

Views & Comments

智慧的开端：工程教育面临的挑战

Helen Atkinson

Head, Department of Engineering, University of Leicester; Chair, the Education and Skills Committee (formerly the Standing Committee on Education and Training) for the Royal Academy of Engineering

要想成为一个艺术家需要具备什么素质？要成为伟大的音乐家呢？如何培育一个具有国际水准、可以运用所学专业知识和承担全球重大挑战并提出有效解决方案的工程师？我们如何既在技术知识层面又在判断力和智慧层面帮助年轻人成长？

从现在到2020年，为了替换将要退休的人员并驱动经济增长，英国将有近一百万个工程师与科研人员的职位空缺(数据来源：EngineeringUK)。工程教育面临的挑战是不仅使学生获得技术知识和理解，而且在判断力和智慧层

面也获得成长。

首先，有几个与工程师们的关键特征相关的词语。

最近，英国皇家工程院与英国温彻斯特大学进行了一项研究，目的在于总结工程师们的关键特征。英国皇家工程院在2014年发表了题为“像工程师一样思考：一个主动学习的方法”的报告，并在其网站[†]上公布了全文。它重点强调了六个工程思维习惯，即工程师们的主要思维方式和实践特质(图1)，如下所述：

(1) 发现问题；



Engineering habits of mind

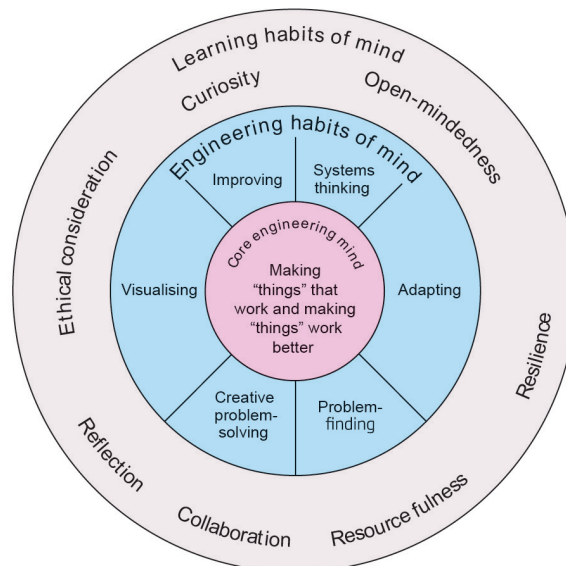
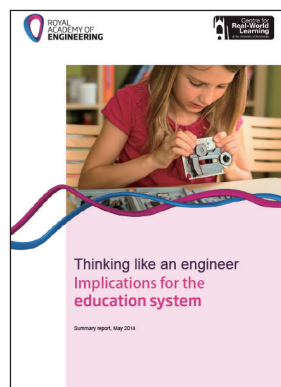


图1. 工程思维习惯(来源：Bill Lucas, Janet Hanson, Guy Claxton，英国温彻斯特大学和皇家工程院，2014)。

[†] <http://www.raeng.org.uk/publications/reports/thinking-like-an-engineer-implications-summary>

- (2) 创造性地解决问题；
- (3) 富于想象；
- (4) 不断提高；
- (5) 系统思考；
- (6) 适应。

正是这些优点造就了我们。

在某种程度上，所有的孩子都是天生的工程师。然而，我们现行的教育体制通常仅以灌输知识为目的(当然，工程师也需要学习知识)，一旦我们不小心，这种教育体制很有可能会扼杀孩子们的创造性和解决问题的天性。对于在高价值活动中的全球经济来说，一个培育并发展这六个特质和核心学术知识的教育体制必不可少。

让我们的学生获得知识是件很重要的事。我们不愿踏上一座由不会计算受力和抗风的工程师所设计的桥；也不想乘坐一架设计不符合空气动力学原理的飞机；更没有人会愿意住在由不懂土力学的人设计建造的大坝旁边。然而，为了实现那些伟大的技术并迎接全球重大挑战，我们需要能在技术上和社会关系上进行判断的工程师。

智慧也同样如此。什么是智慧？智慧是拥有经验、知识和良好判断力的品质，这是一种能够辨别内在品质和人际关系的能力。它是洞察力。其关键词是判断、识别、洞察力和理解。这些品质在所有文化中都很价值。在这里我要引用孔子和一位美国总统的名言。孔子说：

生而知之者，上也；学而知之者，次也；困而学之，又其次也。

美国第30任总统Calvin Coolidge说道：

知识可学，智慧靠悟。在较短时间内记住大量事实可能并不难，但是要想获得判断力，就要在繁重的工作中严格自律并怀有从经验和阅历中不断学习的炙热之心。

执业工程师的智慧来自多年的经验，因此我们要让年轻工程师们亲身经历那些能增长见识的情况。在英国，我们主要通过团队合作和设计竞赛来实施。我们也帮助学生了解工程师在社会中扮演的角色(这确实是一个专业工程师资格认证的要求，如特许工程师资格)。

例如，在莱斯特大学，我们会给学生设置竞赛，让

学生去设计和建造一个具有一定规格的风力涡轮机，而且竞赛项目必须由团队共同完成。当团队中有成员没有完成自己的工作时，其他成员必须决定如何处理这种情况。当学生遇到团队内部纠纷时，他们将如何辨别团队前进的道路而避免让声音最大的人成为主导？如果他们失败了呢？现在的社会文化趋势不允许我们的年轻人失败，也总有人将他们与严酷的现实世界隔离；但是，人只有通过失败才会真正成长。当然，与在实际建造桥梁、飞机或大坝时出现失误、危害人们生命相比，在大学的设计竞赛中失败并从中得到重要的经验是幸运的。

在英国莱斯特大学“社会中的工程师”的讲授课程中，我们考察了工程伦理的问题。在英国皇家工程学院网站[†]上可以找到非常有用的指导。

在工程伦理实践的指导过程中，通过一系列工程伦理的案例研究，制定出下列核心伦理原则：

- (1) 精确和严谨；
- (2) 诚实和正直；
- (3) 尊重生命、法律和公众利益；
- (4) 尽责的领导：倾听和鼓励。

这是“伦理原则声明”中的四项基本原则，该“声明”规定工程专业“应指导工程师追求职业生活的崇高理想”。《实践中的工程伦理：工程师导读》一书中有一个典型的案例研究(完全是虚构的)，现摘录如下。

专业工程师应“避免发生欺诈行为，采取措施防止腐败或失职行为，并坦陈利益冲突”。

情景概要

Sudobuild公司是一家国际土木工程咨询公司，它承接世界各地的工程项目。公司的员工已经被选派到一个发展中国家去实施某个项目，这个项目涉及大型水电设施安装，为某城镇的上千户居民适时提供电力。项目经理与客户协商交易条款，该客户就是将要建造水电设施的建筑公司。

客户同意与Sudobuild公司订立的合同，并告知项目经理，咨询工作的资金来自致力于能源生产设施发展的中央政府基金。由Sudobuild公司包括项目经理在内的一个小团队独立开展工作，为已经成熟的计划提供指导，以确保设备能够应对大范围的流量变化。

工作完成后，项目经理需提交发票，客户要求项目经理按照原本工作量的两倍金额开发票。客

[†] <http://www.raeng.org.uk/policy/engineering-ethics/ethics#ethicsinpractice>

户解释了政府基金具体如何运作；该基金应该支付50%的费用，而客户公司应该支付另外的50%。然而，参与基金管理的关键人员已经形成一种惯例，即按咨询费用金额的两倍开发票，这样就可以让政府承担全部成本。

在这种情况下，Sudobuild公司的服务费是37万英镑，其中只有18.5万英镑来自政府基金。客户提出由Sudobuild公司开据74万英镑的发票，然后Sudobuild公司就可以收到由政府支付的37万英镑全款。客户从Sudobuild公司的角度指出这样做的好处：他们能够按时收到全款。在这类咨询工作中实属罕见，可以为财务部门节省时间和金钱。这样做给客户公司带来的好处也很明显，因为他们无需支付任何费用便得到了相应的服务。政府对此一无所知，因为该基金的管理人员向高级政府官员隐瞒了操作程序。

在被客户告知这一过程的单方面变更时，项目经理表示很惊讶，甚至有些愤怒。项目经理不希望参与到窃取国家基金的行为中，然而这种窃取却是“正常”的，经理向客户公司解释Sudobuild公司的立场。然后客户公司就给出了一些令人失望的消息；他们说，他们没有钱支付咨询费用。他们声称只能向Sudobuild公司支付这50%费用中的四分之一，并且他们再一次敦促Sudobuild公司遵从他们提出的付款流程，这样Sudobuild公司就可以收到全额付款。

两难境地

你已经为一家外国公司承担了顾问工作，根据计划，你一半的咨询费用来自中央政府拨款。然而，客户公司却在你工作完之后通知你，他们的财务困难，你能得到全额付款的唯一途径就是伪造发票文件，这样政府才会给你支付全款。有人会告诉你这是实施标准，你要与政府基金管理者合作。

你应该做什么？

1. 你可以同意客户公司提出的付款流程。对

Sudobuild公司来说，得到与他们所做的工作对等的汇款很重要，政府基金管理员已经批准开出双倍的发票。

2. 你可以拒绝参与这一实践，并接受客户公司所提供的任何数额的资金。你不想参与腐败，但你也不想与这家公司和该地区的其他人断绝关系。

3. 你可以拒绝开两倍的发票，并把客户公司告到法院，从而收回你的费用。重要的是要站稳反对腐败的立场，并确保企业能够勇敢承担他们的债务。

学生分组进行案例研究，以确定最佳的行动策略。这有助于他们思考如何应对这种情况下的困局，从而发展自己对未来的判断。这四个原则给了他们一个框架去检查一种对立的情况，从而能够在作出决定时在这种“灰色地带”找到平衡点。

我们再一次回到孔子和Coolidge的例子上来。我们如何学习智慧？

在孔子看来，我们学习智慧要：

(1) 通过思考——在教育年轻的工程师时我们必须提供一个反馈框架，包括对失败的反馈；

(2) 通过模仿——我们自己必须成为模范，我们必须是导师；

(3) 通过自身体验——这是最“痛苦的”，也是最能到达我们内心深处的方法。

Coolidge认为，“要想获得判断力，就要在繁重的工作中严格自律并怀有从经验和阅历中不断学习的炙热之心”。

这是工程教育所面临的挑战。

致谢

笔者感谢英国皇家工程院允许本文引用《实践中的工程伦理：工程师导读》中的内容，并且允许本文使用《像工程师一样思考：一个主动学习的方法》中的图片。