

GUANJIANLIAN
XIANGMU DONGTAI HUANCHONG GUANLI

关键链 项目动态缓冲管理

张俊光 著

本书较为系统地介绍了关键链项目动态缓冲管理的管理理论和实践方法,提出

关键链计划制订 — 缓冲区确定 — 动态缓冲监控

三者集成的理论分析框架,从计划做“优”、做“准”和做“对”三个方面组成关键链项目动态缓冲管理的整体框架。

- 从理论上开展关键链动态缓冲全过程管理模式研究;
- 从方法上建立关键链计划确定模型、基于熵值法和统计相关性等因素的缓冲构建模型、基于缓冲管理法、进度风险分析法及灰色理论的动态缓冲混合监控模式;
- 从实践上构建适应中国国情的关键链缓冲管理模式。



化学工业出版社



关键链 项目动态缓冲管理

张俊光 著



化学工业出版社

· 北京 ·

《关键链项目动态缓冲管理》较为系统地介绍了关键链项目动态缓冲管理的管理理论和实践方法,提出“关键链计划制订—缓冲区确定—动态缓冲监控”三者集成的理论分析框架,从计划做“优”、做“准”和做“对”三个方面组成关键链项目缓冲管理的整体框架。从理论上开展关键链动态缓冲全过程管理模式研究;从方法上建立关键链计划确定模型、基于熵值法和统计相关性等因素的缓冲构建模型、基于缓冲管理法、进度风险分析法及灰色理论的动态缓冲混合监控模式;从实践上构建适应中国国情的关键链缓冲管理模式。

《关键链项目动态缓冲管理》以缓冲的设置及监控的实施过程为主线,共分7个篇章,包括导论、进度估计、风险管理、基于进度估计和风险管理的缓冲设置、重大偏差标准的制订、根据缓冲和重大偏差标准所进行的监控及方法有效性的验证体系等。作者以其丰富的前期研究成果、多年的项目管理实践经验、严谨的工作思路及通俗易懂的讲解方式,为读者带来了缓冲动态管理领域的全新视角与观点。

本书可作为高校教师或项目管理研究人员的研究参考用书,也可作为高等院校项目管理专业、工程管理类专业本科生和研究生项目管理参考书,同时,也可作为管理类专业项目管理课程的参考书。另外,对于项目管理人员、项目经理也是一本重要的参考读物,可作为各类企业中进行项目管理的领导人员和项目经理的自学参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

关键链项目动态缓冲管理/张俊光著. —北京: 化学工业出版社, 2016. 5
ISBN 978-7-122-26703-0

I. ①关… II. ①张… III. ①企业管理-项目管理-研究 IV. ①F273.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第070756号

责任编辑: 王淑燕 宋湘玲

责任校对: 边涛

装帧设计: 关飞

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印刷: 北京市永鑫印刷有限责任公司

装订: 三河市宇新装订厂

710mm×1000mm 1/16 印张12¼ 字数191千字 2016年5月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 39.80 元

版权所有 违者必究

前言 PREFACE

中国正面临着由制造业大国向创新型国家的转变，在党的十八大报告中明确提出，要坚持走中国特色自主创新道路，以全球视野谋划和推动创新，且更加注重协同创新。经统计十八大报告中的相关关键词，可以发现项目管理、战略管理、运营管理、组织环境建设四个方面的频数分别占50%、2%、18%和30%。

尽管中国的研发经费连年大幅度增加，但是中国企业的自主创新能力仍亟待提高。半个多世纪以来，一大半项目依旧存在着项目延期、成本超支、质量标准降低或是“无疾而终”等问题，项目管理领域一直没有重大突破。1997年，Goldratt提出了关键链项目管理的理论，该理论作为一种新型的项目管理方法，它考虑了人的行为因素、心理因素，结合系统动力学、统计学等学科知识，是项目管理领域的一个重大突破，但目前关于关键链项目管理理论的研究尚处于起步阶段，特别是国内对于该理论的研究和应用还比较少。

本书作者一直关注这方面的最新进展，并作了较为系统的研究，在国家自然科学基金课题（项目批准号：T1572010）的资助下完成了本书的撰写。本书运用关键链项目的思想，主要对“项目进度估计”、“项目风险管理”、“项目缓冲设置”、“项目重大偏差标准设定”及“动态缓冲监控”等方面问题进行了更进一步的研究以及创新，同时结合了作者多年的项目管理理论研究、项目管理课程教学和企业实践经验，运用具体的实例对关键链项目的计划、缓冲确定

及缓冲监控等理论体系进行了系统思考并提出了创新，并科学地证明了该方法的有效性。《关键链项目动态缓冲管理》具有很强的系统性、创新性、实效性，对于项目管理研究者及从事项目管理的相关人员有良好的借鉴作用。

《关键链项目动态缓冲管理》运用关键链管理的思想，具有理论和实践的双重支撑。理论上，本书有60余篇包括国际顶级期刊、SCI检索期刊、一级学报及EI检索期刊论文的支撑，可作为关键链项目管理科研参考使用；实践上，本书凝聚了作者十余年多家大型企业项目管理的工作心得，可作为企业关键链项目管理的操作指南。

《关键链项目动态缓冲管理》的撰写得到北京科技大学经济管理学院领导和同事、关键链项目管理领域的专家和同行以及给本书提供意见的各国专家的大力支持与帮助，我从他们那里学到了很多，在此一并表示衷心的感谢。在本书初稿的形成过程中，杨芳芳、万丹、宋喜伟、郭丽虹、贾赛可、徐振超等同学为本书作出了贡献，在此一并表示感谢。

由于水平有限，书中难免有不妥之处，希望读者和同行不吝批评指正，以便再版时完善。

张俊光

2016年3月于北京科技大学

目 录 CONTENTS

第1章 导论	/ 001
1.1 项目管理	/ 001
1.2 关键链项目管理	/ 003
1.3 关键链项目缓冲管理	/ 004
1.3.1 关键链项目缓冲确定	/ 005
1.3.2 关键链项目缓冲监控	/ 006
第2章 项目进度估计	/ 011
2.1 关键链识别及优化	/ 011
2.1.1 关键链识别	/ 011
2.1.2 关键链排序优化	/ 013
2.2 项目工作量估计	/ 022
2.2.1 基于分段与分区函数的工 作量估计方法	/ 023
2.2.2 工作量估计方法有效性分析	/ 027
2.3 构筑进度安排指南	/ 028
2.4 进行项目进度估计	/ 031
2.5 项目进度不确定性指标体系	/ 035
2.5.1 基于链路特征的工序进 度不确定性指标	/ 035
2.5.2 基于项目特征的工序不确定性指标	/ 037
2.5.3 项目进度不确定性指标体系建立	/ 041

第3章 项目风险管理 / 043

3.1 项目风险的识别 / 044

3.2 项目风险的评估 / 047

3.2.1 简易的定性风险评估 / 048

3.2.2 具有数值依据的简易定性风险评估 / 049

3.2.3 数值依据的定性风险评估 / 050

3.3 基于贝叶斯网络的项目风险评估 / 052

3.3.1 基于 Noisy-or Gate 模型的贝叶斯网络评估模型 / 052

3.3.2 动态贝叶斯网络评估模型 / 056

3.3.3 基于贝叶斯风险决策理论的评估模型 / 061

3.4 项目风险的应对及监控 / 065

第4章 项目缓冲设置 / 070

4.1 基于综合资源紧张度的缓冲设置 / 071

4.1.1 物理资源紧张度 / 071

4.1.2 信息资源紧张度 / 072

4.1.3 项目缓冲确定 / 075

4.2 基于信息流交互度的缓冲设置 / 075

4.2.1 基于 DSM 的返工安全时间确定 / 075

4.2.2 信息流排序优化 / 077

4.2.3 项目缓冲确定 / 078

4.3 基于不确定性的项目缓冲设置 / 079

4.3.1 工序的不确定性评估 / 079

4.3.2 项目缓冲确定 / 085

4.4 基于属性优化的项目缓冲设置 / 087

4.4.1 影响缓冲的扩展因素分析 / 087

4.4.2 缓冲确定模型 / 091

4.5 基于熵权与 TOPSIS 法的项目缓冲设置 / 091

4.5.1	评价指标矩阵确定	/ 092
4.5.2	指标权重计算	/ 093
4.5.3	工序不确定性系数计算	/ 094
4.5.4	工序安全时间以及缓冲确定	/ 094
4.6	安全资源缓冲设置	/ 095
4.6.1	人力资源缓冲	/ 096
4.6.2	实物资源缓冲及其成本确定	/ 099
4.7	算例	/ 101
4.7.1	关键链识别	/ 101
4.7.2	安全时间计算	/ 106
4.7.3	仿真实验分析	/ 111

第 5 章 项目重大偏差标准设定 / 116

5.1	概述	/ 116
5.1.1	几个重要概念	/ 116
5.1.2	重大偏差标准的定性设定	/ 118
5.2	基于双缓冲区的重大偏差标准设定	/ 119
5.2.1	风险储备时间的定量设定	/ 119
5.2.2	双重缓冲区设置	/ 121
5.2.3	重大偏差标准的定量设定	/ 124
5.3	项目进度重大偏差标准定量设定	/ 126
5.3.1	项目进度偏差的统计与分析	/ 126
5.3.2	项目进度重大偏差标准及风险储备时间设定	/ 128
5.4	一般偏差标准设定	/ 131

第 6 章 动态缓冲监控 / 134

6.1	概述	/ 134
6.1.1	监控过程中重大偏差标准的使用	/ 135
6.1.2	基于灰色预测模型的偏差监控	/ 138

6.1.3	项目监控过程	/ 144
6.2	关键链动态缓冲监控	/ 145
6.2.1	风险驱动的关键链缓冲分配	/ 147
6.2.2	关键链项目缓冲监控方法	/ 151
6.2.3	案例分析	/ 160
6.3	基于阶段划分的动态缓冲监控	/ 166
6.3.1	缓冲分配	/ 167
6.3.2	设置缓冲监控参数	/ 168
6.3.3	设置各个阶段的缓冲监控触发点	/ 169
6.3.4	动态滚动监控	/ 170
6.3.5	案例验证	/ 171
第 7 章 方法有效性验证		/ 174
7.1	概述	/ 175
7.1.1	短期、小数据量情况下的有效性验证	/ 175
7.1.2	长期、大数据量情况下的有效性验证	/ 177
7.2	方法有效性验证的 Bayesian 模型	/ 178
参考文献		/ 183

第1章 导论

1.1 项目管理

19世纪中叶以来,全球经济发展迅速,各国在促进现代化和提升自身综合实力的过程中,作为现代社会生活基本单元的项目正扮演着越来越重要的角色,项目能否成功实施往往体现了一个国家、一个地区或一个企业的发展速度和综合实力。美国项目管理学会 PMI (Project Management Institute) 对项目的概念归纳为:将人力资源和非人力资源结合成一个短期组织以达到一个特殊目的。美国项目管理认证委员会主席格雷斯曾断言:“21世纪的社会,一切都是项目,一切也必将成为项目。”用美国《财富》杂志的话来说,“一切商务活动都可能化为项目”。

对于发达国家来说,项目管理日趋成熟,现代项目管理已逐步发展成为独立的学科体系和行业,并成为现代管理学的重要分支。近年来,随着项目管理的重要性为各类企业、社会团体甚至政府机关所认识,组织的决策者们开始明白项目管理知识、工具和技術的重要性,因为它可以为决策者提供帮助,进而减少项目的盲目性。目前,在欧美发达国家,项目管理已普遍应用于建筑、航天、国防等传统领域以及电子、通讯、计算机、软件开发、制造业、金融业、保险业甚至政府机关和国际组织中。项目管理的广泛应用也取得了一定的成效,如:ABB公司、Delphi汽车系统公司、IBM公司等世界著名公司均不同程度地在企业管理中应用了项目管理。

项目管理目前有两大研究体系，分别是以欧洲为首的体系——国际项目管理协会（IPMA）和以美国为首的体系——美国项目管理协会（PMI）。在过去的几十年中，他们都做了卓有成效的工作，在推动国际项目管理现代化中发挥了积极的作用。

20世纪60年代初期，中国开始引进和推广国外的网络计划技术。当时华罗庚教授结合“统筹兼顾，全面安排”的指导思想，将这一技术称为“统筹法”，并组织小分队深入重点工程进行推广和应用，1965年6月6日，《人民日报》发表了华罗庚教授的《统筹方法平话》，推动了网络计划技术在全国的普及和应用，当时取得了良好的经济效益。到了20世纪80年代，中国在部分重点建设项目中尝试运用项目管理模式，云南鲁布革水电站就是中国第一个采用国际标准应用项目管理进行建设的水电工程项目，并取得了巨大的成功。随后在二滩水电站、三峡水利枢纽建设和其他大型工程建设中，都采用了项目管理这一有效手段，并取得了良好的效果。但是，中国项目管理的应用和国际先进水平相比，还存在一定的差距。1991年，中国成立了项目管理研究委员会，对推动中国项目管理研究和应用做出了很大贡献。

虽然项目管理的发展取得了一定成效，但是项目中出现的问题也很多。承包商因工程延误被告上法庭；某公司重要的高科技产品未能开发出来，令市场大为失望，致使股价大幅度下跌；某项目计划严重推迟，负责人被追究责任；某些项目工程因赶不上完工期，偷偷删除部分工序或不顾质量匆忙启用，造成之后的严重财产损失甚至是人员伤亡等。造成项目失败的原因往往主要归结于项目管理的方法上，包括项目组织的问题、管理效率低下、缺乏有效的计划和控制、对需求缺乏管理。随着项目规模的扩大和专业化分工的愈加精细，项目管理过程中的计划、组织、控制工作日益复杂，对于项目的质量、成本、工期等方面的要求也越来越高，项目的科学化管理已经成为决定项目生命力的关键。项目管理要求从投资项目的决策到实施的过程中，要对项目的任务、资源和成本进行统一计划、组织、控制及评价，以求在一定预算和时间内达到项目既定的目标和可接受的质量水平。目前，项目管理技术已经日趋成熟，对项目管理中的资源优化技术也已经有了较为深入的研究，各种项目管理软件也为项目管理提供了更可靠的分析工具。即便如此，项目延期、超支等现象依然屡见不鲜。除了环境的不确定性之外，项目利益相关者行为的不确定性对项目整体

绩效也带来极大的冲击，如何消减项目利益相关者行为不确定性带来的负面影响成为人们关注的焦点。基于项目管理面临的种种问题，一种考虑项目资源约束和决策者行为特性的项目管理方法——关键链项目管理方法，日益引起了关注，这一方法能够有效缩短项目工期，提高项目绩效。

1.2 关键链项目管理

以色列物理学家、企管大师、哲学家、教育家 Eliyahu Goldratt 于 20 世纪 70 年代末基于优化生产技术提出了约束理论，该理论认为系统的制约因素决定系统的有效产出。1997 年，Goldratt 将约束理论（TOC）引入项目管理领域，提出了关键链项目管理（CCPM）方法。他把关键链定义为：一系列相互依赖的，决定了项目最短工期的作业序列，其中资源依赖关系和作业间依赖关系在确定关键链时，同等重要。关键链是考虑活动紧前关系约束和资源约束情况下最长的一条路径，决定着项目最终工期，是项目系统的约束，相关资源以及其他活动都要依据关键链来调度。关键链项目管理是约束理论在项目管理领域的应用。它的核心步骤是：第一步是识别系统中的制约因素，即关键链；第二步是采取措施最大限度利用好关键链；第三步是所有其他活动服从于第二步中提出的各种措施，即保护关键链；第四步是提升关键链，即通过增加资源等方法来打破冲突以缩短项目时间；第五步是回到第一步，继续寻找约束，持续改善。关键链的正确识别对于项目的成功至关重要。

一种新技术的出现，必然有其发展的思想来源及历史背景。管理科学的发生和发展由来已久，经历了 19 世纪 20 年代的泰勒制，20 世纪 30 年代的行为科学学派（代表工业文明中人的问题），40 年代的数学管理派（代表生产组织与计划中的数学方法），50~60 年代的计算机管理学派，70 年代的系统工程学派，80~90 年代的信息化和集成化。如今项目管理不仅是管理科学上一个非常重要的课题，也是企业发展的重要支撑，能否进行科学有效的项目管理决定了项目的成败。针对传统项目计划方法（如 CPM、PERT、GERT）的不足之处，Goldratt 在约束理论的基础上，结合行为学、心理学、系统动力学及统计学等学科知识提出了关键链项目管理（Critical Chain Project Management，

CCPM)方法,这是 Goldratt 在专著《关键链》(Critical Chain)中提出的一种新的方法,它是一种全新的、革命性的思维方式,可以有效地缩短工期,提高项目满足进度与预算约束的能力。近些年来,关键链项目管理理论在国外得到了广泛的认可和运用,被用于波音、朗讯、贝尔等在内的全球著名企业中,甚至美国海军陆战队等军事机构也在积极应用关键链项目管理方法,并取得了非凡成效。

关键链项目管理理论得到了众多学者的肯定和高度评价,与传统理论相比,它在许多方面都具有较大的优越性。其一,该理论考虑了项目资源约束,旨在解决项目路径松弛问题;其二,不仅大大缩短了项目工期,而且强调了在项目执行过程中的动态管理,有利于整个项目管理流程的持续改进。

关键链项目管理的内容主要由三个部分构成。一是项目关键链的确定;二是活动安全时间的抽取及项目缓冲的确定;三是依据缓冲消耗量对项目进行进度监控。对关键链项目尤其是其缓冲方面进行有效管理是项目成功实施的重要条件。

1.3 关键链项目缓冲管理

关键链项目管理作为一种新型的项目管理方法,自1997年 Goldratt 首次提出以来,就受到世人的广泛关注。CCPM 本质上处理的是具有不确定性的资源受限项目管理问题,它尤其适用于不确定性较大的项目环境,如新产品的研发等。关键链项目管理强调在项目执行过程中的动态管理以及整个项目管理流程的持续改进,是一个循环往复、不断寻优的过程。与传统理论相比,它在许多方面都具有优越性。关键链项目管理理论认为在不确定性较大的复杂项目环境下,项目执行过程中会面临大量的扰动因素,因此人们在进行工期估计时会加入大量的安全时间。但由于学生综合症和帕金森定律以及多任务、资源受限和工作间的依赖关系等因素的影响,这些,安全时间通常在项目早期会被浪费掉。为此,CCPM 在关键链排序的基础上,将各项活动的安全时间集中于项目尾部,形成缓冲来吸收项目的不确定性并保护关键链,达到风险共担的效果,因此缓冲的大小也体现了项目的不确定性程度。

1.3.1 关键链项目缓冲确定

关键链项目估计完成后,给项目估计加入缓冲来预防风险已经成为项目进度管理领域的重要方法,并经过了很多学者的研究及论证。缓冲的设置方法有很多,Goldratt提出了以关键链上工序被剪掉的安全时间总和的一半作为项目缓冲,Newbold提出了以根方差量作为缓冲量,考虑了项目完工概率大小,并且应用中心极限定理的思想将根方差量集中于关键链尾部作为项目缓冲。为改进根方差法基于任务相互独立来确定缓冲的不足,学者研究了影响任务相互独立的因素,并基于这些因素对根方差法所确定的缓冲进行改进。Tukel等基于项目的资源紧张度和网络复杂度,提出确定缓冲的资源紧张度求解(Adaptive Procedure with Resource Tightness, APRT)和网络复杂度求解(Adaptive Procedure with Density, APD)两种方法,并且通过仿真试验的方法分别与“剪切粘贴法”和“根方差法”进行对比。结果表明,这两种方法产生的缓冲区较小,并且对项目完工时间有更好的保护;该方法在根方差法的基础上,考虑了项目自身属性对缓冲区设置的影响,为后面学者做研究提供了一个很好的方向。Luong等首先运用遗传算法在资源和工期方面寻找均衡,得出项目的最小工期,并且,基于梯形模糊理论,用模糊数模拟项目不确定性,计算出项目缓冲大小,其方法在工期计算和缓冲计算方面都具有突破性的创新。褚春超和赵之友在考虑资源紧张度和网络复杂度情况的同时,又考虑了管理者风险偏好等因素的影响,提出了新的缓冲区计算方法,这种方法可以使链路上无论工序多少都能确保缓冲区适当。单汨源等在分析项目实施中可能由偶然性因素引发的风险事件基础上,设计了一种确定缓冲区的新方法。Lixi Yang等基于根方差法,设定了项目属性的三个修正因子——工序数大小、工序执行时间的不确定程度和开工柔性,通过数据模拟得出这三个因素对工期的影响,从而得出计算缓冲大小的改进方法。

由于项目执行情况的不可预知性,现在模糊理论越来越多地被用于项目情况的评价。Luong等用梯形模糊数估计项目的不确定性,通过计算一致性指标得出在90%的概率下的完工时间,在此基础上研究了缓冲区的加入。这种方法的创新之处在于,在缺乏历史数据的情况下,基于专家判断法等主观方法估

计项目的具体情况,有利于处理特殊的项目问题,值得进一步研究。Kun Li 等也对模糊技术下的缓冲区估计进行了研究,运用梯形分布定义活动时间的可信度和活动开始时间,并相对于项目完成时间的比值来进行缓冲区计算。Qian Shi 等运用模糊技术考察项目的资源紧张度,并且结合网络复杂度和风险偏好等因素,提出了一种基于这几种属性的缓冲计算方法。该方法的创新之处在于综合考虑影响项目不确定性大小的三种因素,并且在评估资源紧张度时采用模糊评估的方法。Zhenyu Zhao 等运用遗传算法确定关键链,用梯形模糊数来确定项目的不确定性,并且以编程的方式提出缓冲计算方法。

总体说来,缓冲的加入对于克服学生综合征,确保项目按期完工具有至关重要的意义。但统计调查显示,实施了缓冲管理的企业,其按时完工率虽然得到了实质性的提升,还依然存在不能按时完工的问题,而这一问题存在的重要原因是缓冲监控机制的不完善,如何有效地进行缓冲监控,对于提高企业的项目完工率至关重要。

1.3.2 关键链项目缓冲监控

缓冲监控是缓冲管理的重要内容,其主要思想就是在项目执行过程中,通过分析缓冲的消耗情况,来判断项目延迟的可能性。若出现偏差,便分析产生偏差的原因及其对总工期的影响程度,从而做出是否采取如赶工等管理行动的决策。这一过程不断地循环,直至项目完成。国内外的学者主要的研究成果有以下几个方面。

(1) 静态缓冲监控

Goldratt 提出将缓冲等分为三部分进行监控,即将缓冲等分为红色区域、黄色区域和绿色区域三部分。他建议将三部分平均分配,即当缓冲消耗量低于总缓冲时间的 $1/3$ 时(即处于绿色区域),表明项目执行情况良好;当缓冲消耗量为总缓冲时间的 $1/3 \sim 2/3$ 时(即处于黄色区域),表明缓冲消耗量较大,项目可能出现问題,应该加强对项目的监控,并且拟定应对问題策略;当缓冲消耗量大于总缓冲时间的 $2/3$ 时(即处于红色区域),表明项目执行出现了严重的问题,按此趋势持续下去,很有可能超期,必须立即采取行动,避免项目

持续恶化。Goldratt 方法的不足之处是他仅仅考虑到了缓冲消耗情况，没有考虑工作的实际进展。比如缓冲的消耗量是在大于 $2/3$ 的红色区域内，但工作已经接近完工，那么项目的执行并没有问题，因此不必采取行动；如果工作才进行了 $1/3$ ，那么就应该检查缓冲消耗的原因并采取相应措施。因此，当项目完成 90% 而缓冲消耗 $2/3$ ，与当项目完成 $1/3$ 而缓冲消耗 $2/3$ ，这两种情况所对应的风险等级是完全不同的。可见，Goldratt 在提出缓冲区监控时忽略了“已完成工作量”与“缓冲消耗量”之间的联系，在应用中失去实际意义。

为了克服 Goldratt 所提出的监控方法的不足之处，众多学者对此展开研究。Kuo T. C. 和 Bevilacqua 考虑了项目进行的阶段提出依据项目计划的阶段确定缓冲大小并进行监控。Herroelen 和 Leus 提出随着项目的完成，检查缓冲的消耗和剩余量。只要还有一定的缓冲未被消耗，那么，项目进展良好；若是大量的缓冲被消耗，则表明项目可能进展不顺利，管理者应该加强项目监控；若是剩余缓冲已经低于警戒点，则应该及时采取纠正行动。李洪庆、陆力、陈光宇结合项目执行的进度，将各链上工作也均分为三等分，也将缓冲等分为三个部分，得到了缓冲管理的决策方格，对于不同的方格采取不同的策略，基于决策方格理论对缓冲进行监控。王肖文、刘伊生、仇鹏将关键链理论与风险矩阵相结合用于缓冲区监控。他们认为进度的控制情况不仅与缓冲区的使用情况有关，而且也与工程的完成情况息息相关。将缓冲的使用情况与工程完工进度情况分别分为 5 个等级，制作成进度控制等级矩阵。采用“优”、“良”、“中”、“差”进行评级。其中，“优”区域代表工程执行没有延误，可以按照既定计划继续实施，不用采取任何措施；“良”区域代表工程执行情况良好，稍有延误，但是没有产生不良影响，可以按照既定计划继续实施，不必采取措施或仅在部分延误工序上稍作调整；“中”代表工程执行情况出现问题，进度已经产生明显的延误，且对工期造成威胁，需要找出问题的根源所在，并制定应对策略，同时，要加强对项目缓冲区的监控；“差”代表工程执行情况出现严重问题，工期已经产生重大延误，须立即启动应急预案，采取相应的应对策略，调整计划，时刻保持严密监控。

实际上，有些工序虽然持续时间长但并不复杂，而且不确定性较低，所以不会消耗太多的缓冲，但是有些工序可能面临的不确定性较大，延期的可能性也较大，所以在监控时应该分配更多的缓冲。因此工序的不确定性大小不同对

缓冲消耗也有影响。童杏娟、杜志达结合 PERT 法并考虑了工序不确定系数和工序持续时间的影响，将缓冲区科学合理地分配给各个工序，并以此为基础提出新的缓冲监控参数。同时引入工序完成量、缓冲消耗量，进而设置缓冲监控参数。监控时同时考虑到了工作完成量与缓冲消耗量和工序的不确定性。

(2) 动态缓冲监控

随着项目的进展，越来越多的活动被执行完，项目面临的不确定性也会不断减少。如果还是按照原定的缓冲大小进行监控，在项目后期，会发出错误的预警信息，过早地采取控制行动，引发不必要的管理行动和增加赶工成本。所以缓冲的监控应该是动态的，随着项目的执行进度而改变。

Leach 提出的触发点的设置目标是使监控行为与项目实际执行情况相符，使之发出错误信息的概率最小。如果绿黄分界点设置过低，可能会过早地制订不必要的行动计划而产生一些不必要的费用。如果黄红分界点设置过低，就会发出错误的预警信息，过早地采取不必要的控制行动，这可能引起项目内部的混乱和最后延期，同时会大量增加项目成本，最终导致项目预算超支。他提出缓冲监控触发点的设置可以是绝对的，也可以是相对的。绝对的触发点设置是指在项目执行过程中，触发点的位置不变。相对的触发点是指，当关键链或非关键链完成比例较少时，两个触发点设置较低，当关键链或非关键链接近完成时，两个触发点设置较高，即随着链的完成两条触发线是线性增加的。这一设置考虑了随着项目进展，不确定性降低这一特点。但是，作者并没有给出具体的设置与调整方法。

现在大多数 CCPM 软件采用两条线性增加的触发线来监控项目，但是触发线的数值大小都是依靠开发人员的经验进行估计的。所研究的缓冲监控机制是从全局角度保障整个项目按期完工，它虽然简单实用，但是对项目最底层的所有活动一视同仁的做法，会忽视项目内部结构以及相关的活动信息，进而产生不准确甚至错误的预警信号，导致采取错误的管理行为。

别黎、崔南方等考虑了项目执行的动态环境，提出了一种关键链动态缓冲监控方法，通过动态地调整两个触发点的位置来监控项目实际进度和计划进度之间的差异，更好地反映项目执行信息，指导项目管理者采取更合适的控制策略来保证项目按期完工，从而产生的控制成本也更少。该方法克服了静态监控