

世界顶级科技研发机构

科研机构的象牙塔

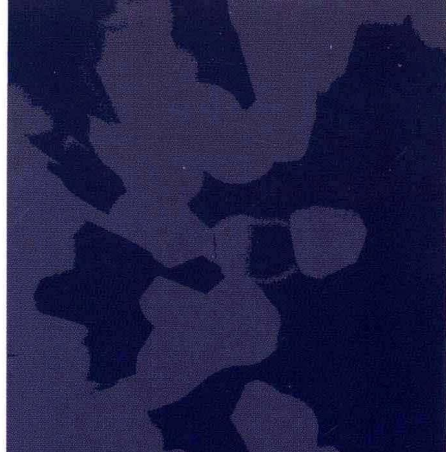
世界一流科研机构成功的深刻启示
科学原创发自深厚的科学文化的沃土

主研究方向和核心课题
选择在世界科技的前沿和重大的突破口上

Cav. Lab.

英国卡文迪什实验室 成功之道

阎康年◇著



世界顶级科技研发机构

Cav. Lab.

英国卡文迪什实验室

成功之道

阎康年◇著

 广东教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

英国卡文迪什实验室成功之道 / 阎康年著. — 广州:
广东教育出版社, 2004.11

ISBN 7-5406-5121-0

I. 英… II. 阎… III. 科学研究组织机构-工作经
验-英国 IV. G325.612

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 011495 号

广东教育出版社出版发行

(广州市环市东路 472 号 12-15 楼)

邮政编码: 510075

网址: <http://www.gjs.cn>

广东新华发行集团股份有限公司经销

佛山市浩文彩色印刷有限公司印刷

(佛山市南海区狮山科技工业园 A 区)

890 毫米×1240 毫米 32 开本 10.875 印张 230 000 字

2004 年 11 月第 1 版 2004 年 11 月第 1 次印刷

印数 1-3 000 册

ISBN 7-5406-5121-0/G·4596

定价: 23.00 元

质量监督电话: 020—87613102 购书咨询电话: 020—83796440

序

科学大师的摇篮 学科交叉的园圃

路甬祥^①

随着科学研究向宏观和微观两个方向纵深发展，不同学科之间的相互交叉越来越多，而且研究的方法和手段也越来越精细、复杂，因此对科研人员的创新意识和创新水平的要求也就空前提高。科技人才、创新领域、课题选择、研究设施、学术环境、科研管理和创新文化等，对于培养科学原创能力，对于成果产出和青年人才的成长，有着重要的作用，因此我们需要用科学的观点和方法去认知与处理。进入 21 世纪后，科学技术的发展日新月异，对经济、社会和文化的影响越加显著。为实现全面建设小康社会，推进社会主义现代化，应对日趋激烈的国际竞争，我国正在制定中长期的科学与技术的发展规划。时代的要求，人民的期望，促使我国的科技工作者必须面向国家发展的需求，面向世界科技发展的前沿，早日取得更多原创性的、突破性的重大科技创新成就。

放眼全球，向近现代科学和技术发展中成就卓著、科技知识先进、科学文化积淀深厚和创新环境优良的科研机构 and 科技专家学习，汲取发达国家的成功经验，是提高我国科技创新能力和水平的重要途径之一。我们应该结合我国的实际，虚心学习，大胆尝试，锐意创新，不断提高我国的科学技术创新水平，为最广大人民的根本利益服务。

为了更好地学习，首先需要了解和研究世界上对近现代科

① 路甬祥 中国科学院院长，全国人民代表大会副委员长。

学取得重要原创性成就的科研机构，探讨它们的研究方针和策略、研究环境和文化氛围、管理和组织的方针与方法、取得成功的经验和规律。法国著名科学家郎之万说过：“追溯根源就是澄清思想。”又说：“文化和教学对思想形成所起的作用，再也没有比了解奋斗的历史更好的了。这一历史由于触及著名学者的生平和思想的演进，其内容是很生动的。”《英国卡文迪什实验室成功之道》一书的作者，力尽二三十年的时间，搜集资料，研究了卡文迪什实验室及其历任的卡文迪什教授和有重大贡献的科学家，以及他们成功的经验，做了很有益的工作。

位于英国剑桥大学的卡文迪什实验室，是造就科学大师的殿堂。该实验室善于开拓全新的研究领域，提出具有原创性的课题，广纳创新人才，在确保主要研究领域的前提下，坚定地支持一些非共识的奇思妙想，支持一些富于原创思想的青年人才，鼓励独立研究，自主创新。该实验室一直有着平等讨论、自由交流的学术氛围，以及献身科学和追求科学真理的精神。这些治学和科学管理的重要经验，对于我国科学家学习和借鉴国外的创新经验有着重要的意义。卡文迪什实验室至少有两个引人入胜的成功经验。第一，是有思想活跃和鼓励提出新思想的学术氛围；第二；是有促进多学科交叉进而引发出重大原创成果的体制和机制。

关于第一项经验，具有代表性的事例是，该室于1895年后开始面向世界招收研究生，同时注意培植不同想法作自由交流，师生之间进行平等讨论，甚至学生可以批评教授的民主学风。在这种良好氛围下，新的思想和原创性的成果频频涌现，这正是卡文迪什实验室能够成为世界闻名的实验室，并造就出许多诺贝尔奖获得者的原因之一。卢瑟福在卡文迪什实验室时，他的核物理研究生而且后来成为他的助手的贝尔纳，对于用X射线探测蛋白质的晶体结构发生了兴趣，卢瑟福支持了这个崭新的构想，并同意建立实验室。1938年贝尔纳到伦敦大学任教授后，他的继任者佩鲁兹继承和发扬了该室广纳人才的传统，在第二次世界大战后招收了肯德鲁，以及克里克和沃森，鼓励这

些来自不同领域的科学家研究当时属于世界科学前沿的遗传物质构成问题，终于发现了 DNA 双螺旋结构和两种蛋白质分子结构，奠定了分子生物学的基础，而且在有关研究者中有 5 人后来获得了诺贝尔奖。1962 年后，分子生物学实验室从卡文迪什实验室独立出去，并由熟悉卡文迪什实验室传统的佩鲁兹领导。这个新成立的实验室不但在基因和蛋白质的研究上领先，而且又成立了桑格研究中心，威廉·桑格研究所从而又获得了 6 人次的诺贝尔奖。英国至今在基因图谱、蛋白质组学、克隆技术、干细胞技术和生物制药技术上领先于世界，应该说其主要原因就是继承和发扬了卡文迪什实验室极其重视选择研究方向和优秀的学风、传统和经验。

第二项经验是学科交叉诱发出新领域和新学科，从而成果迭出，并长期保持其兴旺的创新活力。在卡文迪什实验室的历史上，学科是相对的，穿过学科的壁垒进行发现和原创才是绝对的。麦克斯韦早在 1871 年就指出：“我们必须熟悉各种科学方法……如果自由和充分地讨论不同科学过程的相对价值，我们就会形成科学批判的学派。”他还说：“如果我们不竭力汲取甚至与我们的专业不同的其他专业学科的某种精神，我们就会失去有各种追求的人们汇集成一体的优势。”他讲的不仅是学科交叉，并且谈到不同学科如何交叉和用什么精神去交叉。现在看来，麦克斯韦确实很有远见。后来，J.J.汤姆森将气体放电、电磁学、放射性、阴极射线等学科交叉，导致发现了电子和研究原子结构模型，他的弟子们又发现了放射性元素衰变规律，奠定了放射性化学、热离子物理学和晶体物理学等学科的基础。在对这些学科的研究中，后来又产生了 8 位诺贝尔奖获得者。卢瑟福入主卡文迪什实验室时，除了坚持主要研究核物理之外，还支持研究无线电物理、蛋白质晶体结构和固体物理，以及量子力学和天体演化理论与核物理的结合，导致先后取得电离层、核散射粒子理论、能带理论、太阳能的核聚变来源、蛋白质分子结构和 DNA 双螺旋结构等一系列重要发现。其中，有八九人因为这些研究而获得诺贝尔奖。布拉格主持卡文迪什实验室时，

积极鼓励将量子力学、分子遗传学、晶体物理学、有机化学和X射线衍射技术等研究进行交叉与相互渗透，从中催生出了分子生物学。发展于卡文迪什实验室的射电天文学，也是无线电探测技术、天文学、X射线晶体衍射技术和天体物理等学科交叉与相互渗透的产物。卡文迪什实验室在20世纪80年代后期成立的超导研究中心，到20世纪末改变为交叉学科研究中心。这表明，鼓励学科交叉已经成为富有远见的科学家们的共识，从而使学科交叉由过去的自发过程转变为自觉的过程。

近来，中国科学院召开了人才工作会议，提出了造就科技帅才的目标和措施，建立“爱因斯坦讲座”，聘请海外科学大师来华指导我国的年轻学子。究其原因，就在于我们通过多年的实践发现，缺乏引导科学发展方向和开拓新科学领域的科学帅才，已经成为我国目前以及今后相当一段时期内科学发展中的突出问题。卡文迪什实验室曾因成为“人才的苗圃”而闻名于世，它是现代科学中科学大师云集和帅才迭出的著名科研机构，仅按它统计在册的诺贝尔科学奖获得者就有25人之多，在出成果、出人才以及科学文化和传统上，它都积淀了丰富的经验。希望《英国卡文迪什实验室成功之道》一书的出版，对于我国的科技管理和决策，对于提高我们的科学原创能力和科技创新文化，将有一定的意义。

2004年5月21日

前言

在笔者所著的《卡文迪什实验室——现代科学革命的圣地》一书出版后，引起了多方面很大的兴趣，被《中华读书报》和《牛顿——科学世界》杂志联合评为2000年首届全国十大科普图书，被科技部、中科院和中国科协联合评为“改革开放20年百本最佳科普图书推介”图书。特别是从事基础科学研究的部门和教育界十分关注，时常来向笔者了解和询问，希望能有更深层次的分析和规律性的东西以供参考和借鉴。因此，笔者趁写《美国贝尔实验室成功之道》的机会，就自己过去和目前的了解写了这本《英国卡文迪什实验室成功之道》，希望能有助于广大读者对其作进一步的了解和参考其宝贵的经验。

卡文迪什实验室一百三十多年的成就是令世人倾服的，它取得的一系列重大的科学成就，特别是在微观物质组成方面的实验及其引申出的理论，已经成为现代科学史上独树一帜的发展核心，它与时俱进地不断开拓新领域的研究路线确实很有特色。更为重要的是它在科学管理和科学文化方面形成的颇有系统的丰富经验，已经成为现代科学史上一笔十分宝贵的财富。这一切，对于正处在科教兴国和科技现代化的我国，以及其他发展中国家的科学发展，都有着比较切合的和实际的参考与借鉴意义。正是因为这个缘故，笔者也努力以与时俱进的精神，在已有研究和资料的基础上，对该室取得成功的原因尽可能找出一些规律性的认识，写下这本著作，希望对感兴趣者和科学决策人员能有所裨益。

《英国卡文迪什实验室成功之道》这本书，就卡文迪什实验室所以能取得如此长时间和显赫成就的主要原因和规律性的经验，作了重点的叙述和综合分析说明。全书共分十四章，第



一章简短地回顾了该室发展的历程和主要成就，着重于发展的五个阶段和里程碑式的贡献，作为全书阅读的导引。本书的编写布局体现出以微观物质组成的实验研究为中心的特色，从无机物到有机物，从原子到原子核，从晶体结构到固体、半导体、超导体和凝聚态物理，一步步地推进，以及从纯基础科学到应用科学和与当代高技术发展的需要相衔接，勾画出现代物理学发展的总趋向。

第二、第三章比较系统地针对建室的方略和办室方针的演进，说明卡文迪什实验室和剑桥大学的决策者是怎样按时代发展的需要，与时俱进地及时调整和转变研究方向，从而归纳出该室选择研究方向的几条基本原则。根据所搜集到的材料和分析，笔者认为，该室取得成功的诸因素中最重要的是它在每个时期都高瞻远瞩地选择了正确的主研究方向，再由主研究方向选择室主任或系主任和展开课题的选择及其布局，把人才作为第二位的要素，再次为其他要素，并用案例予以具体说明，以便读者理解。在第三章中，详细阐述了研究主方向，是怎样转变和衔接的，尽量使读者明白内中的原因和领略其要义。

第四章是就该室的学科建设及其新陈代谢而写的。学科建设是一所大学和科研机构立身和发展的关键，把学科演变的做法和规律找出来是十分有益的，因为它们对于该室持续地保持世界一流科学机构的地位起了重要的作用。

第五、第六章着重分析了人才机制，因为卡文迪什实验室在现代科学史上以善于选择、培养和造就世界级一流科学人才而闻名于世，其做法和经验很有参考价值。第五章阐述了对室或系的负责人、各大组或团队的负责人和研究人员的选择标准和方法以及主导思想，并且就自由研究和自主选题与专家指导的关系作了力所能及的说明。第六章以《授人以渔》为题，介绍了那些培养人才的巨匠们，是怎样教人以独创能力而不是光靠传授和灌输知识与技术的，其诀窍是让年轻学者“靠自己的脚站起来”，学会在水中游泳，都很具特色和启发性，这对我国的教学和人才培养会有很大意义。

第七、第八、第九章把该室自制仪器设备、以科研带动教学、以实验为基础建立理论和概念，作为该室的办学特色予以介绍和说明。科学发现和技术发明都是原创性的，也就是只有世界第一，没有第二。对实验科学而言，能买得到的现成的仪器和设备，谁都可以去买，因此，你能用它们做出的成果别人很可能早就做出来了，所以要取得独创的和原创的成果，就应该自制专用仪器和设备做实验，这就要求研究人员要亲自构思，甚至动手制造和操作。卡文迪什实验室把自制仪器和设备并自己动手实验的做法，从一开始就定为原则和形成传统，称为“自己去做”的治学原则。这也是该室能取得那么多而重要的科学发现的秘诀之一。该室实行以科研带动教学，认为教学或传授只能培养通才，只有通过研究才能培养出优秀的高级人才。因此它十分注意将研究精神注入到教学过程之中，以科研带动教学，从而人才和成果双丰收。该室的历史经验也说明，凡是实行以科研带动教学时，它的事业就兴旺发达；凡是以教学为主来带动科研时，其成果就平平，这也是我国科研和教学应当分外注意的。以实验发现为本，再建立经验公式和新原理，以及从过去的实验结果形成新想法，再构思模型或物理图象，用实验去验证和修改，这个治学程式是成功的经验之谈，很有参考价值。

对于科学研究而言，研究者身外的客观环境可以分为物质的和非物质的，前者是硬环境，这里称环境；后者是软环境，这里称为文化氛围。第十章主要阐述卡文迪什实验室的地域、人才结构、设施和经费等方面的硬环境。卡文迪什实验室背靠剑桥大学这座历史悠久、理科为主、学科齐全的学府，自牛顿之后一直名列世界前茅，并且学院和学系建设成纵横交织的网络，这片沃土是良种得以产生和茁壮成长的重要条件。剑桥大学在近八百年的精选和培育下，形成高水平的各种专业和闻名于世的专家，而卡文迪什实验室以卡文迪什教授为核心，形成各层次科学人才配套的高水平物理人才结构，而且通过播良种和育苗的方法青出于蓝而胜于蓝。值得注意的是，随着研究

方向和课题的滚动和及时转变，自己动手构思和研制仪器与设备成为该室的优良传统，因而能用适用的仪器研究感兴趣的问题，从而作出大量原创型的发明和发现。经费紧缺是历来实验室主任都遇到的重要问题。该室的特点在于能多渠道地筹集经费并巧于使用，逐步改进和完善重大的科研和建设项目，从而基本保证了它的高效率运转。因此我们说，卡文迪什实验室的物质环境是它百多年来取得成功的客观条件。第十一章研讨非物质环境——科学文化和治学氛围对于该室取得成功的重大作用，这一点往往为一般学府所忽视。文中对科学文化的内容、含义和重要性作了说明。特别强调了科学精神和传统与学风，科学上没有禁区，只有在尊重传统和既有成就的基础上敢于破除迷信和偶像，才能敢于设想和尝试；只有把失败看成成功过程的一部分，才能勇于开拓新领域。把学问做到底，做深，做透，做准，才能立于不败之地。也就是说，优秀的治学环境和激奋的治学氛围是使年轻学者能在不长的时间内成长为优秀人才的最好条件。一个好的人才能起几年甚至一二十年的作用，而一个好的文化和传统能起到几十年甚至几百年的影响。卡文迪什实验室是极其重视传统和科学文化的，它还适时地对其改进和充实，这是它取得百多年成功的重要保证。

第十二章从剑桥物理学派的形成和诺贝尔科学奖的获得着眼，这是因为卡文迪什实验室扎根于牛顿之后的剑桥的优秀物理传统，并是迄今获得诺贝尔科学奖最多的科学机构，其经验对于我国各学府是尤应注意学习的。在目前条件下，诺贝尔科学奖成为一个科学机构是否办得优秀的不可否认的衡量尺度之一，没有诺贝尔科学奖等国际大奖获得者的科研机构要称为世界一流是很难取得世界公认的。本书不准备罗列各位诺贝尔奖获得者的经历和取得该奖的详细情况，对此笔者在有关卡文迪什实验室的书和文章中已经介绍过，这样的书即使在我国也不少了，这里只是就该室获此奖的情况作一些定量的分析，列出了一些变化曲线和获奖者的特点，如两对父子、研究生以及年过花甲的科学家获得诺贝尔科学奖的介绍，也许对于我国的教

育体制和教育年限的制定与改进有所启示。

第十三章是关于卡文迪什实验室成功经验的综合分析和评述，以使读者对它为什么能取得这样重大的成功有一个系统的了解。这是笔者研究这个实验室近三十年的心得和体会，也许只有到了有系统的认识时才会使自己和读者感到充实和心安。其中包括了研究方向、方针的与时俱进和选择得当，包括了各类人才的选择和培养，包括了“自己去做”的实验精神和原则，特别是说明了科学文化和治学环境的特殊重要性。此外对科研管理和科研规模的发展阶段也有所阐述。最后以 N.F. 莫特的“播种的质量”和 A.B. 派帕德的“以成功播种成功”的精辟见解，作为该室成功的经验总结，并予以阐述。

第十四章是笔者对卡文迪什实验室和贝尔实验室等许多科学机构取得成功的理论分析，并以“象牙塔模型”的形式表述。这是 2002 年上半年应中国科学院举办“世界高水平科研机构研讨会”的邀请而构思出来的，是把在研讨会上的讲演进一步提炼出来的，对于想更深入了解卡文迪什实验室能办成世界一流甚至多年达到世界顶尖的科研机构的情况和原因的人们，也许会有更大的帮助。这个模型呈八角形、五层的锥塔样式，八条边代表 8 个要素，五层代表一个科学机构攀升到世界顶尖水平的 5 个层次，其中第四层为世界一流层。这些总结也许对于目前我国各大学和科研机构力争达到世界一流水平会有所帮助。这一章还就我国科技和教育的优势和差距作了初步分析，提出了一些看法和想法，只希望能借助卡文迪什实验室和贝尔实验室的成功经验，结合我国当前的实际情况，能够不断改进，使我国的科学、技术和教育事业上得更快、更好，能早日立足于世界强国之林。其中在找差距中笔者谈了目前我国存在的一些不足，甚至弊端，如果能切中要害并有利于推动改革就更好，如果有不当或不妥之处，请读者们体谅笔者为把我国的科学、技术和教育尽快搞上去的一片苦心，给予指正或探讨。

对于近代后期和现代的科学发展的成功经验和规律，人们往往就事论事，一般着重于普遍性的观察，而能够抓住几个成

功的案例或典型的科学机构进行系统分析的，确实不多。为了加深这样的认识，抓住典型事例进行全面而有系统的发掘和分析，这是求得真知的方法。在众多的现代科学机构中，笔者选择了在基础科学研究上成就最卓越的卡文迪什实验室和在科技应用上成就最辉煌的贝尔实验室，从它们的原材料的系统搜集着手，先做原始资料的整理，写出归纳性的文章和书籍，然后分门别类地探索其发展的规律和成功的经验（包括部分教训），最后在自己年近花甲仍感尚有余力之时，对这两个实验室的成功进行深入的研究，趁有生之年写出这两本“成功之道”来。用每本约20多万字的不算大的篇幅将它们写出来，这是从表及里、由浅入深和把书越写越薄的过程。在这里笔者应感谢广东教育出版社，感谢该社的谢仪方和梁耀凤两位女士，是她们在偶然看到“贝尔实验室成功之路”的选题时，慧眼识珍珠，两次从广州赶到北京特地来约稿，为此她们几次登门，其盛情溢于言表，打动了笔者。由于两书的内容的分量很重，又诸事缠身，断续地花了4年的时间终算完稿，使笔者多年的心愿得到实现。

笔者所写的《卡文迪什实验室——现代科学革命的圣地》一书的精装本于2000年底转交到卡文迪什教授A.B. 派帕德和S. 爱德华兹^①手中，当时，派帕德教授只能通过附寄的英文目录和留学生了解其大致内容，但第二天他就写信给笔者表示谢意和鼓励，并说“……你已遍及整个的历史。我对它在中国已被这样好地接受感到很高兴，并且我希望它将被广泛阅读和得到高度的评价”。S. 爱德华兹教授也来信表示谢意，并将该书交给卡文迪什实验室档案室保存，剑桥大学图书馆和李约瑟研究所也都把该书作了收藏。台湾高雄的刘春源先生买到该书和《贝尔实验室——现代高科技的摇篮》一书后，特意来信说：“这类

① A.B. 派帕德和S. 爱德华兹在1971年至1995年间先后担任卡文迪什教授和卡文迪什实验室主任，后者在1989~1995年还担任了剑桥大学常务副校长，他们均为爵士。

著作在中文出版物里是绝少绝少的。我很高兴有幸拜读这两本书，这两个实验室都是科研界里很好的范例，何时中国也有此类的实验室呢？我个人的确衷心期盼！我也希望阁下能继续写出更多此类作品。”他从介绍中得知笔者发表过《热力学史》一书，认为“热力学在自然科学及工程上影响深远，光听书的名称就很吸引人”，他到处写信求买未能如愿。台北的林文鼎先生来京意外买到上述两本书，特地找到笔者表示谢意，并提出希望买到《热力学史》，最后他将作者仅保存的一本与《卢瑟福与现代科学发展》和《牛顿——科学发现与科学思想》一并带回台湾，在几天假期内请公司复印和装订成书，并为刘春源先生寄去《热力学史》复印本，实现了两位先生的心愿。这两件事使笔者深感以文会友和高山流水得知音的重要，尽管笔者所知和所做之事只是点滴，水平有限，不足之处甚多，但是只要以不怕坐冷板凳的精神持之以恒，专心扎实治学，适应时代之需要做力所能及的事情，是可以为人类知识的宝库和国家的振兴尽微薄之力的。这里也向刘春源、林文鼎和国内外通过媒体、信件和谈话表示盛情厚意的很多女士们和先生们，致以衷心的感谢。

作 者

2004年4月23日

目录

第一章 光辉的历程	3
一、近现代英国物理交替需要的产物	5
二、历次主发展方向及其负责人	7
三、主要成果及其完成者综述	19
第二章 建室方略	25
一、建室宗旨及其重要意义	26
二、性质和任务	27
三、办室方针是怎样提出的?	32
四、办室方针的演进	35
第三章 主研究方向的选择和转变	43
一、选择研究方向的重要意义	45
二、选择研究方向的基本原则	49
三、主研究方向转变的案例分析	54
第四章 学科建设与规模	59
一、学科的演变	60
二、学科演变的规律	67
三、发展规模	70
四、核心学科与一流科学机构	76



第五章 怎样发现、选择和培养人才	81
一、什么样的人才是真正需要的优秀之才	82
二、怎样造就杰出的原创型人才	88
三、最大的乐趣在于发现和支持新的想法和人才	95
四、自由研究与专家指导	98
五、自主选题与导师辅导	101
第六章 授人以渔	105
一、奠基者的看法与忠告	106
二、卢瑟福怎样授人以渔	108
三、因材施教和培植幼苗	115
四、走出去靠自己的脚站起来	118
第七章 自己动手制作仪器和做实验	123
一、建室者们的心声	124
二、自己动手实验成为传统	126
三、作为一个方法论的原则——“自己去做”	131
第八章 教研结合，以科研带教学	139
一、教学与科研并重	141
二、将研究精神注入教学	142
三、科研带教学的成功经验	144
四、教学带科研问题的探讨	152
五、专业课由有研究的人分头承担	156
六、关于面对专门研究机构的竞争	159
第九章 理论与实验互动	163
一、现代科学革命两大标志的出现	165
二、以实验为基础建立科学理论	167

三、“实验—模型—经验”公式的研究模式及其 发展	172
第十章 良好的治学环境	183
一、剑桥这片沃土	183
二、青出于蓝的人才苗圃	192
三、自己动手，创设与时俱进的原创性设施	200
四、巧用相对紧缺的经费	203
第十一章 深厚的科学文化底蕴	207
一、科学文化的含义和重要性	207
二、科学精神	209
三、优良传统与学风的形成	225
第十二章 剑桥物理学派与诺贝尔科学奖	239
一、牛顿学派和剑桥物理学派的特点	240
二、25个诺贝尔科学奖是怎样获得的？	250
三、诺贝尔科学奖获得者的年龄分布	261
四、两对同获诺贝尔科学奖的父子	267
五、获得诺贝尔科学奖的研究生	270
第十三章 成功基本经验综述	275
一、按照世界物理发展动向选准立足点	276
二、以微观物质组成的研究路线为中心	278
三、与时俱进地改变主研究方向	280
四、善于选择和培养杰出人才	285
五、坚持“自己去做”的原则	291
六、科学文化和环境建设	292
七、审时度势地展开管理创新	297
八、播良种，以成功培育成功	301