

国外科学管理基础资料之二

英国科学组织形式的演变

中国科学院计划局
中国科学院图书馆科学情报研究室

一九七八年十月

目 录

第一部分：学术机关的形成.....	(1)
一、大学和学术团体.....	(1)
二、工业革命和科学组织的专业化.....	(5)
三、大学的实验室.....	(10)
四、私人工业实验室.....	(14)
五、合作制的研究组织.....	(17)
六、政府的实验室.....	(20)
七、国家科学领导机关的形成.....	(22)
第二部分：现代条件下科学活动的组织和领导.....	(28)
一、国家科学领导体系.....	(29)
二、科学研究机构纲.....	(36)
三、管理的杠杆——拨款.....	(47)
第三部分：一些趋势和远景.....	(52)

英国科学组织形式的演变^①

第一部分：学术机关的形成

一、大学和学术团体

最古老的英国牛津和剑桥大学是在十二、三世纪建立起来的，它们也像最早的苏格兰大学一样，都是教会学校。这些大学的建立是由英国（当时还是天主教的）教会提议，经罗马教皇批准的。苏格兰大学保守性较差，但它还是用了几个世纪才完成了从神学教学系统向包括语言、哲学、法律、历史的世俗教育缓慢的进化过程。

英国大学在许多方面仿照意大利和法国大学的组成，但也有自己的特点。一般说来，英国大学是由若干个学院所组成。

联合在一个大学里的学院系统，是剑桥大学的特点。所以，这类大学被称为学院制大学。每个学院都有自己的规章、财产和公寓。大部分学院由教师，研究生和大学生的代表进行管理。学院不仅组织教学，而且安排学生休息，体育、娱乐，及其他活动。与学院不同，大学主持全部考试和决定授予学位。大部分大学同本地区或学校有联系。剑桥大学传统上同伊敦、温切斯特和威斯敏斯特私立贵族学校有着密切联系。在这些贵族学校中学费很贵，这也是进剑桥大学的任何一个学院的保证。在主要大学中，一代又一代地培养了社会上层分子，他们在国家机构中占据领导地位。^②

①主要讲英国，但在个别情况下分析了苏格兰和威尔士的科学活动组织形成的进化。大家知道，苏格兰和威尔士是大不列颠的组成部分。——原注。

②据R·伯达拉的材料，他对比了一九〇九、一九四五和一九五一年自由党、工党和保守党的内阁构成，五十四个席位中有二十三个是由剑桥大学毕业生所占据，财政部和大学资助委员会的高级席位也被牛津和剑桥毕业生所把持。以后各届内阁变化不大。一九六四——一九六八年的工党政府内阁中的三十七个席位中有二十个为上述大

英国的大学和学院的大学生同研究生和教授们一起住在专门的公寓中。辅导大学生进行实习的教师在教学过程中起着显著的作用。大学生每一、二周向自己的辅导教师写出关于这段时间内工作情况的书面汇报。辅导教师看了汇报后同学生谈话，向学生推荐读物，并确定下次汇报题目。谈话中不仅讨论学术和教学问题，也谈论个人问题。

《欧洲的大学》一书的作者，E·科尔叙述了对辅导教师的作用的普遍看法：“对一个大学生来说，有个好的导师比去听好的讲师讲课还重要。几乎全部可从书本上得到的东西无论如何也替代不了同教他在大学的水平上思考，并经常监督自己工作的人的经常会面。尽管在其他大学也建立了这种辅导制，但只有在剑桥大学中这种制度得到了广泛实行，并一直保持到今天。

英国高等学校的教育和讲授方法有助于培养大学生的独立性、责任心和个性的发展。具有私人组织规章的英国大学的自治性也在这方面发生作用。在自治基础上，保持了大学对其他机关，其中包括国家机关的独立性原则。

长期以来，牛津和剑桥大学是英国仅有的大学，甚至在一九六八学年，英国大学生的百分之十是在这两个大学学习。这两个大学都经历了漫长的发展道路。一八〇〇年，这两所大学仅在上古史、拉丁和希腊语、哲学、逻辑学和数学方面授予学士学位。英国大学长期落后于国家经济需要。正如恩格斯说的：“过去的资产阶级革命仅仅需要大学提供律师，作为形成他们的政治活动家的最好的原料”（俄文版第四卷，第四百三十二页）。剑桥大学仅在一八七五年才建立了技术科学教研室，一八七九年才开始授予博士学位。牛津大学直到一九〇〇年以前尚未设物理教研室，一九〇八年之前未设技术科学教研室。一八五二和一八五三年，皇家临时委员会对牛津大学进行了专门考查并决定，在该大学严格执行不在英教会第三十九章上签字就不准入学的规章。可以说，只是到了十九世纪中叶，英国最古老的大学才废除了宗教制度。

同样属于大不列颠最古老的大学之列的苏格兰的大学走的是另一条路。在十五世纪和十六世纪，在格拉斯哥、阿伯丁和爱丁堡建立了大学。在欧洲宗教战争期间，这些大学迅速发展了，吸收了移民，形成了近似欧洲大陆大学的传统。信仰自由吸引了全国大学生和优秀的师资。对异教的宽容带来了自然科学教育的鼓励。

学毕业生所占据。所以，直到现在，剑桥大学仍保持着培养政府上层人士的垄断地位。

相反，英国大学的保守主义相当长的时间内不承认自然科学和技术科学的独立意义，妨碍了它的发展和情报交换。在这种情况下，研究大自然的爱好者的经常性的会面必然导致新的组织形式的产生。

在十七世纪学会就成了这种新组织形式。在英国科学的组织形式形成的历史上，学会的作用是难以估量的。从一方面，这些学会联合了自然科学研究的爱好者，用经常交换情报的方式协调了他们的工作；另一方面，在精神上刺激了他们的努力。它有助于吸引新的爱好者从事自然科学实验，导致科学的分类，最后使业余科学变为职业性科学。与大学不同，这些学会和职业协会不直接从事研究。它们主要是评定技能差别，以及搜集、分类和散发关于研究工作的资料，即主要起到了交流情报的作用。因此，学会的情报性活动及其组织形式适合当时的个人和业余研究的性质。

伦敦皇家学会，是给自己提出鼓励自然科学知识为宗旨的英国第一个学会。它是在一六六〇年正式成立的，尽管历史文件上记载它成立于一六四五年。自从成立的那一天起，新的私人组织就竭力对社会科学、神学和政治问题进行讨论。由二十一名科学家组成的委员会管理学会的活动，该委员会每月召开三次会议。委员会成员、司库和秘书由全体大会选举产生。委员会成员一年改选一次，管理人员三年至五年改选一次。每个被选为学会成员的人必须通过“评议”检查，然后这个候选人才能在全体会议上进行投票表决。

因此，在学会的组织基础中确立了选举原则，并得到了严格遵守。后来，在十九世纪初，又补充了委员会领导成员的汇报制及其活动公开的原则。在二十世纪初，又把各门自然科学在委员会中的平等代表权原则确定下来。

长时期皇家学会的活动主要是组织科学讨论会，出版书籍和刊物《哲学学报》。在一七七六年之前，除了为数不多的几项真正的工作之外，这家杂志转载了法国《萨温报》的文章，以及关于图书馆报告。第一个英国学会手册的编者指出，“它早期出版物中的凄惨图景给我们提供了关于当时自然科学状况的印象，对那个时期学会活动的一致的批评使人吃惊”，尽管伦敦学会主席们向君主作过详细介绍。

根据学会创办者们的观点，它的独立性比什么都好地维护了皇家政权。难道不是正因为这样它刚一成立就得到皇家学会批准吗？从一六六二年，学会就开始称为皇家学会了。学会在法律上有私人独立组织的法律地位。第一个这样的学会就成了以后所有这类组织的榜样。

学会成员的构成严重地限制了学会的活动。据伦敦学会的一位历史学家G·莱昂斯证实(他在一九四〇年之前曾担任过司库职务)，“在两个世纪期间，三分之二的皇家学会成员不掌握任何科学知识，对科学也没有任何兴趣；一八三〇年以前一半学会成员属这一类。”狭隘的成员构成使得学会脱离了学校，也脱离了国家的实际需要。因此并不奇怪，皇家学会既未得到社会各界甚至政府的有力支持，也没能使人们产生多大兴趣。由此而造成的经常性的缺乏资金，妨碍了学会的发展。它的活动范围很少超出首都的疆界，也很少触及到某些科学的专门问题。长时间内，伦敦学会是英国唯一的一个学会，当时在英国自然科学和技术科学爱好者人数很少，这也是部分原因。

伦敦皇家学会活动的限制性，它再也不能满足国家对日益发展的科学和技术的需要。另外，随着一些自然科学部门中重要著作的出现科学的分类加强了。研究者人数增多了。产生了组织独立于皇家学会之外的专门学会的必要性。数学学会产生在一七〇七年，植物学会——一七二一年，K·李普尼学会产生在一七八八年。新学会的数目很快增加了。如，在十七世纪仅有一个学会，在十八世纪就成了八个，七个在首都（伦敦和爱丁堡），一个在省。在十九世纪情况大变了，学会已有六十七个，其中三十八个在各省。

独特地形成了学会和苏格兰大学之间的分工。

在十八世纪，苏格兰华林顿研究院所享有的国际声望不比英国两个最古老的大学低。苏格兰的大学在十八和十九世纪在不列颠科学中所起的作用是难以估计的。摩根教授在自己的《一八七五年大学医学教育》的报告中指出，大不列颠的三千二百四十一名医生中几乎百分之八十七是在苏格兰的大学培养的。那时牛津、剑桥和杜尔何马大学仅占百分之七。十九世纪英国杰出的科学家，如凯里温、布留斯特、格莱亨、伯西、贝尔等等，都是在苏格兰的大学学习过的。

第一个工业学院类型的专科学校于一八二一年出现在爱丁堡（后来称为赫伯特·瓦特学院），两年之后在格拉斯哥和伦敦又出现了类似的工学院。英国第一所化学实验室诞生在格拉斯哥大学（一八一七年），在这同一所大学中也出现了第一所物理实验室（一八四六年）。正是苏格兰的大学奠定了在教学中的学习同研究相联系的原则。所以，在十九世纪苏格兰大学的繁荣不是偶然的。

G·罗德里克指出了当时苏格兰科学的特点是：“在苏格兰，所有的著名科学家都是大学教授；就在同一时期的英国，科学家都在大学之外”。因此，在大不列颠的教学和研

究的相互关系中就分出了两种不同的趋势。

二、工业革命和科学组织的专业化

英国的工业革命曾与技术科学的发明发展和进步有直接联系。“英国工业革命的主要结果是，它使全国都市化和工业化了”。

首都的科学和技术学会，在爱丁堡，十八世纪有四个，十九世纪有八个；在伦敦相应时间内为二十一个和三十个。这说明科学活动逐渐由苏格兰向英国中央地区转移。学会的组成和专业化情况对比说明，在十七、十八世纪，八个学会中有四个学会包括了所有科学部门，三个仅仅是医学方面的。在十九世纪中期，六十七个学会中有三十个是多学科的学会。医学学会有十二个，生物学和农业学会有十个，地质学学会有八个，还有七个类型不定。因此，日益发展的科学分类对科学活动的组织形式起了显著的影响。

十八世纪和十九世纪初的工业发展刺激了在比皇家学会更广泛的基础上建立科学和技术学会。在各省工业中心，首先是在伯明翰和曼彻斯特出现了这样的学会。英国最大的科学家鲍尔顿、斯摩尔、瓦特、詹姆斯·达尔文，等等都参加了伯明翰“卢茵”学会（一七七五年）。曼彻斯特文学和哲学学会（一七八五年）同最进步的非教会的华林顿研究院有着密切联系。它的成员对化学问题特别感兴趣。所以，在这里出现化学原子学说奠基者道尔顿不是偶然的。各省的学会的大量发展仅仅是在十九世纪，是工业革命发展的结果。

在十八世纪末，伦敦皇家学会对不依附于它的独立的学会的出现十分敏感，甚至企图干涉它们的活动。皇家学会落后于工业革命和国家的实际需要，它受到了十九世纪初以伯比奇教授为首的有进步思想的科学家们的尖锐批评。他在描写当时英国科学概况时写道：

“谁在英国搞科学，他就根本不应有抱怨的理由，因为他们知道或应当知道，对他们的工作谁也不感兴趣。他们希望得到某些精神奖励，是根本别指望物质奖励。”据他的意见，学会系统不大适合鼓励科学，不足以促进科学的专业化，因为远远脱离科学的人物把它拖累住了。与此同时，英国的大学站在科学发展之外。为了培养封建社会的统治阶级而设的这些大学陷入旧习规中并成了科学发展的障碍，因为它遵循着相反的方针。伯比奇建议成立专门的研究所和由专业会员组成的学会。很明显，在当时情况下要实现这样的计划需要国家对科学和教育事业的积极干预。

在一定的社会阶层的尖锐批评和古老大学对新措施的强烈反对的情况下，政府在一八

三六年成立了伦敦专科大学，为伦敦大学的成立（一八三六年）打下了基础。刚刚成立的柏林大学成了它的模型。试图在英国采取德国人的自由组织的原则，但是没注意到除德国大学外，还有整个德国中、小学教育体系中的特点，这种教育体系保证了高等教育的广阔基础。而伦敦大学长时期大学生不足，并且大学生水平低。首都大学的问题引起社会舆论的注意。政府才不得不研究教育问题。

M·阿波里德在对比了英国和德国中、小学体制之后指出，在十九世纪中叶，英国工人阶级根本就没有受过教育，培养社会中层阶级的学校的水平也非常低。向大学提供大学生来源的私立“识字”学校被认为是牛津和剑桥大学的附属品。它们比大学本身还要顽固地坚持等级和宗教特权。这些学校教师是从牛津和剑桥大学毕业生中吸收来的，他们更远离国家实际需要。

从一八一六年开始的近百年期间，十九项涉及国家教育制度的政府专门措施中，有十七项是关于改进中、小学教育的。然而，政府在这方面的行动经常迁到教会方面的反抗。英国历史学家S·马克卢尔认为，这种反抗一直持续到一九四四年。

甚至据最粗略的估计，大不列颠政府得以改革中、小学教育制度不早于二十世纪初。显然，这大大拖延了高等教育的自由化，尽管十九世纪前三分之一期间就已出现了新型大学。

在苏格兰大学诞生时，国家的经济和文化需要具有重大意义，它也有助于在爱尔兰和威尔士出现大学。在十九世纪最后三分之一年代，产生了威尔士大学。在一八七二年在阿伯腊斯特威斯出现了第一个专科大学，一八九三年三个专科大学联合在一起，称为威尔士大学，第一次世界大战之后，斯温西专科大学和威尔士医科学学校又合并到威尔士大学。

十九世纪末出现了师范专科大学，它是由宗教机构建立的。从一九〇二年这些学校开始由中央或地方国家机关拨款资助一部分。这些专科大学长期被称为《穷人大学》，使学生受两年教育。教员的教育质量不能同大学相比，经常受到英国进步力量的批评。

在培养工程师和科学家方面的落后，对工业来说也是不小的障碍。尽管英国拥有许多技术学校，但对技术教育的组织工作不够好。在一八六八年，由最出名的科学家和国务活动家组成的技术学会委员会提出了全国技术教育组织方案。在方案中建议建立一系列同大学密切联系的专科学校。但是，这些专科学校的毕业生应获得工程师证书。方案还指出，没有政府的帮助就不可能及时建成这些现代水平的专科学校。之后，皇家科学教育和科

学发展临时委员会从一八七二年到一八七五年研究了帮助国家科学和技术问题，根据技术学会方案的精神提出了广泛的措施。这就导致了三个技术专科学校的建立。这三个学校在一九〇八年合并到了伦敦大学。

经过十年，下一个皇家临时委员会（萨穆尔逊委员会）的报告断定，在工发展和工业中心的技术教育之间有着直接的、密切的联系。报告纠正了德国和瑞士的实践，建议政府给地方政权更多的权利发展技术教育。在这些建议的基础上出现了新型的所谓《省立》英国大学（在伯明翰、利物浦、杜尔黑姆、利兹，设菲尔德、布里斯特尔）。这些大学应当解决地方对科技人员的需要。在另一些中心，如里德奇格、诺丁汉，南安普敦，赫尔，埃克塞特、莱切斯特建立了专科大学，它培养的大学生只是掌握了伦敦大学的“表面程度。”直到二次大战之前上述专科大学之中仅有一个得到了大学法律地位。新的大学仿效牛津和剑桥大学以及欧洲国家大学的组织。除德国的经验外，英国人还注意汲取法国组织科学教育和研究的经验。在不列颠技术大学的基础中包括了很多法国综合技术学校的原则。

一八八九年和一八九一年技术法令给予重新建立的、在国会中有代表的省、市以权利，征收专门税收用于技术教育的需要。而一八九〇年的地方税收法令增加了中央政府对地方政权的税收留用额，可以用来资助基础科学。财政部一九〇五年七月十八日的文件允许各大学把财政部的津贴用于购买书籍和设备（但不能支付薪金）。

对高等教育的刺激开始得较晚，进行的非常缓慢。第一笔国家津贴是一八七六年通过伦敦学会发放的。这笔给全国所有大学的津贴不超过四千英镑。政府资助大学的计划已经带有经常性，但还没有明确目的。一八八九年组成了专科大学资助委员会，它必须遵守下列原则：首先，资助最新的和最穷的大学专科学校；被资助的大学数目限制在十一个；规定补贴钱数从五百到一千八百英镑；财政帮助发放为期五年，受资助的大学必须受委员会的监督；专科大学必须每年公布财政结果；政府保留随时停止津贴的权利。

老的资助委员会的活动曾是临时性的。在一九〇六年任命了新的委员会，以便“建议如何向完成大学标准教育的专科学校发放津贴”。在一九〇七年，常设委员会替代了它，常设委员会建议把政府津贴数目分为两部分：百分之九十津贴不确定用向，百分之十为固定用向的津贴。但在一九〇八年固定用向津贴被取消了。

教育局和农业局同样也向大学发放津贴补助，在一九一〇年这笔资金同国家总的津贴一起集中于教育局，委员会被取消了。给予大学的资金总数相当快的增加了。从一八七六

年到一九一三年，津贴增长到二十五万英镑，即增加六十一倍半，但这还不到普鲁士给大学津贴的三分之一，后者在一九一三年为八十万英镑。除拖累了教育制度改革外，这也使得英国熟练人才增长速度比德国慢得多。

只是在一八九〇年英国大学的学生数目才达到了德国大学一八七五年的水平，即英国落后德国十五年。在自然科学和技术科学方面的大学生中，则落后二十五年。一九一四年以前，德国大学生数目超过了英国大学生的几乎三倍，一些自然科学和技术科学方面的大学生的悬殊是六倍之差。

英国在培养化学家方面尤其落后。一九〇二年在英国工业中工作的化学家不超过一千五百人，而在德国约有四千人。

D·科德威尔指出，百分之七十至七十五的英国化学家是教师，远远脱离工业的需要。如果说英国化学家中仅有百分之四十七的人有大学文凭的话，那么德国化学家中则百分之八十四有大学文凭。G·罗德里克认为，四十年期间，皇家自然科学专科学校和皇家矿山学校的八百五十名毕业生中仅有百分之二的人在一段时间内在工业界工作过。其中约百分之三十二的人是在国外，几乎都是当教师。只有十分之一的工程师进行过研究工作，而且通常是一般性的研究。

英国高等教育事业的落后，导致英国职业科学建立很晚。特别是工业中的“有组织的科学”在大不列颠的产生和形成都比德国和美国晚得多。

在改组学会方面采取了一些实际步骤。一八三一年组成了《大不列颠科学促进会》，它试图不按阶层标准，而按科学职业标准挑选自己的会员。职业技术协会的形成是受到了科学需要的强有力的影响。虽然第一个这样的协会产生于一八一八年，然而大批的出现却是在十九世纪中期。职业技术协会除执行了情报交换职能之外，也起到了弄清自己成员的职业技能的作用。

在提高科学专门化程度上，资本主义的生产发展引起了质变：业余科学变为职业科学。沿这条道路发展最快的是技术科学，它同生产的新要求有着最直接的联系。其整个过程，看来是在二十世纪前十年完成的。科学的职业化提高了科学对国民经济的意义，导致科学活动的进一步的发展。技术领域中的科学职业协会正是向着这个方向进化的，如民用工程师学会（一八一八年）和机械工程师学会（一八四七年），等等。这些协会除完成了保护本行业利益的任务外，还举行学术报告会，讨论会，出版书籍和刊物，搜集专业资

料。按其法律地位，学会是私人的和完全自治的。其经费来源靠会员会费和自愿捐款。学会管理、宗旨和知识传播方式大都同伦敦皇家学会的原则相一致。

伦敦学会加强了同其他学会、政府机关和大学的合作，主要是通过召开学术会议，加强个人联系，交换书刊，选举荣誉会员和颁发奖章。从国际研究院协会成立（一九〇〇年）起，伦敦皇家学会就代表英国。皇家学会放弃对社会科学的否定态度具有重要意义。在皇家学会直接参与下，为促进社会科学的发展，一九〇一年成立了《大不列颠研究院》，它在国际研究院协会中是社会科学方面的代表。

科学的职业化强调了联合全国科学力量的必要性，正如 E·休漠在十九世纪中叶所指出的那样。然而，只有有足够权威的机关才能负起解决这个任务的使命。就是这个休漠也不认为，伦敦皇家学会当时能够担当这个使命。甚至在它二十世纪初改组之后，它也不能胜任这个要求有国家权威的任務。

皇家学会没有协调科学工作的任何行政权力。皇家学会，最多也只能是向政府机关提出建议。各学会拨出的研究经费不能同私人和国家的研究费相竞争。所以，在这个时期，学会在全国科学活动中的作用削弱了。甚至伦敦皇家学会活动前景越来越明显地带与有国际科学组织交往中的礼仪性的活动。

英国“科学和技术图书馆”代表着科学活动的独立形式。第一批英国图书馆属于修道院，但是直到十五世纪前，其中任何一个图书馆也没有专门的书库。大学当然也收集了图书，但不总能做得很系统。例如，牛津大学图书馆是在一六〇二年靠 T·鲍德里的资金及其委员会无偿捐献给大学的书籍建成的。在一六一〇年鲍德里已商定，英国主要出版公司每出一种书都必须送给牛津大学一份。现在鲍德里图书馆具有世界意义。

大英博物馆图书馆（一七五九年建立）曾是英国第一个科学技术图书馆。从一八一四年开始大英帝国各个国家的所有出版物必须送给它一份。正因为这样，马克思在大英博物馆图书馆中致力于《资本论》著作。另一个最古老的图书馆就是科学博物馆图书馆（一八八三年建立）。它仅收集自然科学和技术方面的书，为博物馆的研究人员服务。从这些图书馆中第一次出现了专利管理图书馆（一八五二年），它根据发明者的申请接收专利登记。外交部、商业局及其他政府机关同样也收集它们所需要的图书。同时在自己部门从事出版活动。

一七八六年成立了国家出版社，几乎全部政府材料，地理和地质图等等都由它出版。

在二十世纪，它成了英国最大的出版社。

在英国科学和技术情报服务方面，专业图书馆的工作补充了科学职业学会的活动。这样的图书馆的出现是以科学、科学机关和科学人才的总发展为条件的，也是以科学分类的发展为条件的。专科学会及其图书馆的出现满足了科学专门化的需要。另一方面，也促成了集中化的必要性。它导致在广泛的跨部门的基础上形成某些学科和技术的自然科学图书馆。结果，在这些图书馆经验的基础上出现了大量收集和保存图书，供科技工作者使用的专门图书馆的工作原则。这种图书馆大多数属国家所有，它比私人图书馆更易于为大众所利用。

这里可举个例子，即一九二四年作为私人协会而出现的专门图书馆科学协会。这家协会靠会员费维持，它能使私人公司、政府部门、大学、专门和普通图书馆都对它的工作感兴趣。该协会开始搞推广科技情报的先进方法，它成了研究这个课题和推广其成果的主要协调机构。一九四四年，政府正式承认它是全国情报服务协调机关，把它包括进工业研究协会名单之中，经常向它提供财政资助。

在一九三一年至一九三五年期间，在英国（威尔士和苏格兰除外）产生了图书馆之间的预约体系，除普通图书馆外，一系列专科大学和学会的图书馆都加入了这一体系。全国分成十个地区：一地区内的各图书馆围绕其中的一个（中央图书馆）进行合作，中央图书馆定期公布该地区所有图书馆的综合图书目录。

三、大学的实验室

二十世纪初，英国已有相当多的高等学校，但其中设有研究实验室的只有几个。

早在一八五〇年，皇家剑桥临时委员会建议改善自然科学教学。一年之后，批准了自然科学专门知识教学大纲，一八六八年临时委员会通过了教学和物理专门教学大纲。在一八六九年这个临时委员会建议“用讲演厅、教研室、实验室和专门仪器来保证新科学的教学”。

当时在英国已有了两个这样的实验室。第一个是在一八四六年由U·托姆逊（劳尔德·克里文）在格拉斯哥大学建立的，而第二个是克利福敦在牛津大学建成的（一八六七年），并实际上以克利福敦实验室的名义从一八七二年开始工作。另外，剑桥大学从一八三三年就有了讲授解剖学、植物学和化学的专门设施。

只有像卡文迪思这样献身科学的人才能够如此热心建立实验室。在实验室未建之前，他曾经走访了克里文和克利福敦。当他知道了，系里弄不到装备实验室的钱时，他实际上支付了实验室设备的全部费用。

只是到一八七四年实验室才正式开成。但是，早在一八七一年，实验室的第一个领导人马克斯威尔在自己的绪论性的演讲中提出作为兼有教学任务和研究实验的机构——实验室发展的道路。后来这个实验室发展成世界主要中心之一。然而，实验室的设备是很可怜的。在马克斯威尔死的那一年，实验室里连最必须的设备和仪器都没有。它的新领导人雷列向社会各界求援。在一年期间他筹集了大约二千五百英镑。

在二十世纪，大学实验室的缺点仍然是规模小、资金有限和题目琐碎。这些实验室的设备往往极为简陋。W. 迪克逊在描写 G·弗利和 E·丘奇用以制取盘尼西林的实验室设备时指出：“它是由……一个普通碟盆，一台牛奶冷却器和许多乳酪搅拌器。但是牛津大学科学家们能用这种设备提取了浓缩盘尼西林”。

在卡文迪思实验室的新领导人面前出现的主要问题是，选择那么一种能联合所有研究团体的研究方向。制定标准电子单位问题起到了这种作用。雷列把大学毕业生放到实验室去培养。在一八九五年剑桥大学从自己方面，允许自己的毕业生在实验室中进行两年的独立研究之后获得学士学位。这些新措施吸引了研究人员，主要的还是有助于提高他们的水平。到一八八四年，实验室的全部科学家不超过十人，但他们之中有才能非凡的物理学家 R·T·格拉斯布克，J·J·波依金，D·D·汤姆森，V·H·邵夫，格拉茨和乔治·达尔文。

雷列的继承者约翰·汤姆森从研究电子单位转向基础物理学研究。在二十世纪初，在卡文迪思实验室中已有大约三十多名年轻研究人员，其中包括艾里斯特·利斯福德。科学家的研究科目包括热力学、电离作用以及放射现象。到一九一四年，卡文迪思实验室中已有四十名科学家，但是研究工作的发展仍受到资金不足的极大限制。大学每年只给实验室提供二百七十英镑的经费，同时约翰·汤姆森一人的薪水就超过二百五十英镑，辅助人员的工资由学费和考试费中开支。

因此，英国大学实验室的共同特点是，它们是在优秀的科学家的个人倡议之下自发地建立起来的。实验室的设备是靠科学家自己购置的，往往是自制的和极为简陋的。研究人员队伍是由大学生和一些教师组成的。科学研究的性质取决于教学需要和科学家本人的兴

趣，它很少能超出基础研究的范围。

多少世纪以来形成的大学要求有独立性，与此同时，也造成了大学特殊化和脱离国家社会生活的倾向。“老爷科学”的传统给大学教育打上了深深的烙印，大学生在实用和技术研究中似乎看到了可以墨守成规的东西，产生小商贩习气。同时，只有富人，一般是贵族阶层的人才有可能获得研究手段和材料。纯粹英国式的实验意图是在“为科学而科学”的旗号下进行的。非贵族出身的科学家，甚至像法拉第这样杰出的科学家的遭遇也是悲惨的。英国科学中的附炎趋势行为就很好地说明，为什么大不列颠的学会直到二十世纪还为数甚少。

至于说对科学人才的培养，在英国是非常不平衡的。这不能不影响到实验室。文化水平和研究水平密切地、直接地相互联系着。对于大学研究实验室来说，这就意味着实验室的研究题目应根据同教学任务协调的可能性，应带有广泛的综合性，特别是在实验室建立的初期尤其是这样。

至于谈到实验室领导者的作用，那么卡文迪许的实践证明，为首的人物应是相当有名的科学家，并善于把自己的科学兴趣同集体的兴趣结合起来。他应当特别慎重地选择既有前途，又有现实可能性的题目。实验室领导人必须同时是科学理论家，又是实验者。利斯福德就合乎这些要求。

在当时发展基础科学的研究中，实验室内组织结构具有决定性的意义。其领导人的个人素质，所选择的研究题目有无充分根据，合作者的相互关系等都很重要。另外，本国和外国科学人才的广泛的机动性也起很大作用。但这种机动性也有其消极的一面，即熟练人才从外地跑向大的大学中心。

夺取主要大学中职务的激烈竞争产生了垄断和把大学长期控制在自己手里的倾向。各种实验室之间的合作并不发达，没有任何正式的协调大学研究的机构。

大学同其他类型的科学机关的正式联系仍是相当薄弱，其原因在于存在着这样一种倾向，大学通过“大学独立”的情绪来看待这种联系。从前的大学毕业生之间的非正式联系却有着很重要的意义。

大学实验室在英国的科学发展中起了主导作用。据J·贝纳尔的统计，大学部门是四个主要科学杂志的百分之九十二点五的文章和四个技术杂志的百分之三十点六的文章的来源。大学保障了全国百分之七十八点五的科学和技术出版物。

在一九二七年，已成为世界实验物理学中心的卡文迪思实验室研究人员发表了五十三篇科学论文；在一九三一——一九三二年，约为六十四篇。一九三八年《大学年鉴》指出，大不列颠的大学中的二十一名物理学教授和自治领中的二十二名物理学教授都有在卡文迪思实验室中的工作阅历。但是，全世界的荣誉并未给卡文迪思实验室带来国家资助；在一九三九年，实验室的年度预算不超过四千英镑。当实验室需要扩大对低温物理学研究时，新实验室的建设是靠了私人捐助的资金。

第一次世界大战之后，政府决定接受大学教师关于国家支持的请求。教师同政府代表在一九一八年的会晤弄清了基本问题。大学部门同意政府官员方面的自由检查，但对大学开支国家资金不能有任何监督。已达成的协议导致在一九一九年创立《大学拨款委员会》，它取代了一八八九年成立的拨款委员会。旧委员会只负责分配国家拨款。在新委员会的义务中补充了“查清大不列颠大学教育中财政需要，并向政府提出关于使用国会对大学拨款的措施的建议。”

新的委员会保留了原有的大学拨款原则：五年拨款期，检查大学的执行情况，如果大学的政策脱离了委员会的路线，可拒绝拨款。委员会的义务扩大了，它开始系统地搜集关于大学和学院的情报，要留意听取大学的询问和加强自己同大学的联系。委员会归财政部管，其委员由财政部长从退休的大学教授中任命（最后一点只是在一九四三年十二月才废除）。委员会的工作以当时的财政部长张伯伦一九二〇年七月十六日给委员会主席V·麦科米克信的精神为宗旨。

在大学对监督它的预算持反对立场的情况下，委员会的作用就在于用非正式的个人联系的方法缓冲政府干涉的后果。然而，委员会成员获得了五年一次全面视察大学活动的权力。在一九一九年拨款总数为一百万英镑，其中约三分之一用于基建开支。政府对大学拨款总额在一九一九年——一九二〇年度超过了一九一三年的五倍。在第一个十年期间开支增长速度一直保持在年平均增长百分之七点二。在经济危机年代，增长速度降到了零。但在一九三四——一九三五年之后又急剧增长了。第二次世界大战减缓了对大学开支的增长速度，但仍在增长。在一九一九——一九四五年期间，高等教育开支总额增长了几近两倍，在大学的总进项中国家资金的比重一直保持不变，大约占百分之五十三（百分之十为地方政权机构的拨款）。

科学工业研究局的兴学会产生的影响要小些。从第一次世界大战结束到二次大战结束

期间，它的总拨款数额（仅对研究生和科学家的拨款）不超过委员会对大学拨款的开支总数的百分之零点八。

研究局颁发的研究生奖学金人数，从一九三五年的六十八人到一九四五年的一百零六人。但是在同一时期中给予科学家的奖学金次数仍非常少，甚至从七次降为六次。这些拨款的一半用在化学研究方面，约三分之一用在物理学研究方面，其余的用于生物学和技术科学方面。

对高等教育的积极刺激带来了一些成绩。英国大学中的大学生数目在一九三九年增加了一倍，但英国仍然比当时的德国大学的学生总数少一半。英国大学十分缓慢地进入技术科学的教学。在一九三五年——一九三六年，在全部大学中仅有六百二十三名技术专科教师，他们培养了四百一十九名研究生。这种专业的大学生数目在一九二二——一九三八年期间总共增加了三百六十人，一九三八——一九三九年间仅为四千二百人，占大学生总数的百分之十一点三。在同一时期，自然科学系的大学生人数没有变化（一九三八——一九三九教学年度约为六千人）。总之，在第二次世界大战前夕，英国大学培养的自然科学和技术科学人才比德国少一半。当然，在英国的教育系统中集中了更为高级的熟练人才，这就使它能够在基础研究方面提高培养青年科学家的质量，但对工业中开展技术研究的影响较弱。

四、私人工业实验室

十九世纪中叶，英国工业生产水平取得了“世界工厂”的称号。然而，在一八五一年的世界工业展览会后 L·普利福写道：“……如果英国工业找不到同科学的共同语言的话，那么在它的光亮之后就进入黄昏”。实际上也是这样：在一八六八年的世界工业展览会上“已经占优势的看法是，英国表现出了发明很少，与一八六二年相比工业中进步很少”。英国工业长期指望个人的发明和高级熟练的劳动力（对美国 and 德国来说更加明确的方针是，靠熟练程度不高，但专业化程度高的劳动同足够发达的工业技术的研究相结合）。英国占有很大的殖民地市场，帝国特惠制度在那里占着统治地位，实际上没有竞争，英国公司逐渐把大英帝国之外的销售市场让给了对手（特别是德国公司）。这样的政策，最终导致了阻碍国家的技术进步。

到这时，英国企业主才能确信，他们的德国竞争对手们改变了自己的技术政策。德国企业主从生产“仿效英国的”商品，甚至贴真正英国商标的商品转向了生产基于本国和外

国发明基础上的独创的商品。

英国在组织科学研究和培养高级熟练人才制度方面的落后严重地影响了英国工业的竞争能力。从一八七〇年到一九一三年，英国工业生产的产品增加了一倍稍多，同一时期美国和德国增加了三倍。如果说一八七〇年英国还生产三分之一的世界产品的话，那么在一九一三年它仅生产七分之一。到二十世纪初，德国在生产煤炭、钢和人造染料方面超过了英国。正是在这些部门中英国的科学家和发明家V·西门斯、G·贝赛麦尔、S·托马斯、U·佩威克的优先发明权是无可争辩的。在一八六〇年在英国提出的合成染料专利权特许证是二十项，德国是五十二项。而在一九〇〇年，英国为八项，德国为四百二十七项。在二十世纪初，英国的汽油加工成德国的苯胺，德国提供的苯胺占世界产量的大约百分之九十，尽管加工方法本身是英国人佩肯发明的。第一次世界大战前夕，英国进口了德国出口的人工合成染料的百分之八十。英国依赖德国提供诸如许多化学材料、炸药和光学仪器等这样具有军事意义的商品。

战争行动开始之后，专门的人工染料（当时最畅销的商品）委员会分会向政府建议紧急建立生产这种产品的工业公司。所以就出现了资本为三百万英镑的《英国戴斯有限公司》。其一半资本是国家提供的；另一半是私人公司，其中有化学康采因《阿尔卡利联合公司》的资本。新公司在苏格兰建立了自己的分公司，分公司在一九二一年成功地制造出了绿色染料，确切地说，在私人公司参加下英国政府建立了生产人工合成染料的公司。第一次出产品已是战后了，而在一九二三年生产能力已达每昼夜二百五十吨氨水。

尽管政府采取了这样的措施，英国工业中的科学技术进步在第一次世界大战期间仍未能使企业主感兴趣。《经济学家》杂志曾指出，“英国工业不大愿意消耗资金去搞生产之前的基础工作。”

如果谈，大学中的“有组织的研究”和私人实验室中的科学家已成为德国工业基础的话，那么英国的工业基础长期停留在个别发明和基于传授上一代人的经验基础上的学徒制。

英国《西门子兄弟公司》的试验部门在一八八〇年仅有两个研究员和三个助手。他们用在技术上改进别人的产品或利用别人的发明来代替创造性的研究。其他例子也说明这种组织方法的典型性。

在一九一七年英国最大的石油康采因《英国石油公司》创办了研究机构。在一九一九