

综合管廊施工过程中的安全风险与防控措施

刘子硕

中交一公局集团有限公司 北京 102205

【摘要】近年来,我国城市地下综合管廊得到大力发展,综合管廊工程逐渐增多。综合管廊作为一种现代化的城市基础设施,是提高城市管线运行效率、营商环境的重要保障,也是促进城市可持续发展的重要途径。因此,本文识别和分析了综合管廊施工过程中可能存在的安全风险因素,并在此基础上给出相应的防护技术及措施,对管理人员和施工人员提出设置警示标志、采取安全防护措施、构建风险评价体系、加强施工前准备工作、强化施工现场管理、提高安全意识的建议。

【关键词】综合管廊施工;安全风险;防控措施

引言

综合管廊是指综合管廊工程是指在城市地下建造一个隧道空间,将多种电力、通信、水务、燃气等公共设施管线集中于一体^[1]。当前,综合管廊有干线综合管廊、支线综合管廊、缆线管廊三种形式,其作用在于避免了由于埋设或维修管线而导致的道路重复开挖问题,能够对城市中各类地下管线进行统一布局和管理^[2],又能够减少各类灾害对城市管线的破坏,提升城市韧性。

1 综合管廊工程概述

综合管廊设置于城市地面以下,作为城市运行的重要基础设施,被称为“生命线”。综合管廊可以方便各类管线的维护和管理,提高城市基础设施的运行效率,实现城市空间的立体化、综合化和集约化利用。具体而言,综合管廊工程的设计和施工涉及到土木工程、电气工程、通信工程等多个专业领域的合作。在管廊内部,各种管线按照规定的标准和要求进行布局,确保安全、高效运行。同时,管廊的建筑材料、防火措施、通风系统都经过精心设计和严格把控,以确保其长期稳定运行。此外,综合管廊工程还考虑到了未来城市发展的需求,为未来新技术的应用预留了一定的空间,在一定程度上体现了城市智能化和可持续发展的理念,在提高城市管理效率的同时,也提升了城市居民的生活质量。

2 综合管廊施工安全风险因素的识别与分析

2.1 地质条件因素

其一,地层结构复杂性。在软土地区,地基承载力低,管廊容易发生沉降、坍塌等事故。在岩石地区,岩石的硬度、节理裂隙等情况会影响施工难度和安全,增加了飞石、冲击波等风险,严重时可能会引发地震、山体滑坡等灾害^[3]。其二,地下水位变动。地下水位过高或水位变化频繁,会

给基坑开挖、管廊主体施工带来困难,可能导致坑壁失稳、涌水涌砂等问题,严重威胁施工人员和设备的安全。其三,岩土体稳定性。若岩土体存在滑坡、泥石流等地质灾害隐患,或在施工过程中因开挖等作业导致岩土体平衡破坏,都可能引发安全事故,造成人员伤亡和财产损失^[4]。

2.2 施工工艺与技术因素

首先,基坑支护方式不当、开挖顺序错误等施工方案不合理,会增加施工过程中的安全风险。例如,在深基坑施工中,采用的支护结构强度不足,可能导致基坑坍塌。其次,一些施工人员操作不当,会对作业人员的健康产生危险^[5]。例如,工人在进行焊接作业时,如果未采取临时通风措施或未开启风机,在相对密闭的受限空间中产生的有毒气体无法及时排出,导致工人可能会出现头晕、恶心等症状。最后,在施工过程中,若施工人员不严格按照工艺操作规程进行作业,容易引发安全事故。例如,在焊接作业中,未按要求进行焊接工艺评定,未采取有效的防火措施,可能会导致火灾、爆炸等事故。

2.3 设备与材料因素

一是设备故障。施工设备的正常运行是保证施工安全的重要条件。如果设备老化、维护保养不当、带病运行等,容易出现故障,引发安全事故。例如,起重机的钢丝绳断裂、电焊机的漏电等问题,都可能造成严重的后果。二是材料质量问题。施工材料的质量直接影响管廊的结构安全和使用寿命。如果使用低质量的材料,可能导致管廊在使用过程中出现裂缝、渗漏等问题,影响施工进度,甚至发生安全事故^[6]。

2.4 安全管理因素

第一,部分施工单位的安全管理制度不健全,存在漏洞和缺陷,如安全责任不明确、安全检查不到位、隐患排

查治理不及时等，无法有效预防和控制安全事故的发生。

第二，施工现场布局不合理、安全防护设施缺失、警示标志不明显、物料堆放杂乱等，容易导致人员伤亡和财产损失。第三，施工单位对施工人员的安全教育培训不够重视，培训内容不全面、培训方式单一、培训时间不足等，导致施工人员的安全知识和技能欠缺，安全意识淡薄，无法有效应对施工过程中的安全风险^[7]。

2.5 环境因素

首先，周边建筑物与管线影响。综合管廊施工往往位于城市繁华地段，周边可能存在大量的建筑物和地下管线。在施工过程中，如果对周边建筑物和管线的保护措施不当，可能导致建筑物倾斜、开裂，地下管线破裂等事故，影响周边居民的正常生活和城市的正常运行。其次，气象条件影响。恶劣的气象条件如暴雨、大风、雷电等，会给综合管廊施工带来不利影响。在暴雨天气下，基坑容易积水，导致坑壁坍塌；在大风天气下，高处作业的人员和设备存在坠落风险。在雷电天气下，施工现场的电气设备容易遭受雷击，引发火灾、爆炸等事故。最后，交通影响。在道路施工时，未设置合理的交通标志和疏导人员，可能导致车辆拥堵、碰撞等事故，会对周边交通造成干扰，同时也会影响施工进度和安全^[8]。

3 制定有针对性的防护对策

3.1 确定适合的施工工艺

不同的地质条件对综合管廊施工工艺有着不同的要求。一方面，在软土地区，由于土壤承载能力较弱，需要采取加固措施，如钻孔灌注桩等，以确保管廊结构的稳定性。另一方面，在岩石地区，岩石的坚硬程度可能会给施工带来挑战，需要采用爆破等方法来破碎岩石，但爆破过程中需要严格控制爆破参数，以防止对周边环境造成过大的影响。另外，在施工前，必须进行详细的地质勘察，全面了解地质条件和土质特性，从而确定适合的施工工艺。

3.2 提高操作人员技能水平

制定详细的安全教育培训计划，定期组织管理人员和施工人员参加安全教育培训，提高他们的安全意识和安全管理能力。培训内容应包括安全法规、操作规程、事故案例分析等方面的知识。必须对操作人员进行严格的培训和考核，确保他们具备足够的技能和经验来应对各种复杂的施工环境。培训内容应包括专业技能、安全知识、应急处理等方面，考核应严格按照标准进行，只有通过考核的人员才能上岗操作。

3.3 安全管理风险

综合管廊施工常在城市道路和地下管线附近进行，施

工环境复杂，需要严格管理现场。一方面，要设立警示标志、采取交通管制措施等，确保道路交通的顺畅和附近管线的安全。例如，在施工现场周围设置明显的警示标志，提醒过往行人及车辆注意安全；对施工区域附近的道路进行交通管制，合理安排交通流量，避免交通拥堵和事故的发生。另一方面，要制定详细的施工方案和安全操作规程，确保施工过程中的各项工序按照规定进行，以降低事故风险。施工方案应充分考虑施工环境、地质条件、人员设备等因素，安全操作规程应明确各个岗位的操作规范和安全要求。

3.4 材料设备风险

低质量的材料或不符合标准的设备可能会导致综合管廊施工过程中出现问题。在选择施工材料和设备时，必须严格按照标准要求进行，确保其质量和安全性。例如，对于管廊的结构材料，应选择强度高、耐腐蚀的材料，以保证管廊的耐久性；对于施工设备，应定期进行维护和检查，确保其性能良好。

3.5 监督检查风险

第一，施工过程中需要有专门的监督检查人员负责监管施工现场的安全情况。监督检查人员应定期进行检查和评估，及时发现和解决问题，对于保障施工安全至关重要。检查内容应包括施工工艺、人员操作、材料设备、安全管理等方面，评估应根据检查结果对施工安全风险进行量化分析。如果发现问题，应及时通知相关部门和人员进行整改，确保施工安全。第二，设立监测点，实时监测，处理异常。在基坑周围设立监测点，实时监测土体变形、地下水位等情况，能够及时采取相应的加固支护结构、降低地下水位等措施进行处理。

4 综合管廊施工安全风险防控建议

4.1 设置警示标志

在综合管廊施工过程中，应在重点区域设置公告栏、制作告知卡，标明风险、隐患类别、应急措施等。例如，可以在施工现场入口、管廊出入口等位置设置公告栏，详细列出不同施工阶段可能存在的坍塌风险、触电风险等安全风险，同时明确发生坍塌时应如何撤离、触电后的急救方法等应急措施。对于重大风险场所，应设置明显警示标志，例如，在涉及高压电气设备的区域设置“高压危险，禁止靠近”的标志，在可能发生坍塌的地段设置“危险区域，禁止进入”的标志。时刻提醒施工人员和周边人员注意安全，有效降低安全事故的发生概率。

4.2 采取安全防护措施

首先，明确各级人员责任，健全管理体系。在综合管廊

施工中,项目经理作为第一责任人,对施工现场的安全全面负责。各级管理人员和施工人员都应明确自己的安全职责,从施工组织设计到具体施工环节,都要将安全工作纳入其中,确保安全管理体系的有效运行。其次,定期检查设备,操作人员持证上岗。每周对施工机械进行一次全面检查,确保设备的性能良好,没有故障隐患。操作人员必须持有相应的操作证书,并且经过严格的培训,熟悉设备的操作流程和安全注意事项。最后,高空作业时佩戴安全带,设置护栏。对于高空作业人员,必须佩戴安全带,并在作业区域设置安全护栏,防止坠落事故的发生。同时,安全带应符合国家标准,定期进行检查和维护。护栏的高度和强度应满足安全要求,确保能够有效保护作业人员的安全。

4.3 构建风险评价体系

为了深入剖析各风险成因,管理人员以及施工人员可以采用故障树分析方法构建风险评价体系,将复杂的风险问题分解为多个基本事件并进行分析,找出导致风险发生的关键因素。例如,对于管廊土建工程中的主体结构风险,可以将其分解为设计不合理、施工质量问题、材料不合格等基本事件并进行分析,之后确定每个事件对主体结构风险的影响程度,进而采取相应的措施进行管控。对于周边建构筑物的风险,可以分析不良土层分布对管廊稳定性的影响、周边市政管线不明可能导致的施工事故、极端气候状况下的施工安全问题,为风险管控提供科学依据。

4.4 加强施工前准备工作

其一,组织风险评估与策划。在施工前,组织专业人员对综合管廊施工过程中可能出现的安全风险进行全面评估,制定相应的风险防控预案,明确风险控制措施和应急处置流程。其二,严格审查施工图纸。组织施工、监理、设计等单位的专业人员对施工图纸进行会审,及时发现并解决图纸中存在的问题,避免因设计缺陷导致施工安全风险。其三,做好施工组织设计。根据工程特点和现场实际情况,合理安排施工顺序,优化施工组织设计,确保施工过程中的安全风险得到有效控制。

4.5 强化施工现场管理

首先,加强安全检查与隐患排查。管理人员应建立定期安全检查制度,对施工现场进行全面、细致的检查,及时发现并消除安全隐患。对检查中发现的问题,要明确整改责任人、整改措施和整改期限,确保隐患得到彻底整改。其次,严格施工过程控制。管理人员需加强对施工过程的监督管理,确保施工人员严格按照施工图纸、操作规程和安全技术交底进行施工。对危险性较大的分部分项工程,要严格执行专项施工方案的审批制度,加强现场监护,确

保施工安全。最后,重视应急管理工作。管理人员可建立健全应急救援体系,制定应急预案,成立应急救援小组,配备必要的应急救援物资和设备,并定期组织应急演练,提高应对突发事件的能力。

4.6 提高安全意识

第一,施工人员应树立“安全第一”的思想,充分认识到施工安全的重要性,自觉遵守安全规章制度,认真学习和掌握操作规程和安全技术内容,严格按照操作规程进行施工。其次,施工人员进入施工现场要正确佩戴安全帽,高处作业时系好安全带。同时,施工人员要根据不同的作业环境和作业内容,正确佩戴和使用防护手套、防护鞋、防护口罩等其他个人防护用品。再次,施工人员应积极参加项目部组织的安全教育培训,认真学习安全知识和技能,不断提高自身的安全素质和操作水平,并在实际工作中严格执行。最后,在施工过程中,施工人员要时刻注意观察周围环境和设备运行情况,发现安全隐患或不安全因素,应及时向现场管理人员报告,以便及时采取措施进行处理,避免事故的发生。

参考文献:

- [1] 吴晓鹏,陈明,张海滔. BIM技术在地下综合管廊施工过程中的应用[J]. 四川水泥, 2023(12): 166-167+170.
- [2] 薛田甜,刘永莉,陈智,等. 基于分布式光纤测温技术的管廊管道泄漏检测设计[J]. 中国科技论文, 2023, 18(08): 867-874+889.
- [3] 张岗平,毛立华,顾文超,等. 基坑开挖作用下CFG桩土复合地基承载特性研究[J]. 建筑结构, 2023, 53(S2): 2308-2313.
- [4] 梁宁慧,兰菲,庄炆,等. 城市地下综合管廊建设现状与存在问题[J]. 地下空间与工程学报, 2020, 16(06): 1622-1635.
- [5] 钱宇伟,冯诚博. 信息化技术在管廊施工过程中的应用探讨[J]. 建筑经济, 2022, 43(S1): 140-143.
- [6] 曾晨,王年近,王激扬,等. 高压下叠合装配式管廊节点的抗渗性能试验研究[J]. 混凝土, 2023(05): 147-152.
- [7] 油新华,曲连峰,罗朝洪. 我国城市综合管廊的建设经验、问题与建议[J]. 隧道建设(中英文), 2020, 40(05): 621-628.
- [8] 涂圣文,赵振华,邓梦雪,等. 基于组合赋权-后悔理论的城市综合管廊运维总体风险评估[J]. 安全与环境工程, 2020, 27(06): 160-167.

作者简介: 刘子硕(1992.7—),男,汉族,北京人,工程师,本科,研究方向为土木工程、工程管理。