

# 复杂产品开发 工程管理理论与方法

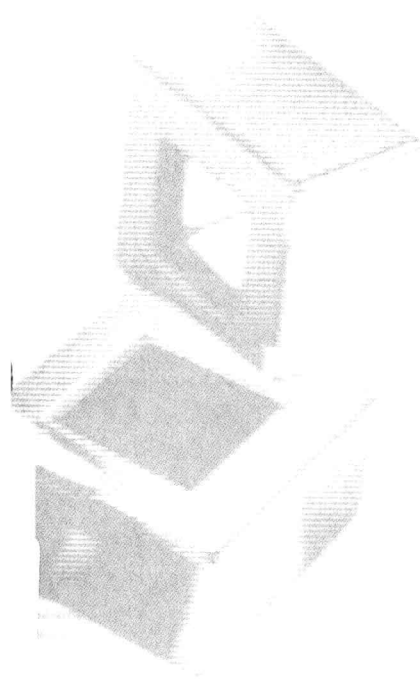
杨善林 等著



科学出版社

# 复杂产品开发 工程管理理论与方法

◆ 杨善林 等著



科学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书简述了工程管理理论与工程管理实践、工程管理理念与工程管理技术、工程管理体系与工程管理细节、工程管理规范与工程管理创新、工程管理队伍与工程管理制度之间的辩证关系;研究了复杂产品开发工程管理中的过程建模与优化理论、智能决策与群决策理论、效果评价与过程评估理论、智能决策方法与智能决策支持系统理论等基础理论;并以轿车整车开发工程管理为案例,系统研究了复杂产品开发项目组合的战略选择、复杂产品开发过程的分级优化、复杂产品开发项目的动态管理、复杂产品开发过程中的技能型员工调度、复杂产品开发过程中的供应商协同管理、复杂产品开发工程管理决策支持系统,还对云计算环境下复杂产品开发过程信息服务系统的方法技术问题进行了探讨。

本书可供相关领域的研究开发人员阅读,也可作为相关专业研究生的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

复杂产品开发工程管理理论与方法/杨善林等著. —北京:科学出版社, 2012

ISBN 978-7-03-033072-7

I. ①复… II. ①杨… III. ①企业管理-产品开发 IV. ①F273.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第266668号

责任编辑:赵静荣 马 跃 李 莉 / 责任校对:钟 洋

责任印制:阎 磊 / 封面设计:蓝正设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2012年4月第 一 版 开本:889×1194 1/16

2012年4月第一次印刷 印张:35 1/8

字数:860 000

定价:128.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 序 一

中国管理学界正面临着一个如何突破论文导向背离实践,自娱自乐的尴尬处境,而直面中国管理实践研究的挑战。杨善林教授及其团队在中国管理学界实践导向上可称得上是一个范例。他们怀着对促进中国经济与社会发展的使命感和责任感,而发现现实问题,凝练科学问题,再通过研究实践,最后上升到理论高度,再执著地去指导实践,可谓管理理论、管理实践和管理方法及工具一体化了,堪称完美。由于管理科学是一门致用的科学,杨善林教授及其团队的研究工作及其成果对中国管理实践具有支撑作用,对中国管理学界有示范作用,因此,我欣然向读者推荐这本书,并以在 2011 年度管理科学与工程学会年会的演讲稿为本书代序。

## 中国管理学者该登场了

**一、中国经济与社会发展中所取得的历史性的突破和所面临的挑战需要中国管理学家去发现规律,解释现象并指导实践**

“发现规律,解释现象,指导实践”,这 12 个字所表述的任务是中国管理学界的历史使命,也是本次论坛所应追求的理想境界。

现在是时候了,中国管理学者该登场了,透过经济与社会现象,找出管理变量,推动中国经济与社会发展,因为,中国今天不论宏观,还是微观层面上所面临的挑战,与其说是一个资金与技术问题,毋宁说是一个管理问题。

几个悖论:

### 1. 弗朗西斯·福山的“历史终结论”之悖论

20 世纪 90 年代初东欧剧变后,福山提出了一个被喻为“大思想”的“历史终结论”,世界经济与社会的发展被终结在“民主政治和市场经济”上,中国近年伟大的历史变革似乎并没有验证福山的终极论,中国仍然被西方归类为“威权国家”,市场经济也被我们自家人吴敬琏先生认为是“权贵资本主义”和张朝阳的“半个市场经济”,那为什么又能取得他们也认同的历史性的突变? 这需要中国管理学家透过中国情景,找出规律,作出解释。刚过世的社会学家丹尼尔·贝尔的“意识形态终结论”也算得上是 21 世纪的大思想,但在现实政治、经济和社会生活中意识形态真的终结了吗? 人类取得共识了吗? 1% VS 99% 而引发的资本主义文化与社会危机,不由联想到丹尼尔·贝尔的“资本主义的合法性”的追问。但也未必如张五常所归结的中国竞争力优势:“中国创造了人类最好的体制,既不搞福利,也不搞工会。”这也在考量中国学者和管理层的智慧:什么因素促进了今天中国的变化?

### 2. “中国模式”的纠结

“中国模式”原本是西方提出的,而我们老是躲躲闪闪地不认为存在什么“中国模式”,现时也许可称

之为“中国现象”，一个显学，这倒给学者们出了一个研究题目，中国差异化发展模式存不存在规律性的东西，哪些值得继续推进下去，哪些须要摒弃，作出调整。

### 3. 克鲁克曼悖论

诺奖得主克鲁克曼始终对中国经济发展抱有偏见，他认为我们是高储蓄转化的投资，以及廉价劳动力所赢得快速发展是建立在沙滩上的，并认为“没有科技与经济紧密结合的制度体系不可能实现持续的经济增长”。我们自己也常诟病自己是科技与经济脱节的两张皮，那为什么我们已经持续了 30 年的高速发展，眼下还看不出有停下来的迹象，是克鲁克曼错了，还是他根本就没有掌握中国情景下的发展规律，而中国情景下的发展规律到底是什么，需要学者们，特别是中国学者们来回答。

### 4. 唯技术论的悖论

诺奖得主索洛以及增长理论学家罗默认为没有把技术进步作为经济发展的内在动力，没有建立起科技与经济结合的制度体系，将直接关系到一国经济能否保持长期增长。中国的实践似乎并未呼应索洛、罗默的观点，中国技术供给大多来自引进，内在创新机制还没建立起来，内生的技术进步成果较少，是索洛和罗默认识上有偏差、偏激，还是其他？需要中国学者回答。

蛮有意思的是，我们管理学界的巨擘德鲁克却认为：“创新不是一种技术用语，而是经济与社会的一种变革”。吴敬琏说得更直率：“制度高于技术”；“生产的发展与其说是技术本身，毋宁说是有利于人的制度安排”。

诺奖得主制度学派的重要代表人物诺斯也认为：对经济增长起决定性作用的是制度性因素，而非技术性因素，他在《西方世界的兴起》中指出：“这些国家具有更有效率的经济组织和保障个人财产安全的结构体系。”

仁者见仁，智者见智。

创新首先取决于制度安排，但也取决于制度及民族文化传统本身的适配性，创新的本质实质上是一个文化问题，而制度、民族文化传统是一个民族深层次的信念结构，这些信念结构是左右社会经济活动的根本力量，也是一个国家强弱的根源，摆在中国管理学界面前的任务是挖掘并审视、革新这些民族文化传统中的“信念结构”，并促进“经济与社会变革”，推出“有利于人的制度安排”，促进“更有效率的经济组织”和“保障个人财产安全的结构体系”的诞生，其后才有可能产生科技与经济结合的制度体系而成为一个可持续增长的创新型国家，这里有一个因果关系，前因后果，是急不得的。

## 二、中国管理科学发展正处于一个历史的转折点

中国管理科学研究和管理学教育的前 20 年（从 20 世纪 80 年代中期恢复办学至今）已经走过了学习、借鉴、模仿的阶段，软硬件的基本骨架已经搭起，这应是一个基本评价。现在面临着后 20 年如何走的问题，这里包括发展的战略目标、发展思路等。

中国管理学的发展思路很像冯友兰先生对中国哲学发展思路的表述：中国哲学应从“照着讲”转到“接着讲”。中国管理学不也是应对外来管理学“照着讲”走向“接着讲”吗。

这是一个历史现象：中国近代学术发展曾经多次受到外来文化的传引和影响，但到头来都是本土文化逐渐溶解融合外来文化。管理学也应是如此。

特别是管理思想根植于一国社会组织和民族文化之中，管理本质上也是一种文化，因此，必须本土化。

中美两个核弹之父，一个邓稼先，一个奥本海默，两种管理思维，两个都成功了，但若两个人互换个位

置,可能都不成功。(杨振宁)

20 世纪 80 年代中期日本人颠覆了美国世界制造业的霸主地位,美国人不服,MIT 深入丰田总结出驰名的精益生产模式(lean production)的经营理念:贴近客户、善待员工、低成本、零缺陷,它根植于日本民族文化传统,美国人很难学到手,就像日本人很难学到美国人的创业、冒险的创新精神,只长于模仿一样。

如果要使中国管理科学得到发展,对当今世界管理科学产生重大影响,我们必须从“照着讲”向结合中国情景的“接着讲”转变。

至于如何“接着讲”,仍可援引北大汤一介先生关于中国哲学“接着讲”的路径。

### 1. 接着中国传统文化讲

中国传统文化是中华民族智慧的宝藏,就连诺奖得主们的巴黎宣言也说:“人类迎接 21 世纪的挑战必须从 2500 年前的孔子那里寻求智慧。”

更何况管理本身就是文化,须臾离不开自身赖以生存的民族文化传统。

### 2. 接着西方管理学讲

接着西方管理学讲但不再是照本宣科,而是融合中国的情景,接着讲中国的管理实践的规律。

### 3. 接着中国近现代管理实践讲

尽管我们也犯过很多错误,但也取得了很多历史性的成就:中国人数次濒临经济崩溃的边缘时独特地处理化解危机的能力;调整自己,拨乱反正;成功地处理 SARS 公共危机;适应经济全球化;毛泽东提出的“鞍钢宪法”,即“两参一改三结合”(工人参加管理,干部参加劳动;改革不合理的规章制度;工人、干部、技术人员三结合),以及粤商、浙商、晋商的创业实践等。

后 20 年中国管理学的战略目标:建立中国现代管理学。它的特征是融合世界古今中外管理思想的精髓,能够指导中国经济与社会发展的管理实践问题,对民族的伟大复兴和对人类的发展作出贡献。

## 三、中国管理科学研究面临的挑战

### 1. 这是一个信息泛滥而思想、知识及解决方案贫乏的时代

我们是有史以来获得信息最多的一代人,但信息并没有有效地转化成思想和知识,我们淹没在海量信息中,沉浸在无序、混杂的噪声中,沉溺于科学计算,而疏于海量数据挖掘的信息服务,即 IRKP 困境中。一所大学失去了思想和知识的引领性,其社会地位是可想而知的。北大最近在追问:“为什么我们思想界没有李泽厚了”。出思想、出理念以及对海量数据的挖掘、分析、优化、决策到提出整体解决方案理应是我们的管理学界分内的事。

### 2. 这是一个管理研究需求和管理研究成果供给双不足的困境

管理科学研究缺少足够的横向需求支持,大多来自于强势的(如基金委)纵向导向,研究成果较难应用于实践,形成了“自己出题目,自己封闭做研究,自己欣赏自己成果”的自娱自乐的窘迫处境。

有效的管理研究成果供给不足的后果是“摸着石头过河”和“跟着感觉走”的无奈。这种管理实践状况必须改变。

### 3. 这是一个发散的、低水平重复,同质化的管理研究格局

中国管理科学研究的现状是并不令人满意的,一方面缺乏结合中国情景的新理论的提出,另一方面又缺乏经实证,实验验证的方法、工具的推出,这正如刘源张先生说的:一方面缺乏影响管理决策的治理

理念,另一方面又缺乏经过验证的可操作的管理方法与工具,两头皆空,上不着天,下不着地,与顶天立地的愿景相悖。

面对以上管理科学研究队伍、成果、水平三个方面出现的问题,鉴于基金项目在学界评价体系中的地位,基金委管理科学部理应负有一定的导向责任,论文导向,还是实践成果导向?这是基金评审的一个价值取向,也是长期拿捏不准的问题。现在连数学界也提到了“问题意识”(李大潜),如“应用是数学的生命线”(吴文俊),以及力学所童秉纲提出的“真正好的成果是在解决实际需求上经得起检验的成果”。管理学界应当自省。

基金委管理科学部每隔五年都进行战略研究,作优先资助领域研究,寻找科学前沿,我们在仰望天空,苦苦地寻找星星,但我总感觉不到我们管理科学领域的星星在哪里?“十二五”战略研究,我们明确地提出了三项战略目标:

- 第一,形成中国特色研究,提升国际学术影响;
- 第二,贴近管理实践需求,增强实践支撑能力;
- 第三,完成数据建设框架,奠定扎实研究基础。

这么明确地提出研究的实践性导向还是第一次,过去有顾虑,怕冲击科学问题的理论性研究,管理科学部今后在评审和资助工作中将考虑建立“实践相关性”(relevant)评价指标,形成管理实践对管理科学研究的需求导向,以及在评估中项目成果的实践指标等,利用多种方式引导科学家重视管理实践和国家重大需求,从中国管理实践中凝聚科学问题,在科学问题与现实问题之间建立明确的“依存路径”。积极与政府有关部门、企业建立联合资助机制。

另外,“十二五”战略研究着重强调原创性高水平基础研究,管理科学部将进一步明确“知识原创性”(original)指标在各类项目申请、结题中的重要性。

总之,今后基金项目要着力朝学科前沿和国家发展需求两个方向导向。

程序公正不等于基金管理的全部宗旨,“失去灵魂的卓越不是卓越”,基金的灵魂应是如何引领、鼓励科学家的创新,但对一个“功利”、“浮躁”、“趋炎附势”、“循规蹈矩”的学术环境来说,如何营造一个崇尚科学精神、科学方法和变革性创新的氛围是我们的追求。

#### 四、几个值得关注的中国管理实践研究

第一,竞争性领域(不包括国家安全领域)的国家创新体系可否拓展为全球创新体系的研究。

自主创新是国家发展的核心战略,但在实施中各主体的发展诉求与国家战略诉求存在差异,态度明显分化,特别是非国家主体对自主创新态度明显弱化,因此在多年实施上成效差强人意,另考虑到科技资源的配置已全球化,一个企业的竞争力不仅取决于其内生的科技资源而同时取决于其整合社会化和国际化资源的能力,一个企业,甚至一个国家很难在一个产品的整个价值链上都占据优势,逼得它只得守住增值最大的一块,这已经成为世界制造业的一种常态。因此开放联盟式的创新将是一个主要选择,单打独斗式的创新不符合科技发展的潮流。自主创新与国际合作是相辅相成的,唯有自主创新,才有国际合作的基础,有了国际合作,才能提升自主创新的水平。

第二,符合中国情景的企业治理结构的研究。

英美是以股东为中心的企业治理;德国是以“劳资同权”的企业治理;日本是以经营者为中心的企业

治理,尽管日本《商法》规定股东进行企业治理,但实际操作上是“内部人控制”,有人认为这是人力资源重于资本的现代观念的反映,也有人认为是经营者失去有效监督的祸根。

中国模仿英美模式,以股东为中心的企业统治,是否适合中国情景和价值理念? 国美事件暴露的问题值得研究。另外,大学的治理结构也该到研究的时候了。

第三,中国企业的重新定义研究。

延续了 200 年的经典经济学的概念:“利润最大化”,“股东回报第一”。现代企业的管理概念:“客户价值第一”。席酉民的和谐企业概念:“企业内部管理层和员工的利益协调”。社会企业概念:对客户、对社会、对环境、对资源的友好。理想的企业概念:不再以追求利润为唯一目的;人的价值高于物的价值;共同的价值高于个人的价值;用户的价值高于公司的价值;企业利益、社会利益、员工利益一体化。

可否建立一个中国的企业评价指标体系,试试对中国的 500 强企业做个评估,指引中国企业的健康发展。

第四,中国大规模的工业化建设是否已接近尾声,后工业化社会产业结构、就业结构的研究以及如何迎接后工业化社会的到来,已经摆在管理层或学界的面前。

第五,中国城市化进程是否已趋缓,如何摆脱二元经济结构,进一步促进城乡一体化的研究。

第六,中国社会建设的架构及路径研究。

第七,网络环境下的管理再定义的研究。

传统的管理及其理论将受到挑战,IT 将重新定义“管理”,在网络环境下,管理决策的主体、工具、方法和过程都在发生变化,这是一个信息技术引领时代潮流的时代,管理理论与方法工具必须跟着变。

### 五、期盼中国管理科学研究在未来 5~10 年内有一个大变局

能够形成若干具有中国情景的特色研究领域,对国家重大政策制定和企业的重大经营决策的决定提供支持服务,在推动人类管理知识发展中具有显著的作用,并涌现出一批具有国际影响的学术领导人物。

一个优秀的管理学者,他必须是一个战略科学家,因为管理的职能是统筹优化配置生产力三要素(资本、劳力、知识),一个战略科学家就应该具有以下五个特征:善于多视角,广视野的思考;敢于挑战传统的抱负;富于想象力和创造力的创新冲动;长于组织与沟通的能力;勇于实践的诉求和成果。也就是视野、抱负、创新冲动、沟通能力和勇于实践,一个不能少。

另外,要有质疑精神,因为质疑是科学家最宝贵的精神,要反思、批判,不要趋炎附势,要有“独立之精神,自由之思想”(陈寅恪)和竺可桢先生所表述的科学精神:“但求是非,不计利害,虚怀若谷,专心致志”。而不是匆匆过客。

中国工程院院士

国家自然科学基金委管理科学部主任

同济大学教授



2011 年 12 月



## 序 二

我国经济近年来得到高速发展,2010年,我国制造业国内外销售总额已超过美国,成为名副其实的制造大国,但从总体来看,尚未摆脱粗放、外延的发展方式。核心技术和自主知识产权的缺乏,使得我们至今仍然主要依靠低成本的劳动力和资源与环境代价以及优惠政策等赢得竞争优势,高投入、高消耗、高排放、低效率的增长方式使得国民经济难以可持续发展。因此必须把增强自主创新能力作为发展科学技术和产业的战略基点,走中国特色的自主创新道路,把发展自主创新能力作为重大任务,激发全民族创新精神,增强国家核心竞争力。

当前在应对国际金融危机的过程中,发达国家纷纷提出“再工业化”、“低碳经济”和“智慧地球”等发展理念,各国都把培育发展战略性新兴产业等作为促进经济发展的新的突破方向和加速引擎,国际经济结构正在经历着高级化和高端化的快速发展过程。在这种形势下,增强企业自主创新能力、全面提升产业技术水平是提高国民经济整体素质、实现经济发展方式转变的有效途径,是我国力争在未来的国际竞争中赢得发展先机、掌握发展主动权的关键举措。

复杂产品的研制开发是一类事关国家核心竞争力的重大工程。我国有远见的企业界和学术界正在开始紧密结合我国复杂产品开发的工程实践,深入研究复杂产品开发工程管理理论与方法,为复杂产品开发提供科学的管理方法和实用的管理技术,为企业提高自主创新能力提供理论与方法支持,这是一项具有重要的理论意义和现实意义的工作。

合肥工业大学杨善林教授领导的科研团队是在这项艰巨任务中坚持创新工作的优秀科研集体。他们在研究工作中,一方面不懈地在研究解决复杂产品开发工程管理实际问题的过程中,提炼科学技术难题,进行深入的理论研究,争取获得有价值的理论成果;另一方面又坚持把在理论研究过程中形成的思想、理论、方法用于解决复杂产品开发工程管理中遇到的难题,为提高企业的自主创新能力做出了贡献。这本书是他们多年来在复杂产品开发工程管理的理论研究和实践的基础上总结提炼形成的专著。

本书首先论述了工程管理理论与工程管理实践、工程管理理念与工程管理技术、工程管理体系与工程管理细节、工程管理规范与工程管理创新、工程管理队伍与工程管理制度之间的辩证关系。

在此基础之上,书中研究了复杂产品开发工程管理中的过程建模与优化理论、智能决策与群决策理论、效果评价与过程评估理论、智能决策方法与智能决策支持系统理论等基础理论,并以轿车整车开发工程管理为案例,系统研究了复杂产品开发项目组合的战略选择、复杂产品开发过程的分级优化、复杂产品开发项目的动态管理、复杂产品开发过程中的技能型员工调度、复杂产品开发过程中的供应商协同管理、复杂产品开发过程的决策支持系统,还对云计算环境下复杂产品开发过程信息服务系统等方法技术问题进行了探讨。

书中有关建模、优化、决策、评估的理论以及战略选择、工作流程安排、人员调度以及各环节的协同管

理等,都建立在科学的系统原理与方法之上,其中不乏作者本身的经验总结和深入分析。为了发挥信息技术的作用,书中还介绍了开发过程的决策支持系统之构建。

本书首次全面地对复杂产品开发的工程管理构筑了一个学科框架,由于执笔者都有比较深厚的理论基础和长期从事实际开发的经验,书中内容不但很有条理性,而且具有可操作性。由于复杂产品开发的工程管理是一项涉及多种学科、跨度极大的系统工程,新鲜事物层出不穷,一时难以达到完善、成熟的地步,本书的问世可以说是进行了一次有创新意义的尝试。

序言作者有幸提前看到了本书的预印本,限于时间和水平未能详加研读,但从全书的构架和内容的安排上,已经深感它的问世将会对在我国具有战略地位的复杂产品开发的工程管理提供有价值的参考和启发。衷心希望杨教授的团队和国内为数众多的研发团队都能进一步总结经验,把研发工作提高到一个新的水平。

爰特为序。

中国工程院院士

大连理工大学教授

王志忱

2011年12月

# 前 言

当前,世界范围内经济发展格局正在发生深刻变革,多极化过程日趋明显。我国经济发展面临的外部环境和内部条件也发生了很大变化,加快转变经济发展方式,着力建设创新型国家,已经成为我国全面建设小康社会、创建国际竞争新优势、掌握发展主动权、实现可持续发展的迫切要求。“建设创新型国家,加快转变经济发展方式,赢得发展先机和主动权,最根本的是要靠科技的力量,最关键的是要大幅提高自主创新能力。”<sup>①</sup>改革开放以来,我国已经逐步建立起符合国情的门类齐全、独立完整的工业体系,成为全球具有重要影响的工业大国,但大而不强,关键技术自给率低,总体处于全球价值链的中低端。<sup>②</sup>实施重大工程是提高自主创新能力的重要手段,推动重大工程的顺利进行,需要管理理论的支撑。目前我国正在进行着有史以来最伟大的工程实践,所涉猎的工程领域和工程深度都是前所未有的,如火如荼的工程实践渴盼着工程管理理论的创新与突破。复杂产品的研制是一类事关国家核心竞争力的重大工程,紧密结合我国复杂产品开发的工程实践,深入研究复杂产品开发工程管理理论与方法,为复杂产品开发工程管理提供科学的管理方法和先进的管理系统,为企业提高自主创新能力提供理论与方法支持,是管理科学工作者义不容辞的责任。

复杂产品是指产品构成复杂、产品技术复杂、开发过程复杂、加工制造复杂、过程管理复杂的一类产品,例如航天器、飞机、舰船、机车、汽车、大型复杂装备等<sup>③</sup>,它既具有用户需求的特异性、产品技术的创新性、产品构成的集成性和开发过程的协同性等产品特征,又具有时代性和永恒性、区域性和全球性、相对性和普遍性等时空特征。复杂产品开发既然是一类重大工程,所以对复杂产品开发工程所实施的管理,就要遵循一般工程管理的共性规律;复杂产品开发又是一类特定的重大工程,所以又要针对复杂产品开发工程管理的特点,创造性地开展工作。

**复杂产品开发工程管理是一类综合性管理实践过程。**在复杂产品开发过程中,人们将各类资源、新兴技术与各种创意相融合,创造出具有独特市场魅力、知识技术密集的复杂产品。而科学合理的复杂产品开发工程管理能够使开发工程实践的科技效应以乘数,甚至以指数效应倍增,并能从战略统筹的高度整合开发工程实践的多元价值目标。现代复杂产品开发工程管理活动已远远超出了经济与技术的范畴,成为一项复杂的综合性技术造物活动,我们必须从更高维度进行思考,以辩证的思维方式审视现代复杂产品开发工程管理中的问题,从而在工程管理理论与工程管理实践的循环推进中,厘清与推动工程管理理念与工程管理技术深度融合、工程管理体系与工程管理细节协调统一、工程管理规范与工程管理创新

<sup>①</sup> 胡锦涛在两院院士大会上的讲话,2010年6月。

<sup>②</sup> 李毅中. 培育发展战略性新兴产业和全面提高信息化水平. 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十二个五年规划的建议辅导读本. 北京:人民出版社. 2010:83.

<sup>③</sup> 柴旭东,李伯虎,熊光楞,等. 复杂产品协同仿真平台的研究与实现. 计算机集成制造系统. 2002. 8(7):580-584.

互相促进、工程管理队伍与工程管理制度共同提升,促进工程管理活动与自然经济社会的和谐发展。在这个过程中,同时也形成和发展符合中国国情的工程管理思想。

**复杂产品开发工程管理是一类系统性管理实践过程。**复杂产品的开发过程一般包括概念设计、数字化工程设计、零部件和整机的试制与试验以及产品性能评估等环节,其开发工作可以分解为数以千、万计的开发活动,需要分属不同部门(例如,市场部门、规划部门、设计部门、工艺部门、试制试验部门、制造部门、采购部门等)的开发设计人员的协调配合以及客户和供应商广泛参与的协同合作,需要集成多种理论、技术、方法、工具和设备。在这个过程中,必须协调优化人与资源、人与人、人与组织、组织与组织之间的关系,所以系统工程理论与方法是指导复杂产品开发工程管理的重要方法论。在复杂产品开发工程管理过程中,要从整体出发,并恰当处理整体与局部的关系;要按照不同类型产品开发工程的要求,研究制定科学合理的程序化步骤,并用以规范开发工程的进展;要根据具体产品开发工程面临的环境,创造性地运用各种先进的工程管理方法和管理技术。

**复杂产品开发工程管理是一类项目性管理实践过程。**复杂产品开发工程的技术含量高、质量要求严、任务工期紧、资金投入大。在开发过程中,还经常遇到很多事先难以预见的问题。复杂产品开发工程管理由事前计划、事中控制和事后评估三个阶段构成。在项目计划阶段,必须严格定义开发项目的生命周期,明确生命周期中各个环节的工作内容及其质量要求,配备各个环节所需的资源,规定各个环节的时间期限和预算成本,预测可能发生的风险并制定应对预案;在实施控制阶段,必须实时跟踪开发项目的进展,分析项目执行情况,解剖计划未能完成的原因,并根据外部条件的变化和项目自身的进展情况进行必要的协调,对开发过程进行合理的质量控制、进度控制、成本控制和风险控制,从而达到预期目标;在后期评估阶段,必须对项目计划的合理性、开发过程的科学性、新技术应用的规范性、新产品的技术经济性能等进行实事求是的评价,以便积累正反两个方面的经验,从而提高开发管理水平。

**复杂产品开发工程管理是一类多学科融合性管理实践过程。**在复杂产品开发过程中,必须同时接受相关领域科学理论和管理科学理论的指导,在领域科学理论和管理科学理论的交融中,启迪人们的智慧,激发人们的热情,使人们能够按照科学规律,创造出满足人类生存和发展需要的优质产品。复杂产品开发工程管理是产品技术与管理技术深度融合的复杂过程,在开发过程中,必须紧密结合具体产品的组成特征、技术难点、资源状况、协同要求和市场需求,运用系统管理技术、过程优化与智能决策技术以及信息管理与信息系统技术,研究解决与产品技术密切相关的项目组合的动态选择、开发过程的合理分解、开发活动的计划排程、开发人员的高效组织、开发资源的优化配置、开发进程的正确控制、不同部门的同步协调、供应商的集成协同、开发成效的准确评价、开发知识的积累利用以及支持开发过程的工程管理系统构建等一系列工程管理难题,从而提高复杂产品开发工程的成功率和效率。

**复杂产品开发工程管理是一类“成物”与“成人”的统一性管理实践过程。**由复杂产品开发工程创造出来的物质成果,能够改善人们的生活或工作条件,为经济社会发展创造新的物质基础,十分珍贵;然而,经受了工程的严格考验的工程管理工作,思想境界更为高远,思维方式更为独特,攻克科技难关的能力进一步增强,重大工程管理的水平进一步提升,他们是工程创造出来的最为珍贵的成果。由工程管理团队成员构成的项目管理组织具有临时性,因为随着一个具体的复杂产品开发任务的完成,由该任务定义的项目管理组织就不复存在;然而,从组织发展的维度来看,项目管理组织更具有长期性,因为一项复杂

产品开发任务结束以后,他们又要承担起更多的要求更高的复杂产品开发任务。正是经过这样一个又一个重大工程的洗礼,项目管理组织不断发展壮大。在这个过程中,它的思想不断升华,精神愈加顽强,知识越发丰富,能力更快攀升,从而成就最具本质意义的核心竞争力。

作者所在的科研团队长期从事过程优化与智能决策理论、信息管理与信息系统技术及其在工程管理中的应用等方面的研究工作。在复杂产品开发工程管理方面,团队在前人研究工作的基础上,认真思辨了工程管理理论与工程管理实践、工程管理理念与工程管理技术、工程管理体系与工程管理细节、工程管理规范与工程管理创新、工程管理队伍与工程管理制度之间的辩证关系;较深入地研究了相关的过程建模与优化理论、智能决策与群体决策理论、效果评估与过程评估理论、智能决策支持系统理论以及信息技术的新发展及其对工程管理的影响等基础理论问题;较系统地研究了复杂产品开发项目组合的战略选择、复杂产品开发过程的分级优化、复杂产品开发项目的动态管理、复杂产品开发过程中的技能型员工调度、复杂产品开发过程中的供应商协同管理、复杂产品开发工程管理决策支持系统以及云计算环境下复杂产品开发过程信息服务系统等方法技术问题;并将研究过程中形成的思想、理论、方法与技术成果运用于轿车整车开发工程管理实践中,较好地解决了轿车整车开发工程管理中的关键问题,获得了比较满意的效果。

本书是在团队最近十多年来在复杂产品开发工程管理方面的科研工作的基础上整理而成的。杨善林教授主持了与本书相关的课题研究工作,提出了本书中的主要思想和学术观点,制定了本书的详细大纲,组织了本书的整理过程,并对全书进行了统稿、改写和最终定稿。刘业政教授和付超博士参加了相关课题研究和书稿整理工作,并协助杨善林教授对全书进行了认真细致的审查,提出了许多宝贵的修改建议。参加相关课题研究和书稿整理工作的还有:刘心报、梁昌勇、马溪骏、任明仑、蒋翠清、黄志斌、任雪萍、江兵、杨颖、王勇胜、沈浩杰、余本功、柳春锋、陈海汉、罗贺、钟金宏、胡笑旋、李凯、周溢、马华伟、马英、朱克毓、丁帅、姜元春等。在研究过程中,参考了大量的国内外有关研究成果。

在科研工作中,团队得到了国家自然科学基金、国家“863”计划以及省、部和企业委托的课题的大力支持,在此,衷心感谢国家自然科学基金、国家“863”计划以及省、部的相关科研管理部门和有关企业对团队科研工作的大力支持!衷心感谢英国曼彻斯特大学(The University of Manchester)杨剑波教授、徐冬玲教授和法国巴黎中央理工大学(EcoleCentrale Paris)储诚斌教授对团队成员的悉心指导!衷心感谢所有参考文献的作者!衷心感谢团队所在的“过程优化与智能决策”教育部重点实验室,它为团队科研工作创造了良好的学术环境和研究条件!衷心感谢科学出版社,它为本书的出版做了大量的精心细致的工作!

复杂产品开发工程管理是一个非常复杂的研究领域,加上作者的水平有限,定有不足之处,恳请读者不吝赐教。

作者

2011年11月11日于合肥

# 目 录

序一

序二

前言

<b>第一章</b>	
	<b>绪论</b> ..... 1
1.1	工程管理中的辩证思维..... 1
1.2	工程管理理论与方法概述..... 14
1.3	复杂产品开发工程管理概述..... 38
1.4	主要内容结构..... 49
	参考文献..... 51
<b>第二章</b>	
	<b>复杂产品开发工程管理中的优化与决策理论</b> ..... 55
2.1	引言..... 55
2.2	复杂产品开发工程管理中的优化理论与方法..... 56
2.3	复杂产品开发工程管理中的智能决策理论与方法..... 84
2.4	复杂产品开发工程管理中的群决策理论与方法..... 99
2.5	复杂产品开发工程管理中的评估理论与方法..... 120
2.6	本章小结..... 139
	参考文献..... 140
<b>第三章</b>	
	<b>复杂产品开发项目组合的战略选择</b> ..... 148
3.1	引言..... 148
3.2	复杂产品开发项目与企业战略的一致性评价..... 149
3.3	复杂产品开发项目间的依赖性分析..... 164
3.4	复杂产品开发项目组合的动态决策..... 169
3.5	复杂产品开发项目组合的多期滚动选择方法..... 183

3.6 案例研究:轿车整车开发项目组合的动态选择 .....	189
3.7 本章小结 .....	196
参考文献 .....	197

## 第四章

<b>复杂产品开发过程的分级优化 .....</b>	<b>201</b>
4.1 引言 .....	201
4.2 复杂产品开发主流程优化 .....	202
4.3 复杂产品开发概念设计流程优化 .....	216
4.4 数字化工程设计流程优化 .....	225
4.5 试制试验流程控制与优化 .....	233
4.6 案例研究:轿车整车开发过程优化 .....	240
4.7 本章小结 .....	250
参考文献 .....	252

## 第五章

<b>复杂产品开发项目的动态管理 .....</b>	<b>256</b>
5.1 引言 .....	256
5.2 复杂产品开发项目管理的组织结构与协调机制 .....	257
5.3 复杂产品开发过程管理建模 .....	263
5.4 复杂产品开发过程规划调度 .....	270
5.5 复杂产品开发过程的知识门户 .....	285
5.6 案例研究:轿车整车开发项目管理 .....	294
5.7 本章小结 .....	308
参考文献 .....	309

## 第六章

<b>复杂产品开发过程中的技能型员工调度 .....</b>	<b>314</b>
6.1 引言 .....	314
6.2 复杂产品开发的单技能型员工调度 .....	315
6.3 复杂产品开发的完全技能型员工调度 .....	330
6.4 复杂产品开发的多种技能型员工调度 .....	354
6.5 案例研究:轿车整车开发过程中的技能型员工调度 .....	366
6.6 本章小结 .....	370

参考文献 .....	370
------------	-----

## 第七章

<b>复杂产品开发过程中的供应商协同管理 .....</b>	<b>373</b>
7.1 引言 .....	373
7.2 供应商参与复杂产品开发的协同过程 .....	374
7.3 供应商评价与选择 .....	380
7.4 供应商协同关系构建 .....	393
7.5 供应商协同过程管理 .....	405
7.6 案例研究:轿车整车开发过程中的供应商协同管理 .....	417
7.7 本章小结 .....	428
参考文献 .....	429

## 第八章

<b>复杂产品开发工程管理决策支持系统 .....</b>	<b>434</b>
8.1 引言 .....	434
8.2 复杂产品开发过程协同决策环境 .....	435
8.3 基于信息资源库和决策模型库的决策支持系统 .....	444
8.4 基于多阶段反馈式决策过程的决策支持系统 .....	454
8.5 复杂产品开发协同决策支持平台 .....	460
8.6 案例研究:轿车整车开发决策支持系统 .....	471
8.7 本章小节 .....	486
参考文献 .....	487

## 第九章

<b>云计算环境下复杂产品开发过程信息服务系统 .....</b>	<b>492</b>
9.1 引言 .....	492
9.2 云计算环境下信息服务系统的关键科学技术问题 .....	493
9.3 云计算环境下复杂产品开发过程的信息服务模式 .....	499
9.4 云计算环境下复杂产品开发过程中信息服务资源的组织与管理 .....	505
9.5 云计算环境下复杂产品开发过程信息服务的可信评估与推荐 .....	521
9.6 云计算环境下复杂产品开发过程信息服务系统的应用前景 .....	535
9.7 本章小结 .....	538
参考文献 .....	539

总结与展望 .....	544
-------------	-----



工程是一个有组织、有目的的群体性活动,它是人类为了改善自身生存和生活条件,并根据当时对自然规律的认识而进行的物化劳动的过程<sup>[1]</sup>。“工程管理是对工程所进行的决策、计划、组织、指挥、协调与控制”。通过对工程进行科学的管理,能够较好地协调工程所需的人力、物力和财力等资源,协调工程组织中的各个部门和各个单位,直到每个人的工程活动和利益分配,从而能够更好地达到预期的工程目标。

工程管理与其它管理一样,具有两重性质,即自然属性和社会属性<sup>[2]</sup>。工程管理的自然属性是指工程管理要处理人与自然的关系,要合理组织生产力,所以也可称为工程管理的生产力属性。工程管理的这种自然属性是由生产力发展水平和人类活动的社会化程度决定的,是一种客观存在,与生产方式和社会制度无关。工程管理的社会属性是指工程管理要处理人与人之间的关系,它是一定生产关系的反映,所以也可称为工程管理的生产关系属性。工程管理的这种社会属性要受到生产关系、社会制度与文化传统的影响和制约。

工程不是单一学科的理论 and 知识的运用,而是一项复杂的综合实践过程,它具有巨大的包容性和与时俱进的创新性<sup>[1]</sup>。相应地,工程管理也是一个十分复杂的过程,充满着辩证法。高效率的工程管理必须坚持以科学方法论为指导,充分运用现代工程管理方法和工程管理技术,并结合具体工程的实际,进行卓有成效的工作。复杂产品的开发过程是一类重大工程,对复杂产品开发过程所实施的工程管理,既要遵循一般工程管理的共性规律,又要针对复杂产品开发工程管理的特特点,创造性地开展作。

本章首先简要论述工程管理中的辩证思维,其次简要介绍工程管理的理论与方法,再次简要讨论复杂产品开发工程管理问题,最后简要说明本书的主要内容结构。

### 1.1 工程管理中的辩证思维

现代工程的鲜明特点是以高新技术为基础,以创新为动力,打破了传统的农业工程、工业工程固有的边界,将各种资源、新兴技术与创意相融合,朝技术密集型、知识密集型方向发展。面对系统性、复杂性不断加强的知识、技术性造物活动,合理、科学的工程管理能够使工程实践中的科技效应以乘数,甚至以指