

工程系统蕴涵了哲学
哲学支撑着工程系统
工程师需要哲学思维

工程

十论

GONGCHENG SHI LUN
GUANYU GONGCHENG DE ZHIXUE TANTAO

——关于工程的哲学探讨

· 徐长山 著



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

工 程 十 论

——关于工程的哲学探讨

徐长山 著

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

工程十论：关于工程的哲学探讨 / 徐长山著. —
成都：西南交通大学出版社，2010. 6

ISBN 978-7-5643-0683-0

I. ①工… II. ①徐… III. ①技术哲学—研究 IV.
①N02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 098401 号

工 程 十 论

——关于工程的哲学探讨

徐长山 著

*

责任编辑 秦振秀

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码：610031 发行部电话：028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

成都蓉军广告印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸：170 mm×230 mm 印张：18.375

字数：329 千字

2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0683-0

定价：35.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562



徐长山，男，1950年9月生，辽宁辽阳人，大学本科学历，现为石家庄铁道大学教授、硕士生导师、社会科学研究所所长、教学名师。研究方向：工程辩证法。相关论文：《工程辩证法纲要》《辩证法与工程》《论工程系统》《论青藏铁路的多维价值》《论工程的创新性》。

前言

这是我经过长时间的思考，特别是最近四年多的思考写成的一本著作。2006年初，我设想从辩证法的角度研究工程问题，并写了一个“工程辩证法纲要”的研究提纲。石家庄铁道大学领导看了以后非常支持这个研究，委托科技处召开了一次既有学校人文社科类教授，又有学校工程专业教授参加的“学术沙龙”，围绕工程辩证法问题进行专题研讨。接着，学校又邀请工程哲学的开创者、国内著名工程哲学专家李伯聪教授来学校作“工程哲学的兴起与发展”的报告，并对我的研究给予指导。我在此基础上进行了修改，并提交到“河北省自然辩证法研究会 2007 年会”和第八届“东亚科技与社会(STS)”国际学术会议上交流。同时形成了两篇论文，一篇以《辩证法与工程》为题在《燕山大学学报》上发表，另一篇以《工程辩证法纲要》为题在《石家庄铁道大学学报》上发表。在此基础上，在由河北省自然辩证法研究会举办的“石家庄科技人文论坛”上，又在“工程辩证法学术研讨会”上进行了专题研讨，参加研讨会的有来自石家庄各高校和军队院校的专家、学者。中国自然辩证法研究会《工作通讯》2008 年第 9 期还对此专门做了报道。而后在“河北省自然辩证法研究会 2008 年会”上，再一次交流了这个经过多次修改的研究报告。经过反复交流、研讨，在听取各方面意见的基础上，我又以《论工程系统》为题在《自然辩证法研究》上发表了 12 000 余字的论文。这期间，我的研究发生了一些变化，不再去构造庞大的工程辩证法体系，而是从工程的十个主要特性出发来研究工程中的哲学问题，并命名为《工程十论——关于工程的哲学探讨》。从工程辩证法研究到工程特性的哲学研究，前者为后者奠定了基础，应该说是合乎逻辑的发展的。

我的这个《工程十论——关于工程的哲学探讨》，在 2009 年 11 月成都召开的第四次全国工程哲学年会上，与一些专家也进行了交流，得到了认可。他们认为我的研究在实践的工程哲学方面是一个创新。其中的一些内容、案例，如工程的伦理性、工程的人文性和中国铁路的发展历程，在本校给研究生、本科生作了专题讲座，受到学生的普遍欢迎。

为了本项研究，近几年我先后到武广客运专线、京沪客运专线、南京过



江隧道和南京地铁、广佛地铁、太中银铁路、京石客运专线、广深客运专线等工程建设现场考察，与第一线的工程技术人员和管理人员广泛交谈，并深入工地亲身感受；再加上我以前到过许多工程建设单位的考察经历，就为这项研究奠定了扎实的实践基础。

今年5月初，我去美国洛杉矶参加了“第四届生态文明国际学术论坛”，向大会提交并宣读了“青藏铁路的环境保护”论文。会议期间，我也有意识地观察了当地的交通、建筑、环境等工程方面的事项，对其中一些好的做法也在本书中有所反映。

恩格斯说过，任何研究都“必须首先从已有的思想材料出发”。牛顿曾说要“站在巨人的肩膀上”。本研究借鉴了当前国内工程哲学研究的最新成果，特别是李伯聪著的《工程哲学引论》一书和殷瑞钰、汪应洛、李伯聪等著的《工程哲学》一书，对我的启发和帮助很大，我从中吸取了很多养料，借鉴了其中的很多观点和思想。但这本书的体系完全是本人构建起来的，基本的观点、思想是自己反复思考的结果，所以本书中可以说基本上都是自己的东西。

关于本书中涉及的许多工程实践中的问题，如数据、术语、名称以及案例等，我都就近请教了本校的相关专家和教授，由他们把关，保证了这些问题表述的准确性。同时，我还采纳了他们在工程建设第一线帮助企业进行技术攻关的一些典型例证，并听取了他们对全书的意见，许多宝贵的意见被采纳。在此，我向这些同志表示衷心的感谢！

我是铁道兵出身，在铁路工程建设的第一线工作多年，参加过襄渝铁路、南疆铁路建设。后来军校毕业后分配到铁道兵工程学院（转地方后改为现在的石家庄铁道大学）工作，一直到现在。石家庄铁道大学是以工程类专业为主干学科的高校，尤以土木工程、交通工程见长，培养的学生大都输送到工程建设的第一线。我在铁道大学一直从事的是马克思主义哲学和马克思主义基本原理课程的教学与研究，是马克思主义基本原理专业的硕士生导师，同时承担了博士生的“现代科学技术革命与马克思主义”课程的教学工作。由于工科院校的背景，长期以来深受工程专业的思维方式、行为方式的熏陶和影响，马克思主义理论教学也需要多与学生的专业实际相结合。正是这样的经历、背景，使我对工程哲学发生了浓厚的兴趣，早就想把工程与哲学结合起来进行一些研究。这时国内工程哲学研究热潮兴起，给我提供了外部的契机；又有幸得到学校的大力支持，有了内部生长的条件。于是，就有了今天这样一个虽然还不成熟却凝聚了我的心血的成果。可以说，这本书凝结了我一生积累的知识、经验，是我对工程问题长期思考的一个结果。

最后，我还想说一说本书的几个特点：首先，本书把工程概括出十个方

面的特性，并进行逻辑化的哲学论述，我认为这是一个有特点的提炼、归纳和演绎。像这样的结构目前国内还不多见。其次，本书紧密结合工程活动的实践，运用大量的工程案例，而且大都比较典型，用鲜活的材料来证明哲学的逻辑。这在国内也不多见，也可以看做是本书的一个特点。再次，本书虽不是从理论到理论的抽象议论，但具有浓厚的理论色彩，哲学味很浓。这也是本书的一个特点。最后，本书为了更形象和直观，大多数的案例都附有一到两张照片或图画，所以图文并茂也是本书的一个特点。这些照片或图画，有的是工程单位的同志提供的，有的是本校老师到工程建设第一线考察或开展帮助工作时拍摄的，有的是请美术工作者绘制的。对这些同志的鼎力相助，我也要表示衷心的感谢！

本书的读者对象主要定位于工程师，因此尽可能使用工程师的话语方式，哲学的东西尽可能通俗易懂，希望能够得到工程师和工程管理者们的认可。其实，工程师及其工程管理者并非不懂哲学，也不是不喜欢哲学。徐匡迪院士说：“工程的设计与实践中充满了辩证法，卓越的工程师和卓越的科学家一样都是富于哲学智慧和‘身体力行’地体现了辩证法的精神的。”我认为，只要适合工程师及其管理者口味的哲学，他们还是愿意读的。

虽然经过了无数次的反反复复的修改，但写完以后我自己感觉都不是很满意，总感觉有一些不尽如人意之处，别人看了可能发现的问题更多。希望听到批评意见。

徐长山

2010年5月于石家庄



目 录

引言 工程及其哲学探讨	1
一、何谓工程	1
二、工程的哲学探讨	10
一论 工程的阶段性	17
一、工程的规划阶段	17
二、工程的设计阶段	27
三、工程的建造阶段	30
四、工程的使用阶段	35
二论 工程的整体性	42
一、系统科学与工程系统	42
二、工程的立体性	49
三、工程的集成性	58
三论 工程的动态性	71
一、工程是一幅动态联系的画面	71
二、工程的动与静	73
三、工程的量变和质变	76
四、工程发展的前进性和曲折性	77
五、工程演化中的进化、转化和退化	79
四论 工程的开放性	92
一、工程开放的理论依据	92
二、工程的内开放和外开放	95
三、工程开放的内容和形式	97
四、工程开放的障碍排除	105



五论 工程的矛盾性	113
一、工程矛盾的一般分析	113
二、工程若干环节中的矛盾分析	118
六论 工程的创新性	133
一、工程创新的概念与特点	133
二、矛盾是推动工程创新的动力	141
三、提高工程创新能力	144
七论 工程的人文性	157
一、工程的“天人合一”	157
二、工程的“以人为本”	164
三、工程的文化内涵	168
四、工程企业文化	182
八论 工程的风险性	190
一、工程风险的哲学分析	190
二、工程诸环节上的风险与防范	197
三、工程风险管理	206
九论 工程的伦理性	216
一、工程伦理学及其发展	216
二、工程师的职业伦理	227
三、我国工程伦理的现状与建设	244
十论 工程的价值性	255
一、价值的含义	255
二、工程的多元价值	257
三、工程价值的评价	279
参考文献	284



引言

工程及其哲学探讨

本书的题目是“工程十论——关于工程的哲学探讨”，因而首先就应当对工程作出界定，并引出工程的十个问题，或者说十个特性，然后再说明为什么要对工程进行哲学探讨。

一、何谓工程

(一) 关于工程的界定

关于工程的界定，中西方的看法各有特点，有一致之处，也有所不同。这里只做简单的介绍。

陈昌曙先生曾指出：“在英文中，工程是 **engine**（机器）和 **ingenious**（有创造才能）的复合词，后者又源于拉丁词 **ingenenerare**（创造）。”那么，“**engineering**”（工程）就是指机械创造，“**engineer**”（工程师）就是指具有机械创造才能的人。在西语中，现代意义的工程造物尽管表现为大量的人工制品，但其集中的体现是指“**machine**”（机器、机械）。机器是造物的手段，也是被造之物，所以应该是工程的一部分和工程的产物。1828 年最早给工程下定义的 **Thomas Tredgold** 在写给英国民用工程师学会的信中说，工程是“驾驭自然界的力量之源，以供给人类使用与便利之术”，他讲的工程就是手段的意思。一直以来，西方把工程归结为技术手段，人们没有将其纳入独立关注的视野，直到 20 世纪 60 年代以后，随着对技术认识论问题的研究要求打开技术黑箱，考察技



术的各个环节时，工程问题才独立进入人们研究的视野。^①

就工程活动而言，在西方最早是指军事设施的建造活动，工程活动在 17、18 世纪专指作战兵器的制造和执行服务于军事目的的工作。后来出现了民用工程，如修建运河、道路、灯塔、城市上下水系统等土木工程，工程活动开始有了广泛的意义，演变成在军事、科技、工农业生产中都可以使用的术语，并且逐渐成为集成各工程学科知识和技术的总称。

在汉语中，较早使用“工程”一词是在《新唐书》中，其中的《魏知古传》记载：“会造金仙、王真观，虽盛夏，工程严促。”这里的工程具有建造或建筑之意。《红楼梦》第十七回说的“园内工程，俱已告竣”也是这个意思。古人也有将工程泛用的，如《元史·韩姓传》记载的“所著有读书工程，国之监以颁郡邑校官，为学者式”，就包含了“工程学”的含义。

如果把汉语“工程”拆解为“工”和“程”两个字，则可以进一步对工程的含义做出分析。《说文解字》说：“工者，巧饰也，象人有规矩也。”《考工记》说：“审曲面势，以飭五材，以辨民器谓之百工。”中国古代还有所谓“天之六工”：土工、金工、石工、木工、兽工、草工。这里的“工”，可以当造物理解，也可以当工匠理解。“程”涉及的是距离、大小等度量衡问题。《说文解字》说：“程者，品也，十发为程，十程为分，十分为寸。”《徐曰》说：“程者，权衡斗斛律历也。”《荀子·致士篇》说：“程者，物之准也。”《汉书·东方朔传》说：“程其器能用之如不及，又驿程道里也，又示也。”把“工”和“程”合起来理解，就是按照一定的规矩制造物的形式。

当代中国人对工程内涵的认识，既继承了古人的传统，又极大地丰富和发展了古人的认识，同时也借鉴了西方的某些理念，特别是应用了马克思主义的哲学观，对工程的认识不断深化。

《辞海》关于工程的定义是：“将自然科学的原理应用到工农业生产部门中去而形成的各学科的总称。这些学科是应用数学、物理学、化学等基础科学的原理，结合在生产实践中所积累的技术经验而发展出来的。其目的在于利用和改造自然来为人类服务。如土木建筑工程、水利工程、冶金工程、机电工程、化学工程等。主要内容有：对工程基地的勘测、设计、施工，原材料的选择研究，设备和产品的设计制造，工艺和施工方法的研究等。”《现代汉语词典》对工程的定义是：“土木建筑或其他生产、制造部门用比较大而复杂的设备来进行工作，如土木工程、机械工程、化学工程、采矿工程、水利工程、航空工程。”《四角号码词典》对工程的定义是：“有关土木、机械、冶

^① 参看陈凡：《当代西方工程哲学研究的历史追溯与问题视域》，殷瑞钰主编：《工程与哲学》第一卷，北京理工大学出版社 2007 年版，第 305 页。



金、化工等的设计、制造工作的总称。”综合以上三个关于工程的定义，可以把工程理解为包括设计和制造活动在内的大型的生产活动。这样的定义通俗易懂，是人们日常用语中的工程。

中科院的李伯聪教授认为，在日常生活中，工程所指称的对象可以粗略地划分为四大类或四种情况：一是一般性地指称大型的物质生产活动，如土木工程、冶金工程、采矿工程。二是在（广义的）生产的范围内仅把那些新开工建设的或新组织投产的建设项目称为工程，如正在建设的南水北调工程、京沪高速铁路工程等。而当这些新建工程项目建设完成并投入生产之后，人们往往就不再把投产后的项目的日常生产活动称之为“工程活动”，而仅仅将其称为“（狭义的）生产活动”了。三是用于指称某些大型的科研、军事、医学或环保等方面的活动或项目，如美国 20 世纪 40 年代实施的“曼哈顿工程”，20 世纪 60 年代实施的“阿波罗工程”，我国正在进行的“载人航天工程”“探月工程”，我国参与的世界范围的“人类基因组图谱工程”等。四是用于指称某些具体而目标明确的大型社会活动，如希望工程、扶贫工程、“211”工程。^①

本书界定的工程不包括社会工程，而是专指作为物质生产活动的工程，既包括那些正在建设和已经建成的大型工程项目，也包括那些正在进行和已经过去的大规模的工程活动。工程有项目和活动两个基本方面，项目蕴涵活动，项目完成是活动的结果，二者密不可分。此外，本书界定的工程，也涉及工程项目投入使用后的日常生产活动，把工程建成后的使用作为工程的一个环节。

从比较抽象的哲学意义上对工程做出界定，最早是李伯聪教授。李伯聪在 2002 年出版的《工程哲学引论》一书中说：“我们将工程这个术语一般性地界定为对人类改造物质自然界的完整、全部的实践活动和过程的总称。”李伯聪认为工程活动就是“造物”的过程。笛卡儿有一个著名的哲学命题“我思故我在”，李伯聪由此引申为“我造物故我在”，并将其作为《工程哲学引论》的副标题。此后，工程是“造物”被工程界和哲学界普遍认同，“造物”的提法被大量使用。^②李伯聪对工程的哲学界定，打破了西方长期以来把工程哲学包括在技术哲学中的传统，使工程哲学获得了独立的意义。

2007 年，由殷瑞钰、汪应洛两位院士和李伯聪教授率领的一批学者及实际工作者所著的《工程哲学》一书中对工程所做的界定，总结了多年来工程哲学的研究成果，反映了目前我国学界和工程界对工程的一般看法：“所谓工

①、② 参看李伯聪：《工程哲学引论》，大象出版社 2002 年版，第 7-8 页，第 8 页、25 页。

程，是指人类创造和构建人工实在的一种有组织的社会实践活动过程及其结果。”“工程是直接的生产力，工程活动是人类社会存在和发展的实践活动。在工程活动中，不但体现着人与自然的关系，而且体现着人与社会的关系。”“从根本上说，工程活动是一种既包括技术要素又包括非技术要素的以系统集成为基础的物质实践活动。”“工程活动过程的一般表述应是包括确立正确的工程理念和一系列决策、设计、构建和运行、制造、管理等活动的过程，其结果又往往具体地体现为特定形式的新的存在物及其相关的人工产品或某种服务。”“工程活动的核心标志往往是构筑一个新的存在物。”^①

从上述界定可以看出，工程有以下几个层面的意义：第一，工程是一种利用各种技术手段和非技术手段，去创造和建构集成物的物质实践活动，因而是直接的生产力。第二，工程活动的结果是构筑新的存在物，即各种各样的工程产品，所以工程也就是“造物”，目的是为了人类的存在和发展。第三，工程是包括理念以及决策、设计、构建、运行、制造、管理等一系列活动的过程。第四，工程不仅体现人与自然的关系，而且体现人与社会的关系。

本书认同李伯聪、殷瑞钰等人对工程的界定，但应该进一步明确一个问题：工程作为造物的活动和集成的人工自然物，在量上应该是规模化的系统，在质上应该是价值普遍的系统。这样才能进一步把工程与科学、技术区别开来，虽然它们之间有密切的联系。为此，笔者基本赞同中国科学院的王佩琼关于工程造物与技术造物的划界问题的见解。王佩琼认为工程是造物，技术也是造物，但技术造物与工程造物有区别：技术的特点在于发明与创新，而工程的特征是集成与构建；工程是价值普遍的（设施）系统，技术是价值特殊的（器物）产品。两者在量上表现为规模不同，在质上给予人类生活以不同的影响。这种意见有一定的合理性，其意义在于从技术与工程的区别中进一步给工程定位，以确定工程哲学的对象。^②

从上述工程定义出发，笔者把工程归纳出十个问题，或者说十个方面的特性，即工程的阶段性、工程的整体性、工程的动态性、工程的开放性、工程的矛盾性、工程的创新性、工程的人文性、工程的风险性、工程的伦理性、工程的价值性。这十个方面的问题虽然不能囊括工程的所有内容，但至少抓住了工程的主要内容、关键环节和基本特性。在工程这十个方面的问题或特性中，规划、设计、建造和使用的阶段性是工程的一条主线。由立体性和集

① 殷瑞钰等著：《工程哲学》，高等教育出版社 2007 年版，第 1 页、8 页、67 页、174 页。

② 王佩琼：《意义视野下工程造物与技术造物的划界》，在第四次全国工程哲学年会上的发言。



成性两方面构成的整体性，是工程最显著的特征。工程的动态性、开放性、矛盾性、创新性、人文性、风险性、伦理性、价值性，都是从工程的整体性出发，并围绕规划、设计、建造到使用这一条主线展开的。

(二) 工程的历史发展

原始社会生产力极端低下，人类主要以渔猎为生，生产工具是十分简陋的木器和石器，居住在洞穴之中，过着刀耕火种、茹毛饮血、树叶蔽体的生活。后来学会了筑屋、采集、吃熟食、尝草治病，但也非常的简陋、简单、粗糙。氏族、部落群体的规模也狭小，协作劳动的能力也低下。尽管如此，从广义的观点看，这些活动也可以称之为工程活动。“人类构木为巢，掘土为穴，这属于原始土木工程；削木为棒，磨石为器，属于原始的机具工程；原始的采集、渔猎活动，属于原始的农业（食物）工程；遍尝百草以治病，属于原始医药工程。”^①当然，原始人类创造人工自然物的工程活动是十分有限的，处在一个相当低的水平上。

当人类从蒙昧和野蛮的时代跨进文明时代的门槛以后，随着生产力的进步，人类开始有了金属制造的工具，有了农业和手工业、脑力劳动和体力劳动的劳动分工，以及城乡分立，并扩大了协作生产的规模，打造人工自然的工程越来越多，水平越来越高。古埃及雄伟的金字塔、古罗马宏大的斗兽场，是奴隶社会工程的代表作；而中国的万里长城、南北大运河、都江堰水利工程则是封建时代工程的杰作。至今让人们惊叹的欧洲古代的城市建筑，如巴黎圣母院、罗浮宫、圣索菲亚大教堂，以及中国古代的经典建筑，如故宫、天坛、颐和园等，也都是历久不衰的工程。

到了资本主义时期，生产力的发展更是一日千里，以至于马克思和恩格斯在《共产党宣言》中惊叹道：“资产阶级在它不到一百年的阶级统治中所创造的生产力，比过去一切时代创造的全部生产力还要多，还要大。”^②工程总量超过了过去一切时代的总和，这主要得益于机器的发明和使用，以及社会化的大生产，极大地提高了人类创造人工自然的能力。马克思以后的一百多年里，生产力的发展更是以几何级数快速增长，标志生产力进步的工程达到了前所未有的规模和水平。远洋航道的不断开辟，陆上与地下火车的通行，天空中翱翔的飞机，四通八达的公路，使工程达到了立体化的程度；越来越多的城市的出现，越来越多的工厂的建立，更是把工程扩展到越来越大的空

① 殷瑞钰等著：《工程哲学》，高等教育出版社 2007 年版，第 19 页。

② 《马克思恩格斯选集》第一卷，人民出版社 1995 年版，第 277 页。



间；现代的生物工程、海洋工程、航天工程、原子能工程、通信工程、新材料工程等，使工程进一步向广度和深度拓展。

古代和近现代工程的根本区别是，古代是利用手工工具建造工程，并且是在落后的生产方式进行，因而在规模上和程度上都是有限的（虽然也有一些辉煌的工程杰作，但远不及近现代工程的辉煌）。近现代以来的工业社会和后工业社会，是机械化、自动化、智能化的大生产，工程建设远远超越了传统的农业社会。

中国古代的工程是世界领先的，但到近代就落后了。有人说，中国古代比起西方是“科学落后，技术领先”，也有人不同意这种说法。不管怎样争论，中国古代技术先进是共同的认识，四大发明就是最有力的证明。中国古代之所以能够创造出许许多多辉煌的工程，与先进的技术是分不开的，没有先进的技术就没有那些辉煌的工程杰作。也许正是因为我国古代科学理论的滞后，使技术的发展受到限制和不可持续，加上封建专制制度的腐朽和保守，严重阻碍了科技和生产力的进步，因而导致了近代中国的落后。当西方通过文艺复兴、宗教改革、启蒙运动实现了思想革命，以及资产阶级政治革命和产业革命，走向工业化的飞速发展道路，现代化的工程建设也日新月异的时候，中国还在封建专制的压迫下，在封闭、狭隘的小生产的樊笼中爬行，并深受西方列强的侵略、掠夺和奴役之害。在这种背景下，我国工程建设的落后，也就不可避免了。先进的中国人开始觉醒，开始了救亡图存的运动。从洋务运动、戊戌变法、辛亥革命，一直到五四运动拉开序幕的新民主主义革命，终于使中国摆脱了“三座大山”的压迫，走上了赶超西方、实现中华民族伟大复兴之路。作为我国复兴标志之一的工程建设也迈上发展的快车道。

新中国成立以后特别是改革开放后的 30 多年，各个方面的工程都奋起直追，获得了长足发展。目前，我国的制造业规模已经居世界第三位；工业产品的产量世界第一，占世界份额的 50% 以上；世界上约 30% 的日用工业品为中国制造。中国成了名副其实的“世界制造中心”和“世界工厂”。在过去 30 多年里，我国大规模的基础设施建设方兴未艾，被称为“世界最大的建筑工地”。下面仅以交通工程、桥梁工程和水利工程为例说明：

30 多年来，我国交通工程建设可谓突飞猛进。在铁路建设方面，大秦、京九、南昆、青藏、兰新等一大批铁路干线的新线、复线建设和电气化改造相继完成，使我国的铁路营运里程从 1978 年的 5 万公里增加到 2009 年的近 9 万公里。在不断扩大路网规模的同时，我国连续 6 次的火车大提速以及高速铁路建设，使改革开放前最多每小时跑 80 公里的火车跑到了如今的 200～350 公里，武广高速铁路试运行甚至达到了时速 394 公里。现在，京广、京



沪等 40 多条时速 200~350 公里的客运专线也已相继开工或准备开工建设(谓之“八纵八横”),中国铁路快速客运网即将形成,铁路的“风时代”已经来临。在高速公路建设方面,我国从一片空白到 1988 年第一条高速公路通车,再到 2007 年贯通全国的“五纵七横”高速公路网完工,突破 5 万公里只用了 20 年时间。从 1978 年仅有一百多条短程航线到现在一千多条国内外航线四通八达,中国民航一跃成为全球第二大民航运输系统,旅客运输量增长了近 10 倍。速度使世界变小,交通领域的全面变化,使得原来遥不可及的距离变得近在咫尺。

我国的桥梁建设也同样如火如荼,30 多年里共有 44 万座各类桥梁拔地而起。2005 年润扬长江大桥以其长达 1 490 米的跨径成就了新中国第一、世界第三。33.3 公里的东海大桥与 36 公里的杭州湾跨海大桥,则让中国登上了目前世界最长跨海大桥的前两位。中国还将继续创造奇迹,2009 年下半年决策建设的港珠澳跨海大桥,长 500 公里,预计投资 700 亿元,修建工期 5 年。这将是世界上最长、难度最大、投资最多的跨海大桥。

30 多年来,我国的水利工程建设也获得快速发展。中国有史以来最大,也是当今世界上最大的水利枢纽工程——长江三峡水利枢纽工程,随着 2008 年左右岸电站 26 台机组全部投入运行,坝前水位达到海拔高程 172.3 米,开始全面发挥防洪、发电和航运的巨大功能。黄河小浪底水库是另一个大型水利枢纽工程,加上其他一大批关系国计民生和经济发展的重点水利工程的相继建设,确保了国家江河的安澜。世界上最大的跨流域调水工程——南水北调中线和西线工程同时开工,预计 2010 年竣工,届时将解决沿线一百多个缺水城市的生活和工业用水。

我国正处在工业化的中期,还需要 10 年左右完成工业化,30 年左右实现现代化。因此,大规模的工程建设还要持续一个较长的时期。2008 年面对世界金融危机,为了拉动内需,国家启动了 2 万亿元的铁路建设投资,公路建设、机场建设、水利建设等也都有不少新建和扩建的投资项目,这必将形成新一轮的工程建设高潮。中国正以工程大国的形象展现在世界面前。

需要指出的是,我国工程的发展,不仅使用了当代最先进的技术,也蕴涵了当代最先进的科学理论。在这些支撑现代化工程的先进的科学理论和技术中,有借鉴和吸收,但也有许多是自己的创造。如果说古代中国技术领先、科学落后还有一定道理的话,那么今天再这样说就没有道理了。正是随着工程科学理论和技术的不断进步,我国的工程建设才能获得如此快速的发展,仅用了 60 多年时间就走完了西方国家几百年的历程,并且接近、达到甚至超越了世界的一流水平。如前述的高速铁路建设、超大桥梁建设和大型水利设施建设,都可谓世界领先,甚至站上了一个新的世界高度。



(三) 科学、技术与工程

科学、技术、工程是三个不同性质的对象、行为和活动。科学以探索发现为核心，技术以革新发明为核心，工程以集成建造为核心。这就是所谓的“三元论”。在区分三者不同的性质和特征的同时，也要看到它们之间的关联性和互动性。明确科学、技术、工程三者的关系，可以更好地理解工程。

1. 科学与工程

关于科学，现在人们的一般观点是：“科学是一种理论化的知识体系，是人类不断探索真理的一种实践活动，是人类认识世界的方式和方法。”“作为知识体系，科学是逻辑连贯的、自恰的；作为实践活动，科学是不断修正自身，不断发展自身；作为认识世界的方式和方法，科学是解释、探索世界真谛的有力武器和手段；作为社会建制，科学是人类社会结构、文化体系的最重要组成部分之一。”^①随着人类对客观世界认识的深入，科学已经发展成为许多大的门类，形成了众多相互交叉的学科，构成了一个庞大的多层次的知识体系。

科学的突出特征是探索发现，工程的突出特征是集成建造；科学是知识形态的存在，工程是物质形态的存在。从表面上看，科学不直接构成工程，直接构成工程的是技术，但在工程诸要素中，科学却是最基础的要素。工程建造离不开技术，技术是工程的基本要素，而技术又离不开科学。虽然技术可以通过经验积累逐步形成，但这种缺少科学理论指导的经验积累，往往要经过漫长的摸索才能形成某项技术，而且技术粗糙、简单、水平低，更新换代十分缓慢。古代的技术大都是这样的。而现代意义上的技术大都是脱胎于科学的技术，建立在不断发展的科学理论上的技术精密、准确、复杂，更新换代很快。因此，作为工程基本要素的诸项技术后面都有其基本的科学原理作前提。如果没有相应的科学理论，现代工程活动就不可能展开。宇宙飞船之所以能够遨游太空，其基本的科学理论基础是：如果给飞行器一个足够高的初始速度，它就能克服地球引力从而可能成为地球的人造卫星。

因此，工程必须遵循科学理论的指导，符合科学的基本原则和定律，必须和已经验证的科学理论不矛盾。凡是违背科学理论的工程必定失败。历史上有人试图制造“永动机”之所以失败，就是因为违背了能量守恒和转化的科学定律。

^① 殷瑞钰等著：《工程哲学》，高等教育出版社 2007 年版，第 77 页。