

项目管理前沿系列

复杂大型项目质量链 识别方法及其优化模型

乌云娜 杨益晟 董小泊 / 著

COMPLEX LARGE ENGINEERING PROJECT
QUALITY CHAIN IDENTIFICATION
METHOD AND OPTIMIZATION MODEL



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

项目管理前沿系列

复杂大型项目质量链 识别方法及其优化模型

乌云娜 杨益晟 董小泊 / 著

COMPLEX LARGE ENGINEERING PROJECT
QUALITY CHAIN IDENTIFICATION METHOD
AND OPTIMIZATION MODEL



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以工程质量管理为研究对象,探讨了工程质量链管理理念及相关方法,主要从参建方和工序的角度构建了工程质量链,以期通过发现工程项目质量的薄弱环节并对其进行改进,经济而有效地提高工程项目的整体质量水平。

本书为工程管理领域的理论研究人员提供新的研究视角和方法参考,同时也为业主进行质量管理、施工企业进行质量控制提供方法创新途径。

图书在版编目(CIP)数据

复杂大型项目质量链识别方法及其优化模型 / 乌云娜, 杨益晟, 董小泊著. —北京: 中国电力出版社, 2016.1

(项目管理前沿系列)

ISBN 978-7-5123-8552-8

I. ①复… II. ①乌… ②杨… ③董… III. ①大型建设项目—质量管理—中国 IV. ①F284

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 272150 号

中国电力出版社出版、发行

北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 张爱华

责任校对: 马 宁 责任印制: 吴 迪

北京教图印刷有限公司印刷·各地新华书店经售

2016年1月第1版·2016年1月北京第1次印刷

787mm×1092mm 16开本·16.25印张·178千字

定价: 49.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

随着我国经济的快速稳健发展，人民生活水平逐步提高，国家及业主对工程质量的要求也越来越严格。尤其是关系国计民生的复杂大型工程项目，其参建方众多，工序技术复杂，质量管理难度比一般工程项目更大。传统的质量管理理念提倡进行全过程全面质量管理，未考虑到提高工程整体质量的针对性和经济性，并且忽视了工程质量的薄弱环节决定工程的整体质量这个质量管理核心，导致质量管理工作量增加，但效果有限。为了提高复杂大型项目的质量管理水平，有必要运用新思维、新理论、新方法创新质量管理模式。本书从参建方和工序两个层面研究复杂大型项目质量链管理方法，提出复杂大型项目质量链管理新理念，试图寻找参建方和工序质量链的薄弱环节，补强质量短板。

本书共 8 章，第 1 章为绪论，介绍本书的研究背景及研究路径。第 2 章为复杂大型项目质量链管理理念与内涵，论述了质量链管理内涵和特点，并与相关的链式管理理论进行了对比。第 3、第 4 章讨论的是参建方质量链的研究成果。第 5、第 6 章讨论的是工序关键质量链及非关键质量链的识别与优化模型。

第7章研究了参建方与工序质量链管理集成及信息化设计。第8章为结论及展望。

参建方质量链方面，为了识别和优化质量链的薄弱环节，进而实现参建方质量链的协同耦合，本书论述了参建方质量链的构建方法与运行模式，提出了评估参建方质量能力的综合评价方法。首先，从基本质量能力和质量协同能力两个方面构建复杂大型项目的参建方质量能力评价指标体系。然后，基于网络层次分析方法确定指标权重，对参建方的质量能力进行综合评价，提出投资效率系数指标，引导参建方质量链的耦合优化方向。另外，为了更加贴近工程实践，提出了层级质量链理念，认为不同重要程度的质量链应执行不同的优化策略。最后，在参建方质量链模式下，形成了新的质量管理博弈格局。为了探索合理而有效的质量链博弈管理方法，本书进行了质量链博弈主体的责任和关系分析，在传统工程博弈模型的基础上，构建了质量链博弈模型，并根据模型所得结果，提出了项目参建方质量链管理的博弈对策。

工序质量链方面，为了进行工序质量链短板识别和优化，本书分别研究了基于单元和多元过程能力指数的工序质量链诊断方法，能够识别工程项目的关键工序质量链，寻找工程质量的薄弱环节。然后，根据质量链的重要程度，提出了结构安全、可靠耐用和装饰美观三类层级质量链，并论述了不同层级质量链的差异优化策略，实现了工序关键质量链的短板补强。另外，非关键工序质量链虽不是影响工程整体质量的关键环节，但对

其进行优化可以适度平衡质量与其他工程目标。因此，本书阐述了非关键质量链的优化策略及方法，构建了基于多目标优化的非关键质量链优化模型。

为了提高质量链管理方法的应用价值，本书运用信息化手段将两种质量链进行集成。通过构建信息化模型，将复杂大型项目的质量链管理理论转化为便于实践操作的信息系统，以满足工程实践的需求。本书还讨论了质量链管理系统与 BIM 系统结合的可能性，以期发挥两种系统的综合优势。

本书是研究应用型书籍，关于质量管理思维的研究较为前沿，能够为工程质量管理领域方法创新提供新的视角。

目 录

前言

第 1 章	绪论	1
1.1	研究背景及意义	1
1.2	研究综述	4
1.2.1	质量管理理论发展历程	4
1.2.2	质量链管理研究综述	7
1.3	研究内容及技术路线	13
1.3.1	研究内容及关键问题	13
1.3.2	研究技术路线	19
1.4	主要的创新点	20
第 2 章	复杂大型项目质量链管理理念与内涵	22
2.1	复杂大型项目质量链管理理念的提出	23
2.1.1	复杂大型项目特征分析	23
2.1.2	复杂大型项目质量链管理理念	24
2.2	质量链管理内涵与特点	26
2.2.1	质量链管理内涵	26
2.2.2	质量链管理特点	31
2.3	质量链管理与相关链式管理的对比	32
2.3.1	质量链管理与供应链质量管理	33

2.3.2	质量链管理与价值链管理	35
2.3.3	质量链管理与信息链管理	37
2.4	本章小结	40
第 3 章	参建方质量链的构建及耦合研究	41
3.1	参建方质量链的构建	42
3.2	参建方质量能力评价指标体系及其权重的确定	49
3.2.1	生产商质量能力评价指标及方法综述	49
3.2.2	参建方质量能力评价指标体系的构建	55
3.2.3	指标权重的确定	60
3.3	投资效率系数及层级质量链的提出	65
3.3.1	投资效率系数	65
3.3.2	层级质量链	67
3.4	参建方质量链协同耦合优化方法	70
3.4.1	参建方质量链协同耦合优化步骤	70
3.4.2	参建方质量链协同耦合优化算例	72
3.5	参建方质量链协同耦合管理措施	80
3.6	本章小结	85
第 4 章	参建方质量链管理博弈模型	86
4.1	质量链模式下的博弈主体分析	86
4.1.1	博弈主体责任分析	88
4.1.2	博弈主体关系分析	90
4.2	传统工程管理博弈模型	94
4.2.1	业主与监理单位的博弈模型	94
4.2.2	业主与承包商的博弈模型	97
4.2.3	监理单位与承包商的博弈模型	110
4.3	质量链博弈模型	115
4.4	参建方质量链博弈对策	121

4.5	本章小结	123
第 5 章	工序关键质量链短板识别与优化模型	124
5.1	工序质量链的构建	125
5.1.1	CPM 进度网络图	125
5.1.2	两种工序质量理论	130
5.1.3	工序质量链的形成	133
5.1.4	前影工序和后影工序的提出	136
5.2	工序质量链诊断方法	138
5.2.1	单元过程能力指数及工序质量链诊断	138
5.2.2	多元过程能力指数及工序质量链诊断	146
5.2.3	工序质量链诊断算例	151
5.3	关键质量链的识别	165
5.4	层级关键质量链优化策略	171
5.4.1	结构安全级质量链优化策略	171
5.4.2	可靠耐用级质量链优化策略	179
5.4.3	装饰美观级质量链优化策略	180
5.5	本章小结	181
第 6 章	工序非关键质量链管理与优化模型	182
6.1	非关键质量链管理的意义	182
6.2	非关键质量链优化策略及方法	184
6.2.1	CPM 网络多目标优化策略	184
6.2.2	工序非关键质量链优化策略	185
6.2.3	多目标优化方法分类	187
6.3	基于多目标优化的非关键质量链优化模型	191
6.3.1	非关键质量链参数确定	193
6.3.2	确定优化对象及顺序	194
6.3.3	计算可优化区间	195

6.3.4	计算优化效果	196
6.4	本章小结	201
第 7 章	参建方与工序质量链管理集成及信息化设计	202
7.1	复杂大型项目质量链管理集成与信息化的必要性及目标 ...	203
7.1.1	复杂大型项目质量链管理集成与信息化的必要性	203
7.1.2	复杂大型项目质量链管理集成与信息化的目标	205
7.2	参建方与工序质量链管理集成	206
7.3	质量链管理信息系统信息模型设计	210
7.3.1	质量链管理用例图	213
7.3.2	质量链管理类图	213
7.4	质量链管理数据库设计	216
7.4.1	数据库概念结构设计	216
7.4.2	数据库逻辑结构设计	217
7.5	质量链管理界面设计	223
7.5.1	参建方质量链管理界面	224
7.5.2	工序质量链管理界面	228
7.5.3	信息录入界面	231
7.6	基于质量链管理的 BIM 系统功能扩展	234
7.6.1	BIM 系统的功能及特征	234
7.6.2	质量链管理系统与 BIM 集成	238
7.7	本章小结	240
第 8 章	结论及展望	241
8.1	结论	241
8.2	展望	243
参考文献		245

第 1 章

绪论

1.1 研究背景及意义

国家工程建设项目质量状况不仅直接反映了该国的建设行业水平，还间接反映了国家经济和技术能力，再者，企业的质量能力又是工程建设企业在激烈的市场竞争中生存的基本手段之一。虽然我国工程质量水平在不断提高，但工程质量问题仍然在全国范围内普遍存在，也一直困扰着我国各级政府和项目业主。新中国成立以来，我国政府对工程建设领域的质量管理问题非常重视，较多科研院校和企业的质量管理机构及各级政府监管部门通过大量调研，完成了质量理论研究、政策法规制定和标准体系建立等工作。此外，各工程建设企业也努力推行先进的质量管理技术和方法，把产品质量作为构建企业核心竞争力的重要指标。但时至今日，各地区的工程项目，甚至一些

关系国计民生的复杂大型工程项目仍然在不同程度上存在着一些质量问题。

以往从多个角度且较为独立地研究了工程项目的质量管理，得到了较多有价值的研究成果。而本书将以质量的内在联系作为研究的核心理念，从人和物，即参建方和工序两个方面来探索质量管理的新内涵。从参建方/人的角度来说，质量问题往往涉及众多参与方的思想和行为，从工序/物的角度来说，工序质量形成并影响着工程整体质量。另外，实践中工程质量问题往往还存在连锁反应和传递效应，如某处工序的质量问题没有妥善处理可能会影响后续工序出现质量问题，从而产生连锁反应，造成巨大的损失。学术界对这些现象的研究及相关成果还较为有限。而传统的质量管理理论和方法往往就某些工程部位的特定质量问题找寻管理和优化方法，却并未考虑工程项目参建各方的质量联系和协同关系，也未考虑在工程质量形成过程中的工序质量联系与影响机理。但这些质量联系在实践中又是客观存在的，尤其是关系国计民生的复杂大型工程项目，参建方众多、工序复杂，这种参建方之间的质量联系和工序之间的质量联系更加明显。此外，它们的质量若出现问题，不仅可能给国家和人民带来巨大的质量损失，而且还可能会影响社会的稳定，因此对复杂大型工程项目的质量管理方法的探讨尤为重要。要研究复杂大型工程项目中参建方和工序质量链管理方法，就需要挣脱传统质量管理相对独立的思维分析框架的束缚，重点考虑质量形成过程中相关参建方之间、工序或施工过程之

间的质量联系。综上所述,传统的质量管理思维和方法对研究和分析链式质量管理具有一定局限性,需要运用新思维、新理论、新方法对工程质量管理理论进行创新性研究。

本书受供应链模型和力学理论中力的传递方式的共同启发,在前人为数不多的研究成果的基础上,提出了质量链管理方法基础假设:认为不同的参建方、工序之间都存在着一定的质量联系,并具有一定传递效应。基于此,本书进一步扩展了质量链的内涵,分别从参建方、工序两个层面定义质量链,并构建了两类质量链:参建方质量链、工序质量链。参建方质量链主要关注复杂大型项目众多参建方形成的质量联系;工序质量链关注工序之间的质量联系,认为本道工序质量会对后续工序产生影响。以上两种联系会随着工程进度的推进形成两类复杂的质量链。基于两类质量链的构建及其运行机理,本书力图分别探索各自的关键质量链的识别方法,寻找质量薄弱点和管理着力点,提供质量管理战略决策支持和工序质量控制支持,最终实现质量链参建方质量协同耦合管理和工序质量链优化管理。另外,工程质量的优化与工程成本紧密相关,本书拟在研究过程中同时考虑质量和成本目标,以期对企业管理更具实践意义。本书拟分别研究关键质量链的优化方法和非关键质量链的多目标优化方法,分别解决质量薄弱部位的优化和对质量-成本目标的多目标优化问题。为了进一步展示该理论方法的实用性,本书还设计了质量链管理信息系统。

本书的研究成果具有理论研究价值和实践应用价值。理论研究方面，本书能够从管理思维高度探索工程质量管理新理论和新方法，研究工程质量参建方和工序的质量提高途径。实践应用方面，本书设计了质量链管理系统，将较为复杂的质量链管理理论转化为实用的信息系统，提高了理论方法的实践应用价值。

1.2 研究综述

1.2.1 质量管理理论发展历程

质量管理（Quality Management，QM）是指某种规模组织通过确定质量方针、制定质量目标、落实质量职责，完成质量策划、质量控制、质量保证和质量改进全过程，以实现组织质量管理职能的全部活动。该概念包含广泛的质量内涵。质量管理理念和方法随着社会经济的进步及矛盾的发展而不断发展，它经历了以质量检验、统计质量控制和全面质量管理为核心的管理阶段。质量管理的核心思想和主要方法如图 1-1 所示，不同质量管理阶段的主要代表人物及其观点如表 1-1 所示。

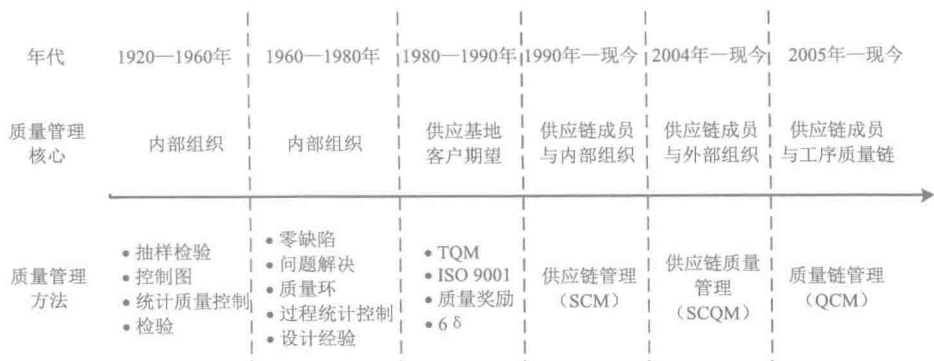


图 1-1 质量管理的核心思想和主要管理方法

表 1-1 质量管理发展情况

时 间	阶 段	代表人物	主要观点和技术
20 世纪 初一20 世 纪 60 年代 末	质量检 验	泰 勒 (Frederick W. Tailor)	成立专门的质量检验部门对产品进行检验
		休哈特(W. A. Shewhart)	提出质量控制图管理方法，提出质量缺陷预防的概念
		道奇 (H. F. Dodge) 和罗米格 (H. G. Roming)	提出抽样检验表管理方法和抽样检验方法
20 世纪 60 年代末— 20 世纪 80 年代初	统计质 量控制	戴 明 (W. Edwards Deming)	提出 PDCA 循环、统计过程控制 SPC 方法、戴明质量管理十四法
		朱兰 (Joseph M. Juran)	提出包含计划、控制、改进的质量三元论，提出质量合用性理念
20 世纪 80 年代	全面质 量管理	朱兰 (Joseph M. Juran)	首次凝练全面质量管理理论
		克 劳 斯 比 (Philip B. Crosby)	提出质量零缺陷概念，强调质量控制的预防理念
		国际标准化组织 (ISO)	ISO 9000 系列标准
20 世纪 90 年代	供应链 管理	施德沃特 (G. Stewart) 和施兰兹 (P. A. Slats)	着眼于物流库存问题，提出供应链战略层次

续表

时 间	阶 段	代表人物	主要观点和技术
20 世纪 90 年代	供应链 管理	哈兰德（C. Harland） 和比蒙（B. M. Beamon）	最早进行供应链建模及优化 研究工作
		库珀（M. C. Cooper）	提出供应链伙伴关系类型、 网络结构维度、伙伴间连接三 种供应链网络结构
		卡罗尔（J. R. Carol）	提倡协同、整合运作流程， 持续改进产品和服务质量，重 视客户满意

尽管世界各国工程项目的质量水平整体都在提高，但学术界对质量管理研究的热情从未减弱过。随着新技术、新材料的出现和社会环境的变迁，不同的质量需求和矛盾出现了，研究热点也从内部组织质量控制，逐步向产品上下游的外部质量控制演变。近年来学术界对供应链管理的研究十分丰富，2004 年对供应链中的产品质量管理的研究也开始出现。与此同时，有学者提出了质量链概念，但质量链管理还较多地处于概念及理念研究阶段，缺乏深入的研究。

已有的研究成果表明，工程质量受多方要素影响，既包括来自人的影响，又包括机械、材料、施工方法、施工环境的影响。归结起来，质量管理问题主要包含两种管理对象：第一种是对人的质量管理，第二种是对工序的质量管理^[1]。对于参建方质量能力的管理，笔者认为是宏观方面的管理；对于工序质量的控制，笔者认为是微观方面的管理，它们对质量的影响只是同样问题的两个角度。因此，进行有效的工程质量管理，不容

忽视参建方之间的质量协同的作用,也需要考虑工序之间的微观联系。受力学中力的传递方式及原理的启发,笔者试图探索工程参建方之间质量存在的联系与影响,分析工程工序质量存在的联系与影响,研究参建方和工序质量各自的影响机理。

如果工序之间存在着相互影响关系,那么本道工序质量水平不仅体现在本工序的质量上,还部分体现在对后续工序质量的影响上。同理,本道工序可能同时受本工序的质量预防成本和质量管理与鉴定成本投入多少的影响,也受上游工序的质量影响。从这一视角可以将工程项目的工序质量链理解为由有着相互影响关系的工序组成的质量整体。有学者对质量链管理(Quality Chain Management, QCM)进行定义:它是对产品寿命周期内所有参与方进行集成与协调,通过全过程的测量与分析,持续改进产品质量,使得终端和中间客户满意。更多的学者是将中国社会中食品安全作为重要的质量链案例,分析了食品的质量追溯^[2]、质量冲突消纳^[3]、食品生产主体之间的博弈^[4]等重要问题。

1.2.2 质量链管理研究综述

1. 质量链的概念

质量链的概念最早由 Troczynski^[5]于 1996 年首次提出。朱兰博士^[6]此后提出了质量环(Quality Loop)的概念,指出产品的