

DOI: 10.16750/j.adge.2020.10.011

理工科大学世界一流学科成长机理的多维透视

——以佐治亚理工学院航空航天工程学科为例

武建鑫 胡德鑫

摘要: 选取佐治亚理工学院航空航天工程学科,运用“学科成长史-学科系统结构-大学组织制度”的分析框架,全景式呈现理工科大学世界一流学科的成长特征。研究表明,世界一流学科的成长充分体现了领导型学者的关键行动力,回应国家需求的使命担当,以及适时拓宽组织外围的重要性。除了学科组织化建设,世界一流学科往往依托学科群落进行跨学科研究,并为人才培养供给多学科的前沿知识和研究氛围。在大学组织层面,世界一流学科具有明显的“在地化”特征,其发展方向和前景高度依赖所在大学的历史传统、发展模式、治理结构。

关键词: 世界一流学科; 学科成长史; 学科系统结构; 生成机理

作者简介: 武建鑫, 陕西科技大学教育学院副教授, 西安 710021; 胡德鑫, 天津大学教育学院副教授, 天津 300354。

一、问题的提出

当前各高校都在围绕“双一流”建设紧锣密鼓地开展相关工作,其工作重心在于世界一流学科建设,列入建设名单的高校争取保住既定的位置,并力争在建设期结束时获得更为卓越的成绩,没有列入建设名单的高校则信誓旦旦要通过既定的学科建设方案跻身世界一流学科建设高校。从学科建设方案及其实践来看,办学对世界一流学科的认识还存在着诸多共性问题,比如,世界一流学科建设被视为优势学科建设;学科建设工作相当于着力加强科研建设;一流交叉学科群主要指向自然科学领域^[1]。这些问题反映了“双一流”建设的实践主体对世界一流学科存在较大的认知偏差,在工作中缺乏对世界一流学科成长的规律性认识。可就是在这种情况下,各高校已经踏上“双一流”建设的道路,在学科建设方案的设计与实践各显神通、高歌猛进,试图通过提升指标绩效的“学科建设”思路来实现追赶超越。当然,这种看似积极有为的工作景象,加上与日俱增的学术指标数据,会在短期内为办学者的工作业绩提供有力的佐证,但这种仅在指标层面上打造的“一流学术”并不符合“双一流”建设的初衷。或许这种矛盾的直接诱因来源于教育主管部门在规定建设期绩效考核的压力,但其根本原因在于办学缺乏按照教育规律办学的理念和行动。

办学者在实践中遇到的困惑常常会被学术界敏锐地察觉到,并能够在理论层面及时得到有力的回应。伴随着“双一流”建设的持续推进,有关世界一流学科的研究从“究竟如何建设”转向“规律是什么”,学者们期待在认识论层面探讨世界一流学科的内涵^[2],比如追问什么是世界一流学科,它们与非一流学科究竟有哪些本质上的区别,以及世界一流学科的成长逻辑是什么,等等。就世界一流学科的成长机理而言,当前的研究主要集中在两个方面。一方面,在理论层面求证世界一流学科的内生动力,并试图探索研究世界一流学科成长机理的理论体系,究竟是从大学层面上考虑世界一流学科成长的组织要素及其互动方式,还是单纯地从学科组织层面探索世界一流学科的自组织过程^[3]。另一方面,在实证层面阐释世界一流学科的成长路径及其影响要素,这种研究或采用经典的单案例研究^[4],或采用双案例比较研究方式^[5]。尽管这些研究在理论层面回答并阐释了世界一流学科的基本内涵、发展经验,以及内生驱动的合理性,但当前对世界一流学科的认识缺乏分类思维和多维视角,忽略了不同类型学科之间的差异,忽略了学科与组织结构,以及学科与大学之间的关系。因此,本研究基于学科生态系统的理论体系,试图构建一套科学合理的分析维度,全景式观测佐治亚理工学院航空航天工程学

科在各维度上的组织结构及其制度特征,为探索理工科大学世界一流学科成长机理提供新的思路和方法。

二、研究设计

从当前的研究来看,我们在讨论世界一流学科的相关问题时至少存在两种语境,即评价语境和因果语境。在评价语境中,世界一流学科被认为是一个结果性变量,它被限定在一个具有明显边界的知识或组织框架内;在因果语境中,世界一流学科常常面临组织与制度的追问,在动态的成长过程中寻找可能的原因。显然,本研究是在因果语境中对世界一流学科进行探讨,旨在追寻学科成长的历史中那种“人之行动而非人之设计”的自生自发秩序^[6]。揭示这种秩序,不仅需要确立研究假设、理论基础和观测维度,还需要选择合适的世界一流学科案例作为研究对象。

(一) 分析维度

研究表明,世界一流学科有别于单一的学科概念指向,在“双一流”建设战略的推进过程中,已然演化为一个内涵丰富、层级多样、实践性强的话语体系,其成长过程可能存在着学科、跨学科、学科交叉等多种方式独立发展或混合运行的“超学科”形态。或许,这种对世界一流学科复杂形态的描述更接近于客观存在,也更有利于激发我们去构建一种适切的理论体系,在组织和制度层面解释世界一流学科的成长机理。笔者认为,世界一流学科生成于健康和谐的学科生态系统,这种结构绝非外力能够给定,而是在知识演化、学科治理、制度创新的基础上自我驱动而成的结果。由此可知,世界一流学科成长机理不仅涉及学科本身的组织化过程以及学科系统要素之间的相互关系,还关系到大学组织层面的理念与制度支撑,具体内容如下:

1. 学科成长历程

任何一个世界一流学科的成长史都是一部波澜壮阔的知识演进与组织创新史,但本研究无意追寻学科成长史的全貌,而是将注意力放在学科组织的历史变迁,以及学科发展与所在大学的历史演进之间的关系。在超越组织生命周期理论的基础上,我们结合世界一流学科的发展实际,将学科组织的成长分为“生成—成长—成熟—蜕变”四个基本阶段,作为划分案例大学世界一流学科的组织成长阶段的思路。

2. 学科系统变量

按照韦伯所提出的理想类型方法,我们可以在知识生产与制度环境之间抽象出一个学科系统层次,这个层次包括学科组织、知识网络、学科群落、课程结构等要素,它们在教学、科研和社会服务等多个层面

形成千丝万缕的关系。①学科组织旨在呈现院系组织的愿景、师资队伍、学科平台;②知识网络意在揭示学科组织之间因科研、教学、社会服务等活动产生的关系结构和行为方式;③学科群落是知识生态与组织生态在大学场域中的集中表现,能够有效揭示支撑学科布局的理念及其战略,以及跨学科研究的最大可能性空间;④课程结构主要通过课程内容的组合方式来反映人才培养理念,以及不同学科的知识体系对所在专业的人才培养的支撑作用^[7]。

3. 办学理念与制度

任何一门学科的健康成长,都离不开大学组织层面的先进理念及其制度支撑。在大学发展史上,世界一流学科往往产生于哲学层面的世界一流大学之中,其原因就在于这些大学都具有先进的理念和制度,能够适应大学内部既有学科的知识生产力和生产关系的需求。本研究有别于以往的研究思路,将学科视为“大学的学科”,而非仅仅是“院系的学科”,不仅有利于揭示学科之间的协同共生和相互竞争的内在机理,还有助于解释大学组织层面的制度供给及其创新对于学科成长的支撑作用。

(二) 案例设计

1. 案例选择

从案例选择逻辑来看,需要综合考虑案例大学的典型性,案例学科的代表性以及相关资料的可获得性等方面因素。佐治亚理工学院(Georgia Institute of Technology,简称 Gatech)在全球理工科大学中有着相当高的学术声誉,被《美国新闻与世界报道》评为全美10所顶尖公立大学之一。Gatech的优势学科是工程学科,在2017年QS世界一流学科排行榜中位列16,而自然科学实力相对薄弱,排名56,这也证实了 Gatech 是一所由技术引领的理工科大学。同时,本研究获得了有关 Gatech 航空航天工程学科1917—2002年的史料,这为案例学科的深入分析发挥了重要的支撑作用。

2. 研究方法

从研究策略来看,研究方法的选择及其调适一定要与研究问题所处的环境相适应,而不是无论什么情况下都要生搬硬套某种固有的方法及其程序^[8]。本研究旨在解释案例大学世界一流学科如何形成,为什么卓越,以及怎么样发展的问题^[9],需要结合案例内容进一步探索学科组织、学科系统、大学组织制度之间的互动关系。作为一种探索性的研究,本案例研究需要在各维度上更广泛地使用历史研究、社会网络分析等定性和混合方法,以便更准确地阐述学科生态系统涌现和演变过程的复杂性。另

外,将学科生态系统从理论建构转向一种分析框架,对于案例大学世界一流学科成长机理的探索是一种积极的尝试,不仅有效地扩展了观测学科成长的角度,还提供了一种解释学科成长的方法的可能性。

3.数据来源

本研究是否可行主要取决于研究设计的合理性,但结论是否有效则取决于学科史资料的可获得性。可喜的是,我们获取了两份珍贵的学科史资料,一份是在1917—2002年期间佐治亚理工学院航空航天工程发展史资料;另一份是第一个飞行世纪航空航天工程教育的史料,这对于追溯 Gatech 航空航天工程学科发展历程有着重要的支撑作用。同时,我们还通过网络收集、电子邮件、访谈等方式,获得了古根海姆基金会对航空航天工程的资助材料, Gatech 工程院的战略规划,航空航天工程学院的年度报告、财务报告、课程列表等资料。

三、案例分析与讨论

(一)学科成长历程

世界一流学科是学科历史发展的结果,所有当前的学科系统结构都是在知识、权力、组织的相互交融过程中形成的。各门学科自身的特殊性,以及学科与所在区域、学校、政府之间关系的差异,必然会导致世界一流学科成长路径的差异性。Gatech 航空航天工程学科已历经百年演变。我们以学科组织发展的重要节点作为划分依据,全面揭示航空航天工程学科的组织成长共性与特性^[10]。

1.生成阶段(1917—1930年)

Gatech 的航空航天工程学科的发展源于建校之初。1917年,美国战备部门(陆军部前身)建立了美国陆军学校,其中之一就是佐治亚技术学校,旨在为飞行员提供地面培训基地。美国海军建设部门出面,与海军航空局和古根海姆航空促进基金会沟通,表明在美国南部建立一个航空工程中心的愿望。后经学校校长布里泰恩(M. L. Brittain)的多方公关,古根海姆基金会委员会决定将南部航空工程中心建在佐治亚技术学校,并捐赠30万美元,这是该基金会为美国航空工程提供的最后一笔赠款。1930年3月,经学校董事会一致通过,在 Gatech 设立一个独立的学科组织,即丹尼尔·古根海姆航空系。为了加快发展新组织,校长提出考察麻省理工学院、纽约大学、加州理工学院等学校的丹尼尔·古根海姆航空系,同时邀请国家航空咨询委员会的蒙哥马利·奈特(Montgomery Knight)担任系主任。

2.成长阶段(1931—1961年)

学系发展初期将更多的经费用于修建大楼(10万美元)、建设航空风洞(1万美元)、购置基本设备(4万美元),剩下的15万美元作为永久的投资基金,用来支持航空工程学科的师资发展。在蒙哥马利·奈特的主持下,古根海姆大楼于1931年6月开始运行,当年9月,第一堂课在这个大楼开始,只有18名学生,授课教师共2名。由于 Gatech 服务区域发展的功能定位,学校长期沉浸在为当地培养工程技术人才的道路上,使它无法引进当时最优秀的航空科学前沿领域的科学家。在吸取麻省理工学院和加州理工学院重视科技研究经验的基础上, Gatech 开启了从教学型的机构转变为研究型大学的征程。在新一任的领导多尼尔·达顿(Donnel Dutton)的管理下,航空系获得了实质性的发展,其标志就是形成了一个固定的本科阶段的航空工程专业,共开设了25门课程。同时,研究预算也超过了2万美元,硕士专业也得到了发展,建立了航空系在全国范围内的良好声誉。

3.成熟阶段(1962—1981年)

随着丹尼尔·古根海姆航空系教师队伍的发展壮大,教师们的研究兴趣逐步扩大到材料、机械、力学,以及航天领域。1962年7月1日,学系改名为丹尼尔·古根海姆航空航天工程学院(以下简称“航空航天工程学院”)。在这期间,学院基础设施有了较大的改进,蒙哥马利·奈特大厦竣工,韦伯大楼投入使用,燃烧实验室已经建成。新一任系主任阿诺德·杜科夫(Arnold Ducoffe)于1963年上任,在他的努力争取下,学校为学院每年增加30万美元的经费支持,这样就可以增加新的教职人员,推进有关重大研究项目的实施,以及筹备设置博士学位课程。在系主任的领导下,学院开展了许多理论和实验工作,将管道系统中非稳定流动理论应用于新兴的生物学工程,此后成为 Gatech 生物学工程学院。同时,学院对稀有气体现象以及大气层湍流的研究在全国范围内获得越来越多的认可,并最终分化成为 Gatech 地球与大气科学学院。

4.蜕变阶段(1982年以来)

尽管 Gatech 没有获得二战时期国防研究的资助,但之后学校充分利用航空航天工程学科的优势赢得了联邦政府的项目资助。1982年,航空航天工程学院首次获得国家重大科研资助,由美国陆军研究办公室负责在 Gatech 建立了旋翼飞行器技术中心。20世纪80年代中期,航空工程专业通过美国工程技术认证委员会评估之后,学校再次投入了经费和资源,用来推进本科生实验室的现代化,重新打造高质量的

课程。在同一时期,学院开始积极联合机械工程学院、材料学院的力量,在飞行力学和控制领域建立了有力的教学和研究计划,并以跨学科大学研究计划(MURI)赢得了第二个重要的研究合同。经过短暂的系主任替换后,罗伯特·洛伊(Robert Loew)于1993年接替了系主任一职。在这期间,研究经费和学生人数迅速增长,跨学科研究和教育成为新时尚,基础设施随着研究项目而频繁更新换代。如今,学院发展更是欣欣向荣,在2018年全美最有价值的航空航天工程学院排名中,Gatech位列第一,成为美国最负盛名的航空航天工程学院之一。

(二) 学科系统结构

梳理学科组织的成长历程有助于纵向把握作为结果变量的世界一流学科的知识演进与组织变迁,但揭示现阶段学科发展状况及其在大学组织系统中的关系则需要从学科系统的关键变量入手。本研究主要从学科组织、知识网络、学科群落、课程结构四个方面来探讨 Gatech 航空航天工程学科发展的特征。

1. 学科组织

从学科组织愿景来看,航空航天工程学院的愿景主要包括三个方面:为有能力、有动力和充分准备的学生提供最高质量的航空航天工程教育,使他们能够在技术世界中发挥最大的潜力;着力推进航空航天相关学科的知识及其应用与整合;为国家和佐治亚州的发展提供优质的服务^[11]。很明显,愿景描述充分体现了学院立足区域、放眼全球的情怀和视野,诠释了工程学科在知识生产和社会责任方面应有的担当。

从师资队伍结构来看,航空航天工程学院将教师分为学术型和研究型,其中学术型教师同时负责教学和研究,共45人,研究型教师主要承担研究任务,共66人,总计111人。从研究领域来看,超过一半的教师涉及航空航天工程领域的两个子学科,同时在2~4个实验室开展工作^[12]。这不仅仅是教师个人兴趣决定的,更深层的原因是教师均具有跨学科的教育经历,以及教师队伍具有多学科的结构支撑。从学院教师最终学位来看,获得航空航天工程博士学位的教师约占67%,其余教师则分别拥有计算机科学、机械工程、物理学、工业与系统工程博士学位。

从学科平台来看,航空航天工程学院分别在系统设计与优化、飞行力学与控制、飞行与结构力学、推进与燃烧、空气动力学、流体力学六个领域组建了各种类型的实验室、研究中心、研究小组,比如航空制造空间、航空航天系统设计实验室、航空运

输实验室、燃烧实验室、计算固态力学实验室等^[13]。在学校层面,设置了与航空航天工程学科相关的空间技术研究中心(C-STAR),中心的研究集中在推进天体物理学、地球科学、行星科学、空间政策、空间技术等领域发展,旨在改善和拓展 Gatech 与空间有关的教育和研究工作。

2. 知识网络

利用 Ucinet 软件对 Gatech 航空航天工程学院近五年科研合作网络进行分析,发现其知识网络具有明显的区块状结构特征,第一个区块是由 Gatech 协同其他院校的航空航天工程院系,以及相关航空航天研究组织构成的主干学科知识网络;第二个区块是由 Gatech 与其他院校的机械工程系构成的支撑学科知识网络;第三个区块是由 Gatech 与其他院校的电子信息工程院系构成的基础学科知识网络(如图1所示)。航空航天工程学科的发展与机械工程、电子信息工程学科的密切关系,反向证明了部分学校设置“航空航天与机械工程学院(学系)”作为学科组织的合理性,也证明了在学科分类中以“机械、航空航天与制造”作

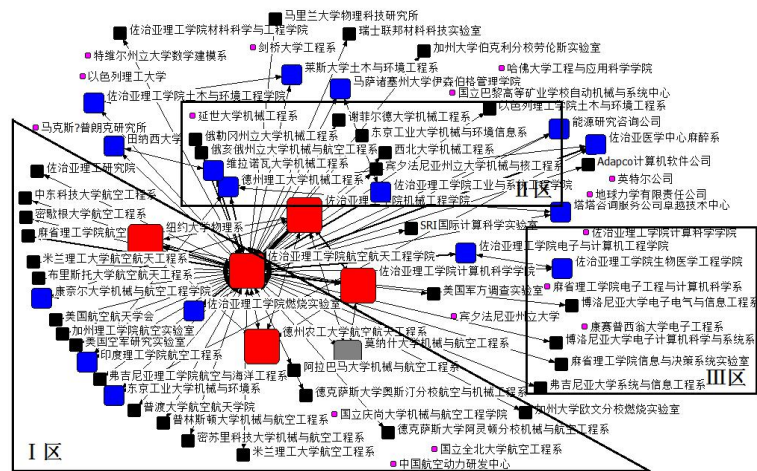


图1 佐治亚理工学院航空航天工程学院科研合作网络

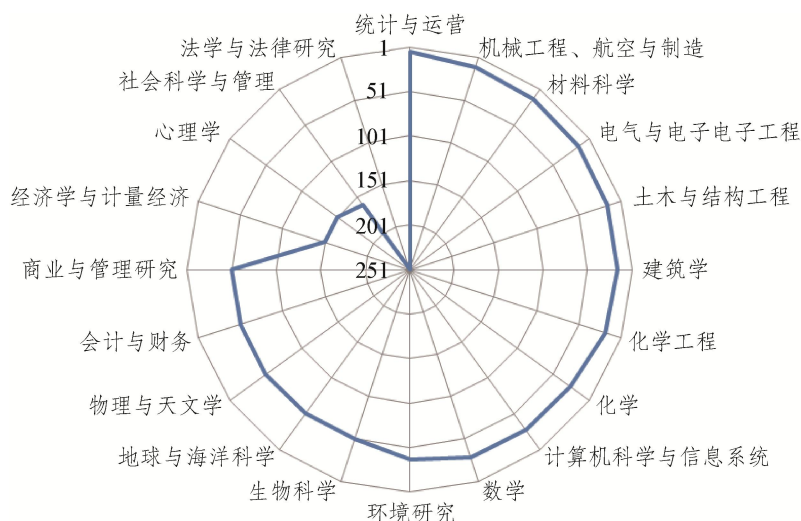


图2 佐治亚理工学院部分学科排名分布

为一类工程学科的恰当性。

从核心-边缘结构分析结果来看,计算结果显示两者之间的相关系数为 0.944,属于强相关关系,这说明科研合作网络存在核心-边缘结构。其中,位于核心区域的科研机构有 Gatech 航空航天工程学院、Gatech 机械工程学院、Gatech 计算机科学学院,其他机构诸如德州理工大学机械工程系、Gatech 工业与系统工程学院、麻省理工学院航空航天系均位于边缘区域。很显然,知识网络的核心-边缘结构不仅说明 Gatech 航空航天工程学科初步形成了中心学科群与边缘学科群之间的协同支撑网络,而且也证明跨越组织边界的合作与交流是形成世界一流学科的必要条件。

3. 学科群落

根据 2018 年 QS 世界大学学科排行榜可知, Gatech 入选学科共 20 个,各学科按照名次有序排列,呈现出较为明显的学科群落分层情况(如图 2 所示)。排名前 50 的首先是以机械工程、航空与制造、电气与电子工程、土木与结构工程、化学工程为代表的工程技术类学科群落,其次是材料科学、化学、数学、生物科学等自然科学类学科群落,排名 50 以后的主要是社会科学类学科群落。作为理工科大学的代表, Gatech 的学科群落分布显然有别于麻省理工学院和加州理工学院,前者已经从理工科相互交融走向文理工均衡发展的趋势,后者则仍然坚守“科学帝国”的发展思路,以自然科学群落为优势学科。

如果说学校层面构建的学科群落为 Gatech 航空航天工程学科的发展提供了一个良好的学术环境,那么,航空航天工程学院内部的学科群落结构则是判断其跨学科教育和研究水平的关键标准。Gatech 的航空航天工程研究侧重于系统设计与优化、飞行力学与控制、气动弹性与结构力学、结构力学与材料、推进与燃烧、空气动力学、流体力学的研究,而这些领域学科跨度极大。尽管在学院内部设置了与基础原理相关的实验室,比如动力学与控制系统实验室、材料研究所,但还需要其他院系的大力支持,比如采取联合聘任的方式促进学术交流。

4. 课程结构

课程结构是指在一定课程价值观的指导下,学校课程系统中的组成要素、要素间的组织、排列形式以及各要素间的比例关系^[4]。Gatech 旨在利用先进的科学技术改善人类的生存条件和生活水平,以引领世界、改变世界,为社会服务。航空航天工程学科的培养目标是期望毕业生成为精通技术的企业家,期待

毕业生能够将专业知识转移到航空航天工程的新领域,期待毕业生成为终身学习者,不断发展他们的领导力、批判性思维和解决问题的能力。当然,任何能力的培养都是建立在体验和基础之上的,都需要充分、恰当、精炼的课程和活动设置来完成。航空航天工程专业的本科生培养实行学分制,要求学生完成 132 学分的课程,主要包括两大类,一类是工程学院对工程专业统一开设的健康卫生、基本技能、工程师计算、人文学科、科学技术、社会科学,以及与专业相关的基础导论课程,共 63 学分,占比为 47.72%;另一类是航空航天专业需要学习的课程,分为核心专业课程、专业必修课程,前者包括多变量微积分、微分方程、工程材料的原理与运用、普通化学、航空航天工程概论、静态力学 6 门课程;后者包括专业导论类、基础类、实验类课程^[15]。

Gatech 航空航天工程专业的课程结构呈现出以下几个特点:其一,总课程学分适当,但每一门课程的学时较长,强调所学知识的系统性和专深性;其二,重视基础课程的逻辑体系,先从工程导论课入手,紧接着学习专业类导论课,最后学习专业基础课和实验课;其三,课程设置以专业素养和通用能力为主线,在专业课程中特别强调数学、工程概论、工程伦理、工程计算等方面的知识;其四,各类课程的结构化安排,充分体现了 Gatech 航空航天工程学院的学科结构,各学科师资队伍的水平,以及航空航天工程学科的知识供给能力。

(三) 办学理念与制度

如果说学科组织及其系统结构为世界一流学科的形成搭建了有利于知识生产的组织和基本架构,那么,大学组织层面的办学理念和制度创新则为世界一流学科的形成提供了支撑组织和系统高效运行的灵魂与制度保障。

1. 遵循“技术引领”的办学理念

根据 Gatech 学校层面的战略规划及其工程学院配套的愿景规划可知,佐治亚理工学院充分肯定了研究型大学的发展思路,比如建立多学科、多机构,强调终身学习的学习研究型社区的能力是未来成功的大学的主要特质。然而, Gatech 并不满足于现有发展模式,还期望成为“21 世纪技术引领的研究型大学”,其目标不仅仅是成为这些大学(研究型大学)中的一员,还在于创造学术界未来成功的典范。这一点在 Gatech 校长约瑟夫·佩蒂特(Joseph M. Pettit)的就职演说中有很好的体现:“我们要持续地证明佐治亚理工学院在大学系统中的独特地位,也就是建立一所高品位、实践的、重要的‘技术型大

学’。”他还此类大学称为“伟大的大学”(Great University),认为“伟大的大学在于塑造世界,而不是被世界塑造”^[16]。

“技术引领”的办学理念旨在为佐治亚州、整个国家,乃至全世界面临的问题提供技术方案,力争成为全世界最好理工大学的领导者。比如,在航空航天领域,学校以强大的科研基础来满足关键军事任务的需求,目前佐治亚技术研究所(GTRI)正在进行的在作战飞机上实现电子战系统自动化的工作,可有效提升飞行员的安全保障水平,同时使他们的工作更易于管理^[17]。总的来看,技术引领的研究型大学模式有以下特点:第一,技术引领的重点在于通过技术来解决真实世界中的实际问题,是实用主义高等教育范式的具体化;第二,在理工科大学强调技术引领,暗含着对基础科学和应用科学关系的辩证认识,即应用研究引领基础科学发展;第三,技术引领的研究型大学也是一种前瞻性的办学理念,并没有模仿麻省理工学院和加州理工大学的办学模式,而是在重塑和变革大学模式。

2. 依托“科技广场”推动创新创业

或许所有的创业型大学都已经形成各自的创新创业发展举措, Gatech 的不同之处在于始终扎根所在城市,将科技广场(Tech Square)作为将知识资本和商业社区连接起来的城市创新生态系统。以科技广场为中心的创新生态系统主要提供三类服务:第一类是为行业或政府部门提供 Gatech 的解决方案。科技广场的工作就是在充分了解学校的优势和研究进展,以及企业、政府部门的特殊需求的基础上,为双方提供适切的资源对接。第二类是帮助教师和科研人员寻求科研资助或科研成果的商业化。第三类是激发教师、研究人员、学生将创新思想转化为创业公司,并提升企业家的能力^[18]。就航空航天工程学科而言,经科技广场的多方沟通与协商,达美航空公司向 Gatech 投资 200 万美元建立合作研究中心,致力于提高航空运行管理水平及客户体验。合作研究中心在后期将通过搭建双方合作平台的方式来加强用户与产品互动方面的学术研究,进一步促进航空产业创新。在达美航空公司副总裁吉尔·韦斯特(Gil West)看来,该研究中心是美国达美航空公司与高校合作建立的首个研究机构,对达美来说,它将有可能会借助 Gatech 优秀学子的聪明才智获得新的发展路径。在协同创新取得新进展的情

况下,达美航空又一次向 Gatech 捐赠 300 万美元以支持智能制造标杆项目(AMPF),AMPF 项目奠定了 Gatech 在美国制造业(包括机械工程、航空航天工程、工业与系统工程等)的领军地位。航空航天工程学科正是在学校创新创业制度体系中不断获得资源支持和发展机会,为形成一种创业的、开放的、融合的工程学科发展形态奠定了基础。

3. 通过“合作教育”强化工程实践

除了学术上的创新与创业,世界一流学科还应当指向人才培养质量。Gatech 还采取了合作教育(cooperative education)的方式为结构化的工作经验提供培养质量信用保证。合作教育是一种将课堂教学和实际工作经验相结合的教育方式,在帮助年轻人实现从学校到工作的转变,以及在服务学习和体验式学习方面正在发挥新的重要作用。从职业发展来看,合作教育有助于学生通过实践经验增加对课堂理论的理解,了解职场文化,探索属于自己的职业目标和选择,评估个人的职业能力并有机会改善。

尽管 Gatech 不是第一所实施合作教育计划的大学,但它已经成为美国开展合作教育项目最为多样的高校之一。自 1912 年以来,已经超过 41000 名学生参加合作教育项目并获得了职业上的快速发展。工科专业的学生尤为强调工程实践能力,且这种能力只有在真实的操作环境中才有可能获得。Gatech 的合作教育采取全职工作学期与全日制在校学习学期轮流交替,既能保证理论学习与工程实践阶段性学习的质量,又能相互促进各自的学习和思考(如表 1 所示)。合作教育单位有当地的达美航空公司、可口可乐公司、麦克尼建筑公司、佐治亚电力公司等,且每年在各公司参加工程实践的学生数量也在稳步增加^[19]。

四、结论与展望

(一) 研究结论

本研究基于学科生态系统的理论体系,构建了“学科成长历史—学科系统结构—大学组织制度”的多重观测维度,全景式揭示了佐治亚理工学院航空航天工程学科的成长机理。研究表明,适度的理论分析框架不仅突破了以往从单一要素入手解读学科成长规律的桎梏,而且避免了借用规定性较强的变量结构来观测学科系统的盲从。

第一,世界一流学科的组织成长历程符合基本的组织生命周期,充分体现了领导型学者关键行动力,回应国家需求的使命担当,以及适时拓宽学科

表 1 佐治亚理工学院合作教育与学术研究交替安排表

学习阶段	学期	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
本科阶段	秋季学期	学术研究	学术研究	工作期	学术研究	学术研究
	春季学期	学术研究	工作期	学术研究	学术研究	学术研究
	夏季学期	工作期	学术研究	学术研究	工作期	学术研究
硕士生阶段	学术研究→ 工作期 → 工作期 （可选择）→学术研究→学术研究					
博士生阶段	学术研究→学术研究→ 工作期 →学术研究→（博士达到合格的额外工作期）					

资料来源：佐治亚理工学院合作实习项目 <https://career.gatech.edu/co-op-internship-programs>

组织外围的重要性。世界一流学科在组织自然演化的过程中常常伴随着自组织演化与外部干预力量的博弈，导致学科组织的成长过程常常会出现组织内部分化、组织边界消融等生态特征。当然，所有的组织变革都具有知识创新意义，一流学科必经探索、洗礼、磨炼才能获得卓越的组织生命力和创新能力。

第二，世界一流学科是一个结构复杂的系统生成物，学科系统结构的学科组织、知识网络、学科群落、课程结构四个观测变量仅揭示了部分内容。研究表明，世界一流学科离不开学科组织化的建设，在自组织的基础上依托学科群落实现跨学科研究，进而为人才培养供给多学科的前沿知识和研究氛围。学科系统是大学组织内部学科之间及其有关知识、组织、课程、专业等要素的关系型结构，这种结构的效率取决于系统环境是否支持个体知识行动者的自由探索、自由连接、内生驱动的行为。

第三，世界一流学科不仅仅是“院系”发展的结果，其发展方向和前景高度依赖大学组织层面的理念和制度。案例大学遵循“技术引领”办学理念，对于理工科大学的办学模式进行了有益的探索，深刻地影响着学校内部工程学科、自然科学、人文社科的发展定位。同时，学校层面的制度体系对于发展创业的、开放的、融合的工程学科形态，以及增强工程实践能力的教育计划起着规范性的作用。显然，世界一流学科的成长具有明显的“在地化”特征，与所在大学的历史传统、发展模式、治理结构等因素关系密切。

（二）研究展望

探讨世界一流学科的成长机理属于归纳逻辑，但这也暗含了归纳样本的多样性与结论一致性之间的矛盾。比如，从大学类型来看，理工科大学只是其中之一，且理工科大学还有理工交融型的麻省理工学院，科学引领型的加州理工学院，等等。然而，从案例研究的思路来看，我们或许无法穷尽所有的案例，从中获得普适性真理，只有选择最为典型的案例来解构事实，启发我们对事物本身及其发展路

径的思考。基于此，笔者就世界一流学科成长机理的研究提出一些展望，主要包括两个方面：

一方面，进一步完善理论体系，将跨学科、系统观、生成论、知识生产、自生自发秩序等理论纳入研究视野，组合相应的研究方法，形成各具特色的研究设计，从多角度还原世界一流学科的成长规律。现代学科的发展呈现出一种在学科分化基础上的大综合、大融合、大跨越趋势，单一从一门学科入手有悖于学科整体的运行机制。如果有朝一日，以跨学科组织为特征的欧林工学院、林雪平大学能够实现跨越式发展，并跻身世界一流，那么，我们是否在研究起点上就已经偏离了学科发展的观测视角？观测视角的创新是建立在学术研究理念创新基础之上的，我们无意引入杂乱无章的理论来“重组”世界一流学科的成长规律，而是基于对学科发展历程及其复杂系统的认识，在理论的指引下选择适切的观测视角来认识同一事物。因此，以跨学科为特征的观测视角，需要系统观、整体论、生成论的理论支撑，也需要自生自发秩序、系统涌现、知识生产模式Ⅲ等理论的自由组合及全方位解读。

另一方面，继续拓展研究对象的多样性，尝试以典型的单案例探索一般性的理论架构，在此基础上以演绎的逻辑证明或证伪已有的结论。不论是学科还是大学的发展，国际性的另一面是较为明显的区域性、独特性、文化性。研究世界一流学科的成长机理既要遵循世界各国大学的学科发展基本规律，还要特别关注不同国家的政府与大学之间的关系、产业与学术之间关系在何种程度上影响了世界一流学科的成长。同时，还要关注当前众多的全球顶尖年轻大学，分析它们究竟通过什么样的制度设计实现了学术上的跨越式发展，探讨这对于后发外生型国家建设世界一流学科有着什么样的借鉴意义^[20]。当然，持续深入的研究必然带来不断更新的学术展望，而正是通过这种“探索—完善—探索……”的永无止境的学术追求，世界一流学科才会逐渐展露出它那五彩缤纷的世界。

参考文献

- [1] 申超, 杨梦丽. 一流学科建设蓝图是如何描绘的——基于“41”所“双一流”建设高校建设方案的文本分析[J]. 高等教育研究, 2018, 39(10): 37-42.
- [2] 武建鑫. 世界一流学科的政策指向、核心特质与建设方式[J]. 中国高教研究, 2019(2): 27-32.