

高原特长隧道机电设备选型及配置研究

徐 腾

(中铁隧道集团二处有限公司 甘肃 定西 743000)

摘要: 本文主要研究高原特长隧道机电设备选型和配置方案的设计及其实施效果评估。首先,分析了高原特长隧道机电设备选型和配置存在的问题和不足,并借鉴了国内外高原特长隧道机电设备选型和配置的经验 and 案例;其次,阐述了隧道长度、地质条件、气候环境等因素对机电设备选型和配置的影响,并介绍了高原特长隧道机电设备选型和配置的技术要求和标准;再次,详细阐述了机电设备选型和配置的方案设计,包括机电设备选型方案设计、机电设备配置方案设计;最后,以中国中铁隧道局集团有限公司施工的某高原特长隧道项目为例,评估了该项目机电设备选型和配置方案的实施效果。通过对高原特长隧道机电设备选型和配置方案的深入研究,为高原特长隧道的机电设备选型和配置提供了一定的指导和参考,同时也为今后高原特长隧道的机电设备选型和配置方案的优化和改进提供了借鉴和启示。

关键词: 高原特长隧道; 机电设备选型; 设备配置; 技术要求; 方案设计

0 引言

隧道工程作为一项重要的基础设施工程,在交通、水利、能源、资源等领域扮演着重要的角色。然而,在高原特长隧道这一特殊施工环境下,机电设备的选型和配置具有较高的难度和挑战。高原特长隧道地形复杂,气候恶劣,地质条件复杂,施工难度大。因此,选用适合的机电设备对于施工的安全、高效和质量具有至关重要的作用。本文将对高原特长隧道机电设备选型和配置方案的设计及其实施效果进行探究,并以中国中铁隧道局集团有限公司施工的某高原特长隧道项目为例,评估机电设备选型和配置方案的实施效果^[1]。为高原特长隧道机电设备的选型和配置提供一定的指导和参考,为今后高原特长隧道的施工提供借鉴和启示。

1 高原特长隧道的机电设备选型和配置现状分析

1.1 高原特长隧道的机电设备选型和配置存在的问题和不足

高原特长隧道的机电设备选型和配置是隧道建设过程中非常关键的环节。然而,在当前的选型与配置中仍存在一些问题和不足。首先,高原地区地质条件复杂,如地层断层、岩溶地貌等,这些因素可能导致隧道地质灾害,如地震、滑坡等。因此,在机电设备选型和配置时需要考虑地质环境的复杂性和不稳定性。其次,高原地区气候环境恶劣,如寒冷、干燥、高原反应等,

这些因素可能对机电设备的性能和使用寿命造成影响。因此,在机电设备选型和配置时需要考虑气候环境的影响,以确保机电设备的正常运行。此外,隧道长度、设计速度、运行能力等因素也对机电设备的选型和配置产生影响。因此,高原特长隧道的机电设备选型和配置需要考虑多方面的因素,以确保机电设备的安全、可靠、高效运行。

1.2 国内外高原特长隧道机电设备选型和配置的经验 and 案例分析

国内外在高原特长隧道机电设备选型和配置方面积累了一定的经验和案例。在国内,如川藏铁路、青藏铁路、青藏公路等大型工程项目中,机电设备的选型和配置方案已经得到了不断的完善和优化^[2]。在选型方面,目前采用的机电设备主要有横向通风机、泵站、照明设备、防火设备、通信设备等。在配置方面,一些高性能、低功耗、高可靠性的机电设备得到了广泛应用。

在国外,如阿尔卑斯山区域、安第斯山脉等区域的隧道建设也积累了一定的经验。例如,一些阿尔卑斯山地区的隧道中使用了特制的机电设备,以应对气候环境恶劣的问题,如寒冷、湿度等。此外,一些南美洲的高原地区也使用了新型的机电设备,如高效通风机、液压泵站、高亮度照明设备等,以确保机电设备的稳定运行。这些国际上的经验和案例对于我国高原特长隧道的机电设备选型和配置具有重要的借鉴意义。

2 高原特长隧道机电设备选型和配置的技术要求和考虑因素

2.1 隧道长度、地质条件、气候环境等因素对机电设备的选型和配置的影响

在高原特长隧道施工中,隧道长度、地质条件和气候环境是影响机电设备选型和配置的重要因素,这些因素可能对机电设备的可靠性、寿命、运行效率等产生影响,因此需要在机电设备选型和配置时加以考虑。

2.1.1 隧道长度

隧道长度较长时,机电设备的选型和配置应该考虑其运行效率和功率因数等因素。例如,可以采用变频器和能量回收技术等手段,提高机电设备的运行效率,减少能源浪费和环境污染。此外,隧道长度较长时,机电设备的安全性和可靠性也需要得到充分考虑。例如,在通风机的选型和配置中,需要考虑其风量、噪声、振动等因素,以确保通风机的正常运行,保障隧道的安全运营。

2.1.2 地质条件

高原地区地质条件复杂,如地层断层、岩溶地貌等,这些因素可能导致隧道地质灾害,如地震、滑坡等。因此,在机电设备选型和配置时需要考虑地质环境的复杂性和不稳定性。例如,在照明设备的选型和配置中,需要考虑其防爆性能和防水防尘性能,以应对地质灾害可能带来的影响。此外,在隧道监测和安全保障方面,也需要考虑地质环境的影响,采用现代化的监测手段和设备,以保障隧道的安全运营。

2.1.3 气候环境

高原地区气候环境恶劣,如寒冷、干燥、高原反应等,这些因素可能对机电设备的性能和寿命造成影响,如图1所示为某高原特长隧道项目老化的橡胶。因此,在机电设备选型和配置时需要考虑气候环境的影响,以确保机电设备的正常运行。例如,在通风机的选型和配置中,需要考虑其耐寒性能和防冻能力,以应对高原地区寒冷气候可能带来的影响。此外,气候环境对照明设备、通信设备等机电设备的选型和配置也有影响,需要根据具体情况进行适当的调整和优化。

2.2 高原特长隧道机电设备选型和配置的技术要求和标准

2.2.1 设备性能要求

高原特长隧道机电设备的性能要求包括机械性



图1 某高原特长隧道项目老化的橡胶

能、电气性能、环保性能、安全性能等方面。在机械性能方面,需要考虑机电设备的运行效率、耐磨性、耐腐蚀性等因素。在电气性能方面,需要考虑机电设备的稳定性、功率因数、电磁兼容性等因素。在环保性能方面,需要考虑机电设备对环境的影响,如噪声、振动、排放等因素。在安全性能方面,需要考虑机电设备的安全保障措施,如防火、防爆、防雷等方面。

2.2.2 设备选型和配置标准

高原特长隧道机电设备的选型和配置标准包括各种机电设备的选型、数量、功率、规格等方面的要求。在选型和配置方面,需要考虑隧道长度、地质条件、气候环境等因素的影响,以确保机电设备的正常运行和达到预期效果。例如,在通风机的选型和配置中,需要根据隧道的长度和截面形状,考虑通风机的风量、噪声、振动等因素。在照明设备的选型和配置中,需要考虑隧道的长度、地质条件和气候环境等因素,以确定照明设备的数量、照度、色温等要求。

2.2.3 设备检测和维护标准

高原特长隧道机电设备的检测和维护标准包括设备检查、保养、维修、更换等方面的要求。在检测和维护方面,需要按照相关的标准和规范进行操作,保证机电设备的正常运行和维护。例如,在通风机的维护和检测中,需要按照设备厂家的要求进行清洁、润滑、更换零部件等维护工作。在照明设备的检测和维护中,需要按照相关的标准和规范进行设备测试、更换灯泡等维护工作。

3 高原特长隧道机电设备选型和配置的方案设计

3.1 机电设备选型的方案设计

机电设备选型的方案设计直接关系到机电设备的性能和效果。在机电设备选型的方案设计中,需要考虑隧道长度、地质条件、气候环境、运行能力等多方面因素,以确定机电设备的类型、数量、功率、规格等要求^[3]。

3.1.1 机电设备类型

在高原特长隧道机电设备选型和配置的方案设计中,首先需要确定机电设备的类型。根据作用的不同,机电设备可以分为通风设备、照明设备、泵站设备、监测设备等多种类型。在确定机电设备类型时,需要综合考虑隧道长度、地质条件、气候环境等因素的影响,以确保机电设备的性能和使用效果。

3.1.2 机电设备的数量和功率

在机电设备选型的方案设计中,需要根据隧道长度、截面形状、运行能力等因素,确定机电设备的数量和功率。例如,在通风机的选型中,需要根据隧道长度和截面形状,考虑通风机的风量、噪声、振动等因素,以确定通风机的数量和功率。在照明设备的选型中,需要根据隧道长度和地质条件等因素,确定照明设备的数量和照度等要求。如图2所示为某两臂凿岩台车及其参数。

3.1.3 机电设备规格和型号

在机电设备选型的方案设计中,需要确定机电设备的规格和型号。根据机电设备的类型和数量,可以选择合适的机电设备厂家和型号。在选择

机电设备厂家和型号时,需要考虑机电设备的性能、质量、价格等因素,以达到最优的选型和配置效果。

3.2 机电设备配置的方案设计

机电设备配置的方案设计直接关系到机电设备的布局、安装、维护等方面。在机电设备配置的方案设计中,需要综合考虑隧道长度、截面形状、地质条件、气候环境、运行能力等多方面因素,以确定机电设备的布局、安装位置、连接方式等要求。

3.2.1 机电设备的布局

在机电设备配置的方案设计中,需要确定机电设备的布局。机电设备的布局应该考虑隧道长度、截面形状和其他机电设备的布局等因素,以确保机电设备的运行效率和安全性。例如,在通风系统的布局中,需要考虑通风口的位置、数量、大小等因素,以确保通风系统的正常运行。在照明系统的布局中,需要考虑灯具的位置、数量、照度等因素,以确保隧道的照明效果和安全性。

3.2.2 机电设备的安装位置

在机电设备配置的方案设计中,需要确定机电设备的安装位置。机电设备的安装位置应该考虑隧道长度、截面形状、地质条件等因素,以确保机电设备的稳定性和可靠性。例如,在泵站的配置中,需要考虑泵站的位置、进出水口的位置、泵站管道的连接方式等因素,以确保泵站的正常运行和安全性。在监测设备的配置中,需要考虑监测设备的位置、布局等因素,以确保监测设备的正常运行和数据的准确性。

3.2.3 机电设备的连接方式

在机电设备配置的方案设计中,需要确定机电设备的连接方式。机电设备的连接方式应该考虑机电设备的类型、数量、功率等因素,以确保机电设备的运行效率和安全性。例如,在通风系统的配置中,需要考虑通风机与管道的连接方式、管道与风道的连接方式等因素,以确保通风系统的正常运行^[4]。在照明系统的配置中,需要考虑灯具与电缆的连接方式、灯具与支架的连接方式等因素,以确保



图2 某两臂凿岩台车及其参数

设备参数、功能简介:

设备参数: 功率: 325kW, 外形尺寸(mm): 长17600、宽2900、高3600, 钻孔速度: 40s可完成单孔钻眼(1.5 ~ 2m)。

功能简介:

- 超前探孔;
- 洞身中管棚、小导管施工钻孔;
- 钻孔与扫描数据通过网桥自动上传;
- 通过钻孔参数生成地质分析云图;
- 开挖及初支后断面三维自动扫描

照明系统的正常运行。

4 实例分析和案例研究

由中国中铁隧道局集团有限公司承建的某高原特长隧道项目位于西藏自治区，全长约 30km，隧道最高海拔超过 4000m。该隧道地质条件复杂，存在多种地质问题，包括断层、脆性岩体、软弱带等，施工难度大。

为了应对高原特长隧道这一特殊施工环境，中国中铁隧道局集团有限公司采取了一系列措施，如超前地质预报及超前支护、开挖、出渣除尘设备、初期支护、防排水等。在机电设备选型和配置方面，该项目选用了多种先进的机电设备，如长距离水平定向钻机、多功能钻机、三臂凿岩台车、隧道除尘风机、锚杆钻注一体台车、单臂湿喷机械手、拱架安装台车、混凝土搅拌运输车、防水板铺设台车等，以适应复杂的地质条件和施工环境。某高原特长隧道项目机电设备选型和配置见表 1。

以上设备的选型配置主要是根据该高原特长隧道项目的地质条件、隧道断面形状、施工工艺和施工进度等因素综合考虑。例如，在进行超前地质预报及超前支护时，考虑隧道地质条件复杂、地质变化多样，选用具有超前超深钻孔、自动导向、方向控制等功能的长距离水平定向钻机和多功能钻机，以提高钻掘效率和钻掘的准确性。在进行初期支护时，选用具有锚杆钻孔、钻注、喷混凝土等多种作业功能的锚杆钻注一体台车，可以简化工序、提高作业效率；同时选用

具有安装精度高、安全可靠等特点的拱架安装台车，可以保证拱架的安装质量。在防排水方面，选用具有防水板铺设、连接等功能的防水板铺设台车，可以保证隧道的防水效果。

在施工过程中，该项目采取了先进的施工技术和管理手段，如 BIM 技术、全过程无人化管理系统等，提高施工效率和管理水平。同时，该项目注重环境保护和安全管理，采取了多种措施，如噪声治理、振动控制、除尘防护等，保证施工的安全和环保要求。

在机电设备选型和配置方面，选用的先进设备和技术在施工中发挥了重要作用，保证了施工的安全、高效和质量。

5 结语

通过对高原特长隧道机电设备选型和配置方案的研究，发现隧道长度、地质条件、气候环境等因素对机电设备的选型和配置具有很大的影响。在实际选型和配置中，必须充分考虑这些因素的影响，以保证机电设备的适用性和可靠性。同时，从国内外的经验和案例中可以发现，高原特长隧道机电设备选型和配置的技术要求和标准已经日趋成熟，可以为实际选型和配置提供很好的参考。在方案设计中，针对不同的工序和环境要素，需要制定不同的机电设备选型和配置方案，并在实际的施工中进行实施效果评估和经济分析，以不断优化和改进方案。

表 1 某高原特长隧道项目机电设备选型和配置表

工序	设备名称	规格型号	选型依据
超前地质预报及超前支护	长距离水平定向钻机	ZDY4200L	钻机具有超前超深钻孔、自动导向、方向控制等功能，能适应高原特殊地质环境
	多功能钻机	JKS400B	钻机可以进行注浆、钻进和爆破等多种作业，适用于高山地形和特殊地质条件
开挖	三臂凿岩台车	JT1-3.3-12	可靠性高、适应性强、钻孔直径大、应用范围广
	两臂凿岩台车	JT1-2.5-12	适用于较窄的隧道断面
出渣除尘设备	隧道除尘风机	T35-11/2-30	具有良好的除尘效果，可以减少隧道内灰尘对工人的危害
初期支护	锚杆钻注一体台车	公里 2.2-16.5	可以进行锚杆钻孔、钻注等作业，简化工序、提高作业效率
	单臂湿喷机械手	SG70-5	可以进行拱顶、侧墙的喷混凝土作业
	拱架安装台车	JQ-5.5/1.2	适用于隧道拱架的安装，具有安装精度高、安全可靠等特点
	混凝土搅拌运输车	XBS40-12-45	可以进行混凝土的搅拌、输送作业
防排水	防水板铺设台车	长江	可以进行防水板的铺设、连接等作业

参考文献：

[1]《中国公路学报》编辑部．中国交通隧道工程学术研究综述·2022[J]．中国公路学报，2022，35(04)：1-40.

[2] 张旭东．川藏铁路隧道钻爆法施工机械化设备选型初探[J]．隧道建设(中英文)，2019，39(S1)：420-432.

[3] 郭庆静，许先亮．长大隧道施工高压进洞供电技术研究[J]．筑路机械与施工机械化，2016，33(02)：77-79+83.

[4] 李永．高原特长隧道机电设备选型及配置[J]．建筑机械，2014(09)：42-45+4.