

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL —2026

城市轨道交通阀控密封式铅酸蓄电池维护
标准

Maintenance Standard for Valve-Regulated Sealed Lead-Acid Batteries of Urban Rail
Transit

(工作组讨论稿)

(本草案完成时间：2026 - 6 - 12)

2026 - - 发布

2026 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前 言	III
1 引言	1
2 范围	1
3 规范性引用文件	1
4 术语和定义	2
4.1 阀控密封式铅酸蓄电池（VRLA）	2
4.2 浮充充电	2
4.3 均充充电	2
4.4 核对性放电	2
4.5 C10 额定容量	2
5 总体要求	3
5.1 人员资质要求	3
5.2 作业安全原则	3
5.3 机房环境管控标准	3
5.4 全生命周期档案管理	4
6 日常维护与巡视	4
6.1 设备外观完整性检查	4
6.2 运行参数精准测量	5
6.3 连接结构可靠性检查	5
7 周期性试验与精细化维护	5
7.1 季度维护（每 3 个月）	5
7.2 半年维护（每 6 个月）	6
7.3 年度维护（每年 1 次）	6
7.4 三年深度维护（每 3 年）	7
8 充放电精准管控与参数标准化设定	7
8.1 基准浮充电压设定	7
8.2 温度动态补偿机制	7
8.3 均衡充电标准化管理	8
8.4 充电纹波精准管控	8
8.5 充电电流限值管控	8
9 蓄电池更换与绿色报废处置	8
9.1 设备更换判定标准	9
9.2 标准化更换作业原则	9
9.3 报废环保合规处置	9
10 安全管控与应急处置	10
10.1 防火防爆安全管控	10

10.2 酸液泄漏应急处置	10
10.3 热失控风险预防管控	10
10.4 触电事故应急急救	11

前 言

本文件依据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。

本文件由广西产学研科学研究院提出。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

城市轨道交通阀控密封式铅酸蓄电池维护标准

1 引言

为贯彻落实国家轨道交通安全生产、设备全生命周期管理、生态环境保护相关法律法规及行业高质量发展政策，规范全国城市轨道交通阀控密封式铅酸蓄电池运维管理工作，筑牢轨道交通通信、信号、应急供电系统安全运行底线，保障地铁、轻轨、市域快轨等线路运营的连续性、稳定性与安全性，结合国内轨道交通运维体系建设要求及广西区域轨道交通运营实际，编制本标准。本标准系统明确蓄电池全流程运维技术规范、试验检测标准、充放电管控规则及安全应急处置要求，统一行业运维尺度，助力轨道交通供电设备运维标准化、精细化、智能化、绿色化升级，适配城市轨道交通规模化、高质量发展格局。

2 范围

城市轨道交通阀控密封式铅酸蓄电池（以下简称“蓄电池”）的术语定义、总体运维要求、人员安全准则、环境管控标准、日常巡检维护、周期性梯度试验、充放电精准管控、设备更换报废及安全应急处置等全维度技术内容。适用于全国城市轨道交通行业地铁、轻轨、市域快轨等线路中，承担直流操作电源、信号电源、通信电源及车站应急后备电源功能的阀控密封式铅酸蓄电池组运维管理工作，适配广西产学研科学研究院及各轨道交通运营单位标准化作业落地实施。本标准不适用于轨道交通车辆牵引动力电池、开放式排气式铅酸蓄电池及其他类型储能蓄电池。

3 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单）均适用于本文件。

GB/T 2900.41-2008 电工术语原电池和蓄电池

GB/T 19638.2-2014 固定型阀控密封式铅酸蓄电池
GB/T 22473.1-2021 储能用蓄电池第1部分：光伏离网应用技术条件
DL/T 724-2021 电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程
GB 50157-2013 地铁设计规范
TB/T 3061-2016 轨道交通机车车辆用阀控密封式铅酸蓄电池
GB 26164.1-2010 电业安全工作规程第1部分：热力和机械
GB/T 4695-2021 铅酸蓄电池用极板
JB/T 10053-2010 铅酸蓄电池用隔板

4 术语和定义

GB/T 2900.41-2008 界定的术语和定义适用于本文件，同时新增以下专用术语定义，统一行业认知标准。

4.1 阀控密封式铅酸蓄电池（VRLA）

正常工作工况下，安全阀维持密闭状态，仅当内部气体压力超出预设阈值时自动泄压排气，运行过程中无需常规补加电解液、无电解液渗漏的密封式铅酸蓄电池，是轨道交通后备供电系统核心储能设备。

4.2 浮充充电

蓄电池组与直流母线长期并联运行，以恒定低压充电模式补偿电池自放电损耗，持续维持电池满电状态、保障后备供电随时可用的常态化运行方式。

4.3 均充充电

针对蓄电池组单体电压、容量一致性偏差问题，在基准浮充电压基础上适度提升充电电压，通过限定时长的均衡充电作业，修正单体性能差异、恢复电池组整体性能的专项充电方式。

4.4 核对性放电

将蓄电池组脱离直流母线负载，以标准恒定电流开展可控放电试验，通过检测电池终止电压及实际放电量，核验电池当前有效容量与服役状态的预防性试验方式。

4.5 C10 额定容量

在环境温度 25℃标准工况下，蓄电池以 10 小时率额定电流持续放电至规定终止电压（2V 系列单体 1.80V）时释放的总电量，单位为安时（Ah），是判定电池额定性能的核心指标。

5 总体要求

本章基于国家电力设备运维安全规范及轨道交通设备可靠性管控要求，明确人员资质、作业安全、环境管控、档案溯源四大核心总体准则，为蓄电池全生命周期运维提供基础保障。

5.1 人员资质要求

从事蓄电池巡检、检测、运维、更换及应急处置的作业人员，必须完成专项系统化培训，熟练掌握蓄电池防酸腐蚀、防爆、防触电安全知识及应急急救技能，严格执行持证上岗制度。作业人员定期复训考核周期不超过2年，复训考核不合格、技能不达标人员，严禁独立开展蓄电池运维作业，从人员层面筑牢安全生产第一道防线。

5.2 作业安全原则

蓄电池所有运维、试验、检修作业，必须严格落实电力行业“两票三制”管理制度，规范执行工作票、操作票审批流程，严格遵守交接班制、巡回检查制、设备定期试验轮换制。作业全过程必须规范佩戴耐压等级不低于5kV的绝缘手套、防酸型护目镜、防酸工作服等防护用具，杜绝违章作业、违规操作，防范人身伤害及设备故障风险。

5.3 机房环境管控标准

蓄电池室环境参数直接决定电池运行稳定性与服役寿命，需严格遵循标准化管控要求，杜绝恶劣环境引发的电池老化、故障及安全隐患。

5.3.1 温度管控：蓄电池标准运行环境温度区间为 $15^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，最优长效运行温度为 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，契合电池额定设计工况与国家储能设备运行标准。当环境温度持续高于 35°C 时，必须立即启动强制通风、降温散热措施，必要时采取设备降额运行模式，规避高温热老化、热失控安全风险；当环境温度低于 5°C 时，需配置合规加温设备，保障电池电化学反应活性与充电性能，杜绝低温容量不可逆衰减问题。

5.3.2 湿度管控：蓄电池室内相对湿度严格控制在 $5\%\sim 75\%$ 区间，全程杜绝结露、返潮现象，防止电池极柱、连接条受潮氧化腐蚀，避免设备绝缘性能下降，保障电气系统安全稳定运行。

5.3.3 通风防爆管控：蓄电池室必须独立设置专用机械通风系统，设计换气量不低于每小时6次，严格遵循氢气防爆国家管控标准。通风系统采用“下进上排”科学布局，进风口设于室内低位、出风口设于高位，高效排出电池充电过程析出的氢气，确保室内氢气体积浓度始终低于0.8%，控制在爆炸下限的20%以内，彻底规避氢气爆炸风险。

5.3.4 照度管控：蓄电池室常规照明照度不低于100勒克斯（Lux），同步配套完好的备用应急照明系统，保障日常常态化巡检、突发应急作业、设备检修校准全过程视觉作业条件，完全满足轨道交通

安全生产作业规范。

5.4 全生命周期档案管理

严格落实国家设备全生命周期溯源管理、安全生产追责溯源要求，为每一组、每一只蓄电池建立电子+纸质双重专属档案，实现设备从采购出厂、进场投运、日常运维、试验检测、隐患整改到报废处置的全流程、全链条可追溯管控。档案核心归档内容包括：设备生产厂家、规格型号、出厂编号、出厂日期、正式投运日期、历次巡检单体电压、内阻、温度参数、容量试验数据、运维操作记录、隐患处置及设备更换记录。设备档案保存期限不低于蓄电池设计使用寿命的2倍，全面满足轨道交通设备运维归档、行业安全督查、事故溯源追责的规范化管理要求。

6 日常维护与巡视

立足轨道交通设备常态化安全管控、隐患前置治理要求，建立分级常态化巡检机制：有人值守车站每日开展1次全面标准化巡视，无人值守车站优化调整为每周2次标准化巡视，每次巡检完整填写《蓄电池日常巡视记录表》，规范留存运维台账，实现隐患早发现、早处置、早闭环，从源头降低设备故障发生率。

6.1 设备外观完整性检查

6.1.1 壳体状态检查：全面核查蓄电池壳体外观状态，杜绝鼓胀、变形、开裂、渗漏液等结构性缺陷。严格执行标准化报废及更换判定准则：电池壳体鼓胀量超出原尺寸10%直接判定报废；壳体表面裂纹长度超10mm或深度超1mm的，纳入专项更换计划，限期完成更换，严禁破损设备带病运行，保障设备本体安全。

6.1.2 端子连接检查：重点排查电池极柱、连接条无爬酸、氧化腐蚀、松动、过热变色等异常问题。设备运行过程中，连接处相对环境温升不得超过50℃；端子腐蚀面积超出接触面积10%的，立即拆解清理腐蚀部位，腐蚀严重无法修复的及时更换配套配件，保障电气连接紧密、导通稳定。

6.1.3 设备清洁度检查：蓄电池表面、电池柜体及安装支架全程保持洁净，无积灰、无杂物堆积，设备接地系统完好、接地电阻合规达标。当电池表面积灰厚度超过2mm时，采用防静电专用毛刷规范清理，杜绝积灰引发的设备绝缘下降、局部放电、局部发热等安全隐患。

6.1.4 安全阀状态检查：常态化检查电池安全阀完整性，确保无变形、开裂、破损、异常开启等问题，保障电池密封泄压功能正常有效。安全阀标准开启压力管控区间为1kPa~49kPa，最终以设备厂家标称技术参数为准，兼顾电池密封性能与泄压安全性能，规避内部压力异常隐患。

6.2 运行参数精准测量

6.2.1 单体浮充电压检测：逐只精准测量蓄电池单体浮充电压，严格执行分级电压偏差管控标准：2V 系列单体电压偏差不超过 $\pm 0.05\text{V}$ （平均电压 $\pm 2.5\%$ ），6V 系列偏差不超过 $\pm 0.15\text{V}$ ，12V 系列偏差不超过 $\pm 0.3\text{V}$ 。电压参数超出合规区间的电池，立即标记为重点观察对象，7 日内完成复测跟踪，精准排查电池性能衰减隐患，提前干预治理。

6.2.2 母线总电压监测：实时在线监测直流整流器输出母线总电压，运行偏差必须严格控制在设定值 $\pm 0.5\%$ 范围内。一旦超出偏差阈值，立即排查整流模块运行故障、参数偏移、设备老化等问题，快速整改恢复，保障整组电池供电系统稳定可靠。

6.2.3 浮充电流监测：精准记录蓄电池组整体浮充电流，以 100Ah 标准电池组为基准，正常浮充电流合规区间为 0.1A~0.5A。若浮充电流异常增大、超出 0.5A/100Ah 标准阈值，立即排查电池内部微短路、整流器纹波超标、设备参数异常等隐患，从源头杜绝设备故障升级。

6.2.4 温度参数检测：同步检测蓄电池室环境温度及不少于 3 只代表性单体电池的表面温度，建立环境温度与电池温度双向对比管控机制。电池表面温度与环境温度差值不得超过 5°C ，任意两只单体电池表面温度差值不得超过 3°C ，温度偏差异常时及时排查散热不良、充电异常、电池老化等问题，全方位防范热失控安全风险。

6.3 连接结构可靠性检查

建立季度螺栓力矩抽检常态化机制，每季度采用标准力矩扳手抽检不少于 10% 的电池连接螺栓，且最低抽检数量不低于 10 只，严格遵循厂家技术要求及行业通用标准化力矩参数：M6 螺栓力矩 $6\text{N}\cdot\text{m}\sim 8\text{N}\cdot\text{m}$ 、M8 螺栓力矩 $10\text{N}\cdot\text{m}\sim 14\text{N}\cdot\text{m}$ 、M10 螺栓力矩 $15\text{N}\cdot\text{m}\sim 20\text{N}\cdot\text{m}$ 。螺栓力矩低于标准下限或超出上限 10% 的，全面排查连接条腐蚀、螺纹损伤、螺栓松动等问题，立即完成整改紧固，保障设备连接结构安全稳定。

7 周期性试验与精细化维护

对标国家电力设备预防性试验管理规范及轨道交通设备长效运维要求，建立季度、半年、年度、三年四级梯度化周期性运维体系，通过常态化数据监测、深度试验检测、性能精准核验，精准掌握蓄电池性能衰减规律，实现设备隐患分级管控、闭环治理，全面提升轨道交通后备电源系统长效可靠性与服役周期。

7.1 季度维护（每 3 个月）

7.1.1 电压趋势数据分析：定期下载蓄电池在线监测系统全量运行数据，开展单体电压长期趋势对比分析，精准研判电池隐性性能衰减态势。对连续 30 天电压下降幅度超 0.02V 的单体电池，纳入重点监测台账，加密巡检及监测频次，动态跟踪性能变化，实现隐患前置预警。

7.1.2 红外测温隐患排查：采用高精度红外热像仪对电池极柱、连接条、接线端子开展全覆盖、无死角测温检测，精准识别局部过热、接触不良等隐性隐患。任意测温点温差超过 5°C 的，立即核查连接紧固度、接触电阻状态，第一时间整改消缺，杜绝接触不良引发的发热、供电不稳、设备老化加速等问题。

7.2 半年维护（每 6 个月）

7.2.1 单体内阻检测：采用 1000Hz 交流注入法标准内阻测试仪，逐只检测蓄电池单体内阻，精准判定电池老化程度与性能状态。以设备厂家提供的初始内阻参数为基准，内阻超出初始值 30% 的列为重点关注设备，实施每月复测跟踪；内阻超出初始值 50% 的，判定为性能严重衰减，立即制定更换计划并落地实施。

7.2.2 连接电阻检测：采用微欧计、以不低于 10A 的标准测试电流检测电池连接条压降，全面核验连接回路导通性能与接触可靠性。设备各连接点间压降差值不得超过 20%，压降异常点位逐一排查整改，彻底消除接触不良引发的设备发热、供电波动、故障频发等问题。

7.3 年度维护（每年 1 次）

7.3.1 核对性放电试验周期：严格分级落实年度容量核验管控要求，适配电池不同服役周期的性能衰减特性：新投运蓄电池组首年必须完成全量核对性放电试验；运行年限 2~5 年的蓄电池组，每年开展 1 次核对性放电试验；运行年限超 5 年的老旧电池组，缩短试验周期至每半年 1 次，强化老旧设备性能管控，杜绝老旧设备失效风险。

7.3.2 放电标准参数：核对性放电统一采用 0.1C10 标准 10 小时率恒流放电模式。放电作业前，必须确保蓄电池组处于满电静置状态，静置稳压时长不少于 4 小时，彻底消除充电残余影响，保障试验数据精准、有效、可追溯。

7.3.3 试验终止条件：放电至额定容量 40%~50%（放电时长 4~5 小时），或满足以下任一条件立即终止试验：2V 系列单体电压降至 1.80V、6V 系列降至 5.40V、12V 系列降至 10.80V；电池组整组电压降至对应终止电压；放电时长达到 5.5 小时。

7.3.4 性能判定标准：当放电至额定容量 50% 时，电池组单体电压一致性偏差超标（2V 系列最大最小压差超 0.30V、6V 系列超 0.90V、12V 系列超 1.80V），或任一单体电压低于阈值（2V 系列 1.95V、6V 系列 5.85V、12V 系列 11.70V），判定电池组性能严重劣化，需在 3 个月内完成全容量放电深度试

验，全面、精准评估设备整体服役状态。

7.4 三年深度维护（每3年）

7.4.1 全容量放电试验适用场景：运行满3年及以上的蓄电池组，若年度核对性试验检测发现电压一致性、容量性能超标异常，或达到三年深度维护周期，必须开展100%全容量放电试验，全面核验电池实际可用容量、衰减速率与极限服役性能，精准把控设备老化状态。

7.4.2 深度放电参数要求：统一采用0.1C₁₀恒流标准持续放电，直至2V系列单体电池电压降至1.80V终止电压。放电全过程每30分钟精准记录整组总电压、各单体电压、环境温度核心数据，形成完整、规范、可溯源的深度试验台账。

7.4.3 深度性能判定准则：整组实测容量低于额定容量80%的，立即制定整组更换方案，6个月内完成全部更换；任一单体容量低于额定容量85%的，可针对性更换落后单体，更换后必须开展整组均衡充电及容量复核试验，保障整组性能一致；2V系列单体放电终止电压低于1.75V的，判定为严重故障单体，立即紧急更换，彻底杜绝安全隐患留存。

7.4.4 均充修复恢复：深度放电试验结束后，立即启动恒压限流均衡充电作业，充电电流管控在0.1C₁₀~0.2C₁₀区间，标准化均充电压：2V系列2.35V/只、6V系列7.05V/只、12V系列14.10V/只。持续充电时长不少于12小时，直至充电电流降至2mA/Ah以下，自动切换为浮充运行模式，完成电池性能修复与状态复位。

8 充放电精准管控与参数标准化设定

依据国家电力储能设备充放电技术规范、行业最新标准，结合轨道交通蓄电池24小时连续待命、应急备用的运行特性，统一充放电基准参数、温度动态补偿规则、充电纹波管控及电流限值标准，实现充放电全过程标准化、精准化、智能化管控，有效延缓电池老化速率，延长设备服役寿命，保障后备供电系统稳定可靠。

8.1 基准浮充电压设定

以25°C标准环境温度为准工况，各系列蓄电池浮充电压标准化合规区间：2V系列单体2.23V~2.28V、6V系列单体6.69V~6.84V、12V系列单体13.38V~13.68V。具体参数可优先遵循设备厂家权威技术手册，行业通用最优基准值选取2V系列2.25V/单体，适配电池长期浮充稳定运行需求。

8.2 温度动态补偿机制

为适配环境温度变化对电池充电性能、电化学反应的影响，建立浮充电压温度动态补偿机制，精准

规避高温过充老化、低温欠充容量衰减两大核心问题。温度每升高 1°C，单体浮充电压降低 3mV；温度每降低 1°C，单体浮充电压升高 3mV。温度补偿计算公式： $U = U_{25} - 0.003 \times (T - 25)$ 式中：U 为温度补偿后单体浮充电压（V）； U_{25} 为 25°C 基准浮充电压（V）；T 为电池表面实测温度（°C）。浮充电压补偿区间严格管控在 2.18V/单体~2.40V/单体，严禁参数超限运行，保障充电工况始终处于安全合规区间。

8.3 均衡充电标准化管理

8.3.1 均充启动条件：出现以下任一工况，必须在 24 小时内启动标准化均充作业，及时修正电池性能偏差：浮充状态下 2 只及以上 2V 系列单体电压低于 2.18V；交流停电导致电池放电容量超额定容量 20%；完成核对性、全容量深度放电试验后；整组电池全新更换投运初期；连续浮充运行时长超 90 天。

8.3.2 均充运行参数：2V 系列单体均充电压控制在 2.33V~2.40V，充电电流限值 0.15C₁₀，最大不得超过 0.25C₁₀，单次均充持续时长严格控制在 24 小时以内，有效防止过充引发的极板损伤、电池老化问题。

8.3.3 均充终止条件：满足以下任一条件自动或手动切换为浮充模式，完成均充作业：均充时长达到 24 小时上限；充电电流降至 2mA/Ah 以下且稳定维持 1 小时；任一 2V 系列单体电压升至 2.45V 阈值。

8.4 充电纹波精准管控

为彻底杜绝整流模块纹波超标引发的电池发热、极板腐蚀、老化加速、容量衰减等问题，统一规定整流模块输出交流纹波系数（有效值）不大于 1.5%，保障充电电源品质合规。

纹波系数计算公式： $\delta = (U_{max} - U_{min}) / (2U_{avg}) \times 100\%$ 式中： U_{max} 为输出电压峰值、 U_{min} 为输出电压谷值、 U_{avg} 为输出电压平均值。运维部门每年采用不低于 0.5 级精度检测仪器，完成直流屏纹波系数专项检测，建立纹波管控专项台账，实现常态化监测、合规化管控。

8.5 充电电流限值管控

蓄电池浮充、均充、补电等所有充电模式下，最大充电电流严禁超出 0.25C₁₀ 安全阈值。充电装置必须具备自动限流、超限报警、故障保护功能，杜绝大电流充电引发的电池热损伤、极板损坏、性能骤衰问题，全方位保障充电作业安全合规。

9 蓄电池更换与绿色报废处置

立足国家安全生产、危险废物管控、绿色低碳发展相关政策要求，结合轨道交通设备运维规范，明

确蓄电池故障更换、老化更替、报废处置标准化标准，规范更换作业流程，严格落实危险废物全链条闭环管理，兼顾设备运行本质安全与生态环保合规，适配行业绿色高质量发展要求。

9.1 设备更换判定标准

蓄电池出现以下任一故障或老化失效情况，立即制定专项更换计划，优先闭环处置，严禁破损、老化、失效设备带病运行，保障供电系统安全稳定：

9.1.1 容量失效：全容量放电试验实测容量低于额定容量 80%，无法满足轨道交通应急供电、持续供电核心需求；

9.1.2 物理破损：壳体鼓胀率超 10%、存在渗漏液、开裂、极柱断裂、内部短路或开路等结构性损坏；

9.1.3 电压顽固性异常：浮充状态下单体电压连续 30 天低于阈值（2V 系列 1.80V、6V 系列 5.40V、12V 系列 10.80V），经规范均充修复后仍无法恢复正常；

9.1.4 内阻严重超标：单体内阻超出初始额定值 100%，电池严重老化、性能失效；

9.1.5 热失控隐患：电池表面温度超 60℃，且充电电流持续增大无法回落，存在明确热失控趋势；

9.1.6 超期服役：蓄电池标准设计使用寿命 8~12 年，运行满 10 年必须开展全容量性能评估，运行满 12 年无论设备外观、参数状态优劣，强制整组更换。

9.2 标准化更换作业原则

9.2.1 同源更替原则：故障单体更换必须采用同一品牌、同一型号、同一批次合规产品，替换电池生产日期与原电池组最早生产日期间隔不得超过 6 个月，最大限度保障电池组性能一致性、运行协同性。

9.2.2 新旧严禁混用原则：严格禁止不同容量、不同品牌、超期批次、不同老化程度的电池混用，规避性能失衡引发的新电池加速老化、热失控、供电波动等重大安全风险。

9.2.3 整组更换阈值：单组电池故障单体数量达到及超过总数量 10%时，必须实施整组更换，杜绝单体差异影响整组供电稳定性。

9.2.4 更换后核验原则：电池更换作业完成后，必须对整组电池开展标准化均充修复，均充达标后实施核对性放电试验，全面核验整组电压、容量一致性，确认设备运行参数、性能完全达标后方可投运。

9.3 报废环保合规处置

9.3.1 危废合规处置：报废阀控密封式铅酸蓄电池列入《国家危险废物名录（2025 版）》HW31 类危险废物（代码 900-052-31），严禁随意丢弃、私自处置、违规转运，必须全权移交具备对应危险废物经营许可证的合规单位回收处置，严格落实国家固废环保管控及危废闭环管理要求。

9.3.2 规范暂存管控：报废电池暂存期间，必须存放于防酸、防渗漏、防雨淋的专用危废暂存区域

及密闭容器内，规范张贴危险废物警示标识、溯源台账，单次暂存时长不得超过 90 天，按期完成合规转运处置，杜绝环保风险。

10 安全管控与应急处置

对标国家安全生产应急管理规范、轨道交通安全运营管控体系，聚焦蓄电池运维过程中防火防爆、酸液泄漏、热失控、触电事故四大核心安全风险，建立全链条、标准化应急处置体系，明确常态化管控标准、规范作业流程、统一救援准则，全面筑牢轨道交通设备安全运行与人员作业安全防线。

10.1 防火防爆安全管控

10.1.1 作业明火管控：蓄电池室内全域严禁吸烟、违规动火作业、违规使用明火设备。确因检修改造需要开展动火作业的，必须严格办理一级动火工作票，全面清理现场可燃物、易燃易爆杂物，配置足额合规灭火器材，设置专职安全监护人，全程落实动火监护及风险管控措施。

10.1.2 防爆设备配置：蓄电池室内所有电气设备（照明灯具、开关、动力电机、监测设备等）必须采用防爆型设备，防爆等级不低于 Ex nA IIC T4，完全适配氢气防爆特殊环境使用要求。

10.1.3 氢气监测预警：室内必须装设高精度氢气浓度探测器，报警阈值设定不高于 1.0%（体积分数），每半年采用标准气体完成设备校准标定，保障监测数据精准、风险预警及时有效。

10.1.4 灭火器材配置：室内常态化配置不少于 2 具 4kg 及以上干粉灭火器或 CO₂ 灭火器，严禁使用泡沫灭火器处置电池火情，每月核查灭火器压力、有效期、完好性，确保应急状态下可随时投入使用。

10.2 酸液泄漏应急处置

10.2.1 防护前置管控：发生电解液泄漏故障时，作业人员第一时间穿戴全套防酸防护装备，包含防酸工作服、耐酸手套、护目镜、防护面罩，全方位杜绝电解液灼伤、腐蚀人身安全风险。

10.2.2 规范中和处置：采用碳酸氢钠（小苏打）饱和溶液或固体纯碱作为专用中和剂覆盖泄漏区域，标准配比为每升泄漏电解液匹配 500g 碳酸氢钠。待酸碱反应完全终止，经 pH 试纸检测数值处于 6~8 中性区间后，用清水规范冲洗现场，彻底消除残留酸液隐患。

10.2.3 废液合规处理：泄漏中和废液必须统一排入专用中和池集中处理，严禁直接排入市政雨水、污水管网。运维部门每季度对中和池废液开展 pH 值、铅含量专项检测，确保废液处置环保达标。

10.3 热失控风险预防管控

10.3.1 高温故障处置：因空调失效、环境升温、设备异常导致电池高温时，若检测电池表面温度超 50°C 或充电电流连续 24 小时持续增大、无法回落，立即切断充电装置电源，停机全面排查故障根源，

隐患彻底消除、设备参数恢复正常后方可重新投运。

10.3.2 火灾探测预警：蓄电池室配套安装感烟、感温一体化火灾探测器，感温探测器报警阈值设定为 65℃，实现高温隐患、火情提前预警、超前防控，杜绝热失控引发火灾事故。

10.4 触电事故应急急救

10.4.1 断电救援操作：发生触电事故时，救援人员必须穿戴绝缘鞋、绝缘手套，优先立即切断设备总电源；无法直接断电时，使用干燥木棒、绝缘杆等专用绝缘工具，使触电者快速脱离带电设备，严禁徒手直接救援，杜绝二次触电伤害。

10.4.2 专业急救处置：触电者安全脱离电源后，若出现呼吸、心跳骤停，立即实施标准化心肺复苏（CPR），按压深度 5~6cm、按压频率 100~120 次/min、按压吹气比例 30:2，同步拨打专业急救电话，最大限度降低人身伤亡风险。

10.4.3 应急公示管理：各轨道交通运维单位必须在蓄电池室醒目位置，张贴标准化应急处置流程图、安全操作规程及 24 小时应急联络电话，实现应急处置流程可视化、操作标准化、响应快速化。