

文章编号:1003 - 2053(2003)01 - 0025 - 05

美国工业实验室的研究传统及其变迁

赵乐静,郭贵春

(山西大学科技哲学研究中心,山西太原 030006)

摘要:作为美国 R&D 重要组成部分的工业实验室,其研究传统正发生着意义深远的改变。面对全球范围内日趋激烈的市场竞争,置身科技日新月异的当今世界,美国工业实验室逐渐摆脱了 V. 布什所倡导的 R&D 线性模式,开始重新认识科学与技术、研究与发展、长期与短线等问题,并因此从较为重视基础研究转向全面理解发现、发明与创新的关系,以期寻求更为有效的生存发展之道。

关键词:工业实验室;工业研究;研究传统;研究与发展

中图分类号: N09

文献标识码: A

近代科学技术的职业化、体制化,相当程度上起因于科技对经济发展影响力的不断增加。作为现代科研体制重要组成部分的工业实验室,正是此三者有机结合的生动体现。围绕对科学与技术、研究与发展、长期与短线等问题认识的变化,工业实验室百年来的研究传统也经历着相应的演进。

1 美国工业实验室的研究传统

在现代工业社会中,德国是最先在企业里系统地利用受过高级训练的科学家和博士学位获得者的国家。19 世纪 60 年代,德国染料制造商采取了一个“决定性的步骤”^[1],即:建立他们自己公司的实验室,在实验室中雇佣完全是学术性质的科学家进行独立的研究工作,以便发现新的产品和流程。工业科学因之成为所有以科学为基础的工业部门的主要工具。德国的 BAYER、HOECHST、BASF 等化工、制药公司,率先开展了现代意义的工业研究。如拜耳公司 1880 年雇佣的化学家为 8 人;1885 年为 29 人;1888 年形成了以卡尔·杜思堡(C. Duisberg, 1861 - 1935)为核心的研究小组,该公司 1891 年投资 150 万马克创办现代化的工业实验室,且“它比(当时)世界上任何一所大学实验室更先进。”^[2]

直至 19 世纪的最后 25 年,美国工业界除了偶然求助于科学家之外,大多数工业资本家还只满足

于为一些分散的、无组织的研究者提供某种“马后炮式”的支持。20 世纪初,美国工业实验室开始迅速崛起。意识到工业研究重要性的美国工业企业先后大规模组建自己的研究部门,并雇佣大学科学家。事实上,首先进行这种尝试的企业大都本身就是从实验室中生长出来的企业。如美国最早的工业实验室——通用电气实验室,便是从爱迪生的“发明工厂”转变而来的。1895 年,通用电气雇用了数学家斯泰因梅茨(C. Steinmetz, 1865 - 1923),并因此在研究与专利方面大获成功。在通用电气的领导人认识到电气工业的兴起正是源于法拉第、亨利·麦克斯韦等科学家的基础研究、科学发现之后,1900 年 11 月在伊利河畔斯泰因梅茨住所后院的车库里,创立了通用电气自己的中心实验室,这也是美国第一个现代意义上的工业实验室,当时被称为“神奇之屋”(House of Magic)^[3]。1902 年, L·里斯成立了东方实验室,后来归入杜邦公司。1913 年, K·密斯创建了柯达公司的大型工业实验室。1917 年,威斯汀豪斯电气公司建成独立从事研究的实验室。堪称世界工业研究组织典范的贝尔实验室,始于 1904 年美国电话电报公司(AT&T)的研究组织,并在 1925 年由 AT&T 与西方电气公司各出资 1900 万美元,购买重组为贝尔实验室。正如著名经济学家弗里曼(C. Freeman)指出的那样,19 世纪末期研究与发展的制度化乃是公司竞争和改变技术方式中最主要的变

收稿日期:2002 - 12 - 10;修回日期:2003 - 01 - 17

作者简介:赵乐静(1962—),男,山西阳曲人,博士生,副教授,研究方向为科技哲学、科学社会学。

郭贵春(1952—),男,山西沁县人,教授、博士生导师,研究方向为科技哲学。

化。

历史地看,大多数美国大企业的中心实验室建立之初,就担负着双重任务:首先,是借助科学、技术改进已有产品、完善生产流程;其二,发现、探索有助于新产品开发的科学原理与自然规律。当时许多公司相信,在企业中设立至少一个与商业相对分离的中心实验室,是确保公司技术竞争力的重要机制。工业实验室的奠基者们认为:基础研究对企业的持续发展至关重要,是企业活力的源头所在。对工业研究的先驱者而言,“工业实验室所从事的研究与其他学术机构并无本质不同,都遵循相同的科学规范和运作程序。因此,当时实验室管理者关注的重点,主要在于科学家的动机与激励问题”。与此看法相适应,那时的科学家在选题、获取研究资助、工作方式等方面一般都具有较大的自主权。特别是一些财力雄厚的大公司,对基础研究的重要性与可能的巨大回报更表现出卓越的洞察力。杜邦创立者之一皮埃尔·杜邦(Pierre S. Dupont)明确表示:“任何时候我们都必须重视可能带来巨大回报的研究。”但应当明白的是,推进这种研究需要极大的财力、人力的支持,并且可能会苦苦等待许多年。1930年,杜邦公司在其研究部主任史汀厄(C. M. A. Stine)的呼吁下,大力加强基础研究,建立了大型实验室“理论堂”(Purity Hall),从催化剂、胶体化学、聚合物化学等方面开展探索研究。即使在之后不久的世界经济萧条期,杜邦的领导人拉蒙·杜邦(Lammott Dupont)还是坚持并强调基础研究的重要性,并表示:“加强研究比向股东发放红利更为重要。”杜邦这种优越的研究条件与重视基础研究的氛围,吸引了华莱士·卡罗瑟斯博士(Wallace Carothers)从哈佛大学进入杜邦公司从事研究。在杜邦不懈地对基础研究的大笔投资支持并耐心等待十多年后,卡罗瑟斯博士终于研究出高分子聚合物尼龙,从而为杜邦带来了滚滚财富。

贝尔实验室从其创立之初,就始终把基础研究置于极其重要的地位。事实上,在贝尔实验室成立之前,一直存在着两种研究路线之争。一条是以卡尔蒂(J. J. Carty)为首的主张企业研究开发应以获取专利为主的观点;另一条是以朱厄特(Baldwin Jewett)为代表的主张从基础研究、科学发现入手,从根本上占领技术开发制高点的思路。由于朱厄特担任了该室第一任总裁,其“以基础科学研究推动应用的指导思想”得以确立,并赢得了绝大多数研究人员的支持。1932年元月,朱厄特在题为《利用基础研究

的成果于通信领域》的讲演中指出,“基础”这个词应当理解为:“它不仅囊括了所有包含在普通应用它的范围之中,而且还囊括了通信领域中对于科学的应用来说是基础性的所有科研部分。在朱厄特看来,工业研究实验室,特别是贝尔实验室搞基础研究,不止应当关注与技术应用有关的基础知识,而且必须探索对创造或改进通信结构所需要的一切新知识。他把贝尔实验室的基础研究和发展的这一新方针与AT&T新总裁吉弗尔德的总指导原则融合在一起,并在最后指出:“在通信领域中,基础研究工作的行为和这种工作成果的利用,是通过提供基础科学和科学训练的最佳结合,并与能够朝着这件事的最佳商业导向结合到一起来控制的。”^[4]在朱厄特的领导下,贝尔实验室不仅使有线和无线电话取得了突破性的改进,发明了电话号码系统、无线电广播、电视、有声电影、电动留声机、人工喉和高速潜艇电话电缆等。而且,戴维森(C. J. Davison)还因发现电子衍射现象,证实了德布罗意的物质波理论,而为该室赢得了第一个诺贝尔物理奖。此后,在历任总裁的不懈努力下,贝尔实验室始终坚持以基础研究促进技术发展的战略和方针,取得了一个又一个的科学突破,创造出诸如晶体管、光通信、孤子通信、微波激射、激光、蜂窝移动电话等众多新技术、新产品,被誉为“世界R&D的象牙塔”。在贝尔实验室近80年的历史中,共有11位科学家因其在该室的工作而获得诺贝尔奖;有9人获得美国国家最高奖——国家科学奖,5人荣膺国家技术奖,4人获计算机领域的图灵奖。此外,贝尔实验室及其研究者还赢得了世界范围内众多的荣誉。这一切,无疑在很大程度上归功于它对基础研究的重视,归功于其对科学、技术与经济关系的深刻体认。安德森(P. W. Anderson)曾在庆祝他获诺贝尔奖的会上表示:“在贝尔实验室有我以前从未见过的学术气氛”。而华裔科学家朱棣文在其诺贝尔奖讲演中也说:“贝尔实验室是研究的伊甸园”。这种传统,在1996年AT&T被一分为三,贝尔实验室归属朗讯科技公司后,在市场导向运作得到更多强调的情况下,得到了新的发展与表现。

总的来说,在相当长一段时期内,工业实验室受到了各自所属公司的慷慨资助,并成为确保企业长期发展战略的核心部门。公司高层管理者普遍认为,企业成功的关键在于对工业研究不计短期直接回报的慷慨投资。正是通过支持工业实验室,公司变得更具竞争力和吸引力。贝尔如此,杜邦、通用电

气、通用汽车、美孚、道氏化学、施乐、IBM、柯达等何尝不是这样。杜邦从一个火药制造商变成了拥有大量发明的巨型化学公司。IBM 从一个生产打字机的小厂发展成了全球最重要的办公技术提供者,其实验室成为了创造 Fortran 语言、关系数据库、D-RAM 芯片、RISC 芯片设计、计算机网络等重要技术的超级帝国。同时,美国工业实验室还走出了 19 位诺贝尔奖获得者。除前述贝尔占据 11 席之外,IBM 先后有 5 名科学家夺冠,通用电气有 2 人、杜邦有 1 人获奖。的确,正如美国著名科学社会学家巴伯所言:“大工业研究组织可能是美国工业研究群体中最成功的例子,它为其支持者获得了大笔财富。”并且,“美国工业科学不仅对社会福利作出巨大贡献,而且对于构成科学整体之基础的概念框架的直接促进也作了巨大贡献”。^[5]

2 美国工业实验室研究传统的变迁

美国工业研究重视基础科学的传统虽然取得了辉煌的业绩,但就整体状况而言,并非所有工业实验室所进行的研究都像杜邦、贝尔等实验室那样在科学、技术与商业诸方面都大获成功。例如,RCA(美国无线电公司)曾在无线电、电视领域做出过开创性的贡献并建立 David Sarnoff 实验室以促进技术转化,但并未在磁带、磁盘方面占据市场领先地位。施乐的 PARC(Palo Alto Research Center)成功地开发出计算机办公系统,但却没有转化为个人 PC。特别是 20 世纪 70、80 年代,美国在高技术领域遭遇来自日本和欧洲的强烈竞争,其产业界在晶体管、无线电、电视、磁带录像机、传真机、数控机床以及钢铁、汽车等领域先后失去二战以来的技术与市场领先地位的严峻现实,促使美国人深刻反省、调整其科技政策。首先,是对投资研究的公司疏于利用其成果问题的检讨。他们重新审视 V·布什在《科学——疆界无限的前沿》中倡导的(或者说人们后来更多关注的)有关研究、开发与市场的“线性转换”模式,即:先通过基础研究发现新事实、产生新理论,然后由应用研究获得具体的知识,进而由发展研究转化为产品与工艺。一些研究者指出,这种简单的直线式途径固然对突出基础研究的重要性有益,但若处理不好各个环节的衔接,则会影响转化的有效进行。第二,人们从熊彼特的创新理论认识到,促进经济发展的创新之路并非只有基础科学突破一条源流,而是包含了不同

层面的多种途径。因而,许多企业,特别是大企业的领导及其工业实验室负责人开始寻求更为有效、全面的工业研究战略。其三,在企业重组中重新定位。20 世纪 80 年代,美国大约有一半的大公司进行了重组,资本额达 5 千亿美元,尽管其中 50% 的企业重组后失败,但面临激烈竞争的美国企业仍然不断地重新“洗牌”。^[6]在此过程中,许多工业实验室也经历着巨大的改变。工业实验室更直接地与开发、工程和制造相关,商业的考虑往往超过对基础科学研究的重视。美国“工业研究所”(IRI)1997 年进行的一项调查表明,接受调查的实验室研发主任们对其工作重要性的排序为:最重要的任务是确保 R&D 对经济增长的贡献;第二是维持长期-短期 R&D 目标的平衡;第三是整合协调技术规划与商业战略的关系;最后为保证持续的技术创新。^[7]下面,我们简要地考察一下这种研究传统的改变。

2.1 经费来源分散化

过去,工业实验室研究经费来源比较单一、集中,主要由公司及其各商业部门分担,研究被公司当作应对未来的重要组成部分。那时,只要科学家能够说明其研究所能产生的知识最终将有助于公司,通常都会获得支持,商业上的要求只是作为背景因素而存在。近一、二十年来,经费来源制度发生了重大改变,工业实验室与商业间的伙伴关系已成为当代工业研究的重要特征。例如,通用电气、朗讯、施乐、柯达及 IBM 这些高技术公司都已改进了它们的资助制度。其实验室以往通过商业合同所获资助不足总经费的三分之一,如今都已超过一半。其他的工业实验室走得更远,来自公司的拨款可谓杯水车薪。绝大部分研究经费,要靠实验室与公司内部、外部的合同项目来获得。特别是计算机办公设备与电信领域的实验室,其所受到的失去集中拨款的冲击较化学、制药行业实验室更为严重。主要原因在于,与需要较长期研究的后者相比,IT 业、电信业更关注短期效益。事实上,在研发投入被视作成本之后,资助从一开始就非常关注这种投资的可能收益、考虑制造的可能性、商业前景、竞争分析乃至利润分配的比例。如今,许多实验室管理者清楚地认识到,要想吸引商业资助,最好的办法就是设法向其表明你能比别的实验室做得更好、更能满足其经济要求。

2.2 研究活动市场化

经费支持的市场化机制,使工业实验室日趋通过市场化运作维持生存和寻求发展,从而把“技术顾

客”看作是实验室的“上帝”。以往工业实验室有独立于技术变迁与顾客需求的自主性,科学家从选题、研究到出成果受到商业因素的影响很小。科学家及研发管理人员很少直接与技术顾客发生关系。如今,工业实验室的各类人员都开始意识到,必须最大限度地满足顾客的需要。这意味着,科学家必须学会与形形色色的人打交道。过去,科学家只需与同行以及同样受过严格科学或工程训练的管理者接触。如今,一些工业实验室的研究者自称“半是科学家、半是商人”。他们表示:直到 80 年代,我们讲的还是“专业术语”,但如今却常常与商人为伍了。以往,实验室管理者的工作仅限于评估项目、配置设备、安排技术人员,而不直接介入研究。如今,虽然科学家仍是研究的主要力量,但更多的人对研究的整个过程有了发言权。特别是委托方的商业经理,由于他们清楚委托项目的应用领域、既有产品的长处与弱点、竞争对手的状况、从实验室应得到什么、已有技术如何开发乃至材料的选择、工人的操作等细节问题,最重要的是,商业经理是研究的付费者,因此他们对工业研究的影响日益增强。好在这些商业经理绝大多数都具有科学和技术背景,如果不过分极端地追求利润的话,通常还是能得到科学家的认同。

2.3 基础研究与应用研究模糊化

由于研究是在市场拉动之下进行的,已经很难在基础研究、应用研究之间划出一条截然分明的界线了。在具体研究中,表现为某种以实际任务而非科学兴趣为导向划分研究阶段的趋势。这种趋向打破了以往基础研究—应用研究—开发研究的单向直线模式,而力争从研发的各个环节寻求创新之机。正如一位管理者所言:“我们是一个团队。科学家与工程、制造和市场专家一起工作……从项目开头直至结束”。一位科学家也表示:“在我们团队中,基础研究已变成了应用研究……也许在有的群体中仍有基础研究与应用研究的区别,但在我们这里,已经很难区分基础研究与应用研究了。”^[8]这种模糊化还在一定程度上表现在产业界及其工业实验室与大学的合作之中。大学是美国基础研究的最重要力量,是应用研究的第二大产生地。大学基础研究经费占美国基础研究总投入的 50%,应用研究也占相应总经费的 15%。传统上,尽管美国大学接受企业赞助的历史已经很长,但其学术研究与企业商业活动少有往来。然而,从 1980 年 Bayh-Dole 法令颁布以后,情

况有了很大改变。特别是 1986 年出台的“联邦政府转让法令”更进一步规定:“大学有权获得其研究成果的专利权,而赞助公司则可免付专利使用许可费”。^[9]在这些利益激励下,产业界及工业实验室与大学的合作表现出前所未有的协调。一方面,大学不再刻板地固守“纯学术性”而无视学术研究可能的经济潜力,不再斤斤计较于研究是否基础抑或应用,甚至主动寻求与产业界的联合。另一方面,产业界及其所属实验室更是主动出击,不以基础、应用之分而以商业需要为标准加强与大学的互动。随着如生物、信息、材料等高新技术的兴起,科学与技术、基础研究与应用研究之间的界限越来越模糊,科学研究的商业化趋势日益突出。^[10]

2.4 研究成果采购的国际化

世界经济的全球化,世界范围内可资利用的科学、工程人力资源的增加以及日益发达的通信手段,为美国工业实验室的研究开启了又一扇便利之门。在时间成为全球化市场运作至关重要的因素后,许多企业及其中心实验室,往往更愿意从企业外部,特别是外国公司购买研发成果,因为这样做不仅可以有效缩短研究周期,还可以降低研究的风险与成本。例如,美国本土软件开发的成本大约是希腊的三倍多、印度的四倍多,微软在印度三个地方建立了微软大学高技术实验室,为其 WindowsNT 的研发提供源代码。IBM 则把爱尔兰作为其技术开发地。而波音公司依赖其设在日本的航空开发中心,进行波音 777 的设计与生产。据统计,全球企业间 R&D 合作项目 1977—85 年间仅有 175 件,而 1985—88 年间的数量陡然增加到 1000 多件。此外,美国的许多大制药公司还热衷于资助国内外的中小型生物制药公司为其进行研究。在此全球化战略的背景下,美国众多工业实验室的职能也在发生着转换。它们往往将那些投资大、风险高、耗时多、原创性强的研究,通过商业运作转移到企业外部。

总而言之,美国工业实验室研究传统的演变,既是科技进步、市场竞争等因素使然,更是其诞生伊始便固有的“两条研究路线”之争此消彼长或融汇并蓄的体现。例如,美国化学协会会长 A. D. 李特儿在 1913 年的致辞中曾表示:我们绝大多数人都相信,单纯为科学而科学就像为艺术而艺术或为文学而文学一样毫无意义,而且极为有害。另一方面,即使是前述所言与朱厄特重视基础研究意见相左的卡尔蒂,1916 年在美国电气工程师协会的主席演说中,

虽然用大量的篇幅批驳了那种认为工业界应允许有纯科学研究的观点,但他也承认“纯科学总的来说所做的贡献对于整个工业界是具有不可估量的价值的。”^[11]可以说,正是在这种貌似相反、实则相通的张力作用下,美国工业研究弛张有度地应对着环境的变化。在经历了19世纪70年代的市场衰退,80、90年代“出卖明天的种子”式的大幅削减基础研究经费浪潮之后,美国产业界变得更加成熟起来。工业实验室的科学家越来越清醒地意识到,远离市场之地未必就是基础研究的理想殿堂,兼顾商业需要并不必然意味着丧失研究的学术性。而大公司领导人及其工业实验室管理者面对“不创新,就灭亡”的激烈竞争环境,也希望从更高层次把握先机。他们真切地感受到,工业研究中许多重大的课题,都带有基础研究的性质,涉及大量的学术问题。为了满足未来的发展需要,研究工作必须深入到更广泛的科学领域里去。正如一位管理者所言:最好的研究人员首先要忠实于他自己的专业而不是忠实于公司,否则必然会使研究成果平平淡淡。并且,工业研究“在小范围内看貌似杂乱,但从大范围看则井然有序”。或者说,虽然每个研究人员都享有很大的自由,但研究人员本人以及他们周围的环境所形成的良好氛围,却足以使研究工作严格地保持明确的目的性。

当前,我国的科技发展、经济建设正处在转型的关键时期,一些大企业的工业研究已初具规模。如何应对全球范围内日益激烈的科技、经济等领域的竞争,如何构筑民族工业广泛稳固、弹性适宜的研究建制,如何培育一批具有世界竞争力的工业实验室,是我们必须直面的迫切任务。他山之石,可以攻玉,对美国工业实验室研究传统变迁的历史考察,可能

有助于我们更好地把握现在,以便从某种相对合理的平台开始工作。

参考文献:

- [1] 约翰·齐曼. 元科学导论[M]. 长沙:湖南人民出版社,1988. 183 - 184.
- [2] 刘立. 论工业中的科学制度化和科学职业化[J]. 科学技术与辩证法,1996,(5).
- [3] R. Buderl. The once and future industrial research[A]. Albert H Teich, Stephen D Nelson, Stephen J. Lita, AAAS Science and Technology Policy Yearbook 2002[R]. Forthcoming, 2002.
- [4] 阎康年. 贝尔实验室:现代高科技的摇篮[M]. 保定:河北大学出版社,1999. 74.
- [5] B. 巴伯. 科学与社会秩序[M]. 北京:生活·读书·新知三联书店,1991. 187,197 - 199.
- [6] J. Sifonis. The impact of technology on restructuring[A]. M. Rock, R. Rock Corporate Restructuring[C], New York: McGraw-Hill,1990. 253 - 259.
- [7] Industrial Research Institute. The biggest problems technology leaders face[J]. Research Technology Management, 1998,(5).
- [8] R. Varma. Changing research culture in U. S. industry[J]. Science, Technology & Human Values, 2000,(4). 395 - 417.
- [9] 赵乐静. 论科学研究中的利益冲突[J]. 自然辩证法研究,2001,(8).
- [10] T. Caulfield, Willimaes Jones. The Commercialization of Genetic Research: Ethical, Legal and Policy Issues[M]. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 1999.
- [11] D.J. 凯福尔斯, J.L. 斯托尔乔. 美国科学家论近代科技[C]. 北京:科普出版社,1987. 191 - 192.

Changing traditions in the U. S. corporate laboratories

ZHAO Le-jing, GUO Gui-chun

(Research Center of Philosophy of Science & Technology, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

Abstract: Changes brought by the rise of global economy and the science and technology's development have resulted in industry in the United States rethinking their research traditions. When realized the shortcomings of industrial researches, most of corporate research laboratories deal with the relationships vis-à-vis research and development, basic versus applied research, long-term/short-term projects more reasonably. As a result, a new kinds of industrial research tradition which is market-oriented is being formed.

Key words: corporate laboratories; industrial research; research tradition; R&D