

伊斯兰国家的科学 伊斯兰世界的科学也有复兴的迹象。在头六个世纪中，伊斯兰教是传播和发展希腊科学的主要媒介。当它还具有极大的发展可能性时，它的文化进步由于蒙古人和突厥人的入侵而停顿了。和中国的情况一样，在西方科学的冲击下，立即产生的反应是变得更加保守了。这种保守主义仍然在大多数独立和半独立的穆斯林国家中继续存在。不过近来在埃及、叙利亚、土耳其和在苏维埃政权统治下的中央亚细亚，有了明显的变化迹象。在土耳其，人们就象推行其他更为惊人的加齐^①改革那样地以无情的革新精神推广科学。旧的土耳其大学的水平提高了，新的大学成立了。仅次于英国和美国，土耳其成为德籍犹太学者的主要避难所，可是这些人中间的大多数人在最近的民族主义浪潮中又被驱赶出去了。要谈论这个政策效果如何，为时尚嫌过早，不过假如它取得成功的话，就一定会在整个穆斯林世界产生极大的反响。一旦人们可以证明这个政策是符合于或者进而有助于民族解放事业，宗教的保守力量就无法再阻挡这个政策前进了。

科学和法西斯主义

把迄今已经提到过的国家的科学状况回顾一下，就可以看出，这些国家的科学在组织形式上的共同性远远超过差异性。富国的科学很发达，穷国则很落后。但是科学本身却成为一种共同的文明形式，标志着大家普遍接受了现在变成了世界文明的西方文明。

^① 加齐是伊斯兰教的一种英雄。在土耳其，这是授与凯旋归来的将军、总统的最高称号。——译者

我们看到了科学在各处随着工业的发展而发展着，而且愈来愈同垄断资本主义和民族经济制度密切结合起来。不过，到现在为止，
211 在这个过程中，科学的内部发展还没有遭到严重的干扰，科学的自由探讨和自由发表的基本原则还没有遭到进攻，但是这种情况已经不再是普遍存在的了。随着法西斯主义的兴起，这些原则已经受到了直接进攻，而且要是允许这种进攻发展下去的话，就会危及科学的进步，甚至危及科学本身的存在。

法西斯主义从本质上来说就是企图通过同时使用暴力和蛊惑人心的神秘宣传，去维持一个不稳定的和威信扫地的私营或垄断生产制度。这两个方面都要影响到科学。法西斯主义的理想是国家，或者不如说是种族和帝国。这是把还没有被征服的地区的居民囊括进去的一个方便办法。民族经济和民族精神特别需要培植。当科学可以起这种作用的时候，它是受重视的。当科学看起来会削弱民族经济和民族精神的时候，它就遭到歪曲或破坏。在这方面，法西斯主义就是要把所有资本主义国家都已经可以看到的经济上和文化上的民族主义倾向从逻辑上贯彻到底。科学家的责任首先不再是发现真理或者为人类谋福利，而是在平时和战时为自己的国家服务。而和平时期则越来越干脆地变成备战阶段。

法西斯国家意大利的科学 法西斯主义首先发生于意大利，不过它不象后来在德国那么彻底。在意大利，科学受到利用而不是被改造。为了国家的利益，意大利的科学家受到了宽容，甚至还得到了帮助。由于设立了一些主要是为了国民经济的目的而筹办的技术研究所，科学还有了某些物质上的进步。这些研究所的十分明确的目的在于使国家在战时不必依靠国外物资供应。至少在人文科学范围以外，科学思想受到的干涉是比较少的。历史当然遭到了歪曲，强调人道主义方面而不是强调军事方面的倾向

被颠倒过来了。社会学和经济学中存在的唯一倾向是保守主义。为了教会和国家的利益，一切进步思想都遭到镇压，不过并没有象在德国那样地用十分可笑的内容取而代之。科学家受到的主要影响就是他们同世界科学隔绝开来。除了一些经过十分周密的组织、想要使外界觉得墨索里尼十分关心科学进步的国际大会以外，意大利科学家基本上和国外科学家隔离开了。这部分地是由于他们在政治上不可靠、部分地由于缺乏旅费。另一个困难是语言障碍。为了维持民族威望，意大利科学著作必须用意大利文发表，212然而意大利文已经不再是大家都熟悉的语言了，所以这一条就有力地阻止了人们去充分利用剩下的唯一交流渠道。*结果就使意大利科学停留在本世纪初叶的比较低水平上，毫无恢复过去的光荣传统的趋势。法西斯主义在镇压自由主义的同时，也成功地摧残了在意大利一直同自由主义有密切关系的科学精神。

纳粹科学 意大利的科学状况仅仅是今天可以在德国看到的大规模破坏过程的第一步。对德国科学的破坏，要是再继续多年，就可能成为文明发展过程中的大悲剧之一，因为德国科学同意大利科学不同，占有举足轻重的地位。这并不是说德国科学家处于发明创造的前列，而是因为德国已经担负起把全部科学加以系统化和法典化的任务，所以人类知识进展的记录大多掌握在德国人手中。已经取得的成就是湮没不了的，但是要在别的国家仓促整理出一整套科学发展的详尽彻底的记录却不是容易的事。比这更严重的也许是，这破坏了德国的科学精神、破坏了人们对耐心而精确地探索世界结构的爱好、破坏了对纯科学真理的内在价

* 意大利人参加一个国际科学出版物的问题有趣地说明了语言问题的人为性质。意大利人提出的参加条件是，要末同时使用英、法、德、意四种文字，要末不用法文以保持平衡。

值的信仰。

德国不象意大利，它是一个工业大国。从质量上说，它是世界上最重要的工业国。它的居民有一个研究学问的传统，热爱自由然而却不大有机会行使自由，所以，促成法西斯主义的兴起的经济和政治危机也就相应地比在意大利更为深刻。在那里产生的那种类型的法西斯主义也必然具有更为激烈和反动的性质。德国法西斯主义的首领是不满足于单单控制物质因素的；为了取得和保持权力，他们还必须对思想加以控制和改造。他们不仅要征服德国人的国家，而且还要征服德国人的灵魂。纳粹夺取权力所凭借的整个理由是如此明显地不合理性、经不起科学分析，以致要维护这些理由，就只能使非理性凌驾于理性之上，并使科学批判无能为力。但是单单这一消极方面还是不够的，仅仅把显而易见的真理否定掉就会在心理上留下空白；因而就有必要去宣扬，空前猛烈地宣扬明显的谬论。不幸，特别是在德国，的确可以找到

213 可以用来代替理性和科学的一整套信仰。在德国的思想界，过去一直有一股神秘的非理性的暗流。事实上，理性主义本身的确是从法国输入的自由主义的舶来品，而且具有讽刺意味的是，它还是由纳粹的鼻祖弗雷德里克大帝输入的。从德国的神秘主义者直到十八和十九世纪的哲学家们，一直存在着把暧昧和深奥混淆起来的倾向，不过促成这种倾向的一般都是一种慈爱和驯良兼而有之的心理，特别是在国家问题上。纳粹就抓住这种思想方式、或者不如说是不肯思想的方式，利用它来推崇种族和战争这两个孪生的观念。德国人受到自己的垄断资本家的悲惨奴役，为此要给他们以补偿。办法就是使本国垄断资本家在其他国家的手屈从本国垄断资本家，并向德国人灌输一种思想，使他们觉得，德国人是天生优越的，只要他们愿意在这一期间服从必要的纪律、经受

备战和斗争的考验，他们就注定要统治全世界。

实际上他们的所做所为就是把资本主义的物质的和经济的形式保留下来，事实上还加以强化，因为他们摧毁了工会、使雇主成为自己工厂的太上皇，同时又轻蔑地抛弃了过去用来为资本主义的存在辩护的理想。为了支撑资本主义，他们不得不抛弃过去用来为资本主义辩护的自由主义理论。他们不得不走得更远一些，公开抛弃了自从人们鉴于几个大帝国的出现第一次提出以来就一直存在在世界上的两个理想：博爱和个人尊严。

为了保障少数人贪得无厌的利润和追求权力的欲望，他们不得不把不仅显然构成自由社会的基础而且显然也构成基督教社会的基础的价值标准倒置过来。^{*}代之而起的血统和国土的理想根本毫无科学根据，所以他们就有必要对科学进行歪曲，以便找到根据。我们应该承认：人们在过去和今天公认为科学真理的东西大多是科学家们自己从他们的文化环境中得来的不合理性的偏见。不过科学的整个进步就在于觉察和驳斥这些偏见。地球转动现象

^{*} 罗马的神学院和大学神圣联合会秘书在1938年4月13日写给包德里雅红衣主教的信中，列出了要求教师加以驳斥的八点谬论：

1. 人类种族由于天生的和不可改变的特性而彼此大不相同，最卑贱的种族和最高贵的种族之间的距离要比最卑贱的种族和最高等的动物之间的距离还要大。
2. 有必要用一切手段来保存并培育种族的活力和血统的纯粹；单单由于这个原故，一切可以促成这种结果的事情都是可以赞许和容许的。
3. 人类的一切智能和德性主要都来自血统；血统是种族特性的寓所。
4. 教育的主要目标是发展种族特性，启发人们把自己的种族看作是一种至善并对它产生炽烈的热爱。
5. 宗教本身有赖于种族法则而且必须适应这个法则。
6. 一切法律制度的第一源泉和最高法则是种族本能。
7. 宇宙是唯一的存在，它本身是有生命的存在物，包括人类在内的万物都只是这个宇宙的各种不同的和多变的形式。
8. 每一个人都仅仅通过国家而存在，并且仅仅是为国家而存在。他所以拥有他所拥有的一切仅仅是靠了国家的施舍。

和物种起源的发现就是理性和实践战胜感觉的重要事例。想要颠倒这个过程，而且以国家的名义要求恢复旧的偏见以取代新的发现，那就完全是另一回事了。任何一批科学家接受这个指令就等于签署自己的处决令。然而这正是纳粹强迫德国科学家做的事。

- 214 残留下来的正直看法一定是秘密的而且是反纳粹性质的，它经常有被秘密警察的活动扑灭的危险。纳粹要赢得科学家的忠诚或者至少赢得其服从显然不是很困难的——事实上要比取得教会的拥护容易得多。这主要应归咎于科学家的性格及其所受的训练；他们过分专心工作、过分从属于国家和工业机器、带有过多的很容易灌输的爱国思想。而且，由于纳粹把犹太人和社会主义者挑选出来作为攻击目标，他们就被巧妙地分化了。*

* R. A. 布雷迪的《德国法西斯主义的精神和结构》讨论了纳粹为什么能够很容易地迫使德国科学家就范。

“当纳粹接管德国政治机构时，纳粹所看到的德国科学界的一般状况就是这样。1933年的研究界和科学界的实际情况颇能适应他们要把一切领域中的思想、组织和活动统一起来的纲领。因此，就范围和方法而言，没有什么根本性的改变。他们只不过是利用已经存在的趋势，坚决要求在研究和实践的各个领域之间建立起更加密切的工作联系，并把一切活动加以统筹，使之适应纳粹国家的目标而已。

不过假如这种‘统筹’真是象上面所说的那样——这种统筹似乎直接违反科学界本身的技术、衡量标准和意愿——科学家为什么不集体反抗呢？答案在于：在牵涉到科学知识的社会应用的时候，在问题超出他的狭窄工作范围的时候，典型的科学家，不论是由于他所受的训练的缘故也好，还是由于他的职业的缘故也好，并不比普通最无知的门外汉更愿意坚持科学法则和科学分析方法。而且在任何资本主义国家中，随时准备把‘老百姓’和有组织的劳工的利益看作是自己利益的科学家和学者寥寥无几。维布伦以为，工程师和科学家对工艺和效率的兴趣，即令不是必然地、也会自然而然地使他们同工人的兴趣——最大限度地提高产量和改善生活水平——结合起来。这是一位有名的经济学家所发表过的最天真的想法之一。没有任何理由相信资本主义国家中任何所谓的‘工程师苏维埃’会比最保守的企业家俱乐部进步一点。

要在这里研究事情为什么会是如此不幸地千真万确，就要占用过多的篇幅。不过我们也许值得指出：纳粹运动按其性质和目标来说就是要充分利用在各个领域中人们公认为根本标准的一些科学标准的严密性。从比较成熟的自然科学物理学和化学出发，通过生物学、心理学，并最后到达所谓‘社会科学’，变量的数目逐步有所增加，相关事

对犹太人的迫害 自然，即使用了纳粹的快速和残暴的方法，也不可能一下子摧毁德国科学精神。还必须以多种形式对德国科学的精神进行进攻。第一个而且也是最耸人听闻的办法就是把犹太人赶出科学界。犹太民族所特有的悲剧是：每当他们长期受到宽容以致可以把自己的才能用在有益于社会的工作时，他们迟早总是要成为他们所在国家的一切不幸事情的替罪羊。由于犹太人历来都不得不进行激烈的斗争，而且机会又很有限，再加上他们有尊重学问的传统，因此，他们在谋求脑力工作职位时具有某些优越条件。结果，在脑力工作中，犹太人对非犹太人的比例实际上大于犹太人在总人口中的比例。即使在德国，这种比例也并不意味着犹太人在任何这类职业中都处于支配地位，不过他们是很引人注目的，而且受到比较愚蠢和不得意的同行的嫉妒。在德国，象在英国之类国家那样，由于常识的缘故，由于各行业内外大

实的区域变得越来越多，关键问题变得越来越复杂，有偏见的动机和先入为主的观念的因素，作用也越来越大。在自然科学方面，纳粹对改造科学和科学家最不感兴趣——因为，在这里，科学是应用于重工业、战争和军国主义的技术和设备，自然资源的利用等方面的。在另一方面，他们比较感兴趣的是心理学和社会科学的题材。他们依照预定的计划对研究成果进行限制、阉割、窜改、虚构和解释。如果纳粹的做法恰恰与此相反，那么，情况就会完全不同——也就是同公认的科学常规和思维习惯发生冲突。

但是即使在这个问题上，人们对科学家也还普遍存在着一种误解。他毕竟还是一个人而不是超人。在最好的环境中，也不能期望他总是一个目光锐利和讲求实际的‘客观真理’的探索者和能够在自己专业范围以外冷静地从事分析的专家。一旦他超出自己的专业知识范围，似乎就没有多少所谓‘智慧的转移’了，也没有多少科学思维习惯了。爱丁顿、索斯、米利根、普朗克以及其他著名科学家的著作都说明，他们竟然头脑简单而天真地把民间传说的神话信以为真。比他们更加头脑简单而天真的例子在所有最近的哲学文献中是找不到的。甚至在希特勒上台之前，德国科学家们就已经是这样了，今天的一切其他科学家也都是这样。总之，人们动不动就指责科学家放弃了科学，其实，人们是太粗心大意了，误以为一个人力求在一个领域中进行严密的思考就自然而然地意味着他对任何事物都会进行严密的思考。在这里，科学家并无殊于常人。如果他情不自禁地想去概括自己所不知道的事物，他只不过是放弃理性标准，转而赞同未经鉴别的信仰而已。未经鉴别的信仰决不是科学，它是偏见本身的近亲。

多数人都持宽容态度的缘故,这些偏见本来一直是受到约束的。可是现在,在德国,这些偏见却变成了官方的信条了,后面还有整个法律的力量和受过彻底反犹反共宣传教育的黑衫队员的暴力做后盾。

犹太人在科学界尤其取得了受人尊敬的重要地位。把他们驱逐出去是对德国科学的直接而且沉重的打击,虽然这最终是会有利于其他国家的科学事业的。对犹太人的迫害愈来愈变本加厉。不但要迫害他们这些人而且要迫害他们的思想。纳粹当局发现犹太人的思想几乎包括了一切形式的清晰思想。如果犹太人在逻辑学、数学和物理学中所做的一切都肯定是错误的话,那末整个科学大厦就得拆除,并且要以贫乏的、不调和的材料来重建。这正是纳粹哲学家们要担负起来的工作。在外界看来,他们目前所取得的成绩显得可笑而且令人作呕。

他的研究领域越是狭窄——现代科学研究范围日益狭窄的趋势比先前更为普遍——他在自己研究领域以外就越容易接近于偏执。正是在纳粹最少加以干扰的自然科学学科中,这种集中的研究所涉及的范围越来越小的现象最为显著。因而就产生了一个似乎矛盾的现象:自然科学家按他们所受的训练和气质来说似乎应该是最不容易感情冲动的,实际上也许却是人类当中最容易受到狂热分子和偏执分子诱惑的一类人——他由于不加鉴别地把人家叫他相信的事物当作严密的真理,所以是最偏执的人。

由于这个缘故,科学家本身也许是现代社会中所有受过特别训练的人们当中最容易受人利用和最容易与人‘协调’的人。纳粹的确把许多大学教授解雇并把许多科学家从实验室中开除出去。不过被解雇的教授主要是属于社会科学领域的,而不是属于自然科学领域的。这是因为,在社会科学领域中,人们对纳粹纲领的意义有更为普遍的认识,批评得也更为坚决。而在自然科学领域中,按理说,人们的思想应该是严密的,实际上并不是那回事。在自然科学领域中被解雇的教授主要是犹太人或者一些与众不同的例外人物——一些同样不加鉴别地接受了同纳粹哲学背道而驰的信仰的人。

所以纳粹比较容易使一些学者和科学家与他们相‘协调’,其结果,从表面上来看,他们就好象能够动员大部分德国知识分子的舆论和拥护,来支持他们自己精心设计的宣传。他们甚至很容易地从正式大学和诸如此类的地方抽调了一些人员,来充实他们的‘种族科学’研究所——他们所以能够成功,是因为他们从国社党青年大学生中挑选了一些人员,并且强行改变了有关的科学标准以适应他们自己的特殊目的。”——罗伯特·A·布雷迪,《德国法西斯主义的精神和结构》,第76页。

目前最受尊敬的德国科学界的代表、反犹老手施塔克在《自然》杂志中这样写道： 215

“当我在下文谈到物理学中两种主要心理类型的时候，我的意见是以经验为根据的。我研究过过去的大物理学家所以能有所发现的心理特点。我在自己四十年的科学生涯中，为了查明一些科学家的工作成果的主要源泉，对无数多少获得成功的当代物理学家和理论创造者及著作家进行了观察。在这个广泛的经验的基础上，我终于认识到，物理学领域的科学工作者有两种主要类型的心理状态。

实用主义精神不论在过去和现在都是成功的发明的创造源泉。而实用主义精神是把目光投向现实的，它的目的是判明主宰着已知现象的规律并且发现还没有发现的新现象和物体。……

教条主义学派的物理学家在物理领域中反其道而行之。他们的出发点是一些主要从自己头脑中产生出来的观念或者是他们对符号之间的关系所下的专断定义，他们可以赋予这些符号以概括的和物理学上的意义。他们通过逻辑推理和数学运算把它们结合起来，由此得出用数学公式表示的结果。……

爱因斯坦的相对论是以时空座标或其微分的专断定义为根据的。它也是教条主义精神产物的同等明显例子。另一个这类的例子是薛定谔的波动-机械说。他通过物理-数学奇技的惊人表演，首先得出一个微分方程式，作为最后结果。接着他就问：他的方程式中出现的函数可能具有何种物理学上的意义？为此，他提出了一种意见，专断地认为，在原子周围的广大空间地带充满了电子。可是其他教条主义的物理学

家们(玻恩、约尔丹、海森堡、索末菲)却违反基本的经验法则,以特有的方式为薛定谔的函数提供了另一个教条主义的意义。他们硬说,电子以不规则的方式在原子周围跳动,而且在外围活动,仿佛它是带着一个电荷同时存在于原子周围的所有各点上似的,这个电荷相当于电子在每一点上的统计学上的逗留时间。……

由于我有可能多次观察到德国教条主义精神对于我国物理学研究的发展所起的极大破坏作用,所以我对它开了战。在这场斗争中,我也对犹太人对德国科学的有害影响进行了斗争,因为我把他们看作是教条主义精神的主要鼓吹者和宣传者。

说到这里,我想起从事研究的科学家的精神面貌的民族性方面。可以从科学史举例证明:物理研究的奠基人,以及从伽利略和牛顿算起直到我们当代的物理学先驱们为止的伟大科学发现者,几乎都是雅利安人,其中以日耳曼人为主。我们可以由此得出结论说:实用主义的思想倾向最常见于日耳曼人。如果查一查现代教条主义学说的创始者、代表人物和宣传家,我们就可以发现其中绝大多数是犹太人后裔。如果我们再回想到犹太人在建立神学教条主义中起了决定性的作用,而且马克思主义和共产主义教条的创始人和宣传家大多是犹太人的话,我们就必须确立和承认这样一个事实:出身于犹太种族的人特别经常地显出天生的教条主义思想倾向。”——《自然》杂志,第141卷,第770—72页。

他在黑衫队机关报《黑衫队》中发表的原文就更为露骨了:

“尤其是在一个领域中,我们可以遇到表露得最为强烈的“白种犹太人”精神,而且可以直接证实“白种犹太人”观点

和犹太学术与传统之间存在着共同点，这个领域便是科学界。把犹太人精神从科学界中肃清是我们最紧急的任务。因为科学处于关键地位，学术上的犹太主义总是可以从这里重新夺得影响国家生活的一切领域的重大力量。例如，很可以说明问题的是，在德国医学面临新的任务的时期，在人们等待着遗传学、种族卫生学和公共卫生学取得决定性成就的时期，我国的医学杂志竟在六个月之内，在总数2138篇文章中发表了1085篇外国人写的文章，其中包括苏联的俄国人写的116篇文章。这些外国人写的文章几乎毫不涉及看来急待我们解决的问题。在“交流经验”的幌子下，隐藏着所谓的科学的国际性原则，这个原则是犹太精神一直在宣扬的，因为它为无限制的自我推崇提供了根据。”(1937年7月15日)

对犹太人的迫害在国外产生了极大的反响，但是，学术界的共产党人、社会党人、和平主义者和自由主义者的命运就更悲惨得多了。对他们说来，不仅是失去工作，而且在不少情况下，还要被残暴地投入集中营。

对科学的镇压 这些措施本身本来已足以使德国科学一蹶不振，但是其实际影响范围还要大得多。凡是有一个科研人员和教师实际受到迫害，就必然有许多其他的人不敢维护纳粹国家所痛恨的客观标准以免暴露自己。大学和技术研究所的标准化工作也往往是这样。不仅校长以下的一切经选举产生的人员统统被纳粹党所任命的人员取代，而且在管理机构中还委任了一个地位很高的纯粹的纳粹官员。这样的人很少懂得科学，而且通常还从小就受到藐视智力活动的教育。德国科学家所享有的一个优越条件 217 之一——他感到自己是社会中重要而且受尊敬的成员——如今已不复存在了。科学工作主要是靠它本身的惰性进行下去；科学家

继续工作着，直到人家找到了反对他或者反对他的工作的某些借口为止。有些借口是基于种族上的理由，有些借口是基于政治上的理由。这种情况的第一个影响便是破坏了科学工作的自发性，独创性变得很危险了。

不过，只有等到新一代科学家出现时，这个制度的全部影响才能显示出来，因为纳粹国家干涉得最具体的便是科学教育。第一，除开不准犹太学生进入大学之外，学生人数也锐减了*。还强调学生必须基本上出身于中产阶级和上层阶级。工人或农民出身的大学生人数目前已寥寥无几了。而且纳粹对大学实行改造的结果，学校越来越无法对许可入学的学生进行有效的教学。劳役和兵役耗费了多年的潜在学习时间，而且在学习中目前是把全部重点放在体育和德育上面，而不是放在智育上面。

“国家必须把它的教育机器的全部力量用来培育绝对健康的身体，而不是让它的儿童充满知识。发展心理能力仅是次要的。我们首要目的必须是发展性格、特别是发展意志力

* 下表说明德国大学学生数目减少情况：

招 生 人 数

冬 季 学 期	学 生 总人数	工程学	数 学 及 自 然 科 学	化 学	医 学
1932—3	116,154	14,477	12,951	3,543	32,437
1933—4	106,764	13,452	10,852	3,504	33,482
1934—5	89,093	10,310	7,943	3,006	30,123
1935—6	81,438	9,293	6,493	2,696	28,383
1936—7	67,082	7,649	4,616	2,058	22,797
变化的百分比(1932— 3 = 100)	57.8%	52.9%	35.6%	58%	70.2%

(E.Y.哈茨霍恩博士,《自然》杂志,第142卷,第175页。还可参看他的书《德国大学和国家社会主义》。)

以及勇于负责任的精神；科学训练要远远地放在后面。”——希特勒，《我的奋斗》，第542页。

一个好党员“一听到人提到元首的名字，眼睛就会发亮”；会进行军事操练，而且会为了自己的荣誉，以公认的传统普鲁士方式进行决斗。这样的人变成了理想的好学生。求知的倾向、特别是任何客观批判态度都肯定是一个人往上爬的绊脚石。要是这种制度能经历一代时间，那就一定会把伟大的德国科学传统摧残一空。

一切科学都为备战服务 本来连一点伪科学的遮羞布也不要，可能要更干脆一点。显然，从血统和国土哲学的观点看来，科学是根本用不着的，然而有意识地在文化上实行野蛮主义、把欧洲文化传统作为非日耳曼的传统而有意加以摈斥，只不过是纳粹运动的一个方面而已。另一个日益重要的方面是发展德国在世界上的势力。这两方面的矛盾在科学领域中显得最为突出。如果德国青年能够单凭赤裸裸的力量睥睨全世界和确立他们的优势，那就太好了。不幸现代战争却需要机器和有力的经济后盾，因而需要科学。所以纳粹不得不自相矛盾地使用自己鄙视的方法来维持自己的力量。德国科学的存在也全靠这个军事和经济大国对科学工作成果的需要。但是在这里却存在一个最大的难题：为此目的究竟需要多少科学以及需要那一种科学？多年来，德国技术一直位居世界前列；它是以科学为基础的，不过要是仅仅维持原状，就不需要把科学进一步加以应用。在另一方面，如果要在军事上取得成功，要使国家能完全不依赖国外物资供应，就不仅要维持现状，而且还要创造和改进新的技术手段，这样便少不了科学。不过可以严格地规定科学的发展以达到这个目的为限。因而就有意识地制订了一个把科学事业变成国防部门的政策，即鼓励有助于直接间接的军事目的的各类科研，而且只鼓励这几类科研。从《我的

218

备斗》中摘录的一段话说明，这始终是希特勒所力求达到的目标：

“种族国家也应该把科学看做是培养民族光荣感的手段。不但应从这个观点来教授世界史，而且还应该从这个观点讲授整个文化史。一个发明家不仅要作为发明家而显得伟大，而且要作为民族的一员而显得更为伟大。对于每一项伟大成就的钦佩情绪必须变成因为这个幸运的成功者属于本民族而深感自豪的情操。

学校课程必须有系统地依照这一方针来设置，而且在进行教育工作时，要使青年离开学校时，不是成为一个半和平主义者、一个民主派或者诸如此类的人，而是成为一个全心全意的德国人。”（第473页）

“让我们从小就教育德国人民只承认自己国家的权利，而且那怕是在保全个人品格的问题上，也不要让孩子的心灵沾染上‘客观性’的祸害。”（第124页）

“种族国家必须把毕业青年的思想训练和体育训练当作自己的任务，并且通过国家机构来贯彻这个任务。就其主要内容而言，这种训练已经可以算是以后的兵役的准备阶段。……要把军队看作是国民教育的最后和最高级的学校……他必须在这里学习怎样保持缄默……而且还要学习在必要时如何沉默地忍受冤屈。”（第458—59页）

法兰克福大学校长厄恩斯特·克里克博士更露骨地说：

“大学教育目的何在？我们的大学训练的目的并不是客观的科学，而是军人的英雄科学、是富于战斗性和斗争性的科学。”——《论希特勒式学校与外国学校》，1937年。

所以在大学的物理课中，最受重视的不是关于宇宙或原子结构的基本理论，而是弹道力学。关于宇宙和原子结构的基本理论

都是犹太人创造的,因而要受到谴责。化学课自然而然地要适应生产炸药、毒气和代用原料的任务,发展德国自产的食物则变成了生物学的最重要的具体目标。*

在军事科研的掩护下,人们的确也设法暗中进行了不少真正的科学研究工作。剩下的寥寥几个优秀科学家的确由于他们的同事受到镇压而得到了很大好处。不过后继无人,并且存在日益焦灼的气氛。

科学被歪曲得面目全非 这种把科学加以歪曲来为备战服务的行径,主要影响到比较精确的科学门类。在其他领域里,他们进行了性质上不同但破坏性更大的歪曲。人们必须为纳粹的种族优越的巨大神话和进行军事斗争的必要性提供科学根据。为此就有必要把生物学、心理学和社会科学整个地加以歪曲。在后几门学科中,他们对公认的事实大肆加以曲解,以至使这几门科学完全不复存在,然而却也竟然能找到一些显然乐意鼓吹这些理论的体面的德国科学家。的确这些理论都是其他国家的更为反动的科学家提出来的。事实上,纳粹观念的绝大部分都是舶来品。他们的最基本观念——他们的种族高人一等、是上帝指定的——完全是源出于犹太人。在德国,过去五十年中在人类学和社会学中取得的进展大多被消灭干净了。为了替德国重新采用野蛮刑法和恢复惩罚性刑罚作辩护,需要更为粗暴的解释。新的种族科学就出色

* “学校教育向年青的‘种族的承担者’提供的知识在他以后成为‘武器的承担者’的时候对他们也是有用的。马蹄钉未尝不可以用来学习表格。对数在弹道学中会得到最完美的校正。世界大战为学习地理学提供了无限的机会。历史中充满了战争策略的事例。化学既可以应用于增加粮食生产的斗争,也同样可以应用于毒气战。利用一台电动机或者一辆坦克同样可以对物理学问题加以清晰的解释。生物学上的关系不仅渊源于民族的迁徙,而且渊源于过去人为地强行建立国家的方式。外语教学同解释军事-政治问题有特别密切的关系。在德语课中,既可以引用格林的童话,也可以引用伟大的毛奇(德国著名的军事学家——译者)的话。”——《军事教育》,1935年11月。这段话在《纳粹德国的教育》一书中引述过,第17页。

地满足了这种需要，下面所引的几段话便是关于这种科学的权威性论述：

“不过，作为生命的基本力量的血统和国土都是国家-政治观点和英雄式生活方式的象征。它们为一种新型教育打下基础。……对我们说来，血统意味着什么呢？我们不能满足于物理学、化学和医学的学说。从种族一开始出现，这血统、这股生命的暗流，就具有象征性的意义，而且把我们指引到形而上学的领域中去。血统是躯体的构造者，也是种族精神的源泉。我们祖上的遗产隐藏于血统之中，种族体现于血统之中，人的性格和命运产生于血统；对人类说来，血统是隐蔽的暗流，它象征生命之流。人类可以从这里站起来，并登上光明的、精神勃勃的和明智的境界。”——K. 克里克，《国家政治教育》，来比锡，1933年版。

220

“国家社会主义的特征在于：它对一切关于存在的问题采取了英雄的姿态。这个英雄的姿态渊源于唯一的和决定一切的信仰的表露，即血统和性格。种族和灵魂只不过是同一事物的不同名称而已。可以与之相适应的是一门新科学的兴起，我们可以把这种新的科学发现叫做种族科学。从足够高的高度可以看出，这门新科学只不过是一种达到日耳曼人的自我意识的影响深远的尝试而已。”——A. 罗森堡。

罗伯特·A. 布雷迪在《德国法西斯主义的精神和结构》一书中所引的一段话，第60页。

“阿道夫·希特勒的理想包含了一切可能的科学知识的绝对真理。……国家社会主义为人们在德国科学地进行工作提供了硕果仅存的可能性。……我们认为德国法律史家象一切科学家一样，只可能有一个出发点：即应该把德国历史仅

仅看作是德国国家社会主义的史前史。……我们认为：一切科学工作(它的目的毕竟还是为探索真理而服务)的研究成果都必须和国家社会主义的出发点相吻合。因此，国家社会党的纲领就变成了一切科学研究的唯一基础。……真正的阵线精神比科学讨论更为重要。……”——德国法学家领袖法兰克福部长于1936年10月在蒂宾根所作的报告。

在所有这些领域中却产生了一个新困难。在国内镇压和歪曲科学是比较容易的，可是还有需要维持和扩大德国在国外的威望。如果歪曲科学的过程发展到顶点，德国科学家和国外科学家就没有共同语言了，纳粹以其特有的干脆而粗暴的办法来解决这个问题。他们不只在自己国内歪曲科学为满足，还要在国外歪曲它。例如在最近的刑法学会议上，他们把德国代表塞满会议，设法在会上通过一项赞成德国刑法理论的决议。他们打定主意，凡有可能就要利用在德国或国外举行的一切国际会议来歌颂纳粹国家。有一个例子可以说明他们怎样甚至在国外也做到这一点。他们干脆以撤出整个德国代表团为要挟，来阻止最著名的一位生物化学家宗德克教授参加阿姆斯特丹的一次大会。在这里，纳粹的政策是在科学的最关键问题上对科学发动进攻。不过迄今由于国际科学家间的礼貌传统的缘故，人们还没有在世界科学客观传统问题上展开对之有力的驳斥和辩护。

科学处于危机之中 法西斯主义的存在对科学是一种双重危险。凡是它的势力抬头的地方，科学就遭到毁灭。奥地利的悲 221
剧十分清楚地说明了这一点。除此之外，它的思想影响还蔓延到其他国家。这些思想到处加强了蒙昧主义势力，并损害了科学精神。在欧洲的每一国家，甚至在美国，反犹主义正在发展，随着发展的是科学上的民族主义。法西斯国家的科学发展清楚说明，不

论是科学的理论或者应用都与资本主义的经济和政治发展趋势根本不能相容。处于晚期的资本主义是经不起客观检查的；科学家必然变成批判家，而批判则是不能容许的。所以科学家不是闭口就得失业。如果他照第一种办法做，他实际上已不再是科学家了，而且无法把科学传统继续传下去；如果他不这样做，科学就会同样必然地而且更迅速地告终。在至今仍然实行资产阶级民主的国家里，科学家很容易用极其惊恐的态度看待法西斯统治下的科学事业的遭遇。不过他本国的科学的命运还是个未知数。它取决于和科学本身毫不相干的因素。除非科学家了解这些因素，而且知道怎样利用自己的力量来影响这些因素，他的处境就仅仅类乎坐以待毙的绵羊。幸而对这种情况有所警觉的人越来越多了，我们将在下一章中考察其结果。

科学与社会主义

科学与社会的关系从根本上来说有赖于社会本身的组织原则。直到现在，在讨论所有国家的科学事业时，我们一直基本上假定它们都是处于资本主义社会条件之下的。除开以维持经济制度为其基本职能的多多少少起限制作用的国家机器之外，人的生活 and 人与人的关系都受到下述两个因素之一的支配：依靠劳动而生活的必要性和雇用工人获取利润过活的可能性。宗教、文学和科学的独立传统都是在这个体制的范围内发展起来的，不过它们最终取决于自己对总的体制的适应性。它们为了前进都必须付出实际的代价，我们已经考察过科学和这个社会环境之间的关系，而且也说明了它的主要发展方向不是取决于大多数人民的需要，而是取决于那些为利润进行生产的人们的需要。必须认识到，这个动

机比先前的任何社会形态所产生的动机都更多更快地增进了我们对于宇宙的认识，不过我们也必须认识到，科学技术的发展本身既为我们揭开了改善人类生活的前景，也为我们开辟了毁灭人类的可能性。现存的制度对前者是完全无法加以利用的，但对后者却是利用得过于得心应手了。 222

苏联的科学 在过去二十年中，现行的社会制度已经不是遍及全球的制度了。世界上已经有了一个国家，在那里，基本生产方式和社会关系完全不同了，因而科学同社会的关系也完全不同了。苏联和一切先前的文明社会不同之处在于：它在很大程度上是事前构思出来的，而且是人类第一次自觉地努力设计自己的社会活动的框架。这些观念的基础就是马克思、恩格斯和列宁在过去一百年中对发展中的资本主义所进行的批判。马克思是十九世纪迅速发展的科学传统培养出来的，他看到了科学向人类提供的可能性，不过和看到这些可能性的其他人不同，他明白这些可能性怎样不可能实现和为什么不可能实现。马克思主义国家的基本原则就是利用人类知识、科学和技术直接为人类造福。因此，当列宁建成这个国家并且在头几个关键年头击退其余世界的进攻，保住这个国家的时候，他首先考虑的问题之一便是怎样在实践中来这样地利用科学。马克思比当代科学家们更清楚地明白科学理论与其在技术上的应用有着多么密切的关系。*他看到理论与实践

* “那些所谓的1848年革命，只不过是一些微不足道的事件，是欧洲社会干硬外壳上的一些细小的裂口和缝隙。……”

的确，这个社会革命并不是1848年发明出来的新东西。蒸汽、电力和自动纺机甚至是比巴尔贝斯、拉斯拜尔和布朗基诸位公民更危险万分的革命家。……

这里有一件可以作为我们十九世纪特征的伟大事实，一件任何政党都不敢否认的事实，一方面产生了以往人类历史上任何一个时代都不能想象的工业和科学的力量。而另一方面却显露出衰颓的征象，这种衰颓远远超过罗马帝国末期那一切载诸史册的可怕情景。

之间的这种不自觉的联系怎样可以变成自觉的，而且为了使两者都充分发展也有必要使这种联系成为自觉的。恩格斯是一个毕生研究当代科学的学者。他对这些观念有更其详尽的阐述。^{*}列宁在流亡期间花了很大一部分时间对后来的科学发展进行分析和批

在我们这个时代，每一种事物好象都包含有自己的反面。我们看到，机器具有减少人类劳动和使劳动更有成效的神奇力量，然而却引起了饥饿和过度的疲劳。……甚至科学的纯洁光辉仿佛也只能在愚昧无知的黑暗背景上闪耀。我们的一切发现和进步，似乎结果是使物质力量具有理智生命，而人的生命则化为愚钝的物质力量。现代工业、科学与现代贫困、衰颓之间的这种对抗，我们时代的生产力与社会关系之间的这种对抗，是显而易见的、不可避免的和毋庸争辩的事实。有些党派可能为此痛哭流涕；另一些党派可能为了要摆脱现代冲突而希望抛开现代技术，还有一些党派可能以为工业上如此巨大的进步要以政治上同样巨大的倒退来补充。可是我们不会认错那个经常在这一切矛盾中出现的狡狴的精灵。我们知道，要使社会的新生力量很好地发挥作用，就只能由新生的人来掌握它们，而这些新生的人就是工人。工人也同机器本身一样，是现代的产物”。——马克思1856年在《人民报》创刊纪念会上的演说。摘自《马克思恩格斯选集》（中译本第二卷1972年版第78—79页）。

^{*} “有了人，我们就开始有了历史。动物也有一部历史，即动物的起源和逐渐发展到现在这个样子的历史。但是这部历史是人替它们创造的，如果说它们自己也参与了创造，这也不是它们所知道和希望的。相反地，人离开狭义的动物愈远，就愈是有意识地自己创造自己的历史，不能预见的作用、不能控制的力量对这一历史的影响就愈小，历史的结果和预定的目的就愈加符合。但是，如果用这个尺度来衡量人类的历史，即使衡量现代最发达的民族的历史，我们就发现：在这里，预定的目的和达到的结果之间还总是存在着非常大的出入，不能预见的作用占了优势，不能控制的力量比有计划发动的力量强得多。只要人的最重要的历史活动，使人从动物界上升到人类并构成人的其他一切活动的物质基础的历史活动，满足人的生活需要的生产，即今天的社会生产，还被不可控制的力量和无意识的作用所左右，只要人所希望的目的只是作为例外才能实现，而且往往得到恰恰相反的结果，那末上述情形是不能不如此的。我们在最先进的工业国家中已经降服了自然力，迫使它为人们服务；这样我们就无限地增加了生产，使得一个小孩在今天所生产的东西，比以前的一百个成年人所生产的还要多。而结果又怎样呢？过度劳动日益增加，群众日益贫困，每十年一次大崩溃。达尔文并不知道，当他证明经济学家们当做最高的历史成就加以颂扬的自由竞争、生存斗争是动物界的正常状态的时候，他对人们、特别是对他的本国人作了多么辛辣的讽刺。只有一种能够有计划地生产和分配的自觉的社会生产组织，才能在社会关系方面把人从其余的动物中提升出来，正象一般生产曾经在物种关系方面把人从其余的动物中提升出来一样。历史的发展使这种社会生产组织日益成为必要，也日益成为可能。

判。^{*}所以在内战的斗争和饥谨还没有结束的时候，新的苏维埃国家就开始按照自觉的方针和计划来加强科学事业了。

革命前的科学 困难是巨大的。自从叶卡特林娜女皇首次把科学引进俄国之后，它一直是沙皇国家的十足外来的、无法吸收的部分。对广大群众说来，它根本不存在。它总是有一点自由主义的味道。只是为了满足军政方面最低限度的需要、并为了让欧洲其他国家看到，俄国也拥有一所科学院，文明程度并不亚于任何其他国家，科学才受到当局的宽容和有限的培植。伟大的俄国科学家象罗蒙诺索夫、门捷列也夫、柯瓦列夫斯基或巴甫洛夫，并不是由于靠了官方科学组织、而是不顾官方组织进行工作的。俄国科学十分依赖国外的科学、特别是德国和法国的科学。在俄国不仅雇用了许多外国科学家和技术人员，而且实际上所有的科学仪器全是进口的。的确在第一次大战之前，新生的俄国资产阶级开始需要科学。他们甚至设立了一所教授科学的免费大学，不少第一代苏联科学家就是从这里毕业出来的。不过这个运

223

一个新的历史时期将从这种社会生产组织开始，在这个新的历史时期中，人们自身以及他们的活动的一切方面，包括自然科学在内，都将突飞猛进，使已往的一切都大大地相形见绌。”——恩格斯《自然辩证法导言》，《马克思恩格斯选集》（中译本第三卷，1972年版第457—458页）。

^{*} “我们知道，如果不恢复工业和农业（而且必须不按旧方式来恢复），那末共产主义社会是建设不成的。必须在现代最新科学成就的基础上恢复工业和农业。你们知道这样的基础就是电气化，只有全国一切工业和农业部门都电气化的时候，只有当你们真正负起这个任务的时候，你们才能替自己建成老一代人所不能建成的共产主义社会。你们面临的任务是全国的经济恢复工作，要在基于现代科学、技术和电力的现代技术基础上改造和恢复工农业。你们完全了解，不识字的人不能实现电气化，而且仅仅识字还不够。只懂得什么是电气化还不够，还应该懂得怎样在技术上把电气应用到工农业上去，应用到工农业的各个部门中去。每个人必须学会，并且必须教导一切劳动青年都学会。这就是一切有觉悟的共产主义者的任务。”——摘自列宁在俄国共产主义青年团第三次全国代表大会上的演说，《列宁选集》第四卷（中文本1972年版第350页）。

动对整个国家并无显著影响。^{*}第一次大战、俄国革命、内战和饥馑当然不会使情况好转。一些年龄比较大的、比较保守的科学家逃亡国外；另有一些人死于疾病或饥饿；许多人拒绝同新制度合作，或者半心半意地、不理解地进行合作。苏联不得不在实际上毫无外援的情况下，从废墟上建立起一个新的和规模更大的科学事业。

早期的斗争 幸而科学家们看到了新政府一心一意要让科学有空前未有的发展机会，而且对它给予空前未有的重视。他们还看到自己的确可以第一次自由地实现自己的愿望。他就以自己的精力和热情来填补人数之不足。他们一开始就遇上一个双重的任务：建立苏联科学和苏联技术，同时帮助解决眼前国内建设上的问题。财力和人力都听任他们支配，不过在不少情况下，所需仪器却无法购得，而且工作人员都完全未经训练。1917到1927年期间的成就和这些成就是怎样取得的，都值得我们在今后极为仔

^{*} 俄国科学的老前辈之一乔菲教授对沙皇俄国的物理学状况有过描述。物理学当时是比较发达的科学的典型：

“革命前的俄国可以因为自己拥有一些在物理学史上留下光辉业绩的学者而自豪。除了既是出色的物理学家，又是杰出的化学家的D.I.门捷列也夫之外，还可以举出P.N.列别捷夫、A.G.斯托列托夫以及B.B.戈里津。这三个人同光的压力、光效应和地震学等物理学上的重要成就有关。不过革命前的俄国学者一般都是一个人进行工作，既没有留下科学学派，也没有留下什么具体方针。他们自己的论题往往是通过同法国或者德国学者合作从国外学来的。俄国学者往往参预一个西欧的学派，从事同那个学派的论题有关的一些研究工作，然后以硕士学位论文形式提出自己的研究成果。进一步对这个论题加以发挥，作为他们的博士学位的论文主题，因此，他们保持国外思想中心的倾向是很自然的。没有产生出独立的俄国学派。

唯一的例外是彼得·尼古拉耶维奇·列别捷夫在莫斯科大学所创立的出色科学学派。可是卡索(1865—1914，俄国国民教育部长，斯托雷平的帮凶。——译者)的政策在1911年把它从这个庇护所中赶出来了。P.N.列别捷夫不久也就去世。……

革命前，在列宁格勒，物理学的情况还要差得多。列宁格勒大学一直没有出过什么成果。由于缺乏至关紧要的创造性的方针，由于起抑制作用的硕士考试制度，把最

细地加以研究，因为这将说明，在拥有高得多的科学水平的国家，一旦科学所受的限制消除，科学将具有极大生命力。下一个十年的进步是有保证的；科学和工业携手并进而且彼此密切联系，新的大学和学校开始培养出了经过训练的、或至少经过部分训练的科学家，人数之多是前所未有的。*有可能着手进行新的工作了，不仅要把老的科研工作进行下去，而且苏联科学还开始首次对世界科学的某些学科作出了卓著的贡献。

苏联科学的规模 要在本书范围内充分说明苏联科学的组织形式和成就是不可能的。我们已经有一两本关于这一题材的著

有天才的物理学家(杰松、米凯维奇、列别丁斯基)都从大学里驱赶出来了。……

在革命前，物理学几乎仅仅在大学里或者一两所高级技术学校中得到发展。物理学博士不超出十五名。从事工作的物理学家总数为100名，但对于其中大多数人来说，科学研究工作仅从属于他们的主要工作即，教学工作。……

列别捷夫学派和若干列宁格勒物理学家的的工作具有相当大的科学趣味。不过大部分科研成果都不足以丰富科学世界。这些工作有一部分是‘偏狭的’，只限于对观察到的现象加以描述，而没有在理论上加以解释。它们仅是外国工作的变种，各种常数的测定等等。列宁格勒大学降低了大学研究生的‘科学工作’的标准。他们只要把最新外国杂志所发表的实验重做一遍就算是进行了研究了。

连俄国物理学家的最出色的工作也只是不连贯的研究，不能形成明确的科学研究路线，没有为自己提出深刻的问题或者任何技术上的目标。可以说革命前的俄国几乎不存在技术物理学，也缺乏形成它的条件。由于干脆从国外引进包括工作图纸在内的现成技术，俄国技术根本不需要建立自己的科学基础，而且也没有这样一个基础。大学里的物理学科把本身看作是与实用无关的东西。大学保持着科学的‘纯洁性’，小心翼翼地保护它不受技术的侵犯。

因此，虽然俄国物理学界拥有几个伟大的学者，它在革命前仍然是世界科学中最落后和最薄弱的部分之一。”

* 苏联政府已经批准把1937年下学期从国立大学和其他高等教育机构中毕业出来的12,520名青年专门人材分配到各人民委员部和其他机构中去。这批毕业生包括7190名各种专业的工程师、1049名农业学家、1115名动物技术专家、1274名医生、1087名物理学家、化学家、生物学家以及其他专家，342名兽医外科医生，298名经济学家和165名其他专家。在青年专家总数中，2083名派往重工业人民委员部、2527名派往农业人民委员部、1238名派往卫生人民委员部、760名派往俄罗斯加盟共和国的教育人民委员部。

作了*。不过还是有必要说明一下，苏联科学的组织形式和其他国家的科学组织形式不同之处何在、说明它仍然得去应付的困难以及为了在全世界把科学组织起来，可以从中汲取什么教训。苏联科学的第一个特色是工作规模巨大。1937年的科学经费预算为1,000,000,000卢布。且不说这笔钱的购买力怎样，它至少是当时苏联国民收入的百分之一，相对地来说，是美国的三倍，英国的十倍。

这就说明他们实事求是地认识到，不应再把科学看成是一种奢侈品，而应把科学看成是社会结构的基本部分，在苏联，科学实际上在每一个阶段都同生产过程密切联系着，不过它是以大大不同于其他国家的联系方式来同生产过程联系的。苏联科学的主要实际目标是直接或间接地满足人的需要，而不是增加生产的利润。关心满足人类需要，就必然得改进生产方法。苏联科学在这样做的时候总是想缩短这些生产过程和减少实际人力消耗。然而它在这样做时所采用的方式很不同于资本主义经济中把科学加以应用的方式。首先，作为工人的劳动者是生产过程改革的不可分割的组成部分。他们的健康和舒适决不可以因为采取了显然更为经济的方法而受到损害**。更重要的是，用一切办法鼓励工人积极协助把科学应用于工业。在资本主义制度下，理论与实践的结合仅局限于研究所的科学家和工程师之间的合作；工人们只能是执行命令的人手，用不着思想。而且他们也毫无这样做的动力，因为改进的好处只会归老板所有，很可能还会使自己的工作更为艰苦。在苏联，伟大的斯达汉诺夫运动是工人本身可以在改变工

* 例如克劳瑟著《苏联的科学》，A.P.平克维奇著《苏联的科学教育》。

** 参看《没有资本家的英国》，第459页。

业生产过程中起主要作用的生动证据(参看附录VII)。

科学规划 另一个主要区别是：苏联科学是一个完全统一的整体。各种问题不是个别地、而是作为一个相互关联的整体加以处理。科学是根据一个计划来发展的，而这个计划本身则仅是范围更大的物质和文化发展计划的一个部分。当然比起任何种类的生产计划来，科学工作计划具有的确 定性 是属于另一种性质的。科学工作领域包含着过多出乎意料的因素，无法在事前估计出会有什么新发现、或者有没有可能得出什么成果来。解决这些困难的办法是，对无法预料的科学成果不作计划，而对可望取得 225 有价值成果的确 定领域的研究工作，提出检查计划。它的主要特点是，把可以用于科学的经费按照从直接改进生产的观点来看，从发展更为完善的苏联科学的长远观点来看，都有可能取得最好效果的比例，在各学科和科学研究所之间进行分配。规定要苏联科学家们解决的问题的性质，见于最高科学管理机构苏联科学院今后几年的工作纲要中：

“科学院在眼前的工作是协助国家计划委员会起草第三个五年计划。科学院各研究所的主要力量将用来解决在去年三月间的会议上提出的十项具体问题。（这些问题并不就是科学院的全部工作，不过在此刻却是主要的而且占支配地位的问题，这一点自不待言。）科学院将集中精力解决与第三个五年计划有关的十个关键问题如下：

(1) 要发展寻找有用矿产，特别是锡、稀有金属和石油的地质学、地质化学和地质物理学勘探方法。

(2) 要在科学基础上通过建立全苏高压输电统一电力网，来解决电力输送问题。

(3) 要合理使用并扩大使用天然气和工厂副产品煤气

(虽然苏联的天然气资源大于美国, 然而开采量仅为后者的五十分之一。)

(4) 要寻找内燃机新型燃料(将对连锁反应和爆炸过程、内燃机或电动汽车进行研究)。

(5) 要合理改进化学和冶金工艺过程; 要研究出更好地利用设备和增加产量的科学方法。

(6) 要为进一步增加土壤肥力奠定基础, 协助国家完成把谷物产量从七十亿普特提高到八十亿普特的目标(一普特相当于36常衡磅)。(为此, 就需要对选种、土壤化学、植物生物学、肥料和农业机械化进行研究。)

(7) 要建立发展畜牧业和渔业的科学基地。

(8) 要发展遥控力学(机械遥控)并且通过理论物理学的应用来扩大工业中的自动化生产过程。

226

(9) 要起草苏联国民经济的收支平衡表, 作为第三个五年计划的科学根据。

(10) 要研究苏联各民族的历史。

科学院将通过自己对这十个主要问题的研究, 提供科学基础, 以便国家计划委员会据此编制国民经济统一计划。科学院作为国家的最高科学机构, 有责任按照国家的迫切重大问题, 规定科研的总方向, 并且有责任把各研究所的计划和国家的总计划协调起来。

这并不意味科学院要为自己的四十个研究所和各人民委员部所属的800个研究所规定详细计划。而且研究工作也不仅限于上述十个问题。然而这的确意味着: 次要项目将服从整个国家迫切需要的项目。”——《英苏杂志》, 第一卷, 第5号, 第14页。

这个纲要肯定是属于技术性质的，不过它还附带地谈到要在电力、固体和液体构造、化学反应性质、动植物生理学等方面进行比较长期的、不那么容易确定的基础研究。

组织机构 苏联科学组织机构比较复杂。还没有定形。在初期建立了一些临时机构，其中有些维持下来了，其余的都撤销了。目前的机构在很大程度上还是可变动的。全苏科学事业都由科学院来加以总的指导，不过科学院辖下的研究所只是全国研究所的一小部分。主要研究工作都是由大学研究实验室和重工业、轻工业、食品供应、卫生、农业等人民委员部所属研究机构进行的。科学院最初是以法国科学院和普鲁士科学院为蓝本建立起来的，是著名科学家的荣誉机构。现在，科学院已经扩大了自己的工作范围，不过扩大的办法不是增加成员、而是使每一个成员负责主管本身专业范围的一个或一个以上的研究所。虽然科学院院士仅有90名，科学院所属各研究所的科学工作者人数却有4000名以上。

大学和技术学校的主要职能当然是教育工作。但是它们各有其研究实验室。这些实验室和科学院的实验室保持密切联系。不过更重要的却是附属于工业的研究所，例如各冶金研究所、硅酸盐、纤维等研究所。这些并不是狭义的工业研究机构，而是从事 227 和工业有关的基本问题的研究，而且拥有极为著名的科学家。处于另一级的还有无数工厂实验室和野外农业试验站。向各研究所和工厂实验室提供经费的责任落在各人民委员部的肩上。它们的需要决定着这些研究所的科研方向。从科学角度看来，工农业中的研究所是和科学院密切联系的，在英国存在的大学和工业科研之间的隔阂在苏联大体上是不存在的。

科学事业的组织原则是：在问题与解决办法之间应存在有来

有往的交流渠道。由工厂实验室以精确方式提出的工业上的问题，交给了技术研究所。凡是需要解决的问题属于现有技术知识范围之内的，便在那里予以解决。如果事实证明人们对大自然的机制缺乏某种较为基本的理解，便把问题提交科学院处理。这样工业就可以向科学界提出新的和根源性的问题。同时，大学或科学院有了任何基本发现，也立即把这种发现转告工业实验室，使一切有用的发现尽快用于实践。瓦维洛夫的植物管理局就是这种密切结合的工作方法的一个出色例子。在那里，由于在经济上需要培育各种植物以适应苏联各地多种多样的气候和土壤条件，遗传学原理得到了充分发展，而且通过对人工培植植物的野生变种的研究，不但提供了一些极有价值的植物和杂交品种，还发现了古远的史前驯养中心以及当时的文明状况。还有不少类似例子，大多数可以在克劳瑟著《苏联的科学》一书中找到。

这个制度如何工作 苏联的科学工作、仪器设备、实验室等等的具体情况基本上无殊于国外。不过在仪器设备的生产方面有一个值得注意的发展趋势。仪器不是交给各个工厂去生产，以致造成价格高和产品周转量小的后果，而是由研究所自己集中来生产，使生产可以合理化，从而使科学仪器既便宜，数量又多。这样，苏联在几乎一切领域中都变得不依赖国外仪器设备了。由于革命前国内根本不制造仪器，这一成就就更显得突出了。

但是在人员和科研工作的内部管理方面，管理原则就完全不
228 同于国外了。在短短几年中就已经有了不少变化，目前的内部组织形式是苏联的一切事业中常见的变动的结果。这个组织形式是个人负责和集体商讨制度的结合。它是根据人们在科研工作的特殊需要方面的经验制订的。研究所所长负责研究所的全面工作以及它的经费收支和行政管理。即使最后两个职能由另一个人来掌

管，情况也是这样。只有他才能作出最后决定。研究所的主要工作计划是经过工作人员在会议上加以讨论然后制订出来的。这些工作人员不但包括科学工作人员，而且还包括在其他国家中算作机械师和助手的人员。每年年初就要讨论总的工作计划；然后由所长或代表们参照其他研究所的计划或者工业或教育方面的需要进行修订。通过一系列的商讨后，就批准了一项简短的计划并且确定了预算。计划内容、特别是完成计划的时间，必然是有点不具体的，但要求有关方面在一定期间提出已完成的工作和还需要进行的工作的报告*。根据作者的经验来看，只有当所长和工作人员都自然而然地乐意通力合作时，计划总的说来才能够十分顺利地执行，否则就会引起磨擦和降低效率。幸而在苏联科学发展的速度下，不同气质或不同信仰的科学家之间的似乎无可避免的个人斗争，并不一定会象在其他国家那样引起相互的怨恨，因为科学发展十分迅速，受委屈或被误解的青年人总是有机会建立自己的研究所。

科学教育和文化普及 苏联的科学事业决不仅仅是科研问题，甚至主要也不是科研问题。马克思主义者总是梦想建立一个处处都可以看到科学的社会。在这个社会中，科学成为教育和文化的基石。因此，在苏联，最令人注目的事情之一便是科学在教育中享有的地位以及它在群众爱好中占有的更为重要的地位。学校从一开头就向学生讲授科学的理论和实用方面的知识。虽然也让学生有相当多的时间去学文学，科学却是高级阶段的主要内容。在大学中进行的科学和技术教学都是十分彻底而有效的。大学生人数是革命前所无法比拟的，而且大学生人数在人口中所占的比

* 关于怎样进行规划的进一步的详情，见于《苏联的科学》，第87页以下。

重也要比英国和德国等技术上先进得多的国家都高。建立这一教育制度的困难是巨大的，因为能够找到的寥寥无几的教师也是更
229 为紧要的科学和工业研究任务所急需的。在初期阶段，这种需要如此急迫，不少学生经过短期的不全面的训练就派出去，不过现在已经不存在这种情况了。实际上已经根据英国标准把训练期限延长了；学生在最后取得学位之前必须在大学学习五年，并接着以三年的时间学习科研。苏联教育制度胜过其他国家（只有美国在一定程度上是例外）的巨大优点是：它能够从全体居民中，而不仅仅是从根据财产多寡武断地划分出来的一部分居民中吸收有才智的人。毫无疑问，一旦这个制度有了充分时间发挥作用，我们就将见到一批世界其他地方所无法比拟的有才智的科学工作者。

不过这一教育制度更其令人注目的地方是，成人对于科学所显示的极大兴趣。科学书籍——不但有科普书籍，还有实用和严肃的科学著作以及技术手册——的巨大销售量特别能说明这个情况。前一种书籍的主要目的并不象我们的书籍那样地是要使读者冥想宇宙的神秘，而是要说明人类怎样才能够利用科学来同自然作斗争以改善自己的境况。*几乎一切稍为重要的科学著作，不论内容如何艰深，都译成了俄文，而且销路极广。狄拉克的《量子力学》的第一版仅仅在几个月内就在俄国销去了3,000册，而其英文版本在三年中仅售出2,000册。关于科学新发现的新闻或者科学大会的记录，就象王室新闻、犯罪新闻或者足球赛新闻在英国那样，受到极大重视或引起极大的兴趣。游乐园中举办科学节目，观众趋之若鹜。来到苏联的所有外国访问者都注意到那里的人们对一切技术或科学性质的事物都具有不知满足的好奇心。造成这种心

* 一个令人钦佩的例子是伊林的著作，特别是《人和山》。

理的原因有二。第一是过去对科学一无所知的群众突然感受到科学的威力和趣味，情况就象学术传统从埃及人手中移转到希腊人手中时期或从希腊人手中转移到阿拉伯人手中时期一样，甚至有过之而无不及。另外一个因素是资本主义国家工人敌视科学的潜在意识在这里是完全不存在的；他们再也不用担心科学会被利用来强化生产，使他们失业，或者被利用来设计毁灭他们的武器。它已经成为他们自己的科学，由他们自己来使用。

苏联科学的特色 要讨论苏联科学的特色或其成就，为时尚嫌过早。从一开始就受到苏联科学观点和目标熏陶的第一代苏联科学家还来不及对世界科学作出贡献。已有的成绩是在旧政权 230 时代训练出来但在新政权条件下工作的人们作出的。在这里我们必须指出，虽然有物质上和技术上的不利条件，但是，社会为他们所提供的发挥才智的机会却大得多了。老科学家中仅有极少数目光远大的人看到这个机会并且充分加以利用。他们组织了大规模的研究工作，而且这样地取得了科学工作者个人所无法取得的成就。然而这种人寥寥无几，因而苏联目前的科学在性质上是很不均衡的。在某些领域中，特别是在出现巴甫洛夫学派的动物心理学方面、在动植物育种方面、在地质学和土壤科学方面、在物理化学、晶体物理学、空气动力学以及数学的某些分支中，苏联科学家已经对世界科学作出了贡献。在其他方面，特别是在化学这门核心科学中，他们还很落后*。

苏联科研工作质量上的特点主要在于其独创性、特别是在选题方面。这一点可以直接归因于结合经验来选题的新倾向。苏

* 为了解苏联科学在二十年中的成就，可参看《自然》杂志，1937年10月号以及《先驱》1938年一月号。

联科学可以从普通经验中找出科学过去所没有接触过的问题来加以说明。而科学过去所以没有能接触到这些方面并不是因为这些方面困难或暧昧不清，而是因为这些方面不在常规科学传统范围以内。例如，李宾德的研究说明硬度是有赖于介质的一种表面现象。这不过是让科学之光照到新石器时代就知道的技术过程而已，可是以前却没有人想到把科学应用到这方面来。*

在另一方面，一个大缺点是没有足够严格的鉴别力，不过这也是意想得到的。鉴别力是由长期经验和历史悠久的学派所培养出来的。缺乏这种鉴别力是热情的年轻人的毛病之一，只有依靠时间和经验才能把它纠正过来。**还有一部分原因是，过去苏联科学与外界长期隔绝，而今天，政治、金融和语言的障碍仍然使它在很大程度上与外界隔绝。只有对各国的人数众多的科学家的工作加以比较，才能具有充分的鉴别力。

辩证唯物主义和科学 外界观察家对苏联科学所最不理解

* 见《苏联的科学》，第29页。

** 巴甫洛夫对他的学生们的临终遗嘱生动地表明了苏联科学的需要和发展前途（译按：以下译文曾参考过《中华俄语》1956年12月号黎泽济同志从俄文原文译出的中译文）。

“对于我国献身科学的青年，我所希望的是什么呢？”

首先，是循序渐进，每当谈到有益的科学工作所必须具备的这一最重要的条件时，我总不能不激动。要循序渐进，要循序渐进，要循序渐进！你们从一开始工作起，就要使自己在积累知识方面习惯于严格地循序渐进。

要攀登科学高峰，必先研究科学的基础知识。前面的还未贯通，后面的千万不要去涉猎。无论何时都不要企图掩饰自己知识方面的缺陷，那怕是用最大胆的臆测与假定去掩饰。这种肥皂泡无论怎样五光十色，赏心悦目，它总免不了要破灭。那时你们除了难堪以外，将会一无所得。

要使自己习惯于审慎和坚忍。要学会作科学中的起码工作，要研究，要比较，要积累事实。

无论鸟翼怎样完善，不依托空气，它永远不能使鸟儿飞腾。事实就是科学家的空气。没有事实，你们永远飞不起来。没有事实，你们的“理论”便是枉费心机的挣扎。

但在研究、实验、观察时，切不要停滞在事实的外表，不要使自己成为事实的档案

的一个方面是它和哲学、特别是辩证唯物主义的关系。在其他国家中，科学似乎已经完全可以用不着哲学了。特别是在英国，人们就象上流社会人士不谈宗教那样，几乎从来不把哲学和科学联^{231*}系在一起。随便那一个科学史学者都会看到，这仅仅是因为现代科学的基本哲学已经在十七世纪经过激烈讨论而获得解决了，此后就被默默地接受下来，作为实验科学发展的良好工作基础。

现在苏维埃国家的建立就是马克思的工作对这个哲学提出挑战的结果。十七世纪哲学和西方科学不可能在苏联被一起接受下来是理所当然的。可是目前还不存在其他经过深思熟虑的关于科学的哲学解释。马克思、恩格斯和列宁的确已经为这样一个制度描绘出了一个轮廓，不过他们虽然研究过科学，本身却不是科学家，而且他们作为革命家无论如何也实在过于忙碌了。结果苏联科学在其成长的过程中就一直在探索自己的哲学理论。这一直是

保管人。要力图深探事实发生的奥秘。要百折不挠地寻求支配事实的规律。

其次是谦逊。不论何时，你们都不要以为自己全都懂了。无论人家怎样推崇你们，始终要有勇气对自己说：我很浅薄。

不要流于骄傲，因为骄傲了，就会在需要和衷共济的场合固执己见；因为骄傲了，就会忠言逆耳，拒绝友好的帮助；因为骄傲了，就会丧失衡量客观的尺度。

在我所领导的那个集体里，一切都是靠友好合作的气氛进行的。我们大家担当着一项共同的事业，每个人都竭尽一己的能力和可能来促进这个事业。在我们那里，往往分辨不出哪些是“我的”，哪些是“你的”，而这样，只会有利于我们的共同事业。

第三是热情。要记住，科学要求人把自己一生都贡献出来。即使你们能活上两世，你们也还是感到生命的不够。科学要求人要十分紧张，要非常热情。

希望你们在学习中，在探索中拿出热情来！

我们祖国为科学家开辟了极广阔的天地，应该恰如其分地指出，科学在我国生活中的应用是广泛的，是极其广泛的！

关于我们的青年科学家的境遇，有什么可说的呢？这里不是一切都十分清楚吗？人们给他们不少东西，但期望于他们的也很多。不论是青年，不论是我们，荣誉攸关的问题就是不要辜负我们祖国对科学所寄与的厚望。”——摘自《巴甫洛夫和他的学派》，医学博士Y. P. 弗罗洛夫教授著。

* 原书231—237为注释，中译本改排为脚注，页码从略。——编者

一个充满生气的、而且有时几乎还是很激烈的过程。^{*}使问题更加复杂化的是，老科学家当然是不理解新观念的，而且甚至对新观念抱敌视态度，而青年科学家则缺乏充分的科学知识来有力地说明自己的论点。

要在这里来讨论这些论点是不可能的；只有研究过这个问题的人才能看到，新方法中有多么丰富的发人深省的观念、有多少可供研究和系统归纳时加以使用的新工具有待于人们去加以利用。我们希望苏联科学家们、也期望其他国家的科学家们对科学进行这样的再评价和其他的改造工作，不用说，辩证唯物主义决不能代替科学；它并不是通往知识的平坦大道。归纳法和证明仍然象过去一样存在着；所以诽谤苏联的人所提出的一些罪名——马克思主义是强加于科学发现之上的、对科学发现加以歪曲的教条——显然是荒谬的。任何人只要费神读一下马克思、恩格斯或列宁的著作就会马上看出这一点来。不过在另一方面，辩证唯物主义可以起两个作用：启发人们的思路，以便求得特别丰硕的成果；统一规划和组织科学研究各分支相互之间的关系和科学研究各分支同包含这些分支的社会过程之间的关系。如何把目前的科学加以改造使之既包含目前科学，又超过目前的科学，这是人类对苏联科学工作最感兴趣的地方。

^{*} 例如在过去两年中，以遗传学基础为主题，展开了一场极其重要的论战。瓦维洛夫和李森科也同其他一些人一起参加了论战。由于在苏联境外介绍情况的文章不多，这次论战被渲染得不成样子。据说，当局坚决认为，遗传并不决定物种的进化或者人工驯养的动植物的发育；并认为，这是魏斯曼-拉马克关于育种和环境的相对重要性的论战的复活。实际上，当局并未提出这类极端的观点。不过遗传学家确实由于把一切遗传特性归因于染色体中的特殊基因，忽视了细胞质因素和环境因素而受到了批判。这些因素的重要性大概被他们的批判者过分夸大了。要了解详情，请看海力克斯和赫利安塞斯在《现代季刊》中的文章，第一卷，第4号，第370页。

第 二 部 分

科学所能起的作用

改组科学工作

联系科学与社会的关系来考察一下科学现状,就足以看出,如果要使科学执行其职能,或者甚至仅仅保持它自己作为一种重要的人类活动的地位,就迫切需要进行重大改革。改组科学工作的某些方针应该根据对于科学目前缺点的考察来制定,不过单是消除这些缺点是不够的。这种零敲碎打的改革很容易收不到效果,部分地是因为各种改革可能步调不一致,不能相互配合,部分地也是因为可能引起其他各式各样的后果,以致可能分别地或者一起妨碍科学进展,违反改革者的初衷。科学工作的改组必须全面进行,不能由科学家们自己或者科学界以外的国家组织或经济组织来单独进行,而只有由大家遵照商定的方针通力合作才行。因此,科学究竟能否改组的问题,不单是或者甚至不主要是科学家的事。这是一个社会和政治问题。科学工作的改组的任何方面都涉及社会的经济和政治结构。不能把科学家的吸收和培养,科研经费的筹措和科学成果的应用等等仅仅看作是科学问题。如果要对这些问题进行有益的讨论的话,我们就应该采取某种社会的立场来对待科学。本书的第一部分已经说明了目前社会所采取的是什么立场,这种立场又如何有力地损害了科学。所以,为了改变这种情况,为了使科学能为人类福利而自由发展,社会本身就非进行改革不可。眼下不必详细规定要进行什么改革。只要作出这样一个假定就足够了:这样一个社会积极希望发展科学并用来造福人类,

而且准备为这种发展以及为其成果在社会中的最有效的利用提供手段。

扩展的必要性 这一点是需要加以强调的，因为科学所需要的压倒一切的主要变革便是扩展，不是小规模而是极大规模的扩展，其规模可达目前的十倍左右。换句话说，在眼前，科学规模之不足比它的低下效率更为严重。从社会这方面来说，最粗略地计算一下，这就是把每年科学支出的预算增加为现有经费的十倍光景。这可能显得是一个有点过份的要求，但是考虑到目前预算的实际规模，这样的增加将有如九牛一毛，根本觉察不出来；它还不到国民收入的百分之一，而且只有当整个改革同时实行之时才会需要这么多的钱。实际上，在科学经费增加率达到实际可能的最大限度时、几乎可以肯定，只要有一个能利用其成果的经济制度，科学净开支——即毛开支扣除直接从中得到的利益——可以在不到五年之内减少到零，而变成不断增加的盈余，这样科学经费无论何时都不会超出国民收入的百分之零点五。

既有组织又能保持学术活动的自由 科学家所面临的问题就困难得多了。这是一个在保持和改进科学工作的效率和协调的同时，还要增加其强度和广度的问题。也绝对不能允许由于扩大科学规模和提高效率而降低科研工作的标准或者扼杀其自由和独创性。科学活动的整个体制，即科学人员的吸收、培养，内部组织以及科学成果的应用的强度和效用等方面，都需要同时扩大和改进。这是一项仅能由科学家自己来具体——完成的任务。只有他们知道这个问题的种种困难以及不适当的改变可能引起的危险。无怪乎不少科学家、特别是老派的科学家，在这个任务面前畏缩不前。只要科学界还不失为一个自由活动场所，容许少数幸运儿由于出身和气质等偶然因素进入其中，他们就宁愿科学保持

效率低下和漆黑一团的状态。他们将会厌恶本章所提出的建议。只有看到科学是一种需要充分加以利用以便在物质上和文化上造福人类的好东西，而且看到要是不这样利用科学，科学本身就要首先遭殃的人，才会接受这些建议。

吸收科学家的办法 如果要发展科学，首先就得尽量利用现有人力资源。今天，在大多数国家，这就要求彻底改造吸收科学研究人员和教学人员的办法，英国自然也是如此。这个问题同另一个更带有普遍性质的教育改革问题有着内在的联系。这种改革应当消除一切建立在经济地位基础上的限制，为人们发挥自己的聪明才智提供充分机会。我们已经讨论过，现行制度在这些方面远远地不符合要求。单单这样一个总的改革本身也还是不够的，还需要在教育体系的各个级别实行质的改革，使科学可以渗透到整个教育结构中去，而不至于显得是一个后来增添的、不协调的附加物。只有当科学能够渗透到整个教育中去，而且通过教育渗透到人们的整个人生观中去，人们才有可能合理地选择科学为其终身职业。我们不希望人们决定当科学家仅仅是由于科学工作收入丰厚，或者即使不是由于科学工作收入丰厚，也是由于当科学家能够摆脱商业工作的许多令人不快的限制。科学工作的吸引力应该部分地由于人们内在的求知欲，部分地由于人们认识到通过科学工作可以对社会作出重要和无私的贡献。只要有了多得更多的人可供遴选，只要提高了人们的一般科学知识，就可以扩大进入科学界工作者的人数，同时提高从事科学工作的能力标准。

职业选择 但是，我们应该从一开始就明白，所需要的能力类型不仅是一种而是有好几种。在一个井井有序的科学运动中，既需要单纯从事科研工作的人才，也需要管理和教学人才。问题

是要把目前不完备的职业选择方法加以发展，以保证做到在任何时候都能挑选到适当比例的各种科学人才。很明显，随着科学的发展，这些比例会有显著变化。这部分是由于科学组织方式十分复杂而且不断变化，以致随着时间的进展需要越来越多有组织才能的人，部分也是由于在过渡时期需要在空前大的规模上建立各科学结构，以致十分侧重科学教学。

必须记着，只有同其他社会和经济改革措施同时进行，科学才有可能得到任何显著的发展，而且所有这些改革都需要相当多的人才。通过实行真正民主的教育制度，大量解放以前没有加以利用的人才，可以在很大程度上满足这个需要。即使不存在战争和社会斗争等消极因素，也无法肯定：在开头一些阶段，解放人才的速度是否会满足需要。这种过度的需求必然会在一个时期之内使许多在比较正常的情况下本来会进入科学界的人材不能进入科学界，所以就更有必要做到充分使用现有人员。

244 **敞开进入科研工作的大门** 为此目的，应该广开才路。一个人一定要通过小学、中学和大学这个常规教育系统才能从事科学生涯的清规戒律是毫无道理的。科学事业应该回到它的早期状态。那时它就象文学工作一样是一种自由职业。一个人在一生中的任何时期都可以从任何其他职业转到科学工作上来。过去在科学发展的全盛时期中，人们都特别重视把从事实际工作的人吸引到科学界来。这种倾向已经逐渐消失了，有必要把它恢复过来。应该提供教育上和经济上的有效便利条件并广为宣传，以便使从事各种工业，农业和办公室工作的人经过几年的训练后就可以实际参加和负责科学工作。

可以立刻投入科学工作的这类新兵便是实验室助理员。他们已经在实际科学工作中起了这么大的作用，但却不受人注意。吸

收他们的办法就是消除研究人员和助理员之间的界限，并扩大他们目前极为不足的变成正式科学家的手段。

· 我们必须发展业余科学学会——就是在目前这也是很容易做到的——以便使人们不再把这些业余科学学会看作是科学娱乐活动，而把它们看作是在发展科学工作中起着积极、负责和公认的作用的组织。有大量问题由能够相互配合进行观察的业余爱好者学会来解决，可以和研究所的研究人员解决得一样好，即令不比他们更为高明。当然在天文学和气象学中已经在这样做，可以很容易地把这个做法扩大到大多数其他领域中去。

有一些男女退休人员也可能对科学感到兴趣。这是一个过去没有利用过的科学人才来源，而且这个来源还有增多之势。科学研究中存在大量重复的和艰苦的观察工作以及分类工作和协调工作。这种工作虽然极为重要，在少年气盛的人看来，却是特别烦人的工作，对于想总结自己一生的工作成果而不想改变自己工作成果的人说来，却可能是合宜的。在文献和书目学领域中已经做了大量这种工作，可是在科学界中，迄今仍没有把这些人组织起来，以便利用这支乐意相助的力量。应该有可能在花费不多的情况下，不但保证一切有相当能力的这类人员，可以根据工作需要自由出入实验室和图书馆并在家中使用工作上需要的仪器，而且 245 还保证他们的工作得到应有的重视。

吸收新人员的指导机关 迄今吸收新科学工作人员的事宜大多并无一定办法或由大学任命委员会之类互不配合的机构来处理。我们需要某种机构负责吸收新科研人员，以作为合理的科学组织方式的一个组成部分。这个机构当然应该同教育当局保持最密切的配合。只有经济学家的教科书才会说，进入任何职业的人数是由该职业的需要量自动决定的。实际上，由于人们对前景不

明，总是会存在供需之间的差距的；而且，除了就业情况的周期变动之外，在某些部门中还存在长期人手过剩现象，而在另外部门则存在长期的人员不足现象。不能要求毫无处世经验的学生具备预见能力，但却可以由一个权威机关来代劳，因为它不仅能够调查科学现状，而且可以了解它将来的一切发展计划。由于科学发展具有难以逆料的性质，当然这个权威机关的任务在科学界要比在几乎任何其他行业中更为艰巨。但是可以靠灵活性、特别是用适当调换职业的办法，来克服这个困难。人员缺乏大概是妨碍迅速发展科学的限制性因素。事实上，在不少忽视潜在人才来源的人看来，情况已经是这样了。所以一个吸收人才的机关，由于能够相当准确地指出在各门类和各学科之中可能存在哪些人才，因而可以作出十分有价值的贡献，从而防止由于意想不到的人员缺乏而使任何计划搁浅。

改变科学教学方法

我们已经强调指出过改革整个科学教学方法的重要性了。我们不仅需要在教育的每一个阶段提高对科学的重视程度，而且还需要对科学教学方法以及把科学教学同其他课程联系起来的方法进行彻底的改革。科学教学的目的有二：提供已经从自然界获得的系统知识基础，并且有效地传授过去和将来用来探索及检验这种知识的方法。不过这两件事不是互不相关的。如果学生不了解知识是怎样获得的，如果学生不能够以某种方式亲身参加科学发现的过程，就绝对无法使他充分了解现有科学知识的全貌。现在的科学教学正是在后一方面失败得最为明显。即便在讲求实际的实验室工作中，传授科学方法的方式通常也仿佛仅仅包括测量和

简单的逻辑推理似的。几乎没有人尝试过怎样去发挥想象力以及怎样去创立和检验种种假说，其原因部分在于传统，部分在于经济，我们已在上文述及了。我们所希望的是把科研当作科学教学的一个不可分割的部分。这对于要把自己的科学知识用于日常生活或教学的人比对于有志在将来从事科研工作的人更为必要。

中学科学教学

在教育过程的各个不同阶段需要不同的改革。在中学，主要是需要普遍改变对科学的态度。科学应当从一开始就是课程的一个不可分割的部分，而不仅仅是附加的，甚或往往是可有可无的部分。不但要把科学作为一门学科来教，而且要使它渗透到一切学科的内容中。应该指出并说明它在历史上和现代生活中的重要性。必须打破把科学与人文学科截然区别开来，甚至互相对立的传统，并代之以科学的人文主义。同时，科学教学本身内容也必须人文化。需要对枯燥无味，就事论事的教学方法进行必要的改造，办法不是求助于神秘的理论，而是强调说明科学进步本身的生气勃勃和戏剧性的性质。在这里，科学史如果不是象目前那样孤立地来讲授，而是密切联系普通历史教学来讲授，就有助于改进现有的科学教条主义气氛。这样，科学史就会一方面说明人们所发现的科学原理是如何稳固地控制自然过程，另一方面又说明科学界在每一阶段所提出的合乎理性的解释、理论和假说不论多么必要，却又是多么不稳定和具有临时性质。单单过去的历史是不够的，不应该因为科学的最新发展还没有经过时间考验，就不把它们包括进去。绝对有必要强调指出科学不仅过去有过变化而且还在不断变化，有必要强调它是一种活动，不单是一堆事实而已。应

该联系日常生活的直接经验,把科学具有什么社会意义,它为人类提供了多大力量,人类可以对科学派什么用场以及人类在实际上已经给科学派了什么用场都原原本本地说清楚而且使其具体化。*

247 随着科学的进步、科学暂时抛开生活中比较遥远和比较暧昧的部分——太空和化学的奥秘——不去加以解释,而变得越来越能够应付日常生活活动了。日常生活活动是人们最早的活动,然而却最后为人们所理解。只有遵照这个方针,只有让学生自己在他们已经接触到的事物中去找出新关系来,而不是让他们在人为简化的和不必要的抽象的实验中去寻找新关系,才能向学生们传授实用的科学方法(参看边码第74页)。在诸如摄影和无线电之类爱好以及在自然史的整个领域中,不仅有进行观察的机会,而且有进行实验和发明的机会。可以很容易地把实验生物学的整套新技术加以改造,使之适于学校使用,并使其朝着生理学的、心理学的和社会的观察和分析的方向发展。在学校中只能讲授精确科学,而且只有物理学和化学才是精确科学的老观念必须废除。不过在这样做的过程中(这个过程已在进行中),存在着一种危险:有可能从足以锻炼人们的严格鉴别力的学术转移到用空洞的、往往带有感情的词句来进行描述的学术上来。不过可以利用统计学使生物学变成同其他科学一样实用而精确的科学。

一种有生气的课程 关于课程的具体细目或者科学教学的具体方法的整个问题不在本书范围之内**。即使这个问题仅有一

* H. G. 韦尔斯向美国促进科学协会所作的题为《教育的知识内容》的讲演,扼要说明了怎样才能使这种教学方法变成普通教育的一个组成部分。该文由《世界智囊》(World Brain)杂志予以转载(梅休因版,1938年)。霍格本的《大众科学》可作为这种教学的良好教科书。

** 关于这一点,循序渐进教育协会的美国委员会关于中等学校课程设置的研究成果是极其令人感到兴趣的。这一研究成果的简述载于他们的报告书中。

条答案，也不能就简单地肯定，正规而系统的教学方法比实用而散漫的教学方法好。但是不管结论如何，无疑在过去二十年或者特别是在过去十年的科学发展中，随着量子理论在物理学和化学中的发展，以及基因学说和生物化学理论在生物学中的发展，已经产生了一个总的描写方案，作为阐述的基础比以往的任何方案都容易掌握得多。在改造科学教学的工作中有必要这样地利用这种新知识，而不是象过去那样让它再搁置五十至一百年，作为考验期。

我们需要建立一个由积极从事科研的青年科学家和有经验的科学教师组成的一个常设委员会，以便经常检查科学教学，并且对教学不断提出改进意见并予以实行*。总是会有一些巨大既得利益势力，如考试制度的维护者和教科书编写者等反对这样做。人们正在逐渐认识到：目前存在的考试办法不但妨碍整个教育制度，对于应付考试的学生产生了严重影响，而且极端不可靠，很难达到其考察考生的相对能力的唯一表面目的。困难自然在于：248 由于要对考试成绩优秀者给予金钱奖赏，人们过于注意防止一切弊端和虚假的知识，而不注意让应考者获得发挥才能的机会。由于考生人数多，大多数学校的监考者都仅是雇佣工作人员。其结果，由于要付出额外费用，由于除了编制老一套的试卷之外无法在任何方面得出任何一致的结论，一切改革的尝试都毫无结果。**不过人们却为了许多其他原因而迫切要求改革考试制度。这就使人们更加认识到要求改革的呼声不无道理：只要考试制度原封不

* 这类委员会，特别是英国科学教师协会以及循序渐进教育协会，已经设立而且正做出很好的成绩，但是它们没有足够的权威地位，到处受到考试制度的紧迫要求的限制。

** 参看菲利普·哈托格爵士和 E. C. 罗兹博士著：《对考试的考察》。

动，我们就永远不可能有合理的科学教学。

为大众所共有的科学 就科学而言，教育的目的是要保证大家不仅从现代知识的角度对世界有全面的了解，而且能懂得和应用这种知识所根据的论证方法。科学在这方面的特殊贡献，便是创造了量的推理方法，并使人理解现象是怎样地可以由不同原因造成的，每一个原因都在一定程度上起了作用。学校培养出的公民，应该不是象现在这样仅把数学理解为计算金镑、先令和便士的工具，而是把它当作考虑一切问题的方法。他对曲线、相关作用和统计分布概念，应该象对加减乘除一样熟悉。^{*}只有具备这种条件，才能应付我们时代的经济和社会问题。此外，当遇上超出自己直接经验范围以外的具体问题时，他们应该知道到哪里去找答案。为此，并不必做到门门科学都懂，而是必须知道到哪里去可以找到科学，而且必须有充分知识，可以看出科学的总的方向。最后，有必要大大普及人们对科学重要性的全面认识，这部分地是因为科学只有在这种舆论的支持下，才能充分发展，部分地还因为这是我们防止神秘的狂热情绪和反理性的倾向的唯一有效保障，否则，这种情绪和倾向便会受一切反动势力的支配。

大学科学教学

改革大学中的科学教学，总的来说，应该遵照为中学提出的上述同一方针，不过在这里，由于必须为学生打下多得多和好得多的知识基础，我们必须更详细地考察其改革办法。首先改革的

^{*} 霍格本著《大众数学》是第一个包含这些思想的简明的数学教科书。

应该是教学方法。正象我们已经说过的那样，大学教学也许比中学教学更容易陷入老一套的讲授和实习的常规中。在科学教学中摆脱这种局面当然只是大学教学方法全面改革的部分内容。讲课制度必须削减并加以改革。只需要保留一定数量的讲课，内容只限于科学新分支或者老分支的新的方面，而且大部分由科研工作者自己来讲授，同时还应该在讲授中启发和提供用其他方法所无法获得的知识。可以为那些觉得听讲比阅读方便的人们保留一定数量的成套讲座，不过当然应该完全是选修的*。应该大大扩大个别辅导或小组辅导来代替讲课，范围要比目前在牛津和剑桥实行的更大，而更重要的是扩大学术讨论小组。有时人们借口在科学讲课中可以进行操作示范来为科学讲课辩护。这类操作示范大可以在小组讨论过程中进行，或者放在一个操作展览馆中，学生可以随时前往观看，而且这种示范应仅仅是学生们由于缺乏费用或缺乏经验而不能自行进行的那一部分实习课内容。

科研作为教学方法 同时实习课至少也得进行同样彻底的改革。目前一切实习活动都要末是进行准备工作，要末是进行测量工作，要末是进行描述工作。这些活动对科学研究是重要的，但其本身却是十分不够的。运用智力来选择解决特定问题所必需的仪器、运用智力来克服解释实验结果时所遇到的种种困难，其重要性不下于操作灵活和测量精确。解决这个问题的唯一有效办法是在极早阶段就采用科研办法。对于定量分析，吹玻璃或断面切割等某些技术说来，还是需要正式上几节课的。不过这也可以和科研的早期阶段同时进行；恢复比较原始的师傅带徒弟的教学制度也有一定好处。我们可以让学生跟随一个又一个科

* 牛津大学理科的某些系已经做到这一步了。

研工作者，每人以一两个月为期，以便直接看到人们如何解决真正的科学问题。学生不在大学里做过至少一两年研究工作，就无论如何不能毕业。将来从事教学的人比以后从事科研本身工作的人尤其应该这样。一个教师知道如何从事科学工作比积累大量知识更为重要。这些书面知识在他将来执教的学校中总是找得到的。还应当更加注意教学生读写科技文章，例如怎样去找寻关于某一课题的一切已知资料，以及怎样为原著写出优秀的概要，或者怎样为他人的工作成果写出报告。的确，如果科学出版物按照我们后文所提出的建议大大合理化，上述第一种劳动就大体上不必要了。不过即使在那种情况下，学生们仍然有充分机会积极参与整理科学出版物的日常工作。学生尤其需要的，是自力更生地和通力合作地探索知识而不是去积累事实。

科学和文化 不过单是培养出一些仅仅算得上是优秀科研工作者或者至少懂得什么才算是良好的科学工作的人是不够的。同样重要的是：在大学里，他们在学习比较具体的科学知识的同时，应该更清楚地看到自己的工作和总的社会活动的关系。在这里，科学史又应该占有最重要的地位。也应该使学生明白整个工业结构或者同各门科学有关系的人类活动。不但要在正规教学中进行这样教育，而且要使学生实际体验，也就是让他们参观工业实验室或野外试验站，要是可能的话，还要让他们在那里工作。同时必须力求恢复古代大学把各种学科联系起来的精神。这在很大程度上可以通过非正规的办法做到，那就是设立科学家、历史学家和经济学家等等的共同学会，由这些学会商定一起探讨以各种方式影响到他们大家的当代问题。

所有这一切当然都需要大学增添人员以及在某种程度上增添设备，从而增加支出。不过人们很可能发现，如果这同科研工作

适当地配合起来，而且以大得多的规模进行的话，实际上费用会比目前所估计的少得多。

职业教育 仍然存在的问题是：究竟是否应该在大学设置一门科学课程还是根据学生将来不同职业设置许多科学课程，换言之，是否应该为将来继续从事科研或担任教学或企业工作的人分别设置不同课程。除开目前的及格成绩学位和优等成绩学位所代表的某种智力差别之外，这种做法似乎并没有什么好处。当大学生招生标准建立在智力基础上，而不是建立在财产基础上的时候，这些差别本身可能就会自动消失。期望学生在刚入学的时候或者离毕业还很远的时候就决定把自己对科学的兴趣转到上述哪一个目的上去，是很不公平的。然而教学和科研工作确实需要某种特殊训练。也许解决这个问题的最好办法不是改变课程，而是在后几年中给以特殊训练和开设科研课程，并且允许希望继续从事科研的学生有更高度的专业化。

专业化 专业化的整个问题自然是极难处理的。目前实行的专业化，特别无助于专业化的目的。目前，学校过于集中地教授某些固定学科——化学、生物等——以致使学生无法学得普通文化知识，可是又由于这些学科内容繁多，不够深入而使学生无法获得具体工作能力。这种能力即使为学生所获得，也是在毕业后的研究工作中获得的。较好办法似乎是开一门范围较广的普通课程以及可以称之为“选样”的课程，也就是在某一学生将要从事的科研工作特别有关的有限领域内，实行比较深入的专业化。一个有点类似的方案正在牛津大学实行，并取得良好效果。在大学学习过程中，最好让学生不仅选修一门而是选修三四门此类“选样”课程，而且课程所涉及的领域要尽可能相距很远。这样做的总的结果是：大学培养出的学生不仅能很好地从事科研工作，而且能理解 251

自己所从事的这门科学究竟是干什么的以及如何在理论上和实践中用它来为人类造福。

高级大学 现代大学的学习期限现在变成了一个严重的问题。科学的广度和深度都大大增加了，历来的三年学制变得完全不够了。其他国家已经把学制延长为五年或甚至七年。这里的困难既在于学业方面也在于经济方面。在目前条件下延长学制就会推迟学生经济上自立的年龄，使他同学历较浅的竞争者相比处于不利地位。如果没有完善的生活津贴办法，这就只能使穷学生更苦。总之，应该把延长的年限的后几年明确地视为研究年限。发展高级大学的好处很多。它相当于目前的研究生班，但其地位和组织则更为明确。在这些大学里，工作人员同时兼有学生、合作者和教师的身份。他选修某些高级课程，自己独立进行研究并且根据自己的研究成果讲课，或在学术讨论会中同其他科研工作者就他们的研究成果进行讨论或有时同大学学生进行讨论。这些大学同普通大学还有一点不同：那里的工作将被视为一种职业或至少是见习期间的职业。研究生将得到收入，他们也将作出有益的研究工作以作为报答。附带说一下，也可以允许他们结婚，苏联的大多数这类学生就是这样。对他们来说这要比英国政府的
252 津贴办法禁止结婚所造成的情况好得多。当然这类机构的制度可以有很大伸缩性。它们不一定有具体地点，而且更象是处于某一训练阶段的一群人，而不象学校。它们不仅可以分散设于各大学，也可以设于其他地方的技术研究所中。

科研和教学 目前科研工作还不是一种完全得到公认的职业。大部分此类工作是由大学中已在从事教学的人员来进行的。教学与科研之间的适当比例还没有解决。目前的办法是把研究人员分成两类，一类是略有空暇时间来从事科研的大学教师，

一类是偶尔讲课的科研工作者，毫无疑问，目前这种办法是极其不能令人满意的。教师应该有更多时间进行科研，科研人员也应该做更多的教学工作。这两种类型的人，由于彼此之间个性和气质的根本不同，而总是判然有别。所以在实践中，除了可以使科研工作者和教师每隔数年换班一次之外，也不必将他们混淆起来。

在法国已经在行政上把教师和研究工作者的身份区别开了，使两种工作的相等的级别处于同一地位。他们之间在任何阶段都有变换工作的充分自由(见附录VI)。

修 订 课 程

到现在为止，本书已经十分概括地讨论了大学的科学教学问题，但是，更详尽地叙述一下大学教育各学科的课程需要进行的种种改革，还是值得的。人们对于目前课程的主要意见是认为课程内容过多，杂乱而且过时。因此，目前需要进行的改革从根本上来说就是更新和修订工作。我们必须缩短科学界接受某种新知识或新方法和大学将其纳入教学内容之间的时间差距。我们必须一面这样做，一面始终强调指出科学的暂时性和不断进步性，以避免有人提出批评意见，要求不要教授未经时间考验的知识。为此，教授科学史应具有极大意义。而且不仅要把新知识加在老课程之中，还要以连贯而灵活的方式使其有机地结合起来。显然，谁也不可能单独为大学科学教学内容的更新拟出近乎全面的规划来。象在中学教育中那样，我们的要求是建立一个常设修订委员会。它不但能了解科学进展情况，而且能吸收大学教学的最好经

验。毫无理由可以认为使用统一的教学方法是可取的，反之，允许在一定限度内有所不同，却可以促使人们进行试验和竞赛来寻找最好的方法。下面我们简单扼要地谈一谈，我个人对于大学科学课程的最急需而且事实上早就该实行的改革的看法。

物理学 在物理学中，总的目标应当是把人们对于极其多样化的现象所共有的数学机械关系的认识 and 人们对于现实世界的微观结构的描述结合起来。在说明关于运动、能量、平衡、惰性、振动和波动的一般观念时，可以不是单单联系，甚至不是主要联系现在已经变得相当乏味的古典力学的例子，而要联系整个科学知识的现代应用，例如量子力学或无线电工程学。必须打破热、光、电和磁的旧的历史界线而将其合并为一个完整的物理过程。科普书籍，甚至某些物理教科书已经这样做了*。在另一方面，必须象强调物理学的正规内容一样地强调物理学的意外内容。学生应该熟悉宇宙的基本结构单位，熟悉基本粒子，光子、电子、中子等等以及它们在原子核和分子中的组合体。本世纪的整个伟大研究成果应在大学物理教学中占有比迄今重要得多的地位。这些单位已不再是可疑的和神秘的事物，不仅可以谈论到而且几乎可以和比较常见的事物一样容易地加以试验。实用物理学完全可以在这一方面进行更多的研究工作。现在许多电学和光学仪器其实就是工具。在讲授这些仪器的使用方法时，让学生在解决某个特定的准科研问题过程中练习选择和装配这些仪器，在效果上可能比单单让学生使用这些仪器去进行日常测量要好得多。这些准科研问题可以按难易程度分成等级，但是每一个问题都应该是实际问题，而不是使人厌倦的练习。

* J. A. 普林斯：《现代科学基本原理》以及皮利：《电学》，1933 年。

化学 在化学中需要进行的改革的范围要比物理学为大，从正规的和理论的观点来看——，但不是从历史或实用观点来看——现在可以把化学视为应用物理学的一个特别分支。化学过程的全部机制以及这些机制所依赖的结构单位——原子、分子等——都是只有使用现代物理学术语才能给予充分描述的。而且，利用新的物理研究方法，诸如光谱或者晶体分析所取得的资料，比利用化学分析的比较陈旧、比较复杂的逻辑所取得的资料直接得多。这些概念正在使化学发生一场革命，不过化学教学仍有待于改革。虽然这种改革需要十分彻底，以致使陈旧的方法面目全非，这种改革仍将证明是值得的，因为用新的观点来说明化学过程不但更有条理而且比用老的观点来论述，更容易理解。化学现在已不再是必须死记的财产和收据的清册，而变成了一门连贯而合乎逻辑的学科了。如果没有这样一个学科，现代化学家——大学正在不断培养出这种化学家来——就得吃力地去探索某些问题的答案，用了新方法就可以直接把答案找出来。然而实现这种过渡却不是容易办到的，这主要是因为化学界同工业界有密切联系，人员众多，要比规模较小的、职业性较强的学科难以推动得多。当然，并没有人建议放弃使用或甚至放弃讲授通过许多世纪的独立化学研究完善起来的有价值的化学反应和化学品配制方法，不过这类经验应放在这门学科的实习课中而不是放在理论课中。化学的实习课也一直有点停滞不前，仅限于可以非常容易进行大规模讲授的部分，即定量分析和定性分析以及简单的有机化学品配制过程。大学的实用化学和工业中最重要的化学生产过程之间不存在什么联系。应该把实用化学的范围扩大开来，以容纳真正现代的分析方法，诸如光学及晶体学的新物理方法以及现代化学应用的最重要的方面，即催化剂的使用，高温和高压化学以及许

多较简单的生化技术。*化学在生活的大多数领域，比物理学有更大的重要性，然而它迄今仍然是一门过于闭关自守的科学。化学家的兴趣一般比几乎任何其他科学家的兴趣都狭隘。这主要应归咎于化学的教学方法。化学在地质学和生物学中、在工业和日常生活中的作用应成为一切化学课程的组成部分。

天文学和地质学 宇宙科学(天文学、地球物理学、地质学和矿物学)长期比较受人忽视，直到现在才开始在大学教育中占有应有的一席之地。天文学主要是由于它的严格训练一直被认为不宜作为大学本科学习的科目，不过天文学最困难的部分，是目前在科学上已经不甚重要、但仍然很必要的观察结果的归纳。天文物理学本身已经不再难以掌握，而且比物理学的许多其他分支有趣得多。关于这个题材的普及读物所取得的巨大成功，就可以说明这一点。因此，可以把它作为应用物理学的主要分支之一，在大学中加以学习，或者至少可以把它纳入一切专门的光谱学科之中。

鉴于地质学日益增长的经济重要性，大学教学对它普遍加以忽视的现象是没有道理的。中学不教地质学只能说明中学应该设置这门课程，而不能说明大学可以加以忽视。不过要是在大学里有效地讲授地质学，就得把目前的几乎是单纯描写性的和主要是供背诵的地质学变成真正有逻辑性的科学。除了在考古学方面，现代地质学正在朝这样一门科学转变中。这要归功于地球物理学、地球化学和晶体分析的新方法。人们开始对地球形成和变化的过程有了一个完整的概念。根据岩石证据来推断这些过程的方法正

* 维也纳大学已朝这方面开了一个头。马克教授已经把化学课程全部改组，让理论部分主要阐释量子力学和晶体学，而且还把化学专业通常在实习课中学习的大部分内容列入课程。马克教授离职之后，这个课程是否会存在下去殊堪怀疑。

变得越加直接而可靠了。假如能多花时间来了解这些方法以及这些方法背后的理论，并少花一些时间来记忆典型化石和地质分布的话，地质学不仅会变成更加科学的学科，而且能吸引一些比目前从事地质工作的人更有才气的人参加工作，结果也就会更迅速地发展起来。我们正是在地质学和矿物学中最清晰地看到了科学同实际经济问题——矿物资源的位置和开采——的联系。真正完善的地质学教学方法不仅意味着教授某些技术知识，而且还要传授必要的经济和政治知识以使其臻于完整。

生物学 目前生物学正在从主要是散漫的、描写性的和分类性的学科过渡到一元化的实验性科学。这门实验性科学从物理学和化学的最近成就中吸收不少内容作为它的许多基本观点。由于生物学领域广阔、内容复杂，这个变革要比那些比较简单的科学来得慢而且不那么具体，所以就更难提出一个既清楚、全面又现代化的教学方案来。不过实际上生物学正在转变，而且在它的转变过程中还吸引了年青一代中的比较聪明的科学家。这个事实意味着：生物学教学在不少地方已经比更老的、建立年代更久的物理学和化学，更接近于认识和实践的实际。生物学教学所缺少的是连贯性和统一性；生物学的学说大多还是用语言叙述的而不是用定量形式表述的、其中既有根据观察得出的合乎逻辑的、或多少是似乎有道理的推断，也有从原始时代传下来的伦理和宗教观念的残余，构成一堆各种成分纷然杂陈的大杂烩。要提出一个真正完整或全面的理论现在还是不可能的。可能要花几十年或几百年才能完成这样的理论。危险在于：已经提出的理论可能同其他学科更经得起考验的理论受到同样默然的重视，对其中包含的神秘成分和合乎逻辑的成分不加区别。

纠正的办法在于讲授科学史，作为阐明现代观点的计划的一

部分。这在生物学中比在任何其他学科中更加迫切，更加必要。机械论者和活力论者之间，达尔文派和反达尔文派之间，预成论者和后成论者之间的论战，如果不当做古代和现代的政治宗教论战的一部分内容来加以说明，就令人无法理解而且会使人误入歧途。可以说在这种情况下、不如不谈理论只谈客观事实为好。不过这种倾向会造成观察资料的大量堆积以至完全无法处理，而且会促使人们暗暗采用比明明白白说出的学说更为粗糙的理论。此外，应该指出生物学理论的暂时性质和尝试性质。这不仅是一种警告而且是对进一步工作的激励。在任何其他领域中，再也找不到这样广阔的创立全面性理论的机会了。

在具体的生物学教学中，门类也还嫌过多。生物形态是分别依照它们的物理或化学功能以及这些形态在个体动物身上的发育过程来描述的。这些研究同揭开胚胎学奥秘的遗传学和进化过程相距太远。必需把功能、形态、发育和遗传作为整体加以阐述，以便清楚地看出相互之间的关系，因为只有这样才能使人完全领会每一细节的意义，才能避免为了填补人为分隔所造成的空白而创立的神秘学说。一旦在研究领域中对各生物学科的更密切的配合作出了安排，教学问题就好办得多了。不过在这以前，我们可以至少充分打破生理学、描写性动物学、植物学、生物化学和遗传学的界限，以避免各部分之间互相实际矛盾的提法，并且使各学科的阐述在一定程度上相互联系起来。

257 特别是在生物学中，重要的是讲授各种方法而不是结果。在旧有的野外观察和显微镜技术之外又有了许多新方法。这些新方法从本质上来说就是把其他学科的实验技术用到更加复杂而多变的生物材料上去。部分地由于统计方法的影响，部分地由于采用了物理和化学定量的精确测量方法，生物学开始成为一门定量科

学了。所有这一切都意味着有必要对现代生物学家进行范围更广的训练，不过他虽然因此掌握了这些新技术，却不应忘记自己所研究的特别复杂而多变的材料。

各种类型的研究的相互依赖，在生物学中日益重要。这不仅在于，每一项研究都需要参考同一或不同领域中数量日增的早先的观察资料，而且还在于，自觉地组织起来的协作研究变得日益必要。个人研究变得仅限于对总的概念进行深入探讨。实际的工作变成一种协作。这就意味着，特别是在生物学中，要教导学生认识协作的重要性。这个做法，当然也不仅限于生物学。在这里，最好和最简单的办法，是让学生有更多机会实际参加这种集体研究。

医学 目前由于生物学教学与医学之间的联系的性质，生物学教学产生极大混乱。有组织的生物学教学主要开始于医科学学校。只是到比较晚近时期，其他行业，主要是和农业有关的其他行业，才为未经医科训练的生物学家提供就业机会。同时，人们也愈来愈清楚地看出，生物学的范围极广，不可能和医学实践直接联系起来。其结果就使两个学科产生潜在矛盾并变得不伦不类。可以明显地看出两种相反的倾向。在医科学学校看来，鉴于生物学课程期限太长，把生物学训练削减到最低限度，并把生物学课程内容局限于可供医院医生或私人开业医生立即应用的方面是可取的*。其他的人则认为，对学习生物学学生的主要要求是培养对生物学问题的一种科学的和批判的态度，不论他们是否将来要当医生，象其中大多数人那样。这显然就需要设置学习期间

* 这就是莫特拉姆教授在为《科学遭受的摧残》一书所撰写的文章出色地表达的意见。还可参看第92页。

较长和学习内容不那么实用的课程。双方对现在的方案都不满意(参看边码第 80 页)。

258 在医学界选择、训练和使用人才的办法彻底改革之前,这个难题是不大可能得到解决的。只要人们认为医生主要是一个收费行医的专业人员,而不是在一个卫生机构拿工资的人员,学医者的目的就只会是花费最少的时间和金钱以获得充足的训练。人们仅把学医作为一种投资,它的费用极为昂贵,贫穷的学生,除了最聪明的人以外,都会被摒诸门外,然而它却可以在收取相当费用的条件下,向聪明程度不等的人开门。由于这种异想天开的挑选和训练制度,医学院学生智力一般都显得比其他大学生低得多。他既无时间充分掌握科学方法,也没有能力掌握科学方法。结果,医生们本来可以用最聪明的办法应用现有最好的知识来治疗病人,却往往只是依靠传统和经验,而其效果大多也同原始医生的方法不相上下(参看边码第 16 页)。

应该象苏联的做法那样,完全根据能力来挑选医科学生,并给予补助金,使他们的学习期限比现在要长,以后由他们用自己的劳务来偿还他们对社会所欠的债务。这样就应该有可能制订出一个使医学界和科学界都满意的合理医学教育方案来。这样,学生们就有时间和能力去真正掌握人体的健康状态和疾病状态的基本原理,而且在以后就有更充分的机会在医院内外应付实际的病人,不仅在临床方面做到这一步,而且他们所以能做到这一步还因为他们参加了和医学实践一起发展起来的一切微生物学、生物化学和生理学研究活动。医学各科的协作变得越来越必要了,就象在生物学中一样,而且比在生物学中更加必要。普通医生还是需要的,但是他的主要作用将更具有社会和心理的性质。他的知识将更多地用于指导病人到适当的综合医院去就医,而不是象目前

这样，不得不勉强地不称职地去应付一切疾病*。

社会科学 本世纪中，在科学学科与人文学科之间产生了一些学科——心理学、社会学、人类学、考古学、语言学 and 经济学。它们都开始把自己算作科学，然而它们还刚刚开始离开单纯用语言描写和收集事实的阶段，虽然它们已经找到了自己的特殊规则和方法。除开对事实取得某些一致看法之外，这些学科都缺乏公认的理论，却存在着一些彼此矛盾极大的学说。每一学派都设法在内部取得某种一致性，然而各学科总的状况却是一片混乱。困难不仅在于人类社会存在和发展的极度复杂性，而且还在于这样一个事实：由于这些学科涉及人类社会，它们就直接触及现今的伦理、政治和经济斗争，它们的学说也就多少不知不觉地反映了各种不同思潮的态度。在这种情况下，无怪乎这些学科的教学现状十分不能令人满意。除开各种混杂的看法之外，在所有国家中，甚至在表面上看来最民主的国家中，这些学科的教学也还存在着维护某些正统观念的明显的偏见。在法西斯国家中，这种偏见促成了严重歪曲事实的现象，以致使这些学科索性完全脱离了科学研究的范围。在我国，这种偏见以一种更为巧妙的形态出现，表现为一种表面看来极为严格的科学态度。因此一切按理说可以导致某种实际行动的观点都被认为具有倾向性而遭到排斥。社会科学的研究仅限于纯粹的分析。正如霍格本教授在悼念蒙丘尔·康韦的讲演中所说：

“明显的真相是：我国大学的社会科学研究的学术价值大体上都是劳而无功。凡是得出结论，认为人们应该做某件

* 克罗宁的小说《城堡》对普通开业医生的职能提出了显然相反的看法。书中认为开业医生应该负责兼顾病人的保健工作和疾病治疗。医生技术有限的困难可通过合作会诊来解决。需要通过实际试验来确定哪一个办法最好。

事或者可以做某件事的社会研究都被说成是‘具有倾向性’。在天天歌颂纯学术的赞美诗中，这种调子就象大卫《诗篇》中的细拉^①一样，反复出现，曲调庄严，令人昏昏欲睡。如果自然科学家们因为疑心科研工作者想探索怎样做一桩事，就禁止科研工作者进行一切研究，科学就要停滞不前了。科学态度与非科学态度的分野不在于是否想取得一定成果，而在于是否愿意在无法用一种方法取得结果时，就承认事实，并且设法采用其他方法。推崇不产生实际行动的‘纯’思想必然招致应得的惩罚，那就是愈来愈想把理性和进步看作是破产的自由主义迷信。年青的一代已经发现我们错了。他们爱行动而不加思考。这种可怜状况是思想和行动脱节的必然结果。”——《从理性退却》，兰斯洛特·霍格本(第9页)，纪念康韦悼词，1936年5月20日。

只有等到我们的社会生活的基础可以安然无虑地让人们进行合理的调查研究的时候，这些条件才可能大有改善。不过即使在目前，至少是在民主国家中，还是可能使社会科学各学科取得一定成就，具有更大的统一性和一致性。正象生物学中的生物行为和起源密切相关一样，我们对人类社会进行全面的研

260 究时，也不能把个人行为与他们的政治和经济关系割裂开来，或者把社会结构同这个结构从先前形态发展过来的过程割裂开来，那样就无法理解了。我们需要了解的是人类社会的连贯而统一的全貌，在其中，经济学、心理学、人类学分析和通过学术方法与考古学方法对历史的重新拟构等学科都占有其应得的一席之地。无论如何，

① 《诗篇》是《圣经》的一章。细拉是希伯来文《诗篇》中的一个含义不明的词，大约是咏唱时表明休止的用语。——译者

在走向把社会科学从分析性和描写性科学变为实验和应用科学的下一阶段中，这一步是非走不可的。

到现在为止，我们已经对大学科学教学的看来可取的各种改革作了粗略的阐述。我们希望这一阐述能够大体上指明，必须采取什么措施，然后才能希望培养出训练有素的学生去从事科研、科学教学和在其他行业中应用科学原理。我们并不要求照此进行改革，而是要大家认识到进行某种广泛改革的必要性，而且要求作出某种有组织的安排，以便促使这种改革尽可能既迅速又顺利。我们自始至终强调各科学学科之间的连贯性以及它们与社会的目前结构和今后发展的关系。

第十章 改组科研工作

若干首要的原则

对科学研究的现有方法和组织方式加以批评要比提出补救缺陷的任何有效办法容易得多。检验人们提出的改革措施的唯一可靠办法在于实践，因为我们没有其他方法可以确实地知道这些改革措施在消除一个已知的弊病的同时，是不是会引起意想不到的其他弊病。不过，我们已经在不同学科和机构中有了应用新方法的一定实际经验，可以作为一个总的指导方针。每一学科都有其大不相同的方法和操作方式。从每一学科中选出一些看来能取得最大效果的办法，就可大致看出怎样对科研工作的组织方式进行适当的改革，虽然这种改革还是临时的而且不完备的。处理科研问题所以需要特别小心是因为，科研是一种比教学更为新颖和更难以逆料的人类活动。同工业和行政工作比起来就更是如此了。任何想要向科研提供更大的支援和发展机会的措施，都要和可能限制科研工作者的自由或限制科研工作者的想象力的发挥的潜在危险放在一起考虑，权衡其利害得失。

我们需要经常记住两个主要的考虑。第一是：科研归根结蒂是由个人来进行的，所以首先要注意到各个科研工作者的条件。第二点是：由于进行科学研究是为了造福于整个人类，这就需要最有效地协调各个人的工作。理想的办法是使每一个人都能在一种组织形式里尽其所能，这个组织形式要能使他的工作成果发辉最大

的社会功用。主要的问题是怎样使整体的组织起来的需要和个人要求自由的需要调和起来。

作为职业的科学工作 我们还必须记着：科学并不是而且不可能变成一种自给自足的职业。正如我们已经说的那样，科学的确是有利可图的，但是除了极少的例外情况外，是否有利可图要取决于是否有相当大的经费供应和是否能在取得具体成果之前等待若干年。因此，科学家从事科研时很少把科研看做是谋取私 262 利的商业投机，而且在科学界内外的确都有不少人认为他们要是这样做就是错误的。由于这个原故，科学家经常需要得到个人、组织或者国家的补助才能继续工作，这是科学和其他职业不同之处。在社会主义经济中，情况也将是这样，正象在资本主义经济那样，不过在前一种情况中，由于每一种人类职业都处于同等地位，科学的特殊地位将会消失。在资本主义国家的现有条件下，任何组织科学工作的规划都应当不仅考虑必需有多少经费才能很好地维持和发展科学，而且还要考虑怎样来筹措这些经费。在任何情况下，科学界和社会的行政和经济机构之间应该有特别密切的组织上的联系。

但是这却不是容易做到的。科学不但是一种在职能上不同于其他职业的职业，而且由于其本身性质，它很难和其他职业配合。在目前条件下，行政人员和企业家普遍对科学事务茫无所知，科学家们则相应地毫不知道如何处理国家事务或企业管理工作。我们不得不面临下述两种危险之一：科学可能由一些有效能的行政官员管理，他们为了保证科学有充足的维持经费，不惜窒息和损害科学的内在发展，再不然由于把科学交给不善于处理行政工作的无权势的科学家去掌管，因而使科学继续处于半饥饿和涣散的状态。这个问题并不是解决不了的，但是要解决它，我们就要象前

面指出的那样，首先要把多得多的普通科学知识普及到人民中间去，特别是行政官员和企业家中去。其次，要把广泛得多的关于公众事务的知识纳入培养科学家的教育内容中去。这样才会产生有能力的联络官员：行政科学家和科学行政人员。

专 业 化

这一点所以难以做到是同现代特有的科学的弊病密切相关——过分专业化。专业化不知不觉地发展起来，使人们对其利弊的看法莫衷一是。如果不进行极其深刻的研究，就无法探明在总的领域中或任何特定领域中，专业化有几成是由于科学学科发展的内在需要引起的、有几成是由于科学组织的无政府状态引起的。因为这种无政府状态阻碍了学科之间的充分合作，无论如何会迫使有志取得成就的科学家把个人局限于极其狭窄的知识范围之内。上述两个因素都显然在起作用，但是只有其中之一是可以有效地加以控制的。只有取决于社会组织的那一部分专业化是可以取消的，但是如果取消了它的话，人们将会发觉，专业化的大部分弊病也会随之而消失。

在科学中专业化程度并不都是一样的。化学一类的某些学科是建立在一套比较简单的概念和运算的基础上的。这些学科构成了其它学科的很大一部分内容的基础。在化学领域之内，有相当程度的活动自由。伟大的化学家们由于自己对多种多样的化学课题作出了贡献而出名。所以在化学中，专业化总的说来是有害的，一个化学领域的专家在科学的进展过程中至多仅处于一个有用的但从根本上来说是次要的辅助者地位。在某一全面的研究工作要求他的专业提供一些意见时，他可以方便地供人谘询。

在另一方面,在生物学的许多分支中,所需要的与其说是一般原理——因为这些原理大多是从本学科以外借来的,在实践中用处不大——不如说是对大量互相关联的事 实 的 具 体 知 识 和 经 验。这只能通过一个多多少少有限的领域 内 的 经 验 而 取 得。例如,正因为真菌学家(“果蝇学家”更其是这样)是专家而且明白大量具体细节,所以他们才能胜任本行工作并且极为有用。即使对其他生物学家来说,去熟悉这些细节也是浪费时间,不过人们却可以从中得出对生物学和实际生活都有用处的生物学新原理和新方法。随着科学的进展,可能由于产生了完善理论,很多这类专家的工作会变得不必要了,不过与此同时,在新的领域中,在现有知识领域的扩大过程中,还可能产生新的专业。问题不在于怎样去取消专业化,而是在于如何最好地利用每一阶段真正需要的专业化。

专业化的控制 这在很大的程度上 仅是一个组织上的问题。既然非专业化的科学家在每一个科学和教育机构中有了他们自己的实验室,就不应该再如此广泛地发展专门化的研究。目前的专业化的主要弊病之一是:在过多的大学或研究所中,每种专业都只有一二名专家,这种孤立状态促使人类的知识畸形发展。264 科学专家对于越来越少的事物掌握了越来越多的知识。如果认识到这一点,就不会让这些专家分散开来,而会把他们集中在各大科学工作中心的拥有十人或二十人的机构中。他们在那里会得到彼此合作的好处,同时又不致和科学界同行脱离得太远。并不是每一个科学中心都有必要设立拥有一切专业的研究所;在许多情况下,一个国家为每种专业设置一所研究所也就够了,在某些情况下,全世界上只要有一两个中心也就够了。即使这样做,还会存在这样的困难:没有设立某种专业研究所的科学中心会因此而受影响。补救之道是在比目前大得多的规模上向科学家们提供旅

行和接待便利条件。这样一个专家就可以有时按照专业需要在自己的研究所中工作，在他的专业领域中工作，有时在其他中心讲学和提供技术指导。

虽然这些改革会有帮助，专业化的内在弊病还需要更加彻底的处理。上面提出的教育改革方案一旦付诸实施，会比今天更清楚地揭示出各学科之间的联系。这只是一个步骤；另一个步骤是使科学刊物合理化。专家之所以与世隔绝在很大程度是由于：只有他才真正懂得关于这一学科的文献。这并不因为这种文献特别难懂，而是由于它的数量如此浩繁，有如迷宫，又没有充分的摘要或评述报告，专业以外的科学家可能得花几个月的时间才能找出一条路子来。因此，人们需要专家就象需要一种活百科全书那样，或者不如说象需要这样的百科全书中的一篇文章那样。我们应该明白，这是对人的品格的极大损害。专家的心理状态则埋藏得更深一些。专家的心理当然有其可贵的一面——意识到自己知道而且正在思考关于某一特殊问题的知识，并且能够说，在当时，在这一问题上，谁的知识都比不上自己。可是也有一个相应的弊病，就是把这种知识局限于如此狭窄的范围，以至别人不仅无法很好理解它的意义，甚至也无法很好理解它的内在结构。而且专家们还很容易地不知不觉地情不自禁地想要垄断某一小部分冷门的知识，不愿把这种知识阐述得使别人很容易理解，以便感到个人垄断知识的快乐，而这种垄断从根本上来说却是科学家的犯罪。专家的心理同一些掌握巫术、宗教、法律和医学秘法的人们的心理非常相似。在一个人们都以追求个人的私人享受为理想的社会中，这是社会上的普遍压力在科学家思想上的反映。因而可知，一直要等到我们在人类相互合作的基础上建立起一个平等的社会，才能真正消除专业化的弊病。

实验室组织

科研组织形式的整个问题可以简化为两个问题：内部组织问题和外部组织问题。分界线取决于科研的所谓基本单位——实验室或研究所。这些单位的特点是有一批工作人员专门从事解决一组有连带关系的问题。第一个问题是怎样来管理一个实验室的内部问题，第二个问题是如何使各实验室的工作协调起来，以形成一个科学研究的统一结构。第一个问题主要涉及如何提供最好的条件，使各个研究人员能有效工作；第二个问题则涉及科学的一般状况以及它为人类服务的功能。这两个问题虽然是可以方便地分开来，却不可看做是互相无关的。一个实验室的内部效率在很多地方取决于它同其他实验室以及同国家和经济部门配合的有效程度，同时假如各实验室的管理方法有害于每个科学家的工作的最充分和最自由的发展的话，任何大规模科学组织规划，不论如何周密地加以设想和管理，都不会有丝毫价值。

作为基本单位的实验室 要想对什么才算是科研基本单位下一个标准定义是不可能的，而且事实上也是很可笑的。目前存在各种各样的这类单位，从一个人单独工作的实验室直到一所拥有几百名工作人员的洛克菲勒医学研究院的大型综合单位都有。不同的学科有不同的需要，主要要看某项工作的自给自足的程度以及它对实验室、机械和野外实验的依赖程度而定。不过也有某些限制条件说明，一个拥有五名至五十名合格工作人员并拥有同样数目至五倍于此数的技术助手的单位是一个比较自然的单位。这个限度大体上是由可以方便地而且可以在合理期间在任何共同工作中进行合作的人数决定的。如果人数太少，就不能进行充分的

266 有益的内部讨论；因为每一个人对于每一个人会说些什么知道得太清楚了。同时还有同外界科学工作完全隔离的极大危险。经常可以看到极多小型实验室，虽然在解决问题的方法上具有明显的特性，却很容易落后于学术发展的总趋势，因而把才能浪费在别处已经解决了的问题上。

处于另一极端的大型研究所却由于机构庞大而实际上难以管理。大家对别人正在做什么除了有极其模糊的印象之外，根本无法了解。当许多人参加讨论的时候，只有少数人发言，其他不那么机敏但智力也并不一定就较差的人都保持缄默，不参与研究所总的工作。为了应付这种情况，就有了把大组分小组的倾向——这肯定无疑地是这个单位过于庞大的征候。最后，行政管理问题也越来越多了。在苏联建国初期，对科研的特点还了解得不充分，成立了拥有几百人的大研究所，但是不久就在实践中发现，这些研究所管理起来很困难，效率很低，于是就把它们拆散为较小较易管理的单位。一个成绩优异的实验室会由于从外界吸收了有志加入的工作者而日益扩大，但是却不能允许它漫无限制地扩大下去。在某个阶段，应从学派的老资格成员中选择比较有能力的人来成立新的研究所。这样他们就可能把自己学到的优良传统同自己所爱好的科研项目的发展结合起来。这种新的项目在旧的研究所中不可避免地要受到某些阻碍。否则，这个研究所不仅有发展到机构臃肿程度的危险，而且在实验室原来创办人还没有死亡或者退休之前很早就有终于迅速萎缩的危险。这就指明了科学工作的最基本特点之一——发展、分裂和扩散的必要性。科学的职能不是维持现状而是发展，除非允许它发展，而且事实上还积极地帮助它发展，它就会被自己的产物所窒息。新一代科学家必须比前一代的人数多，才能应付日益增长的客观事实和业务活

动。

协作事业 实验室中的工作人员对实验室的看法是具有关键重要性的。在早期个人从事科研时代，科学家在工作上的自由仅受到缺乏物质手段的限制。这种自由是早期科学获得迅速发展的最重要的因素之一。现代科学的发展已经使这种个人研究大多变得不仅效率低下而且实际上不可能了。没有科学界同道的积极的和日常的协助，一个人什么也做不成，但是这种协作必须足以保持早期自由的基本特点。必须让科学家们为了一个共同目标自愿结合起来。正如我们已经指出的那样，由于经济上的考虑的压倒重要性，在目前这种自愿的结合是不多了。对一般科学家说来，谋生肯定要比仅仅想取得某种成绩更为重要。现在的实验室，每年以若干工资雇用一些工作人员去做吩咐他们做的事，工作人员把实验室看做是出产知识的工厂。（不幸这类实验室也实在太多了）这种实验室根本就不具备科学工作的基本特点，所以肯定不能取得多大的成果而且往往是毫无成果的。* 267

作为训练中心的实验室 当然，把实验室看作自愿联合团体的概念仅仅对受过充分训练的研究人员才完全适用。在某种程度上，每一个实验室也都是科学教育的最后一个阶段。如果期望所有学生在明了本领域的范围和困难之前，就对自己和别人应该在这个领域做些什么看得一清二白，那是荒谬的，但是通过较好的教育，就可以使聪明的研究生比较容易达到这种愿望。对于他们大多数人说来，在实验室里，他们可以学到技术并多少了解自己以后的努力方向。我们还得谈一谈年龄较大的研究人员、特别

* 把实验室看作是自愿结合的团体的概念，实际上是科学上最早的概念之一，十七世纪的莱芒托科学研究院几乎是根据一个宗教团体的模型建立的。它合作得极为密切，根本不计及个人工作成绩，一切成就都以研究院整体的名义发表。

是实验室创办人的处境。他们一定会感到，在实验室里，他们可以看到自己早年在不那么有声望的日子里所孜孜从事的理想正在由许多人付诸实现。

民主办实验室 这些不同的方面虽然在目前往往互相冲突，却不是非冲突不可的。没有理由可以说，为什么实验室不可以同时成为其青年成员的学校、成为大多数成员的学会或联谊会、成为老年成员的管辖地。有必要更加有意识地对所有这些方面进行估价并且不让一个方面支配所有其他方面。在有些实验室中、特别是在大学实验室中，由于全神贯注于教学而妨碍了最重要的科研工作；在另外一些实验室，由于室主任的独断独行的性格，使其余人员变成他的奴仆。解决这些困难的关键，是在实验室中把明智的个人领导同民主管理适当结合起来。迄今官方对于实验室工作的态度仅强调了前一方面。由于实验室是围绕教授和他的助手们发展起来的，而不是自由科研工作者的自愿协会，所以实验室的管理工作在原则上一直是独断独行的，虽然明智的教授们在实际上也允许相当程度的内部自治。

解决实验室内部管理问题的一个办法，是根据经验考虑为了开展实验室工作所必须完成的各种任务以及完成这些任务所必需的人员的资历。下文所述的适用于一个多少一般化的物理或生物实验室，要加以修改后才能适用于农业、医学或应用科学的实验室。当然在一个小实验室中，许多不同的任务可能由同一个人来执行，但是每一个任务都是实验室总的活动的一个具体而独立的部分。

实验室主任 首先是实验室的总的领导工作。人们通常总是认为，每一个实验室都必须设置某种负责的主任。在大多数情况下，这也许是对的，然而不应把这看作是必然的原则，没有理

由可以说，为什么实验室委员会或委员会所指派的某个行政人员不可以兼任室主任并且任命一个秘书以处理比较带有行政性质的事务。*正如在一切政治事务中一样，我们需要把个人专制或无能的危险性同一个团体不团结、步调不一致、以致整个工作一塌糊涂的利害加以权衡。根据在特定时间或地点可以从事工作的人们的气质和能力来判断，其中总是有一个方法可能比较适宜。在一个科学实验室里，如果有一个人靠着他的指导思想明显地起着带路人作用，他就乐意被选为负单独责任的主任；在其他情况下，也可以由一个小组来领导。小组的成员和衷共济提出一套办法。这套办法只有通过彼此密切合作才能有效地加以实现。

迄今，在绝大多数情况下，人们都过于把实验室主任的任务看作是教授的任务和企业经理的任务的结合。不少重要而有前途的科学家由于把全部注意力和时间用于行政和教学，已经使自己的科研工作逐渐变得毫无成果可言，其人数之多教人想起来就难过。**人们常常认为，出不了成果仅仅在表面上是由于这个原因。他们认为，实际上，到了一定年龄，不少人的科学研究能力必然会衰退，即令大多数的人并不是这样。不过由于他们有丰富经验和声望，所以他们仍然是实验室的理想领导人。这些说法的第一个说法无疑是有些道理的，然而第二个说法却没有什么道理。已经失去创造闯劲的科学家虽然可以成为一个行政人员，实际却不能有力地领导科研工作。他至多只能让科研在自己指导下进行，然而更远为常见的是：出于保守和个人嫉妒的动机，他往往只会妨碍而不会有助于科研工作。真正解决问题的办法不在于把科研

* 这已经是美国的通常的做法了。

** 约瑟夫·亨利的例子是最悲惨的事例之一。他的才能不在法拉第之下。他在史密森尼安研究院担任院长而虚度了大半生。参看克劳瑟，《美国著名科学家传记》。

领导权交给本身已经不再积极从事科研的人，而在于遵循这样的组织方针：除科学问题之外，最少限度地占用研究所主任的时间，这样我们就可以仅仅任命那些在科学研究上精力旺盛的人当主任。总的说来，研究所主任应该是比现在的主任年纪轻得多的人，不过总是有一些明显的例外。伟大的科学家往往是精力过人，因此，他们直到极高的年纪仍能保持新颖的观点和历久不衰的事业心。

室主任的真正任务应限于决定实验室工作的总方针，并选择天性适合并能推动工作的青年人。主任不一定同时又是导师，但是当导师却是他在这方面的才能和爱好的问题，决不是当主任的一个条件。决不能象大学研究部中常常发生的那样，不让主任全神贯注于科研。为了保持声望，可能有必要保留某个主要是科学解释家的人，或者已经主要变成了科学解释家的人当主任，不过在这种情况下，指导科研的任务应交由别人来执行。除了其科研能力之外，主任的其余主要资格应该是心理学方面的。他不仅要具备同下属相处的能力，而且还要具备使下属和好相处的更为难得的能力。实验室具有早期寺院的许多缺点。在实验室中存在着根深蒂固的内部斗争和相互嫉妒的可能性、也存在着对工作失去兴趣——即僧侣们所谓麻木不仁——的危险性。维持实验室内部的和谐和活力的责任就落在主任肩上。而且他还必须能够认识什么时刻有必要和一些工作人员分手以及什么时刻有必要把他们吸收进来。这一切都要求他具备比较出色的性格。这种性格有可能，然而并不一定，会同高度科学才能结合在一起。

我们必须设法补救出色的科学工作者部分地或者完全不能指导他的同事或甚至不能同他的同事们相处的现象。在遇到极端的情况时，这就意味着设立个人实验室，不过在大多数情况下，只

要在总实验室中划出一部分专供造诣卓越的、愿意独自工作或不能指导其他工作的科学家使用就够了。迄今由于把指导科研工作当作为一种涉及声望的事而造成了巨大的损害。假如能够说明，不指导科研的科学家在地位上可能同指导科研的人一样高或者甚至更高，这个困难就可能消失，也就不至把不适宜的人放在这样一个除了不利于自己的工作之外又不利于别人的工作的职位上。 270

行政主管人 每一个实验室都应该有一个人负责整个行政和财务管理的工作。这个人可能仍然是实验室主任，但是他只有在比较特殊的情况下才担任这项工作，即他在爱好和能力方面都宜于当行政主管人员。行政主管人的基本任务是经营实验室的财务和物资方面的事务，留心经费收支并确保必要的非科研性质的劳务供应。现代化实验室使用无数技术助手和复杂的仪器设备。它和工业企业的关系之密切不下于其同其他科学机构之关系。这类单位的管理工作极为繁重，需要很强的工作能力。行政主管人应具有企业经理的一切能力以及许多其他的才能。首先，他需要管理的不是一个多少是遵循固定办法经营的企业，而是一个不断变化、而且变化迅速的事物；他得把科研工作中纯粹科学部分的发展所带来的变动和方针付诸实施。这就需要他具有比在普通商业工作中大得多的灵活性。其次，他必须真正能了解实验室的科学工作，不然的话，当科学工作人员试图向行政主管人说明自己的需要时或者行政主管人向科研人员说明具体可能性和困难时，就会产生巨大浪费和摩擦。迄今，实验室行政主管人的地位还没有得到公认。人们往往是从科学工作转到这个职位上，尽可能再学一些商业经验，或者相反地，首先是以纯粹职员身份接管工作，然后尽量学一些科学。显然，这种职业需要具有特殊训练。只要训练出一批对科学和行政管理都同样熟悉的人，我们也许就可以比用

其他方法更能增加科学工作的内部效率。

实验室代表 除了上述两个主要人员之外，近年来所有大型实验室已经在未经公认的方式下，出现了一批其他专业人员。271 首先是可以称为实验室代表的人员。协调各实验室的各项活动的工作越来越需要一个复杂的管理机构。实验室得同许多高级机关、委员会等等打交道，并要同同一领域的其他实验室保持不那么正式的联系。除了参加所有这一切委员会和管理局会议的任务之外，还要加上数目同样多的教育机构的会议。在许多情况下，这几乎比内部行政管理本身更加使主任不能专心于科研工作，不过这些工作的繁重性有时也会迫使室主任把这一部分工作交给别人去做，并且正式或非正式地任命一个代表去参加许多委员会和会议。因而就产生了一批把很大一部分时间用于此类协调工作的人，我们可以将他们称为实验室代表。假如要使实验室科研主任摆脱大部分外部工作，这些代表的数目和重要性一定会增大，不过他们不一定是同一些人，而且当然不应该老是同一些人。实验室的不同工作可能需要不同的代表。代表的工作仅是兼职工作；否则他将实际上仅仅是科研机构的一般行政人员中的一员。他的真正价值在于：他也是在实验室中工作的，能够在其他单位面前代表自己的实验室并为自己的实验室提出辩护理由。在这种情况下，并无必要设置专职，只要能认识到这类联系活动在科学发展中起重要和必要的作用，而且应该用授予头衔或经济报酬的方式予以奖赏就可以了。

经费筹措 目前几乎完全由实验室主任担负，但却完全可以由一个实验室代表来担任的工作是筹措经费的工作。在现有条件下，这是一桩最艰苦、最不愉快、而且除了少数老手之外谁都不能做得令人满意的事务。它使得一个优秀科学家在他一生中最

难以抽出时间的阶段浪费掉许多时间。不但把时间浪费在实际谈判和谈判的社交准备工作中，而且把时间浪费在忧虑和心绪不宁中。这种忧虑和心绪不宁可能持续很多年，才能使一项科学事业得到经费保障。只要对科学经费作出适当安排，这种情况大多是可以避免的。（参看边码第 310 页）不过即使那样，还是需要就某一实验室的经费分配金额问题进行谈判，最好不让室主任去过问大部分这项事务。这项工作应由实验室代表或行政主管人来处理。我们所以宁愿要实验室代表参加谈判是因为，同实验室实际工作没有密切接触的人是无法为实验室眼下和以后的经费需要提出有力理由的。

图书管理员 许多实验室长期配备的其他人员有图书管理 272
员和样品管理员。不过迄今人们还不明白他们的任务的重要性以及为何有必要对他们加以培养。从我们先前关于科学界内部交流问题的论述中可以知道，阻碍科学进步的一个主要因素就是科学出版物本身既杂乱，数量又多。即令照下文建议的有条理的组织方法把这种混乱状态纠正过来，经常维持新的交流制度还是需要图书管理员的帮助。这个任务看来不会随着时间的推移而变得越来越轻松。大多数实验室的图书管理员要末是一个兼职的科研工作者，在业余来照管图书室，要末就是一个拿薪金的，不具备科学资历的图书管理员。他的任务主要是注意书籍和期刊不被偷窃并经常注意购进实验室买得起的新书籍和期刊。可是为了充分利用图书室，还得做得多得多的工作。应该专派一个人去浏览所有现行文献以寻找和实验室工作有关的项目，而且他还应该能够迅速地指出可以在那里找到这类资料。可以要他们负责不时从实验室的特殊角度写出关于当前研究成果的报告。此外，也需要以有效方式让外单位获悉实验室本身的工作，而且还应该有本实验室多

年工作成果的详细记录，因为一件奇怪而的确存在的事实是，科学家极易忘记自己过去做过的工作。所有这些工作都应该由图书管理员担任起来。应该部分地根据他对科学是否有广泛兴趣，是否有比其他实验室工作人员广泛得多的兴趣，并部分地根据他是否善于系统考虑问题来选拔图书管理员。

样品管理员 样品管理员的情况有所不同。这是从对科学搜集品采取消极态度自然而然地转变为采取积极态度的问题。一家大博物馆管理员不肯把任何样品从盒子中取出以供科学观察，其理由是这些样品过后还可能有助于科学研究。这种态度是一个极端的例子。但是我们已经更加理解：仅仅有了样品本身是没有多大价值的。这些收集物应该不断加以使用，不但要在研究个别样品时加以使用，而且要利用它所提供的有意义的排列的可能性。

273 当然收集品在一个方面还具有教育价值——建立教学博物馆就表现了整个这种趋势。一位可敬的俄国科学家有一次对我说：“过去人们为学者设立博物馆，现在却为儿童设立博物馆。”但是从新博物馆的经济而一目了然的陈列中得益的并不仅限于儿童。我们终于明白了，同一物质可能有许多完全不同的排列方式，而且每一种排列方式本身都会揭示出在这样排列之前往往意想不到的某个新事实。所以管理员的任务不仅在于保管搜集品，而且在于利用搜集品。

机修师和仓库保管员 在实验室组织中，还有两种人员的地位总是远低于他们应享有的地位。他们是总机修师和仓库保管员。本书在别的地方也已经指出：迄今，对于实验室的发展十分不幸的一件事是，日常生活中的阶级差别也在实验室里起作用。总机修师和仓库保管员是实验室中无军衔的军官，所以对他们在科学上的贡献既没有充分予以认识，又没有充分加以利用。每一

个实验室都十分倚重于机修师。他在实际上往往是受到尊敬和尊重的。可是由于没有地位，他通常不同科研工作者在平等的基础上来往，也不参加他们的讨论。科研工作者似乎并没有感到自己因此而受了多大的损失。事实上，一个有长期工作经验的机修师一般都学到了和一个教授一样多的科学知识。他的知识比大多数科研人员多得多，然而他却无法充分利用自己的知识。事实上，他能够理解某一个科研人员对仪器的需要，往往理解得比那个科研人员所表达的更为清楚，然而主动权却从来不属于他。一个能干的机修师如果参加实验室的日常工作，往往能在仪器问题上提出一些科研人员自己要在很久以后才能想到(如果他能想到的话)的意见。这方面的证据是：人们有时会在实验室里遇到一些受过技工训练或者具有特殊机械才能的科研人员。他们的这种能力往往证明不仅对他们自己而且对所有同事们都有不可估量的价值。我们应该做的事情是：首先，我们应向一切机修师和实验室助手提供提高科学知识的充分机会；其中十分感兴趣的人应该以绝对平等的地位参加实验室的一切会议和工作。这一点在较小的程度上也适用于我们最后要谈到的一类人员即仓库保管员。他一般掌管实验室的一切物资供应品。如果保管员能够更加清楚地明了他的材料将作何用途，因而能够提出使用别的材料或增添材料的建议的话，那必然是很有好处的。

实验室委员会 最后，我们谈到实验室中最重要的管理机构，即实验室委员会。许多实验室(其确数无从知道)没有这种委员会。它的存在使实验室的整个工作起了多大变化是不难看出的。如果没有某种形式的委员会——它可能只是一个茶话俱乐部或讨论小组——实验室的工作就往往仅仅成为各个科研工作者的工作的总和。每一个工作者也都可以同主任或者同他的知心朋友商讨

自己的问题，不过这从根本上来说只是私人问题；实验室只不过是由一些研究小组组成的综合体而已。有了一个委员会，各人的成果就能有效地统一起来或者扩展开来。每一个工作者都看到自己工作和需要同别人的工作和需要有关。他从别人得到建议和指导；一个工作者可以订出帮助别人的工作计划，整个实验室会充满了工作成果丰硕、干劲更大的气氛。

在目前条件下，在许多实验室中存在着个人受挫伤的强烈情绪。每一个工作者都觉得他没有得到应得的机会。在一个由个人经营的实验室里，这种受挫伤的情绪只是个人的事，并且往往迫使科研工作者放弃斗争而回到碌碌无为的平庸工作中去。但是，假如实验室是一个有力的单位，这种受挫伤的情绪本身就可能变成一种动力。个人受挫伤的情绪有一部分是由于内部组织不善而引起的。这一部分情绪可以由实验室委员会通过比向主任私下反映情况更加公开更加令人满意的方式加以消除。向主任私人反映情况的结果往往仅能减轻一个人的心理负担，而加重另一个人的心理负担。至于个人受挫伤的情绪的其余部分，一旦把事情摊开，就可以看出这并不在于某个个人处事不公平，而是经济和社会原因给整个科学界带来的全面性的负担。这样要么就可以把这种现象当做无可避免的事而加以接受，要么就可以通过共同的行动来同这种现象进行斗争。不过这样这种现象就失去了其特别令人灰心丧气的性质了。这些都是消极的方面。重要的是：实验室的工作人员们应该感到、而且应该有理由感到，自己正在参加一项只要能够同更加广泛的总规划配合一致就可以由他们自己加以指导的合作事业，而且不感到自己是雇员或个人，由一个高级的、看不到的力量格外开恩，允许他们去创造他们个人的珍品。

科研计划 一个实验室委员会如果要起积极作用，它就必

须是一个负责任的机构，能够在原则上，即使不是在细节上，决定实验室工作的方针。它的主要行政职权应当是每隔半年或一年讨论一次科研计划。也许可能需要对这个计划的经费问题另外进行讨论，以便考虑应该申请多少经费，以及应如何最妥善地在各科研工作者中间分配所取得的津贴金。它的另一职务可能是讨论本实验室工作和同一领域或有关领域中的其他实验室工作之间的适当关系。在所有这些情况下，实验室委员会都是以立法机构的资格行使职权，工作要交给室主任、行政主管人或实验室代表去具体执行。在其余的时间，委员会没有必要以这样资格召开会议，但是事实上，它会以经常性讨论小组的资格召开会议来讨论有关实验室的科研问题。 275

组织起来的各种危险性 迄今我仅仅谈到实验室委员会的各种好处，但是它们自然也带来相应的危险性。有些人由于相信应该由科学家来领导的原则，或者由于不相信过于彻底的民主方法、或者由于不相信科学家有能力处理任何事务，在原则上根本反对任何委员会，因而过去和今后都会夸大组织起来的危险性。主要的危险性是一切集体商讨制度所共有的：不同的主张由于个人之间的对立而加剧，以致完全不能采取有效的行动，实际造成的局面比室主任的独断行动所造成的局面更为糟糕。

不能否认，这种情况有时会产生；不过这也容易补救。首先，科学家们实际上比任何其他一群人更容易就方针政策达成一致的決定。他们对事实可能有不同意见，对如何解释事实可能有更大的分歧，不过他们都一致认为应该考察现象并查明事实。实际上，他们一般是能够在友好的气氛中进行这种讨论并且达成真正一致的决议的。也许谁也不能从中得到自己所希望的一切，不过其中却充满互让互谅的精神。另外两个危险也可以很容易地加

以消除。科学家之间在物质问题上明争暗斗实际上是由于一向僧多粥少而造成的。如果科学经费充沛，就没有哪个科研工作者会介意别人拿到一笔津贴，因为他明白这丝毫不会影响自己得到津贴的可能性。至于科学家之间的争吵以及实验室委员会分裂为两个对立集团的可能性，这种现象的存在本身就证明这个实验室已不是一个统一单位了，应该及时把它分为两个单位，各有各的领导，并且最好分设在两地。这样每一个单位至少在需要进一步分裂之前可以保持内部的和谐。这仅仅有力地证明我们在上文提出的论点：科学研究的存在本身是和它的不断扩展的可能性联系在一起。

即使假定设立实验室委员会是可取的，必然还有人反对让这些委员会具有权威的职能而不单是具有咨询的职能。这样就再度提出了民主管理科学还是独断专行地管理科学的整个问题。我们在这里主张：科学工作的许多内部效率低下和外部作用微小现象正是由于实行独断专行的原则的原故。这在事实上就是把科学工作的整个控制权交给一些不论过去资历如何现在已经不再接触科学的最有活力的部份的人物。只有一个民主组织才能保证科学事业具有充分活力，而且民主必须从最基层做起，也就是从进行科学的根本工作的实验室做起。也许一点也不错，在目前的挑选和训练科学家的条件下，许多科研工作者可能不宜于、或者甚至不希望实行科学工作的内部民主；然而这却不是反对民主的理由，而是反对现行教育和人才选拔制度的理由。要是认为这种说法有道理的话，那末我们就可能永远无法期望情况改善了，因为事情十分显然，除非我们实行民主，我们就永远无法建立起一个更好的挑选和训练制度。所有这样的议论同现在盛行的关于不能让附属国人民自治的议论比起来，的确都毫无愧色，不过对于科学家说

来, 拒绝实行自治就更其可笑而且是自己同自己过不去了。首先, 他们不会比一般英国公民更不适宜于自治, 更不用说印度公民了, 其次, 对于象科学事业这样一个脆弱和成长中的组织来说, 老人统治的限制作用所造成的损害比任何形式的文官管理所造成的损害都大得多。

为成长预作安排 科学任务的性质处于不断变化之中。不应把某一特定领域中的实验室看作是永久性的机构; 这个领域可能探索完了, 可能研究出那个实验室所无法适应的新方法, 或者研究课题本身可能失去它在科学史中原来占有的重要地位。同时人们还在不断发展新课题, 新领域和新方法, 需要新的机构去应付。这样实验室就仿佛是一支永远不停顿的科学大军的一个多少带有临时性的营帐。任何科学组织都必须极为注意提防的弊病之一就是实验室和研究所的老化。为了应付这一点, 必须为科学机构的成长和发展以及其结束作出某种具体安排。

科学作为一个制度还不成熟; 如果它不能够成长, 它就要衰落。277 不过成长的方式本身却是相当重要的。单纯增加一个研究所的人员和设备, 超出一定限度, 就可能成为绊脚石而不是助力。在一项历史悠长的科研事业发展过程中出现的新思想可能受到传统的思想方式和实验方式的阻碍。在科学中, 象在一切其他领域中一样, 传统的思想方式总是和一切长期存在的机构一起伴生。往往有必要彻底另起炉灶。研究一下科学史就可以看出, 这种方法是多么有成果。李比希设在吉森的大型实验室本身就是杜马的巴黎化学实验室的分支, 后来就大大胜过了后者。一个附带得到的好处是: 建立新的实验室是避免个人之间的对立和嫉妒的最方便的办法之一。这种倾轧往往破坏整个科学研究的进展, 不但使当事人, 而且使所有的人都感到实验室工作令人受不了。

科研工作中的主动性 谁也没有制订出过科学工作进一步分化的总原则。也许这件事过份取决于某些科学上的考虑或人事上的考虑了。在理想的条件下，也许最好让个人主动去决定，即让科学家享有探矿者仍然享有的那种自由，自己划定探索范围。任何人只要对包括设立实验室在内的工作规划有了一个够清楚的设想、只要找得到适当而且愿意襄助的助手，就应该让他们并且鼓励他们去设立那个实验室。那个实验室和其他实验室的关系将是一个在行政管理或科研方面互相合作的问题，不过在任何情况下，都应该设立组织帮助科学工作自发成长，而不是把它纳入一个固定的模式之内，以致破坏这种科学工作。不过，在某些情况下，假如科学工作的任何部份看来由于其他领域的疏忽或发展而遭到忽视，可能也有必要自上而下采取主动，积极鼓励人们开展这种科研工作，而且在这种情况下，才可能找到从事这种工作的人。

组织和自由 应该遵照这些方针去处理如何把组织和个人自由和个人主动最有效地结合起来的问题。目前不少科学家由于担心个人自由受到限制，所以坚决反对组织起来，不过如果我们能既保证有民主组织，又保证人们享有个人进行研究的权利，人们就会感到这种担心是没有根据的。主要的条件是：科学界内外所需要的任何科研工作，不但要允许人们去搞，而且还要加以帮助，虽然这似乎有可能浪费大量时间和金钱，然而浪费将仅是表面上的，因为这样得到的一两项真正有成果的进展足以抵过十几项其他无效的研究而有余。显然决不能让这种个人主义变成无政府状态；必须把它纳入有条不紊的规划中。事实上，最后的解决办法很可能就是一种科学的封建制度。按照这种制度，每一个工作者花一定的时间在上级科学组织为他选择的领域里工作，而且在充

分的物质和技术支援下，花同样多的时间、即使不是更多的时间来研究自己的课题。自然这个份量因人而异、并且随学科而不同。某些人可能宁愿当一名几乎完完全全的正规科研工作者，其他的人则可能要进行自由的研究。有的科学家在科学上有真才实学，却完全没有社交能力，有的同别人合不来、不善交际或者孤立无助，应该为他们找到安身之所。科学组织应向这些人提供一种避难权；应该让他们自己进行工作、选择自己愿意工作的地方，或者让他们在各实验室之间不断转移工作岗位。在一切正规的组织之外，不仅应让这类流动的学者有发挥作用的机会，而且还要让自己不作出个人科学贡献，而宁愿通过谈话、讨论会和评论的方式去促进别人的科学工作的人，有发挥作用的机会。必须以一切代价防止科学事业变成一种等级森严的正统体系；它必须有能力而且愿意去应付一切反对者以保卫自己的论点，它不应该排斥而是鼓励一切批评者，不论他们的意见显得多么不公平或者不合理。

科学事业的全面组织

单是对实验室和研究所进行内部改组是没有多大价值的。把各实验室和研究所之间相互关系广泛地组织起来要更为必要。这二者其实是相互关联的，因为一个孤立的实验室不论管理得多么好，除非是同一个总的规划联系起来，就既不能对科学的内部发展充分作出贡献、也不能对科学的应用充分作出贡献。目前的科学组织具有本章所谈的极端复杂、混乱而且缺乏交流等特点，它对科学的进展与其说是一种助力，不如说是一种阻力。不过我们却可以从中看到一个真正有用的组织类型。科学是一项不断成长

和发展的社会活动；因此，就不应该以固定的方式来看待科学的组织形式，而应把科学的组织形式看做是有伸缩性的和可以改变的。不过这种灵活性却并不排除一个长期存在的组织形式的总框框和结构。这个总框框和结构在一段比我们便于规划的期限更长的时间内将基本上保持不变。

279 科研的横的和纵的分类 科学组织形式的总原则直接来源于它的职能——解释和改变世界。作为一个知识的体系，它有物理学、化学和生物学等不同门类以及它们的分得更为精细的小门类。这些小门类彼此之间有着确定的复杂关系。这可以说就是科研活动的横的分类，然而人们却可以大不相同的方式把科学设想为情报和活动的循环、设想为理论科学家向实验科学家传授原理，并经过技术人员将其转用于生产和新的人类活动的过程。反之，社会生活和生产技术上的困难所引起的问题也会促使实验和理论科学家去作出新发现。这一双重的过程的确一直在整个科学历史中进行着。现在发生的情况是：我们才开始了解到这一情况，而且能够用一个更加自觉地规划出来的所谓纵的科学组织形式来取代原来用以适应上述双向对流活动的不灵活的而且带有偶然性的科学结构。苏联已在某种程度上做到这一点了。的确，这个想法本身直接来自马克思主义的思想。它是如此明显而且正确，所以困难不在于为它辩护，而在于说明为什么人们以前从来也没有想到它。

大学的地位 除了这两个主要方面之外，还有第三个方面，以前在科学组织形式中几乎占有主要地位。这便是科学家的教学任务。这个问题已经讨论过了，我们在这里提一下，仅仅是为的说明：在筹划任何改组科学的方案时总是需要把这个问题考虑进去。不过在这样的方案中，这项工作的职能却再也不能象过去那

样重要了。上世纪的大学以社会公认的方式来养活从事研究的科学家并且向他提供工作的手段。对科学家们说来，大学就好比是昔日的朝廷。大学养活他们是为了他们的主要职能以外的其他原因。我们既然充分认识了科学研究对技术和社会的重要性而且允许人们把它作为正当的职业，大学就应该主要回到它们的基本教学任务上去，虽然还是有充分理由来鼓励独立的研究所和大学保持密切联系。

科学的复杂性 可以把科学看作是具有广泛的实践基础并 280 通过发现和理论深入到未知境界去的活动。各学科的基地和前哨之间的交通线的长度大体上根据它们的发达程度而有所不同。象生态学和社会心理学那样的新学科是直接从实践中产生的，而且一度和实践直接接触过。在另一方面，象天文学和化学那样的老的科学，却已经积累了几百年的独立传统了，它们拥有整套的既同技术理论隔离开来、又同技术实践隔离开来的分支部门。这些部门在很大程度上是根据其内部需要发展的，只受可资利用的人力和物力的限制。

相互联系的方案 所以，我们无法为整个科学提出统一方案，而仅能提出一个复杂的系统，其中兼顾到科学的性质及其历史。这里所提出的图表(图表一)更加清楚地说明了这种联系，不过由于它局限于二维，所以，它仍然是一个很不完美的描绘。决不应把这样一个图表看作是经过充分考虑的方案(这样的方案需要由整批专家委员会来制订)，而应该把它看作是我们可能需要的那种组织形式的粗略轮廓。它的基础就是我们已经谈过的横的和纵的分类概念。这些分类并不是绝对的，但却能为合理的科学组织形式提供一个方便的根据。我们可以把科学理论和实践的关系大略区分为三个阶段。可以认为它们需要三种类型的组织，为方便

图 表 一

科学和工业研究的组织体系

本图表大体上说明了科学和工业研究的组织体系。图表同正文中叙述的内容完全一致，只是无法指明第三阶段的科学机构、即工厂实验室和野外试验站。这些机构过多，无法包括在这种全面性图表中。两个研究阶段又进一步划分，原则是把更为基本的一般方法的研究项目放在上面，而把一般方法在有关领域特殊部分的较为系统的应用项目放在下面。因而，在基本研究中就有了两级：分析性研究一级和描述性研究一级。前者涉及物质一般作用方式；后者指研究客观世界事物外形的各学科。第二个阶段——即技术研究阶段——也同样地分为两级：一级主要涉及生产技术，因而也就是涉及工业和生产产品；另一级涉及消费、生活条件和农业实践。这种区别并不是绝对的，而且在许多情况下甚至是不合理的，不过由于两维展示的各种困难而不能不这样做。不同阶段的研究之间、即基本研究和应用研究之间的最重要的联系由箭头来表示。这当然并不意味着行政上的联系，而仅仅指明有关的学术实验室和技术实验室工作者之间自然而然地保持密切联系的情况。表中对自然科学部门的说明远比对其余部门的说明详尽。而对社会学部门的说明则最为粗略。这大体上与这些部门现在较为发达相符。在更为详细的图表中，将有必要添加一些新的生物学和生理学的分支。

一般说来，小标题本身是够清楚的，但是由于篇幅不够，可能有某些暧昧不清之处。必须根据隶属关系领会有关课题的内容。例如，“营养”这个课题出现在两个地方，分别归属医学研究项下和家庭工程学项下，在第一个地方，它涉及健康和病中的营养理论。在二个地方，它涉及家庭供应品、销售和食物产品的浪费。“动物学”和“植物学”并不代表教学上同名学科的学术门类，而具有较为狭窄的描述性和分类性学科的性质。它们在第一个意义上的内容分别归入生物化学和生物物理学。最低一排的五个部门之间的关系要比指明的更为密切。尤其是社会管理和规划，由于各自的隶属关系，列于图表的相对两端，其实应视为一个单位。

起见,可以称之为科学院、研究所和技术实验室。第一类将主要从事所谓纯科学工作、但更精确地应称之为尖端科学工作,最后一类仅仅从事实用问题的研究。两者之间的桥梁是研究所。研究所的职责在某种意义上是把理论化为实践。

科 学 院

科学院将是现有两类机构的自然发展的产物。这两类机构是:英国的皇家学会、化学学会等等老科学学会以及枢密院科学委员会、国家科学研究委员会或者法国的科学研究委员会等等总的政府咨询机构。不过科学院的职能要比上述这些机构广泛得多。它要把科学发展的总参谋部的职能和在它直接指导下积极进行的基本研究活动结合为一体。这原是皇家学会的创办人的目的,虽然规模较小,可是在以后的年代里,科学院逐渐失去了这种职能,在性质上变成单纯授予荣誉的机构,其唯一的集体活动是出版刊物。它们变成科学的监护者和档案保管者,而不是科学的领导者了。在每一地区中,新科学院要由一组相互配合的研究所组成。科学院院士本身一般都是这类研究所所长,不过可能有许多院士比较喜欢单独地从事科研。他们要么自己进行工作,要么仅作为研究所的一名普通成员。 281

科学院和大学之间的关系应该仔细加以规划。目前进行基础研究的研究所大多处于大学控制之下。这并不总是有助于它们的最有效的管理或最迅速的发展。同大学保持联系是有好处的,但要使这种联系具有比较非正式的性质,如让研究所所长也当上大学教授等等。这个所长要向科学院院务委员会负责并由它提供经费。科学院的部门划分暂时可遵照由来已久的学科分类办法,不过需

要定期加以修改。特别在理论科学方面，不必要也不宜于实际设立任何研究所；把工作人员分散到一些研究中心要好得多。但是在其他情况下，设立目前的国立物理实验室类型的基本研究中心研究所，还是很值得的，不过它的研究范围要广得多，它的技术性和日常工作却要少得多。

职权 科学院将负责进行比较基本的科学研究工作，同时还将充当整个科学发展的总领导机构。当然它作为发展科学的总领导机构，将不具有行政的或者权威的性质。它的职权只相当于政府的立法或者咨询机构的职权。为此，它的成员中还需要有科学界比较带有技术性质和实用性质的各个方面的代表特别是工程和医学界的代表。科学院还将负责科学的档案工作，而且还将在相当程度上，负责当前的刊物出版工作。从职权上来说，它将处理主要的科学对外关系工作。这些职权将需要规模十分巨大的组织，但是在目前阶段，在我们离开实现这些建议中的任何一项建议还很远的时候，就详细考虑科学院的各种职权，那是浪费时间。从图表中也可以看出科学院的分支部门的划分总方案。它大体上将遵照目前的划分办法，不过象图表横的联系所表示的那样，它肯定地将朝着把不同学科结合为统一整体的方向前进一步。

282 **保证科学院工作能力的方法** 我们面临的主要问题是这种机构是否有能力指导科学工作。迄今，已有的科学院虽然在科学界负有盛名，却普遍显得极端胆小，缺乏主动性。这自然主要是科学家的政治和社会地位低下的一种反映。在这种现象不显著的时候——在十七世纪的英国或革命中的法国和俄国——科学院曾经显得是有能力的生气勃勃的机构。在另一方面，这在很大的程度上取决于它们的状况。为了使这种机构有力，就一定要吸收比

例更大的青年人和在实际事务中有经验的人员。*

当科学是新事物而且迅速成长的时候，青年人和从其他行业中被吸引过来的人要取得高级地位，自然是容易得多。一旦局面定了，就应作出某些特殊安排，使这些人在组织中得到充分的代表权，最好为每一种年龄类别在科学院中保留一定比例的位置。这样年龄在二三十岁之间真正有想象力的科学家不等到自己的锐

* 用胡克的话说，在皇家学会成立时就认识到了这一点：

“这一切研究的目的在于使善于思考的人感到欣慰，尤其是在于减轻和加快人的手工劳动。他们的确从不失去良机来把遥远国外的罕见事物纳入自己的知识和实践范围。但是他们仍然承认，他们最有用的知识来自普通事物，并且是他们使这些事物的最普通处理方法多样化的结果，他们并不完全摒弃单纯知识性和理论性的实验，但是他们主要目的是研究应用后就能改善和促进目前手工工艺方法的事物。有些人也许注意到一些比较不体面的工作。虽然他们乐于对操作方法加以批评，他们却能够拿出他们成立组织后头三年的成果，其数量比欧洲任何其他学会在长得多的时间里所获得的都多。的确，象他们所从事的这种事业往往得不到鼓励，因为人们一般都喜欢哲学中讲得天花乱坠、离题万里的部分，而不是喜欢哲学中实实在在的部分；然而由于这个学会而是在最富于求知欲望的时代中成立的，它受到了许多主要显贵者以及各界最有地位的其他人士的帮助。他们都对之捐助和亲临其会议，不过我所以进一步相信态度较为严肃的人们对这个学会怀有真正敬意是因为：有几位办事认真的商人（他们的目的是取得所有权，这是人世事务的指导原则）已经冒险投入了相当多的金钱，以便实现某些学会会员所设计的东西，而且在一百个庸人之中没有一个相信他们这些事业是可行之时，却继续坚定地赞同这种努力。还应该说：他们还具有自己所特有的优点，即他们很多人是交际家和商人。这是一个好朕兆，说明：由于商界人士大力参加创办学会的活动，他们的尝试会使哲学从言语化为行动。

我不应该不提到这类帮助中特别慷慨的行动。这事和我本人更有密切关系。这便是约翰·卡特爵士为举办本学会管理和指导的促进机械技术的讲座而慷慨解囊。……这位先生清楚地看到了：生活的技术囚禁于机械匠自己的黑暗工场中时间过长了。要末由于无知、要末由于私利，它们在那里得不到发展；他已经勇敢地把它从这些不利的条件下解放出来了；他不但施惠于该行业的从业者，也施惠于该行业本身；他作出了无愧于伦敦市的工作而且还向这个世界主要商业城市指出了改进商业的正确方法。”——摘自《显微学》序言。

那时是商人势力上升的时代。今天，虽然金融集团处于控制地位，商人已经被工程师和行政管理人员所取代了。不过一旦取消了这种控制，这些人和体力劳动者都将在科学院占有自己的地位。在这以前就这样做，等于使科学院更加紧密地依附于金融利益集团。目前这个集团是抑制科学的主要力量。

气因为年龄而减弱，就可以把自己的干劲发挥出来。这个办法难以实行之处在于：如果这种院士一直在科学院里呆下去，机构就会变得十分臃肿。把科学院组织和指导职能，同院士们所进行的个别科研工作，尤其是授予荣誉的职能分开来，可能是有好处的。目前，可能有三分之二的科学院院士除了继续做自己的工作之外，什么也不想干，而且把自己的院士资格看作是一种荣誉或者对自己科学贡献的一种奖赏，而不是把它看作是指导整个科学发展的机会。我们希望，当科学和社会更加密切地结合起来的时候，这类人的比例会下降，不过他们总是会存在的，也许值得为他们另外设立一个学会或者在科学院中另设一个部门。其成员资格将是单纯的荣誉，不负任何责任。同时，向他们保证充分支持他们的一切科研工作。用某种这样的方式，就可以把官方机构中存在的、迄今几乎被认为是自然法则的那种迟钝和缺乏主动性的局面改变成一派热气腾腾，积极促进科学进步和社会福利的局面。

选举形式 不论科学院的具体职能如何，科学院院士的能力是关系重大的。这就使任命他们的方法更加重要了。迄今委派院士要末是通过原来院士的协商——在皇家学会中，是由核心会议来协商决定的——要末象旧的法国皇家科学院那样通过政府任命，但通常还是根据院士的意见来委派。两个办法都能保证传统的连续性和一定的成就标准，但是也过于重视年龄和正统资格。当科学在国家生活中不起什么重要作用时，这种办法是很好的。科学院成为一个俱乐部；如果有人不喜欢它或者不能加入，他们完全有自由设立一个与之相竞争的单位。有人就在一定程度上利用这种自由，设立了一些专业科学学会和英国促进科学协会，但在英国，皇家学会尽管偶尔也有几个时期是处于麻木不仁的状态，至少从来没有人不把它看作是自然科学的代表机构。

现在科学既然成为一支在社会和经济生活中起主导作用的力量，就不能再接受这种狭窄的遴选办法了。不但需要有学问和有声誉的人，而且也需要实行家和目光远大的人。最简单的新办法莫过于由全体有资格的科学家民主地直接选举终身院士或有一定任期的院士。可能有人反对说，这会使科学界容易产生争夺选票和开展派系斗争的弊病。这种情况也许会发生，然而其后果不见得比今天科学界中盛行的阿谀奉承之风更糟。一个更为严重的障碍是：大多数科学家既无作选举人的能力，又对此不太感兴趣。可以根据学科把科学院分为许多部门来克服这个困难，但是这又会使现有的各科分家状态继续保持下去。另一办法是把科学院依照年龄划分若干组，组与组之间人数有一定的固定比例，院士候选人和选举人都是小组的成员。另一个办法是皮里博士提出的相互选举办法。这个办法既有民主选择的好处，又可以保证被选者具有学术能力。按照这一办法，不是由全体科学家，而是由大约二千名选举人的集体来选举科学院院士。他们是由于自己的一般科学工作能力由科学院院士自己挑选出来的。这样科学院便能代表当代积极而肯负责的科学家们。某种这样的办法加上工作年限规定，再把科学院的荣典职能和它的本职职能划分开来，理应可以使科学院成为科学工作的适宜的总的指导机构。

技术—科学研究所

技术—科学研究所是比较新近的概念。它在英国还处于极其初期的阶段，虽然多年来这种研究所在欧洲和美国科学界已经起了重要作用。它们的起源不一；部分地产生于大学的各系和各技术学校，部分地产生于政府各科学部门、部分地产生于大工业企

业的研究实验室。虽然所有这些研究所都是分别存在的，不过已经可以看出：在科学院和大学所代表的基本研究以及工厂和政府部门中的实际应用科学之间，设置某种中间性联络组织，是有其特别的好处的。在这方面，设在达莱姆的规模巨大的威廉皇帝研究所是世界其他地方的学习典型。这主要是因为这些研究所标志着人们认识到：有必要明智地有组织地把科学应用于整个工业而不是用于个别企业的生产。英国的相应机构，即国立物理实验室的一些研究所也起了类似的职能，不过迄今内部主动性还太差。

科学界和工业界之间的双向交流 技术—科学研究所的一个职能是充当基础科学及其应用之间的双向交流渠道。在工业、农业和医学中产生的问题首先向它们提出。这类问题的直接表现形式是怎样生产某一产品或者怎样避免某种缺陷和疾病。研究所要么应用已知的科学原理解决这些问题、要么把这些问题变成一些基本问题，提交科学院处理。与此相反的过程也将属于它们的业务范围。它们的任务是，探索基本科学研究成果的实际应用方法，并且把这些方法加以发展，以便可以交给工业实验室、农业试验站或者医学研究中心。

研究所和新生产 迄今，除了在苏联之外，技术研究所的这种积极职能到处受到抑制，因为实际利用最终可能获利的发明是工业企业家的特权。一个独立的研究所，如果提出一套新的生产方法，要么就得独立进行生产、要么就得出售专利权，要么就得把新方法的使用权转交给一家或多家厂商。这样做实际上等于使它自己变成了这些厂商所属的实验室的一部分。在英国，我们已经谈过，科学与工业研究部的研究协会主要是执行后一种职能，不过正由于这个原因，它们就无法承担技术研究所的更广泛的职能。一个技术研究所的价值将主要取决于它在与工业保持密

切联系和维持高标准的科学质量方面能做到什么程度。它应当能够从合理的立足点通观整个工业,不仅要考虑怎样改善生产方法,而且还要从整个工业观点考虑是否有必要采用任何一项生产方法的问题。在这里,这种研究所的职能和一个竞争性的工业制度也极难相容,因为任何可能改变工业结构的建议都意味着利润天平在某些企业和其他企业之间有所偏转,因而在实践中不能不受到阻挠。

人员 技术研究所的人员需要对等地从科学界和工业界中抽调,这样就有相当多的人员流动和交换的机会。研究所的整个积极职能将取决于它们是否能抓住并发展新设想;这种新设想往往来自这个工业本身直接范围以外的领域。它们应当有助于打破研究学术的科学家和研究应用的工程师之间目前存在的隔阂,使他们可以进行对彼此都有利的意见交换。此类研究所的可能的安排见于图表一,任何具体安排的价值都只能在实践中看出来。我们还应当进一步强调指出,任何安排都必须具有极大的灵活性,容许把现存研究所拆散并成立一批全新的研究所,并且容许把那些已经超出其最有用的期限的研究所结束掉或并入别处。研究所总的安排分为四个部门:物理、化学、生物和社会学。

物理学部门和化学部门 在物理学部门和化学部门里将有两大类型的研究所,可以称之为方法类型和系统类型,或者可以更简单地称之为关于生产方法的研究所和关于材料的研究所。第一种将包括一切处理各种材料以达到一定目的各类工程。第二种将涉及对材料本身的研究工作;涉及材料的来源,这又将涉及矿业和为工业提供原料的农业部门;涉及材料的生产和加工以及产品的利用。迄今处理这个问题的办法还完全是具体问题具体解决。碰到问题随时处理,很少对整个工业进行调查,以便把它置

于合理的基础上。无疑，如果能完成这种调查并把调查结果付诸应用，就会实际造成一场新的工业革命，而且社会效果也会大大增加。

286 **生物学部门** 生物部门，不论是它的农业方面以及医学方面，都将从这种合理化中得到巨大好处。事实上，由于它目前的组织处于特别紊乱的状态，使它所掌握的数目比较不大的经费大多浪费掉，所以它所得的好处就更大了。除了把已有的农业和医学研究机构加以扩大和合理化之外，还需要设立一整批新的研究所，以便处理工业科研中迄今被忽视的方面，即直接消费的方面，可以把这一切全都集中在一所家用工程学研究所的周围。这个研究所将从事营养和烹调，衣着和家俱、住房和家务劳动的科学研究，不是从销售消费品获得利润的角度，而是从安排一种生活方式的角度来考虑这一切。这种生活方式不仅是健康的，而且摆脱了目前半传统性的半科学性的家庭生活组织的浪费和无效率状态。

社会学研究所和规划工作 社会学技术研究所将开辟崭新的局面。它们实际上将研究整个规划的问题，即如何发展人类社会，以便促进普遍福利和实现物质上和文化上最迅速和最和谐的发展。城乡规划、工业地点规划、人口控制和分布规划、劳动条件和教育规划等等整个问题都将属于它们的研究范围(参看边码第378页)。它们当然将仅是研究机构，既没有立法职权也没有行政职权。中央或地方政府将征求它们的意见，根据政治或经济情况予以执行或不予执行。可以希望，随着时间的推移，这种建议会变得越来越容易接受，研究所就其科学方面而言，实际上就将变成规划机构。应特别注意“就其科学方面而言”一语，因为在这里无意要科学取代群众在社会发展问题上的取舍权。这些社会学研究所能做的只是指明可以最有效地达到某些目标的办法。它们还将为

一些可供选择的社会组织方法提供基础,并将让群众来决定取舍。

工业实验室和野外试验站

科学组织形式的最后一个环节将是工业实验室和实验工厂、野外试验站和医学研究中心。科学和生产之间在这里发生有效接触。目前在一定程度上已经有了这类实验室,不过它们的工作范围过于狭窄,实际上不过是做一些常规测试工作。应当把它们变成总的科学规划的基本部分,因为科学正是在它同实践的关系方面最能作出贡献;如果这种实验室充满热切希望密切注意每一个预想不到的现象,并且热切希望把每一项新的科学成果加以利用的工作人员,其结果一定对科学和生产都同样有好处。在某种程度上做到这一步的办法是比目前频繁得多地更换人员。所有科学家都应该有机会用一部分时间在这类实验室里工作,而工业和农业科研人员也应该用更多的时间在大学和高级研究所工作。 287

实验工厂 但是我们需要做的还不仅限于此。迄今,科学大体上一直只是现有工业生产过程的附加物。它必须成为其必要组成部分,而只有让科学承担起积极得多的职能,才能做到这一步。应用科学的主要困难之一,是怎样把小规模的经验变成工业的经验。这需要有一个中间形式。在某些最大的工业的实验室中,已经出现了中间阶段的实验工厂。在这种实验工厂里,人们在半技术的规模上推行一些工业生产方法,并把这些生产方法置于受过科学训练的人员管理之下。有必要把这个制度大大加以发展和扩大。在通常生产进程中,由于经济因素限制,不能随意变动现有生产方法,然而对本身本来不经济的生产方法加以发展却往往可能产生效率更大的新生产方法。必须提供某些手段以

克服这个困难。迄今人们利用商业循环的波动，极其缓慢而效率低下地在这方面做了一些工作。在繁荣时期，企业有力量进行试验而且它们试验的新生产方法在日益兴旺的市场中有相当可能成功。在另一方面，在萧条时期，人们力求降低生产成本和节省劳动力。其结果当然是：当新生产方法果真成功时，大家纷纷赶忙去发展它，因而造成过度的扩展并使较老的生产方法的设备遭到废弃，后果极坏。通过合理使用实验工厂，就能避免所有这一切。在实验工厂的经营中，经济成本和利润并不能成为一个限制因素，不过当然总是要对经济成本和利润加以细心的考虑并把这些作为衡量成功的尺度。这样就可以渡过发展新生产方法初期的不经济阶段，以便在经济上和技术上都适宜的时刻拿出新方法。这样就可以避免设备的迅速废弃，因为如果在一种生产方法本身的技术还处在迅速发展阶段就把这种生产方法投入商用，才会造成浪费最大的设备废弃。而在这里，这些阶段将在实验工厂里渡过。

288

野外试验站 野外试验站将成为农业中的实验工厂。遍布全国、相互联系并且和上级农业研究所保持联系的试验站网，可以同样执行研究和试验的双重职能。在许多国家，这种试验站网的确存在，虽然其规模很小。不过它们在为一个自觉地制订出来的、平衡的农业规划服务的时候却缺乏协调。它们尤其缺乏执行职能，因此不能够使自己的工作的具体成果立即变成普遍的耕作方法。而且，我们应该明白，科学需要向农业耕作方法和传统学习的地方并不少于科学可以对农业耕作方法加以指导的地方。迄今，由于农业科学的人力财力不足，这种学习还只是零星的。不过野外试验站网可以收集这种知识，把它们加以整理，把一个国家的做法和另一个国家的做法加以比较，从中发现成功的做法的科学原理。

医学中的基层单位将是医院的实验室和保健中心。它们通过

实际接触，足以打破实验室、诊室和普通开业医生的经验之间的隔阂。它们的作用之一显然将是收集可靠而有意义的生理医学统计资料，经过高级医学研究所对之加以分析就可以作为真正充分了解公共卫生情况的基础。按理也可以通过它们去检验新药物和治疗方法。这要比现在的偶然的办法远为迅速而安全。不过，这种做法和目前状况的主要差别将在于它们需要拥有权力，以便保证经过检验的方法能有效地用于实践，不仅在药物和治疗方法问题上是如此，而且在提供有利于健康的生活条件的问题上也是如此。这样，就可以一劳永逸地杜绝使用无用的或有害的专卖药品及食物而破坏健康的现象（见边码第 154 页）。不过要详细论述它们的职能是无用的，因为这些职能非常有赖于全面改组医疗业务，以便普遍促进人们的健康和福利，而不是单单治疗疾病而已。

应用研究的性质 我们当然应该认识到，技术科学和基础科学的发展将仍然包含很大的偶然因素。由于这个偶然因素，过去那种根据成果来支付酬劳的对待科研的态度对科学说来是特别有害的。我们所以说值得进行科研并不是因为花在某项科研上的每一便士都会得到相应的利润，而是因为花在一些不同的科研项目的总金额会导致真正经济上的发展，而上述科研项目的大部分 289 则可能是毫无成果的。

控制设备废弃 目前设备废弃是应用科学的一个祸害。只有在象二十世纪初叶的美国那样迅速发展的国家里，才能用那种最粗暴和最无组织的方式来处理设备废弃问题。我们眼下可供选择的两个办法，要末是延缓整个工业发展和科学应用于技术的进度，要末照这里建议的某些方针使其合理化。第一个办法不但意味着失去了科学可以向社会提供的好处，而且也肯定意味着窒息科学本身的进展。因为限制了科学成果的应用，我们就不仅中断

了科学研究的经费来源，而且也切断了由于同工业进展有密切关系才产生出来的新设想的来源。只有建立了一个统一和合理的科学组织结构，把最抽象的科学直到最具体的应用都包摄在内，我们才能保证科学和工业都能同时和谐地发展下去。

资本主义制度下的科学应用

不过，要是认为把工业中应用科学成果的方法加以合理化就可以很容易地适应垄断资本主义的条件，那是荒谬的。即使工业的指导人采取了明智的行动，也不能消除多少目前妨碍科学成果的应用的各种因素（这些因素在第六章中已经论述过了），而且这种行动无论如何是不大可能采取的。行业之间与国际间的竞争以及垄断性限制带来的利益是不容易根除的。一旦有了新发明，在似乎不存在竞争危险时，人们就想制止费钱多的技术改革，当这种危险一旦出现时，又想加紧进行改革。这就会加剧技术改革出现的天然无规律性。不过斯坦普勋爵却提出有力的论点，认为：科学成果的应用的主要困难是内在的，和经济制度的类型无关。在他所著《社会调整的科学》一书中，他认为：正常的技术革新必须以有关行业劳动力再生产的速度为限度，否则就会发生严重失业和资本损失的现象。在人口静止不变或下降的情况下，这就意味着要大大延缓目前科学成果应用的速度，而不是按照人类的需要和科学力所能及的程度大大提高科学成果应用的速度。

社会主义和科学发展的条件 这个论点的推理是很完善的，但其前提却需要加以审查。斯坦普勋爵自己也表示：只有通
290* 过过去存在过，但现在已经不再存在的四个因素的作用，才能大

* 原书 291 页为注释，中译本改排为脚注，页码从略。——编者

大地提高速度。这些因素是：(1)需求具有伸缩性；(2)迅速采用新发明；(3)人口增加；(4)海外出路。现在其中只有第二因素有赖于科学和工业的关系，然而这种提法却无论如何显得有点怪。不过我们几乎可以肯定，人们可以通过在这里叙述的组织形式做到迅速采用新发明。我们有可能通过缩短现有的应用过程，高速度地制出节省资本和劳动力的设备，使一方面的损失可以被另一方面的利益抵补而有余。不过我们可以同意：这个因素本身在资本主义条件下，将不足以促进工业的迅速改造，因为总的利润几乎没有什么变化。起决定性作用的将是斯普坦勋爵认为固定不变的其余三个条件的变化。现在没有人否认：在资本主义条件下，人口是无变动或者下降的，由于大多数人无钱可花，以致需求没有伸缩性，海外出路也正在迅速断绝之中。的确，正如斯坦普勋爵极力在另外的地方指出的那样，在物资充沛情况下谈论贫乏是无意义的，因为人们——在目前制度的框子内——正在生产凡是可以生产的一切东西。只有改变这种制度并使生产为大众所利用而不是为了私人利润，才能具备他所提出的那些条件、才能迅速提高科学应用的速度不至于联带引起失业和经济不稳定。一旦形成了社会主义国家的联盟，实际需求就会立即上升。首先上升的是对生产资料的需求，接着上升的是对消费品的需求，而非工业化国家中的绝大多数人的经济落后和赤贫状态恰恰会造成对一切生产资料、特别是对农业机械的需求。这将会远远超过十九世纪的商业时期。目前世界百分之九十五的人口对食物、衣着、居住等最起码的生活必需品的自然需求受到了经济制度的限制。一旦把这个需求解放出来，就需要以尽可能快的进度来发展生产技术，才能加以满足。

第十一章 科学交流

单是行政或财务改革还不能解决改组科学的问题。还有必要全面改组科学交流的整个机构。在科学部门中，交流工作的确取代了其他部门中的不少行政工作。按照过去关于科学的概念，交流是科学家之间唯一的桥梁。科学界完全是由出于自己爱好进行研究的个人组成的。他们仅仅需要知道他们的同行正在做什么就可以了。不过在当时，科研工作者人数极少，有相当可能获得这种情报，而在今天我们已经明白（见边码第 117 页以下）科学情报数量之多已使其传播成为巨大问题，现有的机构完全不能应付。除非采取某种措施，我们就将面临知识一经获得就立即无用的局面。保证一切新观察到的现象和新发现都能够发表显然已经不够了。得从另一头来看待这个问题；我们应该有把握地做到使每一个科学工作者，还有普通公众的每一个成员，都正好获得对他的工作最有力的情报，而且只是这样的情报。这就需要极为认真地考虑解决科学交流的全盘问题，不仅包括科学家之间交流的问题，而且包括向公众交流的问题。设法补救现有的弊病是不够的。东修西补的办法，由于节外生枝，实际上可能是害多利少。这个问题可以划分为提供专门资料 and 提供一般资料两个部分；第一部分涉及科学出版物本身的职能和科学家之间个人联系的其他手段，第二部分涉及科学教育和科普工作。

科学出版物的职能

目前科学成果发表的方式主要是依靠三万三千多种科学期刊。我们已经指出，这个方式是极不方便，浪费很大的，由于费用浩大随时有垮掉的危险。我们可以用什么来取代它呢？科学出版物的主要职能是传达关于已经获得的知识的情报，但是，事情很清楚，虽然某些科学工作者需要获悉某些情报的详细内容，但是任何一个科学工作者即便对大部分的情报有需要，也仅仅需要知道其轮廓。一个完善的交流制度在原则上应由下述三个方面组成：对详细报道实行限量发行的发法，对摘要或文摘实行范围较广的发行办法，并且经常出版综述任何一个特定领域中最新进展的报道或专题文章。在这背后，还必须建立随时可以查阅的档案，可以从其中了解过去的研究情况。这个问题本质上是一个如何选择单元和如何适当地安排其发行和保管的技术问题。大商业企业或邮购商店每天都是在解决这个问题。为了知道怎样才能加以解决，有必要更详细谈一谈这些单元及其可能的发行方式。 293

发表单元的种类 第一种是笔记。笔记中记载的也许是一个科研工作者在一周或一个月中的工作成绩。这可能是进行了某种新的测试方法，纠正了某种旧方法，或者证明了某一问题。这个问题可能在某项别的研究的过程中出现过，但由于其本身的原因却值得注意，如果把它并在内容较多的论文中发表，就容易被忽视。当然应该把这种笔记同关于刚刚证明了的具有相当重要性的发现的通告区别开来，或者和某种猜测性的观点或有争论的论点的报道区别开来。严格说来，这些都不是已经完成了的工作成果，而仅是在进行中的工作的一部分，需要另外处理。紧跟在

笔记后面的，是有关个人或小型的联合科研工作的“论文”。到目前为止，它是科学交流中的最常见的基本单元。记载的是四分之一到两个工作年^①的成果。接下去的是一个日益普遍、但却没有适当名称的类型；这就是关于三名至二十名科研工作者进行了长达十年之久的联合研究的叙述。各个工作者的贡献如此密切相关，以致最可取的发表形式显然就是写出有连贯性的共同报告。根据所耗的时间，这可以是长长一系列文件，在需要对材料进行加工的情况下，也可能是单独一篇长篇论文或者专题文章。

接下去的一个类型是关于任何一个特定科学领域的进展的报告，虽然它可能是由一个人或少数人编写的，却记载了一千个工作年以下的任何工作成果。这类报告如果内容简短，可能是以专题文章形式出现的有独到见解的科学著作。这和用以授课或作通俗说明的教科书不同。后两种出版物有别于报告的地方主要在于：参加合著者人数较少，而且其中所写的意见相对来说必然是个人看法和不那么慎重。这些类型的出版物由于具有永久性质需要放在科学档案中。除了这些发表形式之外，还有通告。它虽然属于暂时性质，不过对眼前科学工作的进行却具有同样的重要性。通告包括关于新发现的公告，关于实用的和理论性的新技术的论述，关于会议和讨论内容的报道以及比较涉及私人的科学新闻。

迄今提到的各种类型出版物大部分仅在一个学科范围之内使用，换言之，就是在每一个人都理解对方的术语和论点的范围内使用。在这个范围以外，日趋重要的还有目的在于解释某一门科学最新进展和技术，以供另一门科学借镜的出版物，以及把若干

^① 一个工作年是一种计算单位，指一个科研工作者一年的工作量。——译者

门学科加以综合的著作。这种综合足以把几门学科结合为一个整体，上世纪物理学中的伟大综合就是这样。

发行的问题 需要保证各种不同的科学情报得以发表并且发行到可以从阅读中得到最大好处的人手里。从表面看来，这似乎是一个明显的技术问题，不值得讨论。不过由于这个问题一直得不到解决，人们甚至没有感到存在这样一个问题，因此，就有必要加以讨论。除开单纯的保守和既得利益集团以外，最重要的内在困难是科学的范围过广，牵涉的科学工作人员人数过多以及他们发表工作成果的速度过快。在这种情况下，单单予以出版是不够的，目前出版的东西过多，科学工作者读不胜读，甚至连和自己眼下的研究有关的一部分资料也读不完。然而这主要还是由于缺乏组织，以致他们实际上不得不去阅读大量无用的资料，以期碰巧发现一点有用的东西。我们要建立的一种组织是这样的：每一个工作者理应可以得到一切有关的资料，而且资料数量还和有关的程度成比例。此外，工作者不仅可以获得资料，而且还不需要研究人员采取特别步骤，大部分资料就可以送到他的面前供他使用。这就意味着要建立一个系统，或者说服务体系，来对科学情报进行记录、归档、协调和分配。实际上各国科学家已经考虑到这种方案了。^{*}华盛顿的科学服务处的文献部已经进行了最精细的研究。它已经相当具体地为美国，归根结蒂也是为世界各国制订出完备的科学服务机构规划。（参看附录VIII）这里所提出的建议部分是以这份文件为根据的，不过在不少方面也 and 它有出入。

以发行服务机构来取代期刊 所有的方案都一致主张要改

^{*} 俄国的菲德罗夫斯基和荷兰的冯·伊特生对这一问题很感兴趣。

造而且在很大程度上要废止一切现有科学期刊，至少也要废止那些以独立的论文或专题文章为主要内容的期刊。除了我们已经论述过的重复和缺乏协调的问题以外，出版这种期刊显然是一种分配大量科学情报的效率低下的方法，虽然它们在早期是很有价值的。那时每一个科学家都能把一切现有的科学出版物阅读一遍，而且感到多多益善。目前个人订购科学期刊很少能阅读其内容的百分之十以上，但是图书馆订购的书刊却几乎总是同时有十来个人要看。明显的解决办法是把单独发表的论文本身作为科学家之间交流的单元。

这实际上是由于科学家相互之间私下分发此类论文的复印本而自发形成的一种笨拙而费钱的做法，实际上是恢复过去的科学通信制度。目下做法所以花费大，是因为出版份数少，印刷费用贵。这种做法所以效率不高，部分是由于采用这个方法的科学家人数不多，部分还由于这样做的人根本吃不准谁会对他们的论文感到兴趣。因此，他们就无法把论文送给许多可能对论文感到兴趣的人，而且实际上却往往把论文送给许多只会把这些复印本丢弃的人。总之，由于复印费用和邮资往往由科学家自己掏腰包，这个做法从来没有可能发展到需要达到的规模。合理的方案是使发送论文——不再是复印本——成为科学交流的主要方法，并且要组织一个编辑和分发机构来执行这个任务，以代替现有期刊的许许多多编辑部。这些论文的大部分将送交真正的科学工作者，不过当然还有一些份数是要送给各实验室的。各实验室可以根据某些合理的和预定的制度将其装订起来，还有一些份数将保存在档案室内。

直接影印复制 在这里产生了一个技术问题。如果照目前做法把论文复印的话，那么所节省的将仅仅是编辑室费用，但是

论文并无非印出不可的理由,而且有许多理由说明我们可以利用现在为了其他目的逐渐采用的较新的方法,特别是打字原稿微型照相法(见边码第377页)以及照正常尺寸加以复制的方法。据估计,如印数少于二千份,印刷费用要比影印为贵,而大部分科学论文的读者是达不到此数的。即使当科学刊物出版数达到此数时,读者人数也是达不到此数的。不过美国的调查特别说明了影印还有另外两个好处,第一,用以复制论文的微型底片或胶卷所占空间比普通文件少得多,所以就更容易保管,更便于归档。这样从保管便利和查阅便利两点看来,它都是最好的一种档案。把现代商业归档方法应用于科学论文,举例来说,就有可能借助自动化机器把同一切研究有关的实际论文编成完整的文献目录。这样就节省了学者的研究要花费的无数年月。从科学观点看来,学者研究耗费的这些时间纯属浪费。

这个制度将如何进行工作 这个制度的工作方式大略如下:任何学科的科研工作者都可以把论文交给出版处,然后就象目前一样再交给一个从事审查的编辑部,经通过后即加以修改或原封不动地影印。然后立即向所有图书馆以及向一切有关的科学工作者分发若干份复印本。这些科学工作者已经先期交来卡片,在其上面注明自己希望获得某某领域的复制论文。还有一些份数是送给另外的一些由于下文所述方式看到了报上的通告而请求发给复印本的人。然后把原稿或底片收存,以后即使经过多年,也还是可以随时在用户请求之下印制复本,这样就可以象印制首批复印本那样方便地立即进行复制。虽然这种制度初看来似乎比现行制度复杂,实际上将更有条理、更经济。目前使许多科学家深感不便的大量单纯技术性的编辑工作,将由一个小小的中心办事机构有效地加以处理,因而有可能以同样的费用出版比现在多得

多的论文，假如打算这样做的话。特别是，一些论文由于篇幅过长或者由于具有其他费钱的特征以致在目前无法出版，在这个制度下予以出版却不会造成什么特殊的困难。

摘要 不过出版和发行科学论文的办法也只是科学出版工作总方案的最重要的一部分。虽然根据上面扼要讲过的制度，有关论文将主要地、而且仅仅送交对论文感到兴趣的人。一些重要论文仍然有可能整个地遗失，即令仅仅是有这种可能。其结果就会象上面已经谈过的那样，使科学发展由于缺乏可资利用的情报而受到阻碍，在现行的制度下这个缺陷自然在程度上就更加严重得多了。目前是以编写摘要的方法来补救的。可是现行的编写摘要制度有不少缺点。首先，虽然人们力求使其合理化，不论在国内和在国际上分别出版的摘要期刊都还嫌过多，而且这些期刊的质量一般都不高，一篇论文可能被反复多次作过摘要，其他的论文则可能完全被漏掉，至少在两三年的时间内被漏掉。

只编一套摘要当然可能是过于简单化了，因为摘要使用者可能从很多不同的观点来阅读论文，例如，一个化学家对于一份生物化学论文的摘要的态度会不同于生理学家的态度。但是只要适当照顾到不同的观点，就可以使摘要制度统一起来。一般可以由作者自己写出论文的主要的摘要*，不过为了划一起见可能有必要加以修改。只有涉及一门学科以上的论文需要编写另外的摘要。不要以书本的形式来提供摘要，因为书本本身还需要有索引，而且在书本中，摘要是部分按照主题排列、部分按照发表先后顺序排列的。倒不如直接使用卡片制度，设法把整套摘要卡片送交图

* 人们往往认为：作者最不善于为自己的文章写摘要。不过要求写出详尽概要的做法日益普遍，说明他是能够为压缩自己的著作提供一些帮助的。

书馆和研究所，并设法根据主题进行挑选以便发给要求取得摘要的科研工作者。这当然会使摘要数目比选寄给同一些科研工作者的论文多得多。如果摘要是由负责处理论文的同一机关来编写的话，就可以减少邮费，而且因此增加的总费用一定是极少的。

报告 剩下的问题是把科学交流的单元汇总起来，换言之，即编写各种各样的综合性文章，尤其是专题论文和报告。在这个问题上，只要扩大目前的做法可能就够了。许多科学学会都发行年度报告。我们需要做的仅是把这个做法扩大到整个科学领域，并且使同一或有关的学科的不同报告协调起来。这种报告具有很大的重要性，而且这种重要性必然会与日俱增。为了跟踪科学的进展，将有必要日益倚靠它们给予指导。然而不但科学家，连技术人员和行政管理人员也需要利用报告。也许有必要设立一个专门机构来进行编纂工作。很可以采取斯坦普勋爵在《社会调整的科学》一书中所提出的方式： 298

“第三个总的措施是推广这种做法：由每一学科的负责机构来定期检阅本学科的邻近腹地。它们应该在每一阶段列出他们心目中的本领域的主要发明和改进。应该把这些发明和改进区分为已经直接地或通过另一门科学在社会领域或在经济领域得到实际应用的两种类型。应该对每一项发明引起失业和形成新资本的效果加以估计，还要估计被取代的一切就业人员和资本以及工业位置的变动。人们大概会发现，一个共同的统计技术机构会为这些专门的调查提供便利，而且肯定还需要一个这样的机构来把这些调查资料加以整理并纳入全面综合中。某些科学例如天文学和数学，其全部“成果”只能间接地通过物理学来应用。不过根据一个共同的时间表或是根据需要经过协调取得一致意见的问题调查表来工

作，会使专家产生一种社会意识。这对他以后的工作将有极大帮助。在开头时，这种工作将会是粗糙的和梗概式的。不过问题在于：有关的专家可以作出不可缺少的贡献，而他们自己也可能从中得益不浅。”——《社会调整的科学》斯坦普勋爵著，第四章，第149页。

在专题文章和独创性的科学著作问题上，所需要的改革就更少了。在这里，问题与其说是还要进行技术性的改革，不如说是要实行统一的编辑政策并保证说服有资格的作者每隔一定的适当时间都能写出一些有关他们的学科的著作。对于教科书，也应该作出类似规定，因为只有这样，才能使教科书的水平，因而也是整个科学教育的水平跟上时代。在过去，不朽的《德国手册集》就在某种程度上履行了这个职能。这些手册认真地及时记载了每个领域中科学进展的细节。即使在现行制度下，也应该有可能通过各出版商之间的协议，做到把用英文记载的科学成果同样包罗无遗地收集进去，不过人们可能希望其篇幅略短一些。只有以纪事期刊形式出版的一类科学出版物需要保留下来，即象《自然》杂志这样的类型。它将以笔记形式报道最新科学消息，不但报道新发现，而且也报道新实验室和行政改革的消息，同时反映科学和更广泛的社会问题之间的关系。

控制弊端 我们在提出一个合理的科学出版组织形式的同
299 时，还必须正视这种变革所可能带来的危险。科学出版工作可能有两大类弊端：一种是“滥”，即容许出版大量不正确或价值可疑的资料；与此恰恰相反的危险是“严”，以致妨碍了可能有极大科学价值、但在初次发表时可能和正统观点不一致的资料的出版。可能有人担心，任何企图把科学事业加以集中的做法都会增加这两种弊病中的某一种弊病。其实要是处理适当，这理应是能够消

除这些弊病的。

譬如说，我们并未建议把出版工作的编辑职能交给永久性的行政班子。他们将仅仅充当论文作者和在目前制度下担任科学期刊编辑的人们之间的桥梁。编辑们怎样才能很好地完成他们的职能其实是一个人选的问题，因而这多半要取决于科学家本身的组织方式。特别是青年人在这问题上应当比目前有大得多的发言权。总的说来，将来的趋势是灵活，因为发表一篇质量差的科学论文的害处要比压制一篇怪癖但却可能有价值的论文的害处小得多。在新的制度下，无用的论文是没有人要的，它们不至于塞满科学期刊的篇幅，也不会使这个制度不适当地多花钱，同时它们的最终价值将在定期的批判性报告中加以判断。原则可以是，一篇论文只要在编辑部中得到任何一个成员的赞同，都应该发表。

为了替存在大量科学期刊的现象辩护，常常有人断言：在目前情况下，一门新学科或者对建立已久的老学科所持的新看法，不可能期望在现有的期刊中得到应有的赏识，所以一些热衷于此道者就联合起来，另外创办新刊物。在这里，用经济得多的办法也可以达到同一目的，那就是在遵守这些规则的编辑部中为新学科的代表安插一个地位。单单为了制止科学出版物的泛滥，大可以采用加倍发行某些论文的办法来消除目前在若干不同期刊中同时发表同一论文的弊端。譬如说，如果论文中包含大量有价值资料，但其大部分内容只有少数人感到兴趣，可出版份数不多的全文，另外出版缩写本以供普通人阅读。只有某些中心档案室才需要收存所有论文的全文。所有这些论文都可以用微型胶片加以复制和妥善储存，做到即使遇上战争或地震也不会毁掉，或者至少做到某些整套资料有保存下来的可能。

只有通过在职的科学工作者和出版工作者的最密切联系才能 300

从根本上防止上述任何一种出版工作的弊端。出版机构将越来越成为科学工作者之间的一种方便的邮局，发挥同直接的个人联系和同一研究所各科学家之间的资料交换一样的作用。

出版机构所提供的可能性之一是，有可能使科学家经常获悉在有限领域内正在进行的工作。这就会消除不必要的重复工作并且提供获得大量情报的捷径。在目前，嫉妒和渴望优先得到情报的因素也许可能破坏这样一个制度，不过一旦把科学工作好好组织起来，而且有充沛经费，这种态度就会在很大程度上消失。出版组织决不会支配科学，而只会为它服务。

眼前的可能性 出版工作合理化的建议和这里所提出的大部分其他建议不同的地方，在于它更容易做到。这部分是由于它在初期不需要很大开支，而且经过一段很短的时间后，就会证明是更加经济的办法，这部分还由于它并不会使科学、国家和工业之间的关系产生什么变化。阻碍采用这个制度的困难倒是如何结束旧制度并另起炉灶的问题。出版商在科学出版物方面有一定的既有利益，但是除开教科书之外，他们从科学出版物所得的利润是很少的，而且在新制度下，可以答应出版商出版更多半技术性书籍和科普书籍以作为补偿。这类书籍肯定会随着国内科学出版制度的合理化而增加。同时还可以利用他们来建立新制度的行政管理部分。

一个更为严重的困难在于经管主要科学出版工作的现有科学学会的反对。虽然在大多数情况下，这种出版工作是学会的严重经济负担，然而在许多情况下，它却构成它们存在的主要理由。人们也可能单纯由于感情的原因而反对取消科学刊物。不过一旦人们明白了，现行制度已经严重阻碍了科学的进步而且可能在不久的将来把它完全窒息，而新的制度则会几乎立即使每一个科学

工作者大感方便并大大提高工作效率，这些反对理由就不再有力了。毕竟期刊是为科学服务的，而不是科学为期刊服务。如果需要的话，可以达成一个妥协办法，把某一领域里特别有价值的某些类型的论文装订在一起，使它们成为原来由一个学会掌管的期刊的继续，并且以这种形式保存在专门的图书馆和纪念档案室中，以保存传统。 301

国际上的问题

迄今，我们一直是把科学交流的问题看作是一个影响到一个清一色的科学家集体的问题来考虑，而不涉及国与国的关系的困难问题。我们已经指出过科学在多大程度上具有国际性以及科学界又怎样划分为四五个超国家的大区域。对于科学出版工作说来，这种区划自然是关系重大的。象上文大略说过的那种把出版工作加以合理化的任何制度，除非是在比大多数国家单位大得多的规模上应用，否则就不可能奏效，虽然对美国或者苏联那样的大国可能是有效的。不过，只有在它完全具有国际性的时候，它才能充分发挥作用，因为仅在一国建立合理的国家组织，就意味着在跟踪外国研究工作方面所花费的一切气力和混乱状态仍然存在，而且还要增添在国内采用一种制度和在国外采用另一种制度的麻烦。这必然会进一步使国内科学和国外科学脱节而且破坏科学的国际统一性。不幸目前国际形势并不能鼓励人们对马上实现科学的国际化抱很大信心。至多仅能希望实现某种程度的协作。即使人们越来越多地利用科学来达到本民族的目标，可供出口的剩余的东西也还是有的。这些东西，就是那些被认为不具有直接军事价值的物资，而且这些东西由于质量优良还可能提高输出国的威

望。这就可能意味着:科学的最有价值的部分将具有国际性质,而且只有它们才是可以用有组织的和合理的方式拿给别人的。

分散化 撇开目前的本民族的考虑不谈,虽然科学有其国际统一性,在大多数情况下,很可能它的组织形式,特别是它的出版组织形式,还是以分散方式为好。地理上的考虑决定,一般来说,在同一个国家中工作的人们之间的交流要比在不同国家工作的人们之间的交流更为密切,而且在任何一国中都只有一定数量的科学成果可以输到国外而得到好处。在一个理想的制度中,不会只有一个科学出版物中心交换所,而是有好几个彼此密切联系的中心交换所。对本国或本区的科学工作者说来,每个中心将成为收集和发行点。他们将把需要在其他国家大量发行的科学论文送交相应的中心。这样就可以达到最大程度的自治和国际协作。不同学科所需的国际协作程度自然有显著的差别。某些学科只有在国际协作之下才能工作。天文学、气象学、地球物理学、土壤学和防疫学都已经有了有效率的和合理的国际组织。这些学科这类组织可以立刻把出版工作抓起来。在其他学科中,这也许是不可能或者不相宜的。

第二科学语言 语言仍然是一个棘手的问题。在这个领域已经实现了某种程度的合理化。英语、法语和德语是三种最好的科学语言。不过其余国家的语言还用于各国国内流通的一切科学论文。一个合乎理想的制度将是这样的:除了所有这些国家的语言之外,还应该有一个公认的国际科学语言,起着拉丁文在科学发展的第一个伟大阶段中所起的作用。尽管有了民族主义的阻力,还是有希望通过使用英语或者基本英语之类经过简化的英语变种,来做到这一点。*毫无疑问,这种变革将会对科学产生最迅速

* 《应用科学基本英语》, C. K. 奥格登。

和最有益的影响。语言的障碍仍然是极其现实的困难。只要看一下任何一本涉及科学题材的教科书就可以明白：作者想来总是一位有训练的科学家，然而他对用本国语言发表的著作比对用外国语言发表的著作却熟悉得多了。

不过如果要等到采用了这种通用的第二语言后才进行科学出版物合理化的工作，那就不对了。要使新出版制度适应语言方面的现状按理是不困难的。每一个一国范围的发行中心将处理以本国语言发表的论文。编辑部将负责安排把一切经断定具有足够重要性的论文，以及国外有特殊需要的论文，都译成一种或所有三种科学语言。在另一方面，他们将负责安排把自己国内有特殊需要的任何论文译成本国语言。所有论文的摘要都将以三种科学语言发表。如果某些国家有足够重要的科学成果，也可以用这些国家的语言来发表摘要。报告的出版工作也可以遵照同一办法。报道科学消息的国内期刊将以本国语言出版，但是它们都将同样刊载关于有国际重要性的发现的笔记。人们当会看出：这样的制度一方面使人们可以进行最大限度的情报交流，另一面既不伤害民族感情，又不要求人们受单一国际中心的严格控制。三四个协作中心，譬如须一个设在日内瓦，一个设在美国，一个设在远东，就必然会有助于沟通各个国内中心的活动。 303

个人接触的重要性

科学交流并不全都是通过发表论文进行的，甚至也不是大部分通过发表论文进行的。一批科学工作者和另一批科学工作者之间还通过访问、个人接触和通信进行科学思想的交流，其范围要比我们所认识到的广泛得多。在不少情况下，一个实验室的新思

想，要等这个实验室变得十分有名，以致使其他科学中心的重要工作者慕名而来的时候，才能传播到这些新思想的发源地以外。现代科学的最伟大的发现有一些有赖于不同来源的思想的相互作用。只有当吸收了不同中心的思想的工作者聚集一堂的时候，才会产生这样的发现。玻尔原子理论是我们一切现代物理学的基础。它所以能产生，就是因为玻尔在德国吸收了普朗克的量子理论，以后又到卢瑟福的实验室工作，并且在那里接触到原子核的理论。这种交流的价值是再大也不过了。我们确信这种交流还没有在科学发展中充分发挥它可以发挥的作用。一个实验室的科学家对另一个实验室的同道的访问，几乎每次都会带来一项新情报或者一个新观点。这是无论读多少书也办不到的。自然，这种情况部分是由于目前出版物过多和过于混乱。不过，即使消除了这种状况，还是会有不经当面示范就无法传授的技术以及无法宣之于笔墨然而却可以通过个人接触而交流的思想。

为旅行提供便利条件 迄今妨碍这类访问的主要因素是缺乏金钱。除了应邀参加某些大会外，科学家是自费旅行的。他的薪金，特别是在他最能给人留下印象和最活跃的年头里，往往不够支付旅行费用。我们必须为科学家前往其他工作中心和在那里居住提供多得多的便利。设立休假年是这方面所采取的一个步骤，不过相隔七年时间也太长了。不同种类的科学家的需要大不相同，不过一般可以公平地说：科学家在正常的休假之外，每年在自己的实验室以外的其他实验室工作两个月是有点好处的。虽然这项费用对于科学家个人说来是很大的，但对整个科学事业说来却显得很微小。可以很容易地增加目前的旅行基金，使这些旅行、特别是在铁路由政府控制的国家中旅行，所费极少。至于接待问题，凡是有学会组织的地方，一般说来不至于有什么额外费用，因为

来访的客人总是和外的主人人数相等，而私人接待费用可以由中心基金来开支，负担不会很重。这种互访的好处不应该限于高级科研人员。不但应该无限制地向青年科学家提供这种机会，而且把它扩大到机修师和实验室助理员也是有很大好处的。他们在目前实际上毫无旅行的机会。他们尤其可以从实用技术交流中得到好处。如果可以安排这种旅行的话，实验室技术水平会更加一致而且会发展得更快。

改组科学交流制度的总的效果，将表现为科研效率的迅速提高。不仅如此，就是科学理解力本身也会变得更容易为普通公众所理解。这样，明智的合作就将取代对不理解的事物的盲目钦佩。以这样小小的努力却能获得如此可观的效果的改革是几乎没有过的。

科 普 工 作

假如我们不在同时使对科学的真正了解成为我们时代普通人的生活的一部分的话，增进科学家对彼此工作的了解就毫无用处。法西斯主义所以能在今天恢复十分明显的野蛮行径，是由于受到了人们的盲从态度的纵容和鼓励。人们所以有这种盲从态度，则主要是由于人们缺乏知识，特别只有一知半解的知识和错误百出的知识。对科学的理解的基础在于改革教育，不过几乎同样重要的是要使成年人有机会理解科学今天所起的作用，以及了解这种作用对人类生活可能产生什么影响。传播这种知识的自然媒介是 305 报纸、无线电和电影院。此外，可以通过书本和实际参加科学工作而建立更为牢固的联系。

科学和报界 今天的报纸对科学的报道大多是耸人听闻和

肤浅的。在某种意义上说，现代报刊对生活的各个方面普遍都是采取这种态度，不过为什么控制报纸的人们不希望人们对科学产生按照科学的重要性应有的兴趣，也有着一个特殊的理由。如果天天向人们灌输科学为人类谋福利的可能性，就会激起一种无法抗拒的呼声，要求实现这些福利。这是报业老板和登广告客户的既得利益集团所不喜欢的。然而为了商业宣传的原因，英国报纸是完全可以多登一些科学消息的。这种理由早已为美国报纸所理解了*。在这里需要的是完备的科学新闻机构，由有能力的科学家准备材料并向报纸发布，并在所有日报和周刊任命科学编辑人员。他们主要是新闻记者，但须受过科学训练。现职的科学家在科学新闻工作中取得成功的情况是不多的。这个领域的工作者应不限于科学家。上述报道制度的改进，理应使新闻记者更容易对科学作正确而有趣的报道。

通过无线电和电影院来传播科学知识 美国广播公司举办关于科学题材的讲座是一个很好的开端。事实上朱利安·赫胥黎和利维教授等人的谈话说明他们对社会的理解比任何其他科学讲演人都深刻得多。自从他们作了这些讲演以来，已经有了令人注目的反应。不过只要有了开明的政策，应有可能通过无线电广播讲话，在现在或者还可以通过电视让公众了解科学工作的实际情况。公众可以收听和看到进行中的实验工作。电影院提供了更大的可能性，这一点才开始为人所理解并且加以利用。质量极高的科教电影已经存在。在不少情况下，电影院可以比直接观察更生动地展示科学的各个方面，例如植物的生长。不少这种电影是很动人

* 有几家美国报纸拥有著名的科学编辑，并且维持着高标准的科学报道。此外，还有一个“科学服务处”组织，负责收集向其他报纸发送消息。这些新闻远比我国所刊登的可靠而不那么耸人听闻。

而优美的。最近，科学家电影小组的建立就是更加全面地摄制此类电影的开端*。这个小组将保证在摄制时取得一些科学家的合作。在改组科学工作的时候，电影摄制将成为必要的组成部分，因为这类电影略加修改就可以用作科研工具、教育工具和普及科学的工具。

科普书籍 最近科普书籍所取得的巨大成功表明人们对科学知识的巨大需要。可是迄今，这些书籍都是通过热心的科学家或有进取心的出版商的单独努力而出版的。他们要末毫无出版计划，要末根据单凭个人经验制订的计划来出版。这些出版物对整个科学的各个方面的介绍是极其不均匀的，例如，天文学和宇宙的其他奥秘占了完全不相称的巨大篇幅。连续出版的科普丛书颇有发展余地。最好是由青年科学家，而不是由老年科学家来从事编写工作。因为老年科学家已经同正在进行的工作失去联系了。科学可以用普及形式来介绍，而又不损及它的任何精确性，而且事实上由于把科学同普通人类需要和愿望联系起来，科学就更加显得重要。霍格本教授的两本带头的著作，《大众数学》和《大众科学》，显示出这种尝试可以取得怎样的成效。 306

世界百科全书 在上述一些工作的后面还有一个前景，具有更大、更持久的重要性。这便是编写一部联系科学的社会环境来介绍整个科学的全面的，不断修订的著作。H. G. 韦尔斯在呼吁编写一部世界大百科全书的时候对这个主张作了极其有说服力的说明。他在自己著名的纲要中已经预先勾出这部著作的轮廓。百科全书运动是十八、十九世纪自由主义革命的伟大旗帜。真正的大百科全书不应是《大英百科全书》蜕化成那个样子，即

* 《星期日泰晤士报》，1938年5月15日；《科学工作者》，1937年11月及1938年4月。

仅仅是一大堆通过高压推销办法出售的无关连的知识，而应该连贯地表现出活生生的和不断变化的思想总体。它应该总结出当前的时代精神：

“我们已经逐渐到了这个地步，就是我们要对交通、卫生、货币、经济调节和杜绝犯罪等事务的世界联合管理进行设想和形成初步构想了。在所有这一切具体事务中，我们开始预见到在全世界的人们之间建立一个世界性工作网的可能性。这么多的“世界和平”工作已经被纳入——我应该怎么说呢？——大家的想象范围之内。但是我认为我们还没有充分注意到一个必要先决条件，就是使人们的思想比目前更加密切一致。一切统一处理人类事务的设想的实现，最终有赖于人们对于这项工作思想一致。目前我们的大多数这类工作所以失败是由于缺乏这一有效的思想统一。不管要使人类彼此倾轧的力量有多大，不管其后果是多么悲惨而可怕，只要人类的思想仍处于混乱状态，他们的社会和政治关系就会继续处于混乱状态。——H. G. 韦尔斯《世界智囊》第39—40页。

307

“这部世界大百科全书将成为世界每一个才智之士的知识背景。它将是活生生的，而且将在世界各地富于独创性的思想家的修正，补充和更新下，不断成长 and 变化。每一所大学和研究所都应该给它输送养料。应该使每一个有新思想的人都和它的常设编辑组织保持联系。在另一方面，它的内容将成为——世界各地——学校和大学教学工作的标准资料来源，核定事实和检验论证的标准资料来源。甚至新闻记者也要使用它；甚至连报纸发行人也不能不对它肃然起敬”。（第14页）。

原来的法国百科全书的确也想这样做。它是在自由的势力正

在集蓄力量准备打破他们的桎梏的相对平静的期间编写出来的。我们则已经进入了革命斗争的第二时期，不容易保持思想的平静，而保持思想平静却是进行这种工作所必需的。不过还是值得去作出某些努力的，因为相信民主、相信全世界人民为了自己的安全和福利需要起来夺取生产和行政管理的积极支配权的人们至今还没有起来普遍一致地谴责野蛮力量对科学和人类的联合进攻。

群众参加科学工作 所有这些使科学成为我们生活和文化的内在部分的手段，都有共同的缺陷：它们都是被动的。它们是一些关于科学的描述，和它们无关的公众可以去听，也可以拒绝去听。如果不让全体公民在一生的某些时间、和许多公民在其终生都亲自积极参加科研工作，科学就永远也不会真的普及起来。受过科学教育的群众所以会接受种族理论那样悲剧性的胡言乱语或者占星术和招魂术的古代迷信，主要原因之一是由于：这些都是在科学的外衣下提出来的。只要科学是以一组论述的形式出现，而且只要大部分人不加考虑就把它们接受下来，就没有什么真正固有的标准，能把真正的科学和这些卑劣的赝品区别开来。科学的事实内容固然重要，然而这还是不够的。对大多数人说来，科学方法只能在应用中加以掌握。如何才能做到这一点，既是科学组织的问题，也是社会组织的问题。目前由群众参预科学工作，由于人们有偏见还难于推行。在一方面存在着有文化的人对科学知识的鄙视，对于科学实践的鄙视就更厉害了。这种鄙视渊源于古代对手工工人的鄙视。^{*}在另一方面，工人阶级极其不信任现在人们所从事的科学。对他们来说，它是威胁就业的一种危险，又是提高劳动的单调性和强度的手段。只有在象苏联那样的地方，

^{*} 见法林顿教授的随笔“维萨留斯论古代医学之衰亡”，《现代季刊》第一卷，第23页。

308 由于社会改革使得这种态度不再站得住脚(见边码第228页),群众参加科学工作才能实现。不过,即使在目前我们也还可以做很多工作。正如我们已经指出的那样,当然应该首先从学校做起,不过成人对科学的兴趣也大有发展之余地。我国有几百个科学学会,但它们规模都不大,大部分都是孤立的,和中心科学研究所联系不够。人们已经着手去组织对实验室的参观访问了*。下一步是配合研究中心,组织实际科研工作。首先,这项工作将主要涉及业余科学兴趣,特别是涉及人们对自然史的兴趣。不过理应有可能引起一系列新的兴趣,办法就是使工人集中力量;对工厂条件进行科学研究和争取工会的支持。不仅要象过去那样设立职工大会科学谘询委员会(见边码第407页),而且还要使工人自己去研究自己的工作条件中的技术因素和人的因素。明智的顾主会立即看出这给生产,给改善条件会带来什么好处。如果顾主不那么明智,由于工人准确知道现有条件所造成的后果并且知道消除这些后果的技术和行政手段,他们在提出改善工作条件的要求时,地位也会大大加强。任何这类改进都需要由工人和科学家联合行动。已经有了开始发动这个运动的迹象了,我国已经有了工人教育协会之类的团体,虽然它的兴趣主要集中于文学和社会学方面,它对于科学的态度也还过于消极。在法国设有工人大学。在那里出名程度不等的科学家和有组织的工人携手并进。这个开端大可以发展,而且应该加以发展,因为科学的进步,甚至它的继续存在都主要有赖于这一群众基础。

* 例如,已经安排铁路工人全国工会、机车司机和司炉工混合协会、铁路职员协会和劳动学院全国委员会的剑桥分部的人员去参观访问剑桥生物化学实验室。

第十二章 科学经费筹措

309

科学和经济制度

建立一个令人满意的经费筹措制度将是科学事业的改组工作的一个不可分割的部分。不过探讨这样一个制度要比讨论科学行政管理困难得多，因为科学经费筹措并不是科学本身范围以内的事，而更多地取决于科学事业所在的社会经济结构。我们将在后面一章里讨论看起来充分利用科学为人类谋福利所必需的那种经济结构。此刻，只要联系两种类型的社会组织谈谈科学经费筹措办法就够了。在其中一种社会里，整个经济是由人们自觉地加以控制的，而且可以利用整个经济来达到任何希望达到的目标；在另一种社会里，即在苏联境外的目前社会里，经济因素的实际控制权操在垄断企业老板以及代表他们的共同利益的国家的手中。第三种办法——纯粹小规模竞争性的资本主义——几乎不值得研究，因为它现在仅仅具有历史意义。

科学的经费需要——灵活性和可靠性 一个有组织的统一的科学部门的需要是灵活性，连续性以及稳定的或不断提高的发展速度。由于科学研究的不可逆料的因素以及各学科之间的复杂的相互关系，任何僵硬的规划都会造成极大的浪费。不但科学事业的总的经费需要，而且各学科之间的经费分配也往往在较短期间有相当大的变化。为整个科学事业或者它的任何分支规定僵硬固定的经费都会造成困难和浪费。要末是没有经费继续进行新的

和重要的研究，要末是一时经费多余出来。由于一切部门都根深蒂固地不愿把经费上交，往往会把多余经费浪费掉。科学的经费需要的这种多变性质，使适用于其他政府机关的经费管理办法变得十分有害，而且还会使许多科学家摒弃有组织地开展科学工作的整个概念，因为他们想不出除开目前看到的管理形式以外还有别的什么管理办法。

既然如此，如果断言目前科学经费筹措办法的主要弊病不在于其僵硬性，而在于其极度的可变性，那看来是荒谬的。不过，随着不断变化的科学需要而产生的经费变化和国家财政紧急措施和临时的大笔赠予所造成的经费变化之间有着根本的不同。目前科学在这两方面都深受其害。在新发展急需经费的时候往往得不到新的资金，而同时在没有特殊需要的时候，在事实上也没有人手来进行必要的工作的时候，却可能收到大笔金钱。在另一方面，需要有稳定的经费收入的长期科学项目往往突然削减经费，造成大量已经完成的工作全部报废的巨大浪费。

计划经济中的科学

预算的决定 理想的安排将是这样的：由科学组织本身的财务部门和包括工业、农业和社会服务行业在内的国民经济代表联合协商确定科学预算。这样，就可以一方面根据科学部门自己估计的科学内部发展的需要，另一方面根据社会急需的某一应用项目所要求的某一门学科特别发展的需要，把两者加以平衡，然后决定科学经费金额及其分配办法。例如，科学家可以提出增加化学胚胎学研究经费的要求，并且指出其所以有必要发展化学胚胎学是为了弄清楚妨碍着其他学科进展的问题，而全国经济委员

会则可能希望对高炉炉壁的效率进行深入的研究。这些要求不一定会互相矛盾。如果能很好地认识到有可能取得成果的科学各组成部分的总趋势并且能同时很好地认识到根据科学在一定时期内满足社会需要的可能性所估算出来的整个社会需要,那么,科学发展的实际进程就将是这种认识的结果。

内部经费分配 有人可能说:有了科研经费的总金额,就可以让科学家自己在科研部门内部进行经费分配,不过在目前,科学家是否最善于判断发展科学的最好办法还是值得怀疑的。假如他们必须结合当时的社会需要来考虑科学发展问题,那么在经费使用上就肯定要比单单考虑科学内部发展为好。与之相反的意见——科学并不是应该遵照社会要求的质量和数量来购买的东西——当然也是同样错误的。目前造成科学工作的最大浪费的原因之一正是把科学当作一种商品看待的观念,亦即根据成果来付款的办法。这是商业时代的必然后果。正是这种态度,几乎从科学一开始诞生,就造成科学界那种特种的不诚实作风:科学家为了取得他自己认为极为重要的科研项目的经费,就假装说自己要把钱用于支持者可以获利的研究项目。刻卜勒说过:“上帝为每一种动物提供适当的养料,他为天文学家提供了占星术”。 311

在开头,科学界和国民经济的代表的联席协商将会是困难的,因为要双方理解彼此的语言需要时日,不过正如已经在苏联发生的那样,对彼此利益说来,不久这种协商就会开始显得既自然又有必要了。这种协商不仅有必要包括来自科学院的科研工作代表,而且还要包含来自大学的代表,因为发展科学的任何规划都必然意味着培养适当人才并把他们分配到不同的领域中去。任何合理的科学经费筹措办法都会促成生物学和社会学的巨大发展。这个发展本身就要求对不同学科的学生人数和教学组织形式

作相当大的变动。

实验室的经费筹措 科学工作的财务和行政单位将是研究所或实验室。财务委员会的任务将是保证源源不断地提供或增加每一个实验室所要求的经费，只要它们认为这些要求合理。他们还能够保证任何拥有长期规划的实验室都能够继续进行工作，不致缺乏经费而中断工作。这种不断的经费供给将为科学事业提供基本预算，使之能缓慢而完全正常地发展。此外还会有额外支出的需要。例如，一项新发现可能开辟一个新领域，需要为之开设一个新研究所，或者一个新的社会需要可能要求设立一个研究所，以研究满足它的办法。虽然这类发展会在多年的长期过程中取得平衡，不过由于它们也包含着资本支出，会造成短期的非正常资金支出，为数最多可能达整个科学经费预算的三分之一。可以根据国民经济特点，按照需要随时批准此类经费，或者另外建立有固定数额资金的特别基金，可以从中支出非经常性的款项。

加强科学事业 迄今我们都是把科学当作一个营业发达的机构来研究它的经费问题，虽然还考虑到了经费的某些经常性的增加，其数额只同应用科学成果所带来的每人实际收入的增加成比例。不过眼前的而且更为实际的问题是把科学发展和科学成果的应用提高到可以为社会带来最大效益的水平。显然现在世界上甚至还没有任何国家接近这个水平。在科学事业有多年历史的国家中，科学应用的规模还完全不够，而在苏联，虽然科学预算有点接近充足的程度，也还需要时间来建立科学传统和它的文化基础。由于缺乏这个传统，就使这些费用不能产生应有的效益。筹措科学经费的第一个任务将是加强科学事业而不仅仅是使它保持现状。

人才的利用 只要对经济资源加以利用，说到头就是只要

对原始的人力加以利用，物质技术就可以成倍增长。不幸，加强科学事业却与此有所不同。它不能不是一个比较缓慢的过程，因为它取决于是否有人才，即智力和经验高于一般人的人才。所以科学事业的成长有一个上限。这是由人才而不是由可资利用的资金决定的。不过这并不等于说，科学事业的成长不可能比目前快得多。这也不等于说成长速度本身不能逐步提高。科学事业不可能象工业那样每年增长百分之二十五或者百分之五十，不过现在却可以做到增长百分之十，而且一旦这个制度开足马力，就可以提高到百分之二十，如有必要，还可以再提高，其原因上面已经说过了。从根本上来说，原因在于现行吸收科技人员的制度和科学组织制度浪费极大。人才就在那里，只等人去使用。真正发展科学必须从教育制度做起，不过这实际上就意味着起码得经过八至十年才能在这方面收到任何明显成效，而且还要假定有足够的有才能的人担任教育工作。

为了取得更迅速的结果，就有损于充分使用现有的训练有素的有才能的科学家。毫无疑问，单是把已经有相当详细的规划的科研方案付诸实施，就会在苏联境外的几乎一切国家中，使科学成果的数量大大增加。这些计划都由于经费不足而搁置起来，而这种限制在苏联是不存在的。当然某些困难一定会随着科学的需要的增加而产生，例如缺乏仪器或者缺乏有训练的助手等。这会多少妨碍科学工作，不过这主要是技术性困难，只要经费增加就会自动消失。显然，突然把科学主动性解放出来会造成浪费，不过这只是一切新的建设事业中存在的浪费。同目前停滞不前的状态比起来，这种浪费反而会是一种对社会有益的事。

科学工作者的地位 在任何科学财务方案中，科学工作者本身的实际工作条件都是一个主要的考虑。我们已经讨论过他们

在目前的困难(见第四、五章)。这显然有必要加以补救。但是仅仅消除这些困难是不够的；科学工作者需要特殊照顾，假如要使他能为科学尽力的话。他的主要需要是职业有保证，有充分的空余时间和适当的地位。我们应当这样对待科学研究职业。这并不是说，科研人员毋需做任何其他事情，例如教学或行政工作，而是说，如果他是善于做研究工作的，他就不必从事其他有碍于他进行科研的事务，而这种情况在目前也实在太多了。法国所采取的明确划分职业级别的政策(见边码第201页和附录VI)规定科研人员可以轮换从事教学和行政工作。这个政策为我们提供了一个理想的解决办法。关于工资的问题，根据社会制度的普遍不平等现象来看，目前上层的少数人和许多低层的人之间的工资差别过大。研究人员在早年思想最没有框框而且最富于想象力时，往往由于经济拮据而不能发挥其聪明才智。应该有可能规定一个差距不那么大的工资级别制度，以适应科学工作者的实际需要。目前人们用两个理由为教授所得的高工资辩护：他们必需有力量援助科学学会和接待外国科学家等等；一个更有力的理由是：他们必需维持一定的社会地位，以便可以同富有者交往，为自己的工作筹集经费。满足第一项需要的办法是照已经提出的办法改造科学学会和提供接待外宾的经费。科学协会不再承担出版费用后，就不会再成为会员的负担。第二项，也是比较重大的一项需要意味着要改变经济制度。在改变后的制度中，科学家的重要性会直接得到承认，而不必以金钱收入多少为标志。

314

应该改善他们的工作条件，以使科学家享受长期而且不定期的假期。苏联的习惯做法以及其他国家的越来越普遍的做法就是这样。这种假期可以同科学考察工作结合起来。这办法的要点在于：应使科学家能独自思考自己的问题而不至损及其境况。这应

该既适用于科学院科学家，也适用于工业中的科学家；事实上，最根本的改革之一，便是通过经常轮换和定期会议以消除这两类人员之间的差异。一旦科学被承认为现代生活的机器的一个基本组成部分，科学家的地位自然就会改变。他不再会遇到人们既在实际上鄙视他，又迷信般地钦佩他的那种复杂情绪，而是被看作为一个有运气而且有能力来应付新的事物——而不是既有事物——的普通工作人员。

对经费不加任何外来限制 应该明白，科学开支的特点不同于正常生产企业开支。科学费用的任何一笔金额可能是浪费掉了，但是总的说来，整个科学的收益会抵补这笔费用，其比例要比任何其他形式的支出和收益的比例为大。换言之，实际用于科学研究的金额仅为整个社会支出的千分之几，可是它却能使社会收入每年增加百分之十以下。所以，从长远看来，对科研费用不加限制也许是经济的。这就是说费用仅受现有科学家花费能力的限制。只要想到科研费用将受到确定的内在限制，这种无节制的建议就不会被认为是轻率了。首先，从事科学工作的人必须具有高度能力和努力工作的条件，第二，除了应该增加低级科学家工资之外，额外支出不会用于个人。第三，用于仪器的支出将受一个人能使用的仪器数量的限制，即使可能比目前多两三倍，也并不是无限制的。

最适宜的支出 尤其是在英国科学界，自然有人根据吃不到葡萄就说葡萄酸的原理认为，钱多了其实是害了科学家。他们把美国当作一个例子。在那里科学经费比别的地方多得多，却没有与之相称的成果，而且反而产生了一些弊病。的确，有钱购买昂贵的、多少合乎标准化的仪器会在某一程度上妨碍人们去制造质量较差、操作困难，但却可能开辟新途径的仪器。不过这种弊

端应该同由于缺乏某种仪器而完全无法取得成果的弊端相权衡。同样，有人认为，如果科学变成似乎是一个收入丰厚的职业，就会吸引一批不良份子到科学界来，极力从中捞一把。然而，我们在考虑这一点时还应该考虑另外一个事实：如果科学工作收入低微，无保障，从业人数有限制，许多有才能的人会裹足不前。必须把这些针锋相对的论点加以权衡，得出适中的办法来。肯定会有某种科学开支能使所耗金钱收到最大效益，然而这种开支不一定就是最适宜的科学支出。从社会观点看来，花双倍的钱去取得一倍半的科学成果是值得的。那种认为美国科学界可能比英国科学界花钱多，然而它对社会的价值也不见得更大的看法是无法肯定的。不过我们已经指出，目前科学上的浪费主要由于它的组织上的缺陷。这种浪费要比一个规划周密的科学事业中可能无成果的实验所支出的开支大得多。此外同科学开支增加有关的不少弊病其实是与科学工作无关的，而只不过是经济制度弊病的特殊例子。只要人们把获取利润当作可取的目标，没有什么行业、甚至连科学这一行也在内，可以不受到它的影响。不过这并不就是说，在存在这些令人可叹的活动的社会中，增加科学开支就会造成目前同它相联系的一些弊端。

理想的科学经费筹措办法首先要迅速增加经费。这种增加仅受觅得有足够能力的新工作人员的可能性的限制。而且在以后还要同样迅速地，即使不是更快地增加经费，不过这种增加将和人们自觉认识到的发展科学的社会需要相一致。如果我们想到有可能建立一个摆脱了目前令人不安的经济不安全和战争，而且能够为造福人类而发展科学的井然有序的社会的的话，我们就能够看到：在这样的社会中，将会存在发展科学的加倍动力。这部分将是由于科学对社会的用处，部分将是由于科学活动本身使人们不再那

么有必要从事其他职业，这样就有可能首次充分合法地为科学而研究科学。 316

资本主义经济中的科学经费筹措

如果我们撇开仅仅由于科学对社会的价值而考虑如何为之筹措经费的问题，转而考虑在目前情况下如何最好地筹措经费的眼前问题，我们首先就面临着一堆困难和矛盾。首先，正如已经指出的那样，为了私人利润而进行的科研经费筹措有一个根本不利的条件。一般说来，用于科研的费用不论在长远看来多么有利，并不能使原来出资的人得到好处。竞争的存在以及其所引起的保密的必要性构成又一个障碍。这两个障碍本身就使得人们有必要建立一个非常复杂和效率低下的制度。资本主义国家的科研就是通过这个制度，部分由工业界、部分由国家来提供经费。比这些困难更严重的困难是：为了国家经济和军事力量而对科学实行国家垄断的倾向日益增长。不过这并不等于说，在这些限制范围之内，就不能使科学经费筹措工作建立在比目前大多数国家的情况好一点的基础上。

科学界和工业界之间必须更好地相互了解 除开已经指出的阻力之外，还有一些理应是可消除的阻力。这些阻力主要由于科学研究所的科研主任，企业经理和政府行政管理人员之间缺乏相互了解所致。目前科研经费筹措制度并不是精心设计出来的，它是不同发展项目的临时应付办法积累而成的。它的复杂性和低下效率主要是由于人们从来没有全盘加以检查的缘故。如能这样做，就应该既有可能为科学筹措到比目前多的经费，又能使钱花得更得当。要达到第一个目的，资本主义国家的科学必须让人们

知道自己的价值；而要做到这一步的有效办法是通过商业企业所发明的方法，即广告和宣传。至少是在英国，职业的道德准则迄今大体上使科学家们不愿采用这种方法。甚至也没有完善的科学新闻报导机构。在英国没有一家大报设有科学编辑，连拥有经常性科学新闻采访记者的报纸也极少。美国的情况自然是好一点，但是即使在那里，重要的发明和应用也极少象在苏联的一切报纸上那样，被当做头条新闻刊登。由于大家不知道科学工作情况，它就不能得到人们的赏识，于是就不得不以转弯抹角的和特别的方法来筹款，结果就象我们已经指出的那样，促使科学家为那么一点点可以弄到手的金钱而进行了不体面的倾轧，而不是大家联合起来提出要求，以便为科学争取充份的预算。

科学基金 解决办法是设立某种集中的科学基金。尽管这个办法能否做到殊堪怀疑，技术上还是可行的。采用这个办法就可以把一切现有科学财源集中起来，而且可以用个人、企业和政府的补充津贴来作为补充。基金分配权将操在一个同前一节所说委员会相似的科学和工业委员会手中。要解决的最困难的问题与其说是资金分配，不如说是筹措经费的手段和不同来源的款项的相对比例。我们一开始就知道，在资本主义社会中不可能有一个统一的科学部门，因为各企业仍然需要科学工作的某一部分为它们自己的利益服务。不过如果各企业能够至少把科研经费的一部分用于牵涉整个行业的研究工作的话，我们就能够比目前更加接近于建立统一的科学部门。这便是英国建立研究协会时所采用的原则，不过还可以加以扩大以便包括现有工业的全部，而不是象目前那样仅包括全部工业的一半。在另一方面，至于对许多工业可能有帮助的更带有基本性质的科研和对整个社会有价值的科研，在目前条件下期望企业向这些研究项目捐款，那完全是痴人

做梦。在目前情况下，这种科研费用应由政府负担，也就是由纳税人直接地或间接地负担。实际上，议会科学委员会已经向政府提出了遵照这一原则设想的一个关于科学捐赠基金的方案，其主要内容见于附录。它的主要论点是：在应用科学中，研究项目需要十年期间才能达到可以实际应用的程度。所以，科学的需要同现时生产条件无关，而是在十年以后才会与之发生关系。源源不断供给经费是基本的必要条件，科研经费随商业循环而变化所造成的可悲结果已在上文谈过了(边码第45,60页)。有了一个捐赠基金，就可以在繁荣年代交进大笔款项，而在萧条时期就可以交纳小笔款项或者不交纳。这样就可以消除经费收入的波动，并且使科研工作可以获得稳定的和缓慢增加的收入。同这个方案同时提出的还有关于扩大应用科学范围，把英国工业全部包括进去，而不是象现在这样仅包括其半数的建议。 318

官方的反对理由 不出所料，官方对议会科学委员会的建议作了否定的回答(见附录V)。谘询委员会的反对理由有两点：第一，政府捐款资助科研时，其数额超过工业家自己愿意捐助的程度是不适宜的。其次，捐赠基金的原则有其内在的缺陷。他们指出：虽然工业家对科学好处的认识可能来得很慢，不过还是有所提高的。为了说明为什么情况是这样，他们提到自己的报告书：

“在工业中应用和发展科学设想，有赖于彻底理解工业怎样利用科学和科学方法。只有在科学家和工业家对这种合作的问题加以研究后，才能做到充分应用和发展。在受过科学教育的人和大多数从事工业生产的人之间有着不同的训练、经验和观点。某些人希望科学得到合理利用以便为社会带来潜在好处。他们往往没有想到上述各种因素。科学家必须同工业家取得妥协。为此，我们最重要的任务之一，便是

妥善组织科研工作，以便促进同工业界的联系。……

有人催促我们立即建议大大增加国家科研开支以解决工业上的困难。我们认为：这种没有条件的发展是没有理由的。符合国家利益的合理的开支要看工业界在多大程度上普遍准备利用科学方法和科学知识的进展。只要我们象现在那样地确信，工业界正显得越来越准备有效地利用科学成果，我们就能够向国民说明为什么要采取不断发展科学以适应随时产生的新需要的政策。自1915年任命首届谘询委员会以来，我们的前任和我们自己就一直遵循着这一政策前进。”——

《1930—31 年度报告书》。

319 他们的第二个论点是：政府的捐助已经不断有所增加了，虽然根据他们自己所列举的数字看来，在1928和1933年之间每年增加比率仅为百分之一又二分之一，在以后的五年中为百分之七又二分之一。这十分明显地说明商业循环的影响。他们显然是假定后一种增加比率可以永远继续下去。他们甚至一点也没有考虑过衰退的可能性，而这个可能性现在已经变成了一个紧迫的现实了。反对捐赠基金的根据是：这样，基金就不能由议会加以控制了。这种议会控制权似乎只有理论上的重要性，因为在过去十五次的预算辩论中，科学部门的预算只占用了半小时。这个回答本身就等于完全承认我们目前经济和工业制度甚至无力为本身的利益来充分利用科学。在这种情况下，官方的意见大概是正确的，目前的科研经费筹措制度可能是现有经济体制下最好的办法了。

私人赠款 科学还有第三种收入来源——私人赠款；但是这必然是极难加以规划的。在现代条件下，这也许是筹措科研经费的最糟糕的办法了。这种捐赠不能不是极其无规律的而且金额大多是无法预料的，不过它的最糟糕的特点是这类基金的分配和

使用的一般目的。除了一些令人肃然起敬的例外情况外，现在人们把大笔钱交给科学界的原因是为了作宣传或者为了不受良心责备。一个企业或者个人对科学界的大笔捐款可能很有助于提高或保障施舍者的名誉。在英国，这可能是取得荣誉的捷径，在美国则会赢得普遍的尊敬。不过不论施舍的动机如何，大施主和潜在的施主成为一种经常存在的诱惑力，促使科学家个人或者集体勾心斗角要从这些捐赠中分得一点残羹冷炙^①。这些钱一般并不用于最急需的地方，而是落入最善于从富人那里争取捐助的科学家之手。结果，大量遗赠都浪费于砖瓦和灰浆^①，或者浪费于能力差的或趋炎附势的科学家。更糟糕的是，获得这种捐助的机会促使科学界对富有者和他们的机构普遍采取奴颜婢膝的态度。大多数有激进思想的教授，一旦觉得自己的观点可能妨碍他们取得有助于他们最心爱的研究项目的经费，就不敢贸然发表意见了。经验已经证明，只有当基金金额数字很大、足够慢慢花用而且可以由公正而独立的委员会控制的时候，才能减少这些弊病。不过，没有一个基金，甚至包括洛克菲勒基金在内，有足够多的金额足以符合这些条件。如果有一个企业、政府和个人都向它捐助的总的科学捐赠基金，就可以消除目前的许多弊端。但即使这样，普遍存在的奉承现象必然会继续存在。

320

科学事业能否自给自足？ 如果科学家自己能够从应用他们的发明所得的收益中分得可观的一份，筹措经费的问题就可以迎刃而解了。人们已经作过这种尝试，设法制订了科学发明专利取得办法以便使科研工作直接获得好处。最卓著的例子是威斯康星大学所取得的制造维生素D的专利权。不过总的来说，科学家

① 砖瓦和灰浆指建造房屋。——译者

本身并不赞同这种做法，因为他们明白，在大多数情况下，专利办法会阻止科学的有益成果的应用。在医学方面尤其如此。由于专利的限制，有益于整个人类的药品维持高价，以至只有最富有者才用得起。科学家感到自己参加这种交易是违反自己的基本原则的，虽然由于现有企业的排外性集团的缘故，他们不得不这样做。

不过除开这种道德上的考虑之外，任何通过专利来筹措科学经费的规划也还是有严重的实际困难的。目前不大有什么重要的专利交给大型垄断公司以外的企业来经营可以获得成功。有时，这些垄断企业把专利收买起来可能是值得的，不过一般来说，避开专利的规定要容易得多，而且在诉讼中，钱多的总是操胜算。总的说来，科学家本能地不参预商业还是一桩好事。由于他们专长不在此，亏损机会大概不少于赚钱机会。这种损失可能使整个科研部门无限期关闭并使许多人受苦。即使科学家在商业上取得成功，他们一般只能以牺牲自己的科学才能为代价，而且还得同意实行保密和刊登夸张的广告。这种夸张的广告是在商业上取得成功的必要条件，然而却和科学精神很不相容。

经济民族主义和计划性科学 在现代国家中，科学经费筹措工作中越来越重要的是它和国民经济的关系。事实上，某些国家可以能保全一些科学，几乎完全是由于这个缘故。例如在德国，政治生活的整个气氛是敌视科学精神的。血统和国土被认为比知识更重要，不过在现代世界中，他们也不得不勉强承认，血统和国土不足以保证国家荣誉和民族自由。他们由于两件事而需要科学：要使战争机器完善起来以及同一件事情的另一方面，要使国民经济朝着自给自足方向而完善起来。虽然这是一个极端的例子，可是所有其他资本主义国家都明显存在同一倾向。例如，在英国，这一倾向促使政府成立和保持科学和工业研究部（见边码第30页）。

国民经济对科学所施的压力的效果主要是使应用科研朝两个方向发展：第一，是朝主要同军备有关的重工业，特别是冶金和化学工业发展；第二是在较小的程度上朝着解决食品的生产和保存问题的方向发展。这就扩大了物理学和生物学之间已经存在的不平衡。假如食品研究工作更带有生物学性质，这种不平衡当然不至于这样明显，可是我们在这里却遇上了现代政治的一个内在矛盾，即在政治上对农业的原始生产方法的关注。这种关注总是和经济上的民族主义同时存在的。由于不能得罪保守的地主和农民，所以有必要使农业保持原始状态，因为他们是内政上的反动力量和兵源的支柱。结果，社会把大量的化学人才用于制造合成食物，以免实行农业合理化所必需的比较小的行政和政治改革。食物保存的研究使组成大规模商品分配托拉斯的中间商人得到的好处实际上远远超过生产者或消费者。不过为了经济民族主义利益而发展科学可能也是有间接好处的，因为这第一次指明可以进行有组织的科学研究来解决涉及整个社会利益的问题，并且说明了，可以在美好的时代把这类有组织的研究工作从目前备战的轨道转移到造福社会的轨道上来。

科学自由

我们就这样地粗略描述了在两种不同类型的社会和经济环境中科学发展的可能性。这可能有助于说明一个要科学在其中发挥充分作用的社会组织的必要条件是什么。从根本上来说这是一个涉及面更广的问题——科学自由的问题。科学自由不单是对这个或那个研究项目或者理论不加禁止或限制，虽然今天在某些国家中，科学连这个最起码的自由也没有。充分的科学自由还不仅仅

322 以此为限。要是人们得不到经费，即使允许他们进行科研也是没有什么用处的。研究资金的缺乏象警察监视一样有效地妨碍科学发展。不过即便提供了资金、而且在一定程度上是依照科学发展的内部需要提供的，科学还是没有充分自由。科学活动的整个周期并不因为有了一个发现就算完成了。只有当这个发现作为一个观念作为一种实际应用，被当代社会所充分吸收的时候，这个周期才算完成。

摧残 只有当科学在社会生活中可以起积极的作用，而不仅仅是供人思考的时候，科学才能充分发展。这当然就是科学在十七世纪和十九世纪初期大发展时代中所起的作用。那时资本主义破天荒第一次为有效地利用自然力量提供了机会。可是今天科学的利用越来越受限制而且被用于卑鄙的目的。科学自由的缺乏和对科学的滥用也转而影响它的内部发展。在建立了一个伟大的传统的学科中，科学还是有可能遵循那个传统的路线前进，可是在其余的学科中，例如在生物学和社会学方面，科学的进展已经无疑地受到阻碍了。和当代实际生活脱节的科学肯定要堕落到学究作风的地步。

可见整个科学经费筹措问题所具有的社会经济性质远远大于它所具有的纯科学性质。一旦科学在推动社会进步中起了公认的作用，依照一个合理计划为科学筹措充足经费的问题就不应该有什么困难。所需经费的总额是这样微不足道，除了遇上极大的危机或者在破坏性战争以后的重建时期，为科学研究找到充分的或者过于充分的经费理应是没有什么困难的。一旦把科学很好地组织起来，使大众能迅速而直接地受益，它的价值就会变得十分显著，把国民收入的百分之一、二拨给科学事业使用也就不会遇上什么困难了。这个数字将等于科学在今后二十年中可以吸收的经

费，而且相当于今天它在大多数资本主义国家中所吸收的金额的五至二十倍。需要做的事情很多，其限制因素将不是可以取得的经费数额，而是可以使用这些钱的人人数不足。在人类需要可以用我们现在无法设想的方式满足之前，科学有着得到充分利用的前景。

科学事业需要组织起来 我们已经讨论了科学组织工作的一般问题的各个不同方面。这种讨论不能不带有纸上谈兵的性质，因为我们所谈的都仅仅是将来可能存在的组织形式，所以提不出具体例子。在这种论述中，仅能考虑到一些可以估计的因素，然而更为重要的却是那些不可估计的因素。一种组织形式，不论规划得多么完善也不论它和总的社会规划结合得多么密切，如果它不能代表推行这个组织形式的人们的实际愿望，就毫无用处。因此，只有主要根据科学家自己的态度以及公众对科学的态度，我们才能估计出任何改组科学的工作取得成功的可能性。不承认迄今在科学界还存在不信任任何组织形式的想法是没有用的。不过这种不信任部分地是来源于科学要保持本身自由，不受教会和经院式大学的蒙昧主义限制的老传统，部分地来源于国家控制科学的较为近期的经验。至于第一点，老是念念不忘科学界过去的斗争往往只会使人看不到眼前的真正危险：人们已经不再对科学进行全面压制，而是具体加以利用。应该把现代的科学自由看作是行动的自由而不仅是思想的自由。为此就有必要组织起来，不过科学组织形式要想起作用，就不能而且也不可能是不加考虑地从企业或者政府机关硬搬过来的那种组织形式。把科学置于这种纪律和常规的束缚之下，科学就肯定会夭折。目前受到这种束缚的很大一部分科学工作实际上已经死亡了。组织起来不一定就意味着受这种纪律和常规的束缚。正如我们已经设法证明的那样，它可

以既自由灵活，又井井有序。如果科学事业能保持以民主形式表达的民主精神作为它的主要核心，没有一个科学组织会失去科学的实际进步中所固有的团体精神和追求知识和争取造福人类的渴望。如果我们要拥有一个科学组织，主要要由科学家自己努力把它建立起来。他们如何才能做到这一点将在下一章予以讨论。

科学家和人民 不过建立科学组织不能单靠科学家自己。科学家不能强迫社会接受他们的服务；他们必须成为科学与社会之间自觉自愿的伙伴关系的一部分。可是这就意味着不从事科学工作的公众要更加充分认识科学的成就和发展的可能性。为了使科学充分发挥威力，也需要从经济上把社会妥善地组织起来，使普遍的人类福利——而不是私人利润和民族扩张——成为经济活动的基础。科学家也许会比目前社会中任何另外一部分比较富裕的人都更适合于这样的经济制度。因为科学事业一向是科学工作者的公社，彼此帮助，共享知识，它的个人或集体不追求超过研究工作所需要的金钱或权力。他们一贯以理性的眼光和国际眼光看待问题，因此，从根本上来说，他们同力求把同甘共苦的原则不但扩大到知识界而且也扩大到社会和经济领域中去运动是殊途同归的。为什么科学家或者社会还没有充分理解这个基本的共同点，将留待下章讨论。

科学工作可以规划吗？

一旦解决了科学的充足经费和科学的完善组织问题，我们就面临着一个更为具体的问题：如何指导这个组织在科研及其应用方面进行工作。事实上，我们得制订一个科学规划。乍看起来，科学发展的战略问题似乎是无法解决的。科学就是发现人们过去所不知道的事物，在本质上是无法预知的。在许多人看来，科学发展的规划是一个语词矛盾。不过这种观点过于绝对；实际上，除非在某种程度上对科学工作加以规划，科学工作就无法进展。虽然我们的确不知道自己可能发现些什么，我们首先应该知道到哪里去找寻。某些短期规划一直是科学研究所固有的，长期规划则含蓄地体现于科研人员的培训中。例如，如果不是考虑到化学还需要研究五十年的话，就不会去培训化学家了。发展规划的确是这样含蓄地存在着的，不过它是传统和机会主义的混合物。我们的任务是用一个经过更加自觉的深思熟虑的规划来代替它。这个规划将在同时顾及科学发展的不可逆料的性质。

灵活性 要制订这样的规划显然需要一切科学领域的科学工作者通力合作。由此得出的不是一个实际规划，而是这样一群人所可能制订出来的那种规划的纲要。它称不上是一个确定的计划；当人们把不同学科的一切发展前景汇总在一起并编成一个科学总规划的时候，大家就可能发现原来的侧重点完全改变了。不

过即令只是为了促使大家向这一共同事业前进一步，也还是值得尝试编制一个计划的。任何这类规划的第一个要求将是灵活性。刻板地执行预订规划对于科学是再有害也不过了。现在几乎被人忘记的赫伯特·斯宾塞的社会学规划就是这样。计划需要定期地，
326 实际上是经常不断地修订。为整个科学制订五年或十年规划，并为各门学科制订较短的规划，也许是可行的，而且还应该规定可以修订，因为在任何时刻，新的综合性发现可能极为重要，以至要求对原先的规划进行全盘修改。在这个问题上，自觉的指导理应证明比目前无计划的科学发展灵活得多。由于缺乏有组织的预测，新发现的影响往往需要多年才能表现出来，甚至在其本领域中也是如此，而且还需要几十年才能进入其他科学领域。

全线推进 科学知识战线上的进展从来不是、而且也不应该是划一的。它总是包含一些凸出地带，在那里，进展容易而且迅速，在那里，未知领域的阵线被确定地突破了。在目前，凸出地带是核物理、量子化学、固体和液体结构、免疫学、胚胎学和遗传学。迄今的趋势是：大多数有才能的科研工作者，涌向这些地带，并且在其后面还拖了一大群才能较差的科研工作者，正象在淘金热潮中，跟在有经验的勘探者后面的人仅不过是想迅速发财而已。结果，没有出现惊人进展的其他科学领域可悲地遭到遗忘，而且由于失掉了本来很有前途的研究工作的知识，甚至可能倒退。就这样，化学在本世纪的成绩，同它在十九世纪所取得的巨大进展相比，就微不足道了。一旦这些被遗忘的科学发展地带受到人们的注意，借助从比较发展的学科借来的新原理和新方法，这些学科到时候就会变成最容易发展的学科。只要组织得更好一些，这个最后的进展就可能一直保持下去，科学知识就不致于失落而需要人们重新拾起。

受阻地点 在科学战线上，也有一些这样的地带：在那里，人们遇上了一条死胡同，在那里，某一条发展战线似乎进展不动，或者遇上了无法克服的理论或实际困难。将近十八世纪后半期的电学就处于这一状态。伽伐尼和伏打的发现把它从这种状态中拯救出来。十九世纪，在消色差显微镜发明出来以前，生物学一直没有进步。遗传学由于无法分析的原因，直到1900年为止始终进展不动。理论宇宙物理学在现今也进展不了。这些科学发展受阻的事例本身就意味着需要把科学工作加以全面组织。一个领域的科学工作者可能认为某些问题无法解决，可是在另一个领域中却可能已经有了现成答案了。如果情况不是这样，如果存在的困难完全超出了现代科学力所能及的范围以外，显然就需要把这个学科本身以及其邻近领域的最有才能的人员集中起来研究这些问题。因为恰恰是在科学观察看来无效或者得出相互矛盾的结果的领域，我们有最大的理由怀疑原来的理论是否有某种内在的缺陷，因此我们也有最大的理由去组织新的突破以深入这些未知的领域。物理学在十九世纪末叶就处于这种状态，后来靠了一系列幸运的偶然事件才摆脱了这个局面。不难看出，假如当初对物理学有了更为全面的观点，并且对经常存在的不正常现象加以应有的注意，目前的局面可能老早就到来了。在科学史上，解释为什么没有某种发现，比解释为什么有这种发现要难得多。一个有组织的科学规划可能获得的一个确定好处便是能减少发生这种情况的次数。

327

扩大战线 此外，还存在着从来没有人进行科学研究的未知领域。科学战线仍然是过于狭窄了。扩大科学战线是可以为科学本身和整个人类都带来好处的。我们仍然遵照传统来管理我们的很大一部分生活。我们感到这些传统多少是有用处的，然而它

们却没有科学根据。在最近二十年以前，我们甚至还不明白或者不肯费神，从科学角度研究一下我们吃饭睡觉或者养育子女的问题，甚至到现在，我们的整个家庭事务——吃饭、洗衣和烹调等等——还没有受到科学的过问，极其有限的和具有商业目的的那种科学除外。在纯科学世界中，各学科之间仍然存在实际上未经探索的广大地区。物理化学和生物化学的巨大成就就是填补这种空白的例子。不过生理学和心理学之间以及心理学、社会学和经济学之间的空白大体上还没有填补上。任何完善的规划都应对这些情况加以特别考虑，而且要把现有的一部分最精锐的兵力布置到这些领域中来。

过去二百年来科学分支的迅速增加说明科学智慧能进入多少新领域。同时这种局面也对科学造成局部损失，因为原来的单一的领域现在分裂为若干部门，彼此之间在开头很少联系。物理和化学一度是不能区分的，在十八世纪末，它们明确地分家了。到了十九世纪中叶，人们感到有必要建立一门新学科物理化学，以便把两者联系起来。科学组织工作应该保证这种联系经常保持下去，而不是事后才想起建立这样的联系。任何学科取得进展都应立即向一切其他学科提供情报。显然要求一切其他学科的科研工作者把某一个学科的成果全都吸收下来，并不能达到这一目的。科学出版物有责任保证这些成果的交流。哪一个领域可能需要这种资料，就应把这些成果编写成短小精干易于理解的资料供给哪一个领域，而不是仅仅提供原始资料。应该鼓励新工作人员进入中间地带，以保证科学前线上的工作的不间断的连续性。

328

巩固阵地 需要考虑的不仅仅是科学进展的前线。一旦取得进展，就要加以巩固。我们现在研究历代科学家们的生平和工作的好处之一，便是可以从中得到很多启示，这些启示过去一直

没有挖掘出来,但对未来的发展却是很有意义的。这意味着他们当时的很大一部分工作都是白做了。其所以如此并不是因为他们无法逐一地研究这些问题并在这些问题中的任何一个问题上取得进展,而是因为他们本身实际上不可能在所有这些问题上全都取得进展。他们也缺乏由能够研究这些问题的合作者组成的足够的学派。保证人们在最迅速的科学进展之后展开充分的大规模合作性后继研究并且不让有前途的开端湮没不闻,这是科学工作组织规划的一个重要部分。

最后,在一门新的学问的主要轮廓已经十分明显之后,打扫战场的工作总是值得进行的。总是有一些细心和工作有条理的工作者宁愿担任日常性工作而不愿当开路先锋,可以责成他们来详细研究普遍性理论的含义。我们所以有必要这样做不是由于我们有一种学究式的愿望,要想使理论无所不包,而且是由于我们明白:往往正是通过这种耐心的研究才找出理论失效的事例,而这些事例又可能转过来成为新的和有意义的修正的起点。

理论的重要性 除非创立充分的和全面性的理论来为新发现奠定巩固基础,否则科学的进展就没什么价值。我们已经看到,过去,在许多学科中,特别是在生物学中,一方面不断地有人进行重复的而且同别人不相配合的实验工作,另一方面,也不断地有人建立同事实没有充分联系的普遍性理论。如果科学实验者和理论家不是同一个人,应当加强他们之间的联系。这并不是说理论可以按照订单创立出来。建立新理论仍然将是思想家个人的最无法预料的特权之一。我们可能做到的是:向任何希望在某一领域进行综合工作的人提供经过整理、可以一次吸收的、该领域中过去的一切研究成果,而不要让他们通过大量调查和学术研究才能零零星星地把这些资料搜罗到一起。有条不紊地发展科学理应

329 会使目前的状况一去不复返。目前，在一个领域重新进行研究往往要比查明这个领域过去有什么可靠的研究成果容易一些，而其所以如此并不是因为以前没有研究成果，而是研究成果重复太多。我们的目标必须是促使理论尽可能和实验的结果密切吻合而且还能以后的实验指出方向。

经常的修正 妨碍科学进步的因素不单是缺乏理论；过时的理论对新发展所起的拖后腿作用也是同样严重的。老传统的压力束缚并挫伤了活泼的思想。只要科学界单是由老人掌权，就一定会发生这种情况。我们已经提出的补救办法——由青年人参加的实验室委员会辅助个人指导科研工作——是摆脱这个困难的一个方法。另一个方法是保证每隔一时期研究室主任可以脱产学习，以便使他有时间赶上时代，如果他们的思想还没有僵化，能够做到这一点的话。在制订科学发展规划时，应该更进一步地指出：在任何科学领域中，一旦一个新理论否定了旧的观念，就要毫不拖延地在那个领域进行彻底的修正。当然，由于旧的理论曾经在自己的时代证明是令人满意的，它们一定也有值得重视的成分。这些成分并不一定都包含在新理论中。有时老理论的某些方面会重新出现在后来的第三种理论之中。光的波动说和粒子说就是这样。在根据新理论对任何科学领域进行修正时，应当把这些因素考虑进去，不过这些因素的存在并不能作为一种理由，让新旧知识永远互相矛盾地混在一起。目前，这种新旧知识的大杂烩就被当做科学传授给别人。只要理论有了充分发展，在没有理论的情况下，只要人们对实验知识作出了有条理的归纳，在任何时候都应该有可能对现有知识作出全面综述。这种综述能够根据研究的性质，提供详略程度不等的有关各种事实和技术的综合性说明，作为科研和实践的任何领域的工作基础（见边码第297

页)。

基本研究和应用研究的平衡 任何发展科学的规划都应该始终在基本研究和应用研究之间保持一个适当的比例，并且要使两者之间始终保持最密切的联系。我们已经在别的地方讨论过做到这一步的具体组织形式，即成套的研究所。人们将通过这些研究所把田间和车间生产问题归结为基本科研问题，然后逐级加以解决，一直到最后加以实际应用。不过在这种组织形式中，不同 330 部门的工作人员的人数和质量及不同部门拥有的经费之间，必须有适当比例。这种比例必然随不同的学科和不同的时间而有所不同。如果在某些领域中全面性的基础理论在涉及具体实践的范围内已经为人们所公认，例如在化学或物理学中，就应该对应用方面给予极大的重视。在生物学方面，需要进行比目前多得多的基本研究工作，不过把任何领域中的基本研究和应用研究割裂开来当然都是不大自然的，尤其是在我们刚刚开始获得精确知识的领域里。社会学、经济学和政治理论研究之所以不出成果，主要是由于它们没有同这些领域的实践结合起来。研究社会科学甚至比研究物质世界更需要同社会活动结合。

第一阶段：对科学作全面调查

规划科学发展总方向的第一阶段是，在我们已经说明的意义上，对人类生活各个领域的现有知识和技术进行一次全面调查。只要进行这样的调查就一定要对科学的一切分支进行进一步的调查。这并不是一个新主意。在科学大发展的其他时代前夕，都采用过这个办法。皇家学会的创始人在十七世纪和法国大百科全书派在十八世纪都开展过若干次全面调查，不过我们可以在比他们

高得多的水平上开始。*

大自然的世界和人的世界 必须对两个主要的调查和活动领域加以考虑。在其中一个领域中，即在大自然的世界里，我们面临着如何替人——作为一个生理学单元——找到和创造最优环境的问题。这就牵涉到全部具体技术和其背后的自然科学的全部内容，还牵涉到建立在比我们目前拥有的深刻得多的生物学知识基础上的生物学技术。我们必须理解人类产生以前自然界的全部过程，才能为人类进取精神创造最好的生物学背景。自然科学的学科，如天文学和群论，不管如何生僻或抽象，都不是同这一目的无关的。在第二个地带，即社会的世界里，问题已经变得比生物学上的生存问题更为急迫了。对社会、种族和阶级在经济上和政治上交互作用的整个过程的理解和综合，要达到比我们目前有能力做到的高得多的程度。而且在将来，人类的社会方面显然会变得相对来说愈加重要。不仅人类的生物学上的需要将更容易得到满足，而且他还将创造出一个社会的世界，其复杂程度将远远超出他最初所在的自然的世界。直到现在，社会的世界虽然是由有意识的力量创造出来的，却是无意识地创造出来的。在将来，社会的意识一定要成为社会变革的决定力量，而且这种认识不能不影响到眼前科学发展的方向。

331

需要真正起作用的社会科学 事情已经愈来愈明显，我们有必要把所谓科学的左派——生物学、尤其是社会学和经济学——提高到物理学和化学早期发展的水平上去。这不单是为这些学科的研究提供更多经费的问题，也不只是吸引有很大才能的工作者到这些学科中来的问题。生物学的、特别是社会学的重大困

* 目前正在为这类全面调查工作制定三个规划。

难,以及人们所以觉得它们不是真正的科学,而只是伪科学的根据是:它们和现实生活没有足够的积极关系。物理学家或者化学家所要发现的种种技术,只要有其内在的功效,就完全有希望直接用来为人类造福。象我们已经讨论过的那样,的确也存在一些弊病,而且愈来愈多,然而这些弊病还不足以使整个工作从根本上来说,看起来是无效劳动。就生物学家来说,他的研究成果还很有可能在医学上得到应用。可是农学家却面临着这样的世界:在那里,当务之急不是去发展而是去限制生产,以致使生物学发现的巨大潜力根本没有希望得到实际使用。社会学的情况就更糟了。不仅一切社会学家都没有行政权力,以致社会学根本不能成为一门实验科学,而且对社会体制的研究本身一旦看起来会引起人们对现存社会制度的批判,就遭到阻碍并且被引到毫无成果、单纯描写性的学术水平上去。要想把生物学和社会学纳入正规,就必需使它们同正在改变生物学环境和社会本身的实际力量密切结合起来(见边码第341页)。

科学的前景

在研究了科学发展的这些比较一般的问题以后,我们就可以转而研究科学发展的眼前的具体前景。这种前景可以从两方面来看,既可以从发展科学技术和理论的观点来看,又可以从满足人类需要的观点来看。前者极其明显地决定了科学发展的眼前的内在可能性,后者则决定其长期的趋向。自然,如果有可能提供一幅同时显出这两个方面的科学发展的图景,那就更好了。不过这样的一幅图景几乎一定会由于包罗万象而失去其清晰性。所以,在本章及下一章,我们将相继对这两方面加以介绍。我们还要在本

章中说明怎样才可以利用科学的发展来帮助满足人类需要，并且在下一章中说明人类需要为什么可以促进科学发展。

未完成的任务 自然世界的图景一向就十分清晰，使我们可以看出迄今哪些任务是最重要的未竟工作。这些工作便是在自然科学的边缘上探索目前无法知道的根本机制、或者不如说隐蔽的机制，并且探索各学科之间，如物理学同化学之间、化学同生物学之间、生物学同社会学之间以及最后，社会学同心理学之间的联系环节。究竟是否能够把这几类现象联结成为一个整体，其实并不重要。重要的是，我们要知道：关于这些中间性环节，还有多得多的东西需要我们去发现，而且由于我们目前对这些中间环节一无所知，我们至今仍然根本无法充分理解这些中间环节本身的意义。在这些中间环节当中，有一个中间环节，即物理学与化学之间的空白，已经大部分填补了。由于量子论的创立，我们已经可以象解释电和光这两种物理现象一样地来解释化合和亲和力这两种化学现象了。在这个过程中，我们对古典化学的认识也深刻得多了。无疑，对于生物学的化学基础的进一步认识，同样会有助于说明先前认为是纯生物学问题的一些问题。事实上，最新趋势的最显著成果之一便是通过研究维生素和荷尔蒙之类比较简单的化学物质的效应而阐明了生理行为乃至心理行为。这并不是说，我们为了研究中间性课题应该忽略中心课题，而是说中心课题有可能从中间性课题中取得进行实验的新动力和建立理论的新基础。以下，我们要对科学研究的近期前景，尤其是从物理学到数学的各种中间地带的近期前景，作一番扼要的叙述，这种叙述当然不能不是十分一般化的。

物 理 学

在物理学中，对物质世界的隐蔽本质的探索，当然也就是探索宇宙中最微小，最迅速，最富有活力和最遥远、最古老的部分。对原子核的研究同时也就是对星球内部以及银河系的起源和发展的研究。不仅如此，由于越出了我们普通人的经验，这种研究使我们称之为自然法则的各项实践行为准则受到最严峻的考验，并且有助于分清究竟在多大程度上，这些准则从任何意义上来说都是终极的准则，而且究竟在多大程度上，这些准则只是近似的实践准则，适合于具有我们这样的体积和生活节奏的动物。例如，人们也许会发现，在生物学和工业应用中都极为重要的能量不灭定律适用于或不适用于各个粒子和光的射线的交互作用。但不论结果如何，这个研究必然会使我们对宏观世界中能量不灭的意义有更多了解。理论物理学标志着我们知识的外层边界。它必然不仅能吸引最有创造才能的人而且也能吸引最善于思考的人。它的不少最概括的结论几乎不可避免地夹杂着有意无意地从前科学时代的信仰中汲取来的神秘的和形而上学的直觉成分，数量之多不下于从观察和实验得来的合理归纳成分。将来的工作有很大一部分将是如何消除这些妨碍发展的成分，不过要做到这一点，就有必要把我们解决物理学问题的方法建立在对宇宙及其发展有全面认识的更广阔的基础上。

现代物理学不但在理论方面大有可为。它所包含的技术，如高压电，真空管和振荡电路，也可以用来改造许多其他学科，而且这些技术本身就是物理学和电器工业之间的一条有用的直接联系纽带。双方已经有了一种十分复杂的互利关系。科学界拿出有

技术价值的设想，并作为报酬，接受进一步发展所必需的经费和新工具。电子管和振荡电路，如能进一步发展，将在科学界内外具有重要意义。电子显微镜已经是既成事实了。它的性能已经超过光学显微镜好几倍；电视的发展也同它有关。现在凡是能影响任何种类的辐射的东西都可以被人类观察到，能够穿透云雾见物的红外线望远镜已臻于完善。现在只要把这些方法用来解决其他学科的问题就可以引起一场同望远镜和显微镜所带来的革命相类似的革命。

334 振荡电路的新组合的可能性是无穷的。在具有数学和电器发明才能的人员的适当合作下，可以在愈来愈大的程度上利用它们来代替运算过程。数学正随着这种应用变得机械化，不过在同时也开辟了一个数学化机器的新时代。这些新的数学物理方法可以用来控制仪器和机器，不是象迄今这样仅仅用于把人的意志传达给机器，而是用它来实际代替人进行观察和控制。已经可以通过红外线眼来监视工序，并且还能够找出肉眼看不到的差错。我们将来有可能建立一门新机械学。在其中，人类的智慧将主要用以设计完全自动运行、自动调节、自动修理的机器，从根本上消除由人来看管机器的必要性。

核物理学现在已经开始提供更大的无法预见的可能性了。元素的嬗变已成为事实了，目前还是在半微观的规模上，不过已经发展得足以对化学和生物具有巨大价值了。通过诸如放射性钠或放射性磷之类的新放射性元素，我们现在有了追踪单个原子运动的方法；因而也就是有了直接揭开消化和新陈代谢的秘密的方法。生物学应该准备充分利用这些方法去进行大量工作。

物质的结构 主要研究材料性质的几门较古老而且大半被人遗忘的物理学分支，现在正处于迅速改造的过程。直至前不久，

只有在研究电场和粒子的碰撞时,物理学才涉及物质的内部结构;此外仅是根据对物质性质的初步认识而提出一些概括的概念——硬度、弹性、可塑性等。这些概念是可以加以利用,然而却根本无法加以说明。最近,光学方面的发展以及对物质进行 X 射线和电子研究方面的发展已经完全改变了这种状态。物理学的一个巨大的新分支正在出现中。它和化学发生联系并且涉及固体或液体物质的结构。它的第一阶段是对现有形态的物质的原子结构进行研究。研究的结果,人们已经对技术性材料——金属、陶瓷、纤维等——的性质有所了解。所以需要朝这一方向发展是因为有可能创造出新的材料,不是用盲目实验的方法来创造新材料(这种方法永不会创造什么崭新的东西),而是通过充分利用结构理论来创造新材料,目的就在于使新材料具有人们所希望的任何性质。

我们对固体物质的认识已经越过认识结构的阶段而进一步力求理解结构是怎样改变的。摩擦和可塑性变形都同样地伴有局部发热和甚至材料熔解的现象。英国和苏联在这一方面同时开展的研究,必将对有关金属加工以及轴承、润滑、摩擦电、甚至还有火药爆炸问题的工艺过程产生深刻影响。另一个极有希望的领域是关于物质的边沿和表面的研究。这种研究在理论上的优点是可以展示物质的二维特点而不是三维特点,不过这种研究对于腐蚀、吸收、矿物浮选、催化以及物理学和化学边沿上的其他方法也具有极大的实用价值。 335

地球物理学 现代物理学范围扩大的结果之一,是现在已经有可能解释而不仅仅是描写我们地球的变化。这是牵涉核物理学的宇宙问题的一个特殊方面,因为我们必须到核物理学中寻找构成地球的各种元素有的多有的少的原因。不过,这些元素互相分开的原因以及这些元素在地壳或地球内部不同部分的分布情

况，却是需要由新的晶体物理学加以研究的问题，同时在这个过程中，人们也许就能解答关于大陆和山脉的起源的历史问题以及关于地震原因和地震预测的眼前实际问题。在这里，迅速发展的地球物理学方法——重力、磁力、电气和振动方法——在理论方面以及在它们对合理勘探矿藏的贡献方面都有极大的前途。我们对地球表面的变化、即大气层和水界的问题当然尤其感到兴趣。不但这些问题对飞行、水力、渔业和航行等等的实际重要性大大增加了，而且现在我们开始认识到，它们对科学也有很大意义的，因为它们从本质上阐明了表面上看来毫无道理可言的生命的化学构成，因而也从本质上阐明了生命的起源。地质学本身仅能对这个问题为我们提供一半答案，另一半须由化学来提供。

化 学

过去一百五十年中化学的进展都应归功于拉瓦锡所开创的化学大革命在实践中的应用。不过，人们还没有充分认识到在过去十年中已经由于应用了新的量子力学以及光谱分析和X射线分析等新方法而产生了另一场规模大得多的革命。我们现在已经可以把电子和原子核的力学系统的行为和久已熟知的化学反应联系起来。起初，这当然仅仅促使人们对化学重新进行解释，不过，事情必然不是到此为止，必然还会建立一门比十九世纪的化学合理得多的新化学，就象十九世纪的化学比先前的实验化学更为合理那样。现在已经可以清楚地看出，早期化学所以表面上看来很简单，主要是由于它几乎仅仅研究单盐和气体分子。它把凡是无法解释的最基本的现象，如构成岩石的硅酸盐或者金属及其矿石的现象，干脆搁在一边。新方法已经把这一切都改变过来了，而且可

能带来更大的变化。人们对硅酸盐化学，已有充分理解，说明它仅是单盐的电化学原理在结晶状态的复合条件下的应用。不过这种认识，必然会对地质学与陶瓷、玻璃和水泥工业具有极大重要性。

金属 在另一方面，金属化学证明具有与化学其余分支完全不同的性质。这种性质是由游离电子的存在所决定的。游离电子使金属具有特殊的光泽。虽然我们现代文明几乎完全建立在使用金属和合金的基础上，直到十年前，我们对金属和合金的全部知识都是通过尝试错误方法得来的纯经验知识。这种方法和文明初期冶金工匠的方法在性质上毫无二致。我们现在借助X射线已经有办法对金属结构这行分析，而且借助电子说已经有办法把这些结构同金属性能(机械性能，导电性能等等)联系起来。这便意味着合理冶金学的诞生。它在技术应用方面具有无法估量的潜力，不过这些技术应用在过去和今天都由于我们的科学和工业组织形式的不合理的混乱状态而受到阻碍。

反应 在化学的其他方面，可望产生不那么基本但却是同等重要的发展。在某种意义上，分子化学的静态问题已经获得了解决。我们已经知道了、或者说在大多数情况下我们都有办法搞清，分子的化学结构是什么。现在最令人感到兴趣的是动态方面，即某些分子怎样变成其他分子的问题。这个问题的解决将为我们提供新的合成方法，不过更重要的是，这将有助于填补实验室化学与生活化学之间的空白。除了蛋白质以外，我们已经知道了在生命过程中起作用的大多数分子的结构。在某些情况下，我们甚至能够把它们合成，不过我们对于这些物质怎样在活的动物或植物中制造出来，大体上仍然完全茫无所知。

化学的改造 为了解决这个问题，单单考虑古典化学是

337 不够的，我们必须运用全部现代物理学知识。在科学目前所处的状态下，由于学科之间缺乏相互了解以及由于古典化学的所谓既得利益集团的作梗，这个过程受到阻碍。化学工业在十九世纪的大发展使化学家成为科学家中人数最多、成份最均匀的集团。化学家的人数比一切其他科学家加在一起还要多。化学技术往往变成一个对外不公开的体系，只有熟手才会操作。对来自外界的技术总是迟迟不予采用。例如 X 射线结晶学方法可以大大简化从事研究工作的化学家和工厂化学家的工作，但是经过十五年之久还没有被采用，在目前状况下还可能再搁置五十年才会普遍使用。

胶质和蛋白质 我们逐渐越来越明白，生命的基本特点带有胶质化学性质，同最重要的生命过程有重大关系的结构并不是细胞、细胞核、染色体等等组成的比较粗糙的结构，而是蛋白质分子、蛋白质和多糖链或膜组成的精细结构。迄今我们一直把胶质看作是天然的。现在我们逐渐开始知道胶质粒子是由于某种程度的聚合（亦即许多分子的聚集）而形成的，就是这种聚合产生了纤维素和橡胶之类的纤维物质。最最重要的胶状物质是蛋白质，不论它是以球状分子的形态出现、以纤维的形态出现，还是以膜的形态出现。一旦我们解决了蛋白质的问题（包括如何解释蛋白质作为酶的化学作用，如酵母菌在发酵过程中或胃蛋白酶在消化过程中的作用），我们就将朝着填补生命系统和无生命系统之间的空白迈进一大步。恩格斯说过：“生命是蛋白质存在的形式。”我们不久就能够对他的话进行检验了。*从实用来说，关于胶质和生物化学的知识对于影响人类生活的主要工业当然是极为重要

* 自从写出这句话以来，人们已经证明：一直被看作是现有生命的最简单形态的病毒，如果不是全部地，也主要是由特异的核蛋白质构成的。

的。粮食生产、储藏和加工的改进；纺织、制革和橡胶工业的改进都有赖于这些科学的发展。

生 物 学

生物学的两个长期未能解决的大问题是功能和起源。生物如何生活？它们怎么会变成这样？上一世纪的生物学主要研究生物的形态。现在我们知道，这些形态同它们在动物生活中所起的功能是不可分割的。形态学和生理学正在融合为一体。但是一个有机体并不是一个现成的东西。它是一个在个体生命的进程中不断重复，而在生命演化进程中只出现一次的过程。胚胎学、遗传学和进化都是另一个问题——即物种起源问题——的组成部分。如果没有它，就无法解决功能的问题。近年来，这两个方面都面目一新。人们认为，我们在生物身上粗粗观察到的现象——生物的微观和宏观外表、它们的运动、它们的明显的生长，发育和异同——仅仅是一种物理化学结构的隐蔽的化学变化的表面迹象，这个结构本身极为复杂而古老。眼前的一个大问题是如何理解生命的过程和发展的化学基础。将来，生物化学一定会在许多其他学科都望尘莫及的规模上发展。因为我们现在才仅仅开始知道存在着一些我们还无法解答的问题。有机体的化学平衡过程、食物中氧化剂及荷尔蒙和维生素之类特殊化合物的具体相互作用都得一一查明。在这样做的时候，我们将发现许多新方法，可以用来在迄今做梦也没有想到过的程度上控制生命。 338

生物化学 发展有效医学的主要希望就寄托在这种分析上。将近上世纪末，随着细菌学的各种发现，医学就开始从半经验性、半巫术性的实践向一门应用科学过渡。——不过这种过渡

才刚刚开始。细菌和病毒引起的疾病是对身体的一种外来侵袭，在一切其他疾病中，以及在不少由细菌引起的疾病中，主要的因素是身体本身的功能在自然化学物质的平衡方面出了毛病。了解这些物质在人们健康和生病时起什么作用，是合理控制疾病的第一步。由于分析糖尿病和恶性贫血的病情，人们发现了一种特殊的物质和一种治疗方法。有必要把这种分析方法推广应用到一切其他疾病上去。对两个主要的、未解决的疾病问题，即硬化症和癌的问题，才刚刚开始研究。这两种疾病是造成老年人死亡的主要原因。由于有关医学的生化研究规划处理不当，过分强调化学方面，由于医学界和药品制造商既得利益集团的阻挠，这方面的研究始终没有进展。一旦这些阻力消除了，一旦胶质化学家和生物化学家、生理学家及病理学家之间建立了有组织合作，进展将会是迅速的。

生物物理学 与此同时，人们也不会忽略生命的物理方面。

- 339 现代物理学已经进入生物学，力图解释运动和感觉的基本机制。肌肉收缩，神经脉冲的传导，消化和分泌，既是化学现象，也是物理现象。不过生物物理学家的任务才刚刚开始。一切检查物质的结构和变化的新方法——电子显微镜，X射线分析，紫外线和偏振显微镜，热、电和声音探测器——都应该用于生物学，并且应该交给既能从物理学上又能从生物学上理解自己所发现的事物的意义的人员来使用。同较老的组织学家的方法或者生物化学家的方法比起来，这种方法的重大价值在于：有了精密的技术，就比较容易接近于详细研究一个完整的动物或植物的机制。从效率和协调的观点来看，高级动物的机制非常有效率，对这些机制的研究必定会有助于说明许多其他机制和组织问题，特别是社会协调的问题。科学的主要问题之一是神经控制的复杂机制，直到对人类大脑作

用的解释问题。在这个问题上，生物物理学必然和生物化学及对动物行为的研究一起占有主导地位。

胚胎学 我们对于功能的认识，如果不同物种起源和发展的研究密切结合起来，就会有完全畸形的发展。批评机械论者的人说得对：单是对一个有机体的功能的解释，不管多么完备，都根本不是对这个有机体的解释。不过仍然存在两个大问题：一个是胚胎学的问题，即一个复杂的有机体怎样按照一个预先存在的模式从一个表面上毫无形态可言的卵中发展出来；还有一个问题是遗传学问题，即这个模式是怎样由直接的相似亲体决定的，又怎样是由较远的不相似亲体决定的。胚胎学本身变得愈来愈化学化了，而且以后还要更加如此。^{*}在这里，肉眼可见的结构是作为看不见的，也许还是极其复杂的化学变化的结果出现的。胚胎学的范围现在远远超出对幼小动物的研究。它适用于一切组织再生和退化问题，衰老的问题，创口的愈合和恶性疾病的问题。培养组织和器官的新技术使我们觉得我们终于开始了解、而且在将来还能够复制出，有生命的物质的发育过程。这种控制能力对人类可能具有何等意义，还难以想象。至少它将标志着人们向征服疾病迈进一大步。

细胞核和遗传学 不过生命的核心埋藏得还要深一些。一切生理学和胚胎学都促使人们去研究细胞核。细胞核本身包含着有机体的特异的和可遗传的特性。染色体中的基因和单一遗传因子之间的联系³⁴⁰的发现，同量子论并列为二十世纪初期的重大发现；不过它仍仅是刻卜勒式的发现而不是牛顿式的发现。我们知道，染色体中的某些物质点同发育中的机体的某些变化群体有确

^{*} 参看李约瑟著《化学胚胎学》。

定的联系,而且最终同成人机体的某些特性有确定的联系,可是两者之间的联系的性质是完全不清楚的。不仅生物学界的,而且连物理学界和化学界的最有才能的人士都亟欲解决这个问题,因为有了基因,我们就达到同大化学分子相当的层次。除了这个问题之外,还存在着遗传结构的起源的问题。这个问题可以促使人们从进化问题进而研究生命本身起源问题。在这里生物学又同地质学和宇宙学问题联系起来。我们有了关于遗传学的新知识,现在就有可能回头来看达尔文提了出来、但却没有加以解决的问题,即物种的起源以及它们在时间和空间中的分布。现在已经不需要去证实进化的客观事实了,而是需要对进化的作用方式加以详细分析。不过在这些问题获得解决之前,遗传学早已为我们提供了另一个完全与此无关的方法,即通过选择育种、甚至创造变异的办法来改造生物。自从发明了农业和牲畜驯养以来,人类从来没有能象现在利用遗传学可以做到的那样来控制有机体的发育。

生态学 为了理解并且控制生命,对有机体之间的关系的 研究也和对人为孤立状态中的有机体的研究同等重要。动物和植物界之间形成了一个十分平衡的化学和物理交换体系,不过这个体系却不是固定不变的;它因时因地而异,特别是要在人类的干预下产生变化。农业意味着一门新形态学的设立。它除了生产出它的直接对象——人类重视的产品——以外,还产生了许多其他的结果,从人类的观点来看,有些结果是很不好的。生物学家研究了谷物和家畜之间的关系、土壤细菌和害虫之间的关系,得益极大。他们是为了农民的经济利益而去从事这些研究的;有了一个组织得合理的农业,可以预计我们的知识还会大大扩大。

整个寄生现象问题是关于有机体之间关系的研究的一个特殊方面。在这里,科学和医学又是彼此都可以从对方得到很大好处。

在过去几年中，各种比较原始的传染病已经被人类有效地制止住了，不过我们还远远不能充分理解感染和免疫的机制。有了这种知识，我们也许就不仅能够防止感染的不良后果，而且还能够在某些情况下真的利用人体和细菌的反应来促进健康。感染和免疫所包含的反应是极其微妙的化学作用，这一点变得越来越清楚了。对这种复杂的生物学过程的研究又会为理解许多实验室化学的问题提供新的手段。 341

动物行为 联系动物所处的环境对动物行为进行的研究可望有重大发展。我们直到最近才开始明白，把动物放置在某些明确规定的环境中，通过研究它们的行为，就可以运用逻辑方法在一定程度上发现我们所谓的人类思维和记忆的机制。这样我们就可以实现巫师想要学会鸟兽语言的愿望了。旧石器时代的猎人和新石器时代的驯兽者已经做到这一步，当然是凭直觉做到的，正象至今动物的爱好者也可以做到这一步一样。不过应该把这种知识从迷信和感情交织而成的罗网中解放出来。从太古以来，这种迷信和感情就是人类和动物之间的关系的特点。这种知识不但将使我们能够和动物建立新的理解和关系，而且将使我们能够对自己的行为也有深刻的认识。

动物社会 对动物社会的研究，不管是短期的，还是长期的，都必然能够阐明一个对我们，或许对宇宙都有重大意义的问题——人类的起源。我们现在认识到人类不但是高等哺乳动物，而且在性质上也和一切其他哺乳动物不同，因为人类是由自己创造出来的，他自己是其一份子的社会的产物。要弄清大约二千万年前使这一转变成为可能的初期趋势，不论是性结合的趋势还是原始经济结合的趋势，需要集中生物学家，地质学家和历史学家的力量来一起研究这个课题。正是由于人类社会本身必然带

着自己起源的痕迹，所以关于这种起源的知识对于了解和管理现有社会是极为重要的。而了解和管理现有社会则是一个驾凌于一切之上的急迫问题。

社会科学和心理学

很明显，为了解决社会结构和管理的问题，我们将需要把人才空前未有地集中在动物心理学和人类心理学领域。自然，危险在于：我们所生活的社会并无从事这种研究的充分动机。事实上，
342 要是老老实实进行这种研究，就不能不危及这个社会的形式。在另一方面，我们如果不进行这些研究就要保持一种极其矛盾的现象——一方面，我们达到了目前的文明，另一方面，我们又可以看到精心策划的野蛮行为和贪得无厌、自取灭亡的愚蠢行径。在这里，理论和实际之间的矛盾当然是再明显不过的了。物理学的以至生物学的发现，尽管会被拖延时日，一般总是迟早会得到应用的；可是社会学或者经济学的发现却仅仅被看做是学术研究。而且要是这些发现看上去意味着可以用不同的方法来更好地管理世界的话，人们甚至可能给它们加上具有倾向性的罪名而加以禁止。因此，我们无法脱离社会科学各学科所处的社会发展阶段来预测社会科学，人类学，心理学和经济学的发展前途。只要目前经济制度存在下去，这些学科就注定要继续处于描写性，会诊性和学术性状态；凡是法西斯主义取代这种社会制度的地方，这些学科就会首先被糟塌得不成样子。只有在非常关心提供最大福利的社会化经济中，才可能期望社会科学得到充分发展。因为在那里，它们需要在实践中和在理论上都成为社会生活机器的一个不可分割的部分。社会科学在性质上不同于自然科学之处在于：社会科学

所研究的不是服从一定规律、因而可以进行精确实验的各种一再重复的状态，而是一个由内在条件制约的、独特的发展过程。我们不能把人类心理学归结为研究机体对其环境的反应的学问，因为人在其自身内部就以不同于其他有机体的方式体现着自他诞生以来就对他发生作用的社会影响的结果。弗洛伊德的著作就是研究此类社会影响中的一种社会影响——即家庭影响——的后果的开端，不过这是极其不完全的分析，因为家庭本身就同经济和社会影响密切联系在一起，而这些经济和社会影响也起着自己的直接作用。心理学在很大程度上还只是一门伪科学。它包含着很多根深蒂固的形而上学观念和宗教观念。科学史已经说明，要把这些观念消除才能达到有效的客观性。

社会学更是一门伪科学。它所研究的单元是不确定的，而且是变化多端的。但是它可以同具体客观的、经济学的和人类学的研究结合起来一起发展，研究范围不但要涉及野蛮种族，而且也要涉及文明社会。只有联系社会、经济和心理形态的起源，才能对这些形态进行充分的研究。这个方法主要应归功于马克思。由于缺乏这个方法，一些高度抽象的和传统性的学科与历史之间发生了致命的脱节现象。前者接受了一些固定的范畴——人性，心理人或经济人；后者要末是文学性的或说教性的；要末仅是学究式地罗列历史事实。各门社会科学的发展方向应当是同历史结合起来。这本身就需要对科学和人文学科进行一次普遍改组。 343

毫无疑问，我们需要发展社会科学更甚于需要发展自然科学，不过社会科学在目前如此得不到支持却并不是偶然的。这与其说是由于它们有固有的困难，不如说是由于仅仅进行这种研究就是对目前社会制度的彻底批判。在我们的社会制度下，它们是永远

不会得到发展的，为了发展社会科学而进行的斗争同时也就是改造社会的斗争。*

科学的前途

在考察科学研究的发展前途的时候，我们可以看出发展的总方向，并且可以从中得出相当可靠的结论。不可能知道的是一些根本性的新发现的可能性以及这些发现对整个科学发展所起的革命化作用。我们在过去已经有了这种发现，X射线和放射活动就是近来最惊人的发现。有人说，由于这种事情无法预测，事实上要进行预测就等于作出发现，所以，展望科学的前途是没有意义的。这话只是部分地正确；比较重大的发现并不是凭空出现的。它们是在特定领域中进行集中研究的成果，不过人们必须首先为某种别的理由在那个领域进行广泛的研究，然后才会有这种发现。在十九世纪初叶，原是不可能预测细胞繁殖的机制的，不过当时却可以说：除非用显微镜对细胞进行研究，就不可能发现它们的繁殖情况。同样，除非把气体放电现象作为研究对象，X射线和放射现象以及由此接着产生的一切就根本不会发现。所以实际的问题是：要保证科学可以在最广泛和最全面的战线上发展，随时准备把科学遇到的基本发现当作意外礼物加以接受和利用。

交互作用 从上述关于科学战线和未知领域的粗略叙述中

* 恩格斯在《反杜林论》中表达了这个观点：

“人们周围的、至今统治着人们的生活条件，现在却受到人们的支配和控制，人们第一次成为自然界的自觉的和真正的主人，因为他们已经成为自己的社会结合的主人了。人们自己的社会行动的规律，这些直到现在都如同异己的、统治着人们的自然规律一样而与人们相对立的规律，那时就将被人们熟练地运用起来，因而将服从他们的统治。”（《反杜林论》中译本，人民出版社，1970年版，第280页）

可以看出,在不少地方,不同学科之间有交互作用而且它们和人类活动之间也有交互作用。不过把科学划分为若干部门,它们彼此之间的横的联系就大部分看不见了。280 页的图表在一定程度上有助于弥补这个缺点。那幅图表指明了各学科之间的内部联系以及科学和生活的比较直接的实用方面之间的联系。核物理学和生物化学之类基本学科和桥梁性学科的重要性由表中所表示的这些学科在整个科学领域中的许多联系显示出来。当然可以编制出完整得多的图表,不过由于它过于复杂,反而可能使人看不清主要的关系。 344

到现在为止,我们已经讨论了科学在其内在需要的推动下向前发展的情况。不过我们也已经充分说明了科学不是孤立的活动,还有着外在的实际应用的可能性,而这个可能性又会为开展这门学科的研究提供实际理由。迄今科学主要是从事分析先于人类而存在的世界,而不是分析人类自己的产物。仪器设备之类整套人为科学装备的作用,并不在于创造新的自然界,而在于使人类能够进行了解自然界的本来面貌所必需的实物分析和逻辑分析。不过这仅是一个开头,因为人类所创造的世界也需要加以研究和控制。随着时间的进展,宇宙中由人类决定的那一部份将相对地变得越来越重要,不过由于这一部分建设起来更快一些,它必然不那么稳定,需要人们对它有更彻底和更仔细的理解,以防止人类自己创造的事物把人类自己摧垮。

第十四章 科学为人类服务

人的需要

如果我们把人类生活及其发展当做我们研究的中心，科学活动就会呈现不同的面貌，而且彼此联系的方式就会显得和前一章所描述的有所不同。人的需要和愿望不断地为探索和行动提供动力，因此，可以把科学看作是我们取得必需的知识以满足某一特定需要的方法之一。我们可以把科学中的人的需要依照其迫切程度分为四等，科学同其中每一类需要都有一定的关系。首先是对于食品、住所、健康和娱乐的基本生物学需要。其次是对满足这些要求的各种手段的需要。这些手段就是生产性事业、运输和交通以及文明社会的整个行政管理、经济和政治机构。不过社会不但要存在下去而且还继续发展。旧的需要要求得到更好的满足，新的需要也会不断出现。政治运动成为人类社会的这些动态的需要的推动力，不过这些需要的最终体现形式是由科学决定的。因此，科学往往变成社会和经济变革的主要力量。最后，社会在自己的所谓文化——礼仪，艺术和对于生活的总的态度——中认识和表现了自己。在这里，不但实用科学，而且科学所展现的世界面貌都再次成为主要因素。

基本需要：生理需要和社会需要 人们开始第一次认识到：社会终于能够充分地满足人类的基本需要了。只是在最近，只是靠了科学，这才成为可能，不过我们也知道：我们还没有做

到我们应当可以做到的地步，并不是因为没有科学，而是因为社会和经济制度有缺陷。从已知的人类基本需要出发，我们现在已经有可能建立一个生产和分配的技术体系来满足这些需要。这样做的好处在于：一旦明确说明了需要的数量，供应的问题也就多少确定下来了，因而也就可以按照现有技术来衡量每一个要求切实可行的程度。例如最近对食物的研究已经说明：一旦有可能用科学方法确立最低营养标准和最宜营养标准，就可以采取政治和经济行动来加以实现。在这种情况下所采取的行动要比人们用含糊不清的措词表明同样真实的饥饿的时候我们所可以采取的行动有力得多。一旦一种需要可以大体上从数量上来阐明，要满足它就变成了一个明确的技术和经济问题了。如果有组织的社会决定满足这个需要并且准备支付其费用，它就变成纯技术问题。技术可以用比到现在为止快得多的速度应付这些问题。现在我们已经有可能相当准确地预测为了这一目的需要采取哪些技术改革措施。^{*}我们将在下文尝试进行一下这种预测。这种预测略为超出了现行技术趋势的范围，但决不是空想的，换言之，我们并没有提出任何我们不知道怎样实现的改革建议。

346

我们可以把人类基本需要分为生理需要和社会需要。不过人是高度社会性的动物，因此，这种划分必然是人为的。社会需要可以支配行动，不下于生理需要。在不少情况下，人们宁愿忍受饥饿和艰苦生活而不愿破坏社会准则。实际上，我们目前社会制度中的极度不平等的现象所以能够维持下去，是靠了社会习惯的约束力，远胜于靠了暴力。不过生理的需要有更大的迫切性。因为缺乏必需的东西达到一定程度，人就活不下去了。全世界发生的

^{*} 见吉尔菲兰在《技术发展趋势》中的文章，第15页以后。

绝大部分疾病大概都是直接或间接由于缺乏基本必需品的缘故，一般是由于缺乏食物，其余的疾病有很多可以归咎于劳动条件差。^{*} 换言之，人们确确实实是被他们的社会制度害死的，说得更明确一点，就是：如能充分供应人类的基本必需品，就能使世界上每一个人平均多活二三十年左右。这句话听起来可能是太极端了，但它只不过是反映了这样一个事实：英国人平均寿命是五十五年，印度人平均寿命是二十六年，可是没有一个人从两者的差数中得出明白的结论。

食 物

头一个同时也是主要的必需品是食物。现在要估计现有人口或者任何一定的世界人口的食物需要量是很容易的，但是要估计为了使这批人口的食物消费量达到最宜标准所必需的农业生产总量却比较困难。不过所有的估计都一致认为，如果全世界现有的优良农田都用最好的现代方法耕种，所提供的食物就会达到最宜标准所需数量的二至二十倍。我们用另一个方法也可以得到这一结论。约翰·奥尔爵士在他提出的关于英国（这方面条件比较优越的国家）的营养状况的报告中，不但指出有一半人口食物不足，而且说明其中有五分之一的健康状况甚至在最低标准以下。从这些数字我们可以估计出整个人口食物消费量达到充足水平所需的食物数量。这个数量的价值比目下消费量总值多百分之二十，大约为英国农业产值的三倍。如果假定英国人口为四千四百万人，耕地

347

^{*} 见奥尔著《食物，健康——收入》。又见《科学意味着什么》中的文章；G. C. M. 麦戈尼格尔和J. 柯尔比所著《贫困和公共卫生》1936年；国际联盟关于营养的报告书；以及麦克纳利所著《公众健康不良情况》。

面积为一千二百万英亩，依照英国标准，每人所需耕地仅为一英亩以下，亦即全世界共需二十亿英亩耕地，还不及现有四十二亿耕地面积的一半，而目前的耕地面积本身则不到地球陆地面积的百分之十二。

新农业 这些数字虽然很粗略，但是毫无疑问，把科学成果加以最低限度的应用就能把农业生产提高好几倍。^{*}对土壤和动植物育种进行科学研究，再加上生产一定数量的人工肥料和农业机械，就一定能在二十年左右，不但提高每英亩单产数量，而且扩大可耕面积，从而提高世界食物产量。^{**}经济作物更能推动人们改进生产。因此，经济作物方面的发展情况更能证明这个结论的正确性。例如，在路易斯安那州，甘蔗生产在三年中从每英亩6.8吨提高到18.8吨。^{***}实际上在目前制度下这种发展给人带来的只是灾难。当局事实上已经通过精心制订的办法来推迟经济作物的发展，甚至销毁经济作物，而不是发展经济作物。苏联已经取得的成就说明即令在一个极其落后的国家也可以取得很大成就。在苏联，除了我们在边码第227页及以下部分所述的情况之外，由于大规模引进新科学技术而得到了巨大进展。这些技术中有人工授精法和春化法。人工授精已经使畜牧业面目一新。^{****}春化法用人工方法使麦种获得冬小麦的种种优点。

腺生理学和遗传学的进展可能在畜牧业中引起更大的变革。

^{*} 已经产生的变化是够惊人的。《技术发展趋势》第99页中估计，在1787年，这个地方需要19个人才能养活一个城市居民，目前19个人就可以养活66个城市居民，不过这66个人中有一些人，也许是6个人左右，通过制造农具而间接协助农业生产。

^{**} 斯特普尔顿教授把荒地和山区改变为优良牧场的工作成果说明科研在这方面可以起多大作用。

^{***} 见《技术发展趋势》第111页。

^{****} 见克劳瑟，《苏联科学》。

迄今这些变革的动机几乎完全是商业性质的。虽然这些变革使蛋
348 和牛奶的产量大有增加，却提高了疾病的发病率。例如在牛奶含
有结核菌的情况下，就会把疾病传染给人类。促进牲畜早日发育
成熟的方法不仅不自然和残忍，而且效率不高。*没有理由说，在
一个井井有序的经济制度中，为什么不能把牲畜生活得好当作畜
牧业的一个基本考虑。

不过这一切还只是把科学成果应用于食物生产的第一阶段，
还只是使现有的传统方法合理化而已。食物生产方法面前还有更
美好的前景。食物生产方法的重要性在于以最少量的劳动消耗
(这种劳动单调而不利于健康)来提供食物并且使人口有可能逐渐
增加，而不在于向现有的人口提供食品，因为这在原则上是已经
解决了的问题。可以用相当简单的物质手段，通过有效地灌溉沙
漠地带，并最后把沙漠覆盖起来使其成为大温室，来大大扩展耕
地面积。另一个办法是利用威尔科克斯博士和格里克教授的农业
技术方法，把植物放在包含化肥的水槽中培养，从而大大提高产
量。利用这种方法，每一英亩水面生产出的马铃薯达75吨之多，
蕃茄达217吨之多。 **

用细菌方法和化学方法生产食物 也许在上述方法得到普
遍应用之前，人们会培植海藻和菌类等低级植物来代替对高级植
物的最大限度的集约耕作，作为食物的主要供应来源。海中主要
食物来源是浮游生物海藻；我们迄今仅仅通过吞食海藻的鱼类间
接加以利用。应该有可能通过有目的地在海洋中培育和收获浮游
生物的方法，由间接利用世界四分之三的面积变为直接利用，但
是利用设在阳光充沛地区的工厂来不断培育海藻以生产食物也许

* 见《技术发展趋势》，第114页。

** 盖里克教授，《不需要土壤的作物培植》，见《自然》杂志第141页，第536页。

会更为经济。在下一个阶段中,还可能通过细菌或者甚至通过细菌的酶来合成食物。归根结蒂,我们的一切食物都包含在空气、水和岩石的物质中。如果我们利用我们的煤或甚至石灰石的储藏,作为基本的食物原料,我们就将有充分粮食来供应比地球上现有的人口多几千倍或几百万倍的人口。

分配 不过食物生产仅是问题的一部分。重要的是,应该把食物弄得营养而可口然后加以分配。目前在食物分配和调制上存在巨大浪费。虽然近年来在食物运输和保藏上已经取得巨大进步,在这方面的损失仍然很大。的确大部分损失是由于经济弊病而不是由于技术的缺陷。英国的食物零售总量如果能很好地予以分配和消费,为每一个男女和儿童提供的食物就会略高于英国医学协会所规定的营养标准(见边码第 65 及 375 页)。然而很大一部分居民的营养标准显然远远低于这一标准,可见售出的食物有相当的部分都浪费掉了。这要么是由于居民中某一部分人吃得过多、要么在更大程度上大概是由于在家庭中浪费掉了。这种浪费是小规模处理食品所固有的现象。 349

烹调 虽然其他技术都用科学方法加以改进和调整了,烹调的基本方法从旧石器时代以来都始终没有变化,几乎完全没有受过科学的洗礼。这当然是由于,在其他生产活动中都有盈利动机推动人们去采用科学技术,而烹调作为家庭事务则没有这种盈利动机。只要在烹调中稍为应用一下生物化学知识,再进一步减少不必要的家庭操作过程,不但有可能消除浪费,而且有可能比目前更便当更经济地制出各式各样的新老菜肴以供食用。认为科学会损及烹调艺术,就象认为应用科学原理的具体成果钢琴会破坏音乐艺术一样,是没有道理的。

衣 着

废弃纺织 人们需要衣着不象需要食物那样迫切。从单纯物质观点来看,世界居民也许是穿得太多而不是太少了,虽然大多数衣着质量极差。目前的衣着与其说有实用价值,不如说有社会价值;其主要目的是使人们对自己的外表感到欣慰,至少也不致感到寒怆。为此,我们在衣着方面的需要是:以大家都买得起的价格供应花色品种更多和更美观的衣着,而不仅仅是暖和舒适的衣着。纤维研究方面的新发展将使我们有可能几乎无限度地改善我们的衣着。人造丝已经说明,我们在这方面可以充分仿制天然产品。不过更为根本的改进可能不在于试制新型纤维,而在于缩短整个衣着生产过程,即直接从多孔塑料物质制造衣服而不是用纺织好的纤维制造衣服。这样就不需要耐久性衣服了,也不需要经常洗涤了,生活条件也就会大大简化。新的衣服穿几天后就可以丢掉。不过照目前情况来看,完全取消纺织工业会带来社会灾难,只能造成失业和贫穷。在任何合理的生产制度中,人们不会完全附属于工业,以至即使这种工业已经失去生产上的价值,仍然必须加以扶持。相反地,这种类型的改革将会受到欢迎,因为这样一来,工人就可以从单调的劳动中解脱出来,转而从事更有趣味的工作并获得更多的空闲时间。

住 房

住房仍然是一个重要而且难以解决的问题。在居住者习惯改变或者可以另觅新居的时候,房屋往往还坚固如初,可供继续使

用。可以有力地说明这个问题的事实是，现在几乎有一种普遍的趋势，就是让穷人去住富人所不要的房屋。我们刚开始看到有可能依照居民需要来建造一栋房子或是一座城市。居民的需要仅仅部分是物质上的需要——获得一个藏身之所；社会因素在房屋设计中实际起着支配作用。对房屋的质量要求在很大程度上取决于社会传统，很少取决于物质需要。房屋不但可以抵御寒暑风雨的侵袭，作为烧饭睡觉的处所；它也是复杂的社交仪式的中心。这两个方面互相影响。社会习惯和房屋用途取决于人们能得到哪一种房屋。目前，我们可以看出两个总的倾向：一种倾向是建造位于市区、拥有公用设备、联成一片的大型房屋单元，另一种倾向是建造位于市郊、几乎完全一模一样、设备齐全的小型房屋。两种倾向都可能继续下去，或者在两者之间可能找出一个折衷办法。在任一情况下，科学在改善房屋条件使其更加方便和美观方面都大有可为。新材料和新方法所引起的革命才刚刚开始对建筑的主要原理产生影响。我们不久就可以同传统建筑彻底决裂了，即同自法老^①时代以来始终不曾改变的堆砌砖石的传统决裂，并且朝着合理构造的方向发展。建筑的物质职能主要是隔绝和支撑，不过这两者是完全可以分开的因素。厚厚的墙和沉重的梁是做到这两点的最笨的方法。

新材料 在新材料中，有某些材料，如轻金属，可以专用于支撑，其他至今仅仅经过初步改进的材料则可以用于隔绝。目前我们需要的材料，即便不是更轻的话，也要轻如软木，要坚固得足以挡住风的压力，能防火而且对热和声音都能起很好的隔绝作用。这些要求不是达不到的。事实上，人们已经制出了几乎能

351

① 法老是古埃及国王的称号。——译者

满足所有这些要求的材料。*几乎可以有把握地说，这个问题可以随着充气胶体的发展而得到圆满的解决。由于这种材料将不需要堆砌而是大块大块地装在房屋骨架上，建筑过程就会变得越来越象机器生产的装配阶段，制造材料的过程将相当于机器零件的制造阶段。**

室内气候 过去，房子附属设备往往是事后添补上去的；在合理的建筑中，它们将成为必要的组成部分。有了良好的隔热防寒墙壁，房屋供热问题就完全不存在了。事实上，甚至在冬天，居住者所散发的热量也需要用某种冷却方法加以消除。不过为了达到这种供热自足程度，就有必要设计出一个合理的通风系统。这种通风系统不象现在这样吸进冷空气，排出热空气，而是设法在冬天用排出的热空气来对进入的冷空气加热，在夏天则反其道而行之。这样屋内的火炉就变成单纯的摆设了。如果不需要这样地同屋外空气完全隔绝，（不少乡下房屋就不需要这样做）就仍然需要供热和冷却设备，不过可以不必象现在这样要花很多钱才能做到这一点。可逆的热机将在冬天把热量送入屋内或者在夏天把热量送出去。这种可逆热机已经制造出来。使用这种热机的用费只相当于直接供热方法的三分之一至五分之一***。象美国和俄国那样利用电站余热向城市供热的方法也几乎是同样经济的。

空气动力学的原理在建筑上的应用可望有相当发展，其中至少能做到取消通风道。不过人们刚刚开始认识到正确使用形状适

* 微孔物质是利用蒸汽对石灰石和硅石的混合物进行加热而制成的一种硅氢酸钙盐。它是一种表面上比重为0.2—0.5的微孔材料。可以制成板，已经用于建造房屋。参看《工业和工程化学》，第27卷，第1019页。亦见于《建筑纪录》，1936年10月份，第277页。

** 要了解预构房屋的近期前景，可参看《技术发展趋势》，第370页及以下。

*** 见《技术发展趋势》第371页。

宜的通道可以使风不致进入室内，并不需要用任何材料来阻挡。例如，法国铁路快车机车前窗特别容易堆积油污，所以就干脆去掉玻璃，装上挡风器。汽车的挡风玻璃不久也可以用同样的装置来代替。这样就可以使窗子在冬夏都同样开着，利用自然风本身的力量或者总通风系统的气流来护住窗口。最后就可以使房间没有墙壁或屋顶也能抗御气候侵袭。

家用设备 可能有人认为，在家用设备问题上，凡是能够做到的都已经在美国做到了。不过我们几乎可以肯定：只要对人类需要进行有计划的社会学研究，人们就会看出，我们可以把各种家庭事务结合起来，以便不知不觉地增加总的便利。正象在许多其他情况中那样，只要需要满足的条件有严格的限制（如象在住房汽车或者大篷车拖车中生活），就完全有可能找出解决家庭生活问题的办法。我们可以预期这种发展趋势将使室内布置更有伸缩性和更加紧凑，完全摆脱传统方法的束缚。 352

未来的城市 科学在住房设备细节方面可以带来的变化是够大的了，在建造大型住宅方面可以作出的贡献就更多了。采用又结实又轻的材料，就能够使建筑物的内部空间比古今建筑师所梦想的大得多。完全封闭的、宽敞的、有空调设备的城市正迅速地变成一件切实可行的事情。要把一切人类活动都集中于这样一个建筑物中是不适宜的，也许要有若干座建筑物以适应不同种类的生产活动和文娱的需要，每一座建筑物都有其适当的温度。大量使用隔音墙壁的优良建筑以及建筑工程学的合理发展理应会把现代城市生活的主要痛苦噪音消除掉。无论如何，大多数工业噪音是一种浪费的征候。

城市和乡村 有了设计完善的通风系统，再加上禁止释放任何灰尘、烟气或水气，应该能使这样的城市的空气无殊于乡村，

再通过对温度、湿度和空气流动的适当控制，就能造成最令人精神振奋、愉快和多样的气候。当然这种城市将确确实实仅仅是生活背景的一部分；乡村生活的重要价值不仅在于其气氛，而且在于它和城市生活完全相反。不过即使对必要的农业不作很大的限制，由于城市建筑充分集中，也会有更多的空间留给绿色的大自然。除非世界人口比现在增加几百倍，还是会有大量的绿化地区保留下来。人们要到那里去，既很容易，又很快。应该有可能把这样的地区划分成几个等级，从近郊区一直到与世隔绝的世外桃源，以便根据人们的爱好向他们提供各种不同的环境。

353 **规划** 不过住房问题与其说是技术问题，远远不如说是组织问题。城市规划和地区规划就同建造房屋本身一样必要。我们要搞规划就需要发展刚刚问世的应用人文地理学。应该根据经济生活的发展，规划各种不同程度的集中的或分散的建筑，以及工厂和运输工具的位置，目的是为整个社会谋福利，而不是猎取最大的私人利润。英国和苏联的城市规划的不同情况充分有力说明私人所有制的弊端。这种弊端特别表现在等于刁难和敲诈的高昂地价上。

健 康

健康有赖于令人满意的食物和居住的条件。要不是由于这个缘故的话，从根本上来说，健康的需要原是驾凌于任何其他需要之上的。而且我们在增进天然得来的健康方面，尚未取得很大进展。直到大约五十年以前，以行医为业的大批才智之士，实际上对疾病和死亡现象仅有一点肤浅的认识。他们自称能控制疾病和死亡现象。这种话只能起一种安慰作用，并没有任何根据。后来，细

菌学帮助人们制服了传染病，可是科学仍然不能真正治好慢性病及变性疾病和体质性疾病。不过在这个问题上，这主要又是一个社会组织问题，而不是科学知识的直接应用问题。死亡率和发病率显示：居民中最富有的部分能避免疾病，所以至少在英国，大部分疾病是可以避免的。征服疾病的第一阶段是向全体居民提供良好食物和居住环境条件，使他们达到目前只有富人才能享有的健康标准。当然我们决不鼓励富人们自伤其身的纵情酒色的行为。

疾病防治 医学的科学方法现在才刚刚开始发生作用。人们已经看出，问题是要保持社会成员的健康，而不是使医治他们的疾病的医生大发其财。一切医学部门都应该变成公立服务机构，在其中同时进行研究和行医。例如，如果能象仔细研究病人患病原因一样地仔细研究健康人所以健康的原因，就可以使医学有长足的进展。定期进行体检并设立一个在全世界范围进行医学统计工作的完整机构，就一定能探明许多疾病的根源，不过也决不能轻视疾病的问题。人体的复杂程度和人类创造出的或操作过的任何机械系统或化学体系的复杂程度是完全不能相提并论的。这并不意味这个问题是无法解决的，而是意味着用于生理学研究的时间和金钱需要比现在多得多。现在已经能在一定程度上防止或甚至医治传染病了。如果卫生机构在世界范围内很好地通力合作，就能够完全予以扑灭。正如J. B. S. 霍尔丹教授所指出的那样，单凭这一条，就迫切需要建立一个世界性社会主义国家。应该对病后自然复元过程给以大得多的注意。一旦人们了解了这些过程，就有可能使复元加速，或者至少保证每一个人都能利用上最能抵御疾病的人的痊愈能力。在建立了合理卫生管理工作以后的三十年内，做到使疾病成为绝大多数人生活中的一件无足轻重的小事，这应该不是一个做不到的想法。

老年人的疾病和死亡 使老年人死亡的疾病属于不同的范畴。它向科学提出了最急迫和最严重的课题。这方面的成就必须能巧夺天工。这就需要对人体的发育和衰老过程有十分深刻的了解。如果不了解这些，我们甚至就讲不出我们在符合自然法则的范围内究竟有可能做到什么程度(见边码第338页)。我们也许有可能，也许不可能制止一切高等动物衰老时期都出现的组织普遍硬化和干枯的现象。也许可能通过适当的促进生长的物质来使得身体或身体的组成部分返老还童或甚至再生。在身体只有部分器官受到威胁时，器官和组织的代用品的发明也许有助于延长寿命。疾病中最可怕的癌症问题肯定有希望得到解决。现在已经取得的一点点进展都是不同领域中的科学家们合作的结果，不过真正迅速而有效的进展却需要更大程度的合作。要猜测这些措施能使多数人延长多少寿命是徒劳无益的，不过，将来人们的寿命很难说会短于现在活着的年龄最大的人的寿命。这是应该由科学提出并设法予以解答的问题。我们现在甚至还不知道从什么意义上来说死亡是不可避免的生物学上的必然现象。我们也不知道，死亡在多大程度上是一系列病理事件造成的最短期限，而这些病理事件又是可以分别避免的。一旦我们找到了答案，就可以知道麦修塞拉^①的年龄究竟是神话还是一个合理的目标。

人口控制 同健康问题密切相关的是整个人口的生物学控制问题。目前人类对宇宙的任何部分都想要加以控制，只有对自身并不想加以控制。在这个意义上说，人类还没有成为驯养的动物。他们无计划地任意繁殖。由此造成的人类在数量上和质量上

^① 麦修塞拉是《圣经》《创世纪》篇中长寿的人(《圣经》中作：玛士撒拉)，活到969岁。——译者

的变化产生了极其猛烈的社会影响。目前，在那些认为社会事件是命中注定的人们看来，仿佛欧洲和美洲大部分地区的人口很快就要达到最大限度，接着就会减少下去，速度比原来增长的时候还要快。^{*}西欧人不但维持着一种主要是建立在稠密人口基础上的高度文明，而且还控制和剥削世界大部分地区，所以他们的人数的减少，可能首先加剧他们的剥削的严重程度，不过迟早也会使这种剥削完全垮台。随着人口的减少，平均年龄也会不断提高，因而也会加强保守主义，所以人口减少的影响很可能还要严重一些。

不过为什么会产生人口繁殖减少的现象呢？原因很简单。因为在现有条件下，没有足够的刺激力促使大多数妇女生儿育女以维持原有人口。法西斯政权想要通过爱国主义的号召和强行禁止节育来克服这一困难，然而收效并不显著。^{**}从十九世纪的英国和现代俄国的发展情况来看，十分明显，只有使生儿育女成为可喜之事并为儿童提供有保障和有希望的前途，才能使人口增加到所希望的程度。不过完全让这一过程自然发展却是可笑的。应该完全按照增加人口的最适当的需要来调整奖励生儿育女的办法。

在良好社会条件下，人口大幅度增长 要说出人口需要增长到什么程度就困难得多了。通常都认为，凡是不论增加或减少人数都会降低生活水平的人口就是最适宜的人口。不过这有一个前提：就是假定经济制度不变。一旦有可能大大增加消费，这样地衡量的最适宜的人口就太多太多了。世界上有足够的食物和空

^{*} 伊妮德·查尔斯，《生育的衰退》，霍格本，《政治算术》。

^{**} 意大利在1931年的毛生殖率为1.57，在1936年下降为1.40。德国的纯生殖率如下：1924年，0.924；1929年，0.818；1931年，0.748；1934年，0.86；1935年，0.91；1936年，0.93。

间，可以允许人口在若干世纪中以生物学上最大限度的繁殖率增加(比如说每四十年翻一翻)。当然在目前经济制度下是不能利用这些可能性的，不过，我们在这里讨论的是最适宜的情况而不是实际情况。可能有人要问，的确，有些人从直觉出发或者从形而上学的观点出发对尽可能多的人口的价值十分重视，如果撇开这些不谈的话，为什么要有这么多的人口呢？一个理由是：人类进步的一个重要因素是有足够多的有非凡才能的人。目前我们不知道，而且在今后一段时间内也不可能知道用什么办法可以随意造就出这样的人才，所以要得到他们的唯一办法便是增加人口。人们常常由于人群拥挤而反对拥有比目前多得多的人口。只有在目前大家拥挤在令人不舒服的喧闹的城市中的状况继续存在下去的时候，这个理由才能成立。目前世界的百分之三十的人口拥挤在占陆地面积千分之五的地区，又有百分之三十的人口散居在占陆地面积百分之七十五的地区。在现代生产条件下，人口根本不需要这样集中。如果能把运输交通和住房条件加以改进，使世界大部分地区都适于居住。可以把风景比较优美的地区保全起来以供娱乐和闲居之用。

这是一个长远打算；我们目前需要做的事情与其说是要养育出更多有才能的人，不如说是要对现有的有才能的人加以更充分的利用。在英国这样高度文明的国家中，最聪明的儿童中，仅有四分之一的人有接受高级中学教育的机会，也许在五十个人中，能受到大学教育的不超过一个人。有了一个真正民主的政府，通过教育工作就能使有才能和训练有素的人数增加到五十倍之多。即使如此，也可能不足应付新的和日益增长的文明的复杂问题。这种状况所需要的人口政策一定不同于为一个发展机会受到极大限制的世界所规划的政策。目前希望控制人口的人之所以希望控制

人口，主要是为了鼓励富人生育，阻止穷人生育，照他们的说法就是鼓励优秀的人生育，阻止劣等的人生育，以便使富人保持有力的统治。事实上，只要人与人之间遗传差异被社会上保持的经济差异所掩盖，遗传差异就根本没有什么实际的意义。*但是一旦能在社会上做到机会均等，人口质量的问题就会具有极大重要性。

劳 动

现在有两种经济。在一种经济中，人的需要构成这种经济的直接基础。在另一种经济中，人的需要仅仅间接表现为它们的利润价值。这两种经济之间的主要差别之一就是劳动条件的根本变化。我们往往把劳动看作是生活中不可免的苦事之一，只要有办法和金钱就想避免劳动。其实，劳动的不愉快本身是社会条件的产物。自从农业的发明使劳动变得必要以来，征服者就强迫被征服的人民去劳动——妇女、奴隶或劳动者——而控制劳动的人根本不想使劳动变得愉快。工业革命实际上使情况变得更糟了。工业革命消除了传统的调剂方法：即鼓励人们劳动的歌唱、舞蹈和饮酒。同时又使工厂的经常性的单调乏味的劳动代替了农民一年到头的多样化的劳动，并且使得劳动虽然花费力气较少，但由于单调及周围环境的可怕和肮脏而变得更加令人厌倦。有了现代化技术，这一切都是完全不必要的。在我们的过时的经济制度中，只是为了少数人的想象中的舒适和保障才把这一切维持下去。 357

主要考虑应该是工人而不是利润 假定人类的大部分活动

* J.B.S.霍尔丹，《遗传和政治》，霍格本，《自然与养育》。

时间仍然用于劳动，改变劳动条件就会意味着大大增加愉快的生活的可能性。迄今对劳动条件的主要研究工作还只是着眼于提高工作效率。工间休息和缩短劳动时间之类的改进措施所以被采用，仅仅是因为这些措施证明能提高生产。为了方便工人而设计的工厂会不会比那些把人当作机器的一部分的工厂效率低呢？这一点在现在看来甚至也是值得怀疑的。而且，绝对节省劳动力的机器（使过于繁重和单调的工序完全不需要人工操作的机器）的相应增加将足以弥补由此可能造成的效率的降低而有余。例如，传送带使劳动变得更加单调，并且造成了一种不人道的强制的紧张状态。大多数连续加工的简单工作都可以完全由机器操作。不过在劳动力便宜，不必考虑劳动条件的情况下，人们就觉得不值得去制造这种机器了。

设计可以消除而不是制造单调乏味的劳动的机器 要制造首先考虑到工人的机器，会引起一些崭新的问题，并且会成为促进发明和研究的强大动力。到现在为止，人们主要是用机器来代替人体的动作，而且增加了这些动作的力量和速度。不过人们已经开始用记录和检查设备来代替人类感官了。在许多重复性工序中可以用电气装置，特别是光电池来代替视觉、感觉和触觉。对工人的关怀会促使这些技术进一步发展并会促使人们走向第三个阶段：设计能够进行判断的机器，把检查机器元件和活动部件联接起来，使得这种机器能象较老的机器处置规格划一的材料那样准确地处理规格不同的材料（参看边码第 366 页）。

劳动是一种乐趣 同时可以通过发展和应用工业心理学，利用科学来消除必要的劳动的一些弊病。自然，在目前期望发展力求使劳动变得更为舒服、愉快和有趣的工业心理学是可笑的。

358 现在仿佛也允许一点工业心理学存在。我们只能说，那是因为它

对雇主有用，而不是因为对工人有用。因此，这种研究就明显地缺乏只能从工人方面得到的必不可少的合作。一旦人们明白，应用工业心理学的目的是改善劳动条件而不是加速生产，就有可能通过工人的合作来彻底消除劳动的概念在过去一切时代中始终包含的强迫和不愉快的含义。

娱 乐

工作之余便是娱乐。人们渐渐认识到了休憩和娱乐在一切社会中所起的重要作用，特别是在经济和物质变化已经冲破了平衡的传统生活秩序并且提供了多得多的余暇的社会中。任何合理的发展都必须提供更多的余暇，不过新得到的余暇却不应该再引起什么问题。人们可以把余暇用于创造或娱乐，也可以把余暇浪费在无聊之中。我们目前的制度在各方面都阻碍人们把余暇用于创造，因为每一项创造总有一种价值，所以它要末会妨碍目前的竞争制度而不见容于当世，要末就构成这个制度的一个部分。在后一种情况下，它立即就取得了劳动的品格。只有家务劳动和琐碎的劳动——浮雕细工和养兔——仍然是一些不完善的例证，说明人们在具备技术、设备、协作和鼓励的条件下可以做些什么事情和愿意做些什么事情。在另一方面娱乐几乎完全商业化了。始作俑者是有钱人。他们终日游手好闲，吃喝玩乐，其余大多数人则限于财力享受不到这些娱乐。比无聊略胜一筹的最便宜的娱乐，都是最消极的娱乐方法——收听无线电、看电影和看运动比赛。迄今，科学在娱乐方面的应用，实际仅限于扩大这些消极形式的娱乐而已。这减少了无聊，但却代之以想入非非的幻想。

在任何其他形态的社会中，科学的贡献将大不相同。不过要

预言其表现形式却是荒谬的，因为娱乐之特点在于其自发性。我们能够预言的便是，人们将发现，不以盈利为目的的科学将象帮助扩大物质生产方法那样地帮助扩大我们娱乐的能力。娱乐可以变得更加专心致志，更加带有个人色彩，更加多样化。电影院、无线电和电视的新技术除了提供逃避现实生活的想入非非的幻影或者培养欣赏新的娱乐形式的审美能力之外，*还大有可为。这两者不但可以把一部分人的经验传授给大家，而且还可以通过探索自然界未知地带开辟新的经验领域。因此，这两者都是大大扩展人类经验范围的手段。也可以通过科学推动人们把余暇用于创造。自发的个人努力或合作性的努力都将找到大展宏图的新领域。或许更为重要的是，人们将找到一种天生我材必有用的感觉、一种不虚此生和自豪的感觉。对不少人说来，科学本身可能变成一种引人入胜的娱乐。

改造世界 但是我们有可能把眼光放得更远一些。我们有着一个大自然的世界足供消遣。只要利用科学大大增加在事实上和在想象中游历的设备，可以观赏这个大自然的世界的人数将比以往大为增加。不过另外还有一个人类自己正在建设的新世界。这个新世界提供的乐趣和兴味将不下于它为人类带来的实惠和安全。现在谁也不能够具体说出前景究竟如何。所有的乌托邦都不能令人满意(从人类观点来看)的事实可悲地说明了这方面的前景的确是无法预测的。不过我们可以万无一失地假定：在过去的物质文化生活的每一阶段都给人们带来乐趣的人们的种种爱好，在今后还会继续下去。目前这一切爱好甚至可以从人们对汽车、飞机和无线电的自发兴趣中看出来，虽然商业化娱乐和模仿过时的

* S. C. 吉尔菲兰对某些这类可能性作过评论，《技术发展趋势》第25页。

贵族传统的市侩习气妨碍了这些爱好的发展。一旦消除了这个阻力，就象苏联的例子所说明的那样，人民群众对于建立一种新的和范围更广的文化就会产生巨大的兴趣和热情。

生 产

到现在为止，我们所讨论的都是社会目的，而不是社会的手段。不过在现代社会中要满足人类的直接需要，就意味着要建立一个复杂而科学的生产体系。这个体系的建立是十八、九世纪鼓吹个人主义的资本主义的伟大功绩，不过这个体系的最终的结构带有极大的社会化性质，需要有一个更加自觉的社会制度，才能维持并发展这个体系。科学在这里需要起双重作用，首先要提供技术手段，其次要提供有效地协调这些技术手段的组织形式。直到今天为止，只有第一个职能得到了充分发展。我们已经能相当清楚地看到把科学应用于生产技术手段的近期远景。这些技术手段的发展速度和效果始终没有达到在任何合理的经济制度中可以达到 360 的地步。我们已经指出了造成这种情况的原因；现在只需扼要地谈一谈可以实现的可能性和可以预期的未来发展的方向。

生产性工业的某些总的趋势已经很明显了。预言其近期将来的进程是相当有把握的。^{*}一切生产过程共同趋势如下：——(1) 自动化操作；(2) 加强对生产过程的控制；(3) 生产情况和产品的自动登记；(4) 生产过程的连续性；(5) 运行速度的加快；(6) 减少中间生产阶段的商品数量；(7) 生产过程的简化；(8) 减少机器的体积和重量；(9) 合理的和实用的设计；(10) 灵活性。^{**}这一切都

^{*} 《技术发展趋势》，第15页。

^{**} 《技术发展趋势》，第24页。

图 表 二

工 业 生 产

本表想要表明生产和消费过程的技术方面，不涉及财政和经济方面，也就是说，不涉及金融、政治、商业管理、军事活动以及娱乐和宗教活动。本表力求单从质的方面表明一个工业社会的商品和劳务的流动状况。这种流动分为三级，最高一级是采掘工业、农业和矿产基本原料的取得。第二级是中间生产阶段，即重工业、农产品加工、机器、交通工具和电力的生产。第三级是最终生产消费品的阶段，包括轻工业、运输和其他设施。最后通过分配而达到消费阶段。箭头有三种。—→代表物资的实际运输。---→代表运输之类劳务的转移。---→仅用于表示电力的输送。表中只标明了物资或劳务的主要输送，否则图表就会过于复杂。如果用粗线或其他办法表明在一定时间内这个体系的不同部分之间通过的产品数量或价值，本图表就能说明数量，不过这是需要由经济学家来做的工作。

由于经济上的原因需要加以实现。这些项目全都能节省劳动力，而且其中某些项目、特别是第(5)至(9)项，还能节省流动资金和固定资金。由于最近的技术和科学的进展，这一切都有可能实现。各项目彼此密切相关，虽然有几项，如(5)及(7)项，可供选择使用，但也并不一定非当作供选择的办法使用不可。这一切都受到在第六章中所讨论的其他经济因素的妨碍，只有在合理规划的社会中才能加以充分的协调和利用。在目前条件下部分加以采用只能引起了工人劳动强度的强化，失业和经济的不安全。如果在合理的社会中加以采用，其总的效果将是：大大缩短生产时间，减少劳动时间，减少必要的机器的数量，甚至进一步减少机器所占空间。请想一想十八世纪的一台八马力蒸汽机竟要占用一座二层楼的机器房而未来的一台一千马力的飞机引擎只要放在飞机气缸中就行了。说来也奇怪，机器的自由发展会使机器在日常生活中的作用愈来愈不显眼。

合理社会中工业的一体化 为了实用目的，把工业生产和分配按照下列类别划分是方便的：采掘工业；电力生产；外形制造，即机械和电机工程；物质制造，即化学工程；运输、分配、通讯和行政管理。不过我们不应象我们长期习惯的那样，把这些看作是为了利润而经营的各种行业，而应该把它们看作是一个有机整体的各个相互关联的部分。这个整体的目的是维持人类社会生活并扩大它的可能性。我们只能从这个观点来考虑不同工业的相对发展及其相互关系。卫道士派经济学家的理论认为，由于不够发达的工业可以获得更多利润以及多余的工业的破产，这种情况早就应该出现。事实上，这种情况并没有出现。在维持高价的限制性办法极迫切地要求停止生产的时候，生产就陷于停顿，在既得利益集团由于得到政府的津贴不需要停止生产的时候，生产就

维持下去。在一个合理的和合乎人道的社会中,工业结构将和目前的结构大不相同。它将具有大得多的灵活性和发展潜力。采掘工业和重工业将变得相对地来说不象目前这样重要,也许经过一段时间后绝对地来说也是如此。化学工业将会增长并扩大到目前由农业和冶金工业所占有的许多领域;轻型电器工业、无线电、电视和自动化设备等等也会如此。根据现有的科学和技术知识经过合理调整的工业结构见于图表二。以下所述的是对每一种工业的近期发展趋势的预测。

矿 业

工业生产的物质基础在于采掘工业,即矿业及采石工业。这方面的技术正迅速发展,我们可以预期将来会有更大的变化。煤——也许还有铁——的黄金时代已经过去了,不过整个矿业将不会衰退,因为金属和矿产品的总的需求增加了,人们需要的金属和矿产品的类别品种比前几个世纪大大增多了,需要量也增加了。矿业将越来越变得主要从事生产化学工业所必需的原料。现在并不缺乏可资开采的矿藏;目前采掘矿产原料的主要困难并不是技术上的困难,而是经济上的无政府状态和国家的无政府状态的副产品。如果采用合理的制度,对世界矿产资源进行勘探,象苏联在较小的但足资比较的规模上所做的那样,一定会发现大量意想不到的矿产资源;同时只要用不断增多的化学和物理—化学采掘方法充分开发这些资源,就有可能使金属、水泥和化学原料的生产成本大大低于现在的成本。

取消地下作业 不过,在化学的进步和对人类生命和劳动的关怀的推动下,整个采矿技术也可能发生一次根本性的革命。

迄今，几乎全部采矿作业都是在地下很深的地方以手工或机器切割岩石或矿石，运到地面，然后在地面上进行加工并提炼有价值的材料。矿工地下作业比任何其他工作都艰苦而危险；这样做花费极大而且不便。^{*}除了改进采矿机器以便不致象目前这样增加矿工劳动强度以外，还有一些革新，可以减少地下作业的必要性而且最后把地下作业取消。首先是有可能把需要的原料以液体状态运到地面来，这样一来，就可以象开采石油、盐和硫磺那样用钻机和泵来采矿了。利用适当的溶液注入孔道，就可以把这个原理推广到金属采矿作业中去。至于煤，可以利用人工控制的地下火把煤层变成油和汽。苏联已经试用过这个办法并取得某些成就。采用化学提炼、浮选和电介质分离等先进的方法开采地面贫矿会比开采深矿井更为经济。由于发明了新爆破方法和大型铲具，露天采矿方法正在美国迅速推广中。^{**}随着铝和镁两种轻金属日益广泛的应用，这一趋势还会进一步加强，因为铝和镁都藏在地表附近或以液态出现，都可以用露天开采方法开采。最后还有一个比较遥远的可能性，就是利用具有表面活性作用的特种化学品或把这些化学品附于塑料过滤器之上，就有可能从海水中提炼出几乎一切元素，其效率至少不会低于血液中含有铜和钒的动物所做到的地步。

熔炼——新金属 总的说来，矿物的需求量是一定会增加的，不过用途的变化也会使某些金属的需求量减少。在生产条件比较优越的地区，我们可以联系需求量计算生产成本，这样就可以避免有时需要超量生产、有时又需要限制生产、情况捉摸不

^{*} 据估计，在美国手工采煤作业中，每生产相当于一千瓦小时电能的煤，其成本为7.50美元，相当于一千瓦小时电流生产成本的150倍。《技术发展趋势》，第152页。

^{**} 《技术发展趋势》，第151页。

定而后果极为恶劣的现象。直到最近,采矿和熔炼工业的老传统,从本质上来说一直停留在前科学的基础上,其生产方法只不过是公元前四千年原始矿工和冶炼工的方法的变种。科学成果的应用将会改变这一切;冶炼温度将会普遍降低,因而,生产过程的热量消耗也会降低。这些新方法中最重要的将是低温炼铁,炼铁时使用甲烷和氢作为还原剂以取代焦炭。*采用类似的生产过程还可以简化目前用来熔炼硫化物矿石的笨重方法。人们一定还会更多地使用电气化方法。镁构成一系列轻合金的基础。镁的制造已经是一系列几乎完全自动化的化学作业和电-化学作业了。原料、盐水从生产系统的一端进入,镁金属则从另一端出来。有待解决的最重要的问题是用经济的方法利用泥土,可能还有几乎同样常见的红土,生产铝的问题。人们往往认为,由于铝在自然界中极为丰富,它应该成为最普通和最有用的金属,不过即使解决了来源问题上的困难,把它从氧化物中分解出来所需的能量将仍然是它的制造成本中的决定因素。如果以电作为能量来源,那就意味着,它的成本不会低于直接使用煤来分解铁的费用三倍,因为需要有三倍的煤才能生产出炼铝所用的电来。除非发现某种直接还原的办法,铝的价格不可能低于铁价的五倍,不过由于它现在约为铁价的二十倍,所以还有一段差距需要缩短。**

合理使用金属至少和开采金属一样重要。我们既然开始对金属结构有所了解(参看边码第336页),我们就有可能制出新金属或者制出性能比现有的任何合金都更为有用的新合金。一个重要趋势是制造耐腐蚀的金属;如果能使这种金属臻于完善,就能制

* 但是可以参看《技术发展趋势》,第358页。

** 见《技术发展趋势》,第356页。

止目前仍然存在的大量浪费金属的现象，并且减少金属自然蕴藏量枯竭的危险。*

电 力 生 产

节省资本 电力生产的问题有大规模的问题和小规模的问题两个方面。一方面，人们大规模生产和分配电压划一的电力，另一方面，许多小规模独立单位也来发电、特别是供运输之用，例如供汽车和飞机使用，并用于数以百计的其他具体用途。在第一种情况下，主要问题是经营成本的效率问题。人们为了改善这方面的情况进行了大量科学研究。例如英国在1910年，要用1.8吨煤才能生产1000个电力单位，到1934年，只用0.7吨就够了。美国在1937年的平均数字为1.43吨，而最好的发电厂则可达到0.79吨。效率为百分之四十的热机的最低理论耗煤量为0.65吨，所以在降低经营成本方面再不能期望有多大进展了。基本的问题与其说是改进技术，不如说是社会组织的问题。即使在基本上消除了众多电厂相互竞争的弊端的地方，如在英国供电量变化幅度仍然极大，正常发电时仅使用百分之五十左右的机器设备，可是还需要保持那么多的设备以应付高峰时的需要。如果发电能够实 364
行国际化、就可以基本上消除这种供电量不规律的现象，再降低输电成本，就能使电力的经营成本大为降低，做到可以免费供电而差不多不至于引起经济失调。而只要出钱进行科学研究，降低输电成本大致是能够做到的。

新式发电机 电力生产资本成本需要大幅度减少。一所电

* 要了解发展情况，见《技术发展趋势》，第346页。

站由于几乎完全自动化，它的劳动成本是极为经济的，但是其资本成本却极为巨大。由于发明了现代真空技术，科学为制造小型高压静电机器来取代笨重的电磁式发电机提供了可能性。如果与此同时可以用体积小得多而工作速度更高的别的机器来代替产生电力的原动机的话，这个改进就更有用得多了。电力工程师的眼前问题是生产燃气轮机。这种燃气轮机所以难产主要由于难以制出能经受有关的压力和温度的材料。除此以外，还有可能使机器以很高速度进行工作，以致可以利用实际的动量而不必利用经过加热的气体的能量进行工作，这样就可以更进一步提高效率并减少机器体积。这些考虑也适用于独立的小型发电单位。在这里要兼顾资本节约和每磅重量的效能。节约资本是至关重要的，因为积累大量昂贵的机器，作为商品或其他机器的生产所必不可少的附属物，是限制经济发展的一个因素。总的说来，资本主义经济与其说是鼓励不如说是阻挠节约资本，不过它这样做，也就得到资本效用递减的报应。一个合理的经济将力图取消一切不必要的机器和作业。我们应该发展在任何负荷下都能以充分效率工作的电气机器。

动力储存 更重要的是需要找到某种方法来储存电能，其效率和我们目前的蓄电池一样高，但费用、重量、体积却要小得多，而且使用起来更为方便。对具有极高电介常数的电介质进行研究，也许就能解决这个问题。某些新型塑料就拥有这么高的电介常数。此外，人们也许会发现一种带有巨大能量负荷的恒温可逆化学反应。还有一个办法就是发展隔热方法，以便在大大高于或低于常温的温度下，多多少少是无限期地保存大量物质，作为可资利用的能量储备。在各种工业生产上广泛使用液态氧、液态甲烷，就有可能把能量的储存和重要工业产品的生产过程结合起

来。电力的有效储存不但会意味着大量节约电力生产的资本，而且也有助于取消汽车和飞机的效率极低的小型发电单位。*

电力的应用 电力问题的另一个方面是质的问题。应用电力的方式显然和电力数量本身同等重要。迄今我们仍然处于这样一个阶段：不论是原动机或者电动机的旋转都必须转换成我们所需要的曲柄或螺杆的运动。假如我们有办法迅速产生压力或拉力来进行敲击、突然的牵拉，或者推动液体或气体流动之类作业，而且可以在牵涉液体运动的场合取消活动机械部件的话，那就好多了。第一个问题涉及研制同动物肌肉活动相当的某种电气或液体推动装置。气钻之类现有方法的机械效率还很差。合理设计液压机的新发展可能克服这个困难。**我们有理由相信，利用频率可变的电流工作的可能性会成为解决有效率的往复运动问题的另一个方法。由于使用旧生产方法的既得利益集团的阻挠，这个方法一直没有得到发展。还有一个可能性就更加引人入胜了。那就是建立某种胶体体系，其张力可随电流而改变，不过要做到这一点，我们还需要对肌肉的物理—化学性质有多得多的了解。

流体动力学——火箭飞行 解决第二个问题，即没有活动部件的液体流动的问题，同在更大程度上利用流体动力学的潜力

* 人们通常都没有认识到：在一个现代工业国中，小型运输单元的可资利用的马力总数要比用于生产电力的马力大好多倍。《技术发展趋势》在第249页中提供了下列事实：即令我们作出武断的似是而非的假定，断定引入负载因子后这种电力得到利用，我们仍然发现汽车引擎所发出的实际电力数量远远名列前茅。由于这种电力一般是以不超过百分之五的平均效率来产生的，这就意味着，美国的电力生产效率的总平均数仅为百分之九。这是天然石油资源的巨大浪费的一个重要指数。

** 一种新型泵(基拉维特式泵)最近才臻于完善。它的几何图形设计极好，可以倒过来工作，这样就能以大于百分之九十五的效率来传送电力。由于它体积小，可以变速，它已经在飞机和轮船中取代了电气机器(见《工程师》，1937年12月17日一期中的文章)。

的整个趋势是一致的。我们已经听到有一些谣传说，有一种强大的飞机，内部装着一个没有引擎或推动器的喷射器系统，把空气吹到机翼，以便产生使飞机升空所必需的空气流通量。现代火箭就是沿着类似方向发展的。发明火箭起初是为了探索高层大气，不过后来则着眼于空间飞行。目前所遇到的困难是巨大的，事实上差不多是不可克服的，因为我们不知道有什么能源达到极高浓缩程度，以致可以使自己的重量脱离地球引力场。人们提出来但还没有试验过的唯一办法，是一种相当笨拙的办法，那就是使用体积逐渐变小的多级火箭。不过目前在世界许多国家中还有不少认真的工程师正在猛攻这个问题。我们没有理由说这个问题无法解决，就象在十八世纪初叶没有理由说人类永远无法飞行一样。*

366 这一方面的最终发展可能还要求助于新的原理，当然这便是为什么这种表面上看来没有希望的事业不论是否达到最初的目标总是值得一试的主要原因之一。如果我们找到一种切合实际的办法，可以产生定向的分子束、或者最好是中子束，这个问题就会完全解决，我们将会同时获得可以普遍应用的浓缩能源。

工 程

工程师职业总是和科学密切关联的。过去和今天不少大科学家，如狄拉克和爱因斯坦，在开头都是工程师，相反的情况几乎也是同样司空见惯的。不过工程师职业在不少方面仍然是一个传统性质的职业，而不是科学性质的职业。还没有人认真考虑过或者利用过把科学大规模应用于工程的可能性。不过在美国及苏联

* 据说在认为发展火箭飞行值得一试的人士当中就有林白上校。

都有迹象说明这种情况正在改变中。早期的工程问题就土木工程而言主要是怎样用新材料把建造道路和桥梁等古代技术移用于大规模营造的新需要上去的问题。就机械工程而论,早期的工程问题则涉及用机械方法尽量模仿人力操作过程,以便提高效率和速度。老的模型象几乎一切人类传统一样,在从理性观点来看已经变得完全不必要以后很久,仍然被人们使用着。

合理的机器 现在已经可以看出,在工程学中,特别是在机器制造中,已经有了另外一系列可能性,可以用科学方式而不是用传统方式加以利用。一旦提出了需要进行哪一类具体作业的课题,就应当有可能找出安装起来和工作起来都最经济的活动部件的排列方法。数学的发展、尤其是计算机的最新发展可以为此提供钥匙。计算机要解决的那一类方程式从本质上来说同生产过程中所遇到的方程式很相似。这种设计合理的机器会实际证明比现有的机器轻便而且简单得多。实际上,一当需要大规模生产机器时,工程技术就不能不采用这些发明。

有智慧的机器 可是科学还能提供更多的东西。老机器的主要特征是它的动作极为刻板,其结果,不但机器只限于处理体积和形状大致一样的常见产品,而且必须使用过多的简单手工工 367 序。现代化机器不但应该能处理丝毫不差的重复工序,而且还应该能处理大体相似的重复工序。只要更多地使用科学所能提供的新式感官和控制装置,特别是光电管之类电气装置,以代替看管工人的眼睛,就可以做到这一点。*一部机器运行起来既有敏锐感觉又有灵活性,就接近于完全自动化了。如果我们能使机器在某种程度上自行修理,即自己找出、弹出和更换损坏了的部件,那

* 《技术发展趋势》第321页中提出了一张清单,其中列出光电管的142个应用项目,也见于第24页及以下。

就更前进了一步。认为这种机器必然十分复杂，用起来很不经济的想法是错误的。首先，如果设计得法，实际结果将是机器更为简单；其次，我们必须记着：人们总是得把目前的机器效率和价廉而单调的手工劳动加以权衡比较；雇用男女工人从事工作而又不能充分利用他们的潜力也总是浪费的事；第三，只要有计划地发展工业就能消除设备废弃的危险。在目前的制度下，这种危险要末促使人们匆匆忙忙地制造某些机器，又加以无情废弃；要末促使人们奉行完全不能利用现有潜力的保守主义。

土木工程 在土木工程方面，我们可望大大扩大作业规模，这是由于我们必须解决一些更大的问题的缘故。这些问题还促使我们有可能制造出大功率的机器和新的材料。有了对城市和乡村的全面规划，土木工程和建筑学就有再度合为一体之势。这对双方都是有好处的。我们至今还没有从一开始就是根据居民的生活和工作需要设计出来的、规划合理的城市。列奥纳多·达·芬奇在四百五十年前就设计过这样的—个城市，可是至今我们还是不得不在旧有城市中心的基础上修修补补过日子。应该把建筑物、道路、桥梁和隧道组成一个完整的、协调的交通体系（也参看边码第 350 页及以下各页）。土木工程师在塑造地球表面方面、在开垦土地、扩大灌溉和水力发电以及在改变气候方面都有更大的任务（参看边码第 379 页）。

化 学 工 业

随着时间的进展，致力于生产物质和材料的各种工业终于在经济中占有越来越重要的地位了。起初，木材或泥土之类材料都是就地取材就地使用，以后就有了用简单粗糙的方法制造出来

的材料，如金属或玻璃等。我们现在开始明白，供直接消费，即生物学消费的物质，或者作为能源而为人们所需要的物质，如食物、人造肥料或焦炭等，以及由于具有各种机械性能而为人们所需要的物质，如纺织品、橡胶和纸等，从本质上来说都是化学工业的产品。将来我们可能也要几乎完全依靠化学工业来供应生物性和工业性物资。到那时，化学工业将在经济中占有中心地位。*

不用说，科学的发展和化学工业的发展有密切关系，不过人们并不充分明白，化学工业是建立在十九世纪的科学的基础上的，我们还没有开始利用二十世纪的量子大革命为化学带来的大得多的理论上的和实用上的可能性。我们的重化学工业有很大一部分都过时了，要使它现代化，就需要人们对重化学工业的职能采取大不相同的态度。阻碍化学工业发展的事实是：它仅是使用化学方法的一系列行业——纺织、制纸、橡胶工业等——之一。如果把这类工业的一切化学生产过程以及化学工业本身都置于统一管理之下，如果把这个体系看作是一个有机的整体，而不是向靠了某些传统存在的市场供应中间阶段成品，就可以把许多中间性生产过程和产品取消，并大量节省原料和劳动力。例如在1932年，一共生产了八十万吨硫酸，其中有163,000吨被用来制造硫酸氨。而硫酸氨其实可以直接制造出来，不必经过制造硫酸的中间阶段。**不幸，世界化学工业目前在前进道路上遇到很大障碍，因为它不得不在平时维持一个不经济的结构，目的是为了在战时迅速转而生产炸药和毒气。因而就不得不为这类目的维持生产硫酸的潜在能

* 为了解化学工业的近期前景，可参看 H. E. 豪在《技术发展趋势》，第289页中的文章。

** 见《没有资本家的英国》第303页及以下。

力。事实上，为了维持化学工业的利润，在工业生产过程中浪费化学品的现象不是受到制止，而是受到鼓励。

369 为了需要而规划物质的生产 如果化学工业成为一个全面的工业综合体的组成部分，就有可能摆脱传统，为了最基本的需要而进行合理规划。所用的材料和生产这些材料的方法都要发生变化。化学工业的最终产品有两类：由于它们具有的化学性质而为人们所需要的产品，如食物、燃料、溶剂、肥皂以及狭义的化学品；由于它们具有的机械性质或加热可熔化的性质而为人们所需要的产品，如玻璃和橡胶。关于第一类，我们可以说，在将来，品种和供应量都会大大增加，价格也会更加便宜。过去重化学工业集中力量大量生产硫酸和碱之类少数通用化学品，现在的趋势是有选择地生产比较适合特定用途的化学品。化学内部的新发展以及更加一体化的化学生产的新发展，都会为这种趋势提供推动力。

食品生产 可以预计，在借助催化剂用最简单的原料煤和空气制造复合物质方面，会有最惊人的发展。将来煤作为化学工业原料的重要性可能远远超过它作为动力来源及家庭取暖能源的重要性。高压在化学中的应用才刚刚开始，这会大大扩大产品种类。人们已经开始着手用化学方法制造食物。虽然这在技术上是可能的，不过除非为了备战，在今后一段很长期间，它不会比用生物方法生产食物更为经济或方便。但是食品工业一定会越来越多地采用化学方法。食品的加工、储藏和烹调的不同阶段都将用化学方法来控制。这就意味着化学工业愈来愈倾向于采用生物化学方法。这一趋势一定会影响其他工业，并在有控制的条件下接近酶合成有机物质的过程。这样最后就可能制出味道和营养价值都高于天然食品的复合物质。

药品 用合成方法制造荷尔蒙、维生素和特种杀菌剂等具有高度和特殊生物作用的药品，以代替原来从动植物中提取的药物并扩大其品种范围，是十分重要的。的确，这些物质需要量不会很大，但价格却需要很低，使人人都买得起。这就要求对精密化学工业进行相当大的改组，并使它同化学和生理学的科学发展保持更密切的关系。我们现有的药典从本质上来说是在传统经验和神秘医学理论基础上的。应该代之以崭新的药典，其中载有的药物的作用要通过临床和生化研究的通力合作为人们彻底了解。但是新药物将不但用于狭义的治疗，而且将用来对生理和心理状态进行更有意识的控制。人类服用通用药物酒精已经太久了；370 我们为了应付各种紧急情况或为了娱乐可以使用一些不致上瘾的药物。

化妆品 化妆品和洗涤剂的生产是化学工业的一个很大的而且日益增长的组成部分。现在，在化学工业界，有人正在利用人们虚荣心和势利心理进行一种特别令人不愉快的讹诈，丝毫不顾及生理学的基本原理。可以肯定，如果化学工业充分组织起来，为消费者服务，而不是为利润服务的话，就有可能使人们打扮得又整洁又漂亮，而费用和麻烦却要比现在大大减少。在大多数情况下，更为合理的方法是研究和控制保持肤色红润的生活条件，而不是企图从外部改变人的外貌。在需要美容的范围内，倒值得我们去寻找和制造比目前使用的质地差而粗糙的化学品更接近天然皮肤产物的物质。肥皂就是自从日耳曼蛮族用来染红头发以吓唬敌人以来，一直基本上不变地被人们使用着的化学品的一个典型例子。它的洗涤作用还好，不容易同大多数水混和，对皮肤的作用过于粗糙。我们需要另外一种具有中和性质的、可溶解的、具有表面活性的物质，可能是甾醇或胆酸一类的物质。它可以起

肥皂的一切功能而没有肥皂的缺点。

废物处理 化学工业应该象关心生产新物质那样关心废物处理。随着工业的增加和人口的集中，这个问题变得越来越急迫了。目前我们正在不断丢弃相当可观的一部分可供消费的物资，而且在这样做的时候还把城市和农村的舒适环境都破坏无遗。这在很大程度上是一个社会组织和管理的问题，不过化学工业能提供手段，使这种管理变得有效而且有价值。烟和有害的灰尘以及气体是一切城市的不快和疾病的一部分主要原因。通过使用适当的燃料和制备方法，可以在产生的地方制止大部分烟尘废气散发出来。其余的可以用电气方法或其它方法加以搜集。这些处理过程，虽然总是着眼于社会利益，但只有对大型企业来说在生产上才是上算的，因此，禁止散发烟尘废气的结果将使容易产生公害的工厂集中起来成为大型企业。回收有用的副产品也是一种节约。随着煤烟进入空气的腐蚀性硫酸数量几乎等于整个化学工业的产量。英国的家庭火炉是主要的公害来源。在重新改造房屋和家庭取暖办法以前，只有广泛使用无烟燃料才能解决这个公害。另一种家庭常见的浪费现象所以值得重视与其说是因为那是一种公害，不如说是因为那是一种损失。由于扩大使用金属罐、玻璃容器及纸质容器，给已经很困难的动植物垃圾处理工作又增添了一个几乎无法忍受的负担。城市有了一个分类挑拣废物的良好机构，所有这一切都可以由化学工业回收或利用。工业废物和下水道是一个更加急待解决的问题。我们正在把磷一类的重要元素及有价值的复合化学品丢掉，污染江河湖海。通过生化控制方法和细菌控制方法，我们不但可以使这一切废水废物都变得没有害处（目前，我们对一部分废水废物已经做到这一步），而且可以回收利用其中很大的一部分。我们应该明白，工农业和人类生活的整

个物资吞吐都需要用化学方法加以积极管理。如果做到这一点，不用相应增加原料产量，就能使商品增加好多倍。

新材料 不过正是在制造新材料方面，现代化学工业才最突出地显示出它的力量。我们已经有了—些可以成功地代替天然产品的材料，如人造丝和电木之类的塑料；这个趋势可能变得越来越普遍。理论化学、特别是结构化学和胶体化学的进展，将使人们有可能根据所需要的性质来设计物质的结构。这个过程会象设计建筑物或机器那样直截了当。物质的确是可以加以构造的，不过建造单位是原子或分子，而不是成型材料的块块和条条。不论是为了直接供人们使用还是为了供某种工业生产过程使用，我们需要材料兼具某些特定性能——重量轻、坚韧、有弹性、质地硬、有加热易融性能、电阻性能或耐火性能。一种用途可能需要某一系列性能，另一种用途又可能需要另一系列性能。

例如，用来建造房屋墙壁的材料需要兼具一定的强度、重量轻和有抗热性能。到现在为止，用于这一用途的材料是天然产品和半加工产品的混合物——木料、软木、多孔砖和水泥、石棉等等，其中没有一种同时具有我们需要的所有性能。不过人们已经在实验室规模上制出了拥有上述所有性能的材料。充气胶体是一种重量仅及水的五十分之一，抗热性能比羊毛强好几倍的材料。制造方法是先以硅酸盐胶体为原料，在保持胶体不萎缩的情况下把水分除掉并代之以空气。*要经济地大规模推广这种制造方法可能还 372 需要若干年，但是事情很清楚，采用这种方法就可以制造出供房屋墙壁和房顶使用的理想材料(再参看边码第 381 页)。

同样地，现代园艺和未来的农业都需要一种透明材料，既能

* S. S. 基斯特勒，《物理化学杂志》，39 期，第 78—85 页，1935 年。

让可见光通过，也能让红外线及强光通过，价格又便宜，可以用来覆盖大的面积。已经问世的这种材料有双料玻璃纸和人造橡胶，不过重量仍然太大、价格太贵、不能满足所有这些需要；科学研究会再度帮助人们克服这些困难，使农业完全改观、实际上不再依赖气候条件。

迄今我们所需的坚硬和耐熔材料仍然几乎完全依靠天然材料，例如铝石和金刚砂。不过我们开始从现代化学中知道：有很多元素化合物的硬度和熔点可以比地球历史上偶然产生的元素化合物高得多。我们已经有了钨—碳—钴合金(碳化钨)，用它来对玻璃进行加工就象对金属加工一样方便。进一步扩大这类材料就会给机械工程实践带来一场彻底的革命。

新生产方法 这些事例理应能充分说明化学在创造新物质和新材料方面所提供的可能性的开端。化学工业中采用崭新方法的前景，即令不是更重要的话，也是同等重要的。化学工业迄今关心的主要是节省原料。化学工业认为，产品的产量同可以制成所需材料的原料之间有一定比例。它相当注意生产时间，认为浪费时间就是浪费昂贵的工厂设备，不过它却不那么注意节约能量。除了制革业和酿造业的动植物产品之外，早期的化学生产过程大多数是在炉子中进行的，即使到现在人们仍然在高温下进行过多不必要的化学反应。把科学应用于化学的结果，人们就会用低温、电化学、催化或酶反应来代替这些老方法。

化学工业比几乎一切其他工业都更加依赖许多工序之间的密切相互关系。因此，垄断的倾向在这个工业中，比在许多其他工业中有更天然的基础。不过任何化学工厂中的工序的组合，都仍然带有过多的偶然性。用科学方法使一切化学工序真正协调起来，并使其具有必要的灵活性，可以顾及各种新的用途，就能进

一步节省原料和能量，从而使化学试剂和原料更加便宜，供应量更加充沛。

运 输

运输问题从本质上来说与其说是纯科学性的问题，不如说是社会性和经济性的问题。除了游览性质的旅行之外，需要运输的人员和货物总量部分地是由某些自然资源的位置或者使用这些资源的机会决定的，不过在更大程度上是由经济制度的完全无计划的混乱状态决定的。改善这种情况也许要比对车辆和船只加以任何技术改进都更能帮助改善交通运输。在运输的经济学中，要顾及两个因素：运输货物和乘客时所花费的时间的价值以及运输货物和乘客所需能量的消耗。

迄今人们最注意的是第一点。人们不顾燃料的浪费而大大提高速度，而且的确达到了荒谬的程度，这样人们就按照速度方面的最大限度效率来设计引擎，可是由于道路质量差，由于还有其他车辆，实际上是永远达不到这种速度的。人们通常不明白，一辆优质汽车的机械效率仅为百分之八，而且时髦而无用的流线型造价和广告费用之类非必要费用至少占它的价格的三分之二。^{*}实际上，如果人们都不觉得自己驾驶汽车或由别人驾驶汽车兜风是一种乐趣的话，我们就应该把在这种事情中所耗费的千百万工作时看作是纯粹浪费。

空中运输 应该有可能从旅客的观点出发来消除旅行不便的现象。要末使运输速度极快，要末设法使人可以在旅行时十分

^{*} 见《明天的工具》(Tools of Tomorrow)，诺顿·伦纳德。

方便地进行正常生活活动，或者两者兼而有之。第一个办法要求进一步改进飞机，但是除了长途旅行之外，第一个办法不可能收效。由于空气阻力，在低于同温层的空中很难达到每小时300英里以上的真正高速度。而在良好条件下，至少需要一个小时才能达到同温层。无论如何，起飞和着陆都很费时，以致在不到半小时的飞行中就不值得采用高速度。自然，一旦发明了有效的、小巧而便宜的旋翼机或者直升飞机，情况就会改变，因为直升飞机更加灵活并且可以在目的地附近升降，速度减少很多也不要紧。

旅行中的舒适 谈到第二个办法，我们感到轮船或者铁路客车几乎完全满足了旅客想要在旅途中按照自己的意愿从事各种有益活动或娱乐的需要。把汽车设计得使乘客感到同样方便按理说也不是不可能的。不过汽车的最大缺点之一是：它主要是供个人或人数不多的乘客乘用的，所以驾驶员的人数几乎等于乘客人数。如果驾驶自动化或半自动化，就可以消除这种差别。在长途行驶中完全可以做到这一点。事实上，人们已经在建造复线公路，设立信号体系，朝着这个方向努力。不难为使用这种公路的一切汽车设计电磁控制器，以保证它们彼此保持一定距离并且在超车、停车或转弯时驶离长蛇阵。如果可以使这种设备不出毛病，人们除了取乐以外就不必去驾驶了，而且不用驾驶员就可以把货物运送到各处去，只要在一张打洞的卡片上指明路上有关的转弯处就行了。

可是目前最令人恼火的与其说是城市之间的交通，不如说是城市中的交通、特别是每天必不可免的往返市郊的麻烦。在这里，现代城市及城市中各种职业的无计划的发展，使交通如此拥挤，以致行车速度比骑马还要慢，在某些情况下，甚至比过去走路还要慢。有了合理的城市规划，市内和郊区的很大一部分交通就不

必要了。这样通过一个设计得有条不紊的计划，就有可能大大简化剩下来的交通。解决城市交通问题的办法也许是，在比较拥挤的中心区更多地使用自动电梯和传送带，在郊外则使用有加速和减速月台配合的遇台不停的火车。

货物运输 货物运输主要是要做到经济而不是速度快，不过由于调整生产单位布局，使运输成为不必要而收到的节约效果，可以相当于或者甚至超过运输本身的节约。只要把工业充分分散，需要长途运输的货物就只限于在本地生产起来不方便的货物，即某些矿产品了，或者更正确地说，用矿产品制出的成品，以及热带水果之类的食品。在这个问题上，要陆地运输达到目前海洋运输的效率还需要一段很长时间。海洋交通本身也可以通过科学地设计船舶和发动机进一步加以改进。 375

进一步的可能性 所有上述一切发展运输的可能性都是马上做得到的，不过要是科学能够发展下去，我们还可以期望更多革命性的变化。火箭推动可能成为两千英里以上的长途旅行的最快和最有效的方法，而无线输电的可能性则会使空运事业面貌一新。同时，如果用交流电磁场之类装置支撑并推动车辆，使车辆稍离地面而不同地面接触，就可以使陆地交通免除地面摩擦，这样空中运输便会遇上有力的竞争对手。人们实际上已经在二十年前小规模地做到这一步了，后来飞机的发展转移了人们的注意力，再没有人尝试进一步加以发展。

分 配

工业生产在十九世纪有规模空前的增长；因此，到二十世纪分配系统也随着发展起来。其实个人并不比以往时代多消费多少

东西，不过由于生产变得地方化或者需要新的交通方法运输，所有的人都得依赖分配系统来取得大部分消费资料。据1937年6月份的统计，在英国 有 2,700,000 名享受保险待遇的人员从事商品分配工作，而从事生产的人员却只有 7,700,000 名。然而这样庞大的现代分配系统却是以极其偶然的方式发展起来的。只有自来水，煤气和电等流体商品的分配还比较合理。科学可以为分配工作带来的节约，与其说是技术方面的节约，远远不如说是经济方面的节约。而且只有在整个生产和分配都社会化的社会中才能收到效果。这些节约方法都是很值一试的。目前由于不能有效地进行分配，消费品浪费很大。

食物 据一项零售额研究材料估计，居民每户每年所消费的食物金额为 304.8 英镑，同适宜的食物消费量的估计数字 317 英镑相当接近，*不过根据约翰·奥尔爵士等人的研究，我们知道，有一半居民实际上没有吃饱，有五分之一的居民完全营养不良。肯定有一定数量的食物纯粹是由于富人吃得过多而消耗掉了。他们
376 所特有的一些疾病的盛行证明了这一点。不过能够吃得过多的人是不多的，而且人的食量到底有限，这种浪费不会太大。中产阶级也许多吃了一些食物，占了便宜，因为最适宜的饮食肯定比我们提出的最低标准多。不过大部分食物几乎肯定是由于我们的分配系统不合理，由于没有及时收购足够数量的食物并加以储存，而完全浪费掉或者丢弃了。必须使食物的分配合理化；由于这是头等的必需品，显然应该在纯生物学的基础上进行分配。每人有法定权利取得充足的各種食物以便得到最适宜的饮食，并有相当的选择自由。在技术方面，主要问题是有关食物的生物学工程问题。

* 工程师经济学研究小组，《关于食物的中期报告》。

要把生产和迅速运输的适当手段同改善储存以保存食物营养价值的方法结合起来。

商品 至于其他不那么急需，而比较有选择余地的商品，我们必须制订出一个制度，使人们可以用他们自己喜欢、社会又花费最少的方式，取得他们所需要的大部分东西。在理论上，这原是私营企业系统理应做的事情，但在事实上，它却显然没有做到这一点。私营企业本身正明显地在垄断中走向灭亡。我们有必要对需求、资源和手段，自觉地加以规划以代替私营企业。可是这个问题比分配的问题重大得多；它仅不过是新文明的基础的一个方面。

通 讯

通讯问题同运输问题一样，与其说是技术问题，不如说是社会问题。对电报之类发明的社会功用是很难估计的，因为它在事实上更多地用于传送商业投机情报和耸人听闻的新闻，而很少用于对社会有益的用途。但是不论这些通讯工具的起源和存在理由何在，我们显然正走向这样的一个阶段：人人都能用尽可能完善的方式随意立即同任何别人进行联系，已经成为一个确定的、可以实现的目标了。^{*}我们已经有了电视电话服务系统，当前的发展趋势显然是要使电视电话用费更为低廉，更便于使用。现在，通讯事业同政府和垄断集团关系过于密切，不能充分为人们提供方便。目前的主要技术困难是在发报方面。按理想来说，人人都应该可以携带轻便发报机进行私人联系。如果普遍做到这一点，个

377

^{*} 见《技术发展趋势》，第210页及以下。

人就会有更大的自由来散布政府可能认为不好的消息，所以，我们可能要得等待相当长的时间，才能充分供应私人通讯的设施。

比较公开的通讯形式，如电影、无线电和电视的发展，一定会发挥越来越大的作用。虽然它们作为娱乐工具的用途不致于减少(见边码第 358 页)，随着它们变得更加完善和普遍，它们可能还会有其他用途。人类在一切领域中的合作都将不受地点的限制，把散居世界各地的有特殊兴趣的人组成为团体已成为切实可行之事了。事实上，无线电业余爱好者多年来已经做到了这一点。

取消单调乏味的工作 应当发展崭新的传达和记录方法，以取消速记员、打字员和印刷工人的无意义的单调乏味的工作。我们已经有了利用普通打字机键盘工作的、以照相方法操作的晒版机，把铸字和排字过程*都取消掉了。这种机器可以用有线电或无线电操纵，而且假如同微型胶片结合起来，还可以使在任何地方打出来的资料都能立刻付印，取消排字工作。再进一步就是取代打字员，以声音来操纵打字机或者更直接地录音，而所记录的内容可以方便地拿来阅读。到最后，这就可能只是一种简单的表意文字，再进一步加以发展就可以取代语言和写作。人与人之间就可以心有灵犀一点通，但不是靠了神秘而无效的精神感应术，而是靠了对大脑的电神经学的了解和应用。将来的通讯将远远不止是两人之间的通讯。即使在现在，大部分通讯也是公务性质的，而不是私人性质的，这种公务性质的通讯有很大一部分——广告、招徕生意的传单——带有寄生性质，是组织得很不好的经济的一种反映。从一个组织完善的社会观点来看，眼前的几乎一切货币和商业交易都属于这种类型。即使把这些取消掉，日益复杂的

* 我们已经以照相方法操纵了利用普通打字机键盘工作的晒版机。

人类文明，也将很快地使人们的通讯需要达到原来的水平或甚至超过它。这往往会成为行政工作人员的不可忍受的负担。只有提高工作的自动化程度才能减轻这种负担。

自动化 迄今自动化仅限于自动电话机之类的通讯装置；应该把自动化扩展到通讯本身上去。要使机器用不着人的干预就能彼此通话。人们已在电力生产网中取得了类似的成就，可以把这种自动化推广到一切类型的生产事业上去。这样，在生产汽车或者房屋之类的复合单元时，就由社会确定总产量，一旦决定了，同一工厂或不同工厂生产的每一种零件的生产进度就要根据总产量来调节。这同高等动物和人类的神经控制的发展方向是一致的。在高等动物和人类的神经控制过程中，意识是专门用来应付最困难的动作的，连走路，消化之类复杂的动作也由大脑的低级神经中枢来指挥。 378

管 理 和 控 制

随着文明的总框架变得越来越复杂，妥善的管理和控制也变得极端重要了。无政府状态的私有经济或者愚蠢的官僚主义都会破坏可以从技术进步中得到的大部分潜在好处。我们有必要把科学应用于行政管理领域，否则文明便会被自己的产物所扼杀。要在两个相反的意义上前进：一方面要使日常工作简化和自动化，另一方面要大大加深对指导和计划工作的认识。分配和通讯中已经使用的新装置可以立即用到行政管理上去。特别有价值的是以卡片、胶片或电气工具处理统计资料的办法。采用这种办法，人们就有可能收集和使用精确的预测和规划所不可缺少的大量资料。不过要特别注意不要因此过分死呆，达到危险地步，以致使

得人受机器支配。防止这一危险的唯一办法是培养出一批能够理解一个复杂社会发展过程的内在机制的实用社会学家、同时实施普遍的社会教育和训练，使每一个人都能多多少少理解并积极参与这种发展。在现代条件下，行政官员必须正视的一个重要问题是怎样为各类事业划定最适宜的区域。^{*}运输通讯的发展使现有行政区域对配电等重要公用事业变得完全不适用了，而且事实上也变得完全没有意义了。一方面，这说明，即使不能在全世界范围内，也应该在各大洲的范围内，对这类公用事业实行集中的管理。另一方面，现在世界各地都能经济地生产种类更多的商品，但目前商品的不必要的交叉运转又造成很大浪费，说明需要大大分散。没有什么理由可以说这两者一定是相互矛盾的，不过把两者结合起来而形成的组织形式，显然会比我们目前现有的组织形式复杂得多。只要加以合理规划，它倒不一定十分复杂。目前的组织形式所以复杂主要是由于在西欧或者美国那样的社会通过技术大革命成长起来的时候，没有对行政管理进行任何彻底的改革。应该有可能建立起一种灵活而合理的行政管理制度，既能保证经济效率，又能保全和促进民族和地方文化特点。

科学的总效果

要全面描述或者理解科学对人类生活条件所可能产生的影响肯定是很困难的。我们总是过分依据现在的情况来预测将来的可能性。如果将来的可能性仅仅遵循现有的趋势，那就什么变化也没有了；如果将来的可能性大大超出目前的趋势，就会给人以不

^{*} 见《技术发展趋势》，第36页。

真实之感。不过，人们提出的具体不同意见和明显的客观限制都不应该使我们看不到科学的功能的范围和重要性。科学的功能有两个主要方向：消除可以预防的人类祸患；开辟可以满足社会需要的那种新的活动领域。关于第一点，本章的扼要介绍已经有所说明。科学可以消除食物不足、工作单调乏味、健康不良等现象；它可以为个人和社会发展提供机会。第二点则比较难以具体说明。因为新社会的人们究竟要利用科学从事哪些积极的活动要由他们自己来探索，而不能由我们来探索。他们将为了这些活动本身的乐趣而从事这些活动，也将为了这些活动所可能带来的好处而从事这些活动。

人类的主要任务 人类面前仍然有巨大的任务——最终地征服空间、征服疾病，征服死亡，尤其是征服他们自己共同生活的方式。苏联征服北极的工作，就是人类未来的活动的先声。有了一个组织完善的世界性社会，这类工作还可以大大向前推进。今后的问题将不再是怎样使人类适应世界，而是怎样使世界适应人类。例如，现在的北极及其一望无际的冻土、冰河和冰海是冰河时代地质变化的遗迹。它到时候会自行消失，使世界成为令人舒适的地方，但是没有理由说为什么人类就不能加速这个过程。用 380 巧妙的方法使大洋暖流转向，再采取某些办法对冰雪着色，使冰雪在日光下融解，就有可能使北极在某一个夏季消除积冰；这样的一个年头就可能打破原来的平衡，永远改变北半球的气候。类似的巨大任务是对海洋、沙漠及地下热加以利用。除此之外还有其他任务。人类社会或由之产生的任何社会，如果想要逃脱不可避免的地质灾变或宇宙灾变带来的彻底毁灭，就必须找到逃离地球的方法。不论在目前看来宇宙航行是多么具有空想性质，它的发展却是人类生存所必需的，即令人类可能在几百万年后才用得

着它。在发展中的人类面前，必定还有我们现在无法想象的其他必要任务，科学在完成这些任务的过程中必将发挥应有的作用。

是帮助科学完成其使命还是给科学泼冷水？ 可是科学所提供的新生活的前景和新的活动的可能性，再也不能象罗吉尔·培根时代到 H. G. 韦尔斯早年时代那样引起人们的极大热情了。在文学界，甚至在科学界中常见的这种保留态度，部分地是由于人们对迄今科学所取得的成就感到失望，部分是由于人们没有认识到科学中人道的和富于诗意的因素，部分地则是由于人们完全不能设想同今天的生活方式大不相同的生活方式。

在目前的政治和经济制度下，这种保留态度完全是合理的。正由于过去成功地把科学应用于工业，我们才陷于这样一个境地：战争和经济危机不但不是遥远的偶然事件，反而成为家常便饭。在现有经济制度下，如果科学朝这个方向进一步发展，这种结局就更加肯定而且有更大的破坏性。因此，无怪乎科学家自己和普通大众对整个科学应用于工业的前景没有多大热情，虽然他们并不反对科学带来的某些小的便利。科学应用于工业的前景恰恰有力说明，目前的状态极其不合理。这说明人们在技术上完全有可能妥善安排生活，而不必有目前的生活的大多数危险和许多不便。这种生活能把人类解放出来以从事新的和预见不到的任务。在这些更大的可能性对比之下，那些仅仅比照过去看今天的人们就可以更清楚地看出目前的经济、社会和文化生活的混乱和衰败程度。但是，一旦我们承认有可能而且事实上还有必要建立一种能够实现这些可能性的经济和政治制度，这种反对发展和应用科学的论点就站不住脚了。因此，为了人类利益，也为了科学本身的利益，我们必须努力去促进这个制度的建立。

抛弃乌托邦 人们所以反对科学的发展和应用，还有一个

原因。这就是他们不愿意把一个科学管理的世界看作是一个值得为之奋斗的事业。这种态度归根到底是一种感情用事的反应，是一种渴望过比较简朴的生活而不理解那种生活的艰难困苦幻想，也是看到比较幸运的阶级的景况而产生的一种错觉。这种态度流行于文学界是不足为怪的。它出现于E. M. 福斯特的《机器停了》或者奥尔德斯·赫胥黎的《崭新的世界》等著作中。不过这种态度产生的原因主要是因为乌托邦作家们没有能描绘出令人信服的或者引人入胜的境界。以H. G. 韦尔斯为杰出代表的乌托邦作家们象批评他们的反动评论家一样，都是目前现状的受害者。他们的描绘所以不能令人信服，主要是因为他们不理解社会力量，仅仅按照现状设想物质上和生物学上的发展。除了象威廉·莫里斯的《乌有乡消息》中描写的那种只有情操细节没有别的内容的富于诗意的幻想之外，所有的乌托邦都有两种令人厌恶的特征：由于组织完善而缺乏自由以及相应地无所作为。评论家们感到，做一个现代乌托邦的公民，便是自生至死都得到妥善的照顾，不需要做任何困难或费力的事情。乌托邦国民尽管身体健康、一表堂堂、和蔼可亲，却似乎太象机器人和道学先生了。平心而论，如果这便是将来所能提供的一切的话，那就似乎不值得牺牲目前这么多东西了。

新的文明：自由和斗争 无论如何，要使现在的人接受新文明中的人物是很困难的；由于人们对未来的人作了根本错误的描述，人们就更其难以接受了。一种建立在传统技术基础上的社会生活和一种建立在科学基础上的社会生活之间的巨大变化（我们正看到这种变化的开端）自然要反映在对自由所持的完全不同的态度上。十九世纪的自由仅是一种虚假的事物。在这种自由中完全没有对必然性的认识。这种自由的基础在于通过市场表现出来的

社会关系。按照自由主义的理论，一切人对自己所有的一切都应该有自由处置之权，无论是买也好卖也好、工作也好不工作也好。其实，他们都得服从铁的经济学法则；这些法则是由社会形成的，但却被当做自然法则，因为人们不理解它们（参看边码第 344 页）。在一个一体化的自觉的社会里，这种自由观一定要被另一种自由观所取代——自由是对于必然性的认识，每一个人只要认识到自己正在一项共同的事业中发挥一种自觉的和确定的作用，他就是自由的。我们极难理解和欣赏这种自由；事实上，只有当我们生活在这种自由当中的时候，我们才能充分理解它。我们时代的可怕的斗争和苦难主要是由于人类迟迟难以学会运用自己的新力量。这些力量和以往一样仍然是个人的力量，不过到那时个人将自觉地同社会一起表示自己的意见，而不是象目前那样不自觉地通过社会来表示自己的意见。考虑到人类面临的任务的巨大，考虑到使人的欲望适应这样一种新的体制的任务的巨大，看来，去设想人类可以优游岁月的乌托邦，就太荒谬了。困难和斗争将会和以往一样多，不过将属于另外一种性质。目前人类在制止细小的、可以预防的弊病方面浪费了大量精力。虽然从技术上来说，已经可以做到免费供应基本必需品，可是人们还在为取得必需品而斗争。可以预防的疾病和完全不必要的社会和家庭烦恼把人们都拖累倒了。不过，即使消除了这些烦恼，也并不就等于说，可以舒舒服服无所事事地过日子。解放出来的精力将用于更有意义、更艰难的任务——建立一个真正有机的社会。

对人类的信心 人们为什么认为建立科学的世界秩序是不可能的呢？或者人们为什么认为科学的世界秩序即使做得到，也不值得去争取呢？原因就在于人们对于人类根深蒂固地缺乏信心。怀疑论者看到了世界目前的状况，看到了人们麻木不仁地甘心接

受现有的极端苦难。他们没有认识到：这正是既得利益集团为了维持一个违反时代潮流的不稳固的经济制度而有系统地——虽然不是自觉地——促使人们堕落的结果。他们也没有认识到人们为了反对这种经济制度正在展开的、表面看来没有希望但却永存不朽的斗争的意义。新世界并不是从外面强加于人类的东西。新世界将是由人类创造出来的。创造这个新世界的人们及其后代将知道怎样来管理它。从基于理解的行动中产生出来的自由和成就总是会不断增长的，虽然永远也不会完备无缺。乌托邦并不是一个幸福的心醉神迷的境界，而是继续进行斗争和继续克服困难的基础。

科学和社会

我们已经谈过科学在两个方面的应用：用于直接满足人类需要以及用于生产事业的生产过程，借以满足现代社会的人类需要。这些虽然都是科学的最直接的用途，却并不是科学在社会中仅有的用途。迄今科学仅仅被人当作一种满足欲望的手段加以利用，383而科学本身却和这些欲望无关。科学好象是不相干的社会力量的奴仆；它好象是一种外来的不可理解的力量，有用处，但却是危险的东西。它在社会中的地位就好比是某个蛮族君王宫廷中被俘的工匠。这在很大程度上的确很能说明科学在现代资本主义社会中的地位。但是如果这便是全部情况，我们无论对科学也好，对社会也好，就不能抱什么希望了。幸而科学还有第三个而且是更重要的功能。它是社会变革的主要力量；它起初是技术变革、不自觉地为经济和社会变革开路，后来它就成为社会变革本身的更加自觉的和直接的动力了。迄今人们对于科学的这种进一步的作

用没有什么认识；人们要满足的需要要末是对食物和住房的基本生理需要，要末是通过财富的积累而在社会上取得权力和声望的比较间接的需要。科学就是在满足这些需要的过程中成长的，不过随着它的成长，人们就更加理解它的功能了。科学已经不再是怎样千方百计满足支配科学的人们的上述欲望的问题了。现在我们在更广泛的范围论述了人类社会面临的一项任务。这个任务已经初露端倪了。那就是，要把全体人类保持在身体健康而又有效率水平上，最好的办法是什么呢？一旦达到了这个起码标准，我们又怎样才能利用社会和文化发展的最大潜力呢？这是我们时代的关键问题。要解决它们，首先就要大大扩大科学的领域。不论有多少物理学和生物学知识都不够用。解决问题的障碍不再主要是来自物理学或者生物学领域了；阻力来自社会。要应付社会阻力，首先必须了解社会。可是假如不在同时去改革社会，就不可能对社会有科学的了解。现在的学院式的社会科学对于这种目的完全没有用；必须对这种社会科学加以扩大和改造。社会科学必须同塑造它的社会力量保持联系，才能成长起来。

社会条件和科学

我们已经依次研究了科学目前的结构、它可以改进的地方以及这种改进可能产生的结果。应该明白，如果要使科学可以充分地为社会服务，就必须进行变革，而且必须进行相当激烈的变革，不过指出必须进行改革，仅仅是促成这些变化的一个虽然必不可少、但却是很小的步骤。我们将在这一章中考虑这些变革的前景以及阻碍或者推动变革的力量。这不单是一个科学的问题、甚至根本主要不是科学的问题。正如我们已经说明的那样，要想使科学组织发挥应有的作用，就需要对社会的经济和政治组织进行适当的改革。如果没有这些改革，即便能在科学上作一些小小的改进、纠正某些弊端，也不能使目前的效率低下的、浪费的和令人沮丧的制度产生根本的变化。

科学如何改变社会

所以改革制度对科学和社会来说都是同样必要的。为了实现制度的改革，科学家必须和力求达到同一目标的其他力量一起发挥自己应有的作用。科学主要是一种改革力量而不是一种保守力量，不过它的作用的全部效果还没有充分显露出来。科学通过它所促成的技术改革，不自觉地 and 间接地对社会产生作用，它还通

过它的思想的力量，直接地和自觉地对社会产生作用。人们接受了科学思想就等于是对人类现状的一种含蓄的批判，而且还会开辟无止境地改善现状的可能性。科学家一定要把发展和传播这些思想当作自己的工作，不过把这些科学思想化为行动却要依靠科学界以外的社会力量。自从现代科学产生以来，这个过程就一直在进行着，不过却是零星地没有配合一致地进行着。今后的任务是使科学家的工作更加自觉、更有组织、更有效果；促使人民大众对科学家的工作有适当的认识，而且把两者结合起来，以便共同努力在实践中实现科学所提供的可能性。

科学对于生产方法的影响 科学通过它对生产方法的无情影响所发挥的间接作用目前是，而且很可能在今后很长时期内仍然是它发挥作用的最重要的方式。在这个意义上，目前世界所面临的困难是科学造成的，而且完全是由科学造成的。科学并不是直接造成这些困难的，不过它的确促进了技术的发展。而旧有的经济和政治制度则越来越变成一种束缚这种技术发展并使技术不能正常发展的障碍物。科学提供的可能性，只有通过在全世界建立一个新的、有秩序的和统一的政治和经济体系才能得到实现。在科学这样地促成社会变革的过程中，并不需要科学家抱有任何自觉的目的。他们是通过自己的工作，而不是通过自己的经济地位、社会知识或者政治信仰而证明自己是如此有力量的。他们所施加的力量正由于其盲目性而显得格外无情。只有完全取消科学，才能制止科学促进社会改革的作用。现在我们看到，又有人半心半意地心慌意乱地企图压制科学。这种企图所以必然是半心半意的是因为，虽然大多数国家的当权者都认为科学是一种引起社会和经济紊乱、因而危及他们的地位的因素，但是在我们的社会中，科学仍然是在和平时时期谋取财势和战争时期争取胜利所不

可少的东西。于是有人试图把这两个方面加以区别，除非把科学应用于上述目的，否则就要压制科学或者不加鼓励。我们所谓的对科学的摧残正是指这种并没有自觉的目的而对科学进行压制所造成的后果。

意识到这种摧残 科学家意识到这种摧残，就被迫去探索控制着科学本身的发展的一些因素，并且问道：科学为什么会受到这样的阻碍，不能正常发展呢？许多不同领域的科学家长期以来已经联系到自己的工作而深有此感。不过直到今天，这种思想才越出各学科的界限，被看做是普遍情况的反映。科学家已经起来要求让科学发展并利用科学为人类造福而不是破坏人类，虽然这种呼声的力量还不象科学家工作所造成的直接后果那么大，毕竟是一种值得重视的力量。因为除非能满足这种要求，否则，在目前经济制度下科学家就会从心甘情愿合作逐渐变成勉强同意，最后还会干脆拒绝合作或者暗中加以破坏。同时在另一方面，群众力量将从科学家那里了解到：科学家和人民都还无法控制的社会力量怎样阻挠人民得到科学所可能带来的好处。 387

今天的科学工作者

但是这种平行的发展能不能成功不仅取决于当时的环境，而且取决于科学家自己的地位、性格和目的。上世纪和本世纪的科学一面使科学家人数倍增，同时也产生了与现代科学奠基者类型十分不同的科学家。由于科学变成了人类社会的一个公认的组成部分，于是科学家往往失去他的大部分独创性和独特性，变得越加融化于一般自由职业者之中了。要考察科学在社会变革中可能起的作用，就必须把这一点考虑进去。

科学家即使在过去曾经是一种自由自在的力量，现在却再也不是了。他现在几乎总是国家的、一家工业企业的、或者一所大学之类直接间接依赖国家或企业的半独立机构的拿薪金的雇员。由于他需要维持生计，因而科学家真正的自由实际上仅限于支付薪金的人所容许的活动。联系到战争和现在在科学工作中日益重要的备战工作，就可以十分清楚看出这一点。虽然许多——即使不是大部分——科学家反对利用科学进行战争，拒绝做这项工作的科学家却有如凤毛麟角。他很明白，如果他这样做，他便会失业，有人还巴不得去接替他的工作呢。

在经济上的依赖性 科学家在经济上受到双重挟制。不但他个人的生计，从长远来说取决于他是否能讨好他的雇主（这一点甚至可能不是主要原因），而且作为科学家，他必须有一个往往成为他自己的主要生活动力的工作领域。为了取得这个工作领域——从事科研的机会、购置设置和雇用助手的经费——单单不得罪施舍金钱的当局还是不够的，他必须设法主动去讨好他们。教书的科学家，处境亦复相似；他自己在经济上可能并不拮据，不过他得考虑到自己学生的生计。他不希望看到他们由于出身于一个进步观点流行的学校或研究所而受到歧视。除了这种经济压力的影响之外，还有多少是有意识地操纵的人才选择办法。这种办法使一般遵奉时尚的人肯定占上风，特别是在争夺高级职位的时候。

遵奉时尚的倾向 社会环境的无孔不入、不知不觉的影响的重要性至少不下于这些直接经济因素。我们已经知道：科学人才的挑选和培养办法对形成科学家遵奉时尚的性格的确起了极大的作用。主要从中产阶级家庭挑选人才的办法本身就会造成科学家接受现状的局面，而且不可避免地也要影响出身于工人家庭的

科学家接受现状。科学家在工作之余一般无殊于别人。不论他的社会出身如何，他的工作总是会使他置身于中产阶级的自由职业者中间。他大体上总是倾向于遵奉中产阶级的态度和观点。在科学发展早期，情况就不是这样。那时科学家寥寥无几，在人们意想中，他总是思想古怪，行为乖僻。科学的大规模发展使许多人进入了科学界。他们关心的主要是要尽量显得象一个商界人士或者绅士。这一点尤其适用于出身工人家庭的科学家。他们在目前教育制度下曾经进行过艰苦的奋斗，因而不能象拥有家财的科学家们那样显得同自己的同事和经常同自己来往的人有所不同。在这里并不存在有意识的压力，只是存在着一种普遍遵奉公认标准的气氛。

“我认为科学工作者协会的典型会员是一个十分平常的个人。他在某大企业中工作，并探索把镍加进公共汽车弹簧钢中的最好百分比或者从白喉患者的喉头摘取不受沾染的细菌培养物的较好办法之类点滴真理。他拥有花了不少钱，费了不少心血才得到的科学学位。他的妻子儿女住在巴尔汉姆。他每周薪金为五镑，但在接到解雇通知一个月后即告终止。他看到同一单位中的一些其他的人，除一张利嘴和一身整洁的衣服之外什么资格也没有，可是他们作为推销员拿到的薪金比自己多一倍。他不得发表自己研究的成果，不过如果他果真的碰巧发现一个的确有价值的真理，十之八九，他的部门领导人要设法取得这一发现的全部荣誉——以及随之而来的金钱。

这个人是应该加入科学工作者协会的“千千万万人”的一个典型。我和他们不少人私交。他们在生活中的主要目的无殊于你和我。他们希望多赚一点钱，以便舒舒服服地过活，

希望稍有积蓄以防年老和生病时有不时之需，希望有一点余暇和金钱以便通过旅行和探求非商业性知识以增长见闻，希望教育子女，至少使他们具有不下于自己的知识，可以接自己的班。他们特别希望消除经常存在的那种恐惧：接到通知一个月后离职并随之失业一年。

389

这些人所以从事科学工作，是因为他们喜欢科学工作。他们的工作本身就是一种乐趣，但是他们所以从事某一个职业、干着别人叫他们干的而不是自己愿意干的事、遵照指定的途径前进，而不能转到他们认为他们有可能作出重大发现的支路上去，尽管他们如果这样做就有可能进入皇家学会——他们所以从事这样一个职业的原因是：这是他们的生计所在。

他们不愿意参预国务会议。他们所以要传播科学真理，是因为他们看到这样做的人取得了这种或那种的利益。他们所以要灌输崇敬科学的思想，是因为这会增加自己的体面并使自己获得较好职业。”《“伦敦会员”来信》，见《科学工作者》第9卷第5号，1937年，1月。

科学癖好 促使人们决定从事科学工作的许多特殊性格实际上助长了这种唯唯诺诺的态度。科学家仍然是一个肯定心理不正常的人，虽然不象过去那么经常如此，也不象过去那么显著。他为好奇心所驱使而力图去满足这种好奇心。为了能做到这一点，他愿意适应任何一种生活，只要这种生活在精神上和物质上对他关心的主要事业干扰极少。舍此之外，科学本身是一项极其令人满意的职业；从事科学工作能使人不去注意外界事物，因而也可以为感到世事痛苦的人们提供安慰和逃避的手段，所以只要科学本身不受威胁，大部分科学家可能都是最恭顺的公民。如果资本主

义制度能做到没有战争和法西斯主义，它就可以万无一失地指望继续得到一般科学家，甚至许多当代最伟大的科学家的支持。

科学和宗教 科学和宗教之间的关系的变迁是近代科学家遵奉时尚的倾向的一个很好的例子。自从科学和宗教的斗争成为知识界斗争的焦点以来，到现在还不到一百年。科学家过去实际上等于是无神论者、或者至少也是不可知论者。现在双方都向我们保证说：宗教和科学之间的斗争已经由于发现两者之间并无矛盾而获得解决，同时著名科学家们在支持关于宇宙和人类生命的神秘观点方面也不甘心落后于主教们。前后情况所以不同丝毫不是由于先前论战中的论点已经被否定了，而是由于宗教在十九世纪中叶的确企图干涉日益发展的生物学和地质学。科学家不希望 390 被人认为是不信教的，可是他们在当时却面临着一个为难的抉择：要末自己就得表现出是信教的，要末就得否定自己的研究成果的明白含义。只要人们不再正式要求他们否定自己的研究成果，后来的科学家是极其愿意回到宗教那里去的，因而就是回到遵奉时尚的作风上去。俄国革命发生以后，这个变化尤其明显，因为那时宗教作为反革命力量的重要性又得到了充分的赏识。在早些阶段、在十八世纪末，也产生过类似的情况。那时科学和伏尔泰式的自然神论密切地、似乎也是无可避免地结合在一起。但是一当法国革命表明自然神论对现有秩序具有确定的危险性，科学也一度同样受到禁止。一直到十九世纪早期人们发现有可能把安分守己的科学同皈依教会和国王的态度结合起来的时候，才取消了禁令。

狭隘的眼界 科学和宗教的关系极其明确地说明，社会环境对科学家自己的工作直接学术成果的影响是多么有力。社会环境中充满了激动的情绪，而科学却是小心翼翼地清除了感情因

素的。社会环境一直是无所不包的，而科学则是高度专业化的。这些优点又由于十九世纪产生纯科学观念而得到增强。由于科学教育和科学传统坚决要求通过专业化培养技术能力并且否认科学与社会之间存在任何有机联系，因此，在科学家看来，科学本身似乎就只是一种狭隘的教条，不能满足他作为人的一般需要。为此他就求助于一切与科学无关的当代各种有影响的事物：宗教、神秘主义、唯心主义的哲学或美学。其中没有一种能很容易地同他们的科学调和起来。于是，他们就养成把头脑分成若干互不通气的区域的习惯。十九世纪伟大科学家的生平是这一态度的极其明确的例证。这种态度和十七世纪把科学扩大到政治、哲学和宗教领域的习惯形成鲜明的对照。伽利略对神学的兴趣和普里斯特利对政治的兴趣，同法拉第的桑德曼教式的宗教虔诚或者克鲁克斯^①的唯心论明显不同。这种态度的影响所及不但拆散了科学和社会运动之间的联系，而且也对科学产生反作用，使科学内容由于专业化和缺乏哲学的广度而变得贫乏了。

科学界的老人统治 我们前面指出的影响是对科学家个人产生作用的一些影响。在研究社会对整个科学的影响时，就得考虑到科学的组织形式对科学的影响。在这里有一个因素有力地妨碍科学家对社会力量作出任何积极反应。随着科学界的人数和影响的增大，它的控制权就越来越落到年龄较大的科学家集团手中。目前这种老人统治是妨碍科学进步的最大因素。在前几章中已经讨论过它起作用的方式。目前它是一个自动延续和自动加强的体系，变得越来越同政府和大金融集团发生联系。科学工作者人数和科学工作的内在复杂性都正在迅速增长。这就使老人的统

^① 桑德曼教是十八世纪苏格兰人罗伯特·桑德曼(Robert Sandeman)创立之教义。克鲁克斯(W. Crookes, 1832—1919)英国物理学家、化学家。

治更为彻底，同时必然也使得他们更加无力理解自己所控制的机器运转情况。迄今推动科学前进的积极因素还是克服了这些阻力的，不过如果不能维持或者加强这种推动力，老人统治对我们文明的作用必然迟早会象它对希腊和罗马文明所起的作用一样，使科学变成故弄玄虚的东西，过于尊重权威和过去的伟大事迹。科学管理民主化和青年化是它生存下去的基本条件。

作为公民的科学家

幸而妨碍科学家加强社会意识的影响并不是唯一的影响；这些影响也并不象相反的影响增加得那么快。正象我们已经指出的那样，由于科学日益成为现代国家正常行政管理工作的一部分，科学家的独立和批判的态度减弱了。不过这也同时使他更加密切地接触到普通公民的一些切身问题。这一点特别适用于科学家当中的下层群众而且适用于他们之中人数很多的一部分人，即青年科学家。商业文明向科学提供的好处大多数都归年长的科学家所有，而且归他们当中为数不多的人所有。的确，变成为数寥寥的幸运者之一的前景对其余的人产生巨大作用。^{*} 不过由于科学家

^{*} 大学津贴金委员会在它 1935 年的报告中说，教授们的薪金已经增加了，而低级讲师和示范员的薪金却降低了。委员们在论及此事时说：

“增加教授薪金一事特别令人快慰。这一事实证明，大学充分认识到对教授们给予合理经济照顾的必要性，假如要使最有才能的人为他们工作的话。在这里存在的任何缺陷都必定要损及大学的声誉，不断增加这种薪金是极为重要的。大战以来，这种增加是很可观的。

“……对吸收新进人员以担任大学教学工作来说，在头几年的实际工资远不如今后的前景重要。所以不能做到两全其美的大学，如果把一个人在四十岁——譬如说——可能得到的薪金提高到可以吸引人的数字，而不是略为增加刚刚开始工作的青年大学毕业生的薪金，就会取得较好效果。”

报告中（见附录 I）另外发表的数字不幸也说明：如果把低级讲师的平均工作年限作为 12 年并把教授工作年限作为 24 年，他成为教授的或然率仅为二分之一或在实际上远小于此，所以这种“吸引力”就有点象空心萝卜。

人数越来越多，大多数人也越来越明白，他们在这方面的希望是极小的。于是他们就倾向于同行政人员和职员一起，更加集中力量来改善自己的实际境遇。

392 **形势的影响** 这些对境遇和地位的直接考虑本身只能促使科学家极其缓慢地产生职业觉悟。但是除了这种因素外还有政治和经济领域的种种变化和不稳带来的其他因素。如果科学家处于世外桃源的话，他也许会证明是比几乎任何其他职业的成员更为恭顺和更为服服贴贴的人——不过他并不是处在世外桃源中。来自外界的激烈事态终于打破他的平静心境，并且强迫他比以往更认真地考虑自己在社会中的地位和职能。在这些事态当中，近年最重要的有四件事：经济危机、苏联的建设、德国法西斯主义的崛起以及备战活动的普遍加强。

经济危机 人们开始明白了，现代工业化的进度很快，足以使我们有理由把目前时代看作是第二次工业革命，而且在这次工业革命中，科学所起的作用比它在第一次工业革命中所起的作用大得多，也更带有自觉性。现在应用科学的可能性变得更加可以直接看到了。而且至少对科学家说来，目前在技术上显然有可能使世界变得丰衣足食并使人们清闲地过日子，而且这件事并不是只有在不确定的将来才能实现。首先，美国的例子，使人们认识到技术改革是多么重要性。在美国，这一种认识虽然很简略，但却最典型地体现在专家治国论中。这也是理所当然的。不过实际上，直到经济萧条时期，经济倒退和技术进展的鲜明对照才使人痛感到这种潜在可能性的真正意义。直到 H. G. 韦尔斯为止的老一辈科学预言家本来都把经济进展和技术进步并行不悖视为理所当然。现在看来剧烈的经济波动可能大大影响技术进展对人类的價值，因为经济波动不但会使这种进展停止下来，而且甚至

可能会使技术成果用于有害于社会的目的，特别是表现在大量失业和战争上。显然，单是在发明上取得进步是不够的，还要对经济制度采取措施。

五年计划 正当人们提出这些问题的时候，答案却正在苏联摊出来。苏联提出的极其全面的第一个五年计划吸引了不少对于其他国家经济发展中的混乱竞争感到失望的人们。不过使得比较讲求实际的人开始心服口服的，却是这个五年计划在世界经济严重萧条之际所取得的实际成功。俄国计划要应付的并且成功地克服了的阻力显然主要由于缺乏物资和有训练的人员而引起的技术困难，而不是其他国家的那种经济困难。计划生产的观念立刻 393 开始产生吸引力。于是在萧条时期的有希望但却短命的运动行列中，除了专家治国论者之外，还有了计划经济的鼓吹者。他们想仿效苏联的成功经验，却并不打算正视苏联为了获得成功所实施的经济变革的意义。不过苏联的成功对科学家尤其有吸引力，因为它提出了一个克服目前科学应用过程中难以置信的混乱状态的方向。

马克思主义和科学史 苏联的影响也在其他方面产生了作用。苏联的科学组织形式以及它用以发展科学和科学教育的相对巨大的经费向全世界显示了：终于有了这样一个科学可以发挥应有的功能的国度了，甚至深深了解苏联科学的实际缺点和落后的人也承认了这一事实。同时在其他国家中，亟欲获悉情况的人，希望对促使科学得到这样合理的利用的思想多所了解，他们第一次真正地发现了在西欧存在了半个世纪却无人加以赏识的马克思的辩证唯物主义的理论基础。在英国，对辩证唯物主义的真正兴趣真正开始于1931年举行的国际科学史大会。强大的俄国代表团参加了大会。他们说明：把马克思主义应用于科学，可以而且正在为

理解科学史、科学的社会功能和作用提供多么丰富的新概念和新观点。^{*}约在此同时，在美国和法国以及许多其他国家、尤其是在日本，再度产生了类似的兴趣。

法西斯主义的产生 第三个因素、法西斯主义的兴起在某些方面也是打开科学家眼界的最有决定性的因素。在法西斯主义出现之前，或者更严格地说，在它出现于科学思想中心德国之前，人们都认为科学的社会功能是理想而不是必要的东西。不少科学家认为，如果科学能用于为人类造福而且能适当地组织起来并得到经费，那就好了，不过大多数人却怀疑为了这个可取的目标究竟是否值得花那么大的力气，还是维持现状，并尽量利用现状为好；即使科学没有受到很好的对待，毕竟还没有谁去干涉它。希特勒的出现使这一切都变了。驱逐犹太科学家和自由主义科学家的事件使其他国家的最得意和处境好的科学家也突然想起，自己再也不能相信个人可以幸免于难了，而且在纳粹对国家的改造显然意味着要把科学改造为某种面目全非的东西的时候，科学本身也正处于危险之中。纳粹把生物学和社会学大加歪曲以适应作为该党宣传根据的种族理论。他们粗暴地控制着其他科学以利于备战和战争经济(参看边码第 212 页以下)。

科学家的反应 英国科学家对法西斯主义的反应很不一致，殊出意料之外，只有极少数人赞成纳粹的理论。他们对种族问题和战争具有生物学上的淘汰作用一点本来就持有十分明确的观点。另外一些人，虽然一方面谴责纳粹破坏科学、特别是谴责它的反犹政策，另一面却认为他们的反应仅仅应该限于对受害者进行帮助。他们不但没有认识到这种形势需要科学家采取积极行

^{*} 见《科学处于十字路口》，克尼加版，1931年，书中所包含的黑森关于牛顿的文章，对英国来说，是对科学史的再估价的起点。

动来反对法西斯主义，反而认为德国的教训是：科学家应该比以前更少过问政治和社会问题。他们认为：科学家是否能免受政治迫害取决于他们在政治上是否能保持中立。A. V. 希尔教授在一封致《自然》杂志的信中说：

“如果科学家们要文明社会给予豁免和宽容的特权，他们就必须遵守规则。罗伯特·胡克二百七十年前就把这些规则加以概括，没有谁比他说得更好了。韦尔德从大英博物馆的胡克遗稿中记下了一段日期为1663年的文字。这段文字也许是在皇家学会第二次章程通过后起草的。开头是这样说的：

‘皇家学会的任务和目的是——通过实验增进关于一切自然事物的知识并改进一切有用的技艺、制造方法、机械操作、发动机和发明——（不涉及神学、形而上学、伦理学、政治学、语法、修词学或者逻辑学），’它接着又说：

‘一切为了替上帝增光、为国王添荣誉……，为他的王国带来好处，并为人类普遍造福。’

不过问伦理或政治：我认为这是文明国家让科学研究享受豁免和宽容的正常条件。我说这些话并无鄙视伦理和政治之意——我感到，某些高人一等者谈到伦理和政治这类社会存在所必不可少的事物时流露出来的那种鄙夷的态度，的确是幼稚和愚蠢得令人不能容忍。人类的伦理教师和政治管理人需要最聪明和品格最优秀的人而不是最低劣的人去充当；不过科学却应该保持超然不倚不偏的态度。这并不是由于任何自高自大感、并不是由于对大众福利漠不关心，而是以此作为一个达到学术上彻底忠实的条件。日常生活所必需的感情，在作出科学判断时是完全用不着的。如果科学失去了它的学术上的忠实性和它脱离于政治而独立的性质，如果——

395

在共产主义或者法西斯主义支配之下——它同感情、宣传、广告、某些社会或经济理论联系起来，它便会完全不再具有它的普遍吸引力，它的政治豁免权也就丧失了。如果科学要继续进步，它就必须坚持保持它传统的独立地位、它就必须拒绝介入或者受制于神学、伦理学、政治学或者修词学。”——《自然》杂志第 132 页〔1933 年〕。*

在一些极端的情况下，这种想法使人更加明确地脱离了一切社会政治活动。当人家要一位世界闻名的科学家联名提出某项政治性抗议时，他回答说，“我对政治完全不懂，也不想懂得政治，因为如果我置身局外，我想他们就不能对我怎么样了。”可是对于其他的人，包括许多最活跃的和年轻的科学家们说来，效果就大不相同了。他们对政治问题比较感兴趣，并且坚决主张：科学家对法西斯主义，必须采取要末赞成要末反对的立场。布莱克特教授在他后来重新发表在《科学遭受的摧残》一书中的一篇广播稿中说：

“除非社会能利用科学，它就一定会变得反对科学。这就意味着不再希望取得本来有可能取得的进步。资本主义正朝着这条路走下去，而这条路则通向法西斯主义。另一条路是大规模的彻底的社会主义规划；这就是制订尽量增产的规划，而不是制订限制产量的规划。我认为可走的路就是这两条。现在有人告诉你——在以后几年中人家还会对你重复一千遍——还有第三条道路，既非社会主义又非资本主义，而是一种能使一切人公平地得到好处的叫做计划经济的东西。例如

* 再参看随后的通信，特别是 J. B. 霍尔丹的回答以及李约瑟在《基督教和社会革命》一书中的文章（高兰克茨版）。

有人会告诉你，失业保险和房屋政策应该脱离政治，并且要客观地、科学地加以处理。仿佛这些问题并不是政治的内容！如果要作出牺牲，就得‘平等分摊牺牲’。有人会乞灵于充满激情的民族主义并强调为国家服务和服从国家纪律来遮盖贫富之间不同的利害关系。所有这些倾向，在我国是够明显的，虽然我们还得去意大利和德国去寻找这些倾向的充分表现。所以我认为，法西斯主义并不是意大利人的或者德国人的气质所特有的东西，甚至也不是两种鲜明的性格的特殊创造物；但是我的确认为，它是一种通过限制生产、通过经济民族主义，通过降低工人阶级生活标准来应付资本主义世界性危机的政策的必然结果。我国似乎也正在用同一方法来应付世界性危机。

这个办法能成功吗？我可不相信。我认为这种倒退并不能提供任何解决办法。例如，试想一下，为了小业主的利益，把大企业分为若干小企业，用手工来取代机器，会发生什么情况呢？在过去促使人们合并和采用机器的一切资本主义内在经济力量会发生作用使原状恢复。资本主义回到原来的状况中去，是拯救不了自己的。事实上，我认为德国和意大利的工业界领袖也不会相信资本主义能够用这种办法拯救自己。他们可能纵容或者甚至鼓励一个反对机器、赞成小作坊、反对工厂的群众运动。因为他们极其需要中产阶级在政治上支持他们，因而不得不为取得这种支持付出代价。但是大企业十分明白机器对自己是十分必要的。反对机器的议论将比实际反对机器的行为多得多。不论人们采取什么具体措施来反对科学和机器，所产生的气氛肯定不仅对科学极其有害，而且对一切从事客观的学术活动的尝试也是极其有害的。

中产阶级对法西斯主义所抱的希望肯定要破灭。他们有朝一日会发现自己上了当。他们认为自己得到的是某种新东西，既不是资本主义，又不是社会主义，可是实际上他们得到的是资本主义。因为在今天的两个法西斯主义国家中，法西斯主义肯定也就是资本主义。当我第一次写这句话的时候，公开的法西斯主义国家只有两个。现在我已数不清了。在法西斯主义施放的帮助小业主的烟幕下，小业主却明显地、特别迅速地消灭了。这是很希奇的但也是意义深长的。在法西斯国家，一如在其他地方，这种现象是资本主义的内在力量造成的。意大利1932年的巨大破产统计数字并不能说明法西斯主义真的能够拯救小企业。……

我相信只有两条路可走，我们目前似乎正开始走的路是通向法西斯主义的路：随之而来的是限制生产、降低工人阶级生活水平以及放弃在科学上谋求进步。我相信唯一的另一条道路是彻底的社会主义。社会主义将需要一切能够得到的科学知识，以便生产出尽可能多的财富。科学家们也许不久就得决定自己要站在哪一方。”（第139—144页）

这种态度不仅限于口头，著名美国科学家罗伯特·梅里曼已经在西班牙为保卫民主而献出了自己的生命。一切国家的科学家们和医务人员们也正在其专业范围内尽力帮助西班牙。

备战 最后一个因素是日益加紧的备战活动，使科学家们日益认识到需要有一个社会目标。1932年科学研究的极其萧条的状态和它目前的相对繁荣的局面之间的差异不能不显示出，这种繁荣局面同加速备战有关。科学家们愈来愈直接间接地参与了这种备战活动，有的为钢铁及化学工业等主要与生产军火有关的工业出力，有的在政府国防部门工作。吸收科学家参加正在英国加

速进行的防空工作,就是这方面的显著的例子。尤其是正在吸收化学家和医师在地方防务计划中担负重要职务。随着在大学里建立技术军官后备队,征召科学人员的第一阶段已经到来了。*

科学家再也不能置身局外了;他得作出决定,自己究竟是不是参加这种计划,如果参加的话应按照什么条件参加?在这里,许多人又是倾向于走阻力最小的路线,接受政府公告并且自愿提供帮助。不过有少数态度坚决的人已经采取了彻底的和平主义的态度,拒绝参予备战。他们的人数要比上一次大战中多得多。其余的人还没有拿定主意,但倾向于对政治和自己政府的技术准备工作的性质持批判态度。认为战争肯定是对科学的滥用的感觉无疑很强烈而且日益增长;不过对于怎样防止战争以及科学家在这一任务中应当起什么作用,大家意见纷纷莫衷一是。在这一点,国际和平运动科学委员会(已在边码第186页中提到)的活动说明科学家们都愿意以自己的身份同更广泛的群众和平运动联系在一起。

社 会 觉 悟

这些影响的总的效果是使一切科学家在某种程度上认识到、并使他们之中不少人深刻地认识到自己的工作和生计同政治和经济因素之间的关系。他们迄今认为这些因素是完全与科学无关的。许多而且人数愈来愈多的科学家们认识到,科学工作并不终止于实验室;科学家应该首先关注自己和同僚的工作条件并且最终还要关心使科学可以继续存在下去的社会状态。认为任何科学家在目前只要能进行工作就可以完全心满意足了,那仅是一种极其眼

* 参看《泰晤士报》,1938年4月25日。

光短浅的看法。即使他不想看到自己的工作发展下去并用于有益的目的，他至少也应该明白，依照科学传统把工作继续下去或者传下去的可能性有赖于科学传统的继续存在，因而也就是有赖于社会的发展而不是有赖于法西斯主义或是战争所造成的社会倒退。有些人可能感到，在目前，保存社会的需要甚至超过科学新发现的需要。不过，大多数人则认为，只要实验室还没有被炸毁或者被关闭，只要工作人员还没有被征召入伍或者被投入狱，科学工作就一直是、而且必须是他们所关心的主要事情。可是，这并不等于说，对更重大的社会问题作出贡献是一件无足轻重的小事。

由科学家来统治？ 在科学发展问题及科学同社会的关系问题上，进步力量和反动力量之间争论的问题仅是我们时代的主要社会斗争问题的一个组成部分，不过由于这个问题的解决有赖于科学家，这就需要他们发挥比到现在为止都大得多、而且性质也大不相同的作用。从柏拉图直到 H. G. 韦尔斯为止，人们所提出的最常见和最娓娓动听的解决办法都是一种理想的办法，即把管理国家大事的权力一般来说置于哲学家或者科学家手中。不幸这个主张有两个严重缺陷：第一，没有谁能想出把权力转到他们手中的办法；第二，大多数现有科学家显然完全不宜于行使这种权力。由于民主国家不愿意挑选至少在本人看来极其适于担任社会管理工作的人，提出这类方案的人大多数都转而鼓吹极权主义的、在现代语言中也就是法西斯主义的解决办法。可是，在法西斯国家里，科学家却恰恰只不过是被当作备战和宣传工具加以利用而已。虽然我们可以把科学家掌权的前景看作是一种幻想而置之不理，科学家在形成和发展今后的社会组织中，肯定将起很大的而且关系重大的作用。

科学家的组织

头一个和最急迫的问题是找到一种办法，使科学家能马上采取行动，作出最有效的贡献，来保障科学不受威胁着科学的力量

的损害。作为一个个人，他的作用无殊于任何一个其他公民；科学家只有联合起来，才能使人感觉到科学对社会的重要性。不过单单联合还是不够的。科学在技术上的重要性虽然极大，并不足以使哪怕是联合起来的科学家们拥有巨大的政治影响，只要他们是孤立无援的。科学家们要想拥有巨大政治影响，就只有通过自己的组织，同抱有促进社会进步的同一目标的其他集团联合起来。

在科学家中间发展协会有悠久的历史。在不同时期中，这些协会具有不同的性质。早期的协会，诸如十七世纪的皇家学会以及十八世纪后期的月社，有双重宗旨：把先前分散孤立的科学家集合起来以便在科学研究中相互帮助；并且使不论是政治或者商业势力都感到科学的实际重要性。此后，这些职能被分割开来了。第一个职能仍然是无数学会的 *raison d'être*（存在的理由），第二个职能则变成了英国或者美国促进科学协会之类的半群众团体的职能了。在这些组织之外还有化学和物理协会之类具有专业性质的第三种类型的协会。这种协会类似已经在律师及医师之中设立的组织。

对于社会责任的认识 直到最近为止，这些组织没有一个关心科学的社会影响。不过在过去几年中，已经发生了明显的变化。英国促进科学协会布莱克普尔会议已经在1936年把“科学和社会福利”当作它的课题。里奇·考尔德先生已经提出了一个建议，主张建立一个世界性科学家联盟来保卫和平及学术自由、并

最有效地把科学用于为人类造福。* 这个建议并没有立刻得到响应，不过它在第二年却在英国得到了重要的支持。英国促进科学协会委员会在1937年的会议中通过了如下的决议：

“鉴于科学和科学的应用不仅在改变着人类的物质和精神环境，而且在大大增加他们之间的社会、经济和政治关系的复杂性；而且鉴于科学是完全不受国境线、种族和宗教信仰的限制的，而且只有在有和平和学术自由的地方才能够长期繁荣起来：所以现在

本委员会于1937年12月31日决定：英国促进科学协会应把研究科学对社会的深刻影响当作它的一个目标；而且该协会应邀请它的原型英国促进科学协会以及全世界抱有类似目标的一切其他科学组织，不仅在促进科学事业的利益方面，而且在促进各国之间的和平和学术自由方面进行合作，以使科学能继续发展而且能向人类普遍提供更丰硕的好处。”

在另一地方也发生了类似的情况。在阿姆斯特丹科学院的倡议下，科学联合会国际委员会在1937年举行的会议中决定成立关于科学及其与社会的关系的国际委员会（C. S. S. R.）。它本质上是皇家学会和其他科学研究院主持下的调查事实真相的机构。人们感到，如果不能在科学家中间引起更大的兴趣，这项工作将进展不快，因而人们又在《自然》杂志上提出**建立研究科学与社会的关系的学会。这个建议受到了许多有代表性的英国科学家的支持。结果并没有成立一个独立组织，而是在英国促进科学协会中设立了专门研究科学与社会和国际的关系的部门。这个部门于1938年

* 《自然》杂志，第141卷，第150页；第142卷，第310—311页及380—1页。

** 《自然》杂志，第141卷，第723页。

在剑桥大会中明确地设立起来了。

科学工作者的协会 不过所有这些团体的活动都限于研究和讨论。它们代表了科学家之间最大限度的协议，但根本不是宣传或者执行机构。我们需要有一个由觉悟更高的科学家组成的机构。它的主要职能将不是帮助科学研究，或者为科学家争取权利和地位，而是帮助科学家更清楚地认识自己工作的社会意义并且认识为了使科学永远是改造文明的主要动力有必要对其组织和地位进行改革。这类组织已经在若干国家中成立了；在英国有科学工作者协会，在法国有高等教育协会，在美国有了新近成立的美国科学工作者协会(见附录V)。

在大战结束时人们由于认识到科学的重要性而设立了科学和工业研究部。英国科学工作者协会，当时名叫科学工作者全国联合会，也是基于同一的认识而设立的。不过在这里是科学家们自己，而不是政府，认为应该去做一些事情。在开头，全国联合会的目标是带有明确的工业和政治目标的。它最早发表的公告中有一项公告说：

“科学工作者全国联合会标志着我国自由职业者组织历史上的新纪元。迄今自由职业者为了联合起来以促进自己的利益而成立的团体要末是没有合法地位、要末是特许设立的协会或者有限公司；不过，最近一些事态已经证明这些类型的组织是不顶用的。

联合会的目标是双重性的；这些目标涉及科学在国家生活中所起的作用和科学工作者的就业条件。在本联合会看来，实现第二组目标是实现第一组目标的必要条件。英国科学过去的毛病不在于其质量而在于其数量；不在于它在纯学术领域的地位，而在于它在政界和工业界的地位。只有把多得多的

401

国内最有才能的人员吸引到科学研究中来，并且为科学工作者取得同科学对国家的重要性相称的社会地位，才能补救科学的缺陷。有些人——至今仍然有这样的人——认为科学研究本身就是科学研究的报酬；如果大大改善科学工作者的收入和前途，那就会贬低科学研究的身份。他们忘记了三件事：第一，很少人能毫无家庭拖累，可以接受待遇很差的工作而不致使别人受苦；第二，境况不是那么好的人，会采取极其自私的办法，牺牲家人的物质享受以满足个人志趣；第三，对科学进展和科学在工业的应用极为重要的许多奠基工作就性质而言并不能激起艺术家那样的热烈献身精神。从事这样工作的人虽然对自己的职业感到兴趣，但关心其物质报酬不下于律师、医生和工业家。……

所以，假如工业中的自由职业者希望在保障自己的利益的工作中也有份儿，他们就有必要尽快组织工会。……

上述的话主要涉及科学工作的工业方面以及在发展工业的问题上充分考虑科学家意见的必要性。这对于国家和科学家都是同等必要的。不过联合会的发起人至少也同样重视更具学术性的方面，因为工业成就和纯科学的进展都同样地有赖于此。我国统治阶级终于明白了这一事实，于是人们就成立了科学和工业研究部以增加纯粹科学和应用科学的科研成果，并使科学和工业协调起来，以便尽早利用有经济价值的新发现。”——《章程草案前言》，1919。

大战后的建设热潮为时短暂；到1926年，在英国出现了一个普遍的令人不舒服的冷漠情绪。后来人们把这期间看作是萧条前的繁荣时期。科学工作者全国联合会在总罢工后惊慌失措地改名为科学工作者协会。它在这样做的过程中失去了许多会员，但却没有

吸引住据说对原来名称感到害怕的人们。它一时处境十分困难，接着在1931年以后，类似的外来原因——首先是萧条的影响，然后是接踵而来的、我们目前所处的不安全处境和重振军备的影响——迫使科学家更多地注意自己工作范围以外的问题。这反映在该协会恢复活动上面、特别是在较年轻的科学家们和理科学生们中间恢复活动。新的方针虽然同原来的方针类似，在许多方面实际上与原来的方针并不相同，因为后来已经学到了不少东西而且也否定了不少东西。

现在人们认识到协会的基础有两点：第一整个科学界和个人都关心保障并改善其会员就业条件，并且关心确立同医师或者律 402 师的地位有几分相似的“科学工作者”的地位；另外，大家还关注科学在社会中的整个地位。这两方面是密切关连的，因为只有当科学在社会结构中起适当作用而且被允许发挥它的潜在可能性时，科学工作者个人的条件才能大大改善。上述两个方面的例证是，一方面协会努力改善青年科研人员的工作条件，* 另一方面，协会

* 例如在1937年科学工作者协会的一个代表团会见科学和工业研究部大臣弗兰克·史密斯爵士，就低级工作人员的生活津贴，提出了下述几点意见：

1. 低级工作人员生活津贴最高额提高到每年150镑(而不是象目前的120镑)。
2. 如果拿津贴的人从事教学，他的津贴削减额应不超出他的教学收入的一半。(目前牛津和剑桥允许学生保留所赚金额的六分之一，其他大学则允许他们保留三分之一)。
3. 应把科学和工业研究部谘询委员会所拟条例第21段中的“贷款”字样删除掉。后来发表的1937年一月修订的条例已经这样做了。(下列规定应予取消：申请人在取得津贴资格之前应向地方当局申请贷款。)

不幸科学和工业研究部仅在最后一点上愿意作出让步。科学和工业研究部发言人就第一项申诉(津贴金额可怜)发表声明：“120镑金额是科研部谘询委员会确定的。而这个委员会并不是由政府官员组成的，而是由大学教授组成的。这个金额完全足够维持一个毫无其他收入的学生在伦敦或者一所外地大学的生活。他还说。谘询委员会

在国会科学委员会的配合下努力争取在全国范围给予科学充足的基金(见边码第317页)。不论它是否达到上述任一目标,无可置疑的是,一个建立科学家职业性组织的有力运动正在到来。这个运动在英国和全世界都抱有较广泛的社会目标。这一运动不但表现在成立一些同协会相似的团体上,而且表现在某些纯学术性质的学会恢复活动上,表现在科学刊物对社会问题的普遍关注上。

科学和政治

迄今我们所谈的活动只是科学结构本身内部的活动,不过它显然不能一直局限在这一范围内。就科学家个人或团体力图影响

随时准备考虑例外情况并根据大学当局的建议提高津贴金。在1931年之前,最高金额原为140镑,后来因生活费用下降而减少了。(可是当生活费用又上涨时却没有提高。)有人问道,他是否认为这样小的津贴会使最有才能的人转到科学研究以外的职业中去,仅剩下第二等的学生申请科研部津贴。他说这事该部并不介意,因为第二等学生往往证明是最好的科研人员。”(《科学工作者》,第9卷,第8号,1937年11月。)

在第388页所引述的信继续说明为什么一般科学工作者应该加入这个协会:

“我所以加入科学工作者协会是因为我认为让有科学造诣的人仅仅得到清道工人的工资而受剥削是不应该的,而且商业企业利用他们的工作成果牟利,但给予他们的保障还不如清道工人,这也是不应该的。科洛萨斯有限公司不应该利用科洛萨斯专利开关牟取巨利。这项专利是授给科学学士约翰·史密斯的。他根据自己同公司订立的合同条款,以一英镑的代价把专利转让给科洛萨斯公司。科洛萨斯公司的董事不应该在他向一个学会宣读的论文中,没有表示谢意就把最初由上述约翰·史密斯发现的事实和公式包括进去,而史密斯也不应该为了害怕失业而予以默认。不应该不让一个技术性企业里的科学工作人员知道他们的工作成果被用于商业的事实,而且因此,在当行政职务有空缺的时候,也不应该让会计人员和推销人员去补缺;这些不从事技术工作的人,毫不重视自己所依靠的科学工作。不应该让他们牵制、刻薄对待和阻碍他们的技术人员并且以得不出成果为理由把他们解雇掉。

所有这一切事情几乎天天发生着。我可以为我提到的每一种情况列举出具体例子。科学工作者协会一贯支持会员们要求雇主给予正当待遇,并且对广告上以低薪招聘的职位进行了调查,做了大量工作。我认为迅速开展我们在这方面的活动是值得我们追求的最重要的目标。在处理这类事情时,尤其在涉及一个政府部门时,政治势力是极为有用的,在此范围内,‘参加国务委员会’应该是这个协会的一个正当目标。”

社会而言，他是在进行政治活动。虽然在一定程度以内，人们可以进行这种活动，而不一定意识到它的性质，不过我们现在已经达到一个情况不再是这样的阶段了。除非科学家既意识到科学内部的结构，又意识到它和社会的关系，他为改善科学的地位并使它为人类造福的努力大部分肯定是要失败的。在另一方面无论是政治家们或是他们背后的势力本身都无法充分理解或者明白如何去发挥科学的潜力，必须由某些对科学和政治都具有充沛知识、能把两者结合起来的科学家来协助他们。

必须承认，由科学家们采取直接政治行动虽然是必要的，却有其严重危险性。直到目前，从经济和政治统治者的观点看来，科学家一直是、而且一直被认为是保持中立的。人们认为，只要工资收入源源而来，使他们能继续工作，他们就不会关心自己工作的结果如何。他们甚至还得到一点不那么发达的社会给予疯子的那种宽容，要摆脱这种中立的态度转到负责任的立场上去，难免就会危及这些好处。谁要是稍微尝试这样做一下，就总是有人给他们扣上有倾向性的帽子，因而科学无论如何不得具有倾向性的传统已经形成了。正如我们已经指出的那样（参看边码第341页），其结果是使某些凡有研究成果必然带有倾向性的学科出不了成果，并且使其他学科脱离社会。 403

保持中立是不可能的 德国的例子已经很好地说明了，科学家企图在自己工作领域之外去独立思考，就会遭到严厉的“制裁”。于是有人就主张，为了科学的利益，他不这么做要好得多。不过事情可以达到这种地步：保持中立就会使科学本身不再是一种活生生的力量，因为即使科学没有遭到取缔，它也不再能吸引一切思想活跃和有探索精神的人员了。科学家在紧急时期同其他积极和进步的力量联合起来并不是新现象，在布鲁诺和伽利略时

代以及在法国大革命中都有过这种现象。要是普里斯特利博士被人说服继续保持谨慎的正统观点,那对科学所造成的损失肯定会比把他的房子烧掉和把他的仪器毁掉的损失还要大得多。可以把拉瓦锡作为一个相反的例子,不过他显然不是作为科学烈士,而是作为可憎恨的旧政权捐税制度的象征人物而被杀害的,他同旧政权有过一定的关系。霍格本指出,这种激进的倾向一直是英美科学的特征。^{*}目前这方面的动向,不仅是由于人们感到科学需要一个可以发挥作用的更为充实和更为公平的经济制度,而且更是由于人们反对法西斯主义的明确的反科学运动。在这场斗争中,没有一个科学家是能够保持中立的。

群众对科学的看法 科学家在政治上的反应是把科学和社会结合起来的趋势的一个方面;另一个方面是,科学界以外的人更加认识到保障科学并促进科学发展是文明的进步或甚至文明本身存在的必要条件。这种认识还没有有组织地表现出来。它表现为公众对科学遭受的摧残等题材愈来愈感兴趣,而且更加赤裸裸地表现在风行一时的专家治国论上。它标志着门外汉对科学的认识的第三阶段。这种认识是从对科学所带来的经济好处的简单赏识开始的。它在战后让位于一个相反的倾向,把一切现行弊病都归罪于科学而且要求回到巴特勒在《埃雷洪》^①中所预言的过去黄金时代去。到第三阶段初期,人们才考虑到科学本身并无自主力量。统治者要看科学是否对自己有利才把科学的力量用于造福或加害人类。不过就象失明的参孙^②一样,科学也可能回击它的主人。

^{*} 《大众科学》,第582页以下,《科学与社会》第一卷。

① 巴特勒(Butler, S., 1835—1902)英国小说家。名作《埃雷洪》(Erewhon,是把 nowhere 颠倒过来作为地名用的,意为“不存在的乌有乡”)是一部讽刺资本主义社会的空想小说。——译者

② 参孙是《圣经》中的人物,以力大无穷著称。——译者

如果让科学自由发展，它就会比现在为少数人谋福利时更有效地为人类谋福利。

科学和民主 科学必须成为争取社会正义、和平和自由的人们的同盟军，而不是他们的敌人。事实上，科学所提供的帮助可能证明是世界进步力量和反动力量之间刚刚开始的对斗争中的决定因素。在未来若干年中世界可能分裂为民主国家和法西斯国家，彼此无情地争夺霸权。在这场斗争中，思想、物质生产和军事潜力的内在和外在的力量将成为武器。法西斯主义必然要反对科学国际化的理想，虽然它也需要科学来为它提供物质力量。它想要在扼杀科学精神的同时又保有科学的好处，就要造成一种矛盾，使科学、而且最终使国家蒙受其害。他们可能保持甚至改善技术，但从长远来看，一定会出现缺乏创造力和灵活性的现象。如果与此同时，民主国家不但让科学自由发展，而且加以扶植，民主国家迅速的经济和文化发展可能占有压倒优势，以致只要通过它们的活生生的榜样，不必经过长期而有破坏性的战争，就能使法西斯主义从内部垮掉，或者，假如战争非发生不可，也可以保证民主国家取得迅速胜利。可是我们怎样才能使科学在民主国家中得到扶植呢？我们已经说明，直到现在还没有这种迹象。只能通过有政治觉悟的科学家的个人合作并且通过他们同进步的政治力量的联合，才能使这种情况发生。要做到这一点将是困难的，因为这需要政治运动的领导人和群众都能真正理解科学的重要性以及它的需要。*

* 工会联合会大会最近决定设立科学咨询委员会是一个值得欢迎的迹象，说明这个过程已经在英国开始了。这个委员会最初是在英国促进科学协会 1937 年会议上宣布设立的，现在已经具体组织起来了，其人员半数是由英国促进科学协会任命的科学家，半数是由工会联合会的代表。它将是严格地非政治性质的，并将研究下述问题：食物和农业；采煤技术；职业病、伤残人员以及工业福利；合成塑料和纤维素；重金属；轻金属；电力生产和运输；联系潜在发展来研究矿产资源；国防和航空；技术教育和管理；人口和人口统计；等等。

人民阵线 科学家可以而且也有必要变成政治家，然而他永远也不会成为党派政治家。他把社会、经济和政治形势看作是一个必须首先找出答案，然后把答案加以应用的问题，而不是把社会、经济和政治形势看作是个性、野心和既得利益集团逐鹿的战场。只要民主国家的进步力量由于这种考虑分裂为若干党派，科学家就不可能同任何一派合作。只有当各派在社会正义、公民自由与和平的广泛纲领基础上团结起来，才能期望得到科学家们的通力支援。不过一如法国的例子所示，一旦他们这样做了，就有可能进行有成果的合作。不少科学家通过“反法西斯知识分子
405* 警惕委员会”来帮助成立人民阵线。这项工作在新政府之下继续进行着，其表现就是建立了一个真正有力的科学部。同时，通过工人大学，人们正在法国以最好的方式帮助普及科学知识。著名的科学家在工人大学中同工人听众一起讨论自己研究的问题，并且帮助人们消除自然产生的对科学的误解和偏见。我们需要的是在全世界扩大科学力量和民主力量之间的这种合作。两方面团结一致，就会逐渐彼此理解，科学就会得到充分自由和发展，民主力量也就会了解科学的力量和可能性。

科学家如何出一份力量 怎样做到这一步随国家情况而异。目前，这在全世界范围内仅象一种趋势而不是一个具体纲领。在英国一类的国家，进步力量因为严格的党派之见陷于四分五裂，几乎还没有受到世界其他地方运动的影响。因此，在这样的国家里，科学家个人和组织最好的支援办法就是不提出支援某一派的诺言，而是不偏不倚地对一切进步党派都给予帮助。科学家能给予的帮助是：对社会和经济情况进行精确的调查、对技术

* 原书406—407为注释，中译本改排为脚注，页码从略。——编者

问题制订计划以及对现行军政规划加以批评。这本身必然会有助于说明客观形势的具体需要——废除私人对国家主权中的竞争因素、浪费因素和危险因素的限制性控制、废除对被压迫阶级和民族的剥削——而且有力地说明需要团结一致来争取达到这些目的而不是各自为政地进行活动。各自为政的活动往往成败参半，至多达到局部和暂时的目标。这种努力将不是容易的，不过要是科学家能用自己过去用在研究课题上的全部精力、献身精神和智慧来从事工作的话，这种努力就一定会成功。如果他这样做，而且只有在他这样做的时候，才能保障科学的安全，而且挖掘出科学的潜力。

第十六章 科学的社会功能

我们在这项研究结束之时才比较接近于能够对科学在当前的社会功能，可能还有今后的社会功能作出明确的界说。我们已经看清科学既是我们时代的物质和经济生活的不可分割的一部分，又是指引和推动这种生活前进的思想的不可分割的一部分。科学为我们提供了满足我们的物质需要的手段。它也向我们提供了种种思想，使我们能够在社会领域里理解、协调并且满足我们的需要。除此之外，科学还能提供一些虽然并不那么具体、然而却同样重要的东西：它使我们对未经探索的未来的可能性抱有合理的希望，它给我们一种鼓舞力量。这种力量正慢慢地但却稳稳当地变成左右现代思想和活动的主要动力。

历史上的大变革

要全面地看到科学的功能，就应该把它放在尽可能广阔的历史背景上来观察。直到最近为止，我们对近期历史事件的注意使我们看不见理解历史上重大变革的重要性。人类在地球进化的舞台上毕竟出现得很晚，而地球本身又是宇宙力量的晚期副产物。迄今人类生活仅经过了三次大变化：先是建立了社会，接着又产生了文明。这两者都是史前产生的，然后才是现在正在进行的对社会的科学改造，我们还不知道怎样来命名它。

社会与文明 第一次革命是建立人类社会。人类从此变得

有异于动物，而且通过世代相沿传授经验的新习惯，发现了一个比听其自然发展的偶然演变快得多、可靠得多的取得进步的方法。第二次革命是人类发现文明。这种文明是以农业为基础的，而且同时发展了多种多样的专门技术，特别是随之产生了城市和贸易这两种社会形式。通过这些，整个人类就脱离依靠自然的寄生生活，某一部分的人类就完全从生产食物的任务中解放出来了。文明的发现仅是局部性质的事。在公元前六千年，它已经几乎取得它的全部基本特征了，但这仅是处于美索不达米亚和印度之间某处的文明中心的情况。在直到文艺复兴和我们的时代开始为止的几千年中，我们看不到文明在质量上有何重大变化。在这整段有史期间仅仅有比较小的文化上和技术上的改进，而且这些改进的大部分都属于周而复始的性质的。文化一个接着一个兴起又衰落，每一种文化虽有所不同，从本质上说却不比以前的文化进步。真正不知不觉的进步仅限于区域的扩大。文明每次由于内部原因或由于野蛮人的入侵而崩溃，从长远看来，都意味着这种文明经过一时的混乱后，就传播到野蛮人中去。直到那个时期告终时，世界上所有容易耕种的土地都已经开化了。 409

科学革命——资本主义的作用 我们现在明白了，到十五世纪中叶，一种新情况开始了，不过当时的人们当然是不明白这一点的。我们已经把文艺复兴看作是资本主义兴起的先声，可是直到十八世纪，人们才普遍认识到有了基本的变化。那时，由于应用了科学和创造发明，人类有了新的发展可能性。这些可能性对人类前途的影响很可能比早期文明的农业和技术所起的影响还要大。我们直到最近才能够在思想上把资本主义企业的发展同科家的发展和人类思想的普遍解放区分开来。两者似乎是“进步”的互相联系、密不可分的两个部分，可是与此同时，说来也似乎矛盾，

当两者出现时，人们却把它们当作人类正回到自然状态，摆脱宗教或封建政权的专断束缚的迹象来加以欢迎。我们现在明白，虽然资本主义使科学第一次具有实用价值，因而对早期科学发展是必不可少的，但是科学对人类的重要性在任何方面都超过资本主义的重要性，而且事实上，充分发展科学为人类服务和资本主义的继续存在是不相容的。

科学的社会意义 科学意味着要统一而协调地，特别是自觉地管理整个社会生活；它消除了人类对物质世界的依赖性，或者为此提供可能性。此后，社会仅受到自我的限制。毫无理由可以怀疑人类掌握不了这种可能性。单单知道有这种可能性，人类就会策马前进，直到他们实现这种可能性为止。社会化的、统一的、科学的世界组织快要到来了，不过要声称它几乎就要到来或者用不着经过最激烈的斗争和混乱就会到来，那是荒谬的。我们必须明白，我们正处于人类历史上的一个重要过渡时期。我们最紧迫的问题是保证这个过渡尽可能迅速完成，把物质、生命和文化的破坏减少到最小限度。

科学在过渡时期的任务 虽然科学显然将是人类发展的第三阶段的特征，可是只有当这个阶段确立之后，人们才会充分感觉到它的重要性。我们既然处于过渡时代，科学的任务就主要同我们有关，而在这里，科学只不过是经济和政治力量的组合中的一个因素而已。我们的任务涉及科学在此时此地可以起什么作用。而且科学在斗争中的重要性主要取决于它对这种重要性的认识。科学意识到自己的目标，就能在长远中变成改造社会的主要力量。由于它所蕴藏的巨大力量，它能够最终地支配其他力量。但是，科学如果不明白自己的社会意义，就会沦为要它背离社会进步的方向的力量手中的工具而无法自拔，并且在这一过程中毁坏了它

的精华，即自由探索的精神。为了使科学意识到自己并意识到自己的力量，就必须根据目前和可以实现的将来所存在的问题来看待它。我们正是必须结合这些问题来判断科学的目前功能。

可以防止的祸害 目前世界上存在着一些明显的具体祸害——饥饿、疾病、奴役和战争。在以前时代中，人们把这些祸害看作是天然的现象或者看作是凶神的降祸，而现在所以继续发生这些祸害完全是因为我们陷入过时的政治和经济制度的罗网中。再也不存在什么技术上的理由可以说明为什么人不能吃饱、再没有理由可以说明为什么需要大家每天做三、四小时以上讨厌的或者单调的工作，或者为什么他们还要迫于经济压力去做即使是那么一点工作。在人人本来都有可能过富足和优闲的生活的时期中，战争完全是愚蠢和残暴的行为。今日世上的大部分疾病是直接或间接由于缺乏食物和良好生活条件所引起的。所有这一切显然都是可以消除的祸害。只有在把这些祸害从地球上消灭了的时候人们才能够感到，科学已经被很好地应用于人类生活了。

不过这仅不过是开端。我们有一切理由可以相信：有一些祸害，诸如疾病或者从事任何不愉快的工作的必要性等等，看上去似乎无法消除，但只要发起一个认真的、有充分经费的科学运动，努力发现上述祸害的原因并予以消除，都是可以加以解决的。让一些对人类有潜在价值的研究工作得不到资助，差不多就等于让人类饿死。

发现需要、满足需要 不过这些都只是科学应用的消极的 411 方面。尽可能消除目前的祸害显然是不够的。我们还必须期望创造出新的美好的事物，更美好的、更积极的和更和谐的个人和社会生活方式。到现在为止，科学还没有触及这些领域。它把科学昌明以前时代的粗糙愿望承受下来，而没有试图加以分析和提高。

象研究自然界那样地去研究人类，去发现社会运动和社会需要的意义和方向，这便是科学的功能。人类的悲剧往往恰恰就在于他成功地达到了自己想象中的目标。科学由于能够向前看并且能够同时理解一个问题的许多方面，理应能够更清楚地判断什么是个人和社会愿望的现实的成分、什么是其幻想的成分。科学可以既通过说明某些人类目的的虚假和不可能、又通过满足其他人类的目的，而带来力量和人类的解放。由于科学变成物质文明的自觉的指导力量，它应该越来越渗透到一切其他文化领域中去。

科学和文化

目前的情况是高度发展的科学几乎和传统学术文化完全隔绝。这种情况是完全不正常的，是不能长久存在下去的。没有任何文化能够永久脱离当代主要的实用思想而不蜕化为学究式的空谈。不过，也用不着设想不对科学本身结构进行极其重大的改革就可以使科学和文化融合起来。今天的科学的渊源和很多特性都恰好来源于物质建设的需要。它的方法从本质上来说是批判式的，其最终的检验标准是实验，亦即实际验证。科学的真正积极部分，即科学发现，是不在科学方法本身范围以内的。科学方法仅仅是为科学发现作准备并确定科学发现的可靠性。人们往往不假思索地把科学发现归因于人类天才的运用，要加以解释就会是亵渎的。我们并没有研究科学的科学。今天的科学的同一缺陷的另一个方面在于它不能妥善地处理各种包含有新颖事物、不容易归结为数学数量公式的现象。为了把科学扩大应用到社会问题上去，就需要扩大科学以补救这个缺陷。科学越是同一般文化融合为一体，就越是需要这样做。科学的枯燥和一本正经的文风使它受到文艺界

人士的普遍抵制，并使科学家自己又添加上种种不合理性的和神秘的色彩。必须把这种枯燥和一本正经的文风消除掉，才能使科学完全成为生活和思想的普遍基础。 412

在某种程度上，这种改造将是科学界内外现有的各种趋势的融合。各种具体的科学学科；收集证据时的冷静态度；每一因素对于促成最终结果都在量的方面起一定作用的多重因果关系的处理方法；对于偶然性的要素和统计上的或然率的一般理解，这些都有成为人类各种活动的背景之势。同时，历史、传统、文学形式和直观再现，都将越来越属于科学的范畴。科学所描绘的世界面貌虽然不断地变化，但是每经一次变化就变得越加明确和完整，在新时代中一定会成为一切形式的文化的背景。不过单单有这个变化是不够的，为了完成科学所必须应付的新的任务，我们还需要对科学进行改造，不是仅仅把其他学科吸收进来就行了。

改 造 科 学

科学发展的几个阶段都是从大到小，从简单到复杂。科学的第一阶段，即对已知宇宙现象的描述和整理阶段，已经基本上结束了。第二阶段，即理解这个宇宙的机制的阶段，也快要结束了，因为我们已经能够在原则上看到这个解释的梗概了。除此之外，剩下的便是未知的可能性、而且事实上其中有一部分也必然是不可知的，虽然我们对未来的发展已经可以略见端倪。很显然，如果人类在不久的将来不去毁掉使人类获得文明而不再是先前的纯生物学存在物的惨淡经营的协作事业，科学就得去应付一个越来越变成人类的创造物的宇宙。人类社会在经济学、社会学和心理学方面为自己造成的各种问题，已经成为科学理论和实践的主要困

难所在了。在将来，随着人类解决了征服非人类力量这个比较简单的问题，上述各种问题就会变得日益重要。

新事物的起源问题 这个过程将使人们注意到一些新的情况。社会的发展一部分是自觉的力量所推动的，一部分是由社会内部各种因素之间难以觉察的交互作用推动的。思维越是考虑社会的迅速发展所带来的各种问题，就越是需要改进应付问题的办法，以便处理一些出乎意料之外的新情况。首先纳入理性范围的学科是一些研究最简单的作用的学科——力学、物理学和化学。在这些学科的体系中，一切事物都是始终如一的，不发生任何真正新的情况。我们的理性模式就是根据对这些体系的研究制订的。这种思想方式在生物学中已经开始崩溃了。进化论不仅标志着我们对自然界的认识有所进步，而且也是我们思想方法中关键的一步，因为它包含着人们对科学中的新颖事物和历史的认识。人类的确已经对历史进行几千年的研究了，然而他们并不是以科学精神来进行研究的。正是由于历史可能包含新颖事物，他们甚至根本否认历史可以成为科学。不过人们却没有什么真正理由可以说明，科学为什么不应该学习处理宇宙中的新颖因素。这些新颖因素毕竟也同反复出现的正常因素一样是宇宙的特色。迄今科学还没有这样做，因为它还没有这样做的必要，现在这个问题已经首次正面地提出来了。如果我们要主宰和支配我们的世界，我们就不仅要学会怎样去应付宇宙的有秩序的方面，而且也要学会应付它的新奇的方面，即使它们的新颖性质是由我们自己造成的。

辩证唯物主义 卡尔·马克思是第一个认识到这个问题的人，而且他还提出了如何解决这个问题的办法。他根据自己对经济学的研究，从正统学派感到满足的表面上正常的现象中，深刻地认识到新形式的发展以及产生更新的形式斗争和平衡。这是对发

展本身的合乎理性的研究的开始，不过在这种研究之中，已经不再可能把观察者和被观察者严格区分开来，这样学者便和他所研究的力量合而为一，一起同呼吸，共命运。在我们的社会和政治领域所经历的动乱和斗争之中，这些思想正在迅速地甚至深入到对这些思想反对得最厉害的敌人阵营中去。这些思想所以正确不仅在于它们能够预言人类发展进程，而且在于它们能够决定人类发展进程。这个任务，在一种认为世界上的事物井井有序、永世不变的科学范围之内，是不可能解决的。

由于科学本身几乎完全是用把一种现象完全孤立起来的方法进行工作的，所以，科学家们往往感到马克思主义的思想方法松散而不科学，或者用他们的话来说，是形而上学的。不过在科学上只有严格控制实验的环境或者应用的环境，才能把一种现象完全孤立起来。只有在知道一切因素之后，才能作出充分意义上的科学预言。当新事物出现在宇宙中的时候，显然无法知道所有的因素，因而把现象完全孤立起来的科学方法就无法处理新的事物。不过从人类的观点看来，能够处理新事物同能够处理自然界正常秩序一样必要。科学把自己的研究范围局限于后者是完全正确的。只有当科学认为人类智慧对正常秩序以外的事物无能为力的时候，只有当科学认为凡是不能“科学地”加以处理的事物就不能合乎理性地加以处理的时候，科学才是错误的。 414

理性的扩展 马克思主义的伟大贡献是：它在人的问题上扩大了理性所能达到的范围，把崭新事物出现的可能性也包括进去。不过，这要受某些必要的条件的限制。首先，有关新事物的预言在精确程度上决不能同科学中孤立起来的有规律的现象相提并论。虽然精确知识一向被视为理想，精确知识和一无所知的问题并不是一个非此即彼的问题。甚至在科学本身内部也还有着大片

大片的无法取得精确知识的地带。例如，现代物理学的整个趋势就说明：在原子现象方面，我们不可能期望获得精确知识。不过我们可以依靠大量事件的精确统计来绕过这个困难。同样，临界性变化、即影响人类社会的战争和革命的精确日期和地点也是无法预测的。由于仅有一个人类社会，在这里，统计的方法不是完全适用的。然而某些经济和技术制度的内在不稳定性一般是可以证明的。这些制度的崩溃是不可避免的，虽然到底什么时候崩溃，可能有几十年的出入。

将来的趋势 连完全不了解马克思主义的预言所依据的方法的人们也毫不怀疑：马克思主义者是有分析事态发展的办法的，因此，他们能够比科学思想家们早得多地判断社会和经济发展的趋势如何。可是不少人由于不加辨别地接受了这一观点，就以为马克思主义仅仅是另一个天意目的论。他们以为马克思订出了人们不管愿意不愿意都得遵循的必然的社会和经济发展方针。这完全是一种误解。马克思主义的预言并不是制订了这样一项发展规划的结果。反之，他们强调指出这是办不到的。在一定的时刻所能看到的只是当代的经济和政治力量的组成，它们之间必然的斗争以及斗争结果将要产生的新情况。除此之外，我们只能预见到

415 这是一个过程，至今还没有终止，而且在将来必然会取得新的、完全不可预料的形式。马克思主义的价值在于它是一个方法和行动的指南，而不在于它是一个信条和一种宇宙进化论。马克思主义和科学的关系在于马克思主义使科学脱离了它想象中的完全超然的地位，并且证明科学是经济和社会发展的一个组成部分，而且还是一个极其关键的组成部分。它这样做，也就可以剔除在整个科学历史进程中渗入科学思想的形而上学成分。我们正是靠了马克思主义才认识到以前没有人分析过的科学发展的动力，而这种

认识也只有靠马克思主义的实际成就才能体现在为人类造福的科学的组织形式中去。

人们必将认识到科学是根本性的社会变革的主要因素。经济和工业制度使得、或者说应该使得文明保持下去。技术不断改进的过程使得生活的范围和便利不断扩大。科学理应使技术本身不断发生不可预料的根本变革。这些变革是否适应人类需要和社会需要，可以说明科学适应于其社会功能的程度。

只有到这场斗争结束之时，我们才能够知道这些萌芽的见解的全部价值。在我们看来，这场斗争虽然似乎是无穷期的，但在历史上也将只是一幕而已，当然，这一幕也是重大的关键性的一幕。然后，人类就将接受它的物质遗产，非但不会减少对科学的需要，反而会对它提出更大的要求，要它解决更大的、必须正视的人类和社会问题。为了应付这个任务，科学本身必须改革和发展。它在这样做的时候，将不再是少数幸运儿所专有的学科而将成为人类共有的遗产。

作为共产主义的科学 科学实践是人类一切共同活动的原型。科学家们已经承担起来的任务——理解和控制自然界和人类本身——仅是人类社会的任务的自觉的表现。人们为了尝试完成这一任务所使用的方法，不管运用得多么不完善，都是人类为了保障自己的前途最有可能采用的方法。就其奋斗的过程而言，科学便是共产主义。人们在科学中已经学会自觉地服从一个共同目的，而不丧失他们的成就的个性。每一个人都知道，自己的工作有赖于前人和同道的工作，而且自己的工作只能通过后人的工作才能开花结果。在科学工作中，人们互相协作并不是因为上级的权威强迫他们这样做，也不是因为他们盲目地追随某一上天指派的领袖，而是因为他们认识到，只有在这种自愿的合作中，每一

416 个人才能找到自己的目标。决定行动的不是命令,而是忠告。每一个人都知道,他的工作只有依靠别人真诚无私地提出的忠告,才能取得成功,因为这些忠告再精确不过地表现了物质世界的无情的逻辑、即严酷的客观事实。我们无法随心所欲地改变客观事实,只有承认这种必然性,而不妄想对必然性置之不理,才能得到自由。

这些便是我们在科学研究中痛苦地而且不完备地学到的一点东西。这些东西只有在人类的更广泛的任务中,才会得到充分利用。

附录

I. 关于大学和科学学会的图表

417

(A) 文科、理科、医科和工科的职位数目与分配

(a) 各部门的教授和其他领导; (b) 其他教学人员

大 学	文 科		理 科		医 科		工 科	
	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)	(a)	(b)
英 格 兰								
伯明翰	23	42	6	35	5	18	7	31
布里斯托尔	10	28	9	52	6	21	3	8
剑桥	46	187	23	119	2	13	5	39
达勒姆	20	51	16	38	9	11	5	14
埃克塞特	6	26	5	13	—	—	—	—
利兹	19	39	9	47	7	37	9	77
利物浦	22	3	10	29	13	24	10	29
伦敦	100	244	68	236	78	197	18	106
曼彻斯特	25	75	9	42	8	32	15	110
诺丁汉	9	28	10	28	—	—	6	26
牛津	79	378	27	82	12	23	2	8
雷丁	15	31	7	16	—	—	14	21
谢菲尔德	14	17	7	24	7	10	10	42
南安普敦	9	24	6	21	—	—	1	7
英格兰大学合计	397	1173	212	782	147	386	105	518
威 尔 士								
阿伯里斯威思	15	30	8	15	—	—	—	—
班戈	13	22	5	12	—	—	2	2
加的夫	13	32	6	19	2	9	3	7
斯旺西	8	19	5	15	—	—	1	8
威尔士国民医学院	—	—	—	—	6	9	—	—
威尔士大学合计	49	103	24	61	8	18	6	17
苏 格 兰								
阿伯丁	24	27	5	17	10	15	3	4

续 表

大 学	文 科		理 科		医 科		工 科	
爱丁堡	40	42	5	27	12	36	7	12
格拉斯哥	22	69	5	38	9	41	3	14
格拉斯哥皇家技术学院	—	—	—	—	—	—	15	80
圣安德鲁斯	23	18	11	30	7	11	4	4
苏格兰大学合计	109	156	26	112	38	103	32	114
英国大学合计	555	1432	262	955	193	507	143	649

此表系根据大英帝国大学局提供的数字核算的。

418

(B) 各年级专职教学人员的人数和平均收入

	教 授	高级讲师 助理教授和 独立讲师	讲 师	助理讲师 和 实 验 员	其 他
英国总计					
1934—1935	855	374	1391	856	259
平均工资					
1934—1935	1095镑	664镑	471镑	308镑	384镑

据大学津贴委员会报告。

(C) 理科、医科、工科和农科高年级学生的人数和分配

学 习 科 目	正 规 学 生		选 修 学 生	
	男	女	男	女
数学	86	3	38	6
天文	4	—	—	—
生物	1	—	—	1
植物	91	24	17	20
化学	472	30	78	7
应用化学	46	—	25	1
生物化学	40	11	6	4
胶体科学	8	—	—	—
昆虫学	23	2	7	—

续 表

学 习 科 目	正 规 学 生		选 修 学 生	
	男	女	男	女
优生学	5	—	2	1
遗传学	6	3	2	1
地质学	34	5	6	1
地球物理学	1	—	—	—
矿物学	5	—	—	—
真菌学	—	—	1	—
海洋学	1	—	—	—
物理学	200	12	39	5
动物学	80	21	17	15
科学原理、历史和方法	4	—	30	2
理科合计	1107	111	268	64
医学	33	1	190	8
外科	22	—	222	8
妇产科	2	1	11	3
麻醉学	3	—	1	—
解剖学	2	—	5	1
细菌学	19	4	3	1
肿瘤调查	5	—	—	—
口腔外科	—	—	1	—
皮肤学	2	—	—	—
胚胎学	1	—	—	—
流行病学和人口统计	2	—	—	—
蠕虫学	1	2	—	—
组织学	1	—	—	—
药理学	—	—	1	—
矫形学	—	—	12	1
寄生虫学	4	—	—	—
病理学	4	—	21	—
病理学和医学	—	—	1	—
药理学	9	1	5	—
生理学	40	5	12	5
公共卫生	1	—	—	—
放射学	—	—	6	—

续 表

学 习 科 目	正 规 学 生		选 修 学 生	
	男	女	男	女
治疗学	1	—	—	—
结核病学	2	—	—	—
医科合计	154	14	491	27
航空学	22	—	1	—
建筑学	5	—	12	—
建筑术	2	—	—	—
染色工艺学	7	—	—	—
普通工程学	24	—	2	—
化学工程学	42	—	1	—
土木工程学	43	—	7	—
电机工程学	61	1	10	—
机械工程学	35	—	15	—
燃料工艺	17	—	4	—
玻璃工艺	1	—	—	—
皮革加工	1	—	1	—
冶金学	39	—	12	—
军事研究	1	—	—	—
采矿	3	—	3	—
造船学	4	—	1	—
石油工艺	6	—	1	—
纺织原料	25	—	4	—
城乡规划	—	—	6	—
工科合计	338	1	80	—
农业	32	3	2	—
农业细菌学	2	1	—	—
农业植物学	8	—	—	—
农业化学	1	—	—	—
农业经济学	7	—	—	—
农业昆虫学	1	—	—	—
牛奶细菌学	4	1	3	1
林学	2	1	—	—
园艺学	2	1	—	—
农科合计	59	7	5	1
合计	1658	133	844	92

、 据大学津贴委员会1935—1936年统计表。

(E) 主要科学学会所属科学家人数

422

学 会	会 员 人 数
化学研究所	7,100
化学学会	3,775
物理学会	1,100
地质学会	1,180
天文学会	918(包括国外的48名非正式会员)
生物化学学会	940
矿物学学会	260

这些数字仅包括一些最大的科学学会。从这些数字中很难得到科学工作总人数的某种概念。一则因为不是所有的学会成员都从事科学活动;反之,所有的科学工作者也不一定都属于某个科学学会。再则,其中有很大数目的重复现象。如果把化学研究所,物理学会,地质学会的会员人数及生物化学学会会员的一半加在一起,也许可以获得总人数的某种概念。此外再加上动物学和生物学的1,500人,总共 11,250 人代表非医学科学。最难统计的是正在从事科学研究的工作者人数,但估计最多不超过 3,000 人,加在一起总共为14,250人。

II. 政府资助的研究

(A) 政府科研经费, 1937年

陆海空军(见427页)		1,536,000镑
科学和工业研究部		583,000
农业和渔业部(包括苏格兰63,000镑)	469,000镑	
农业研究理事会	61,000	
林业委员会	15,000	
		545,000
医学研究理事会	195,000镑	
卫生部	4,000	
		199,000
开发委员会	121,000镑	
采矿局	2,000	
运输部	70,000	
邮局	88,000	
工程局	180,000	
		361,000
移民部	43,000	
自治领部	13,000	
		56,000
		3,280,000镑

423

科学和工业研究部

(B) 科学和工业研究部年度经费概况
(截止于1937年3月31日)

机 构	粗略估计(镑)	收 入(镑)	精确估计(镑)
总部	29,685	1,209	28,476
国家物理实验所	244,081	138,492	105,589
建筑和公路研究	87,957	55,693	32,264
化学实验研究所	26,420	5,274	21,146
食品研究	54,926	15,928	38,998
林业产品研究	41,281	1,899	39,382
燃料研究	105,660	12,851	92,809
水面污染研究	10,613	9,215	1,398
多种项目	7,521	4,519	3,002
地质勘探和博物馆	70,241	1,792	68,449
研究津贴			
研究协会等	126,510		126,510
学生助学金等	25,285	78	25,207
	830,180镑	246,950镑	583,230镑

据科学和工业研究部1936—37年度的报告, 168页。

(C) 1936—37年度研究协会的收入

研 究 协 会	收 入 (镑)	占行业纯产 值的百分比
英国煤矿主	5,030	0.003
英国铸铁	14,865	0.07
英国钢铁联合会	51,816	
英国有色金属	28,521	0.12
汽车工程师协会	16,763	0.03
英国电气工业研究协会	81,073	0.18
英国耐火材料业	9,909	0.06*
英国食品制造业	4,668	0.03
可可、巧克力、糖果制造和果酱商业	6,891	
英国面粉业	12,809	
英国颜料、染料和油漆制造业	15,998	0.18
英国橡胶制造业	11,360	0.06
英国皮革加工业	19,387	0.09
英国长统靴、鞋和有关商业	5,037	

424

英国棉花工业	80,239	} 119,440	0.08
羊毛工业	19,913		
亚麻工业	19,288		
英国洗衣业	10,818		0.015**
印刷和有关商业	10,130		0.014
英国科学仪器	9,257		0.15
	<u>433,772</u> 镑		

收入数字据科学和工业研究部1936—37年度的报告。

* 在全部陶器工业中所占百分比

** 在所有的服装工业中所占百分比

(D) 研究协会接受政府津贴和工业捐助的总额

年 度	协会的数目	工业捐助 千 磅	政府津贴 千 磅	合计千磅	与上一年相比 增减的百分比
1920	17	96	65	161	
1921	21	108	84	192	+ 19
1922	21	111	93	204	+ 6
1923	21	121	103	224	+ 10
1924	21	113	100	213	- 5
1925	20	118	88	206	- 3
1926	21	111	78	189	- 9
1927	19	115	60	175	- 8
1928	19	124	54	178	+ 2
1929	20	153	79	232	+ 25
1930	20	158	82	240	+ 3
1931	20	160	88	248	+ 3
1932	20	167	68	235	- 5
1933	19	174	59	233	- 1
1934	19	191	86	277	+ 19
1935	19	232	109	341	+ 23
1936	18	250	127	377	+ 11

数字据科学和工业研究部

425

III. 工业 科 研

(A) 英国大小工厂的数字

(1933年的数字, 据内政部)

雇佣1000名以下工人的工厂数字	159,850

雇佣1000名以上工人的工厂数字	335

工厂中雇佣职工的数字	4,990,421

美国的情况, 参看V.D.卡扎赫维奇所著论文, 载《科学与社会》第2卷第195页

(B) 学会、政府和工业企业提供给
各种科学刊物发表的论文数字

刊 物	年	学 会		政 府		工业企业		合计
		数目	百分比	数目	百分比	数目	百分比	
皇家学会记录汇编(A)	1924	63	96	3	4			66
	1929	117	92	7	6	2	2	126
	1932	127	93	7	5	3	2	137
	1936	130	90	6	4	8	6	144
皇家学会记录汇编(B)	1924	52	96	2	4	—	—	54
	1929	53	95	3	5	—	—	56
	1932	74	93	3	4	2	3	80
	1936	64	89	7	9	1	2	72
化学学会会刊	1929	150	90	6	4	9	6	165
哲学杂志	1932	187	92	14	7	2	1	203
(仅只十个月)	1936	127	95	5	4	1	1	133
		1144	93	63	5	28	2	1235
四种技术刊物	1924	25	39	16	25	23	36	64
	1929	30	30	27	27	42	42	99
	1932	26	28	34	37	32	35	92
	1936	30	28	45	42	32	30	107
		111	31	122	33	129	36	362

(这些数字系M.H.F.威尔金斯和D.R.纽思所收集)

四种技术刊物是: 土木工程师协会记录汇编, 机械工程师协会记录汇编, 电气工程师协会记录汇编和建筑工程师协会记录汇编。

(C) 各企业的工业研究经费

企业名称	雇员人数	经费	426
W.H.艾伦, 贝德福	6	4,000	
阿姆斯特朗·惠特沃思, 盖茨黑德	6	1,200	
奥德利工程, 希罗普郡新港	2	550	
自动化工程, 特威克南	4	1,500	
阿瑟·鲍尔弗, 伦敦, E.C.2	9	4,000	
英国发动机锅炉, 曼彻斯特	3	3,000	
布伦顿斯, 穆索耳布尔格	3	2,000	
威廉·巴特勒, 沃尔弗汉普顿的布鲁韦里	1	1,000 以下	
C.H.钱皮恩, 伦敦, W.1	4	12,000	
C.M.D.工程, 沃里克	2	1,000	
批发合作社	9	10,000	
J.丹普里, 泰恩河上的纽卡斯尔	9	2,000	
D.R.邓肯, 温布尔顿	3	30	
爱迪生·斯旺, 恩菲尔德	1	3,000	
格伦菲尔德和肯尼迪, 基马尔诺克	6	3,800	
Glaxo, 伦敦, N.W.1	11	8,000—10,000	
约科橡胶, 格拉斯哥	2	1,500	
罗伯特·詹金斯, 罗瑟勒姆	1	1,500	
杰伊斯, 普莱斯托	2	1,000	
乔治·肯特, 卢顿	4	6,000	
D.W.肯特—琼斯, 多佛	2	5,000	
利默尔和特立尼达沥青池, 伦敦	8	3,500	
李斯特公司, 布雷福德	6	2,000	
米尔利斯·沃森, 格拉斯哥	1	500	
全国苯公司, 伦敦, S. W.1	6	5,000—10,000	
全国冶炼公司, 阿冯默恩	6	6,000	
轧钢, 牛津	3	2,500	
赖利, 考文垂	3	1,500	
谢菲尔德冶金公司	4	2,500	
斯坦德法斯特印染公司, 兰开斯特	4	2,000	
斯坦顿铁器公司, 诺丁汉	22	1,000	
联合钢铁公司, 谢菲尔德	7	20,000	
沃纳父子公司, 伦敦 E. C. 1	1	750	
合 计	159	119,330	

750镑

摘自“工业研究实验室”(艾伦与昂温, 1936年), 科学工作者协会编。

这些数字不象它们所表示的那样令人满意。显然，不同的企业根据不同的原则为研究经费作出预算。同样情况，科学工作者人数的数字在某种情况下仅代表有学位的科学家，而在另一种情况下则包括未受过训练的助手。然而，这是我们掌握的有关工业科研经费的仅有的统计数字，并可作为对情况的一个粗略估计加以引证。

IV. 军事研究经费

427

下列数字根据三军1937年的预算

	科学家 的人数	缩减的数字	粗略估计	
		镑	镑	镑
空军的科学研究				
研究站的维持,科学家和助手的工资		310,000		
研究站建设的年度经费总额		148,000		
各分支部门,给其他机构的津 贴,给发明人的报酬等		247,000		
气象科研		2,500		
空军部研究人员		20,000		
	110	727,500	727,500	974,000
陆军的科学研究				
维持及科学家和助手的工资		395,000		
研究站建设的年度经费总额		57,000		
给其他机构的津贴、给发明人 的报酬等		10,500		
行政管理		20,000		
	506	482,500		
减去空军部和海军部的捐助		91,000		
			391,500	1,030,000
海军的科学研究				
维持和科学家与助手的工资		274,000		
研究站建设的年度经费总额		90,000		
给其他机构的津贴、多种开支		84,000		
	226	448,000		
减去陆军部和空军部的捐助		31,500		
			416,500	760,000
科学家人数小计	842			
三军合计			1,535,500	2,764,000

这些数字是把三军预算中所有有关科学研究工作的经费加在一起计算出来的。一般来说,技术工作和研究工作均在同一研究站中进行的。在上述情况下,科学和技术工作者的工资总额是在二者之间按比例核算出来的;同时,研究站的维持费和行政管理费是在二者之间按比例划分的。例如在海军预算中,下院第六号决议案通过的有关科研部门经费是586,000镑,按上述办法缩减为274,000镑。科学研究站的费用中缩减的数字上,我们又添上建设新研究站的费用,总部成员的费用,对其他主要研究机构的捐助等。

这两套数字是有关军事目的的纯科学研究所需费用的精确估计和关于研究与开发的经费的粗略估计,其意义不同。第一套数字代表用于军事目的的科学工作经费数字;第二套数字,如果不是战备需要,就可能是用于发展科学的金额。这两个数字都应 与政府用于非军事科学的经费总数相比较。

V. 议会的科学委员会报告

429

下列文件摘自“科学和工业研究部(包括研究协会)有关发展和资金的备忘录,根据英国科学协会和科学工作者协会联合委员会的初步备忘录编制”。

(A) 由于科学和工业研究部的科研工作而取得的某些节约效果

正 进 行 的 研 究	研 究 的 性 质	政府津贴 研究协会 合 计	已付 年数	各行业每年节约 的 估 计 数
第一组		镑		镑 镑
钢铁工业研究理事会	高炉、焦炭和煤利用	23,000	4	1,700,000
铸铁研究协会	铸造模沙			100,000
	均匀鼓风化铁高炉	42,000	12	200,000
				—— 300,000
有色金属研究协会	燃烧室持续和控制	72,000	13	800,000
第二组				
电气工业研究协会	电缆负荷			100,000
	高空传送			300,000
	绝缘油			100,000
	汽轮机蒸汽喷嘴			140,000
	其他调查研究			360,000
		106,000	12	—— 1,000,000
第三组				
耐火材料研究协会	烧箱更换	25,000	13	150,000

续 表

正 进 行 的 研 究	研 究 的 性 质	政府津贴 研究协会 合 计	已付 年数	各行业每年节约 的 估 计 数
第四组 食品工业调查研究委员会	苹果病害 食用肉上的粉霜	44,000		250,000 100,000 —— 350,000
第五组 棉花研究协会	多种调查研究	171,000	16	300,000
	合 计	440,000		3,250,000

430

评述 此表当然是一个非常粗略的资料。利用现有的会计制度要得出花费在一项特殊研究上的精确款项或者甚至要得出工业大致节约多少是不可能的。无论如何,科学研究的精确的节约作用基本上是无法测量的。这些数字自然仅仅表示节约成果的概数。也自然仅只表示随意选择的研究项目。这里只提到六个研究协会,其中每个协会除表中所列项目外,还在进行许多其他研究。从保守的估计来看,这些协会花了不到一半的费用用于这些研究项目,再加上工业的直接捐赠,我们可以估计,工业研究每年不过400,000镑总费用每年产生不少于3,200,000镑的节约成果,每年赢利是投资的800%。

(B) 发展工业科研的建议

在下表中可以看到现有的政府经办的或政府资助的与工业有关的研究机构的概况。这些机构是按它们相应的工业而归类的。如果所列工业包罗了国家所有的重要工业和事业,那末便可看出在现行计划中有几处空白。在表中的最后一栏中,试图设想出全面规划所需设立的新研究协会、新研究委员会和新研究所。这些实际上全系初步设想的,需要经过比迄今更加深入细致的考虑。在此表中没有考虑到政府各部为其自身的目的及私人企业所进行的研究,要对这个国家的研究设施和必须研究的项目作出一个广泛而有效的考察,这一点必须考虑在内。

总之,在此表后面的详细的建议中,我们把这些因素考虑在内作出了某些设想,并指出主要需要发展的是那些自身并没有进行任何研究,而对他们来说进行研究无疑将具有实用价值的工业。

表 一

431

工业或劳务	从净产值中 征收1-10% 税收千磅	1935年政府主办或政府 资助的研究机构	合乎需要的研究机构
I. 重工业			
采矿和采掘	155	地质勘探和博物馆* 苏格兰油页岩研究协会* 煤矿主研究协会* 燃料研究委员会	采矿和采掘研究委员会 地球物理研究所(1) 金属采矿研究协会(2) 采掘产品研究协会(3)
钢铁	92	冶金研究委员会 工业研究协会 铸铁研究协会 国家物理实验所冶金部	金属研究所的基础研究
有色金属冶金	24	有色金属冶金研究协会	
II. 工程学			
机械	93	国家物理实验所工程部	工程研究委员会 机械工程研究协会(4)
电机		国家物理实验所 热力部燃料研究委员会	
造船	28	国家物理实验所弗劳德 造船试验池	造船研究协会
铁路	24		
汽车	54	研究和标准化委员会	
飞机	6	国家物理实验所空军部 空气动力学部	
电气	45	电气和有关工业研究协会 国家物理实验所电气部	
轻型			机械建筑和轻型工程 研究协会(4)
土木	152	(建筑研究委员会在做某 些调查研究)	土木工程研究协会(4)
III. 建筑和建筑材			
料制砖和水泥	25	(建筑科研委员会在做某 些调查研究)	硅酸盐研究所的基础 研究 砖和水泥研究协会
陶器和玻璃	18	耐火材料研究协会	陶器研究协会** 玻璃研究协会

432

续 表

工业或劳务	从净产值中 征收1-10% 税收 千镑	1935年政府主办或 政府资助的研究机构	合乎需要的研究机构
建筑业	130	建筑研究委员会	国内工程研究所(5)
IV. 化学工业			
重化学工业	46	化学研究委员会	国家化学实验所的扩 大部分(6)
精制化学工业	15	化学研究委员会	化学制造业研究协会 精制化学制品和制药 业研究协会
食品工业	90	食品调查研究委员会 食品加工业研究协会 可可、果酱等研究协会 面粉厂研究协会	
酿造和烟草工业	96		酿造和蒸馏研究协会 烟草研究协会
433 V. 颜料, 橡胶, 塑 料, 皮革			
颜料工业	9	颜料, 染料和清漆制 造业研究协会	塑料, 橡胶和皮革研究 委员会
橡胶和塑料	17	橡胶制造业研究协会	塑料工业的基础研究
皮革工业	26	皮革加工业研究协会 长统靴和鞋研究协会	
VI. 纺织工业			
纺织工业	143	羊毛研究协会, 棉花研究 协会(人造丝发展协会) 亚麻研究协会	纤维工业(的基础研究)
服装工业	70	洗衣业研究协会	服装工业研究协会
VII. 木材, 造纸 和印刷			
木制品和家具 工业	32	林业产品研究委员会	(与林业产品研究委员 会的扩大部分, 相配 合的木材, 造纸和植 物纤维商业研究)
造纸工业	29	森林产品研究委员会	木制品和家具研究协会 造纸工业研究协会
印刷工业	74	印刷工业研究协会*	
各种轻工业	22	印刷工业研究协会	轻工业研究协会
434 VIII. 运输			

续 表

工业或劳务	从净产值中 征收1-10% 税收 千镑	1935年政府主办或 政府资助的研究机构	合乎需要的研究机构
公路运输 铁路运输 海运与内河运输 航空运输		公路研究委员会 空军部	在科学和工业研究部各 运输公司、官方及运输 部共同指导下的运输研 究委员会, 设有关于公 路***、铁路***、海运和 空运的独立研究所
IX. 通讯系统 电信电话 广播 电影、电唱机 和摄影工业		邮局研究实验所 广播研究委员会 国家胶卷研究所 科学仪器研究协会	光学研究所 电影机和有关工业研 究协会
科学仪器工业 X. 分配和管理 分配业 职员和管理工 作	570	科学仪器研究协会 科学仪器研究协会	经销行业研究协会 商业福利和效率研究 协会

* 目前没有接受政府津贴。

** 1938年现有的。

*** 现在已经有了。

(1) 这自然将成为地质勘探和博物馆的一部分。

(2) 如果不设立一个研究所, 为了达到这一目标, 也可以由皇家采矿研究所当局增加补助金, 加上矿业公司的一笔保证捐款。无论哪种情况, 与帝国其他矿业研究协作是合乎需要的。

(3) 采掘产品研究也可由建筑研究委员会利用一笔新增加的补助金津贴和采掘公司的一笔保证捐款进行。

(4) 这些研究协会的任务可以由建议成立的工程研究委员会协同机械工程师协会和土木工程师协会用有关工业的保证金进行。

(5) 可与建议成立的烹调研究所合并。这些机构将主要需要由政府津贴来支持, 虽然也可能用旅馆经理协会, 地方当局等部门的捐款来资助。

(6) 国家化学实验所需要发展到象国家物理实验所那样的地位, 并应象国外的类似机构一样。国家化学实验所应有一些独立的部门, 如无机化学, 有机化学, 物理化学(包括光化学和反应研究), 电化学, 光化学, 结

构化学(通过光谱学、X 光和电子方法分析物质), 地球化学 (与地质勘探合作)和工业生物化学(与医学研究委员会合作)。

表 二

建议成立的新研究协会		分配	e
金属采矿	a①	商业福利和效率	c
石矿产品	a	建议成立的新研究委员会	
机械工程	a	采矿和采石	
机器构造	a	工程	
土木工程	d	塑料, 橡胶和皮革	
造船	d	纺织	
制砖和水泥	d	运输	
陶器	d	消费研究委员会	
玻璃	d	建议成立的新研究所	
化学制造	b	地球物理学	
细化学和药物	b	光学	
酿造和蒸馏	c	金属	
烟草	b	硅酸盐	
服装工业	c	塑料	
木制品和家具	c	纤维	
造纸和有关工业	d	烹调	
轻工业	c	家庭工程学	
436 电影摄影机和摄影工业	b	国家化学实验所扩大的附属研究所	

① 见下面边码第436—7 页的注释。

按表中所示, 从工业研究设施的调查中可以看出需要设立20个新的研究协会, 7个为了研究与工业密切相关的基本问题的委员会及6个起协调作用的研究所。然而这些需要的迫切程度并不相同, 同时在某些情况下并不必需立即成立新机构。

(a) 新的研究协会(见表二)的基础根本不同, 因此在20个建议成立的研究协会中, 那些金属采矿, 机械工程, 轻型工程和土木工程的研究经费由政府 and 工业为专门机构的科研工作提供保证补助金。另外两个石矿产品和造船业的研究工作, 将相应地由建筑研究所和国家物理实验所的弗劳

德船模试验池承担。研究协会之所以合乎需要主要是因为这样可以使科学和工业二者密切接触，而不象单纯政府的或单纯学会的活动那样。

(b) 重化学，烟草，电影摄影和摄影等工业，由少数有关的公司控制，全都靠它们自身进行研究。只有当从国家利益考虑，工业研究在任何领域中的结果不应完全由私人控制时，才考虑求助于研究协会。电气及有关工业研究协会的工作已经表明，至少同已提到的那些一样，在高度组织起来的工业方面，这样的机构有时是多么有价值的。 437

(c) 其余的工业和劳务当中有六项都是传统性质的：酿造，服装工业，木制品和家具，轻工业（纸盒制造行业、玩具和小工艺品等）、推销商业和企业（经营技术和管理）。这些部门的科研价值也可能暂时得不到充分的肯定，暂时也得不到工业方面的大量捐款。那末，可以成立一些小的研究协会，主要由政府津贴来支持（在第一种情况下，全部费用可以由国内货物税务局的收入中征集），这些研究协会的作用首先是为工业沟通情报和充任全面顾问。

(d) 制砖、水泥、陶器、玻璃和造纸工业急需已在其他工业中设立的那种类型的研究协会。这些工业在国内和出口市场^①上同样重要，如果近年来出口方面出现下降，主要因为没有采用现代化方法和忽视了科学方法（当然精制化学制品除外）。在这个领域里，耐火材料协会的工作和其以少量代价节约的大量资金（烧盆研究每年节约约160,000镑）表明在所有这些工业中可以做到什么。假使在开始，这笔费用由政府负担的比例很大的话，仅需要五、六年，研究工作的价值就会受到工业方面的充分重视。

注 从这份报告最早提出以后，科学与工业研究部曾建议设立一个陶器和制砖工业研究协会作为英国耐火材料研究协会的扩大部分。可能还考虑到类似部门的进一步发展。这些计划之所以没有很快地付诸实行，不是由于这个部门方面不想这样作，而是由于该工业部门所表现出的极端保守观点，特别是当这类工业部门拥有一大批小公司的时候。在这种情况下征收某些税款和提高税率将是最成功的。

^① 仅陶器一项，净生产价值是9,500,000镑（1930年），出口为3,556,701镑（1935年）。

研究委员会

为了更好的协调和规划扩大正在进行的工业研究工作，也曾提出要成立 5 个新的研究委员会(见表二)，类似于已经有的冶金、建筑、公路和食品研究委员会。如果要使研究工作取得有效的发展，重要的不仅是要由政府科学与工业研究部和研究协会配合工作，而且也要把这项工作与其他各部和专业协会的研究工作联系起来。因此，诸如运输研究委员会将由运输部，空军部，科学和工业研究部和运输研究所以及各运输组织的研究服务机构的代表组成。它的主要任务是推动研究人们普遍感兴趣的运输效率问题，排除运输研究在细节上的重复，并收集，摘要和发布情报以推进运输研究工作。建议成立的其他研究委员会将作出类似的安排，但是消费者的研究协会将属另一类型。这一类协会将需要更广泛的代表性。除了三个属政府研究部门的代表以外，还应包括直接来自各种不同收入阶层的消费者的代表。它要发挥的重要作用是把科学与工业研究部对生产程序和生产成本的自然考虑与对消费者的需要、爱好和最能满足消费者的需要和爱好的价格的考虑这二者的关系加以平衡。

研 究 所

这个国家在提供介于各大学所进行的纯科学研究与属于研究协会和私人企业实验室职能的实用研究二者之间的那种类型的研究所方面，远远落后于其他国家，主要落后于德国、美国和苏联。在一定程度上，这一职能由国家物理实验所的某几个部门来完成，但规模很小。皇家协会、蒙德实验研究所、戴维—法拉第研究实验室是建议成立的这类机构中已成立的仅有的几个。现在所需要的这类研究所应能把有关某一工业或某一类工业的基本原料各方面特性或生产工序的各个方面的各种研究汇总在一起。这一类研究所将解决那些更为长期的和基础性的一般问题，并设计出新的原料和工序，它的实际效用可以在研究协会的实验室中得到验证。例如建议成立的地球物理、光学、金属、硅酸盐、塑料及纤维的这类研究所，几年前在其他国家就已经有了。著名的有柏林的凯撒·威廉研究所集体、华盛顿的地球物理研究所和列宁格勒的光学研究所都证实在科学上和工业上已作出了显著的贡献。

直到最近，除了韦尔克姆基金会的各实验所或皇家研究所所属戴维—

法拉第实验室以外，在我们国家这类研究所还很少。因此，持保守观点的人常常对创建这类研究所持怀疑态度，他们宁愿津贴大学中那些已有各系，而不愿接受上述方案。不过，应该认识到，为了半工业研究就需要比纯科学研究规模更大和经费更贵的那类实验室，而建立这类实验室则不是最富有的大学便无力办到。在大学和研究所之间建立一些联系是非常需要的，但同时更应强调它们各自都应保留一定程度的独立性，特别是要想使它们与工业联系紧密，并具有充分实际价值的话。

国家化学实验研究所发展到与其在科学和工业上的重要性相当的程度 439 将是研究所发展计划的重要内容。各独立的研究所以可以依靠国家物理或化学实验所，或直接由科学与工业研究部来管理。无论哪一种情况，把它们按有关工业去分配将是方便的。如金属研究所可以设在谢菲尔德或伯明翰，纤维研究所设在曼彻斯特或利兹，硅酸盐研究所设在斯塔福德郡。

研究所可由科学与工业研究部里直接拨给资金，在某种情况下，也可从工业捐款中提供。某一工业对各研究协会的补助金，可按一定比例专门用于一般研究所。

建议设立的机构的经费

这些发展的粗略估计费用可从现有的数字中推算出来。如果所建议的计划全部实现，这意味着要建立6个大的和14个小的研究协会。估计这些协会的年收入为20,000镑到10,000镑不等，全部收入约为260,000镑。假如我们设想在头五年内，这些研究协会的经费全部由政府负担，以后的数字将保持在 $\frac{1}{3}$ ，每年的津贴将由130,000镑降至90,000镑，或者与前19个研究协会的数字差不多。

由于这项计划因组织上的困难或工业方面的落后而不能立即全部付诸实行时，我们最初可以预计约 $\frac{2}{3}$ 可行，全部经费为80,000镑，在新协会的好处表现出来以后，工业所出的经费会逐步增加。建立7个研究所也将使用70,000镑至100,000镑，而国家化学实验研究所及其所属研究则每年另需100,000镑。新的经费总额毛数将达250,000镑和300,000镑；或净数200,000镑和250,000镑（扣除收费和使用费等）。目前部的费用净数为550,000镑。因

此，由于建议将使经费增加35—45%。

基本建设的费用是无法估计的。这笔经费将出自特殊津贴或靠贷款。无论怎么样，从已经取得的成果来看，我们可以相信，这笔增加的经费一项在完成和完备整个英国工业的研究计划所获得的收益上将充分得到弥补。

(C) 1937年4月29日随委员会报告呈枢密大臣的建议

A

1. 由政府方面对研究所(国家物理实验所等)和研究协会的资助采取预先整批津贴的形式，以五年至十年为一期。

440 2. 科学和工业研究部连同医学和农业研究委员会通过与工业企业，这类企业的协会或其他单位协商，争取获得一项协议保证在相应期限内对研究协会、研究站等提供资助。

3. 研究部应开始与研究设施不足的各工业方面谈判，以便建立广泛的政府资助的工业研究体系。

4. 用于现存的和新的科学研究、科学实验和科学调查的款项总数，要根据一个预定的计划逐年分别增加，并对额外的开销给以补助。

B

5. 在工业繁荣变化无常的时期，为了保持连贯和适当扩大科学研究(据建议1、2、3、4)，应设立一项“国家科学研究基金”。

6. 每年从财政部获得的基金总额为3,000,000镑(或2,000,000—4,000,000镑)或海关收入的10%。

7. 每年收入中的一部分将用于支付政府对科学研究的资助。

8. 基金积累的储备将投资于信托证券(除属于第10项建议条款以外)，其收入将用于支付科学研究的部分，最后直至全部费用。

9. 研究部要尽可能从工业和农业捐款中提取基金，虽然不必有固定的数目，但应供给若干年，总数要与政府提供的基金相等。

10. 修改法律使其允许接受个人或公司用捐款和遗产提供的基金，而免征所得税，特别附加税或遗产税，并允许接受工业企业的股票为基金。

11. 科学研究基金的管理和支付权属于一个自主的权力机构，科学研究基金委员会，它的成员由政府各部、工业、农业、科学和医学机构，大

学和群众代表组成。

注 建议 A(1、2、3、4) 与是否采用建议 B(5—11) 中所包括的计划无关。如果建议 B 计划被采用, 建议 A 将仅仅涉及如何管理、维持和发展科研的费用, 而不涉及资金的筹措。

参看 J. D. 贝尔纳 1938 年 1 月在《十九世纪》一书中的文章。

(东 尔译; 张 今校)

VI. 法国科学事业的组织

441

法国科学事业组织的总规划还不完备, 但是, 政府主管的两个主要科研部门已经正式成立起来。这两个机构“中央科研服务处”和“全国科学应用研究中心”分别从事基本研究和应用研究。管理这两个机构的是由著名科学家和有关各部指定人员组成的两个“高级理事会”。统一规划其工作的是一个直接向部长负责的“高级委员会”。它们的经费主要由政府提供, 也从各种工业税收中支付。

中央科研服务处主要的革新措施是确定了工作人员的职称级别。这些工作人员的主要任务是从事研究。他们都有适当可能获得晋级和经济上的保障。其级别分为如下四级, 分别与大学教学人员的级别相当, 英国的大致相应的职称级别附在括号之内:

研究主任	教授
(实验室主任或研究所所长)	(教授)
研究士	副教授
(副所长)	(高级讲师)
研究代表	主讲
(研究员)	(讲师)
研究生	助教
(研究生)	(助教)

各相应的级别大致有一样的薪金和养老金。各相应级别之间可以长期地或短期地自由交流, 到不同的机构工作还可能晋升一级。“高级研究理

事会”具有咨询、调协和财务职能。科研工作的实际指导权由高级研究人员掌握。理事会成员一半由教育部指定，一半由科学家小组推选。科学家小组一共有十一个。每个小组由五名选举产生的成员组成，其中三名从四十岁以上的科学家中遴选，两名从四十岁以下的科学家中遴选。

“全国科学应用研究中心”最近才成立。（根据1938年5月24日的法令和1938年9月10日的法令。）第一个法令中载明其宗旨如下：

1. 在相应各部的研究机构，国民教育的研究机构、最后还有有资格的私人组织之间，建立一切可能的联系，以促进同国防有关的科学研究或事业。
- 442 2. 发起、调协或鼓励教育部的研究人员，最后或许还有私人组织的研究人员所进行的应用科学研究，以便对有关国防的研究或事业有所贡献。

3. 开展私人企业或个人要求加以支援的一切合理的研究工作。

“全国科学应用研究中心”分为二十个部门：（1）水力；（2）采矿；（3）农业和渔业；（4）冶金；（5）化学工业；（6）燃料利用（锅炉，蒸汽机，电动机等等）；（7）机器；（8）纺织、木材和皮革；（9）建筑营造；（10）照明和供暖；（11）土木工程；（12）运输；（13）通讯；（14）国防；（15）印刷，电影等等；（16）轻工业，家俱和家用工程；（17）卫生；（18）营养；（19）劳动条件；和（20）体育和运动。每一部门的成员都在同高级委员会协商后由国民教育部长指定，或由其他各部指定。各部门人数相同，人员由下列各类中抽调：（a）科学工作者；（b）工业、商业、农业或各政府部门的人员；（c）高级委员会成员。任何人都不得隶属于一个以上的部门，但可以安排相互之间的合作。高级理事会包括理事会主席的一名代表和有关各部的各一名代表。理事会理事没有薪金。但是，理事会有很大的财务和行政权力。

谈论这个机构的工作成绩，为时自然尚早，但是，鉴于它有全面的结构和主动权，这个机构是值得注意的。关于法国科学研究的预算，至今资料很少。在纯研究方面，1938年可用于经常费的数额为31,000,000法郎，在建筑和设备方面，有一笔53,000,000法郎的专用赠款，因此，总计84,000,000法郎，约合480,000英镑。这笔款项看起来为数不大，但同其他国家的任何已知数字是不能严格比较的，因为它不包括国家物理实验室

进行的一类技术研究的经费，也不包括各大学的研究经费。应用科学的初步赠款为30,000,000 法郎，约合 170,000 英镑；但是，这显然只是一个暂定数字。然而，可以清楚地看出，即令有了这两笔补助金，对法国这样一个大国来说，科学事业的规模也比英国或德国小得多。法国科学界人士对这一点深有体会；他们正在尽一切努力，争取改变这一状况。

要想进一步了解法国科研情况，可参看珍妮·帕林所著《法国科学研究的组织情况》一书。

VII. 苏联科学事业简介

443

前哈尔科夫物理技术研究所副所长 鲁赫曼博士

(一) 前 言

苏联和一切其他国家的区别在于，苏联的生产资料已经变成全社会的财产。革命后立即开始、现已完成的社会化，是顺利地规划工业、农业和社会服务事业的必要条件，因而也是规划科学事业的必要条件。在苏联，科学事业已经被视为生产过程的一个组成部分。

苏联关于科学的社会功能的普遍看法，大致如下：在苏联，也象在一切其他国家一样，科学是社会的经济条件的产物；它的社会功能是为这个社会的统治阶级造福。由于在苏联，统治阶级是工人和农民，实际上也就是全体居民，已经不必担心有害于整个社会的技术政治了。相反地，生产的迅速发展，对人人都是有百利而无一害。从一开始，技术发展就被认为对苏维埃国家是不可或缺的。列宁在 1920 年就说：“为工业、农业和运输业打下了现代大工业的技术基础的时候，我们才能得到最后的胜利。”^①科学对促成和加速这一发展的作用，在苏联是尽人皆知、无需解释的。正象为了增加生产和保证幸福生活，必须发展工业一样，为了提高工业生产率，也必须发展科学。

^① 1920年12月22日在全俄苏维埃第十一次代表大会上的报告，《列宁选集》中文版第4卷，人民出版社1972年版第399页。

“苏联科学研究事业已经取得了显著的成就。它的多方面的成果反映在我国工业力量的增长上，并且使得我们国家有了惊人的进步。”这段话摘自1936年10月份出版的《焦炭与化学》杂志的一篇社论。在评论各工业研究所的某些缺点时，同一作者接着说：“科学研究所必须成为重工业发展中的最重要的因素……科学研究事业的改组是我国最重大的问题之一。苏维埃经济和国防今后的发展速度在很大程度上取决于这个问题是不是能够获得顺利的解决。”

444 尽管科学和工业这样有意识地相互依赖，苏联各地的实验室仍然在进行着大量工作。这种工作在西欧被称为“纯科学”。但是，这个术语在苏联是不需要的，因为我们没有必要借助唯心主义的学说来为人们对于自然法则的好奇心辩护。就连在英国，也有一些公司认为进行长远的研究是值得的。在苏联，尽人皆知，自然法则对人类的活动的有某种影响的，如果中微子和半导体今天还不能用来满足人类的需要的话，人们也没有理由说在明天它们不能用来满足人类的需要。

（二）苏联科学事业的结构

苏联科学事业的结构，变化十分迅速，以致任何描述还没有发表就变得过时了。附图以图表方式说明将近1937年年底时研究事业和行政体系的配合情况。为了便于人们理解这个图表，还须要对政府机构作几句说明。人民选举的最高苏维埃是最高权力机构。除了人民委员会（大致即等于我们的内阁）以外，还有若干别的机构直接向最高苏维埃负责。其中有一个是科学院，还有一个是国家计划委员会。为了使图表简明起见，我没有注明有些人民委员部是联邦机构，有一些则不是。例如，乌克兰的人民卫生委员不是向莫斯科的最高苏维埃负责，而是向基辅的最高苏维埃负责。但是，对我们的主题来说，这无关紧要。

苏联科学事业的结构的主要特点是，科研工作不限于一个部（即一个人民委员部），而是每一个部的组成部分。同资本主义国家相比，新颖的地方在于，科学是普遍的，而且必须是普遍的。一切问题都要用科学的思维和科学的方法来加以解决。

国家机构的大多数部门都要开展科研工作，一个部门愈是接近基层，它的科研工作愈是专业化。

在图表中，重工业人民委员部的情况介绍得最为详细，因为我对这个部门的结构最为熟悉。这个人民委员部分为若干“局”。各局局长向人民委员负责。一个局管理一个工业部门，如煤炭，黑色金属，石油等等。向各局负责的是同生产和分配直接有关的机构——国家托拉斯。各托拉斯管理矿山，工厂，油田和其他生产资料。

每一个工厂都有自己的研究实验室，解决同本厂有关的问题。其中有些实验室是高度先进的实验室，象列宁格勒的斯维特兰纳工厂的实验室就是这样。它们常把基本研究的成果送给科学期刊发表。另外一些实验室，研究范围比较窄小，只处理与当地有关的问题。

再往上一级，我们就发现，重工业人民委员部的大多数部门都有自己的直接对本部门负责的研究所，进行同整个本部门有关而不仅仅涉及一个工厂的研究工作。其中有一个研究所就是莫斯科的固氮研究所。这个研究所隶属于重工业人民委员部固氮处，研究同固氮有关的一切问题。这个研究所已经发表了一系列科学论文，如象克里雪夫斯基及其合作者的热力学研究成果。

除了本部门的研究所以外，若干部门还有研究站，或试验工厂，进行 445 本厂的研究工作，尤其是设计和试验新的生产工艺。

科学研究局本身是重工业人民委员部的一个部门，因此直接向人民委员负责。它管理若干大型研究实验室，如列宁格勒，哈尔科夫，德涅伯罗彼得罗夫斯克和斯维尔德洛夫斯克等地的物理技术研究所以及莫斯科的卡尔波夫化学研究所。这些机构都致力于研究同整个重工业人民委员部有关的课题。苏联的大部分基本研究工作都是在这些地方进行的。

科学院是苏联最高的科学机构，现在直接向最高苏维埃负责。科学院设有许多实验室，主要从事长远的研究。科学院的主要职能是调协各人民委员部的一切科学活动，尤其是这些活动同国家发展计划的关系。

苏联现在通行的惯例是一长制。按照一长制，各研究所都由所长负完全责任。如果有副所长或助理所长的话，这些人员也向主要的所长负责，而不对上级组织（托拉斯，司局等）负责。研究所和它的管理机构之间的一切来往公函都必须由所长签字。

一个研究所，如果很大的话，本身就由若干部门组成，即各种实验室，车间，行政管理部门以及财务和规划部门。这一切部门都有自己的负

责人，分别对所长负责。各实验室的负责人本身就是高级研究人员，车间的负责人本身就是训练有素的工程师。每一个研究所都有常委会和负责安排全体职工的保健、福利、社会生活和娱乐事宜的基层工会组织。常委会和工会委员会不过问研究所本身的行政事务，但是它们对所长的影响可能很大。所长通常在采取任何重大行政措施之前都要征求它们的意见。工作人员如果认为自己受到所长或其他行政人员的不公正待遇，可以向基层工会组织提出申诉，如果他们仍然不满意，还可以向区工会委员会提出申诉。

（三）研究工作的规划

规划苏联全国的研究工作，是科学院的主要职能之一。科学院理应在各人民委员部的协助下，不断地研究整个国家的状况，即工业、农业、运输、医疗、国防等方面的状况，并在这种调查研究的基础上指出研究工作的主要方向。这样，就可以按照各门科学目前对社会的作用和今后的潜在作用，确定各门科学的相对比重。

446 科学院还要决定，哪一些类型的课题划归科学院自己的研究所，哪一些课题划归各人民委员部的研究所，哪一类工作划归各工厂实验室。例如，科学院就通知重工业人民委员部各大物理技术研究所，不要浪费时间去研究各工厂实验室也可以研究的小规模技术问题，而要研究比较基本的研究课题。另一方面，每一个研究机构也都有责任把它所可能取得的任何重要研究成果、发现或发明立即移交有关机构，以便及时加以利用。一般来说，在科学期刊上发表了事实和数字，并不等于一项科研工作就完成了，如果科研成果在技术上很重要，还必须把这些科研成果整理成简明易懂的材料，连同怎样适当推广利用的建议，一起送交对这个问题感兴趣的托拉斯和工厂人员。科学实验室的研究人员和主任需要同工业机构和工厂保持密切的个人联系，并积极进行宣传，使新的原理和方法得到推广利用。

通常，研究计划都是严格的年度计划。1937年，为了准备第三个五年计划（科学要在其中起独一无二的作用），已经着手制订1938—42年的全面科研规划纲要。在我离开的时候，这个规划纲要还没有完全制订出来，因此，现在我还无法对规划纲要的细节提供任何确切的资料。

根据政府的总的指示，在科学院和国家计划委员会的配合下，每年秋天，各实验室负责人都要同工作人员讨论下一年度的计划，并制订方案，提交研究所所长。然后，由所长和各部门负责人讨论这些计划，往往还要同每一个研究人员商讨。以后，就在研究所计划部门的协助下制订出总的规划，对经费作出相对精确的估算，然后送交管理机构。主管管理机构在一定的日期召集各研究所所长开会，一起讨论和协调各研究所的计划。当然，有大量这类工作是事前通过个人接触进行的。这些经费估计数字要经管理机构会计人员审核，并同来年度科研拨款数额相协调。通常，这笔拨款差不多可以满足各实验室有权完成的各项工作的经费需要。由于拨款不足而削减的数额很少超过计划的百分之十。

各研究所的计划的组成如下：整个研究工作首先分成同各实验室性质相当的几项研究项目。偶而，这些研究项目也可以互相重叠，由几个实验室共同进行研究。一个物理研究所可能拥有研究“核物理学”、“低温研究”等等项目的若干实验室。在各研究项目下，再提出若干“课题”，并加以说明。例如，在核物理学方面，可能有“宇宙线的性质”，“ β 射线衰变”等等课题。最后一类是“选题”，即在未来年度要进行的实际工作。选题的解决就是课题的部分解决。研究人员要对选题及其范围做到心中有数，可以相当精确地说明他需要什么设备，需要多少人从事这项工作，需要多少经费以及什么时候可以完成任务。研究期限不一定限于当年；选题必要时可以持续两年或两年以上。一个有经验的苏联研究人员，如果连续几年制订计划，就可以毫不困难地对所有这些问题作出估计，虽然他可能要花一些时间，费一番心血。不过，只要你了解实验室的工作情况，真正用心思考问题，就连完成一项工作所需的时间都可以相当精确地计算出来。 447

(四) 科学与社会

决不能认为苏联的科学是一种同整个社会的日常生活截然分开的活动，而应认为苏联科学是渗透在整个生活当中的，实际情况也是这样。这是什么意思呢？又怎样看出来呢？

苏联政府不但关心向社会普及很多科学知识，而且更关心向社会普及科学观点。逐渐开始支配苏联公民的日常生活，尤其是青年一代的日常生活，正是这种观点。在你们这个国家，科学家和水果蔬菜商之间存在着

巨大鸿沟，在苏联，这种鸿沟正在迅速消失中。

所谓斯达汉诺夫运动正是这方面的一个典型的例子。这个运动是根据一个对自己的井下工作作了合理安排的著名青年矿工的名字命名的。全国各个工农业部门成千上万的工人正在把他当做榜样奋起急追。决不能说这些斯达汉诺夫工作者都特别聪明。任何具有正常智力的人，只要用心思考问题，大概都能取得他们这样的成绩。问题在于，斯达汉诺夫本人和斯达汉诺夫工作者所运用的推理方法同科学家在解决科学领域的问题时所运用的推理方法，毫无二致。要当一名斯达汉诺夫工作者，与其说需要十分聪明，与其说需要惊人的智慧，倒不如说需要我们所说的科学观点。成千上万的人都开始具有科学观点，这是苏联社会的一个重大事实：这不仅证实了马克思主义的理论，证明了政府政策的正确性，而且使得人们有可能自下而上地完成自上而下决不能完成的事业。

如果不简短地谈一谈这种科学观点是怎样培养起来的，对于科学在苏联的社会功能的考察就不完备。最明显的措施大概有如下几项：

448

- (1) 在各级学校中十分重视自然科学，就连严格说来同自然科学无关的学校科目中也处处应用科学推理方法。
- (2) 在“少年先锋宫”中兴办设备优良的科学实验室和展览科学展品，千方百计鼓励儿童培养科学兴趣。
- (3) 每家苏联报纸都经常发表重要文章，讨论科学和技术问题，并在头版发表有关科学和工程技术成就的消息。中央和地方报纸每天都发表煤炭、黑色金属、运输和汽车等重要工业的生产数字，并由群众加以热烈讨论。群众都深深知道，他们的舒适的日常生活完全有赖于这些数字。
- (4) 琳琅满目的科学技术书店在苏联各城市象烟草用品商店在伦敦一样随处可见。书籍质高价廉，人人都买得起。每个工厂和每个国营农场和集体农场都有大型图书馆，备有普及的和高深的科学和技术读物。
- (5) 一切热心学习科学知识的人都有充分机会深造。他不需要支付分文学费，只需要在各级学校毕业考试中考试及格，就可以从小学升入厂办学校，由厂办学校转入工人夜校，再升入大学或技术学

院。男女青年所在的工作单位的领导人有责任向他们提供一切深造的机会。

- (6) 在一切工厂中，全体职工都有义务参加学习班，学习和讨论有关他们所在的工业部门的知识，包括生产过程的科学原理。在学习的基础上，人人都需要参加本行的考试。工资按照考试成绩定期调整。在1935年，单单在重工业人民委员部，就有797,000名工人，行政管理人員和经济学家从这些学习班中毕业。在1937年，数目肯定还要大得多。
- (7) 斯达汉诺夫运动受到当局的积极鼓励。工人们采取了任何合理化措施，都马上会得到奖金；每一个斯达汉诺夫工作者都有权利得到特殊的便利来增加知识和扩大视野。在1936年头六个月中，专门发表应用化学和物理化学方面十分有价值的研究成果的双月刊《化学工业杂志》，就发表了六篇重要文章，讨论斯达汉诺夫运动。由此可见，斯达汉诺夫运动是多么地受重视。

这些还只是在苏联人民当中普及科学观点的一部分事实。还有许多别的因素或许也是同样重要，其中包括冷静深刻、简明易懂的马克思主义哲学，一直到一切男女的值得思考的直接经验。

VIII. 科学出版工作和文献目录编制 工作机构方案

(科学情报研究所)

我们建议研究一下是不是有可能把全部科学文献目录编制机构和摘要编制机构以及目前经费有困难的许多发表原始论著的期刊统一起来，建立一个中央机构（暂定名为科学情报研究所，简称S. I. I.）。这样一种统一集中的工作的一个必要部分就是采用和发明各种方法，来出版、复印、选择和分配科学情报与文献目录并编制索引，只要这些方法应用到这个问题上显得十分新颖。

这一方案的细节分述于后文各节中。其主要因素为：(1) 把科学出版

工作和文献目录编制工作集中统一起来,从而节省经费和改进服务工作;(2)以广义的摄影复制法代替印刷复制法。最好采用缩微摄影复制法,不过,我们也认识到,从用户心理学和立即在技术上加以应用的观点来看,在一开始就彻底采用缩微摄影法也许是不可能的。印刷法不适合于少量印数,摄影复制法则适合于少量印数。(3)全面采用数字索引和自动检索装置,来进行文献目录的归档和选择。

科学情报研究所将是一个非营利的教育、科学组织,由各科学团体的委托人共同管理。它应该成为一个真正能够自己生利还本的组织。它可以把现有的许多学会和刊物的出版工作接管过来,对于它所发行的出版物和文献目录,只收取少量的但已经足够的费用。它肯定会定期得到通过学会一类组织参加这个机构的会员们的支援。

对于这个机构的规模,不应该有任何错觉。科学情报研究所的成败将决定于我们是不是能够把现有的大部分科学出版媒介和文献目录编制媒介都纳入到这个机构中来。它将是象邮政部门那样一种垄断组织,为公众造福,而不以赢利为目的。如果它不能包括差不多全部有关机构,它就会失败。

以最有力和最有效的方式记录、分配和保存科学研究成果——这是科学界的一项同科学研究本身的继续差不多同等重要的必要任务。

科学情报研究所的组织形式

为了方便起见,我们把下列切合实际的组织形式称为科学情报研究所(简称S. I. I.)。现初步扼要说明如下:

科学情报研究所将是一个扩散、出版和记录科学文献的非营利机构。450
它将由各种全国性的和地方性的综合或专业科学学会、大学、研究机构、基金会,如果可能的话,还有美国政府,通过拨款或赠款,协助建立。在目前的世界经济情况下,它在初期大概必然只可能是一个局限于一国范围的企业,而不是一个国际性的企业,但是,它的章程中应当明确规定,一旦有机会,它可以变成一个国际性的企业。从地理上来说,科学情报研究所设在华盛顿最合理。这样做是为了便于利用国会图书馆、军医局图书馆等机构的图书馆设备。

它的主要职能是充当发表科研成果原始论著的媒介并编制和分配科学

出版物的文献目录。它还可以开展许多同这些主要职能相配合的附属业务。

科学情报研究所不是要在现有的出版媒介和文献目录媒介之外另搞一套,造成重复,而是要吸收现有的媒介,消灭重复现象,从而防止浪费。科学情报研究所将利用现有科学出版机构和文献目录编制机构的人员,并把整个科学领域囊括在内,使国内的全体科学家都由于大规模集中统一地开展情报工作而得到好处。

科学情报研究所将建立更有效率的科研论文出版媒介和充分的科学文献目录服务机构,从而促进一般科研工作和科研人员的提高。

目前的经济情况和科学文献的增长都说明需要认真考虑改进科学文献出版和文献目录编制制度。

科研人员不应该害怕改革,而应该愿意评价目前的分配和交流科学知识和研究成果的机构和方法。

科学情报研究所的出版职能

我们建议,通过科学情报研究所发表科研成果原始论著的制度暂定如下:

一俟研究成果可以写成报告,研究人员就将他的报告提交科学情报研究所,就象他目前把报告送交专业科学期刊一样。科学情报研究所收到报告后,就由编辑把研究报告加以审读,就象目前送交常规科学期刊发表的论文由编辑加以审读一样。研究报告经决定出版后,就以统一的格式打印在统一的永久性纸张上,并与图表和插图汇拢在一起。这时,不是把手稿和插图材料送交印刷厂排版和拼制照像铜版和线条凸版,而是采用某种复制少量印数或少量份数时比印刷更加经济的办法,把论文加以复制(参看下文关于复印或复制方法的论述)。考虑到分配的需要,论文全文和插图资料并不大量复制,而是采用一种全新的分配方法。每一篇由科学情报研究所分配的研究报告的作者都要提供一份大约二百字的内容提要,就和目前许多科学期刊上研究报告前面的内容提要一样。这样的摘要每隔一定时间(一周或一月)都要汇总在一起,用最经济的方法(铅印,平版印刷等等)加以复制。每隔多长时间汇总复制一次,视需要的份数而定。这些以周刊或月刊形式出版的摘要要送交在某一特定领域工作的全体科学家或希

望获得某一特定领域的资料的科学家。举例来说,全体物理学家都会收到载有涉及物理学各个方面的研究报告的周刊或月刊。每份研究报告摘要都有一个编号,并载明报告全文副本的价格,如二角五分。希望获得一份研究报告全文副本的科学家可以另行订购这样的副本,但要付副本的规定价格。科学情报研究所收到这种订单后将专门复制这样的一份研究报告副本,并寄给汇来价款的科学家。

初一看来,这种向大批科学家分配摘要、只根据个人订单提供研究报告全文副本的办法,同目前以科学期刊形式发表研究报告的方法比起来,似乎要更加费钱,更加浪费。但是,由于采用了特别适于印制少量副本的复制和复印方法,人们将会发现,用我们提出的方法分配研究报告要比目前使用的方法经济得多(参看讨论复印或复制方法的一节)。

我们提出的这种分配研究报告的方法可以弥补“出版工作中的缺陷”一节中所列举的大多数缺陷。

科学情报研究所的文献目录编制工作

为了在没有任何图书馆科研工作的情况下提供有关特定研究课题的科学文献和文献目录参考资料,科学情报研究所将建立文献目录档案和生产机构,把各门科学领域现有的文献目录编制机构都加以吸收,并在目前还不容易取得文献目录资料的那些科学领域提供文献目录资料。

出版工作中的缺陷

以铅印专业期刊、单篇论文和简报形式发表科研成果的现行办法,有下列缺陷:

1. 研究成果不能得到及时的报道。
2. 研究成果不能得到详尽无遗的报道,不能包括一切必要的数据、插图(照像插图或图表)、讨论、背景和其他有关细节。
3. 浪费现象很普遍,因为对于现在出版的任何特定的研究报告中所包含的、哪怕是压缩了的细节,也只有少数订阅专业期刊的科学家才感到兴趣。
4. 数量不断增长的科学文献,对于科学研究人员个人和研究机构来

说,都是不断增加的财务负担。由于一定领域的期刊互有重复,取得一定领域的完备文献的费用也有所增加;同时,由于订阅期刊的经费常常必须保持不变,通常赶不上文献的增加,因此,每逢有一份新期刊诞生,一切与这份期刊相竞争、或补充这份期刊之不足的其他刊物的订阅人数势必要有所减少,除非这个领域的研究人员的增加速度足以扭转这种订阅人数减少的趋势(可是目前情况还不是这样)。

5. 期刊的重复,各研究机构购买图书和研究出版物的经费的减少,再加上上述第四条缺陷,都足以使科学出版物的发行量进一步减少,并使科学期刊更难维持。图书馆由于减省开支不能订阅刊物,自然要严重妨碍向科学家提供必不可少的科学文献。
6. 由于专业期刊的编辑工作和经营管理通常都是由科学家自愿义务承担的,这也势必要削弱这些科学家兼编辑或科学家兼经理的本职工作,即重要的科研工作。
7. 铅印专业期刊上的论文份数有限,只能以期刊的印数为限,再加作者抽印的论文单行本的印数。在这些印数脱销以后,实际上就无法再买到论文的复印本。
8. 作者抽印论文的现行办法给作者兼科学家带来很不合理的金钱和时间负担。为了把已发表的论文的副本寄给一切希望看到这些论文的人员,作者兼科学家需要兼任书店老板和邮件收发员。
9. 铅印需要排版(在每一平方英寸的版面中,需要浇铸或一个字母一个字母地植放一立方英寸的金属字母)。对于少量印数来说,这是一种极其昂贵和极不经济的复制方法。在这种情况下,应当使用摄影复制方法或缩微摄影复制方法。

文献目录编制工作中的缺陷

目前的多样化而又总是互相重复的文献目录和摘要编制工作,有如下几项缺陷:

1. 在任何地方都找不到有关某一课题的全部文献目录。
2. 就连关于某一课题的不完备的文献目录,也只有费尽精力,耗尽时

间到处查阅文摘期刊、杂志和论文,才能搜罗到一起。

3. 由于难于查到某一课题的过去的研究成果,在规划和进行研究工作时,常常对过去的成就缺乏充分了解,因而造成浪费和重复。
4. 从发表原始科学论文之日,到提供文献目录期刊和摘要期刊之时, 453
中间有很长的时间间隔,以致在非常活跃的领域内,文献目录参考资料往往只有历史价值,并不能对其他研究人员有所裨益。
5. 目前还没有办法提醒某一有关领域或不同领域的研究人员注意同他们的工作有密切关系的另一领域的成就,这就是说,各门学科的文献目录没有足够的交叉索引。
6. 由于对现有的有限文献目录和摘要资料进行处理、归档或上架的机器不够完善,研究人员个人几乎不可能建立自己的文献目录档案,因而,随着时间的推移,各图书馆的负担都很沉重,尤其是小型图书馆。
7. 如果摘要期刊或文献目录期刊按期发行,要想取得某一课题的完备的文献目录,就必须查阅每期期刊(如果期刊编有索引,就必须先查阅每一份索引,再查阅为数甚多的各期期刊)。如果摘要和文献目录以卡片形式发行,不管是不是分类卡片,卡片整理归档工作就落在每一个订户身上,因而造成这种事务性工作的重复。重复系数等于订户人数。
8. 一定的特殊领域的多多少少详细的分类,一般来说,都是不充分的和不能令人满意的,差不多有多少文献目录编制机构,就有多少基本方案。
9. 由于文献目录不足,又无人提供已发表的论文,每个研究人员往往自己搜集自己所研究的课题的一切参考资料,抽印资料和论文,并编制档案。这种事务性工作势必影响研究人员本职的研究工作。
10. 由于用期刊形式或卡片形式发行文献目录,结果势必要向一个广泛领域的每一个研究人员分发那个领域的全部条目,而研究人员个人可能只对少数条目感兴趣,这就造成了浪费。(参看“出版工作”项下第3项缺陷)
11. 第4、5、6、7项缺陷和“出版工作”项下着重指出的因素也同样地适用于文献目录工作。

我们列举这些内在的缺陷，并不是要批评许多现有期刊或文献目录编制机构的目标和工作。进一步设计对科学家有好处、对科学有促进作用的科学文献方法，这是一项建设性的建议。在下文提出的方案中，现有期刊和文献目录编制工作的一切优秀成果，都可以加以利用。我们并不是要打击目前的工作人员的的热情和努力，而是要提高他们的积极性、工作制度和效率。

复 印 方 法

妨碍提供充分的科学出版物和文献目录的主要障碍是印刷机。用铅字印刷文字和用照像铜版和线条凸版印刷插图，在复制少量印数的时候，是不经济的。

454 必须采用某种可以用最低的工本费印制十来份到二百份文献的摄影复制方法。按照科学情报研究所方案，研究报告全文将不按照目前在期刊上发表科学论文的“分散”原则广泛分发，而将经济地供给或者说“专送”真正需要并订购特定研究报告的人员。

在这一方案中，需要采用下列全新的办法：

1. 利用打字副本复制文字(特别是使用清晰易读的特殊打字字体，特殊尺寸的纸张)，以便取消印刷中的昂贵的排字工序。
2. 利用原始照片、图表等等复制各类插图，以便取消昂贵的铜版和线条凸版工序。
3. 对供应用户的副本实行影印，或照像印刷。
4. 大大缩小照片复制品尺寸(缩微照片)，阅读时可以利用放大镜，阅读机或幻灯与电影投影器。

目前，由于用机器处理数量很大而且不断增长的资料有困难，编制完备文献目录是十分艰巨的工作。排字、校对和印刷费用昂贵，因而几乎不可能向个人提供服务。同时，由于必不可少的剪贴、分类和归档工作十分麻烦，用户也并不能够充分利用摘要期刊和机械检索(Engineering Index)所提供的很多文献目录参考资料。我们提出的方案可以把已经臻

于完善并用于其他用途的方法和机器配合使用，从而消除上述各项困难。

	现行办法	拟议中的方法
文献参考资料到达用户的途径	摘要期刊。	胶卷。
复制方法	印刷。	摄影。
出错的可能性	在排字和校对过程中都有出错的可能性。	没有出错的可能性。
复制多少份才算经济	不得少于数百份。	需要复制几份就可以复制几份。
个人选择余地	向全体分发——用户对其中占很大比重的材料不感兴趣。	个人愿意选择什么材料，就可以选择什么材料。文献目录可以很容易地为一个人复制。
是否能重新发行	由于印刷费用昂贵，几乎不可能重新发行。	随时都很容易重新发行。
是否能把新旧资料联系起来，刷新学科面貌	由于用机器把新材料编入档案有困难，很难做到这一步。	象最初发行论著一样，可以很容易按照所需要的任何顺序重新发行某一问题的全部材料。归档工作用机器进行。

经费筹措

455

建立科学情报研究所需要大量基本建设开支。资金可以从下列几方面取得：(1) 商业投资。(2) 美国的拨款或贷款。(3) 基金会提供的资金。

一旦科学情报研究所开始工作，它应该能够依靠下列收入来源自给自足：(1) 出售产品所得。(2) 各学会、研究机构的补助。因为科学情报研究所在很大程度上接管了它们的出版任务。(3) 基金会等机构的赠款。

目前显然不可能为这个庞大的机构制定任何详细的预算，或估计其经费开支。但是，应该强调指出，很有可能使这个机构自己支付自己的很大一部分经费，而它给科学出版和文献目录领域带来的节约也应该能够使科学界和全世界节省大笔财政开支。科学情报研究所的巨大经济价值与其说

在于节省科学情报的出版和发行费用(虽然这也是很重要的),倒不如说在于它的活动可以使创造价值的科学家节省很多时间和精力。

华特逊·戴维斯

华盛顿科学服务处1933年8月19日

1933年10月17日重新发表

象原来预料的那样,这里所指出的全部方案已经证明雄心太大,目前还不可能为人们所接受。但是,这个方案的一个重要部分,即现有文献的缩微复制,已经付诸实行了。美国文献编辑研究所已经在华盛顿成立了一个缩微胶卷图书服务处,可以按照订单复制差不多一切世界文献。

下列引文摘自华特逊·戴维斯所撰《缩微胶卷使人们很容易取得情报》一文。这段引文可以说明这项服务工作的范围:

“已经有成万的人员和机构在使用缩微胶卷,而且获得了成功。自从1934年以来,现在由美国文献编辑研究所主办的缩微胶卷图书服务处就在美国农业部图书馆开办了缩微摄影业务。有几十万页图书被拍摄成缩微胶卷。缩微胶卷图书服务处现在利用华盛顿的美国农业部图书馆,国会图书馆和陆军医学图书馆的摄影机,可以把世界文献的百分之九十左右都拍摄成缩微胶卷。

“研究人员和情报人员只要办理一个简单手续,即填写一份订单,就可以得到他所需要的资料,每一页费用不过一分多钱。这和图书馆填写一张借书单一样简便。在图书馆,仅仅为了借一本书,也还需要填一张借书单呢。缩微摄影比直接影印便宜得多。在需要通过邮件或快件借阅材料的时候,通常,缩微胶卷的费用比运输费还少。

“华盛顿的缩微胶卷图书服务处成功的事例说明,我们所提出的这一方案是切合实际的。

456 “除了提供现有文献的问题以外,还有一个连带问题:有不少资料本应记录下来供给世界学术工作者参考,但限于印刷条件都不能发表,怎样才能把这些资料发表出来呢?在这一方面,缩微胶卷可以起重要作用,使各种材料的发表既经济又有效。

“缩微胶卷可以用来实现所谓‘辅助性的发表形式’。它可以补充其他发表形式之不足,使人们可以看到现在由于经济原因无法印刷的各类材料。

它可以使人们看到现在不加记录的宝贵的研究资料。它可以使人们看到绝版的和珍贵的善本书籍。它适合于发表照片和其他插图。辅助性发表服务处(不妨称之为缩微胶卷文件服务处)可以辅助传统的学术论著发表途径。这只会帮助而不会妨碍各种期刊。各种期刊和研究机构的编辑人员可以充当论文作者和‘缩微胶卷文件服务处’之间的中间人。

“辅助性发表业务已经实际付诸实行了。一位期刊编辑对一篇技术论文的内容可以爱多发表,就多发表,爱少发表,就少发表。就一篇非常专门的论文来说,他可以只发表一个摘要或提要。他可以在广告中或在文章后面附加一段按语,说明读者只需汇来一定价款,指出这篇论文全文在办理辅助性发表业务的中央机构中的文件存档号码,就可以得到论文全文,连同图表、照片等等。订单可以由读者直接寄交这一中央机构,亦即华盛顿特区的美国文献编辑研究所。文献的缩微胶卷只有在读者订购时才加印洗制。这样,这个文献就永远不会‘绝版’,又不需要储存大批占地盘的存货,只需要保存文献本身和缩微胶卷底版就行了。因为有了底版就可以翻印正片,以供发行。这个计划实施起来十分简单,毫不复杂。只要编辑们觉得有用,就可以采用。并不需要编辑或作者参加投资或提供保证金。

“虽然在实行辅助性发表方案时可以采用其他复印方式,缩微胶卷却是花钱最少和最普遍的方法,因为它可以处理各种各样的文字和插图。

“缩微胶卷对于另一项需要认真规划和试验、需要国际上合作的具有世界意义的文献工作,也可以有所裨益。这就是建立世界文献目录,从科学领域开始,最后扩大到一切领域的问题。

“由于缩微胶卷既经济,体积又小,这就促使人们重新燃起一种希望,盼望能建立起一套世界科学文献目录,使各种高瞻远瞩的见解和有希望的方案不致淹没在卡片的大海中和窒息在细节的迷宫中。因此,完全可以设想在某一世界中心建立一套卡片档案,为科学界已发表的、值得列入书面科学档案的每一篇文章、论文、书籍和文献都编制一张卡片。每一张卡片都可以归入多种类别。如果按照卡片所属的各种类别把卡片拍摄成多种缩微胶卷,每一份缩微胶卷上都用一定的图案代表其所属类别,这样,我们就可以使选择器在缩微胶卷连续通过时,只选择带有某种预定的分类图案的缩微胶卷加以复印。用这种办法,我们就可以按照订单的需要,从庞大的世界文献目录中复制出任何专题的专业文献目录来。订购专业文献目录

的费用应该十分低廉，使每一个科学研究工作者都可以加以利用。

“美国文献编辑研究所是由美国的大约五十个科学和学术学会，理事会和机构建立起来的。这个研究所之所以产生，是因为在物理科学，自然科学，社会科学和历史科学的领域中，以及在图书馆和情报服务的整个领域内，都需要以促进学术为目的，广泛地大力地开展文献领域各方面的工作，尤其是缩微摄影复制工作和有关工作。

457 “在业务方面，美国文献编辑研究所目前主要从事缩微摄影工作。但是，应该认识到，美国文献编辑研究所是一个能够在广阔的文献领域内完成美国各科学和学术机构希望它完成的各项任务的机构。只要不以谋取私利为目的，只要大权牢牢掌握在美国有组织的学术界手中，美国文献编辑研究所必能管理、组织和开展任何一个机构单独来做都不经济的各项活动。意味深长的是，美国文献编辑研究所给本来并不经常合作的学术界各个部门带来了同一的共同兴趣；在美国文献编辑研究所的理事会和各项活动中，物理学家，天文学家，生物学家，经济学家，图书馆学家，历史学家，文献目录学家，档案学家和许多别的各式各样的专家经常共聚一堂，解决他们面临的共同问题。”

华盛顿美国文献编辑研究所

458

IX. 世界和平大会1936年布鲁塞尔 国际和平运动 科学小组委员会的报告

兹决议成立国际和平运动科学委员会，其总目标为团结全体科学家为争取和平而斗争。

其当前的任务如下：

1. 协调现有科学家和平组织的活动，并在没有这种组织的国家建立新的科学家和平组织。
2. 以个人身份并通过现有组织在全体科学家当中积极进行宣传。
3. 反对把科学用于战争目的，并支援一切因为拒绝参加这种研究而

遭受迫害的科学家。

4. 在各大学和技术学校进行反对把科学用于战争的宣传。
5. 协助成立战争根源联合调查委员会。这一委员会应当包括下列人员：

生物学家	医生
心理学家	历史学家
人类学家	经济学家

它的任务应该是：

- (a) 反对宣传战争的伪科学学说和伪历史学说，如战争在生物学上的必然性，优秀种族和劣等种族的存 在等等学说。
- (b) 从社会科学和生物科学的观点来研究战争的根源和科学家帮助消除战争根源的最有效的方式。在这个问题上，必须发表某种不管多么初步的明确声明，以反击伪科学的战争宣传。

这个委员会的主要工作是在这些问题上尽速发表一篇或几篇权威而简明扼要的声明。

次要任务是：

- (a) 发表支持和反对这些学说的各种著作的批判性文献目录。
- (b) 在一般报刊和科学报刊上不断地进行反对这些学说的宣传。 459
- (c) 揭露和反对在中小学校和大学讲授这些学说。
- (d) 影响学术社团起来保卫科学真理，反对这些歪曲。

6. 协助成立科学和战争联合委员会。这个委员会应当包括下列人员：

飞机技术人员	地质学家
军事专家	工程师
细菌学家	化学家
物理学家	医生

它的任务是：

- (a) 尽可能地揭发有关现代战争技术及其对军队和平民可能产生的

影响的客观事实。尤其要研究保护平民的各种手段及其可能的功效，但又不忽视所涉及的经济、政治和道德问题。

- (b) 为化学战和生物战的有效国际禁令而奋斗。
- (c) 以简明的文字尽速发表调查结果，但又不缩小或夸大现代化战争的危险性，也不自称调查结果准确到不可能的程度。
- (d) 发表有关战争技术的批判性文献目录及有关这一问题的其他专门研究材料。
- (e) 有理有据地揭发事实，反击错误的技术性的战争宣传。
- (f) 向科学家自己深刻阐明他们在战争准备中所直接间接发挥的作用，尤其要提请他们注意原来打算用于非军事研究的资金现在都转用于战争目的。
- (g) 在军事技术问题上，对一切和平组织发挥情报局的作用。

科学小组委员会的决议

我们认识到，战争足以置科学于死地，因为战争不但会打破科学的根本的国际性质，而且更重要地会破坏科学为人类造福的根本目的。

因此，我们决心为了维护和平竭尽我们作为科学家的最大力量。我们认识到，这样一个一般性的决议本身并没有多大用处，还需要以明确的实际活动来予以执行。

我们不能不考虑，我们作为科学家怎样才能最有效地协助防止战争立即爆发和永久地消除战争的根本根源。

460 国际和平运动为我们提供了为达到这两项目的进行有效工作的巨大机会。单单我们自己的力量还不够强大，不足以有效地遏制战争。通过国际和平运动，我们就可以把我们的力量和更广大的、更有组织的人民力量汇合起来。我们可以把我们的影响，我们的技术知识和我们的能力贡献给这个运动，以便多少弥补科学过去和现在对战争所起的作用。

与此同时，我们还可以对战争根源进行科学的和历史的分析，揭露千方百计为战争辩护的人们的学说，从而协助完成消除战争根源的任务。

X. 科学工作者协会

461

(A) 英国科学工作者协会的政策

本协会的主要目标是促进科学工作者的利益并使科学和科学方法得到更广泛的应用，以造福于社会。

为了达到这两项目标，本协会力求在各行各业中建立有资格的男女科学家的团体。这种团体必须是统一团结的团体，有足够力量促进科学和科学工作者的利益，把科学和科学工作者看做是民族生活和进步的必不可少的要素。

—

在职业活动方面，本协会力求促进科学工作者的团结精神，并力求为会员谋福利，象英国医学会和法律学会为医务和法律界会员谋福利一样。在存在有全面的资格审核机构，可以维持本行业的业务能力和行为的高度标准的领域中，本协会将尽最大力量提供一切支持和合作。在存在有专门组织，可以照顾各类科学工作者的职业利益，地位和工作条件的领域中，本协会愿意通力合作，力求在共同有关的问题上共同协商和行动。在还没有专门组织照顾某一类科学家的利益的领域中，本协会准备直接为他们谋福利。

二

在社会活动方面，本协会力求保证：

- (a) 科学研究获得足够的经费。
- (b) 科学教育得到改进，科学教育的好处可以为更广泛的群众所享受。
- (c) 科学事业在内部和科学成果的应用两方面都能组织得有条不紊，以确保最大限度的主动性和最小限度的浪费和紊乱。
- (d) 科学研究主要致力于改善生活条件。

本协会所以能够实现这一纲领，是因为它是欢迎一切有资格的科学工

作者参加、而又不允一切其他人参加的唯一组织。

为了达到这几项目的，本协会打算采取下列具体行动：

—

为了科学工作者的职业利益和经济利益，

462

1. 确保从事有报酬的科学工作的人员只以拥有充分资格的人员为限。
2. 为了提高全国的效率，确保直接领导政府部门、工业界和学术界全体科学和技术人员的都是有充分科学成就的人员。
3. 确保科学专家可以直接派代表参加各皇家委员会、部际委员会和各部委员会，还可以直接派代表参加各种人民团体和其他团体，只要他们的调查结果涉及从事有报酬的科学工作的人员的利益。
4. 确保在更加广泛得多的范围内实施下列公认的原则：科学和技术素养不得成为在一切政府部门，特别是殖民地事务部门担任最高级行政职务的障碍。
5. 确保国家部门中的科学和技术人员级别职称分明，并确保最高科学职务和最高行政职务的地位和报酬相等。
6. 确保工业中的科学工作者职业有保障、可以定期休假，可以领取养老金，可以定期增加薪金并且可以享受一切其他同他们的专业地位相当的工作条件。
7. 要求国内税务局局长同意减免科学工作者个人职业开支的所得税。
8. 建立和保持有资格的科学工作者的完备档案。
9. 设立职业介绍所，从各种可资利用的来源搜集资料，建立各种职位和空缺的登记册。
10. 向会员提供情报和咨询意见，在出版合同、任用条件、专利法等问题上，对会员提供保护。
11. 处理会员个人提请协会注意的、各种对报酬和工作条件不满的申诉，并协助改善会员的各种工作条件。
12. 协助会员获得有关法律问题的咨询意见。
13. 在有关学生未来的就业问题上，向学生提供情报和咨询，对学生有所帮助。

二

(a) 在科学研究的经费方面

14. 要求提供充分资金, 以满足科学研究和教学目前的需要和今后发展的需要。
15. 要求对科学研究和科学教育方面的赠款免征遗产税。
16. 要求修改所得税税则, 以鼓励各工业公司在科学研究上支出最大限度的开支。
17. 要求政府在援助大学和研究机构时, 要成批地提供为期数年的津贴, 而不要每年根据当年情况拨付数额波动不定的拨款。 463
18. 调查研究那些决定科学仪器和设备价格的条件, 并且促使有关方面采取措施, 降低向科学机构供应的科学仪器和设备的价格。
19. 研究科学事业从专利权、发明和发现中取得更多收入的可能性。

(b) 在科学同教育的关系方面

20. 要求改进奖学金制度, 使人们接受科学教育的机会完全取决于个人的才能。
21. 设法使各门学科学生人数同各门学科中就业的前景相适应。
22. 强调指出各政府部门和工业中的科研工作的价值, 以求增加这些领域中的工作机会。
23. 防止人们用限制学生人数或任意决定课程设置的方法挤掉科学教学。
24. 要求更充分地认识科学在普通教育中的经济和文化价值。

(c) 在科学研究的组织方面

25. 协助政府和其他有关当局制订全面而合理科研工作组织规划, 并对现有的规划提出建设性的批评意见。
26. 要求使积极从事研究工作的科学家能够在科研工作的组织方面发挥更大作用。
27. 要求立即实现科学出版物和科学档案的全面合理化。
28. 促进国内外研究机构的科学工作者的交流, 并要求为学者的出访

和来访提供更多便利。

29. 保持和扩大科学研究的国际性。

(d) 在科研成果的应用方面

30. 研究把科研成果付诸应用的现行办法, 并研究改进科研成果的应用以造福人类的方法。

31. 努力保证科研成果不得应用于纯破坏性目的。

32. 研究以专利法保护发明家的权益问题。

为了达到这些目的, 本协会建议:

1. 安排协会的定期会议和科学工作者的群众集会, 以讨论同全体科学工作者的利益或各行业科学工作者的利益有关的问题。

464

2. 出版协会的正式会刊, 作为一种媒介, 使科学工作者能在有关公众的重大问题上表示自己的态度, 并作为全面宣传科学的工具。

3. 向新闻界提供有关科学工作者的职业活动和利益的准确情报, 并通过新闻媒介宣传基本研究对社会福利的重要性。

4. 组织会员彻底研究有关问题, 以便提出详细的切实可行的建议。

5. 派遣协会的代表参加同科学事业的组织和科学成果的应用有关的特别委员会, 在一切有关的领域进行合作。

6. 协助起草和通过涉及科学和科学工作者的立法。

7. 召集公开会议, 举行群众集会, 草拟议会法案, 草拟要向议会两院提出的质询, 同新闻界保持联系, 并通过一切其他适当手段, 同其他团体一起共同为科学和科学工作者讲话。

8. 派遣人员在议会科学委员会发言, 并以其他方式协助议会科学委员会。

(议会科学委员会是1929年根据本协会的倡议成立的、由议院两院议员组成、包括一切党派的一个委员会。它负责在下院召开定期会议, 讨论同当前的立法有关的科学问题。)

(B) 美国科学工作者协会的临时纲领

全世界的科学家都面临着一些严重的问题。

1. 除了少数异常顺遂和幸运的人们以外，科学家的经济境况都是非常不能令人满意的。按他们的职业训练的费用和期限而论，他们的薪金通常都很低，往往没有其他领域同级人员的薪金高。在科学家当中，失业的人数很多，还有很多科学家的职业没有保障。也很少向科学家提供养老金。
2. 尤其使他们感到忧虑的是，科学发现遭到滥用，全体公众不能有效地享受科学知识和科学发明的好处。
3. 他们不但得不到经济上的保障，而且没有进行科研工作的保障。对于一位科学家来说，失去开展工作的便利条件往往就象失去薪金一样严重。财政紧缩不仅表现为限制人员数目，而且表现为设备和津贴供应不足。限制言论自由的趋势常常带来对科学自由的限制。
4. 伴随着某些反动趋势而来的，还有利用伪科学说来为战争辩护，对理性和民主发动进攻的明显趋势。 465

(a) 协会性质

科学工作者协会是一个欢迎一切在纯科学或应用科学——自然科学，社会科学或哲学——的任何分支中从事工作，又至少拥有学士学位或同等资历的人士参加的组织。它的主要目标是促进科学和科学家的利益，促使科学和科学方法得到更广泛的应用，以造福于社会。

科学工作者协会的宗旨是成为一个把全体思想进步的科学家团结起来的团体。它力求同各种科学学会，医学会一类的其他组织共同合作，只要这些组织致力于解决科学的社会问题和促进科学家的福利。科学工作者协会认识到，如果同非科学界脱离开来，单独行动，科学工作者协会即令十分庞大，它的战斗力也是有限的。因此，科学工作者协会力求同劳工组织和其他进步组织通力合作，只要这些组织的目的和科学家的目的一致。

(b) 目标

美国科学工作者协会的纲领可以分为下列几项：

1. 科学工作者的职业利益和经济利益。
2. 科研工作的经费。

3. 科学的组织和应用。
4. 科学同教育的关系。

1. 科学工作者的职业利益和经济利益

本协会将努力：

- (a) 保证全体科学工作者职业有保障，可以定期休假，可以领取养老金，可以适当增加薪金并且可以享受政府的劳动保险待遇。
- (b) 处理会员个人对报酬和工作条件不满的申诉，并且协助会员争取改善待遇。
- (c) 成立咨询和就业机构，在合同、工作条件、专利法等问题上向会员提供情报和咨询，并且从一切可资利用的来源搜集资料，建立空缺职位登记簿。
- (d) 要求有关方面以公开刊登广告的方式来征聘人员，补充缺额。
- (e) 保证需要有科学知识的行政职位都由具有科学资历的人员担任。
- (f) 保证直接领导科学工作者的人员都是具有充分科学造诣的人员。
- (g) 保证级别相当的科学职务和行政职务，地位平等，报酬相等。
- (h) 研究在报酬、前途及学习与研究相衔接问题上改善研究生和研究员境况的方法。

466

2. 科研工作的经费

本协会将努力：

- (a) 要求提供足够的资金，以满足科学研究和教学目前的需要和今后发展的需要。特别要着重指出政府需要制订科研计划。
- (b) 要求政府和其他有关方面在援助研究机构时，要以赠款或长期津贴的方式进行，而不要每年拨付数额波动不定的款项。
- (c) 研究是不是有可能保证更多科研成果转化为专利收入或类似来源的收入，重新用于科学事业。
- (d) 调查那些决定科学设备和材料价格的条件，并促使有关方面采取措施降低成本，特别要注意防止对国外进口仪器和材料征收高额关税，以免它们不能同美国公司的产品相竞争。

3. 科学的组织和应用

本协会将努力：

- (a) 促进和推广科学成果的应用，以造福于社会。要强调指出工业和政府部门中的科研工作的价值。
- (b) 要反对一切限制科学研究、禁止发表科研结论的倾向。
- (c) 扩大一切科学知识和发现的公开交流。保持和扩大科学研究的国际性。
- (d) 研究和揭露科学事业中违反社会利益的组织方式和应用方式。特别要反对把科学发现有计划地束诸高阁，从而阻止技术进步，并反对把科研成果应用于纯破坏性的目的。
- (e) 务使积极从事研究的科学家能够在科研工作的组织方面发挥更大的作用。
- (f) 要求允许科学专家可以直接派代表参加政府各级委员会，还可以派代表参加各种人民团体，只要这些团体的调查结果涉及科学家的利益，或涉及科学成果在社会上的应用。

4. 科学同教育的关系

467

本协会将努力：

- (a) 促使教育界更充分地认识科学的经济和文化价值。
- (b) 改进和扩大奖学金和研究员津贴制度，使接受科学训练的机会完全取决于个人的才能。
- (c) 揭露伪科学的学说，特别是用来为反社会、反民主、反劳工或鼓吹战争的政策辩护的伪科学学说。

(c) 方 法

为了达到这些目的，除其他方法外，美国科学工作者协会建议：

- (a) 建立一个强有力的全国性组织，并提倡从各工业、大学和其他机构吸收会员，成立活跃的地方小组。
- (b) 参加科学家和其他各界人士讨论有关科学家个人利益和社会利益的群众大会。

- (c) 参加同本协会关心的问题有关的各种特别委员会，并与人们通力合作。
- (d) 向新闻界提供有关科学工作者的社会利益和科学利益的准确情报。通过新闻界宣传基础研究对社会利益的重要性。
- (e) 出版会刊，作为一种媒介，使科学工作者可以在同公众有关的大问题上表示自己的态度，并作为替科学事业讲话的一般宣传工具。
- (f) 鼓励在联邦和各州立法机构中成立由全体关心科学的议员组成的志愿科学委员会，并向这种委员会提供情报和建议，加以协助。
- (g) 协助起草和通过同科学和科学工作者有关的立法。
- (h) 同工会保持联系，以便在科学问题上向它们提供专家的意见和帮助，并争取它们支持科学工作者协会鼓吹的社会和经济纲领。
- (i) 组织会员彻底研究协会的各项问题，以便提出详细的切合实际的行动建议。

(张 今译)

汉英人名索引

1. 本索引按汉字笔划顺序排列,
2. 笔划相同的, 按点、横、竖、撇、折顺序排列。
3. 页码为原书页码(即本书切口加排的边码)。

三 画

门捷列也夫 Mendeleev 223
马克, 教授 Mark, Prof. 255
马克思, Marx 32, 222, 231, 222-3,
342, 393, 413

四 画

韦尔斯 Wells, H.G. 247, 306, 380,
392, 398
韦尔德 Weld 23
尤因, 艾尔弗雷德爵士 Ewing, Sir
Alfred 7
戈里津 Golitsin 223
瓦特 Watt 25, 111, 145, 170
瓦维洛夫 Vavilov 227, 231
瓦雷里-腊多, 雷内 Vallery-Nadot,
René 201
贝塞麦 Bessemer 170
牛顿 Newton 2, 22, 23, 24, 71,
169, 193, 197, 215, 340, 394
毛奇 Moltke 219
巴斯德 Pasteur 115, 116, 201
巴贝奇 Babbage 29
巴特勒 Butler 403
巴甫洛夫 Pavlov, P., 223 230
巴拉纳加 Barañaga 204

比林格塞奥 Biringuccio 167

五 画

平克维奇 Pinkevitch 224
古斯塔夫斯, 阿道弗斯 Gustavus Adol-
phus 169
艾拉斯谟 Erasmus 20
艾萨克, 苏姗 Issac, Susan 73
本生 Bunsen 29
本达, 朱利安 Benda, Julien 92
布里丹 Buridan 167
布雷迪 Brady, R. A. 220, 214
布鲁诺 Bruno 403
布莱克特 Blackett 395
布拉格, 教授 Bragg, Prof. W. L.
136
布拉格, 威廉 Bragg, William 36,
41, 83
布兰迪斯, 路易斯 Brandeis, Louis
D. 143
达尔文, 查尔斯 Darwin, Charles 28,
71, 340
达·芬奇, 列奥纳多 da Vinci, Leo-
nardo 19, 167, 367
达尔文, 伊拉兹马斯 Darwin, Era-
smus 25
卡索 Kasso 223

卡哈耳 Cajal 203, 204
 卡特勒, 约翰爵士 Cutler, Sir John 291
 卢瑟福 Rutherford 9, 197, 303
 卢克莱修 Lucretius 3
 叶卡特林娜女皇 Catherine the Great 222
 史密斯, 詹姆斯爵士 Smith, Sir James 71
 史特维纳斯, 布鲁日的 Stevinus of Bruges 21, 193
 包德里雅, 红衣主教 Baudrillart, Cardinal 213
 皮利, 约翰 Pilley, John 253
 皮里 Pirie 283
 弗罗洛夫 Frolov 231
 弗洛伊德 Freud 342
 弗鲁瓦萨 Froissart 166
 弗朗霍费 Fraunhofer 111, 199
 弗莱克斯纳 Flexner 205
 弗拉姆斯蒂德 Flamsteed 23
 弗雷德里克大帝 Frederick the Great 198, 213

六 画

亨利, 约瑟夫 Henry, Joseph 290
 亨德森, 詹姆斯爵士 Henderson, Sir James 134
 米利根 Millikan 214
 米凯维奇 Mitkevitch 223
 吉尔菲兰 Gilfillan 130, 346, 359
 吉布斯, 威拉德 Gibbs Willard 205
 吉布, 亚历山大爵士 Gibb, Sir Alexander 142
 考尔德, 里奇 Calder Ritchie 399
 亚历山大 Alexander 17
 亚里士多德 Aristotle 17, 76, 169
 西德利, 约翰爵士 Siddeley, Sir John 176

李比希 Liebig 29, 277
 李约瑟 Needham, Joseph 340, 395
 李宾德 Rehbinder 230
 李森科 Lysenko 231
 托里拆利 Torricelli 25
 列宁 Lenin 222, 223, 231
 列奥弥尔 Réaumer 150, 191
 列别丁斯基 Lebedinsky 223
 列别捷夫, 彼得·尼古拉耶维奇 Lebedev, Peter Nikolayevich 223
 乔菲 Joffe 223
 乔伊特 Jowitt 182
 伏打 Volta 326
 伏尔泰 Voltaire 89, 390
 伍尔夫 Woolf 3
 伦纳德, 诺顿 Leonard, Norton 154, 373
 伊林 Ilin 229
 伊特生 van Iterson 295
 伊舍伍德, 克利斯托弗 Isherwood, Christopher 80
 多隆 Dollond 111
 约尔丹 Jordan 215
 约里奥, 居里 Joliot, Curie 202

七 画

库新斯基 Kuczynsky, J. 49
 麦考利 Macaulay 6
 麦克斯韦 Maxwell 2, 197
 麦克纳利 McNally 347
 麦戈尼格尔 McGonigle 347
 苏卢埃塔 Zulueta 204
 苏格拉底 Socrates 3, 17
 劳厄, 冯 von Laue 130
 劳里 Lowry 59
 劳埃德, 杰弗里 Lloyd, Geoffrey 181
 克劳瑟 Crowther 26, 28, 110, 135, 149, 170, 171, 205, 224, 227, 290, 347

克拉克 Clarke, G. N. 24, 27
 克罗宁 Cronin, A. J. 50, 99, 259
 克鲁克斯 Crookes 390
 克拉克, 教授 Clarke, Prof. 71
 克里克, 厄恩斯特 Korieck, Ernst 218, 219
 杜马 Dumas 277
 杜纳托, 列奥纳多 Donato, Leonardo 168
 杜佩里埃尔 Duperrier 204
 扬, 欧文 Young, Owen 141
 怀特海 Whitehead 4
 里彭, 主教 Ripon, Bishop of 2
 迪金森 Dickinson, H. D. 132
 迪金森 Dickinson, H. W. 26
 利维 Levy 305
 伽利略 Galileo 21, 23, 167-8, 193, 215, 390, 403
 伽伐尼 Galvani 326
 伯明翰 Birmingham 4, 25
 希尔 Hill, A. V. 394
 希特勒 Hitler, A., 214, 217-8, 220, 393
 希波克拉底 Hippocrates 16
 狄拉克 Dirac 197, 229, 366
 阿贝 Abbe 111
 (大)阿尔伯特 Albertus Magnus 18
 阿基米德 Archimedes 17, 166
 阿诺德博士 Arnold, Dr. 71
 阿格里科拉 Agricola 20, 128, 167
 阿那克萨哥拉 Anaxagoras 3
 纽科曼 Newcomer 25
 纳菲尔德勋爵 Nuffield, Lord 50

八 画

宗德克 Zondek, Prof. 220
 波普, 爵士 Pope, Sir W. J. 59
 波义耳 Boyle, R. 23, 71, 127
 法本 Farben, I. G. 138, 152

法布尔, 克努德 Faber, Knud 49
 法拉第 Faraday 28, 115, 116, 130, 197, 290, 390
 法林顿 Farringdon 307
 美立都 Meletos 3
 刻卜勒 Kepler 21, 23, 311, 340
 郎杜契, 贝内代托 Landucci, Benedetto 168
 武斯特, 侯爵 Worcester, Marquess of 25
 英奇, 教长 Inge, Dean 4
 杰松 Gershun 223
 拉曼 Raman 207
 拉瓦锡 Lavoisier 27, 170, 201, 335, 403
 拉格朗日 Lagrange 27
 拉普拉斯 Laplace 27
 拉曼努金 Ramanujan 207
 拉姆赛, 威廉爵士 Ramsay, Sir William 182
 帕潘 Papin 25
 帕斯卡尔, 埃田恩 Pascal, Etienne 21
 罗森堡 Rosenberg, A. 220
 罗奇代尔 Rochdale 26
 罗兹博士 Rhodes, Dr. E. C. 248
 罗素, 伯特兰 Russell, Bertrand 10
 罗蒙诺索夫 Lomonosov 223
 居里夫人 Curie, Madame 201
 佩兰, 让 Perrin, Jean 202

九 画

施塔克 Stark 215
 玻尔 Bohr 303
 玻恩 Born 215
 玻塞 Bose 207
 胡克, 罗伯特 Hooke, Robert 23, 291, 394
 柯瓦列夫斯基 Kovalevsky 223

查理二世 Charles II 23
 查尔斯, 伊妮德 Charles, Enid 355
 柏拉图 Plato 4, 5, 17, 166, 398
 伯格森 Bergson 2
 欧文 Owen 29
 欧姆 Ohm 199
 威耳金森 Wilkinson 25, 170
 威季伍德 Wedgwood 25
 威尔科克斯 Wilcox 348
 哈迪 Hardy, G. H. 9
 哈维 Harvey 193
 哈格里夫 Hargreave 18
 哈柏, 弗里茨 Haber, Fritz 111, 177, 199
 哈茨霍恩博士 Hartshorne, Dr. E. Y. 217
 哈托格, 菲利普爵士 Hartog, Sir Philip 248
 科赫 Koch 199

十 画

海森堡 Heisenberg 215
 朗福德 Rumford 25-26, 170
 班克斯, 约瑟夫 Banks, Joseph 26
 秦斯 Jeans 4, 215
 索比 Sorby 86
 索末菲 Sommerfeld 215
 索雷尔 Sorel 2
 莱布尼兹 Leibnitz 193, 198
 莱文斯坦博士 Levinstein, Dr. 145
 莫菲 Morphy 98
 莫斯利 Moseley 171
 莫勒斯 Moles 204
 莫特拉姆 Mottram 49, 80, 258
 莫里斯, 威廉 Morris, William 381
 莫斯钦斯基 Moschinsky 73
 格雷 Gray, J. L. 73
 格兰维尔 Granvil 113

格罗夫纳, 威廉 Grosvenor, William M. 142
 哥白尼 Copernicus 193
 夏尔科 Charcot 49
 夏特勒夫人 Châtelet, Mme du 89
 恩格斯 Engels 222, 231, 223, 337, 343
 爱丁顿 Eddington 4, 214
 爱迪生 Edison 130, 205
 爱因斯坦 Einstein 199, 215, 366
 拿破仑 Napoleon 27, 71, 170, 183, 201

十一画

康帕内拉 Campanella 113
 康韦, 蒙丘尔 Conway, Moncure 259
 盖伦 Galen 76
 盖里克 Guericke, Otto von 169
 道尔顿 Dalton 27, 71
 雪莱 Shelley 89
 菲利普斯, 教授 Phillips, Prof. 41
 菲德罗夫斯基 Federovsky 295
 萨尔顿 Sarton 5
 萨弗里 Savery 25
 梅朗克松 Melancthon 20
 梅里曼, 罗伯特 Merriman, Robert 396
 梅迪契, 科西莫·德 Medici, Cosimo de 19
 格里克 Gerike 348
 培根, 罗吉尔 Bacon, Roger 6, 18, 21, 380
 培根, 弗朗西斯 Bacon, Francis 6, 21, 23, 32, 113
 野口英世 Noguchi (Hideyo) 208
 笛卡尔 Descartes 23, 193
 维布伦 Veblen 214
 维萨留斯 Vesalius 193, 208

十二画

- 富兰克林, 本杰明 Franklin, Benjamin 25, 204
 普朗克 Planck 214, 303
 普林斯 Prins 253
 普里斯特利 Priestley 25, 71, 116, 390, 403
 博尔顿 Boulton 25, 145
 斯诺 Snow, C. P. 98
 斯迈尔斯 Smiles 25
 斯蒂芬逊 Stephenson 135
 斯达汉诺夫 Stakhanov 224
 斯托列托夫 Stoletov 223
 斯坦普勋爵 Stamp, Lord 126, 139, 144, 145, 156, 158, 290, 298
 斯普拉特主教 Sprat, Bishop 66
 斯宾塞, 赫伯特 Spencer, Herbert 325
 斯威夫特副主教 Swift, Dean 22, 95
 斯特恩, 伯恩哈特 Stern, Bernhard J. 131, 132
 斯特普尔顿教授 Stapleton, Prof. 347
 塔塔格利亚 Tartaglia 168-9, 171
 雅各布森 Jacobsen, J. C. 202
 雅各布森, 卡尔 Jacobsen, Karl 202
 黑森 Hessen 394
 焦耳 Joule 116, 171
 奥尔, 约翰爵士 Orr, Sir John 54, 347, 375
 奥格登 Ogden, C. K. 302
 奥尔登伯格 Oldenburg 23

十三画

- 福斯特 Forster, E. M. 381

- 雷恩 Wren 21
 蒙日 Monge 27

十四画

- 豪 Howe, H. E. 368
 赫胥黎, Huxley, T. H. 28, 29, 71, 95
 赫胥黎, 朱利安 Huxley, Julian 39, 63, 153, 159, 305
 赫胥黎, 奥尔德斯 Huxley, Aldous 97, 381
 赫德, 杰拉尔德 Heard, Gerald 87
 蔡尔德, 戈登 Childe, Gordan 15

十五画

- 墨索里尼 Mussolini 211

十六画

- 霍尔丹 Haldane, J. S. 4
 霍尔丹 Haldane, J. B. S. 354, 356, 395
 霍格本 Hogben 3, 16, 168, 180, 248, 259, 306, 355, 403
 霍尔, 丹尼尔爵士 Hall, Sir Daniel 53, 179
 霍尔, 塞缪尔爵士 Hoare, Sir Samuel 185
 霍普金斯, 高兰 Hopkins, Gowan 49, 50
 薛定谔 Schrödinger 215

十七画

- 戴维 Davy 28, 116, 135, 183