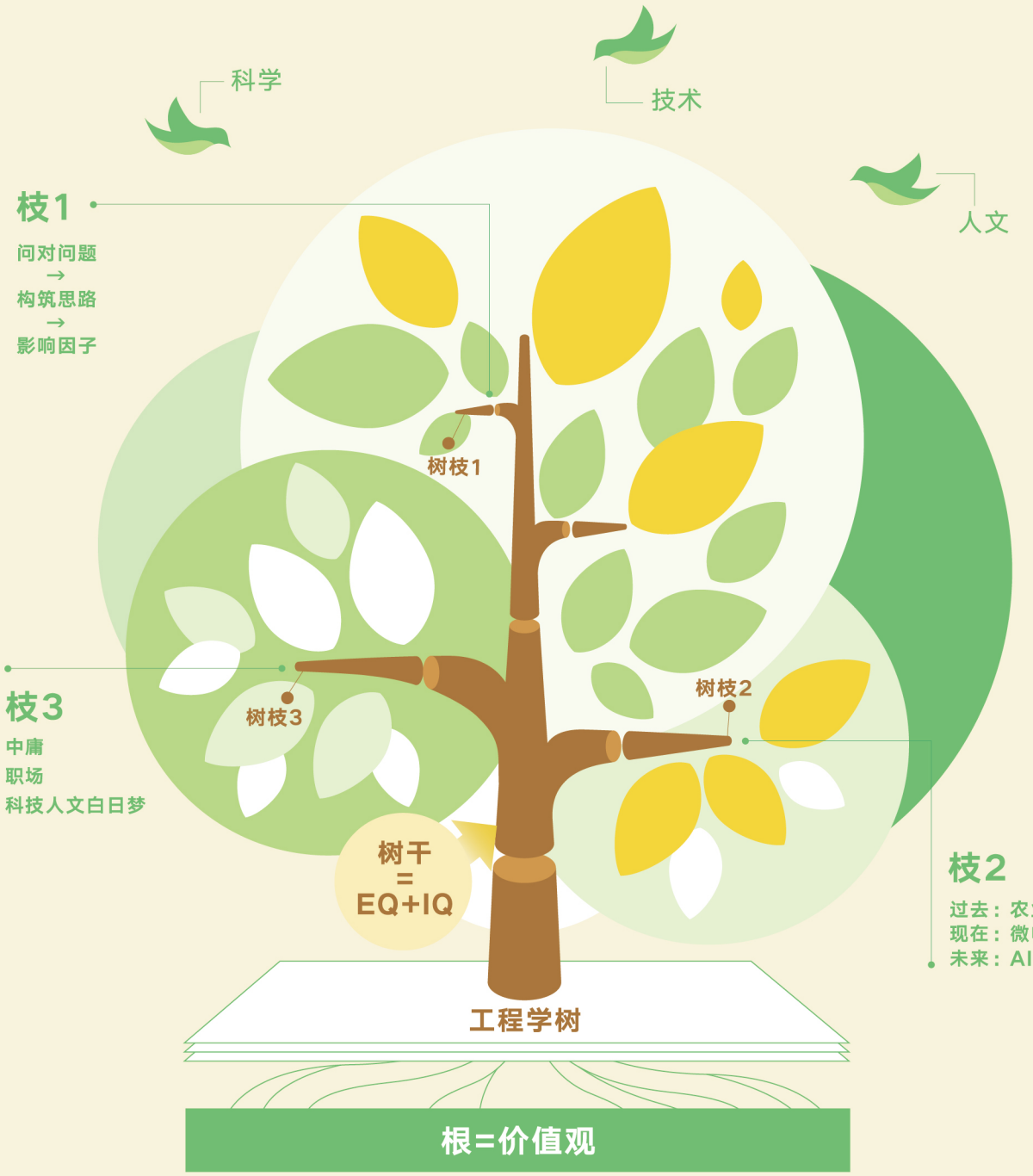
工程导学
Engineering Learning

工程导学

The Way to the Engineering

段力 编著

段力 编著



上海交通大學出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

上海交通大學出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

巍巍交大　百年书香
www.jiaodapress.com.cn
bookinfo@sjtu.edu.cn

责任编辑／张　勇
封面设计／郁　悦

扫描二维码
关注上海交通大学出版社
官方微信

ISBN 978-7-313-20777-7

定价：49.99元

再版序

《工程导学》意在“导引”，帮助大一学生完成“**从高中到大学**”的过渡。中国大学之前的教育多以“被安排”的应试教育为主，自主思考与责任感不足，实践能力、沟通与表达能力、团队意识不强。而工程学是一门 **IQ＋EQ** 的学科，是一门集科学、技术、人文学于一体的行为艺术，以实际需求为导引、以工程目标为导向，将不同学科的知识点有机组合，实现“科技人文白日梦”。所以《工程导学》意在利用工程学导论课程，实现“**从学习知识到创造知识**”、从“学生到工作”的转变，培养多学科交叉的复合型创新人才。“导”只是一个开端，旨在引导大学本科一年级的学生，充分利用大学四年的时间完成以上的过渡。

这本书强调指出，大学不仅是为了传授知识，而且是为了培养能力。师者应鱼渔双授，学者当渔鱼双收。浙大校长竺可桢曾引用英国大文豪的话说，大学不仅要学会如何得到面包，而且要学会使面包更好吃。前者指的是鱼，后者指的是渔。**当前的大学教育，鱼有余而渔不足，**这是不行的。这本书结合工科平台的具体特点，使学生通过具体的操作来培养能力，通过工科大平台这个实际的媒介实现能力的培育。工科大平台是上海交通大学的一项教学创新，意在**打通机、电、船、材等工科学科**（专业范围覆盖了机械、动力、电子信息与电气工程、船舶海洋、建筑与土木、材料与化学、生命科学与生物医学、航空航天等学科与专业）分立的培养模式，培育未来的“以目标为导向”的交叉型复合型创新人才。《工程导学》意在提炼工程学的普适性原则和方法，**提炼工程学的精髓方法理论**，建立一套工程素质培养体系，帮助大一本科学生从”被安排”的应试教育为主过渡到大学乃至研究生状态的自主学习与自主探究为主。

工程学导论是上海交通大学工科大平台一门全新的普适性课程，这本《工程导学》可以作为工程学导论的辅助性教材。课程采用小班授课（约 30 人），便于老师和学生的互动和实践。课程选题可以结合授课老师本身的专业和可行性来决定，每一位授课老师的内容有共性也有其特殊性，对于课题的设定方式每位老师都需要做一些思考和考量。课程主体导向**由老师向学生转移**，学生作为主人翁，从项目的策划、分工、汇报、总结的全过程中增强参与感，体会作为工程人的责任。评价体系是态度，激情，参与感，实践能力＋表达能力。很多场合，工程学的问题不是有“标准答案”的问题，答案或解法只有“更好”。由于主观上角度认知的差异，对结果也会有争论和讨论。所以评分标准可能不是“对与错”，而是可以“自圆其说”，课程重在工程方法和态度的培育，而不在于结论的对和错，这都是和大学以前其他课程追求标准答案的评价体系完全不同的。在大一开设《工导》，利用具体案例培育大一学生如何使用图书馆，如何使用校内

网络资源选择自己的工程学实践课题，学习和践行 Office 和 Origin 软件并可以写出与画出符合工程规范的科学论文与曲线，这个“教与育”的过程对于下面三年的学习都有着不可或缺的意义。

感谢上海交大提供《工程学导论》的教学与实践平台，它是本书写作的**缘动机**；感谢编辑部的倪华老师、张勇老师和韩正之老师，他们是激励作者写作此书的**源动力**；感谢机动学院邵华老师、上海交通大学对《工导》由 0 到 1 的启动工作，万事开头难，很多人为此付出了很多心力。感谢高钧超、胡铭楷两位研究生尽心尽责的助教工作及张越同学的书籍整理工作。本书是 2015、2016、2017 年《工程学导论》(《工导》)课堂实践的提炼和升华，是三年《工导》学生课堂实践的一项结果，感谢三年来《工程学导论》班的主要参与同学：2015 年：成清清，苏靖超，张博，孟璐，简振雄等；2016 年：沈旭颖，楼梦旦，吴邦源等；2017 年：张越，温明瑾，陈雨阳，周婷，弭仕杰等。我们在此特别题名感谢这些《工导》课的学生，原因在于：是学生激励老师产生新的思路、新的灵感和新的想法，可以说没有这些学生，就没有这本书产生的缘起。《工导》课程对于每一位授课老师来讲，也会是一个灵感激发的过程。

工程学本身是一个过程，它**只有更好、没有最好**，它永远都在进步，这也是工程学的魅力所在。对《工程导学》这本书也一样，只有更好，没有最好，书中的拙见、缺陷、错误也一定很多，**恳请**读者批评指正。

目　　录

第 1 章　绪论 1

1.1　工程学的树状结构 …… 1
1.1.1　树根 …… 2
1.1.2　树的主干 …… 2
1.1.3　树的三个主要枝干 …… 2
1.1.4　树上的三只鸟 …… 3
1.2　本书教学要求 …… 3
1.2.1　教学内容 …… 3
1.2.2　教材特点 …… 3
1.2.3　读者和受众 …… 4
1.3　实践方式 …… 4
1.3.1　课堂相识 …… 5
1.3.2　课堂小卡片 …… 6
1.3.3　考核方式和考试 …… 7
1.3.4　调研卷 …… 7
1.4　本书的架构 …… 7
练习与思考题 …… 9

第 2 章　树根：工程人的价值观 10

2.1　人字有一撇和一捺 …… 10
2.1.1　人字的一撇：认识自己、做对自己 …… 11
2.1.2　人字的一捺：合同别人 …… 18
2.2　工程人的一撇和一捺 …… 20
2.2.1　写好工程人的一“撇” …… 21
2.2.2　写好工程人的一“捺” …… 38

2.3 其他内在品质 …… 40
2.3.1 工程学里边的品 …… 40
2.3.2 工程人的责任担当与职业操守 …… 45
2.4 本章小结 …… 46
练习与思考题 …… 46

第3章 主干：工程人＝智商＋情商 48

3.1 IQ …… 48
3.1.1 IQ的内涵 …… 49
3.1.2 IQ的外延——知识树、思考原理、用脑的科学 …… 50
3.2 EQ …… 66
3.2.1 EQ的内涵 …… 67
3.2.2 EQ的外延 …… 68
3.3 知识与智慧 …… 70
3.3.1 知识不等同于智慧 …… 70
3.3.2 关于知识和智慧的两个故事 …… 71
3.3.3 智慧有“道” …… 72
3.4 本章小结 …… 72
练习与思考题 …… 73

第4章 树枝1-1：工程方法谈 75

4.1 工程学方法概述 …… 75
4.1.1 工程学的2 …… 75
4.1.2 工程学的3 …… 76
4.1.3 工程学的4 …… 76
4.2 工程学的2—工程学的二个目的2P …… 77
4.2.1 2P：product还是problem …… 77
4.2.2 如何寻找2P …… 78
4.2.3 找到工程学的2P …… 80
4.3 工程学的3—工程方法IPO …… 85
4.3.1 工程学的Output …… 87
4.3.2 工程问题的影响因子Input …… 90
4.3.3 把I变为O的灰箱Process …… 92

4.3.4　IPO 示例 …… 93
4.4　本章小结 …… 96
练习与思考题 …… 96

第 5 章　树枝 1－2：工程学的 4—工程项目的四个过程 98

5.1　Proposal－缘起 …… 99
5.1.1　项目来源 …… 100
5.1.2　项目申请书的书写 …… 100
5.2　Practice－进行 …… 108
5.2.1　工程学技能 …… 108
5.2.2　团队的意义 …… 122
5.3　Report－驻足 …… 128
5.3.1　必要性 …… 128
5.3.2　常规汇报与临时汇报 …… 129
5.3.3　轻重缓急，层次与次序 …… 129
5.3.4　直白、规范、软规则 …… 130
5.3.5　举例 …… 130
5.4　Presentation－告捷 …… 131
5.4.1　科技论文 …… 133
5.4.2　工程学展示 …… 141
5.5　本章小结 …… 147
练习与思考题 …… 148

第 6 章　树枝 2：工程学案例 150

6.1　过去－生存需要 …… 150
6.1.1　为了生存 …… 151
6.1.2　为了“情调” …… 152
6.1.3　国家－维护国土主权 …… 153
6.1.4　过去的工程学还有未来 …… 153
6.2　现代—由科学演绎而来 …… 155
6.2.1　高铁工程 …… 159
6.2.2　高压输电工程 …… 161
6.3　未来－科技·人文·白日梦 …… 164

6.3.1 利用学科交叉发现新的应用点 …… 165
6.3.2 期待新的科学发现及突破 …… 169
6.4 本章小结 …… 170
练习与思考题 …… 172

第 7 章 树枝 3：杂说 173

7.1 中庸 …… 174
7.1.1 中国姓“中” …… 174
7.1.2 中庸的例子 …… 174
7.1.3 中庸的反面、反中庸 …… 177
7.1.4 工程学里面的中庸 …… 177
7.2 5W1H …… 179
7.2.1 5W1H 与天时地利人和 …… 180
7.2.2 5W1H …… 180
7.3 二八定律 …… 182
7.3.1 60 万战胜 80 万 …… 182
7.3.2 二八定律应用案例：高三高考的错题原理 …… 183
7.4 头脑风暴 …… 185
7.5 职场 …… 188
7.5.1 写出一份好的简历 …… 188
7.5.2 面试准备 …… 189
7.5.3 职场 ABC …… 192
7.6 专利 …… 193
7.6.1 概述 …… 193
7.6.2 专利申请文件撰写要点 …… 195
7.7 工程学·科学·技术·人文 …… 196
7.7.1 工程学有别于科学 …… 196
7.7.2 工程学有别于技术 …… 197
7.7.3 工程学也有别于艺术 …… 197
7.7.4 工程学的 5W1H …… 197
7.8 本章小结 …… 199
练习与思考题 …… 199

附录　《工程导学》实践方法 201

1. 使用图书馆和搜寻引擎资源，学会进入一个新领域的方法 …… 201
2. 小练习，用 5W1H 画出大一的自己，并用 PPT 呈现给大家 …… 203
3. 小练习，学写标题与摘要 …… 203
4. 小练习，曲线的画法及其对应的 IPO …… 205
5. 练习如何读一本书？ …… 207
6. 大作业，练习用 5W1H 思路进入一个全新的工程学领域 …… 208
7. 大作业，练习写一篇工程学论文 …… 211
8. 大作业，写一本专业科目的工程学概述 …… 215
9. 大作业，练习工程学的 2P 和 IPO …… 217
10. 大作业，练习用多轴图的思路对行业做树状小结 …… 218
11. 大作业，全班合作写一篇科技论文 …… 218
12. 2016 届的期末考题 …… 221
13. 调研卷 …… 224

参考文献 226

参考网站 228

参考视频 229

索引 230

跋 232

第 1 章

绪　　论

1.1　工程学的树状结构

《工程导学》这本书重在一个“导”字，其本意在于导学，引导理工科系列的本科生学习成为一名合格的工程人。这儿用了一个新的词——工程人，不仅指工程师，也指科研人、创业者、研究生等。其共性在于：“工程人＝IQ＋EQ”，不仅需要学会做事，也要学会做人；不仅需要硬件，还需要软件。工程人的概念几乎涵盖了目前所有行业的职场人，一项成就不仅需要物质条件，而且需要团队的合作。

《工程导学》的重点不在于知识，而在于能力，在于提炼工程学的精髓理念和普适方法以应用于工程学的各个领域。本书采用比较基础和典型的案例，通过体验式、浸入式的“教与学”践行这些理念与方法，引导工科平台的学生成为一名成功的工程人。

我们把工程学形象地比作一棵树（如图 1－1 所示）。这棵树形象生动地勾画了工程学的基本框架：工程学是一门主观与客观结合的学问，里面不光有做事（IQ），也包含了如何做人（EQ），是人文学与科学技术的有机结合，所以这棵树的主干是工程人的 IQ＋EQ，树的根包含了工程人的价值观、习惯及态度等。树的三个主要枝干是：① 工程学 2、3、4[①]（代表工程学的基本目的有 2 个、方法有 3 项，步骤有 4 步）；② 工程学的领域（分为过去、当代、未来）；③ 工程学杂说（中庸、团队、职场）。树上还有三只鸟，分别是科学、技术、艺术（science，technology，art），它们都与工程学（engineering）有着密切的联系。

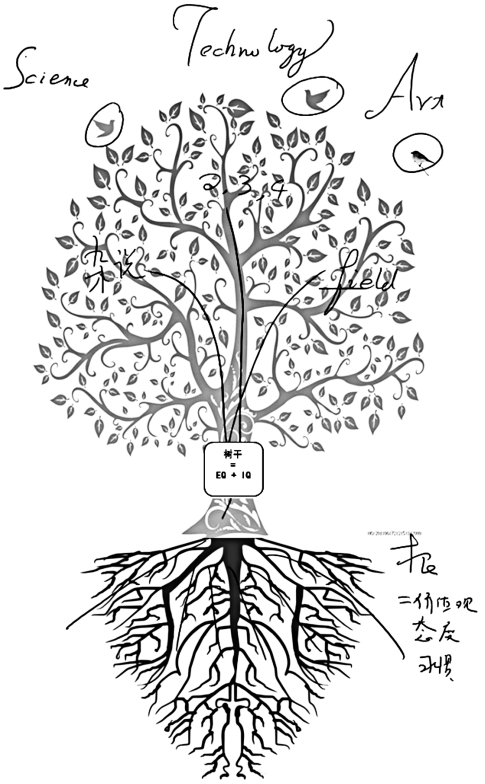


图 1－1　工程树

① 2、3、4 的含意详见本书第 1 章 1.1.3 小节内容。

1.1.1 树根

工程学里的“工程”，是人做出来的，工程人首先是一个人，然后才是做工程的人。工程树的树根相当于工程人的内在功力，简称“内功”。它包含了工程人的价值观与素质。他们像埋在地下的树根，也像高楼下面的地基，它们虽然不可见，但是不能说不重要，它们比可见的更重要。树根决定了树的维度和品质。这些内在品质的组分，是天赋、是经历、是周遭环境的一些偶然的组合。

1.1.2 树的主干

工程学是一门 EQ 和 IQ 相结合的学科，它不仅需要“知识就是力量”，而且需要“团结就是力量”；不仅需要过硬的个人本领，而且需要团队的协作。IQ 的本意是智商，是对智力程度的一种测定方法，便于管理者进行定量管理，而在这里，IQ 的外延已经延伸到知识掌控的方式，比如背的原则、可以遗忘的原则，知识树、整体性学习，逻辑思维与推理，大脑操作原理与积极休息，知识、灵感与智慧，专心与努力的真正含义等内容。情商 EQ 则包括做好自己与团队合作两大部分，即如何增加自己的正能量来坚持初心、妥善管理自己的情绪与自我激励，如何做一个阳光的自己；在与别人相处时，如何认知他人的情绪、如何培育同理心、善于从不同的角度看问题，学习正确的交流与沟通方式与人际关系的管理等。

1.1.3 树的三个主要枝干

第一个枝干就是工程学的方法论，包含工程学的目的(product or problem)，工程学的方法(input→process→output)，和工程学实施的过程(propose，practice，report，present)，简称为工程学的 2、3、4。

第二个枝干是工程学的领域。我们把工程学分类为：过去的工程学，现在的工程学和未来的工程学。

(1) 过去的工程学是在自然科学还没有产生之前就发生的。比如中国的万里长城、古埃及的金字塔、罗马大教堂等。这些都是伟大的人类工程。

(2) 现在的工程学是基于科学的应用。比如中国的高速铁路，是基于人类最伟大的发展之一，即电的科学与应用，佐之以机械等各学科而产生的工程学。

(3) 未来的工程学将以交叉学科、革命性的科学发现及突破(引力波、无线、全息……)，挖掘人类社会新的应用点(阿里巴巴、共享单车、微信平台……)为思路，利用自然力满足人类的需要，用智慧掌控物质世界。

第三个枝干我们称它为工程学杂说。这个“杂说”有点像历史学中的轶史、小说，如《三国演义》《水浒传》不是用来叙述历史的，但是体现了历史和人文的“内在缘由”。比如工程学里中庸原则、个人与团队、职场能力(如简历、面试、职场规则)、专利与知识产权、思维组合方式 5W1H、头脑风暴、二八原则，等等。

1.1.4 树上的三只鸟

这里说的三只鸟分别是指科学(science)、技术(technology)和艺术(art)。鸟是树的播种者,工程学发源于科学、技术和艺术,工程学是它们的组合。

(1) 科学在物质世界的应用,造就了现在的工程学,比如现在的IT产业就是量子力学和固体物理等学科演绎的杰作。

(2) 工程学与科学技术。在科学之前工程学就存在了,这就是上面所指的过去的工程学。比如中国的万里长城,朱棣时代构建的北京城,早于哥伦布几百年的航海工程"郑和下西洋",以及埃及的金字塔,等等。

(3) 一项漂亮的工程也是一件艺术品,里边有一种艺术的美。比如说iPhone就是一件工程化的艺术品,在形象上它有一种"禅"的美:简约而大气;从技术的层面看,iPhone是一个繁杂的系统工程,是微处理器、射频、触屏技术、GPS技术、互联网技术等多项高科技的有机组合。

"科技人文白日梦",在未来的工程学当中,它们的组合和交叉将更为明显。

1.2 本书教学要求

1.2.1 教学内容

《工程导学》包含以下三大类别的内容讲解和课堂实践。

1. 基本的工程学方法论——工程学的2、3、4

(1) 工程学的2个目的(product or problem)。

(2) 工程学的3个方法(input->process->output)。

(3) 工程学的4个步骤(propose, practice, report, present)。

2. 工程学思维方式(mindset)的培养

(1) 5W1H(what, why, how, who, when, where)。

(2) 中庸的理念,平衡与优化。

(3) 二八定律,头脑风暴(brainstorming)。

3. 工程人能力的培养

(1) 个人能力:态度(attitude)与激情(passion)。

(2) 表达能力:简历(resume)与PPT表达、科技论文与科技曲线及规范。

(3) 团队能力(teamwork):如何做好team leader和team member的角色。

1.2.2 教材特点

《工程导学》注重学生能力的培养,而不是关注知识点的教育,它的重点在于教育当中的"育"字[①]。本书的主旨在于学生参与和学生体验:体验失败,进而培育找方法不找借口的良好

① 详见本书第7章"中庸"讲述的教和育的关系。

习惯;体验无奈和等待,然后培育耐心及其利用等待的过程积攒能量,厚积而薄发。本教材有如下几个具体特点:

(1) 互动性。老师与学生互动性强,交流机会丰富。班级的学生组成团队,团队的内部、团队团队之间对有机合作,共同完成项目,也极大提高了课堂的互动性。

(2) 主动性。课堂的主导由老师向学生转移,让学生体验作为主人公的责任感,在项目策划、分工、汇报、总结的全过程中增强参与感,体会工程人的责任。

(3) 评价体系综合性(是态度、激情、参与感、实践能力和表达能力的综合)。教材中课堂作业的比例远大于期末考试的比例。课堂作业主要是通过具体的实践项目培养学生对工程学的"体验",考察学生对工程学方法的掌握和应用程度。

(4) 挑战性。老师的参与成分很大,投入的精力也要多些,需要应对课堂上发生的很多变数,对老师比较有挑战性。工程学的问题不是有"标准答案"的问题,会有一些争论和不同角度的认知。和大多数体验式教学一样,很多场合要应对"突发状况",如团队里的同学没有到场导致责任链条断开而无法继续,电脑和链接临时故障等。需要有灵活和备用的"plan B"。课程的这种操作方式虽然难度偏大,但对于学生和老师本身都很"刺激",是一个具有双赢效果的教与学的过程。

1.2.3 读者和受众

本书适用于工科院校大一本科生及其授课的相关老师(基本的工程学内容、概念和方法论),也适合工程学业内人士作为参考读物。本书作为大一"工程学导论"课程的辅助教材,课程采用小班授课(少于 30 人),授课老师最好具有一定的科研经验。"工程学导论"课程的教与学对于老师和学生都具有一定的挑战性,原因之一在于大一学生还没有接触到本专业的专业课程,对工程性的操作可能会有些难度;原因之二在于授课老师需要基于自己所在的科研领域和科研经验构思课程内容,为此需要一定的科研经验。

1.3 实践方式

《工程导学》的习题和实践方式没有一定的规格,但是需要精心勾画一下,主要是平衡目标值的意义性和可操作性,即必要性和可行性。题目无趣,则激情不足;题目有趣,但没有可行性也达不到效果。本书的撰写就是一个工程学课程实践的目标值,是三年的"工程学导论"课程实践的结晶,是老师和班级同学共同努力的成果。这个课题本身具有活力和可执行性:即了解各个领域工程学、了解它们的方式和方法,以共同作者的方式参与编写一本关于工程学的书籍;在可执行性方面,让学生身体力行到图书馆找书,学会如何找对关键词并且利用网络搜寻进行学术调研和寻找学术亮点;走访校内相关院所,通过多种可操作性的工具和渠道采集和整理各种工程学术信息。这些也是大一本科学生在大学未来的岁月里需要掌握的学习科研方法。本书的附录部分有一些课程践行的体例,如运用图书馆资源和网络资源寻找工程学的关

键词、如何快速进入一个全新的领域、如何读和如何写科技论文、如何发现问题和提出可执行性的工程学院、如何构思实践的思路，可以用于“工程学导论”课程实践大作业的参考。

本书中叙述的操作方式结合当今网络教学（微信群）和传统教育（传统的板书）的特点，可以让“工程学导论”课程的实践氛围变得更有活力。下面的一些小经验仅供参考。

1.3.1　课堂相识

1. 合影与签名

在“工程学导论”的第一堂课时，老师和学生有一个合影（图 1－2），然后在合影上写上老师和学生的名字，“工导”班的大一同学来自各个院系和不同的专业，班级的形成也是随机的，所以第一堂课是第一次见面，在合影上签名便于老师与学生，学生与学生能在短时间内互相认识，记住名字及其对应的模样（见图 1－2）。

图 1－2　2017 年工程班的同学合影与签名

2. 利用 PPT 介绍自己

课堂的第一个作业就是让学生用 5W1H 写大学 4 年的计划，并用 PPT 呈现给大家。这个作业的意义在于引导大学一年级学生安排规划自己大学四年的人生轨迹，思考和分享对大学四年的期望和执行方法。在课程操作过程当中，每个人都有五分钟到十分钟的时间来呈现自己的 PPT，利用这个机会，大家可以互相认识，也可以借鉴其他同学的学习方法，对自己起到启迪的作用。这些过程都便于将来的相互沟通，便于课堂互动，同时也建立了友谊。

3. 利用微信平台

课程借助微信平台，第一堂课就建立一个微信群，把这个签了名字的照片传到群里。利用

微信群，也便于老师与学生、学生与学生之间能及时地交流沟通。

1.3.2 课堂小卡片

每堂课的开始，老师给每个人发一张卡片（可以用市面上买得到的读书卡片），要求学生在卡片上写上名字、学号、专业，写上当天的日期、课程的内容。每堂开课的时候把卡片发下去，每堂结束的时候再把卡片收上来。这个卡片可以作为点名的工具，也便于老师根据专业和学科的特点、根据项目的特点进行整理分类，如图 1－3 所示。

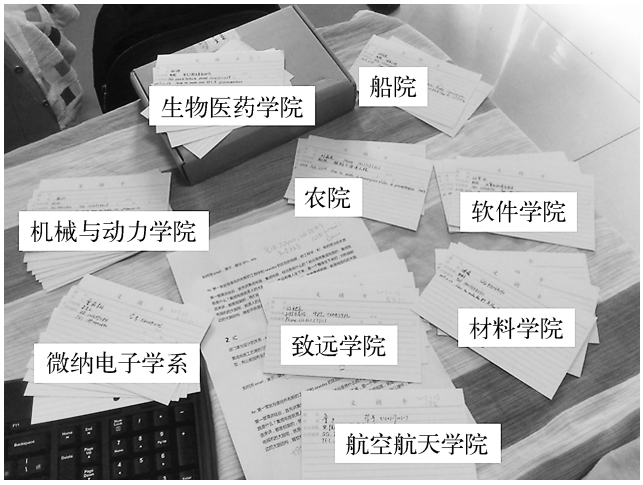


图 1－3 卡片按照专业进行归类

在以后的每一堂课的开始，把这个卡片发到相应的学生手中，这个互动的过程便于老师和学生之间的相互认识。老师在黑板上写下本堂课三个小时要讲解和实践的课程内容，然后，让同学按当天的日期、课程的内容用一两行抄在卡片上。这样在学期结束后就写满了一整张卡片，如图 1－4 所示。这一张卡片可以作为这学期课程的总结，让学生了解这学期我们都学了些什么，也会让学生自动把本学期的轨迹简要地走一遍，看看自己在这 16 周走过的路，对课程所学的内容做一个简单的复习。课程结束之后，这张卡片作为纪念品由每位学生自己保留。

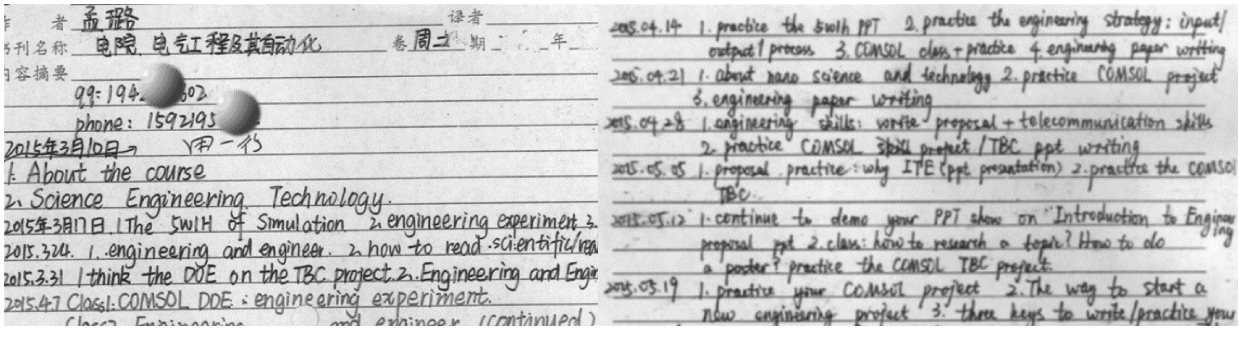


图 1－4 2015 年工程班学生使用的记录卡片

1.3.3 考核方式和考试

《工程导学》的考核以平时的成绩为主，占总分的70%，远大于期末考试的比例。课堂作业主要是通过具体的实践项目培养学生对工程学的“体验”，考察学生对工程学方法的掌握和应用程度；评价体系是态度、激情，参与感，实践能力和表达能力。平时的作业和练习可以根据每个老师的擅长和学生的特点进行安排，每一年度“工程学导论”课程的考核课堂安排可以多样化，对于授课老师而言，是一项集挑战性与趣味性的工作，本书附录列举了一些近年来“工程学导论”课程实践的一些课例。

学期末可以有一个复习性的开卷考试。考试目的不在于难倒学生，而在于让每个学生了解掌握工程学的基本点，掌握的越多、越系统、越全面越好，对考试结果的评价是找出更好、而不是判断对与错(角度不同，结果不同)。考试可以是完全开卷的，如2016届的《工程导学》考题(请见附录)，每个考生的题目跟自己选择的工程学领域相关，所以答卷是各自写自己的，不存在抄袭的问题，只求表达出你自己认为最好的，最正确的答案即可。

1.3.4 调研卷

对于整个课堂实践和收获，应该在期末做一个简单的调研，希望学生提出对本课的一些看法和建议，便于以后的教学，也利于将来课程的改进。本书的附录中展示了一个调研表的凡例仅供参考，可以根据具体的情况添加更多的内容，来充实《工程导学》的教育实践。从第一次“工程学导论”课程的调研结果可以看到，大部分的学生都是希望老师从未来工程人的角度来讲解这门课程，而不是遵循课本讲解知识。大部分学生的倾向性还是希望在未来大学的四年里，从大学生尽早地过渡到工程人，完成从学习知识到创造知识的一个转变。

总之，这门课的实践方式多种多样，很活、有很多新意和创意，师生的互动很多、新奇和挑战并存，因为工程学的问题往往不是有“标准答案”的问题，会有一些争论和讨论。由于是体验式教学，会有“不可预期的状况”发生。比如在PPT的演示过程中，音像的播放课堂电脑不相匹配，团队里的学生因故没有到位等问题，所以预先要尽量准备充分，并且准备好“plan B”。回想起来这三年的“工程学导论”课程的教学实践，虽然老师和学生都比较辛苦，但对于学生和老师本身都是值得的，是有双赢效果的教与学的过程。由此形成了该课程的辅教材《工程导学》。

1.4 本书的架构

本书的组织结构就是一个树状的结构(见图1-5)，这棵树的主要枝干，一个是工程学的方法论和工程学的步骤与操作细则，简称为工程学的2、3、4，代表了工程学的目的、方法和步骤，指的是工程学的目的有两大类product或是problem，也就是工程学的2P，工程问题的基本模型是IPO(Input→Process→Output)，简称为工程学的3，工程学的操作细则有4个大

的步骤(proposal、practice、report、present),即立项、执行、汇报与沟通、结果呈现(论文与展示会),它们构成本书的第 4 和第 5 章。另外一个大的枝干本书(第 6 章)系统地概述了工程学的领域。工程学的领域繁多,本书把它们分为过去、现在和未来进行讲述。过去的工程学是在科学产生之前的工程学,比如农业水利工程;现在的工程学是基于科学理论的延伸和应用,比如微电子工程;而未来的工程学是基于多学科的交叉和再组合。此外,这棵树还有一个枝干是工程人杂谈,指的是和工程人相关的普适性原则方法。比如 5W1H、中庸原则、二八定则、简历面试与职场规则等。这棵树上还有三只鸟:一只是科学,一只是技术,一只是人文,代表了工程学的播种者。这是工程学是科学技术和人文的有机组合——科技人文白日梦。

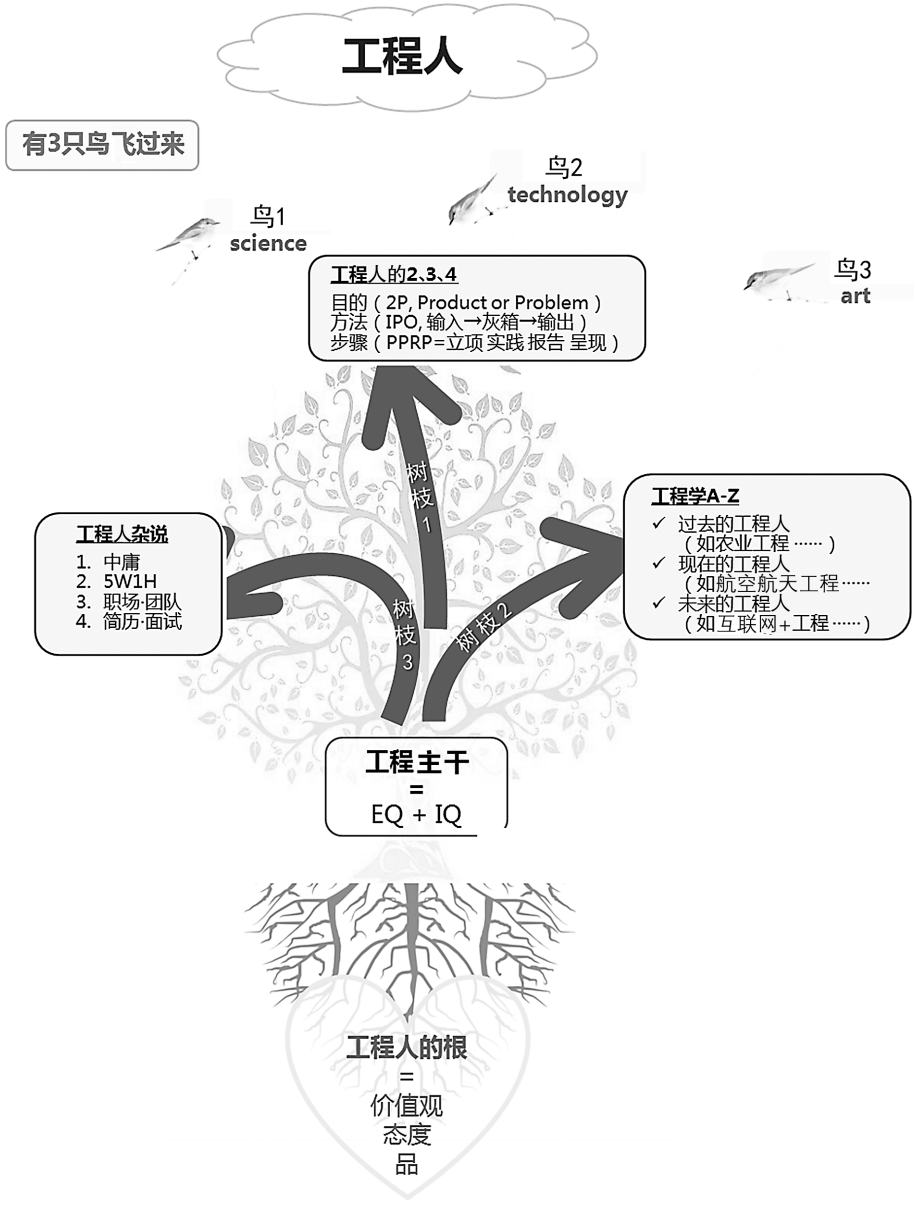


图 1-5 《工程导学》的架构

练习与思考题

1-1 了解自己和介绍自己。参照第6章第二节介绍的5W1H的方法，了解一下你自己(to know who you are)，用PPT的方式(自选模版)写出你的5W1H，对大学四年做一个整体的规划，如何充分利用大学四年宝贵的时光？具体要求参见附录的说明。写好PPT之后，在全班讲解，练习讲解能力也让大家认识自己。

1-2 分组的练习是每个学生去图书馆去找一本自己喜欢领域的工程书(比如微电子学)，读一下这本书，在班上讲解一下，谈一下自己对于这个学科的感想。比较和关联两个或多个人的共同点，将他们分成一组，由此分成团队的小组。

1-3 选题的练习。在组内各学科领域当中进行交叉，练习找出一个新点子，形成一个新的课题。

1-4 给自己写一封信(用手写的方式)并用信封封好，内容自选，比如自己大学四年的梦想和期望值等，信的开封日期是你大学毕业那一天(哪一年的7月份的某一天)。

1-5 试着答一下调研问卷(参阅附录)，并留存试题的答卷。在学期结束的时候，再答一次问卷，看一看答题结果的区别。

第 2 章

树根：工程人的价值观

树的根，是埋在树底下的，是看不见、是无形的，但也是根本的、最有力量的。一棵树的根是如此，工程人的根也是如此。这个根是内在的，会决定长出的树是什么样子的、会长得有多高大、结出的果实是什么样子的。

如果把工程学看成一棵树的话，这棵树的“根”就是工程人。和其他所有的行业人一样，工程人首先要做人，是写好这个“人”字，即写好人字的一撇和一捺（见图 2－1）。这个人字的一撇是做好自己，一捺是合同别人。

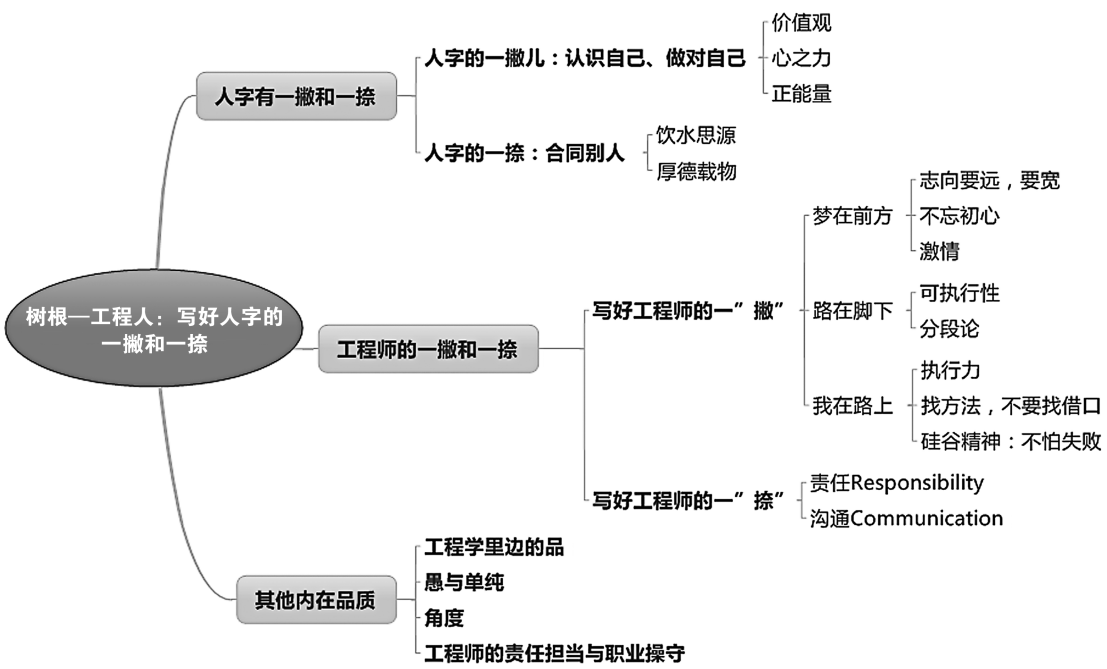


图 2－1　第 2 章内容概要

2.1　人字有一撇和一捺

汉字的“人”字，写得很“干净”。比较世界各种文字，汉字的“人”字只有两个笔画：一个撇加一个捺。从象形上看，它的上边是一，底下是二；头顶天为“一”，脚踏着地为“二”。有人说，上海交通大学的思源门（校门之一）就像一个立体的人字，不无道理（见图 2－2）。

(a)

(b)

图 2-2　人字的含义及交大思源门

（a）人字的一撇和一捺　（b）思源门像一个立体的人字

（1）人字的撇，即为“自强不息做自己”。所谓自己，不是指车、房，不是指物质的自己，而是代表价值观、世界观，对世界的基本理解和看法，有这么一句话，“人不为己，天诛地灭”，这句话听起来像贬义，其实不是，这个“己”，指的就是“做自己”。

（2）人字的捺，即在对待别人时，要“厚德载物”。就如孔子“仁义礼智信”里“仁”字的含义。仁字的构成，是人字旁加二，是两个人，对待别人要仁义、仁慈与诚信。从为人的角度上看，就是做人要“厚道”。

一个工程人首先要做一个合格的人。其次，工程人的一撇，包涵梦想与激情(passion)、志存高远和脚踏实地，从我做起从现在做起、找方法不找借口的好习惯；工程人的一捺，代表团队精神，代表个体与系统之间的互动和关联。

2.1.1　人字的一撇：认识自己、做对自己

人字的“撇”代表着做好自己，正心修身，齐家治国，然后平天下。写好人的一撇是根本，它是价值观、心之力和正能量。

1. 价值观

有人把价值观、人生观、世界观称为三观，是关于人生与世界的看法和认知。生命是永恒

索　引

5W1H　179,203
Stay hungry stay foolish.　42
保护自己的理想　45
不忘初心、恒心的方法坚持的方法　21,23,42,124,167
传统的工程学还有未来-农业工程与基因工程　155
大学之树-知识与能力　73
二八定律和高考错题原理　182
分段论　32,47
富兰克林培育德行的方法　25,47
高铁工程使长假变短·短假变长　159
高铁激发了中华民族的活力　160
工程学的简明与禅　41
工程学树上的三只鸟：科学人、文学、技术　196
沟通的技巧　128
硅谷精神　31,37
恒心的方法-日记和体育　26,28
激情可以是先天，也可以来自后天　29,58
简历·面试·职场　188
交叉领域有惊喜　165,167,172,187,197
精读成精　79,133,201
精确和准确的差别　110
可执行性，可操作性、执行力　31,77,90,106
刘关张团队和唐僧团队　124
梦在前方、路在脚下、我在路上　21,232
努力-耐力、精力、集中力　58,69,231
如何画曲线-常用软件、视频　41,86,113
如何问对正确的问题、伪问题　87
如何写·PPT 如何说 PPT　142
如何写科技论文　133,136
如何选题-图书馆和百度或谷歌　9,79
如何用最少的实验次数求得最佳的实验方案 DOE　118
失败的好处　15,31,37,44,47,175
提高情商的办法　69
同理心、换位思考　18
头脑风暴的思路　185
团队-如何做官、如何当兵　38,66,99,122,125
微电子工程是由科学变出的一个戏法　156
未来的工程学-科技人文白日梦　164
项目申请书的写法　99
写好人字的一撇和一捺　10,20
选择交大就选择了责任　38
饮水思源　18,31
影响因子和主要矛盾　90
有品位的竞争　44
找方法不找借口　35
知识是加法，智慧是减法　73
知识树　52

质量不是可靠性　113,120
智慧有道　72
中庸、中国姓中　84,124,174
自我正能量暗示　16,70
做人要厚道　11,18

跋

《工程导学》，重在一个“导”字。这门课程注重的是导引工科体系大学本科一年级学生，学会如何建立工程人的基本素质以及“内功”，领会实践工程学、展示工程学结果的基本方法、步骤和规范，而不是针对具体某一个工程学领域的内容。这门课只有短短的 48 个学时，针对的又是刚刚高中毕业的大学本科一年级学生，他们还没有学到基本的科学原理，所以在这个过程当中，难以追求学术上的严谨、结果上的完美，因为这两项结果都是时间加努力的结果。本书中的内容，在学生的练习当中可能存在非常多的低级错误，还请读者原谅。

《工程导学》可以作为“工程学导论”课程的参考教材，设在大学一年级意在导引学生完成“从高中到大学”的过渡，导引“从被动学习到主动学习”的过渡，导引“从学习知识到创造知识”的过渡，导引从“学生到工作”的过渡。“导”只是一个开端，旨在引导大学本科一年级的学生，充分利用大学四年的时间完成以上的过渡。

高中物理曾经有一个物理公式：

$$s = s_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

《工程导学》的评分就符合这个物理公式，包含了里边所有的参数：t 代表用功的时间，s_0 是天赐禀赋，v 代表能力，a 体现你的“内功”。《工程导学》这门课的评分特点是，总分 s 不仅包含你付出的汗水 t，不仅包含了你大学之前的积累 s_0，你的能力 v，还有你的内功 a，这个加速度就是制造能力的能力。老师相信，如果这个 a 足够大的话，将来的 s 就会很大，v 和 a 则是《工程导学》课的重点。

《工程导学》的关键词是“参与”，包括出席率、迟到率、上课的表现、自己平时的作业、激情度等，这些表现大家平时都是心知肚明，平时的分数占 70%，每个人都可以给自己打分的。

每个人所做的作业都是大家微信共享的，每个人都可以看到别人是怎么做的，比较自己和别人，做的对不对、认真不认真、差距在哪儿，你自己就可以给自己打出分数了。总之，你的分数不是绝对分，而是相对分，也就是说绝对的“好”不重要，相对的“好”更重要。工程学的目标就是更好、更好、再更好，永远都是“更好”，这也是工程学的魅力，也是大家毕业以后找工作、在职场的分配规律。

《工程导学》课虽然结束了，不过老师的责任并没有结束，老师是一块海绵，学生挤多少力，

就出多少水，有问题需要帮助还是可以继续找老师的。

《工程导学》的终考不是高考，所以大家不要紧张。期末的成绩也就是30%的成绩，平时的成绩占70%。不过观察看来，平时做得好的，期末也就是做得好的。

《工程导学》的考试又胜似高考，工导学生的整体水平包括作文功底，价值观水准和数理化整合水平的集合。

另外，如有在《工程导学》的学习过程需要与作者有更多沟通交流的，可关注本书的微信公众号："工程导学"。

祝你成功，Good Luck！梦在前方，路在脚下，我在路上 ……