

DB61

陕 西 省 地 方 标 准

DB 61/T 1930—2024

公路隧道斜井有轨运输作业规范

Specification for the operation of inclined shaft rail transportation in highway tunnels

2024 - 12 - 26 发布

2025 - 01 - 26 实施

陕西省市场监督管理局 发布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本要求 2

5 作业场地 3

6 运输设备系统 3

7 运输作业 6

8 检查与维护 6

附录 A （资料性） 相关记录及表格 8

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由陕西省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：陕西交通控股集团有限公司、中交第一公路勘察设计研究院有限公司、中交第二公路工程局有限公司、中铁隧道勘察设计研究院有限公司。

本文件起草人：路杨、赵超志、仵涛、韩常领、杨磐石、赫连超、高锋、林春刚、董长松、张伟、苟超、尚伟、毛金沙、张长胜、刘文涛、张永涛。

本文件由陕西交通控股集团有限公司解释。

本文件首次发布。

联系信息如下：

单位：陕西交通控股集团有限公司

电话：029-87832666

地址：陕西省西安市雁塔区太白南路9号

邮编：710065

公路隧道斜井有轨运输作业规范

1 范围

本文件规定了公路隧道斜井有轨运输作业的基本要求、作业场地、运输设备系统、运输作业、检查与维护的内容及要求。

本文件适用于公路隧道斜井有轨运输作业。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 20961 单绳缠绕式矿井提升机
- GB 33955 矿井提升用钢丝绳
- GB 50194 建设工程施工现场供用电安全规范
- JTG/T 3660 公路隧道施工技术规范
- JTG F90 公路工程施工安全技术规范
- JB/T 6992 矿用窄轨车辆通用技术条件
- JB/T 9025 单侧曲轨侧卸式矿车
- MT 327 天轮
- 《煤矿安全规程》（2022年1月6日中华人民共和国应急管理部令第8号）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

提升系统 hoisting system

用于隧道斜井运输渣土、材料和人员的提升装置，包含绞车、天轮、钢丝绳、轨道、地辊及矿（人）车等。

3.2

跑车防护装置 anti-skid device

在斜井内安设的能够使运行中断绳或脱钩的车辆停车的安全设施。

3.3

卸渣栈桥 muck unloading trestle

隧道斜井有轨运输中用于侧翻式倾泻渣土的架空桥式结构。

3.4

卸载曲轨 unloading rail

在卸渣栈桥一侧平行轨道布置的，用作支撑侧卸式矿车侧向翻斗的凸起轨道。

3.5

防翻压轨 anti-rollover rail

侧翻式矿车卸渣时用于防止矿车侧向倾覆的设施。

3.6

转渣仓 transfer muck bin

斜井辅助正洞施工时，设置在斜井底部的用于正洞开挖硐渣中转的下沉式渣坑。

3.7

转渣 transfer muck

将开挖硐渣由正洞内运输到转渣仓，经转渣仓倒入矿车，再由提升机牵引矿车运输至洞外卸渣的施工过程。

3.8

阻车器 car arrester

设置在轨道上、用于防止矿车在停车时产生重力下滑的机械结构。

3.9

斜井辅助施工系统 slant well auxiliary construction system

依附于有轨运输作业设备、服务于公路隧道施工的筑路材料运输、井底积水抽排等附属设施。

4 基本要求

4.1 系统设计

4.1.1 有轨运输作业系统设计应满足斜井基本功能要求，遵循“安全、高效、经济、节能”的原则。

4.1.2 斜井有轨运输场地应根据功能需求、自然条件、运量要求、设备选型等因素，结合调车安全、作业方便等要求合理布置运输作业系统和辅助施工系统。

4.1.3 有轨运输斜井倾角宜为 $7^{\circ}\sim 25^{\circ}$ ，井身纵断面不宜变坡；若确需采用凹曲线变坡时，凹曲线半径应不小于 15 m，并增加必要的安全措施。

4.2 设备设施

4.2.1 斜井有轨运输作业系统应根据斜井倾角、提升高度、提升重量等因素选用绞车、轨道、矿车、天轮和钢丝绳等设备。

4.2.2 斜井辅助施工系统应结合承建工程量、自然条件及有轨运输作业系统穿插布设。

4.2.3 斜井洞口、井底（或工作面）及绞车机房应有联络信号装置。

4.2.4 斜井在洞口、井底及矿车运行区间应设警报装置。

4.3 人员要求

- 4.3.1 绞车司机、信号工、司索工应持证上岗，按照相关安全操作规程作业。
- 4.3.2 每一提升系统应配备正、副绞车司机。
- 4.3.3 在交接班和人员上下井的时间内，由正司机开车，副司机在旁监护。

4.4 操作要求

- 4.4.1 每次提升、下放与停留应有明确的信号规定。当矿车启动及运行期间，警报器拉响，提醒附近的人员注意安全。
- 4.4.2 有轨运输系统作业时，不应检修和维护，人员不应上下设备、跨越钢丝绳；在危及人身安全的作业范围内，人员和设备不应停留或者通过。
- 4.4.3 对于斜井辅助正洞施工的工况，要求在井底设置有人值守调度站，配置信号通信装置，与井口信号工、绞车司机联合操作。
- 4.4.4 有轨运输系统设专人检修，检修项目、标准及频次见附录 A.1。

4.5 管理要求

按照JTG F90及《煤矿安全规程》，建立完善的斜井有轨运输系统作业规程，加强日常检查，及时制止违章，发现问题及时整改。

5 作业场地

- 5.1 斜井洞口需有不小于 80 m 的纵向开阔场地，用于布置洞口有轨运输作业系统及施工辅助系统，并避免遭受洪水、滑坡等自然灾害影响。
- 5.2 斜井洞口应布设有筑路材料吊装设备及运输通道；卸渣栈桥底部应满足装载机、自卸汽车的作业空间需求。
- 5.3 斜井井底宜设置下沉式转渣仓、卸料平台及其他施工服务系统，确保隧道正洞渣土转运、材料运输、人员通行等安全、可靠、高效、便捷。
- 5.4 斜井应设置宽度不小于 0.8 m 的人行道，靠行车线一侧安装不小于 0.9 m 高的扶手。斜井倾角大于 15°时，人行道设置台阶。斜井每隔 30 m~50 m 设一个躲避洞，洞室宽度不小于 1.2 m，深度不小于 1.0m，高度不小于 1.9 m。
- 5.5 斜井井底停车场应设置避车洞，避车洞宜不小于 5 m（高）×5 m（宽）×10 m（深），井底调度站及附近的固定设备应置于避车洞内。
- 5.6 斜井净断面在满足隧道通风设计功能的基础上，还需满足施工阶段有轨运输、行人、排水和安全设施及设备安装、检修的空间需求，并符合下列要求：
 - a) 斜井管线与运输设备最突出部分之间的最小间距不小于 0.3 m。
 - b) 两辆矿车相向运行时，最突出处最小净距不小于 0.2 m，人行道侧净距不小于 0.3 m。

6 运输设备系统

6.1 矿车

- 6.1.1 矿车选用主要取决于正洞施工时渣土运输容量的需求，有轨运输作业系统的矿车提升量应满足正洞施工时渣土运输容量的需求。有轨运输作业系统的矿车提升量按公式（1）计算：

$$V = \frac{K_2 \times t \times V_{\max}}{3600 \times K_1 \times T} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

V —双钩提升时提升容器的提升量， m^3 ；

K_1 —容器装满系数；

K_2 —提升不均匀系数；

$V_{\max}$ —日最大提升量， $V_{\max}$ =正洞最高月开挖量 $\times$ 松散系数 $\div$ 月工作天数。

T —每日提升时间；

t —一次提升时间，s；一次提升时间按公式（2）计算：

$$t = 2l_1/v_1 + 2l_2/v_2 + 2l_3/v_2 + 2t_0 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

l_1 —斜坡段长度；

$\bar{V}_{v_1}$ —斜井提升的平均速度；

l_2 —斜井井口以上提升长度；

v_2 —平坡段平均提升速度；

l_3 —斜井井底平坡段长度；

t_0 —平坡段的休止时间；

6.1.2 矿车主要零部件的技术要求应符合 JB/T 6992 的规定。

6.1.3 矿车型式与基本参数应符合 JB/T 9025 的规定。

6.2 提升机

6.2.1 提升机选型应首先计算钢丝绳最大静张力、钢丝绳静张力差，按照不大于 GB/T 20961 基本参数的原则，即可确定提升机型号。钢丝绳最大静张力 $F_{\max}$ 按公式（3）计算：

$$F_{\max} = n(Q_1 + Q_2)(\sin \alpha + f_1 \cos \alpha) + P_k L(\sin \alpha + f_2 \cos \alpha) \dots\dots\dots (3)$$

6.2.2 钢丝绳最大静张力差 ΔF 按公式（4）计算：

$$\Delta F = F_{\max} - nQ_1(\sin \alpha - f_1 \cos \alpha) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

n —一次提升车数；

Q_1 —提升容器及连接装置的自重；

Q_2 —提升容器的有效载重；

α —斜井倾角；

f_1 —提升容器的阻力系数；

f_2 —钢丝绳移动的阻力系数；

P_k —提升钢丝绳的单位长度重量；

L —钢丝绳提升长度。

6.2.3 提升机的技术要求应符合 GB/T 20961 和《煤矿安全规程》的规定。

6.3 钢丝绳

6.3.1 钢丝绳安全系数应按照《煤矿安全规程》执行。

6.3.2 钢丝绳选型应首先计算钢丝绳破断拉力的总和，按照不大于 GB 33955-2024 钢丝绳力学性能表的原则，根据其数值即可确定钢丝绳类别及结构。钢丝绳破断拉力的总和按照公式（5）计算：

$$Q_q = N \times F_{max} \dots\dots\dots (5)$$

式中：
N—钢丝绳的安全系数；
F_{max}—钢丝绳所承受的最大静拉力（包括绳端载荷和钢丝绳自重所引起的静拉力），kN。

6.4 天轮

6.4.1 天轮选型应根据钢丝绳破断拉力总和，按照不大于 MT 327 相应参数的原则确定。
6.4.2 天轮的技术要求应符合 MT 327 和《煤矿安全规程》的要求。

6.5 轨道

6.5.1 轨道轨距宜为 900 mm，运送 15 t 及以上载荷的轨道线路，应当使用不小于 30 kg/m 的钢轨；轨距铺设误差不得大于 10 mm；轨道间隙不超过 10 mm；内外错差不大于 5 mm。
6.5.2 一般情况下，轨枕铺设间距 0.5 m~0.8 m，轨枕长度 1.5 m，每间隔 10 m 左右设置 1 个轨距拉杆，并用锚固筋固定。
6.5.3 一般情况下，洞口变坡曲线段地辊安装间距为 8 m，洞身段间距为 15 m，地辊直径不小于 300 mm。地辊安装高度低于轨面 50 mm。

6.6 监控及通信系统

6.6.1 斜井有轨运输需配备安全监控系统、人员定位系统、调度通信系统。
6.6.2 安全监控设备需定期调校、测试，每月不少于 1 次。安全监控设备发生故障时要及时处理。在故障处理期间采用人工监测等安全措施，并填写故障记录。
6.6.3 斜井内安装安全监控系统，设置集中实时显示装置，并具有存储和查询功能。视频图像信息存储的时间不少于 30 d。
6.6.4 调度通信系统应采用有线+无线的通讯方式，覆盖整个有轨运输区域，有基站的应配备不间断电源。
6.6.5 斜井内的通信电缆应当与电力电缆分挂在斜井的两侧；如果受条件所限，无法分挂在斜井两侧，可将电缆敷设在距电力电缆 0.3m 以外的地方。

6.7 供电及照明系统

6.7.1 斜井有轨运输系统宜设置双回路电源线路。若采用单回路供电时，需要配置备用电源并设专人管理，备用电源的容量需要满足应急提升、通风、排水、照明等要求，能保持系统连续工作时间不小于 2 小时。
6.7.2 斜井外设置变电站时,应有防雷击和防风措施。变电站架空输电线路应避免跨越施工区域。当必需跨越时,其最低点距人行道和运输道路的距离应满足以下规定：
a) 电压小于 1 kV 时不小于 6.0 m；
b) 电压大于或等于 1 kV 时不小于 7.0 m。
6.7.3 照明和动力电线路安装在斜井同一侧时，应从低到高分层架设。电压 380V 时，最下侧导线距地面高度不得小于 2.5 m；电压为 10 kV 时，悬挂高度应不小于 3.5 m。
6.7.4 下列地点照明照度值宜不低于 15Lx：
a) 井底车场及其附近；
b) 运输通道、人行道；

c) 地面提升机机房、变电所、隧道施工调度室。

6.8 通风及排水系统

6.8.1 斜井通风应结合正洞施工通风进行系统设计，通风效果应满足 JTG/T 3660 的相关要求。

6.8.2 通过斜井施工正洞，须在斜井底设置水仓及抽水泵房。进行抽排水系统配置时，先根据相关水文地质资料，计算出整个正洞及斜井内的最大涌水量之和，在此基础上应考虑 1.3 倍~1.5 倍范围内的排水储备系数，最后定出总的排水量。根据总的排水量，计算出需要的排水流量及抽水机功率，选择并配置相应的抽排水设备。

7 运输作业

7.1 转渣

7.1.1 井底转渣可通过下沉式转渣仓来实现。即正洞掌子面的洞渣由自卸汽车运至转渣槽位置后，通过导渣钢板直接倒入转渣槽内，倒入的渣全部落入转渣槽内的矿车内，然后通过提升机提升至洞外。

7.1.2 矿车内的洞渣应分布均匀，不应超装、偏装。

7.2 出渣

7.2.1 出渣过程中，提升机司机应与信号、调度人员协调配合并加强通信联络。

7.2.2 有关操作流程及安全措施，应符合《煤矿安全规程》的要求。

7.3 卸渣

7.3.1 卸渣应通过卸渣栈桥、卸载曲轨、防翻压轨，采用侧卸式自动卸渣，并开启警示和必要的降尘措施。

7.3.2 卸渣配套设施的设置应有利于二次转渣或自动倾卸。

7.4 材料机具运输

7.4.1 用于斜井及正洞内的筑路材料，应在洞外通过机械或人工装入矿车，通过提升机牵引运行至井底普通材料卸料区。

7.4.2 散状材料由矿车内自动下落，通过下料漏斗引导，落入下方运输汽车内，由运输汽车运至施工现场；型材及拱架用机械装入，矿车运输至井底后，可采用人工配合机械吊装等方式卸落。

7.4.3 混凝土宜采用轨行式混凝土罐车运输。

7.4.4 大型机具宜采用轨行式板车运至井下组装。

8 检查与维护

8.1 矿车在维护、检修或者处理故障时，需停电闭锁，并使用阻车器固定牢靠。其检查内容参见附录 A.2。

8.2 提升机日维护、检修时间不宜少于 2 小时。其检查内容、标准及保养参见附录 A.3、附录 A.4。

8.3 钢丝绳的使用、检查应符合《煤矿安全规程》的要求。

8.4 天轮应重点观察其润滑情况及运行情况，同时对天轮基础结构是否开裂、变形及时检查。天轮的检查内容及标准参见附录 A.5。

- 8.5 轨道日工作时间不应超过 22 小时。检查方式应采用不间断巡查和定时检查，检查内容、标准参见附录 A.6。
- 8.6 监控及通信系统应保证日常运行良好，发现故障、损坏时应及时排除、更换。
- 8.7 各种电气设备和输变电线应有专人检查、维修、调整等，其作业要求应符合 GB 50194 的规定。
- 8.8 通风及排水系统应有专人检查、维修、调整等，对于故障、损坏应及时进行修复或更换。
- 8.9 有轨运输作业系统日常检查情况、运行情况、维修保养情况应及时准确记录。记录内容参见附录 A.5～附录 A.8。

附 录 A
(资料性)
相关记录及表格

A.1 检查项目与频次

表 A.1 检查项目与频次

序号	检查项目名称	检查时间	检查人
1	主、副提升机制动系统	每日巡查一次	检查工、机电工程师
2	钢丝绳	每日巡查一次	检修工
3	天轮润滑情况	每日巡查一次	检查工
4	天轮运行情况	每日巡查一次	检查工
5	矿车	每日巡查一次	检查工
6	销子	每日巡查一次	检查工
7	轨道	不间断巡查	检查工
8	电器系统	每日巡查一次	检查工、机电工程师
9	信号使用系统	每日巡查一次	检查工
10	稳车制动系统	每日巡查一次	检查工、机电工程师
11	稳车电器系统	每日巡查一次	检查工、机电工程师
12	各类管线路	每日巡查一次	检查工

A.2 矿车安全日检查记录表

表 A.2 矿车安全日检查记录表

日期:

设备名称:

项目	序号	检查内容	检查标准	检查结果	检查人	整改措施及结果	整改人	备注
整机检查	1	车轮不得有裂纹,踏面光洁,转动灵活,无明显损伤	无裂纹,光洁、灵活					
	2	轴承是否有裂纹磨损情况	无裂纹、磨损					
	3	车轴与轴承配合是否符合要求	符合要求					
	4	车轮轴承润滑是否良好,油脂符合要求	润滑良好					
	5	连接装置的钩、环、链、销、孔是否变形	无变形					
	6	同一轮对新旧轴承是否混合使用	否					
	7	车厢是否有裂纹和破损	无裂纹、破损					
	8	车底与车厢是结合紧密	紧密牢靠					
	9	拖轮组是否平直,拖轮是否转动灵活	平直、灵活					
	10	底梁不得有裂纹、开焊	无裂纹、开焊					

A.3 提升机安全日检查记录表

表 A.3 提升机安全日检查记录表

日期		机械名称		品牌及 型号		操作手		
项目	序号	检查内容		检查 结果	检查人	整改措施及结 果	整改人	备注
整机检 查	1	检查轴承是否发热各润滑部位油量是否充足						
	2	检查联轴器销轴、胶圈是否磨损超限和松动，间隙情况						
	3	各部位机构连接件的连接性是否可靠						
	4	筒壳有无开焊、变形，铆钉、螺钉有无松动，衬木情况						
	5	钢丝绳排列是否整齐以及断丝锈蚀磨损变形情况						
	6	基础螺栓是否松动						
	7	齿轮齿面是否带油及磨损情况						
	8	工作闸闸皮接触间隙磨损情况、各部位拉杆、销钉、螺钉是否松动						
动力系 统 检查	1	电动机机体及碳刷等的声音、温度是否正常						
	2	检查制动系统是否灵活、可靠						
	3	液压站外部油管排列整齐，不渗油						
	4	电机是否有一般故障或异响						
	5	减速箱无异响，无漏油，运转平稳						
	6	离合器应接合平稳，传替动力有效，分离彻底						
工作装 置检查	1	各种安全保护装置是否齐全动作是否准确可靠						
	2	电流表、电压表、压力表指示数值是否正常						
	3	传动轴与联轴器传动间隙正常，无异响，无振动无断齿						
	4	主令控制器，各操纵装置是否灵活可靠						

A. 4 提升机检查保养周期表

表 A. 4 提升机检查保养周期表

日期：

设备编号：

序号	检查项目	部位	标准	保养检查周期	检查结果	检修人	备注
1	检查各部位螺丝	轴承基座部分	有无松动、脱落现象	每天检查			
		卷筒及主轴部分	有无松动、脱落现象	每天检查			
		电机部分	有无松动、脱落现象	每天检查			
		减速机部分	有无松动、脱落现象	每天检查			
		液压站部分	有无松动、脱落现象	每天检查			
		润滑站部分	有无松动、脱落现象	每天检查			
2	加注黄油	电机轴承部分	保证电机轴承润滑满油	每月检查加注一次			
		润滑站部分	每次加满	第一次半年加一次润滑油、第二次一年加注一次			
		减速机主轴瓦	每次加满	每月检查加注一次			
		离合主轴轴承	每次加满	每调一次离合加注一次			
		离合主轴器	每次加满	每天加注一次			
		调绳离合器（单滚筒无需加注）	每次加满	每天加注一次			
3	绞车部位外观	检查盘形制动器闸瓦间隙是否符合要求	合闸后紧贴刹车盘，接触面大于 60 %	每天检查一次			
		检查深度指示器的齿带和指针运转情况	运转灵活有效	每天检查一次			
		各种安全保护装置和仪表等动作是否指示正常	是否运行正常	每天检查一次			
		调绳离合器内齿与齿块啮合	是否运行正常	每天检查一次			
		拆开联轴器，检查其工作状态，如间隙、端面倾斜、径向位移、连结螺栓及内外齿等	是否有断裂、松动及磨损等	每月检查一次			
		打开减速器观察孔盖和检查门，详细检查齿轮的啮合情况，检查轮辐	是否发生裂纹等	每月检查一次			
		钢丝绳的工作状况及钢丝绳在滚筒上的排列情况	排列是否整齐	每天检查一次			

A.5 有轨运输设备安全日检查记录表

表 A.5 有轨运输设备安全日检查记录表

日期			使用项目					
检查项目	序号	检查内容	检查标准	检查结果	检查人	整改措施及结果	整改人	备注
培训教育	1	班前教育	班前会					
轨道	1	纵向轨道是否有弯曲及变形	无弯曲、无变形					
	2	检测两条轨道的间距	900 mm±10 mm					
	3	防滑绳是否规范	无明显磨损， 无淤泥掩埋					
	4	轨道压板及螺栓	螺栓是否紧固， 无松动					
	5	检查轨道有无明显损伤	无裂痕、 无较大磨损					
天轮	1	天轮运行是否正常，有无磨损	正常运转，绳槽衬垫无明显磨损，					
	2	天轮轴承润滑是否良好	润滑良好，无异响					
卸渣栈桥	1	矿车阻车器	是否牢靠，无脱焊					
	2	栈桥基础焊接	是否有脱焊、变形现象					
	3	卸渣斗焊接	是否有脱焊、变形现象					
	4	栈桥地辊	是否正常运行					
	5	栈桥围栏	围栏焊接是否牢固，无脱焊变形					
	6	栈桥平稳性	是否有较大晃动，异响					
	7	警示标志标语	警示标志标语齐全					
卸载曲轨	1	曲轨整体	有无变形，无位移，焊接是否牢固					
	2	防翻压轨	焊接是否牢固， 无脱焊，无变形					
	3	曲轨底梁	焊接是否牢固， 无脱焊，无变形					
	4	曲轨基础	焊接是否牢固， 无脱焊					
监控与通信	1	视频监控	视频监控清晰，传输、存储正常					
	2	语音通信	语音通信应答、呼叫正常					
	3	信号设施	信号设施无缺失、工作状态正常					

A. 6 提升机司机交接班记录表

表 A. 6 提升机司机交接班记录表

年 月 日						
班次时间	岗位 责任人		当班情况记录		交接班确认	
早班 点至 点	主司机					
	副司机					
			交班人		接班人	
中班 点至 点	主司机					
	副司机					
			交班人		接班人	
晚班 点至 点	主司机					
	副司机					
			交班人		接班人	

A. 7 信号工交接班记录表

表 A. 7 信号工交接班记录表

年 月 日						
班次时间	岗位负责人		当班情况记录		交接班确认	
早班 点至 点	井口 信号工					
	井底 信号工		交班人		接班人	
中班 点至 点	井口 信号工					
	井底 信号工		交班人		接班人	
晚班 点至 点	井口 信号工					
	井底 信号工		交班人		接班人	

A.8 机械维修保养记录表

表 A.8 机械维修保养记录表

机械名称:

机主:

操作手:

序号	日 期	维修保养内容	更换主要配件 及润滑油	维保人员	维保结果	备注
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
