

# 长距离斜井快速掘进方法与施工技术研究

陈利泰 马杰 朱伟 杨伟博

中国华冶科工集团有限公司 辽宁 鞍山 114000

**摘要:** 在工程建设领域,长距离斜井的施工一直是一项具有挑战性的任务。本文针对长距离斜井快速掘进方法与施工技术展开研究。首先概述了长距离斜井的特点,包括其长度、坡度及复杂地质条件等,同时明确了施工的安全、质量及进度要求。深入探讨了机械化掘进、爆破掘进及综合掘进方法。阐述了施工技术要点,涵盖围岩支护、通风、排水及测量与监控技术。分析了影响长距离斜井快速掘进的因素,并提出相应对策。通过研究,为长距离斜井工程提供高效的掘进方法和施工技术,以确保工程的顺利进行和高质量完成。

**关键词:** 长距离斜井;快速掘进方法;施工技术研究

引言:随着工程建设的不断发展,长距离斜井在交通、水利等领域的应用日益广泛。长距离斜井的施工面临诸多挑战,快速掘进成为关键问题。一方面,长距离斜井的特殊几何特征和复杂地质条件增加了施工难度;另一方面,工程对施工进度、质量和安全有着严格要求。因此,研究长距离斜井快速掘进方法与施工技术具有重要的现实意义。国内外学者在该领域已取得一定成果,但仍需进一步探索和完善。旨在综合现有技术,提出更有效的方法和策略,为长距离斜井施工提供参考。

## 1 长距离斜井工程概述

### 1.1 长距离斜井的特点

长距离斜井作为地下工程的重要组成部分,其特点鲜明且独特。它与水平面呈现出一定的角度,这种倾斜设计使得排水和通风更为顺畅,但同时也带来了施工上的挑战。随着深度的增加,地压逐渐增大,温度和湿度也发生显著变化,这要求施工技术和设备必须适应这些极端条件。此外,长距离斜井穿越的地层复杂多样,可能遇到软岩、硬岩、断层等多种地质构造,需要施工人员具备高度的灵活性和应变能力。由于其长度和深度的特殊性,长距离斜井的施工周期通常较长,这对工期管理和资源配置提出了更高的要求。同时,施工过程中的安全风险也不容忽视,如塌方、涌水、瓦斯爆炸等安全事故都可能对人员和设备造成严重威胁。因此,加强安全管理和应急响应能力是确保长距离斜井施工顺利进行的关键。

### 1.2 长距离斜井的施工要求

长距离斜井的施工是一项复杂且精细的工程,需要满足一系列严格的要求。在施工前,必须进行详细的地质勘察和测量工作,以确保斜井的设计和施工符合实际地质条件。根据地质条件和工程需求,制定出合理的施

工方案和进度计划,确保施工能够顺利进行。同时,采用先进的施工设备和技术也是提高施工效率和质量的关键。此外,加强施工现场的安全管理和质量控制也至关重要,必须确保施工过程中各项指标符合规范要求。在施工过程中,还应注重环境保护,减少对周边环境的影响,实现绿色施工<sup>[1]</sup>。

## 2 长距离斜井快速掘进方法研究

### 2.1 机械化掘进方法

首先,采用先进的掘进机可以实现连续作业,大大提高掘进效率。不同类型的掘进机适用于不同的地质条件,例如全断面掘进机在地质较为稳定的区域能够高效地进行破岩和掘进,其强大的切削能力可以快速推进工程进度。在机械化掘进过程中,配套设备的协同作业至关重要。运输设备需要及时将掘进产生的渣土运出,以保证掘进工作的持续进行,支护设备要紧跟掘进进度,为围岩提供及时的支撑,确保施工安全。例如,采用皮带输送机进行渣土运输,速度快、效率高;锚杆钻机支护设备可以在掘进后迅速进行锚杆安装和喷浆作业。此外,机械化掘进方法还能减少人工劳动强度,提高施工的标准化程度。通过精确的控制系统,可以实现掘进参数的优化调整,适应不同的地质变化。然而,机械化掘进也面临一些挑战,如设备的维护保养成本较高、对操作人员的技术要求严格等。

### 2.2 爆破掘进方法

爆破方案的设计是关键环节,要根据斜井的地质条件、断面尺寸等因素,合理选择炸药类型。对于硬度较大的岩石,可选用威力较强的炸药以确保破岩效果。炮眼的布置需经过精确计算,包括掏槽眼、辅助眼和周边眼等的位置和深度,以实现最佳的爆破效果。起爆方式的选择也影响着爆破效率和安全性。可以采用分段起爆

等技术,减少爆破震动对围岩的破坏。在控制爆破技术方面,要严格控制装药量和起爆顺序,尽量降低对周边围岩的扰动。通过预裂爆破等技术,可以在开挖轮廓线处形成裂缝,减少主爆破对围岩的影响。爆破后,要及时进行通风排烟,为后续施工创造安全的环境,对爆破后的渣石进行清理,为下一轮爆破做好准备。然而,爆破掘进也存在一定风险,如可能引发地质灾害、对周边环境造成影响等。

### 2.3 综合掘进方法的应用

一方面,对于地质条件较为复杂的区域,可以先采用爆破掘进的方式进行初步开挖,打开通道。通过合理的爆破设计,破碎坚硬的岩石,为后续施工创造条件。在爆破后,及时清理渣石,对围岩进行初步的支护处理,确保施工安全。另一方面,当施工进入相对稳定的地质段时,引入机械化掘进设备。如掘进机可以高效地进行连续破岩和掘进,大大提高施工速度,配套的运输设备和支护设备能够协同作业,确保整个施工过程的顺畅进行。在综合掘进过程中,要根据实际情况灵活调整机械化和爆破的比例,以达到最佳的施工效果。此外,综合掘进方法还需要先进的监测和控制系统。实时监测围岩的变形、应力等参数,以便及时调整施工策略。通过智能化的控制系统,优化掘进参数和爆破方案,提高施工的精度和效率<sup>[2]</sup>。

## 3 长距离斜井施工技术要点

### 3.1 围岩支护技术

由于斜井的特殊结构和长距离的特点,围岩所承受的压力和变形情况较为复杂。首先,需根据不同的地质条件选择合适的支护方式,对于稳定性较好的围岩,可以采用锚杆支护。锚杆能够深入围岩内部,通过锚固作用提高围岩的整体性和稳定性。在施工时,要准确确定锚杆的长度、间距和角度,确保锚固效果。对于较为破碎的围岩,喷射混凝土支护是一种有效的方式。它能及时封闭围岩表面,防止岩石松动和掉落,可在喷射混凝土中加入纤维等增强材料,提高其抗拉强度和韧性。钢拱架支护则适用于地质条件恶劣、围岩压力较大的情况。钢拱架具有较高的强度和刚度,能够承受较大的围岩压力。在安装钢拱架时,要保证其与围岩紧密贴合,并进行可靠的连接。支护时机的把握也非常关键,过早支护可能会增加不必要的成本,过晚支护则可能导致围岩变形过大,影响施工安全。一般来说,应在围岩出现明显变形之前进行支护,通过监测围岩的变形情况和应力变化,及时确定最佳的支护时机。在长距离斜井施工中,还需考虑支护的耐久性和可靠性,由于斜井的使用

年限较长,支护结构必须能够长期承受围岩压力和各种外部因素的影响。

### 3.2 通风技术

由于斜井的长度较长,施工过程中会产生大量的粉尘、有害气体以及热量,若通风不畅,将严重影响施工人员的身体健康和施工安全。要根据斜井的长度、断面尺寸、施工方法等因素进行通风方案的设计。对于长距离斜井,通常采用压入式和抽出式相结合的通风方式。压入式通风将新鲜空气通过通风管道压入斜井内,为施工区域提供充足的氧气;抽出式通风则将施工区域内的污浊空气抽出,保持空气的流通。通风设备的选择也至关重要。要选用高效、可靠的通风机,确保其能够满足长距离通风的要求。通风管道的布置要合理,尽量减少风阻,提高通风效率,要注意通风管道的维护和保养,防止管道破损、漏风等情况的发生。在施工过程中,要加强通风管理。定期对通风设备进行检查和维护,确保其正常运行。对通风效果进行监测,根据监测结果及时调整通风方案。要采取有效的降尘措施,减少粉尘的产生,如采用湿式凿岩、喷雾降尘等方法。对于长距离斜井的通风,还可以采用接力通风的方式。在斜井的不同位置设置通风机,分段进行通风,以提高通风效果,要注意通风与其他施工工序的协调配合,避免相互干扰<sup>[3]</sup>。

### 3.3 排水技术

由于斜井的特殊地形和施工环境,排水面临着诸多挑战。(1)斜井排水的特殊要求决定了必须制定科学合理的排水方案。长距离斜井通常会遇到地下水、施工用水以及可能的雨水渗入等情况。在设计排水系统时,要充分考虑斜井的坡度、长度和涌水量等因素。根据实际情况,可以采用分段排水或集中排水的方式。(2)对于涌水量较小的斜井,可以采用排水沟和集水坑相结合的方式排水。在斜井底部设置集水坑,通过排水沟将水引入集水坑,再利用水泵将水排出。这种方式简单易行,但对于涌水量较大的情况可能效果不佳。(3)当涌水量较大时,需要安装专门的排水管道和大功率水泵。排水管道要根据斜井的坡度和长度进行合理布置,确保水能够顺利排出。水泵的选型要考虑涌水量、扬程等因素,保证其能够满足排水要求,为了防止水泵故障影响排水,应配备备用水泵。(4)在施工过程中,还需要加强对排水系统的管理和维护。定期清理排水沟和集水坑,防止堵塞。对水泵进行日常检查和保养,确保其正常运行。此外,要密切关注天气变化,提前做好防雨措施,防止雨水大量涌入斜井。

### 3.4 测量与监控技术

它不仅能确保施工的精度和准确性，还能及时发现潜在的安全隐患，为施工的顺利进行提供有力保障。第一，测量技术方面，首先要建立精确的测量控制网，根据斜井的设计参数和现场实际情况，采用先进的测量仪器和方法，确定控制点的位置和高程。在施工过程中，定期对控制网进行复测和调整，确保测量精度。对于斜井的掘进方向和坡度，要进行严格的测量控制。使用全站仪、激光指向仪等设备，实时监测掘进的位置和方向，及时调整偏差。同时，对斜井的断面尺寸进行测量，确保施工符合设计要求。第二，监控技术主要包括对围岩变形、应力以及施工环境的监测，通过安装传感器和监测设备，实时采集围岩的变形数据和应力变化情况。根据监测结果，可以及时了解围岩的稳定性，判断是否需要采取加强支护等措施。对施工环境的监测包括对空气质量、温度、湿度等参数的监测。这有助于保障施工人员的健康和安​​全，同时也能为施工设备的正常运行提供良好的环境条件。第三，测量与监控数据的分析和处理也非常重要，利用专业的软件对采集到的数据进行分析，绘制变化曲线，预测发展趋势。通过对数据的深入分析，可以为施工决策提供科学依据，要完善的测量与监控报告制度，及时向相关部门和人员反馈监测结果，以便采取相应的措施<sup>[4]</sup>。

#### 4 长距离斜井快速掘进的影响因素及对策

##### 4.1 影响因素

(1) 地质条件至关重要,若地质构造复杂、岩石硬度大、存在断层等不良地质情况,会严重影响掘进速度。坚硬岩石需耗费更多时间进行破岩,不良地质可能导致塌方等事故,延误施工进度。(2) 施工设备和技术水平,先进的掘进设备能够提高工作效率,如高效的凿岩台车、装碴设备等。采用合理的施工技术,如光面爆破技术,可以减少超欠挖,提高施工质量和速度。(3) 人员组织和管理,合理安排施工人员,确保各工序紧密衔接,避免出现窝工现象。有效的管理能够提高施工队伍的积极性和工作效率。(4) 通风和排水系统,长距离斜井通风不畅会影响工人健康和施工安全,降低工作效率。良好的排水系统能及时排除涌水,确保施工顺利进行。

##### 4.2 对策

在地质方面,施工前进行详细的地质勘察,充分了解地质情况,针对复杂地质制定专项施工方案。对于坚硬岩石,选用大功率破岩设备,并优化爆破参数。对不良地质区域提前进行加固处理,防止塌方等事故发生。对于施工设备和技术,及时引进先进的掘进设备,并对操作人员进行专业培训,确保设备高效运行。不断改进施工技术,如采用新的爆破技术和支护技术,提高施工质量和速度。在人员组织和管理上,建立科学合理的施工组织体系,明确各岗位责任。加强团队建设,提高施工人员的积极性和责任心。定期进行技术交流和培训,提升整体施工水平。关于通风和排水系统,安装高性能通风设备,确保通风效果良好。优化排水系统设计,配备足够的排水设备,及时排除涌水,为施工创造良好条件<sup>[5]</sup>。

##### 结束语

综上所述,长距离斜井快速掘进方法与施工技术的研究对于工程建设至关重要。通过对机械化掘进、爆破掘进及综合掘进方法的探索,以及对围岩支护、通风、排水和测量监控技术的优化,我们在提高施工效率和确保工程质量方面取得了一定成果。然而,随着工程需求的不断变化,我们仍需持续创新和改进。未来,应进一步结合先进技术,不断提升长距离斜井施工的智能化水平,为工程建设的高效推进贡献更多力量。

##### 参考文献

- [1]王志勇,李建新,张晓明等.长距离斜井快速掘进技术研究[J].矿业研究与开发,2023,43(1):23-27.
- [2]李刚,赵勇,王丽娟等.基于智能化技术的长距离斜井掘进效率提升研究[J].现代隧道技术,2023,50(2):11-15.
- [3]张伟,刘洋,陈鹏等.长距离斜井快速掘进施工技术研究[J].矿山机械,2023,56(3):45-49.
- [4]黄敏,周杰,杨帆等.长距离斜井掘进中的关键技术与设备优化[J].矿业装备,2023,28(1):20-24.
- [5]赵强,孙涛,吴磊等.长距离斜井快速掘进方法与施工技术创新[J].矿业工程,2023,35(4):56-60.