

工程教育应该增加文科知识

TOWARD LIBERAL LEARNING FOR ENGINEERS

塞缪尔·弗洛尔曼

丰富工科学生的人文知识依赖于杰出的学校、有创见的教师以及有献身精神的学生的远见。

多数美国工程师未曾阅读西方文化的伟大著作或学习过自己国家或其他国家的历史，他们不熟悉哲学或艺术，也未曾深入探索任何一门社会科学。这是因为一般的工程学位是学士学位，要在四年本科学习中获得，而在此期间没有给予文科课程以充分的时间和应有的注意。而且现在约有四分之一的工程师在攻读研究生的计划中文科的内容为零。事实是工科学生现在并未接受传统大学教育的一些主要内容——而这竟发生在其他学科学生正在如此做，并且为了更有效地工作，工程师需要更多有关周围世界知识的时候。

和其他行业相比，特别使人困扰。医生、律师、牙医生、兽医在接受专业教育以前必须获得学士学位，另外许多其他职业，如商业经理人员、建筑师和新闻记者也被鼓励这样做。工程师、会计师、教师和护士的共同问题是职业性训练和本科教育合在一起带来的弊端。

对工程教育行业性的不满并不是新鲜事。对这个问题长期存在的关切正得到更强的呼声。全国教育研究会资助的1984年报告主张学士学位获得者应至少有两年文科教育，促请一些专业如工程学科相应地延长教学计划。美国土木工程学会1985年教育会议正式推荐进入这一行业前的五年课程计划，其中包括更多的文科课程。工程界的许多成员赞成这个想法，有些人甚至选择六年学习方案，而另一些工程教育家则在目前四年制范围内考虑增加文科课程的作法。

但是反对剧烈变化者的意见——多管闲事、加重经济负担、以及何必多此一举，等等——也是强烈的。

在过去十年中我曾访问过约四十所学院、大学、技术学院并参加过多次专业学会的会议。在学院院长、教授和学生中以及工程人员的雇主中对文科教育的态度是很分歧的。在讨论会上可以听到的和在专业刊物上可以读到的调子很高的老生常谈在不作记录的谈话中是受到贬低的。甚至真实地尊重工程学生文科教育想法的一些人也强烈反对延长获得工程学位所需的时间和增加费用。（许多学生已经用四年半或更多的时间来完成名义上四年制的课程了。）实际上我已得出结论，在目前没有任何全行业性的重大改变在政治上是可行的。我也不能确定国家——或是学生及其家长——能够负担得起在工程教育方面突然增加25%的开支。

尽管如此，在我的思想中，工程教育应该增加文科内容，以及增加职业前的课程学习时间会带来巨大的益处是没有任何问题的。作为专业人员而维持其合法的位置，工程师需要更多的文科教育。因为这种改变不大可能由各行业的鉴定所促成，各工程学院应该带头，以不同的速度甚至在不同方面来增加教学计划中的文科课程内容。

很少的工科学生会熟悉希腊戏剧、罗马历史或英文小说。

实习生传统

在美国工程教育是在与其他主要行业很不同的环境下开始的。医学和法律学校是由这方面的实际家所建立的，因此和大学的联系较弱。与此相反，成立工程学校的倡议来自政府（美国军事学院1802年成立，政府拨给土地的学院1863年成立）；或来自具有公益精神的公民，他们建立了技术学院（包括兰塞利多科性工学院和麻省理工学院）；或来自大学内部，那里为了满足教授的兴趣和学生的要求建立了工程系。因

此从一开始工程教育就是大学本科教育，而在进入专业性学校之前获得本科教育的想法从未确立起来。

同时，训练工程师的实习生制度已经存在。实际上，第一所美国工程“学校”就是运河建设工程。工程的技术助手，例如测量助理，在工作中学习，逐级晋升直到他们的导师认为他们当得起“工程师”的称号。在高等学校工程教育确立很久之后，这种传统还在铁路、工厂、机械制造车间继续着。一直到1916年美国工程师中有一半人数从未进过大学，许多人认为正规的工程教育是实习生制度的不需要的竞争者。实践家的工程师和工程师的教育者是不同类型的人，“车间文化”与“学校文化”代表之间的争辩常常是很激烈的。

如医科和律师那样建立工程研究生训练制度的零散努力从未得到长远的影响。西尔凡纳斯·塞耶尔在1817年将正规的工程学课程引入西点军校，被认为是“美国军校之父”。他在达特茅斯学院出资兴办了工程研究生院，这个院将本科第四年和工程研究生院第一年合并在一起。达特茅斯学院的这种教学计划称为3-2学制，现在仍然存在。今天，达特茅斯是要求学生得到工程学位之前必须取得文学士的唯一学校。

有一些其他的学校也以此为模型进行了实验，但后来都改回到四年制——主要是由于经济压力。尽管如此，有一些工科学生自愿采取3-2学制，主要是在文学院学习三年之后再转到工学院。有一些工学院有正式的安排，这样的学生从文学院获得文学士学位，然后得工学士学位。例如，圣路易的华盛顿大学就和约八十所文学院有联系。但在工科毕业生中只有5%采取这种学制，四年的学士学位还是标准的。

工程占据优势

一百多年前，四年工程学制容许有足够时间进行文科学习和技术训练。当时没有很多的工程教学内容，实际上工程教科书是较贫乏的，而且也缺少合格的教授。此外，早期的工程教育家——主要是兰塞利的本杰明·弗兰克林·格林、麻省理工学院的威廉·巴顿·罗杰斯和康乃尔大学的阿米·狄克森·怀特，他们承认文科课程是任何专业教育的组成部分。麻省理工学院的第一个机械工程教学计划中有三分之一是语言和人文学科课程。

随着工程知识的迅速增长以及年轻国家技术需要的扩大，在工程教学课程中专业部分与文科部分的时间争夺加剧了。从此工程教育家的难题是一方面往四年课程中塞进愈来愈多的技术内容，另一方面还试图维持传统的大学教育的要素。不幸的是文科课程被无情地挤掉了。根据1862年的摩瑞尔法案建立了政府拨给用地的学院无意中削弱了工程教学课程中的文科

部分。正象法案所希望的那样，多数涌入这类新学校的学生是出身卑微的青年，农家或蓝领劳动者家庭的儿子。对于他们，艺术和人文学科是没有什么吸引力的。逐渐地这种态度在整个行业中变得盛行起来。在1916年，麻省理工学院的一位英文教授不胜感慨地认为工程师们把文化看成一种“姿势”。“对一些妇女，或能留下一些印象，但对男子很难有效。”在五十年代，纽约市立学院一位教授观察到工程师倾向于成为又粗野又强硬的人物，他们以培养建筑工地或酒吧间的举止而不是使客厅生辉的行为为荣。道伊奇和谢公司研究部在分析一些心理学研究时勾画出五十年代工程师的使人不安的侧面：“从他们对人与人的关系，对心理学和社会科学，对公共事业，对社会改良，对艺术和文化主题，甚至对和工程没有直接关系的自然科学的某些方面的冷淡态度，很明显地看出他们的兴趣十分狭窄。”尽管有这么多的担心，在新的技术主题的压力下工程教育变得愈加狭窄的趋势还在继而不衰。

偏重实用

美国在1932年以前没有正式建立对于大学工程教育的鉴定制度。在1932年成立了工程师职业发展委员会(ECPD)，最近这个机构已更名为“工程和技术鉴定委员会(ABET)”。ABET代表了全国19个主要的技术及工程专业学会在委员会的董事会中的席位与它们会员人数大致成比例。董事会为本科工程教学计划确定最低标准，在彻底对每所学校的课程一览进行审查并进行现场访问之后作出鉴定。

在早年，ECPD主要忙于工程教育应强调理科还是动手的工程学科，研究还是实践，理论还是设计，专业化或是广泛的基础这类问题的争论。因此在四十年代初期，工程教育促进会的一份报告建议工科学生课程中应至少有20%用于人文学科及社会科学的学习时，ECPD并没有采取行动，一直到1955年ECPD才建议至少总课时的12.5%——这相当于四年中的半年——用于文科。但这一建议引起各学校的抗议，对此，ECPD向他们保证，这仅是“原则的申述”，不执行这点的学校不必怕通不过鉴定。

但到1971年，建议变成了要求。今天所有通过鉴定的工程课时至少要包括12.5%的文科部分。一些学校，主要是“长春藤联合会”各校，麻省理工学院，斯坦福大学和其他一些私立大学，要求工科学生的人文及社会科学课占有所有课程的20%或甚至更多一些。但在培养美国工程师大多数的大规模大学中，多数学校把“至少”变成了“最多”。这意味着工程专业本科生平均共学45门课程，要选六门文科课，或者还要加一门语言或作文的应用性课程。这六门课程的多数可能是从“有用的”社会科学课程中选出的，例如经济学、心理学和社会学。此外，多数学生把完成所谓的

· 这个联合会包括美国东北部一些有名大学，如哈佛、哥伦比亚大学等——译者注

“ABET要求”的工作看成为了获得学位而必须克服的障碍和不得不对付的麻烦事。

二三十年前，这个贫乏的份量至少可以让学生了解普通文化的一般概况，因为在工科计划中象西方文化这样的广泛评述性课程或文学名著等是普遍开设的。但在六十年代，这些课程的名声就不好了，因为某些学者认为它们太肤浅而且缺乏严格性。ABET对这种意见的反应是要求一些非技术性的课要有“高级的”水平。这样原有的六门课程中的两门或更多课程必须属于与本科相关的学科。这是一个有价值的想法，是边缘学科(例如工程伦理学和技术与社会)发展的结果。但这样的趋势从工程专业的课程表中将文学、历史和哲学这些作为文科教育要素的课程取消了。现在工科学生熟悉希腊戏剧、罗马历史或英文小说的可能性已是极小的了。

在12.5%的文科课要求中，ABET不接受“技能”性课程(例如会计学)。但当ABET在去年将初级语言课程从“技能”性范畴中划出而归于文科课时，偏重实用课程的情况就表现出来了。这种情况也在每年学生的职业选择以及他们未来雇主的人员选择上表现出来。我所遇到的年轻工科学生希望他们在职业市场上的直接机会要尽可能大，而获得学位的开支则要尽可能小。他们根本不相信人文课程同他们的前途有关。法人雇主尽管宣称他们对人文学科的兴趣，但对雇用知识背景狭小的毕业生也感到满足，有时在低于专业职务的岗位上使用他们。

有广泛知识的工程师更有可能创造 出对环境保护有利、对社会有益的产品

追求旧目标的新理由

多数本科工科学生现在并未得到真正的大学教育这一事实并未妨碍他们为国家服务得好——非常好。但大学应该给工科学生以更宽广的知识教育这一长期存在的问题现在又增加了迫切性。

一个原因是工程师为了工作有效必须和别人交流思想这一增长的需要。由于工程的技术复杂性已经增加，工程师要在一起工作——他们要听、要理解、要解释、要劝说、要交流感情的需要也增加了。工程和过去相比已经变得更加是集体的努力了。此外，技术在法人、全国、甚至世界事务中起愈来愈大的作用，工程师交流思想的范围就愈加广泛。道化学公司的副总裁唐纳德·A·里卡德(Donald A. Rikard)注意到了这个需要：“今天进入工业界的工科毕业生很可能要花费他或她的事业中部分时间对律师——有些是友好的，但也有不友好的，对消费者，对立法者，对法官，对官员，对环境保护家和……新闻界的代表来解释技术问题。蒂尔公司的执行副总裁瓦尔特·福格尔(Walter Vogel)强调他的公司需要“表达能力强的工程师，他们能简明地、有效地和有说服力地写作和谈

话；他们参加中东、共产主义集团或中华人民共和国的建设项目时能够不致遭受文化冲击”。

实际上受过广泛教育的工程师担任领导职务将为有创造性的技术企业赢得新的尊重。今天的工程师在处理随着核武器发展而产生的对“技术”的惧怕上，在心理上和文化上需要有更强的理解力。上述疑惧在七十年代能源和环境危机之后更加强化了。虽然在当前的新保守主义气氛中反技术的情绪似在消退，但工程师应对其工作的社会效果敏感这一看法依然适用。看来有广泛知识的工程师更有可能创造出安全、对环境保护有利、富有美感、对社会有益的工作和产品。

这些论据中有一些是有点简单化的。它们过分强调了文科教育的道德影响，过分估计了它对个别工程师技术成长、发展方面所产生的影响。但是不论这些论据提法如何，有更多的在智慧上更有觉察力、在文化上知识更广泛的工程师一定能为我们的技术质量带来有益的影响。

受过广泛教育的工程师也能更好地向本国公民解释技术问题，从而改进民主的决策过程。此外，这样的工程师也有更多机会担任领导职务，而这些职位目前是由律师、商业经理人员、新闻记者和政治家所占据。我们的社会几乎全是由受大学文科教育的人领导的。这可能一部分是由于习惯以及势利习气造成的。但也很难不这样，因为正是文科教育传播传统意识、历史、概念和对世界的广泛了解——这些将我们社会结合在一起的共享的知识及价值观念。在今天这个技术时代，我们的社会在其最高领导层需要有技术知识的人。我相信增加领导层内受过训练和富有经验的工程师人数会促进美国国家的福利。

最后，文科教育可以为工程师本人带来艺术给予的欢乐，文学、历史和哲学方面深邃的见解。许多已到成熟年华的工程师后悔当年忽视了这些方面。人文科学的教育会帮助他们体验到他们自己工作中内在的满足，这看来是矛盾的，但却是真实的。

文科教育能扩大思路和丰富想象， 使工程师们更富创造性。

实实在在地，文科教育可以扩大思路和丰富想象，使工程师在技术上更富创造性。当然可以找到只对其本行知识着迷的工程师具有创造性的例子，但有许多例子说明科学家和工程师从人文及艺术思想中得到灵感。尼古拉·忒斯拉(Nikola Tesla) 声称他构想出交流感应电动机是在朗诵歌德诗句时得到启发的：“啊，精灵之翼自由翱翔。愿有伴侣将我地上举升。”忒斯拉回忆说：“突然间我看到了这一切。”他看到的是没有电刷和转向器的电动机，它是由旋转磁场转动的。尼尔斯·玻尔(Niels Bohr) 说他在猜如何解决古代的神学难题，即不可能将完全的爱和完全的正义协调起来时得到了並协原理的概念。刘易斯·孟福德(Lewis Mumford)指出人们在神话和寓言中飞行和瞬时通讯，

这比人们在技术上实现它要早得多。

在院校作深入的探索

虽然工程专业所学的课程有改变的必要,但长期存在的偏见、信仰和学术上的政治观点使得创新很困难。如我在前面提到的,工程课程愈来愈挤。可以理解,工程专业的教授是不愿压缩他们教学内容的。此外,在设有很强的独立的文科系的学校中,最好的教授均致力于自己专业范围内的教学,著书和研究。他们之中多数人从给工科学生讲授文学和历史课程中得不到满足和职业上的利益。在文科教师组中教授工科学生时,他们就失去了文科系的荣誉和骄傲。在任何一种情况下,工科教授对工科学生如何看待文科课程有相当大的影响。这些教育家对于美国的发明、质量控制和生产率均趋下降深感忧虑,并认为应该训练他们的学生以使这些趋势逆转,但并不认为文科课程应优先安排,这种情况也是太常见的了。

但工科学生接受文科教育的理想仍保有相当的生命力。在各工程学会的会议议程上这个问题经常出现,也一直是研究和报告的主题。去年十月在菲尼克斯举行的ABET年会上学者和雇主们一起呼吁增强工科学生的文科教育。但会议上的辩论使我明白了,问题的症结在于,要从ABET鉴定的狭小范围中摆脱出来。许多工程教育家为了那怕只减少一门技术课而顽强地抵抗。此外对所有的工程师都用一种办法来培养也是不合适的。工程界应该承认存在着从一端是基础雄厚的、有用的和技术熟练的工程师到另一端是更多涉及社会的、文化上敏感的工程师的各种类型的人才。理想是使整个行业的所有成员在提高技术熟练程度和独创性的同时成为懂文学,在文化上和人文学科上又具有敏感性的人。但作为工程师,我们以现实感为骄傲,与其在修辞学上花费时间和精力,不如让我们来讨论我们力所能及的理想吧。

我认为加强工科的文科教育的下一步是到一些学校去作深入的探索。例如在麻省理工学院有几个委员会在积极考虑如何将传统上就较强的文科教育和现在学校的工科课程更好地结合起来。麻省理工学院的工科学生已经选学至少八门人文学科和社会科学课程,这占典型本科教学计划的20%。他们可从人类学及考古学、经济学、外国语、历史、语言学和哲学、文学、音乐、政治科学、心理学,以及写作等广泛领域中选修,而且在广度和深度方面有一定要求。

我的意见是,任何在重新考察他们工科课程的学校可以从密切注视斯坦福大学所做的事中取得好处。最近这个学校恢复了列入课程表有35年之久、而在1970年被放弃的几门西方文化课程。所有的本科生必须选学长达一年的三门课程:从古代希腊、罗马,直

到现代。学生可以从三个重点方向——历史,文学,技术与社会中选择课程,使他们熟悉主要的文化时代,著名的创造者,历史遗产中的重要思想。所有的斯坦福本科生还必须满足其他七个要求——三个是工科学生已自动满足的(数学、科学和技术),其他四个是人文科学、社会科学与艺术。至少有一门课要突出非西方文化。斯坦福还要求学生选两门写作课,並要达到一门外语的最低要求。进行这些学习,典型的工程学生应在非技术领域中得到他们总学分的23%。

在回答对所谓评述性课程的批评意见方面,我只能说学习莎士比亚或修塞狄德斯原著几天可以达到的深度,要比学四年多数社会科学家搞的统计性资料要深。斯坦福大学使这些课程恢复到它们合法的荣誉位置可能成为所有工科院校中人文课程的再生的触媒。哥伦比亚大学巨大的功绩是它从未放弃必修的著名的人文学科及现代文化课程。

在开设的课程以外,讨论会、辩论会、演戏剧、音乐会以及在艺术上的实践等活动有助于扩大工科学生的视野。德克萨斯A&M大学的工学院副院长L. S. 弗莱彻(L. S. Fletcher)号召年轻工程师到国外旅行,并且在暑期带领工科学生出国旅行,学习外国的文化和访问重要的工程。

无论设想得如何好,有些鼓吹者不满足于仅仅在四年制课程中加设文科课程,他们主张五年制,或象达特茅斯的3-2计划,或是新的设计,给文科教育以更多时间。我自己热烈支持这个想法,虽然我也认识到经济的现实使全国范围采用这种办法在今天是不现实的。但二十个左右的私立学校中任何一个都有进行这项实验的财源和有保证的学生团体。为了使这个创议得到成功就要所有的学校同时改为五年制是不对的。如果新的3-2制以获得硕士学位结束,它会变得更强。两个学士学位,一个文科的和一个工科的合在一起不能认为就是一个接受了全面文科教育的工程师。

学生们自己可以做很多事来影响工程学习计划。全国研究委员会最近的一份报告说,今天的工科学生比一些年以前的学生“具有更丰富的教育和文化背景,更有信心,更自信”。这些有能力的青年男女中的一些人或许会观察一下周围世界并断定在他们面前铺设的学术道路不能满足他们的天才与抱负。根据他们自己的选择和要求,他们可能协助形成一个更丰富的课程计划和一个更高级的职业。

最后,当有了一些成功经验,又有了样板,经济的限制也不如现在严重,气氛也不象现在这样紧张,ABET可以考虑改变它的鉴定要求。同时,一切善于思考的工程师可以通过讨论和提高对文科的重视来起建设性的作用。

(张礼译,章仰勋校)