《煤矿井下充电换能站用动力电池技术规范》

编 制 说 明

（征求意见稿）

华北科技学院

2024年8月

项目名称：《煤矿井下充电换能站用动力电池技术规范》

承担单位：华北科技学院

项目编号：t/ccs2023016

课题负责人：张全柱

编 写 人：张全柱 张志强 邓永红 黄佩瑶 宋沣珂 毕瑞卿

课题组成员：张全柱 张志强 邓永红 黄佩瑶 宋沣珂 毕瑞卿 张军

李清林 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

华北科技学院

2024 年 8 月

目 录

[一、 工作简况 1](#_Toc3159)

[（一）工作来源 1](#_Toc18128)

[（二）主要起草单位 1](#_Toc14872)

[（三）主要起草人 1](#_Toc5722)

[二、主要起草过程 2](#_Toc17588)

[（一）前期研究阶段 2](#_Toc32758)

[（二）立项阶段 2](#_Toc3122)

[（三）起草阶段 2](#_Toc15015)

[三、编制思路、主要技术内容、指标、参数、试验方法确定的依据 2](#_Toc20022)

[（一）编制思路 2](#_Toc11633)

[（二）主要内容 3](#_Toc7677)

[（三）确定依据 5](#_Toc19920)

[四、主要实验（验证）的分析、综述报告、技术经济论证，预期的经济效果 5](#_Toc30047)

[五、采用国际标准的程度及水平的简要说明 6](#_Toc26443)

[（一）采用国际标准的程度 6](#_Toc28332)

[（二）与国际标准水平的对比 6](#_Toc15434)

[（三）结论 6](#_Toc30365)

[六、重大分歧意见处理经过和依据 7](#_Toc13004)

[七、贯彻中国煤炭学会要求和措施建议 7](#_Toc32439)

[八、其他应予说明的事项 7](#_Toc5052)

# 

# **工作简况**

## （一）工作来源

《煤矿井下充电换能站用动力电池技术规范》由神东煤炭集团上湾煤矿委托与中央高校基本科研业务费资助（项目编号3142024031）华北科技学院牵头制订。

本标准已经列入《2023年度中国煤炭学会团体标准制定计划》，标准项目编号：t/ccs2023016，标准项目名称：《煤矿井下充电换能站用动力电池技术规范》，标准层级：团体标准，标准性质：推荐性质。

该团体标准的推广应用，为建设煤矿井下电动运输车辆智能化充电换能站硐室奠定坚实的基础。随着后续相关团体标准的逐步建设和完善，为煤矿井下充电换能站用动力电池的具体技术要求和安全性能的测试方法、接口要求规范、提供了完整可靠的参考，本标准的建设起到了引领行业的模范示范效应。

## （二）主要起草单位

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。

## （三）主要起草人

张全柱、张志强、邓永红

1.牵头组织（张全柱、张志强、邓永红），负责标准框架、总则等总体部分起草，并承担标准起草组织管理工作、标准内容协调管理工作、标准整体综合修订工作、资料收集等。

2.企业参与起草（国能神东煤炭集团有限责任公司等），负责搜集整理企业需求，提供相关行业信息，对标准内容各相关部分进行可行性和合理性论证。

3.标准内容起草（张全柱 张志强 邓永红 黄佩瑶 宋沣珂 毕瑞卿），负责查阅、收集、整合国内外相关技术资料，标准内容的研究、起草、讨论、修改并初步达成一致意见等。

# **二、主要起草过程**

## （一）前期研究阶段

2021年中国煤炭科工集团安标国家中心召开的防爆锂电池辅助运输车辆技术研讨会，提出了支持发展快速换电技术、推进锂电池辅助运输设备相关配套标准体系建立的倡议，2022年，国家发展改革委和国家能源局联合发布《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》。在国家能源绿色低碳转型的时代背景并结合技术创新和安全管理的需求下，形成了煤矿井下充电换能站动力电池技术规范的雏形，华北科技学院作为国内在煤矿领域具有监视研究基础和丰富成果的高等院校，积极参加地方、国家级的培训、学习交流会，积累了大量的专业知识和调研数据，针对煤矿井下充电换能站、防爆磷酸铁锂电池等有了深入的认识和了解。全程参与团体标准《煤矿井下充电换能站用动力电池技术规范》的数据采集、资料收集、研究试验、起草编写等工作。

## （二）立项阶段

根据中国煤炭学会《关于征集2023年中国煤炭学会团体标准立项计划的通知》（中国煤炭学会〔2023〕 10号）精神，为规范企业相关产品要求，推动煤矿井下充电换能站用动力电池技术的建设和发展，提供可靠的技术参考。华北科技学院在中国煤炭学会具体指导下，组织申报了《煤矿井下充电换能站用动力电池技术规范》的编订任务，于2024年4月3日经中国煤炭学会组织专家评审并审议通过，并以“中煤学会学术函〔2024〕 4号”批准立项。

## （三）起草阶段

2024年4月，收到立项批准文件后，立即成立标准编制课题组，进行了集中学习、责任分工。在标准前期研究基础上，收集整合相关国家标准、法律法规及行业规范性文件、资料。

2024年4月，标准编制组召开第1次标准讨论会，充分讨论后制定了标准编制大纲、明确课题组人员任务与分工。经过课题组成员及主要起草人的多次研讨、质询，设计出标准的章节结构和内容，确定了标准的适用范围、基本章节等主要内容及结构。

2024年5月，标准主要起草人参加了中国煤炭学会组织的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》标准编制规范集中培训和相关技术学术研讨会，并将会议精神、会议主要内容记录保存。及时主持召开课题讨论会，向课题组其他成员分享学习经验、心得体会。

2024年5月-8月，标准课题组对标准修改稿进行了多次内部讨论及修正，并完成了标准征求意见稿以及编制说明。

# **三、编制思路、主要技术内容、指标、参数、试验方法确定的依据**

1. 编制思路

首先，通过对铅酸蓄电池、三元锂电池、磷酸铁锂电池、镍氢蓄电池进行各类主要指标的比较，明确煤矿井下充电换能站用磷酸铁锂电池除低温性能差以外，其他性能显著，且可以通过技术手段使得电池标准箱工作在最佳温度范围。为保障煤矿井下充电换能站用电池充放电安全高效运行，根据矿井实际情况和《煤矿安全规程》（2022）规定磷酸铁锂电池的相关应用标准。

其次，针对动力电池的规格尺寸、性能指标参数、充电接口、放电接口、BMS接口进行规定，根据电池的技术要求和接口的技术要求，明确其工作范围与工作要求。在研究矿井用车辆类型时，对车的外形尺寸、续驶里程、满载质量进行分析后，划分电池容量大小，可以分为低等、中低等、中等、中高等、高等容量。由于电池由单体电池串联组成模块电池，再由几个模块电池构成电池标准箱，接着对模块电池和标准箱的规格尺寸进行范围规定，再分别规定单体电池、模块电池、电池标准箱的性能指标参数。接着对动力电池接口展开研究，动力电池接口包括充电接口、放电接口、BMS接口。接口的技术要求从一般要求、型式与尺寸、锁止装置、控制电路电器和开关元件、插拔力、表面温度、性能要求等方面进行规范。充电接口包括充电插座、充电插头，放电接口包括放电插座、放电插头。BMS接口应具备数据采集、通信、报警和保护、控制、状态估算、参数设置、数据存储、计算和统计等功能，再讲述BMS接口的一般要求与硬件要求。所以我们煤矿井下的环境要求先规定动力电池的标准，再定义电池对外接口的标准。

最后，根据磷酸铁锂电池进行安全性测试以满足煤矿井下防爆要求，具体需要测试的项目及内容包括过充测试；过放测试；短路测试；针刺测试；跌落测试；挤压测试；低温性能；热冲击测试。为了和矿山安全生产智能监控系统、智慧化矿山系统甚至是与国际上相关的矿山系统同步与接轨，参考了大量国内外标准与文献，最后制定出既符合国内生产需求，又与国际接轨的相关要求与规定。

## （二）主要内容

前言：说明本标准的起草依据、提出单位、归口单位、起草单位和起草人等。

范围：明确了本标准的内容范围和适用范围。

规范性引用文件：阐明了本标准引用其他标准情况。

术语和定义：对标准中涉及的重要概念进行集中翻译和阐释。

动力电池技术要求：根据防爆特种装备车系列适配不同尺寸规格和性能参数的电池。对比不同种类的电池参数，如下表：

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 一般锂离子电池 | 三元锂电池 | 镍氢电池 | 磷酸铁锂电池 | 单位或测试条件 |
| 标准电压 | 3.6或3.7 | 3.6或3.7 | 1.2 | 3.2 | V |
| 工作电压范围 | 3.0~4.2 | 3.0~4.2 | 1.0~1.4 | 3.0~3.3 | V |
| 单位质量容量 | 180 | 130 | 80 | 130 | mAb/g |
| 单位体积容量 | 90~110 | 60~75 | 50~60 | 60~75 | Wb/kg |
| 单位重量能力 | 280~300 | 220~240 | 200~220 | 220~240 | Wb/l |
| 最佳充电率 | 0.2~0.5 | 0.5~1.0 | 0.2~0.5 | 0.5~1.5 | C |
| 工作放电率 | 1 | 2 | 0.5 | 2 | CmA |
| 最大放电率 | 1.5 | 5 | 2 | 10 | CmA |
| 瞬间大电流脉冲 | 2 | 10 | 3 | 20 | CmA(10a) |
| 循环寿命 | 60%  100次 | 85%  300次 | <50%  50次 | >95%  500次 | 1CmA充电  2CmA放电 |
| 大电流放电时循环寿命 | - | 60%  300次 | <50%  10次 | >80%  300次 | 1CmA充电  5CmA放电 |
| 安全 | 有可能燃烧、爆炸 | 有可能燃烧、爆炸 | 有可能燃烧 | 不燃烧、不爆炸 | - |
| 零电压存储30天 | 泄漏、损失 | 泄漏、损失 | 泄漏、损失 | 无损失 | - |

比较选择磷酸铁锂电池，对动力电池的工作环境、功能、外观结构应满足说明标准进行定义。电池分为单体电池、模块电池、电池标准箱，依据煤炭行业对于动力电池的规格尺寸的限制与要求，参考国家标准中关于电池模块和标准箱的典型规格尺寸的推荐以及结合煤矿井下电动辅助运输车辆的实际工作需求和煤矿井下实际工作需要等实际情况，综合评判，推荐5种电池模块规格尺寸和2种电池标准箱规格尺寸。再分别讲述单体电池、模块电池、电池标准箱的性能指标参数，动力电池容量范围应该在10Ah以上，不超过230Ah。

动力电池接口：从通用要求、电池充电接口、电池放电接口、BMS接口分别讲述接口的相关要求，在通用要求处写了接口的一般要求、结构要求、型式与尺寸、锁止装置、控制电路电器和开关元件、插拔力、防触电保护、表面温度、性能要求进行规范。充电接口包括充电插座，充电插头，充电接口除满足接口的通用要求外还需先连接保护接地端子，最后连接控制确认端子。放电接口包括放电插座和放电插头。BMS接口的硬件接口要求包括接口类型、传输速率、信号质量、接口数量、电源要求、安全性和接口安装位置。

动力电池的防爆和防护：首先针对煤矿井下用动力电池的防爆防护、铭牌与标志、电气防护的安全性能方面的一般要求，其次对单体电池、电池模块、电池标准箱通用的试验基本要求及安全性能测试的测试方法进行统一说明及规定。其次根据以上三者的工作作用与特点的不同，分别规定在正式投入工作生产前所必须经过的测试，以及测试后的状态要求。安全性能测试主要涉及到环境适应性试验、防爆安全试验等。

其他：针对标准内容中必要的但并未提及的部分和内容进行补充说明。

## （三）确定依据

标准编写的格式及内容符合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》的规定要求编写。并力求标准具备“简洁性、通用性、规范性、专业性和可扩展性”的特点，本标准主要参考了《煤矿安全规程》（2016年2月25日国家安全生产监督管理总局第87号 公布，自2016年10月1日起施行；根据2022年1月6日应急管理部令第8号修正）、《煤矿防爆锂电池动力电源充电安全技术规范》（T/CCS 025-2023）、电动汽车用动力蓄电池安全要求（GB 38031-2020）等涉及煤矿安全生产、动力蓄电池安全技术要求、新能源行业等多个相关行业的众多规范性要求。

# **四、主要实验（验证）的分析、综述报告、技术经济论证，预期的经济效果**

根据GB/T 1.12009对标准编写的要求进行梳理，从目标和基本要求入手，从标准的结构、体系和框架构建进行研究，针对煤矿井下充电换能站用动力电池的技术要求、安全要求及试验方法提出具体的要求。

通过调研现有的动力电池规格尺寸、安全要求、技术要求等相关的数据参数、标准规范并结合煤矿井下特殊工作环境及安全和技术方面的国家标准和行业标准情况，经过整合分析，从标准体系覆盖范围、体系关系、标准的技术高度等宏观层面对本标准进行了体系定位，并确定了标准的适用范围。

在标准制定过程中，采用实地考察、调研、研讨、统计分析等方法，以成果为支撑，经过反复补充、修改、完善后形成最终文稿。

标准体现了标注化的行业统一性、普遍参考性、创新型和可操作性，对于煤矿井下充电换能站用动力电池技术要求规范的制定具有重要的指导作用。通过该标准的推行与执行，有利于提高资源利用率，节约资源，保护环境，有利于提高煤矿井下施工的安全性，保证煤矿企业和煤矿工人的生命与财产安全，提高煤矿行业的竞争力。因此标准实施产生的经济、社会及环境效益显著。

# **五、采用国际标准的程度及水平的简要说明**

## （一）采用国际标准的程度

本标准在编写过程中参考了国际标准ISO4521:2008 “Metallic and other inorganic coatings — Electrodeposited silver and silver alloy coatings for engineering purposes — Specification and test methods”。

## （二）与国际标准水平的对比

本标准在动力电池充电接口的出头表面镀层方面的要求规范，与国际标准保持一致，在其他电气设备元件、安全性能试验方法等方面的选择上结合了国内煤炭行业的实际情况做出了调整。

## （三）结论

综上所述，国际标准与国内标准的标准体系在本标准涉及的领域都存在缺失，因此本标准在制定过程中参考了少量国际标准，故而本标准的制定具有开创性的意义。本标准的制定体现了我国煤炭行业的技术发展与进步，同时填补了相关领域标准规范的空缺。通过本标准的实施，预计将提升我国煤矿井下充电换能站用动力电池及接口规格尺寸、技术要求、安全性能及试验方法规范的水平，保障矿工生命安全，同时为国际矿业相关标准规范的完善和发展贡献了中国经验和中国智慧。

# **六、重大分歧意见处理经过和依据**

由于针对本标准涉及相关领域的标准体系与规范的缺失，可供参考的数据与材料较少，对于标准中所涉及的参数数据、安全性能指标等参数指标的选取与规定出现分歧意见，经过多次会议研讨，并选取、结合相关行业的国家标准与标准研究技术文件，确定了现今标准的相关内容与要求规范。

# **七、贯彻中国煤炭学会要求和措施建议**

为贯彻中国煤炭学会要求，建议标准发布后，相关单位适时发布贯彻标准的通知，并委托起草单位组织培训，切实推动该项团体标准的贯彻实施。

# **八、其他应予说明的事项**

该标准需要得到中国煤炭学会组织车辆及电池研发制造生产企业、电池接口研发制造生产企业对电池及接口的具体性能参数指标和技术要求进行详细对接研讨，并在行业内进一步广泛征求意见，从而确保标准的可行性、合理性和先进性。