

Several Suggestions for Cultivating “Excellent Engineers” in Civil Engineering

Zhenting Hong¹ Zhigang Sheng^{2*}

1. Research Institute of Information Technology, Tsinghua University, Beijing, 100084, China
2. Beijing Shengjian Dacheng Technology Co., Ltd., Beijing, 100013, China

Abstract

The earliest civil engineering university education in China can be traced back to Beiyang University (now Tianjin University) founded in 1895. After more than one hundred years of development, China's civil engineering professional education has made great progress. Civil engineering is an important fulcrum of China's construction cause, and also one of the main majors of cultivating “excellent engineers” in China. How to help students to master some practical and effective learning methods in professional education, and gradually cultivate “rigorous engineering thinking and skilled hands-on ability”, are all unavoidable problems towards “excellent engineer”. Combined with the examples of civil engineering teaching, this paper preliminarily discusses several effective professional teaching methods. Based on this, this paper puts forward some suggestions on how to cultivate more qualified “excellent engineers”.

Keywords

civil engineering; professional education; excellent engineer; engineering thinking; hands-on ability

如何更好地培养土木工程专业的“卓越工程师”

洪振挺¹ 盛志刚^{2*}

1. 清华大学信息技术研究院, 中国·北京 100084
2. 北京盛建大成科技有限公司, 中国·北京 100013

摘要

中国最早的土木专业大学教育可追溯到1895年创办的北洋大学(天津大学)。经过一百多年的发展,中国的土木专业教育已经取得长足的进步。土木工程专业是中国建设事业的重要支点,也是中国培养“卓越工程师”的主要专业之一。如何在专业教育之中帮助学生掌握一些切实有效的学习方法,并逐步培养起“严谨的工程思维和娴熟的动手能力”,都是迈向“卓越工程师”不可回避的问题。结合土木专业教学的实例,论文初步论述了几种有效的专业教学方法。以此为基础,论文就如何培养出更多合格的“卓越工程师”提出了自己的几点建议。

关键词

土木工程; 专业教育; 卓越工程师; 工程思维; 动手能力

1 引言

由于中国仍然处于相对落后的状况,工程技术领域与发达国家至今存在明显的差距,国家多个部委近几年联手推出“卓越工程师”培养计划,争取在土木工程和其它工程专业能够培养出足够的高级人才,以求尽快迈入制造业强国的行列^[1,2]。

结合多年来的一线教学和工程实践经验,论文将以几

个较为基本的土木专业人才培养问题为切入点,来探讨一下如何才能更好地实施“卓越工程师”的培养计划。这些问题包括怎样借助一些基本教学手段来调动学生的积极性,如何帮助学生更好地驾驭知识(而不是过分地倚重“记忆知识”),以及如何激发他们的创新能力,等等。以此为基础,论文就培养“卓越工程师”的一些基本问题提出了自己的看法,希望这些看法能给读者带来一定的启发。

2 尽力调动学生学习的积极性

积极性的多寡往往是决定一名学生能否学有所成的关键环节,也是未来能否成为一名合格工程师的主要动力之一。只有充分调动学生的积极性,教育培训的质量才能得到根本保证。在土木工程的教学,要想将学生最终培养成具有“严谨工程思维和娴熟动手能力”的“卓越工程师”,首先就必须尽力去调动他们的积极性。在此基础上,再设法尽

【作者简介】洪振挺(1978-),男,中国福建泉州人,博士,教授,研究员,从事数字教育、教育创新、数智化转型等研究。

【通讯作者】盛志刚(1963-),男,中国江苏徐州人,博士,副教授,副研究员,从事AI教育理论、工科教育方法、结构抗震性能、结构试验方法、深海系泊工程等研究。

力引导学生从专业上从“认真思考、勤于动手”开始，逐步走向“踏实严谨、技巧求精”——最终达到我们的教育培养目的。

积极性如此重要，但是在调动学生积极性的问题上人们的认知至今仍存在不少误区，在此先以考试判卷为例来讨论一下这个问题。在专业教学上不少教师很容易走向两个极端：一种是严格按照试卷评分标准来判分，另一种是随心所欲地打分（比如与谁走得近就多给分，与谁较疏远就少给分）。但有多少人想到：考试仅仅是一种工具，如何借助这一工具来更好地达到教育目的才是最根本的问题？

以笔者所教过的学生为例，曾经有少数来自教育发达地区的学生，在进入大学之后不思进取，经常不认真听课、迷恋于玩游戏等，但由于文化基础相对较好却能把各门功课都考及格。而对于另一些来自贫困地区的学生，虽然他们往往非常珍惜学习机会，但却因为基础较差或略为迟钝，偶尔会有一些功课达不到卷面的及格标准。平心而论，这两类学生都有一定的代表性，但应如何处置这些行为才能更好地促进教育教学则涉及不同的教育理念问题——相信很多人都会说：前者应该抵制，后者必须鼓励！可是在评判分数的时候有多少人考虑到这一点？如果让前者门门都能混及格，后者完全按照评分标准来计分，我们岂不是放纵了懒散厌学的行为，而打击了积极进取的上进心？

类似的误区在现在的专业教学中还有很多^[1]，如果不引起足够的重视并采取有效的措施，各位师生在教育教学中上的各种辛勤努力还能够起到应有的作用吗？因此，我们在整个教学体系的设计时，首先应考虑如何借助各种手段来调动学生的积极性。比如在课堂上鼓励学生主动回答问题，在课后作业中启发他们尽力寻找更多的答案，等等。由于土木工程教学经常涉及人们最关心的“衣食住行”等问题，因而在教学之中调动学生积极性的方法也更加灵活多样。

3 帮助学生提升提要总结的能力

华罗庚先生曾向人介绍过自己“由薄到厚”再“由厚到薄”的读书方法。其中“由薄到厚”是一个逐渐积累的过程，类似古人所说的“读书破万卷”；而“由厚到薄”则是一个总结提要、吸取精髓的过程。其实，在专业学习的各个阶段，都可以借助不断总结、归纳提要的方法来更好地掌握所学的知识技能。在土木工程的专业教学中，如何结合专业知识的讲解来达到这一目的呢？先来看几个具体实例：

实例一：预应力混凝土结构的预应力损失问题。在混凝土结构中，通过施加预应力可以大幅度改善结构的承载力和抗裂性，因而预应力的方法得到越来越广泛的应用。但是，在施加预应力的过程中必须解决一个非常基本的问题——如何减少预应力的损失？要想解决这个问题，必须事先明确具体结构中的预应力损失究竟有哪几类，因为不同情况下预应力损失的种类是不一样的。在学习这部分知识的时候，如

果善于总结提要，可用一句简短的口号来进行归纳：“一锚二摩三温差，四松五收六嵌压。”这句口号不仅把常见的预应力损失全部都概括进去，而且还能帮助学生轻松记住所学（在正课之后只需简要讲解一下口诀各字的含义，就能让学生完整地理解并区分不同结构预应力的损失所在。比如其中的“四松”就是指钢筋松弛导致的预应力损失，这是大多数预应力结构都应尽力避免或减小的问题）^[4]。

实例二：混凝土结构的耐久性问题。在混凝土结构中，耐久性是一个非常重要的指标，因为耐久性的好坏往往决定结构寿命的长短。耐久性的含义可以这样来表述：在正常使用和维护的条件下，结构在预定的使用寿命内能够维持正常的安全和使用要求的功能。对于结构的耐久性，在不同教材中还有其它的表述。但无论是何种表述，这个概念均可概括为“常用不坏”。“常用”就是正常维护和使用，“不坏”则是保证不出现损伤和破坏的能力。不难看出，这种概括既可以帮助理解、又能加深记忆。

其实，在土木工程的专业学习中还可以找出很多类似的例子，只要多加用心就能发现很多助记易解的方法来。这些方法不仅可以帮助学生不断提高记忆和理解效率，而且还能帮助他们养成深入思考、把握本质的习惯。换句话说，在当今这种知识大爆炸的时代，如果不设法教会学生掌握驾驭知识的能力，而仅仅是记住所学的专业知识，在今后的工作中他们将迷茫不知所措，甚至寸步难行。不断归纳总结、善于把握要领，就是这种能力的重要体现。

4 卓越工程师的基本素质及培养方法

要想成为一名合格的卓越工程师，所需要具备的素质是多方面的。在此笔者将重点讨论两个最基本的素质：严谨的工程思维和娴熟的动手能力。作为工科专业人才，每个人都必须意识到：“严谨”是现代工程科学的灵魂。但是，在今天的工科专业教育中，如何有效地培养学生的“严谨”作风依旧是一个令许多人困惑的问题。在“动手能力”上，虽然人们都知道它是运用所学的专业知识来解决各种工程实际问题的实操能力，但中国大学生的动手能力普遍较差则是一个公认的事实。

先看“严谨”作风的意义及其培养方法的问题。仍以土木专业为例，土木工程师的工作往往是一项人命关天的事业——一旦失误就有可能造成生命财产的巨大损失，所以必须倾力培养“严谨”的作风。首先来看一个例子，清华大学的建筑专业以前曾有这样一项规定：所有开始学习绘画的学生都必须首先学会削铅笔，且每个人在削成一支铅笔的过程中所用的运刀次数是严格限定的——不许多一刀，也不许少一刀（否则不许动手学绘画）。这种规定有些令人难以理解——这未免太过严苛、太吹毛求疵了吧？

再看一个例子，中国人民解放军的内务条令对叠被铺床的规定是：竖3横4，口朝前方置于床中^[5]，并叠成的外

形必须像“豆腐块”一样整齐。如此严苛入微的床务对普通军人真的有必要吗？但是，英美等国的军官在参观中国的军营后，把这种床务整洁的要求写入了他们军队的内务条令！中国人民解放军的战斗力的所以能享誉世界，其军事素质不就是依靠这种近似严苛的训练，一点一点地积累起来的吗？

从以上的例子不难看出：要想培养出具有严谨作风的卓越工程师，必须构建一套严格而科学的训练体系。这就要求我们在专业学习和生活实践中，尽力将严谨作风培养的方法和理念融入到每一个可能的环节中。在土木专业的教育中，这种严谨的作风可以通过数学计算和制图训练等来逐步造就。而计算的条理性和画图的规范性，就是专业教育中必须严格执行到位的。

动手能力是工科专业人才最基本、也是最重要的能力。如果不能解决实际问题，其他的学识和技能都将失去工程意义。由于多种原因，包括传统文化中轻视劳动思想的熏染，以及改革开放之后几十年的教育过多地重视应试结果而忽视动手能力的训练，导致今天的很多工科教师都缺乏动手解决实际问题的能力。这就直接导致工科学生在进入专业学习阶段，难以得到应有的动手实操训练。因此，必须设法从多个角度来尽快提高工科教师和学生的动手能力。

此外，加强日常劳动（如做家务），也是提高学生动手能力的重要途径。因为只有经常动手实践的人，才能深切体会到实际问题的复杂性和多样性，才会兼顾具体工作的各种细节，才能最终跳出理论的束缚而灵活地应对各种变化。近年来，中国教育部门也意识到这个问题的重要性，开始在各级学校大力开展加强学生劳动教育的活动^[6]。这对改善中国大学生的动手能力，无疑将会带来巨大的推动作用。

5 结论和建议

积极性是人类进阶的重要源泉。如何调动学生的积极性，帮助他们在生活和学习中奋发向上、努力进取，是土木专业教育的重要环节之一。在整个专业教学体系的构建中，首先应考虑如何借助各种手段来调动学生的积极性。奠定这

个基础，就可以更好地解决专业学习的其它问题。

学会不断总结、善于归纳提要，不仅能帮助学生迅速抓住问题的本质，而且可以显著提升他们驾驭知识的能力。严谨的工程思维和娴熟的动手能力，是成为卓越工程师必须具备的两大基本素质。“严谨”是工科的灵魂，如果不设法在土木专业教育中构建严谨作风的培养体系，“卓越”就可能成为空谈。动手能力是工科专业人才最重要的能力，必须通过不断深入实践来逐步加以提升。

随着“卓越工程师”培养计划 2.0 的推行，中国的制造业大国地位必将得到进一步巩固，未来也必将成为新的世界人才中心和创新高地^[7]。相信通过广大工科师生的辛勤耕耘，我们一定能培养出越来越多的卓越工程师，为中华民族的伟大复兴贡献应有的力量^[8]。

参考文献

- [1] 土木工程专业发展史编写组. 土木工程专业发展史[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2022.
- [2] 中华人民共和国教育部, 工业和信息化部, 中国工程院. 关于加快建设发展新工科实施卓越工程师教育培养计划 2.0 的意见[EB/OL]. 中华人民共和国教育部公报, 2018-10-08.
- [3] 王华斌. 学习的误区及对策[M]. 北京: 中国科学技术出版社, 2018.
- [4] 熊学玉. 预应力混凝土结构理论与设计[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2018.
- [5] 中华人民共和国中央军事委员会. 中国人民解放军内务条令(试行)[N]. 解放军报, 2018-04-17(1).
- [6] 中华人民共和国教育部. 大中小学劳动教育指导纲要(试行)(教材〔2020〕4号)[EB/OL]. 中华人民共和国教育部公报, 2020-7-7.
- [7] 赵长祿. 加快培养新时代卓越工程师服务建设世界重要人才中心和创新高地[J]. 中国高等教育, 2022(20): 13-15.
- [8] 林健. 培养大批堪当民族复兴重任的新时代卓越工程师[J]. 中国高教研究, 2022(6): 41-49.