

原始创新策源地及打造策略

2022 年 11 月 30 日,OpenAI 公司发布的 ChatGPT(Chat Generative Pre-trained Transformer)惊艳世界,这无疑是人工智能领域的革命性创新成果,也是多项重大原始创新驱动或支撑的系统性成果。在此之前,恐怕这个世界上没有几个人意识到,人工智能会以这样一种形式开启新一轮革命浪潮。同样令世界吃惊的是,ChatGPT 发布以后,在全世界涌现出一股自然语言大模型开发及应用浪潮。很快,谷歌公司推出与 ChatGPT 正面竞争的对话式程序 Bard,美国涌现出参数超 10 亿的大模型 100 多个,中国也随即开启了百模(100 个大模型)大战。2023 年 2 月,微软公司推出由 ChatGPT 支持的 Bing 搜索引擎,率先开拓了自然语言模型的应用场景,国内华为公司、腾讯公司等也快速开启大模型产业化应用的探索。斯坦福大学在其发布的《2024 年人工智能(AI)指数报告》中指出,截至 2024 年 3 月,中国 10 亿参数规模以上的大模型数量已超 100 个,行业大模型开始深度赋能电子信息、医疗、交通等领域。显然,具有原创特征的 ChatGPT,形成了强烈的策动和激发效应。就像长江源头一样,其不仅孕育了长江,还自西向东横贯中国中部,供养数百条支流,浇灌了中国青藏高原、横断山区、云贵高原、四川盆地、长江中下游平原等广饶大地;其次,长江干流通航里程达 2800 多千米,是珍贵的“黄金水道”;再次,长江也是中国水能最富集的河流,已投产水轮发电机组总装机容量超 7000 万千瓦。因而,长江被誉为中华民族的母亲河、中华民族的重要发祥地。长江源头无愧于长江流域乃至中华民族“策源地”称号,而 OpenAI 公司开发出具有强烈示范和带动效应的 ChatGPT,无疑也具有策源地特征。

5.1 原始创新策源地

最近几年,中国科技及产业界有一个关注度颇高的热词——原创技术策源地。第4章中已经分析,原始创新与原创技术既有联系,又有区别。一方面,原创技术属于原始创新成果,是原始创新成果的一种形态;另一方面,当今时代的原创技术一定基于科学原理的突破,而科学原理的突破无疑是经典的原始创新。因而,原创技术策源地必须建立在原始创新策源地基础之上。纵观历次科技革命,都会引致科技创新范式的革命性变革。而所谓科技创新范式的变革,是由少数科学家率先做出现有通行或主流范式之外的探索,进而以原创性科学原理和技术,开创一个新的发展时代。科学技术具有集聚、突变特征,即科学技术知识要经历一个长周期(50年左右)的集聚和积累,使之逐步达到新知识、新技术突变爆发的临界点,进而产生科学技术革命。实际上,每一个长周期孕育的科学技术革命,并非均匀、偶然地发生在世界各地,而只发生在少数核心城市。这种现象折射的是科学技术知识在空间上的聚集,即科学技术知识通过在特定空间的高密度聚集,进而率先引爆科学技术革命,也把握住了科学技术革命的历史性机遇。纵观第二次世界大战以后,特别是进入21世纪以来,世界各大科技强国的中心城市都各尽所能,力图摘取全球科技创新“策源地”的桂冠。《上海市国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》中明确提出,要“强化科技创新策源功能”,坚持创新在发展全局中的核心地位,把科技自立自强作为战略支撑,面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康,深入实施创新驱动发展战略,勇做科技创新的开路先锋,敢创世界和未来之新,成为凝聚新思想、孕育科学新发现、催生技术新发明、引领产业新方向、塑造商业新模式(形态)的重要策源地。

5.1.1 策源地概念解析

原始创新、原创技术的概念及类型等已经在第4章中详细阐述,本节重点剖析原始创新的策源地。策源地是一个并非形成广泛共性认知的词汇,故先对其进行释义,

然后再探讨科技策源及科技创新策源地。

1. 策源地含义

《现代汉语词典》中关于“策源地”的定义是策动、起源的地方。从实际应用角度考察，“策源地”更多是指某些重大社会事件(如运动、战争等)策动、起源的地方,如我们称武昌是“辛亥革命的策源地”,上海是“中国工人运动的策源地”,英国是世界“科技及产业革命的策源地”,等等。

1) 策源

策,原指竹子制作的马鞭,有驱赶、策动的含义,后被引申为计谋和方法等。源,是指水流开始的地方,有源泉、源头的含义,后被引申为事物的缘由、来源。“策源”一词在《现代汉语词典》中并没有专门的释义,甚至可以认为其并非一个常用、独立的“词汇”,而通常与“地”“中心”等联系在一起使用,即策源地、策源中心等。如果说“源”本身单独使用,更多强调自然事物的存在或“起源”;“策源”则具有更为明显的主观策划、策动含义。或者说,单纯的“源”主要指自然界或物质的来源或起点,“策源”则更多是指社会活动、主观事件的发源或起点。与之类似,“策源地”与“发源地”或“发祥地”比较,前者具有更为明显的“策划”行为并产生显著的“策动”或“扩散”效应。

因而,这里的“策”可以理解为积极主动地筹划、规划、策动。也可以说,策源地主要是指人为主观构建的“场所”或“空间”。当我们称某一个地方为“×××事件”的策源地时,可以理解其包含三层意思:一是这个事件是在这个地方筹划、发起、策动,这个地方是这个事件的起源或诞生地;二是这个地方成为这个事件持续的“核心”,延续产生支撑这个事件发展和进化的物质和精神动力;三是由此地产生的这个事件并不孤立存在,其将扩散或延展到很多其他地方,并产生广泛的带动或“连锁”传递效应。

2) 科技策源

科技策源或科技创新策源就是以科技(科学技术研发活动、科学技术知识及成果等)为筹划及策动对象,通过构建科技要素高度密集的基地或中心,形成科技活动持续开展、科学知识交融汇聚、科技成果竞相涌现、科技人才茁壮成长的生态环境,进而催生丰富且多元的原创性或颠覆性科技成果,并由此对其他区域形成广泛带动或扩散效应。简单地说,科技策源就是通过构建科技创新中心或策源地,使之持续产生丰富的科技创新成果,进而实现以创新驱动经济社会健康发展,并对其他区域形成广泛的带动或扩散效应。

为什么科技创新需要策源,而不是像“自然之雨”一样,任其自由飘洒呢?首先,科学技术是人类创造的成果,其本身并不遵循自然的法则。其次,科学技术的衍生具有明显的周期性。科学技术不是像“河中之水”那样平静流淌,而是以50年左右的时间为周期,以革命的方式降临在世界。也就是说,科学技术需要长期的孕育和积累,而当其达到临界值时则喷薄而出,犹如天女散花般地洒向世界。再次,科学技术革命发生之时,其成果并非被世界上所有国家、所有主体平均分享,原创性科技创新成果只发生在少数地方,只掌握在少数先行主体手中。同时,因知识产权保护制度等,使掌握原创性科学技术成果的少数主体能够形成垄断地位,并通过技术垄断走向市场垄断,进而获得超额垄断利润。不掌握原创性科技成果的主体,只能被动地接受技术知识转移或扩散,被动地接受原创性科技成果掌控者对科学技术成果创造价值的分配。因而,立志于在全球科技竞争中占得先机,以原创性技术获取高额经济价值的主体,包括谋求科技自立、产业自强的主体,都应该筹划科技创新策源地。

当然,科技策源是一个复杂的系统工程。首先,科技策源并非依赖单纯的个体创新,也不是凭借偶然创新。众所周知,尽管科技创新的最初形态往往来自于科学家、工程师个人的创意或构想,但当今时代复杂科技创新的实现,往往依赖系统化的组织行为。其次,即使学术思想提出者、新兴技术发明者和商业构想提出者的个体创新,也不是在其灵光一闪基础上的线性发展,而是要经历多个轮次的循环反复,要经历不断修正的漫长迭代过程。再次,在这个过程之中,需要多元主体的相互切磋,需要多个机构和人物之间的相互合作,有大量的科学观点、产品形式被否定,存在许多过渡性技术和标准,最终形成的产品和观念可能往往是一个大杂烩,与提出者本人最初的想法可能已经千差万别。再次,就科技创新而言,在其发展演化过程中存在着高度的不确定性和探索性,针对特定科技创新的策源难以在事前完成,而只能在事后总结。因而,所谓科技策源是一个社会工程,而不是具体实践。或者说,科技策源需要系统的社会机制。

2. 科技创新策源地

顾名思义,科技创新策源地就是被人们选定的科技策源的场所或空间,也就是人们选来使科技创新要素高度聚集的基地或中心。其实,关于科技创新策源地的概念界定,学术界并未形成普遍共识。下面首先对相关文献研究进行简单归纳,进而提出自己的认识。

1) 科技创新策源地的相关研究

有学者认为,“科创策源地”是一个历史地理意义上的概念,需要对地理空间的粒

度有所界定。回顾历史可以发现,对于特定科技创新成果而言,在国家层面,其策源地争议相对较少。但下沉到地区和城市层面,问题往往变得更加复杂。法国学者保尔·芒图所著的《18世纪产业革命》是论述人类第一次工业革命的经典著作。作者在书中揭示了此次产业变革的前因后果,着重介绍了4项关键科技创新成果(技术发明)及衍生的支柱产业:纺织、工厂、铁和煤及蒸汽机。在上述4个产业中,纺织业以兰开夏为中心,钢铁产业源于欧洲大陆,蒸汽机以伯明翰为中心。从城市层面看,真正可以称得上“策源地”的,可能只有伯明翰。但如果回顾瓦特的人生轨迹,对其所发明的蒸汽机技术进行溯源可以发现,在接受博尔顿的资助来到英格兰的伯明翰之前,瓦特已经在他第一个资助人罗巴克在爱丁堡的工厂进行了大量的试验。只是由于罗巴克的破产,才让瓦特不得不南迁。由此可知,伯明翰是否可作为蒸汽机的策源地,答案也并不是那么确定。随着现代科学技术日趋复杂,科技知识普及程度的日益提高及科技人才的全球化流动,某一项改变世界的科学新发现、技术新发明,由某个天才科学家、发明家个人在一个机构内完成的概率越来越低。以著名的香农原理为例,其于1948年由香农在贝尔实验室工作期间完成,但其同时在麻省理工学院指导研究生。香农原理作为一个科学原理,使其得以实现的技术构想由后来的多个科学家提出。如华为公司主导开发的极化码技术由土耳其毕尔肯大学的埃尔达尔·阿里坎(Erdal Arıkan)教授提出。对极化码技术溯源,当然其根源在于香农原理;而基于地理空间溯源,其策源地应该是毕尔肯大学。因而,科技创新策源地是一个复杂概念。而当今世界,类似于互联网、人工智能等这样的复杂技术,往往分布在多个国家、多个城市,或者说,由全球大量科学家和工程师密切合作而完成,基于微观层面的策源地识别越来越难。

以互联网技术为例,其策源地无疑是在美国,但是很难明确到具体的城市。在其产生过程中,有多个地区或城市的科学家深度参与其中。例如,弗吉尼亚州阿灵顿是美国国防部高级研究计划署(ARPA)所在地,而ARPA恰是互联网技术发明的推动者和资助者;再如,加州斯坦福大学、加州大学洛杉矶分校和圣巴巴拉分校、位于盐湖城的犹他大学等,则是互联网技术落地时最初的4个重要节点。欧洲核子研究组织(CERN)总部日内瓦,则是互联网得以推广的关键技术万维网的发明地。这几个城市对互联网的形成起着举足轻重的作用,缺一不可。总而言之,对科技创新策源地的界定可以有狭义和广义之分。狭义地理解,“科技创新策源”仅指科技创新的源头和原创,类似于科学新发现、技术新发明。从时间和空间两个维度看,某项技术或产业的策源地只能有一地,正如一个人的出生地只能是在一个地方。而广义地理解,“科技创新

策源”是一个社会系统工程,是一个社会机制。正如前文已经指出的,一项科技创新成果往往是诸多科学家和发明家在不同地区合作完成的。任何一项重大科学发现或技术发明,其“策源地”越来越难以为一个城市所独享。

再以人工智能为例。1956年,美国达特茅斯会议首次提出这一概念,但是否可以认为达特茅斯就是策源地?似乎并不能。因为在1950年,英国科学家图灵就已对人工智能进行了相关研究(当时在曼彻斯特大学),并提出了著名的“图灵测试”。贝尔实验室的香农教授于1950年也发表了计算机下象棋的研究论文,可算是人工智能更早的版本。这次人工智能会议在达特茅斯而不是波士顿或其他城市召开,本身具有一定的偶然性。同时,人工智能被认为是由机器学习、神经网络、深度学习、社交机器人等多项技术共同组成,在数据、算法和算力研究方面,不同地方的科研机构各有所长。退一步说,即便认定达特茅斯为策源地,随着人工智能发展的多次起伏,达特茅斯后来并没有成为人工智能发展最重要的科研或产业发展城市,当初会议发起人仍然在各自的大学里从事研究,并没有聚集到此地。而今天,世人所公认的世界人工智能中心主要是美国硅谷。显然,基于实践可行性视角,实践主要城市或地区想要追求的是相对宽泛的“科创策源地”概念或目标。

在科技创新策源中,如果将科技产出或成果主要限定为原创技术,则科技创新策源地便成为原创技术策源地。余江等认为,原创技术策源地就是原创技术策划与发源的地方,可以分为国家或地域层面的原创技术策源地与企业层面的原创技术策源地两类。而企业层面的原创技术策源地是指关键企业或组织牵引形成的有助于原创技术供给、转化、规模化应用的地方。申海燕认为,原创技术策源地是指一个国家或地区等各类创新主体,通过策划、组织或实施将科学原理、科学发现转化为新的技术原理,并制作出样机、模型或提出原创性的发明方案,最后转化为市场所需的新产品、新工艺等的场域。原创技术策源地系统性地形成科学新发现、技术新发明、产业新方向。阳镇认为,技术策源地是指面向技术开发的关键主体、平台等集聚的场域,这一场域是某一类技术的知识创造、研发设计、生产制造的来源地。

2) 科技创新策源地的概念

本书作者认为,科技创新策源地不是指某一项具体科学发现和技术发明的策划地或诞生地,而是指一种立足于让更多科技创新产生的社会机制。基于科技创新活动的复杂性、周期性、系统性等特征,对科技创新策源地的理解或界定,需要把握以下三个要点。

第一,科技创新策源地可以有不同类型。科技创新活动有多种类型,至少可以分为以下几个类型。其一,以探求未知为主要目的的纯科学或基础科学研究,主要研究成果是提出新科学原理、发现未知的科学知识。这种研究属于原创性研究,其研究成果具有原始创新性质。如果以纯科学或基础科学研究为主要创新活动,以获取原始创新性质的学术新思想、科学新原理、未知新知识为主要成果形式,则这种科技创新策源地可以成为经典原始创新策源地,一般对应著名的世界科学中心。其二,以形成新学术思想、新科学知识实践应用的技术知识或技术原理为主要目的的应用基础研究或工程科学研究,主要研究成果是形成新科学知识应用的技术构想或技术方案。这种研究也属于原创性研究,其研究成果也为原始创新成果。如果以形成新的技术知识或技术原理为主要创新活动,这种科技创新策源地同样属于原始创新策源地。一方面,形成新的技术知识或技术原理本身的确属于原创性研究;另一方面,这种研究活动建立在基础科学研究获得的新知识、新原理基础之上。或者说,没有基础科学研究,这种研究便是无本之木。因而,这种研究是具有原创性属性的基础科学研究的延续和拓展。其三,以获得新技术或新产品为主要目的的技术开发活动,主要成果为基于实验室环境的技术原型或基于实际应用环境的技术产品。这种研究仍然属于原创性研究,其研究成果也为原始创新成果,只是其成果形态不再为知识,而是具有实际应用价值的技术。如果以形成新的技术原型或技术产品为主要创新活动,这种科技创新策源地则可以称为原始技术策源地。同样道理,原创技术策源地难以孤立存在,必须建立在前两种原始创新策源地基础之上。因而,上述三种策源地,都可以归属为原始创新策源地。

第二,科技创新策源地重在形成创新生态。科技创新策源地建设以创新要素聚集为主要形式,以产生重大科技创新成果为基本目标。首先,创新要素的性质并不一样,有些创新要素具有较高的能动性、流动性和较强的稀缺性,因而具有更重要的作用,甚至具有决定性作用,如高级创新型人才。有些创新要素具备依附性、被动性,需要依托其他要素才能发挥作用,如创造投入、创新装备等,这些创新要素一般处于辅助地位。其中,高级创新人才的成长和发挥作用,都对创新生态具有较强的依赖性 or 根植性。也就是说,高级创新型人才只有在特定创新生态下才能顺利成长,更需要在特定的创新生态中发挥作用。所以,要想吸引高级创新型人才,必须构筑良好的创新生态。其次,任何一种创新要素都不是孤立发挥作用,都需要通过一定的机制与其他创新要素融合,进而产生协同效应发挥作用。实际上,创新要素融合或协同的机制就是创新生态系统。所有的创新要素,都需要融入特定的创新生态系统中,才能产生协同效应并

发挥作用。因而,科技创新策源地建设,应该将重点放在创新生态系统建设上。有了创新生态系统的“梧桐树”,便会招来各种各样的“金凤凰”。

第三,科技创新策源地建设需要久久为功。科技创新策源不仅要产生高水平科技创新成果,这些创新成果还要产生广泛的外溢和扩散效应,进而带动相关主体或领域产生持续不断的科技创新成果。形成这样的科技创新策源地并非易事。首先,在科技创新日益复杂、融合、系统的背景下,“源头”创新无疑更为重要,但也变得更为困难。其一,“源头”创新建立在多元知识融合的基础之上,要求创新主体具有综合学科体系,并具有强大的组织协同能力。其二,数字化背景下的“源头”创新更多体现为多领域共享的“底座技术”或底层原理,这种“底座技术”或底层原理具有先发优势,各种创新主体对这种创新的争夺日益激烈。其三,学术新思想、科学新发现、技术新发明,既来自于科学家的伟大想象和创造力,也来自于现有科学技术知识空间内存量知识的相互交融和碰撞。也就是说,科学技术知识空间内存量知识越多,衍生出新的创新成果的可能性越大;同时,新知识与现有知识组合出新科技创新成果的概率也越高。这种现象将使得后发国家或主体构建科技创新策源地必然处于“难度自增”状态,面临的挑战越来越高。再次,科技创新本身是一个系统工程,科技创新要素的融合及相互作用机制需要在实践中不断探索和完善。因而,科技创新策源地建设不能急于求成,要坚持长期主义,将坚持“锲而不舍、久久为功”。

5.1.2 原始创新策源地案例研究

迄今为止的科技创新历史上,涌现出了不同类型成功的原始创新策源地。如被誉为改变了人类命运的著名工业研究室——贝尔实验室,再如曾经被全世界众多城市学习和模仿的硅谷。这些成功案例蕴含的经验,对今天打造原始创新策源地仍然具有重要启示和借鉴意义。

1. 贝尔实验室——20世纪人类最伟大原始创新策源地

1876年,发明了电话的亚历山大·格拉汉姆·贝尔(Alexander Graham Bell)呈交专利申请并获得批准。第二年,具有商业头脑的贝尔创办了以自己名字命名的公司,即贝尔公司。1895年,贝尔公司将其正在开发的美国长途业务项目分割,建立了一家独立的公司,称为美国电话电报公司,即大名鼎鼎的AT&T(American Telephone & Telegraph)。很快,AT&T公司的规模和实力就超过了母公司——贝尔公司。1899

年,AT&T整合了美国贝尔的业务和资产,成为贝尔系统(Bell System)的母公司。又过了26年,1925年1月1日,当时AT&T总裁华特·基佛德(Walter Gifford)收购了西方电子公司的研究部门,成立了一个叫作“贝尔电话实验室公司”的独立实体(AT&T和西方电子各拥有该公司50%的股权)。再后来,这个公司改名为贝尔实验室。因此,贝尔实验室由AT&T和西方电子公司联合创立。

1) 贝尔实验室取得的伟大成就

在建立之初,贝尔实验室就扎根基础,致力于数学、物理学、材料科学、计算机编程、电信技术等多方面的研究。也就是说,除了电信技术研发外,贝尔实验室重点在于基础理论研究。而正是由于奠定了坚实的基础科学研究,开启了贝尔实验室的辉煌时代。1927年,贝尔实验室的克林顿·戴维森和莱斯特·格莫尔通过将缓慢移动的电子射向镍晶体标靶,验证了电子的波动性。这项实验为所有物质和能量都同时具有波和粒子特性这一假设提供了强有力的证据。10年之后,戴维森又凭借在电子干扰研究方面取得的成就获得诺贝尔奖。

1933年,贝尔实验室的卡尔·央斯基通过研究长途通信中的静电噪声,发现银河中心在持续发射无线电波。通过此研究,创立了射电天文学。约翰·巴丁、威廉·肖克利、华特·布拉顿三人合作发明晶体管,并于1956年获诺贝尔物理学奖。其中,威廉·肖克利后来在硅谷创建了以研发半导体为使命的肖克利实验室,从这个实验室出走的便是著名的“叛逆八人帮”。“叛逆八人帮”在仙童摄影器材公司老板的“天使投资”支持下,创办了著名的“仙童半导体公司”,推动了半导体技术的产业化进程,改变了世界的半导体产业历史。

1948年,克劳德·香农发表论文《通信的数学原理》,奠定了现代通信理论的基础。他的成果是部分基于奈奎斯特和哈特利先前在贝尔实验室的成果。克劳德·香农从1941年到1972年间,在贝尔实验室工作了31年。1954年,贝尔实验室制作出第一个有实际应用价值的太阳能电池。1962年,世界上第一颗通信卫星Telstar1发射成功且首次跨大西洋电视实播,而这些均出自贝尔实验室。1964年,阿诺·彭齐亚斯和罗伯特·威尔逊发现宇宙微波背景辐射,并因此获得1978年诺贝尔物理学奖。1969年,贝尔实验室的丹尼斯·利奇和肯·汤普生成功研发UNIX系统和C语言;20世纪80年代,C语言又由比加尼·斯楚士舒普发展为C++语言。1969年,贝尔实验室的乔治·埃尔伍德·史密斯和威拉德·博伊尔共同发明电荷耦合器件(即是CCD),其为现在扫描仪、相机、扫描仪必备的感光组件,两人因此获得2009年诺贝尔物理学奖。几年后,

手机通信系统基础理论也在贝尔实验室里诞生。

在这个实验室,走出过 15 位诺贝尔奖科学家,16 位学者先后获得美国最高科学、技术奖——美国国家科学奖章和美国国家技术奖章,这些奖项均由总统亲自颁奖;4 位科学家获得图灵奖(被誉为计算机界的诺贝尔奖);还有更多科学家拿了其他国家的高等奖章,贝尔实验室本身也成为史上第一个机构获奖者(美国国家技术奖)。贝尔实验室诞生了 3 万 multiple 专利,发明了晶体管、激光器、太阳能电池、发光二极管、数字交换机、通信卫星、电子数字计算机、C 语言、UNIX 操作系统等众多耳熟能详的重大科技成果。总而言之,那个时代的贝尔实验室,代表了全球科技的最前沿,是先进技术和创新思维的源泉。

2) 贝尔实验室创造辉煌的主要原因

为什么贝尔实验室会创造如此辉煌的原创新性成就?经费充足当然是前提条件,但有钱的机构可能不只贝尔实验室。可以把其成功的原因归结为以下几方面。

第一,充足的经费。对于一个研发机构来说,经费的确是一个很重要的因素。在贝尔实验室成立之初,其母公司 AT&T 占据美国电话领域 90% 的市场份额,给实验室的第一笔科研经费就达到 1200 万美元,这在当时简直就是天文数字。早期的贝尔实验室,就购置了很多非常贵重的科研设备。

第二,宽松的环境。在垄断经营带来的雄厚财力支持下,贝尔实验室营造了非常宽松舒适的环境。对于研究人员来说,最大的乐趣莫过于按照自己的兴趣和专长来选择研究课题,并能够得到自由交流和探讨。而这些,在贝尔实验室都能得到最充分地满足。同时,贝尔实验室提供容忍失败、鼓励尝试的创新文化,这也成为贝尔实验室创新能力的根本保证。毫不夸张地说,贝尔实验室提供的宽松自由环境,就是科学家追逐梦想的天堂。

第三,自主的管理。在贝尔实验室,科学家没有关键绩效指标(KPI),没有业绩考核,没有进度检查,没有任务汇报,没有各种束缚和监视。这些科学家完全凭借对科学的热爱、对原创性探索的乐趣,以及对贝尔实验室的情感承诺而工作。

第四,专业的领导。贝尔实验室的每一层“领导”都是这个领域被认可的技术权威。科学家群体的上下级关系,是非常平等的同事关系;领导的工作主要是协调,上级也不会随意干预下级的研究项目,每个研究人员都是独立的个体,不依附于某些领导。贝尔实验室的历届总裁都有博士学位,有几任总裁获得过诺贝尔物理学奖,在产业界、学术界都有很高的声望,同时,也都有良好的道德情操。