

以色列理工学院科技创新模式研究*

陈 葵 郑久良 范 琼 汤书昆**

(中国科学技术大学,合肥 230000)

摘 要:从研究前沿性、科研成果产业化与国际学术合作三个方面分析以色列科技创新的典型学术科研机构——以色列理工学院的创新模式,供我国的高等院校、科研机构参考,进而推动中国科技创新的长足进步。

关键词:前沿研究;创新;技术转化;以色列理工学院

doi:10.16507/j.issn.1006-6055.2018.05.006

1 引言

以色列理工学院(Israel Institute of Technology,简称 Technion)创办于1912年,是以色列最古老的大学,也是其全国理工领域基础和应用科学的研究中心、学术创新和产业创新领域人才的主要来源,以及高科技工业发展的一大推动力来源,在世界高等学院排名中长期居于前50名,是以色列高科技发展的引擎,被称赞为“以色列的麻省理工”。学院在多个学科的研究前沿处于世界领先的位置,是以色列许多最先进科技创新的发源地,且非常重视这些尖端科研成果的产业转化,已成功地将以色列的经济基础从农业转变为高科技,并在以色列创业国家现象中发挥重要作用。

学院的科研实力很强,并善于培养人才。3位在职教授和1位校友先后获得诺贝尔化学奖;学院校友在美国国家工程院外籍院士的人数排名第二;以色列全国工业出口总量的51%来自学院校友所创办公司;85%以色列高新技术行业的从业者在由学院校友领导的公司工作;在美国纳斯

达克上市的以色列公司有超过50%由学院校友创办;1600家学院校友参与建立或管理的公司在过去的20年中为以色列创造了超过300亿美元的收入和约10万个工作岗位。以色列理工学院凭借其独具特色的理工学科体系、雄厚的科研力量、一流的毕业生质量、卓有成效的研发成果转化机制,成为领先于世界的科研型大学。

2 创新研发的保障:研究的前沿性

2.1 以色列理工学院不同时期的前沿研究

以色列理工学院作为一所独具特色的研究型大学,在不同的历史时期都在从事着当时的科学前沿研究。其科研人员先后因发现泛素调节的蛋白质降解、准晶体结构等斩获诺贝尔奖。20世纪50年代的航空航天专业与20世纪60年代的微电子工程中心都是学院前沿研究的范例。此后,以色列理工学院在其优势学科上长期处于引领全球的地位。

20世纪70年代,以色列理工学院的医学研究中心—Rappaport医学院成立,主攻生命科学和

2018-03-22 收稿,2018-04-27 接受,2018-06-13 网络发表

* 中科院办公厅项目(ZYS-2015-03)资助

** 通讯作者,E-mail:sktang@ustc.edu.cn.

工程学协同作用,在干细胞研究方面处于世界领先水平。1998年与美国威斯康星大学合作完成了世界上首例人类胚胎干细胞人工培养实验;2016年承担了超过25个的干细胞相关项目。

2003年,以色列理工学院建立了该国第一个跨学科的纳米科技研究中心—Russell Berrie 纳米科技研究所(RBNI),主攻纳米光子学的基础与应用研究,在医学、环境科学、影像学、计算和通讯等多个应用领域居于全球领先地位。2006年,RBNI将一篇完整的希伯来语圣经刻在了 0.5 mm^2 的纳米芯片上。由于犹太民族文化的影响,这个成果对于以色列本国与犹太民族来说意义重大。

2.2 以色列理工学院研究处于前沿的深层原因

2.2.1 以色列特殊的国情

以色列的高等教育比较发达。以色列理工学院长期处于科学与技术研究的前沿,这与该国特殊的地理、政治环境以及犹太民族的历史渊源与文化有很大的关系。

以色列国所在的地区地狭人稠、缺少淡水,不利的自然地理条件促使其技术研究的一个重大需要是水源与粮食的高效获取手段,并且在环境保护方面有强烈的需求。由此,以色列理工学院在咸水淡化、水质净化和高效灌溉等领域的技术开发一直处于世界领先地位,并在空气污染控制和土地利用研究方面为国家的稳定发展做出了突出贡献。

以色列是犹太民族世界,也是犹太文化世界,而其处于阿拉伯世界的包围之中,局部战争的威胁长期存在。并且,犹太民族在以色列建国之前在欧洲长期遭到不公平对待,对于民族独立、国家安全的感知尤为强烈。以色列对于国家硬实力的需要促使了作为重要科研单位的以色列理工学院为国家高科技工业发展而不断推进前沿技术的研

究。这里的“前沿”不仅强调了科学与技术的尖端性,也强调了高新技术对于以色列的适用性,除了水资源使用技术,另一个典型的领域就是国防工业。主动防御系统“铁穹”(Iron Dome)是以色列在该领域具有代表性的成果,由以色列理工学院的毕业生主导研发制造,是世界上第一批切实有效的全天候、机动部署的导弹和火箭防御系统之一,可主动拦截火箭弹的攻击,为以色列的国防安全做出了切实的贡献。

2.2.2 体制与政策的优势

以色列的科技管理是以政府—高校—企业为主干的科学技术研究体系。1949年,以色列建立了中央级的管理机构——科学委员会,负责制定科技政策、设计宏观研究规划。在20世纪60年代以前,以色列政府的研发总政策是:集中管理、全面布局,以基础研究为主。之后,经济形势和产业结构逐步变化,在多出、早出成果的思路下,重点推动应用科学研究。70年代初,以色列改革了科技管理过分集中的局面,把管理权下放,由各部根据实际制定可行的政策与目标。之后,各部相继成立了本部门的科技领导机构——首席科学家办公室,大部分由政府资助的研究机构由各部的首席科学家直接领导。科技管理体制由集权到分权,适应了新时期的科技环境,充分挖掘了以色列的科研活力,从科技管理体制上保障了研究的前沿性。

以色列政府对国际科技合作高度重视,鼓励科研人员出国参加科学会议、在国外从事博士后研究,以获得国际资助、掌握世界科技的最新发展,最终吸引分散在世界各地、具有世界一流水平的以色列科学家为国家服务,促进国家科学实力的提升。建国后,为吸引科技移民(如犹太人科学家、工程师和技术人员),方便高素质的科学技

术人才回到以色列进行基础科学与应用科学建设,促进国家整体科技水平的提升,以色列专门设立了移民吸收部,准确联系世界各地的犹太科学家,把本民族的科研人才团结起来,增强科学界的凝聚力,从人才方面保障研究的前沿性。

3 创新应用的保障:成果的转化

3.1 以色列理工学院的成果转化理念

3.1.1 看重成果应用的学生培养方式

以色列理工学院对于每一位学生都进行细心的个人指导,除了学业成绩以外,还特别重视具有学术挑战性的研究活动,涉及多学科、跨学科的课题。学生不仅需要学习知识,更要具有应用所学所知的能力。这样的培养方式有助于培养学生扎实的科研能力,让其尽早深入到科研一线。如此培养出的毕业生将能够从容面对行业实操中的问题,拥有为其专业领域问题设计新型解决方案的才能。

以学院的优势专业——化学工程专业为例,该专业培养学生的愿景是解决能源、医疗保健、食品安全等方面的挑战。在校学习期间,学生将不但需要研究工业化过程中材料所经历的化学或物理变化,同时还要参与生物技术、复合材料、腐蚀与防护涂料、微电子零件制造和能源转换过程等领域的科学研究,学习环境治理方面的知识,通过处理生产废料或重新设计治污流程,达到缓解环境压力的目的。

3.1.2 切实有效的孵化器运作

以色列理工学院致力于知识的创造,重视人力资本和科技研究成果的产业化,被公认为世界领先的创业生态系统和未来成功企业家的孵化器。其科学园是以色列最成功的大学科学园,也是以色列最大的孵化器之一^[1],被誉为“以色列

企业家孵化器”。

T³ (Technion Technology Transfer) 是以色列理工学院最有影响力的孵化器,满足了学院在创业和商业化方面的核心需求,可促进学院将科学发现进一步转化为应用解决方案。作为学院研发基金会 (TRDF) 的一部分, T³ 支持研究人员、学生和校友所开发的尖端技术成果的商业化进程,并通过在以色列与各国科学家、工业合作伙伴、企业家和投资者之间建立紧密的联系,向世界各地的多个行业实施技术转移^[2]。

3.2 科研成果转化对于以色列国的作用

3.2.1 服务国民生活

前沿研究适应以色列国情的同时,以色列理工学院的科研成果转化也服务于本国以至于全世界面对的各种民生问题。

1) 资源与自然环境问题:以色列理工学院水利研究所 (GWRI) 通过跨学科研发,在咸水淡化、水质净化和灌溉等领域一直处于世界领先地位,并在空气污染控制和土地利用研究方面做出了杰出的贡献;

2) 化石燃料供应不足问题:以色列理工学院 GTEP 能源计划致力于探索并开发可替代可再生的能源、无碳能源,以及更高效的能源使用解决方案,同时减少由生产和矿物燃料引起的环境损害;

3) 残疾人借助外力活动自如问题:由以色列理工学院毕业生 Amit Goffer 博士带领的 Rewalk 机器人有限公司近来已在美国纳斯达克上市,其机器套装设备已获美国食品药品监督管理局 (FDA) 批准,可用于帮助下肢瘫痪患者重新行走、爬梯或驾驶,大大提升其生活质量。

3.2.2 强化国家科研与产业体系

不同时期的国家建设需要不同的核心行业。这些行业的强大是综合国力提升的重要因素,其

发展离不开相关专业研究成果的产业化转化。以色列理工学院灵活、快速、有效的科研成果产业化进程大大在多个领域成为了以色列国家探索应用的先锋。学院 20 世纪 30 年代开设机械工程专业,奠定了以色列工业的基础;20 世纪 50 年代开设航空航天工程专业,成为以色列航空航天工业的基础;20 世纪 60 年代在电气工程专业设立微电子学中心。自 20 世纪 50、60 年代以来,以色列的高科技行业由初创走向高速发展。

在航空航天领域,以色列理工学院亚瑟太空研究所(ASRI)从国家角度进行运作,促进了各学科间的跨领域工作以及来自各大学、机构及产业的相关研究人员的紧密合作。2016 年,ASRI 开始主持国际太空大学的太空实验项目。

在生命健康领域,以色列理工学院 Lokey 生命科学和工程中心通过推动生命科学、生命工程与医学的学科交叉,产生了一批新兴学科,包括生物信息学、蛋白质组学、组织再生和干细胞生物学、基因组学、影像学、生物处理工程和信息处理等^[3],并在这些学科的应用领域实现了很多技术突破。中心教授 Hossam Haick 开发的癌症呼吸检测技术使用先进的纳米传感器,通过早期诊断来检测癌细胞,为拯救癌症患者的生命带来新的解决方案。

4 国际交流合作

4.1 自身优势

以色列理工学院 60 个研究所和研究中心的多项研究达到了国际一流,在空间、水资源、理论物理、生命科学与工程、建筑、高等数学、高等科学技术、医学科学、固体和运输等多个领域成为领跑者。同时,积极参与世界各地的协作性科学研究,推动前沿的合作探索项目。过硬的学术能力保证

了学院在参与国际交流合作时的主动性,而灵活的组织 and 科研成果产业化模式使其能够有效地参与到不同地域、不同层次的学术合作中。

由于学术科研能力与组织运营的独特优势,以色列理工学院与多家国际学术机构达成了研究协议,包括美国的约翰霍普金斯大学、康奈尔大学、克利夫兰诊所,法国的巴黎综合理工大学,英国的剑桥大学,澳大利亚的墨尔本大学、悉尼大学,德国的柏林技术大学、亚琛科技大学,中国的北京大学、清华大学、南京大学,以及日本的东京工业大学等。

4.2 丰富的国际交流合作项目

以色列国位于西亚,地处地中海东南沿岸,毗邻欧洲,这使得犹太民族自古以来与欧洲交集甚深。同时,以色列由于历史与人口迁移的原因,又与美国有着深层次的联系。因此,以色列理工学院参与国际交流与合作项目的覆盖地区主要是欧洲与美国。多种形式的跨国跨洲学术交流(表 1)为其引进了多种学术与文化背景的人才,并带来了新的知识体系与学术经验。

5 对中国的启示

1)人始终是科学技术研究与创新的根本要素,中国的科研工作者应该进一步学习以色列理工学院科研人员严谨的治学精神,坚持通过科学技术创新为国民、为人类谋福祉的科学理想,争取将创新成果与创新理念进一步形成强有力的技术支撑,为解决长期性、结构性的问题做贡献。

2)科技管理体制需要适应新时代中国的创新环境,充分解放中国的科研活力,发挥高校、科研院所、科研人员、高科技企业的积极性,从科技管理体制上保障科技前沿研究的创新性,科技政策方面则需要及时制定产业扶持政策,通过完善

表1 部分以色列理工学院参与的国际合作项目案例表

项目名称	合作范围	起止时间	项目概述
EMAIL	欧盟—以色列	2009 至今	EMAIL 是欧盟和以色列高等教育机构之间的合作项目,也是欧盟伊拉斯谟计划第二期(Erasmus Mundus Action 2)中专门面向以色列的部分,旨在通过学术交流,深化欧盟和以色列在高等教育与科学研究领域的合作。项目由三期计划(EMAIL、EMAIL II 和 EMAIL III)组成,两国互派到对方合作高校的项目参与者均可获得项目资助。
IIBMST	美国—以色列—中国台湾地区	2009 至今	IIBMST(International Institute of Biomedical Sciences and Technology, 生物医学科学与技术国际协会)由纽约州立大学上州医科大学、以色列理工学院和台湾成功大学共同创立,涵盖的学科领域包括基础生物学、应用生物学、物理学、计算机科学和工程科学,主要通过促进生物与医学的国际研究合作、推进新型生物工程和生物医药产品的应用来推进医学研究的发展、生物医药产品的开发,以及不同学科在交叉领域的合作研究。
戴维斯夫人奖学金信托基金	以色列—国际	1973 至今	重点资助来自国外的科学家、博士后和博士生在以色列希伯来大学和以色列理工学院参与研究,是以色列最具代表性的奖学金信托基金之一。
Tempus	欧洲国家—欧洲周边国家	2008 至今	Tempus 计划(Tempus Programme)旨在促进不同国家科研机构之间的国际学术合作,加强欧洲与其周边国家学者之间的联系,以便为长期合作奠定坚实基础。科研机构可通过 Tempus 计划进行课程开发、与业内企业开展密切合作来强化以色列与欧洲在学术界和工业界的联系。该计划对以色列高等教育机构存在很多层面的影响。
CESAER	24 个欧洲国家及以色列、土耳其	1990 至今	CESAER(Conference of European Schools for Advanced Engineering Education and Research, 欧洲高等工程教育和研究大学会议联盟)由 26 个国家的 52 所一流工程大学和学院组成。其主要目标是在联盟范围内提供高水平的工程学科教育,并增强各成员在科研、研究生教育以及社会影响力方面的合作与联系。
Global E ³	世界范围	1995 至今	Global E ³ 由六个大洲 23 个国家(包括美国、英国、日本、澳大利亚、中国等)70 多所工程学校组成的联盟。参与的学生主要学习工程课程,由原所属院校收取学费,并授予学分。

人才、技术、平台、传播、财政、金融等相关政策措施,有力地支持中国高尖端科技的研发与产业化。

3) 借鉴以色列科技创新中科研机构、孵化器等一系列研发与产业体系的成功经验,完善中国的科技研究成果产业化体系。政府有关部门要尽早制定产学研联合发展的路线图,明确长期目标与阶段性目标;科研管理部门要注意在孵化器体系规划与运营的过程中提供指导性、规范性的意见,为科研创新的知识传递与成果的有效转化做好服务与保障工作;孵化器需要采取动态灵活的商业化方法,根据行业的实时需求和长期目标来定制成果转化结构,避免“一刀切”处理,其服务需要实现从技术联合研发到技术、产品和服务授权的全范围覆盖,通过在研发和商业化进程中的结构化支持来有力保障中国高校与科研院所所在技术转化方面的成功。

4) 在科技创新的各个环节当中,学术界、政

府和企业之间应建立良好的合作关系,深入研究市场需求,增强科研项目的关联企业建设,优化科研成果的上下游产业化配套;深化国内和国际科学技术研发机构的交流合作,培养并引进高层次的创新人才与科研团队,促进中国与世界科技创新的共同进步。

参考文献

[1] 赵蓉英,全薇. 面向世界一流大学的科研竞争力分析[J]. 高教发展与评估,2017,33(2):1-9.

[2] Technion Research and Development Foundation. Industry Guide to Technion: Research Projects, Research Services & Technology Transfer [EB/OL]. 2014-05. <https://www.technion.ac.il/en/technion-research-units-2/>.

[3] Technion Research and Development Foundation. Industry Guide to Technion: Research Projects, Research Services & Technology Transfer [EB/OL]. 2017. <https://manlam.net.technion.ac.il/en/industry/>.