

# 基于百吨级矿用卡车的抽水蓄能电站挖填工程施工组织设计

董东雪<sup>1</sup> 吴琳晗<sup>1</sup> 王利楠<sup>1</sup> 尚毓奇<sup>1</sup> 李希稷<sup>2</sup> 李绅<sup>2</sup>

1 中国水利水电第六工程局有限公司山东潍坊抽水蓄能电站水库工程项目部

2 山东潍坊抽水蓄能有限公司

DOI:10.32629/hwr.v9i11.6643

**[摘要]** 本文主要介绍了山东潍坊抽水蓄能电站水库工程开工引用纯电矿用卡车后,由于原有的施工组织设计采用燃油自卸车作为运输设备,导致施工组内设备配置和道路等难以满足纯电矿用卡车的作业需求,对纯电矿用卡车的运行效率影响较大。因此,项目计划对纯电矿用卡车的施工组织编制进行深入研究和探讨,制定出一套适合纯电矿用卡车施工的组织设计规则,以确保施工质量和安全的前提下,提升施工效率和经济效益。

**[关键词]** 纯电矿用卡车; 抽水蓄能; 施工组织

**中图分类号:** TV53+3 **文献标识码:** A

## Construction organization design of excavation and filling project of pumped storage power station based on 100-ton mining truck

Dongxue Dong<sup>1</sup> Linhan Wu<sup>1</sup> Li'nan Wang<sup>1</sup> Yuqi Shang<sup>1</sup> Xiji Li<sup>2</sup> Shen Li<sup>2</sup>

1 China Water Resources and Hydropower Engineering Bureau 6th Engineering Co., Ltd. Shandong Weifang Pumped-storage Hydroelectric Power Station Reservoir Project Department

2 Shandong Weifang Pumped Storage Co., Ltd.

**[Abstract]** This paper mainly introduces that after the construction of the reservoir project of Shandong Weifang Pumped Storage Power Station started, pure electric mining trucks were used. Since the original construction organization design used fuel dump trucks as transportation equipment, the equipment configuration and roads in the construction group were difficult to meet the operation needs of pure electric mining trucks, which had a great impact on the operation efficiency of pure electric mining trucks. Therefore, the project plans to conduct in-depth research and discussion on the construction organization preparation of pure electric mining trucks, and formulate a set of organizational design rules suitable for the construction of pure electric mining trucks, so as to improve construction efficiency and economic benefits on the premise of ensuring construction quality and safety.

**[Key words]** Pure electric mining truck; Pumped storage power station; Construction organization

## 引言

我国纯电动矿用卡车研究与应用始于2018年,主要核心研发单位有宇通重工、徐工重工、河南跃薪、三一重装、潍柴集团等设备制造厂商<sup>[1]</sup>。动力电池组矿用卡车的成功使用,带来露天采矿运输设备的革命性变革,尤其在环保、减少碳排放方面更具优势<sup>[2]</sup>。

山东潍坊抽水蓄能电站水库工程采用纯电矿用卡车进行施工作业,项目初期现场条件不良,现场地形高陡狭窄,初期施工组织设计原规划采用燃油自卸车进行作业,现场采用宽体矿用卡车后,原有设备配置、道路等难以满足纯电矿用卡车作业需求,对纯电矿用卡车运行效率影响较大。

因此,本项目计划对纯电矿用卡车的施工组织编制进行深入的研究和探讨,旨在根据现场实际应用中的各项作业指标,制定出一套适合纯电矿用卡车施工的组织设计规则。力求在确保施工质量和安全的前提下,最大化地提升施工效率和经济效益。通过这样的针对性设计探讨,期望能够为纯电矿用卡车在抽水蓄能电站施工领域的广泛应用提供有力的技术支持和实践指导。

## 1 施工组织内部差异点及解决思路

### 1.1 道路参数不满足

水库开挖前期要对原有大峪沟内的乡村道路进行改扩建,设备进入施工场地后进行库盆及岸坡清表及腐殖土开挖施工。根据原先的施工组织设计,现场道路宽度相对较小,转弯的空间也

较为有限。尽管这样的道路条件能够满足传统燃油自卸车的正常运行需求,但是考虑到纯电矿用卡车的物理特性,其车身长度较长且车体宽度较大,现有的道路宽度对于纯电矿用卡车来说显得过于狭窄,无法满足其会车需求且纯电矿用卡车在转弯平台上进行转弯时,往往需要反复倒车才能完成转弯,这一过程不仅耗时而且效率低下,从而对整体的运输效率产生了负面影响。

### 1.2 设备配置不齐备

传统大坝土石方施工主要采用25t燃油自卸车作为作业设备,原施组中计划高峰期强度约为67.99万 $\text{m}^3$ /月,设备配置可满足燃油自卸车基础需要,但是对于纯电矿用卡车来说,车辆斗容大,装车摊铺流程仍沿用燃油自卸车配套设备会影响效率,且原施组中不包含部分纯电矿用卡车特有的配套设备,现就情况进行说明。

#### 1.2.1 挖装设备

本工程综合运距暂按1.5km考虑,平均车速按10km/h考虑。原施组中配套的反铲设备为1.6 $\text{m}^3$ 斗容反铲,挖装一次时间为35s,需要挖装12.5斗,用于燃油自卸车装车时单铲装车时间为35 $\times$ 12.5=455s,若用该反铲用于纯电矿用卡车装车,单车单铲耗时为35 $\times$ 22=770s,降效约41%。

#### 1.2.2 加水设备

项目对环保标准有着非常严格的要求,因此在运输物料的过程中,必须采取加水降尘的措施,以确保环境的清洁和安全。为了满足这一需求,施组设计内运输线路上部署了智能加水系统,以便运输车辆能够方便地进行加水操作。

原施组内设计的智能加水站,初衷是针对燃油自卸车进行专门定制。在加水站的设计过程中,充分考量了燃油自卸车的特性,使得其顶部加水点布局均匀,能够全面覆盖车斗的各个区域。此设计旨在确保自卸车在物料运输过程中,车斗内部物料能够接收到均匀洒水。

然而,在引入纯电动矿用卡车后,施组设计中加水站在为这类大型车辆提供服务时会遭遇一些挑战。具体而言,纯电动矿用卡车的车斗尺寸显著大于燃油自卸车,致使原有加水站的顶部加水点无法全面覆盖车斗的所有区域。这一情况导致在加水过程中,部分区域可能出现加水不充分的现象,从而影响了加水的均匀程度。

#### 1.2.3 其他设备

纯电矿用卡车的动力系统完全依赖于电能,因此需要通过充电桩来进行能量的补给和充电。然而,在现有的施工组织设计中,并没有专门规划出用于设备充电的区域。这意味着,如果按照现有的施工组织设计来应用纯电矿用卡车,充电桩将不得不被布置在施工辅助企业设施布置的空闲位置上。这样的布置方式将导致充电桩的分布变得非常分散,缺乏集中性。

在这种情况下,当纯电矿用卡车需要充电时,操作人员可能不得不绕行寻找空闲的充电桩,这无疑会浪费宝贵的作业时间。时间的浪费将直接影响到整体的工作效率,使得施工进度受到阻碍。

## 2 解决方案

为解决原施组内各项指标对纯电矿用卡车应用过程中出现的导致增本或降效的问题,项目团队依据现场实际操作经验,针对上述问题点进行了针对性的解决与改进。

### 2.1 道路参数设计改良

根据项目所采用的90吨级纯电矿用卡车的车身尺寸参数,项目团队决定对主要运输道路实施改造工程。在原有施工组织设计中,道路宽度范围为6米至9米,现决定将其整体拓宽至10米至12米。此举旨在确保纯电矿用卡车在运输过程中能够顺利实现会车与转弯操作,满足其较大的车身尺寸需求。同时,转弯平台的尺寸亦将作适当扩大,以便为纯电矿用卡车在转弯时提供更为充裕的操作空间,使得运输道路能够承载足量的宽体矿用卡车。

纯电动卡车相较于燃油卡车续航里程较短、存在能量回收特性并且能量补充时间长<sup>[3]</sup>,而为了提升运输效率,需要尽可能减少纯电矿用卡车对充电的需求,因此,为进一步优化运输效率,项目组对道路的坡度进行了精细调整。新的平均运输路线坡度设定为10%,旨在确保纯电矿用卡车在运输过程中行驶更为平稳,减少能量损耗。通过降低坡度,纯电矿用卡车在运输过程中可有效减轻因坡度造成的额外负荷,进而延长车辆的续航里程。

总体而言,通过拓宽道路宽度、增大转弯平台尺寸及调整道路坡度,项目组致力于构建一个更加适宜的运输环境,以满足纯电矿用卡车在会车、转弯及续航等方面的特殊需求。此番改造不仅能够满足纯电矿用卡车的实际运行需求,还能通过优化运输路线坡度,进一步提升纯电矿用卡车的续航能力,从而全面提高整体运输效率和安全性。

### 2.2 设备反铲

为了有效减少纯电矿用卡车的装料时间,项目团队决定将施工组织设计中的1.6立方米反铲更换为更大容量的3.2立方米反铲。这一举措使得在相同的配置条件下,单车的装车时间得以显著缩短,仅为原来1.6立方米反铲装车时间的50%。此外,项目团队还根据现场实际情况进行了详细的计算和分析,以确定最佳的反铲配置数量。经过精确的计算,得出在运输距离为1.5公里的情况下,平均而言,每4台纯电矿用卡车配备1台3.2立方米反铲即可满足需求,确保反铲与矿用卡车在作业过程中均不会出现闲置的情况。在成本方面,这一调整并没有带来明显的增加,从而在提高效率的同时,也保持了原有的经济性。

### 2.3 加水设备

为解决原有施组中加水站加水不均匀的问题,项目团队决定采纳一系列改进措施。首先,将原有的架式加水站升级为更加高效的塔式加水站,此举不仅增强了加水站的整体结构稳定性,也为后续的改进奠定了坚实的基础。其次,供水管道的管径得到了加粗处理,以确保在加水过程中能够提供更强大的水流,进而提升加水效率。

### 2.4 其他设备

为了更好地适应纯电矿用卡车在运输作业中的应用,除了

前文提到的几项改进措施之外,项目团队还针对纯电矿用卡车运输的各个环节进行了深入的优化工作。为了保证具备传统燃油卡车同等的运输效率,纯电动卡车需要能够方便、快捷地充电<sup>[4]</sup>,因此选择合适的充电方式至关重要。首先,在现有的500平台设计基础上,特别增设了专为纯电矿用卡车服务的维修站与充电站。这一举措旨在划分出专门的区域,集中布置充电桩设施,从而有效解决因施工设备过于集中而导致的维修等待时间过长,以及维修人员专业技能不足而无法及时修理的问题。通过集中布置充电桩,司机们在寻找空闲充电桩时所花费的时间得以大幅减少,进而减少了纯电矿用卡车在非作业状态下的休整时间。这一系列措施从侧面显著提升了纯电矿用卡车的出勤率,进而提高了整体的运输效率。随着电动车辆技术的不断发展和推广应用,电动重卡换电模式正逐渐成为重型货运行业的发展趋势<sup>[5]</sup>。但对于抽水蓄能电站水库工程土石方施工期间条件来说,换电站对环境等需求较高,目前较难布置于抽水蓄能电站施工辅助区域,未来,随着电池性能的进一步提升和更换设施的完善,电动重卡换电模式有望实现更高效、更便捷的充电体验,为重型货运行业的可持续发展提供更好的支持<sup>[6]</sup>。

在现场作业环节,项目部根据纯电矿用卡车的台班运输能力,进行了详细的反算,以确定摊铺和碾压作业的强度需求。基于这些需求,项目部配置了充足的推土机、振动碾等设备,这些设备的加入极大地加快了纯电矿用卡车的卸料效率。通过这些措施,纯电矿用卡车得以在日常作业中保持正常且高效的运行状态,为整个运输作业提供了诸多便利。这些优化措施不仅提升了纯电矿用卡车的作业效率,还确保了整个矿产运输作业流程的顺畅和高效。

### 3 取得成效

通过对施组中各项措施的优化改进并加以实施,项目成功地使现场满足了纯电矿用卡车运输作业的标准。项目作业区域经过精心布置,能够容纳19台燃油矿用卡车和17台纯电矿用卡车,而且这些矿用卡车都能高效运行。通过这些改进,排队等待的时间大幅缩短,最终我们实现了在高峰期每月填筑120万立方米的辉煌成果。这一成就不仅打破了传统方法在抽水蓄能电站场景下的运输理论极限,还展示了我们在技术创新和效率提升

方面的卓越能力。

### 4 结束语

在本篇论述中,我们基于山东潍坊项目水库工程的施工组织安排与纯电矿用卡车的运输需求,展开深入的探讨与分析,旨在明确传统燃油自卸车与纯电矿用卡车在施工组织层面的差异及其所带来的多方面影响。通过系统的对比研究,我们得出了一项关键结论:相较于传统的运输方式,在抽水蓄能电站水库工程中应用纯电矿用卡车,需要实施一系列相应的改进与调整措施。这些改进不仅涵盖现场环境的优化改造,还涉及设备配套计算重新规划。本研究与分析成果,为后续类似工程项目中采用纯电矿用卡车等非公路大型机械设备进行施工组织提供了重要的经验借鉴与参考依据,对于促进绿色施工理念的实施与可持续发展战略的推进,具有深远的现实意义及显著的应用价值。

### [基金项目]

山东潍坊抽水蓄能有限公司《潍坊公司2024至2025年群众性创新及专利管理》基金资助项目(SGXYKJ-2024-057);山东潍坊抽水蓄能有限公司群众性创新研究项目(SDWFKJ-2024-01)。

### [参考文献]

- [1]赵浩,毛开江,曲业明,等.我国露天煤矿无人驾驶及新能源卡车发展现状与关键技术[J].中国煤炭,2021,47(4):45-50.
- [2]李国政.浅析宇通YTK90E纯电动矿用自卸车在昆阳磷矿的试用[J].时代汽车.2020(22):104-105.
- [3]白家铭.考虑充电需求的露天纯电动卡车[D].西安建筑科技大学,2023.
- [4]赵雷雷,王斌.纯电动卡车技术发展的分析与研究[J].汽车实用技术,2013(2):19-22.
- [5]我省首座电动重卡换电站投入使用[J].福建交通科技,2022(02):2.
- [6]陈浩,熊萌,杨洋.电动重卡换电模式现状与发展趋势[J].时代汽车,2024(07):100-102.

### 作者简介:

董东雪(1987--),男,汉族,山东省菏泽市人,中国水利水电第六工程局有限公司山东潍坊抽水蓄能电站水库工程项目部总工程师,大学本科,工程师,研究方向:水利水电工程施工。