Open Journal of Transportation Technologies 交通技术, 2020, 9(3), 264-270
Published Online May 2020 in Hans. http://www.hanspub.org/journal/ojtt
https://doi.org/10.12677/ojtt.2020.93032

Management Technology of Risk Control and Hidden Hazard Investigation and Treatment in the Traffic Engineering and Its Application

Ligai Yang[1], Haiyan Wang[2]

[1]China's Communications Press Co., Ltd., Beijing
[2]Academy of Sciences, Ministry of Transport, Beijing
Email: ylg503@126.com

Received: May 8th, 2020; accepted: May 22nd, 2020; published: May 29th, 2020

Abstract

As the traffic construction engineering is the foundation of the comprehensive transportation, it is of great significance to the development of the country. In recent years, traffic construction projects (e.g. highways and waterways) have rapidly extended to the central and western regions, with tunnel groups, high-pier and long-span bridges, and other complex projects significantly increasing. In terms of safety production, the prominent problem is being "unclear, unexpected, and unmanageable", which is also urgent to solve in the traffic construction engineering. In this paper, we integrated some domestic traffic safety supervision policies and regulations, explored the solutions to the integrated management of risk control and hidden hazard investigation, and made an elaborate explanation based on the tunnel engineering cases.

Keywords

Traffic Engineering, Safety Regulation, Risk Control, Hidden Hazard Investigation

交通建设工程风险管控与隐患排查治理管理技术及其应用

杨丽改[1]，王海燕[2]

[1]人民交通出版社股份有限公司，北京
[2]交通运输部科学研究院，北京
Email: ylg503@126.com

文章引用: 杨丽改, 王海燕. 交通建设工程风险管控与隐患排查治理管理技术及其应用[J]. 交通技术, 2020, 9(3): 264-270. DOI: 10.12677/ojtt.2020.93032

收稿日期：2020年5月8日；录用日期：2020年5月22日；发布日期：2020年5月29日

摘　要

交通建设工程是综合交通运输发展的基础，对国家的发展意义重大。近年来，交通建设项目(如公路水路)向中西部地区迅速推进，隧道群和高墩大跨桥梁等复杂工程显著增多。在安全生产上，“认不清、想不到、管不到”的问题非常突出，成为交通建设工程等领域迫切需要解决的难题。本文整理了部分国内交通安全监管政策法规，探索了风险管控与隐患排查一体化的解决策略，并结合隧道工程案例进行了详细阐述。

关键词

交通工程，安全监管，风险控制，隐患排查

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

交通运输业是国民经济的基础性和先导性产业，对国家或区域发展具有举足轻重的作用[1]。截至2018 年，我国的公路总里程已达 484.7 万公里，公路密度 111.8 公里/百平方公里。交通建设工程是综合交通运输发展的决定性因素。近年来，我国交通运输基础设施建设突飞猛进，公路水运等项目向中西部地区深入推进，山区公路的隧道群和高墩桥梁等交叉工程显著增多，工程施工难度加大，施工安全风险增高[2] [3]。安全生产是不可逾越的红线和底线，是交通强国建设的重要内容。虽然我国已经在工程建设安全管控上取得了较好成绩，但是如何彻底解决当前安全生产领域“认不清、想不到、管不到”的问题仍是一个挑战。

构建科学的生产管理与风险防控机制是一个有效的途径。但行业管理部门不同，相应的管理体制和机制也有所不同。因此，针对交通建设工程，研究相关法律法规及行业标准和分析安全事故的规律与特性，是解决问题的重要手段。本文梳理了我国交通建设工程相关法规及标准，围绕交通建设工程体系中的突出问题，提出了风险分级管控与隐患排查治理一体化管理办法，并结合具体工程案例进行了阐述，以期能为工程建设从业人员与行业监管工作者提供技术保障与决策支持，为创新交通行业安全监管机制提供参考。

2. 交通建设工程安全政策与双控战略

为强化安全管理，规范从业行为，落实安全责任，交通行业相继推出了一系列法律法规及标准。政策是从源头上解决安全生产问题的有效手段。但是，交通类项目(尤其公路水运)建设工程起步较晚，行业政策还未进行顶层设计，适用于行业的安全风险基础研究还比较薄弱，距离标准化体系建设还有一定的距离。近年来，我国为规范安全生产风险辨识、评估与管控工作，防止和遏制安全生产事故制定了相关政策规定，可以分成以下 3 个方面。

2.1. 管理政策方面

我国在交通建设工程方面具有一些相应的安全管理政策。2010 年，交通运输部决定开展公路水运工程“平安工地”建设活动，并依法重点对高速公路和大型水运工程项目进行考核评价[4] [5]。同年，交通建设行业死亡率远低于全国建筑业平均水平，有效预防了生产安全事故的发生。此后，平安工地成为交通行业施工安全生产工作的重要载体。随着新《安全生产法》等法律法规政策的陆续出台，对建设工程施工安全提出了新的要求，也对平安工地赋予了新的内涵。2018 年交通运输部印发《公路水运工程平安工地建设管理办法》，同时修订原《考核标准》[6]。新办法突出体现：(1) 进一步强化了平安工地实施的主体责任，(2) 突出了《考核标准》的指导性，(3) 推行平安工地建设管理的信息化。总结了既有的经验与存在的不足，加强了平安工地建设管理的实效性和规范性。

2.2. 施工安全方面

在施工安全方面，我国相继出台了一系列办法与指南，建立了安全生产体系。2011 年，交通运输部颁布了《关于印发交通运输企业安全生产标准化建设实施方案的通知》，要求交通运输企业全面开展安全生产标准化建设工作，实现企业安全管理标准化、作业现场标准化和操作过程标准化[7]。2013 年，交通运输部印发《交通运输企业安全生产标准化考评管理办法》，办法明确规定了交通运输企业安全生产标准化建设范围的 5 大类[8]。2016 年发布实施的《交通运输企业安全生产标准化建设评价管理办法》，对交通运输企业安全生产标准化的要求进行了完善[9]。近期，交通运输部制定了《公路水运工程施工项目安全生产标准化建设基本规范》(目前处于征求意见阶段)，规定了公路水运工程施工安全生产标准化的术语和定义、一般要求和核心要求。

2.3. 风险管理制度方面

在风险管理制度方面，交通建设工程领域经历了一个从起步到快速推进的阶段。2008~2011 年，交通运输部分别就“建立桥隧工程设计和施工安全风险评估制度并开展试点工作”召开了深入讨论会议，力求抓好交通安全工作，加强建设项目安全监管。相继印发了《关于建立公路水运工程建设安全监管长效机制的若干意见》和《关于在初步设计阶段实行公路桥梁和隧道工程安全风险评估制度的通知》等规定，明确要开展安全风险评估和安全监测工作，决定在施工阶段实行公路桥梁和隧道工程安全风险评估制度，形成系统施策，全面推进风险评估工作。之后，党的第十八次全国代表大会上明确了“建立隐患排查治理体系和风险预防控制体系”作为安全生产的重要战略部署，为全面推进交通运输安全生产风险管理和构建安全生产长效机制奠定了坚实基础。2014 年，交通运输部出台了《交通运输部关于推进安全生产风险管理工作的建议》，并在 2015 年推行了《公路水运工程建设重大事故隐患清单管理制度》[10] [11]。最近，还印发了《公路水路行业安全生产风险辨识评估管控基本规范(试行)》与《公路水运工程建设项目生产安全重大事故隐患判定指南(征求意见稿)》。

3. 风险管控与隐患排查一体化管理方法

风险预防控制与隐患排查治理体系是交通建设工程领域的重要战略部署[12] [13]。理想情况下，如果预先想到而且应该做到的各种安全保障措施全部落实到位，各类事故是可以预防的。但是，现实操作中，一方面防控屏障都存在着不同程度的缺陷；另一方面是生产安全意识淡薄，安全责任不落实等原因，造成防控屏障上的缺陷太多，极易形成隐患，酿成事故。因此，加强工程中的隐患排查，中断事故链的进程，对事故预防具有重要作用。把风险控制在隐患形成之前，将隐患消灭在事故前面是追求的目标。事实上，安全风险分级管控体系和隐患排查治理体系是相互联系、相互支撑、相互促进的。如果人为将它

们割裂，如设置两本台账、建立两套体系，不仅会浪费人物财力，还会影响对它们的查找、辨识与管理，而且也会因处理不当而造成巨大损失。更重要的是，如果不能建立起隐患与风险的内在联系，会造成隐患排查工作的盲目性，而风险评估则被束之高阁而无法落地。

风险管控与隐患排查一体化管理的核心是将隐患排查纳入全面风险管理[14] [15]，为安全风险分级管控与隐患排查治理双重预防体系提供方法和技术途径。主要包括以下三个方面：(1) 把隐患作为第二类风险源，提供了一体化辨识的理论依据；(2) 风险分析、评估、排查的紧密结合，便于合理分配资源，进行风险管控，同时提高了隐患排查的针对性；(3) 风险管理与隐患排查的动态循环管理。隐患排查既是一体化管理的环节，又是持续改进全面风险管控的措施。

一体化管理方法可分为四个阶段，分别为风险辨识、风险分析、风险评估和风险控制。风险辨识就是找到可能发生风险事件的风险源，如：自然灾害、地质条件、技术方案等。风险识别是进行风险管理时首先要进行的工作。根据一定的方法，如事故总结法或 WBS-RBS 法等，选定风险源，作为风险管理的对象。风险分析是找出风险源的不安全因素，必须结合实际现场隐患排查进行，通常采用鱼刺图法、故障模式与影响分析(FMEA)、故障树(FTA)等方法。风险评估是将评价对象进行风险分级，确定风险等级，通常用检查表法、风险矩阵法等。风险控制是对评估结果采取相应的对策，可依据最低合理可行原理或安全分级控制匹配原理等理论。

具体地，一体化管理方法分为 7 个步骤，如图 1 所示。在此，我们给出了每个步骤应注意的重要事项。(1) 风险识别：风险源识别应结合隐患排查全面开展，重在全面、系统开展，要发动全员参与、全面覆盖、定期开展风险源的辨别。(2) 风险分析：致险因素分析是风险管控与隐患排查的结合点。一方面重在全面开展、重在认识固有风险，对风险源的致险因素进行系统的分析；另一方面对多发、普发隐患进行总结和分析。(3) 风险估测：重在客观、公正地对风险的可能性和严重程度做出正确估测。(4) 风险分级管控措施：要体现因险施策，对不同等级的风险制定有针对性的措施。(5) 控制措施预评价：对风险较大的关键作业环节，要进行专项安全检查，进一步完善风险控制措施。(6) 隐患排查治理：对剩余风险应加强过程风险防控措施的完整落实的检查，全面展开，及时处理，闭环管理。(7) 效果评估与持续改进：对多发隐患、普发隐患应进行致险因素分析，并做出相应的分类与反馈措施。若发现新的致险因素，或原有致险因素发生新的变化，应按照流程，重新开展评估。

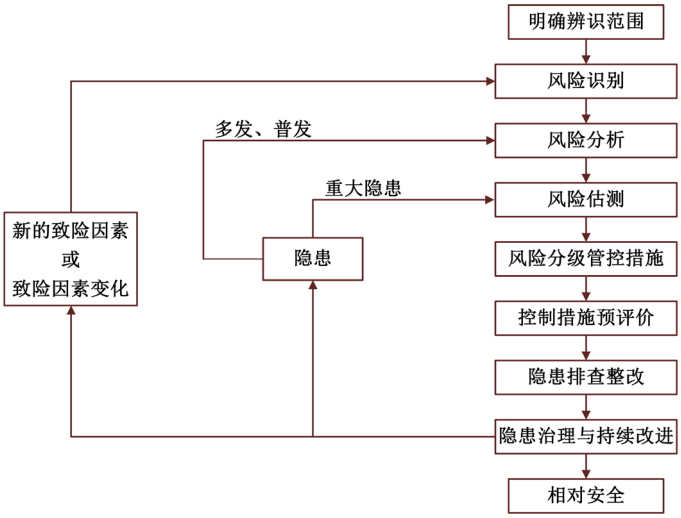


Figure 1. The management process of the integrated method of risk control and hidden hazard investigation
图 1. 风险管控与隐患排查一体化方法管理流程

4. 工程应用——以隧道为例

本文结合典型隧道工程的专项风险评估工程案例加以具体分析。

4.1. 工程简介

该隧道由左右分离的两座隧道组成，左右洞测设线间距 15~24.5 m，其中，左线隧道长度为 2305 m，右线隧道长度为 2325 m，山顶最大高度为 454.2 m，最大埋深约 255 m。该工程洞口工程、洞身开挖及洞身衬砌主要施工方案如下。

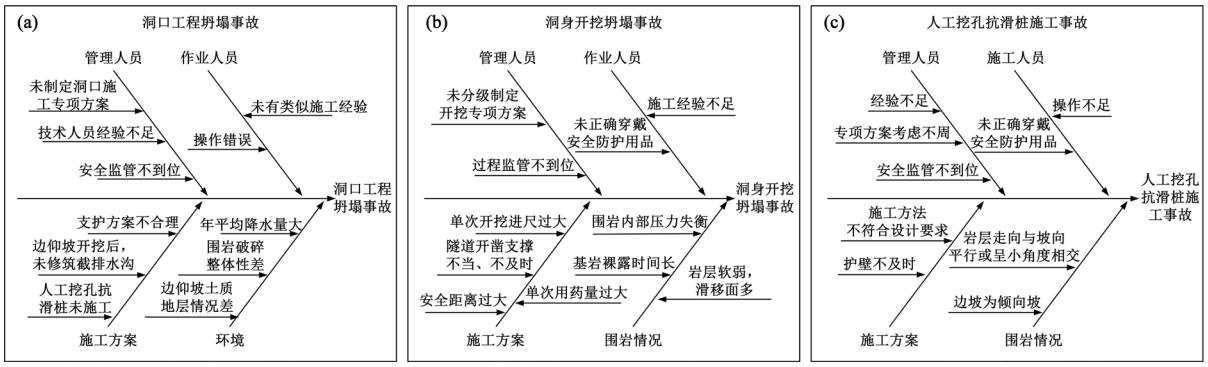
(1) 洞口工程：明洞部分采用钢筋混凝土结构做支撑体系，拱部回填土石、表层采用粘土隔水，并植草种灌木绿化，衔接部分坡土石方采用人工配合机械开挖、锚喷，并及时刷坡方式，主体进洞采用超前大管棚施工。

(2) 洞身开挖：V 级围岩采用台阶分部法、IV 级围岩采用上下台阶法、III 级围岩采用全断面法开挖等。

(3) 洞身衬砌：采用先仰拱、再拱墙方式。仰拱一次灌注，并和侧墙墙基、初期支护一起构成封闭环。侧墙和拱部混凝土由洞口向里施工，混凝土泵送入模，采用模板台车附着式振动器及插入式振捣器联合振捣。

4.2. 风险分析

结合隧址地质条件、工程特点、施工工艺和现场勘查的风险辨识，运用系统安全工程中鱼刺图分析的方法，以隧道施工中的潜在事故为主线，全方面系统分析引发潜在事故的末端因素，结合现场实际进行要因确认，确定各潜在事故的致险因子，从而逐一对施工过程可能出现的潜在事故进行预防。通过单位作业筛选，对隧道主体施工中最常见的洞口工程坍塌、洞身开挖坍塌、人工挖孔抗滑桩施工等典型工程事故进行鱼刺分析，结果如图 2 所示。



(a) (b) (c)

Figure 2. The fishbone diagram of typical accidents. (a) Collapse of cave entrance; (b) Collapse of tunnel trunk excavation; (c) Construction of manual hole-digging anti-sliding

图 2. 典型事故鱼刺分析图。(a) 洞口工程坍塌事故；(b) 洞身开挖坍塌事故；(c) 人工挖孔抗滑桩施工事故

4.3. 风险估测

通过对隧道工程全部单位作业的分解整理，运用鱼刺图风险分析的方法，对可能导致事故的致险因子进行分析，重点分析致险因子、可能受到事故伤害的人员类型、事故发生的原因、人员伤害程度等。在此基础上，运用 LEC 评价法，对隧道各项单位作业事故类型进行逐一评价。此外，选用 UDEC 模拟检

算了事故发生的可能性。再根据现场调研及专家咨询，经过评估专家小组讨论得出风险估测结果。

(1) 人的因素与安全管理引发事故可能性评估[16]。根据相关要求，对项目安全管理评估指标体系进行评估，计算折减系数。对不同围岩对洞身开挖坍塌和洞身开挖放炮及火药爆炸事故进行评估，同时对洞口坍塌和人工挖孔抗滑桩进行评估，给出评估结果。

(2) 洞身开挖坍塌事故风险估测。按照围岩等级情况不同，分别对不同区段坍塌事故的风险等级进行估测。结合现场实际，经评估小组论证，该隧道坍塌事故造成人员伤亡的等级为 2 级(较大)，直接经济损失等级为 3 级(重大)，遵循就高原则。

(3) 离散元数值模拟检算洞口坍塌事故。选取 ZK27 + 070 典型断面进行检算，结果表明洞口开挖初期支护措施做不及时或已支护但封闭不及时，都会造成该隧道左线洞口坍塌，其可能性为 3 级(可能)。

(4) 隧道施工安全风险分布。对人工挖孔抗滑桩施工事故进行风险预测，该段人工挖孔抗滑桩施工事故造成人员伤亡的等级为 1 级(一般)，直接经济损失等级为 2 级(较大)，按照就高原则，该段人工钻孔抗滑桩施工事故造成的严重程度等级为 2 级。

4.4. 风险管控

根据风险评估结果，按照风险接受准则，提出风险控制措施。隧道工程及高速公路工程施工安全风险接受准则为：I 级，可忽略；II 级，可接受；III 级，不期望；IV 级，不可接受。重大风险源需根据不同的风险等级，提出分级控制措施，实施安全监控、安全技术、应急预案、停工整顿。各等级风险管理对策见表 1。

Table 1. The management strategies of the classifying risks
表 1. 风险分级管理对策

风险等级		风险控制对策								
一般风险源		管理制度	安全防护	安全警示	安全教育	现场管理				
重大风险源	I 级	管理制度	安全防护	安全警示	安全教育	现场管理	安全监控			
	II 级	管理制度	安全防护	安全警示	安全教育	现场管理	安全监控	安全技术		
	III 级	管理制度	安全防护	安全警示	安全教育	现场管理	安全监控	安全技术	应急预案	
	IV 级	管理制度	安全防护	安全警示	安全教育	现场管理	安全监控	安全技术	应急预案	停工整顿

该隧道工程由于所处的工程施工点、水文地质条件及结构设计等特点，在施工过程中存在风险等级为高度及以上的重大危险源，主要分布在洞口工程、洞身钻爆法开挖、洞身初期支护及上覆地表冲沟发育地段等作业过程中。随着工程的不断推进，在工程地质条件、施工方案、施工人员等发生重大变化的条件下，应更注重事故风险致因的控制。

5. 结语

构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制，是遏制交通建设工程中施工事故的重要举措，是解决当前安全生产领域“认不清、想不到、管不到”突出问题的关键途径，是实现源头治理的根本之道。本文将隐患排查治理纳入全面风险管理，提出了风险管控与隐患排查一体化管理理论与方法，提高了隐患排查的针对性、高效性和主动预防的科学性。

参考文献

[1] 张国宝. 试论交通项目国民经济外部效益定量评价[J]. 综合运输, 1996(12): 11-14.

[2] 王磊. 高墩柱桥梁的施工难点及控制要点[J]. 交通建设与管理, 2014(20): 122-124.

[3] 蒋文洋. 高墩大跨连续刚构桥施工关键技术与病害研究[D]: [硕士学位论文]. 成都: 西南交通大学, 2013.

[4] 费伦林, 蒋王清, 江祥林. 九江长江公路大桥项目“平安工程”建设[J]. 公路, 2015(10): 191-194.

[5] 交通运输部开展公路水运工程“平安工地”建设活动[J]. 西部交通科技, 2010(2): I0002.

[6] 钱进. 交通运输部细化公路水路安全考核评价[J]. 工程建设标准化, 2017(8): 32.

[7] 李伟敏, 王鲁斐, 郝若锦. 道路危险货物运输企业的安全生产标准化现状[J]. 安全, 2014(10): 43-44.

[8] 曹磊. 交通运输部、公安部、安监总局联合出台《规范》, 道路旅客运输企业安全管理将实行“标准化” [J]. 道路交通管理, 2012(4): 10-11.

[9] 安礼奎. 对道路运输企业安全生产标准化的思考[J]. 交通企业管理, 2017(3): 85-87.

[10] 孙英利. 交通运输安全生产将建立重大风险源报备制[J]. 城市轨道交通研究, 2014(7): 161.

[11] 彭建华. 港口工程重大事故隐患辨识的研究[J]. 水运工程, 2010(2): 92-94.

[12] 黄典剑. 安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制建设探讨[J]. 中国安全生产, 2017(7): 38-40.

[13] 刘常军, 马哲, 雷涛. 铁路工程安全风险管控和隐患排查治理[J]. 中国安全科学学报, 2018, 28(S2): 170-174.

[14] 傅贵, 章侍杰. 事故的直接原因及危险源与隐患关系解析[J]. 中国安全科学学报, 2018, 28(5): 1-5.

[15] 郭英超, 王子寒, 张博禹, 等. 建设工程重大危险源辨识与评价研究综述[J]. 中国资源综合利用, 2020, 38(1): 112-114.

[16] 曹圣华, 张粹星. 公路工程安全生产危险源管理方法研究[J]. 工程技术研究, 2019, 4(19): 196-197.