

项目管理前沿系列

# 大型施工项目 目标偏差适时监控方法 及预警模型

乌云娜 董鹤云 曲曙光 / 著

LARGE-SCALE CONSTRUCTION OBJECTIVES  
DEVIATION TIMELY MONITORING METHOD  
AND WARNING MODEL



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

项目管理前沿系列

# 大型施工项目 目标偏差适时监控方法 及预警模型

乌云娜 董鹤云 曲曙光 / 著

LARGE-SCALE CONSTRUCTION OBJECTIVES  
DEVIATION TIMELY MONITORING METHOD  
AND WARNING MODEL



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书站在建设单位的角度,研究了其如何对大型工程项目的施工过程进行全面、动态的监控,提出了以建设单位为监控主体的大型工程建设目标网格化监控模式;基于监控适时性和全面性的考虑,设计了里程碑监控维度与目标监控维度。本书基于目标监控方法的设计较全面地覆盖建设目标,在目标监控及预警方法上,针对施工项目的进行式和评价式两类目标进行了分别的设计。针对评价式目标,提出了基于Choquet积分算子的多元主体评价方法,构建了峰度法-Fisher判别法分级预警模型;针对进行式目标,提出了基于多级缓冲计划的偏差量计算方法,构建了偏差缓冲对比模型,在分级预警结果的基础上,设计了专家支持系统预警响应机制。本书为建设单位的管理者、工程管理领域学者进行建设过程管理研究与实践提供依据和参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

大型施工项目目标偏差适时监控方法及预警模型/乌云娜,董鹤云,曲曙光著. —北京:中国电力出版社,2016.1

(项目管理前沿系列)

ISBN 978-7-5123-8480-4

I. ①大… II. ①乌… ②董… ③曲… III. ①建筑工程—监理工作—研究 IV. ①TU712

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 252246 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:李楠 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·14.25印张·153千字

定价:45.00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

2014年，以“新常态”理念的提出为契机，工程建设行业逐渐进入一个关键的调整时期。面对“经济发展方式从规模速度型粗放增长转向质量效率型集约增长”这一趋势，我们需要用新的思维和理念来改善工程建设行业原有的粗放型发展模式。随着我国企业投、融资能力的增强和一些大型专业施工单位的成立，大型工程项目在所有建设项目中的比重逐渐增大。由于投资额高，施工周期长，大型工程项目的建设过程更加需要动态的监控，并重视质量、安全性能、建筑节能等多目标的均衡发展，增强工程管理的精细化程度。

建设单位是建设项目的总组织者，在大型工程项目中，参与方众多，建设单位肩负着至关重要的管理责任。然而目前国内对工程建设目标的管理研究多是针对个别建设目标的目标计划制定过程或者目标实施过程进行优化研究，少有能站在建设单位的角度，针对其如何加强对施工全过程的监督管理进行探讨。而对于重视管理与技术创新的建设单位，如何在工程施工过程中动态、全面地掌握项目状态，如何判断工程实际状态与计划的偏差程度，如何有依据地对工程项目的其他参与方进

行有效激励或追责，都是其管理者在大型工程项目实施中遇到的管理难点，也是本书所关注的问题。

本书认为建设目标的执行情况是否与工程计划相符，是判断项目健康状况的一个重要依据。因此，在大量工程建设目标计划、控制、预警相关研究现状的基础上，本书提出以建设单位为监控主体的大型工程建设目标网格化监控模式，突出了监控的适时性与全面性。

在目标偏差监控与分级预警研究中，基于监控范围应该较全面地覆盖建设目标、而目标监控方法的设计应具有普适性的考虑，本书针对施工项目的进行式和评价式两类目标分别进行了设计。针对评价式目标，提出了基于 Choquet 积分算子的多元主体评价方法，构建了峰度法-Fisher 判别法分级预警模型；针对进行式目标，本书提出了基于多级缓冲计划的偏差量计算方法，构建了偏差缓冲对比模型，通过偏差量与缓冲此消彼长的关系，划分缓冲消耗区间，对比偏差量，达到分级预警的目的。

最后，在分级预警结果的基础上，本书设计了专家支持系统预警响应机制，通过一个简要的信息系统设计，将目标、里程碑、偏差等级、导致偏差的因素进行关联。并收集专家的纠偏措施建议，形成纠偏知识库。当分级预警模型出现警情提醒时，通过智能推理，给出纠偏的措施建议，帮助建设单位的管理者作出正确的纠偏决策，并最终实现目标偏差监控与预警过程的持续改进和闭环运行。

本书作者乌云娜为华北电力大学教授、管理科学与工程学科学术带头人，董鹤云为华北电力大学管理科学与工程学科博士、电力规划设计总院与清华大学联合培养博士后在读，曲曙光为华电集团高级工程师。本书所提出的模式、方法、模型均以三位作者多年的工程项目管理理论与实践经验为基础，重视实用价值，并具有一定的前瞻性。由于作者学术水平与研究资源的限制，本书仍有继续深入研究和改进之处。欢迎读者从学术探讨的角度，对本书的研究成果进行分析和验证，提出意见和建议。

# 目 录

## 前 言

|       |                      |    |
|-------|----------------------|----|
| 第 1 章 | 绪论                   | 1  |
| 1.1   | 研究背景和意义              | 1  |
| 1.1.1 | 本书的研究背景              | 1  |
| 1.1.2 | 本书的研究意义              | 7  |
| 1.2   | 国内外研究动态              | 11 |
| 1.2.1 | 国外研究现状               | 11 |
| 1.2.2 | 国内研究现状               | 20 |
| 1.2.3 | 文献评述                 | 27 |
| 1.3   | 本书研究的主要内容和技術路线       | 29 |
| 1.4   | 本书的主要创新点             | 33 |
| 第 2 章 | 大型施工项目建设目标偏差适时监控模式研究 | 36 |
| 2.1   | 网格化目标监控模式的提出         | 36 |
| 2.1.1 | 建设目标监控主体分析           | 36 |
| 2.1.2 | 网格化管理思想介绍            | 42 |
| 2.1.3 | 目标偏差网格化监控模式的特性分析     | 46 |

|       |                                  |     |
|-------|----------------------------------|-----|
| 2.2   | 里程碑监控维度的建立 .....                 | 50  |
| 2.2.1 | 适时监控理念分析 .....                   | 50  |
| 2.2.2 | 监控里程碑划分原则 .....                  | 54  |
| 2.2.3 | 基于工程逻辑的监控里程碑识别方法 .....           | 58  |
| 2.3   | 目标监控维度的建立 .....                  | 63  |
| 2.3.1 | 监控目标的构建原则及分类 .....               | 63  |
| 2.3.2 | 进行式目标特点分析 .....                  | 72  |
| 2.3.3 | 评价式目标特点分析 .....                  | 74  |
| 2.4   | 基于网络结构的适时监控模式及其运行流程 .....        | 76  |
| 2.5   | 本章小结 .....                       | 79  |
| 第 3 章 | 基于网络结构的目标偏差适时监控方法研究 .....        | 81  |
| 3.1   | 适时监控方法相关元素介绍 .....               | 81  |
| 3.1.1 | 建设目标偏差及目标偏差量 .....               | 81  |
| 3.1.2 | 目标偏差量衡量指标 .....                  | 84  |
| 3.2   | 评价式目标偏差量计算方法研究 .....             | 87  |
| 3.2.1 | 评价式目标的多元主体评价需求 .....             | 87  |
| 3.2.2 | Choquet 积分方法的选用 .....            | 90  |
| 3.2.3 | 基于 Choquet 积分算子的目标偏差多元主体评价 ..... | 93  |
| 3.2.4 | 评价式目标累积偏差量计算 .....               | 95  |
| 3.3   | 进行式目标偏差监控方法设计 .....              | 104 |
| 3.3.1 | 进行式目标计划中多级缓冲的设计 .....            | 104 |
| 3.3.2 | 进行式目标偏差量的计算 .....                | 110 |
| 3.4   | 本章小结 .....                       | 113 |
| 第 4 章 | 评价式目标分级预警模型研究 .....              | 115 |
| 4.1   | 目标偏差阈值分割及分级预警 .....              | 116 |
| 4.1.1 | 基于目标偏差量的预警需求分析 .....             | 116 |
| 4.1.2 | 目标偏差量的阈值分割 .....                 | 118 |

|       |                                 |     |
|-------|---------------------------------|-----|
| 4.1.3 | 分级预警模型框架设计 .....                | 120 |
| 4.2   | 峰度法-Fisher 判别法的目标预警阈值确定方法 ..... | 122 |
| 4.2.1 | 预警阈值确定方法现状分析 .....              | 122 |
| 4.2.2 | Fisher 判别理论初始阈值分割 .....         | 123 |
| 4.2.3 | 峰度法对 Fisher 阈值分割的改进分析 .....     | 127 |
| 4.3   | 算例分析 .....                      | 129 |
| 4.3.1 | 网格化监控结构构建 .....                 | 129 |
| 4.3.2 | 评价式目标偏差量计算 .....                | 131 |
| 4.3.3 | 峰度法-Fisher 判别法的目标预警阈值确定 .....   | 140 |
| 4.4   | 本章小结 .....                      | 146 |
| 第 5 章 | 进行式目标分级预警模型研究 .....             | 148 |
| 5.1   | 偏差缓冲对比模型的设计意义及特点分析 .....        | 149 |
| 5.1.1 | 偏差缓冲对比模型的设计意义 .....             | 149 |
| 5.1.2 | 偏差缓冲对比模型的特点分析 .....             | 150 |
| 5.2   | 偏差缓冲对比分级预警模型设计 .....            | 152 |
| 5.2.1 | 缓冲消耗及累积规律研究 .....               | 153 |
| 5.2.2 | 进行式目标偏差量阈值分割计算 .....            | 158 |
| 5.2.3 | 缓冲区间与分级预警的对应 .....              | 164 |
| 5.3   | 算例分析 .....                      | 167 |
| 5.3.1 | 进行式目标缓冲计划设计 .....               | 167 |
| 5.3.2 | 进行式目标偏差分级预警的实施 .....            | 171 |
| 5.4   | 本章小结 .....                      | 173 |
| 第 6 章 | 建设目标偏差分级预警响应机制 .....            | 175 |
| 6.1   | 分级预警响应机制构建思路 .....              | 175 |
| 6.1.1 | 建立分级预警响应机制的目的 .....             | 175 |
| 6.1.2 | 分级预警响应机制的需求分析 .....             | 177 |
| 6.1.3 | 智能化预警响应研究综述 .....               | 180 |

|       |                              |     |
|-------|------------------------------|-----|
| 6.2   | 专家支持系统预警响应机制的设计 .....        | 182 |
| 6.2.1 | 专家支持系统思路简介 .....             | 182 |
| 6.2.2 | 专家支持系统结构设计 .....             | 186 |
| 6.3   | 专家支持系统预警响应机制的实现 .....        | 191 |
| 6.4   | 本章小结 .....                   | 199 |
| 第 7 章 | 结论与展望 .....                  | 200 |
| 7.1   | 结论 .....                     | 200 |
| 7.2   | 展望 .....                     | 203 |
|       | 参考文献 .....                   | 206 |
| 附录    | 算例里程碑权重系数 $K$ 专家打分汇总结果 ..... | 216 |

# 第 1 章

## 绪论

### 1.1 研究背景和意义

#### 1.1.1 本书的研究背景

##### 1. “新常态”对工程建设行业的导向

2014 年 5 月，中共中央总书记习近平在河南考察时指出：“中国发展仍处于重要战略机遇期，要增强信心，从当前中国经济发展的阶段性特征出发，适应新常态，保持战略上的平常心态。”自此，“经济发展新常态”一词首次进入人们视野。在 2014 年的中央经济工作会议上，“新常态”一词多次被引用在工作报告中，成为党中央对近年中国经济形势的重要定义和清醒判断，对未来宏观经济政策导向有着决定性意义。

根据中央经济工作会议精神，经济发展进入新常态关键体现在四个“转向”上，即：增长速度正从高速增长转向中高速增长；经济发展方式正从规模速度型粗放增长转向质量效率型集约增长；经济结构正从增量扩能为主转向调整存量、做优增量并存的深度调整；经济发展动力正从传统增长点转向新的增长点。此次会议后，中国整个宏观经济各行各业都在按照四个“转向”的指导进行调整，向“新常态”的经济导向靠拢，作为基础型支出行业的工程建设行业也不可能置身事外。我国工程建设起步较晚，但发展迅速。在经历了十多年的规模快速增长和粗放式经营后，工程建设行业逐渐暴露出一些与其规模快速增长不协调的现象，具体表现为：

（1）工程建设从业人员准入机制不合理、不严格，再加上近年来工程建设项目规模扩大，对工程人员的需求量增加，致使很多不懂技术、不懂管理、不知经济、不明财务的人员加入工程建设从业队伍，甚至通过各种方式进入工程项目的管理层，致使工程建设从业人员整体素质偏低，对新知识不重视，阻碍了国内外先进的技术及管理成果在我国建设行业的推广。

（2）在建设施工过程中，由于人员素质偏低，对机械设备的操控不够熟练，容易发生不规范操作、违章操作的现象。其次，对各种施工标准和施工规章制度理解不深入，贯彻落实的力度不够，缺乏系统科学的监督机制。有些工程人员为了谋取工程暴利，偷工减料、擅自改变材料配比，这些现象给工程质量安全带来了极大的隐患。

(3) 轻视工程建设过程中的安全管理。具体表现为：现有的安全管理方式较为落后，并且缺乏健全、科学、系统的安全管理机制；在工程建设过程中，对国家或地方的各种安全条令或法规落实不到位；部分项目管理人员只重视追求经济效益，而忽视安全保障投入；施工人员的职业培训不到位，安全施工意识薄弱等。这些因素导致我国很多工程建设项目中，安全事故频发。

(4) 在材料管理方面，部分不法从业人员为了节省施工成本，使用质量低劣的工程物料，给工程质量埋下重大安全隐患。同时，采购环节暗箱操作严重，抽取提成、拿回扣等情况普遍。其次，材料堆放位置不合理，分类不科学；对各种物料进行存储时没有严格安排进场时间；在材料管理存储过程中，各种材料发生潮湿、霉变、挥发、磨损情况严重。

2014年，以“新常态”理念的提出为契机，工程建设行业也进入了一个关键的调整与重新洗牌的时期。面对变局，原有的粗放型发展模式难以继续维持，需要我们用新的思维和理念来应对新的发展环境和发展要求。“增长速度从高速增长转向中高速增长，经济发展方式从规模速度型粗放增长转向质量效率型集约增长”这两个新常态的转变方向，对工程建设行业具有重大意义。不再一味地追求工程建设的速度，而是重视质量、安全性能、建筑节能等多目标协同优化；转变传统规模速度型粗放管理模式，实施建设项目的精细化、动态化管理和监控，注重每一项建设项目的成果质量，提高整个行业的管理水平。

这也是工程建设行业对“新常态”导向的一种响应和诠释。

### 2. 大型工程项目的建设施工过程需要更具效率的管理

大型工程项目一般是指投资规模大、施工工期长、建设工艺较为复杂、工序多的工程项目。在我国，由于现代工程项目管理理念的引入较欧美等发达国家晚，建设行业管理层人员在由纯经验型向“知识+技术+经验”型转变的过程中，对工程项目施工过程的管理理念也尚处于逐步接受和普及的阶段。目前，多数施工项目对各主要建设目标的把控主要依靠施工方的自控和监理的现场监督（发现问题，下发整改通知单），对项目经理和监理人员的个人经验依赖程度高，因此在不同工程、甚至同一工程的不同施工段，对建设目标的管理标准与管理效率也参差不齐。再者，由于监督过程中，从发现问题到解决问题需要各单位各层级间进行多轮沟通和论证，极大地降低了调整、目标纠偏的效率。近十几年来，随着我国企业投、融资能力的增强和一些大型专业施工单位的成立，我国大型工程建设项目在所有建设项目中的比重逐渐增大，从前在规模较小的工程项目中没有暴露出来的项目管理问题，在大型工程项目中被放大，需要引起更多的重视。例如，大型工程项目投资额高、工期长，在目标偏差率不变的情况下，实际的超支或拖延情况将比小规模工程严重很多；若工程的质量目标出现偏差没有及时发现并解决，后期返工、维修的损失也较小规模工程要大；且大型工

程通常承担着较为重要的社会功能，其施工过程中及生产使用时的安全与环保性能若出现问题，将造成极大的社会影响和损失。

因此，在大型工程项目的施工过程中，对高效的过程管理与目标监控方法具有更为迫切的需求。

### 3. 建设单位需要加大对大型建设工程施工过程的把控力度

建设投资是推动国民经济发展的一驾“马车”，在“经济发展新常态”的大环境下，建设项目投资效益必须优化，而建设单位对建设项目的管理是提高建设项目投资效益的关键。建设单位被称为业主，也被称为“甲方”，一般是指建设项目的投资人，对该工程拥有产权。因此，其在工程建设项目管理中处于至关重要的位置。现阶段，我国建设管理部门与法制部门正在致力于逐步健全建筑行业的法律法规与制度建设，逐步完善工程质量安全管理长效机制、建筑节能规范等，监理、施工单位的监督管理制度也正在趋于完善。然而，建设单位对建设项目负有的监督管理责任常常被忽略。例如我国《建筑法》第五章“建筑安全生产管理”的第16条规定，建筑施工安全责任几乎由建筑施工企业完全承担，建设单位（即业主）承担的责任非常有限。而据相关统计资料分析，2013年的工程建设安全事故中，21.42%的事故建设单位应负大部分责任，52.31%的事故建设单位负有部分责任，而93.12%出现事故的工程中，建设单位

没有起到应有的监督管理行为。而在工程进度和费用管理方面,较为常见的现象是:建设单位主要是在工程项目决策阶段相关文件以及合同文本中对进度和费用计划进行清晰的说明,而对于在工程竣工阶段对进度和工程决算进行检查和追责,多数建设单位认为在设计、招投标等过程中,已经对进度、费用等目标进行了详细的计划,因此对施工过程中的进度和费用执行情况很少过问。但是在大型工程项目中,工程合同的履行具有长期性,大型工程由于结构复杂、体积大、建筑材料类型多、工作量大,使得合同内容复杂,履行期限较长。在大型工程合同的履行过程中,还可能因为自然不可抗力、政策因素、工程变更、经济风险、材料供应不及时等原因,导致合同履行不顺利。而建设单位对于工程建设过程中的目标行为疏于管理,甚至认为建设部分由施工单位承包,因此自己不负有管理责任。这种对建设过程监督管理的不重视很容易导致大型工程项目在建设过程中失控,与预期成果产生严重偏差。如果不能及时发现并纠正,将造成无法弥补的工程缺陷和损失,极大地损害项目投资效益,并造成建设资源的浪费。由此可见,现阶段,很多大型工程项目的建设单位对于工程建设全过程的监督管理意识还十分薄弱,统筹管理的能力还十分有限。因此,加强建设单位的工程建设全过程监督管理意识,提高建设单位的监督管理水平是十分必要的。

众所周知,工程项目的目标是否实现是评价一个工程项目成功与否的主要标准。基于以上背景,本书将针对大型工程项

目的建设单位如何对项目施工过程中的主要建设目标实施动态监控以及偏差预警进行研究。

### 1.1.2 本书的研究意义

工程项目管理是在一定的约束条件下,管理者为了达到项目目标,从而对工程项目实施计划、组织、协调和控制等过程。因此,建设工程项目管理主要是围绕建设目标展开的。学者林乃善在《目标管理与过程控制相结合的集成成本管理》一书中认为,良好的目标管理与过程控制,是工程项目管理成功的重要因素,工程目标是过程控制的指导,过程控制是目标管理的手段,强调了过程控制在目标管理工作中的重要性。大型工程项目的施工周期较长,在不断变化的背景环境中,为保证项目目标按照预定计划逐步实现,要求工程管理人员在工程实施过程中进行一系列的检查、调整活动。大型工程项目是一个非常复杂的开放系统,它追求的不是项目在某一项目标或者某一段工程的局部最优,而是项目整体的优化。要实现工程建设目标的整体最优,前提是工程必须要有合理的目标、科学的计划。合理的施工组织设置、人员配备及有效的领导则是实现目标控制的基础。在施工开始后,针对工程决策与设计阶段订立的工程项目计划,必须进行目标控制,时常检查计划的实施情况。如若发现计划实施过程中偏离了计划目标,必须及时分析偏离原因,判断偏离计划的情况是不是会影响到项目的正常进行,