煤矿井下充电换能站硐室用监测监控

技术规范

Technical specification for monitoring and monitoring of underground charging and transducer stations in coal mines

（本草案完成时间：2024.08.15）

目次

[前言 II](#_Toc30644)

[1 范围 1](#_Toc27403)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc13127)

[3 术语和定义 2](#_Toc28349)

[4 监测监控系统总体要求 3](#_Toc30012)

[5 微机监测监控系统 3](#_Toc6262)

[6 充电设备监测监控系统 5](#_Toc7032)

[6.1 防爆锂电池充电的一般要求 5](#_Toc7561)

[6.2 防爆铅酸电池充电的一般要求 5](#_Toc24574)

[6.3 针对车载电池的充电桩一般要求 6](#_Toc850)

[6.4 车载充电设备监测监控 6](#_Toc19243)

[6.5 非车载电池充换电柜一般要求 9](#_Toc18514)

[6.6 非车载电池充换电监测监控 9](#_Toc21560)

[7 换电设备监测监控系统 10](#_Toc25123)

[7.1 换电设备的一般要求 10](#_Toc12407)

[7.2 换电过程自动解锁的监测监控 11](#_Toc30319)

[7.3 换电过程手动解锁的监测监控 11](#_Toc1568)

[8 巡检设备监测监控系统 11](#_Toc5361)

[8.1 一般要求 11](#_Toc18110)

[8.2 巡检设备监测监控 12](#_Toc3782)

[9 硐室环境监测监控系统 12](#_Toc30161)

[9.1 硐室基本要求 12](#_Toc15610)

[9.2 硐室环境参数限值 13](#_Toc1429)

[9.3 传感器技术要求 13](#_Toc22700)

[9.4 传感器安装要求 14](#_Toc800)

[10 监测监控网络通信系统 14](#_Toc22859)

[10.1 感知层的网络通信协议与接口 14](#_Toc21541)

[10.2 传输层的网络通信协议 15](#_Toc12723)

[10.3 应用层的网络通信协议与接口 15](#_Toc7204)

[11 硐室视频监测监控系统 15](#_Toc19251)

[12 应急消防与安全 16](#_Toc19409)

[13 其他 16](#_Toc21955)

1. 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。

本文件由中国煤炭学会提出。

本文件由中国煤炭学会归口。

本文件起草单位：华北科技学院、国能神东煤炭集团有限责任公司、安标国家矿用产品安全标志中心有限公司、中国煤炭科学研究总院、深圳市德塔工业智能电动汽车有限公司、常州科研试制中心有限公司、航天重工集团武汉研究院。

本文件主要起草人：张志强、张全柱、邓永红、宋沣珂、毕瑞卿、罗建国、李攀、王续明、张军、李清林、杨辉煌、孙德宇、刘建宇、许联航、郭洋楠、何瑞敏、王庆雄、张勇、沃磊、温良、杨大山、张伟、王鹏、钱军、杨成华。

煤矿井下充电换能站硐室用监测监控技术规范

* 1. 范围

本文件规定了煤矿井下充电换能站硐室用监测监控系统涉及到的术语和定义、总体要求、微机监测监控系统、充电设备监测监控系统、换电设备监测监控系统、巡检设备视频监测监控系统、硐室环境监测监控、硐室网络通信系统、应急消防与安全等方面要求。

本文件适用于煤矿井下充电换能站以及相关充换电设备的监测监控。

* 1. 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 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求

GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的设备

GB/T 3836.3 爆炸性环境 第3部分：由增安型“e”保护的设备

GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的设备

GB/T-12057-1989 使用串行二进制数据交换的数据终端设备和数据电路终接设备之间的通用插针和插针接口

GB/T 20234.3 电动汽车传导充电用连接装置 第3部分：直流充电接口

GB/T 20540 测量和控制数字数据通信 工业控制系统用现场总线 类型3：PROFIBUS规范

GB/T 27930 电动汽车非车载传导式充电机与电池管理系统之间的通信协议

GB/T29910.3 工业通信网络 现场总线规范 类型20：HART规范 第3部分：应用层服务定义

GB/T29910.4 工业通信网络 现场总线规范 类型20：HART规范 第4部分：HART协议一致性测试

GB/T29910.5 工业通信网络 现场总线规范 类型20：HART规范 第5部分：WirelessHART 无线通信网络及通信行规

GB/T29910.6 工业通信网络 现场总线规范 类型20：HART规范 第6部分：应用层附加服务定义和协议规范

GB/T 32960.3 电动汽车远程服务与管理系统技术规范 第3部分：通讯协议及数据格式

GB/T 50417 煤矿井下供配电系统设计规范

GB/T 51272 煤炭工业智能化矿井设计标准

GB 4715-2005 点型感烟火灾探测器

GB 26851-2011 火灾声和/或光警报器

GB 50070 矿山电力设计标准

GB 50215 煤炭工业矿井设计规范

GB 50416 煤矿井下车场及硐室设计规范

GB 50581 煤炭工业矿井监测监控系统装备配置标准

**GB 50966-2014 电动汽车充电站设计规范**

GB 51024 煤矿安全生产智能监控系统设计规范

IEEE802.11 信息技术 电信和信息系统 局域及城域网 特定需求 第11部分：无线局域网介质访问控制（MAC）和物理层（PHY）规范

IEC 60603-7-1 Connectors for electronic equipment - Part 7-1：Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors

IEC 60603-7-2 Connectors for electronic equipment - Part 7-2：Detail specification for 8-way, unshielded, free and fixed connectors

IEC 60603-7-4 Connectors for electronic equipment - Part 7-4：Detail specification for 8-way, unshielded, free and fixed connectors, for data transmissions with frequencies up to 250 MHz

IEC 60603-7-5 Connectors for electronic equipment - Part 7-5：Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors, for data transmissions with frequencies up to 250 MHz

IEC 60603-7-7 Detail specification for 8-way, shielded, free and fixed connectors for data transmission with frequencies up to 600 MHz

IEC 60950-1：2005 Information technology equipment - Safety - Part1：General requirements

T/CCS 2021003-2023 煤矿防爆锂电池车辆动力电源充电安全技术规范

T/CCS 2021004-2023 煤矿防爆锂电池车辆动力电源换电安全技术规范

AQ 1029-2019 煤矿安全监控系统及检测仪器使用管理规范

AQ1052-2008 矿用二氧化碳传感器通用技术条件

MT/T447—1995 煤矿用电化学式氧气传感器技术条件

MT/T 899-2000 煤矿用信息传输装置

MT/T 1004-2006 煤矿安全生产监控系统通用技术条件

MT/T 1051-2007 矿灯用锂离子蓄电池

MT/T 1102-2009 煤矿用粉尘浓度传感器

QC/T743-2006 电动车用锂离子蓄电池

RFC0791 Internet Protocol

RFC0793 Transmission Control Protocol

RFC0786 Mail Transfer Protocol：ISI TOPS20 MTP-NIMAIL interface

YD/T 1312. 15-2013 无线通信设备电磁兼容性要求和测量方法

DB4403/T 481 —2024 电动自行车充换电柜消防安全要求

《煤矿安全规程》2022

* 1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。



煤矿井下充电换能站  Charging and transducer station

用于煤矿井下防爆锂电池车辆动力电源的充换电设施，以下简称为充电换能站。



充电换能站硐室 Charging and transducer station chamber

用于煤矿井下充换电站建设用的硐室，包括供电硐室、充电硐室和换电硐室。



充电换能站硐室用监测监控系统 The monitoring and control system of the charging and transducer station

用于煤矿井下充换电站及其设备的智能化远程监测与控制系统，实时监测井下充换电设备的运行状态，进行故障诊断预警与响应，有效管理充换电系统的技术参数和停送电操作，确保矿井生产的安全和高效，以下简称为监测监控系统。



微机监测监控系统 Microcomputer monitoring and monitoring system

用于监测监控数据的收集、处理和存储的地面集控站，作为数据传输的枢纽，连接井下监控分站、煤矿安全监控系统、智慧化矿山系统，是煤矿井下充电换能站硐室用监测监控系统的核心部分。

* 1. 监测监控系统总体要求

系统设计原则应具有安全性和可靠性、容错性和冗余性、开放性和兼容性、互联性和可扩展性、实时性和可维护性。

系统的功能划分与设备配置应根据系统集成与融合、系统功能、设备性能、机房布置、传输方式、供电方式、防雷与接地方式等因素确定。

系统的设备标准应根据矿井设计生产能力、开采技术条件、生产装备和信息与自动化技术发展水平等因素，经综合分析论证合理确定。除有关标准另有规定外，系统中的设备应在以下的环境条件下正常工作：

1. 环境温度：0-40℃；
2. 平均相对湿度：不大于95%（+25℃）；
3. 大气压力：80-106kPa；
4. 有爆炸性气体混合物，但无显著振动和冲击、无破坏绝缘的腐蚀性气体。

监测监控系统应对硐室内的温度、甲烷浓度、一氧化碳、二氧化碳、粉尘、内部压力、照明照度、气压、通风量、噪音等环境参数进行实时监测。

系统必须具备备用电源。当电网停电后，保证对温度、甲烷浓度、一氧化碳、二氧化碳、氧气浓度、内部压力、气压、粉尘、通风、噪音等主要监控量继续监控。

根据MT/T1004-2006 煤矿安全生产监控系统通用技术条件的相关规定，系统应具有双机切换功能。系统主机应双机备份，并具有手动切换功能或自动切换功能。当工作主机发生故障时，备份主机投入工作。

监测监控系统可包括以下子系统：

1. 微机监测监控系统；
2. 充电设备监测监控系统；
3. 换电设备监测监控系统；
4. 巡检设备监测监控系统；
5. 硐室环境监测监控系统；
6. 监测监控网络通信系统；
7. 硐室视频监测监控系统；
8. 其他监测监控系统。
   1. 微机监测监控系统

微机监测监控系统应采用物联网技术、大数据和云计算技术、基于物联网的光纤传感器技术、微机监测技术和人工智能技术等实现智能化管理。

微机监测监控系统应基于地面骨干千兆交换网络、井下千兆防爆工业以太环网和监控、组态及应用平台。

微机监测监控系统应支持煤矿井下多协议融合网关，支持Sercos III、Ethernet/IP、Profinet，宜支持CAN、Profibus等现场工业总线协议，并支持RS232、RS485、CAN、Zigbee等多种通信传输方式。

系统与煤矿安全监控系统、智慧化矿山系统之间的数据传输应满足：

1. 物理接口宜采用RJ45、光纤和RS485接口等标准接口；
2. 设备应支持工业物联网协议，Modbus、CAN、Profibus现场总线协议，WiFi、4G、 5G、RFID、UWB、BT、NB-IoT无线通信接口协议；
3. 协议解析宜采用OPCUA、MQTT、ModbusTCP、RTSP、Onvif、IEC-104、EPA协议；
4. 数据协同共享传输宜采用OPC UA、MQTT、RTSP、SFTP协议。

微机监测监控系统可包括以下功能模块：

1. 数据收集与记录模块；
2. 数据处理与分析模块；
3. 故障预警与响应模块；
4. 系统运行与维护模块；
5. 用户界面和可视化要求；
6. 其它功能模块。
   * 1. 数据收集与记录模块

利用分布在充电换能站硐室内的传感器网络、车载数据收集系统、巡检设备所监测监控的数据进行统一收集与记录。

模块所需的物理接口、网络通信协议应符合本标准第10条的相关规定。

* + 1. 数据处理与分析模块

数据处理与分析模块应具有对数据预处理功能，能够对异常、矛盾和无效的数据数值进行辨识、警示、剔除和修正，必要时，可以对所缺失的数据进行补齐操作。

数据处理与分析模块应根据不同预警指标计算模型，对处理后大的数据进行自动计算，生成预警指标结果。

* + 1. 故障预警与响应模块

故障预警与响应模块中的预警指标和预警模型应根据矿井下充电换能站硐室内的突出事故和灾害发生规律、实验验证结论或相关法规标准进行选择和确定，并结合实际情况定期对预警参数进行设置或修改。

故障预警与响应模块应根据预警指标、按照设定的预警模型自动判定突发事故的危险性大小，并采取相应措施。

故障预警与响应模块应综合采用两种及以上途径发布预警信息，且要保证预警信息的一致性，确保相关人员可以及时接收预警信息。常见的发布预警信息的途径有声光预警、广播、大屏、APP即时通信、短信等。

预警事件得到处置且判定现场没有突出危险后，系统应及时解除预警。

* + 1. 系统运行与维护模块

系统运行与维护模块包括日常运维保障模块和设备全生命周期管理模块。

运维保障模块通过集成故障维修记录、保养维护记录和备件管理功能，为煤矿井下新能源辅助运输系统提供全面的运维支持。

全生命周期管理模块集中于设备从投入使用到报废的整个生命周期，为每一项设备建立详细的资产档案，记录设备的基本信息、性能参数、采购和保修等历史信息。依据设备运行状况和维护历史，制定预防性维护计划，旨在降低故障率，延长设备使用寿命。对设备维护成本和运行效益进行分析，优化采购决策，降低成本提高经济效益。

* + 1. 用户界面和可视化要求

系统软件应提供直观的用户界面，将监测的数据可视化，使运维人员能够方便地访问和查看监测数据，执行系统配置和管理任务。界面支持数据可视化展示，包含动态图表、实时数据流、历史分析记录、预警信息列表以及变化曲线等。

信息的展示宜适配电脑、大屏、智能手机等不同终端。

* 1. 充电设备监测监控系统
     1. 防爆锂电池充电的一般要求

锂电池动力电源应取得矿用产品安全标志，符合GB/T 3836.1、GB/T 3836.2、GB/T 3836.3、GB/T 3836.4、GB/T 27930等标准的相关要求。

锂电池动力电源宜具备数据无线传输功能，通信协议及数据格式符合GB/T 32960.3的规定。

锂电池动力电源应设有手动隔离开关。

锂电池动力电源最大充电倍率不应超过0.5 C。

锂电池动力电源中单体电池充电截止电压不应超过3.5 V，放电截止电压不应低于2.75 V。

锂电池动力电源的管理系统应具备数据储存功能，充电时通过充电机实现数据上传。

应选用安全性能较高的锂离子蓄电池，如磷酸铁锂蓄电池等。禁止采用钴酸锂蓄电池、三元系锂蓄电池、锰酸锂蓄电池。

安全性能应满足 QC/T743-2006 中5.1.1的要求，其中：过充性能应满足MT/T 1051-2007 中 4.4.3 的规定，过放电性能应满足 MT/T 1051-2007 中4.4.4的规定，加热性能应满足 QC/T743-2006 和 MT/T 1051-2007 中严酷的规定（即试验时间 2h、试验温度 150℃）。此外，还应满足 MT/T 1051-2007 中4.4.7重物冲击性能的要求。

当锂离子电池具有泄压装置时，应设定泄压装置的开启压力，并在产品企业标准予以明确。

锂离子蓄电池20℃放电容量应不低于产品企业标准中规定的额定容量，同时不应高于额定容量的110%。

锂离子蓄电池模块的安全性能应满足QC/T743-2006中5.2.7的要求，其中：过充性能应满足MT/T 1051-2007中4.4.3的规定，过放电性能应满足MT/T 1051-2007中4.4.4的规定，加热性能应满足QC/T743-2006和MT/T 1051-2007中严酷的规定（即试验时间2h、试验温度150℃）。此外，还应满足MT/T 1051-2007中4.4.7条重物冲击性能的要求。

锂离子蓄电池模块20℃放电容量应不低于产品企业标准中规定的额定容量，同时不应高于额定容量的110%。

* + 1. 防爆铅酸电池充电的一般要求

电源装置运行环境温度为-10℃～+40℃。电源装置内部（不包括蓄电池内部）的任何地方，氢气积聚的浓度不得超过0.3%（体积比）。

蓄电池特殊排气栓的透气性能，在干燥状态下，内压不大于 0.049kPa(5mm水柱)。在湿润状态下，内压不大于0.147kPa(15mm水柱)。

蓄电池完全充电的判别：在充电末期连续2小时内蓄电池电压无明显变化且电解液密度达到规定要求并在2小时内无明显变化时，就认为该蓄电池已是完全充电的。

在充电过程中应及时做好记录。每隔2小时记录一次蓄电池的电压、电解液密度及电解液温度，并记录补充蓄电池用水、调整电解液密度等有关情况。

* + 1. 针对车载电池的充电桩一般要求

供配电设计应符合GB/T 50417相关要求。

充电硐室中使用的高压配电装置、变压器、低压馈电开关应取得矿用产品安全标志，并分别符合JB/T 8739、MT/T 871、GB/T 8286的相关要求。

充电桩应具备过流保护、过压保护、欠压保护、短路保护、漏电保护、超温保护、绝缘监测、通信中断监测、充电握手电压判断、远程停机、信息上传等功能，并具备充电启停开关和急停按钮。

充电桩宜放置在充电硐室，并应具有防止车辆碰撞的安全措施。

充电桩应采用独立的进线和控制开关。

充电桩充电连接器应可靠接地。

充电桩与充电连接器应采用屏蔽软电缆连接，屏蔽层可靠接地。

充电桩应具有机械或电气联锁，确保充电连接器不能带电插拔，任何裸露部件不带电。

充电连接器应具有锁止功能，锁止状态下施加200 N的拔出外力时，连接应不断开。

充电连接器应设置满足防爆要求的防尘防水保护盖。

交流充电桩应符合现行行业标准《电动汽车交流充电桩技术条件》 NB/T 33002的要求,还应适应矿井下、硐室内温度、湿度、震动等环境条件，保证其正常工作。

交流充电桩额定电流不大于32A的宜采用单相220V/三相380V交流电源，额定电流大于32A的宜采用三相380V交流电源。

交流充电桩应具有为车载充电机提供安全、可靠的交流电源的能力，并符合：

1. 具有外部手动设置参数和实现手动控制的功能和界面；
2. 应能显示待机、充电、故障运行状态，宜显示下列信息，包括输入电压、输入电流、充电时间等；
3. 具备急停开关，在充电过程中可使用该装置紧急切断输出电源；
4. 具备过负荷保护、短路保护和漏电保护等功能。应具备自检及故障报警功能；
5. 在充电过程中，充电连接异常时，充电桩应立即自动切断电源。

供电插座应设有温度检测与保护装置。

* + 1. 车载充电设备监测监控

充电过程中车辆BMS应将BMS的交互信息传输给非车载充电机，非车载充电机将数据传递给充电系统平台进行存储，这些信息项应包括必须项和可选项。充电阶段可分为握手阶段、参数配置阶段、充电阶段和充电结束阶段。

握手阶段的所有信息项符合[GB/T 27930—2015,10.1.4]要求，握手阶段必须项的信息项：

1. 电池类型；
2. 整车动力蓄电池系统额定容量；
3. 整车动力蓄电池系统额定总电压；
4. 车辆识别码（VIN）；VIN可加密处理,但需要保留车型 识别部分的代码。

可选项的信息项：

1. 电池生产厂商名称；
2. 电池组序号；
3. 电池组充电次数。

参数配置阶段的所有信息项符合符合[GB/T 27930—2015,10.2.1]要求，参数配置阶段必须项的信息项：

1. 最高允许充电总电压(V)；
2. 最高允许充电电流(A)；
3. 动力蓄电池标称总能量(kW ·h)；
4. 单体动力蓄电池最高允许充电电压(V)；
5. 最高允许温度(℃)；
6. 整车动力蓄电池荷电状态(%)；
7. 整车动力蓄电池。

充电阶段的非BMS相关信息项符合GB/T 27930—2015,10.3.1和GB/T 27930—2015,10.3.4要求，BMS相关信息项符合GB/T 27930—2015,10.3.8要求。充电阶段必须项的信息项：

1. 电压需求(V)；
2. 电流需求(A)；
3. 充电模式；
4. 充电电压测量值(V)；
5. 充电电流测量值(A)；
6. 最高单体动力蓄电池电压及其组号；
7. 最低单体动力蓄电池电压及其组号；
8. 当前荷电状态SOC(%)；
9. 估算剩余充电时间(min)；
10. 最高动力蓄电池温度(℃)；
11. 最高温度检测点编号；
12. 最低动力蓄电池温度(℃)；
13. 最低动力蓄电池温度检测点编号；
14. BMS中止充电原因；
15. BMS中止充电故障原因；
16. BMS中止充电错误原因。

充电结束阶段的信息项符合GB/T 27930—2015,10.4.1要求，充电结束阶段必须项的信息项：

1. 中止荷电状态SOC(%)；
2. 动力蓄电池单体最低电压(V)；
3. 动力蓄电池单体最高电压(V)；
4. 动力蓄电池最高温度(℃)；
5. 动力蓄电池最低温度(℃)。

非车载充电桩应按照要求向车辆BMS传送数据，具体字段的内容格式参考GB/T 27930—2015。充电桩数据传输分为四个阶段：充电桩辨识阶段、充电桩参数配置阶段、充电阶段、充电结束阶段。

充电桩辨识阶段的信息项符合GB/T 27930—2015,10.1.3的要求，充电桩辨识阶段的必须项信息项：

1. 充电桩编号；
2. 充电机/充电站所在的区域编号。

充电桩参数配置阶段的信息项符合GB/T 27930—2015,10.2.3要求，充电桩参数配置阶段的必须项信息项：

1. 最高输出电压(V)；
2. 最低输出电压(V)；
3. 最大输出电流(A)；
4. 最小输出电流(A)。

充电阶段的信息项符合GB/T 27930—2015,10.3.3、GB/T 27930—2015,10.3.9要求，充电阶段的必须项信息项：

1. 电压输出值(V)；
2. 电流输出值(A)；
3. 最大输出电流(A)；
4. 充电允许；
5. 充电机中止充电原因；
6. 充电机中止充电故障原因；
7. 充电机中止充电错误原因。

充电结束阶段的信息项符合GB/T 27930—2015,10.4.2要求，充电结束阶段的必须项信息项：

1. 输出能量(kW·h)；
2. 累计充电时间(min)。

系统对充电阶段的数据采样时间粒度应不大于1min。平台异常事件发生时,充电阶段的数据采样时间粒度应不大于5s。系统平台的充电记录保存时间应大于等于8年。

系统应具备计算电池最高温度最大值、温差、最大温差、温升速率、最大温升速率、单体 压差、最大压差的能力。计算温升的过程中,应考虑电池加热的影响因素。

基于实时数据的预警和基于充电大数据的预警的处置，建议分为三个预警等级：低风险、中风险、高风险。具体处置建议如下表：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **预警等级** | **预警项目** | **处置建议** |
| 高风险 | 充电过流  （譬如，充电过程中充电器输出的实际电流大于BMS发送的最高允许充电电流的100.5%,并持续5s） | 1.充电机停止充电  2.通知用户具体的异常信息  3.同一天内相同的预警累计发生 3 次及以上,限制充电 12 小时  4.针对 SOC 异常，提示相关人员对异常情况进行确认 |
| 电池整包过压 |
| 电池单体过压 |
| 电池过温 |
| 充电SOC超范围 |
| 电池温升异常 |
| 中风险 | 充电SOC异常 | 1.通知用户具体的异常信息  2.同一天内相同的预警累计发生3次及以上,限制充电12小时 |
| 充电机输出电压超差 |
| 充电机输出电流超差 |
| 大数据最高温度异常 |
| 大数据最大温差异常 |
| 大数据最大温升速率异常 |
| 大数据电池压差异常 |
| 低风险 | 需求电压超过最高允许充电总电压 | 通知用户具体的异常信息 |
| 需求电流超过最高允许充电电流 |

充电桩与车载电池管理系统（BMS）之间的数据交换主要通过以下两种方式进行：

1. 物理连接：充电桩与车辆通过充电插头和插座进行物理连接；
2. 通信协议：应按照IEC 60950-1：2005第六节的要求接入远程通信网络。

系统应实现向充电设备下发控制命令、遥控起停、校时、紧急停机、远方设定充电参数等控制调节功能。

充电设备监控系统应具备数据采集功能：

1. 采集非车载充电机的工作状态、温度、故障信号、功率、电压、电流和电能量等；
2. 采集交流充电桩的工作状态、故障信号、电压、电能和电能量等。

充电设备监控系统应具备数据处理与存储功能：

1. 对充电设备的越限报警、故障统计等数据处理功能；
2. 对充电过程数据统计等数据处理功能；
3. 对充电设备的遥测、遥信、遥控、报警事件等实时数据和历史数据的集中存储和查询功能。

系统应具备操作记录、系统故障记录、充电运行参数异常记录、动力蓄电池参数异常记录等事件记录功能。

系统应具备对设备运行的各类参数、运行状况等进行记录、统计和查询的设备运行管理功能。

系统应具备下列可扩展性：

1. 系统应具备较强的兼容性，以完成不同类型充电设备的接入；
2. 系统应具有扩展性，以满足充电站规模不断扩容的要求。

系统应提供图形、文字、语音等一种或几种报警方式，并具备相应的报警处理功能。

* + 1. 非车载电池充换电柜一般要求

充换电柜外壳应满足：

1. 表面无腐蚀、涂覆层脱落和起泡现象，无明显划伤、裂痕、毛刺等机械损伤，紧固件部位无松动；
2. 柜体具有保护接地端子及接地标志；
3. 柜体外壳应在规定的满载承重12小时无形变。
4. 柜体外壳、柜体应保证在煤矿井下潮湿、阴暗、震动等特殊环境下保证其外形、结构不发生形变、腐蚀，可以长期正常工作。

每个充电仓应具备可独立充电的控制功能。充电仓可选择有仓门和无仓门的结构形式，其性能分别达到以下要求：

1. 有仓门应符合以下要求：

开关门正常，不发生无法开仓门、关仓门等故障；

材料采用金属材料，板材厚度不应低于1.5mm，单仓事故不会扩散到其他单元，且不造成二次事故；

打开时应具备自动断电功能。

1. 无仓门应符合以下要求：

有防止蓄电池通过重力滑出仓体的结构，如设置挡块或蓄电池内地外高倾斜设置；

有蓄电池锁止功能。

充换电柜电池存放架应做防静电处理。

* + 1. 非车载电池充换电监测监控

温度控制及监控系统可对柜内温度实时控制、追踪和预警。

在充电过程中出现以下情况时，立即停止充电，并发出告警信号：

1. 启动充电柜在充电侧接触器闭合后，充电柜应对电池电压进行检测，当出现蓄电池反接、错接或接触不良时，充电柜停止启动过程，并发出告警信号；
2. 充电柜在充电过程中，当检测到与 BMS 发生通信中断时，充电柜在 10s 内停止充电，并发出告警信号；
3. 在充电过程中， 当最高单体蓄电池充电电压或充换电柜直流输出电压超过设定的过压保护阈值， 应立即停止充电，并发出告警信号；
4. 在充电过程中， 当输入电源电压减小到小于充换电柜设定的欠压保护阈值， 应立即停止充电，并发出告警信号；
5. 当水位淹没柜体仓位底部时，水位监测和断电系统应立即切断交流供电回路， 启用消防电源并发出警报，故障信息自动上报后台；
6. 具备短路保护功能，当充电仓输出端发生短路故障，应立即切断与蓄电池的连接，并发出告警信号。

工作接地与保护接地应连接到接地导体（铜排）上，不应在一个接地线中串接多个需要接地的电气装置。

充换电柜内充电单元应具备锁止装置及后台告警提示功能， 在充电过程中充电单元受到柜门被打开等非正常充电流程因素的影响，应启用锁止装置并发出告警提示。

充换电柜内应设测温式电气火灾监控探测器。 每个充电仓内应至少配备一组测温传感器。报警温度值应设定在 60℃～100℃的范围内并可调，报警值与设定值之差的绝对值不应大于设定值的 5%。当被监视部位温度达到报警设定值时，探测器应在 40s 内发出报警信号。报警后，应切断该充电仓的充电电源，并将报警信息自动发送至监控中心。测温传感器的故障信息应发送至监控中心。当温度超过测温传感器设定的上限值，并继续上升达到起火的临界点时，充电仓应具备喷出抑爆能力灭火剂的功能。

充换电柜内应设点型感烟火灾探测器并保证每个充电仓内发生火灾时， 烟气均能被有效探测。点型感烟火灾探测器应符合GB 4715的要求，当探测器发出报警信号时，应在10s内联动切断该充换电柜内所有充电仓的充电电源，并将报警和故障信息自动发送至监控中心。

充换电柜外部应设一个具有语音功能的火灾声光警报器。 灾声光警报器应符合GB 26851的要求，当火灾声光警报器接收到火灾报警信号时，应发出声光报警信号，火灾声光警报器的故障信息应发送至监控中心。

* 1. 换电设备监测监控系统
     1. 换电设备的一般要求

换电设备应符合以下要求：

1. 换电设备的布置应方便车辆的通行及停靠；
2. 换电设备应具备可靠的自动解锁功能和手动解锁功能；
3. 换电设备应具备防火、防盗、防雷等安全功能。

换电操作前的要求：

1. 换电操作前，司机应进行驻车制动、断电操作后方可下车；
2. 充电车辆应设置明显的外接地挂接点，充电前与硐室主接地极连接，保证车辆与充电机等电位联接，车辆启动前应断开链接；
3. 换电操作宜采用自动换电，人工换电操作应至少由2人配合完成；
4. 锂电池动力电源的装卸、搬运应避免冲击；
5. 换电前后，操作人员应对车辆、电源、锁止机构等的外观、结构进行检查；
6. 硐室内行车速度不应超过5km/h；
7. 选择通风良好、干燥、无腐蚀性气体和粉尘的环境。

换电过程中应符合以下要求：

1. 换电车辆驻车时，应采取限位措施；
2. 换电过程中，应不进行车辆启动、带电插拔等操作；
3. 在装卸、搬运电池的过程中，换电设备应保证操作人员、车辆和设备的安全。
   * 1. 换电过程自动解锁的监测监控

车辆姿势感知单元对车辆轮胎位置进行获取，对车辆姿势进行探测，并通过车辆数据的获取对后续车辆空间三维矢量模型进行建立。

基于车辆任意一个轮胎位置信息作为空间矢量坐标系的原点坐标，绘制出车辆电池包、电池锁孔、电池锁孔朝向电池更换机构加解锁装置方向的延伸线、电池更换系统加解锁装置及锁头的空间矢量三维模型，并基于模型输出锁孔延伸线与电池更换机构垂直方向交点的坐标。

行单元控制电池更换机构的加解锁装置按照获取的车辆稳态水平x、y方向的偏移角进行调整，在调整角度与车辆稳态后水平x、y方向的偏向角度一致后，控制电池更换机构加解锁装置移动至锁孔延伸线与电池更换机构垂直方向交点的坐标处，最后电池更换机构的加解锁装置在延伸线上向电池包锁孔位置进行平移，直至换电机构的加解锁装置的锁头与电池包锁孔重合。

通过车辆姿势感知单元与车辆自身提供的加速度传感器及磁场传感器建立连接，并实时获取车辆在稳态后水平x、y方向的偏移角度。

在执行单元控制换电机构加解锁装置在移动的过程中，通过回馈单元实时采集加解锁装置的空间矢量三维坐标，并基于矢量模型单元中生成的空间矢量三维模型的原点转换程该模型的坐标点，实时判断移动的坐标点是否存在偏移，确保执行单元在移动换电机构加解锁装置的过程中坐标的准确性。

车辆姿势感知单元

1. 矢量模型单元，所述矢量模型单元用于输出锁孔延伸线用于电池更换机构垂直方向交点的坐标；
2. 执行单元，所述执行单元通过接收坐标后，并用于控制电池更换机构的加解锁装置按照获取的车辆稳态水平x、y方向的偏移角进行调整其位置；
3. 回馈单元，所述回馈单元用于实时采集加解锁装置的空间矢量三维坐标，并实时判断移动的坐标点是否存在偏移。
   * 1. 换电过程手动解锁的监测监控

在没有自动解锁系统或者自动解锁系统出现故障时，采用人工或其他辅助手段对电动汽车的电池进行解锁以便更换。

手动解锁所包含单元为电池仓锁具、手动操作工具、电池固定机构、电气连接器、安全控制系统、机械臂或起重设备、电池搬运设备、操作平台或梯子、指示和监控系统，通讯接口。

* 1. 巡检设备监测监控系统
     1. 一般要求

设备应具有良好的稳定性、可靠性和抗干扰能力，具备在多雾气、多水汽、阴暗、潮湿、弱光、寒冷等井下特殊的环境条件下正常工作的能力。

设备应由摄像头、传输设备、控制设备、显示设备、传感器等组成。摄像头应具备高清或以上分辨率，满足巡检需求。

设备应配有监测温度、湿度、气体浓度等环境参数的传感器，并具备数据无线传输功能，实时上传监测数据。

设备应具备自主充电能力，以实现长期自主工作。

设备宜采用激光雷达+SLAM技术或RFID技术进行定位与导航。

设备应配置通用监控组态软件、数据采集软件、数据库软件、中间件软件、操作系统软件、安全管理软件，并选用通用、标准、开放的模块化组件软件。有条件的矿井可冗余配置。

设备应根据监控参数的实时性要求，确定数据采集周期和控制指令反应时间。

数据存储设备容量应满足重要安全生产数据、图像存储时间不小于la的要求。

* + 1. 巡检设备监测监控

巡检设备包括充电过程巡检设备和换电过程巡检设备。

充电过程巡检设备

1. 设备应对充电接口状态、充电电压、电流等工作数据进行监测监控；
2. 设备应视频监测监控防爆铅酸电池充电时的温度，氢气积聚浓度。及时记录并补充蓄电池用水；
3. 设备应视频监测监控锂离子蓄电池充电时的温度、湿度等工作环境温度。监测监控车辆及电池外观状态，确保其正常形态。

换电过程巡检设备

1. 设备应对设备换电后的装置密封性、电池放电状态等进行监测监控；
2. 设备应及时检查换电操作的环境，确保换电接口及换电机构表面不应有毛刺，异物，飞边及类似尖锐边缘；
3. 设备应及时检查换电接口及换电机构连接是否牢固。
   1. 硐室环境监测监控系统
      1. 硐室基本要求

一般要求

换电硐室断面形状应根据围岩条件、矿压特点等因素选择，并符合下列规定：

1. 岩石巷道宜采用拱形、矩形等断面；
2. 煤巷、煤岩巷宜采用矩形断面。

硐室施工与装饰应采用阻燃材料。

硐室应具备独立的通风系统，且布置在新鲜风流中，回风风流应引入总回风巷。

硐室应有足够的空间保证安全充电、换电，车辆所占空间不应超过硐室的50 %。

硐室车位的大小应满足防爆锂电池车辆需求，车位边界与充电机距离应不小于0.4 m。

硐室口应设置充电状态信号指示，区分空置、充电、换电三种状态。

硐室应具有防水、防潮措施。地面应设3 ‰向外的流水坡度，宜采用混凝土铺底，且高于与其相连外部巷道底板0.2 m以上。

硐室内电气设备应设置保护接地，并形成等电位连接。保护接地装置应与主接地极连接, 接地点的接地电阻值应不大于2 Ω。

换电硐室同时应符合以下要求：

换电硐室应有足够的空间保证安全换电。换电硐室内各种设备与墙壁之间应留出0.5 m以上的通道，各种设备之间应留出0.8 m以上的通道，便于通风散热和日常检修。

换电硐室应具备防止设备受潮的措施，地平面宜高于辅助运输巷道0.2 m以上。

换电硐室内应有照明，照度应不低于30 lx。

换电硐室内存放的锂电池动力电源数量宜不超过10台套。

换电硐室内部存放的锂电池动力电源应布置整齐、严禁堆放，宜采用单列布置或双列布置。

换电硐室宜设置换电停车区，并具备限制车辆停放位置的引导与定位装置。

换电硐室应设3 ‰ 向外的水沟坡向。

充电硐室同时应符合以下要求：

充电硐室内各种设备与墙壁之间应留出0.5 m以上的通道，各种设备之间应留出0.8 m以上的通道，便于通风散热和日常检修。

充电硐室内照明照度不应低于50 lx。

充电硐室内不应堆积物料或存放无关的设备和物件。

充电硐室应有足够的空间保证安全充电，车辆所占空间不应超过硐室的50 %。

充电硐室车位的大小应满足防爆锂电池车辆需求，车位边界与充电机距离应不小于0.4 m。

* + 1. 硐室环境参数限值

氧气浓度不得低于20.0%。

二氧化碳浓度不高于0.5%，即5000ppm。

一氧化碳浓度不高于0.0024%，即240ppm。

硐室内负压不应超过2940帕斯卡（Pa）。

有人值班的硐室内温度不高于30℃，无人值班时不应超过34℃。整体湿度不低于85%。

内部压力不低于200帕斯卡。

硐室内照明照度应不低于50lx。

关于硐室内粉尘浓度的限制如下：

1. 煤尘（游离SiO2含量<10%）：

总尘浓度限值为4 mg/m³，呼吸性粉尘浓度限值为2.5 mg/m³。

1. 矽尘（游离SiO2含量10～50%）：

总尘浓度限值为1 mg/m³，呼吸性粉尘浓度限值为0.7 mg/m³。

1. 矽尘（游离SiO2含量>50%）：

总尘浓度限值为0.7 mg/m³，呼吸性粉尘浓度限值为0.3 mg/m³。

1. 水泥尘（游离SiO2含量<10%）：

总尘浓度限值为4 mg/m³，呼吸性粉尘浓度限值为1.5 mg/m。

煤矿井下需风量应该按照矿井同时工作的最多人数计算，每人每分钟供给风量不得少于4立方米。此外还需考虑瓦斯、二氧化碳、氢气等有害气体的浓度、风速及温度等其他因素，并取其最大值作为供风量。

硐室内环境噪音应不高于85dB。如果噪声超过85dB，则应使用个体防护装备。当噪声大于90dB时，应采取降低噪声的措施。

* + 1. 传感器技术要求

温度传感器的基本误差

1. 显示误差 ≤±2.5%（F、S）；
2. 输出误差 ≤±2.5%（F、S）。

甲烷传感器的分段基本误差在（0～10.0）%CH4 范围如下表规定：

|  |  |
| --- | --- |
| 测量范围  %CH4 | 基本误差  %CH4 |
| 0.00～1.00 | ±0.10 (真值误差) |
| >1.00～2.00 | ±0.20 (真值误差) |
| >2.00～4.00 | ±0.30 (真值误差) |
| >4.00～10.0 | ±0.50 (真值误差) |

二氧化碳传感器的分段基本误差见AQ1052-2008标准中规定：

|  |  |
| --- | --- |
| 测量范围/%CO2 | 基本误差/%CO2 |
| 0～0.50 | ±0.10 |
| 0.50～5.00 | ±（0.05+真值的5%） |

氧气传感器的基本误差见MT/T447—1995标准中规定：

|  |  |
| --- | --- |
| 测量范围 | 基本误差 |
| 0.0～25.0 | ±3%（满量程） |

依据MT/T 1102-2009，粉尘传感器的基本误差为±15.0%,单位为mg/m³。

噪音传感器的分辨率应不低于0.1dB（A）,基本误差不超过1.0dB（A）。

矿用风速传感器的测量单位m/s,分辨率应不低于0.1m/s.

用于硐室环境监测监控系统的传感器的规格、型号、技术要求等，可根据具体商家、设备要求或现场实际需求进行调整。

* + 1. 传感器安装要求

在上风侧10～15m处应设置甲烷传感器。设置在机电硐室进风流巷道进风处3～5m之内；

一氧化碳传感器应垂直悬挂，距顶板(顶梁)不得大于300mm，距巷壁不得小于200mm，一氧化碳传感器应设在距回风流出口10～15m范围内风流稳定、一氧化碳等有害气体与新鲜风流混合均匀的位置，并应安装维护方便，不影响行人和行车。

风速传感器应设置在巷道前后10m内无分支风流、无拐弯、无障碍、断面无变化、能准确计算风量的地点。当风速低于或超过2022年1月6日应急管理部令第8号修正《煤矿安全规程》的规定值时，应发出声、光报警信号。

温度传感器的设置温度传感器应垂直悬挂，距顶板(顶梁)不得大于300mm，距巷壁不得小于200mm，报警值为34℃。

风速传感器应设置在巷道前后10m内无分支风流、无拐弯、无障碍、断面无变化、能准确计算风量的地点。

其他传感器按需求安装，但所有模拟量传感器都要设置在巷道上方，距巷壁不得小于200mm，距顶板不得大于300mm。

* 1. 监测监控网络通信系统
     1. 感知层的网络通信协议与接口

现场总线协议

1. ModBus：支持ModBus协议的设备可分为串行链路或TCP/IP实现与外部系统的通信， 其协议总体模型和功能码应符合GB/T19582.1的要求；

b)ProfiBus：支持ProfiBus的设备输出信号应满足ProfiBus总线协议，其技术规范应符合GB/T 20540.3和GB/T 20540.4的要求；

c) CAN：支持CAN的设备，其技术规范应符合ISO 11898-1和CiA 301的要求。

有线接口

1. RJ45 接口：对于采用屏蔽双绞线的通信系统，宜采用 RJ-45 的物理接口。根据要求的不同，其机械特性和技术规范应符合IEC 60603-7-1、IEC60603-7-2、IEC 60603-7-4、IEC 60603-7-5、IEC 60603-7-7的要求；
2. RS485 接口：使用该接口的设备宜采用 DB9 针连接器，其电气特性应符ANSI/TIA/EIA-485-A 的要求，机械特性应符合 GB/T-12057-1989 中第 4章的要求；
3. 光纤接口：设备根据自身技术特点、使用环境和通信协议等条件，可采用 SC、 FC、LC、 ST 光纤连接器作为通信物理接口，LC、SC、FC光纤连接的技术规范应符合 YD/T 1272. 1-2018、YD/T 1272. 3-2015、YD/T1272. 4-2018的要求，ST 光纤连接器应满足本身的技术规范。

无线接口

1. ZigBee：支持ZigBee 接口的设备，其技术规范应符合ZigBee3.0规范的要求；
2. 4G：支持4G接口的设备，其规范应符合LTE-Advanced、WirelessMAN-Advanced(802.16m)、TD-LTE-Advanced和FDD-LTE-Advance其中之一规范的要求；
3. 5G：支持 5G 接口的设备，其技术规范应符合R15、R16、R17以及后续演进版本 5G-Advanced其中之一规范的要求；
4. 无线局域网接口：支持无线局域网（WLAN）接口的设备，其技术规范应符合IEEE802. 11；
5. RFID：支持 RFID 接口的设备，其技术规范应符合GB/T29910.3～GB/T29910.6的要求；
6. BT：支持蓝牙接口的设备，其技术规范应符合蓝牙核心规范4.0或其后续版本的要求；
7. UWB：支持 UWB 的设备，其技术规范应符合 YD/T 1312.15-2013无线通信设备电磁兼容性要求和测量方法 第 15 部分 超宽带（UWB）通信设备。

感知层通信设备接入的多种协议应转换为基于以太网通信的标准协议，应支持：

1. Ethernet、ZigBee、WIFI、5G一种或几种接入；
2. ModBus、ProfiBus、CAN、4G、RFID、BT、UWB一种或几种接入。
   * 1. 传输层的网络通信协议

传输层设备提供的协议应满足TCP/IP协议、UDP/IP协议。

TCP/IP协议的实现要求：

IP协议的实现应符合RFC0791的规定，TCP协议的实现应符合RFC0793的规定。

UDP/IP协议的实现要求：

IP协议的实现应符合RFC0791的规定，UDP协议的实现应符合RFC0786的规定。

* + 1. 应用层的网络通信协议与接口

应支持标准的以太网接口。

应部署支持 OPC-UA、MQTT、RTSP、SFTP标准数据传输协议的生产装备、监控采集设备、专用远程终端单元、数据服务器等，部署支持行业专有信息模型的数据中间件、应用系统等，实现跨单位、跨系统的信息互通，应支持：

1. OPC-UA或MQTT对感知数据协同共享；
2. SFTP对文本数据协同共享；
3. RTSP对音视频数据协同共享。
   1. 硐室视频监测监控系统

充电硐室和换电硐室应具备视频监测监控系统，能实时监测硐室内及出入口，宜采用高清、低照度红外摄像仪。

系统应具有手动录像、定时录像 报警录像和动态检测录像等功能，同时记录时间，并保持图像信息的原始完整性和实时性，即无论中间过程信息如何传输和处理，应使最后记录/回放的图像与原始场景保持一致。

系统应具有煤矿井下及地面图像采集、传输和显示等功能，并保持图像信息的原始

完整性和实时性，即无论中间过程信息如何传输和处理，应使最后显示的图像与原始场景保持一致。

系统应具有报警联动功能。设备应具有报警联动的接口，能支持无源的开路和/或闭

路信号接入，能实时响应并启动记录和输出联动信号。其报警响应时间、记录启动延时等应

在相关标准中明确规定，并在产品的技术文件中明示。

系统应具有TCP/IP网络接口、支持网络播放和查询。

* 1. 应急消防与安全

充电换能站硐室建设要求：

1. 硐室内应设置独立的电源安全隔离区域与安全消防设施；
2. 硐室内消防用电设备应采用单独的供电回路，发生火灾切断生产用电时应保证消防用电，其配电设备处应设置明显标志；
3. 硐室应配备自动降温、消防系统；
4. 硐室口应设置硐室编号指示牌；
5. 硐室进出口应安设从内向外打开的防爆门或防火铁门，宜具备自动开闭功能；
6. 硐室应设有专用消防水路，并保证水路畅通，应定期检查消防用水水压。

设备的安全要求：

1. 安全监控设备应按产品使用说明书的要求定期调校、测试，每月至少一次；
2. 安全监控设备在使用前和大修后，应按产品使用说明书的要求测试、调校合格，并在地面试运行24～48h后方能使用；
3. 除甲烷以外的其他气体监控设备应采用空气样和标准气样按产品说明书进行调校。甲烷传感器每7天必须使用校准气体和空气样校准1次。风速传感器选用经过标定的风速计进行调校，温度传感器选用经过标定的温度计调校，其他传感器和便携式检测仪器应按使用说明书要求定期调校。

硐室应配置手持灭火器、灭火毯、消防沙箱（池）等消防器材和设施。

硐室内应急照明的备用电源连续供电时间应不少于2 h。

硐室内应配备有线调度电话。

* 1. 其他

锂电池车辆应具有数据无线上传功能，通信协议及数据格式宜符合GB/T 32960.3的规定。

煤矿应对换电硐室内的锂电池动力电源的外观、结构、BMS保护和SOC状态等进行定期检查。

煤矿应编制充电操作规程、换电作业指导书、换电作业流程、事故应急处置预案等作业文件，明确相关责任、人员日常培训与规范性操作的规定。

