

团 体 标 准

T/MMAC XXX—XXXX

冶金露天矿山穿孔设备 5G 智能化远程操控 技术规范

Technical specification for 5G intelligent remote control system of metallurgical
open-pit mines perforation equipment

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国冶金矿山企业协会发布



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构。除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 缩略语.....	2
5 总体架构.....	2
6 硬件组成.....	3
7 功能要求.....	4
8 性能要求.....	9
9 通信系统要求.....	9
10 边缘计算要求.....	10
11 可用性运行效率要求.....	11
12 安全保障机制要求.....	11
13 环境适应性和可靠性要求.....	14
附录 A.....	15
附录 B.....	17

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》给出的规则起草。

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。

本文件由中国冶金矿山企业协会团体标准化工作委员会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

冶金露天矿山穿孔设备 5G 智能化远程操控技术规范

1 范围

本文件规定了冶金露天矿山穿孔设备5G智能化远程操控技术的术语和定义、缩略语、总体架构、硬件组成、功能要求、性能要求、通信系统要求、边缘计算要求、可用性运行效率要求、安全保障机制要求、环境适应性和可靠性要求。

本文件适用于冶金露天矿山穿孔设备5G智能化远程操控。

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 4208 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 12173 矿用一般型电气设备

GB 14048 低压成套开关设备和控制设备

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 34679 智慧矿山信息系统通用技术规范

GB 50174 数据中心设计规范

JB/T 5000 重型机械通用技术条件

YD/T 3962 5G核心网边缘计算总体技术要求

YD/T 3973 5G网络切片 端到端总体技术要求

YD/T 5263 数字蜂窝移动通信网5G核心网工程技术规范

YD/T 5264 数字蜂窝移动通信网5G无线网工程技术规范

3 术语和定义

GB/T 4208、GB 50174、YD/T 3962、YD/T 3973、YD/T 5263、YD/T 5264界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

远程操控座舱 remote control cockpit

指对生产设备进行远程化操控升级改造后，支撑操控人员在远端可通过网络进行生产设备的可视化监视和远程遥控，并通过合理的空间布局和界面可还原真实现场操控体验的人机交互智能终端。

4 缩略语

GB/T 4208、YD/T 3962、YD/T 3973、YD/T 5263、YD/T 5264界定的缩略语适用于本文件。

5 总体架构

冶金露天矿山穿孔设备5G智能化远程操控技术架构包括设备控制系统、5G专网、边缘计算单元、设备管理系统、远程操控座舱五个部分，各部分相互配合衔接，形成一体化的智能系统，见图1所示。

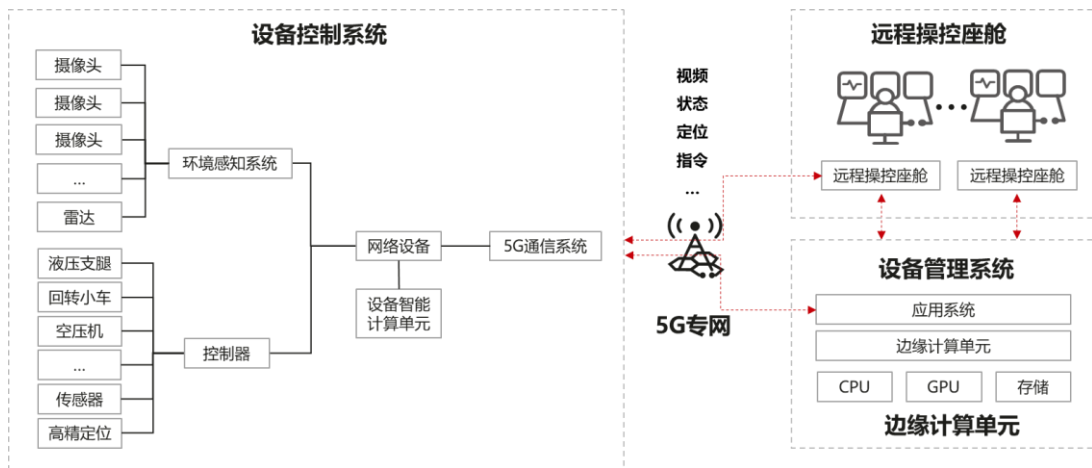


图 1 露天矿山穿孔设备 5G 智能化远程操控系统技术架构

5.1 设备控制系统

搭载电控执行机构、5G通信系统、传感器、控制系统等对设备进行电气化、网络化、智能化升级，通过5G网络与服务侧系统和远程操控座舱连接，接收任务数据和遥控指令，上传现场视频和设备运行数据，支持各项人工现场操控的动作和功能能够通过远程操控方式完成。

5.2 5G 专网

针对穿孔设备远程操控的生产级要求，提供大带宽、低时延、高可靠、安全隔离的5G无线通信网络。

5.3 边缘计算单元

服务侧系统部署在边缘计算单元上，使用边缘计算单元提供的算力、存储、网络能力支撑应用运行。

5.4 设备管理系统

提供穿孔设备远程操控所需要的各项应用功能，包含设备接入、设备定位、状态监控、任务管理、高精地图、电子围栏等功能。

5.5 远程操控座舱

实现人员对设备的远程控制，支持穿孔设备在远程操控和本地驾驶模式切换，提供不同模式下的装备管理和操控功能。

6 硬件组成

6.1 控制器

接收遥控指令并转化为设备各部件的执行动作，同时保障控制过程的安全可靠；接收执行机构和关键部件状态信息，发现异常并进行报警、制动、停机。

6.2 电控执行机构

在设备现有执行机构增加机械结构件和电控器件、阀组等模块，或将已有的电气化部件接入设备控制系统，各执行机构可接收控制系统下发指令，完成穿孔设备行走、调平、穿孔、换杆、卷缆等动作的执行过程。

6.3 传感器

对穿孔设备各类部件的转速、压力、位移、倾角、电流、电压等数据进行采集，并传输至控制系统，支撑精准控制和异常监测。

6.4 自动卷缆器

对于需要供电设备，应根据设备和接线柱相对位置自动收电缆和放电缆，无需人员现场操作。

6.5 高精定位系统

提供厘米级的高精定位，宜通过惯导或定向天线等方式进一步提供设备的朝向、横滚、俯仰角度等姿态信息。

6.6 视频监控系统

采集设备远控时需要的周边或内部视角高清视频，远程驾驶人员操控和决策，以及提供视频AI算法所需要的数据源。

6.7 5G 通信系统

应提供远程操控系统所需要的网络路由器或交换机、工业级5G CPE，通过5G网络进行通信。

6.8 设备智能计算单元

宜对设备侧需要进行较大算力处理（如图像分析识别等）的程序的提供运行算力资源和运行环境，提升远程操控过程中的设备自主化运行和智能化控制水平。

6.9 远程操控座舱

远程操控座舱应由硬件底座、操控台、操控面板、运动平台、显示器、控制系统组成，不小于200Kg载荷，底座尺寸应与操控现场环境相适配。

6.10 边缘计算设备

远程操控设备管理系统所需要的计算、存储资源，并与5G网络进行连接。

6.11 配件

设备升级改造所需要的电缆、接头、插头、胶管、阀板、安装架等。

7 功能要求

7.1 远程操控模式要求

7.1.1 通过电气化改造，穿孔设备所有控制动作应具备电控化能力，通过5G通信系统被远程操控系统控制。系统应支持操控人员在远程操控座舱或设备端选择切换操控模式为远程操控模式或者现场操控模式。远程操控模式下，设备应实现必要的远程操控功能集合，确保改造后可通过遥控座舱远程操作设备执行各类实际所需穿孔作业任务，并增加自动化、智能化手段实现进一步的操控体验、效率提升。

7.1.2 现场操控模式优先级高于远程操控模式。

7.2 远程启停

7.2.1 系统应提供泵电机、棚净化、空压机、散热风扇、液压站冷却风扇等机构和系统的远程启停控制功能，并进行关键硬件和软件的健康状态检测，做好远程生产操控准备。

7.2.2 系统应提供设备的一键远程启停控制和状态自检，做好远程生产操控准备。

7.2.3 设备启动时，应对设备所在区域现场人员进行声光报警提示。

7.3 钻孔任务管理

7.3.1 系统应支持操控人员通过手工输入或文件导入方式，将当班需要执行的钻孔任务写入远程操控系统，并在系统上展示地图和孔位相关信息，包括编号、坐标、深度、孔径、倾角等。

7.3.2 钻孔任务管理系统该界面应标识已经完成钻孔和未完成钻孔。已完成的钻孔可显示实际钻孔坐标、深度、倾角信息。应对穿孔设备运行信息进行实时监测及统计数据，并能够调取查看数据记录，提供数据可视化界面工作统计报表。

7.3.3 系统宜提供3D高精地图，展示装备实时运行位置、运行状态、生产情况和历史运动轨迹等信息。

7.3.4 系统宜与自动布孔系统集成，在线获取布孔数据。

7.3.5 系统宜提供根据3D高精地图的高程数据分析台阶平整度的功能，支持钻孔人员根据平整度高低对钻孔深度进行适配优化，辅助爆破质量提升。

7.4 远程移机对孔

7.4.1 系统应支持通过远程操控系统控制面板实现穿孔设备远程移机控制。移机过程中，通过高精定位系统显示穿孔设备机体的边缘位置、钻杆位置和偏航角度，实现自动找孔。水平位置定位与实际位置误差应控制在20厘米以内。

7.4.2 在移机至下一孔位时系统宜提供引导辅助信息，当钻杆和孔位对齐后，提示远程操控人员待钻孔位置是否满足要求。

7.4.3 系统宜提示当前卫星定位的搜星数，以确保定位数据的及时性。

7.4.4 穿孔设备应配置倾角传感器检测所在位置的水平状态，对设备行走过程中的前后和左右倾斜角度进行实时监控，误差不超过 0.3° 。应设置倾角预警阈值和锁定阈值，当超过锁定阈值分别进行预警提示和自动锁机，锁机后需要人工执行解锁操作方能恢复可远程行走状态。

7.5 自动卷缆

7.5.1 为了保证移机过程中电缆不至于在地下拖拽，在穿孔设备后部增加力矩电机式电缆卷筒，实现一定范围内行走过程自动收缆与放缆。在设备行走过程中卷缆器自动根据行走方向自动放或者收线缆行走方向恒张力匹配控制，确保电缆处于最佳张紧状态，不被碾压。

7.5.2 加装位置和电缆长度综合考虑，基于穿孔设备本体结构和检修窗布局等因素，满足重心稳定、检修便利等要求。

7.6 远程一键调平

7.6.1 系统应具备通过对各个支架的自动调节算法实现穿孔设备自动找平的功能，人员可在远程操控座椅一键实现自动调平，并通过液压压力传感器对四个液压支腿进行压力监测，避免虚腿情况。

7.6.2 需要进行手动调平时，系统应支持由驾驶人员手动在遥控座舱上进行调整。

7.7 自主钻孔

7.7.1 设备定位钻孔位置后，应提供一键自动钻孔任务，根据钻孔目标参数实施自动钻孔和过程监测。

7.7.2 系统应配置防卡保护模块，实时监测回转扭矩（电流）和实时轴变化情况，根据扭矩和推进力的优化来避免卡钻，及时动态调整参数，降低卡钻事故发生。

7.7.3 设备应配置孔深测量传感器，对钻孔深度进行精细化测量，孔深测量精度应达到厘米级。当钻孔深度达到目标后，控制系统自动停止钻进任务。

7.8 自动接杆换杆

对于钻孔深度超过钻杆长度的钻孔场景，应配置自动接换杆系统。对钻杆库进行结构改造，并用高精度测距装置测量接换杆位置，实现接扣、卸扣过程的全自动操作。

7.9 气路系统控制

通过增加压力传感器、电控气动阀门等对穿孔设备的主空压机气路、辅助空压机气路改造实现远程控制。

7.10 除尘系统控制

7.10.1 系统应具备远程除尘操作功能，根据进尺量自动调节水量除尘。

7.10.2 应采用电加热器等方式对水箱和管路加热保温，防止冰冻。

7.10.3 水箱内胆应采用不锈钢制作。

7.11 远程润滑控制

系统应具备远程润滑控制功能。增加自动喷润滑脂装置，远程控制在钻杆螺纹上气动喷涂润滑脂。

7.12 远程照明和喇叭控制

系统应提供远程控制前照明、后照明、工作照明、车下灯等照明系统和喇叭的开关。

7.13 清灰排渣系统

宜在设备转杆位置底部增加自动清灰排渣机构，在钻孔完成后对孔口集灰进行清理，避免集灰应因雨水、大风落入孔内。

7.14 多设备切换控制

7.14.1 远程操控座舱应能够接入和管理多个穿孔设备，支撑操控人员按需在不同设备、不同区域间切换操作，实现钻孔管理效率的提升。如图2所示。

7.14.2 在设备出现故障或需要维修保养时，宜从远程操作平台登陆另一台受控设备的操作系统，切换设备进行生产，有效降低设备空置时间，提升设备利用效率。

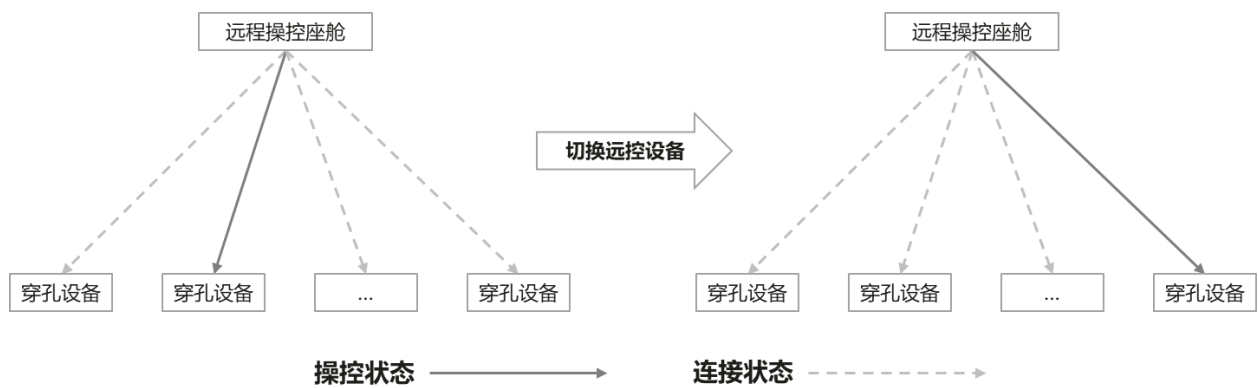


图2 多设备切换控制

7.15 状态监控

7.15.1 系统应采集设备运行状态数据和生产数据，通过5G网络实时回传装备控制、状态、传感、视频类数据至远程操控座舱，以便操控员真实感知现场情况。配置多个显示器，供操控人员查看设备位置和轮廓、钻孔位置、仪表盘状态、多角度视频、钻孔任务进度等信息。提供告警配置功能，帮助操作人员监控设备状况并及时发现异常。

7.15.2 对于设备原系统未采集的数据，宜按实际需求增加传感器以进行额外数据采集，具体根据设备实际情况明确数据采集方案。

7.15.3 可监控指标包括但不限于：心跳状态、RTK信号状态、水平仪前后/左右倾角、快速/慢速泵状态、液压油温、液压油位、空压机状态、钻孔深度等指标。监控指标集见附录A。

7.16 视频监控和环境感知

7.16.1 设备应提供视频监控系统，符合GB/T 28181-2016技术要求。远程实时查看多路摄像头回传视频流，保证图像清晰度（宜选择720p或1080p）和25帧/s的传输速度，支持夜间操作。查看位置包括但不限于设备前后左右、顶部、底部、钻孔观察窗、司机室、设备室等位置内部画面，并满足安全生产需求。视频传输不能有显著延迟导致拖影、卡顿、花屏等影响客户监控和操控体验情况。

7.16.2 视频传输不能有显著延迟导致拖影、卡顿、花屏等影响客户监控和操控体验情况。

7.16.3 视频监控系统宜增加AI识别功能，若周边出现人员或者障碍物时，对应画面会弹出报警提示，避免碰撞事故发生。

7.16.4 视频监控系统应提供实时调用、保存和回放的二次开发接口。

7.17 数据存储

7.17.1 应对穿孔设备运行状态、故障、视频、任务数据、地图数据、日志等信息的存储与管理。

7.17.2 各类数据存储周期宜满足以下要求：

- a) 日志数据（管理面审计日志）存储周期 ≥ 90 天；
- b) 日志数据（历史位置和关键状态数据）存储周期 ≥ 90 天；
- c) 日志数据（非关键日志）存储周期 ≥ 7 天；
- d) 非日志类数据其余数据储存周期 ≥ 7 天。

7.17.3 超过上述存储周期的日志，宜按实际项目需求转储到外部存储。

7.18 用户管理

系统宜提供多用户管理和权限管理功能，不同用户可管理和操控不同设备，并对操作关键内容进行日志记录。

7.19 外部系统集成

7.19.1 系统应开放对外系统接口，提供设备运行状态和生产数据，接收上层系统下发的钻孔任务数据和集成其它第三方系统数据。运行状态、生产数据类接口应支持MQTT或HTTP等协议，视频类接口宜应支持ONVIF或28181等协议。

7.19.2 设备宜采集回转电流、进尺效率、炮孔深度等生产作业数据，与采区地质信息分析和建模系统集成，通过地质硬度差异性和难爆区矿石分布规律优化爆破设计，为提升爆破方案事前分析提供数据支撑。

7.19.3 远程操控系统宜具备与设备管理系统集成的能力，实现设备在线监测预警及远程诊断，为设备预防性维护保养提供依据实现设备技术档案、运行时间、状态数据采集和存储，完成设备点检、保养、远程监控和预警、计划检修、预置性检修、备件和仓储等全生命周期管理。

8 性能要求

8.1 服务侧系统应支持至少20台穿孔设备并发接入，并可按实际项目需求持续扩容。

8.2 设备侧系统、服务侧系统和远程遥控座舱的性能应满足实际生产场景的长时间稳定使用要求，宜对上述系统进行用户模拟操作性能测试和长稳压力测试。

8.3 性能测试方法：通过模拟测试系统模拟多用户（10用户以上）持续8小时以上长稳测试，CPU和内存平均利用率不高于60%，系统页面访问平均响应时间应不超过1秒，请求访问失败率不高于1%。

9 通信系统要求

9.1 设备侧 5G 通信系统

9.1.1 穿孔设备应该部署工业级5G CPE，具备连接5G网络进行通信的能力，满足设备侧大带宽、低时延的指令、数据和视频传输要求，保障实时接收控制系统下发数据，并上传各类设备实时运行数据。宜优先采用双CPE冗余架构，实现多路业务流的负载分担和故障切换。

9.1.2 5G通信系统应针对穿孔设备不同类型的数据流配置相应的5G网络切片要求，如视频数据、状态和定位数据等数据流可按具体场景独立配置网络传输链路，满足各类数据的差异化、高质量传输要求；同时通过网络资源保障等机制避免低优先级业务占用高优先级业务的传输通道。

9.1.3 设备侧5G CPE应具备远程的监控、维护通道，可对其5G网络质量（时延、丢包、信号强度等）进行监控。基于设备实时位置和运动轨迹，通过管理系统进行主动跨小区切换调度，保障设备网络可靠性和连续性。

9.1.4 设备侧5G通信系统应满足性能指标如下（需要与网络侧协同实现）：

为保障穿孔设备的远程操控生产体验和效率，5G网络通信时延 $\leq 100\text{ms}@99.99\%$ ，丢包率 $\leq 0.1\%$ 。

9.1.5 设备侧5G通信系统性能测试方法如下：

a) 时延和丢包率：分别选择早、中、晚三个时间段，每隔1秒进行1次ping报文测试，统计测试结果。Ping报文应分为默认报文长度（64字节）和大报文（1000字节）分别进行测试，计算时延超过100ms和丢包报文的占比；

b) 视频花屏卡顿率：通过专用视频模拟终端进行测试，统计花屏、卡顿出现的帧数并计算在总帧数中的占比。

9.2 网络侧 5G 通信系统

9.2.1 无线网

9.2.1.1 无线网建设应符合YD/T 5264规定的数字蜂窝移动通信网5G无线网工程建设过程中涉及到的相关规划、设计、施工、验收、网络运行维护及优化、安全、节能、环保、共建共享等技术要求。

9.2.1.2 无线网宜采用独立组网方案，并针对5G智能化远程操控系统应用环境制定针对性的无线网络覆盖、质量设计指标。

9.2.1.3 在设备行驶路线或区域按一定距离（建议不超过10米）设置测试的覆盖强度（SS-RSRP）的测试点位，通过无线信号路测设备逐点测试覆盖强度，应满足SS-RSRP>-95dBm的点位占比在99%以上。

9.2.1.4 边缘速率宜不低于50Mbps。边缘速率门限在实施阶段基于现场业务需求来设定和优化，应确保操作过程无明显的迟滞和卡顿。

9.2.1.5 提供电信级网络可靠性（>99.99%），单小区/网络设备出现异常故障时能够在业务可接受的中断时间范围内恢复网络服务。

9.2.1.6 无线接入增加空口加密技术，保障信息不被泄露或者恶意攻击。

9.2.1.7 单小区宜同时支持连接20个以上的终端/工业设备，确保网络的持续可扩展性，同时保障扩展后各类网络指标保持稳定不变，终端间不受干扰。

9.2.2 核心网

9.2.2.1 核心网建设应符合YD/T 5263规定的数字蜂窝移动通信网5G核心网和5G信令网网元设置、节点设置、虚拟资源池的设置、网络组织、接口与信令、业务及信令带宽计算、编号及IP地址、计费与网管、网络安全、同步方式、局址选择、绿色节能相关要求。

9.2.2.2 核心网根据容量规模需求和容灾备份需求，可配置一套或多套UPF，多套UPF宜分散在不同局址，具备跨区域冗余架构，通过园区内和运营商骨干网两套UPF组成主备容灾，并实现故障自动切换。至少有一套UPF下沉至矿区，确保数据不出园区；单新建UPF应选用大容量、高处理能力的设备，其容量配置应能满足业务处理的需求，处理能力应考虑一定比例的冗余量。单个UPF设备应由3个或以上节点的服务器集群组成，集群内部故障自动切换。

9.2.2.3 核心网宜采用独立组网方案。

9.2.3 传输网

传输网络应按照环路进行组网，其中一路光纤中断时网络仍可正常稳定工作。

9.2.4 网络切片

9.2.4.1 5G网络应为提供设备不同业务流（视频、操控指令、状态数据等）的网络切片隔离，确保不同业务流的安全隔离。端到端网络切片系统中接入网和核心网部分应支持切片内网元与多切片共享网元间的隔离、切片内网元与非切片网元或设备的隔离、不同切片间网元的隔离；传输网应包括硬隔离和软隔离。

9.2.4.2 切片方案应符合YD/T 3973规定的5G网络端到端切片对接架构、IP承载网络切片功能、切片对接流程、切片转发层对接要求、切片管控层协同对接要求。

10 边缘计算要求

10.1 边缘计算使得运营商和第三方应用可以部署在靠近用户附着接入点的位置，通过用户数据的本地分流降低时延并实现高效的业务分发。

10.2 5G智能化远程操控系统中边缘计算技术方案应符合YD/T 3962中关于5G核心网边缘计算的总体架构、核心网功能要求、平台要求和关键流程相关要求，保障系统稳定运行使用。

10.3 应优先考虑在靠近采掘设备生产区域的附近机房就近部署（如矿区集控调度中心或办公楼附近机房，等等），确保网络时延、可靠性和数据不出园区。

10.4 边缘计算单元应配置CPU、GPU和存储单元，满足远程操控场景下采掘设备多视频流传输、低时延处理、视频AI识别、视频体验优化、数据存储等方面的要求。

10.5 为保障边缘计算单元的可靠性、可扩展性、资源利用率、安全性等要求，边缘计算单元应具备以下基础功能：

- a) 计算虚拟化：提供服务器CPU\内存虚拟化能力，实现一台物理服务器承载N台虚拟服务器；
- b) 存储虚拟化：为虚拟机提供高可靠、高性能存储空间；
- c) 瘦供给：存储分配空间按需提供，有效节约存储资源，提升存储利用效率；
- d) 存储可靠性：三副本数据存储，单台服务器故障时仍可稳定运行；
- e) 服务器高可靠：服务器集群配置，未绑定主机的虚拟机应在主机故障时自动切换至其他主机；
- f) 网络虚拟化：提供基于端口组的二层网络虚拟化；
- g) 宽适用性：支持虚拟服务器和桌面云，支持NUMA架构，支持VGPU，支持USB直通；
- h) 扩展性：容量和性能支持线性扩展，需要时资源池增加新的节点即可实现扩容。

10.6 边缘计算单元应部署于符合GB 50174中B级或B级以上级别机房，基础设施应按冗余要求配置，在电子信息系统运行期间，基础设施在冗余能力范围内，不应因设备故障而导致电子信息系统运行中断。数据中心应具备双路冗余供电，针对IT和CT机柜或设备分别独立配置不间断电源和UPS；CT设备备电不低于2小时，IT设备备电时长不低于30分钟。

11 可用性运行效率要求

11.1 设备完成远程操控升级后，实际生产效率应不低于同等作业条件下人工现场生产效率（对比钻机连续7天日均钻孔进尺米数）。

11.2 设备完成远程操控升级后，应定期维修检查，计划和非计划停机时长应不高于改造升级前。

11.3 设备完成远程操控升级后，应可支撑1人多机的远程操控模式，结合自动化、智能化远控辅助手段，实现减人增效。具体实施时建议根据钻孔深度、地质岩性、单孔完成时间不同设定人员和设备的配置比例。

12 安全保障机制要求

12.1 设备和生产安全

12.1.1 一键急停

远程操控系统应提供急停键，在出现意外时操作人员能够一键停止穿孔设备继续执行动作。

12.1.2 倾角监测

应配置设备前后、左右水平仪，针对高钻架与矮钻架区别设计角度偏差的预警门限。门限值应分级设置为风险预警门限和锁死门限，达到风险门限后要及时报警，若继续偏离水平姿态到锁死门限，远程操控座舱和设备侧系统应控制设备强制停机，避免设备倾覆。同时，系统应提供远程解锁功能，在符合安全管理要求的前提下，可解锁后将设备移回安全水平位置。

12.1.3 联锁控制

12.1.3.1 钻机在支腿未完全收回状态下，行走动作应锁定。

12.1.3.2 钻架在立起状态下，钻头未提离地面时，应锁定钻机设备避免行走。

12.1.4 接地监测

若钻孔设备提供接地信号，应对接地信号进行监测。当出现接地信号时，远程操控台自动报警。

12.1.5 周界监测

宜在边缘计算单元部署视频AI识别算法，或增加激光雷达、毫米波雷达等装置，对周边设备、边坡进行辅助识别和距离预警，避免碰撞碾压事故发生。

12.1.6 机械室烟雾监测

12.1.6.1 宜在机械室增加感烟探测器和感温探测器、摄像头等装置，监控电气室安全及环境情况，产生烟雾、高温触动感烟探测器和感温探测器，探测器向气体灭火控制器发送火警信号同时警铃和声光报警器工作。

12.1.6.2 宜在保留原有设备人工灭火装置基础上，升级消防系统为自动灭火装置，与烟感温度监测系统联动，提供自动探测、报警、自动释放、复位等功能。

12.1.7 电子围栏

根据生产现场情况对特定区域如台阶边缘等位置设定电子围栏，装备运行范围接近电子围栏一定距离时进行预警提示，若持续行驶达到电子围栏边界则强制其停止运行。

12.1.8 高压线接近预警

宜在钻架位置安装高压线检测传感器，检测钻机是否存在靠高压线过近的危险情况。

12.1.9 5G 网络心跳监测

12.1.9.1 设备端和服务侧应双向发送周期性心跳报文，监测网络连接状态，每个心跳报文发送间隔建议不超过200ms。

12.1.9.2 控制系统对网络侧确认报文进行实时监测，原则上连续5个周期（1秒）内无响应，控制系统应紧急制动设备，并持续监测网络通断性。

12.1.9.3 当服务侧系统和远程操控座舱连续5个周期无法接收到控制系统响应报文时，应提示操控人员网络异常，停止继续操控。当网络条件恢复后，远程操控座舱应提示操控人员可以手动恢复设备的远程操控状态。

12.2 信息和网络安全

12.2.1 系统应满足生产安全所需要的各类信息和安全要求，通过构建纵深防御体系、采取互补安全措施、保证一致安全强度、进行集中安全管理等手段，达到保障网络安全、减少安全事故、合法合规、保护用户隐私和通信自由、防止非法入侵等目的。

12.2.2 露天矿山采掘设备5G智能化远控系统信息和网络安全要求包括以下方面：

a) 访问通道控制要求：系统应提供管理接口安全访问、认证和隔离机制，通过网络隔离和减少攻击面，降低被攻击的影响；

b) 系统加固要求：系统应进行全面的漏洞扫描测试和兼容性测试，保证产品软件及软件运行环境的安全；

c) 应用安全要求：系统应核实用户请求是否被授权，采取必须措施，降低应用安全风险；

d) 产品开发、发布和安装安全要求：产品应杜绝可绕过系统安全机制的数据访问功能，禁止隐秘访问方式或不可管理的认证访问方式，禁止包含恶意软件 and 不受新人软件，禁止远程进程适用管理者权限运行；

e) 加密要求：系统应采用加密算法和加密实现应满足相关安全要求；

f) 敏感数据保护要求：系统对敏感数据的存储、传输和处理需保证数据安全，并遵从适用国家和地区的法律和法规要求；

g) 系统管理和维护安全要求：系统安全模块应具有的功能，保证系统自身账号口令、配置的安全管理，以及对设备安全健康度的检查；

h) 防止非法监听要求：系统的监听接口应遵循国际标准和国家法律要求，防止非法监听；

i) 隐私保护要求：系统对个人数据的采集、传输、处理、存储须遵循适用国家和地区的法律和法规要求，并提供必要的隐私声明和保护机制；

j) 完整性保护要求：产品应提供完整性保护机制，防止产品被攻击者恶意篡改；

k) 安全编码要求：系统软硬件应该满足产品安全编码要求；

l) 生命周期管理要求：运营运维阶段应保障系统在生命周期内得到持续安全更新，应采取相关安全手段避免信息和网络安全事故；

m) 安全资料要求：系统应提供完善的安全方案和资料。

n) 应依据国家网络安全等级保护政策和标准，开展组织管理、机制建设、安全规划、安全监测、通报预警、应急处置、态势感知、能力建设、监督检查、技术检测、安全可控、队伍建设、教育培训和经费保障等工作。

具体要求详见附录B。

13 环境适应性和可靠性要求

13.1 为确保设备升级改造后能够在低温、潮湿、风沙、雨雾等环境下持续正常生产，改造部件和系统应满足相关环境适应性要求，包括但不限于：

- a) 控制器应具备短路保护、防反接保护、过压/欠压保护、大功率浪涌防护能力；
- b) 高压设备应具有短路、过负载、接地、欠压释放保护；低压控制设备应具有短路、过负载、单相断线、漏电闭锁保护装置及远程控制装置；
- c) 激光雷达满足国际电工委员会标准的一级激光Class 1要求；
- d) 组合导航定位、摄像头等主要部件应符合CE认证、IEC EN60950-1安规标准等要求；
- e) 安装在设备外部部件防水防尘等级应不低于IP67；
- f) 至少满足周围环境温度-20°C至+40°C，周围空气月平均相对湿度不大于95%（25°C）的要求；
- g) 实际环境超出上述要求时，各类部件应根据环境实际要求通过IP等级测试、盐雾测试、振动测试、跌落测试、变形测试、高温或低温试验等。

13.2 系统升级改造所增加的重型机械零部件、配套件、外购半成品应符合JB/T 5000中的相关通用技术条件和产品检验要求。

附录 A

(资料性)

表 A.1 穿孔设备 5G 智能化远程操控监控指标

类型	指标/状态
基本状态	操控模式（人工操控/远程操控/离线）
	心跳状态
	RTK 信号状态
	变频器状态
	支腿完全收回
	自动调平状态
	钻机方位
	钻架立机孔位
	水平仪前后倾角
	水平仪左右倾角
	环境温度
液压系统	快速泵状态
	慢速泵状态
	散热风扇状态
	A/B 泵压力
	慢速泵压力
	液压油温
	液压油位
气路系统	主空压机状态
	辅助空压机状态
	散热器
	加热带
	减速泵
	主空压力
	辅空压力
	主空温度
	气反吹
钻孔状态	钻孔深度
	轴压
	回转转速
	回转电流
	推进保持/回转保持
	钻杆库状态（接杆、卸杆、有无杆、是否挂钩等）
除尘系统	湿式除尘
	水箱加热
	水流量

表 A.1 穿孔设备 5G 智能化远程操控监控指标（续）

类型	指标/状态
除尘系统	水温
	水位
	水反吹
净化系统	左右机棚净化状态
	热风机状态
电源	供电电压
	供电电流
扶杆	扶杆进到位
	扶杆退到位
卷缆器	收到极限
	放到极限
插销	插销进到位
	插销退到位
动力头位置	位置值
	状态（顶部、下卡卡入等）
注：不同穿孔设备存在结构差异，可根据实际情况调整需监控的指标。	

附录 B

(规范性)

表 B.1 穿孔设备 5G 智能化远程操控网络安全要求

序号	类型	具体要求
1	访问通道控制	<p>1.系统应提供避免从用户面直接登录连接管理接口的机制。</p> <p>2.系统应具备接入认证机制，对系统进行管理的人机接口以及跨信任网络的机机接口。</p> <p>3.系统同时提供公网和内网接入访问时，应提供公网及内网管理端口的隔离机制。</p>
2	系统加固	<p>1.系统应进行漏洞扫描测试，高风险级别的漏洞必须得到解决或有效规避。</p> <p>2.系统应对发布最新通用操作系统、数据库、安全组件的安全补丁进行兼容性测试。</p>
3	应用安全	<p>1.对于每一个需要授权访问的请求，应核实用户是否被授权；不允许以客户端验证的结果作为最终认证结果，必须在服务端进行最终的认证处理（如果采用集中认证，那么对登录连接的最终认证就是放在集中认证服务端进行）。</p> <p>2.Web 应用程序的会话标识必须具备随机性；身份验证成功后，必须更换会话标识。</p>
4	产品开发、发布和装安全	<p>1.禁止存在可绕过系统安全机制（认证、权限控制、日志记录）对系统或数据进行访问的功能：</p> <p>1）禁止隐秘访问方式：包括隐藏账号、隐藏口令、无鉴权的隐藏模式命令/参数、隐藏组合键访问方式；隐藏的协议/端口/服务；隐藏的生产命令/端口、调测命令/端口。</p> <p>2）禁止不可管理的认证/访问方式：包括用户不可管理的账号，人机接口以及可远程访问的机机接口的硬编码口令。</p> <p>2.产品发布的软件包中，禁止包含恶意软件，软件包分发的物料应经过业界至少两款知名杀毒软件扫描，不存在病毒、木马、恶意程序，并提供扫描报告结果；禁止包含易引起质疑的软件行为，如存留可能被质疑的组件、存在用户界面不可见或产品资料未描述的未公开的公网地址、发送恶意消耗流量等的行为、破坏 OS 等系统原有安全框架可能被外界质疑为后门的的行为。</p> <p>3.禁止存在未文档化的命令/参数、端口等接入方式（包括但不限于产品的生产、调测、维护用途），需通过产品资料等对客户公开或受限公开。</p> <p>4.禁止对外提供服务和能够被远程访问的进程使用 root 账户（或等同）权限运行。</p>
5	加密	<p>1.必须使用通过认证的或业界开源公认的密码算法。</p> <p>2.密码算法中使用到的随机数必须是密码学意义上的安全随机数。</p> <p>3.禁止使用私有加密算法；用于数据加解密的密钥，不能硬编码在代码中。</p> <p>4.根密钥场景仅可对部分密钥组件进行硬编码。</p>
6	敏感数据保护	<p>1.认证凭据（如口令/私钥等）/敏感数据不允许明文存储在系统中，应该加密保护并提供访问控制；在认证凭据不需要还原的场景（例如认证服务端保存的用户登录口令），必须使用 PBKDF2 或更强的算法加密。</p> <p>2.在非信任网络之间进行敏感数据的传输须采用安全传输通道或者加密后传输，有标准协议规定除外。</p> <p>3.禁止在系统中存储的日志、调试信息、错误提示中明文打印认证凭据。</p>

表 B.1 穿孔设备 5G 智能化远程操控网络安全要求 (续)

序号	类型	具体要求
7	系 统 管 理 和 维 护 安 全	<p>1.系统默认检测口令复杂度，口令至少满足如下要求：</p> <p>1) 口令长度至少 8 个字符；</p> <p>2) 口令必须包含如下至少两种字符的组合：</p> <ul style="list-style-type: none"> —至少一个小写字母； —至少一个大写字母； —至少一个数字； —至少一个特殊字符：`~!@#\$%^&*（）_-+=\ {};:":<>/? 和空格。 <p>3) 口令不能和账号一样。</p> <p>若设置的口令不符合上述规则，必须进行警告；</p> <p>对于输入受限、符合业界惯例的场景，不强制要求口令复杂度。</p> <p>2.管理面所有对系统产生影响的用户活动、操作指令必须记录日志，日志内容要能支撑事后的审计，记录包括用户 ID、时间、事件类型、被访问资源的名称、访问发起端地址或标识、访问结果等；日志要有访问控制，应用系统禁止提供手动删除、修改审计日志的能力。</p> <p>3.系统必须有明确的用户权限管理机制，新建账号默认不授予任何权限或者默认只指派最小权限的角色。</p> <p>4.系统的管理平面和近端维护终端、网管维护终端间，初始安装必须默认使用安全协议，对于公司指定的已知不安全的协议应支持关闭；启用不安全协议须产生对应告警或用户提示。</p> <p>5.禁止口令硬编码在代码中（包含二进制代码和用户不可修改的脚本），应支持用户修改；系统外部可访问的所有管理账号的缺省口令应在系统初始设置时强制修改。</p>
8	防 止 非 法 监 听	<p>1.提供物料所涉及到的采集、拦截最终用户原始通信内容（包括语音类、短信/彩信类、传真类、数据业务类）的功能列表，并说明涉及的通信内容类型、应用场景、存储和传输方法、保护机制。</p> <p>2.在正常业务流程和标准协议之外，禁止提供可在最终用户不知情同意的情况下，采集最终用户原始通信内容（语音类、短信/彩信类、传真类、数据业务类）的功能，即使该功能是为了保障网络运营和服务。</p>
9	隐 私 保 护	<p>1.数据控制者必须在客户资料或界面中提供隐私声明，设备供应者必须在产品资料中提供产品处理的个人数据说明。</p> <p>2.收集或使用个人数据前，必须明确提示用户，并获得用户的同意，并且允许用户随时关闭对个人数据的收集和使用。</p> <p>3.个人数据收集范围、使用目的不得超出隐私声明，且遵循最小化原则，当个人数据的采集范围、使用目的发生变更时，应及时更新隐私声明。</p> <p>4.涉及个人数据的采集/处理的功能须提供安全保护机制（如认证、权限控制、日志记录等），并通过产品资料向客户公开。</p> <p>5.在正常业务流程和标准协议之外，禁止出于故障定位目的进行用户精确位置信息定位。</p> <p>6.禁止在未经授权（签订数据转移协议或获得客户的明确同意等）前进行个人数据转移，产品出于定位问题目的从客户网络导出包含个人数据的数据时须对个人数据进行过滤、或匿名化或假名化处理。</p>

表 B.1 穿孔设备 5G 智能化远程操控网络安全要求（续）

序号	类型	具体要求
10	完整性保护	产品对外发布的软件（包含软件包/补丁包）应通过安全通道/加密方式进行传递给华为，且必须提供完整性校验机制，如哈希。
11	安全编码	<p>1.使用静态代码检查工具（如，Coverity, Fortify 等）对物料源代码进行扫描（可只扫描高风险模块），并对扫描的告警进行分析，确认告警的实际风险等级，对于实际风险为“高”的漏洞（CVSS 7 分及以上），必须解决。</p> <p>高风险模块识别参考标准：</p> <ol style="list-style-type: none"> 物料对外提供的所有管理和控制接口相关的代码（如网管配置管理接口、Telnet/SSH、MML、路由协议、信令接口等）。 对不可信来源的数据进行解析或处理的代码（如，用户面数据处理、网络或应用协议解析、文件解析等模块、计费策略或者逻辑处理）。 安全相关类代码（如，认证、授权、接入控制、加解密、密钥管理、日志审计、软件完整性保护等模块）。 集中处理个人数据或者敏感数据的代码（如，敏感数据匿名化）。 WEB 模块（如：HTTP 协议头处理模块、文件/图片上传处理模块、SQL 语句处理模块、Response HTML 输出模块）。 <p>2.使用 C/C++语言的安全函数。</p> <p>3.开启安全编译选项：</p> <ol style="list-style-type: none"> Linux 或 Android 平台（后台）操作系统下，所有符合安全编译选项落地范围的产品，必须落地的选项有：ASLR（级别为 2），栈保护（-fstack-protector-all/-fstack-protector-strong）、堆栈不可执行（-Wl,-z,noexecstack）、GOT 表保护（-Wl,-z,relro），地址无关代码/地址无关可执行（-fPIC/-fPIE -pie），立即加载（-Wl,-z,now），strip，并禁用动态库搜索路径（-Wl,--disable-new-dtags,--rpath/-Wl,--enable-new-dtags,--rpath）。 Windows 操作系统下，所有符合安全编译选项落地范围的产品，必须落地的选项有：数据执行保护（/DEP）、缓冲区安全检查（/GS）、安全异常处理（/SafeSEH）、地址空间随机化（/DYNAMICBASE）。
12	生命周期管理	持续跟进系统及相关组件的漏洞通知信息，及时完成漏洞预警和补丁发布、安全问题整改、应急响应等工作。
13	安全资料	<ol style="list-style-type: none"> 产品发布的资料中须提供产品通信矩阵，描述机器/网元/模块间的通信关系：系统所有的对外通信连接必须是系统运行和维护必需的，对使用到的通信端口在产品通信矩阵文档中说明，动态侦听端口必须限定确定的合理的范围。通过端口扫描工具验证，未在通信矩阵中列出的端口必须关闭。 产品发布的资料中须提供产品缺省内置的账号/口令清单。 产品的资料须包含安全配置/安全加固的内容： <ol style="list-style-type: none"> 安全配置：针对产品业务安全应用，需要启用哪些安全选项，配置哪些内容。（对于需要通过对产品开局时进行安全策略配置才能生效的安全功能，需要提供此部分内容）。 安全加固：主要包括操作系统、数据库或 WEB 服务器等加固内容，需要包含具体的加

		固内容 and 操作步驟。
--	--	---------------
