

德国精英大学计划建设成效分析及启示

赵英伟, 吴伟, 王省书, 郑佳兴

(国防科学技术大学 光电科学与工程学院, 湖南长沙 410073)

摘要: 精英大学计划是德国政府推出的旨在促进德国大学尖端科研及学术创新, 提升德国大学国际竞争力的重要举措, 也是对德国传统教育理念的一次突破。精英大学计划自2006年实施以来, 现已进行了两轮的建设。分析对比德国精英大学计划的建设过程及经验教训, 对我国建设世界一流大学具有重要的借鉴意义。

关键词: 德国; 精英大学计划; 世界一流大学; 大学平均主义

中图分类号: G649 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-8874(2017)01-0046-07

Analysis and Enlightenment of the Construction of the German Elite Universities

ZHAO Ying-wei, WU Wei, WANG Xing-shu, ZHENG Jia-xing

(School of Photo-electronic Science and Engineering, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: The elite university construction plan is proposed by the German government in order to enhance the top research and academic innovation of German universities, which is an essential measure to improve the German universities' international competitive power and a breakthrough of the German traditional education philosophy. Since its proposal in 2006, the elite universities have been constructed for two rounds. Therefore, it is significant for us to construct the world top universities through analyzing the German elite university plan.

Key words: Germany; Elite university plan; World top universities; University balancing philosophy

德国高等教育历史悠久, 其“大学自治”、“学术自由”及“教学与科研相统一”的洪堡理念对现代大学的发展产生了深远的影响^[1]。先进的治学理念使得德国大学的科研教学水平一直走在世界的前列, 培养了爱因斯坦、马克斯普朗克、海森堡、冯卡门等一大批著名科学家。但20世纪下半叶以来, 受到教育经费削减、人才流失海外、均衡发展思想等因素的影响, 德国大学被美英等国大学迅速超越, 在世界大学排行榜上的排名地

位也急剧下滑^[2]。

为增强德国高校和科研机构的科研实力, 提高德国大学的国际竞争力, 改变德国大学世界排名二流的现实, 2004年, 德国施罗德政府提出实施精英大学计划。精英大学可以看作是对德国传统大学平均主义的一次尝试性突破。其建设目的包含两个层面的问题: 一是德国要打造一流大学, 与美国顶尖大学为代表的世界一流大学竞争; 二是德国大学内部要强化竞争, 追求卓越, 强调拓

展高校的多样性和差异化,促进院校纵向分层^[3]。

德国的精英大学计划与习近平总书记及党中央做出的建设世界一流大学的重大战略决策目的一致,与国内的985、211建设计划类似。因此,深入了解分析德国精英大学计划对我国建设世界一流大学具有重要的借鉴意义。

一、德国精英大学计划简介

德国精英大学计划的目的在于由德国联邦政府与各州政府出资,对优秀科研项目以及高校进行资助。资助内容包括三部分:研究生院(Graduierten-schulen)、卓越集群(Exzellenzcluster)和未来构想(Zukunftskonzepte)。计划的重点不是推出几所精英大学,而是大范围地加大对大学科研的整体投入^[4-5]。一所大学只有同时获得以上三项资助,才能称之为精英大学。

资助内容的三个方面侧重点各不相同,其中研究生院主要是资助一些优秀的博士生培养项目,培养年轻的科研后备人员,为博士研究生的国际化、跨学科的研究提供良好的科研环境,进而提高德国博士研究生培养的的总体水平。卓越集群主要是支持大学建立具备国际竞争力的卓越研究及培训机构。同时,利用德国大学校外研究机构实力强的特点,加强促进大学与校外研究机构、应用技术大学及经济界的合作。未来构想主要是帮助德国顶级大学拓展各自强势学科的国际竞争力,并最终奠定德国高校在国际竞争中的优势^[6-7]。

精英大学计划每五年评选一次,现已进行了两轮评选,第三轮评选按计划将于2017年进行^[8-9]。在2006年至2007年的第一次评选中,海德堡大学、哥廷根大学、慕尼黑大学、慕尼黑工业大学、弗赖堡大学、亚琛工业大学、卡尔斯鲁厄理工大学、康斯坦茨大学、柏林自由大学等9所大学获此殊荣,得到了联邦政府的资助。考虑到德国大学布局中存在南高北低、西强东弱的问题,在2011年至2012年的第二次选拔中,联邦兼顾了各个地区之间的利益,重点对原东德地区的大学进行了倾斜,同时适当削减了南部两州(巴伐利亚州和巴登-符腾堡州)的精英大学名额,也兼顾了新型大学(不来梅大学)的利益。第二轮共有11所大学荣登此榜,包括慕尼黑工业大学、德累斯顿工业大学、亚琛工业大学、海德堡大学、柏林自由大学、柏林洪堡大学、慕尼黑大学、图

宾根大学、康斯坦茨大学、科隆大学及不莱梅大学。除此之外,在第一轮、第二轮评选过程中,另有一些大学获得了研究生院及卓越集群的资助。

二、精英大学计划与大学平均主义

德国传统教育有着“去精英化”的理念。德国教育界认为对于那些天生智力、意志力、情商等各方面都强大的孩子,环境对他们的影响相对较小,整体表现更为稳定,他们也注定成为精英。而对于绝大部分普通人而言,他们则更容易受到外界环境的干扰,需要良好的社会体系和资源帮助他们成为对社会有用的人。因此,德国教育的重点放在了普通人的教育上,帮助他们自食其力,成为有教养守法的社会公民^[10]。

德国教育的传统也倾向于把资源进行平均分配,而不是只投放到几所重点大学或者某些特定人群进行精英培养。从提高大学世界排名及竞争力而言,德国大学平均主义的弊端主要体现在两个方面:一是缺乏对个别大学的重点扶持,官方资源过于平均地流入了每一所大学。如果关注大学排行榜,我们很容易发现,在世界大学排行榜前50名中,我们很难看到德国大学的身影,但是若比较入选世界大学排名前500名的大学数量,德国大学数量在世界上仅次于美英两国,位居世界前列^[11-14]。二是教育资源平均分配于每一个学生身上,使每个学生都能平等享受教育资源,普通学生也得到了重点照顾。这种教育模式下培养出来的学生整体素质较高,容易受到用人单位的欢迎。但是,德国高等教育素以宽进严出著称,缺乏对优等生的倾斜,极高的淘汰率束缚了优等生自由发挥的自信。优等人才存在虚耗,甚至被埋没的可能。优等生毕业之后的表现对一所大学声誉的影响往往比普通学生更大。以上海交大推出的ARWU排行榜为例,毕业校友中诺奖得主的数量是一个重要的评价指标^[15]。

由于历史原因,德国人普遍对精英这一概念极为反感。纳粹上台后以精英自居,认为日耳曼人是精英人群,“元首”希特勒是他们的代表。二战留给德国人的创伤太深,德国人一直在对二战进行反思,防止纳粹思潮的反弹。此外,德国人通常认为,精英是大众的对立面,意味着特权和高人一等,这与德国社会所追寻的平等主义相违背。这种思考也体现在院校文化方面,德国60、

70年代院校文化的主流不是差异化和多元化,而是民主和平等,即所有的大学都完全一样。这种院校文化也进一步影响了德国学生对院校的选择上:他们考虑更多的是大学距离家庭的远近、自己的专业兴趣,而非大学的排名。与中国学生比着去北大、清华,美国学生比着考哈佛、耶鲁不同,德国学生没有所谓的名校情结。德国人也不喜欢搞排名,把大学分为三六九等。德国知名的CHE大学排行榜也是主要依据学科对大学进行简单的分类,并不涉及一所大学综合实力的排名^[16]。德国教育强调每所学校要有自己的特色,可以满足不同地区、族群及社会层次的学生和家长的需求。

精英大学计划在提出、制定以及实践过程中阻力重重。作为一个联邦制国家,德国基本法规定教育权由各州自己掌握,各州反对联邦政府干预教育事务的行为。德国各州之间政治、经济、文化差异较大,教育水平参差不齐,各州文教部长联席会议难以达成各方都能接受的统一方案。在第二轮精英大学评选过程中,联邦政府兼顾了各地区的利益,也可以看作是精英大学计划对大学平均主义的一次妥协^[17]。

三、精英大学在世界大学排行榜中的表现

大学排行(又称大学排名)是高等教育评估的重要形式之一,是非官方的评估机构根据确信能够反映大学学术质量的指标体系,进行广泛的数据收集与意见征集,通过规定指标体系的权重划分大学类型,以一定的结构编制并由知名媒体公布的、具有一定社会影响力的“名最佳大学”名单^[18-20]。

现在影响力比较大的世界大学排行榜包括:上海交通大学推出的世界大学学术排行(Academic Ranking of World Universities,简称ARWU)^[21]、英国QS公司(Quacquarelli Symonds)推出的世界大学排行榜(World University Rankings)^[22]、英国泰晤士高等教育(Time Higher Education,简称THE)推出的世界大学排行榜(World University Rankings)^[23]以及美国新闻周刊(U.S. News)推出的全球大学排行榜(The Top Global Universities)^[24]等一系列排行榜。不同的大学排行榜侧重点各不相同,其中ARWU以数据的透明性

客观性著称,除了各个大学的教师数以外,其他的排行数据均可以从公开的网站获得;QS的大学排行榜以主观性闻名,大学排名分量最重的一项为同行评价指标(40%);THE的大学排行榜则除了主观同行评价之外,也参考了论文引用比这一客观性指标;美国新闻周刊的大学排行榜同样将学术评价放在了重要的位置,同时又融合了学术声誉和国际交流等软因素。

从以上的分析介绍可以看出,四个大学排行榜分别从不同的角度评价了一所大学的科研教学实力。虽然大学排行榜自诞生之日起就饱受争议,甚至受到了某些国家及大学的抵制。但是,作为一个第三方组织的评价体系,大学排行榜相对公平,可以作为一个直观的指标对一所大学的实力进行评估。此外,德国精英大学计划的一个主要目的是提升德国大学在世界大学排行的地位,打破美国大学一家独大的局面。因此,分析比较德国精英大学在世界大学排行榜的地位变化,可以对德国精英大学计划的建设成果进行一个简单的评价。

德国精英大学计划现在已经进行两轮,两轮精英大学的名单有较大的不同,其中,慕尼黑工业大学、慕尼黑大学、海德堡大学、亚琛工业大学、康斯坦兹大学等几所大学连续两轮入选“精英大学”计划名单。对于这些连续进入精英大学计划的大学,我们着重分析其十年间在四大世界大学排行榜的排名变化情况。而对于那些只入选了一期精英大学计划的大学,我们分析其五年内在四大世界大学排行榜的排名变化情况(见表1、表2)。

从入选精英大学前后各大学的排名情况变化可以看出,经过5年(或10年)的建设周期,精英大学的排名都有了不同程度的提升,总体呈现为稳中有升的态势。其中,慕尼黑工业大学、慕尼黑大学以及海德堡大学在各大学排行中的表现均比较强势,都有过入选或接近入选世界大学前50强的机会。这与这些学校历史底蕴深厚,学科相对齐全,校友中诺贝尔奖、菲尔兹奖获得者较多有直接关系。而对于以工科见长的大学,例如亚琛工业大学、卡尔斯鲁厄理工大学以及德累斯顿工业大学,这些学校的排名经过精英大学计划建设虽有提升,但提升幅度并不明显。这与这些大学的专业设置有着直接联系。德国工科大学的专业设置与实际应用直接相关,缺乏多样性差异

性, 造成这些大学在论文发表数量上处于劣势, 影响了大学在世界大学排行榜的表现。事实上, 这三所大学均是德国工科大学联盟 (TU9) 的成员, 其科研教学实力在德国是得到广泛认可的。康斯坦兹大学以文科见长, 而世界大学排行榜多以理工科作为一个主要评价标准, 因此该大学在经过连续两轮精英大学计划建设之后仍然排名不

佳。同样以文科见长的柏林自由大学以及柏林洪堡大学虽然在以论文发表为导向的 ARWU 排行榜上表现不佳, 但与柏林大学同源的声誉, 使得它们在以同行评价为主要指标的大学排名榜都有不错的表现。而新型大学的代表不来梅大学, 由于成立时间较晚, 底蕴不够深厚, 短时期的精英大学计划建设对其排名的提升帮助不大。

表 1 第一轮精英大学建设计划前后大学排名变化情况

	ARWU ^[25]		QS ^[26]		THE ^[27]		US. News ^[28]	
	2007	2012	2007	2007	2012	2012	2007	2012
慕尼黑工业大学	56	53	67	67	53	53	67	88
慕尼黑大学	53	60	65	65	60	60	65	45
海德堡大学	65	62	60	60	55	55	60	73
哥廷根大学	87	101 - 150	168	168	119	119	168	69
弗赖堡大学	94	99	144	144	106	106	144	189
亚琛工业大学	203 - 304	201 - 300	182	182	150	150	182	168
卡尔斯鲁厄理工大学	203 - 304	201 - 300	171	171	141	141	171	196
康斯坦茨大学	305 - 402	301 - 400	--	--	279	279	--	194
柏林自由大学	--	--	142	142	87	87	142	151

注: 2010 年之前, QS 公司和泰晤士报联合推出大学排名榜, 所以表中 2007 年 QS 和 THE 两个大学排名榜是一致的。2015 年之前, US News 的大学排行榜直接采用 QS 的数据, 因此表中 QS 和 US News 的排名数据在 2007 年以及 2012 年是一致的。

表 2 第二轮精英大学建设计划前后大学排名变化情况

	ARWU		QS		THE		US. News	
	2012	2016	2012	2012	2012	2016	2012	2016
慕尼黑工业大学	53	47	88	88	88	53	2012	2016
慕尼黑大学	60	51	45	45	45	29	53	64
海德堡大学	62	47	73	73	73	37	60	53
图宾根大学	151 - 200	151 - 200	187	187	187	78	55	37
亚琛工业大学	201 - 300	201 - 300	168	168	168	110	144	134
康斯坦茨大学	301 - 400	401 - 500	194	194	194	175	150	162
柏林自由大学	--	--	151	151	151	72	297	450
柏林洪堡大学	--	--	109	109	109	49	87	80
科隆大学	151 - 200	201 - 300	--	--	--	156	130	68
德累斯顿工业大学	201 - 300	151 - 200	251 - 275	251 - 275	251 - 275	158	247	168
不来梅大学	401 - 500	401 - 500	--	--	--	301 - 350	288	203

注: 资料来源同表 1。

从以上的分析可以看出, 入选精英大学计划之后, 大学排名虽略有提升, 但是由于缺少足够的样本支持, 我们无法分辨这个提升是精英大学

计划直接作用的结果, 还是由于各大学自身内在发展动力的重新整合。但是, 有一点可以肯定的是, 只要长久持续地推行精英大学计划, 加大国

家投入,德国大学在大学排行榜上的排名就会进一步提升。

四、德美两国大学专业设置对比

由于国内经济发展的需要及相关企业的资助,德国大学在工科领域的表现得到了世界学界的广泛认可。但是,在工科领域的世界大学排行中,德国大学的排名与英国帝国理工大学以及美国麻省理工学院等大学仍存在较大的差距。例如,在2016年上海交大推出的世界大学学术排行榜上,德国工科大学“双雄”慕尼黑工业大学、亚琛工业大学与帝国理工、麻省理工的世界排名情况(见表3)^[29]。

表3 慕尼黑工大、亚琛工大、帝国理工以及麻省理工工科排名

学校	工科排名
慕尼黑工业大学	51 - 75
亚琛工业大学	151 - 200
帝国理工大学	7
麻省理工学院	1

从该排行榜可以看出,虽然德国大学传统以工科见长,但是现在已经被世界同类型大学大幅超越,难现之前的荣光。这种情况的发生固然与大学自身的发展定位以及政府的资助力度相关,同时也与各大学的专业设置有着直接的联系。以机械工程专业为例,现列举慕尼黑工大、亚琛工大、帝国理工以及麻省理工主要研究方向(见表4)。

表4 慕尼黑工大、亚琛工大、帝国理工以及麻省理工机械工程专业研究方向设置

慕尼黑工业大学 ^[30]	亚琛工业大学 ^[31]	帝国理工大学 ^[32]	麻省理工学院 ^[33]
1. 自动化	1. 工业管理	1. 动态性	1. 能源
2. 能源	2. 工业塑性处理	2. 医药工程	2. 微纳流体
3. 过程处理技术	3. 陶瓷处理应用工程	3. 非破坏评估	3. 生物仪器
4. 航空技术	4. 工业通信	4. 核工程	4. 微机电系统
5. 机电工程		5. 材料机理	5. 信息系统与技术
6. 医药技术		6. 电化学科学与工程	6. 制造与生产
7. 生产过程		7. 聚合物、化合物	7. 聚合物
		8. 金属成型及材料建模	8. 非线性系统
		9. 热流体	

从以上四所大学机械工程专业的对比可以看出,德国大学机械工程专业与企业的需求紧密相关,所设置的专业多是机电工程、工业管理、自动化、航空技术等机械领域的传统专业方向。而帝国理工大学与麻省理工学院的专业设置则更加多元化并且与世界科技发展主流一致,在医药工程、材料科学、生物仪器、流体力学、微机电系统等各领域都有所涉猎。目前,世界主流大学排行榜多以一个学校或专业每年发表的SCI论文数量作为一个主要的评价指标。德国大学过于传统的专业设置限制了学生及教授发表论文的数目,也会影响到大学在世界大学排行榜的表现。此外,麻省理工学院的实验室,例如Draper实验室,每年会获得大量的国家投资,这也进一步促进了大学工科专业的发展。在德国科研体系下,这类实验室多归属于独立的研究协会所有,并不直接隶属于某所大学。虽然大学与相关的科研机构有一定的交流合作,但在学科发展建设上的帮助却相对有限。

从德美两国大学机械专业的研究方向对比中可以看出,德国大学若想提升在世界大学排行榜上的表现,除了要加大国家资助力度之外,还需要进一步完善自己的学科体系,紧跟世界学术发展的前沿,提高自己的学术影响力。需要指出的是,前沿领域的研究往往与生产实践有较大的距离,最新的研究成果往往无法迅速转化为产品。而德国教授的资金来源主要是企业界,资本逐利的属性使得这些公司不可能对某项未知的成果保持足够的耐性。如何平衡好学术研究的前瞻性、开创性以及企业的实际需求,也是摆在德国政府面前的一道难题。

五、存在的主要问题

虽然德国政府推行的精英大学计划在一定程度上提升了德国大学的世界排名情况,但在实践过程中仍存在较多问题,主要体现在以下几个方面:

1. 建设资金仍不够充足。建设一所世界一流大学的花费是巨大的,以美国哈佛大学为例,一年的科研经费有几十亿美元。而德国精英大学计划的资助总额只有19亿欧元,并且这些钱并不是只投放给一所大学,而是多所大学共享^[34]。资源不能集中,限制了大学的建设及相关学科方向的发展。另外,在德国传统的大学评价体系里,教学是一个主要的评价指标。对于精英大学而言,从联邦政府得到的资助,除了要用于科研之外,还要用于教学工作,而教学方面的表现是很难量化的。教学资金的分流势必会影响科研方面的投入,降低德国精英大学计划的建设成就。

2. 精英大学人满为患。虽然德国学生多以家庭距离的远近及兴趣爱好来选择自己心仪的大学,但是一所大学是否入选精英大学计划已经开始影响到了一些学生的选择。例如,慕尼黑工业大学部分课程的师生比例已经达到了1:150^[35]。同时,对于很多海外留学生来说,精英大学的名号也是他们追逐的重点之一,这也进一步加剧了这些学校人满为患的局面,洪堡时代菩提树下谈书论道的场景已难以再现。

3. 精英大学推广的必要性有待商榷。德国的很多科研成果多是由一些独立的科研机构完成,例如马克斯普朗克研究所、霍姆赫兹协会、夫郎和费协会等。在过去的20多年里,德国大学鲜有人获得诺贝尔奖,而自1985年以来,德国马普所共有9人获得诺贝尔奖,排名世界第二,仅次于麻省理工,高于美国其他大学^[36]。虽然现阶段德国大学排名不高,但是由于这些研究所的存在,德国总体科研水平仍然位居世界前列。因此,从推动一个国家科技水平发展的角度来讲,德国已经做得不错。在此基础上再进行精英大学建设似乎变得不那么急迫。此外,许多德国公司每年都会投入大量经费用于新产品研发,企业自身的科研实力也是不可小觑的。事实上,如果能将德国独立研究机构的研究资源注入相关大学并加强与经济界的进一步合作,德国大学的整体排名也必将有所改善。

六、对中国创建世界一流大学的启示

习近平总书记2014年5月4日在北京大学强调指出,党中央做出了建设世界一流大学的战略

决策,我们要朝着这个目标坚定不移前进,不断深化教育体制改革^[37]。办好中国的世界一流大学,必须有中国特色,坚持社会主义办学方向。世界一流大学的概念是在比较中产生的一个相对模糊的概念,我国建设世界一流大学需要根据自己的国情,科学布局,合理规划^[38]。既要借鉴其他国家的有益经验,又不可过于迷信对别人的建设方法亦步亦趋,照搬照抄。德国人虽以做事严谨著称,但是在精英大学计划推出实施过程中仍显草率,现阶段的建设成果虽算不上失败,但也难言成功。既没有保留德国传统高等教育一视同仁的平均主义特色,也没有在真正意义上提高德国大学的排名。目前,德国教育界对继续推行精英大学计划的积极性不高,2017年是否继续评选还是一个未知数。

因此,综合总结德国精英大学计划的经验教训,中国在建设世界一流大学时须科学论证,遵循世界一流大学的建设规律,不可盲目行事。现在国内有些大学在建设世界一流大学时,存在大上快上,片面追求大学的规模及学科数,缺乏自身特色。这种本末倒置的做法,虽然可以在短时间内提升大学的排名,但从长远来看,势必会造成大学缺失特色,影响大学的社会总体评价。同时,我们也应看到,有些人过于妄自菲薄,质疑我国世界一流大学建设计划,无视我国高校取得的进步。如德国精英大学计划的建设成果所示,建设成世界一流大学是一个长期的过程,效果也不是立竿见影的。我们既不需要对国外大学盲目崇拜,亦步亦趋,也不应该妄自菲薄,缺乏自信。从某种程度来讲,建设有中国特色,满足中国国情的大学可能比建立世界一流大学的意义更加重大。

参考文献:

- [1] 叶隽. 德国排行榜单与现代大学理念的失落[J]. 同济大学学报:社会科学版,2007(2):13-17.
- [2] 殷小琴. 美国对德国研究生教育模式的继承与超越[J]. 浙江教育学院学报,2004(1):96-101.
- [3] 张帆. 德国大学卓越计划评述[J]. 比较教育研究,2007(12):106-109.
- [4] 德意志学术交流中心. 精英大学名录[EB/OL]. (2012-06-15)[2016-09-21]. <http://www.daad.org.cn/zh/studium-in-deutschland/hochschullisten-und-hochschulrankings/exzellenzhochschulen>.

- [5] Deutsche Forschungsgemeinschaft. Die Exzellenzinitiative [EB/OL]. (2012-06-15) [2016-09-21]. <http://mediathek.dfg.de/thema/die-exzellenzinitiative/>.
- [6] 张帆. 德国大学卓越计划评述[J]. 比较教育研究, 2007(12): 106-109.
- [7] 德意志学术交流中心. 精英大学名录[EB/OL]. (2012-06-15) [2016-09-21]. <http://www.daad.org.cn/zh/studium-in-deutschland/hochschullisten-und-hochschulrankings/exzellenzhochschulen>.
- [8] 德意志学术交流中心. 精英大学名录[EB/OL]. (2012-06-15) [2016-09-21]. <http://www.daad.org.cn/zh/studium-in-deutschland/hochschullisten-und-hochschulrankings/exzellenzhochschulen>.
- [9] Deutsche Forschungsgemeinschaft. Die Exzellenzinitiative [EB/OL]. (2012-06-15) [2016-09-21]. <http://mediathek.dfg.de/thema/die-exzellenzinitiative/>.
- [10] 彭正梅. 德国天赋儿童教育的历史发展和现状[J]. 山东教育科研, 2002(10): 41-44.
- [11] Shanghai Jiaotong University. Academic Ranking of World Universities [EB/OL]. (2016-08-15) [2016-09-21]. <http://www.shanghairanking.com>.
- [12] Quacquarelli Symonds. QS World University Rankings [EB/OL]. (2016-09-06) [2016-09-21]. <http://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings>.
- [13] Times Higher Education. THE World University Rankings [EB/OL]. (2016-09-05) [2016-09-21]. <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/>.
- [14] U. S. News. Best Global Universities Rankings [EB/OL]. (2016-10-24) [2016-11-21]. <http://www.usnews.com/education/best-global-universities/rankings>.
- [15] Shanghai Jiaotong University. Academic Ranking of World Universities [EB/OL]. (2016-08-15) [2016-09-21]. <http://www.shanghairanking.com>.
- [16] 肖娟群. 德国 CHE 大学排名的价值取向及其启示[J]. 大学教育科学, 2008(1): 35-37.
- [17] 郑春荣, 欧阳凤. 德国大学精英倡议计划之未来构想分析——以慕尼黑工业大学为例[J]. 外国教育研究, 2013(11): 97-106.
- [18] 刘志民, 张松, 高耀, 等. 世界大学排行榜 WRWU、QS 与 ARWU 排序的相关性分析[J]. 教育科学, 2011(1): 40-45.
- [19] 孙海涛, 高炜红, 吴剑平. 全球性大学排行榜中的世界一流大学[J]. 清华大学教育研究, 2007(2): 16-23.
- [20] 陶昱. 国外大学排行榜评价指标体系分析及其启示[J]. 现代教育科学, 2008(4): 133-138.
- [21] Shanghai Jiaotong University. Academic Ranking of World Universities [EB/OL]. (2016-08-15) [2016-09-21]. <http://www.shanghairanking.com>.
- [22] Quacquarelli Symonds. QS World University Rankings [EB/OL]. (2016-09-06) [2016-09-21]. <http://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings>.
- [23] Times Higher Education. THE World University Rankings [EB/OL]. (2016-09-05) [2016-09-21]. <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/>.
- [24] U. S. News. Best Global Universities Rankings [EB/OL]. (2016-10-24) [2016-11-21]. <http://www.usnews.com/education/best-global-universities/rankings>.
- [25] Shanghai Jiaotong University. Academic Ranking of World Universities [EB/OL]. (2016-08-15) [2016-09-21]. <http://www.shanghairanking.com>.
- [26] Quacquarelli Symonds. QS World University Rankings [EB/OL]. (2016-09-06) [2016-09-21]. <http://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings>.
- [27] Times Higher Education. THE World University Rankings [EB/OL]. (2016-09-05) [2016-09-21]. <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/>.
- [28] U. S. News. Best Global Universities Rankings [EB/OL]. (2016-10-24) [2016-11-21]. <http://www.usnews.com/education/best-global-universities/rankings>.
- [29] Shanghai Jiaotong University. Academic Ranking of World Universities in Engineering/Technology and Computer Sciences-2016 [EB/OL]. (2016-08-15) [2016-09-21]. <http://www.shanghairanking.com/FieldENG2016.html>.
- [30] Technical University of Munich. Primary research areas of Department of Mechanical Engineering [EB/OL]. [2016-09-21]. <http://www.mw.tum.de/en/research/>.
- [31] RWTH-Aachen. Research activities of Department of Mechanical Engineering [EB/OL]. [2016-09-21]. <http://www.maschinenbau.rwth-aachen.de/cms/Maschinenbau/Forschung/~gze/Einrichten/lidx/1/>.
- [32] Imperial College London. Research in Mechanical Engineering [EB/OL]. [2016-09-21]. <http://www.imperial.ac.uk/mechanical-engineering/research/>.
- [33] Massachusetts Institute of Technology. Research in Mechanical Engineering [EB/OL]. [2016-09-21]. <http://web.mit.edu/research/topic/mechanical.html#abs>.