

高校与学科发展

University and Science Development

2016 年第 1 期

(总第 8 期)

2016 年 3 月 31 日

中国农业大学图书馆主办

感谢中国农业大学教育基金会“大北农教育基金”资助

《高校与学科发展》

University and Science Development

主 编：何秀荣

副主编：李晨英

编 辑：黄庆 师丽娟 王宝济 张永彤
赵勇 张红伟

主办单位：中国农业大学图书馆

出版单位：中国农业大学图书馆情报研究中心

地址：北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮编：100193

电话：010-6273 2770

邮箱：qbyjzx@cau.edu.cn

网址：<http://www.lib.cau.edu.cn/gxyxkfz/index.htm>

敬请批评建议 欢迎惠赐稿件

卷首语

中国一直在探索教育模式,使得高校给人留下的印象是一直在改革。学习甚至仿效国外是其中最常见的一种做法,上世纪50年代的师法前苏联,改革开放后的师法欧美,但在很大的程度上,总有画虎不成反成犬的感觉。今天出现频率较高的一词叫“国际接轨”,但似乎又往往得到南橘北枳的结果,比如SCI/SSCI/EI/CSSCI收录论文成了高校计算奖励、提职加薪的依据后,异化成了“唯收录论”,尽管其中很多是“科学”垃圾。有时,我们也探索自主创新教育模式,但不少次演变为运动甚至闹剧。常说“他山之石、可以攻玉”,但往往不见成玉、只见碎石。有位经历过抗战的老将军说,现在影视上的日本兵怎么扮演也不像他所见过的真正的日本兵,服装道具蛮像,但就是没有日本兵内在透发出来的那种“质神”。看来,很多事情往往会被做成花拳绣腿、光鲜热闹,但貌似神不似,用毛主席的话说就是“纸老虎”。本期“**美国农业工程教育百年嬗变与启示**”和“**CDIO工程教育模式**”二文试图给出国外在教育改革与社会需求、改革目标与改革配套、专业教育与通识教育、培养目标和精准培养等方面的参考借鉴。

粮食安全是我国面临的重大问题,科研支撑是保障我国粮食安全的根本途径,本刊已经刊载过全球主要小麦和玉米研究机构的国际学术影响力比较分析,加上本期的“**全球主要水稻研究机构的国际学术影响力比较分析**”一文,希望由此能给读者提供三大主粮的国际主要科研机构及其学术影响力概观。

科研评价一直是科研管理部门的重要工作内容之一,也是科研管理部门较头疼的工作之一。人们往往能很容易地看见一所高校的总体投入或产出规模,但仅仅以此做评价依据是不够的,正如中国的经济规模已经是全球第二,但中国居民的生活水准排名在全球依然靠后。因此,科研效率应当成为主要评价指标之一。本期“**985高校科研投入与产出比较**”一文尝试加入科研效率角度来看科研,由于此类分析的技术水平不足以及该研究所依据的统计数据的质量问题,该文的比较分析评价结果会有一些的局限性甚至失真性,但依然可以给我们一定的思维促进和参考价值。

本刊在关注高校教学和科研两大主旋律的同时,也一直关注非主旋律的高校工作。信息化网络是高校最重要的支持系统之一,今天人们的工作和生活都已离不开网络,学校的教学、科研、管理工作越来越依赖于网络和信息化,网络安全问题也随之越来越突出,成为大家关心且担心的事,本期“**高校网络信息安全风险及对策分析**”一文立足于高校介绍了一些网络安全情况并提出了安全对策,希望对加强网络安全工作有所参考。

国际学术影响力是各国学科都在努力追求的,是学科是否达到国际前沿水平的指示器之一。反映国际影响力的指标很多,但在世界一流学术期刊中担任编委的状况可以作为一国学科水平的一项重要参考,因为一流学术期刊的编委应当是该学科的佼佼者,拥有学科佼佼者意味着学科水平。基于这样的想法,本期“**ESI农业科学、植物与动物科学、环境与生态学三类期刊影响力及其TOP10%期刊编委来源国家**”一文以农业的三类期刊作为试点,展开了探索性研究。该研究不仅反映了该三学科一流期刊编委国别分布,更重要的是希望有更多的中国学者努力成为各自学科世界一流学术期刊的编委。

本科教育是高校的核心工作,国内高校对本科教育的重视程度在提高,本期摘编了一组本科教育改革方面的资料,以供参考。

何秀荣

中国农业大学图书馆馆长

二〇一六年三月

目录

【深度分析】

| | |
|-----------------------------|----|
| 美国农业工程教育百年嬗变与启示..... | 1 |
| 全球主要水稻研究机构的国际学术影响力比较分析..... | 12 |

【管理视界】

| | |
|-------------------------|----|
| “985 高校” 科研投入与产出比较..... | 24 |
| 高校网络信息安全风险及对策分析..... | 43 |

【报告精编】

| | |
|------------------|----|
| CDIO 工程教育模式..... | 48 |
|------------------|----|

【媒体聚焦】

| | |
|-------------------|----|
| 张杰校长为本科生开专业课..... | 58 |
| 让大学回归“教与学”..... | 60 |
| 浙大一流学科成就一流人才..... | 64 |
| 清华教改：听到学生的声音..... | 66 |
| 向清华大学本科教改学习..... | 68 |

【数读天地】

| | |
|--|----|
| ESI 农业科学、植物与动物科学、环境与生态学三类期刊影响力及其 TOP10%期刊编委来源国家..... | 70 |
|--|----|

美国农业工程教育百年嬗变与启示

——以课程/学时为中心的考察

师丽娟

(中国农业大学图书馆情报研究中心)

摘要：美国大学社会服务功能的产生始自“赠地学院”，由农业领域开始。中国农业工程教育及学科发展，从师法美国起步，在发展路径上先后经历师美-师前苏联-借鉴欧美的变化。不同国情决定，农业工程在今天的美国虽已不占重要地位，而中国则正重任在肩。在一流大学和一流学科建设的视野下，美国百年农业工程发展轨迹，具有重要借鉴和启示意义。课程是教育运行的基本单元，其安排反映了学科发展变化如何进入科学知识体系，体现为教育和学科发展的结合点。本文在考察美国农业工程教育发展基础上，着眼课程/学时变化，并进一步探讨背后的教育发展的逻辑，对我国农业工程人才培养提出若干见解。

关键词：美国；农业工程；课程；合作教育；顶石课程；CDIO 工程教育模式

0 引言

美国高等教育始自 17 世纪，而其高等工程教育则起步于 19 世纪。为满足建国后国家对军事防御、公共工程及制造业发展的现实需求，国家开始创建相关院校，如 1802 年创建西点军校、1819 年创建诺维奇学院以及 1824 年成立伦斯勒理学院。美国早期工程教育发展较为缓慢，至 1862 年，全美开展工程课程的院校仅为 12 所^[1]。1862 年颁布《莫里尔赠地法案》，法案以促进工程教育更好地服务于社会为目的，规定联邦政府在每个州至少资助一所高等院校从事农业与机械技术教育，即农工学院 (Agricultural & Mechanics College)，亦称“赠地学院”，从而确立了工程教育在大学教育中的地位。自此，以农工教育为特征的赠地大学得到迅猛发展。高等工程教育的繁荣首先表现在数量上，由 1862 年时的 12 所，发展到 1880 年的 82 所^[2]。

一改以培养绅士、神职人员或纯学术人员为主的传统大学教育，实用主义被赠地学院奉为农工教育的办学宗旨。除物理、数学和其他自然科学课程外，制图、设计、结构、生产工艺和经济分析等课程设置成为工程教育的固定模式，工程实践与技能培养备受重视。二战后，美国高等工程教育开始了强调基础理论研究的调整，课程内容以基础教育为主，通识教育兴起，工艺设计和制造等工程实践教学被削弱至辅助地位，工程教育目标开始转向培养基础研究人才。由于教育严重脱离实际，过分倚重基础理论的工程教育培养出来的学生既缺乏广博的知识，又缺乏解决实际问题的能力。上世纪 80 年代，从科学回归工程教育的呼声响起，美国高等工程教育被迫进入新一轮的调整，回归工程实践能力的培养之路。进入 21 世纪后，美国高等工程教育将目标锁定在培养工程型人才^[3]。

美国高等工程教育是在传统教育基础上，伴随着工业化进程而产生的，是工业革命的产物。与美国不同，19世纪末，洋务运动结束后中国高等工程教育在无奈中起步，20世纪上半叶连续不断的战争，令中国工业化进程举步维艰，错失了第一、二次工业技术革命的机遇，高等工程教育一直以仿效移植为主。1947年，美国农业工程委员会委派 J.B. Davidson（被称为农业工程之父）等4名专家来华指导金陵大学与国立中央大学创建农业工程系，开启了学科教育师美模式，但历时非常短暂。新中国成立之后，中国高等教育从师美转向师苏，全盘复制前苏联高等教育模式，大学的功能与性质发生了显著变异，高等工程教育整体进入了单科性过度专门化时期，人才培养中严重出现重理论轻应用，重知识轻能力的现象。大学教学与科研相互脱离，导致高校与社会、理论与实际的相互脱节。改革开放以后，中国高等教育开始新的反思，借鉴欧美之路再度开启。

1 农业工程教育的百年嬗变

1.1 赠地学院推动工程学科整体发展，从课程看农业工业获得的“优先关注度”

《莫里尔赠地法案》一经颁布，各州纷纷建立赠地学院。其中28个州单独设置了农工学院，宾夕法尼亚、密歇根、马里兰等州则把土地拨给原已设置的农业学校，伊利诺斯州则成立工业大学后不久改为州立大学，另有15个州在州立大学内增设农工学院^[4]。到1922年，全美共创建69所赠地学院^[5]。农工学院的成立推动了土木、冶金、采矿、机械与电气工程等学科的建立，吸引越来越多的土木、机械及电气工程技术人员参与到农业领域中来，如，乡村道路与桥梁设计、畜力或机械牵引农机的设计，灌溉、排水及农用电力工程的研究^[6]。至1871年，爱荷华州立大学已开设农业工程、乡村道路建设、水供应、农业机械、乡村建筑5门农业工程类课程^[7]。1910年，农业工程教育史上首个四年制农业工程课程计划正式出现在爱荷华州立大学农学院招生目录中^[8]。

表1 爱荷华州立大学农学院1910年农业工程四年制本科课程计划^[9]

| 课程类别 | 课程内容 | 占比 |
|----------|---|--------|
| 数学, 基础科学 | 微积分、代数、三角学、解析几何、几何学、物理、化学 | 23.92% |
| 工程科学 | 分析力学、制图、测量、电流电磁与声学、材料与建筑、分析机 | 20.60% |
| 农业科学 | 畜牧生产、农作物、园艺、奶业生产、土壤物理学、土壤肥料、兽医学、 饲料与饲养 | 22.59% |
| 农业工程 | 工厂实习、农业工程、农业机械与农用马达、农场铁器与手锄加工、 奶业工厂、乡村建筑、研究、seminar、论文 | 15.40% |
| 文化主题 | 英语、经济学、美国历史、英语作文 | 8.64% |

如表1所示，相比以宗教与神学为核心的传统教育，该课程体系主要呈现几个重要的特点：一是以神学和古典语言与文学为特征的传统课程已被数学、物理与化学等基础科学所取代，

以基础科学为核心的教育理念得到充分体现；二是基于农业的工程学科特征显著，农业科学广泛涵盖土壤学、作物学、园艺学、畜牧生产等领域；三是农业工程理论与方法初成体系，农业机械、农用动力、农用建筑设计以及农田给排水各自形成独立的研究领域，制图、工厂实习、农业机械、农用发动机、田间工程、乡村建筑六门课程被设置为核心课程；四是语言与写作在学科创建初期就受到重视。该课程体系的创建为后来其他院校建设农业工程课程体系提供了参考与借鉴，具有重要的历史意义。

美国赠地学院以实用主义为理论基础，以促进社会经济、工农业生产为目的，为工农业提供社会服务、解决工农业发展中的问题，其发展始终与工业实践紧密联系。讲究实际应用，与工农企业有紧密关系的农工学院在早期课程设置中表现出强烈的针对性，课程“轻基础、重专业、重实践”理念较为突出，专业课程设置以州工农业生产面临的问题为其教学内容，如农场工具（铁器与锄头）的加工与改进，还经常组织学生到工厂进行现场观摩教学与实习，农业机械等实验室的建立也多从农工业生产出发，配合实践教学和车间实习，很少要求教师进行独立研究。按照州经济发展水平和产业结构而设置的课程内容，确立了与工农业发展密切相关的农业工程学科在高等教育中的地位，扩大了农民与工人阶层接受高等教育的机会，对振兴美国高等教育发展起到了积极的推动作用，为美国高速发展的农业培养了大批工程技术型人才。

高等农工教育的创建在发展美国农业与工程技术方面发挥了重要作用，改变了只重视文化与经典教育而忽视农业及工程教育的传统，开辟了教育与生产相结合的新路径，确立了美国高等教育为社会经济发展提高直接服务的职能。农业工程课程体系将科学技术自觉、有效地与区域经济结合，促进了传统农业产业的技术改造，为农业机械化、现代化奠定了技术基础，为繁荣州立经济发挥了重要作用，尤其是为农工业的快速发展提供了技术和人才储备。

1.2 综合性大学发展阶段社会对农业工程教育的牵引：通识教育思潮等在课程/学时上落实

美国高等工程教育课程变革中，ECPD（美国工程师职业委员会，1932年成立，1980年更名为ABET）、SPEE（美国工程教育学会，1893年成立，1934年更名为ASEE）、ASAE（美国农业工程师学会，1907年成立，2005年更名为ASABE）等专业认证机构与专业学(协)会是不可或缺的推动力，尤其在工程课程建设、促进工程教育标准化方面发挥了重要的作用。

早在1929年，SPEE在其发布的Wickenden报告中就提出，应尽量降低工程教育的实践专门化，加强数学与基础科学方面的学习。1940年SPEE在Hammond报告中进一步提出，工程教育应加强通识教育和强化工程科学训练。关于工程教育应加强基础科学及通识教育的讨论一直延续至二战结束。1945年，哈佛大学发表了题名《自由世界的通识教育》中指出，大学教育的目标，应该是培养“完整的、有教养的人”，毕业生应该具备四项最基本的能力：有效思考的能力、清晰沟通的能力、正确判断的能力、认知普世价值的价值。要培养学生的这些能力，必须给予学生完整的人文科学、社会科学和自然科学三大知识领域(即通识教育)的学习[10]。1955年，ASEE响应哈佛通识教育理念，在Grinter报告中再次强调，职业工程师除了自身的工程专业背景之外，人文社会科学、基础科学与工程科学¹同样重要，通识教育与工程科学作

¹ 工程科学主要涵盖两大领域，即固体、液体与气体中的力学现象与电现象。报告建议的工程科学课程包括

为工程教育的核心应受到普遍的重视[11]。

结合 ECPD 认证要求，二战后 ASAE 课程委员会对农业工程课程变革进行了积极的探索。根据对农业工程专业毕业生及其雇主需求的调查，1944-1945 年，ASAE 课程委员会与 ASAE 工业需求工作小组相继提出了农业工程课程结构与课程设置标准，明确提出基础科学与工程科学具有同等重要地位，化学、物理、力学与设计课程需要加强，农学类课程不宜超过 15 学分，课程应以理论学习为主而不是技能培养，动力机械、水土保持、农用建筑、乡村电气化四个专门化（即专业方向）课程群首次出现，农业工程教育的专业性与个性化特征开始显现。建议还指出，农业工程系应改变以往由农学院单一管理的模式，采用农学院与工学院共同管理。相应的，农业工程专业人才培养应有别于农学类专业，工程教育应得到加强。

1949-1950 年间，以 ASAE 标准为模版建设的加州大学戴维斯分校、伊利诺伊大学及普渡大学等 12 所院校的农业工程专业课程计划获得 ECPD 认证，农业工程作为工程学科的一个分支地位被正式确立，部分认证院校课程结构见表 2。整体来看，战后工学院与农学院共同建设与管理使工程教育得到明显重视，“工程科学化”理念得到贯彻，通识教育、基础科学、工程科学在不同院校均得到加强，工程理论分析与研究受到了空前重视，农业科学及其田间实践与实习课时比重明显减少。爱荷华州立大学、明尼苏达大学与密歇根州立大学开设 8 学分的专门化课程，为学生选择感兴趣的研究提供了明确的方向与自由。

表 2 1950-1951 年 6 所赠地学院开设的四年制农业工程课程体系^① (%)

| 课程类别 | 院校 | ASAE 标准 | 爱荷华州立大学 | 堪萨斯州立学院 | 加州大学 (戴维斯分校) | 明尼苏达大学 | 密歇根州立学院 | 普渡大学 |
|----------------------------------|----------|---------|---------|---------|--------------|--------|---------|--------|
| 1. 人文或通识教育 | | 11.43 | 9.72 | 14.08 | 8.51 | 15.73 | 19.44 | 20.26 |
| | 数学, 基础科学 | 25.71 | 23.61 | 26.76 | 22.70 | 25.28 | 18.06 | 23.53 |
| 2. 基础课程 | 工程科学 | 23.57 | 25.00 | 25.35 | 37.59 | 33.15 | 22.22 | 21.57 |
| | 农业科学 | 10.71 | 11.11 | 7.04 | 7.09 | 5.62 | 8.33 | 10.46 |
| 3. 专业课程 | 农业工程 | 15.71 | 19.44 | 19.01 | 15.60 | 15.73 | 13.89 | 15.03 |
| | 农业工程专门化 | 6.43 | 5.56 | 0.00 | 0.00 | 4.49 | 5.56 | 0.00 |
| 4. ROTC, NROTC ^① , 体育 | | 2.86 | 5.56 | 2.82 | 5.67 | 0.00 | 11.11 | 7.19 |
| 5. 选修课(任意) | | 3.57 | 0.00 | 4.93 | 2.84 | 0.00 | 1.39 | 1.96 |
| 合计 | | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

① ROTC/NROTC 指预备役军官/非预备役军官要求的课程。

美国工程教育与农业、工业水乳交融、合作发展的模式有力地推动了美国工业化进程，美国在 20 世纪 50 年代中期即完成工业化，开始由工业社会向信息社会、知识社会转变，产业结构的调整带动了人才需求的变化，引发高等教育新的变革。历经百年变迁，绝大多数赠地学院逐步演变为综合性的大学，科学技术的迅猛发展推动不同学科之间的相互渗透日益频繁与加强，生物工程、计算机工程等新的工程领域不断涌现，社会对人才知识和能力的需求更趋综合，从重视工程技术，到重视工程科学，再到工程科学、工程技术与综合性工程管理能力缺一不可。

为应对 20 世纪 70 年代大学生普遍出现的吸毒、暴力等伦理、道德和公民价值观危机，通识教育再次被强化，以帮助学生会如何学习、如何思考、学会人际沟通以及运用知识寻找解决问题方法等。除物理、化学、生物及数学等自然科学外，通识教育在社交语言文化与人文社

固体力学（静力学、动力学、材料力学），流体力学、热力学，传输机制（热、质及势能），电路现象，材料特性。

科两大领域进行了重要改革(见表 3)。本次变革以人文社会科学改革力度最大，课程设置得到了显著加强，多数院校课程比重高达 11%以上，广泛涉及政治、经济、管理、社会、历史、文学、艺术与伦理学等领域。以爱荷华州立大学工学院为例，其通识教育课程广泛涵盖经济系、工商管理系、政治系等开设的课程。如经济系开设经济学原理、农村组织与管理、农业法等课程，工商管理系开设市场原理、会计原理、销售预测、销售管理、商业法等课程，政治系开设了美国政府与历史等课程，对学生进行道德、法制和公民意识等相关教育，通过批判性思维和持续学习能力的训练，培养学生做人、做事、做学问的基本素质。其次，社交语言文化教育的重要性得以稳固与加强，多数院校保持 5%以上课程占比，且课程内容也较为相近，主要包括英语系开设的作文与诵读、商业尺牍（商业函件撰写）、专业文件与报告写作（专业技术文件与研究报告撰写），演讲系开设的演讲基础，新闻与公共交流系开设的宣传与公共关系，以及图书馆系开设的图书资料利用课程等，重在培养学生读写能力与公共沟通能力。通过强化通识教育课程及其训练来提高学生的思辨能力、推理和分析能力，培养学生在独立思考基础上，就某个研究主题科学理性地提出个人观点，为学生的专业基础学习和未来工作能力奠定扎实的基本功。

表 3 6 所赠地大学 20 世纪 80 年代四年制本科农业工程课程体系比较^[12] (%)

| 课程类别 | 院校 | 爱荷华 州立大学 | 堪萨斯 州立大学 | 加州大学 (戴维斯分 校) | 明尼苏达 大学 | 密歇根 州立大学 | 普渡 大学 |
|-----------------|---------|-------------|-------------|---------------------|------------|-------------|----------|
| 1.通识教育 | 社交语言文化 | 7.51 | 5.84 | 4.44 | 11.64 | 5.00 | 5.51 |
| | 人文社科 | 12.65 | 13.14 | 12.78 | 11.64 | 13.33 | 14.18 |
| 2.基础课程 | 数学，基础科学 | 24.51 | 29.93 | 33.89 | 27.41 | 31.66 | 28.35 |
| | 工程科学 | 18.17 | 21.90 | 25.56 | 15.75 | 21.67 | 19.68 |
| 3.专业课程 | 农业科学 | 2.37 | 2.19 | 1.67 | 17.12 | 5.56 | 4.72 |
| | 农业工程 | 8.70 | 16.78 | 8.33 | 16.44 | 15.56 | 18.11 |
| | 农业工程专门化 | 26.09 | 9.49 | 9.44 | 0.00 | 0.00 | 9.45 |
| 4.ROTC/NROTC，体育 | 0.00 | 0.73 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 5.选修课（任意） | 0.00 | 0.00 | 3.89 | 0.00 | 7.22 | 0.00 | 0.00 |
| 合计 | | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 | 100.00 |

相比较而言，二战前农业工程教育以实践应用为主，高校、工程教师与企业保持着密切联系。战后农业工程教育改革总体倾向于加强通识教育，强调数学等基础课程与工程科学的理论学习，以工程应用与解决实际问题为主的工厂实习、田间实习等实践教育逐渐被弱化，导致工程教育后来在很长一段时间内与工业生产相互脱节，工程教师与毕业生缺乏解决实际问题能力的弊端逐渐显现。工程实践重归课堂呼声日渐强烈，以加强工程实践教学为特色的合作教育开始兴起。

合作教育（Cooperative Education）是高校与企业合作，充分利用校企资源联合培养企业所需人才的一种在工作中学习的方式^[13]。合作教育课程通常不设置学分。以加州大学戴维斯分校为例，大学二至四年级开设有合作教育课程。经系批准，学生完成课程注册后，与企业签订正式协议，在企业完成至少一整学年的全职实践。企业需要制订与课堂教学紧密相关的合作项目规划（包括项目训练计划、专业需求、资格要求及薪资水平）、项目监督计划及执行情况。企业为学生配备一名指导教师，明确学生工作职责与工作内容，负责指导和管理学生在企业期间

的工作与学习，帮助学生融入工作团队，实现从学生到雇员身份的转变，按照协议及时反馈学生工作期间的表现与评价学生工作能力。要求学生承担并完成企业分配的任务，学制相应延长为五年。

如表 4 所示，合作教育中有一个很重要的角色是课程协调人，协调人作为教育团队中重要的职业指导教师，与普通课程教师传授学术理论与知识不同，协调人负责合作教育全程的联络、交流、指导与监督，承担的是非学术性的职业指导与教育工作。合作教育在保证学生工程理论学习的同时，工程实践教育得到了加强。其中，现实工作环境不仅有助于提高学生学习和应用理论知识解决问题的能力，而且有助于了解其兴趣所在，为学生今后职业规划提供指导以及把握就业机会，还有助于培养团队合作能力，使学生走向成熟，加快适应学校到职场环境的转变^[13,14]。此外，合作教育加强了教师与企业间的联系，有助于促进教师教学内容的更新和教学方法的改进，提高教师综合素质。合作教育在打破高校与企业间藩篱的同时，还有助于丰富学校教育资源，优化教育环境。参加合作教育的学生在企业中获得更多、更新的知识与技术，返校后有利于倒逼教师提升自己的专业知识与工程技能。

表 4 合作教育课程中课程协调人与各方的关系及承担的职责

| 关系 | 职责 |
|----------|--|
| 课程协调人-学生 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 为学生就业的可能性以及实现就业所需资源提供指导，鼓励学生准确表达自己的职业目标； 2. 为学生提供具有建设性的就业建议，引导学生进行合理的合作就业； 3. 鼓励与激发学生寻求与其兴趣一致的就业机会，兼顾学生的资质与能力； 4. 定期到访每个学生的雇主，及时了解学生工作进展、实时调整合作任务。 |
| 课程协调人-雇主 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 争取企业对合作项目的支持； 2. 考虑到企业对人力资源持续的需求，将合作项目作为企业一项长久的计划； 3. 为获得学生与雇主之间最佳的协调效果，课程协调人全面负责学生的合作就业指导、监督与评价。 |
| 课程协调人-教师 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 作为大学教育团队中的重要成员，与学校管理者、院系教师就合作教育的理念与相关问题保持广泛的联系； 2. 为参加合作教育的各方提供服务。 |

1.3 面向未来的农业工程教育：被开放的课堂及课程

为进一步缩小工程教育中理论与实践能力之间的差距，20 世纪 90 年代，美国工程教育界重新审视工程实践的本质，针对工程教育中过分倚重工程理论分析、工程设计训练依旧偏弱的情况提出了新的思考，从而开启了理论与实践教育并重、课程与项目并举的课程改革，以项目设计为中心的“顶石项目”课程开始兴起。

“顶石课程”（Capstone Course/Capstone Design）理念形成于 20 世纪 90 年代初，是美国高等工程教育的又一特色。作为本科阶段最后开设的课程，为学生提供了参与与解决实际工程项目的机会，被认为是学习活动环节中最重要的一环^[15]。顶石课程通常安排在大三和大四，课堂讲授与项目设计并行，项目主要依赖课程完成。

与合作教育课程中理论学习与实践教育的平行模式不同，顶石课程实现了工程理论学习

与实践教育的相互嵌入，使理论与实践、课程与项目真正实现融合，并在一门课程中真正得到系统化的体现。如果说分散在不同课程中的实验、实习是碎片式的，各自封闭、缺乏联系的，那么顶石课程所提供的基于项目的实践教育就是一种全开放、体系化的形式，结合项目设计，顶石课程把学生大学阶段在课堂、实验室与课本中学到的知识融合在一起，集知识、技能与经验为一体，在提升学生写作与交流能力、强化工程伦理与工程经济学理论、增强学生的批判性思维、解决富有挑战性的问题以及促进学生对所学专业知识与技能的综合应用等方面全方位发挥作用。学生多数以团队形式承担项目设计任务，利用一个或多个学期完成项目设计、开发与测试，通过将所学理论知识综合应用于实践过程，从而获得产品方案设计、原型制造和测试等经验。近年来，项目跨学科发展趋势愈发显著，团队构成已经由单一的学科开始向计算机工程、土木工程、机械工程、电气工程与农业工程等多学科联合方向发展。

多数院校安排在两学期内完成，如爱荷华州立大学、亚利桑那大学、佛罗里达农工大学、乔治亚大学等，第七学期要求学生首先参与课堂讲授，组合团队；然后，提出问题并与指导教师确定专题，定期参与实验设计课程；最后，形成实验设计方案，包括前提假设、材料需求、设备仪器需求、分析方法、预计失误、安全问题、成本预算以及时间安排等细节和任务，重点对学生项目进行构思与设计环节的训练。第八学期主要完成项目的开发、测试与评估。也有安排在三个学期中完成的，如犹他州立大学，第五学期学生需要完成项目计划，包括项目采用的技术及管理计划；第六学期完成项目设计，并要求定期进行成果汇报；第七学期项目结题评审，汇报内容要求符合专业报告形式，由所在系师生共同参加评审与评价。

表 5 顶石项目课程中不同角色的定位

| 角色 | 职责 | 角色定位 |
|----|---|--|
| 教师 | 1.教师负责选择与落实项目； 2.教师负责组建团队，定期与企方技术指导委员会联系； 3.教师负责项目管理和解决项目执行中遇到的问题，监控项目进展； 4.评价团队绩效，成绩评定按照学生个人承担的角色与工作业绩加以分配。 | 1.帮助企业解决实际问题的基础上与企业建立良好的互动和合作关系； 2.负责组织、指导与管理学生团队，指导与监督完成课程项目； 3.充当教练角色。 |
| 学生 | 1.学生负责项目的执行与完成。 | 基于教师与企业技术指导委员的帮助与指导，以团队形式合作完成项目课程，获得一个好的学习与实践经历。 |
| 企业 | 1.提供项目基金资助； 2.组建技术指导委员会，定期审查项目进展，提供项目开发所需技术信息与技术指导。 | 提供项目技术指导，解决企业实际问题，有利于寻求合适的雇员。 |

除指导教师承担的科研项目外，顶石项目多数来源于地区企业资助，能够解决企业实际问题是企业提供项目资助的基础。项目成果的知识产权归属问题通常由企业、高校与学生三方进行约定，多数情况下知识产权归企业，也有归属高校与学生的。如表 5 所示，教师、学生与企业在课程中有着不同的分工，承担着不同的职责，获得不同的收益。项目课程之所以能够顺利

实施的关键取决于项目资金与指导教师这两个重要的环节。除教师已有项目之外，积极申请企业资助非常重要，通过为企业切实解决实际问题的基础上，逐渐与企业建立良好合作关系。在指导教师培养方面，一方面需加强从教学为主的传统教师到以指导为主的教练身份的转变，另一方面教师专业背景是实现指导和满足训练需求的关键，加强教师自身的工程实践经验积累以及提高教师的团队组织与管理能力也非常必要。作为顶石课程合伙人的企业在获得与工程专业学生一道完成企业创新项目的同时，为学生在跨入场前应用工程技术知识解决工程实际问题提供了重要的机会。

新世纪以来，随着工程科学的发展完善，工程知识体系变得愈发的庞大。工程教育的改革步伐并未停止，仍在继续探索，高等工程教育回归实践教学的重要性再次被强调。

2001年，由瑞典查尔姆斯技术学院、瑞典林克平大学、瑞典皇家技术学院和美国麻省理工学院（简称MIT）组成的跨国研究团队提出CDIO工程教育模式，该模式于2010年荣获被誉为是工程界诺贝尔奖的美国工程院“戈登奖”。CDIO工程教育模式（Conceive 构思、Design 设计、Implement 实现和 Operate 运行）是以现代工业产品从构思研发到运行乃至生命终结的全生命周期为载体，把职场环境引入到学校课程教育环境，让学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式来学习的一种工程教育新模式^[16]。CDIO核心文件包括一个愿景、一个能力培养大纲和一个标准。

CDIO愿景提出，工程教育应为学生提供以现代工程实际为背景环境，采用相互联系、相互支撑的一体化课程体系，使学生在现代学习和实践环境中取得丰富的设计、制作和主动学习的经验，促进学生知识、能力和素质的一体化成长，培养有专业技能、社会意识和有企业家敏锐性的工程师。

CDIO能力培养大纲按照工程基础知识、工程师个体职业能力及道德、人际交往与团队协作能力和在企业、社会与环境下的工程综合能力四个层面，对工程师应该具备的工程基础知识和能力以逐级细化的方式表达出来，可操作强、对学生和教师具有双重指导意义。

CDIO标准对整个模式的实施和检验进行了系统的、全面的指引，该标准的提出参考了ABET、国际工程联盟、美国国家工程院、全美高校与雇主协会以及波音公司等工程认证机构和行（企）业对工程人才质量需求的调研结果，满足了产业对工程人才质量的要求。CDIO标准的提出主要基于航空航天工程领域，但其提出的必备技能要求具有通用性，适用于所有工程领域^[17]。2005年，瑞典国家高教署采用CDIO标准对本国100个工程学位计划进行评估，结果表明，新标准比原标准适应面更宽，更利于提高工程人才培养质量。

迄今为止，已有百余所世界著名大学加入CDIO国际组织，这些学校的机械工程、航空航天工程与电子工程全面采用CDIO工程教育模式，还有部分院校的化学工程与计算机工程也开始采用，CDIO工程教育理念已成为欧美工程教育课程改革的主流方向。众多院校中，MIT航空与航天工程系最早采用CDIO工程教育模式，是目前最为著名且被公认为是CDIO成功应用的典范，其模式简称MIT-CDIO，其课程体系如表6所示。与以往工程教育改革不同，MIT-CDIO模式强调以工程实践作为工程教育背景环境，一体化课程计划要求工程教育环节中处处渗透着工程实践，而不是依靠简单的课程实习、课程实践、工厂实习或简单的在“做中学”等

课程内容。CDIO 通过导论性课程、一体化课程与顶石课程等特色课程的有机结合，实现了构建一体化课程体系的初衷，要求在工程实际环境中，通过学生主动学习和经验学习，将 CDIO 能力培养融入到工程教育全过程中。

表 6 麻省理工学院航空航天专业本科课程计划

| 课程类别 | | 学分 | 备注 | |
|--------------------------------|---------------------|----------|---|-----|
| 学校 统一 必修 课程 (CIRs) | 自然科学 | 72 | 包括化学、物理学、生物学和微积分学等 6 门课程。 | |
| | 人文、艺术、社会科学 | 72 | 从 18 类百余门课程中选择 8 门课程，旨在发展学生广博的知识面。 | |
| | 科技类限选课 | 24 | 44 门课程中必须选择 2 门课程，用于拓展学生的知识面与激发学生潜在的兴趣。 | |
| | 交流课程 | 不计 学分 | 2 门用于加强人文、艺术和社会科学方面交流，2 门用于加强专业领域主修课程的交流，贯穿于本科生 4 年学习中。 | |
| | 实验课 | 12 | 在 40 门实验课程中选择 1 门 12 学分或者 2 门 6 学分的实验课程。 | |
| 核心 课程 108 学分 | 一体化工程 I、II、III、IV | 48 | 系内所有学生必修课，课程由多名教师教授。 | |
| | 计算机与工程问题求解导论 | 12 | | |
| | 统计与概率 | 12 | | |
| | 微分方程 | 12 | | |
| | 动力学 | 12 | | |
| | 自动控制原理 | 12 | | |
| | 流体力学：空气动力学 | 12 | | |
| | 材料与结构：结构力学 | 12 | | |
| | 推进：推进系统导论 | 12 | | |
| | 计算工具：航天工程计算方法 | 12 | | |
| 系 开设 课程 ≥48 学分 | 专业领域课程 | 12 | 流体力学、材料与结构、推进等 8 个专业领域共计 10 门课程。其中，航空与航天信息科学工程专业要求从空气动力学、结构力学、推进系统导论和航天工程计算方法中必须选择 3 门。 | |
| | 评估与控制：反馈与控制 | 12 | | |
| | 计算机系统：数字系统实验室介绍 | 12 | | |
| | 实时系统与软件 | 12 | | |
| | 通讯系统：交互系统工程 | 12 | | |
| | 人与自动 人类系统工程 | 12 | | |
| | 化：自主决策原理 | 12 | | |
| | 实验与顶石课程* | 12 | | 二选一 |
| | 飞行器工程/航天系统工程 | 18 | | |
| | 主题 1:实验项目 I、实验项目 II | 18 | | |
| 主题 2: 飞行器进展 | 18 | 三选一 | | |
| 主题 3: 航天系统进展 | 18 | | | |
| | | (36) | 专业课程与学院统一必修课重复 36 学分 | |
| 非限制选修课 | | 48 | | |

导论性课程作为大学早期开设的课程，其目的是引导学生尽早入门工程实践，通过亲手设计和制造一些简单的东西来领略工程技术的精髓。如《航空航天工程与设计导论》主要讲述航空航天工程的基本概念和方法，积极地引导学生利用信息技术自主学习航空航天知识，课程重点在于让低年级学生运用已知的物理、数学与化学的等知识进入航空航天工程设计领域。课程内容包括实验、项目设计和有关航天器或火箭设计相关资料的搜集与整理，要求学生以团队小组形式，亲自动手设计和制造一架无线电控制 LTA 飞行器，让学生在设计与实践项目的过程中加强理论与实践的联系，此类课程主要通过激发学习兴趣来加强学习主动性。

航空航天工程作为一门综合性的工程技术，广泛涵盖材料与结构，流体力学与空气动力学，热力学，物理与动力学，电子信号与系统，电路、推进、控制系统与计算机程序设计六大基础学

科，是一个复杂的庞大工程技术系统。《一体化课程》I、II、III、IV是大学二年级（连续两个学期）开设的核心课程，被认为是一体化课程的典范，最具特色。课程所包括内容总量远超过MIT四个典型学期的课程量，课程十分注重学科之间的联系，共涵盖材料与结构、计算机与程序设计、流体力学、热力学、推进、信号和系统，以及一个统合部分。七个方面的内容。课程由不同教授分别讲授不同的学科内容。每个学科都是学期课程的一部分，各自包含一系列讲座，当一个学科讲授结束时，学生通过测验进入下一个学科的学习。一体化工程课程通过对七个不同领域的专业基础内容的一并讲授与大量的实验、实证分析与项目设计，使原本相互孤立的学科内容互相联系与嵌套在一起，相互支撑，不仅有利于消除跨学科教育的壁垒，培养学生综合运用多学科知识进行思考和解决综合问题的能力，而且有利于培养学生在工程设计中的总体思维与全局把握能力，这恰恰是工程师所应具备的基本素质。此外，除课堂讲授之外，教师每周都会布置与课程内容相关的问题，要求学生独立加以解决，问题由易到难，难度逐渐加大，这种基于问题的探索式学习方式有效促进了学生学习的主动性和加强了学生的自信心。

顶石课程作为本科教育的顶点，MIT安排在大三和大四的设计和实现课程中，要求学生以团队形式承担更为复杂的实践任务，即完成高级设计项目的构思、设计、实现及运行，期望学生能够将所学不同学科理论知识综合应用于工程实践，从而获得方案设计、产品制造和演示等顶石经验。例如，《实验项目I》与《实验项目II》是两门连续的实验课程，各占一个学期。

《实验项目I》侧重于对学生进行构思与设计环节的训练，要求学生首先参与课堂讲授，组合团队；然后，与指导教师确定选题及其重点，并定期参与实验设计课程，最后形成实验设计方案。由于《实验项目I》涵盖了相关主题的课程讲授，后续的《实验项目II》主要以学生实践为主。在项目I的基础上，项目II要求学生完成项目的实施与运行环节的训练，包括构建与测试设备、进行系统的实验测量、分析数据、将实测结果与理论预期值加以比较分析。学期结束时，需要提交一份最终报告（包括他人能够重复进行的实验方法细节以及实验结论）和进行正式的口头汇报，并举行海报展示，公开展示小组的工作成果。

2 启示与思考

1、应用导向和实践性，是农业工程教育的基本特色。中美农业工程都起步于“实践专门化”，但不同国情决定，美国在跨入工业化社会不久即超越这一阶段，历经重实用到重科学乃至到现在回归工程的转型，经由“行”主导到“知”主导到“知行结合”的发展路径；而我国农业工程教育和学科依旧在前苏联“重理论轻应用”理念中延续，较长时期保留“重知识轻能力”基点，这也是我国相关课程设计或人才培养中必须注重的内容。

2、我国农业工程学科/教育发展的生态、需求比美国更加复杂多元。参照美国经验，在大学谋求综合性方向发展阶段，不同高校发挥自身优势向农业工程学科拓展的可能更多。以服务州立经济与产业发展为目的，美国农业工程学科/教育在院校发展转型中的选择有更多的柔性自由。换言之，我们始终面临着不同学校在农业工程一个或多个领域实现突破的挑战。

3、我校的发展目标，决定了既要顺应变化、也要适当超前的定位，并体现在教育教学理念和实践中。和美国相比，我们发展还要考虑新发展态势，特别是通过互联网刷新或引起的教

育变革。最近自美国发端的 MOOC 在线教育模式兴起,成功实现了让课堂从以教师为中心真正转变为以学生为中心。MOOC 的变革势必会影响大学的教育生态系统,如何应对 MOOC 所带来的对传统教学与方法的挑战,做好教育管理制度的调整,将是我们所必须提前思考的问题。

4、美国农业工程教育中,仍有直接有益的经验可供我们借鉴和参考。尽管科技在变、时代在变、教育理念和教育手段都在变,但是高等工程教育强调理论与实践相结合、科学精神与人文精神相结合的追求不变,实践教学的重要性不变,工程技术服务社会、与经济社会的交互关系不会变。学科发展应在以下三个方面做好文章:一是构建面向工程过程的项目驱动式课程体系,在人才培养体系中落实知行并重;二是创建高校-企业工程合作研究平台,加强校企间的联系与交互作用,密切了解与跟踪产业发展需求;三是强化课程实施主体青年教师的工程实践能力与教学综合方法,顺应高等工程教育教学方法的潮流。

参考文献

- [1] 田逸.美国大学生工程实践能力培养及其对我国的启示[D].湖南师范大学硕士学位论文,2007
- [2] 余锋,曾晓萱.美国早期的高等工程教育与经济起飞[J].高等工程教育研究,1991(4):79-87
- [3] 卢瑜.美国高等工程教育课程政策嬗变研究[D].中南大学,2012
- [4] 贺国庆,华筑信.国外高等学校课程改革的动向和趋势[M].保定:河北大学出版社,2000
- [5] 李素敏,吴国来.赠地学院对美国高等教育的贡献及其启示[J].河北师范大学学报(教育科学版),2000(1):55-58
- [6] Stewart RE.7 decades that changed America (a history of the American Society of Agricultural Engineers, 1907-1977)[M].The American Society of Agricultural Engineers,1979
- [7] Department of The Interior Bureau of Education(US). Land-Grant College Education 1910 To 1920(Part III) Agriculture[M]. Washington Government Printing Office,1925:70
- [8] Garrett R E. What's in a name?[J]. Agricultural Engineering,1991,72(2): 20-23.
- [9] Michael O'Brien. Evaluation by graduates of the program of agricultural engineering at the Iowa State College [D]. Iowa State University,1951:22.
- [10] Conant J B. General education in a free society: Report of the Harvard Committee[M]. Cambridge: Harvard University Press, 1945
- [11] American Society For Engineering Education.The Grinter Report[J].Journal of Engineering Education, 1994(1):74-94
- [12]农业部教育宣传司编.世界高校农科教学计划汇编[M].北京:北京农业大学出版社,1990.
- [13] Brown R L. Cooperative Education[R].1971:6.
- [14] University of California. General Catalogs 1974 -1975[M].Davis, California:122.
- [15]Todd RH, Magleby SP, Sorensen CD, *et al.* A Survey of Capstone Engineering Courses in North America[J].Journal of Engineering Education, 1995,84(4):165-174.
- [16]Berggren KF, Brodeur D, Crawley EF, *et al.* CDIO: An international initiative for reforming engineering education [J]. World Transactions on Engineering and Technology Education, 2003, 2(1):49-52.
- [17]Goff RM, Terpenney J P. Engineering Design Education - Core Competencies [EB/OL].[2016-01-16]. <http://arc.aiaa.org/doi/abs/10.2514/6.2012-1222>

全球主要水稻研究机构的国际学术影响力比较分析

李晨英 魏一品

(中国农业大学图书馆情报研究中心)

摘要: 我国是世界最大水稻生产和消费国,同时也是水稻研究论文高产国。本研究采集了汤森路透WOS数据库中收录的、2005年以来发表的24509篇关于水稻研究的学术期刊论文,采用文献计量法,在发文量和被引频次两个基本指标基础上,计算了综合影响力指标I3,依据期刊的多个影响因子指标筛选了各项指标均位居TOP10%高影响力期刊论文,分别以国家、机构为单位进行了国际学术影响力比较分析。研究发现:在发文量方面,十年来1/3的水稻研究论文产自我国,2006年开始我国水稻研究论文数量稳居第一,并且中科院一直位居年度发文量榜首;在高被引论文、高影响力论文、高影响力期刊论文三个方面,我国都排在国家数量排行榜首位,中国科学院都排在机构数量排行榜首位,但是以均值排序时,二者都优势不再。结果表明:不管是论文总量,还是高影响力论文量,我国都是水稻研究论文的最大生产国,中国科学院是最大生产机构,但从篇均指标来看,我国机构的整体水平与美、日、英等国的机构相比还有大幅度提升空间。

关键词: 水稻; 学术论文; 发文量; 高被引论文; 高影响力论文; 高影响力期刊论文

我国是亚洲栽培稻的主要起源地之一,1996年在湖南省澧县出土的距今8000年以上的炭化稻证明,长江中游-淮河上游是我国稻作发祥地¹。数千年来,我国从公元前四五千年的中国栽培稻东传,到2012年“杂交水稻”在美国、印度、印度尼西亚、巴基斯坦等多个国家大面积种植、海外播种面积达到7800万亩²,我国为解决世界粮食问题做出了卓越贡献。

我国政府为了保障粮食安全,在水稻研究方面投入了大量科研经费,仅根据国家自然科学基金委负责的“科学基金共享服务网³”提供的立项数据,其中项目名称中含有“水稻”的基金项目就有1669项,涉及7.8亿元的研究经费,平均项目资助强度为46.9万元。自然科学基金等国家级项目的资助,为促进我国学者开展水稻基础科学研究、发表高水平学术论文发挥了重要作用。

再看我国学者发表的关于水稻的中英文学术论文情况,在维普期刊资源整合服务平台中,检索题名中含有“水稻”的学术论文,2005年以来发表的论文就有50,941篇,每年发表的论文数量一直呈现稳定增长趋势,2015年已超过5000篇。同时,水稻研究也是全世界关注的重点领域之一,仅在WOS核心合集数据库中检索题名中含有“rice or *Oryza sativa*”的学术论文就有419,481篇(检索日期:2016.1.22)。为了考察我国在水稻研究领域的国际竞争力,本研究以汤森路透的WOS核心合集数据库为基础数据源,采用文献计量法和多指标综合评价法,从发

¹ 王象坤,孙传清主编.中国栽培稻起源与演化研究专集[M].北京:中国农业大学出版社.1996.

² 魏梦佳,毛伟豪.袁隆平:中国杂交水稻技术在国际上有“绝对优势”[J].科技致富向导,2014,15:9.

³ 国家自然科学基金委.科学基金共享服务网.[2016-02-13].<http://npd.nsf.gov.cn/granttype1/index.action>

文量、论文被引频次以及高水平期刊论文、综合影响力指标I3(Integrated Impact Indicator)⁴等多个学术影响力评价维度,分别以国家和机构为单位,进行了国际学术影响力的比较分析,旨在为相关学者和管理部门在制订我国水稻科学研究发展规划、进行科研经费统筹安排时提供参考数据。

1 研究方法

1.1 研究论文数据的获取方法

以汤森路透的 WOS 核心合集集中的 SCIE (Science Citation Index Expanded) 数据库为基础数据源,检索标题中含有 rice or “oryza sativa”等各种水稻名称形式的各种类型文献(检索时间:2015-06-17),命中 6.3 万多篇,筛选出 2005 年以来发表的与农业、生物、植物、生态、资源环境等密切相关的 31 个 JCR 学科分类领域的重要学术论文 (Article+Review) 24,509 篇。

1.2 数据整理与规范化处理

由于每种期刊对作者、机构、国家等名称形式的标记方法略有差异,数据库生产厂家很难做到对收录所有数据要素的一致化或规范化处理,本研究的文献计量指标统计和分析,建立在对 24,509 篇论文元数据内容进行修正(修正书写、校正、去重、合并、删除)、整理(拼写形式一致化处理、同义词和近义词一致化处理)等步骤的规范化处理基础之上。

1.3 评价学术影响力的指标与方法

本研究首先选用了发文量和被引频次两项常用学术论文评价指标,又计算了综合影响力指标 I3,以及在综合多种期刊影响因子指标基础上计算的期刊综合影响力百分位等两项衍生指标,即用两项基础指标和两项衍生指标四个维度来衡量和表征学术影响力。

发文量:主要是指一位作者及其所属团体、机构或国家在某一领域、或某个时期内产出学术论文的总量。文献计量领域往往以发文量的多少来评价作者的学术成就,发文量指标虽然不能完全反映文章的质量及其对学科领域的影响力⁵,但它是考察一个团体学术影响力的基本指标之一,著名的世界大学排行榜都将其作为评价指标之一。

被引频次:一篇论文被其他论文引用的频次。它一般会随着数据库的数据更新而变化,因此常被限定在某个具体的数据检索时间内。一位作者及其所属团体、机构或国家产出论文的总被引频次是每篇论文的被引频次的总和。

ESI 高水平论文 (Top Paper):高被引论文和热点论文取并集后的论文集合。高被引论文 (Highly Cited Paper) 是指按照同一年同一个 ESI 学科发表论文的被引用次数按照由高到低进行排序,排在前 1%的论文。热点论文 (Hot Paper) 是统计某一 ESI 学科最近两年发表的论文,按照最近两个月里被引用次数进入前 0.1%的论文而给出。

⁴ LoetLeydesdorff& Lutz Bornmann, Integrated Impact Indicators compared with Impact Factors : An alternative design with policy implications [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2011, 62(11): 2133-2146.DOI: 10.1002/asi.21609

⁵ 邱均平,周春雷.发文量和 h 指数结合的高影响力作者评选方法研究—以图书情报学为例的实证分析[J].图书馆论坛,2008(12):44-49.

综合影响力指标 I3: 针对论文被引频次呈现的偏态分布现象, 著名文献计量学家雷德斯多夫提出的采用非参数统计方法描述论文学术影响力的绝对值评价指标⁶。它是基于论文被引频次, 将数据集合中论文的被引频次按百分位法划分成不同的等级, 并给予每种等级以相应的权值, 在综合考虑每种被引频次等级和该等级上出现的论文数量等因素的基础上, 形成的新的测度指标⁷。本研究依据雷德斯多夫给出的 I3 计算工具⁸, 得到数据集合中每篇论文的 I3 值, 然后再按通讯作者所属国家或机构计算所有国家和机构的综合影响力指标 I3 值。

百分位法: 采用统计学中的百分位数指标, 是将一组观察值分割成 100 等分的一群数值, 这些数值记作 P1, P2, P3, ...P99, 分别表示 1% 的数据落在 P1 下, 2% 的数据落在 P2 下, ..., 99% 的数据落在 P99 下。本研究中将论文的期刊影响因子、5 年影响因子、期刊特征因子、论文影响力以及被引频次等指标进行反向百分位数统计, 确定每篇论文在各项指标下的百分位等级。本研究将各种指标下前 10% 作为划分基线。

期刊影响力指标百分位数: 汤森路透发布的 JCR 期刊引证报告中提供了多种表征期刊影响力的指标, 本研究选取了期刊影响因子 (Journal Impact Factor)、5 年影响因子 (5 Year Journal Impact Factor)、特征因子 (Eigenfactor®)、论文影响力 (Article Influence Score) 等四项具有一定差异性、又有相关性的期刊评价指标, 根据 24509 篇论文的载文期刊, 分别计算每篇论文四项指标的百分位数, 然后以每项指标的 TOP10% 为基线, 筛选各项指标均位于 TOP10% 的高影响力期刊。

国家或机构的计量方法: 学科不断地交叉和融合, 科研合作程度越来越高, 论文作者的数量越来越多。本研究主要以通讯作者所属国家和机构为计量单位, 通讯作者是对论文负有主要责任, 并具有核心知识产权的作者。按通讯作者所属国家、机构进行计量, 与按全部作者所属计量相比, 能更准确地表达具有核心研究实力的国家或机构的状况。

2 发文量与研究团队规模比较

发文量是评价学术影响力的最基础指标之一, 而研究团队规模是决定发文量的重要因素之一, 同时也是影响未来可持续发展潜力的重要因素之一。从 24509 篇论文作者的所属国家/地区、机构, 可以得到发文量和通讯作者论文量的前十位国家/地区、机构, 以及机构的通讯作者队伍规模。

2.1 近十年全球约 1/3 的水稻研究论文产自我国

从国家/地区层面来看, 我国大陆和台湾地区合计发文 8114 篇, 占论文总量 24509 篇的 33.1%, 同时通讯作者论文量也位居第一, 是第二位日本的 1.7 倍, 可以说我国是水稻学术论

⁶ 陈福佑, 杨立英. 新科研影响力评价指标分析[J]. 情报杂志, 2014(7):81-85+62.

⁷ Loet Leydesdorff & Lutz Bornmann. Percentile Ranks and the Integrated Impact Indicator (I3) [J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2012, 63(9):1901-1902. DOI: 10.1002/asi.22641

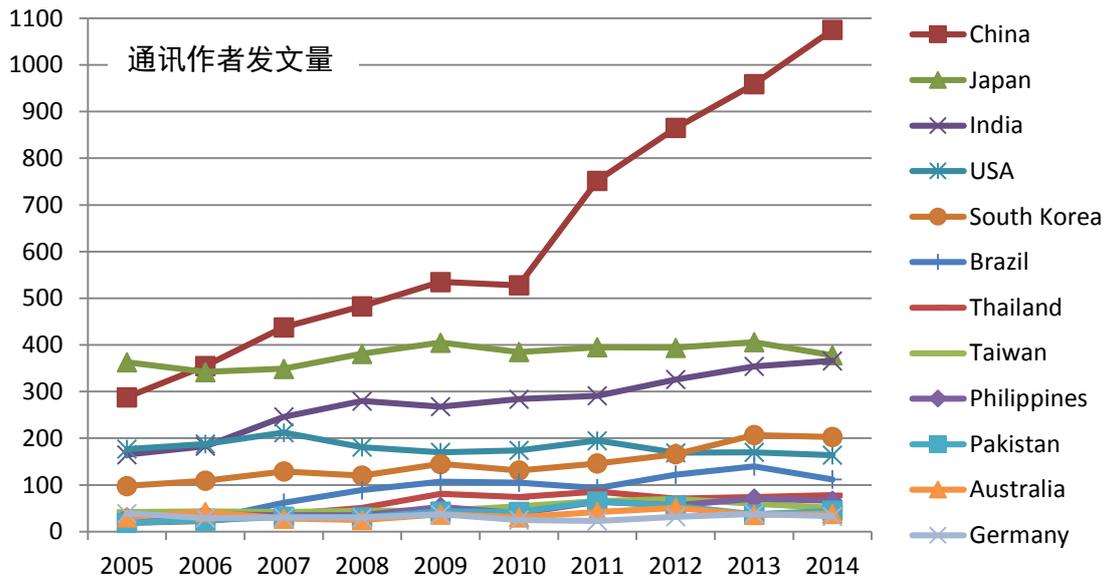
⁸ Loet Leydesdorff. The Integrated Impact Indicator I3[EB/OL]. Amsterdam, April 7, 2012 (revised). [2015-06-09]. <http://www.leydesdorff.net/software/i3/>

文生产大国（表 1）。根据国家/地区的年度发文情况发现，我国在 2005 年的发文量还位居日本之后，排位第二；2006 年超过日本、发文量持续上升，特别是 2010 年以来的发文量和通讯作者论文量与其他国家相比都快速飙升、遥遥领先（图 1），2014 年我国作者发文量占当年水稻论文总量的 37.7%、通讯作者论文量占水稻论文总量的 34.8%。

表1 水稻研究领域发文量和通讯作者发文量TOP10国家/地区的发文情况比较

| 国家/地区 | 论文总量 | | | 通讯作者论文量 | | | |
|--------------------|-----------|-------------|--------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| | 排序 | 发文量 | 占论文总量比例 | 排序 | 发文量 | 占论文总量比例 | 占发文量比例 |
| 中国 | 1 | 7534 | 30.7% | 1 | 6818 | 27.8% | 90.5% |
| Japan | 2 | 4542 | 18.5% | 2 | 3950 | 16.1% | 87.0% |
| India | 3 | 3256 | 13.3% | 3 | 2921 | 11.9% | 89.7% |
| USA | 4 | 3164 | 12.9% | 4 | 1859 | 7.6% | 58.8% |
| South Korea | 5 | 1791 | 7.3% | 5 | 1544 | 6.3% | 86.2% |
| Philippines | 6 | 1054 | 4.3% | 9 | 525 | 2.1% | 49.8% |
| Brazil | 7 | 996 | 4.1% | 6 | 921 | 3.8% | 92.5% |
| Thailand | 8 | 793 | 3.2% | 7 | 630 | 2.6% | 79.4% |
| Australia | 9 | 680 | 2.8% | 11 | 374 | 1.5% | 55.0% |
| Germany | 10 | 611 | 2.5% | 14 | 332 | 1.4% | 54.3% |
| Taiwan | 11 | 580 | 2.4% | 8 | 535 | 2.2% | 92.2% |
| Pakistan | 12 | 522 | 2.1% | 10 | 409 | 1.7% | 78.4% |

图1 水稻研究领域发文总量和通讯作者论文量TOP10国家/地区的通讯作者论文年度发文量（2005-2014）



论文总量位居第二的日本，年发文量基本稳定保持在450篇上下；位居第四的美国也稳定保持在300篇上下；位居第三的印度，在年度发文量方面增速也比较显著，由2005年的190篇增加到2014年的401篇；韩国与巴西也是年度发文量增速显著的国家。

2.2 我国开展水稻研究的学者队伍规模最大

以每篇论文的通讯作者及其所属机构、所属国家为考察点进行统计，发现印度的研究机构数量最多，我国的通讯作者队伍人数最多。通讯作者队伍人数的排序与通讯作者论文数量排序多数一致（表2），通讯作者队伍人数与论文数量排序上升的国家主要有巴西、巴基斯坦和伊朗，这三个国家近年来发文量显著增加，预计是未来水稻研究领域不可忽视的研究主力。

表2 水稻研究领域通讯作者论文量TOP10国家/地区的研究机构数量与通讯作者人数

| 序号 | 国家/地区 | 通讯作者 论文数量(篇) | 通讯作者所属 机构数量(个) | 通讯作者 数量(人) | 通讯作者 人均论文量(篇) |
|----|-------------|-----------------|-------------------|---------------|------------------|
| 1 | 中国 | 6818 | 405 | 3975 | 1.7 |
| 2 | Japan | 3950 | 379 | 3253 | 1.2 |
| 3 | India | 2921 | 607 | 3236 | 0.9 |
| 4 | USA | 1859 | 238 | 2678 | 0.7 |
| 5 | South Korea | 1544 | 150 | 2311 | 0.7 |
| 6 | Brazil | 921 | 212 | 2341 ↑ | 0.4 |
| 7 | Thailand | 630 | 62 | 2108 | 0.3 |
| 8 | Taiwan | 535 | 94 | 2037 | 0.3 |
| 9 | Philippines | 525 | 26 | 1995 | 0.3 |
| 10 | Pakistan | 409 | 90 | 2005 ↑ | 0.2 |
| 11 | Australia | 374 | 63 | 1992 | 0.2 |
| 12 | Malaysia | 366 | 34 | 1974 | 0.2 |
| 13 | Iran | 364 | 91 | 2025 ↑ | 0.2 |
| 14 | Germany | 332 | 102 | 1961 | 0.2 |

注：本数据中的机构名称和作者名称多数按照WOS数据库中的原始标记进行统计，不是所有机构名称都进行了一致化处理，未进行名称形式相同的不同作者甄别。

表3 水稻研究领域通讯作者论文量TOP10机构的论文数量与通讯作者人数

| 排序 | 机构 | 通讯作者 论文数量(篇) | 通讯作者 人数(人) | 通讯作者 人均论文量(篇) |
|----|--------------------|-----------------|---------------|------------------|
| 1 | 中国科学院 | 1181 | 379 | 3.1 |
| 2 | 浙江大学 | 779 | 212 | 3.7 |
| 3 | 南京农业大学 | 564 | 146 | 3.9 |
| 4 | 华中农业大学 | 469 | 104 | 4.5 |
| 5 | 国际水稻研究所(菲律宾) | 429 | 131↑ | 3.3 |
| 6 | 农业食品产业技术综合研究机构(日本) | 427 | 193↑ | 2.2 |
| 7 | 农业生物资源研究所(日本) | 392 | 90 | 4.4 |
| 8 | 东京大学 | 337 | 96 | 3.5 |
| 9 | 中国农业大学 | 296 | 114↑ | 2.6 |
| 10 | 中国农业科学院 | 266 | 94 | 2.8 |

注：本数据中的机构名称和作者名称多数按照WOS数据库中的原始标记进行统计，不是所有机构名称都进行了一致化处理，未进行名称形式相同的不同作者甄别。

考察机构的通讯作者发文量发现，TOP10中的6家机构都是我国机构，日本有3家机构，还有1家是菲律宾的国际水稻研究所。中国科学院是通讯作者发文量最多、通讯作者队伍规模最大的机构。多数机构的通讯作者论文数量排序与机构的通讯作者队伍规模排序一致，日本农业食品产业技术综合研究机构、菲律宾国际水稻所与中国农业大学的通讯作者人数排位目前高于论文数量排序(表3)。基本可以证明对于一个国家或者机构来说，研究队伍规模是保证研究实力的基本条件。

表2和表3中还分别给出了国家层面、机构层面的通讯作者人均论文数量，人均论文数量越多，说明在统计分析时段内具有较强研究实力的学者越多，同时也有可能存在一个机构的研究实力主要由少数几位学者承担的情况。这种情况下，如果存在学者年龄老化问题，那下一时段的统计结果可能就会是目前人均论文量表现并不突出、但作者队伍规模较大的机构、或国家的舞台了。

2.3 通讯作者论文量年度TOP10机构中52%是我国机构

统计每一年度机构的通讯作者发文量，获得年度TOP10机构（表4）。近十年，中国科学院以绝对优势一直位居首位，其次是浙江大学一直位居第二位，但2015年上半年被南京农业大学超越。华中农业大学的排位从2006年的第十位稳步增长，近三年已进入前三名行列。中国农科院2011年开始入围TOP10，近两年排位由第9位陡升至第五位，表现突出。10年来入围TOP10的110家机构中，52%是我国机构，除表现突出的中科院、浙江大学、南京农业大学、华中农业大学和中国农科院之外，中国农业大学也有5次入围；入围的日本机构数量占比也高达29%，“农业食品产业技术研究机构，简称日本农研机构”入围全部年度，“农业生物资源研究所，简称日本生物研”在2011年之前基本位于前五位，之后排位逐步下降，除研究机构外还有东京大学和名古屋大学两所高校入围，特别是东京大学入围9次、表现突出；美国机构只出现8次、并且2011年开始再未入围；印度虽然通讯作者发文量位居第三，但没有入围TOP10机构，仅有2012和2014两个年度入围年度TOP10第十位。菲律宾的国际水稻研究所也一直入围TOP10，表明其具有很强的研究实力。

表4 通讯作者论文量年度TOP10机构（2005-2015.6）

| 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------------|---------|------------|------------|------------|------------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| 中国科学院 | 中国科学院 | 中国科学院 | 中国科学院 | 中国科学院 | 中国科学院 | 中国科学院 | 中国科学院 | 中国科学院 | 中国科学院 | 中国科学院 |
| 浙江大学 | 浙江大学 | 浙江大学 | 浙江大学 | 浙江大学 | 浙江大学 | 浙江大学 | 浙江大学 | 浙江大学 | 浙江大学 | 南京农业大学 |
| 日本生物研 | 日本生物研 | 南京农业大学 | 南京农业大学 | 华中农业大学 | 日本生物研 | 南京农业大学 | 南京农业大学 | 华中农业大学 | 南京农业大学 | 浙江大学 |
| 日本农研机构 | 国际水稻研究所 | 东京大学 | 日本农研机构 | 南京农业大学 | 南京农业大学 | 日本农研机构 | 华中农业大学 | 南京农业大学 | 华中农业大学 | 华中农业大学 |
| 东京大学 | 东京大学 | 日本生物研 | 中国农业大学 | 日本农研机构 | 日本农研机构 | 华中农业大学 | 日本农研机构 | 国际水稻研究所 | 中国农业科学院 | 中国农业科学院 |
| 国际水稻研究所 | 日本农研机构 | 日本农研机构 | 日本生物研 | 国际水稻研究所 | 华中农业大学 | 国际水稻研究所 | 日本生物研 | 马来西亚博特拉大学 | 国际水稻研究所 | 国际水稻研究所 |
| 美国农业部农业研究局 | 阿肯色州大学 | 国际水稻研究所 | 东京大学 | 东京大学 | 国际水稻研究所 | 日本生物研 | 中国农业大学 | 日本农研机构 | 马来西亚博特拉大学 | 日本农研机构 |
| 阿肯色州大学 | 南京农业大学 | 美国农业部农业研究局 | 华中农业大学 | 日本生物研 | 东京大学 | 东京大学 | 国际水稻研究所 | 日本生物研 | 日本生物研 | 马来西亚博特拉大学 |
| 南京农业大学 | 名古屋大学 | 阿肯色州大学 | 国际水稻研究所 | 美国农业部农业研究局 | 印度农业研究所 | 中国农业科学院 | 中国农业科学院 | 中国农业科学院 | 日本农研机构 | 中国农业大学 |
| 名古屋大学 | 华中农业大学 | 中国农业大学 | 美国农业部农业研究局 | 中国农业大学 | 美国农业部农业研究局 | 中国农业大学 | 印度农业研究所 | 东京大学 | 印度农业研究所 | 东京大学 |

注：1) 【日本】农业食品产业技术综合研究机构，本文简称“日本农研机构”。

2) 【日本】农业生物资源研究所，本文简称“日本生物研”。

3 基于被引频次的高水平论文比较

被引频次是考察论文影响力的最基础指标，它会受到学科领域、文献类型、出版时间等因素的影响。本研究论文数据集虽然限定在农业、生物、植物、生态、资源环境等密切相关的31个JCR学科领域内，但由于许多期刊的跨学科性，实际涉及近百个JCR学科领域。直接采用论文的原始被引频次进行不同学科领域学术影响的学术影响力评价，不能消除学科间被引频次的差异；但以学科被引频次为参照标准的做法难度较大。因此，本研究直接采用百分位法对原始被引频次进行了标准化处理，用每篇论文的被引频次在水稻研究领域数据集内所处的百分位数值进行比较。

24509 篇论文中被引频次位于 TOP10%的高被引论文有 2449 篇，统计论文通讯作者所属国家/地区或机构，得到被引频次百分位等级位于 TOP10%的前 10 个国家/地区和机构。

3.1 我国高被引论文数量占绝对优势，英国高被引论文的整体水平最高

2449 篇高被引论文的通讯作者来自 51 个国家，我国的高被引论文有 841 篇、占总量的 34.34%，与位居第 2 和第 3 的日本、美国相比，具有绝对的数量优势。取高被引论文数量位居前 20 位的国家，计算其篇均被引频次的百分位发现，英国的高被引论文整体水平最高，其次是比利时、美国。美国的高被引论文数量与篇均排序都是第 3，而我国篇均却跌至第 9，我国在高被引论文的整体水平方面与美国仍有显著差距（表 5）。

表5 水稻研究领域前10%高被引论文通讯作者所属国家TOP10(2005-2015. 6)

| 国家/地区 | 论文数量 | 数量占比 | 数量排序 | 篇均被引频次百分位 | 篇均排序 | 数量与篇均位差 |
|-------------|------|--------|------|-----------|------|---------|
| 中国 | 841 | 34.34% | 1 | 4.94% | 9 | -8 |
| Japan | 458 | 18.70% | 2 | 4.81% | 6 | -4 |
| USA | 284 | 11.60% | 3 | 4.47% | 3 | 0 |
| India | 155 | 6.33% | 4 | 5.64% | 17 | -13 |
| South Korea | 121 | 4.94% | 5 | 5.42% | 12 | -7 |
| Philippines | 74 | 3.02% | 6 | 4.93% | 8 | -2 |
| Germany | 56 | 2.29% | 7 | 5.53% | 14 | -7 |
| Australia | 53 | 2.16% | 8 | 5.63% | 16 | -8 |
| England | 44 | 1.80% | 9 | 3.84% | 1 | 8 |
| Spain | 35 | 1.43% | 10 | 5.53% | 15 | -5 |
| Scotland | 20 | 0.82% | 15 | 4.53% | 4 | 11 |
| Malaysia | 18 | 0.73% | 17 | 4.60% | 5 | 14 |
| Netherlands | 18 | 0.73% | 18 | 4.87% | 7 | 11 |
| Switzerland | 18 | 0.73% | 19 | 5.02% | 10 | 7 |
| Belgium | 17 | 0.69% | 20 | 4.35% | 2 | 18 |

3.2 中科院位居机构高被引论文数量榜首，康奈尔大学位居篇均榜首

2449 篇高被引论文的通讯作者来自 614 家机构，中科院以 235 篇、占比高达 9.6%的绝对优势位居榜首，华中农业大学、浙江大学位居二、三位，前 10 位机构中还有南京农业大学、上海交通大学和中国农业大学，我国共有 6 家机构入围。其余四家机构日本有农业生物资源研究所和东京大学 2 家机构、菲律宾有国际水稻研究所、美国有加州大学戴维斯分校（表 6）。

表6 水稻研究领域TOP10%高被引论文通讯作者所属机构TOP10(2005-2015. 6)

| 机构 | 论文数 | 数量占比 | 数量排序 | 篇均被引频次百分位 | 篇均排序 | 数量与篇均位差 |
|-------------|-----|-------|------|-----------|------|---------|
| 中国科学院 | 235 | 9.60% | 1 | 4.62% | 10 | -9 |
| 华中农业大学 | 103 | 4.21% | 2 | 4.67% | 11 | -9 |
| 浙江大学 | 83 | 3.39% | 3 | 5.85% | 19 | -16 |
| 日本农业生物资源研究所 | 81 | 3.31% | 4 | 4.23% | 6 | -2 |
| 国际水稻研究所 | 76 | 3.10% | 5 | 4.95% | 12 | -7 |
| 东京大学 | 73 | 2.98% | 6 | 5.10% | 14 | -8 |
| 南京农业大学 | 67 | 2.74% | 7 | 5.12% | 15 | -8 |
| 加州大学戴维斯分校 | 32 | 1.31% | 8 | 3.95% | 4 | 4 |
| 上海交通大学 | 30 | 1.22% | 9 | 4.60% | 9 | 0 |
| 中国农业大学 | 30 | 1.22% | 10 | 5.26% | 17 | -7 |
| 康奈尔大学 | 28 | 1.14% | 12 | 3.43% | 1 | 12 |
| 名古屋大学 | 28 | 1.14% | 13 | 4.54% | 8 | 4 |
| 奈良先端科学技术研究所 | 24 | 0.98% | 15 | 3.72% | 2 | 13 |
| 华南农业大学 | 23 | 0.94% | 16 | 4.11% | 5 | 11 |
| 岡山大学 | 21 | 0.86% | 18 | 3.80% | 3 | 15 |
| 阿伯丁大学 | 19 | 0.78% | 20 | 4.26% | 7 | 13 |

考察高被引论文数量位居前20机构的篇均被引频次百分位，论文数量位居12位的康奈尔大学的高被引论文篇均百分位排序位居第1，我国入围论文数量前十位的6家机构中，仅有上海交通大学和中科院入围篇均被引频次百分位的机构前十位，其它4家机构都在十名之外，反而数量排名第16位的华南农业大学篇均入围前十、排第5位。日本有奈良先端科学技术研究所、岡山大学、农业生物资源研究所、名古屋大学等4家机构入围篇均TOP10之列。美国的加州大学戴维斯分校篇均排位第4、同康奈尔大学一样也优于数量位次。我国机构在高被引论文的整体水平方面与美国、日本的机构依然存在显著差距。

3.3 我国机构高水平论文占水稻研究领域ESI高水平论文的36.3%

根据WOS检索结果中的高水平论文标记，24509篇水稻研究论文中，有ESI高水平论文303篇。其中包括301篇被引频次位于期刊所属ESI领域TOP1%的高被引论文、4篇最近两个月里被引用次数进入期刊所属领域TOP0.1%的热点论文（Hot Paper）。

统计303篇ESI高水平论文的通讯作者所属国家和机构，获得论文数量TOP10的国家/地区（表7）和机构（表8）。我国以绝对优势位居第一，有6家机构入围TOP10、中国科学院仍然位居机构第一。

表7 水稻研究领域ESI高水平论文的通讯作者所属国家/地区TOP10

| 国家/地区 | ESI高水平论文数量（篇） | ESI高水平论文占比 |
|--------------------|---------------|------------|
| 中国 | 110 | 36.3% |
| Japan | 41 | 13.5% |
| South Korea | 23 | 7.6% |
| India | 21 | 6.9% |
| USA | 20 | 6.6% |
| Brazil /Taiwan | 8 | 2.6% |
| Thailand/ Malaysia | 6 | 2.0% |
| France/ Iran | 5 | 1.7% |

表8 水稻研究领域ESI高被引与热点论文的通讯作者所属机构TOP10

| 机构 | ESI高水平论文数量（篇） | 高水平论文占比 |
|---|---------------|---------|
| 中国科学院 | 20 | 6.6% |
| 浙江大学 | 14 | 4.6% |
| 南京农业大学/（日本）农业生物资源研究所 | 9 | 3.0% |
| 华中农业大学 | 8 | 2.6% |
| 中国农业科学院/（日本）农业食品产业技术综合研究机构 | 6 | 2.0% |
| 加州戴维斯分校 | 5 | 1.7% |
| 中国农业大学/首尔国立大学/ 印度理工学院/（印度）国家植物基因组研究所 | 4 | 1.3% |

4 基于综合影响力指标 I3 的高影响力论文比较

本研究首先采用雷德斯多夫的综合影响力指标I3工具，计算了24509篇水稻研究论文的I3值，再按反向百分位法取TOP10%的论文，获得2389篇高影响力论文。统计通讯作者所属国家和机构，得到以下结果。

4.1 我国高影响力论文数量最多，英国高影响力论文整体影响力更强

按通讯作者所属国家统计2389篇综合影响力I3前10%的论文数量，得到每个国家进入I3

前10%的论文量及其占2389篇论文的比例，同时计算了每个国家入围I3前10%论文的篇均I3百分位值。按入围前10%论文数量选择TOP10国家，再按照论文数量和篇均I3百分位值进行排序得到表9（由于数量排序11-20位国家的论文数量与前10位相比差距较大，所以此处只对前10位进行了篇均排序）。我国入围论文数量最多、占比超过33%，但篇均I3百分位值的位次却是第4位，与论文数量排序位差为“-3”，美国入围论文数量位居第3，但篇均I3百分位值的排位仅次于英国，入围I3前10%的论文影响力高于我国，英国前10%论文的篇均I3百分位值排位明显高于数量，德国、澳大利亚、西班牙等国家论文的综合影响力也都要好于其论文数量。

表9 综合影响力I3前10%论文的通讯作者所属国家/地区（TOP10）

| 国家/地区 | I3前10%论文数 | 论文数占比 | 数量排序 | I3百分位均值 | 均值排序 | 数量与均值的位差 |
|-------------|-----------|--------|------|---------|------|----------|
| 中国 | 793 | 33.19% | 1 | 4.85% | 4 | -3 |
| Japan | 456 | 19.09% | 2 | 4.65% | 3 | -1 |
| USA | 283 | 11.85% | 3 | 4.44% | 2 | 1 |
| India | 154 | 6.45% | 4 | 5.53% | 10 | -6 |
| South Korea | 111 | 4.65% | 5 | 4.95% | 5 | 0 |
| Philippines | 65 | 2.72% | 6 | 5.22% | 7 | -1 |
| Germany | 54 | 2.26% | 7 | 5.12% | 6 | 1 |
| Australia | 53 | 2.22% | 8 | 5.29% | 8 | 0 |
| England | 46 | 1.93% | 9 | 3.93% | 1 | 8 |
| Spain | 38 | 1.59% | 10 | 5.48% | 9 | 1 |

4.2 中科院位居高影响力论文数量榜首，康奈尔大学位居篇均榜首

统计2389篇入围I3前10%论文的通讯作者所属机构，发现我国有中国科学院、华中农业大学、浙江大学、南京农业大学、上海交通大学和中国农业大学等6家机构入围发文量TOP10机构。由于入围TOP10机构的论文量与TOP20机构的论文量最小值差距仅有10篇，因此本研究计算了入围论文量TOP20机构的篇均I3百分位值，发现一半TOP10机构的篇均I3百分位值排序都跌至10位以后，日本的名古屋大学、奈良先端科学技术研究所、岡山大学等三家机构，以及美国康奈尔大学和我国华南农业大学的篇均I3百分位值排序都好于论文数量、在TOP10之列（表10）。从论文数量与篇均I3百分位值的两个排序位次差值可见，我国入围TOP10的机构篇均I3百分位值整体表现欠佳，反而未入围的华南农业大学的篇均I3百分位值表现优于论文数量的表现。

表10 综合影响力I3前10%论文的通讯作者所属机构（TOP10）

| 机构 | I3前10%论文数 | 论文数占比 | 数量排序 | 篇均I3百分位值 | 均值排序 | 数量与均值的位差 |
|-------------|-----------|-------|------|----------|------|----------|
| 中国科学院 | 218 | 9.13% | 1 | 4.42% | 7 | -6 |
| 华中农业大学 | 94 | 3.93% | 2 | 4.53% | 8 | -6 |
| 浙江大学 | 80 | 3.35% | 3 | 5.75% | 18 | -15 |
| 日本农业生物资源研究所 | 79 | 3.31% | 4 | 3.97% | 4 | 0 |
| 东京大学 | 72 | 3.01% | 5 | 4.88% | 12 | -7 |
| 国际水稻研究所 | 65 | 2.72% | 7 | 5.22% | 15 | -8 |
| 南京农业大学 | 65 | 2.72% | 6 | 5.22% | 16 | -10 |
| 上海交通大学 | 31 | 1.30% | 8 | 4.80% | 10 | -2 |
| 加州大学戴维斯分校 | 29 | 1.21% | 9 | 3.84% | 3 | 6 |
| 中国农业大学 | 29 | 1.21% | 10 | 5.15% | 14 | -4 |
| 名古屋大学 | 28 | 1.17% | 11 | 4.64% | 9 | 2 |
| 康奈尔大学 | 27 | 1.13% | 12 | 3.46% | 1 | 11 |
| 奈良先端科学技术研究所 | 24 | 1.00% | 14 | 3.98% | 5 | 9 |
| 岡山大学 | 22 | 0.92% | 16 | 3.81% | 2 | 14 |
| 华南农业大学 | 22 | 0.92% | 17 | 4.09% | 6 | 11 |

5 基于期刊多个影响力因子指标的高影响力期刊论文比较

24509篇论文刊载在1379种期刊上，表征每种期刊的影响因子有多个指标，每个指标评价的侧重点有所不同，例如：期刊影响因子是基于期刊在过去2年内被引频次和载文量计算而得，主要表现了期刊的流行状态；期刊特征因子是基于期刊近五年间的引文网络结构，综合考虑了引文数量与质量的因素，重点表达了期刊的影响力。另外，由于每个研究主题下每种期刊的相关论文数量也不相同，根据期刊影响因子计算时考虑的发文量和被引频次两项主要因素，在评价某一研究主题下的期刊影响力时，需要针对具体的论文数据集进行综合性评价。因此，本研究尝试着采用百分位法计算了24509篇论文载文期刊四种影响力指标的百分位数，并以百分位数TOP10%为基线，筛选出四项指标均位于TOP10%的831篇高影响力期刊论文。

如果以单个期刊影响因子指标筛选TOP10%的高影响力期刊论文，每项指标都能筛选出2450篇上下的论文。位居四项指标中任意一项TOP10%基线内的论文有4316篇，但四项指标同时都位居TOP10%的论文仅有831篇，这些论文应该是水稻研究领域当之无愧的高水平期刊论文。

5.1 我国在高影响力期刊上的发文量最多，韩国的影响力更大

831篇高影响力期刊论文的通讯作者来自28个国家/地区，我国在高影响力期刊上发表的论文数量最多，其次是美国和日本（表11）。以论文数量在10篇以上的11个国家为对象，从期刊的四项影响力指标百分位、被引频次百分位以及综合影响力指标I3百分位等6项评价值，继续考察11个国家论文的平均影响力发现，美国论文在期刊的4项影响力指标方面都好于831篇论文的平均水平，说明美国的高水平期刊论文整体水平较高；韩国的论文数量虽然远远少于我国，但载文期刊的影响力指标有2项都高于平均水平，我国仅有1项特征因子百分位高于均值，并且韩国在被引频次和综合影响力指标I3方面都位居第4位，好于数量排序位居前三的中、美、日三国。法国的论文数量虽然不多，但载文期刊的3项指标位居榜首，1项指标排位第3，证明其载文期刊的水平最高，但基于单篇论文被引频次和综合影响力I3指标的影响力表现并不佳。澳大利亚在论文数量、载文期刊水平等方面较弱，但单篇论文的影响力表现与英国旗鼓相当，都是最好。

表11 水稻研究领域发表10篇以上高影响力期刊论文的国家(2005-2015. 6)

| 国家/地区 | 论文数量 | | 影响因子百分位 | | 5年影响因子百分位 | | 特征因子百分位 | | 论文平均影响力百分位 | | 被引频次百分位 | | I3百分位 | |
|-------------|------|----|---------|----|-----------|----|---------|----|------------|----|---------|----|--------|----|
| | 数量 | 排序 | 均值 | 排序 | 均值 | 排序 | 均值 | 排序 | 均值 | 排序 | 均值 | 排序 | 均值 | 排序 |
| 中国 | 278 | 1 | 3.81% | 6 | 3.23% | 6 | 4.92% | 6 | 3.43% | 6 | 15.23% | 6 | 15.45% | 8 |
| USA | 180 | 2 | 3.06% | 2 | 2.56% | 2 | 4.72% | 5 | 2.61% | 2 | 15.36% | 8 | 15.16% | 6 |
| Japan | 171 | 3 | 3.61% | 5 | 3.17% | 5 | 5.09% | 7 | 3.13% | 4 | 16.41% | 9 | 15.79% | 9 |
| South Korea | 36 | 4 | 3.69% | 4 | 3.12% | 4 | 6.00% | 11 | 3.38% | 5 | 10.29% | 4 | 11.19% | 4 |
| England | 23 | 5 | 4.06% | 7 | 3.26% | 7 | 3.56% | 2 | 3.88% | 7 | 8.38% | 1 | 8.00% | 2 |
| Scotland | 16 | 6 | 8.85% | 11 | 6.86% | 11 | 3.35% | 1 | 8.68% | 11 | 9.92% | 3 | 9.80% | 3 |
| Germany | 14 | 7 | 3.36% | 3 | 2.66% | 3 | 5.10% | 8 | 3.10% | 3 | 15.33% | 7 | 15.26% | 7 |
| India | 14 | 7 | 4.94% | 9 | 4.07% | 9 | 5.58% | 9 | 4.14% | 8 | 16.72% | 10 | 16.30% | 10 |
| France | 14 | 7 | 2.52% | 1 | 2.25% | 1 | 4.17% | 3 | 2.08% | 1 | 21.59% | 11 | 21.17% | 11 |
| Switzerland | 13 | 10 | 5.72% | 10 | 4.60% | 10 | 4.19% | 4 | 5.46% | 10 | 13.79% | 5 | 12.69% | 5 |
| Australia | 12 | 11 | 4.91% | 8 | 4.02% | 8 | 5.88% | 10 | 4.40% | 9 | 8.81% | 2 | 7.97% | 1 |
| 总计/均值 | 831 | | 3.79% | | 3.19% | | 4.92% | | 3.38% | | 15.31% | | 15.14% | |

5.2 中科院高影响力期刊论文数量第一，加州大学戴维斯分校影响力更大

831篇高影响力期刊论文的通讯作者来自238家机构，发文量在10篇以上的机构有13家，其中我国有中科院等5家机构、日本有4家机构、美国有3家机构（表12）。考察13家机构论文的6项指标均值发现，加州大学戴维斯分校和名古屋大学、东京大学的6项指标都高于均值，并且加州大学戴维斯分校的各项指标都优于名古屋大学和东京大学。华中农业大学、上海交通大学和日本冈山大学、美国康奈尔大学四家机构的论文都有5项指标好于均值。我国的5家机构中，上海交通大学的6项指标综合表现最好。日本的4家机构综合表现优于我国，美国3家机构的综合表现最好。

表12 水稻研究领域发表10篇以上高影响力期刊论文的机构(2005-2015.6)

| 机构 | 论文数量 | | 影响因子 | | 5年影响因子 | | 特征因子 | | 论文平均影响力 | | 被引频次 | | I3 | |
|---------------|------|----|-------|-----|--------|-----|-------|-----|---------|-----|--------|-----|--------|-----|
| | 数量 | 排序 | 百分位 | 百分位 | 百分位 | 百分位 | 百分位 | 百分位 | 百分位 | 百分位 | 百分位 | 百分位 | 百分位 | 百分位 |
| | 数量 | 排序 | 均值 | 排序 | 均值 | 排序 | 均值 | 排序 | 均值 | 排序 | 均值 | 排序 | 均值 | 排序 |
| 中国科学院 | 111 | 1 | 4.05% | 10 | 3.29% | 10 | 4.67% | 7 | 3.62% | 10 | 12.54% | 7 | 12.78% | 7 |
| 华中农业大学 | 43 | 2 | 3.06% | 5 | 2.72% | 5 | 5.07% | 9 | 2.72% | 4 | 14.02% | 9 | 13.97% | 9 |
| 日本农业生物资源研究所 | 43 | 2 | 3.44% | 8 | 3.20% | 9 | 4.98% | 8 | 2.92% | 7 | 16.00% | 10 | 15.37% | 10 |
| 浙江大学 | 20 | 4 | 4.65% | 12 | 4.00% | 12 | 5.76% | 13 | 4.27% | 12 | 24.75% | 13 | 24.85% | 13 |
| 东京大学 | 17 | 5 | 3.15% | 6 | 3.15% | 8 | 4.42% | 5 | 2.80% | 6 | 10.74% | 5 | 10.39% | 5 |
| 阿伯丁大学 | 16 | 6 | 8.85% | 13 | 6.86% | 13 | 3.35% | 1 | 8.68% | 13 | 9.92% | 3 | 9.80% | 3 |
| 南京农业大学 | 16 | 6 | 4.17% | 11 | 3.51% | 11 | 5.56% | 11 | 3.75% | 11 | 18.94% | 11 | 19.33% | 11 |
| 冈山大学 | 15 | 8 | 2.97% | 4 | 2.43% | 4 | 5.48% | 10 | 2.76% | 5 | 6.76% | 1 | 6.12% | 1 |
| 上海交通大学 | 14 | 9 | 3.35% | 7 | 2.92% | 6 | 5.76% | 12 | 2.92% | 8 | 9.61% | 2 | 9.61% | 2 |
| 加州大学戴维斯分校 | 14 | 9 | 2.26% | 2 | 1.86% | 2 | 4.38% | 4 | 1.65% | 2 | 11.88% | 6 | 11.84% | 6 |
| 名古屋大学 | 14 | 9 | 2.51% | 3 | 2.10% | 3 | 4.64% | 6 | 2.21% | 3 | 12.88% | 8 | 12.37% | 8 |
| 佐治亚大学 | 13 | 12 | 1.59% | 1 | 1.42% | 1 | 3.50% | 2 | 1.38% | 1 | 19.08% | 12 | 19.88% | 12 |
| 康奈尔大学 | 11 | 13 | 3.73% | 9 | 3.01% | 7 | 4.35% | 3 | 3.07% | 9 | 10.05% | 4 | 9.64% | 4 |
| 总计/均值 | 831 | | 3.79% | | 3.19% | | 4.92% | | 3.38% | | 15.31% | | 15.14% | |

6 结语

悠久的水稻栽培历史和世界最大的水稻栽培面积，以及世界著名的“杂交水稻”、“袁隆平”，这些信息很容易让国人认为：水稻研究我国最强。真的最强吗？

本研究采集了汤森路透WOS的SCIE数据库中收录的、2005年以来发表的24509篇关于水稻研究的学术期刊论文，采用文献计量法，在发文量和被引频次两个基本指标基础上，计算了综合影响力指标I3，依据期刊的多个影响因子指标筛选了各项指标均位居TOP10%高影响力期刊论文，分别以国家或机构为单位进行了国际学术影响力比较分析。结果表明：

1) 十年来1/3的水稻研究论文产自我国，2006年开始我国水稻研究论文数量稳居第一，并且中科院一直位居年度发文量榜首；

2) TOP10%高被引论文中，我国位居数量榜首、英国位居篇均榜首，中科院位居机构排行榜首位、康奈尔大学位居篇均首位，同时ESI高水平论文中我国机构论文占比高达36.3%；

3) TOP10%综合影响力指标I3论文中,我国论文数量最多、英国整体影响力最强,中科院论文数量最多,康奈尔大学篇均最强;

4) TOP10%高影响力期刊论文中,我国仍是论文数量最多、但韩国整体影响力最佳,中科院位居数量排行榜首位、加州大学戴维斯分校的影响力更大。

简言之,不管是论文总量,还是高影响力论文量,我国都是水稻研究论文的最大生产国,中国科学院是最大生产机构,但从篇均指标来看,我国机构的整体水平与美、日、英等国的机构相比还有大幅度提升空间。

学术论文仅仅是科学研究产出的一个方面,专利也是科研成果的重要表现形式之一,并且是推动产业技术发展的重要学术成果。本研究仅关注了水稻相关研究论文,未来需要继续关注相关研究专利,需要从更多视角考察我国在水稻研究领域的国际影响力。

附表：我国获得国家自然科学基金资助水稻研究项目经费TOP10机构

| 机构 | 项目数量 | 项目数排序 | 合计资助经费(万元) | 经费排序 |
|---------|------|-------|------------|------|
| 中国科学院 | 253 | 1 | 15361 | 1 |
| 华中农业大学 | 83 | 5 | 6345 | 2 |
| 南京农业大学 | 93 | 3 | 4792 | 3 |
| 浙江大学 | 119 | 2 | 4779 | 4 |
| 中国农业科学院 | 84 | 4 | 3877 | 5 |
| 华南农业大学 | 71 | 6 | 3410 | 6 |
| 扬州大学 | 67 | 7 | 2710 | 7 |
| 中国水稻研究所 | 61 | 8 | 2432 | 8 |
| 中国农业大学 | 45 | 9 | 2367 | 9 |
| 上海交通大学 | 20 | 10 | 2258 | 10 |

注：基础数据来源于国家自然科学基金委的“科学基金共享服务网”，检索时间：2016-02-13.

“985 高校” 科研投入产出分析

王宝济

(中国农业大学图书馆情报研究中心)

摘要: 本文以“985 高校”为研究对象,以《高等学校科技统计资料汇编》的数据为基础,对科研经费和人员的投入,以及学术论文、高水平论文、成果授奖、国家级奖和技术转让收入等产出情况,进行了校均、人均和单位经费三个维度的统计分析。结果发现:“985 高校”作为一个整体,相对其他类型高校,其科研投入与产出优势明显;但人均和单位经费的投入产出差距较小,甚至人均学术论文产出低于其他类型高校,单位经费产出多不及其他类型高校;在高水平产出上仍具有一定的优势。在有统计数据的 38 所“985 高校”中,校均科研投入与产出总体呈现正相关性,但在人均与单位经费产出方面呈发散状态,相关性较差,清华北大甚至有多项指标落后于平均值。在科研效率方面,分别以年均研发经费和年均研发人员的投入为输入项,以校均、人均和亿元经费投入产出的学术论文、高水平论文、成果授奖、国家级奖和技术转让收入为输出项,利用数据包络分析所得出的结果中,东北大学、东南大学、兰州大学、山东大学、中国农业大学和中央民族大学等 6 所高校的 3 项科研效率均为 100%,西北工业大学、复旦大学和中山大学等 3 所高校的 3 项平均科研效率位于后 3 位。高校科研效率不足的主要原因是经费和人员投入冗余,同时有些高校在某些方面的产出也不足。建议科研管理中引入效率考核,让有限的科研经费发挥最高的效率。

关键词: “985 高校”; 科研投入; 科研产出; 科研效率

0 前言

随着经济的高速发展,中国在科研领域持续加大投入,推动了国家科研产出的大幅增加。自然出版集团新近出版的《转型中的中国科研》白皮书指出,我国的研发投入和科研产出均居于世界第二位。2014 年中国的研发投入约 1.33 万亿人民币,仅次于美国。在科研产出方面,2014 年中国的 SCI(科学引文索引)论文数量达到 24.5 万篇,位居世界第二;中国的自然指数(Nature Index)是全球第二大贡献国;中国国内发明专利申请受理量达 92.8 万件,连续第四年位居世界第一。

高等院校是人才培养、科学研究和社会服务的重要基地,也是科技、知识创新的源泉和强劲动力,在国家创新体系中占据独特而重要的地位。过去 20 年,中国研发投入的复合年增长率为 16%(按可比价格),2014 年研发经费占国内生产总值(GDP)的 2.1%。这些资金多数投入了产业的技术开发活动。高等教育和公共研究机构获得了总研发投入的约 20%,其中大部分来自政府拨款¹。

¹ 转型中的中国科研,自然出版集团白皮书,2015

“985 工程”是我国政府为建设若干所世界一流大学和一批国际知名的高水平研究型大学而实施的高等教育建设工程。“985 高校”是我国高校的排头兵,聚集了几乎国内所有的“名校”,中国的“好大学”基本都在这个名单里了。总体来说,这些高校所拥有的科研财力(科研经费)和人力(高水平研发人员)是国内其他高校所不能比拟的。在人们的普遍印象中,其科研水平无论是作为整体还是个体,人均还是单位经费科研产出都应该高于其他高校。

为详细了解我国“985 高校”的科研投入与产出情况,本文以中国“985 高校”为研究对象,以教育部编辑的《高等学校科技统计资料汇编》为数据来源,对我国“985 高校”的科研投入与产出进行了系统的数据分析。

1 数据来源

中华人民共和国教育部科学技术司编写的年度《高等学校科技统计资料汇编》,是教育部科学技术司根据国家的统一部署和高等学校科技工作的具体情况,结合第二次全国科学研究与试验发展(R&D)资源清查,在组织各省、自治区、直辖市教育厅(教育委员会)实施“全国普通高等学校科技统计年报(理、工、农、医)”的基础上,经过综合加工、整理而成的全面反映高等学校科技活动总体情况的数据资料汇集²。

《汇编》中详细记录了全国设有理、工、农、医类教学专业的高等学校及其附属医院在基础研究、应用研究、试验发展以及研究与发展成果应用、其他科技服务等各个层面开展研究的总体状况,内容涉及科技人力、科技经费、科技机构、科技项目和开展国际科技交流等情况,以及与此相关的高等学校科技活动产出情况。

由于科研产出与投入的时间具有一定的滞后性,为了尽可能体现统计分析数据的客观性,本研究选取 2010 年-2014 年的 5 年数据进行统计分析,为了消除产出与投入的年度滞后问题,除年度数据比较以外,其他各项统计分析均以 5 年平均值为基础数据。

由于《汇编》中所统计数据仅限于从事理、工、农、医的科技范围,不包括人文社科类研究投入和产出,所以侧重于人文社科领域研究的中国人民大学和中央民族大学两校的数据与其它 985 高校相比差异显著。本文结论仅对《汇编》数据负责,供参考。

2 不同类型高校科研投入与产出

根据我国现行的教育管理体制,教育部直属高校分为三类,分别为 39 所“985 高校”(本研究中只有 38 所,不含国防科技大学)、非 985 的 211 高校 65 所和省部共建高校(以下简称共建高校)8 所。

2.1 科研投入: 985 高校优势显著

科研投入包括科研经费的投入和科研人员的状况。分析结果显示,“985 高校”相对于其他 211 高校和共建高校,无论是财力(科技经费)还是人力(研发人员),在校均方面都具有绝对的优势(差距显著)(表 1),但人均科研经费差距相对缩小。

我国高校科技经费的来源主要有政府资金、企业委托和其他。政府资金是各类院校科技经

² 2014 年高等学校科技统计资料汇编/中华人民共和国教育部科学技术司编. 北京: 高等教育出版社, 2015.1

费的主要来源，占总经费的 60-70%，其中“985 高校”占比最高，达 70.01%，而“211 高校”最少，为 63.43%。

表 1 各类型高校校均科研投入情况

| 投入类型 | 绝对数量 | | | 相对差距 (倍) | |
|-----------|------|------|-------|----------|---------|
| | 共建 | 211 | 985 | 985/共建 | 985/211 |
| 科研经费 (亿元) | 1.11 | 3.15 | 12.06 | 10.91 | 3.83 |
| 科研人员 (人年) | 434 | 827 | 2450 | 5.65 | 2.96 |

考察三种类型高校的科技经费与研发人员投入的年度变化情况发现，省部共建高校的科研经费投入增速明显，5 年间增长 277.00%，年均增长 29%，而“211 高校”和“985 高校”增速相对平稳，其中“211 高校”5 年间增长 159.19%，年均增长 12%；“985 高校”5 年间增长 169.49%，年均增长 14%。在研发人员³方面，各类型院校研发人员 5 年间数量相对稳定（图 1）。在研发人员人均科研经费方面，“985 高校”是“211 高校”的 1.30 倍，是省部共建高校的 2.32 倍。

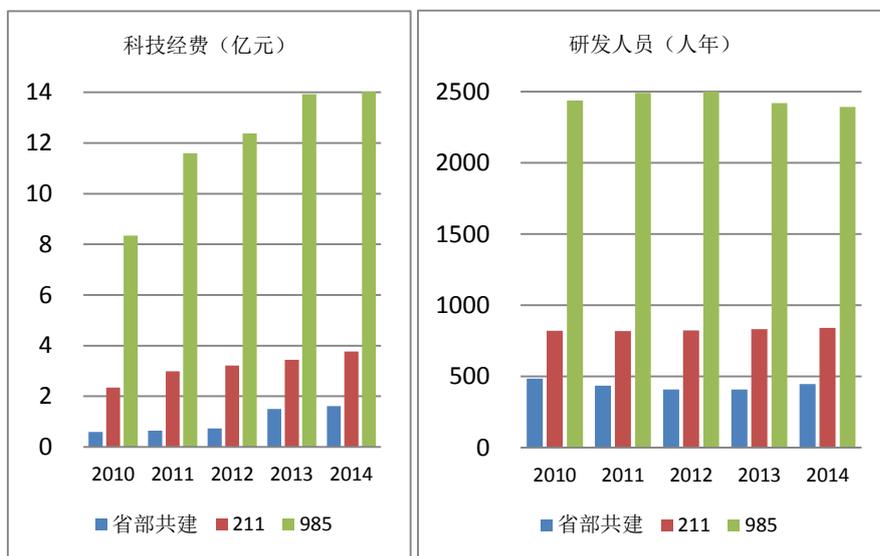


图 1 各类型高校年均科研经费投入和研发人员投入

2.2 科研产出：985 高校的单位经费产出多不及其他类型高校

高等院校的科研产出范围比较广泛，《汇编》所统计的科研产出项目主要包括学术出版物（出版科技著作，发表学术论文）、成果授奖（科技成果获省部级以上奖项）、申请及授权专利、以及科技成果转化收入等。其中“高水平”科技产出包括国外学术期刊发表论文（以下简称高水平论文）和国家级奖（国家自然科学奖、国家技术发明奖和国家科技进步奖一、二等）。

数据统计发现，5 年间“985 高校”相对于“211 高校”和共建高校，校均科研产出差距显著，且科研产出水平越高（高水平论文相对于学术论文、国家级奖相对于成果授奖，下同），优势越明显（表 2）。

³ 指统计年度内，从事研究与发展工作时间占本人教学、科研总时间 10% 以上的“教学与科研人员”。

表 2 各类型高校校均科研产出情况

| 学术成果类型 | 绝对数量 | | | 相对差距 (倍) | |
|-------------|-------|-------|--------|----------|---------|
| | 省部 | 211 | 985 | 985/省部 | 985/211 |
| 学术论文 (篇) | 986 | 2,032 | 5,871 | 5.95 | 2.89 |
| 高水平论文 (篇) | 272 | 608 | 2,428 | 8.93 | 3.99 |
| 成果授奖 (项) | 6 | 16 | 39 | 6.94 | 2.47 |
| 国家级奖 (项) | 0.09 | 1.10 | 4.16 | 44.35 | 3.79 |
| 技术转让收入 (千元) | 2,780 | 7,245 | 29,873 | 10.75 | 4.12 |

在人均成果产出和亿元经费成果产出方面，“985 高校”相对于其他两类高校在很多指标上还处于劣势。

在人均学术论文产出方面，“985 高校”不及共建高校和“211 高校”，在成果授奖方面，“985 高校”也不如“211 高校”。但在水平较高的科技产出方面具有一定的优势，其中国家级奖方面，“985 高校”的千人获奖是省部院校的 8.38 倍（表 3）。

在亿元科研经费产出方面，5 项科研产出中，“985 高校”相对于省部共建高校只有国家级奖和技术转让收入指标上显示出一定的优势，而相对于“211 高校”，只在高水平论文上具有一定的优势，其中优势最显著的是在国家级奖方面，“985 高校”是省部院校的 6.10 倍（表 4）。

表 3 各类型高校人均科技产出

| 学术成果类型 | 绝对数量 | | | 相对差距 (倍) | |
|--------------|-------|-------|-------|----------|---------|
| | 省部 | 211 | 985 | 985/省部 | 985/211 |
| 学术论文 (篇/人) | 3.02 | 2.75 | 2.73 | 0.90 | 0.99 |
| 高水平论文 (篇/人) | 0.64 | 0.81 | 1.20 | 1.89 | 1.48 |
| 成果授奖 (项/千人) | 12.58 | 24.09 | 17.51 | 1.39 | 0.73 |
| 国家级奖 (项/千人) | 0.22 | 1.68 | 1.86 | 8.35 | 1.10 |
| 技术转让收入 (元/人) | 6.42 | 9.25 | 10.93 | 1.70 | 1.18 |

表 4 各类型高校亿元经费科研产出

| 学术成果类型 | 绝对数量 | | | 相对差距 (倍) | |
|-------------|--------|--------|--------|----------|---------|
| | 省部 | 211 | 985 | 985/省部 | 985/211 |
| 学术论文 (篇) | 3,042 | 971 | 635 | 0.21 | 0.65 |
| 高水平论文 (篇) | 363 | 241 | 263 | 0.72 | 1.09 |
| 成果授奖 (项) | 6.50 | 7.87 | 3.46 | 0.53 | 0.44 |
| 国家级奖 (项) | 0.06 | 0.59 | 0.34 | 6.10 | 0.58 |
| 技术转让收入 (千元) | 16,608 | 24,955 | 18,549 | 1.12 | 0.74 |

3 校均科研投入与产出

3.1 校均经费投入：最大值与最小值相差 368 倍

38 所“985 高校”中，年均科研经费投入差距显著，年均经费最多的为清华大学（36.85 亿元），是年均最少的中央民族大学（0.10 亿元）的 368.5 倍。年均经费超过 30 亿元的还有浙江大学（31.73 亿元）；少于 1 亿元的也有 2 所，除中央民族大学外，还有中国人民大学（0.53 亿元），可能这 2 所大学的科研方向主要集中在人文社科领域。年均经费在 5-10 亿和 10-15 亿的各有 10 所，是最集中的区域，15-30 亿有 9 所，小于 5 亿的有 5 所（图 2）。

各高校的科研经费整体来看主要来源于政府资金，约占总平均的 70%，不同高校也存在

较大的差异，其中来自政府资金超过 90%有的中国科学技术大学（96.92%）和中国农业大学（90.87%）2 所，少于 50%的有东南大学（47.53%）、四川大学（45.14%）和重庆大学（40.29%）3 所。介于 80%-90%的有 8 所，70%-80%的有 11 所，60%-70%的有 8 所，50%-60%的有 6 所。

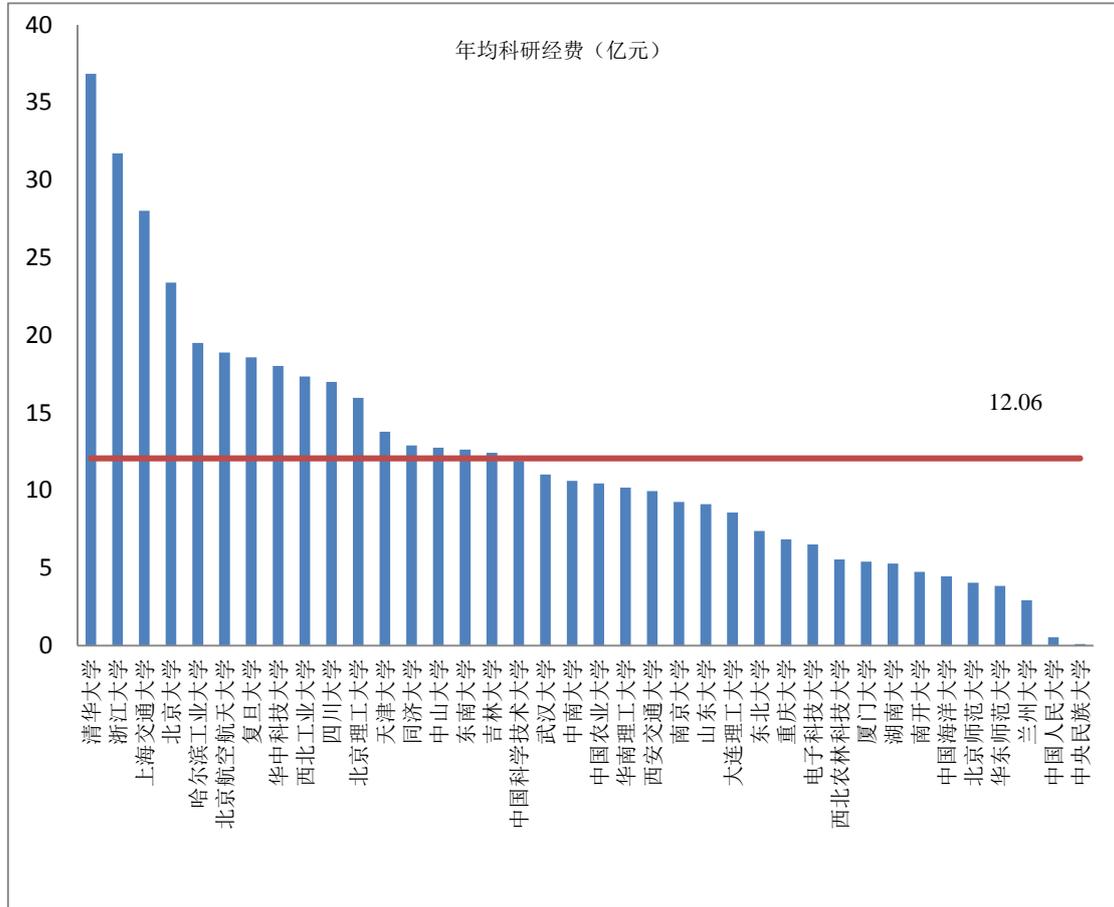


图 2 校均科研经费投入

3.2 校均研发人员投入：最大值与最小值相差 67 倍

各高校全时研发人员数量差距较大，年均人年数最多的为上海交通大学（7,944 人年），其次是吉林大学（7,913 人年），最少的为中国人民大学（118 人年）。人年数介于 5,000-6,000 的有 3 所，4,000-5,000 的有 3 所，3,000-4,000 的有 2 所，2,000-3,000 的有 5 所，1,000-2,000 的最多，有 17 所，500-1,000 的有 4 所（图 3）。

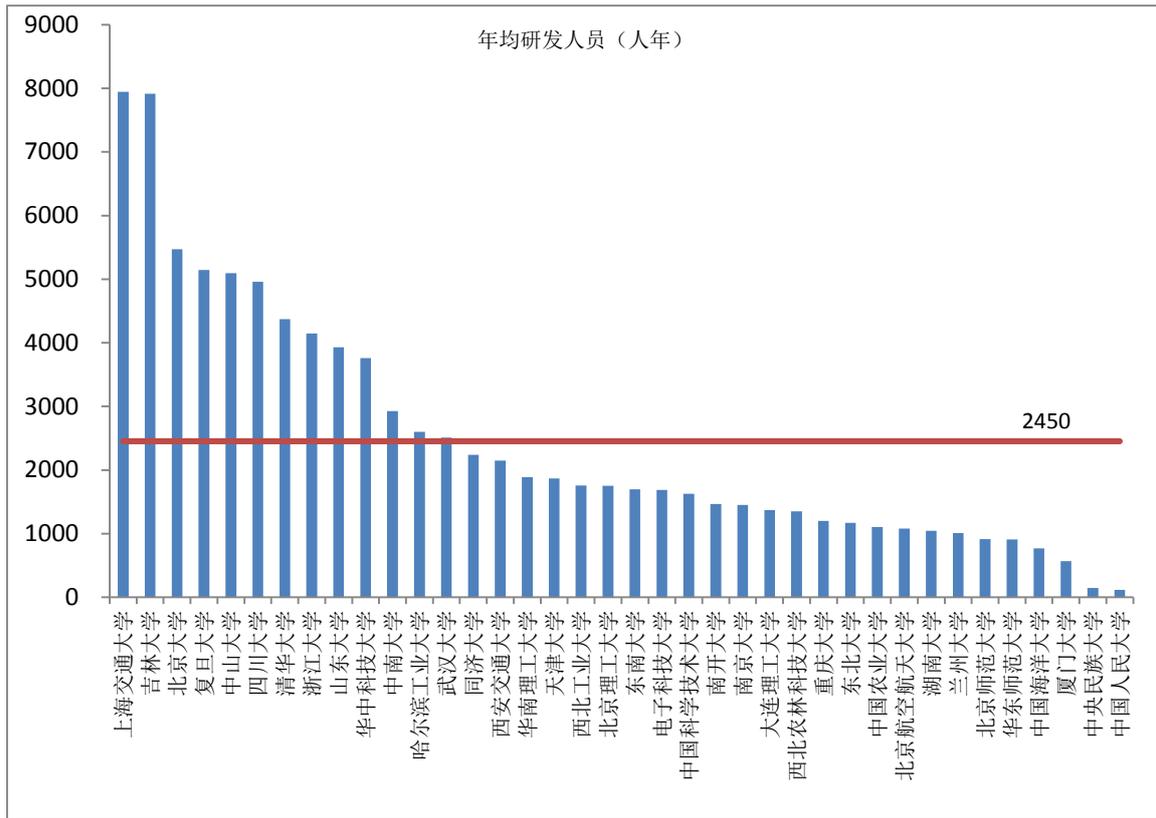


图3 校均研发人员投入

3.3 科研产出：上海交通大学各项产出均在前3位

由于各高校在经费和人员上的投入差距较大，其科技产出也差距显著。尤其是侧重于人文社科的研究中国人民大学和中央民族大学，各项数据都与其他院校有较大的差距。

在学术论文方面，年均发文超过 10,000 篇的高校有 6 所，分别为上海交通大学、浙江大学、华中科技大学、四川大学、北京大学和清华大学，其中上海交通大学以 19,632 篇遥遥领先，比第 2 名的浙江大学多 5,400 余篇。年发文量在 5,000-10,000 篇的有 14 所院校，4,000-5,000 的有 3 所，3,000-4,000 的有 5 所，2,000-3,000 的有 7 所。高水平论文发文量最多的也是上海交通大学，年均达 7,286 篇，是唯一 1 所年均发表高水平论文超过 7,000 篇的院校。哈尔滨工业大学虽然在学术论文中排名第 8，年均发文 9,393 篇，但高水平论文却达到 6,376 篇，居第 2 位。而中南大学在学术论文中以 8,917 排名第 9，但高水平论文却只有 1,841 篇，居第 22 位。厦门大学的高水平论文占学术论文比例最高，达 91%，独占鳌头，远高于第 2 位的哈尔滨工业大学（68%），年均发表高水平论文占学术论文比例超过 50%的院校还有：华东师范大学、天津大学、中国科学技术大学、南开大学、电子科技大学、南京大学、兰州大学、北京师范大学和复旦大学等。

在“学术论文-高水平论文”二维平面图上（以学术论文为横坐标，高水平论文为纵坐标，以各自的均值为原点），上海交通大学在学术论文产出方面远高于其他高校。而清华大学和北京大学在学术论文上并没有想象中那么突出（图 4）。

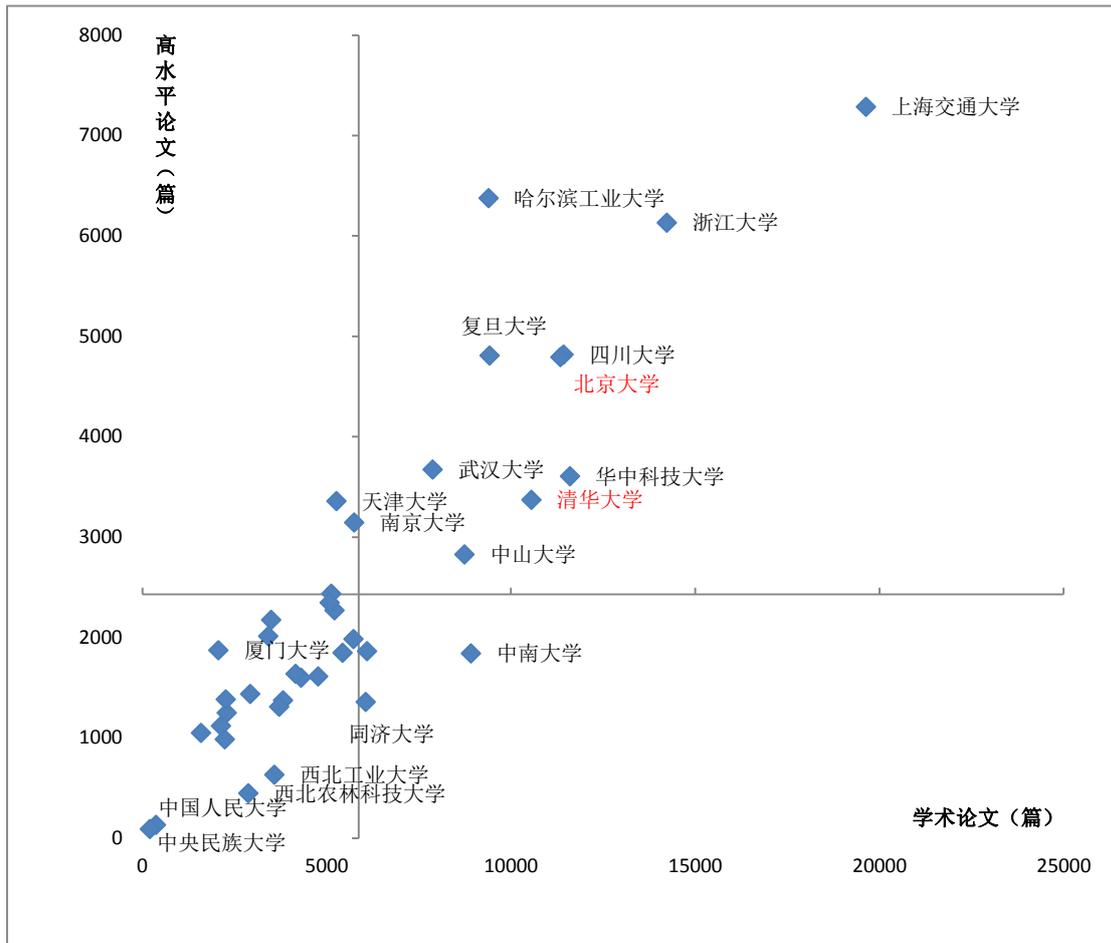


图 4 年均学术论文与高水平论文发文量分布

在成果授奖方面，浙江大学、清华大学和上海交通大学表现出色，无论是成果授奖总量（省部级以上奖）还是国家级奖中都居前 3 位。在成果授奖中，浙江大学以年均获奖 112 项居第 1 位，清华大学和上海交通大学则分别以年均获奖 110 项和 99 项居第 2 和第 3 位。在国家级奖中，清华大学以年均获奖 17 项居第 1 位，浙江大学和上海交通大学则以年均获 14 和 10 项紧随其后。吉林大学和山东大学以年均成果授奖 82 项和 74 项位列第 5 和第 6 位，但在国家级奖中却都只有年均 3 项，位列第 19 位。而北京大学和中国农业大学在成果授奖中分别以年均 47 项和 29 项位列第 12 和 25 位，但在国家级奖中却以年均 10 项和 7 项位列第 3 和第 6 位（表 5）。

在“成果授奖-国家级奖”二维平面图上（以成果授奖为横坐标，国家级奖为纵坐标，以各自的均值为原点），清华大学、浙江大学和上海交通大学综合表现出色（图 5）。

由于学校性质和科研方向的不同，“985 高校”的技术转让收入差距显著，年均技术转让收入最多的是清华大学，达 4.67 亿元，远高于第 2 位的上海交通大学（1.38 亿元）和第 3 位的东南大学（1.30 亿元），这是仅有的 3 所年均技术转让收入超过亿元的高校。而位于第 4 位的浙江大学年均技术转让收入只有 0.50 亿元。年技术转让收入不超过 1 千万的院校有 20 所，不到 100 万的有 7 所，中国人民大学和中央民族大学此项统计为“0”（图 6）。

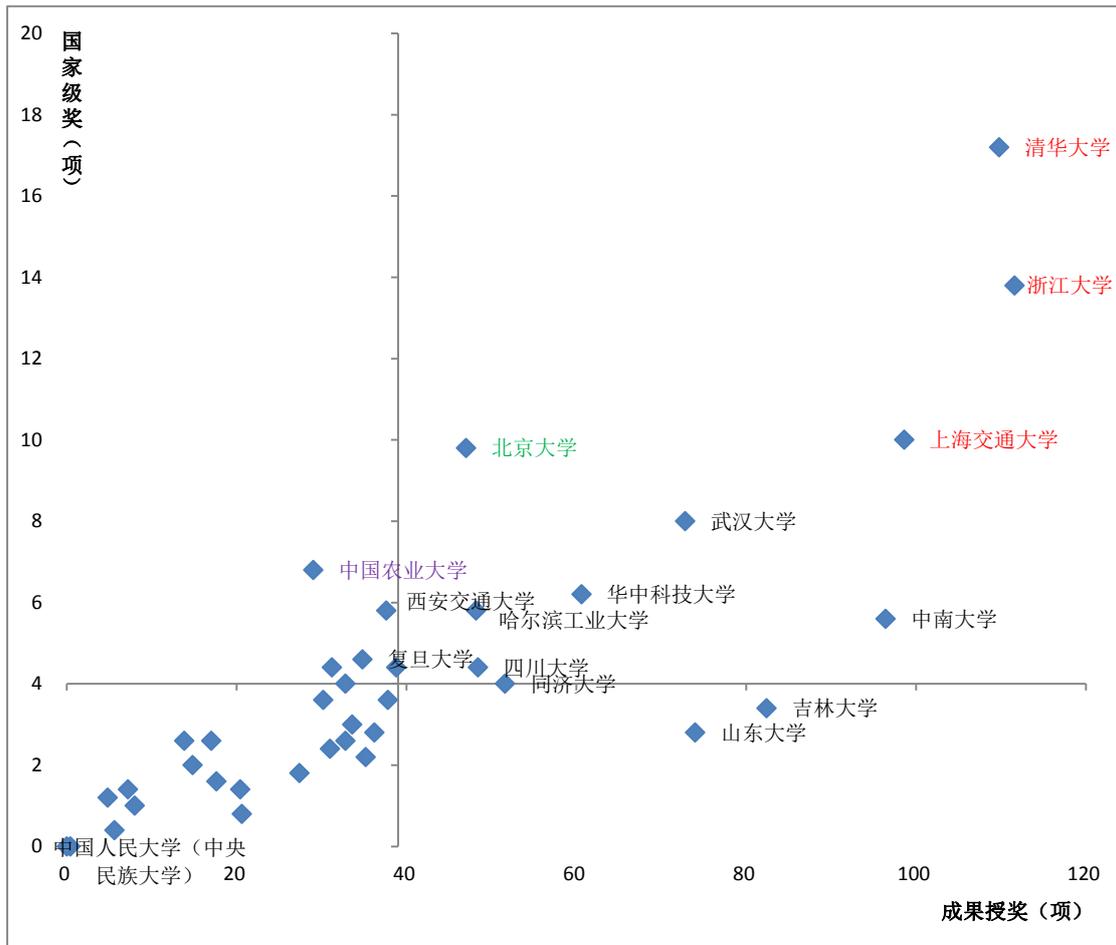


图5 年均科研成果授奖和国家级奖分布

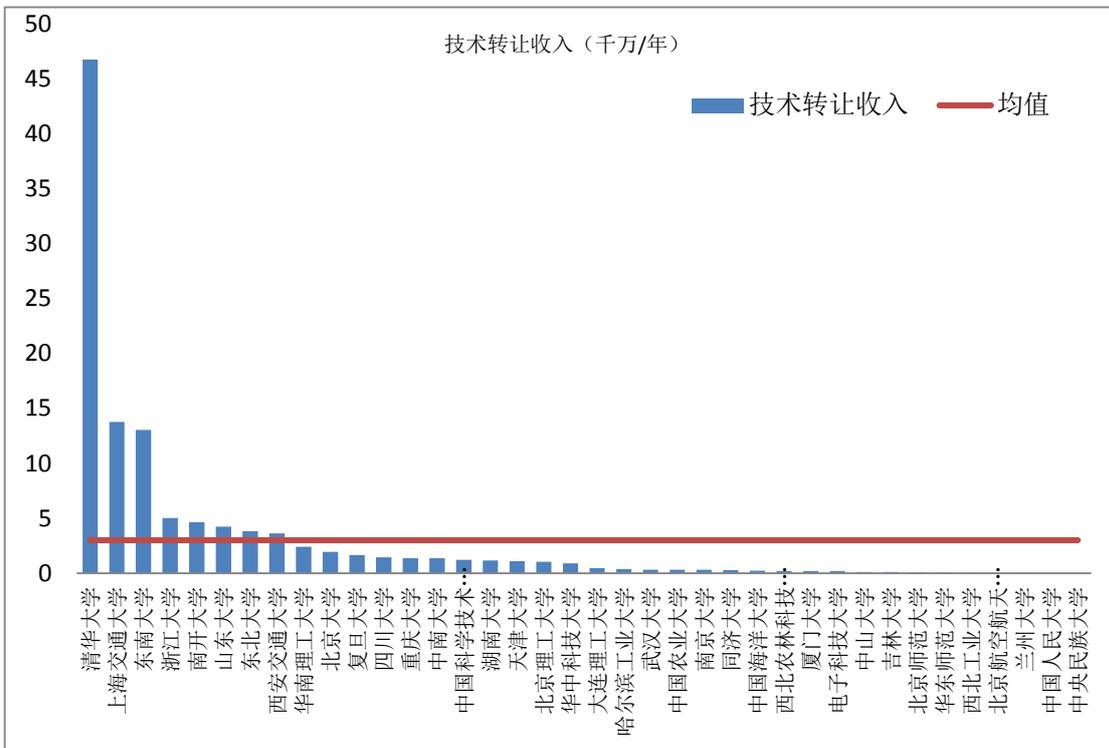


图6 年均技术转让收入

从校均科技投入产出排名来看，38所“985高校”的科技投入与产出总体呈现正相关性，在科技经费和研发人员排名前10的院校中，其科研产出排名总体也比较靠前。在科研经费投入前3的高校中，其科研产出都处于前10名。上海交通大学的投入与产出相关性最好，其科技投入与产出均居前3位。校同时存在产出不足（表5）

在校均科技效率方面，以2010-2014年的年均研发经费和年均研发人员的投入为输入项，以年均学术论文、高水平论文、成果授奖、国家级奖和技术转让收入为输出项。利用数据包络分析（Data Envelope Analyse, DEA），结果发现东北大学、东南大学、兰州大学、南京大学、清华大学、厦门大学、山东大学、武汉大学、中国农业大学、中南大学、中央民族大学和重庆大学等12所高校的效率较高，其他26所效率较低的高校存在投入冗余，部分高校同时存在产出不足（表5）。

表5 “985高校”校均科研效率不足分析

| 被评学校 | 效率值 | 参考高校 | 投入冗余因素 | 产出不足因素 |
|---------|--------|---|-----------------|-------------------------|
| 哈尔滨工业大学 | 99.91% | 厦门大学；武汉大学； 中国农业大学；重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 成果授奖和 技术转让收入不足 |
| 南开大学 | 98.35% | 东南大学；清华大学； 中央民族大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 学术论文、 成果授奖和国家奖不足 |
| 航空航天大学 | 96.25% | 厦门大学；中国农业大学； 重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 高水平论文和 技术转让收入不足 |
| 中国海洋大学 | 95.88% | 南京大学；武汉大学； 中央民族大学；重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 成果授奖和 技术转让收入不足 |
| 浙江大学 | 92.00% | 东北大学；厦门大学；武汉大学； 中国农业大学；中南大学； 重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | |
| 西安交通大学 | 90.27% | 清华大学；武汉大学； 中央民族大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 学术论文和 成果授奖不足 |
| 上海交通大学 | 83.57% | 东南大学；清华大学；武汉大学； 中南大学；中央民族大学； 重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | |
| 湖南大学 | 81.47% | 东北大学；厦门大学； 武汉大学；中南大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 学术论文和 国家奖不足 |
| 天津大学 | 78.66% | 清华大学；厦门大学；武汉大学； 中国农业大学；重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 成果授奖不足 |
| 大连理工大学 | 78.45% | 厦门大学；武汉大学；中国农 业大学；中南大学；重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 技术转让收入不足 |
| 华中科技大学 | 75.36% | 武汉大学；中央民族大学； 重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 高水平论文、成果授奖 和技术转让收入不足 |
| 吉林大学 | 74.75% | 兰州大学；中南大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 学术论文、国家奖和 技术转让收入不足 |
| 华南理工大学 | 74.56% | 清华大学；武汉大学； 中央民族大学；重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 高水平论文和 成果授奖不足 |
| 同济大学 | 74.13% | 厦门大学；中国农业大学； 中南大学；重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 高水平论文和 技术转让收入不足 |
| 电子科技大学 | 73.32% | 东南大学；厦门大学； 武汉大学；中央民族大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 学术论文和 成果授奖不足 |
| 北京师范大学 | 72.57% | 南京大学；厦门大学； 武汉大学；中央民族大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 成果授奖和 技术转让收入不足 |
| 四川大学 | 69.55% | 东南大学；厦门大学；武汉大 学；中央民族大学；重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 成果授奖不足 |
| 北京理工大学 | 66.26% | 东北大学；厦门大学； 中国农业大学；重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 高水平论文不足 |

| 被评学校 | 效率值 | 参考高校 | 投入冗余因素 | 产出不足因素 |
|----------|--------|--------------------------------|-----------------|-------------------------|
| 北京大学 | 64.38% | 清华大学；武汉大学； 中央民族大学；重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 高水平论文和 成果授奖不足 |
| 复旦大学 | 63.43% | 东南大学；厦门大学； 武汉大学；中央民族大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 学术论文和 成果授奖不足 |
| 华东师范大学 | 62.55% | 厦门大学；武汉大学； 中央民族大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 学术论文、成果授奖和 技术转让收入不足 |
| 西北农林科技大学 | 61.73% | 武汉大学；中央民族大学； 重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 高水平论文、成果授奖 和技术转让收入不足 |
| 中国科学技术大学 | 61.68% | 清华大学；厦门大学；武汉大 学；中国农业大学；重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 成果授奖不足 |
| 西北工业大学 | 54.06% | 厦门大学；中国农业大学； 重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 高水平论文和 技术转让收入不足 |
| 中山大学 | 53.31% | 中南大学；中央民族大学； 重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 高水平论文、国家奖和 技术转让收入不足 |
| 中国人民大学 | 46.18% | 厦门大学；中央民族大学； 重庆大学 | 科技经费和科技 人员冗余 | 成果授奖、国家奖和 技术转让收入不足 |

4 人均科研投入与产出：清华北大优势不再

“985 高校”的人均科研经费差距显著。人均科研经费最高的北京航空航天大学（176.68 万元），远高于位列第 2 和第 3 的厦门大学（102.02 万元）和西北工业大学（100.28 万元），这是仅有的 3 所年人均科研经费超过 100 万的院校，中国农业大学以人均 94.5 万元位列第 4。人均科研经费超过 50 万的有 16 所，北京大学人均科研经费仅 43.4 万元，列第 24 位。不足 30 万的有 5 所，人均科研经费最低的是中央民族大学仅 7.4 万元（图 7）。

人均科研产出主要包括学术论文及高水平论文产出、千人成果授奖及国家级奖以及千人技术转让收入等 5 项。

在人均学术论文方面，重庆大学以人均 5.63 篇居于榜首，是人均学术论文超过 5 篇的唯一高校，中国海洋大学和东北大学以人均 4.62 篇和 4.03 篇位列 2、3 位，也是仅有的 2 所人均超过 4 篇（小于 5 篇，下同）的高校。人均超过 3 篇的高校有 12 所，超过 2 篇的有 11 所，不及 2 篇的有 6 所，吉林大学以人均 0.71 篇居于末尾。

在高水平论文方面，厦门大学以人均 3.44 篇位列第一，是位列最后的吉林大学（人均 0.25 篇）的 13.76 倍。人均超过 2 篇的有 4 所，超过 1 篇的有 15 所（图 8）。

在千人成果授奖方面，厦门大学以 36.66 项位居第一，紧随其后超过 30 项的还有东北大学（35.41 项）、中南大学（33.34 项）和重庆大学（31.26 项）3 所高校。超过 20 项的有 11 所，超过 10 项的有 13 所，中央民族大学此项统计结果为 0。在国家级奖方面，中国农业大学以千人获 6.16 项独占鳌头，远高于位列第 2 的北京航空航天大学（4.08 项）。千人所获国家级奖超过 3 项的有清华大学（3.99 项）、浙江大学（3.47 项）和武汉大学（3.26 项）。超过 2 项的有 8 所，超过 1 项的有 15 所（图 9）。

在千人技术转让收入方面，清华大学以 10.59 万元高居榜首，远高于位列第 2 位的东南大学（7.97 万元）和第 3 位的东北大学（4.05 万元）。收入超过 1 万元的有 8 所，除南开大学为 3.23 万元外，其他 7 所院校的收入均在 1 至 2 万元之间。中国人民大学和中央民族大学没有技术转让收入，北京航空航天大学 and 兰州大学也仅有 0.007 万元和 0.003 万元，差距显著（图

10)。

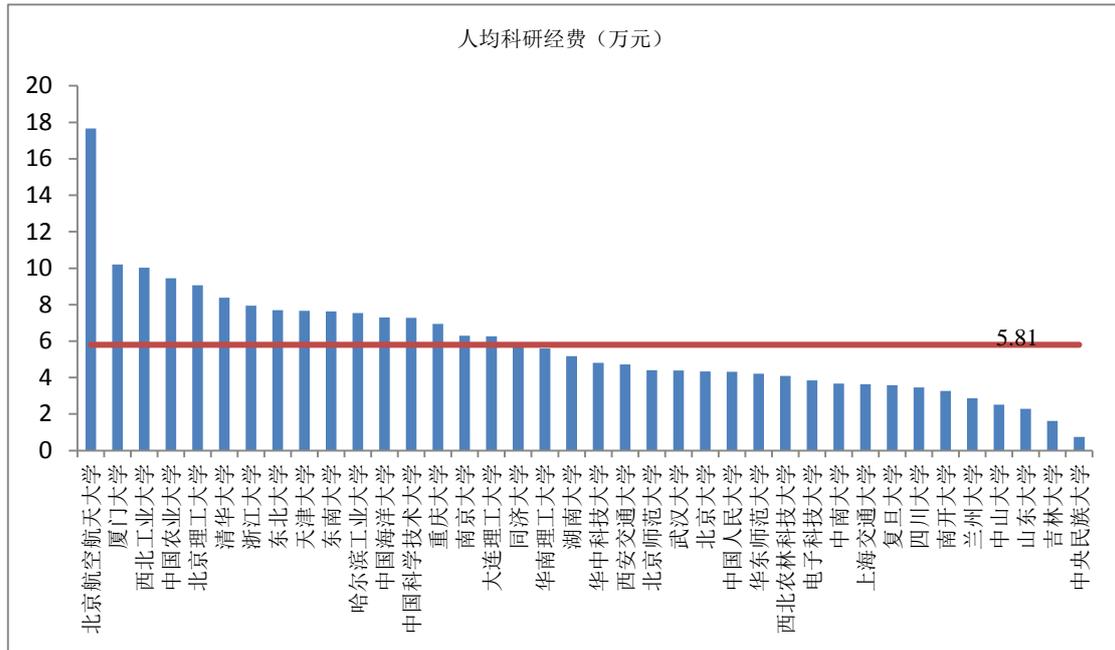


图7 人均科研经费投入

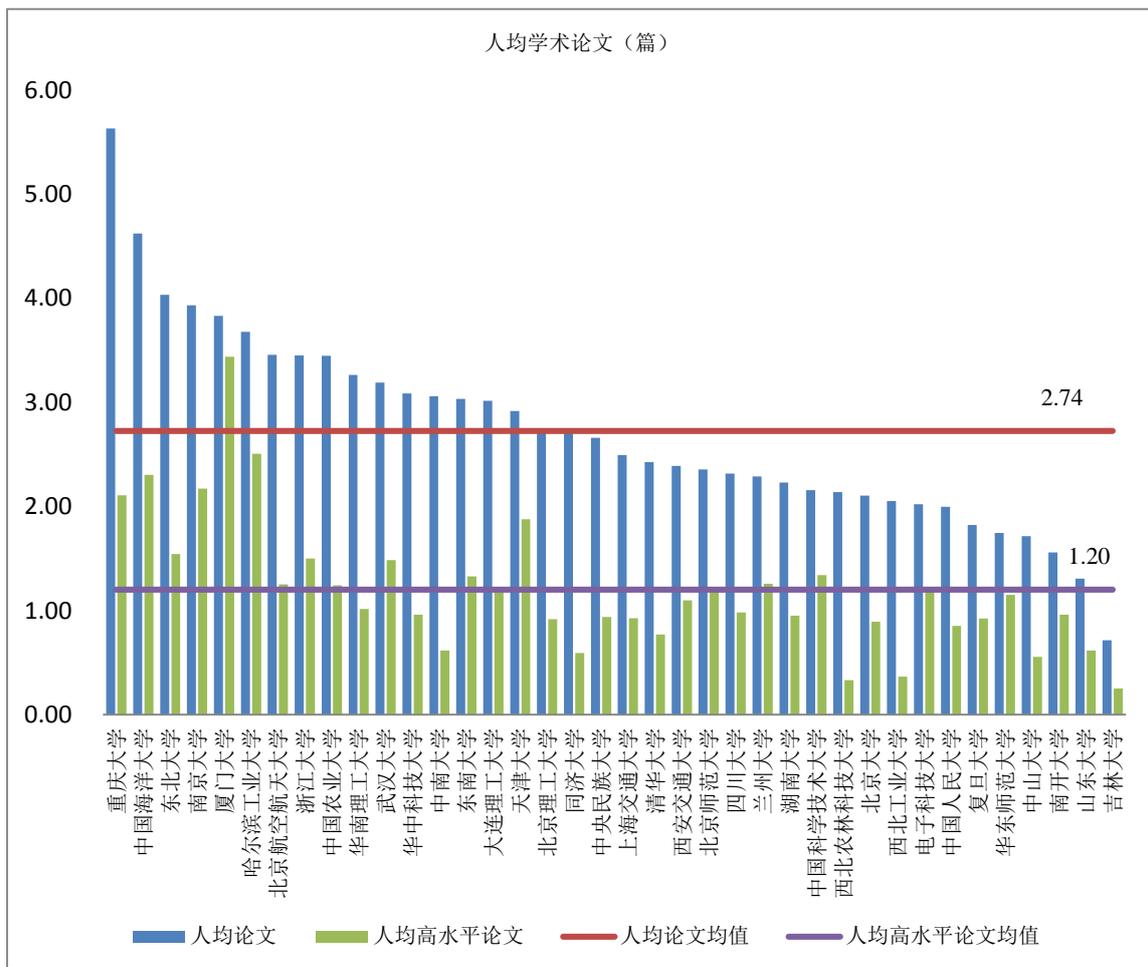


图8 人均学术论文和高水平论文发文量

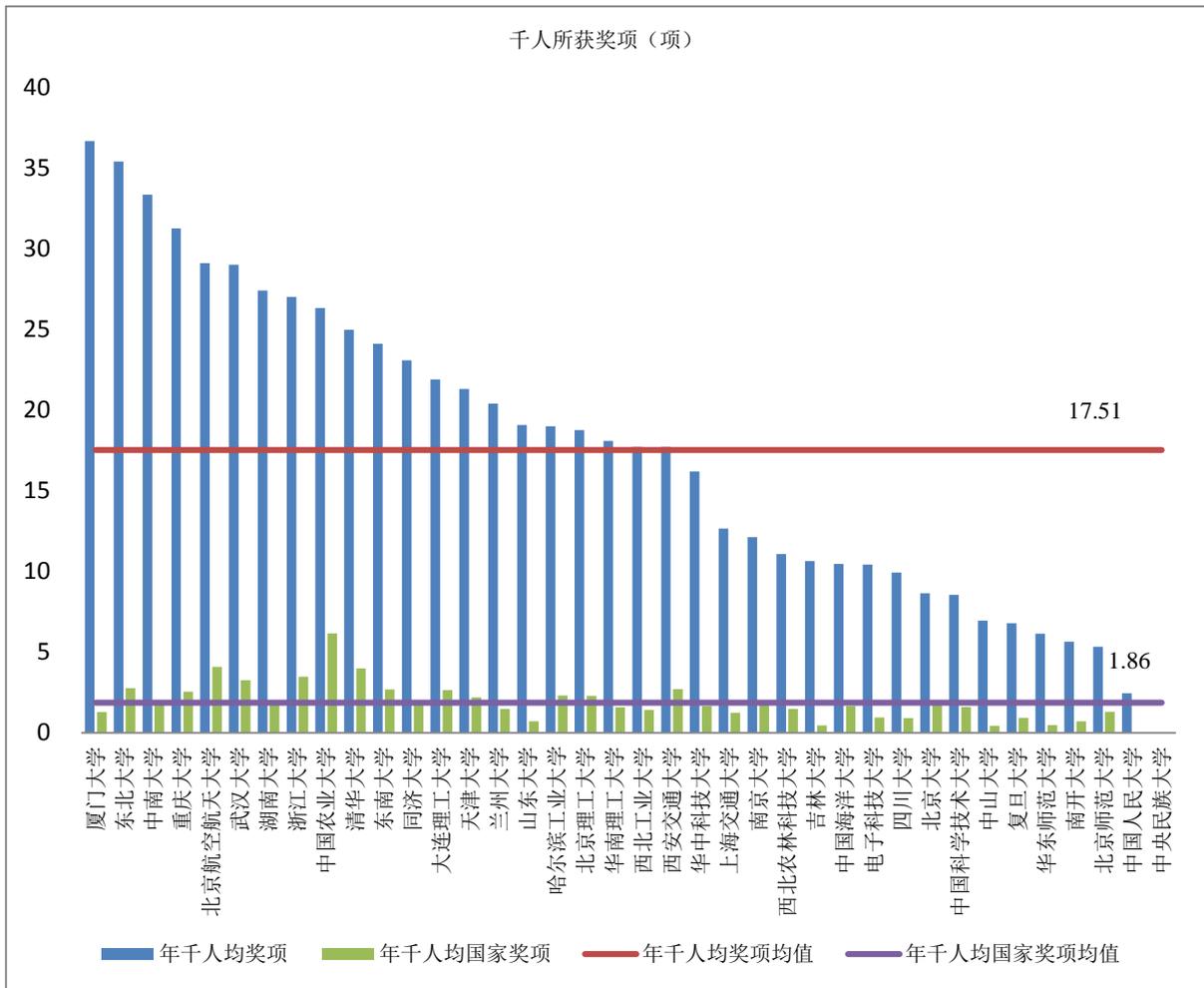


图9 年均千人获奖项目数量

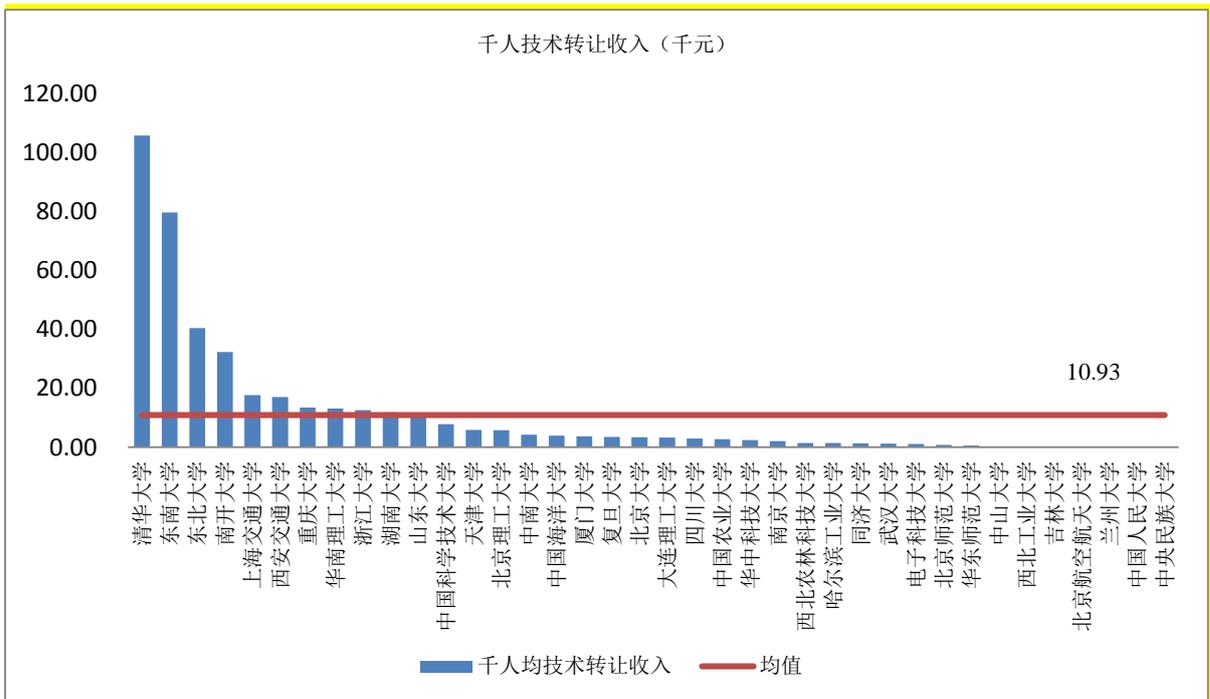


图10 年均千人技术转让收入

从人均科研投入产出排名来看，人均科研经费前 5 位的院校中，其各项科技产出差异显著，人均科技经费第 1 位的北京航空航天大学，其技术转让收入位列第 35，科技投入排名第 2 位的厦门大学，只有 3 项科技产出排名居前 3。经费投入列 6-10 名的高校，其科技产出排名相关性相对较好。

在人均科技效率方面，以 2010-2014 年的年均研发经费和年均研发人员的投入为输入项，以年人均学术论文、高水平论文、成果授奖、国家级奖和技术转让收入为输出项。利用数据包络分析，计算结果发现东北大学、东南大学、兰州大学、南开大学、厦门大学、中国农业大学、中国人民大学和中央民族大学等 8 所高校的效率较高，导致其他 30 所高校效率不足的主要原因仍然是投入冗余，并且在某些产出方面不足（表 6）。

表 6 “985 高校”人均科研效率投入冗余与产出不足比较

| 被评学校 | 效率值 | 参考高校 | 投入冗余因素 | 产出不足因素 |
|----------|--------|----------------------------------|-----------------|-----------------------|
| 湖南大学 | 91.98% | 东北大学；兰州大学； 厦门大学；中国农业大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文和高水平 论文不足 |
| 重庆大学 | 91.39% | 东北大学；兰州大学；厦门大学； 中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文不足 |
| 中国海洋大学 | 79.90% | 东北大学；厦门大学； 中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文和获奖 数量不足 |
| 北京航空航天大学 | 79.47% | 厦门大学；中国农业大学； 中国人民大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文和技术 转让收入不足 |
| 大连理工大学 | 61.23% | 东北大学；兰州大学；厦门大学； 中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文不足 |
| 北京师范大学 | 57.19% | 东北大学；中国农业大学； 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文和获奖 数量不足 |
| 西安交通大学 | 57.05% | 东北大学；中国农业大学； 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文和获奖 数量不足 |
| 武汉大学 | 54.47% | 东北大学；兰州大学； 厦门大学；中国农业大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文和高水平 论文不足 |
| 清华大学 | 53.24% | 东南大学；中国农业大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文、高水平论文和 成果授奖不足 |
| 西北农林科技大学 | 49.35% | 东北大学；兰州大学； 中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文不足 |
| 中南大学 | 46.89% | 东北大学；兰州大学； 厦门大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文和高水平 论文不足 |
| 南京大学 | 41.29% | 东北大学；厦门大学；中国农业大学； 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文和获奖 数量不足 |
| 华南理工大学 | 37.38% | 东北大学；兰州大学；厦门大学； 中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文不足 |
| 山东大学 | 36.86% | 东北大学；厦门大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文、高水平论文 和国家奖项不足 |
| 天津大学 | 35.81% | 东北大学；兰州大学；厦门大学； 中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文不足 |
| 北京理工大学 | 33.06% | 东北大学；厦门大学； 中国农业大学；中国人民大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文不足 |
| 同济大学 | 32.91% | 兰州大学；厦门大学； 中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文和技术 转让收入不足 |
| 华东师范大学 | 31.45% | 东北大学；兰州大学；厦门大学； 中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文不足 |
| 中国科学技术大学 | 31.21% | 东北大学；厦门大学； 中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文和获奖 数量不足 |
| 电子科技大学 | 30.48% | 东北大学；兰州大学；厦门大学； 中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文不足 |

| 被评学校 | 效率值 | 参考高校 | 投入冗余因素 | 产出不足因素 |
|---------|--------|------------------------------|-------------|--------------------|
| 哈尔滨工业大学 | 26.04% | 厦门大学；中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 学术论文、成果授奖和技术转让收入不足 |
| 浙江大学 | 22.49% | 东北大学；兰州大学；厦门大学；中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 高水平论文不足 |
| 西北工业大学 | 22.01% | 厦门大学；中国农业大学；中国人民大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 高水平论文和技术转让收入不足 |
| 华中科技大学 | 18.86% | 东北大学；兰州大学；厦门大学；中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 高水平论文不足 |
| 北京大学 | 14.13% | 东北大学；中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 学术论文和获奖数量不足 |
| 吉林大学 | 12.25% | 兰州大学；厦门大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 学术论文、高水平论文和成果授奖不足 |
| 上海交通大学 | 11.83% | 东北大学；中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 高水平论文和获奖数量不足 |
| 四川大学 | 11.17% | 东北大学；兰州大学；中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 学术论文不足 |
| 复旦大学 | 10.07% | 东北大学；兰州大学；中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 学术论文不足 |
| 中山大学 | 8.14% | 东北大学；兰州大学；厦门大学；中央民族大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 高水平论文不足 |

5 亿元科研产出：清华北大多项低于平均值

亿元投入学术论文产出方面，由于中央民族大学年均科技经费投入非常少，导致年均亿元学术论文产出量非常高（亿元学术论文产出 4,199.22 篇，高水平论文 1,458.74 篇），远高于其他高校的平均值（学术论文均值 539.05 篇，高水平论文均值 262.73 篇）。

除中央民族大学外，亿元科技投入的学术论文产出超过 800 篇的有 4 所，分别为东北大学（893.56 篇）、重庆大学（850.39 篇）、中南大学（838.88 篇）和兰州大学（805.17 篇），超过 500 篇的有 16 所。北京大学（500.43 篇）和清华大学（297.02 篇）的亿元学术论文产出均低于平均值，清华学位列倒数第 3，北京航空航天大学列倒数第 1（图 11）。

在高水平论文方面，兰州大学以 448.13 篇雄居榜首，厦门大学和南京大学分别以 362.78 篇和 352.11 篇位列第 2 和第 3。超过 300 篇的还有东北大学（342.79 篇）、武汉大学（338.66 篇）、哈尔滨工业大学（335.78 篇）、中国海洋大学（330.47 篇）和电子科技大学（312.55 篇），超过 200 篇的有 14 所院校。清华大学和北京大学分别以 93.00 篇和 208.24 篇低于平均值（230.41 篇），且清华学位列到数第 4。

在亿元科研投入成果授奖方面，山东大学和中南大学分别以年均亿元获 9.14 项和 9.11 项成果授奖位列前 2 位，同时兰州大学、吉林大学、武汉大学、东北大学和湖南大学等 5 所高校成果授奖超过 5 项，超过平均线 3.46 项的有 15 所。清华大学以 2.99 项位列第 18 位，北京大学以 2.41 项位列第 26 位。

在亿元科技投入国家级奖方面，武汉大学（0.73 项）、中国农业大学（0.67 项）和西安交通大学（0.65 项）位居前 3 位。亿元科技投入国家级奖超过平均线 0.34 的院校有 18 所。清华大学和北京大学分别以 0.49 项和 0.45 项位列第 7 位和第 8 位（图 12）。

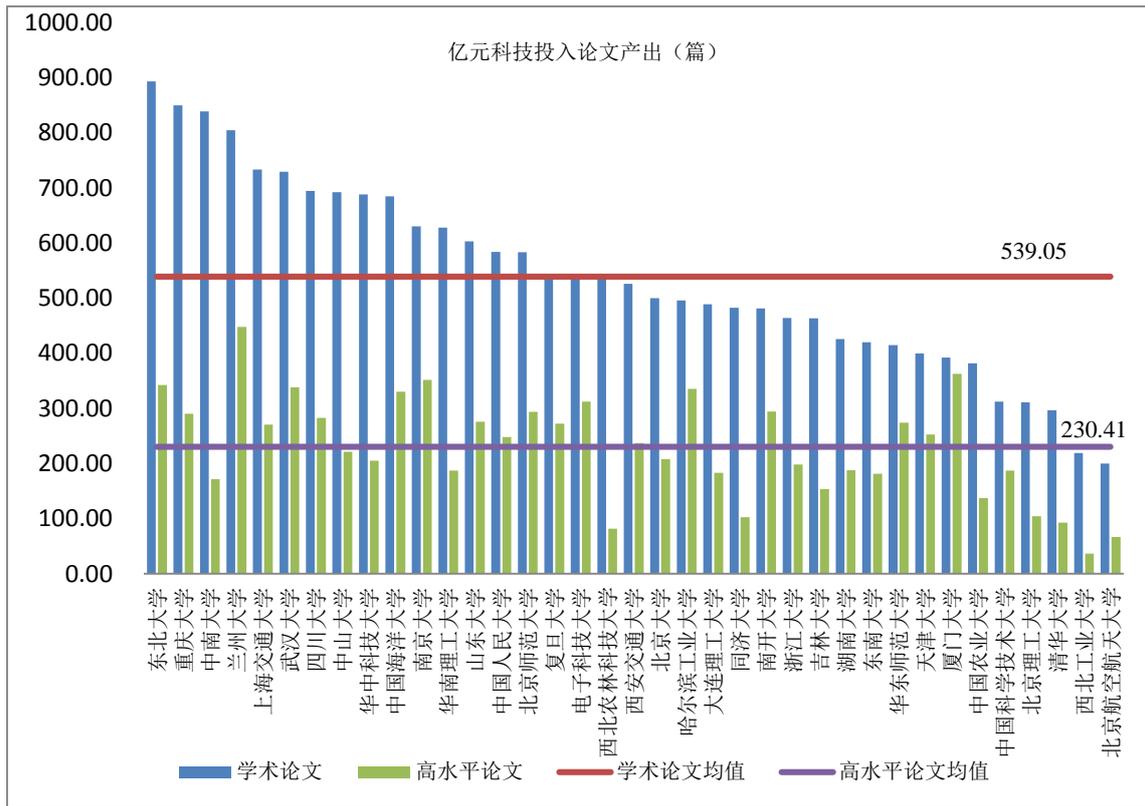


图 11 年均亿元科技投入论文产出

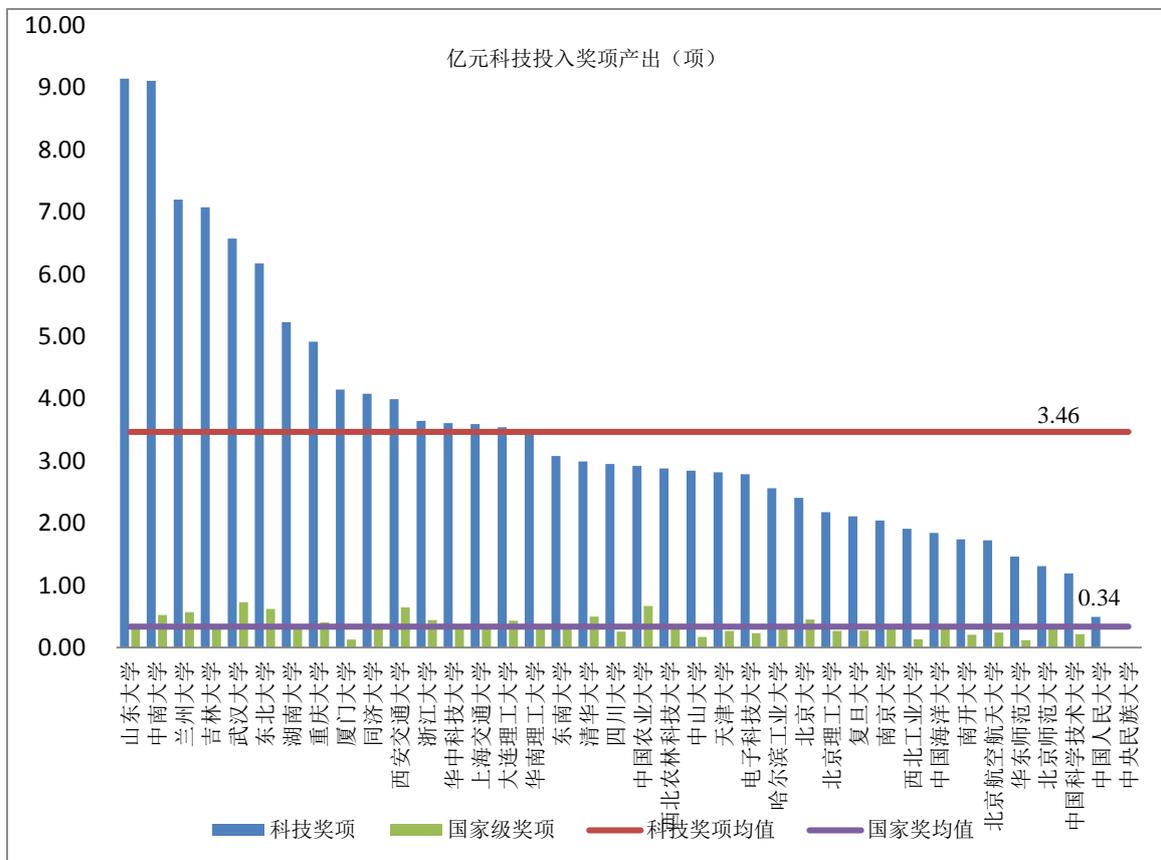


图 12 亿元科技投入奖项产出

亿元科技投入技术转让收入差距显著，清华大学（1,257 万元）和东南大学（1,029 万元）位列前 2 位，也是仅有的 2 所超过 1 千万的院校，亿元技术转让收入超过平均值 185 万的只有 10 所院校，北京大学以 127 万元位列第 13 位（图 13）。

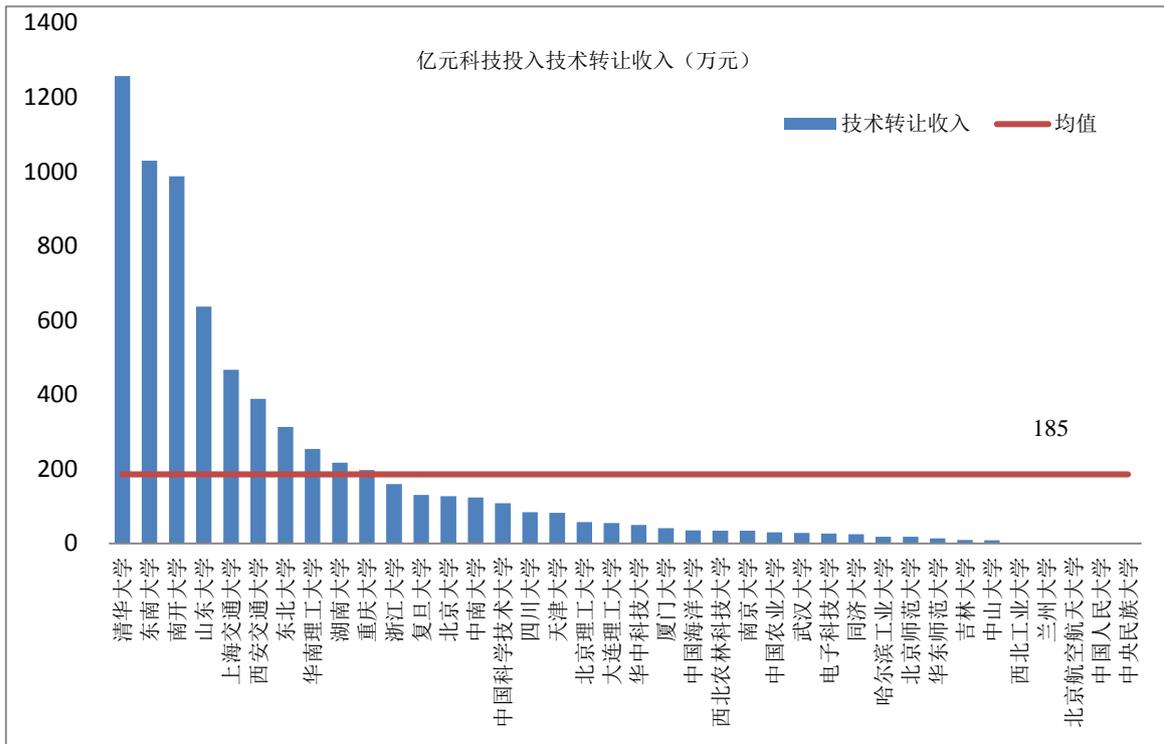


图 13 亿元科技投入技术转让收入

从亿元科技经费投入产出排名来看，各高校投入与产出相关性比较发散，经费投入最多的清华大学，只有技术转让收入排名第 1，而学术论文和高水平学术论文均处后 3 位。经费投入排名倒数第 3 的兰州大学，却有 4 项产出排名前 5，包括学术论文（排名第 5）、高水平论文（排名第 2）、成果授奖（排名第 3）和国家级奖（排名第 5）。经费投入最少的中央民族大学却在学术论文和高水平论文排名中位列第一，且远高于其他院校。

在亿元经费投入成果产出效率方面，以 2010-2014 年的年均研发经费投入和年均研发人员的投入为输入项，以年均亿元投入产出学术论文、高水平论文、成果授奖、国家级奖和技术转让收入为输出项。利用数据包络分析，计算结果发现东北大学、东南大学、兰州大学、南开大学、厦门大学、中国农业大学和中央民族大学等 7 所高校的效率较高，其他 30 所高校的投入冗余和产出不足情况见表 7。

表 7 “985 高校”亿元科研投入产出效率投入冗余与产出不足比较

| 被评高校 | 效率值 | 参考高校 | 投入冗余主要因素 | 产出不足主要因素 |
|--------|--------|-------------------------|-------------|-------------------|
| 湖南大学 | 91.74% | 东北大学；兰州大学；南开大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 学术论文、高水平论文和国家奖项不足 |
| 中国海洋大学 | 85.61% | 东北大学；兰州大学；中国农业大学；中央民族大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 学术论文和成果授奖不足 |
| 中国人民大学 | 75.72% | 兰州大学；厦门大学；中央民族大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 学术论文不足 |
| 重庆大学 | 73.84% | 东北大学；兰州大学；南开大学；中央民族大学 | 科技经费和科技人员冗余 | 高水平论文和国家奖项不足 |
| 山东大学 | 69.06% | 兰州大学；南开大学 | 科技经费和 | 学术论文、高水平论文 |

| 被评高校 | 效率值 | 参考高校 | 投入冗余主要因素 | 产出不足主要因素 |
|----------|--------|-------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| 西安交通大学 | 65.73% | 东北大学; 兰州大学; 南开大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 和国家奖项不足 学术论文、高水平论文 和成果授奖不足 |
| 北京师范大学 | 61.88% | 东北大学; 兰州大学; 中国农业大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文和 成果授奖不足 |
| 大连理工大学 | 55.05% | 东北大学; 兰州大学; 中国农业大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文和 成果授奖不足 |
| 武汉大学 | 51.12% | 东北大学; 兰州大学; 中国农业大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文、高水平论文 和成果授奖不足 |
| 清华大学 | 49.34% | 东北大学; 东南大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文、高水平论文 和成果授奖不足 |
| 中南大学 | 47.99% | 东北大学; 兰州大学; 南开大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文、高水平论文 和国家奖项不足 |
| 西北农林科技大学 | 44.78% | 东北大学; 兰州大学; 中国农业大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文和 成果授奖不足 |
| 华南理工大学 | 40.47% | 东北大学; 兰州大学; 南开大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文和 国家奖项不足 |
| 南京大学 | 39.47% | 东北大学; 兰州大学; 中国农业大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文和 成果授奖不足 |
| 北京航空航天大学 | 38.01% | 兰州大学; 中国农业大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文、高水平论文 和技术转让收入不足 |
| 同济大学 | 27.29% | 东北大学; 兰州大学; 中国农业大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文不足 |
| 北京理工大学 | 26.85% | 东北大学; 兰州大学; 中国农业大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文不足 |
| 天津大学 | 26.45% | 东北大学; 兰州大学; 中国农业大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文不足 |
| 华东师范大学 | 25.86% | 东北大学; 兰州大学; 厦门大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文不足 |
| 电子科技大学 | 25.38% | 东北大学; 兰州大学; 厦门大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文不足 |
| 中国科学技术大学 | 25.31% | 东北大学; 南开大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文和 成果授奖不足 |
| 吉林大学 | 23.26% | 兰州大学; 南开大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文、高水平论文和 国家奖项不足 |
| 哈尔滨工业大学 | 21.48% | 东北大学; 兰州大学; 中国农业大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文不足 |
| 浙江大学 | 19.36% | 东北大学; 兰州大学; 中国农业大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文不足 |
| 华中科技大学 | 17.02% | 东北大学; 兰州大学; 中国农业大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文和 成果授奖不足 |
| 北京大学 | 15.68% | 东北大学; 兰州大学; 南开大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文、高水平论文 和成果授奖不足 |
| 西北工业大学 | 15.19% | 兰州大学; 厦门大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文和技术 转让收入不足 |
| 上海交通大学 | 14.46% | 东北大学; 兰州大学; 南开大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文和 成果授奖不足 |
| 复旦大学 | 11.72% | 东北大学; 兰州大学; 南开大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 学术论文和 成果授奖不足 |
| 四川大学 | 10.90% | 东北大学; 兰州大学; 南开大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文和 成果授奖不足 |
| 中山大学 | 9.33% | 兰州大学; 南开大学; 中央民族大学 | 科技经费和 科技人员冗余 | 高水平论文和 国家奖项不足 |

6 总结

科研评价是科研管理中的一项重要工作，对一个机构的科研绩效作出全面、公正和客观的评价，是一件很不容易的事情。长期以来，经费、论文和各级奖励是对科研机构进行科研评价的三大重要指标。教育部编辑的年度《汇编》也主要是这三个方面的内容。

通过对近5年《汇编》中科研投入的经费、人员要素，以及科研产出的论文、奖项和技术转让收入等要素的数据统计分析，发现“985高校”作为一个整体，相对于其他“211高校”和省部共建高校，在科研投入方面，无论是财力（科技经费）还是人力（研发人员），都具有绝对的优势（差距显著）；在科研产出方面，校均科研产出差距显著，且科研水平越高的产出（国外学术期刊论文相对于其他学术论文、国家级奖相对于省部级以上成果奖），差距越显著；但在人均和单位科技经费（以亿元为单位）的产出方面，“985高校”不仅没有优势，在很多方面还处于劣势。

表8 “985高校”科研效率比较

| 序号 | 被评学校 | 平均效率 | 校均效率 | 人均效率 | 单位经费效率 |
|----|----------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | 东北大学 | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| | 东南大学 | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| | 兰州大学 | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| | 厦门大学 | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| | 中国农业大学 | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| | 中央民族大学 | 100.00% | 100.00% | 100.00% | 100.00% |
| 2 | 南开大学 | 99.45% | 98.35% | 100.00% | 100.00% |
| 3 | 重庆大学 | 88.41% | 100.00% | 91.39% | 73.84% |
| 4 | 湖南大学 | 88.40% | 81.47% | 91.98% | 91.74% |
| 5 | 中国海洋大学 | 87.13% | 95.88% | 79.90% | 85.61% |
| 6 | 中国人民大学 | 73.97% | 46.18% | 100.00% | 75.72% |
| 7 | 北京航空航天大学 | 71.24% | 96.25% | 79.47% | 38.01% |
| 8 | 西安交通大学 | 71.02% | 90.27% | 57.05% | 65.73% |
| 9 | 山东大学 | 68.64% | 100.00% | 36.86% | 69.06% |
| 10 | 武汉大学 | 68.53% | 100.00% | 54.47% | 51.12% |
| 11 | 清华大学 | 67.52% | 100.00% | 53.24% | 49.34% |
| 12 | 中南大学 | 64.96% | 100.00% | 46.89% | 47.99% |
| 13 | 大连理工大学 | 64.91% | 78.45% | 61.23% | 55.05% |
| 14 | 北京师范大学 | 63.88% | 72.57% | 57.19% | 61.88% |
| 15 | 南京大学 | 60.25% | 100.00% | 41.29% | 39.47% |
| 16 | 西北农林科技大学 | 51.95% | 61.73% | 49.35% | 44.78% |
| 17 | 华南理工大学 | 50.80% | 74.56% | 37.38% | 40.47% |
| 18 | 哈尔滨工业大学 | 49.14% | 99.91% | 26.04% | 21.48% |
| 19 | 天津大学 | 46.98% | 78.66% | 35.81% | 26.45% |
| 20 | 同济大学 | 44.78% | 74.13% | 32.91% | 27.29% |
| 21 | 浙江大学 | 44.62% | 92.00% | 22.49% | 19.36% |
| 22 | 电子科技大学 | 43.06% | 73.32% | 30.48% | 25.38% |
| 23 | 北京理工大学 | 42.06% | 66.26% | 33.06% | 26.85% |
| 24 | 华东师范大学 | 39.95% | 62.55% | 31.45% | 25.86% |
| 25 | 中国科学技术大学 | 39.40% | 61.68% | 31.21% | 25.31% |
| 26 | 华中科技大学 | 37.08% | 75.36% | 18.86% | 17.02% |
| 27 | 吉林大学 | 36.75% | 74.75% | 12.25% | 23.26% |

| 序号 | 被评学校 | 平均效率 | 校均效率 | 人均效率 | 单位经费效率 |
|----|--------|--------|--------|--------|--------|
| 28 | 上海交通大学 | 36.62% | 83.57% | 11.83% | 14.46% |
| 29 | 北京大学 | 31.40% | 64.38% | 14.13% | 15.68% |
| 30 | 四川大学 | 30.54% | 69.55% | 11.17% | 10.90% |
| 31 | 西北工业大学 | 30.42% | 54.06% | 22.01% | 15.19% |
| 32 | 复旦大学 | 28.41% | 63.43% | 10.07% | 11.72% |
| 33 | 中山大学 | 23.59% | 53.31% | 8.14% | 9.33% |
| | 平均 | 61.73% | 82.70% | 52.36% | 50.14% |

在科研效率方面，分别以年均研发经费和年均研发人员的投入为输入项，以校均、人均和亿元投入产出学术论文、高水平论文、成果授奖、国家级奖和技术转让收入为输出项，利用数据包络分析所得出的结果中，3项的平均科研效率为61.73%，其中校均科研效率为82.70%、人均科研效率为52.36%、亿元单位经费投入产出的科研效率为50.14%。东北大学、东南大学、兰州大学、厦门大学、中国农业大学和中央民族大学等6所高校的3项科研效率均为100%，西北工业大学、复旦大学和中山大学3所高校的3项平均科研效率位于后3位（表8）。高校科研效率不足的主要原因首先是经费和人员的投入冗余，其次是有些高校在高水平论文产出、国家级奖、技术转让收入等5类科研成果中的某些类型方面产出不足，也导致科研效率低下。

在这里必须特别之处的是：本研究仅以《汇编》中的数据为基础进行了比较分析，因此评价结果会有一定的局限性，因为我们无法严格检查和甄别《汇编》中的各项统计数据，比如各校上报数据是否在同一统计理解上，以及同类指标数据的性质差异性。尽管本研究可能存在种种不足，但是也发现我国需要进一步在科研投入方面进行优化管理，科研投入产出效率应该作为考核指标之一，这样不仅能避免个别机构或人员只重视争取经费、人员的投入，而忽略产出的效率问题，并且能更加有效地利用科研经费，让有限的资金发挥最高的效率。

高校网络信息安全风险及对策分析

颀夏青
(北京邮电大学图书馆)

摘要: 以互联网为核心的网络空间已成为继陆、海、空、天之后的第五大战略空间，目前国际国内安全形势都异常严峻，特别是国内高校，网络安全形势堪忧。本文重点分析了当前高校面临的安全形势之严峻、后果之严重，并深入剖析了产生问题的原因。在此基础上，本文建议高校按照国家战略及相关法律法规的要求，以提高安全意识、强化安全管理、加强技术防护为目标，从安全教育、制度建设、责任落实、技术架构加固等方面采取有效措施，营造安全的校园网络环境。

关键词: 网络安全；等级保护；校园网络

习近平总书记指出：“没有网络安全，就没有国家安全”。以互联网为核心的网络空间已成为继陆、海、空、天之后的第五大战略空间，各国均高度重视网络空间的安全问题^[1-4]。然而，现状却是网络安全的现状非常严峻。高校作为我国人才培养的重要阵地，在网络安全方面守土有责，应积极采取有效措施改善高校的网络环境。

1 网络安全现状分析

当前互联网领域，计算机、互联网的游戏规则、域名权和源代码都是美国一家独霸^[5]，从宏观形势分析中国的网络安全不容乐观。而从国内网站的安全情况来看，我国的网络安全形势也很严峻。根据 360 互联网安全中心《2015 年中国网站安全报告》^[6]，2015 年全年（截至 11 月 18 日）360 网站安全检测平台共扫描各类网站 231.2 万个，其中，存在安全漏洞的网站为 101.5 万个，占扫描网站总数的 43.9%；存在高危安全漏洞的网站共有 30.8 万个，占扫描网站总数的 13.0%；被篡改的网站 8.4 万个，约占扫描网站总数的 3.6%；2015 年平均每月有 17.1 万个网站遭遇各类漏洞攻击，平均每天约有 8290 个网站遭到漏洞攻击。

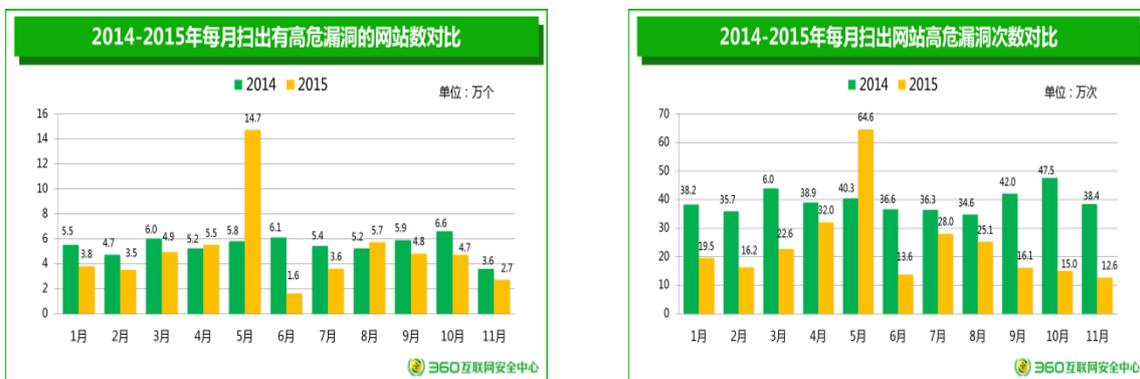


图 1 2014-2015 高危漏洞网站与扫描次数对比图（来源：360）

虽然从图中 2014 与 2015 年的数据对比可看出 2015 年网站的安全情况有所好转，但仍然有大量高危漏洞的存在、频繁的黑客攻击，中国网站的安全形势不容乐观。

2 高校网络安全现状及问题分析

在高校中，随着教育信息化工作的不断推进，学校的教学、科研、管理等工作都越来越依赖于网络和信息化，而安全问题也越来越突出。

从教育培训行业网站安全数据来看，根据《2015 年中国网站安全报告》，2015 年，在所有备案网站中，教育培训类网站的漏洞数据总数排名第二，总体安全性偏低，如图 2 所示。而且，一方面教育培训行业漏洞总数和排名第二，另一方面漏洞的修复率却只有 3.3%，排名倒数第三。这意味着高校网站非常容易被黑客入侵、篡改数据和窃取资料。

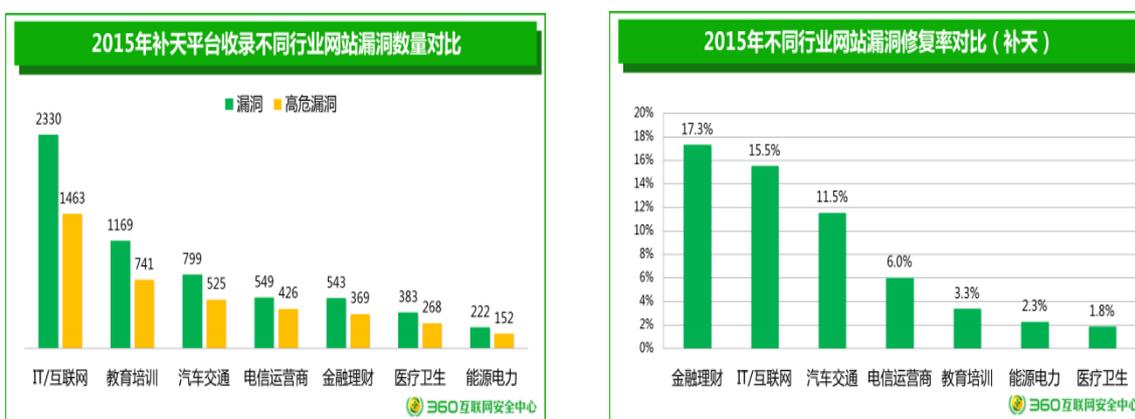


图 2 2015 年不同行业网站漏洞数量对比图 (来源: 360)

根据北京市公安局对高校网络安全事(案)件的统计(图 3)，2006 年以来，高校网络安全事(案)件逐年增长，而且增长速度也在逐年加快，到 2014 年网络安全事(案)件总数已经达到 371 件。如图 4 所示，2012 年以来，某境外网站对中国境内网站发起了有规模、有组织、频繁地规律性网站攻击，截止 2015 年 12 月，累计已攻击 477 个境内网站。攻击手段主要是在大范围踩点、植入木马的基础上，选择热点或敏感事件相关的单位网站，入侵服务器修改网站页面；因其攻击时间的规律性、攻击网站的不确定性、攻击区域的广泛性以及攻击性质的严重性受到境内组织的重视，其中，针对高校的攻击总数占 112 次，占到总数的 23.48%。攻击漏洞的大量存在、攻击事件的频繁发生，体现出高校网站的安全性低、安全防护不到位等诸多问题。



图 3 高校网络安全事(案)件统计 (来源: 公安局等保培训)



图4 某境外网站对中国网站攻击情况

根据 360 卫士网站《2013 年中国高校网络安全检测报告》^[6]，高校网站存在的安全漏洞中，数量最多的为跨站脚本漏洞、SQL 注入漏洞和信息泄露漏洞，分别占 22%、16%、16%（图 5）；每个高校网站平均每天被黑客攻击 113 次（包括扫描等行为），其中被攻击最多的网站最高可达每日上万次。同时，全国每天被篡改的网站中，约有 20%是高校网站，占比非常大。



图5 中国高校网站安全漏洞分布情况

2015 年中国高等教育学会教育信息化分会网络信息安全工作组面向全国高校信息化部门发起了 2015 高校网络信息安全调研^[7]，全国一百余所高校参与调研。调研结果表明，多数高校对各类安全规范、制度的落实不到位，人员、资金、管理、技术等多个方面投入不足，虽然高校对于网络信息安全的关注逐年提升，但仍有较大提升空间。

综上，中国高校网站安全形势十分严峻，网络安全现状堪忧。高校网站被入侵后危害严重：**（1）影响学校业务工作，危害学生身心健康。**轻则网站停机整顿导致业务暂停，重则数据库被窃取泄露学生重要的个人信息、危害学生身心健康，或者数据被篡改，影响学生的录取和毕业，对学生的学业甚至整个人生造成不可挽回的后果。**（2）造成不良社会影响，损害学校公众形象。**根据 360 网站安全检测的数据，高校被篡改内容很大一部分是赌博、色情类内容；而被境外反动组织篡改的高校网站甚至被篡改成政治敏感性内容，这些违法违规的内容在教育类网站出现的危害远胜于其他商业类型的网站，对学生心态带来影响，而且严重损害学校形象。**（3）失守高校网安阵地，直接危害国家安全。**高校是培养国家未来人才的摇篮，是国家科教兴国战略的主要阵地，更是国家网络安全战争的重要阵地。高校网络安全阵地的失守，一方面高校系统脆弱，容易被黑客当作突破口进而攻击和影响整个中国互联网，另一方面，高校拥有国家最前沿的研究成果等，重要信息被窃取、重要系统被利用将给国家带来学生的损失，甚至危害国家安全。

综合分析可以看出，高校网络安全工作存在的问题主要体现在以下几个方面：**（1）网络安**

全意识薄弱。高校网络安全意识薄弱，首先，从统计数据来看，网络安全漏洞数量很多而修复率却很低，突出反映出高校对于安全漏洞的发现不及时、修复更不及时，网络安全意识严重不足；其次，高校网络安全事件频发，安全事件之间有较强的相似性，不同的高校网站被同一个黑客组织以相同的模式进行入侵，屡试不爽，也与高校因事不关己则不重视网络安全有必然的关系。安全意识的薄弱是一切安全问题的根源，正是因为安全意识薄弱，才会导致网络安全方面的人力、财力、物力投入不足，对网络安全工作关注不够，最终导致执行不到位，甚至引发严重后果。（2）**网络安全管理缺失。**网络安全，“三分技术，七分管理”，在技术安全防护技术也不断提升的今天，多数安全事件都是因安全管理不到位而引起。高校网站的建设与管理中，普遍存的“重上线，轻管理；重功能，轻安全；重收益，轻保护”思维，导致很多网站缺少基本的日常安全维护，黑客攻击如入无人之境。高校信息系统的管理既缺乏宏观层面制度、战略的统筹，也缺乏微观层面安全检测和应急响应的策略，一方面无法预先有效发现并排查安全隐患，另一方面一旦发生安全事件，未形成有效的事件处理机制阻止不良影响的扩散。（3）**等级保护落实不到位。**我国《计算机信息系统安全保护条例》^[8]以及《信息安全等级保护办法》^[9]针对信息系统的备案、定级等工作做了明确的规定。据了解，很多高校的网站在上线前未经过定级备案，更没有通过安全检测，甚至学校对学院、实验室的网站的存在并不知情。这些情况，与等保制度的落实不到位有密不可分的关系。

高校网络安全问题的存在，并非偶然问题也不是新出现的问题，问题存在的原因也是多个方面的，如何抓住最主要的原因从根本上控制高校网络安全事件的发生，改善高校网络安全现状，是当前最紧迫的挑战之一。

3 高校网络安全对策

高校网络安全现状的改善，应该以国家战略为方向加强安全教育学习来强化安全意识、以建立健全网安制度为依托强化安全管理、以信息技术为手段强化安全防护，从意识、管理、技术三个维度出发，涵盖安全教育、制度建设、责任落实、技术加固等方面。具体的对策主要包括：

3.1 响应国家战略要求，加强安全学习，强化安全意识

我国 2014 年 3 月成立网络安全和信息化领导小组，是中国网络安全和信息化国家战略迈出的重要一步，显示出我国在保障网络安全、维护国家利益、推动信息化发展的决心；2015 年 7 月，《网络安全法（草案）》^[10]公开征集意见，确定了网络安全工作的法律地位。2015 年 6 月，教育部增设网络空间安全一级学科^[11]，是实施国家安全战略，加快网络空间安全高层次人才培养的重要举措。

在国家战略总的指导方向下，高校应该加强相关制度和知识的教育和学习，一方面促使管理层从决策层面重视网络安全，另一方面通过网络安全知识和技能的普及提升内部人员的安全素质，避免因内部人员的弱口令等低级问题引发安全问题。其中，等级保护制度是国家网络安全保障的基本制度、基本策略和基本方法，也是安全学习和教育的重点内容，包括等级保护相关文件规定、技术标准和要求、定级备案等实施指南等。在深入学习的基础上，高校从整体上加强网络安全意识，将网络安全作为学校发展战略的重要组成部分，在经费、人员等的投入

方面与信息化工作统一谋划、统一部署、统一推进、统一实施。

3.2 建立健全网络安全管理制度，明确责任、层层落实

加强网络安全的管理首先要加强制度建设和完善，做好顶层规划和设计，如成立网络安全与信息化工作小组，明确网络安全工作的组织管理架构，上下联动、逐级明确和落实网络安全责任；制定等保制度的落实和管理办法，在整体信息化建设、运营维护、定级备案、安全评测的各个环节严格落实等保要求，从安全管理机构、安全管理制度、人员安全管理、系统建设管理、系统运维管理五个方面执行等保中的管理要求，做好事前的安全预防工作；完善信息系统的安全响应机制，一旦发现攻击或入侵可及时采取有效措施，防止事态扩散，最大限度控制安全事件的影响；建立有效的安全监管责任体系，强化安全监督和问责，进一步加强网络安全工作的重视。

3.3 以信息技术为手段，强化校园信息架构和系统防护

网络安全工作的实际推动，离不开有效的网络安全技术。根据等级保护制度的相关规定，基本要求主要包括技术要求和管理要求两个方面，而技术要求主要包括物理安全、网络安全、主机安全、应用安全、数据安全五个方面。围绕这五个方面，高校应从宏观的校园网架构到微观的应用程序部署，从整体到部分，充分利用防火墙技术、入侵检测和主动防御技术、防病毒技术、安全审计技术、主机监控、容灾等技术手段，充分加固校园信息化体系。

4 结语

根据公开的网络安全统计数据，目前无论是国际国内，还是高校教育行业，网络安全形势都非常严峻。针对高校，本文首先分析了当前高校面临的安全形势之严峻、后果之严重，并深入剖析了产生问题的原因。在此基础上，本文建议高校按照国家战略及相关法律法规的要求，以提高安全意识、强化安全管理、加强技术防护三个维度为目标，从安全教育、制度建设、责任落实、技术架构加固等方面采取有效措施，解决当前网络安全的问题。

参考文献

- [1] 崔传楨. 网络空间安全“大国战略”之 2015 新动向[J]. 信息安全研究, 1(1): 2-08.
- [2] 孙立立. 美国信息安全战略综述[J]. 信息网络安全, 2009, 8: 7-10.
- [3] 张海诗, 萧惑之. “网络国防”建设刻不容缓[J]. 中关村, 2012 (8): 51-53.
- [4] 郝叶力. 大国网络战略博弈与中国网络强国战略[J]. 国际关系研究, 2015, 3: 001.
- [5] 2015年中国网站安全报告[EB/OL].[2016-01-01].
<http://zt.360.cn/1101061855.php?dtid=1101062368&did=1101536490>.
- [6] 2013年中国高校网络安全检测报告[EB/OL].[2016-01-01].
<http://zt.360.cn/1101061855.php?dtid=1101062368&did=1101062961>.
- [7] 2015高校网络信息安全调研报告[EB/OL].[2016-01-01].
http://www.media.edu.cn/jsjgl/wlaq/201511/t20151124_1341484_2.shtml.
- [8] 计算机信息系统安全保护条例[EB/OL].[2016-01-01].
http://www.gov.cn/gongbao/content/2011/content_1860849.htm.
- [9] 信息安全等级保护管理办法[EB/OL].[2016-01-01].
<http://www.mps.gov.cn/n16/n1282/n3493/n3793/n494630/494907.html>.
- [10] 网络安全法（草案）[EB/OL].[2016-01-01]. http://www.npc.gov.cn/npc/xinwen/lfgz/flca/2015-07/06/content_1940614.htm
- [11] 国务院学位委员会. 教育部关于增设网络空间安全一级学科的通知[EB/OL].[2016-01-01].
<http://www.cnqyzc.com/News.aspx?id=16252>.

CDIO 工程教育模式¹

师丽娟

(中国农业大学图书馆情报研究中心)

当代本科工程教育存在一个日益增加且不可调和的需求矛盾。一方面,要求毕业生拥有不断增加的技术知识体系。另一方面,又要求年轻的工程师们必须拥有广泛的个人能力、人际交往能力、完备的知识与技能,具备能够在真实的工程团队和生产实际中实现产品和系统的构思、设计、实现及运行。为了解决上述看似不可调和的矛盾需求,以麻省理工学院为首的研究团队开始着手进行新的本科工程教育愿景和理念的探索。2000年,瑞典查尔姆斯技术学院、瑞典林克平大学、瑞典皇家技术学院和美国麻省理工学院(简称,MIT)组成跨国研究团队,经过深入探索研究,于2001年提出CDIO工程教育理念和模式,并于2004年成立了CDIO国际合作组织。2011年,修订后的CDIO工程教育大纲与标准2.0版正式发布。CDIO的理念不仅继承和发展了欧美二十多年来工程教育改革的理念,更重要的是系统地提出了具有可操作性的CDIO能力培养大纲和用以测评实施效果的12项标准。

1 CDIO 模式的基本框架

CDIO代表构思(Conceive)、设计(Design)、实现(Implement)和运行(Operate),是以产品研发到产品运行的生命周期为载体,把职场环境引入到学校作为教育的环境,让学生以主动的、实践的、课程之间有机联系的方式来学习的一种工程教育模式。模式的核心内容包括一个愿景、一个大纲和一个标准。

CDIO愿景(vision)提出,现代工程教育应为学生提供一种强调学科基础、建立在现实的工程产品和系统基础上的工程教育,希望将学生培养成能够掌握深厚学科基础知识、领导新产品和新系统的开发和运行、理解技术研究与发展对社会、环境的重要性和战略影响的人。

CDIO大纲2.0(Syllabus 2.0)将工程毕业生的能力分为4个方面(表1),包括学科基础知识、个人职业技能与职业道德、人际交往技能、以及在企业和社会环境下的构思-设计-实施-运行能力,要求以产品生命周期为学习主线,对工程师应该具备的学科基础知识和能力以逐级细化的方式表达出来,形成可操作强、对学生和教师具有双重指导意义的目标体系。

能力培养大纲具体由四个层次构成,一级指标为主体目标包括上述4个大的类别;二级指标为每个大类别下设立的具体目标,是对工程专业应具备的实践与学术能力的明晰,共计17项;三级指标是对每项具体目标内容的细化,共计79项;在第四个层次,大纲参考联合国教

¹ 本报告内容编译自:

1) Edward F. Crawley, Department of Aeronautics and Astronautics Massachusetts Institute of Technology. The CDIO Syllabus :A Statement of Goals for Undergraduate Engineering Education[R], 2001 . [2016-03-03]

http://www.cdio.org/files/CDIO_Syllabus_Report.pdf;

2) CDIO Syllabus 2.0[R], [2016-03-03] <http://www.cdio.org/benefits-cdio/cdio-syllabus/cdio-syllabus-topical-form>;

3) CDIO Standards 2.0, [2016-03-03] <http://www.cdio.org/implementing-cdio/standards/12-cdio-standards>

4) 麻省理工大学航空航天系网站: <http://aeroastro.mit.edu/>

科文组织（UNESCO）提出的“终生学习的四大支柱”及 ABET-EC2010 中标准全部内容对三级指标做了具体的描述，逐级细化后的指标具备较强的可操作性，有利于科学地将这些能力要求整合到课程计划中，并由此制定教学与评估的规划。

表 1CD10 能力培养大纲（2.0 版）

| 一级指标 | 二级指标 | 三级指标 |
|---------------------|-----------------------|---------------------|
| 1. 学科知识和推理 | 1.1 数学与科学基础知识； | |
| | 1.2 核心工程基础知识； | |
| | 1.3 高级工程基础知识、方法与工具。 | |
| 2. 个人职业技能和职业道德 | 2.1 分析推理和解决问题 | 2.1.1 认识和系统表述问题； |
| | | 2.1.2 建立模型； |
| | | 2.1.3 判断和定性分析； |
| | | 2.1.4 对不确定性因素分析； |
| | | 2.1.5 解决方法和建议。 |
| | 2.2 实验、调查与探究知识 | 2.2.1 建立假设； |
| | | 2.2.2 查询相关书刊或者电子文献； |
| | | 2.2.3 实验探索； |
| | | 2.2.4 假设检验与论证。 |
| | 2.3 系统思维 | 2.3.1 整体思维； |
| 2.3.2 系统内的紧急性和交互性； | | |
| 2.3.3 确定优先级和焦点； | | |
| 2.3.4 决断时权衡、判断和平衡。 | | |
| 2.4 智力、思考与学习 | 2.4.1 面对不确定性能够主动做出决定； | |
| | 2.4.2 执着与变通； | |
| | 2.4.3 创造性思维； | |
| | 2.4.4 批评性思维； | |
| | 2.4.5 自我认知、自我检视及知识整合； | |
| | 2.4.6 终生学习与受教育； | |
| | 2.4.7 时间和资源的管理。 | |
| 2.5 道德、公平与其他职责 | 2.5.1 职业道德、诚信与社会责任 | |
| | 2.5.2 职业行为； | |
| | 2.5.3 主动规划个人职业； | |
| | 2.5.4 与世界工程发展保持同步 | |
| | 2.5.5 公平与多元化 | |
| | 2.5.6 信任与忠诚 | |
| 3. 人际交往技能、团队协作与交流 | 3.1 团队精神 | 3.1.1 组建高效团队； |
| | | 3.1.2 团队工作运行； |
| | | 3.1.3 团队成长和演变； |
| | | 3.1.4 领导能力； |
| | | 3.1.5 技术协作。 |
| | 3.2 交流 | 3.2.1 交流战略； |
| | | 3.2.2 交流结构； |
| | | 3.2.3 写作交流； |
| | | 3.2.4 电子和多媒体交流； |
| | | 3.2.5 图表交流； |
| | | 3.2.6 口头陈述； |
| | | 3.2.7 质询、聆听与讨论 |
| | | 3.2.8 谈判、和解与解决冲突 |
| 3.2.9 倡导 | | |
| 3.2.10 建立不同的人脉与网络关系 | | |
| 3.3 外语交流 | 3.3.1 英语交流； | |
| | 3.3.2 其他地区语言交流； | |
| | 3.3.3 其他外语。 | |

续表 2CD10 能力培养大纲 (2.0 版)

| 一级指标 | 二级指标 | 三级指标 |
|--|----------------|--|
| 4. 在企业和社会环境下的构思、设计、实施和运行(CDIO)能力——创新过程 | 4.1 外部、社会和环境 | 4.1.1 工程师的角色和责任; 4.1.2 工程对社会与环境的影响; 4.1.3 社会对工程的规范; 4.1.4 历史和文化环境; 4.1.5 现时的焦点和价值观; 4.1.6 发展全球观; 4.1.7 可持续性及其可持续发展的需求。 |
| | 4.2 企业及商业环境 | 4.2.1 认识不同的企业文化; 4.2.2 企业策略, 目标和计划; 4.2.3 技术创业; 4.2.4 在组织中工作; 4.2.5 在国际组织中工作; 4.2.6 新技术发展与评估 4.2.7 过程项目财务与经济 |
| | 4.3 构思、系统工程与管理 | 4.3.1 理解需求并设立目标; 4.3.2 定义功能、概念和体系结构; 4.3.3 系统建模并确保目标可能达成; 4.3.4 项目发展的管理 |
| | 4.4 设计 | 4.4.1 设计过程; 4.4.2 设计过程分期与方法; 4.4.3 设计中对知识的利用; 4.4.4 本学科专业设计; 4.4.5 跨学科专业设计; 4.4.6 综合可持续、安全、美学、可操作性及其他目标的多体设计。 |
| | 4.5 实施 | 4.5.1 设计可持续发展实施的过程; 4.5.2 硬件制造过程; 4.5.3 软件实现过程; 4.5.4 硬件、软件的集成; 4.5.5 测试、验证、认证以及取得证书; 4.5.6 实施过程管理。 |
| | 4.6 运行 | 4.6.1 设计和优化可持续与安全操作; 4.6.2 培训及操作; 4.6.3 支持系统的生命周期; 4.6.4 系统改进和演变; 4.6.5 弃置处理与产品报废问题; 4.6.6 运行管理。 |
| | 4.7 工程领导能力 | 4.7.1 识别问题、难题及焦点 4.7.2 创造性思维与交流的可能性 4.7.3 提出解决方案 4.7.4 创建解决方案的概念 4.7.5 建立和领导和推广组织 4.7.6 规划、管理与完成项目 4.7.7 判断、批判性推理提出解决方案 4.7.8 创新——概念、设计及新产品与服务的介绍 4.7.9 发明——新设备、新产品或新服务材料或加工的发明创造 4.7.10 实施与运行——可传递价值的新产品与新服务的创造与运行 |
| | 4.8 企业家精神 | 4.8.1 企业创建、规划、领导与组织 4.8.2 商业计划发展 4.8.3 公司资本与财务 4.8.4 创新产品营销 4.8.5 应用新技术来构想产品与服务 4.8.6 创新系统、网络、基础结构与服务 4.8.7 团队建设与工程流程启动 4.8.8 知识产权管理 |

CDIO 标准(Standards 2.0)是对能力培养要求的具体阐释与评价系统，其 12 条标准可以归为 6 个类别（表 2），分别考察工程教育的背景环境，课程计划的制定与实施，设计、实现经验和实践场所，教与学的方法，教师工程实践及综合能力、学生能力考核和专业评估。

表 3CDIO 标准（2.0 版）

| 标准类目 | 内容 |
|-----------------|---|
| 1: 以 CDIO 为基本环境 | 学校使命和专业目标在什么程度上反映了 CDIO 的理念，即把产品、过程或系统的构思、设计、实施和运行作为工程教育的环境？ 技术知识和能力的教学实践在多大程度上以产品、过程或系统的生产周期作为工程教育的框架或环境？ |
| 2: 学习目标 | 从具体学习成果看，基本个人能力、人际能力和对产品、过程和系统的构建能力在多大程度上满足专业目标并经过专业利益相关者的检验？ 专业利益相关者是怎样参与学生必需达到的各种能力和水平标准的制定的？ |
| 3: 一体化教学计划 | 个人能力、人际能力和对产品、过程和系统的构建能力是如何反映在培养计划中的？ 培养计划的设计在什么程度上做到了各学科之间相互支撑，并明确地将基本个人能力、人际能力和对产品、过程和系统构建能力的培养融于其中？ |
| 4: 工程导论 | 工程导论在多大的程度上激发了学生在相应核心工程领域的应用方面的兴趣和动力？ |
| 5: 设计、实现经验 | 培养计划是否包含至少两个设计 - 实现经历(其中一个为基本水平，一个为高级水平)？ 在课内外活动中学生有多少机会参与产品、过程和系统的构思、设计、实施和运行？ |
| 6: 工程实践场所 | 实践场所和其他学习环境怎样支持学生动手和直接经验的学习？ 学生有多大机会在现代工程软件和实验室内发展其从事产品、过程和系统建构的知识、能力和态度？ 实践场所是否以学生为中心、方便、易进入并易于交流？ |
| 7: 综合性学习经验 | 综合性的学习经验能否帮助学生取得学科知识以及基本个人能力、人际能力和产品、过程和系统构建能力？ 综合性学习经验如何将学科学习和工程职业训练融合在一起？ |
| 8: 主动学习 | 主动学习和经验学习方法怎样在 CDIO 环境下促进专业目标的达成？ 教和学的方法中在多大程度上基于学生自己的思考和解决问题的活动？ |
| 9: 教师能力的提升 | 用于提升教师基本个人能力和人际能力以及产品、过程和系统构建能力的举措能得到怎样的支持和鼓励？ |
| 10: 教师教学能力的提高 | 有哪些措施用来提高教师在一体化学习经验、运用主动和经验学习方法以及学生考核等方面的能力？ |
| 11: 学生考核 | 学生的基本个人能力和人际能力，产品、过程和系统构建能力以及学科知识如何融入专业考核之中？ 这些考核如何度量和记录？ 学生在何种程度上达到专业目标？ |
| 12: 专业评估 | 有无针对 CDIO12 条标准的系统化评估过程？ 评估结果在多大程度上反馈给学生、教师以及其他利益相关者，以促进持续改进？ 专业教育有哪些效果和影响？ |

CDIO 标准最显著的特点表现在 5 个方面：

① 建立各学科相互支撑的课程体系，明确个人能力、人际交往能力以及产品、过程和系统构建能力的培养整合在同一个课程计划中；

② 强调将教室或现代实践场所的设计、实现和动手学习的经验作为以工程为基础的经验

学习的基础；

- ③重点提出主动学习和经验学习同学科课程学习相结合的原则；
- ④建立完整的考核评估过程；
- ⑤要求通过加强教师的综合能力，重新整合现有资源，在保持现有资源的情况下实现 CDIO 愿景。

2 CDIO 模式的构建理念与创新

CDIO 能力大纲制定的出发点是工程师如何创造更好的工程产品与系统来服务社会，合格的工程师应该具备这样的能力，即在一个现代团队环境中，构思、设计、实现及运行复杂的增值工程系统。大纲的制定充分借鉴与参考了高等教育机构、企业用人单位及已有工程师认证机构的意见、要求及相关标准，从人才培养、人才需求及人才培养标准三个角度全方位诠释了工程人才培养模式的基本内涵，内容体系的完整性毋庸置疑，符合当前国际工程教育的发展方向。CDIO 研究过程中，研究人员曾对麻省理工学院全校和其工学院的人才培养要求、波音公司提出的工程师所应该具备的品质及 ABET -EC2000 的标准作了严格的比对。

2.1 MIT 本科工程教育目标与 CDIO 大纲的比较

1988 年 MIT 工程教育（本科）目标包括 8 个部分：

- a 获得坚实的科学技术知识；
- b 对获得的现有技术的应用知识感兴趣；
- c 了解自然和人类社会历史的多样性，包括相应的文学、哲学和艺术传统；
- d 持续的自我学习能力；
- e 研究项目中的创造与创新能力；
- f 参加工程综合设计项目的机会；
- g 口头和书面沟通技巧；
- h 理解技术发展所引发的经济、管理、政治、社会和环境问题。

表 3 MIT 本科工程教育目标（1988 年）与 CDIO1.0 大纲的相关性

| CDIO Syllabus | | MIT Goal | | | | | | | |
|---------------|--------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|
| | | a | b | c | d | e | f | g | h |
| 1.1 | 相关科学知识 | ● | | | | | | | |
| 1.2 | 核心工程基础知识 | | ● | | | | | | |
| 1.3 | 高级工程基础知识 | | ● | | | | | | |
| 2.1 | 工程推理与解决问题的能力 | | | | | | ▲ | | |
| 2.2 | 实验和发现知识 | | | | | ● | | | |
| 2.3 | 系统思维 | | | | | | ▲ | | |
| 2.4 | 个人能力与态度 | | | | ● | | | | |
| 2.5 | 职业能力与态度 | | | | | | | | ▲ |
| 3.1 | 团队工作 | | | | | | ▲ | | |
| 3.2 | 交流 | | | | | | | ● | |
| 4.1 | 外部与社会环境 | | | ● | | | | | ● |
| 4.2 | 企业与商业环境 | | | | | | | | ● |
| 4.3 | 系统构思与工程化 | | | | | | ▲ | | |
| 4.4 | 设计 | | | | | | ● | | |
| 4.5 | 实施 | | | | | | ▲ | | |
| 4.6 | 运行 | | | | | | ▲ | | |

● 强相关性 ▲ 显著相关

MIT 目标中 b 项隐含着对即将转入专业硕士工程学位学习的要求，c 和 h 目标则明确了优秀工程师所应具备的更广阔的教育。与 CDIO 大纲相比，MIT 的每项目标都与其具有强相关性，但是反过来却并不成立，如 2.1 工程推理与解决问题的能力，2.3 系统思维等（表 3）。

2.2 ABET2000 与 CDIO 大纲的比较

ABET2000（1998 年发布）对工程师所应具备的能力目标共计 11 项，包括：

- a 数学、科学和工程知识的应用能力；
- b 制订实验方案、进行实验以及分析和解释数据的能力；
- c 在经济、环境、社会、政治、伦理、卫生与安全、工艺性和持续性等条件下，根据需要，设计一个系统、一个部件或一个过程的能力；
- d 在多学科综合小组中开展工作的能力；
- e 对工程问题进行识别、规划，以及解决工程问题的能力；
- f 对职业与伦理责任的认知；
- g 有效的人际交流能力；
- h 理解工程在全球、经济和社会环境中的影响力所需的宽厚的教育基础；
- i 对终身学习意义的正确认识 and 参与能力；
- j 有关当代问题的知识；
- k 在工程实践中运用各种技术、技能和现代工程工具的能力。

表 4 ABET-EC2000 与 CDIO 大纲的相关性比较

| CDIO Syllabus | | ABET Criteria | | | | | | | | | | |
|---------------|--------------|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k |
| 1.1 | 相关科学知识 | ● | | | | | | | | | | |
| 1.2 | 核心工程基础知识 | ● | | | | | | | | | | |
| 1.3 | 高级工程基础知识 | ▲ | | | | | | | | | | ● |
| 2.1 | 工程推理与解决问题的能力 | | | | | ● | | | | | | ▲ |
| 2.2 | 实验和发现知识 | | ● | | | | | | | | | |
| 2.3 | 系统思维 | | | ▲ | | | | | | | | |
| 2.4 | 个人能力与态度 | | | | | | | | | ● | | |
| 2.5 | 职业能力与态度 | | | | | | ● | | | | | ▲ |
| 3.1 | 团队工作 | | | | ● | | | | | | | |
| 3.2 | 交流 | | | | | | | ● | | | | |
| 4.1 | 外部与社会环境 | | | | | | | | ● | | ● | |
| 4.2 | 企业与商业环境 | | | | | | | | | | | |
| 4.3 | 系统构思与工程化 | | | ● | | | | | | | | |
| 4.4 | 设计 | | | ● | | | | | | | | |
| 4.5 | 实施 | | | ● | | | | | | | | |
| 4.6 | 运行 | | | ● | | | | | | | | |

● 强相关性 ▲ 显著相关

CDIO2.3 系统思维与 CDIO2.4 个人能力与态度在 ABET 中被忽略，包括个人毅力、灵活性、创造性和批判性思维等内容，但 ABET 标准涵盖了对整个产品生命周期的要求，其中，c 项所要求的设计一个系统、一个部件或一个过程的能力，与 CDIO4.3 系统构思与工程化是对应的，设计一个部件与 4.4 设计相映射，而设计一个过程与 4.5 实施及 4.6 运行是相对应的。除了上述差异外，CDIO 大纲与 ABET-EC2000 标准保持了较高的一致性。与 ABET 标准相比，CDIO 在系统思维、个人能力及职业态度方面的提出与表述更具有实质性的意义。

2.3 波音公司要求的工程师能力标准与 CDIO 大纲的比较

波音公司对工程师所应具备的能力目标(1996 年)共计 10 项, 包括:

- a 良好的工程科学基础: 数学 (包括统计学), 物质科学和生命科学, 信息技术;
- b 熟悉设计与制造过程 (即了解工程);
- c 跨学科的、系统视野;
- d 初步了解工程实践的范畴 (经济状况包括贸易运作、过去历史、外界环境、顾客和社会需求);
- e 出色的交流技能 (写作、言语、图示、倾听);
- f 职业道德和责任感高尚的伦理标准;
- g 批判性思维和创造性思维的能力—独立性、合作性;
- h 适应性—有自信并能较快适应大的变化和改动;
- i 有好奇心和终身学习的愿望;
- j 深刻理解团队协作的重要性。

表 5 波音公司要求的工程师能力标准与 CDIO 大纲的相关性比较

| CDIO Syllabus | | Boeing Criteria | | | | | | | | | |
|---------------|--------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j |
| 1.1 | 相关科学知识 | ● | | | | | | | | | |
| 1.2 | 核心工程基础知识 | ▲ | | | | | | | | | |
| 1.3 | 高级工程基础知识 | | | | | | | | | | |
| 2.1 | 工程推理与解决问题的能力 | | | | | | | | | | |
| 2.2 | 实验和发现知识 | | | | | | | | | | |
| 2.3 | 系统思维 | | | ● | | | | | | | |
| 2.4 | 个人能力与态度 | | | | | | | ● | ● | ● | |
| 2.5 | 职业能力与态度 | | | | | | ● | | | | |
| 3.1 | 团队工作 | | | | | | | ▲ | | | ● |
| 3.2 | 交流 | | | | | ● | | | | | |
| 4.1 | 外部与社会环境 | | | | ● | | | | ● | | |
| 4.2 | 企业与商业环境 | | | | ● | | | | | | |
| 4.3 | 系统构思与工程化 | | ● | | ● | | | | | | |
| 4.4 | 设计 | | ● | | | | | | | | |
| 4.5 | 实施 | | ● | | | | | | | | |
| 4.6 | 运行 | | | | | | | | | | |

● 强相关性 ▲ 显著相关

与 CDIO 大纲相比, 波音提出的能力标准缺失 CDIO 中 2.1 工程推理与解决问题的能力、2.2 实验和发现知识以及公司较为感兴趣的 4.6 运行三项能力要求, 但其 c 项标准与 CDIO2.3 系统思维相互对应, 4.2 企业与商业环境与 d 项工程实践的范畴项一致(表 5), 与 CDIO 相比, 波音公司标准的表现仍是优秀的。

2.4 修订后的 MIT 本科工程教育目标与 CDIO 大纲的比较

1998 年 MIT 修订后的本科工程教育目标包括 10 项:

- a 拥有良好的批判性和理性推理能力;
- b 掌握科学研究方法和其他调查方法, 具备获取、评价和利用信息讨论和解决生活与工作中遇到的复杂问题的能力;

- c 掌握定量推理能力，以及对复杂性和模糊性的控制能力；
- d 拥有相关专业坚实的基础知识，且具备一定的知识深度和实践经验；
- e 能够将知识与社会问题有机结合，在科学、技术和社会的交互中获得增值；
- f 能够将知识与社会问题有机结合，在科学、技术和社会的交互中获得增值；
- g 对知识保持一颗好奇心，拥有终身学习能力；
- h 拥有最好的人类品质：合理的判断，美感，能够适应变化的灵活性和自信心；
- i 了解历史及人类文化和价值体系；
- J 综合运用上述知识对道德和伦理问题进行批判性评价的能力。

表 6 修订后的 MIT 本科培养目标(1998)与 CDIO 大纲的相关性比较

| CDIO Syllabus | | MIT Goal | | | | | | | | | |
|---------------|--------------|---------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | a | b | c | d | e | f | g | h | i | j |
| 1.1 | 相关科学知识 | | | | ● | | | | | | |
| 1.2 | 核心工程基础知识 | | | | ● | | | | | | |
| 1.3 | 高级工程基础知识 | | | | ● | | | | | | |
| 2.1 | 工程推理与解决问题的能力 | | ● | ● | | | | | | | |
| 2.2 | 实验和发现知识 | | ● | | | | | | | | |
| 2.3 | 系统思维 | | ● | | | | | | ▲ | | |
| 2.4 | 个人能力与态度 | ● | | | | | ● | ● | ● | | |
| 2.5 | 职业能力与态度 | | | | | | | | | | ● |
| 3.1 | 团队工作 | | | | | | | | | | |
| 3.2 | 交流 | | | | | | | | | | |
| 4.1 | 外部与社会环境 | | | | | ● | | | | ● | |
| 4.2 | 企业与商业环境 | | | | | ▲ | | | | | |
| 4.3 | 系统构思与工程化 | | | | ▲ | | | | | | |
| 4.4 | 设计 | | | | ▲ | | | | ▲ | | |
| 4.5 | 实施 | | | | ▲ | | | | | | |
| 4.6 | 运行 | | | | ▲ | | | | | | |
| | | ● 强相关性 ▲ 显著相关 | | | | | | | | | |

很明显，CDIO 大纲中的部分内容并没有出现在 MIT 目标中，尤其是与企业环境及系统构建相关的内容，团队工作与交流能力的要求，这些内容隐含在 MIT 各项目标中。总而言之，CDIO 大纲综合了其他 4 个培养标准的所有要求，不仅覆盖了其他文件所有的条款要求，而且比其他 4 个标准要求更加完善，更为全面。

CDIO 大纲的提出不仅参考了上述 4 项培养标准，还参考了英国工程专业能力标准 UK-SPEC、英国工业联合会（CBI）关于创新性的要求，以及英国皇家工程院关于可持续性发展的工程教育指南。除上述地区性及院校标准与要求之外，CDIO 充分借鉴联合国教科文组织（UNESCO）于 1996 年发表的《学习：内在的宝藏》（Learning: The Treasure Within）报告书中所提出的“终生学习的四大支柱”相关内容，丰富 CDIO 能力培养大纲，大纲的四个层面与教育的四大支柱一一对应。其中，学科知识要求对应于学习知识（learning to know）；个人职业技能与职业道德对应于学会做人（learning to be）；人际交往能力与团队协作对应于学会共处（learning to live together）；企业、社会与环境下的工程综合能力对应于学会做事（learning to do）。CDIO 的理

念不仅继承和发展了欧美 20 多年来工程教育改革的理念。更重要的是系统地提出了完备的、可操作性强的能力培养大纲以及与之配套的 12 项检验测评标准，反映了当代世界工程教育发展目标的主流要求。

3 CDIO 工程教育模式在 MIT 的实践

MIT 航空与航天工程系最早采用 MIT-CDIO 工程教育模式，以本科生教育为例，培养目标明确提出毕业生应具备应用技术基础知识解决社会对航空航天及其相关领域需求、创新科技以解决国家及世界航空航天领域的问题、有效交流能力与跨学科团队中的领导能力、在企业和社会环境下的构思、设计、实施和运行（CDIO）新产品、新过程及新系统的能力。其课程体系（见 p9 页）的制定同样严格遵循 CDIO 能力培养大纲所提出的四项目标，是目前最为著名且被公认为是 CDIO 成功应用的典范。

3.1 一体化课程体系的创建

该课程体系包括全校公共必修课(General Institute Requirements, 简称 GIRs)、系开设课程与非限选课程三个部分，系开设课程包括核心必修课、专业领域课程(必修+选修)和实验与顶石课程。除人文、社科类等全院统一必修课之外，设立了导论性课程、一体化课程、专业课程和顶石课程四类课程。

课程体系第一个特点是导论性课程的提出。作为一个早期的工科课程，其目的是为了引导学生尽早入门工程实践，通过亲手设计和制造一些简单的东西来领略工程技术的精髓。如《航空航天工程与设计导论》（课程编号 16.00 Introduction to Aerospace and Design）主要讲述航空航天工程的基本概念和方法，积极地引导学生利用信息技术自主学习航空航天知识，课程重点在于让低年级学生运用已知的物理、数学与化学知识进入航空航天工程和设计领域，而不是接触新科学和数学。课程内容包括实验、作业、项目设计和关于航天器或火箭设计概念的相关资料，要求学生以团队小组形式，亲自动手设计和制造一架无线电控制的比空气轻(LTA) 的飞行器，让学生在设计与实践的过程中加强理论与实践的联系，此类课程主要通过激发学习兴趣来加强学习主动性。

课程体系的第二个特点是一体化课程的设计。作为一门综合性的工程技术，航空航天工程广泛涵盖气体动力学、结构、材料、防热、控制、计算机、电子、测控、推进等多个领域，是一个复杂的庞大工程技术系统。《一体化课程》I、II、III、IV 是大学二年级开设的核心课程，课程所包括内容总量远超过 MIT 四个典型学期的课程量，课程十分注重学科之间的联系，共涵盖材料与结构(M)、计算机与程序设计(C)、流体力学(F)、热力学(T)、推进(P)、信号和系统(S)，以及一个统合部分(U)七个学科的内容，被认为是一体化课程的典范，最具特色。课程由不同教授分别讲授不同的学科内容。每个学科都是学期课程的一部分，各自包含一系列讲座，当一个学科讲授结束时，学生需通过测验才能够进入下一学科的学习中。《一体化工程》课程设计是对航空航天工程这种综合性特征的具体对应，通过对七个不同领域的专业基础内容的一并讲授，使原本相互孤立的学科内容互相联系与嵌套在一起，不仅有利于消除跨学科教育的壁垒，培养学生综合运用多学科知识进行思考和解决综合问题的能力，而且有利于培养学生的创新能力。

课程体系的第三个特点是实验与顶石项目课程的开设。作为本科教育的顶点，顶石课程通常安排在大学第三或第四年的设计和实现课程中，要求学生在教师指导下，以团队形式承担更为复杂的实际任务，利用一个或多个学期的课时完成高级设计制造项目，期望学生能够将所学理论知识综合应用于实践过程，从而获得方案设计、产品制造和演示等顶石经验。例如，《实验项目 I》与《实验项目 II》（课程编号 16.621 与 16.622）是两门连续的实验课程，各占一个学期。《实验项目 I》要求学生首先参与课堂讲授，选择组合成 2 个人的小组；然后，通过所选专题与指导教师确定专题重点，并定期参与实验设计课程；最后，形成实验设计方案，包括前提假设、材料需求、使用仪器、要求尺寸、分析方法、预计失误、预算以及时间安排等这些细节和任务，项目 I 侧重于对学生进行构思与设计环节的训练（CDIO 能力培养大纲所要求的能力之一）。后续的《实验项目 II》主要以学生实践为主，要求学生完成项目的实施与运行环节的训练，包括构建与测试设备、进行系统的实验测量、分析数据、将实测结果与理论预期值加以比较分析。学期结束时，需要提交一份最终报告（包括他人能够重复进行的实验方法细节以及实验结论或有效的讨论）和进行正式的口头汇报，并举行海报展示会，向公众展示小组的工作成果。

3.2 以项目为导向的实践训练

MIT-CDIO 工程教育模式在构建一体化课程体系的基础上，以项目（典型工作任务或工作过程）为导向的实践训练是其又一特色。工程项目能将知识、能力与素质很好地关联在一起。在工程项目中，知识被有机地组织在一起，从基础知识到专业知识，不同学科理论彼此相关、互补、关联，共同解决问题。以学院的顶石项目课程为例，通过项目 I 阶段的构思与设计环节的训练，使学生在实践中形成初级的实践经验并由此来引导学生，让学生认识到需要什么样的学科理论才能解决实际问题；接下来的专业领域课程的学习不仅为学生寻找什么样的学科理论才能解决实际问题找到了答案，而且通过部分专业课程作业单元所设置的设计试验模型和撰写实验报告等要求的训练为学生又一次提供了实践训练机会；最后，顶石课程中所规定的综合性设计和实验项目 II，则要求学生把先前所学的所有学科基础知识、专业理论知识应用到实践项目课程和毕业设计项目中，鼓励学生发展构思、设计、实施和运行环节的实践训练，培养学生主动思考、主动参与和自己动手解决实际问题的能力，使学生得到 CDIO 大纲与所要求的四项能力的完整训练。所有项目均需提交实验报告，并进行汇报交流。汇报内容包括项目的设计与制作过程，技术支持，团队成员的合作与分工，产品的测试结果分析，对设计的进一步改进建议，与产品相关行业发展现状，市场价值等。

4 结语

CDIO 工程教育理念的形成源自高校、企业、工程师及学生等多方面，该模式适用于各个工程教育领域。由于 CDIO 模式是一个开放式的模板结构，不同的工程领域可结合专业自身特点，构建合适的模式框架。目前 CDIO 国际组织 100 多个成员覆盖欧洲、北美、亚洲、拉丁美洲、澳洲与新西兰等多个地区，所有成员均采用 CDIO 理念来设计贯彻教育课程计划和以学习效果为导向的新型评价方式，被广泛应用与航空航天工程、应用物理、电子工程、机械工程及部分院校的计算机工程领域，拥有广阔的发展空间。

张杰校长为本科生开专业课

——上海交通大学出台一系列激励举措建立良好教学生态

记者：姜澎

上海交通大学致远学院三年级学生本学期《激光等离子体物理》的第一次课程，由上海交通大学校长、中科院院士张杰讲授。张杰说：“这不仅是因为我非常喜欢为本科生上课，更因为按照学校规定，这是教授必须完成的任务。”

自 2010 年以来，上海交大实行了一系列教学激励举措，重筑教师体系，提升教学标准，通过制度激励教师回归教学本质，以人才培养为根本使命。该校对长聘教师都有教学数量和质量的基本要求：长聘教师每年首先要为本科生上满一定学分课，并且在评教中必须得到优良。院士、讲席教授、特聘教授也必须上本科生讲台。“要让最有创新思维的教师与最有创新潜质的学生互相激发，教学相长，从而产生让学生终身受益的创新能力。”这是张杰对研究型大学本质的诠释。



薪酬体系改革为回归教学本质提供良好政策支持

从去年新学年起，上海交大开始实施聚焦教学质量的教师评价体系，这得益于在过去近 10 年间逐渐建立起来的学术荣誉体系和长聘体系。

大学教师尤其是大牌教授不重视教学，曾被人诟病为大学教授不负责任，而其根本原因，其实在于薪酬体系不完善：在原有的薪酬体系下，教师年收入中的 80% 左右来自科研绩效，只有 20% 来自学校提供的基本薪酬。久而久之，对教师来说，争取各类科研项目和科研经费就变得非常重要。

针对这一问题，自 2010 年起，上海交大启动了分类发展改革和薪酬体系改革，连续对工资结构进行大幅度调整，使教职工 2014 年的人均收入比 2009 年提高了 63.6%。目前上海交大教师的收入中，已经有 80% 来自学校，只有 20% 来自科研奖励，这从根本上保证了教师将主要精力投入教学。

上海交大的长聘教职体系明确规定，新入职长聘教轨的助理教授前 3 年教学工作量可以减半，以确保这些年轻人在学术起步时有足够的时间和精力从事创新的科学研究；3 年后想获得晋升长聘教职的资格，必须根据学科特点达到每学年一定学分的教学工作量，并且在评教时应达到优良。长聘教职的副教授晋升为教授，也要满足授课课时和质量的要求。张杰说，若专任教师连续三年在教学方面不能达标，不管这位教授是什么大牛，我就要找他（她）谈话了。如果最终无法达到教学目标，那么请转研究员。



营造良好生态，激发老师教学荣誉感

对于大学教师来说，上课是基本工作任务。任课教师的收入取决于课时数，但对任课教师的资质却并无严格要求，应该说，目前，高校对教师的执教能力缺乏评价依据。

为了改变这一现象，上海交大2014年出台了专任教师基本工作规范，为专任教师设立最低标准的教学要求。比如，教学科研并重教师每学年至少讲授64学时课程，其中至少包含32学时本科生课程或研究生公共基础课程、专业基础课程，教学效果必须“优良”。同时，通过一系列举措把执教能力提升和教学效果评价作为学校的常规工作，所有新进青年教师都必须经过教学发展中心培训后，才能申请教师资格证；授课效果不理想的老师，则必须到教学发展中心“回炉”，达到优良的成绩后，才能重登讲台。

“教师教学除了需要掌握专业知识，还需要掌握沟通技巧与方法。”张杰说，“年轻老师需要掌握这些基本技巧和方法，才能为优秀的学生传道授业解惑。”

上海交大依托致远学院在全校范围内实施“致远荣誉课程计划”，明确只有优秀教师才可以面向全校学生开设专业方向的“荣誉课程”。这一做法极大地激发了教师们崇尚教学的内在动力。

据介绍，致远学院的学生们在三年级即开始选择研究方向，而任课老师的研究方向，自然有可能成为学生首选。而且，未来学生要进入哪些实验室，跟随哪些老师进行研究，教授们都必须在课堂上向学生展示。即使在张杰的课堂上，学生也将参观他所在课题组的实验室。

张杰说：“我们希望通过这样的方式，建立起教授们必须上讲台的一个教学生态系统和文化氛围”，他认为，对于学生来说，遇到好老师是一种幸运。但对于教授们来说，将优秀的学生吸引进自己的实验室“得天下英才而教之”，这更是一种享受，也是教授们的一种动力。

摘编自：《文汇报》（2016年03月17日第07版）

资讯速递：上海交大“项目式”教学模式打造高素质工程实践人才

记者 刘晓晶 通讯员 江倩倩 周蓓

1月16日，记者在上海交通大学机械与动力工程学院举办的2015年秋季学期本科生课程项目成果展上获悉，该学院参照美国高校工程教育运行模式，采用项目式的教学组织方式，将传统的灌输式学习转变为探索式学习。

在成果展上，百余项创新项目彰显了大学生们的创意和天马行空的想象力。上海交大机械与动力工程学院副院长章俊良告诉记者，从2012年到2015年，机械与动力工程学院已成功举办了四届项目成果展，每次展出的学生作品都会受到广泛关注。

那么，这些创新项目是怎样被设计出来的呢？章俊良说，目前机械与动力工程学院采用的“项目式”教学是产生创新项目的秘笈：“我们参照了美国高校工程教育运行模式，有很多课程都采用了项目式的教学组织方式。每4-6名学生组成一个团队，他们在学院教师和企业专家的指导下，完成来自企业与实际工程问题相关的项目，体验市场调研、概念设计等工程产品开发的各个环节，最后通过项目成果展示环节接受评审考核。”

在章俊良看来，这一培养模式把传统的灌输式学习转变为探索式学习，构建了开放的学习环节，为学生提供获取知识的多种渠道。同时，这种教学模式也构建了企业、高校联合参与工程教育的产学研合作平台，不仅解决了企业实际工程问题、提高了学生的工程实践能力，也让教师充分了解了企业的实际需求和前沿热点，实现了“三赢”。

摘编自：上海教育新闻网

<http://www.shedunews.com/zixun/shanghai/gaodeng/2016/01/17/2040829.html>

让大学回归“教与学”

——北京师范大学探索本科教育教学综合改革

记者：靳晓燕；通讯员：祁雪晶

《光明日报》编者按：

当前，高校人才培养综合改革进入深水区，教育教学改革更是引人注目。在各种纷杂信息充斥的今天，如何吸引学生回到课堂？如何满足社会对提升教学质量的迫切需求？如何转变大学教师重科研、轻教学的现象？北京师范大学以机制创新作为提高人才培养质量的根本出路，探索本科人才培养新模式的做法，颇具启发意义。

在高等教育大众化时代，本科教育教学质量面临着多方面挑战，提升教学质量的内外压力正酝酿着一轮更为深入的教育教学改革。

新生研讨课、本科新生导师制、助教制……自2013年起，北京师范大学在教学改革上频频“亮剑出招”，积极大胆地探索本科教育教学改革，从而让大学回归“教与学”，“盘活”了本科人才培养改革的整盘棋。

“本科教育是一所大学的灵魂，没有一流的本科教育，就不能构建一流的高等教育体系，何谈建设世界一流大学。”在北京师范大学校长董奇看来，本科教育是学校发展的头等大事。



火爆的跨学科“抢课”——新生研讨课

“大家觉得了解黑洞知识对我们有什么用？”在听完天文系同学关于黑洞的研究报告之后，物理学系2013级学生王凯旋当场提出了一个既现实又尖锐的问题。

当学术与日常生活相碰撞，立刻在课堂上点燃了一团思想的火焰——“有研究者提出，黑洞完全由时空而非物质构成，这将深化我们对世界的认知”“可以用人工黑洞接驳时光隧道，这对‘穿越迷’是利好消息”“黑洞不见得和我们有什么直接关系，探知的过程更有意义”……

主讲这节课的韩德俊教授赞许道：“大一的学生就对这样的课题有深入思考，这在以往不常见！”

新生研讨课，正是北师大在教育教学综合改革中第一发力点，让新生体验专题研讨或小组合作研究等学习方式。2013年9月，25门课程刚一推出，便受到全校的追捧，“抢课”场面异常火爆。

火爆的秘密，就在于新生研讨课有着全校最好的师资和条件。大多数课程由“长江学者奖励计划”特聘教授、国家杰出青年基金获得者、教育部“高等学校教学名师奖”获得者等学术造诣颇深的著名学者亲自担任。

如何吸引“名师”为本科新生开课？如何保证研讨课成为常态化教学方式？北师大创新机制，打通学科壁垒，全校学生不分专业，可以自由选择任一学院开设的新生研讨课，修满学分即可拿到该学业学位。

“作为刚入学的大一新生，尽管他们尚未窥见学术的一鳞半爪，但每个人的身上都有着无尽的潜能。”外文学院新生研讨课开课教师彭宣维教授表示。



一种“VIP”的感觉——本科新生导师制

参加周末读书会、指导科研项目、解答人际关系疑惑，甚至传授女子防身术……这是北师大地理学与遥感科学学院教授葛岳静的本科生指导工作清单。自从担任本科生导师后，她觉得自己的“孩子”多了好几个。

在本科一年级实施导师制，希望作为新生导师的教授和副教授针对学生个体差异，加强因材施教，帮助学生了解专业及专业学习的基本方法和要求，使学生尽快进入专业学习状态、树立良好学风，这是北师大深化教育教学综合改革的又一新招。2013年，北师大共有884名教授、副教授担任了2400多名新生的导师。

“第一次走进导师的实验室，各种高端的实验设备让我新鲜兴奋；第一次参加导师组织的读书会，虽然有些云山雾罩的感觉，但更加坚定了我要多读书的信念；第一次接到导师电话嘱咐我注意锻炼身体，让我有一种‘VIP’的感觉。”向往未来从事心理学研究的2013级心理学院新生王雅用几个“第一次”，为自己的导师、脑与认知科学研究院的舒华教授“点赞”，在她看来，导师俨然已经成了人生导师。

“虽然我们的工作量增加了，但更容易发现学习基础好、求知欲强的学生，一来可以实现教学相长，二来他们将来很可能是我们优质的研究生生源，一举两得，何乐而不为？”北师大全球变化与地球系统科学研究院“青年千人”赵传峰坦言，本科生导师制可以实现“双赢局面”。



“受人追捧”——本科生课程助教

临近期末，一向以“低调”著称的张宇，发现自己在网上的人气飙升。张宇是北师大教育学部研二学生，他的另一个身份是本科生课程助教。

期末一到，论文要交、实验要指导、试卷要评，张宇明显感觉自己“相当重要”。他的电话铃声不断，有人询问论文情况，有人咨询实验难题，也有人发短信感谢他一学期的辛勤劳动。他做助教的本科生课程，30多个学生全部“慕名”找到了他的微信并加为好友。

本科生课程助教制度是北师大深化教育教学综合改革的又一个发力点。为了找准“着力点”，确保实效性，北师大出台了《本科生课程助教岗位设置与管理的实施意见》，配套了相应经费。

和张宇一样，2013年有800余名研究生经过申报和培训走上了本科生课程助教的岗位。他们的工作内容包括随堂听课，了解教学要求和学生学习情况；在主讲教师的指导下，完成批改作业、答疑、准备教具装置，协助指导实验、组织小组讨论等教学辅助工作。“因为学过相关课程，做起来比较得心应手”，数理统计课程助教李卓如坦承，“担任助教后，不论是学业还是为人处世，都收获良多”。



“盘活”改革的整盘棋——个性化发展

通过修订本科人才培养计划，大力推进通识教育，鼓励学生自主构建个性化修读方案，这是北师大深化教育教学综合改革的关键所在。

“北师大哲学专业除了学科基础必修课以外，新建 16 门学科基础选修课供学生选修，这些课程都是主题各异、有深度的中外哲学原典研讨课程。”哲学与社会学学院朱红文教授介绍了学院的课程创新。

北师大在新的培养计划中明确要求，各专业都要像哲学专业一样，在学分结构和课程设置上，力求为学生自主选择课程和专业提供可能。

“学校为我们设置了自由选修课程，并推行小学期制度，我们可以任意选修其他专业的课程。”信息科学与技术学院 2013 级本科生陈奕君说。学校要求各专业课程均应开放不少于 20% 的名额供其他专业学生选择和修读，为希望获得交叉复合发展方向的学生提供更多种选择，同时建立成绩和学分认定机制，鼓励学生选择 MOOC 和校际选修课程。

“全力推进本科教育教学综合改革，建立有效机制扎实推进提升本科人才培养质量的各项制度是我们一段时期的中心工作。”董奇表示，2013 年颁布的《本科人才培养质量提升计划》相继提出包括优秀人才选拔、人才培养模式改革、学生个性化发展、实践与创新能力培养、国际视野拓展与国际竞争力培养、政策制度保障六大计划，探索专业设置新机制、支持大胆探索人才培养的新模式、改革学期制、深化课程建设和改革、扩展国际视野、完善政策支持和制度保障，北师大的综合改革还将继续深入。

摘编自：《光明日报》（2014 年 07 月 09 日 06 版）

一张图带你了解 北师大本科教学综合改革

北京师范大学把机制创新作为提高人才培养质量的根本出路，全方位深化本科人才培养综合改革，取得初步成效。

一 构建个性化修读方案

①



适度调减本科生毕业学分要求（文科降至 130 学分，理科降至 150 学分）。在学分结构和课程设置上，为学生自主选择专业和课程提供可能。



设置自由选修学分

学生可根据



选修全校各专业的专业必修、选修课程。



②

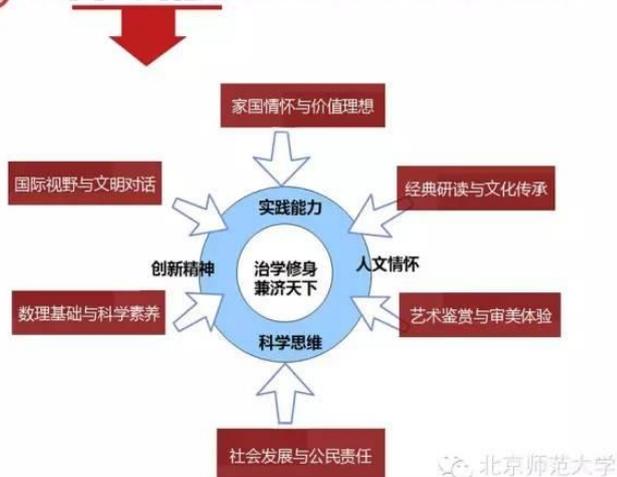
着力培养



三类人才

③

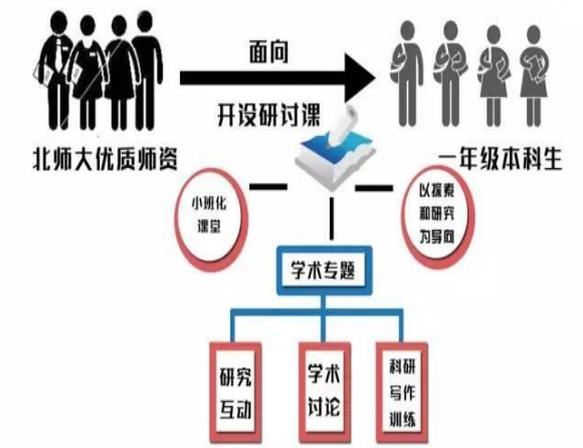
构建六大模块 通识教育课程，评审建设课程 680 门



北京师范大学



为学生自主选择专业和成长成才奠定坚实基础。每年有来自学部院所和科研院所的800多位教授、副教授和研究员等担任新生导师，导师中包括长江学者、国家杰出青年科学基金获得者、高等学校教学名师奖获得者等。



目前校级教改项目共资助开设了95门新生研讨课。



- 实施助教制，教师有更多的时间和精力研究和组织教学，通过大班授课也能实现研讨式教学。
- 研究生助教自身的教学实践能力和综合素质也得到明显提升。



结合专业特点和人才培养要求，分类制订实践教学标准，将各类实践活动纳入教学计划，制订学分认定规则。创新实践能力培养体系，支持并鼓励学生开展



以各单位实际承担课程数量和选课人数为基础，测算各单位教学业绩津贴，形成本科教学业绩奖励方案，由培养单位根据教师教学业绩进行发放。2014年和2015年，学校增加本科教学业绩津贴至4300余万元。

制作：北京师范大学党委宣传部 内容：北京师范大学教务处
绘图：龚子琪

浙大：一流学科成就一流人才

——4个学科进入世界前50位，7个学科进入世界前100位

记者：蒋亦丰；通讯员：单冷周炜

不久前，“高峰学科建设支持计划”在浙江大学正式启动。根据该计划，浙大将重点支持20个学科的发展，作为“双一流”建设计划的有机组成部分，催生重点方向、重点人物、重点成果、重大项目，打造一批在国内居于领先地位，在国际上具有影响力，能够发挥引领作用的品牌学科。据基本科学指标数据库最新统计，截至2015年11月，浙江大学有18个学科进入世界学术机构前1%，居全国高校第二；4个学科进入世界前1%，居全国高校第二；4个学科进入世界前50位，7个学科进入世界前100位，居全国高校第一。

“近年来，学校基于一流学科建设，在学科交叉、创业创新、成果转换上实行了一系列的教育教学改革，让更多的学生有更多的机会去实现人生的价值和理想。”浙江大学党委书记金德水说。



学科交叉实现专业“跨界”

每洗一次手，通常要用一瓶矿泉水的水量，怎样在这司空见惯的“浪费”中节约资源呢？浙江大学7名跨学科的学生带着这个问题，研发了“空气洗手机”，可以节约原用水量的90%。这个发明设计，在前不久的第二届全球重大挑战峰会上摘得了大赛学生日竞赛单元的唯一金奖。

“没有不同专业的同学聚到一起，发挥各自专长一起琢磨，‘空气洗手’这么古怪的想法，只会在饭桌上一闪而过。”团队成员陈启章说。“空气洗手机”这个项目，一直做了一年。团队最初只有来自能源学科的3人，但研发过程中遇到的问题，不是单一学科能解决的。于是，团队到处招兵买马，还专门建了一个综合评分数学模型，对“应聘”的同学进行打分，最后发展到了7人。“空气洗手机”的样机，诞生于能源系，又在机械系进行“升级”，随后被搬到医学院做试验，又到学校人流密集的地方做测试，几次“搬家”才有了最后的惊艳亮相。这个发明的诞生，从灵感到可行性方案设计，再到最后做出成品，得益于浙江大学本科生“节能减排”竞赛。类似的赛事还有很多，机器人设计竞赛、结构设计大赛……学科竞赛已经是学生第二课堂实践平台的重要一环。为此，学校在本科课程体系中作出相应调整，一堂听上去非常专业的课程，面向不同专业的本科生开放选修，成为浙大本科学院在双学位、双专业和主辅修制之外为学生创造的交叉学习的一种新通道。如创新设计辅修班，面向全校所有专业的大三学生开放选修课程，使不同学科背景的学生在课程训练中共同参与创新的科技设计，跨学科交流、沟通和合作。

浙大本科学院常务副院长陆国栋介绍，跨学科培养交叉复合型人才一直是浙大本科教育的关注点。在“十三五”的规划中，学校将重点加大辅修和双学位的投入。当前，学校还在探索本科与硕士、博士阶段的“纵向”交叉培养体系，鼓励本科生跨学科攻读不同专业的硕士或博士学位，此举受到了师生的欢迎。



学科创新助推师生创业

创新创业，一直是浙江大学人才培养的主旋律。1999年，浙江大学创建了全国第一个创新创业管理强化班；2006年，设立了第一个创业管理二级学科博士点；2013年，联合国教科文组织在浙大设立了亚洲唯一的创业教育讲席。目前，全校已开设创业教育课程30多门。“大学生创业应区别于低端产业、低价产品、低水平技术的传统创业模式，要追求高水平创新和高层次创业。”金德水说，浙江大学整体的科研规模和质量，为师生创新创业奠定了坚实基础。2014年李克强总理视察浙江大学时明确指出，“创业要以创新为基础”，这无疑是大学生创业的要旨所在。在学科建设过程中，浙江大学强调科教结合，创建科教协同育才新模式。通过教学与科研的互动，培养学生的创新创业能力，加大政策扶持力度，积极响应“大众创业、万众创新”国家战略，鼓励师生协同创业。

博士生白云峰在浙大管院学习技术创新管理，导师是管院长吴晓波教授——一位开口必提“企业家社会责任”的教师。两年前，白云峰等几位博士凭借3万元的资本起家，在一间十平方米的农民房里做出了第一台机器产品。到现在，他们的公司A轮融资估值已经上升2000多倍。白云峰说，在学校里学到的技术和管理的“新知”，让他们尝到了甜头。当然，学科创新不可能一揽子地解决创新创业的问题，浙大为此专门成立了“创业教育办公室”。这是一个在校大学生创业的指导部门，承担着创业导师计划、校友对接活动、创业基地建设等一系列职能。指导教师高峰总结出了创业者必须经历的四个台阶：价值观澄清——内化融合共生理念——训练核心能力——融入自主创业实践平台。他认为，最关键的是第一个台阶，创业不是一种一时的热情，而是终身的追求。只有站在这个台阶上，才会有此后的成长。

浙江大学党委副书记任少波认为，创业是一种成长的力量，不光是创业者，也是一个城市，甚至是一个国家走向美好的动力。大学为青年学生营造实现创业的环境，也就是为一群“理想主义者”构筑了通向理想的路径。“创业教育办公室”的设立，创造了一种氛围，让一群有共同理想的青年，聚集在一个共同的价值体系中，开始对自己未来和国家未来的思考。



校地合作打通成果转化

去年，我国首家具有自主知识产权、规模最大的中药数字化精制提取生产线在江苏一家大型药企顺利投产。浙江大学刘雪松等5位教授以及他们的团队是这家企业的“铁杆智囊团”。刘雪松说，他们的学科成果转化工作并非是偶发的、零散的，而是依托于浙大与当地政府共建的苏州工业技术研究院。

苏州工业技术研究院的“母院”是浙大在2010年成立的工业研究院，“兄弟”则分布在宁波、天津、自贡等地。研究院院长赵荣祥介绍，浙大技术转移中心等转移转化机构以浙江为中心向全国发散，目前已建成73家。这些转化机构在各地政府的支持下，都有办公场所、有牌子，有专人常驻，也是浙大到各地开展技术转化服务的教师们的“家”。2015年11月，浙江大学进一步整合既有的国家大学科技园管委会等技术转化服务资源，工业技术研究院更名为“工业技术转化研究院”。眼下，研究院正在着力推进建设“浙大紫金众创小镇”。

摘编自：《中国教育报》（2016年1月21日第1版）

清华教改：听到学生的声音

——成立本科生课程咨询委员会，建立新型校园反馈机制

万玉凤

“2015级新生开始废百分制而采用等级制，这一重磅消息就是最先从这里发声的。此外，我们还是参与等级制制定、补退选时间安排、阳光长跑体育改革的唯一学生力量。”谈起本科生课程咨询委员会一年来的成果，卢森颇为自豪。在这一年中，他以清华大学首届本科生课程咨询委员会主席身份，参与了新一轮教育教学改革。



学生参与教改有多大作用？

2014年11月3日，清华大学发布成立“本科生课程咨询委员会”并面向校内所有本科生招募委员的通知。消息甫出，便在学生中引起不少关注。不过，也有人疑惑：学生参与教改能有多大作用？学生反映比较强烈的问题，能否通过咨询委员会得到解决？

“希望能有机会以学生视角推进学校教学改革，建立新型校园反馈机制，让它变得更好。”美术学院雕塑系大四学生卢森乐于为同学们服务，经过多轮严格遴选，他成为首届本科生课程咨询委员会主席。

这个委员会很“不一般”。20名学生委员来自理、工、文、艺术等学科，年级覆盖大一至大四，接近一半人有出国交流经历。用卢森的话说，大家都“厉害”，有学术大牛、竞赛大神，也有文艺特长生，有的有创意，有的有激情，个个特色鲜明。

但在卢森看来，他们和其他学生一样，经常对自己学习的课程产生各种思考，对学校课程体系的优缺点深有体会。不一样的是，他们乐意用心聆听其他学生的反馈，并将其传递到最应该听到这些声音的地方。

“学校将我们作为本科生代表参与到教育教学改革中，意味着此番改革的动作之大，对学生的关注之深。正因如此，咨询委员会必须尽早进入角色，加快工作进度。”卢森说。



20人如何代表14000人？

二十几个人如何能代表本科生，真正发挥正确的“咨询”作用，是摆在卢森和咨询委员会面前的最大难题。

自成立以来，卢森一直带领着咨询委员会高效运转，他们不但用短短一个月时间就提炼了十余个选题，而且还设计了自己的标志，申请了微信公众号，定期发布来自学生对教学的建议，并呈现沟通和解决的结果。

经过反复的归纳、研究、讨论，委员们达成一致：要把同学们的“大意见”整合起来，科学“吐槽”！“每一个问题向上都对应于不同的教学管理部门，需要我们分别去传递信息。”卢森说。

基于调研结果，委员们认为“不能并行解决所有问题”，决定“抓住主要矛盾”“以提案为导向，用提案促改革”“做一个问题就做实、做透”。几个月里，他们与各个教学主管部门反复沟通、讨论，先后提出了“适当降低平台基础课学分”“中期退课”等多项提案，为学校教学主管部门和院系课程改革提供重要参考。

“无数据，不说话”，是他们奉行的理念。卢森带领委员们从科学调研方法的学习入手，认真研究每一个问题的层次和问题间的逻辑。学分绩改革是他们年度二号重点任务，通过访谈学生、教师，了解 56 所世界一流大学和国内 14 所著名高校的经验，在此基础上撰写成的学分绩改革提案，有多条已被学校采纳。



让改革听到学生的声音

负责联系本科生课程咨询委员会日常工作的清华大学教务处副处长顾佩，很快就体会到咨询委员会对教学的重要性：“教育教学改革需要也必须听到学生的声音，充分尊重学生在教学中的‘中心’地位。学校很多工作也在沟通和交流中得到了学生的尊重和理解。”

每一次观点的碰撞，得到的是更深的理解与体谅，换来的是更严谨的政策措施。良好的互动循环，也推进了委员会的自身建设。“这是一个非常团结的集体。”大一新生委员新闻学院学生左烜暄说，“尽管争论是常有的事情，可这样的争论非但没有让大家松散，反而让大家越来越亲。”

平时，卢森不仅用心协调各委员工作，整体推进各项进程，还尤为重视委员会的建章立制。在他看来，本科生课程咨询委员会是新型学生智库，在新型校园治理结构中扮演着重要角色，它将在未来的教育教学改革中，架起学校与学生之间沟通的桥梁。这意味着委员们要在一定程度上完成从学生到校园管理者的转变。

“培养人，是大学的根本。教育教学改革要靠教师和学生两个主体，学生是教改的主角，改革要依靠你们。”清华大学校长邱勇上任后与学生代表座谈时的这番话，一直激励着学生委员们，继续投身到这项新鲜的事业中。

摘编自：《中国教育报》（2015 年 11 月 11 日第 3 版）

向清华大学本科教改学习

王一民

2015年,北京大学、清华大学和上海市在国内率先启动了综合改革,力图突破旧有规则以及条块分割管理的束缚,为中国高等教育、整体教育改革探索出新的改革方向,一年时间里,“两校一市”不断传出改革消息,一些改革举措符合教育规律,在全国产生了积极影响,初步发挥出改革先锋的作用。其中,清华大学在本科教育领域的改革可圈可点,值得国内高校体会学习。

清华大学综合改革的灵魂凝聚于陈吉宁(时任清华校长)2014年10月于该校第24次教育工作讨论会闭幕式上发表的讲话。讲话对清华大学教育有深刻反思,已经成为中国教育史上一份重要文献。讲话所反思的问题不仅仅对于清华,实际对全国高校、特别是工科类型的高校有着参考价值。

在综合改革方案指导下,清华大学过去一年在本科教育领域展开了一系列踏实、深入改革,其中两项教育改革走在大陆高校最前端。



第一项是考试评价制度改革

陈吉宁在其讲话中专门指出以百分制、学分绩点为核心的评价模式所存在的问题。他说:“要破除依赖‘学分绩’的学业评价方式。指挥棒不变,培养多样化人才就是空谈。学校决定建立多维度的学生评价、荣誉、奖励体系,增加荣誉的多样性和激励的多样性,大幅提高单项奖学金和特色奖学金比例。要探索课程考试改革,重点考查学生的创造力、想象力、表达力等能力素质。”在多种改革选项中,清华大学优先选择了核心问题予以突破,那就是将百分制改为等第制。

中国大陆高校考试成绩评价大都采用百分制(numerical grading system 0-100),学生成绩排队也用百分制绩点计算。百分制有其合理性,但以其为标准对学生课程学习和总体学习进行评价存在过分细化的倾向,会引导学生对既有范式精细化地学习而陷入范式陷阱之中。美国高校一般对课程成绩评价采用字母制(letter grades system,又称“等第制”,分级一般为A+, A, A-, B+, B, B-, C+, C, C-, F,共10级),在对学生总体学习情况排名时转换为4分制并实行以4分制为基础的绩点(GPA, General Average Point)排序。英国牛津、剑桥虽然有课程考试和荣誉学位考试,但最后并不给予学生包含每门课程成绩的成绩单,而只有荣誉学位考试分等。三年本科总体的分等只包含一等、二等上、二等下、三等和特别等五级,这是对学生更加粗化的成绩评定,其内在逻辑包含了对精确化学习的否定和对创新的鼓励,是英国高等教育成功的核心秘诀之一。

字母制粗化评价有助于学生淡化对过分细化成绩的追求,学生不会为追求几分之间的细微差别而计较。在对学生学习综合评价时,在字母制基础上采用平均学分绩点会粗化对学生的

评价，从而使评价更加合理。2010年，台湾大学和新竹清华大学完成了由百分制向字母等第制评价的改革，“台湾大学学生成绩评量作业要点”是改革基本文件。2015年5月，清华大学也完成了由百分制向等第制的过渡，成为大陆第一所以等第制评分的高校。



第二项是创造性地设立了国家专业目录中没有的新辅修专业

国内许多高校已经开设了辅修/双学位教育，但大部分大学的辅修专业课程都是主修专业核心课程的一个子集，专业名称与主修专业一样。比如一所大学有“经济学”主修专业，这所大学自然可以设有“经济学”辅修专业；一所大学有“心理学”主修专业，自然有“心理学”辅修专业。由于教育部对大学主修专业设置有严格管理，中国大学的辅修专业名称以及学生的知识结构大都非常类似。

实际上，教育部一直没有出台对大学辅修专业设置管理的政策，给予大学在辅修/双学位专业设置方面极大的自主权。但很少有大学创造出教育部“专业目录”上没有的辅修专业，这项自主权如同虚设一般。

2015年12月，清华大学教学委员会审议通过后，推出了六个崭新的辅修专业，分别是“统计学”“大气科学（全球变化方向）”“马克思主义理论”“智能硬件”“机器人”和“智能交通”。以上六个辅修专业中除“统计学”是目录内专业外，其余五个专业几乎都是清华大学创造出来的新辅修专业，其中“大气科学（全球变化方向）”“智能硬件”“机器人”和“智能交通”四个专业更与中国产业升级和发展紧密相连。清华大学在自主创设辅修专业方面再次走在全国高校最前面。

清华大学虽在人才培养改革的几个方面走在前头，但冷静审视其改革，还有两个核心逻辑没有突破，其中一个就是本科毕业应修学分数。当前，清华大学工科专业的毕业学分要求仍然是170学分左右，非常高；与此同时，北京大学在1996年、2003年两次减少本科学习量的情况下，正全力将本科毕业学分数要求减少到120-130学分以“清空学生杯子里的水”，这几乎是国内高校最低的学分要求了。

如果清华学生的杯子里已经盛满了水，还能倒进去更多吗？

摘编自：《中国科学报》（2016-01-14 第5版 大学周刊）

栏目责任编辑：张红伟（中国农业大学图书馆情报研究中心）

ESI 农业科学、植物与动物科学、环境与生态学三类期刊 影响力以及 TOP10%期刊编委来源国家

魏一品
(中国农业大学图书馆)

1 数据来源

- 1) 期刊影响力指标值来源于汤森路透的《期刊引证报告(2014)》(Journal Citation Report, 简称 JCR)工具。
- 2) 期刊影响因子位居 TOP10%的期刊编委信息采集自各期刊网站。

2 指标说明:

1) **ESI 学科分类:** ESI 是汤森路透为衡量科学研究绩效、跟踪科学发展趋势研发的《基础科学指标(Essential Science Indicators)》分析评价工具,其中设置了以下 22 个学科领域:**农业科学**、生物学与生物化学、化学、临床医学、计算机科学、经济学与商学、工程学、**环境与生态学**、地球科学、免疫学、材料科学、数学、微生物学、分子生物学与遗传学、综合交叉学科、神经科学与行为科学、药理学与毒物学、物理学、**植物与动物科学**、精神病学与心理学、社会科学总论、空间科学。

2) **期刊影响力指标:**

a) **影响因子(Journal Impact Factor):** 期刊在过去两年发表的论文在当前 JCR 年(2014 年)的平均被引次数。TOP10%期刊是根据本指标前 10%基线筛选的。

b) **五年影响因子(5 Year Journal Impact Factor):** 期刊论文过去 5 年的平均被引次数,即过去五年内期刊的被引次数除以五年的论文总数。

c) **特征因子(Eigenfactor®):** 以过去五年期发表的论文在该 JCR 年被引总数为基础计算,同时考虑在期刊网络中引文较多的期刊的贡献。该指标不受期刊自引影响。

d) **论文影响力(Article Influence Score):** " $0.01 * \text{Eigenfactor Score} / "X"$ ", 其中 X=5 年期发表论文总数除以 5 年全球所有期刊论文总数,该指标反映了某期刊论文在发表后第一个 5 年的平均影响力。Article Influence 的平均值为 1,如该值大于 1,说明当前期刊中的每篇论文的影响力高于平均水平;如果该值小于 1,说明该期刊中的每篇论文的影响力低于平均水平。

3) **TOP10%期刊:** 以上四项影响力指标值在所属 ESI 学科内位居前 10%的期刊。

4) **编委形式:**

- a) **主编:** 包括 editor in chief、chief editor 等形式。
- b) **副主编:** 包括 co-editor、associate editor 和 senior editor 等形式。
- c) **顾问编辑:** 包括 consulting editor 和 editorial advisory 等形式。
- d) **编辑:** reviewing editor、editor、Committee Member 和 Editorial Board 等形式。

3 统计结果

3.1 三类期刊数量与四种影响因子指标分布比较

表 1 ESI 农业科学/植物与动物科学/环境与生态学三类期刊影响因子分布

| ESI 学科 | 期刊集合 | 期刊数量 | 均值 | 最大值 | 最小值 | 中位数 | 众值 |
|---------|----------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------------------|
| 农业科学 | 全部期刊 | 325 种 | 5.360 | 8.359 | 0.009 | 1.443 | 0.25 |
| | TOP10%期刊 | 23 种 | 4.176 | 8.359 | 1.929 | 3.932 | 无 |
| 植物与动物科学 | 全部期刊 | 754 种 | 1.505 | 23.3 | 0 | 1.103 | 1 |
| | TOP10%期刊 | 50 种 | 5.178 | 23.300 | 1.921 | 3.899 | 2.860 |
| 环境与生态学 | 全部期刊 | 324 种 | 2.167 | 20.523 | 0.016 | 1.555 | 0.208-5.892 之间的 15 个值 |
| | TOP10%期刊 | 33 种 | 6.823 | 20.523 | 2.600 | 5.892 | 无 |

表 2 ESI 农业科学/植物与动物科学/环境与生态学三类期刊五年影响因子分布

| ESI 学科 | 期刊集合 | 期刊数量 | 均值 | 最大值 | 最小值 | 中位数 | 众值 |
|---------|----------|-------|-------|--------|-------|-------|-----------------------|
| 农业科学 | 全部期刊 | 325 种 | 1.581 | 9.660 | 0.027 | 1.074 | 0.225-3.083 之间的 16 个值 |
| | TOP10%期刊 | 23 种 | 4.715 | 9.660 | 1.978 | 4.369 | 无 |
| 植物与动物科学 | 全部期刊 | 754 种 | 1.696 | 28.148 | 0.012 | 1.257 | 0.390 |
| | TOP10%期刊 | 50 种 | 5.656 | 28.148 | 1.577 | 3.988 | 2.586 |
| 环境与生态学 | 全部期刊 | 324 种 | 2.594 | 19.826 | 0.058 | 1.917 | 1.28 |
| | TOP10%期刊 | 33 种 | 7.949 | 19.826 | 2.831 | 5.811 | 无 |

表 3 ESI 农业科学/植物与动物科学/环境与生态学三类期刊特征因子分布

| ESI 学科 | 期刊集合 | 期刊数量 | 均值 | 最大值 | 最小值 | 中位数 | 众值 |
|---------|----------|-------|---------|---------|---------|---------|---------------------------------|
| 农业科学 | 全部期刊 | 325 种 | 0.00400 | 0.03488 | 0.00002 | 0.00261 | 0.00035、0.00016、0.00008、0.00017 |
| | TOP10%期刊 | 23 种 | 0.01300 | 0.09424 | 0.00182 | 0.00608 | 无 |
| 植物与动物科学 | 全部期刊 | 754 种 | 0.00397 | 0.09439 | 0 | 0.0015 | |
| | TOP10%期刊 | 50 种 | 0.01500 | 0.09200 | 0.00033 | 0.00763 | 无 |
| 环境与生态学 | 全部期刊 | 324 种 | 0.00892 | 0.20084 | 0 | 0.00247 | 0.00083、0.00224、0.00196、0.00035 |
| | TOP10%期刊 | 33 种 | 0.03983 | 0.20084 | 0.00253 | 0.02637 | 无 |

表 4 ESI 农业科学/植物与动物科学/环境与生态学三类期刊论文影响力分布

| ESI 学科 | 期刊集合 | 期刊数量 | 均值 | 最大值 | 最小值 | 中位数 | 众值 |
|---------|----------|-------|-------|--------|-------|-------|-------------------------------------|
| 农业科学 | 全部期刊 | 325 种 | 0.414 | 3.317 | 0.009 | 0.269 | 0.194、0.353、0.202、0.098、0.154、0.606 |
| | TOP10%期刊 | 23 种 | 1.297 | 3.317 | 0.506 | 1.199 | 无 |
| 植物与动物科学 | 全部期刊 | 754 种 | 0.508 | 10.456 | 0.003 | 0.355 | 0.331、0.167 |
| | TOP10%期刊 | 50 种 | 1.827 | 5.410 | 0.506 | 1.290 | 无 |
| 环境与生态学 | 全部期刊 | 324 种 | 0.842 | 8.768 | 0.010 | 0.567 | 0.163 |
| | TOP10%期刊 | 33 种 | 2.897 | 8.768 | 0.581 | 2.061 | 无 |

3.2 三类期刊的 TOP10%期刊出版国家

表 5 ESI 农业科学类影响因子 TOP10%期刊出版国家及其期刊影响因子分布

| 国家 | TOP10%期刊 | | 平均影响因子 | 最大值 | 最小值 | 中位数 |
|-------------|----------|-------|--------|-------|-------|-------|
| | 数量 (种) | 占比 | | | | |
| USA | 8 | 34.8% | 5.664 | 8.359 | 4.603 | 5.176 |
| England | 6 | 26.1% | 2.911 | 3.398 | 2 | 2.944 |
| Netherlands | 5 | 21.7% | 4.023 | 4.182 | 3.919 | 3.992 |
| Germany | 3 | 13.0% | 3.973 | 3.893 | 3.574 | 3.762 |
| France | 1 | 4.3% | 1.929 | 无 | 无 | 无 |

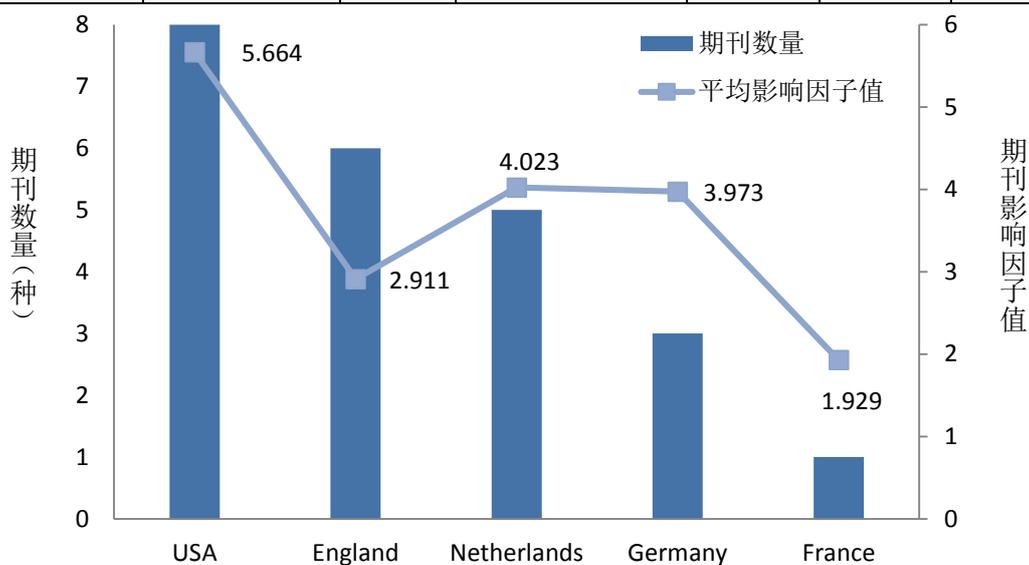


图 1 ESI 农业科学类影响因子 TOP10%期刊出版国家期刊数量和平均影响因子

表 6 ESI 植物与动物科学类影响因子 TOP10%期刊出版国家及其期刊影响因子分布

| 国家 | TOP10%期刊 | | 平均影响因子 | 最大值 | 最小值 | 中位数 |
|----------------|----------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | 数量 (种) | 占比 | | | | |
| England | 19 | 38% | 4.795 | 12.929 | 1.921 | 4.256 |
| USA | 14 | 28% | 7.193 | 23.300 | 2.108 | 5.321 |
| Netherlands | 5 | 10% | 4.560 | 13.250 | 1.997 | 2.660 |
| Australia | 2 | 4% | 3.176 | 3.923 | 2.429 | 3.176 |
| China | 2 | 4% | 6.279 | 6.337 | 6.221 | 6.279 |
| Germany | 2 | 4% | 2.984 | 3.324 | 2.644 | 2.984 |
| Sweden | 1 | 2% | 1.971 | 无 | 无 | 无 |
| Austria | 1 | 2% | 2.898 | 无 | 无 | 无 |
| Canada | 1 | 2% | 3.655 | 无 | 无 | 无 |
| Italy | 1 | 2% | 2.860 | 无 | 无 | 无 |
| Switzerland | 1 | 2% | 3.948 | 无 | 无 | 无 |
| Czech Republic | 1 | 2% | 4.104 | 无 | 无 | 无 |

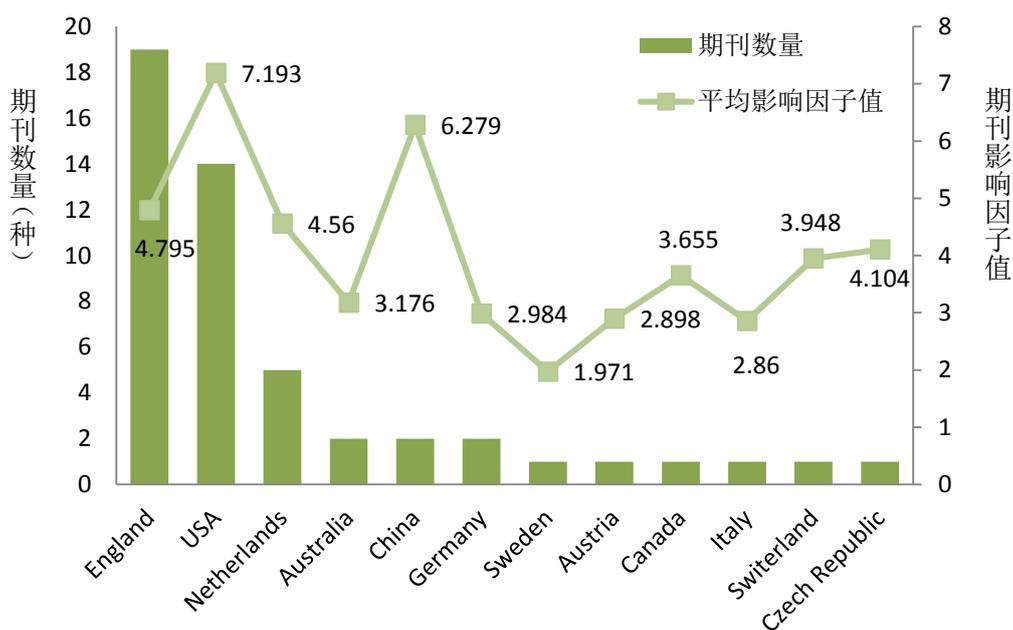


图 2 ESI 植物与动物科学类影响因子 TOP10%期刊出版国家期刊数量和平均影响因子

表 7 ESI 环境与生态学类影响因子 TOP10%期刊出版国家及其期刊影响因子分布

| 国家 | TOP10%期刊 | | 平均影响因子 | 最大值 | 最小值 | 中位数 |
|-------------|----------|-------|--------|--------|-------|-------|
| | 数量 (种) | 占比 | | | | |
| USA | 16 | 48.5% | 6.390 | 14.387 | 2.676 | 5.726 |
| England | 14 | 42.4% | 7.962 | 20.523 | 3.906 | 6.513 |
| Netherlands | 2 | 6.1% | 3.350 | 4.099 | 2.6 | 3.350 |
| Denmark | 1 | 3.0% | 4.774 | 无 | 无 | 无 |

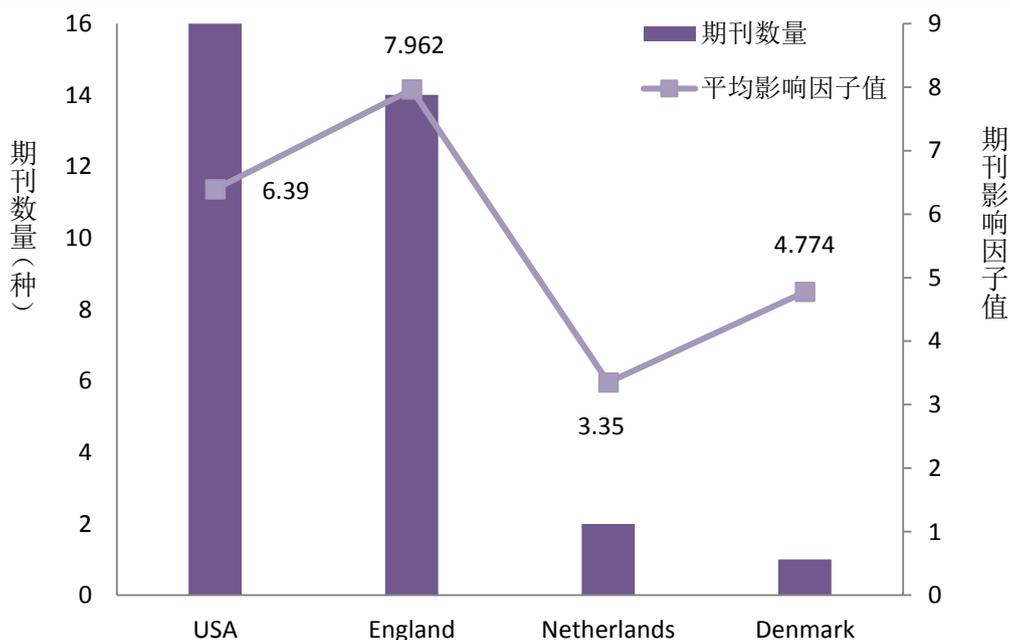


图 3 ESI 环境与生态学类影响因子 TOP10%期刊出版国家期刊数量和平均影响因子

3.3 影响因子 TOP10%期刊的编委来源国家

表 8 ESI 农业科学类影响因子 TOP10%期刊编委来源国家 TOP10

| 国家 | 编委 | | 主编 | 副主编 | 顾问编辑 | 编辑 |
|--------------|-----------|-------------|----------|----------|-----------|-----------|
| | 数量 (人次) | 占比 | | | | |
| USA | 172 | 26.9% | 11 | 25 | 31 | 108 |
| England | 53 | 8.3% | 5 | 5 | 6 | 36 |
| Australia | 51 | 8% | 4 | 5 | 24 | 18 |
| Germany | 44 | 6.9% | 3 | 11 | 6 | 24 |
| China | 36 | 5.6% | 0 | 6 | 10 | 25 |
| France | 28 | 4.4% | 2 | 5 | 6 | 14 |
| Canada | 26 | 4.1% | 1 | 3 | 4 | 18 |
| Spain | 24 | 3.8% | 0 | 5 | 6 | 13 |
| Japan | 22 | 3.4% | 1 | 1 | 1 | 18 |
| Netherlands | 19 | 3% | 0 | 3 | 6 | 10 |

表 9 ESI 植物与动物科学类影响因子 TOP10%期刊编委来源国家 TOP10

| 国家 | 编委 | | 主编 | 副主编 | 顾问编辑 | 编辑 |
|--------------|-----------|-------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| | 数量 (人次) | 占比 | | | | |
| USA | 424 | 32.8% | 34 | 80 | 99 | 209 |
| England | 171 | 13.3% | 13 | 55 | 30 | 76 |
| Australia | 91 | 7.1% | 5 | 24 | 22 | 40 |
| Germany | 80 | 6.2% | 2 | 16 | 16 | 46 |
| Canada | 75 | 5.8% | 5 | 33 | 17 | 22 |
| China | 48 | 3.7% | 2 | 13 | 14 | 20 |
| France | 43 | 3.4% | 2 | 11 | 9 | 22 |
| Spain | 38 | 3.0% | 2 | 7 | 13 | 16 |
| Japan | 29 | 2.3% | 1 | 3 | 8 | 17 |
| Italy | 27 | 2.1% | 2 | 11 | 6 | 8 |

表 10 ESI 环境与生态学类影响因子 TOP10%期刊编委来源国家 TOP10

| 国家 | 编委 | | 主编 | 副主编 | 顾问编辑 | 编辑 |
|--------------|-----------|-------------|----------|-----------|----------|----------|
| | 数量 (人次) | 占比 | | | | |
| USA | 491 | 41.4% | 15 | 255 | 67 | 148 |
| England | 118 | 9.9% | 2 | 75 | 15 | 20 |
| Canada | 63 | 5.3% | 2 | 40 | 6 | 15 |
| Australia | 62 | 5.2% | 0 | 35 | 10 | 17 |
| France | 41 | 3.5% | 0 | 23 | 2 | 16 |
| Spain | 40 | 3.4% | 3 | 27 | 4 | 7 |
| Germany | 39 | 3.3% | 0 | 20 | 7 | 11 |
| China | 32 | 2.7% | 1 | 19 | 9 | 3 |
| Netherlands | 24 | 2.0% | 1 | 16 | 2 | 6 |
| Italy | 23 | 1.9% | 1 | 17 | 3 | 5 |

《高校与学科发展》

University and Science Development

2016 年第 1 期

(总第 8 期)

2016 年 3 月 31 日

开放获取网页地址: <http://www.lib.cau.edu.cn/gxyxfz/index.htm>