

· 科学论坛 ·

# 从 MIT 和 Stanford 大学美国工程院院士的学术贡献看大学的工科建设

廖日坤 刘超 周辉 范少锋

(北京大学科学研究部, 北京 100871)

**[摘要]** MIT 和 Stanford 是全球顶尖的大学, 它们在美国高校中拥有数量最多的美国工程院院士。本文以这两校为例, 分析其工程学科中工程院院士们的学术贡献, 他们学术论文影响力高而专利数相对少; 此两校在工程科学和信息学部的美国科学院院士, 多数也当选工程院院士。研究表明, 大学的工科研究应该重在“工程科学”, 而不是“技术开发”, 技术开发的主体是企业, 其科学问题通常联合或委托高校研究。

**[关键词]** 工程科学, 工程技术, Massachusetts Institute of Technology, Stanford University

## 1 引言

自然科学与工程技术之间已逐渐形成了一个相对独立的科学体系, 即工程科学; 而科学与工程相结合对服务国家重大战略需求、解决重大科学问题具有非常重要的意义。众所周知, MIT、Stanford University 都是全球最负盛名的两所理工科大学, 自然及工程科学在世界上享有盛誉。

因此, 本文以这两所理工科大学为例, 分析其工程学科中美国工程院院士的科研情况、发展态势, 并进行横向、纵向比较, 研究表明大学的工科研究应该重在“工程科学”, 而不是“技术开发”。

## 2 MIT 和 Stanford 工程学科的院士及研究概况

美国国家工程院(National Academy of Engineering, NAE)院士是美国工程研究界的最高荣誉, 授予在工程领域内从事研究、实践和教育并做出卓越贡献的人士, 它分为: 航空工程、生物工程、化工、土木工程、计算机、能源、电子工程、工业系统、材料、机械工程、地球资源、特殊领域与交叉等 12 个学部。2012 年, NAE 新增 66 名院士, 目前 NAE 院士总数 2254 人, 外籍院士 206 人<sup>[1]</sup>。

目前美国国家科学院(National Academy of Sciences, NAS)院士总数 2152 人、外籍院士 430 人, 其中两个主要的工程领域——工程和信息, 院士数量为 134 人(包括工程 89 人、信息 45 人)<sup>[2]</sup>。

据不完全统计, 美国工程院院士 51% 来自大学(包括美国境外的海外大学), 42% 来自工业界, 其中拥有 NAE 院士前 5 名的企业包括: IBM、贝尔实验室(包括 AT&T-Bell 和 Bell-阿尔卡特朗讯)、通用电气、微软和通用汽车。

表 1 MIT、Stanford 与顶尖产业界工程院院士数量分布表

学科	MIT		Stanford		产业界(五大)					各学科 NAE 院士 总数
	NAE 比例 院士 (%)	数	NAE 比例 院士 (%)	数	IBM	贝尔 实验室 AT&T	通用 电气	微软	通用 汽车	
1 航空	8	4	10	5	1		7		1	205
2 生物工程	9	7	4	3			1			124
3 化工	9	5	2	1	1		1		1	170
4 土木	2	1	5	2					1	223
5 计算机	19	8	15	6	13	1		17		252
6 能源	8	6					7			124
7 电子	17	5	27	8	14	22				334
8 工业系统	8	6	7	6	4	1			1	124
9 材料	7	4	3	2	5	1	3		1	198
10 机械	9	5	8	5	1	1	5		6	167
11 地球资源			8	7						107
12 特殊及交叉	10	6	1	1		1	2		2	170
总计	106	5	90	4	39	27	26	17	13	2208

注: 2012 年的数据, 不含退休、国外。

本文于 2012 年 11 月 13 日收到。

如表1所示,MIT在11个工程学科共有106位NAE院士(不含退休)。除了在地球资源领域尚无NAE院士以及在土木工程领域也相对薄弱以外,MIT在其他10个工程学科领域优势非常明显,在各个学科领域所占比例均超过了4%,尤其是计算机和生物工程方面,体现了其在工程学科的领导力。

科学引文索引(简称SCI)是客观评价的指标之一。按2012年索引数据,MIT的106位NAE院士中,人均发表SCI文章数为126篇,人均总被引4571次,篇均被引36.2次,人均h指数25。其中,最高一位科学家的h指数达136,单篇论文最高被引次数达4647。尽管不同学科之间的期刊数量、影响因子不尽相同,但图1在一定程度上仍反映出MIT的总体科学影响力。例如,生物工程人均发表文章数和篇均被引次数分别达338篇和50.9次,均大大高于其他研究领域;而能源、土木比本校其他领域相对较低,人均发表文章数和篇均被引次数约50篇、10次,但该领域置于全球范围来看是比较突出的。

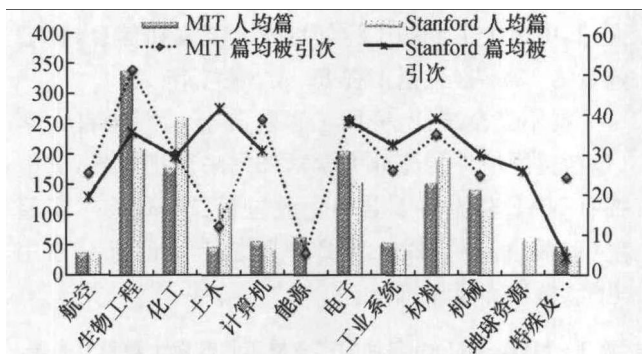


图1 MIT和Stanford的NAE院士各学科研究情况

而Stanford则有90位NAE院士(不含退休),NAE院士数量排名位居第2。相对于MIT,斯坦福大学的NAE院士分布比较集中,主要分布在电子、地球资源、航空、计算机,尤其是电子工程共有27位NAE院士,计算机科学共有15位NAE院士,这两个学科的院士数量占到了全校NAE院士总数的近二分之一。笔者认为这与Stanford对硅谷发展的影响,及硅谷对Stanford的正向反馈关系密切相关。

Stanford的90位NAE院士中,人均发表SCI文章数为104篇,人均总被引3627次,篇均被引34.8次,人均h指数24。其中h指数最高的一位科学家为69,单篇论文最高被引次数达7402。

### 3 MIT、Stanford 工程院士学术贡献分析

#### 3.1 论文方面

根据MIT和Stanford NAE院士的当选年份不同划分,可以大致分为4个区间段:1970年代(含极少数60年代)、1980年代、1990年代、2000年代(含个别2011年、2012年),归类整理分析如图2所示。与MIT相比,Stanford在航空、生物工程、化工、计算机、电子、工业系统、材料、机械等学科发文及被引情况几乎保持一致或相差不大。

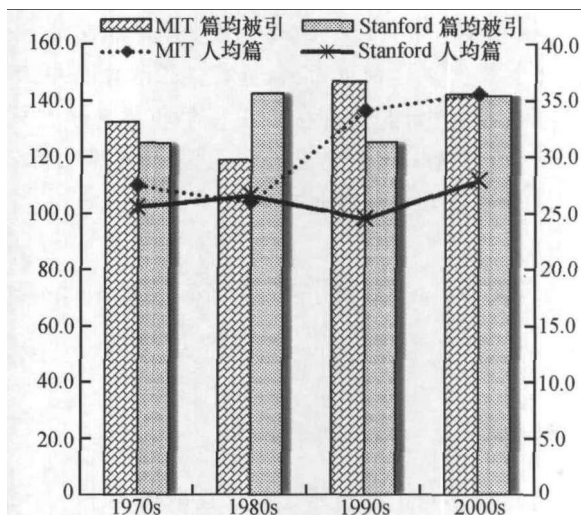


图2 MIT & Stanford的NAE院士按当选年代划分及其科研情况

由图表可知,随着时代的变迁、科技日益发展,两校NAE院士人均发表SCI文章数和质量(篇均被引)相对平稳,与同时期生命科学、化学科学的急速上升形成对比。这在一定程度上可以说明工程研究少有重大原理的突破,更多的是渐进式的积累。

#### 3.2 专利方面

专利方面,根据“US patent full-text and image database”美国专利数据库的检索数据,整理如表2所示,可以看出,几所顶尖的理工科大学的工程院士人均专利数比公司的院士相对较少,甚至有个别院士没有申请专利(或过期专利)。这也从侧面反映,顶尖大学的工科侧重在“工程科学”,而不是“技术开发”。

表2 MIT和Stanford与顶尖产业界NAE院士的PatFT专利数

	MIT	Stanford	伯克利	Caltech	IBM	贝尔实验室	通用电气	微软
NAE院士数	106	90	76	31	39	27	26	17
人均专利	7.73	6.88	4.42	8.41	23.85	12.33	19.07	35.47

对于大公司而言,其研发越来越多的联合或委托高校研究,以 IBM 为例,其研发总费用 2009 年为 58.2 亿美元,2011 年为 62.58 亿美元,总研发经费只增长了 7.5%;而联合或委托高校研发则从 2009 年的 2.67 亿美元增加到 2.97 亿美元,大幅增加了 11.2%<sup>[3]</sup>。

结合表 2 专利和表 3 的论文比较情况,总的来说,5 家知名企业的科学影响力较 MIT、Stanford 逊色许多,但在专利方面则出色不少。有个别的工程院院士从未发表过 1 篇 SCI 文章。其中,基础研究相对较多的贝尔实验室也类似:论文更多及影响力较多、专利较少,但近年的基础研究逐渐在减少;而应用研究较多的微软则更侧重于专利。再次说明,顶尖大学的工科研究侧重“工程科学”而非“工程技术”,因为“工程技术”应更多的由企业来承担。

表 3 MIT & Stanford 与美国跨国公司现任 NAE 院士比较

学校/公司	NAE 院士数	人均论文数	篇均被引	总被引
MIT	106	126	36.2	4571
Stanford	90	104	34.8	3627
IBM	39	32	29.0	939
Bell Lab/AT&T	27	55	19.5	1794
GE	26	24	25.2	618
Microsoft	18	15	12.6	193
General Motors Corporation	13	63	20.4	1292

### 3.3 与 NAS 院士比较

MIT 和 Stanford 在美国科学院中的两个工程领域也具有非常明显的领先地位,如表 3 所示,两校 NAS 院士数量占学科总数的五分之一。其中,MIT 共有 16 位 NAS 院士,其中 13 位同时为 NAE 院士、即两院院士,他们人均发表 SCI 文章数为 170 篇、人均总被引 7999 次、篇均被引 47.0 次。而 Stanford 有 11 位 NAS 院士,这 11 位均为 NAE 院士,他们人均发表 SCI 223 篇、人均总被引 9721 次、篇均被引 43.5 次。

表 4 MIT 和 Stanford 现任 NAS 院士(工程学科)一览表

学科	该学科 NAS 院士总数	MIT		Stanford	
		NAS 院士数	份额 (%)	NAS 院士数	份额 (%)
1 工程	89	8	9.00	8	9.00
2 信息	45	8	17.80	3	6.70

相比而言,两校工程科学、信息科学的 NAS 院士基本选自科学领导力相对较强的几位工程院院士,因此这些 NAS 院士均值相对较高,也符合判断。

### 3.4 与国内外工程学科比较

以基本科学指标数据库(Essential Science Indica-

tors, ESI) 为评价指标,将我国具有传统优势的两所理工科大学与 MIT、Stanford 进行比较。从表 5 可以看出,我国高校目前在数量上与 MIT 和 Stanford 并无太大区别,而差距主要是在文章质量上。我国高校在研究的科学性和系统性方面有较大追赶空间。

表 5 4 所高校工程学科比较

ESI 领域	MIT		Stanford		国内 A 校		国内 B 校	
	论文数	篇均被引	论文数	篇均被引	论文数	篇均被引	论文数	篇均被引
工程	4982	10	3667	11.12	7511	4.54	4069	4.49
计算机	2136	12.7	1861	12.78	2661	2.63	1575	2.36

### 3.5 案例分析

从两校近年来当选美国工程院院士情况,也可见大学的工科重在“科学”而不是“技术”:

2010 年 2 月 17 日,MIT 微纳米工程实验室主任陈刚教授当选,他在纳米传热和热电转换领域、纳米超材料上的卓越贡献而被当选为院士。美国国家工程院认为,陈刚教授因其首次打破被公认为物体间热力传导基本法则的“黑体辐射定律”公式,证实物体极度近距时的热力传导可以高到定律所预测的千倍,被授予美国国家工程院院士称号。该发现不但让人们的基本物理有进一步了解,它的应用也涉及光热光电、半导体、磁储存等领域。

陈刚教授在大量的刊物中发表有关纳米结构中的热传导、热电传输理论和性能评估,以及辐射热方面的文章,包括权威的 *Science* 和 *Nature* 杂志。

与陈刚教授 2010 年同年当选为美国工程院华裔院士,还有 Stanford 大学的李效良教授。他是需求链理念的首创者,因在供应链设计和管理领域的卓越贡献当选为美国国家工程院院士。虽然李效良教授研究主要偏重于商学和管理科学,被誉为“供应链管理大师”,但其学术上贡献并不逊色于其他自然科学和工程科学领域的科学家,他的论文篇均被引 71.37 次,h 指数达 29,其中不乏过千次的高被引论文,这些物流、供应链领域的研究也因此推动了全球供应链管理理论和实践的发展。

## 4 结论

从 MIT 和 Stanford 这两所全球顶尖理工科大学的发展态势来看,随着工程研发更加先进、更加科学,顶尖高校中的工程性研究更多体现在“工程科学”而不是“工程技术”,这对我国高校从事工程技术研发、有志于工程科学事业的研究者,具有一定的参考借鉴意义。

(下转第 115 页)

等。这些新的研究方向以及前述分析的矿业领域各方向的研究热点问题,大部分也列入了“未来10年中国学科发展战略”的优先资助方向<sup>[8]</sup>。

#### 4 结论

对矿业领域近5年申请和资助的科学基金项目进行了统计分析,根据近5年申请项目的研究内容分析了矿业领域几个研究方向的主要研究热点问题,得到结论如下:

(1) 近5年,矿业领域科学基金项目申报数量一直保持快速增长,年增长率达到26.7%,青年科学基金项目增幅更大,平均增长率达到44.6%。

(2) 矿业领域的申报项目主要集中在安全科学与工程、石油天然气开采、矿物工程与物质分离,矿山岩体力学与岩层控制、煤炭地下开采等几个方向。

(3) 深部复杂高应力条件下的岩石力学问题,“强动力扰动”诱发岩体能量释放致生动力灾害问题,瓦斯突出的理论、预测和治理,页岩气开采理论

与技术,资源高效环保利用等是近几年矿业领域科学基金项目的研究热点问题。

#### 参 考 文 献

- [1] 国家自然科学基金委员会. 2012年度国家自然科学基金项目指南. 北京:科学出版社, 2011. 11.
- [2] 何满潮,钱七虎等. 深部岩体力学基础. 北京:科学出版社, 2010. 8.
- [3] 李夕兵,周子龙,叶州元等. 岩石动静组合加载力学特性研究. 岩石力学与工程学报, 2008, 27(7): 1387—1395.
- [4] 窦林名,陆莱平,牟宗龙等. 煤岩体的强度弱化减冲理论. 河南理工大学学报, 2005, 24(3): 169—175.
- [5] 潘一山,吕祥锋,李忠华. 煤矿冲击地压巷道吸能支护研究. 塑性力学新进展——2011年全国塑性力学会议论文集, 2011. 10.
- [6] 李夕兵,姚金蕊,宫凤强. 硬岩金属矿山深部开采中的动力学问题. 中国有色金属学报, 2011, 21(10): 2251—2563.
- [7] 孙钧. 世纪之交的岩石力学研究. 面向国民经济可持续发展战略的岩石力学与岩石工程——中国岩石力学与工程学会第五次学术大会论文集, 1998. 11.
- [8] 国家自然科学基金委员会,中国科学院. 未来10年中国学科发展战略——工程科学. 北京:科学出版社, 2012. 1.

### STATISTICS ON FREE APPLICATION PROJECTS OF NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION IN MINERAL FIELD AND ANALYSIS ON THE RESEARCH FOCUS

Yuan Ruifu<sup>1</sup> Zhu Wangxi<sup>2</sup> Li Jun<sup>2</sup>

(1 School of Energy Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000;

2 Department of Engineering and Materials Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085)

(上接第93页)

#### 参 考 文 献

- [1] NAE Website, [www.nae.edu](http://www.nae.edu)
- [2] National Academy of Sciences, [www.nasonline.org](http://www.nasonline.org)

- [3] IBM Annual Report. <http://www.research.ibm.com/>
- [4] US Patent and Trademark Office. <http://www.uspto.gov/patft/index.html>

### ACADEMIC CONTRIBUTION OF MIT & STANFORD'S NAE MEMBERS AND ITS EXPERIENCES ON CONSTRUCTING UNIVERSITY'S ENGINEERING SCIENCE

Liao Rikun Liu Chao Zhou Hui Fan Shaofeng

(Office of Scientific Research, Peking University, Beijing 100871)

**Abstract** Massachusetts Institute of Technology and Stanford University are both top universities in the world, and they have the largest number of NAE (National Academy of Engineering) members in U. S. universities. The paper takes these two universities as examples, to analyze the academic contribution of their NAE members in terms of engineering discipline, who with high impact papers and not too much of patents. The analysis demonstrates that the engineering research in university should mainly focus on “Engineering Science” rather than “Technology Development”, and the main part of “Technology Development” should be the enterprises.

**Key words** engineering science, engineering technology, MIT, Stanford