

KUAXUEKE SHIYEZHONG DE GONGCHENG

跨学科视野中的工程

吴哲 张婧 阚迪 著



东北大学出版社
Northeastern University Press

跨学科视野中的工程

吴哲 张婧 阚迪 著

东北大学出版社

· 沈 阳 ·

© 吴 哲 张 婧 阚 迪 2016

图书在版编目 (CIP) 数据

跨学科视野中的工程 / 吴哲, 张婧, 阚迪著. — 沈阳: 东北大学出版社, 2016. 11
ISBN 978-7-5517-1455-6

I. ①跨… II. ①吴… ②张… ③阚… III. ①工程—研究 IV. ①T

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 275213 号

出 版 者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路三号巷 11 号

邮编: 110819

电话: 024-83687331(市场部) 83680267(社务部)

传真: 024-83680180(市场部) 83687332(社务部)

E-mail: neuph@neupress.com

http: //www. neupress. com

印 刷 者: 沈阳航空发动机研究所印刷厂

发 行 者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 170mm × 240mm

印 张: 7.75

字 数: 117 千字

出版时间: 2016 年 11 月第 1 版

印刷时间: 2016 年 11 月第 1 次印刷

组稿编辑: 刘振军

责任编辑: 郎 坤

封面设计: 刘江旻

责任校对: 霍艳丹

责任出版: 唐敏志

ISBN 978-7-5517-1455-6

定 价: 30.00 元

目 录

第1章 导 论	1
第2章 军事与工程哲学——协约	5
2.1 工程哲学与军事思想相联系的缘由	6
2.2 二者“选择”的目的与本质比较	7
2.3 二者“选择”过程中的方式方法比较	9
2.4 现代军事思想发展对工程选择的启示与借鉴	12
2.5 选择：社会选择与科学选择	17
2.6 行动者网络理论与选择	19
第3章 科学与工程哲学——非线性	24
3.1 科玄论战及影响	24
3.2 科学的方向	26
3.3 科学的细分再细分	28
3.4 工程的指导原则	30
第4章 经济学与工程哲学——利他	33
4.1 经济学与工程哲学的联系	33
4.2 资本力量与现实主义要求	34
4.3 格雷欣法则与工程	36
4.4 看不见的手	38
4.5 博弈与平衡	40
第5章 心理学与工程哲学——共情	45
5.1 心理学与工程哲学建立联系	45
5.2 决策中的心理学与工程哲学	46
5.3 精神分析学、分析心理学与工程哲学	48
5.4 人本主义心理学与工程哲学	50

5.5 共情与工程..... 51

第6章 生态学与工程哲学——创新..... 56

6.1 已经或正在消逝的文明..... 56

6.2 误以为征服自然..... 57

6.3 环境生态学、人类生态学与生态现状..... 59

6.4 工程创新与大工程共同体..... 61

6.5 资本、生态与工程创新..... 65

第7章 伦理学与工程哲学——目的..... 68

7.1 伦理之困..... 68

7.2 新教伦理与资本主义精神以及借鉴..... 70

7.3 经济人、制度人与伦理人..... 73

7.4 工程伦理与伦理工程..... 75

第8章 人的工程哲学——中庸..... 79

8.1 什么是人的工程哲学..... 79

8.2 工程的指归..... 81

8.3 对儒家思想的误解..... 83

8.4 什么是真正的中庸..... 87

8.5 为什么工程的指归是中庸..... 93

8.6 中庸、工程、世界..... 99

第9章 基于工程演化论的考察..... 103

9.1 中庸原则是否符合工程演化论..... 103

9.2 中庸原则是否符合进化论“隐喻”..... 106

9.3 工程的演化性需要中庸..... 108

9.4 中庸是全球一体化大工程目标的需要..... 110

参考文献..... 114

第1章 导论

工程传统的技术哲学是工程哲学的直接理论来源，技术哲学的经验“转向”使得工程哲学逐步形成一门新兴的学科和理论热点。

国外工程哲学的源头，可追溯至19世纪末的德国工程师卡普（Ernst Kapp）以及俄国工程师恩格迈尔（P. K. Engelmeier），这一时期的技术哲学出现了明显的工程学倾向，如“要求把工程学对待世界的态度从哲学上加以阐述”等。此后，一批著名的技术哲学家，如H. 伦克、F. 拉普等，皆阐述了“工程学的观点”。

真正将工程与技术做出区分，推动工程哲学发展的关键性人物，首推美国技术哲学家卡尔·米切姆（Carl Mitcham），他从本体论、认识论、价值论等角度系统阐明了工程哲学的思想，强调“工程即是哲学”，并于1995年明确提出“工程哲学”这一概念，1998年明确提出应建立“工程哲学”学科。

此后，工程哲学在西方引起了广泛关注，涌现出一批代表性人物及成果：文森蒂《工程师知道什么并如何知道的》；哥德曼《哲学、工程与西方文化》；皮特《工程师知道什么》；沃尔夫《工程伦理与社会》；哈里斯《工程伦理——概念与案例》等，这些理论成果成为西方工程哲学发展的基石。

2003年，美国学者布西阿勒里（L. L. Bucciarelli）出版了《工程哲学》一书，是西方工程哲学正式形成的标志。2004年，美国工程院教育委员会立项研究工程哲学，承认工程哲学是一门新的学科，并专门成立工程哲学指导委员会。2004年至今，美国、英国、丹麦、荷兰等国皆多次举办国际性工程哲学研讨会，其研究要点主要集中在工程本体论、工程知识、工程伦理、工程设计、基于STS的工程教育等范畴。

国内工程哲学的研究源于科学家对工程问题的思考，以及技术哲学对工程问题的关注。如，钱学森先生在其发表的一系列论述工

程特别是系统工程问题的论文中，提出许多有启发性的哲学观点；1957年，陈昌曙先生发表《要注意技术中的方法论问题》等；此后一段时期，可以看作从“工程的技术哲学”向“工程哲学”转变和酝酿的时期，其间一些较重要的人物与成果：李伯聪教授1988年出版《人工论纲领》，1992年与1995年分别发表《简论工程实在论》、《努力向工程哲学和经济哲学领域开拓》；陈昌曙先生在1999年《技术哲学引论》一书中，以单独章节专门讨论工程问题，2002年发表论文《重视工程、工程技术和工程家》，提出我们需要有工程哲学的观念等。

国内工程哲学的建立，应以李伯聪教授2002年出版的《工程哲学引论》一书为标志。随后，杜澄等主编《工程研究——跨学科视野中的工程》1、2卷，殷瑞钰、汪应洛、傅志寰、杜祥琬、张寿荣等院士，王宏波、丘亮辉、李三虎等教授分别从不同角度对工程哲学问题发表观点，这一阶段可视为国内工程哲学发展的第一阶段，工程哲学学科在国内甫一确立，即引发热点聚焦，显示出蓬勃生机。

国内工程哲学发展的第二阶段，应以2007年殷瑞钰院士、王礼恒院士等人主编的《工程哲学》问世为分界，该阶段的特点是：工程界与哲学界“联盟”，携手打通学科之间的障碍，展开跨学科研究，并形成工程哲学系统的理论体系。这一时期，工程本体论得到历史性的突破，一些重大问题如工程的本质、工程观以及工程与科学、技术之间的界面研究都得到基本解决。2011年由殷瑞钰院士、李伯聪教授、汪应洛院士等合著的《工程演化论》出版，则为工程哲学的殿堂贡献了至关重要的支柱。不仅完善了工程哲学的理论背景，同时也回应了面向实践的现实需要。工程演化论的确立，表明工程哲学基本形成了跨学科研究的范式，其学科支撑涉及进化论、工程学、历史学、演化经济学、比较研究等。尤其值得注意的是：工程演化论已经开始将视野延伸到具体的工程学科，并分别在七个学科（钢铁冶金、铁路、航天、信息通信、石油、化工、水利）领域内展开论述，这种研究范式将为工程哲学打开广阔未来。

综上所述，在中外工程哲学发展的初始阶段，从时间、理论酝酿、标志性成果等角度来看，基本上是同步的，相对而言，国外的研究更偏向于微观、科学分析方法，国内的研究更偏重于宏观、重

视哲学反思。而从2007年至今，国内工程哲学的发展更是有超前一步的趋势，对工程具体问题，不只是停留在简单的案例分析上，而是逐渐向与具体工程学学科相结合的阶段发展。

工程哲学相较于科学哲学、技术哲学而言，是新兴学科，在对工程哲学的研究和思辨过程中，除了对工程活动本身的界定及规律性研究以外，人们还意识到工程哲学必然涉及社会学、经济学、伦理学、科学、人类学、生态学、心理学等多种学科，也就是说工程哲学的研究将必然指向“跨学科”的研究。微观的、细分再细分的学科分化是一种趋势，而宏观的、整体综合的学科分化也是一种趋势。然而对于所谓“跨学科”的研究，人们的思辨暂时还不够深入，认识到“跨学科”为第一步，这一步并不足够。在这一步上，工程哲学面向我们展开了宏大磅礴的背景图案，与所涉及的多种学科处处有关联，似乎牵一发而动全身，思维如果是点对点，就有可能一叶障目，如果思维以点对多点或者以点对面，却顿生无所措手足之感。接下来，对与工程哲学相涉及的不同学科与工程哲学的关系与交集进行深入的分析并一一梳理为第二步。第三步则是对分析进行总结的工作，以使其成系统而非零散，使成建制而非各自为政。

众所周知，工程是集成构建，是技术要素+非技术要素的动态过程，不单纯是技术活动，而是社会、经济、政治、文化、环境相综合的产物。那么，对工程的研究是跨学科研究将成为共识。然而，仅仅认识到必是跨学科研究还未足够，真正进行跨学科研究将是一个人们必须去面对和解决的问题，因为学科的复杂性与学术的专业性、严肃性，任何跨学科的研究都将是一个漫长和艰苦的过程，就学术而言，甚至是一个无止境的探索、整理、碰撞、总结、论证的过程，一是因为学无止境，二是因为工程本身在发展，其他相关学科亦在发展、深入，时时会有新的探索、实践与发现，那么，新的观念、新的认识、新的论证应该蓬勃涌现，或以同道或以争鸣达到一个阶段的高峰，然后经过时间的沉淀与检验、淘汰与存留，再发展着向下一个阶段的高峰迈进，所谓集腋成裘是也。

工程哲学的跨学科研究是一个必然，目前而言，工程哲学的跨学科研究应该还处于刚刚起步的阶段，羽翼未丰，尽管已有许多文章曾提及关于伦理、生态等其他许多学科中涉及的工程必然面临的

问题，但体系尚未建成，其针对具体问题的回顾、反思、考问、忧虑等值得称许，但是强有力的深层理论支撑还不能说就已经足够。现实中工程哲学学科在追求枝繁叶茂的同时，亦必须重视深根固柢，不如此，不能免强枝弱干之弊。而若欲工程哲学能够深根固柢，立于学术之林，便不可只满足于泛泛。

本书将与工程哲学相关联的其他学科在与工程哲学相关联的过程中发生的关联进行比较、分析与总结，若将各个不同学科比喻成数轴的话，即通过研究各个数轴相交集的范围，逐层推进，追本求源，若能将不同的多个数轴之相交集归结出一原点，则相当于找到工程的指归。

本书共分九章，采用“合一—分—合”形式，以导论引出问题及研究思路，接下来分别在不同的领域内进行问题的分析、探讨与比较，最后将各不相同的分析与探讨之结果进行综合汇总，分析出其不同学科之间的交集所在，其基本框架如图 1-1 所示。

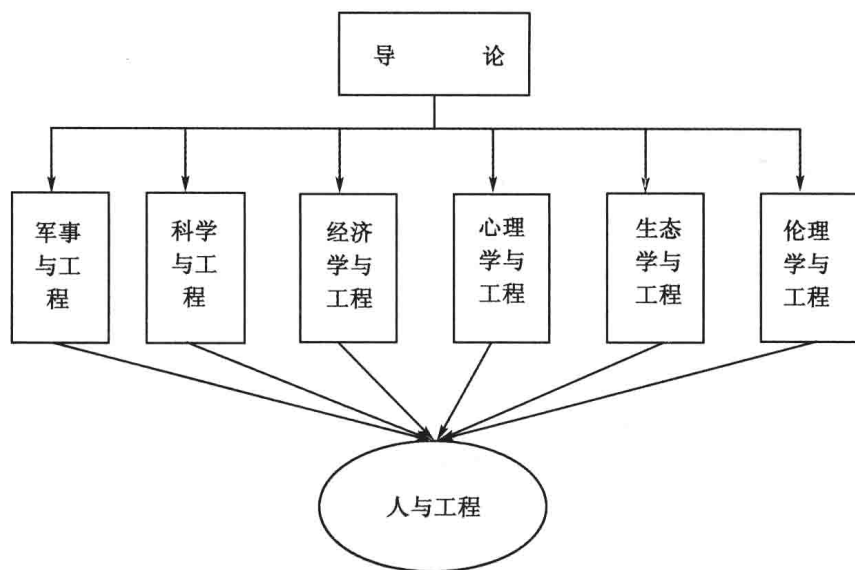


图 1-1

第2章 军事与工程哲学——协约

“选择”，是工程的重要组成部分，甚至与其他要素比较而言，常处于先导地位。殷瑞钰院士在《工程演化论》中提出“工程的特征是选择、集成与建构”^{[1]28}；李伯聪教授也曾提出“选择与建构”^{[2]72-79}理论框架，指出工程创新的过程是一个连续不断地进行选择、建构的过程。因此，有理由认为，选择是工程的基本构成模块，不可或缺。

选择与决策，常让人疑惑二者的异同。此二者可以说词义相近，但在工程哲学视野中，二者有一定的区别。首先，宏观来看，决策更多表征着工程的某个初始阶段，是工程的必经步骤之一；而选择，则体现在工程的各个阶段，是贯穿工程始终的基本特征。其次，选择拥有比决策更为基础、更为广泛的应用外延，比如：即使是工程中的一颗螺丝钉，它的质量、品牌、型号也都需要进行选择，但若说对螺丝钉进行“决策”，则未必适合。再次，决策不只适用于工程哲学范式，同样适用于管理学、经济学、心理学、组织行为学等专业，而在工程哲学范式下，选择相对于决策而言，更能体现出工程本体的特点。

既然要对工程选择进行分析，或可对其进行一次基本的界定——所谓工程选择，即是在工程活动中通过对一系列不确定因素进行判断，从而对选项做出选取的决定。它并不是如同决策、设计、组织、管理、实施、验收等这样的大步骤之一，而是充斥于整个工程过程中的每一个环节。既然选择是工程的基本特征之一，并且工程的每一个环节都离不开选择，从这个意义上讲，对工程选择的分析，也就是对整体工程活动的探讨。

2.1 工程哲学与军事思想相联系的缘由

众所周知，工程是建构人工实在的人类活动，对工程活动的反思则是工程哲学的发端，而工程选择，既是工程实践中的基本特征，也是反思工程的过程中一个重要的理论支撑点。那么，工程选择的问题，就既是一个实践领域的问题，同时，也是一个思想领域的问题。

又由于工程哲学本身发轫较晚，因此，对工程选择进行分析的时候，或许能够通过与其他历史上较为成熟的思想体系进行比较研究，从而使对工程选择的分析有所参照和借鉴，也可以使工程选择这一问题在“认识工程”“理解工程”方面得到论域的扩大和一定程度的深化。

之所以用军事思想体系中的“选择”来与工程哲学范畴的“选择”进行比较研究，是因为二者的相似性，这种相似性的本质表现即是“选择的弹性”。所谓选择的弹性，通俗地讲，是指可以选择A方案，也可以选择B方案、C方案。例如：面对一场战斗，兵家可以选择或战、或阵、或走；面对一项工程项目，工程选择亦可以在两种或两种以上甚至理念不同的方案中进行决断；等等。而历史上其他一些思想体系里，这种选择的弹性体现得较少，甚至有些并没有选择的余地，比如：不选择“无为”，便称不上是道家思想；不选择“仁义”，便称不上是儒家思想；不选择“兼爱”，便称不上是墨家思想；等等。这种只能选A不能选B，或者说对于选择某一理念的必须性，势必限制了选择的弹性，因此，从思想体系的“选择性”上来讲，军事思想对于选择的弹性相较于其他一些思想体系，更适于与工程哲学进行比较研究。

再者，自古以来，军事技术与工程向民用技术与工程转化就是一个社会发展趋势，某个时代前沿、尖端的科技不可能初始阶段就全范围推广，通常它优先被军事工程所选择、集成，从而达成建构，然后通过“势差”，在更长的时间段里向更为广泛的民用工程领域流动。而军事工程发展的背后必然有军事思想在支配，比如我国的潜

艇工业，就是“近海防御”思想指导下的结果。某种程度上讲，军事思想可指导军事工程，军事工程可向民用工程转化，因此，军事思想毫无疑问对人类工程的整体发展具有一定指导意义。

2.2 二者“选择”的目的与本质比较

(1) 传统价值观极相近

近些年，随着对工程活动的不断反思与工程哲学的兴起，工程价值观已经从“征服自然、改造自然”向“依靠自然、适应自然、认识自然、适度改变自然”转化，但难以否认的是，在过去相当长的一个时间段内，“征服”自然曾是工程的目的和主题。同样，军事思想的目的性也非常明确，无非克敌制胜，即“因敌变化而取胜”^{[3]113}，或称为“征服”。只不过工程试图征服的是自然，而军事上试图征服的是敌国罢了。

(2) 现代价值观的转型极相近

随着人类对自然认识的不断加深、对生态环境不断恶化的焦虑、对工程活动的不断反思，那种无理智、无节制的凌驾于自然之上，试图征服自然的观念正在从工程的价值体系中逐渐剥离。恩格斯曾经说过：“我们不要过分陶醉于我们人类对自然界的胜利，对于每一次这样的胜利，自然界都对我们进行报复。”^{[4]383}自然界的“报复”迫使工程进行反思，同样，随着战略威慑性武器的出现、现代战争新特点的涌现、“对等保证摧毁”等核威慑理念的成形，军事思想的现代发展也必然要对贸然、无节制的战争与征服理念进行反思，从而和工程思维一样，向“适度”“均衡”“小规模”“局部”等理念转化。

工程理念与军事思想的现代转型的共通之处，首先，都是建立在“惩罚型”威慑或报复的基础之上的。其次，因为这种已经或可能到来的“惩罚”，工程与军事都通过反思从而选择了新的应对策略，即都启动了在“适度”“均衡”等理念指导下的控制盲目扩张的自抑制机制。

(3) 求“实”

在对工程的现代审视中，工程是人类有组织、有计划利用各种资源和相关要素创造和构建人工物、人工实在的实践活动^{[1]26}。通过这一概念界定，准确表达了工程的创造性与建构性，工程的本质，终究要以建构一个新的存在物为目的。对工程的理解，无论是“造物”还是“人工实在”，着眼点都要落在“实”处。工程不能以谈玄论虚为目的，无论多宏伟的目标，多完美的解决方案，只要不能落“实”，便只能称为构思或蓝图，也不能称为工程。

而军事思想也并不论虚谈玄，几乎可以算是各种思想体系中最讲求实际效果的一家，这一点与工程非常相似。如果不能应用于实践活动，不能取得实际中克敌制胜的效果，便不应称为军事思想，更合适的称呼是“纸上谈兵”。

（4）求“利”

所谓“利”，大体而言有两层含义，其一，是利益，其二，是利弊。首先，工程过程是目的定向的过程^[5]。这个目的定向，相当程度上就是经济效益与社会效益，一如殷瑞钰院士所言：“工程有着明显的经济目标……在很大程度上是为了获得经济效益、社会效益，并改善人民的物质文体生活水平”^{[6]11}，或者如张寿荣院士所说的“工程……是将自然界的资源转变成人类财富的社会活动”^{[6]69}，所以说，工程是直接生产力，也就是说工程代表着人类创造财富的能力与水平。那么工程必然代表着符合团体、国家、族群、人类“利益”的方向。其次，工程选择必然要做“利弊”的分析，世间几乎不存在只有利没有弊的事物，而利大于弊，则是工程之所以实施的前提。

兵家思想中，《孙子兵法·火攻篇》：“非利不动”^{[3]256}，《九地篇》：“合于利而动，不合于利而止”^{[3]232}，都明确地表达了符合国家利益就行动，不符合国家利益则停止的理念。《始计篇》：“因利而制权”^{[3]2}，亦表达了根据利弊分析，通过发挥有利条件从而采取相应措施或行动。可见，在求“利”这一项选择上，工程思维与军事思想可谓有志一同。

2.3 二者“选择”过程中的方式方法比较

(1) 集成性

所谓集成,是指通过选择,将多种不同事物或元素“聚合”于一处,彼此相关,构成一个有机整体的过程。工程本身就是通过选择,从而利用各种资源与相关基本经济要素构建一个新的存在物的集成过程。相应地,军事战争也绝不是单纯摆开阵形对打这么简单,同样需要利用各种资源,后勤、士气、地形、天气、战地指挥等综合集成从而达成取胜的目的。《始计篇》:“一曰道,二曰天,三曰地,四曰将,五曰法……知之者胜”,“多算胜,少算不胜”^{[3]2},说的就是这样的道理:取胜是建立在集成了较多胜利的条件、资源的基础之上的。

(2) 针对性

所谓针对性,是指集中优势兵力,而不去过分贪大求全。《尉缭子》说:“专一则胜,离散则败”^{[7]185},“兵以静胜,国以专胜,力分者弱”^{[7]47}。与此相类,工程也需要在符合现实条件的情况下尽可能地集中力量,以避免力分则弱。比如我国的航天工程,彼时欧洲正掀起研制航天飞机的热潮,它集飞机技术、火箭技术、航天器技术于一身,集载人与货运于一体,同时具有运载火箭功能、载人飞船功能、飞机的起飞与着陆功能等,是典型的求大求全的工程。经过深入论证,中国仍决定集中力量先发展载人飞船而非航天飞机,这种更具针对性、更能集中力量突破的工程选择,已经被“神舟一号”到“神舟七号”成功发射、返回的事实所证明,而急于大而全式发展的欧洲航空航天界,则以载人航天工程下马而告终。

(3) 可行性

可行性是彰显工程选择所绝不同于科学、技术选择的特点所在。因为“工程所集成的要素是包括了技术要素和非技术要素的统一体”^[8],所以其中“非技术要素”的存在,必将导致工程选择超越科学、技术选择。许多工程选择过程中,出于稳定性、性价比、配套性等原则考量,该时代最先进的技术或许并不具备工程上的可行

性。比如随着古代军事技术的发展,比锁子甲更先进的板甲已经可以从技术上实现,相比于锁子甲,板甲可以有效地防御住弓箭,但由于板甲的造价很高,几乎无法量产,致使这种关于装甲的新技术始终无法真正装备军队。现代的许多实验室技术普遍具有发明性、创新性和先进性,然而,技术的发明性、创新性、先进性,是否具备工程上的可行性,即其能否被工程所“选择”,从而“嵌入”工程大系统之中,才是工程选择的关键。

(4) 自主性

所谓自主性,是指工程选择应排除额外干扰,有所不受。“凡用兵之法……地有所不争,君命有所不受”^{[9]28}。兵家思想体系中,战场一线指挥官如果不能保持一定的自主权,则失机、误战是可以预料的。同理,工程在实际选择、建构的过程中也经常会遇到政治、经济、人情等各方面的随意干涉与制约。有些时候,此类干涉可能会对工程选择作出外行领导内行式的干扰,此时如不能保持工程选择的独立性、自主性,依附于行政、人情等干扰因素而忽视专业性和科学规律,便易使工程偏离既定目标甚至导致失败。比如新中国成立初期的“两弹一星”工程,由于存在非工程一线的后方干涉,一些所谓指定日期的献礼便未能成功,原二机部副部长李觉同志在《科技强国,永垂青史》一文中曾谈道:“试验不成功的原因是,有人提出当时不做试验,就是给‘无产阶级文化大革命’脸上抹黑灰,在没有准备好的情况下,非要去做试验,最后试验不成功。”^[10]这就是工程选择无法保持自主性甚至违反科学规律的后果。

(5) 地域性

“齐阵重而不坚,秦阵散而自斗,楚阵整而不久,燕阵守而不走”^{[11]45},这是传统军事领域内对齐、楚、燕等不同地域战阵的风格区别。不同地域的工程同样可能有不同的风格,这种不同风格的工程,是基于不同地缘族群的不同价值取舍与选择。以高速铁路工程为例,日本的新干线发轫最早,由于只在日本本岛内自研自用,其技术独立性、系统完整性等方面较优;法国的TGV则对速度目标有着执着追求,铰接式动力集中配置方式使TGV保持着世界最高时速的纪录,但是对技术的激进追求,如极端轻量化车体、双层布局等,也使其价格居高难下;德国的ICE虽然拥有雄厚的技术实力,但因

为其国内交通完善、高速公路发达，高铁的应用量始终过小；中国高铁虽然单纯从技术上讲未必是最尖端的，但由于地域性造成的国内对交通基础设施的大量需求，导致中国产能优势明显，又由于中国自身运营环境的复杂性，导致中国高铁应对高原、隧道等复杂运行环境的能力明显高于其他国家。这些都可算是地域性导致的不同工程选择。

（6）民心指向性

魏武侯问战必胜之道，吴起对曰：“百姓皆是吾君而非邻国，则战已胜矣。”^{[11]26}兵家思想体系中常认为人心向背是军事上胜败的关键。司马法也说：“主固勉若，视敌而举。将心，心也；众心，心也。”^{[9]70}在军事战争中，民心甚至可称为决定性力量。同样，民心向背，不只关系到战争的胜负，也能关系到工程的成败。比如2007年台资企业旗下的二甲苯强污染化工工程欲在厦门开工建设之时，数万厦门人因其强污染性而走上街头以示抗议，最终导致总投资额108亿元人民币的PX工程未能落户，这就是工程选择因未得民心而失败的例证。既然工程的目的是为人类服务，工程选择能否得民心便成为最基本的出发点。

（7）蓄势性

孙子兵法里曾讲“凡用兵之法……千里馈粮……日费千金”^{[3]30}等，由此可知军事上的争战，不是有军队、武器就行，在争战之前，首先得积蓄国家力量，以支撑争战的损耗，所谓蓄势，方能待发。而工程是直接生产力，国家力量的积蓄，有相当大一部分来自工程。例如战国时期，秦国西引泾水东注洛水，修筑郑国渠水利工程，费十年之功，不能东窥。而一朝渠成，则席卷天下，便是工程选择能够代表与积蓄国家力量的史证。《史记》：“渠就，用注填阡之水，溉泽卤之地四万余顷，收皆亩一钟。于是关中为沃野，无凶年，秦以富强，卒并诸侯……”。^[12]

（8）审慎性

高度的审慎性是由其风险性而决定的。兵凶战危，就是军事思想中关于风险性的最直接描述，用兵不当、不慎，将导致诸如“败军杀将”“亡国”等危险性后果。工程一样充满风险，工程风险大体可分为两种：可预见的风险与不可预见的风险。其中可预见的风

险，主要关涉到伦理价值评判；不可预见的风险，主要关涉到技术的不确定性。比如福岛、切尔诺贝利核泄漏事故，比如加拿大魁北克大桥的垮塌等，都是工程不当、不慎，没能有效控制风险从而引发巨大灾难的例证。因此，“未虑胜，先虑败”不只是军事的选择，也应成为工程选择的他山之石。

2.4 现代军事思想发展对工程选择的启示与借鉴

演化是一种活动过程，演化源于万物诸事都有运动的本性^{[1]38}。军事与工程，同样属于万物诸事的范畴，在边界条件（诸如外部环境条件等）发生变化时，也同样具有演化的特性。比如海湾战争后，机械化战争模式便向信息化战争模式进行转化——现代工程同样要面临一个向信息化、生态化转型的过程。那么，在前文已经分析对比传统军事思想的基础之上，若总结兵家思想的现代演化规律与特点，或可对工程选择的现代演化产生更进一步的启发。

2.4.1 演化性——信息文明中的工程选择转向

21 世纪始，第一军事强国美国率先进行了军事思想的全方位革新，并以这种军事思想的创新引领其军事整体转型，其主要特色在于顶层设计、理论创新、人员转型、定期评估、深入发展等几个方面^[13]，其中有若干思维模式或对工程选择具有借鉴意义。

（1）“智力变化先于物理变化”理论

该理论认为，在现代军事转型过程中，人才的教育训练、思维模式的转变，其重要性要超过新的军事技术。

这一理论对工程选择的借鉴意义在于：人类已经步入信息化时代，相较于传统工程思维，未来的工程选择理应通过升级与创新予以回应。对于工程选择来讲，创新将不只是代表着工程技术、工程材料、工程水平的创新，而是面向未来的新的理念、态度——甚至新的态度、思维要优先于新的技术、材料。而这种新的态度、思维将应用于工程的各个方面，诸如：工程选择的发展思路由“又快又