

01
2023



工程设计与施工

Engineering Design and Construction

Volume 5 Issue 1 · January 2023 · ISSN 2705-070X(Print)

Engineering Design and Construction

工程设计与施工

Volume 5 Issue 1 · January 2023 · ISSN 2705-070X(Print)



Tel:+65 65881289

E-mail:info@nassg.org

Website:<http://ojs.nassg.org>



《工程设计与施工》刊登工程设计领域及其新兴交叉学科领域具有创新性和前沿性的高水平基础研究、应用研究的成果论文，介绍工程设计发展的趋势、基金项目进展和产学研合作设计开发产品的经验。

为满足广大科研人员的需要，《工程设计与施工》期刊文章收录范围包括但不限于：

- 工程施工
- 项目施工管理
- 工程监理
- 工程招标
- 工程设计
- 工程施工理论
- 工程设计与测绘
- 城市规划设计

About the Publisher

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd. (NASS) is an international publisher of online, open access and scholarly peer-reviewed journals covering a wide range of academic disciplines including science, technology, medicine, engineering, education and social science. Reflecting the latest research from a broad sweep of subjects, our content is accessible worldwide – both in print and online.

NASS aims to provide an analytics as well as platform for information exchange and discussion that help organizations and professionals in advancing society for the betterment of mankind. NASS hopes to be indexed by well-known databases in order to expand its reach to the science community, and eventually grow to be a reputable publisher recognized by scholars and researchers around the world.

Database Inclusion



Asia & Pacific Science
Citation Index



Creative Commons



Wanfang Data



Google Scholar



Crossref



MyScienceWork

版权声明/Copyright

南洋科学院出版的电子版和纸质版等文章和其他辅助材料，除另作说明外，作者有权依据Creative Commons国际署名—非商业使用4.0版权对于引用、评价及其他方面的要求，对文章进行公开使用、改编和处理。读者在分享及采用本刊文章时，必须注明原文作者及出处，并标注对本刊文章所进行的修改。关于本刊文章版权的最终解释权归南洋科学院所有。

All articles and any accompanying materials published by NASS Publishing on any media (e.g. online, print etc.), unless otherwise indicated, are licensed by the respective author(s) for public use, adaptation and distribution but subjected to appropriate citation, crediting of the original source and other requirements in accordance with the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0) license. In terms of sharing and using the article(s) of this journal, user(s) must mark the author(s) information and attribution, as well as modification of the article(s). NASS Publishing reserves the final interpretation of the copyright of the article(s) in this journal.

Nanyang Academy of Sciences Pte. Ltd.
12 Eu Tong Sen Street #07-169 Singapore 059819

Email: info@nassg.org

Tel: +65-65881289

Website: <http://www.nassg.org>



Engineering Design and Construction

工程设计与施工

January · 2023 | Volume 5 · Issue 1 | ISSN 2705-070X (Print)

编委会

主 编

贾 西 圣 山东汇通建设集团有限公司

副 主 编

聂 志 弦 聂志弦图书工作室

编 委

朱 军 军 昆明昆船物流信息产业有限公司

郑 海 乐 中铁十七局集团

王 立 峰 通号（郑州）电气化局郑州铁路工程有限公司

马 利 东 北京诚通华亿房地产有限公司

谢 红 星 通号（郑州）电气化局有限公司

- | | |
|--|------------------------------------|
| 1 对施工企业的风险管理及应对措施的研究
/ 范文静 | 22 隧道软弱围岩初支变形的常见原因及治理要点研究
/ 刘洪刚 |
| 4 尚议如何提升小流域治理工程质量管理水平
/ 朱建忠 | 25 市政道路工程中软基加固技术应用
/ 刘延军 王忠 |
| 7 商住地块 PC 构件施工技术应用研究
/ 陈曦 | 28 施工现场临时配电系统接地故障电流的应用
/ 赵建彬 |
| 10 5G 通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用
研究
/ 陈晓伟 荆剑伟 胡志帆 | 31 复杂地层中桩基及基坑支护施工方法
/ 谢志斌 |
| 13 探讨隧道衬砌施工常见的质量缺陷成因及处置措施
/ 朱磊 | 34 建筑工程管理中进度管理的应用研究
/ 郭洪武 |
| 16 建筑钢结构设计中稳定性设计原则及策略思考
/ 王卿 | 37 建筑工程管理的现代化和精细化建设路径研究
/ 孙琦明 |
| 19 公路施工技术及路面施工方法分析
/ 孙浩 | 40 跨路口现浇箱梁门洞支架设计及计算
/ 张佳佳 |

- | | | | |
|----|--|----|---|
| 1 | Research on the Risk Management and Countermeasures of Construction Enterprises
/ Wenjing Fan | 22 | Research on Common Causes and Key Points for Treatment of Initial Support Deformation of Weak Surrounding Rock in Tunnels
/ Honggang Liu |
| 4 | How to Improve The Quality Management Level of Small Watershed Management Projects
/ Jianzhong Zhu | 25 | Application of Soft Foundation Reinforcement Technology in Municipal Road Engineering
/ Yanjun Liu Zhong Wang |
| 7 | Research on The Application of The Construction Technology of PC Components in Commercial and Residential Plots
/ Xi Chen | 28 | Application of Grounding Fault Current in Temporary Power Distribution System at Construction Site
/ Jianbin Zhao |
| 10 | Application of 5G Communication Technology in Urban Rail Transit Signal Communication
/ Xiaowei Chen Jianwei Jing Zhifan Hu | 31 | Construction Method of Pile Foundation and Foundation Pit Support in Complex Stratum
/ Zhibin Xie |
| 13 | Discussion The Causes and Disposal Measures of Common Quality Defects in Tunnel Lining Construction
/ Lei Zhu | 34 | Research on the Application of Progress Management in Construction Engineering Management
/ Hongwu Guo |
| 16 | Design Principle and Strategy Thinking of Stability in Architectural Steel Structure Design
/ Qing Wang | 37 | Research on the Modernization and Fine Construction Path of Construction Engineering Management
/ Qiming Sun |
| 19 | Analysis of Highway Construction Technology and Pavement Construction Method
/ Hao Sun | 40 | Design and Calculation of Cast-in-place Box Girder Door Hole Bracket Across the Intersection
/ Jiajia Zhang |

Research on the Risk Management and Countermeasures of Construction Enterprises

Wenjing Fan

Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing, 100044, China

Abstract

In recent years, the domestic economy has been growing rapidly, the quality of life of the people has been greatly improved, and the project construction has also entered a more prosperous period. As the scale of the project continues to expand, the complexity and technical difficulty become higher and higher, so many uncertain factors will be encountered in the construction process, resulting in more and more risks. Therefore, how to effectively prevent the emergence of various engineering risks has become one of the main problems that the project needs to solve. Based on the above problems, from the perspective of construction enterprises, this paper mainly introduces the composition of project risk and its countermeasures, and makes a detailed analysis of some risk elements encountered in the process of project implementation by referring to the currently commonly used risk management.

Keywords

engineering risk; risk identification; risk response

对施工企业的风险管理及应对措施的研究

范文静

北京建筑大学，中国·北京 100044

摘要

近年来，中国经济增长飞快，百姓的生活质量得到了极大提升，项目建设也进入了更加繁荣的时期。因为工程的规模不断扩大，复杂性和技术困难性也越来越高，所以会引起施工过程中遇到很多不确定性的因素，由此引发的风险也越来越多。因此，怎样高效地防止各种工程风险的出现，成为工程需要解决的主要问题之一。基于上述问题，站在建筑施工企业的角度，论文主要介绍了工程风险的组成及其应对措施，参考目前常用的风险管理，对项目实施过程中会碰到的一些风险要素，进行了详细的分析。

关键词

工程风险；风险识别；风险应对

1 研究背景和意义

1.1 研究背景

由于经济全球化，国家开始快速发展，建筑业也愈加繁荣。工程数量和难度也因此大幅度地增加，工程风险问题也逐渐成为建筑业的焦点。

建筑工程的风险要远远高于别的行业，建设工程项目具有一次性且项目的全寿命周期持续时间比较长，而建设过程中影响因素和不确定性又很多，这就产生了项目施工过程中的各种风险。所以，施工单位必须分析预测、找到风险因素，制定出最佳风险应对方案。

1.2 研究意义

中国当下工程在风险管理方面有一些不足之处，它出

现在工程的各个时期。在施工过程中，一些人员的识别风险的意识不强，管理水平也不达标，当遇到风险发生时处理得不及时，会导致工程承受高额的损失。明确地规定风险的应对措施，当风险发生时，能快速针对性地解决问题。

2 研究现状

2.1 国际研究现状

风险方面的分析从可靠性原理开始。随着工程的不断发展，风险管理开始使用在建筑、电力、交通等一些方面。后来把它的系统性和统一性作为重点，开始了定量的研究，更加注重风险的分析，使管理人员对于风险的评估更加准确。

2.2 中国研究现状

1980 年以后，国外风险管理文献越来越多地被应用在中国工程项目中，而且获得了不错的成果。经过国内外多位学者的研究，风险管理的相关理论和现场经验更加精细。但

【作者简介】范文静（1994-），女，中国河南开封人，在读硕士，从事工程管理研究。

是，由于“四新”的应用，工程风险的种类逐渐增多且与时俱进。

3 主要研究方法

论文主要运用的方法有文献研究法、归纳分析法。主要体现在：

①文献研究法，是论文研究的最基本的方法，任何研究都要以现有的成果为基础，论文对现有的文献进行广泛的收集和阅读、总结，为以后的研究打下良好的基础。

②归纳分析法，归纳的方法就是通过观察客观事实，把这些事实加以分类，然后考察他们之间的关系，从而得出结论。

4 风险的定义及内容

在整个建筑工程项目施工的全过程中自然灾害和各种意外事故的发生而造成的人身伤亡、财产损失和其他经济损失的不确定性^[1]。

4.1 风险的类型

建设工程项目的风险的类型见表1。

表1 建设工程项目的风脸的类型

类型	举例
组织风险	各方管理人员的水平
经济与管理风险	(1) 宏观和微观经济情况; (2) 工程资金供应条件; (3) 合同风险; (4) 防火设施的配备; (5) 事故防范措施和计划; (6) 人身安全控制计划; (7) 信息安全控制计划等
环境风险	(1) 自然灾害; (2) 地质条件; (3) 气象条件; (4) 引起风险的因素
技术风险	(1) 工程勘测文件; (2) 工程设计文件; (3) 工程施工方案; (4) 工程物资; (5) 工程机械等

4.2 风险等级关系

风险等级关系见表2。

表2 风险等级关系

风险等级	损失等级			
	1	2	3	4
概率等级	I 级	I 级	II 级	II 级
	I 级	II 级	II 级	III 级
	II 级	II 级	III 级	III 级
	II 级	III 级	III 级	IV 级

4.3 风险发生的原理

要想应对风险，仅仅了解风险是不够的。还需要知道它发生的原理，即风险损失、事故和因素。

4.3.1 风险因素

是导致事故出现的机遇或加大损失程度的原因和条件。组成风险因素的内容越广泛，就越可能发生风险事件，也就会造成更严重的损失。

4.3.2 风险事故

是指由风险因素也许导致的生命或财产损害的不确定事件，是引起风险发生的最大的原因，风险事故一旦出现就表示风险成为了现实。

4.3.3 风险损失

是指由一些意外事件引起的意想不到的资金的损失，通常分为直接和间接损失，一般用货币来权衡。

风险关系图如图1所示。

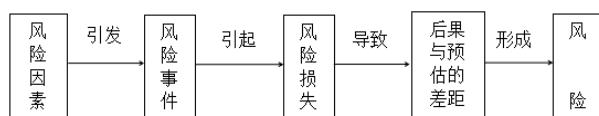


图1 风险关系图

4.4 风险管理及其应对措施

工程风险管理包含风险识别、评估、应对和监控四种措施。

4.4.1 风险识别的概念

是指在事故还未出现时，人们运用各种方法了解自己所面对的各类风险并找到出现事故的真正原因。只有在正确识别出自身所面临的风险的基础上，人们才能够主动选择适当有效的方法进行处理^[2]。

4.4.2 风险识别的方法

第一，历史文献分析法。

是指收集并提取目前现有的有用的文献资料，以此找到有用的信息，完成调查研究的一种方式，这是当下最简单且用得最多的方法。

第二，实地调查法。

是指调查员走访调查，在调查当地实地考察得到有用的信息，又称现场研究或田野工作，通常会得到一些有效的真实资料。

第三，头脑风暴法。

是一种激励创新的思维方式，它会让人产生前所未有的思想，一般情况下以组会的方式举行。过程中需要控制纪律并且把握好时间。另外，它更适合问题简单且目标清晰的情况。

4.4.3 风险识别的过程

- ① 收集与项目风险有关的信息。
- ② 确定风险因素。
- ③ 编制项目风险识别报告。

风险识别的过程见图 2。

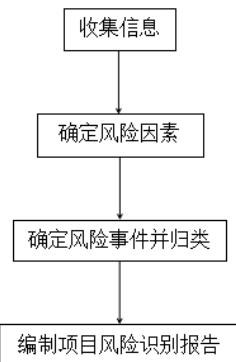


图 2 风险识别的过程

4.5 项目风险评估

4.5.1 风险评估的概念

风险识别以后，通过对一些不确定性因素的分解，找到单个风险。最后，综合评价该工程。通过设立模型，进而确定此工程的关键性风险，确认工程整体性的风险程度，为解决相关的风险提供了重要数据，以此保证完成工程。

4.5.2 风险评估的工作内容

- ①利用现有资料和方法，算出风险出现的频率。
- ②计算损失量，考虑风险对于工程的多种影响。
- ③利用概率和损失量，计算出风险量和等级。

4.6 项目风险应对

4.6.1 风险应对的概念

是指进行评估之后，得到了风险的性质和分类，然后，制定有用的防备计划。

4.6.2 风险应对的内容

常用的风险对策包括风险规避、减轻、自留、转移及其组合等策略^[3]。风险应对是对于工程风险采用的一些策略，示意图如图 3 所示。

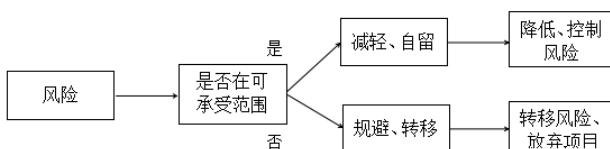


图 3 风险应对示意图

第一，风险规避。

风险规避指的是某个项目风险出现的可能性大，造成的损失会非常严重，没有办法转移且又无法承受时，规避是一种非常高效的方式。有以下两种方法：一是自动放弃，从根本上避免风险，也错过了得到利润的机遇。二是使用合同来避免，用合同来解决可能发生的问题。

第二，风险减轻。

风险减轻是指在风险出现之前或出现时，进行控制的方式，制定一些策略来防备，降低风险出现的频率或损失。它是一个持续的过程，根据施工单位的目标，对风险问题采用监控方式，并且制定应急措施，做好风险的预防与管理工作。

第三，风险自留。

风险自留指的是把风险留下，承受全部后果和损失，采取一些预防措施及留一些流动资金。对比其他措施更加合理有效，但也是一种保底的方式。中国风险自留基本采用储备金的方式，一般按一定的比率，在概预算中预备一些资金，即不可预见费。

第四，风险转移。

风险转移指的是用特定的方法把风险移除，用来规避损失，把风险源移除。而可预估的风险，在签订合同的时候双方需要合理承担。有时会出现无法预估的风险，合同会有一些想不到的地方，有的风险承包商没有办法避开。所以，对于无法预估的风险，可以用转移的方法避开风险，如使用保险的方式。

5 项目风险监控

在工程施工时应收取和辨别风险信息，预估也许会出现的风险。督查现场风险方案的实施状况，通过方案的实施来控制引起风险事故的主要因素。监督并进行警示，降低损失，确保风险措施有效。

6 结论

以上谈到了风险的具体内容和解决方案，在工程中，要联系详细的情况筛选出有用的方案或几种方案搭配使用，以达到预防和解决工程风险的目的。

7 展望

中国对于风险管理的解决方案还需要更加深入，施工方对风险的管理需要深入地挖掘。虽然论文谈及了风险的识别、评估、应对和监控，有些问题仍需要深入探究。

论文对风险管理的研究仅仅进行了单个的分析，然而，在施工时，风险因素并不是单独一个发生，它们之间的关系异常复杂。论文并没有就此复杂关系进行进一步的分析，因此，还需以后进行更为深入的分析和研究。

参考文献

- [1] 杜瑞杰.浅谈铁路建设项目工程风险与工程保险[J].甘肃科技,2009,25(10):76-78.
- [2] 王智.信息安全测评项目中的风险管理与风险规避[J].信息网络安全,2012(Z1):39-40.
- [3] 张宏宇.试论基于甲控形式下的工程项目风险管理[J].农家科技(上旬刊),2017(7):223-224.

How to Improve The Quality Management Level of Small Watershed Management Projects

Jianzhong Zhu

Beijing Yanqing District Soil and Water Conservation Management Station, Beijing, 100000, China

Abstract

As a systematic and comprehensive engineering task, the small watershed governance project involves environmental, economic, ecological and social factors, and is an important measure to promote the further development of water conservancy undertakings. At present, due to the lack of effective and reasonable planning of small watershed management projects, the project quality is poor. In this regard, the small watershed management engineers should strengthen the quality management, and take effective measures to improve the project quality and management level. This paper expounds the problems existing in the quality management of small watershed management projects, and puts forward the solution strategies for reference.

Keywords

small watershed management project; quality management; improvement strategy

刍议如何提升小流域治理工程质量管理水平

朱建忠

北京市延庆区水土保持管理站，中国·北京 100000

摘要

作为系统性与综合性较强的工程任务，小流域治理工程涉及环境、经济、生态与社会等因素，是推进水利事业进一步发展的重要举措。目前，小流域治理工程因缺少有效、合理的规划，导致工程质量不佳。对此，小流域治理工程人员要加大质量管理力度，采取行之有效的措施，提高工程质量及管理水平。论文阐述了小流域治理工程质量管理存在的问题，并提出了解决策略，以供参考。

关键词

小流域治理工程；质量管理；提升策略

1 引言

随着水利事业的不断发展与进步，中国大江大河的治理工程取得了一定成就，达到了理想的兴水利和除水害效果。但对于小流域治理工程，尚存在许多不足之处，影响了小流域治理工程质量。因此，为解决该问题，小流域治理工程应根据实际问题，从环境治理、沟道治理、垃圾治理及污水治理等方面加强工程质量管理，不断提高地区基础设施水平，建设良好的生态环境，促进地区人口、社会经济以及资源环境等方面的协调发展。

2 小流域治理工程建设的意义

小流域治理工程建设不仅能最大化避免水土流失，有效改善自然环境，还能为本地生态旅游行业的发展提供有利条件，推进本地经济发展及产业结构转型，更好地协调社会

环境资源。另外，小流域治理工程的种类繁多，若是生态清洁型的小流域，还具备水源涵养功能及水源保护功能，能够更好地整治地区沟道，确保防洪安全和水土资源，增加水资源含氧量的同时保证地区饮用水源的安全性。

3 小流域治理工程质量管理工作存在的问题

3.1 治理目标不明确，缺失治理机制

目前，小流域治理工程质量管理因治理目标不明确，缺少治理机制，管理水平持续下降。首先，当前小流域综合治理目标主要包括农村经济发展目标、改善生态环境、治理水土流失等。然而，各地区的治理状况存在一定差异，若未结合实际情况设置治理目标，很难保证地区经济效益、环境改善状况符合民众的需求。其次，小流域治理工程虽然出台了一定的法律法规，但是仍存在交叉管理的问题，且对小流域治理工程的质量管理、规划设计有着盲目性和随意性强的现象，导致小流域工程质量与治理效果不佳。

3.2 治理主体不平衡，工程质量不佳

小流域治理工程质量管理中，通常是国家财政部门进

【作者简介】朱建忠（1971—），男，中国北京人，助理工程师，从事小流域治理研究。

行资金投入和补助投入，其余差额由政府部门筹措。但小流域治理工程难度较大，且系统性、综合性强，该种工程投资治理主体的不平衡，会阻碍小流域治理工程的有序建设，影响工程质量管理水平。另外，部分地区的小流域治理工程尚存在重复治理的问题，在治理中过于注重营造水景观，忽略了水土保持工程以及防火救灾工程内容，使得小流域治理工程的进步缓慢^[1]。

3.3 忽略后续维护管理，环境相对差

当前大部分小流域治理工程都存在轻视后期维护、过度重视建设的问题。具体体现在小流域治理工程生物措施、工程措施等方面，如在造林种草中，小流域治理工程不仅要加强工程建设的施工质量管理与竣工质量管理，还需采取适宜的生物措施对工程进行养护，最大化发挥小流域治理工程的水土保持功能，进而收获相应的生态效益。可见，小流域治理工程质量管理工作十分重要。此外，小流域的环境问题不利于推进地区的建设发展。目前较为常见的问题有田间生产道路坑洼不平、空闲地处于闲置状态，若遇到大风天气或雨天，会导致水土流失，影响群众正常的生活生产。

4 提升小流域治理工程质量管理水平的策略

4.1 明确治理目标，制定治理机制

为提高小流域治理工程质量的管理成效，相关人员要及时明确小流域的治理目标，制定相应的治理机制，科学规划小流域工程的建设工作。

首先，在治理小流域时，应综合考虑本地的社会经济情况和地理区位，采取针对性的治理标准、防治措施和治理投入计划，开展更加科学、有效的小流域综合治理工作。具体而言，小流域包含水源涵养型、种养经济型、绿色产业型、观众旅游型和经济林果型等种类，在工程治理与建设的过程中，管理人员应明确小流域的功能，切实有效地规划小流域治理工作，以此提高工程质量管理水平，推进小流域施工管理工作、水土保持措施的顺利开展。

其次，工作人员要全面了解、掌握小流域的土地资源、社会经济、现有水利、自然地理和水文地质等方面的情况，总结出小流域治理工程的不足与问题，将其作为依据设计小流域工程治理的基础前提。在此期间，要着重分析小流域的洪水情况、水文地质、水文特性等，有效设置出小流域的减灾措施和防灾措施。同时，制定完善的工程管理制度，建设小流域治理工程的管理信息系统，由区政府水利部门和镇政府共同签订相关的工程实施合同书，其中明确规划承包责任制、合同管理制等，进一步提升小流域治理工程的质量管理效率^[2]。

4.2 平衡治理主体，加强质量管理

在小流域治理工程质量管理中，应及时平衡治理主体，关注小流域区域的群众诉求，不断改进与优化工程质量管理模式，尽可能提升工程质量管理水平。

首先，在治理小流域时，应在初期规划的阶段，充分、全面、深入地了解小流域民众诉求与需求，并兼顾生产发展、水土流失控制、农林牧畜、经济效益等需求，将不同专业技术人员的建议、意见进行综合，规划与统筹小流域的生态环境、水土流失、环境背景以及未来发展方向，确定出小流域治理的水土保持体系构成、生产发展方向，从而契合时代发展趋势。具体而言，应及时提升林草覆盖率、改善生态环境，加强小流域治理工程的水土流失防治，并通过降低径流系数、提高地表水质与水源涵养能力等，有效改善小流域中的水环境与水资源。

其次，在规划小流域治理工程时，要做好水生态保护工程、防洪工程、水土流失治理工程、水生态修复工程的规划，分阶段、分重点地开展治理工作，积极创新小流域治理工程的管理形式，灵活运用生产污水处理举措、工程管理措施、农业耕作措施、保水措施等，保证小流域中水土的安全、稳定^[3]。

4.3 重视后续维护，改善工程环境

在小流域治理工程中，为有效提升工程质量管理水平，应加强重视后续的维护管理工作，不断改善工程环境，保证小流域治理工程的顺利开展。

首先，相关部门需加大资金投入力度，以充足的资金为基础保障，开展小流域治理工程的管护，增加治理工程的抚育管理和养护维修等费用，最大化发挥出小流域治理工程的优势及其具备的生态效益。

其次，对于小流域治理工程的质量管理，还应从环境改善方面入手，以小流域工程作为单元，以水土流失控制、面源污染控制为主，以水源保护为中心，综合治理田、草、山、林、水等(如图1所示)，并坚持因害设防与因地制宜的原则，将综合治理、预防保护工作并重，体现出生态优先的理念，从而达到理想的小流域治理工程质量管理。



图1 小流域水土流失治理成效

5 提升小流域治理工程质量管理水平的模式

小流域治理工程有着长期性、综合性、社会公益性和系统性的特征，需要治理人员和质量管理人员结合本地的区

位规划情况，从小流域的生态系统、水土资源系统以及社会经济系统等方面开展合理、科学的评价管理，并加强重视小流域的水土保持、防洪抗旱、水景观、供水、水环境等方面的部署规划，使各系统能互相平衡与协调，更好地开展小流域治理工作。

5.1 以减灾防洪为主

若想提高小流域治理工程质量管理水平，管理人员可坚持以减灾防洪为主开展治理工作和质量管理工作。该种质量管理模式具体包括生物措施和工程措施两方面，能对防洪系统薄弱、水土流失严重、降雨强度大且水源涵养能力不足的山丘地区进行良好治理。在堤防护岸的防洪工程和水库的蓄水工程建设中，可引入防洪减灾的治理模式，有效强化小流域治理工程防洪能力，使小流域治理工程更好地实行生态环境治理，达到理想的工程质量管理水平^[4]。

5.2 以保护生态环境为主

以保护生态环境为主开展小流域治理工程质量管理模式，通常以工程措施作为辅助、生物措施作为主体。因生态型的小流域多数分布在河流的自然保护区和源头地区，所以具备人类干扰少、动植物种类多、植被覆盖率高以及水质优良等特征。为此，在小流域治理工程质量管理模式中，应加强保护与管理生态型小流域，尽可能减少人为因素对小流域治理的影响、干扰，综合考虑与分析生态型小流域的实际环境承载能力，如土地资源承载力和水资源承载力等，保证自然生态环境、小流域治理工程质量管理和的和谐性、平衡性。

5.3 以经济发展为主

对于小流域治理工程质量管理工作而言，选择适宜的工程质量管理模式格外重要。部分地区的经济发展相对缓慢，小流域治理工程的建设进度也停滞不前，影响了小流域治理工程的优势。针对该现象，小流域治理工程人员可结合地区的发展情况，选择以经济发展为主的质量管理模式，不断加速地区经济发展，有效提高本地的水土资源使用率，减少小流域中植被覆盖率低的现象，避免小流域受到水旱灾害的危害，满足区域需求的同时，推进区域的生产生活更加

稳定。

5.4 以综合开发为主

综合性小流域要小流域治理工程的人员围绕综合开发的理念，对其进行综合治理，积极改善小流域的水质环境，提高小流域的植被覆盖率，并兼顾生态效益、防洪效益和经济效益等原则开展工程质量管理模式，转变淘汰污染型和资源浪费型的小流域治理工程质量管理模式，提高小流域的资源利用率。当小流域的经济增长后，质量管理人员要做好小流域生态环境的保护工作。例如，对于上游的小流域区域，可采取生态环境保护为主，减少开发利用的小流域治理工程措施，在此流域中建设旅游休闲区和环境保护区，涵养本地区的水源；对于中游的小流域区域，可通过建设供水工程与防洪工程的手段，形成灌水区及防洪区，确保小流域区域居民安全稳定地生活生产；对于下游的小流域区域，可建立污染小的工业园区，推进当地经济的可持续发展。

6 结语

综上所述，加强小流域治理工程质量管理工作，有助于改善地区环境状况，减少污水现象，打造自然、绿色的生态环境。目前，小流域治理工程质量管理模式尚存在治理目标不明确、治理主体不平衡、不注重后续维护管理等不足，使得工程质量不佳。针对该现象，小流域治理工程人员应及时明确质量管理的重要性，明确工程治理目标，及时平衡治理主体，重视后续维护工作，有效提升工程质量管理水平，进而推进水利事业的长远发展。

参考文献

- [1] 王彦卓.无人机在小流域治理工程核查工作中的技术路线[J].中国水土保持,2022(1):66-67.
- [2] 曲静.小流域治理工程的建设管理[J].河南水利与南水北调,2021,50(9):75-76.
- [3] 王建军,张晓斌,董燕飞.初探小流域治理工程对水体硬度的影响[J].农业开发与装备,2021(2):96-97.
- [4] 鲁秀杰.朝阳县下洼小流域治理工程水土保持效益评价[J].黑龙江水利科技,2020,48(4):167-170.

Research on The Application of The Construction Technology of PC Components in Commercial and Residential Plots

Xi Chen

Shanghai Real Estate Sanlin Binjiang Ecological Construction Co., Ltd., Shanghai, 200125, China

Abstract

In the background of Chinese construction industry gradually to the stock competition, deal with the emergence of new structures and new materials, the construction quality has become the main means of the differentiation of prefabricated building competition, the improvement of construction quality of construction technology requirements are further improved. This paper aims to explore the application of PC component construction technology, and analyzes the difficulties and the causes, and gives the feasibility solution, summarizes the PC component construction in the actual project. It is hoped that through the comprehensive elaboration of the paper, the application of PC component construction technology and the improvement of the quality of the level of prefabricated buildings have a positive effect.

Keywords

PC components; prefabricated building; application of construction technology; construction quality

商住地块 PC 构件施工技术应用研究

陈曦

上海地产三林滨江生态建设有限公司，中国·上海 200125

摘要

在中国建筑业逐步向存量竞争转变的背景下，要应对不断涌现的新结构与新材料情况，施工质量的优劣已成为装配式建筑差异化竞争的主要手段，施工质量改善对施工技术的要求也进一步提高。论文旨在探究商住地块工程中PC构件施工技术的应用，同时分析面临的难点问题及其成因，并且给出可行性解决方案，总结PC构件施工在实际项目中的关键要点。希望通过论文的综合阐述，对PC构件施工技术应用以及装配式建筑施工质量水平提升产生积极作用。

关键词

PC构件；装配式建筑；施工技术应用；施工质量

1 引言

装配式建筑混凝土 PC 构件在施工技术上的应用，既可以提升施工质量，又有助于提高建筑施工效率，减少人工成本^[1]。商住地块的住宅建筑产品比普通地块的收益高，建设方更注重商住地块的施工质量和成本，更需要控制工期，所以对装配式建筑 PC 构件的施工技术应用有了更高的要求。论文结合工程案例，着重讨论 PC 构件施工技术在商住地块中的应用情况以及在施工过程中需要注意的问题。

2 项目概况

论文研究的案例用地性质为商住混合用地，工程总建筑面积约为 22 万平方米，地下建筑面积约 7 万平方米，是

集商业综合体、住宅、公共配套的大型工程，其中住宅项目主要结构是剪力墙结构。根据结构设计及相关文件的技术要求，其具体特点如下：其一是构件数量多，结构类型多，构件尺寸大；其二是结构体系复杂，节点众多；其三是构件连接复杂。该项目施工要对上述特点进行重点分析，确保施工技术合理应用到工程施工中，让项目能够高质量建设完成并投入使用。

3 PC 构件施工技术应用

在装配式建筑施工中，由于是异地建造现场组装，要根据项目自身的特点，选用合理的施工方案，这不仅对项目如何实施更便捷、更标准的施工工艺有一定的要求，还对技术人员与施工人员提出一定的技术要求，最终目标是提高建筑物的质量。针对上述情况，下文主要阐述案例 PC 构件施工的技术应用。

【作者简介】陈曦（1985—），男，中国上海人，本科，工程师，从事装配式建筑构件、项目管理研究。

3.1 PC 深化设计

在项目开工前，需要重新审视原设计方案，主要针对施工的可实施性，对原有的设计方案或施工图纸进行扩充和优化，确定构件的连接细节，如在施工图纸中补充模板安装的大样图，设置临时支撑和可调垫片的位置，标注连接钢筋的位置以及其套筒规格、注浆工艺。同时，可利用BIM技术，减少构件和管线、设备在空间位置上的碰撞，并以对墙体斜撑进行碰撞检测，形成斜撑点位深化图，以指导现场施工预埋降低施工难度和成本，避免在后期生产或施工过程中出现设计变更，进而减少对项目质量和工期的影响。

3.2 PC 构件制作

结合PC构件前期深化设计工作，在生产前还要对PC构件的模具进行优化设计，完整分析PC板的六个面，包括预埋件和预埋管。主要原则：一是利于构件脱模，在不易于脱模的地方需要增加拔模斜度；二是保证模具尺寸精度和强度，由于模具在浇筑的混凝土凝固后会发生膨胀和变形，故模具在设计过程中应留有余量，并在边模增加加强筋数量和型材作为支撑等；三是安全性及实用性，由于项目外墙板、楼梯等构件多为大型模具，模具尺寸较大，重量重，需要留有工人的操作空间，便于模具的组装、拆卸及生产过程中的操作^[2-4]。

3.3 现场驳运与存放

PC构件养护完毕进行驳运时，应按构架类型选择合适的车辆和采取可靠固定措施，并保持现场驳运临时道路的平整。PC构件进施工现场后，临时堆场应设置在塔吊有效范围的内，并按类型、规格与吊装顺序分别设置堆放。PC构件平放需要在底面设置枕木，竖放需要设置防倾覆的安全措施。

3.4 质量检查

构件进场后，根据验收规范，确认PC构件的设计要求，检查表面外观及焊接质量、尺寸公差、PC强度是否符合要求，审核材料试验报告及出厂检验报告等。可以通过钢筋保护层厚度测定仪和混凝土回弹仪等仪器对构件的内部质量进行复核，不得使用存在外观质量或内部质量严重缺陷的预制构件。产生一般缺陷时，可进行人工修整处理并重新检查。

3.5 测量放线

在施工开始前，施工人员必须做好严格测量放线准备。首先，参照施工图纸检查现场待安装的预制构件、预埋件以及配件型号、规格、数量，尺寸误差不得超过±5mm。如出现构件尺寸不一致，应作相应调整或换货，以确保构件符合安装需求。另外，根据现场情况选择合适的测量技术，以确保轴线控制线、构件边线、构件中心线及标高控制线等定位标识的准确性，并加强复核管理，以控制偏差。

3.6 构件吊装

在PC构件吊装前，对吊装设备的额定载荷和吊具、吊索、力矩限制器、重量限制器、变幅限制器、行走限制器等装置进行检查。在起吊时，可以采用可调式横吊梁均衡起吊就位，确保吊点合力与构件重心重合垂直起吊，起吊时绳索与构件水平面的夹角不宜小于60°，但不得小于45°，并严禁偏斜摇摆及长时间悬挂，设置缆风绳控制构件转动，以保证构件就位平稳。此外，应根据PC构件的尺寸和位置，确定所需的索具类型，将其固定在指定位置，每一步都按照施工方案进行设置，最终使构件安放稳固，并能将吊具松开。如果现场条件必须采取角度起吊，就要将吊环、吊具的额定吊载乘以角度系数1.4，避免由于受力不均导致构件变形或发生安全事故^[5]。

3.7 构件连接

在构件连接前，检查PC构件末端预留套筒中连接钢筋的位置和长度，在墙板下放置垫块，吊装落位后，进行使用斜撑固定PC墙板，然后座浆，注意座浆料必须3min内用完，所以需要连续吊装作业。在灌浆前，先对灌浆孔及座浆层孔道湿润、疏通，然后使用灌浆机开始灌浆，采取压浆法从下口灌注，用橡皮塞逐个堵住有灌浆料流出的溢浆口，直至套筒灌满停止，并在凝结硬化48h内，确保连接部位的温度不低于10℃。PC墙板斜撑要在完成灌浆1周或达到设计强度的70%后拆除，PC梁通常要在完成灌浆2周或达到设计强度的80%后拆除，做好拆除前的施工检查，未达到强度不允许进行后续工作。

4 施工难点与解决措施

4.1 难点问题及成因分析

①施工现场总平布置问题：由于项目中施工现场用地紧张，还有其他材料会占用堆放场地，在总平布置方面一般都未充分考虑PC构件运输与堆放要求。PC构件运输出现临时运输道路窄和转弯困难，运输车辆会车时只能倒车退让，影响卸货效率，运输车辆只能在工地外排起长龙，不但引起施工现场的道路不畅，而且造成附近道路交通拥堵。

②PC构件质量缺陷问题：由于该项目部分PC构件生产养护强度不够，在拆模、吊装、运输过程中出现开裂、掉角。另外，PC构件生产模具变形，出现构件的表面不平整，构件的预埋件偏位等问题。

③钢筋偏位问题：此项目中出现PC构件钢筋偏位主要原因有三种：一是由于混凝土浇筑振捣不均匀，造成钢筋偏位未校正；二是施工时工人踩踏钢筋造成定位绑扎偏位；三是混凝土浇筑时挤压墙柱造成钢筋偏位。

④PC构件安装拼缝错位与位移问题：在PC构件安装过程中，墙板安装线、拼缝控制线放设不全，墙板未安装在

准确的位置上，现场构件安装未按拼缝控制线校正，会导致拼缝出现累计误差、拼缝错位的情况。另外，PC构件出现位移，主要由于在PC构件安装时未控制好吊装起重机械。

⑤预制外墙板防水问题：预制外墙板拼缝的处理是构件安装的主要质量控制点之一，若无法保证质量，将会直接导致外墙出现渗漏的严重缺陷问题。

⑥灌浆问题：构件在出厂前都安排了灌浆套筒的疏通工作，施工现场也安排驻场工人及时处理出浆口堵塞问题，但地面的出浆口在浇筑过程中还是存在混凝土泥浆漏入表面的情况。

4.2 具体解决措施

4.2.1 施工现场总平布置问题

对于PC构件的运输与堆放，在规划施工总平布置图时就应充分考虑。PC构件运输需要对施工现场的临时运输道路进行调整和优化，确保道路宽度不小于4m，转弯半径不小于15m，会车道路不小于8m，并提前安排好车辆行驶的顺序和路线，避免窄路、拐弯处出现堵塞。PC构件堆放，需要合理规划PC构件堆放场地，确保PC构件存放量和运输速度满足吊装进度要求。此外，在场内周转可通过平板载货物流车，加强PC构件场内运输的能力，以满足施工计划要求。

4.2.2 PC构件质量缺陷问题

对所有进厂PC构件进行检查，外形尺寸偏差超出允许值的构件进行返修处理，存在严重缺陷问题的要求返厂更换，不允许有缺陷构件进行吊装。加强工人的施工规程培训，尤其是针对拆模、吊装、运输等环节采取措施，如加强模具内壁的清洁度、喷涂脱模剂的均匀度，同时对运输临时道路敷设钢板，防止车辆摇晃时引致构件碰撞、扭曲和变形。

4.2.3 钢筋偏位问题

在PC安装前，对现浇楼板面进行测量弹线，实测墙柱钢筋具体偏差值。钢筋偏位且不超出保护层厚度范围时，可按规范直接在结构面调整校正钢筋；钢筋直径大于16mm且偏位较大的，通过结构设计验算，重新植筋调整。同时，加强过程控制，要求操作人员在浇筑过程中不得随意踩踏钢筋，并安排人员在混凝土浇筑过程中旁站，防止混凝土浇捣时因振捣或者其他碰撞致使钢筋位移。浇捣结束后，立即安排专人进行钢筋位置校正。

4.2.4 PC构件安装拼缝错位与位移问题

针对安装拼缝错位问题，必须在吊装前对楼层控制线到位情况进行检查，并设置PC墙板安装拼缝控制线，逐块校正。针对PC位移问题，需要根据PC构件的实际重量和

尺寸，合理设定起重设备参数标定，在吊装起重时控制好操作重量和速度，并在吊装前充分试验。同时，对座浆的抗压强度和流动度进行控制，根据测量放线确定墙板位置，在砂浆靠近外叶墙部位放置硬质橡胶条（10mm宽），防止构件安装移位。

4.2.5 预制外墙板防水问题

对于PC构件的防水节点，应采取有效的防水措施，如采用两道防水屏障，外侧应嵌缝防水变性硅胶，内侧要预埋防水橡胶条，还需要在每四块构件十字接头的内侧增加一道聚氨酯防水嵌缝。还要优化拼缝细节，如在上下拼缝处设置企口构造，设置导水及排水措施，以确保PC构件的防水性能。

4.2.6 灌浆密实程度问题

第一，加强工人的质量意识，遏制在生产过程中操作不规范的情况。第二，加大构件的检查力度，对多次检查出质量问题的班组进行更换，确保每一块构件的出浆口都贯通。第三，委托具有相关资质的检测单位，在现场进行内窥镜法检测并提供检测报告，从而妥善解决此类问题。

5 结语

综上所述，PC构件施工技术的具体应用具有重要意义，主要包括PC构件的设计、生产、养护、检测、运输、测量、吊装、连接等各个方面，相关技术工艺的正确选用对商住地块项目施工质量的提升也有着显著的影响。此外，在项目建设过程中，施工技术的应用并非完全不变，需要时刻注意PC构件在施工中存在的问题，并根据实际情况提出合理有效的解决方案，最大程度地提升PC构件的施工质量水平，从而确保实现项目预期目标和效果。随着建筑行业的不断发展，建筑工程的规模越来越大，并且趋于多样化、复杂化，因此需要在实际应用中进一步优化施工技术方案及管理体系。

参考文献

- [1] 宋飞虎.PC构件装配式建筑施工技术分析[J].中国建筑金属结构,2021(3):102-103.
- [2] 孙媛,张奥.混凝土装配式住宅建筑施工技术[J].城市住宅,2021,28(9):181-182.
- [3] 王妍.装配式建筑施工中PC构件的应用分析[J].中国建筑金属结构,2021(10):152-153.
- [4] 董寰宇,顾珩.装配式厂房建设中的PC构件施工技术[J].建筑安全,2021,36(11):43-45.
- [5] 张亚其.PC构件的装配式建筑施工技术分析[J].四川水泥,2021(11):105-106.

Application of 5G Communication Technology in Urban Rail Transit Signal Communication

Xiaowei Chen Jianwei Jing Zhifan Hu

Zhejiang Zhonghe Technology Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

Abstract

This paper studies the application of 5G communication technology in urban rail transit signal vehicle communication. Firstly, the characteristics and development process of 5G communication technology, as well as the current situation in urban rail transit signal vehicle communication, are introduced. Then, according to the advantages of 5G communication technology in urban rail transit signal vehicle communication, the application scheme of 5G communication technology in urban rail transit signal vehicle communication is proposed, and the experimental research is conducted. This paper is of great significance for promoting the development of urban rail transit signal vehicle-ground communication.

Keywords

5G communication technology; urban rail transit; traffic signal; vehicle-to-ground communication

5G 通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用研究

陈晓伟 荆剑伟 胡志帆

浙江众合科技股份有限公司，中国·浙江杭州 310000

摘要

论文研究了5G通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用。首先介绍了5G通信技术的特点和发展历程，以及在城市轨道交通信号车地通信中的现状。接着针对5G通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的优势，提出了5G通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用方案，并进行了实验研究。论文对于推动城市轨道交通信号车地通信的发展具有重要意义。

关键词

5G通信技术；城市轨道交通；交通信号；车地通信

1 引言

随着城市化进程的不断推进，城市轨道交通作为城市公共交通的重要组成部分，在城市中发挥着越来越重要的作用。在城市轨道交通运营中，信号车地通信系统是保障运营安全和顺畅的重要手段之一。然而，传统的车地通信技术已经难以满足快速发展的城市轨道交通的需求，因此需要一种更加先进的技术来替代。5G 通信技术作为新一代移动通信技术，具有高速、低时延、大容量等特点，正逐渐成为车地通信领域的研究热点。5G 通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用，可以实现更快、更可靠、更安全的通信服务，提升城市轨道交通的整体运营水平和服务质量，见图 1。论文旨在研究 5G 通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用。首先，介绍了 5G 通信技术的特点和发展历程，以及在城市轨道交通信号车地通信中的现状。其次，对城市轨

道交通信号车地通信系统的组成、技术特点和应用现状进行了概述。再次，针对 5G 通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的优势，提出了 5G 通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用方案，并进行了实验研究。最后，通过实验结果分析得出结论，提出研究不足之处，并展望了未来的研究方向。

2 5G 通信技术的概述

2.1 5G 通信技术的特点

5G 通信技术是第五代移动通信技术，是一种基于全新的网络架构、创新的通信协议、高密度的小区、高频段的频谱资源以及多种无线接入技术的综合性移动通信技术。与前四代移动通信技术相比，5G 通信技术有着以下几个显著的特点：①高速率：5G 通信技术可以达到比 4G 技术高 10 倍以上的峰值数据传输速率，可支持各种数据传输，包括高清视频、VR/AR、云计算、物联网等。②低时延：5G 通信技术的时延可达到毫秒级别，实现更快的响应速度，满足实时交互、智能制造等应用的需求。③高连接数：5G 通信技术

【作者简介】陈晓伟（1980—），女，中国浙江温州人，本科，工程师，从事城市轨道交通信号系统设计研究。

可以实现更高的连接密度，单个小区可以支持超过 100 万的连接数，满足物联网等海量连接的需求。④高可靠性：5G 通信技术具有高可靠性和稳定性，可支持高可靠的通信服务，如自动驾驶、远程医疗等。⑤高能效：5G 通信技术采用了更高效的信号传输和节能技术，可以提高通信系统的能效^[1]。

2.2 5G 通信技术的发展历程

技术的发展历程可以分为三个阶段。

第一阶段是标准制定阶段，主要是由国际电信联盟（ITU）和 3GPP（第三代合作伙伴计划）制定 5G 通信技术的标准。2017 年 12 月，ITU 正式发布了《IMT-2020（5G）技术要求》标准，为全球 5G 技术的发展提供了基础标准。同时，3GPP 推出了 5G Release15 版本，实现了 5G 标准的第一次发布。第二阶段是技术验证阶段，主要是由各国的运营商和设备厂商进行 5G 技术的验证和试验。在这一阶段，各国的运营商和设备厂商不断进行 5G 技术的试验和研发，积极探索 5G 技术在各个领域的应用，如智能制造、智能交通、智能医疗等。第三阶段是商用应用阶段，主要是 5G 技术的商用应用和推广。目前，全球已有多个国家开始商用 5G 技术，各行业也在积极探索 5G 技术在各个领域的应用，加速推动 5G 技术的商用进程。

2.3 5G 通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用现状

城市轨道交通是城市中最重要的公共交通方式之一，对保障城市交通运行、提高城市交通效率和优化城市交通结构具有重要作用。然而，城市轨道交通系统的安全和稳定运行依赖于可靠的通信系统来支撑。5G 通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用具有重要意义。一方面，5G 通信技术具有高速率、低时延、大连接数、高可靠性和高能效

等优势，可以满足城市轨道交通系统对通信的各种需求。另一方面，5G 通信技术可以为城市轨道交通系统的智能化升级提供支撑，实现车地协同、信号优化、智能监控等功能，提高城市轨道交通的运行效率和安全性。

目前，已多个城市轨道交通系统开始采用 5G 通信技术，如上海地铁、北京地铁等，不断探索 5G 技术在城市轨道交通系统中的应用。然而，5G 技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用仍面临一些挑战和问题。一方面，5G 通信技术的建设和运营成本较高，需要考虑成本效益和投资回报问题。另一方面，城市轨道交通系统的特殊环境和通信需求也需要考虑，如地下隧道的信号传输、高速行驶下的信号稳定性等问题。因此，进一步探索 5G 通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用，需要深入研究 5G 通信技术的特点和优势，探索 5G 技术在城市轨道交通信号车地通信中的具体应用场景和方案，并针对实际问题和需求进行优化和改进。同时，需要综合考虑技术成本、运营成本和安全稳定性等因素，提高 5G 通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的实用性和可持续性，为城市轨道交通系统的智能化升级提供支撑和保障^[2]。

3 城市轨道交通信号车地通信系统的概述

3.1 城市轨道交通信号车地通信系统的组成

城市轨道交通信号车地通信系统主要包括车载设备、地面设备和通信信道三部分。车载设备是安装在地铁车辆上的通信设备，包括车载无线通信终端、车载通信控制器等。地面设备是安装在地铁站台和信号控制中心的通信设备，包括地面无线通信终端、地面通信控制器等。通信信道是车载设备和地面设备之间的通信通道，可以通过无线电、光纤等多种通信方式实现。

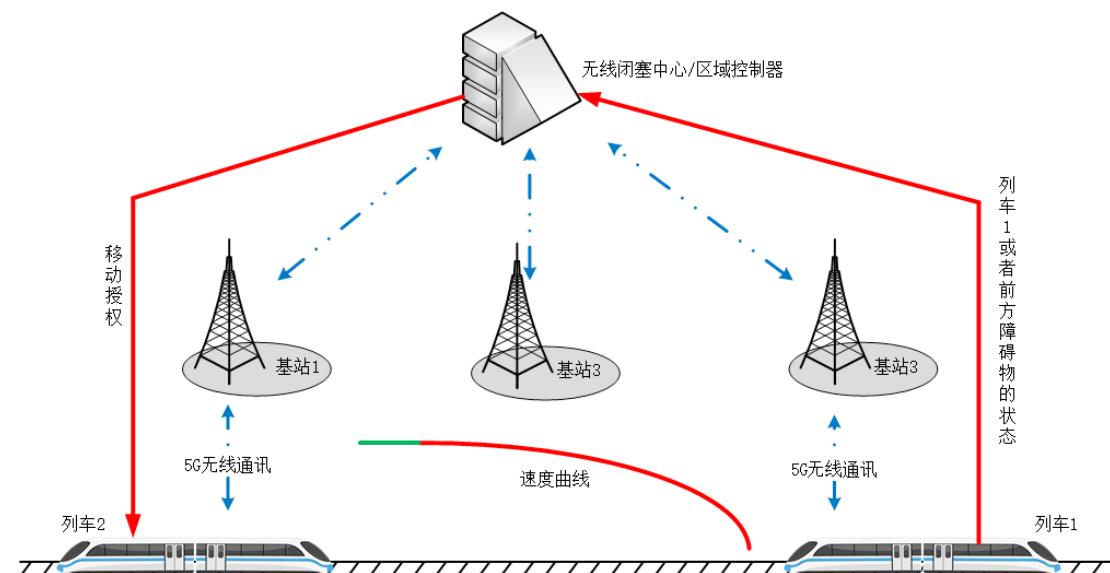


图 1 5G 通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用

3.2 城市轨道交通信号车地通信系统的技术特点

城市轨道交通信号车地通信系统具有以下技术特点：

①高速运行：地铁车辆在行驶过程中需要保持高速运行，因此通信信号传输需要具备高速传输的能力，还要保证通信信号的稳定性和可靠性。②大容量传输：城市轨道交通信号车地通信系统需要传输的数据量较大，包括车辆位置信息、信号状态信息、故障诊断信息等，因此需要具备大容量传输的能力。③高可靠性：城市轨道交通系统是一项重要的公共交通设施，因此通信系统的可靠性和稳定性至关重要，需要保证通信信号传输的可靠性和稳定性，以避免因通信故障导致的交通事故和安全问题。④低时延传输：在城市轨道交通系统中，车辆的位置信息和信号状态信息需要实时传输，因此需要保证通信信号传输的时延较低。

3.3 城市轨道交通信号车地通信系统的应用现状

目前，多个城市轨道交通系统已经开始采用5G通信技术来改善信号车地通信系统的性能和可靠性。

3.3.1 北京地铁

北京地铁作为中国最大的城市轨道交通系统之一，已经开始使用5G通信技术来支持信号车地通信系统的运行。北京地铁采用5G基站的方式来建立通信网络，将5G通信技术与自主研发的信号车地通信系统进行结合，可以提供更高的数据传输速率和更为可靠的通信支持。

3.3.2 上海地铁

上海地铁也开始采用5G通信技术来支持信号车地通信系统的运行。上海地铁通过引入5G技术，提高了信号车地通信系统的可靠性和运行效率，同时提高了数据传输的速率和精确度。

4 5G通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用研究

4.1 5G通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的优势

相比于传统的通信技术，5G通信技术在城市轨道交通信号车地通信中具有以下优势：

4.1.1 更高的带宽和更快的速度

5G通信技术的带宽更高，传输速度更快，可以满足城市轨道交通信号车地通信的高速和实时性要求。此外，5G通信技术还支持大规模的设备连接，能够同时处理多个数据源，满足城市轨道交通信号车地通信系统对大数据传输和处理的要求^[3]。

4.1.2 更低的时延和更高的可靠性

5G通信技术的时延更低，可以实现实时传输和响应，提高城市轨道交通信号车地通信的可靠性。5G通信技术还支持网络切片技术，可以将网络按照不同的服务质量需求进

行分割，提高城市轨道交通信号车地通信的灵活性和效率。

4.1.3 更好的安全性和隐私保护

5G通信技术采用更为先进的加密技术和身份认证机制，可以提高城市轨道交通信号车地通信系统的安全性和隐私保护。

4.2 5G通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用方案

为了更好地应用5G通信技术在城市轨道交通信号车地通信中，研究人员提出了多种应用方案，包括以下几个方面：

4.2.1 车联网技术在城市轨道交通中的应用

通过5G通信技术实现车联网技术在城市轨道交通中的应用，可以有效地提高轨道交通的运行效率和安全性。车联网技术可以实现车辆之间的实时信息交换和协同控制，提高车辆的行驶效率和安全性。通过车联网技术，可以实现列车之间的自动跟车，降低列车的运行成本，提高列车的安全性，减少事故的发生。

4.2.2 5G通信技术在轨道交通信号系统中的应用

通过5G通信技术实现轨道交通信号系统的智能化控制，可以实现信号的自适应控制和调度。利用5G通信技术，可以实现轨道交通信号系统的数据共享和协同控制，提高信号系统的运行效率和安全性。通过5G通信技术，可以实现轨道交通信号系统的智能化控制和优化调度，提高信号系统的运行效率和安全性。

4.2.3 5G通信技术在轨道交通车站中的应用

通过5G通信技术实现轨道交通车站的智能化控制，可以提高车站的运行效率和安全性。利用5G通信技术，可以实现车站信息的实时传输和共享，提高乘客的服务体验和满意度。通过5G通信技术，可以实现车站安防设备的智能化控制和监控，提高车站的安全性。

5 结语

论文对5G通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用研究进行了探讨，提出了5G技术在城市轨道交通中的应用方案，并介绍了一些相关的实验研究成果。通过论文的研究，可以看到，5G技术在城市轨道交通中的应用将会给城市轨道交通带来更高效、更安全、更智能的服务，具有重要的实际意义。

参考文献

- [1] 高翔.5G移动通信技术在城市轨道交通车地无线通信系统中的应用[J].城市轨道交通研究,2018,21(A2):4.
- [2] 王超.5G移动通信技术在城市轨道交通车地无线通信系统中的应用[J].市场周刊:商务营销,2020(60):86.
- [3] 王崇国,李云.5G通信技术在城市轨道交通信号车地通信中的应用探讨[J].数字通信世界,2022(9):130-132.

Discussion The Causes and Disposal Measures of Common Quality Defects in Tunnel Lining Construction

Lei Zhu

China Railway Shanghai Engineering Bureau Group Sixth Engineering Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

Tunnel lining is the key process in the construction of high-speed bullet trains, if there are quality problems in the tunnel lining, it may allow the safe operation of the train to be affected at any time during the train operation. Therefore, it is necessary to continuously improve the engineering construction technology to ensure the quality of the tunnel construction lining. This paper first analyzes the causes of common quality problems in the construction of high-speed train tunnel, then discuss the corresponding prevention and correct treatment countermeasures, to give reference and reference for the correct treatment of similar quality problems.

Keywords

tunnel; lining; quality defect

探讨隧道衬砌施工常见的质量缺陷成因及处置措施

朱磊

中铁上海工程局集团第六工程有限公司，中国·云南昆明 650000

摘要

隧道衬砌是高铁动车修建中的关键工序，如果隧道衬砌存在质量问题，可能在列车运营期间随时影响到列车的安全运行。因此，要不断提高工程施工技术，保证隧道施工衬砌质量。论文先是对比分析了高铁动车隧道施工衬砌施工过程中比较常见的质量问题原因开展剖析，随后论述相对应的预防及正确处理对策，为类似质量问题的正确处理给予参照与借鉴。

关键词

隧道；衬砌；质量缺陷

1 引言

隧道衬砌施工是隧道工程中的关键环节，在施工过程中会受到地质环境、设备工装状况、混凝土性能、作业人员技能水平等多方面因素的影响，增加了隧道衬砌质量的不可控因素。地基沉降、衬砌裂缝、渗漏水、二衬背后脱空、混凝土不密实等是衬砌存在较为普遍的缺陷，对这些缺陷的表现以及形成原因进行具体分析，做好相应的防范和正确处理，能够避免出现较大的质量缺陷，确保列车的安全可靠运行。

2 隧道衬砌工程施工普遍质量缺点形成原因剖析

2.1 基础不均匀沉降及成因

由于地基承载产生差异、仰拱开挖时拱底虚渣清理不彻底等缘故，隧道边墙处的承载力不均匀，从而使得隧道施

工产生不均匀地基沉降。不均匀地基沉降进而导致隧道衬砌开裂，主要有两种表现形式：一是在隧道施工纵向产生不均匀地基沉降时，隧道边墙部位产生垂直或斜向裂开，并逐渐导致环形裂开；二是在隧道施工横向产生不均匀地基沉降时，边墙及水沟连接处产生裂缝。

2.2 衬砌裂缝及成因

隧道衬砌施工出现构造裂缝会对整体隧道工程构造的承压力强度造成危害，也会引发其他质量问题，对列车的安全运行构成威胁。衬砌裂缝的因素比较多，如养护不及时、环境条件影响、人为因素干扰等。关键因素有下列几种：第一，在衬砌背后脱空时，受各种惯性力的相互影响，会向围岩一面受力，从而造成缝隙；第二，设计理念和施工的不规范设计方案缺乏合理性和可行性分析，也是造成缝隙的主要原因；第三，地基的不均匀沉降是导致裂缝陈性的主要因素。此外，在施工阶段，工程项目施工工序分配不合理或者没严格遵守建筑施工图进行操作，也会导致裂缝产生。

2.3 衬砌渗水及成因

隧道衬砌出现渗水往往会影响隧道内电气设备，也给列车运行带来极大风险，并且影响衬砌整体美观。隧道衬砌

【作者简介】朱磊（1991—），男，中国安徽池州人，助理工程师，从事施工安全管理研究。

渗水原因主要有以下几方面：第一，初支引排不到位，导致后期初支渗水量较大；第二，防水板铺设存在缺陷，如防水板穿孔、焊接质量存在缺陷等，导致初支渗水进入防水板外侧，进而从混凝土气孔、裂缝等部位流出；第三，排水盲管施作不到位或者堵塞，施工过程中未根据渗水量大小及时增加排水盲管或者排水盲管出现反角，久而久之，水中的外加剂结晶物不断增加，导致衬砌背后的水压增加，从衬砌薄弱部位渗出。

2.4 二衬背后脱空及成因

二衬后面脱空的首要因素是人为要素，主要有下列几种：第一，在灌入水泥混凝土的操作过程中，由于灌入范围的变小，气体也越难排掉，在拱顶便会产生脱空缺点；第二，在进行拱顶水泥混凝土封底过程中时，面临混凝土输送泵推动力或是二衬台车的抗压承受能力局限，水泥混凝土填充没有到达要求的压实度，拱顶砼打不满，进而产生拱顶脱空；第三，没有按规定对水泥混凝土齐整度进行测量。产生二衬后面脱空的因素有很多，很大一部分因素是施工过程中没按规定操作，如水泥混凝土压实度不过关，进而在拱顶产生裂缝。

3 隧道衬砌作业常见质量缺陷的处置措施

3.1 隧道不均匀沉降的处置措施

选用各分部基坑开挖法开展基坑开挖，可合理减少基坑开挖总面积，减少每一次工程爆破装药量，以降低工程爆破作业对隧道工程施工的影响。

3.2 衬砌裂缝处置措施

针对衬砌裂缝的正确处理对策，可按照裂缝的影响情况采取多种方式。从经济效益、坚固性及其工程施工难度系数等层面整体考量，较为普遍的正确处理对策有以下几种。

3.2.1 对缝施工法

隧道衬砌及仰拱施工均分段浇筑，按照设计要求部分位置设置变形缝、施工缝等。在进行二衬、仰拱施工时应对缝施工，确保仰拱、二衬在同一个施工缝上。这样即便出现沉降，也可以有效减少因沉降导致衬砌开裂的情况。

3.2.2 骑缝灌浆法

在缝隙比较明显时可采用骑缝灌浆法，主要是运用环氧砂浆灌进缝隙中，从而提升构造的可靠性能。在灌浆前先对缝隙进行妥善处理，为了避免裂缝的再度提高及灌浆成果，要沿着裂缝的视角挖开楔形槽，槽的间距通常为5cm、8cm，总长要超过裂缝两侧，相对高度超过裂缝相对高度。凿槽后，要将水泥混凝土碎渣及残渣处理完全，沿着裂缝的视角固定注浆管。在进行密封性妥善处理后，向沟槽开挖里边灌进环氧砂浆，掌握好灌浆的压力差。灌浆完成后，将外露的注浆管切除，再刷涂染剂。

3.2.3 整体切割凿除

当隧道工程施工基坑支护结构造成过大裂缝，且裂缝

附近有过大面积的脱空时，可选用整体切割凿除的方式，防止裂缝区域提高可能危害到隧道工程施工结构的使用性能和稳定性。应重点抑制凿除缺陷混凝土、新旧交替混凝土的防水及建筑钢材混凝土程序，流程有三个步骤。在整体切割凿除建筑设计施工流程中，先指定必须切割凿除的地域，依照相对应参数区分地域，再施工。在切割凿除缺点时，应凿除到产品造型设计的厚度，并将边侧调整贴紧，在凿除壁厚难以到了二衬壁厚的地方，要凿除项目前期基坑支护局部。采用铜丝刷处理切面的表面，然后用水处理干净。在新旧交替水泥混凝土结合处，使用遇水膨胀钢板止水带和金属软管搞好防引流对策。在不可或缺的旧砼面的强度，在关模前在二衬水泥混凝土表面涂漆防水工业涂料。依据模板处预埋的灌料孔灌入水泥混凝土，确保水泥混凝土获得充分拌和。在混凝土浇筑完成拆板后，对密封模板的孔眼部分进行压力差灌浆，灌浆完成对新旧砼表面进行碾磨妥善处理，接着涂漆外墙防水涂料。划块总体割切凿除可将缝隙以及周边缺点部分所有凿除，再次浇筑混凝土，以提升总体构造质量^[1]。

3.3 隧道渗水的防治措施

整个隧道工程施工二次衬砌防引流施工流程为：基准面查验解决（查验净空及早期基坑支护表层处理）→环、竖向引流盲管安装→沉降缝、施工缝止水条安装→隐蔽查验→防潮板铺装→隐蔽查验→衬砌台车定位→灌注二次衬砌水泥混凝土→拆模保养。隧道工程施工二次衬砌的防潮根据运用水泥混凝土本身的防潮情况来完成，因此规定所选用抗渗等级高过S8的水泥混凝土。另外，在拱墙身后选用单双面白粘式HDPE复合型防水材料，规定防水层厚度超过1.5mm。在隧道工程施工缝以及建筑变形缝处设定橡胶止水带。在人行横道及机动车道与隧道工程施工对接处要严苛横版安装，保证对接光滑，在作业部位处应根据设计方案严苛作业，保质保量，防止渗漏腐蚀水泥混凝土。

3.4 二衬背后脱空处置策略

当隧道施工初支、二衬薄厚及水泥混凝土抗压强度均到达设计规定，但二衬与初支间存有脱空、初支与砂岩间存有脱空时，关键采用钻孔灌浆填充空洞以充分发挥支护、初支及软岩总体构造水平，改进和维护保养支护将来环境。规定整顿前更进一步核查缺点种类和范围，如适度钻孔取芯认证等，随后依据缺点种类按下列标准挑选处置对策。

3.4.1 二衬与初支间脱空

依据检验原料对脱空地区打孔（Φ42打孔）注混合砂浆（标注不低于M20）填充二衬后面空洞，打孔间隔1.0×1.0m交叠布局，打孔高度透过脱空区达基岩面，并经过实地试验开展调节，当地表水具备腐蚀性时，常用原料应依据腐蚀性环境种类选用耐腐蚀浆材，灌浆的压力调节在0.3~0.8MPa。实地使用中可依据具体支护壁厚、缺陷范畴和衬砌后面脱孔尺寸对打孔布局开展适度调节。灌浆时，管口设定中32带丝口的管口，并且用建筑结构胶钢筋锚固在42

灌浆孔内。

说明：

①本图为衬砌与初支间存有脱空整顿对策典型性横断面图示。

②本图上42钻孔用以衬砌后面填充灌浆，以实现加肋衬砌及改进衬砌自然环境的实际效果。

③本图外形尺寸除建筑钢筋和锚管外径以mm计，其他均以cm计。

④本图中衬砌后面脱空区标准为图示，具体落实工前应先检测定位，并在落工流程中对空洞标准开展核查、检测。

⑤本图上灌浆孔的布局间隔为 $1.0m \times 1.0m$ （梅花形），图上孔位布局仅为图示，具体打设中应依据具体的衬砌薄厚缺陷标准和衬砌后面不密实度、空洞的尺寸及标准对钻孔布局开展适度调节。

⑥灌浆材质选用微胀大混合砂浆，标注不低于20，并经过实地实验开展调节，当地表水为腐蚀性自然环境时，常用材质应依据腐蚀自然环境种类选用耐腐蚀浆材。

⑦灌浆压力：混凝土衬砌操纵在 $0.3MPa$ 内，建筑钢筋混凝土衬砌操纵在 $0.8MPa$ 内。

3.4.2 初支与基岩间脱空

依据检测材料对脱空地区选用钻孔灌浆（中42钻孔）填充初支后面空洞，钻孔间隔 $1.5 \times 1.5m$ 交织布局，钻孔高度穿过基岩面不小于1.0。灌浆材质：初支后面脱空，选用混合砂浆，标注不低于M20；初支后面围岩不密实度，选用纯水泥砂浆，浆液砂浆配合比提议选用 $0.8 : 1$ 。并经过实地实验开展调节，当地表水具备腐蚀性时，常用材质应依据腐蚀性自然环境种类选用耐腐蚀浆材，灌浆压力操纵在 $0.51.2MPa$ 。

3.4.3 二衬不密实度

当隧道衬砌混凝土的强度及薄厚均实现设计规定，但存有混聚土不密实度、有孔洞等情形时，钻孔取芯认证衬砌薄厚及抗压强度能否达到设计规定，不符合的情形下需开展桥换。若达到，则开展衬砌本身内部结构灌浆，以结构加固和密实度衬物，提升衬砌混凝土密实度和衬砌抗压强度。注浆管安装形式为钻孔固管，钻孔外径不小于3cm，深度依据不密实度区高度明确，并间距二衬边缘不小于5cm，灌浆孔孔距通常为30~50cm，灌浆材料选用极细水泥砂浆。极细水泥砂浆提议水灰可为 $0.4 : 1$ ，砂浆配合比可经过实地实验开展调节。

说明：

①本图适用解决初支身后存有空洞及或不密实区，图上衬砌类型仅为图示。具体工程施工前应先依据地质勘探及钻孔认证脱控范畴，检测精准定位，并在工程施工流程中对空洞及不密实区范畴开展核查、检测。

②本图解决方法关键确保隧道构造安全性，解决后衬物防水特性有一定的减少。

③本图规格除管材外径以mm计，其他均以cm计。

④本图上灌浆孔的布局间隔为 $1.5m \times 1.5m$ （梅花形），图上孔位布局仅为图示，具体打设钟应依据衬砌身后不密实、空洞的尺寸及范畴沿隧道拱顶、拱腰、侧墙布局灌浆孔。

⑤灌浆材料：初支身后脱空，选用微胀大混合砂浆；初支身后围岩不密实，选用纯水泥浆；浆液砂浆配合比提议选用 $0.8 : 1$ ，并经过实地实验开展调节。

⑥灌浆压力：混浆土衬砌操纵在 $0.5MPa$ 之内；混凝土结构衬砌操纵在 $12MPa$ 之内。

⑦工程施工的注意事项：段内如要采用锚索等方法加肋不仅有衬砌时，锚索应尽可能运用灌浆孔布局，防止太多危害不仅有衬砌完好性。

4 其他质量缺陷及防治措施

在隧道工程衬砌施工过程中，有一些品质问题的缘由并非单一化的，反而是在自然因素和人为失误的相互影响下造成的，而且有一些品质问题又会相互影响，像二衬背后脱空会致使裂缝，裂缝会产生渗漏、建筑钢筋露出等^[2]。总的来说，如果这类品质问题无法得到合理的解决，就会直接影响到隧道工程构造的稳定度和安全性能。

导致隧道工程衬砌质量问题的原因有很多种，为了更好地降低质量问题的产生，在作业前应做好详尽的地质勘察工作，根据勘察结论及早优化工程施工方案，防止出现构造质量问题。设计人员应深入作业一线，深入分析工程施工现场，提升方案设计的严谨性和可行性，加强对作业环节的品质安全监管，确保每道工序流程和施工方案都严格执行规范标准实际操作。遇到品质问题后，依据问题的影响水平和所处具体位置，采取相对应策开展解决，防止意外事故的产生。

5 结语

在隧道工程施工中，由于受到自然条件和人为失误操作等各种原因的影响，会发生各式各样质量问题。如果发生比较明显的结构质量问题，很有可能影响到所有隧道施工的稳定性和安全系数。对质量问题的原因和化解预防措施进行分析，在日后的 workflows 中实行相应的预防措施，可有效避免类似情形的发生，同时为工作化解关键技术给予借鉴经验，多方位保障高铁隧道施工衬砌施工质量。

参考文献

- [1] 张浩然.高速铁路隧道内接触网预埋槽道施工质量缺陷及预防措施[J].工程技术研究,2020,5(21):2.
- [2] 申雪松.高速铁路隧道二衬拱顶施工质量问题及预控措施[J].工程技术研究,2020,5(18):2.

Design Principle and Strategy Thinking of Stability in Architectural Steel Structure Design

Qing Wang

Jingshuijianghe (Beijing) Engineering Consulting Co., Ltd., Beijing, 100020, China

Abstract

Steel structure is one of the mainstream structural forms of modern architectural engineering, is widely used in theaters, stadiums, factories and other large buildings. When the steel structure is applied to the building, the structure design is a major point. In order to ensure the safety and durability of the building, must enhance the stability of the structure. Combining with the reality, this paper uses literature method and investigation method to explore the design principles and strategies of stability in the design of building steel structure for reference.

Keywords

steel structure; stability; design principles; design strategy

建筑钢结构设计中稳定性设计原则及策略思考

王卿

京水江河（北京）工程咨询有限公司，中国·北京 100020

摘要

钢结构是现代建筑工程的主流结构形式之一，被广泛运用于剧院、体育场、厂房等大型建筑。在将钢结构应用于建筑时，结构的设计是一大要点。要想保证建筑的安全性与耐久性，就必须增强结构的稳定性。论文结合实际，运用文献法、调查法等，对建筑钢结构设计中稳定性设计原则及策略展开探究探讨，以供借鉴参考。

关键词

钢结构；稳定性；设计原则；设计策略

1 引言

随着钢材冶炼技术的发展与性能质量的提升，钢结构也逐渐完善。在现今的冶炼技术的支持下，钢材具有了耐腐蚀、高韧性、高强度等优点，其作为一种建筑材料也受到人们的认可与关注。将钢材作为主要原材料设计的钢结构，不仅能够减轻建筑结构整体自重，还能提升建筑结构的安全性与耐久性，因此钢结构逐渐成为建筑领域的新宠^[1]。下面结合实际，对建筑钢结构的设计相关问题作具体分析。

2 建筑钢结构设计稳定性要求

稳定安全是对建筑结构的一大基本要求，在钢结构设计中，稳定性也是必须要把握的一个点。当前建筑领域中采用的钢结构构成形式、材料成分等比较多元，结构的稳定性不易保证。要想提升结构的稳定性，确保钢结构稳定性满足有关要求，就必须在建筑结构设计中准确计算结构承载力，

科学分析建筑结构应力分布，进而做好结构的选型、选材及应力处理等工作，以保证建筑结构的安全稳定。

另外，在钢结构设计中，要根据掌握的工程资料，精确计算建筑整体荷载，据此确定结构刚度及强度，提高建筑结构的承载力，避免建筑结构在施工与使用中出现变形、坍塌等问题。在建筑钢结构设计中，要重视并处理好各设计细节，保证建筑结构之间应力平衡，建筑结构安全稳定^[2]。

3 建筑结构稳定性设计原则

建筑钢结构的设计，要严格遵循以下原则。

3.1 重视剪力调整

在钢结构设计中，要重视并处理好剪力的调整问题。目前，越来越多的斜柱构造出现在建筑领域。相较于垂直构造，斜柱的倾角更大，分布在斜柱上的应力更加复杂。在此种情况下，要想提升结构的稳定性，就必须合理调整剪力，提升建筑构件的剪力承受能力，以保证建筑结构整体的安全稳定。在斜柱构造中，斜柱起着支撑水平荷载与部分竖向荷载的作用。在设计中，一些设计人员只注意到水平荷载而忽视竖向荷载，并忽略了对这部分的计算与分析，从而导致得

【作者简介】王卿（1984—），男，中国山西保德人，硕士，从事混凝土及钢结构设计研究。

到的剪力值存在误差，建筑结构的稳定性达不到设计要求。对此，在建筑钢结构设计中，应重视并处理好结构剪力，以保证结构的安全稳定^[3]。

3.2 维持各个层面的稳定性

钢结构多用于体育馆、剧院等面积较大的建筑，而这类建筑又通常有造型上的要求，因此建筑结构是异形结构的情况较多。在设计这类建筑时，要考虑到结构整体的受力及各层面复杂的应力分布问题，运用计算机软件等对结构的整体荷载、各层面受力大小、各处应力分布情况等准确地计算与分析出来，在此基础上完善各处细节设计，处理好各层面应力关系，保证各面的稳定。设计时，设计人员要综合结构阻尼比、水平荷载系数等指标的检测值，分析本地环境最大风荷载、抗震系数等指标，进而设计出最有利于增强建筑结构稳定性设计，确保钢结构稳定性满足各项要求。另外，在设计中，要认真分析钢结构中各个小构件、连接构件的受力情况，在此基础上，优化节点设计，保证结构连接处的稳定。

3.3 完善梁柱设计

在钢结构设计中，要遵循强柱弱梁的设计原则，以此提高结构的抗压性能，使钢结构有更大的承载力与更好的稳定性^[4]。在设计中，工作人员要依据掌握的资料，精准计算建筑结构的整体荷载等，然后以此为依据做好结构选型，优化梁柱设计，进而增强结构稳定性。

4 建筑钢结构稳定性设计策略

4.1 钢结构稳定性相关计算

在钢结构设计中，要想保证或提升结构的稳定性，就必须做好稳定性相关计算。钢结构稳定性计算可采用平衡法、能量法与动力法。采用平衡法计算，是求解钢结构稳定极限荷载，计算人员根据已产生了微小变形的“1”后的结构受力条件，建立平衡方程然后计算屈曲荷载，为结构的设计与调整优化提供参考依据。采用能量法计算，是根据变化结构的受力条件，建立总的势能，运用相关公式计算出钢结构屈曲荷载，为后续的设计提供依据。应用动力法计算，是通过相应的公式求解结构的平衡状态，然后以此为依据开展相关设计。

4.2 做好结构选型

要想让钢结构的稳定性符合各项设计标准，就必须根据各项计算与分析结果选出最适合建筑的类型。而在选型时，要遵循对称、规整、简易等原则，在确保满足业主要求的情况下，尽可能选择易于控制稳定性的结构类型，这样不仅能为设计降低难度，还能使建筑的稳定性与安全性多一层保障。另外，在选型时应尽量避开异形结构、细腰型钢结构及角部重叠的钢机构，也不优先选择外凹或内凸的复杂纵向结构，这类结构容易产生复杂的局部扭转效应，因而不是最佳的选择。设计时，可优先选择U型、T型、L型等常用结

构类型，以便更好地把控结构的稳定性^[5]。

4.3 完善构件设计

建筑钢结构由不同个钢构件组成，因此在钢结构设计中，构件设计是要点，要想保证整体结构的稳定，就必须完善构件设计。在进行构件设计时，要做好以下几点：首先，根据建筑结构稳定性要求，科学选择构件材料，在选择构件材料时详细检查材料的出厂证明、检测报告等，确保所选材料的性能质量符合国家相关标准，符合建筑钢结构综合应力要求。其次，优化构件的规格、尺寸、形状等设计，根据不同构件的不同部位及建筑结构对部件的要求，做好以上内容设计。最后，优化构件的组装，组装钢构件时，严格按照设计图纸将各种类型的构件组装到正确的位置，使整个结构完整稳定，使钢结构具有较强的力学扩散性能与力学传导性能。

4.4 受弯钢构件局部稳定性处理

对受弯钢构件的局部稳定性处理，要做好以下几点：一是设计中，准确计算并科学控制板件的宽厚比，让板件能达到屈曲的极限承载能力，确保板件在构件失效前不会发生屈曲^[6]。二是给梁增设横向或纵向劲肋，借此方式提高梁体局部稳定性。

4.5 下部支撑结构设计

设计钢结构时，要对下部支撑结构所受的影响做充分考虑，详细考虑在地震荷载作用与温度荷载作用下，下部支撑结构会受到怎样的影响，有什么样的刚度要求，在此基础上做出最合理的设计。设计过程中，工作人员可采用简化方法对下部结构刚度进行模拟，运用整体模型对刚度要求做出分析。设计时，可运用BIM技术建设与实际工程等比例的三维模型，使不同专业的设计师全面、详细、直观、清晰地掌握钢结构厂房各项信息，进而做出更好地协调与设计；也可利用BIM技术进行建筑结构空间碰撞检测与虚拟结构虚拟施工，及时发现设计中的不足并加以处理，避免在施工与使用期间出现任何问题。

4.6 水平荷载要水平侧移处理

水平荷载是进行建筑结构设计时必须分析与考虑的一项要素，只有做好建筑结构水平荷载计算、分析与分布，整个结构才会安全稳固。在进行建筑结构设计时，要根据水平荷载对建筑高度的限制，选用最合适的结构体系；还要根据水平荷载对建筑造型的约束，选择合适的平面与形体形状设计，使风荷载能顺畅通过建筑表面。

建筑的高宽比受水平侧移的控制，因此建筑的形体也受水平侧移的影响。在进行建筑结构设计时，必须对水平侧移进行计算与分析。根据相关研究可知，在风荷载的作用下，建筑顶部的侧向位移与高度的四次方成正比，因此在地震作用下，建筑顶部的表现会更明显。在此情况下，如果不能有效处理水平侧移，导致建筑结构出现过大的侧向变形，整个结构的稳定性与耐久性就大大降低，建筑结构失稳倒塌的概率

率会更大。另外，如果设计时未处理好水平侧移问题，引起过大的侧向位移，建筑结构就会更容易出现裂缝，建筑的正常使用也会受到严重影响。因此，在设计过程中，必须考虑水平侧移对建筑结构的影响，并在此基础上选择合适的结构体系与建筑造型。

4.7 结构加固设计

为提升钢结构稳定性，可进行以下加固设计：在保证建筑结构整体完整稳定的情况下，可尝试将单个杆件受弯转变为数个杆件受弯，将建筑结构构件的集中荷载做适当分散，对钢结构内连续结构的位置进行合理的调整，从而使预应力拉杆能更好地承受分布界面的内力，使钢结构更加安全稳定。另外，在结构设计中，对结构中的连接位置做加固处理。设计时，工作人员根据掌握的工程资料与软件计算分析数据，掌握钢结构受力特征，明确应力分布比较集中的位置，并对这些位置做加固处理。通常，建筑结构中的转弯处、构件连接处都是比较薄弱的部位，需要做特别的加固处理，如在这些部位增设螺栓、铆钉，或采用焊接的方式进行加固，进而提高整个结构的稳定性。在条件满足的情况下，也可探索使用混合衔接方式对结构连接部位进行增强巩固。

5 建筑钢结构设计稳定性保障措施

5.1 做好前期分析

设计工作开展前，广泛搜集工程资料，开展工程调查研究，掌握工程概况，了解工程结构受力特点及稳定性要求，在此基础上设计出科学合理的结构方案，从源头处提升结构的稳定性，降低建筑结构出现变形、坍塌的可能。设计过程中，设计人员必须仔细研读各项勘察资料，了解建筑工程所在地的特征、特点，确定地震风险指数及建筑结构防震等级要求等，进而做出合理设计，为结构的稳定性提供保障。

5.2 重视图纸会审

要想提高建筑结构设计水平，就要从设计方案会审、图纸审核、方案评审等方面入手对建筑结构设计质量进行控制管理。在设计过程中要重视设计方案、设计图纸等的会审工作，组织设计人员、技术人员、施工代表、建筑工程项目部和监理部、相关专家等按照项目合同、建筑工程项目勘测资料等对设计方案与图纸做全面的分析评审，选出最

佳方案。在选出最佳方案的基础上，设计单位要根据评审意见对方案与图纸进行调整优化，以此提高方案的科学性与可行性，降低图纸与方案出错概率，减少设计变更与建筑工程项目返工现象。图纸评审结束正式施工前，施工单位、监理单位及设计单位等要联同开展施工图交底工作，说明设计意图与技术规范，讲明技术要点，避免在施工过程中出现问题。

5.3 运用先进技术

建筑钢结构设计中，可运用BIM等先进技术全面分析设计方案，准确检测设计成果，为设计质量提供保障。BIM技术具有三维建模、模拟施工、空间碰撞检测等功能。在工程结构设计中，工作人员可借助BIM技术构建建筑三维立体模型，通过模型精准分析建筑结构内部受力特点，进而做出科学的设计。工作人员可在得到设计方案后，利用BIM技术进行建筑结构空间碰撞检测与模拟施工，通过这类活动提早发现设计方案中的缺陷与不足，并做出调整，从而减少正式施工期间各项问题的发生，为工程质量提供保障。

6 结语

综上所述，钢结构自重轻、承载性好、性价比高，目前已成为建筑领域的主流结构形式。在将钢结构应用于建筑时，应做好结构的稳定性设计。设计人员应通过优化结构选型、完善构件设计、做好受弯钢构件局部稳定性处理等增强结构的稳定性，保障结构安全。

参考文献

- [1] 莫磊.建筑钢结构设计中稳定性的设计方法研究[J].大众标准化,2022(8):98-100.
- [2] 李纪果,丁国治,尹海松,等.建筑钢结构设计中稳定性探讨[J].工程建设与设计,2021(18):21-23.
- [3] 李峰,高硕,王阳.建筑钢结构设计中稳定性的设计策略[J].中国建筑金属结构,2021(9):66-67.
- [4] 杨帆.建筑钢结构设计中稳定性的设计方法研究[J].房地产世界,2020(22):32-34.
- [5] 白世和.高层建筑钢结构设计中的关键问题及对策研究[J].城市建设理论研究(电子版),2019(13):65.
- [6] 赵文东.建筑钢结构设计要点分析[J].中国标准化,2018(22):53-54.

Analysis of Highway Construction Technology and Pavement Construction Method

Hao Sun

Lianyungang Jintai Highway Engineering Co., Ltd., Lianyungang, Jiangsu, 222100, China

Abstract

As Chinese urbanization process continues to accelerate, urban roads have also become an important component of China's urbanization process. At this stage, China is continuously accelerating the progress of road construction projects and improving the quality of road projects. Based on this, this paper mainly analyzes the highway construction technology and pavement construction methods.

Keywords

highway; construction technology; pavement construction; method analysis

公路施工技术及路面施工方法分析

孙浩

连云港市金泰公路工程有限公司，中国·江苏连云港 222100

摘要

在中国城市化进程不断加快的同时，城市道路成为中国城市化进程中的一个重要组成部分。现阶段，中国正在不断加快建设道路项目的进度，提升道路项目的品质。基于此，论文主要分析了公路施工技术及路面施工方法。

关键词

公路；施工技术；路面施工；方法分析

1 路面施工方法

1.1 路面施工平整度的处理举措

在铺装过程中，必须对路面骨料级配的最大颗粒率进行严格的管控，以减小碾压系数的变化。此外，有关工作人员还应检查振动体系、找平体系，对找平工作进行预热。在铺设时，应采取相应的方法进行施工，在公路边线上，按 8m 左右的距离进行定位；钢索的高度是根据桩位设计高程加上一定的恒值来决定的；基准线的敷设长度应在 280m 左右。通常情况下，在 150~300m 的情况下，其拉力应在 150~140kN；在 250~350m 的情况下，其张力在 160~10kNN；“参考线”的最大偏移长度应为 9m，最大偏移不得大于 1.5mm，并在需要的情况下将其支持柱压扁。在小弯曲半径的断面、坡点附近，或者在断面的宽度上，都要加强支撑^[1]。有关人员在经过对支撑点的标高、参考线的校核后，方可进行铺筑施工。在铺设时，必须有专门的人员在施工现场进行监督，避免车辆、施工人员、机械与支撑柱、

钢索发生撞击。

1.2 沥青路面施工中的缝处理措施

铺装接合可分为纵接合和横接合。当整条道路不能一次铺盖时，就会产生纵缝。如果有横缝，应将摊铺器提起，然后再对齐。首先，在半沥青砼路面的第一个阶段，对施工接缝进行找平。在实际施工前，有关人员要对铺面进行检测，并对铺面的切削宽度进行调查，只有这样才能保证铺面和坡面的平整度。在施工前，有关人员必须严格控制裁剪的线位，将裁剪的中线还原，并画上白色的线条，以便于裁剪人员的精确施工。在裁剪过程中，应尽量避开犬牙状的接缝，以确保路面的平整性及其外观的品质。在使用乳化沥青的过程中，对沥青混凝土的黏结是必不可少的一个工作环节。乳化沥青是一种能够起到防渗功效的沥青混凝土路面建材。在较高温度下，乳化沥青是一类较常被使用的胶凝型建材。在工程施工中，有关人员应先将接头处的裂缝切断并清理干净，再将乳化沥青均匀地涂上。在这个过程中禁止混合，不然一段时间后，建筑接缝处势必会变成水蚀的入口处。除此之外，在实际施工中，有关人员还应选用自动找平的大型摊铺机，使用找平仪对铺装层开展找平作业。在铺设时，应尽量使其接近接头，但不得使找平层与已铺设的道路相接触。

【作者简介】孙浩（1992—），男，中国江苏连云港人，本科，助理工程师，从事公路施工与养护研究。

这些接头必须是手工制造的，再由辊子将其成型。需要注意的是，在沥青路面的全工序中，还需要有一个可连续作业的摊铺机。

其次，水平施工缝处的处理。通常水平施工缝处为冷接缝，因此，无论机械还是人工，均与纵长铺设无差别。在一定程度上，通过滚压可以使路面变得平整而致密，但滚压的方式有很大的不同。在具体的施工过程中，按照施工规定，从已有的路面到新建的路面，缓慢地滚动，到完全滚动。但在使用时，有关人员必须选用适当的振动频率，只有这样才能确保不会出现挤压、裂纹等现象，而且两端、中间的效应保持一致。在横轧、纵轧结束后，走出新铺设的道路时，应切断振动，以避免在此路段发生侧向阻塞等问题。从压实路面上进入新铺好的道路时，有关人员可采用轻微的震动方式进行施工。碾压后的沥青路面中会存在着两个角点，分别是松散、厚薄的沥青路面和沥青路面的接合处。所以在翻滚过程中，禁止左右摇摆，以免让其产生剧烈的波动，有关人员应关掉震动，沿直线前进，直至平稳为止。然后，以轻微的震动翻滚，直至达到一个致密的阶段，再放慢速度，缓慢地抽出，直至平滑的接合处。

2 公路施工技术

2.1 规程要求根据不同的情况选用不同的填料

在实际施工中，有关人员应以 CBR 为指标，对路堤填筑建材的最大强度、最小强度进行定量计算，并对路堤填筑建材的强度进行评价。此外，还应对地基的概念进行阐述，对上半段路基的充填极限进行全面的剖析。在高速公路和一级公路上，0~30cm 的下垫层，CBR 值不能低于 9，并且还要对下层路基和下层填料的填充量进行规定。对未达到最低强度要求的，必须掺入粗集料，或者用其他固化剂，如灰浆等进行加固。在没有明确要求的情况下，对其他公路的施工仍应按高速公路、一级公路的规格标准进行^[2]。

2.2 路堤的碾压

当前，大吨位的碾压机械已被广泛应用于路堤的修筑，使路堤的压实度得到了显著改善。在改善地基土密实方面，它具有良好的作用。根据国家有关标准，高速公路和一级公路路面底应在 75~160cm 的范围内，路面密实度要求大于或等于 90%。而其他级别的公路，若采用较高级别的沥青路面，则压实程度应与普通公路或一级公路相当。同时，随着时代的发展，对路基地基的压实度也提出了新的要求，即路基地基的压实度不得低于 95%。

在公路排水工程中，排水工程主要分为两部分：一部分是为了降低地下水、农田水、灌溉水等对路基的破坏作用，通常称为“一级排水”；另一部分是研究如何让地表水分迅速从路基中排出，使降雨对路基、道路的影响降到最低，从而减少由于地表水过多而引起的地表水流失的情况，以及由于地表水流失导致的地基、道路等结构、功能方面的损害问

题，这也是所谓的第二类排泄。

在第一种类型的排水工程中，一般是通过适当地提高地基下限，或者在地基的下限上加一个防渗垫来实现。在工程建设中，通常会提前挖出一条临时的排水管道，将地面上的水排出去，以达到降低地下水位的目的。此外，在这个过程中，有关工作人员还应在基床上添加少量的灰浆，让其形成 45cm 左右的固化层。

排水系统的第二种类型通常包含以下措施：第一，采用横向斜坡、侧沟等举措，使路面上的水分迅速被抽干。第二，在中央分隔带的基础上，采取纵碎石盲沟、柔性渗水管道和水平排水管道等举措。在建设过程中，将流入中心隔离带的雨水迅速排放，做到在运行过程中，将流入中心隔离带的渗透水迅速排放。第三，在规划过程中，有关工作人员应使用沥青封层、砾石暗槽或排水管道等举措，把渗入路面的水分引入到路堤外。在路面边缘处，有关人员应设置一个由透水填料沟、横向出水管、滤布构成的路面边缘排水体系，采用沥青封层、竖向、横向碎石盲槽及排水管道等举措，使渗透到路面面层中的雨水得以排出。鉴于雨水渗透至沥青面层的限制，有关人员应采用 6cm 左右的横向排水管，以确保路面下的渗透。

3 公路施工地质量控制

3.1 原材料控制

原材料的质量对公路路面性能的影响较大。所以，在施工中，有关人员应特别重视对原建材的管控。建材的购买、选择、搭配，都要经过严谨、全面地分析。在购买过程中，有必要进行抽样检查，所选用的物料必须满足相应的技术规定。沥青是施工中的重要原料，在施工过程中，有关工作人员必须对其渗透率、延性和软化点进行全面检测，并做好沥青升温的温度管控。不同粒径的碎石应按沥青路面层的厚度及混合比例进行选择。另外，砂类建材要尽可能地保持干燥，存放地点要坚固，并安排专人看管。为了确保沥青混合料的稳定性，有关人员必须将其堆放得整整齐齐，只有这样才能提高作业的整体效率。

3.2 沥青混凝土配合比设计

在进行沥青混合料规划时，可将其大致划分为以下几个阶段：目标配合比的规划、产品配合比的规划等^[3]。有关工作人员应通过对混合比例的测定，以此掌握物料的应用规范，以此物料的用量。如果出现使用中发生进料的改变，或相关技术参数无法满足使用要求，有关工作人员就要对其进行适当的配合比调整。

3.3 沥青混合料的混合和运输

在进行搅拌沥青混合料时，有关人员应注意对沥青混合料级配、油石比、搅拌温度和搅拌时间的把握，以此改善沥青路面的路面性能。为确保沥青的品质，有关人员应采取较低的混合温度、较短的混合时间等措施，以避免挥发性

组分的流失与氧化。在运送沥青的过程中，应选用载重超过16t的运送车。当其进入工厂后，有关人员若发现不符合要求的产品，必须对其进行及时的处理。在装车后，用绝缘的、防水的篷布遮盖住车身，以此缩短运送时间，提高沥青砼质量。

4 路面分类

4.1 沥青混凝土路面

沥青路面是指在其上面铺覆一层沥青砼而成的路面。从具有一定级配成分和比例的道路沥青建材中选择矿物建材，如碎石、石屑、砂、矿物粉等物质，按照特定要求进行人工混合，从而制成沥青混合料。沥青砼路面结构具有较高的抗剪能力，以及较强的稳定性与安全性。沥青砼铺装是一种透水建材，它的特点是耐水稳定性好，抗自然因素能力强，使用年限长。因此，它更适合公路和一级、二级公路的铺装工程施工。

4.2 热拌沥青碎石路面

热拌法是一种新型的沥青混凝土建材，可广泛应用于不同级别的道路铺装，也可被使用到沥青混凝土铺装中。热拌式沥青混合料具有耐高温、耐低温、耐冻、耐开裂等方面的特点，并且还拥有较强的稳定性。在选材上，有关人员应对石料级配、柏油粒度等有一定的需求，展现出其应有的成本优势。此外，在具体实施过程中，有关人员还要依据各区域的路面级别及各层的使用性能，合理选用各层的建材及框架形式。

4.3 沥青渗透法

沥青透水性铺装主要是把沥青当成基层、粘结剂及铺装建材的一种铺装形式。沥青面层一般是在初步压实的碎石上逐层浇筑喷涂沥青，铺在嵌缝建材上，或在上部铺一层热拌沥青混合料密封层，然后压实而成。由于岩层间的相互影响，透水性铺装框架的稳定性，以及其强度都比较好。透水

性铺装建材的成型大多需要3~4周的时间。在这个过程中，由于路面的翻滚、自重等方面的影响，应使生物沥青不断地向下渗入，以此填满裂缝，并与碎石共同构成稳定的结构层，让其稳定性得到更加全面的展现。在公路衔接层、市政道路的支路，或二级及以下的干式沥青砼路面施工中，有关人员应采用透水性强的沥青路面。

4.4 沥青表面处理

沥青面层主要是指在2~3cm左右厚的铺装层上，将沥青与细集料等物质进行铺装，或将其拌合在一起的一种施工方法。沥青表层因其处置层较薄，通常不被用作增强路面强度的修筑手段，其作用是降低路面的磨损，增强路面的防水能力，确保其平整度，实现优化路面的目的。同时，有关人员还应对已有的沥青路面进行表面处理，并将其作为日常维护的一项举措。此外，这类施工在三级、四级公路中的使用比较好。

5 结语

综上所述，在中国开展公路建设施工的时候，路基、沥青铺装工程有着非常重要的作用。为此，在开展公路施工的时候，有关人员必须加强对公路工程的研究，提高对路面施工技术的研究，以达到及早发现、及早处理的工作目的。另外，有关人员还应使用针对性强的解决举措，即在技术的支持下，开展相应的公路与路面施工，并在这个过程中，对施工技术和施工方法进行全面的剖析，以此提高施工作业的整体质量。

参考文献

- [1] 张伟蓉.试论公路施工技术及路面施工的质量控制措施[J].四川建材,2023,49(3):151-153.
- [2] 韩建丽.公路施工技术及路面施工质量控制分析[J].工程建设与设计,2023(4):196-198.
- [3] 刘维.沥青路面公路施工技术工艺探讨[J].黑龙江交通科技,2022,45(10):43-45.

Research on Common Causes and Key Points for Treatment of Initial Support Deformation of Weak Surrounding Rock in Tunnels

Honggang Liu

China Railway Shanghai Engineering Bureau Group Sixth Engineering Co., Ltd., Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

During the construction of weak surrounding rocks in tunnels, the main purpose of setting up initial support is to ensure the safety of tunnel engineering, improve construction efficiency, and reduce the probability of safety accidents. In specific operations, it is necessary to use advanced anchor rods to play a certain pre reinforcement role, in order to ensure the stability of the tunnel face, and effectively control the problem of soft deformation of the tunnel surrounding rock to prevent rock mass instability. The paper mainly analyzes the common causes of initial support deformation of weak surrounding rock in tunnels, and explores governance and preventive measures, aiming to further improve the quality of initial support construction of weak surrounding rock in tunnels and ensure the safe construction of the overall tunnel project.

Keywords

tunnel; weak surrounding rock; initial support deformation; common causes; key points of governance

隧道软弱围岩初支变形的常见原因及治理要点研究

刘洪刚

中铁上海工程局集团第六工程有限公司，中国·云南昆明 650000

摘要

在隧道软弱围岩施工过程中，设置初期支护主要是为了确保隧道工程的安全性，并提升施工效率，减少安全事故的发生概率。在具体操作中，需要利用超前锚杆起到一定的预加固作用，以便保障掌子面的稳定性，同时有效控制隧道围岩松软变形问题，防止出现岩体失稳现象。论文主要对隧道软弱围岩初支变形的常见原因进行分析，并探究治理和预防措施，旨在进一步提升隧道软弱围岩初支施工质量，保障整体隧道工程的安全施工。

关键词

隧道；软弱围岩；初支变形；常见原因；治理要点

1 引言

随着中国经济水平的提升，公路隧道建设事业持续性发展。在隧道施工中往往遇到软弱围岩地层，加大了施工难度。而且，软弱围岩的强度较低，一旦受到地应力作用的影响，很容易引起严重的变形、失稳等现象，甚至引发衬砌开裂、大变形等问题，对施工人员安全造成极大的威胁。因此，需要对隧道软弱围岩初支变形原因进行分析，并采取合理的治理措施，强化预防力度，保障隧道工程的安全建设。

2 隧道软弱围岩初支变形常见原因

2.1 围岩自身问题

隧道软弱围岩地质情况较差，存在大量的泥岩等物质，

其强度较低、遇水容易软化，容易引起掌子面渗水现象，而且在大断面开挖作业中，容易引起拱顶下沉问题，一旦遇到水，会引起初支拱架拱脚落不实的现象，引起初支变形。其中，软弱围岩水平收敛情况如图 1 所示。

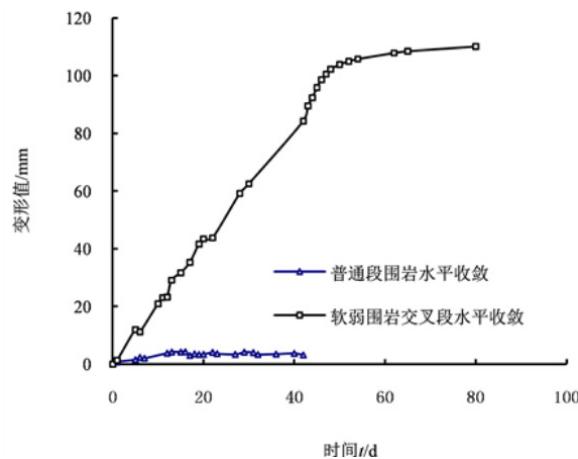


图 1 水平收敛 – 时间关系曲线

2.2 施工工艺问题

在隧洞软弱围岩初支施工中，需要提前展开地质勘查作业，从而结合实际情况选择合适的施工方案、施工工艺。但是在部分工程施工中，缺乏完善的地质勘查作业，对地质情况不了解，导致工程设计与地质条件不相符，难以保障围岩稳定性，容易引起初支变形问题；此外，围岩监控量测控制力度不足，缺乏动态监测，难以实时掌握施工数据信息，难以对坍塌风险进行有效性防控，加大初支变形概率。此外，施工工艺应用不规范，如超前小导管控制不到位，影响注浆效果等，都有可能引起初支变形问题^[1]。

2.3 天气因素

隧道软弱围岩初支施工周期较长，在此期间容易出现天气变化情况，一旦遇到连续雨水天气，容易引起地表冲沟、黄土限穴等现象，导致雨水存积。隧道软弱围岩节理缝隙较为发育，透水性较强，再加上施工爆破、开挖扰动的影响，会加大雨水的下渗速度，导致围岩含水率增加，一定程度上降低了岩体结构的强度，甚至引起积水滑动问题，同时在浮水与动水的压力作用下，分解了岩体抗剪强度，引起岩体坍塌事故。泥岩遇水膨胀，加大了围岩变形程度。

3 隧道软弱围岩初支变形治理措施

3.1 做好进洞准备工作

在施工前，需要展开详细的现场勘查作业，了解现场地质结构情况，制定可行性的施工方案，选择合适的施工设备和施工工艺，从而保障开挖作业质量，减少地质灾害的发生概率；同时需要结合勘察数据，合理设置地表沉降观测点，以便动态掌握围堰稳定情况。在进洞前，需要结合具体地形，做好洞顶截水沟施工作业，从而避免地表水流入到开挖面，防止引起明洞边仰坡及开挖面的围岩失稳现象^[2]。在开挖作业中，需要利用分层开挖的形式，并小切口开挖，同时采取逐级开挖、逐级防护的模式，在洞面周边预留核心土，完成超前管棚施工后才能开挖暗洞。在此环节中，需要动态关注洞口地质的变化情况，一旦发现仰坡失稳现象，需要利用喷锚方式进行有效性防护。当洞口边仰坡地质情况较差时，尽量不要在雨季施工，完成明洞衬砌施工后，需要第一时间进行回填。

3.2 合理控制开挖工艺

不同的施工部位，采取的开挖作业方式存在一定的差异性，如拱部使用光面爆破方式进行开挖，边墙使用预裂爆破方式进行开挖，通过这种方式可以有效保障岩体整体性，避免岩体出现裂缝问题。要对开挖量进行合理控制，避免出现超挖、欠挖现象，从而有效强化初期支护的承载性能。要严格按照施工顺序进行分部开挖，并在落底过程中保留 40m 以内的安全步距。同时要做好临时排水设施，如在上台阶开挖集水沟，下台阶开挖集水坑，以便把山体渗水排出去，防止影响拱架稳定性。

3.3 强化支护施工

①做好支护施工准备工作。在施工前期，需要做好准备工作，优化资源配置，完成开挖作业后立即开展初期支护作业，确保各个工序的有效衔接。同时，需要做好施工过程的控制测量作业，结合测量数据，优化支护措施和支护参数。利用湿喷工艺对混凝土进行喷射。

②要利用分段分片方式对混凝土进行喷射，并自上而下依次进行。要在掌子面喷射 5cm 左右的封闭岩面。为了保障钢拱架与岩壁的紧密贴合，需要在两者之间喷射混凝土，增加密实度。在喷射作业中，需要从两侧拱脚逐渐向上喷射，并保持喷射作业的对称性，确保混凝土能够对钢架进行全面覆盖，确保混凝土终凝后才能开展爆破作业。需要增加富水地段的水泥用量，并做好混凝土养护作业^[3]。

③要严格按照相关要求对支护锚杆施工质量进行控制，确保钻孔方向与岩面保持 90°。要对孔洞彻底清理保持整洁性，规范性安装锚杆垫板、螺母，使其与混凝土表面保持紧密贴合性。

④在钢拱架安装作业中，避免出现搭接现象。使用特定厚度的钢板对拱架进行连接，并对其进行密实性焊接。在安装之前，需要做好钢架试拼作业，并涂抹红油漆进行标识，确保各个单元的钢架能够牢固性连接。在对钢架进行安装时，需要确保其与混凝土表面紧密贴合，并使用钢楔块将其楔紧，避免与围岩逐渐出现空隙，同时使用混凝土进行填充。当脚底出现超挖现象时，需要使用混凝土进行喷射填充。钢架需要与隧道中线保持垂直，避免出现倾斜、错位、扭曲现象，把偏差控制在合理范围内。

3.4 做好超前预报工作

为了保障隧道初期支护施工质量，需要对地质情况进行超前预报，结合预报范围的不同，需要选择不同的预报方式：针对距离隧道洞口 60m 的距离范围，需要采用短距离预报方式，其主要方法包含地质调查方法和地质雷达方法，以便实现微观近期预报；针对距离隧道洞口距离较远的范围，需要使用中长距离预报方法，其中包含 TSP 隧道地震波法、TEM 瞬变电磁法等方式。中长距离预报中发现围岩异常情况，需要利用地质雷达、地质钻探等方式进行验证，避免影响正常施工。结合超前预报结果，可以对具体的隧道地质围岩情况进行了解，从而明确探孔深度、位置、数量等参数。同时，利用超前探孔方式，可以对孤石、断层（风化）破碎带及含水量进行科学预报，从而保障地质勘探质量，降低地质灾害的发生概率，最大程度上减少初支变形问题^[4]。

3.5 合理控制初支变形问题

①积极响应。一旦发现初支变形现象，需要立即通知工作人员撤离现场，并转移隧洞内的机械设备，同时向上级报告险情。

②要预留一定的变形量。通常情况下，在隧道软弱围岩初支施工中，选择使用工字钢支护形式，但是这种支护形

式容易出现拱顶沉降、四周收敛变形等问题，加大隧道围岩风险。为了减少初支侵限现象，需要适当放大拱架尺寸。通常情况下，应放大量为初支变形值，再加上5cm左右的施工误差量，同时在钢架架设作业中做好测量放样工作。

③设置临时加固措施，可以有效减少初支变形增大问题。一般情况下，需要增设水平、纵向临时支撑，并结合工程特点以及监控两侧数据，选择合适的钢管型号。在横向支撑设计中，需要对钢管间距进行合理控制，并在两端设置特定规格的钢垫板；竖向支撑设计中，需要对工字钢进行错位放置。利用临时支撑可以有效减缓初支变形情况，并有效收敛变形现象，有效控制围岩变形问题，减少塌方等事故的发生概率。在临时支护作业中，需要优化洞内排水设施，避免洞内积水。

④当围岩出现变形现象时，容易引起岩体节理、裂隙扩大，严重降低整体围岩结构的物理学特性（如表1所示）。因此，为了提升围岩结构承载力，需要在隧洞洞身内设置环向注浆小导管，做好预加固处理工作。同时，需要对小导管的间距进行合理控制。在水泥浆液制备制中，需要适当添加水玻璃，把浆液扩散半径控制在85cm左右。当围岩变形仍然没有改善的情况下，需要使用换拱加固或者增设套拱的方式进行处理^[5]。

表1 围岩物理力学参数

E/10 ⁶ kPa	μ	Y/kN·m ⁻³	c/kPa	j/°
3.6	0.32	22.0	800	35

⑤浇筑仰拱。仰拱衬砌的浇筑施工，协议强化隧底回填压力，防止隧道收敛扩大。同时需要结合围岩对仰拱的挤压情况，适当调整仰拱曲率，从而调整矢跨比，强化仰拱结构承载能力。在台阶法开挖作业中，需要在上半断面布设仰拱，避免使用长台阶，实现仰拱与开挖面间距的最小化，从

而强化支护承载能力。此外，仰拱开挖作业需要使用分幅方式进行操作，控制每次浇筑长度。

3.6 强化安全监管

在施工作业中，需要展开科学合理的监控作业，及时了解明洞段边仰坡和地表情况，一旦发现仰坡滑移风险，需要利用喷锚支护进行防护，确保其稳定性。当洞内出现变形、坍塌风险时，需要暂停掌子面施工，并采取针对性的防护措施。支护立柱，需要设置垫板，并使用加密锚杆对小裂隙进行防护。在喷射混凝土时，需要设置多层钢筋网片。

4 结语

综上所述，软弱围岩隧道地质条件较为复杂，需要加大对初支施工技术的控制力度，最大程度上减少初支变形问题的出现几率，保障整体隧道软弱围岩初支结构的稳定性，强化安全施工。同时，需要严格按照相关规范要求，确保标准性施工，对各个工序进行严格控制，详细了解引起软弱围岩初支变形的因素，并采取合理的防控措施，保障隧道施工安全性。

参考文献

- [1] 丁维良.软弱围岩隧道初支变形成因及处置防治措施[J].设备管理与维修,2022(2):135-137.
- [2] 曹乾桂.隧道软弱围岩初支变形的特征及改进措施[J].工程技术研究,2017(3):17-19.
- [3] 孟祥马.隧道软弱围岩施工初期支护变形的处理与认识[J].交通世界(建养·机械),2014(10):112-113.
- [4] 许可.隧道软弱围岩初支变形成因分析及对策[J].门窗,2013(2):361.
- [5] 姬建晓,李安彬.界牌坳软弱围岩、浅埋、偏压隧道施工技术[C]//中国公路学会.中国公路学会2007年学术年会论文集(下).中国公路学会2007年学术年会论文集(下),2007:250-256.

Application of Soft Foundation Reinforcement Technology in Municipal Road Engineering

Yanjun Liu Zhong Wang

Shandong Shengrun Construction Group Co., Ltd., Weifang, Shandong, 262100, China

Abstract

This paper focuses on the application of soft foundation reinforcement technology in municipal road engineering, and deeply studies the current application status and existing problems of soft foundation reinforcement technology in municipal engineering field. Through theoretical analysis and practical case analysis, this paper summarizes the basic principles and technical characteristics of soft foundation reinforcement technology, explores its current application status and development trend in municipal road engineering, proposes corresponding solutions, and prospects for future development. The research of this paper is of great significance for improving the quality and efficiency of municipal road engineering.

Keywords

municipal road engineering; soft foundation; reinforcement technology; application status; development trend

市政道路工程中软基加固技术应用

刘延军 王忠

山东盛润建设集团有限公司，中国·山东·潍坊 262100

摘要

论文以市政道路工程中软基加固技术应用为研究主题，对当前软基地基加固技术在市政工程领域中的应用现状和存在的问题进行深入研究，通过理论分析和实际案例分析，总结了软基地基加固技术的基本原理和技术特点，探讨了其在市政道路工程中的应用现状和发展趋势，提出了相应的解决措施，并对未来的发展进行了展望。论文的研究对提高市政道路工程的质量和效率具有重要意义。

关键词

市政道路工程；软基地基；加固技术；应用现状；发展趋势

1 概述

1.1 研究背景

随着城市建设的不断发展和人民生活水平的提高，市政道路建设在城市建设中占据了越来越重要的地位。市政道路工程的质量和效率直接影响着城市的交通状况和居民的生活质量。然而，市政道路建设过程中存在着诸多问题，其中一个重要问题是软基地基的加固。软基地基是指地基土层的承载能力较差，容易出现沉降、变形等问题。为了保证道路工程的质量和安全性，必须对软基地基进行加固。

随着科学技术的发展，软基地基加固技术得到了快速的发展。各种软基地基加固技术相继出现，如灌浆加固技术、预压桩加固技术、振动加固技术等。这些技术为软基地基的加固提供了多种选择，也为市政道路工程的建设提供了有力的支持。

1.2 研究目的和意义

论文旨在对市政道路工程中软基加固技术应用进行深

入研究，探讨其基础理论、应用现状、解决措施和未来发展趋势，为市政道路工程的建设提供科学依据和技术支持，提高市政道路工程的质量和效率。

1.3 研究内容和方法

论文主要研究内容包括市政道路工程中软基地基加固技术的基础理论、应用现状、解决措施和未来发展趋势。研究方法包括理论分析和实际案例分析。首先，对软基地基加固技术的基础理论进行分析和总结。其次，通过实际案例分析市政道路工程中软基地基加固技术的应用现状。最后，提出解决措施并对未来发展趋势进行展望。

2 基础理论

2.1 软基地基的特点

软基地基是指地基土层的承载能力较差，容易出现沉降、变形等问题。软基地基的特点主要包括以下几点：

① 土层松软：软基地基的土层一般比较松软，压缩性较大，导致土层的承载能力较差。

② 含水量大：软基地基的含水量一般较大，容易造成土层的液化，导致沉降、变形等问题。

【作者简介】刘延军（1984—），女，中国山东潍坊人，本科，从事道路桥梁研究。

③变形性大：软基地基土层的变形性较大，容易引起地基沉降和建筑物的结构变形。

2.2 软基地基加固技术

软基地基加固技术是指采用各种方法对软基地基进行强化、加固，提高其承载能力和稳定性。常用的软基地基加固技术包括灌浆加固技术、预压桩加固技术、振动加固技术等。具体技术原理如下。

2.2.1 灌浆加固技术

灌浆加固技术是一种常用的软基加固技术，其作用是通过在地基土壤中注入高强度的浆液，以增强地基土壤的稳定性和承载能力。

在灌浆加固技术中需要对地基土壤进行详细的勘探和分析，确定其物理性质、结构特征以及承载能力等参数。然后，根据实际情况设计灌浆方案，选择合适的灌浆材料和工艺，并严格按照要求进行施工。

在灌浆加固过程中，需要注意控制灌浆液的流速、压力和流量等参数，以保证灌浆效果。同时，还需要加强对灌浆材料的质量监控和施工现场的安全管理，确保施工质量和工程安全。

2.2.2 预压桩加固技术

预压桩加固技术是软基加固技术中的一种常用方法。预压桩加固技术的原理是在地基土层中钻孔后，将高强度的钢筋混凝土桩预压至设计要求的受力状态，从而改善地基土层的力学性质。预压桩加固技术具有施工工期短、造价低廉、效果显著等优点，因此在市政道路工程中得到了广泛应用。

预压桩加固技术的实施需要注意一些技术细节，如桩的深度、孔径和间距等参数的设计和控制，以及桩体质量的监测和控制等。此外，预压桩加固技术也需要对地基土层的力学特性进行充分的调查和分析，以确定预压桩的设计参数，保证加固效果。

2.2.3 振动加固技术

振动加固技术主要是利用振动作用下土颗粒之间的摩擦和压缩来增强土体的密实度和抗压性能。这种技术的应用可以减少路面下部土层的沉降和变形，提高路面的使用寿命和安全性。

在实际应用中，振动加固技术可以根据不同的软基土层情况，采用不同的振动设备和加固方法，如水平振动、垂直振动、脉冲振动等。此外，在振动加固过程中，需要严格控制振动强度和振动频率，以确保加固效果和安全性。

2.3 软基地基加固技术的适用性

软基地基加固技术的适用性需要考虑多方面因素，包括地质条件、工程设计要求、工期、成本等。一般来说，软基地基加固技术适用于以下情况：

①软基地基土层厚度较大，且土层深度较浅，难以采用深基础的情况。

②工程设计要求较高，需要保证工程的安全性、稳定

性和耐久性的情况。

③工期较短，需要快速加固软基地基，提高施工效率的情况。

④成本预算有限，需要控制成本的情况。

3 案例分析

3.1 案例一：某市道路加固工程

某市一条道路的路基属于软基地基，经过多次使用后出现了较严重的沉降和变形问题，给车辆通行和行人出行带来了极大的不便和安全隐患。为了解决这一问题，施工单位采用了灌浆加固技术进行加固。具体操作步骤如下：

①对软基地基进行勘测和检测，确定沉降和变形的范围和程度。

②根据勘测和检测结果，确定灌浆加固的加固范围和深度。

③进行现场施工前的准备工作，包括道路封闭、地面清理、设备运输等。

④进行灌浆加固施工，将混凝土、水泥浆等材料注入软基地基土层中，使其与周围土层形成一个整体。

⑤进行加固后的检测和测试，验证加固效果。

通过灌浆加固技术对软基地基进行加固，成功地解决了道路沉降和变形的问题，提高了道路的承载能力和稳定性，保障了车辆和行人的安全通行。

3.2 案例二：某市桥梁加固工程

某市的一座桥梁，由于长期受到车流和水流的冲击，桥墩的基础土层逐渐松软，导致桥墩沉降和变形问题。为了保证桥梁的安全使用，施工单位采用了钢筋混凝土桩加固技术进行加固。具体操作步骤如下：

①对桥梁进行勘测和检测，确定桥墩的沉降和变形情况。

②根据勘测和检测结果，确定钢筋混凝土桩加固的加固范围和深度。

③进行现场施工前的准备工作，包括道路封闭、地面清理、设备运输等。

④进行钢筋混凝土桩加固施工，将桩身深入软基地基土层中，形成一个整体。

⑤进行加固后的检测和测试，验证加固效果。

通过钢筋混凝土桩加固技术对桥梁进行加固，成功地解决了桥墩沉降和变形的问题，提高了桥梁的承载能力和稳定性，保障了行车和行人的安全。

4 解决措施

4.1 加强勘测和检测

市政道路工程中软基加固技术是一种常用的工程技术，主要是通过对软基地基进行加固，以提高地基的承载能力，从而保证道路的稳定和安全。然而，在软基加固工程中，加强勘测和检测也是非常重要的一环。

加强勘测是指在软基加固工程前，对道路基础进行详

细的勘测和分析。这包括地形、地质、土层、地下水位等各种因素的调查和研究，以及对软基承载能力的评估。通过加强勘测，可以对软基进行全面的分析，确定加固措施的类型和强度，以保证软基加固工程的质量和效果。

检测工作则是在软基加固工程进行过程中和结束后，对加固后的软基进行检测和评估。这包括对加固前后的地基承载力、沉降情况、变形情况等各项指标的检测和比较，以评估加固效果和工程质量。通过检测工作，可以及时发现和纠正加固工程中存在的问题，从而保证工程的安全和稳定。

综上所述，加强勘测和检测是市政道路软基加固工程中非常重要的一环，对保证工程质量效果至关重要。在加固工程过程中，应严格遵守相关标准和规范，进行科学、严谨的勘测和检测工作，以确保软基加固工程的安全和可靠性。

4.2 选择合适的加固技术

市政道路工程中软基加固技术是为了解决软土地区建设道路所遇到的问题，提高道路的承载力和稳定性。在软基加固技术的应用中，如何选择合适的加固技术是至关重要的。下面将从加固材料、施工工艺、成本效益等方面进行分析，以帮助选择合适的加固技术。

首先，加固材料是影响软基加固效果的关键因素之一。常见的加固材料有石灰土、水泥土、砂土等。对于不同的软基地质情况，应根据地质环境和需要选择合适的加固材料。例如，石灰土在含水量较高的软土中应用较为广泛，水泥土则适用于较稳定的土壤中。

其次，施工工艺是软基加固中不可忽视的因素。常见的加固工艺有碾压加固、桩基加固、悬臂加固等。对于不同的软基地质情况，应根据地质环境和需要选择合适的加固工艺。例如，碾压加固适用于地基较浅的软土，桩基加固适用于地基较深的软土。

最后，成本效益是选择软基加固技术时必须考虑的因素之一。不同的加固技术在成本方面也存在差异。例如，桩基加固的成本较高，碾压加固的成本较低。因此，在选择软基加固技术时，还应根据项目需求和经济条件综合考虑。

总之，市政道路工程中软基加固技术的选择应该根据地质环境、加固材料、施工工艺和成本效益等因素进行综合考虑。只有根据实际情况进行合理选择，才能确保软基加固工程的效果和安全性。

4.3 保证施工质量

软基地基加固工程的施工质量直接关系到工程的安全和稳定。因此，施工单位应该严格按照相关规范和标准，保证施工质量。具体措施包括：

①对施工人员进行培训和技能认证，提高施工人员的技能和素质。

②使用高质量的材料和设备，保证加固工程的质量和可靠性。

③加强现场管理，规范施工作业流程，严格按照设计

方案和施工要求进行施工。

4.4 加强监测和维护

软基地基加固工程完成后，需要进行监测和维护工作。通过监测工作，及时了解工程的安全状况，发现问题及时处理。通过维护工作，保证加固工程的稳定性和可靠性。具体措施如下：

①对加固工程进行定期监测，包括静载试验、振动测试、沉降观测等，及时发现问题

②定期对加固工程进行维护，包括清理周围环境、检查加固构件的状况、防止损坏等

③建立健全的档案管理制度，记录加固工程的施工过程和监测结果，为后期的维护提供参考。

5 结语

论文主要探讨了软基加固技术在市政道路工程中的应用，分析了软基地基加固的基础理论和加固技术，结合案例分析，总结了软基加固技术的优点和施工要点，提出了加强勘测和检测、选择合适的加固技术、保证施工质量和加强监测和维护等解决措施。

未来，软基加固技术将在市政道路工程中得到更广泛的应用。随着城市化进程的不断加快，市政道路建设将越来越重要。软基地基加固技术可以解决市政道路工程中的地基沉降和变形等问题，提高道路的承载能力和稳定性，保障行车和行人的安全。同时，随着科技的不断发展，软基加固技术也将不断创新和完善，为市政道路工程提供更加可靠和有效的解决方案。

参考文献

- [1] 陈海洋,王鑫,朱卫国.城市地基加固处理技术及应用[J].工程勘察,2012(1):9-14.
- [2] 王世明.地基处理工程设计原则与方法[M].北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [3] 赵继红,张益民,李静.软土地基加固技术的应用研究[J].土木建筑工程信息技术,2019,11(7):95-99.
- [4] 严浩,王纪平,郝振宇.软基地基加固技术在市政道路工程中的应用研究[J].交通工程技术与方法,2017,14(1):11-14.
- [5] 杨才林,陈向红,张洁.基于有限元分析的软土地基加固工程设计方法研究[J].土木建筑工程信息技术,2018,10(5): 94-99.
- [6] 张世文,刘志华.地基加固工程设计[M].北京:中国建筑工业出版社,2016.
- [7] 郭海峰,张丽梅.市政道路工程中软基地基加固技术的应用研究[J].城市道路与桥梁,2019(2):31-34.
- [8] 程璐,王利.软基地基加固技术在城市道路建设中的应用[J].中国公路学报,2014,27(2):14-18.
- [9] 王欣,徐仲.软基地基加固技术在市政道路工程中的应用[J].建筑科技,2018(3):149-151.
- [10] 段红玉,沈国涛,毕峰.软基地基加固技术在道路工程中的应用研究[J].道路工程,2017(3):72-76.

Application of Grounding Fault Current in Temporary Power Distribution System at Construction Site

Jianbin Zhao

Beijing Shougang Construction Group Co., Ltd., Beijing, 100043, China

Abstract

This paper introduces that when the circuit breaker is used as indirect contact protection in the temporary distribution system on the construction site, when the system has a grounding fault, the allowable maximum length of copper core cable is determined by calculating the grounding fault current of the system, so as to provide the calculation idea of selecting the maximum power supply radius of copper core cable for electrical technicians and construction workers on the construction site.

Keywords

construction site; TN-S system; equivalent circuit; third level distribution; third level protection; earth fault current; power supply radius

施工现场临时配电系统接地故障电流的应用

赵建彬

北京首钢建设集团有限公司，中国·北京 100043

摘要

论文介绍施工现场临时配电系统中断路器作间接接触防护时，当系统发生接地故障，通过计算该系统接地故障电流的方法来确定铜芯电缆允许最大长度，以期为施工现场电气技术员及施工人员提供选择铜芯电缆最大供电半径的计算思路。

关键词

施工现场；TN-S系统；等效电路；三级配电；三级保护；接地故障电流；供电半径

1 引言

施工现场临时配电系统中临时用电设施“用了拆，拆了装”，造成很多施工企业对临时配电系统的规划设计与安全管理工作重视程度不够^[1]。施工现场临时配电系统的规划设计不仅仅是一份简单工作，更重要的是保护生命财产安全，这就要求电气技术员及施工人员应该时刻关注施工现场用电情况，不得有一丝的懈怠。

2 临时配电系统简述

三级配电三级保护在施工现场临时配电系统中广泛使用。三级配电按照“总配电箱—分配电箱—开关箱”顺序依次分级设置，在施工现场应设置总配电箱，总配电箱下设置分配电箱，分配电箱下设置开关箱，开关箱控制用电设备，使其形成一个独立的供配电系统，让其能够独立运行，不互相影响，以形成三级配电^[2]。论文中所讲述的“三级保护”是指在三级配电二级保护的基础上增加一级保护，即施工现

场临电配电系统总配电箱、分配电箱和开关箱中全部配置漏电保护装置。施工现场配电系统最常见的三种故障：短路保护、过负荷保护及间接接触（接地故障）防护^[3]。短路和过负荷保护计算方法简单且易于把控，因而电气技术人员规划设计时考虑得比较周全。间接接触（接地故障）防护计算方法较为复杂或限制条件较多，因而技术人员往往会忽略或考虑不周。间接接触（接地故障）防护虽然可作为其他直接接触防护措施失效或使用者疏忽时附加防护，但不能单独作为直接接触的防护措施，当系统中出现接地故障时，由于施工现场区域较大，如果保护断路器整定不合理或线路超过最大供电半径，必然会导致断路器保护动作失效，动作灵敏度不够^[4]。

3 临时配电系统基本设计程序

按照一个合理的设计程序对建筑工程临时配电系统进行规划设计，这对搞好施工现场临电系统如何配置至关重要的。基本设计程序如下：

①根据建筑工程的工作量需要，选定所需要的电动设备的电动机功率及照明器具，核定各种电动机及照明器具的额定功率和额定电流量。

【作者简介】赵建彬（1992-），男，中国河北石家庄人，本科，从事建筑机电研究。

②根据各种电动机及照明器具的额定功率和额定电流量, 施工现场末端用电设备分为两种: 一种为移动型设备(手持工具较多), 一种为固定型设备^[5]。对于固定型设备, 根据用电设备类型及功率来确定的“漏电保护”和“过载保护”等控制元件的规格、导线规格; 对于移动型设备, 为了提高施工效率, 一般是将导线提前固定好, 以便使用方便, 若有移动型设备在近距离内必须设置开关装置, 以及漏电保护装置和过载保护装置, 以上两种都可以归为第三级配电(开关箱)^[6]。

③根据用电设施的类别或用电安装区域的需要, 核算出同类别或同一区域内的所有用电设施的总额定功率和总额定电流量, 并据此选定二级配电(分配电箱)中的“漏电保护”和“过载保护”等控制元件的规格, 以及二级配电中的导线规格^[7]。

④核算出各个二级配电箱, 用电设施及照明器具的总

额定功率和总额定电流量, 根据其结果确定一级配电(总配电箱)中的“漏电保护”和“过载保护”等控制元件的规格, 以及主线路的规格^[8]。

⑤所有的用电设施(含备用设施)、控制元件和导线规格及配电箱确定后, 应绘制出临时用电分布原理图, 并标明所有临时供电系统中的设施、控制元件和导线的规格、数量及材质, 交付有关人员安装, 经调试合格后投入使用^[9]。

4 临时配电系统接地故障计算

4.1 计算模型

以 TN-S 系统为例, 一次设计图模型(示例假设电源为无穷大电源)、TN-S 系统示意图、接地故障时 TN 系统等效电路图, 由于电缆回路 X(电抗)远小于 R(电阻), X(电抗)可忽略不计^[10]。TN-S 系统等效电路如图 1~图 3 所示。

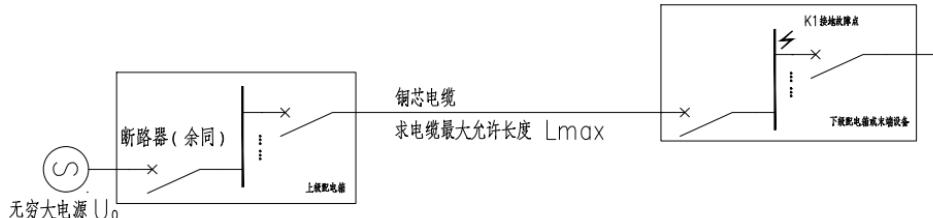


图 1 一次设计图模型

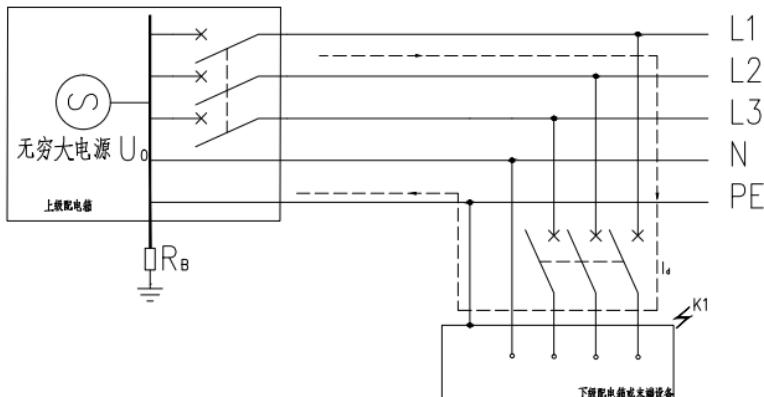


图 2 TN-S 系统接地故障示意图

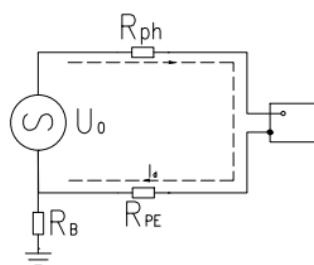


图 3 TN-S 系统接地故障等效电路图(忽略回路电抗 X)

4.2 计算公式

$$I_d = \frac{(0.8 \sim 1) U_0}{K \cdot 1.5 \rho (1+m) \frac{L}{S_{ph}}} \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (1)$$

注: ①在 TN 系统电气回路内, 上式是根据 $I_d = \frac{U_0}{R_{PH} + R_{PE}}$ 及 $R = \rho \frac{L}{S}$ 演变而来。

②上式摘自《工业与民用供配电设计手册》第四版。

式中: I_d ——接地故障电流。

0.8~1——电源处阻抗系统, 是考虑接地故障回路省略变压器阻抗和高压侧阻抗导致的误差进行修正, 当故障点远离配电变压器, 线路截面较小, 变压器容量较大时, 取稿纸 (0.95~1), 反之, 取较低值^[11-13]。

1.5——由于短路引起发热, 电缆电阻增大系数。

U_0 ——相对地标称电压, V。

k_1 ——电缆电抗校正系数, 当 $S_{PH} \leq 95\text{mm}^2$ 时, 取 1.0, 当 S_{PH} 为 120mm^2 和 150mm^2 时, 取 0.96, 当 $S_{PH} \geq 185\text{mm}^2$ 时, 取 0.92。

k_2 ——电缆多拼校正系数, 单根电缆取 1, $k_2 = 4(n-1)/n$, $n \geq 2$ (n 为每相导体的并联根数)。

K ——可靠动作系数, 采用断路器保护时, 为瞬时动作误差系数 (电磁脱扣器为 1.2, 电子脱扣器为 1.1) 和约定脱扣倍数 (取 1.2) 乘积。

ρ —— 20°C 时的导体电阻率, $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ 。

L ——电缆长度, m。

S_{PH} ——相导体截面, mm^2 。

m ——材料相同的每相导体截面积 (S_{PH}) 与 PE 导体截面积 (S_{PE}) 之比。

式 1 可变换为:

$$L = \frac{(0.8 \sim 1) U_0 \cdot S_{PH}}{K \cdot 1.5 \rho (1+m) \cdot I_d} \cdot k_1 \cdot k_2 \quad (2)$$

4.3 实例计算

实例 1: 以导线 S_{PH} 取 25mm^2 为例, 电源侧阻抗系数取 0.9; U_0 为 220V ; ρ 为 20°C 的铜导体电阻率, 取 $0.0172\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$; $S_{PE}=16\text{mm}^2$, 因 $S_{PH} \leq 95\text{mm}^2$, $k_1=1$, 单根电缆 $k_2=1$, $I_d=1000\text{A}$ (取断路器瞬时脱扣器整定电流 I_{set3} 值)。

计算如下:

$$L = \frac{0.9 \times 220 \times 16}{1.2 \times 1.2 \times 1.5 \times 0.0172 \times (1+2) \times 1000} \times 1 \times 1 = 44.0\text{m}$$

即最大长取整为 44.0m。

实例 2: 以导线 S_{PH} 取 4mm^2 为例, 电源侧阻抗系数

取 0.9; U_0 为 220V ; ρ 为 20°C 的铜导体电阻率, 取 $0.0172\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$; $S_{PE}=4\text{mm}^2$, 因 $S_{PH} \leq 95\text{mm}^2$, $k_1=1$, 单根电缆 $k_2=1$, $I_d=250\text{A}$ (取断路器瞬时脱扣器整定电流 I_{set3} 值)。

计算如下:

$$L = \frac{0.9 \times 220 \times 4}{1.2 \times 1.2 \times 1.5 \times 0.0172 \times (1+1) \times 250} \times 1 \times 1 = 42.0\text{m}$$

即最大长取整为 42.0m。

5 结语

由于接地故障电流计算较为繁琐、临时配电系统的特殊性等, 电气技术员在施工现场临时配电系统规划设计时疏于计算或忽略。与短路保护和过负荷保护相比, 间接接触(接地故障) 防护则尤为重要, 主要因为带电导体间的短路及过负荷发生的概率远小于接地故障^[14]。如果在临时配电系统规划设计时没有详细考虑断路器的灵敏度, 导致断路器拒动作, 对人身安全造成伤害, 甚至由于故障电弧导致电气火灾。

参考文献

- [1] 王晓锻.浅谈建设工程施工现场临时用电方案编制[J].四川水泥,2020(2):127.
- [2] 何海强.工程建设施工现场临时用电系统的研究及开发[J].中国新技术新产品,2019(6):120-121.
- [3] 王森,刘栋,刘新安,等.超高层建筑工程临时用电技术[J].建筑技术开发,2018,45(16):125-127.
- [4] 胡宏宇.变流装置交流剩余电流保护分析与选择[J].现代建筑电气,2020,11(6):8-12+21.
- [5] 刘骥.基于数学形态学的小电流系统单相接地选线算法研究及工程实践分析[D].青岛:中国石油大学(华东),2020.
- [6] 秦文康.柔性直流配网接地保护的研究[D].杭州:浙江大学,2020.
- [7] 耿世杰.接地故障对路灯配电系统影响的研究及探讨[D].南京:东南大学,2019.
- [8] 葛红波.柔性直流配电网保护技术研究[D].北京:华北电力大学,2017.
- [9] 李震球.基于概率神经网络的小电流接地系统模式识别故障选线方法及应用[D].南昌:南昌大学,2014.
- [10] 金强.分布式电源故障特性分析及微电网保护原理的研究[D].天津:天津大学,2012.
- [11] 林泽科.高性能变压器式消弧线圈系统的研究[D].重庆:重庆大学,2010.
- [12] 李健.配电系统故障选线及定位研究[D].重庆:重庆大学,2007.
- [13] 江渝.快速可连续调节消弧线圈谐振接地系统的研究[D].重庆:重庆大学,2005.
- [14] 王宾.配电系统电压跌落问题的研究[D].济南:山东大学,2005.

Construction Method of Pile Foundation and Foundation Pit Support in Complex Stratum

Zhibin Xie

Middling Coal Jiangnan Construction Development Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 528225, China

Abstract

The construction quality of foundation is the key to the entire construction project, but currently this technology still has the problems of difficult operation and high risk in practice. In order to better exert the reinforcement and strengthening effects of various deep foundation pit support technologies, ensure the safety of buildings and construction, and improve the quality of construction projects, it is necessary for relevant personnel in the construction industry to intensify their research on this technology, seek more reasonable construction technical solutions and management methods, comprehensively promote the efficient implementation of deep foundation pit support technology, and promote the steady development of construction projects.

Keywords

complex stratum; pile foundation and foundation pit support; construction method

复杂地层中桩基及基坑支护施工方法

谢志斌

中煤江南建设发展集团有限公司，中国·广东广州 528225

摘要

地基基础的施工质量是整个建设项目的关鍵，而目前该技术在实践中仍存在着操作困难、风险高等问题。要想更好地发挥各种深基坑支护技术的加固与强化效果，保证建筑物与施工的安全，并提高建筑工程质量，有关建筑行业的工作人员就要加大对这种技术的研究力度，寻求更加合理的施工技术方案与管理方法，全面推进深基坑支护技术的高效实施，促进建筑工程的稳步发展。

关键词

复杂地层；桩基及基坑支护；施工方法

1 引言

在复杂地质条件下，对桩和基坑支护结构的设计提出了新的要求，要求对其进行针对性的处置，并在此基础上对其进行合理的处置。在特定的工程建设过程中，由于地层的复杂性对其产生了一定的影响，施工现场的环境变得非常复杂，这就很可能导致技术选择失误或不合理应用技术，因此必须对各种技术进行科学运用，以更好地提升工程建设的质量。

2 复杂地层桩基建设和基坑支护存在问题

2.1 安全问题

对于复杂溶洞地层中的桩基础施工，以及对基础进行支护时，若运用不当，就会产生安全隐患，严重时还可能造成人身伤害。因此，在施工过程中，不能擅自更改工程设计，并且要确保上下之间的相互配合，要有足够的安全装备，还

要做好现场的管理工作，防止发生不良的安全事故。

2.2 扩孔和缩孔

许多复杂溶洞地层的最大特征就是土质非常脆弱，所以在施工过程中，很可能会发生孔洞膨胀收缩等问题，如果处理不好，不但会影响到工程后续的施工质量，更会影响到施工现场的安全，甚至还会对人员造成一定的伤害。在此过程中，应注意控制好混凝土浇筑的体积，以减少对混凝土的冲击。若在施工过程中，出现了无法控制的扩口问题，就必须由工程队与设计人员共同处理，以确保工程的安全。当发生缩孔时，可以通过更换钻头来处理。在钻孔时要注意纵向的控制，并尽量选用低失水的混凝土。

2.3 混凝土封底失败

在对复杂溶洞地层进行施工时，很可能会发生封底失效的现象。为了防止这种问题的发生，施工团队必须根据现场的地下水分布和水压、土层结构的改变等因素，决定最适合的导管深度和孔洞深度。此外，还要加强对混凝土质量的管理，对混凝土的灌注质量进行有效的控制。将管道放入后，

【作者简介】谢志斌（1984—），男，中国广东广州人，本科，高级工程师，从事土木工程研究。

还要做好现场保养，避免管道的气密性下降。在施工过程中，还要进行好的混凝土选材，确保其质量。

3 复杂地层中桩基施工及基坑支护方法分析

3.1 钻孔灌注桩施工技术

在钻孔灌注桩的施工过程中，首先要做好护筒的准备工作。在现场勘察和分析的基础上，考虑到复杂岩层的困难，施工人员首选的是钢板。并且，护筒的制造厚度要控制在6mm以内，护筒内的实际制造直径相对于钻孔桩的直径要略大于。在埋护管时，必须确保其竖直，并做好竖直放线工作。工程人员对护筒中心和桩身中心的位置进行严格的控制，做好护筒的深度，并将其牢固地埋入土层中，并适当地高出。

其次是造泥。在桩基工程中，如何使钻井液与复杂地层的土体充分结合，并确保钻井液配比对钻井液质量的科学要求，对钻井液质量有很大影响。在制造泥浆时，要以桩基础的施工需要为依据，进行配比的检测与比较，同时在操作时，可以对钻孔的内部进行试验，并在试验的基础上，对其进行适时的修正，从而达到合理的使用目的^[1]。

再次是钻探。在确定了井眼的位置后，工程部门要对井眼进行清理。在钻探过程中，特别要注意防止井壁塌陷的不利情况，并要对钻头的入速进行严格的控制。在施工过程中，井眼周围的水压力一直维持在一个恒定的状态。在进行正式钻井前，工程师首先要准备好相应的机械装备的准备，为以后的专项钻井打下良好的基础。

最后是钢架的制作和安装。在钢筋笼的制造过程中，工程师要严格按设计尺寸来制造，同时要有监督人员随时对其进行抽查。为确保钢筋笼的制造质量，必须对有关场地进行平整，确保钢筋骨架有一定的强度，对节点的布置应进行交替。钢筋笼制造完毕后，在运送至施工现场时，必须做好中间的抗变形。对于较长骨架的钢筋笼，应尽量采用内侧焊接三角支撑，以达到更好的加固效果。

3.2 换填法

对于复杂的土层，桩基础施工及基坑支护方式可选用换填法。这种方法的运用，要求工程界在对复杂土层进行多角度的分析后，才能对地基中的桩基进行现场处理。在施工过程中，必须先对基础桩周围的碎石进行清理，清理完毕后，再按一定的比例配以水泥砂浆进行回填。而对于基坑的支护，则宜采用“双排混凝土支护柱”。对于含水较多的复杂岩层，可采用深层搅拌桩。在深层搅拌桩的实际施工中，可以选择先对空洞进行处理，再放高压旋喷桩进行处理，并可以压密注浆进行适当的补充处理^[2]。

4 复杂地层中桩基及基坑支护施工技术的应用建议

4.1 做好施工前的准备工作

①设计好施工方案。为使后续工作能够更好地进行，

设计人员在进行深基坑支护施工前，要以施工实际特点、现场施工条件、基坑设计参数、工程规模等为依据，对施工组织方案进行设计，对支护结构形式进行科学的选择，制定施工计划，对每一个环节都做好合理的规划，对人员、资源进行有效的分配，以保证施工流程的合理性、工艺的可行性以及施工准备的充足性。

②做好施工平面布置。考虑到基坑开挖和支护所需的机械和材料数量庞大，因此，施工单位必须将人力和机械的作业空间、土方和建筑材料的运输线路、材料的堆放区等都进行合理的规划，并将各种设备和材料准备到位，在深基坑周围建立栅栏，将安全警告语摆放并悬挂出来，对各个工序的操作、技术、安全等人员进行合理的调配，并做好技术培训。

4.2 进行全面化施工管理

由于许多因素会影响到深基坑支护的施工质量，要使工程建设工作顺利进行，并能真正地实现所期望的稳定性，就必须做好如下工作：①强化对工人的管理，从工人的招募、操作行为、技术水平、安全意识等多个角度，制定相应的施工质量检验和监管标准，并以此对上下道的完成情况进行审核，对施工过程中的操作过程进行标准化，保证在现场按规定进行操作，从而降低违章操作的可能性。②要强化对原材料的管理，确保资金到位，不能为了控制费用而降低采购水平。同时，要对支撑结构的材料进行深入的研究，以满足支撑结构对材料的需求。对原材料进行分门别类地存放、存储，并安排质量检验人员对材料进行检查、管理。③加强对建设项目的全程监控，监控建设项目的每一个阶段，掌握建设项目的关键节点，从而达到对建设项目的全程监控，确保项目建设项目的总体建设质量。

5 复杂地层中桩基建设和基坑支护方法应用存在风险分析

5.1 建筑物危害

目前，很多复杂地层中的桩基础施工及基础支护作业面临着周边建筑可能受到破坏的问题。因为周边的建筑都是在之前就已经建造好的，在进行具体的桩基施工时，就会受到既有建筑桩基的影响，这就使得对复杂地层的处理变得更加困难，给工程团队的施工操作带来了一定的风险。例如，在A工程团队的实践中，因为周围已经有了超高层建筑，在桩基施工和基坑支护的过程中，必须对其进行严密的控制。然而，因为工作人员的操作错误，在基坑支护的过程中，周围的建筑物发生了倾斜、裂缝等不良现象，造成了很大的安全隐患。

5.2 人员伤亡

在复杂的地基上，桩基础的施工以及基础的支护都是非常困难的。加之作业方式的复杂，对人身安全构成了较大的隐患。例如，在进行冲孔时，有可能发生井壁崩塌，导致

人员死亡。另外，在打孔完毕后，还要做好打孔的防漏工作，以防止打孔完毕后，人落入其中，对造成伤害。在浇注混凝土时，要对工作人员进行适当的防护。而且在拆除管道时，不能在上面进行任何作业，以免上面施工对下面的人造成更大的伤害。在进行复杂地层的桩基和基坑的支护时，要做好现场的管理工作，重点工作人员不能在工地上随便乱走，以免造成安全事故。

5.3 塌孔

桩基施工及地基基础支护过程中，容易发生塌方等不利因素，给工程安全带来了很大的隐患。针对这个问题，在实践中，工程师们会优先选用泥浆护壁成孔，与此同时，工程师们还应该与设备操作、使用的具体情况相结合，在对地质条件进行全面分析的基础上，对孔洞内部的变化进行观测。在填筑过程中，对泥浆的密度、护筒的埋藏深度、钻垂直度和钻进速度等进行严格的控制，防止因机械设备造成的不良塌陷。在实际操作中，若发生塌孔，工程人员对孔内的渣土处理完毕后，再进行后期的补救处理。另外，在放置钢筋笼时，工友们要严格控制，以免对洞口周边造成不利的挤压效果。

6 复杂地层中基坑支护施工质量控制

6.1 保护措施

在做好这些准备工作后，还要对地下的状况进行检测，如果发现有隐藏的管道和电缆，要标注出来，以免因施工而导致损坏。若工程地点远离居住区，应结合工程地区的具体状况，做好安全措施，防止工程中出现事故。在已有的建筑物中，可以利用砂包等物品防止其沉陷，确保工程的顺利和安全。为了便于施工人员及周围的行人，应在施工现场布置警告标志及灯光设施。同时，要加强对深基坑的管理，确保其周围环境干净、开放，严禁在其周围设置大型机械和设备。在施工时，如果出现了一些特殊的天气，要特别关注基坑里面有无积水，按照实际情况，及时进行排水，以免影响到基坑里面的安全稳定。管理人员要严格执行安全生产，保证施工人员正确戴上安全帽，持续提高自己的安全防范意识^[3]。

6.2 开挖维护

首先，在建筑物深基坑支护施工的前期工作中，工作人员要对基坑的结构有一个总体的把握，对基坑的内部环境有更多的认识，以保证施工的安全性，并对基坑周围的环境进行有效把握。其次，要加强对基础的控制，建设单位要根据工程的实际情况，制定出基础的加固方案，根据夯击的能量进行设计，对基岩的整体、回填土的厚度进行合理控制。最后，在保证设计夯能恒定的情况下，可加大夯实个数。在与设计夯能不同的情况下，可适当增大或降低锤击能量，以保证加固深度达到设计要求。

在深基坑开挖工作结束后，还要做好如下工作：第一，按照施工进度，对深基坑进行详细的资料记录，并做好下一步的施工交接工作。第二，根据有关规定，对支护设施进行维护保养，并对其进行维护，对其进行定期的巡视，一旦有任何的安全隐患，都要及时进行整改，以防止出现事故。第三，按照施工工艺，观察好地面的沉陷。第四，根据施工现场的具体情况，及时掌握施工进度，并根据施工现场的具体情况，合理安排施工时间和施工工期，保证施工质量。

7 结语

当前，在工程项目的施工和建设中，存在着许多困难，其中包括复杂的地层问题。为避免对工程项目的质量和效率造成不利影响，必须对有关问题进行有效处理，从而确保工程的稳定。在复杂地层条件下进行桩基础施工时，必须做好基坑支撑工作，从而提高桩基础施工的牢固、稳定性。所以在复杂地层中，桩基及基坑支护施工方法要结合当地的实际情形，通过工程团队的综合分析，确保其实效性。

参考文献

- [1] 陈景云.关于厚淤泥地质下桩基设计、基坑支护设计及淤泥固化处理[J].中国建筑金属结构,2022(1):88-89.
- [2] 刘洪顺,刘启禄.复杂地层中桩基及基坑支护施工方法分析[J].江西建材,2021(6):174-175.
- [3] 刘志祥.复杂环境条件下深基坑施工技术及地下水处理事项探析[J].科技创新与应用,2020(34):155-156.

Research on the Application of Progress Management in Construction Engineering Management

Hongwu Guo

China Railway Construction Group No.1 Construction Co., Ltd., Beijing, 100070, China

Abstract

As is well known, China is a major infrastructure country, and its achievements in the field of construction have attracted worldwide attention. In order to further improve the level of construction project management in the current context of rapid economic and social development, it is necessary to conduct detailed exploration and analysis of various management modules in the construction project management process. The paper takes progress management in construction project management as the research theme, explores the content of progress management, analyzes the key points of progress management, summarizes the problems existing in the process of construction project progress management, and proposes corresponding optimization strategies. This plays a certain role in promoting the effectiveness of progress management and strengthening management quality in the next stage of construction projects, ensuring that construction projects are completed and delivered on time within the specified time, and improving the construction quality and economic benefits of the enterprise.

Keywords

construction engineering; progress management; application research

建筑工程管理中进度管理的应用研究

郭洪武

中铁建工集团第一建设公司，中国·北京 100070

摘要

众所周知，中国是一个基建大国，在建筑领域取得的成就更是举世瞩目。为在当前经济社会高速发展背景下进一步推进建筑管理水平的有效提升，必须针对建筑工程管理过程中的各项管理模块进行详细化探究与分析。论文以建筑工程管理中的进度管理为研究主题，探究进度管理的内容，分析进度管理的要点，总结建筑工程进度管理过程当中存在的问题并提出相应的优化对策。这为下一阶段建筑工程进度管理有效性提升以及管理质量的强化起到一定的推进作用，确保建筑工程项目在规定的时间内完成按时交付，提升企业的建设质量和经济效益。

关键词

建筑工程；进度管理；应用研究

1 引言

建筑工程管理作为建筑施工当中的重要组成部分，对建筑施工质量、建筑进度管控以及建筑安全管理有非常重要的影响，而进度管理作为建筑工程管理的重要环节，其主要目的是合理控制施工进度，保障施工期限内完成施工作业，促使建筑项目尽快地投入使用状态，从而获取更多的经济效益。但要注意的是，在进度管理过程中不能一味地追求建设的速度，要在保障工程质量的前提下，降低施工成本，提升施工效率，强化施工协调性^[1]。论文以建筑工程管理中的进度管理为对象，分析建筑进度管理控制的基本概念，介绍工程进度管理过程当中的要点及重要性，结合进度管理问题总

结以及问题优化，提升建设单位在建筑工程管理领域对进度管理的应用，明确进度管理内容，提升进度管理质量，为下一阶段建筑工程进度管理有效性的提升奠定坚实的基础。

2 建筑工程进度管理内容及重要性分析

工程进度管理是建筑工程管理体系中的重要环节，是指在建筑项目的施工管理过程中经过实施审批核准的工程进度计划，要求工作人员按照此进度计划安排施工任务，让每一个施工人员在限定的时间内完成施工作业，通过整合所有施工资源，提升施工效率，在保障质量的前提下，快速完成施工工作^[2]。

除此之外，进度管理工作还需在施工过程当中采取适当的方式进行定期跟踪，检查工程项目的实际进度，判断是否与预期的进度计划存在偏差，在保障施工质量及施工有效性的前提下，使用对应的方法调节施工内容和施工结构，从

【作者简介】郭洪武（1989—），男，中国河南临颍人，本科，工程师，从事建筑工程技术研究。

而优化施工效率，提升施工速度。在降低施工成本，减少资源消耗的情况下，对实际施工计划做出优化，缩小实际施工与预计进度计划之间的偏差和距离，提高建筑施工的效率和施工的质量。

通过开展建筑工程进度管理工作，能够有效控制施工工程的进度，促使建筑工程在合同规定的期限内完成建设作业，保障建筑工程的整体质量，提升建筑物项目的运营稳定性，使该项目工程快速投入实际使用过程中，为企业的经济发展做出重要的贡献。

3 建筑工程进度管理要点分析

要想提升建筑工程进度管理质量，保障建设效率，就必须了解建筑工程进度管理过程中的管理要点，通过分析建筑工程进度管理要点，加强管理工作人员对进度管理的认知，从而确保在下一阶段管理工作开展期间，进一步提升管理效能。

3.1 标准性

进度管理强调建筑工程项目在规定的时间内完成施工工作，从而满足甲方的建筑使用需求，提升其经济效益。由此可见，在建筑工程进度管理过程中，其主要核心之一是管理的标准性，通过标准化的进度管理，在保障施工质量的前提下，对施工进度进行有效控制，调节施工内容，优化施工结构，确保每一个施工人员都能够在施工过程中充分发挥自己的施工能力，促进施工人员工作协调配合，推动施工管理发展，让建筑项目在短时间内得以快速完成，提升施工的有效性。

3.2 安全性

在建筑工程进度管理过程中，不仅要以强调施工进度管理，提升施工效率为基准进行管理控制，还要注重进度管理过程当中安全，其中以建筑结构安全与施工人员人身安全为主分别进行有效控制，从而在不影响施工进度的前提下，提升施工效率。

通过把握建筑工程进度管理中的安全管理要点，减少安全事故发生的可能性，保障建筑工程的质量，避免因施工质量较差导致施工部分坍塌或开裂，致使工作人员重新进行浇筑和建设施工，影响施工进度。针对工作人员的人身安全管理，如果未做好相应的安全管控，很可能会因为工作人员安全措施未准备到位或安全防护装置未佩戴完善，导致人身伤亡事件产生，进而对施工企业的名声产生不好的影响，阻碍施工的正常进行。

4 建筑工程进度管理问题总结

虽然在建筑工程管理过程中开展进度管理工作，能够有效提升施工效率，保障施工进度，但是在实际进度管理过程中仍然存在许多问题。论文主要对这些问题进行解释并分析其产生的原因，从而为下一阶段建筑管理优化提供重要的参考。

4.1 管理层对进度管理重视程度不足

在大多数建筑工程管理过程中，领导层重视建筑工程的经济效益和建筑质量，对建筑工程管理当中的人员管理进度管理等内容比较忽视，认为进度管理只需要按照事先要求的工作内容和工作安排进行，管理作业就能够保障建筑工程在规定的时间内完成交付，进而将所有进度管理工作专门交由管理部门自行负责，不干涉管理部门的工作。这种方法虽然能够给予管理部门足够的管理权限，提升工作人员管理积极性，但是忽视进度管理不仅会导致进度管理质量下降，还会在后续阶段中导致进度管理失效，项目无法及时交付，进而影响企业的经济效益^[3-5]。

造成这种情况出现的主要原因是领导层对进度管理重视程度不足，关注度较少，对进度管理没有相应的认知，理解程度较为浅显，在建筑制度管理过程中无法分配足够的资源给管理部门进行进度管理，导致管理部门缺少管理资源，造成进度管理有效性下降，影响施工进度发展。

4.2 缺少高素质的进度管理工作人员

现阶段，从事建筑工程进度管理的工作人员均是年龄较大、经验较为丰富的工作人员，这部分工作人员是在长年累月中由基层员工逐渐升上来。作为管理层员工，由于缺少现代化进度管理的认知，且在平时管理过程中未对自身的管理素质、管理知识和管理技巧进行补充和完善，所使用的进度管理方法也无法匹配当前建筑工程进度管理的需求，致使进度管理与实际管理产生偏差，影响进度管理的质量和有效性。

造成这种情况出现的主要原因是企业不重视进度管理专业工作人才的引入以及进度管理工作人员的系统化教育培养，致使企业在建筑工程进度管理过程中所使用的管理人才均表现为管理素质较差、管理水平较低的状态，不利于后期建设工程进度管理工作的开展，甚至会降低进度管理的有效性，影响施工进度的脚步，最后造成建筑项目在水平较差的进度管理控制下出现各种管理失误，影响工程进度，导致交付期内无法完成按时交付。

4.3 缺少完善的建筑工程进度管理体系

建筑工程进度管理体系在一定程度上能够为实际进度管理工作的优化以及问题的解决提供重要的参考措施和意见，提升进度管理的质量和效果。

然而，在现阶段建筑工程进度管理过程中，工作人员并不重视建筑工程进度管理体系的构建和完善，所使用的管理制度仍较为落后，管理方法创新程度不足，不仅会影响工作人员工作之间的协调性和匹配度，还会因管理理念不匹配导致进度管理作用下降，不利于后期进度管理优化发展。

5 建筑工程进度管理优化对策

为进一步提升建筑工程管理中进度管理的应用有效性，论文结合上文所提出的各种制度管理问题找到相应的优化

对策，希望通过这些方法的应用，提升进度管理的质量和水平，保障建筑工程项目的按时交付。

5.1 加强管理层对建筑工程进度管理的重视程度

管理层工作人员对建筑工程制度管理的重视程度的高低，很大程度上会影响基层管理员工对进度管理的安排和管理工作的质量。只有加强领导层对建筑工程技术管理的关注度，才能够让该层领导做出合理的职业划分，分配足够的资源给管理部门进行管理，提升进度管理的质量和效果。

为此，基层管理部门工作人员需要分析进度、管理内容、制定管理计划，并以报告的形式提交给领导，让其明白明晰进度管理的意义和重要性，并基于管理报告划分足够的管理资源给基层管理部门，包括管理人员、管理方案和资金，确保在下一阶段工程管理过程中充分发挥制度管理的作用，提升进度管理的质量促使建设工程项目在规定的时间内完成交付，提升企业的经济效益。

5.2 构建高素质进度管理团队

工作人员的进度管理水平在很大程度上决定了建筑工程进度管理的质量和效果，只有高水平的管理工作人员才能解决进度管理过程当中出现的各种重要问题，提高进度管理的有效性。为此，企业应加强进度管理团队的创建以及高素质管理人才的引进。

企业可在招聘环节对前来应聘的进度管理人员进行综合性评析，从管理人员的工作经验、工作资历、工作水平、工作思维和工作技巧方面入手，筛出其中发展潜力较大，经验较为丰富且水平较高的工作人员，并构建系统化的管理培养机制让其接受训练和教育，确保在后期建筑工程进度管理中，该部分工作人员能够结合自身的管理思维，以管理方案的形式提升进度管理的质量，降低管理问题出现的可能性，确保在进度管理的影响下，建筑工程能够快速完成施工作业，从而投入到运营使用中，提升企业的经济效益。

5.3 构建完善的建筑工程进度管理体系

完善的建筑工程进度管理体系能够给进度管理工人

员一定的参考意见，充分解决管理过程中所遇到的各种突发问题，同时优化进度管理内容，提升管理效果。

为此，管理工作人员要参考其他部门其他企业的进度管理方法，汲取其中优秀的管理经验，并基于自身的管理思维和管理特点，创建并完善建筑工程进度管理体系，提升进度管理的有效性。

通过对BIM技术的有效运用，可以建立一个完整的工程模型，在每一个细节上体现出整个项目的施工任务，并对每一个细节进行个别的修改和整体的自动修正，从而使建筑设计更加科学和安全。管理者还可以将施工过程中的相关数据和参数输入到建模软件中，从而形成三维立体显示的建筑模型，并在模型中显示出建筑的具体空间和施工任务，便于管理者和工程人员进行交流，实现信息共享，加强工程进度管理，提高工程后期的施工效率。

6 结语

为了进一步提升建筑工程进度管理的水平，应在明确进度管理概念的前提下，找到进度管理的要点，总结建筑工程进度管理问题，并通过加强管理层对建筑工程进度管理重视程度，构建高速进度管理团队，完善建筑工程进度管理体系，从而为下阶段建筑工程进度管理优化发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1] 廖康.进度管理在建筑工程管理中的应用研究[J].IT经理世界, 2021,24(5):1.
- [2] 赖允钰,肖慧.进度管理在建筑工程管理中的应用分析[J].城市建设理论研究:电子版,2014(25):3945.
- [3] 狄广鹏.建筑工程管理中进度管理的应用研究[J].大众标准化, 2022(4):3.
- [4] 于清波,郭冕.建筑工程管理中进度管理的应用研究[J].地产, 2022(7):3.
- [5] 罗龙.建筑工程管理中进度管理的应用探讨[J].砖瓦世界, 2021(13):136.

Research on the Modernization and Fine Construction Path of Construction Engineering Management

Qiming Sun

Housing and Urban-rural Development Bureau of the 12th Division of Xinjiang Production and Construction Corps, Urumqi, Xinjiang, 830000, China

Abstract

The rapid development of social economy has promoted the process of urbanization, expanded the scale of the construction industry, and people constantly improve the requirements for the quality of buildings. In this context, the modernization and fine construction of construction engineering management has far-reaching practical significance, which is conducive to achieving the expected goals of construction projects, promote the benign development of construction enterprises, and promote the development of the construction market. This paper focuses on the modernization and fine construction path of construction engineering management, in order to promote the sustainable development of construction engineering.

Keywords

construction project management; modernization; refinement; construction path

建筑工程管理的现代化和精细化建设路径研究

孙琦明

新疆生产建设兵团第十二师住房和城乡建设局, 中国·新疆 乌鲁木齐 830000

摘要

社会经济快速发展推动了城市化进程，扩大了建筑业的规模，人们不断提高对建筑质量的要求。在此背景下，建筑工程管理的现代化和精细化建设具有深远的现实意义，有助于实现建筑项目预期目标，促进建筑施工企业的良性发展，推动建筑市场的发展。论文重点探讨了建筑工程管理的现代化和精细化建设路径，以期促进建筑工程的可持续发展。

关键词

建筑工程管理；现代化；精细化；建设路径

1 引言

进入 21 世纪后，市场经济快速发展，推动了国民经济的发展，改善了人们的生活质量水平，提高人们对物质的满意度，使人们更愿意享受文化精神活动，相应地提高对服务质量与产品质量的要求，尤其是提高对建筑工程建设质量的需要。当前，建筑业是中国经济发展的关键产业链与支撑点，在中国经济发展方面做出较大的贡献。因此，为了推动建筑业的可持续发展，管理人员应结合实际情况创新，加大力度引进现代化和精细化管理理念，提高自身竞争能力，为自身可持续发展起到促进作用。

2 建筑工程建设的影响因素

2.1 人为因素

之所以没有贯彻落实建筑工程管理，很大程度上与人

为因素有关。总的来说，建筑工程施工期间涉及的参与方较多，各参建单位的综合能力参差不齐，其思维、工艺、文化水平方面的差异较大，很大程度上影响了工程管理与工程建设。其中，工程建设很大程度上受到施工单位的影响，若施工人员综合素质不高、缺乏责任心、职业道德受限，施工期间可能出现违规操作的问题，对建筑工程施工质量造成较大的影响^[1]。

2.2 材料因素

建筑工程建设期间材料是比较基础的一部分内容，其很大程度上影响了工程质量，这也是管理人员开展工程管理的关键点。建筑工程施工期间使用到的施工材料较多，工程质量很大程度上受到材料质量的影响，不利于提高建筑工程管理精细化与现代化水平，需要管理人员在工作中提高对测试材料性能的重视，确保其性能与工程施工的需求相符。

2.3 设备因素

建筑工程管理精细化与现代化水平可以凸显在施工设备方面。通常情况下，建筑工程施工期间使用越先进的设备，

【作者简介】孙琦明（1986—），男，中国四川金堂人，本科，工程师，从事建设工程管理研究。

工程质量就越好，相应地也提高工程管理精细化与现代化水平。与此同时，若建筑工程施工与管理期间使用了老旧的设备，除了建筑工程方面存在质量方面的缺陷，还会威胁参建人员的生命安全，很有可能给企业造成不良的后果。

2.4 施工方法

建筑工程施工期间使用到的方法与技术比较复杂，必须提出科学合理的施工方法，才能提高建筑工程施工的高效性与可行性^[2]。这就要求工作人员从施工路线、施工方案与施工工序方面着手，提高工程设计的精细化与现代化水平，对工程施工的流程进行控制，确保可以贯彻落实各技术要点。管理人员应在建筑工程管理期间把控施工图纸质量，让工程管理现代化与精细化水平更为突出，促进建筑工程施工更具可行性与科学性，必须对这方面的工作进行贯彻落实。

3 建筑工程管理的现代化和精细化建设的意义

3.1 实现建筑项目预期目标

新时期背景下，建设建筑施工项目管理时不断提高了施工技术，提高了施工机械应用的现代化水平。为了对现代化超前的施工思想进行全面反映，有必要立足建筑业实际发展的需要，确保与建筑业的发展需求相符，让施工管理工作逐步变得现代化与精细化。建筑业的施工范围较大，包含的项目类型较多，施工要求差别较大，增加了施工现场工作的难度。因此，管理人员立足实际情况，对现场施工管控精细化方面的要求进行落实，便于实现预期的施工目标。通过科学地界定涉及的建设岗位情况与工作任务范围，全面开展现代化与精细化施工管理工作，提升施工企业的可持续化水平，为实现预期的施工目标起到促进作用。

3.2 促进建筑施工企业的良性发展

建筑施工企业发展过程中的第一要务是提高生产力的关键，因此为了提高企业的生产力，很有必要发挥企业科学管理的作用^[3]。建筑工程开展期间，无论经营与生产，都是互相促进与互相制约的关系，经营期间很有必要有机整合材料、资金与人力资源等方面的生产要素，对各方面的管理系统进行统筹兼顾，与精细化和现代化管理理念相符。建筑工程管理期间，若管理不善，很可能降低产能，对项目效益产生影响，还可能出现项目投资失败的问题。建筑工程管理期间应用精准化与现代化管理工作，有利于促进企业提高自身生产力，实施期间有利于建筑项目取得良好的经济效益，对企业的发展起到促进作用。

3.3 推动建筑市场的发展

市场的发展动态性较强，建筑施工企业必须以市场发展的规范为基础，全面发挥其潜能，立足激烈的市场竞争。建筑工程管理工作开展期间，可通过应用精细化与现代化的管理方法给企业提供更多发展的空间，提高经营效率^[4]。不少企业通过应用现代化与精细化管理取得一定的效果，但实施期间还需要进一步改进。比如，业主与施工单位签订施工

合同时，成本、质量与安全管理都需要基于市场的角度，将工程需求与管理内容结合，在实施中延伸管理内涵，为实现精细化与现代化管理目标起到促进作用。

4 建筑工程管理的现代化和精细化建设路径

4.1 加大力度建设现代化和精细化工程管理体系

为了保证建筑工程管理效果，管理人员很有必要贯彻落实工程管理体系，在工程建设各项工作渗透工程管理，让企业立足工程管理的需要健全相关体系，提升管理有效性的同时，对工程管理的范围进行延展，如安全、成本、质量等。让管理人员得到更多权限，在提高管理质量方面效果更好。与此同时，企业应加大力度吸纳更多人才，发挥其丰富管理经验的作用，促进建筑工程逐步朝着现代化与精细化管理方向发展。工作人员应加大力度信息技术，保证建筑工程管理的现代化质量^[5]。例如，可应用 BIM 技术对信息化工程管理平台进行构建，健全现代网络体系，及时对工程管理方面的信息数据进行传递，保证工程管理的效率，促进工程建设质量明显提高。

4.2 明确建筑工程管理责任

管理人员是贯彻落实建筑工程现代化和精细化管理的主要主体，必须加大力度建设责任制度，全面发挥管理人员的价值，督促其认真且负责地对建筑工程项目管理的要点进行贯彻落实，提高建筑工程管理的有序性与有效性。

建筑企业应对建筑工程管理的需求进行全面分析，以此为基础对现代化与精细化管理标准进行明确，立足企业相关规章制度，针对管理人员建设完善的奖惩制度，激发其使命感与责任感，督促其自觉履行相关职责。对于部分在工作中业绩突出的管理人员，应给予其奖励，调动其参与各项管理工作的积极性^[6]。同时，还要针对建筑工程管理健全投诉制度，调动基层员工投诉消极怠工管理人员的积极性，定期更换不合格的人员，打造优质的管理队伍。此外，建筑企业应以管理需求为基础，健全业绩考核制度，定期对管理人员的业绩进行考核，将管理人员的薪酬待遇和考核成绩结合，对落实现代化与精细化管理起到促进作用。

4.3 加大材料管理力度

建筑工程施工期间工程质量及其安全很大程度上受到施工材料性能、规格与质量的影响。因此，建筑企业很有必要精细化地管理施工材料，保证施工材料与工程的要求相符，为提高建筑工程质量起到促进作用。材料管理工作开展期间可从几个方面着手：第一，采购。施工单位采购时，管理人员应对材料市场信息、供应商资质进行了解，确保选择资质较高的供货商，提高施工材料质量。施工单位应对比多家供应商，选择较高性价比的材料，对材料成本进行控制。第二，储存。保管材料时，管理人员应以材料特征为基础，通过科学合理的保管措施对库房通风的湿度、时间与光照强度等进行控制，有效规避外界因素对施工材料造成的影响。

管理人员应以建筑工程具体情况为基础，对材料采购节奏进行合理控制，避免出现材料堆积的问题^[7]。第三，应用。材料管理人员进入施工场地前要检验材料的质量，将其放在合适的区域；对天气变化情况进行了解，避免材料被风吹日晒；定期对各施工环节的材料用量进行统计，发放材料时以定额为基础，降低材料浪费的问题。

除上述几点之外，管理人员应提高对材料出入库登记工作的重视，严格按照相关制度将采购发票、材料清单资料保存，加大报表管理力度，为提高企业财务管理提供数据方面的支撑。

4.4 加大施工安全管理力度

企业安全生产工作开展期间第一责任人为企业法人，必须提高对其进行建筑工程施工安全管理工作的重视，立足项目具体情况，自觉承担安全管理方面的重任，对各工作人员按照要求穿戴安全防护用品进行督促，确保工作人员可以严格按照施工规范施工。同时，以安全管理制度为基础，在工程建设各环节贯彻落实安全监督责任，促进工程管理现代化与精细化水平不断提高。

例如，从个人、企业与项目经理等多个角度着手，打造多层次、全方位的安全管理体系，给各级管理人员贯彻落实安全管理责任，有效降低安全事故发生率^[8]。加大对施工人员进行安全管理，通过多种宣传教育渠道促进施工人员不断自身对施工安全的认识，加大技术交底力度，让施工人员对设计意图进行明确，有序且严谨地开展施工工作，让工程施工安全水平不断提高。此外，加大对安全施工与工地文明施工的宣教与设计力度，在物质环境建设中贯彻落实安全管理责任。例如，将施工现场和生活区分开，给施工人员提供生活方面的便利，且按照要求设置醒目的安全标语，给施工人员时刻注意安全问题。

4.5 加大建筑工程技术管理力度

管理人员应制定科学合理的技术管理制度，在施工工作中贯彻落实。可在各部门、各层级构建技术方面的考察组织，不定期对人员与部门的工作情况进行考察，及时督促相关责任人整改不达标的情况。

例如，企业构建的建筑工程复核体系有标高、轴线定位、横板尺寸等，需要管理人员严格按照设计文件与技术标准开展复核工作，这是确保建筑工程管理效果的关键。此外，加大工程施工设备管理力度。建筑企业可选择信誉度较高设备供应商，确保设备质量的同时降低成本^[9]。为了将工期缩短，保证工程施工质量，降低总施工成本，管理人员要把关施工方案，探索现代化的施工方法，加大力度使用新设备与新技术，有效降低返工浪费的问题。施工期间管理人员可根据实际施工内容及施工现场条件，调整现场布局，优化施工组织

方案，促进建筑工程施工高效、有序。

4.6 加强施工现场管理

建筑企业要成立专门的管理部门负责现场管理工作，安排综合素质较高的管理人员打造现场管理队伍。同时，将管理的责任落实到具体的管理人员身上，明确划分现场管理工作的职能范围与事务，让管理人员的责权意识不断提高。管理人员应在此基础上对乡村管理工作进行有序的开展，如人员管理、物料管理、风险管理等^[10]。为了保证现场管理工作的效率，管理人员应发挥现代化管理技术的作用，在施工现场引入现代化和精细化的管理技术。例如，利用信息技术构建远程监测系统，便于管理人员实时管理与监测现场环境，避免施工过程中出现较大的安全隐患，为工程顺利施工起到促进作用。

5 结语

综上所述，中国建筑工程管理工作的开展受到人为因素、材料因素、设备因素、施工方法等因素影响。为了提高建筑工程管理的现代化和精细化建设效率，管理人员应加大力度建设现代化和精细化工程管理体系，明确建筑工程管理责任，加大材料管理力度，加大施工安全管理力度，加大建筑工程技术管理力度，加强施工现场管理，从多个方面提高建筑工程管理质量，为建筑行业的良性发展起到促进作用。

参考文献

- [1] 阙渝滨.关于建筑工程管理的现代化和精细化的思考[J].中国建筑金属结构,2022(11):85-87.
- [2] 张文娟.建筑工程管理的现代化和精细化研究[J].冶金管理,2022(18):18-23.
- [3] 李建威.建筑工程管理的现代化和精细化建设路径研究[J].建设监理,2022(5):14-15+41.
- [4] 李其锋.建筑工程管理的现代化和精细化建设路径分析[J].现代物业(中旬刊),2020(5):98-99.
- [5] 刘明飞.建筑工程管理的现代化和精细化研究[J].大众标准化,2020(10):41-42.
- [6] 董润涛.建筑工程管理的现代化和精细化研究[J].现代物业(中旬刊),2020(3):94-95.
- [7] 李燕.浅析建筑工程管理的现代化和精细化[J].农村经济与科技,2019,30(24):39-40.
- [8] 张永胜,张琪.建筑工程管理的现代化和精细化研究[J].科技创新与应用,2019(27):189-190.
- [9] 孙志刚.建筑工程管理的现代化和精细化探讨[J].居舍,2019(14):130.
- [10] 黄超.建筑工程管理的现代化和精细化研究[J].内江科技,2019,40(4):10+82.

Design and Calculation of Cast-in-place Box Girder Door Hole Bracket Across the Intersection

Jiajia Zhang

Shanghai Urban Construction Municipal Engineering (Group) Co., Ltd., Shanghai, 200000, China

Abstract

In the construction of urban elevated bridge, it is often used to cross the intersection by cast-in-place box girder. According to the needs of traffic organization, it is the focus of the intersection to ensure the safety of existing roads in the construction. In this paper, the design and calculation of the cast-in-place box girder door hole bracket across the intersection are carried out to provide reference for similar construction situations.

Keywords

elevated bridge; cast-in-place box girder; door hole bracket

跨路口现浇箱梁门洞支架设计及计算

张佳佳

上海城建市政工程（集团）有限公司，中国·上海 200000

摘要

城市高架桥梁的施工中经常会以现浇箱梁方式跨越通过路口的情况。根据交通组织需要，部分路口保障既有道路行车安全畅行是施工中关注的重点。论文通过工程实例，进行跨路口现浇箱梁门洞支架的设计及计算，为类似施工情况提供参考。

关键词

高架桥梁；现浇箱梁；门洞支架

1 引言

随着中国城市基础建设的快速发展，混凝土预应力现浇箱梁由于其施工的便捷性、结构的整体性、施工过程中的安全性、使用的耐久性，相较于挂篮悬浇箱梁施工速度快的优势，在城市基建项目中得到了广泛的应用。但在实际施工过程中，会遭遇横跨既有道路必须进行保通的情况。为保证既有的交通畅通，减少对居民的出入影响，通常以搭设门洞+满堂支架的形式来降低新建桥梁工程对原有公路交通的影响。

2 工程概况

杭州某大道工程第 7 联现浇箱梁上部为现浇预应力简支箱梁由一个单箱多室的箱梁组成，边、中腹板均为直腹板，两翼悬臂长 3.5m。箱梁横向为等高度截面，桥面横坡由顶底板弯折调整。箱梁根部断面梁高 3.8m（高跨比 1/15.8），跨中和边跨现浇梁段梁高 2.0m（高跨比 1/30），箱梁梁高及底板尺寸均以 2 次抛物线变化^[1]。

【作者简介】张佳佳（1990-），男，中国江苏溧阳人，本科，工程师，从事土木工程研究。

①顶板厚度：中横梁两侧各 4m 范围内由 60cm 按直线变化至 30cm；端横梁内侧 4m 范围内由 60cm 按直线变化至 30cm，其他范围均为 30cm。

②底板厚度：中横梁两侧各 4m 范围内由 110cm 按直线变化至 52.7cm，在 23.5m 范围由 52.7cm 按照 2 次抛物线变化至 30cm；端横梁内侧 4m 范围内由 60cm 按直线变化至 30cm，其他范围为 30cm。

③腹板厚度：中横梁两侧各 4m 范围内由 100cm 直线变为 80cm。9m 长腹板厚度为 80cm，4m 长腹板厚度由 80cm 直线变为 50cm；端横梁内侧 4m 范围内厚度由 80cm 直线变为 50cm，其他范围厚度为 50cm。

3 门洞支架设计

结合现场情况、该联现浇箱梁路口交通繁忙，车流量及人流量较多，无法进行封闭，必须进行保通^[2]。拟采取梁—柱—贝雷式门洞支架方案进行施工。根据保通要求，单侧门洞机动车道 7m，非机动车道 2.5m，机非分隔带用机非分隔护栏分开，所有门洞限高 4.5m。

门洞基础结构形式为钢筋混凝土条形基础，条形基础宽度为 0.9m，基础高度为 0.7m。条形基础混凝土等级为

C30，主筋采用 $\phi 16$ 钢筋，间距 30cm，箍筋采用 $\phi 12$ 钢筋，间距 20cm。为保证基础与钢管柱的有效连接，在基础施工过程中预埋钢筋。基础完成施工后，两侧用黑黄油漆涂刷。

门洞钢管柱采用壁厚为 8mm 的 $\phi 609$ 钢管，间距 3m，钢管立柱间用 10# 钢槽进行对角连接作为剪刀支撑，钢管立柱底端焊接 20mm 厚的钢板，四角采用膨胀螺栓固定。为加强钢管立柱的稳定，在钢管立柱端部设三角板作为加劲板。

钢管柱上横向分配梁采用双拼 I50a 工字钢，横向分配梁上沿门洞方向设置三排单层或双排单层“321”型贝雷作为盘扣支架的受力梁，现浇箱梁门洞贝雷梁顶设置 16# 工字钢分配梁，并且在工字钢顶满铺模板，防止东西坠落。

4 支架受力计算

计算书以箱梁最大断面处进行荷载分析，箱梁高度为 2.223m，断面尺寸如图 1、图 2 所示。

4.1 16# 工字钢计算

根据荷载分区原则，恒载分项系数取 1.2，混凝土自重 $q_1=26\text{ kN/m}^3$ ，模板及支架自重取 $q_2=1\text{ kN/m}^2$ 。

活载分项系数取 1.4，施工人员及设备活载 2.5 kN/m^2 ，泵送、倾倒混凝土活载 2 kN/m^2 ，活载 $q_3=4.5\text{ kN/m}^2$ 。

$$\begin{aligned} \text{QA 区 } &= (q_{\text{恒}}) \times 1.2 + (q_{\text{活}}) \times 1.4 = \\ &(1.225 \times 26/3.5+1) \times 1.2 + 4.5 \times 1.4 = 18.42\text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

立杆布置为：1.2m × 1.2m

单根立杆受力为： $N=1.2 \times 1.2 \times 18.42=26.52\text{ kN}$

$$\begin{aligned} \text{QB 区 } &= (q_{\text{恒}}) \times 1.2 + (q_{\text{活}}) \times 1.4 = \\ &(2.4 \times 26/1.4+1) \times 1.2 + 4.5 \times 1.4 = 60.99\text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

立杆布置为：0.6m × 1.2m

单根立杆受力为： $N=0.6 \times 1.2 \times 60.99=43.91\text{ kN}$

$$\begin{aligned} \text{QC 区 } &= (q_{\text{恒}}) \times 1.2 + (q_{\text{活}}) \times 1.4 = \\ &(2.61 \times 26/3.85+1) \times 1.2 + 4.5 \times 1.4 = 28.65\text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

立杆布置为：1.2m × 1.2m

单根立杆受力为： $N=1.2 \times 1.2 \times 28.65=41.26\text{ kN}$

$$\begin{aligned} \text{QD 区 } &= (q_{\text{恒}}) \times 1.2 + (q_{\text{活}}) \times 1.4 = \\ &(3.01 \times 26/2+1) \times 1.2 + 4.5 \times 1.4 = 54.46\text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

立杆布置为：0.6m × 1.2m

单根立杆受力为： $N=0.6 \times 1.2 \times 54.46=39.21\text{ kN}$

$$\begin{aligned} \text{QE 区 } &= (q_{\text{恒}}) \times 1.2 + (q_{\text{活}}) \times 1.4 = \\ &(2.7 \times 26/4+1) \times 1.2 + 4.5 \times 1.4 = 28.56\text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

立杆布置为：1.2m × 1.2m

单根立杆受力为： $N=1.2 \times 1.2 \times 28.56=41.13\text{ kN}$

以最不利工况下对工字钢进行受力验算：最大荷载为 60.99 kN/m^2 ，最大跨径为 1.1m。

4.1.1 最大弯矩、剪力计算

$$M_{\max} = 0.1ql^2 = 0.1 \times 60.99 \times 1.1 \times 1.1 = 7.38\text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$Q_{\max} = 0.6 \times q \times l = 0.6 \times 60.99 \times 1.1 = 40.25\text{ kN}$$

4.1.2 抗弯强度验算

$$\text{抗弯截面模量： } W = 141000\text{ mm}^3$$

$$\sigma = M/W = 7.38 \times 10^6 / 141000 = 52.34\text{ MPa} < 205\text{ MPa}$$

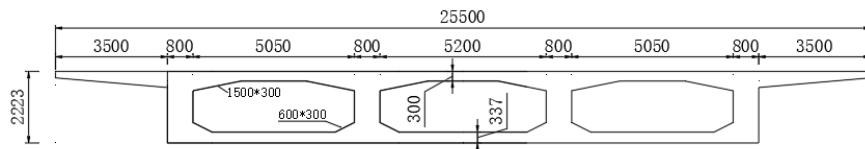


图 1 箱梁最危险截面

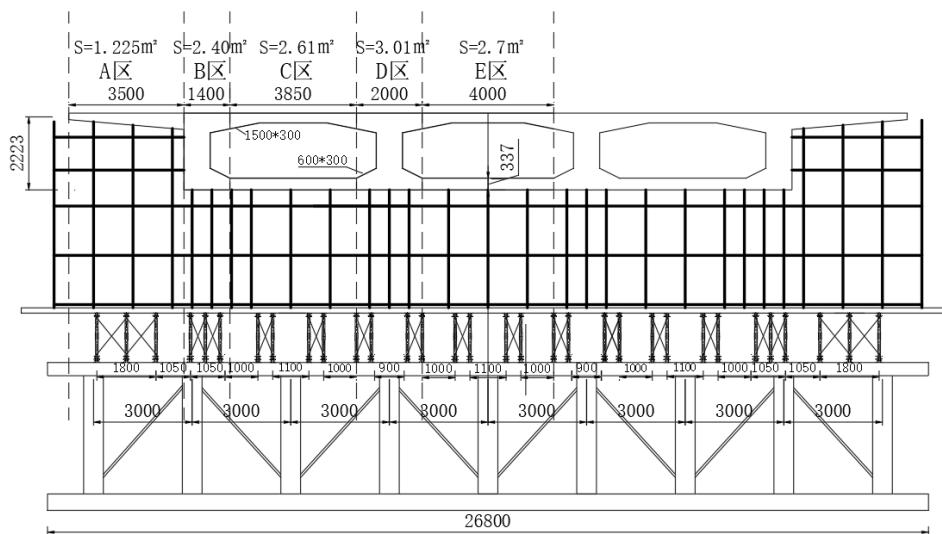


图 2 计算断面荷载分区图

满足强度要求。

4.1.3 抗剪强度验算

$$\tau = Q_{Sx\max}/I_{xd}$$

查型钢表可知, 16#工字钢钢 $I_x/S_x=139\text{mm}$ 。

$$\tau = 40.25 \times 1000/139/6 = 48.26\text{MPa} < 125\text{MPa}$$

4.1.4 挠度验算

$$Y_{\max} = 0.677ql^4/100EI$$

$$= 0.677 \times 60.99 \times 1250^4 / (100 \times 2.06 \times 10^5 \times 1130 \times 10^9)$$

$$= 0.433\text{mm} < L/400 = 3.5\text{mm}$$

4.2 贝雷片计算

各区域贝雷梁长度方向受力情况如表1、表2所示:

表1 各区域贝雷梁长度方向

部位	贝雷形式	贝雷组数	分区混凝土面积	分区宽度	每组长度方向所受荷载
A 区	三排单层	1	1.225m ³	3.5m	64.47kN/m
B 区	三排单层	1	2.4m ³	1.4m	85.38kN/m
C 区	双排单层	2	2.61m ³	3.85m	55.15kN/m
D 区	双排单层	2	3.01m ³	2m	54.45kN/m
E 区	双排单层	2	2.7m ³	4m	57.12kN/m

表2 各区域贝雷梁受力情况

贝雷形式	最大弯矩 (kN·m)	允许弯矩 (kN·m)	最大剪力 (kN)	允许剪力 (kN)
三排单层	1187.33	2246.4	577.7	698.9
双排单层	766.33	1576.4	372.86	490.5

$$qA \text{区} = 1.2 \times (q_1 + q_2)b + 1.4 \times q_3b = 1.2 \times (26 \times 1.225 + 1 \times 3.5) + 1.4 \times 4.5 \times 3.5 = 64.47\text{kN/m}$$

$$qB \text{区} = 1.2 \times (q_1 + q_2)b + 1.4 \times q_3b = 1.2 \times (26 \times 2.4 + 1 \times 1.4) + 1.4 \times 4.5 \times 1.4 = 85.38\text{kN/m}$$

$$qC \text{区} = 1.2 \times (q_1 + q_2)b + 1.4 \times q_3b = 1.2 \times (26 \times 2.61 + 1 \times 3.85) + 1.4 \times 4.5 \times 3.85 = 110.307\text{kN/m}$$

$$qD \text{区} = 1.2 \times (q_1 + q_2)b + 1.4 \times q_3b = 1.2 \times (26 \times 3.01 + 1 \times 2) + 1.4 \times 4.5 \times 2 = 108.91\text{kN/m}$$

$$qE \text{区} = 1.2 \times (q_1 + q_2)b + 1.4 \times q_3b = 1.2 \times (26 \times 2.7 + 1 \times 4) + 1.4 \times 4.5 \times 4 = 114.24\text{kN/m}$$

由表1分析可知, 当贝雷片为三排单层时每组贝雷所受荷载最大为 88.5N/m。

双排单层时每组贝雷所受荷载最大为 57.12N/m。

弯矩、剪力计算: 对三排单层贝雷片进行验算, 利用结构力学求解器对模型进行受力分析计算, 得最大剪力为 567.54kN, 最大弯矩为 905.26kN·m。

由表2可知, 三排单层:

$$Y_{\max} = 0.677ql^4/100EI$$

$$= 0.677 \times 88.5 \times 10500^4 / (100 \times 2.06 \times 10^5 \times 5.01 \times 10^9)$$

$$= 7.06\text{mm} < L/400 = 26.25\text{mm} \text{ (符合要求)}$$

双排单层:

$$Y_{\max} = 0.677ql^4/100EI$$

$$= 0.677 \times 57.12 \times 10500^4 / (100 \times 2.06 \times 10^5 \times 5.01 \times 10^9)$$

$$= 4.55\text{mm} < L/400 = 26.25\text{mm} \text{ (符合要求)}$$

4.3 双拼 50a 工字钢计算

4.3.1 荷载分析

对双拼 50a 工字钢上部每个区域贝雷片进行分析, 求出作用于工字钢的支反力, 通过结构力学求解器计算得出弯矩最大值为 414.261kN·m, 剪力最大值为 1134.37kN。

4.3.2 抗弯强度验算

抗弯截面模量:

$$W = 2 \times 1.86 \times 10^{-3}\text{m}^3$$

$$\sigma = M/W = (414.261 \times 103/2 \times 1.86 \times 10^{-3}) \times 10^{-6} = 111.36\text{MPa}$$

钢材抗弯设计强度:

$$f_{jm} = 215\text{MPa}$$

$\sigma < f_{jm}$, 满足强度要求。

4.3.3 抗剪强度验算

查型钢表:

$$50a \text{工字钢: } I_x = 46470\text{cm}^4, S_x = 1084.1\text{cm}^3, d = 12\text{mm}$$

$$\tau = Q_{Sx\max}/I_{xd} = 1134.37 \times 1000 \times 1084.1 \times 1000 /$$

$$(46470 \times 1000 \times 120 \times 2) = 110.26\text{MPa} < f_v = 125\text{MPa}$$

4.4 φ 609

钢管立杆计算: 单根钢管长度取 4m, 钢管受力简图根据工钢支点支反力进行分析, 根据结构力学求解器得单根钢管最大受力为 $F = 1530.97\text{kN}$ 。

长细比 $\lambda = L/i = 4000/211.07 = 18.95$, 根据《钢结构设计规范》GB50017—2017, 查附录 G, 按 b 类构件(焊接钢管): 轴心受压构件的稳定系数, 得 $\psi = 0.963$ 。

则 $\sigma = N/(\psi \cdot A) = (1530.97 \times 1000) / (0.963 \times 18818) = 84.48\text{MPa} < [\sigma] = 205\text{MPa}$ (符合要求)。

4.5 地基承载力计算

单侧基础受力根据上部钢管支反力可知 $F = 11127.73\text{kN}$ 。

单侧条形基础长 26.8m, 宽 0.9m, 基础混凝土自重 $Q = 0.9 \times 26.8 \times 26 = 627.12\text{kN}$ 。

单侧基础受力 $N = 11127.73 + 627.12 = 11754.85\text{kN}$ 。

混凝土基础扩散到基础顶面有效受力面积为 $26.8 \times 2 = 53.6\text{m}^2$ 。

则基础下路面所受压力 $f_a = 11754.85 / 53.6 \times 0.9 = 243.68\text{kN/m}^2$ 。

5 结语

本工程实例的跨线桥施工采用钢管柱支架工字钢的支架形式, 门洞支架的设计得当, 力学计算普遍, 施工简单, 且安全可靠, 成效明显, 对类似工程的施工有借鉴意义^[3]。

参考文献

- [1] 周水兴, 何兆益, 邹毅松.路桥施工计算手册[M].北京:人民交通出版社, 2001.
- [2] JTGT F50—2011 公路桥涵施工技术规范[S].
- [3] 江正荣, 朱国梁.简明施工手册[M].4版.北京:中国建筑工业出版社, 2016.