

国际工程科技发展战略高端论坛

International Top-level Forum on Engineering Science
and Technology Development Strategy

中國工程院

CHINESE ACADEMY OF ENGINEERING

重大复杂工程管理与 工程管理知识体系

THE MAJOR AND COMPLEX
ENGINEERING MANAGEMENT
AND THE ENGINEERING
MANAGEMENT BODY OF
KNOWLEDGE

高等教育出版社

国际工程科技发展战略高端论坛

International Top-level Forum on Engineering
Science and Technology Development Strategy

中國工程院

CHINESE ACADEMY OF ENGINEERING

重大复杂工程管理与 工程管理知识体系

The Major and Complex Engineering
Management and the Engineering
Management Body of Knowledge

高等教育出版社·北京

内容提要

本书荟萃了中国工程院 2015 年国际工程科技发展战略高端论坛“重大复杂工程管理与工程管理知识体系”的中外专家报告,由综述、主题报告两大部分构成。其中,主题报告围绕重大复杂工程管理与工程管理知识体系进行研究,对当下工程管理学科的研究范围、研究对象等根本性问题做出了深入而有意义的思考。

本书立足于绿色生态文明建设和互联网大数据的时代背景,结合重大复杂工程建设的实际,提出了从应用集成系统角度优化工程项目的管理、再制造企业创新模式、地铁建设工程风险识别与管理措施、涪陵页岩气开发工程综述、系统工程的探索与实践等工程管理理论与方法,对科学指导绿色城市建设与污染防治工程管理实践具有重要意义,促进了重大复杂工程管理、再制造产业工程管理、两型工程管理等方向上的最新理论探索和实践进展,以及集成系统理论、调试标准管理、大数据分析等理论、方法、工具应用于工程管理领域的优化和实践,对重大复杂性工程管理理论、方法和具体实践的探讨具有重要的理论意义和实践应用价值。

本书是中国工程院“国际工程科技发展战略高端论坛丛书”之一,可作为重大项目管理和评价、社会工程管理、风险管理以及项目投资管理领域从业人员、高等院校工程管理类专业师生和相关领域研究人员的参考书籍,亦可供关心该领域的社会公众学习和参考。

图书在版编目(CIP)数据

重大复杂工程管理与工程管理知识体系:汉英对照 /
中国工程院编著. -- 北京:高等教育出版社,2019.10
(国际工程科技发展战略高端论坛)
ISBN 978-7-04-045901-2

I. ①重… II. ①中… III. ①工程管理-文集-汉、
英 IV. ①F40-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 156267 号

总策划 樊代明

策划编辑 王国祥 黄慧靖 责任编辑 朱丽虹

封面设计 顾斌 责任印制 赵义民

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街 4 号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.hepmall.com.cn
印 刷	北京中科印刷有限公司		http://www.hepmall.com
开 本	850mm × 1168mm 1/16		http://www.hepmall.cn
印 张	16.5	版 次	2019 年 10 月第 1 版
字 数	290 千字	印 次	2019 年 10 月第 1 次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	80.00 元
咨询电话	400-810-0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 45901-00

编辑委员会

主 任

何继善

委 员

陈晓红 傅志寰 郭重庆 何继善 陆佑楣

沈荣骏 殷瑞钰 郑南宁 朱高峰

目 录

第一部分 综述

综述	3
----------	---

第二部分 主题报告

重大复杂工程管理及其特点	朱高峰	7
中国再制造产业及其创新发展	徐滨士	15
调试过程中的一种标准	伊丽莎白·安妮·卡德尼 等	27
广州地铁建设工程风险识别与管理措施	孙成伟	46
精益产品开发——更快,更好……更清洁?	吉尔特·雷顿斯	58
系统工程的探索与实践——准格尔煤田绿色开采及综合利用示范工程 ...	凌 文	69
工程管理知识体系的进步	沃尔特·诺沃新 等	77
两型工程管理理论探讨与实践	陈晓红	84
基于大数据的地铁施工行为安全矫正研究	丁烈云 等	118
培养面向国际职场的工程管理学生——初步探索	大卫·埃里克 等	129
涪陵页岩气开发工程综述	王志刚	138
后记		255

CONTENTS

Part I Review

Review	151
--------------	-----

Part II Keynote Speech and Speaker Introduction

Applying an Integrated Systems Perspective to the Management of Engineering Projects	Simon P. Philbin	157
Engineering Management Problems of Remanufacturing Industry	Binshi Xu	183
A Standard for the Commissioning Process	William L. Gillis, Elizabeth A. Cudney	194
Lean Product Development—Faster, Better... Cleaner?	Geert Letens	219
Advancement of the Engineering Management Body of Knowledge	Hiral Shah, Walter Nowocin	234
Educating Engineering Management Students for the Global Workplace—An Initial Review	David A. Wyrick et al	243

第一部分

综 述

综 述

中国工程院“重大复杂工程管理与工程管理知识体系”国际工程科技发展战略高端论坛于2015年5月16日在广州成功举办。本次论坛由中国工程院、广州市人民政府主办,由中国工程院工程管理学部、国家自然科学基金委员会管理科学部、广州市科技创新委员会、广州市住房和城乡建设委员会、广州市重点公共建设项目管理办公室、中南大学等单位承办。中国工程院院长周济、副院长徐德龙,广州市委书记任学锋、市长陈建华,中国工程院孙永福、何继善等26位院士,以及来自美国、英国、比利时的8位国外知名工程管理专家,来自全国高校、科研院所、工程企业,广东省及广州市直、各辖区的代表和本地新闻媒体界人士共计500余位代表出席了论坛。

回顾论坛全程,论坛具有以下几个特色:一是在论坛前安排了院士专家调研重大基础设施和战略咨询活动,更好地发挥了论坛汇聚中外高层次专家学者的人才和智力优势;二是邀请了国际知名工程科技和管理专家共同交流和研讨,中外学者思想交汇、互动热烈,对于中国工程管理学界借鉴和吸收世界工程科技和管理发展的先进成果,同时促进中国工程科技和管理走向世界具有极其重要的意义;三是在召开论坛的同时举办工程管理成就展览,这是论坛推动中国工程管理界扩大开放、走向世界的重要举措。

论坛期间,共有14位中外专家做了主题报告,内容丰富,精彩纷呈,引人深思。概括起来他们的报告具有以下的特点。

一是关注工程管理学学科分支的发展和理论、方法、工具的应用。如朱高峰院士的报告“重大复杂工程管理及其特点”、徐滨士院士的报告“中国再制造产业及其创新发展”、陈晓红教授的报告“两型工程管理理论探讨与实践”、Simon P. Philbin博士的报告“集成系统视角在工程项目管理中的应用”、伊丽莎白·安妮·卡德尼博士的报告“调试过程中的一种标准”、丁烈云教授的报告“基于大数据的地铁施工行为安全矫正研究”等,反映我国与国际工程管理学界在重大复杂工程管理、再制造产业工程管理、两型工程管理等方面的最新理论探索和实践进展,以及集成系统理论、调试标准管理、大数据分析等理论、方法、工具应用于工程管理领域的优化和实践,展现出当代工程管理学界在两型社会与生态文明建设、

互联网革命、超大规模工程建设等时代背景下不断进取的创新品质和与时俱进的创新精神,将对工程管理学科的深入研究和蓬勃发展提供重要的动力来源。

二是关注工程管理知识体系和理论体系的建构和发展。如沃尔特·诺沃新博士的报告“工程管理知识体系的进步”等,着眼于工程管理知识体系这样一个重要的宏观问题,对工程管理学科的研究范围、研究对象等根本性问题做出了深入而有意义的思考,这同中国工程管理学界许多学者开展的“工程管理论”研究遥相呼应。由此引发的中外工程管理学者关于工程管理知识体系和理论体系的深入交流和讨论,将对工程管理学科的进一步成熟和发展起到重要的促进作用。

三是关注具体工程建设的实践创新。如孙成伟教授的报告“广州地铁建设工程风险识别与管理措施”、吉尔特·雷顿斯博士的报告“精益产品开发——更快,更好…更清洁?”、王志刚教授的报告“涪陵页岩气开发工程综述”等,来自具体大型城市建设、能源开发、产品创新工程管理的第一线,具有鲜活的具体实践经验及在此基础上提出的理论思考,这对于工程管理这样一个源自于实践的学科而言也是十分重要的学科生命力来源。

四是关注学科专业发展和人才培养。如大卫·埃里克博士的报告“培养面向国际职场的工程管理学生——初步探索”等,聚焦于工程管理学科专业发展和人才培养的问题,基于自己的观察和科学的分析提出了具有针对性的意见与建议,对于我国工程管理学科专业发展和人才培养事业具有重要的参考价值。

与会专家一致认为,工程活动是人类文明的共同实践载体,工程科技的发展使人类联结成日益紧密的命运共同体。新一轮的科技革命、产业革命与中国加快经济发展方式转变形成了历史性交汇。与会者共同呼吁,工程管理学者应该勇敢地承担起时代的重任,用对话、交流、学习、吸收跨越区域、文化、传统、技术的鸿沟,促进人类文明工程科技与管理成果的共建共享。

第二部分 主题报告

重大复杂工程管理及其特点

朱高峰

中国工程院

一、什么是重大复杂工程

(一) 中外重大复杂工程举例

要谈重大复杂工程管理,首先要弄清楚什么是重大复杂工程。但要真正给重大复杂工程下一个定义,似乎又很难。所以,还是先罗列一些公认的重大复杂工程,然后再归纳它们的特点为好。

(1) 中国历史上的重大复杂工程

长城、秦始皇陵、大运河、都江堰、北京故宫、西安城墙,等等。

(2) 中国现代的重大复杂工程

三峡水利枢纽、青藏铁路、南水北调、高速铁路网、万吨水压机、两弹一星、高性能计算机,等等。

(3) 世界上的重大复杂工程

埃及金字塔、罗马竞技场、凡尔赛宫、圣彼得大教堂,等等。

(4) 近现代的世界重大工程

苏伊士运河、巴拿马运河、胡佛水坝、阿斯旺水坝、英吉利海峡隧道、载人空间站、大型粒子加速器、西伯利亚铁路,以及各种大桥、一些巨大油田和长距离输油管道,等等。

还有大量例子,这里只能罗列一些,远远不可能穷尽。

(二) 重大复杂工程的共同特点

从上述这些例子中可以看出,正如名称中所说,这些工程的共同特点,一是巨大,二是复杂。

巨大是量的概念,但巨大并不单指某一个方面,至少可以从几个角度看:

一是工程量大,可以从面积、土方等几个方面衡量。

二是投入大,可以从资本、人力和物资等几个方面衡量。

三是从时空角度来看的大。首先,工程历时长,历史上有些工程曾历时上千年,近现代工程即使从实施角度看一般也有5~10年。如果从倡议、调研、决策过程看,几十年、上百年也不稀奇。其次,空间范围大,不单单是工程占地大,而且其影响面更大,有的影响一个流域,甚至跨越几个国家。

复杂则是个程度上的概念。这些工程大部分属于建筑工程,就土木建筑本身难度来看,就已经很复杂,如埃及金字塔是如何建成的至今仍是个谜。工程中还有大量机械装备,现代工程中更有大量电子信息技术和装备。其中一种新的关键技术的发明就促使形成一个新的领域,如水平钻井开发应用促成了页岩油气行业的崛起,对全球能源形势产生了很大影响。

至于巨大和复杂能否有个标准,这是个很难的问题,在有的文献中提出大体以投资十亿美元为界限,但是从各种不同类型工程来看,投资情况有较大差别,从中国近期一些巨大工程看,大量都在百亿人民币以上,目前似乎还难以形成一个统一的标准,至于复杂度就更难以量化了。

二、为什么要建立巨大复杂工程

(一) 从历史上看巨大复杂工程大体上可分为以下几类

(1) 军事工程——以防御为主;

(2) 城建工程——相当部分兼有军事目的;

(3) 交通运输工程——古代水路较多,也有一些道路工程;

(4) 水利工程——各有不同目的,如防灾、灌溉、运输等;

(5) 文化宗教工程——古代大多文化和宗教融合在一起,也有少量单独文化工程。另外,古代还有一类特殊的工程即皇陵和皇宫。

近现代工程大体上继承了这些目的,但工程规模更大、综合性更强,如河道水利工程从局部扩大到全流域治理,甚至跨流域连接。用水、运输和防灾综合性更强。交通运输工程更多样化,铁路道路和航空多方式并存,长距离道路和大规模港口(包括河港、海港和空港)工程大量增加。城建中大量商用建筑、文化建筑涌现,军事工程中出现了大量的武器装备工程。

与此同时出现了一些新的工程类型,包括大规模资源采集工程,尤其是近代油气资源采集及输送,能源工程主要是电力生产和输送,大规模通信信息网络建

设和应用。另一大类则是科学探索工程,包括宏观宇宙探索和微观世界探索。

(二) 概括起来,巨大复杂工程主要目的有三个

- (1) 更好地发现和利用自然资源为人类造福;
- (2) 增进人间交流机会,形成现代社会;
- (3) 国防需要。

从工程性质看,相当大量的是土木建筑项目,也有一些是巨型装备开发应用项目,也有两者兼有的项目。从工程作用看,民用项目和军事项目都有,民用项目中相当部分是公益性项目。

三、如何进行巨大复杂工程——决策和实施

巨大复杂工程和一般工程一样,可以分为决策、实施和验收评估三个阶段,但由于工程巨大,一般涉及面很广,所以每个阶段的内容十分丰富,过程更为复杂,甚至漫长,因而形成了一些特点。

(一) 决策阶段

1. 因素

首先要确定工程的目标,是单一的目标,还是多目标。如果是多目标,则互相之间的关系是什么,有无主次、依存和顺序关系。如果有,要有比较清晰的表达。对目标的必要性要有充分的分析和阐明,工程的价值取向也要明确。

其次是工程的造价,概括说需要多少资源,总体上可以用投资额来表示,对投资的来源要有具体的分析。由于工程时间可能很长,一定要考虑货币的时间价值及其风险。但需要大量物质资源时,尤其是涉及稀缺领域时,则要有专门考虑和可行性分析。

再次是工程的手段,主要是技术上是否可行,拟用技术的成熟度情况。如果包含有待开发的技术,则需分析其成功的概率和风险。

接着是工程的组织方式,对于巨大复杂工程,组织方式很难采用统一的模式,要根据具体情况,提出几种可能的方式,主要是集中和分散的比重和关系处理,决策时要做出选择。

然后是工程的影响,即达成目标的同时对周围环境和社会造成的影响。主要考虑的是负面影响,要分析这些影响能否容忍,或者需要采取行动措施予以克服或减缓。影响有时是多方面的,减避措施也可能带来其他的影响,都需要仔细分析考虑。

工程所需的人力资源是个重要的问题,是否有足够数量不同类型的各种人员,往往影响工程能否顺利开展,而人员薪酬问题也是影响成本的一个重要因素。

工程的政策环境和社会环境是必须予以考虑的,在符合法规方面有无“瑕疵”,各有关政府机构是否支持,与相关民众、社区之间沟通是否顺畅等,这些工作都必须做好。某些涉及国际关系的工程更要慎重行事。

在充分分析考虑了各种因素后,要再次综合考虑工程的投入产出比,不单纯是经济效益,而是经济、社会、环境的综合效益,有时还包括政治、文化因素来综合考虑工程的价值,是否必需,其可行性如何,最后予以决策。

2. 决策主体及其稳定性

决策主体应该是工程的业主,一般应组织一个决策小组或委员会,来集体讨论研究,辅之以专门调研机构和咨询机构,最后应由业主的决策机构如董事会来做最后的决策,当然在合法合规等方面事先应有充分沟通。对于公益性或半公益性工程,需要政府介入主导,在投资方面可以采用 PPP 即公私合营模式,吸收企业和私人投资参与,此时需组成共同的决策机构,但在社会公共影响方面,政府要起主导作用。

对可以划分明确阶段的工程,且各阶段在目标实现方面有相对独立性的也可以做出分阶段决策,以观察分阶段的效果。

决策机构要有稳定性,一般来说在整个工程实施阶段决策机构应持续存在并密切关注工程进展,以对工程负责。如果工程实施期间,业主本身发生变化,则在业主调整改组中,必须充分考虑工程实际情况,后续业主要继续负责,如对工程要做出调整甚至中断,则必须有充分的依据并承担一切后果。

(二) 实施阶段

由于工程的体量大,实施范围广,因而巨大复杂工程可以划分为若干个相对独立的子工程来分别实施,此时要做好顶层设计。如何划分清楚各个子工程之间的界面就很关键,总实施负责单位要很好掌握各子工程之间的接口和时间进度衔接。

工程实施的组织中,业主和设计施工单位、监理单位之间的关系与一般工程无原则区别,可以由一个大的设计施工单位总负责,而各子工程分别由各下属单位负责,也可以由总负责单位分包给其他单位负责。

实施中管理主要是四个方面,即质量、安全、投资与工期。

质量是保证工程达到目标的主要体现,质量往往用一系列技术指标来体现,有时在指标的理解上会有分歧。所以必须在工程之始有严格的规定,复杂工程中

往往还会有一些新的技术问题要研发解决,因此可能要并行组织专门的研发队伍来进行,同时根据研发取得的结果制定新的技术标准,细化某些指标。

安全是任何工程必须保证做到的,工程是非日常常规的活动,因此必须针对工程的具体情况制定安全规则,采取安全措施,防止人员伤害和对周围环境的破坏。由于复杂工程涉及面广,对安全要有全面考虑,除了机械伤害以外,要考虑化学、电磁、声光等方面的影响,还要考虑对周围环境可能产生的危害,在特殊地理条件下,要有针对性考虑,如高原反应、水淹可能性等。

投资控制是每个工程都会碰到的问题,复杂工程由于范围广、时间长、各种因素变化大,所以投资控制的难度更大。同时由于社会经济影响,如原定投资主体发生变化、通胀率的波动等,也会对投资额造成较大影响,因此在做概算时要留有足够余地,当然也不可能过于宽松,这往往是业主与实施单位之间争执最大的问题,在采用招标制的情况下,不可采用最低价中标的办法,以免日后的长期不利影响。此外,投资额过低往往会导致工程中偷工减料(当然应该严格监理,但难免有漏洞),影响工程质量。

工期也是关键的问题。工期控制过严,导致某些必要的工序被简略,往往会影晌工程质量,而工期拖得过长,会影响工程的效益;对于一些工期本身已较长、分期投资的项目,有时会失去时机,导致工程不得不停止,甚至半途而废。但对于一些巨大复杂工程,工期往往会拖延,有时甚至长期拖延。应该指出,工期长时间拖延,会导致投资的大幅度上升,尤其要注意各个子工程工期之间的协调,以免脱节。

可见质量、安全、投资、工期四个因素是互相关联的,互相之间既有配合,又有制约。在顶层需要业主单位、工程总实施单位和监理单位紧密配合,既协调又互相制约,共同完成。具体到总实施单位要全面掌握工程进展,实时了解各方面工作,在各个子工程之间做好协调工作,在有矛盾时,尽快分析找出主要矛盾和矛盾的主要方面,突出关键点,及时采取措施予以解决。各方面关系如图1所示。

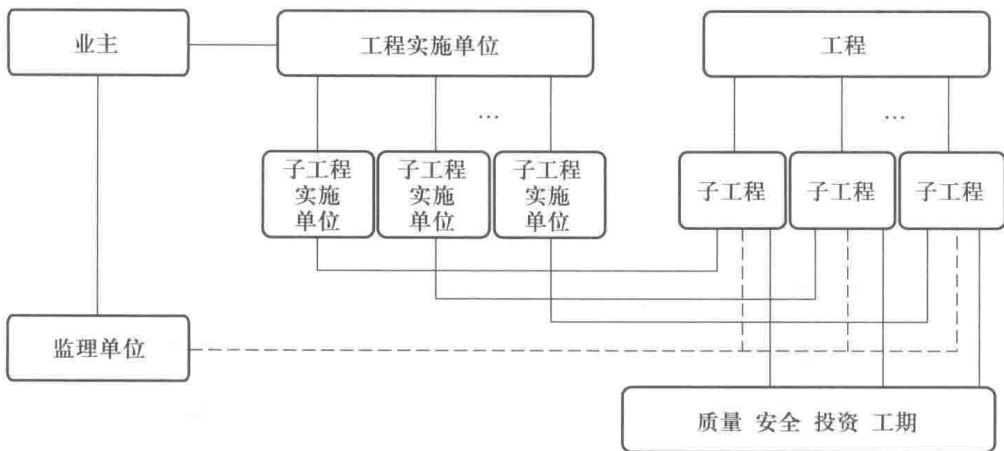


图1 工程实施阶段关系图