DOI:10.19789/j.1004-9398.2019.03.006

二十世纪初美国工业实验室雇佣科学家浅析

——以通用电气公司研究实验室为例

林信惠

(北京师范大学珠海分校国际商学部,广东 珠海 519087)

摘要:以“门罗公园”为代表的早期工业实验室研究中,工匠们通过不断地“切和试”取得技术发明.随着近现代科学的发展,“爱迪生式”的发明家面临着窘境,标志着工匠发明家时代的终结.通用电气公司成立新型的研究实验室,致力于基础科学领域的研究与应用,开创了现代工业研究实验室之先河.新型研究实验室率先探索以新模式雇佣科学家,以朗缪尔为代表的科学家所取得的巨大成功证明了科学家通向诺贝尔奖之路是双轨的.

关键词:工业实验室;新模式;科学家;诺贝尔奖
中图分类号:O4-09

0 引 言

20世纪30年代以前的整个近代科学和现代科学早期,科学和技术的壁垒分明.技术见长的工匠与技师,凭借着经验与出色的动手能力,受雇于欧美工业企业.而科学家的工作领地是学院式的象牙塔之中,基础科学知识和理论的研究被视为最高深和最高尚的事业,这个领域的事业成为技师和工匠难以或甚至不能攀登的大雅之堂.那些长于高深数学和理论知识的科学家对于工业革命中提出的大量实际问题投以轻蔑和回避的眼光.那么当这些以数学推导和逻辑论证为荣的科学家们,走出象牙塔,奔向工业研究实验室时,他们的态度与转变着实值得探讨与研究.

1 美国工业实验研究前史

美国的工业实验研究开始于19世纪70年代,伟大发明家爱迪生(Edison)、贝尔(Bell)和威斯汀豪斯(Westinghouse)等根据自己发明的专利先后建立了工业研究实验室.这些实验室就工业研究的方式和方法而言尚属于经验性,但是他们凭借这些发明不但发展了自己的实验室,而且依靠实验室做出的一系列新的发明与创新,建立了一批重要的公司和工厂,为美国产业界在19世纪八九十年代取得经济、技术和科学上的大发展创造了有利的条件[1].

科学技术上的优势是完成新工业革命的必要条件.工业革命的兴起和发展离不开科学技术的成就和基础.美国科技的发展首先是从学习、引进和发展欧洲先进科学技术开始的.在引进的基础上,19世纪最后20年间,美国就进入了科学创新和技术发明的突飞猛进阶段,新发明层出不穷,新产品令人眼花缭乱.19世纪末所开放的技术发明之花在20世纪初结出了丰硕果实,科学成果迅速转化为新产品,而且在使科学成果和技术发明转化为生产力的基础上,美国工业界还积累了相当丰富的经验.特别是在工业革命进程中涌现出来的一批发明家成为企业的领导者之后,直接推动了科学技术成果的转化.

如果说在机械和蒸汽动力装置方面,具有创新精神的工匠、技师的经验与智慧尚能够做出重要的改进和发明,那么在新兴的化学工业和电气工程方面,如果缺乏这些学科的专业知识,创新与发明就变得相当困难.因为,在化学原理上,原子—分子论和无机化学已经出现且形成了系统知识,有机化学的研究由于价键理论和结构化学的出现也进入蓬勃发展时期,到这时只有经验很难进入有规律可循的和进行突破性的发展阶段,肥料和染料的新发明要由职业化学家来承担.在电气工业,法拉第(Faraday)的电磁实验发现和麦克斯韦(Maxwell)的电磁

收稿日期:2018-08-26

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

理论已经出现,而有线电方面的研究在欧洲已经有了比较成熟的发展,到了 19 世纪 70 年代之后要在电气技术上做出重要的发明和创新,没有有线电和无线电的知识是很难做出成果的. 以瓦特(Watt) 和爱迪生(Edison) 为代表的工匠式发明时代的结束,使历史揭开了由科学家和工程师为主导的技术发明与创新的时代.

2　美国现代工业研究实验室肇始

1880 年 10 月 1 日,爱迪生成立了一个生产和出售白炽灯的商业公司——爱迪生灯泡公司,世界上第一家生产白炽灯的工厂在门罗公园投入生产. 很快,灯泡厂的规模不能适应迅速增加的用户需要. 1881 年,爱迪生把灯泡厂迁到新泽西州的哈里森,在那里建立了一个相当大的生产灯泡的企业,即"爱迪生通用电气公司"(Edison General Electric Company) . 但是由于爱迪生坚持直流发电和输电的观点遭到了国内外的反对,并在尼亚加拉大瀑布发电站的承建之争中失败. 1892 年 5 月 15 日, "爱迪生通用电气公司"不得不与"汤姆生—休斯顿"电气公司(Thomson-Houston Electric Company) 合并成为"通用电气公司"(General Electric Company) [2] .

面对电灯照明行业残酷的竞争压力,通用电气公司的总顾问工程师施坦因迈兹(Steinmetz) 建议公司应该把发展建立在科学知识的基础上,除非用新的科研成果产生新的电气技术,否则电气工程的发展不可避免地会减慢下来[1] . 而解决这一问题最好的办法就是建立新型工业研究实验室. 这一建议得到了公司领导层的一致赞同. 于是,1900 年 12 月 15 日,通用电气公司建立了美国和世界上第一个正规的现代工业研究实验室——通用电气公司研究实验室.

这个新型的实验室有两个任务: 科学知识和原理的商业应用(旧工业实验室也能做到) ; 发现新的科学知识和原理,这是一个崭新的任务. 作为一个工业研究实验室,能够从总体上把研究和应用科学知识看作自己的任务,并且按照这个要求来选择和培养自己的研发人员,在美国和世界的工业实验室史上属于创举. 它既是在爱迪生的经验性工业研究实验室基础上的新发展,又是在美国开始了工业实验研究的新时期,因此我们说通用电气公司研究实验室开创了现代正规的工业研究实验室的新时期[1] .

可见,通用研究实验室之所以称为"现代",是因为其树立的第二个任务——力图发现新的科学知识,来指导新的实验研究. 这样,以基础科学研究为己任的现代工业实验室的建立,使得科学研究应用于企业生产的产品中,促进了基础科学研究向生产力的转化.

在后来的实践中证实,通用电气公司研究实验室的建立是公司高层的明智决定. 对通用电气公司乃至美国工业的发展起了极其重要的作用,它继爱迪生的"门罗公园"之后开创了美国工业实验研究的新时期.

3　惠特尼与通用电气公司研究实验室

通用电气公司研究实验室研究宗旨的确立,就为实验室领导者的选择制定了标准. 施坦因迈兹曾对实验室主任的能力做了如下的描述 "这个实验室要求一位良好的、薪俸高的、具有很大原创性的应用化学家,他能独立地追随和搞出可以制造的任何建议. 他应有完善的电和普通物理知识,很熟悉吹玻璃,具有显著的管理能力"[3] . 对研究实验室主任选择标准的这种要求,说明了在研究实验室成立初期仍然把重点放在科学知识的应用上,不过对管理者和研究人员的选择都必须具备较高的科学知识水平和管理能力,而且希望在科学知识和原理上尽量能做到新的发现. 这个关键的实验室领导者就是惠特尼.

惠特尼(Whitney,1868—1958) 1868 年生于美国纽约州詹姆斯镇,1886 年考入麻省理工学院(MIT) 的化学系,师从诺伊斯(Noyes) 学习理论化学. 1890 年获得学士学位后留校任化学助理讲师,3 年之后他赴德国的莱比锡大学,在著名物理化学家奥斯特瓦尔德(Ostwald) 指导下学习,2 年后获得物理化学博士学位,博士论文是关于化学反应中颜色变化的研究. 1896 年,他去巴黎大学访问了莫瓦森实验室,回美国后继续在麻省理工学院任讲师,同时研究胶体化学,并从 1902 年起在诺伊斯的物理化学实验室作兼职研究,最后到通用电气公司全力投入研究和领导工作. 由于他兼长于理论化学和应用化学,以及善于管理和使用人才,将该实验室办成了应用物理、化学知识的著名工业研究实验室,成果累累,人才辈出.

施坦因迈兹在目睹惠特尼工作一段时间后,曾经这样评价他, "惠特尼已经证明了他的重大优势

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

不是发现和发明,而是教导和激励他人的能力. 他不仅能表述而且还能具体表现出这样的思想: 科学原理能够用于产业的工作中"[3]. 美国著名的工业实验室研究专家毕尔(Birr)认为,惠特尼极其重视研究实验室的合作氛围,因为这是从科学家们本身自发产生某种东西的重要因素,它能使一个研究机构内部采用灵活多样的和人与人面对面地接触和交流的方式,因而是管理实验室最重要的方法[4]. 为了加强人员之间的合作,惠特尼不但以身作则,而且用他的品格与能力来产生凝聚力,并采取了一系列措施,诸如在研究室内每周定期举行研讨会和报告会,在申请专利的前提下鼓励科研人员发表和参加学术会议,以及实行开门工作和随时听取意见等等. 这样,使他的研究实验室形成一个和睦的大家庭. 合作的政策不但将室内的争执、分歧和纠纷化解到最低限度,而且起到了激发研究积极性的作用. 惠特尼不但紧紧团结了学术水平高、贡献大的科学家在自己周围,并通过科学家们的"纽带"作用,从大学中吸引了更多有才能的科学家. 除此之外,惠特尼还邀请一些著名科学家,比如马可尼(Marconi)来参观和讲学,并且能够容忍一些偏离主研究方向的课题,只要它们对公司有用,也给予必要的支持. 惠特尼相信"不论由我的成员们的工作产生什么样的发明成果,都会变成公司的财富,我相信除此之外别的方法都是不实际的"[4]. 他就是从上述的观点和思想出发,利用自己的科技知识、管理才能和方法,在 20 世纪初美国工业实验研究刚开始不久的荒原上,开拓出将科学知识融化到电气技术之中的现代正规工业研究实验室的发展道路[1].

在选择和使用人才上,惠特尼给予了极大的重视,在他看来实验室主任最重要的任务是为研究团队选择有能力的人才. 20 世纪早期,科学技术上的专业化虽然已经出现,但仍保留着 19 世纪理论与实验兼长和专业知识面很宽的部分传统,而在当时科技人才相对缺乏的情况下,要解决一个实际问题就需要具有多方面才能的科研人员. 因此,惠特尼注重招聘多才多艺的通才,以便适应多领域发明和创新的要求. 关于科技人员的科技素质,他要求必须具有分析、猎奇、想象和对新想法的接受等能力,并认为,这些素质是科技创新者所应当具备的. 与公开招聘相比,惠特尼更看重专家的推荐以及被推荐者的经历,特别重视自己实验室内科技专家所了解和熟悉的优秀人才,为此该实验室每年夏季都会举办学习班或研讨班,从中物色有才华、有培养前途的人才,并在了解其过去业绩和表现的基础上予以评估使用. 1908 年,朗缪尔(Langmuir)就是通过同学的介绍,进而被惠特尼看中,最终进入通用研究实验室的,并于 1932 年获得诺贝尔化学奖.

在惠特尼的领导下,到 1910 年,通用研究实验室有 65 位科技人员,其中 42 人拥有博士学位,还是康奈尔、普林斯顿、哥伦比亚、伊利诺斯、耶鲁、麻省、加州理工等名牌大学的博士. 这表明,在 20 世纪早期通用研究实验室有着将近 65% 的博士,可见其整体研究水平有多么高了[1].

4 美国工业实验室提供科学家的新角色

那么,是什么吸引职业科学家转变来到工业实验室呢?

美国的科学和工业并非完全是割裂的,它们之间的联系是限定在一定范围内的: 大多数科学家选择在大学担任教职,利用业余时间给工业界提供咨询服务,担当顾问的角色[5]. 但是在 19 世纪末 20 世纪初,这种状况有了新的变化. 随着新理论科学知识如火山般地喷发,那些在工业实验室的工匠、技术人员在学习、运用新科学知识方面就面临着窘境. 这就迫使工业领导者试图去寻找新的方式、方法来雇佣学院式科学家,挖掘他们的创造才能.

同时,供应方(大学毕业生、大学从教的科学家)的情况也在发生深刻变化. 19 世纪 90 年代开始,一大批工科院校如雨后春笋般地耸立,促使专业的工程师教育快速地发展,毕业生人数骤增和大学教职的有限性,势必让工业界有了"可趁之机". 尽管 1900 年工业界仍无法提供专业化的专家职位,也无法给予"专业科学家"名誉上的承认,但是比全美绝大多数大学的实验室更为先进、精密的研究仪器、设备和更为充足的预算资金,使工业实验室竟然占了优势. 对于那些"满腹经纶"、试图大展拳脚的专业人才来说,工业实验室对他们的诱惑力之大可想而知. 于是在 1900 年以后,供应方和需求方开始融合. 比如,美国科学院院士、曾担任 1942 年美国物理学会主席的著名物理学家赫尔(Hull),于 1912 年离开了任教 5 年的伍斯特理工学院(Worcester Polytechnic Institute),还有著名高真空研究领域专家杜什曼(Dushman),于 1913 年离开了多伦多大学

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

(University of Toronto) ,两人先后进入了通用电气公司研究实验室.

对于那些不得已离开大学教职来到工业实验室的科学家,他们仍然希望得到职业科学家身份的承认,以及他们的研究工作能得到科学共同体的认可. 这就迫使工业界领导层重新评估科学家在工业内部所应当担当角色的变化. 于是在这种背景之下,作为现代工业研究实验室的肇始——通用电气公司研究实验室首先开始探索以新的角色来雇佣科学家.

在惠特尼的掌舵下,受雇的科学家不再被塑造成流水线上各个环节的工人,也有别于传统意义上的发明家、测试人员、工程师,而是以一种"新的角色"—— "工业研究人员"的身份亮相于工业界[5] .

惠特尼的工业研究实验室取得成功,应归功于这种"新模式"的出现. 职业科学家在其中发挥了一种新的作用,即将研究自由与实际应用予以结合,这种结合可以说是既维持了职业科学家发挥作用的许多特色,同时又不影响作为全时工作的工业雇员进行服务. 也就是说,通用实验室的研究人员可以自由地参加各学术团体会议,可以平等地在科学界承认的一流期刊上发表论文,与此同时,他们还是工业界的全职雇员. 可见,美国工业研究为科学家提供了新的角色,一种既不与自身自由科研相冲突,更不与商业利益相冲突的全新角色. 1932 年诺贝尔化学奖得主朗缪尔为代表的一批科学家就是这一全新角色的履行者. 在朗缪尔全部四十余年的通用研究生涯中,他的研究自由与一般的科学家并无不同,但他所从事基础研究所衍生的副产品,不仅在照明领域,还在工业电子设备,甚至在气象科学领域都有着广泛而重大的应用. 这些基础研究帮助朗缪尔塑造起了一种比纯学术职位更好、更适合他的角色,而他的努力工作也最终确立起工业企业内追求科学与技术进步的模式.

众所周知,早期的诺贝尔科学奖获奖者来自大学或基础科学研究机构,而朗缪尔的成功获奖则打破了这种既定模式. 作为一个在工业企业工作的科学家,朗缪尔不仅找到了发挥自己才能的天地,而且他的工作还得到了科学界最高奖项的承认. 这就第一次向基础科学家们表明,在工业研究实验室中工作也能在科学上大有作为的,工业实验室可以成为另一块孕育新科学知识的良田.

惠特尼、朗缪尔等人开创的这种新的模式,以及所取得的成绩,促使越来越多的科学家意识到: 在工业企业内同样可以进行基础科学研究,并得到科学界的承认. 这就促使一些科学家从大学的教职中脱离出来,进入工业研究实验室.

这种以兼具自由研究和实际应用为最大特色实验室开始了以有别于以往的"角色"雇佣专业科学家,在工业界内部这种新模式的出现,使通用电气公司不仅仅在照明业保持着垄断地位,而且在交通运输、发电和材料等领域也处于世界领先水平.

5 结束语

众所周知,工业研究实验室是企业为了创新技术和产品而专门设立的研发机构,其中的科学家自然是为了创新或改进技术与产品所需的基础知识和原理而做的研究. 但是不可否认这种研究也属于基础研究范围,虽然衡量他们研究成果的主要标准仍是经济价值,但是科学价值也是衡量他们工作效果的重要标准. 一般说来,重大的科学突破和获得诺贝尔奖只是工业实验研究人员科研过程中的副产品,但是这种副产品对于指导企业产品、技术的更新有着重要价值. 而更为重要的是,科学界对于此种"副产品"的诞生也是受益匪浅.

从 20 世纪获得诺贝尔奖的重大科学发现中,可以从这样两个方面予以分类: 一类是属于学院式基础科学研究,另一类是属于企业的应用科技研究. 在 20 世纪的上半叶,诺贝尔科学奖获得者中只有两位来自产业界的工业研究实验室,其它的全是大学中的基础科学家. 在 20 世纪的下半叶,却有 22 位诺贝尔科学奖获得者出自工业研究实验室,为上半叶的 11 倍之多[1] . 这个趋势说明工业实验研究的应用科学家和研发人员对于现代科学的发展起了重要的作用. 这也说明了诺贝尔科学奖并不是只由学院中的科学家垄断的,而从产品和技术创新目的出发的工业研发人员也会做出重大发现,也能获得诺贝尔奖. 这些现象都表明,通向诺贝尔奖的道路是双轨的,一条轨道是学院中的科学家,另一条是工业研究实验室中的研发人员,他们从不同的视角出发共同推动了现代科学的迅速发展.

如果说通用电气公司在 1900 年建立应用现有科学知识于工程技术上的现代工业研究实验室,为它在后来的发展准备了条件,那么 1925 年美国电话电报公司建立贝尔电话实验室,实行以通信基础科

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

学研究启动新通信技术创新的方针,就更加说明基础科学发展和科研人员的创造性对企业发展的重大意义. 此后美国的大中型企业纷纷成立这样的研究实验室,诸如国际商务机器公司的研究实验室和杜邦公司的研究实验室等等.

截止至 2010 年,这些工业实验室超过 22 位科学家获得了诺贝尔科学奖,其中贝尔实验室居首 16 人,通用电气公司研究实验室 2 人,其它实验室 4 人. 百年来的应用科技大发展表明,基础科学的发展和发明通过科学知识向技术转化,变成了生产力,其转化率由 20 世纪初的百分之零点几上升到 90 年代初的 79% 左右,显示了企业的工业实验研究从产品和技术创新出发对基础科学产生了重要的推动作用,而且这种趋势越来越强. 而诺贝尔奖颁发情况又说明,技术和产品的创新和发明又向基础科学提出了大量的问题和要求,直接推动了基础科学的发展和取得重大突破. 可见,科学与技术必须并重和紧密结合,才能既使科学繁荣又使产业和经济取得迅速的发展. 两者不再是孤立的和分离的,而是相辅相成的[1].

参 考 文 献

[1] 阎康年. 通向新经济之路: 工业实验室研究是怎样托起美国经济的[M]. 北京: 东方出版社,2000: 127.

[2] THE GENERAL ELECTRIC COMPANY. The general electric company annual report [R]. Schenectady: The General Electric Company,1892.

[3] WHITNEY W R. General electric and the origins of US industrial research [M]. George Wise: Columbia University press, 1985.

[4] WHITNEY W R. Organization of industrial research [J]. Journal of the American Chemical Society,1910,32(1): 74.

[5] GEORGE W. A new role for professional scientists in industry: industrial research at general electric,1900—1916 [J]. Technology and Culture,1980,21(3): 411.

The Elementary Analysis of American Industrial Laboratory Employing Scientists in the Early 20th Century

——Taking the Research Laboratory of General Electric as an Example

LIN Xinhui

(International Business Faculty of Beijing Normal University, Zhuhai Guangdong 519087)

Abstract: In the research of early industrial laboratory represented by "Menlo Park Laboratory", craftsmen achieved technical inventions constantly by "cutting and testing". With the development of modern science, the inventor like Edison began to fall into a dilemma, which marked the end of an epoch of craftsmen. A new research laboratory established by the General Electric devoted itself to the basic scientific research and application and pioneered modern industrial research. The great success of the new research laboratory, which pioneered the new model of employing scientists, represented by Langmuir, proved that scientists´ path to the Nobel Prize was a double track.

Keywords: industrial laboratory; new model; scientists; the Nobel Prize

(C)1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net