

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学 号: 17720141151093

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于关键链的 X 市电商城 施工进度管理研究

Research on Application of Critical Chain Technology
in X Electric mall Project Schedule Management

王 国 华

指导教师姓名: 杨光勇 副教授

专业名称: 工程管理

论文提交日期: 2017 年 5 月

论文答辩时间: 2017 年 8 月

学位授予日期: 2017 年 9 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2017 年 8 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下，独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果，均在文中以适当方式明确标明，并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范（试行）》。

另外，该学位论文为()课题(组)的研究成果，获得()课题(组)经费或实验室的资助，在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称，未有此项声明内容的，可以不作特别声明。)

本人声明该学位论文不存在剽窃、抄袭等学术不端行为，并愿意承担因学术不端行为所带来的一切后果和法律责任。

声明人 (签名):

指导老师 (签名):

2017年8月30日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

2017年8月30日

摘 要

X 市电商城是该市“十二五”后期策划的省属重点项目，项目拟于 2016 年 12 月完成竣工验收，形成具备正式开园营业的产业综合体。该项目具有施工过程不确定因素风险高，施工资源和现场约束条件繁杂，相关干系人主体多样的特点，如何对该项目施工进度进行科学的计划估计和合理的监控管理？成为了工程项目施工管理人员面临的一个重要课题。

本文分析的是运用关键链项目管理技术(CCPM)，对 X 市电商城施工进度实行计划与控制管理，即在有限的资源约束下，运用系统的观点、方法和理论，对项目涉及的分部分项工程进行关键链的识别及缓冲区的设置，从而优化工程项目施工进度。因此，X 市电商城关键链项目管理技术(CCPM)核心步骤包括：首先是确定关键链，即识别施工过程系统的制约因素；其次是设置缓冲区，即采取措施最大限度利用好关键链；再次是所有施工工序服从于第二步的关键链；最后对关键链缓冲区进行动态监控，根据缓冲消耗量采取措施保障工期。

论文在对 X 市电商城施工进度实行计划与控制管理的同时，还构建 X 市电商城施工 WBS（工序分解），运用 DSM 矩阵对关键链进行识别及排序优化，缩短了项目施工估计工期；通过设置施工缓冲区，减少施工计划的变更和调整；通过缓冲区监控和管理，保障电商城顺利完成施工通过验收。因此，基于关键链的施工进度管理研究，能够降低项目施工进度风险，提高建设者和承建者的经济效益，特别是对政府主导或参与的 PPP(Public-Private Partnership) 工程项目建造施工进度管理具有一定的借鉴意义。

关键词：施工进度管理；约束理论；关键链；缓冲区设置

Abstract

The City Online Commercial Mall is the city's provincial key projects after the twelfth “five-year” planning. The project is located in the north of Wanhui International City, on the North Licheng Road in X city. The total investment is 2.6 billion yuan, with a total construction area of 470,000 square meters, which consists of 12 office buildings with 6-19 floors. After the completion, this online mall will serve for headquarters’ operation, exhibitions, business incubation and other functions and as the commercial online business economic center in X city. The main project planning and tasks are: First, the online business investment center should be opened in December 2015; Second, the online business park should be finished in April 2016; Third, the online business mall should pass the test of completion supervision in December 2016 and be ready for the official opening.

This paper analyzes the application of critical chain project management technology (CCPM) to plan and control the progress of the online commercial mall construction. Under the limited resource constraints, we use the system view, method and theory to analyze all the work involved in the project to carry out the identification of the critical chain and the set the buffer, so as to optimize the construction progress of the project. Therefore, the core steps of the Critical Chain Project Management Technology (CCPM) of online city mall include: 1) to determine the critical chain, that is, to identify the constraints in the construction process system; 2) to set the buffer, that is, to take measures to maximize the use of critical chain; 3) all the construction process should be subject to the second step of the critical chain; 4) to increase the resources to break the conflict and enhance the critical chain to shorten the project construction time.

In the process of planning and controlling the construction of online commercial mall in X city, the paper also constructs WBS (Process Decomposition), identifies and optimizes the critical chain, and sets up and monitors the project construction buffer. From the start of the project to the test of completion supervision, the whole process is planned, organized, commanded, coordinated, controlled and evaluated in order to achieve the time objectives of the project progress. In the implementation process, it is necessary to frequently check whether the actual

progress is planned according to the requirements and if deviation, the analysis of the reasons and the adoption of remedial measures or adjustments to modify the original plan until the completion of construction and delivery is needed. It directly affects the economic benefits of project builders and contractors, and has some reference significance for the construction progress of PPP (Public-Private Partnership) project construction.

Key words: construction schedule management; theory of constraints ; Critical Chain ; buffer setting

厦门大学博硕士论文摘要库

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.2 国内外研究现状	2
1.2.1 国外研究现状	2
1.2.2 国内研究现状	4
1.3 研究内容和研究方法	5
1.3.1 研究内容	5
1.3.2 研究方法	6
第 2 章 关键链与施工进度管理理论	8
2.1 项目进度管理理论	8
2.1.1 项目进度计划理论	8
2.1.2 施工进度管理特点	11
2.2 传统施工进度管理理论	13
2.2.1 传统施工进度管理法	13
2.2.2 关键路径法	14
2.2.3 约束理论	15
2.3 关键链基本思想和方法	16
2.3.1 关键链管理思想	16
2.3.2 关键链管理方法	17
第 3 章 电商城施工进度计划与关键链管理	19
3.1 X 市电商城项目概况	19
3.1.1 X 市电商城工程施工范围	19
3.1.2 X 市电商城施工进度管理干系人	21
3.2 施工进度计划编制	24
3.2.1 项目工作分解	24
3.2.2 施工活动排序	25
3.3 施工进度关键链管理	28

3.3.1 关键链识别	29
3.3.2 关键链排序优化	33
第 4 章 项目缓冲设置和动态监控	40
4.1 设置项目缓冲区	40
4.1.1 返工安全时间确定	41
4.1.2 项目缓冲聚合	44
4.2 缓冲区动态监控	47
4.2.1 关键链缓冲分配及偏差设定	48
4.2.2 缓冲管理监控流程	50
4.3 施工缓冲实例	52
4.3.1 分项工程动态缓冲调整	53
4.3.2 分项工程动态缓冲监控	55
4.3.3 施工进度关键链保障措施	57
第 5 章 结论与展望	59
5.1 论文总结	59
5.2 论文展望	61
参考文献	62
致 谢	64

Contents

CHAPTER 1 INTRODUCTION	1
1.1 Research Background and significance	1
1.2 Research status at home and abroad	2
1.2.1 Status of foreign research	2
1.2.2 Status of domestic research	4
1.3 Research content and research methods	5
1.3.1 Research contents	5
1.3.2 Research methods	6
CHAPTER 2 KEY CHAIN AND CONSTRUCTION	
MANAGEMENT THEORY	9
2.1 Project schedule management theory	9
2.1.1 Project schedule planning theory	9
2.1.2 Construction schedule management characteristics	12
2.2 traditional construction schedule management theory	14
2.2.1 Traditional construction schedule management.....	14
2.2.2 Critical Path Method.....	15
2.2.3 Constraint Theory	16
2.3 key chain basic ideas and methods	17
2.3.1 Key Chain Management Ideas	17
2.3.2 Key Chain Management Methods	18
CHAPTER3 CONSTRUCTION SCHEDULE AND KEY CHAIN	
MANAGEMENT	20
3.1 Overview of X City Power Mall Project	20
3.1.1 X commercial power mall construction scope.....	20
3.1.2 Mall construction progress management stakeholders	22
3.2 Construction schedule preparation	25
3.2.1 Project work breakdown	25
3.2.2 sorting of construction activities.....	27
3.3 Construction progress key chain management	29

3.3.1 Key Chain Identification.....	30
3.3.2 Key Chain Sorting Optimization	34
CHAPTER 4 PROJECT BUFFER SETTINGS AND DYNAMIC	
MONITORING	41
4.1 Set the project buffer	41
4.1.1 rework safety time determination	42
4.1.2 Project Buffer Aggregation	45
4.2 Buffer dynamic monitoring.....	49
4.2.1 Critical chain buffer allocation and deviation setting.....	50
4.2.2 Buffer management monitoring process	52
4.3 Construction buffer example	554
4.3.1 dynamic adjustment of sub-projec	55
4.3.2 dynamic monitoring of sub-projects	57
4.3.3 Construction progress key chain safeguard measures	59
CHAPTER 5 DYNAMIC MONITORING OF SUB-PROJECTS.....	62
5.1 Summary of the paper	62
5.2 Prospects	64
REFERENCES.....	65
ACKNOWLEDGEMENT	67

第 1 章 绪论

1.1 研究背景和意义

近些年以来，受国内外经济形势发展缓慢的影响，全国的建筑行业竞争环境日益恶化，施工企业之间的竞争由原来的低价竞争，转变为施工管理的优化竞争。如何在保质保量的情况下优化工期，提高企业的经济效益，成为了广大建造施工企业及建设者面临的一个重要课题。

福建作为海峡西岸经济区的主体，正处于建筑经济发展的快速阶段，建筑业是国民经济的基础产业，在促进城乡建设，扩大劳动就业，推动经济社会发展等方面，发挥着不可替代的作用^[1]。省属重点基础设施建设项目，特别是重大项目，如电商产业园、金融中心、软件园及工业园区等，是扎实推进“海西经济区”发展的有力保障。重大产业项目的建设是一个十分复杂的过程，存在许多项目本身及其他外部的影响因素，这些因素共同主宰着项目的实施进程。随着项目发展阶段的不断深入，项目资源需求的不断增长，和一些大型建设项目的不断涌现，施工项目管理涉及领域的范围也在不断地扩大，这给公共工程的管理者们带来了巨大的挑战^[2]。从发达国家的先进经验来看，都把建筑产业作为国民经济的重要支柱。福建省委、省政府也把建筑业作为支柱产业重点培育，2016 年建筑业总产值已达 7583 亿元，建筑业对国内生产总值（GDP）的贡献率一直保持在 10-15%左右。

传统的项目施工进度管理方式较单一，一般不考虑施工资源约束和其他突发事件的影响。而“关键链项目管理方法”是在整合传统进度管理模式优缺点的基础上，强调施工过程的整体的资源的约束条件，并增加一块项目缓冲区用于吸收不确定因素对施工进度所产生的影响。“关键链项目管理方法”不仅注重协调施工工序之间的搭接关系，而且充分考虑人力、财力、物力资源的利用率，有效节约施工成本。在很长的一段时间里，政府主导的 PPP 项目的管理模式和方式也处于不断变革中，如三峡工程和北京奥运会工程及上海世博会工程、在建的港珠澳大桥等。这些项目配套工程复杂，无论业主方还是项目管理公司的项目管理工作，都是项目建设目标能否最终实现，项目建成后能否很好运行达到社会效益和

经济效益的关键性因素。这需要建立符合项目特点的、具有科学性的、满足大型建设项目全周期的项目管理模式，从而全面提高我国建设项目的管理水平，以取得良好的经济和社会效益^[3]。

本文充分运用关键链项目管理技术(CCPM)，对 X 市电商城施工进度实行计划与控制管理。这是在有限的资源约束下，运用系统的观点、方法和理论，对项目涉及的全部工作进行有关键链的识别及缓冲区的设置，从而优化工程项目施工进度。因此，本文主要从关键链 3 个步骤对 X 市电商城施工进度实行计划与控制管理：一是构建 X 市电商城施工 WBS（工序分解）；二是施工关键链识别及排序优化；三是项目施工缓冲区的设置及监控。通过以上步骤，对项目的开工节点到工程验收的全过程进行计划、组织、指挥、协调、控制和评价，以实现项目的进度时间目标。施工进度控制是指对工程项目各建设阶段的工作内容、工作程序、持续时间和衔接关系编制计划，将该计划付诸实施。在实施的过程中经常检查实际进度是否按计划要求进行，对出现的偏差分析原因，采取补救措施或调整、修改原计划，直至建筑工程保质竣工，交付使用^[4]。

基于关键链的项目管理(CCPM)是运用 DSM 矩阵对关键链进行识别及排序优化，缩短了项目施工估计工期；通过设置施工缓冲区，减少施工计划的变更和调整；通过缓冲区监控和管理，保障电商城顺利完成施工通过验收。因此，基于关键链技术在 X 市电商城施工进度管理中的应用研究成果，能够降低工程项目的施工进度风险能够，有助于提高实际工程施工项目的进度控制和管理水平，保障项目建设和承建者的经济效益，对政府主导或参与的 PPP(Public-Private Partnership) 工程项目建造施工进度管理具有一定的借鉴意义。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国外研究现状

建筑工程项目的施工实施建造与相应的项目进度管理理论发展关系密切。伴随着国内外工程建设施工领域长期的发展，关键链项目管理理论在国外也一直处于不断发展和完善当中。特别是自进入 21 世纪以后，管理科学理论成为了国际一流现代企业发展的重要支撑，关键链项目管理作为管理科学理论的一个重要分支，诞生以后就取得了飞速的丰富延伸与发展。

(1) 关键链的诞生

以色列著名的物理学家、教育家、企业管理大师 Goldratt 博士于 20 世纪 70 年代初,提出了一种崭新的前所未有的项目(工程)进度计划管理方法——关键链项目管理(Theory of Constrains, 简称 TOC)。这种关键链项目管理打破了传统项目进度管理的观念和方法,具有十分重要的实用现实意义,一经推出就引起了企业商业界及建筑业和学术界的广泛关注,并慢慢形成一种务实而又独特的项目管理哲学,现已成功地应用于多个行业^[5]。

(2) 关键链的丰富和延伸

基于关键链管理的项目进度管理理论, Graham K. Rand 在《关键链管理之约束理论在项目管理中的运用》文章中,简明扼要地介绍了关键链在项目管理中的运用方法^[6]。而 O Herman Steyn 通过深入研究关键链管理的约束基础,提出尽量削减估计阶段设置的多余安全时间,并将关键链上各个施工工序的不确定因素(风险因素)整合起来,以在关键链末端设置“项目缓冲区”(Project Buffer)的形式消化这些不确定因素带来的风险,保障项目按时完工。同时对非关键链上的普通工序,以在非关键链与关键链相交汇合的地方设置“汇入缓冲区”(Feeding Buffer)的形式来吸收非关键链^[7]。

Steyn 在《约束理论在关键链施工项目进度管理和其他方面中》的运用一文中指出了约束理论最早应用于项目进度管理的原因,以及在多项目间进行资源共享的协调,并且还提出了将约束理论应用于项目成本管理和项目风险管理的方法和思想^[8]。Patrick FS 通过对关键链在项目进度和缓冲区的运用研究,针对新世纪大多数施工项目工期要求越来越严谨的现情况,认为应削减项目施工的安全时间,缩紧工期来应对帕金森法则产生的不良影响,并设置缓冲区应对墨菲法则对项目实施的影响,同时设置资源缓冲机制以全力保障项目施工关键工序按照进度计划实施。Hoel 在项目缓冲区设定一文中,创造性地提出了一种新的设置项目缓冲区(Project Buffer)和汇入缓冲区(Feeding Buffer)尺寸的方法^[9]。

Oya 等项目管理理论研究员提出,资源紧张度自适应程序和密度自适应程序,其中的资源紧张自适应程序充分考虑了施工项目中资源供应和使用情况^[10]。而密度自适应程序与资源紧张自适应程序不同的是,用施工项目活动和其紧前工序关系数目来定义施工项目的复杂程度,并以此结果为计算缓冲区的基础,这使计算的缓冲区更加便捷与科学。

Herroelen 在关键链施工进度管理的优缺点一文中, 深刻地阐述了“关键链管理”在建筑工程中运用时的优点和存在不足。他认为关键链以最迟完工时间作为项目施工进度管理的主要目标, 采用缓冲区管理为项目业主和施工单位的管理人员提供了很实用的施工项目管理工具, 但是它过于关注施工人员的行为因素, 忽视了资金、大型机具和能源, 特别是稀缺资源能对施工项目工期的影响^[11]。

1.2.2 国内研究现状

工程管理发展至今已经形成一个独特的管理科学分支, 关键链项目管理理论作为工程管理的重要组成部分。国内高校不少行业内学者、研究员及从业人员都逐渐重视建筑施工管理(含进度管理)领域的研究, 其研究成果的主要体现在有关建筑施工的论文发表数量增加逐渐。

2003 年 4 月 12 日中国东北大学的著名教授、博士生导师刘士新率先提出, 在项目施工实施中可以采用资源受限时的工程调度问题(约束理论)优化方法来确定关键链^[12]。随后清华大学的田文迪和崔南方两位学者补充阐述, 在工期定量的条件下, 解决多资源平衡问题的启发式算法^[13]。这是我国学术界首次将关键链的确定问题与建筑项目施工相结合, 并找到具有很强操作性的计算方式。

2005 年 5 月下旬, 中国高等理工院校上海交通大学的杨雪松和吴昊两位学者提出, 用五步骤法化解关键链管理中的主要约束条件, 即关键链调度和同步化与缓冲管理^[14]。并将上述理论应用于多项目管理, 建立了关键链多项目管理方法(CCMPM), 同时构建三项目环境实例, 以工期数值为评估基准, 利用模拟软件 Crystal Ball 2000.5 模拟项目真实的运行过程。该软件 1000 次模拟结果显示, 经 CCMPM 优化前后项目总工期减少了 25 天。

2008 年韩文民将关键链的思想应用于传统矩阵式结构的“职能、项目”二维结构推广成有存在的主要问题, “资源集配”的三维结构, 解决了企业多项目管理组织协调中, 为完善多项目的组织协调提供了新的思路^[15]。

2016 年 3 月张俊光在《关键链项目动态缓冲管理》一书中指出, 基于资源约束和强制性逻辑关系的关键链工序, 可以利用“DSM 矩阵优化”工具优化项目的信息流。返工概率和返工强度则是 DSM 矩阵优化的衡量指标, Matlab 仿真模拟为这种矩阵优化提供了软件支持^[16]。杨钟辉(2016)在《X 机场填海造地工程的组织管理模式研究》一文中认为“超大型项目的工期计划编排和制定是非常

困难的，实施过程中影响进度计划的因素也是非常多的”。并指出建立信息管理系统，完善沟通机制，使信息能够快速准确传达，即使出现矛盾，也能保证第一时间协调解决，不致出现更严重或影响其他工序的问题^[17]。

近十年来国内有关施工进度（关键链）新发表期刊统计表 1-1 显示，有关施工进度管理和关键链技术的理论研究在国内已经比较成熟，但是针对关键链项目管理(CCPM)在工程中的实际案例应用不多。因此，本人的应用型论文《基于关键链技术的 X 市电商城施工进度管理研究》既有丰富的文献资源可以参考，又有关施工进度理论的实践案例。

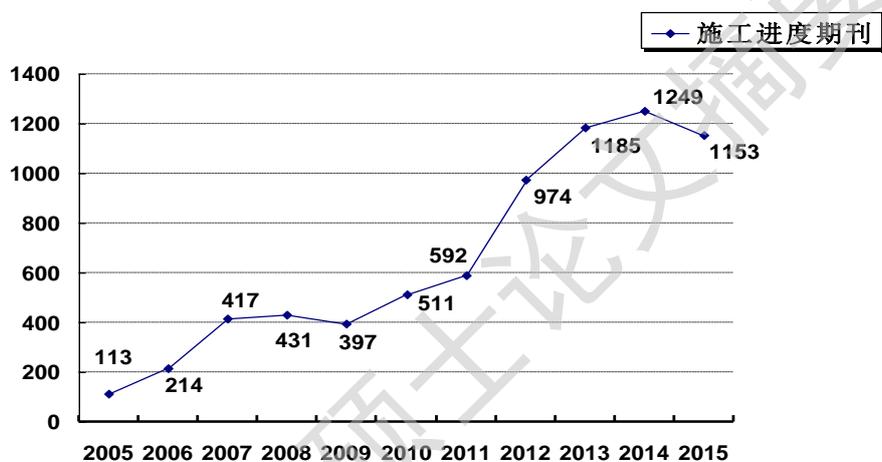


表 0-1 2005-2015 年国内有关施工进度（关键链）新发表期刊统计表

资料来源：CNKI 期刊网全文数据库、万方中国学位论文库、维普期刊全文数据库查询结果

1.3 研究内容和研究方法

1.3.1 研究内容

本论文主要研究关键链技术在 X 市电商城施工进度管理中的应用，其研究的主要内容有几个方面：一是资源约束关键链基本理论，二是项目进度管理理论，三是项目风险管理理论。即运用关键链管理理论相关理论和进度编辑 MC-Project、数据分析 Matlab 软件工具，在有限的资源约束下，对项目涉及的全部工作进行有效地管理，从而优化工程项目施工进度，解决施工单位（建设单位）施工过程中遇到的时间进度问题。研究的模块内容包括有项目工期编制与估计、关键链的识别排序、项目缓冲区的设置和管理、项目动态缓冲监控。

X 市电商城是在“一带一路”战略提出以后开发的项目，项目总投资 26 亿

元，总建筑面积 47 万平方米。该项目属于新型电商产业园区，其投入资金大和建设周期较长，且在投入运营以后具有持续盈利的能力。因此，该项目采用非典型性 PPP 模式，即 X 市人民政府以 47 万平方米土地使用权为保证，通过公开招标确定 LF 建筑工程有限公司为施工单位，中标者需垫资完成电商产业园区建造，并将获得建成后产业园 30 年的开发运营收益权。

论文将结合电商城项目施工建造的实际情况，首先对项目进行工期编制与估计，并在此基础上识别关键链的排序，其次分析项目进度中的不确定分析，设置缓冲区（安全时间），再次市在项目建造工程中对其进行动态缓冲监控，最后根据项目实施情况对项目进度控制与优化效果做出评价。

1.3.2 研究方法

X 市电商城项目在工期上要求严格和精准，根据关键链在项目进度和缓冲区的运用研究成果，论文认为应削减项目施工的安全时间，缩紧工期来应对帕金森法则产生的不良影响，并设置缓冲区应对墨菲法则对项目实施的影响，同时设置资源缓冲机制以全力保障项目施工关键工序按照进度计划实施。因此，论文研究的技术路线图如图 1-2 所示。

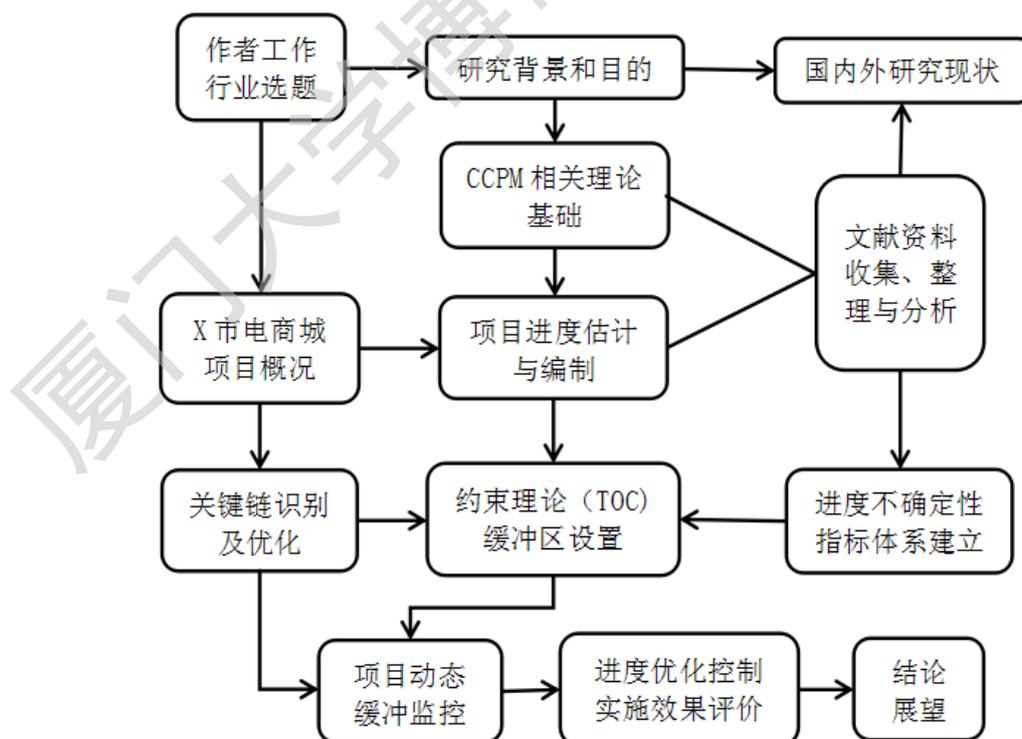


图 1-2 论文技术路线图

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库