

工程师 治学之道

高 荣 编著

煤炭工业出版社

内 容 提 要

随着科学技术的发展,对现代工程技术人员的治学素质要求越来越高;掌握新知识、新情报,开发新产品、新型号,读书写作,提高修养、开拓创新,这些都是现代工程师随时关心和解决的问题。如果治学方法不对,只能事倍功半,所以,掌握好治学之道是现代工程师不可缺少的重要素质。

本书详细介绍了工程师的治学方法,包括工程师治学的素质修养、科学思维、科学方法论、科技情报、文献检索、读书解疑、工程师笔记、论文写作等,其寓意深刻、讲究实效、方法具体、便于使用。该书适于工程师、科研工作者、科技情报人员、大专院校学生、研究生等广大工程技术人员阅读参考。

责任编辑:陈 日 元

前 言

“治学之道”是一门科学，它是研究探讨作学问的方法论。无论从事哪个学科的研究和哪项工作，要想用好它，都有个优化的过程，都要寻求它本身固有的客观规律性，就是这里所说的“道”。

现代工程师正面临着世界新技术革命的挑战，担负着建设社会主义现代化的重任。工程师是将科学技术转化为生产能力和物质财富的尖兵，是生产的直接组织者和指挥者，这就要求工程技术人员不断更新知识，提高能力，掌握科学思维和科学方法论，发挥创造才能和创新精神，应用新理论、新技术、新方法，不断开发新产品和新工艺，努力提高劳动生产效率。工程师在创造物质财富的过程中，一时一刻也离不开科技信息，这就需要参加生产实践，调查研究，查阅文献情报，阅读书籍刊物，书写整理读书笔记，在搞好生产技术和管理的同时，又应成为“第二资源”的开发者和开发者，把宝贵的实践经验经升华提高写成科技报告和论文。

全面提高科技工程人员的素质修养是形势的需要，时代的要求。在人才成长的道路上，首当其冲的则是“治学之道”，不掌握一套作学问的科学方法，则犹如逆水行舟，就会走弯路、费力和碰壁。掌握“治学之道”，有了作学问的科学方法，则犹如顺水行舟，可以加快人才成长的速度，多出成果快出人才；就是对有经验的科技工作者也会起到加柴助燃，不断提高的功效。当然，对于科技战线的预备队，在校学习的大专学生、研究生，这种“治学之道”则更具有“先读为快”、“捷足先登”之作用。这些就是撰写“工程师治学之

道”的想法和目的。诚然，这样一本著作还不完善，会存在着缺点和不足，欢迎得到读者的批评和帮助。

作 者

1987年4月北京

目 录

第一章 工程师的科学思维和方法论·····	1
一、知与不知的矛盾·····	1
二、两类思维必须密切协作·····	10
三、工程师与科学方法论·····	26
四、只有突破已知方能有所创新·····	49
第二章 工程师与科技情报·····	57
一、科技情报及其作用·····	57
二、科技情报的读取方法·····	68
三、科技情报的分析与利用·····	73
第三章 科技文献的类型与检索·····	78
一、学会查阅文献资料·····	78
二、科技文献类型表·····	89
三、检索工具类型表·····	90
四、科技文献检索程序表·····	90
五、学会利用图书馆·····	98
六、学会使用工具书·····	104
七、 中国标准书号“简介”·····	109
第四章 工程师读书解疑技巧·····	113
一、读书十宝·····	113
二、筛选择优读书法·····	128
三、读书中的眉批和记号·····	129
四、读书复习十法·····	133
五、读书解疑十法·····	138
六、工程师与阅读层次效应·····	145

七、阅读层次一览表	149
第五章 工程师笔记	154
一、学会做读书笔记	154
二、工程师常用笔记类型表	158
三、日记·剪报·笔记	167
四、读书笔记类型层次互补效应	169
五、学会做阅读卡片	176
六、读书笔记流程图	180
七、科技笔记整理一般模式图	180
八、工程师的成长和读书笔记	183
第六章 科技报告和论文写作	186
一、科技报告和论文写作过程	186
二、科技论文写作十五条要求	197
三、科技论文写作二十忌	199
四、怎样写作科技报告和论文	201
五、论点、论据、论证	207
六、科技论文提纲的写法	212
七、科技文章的开头、过渡和结尾	215
八、科技文章的结构和说明	217
九、科技论文的自然语言和人工语言	221
十、论文、信息、文献	227

第一章 工程师的科学思维和方法论

一、知与不知的矛盾

什么是“已知”？什么是“未知”？又怎样才能从“未知”达到“已知”？乍一听起来，似乎很简单，但仔细分析起来，却不尽然，在知与不知的矛盾关系中，是大有哲理所在。我国古代历史上有个“庄子观鱼”的故事，有一次大哲学家庄子 and 惠子在一起观鱼，庄子对惠子说：“你看鱼多么快乐啊！”惠子立即问道：“你不是鱼，怎么知道鱼快乐呢？”庄子想了一下回答说：“你又不是我，怎么知道我知不知道呢？”知与不知的矛盾，一直是哲学家和科学家们不断进行探索的重要课题。上学读书，工程实践，研究创新都始终是在解决知与不知的矛盾。正确认识、掌握、运用已知与未知的辩证关系，以利我们的知识、能力的增长。

（一）知与不知是相对的、发展的

只有“学而知之”，而没有“生而知之”，而学后更知不足矣！假若一个小孩刚生下来就与人类社会隔绝，那他将 对人间事情全然不懂。纵使一个天资非常聪明的人，不接受老师的指导，也不看任何参考书，他一生钻研数学，最多只能达到小学四则运算水平。可见，“生而知之”是不存在的。在科学技术飞跃发展的今天，即使一个科学分支，耗尽一生精力也不能说研究彻底了，故此，不努力学习很快就会落后，

现在已知的知识也会逐渐变得陈旧老化，随着人类生产、科学技术的不断发展，知识量的增长非常迅速。随着时代的前进，新理论取代旧理论，是一种很普遍的自然现象。由此可见，在人类知识的长河里，知与不知是相对的、发展的，它们的关系是辩证的。由于生活和生产的需要，自有人类以来，就是根据已知探索着一个又一个的未知，它已成为自然科学发展的动力，使已知的知识相对地迅速增加着，人类的科学真理的大门一层层被打开。

古代的科学技术，经历了漫长的历史发展时期，那时人们虽知之甚少，但认为未知的也不多。到了大约50万年以前的北京人时代，人类开始知道用火，这对人类文明的发展起了极大的推动作用。大约距今6千年到4千年以前，一些地区出现了少数脑力劳动者，随之便产生了文字。古希腊、中国、印度和中世纪阿拉伯等地的古代科学，主要还是直觉现象的描述，经验的总结和猜测性的思辨。16世纪中叶，以意大利物理学家伽利略为代表的近代科学家认为，观察和实验是科学知识的源泉，这时便把系统的观察和实验用严密的逻辑体系结合起来，形成以实验事实为根据的系统的科学理论。伽利略用自己创造的望远镜来观察天体，发现了许多天文现象，为波兰天文学家哥白尼《天体运行》地动说提供了有力的证据。他还进行了一系列关于物体运动的实验，推翻了关于任何物体运动都需要有推动力、并都有一定目的的传统运动观念；同时以严密的数学形式来表达物体的运动规律，开创了科学实验与数学相结合的科学方法。在伽利略的工作和德国天文学家开普勒的行星运动三定律等基础上，英国物理学家牛顿把物体的运动规律归结为三条基本运动定律和万有引力定律，由此建立起一个完整的力学理论体系，牛顿是

迄今最伟大的科学家之一，1687年，牛顿出版了他用拉丁文写的名著《数学原理》。他应用了极其严密的数学计算和完美的方式把各种现象联系在一起。所有这些，正如牛顿所说：“如果我比笛卡尔看得远些，那是因为我站在巨人们肩上的缘故。”如果没有伽利略关于地面物体下落的研究，没有惠更斯关于钟摆问题的研究，没有开普勒行星三定律，就很难想象会在17世纪下半叶有牛顿万有引力定律。这些事实，有力地证明了知与不知是相对的和发展的辩证关系。

经过18世纪各方面的准备，19世纪成为科学技术全面发展的时期，现代自然科学开始于19世纪末叶。19世纪自然科学家的最大成就是进化论和电磁学的建立。19世纪末，20世纪初，由于物理学的革命，自然科学进入了新的现代科学阶段。到19世纪末，经典物理学以牛顿力学，麦克斯韦电磁场理论和经典力学为支柱，形成了一个完整的理论体系，以后又有另外几位科学家在实验基础上创立了研究微观粒子运动的量子力学。量子物理学和相对论一起成为现代物理学的两大基础。从经典物理学到现代物理学的发展，很好地说明了科学发展是没有止境的。这种解决新实验事实同旧理论之间的矛盾也就是知与不知的相对性和发展性的具体表现。爱因斯坦于1905年和1915年先后创立的狭义相对论和广义相对论，否定了牛顿的绝对空间和绝对时间观念，揭示了空间、时间、物质、运动之间本质上的统一性，而把牛顿的力学理论作为一种特殊情况概括在内。使相对论成为原子内部微观物理学、宏观世界的天体物理学和宇宙学的理论基础。20世纪50年代前后出现了原子能、电子计算机和空间技术。随着物理学的迅速发展，由于新的实验技术和观察工具的应用，使人的“视力”无论微观世界，还是宏观世界都扩大了上万

倍，人的“洞察力”已经能够从 10^{-8}cm 的原子深入到小于 10^{-13}cm 的基本粒子内部。人们对宇宙这个概念的认识，古代只是直观中的大地和天空，近代利用望远镜，使人们看到了太阳系以外的一部分空间，现代人的“视力”范围已经从直径10万光年的银河系扩展到2000亿光年的大跨度的宇宙。尽管如此，无论在宏观或微观方面，我们已有的认识仍然都是非常有限的，我们今天对在2000亿光年的天体之外还存在什么，仍是个未知数。人们至今还没有能力打碎任何一个电子，所以还没法搞清其结构和区分两个不同的电子。人们对基本粒子内部奥秘的探索，严格说来仍处于开始阶段，大量的科学之谜都正在等待着人们去解开。

知与不知的矛盾是永无完结的，人们对某一具体事物的认识完结了，而整个认识运动并没有结束。人类认识过程的每一阶段，都是绝对真理长河中的一个相对真理。这是由于客观事物本身内部矛盾总是处于一个发展过程中，因此人的认识必须随之向前发展。由于人们的实践活动水平不断提高，对在新的实践中发现的新情况、新问题需要做出新的解释，因而便产生新的理论，如对光的本性认识就是一个很好的例子，17世纪，根据光的直线传播、折射、反射等现象认为光是一种粒子。但随着实践的发展，由于粒子说解释不了光的衍射、干涉等现象，特别是电磁波，到19世纪光的波动说得到了肯定；20世纪，由于光压以及光电效应的发现，波动说又被动摇了，又不得不重新考虑光的粒子说，就这样历经三个世纪，反复曲折，一直到量子场论对光的本性作出了正确解释。人类认识的这个知与不知的矛盾是一个无限发展的过程，这也是由相对真理走向绝对真理的逐步深化的过程。

（二）知与不知是一条无极的链条

客观事物都是普遍联系和相互渗透的，它们之间并没有一条绝对分明的固定不变的界限。统一场论的初步成就，现代控制论和信息论的建立，提供了世界统一原理的新的纪实。

就整个人类的认识来说，有许多事实证明，人的认识受到时代生产力的限制，受到客体的可观察变量和可控制变量的局限和制约。19世纪人们公认的能量守恒规律，在20世纪相对论出现后而成为低速条件下的特殊规律了；原认为化学元素是不变的，但随着放射性元素的发现，认识到，化学元素也是可变的。足见知与不知的矛盾是一条无极的链条。

人的认识 and 知识都始于未知，接受家庭教育、学校教育、社会教育，逐渐变未知为已知，然后再以已知为基础，探索新的未知，当新的未知变为已知时，这就是前进了。所谓有的人聪明，就是指他能够不断运用已知去探索未知而获得新知识。一个人的知识结构都不会是一劳永逸的，都要进一步分化发展而产生新的未知，这样才能继续前进，继续发展。我国地质学家李四光说：“先易后难，先肯定既知，再进一步追求未知，就工作程序来说是较为有利的。”高一级学校都是以低一级学校为基础，大学中的先修课程又为后继课程打好了基础。俄国著名的生理学家巴甫洛夫说：“你们在想要攀登科学顶峰之前，务必把科学的初步知识研究透彻。还没有充分领会前面的东西时就决不要动手搞后面的东西”没有坚实的基础对以后的发展是很不利的。这就说明没有已知的基础就不可能有未知的探索，有了坚实可靠的已知则易于向着更加深入的未知发展。因此，这就要求按学习目标制定循序渐进的科学的学习计划。1869年，俄国化学家门捷列

夫发现化学元素周期律，揭示了各种元素的性质和原子量之间的周期关系。事后，人们问他“你由什么思想出发发现了周期律？”门捷列夫回答说：“当我考虑物质的时候，总不能避开两个问题：多少物质和什么样的物质？因此，自然而然就产生出这样的想法：在元素的质量和化学性质之间，一定存在着某种联系，物质的质量既然最后呈现原子形态，就应该找出元素特性和它的原子量之间的关系。”“因此，一方面寻求元素的性质和其原子量之间的关系，而在另一方面寻求其相似点与原子量之间的关系，要算是最简捷和极自然的想法了。”门捷列夫抓住了基本结构，找到了它们内在的相互联系，发现了化学元素的规律性。这是掌握已知探索未知的典范。

俄国教育家乌申斯基说“只有正视自己的无知，才能扩大自己的知识”。扎实的基础知识是很重要的，它可使你既知其然，又知其所以然。

马克思在写《资本论》时，深感自己自然科学基础知识不足，于是他就补学了数学、物理、化学、生理学以及解剖学等方面的知识。由于他具有广博的社会科学知识和自然科学知识，使他的著作具有很高的科学价值。爱因斯坦在他的自述中说：“我看到数学分成许多专门领域，每一个领域都能费去我们短暂的一生。因此，我觉得自己的处境象布里丹的驴子一样，不能决定究竟该吃哪一捆干草。这显然是由于我在数学领域的直觉能力不够强，以致不能把带有根本性的最重要的东西同其余那些多少是可有可无的知识可靠地区分开来。……诚然，物理学也分成了各个领域，其中每一个领域也能吞噬我短暂的一生……可是，在这个领域里，我不久就学会了识别那种能导致深邃知识的东西。”爱因斯坦

研究广义相对论时，有好几年进展不大，于是他重新补学了三年在大学时有所忽视的数学，才帮他很快地建立了广义相对论的完整体系。

打好基础循序渐进，掌握广博精深的知识，研究学科结构等治学方法都是为了更好地从已知出发，为着去探索未知。通过自己的思考和实践，才能学好科学知识，这是学习的基本方法。在这个基础上去探索前人尚未发现和认识的客观事物，这种学习已不是一般性的学习，已属于科学研究的范畴。当然，这两种学习也并没有明确的界限，特别是大学和工程师，应该把两种学习结合起来，即要掌握前人已知的科学知识，也要探讨前人尚未发现的未知知识；更要掌握科学的学习方法。倍加注意培养自己的智慧和能力，得心应手地驾驭这条知与不知的无极链条。对工程师的实践会是非常有益的，它可为更有效的学习和创新服务。

（三）已知增多，就会发现更多的未知

人类科学文明的发展历史证明了人类知识越多，发现的新的未知，新的奥妙，就越多。原始社会人的认识很简单，存在的问题也比较单纯，随着社会的发展，各国人民科学文化的交流，新的未知则逐渐多了起来。现在微观已进入粒子层子，宏观已进入宇宙空间，探索着星际的秘密。可见，随着人们知识的迅速增长，新的未知范围会更加广阔，这就为人类的科学技术文化艺术的发明创造了发展的条件。现代的技术装备和理论有力地促进了各学科的进一步发展，并产生了许多边缘学科。由此，整个自然科学形成了一个统一整体，深刻地揭示了各个不同层次的物质之间的统一性。随着生产实践的发展，不断提出了大量的新的课题，成为许多新

的生长点,边缘学科的产生来源于已知学科知识的增长,这些新的生长点又都是新的未知,需要进行新的探索。英国数学家维纳就曾在数学、心理学、神经病理学等边缘地区奠定了控制论的理论基础,他说:“在科学发展上可以得到最大收获的领域是各种已建立起来的部门之间的被忽视的无人区”。对个人来讲更是如此,一个已知不多的人,倒觉得未知(疑问)也不太多。如果已进入科学宝库大门的人,就会发现需要探求和解决的未知是非常多的,这当然是知识深化的结果,提出新的有一定分量的问题和想法比学习已有现成知识要困难得多。英国哲学家、科学史家鲍波尔说:“我们知识越是进步,我们将越是清楚地看到我们的极端无知。”法国哲学家康德也曾说过:“先有对于自己的无知这种觉悟,而后才有科学。”

爱因斯坦常用“知识之国”的故事来告诫他的学生。这个故事说,一天,著名科学家芝诺,正在钻研难题,他的学生问道:“老师!难道您还有什么不懂的东西吗?”芝诺含笑点头,然后在一张白纸上画了一大一小两个圆圈,对他的学生说:“如果用小圆代表你们学到的知识,用大圆代表我学到的知识,那么大圆包含的知识好象要比小圆多一点。但是,在这两个圆圈之外的空白,对你我来说都意味着无知。因此,不知你们是否意识到,人对知识的追求和掌握,好比大小圆圈。圆内的可比作自己掌握的东西,圆外则是无知面。圆越大其周长接触无知面不就越多吗?从这个意义上相对地说,我比你们不懂的地方要更多一些呢!”知识的海洋浩瀚无际,我们学到的知识,仅仅是沧海之一粟。越是多读书,就越深刻地感到自己知识的贫乏。

客观世界是运动、变化和发展的,人们对未知的探索也

是随着时代发展而前进的。就以生产技术史上“生产工具”而论，人类最早使用的是石器工具。青铜器和铁制工具的出现，是生产工具在“材料”领域中的一个重大进步。18世纪蒸汽机的发明，则是在“能量”领域中的革命。现代随着电子计算机的出现和愈来愈广泛的应用，正在发生一场“信息”领域中的大革命。由此可见，生产工具的发展已经经历了三个阶段：手工工具、普通机器和自动化机器。人类在探索原子世界秘密的过程中，发现了更深刻的本质和更多的内部联系，使许多未知的东西变成了已知，同时向更深刻的未知开战。1803~1808年，道尔顿提出原子论，人们认为组成物质的微粒就是原子，当时认为原子不可再分了；后来证实了原子的存在，又证实了原子由原子核和电子组成；原子核里有质子、中子、反质子、反中子等等。从微观角度可以认为：原子就是物质微观结构的第一层次。原子又由原子核及核外的电子组成，这是物质微观结构的第二层次。原子核还可分为质子和中子。可以认为质子、中子及其它基本粒子是物质微观结构的第三层次。在很长一段时间里，人们认为质子、中子、介子、超子、电子、光子等粒子是不能再分了，所以叫“基本粒子”。到目前为止，已发现的“基本粒子”已达300多种。但近十几年的实验研究表明，基本粒子仍然是可以分的。人们称它为“层子”，现层子的种类已发现有四、五种，而且还有增加的趋势。故可以把“层子”叫做物质微观结构的第四层次。现已有迹象表明层子可能仍有内部结构。层子（夸克）理论和亚夸克问题的提出，为物质结构有无限层次的原理，提供了一次新的证实。每一层次的深入都说明了知与未知的矛盾不断发展，不断向着更深入一层推进。可以看出，已知的知识越多，未知的需要探索的新知识则是更多了。

俄国生理学家巴甫洛夫说：“你们在任何时候也不要以为自己什么都知道。不管别人怎样器重你们，你们总要有勇气对自己说：“我没有学识。”正象法国数学家、物理学家、哲学家笛卡尔所说：“我的努力求学并没有得到别的好处，只不过是愈来愈发觉自己的无知。”奥地利鸟类学家尼柯·丁伯根也说过：“我们发现无知的感觉并没有减退，反而增强了，我们的无知的增长速度实际上要比知识的增长速度快得多，因为每解决一个问题都提出更多的问题。”对做出了划时代贡献的牛顿，他自己却说：“不知世人对我怎样看，不过我自己只是觉得好象在海滨玩耍的一个小孩子，有时很高兴地拾着一颗光滑美丽的石子，但真理的大海，我还是没有发现。”

人类沿着科学技术的阶梯，一步步地进入了蒸汽时代、电气时代、原子能时代和人工智能、信息时代，充分显示了知识和科学技术的巨大威力，使知识转化为生产力，创造了人类历史上一个又一个的奇迹。

现代工程师知识更新的紧迫性和必要性，这就要求现代工程师必须具有自我知识更新的素质修养和能力，正确认识和能动地运用“知与不知的矛盾”不断创新，去迎接新的技术革命。

二、两类思维必须密切协作

我们看资料、看实物，多是科学研究和生产的最终成果，很少能知道产生这些成果的思维过程，很难得知人类聪明智慧的头脑是怎样在错综复杂的现象中思考问题。这正是需要我们探讨和研究的重要问题。

（一）何谓两类思维？

现在思维分类方法很多，按思维的特性可分为两类，一类是直觉思维，一类是抽象思维。直觉思维是以观察、想象、幻想、推测或假想做出试验性结论或直接了解和认识事物，它属于综合的可组合成不同的概念而形成新的思路，但结论正确与否还有待于验证。它属于一种发散式的思考方式，一个问题可以从多方面来解答。艺术创作上的形象思维就是这类思维。而抽象思维具有分析、归纳、综合、判断、推理的特点，它能辨别是非、优劣、美丑，但一般不能产生新的概念。抽象思维是一种集中的逻辑思维，是一步步认识客观事物和解决问题的心理活动，如同解数学问题一样，无论谁去做，思维都应指向同一结论。科学推理的语言思维属于这类思维。直觉思维和抽象思维从根本上来说是一致的，都必须符合人类认识事物的客观规律。但从思维形式和特点来说既有区别，又有联系，当我们解决问题时，自觉地运用两类思维，使其密切协作，才能获得成功。

人脑是一个复杂而精密的系统，它担负着接受、存储、加工、处理各式各样的信息的职能。人脑的左、右两半球虽然同属一个大脑，并且通过同一双眼睛观察事物，但是它们思考和体验事物的角度和特长却不相同。右脑具有空间想象和形象思维能力担负着超脱逻辑的形象思维和形象辨认，处理同时的直观形象和进行模拟思考，并存贮形成语言之前的形象知识，它善于进行艺术性和创造性思维。左脑具有语言表达及积蓄语言知识的能力，担负逻辑推理和处理时间数字、序列信号等任务。左、右脑分工又协作，以右脑的直觉思维来运用左脑积蓄的语言知识，而左脑所蓄积的语言知识，只