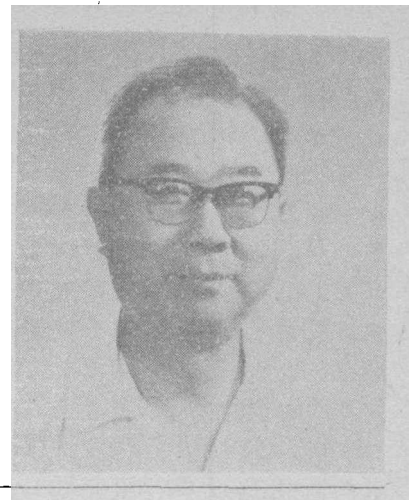




# 浅谈美国高等工程教育

## ——近况和问题

### THE HIGHER ENGINEERING EDUCATION IN US — THE EXISTING SITUATION AND PROBLEMS

张 维

已有四年之久没有去美国高等学校参观访问。今年趁去美为深圳大学联系校际合作之便，对美国高等工程教育做了一些了解。由于时间所限，接触面不够广泛，自然，所了解的情况有相当大的局限性。本文所根据的资料主要是美国工程教育的几位权威的报告〔1〕、个别谈话〔2、3〕和报刊发表的文章〔4、5〕。特别是由美国科学研究委员会（National Research Council）组织的，其成员由美国国家科学院、国家工程科学院、医学科学院的三个院务委员会中遴选的“工程师教育和使用委员会”发表的报告〔6〕使我得以对美国高等工程教育有较过去稍深入的认识。

#### 美国学校教育体制

美国小、中、大学的体制与我国现行的学校教育体制大体是相同的（见表1）。小有区别的地方是在美国不少大学毕业生先工作一段时间再念研究生学位；在大学阶段半工半读的学生极多；在研究生阶段，往往是边工作边念学位，例如当教学助教或研究助教；有些硕士生则是由所工作的单位全时或半时脱产，保送到学校念学位，毕业后再回原单位。念博士学位并不要求一定先获得硕士学位，而且年限要求有愈来愈长的趋势。

#### 美国高等学校类别

美国高等学校有三千多所，其中私立学校占有很大比重。著名大学中私立学校占的比重更大。私立学校学费平均为每年9000美元，几乎为公立学校的5200美元的两倍〔7〕。

从学制和学位授予看，美国学校大体可以分为四类（见表2）。

表1 美国教育体制

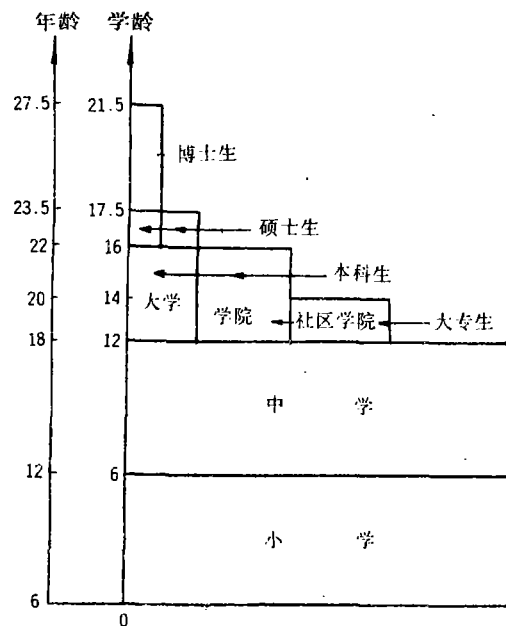


表2 美国高等学校类别——四类

|                                |                         |                        |
|--------------------------------|-------------------------|------------------------|
| 1. 重点大学<br>(UNIVERSITY)        | 本科四年<br>研究生院<br>(研究工作多) | 授学士学位<br>授硕士学位<br>博士学位 |
| 2. 一般大学<br>(UNIVERSITY)        | 本科四年<br>研究生院<br>(研究工作少) | 授学士学位<br>授硕士学位         |
| 3. 学院<br>(COLLEGE)             | 本科四年<br>(无研究工作)         | 授学士学位                  |
| 4. 社区学院<br>(COMMUNITY COLLEGE) | 两年制                     | 授协士称号                  |

与我国高等学校联系最多的是第1类和第2类的重点大学(注:这是作者按照我国的情况给起的名称,美国并无此称呼,但对于不同类型的学校有不同的评估标准)。重点学校研究工作多,研究经费充足,有权授予博士学位。但是,其本科教学质量,从总的看,并不一定高于第三类只授学士学位的学院。这是因为研究工作多的教授花在研究工作的精力较多,难免影响其对教学的重视。但不少著名大学的学者往往要定期教本科低年级的基础课,这就使初入大学的学生在打基础的阶段得益甚多〔8〕。

在美国大学里,哪个学科可以授博士学位是要经过严格审查的。例如麻省理工学院前几年新设一个跨学科的专业——“科学、技术和社会”。这是因为六、七十年代以来,科学技术向前迅猛发展,人们感到科学技术与社会的相互关系愈来愈密切,有必要对它们之间的关系做较为系统的研究。因此,七、八年前在前院长Wiessner博士和前教务长Rosenblith博士的主持下就开始考虑建立这样一个跨学科的专业〔9〕。在该校设置一个授予博士学位的专业要由专业学术负责人提出计划,向全校全体教授会作报告,说明建立专业的必要性和可能性,并解答教授们提出的问题,然后无记名投票表决,过半数通过后,方能建立。据说平时教授会出席人数往往不多,遇到这种重要问题,则出席人非常踊跃。可见他们对于设置一个专业是何等慎重〔10〕。

### 美国高等工程教育的演变与发展

美国高等工程教育已有一百多年的历史。远的不谈,在第一次世界大战以前,很少有工程博士生毕业。那时在学校中,工程类专业主要是培养参加实际工作的工学士,学校研究工作则很少。二、三十年代不少学校研究工作逐渐有所增加,较著名的学校相继成立了工程试验站(Engineering Experimental Station),研究工作较侧重于试验。其本科教学计划的内容大体上与我国解放前较著名大学的教学计划类似。

第二次世界大战以后,美国重点大学的工程专业教学计划内容有了较大的变化。在第二次世界大战中,科学技术的发展成为战争胜败非常重要的因素。在那次战争中,自然科学家的贡献(如雷达、原子弹的出现)似乎大大地超过了工程师的。因此人们感到其所以如此,一定是工程教育中存在着什么问题。结论是过去的工程教育培养面太窄,过多专于本行而不够宽广。

1944年,麻省理工学院化工系教授Lewis博士,1910年该校化学工程专业的创始人,提出一个报告,其核心观点是工程教育应该建立在自然科学的基础上〔2〕。因此,在此以后,麻省理工学院和许多其他著名大学工学院的教学计划中自然科学课程的比重增加而工艺性课程减少,代之以分析性的技术科学的课

程。1950年以后,一直延续到现在,仍是Lewis这种指导思想占统治地位,尤其在麻省理工学院更为突出。

当前美国工程教育界正在讨论这个问题。讨论的焦点是高等工程教育今后发展趋势是否应成为工程科学性质的。

对于美国高等工程教育,根据所看到的资料和个别谈话,总的看,重点学校的本科教学质量是好的。也有一些较弱的环节,例如今年在西柏林召开的国际设计学学术讨论会反映出美国机械工程师设计能力偏弱,因此决定设计学会议后年在麻省理工学院召开,以便引起美国同行的注意〔11〕。为了迎接时代的挑战,人们认为美国工程教育应包括得更广泛、更深入,应该增加人文学科、工程专业和管理等方面的课程。大体上,教学计划应包括五个方面的内容〔2〕:

1. 技术科学(相当于我国的基础课和技术基础课);
2. 工程技术(相当于我国的专业课);
3. 工业管理;
4. 企业经营(包括银行学等);
5. 工程与社会(一部分相当于我国的政治课)。

由于高级科学技术的发展,美国这种类型的中小企业比重在增加,这种企业成功的经验是领导企业的经理往往是先学工程,然后再学管理的人。因此近年来年轻的一代往往愿先在本科学工程,再读管理系的研究生班,他们认为这是建立个人事业的“金光大道”(Royal Road)。

大学毕业生认为工程科学对他们工作有用,但在学校中缺少有关美国社会制度的课程,例如银行、财政、法律、企业经营学等。

要想使生产保证质量,就要使工人愿意做日常的、重复性的劳动,要教育职工有为事业献身的精神,并安心于平凡的工作。这项工作在美国称之为“行为科学”,也可以说它相当于我们的政治思想工作。而现在在美国工程教育则根本不接触它们,看来不同社会制度的社会在生产活动中都要有人做它们各自的政治思想工作,只是其出发点不同而已。

### 美国高等教育面临的问题

第二次世界大战后,美国称霸世界,在经济和技术上占有无可争议的领先地位。近年来,由于日本、联邦德国,以及西欧、北欧其他国家的兴起,在国际市场上与美国竞争激烈,美国在世界经济中的领先地位受到了无情的挑战。美国舆论界连篇累牍地发表文章,讨论美国能否经受住这场挑战,是有其深刻的社会、经济背景的。这自然要涉及到美国技术是否先进的问题,因而要追到培养工程师的高等工程教育的问题。

在工业产品和外贸出口方面,美国面临着严峻的挑战。在二次世界大战后的初期,美国出口约占世界贸易的80%,而近年则下降到不到30%,它每年有超过

1000亿美元的赤字。日本先是在家用电器,随后相继在钢铁、汽车、电子等行业挤占了原来由美国占有的甚至是独霸的市场。非但如此,日本已打进美国本国的市场。现在甚至美国独占的计算机行业都受到了日本的挑战。而日本的银行业和保险业也在开始向美国发起竞争。根据对美国十名研究美、日工人状况的学者意见的调查(见表3),在十项影响质量的重要指标中,日本工人有七项优于美国工人,美国工人仅在三项中占先。可以说,产品质量是美、日工业竞争的决定性因素。

表3 谁更强些(美、日工人比较)  
〔见U.S News World Rep. 1985.9.2, P41〕

| 美国工人 |       | 日本工人 |
|------|-------|------|
| —    | 关心质量  | ✓    |
| ✓    | 创造精神  | —    |
| —    | 勤 奋   | ✓    |
| —    | 诚 实   | ✓    |
| ✓    | 雄 心   | —    |
| —    | 忠 诚   | ✓    |
| —    | 基 本 功 | ✓    |
| ✓    | 高级技术  | —    |
| —    | 可 靠   | ✓    |
| —    | 合作精神  | ✓    |

美国国家负债剧增,图1是根据美国发表的资料〔12〕绘出的美国自1945—1985年国家负债增长曲线。其近几年的增长十分迅速。尤其令人吃惊的是仅1985~1986一年债务的增长量就等于1945年二次世界大战结束时美国国家多少年来积累的债务的总量。

以上只是举出美国经济中比较突出的两个问题。经济问题的不利发展必然反映在教育方面。几个已发表的报告〔1,6〕总结了美国高等工程教育面临的问题。概括起来,其问题主要有以下几点:

1. 质量与学制的矛盾问题。根据前面所述,为了面对未来的挑战,美国工程教育需要进一步拓宽。四年制教学计划使学生负担仍然不轻。如果上面所列的五个方面均要适当地照顾到,四年制是很难做到的。

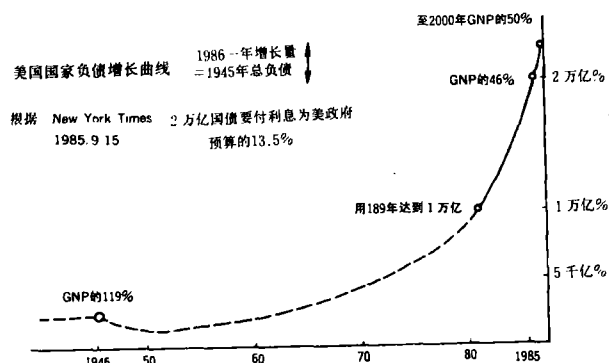


图1 美国国家负债增长曲线

只有两种可能性:改五年制或实行双学位制;或仍保持四年制,而将广泛的专业划分推迟到研究生阶段。显然,这只是延长学制的另一种方式〔6〕。

看来改变现行的四年制,在美国目前很难行得通,最主要的原因是学费昂贵。要入著名私立大学,一个学生每年要花费16000—17000美元(包括学、膳、宿、杂费);入州立大学,一年也需要花费近万元。斯坦福大学一位年薪为60000美元的教授叹息道:即使其子女学费减半,他也无法负担其五个子女都上该校的费用。收入较高的教授尚且如此,一般收入的家庭可想而知。由此可见,只是学费负担问题已使美国高等学校不可能考虑延长现行学制。因此,提高质量与延长学制将是美国工程教育长期难以解决的矛盾。

2. 工科学生人数猛增,造成教师负担过重。由图2可看出,近十年美国工科本科生数量猛增。其主要原因是工科毕业生就业机会良好和适学人口走向高峰。由于教师队伍未能适时地相应地增加(原因见下),造成了教师负担过重,从而进一步影响科研工作地开展。

试与日本工程教育相比较。日本人口约为美国的一半,但每年入工科的本科生则为美国的两倍。从长远看,技术队伍的数目也使美国处于对日本不利地位。

3. 工学院教师不足额。美国工科教师(指助理教授、副教授和正教授)主要来源于读工科的博士生。根据统计〔6〕,美国读工科的博士自1972年的高峰3774人下降到1983年的3032人。更为突出的是其中美国国籍的博士生由3001人降为1844人,即下降40%,而外籍博士生则由773人增加到1179人。这预示着在近期,美国各高校的工学院补充教师的空额将遇到后备来源不足的困难。

学校教师薪金比企业界低,是造成学校教师大量缺额的另一重要原因。P. Gray指出〔1〕,全美工学院工科教师编制为24,000人,现有十分之一空额待补。但大学毕业生在企业工作可得年薪3~3.5万美元,如留学校则只得2.5万美元。对比之下,学校工作在物质待遇上缺乏吸引力。不但如此,工业界也感缺乏

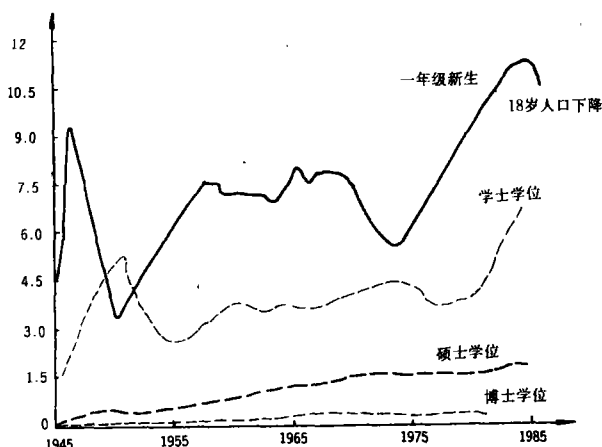


图2 一年级新生

技术力量以应付国际上的挑战。因此用重金聘请, 还不断将学校教师拉走。这就更加重了高校工学院缺乏教师的严重程度。

表 4 美国工程博士历年数目

| 年 代  | 总 数  | 美国人  | 外籍人  |
|------|------|------|------|
| 1950 | 492  | --   | --   |
| 1958 | 647  | --   | --   |
| 1963 | 1378 | --   | --   |
| 1968 | 2933 | --   | --   |
| 1972 | 3774 | 3001 | 773  |
| 1978 | 2573 | 1699 | 874  |
| 1983 | 3023 | 1844 | 1179 |

以上这两个因素均使美国工科教育在相当时期内面临师资紧张的情况。

4. 美国中等教育质量下降对工程教育的影响。近年已有两次关于这一问题的研究报告(1983, 1984)[6]美国中学教育在数学和自然科学方面要求偏低是进入大学工科学生质量不高的一个主要原因。一位相当著名的理工学院物理系主任告诉作者, 该校工科本科一年级物理必须从力的定义讲起, 因一部分入学新生在中学没有学过物理(注)。该校所在地有个别中学甚至请不到物理教师, 只好请生物, 甚至体育老师代上物理课。即使著名大学如麻省理工学院对于入学新生在数学和自然科学的要求也比我国的要求低。它对新生的中学课程要求[13]是:

|      |       |            |
|------|-------|------------|
| 代数   | 2 年,  | (我国约 3 年)  |
| 平面几何 | 1 年,  | (我国约 1 年)  |
| 三角   | 1 学期, | (我国约 1 学期) |
| 物理   | 1 年,  | (我国约 3 年)  |
| 化学   | 1 年,  | (我国约 2 年)  |

美国中学教育, 特别是数学和自然科学的教学之所以日渐走下坡路, 与其中学教师队伍不稳定有直接关系。据美国中小学教师协会主席 A. Shanker 先生所发表的对两万中小学、幼儿园教师所做的抽样调查[4], 有 27% 的教师考虑极大可能或相当可能在五年之内离校, 另觅职业; 而 51% 的人则反映在今后或早或晚将离校改行。高初中教师, 特别是优秀教师和教龄较长的教师离校的倾向更为严重。这个数字说明美国中小学、幼儿园教师队伍相当不稳定, 造成这种状况的主要原因是薪水低和工作条件差。尽管舆论界已大声疾呼, 但近期得到改善的可能性看来不大。

以上是这次访问中, 与美国同行们谈到的或由资料读到的一些情况和问题。它不完全反映美国高等工程教育的全面情况和问题。本文也并不企图对美国高等工程教育做全面述评。上面所述的情况和谈到的问题自然与美国的社会、经济有关, 也和它的历史发展分不开。有些问题我们在国内也已遇到或可能要遇到。当然问题性质不完全一样, 解决它们的途径和方法也

不会一样。但“他山之石, 可以攻玉”。外国的情况和问题值得我们了解、注意和思考。因此草此文。

最后, 应该提到, 在这次访问中, 得到田长霖、葛守仁、任之恭、张捷迁、张守廉、P Gray, W. Rosenblith、K. F. Hansen、R.W. Mann 等教授的指教, 获益匪浅, 在此谨向他们致以诚恳的谢意。

### 参考文献

- (1) M.I.T 院长 P. Gray 博士的报告, 见 M.I.T 校刊, 他在全美工程教育学会的讲演和《Crisis in Engineering Education》, Electronic Engineering Times, 1981.10.
- (2) M.I.T. 工学院前副院长、核能工程教授 K. F. Hansen 博士与张维谈话笔记。1985. 9
- (3) M.I.T. 机械工程系生物医学工程教授 R.W. Mann 博士与张维谈话笔记。1985.9.
- (4) 《27% 教师可能要离职》, New York Times 1985. 9. 15. 星期日版 E 7.
- (5) 《美国工人在美、日竞争中能否胜利?》, U. S. News & World Report 1985. 9. 2. 40—44 页。
- (6) 《Engineering Education and Practice in the United States Foundation of our Techno—Economic Future》, Report by Committee on the Education and Utilization of the Engineer. Nat. Academy Press Washington D.C. 1985. 9. 简称 Haddad Report.
- (7) Time 1985. 8. 26. 52 页
- (8) 过去与陈省身教授、林家翘教授的个别谈话。
- (9) J. Wiesner 院长, W. Rosenblith 教务长, 林家翘教授与周培源先生、张维的一次谈话 1988. 11.
- (10) W. Rosenblith 教授和林家翘教授与张维的个别谈话 1985. 9.
- (11) 西伯利亚大学设计学 W. Beitz 教授与张维谈话 1985. 10.
- (12) New York Times 1985. 9. 15.
- (13) M.I.T. General Catalogue 1983.

## 敬告读者

《科技导报》从 1986 年起由邮局公开发行, 仍为季刊, 逢三、六、九、十二月出版。

每册 1.20 元, 全年四期 4.80 元。

总发行处: 北京市报刊发行局

订购处: 全国各地邮局

刊 号: 2—872

本刊读者服务部, 办理补订、零售及邮购业务, 欢迎来人来函联系。

地址: 北京西城区百万庄北街三号

电话: 898682; 895329

注: 美国一些中学自然科学课是选修课, 因此学生可以选化学和生物而不选物理。