

# 目录

前言	/ 01
引言	/ 03
工科推理框架	/ 04
工科推理必备认知品质	/ 07
要分析思维，就要找到并推敲其基本结构	/ 11
工科推理清单	/ 12
思辨的精神	/ 14
工科文本分析	/ 15
运用思维要素，分析工科设计	/ 17
两类工科问题	/ 19
学科分析示例：航空航天工程	/ 21
学科分析示例：电气工程	/ 23
学科分析示例：机械工程	/ 24
工科工具分析：建模和模拟	/ 25
优秀工程师的共性：遵循认知标准	/ 27
工科推理必备锦囊：通用认知标准	/ 32
运用认知标准评估设计特征	/ 33
运用认知标准评估图表	/ 34
评估工程师或作者的推理	/ 37
工科研究：分析与评估	/ 40
目的	/ 42
相关问题和主要问题	/ 44
信息	/ 45
推论和阐释	/ 46
假设	/ 47
概念和观点	/ 48
视角	/ 49
影响和结果	/ 51

工科思辨传奇：莱特兄弟	/ 52
思维出错的代价	/ 54
重要联系和区别	/ 55
伦理问题	/ 58
工科推理目标	/ 60
学生成绩评估	/ 62
思维误区：以自我为中心	/ 65
步步为营，学会思辨	/ 67

# 前 言

我很高兴能向各位工科师生以及工程师推荐《什么是工科推理》这本书。本书是对现有工科教材的有益补充，填补了工科教育的一处空白，即我们往往假定学生具备的，但可惜在过去的教学中未能给予充分关注的思辨能力。


不论过去、现在还是将来，孤立地对待某项技能或某个技术领域都是行不通的。工科不应被视为泾渭分明、毫无关联的知识的叠加，而应作为相互交织和影响的观念体系来把握。同时还必须认识到，真正的工科涉及包括环境、社会和道德在内的诸多复杂因素，需要全面考量并有效应对。因此，如今从事工科教育的人们必须意识到，有效的工科教学绝不能仅仅建立在死记硬背或机械的技术计算的基础上。相反，必须培养工科学生的思辨能力和素养，这样有朝一日他们成为工程师的时候，才能专业且高效地想办法处理和解决极为复杂的工程问题。本书就这种思辨能力和素养进行了深入浅出的概括和讲解。

我认为这本书结构清晰，内容翔实。正如戴夫·美林最早指出的那样，能否将内容分门别类并深入探讨是衡量专业程度的标尺。按此标准，本书作者的专业度毋庸置疑！

由于工业界对工科教育不断提出批评，CDIO<sup>1</sup>工程教育模式应运而生。该模式致力于拓展工科教育改革的范围，其中不可或缺的一环便是学生的积极参与。虽然本书并非专门为此而作，但本书通过帮助学生应对独立思考的挑战，无疑可为类似改革提供助力。

<sup>1</sup> 译者注：CDIO是美国麻省理工学院首倡的一套全新的工程教育理念和实施体系，是英文单词“Conceive”（构思）、“Design”（设计）、“Implement”（实施）和“Operate”（运行）的首字母缩写。

《什么是工科推理》不仅是工科教师的必读书目，也应当成为工科学生和工程师随时翻阅的指南。



阿布·斯泰恩博士  
比勒陀利亚大学  
南非  
2006年5月

# 引 言

## 为什么要专门探讨工科推理？

作为“思想者指南系列丛书”之一，本书涵盖了工科推理概念和方法的要义，供学校管理者、教师和学生参考。本书为教师提供了教学所需的通用概念和表达，为学生在学习具体课程时提供思维指导。教师可借鉴书中方法，更好地设计教学方案、作业和测验，学生则可由此提升自己对具体工科领域的认识。

思辨技巧对所有的工科门类都适用。比如，工科专家在推理中总是尽量明确目的和问题，对信息、结论和观点反复推敲，力图精确，区分主次。他们也总是透过现象深入思考，注重逻辑性和客观性。这些思维技巧体现在他们的阅读、写作、讨论和倾听的各个方面，同时对他们的职业生涯和个人生活也大有助益。

如果能把本书作为工科课程的补充阅读材料，学生就会发现，工科推理在生活的方方面面均有应用。如果老师就工科思维在生活中的具体运用稍加引导，多举几例，学生便能意识到，良好的思维方式有助于我们提高生活质量。

如果你恰好学的是工科专业，上课时别忘了带上这本小书。在学习和复习时，多多翻阅本书，仔细阅读其中提到的原则，争取让自己能娴熟运用，如果能达到“第二天性”的那种自如就最好不过了。

正如工程与科学密不可分，本书与《什么是科学思维》也有相通之处。但工程师与科学家的根本使命不同，探索方法也大不相同。随着阅读的深入，相信你很快就会对此有所体会。

## 工科推理框架

要分析和评估工程师是怎样思考的，就要先掌握思维和推理的相关术语。思维必须借助语言表达来实现。需要说明的是，这里所说的框架并非工科专用，而是可以广泛运用于生活和思维各个领域。“思想者指南系列丛书”的其他分册同样会将这一框架应用于其他学科。在工程师和科学家的工作中，运用概念框架或模型可以说是家常便饭，比如热力学模型、电气模型、数学模型、计算机模型，甚至还可以包括木材或粘土制成的物理模型。本书所讨论的则是思维的框架或模型，旨在帮助我们对思维方式进行分析和评估，并由此加以完善。如果你有空翻一翻本系列的其他书就会发现，只要稍作调整，这个框架可以应用于科学、人文学科或艺术等领域。

本书的框架可以用本书第六页的框架图来概括，这个框架自下而上可分为几个层次，逐步推进，最终目标是使你成为工科思维达人。因此，我们在框架图部分会先点明要达到的最终目标，并对必备认知品质进行简要讨论，这些认知品质在本书后续的工科实践中可能会有所体现。

我们会提出八大认知要素，这些认知要素是分析自己和他人思维方式的重要工具。除了剖析要素本身，我们还就其应用方式展开了讨论，比如如何运用这些认知要素来分析文本、论文、报告乃至具体的工科学科。

之后我们会介绍认知标准并对其进行示例，这是思想者用来评估思维的工具。认知标准以多种形式和认知要素结合，为我们展示了如何运用评估标准来分析思维。

最后，我们还特别收录了几个工科思维正反面的案例，并讨论了与工科密切相关的主题，比如美学、伦理、工程师与其他专业人士的关系等独具特色的话题。

### 怎样使用这本书

这本书跟其他分册一样，并非平铺直叙的攻略，而是由大量运用工科思辨模型的实战场景组成的，其中大部分都是探究型问题。在实际学习中，大家可根据所修课程、具体学科和项目进行调整，将本书作为课堂练习、补充材料，或课后作业模板来使用。如果还想进一步了解思辨理论，我们向各位特别推荐《思考的力量：批判性思考成就卓越人生》一书。

擅长思考的工程师常常对照认知标准来考察认知要素，  
以获得成为工科思维达人的必备认知品质。

