

努力培养 21 世纪的中国工程师

王沛民, 孔寒冰

(浙江大学管理学院, 杭州 310027)

[摘要] 从 21 世纪赋予中国工程师的崇高使命出发, 讨论了工程教育工作者对工程文化和对工程师的角色扮演、时代价值及其必备品质应有的新认识, 进而就创新能力和创新品质、实践能力和实干精神、创业精神和忧患意识、指挥才干和领袖胆识四方面品质加以简要剖析, 同时提出工程教育相应改进的意见。

[关键词] 工程师; 工程师品质; 工程教育; 创新; 改革

2000 年 10 月在北京召开的国际工程科技大会上, 江泽民同志对于“第一生产力”理论有一个发展的精辟论断: “科学技术是第一生产力, 工程科技是第一生产力的一个最重要因素。”^[1] 在同一个讲话中, 江泽民同志还对作为这个“最重要因素”代表者的工程师, 给出了明确的定义: “工程师是新生产力的重要创造者, 也是新兴产业的积极开拓者。”这些意见对在新的世纪大力发展中国的工程事业, 积极发展中国的工程教育以加快培养新世纪的中国工程师, 具有方向性的指导意义。本文在学习讲话精神、认识工程科技价值的基础上, 尝试探讨新世纪的中国工程师应有的形象, 揭示他们必须具备的品质及其培养问题, 供从事和关心工程教育的人士对照、参考与评论。

1 工程教育工作者应有的见识

1.1 认识工程文化的时代意义

刚刚过去的 20 世纪, 是人类社会的工业文明经历材料文明、能量文明向信息文明发展变化的世纪。人类文明的这种进化, 已经把造物和做事的工程文化(又说“第三文化”)推上与世人景仰的科学文化、人文文化同样显赫的位置。

不说人世间那些造福苍生的民用工程, 更不说

那些惊天地泣鬼神的武器军备, 只要看看 20 世纪的几样发明: 现代汽车 (1901), 洗衣机 (1901), 传真 (1902), 飞机 (1903), 手表 (1904), 空调 (1911), 白炽灯泡 (1913), 电冰箱 (1913), 电视 (1927), 核能利用 (1939), 彩色胶卷 (40 年代), 电脑 (1946), 录像机 (1956), 人造卫星 (1957), 因特网 (1969), 机器人 (1983), 等等, 就足以让人去感受、体会与思考, 由此并不难理解工程和工程师的意义。

这些赋有创造力的工程及其技术的成就, 事实上举目环视而皆然, 只是人们习以为常、不以为然, 或者误认为是他人的功劳罢了。这些人工造化实实在在地渗透到了现代生活的每个角落, 积极改善并将继续提高人类的生活质量。它时刻悄悄地转变着人的观念, 影响着人类的生产、生活和生存方式。凭借工程活动及其巨大的影响力, 发达国家已经如虎添翼, 过去是用坚船利炮欺强凌弱, 今天又靠高技术商品横霸市场。政治家们其实心里最清楚, 爱因斯坦、莎士比亚诚然很伟大, 泰坦尼克下水、宇宙飞船升空才是真英雄。在人类文明的新时代, 即技术时代, 仅有农民意识哪怕还带着浪漫色彩也是不能解决问题的, 必须坚持务实的实事求是态度才有可能跟上时代, 进而驾驭时代。这是我们

工程教育工作者对“工程”应有的基本见识。

1.2 认识工程师的新的角色扮演

工程教育工作者对于“工程师”，同样应有一个基本的了解。

工程师的名称在古希腊文化中就已出现，在18世纪产业革命前后成为一种专门职业。进入20世纪后，从工程师中相继又在二三十年代分化出工程技术人员（Engineering Technician）、在六七十年代分化出技术工程师（Technologist）两个层次。今天所谓的工程师，是指那些具有坚实的数学、自然科学和工程科学基础，能够把工程原理和超出技术范畴的经济、社会、法律、艺术、环境和伦理等问题结合起来，从而去创造还没有的人工物来为人类服务的那样一些人。尽管不是全社会都已接受这个概念，但至少工程师自己应当这样看自己。正如美国工程师专业发展委员会（ECPD）所描述的：“工程师必须是一位善于构思并形成概念的专家，是一位设计者、开发者、新技术的形成者、标准规范的制定者——一切都是为了有助于满足社会的需要。工程师必须会规划和预测、系统化和评估——能够对公众的健康、安全、幸福和财富有利害关系的系统和组成部分作出判断。对工程师来说，创新应该是他们的中心任务。”^[2]

事实上，工程师们在宽广的工程领域担负着范围广泛的专业职责。按传统的专门技术领域分，有建筑师、城市规划师、土木工程师、电气和电子工程师、机械工程师、化学工程师、冶金工程师、采矿工程师、企业管理工程师，以及食品工程师、农业工程师等“其他”工程师。他们主要工作在相关行业的生产技术领域和研究开发部门，担负的职能不外乎研究、设计、开发、生产、建造、安装、运行与维修，以及管理等等。

20世纪80年代以来迅猛发展的高技术，一方面开辟了许多新的生产与流通部门，一方面加大加快了工程活动向经济领域、社会领域的渗透。现在的产业界更倾向以工程师的新、老职能来命名工程师，包括：销售工程师、市场经理或市场工程师、外协（采购）工程师、金融工程师、过程工程师、项目经理或项目工程师、支援工程师、产品工程师、生产工程师、制造工程师、设计工程师、开发工程师、试验工程师、质量工程师、软件工程师、网络工程师、咨询工程师、研究科学家或研究工程师、系统工程师或系统规划师，等等。这其中许多

新鲜的名称，工科大学的教师倒未必熟稔，但在留心未来职业的工科大学生那里绝对不会陌生。这些工程师在互联网的招聘主页和报纸杂志的招聘版面上比比皆是，明码标价的全都是重金聘请。

1.3 认识现代工程师的时代价值

有人把21世纪的职业人划分成三大类^[3]：日常生产者（Routine Producer），个体服务者（In-Person Server）和“符号工作者”（Symbolic Worker）。“知识经济”浪潮中的名词“知识工人”（Knowledge Worker）似与第三类相近。“符号工作者”中的多数人侧重“符号分析”，少数人侧重“符号的综合与分析”，其共同特征是需要面对复杂的时常矛盾的问题，能把握问题实质并且制定适当的求解策略，能娴熟地运用和处理“符号”。

“符号”，在此处是个“最广义的语言”的概念，文字、数字、图形、图像、形体、形态、行为、表情、感情等等，均在其中。所谓处理和运用“符号”，不仅指能写会算、能思会想，能够规划设计、研究开发，也包括能听会看、能说会道，能够指挥调度、牵线搭桥、出谋划策、管理决策等等。少数的符号综合与分析者更像个“系统设计师”，他除了具有这些特征，尤其具备在复杂多变的信息环境中构造和应用恰当的合乎情势的概念模型去处理问题的能力。用我们的话说，他不十分专注于开发利用“软件”和“硬件”的问题，而是更加关心并善于开发“慧件”，能够创造新概念、开发新思维、开辟新途径。

在这个意义上的21世纪工程师，与规划师、设计师、经理、指挥或主管、顾问、参谋、调度或协调师等角色，不存在根本性的区别。现代工程师不仅能考虑待做的正确的事（to think right things to do），而且会正确地去这个事（to do the things right）。因此，他们在技术领域和涉及资源、产品、财经、项目、事务、政策与系统的其他领域，同样能贡献自己的聪明才智，这是毫不奇怪的，也是毫无疑问的。总之，现代工程师的群体面貌，不再是只会狭窄技术的、让人差遣的“伙计”。他们中的部分人仍是某个技术领域的专家工程师（Technical Specialists），而其他部分人将会是经理工程师（Engineering Manager）、商务工程师（Business Engineer）、系统工程师（System Engineer），以及一类更新颖的包括社会工程师（Social Engineer）在内的“杂家”工程师（Generalist Engineer）^[4]。

1.4 认识造就工程师品质是工程教育的要害

谈论21世纪中国工程教育的人才培养，不能不先做以上冗长的铺垫。因为我们力图把工程师品质的讨论，置于这些真实的而非虚构的背景下，以避免鼠目寸光或无的放矢。

人才素质在人才培养中的重要意义是毋庸置疑的。若以产品质量做比较，按照市场的标准，所谓“好”产品，意为用最低的成本和最少的时间所生产的合格产品。而合格与否又必须用一整套质量指标来衡量它，如性能、外观、价格、交付性、可靠性、安全性、可维修性等等。亦可以此做个类比，为人才质量标准开列一份清单。但重要的是，人才素质不仅有产品的这些在使用中的价值，更有其自身存在的意义，后者是物质产品无须具备而人才产品必须具备的。作为社会主义事业建设者和接班人，其素质最要者乃是思想政治素质，爱国主义、集体主义和社会主义思想。从把传统教育改造为素质教育的意义上讲，中国工程教育必须造就高素质的未来中国工程师，才不辜负党和国家的厚望。

我们在讨论21世纪中国工程师的素质及其培养时，还应当注意辨识高等教育与普通中小学教育的异同，辨识高等工程教育与其他科类高等教育的异同，辨识重点理工大学与一般工科院校的异同。人才素质从总体上说，要求“有理想、有道德、有文化、有纪律”和“德智体美等全面发展”。然而，重点理工大学培养的未来工程师的品质可能不只是表现在一般素质要求上，还在于他们必须有能力在艰苦创业过程中，成为工程的科技和教育事业的先锋和带头人。

2 中国工程师的应有品质与培养

2.1 关于创新能力和创新品质

创新，可以理解为创造（Creation）和革新（Innovation），也可进一步理解为在创造物质财富和精神财富过程中的革新。未来工程师的创新能力和品质，是工程这个“有创造力的专业”永葆青春的基本保证，从而这也就必然成为一个国家的技术、经济和社会的未来的基础。发达国家的工程界和工程教育界在20年前开始形成这一共识，由此引导了他们持续至今的工程教育大改革。

“科学家发现已有的世界，工程师创造还没有的世界。”冯·卡门教授的这句名言本来已经讲明了工程师的基本责任，为什么现在要老话重提呢？基

本原因，还是在于科技的进步太快、经济的竞争太烈、社会的要求太多，对工程师智慧、力量和道义的挑战太严峻。20年前的以前，如果说人们思想的束缚还是由于技术的障碍，那么20年后的之后，可以说技术发展的障碍唯一来自人们的思想。换言之，思想的解放、观念的变革、概念的创新，在今天已成为所有其他创新的先导或前提。这就是已经出现的“‘慧件’设计和开发”的概念。只懂“硬件”的，可以做一个优秀的技术工程师；懂得“硬件”和“软件”的，可以做一个出色的管理工程师；既懂得“软、硬件”又懂得“慧件”的，可以做一个高明的系统工程师。在过去，确实只消与硬件打交道，能够做到技术上的创新就相当不错了。现在人们明白，要把技术创新的事做好，还要以制度创新做支援、以概念创新做先导。“三大件”的创新都需要，而当前尤以慧件的创新为先^[5]。此外，创新不仅是个能力问题，还是个涉及意识、动机、态度和价值观等因素的品质问题。强烈、执著的创造欲望，独立自主、艰苦奋斗的创造精神，自强不息、坚持不懈的意志和勇气，是工程师必不可少的品质，是种种创造技法不能替代的。

对于工程师创新意识和能力的开发，大学工程教育起着关键作用。作为传统上传播知识的场所，大学应当深切明了，“知识愈多创见愈少”并非无稽之谈，如果把自己的学问看得那样神圣的话，如果忽视知识的开发和应用的的话。创新的教育，呼唤教育的创新。大学工程教育的创新，至少包括对专业目标、培养过程与评价标准的再认识，包括课程计划与教材内容的修订，包括教学行为与策略的变更，包括教师对教育理念和教学态度的正向转变，以及现代教育技术的积极引进与推广。总之，为了实现创新的工程教育，现行工程教育需要在最大程度上“重建”、“重组”或“再行设计”。这其实是创新概念“事务过程再造”（Business Process Re-Engineering）的移植。事实证明，这是个成功的新概念，它正在开辟工程和商务活动的新天地。

2.2 关于实践能力和实干精神

现代工程师的创造力几乎与往昔的闭门造车或冥思苦想无缘，而是直接来源于解决复杂实际问题的群体的实践。工程师不是“敢想敢说”的思想家，但却是“敢想敢说敢干”的实行家。实践是工程活动的本源，实干是工程师的本分。

这个本来是毫无疑问的简单道理，为什么到了

非重申不可的地步呢？因为数十年来工程教育过度的学术化，已经与工程的现实需要乃至国家的现实需要发生严重脱节。不可能想像，一个工程教育办得成功的国家，在它的商场里居然摆的都是外国造商品；也不可能想像，这样的国家能够昂然屹立于世界民族之林。十多年前，当麻省理工学院(MIT)的16位教授发表了他们的研究报告《美国造——夺回生产力优势》，在美国工程教育界投下一块巨石激起轩然大波的时候，也不过是美国仅仅在其制造业的几个有限领域稍稍落后于日本或德国。然而随即发生的工程教育理念和政策的修正与调整，却使美国制造业的十余种关键技术的竞争地位在不到五年内得到全面提升。至今，“回归工程实践”(Return To Engineering Practice)，依然是MIT等校跨世纪改革的旗帜和口号。

综合性大学和现代化大学，在高等教育的历史和现实中都是不同的概念。综合性大学的学科齐全多数还历史悠久，现代化大学的学科未必齐全也未必历史悠久，但后者树的多是“实学”的旗帜。任何国家在开始其现代化历程的时候，“实学”总是对传统(多数也是主流)学术文化的挑战与反叛。MIT的一位教务长罗森布累斯在20世纪70年代末就曾讲，“MIT不是一个综合性大学，而是一个现代化大学，特别是与科学技术紧密联系，(学校)许多发展是与工业同时推进的”。MIT前校长格雷在80年代末又说，“我们从来没有也不会想把MIT变成一所综合性大学。我们仍旧打算保持我们既定的方针，那就是注重科学技术的发展与进步及其在工业、艺术、农业、商业领域的应用”。联系到该校创始人罗杰斯为MIT制定的“教学、研究与关注真实世界问题的结合”，它的实学精神是一脉相传的^[6]。上述两类大学，实际上也体现着两种不同的大学理想。许多大学是被时代拖着前进的，但是那些敢于标榜“实学”的个别大学则是推着时代前进的。

虚文好做，实事难为。发达国家尚有这类事体的纠葛，在我们这个有着数千年封建文化包袱的中国，对此更不应等闲视之。现代中国的工程师，切莫以骚人墨客的肉麻当高雅，亦无须拿风流雅士的酬唱做楷模。工程教育似乎无须把棋琴书画之类看得那么重要，倒是应当静下心来多做些更重要的事，包括探讨如何纠正过度的“学术化”偏向，以及如何更好吸收东西方文化的精华为自己所用。当然，

培养实践能力和实干精神，除了主观的认识问题，还有客观的条件问题。客观条件也不只是物质资源，还包括诸如考试、评价、奖惩等相关制度。各级有关行政皆应当端正务实态度，彻底检查一下政策指挥棒导向的虚实，才会有下文好做。有真才实学的未来工程师只有靠务实的工程教育去造就，脚踏实地的工程师也只有务实的社会中才能展现他的才华，实现他的抱负。

2.3 关于创业精神和忧患意识

中国高等教育的先驱、求是书院首任总办林启，在一百年前深刻指出：“居今日而图治，以培养人才为第一义；居今日而育人，以讲求实学为第一义。”^[7]许多先哲前贤、志士仁人，也说过许多类似的话。百年前就有的这样的洞见，为什么时隔一个世纪又需重提呢？

一百年前的讲“人才”、讲“实学”，实在是洋枪洋炮逼迫的结果，是在家仇国恨的屈辱下痛定思痛、深刻反省得出的教训。时间是最好的洗涤剂。随着岁月的流逝，这个痛苦教训上的泪痕和血渍亦将褪尽。五六十年代主要讲“改造”和“奉献”，讲国门紧闭下的“自力更生”和“艰苦创业”。现在改革开放的巨大成就，却让一些年轻人陶醉而不识东西南北，不知来途去路；只讲“一部分人先富”而不问另部分如何脱贫，不知国家虽已繁荣但还不足以称为强大。政治理论教育、道德品质教育、思想政治教育虽然被放到第一位，也已投入了不少人财物力，可是颇难得到智育、体育乃至美育得到的效果。教育工作者未必注意到，整个社会的价值观念正在从“社会本位”向“个人本位”急速地变化，而我们并没有调整好教育的过程与策略。“德育”理念的理想成分太多，混杂着大公无私和修齐治平，却很少涉及社会主义初级阶段的现实。

其实现实一点，只是要在我们的教育中正确地突出爱国主义和忧患意识。忧患意识不是弱者的“专利”。忧患意识是不满现状、挑战问题、追求完善的欲望，它是承认差距、揭露矛盾、立志解决的勇气，它是不甘平庸、意向高远、躬身践行的态度。因此，它必定为真正的强者所拥有。忧患意识或者危机感，必然是与奋发图强、吃苦耐劳、振兴事业、报效祖国等美德相联系，也必定会与不图虚名、不苟私利、不讲空话、潜心实干等懿行相关联。有了这些美德懿行，自然也就会有创业的精神和实践。无论学生今后是干公职、是受雇，还是单

干或合伙经营,这种精神将会永远激励他们去开创利国利民、利己利他的新天地。

2.4 关于指挥才干和领袖胆识

古今中外的创业者大凡都有这种气质:能想人之不敢想,会做人之未曾做。重点理工大学的学生身上应当有一点这个味道。既然我们加强了创新能力和创新气质的培育,加强了实践能力和实干精神的造就,加强了创业精神和忧患意识的灌输,我们就没有理由把未来工程师塑造成温驯听话的小绵羊、墨守成规的办事员,哪怕是“闪闪发光的螺丝钉”。在工程师的职责中,本来就有规划工事、控制进度,安排人工、调遣材料,应变事故、决断施策等内容。这意味着工程教育必须给学生足够的经济管理训练,必须对多数学生提出经济头脑和管理能力的要求,积极创造条件培植他们的企业家精神,使之将来有能力承担更重要的经理、主管、指挥、总裁、领导的责任。

中国过去的教育目的,也讲究养成人的“弘毅”,能挑起国家社会的责任。“弘”者弘大,胸襟宽阔、气度恢宏;“毅”者刚毅,见解深刻、目光远大、决断果敢、行动彻底。这种人从政可望是出色的政治家,经商则可望为优秀的企业家。21世纪的杰出工程师正是需要集这种政治家、企业家的品质于一身,去“创造还没有的世界”。

这是知识经济时代或“智业”时代的工程师素质与旧时代工程师素质的最大差别之所在。具体说,这些素质体现为工程师的洞察力、决断力、行动力和号召力。新时代工程师必须有“洞察力”。他能预测何种技术会发展,何种商品或样式能流行,何种举措能规避风险、赢得利润;一句话,需具备常人不具的先见之明。新时代工程师必须有

“决断力”。他能迅速把概念、思想转化为行动方案,并能把握实施方案的时机。举棋不定、优柔寡断固不足取,决策迟疑而丧失机遇也不可容忍。新时代工程师必须有“行动力”。他对已作决断之事能迅速采取有效行动实现之,不达目的誓不罢休。他遇到困难也不丧气,能够随机应变,但决不轻易放弃目标。新时代工程师必须有“号召力”。他为了实现目标,不会单枪匹马更不去孤芳自赏,而是善于组织发动、运筹调遣,善于营造一种组织气氛,以激励和维持团队的创新精神和奋斗精神。

在21世纪人类社会的征途中,工程和工程师是任重而道远,工程教育也是任重而道远。有志于振兴中华的中国工程师和工程教育工作者,积极行动起来,努力开拓中国的工程事业,为人类文明的繁荣昌盛作出中国人应有的贡献!

参考文献

- [1] 江泽民. 在国际工程科技大会上的讲话(2000年10月11日)[N]. 光明日报, 2000-10-12(1)
- [2] 王沛民, 顾建民, 刘伟民. 工程教育基础: 工程教育理念和实践的研究[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1994. 238
- [3] Whitworth B. et al. Special Report: Graduates [J]. Professional Engineering, 1998, 11(2): 28~40
- [4] 倪明江主编. 创造未来: 工程教育改革研究[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 1999. 302
- [5] 路甬祥, 王沛民. 工业创新和高等工程教育改革[J]. 高等工程教育研究, 1996, (2): 7~13
- [6] 王沛民. 争创一流的MIT办学精神与实践[J]. 上海高教研究, 1996, (3): 68~71
- [7] 林启. 浙江巡抚廖中丞奏设求是书院折[M]. 浙大教育文选. 杭州: 浙江大学出版社, 1987. 1~7

Enhancing to Produce Chinese Engineers of the 21st Century

Wang Peimin, Kong Hanbing

(Zhejiang University, Hangzhou 310027, China)

[Abstract] The article discusses the awareness of engineering culture that engineering educators should develop, as well as the role played by engineers, their significance and personal quality required, considering the new mission of Chinese engineers of the 21st century. The authors also look into the four important kinds of quality of creativity, practicing ability, entrepreneurship and leadership. Furthermore, recommendations for engineering education reform are provided accordingly.

[Key words] engineer; personal quality; engineering education; innovation; reform