ICS

CCS

团 体 标 准

XXXXX-2021

城市轨道交通工程磷酸铁锂电池组系统

技术规程

Technical regulation for lithium iron phosphate battery

pack system for Urban Rail Transit

（意见征询稿）

2011-10-11发布 2011-10-11实施

（发布机构） 发 布

目 录

[前言 II](#_Toc62041200)

[1 范围 1](#_Toc62041201)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc62041202)

[3 术语、定义与符号 1](#_Toc62041203)

[3.1 术语和定义 1](#_Toc62041204)

[3.2 符号 4](#_Toc62041205)

[4 一般规定 4](#_Toc62041206)

[4.1 工作环境 4](#_Toc62041207)

[4.2 单体蓄电池 4](#_Toc62041208)

[4.3 蓄电池模块 4](#_Toc62041209)

[4.4 蓄电池管理系统 5](#_Toc62041210)

[4.5 蓄电池柜 5](#_Toc62041211)

[4.6 蓄电池组系统 5](#_Toc62041212)

[4.7 蓄电池的安装 6](#_Toc62041213)

[5 技术要求 6](#_Toc62041214)

[5.1 蓄电池模块技术要求 7](#_Toc62041215)

[5.2 蓄电池管理系统技术要求 8](#_Toc62041216)

[5.3 蓄电池组系统技术要求 9](#_Toc62041217)

[6 试验方法 10](#_Toc62041218)

[6.1 试验条件 10](#_Toc62041219)

[6.2 蓄电池模块试验方法 11](#_Toc62041220)

[6.3 蓄电池管理系统试验方法 15](#_Toc62041221)

[6.4 蓄电池组系统试验方法 16](#_Toc62041222)

[7 检验规则 17](#_Toc62041223)

[7.1 检验分类 17](#_Toc62041224)

[7.2 出厂检验 17](#_Toc62041225)

[7.3 型式试验 17](#_Toc62041226)

[8 标志、包装、运输、储存、维护 18](#_Toc62041227)

[8.1 标志 18](#_Toc62041228)

[8.2 包装 18](#_Toc62041229)

[8.3 运输 18](#_Toc62041230)

[8.4 储存 18](#_Toc62041231)

[8.5 维护 19](#_Toc62041232)

[附录A 蓄电池组系统容量的计算与选择 20](#_Toc62041233)

[附录B 条文说明 21](#_Toc62041234)

前  言

本标准按照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。

本标准由XXXXX提出。

本标准由XXXXX归口。

本标准起草单位：XXXXX、XXXXX、XXXXX。

本标准主要起草人：XXX、XXX、XXX。

本标准为首次制定。

城市轨道交通工程磷酸铁锂电池组系统技术规程

1. 范围

本技术规程规定了城市轨道交通工程用磷酸铁锂蓄电池组系统术语和定义、技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、储存和维护。

本技术规程适用于城市轨道交通工程用标称电压单体3.2V和蓄电池模块n\*3.2V（n为蓄电池模块串联数量）的磷酸铁锂蓄电池组系统。

1. 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，仅所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（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 191-2008 包装储运图示标志

GB/T 708-2006 冷轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差

GB 2893-2008 安全色

GB 2894-2008 安全标志及其使用导则

GB 6388-86 运输包装收发货标志

GB/T 17626.2-2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.12-2013 电磁兼容 试验和测量技术 振铃波抗扰度试验

GB/T 31484-2015 电动汽车用动力蓄电池循环寿命要求及试验方法

GB/T 31485-2015 电动汽车用动力蓄电池安全要求及试验方法

GB/T 31486-2015 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法

GB/T 38661-2020 电动汽车用电池管理系统技术条件

DL/T 5044-2014 电力工程直流电源系统设计技术规程

1. 术语、定义与符号
   1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

充电限制电压 charge limit voltage

充电时允许的最高充电电压值。【常温下单体蓄电池为3.65V】

放电终止电压 end of discharge voltage

蓄电池停止放电时的电压值。【常温下单体蓄电池为2.5V】

额定容量 rated capacity

在环境温度25℃±5℃条件下，完全充电的蓄电池以1*I*3(A)恒流放电，达到终止电压时所放出的容量(Ah)。

容量保持能力 capacity retention

在环境温度25℃±5℃条件下，蓄电池以满电态存储一定的时间后，以1*I*3(A)恒流放电至放电终止电压，放出可用容量的能力。

漏液 leakage

蓄电池内部液体泄漏到电池壳体外部。

【引用国标GB/T 31485-2015 3.5】

起火 fire

蓄电池任何部位发生持续燃烧 (持续时间长于1s)。 火花及拉弧不属于燃烧。

【引用国标GB/T 31485-2015 3.4】

爆炸 explosion

蓄电池外壳猛烈破裂，伴随剧烈响声，且有主要成分（固体物质）抛射出来。

【引用国标GB/T 31485-2015 3.3】

放电深度 depth of discharge，DOD

蓄电池使用过程中，蓄电池放出的容量占其额定容量的百分比。

荷电状态 state of charge，SOC

蓄电池使用过程中，剩余容量与其额定[容量](http://baike.baidu.com/view/334600.htm)的比值。

单体蓄电池 battery cell

直接将化学能转化为电能的基本单元装置，包括电极、隔膜、电解质、外壳和极柱，并被设计成可充电。

蓄电池模块 battery module

将一个以上单体蓄电池按照串联、并联或串并联方式组合，且只有一对正负极输出端子，并作为电源使用的组合体。

【引用国标GB/T 31485-2015 3.2】

蓄电池管理系统 battery management system，BMS

由蓄电池模块本地控制管理单元和总体控制管理单元组成。通过检测单体蓄电池的温度、电压相关数据，对单体蓄电池或蓄电池模块进行充放电管理、保护及控制的装置。

蓄电池组系统 battery system

能量存储装置，包括单体蓄电池或蓄电池模块的集成、蓄电池管理系统以及蓄电池柜（架）。

浮充 float charge

为了补充由于蓄电池自放电造成的荷电态损耗，对蓄电池进行一种连续的、长时间的恒压涓流充电。

均衡功能 balancing function

蓄电池管理系统能够对蓄电池组中荷电态高的单体蓄电池单独进行放电，对蓄电池组中荷电态低的单体蓄电池单独进行充电，实现对蓄电池组中各单体蓄电池荷电状态的调节，减少单体蓄电池间的荷电状态差异。

充电保护 charge protection

在环境温度 25±5℃的条件下对蓄电池组进行充电，在无蓄电池管理系统的情况下，当充电电流小于1*I*10（A）时，单体电池本身能够将电压稳定在3.9V以下。

核容 check capacity

核定正常运行中的蓄电池组系统的实际容量，在环境温度25℃±5℃条件下，将充满电的蓄电池组以1*I*3(A)的电流恒流放电至放电终止电压，检验放电容量。

循环寿命 cycle life

在规定条件下，电池在特定性能失效之前所能进行的充放电循环次数。

* 1. 符号

C1—1h率额定容量 (Ah)；

C3—3h率额定容量 (Ah)；

C10—10h率额定容量 (Ah)；

*I1*—1h率放电电流，其数值等于1 C1 (A)；

*I*3 —3h率放电电流，其数值等于1/3 C3 (A)；

*I*10 —10h率放电电流，其数值等于1/10 C10 (A)。

1. 一般规定
   1. 工作环境
      1. 环境温度在-10℃～55℃之间。
      2. 月平均最大相对湿度不大于90%。
   2. 单体蓄电池
      1. 单体蓄电池应采用钢壳或铝壳材料，外壳无变形、裂纹及污渍。
      2. 单体蓄电池的正、负电极应有明显的极性标识。
      3. 单体蓄电池的工作电压范围应在2.5V～3.65V之间。
      4. 单体蓄电池的额定容量宜选用20Ah、50Ah、80Ah、100Ah。
      5. 单体蓄电池的重量比能量应大于100Wh/kg，体积比能量应大于190Wh/L。
      6. 单体蓄电池应具有防爆阀结构。
      7. 单体蓄电池应采用陶瓷隔膜或性能更优的隔膜。
      8. 单体蓄电池电解液中应添加特殊阻燃添加剂，提高电解液燃点，降低电解液可燃度。
      9. 在环境温度25℃±5℃条件下，单体蓄电池按1*I*3(A)、100%DOD充放电时循环寿命应不少于2000次。浮充寿命应不少于15年。
      10. 单体蓄电池应具有充电保护功能。
      11. 单体蓄电池应能够实现高倍率充放电，最大允许充电电流应能达到2*I*1（A），最大允许放电电流应能达到2*I*1（A）。
   3. 蓄电池模块
      1. 蓄电池模块应采用模块化设计，并能方便安装于600\*800\*2200mm（宽\*深\*高）的标准机柜内。
      2. 蓄电池模块机箱应采用金属外壳。机箱内部应处于少氧状态，防止电池燃烧。
      3. 蓄电池模块内部应设置防爆阀排气回路，防止电池排出气体在极柱附近聚集。
      4. 蓄电池模块内单体蓄电池的电极连接应采用激光焊接方式。
      5. 蓄电池模块正、负极接线端子应有明显的极性标识，且便于连接，标识颜色应符合GB 2893-2008的要求。
      6. 蓄电池模块应具有通讯接口，并能通过该接口将采集的数据上传至蓄电池管理系统。
      7. 蓄电池模块应方便拆卸、更换。
      8. 蓄电池模块重量应不大于55kg。
   4. 蓄电池管理系统
      1. 蓄电池管理系统的正常使用寿命应不少于10年。
      2. 蓄电池管理系统宜具有独立开关，能够正常控制其开启或关闭。
      3. 蓄电池管理系统应能检测单体蓄电池的热、电相关的数据（至少应包括单体蓄电池的电压和蓄电池组系统的电压、电流、工作温度等参数），并能对蓄电池组系统的荷电状态（SOC）进行实时估算，同时应具有安全控制管理功能。
      4. 蓄电池管理系统应具有电池均衡功能。
      5. 蓄电池管理系统宜具有液晶触摸屏，能够实时显示蓄电池组系统运行参数、状态及故障信息。
   5. 蓄电池柜
      1. 蓄电池柜宜采用600\*800\*2200mm（宽\*深\*高）的标准机柜，并应采用可拆装式全开放结构，前后旁门可快速拆卸，具有高灵活性，便于安装及检修。电池柜内应具有合理的通风散热设计。蓄电池柜的标识应清晰、正确。
      2. 机柜柜体板材应采用符合GB/T 708-2006要求的钢板。前、后门板的钢板厚度应不小于1.2mm,门板开启和关闭时不允许出现晃动，侧板的钢板厚度应不小于 1.0mm，上盖和底座的钢板厚度应不小于1.5mm，机柜内部承重的安装导轨和承重支架的钢板厚度不小于2.0mm。机柜框架应采用全焊接结构，以满足蓄电池的承重载荷要求。
      3. 蓄电池模块应安装于蓄电池柜（架）中，且蓄电池模块正负极接线端子应正对蓄电池柜（架）前后门方向，以便安装和检查，同时应具有能够防止蓄电池模块端子短路的防护措施。
      4. 蓄电池组系统正负极端子与蓄电池柜（架）之间的绝缘电阻应不低于10MΩ。
      5. 检修蓄电池柜（架）的各部分组件均应从前后门进行，蓄电池柜（架）应能满足侧面靠墙安装的要求。
      6. 蓄电池柜（架）表面宜喷塑，以保证耐磨防蚀。
      7. 蓄电池柜（架）应可靠接地。
   6. 蓄电池组系统
      1. 蓄电池组系统正负极极性端子应有明显标识，且标识正确，便于连接，标识颜色应符合GB 2893-2008的要求。所有高压端子应有绝缘防护，不得外露。蓄电池组的连接线应选用导电性能优良的低烟无卤阻燃材料，终端接头应具有防腐蚀措施。
      2. 蓄电池组系统内各单体蓄电池应为同一厂家生产，相同规格型号的产品，各单体蓄电池之间的最大静态开路电压偏差应不大于0.05V。
      3. 蓄电池组系统宜采用自然冷却的方式散热。
      4. 蓄电池组系统应配备蓄电池管理系统。
      5. 蓄电池组系统应具有耐浮充性能，满足浮充要求。
      6. 蓄电池组系统应配备专用核容设备，新蓄电池组系统使用2年后应进行一次核容试验，以后应每年进行一次核容试验。核容试验方法为：在环境温度25℃±5℃条件下，将100%SOC的蓄电池组以1*I*3(A)恒流放电至放电终止电压，放电容量应不小于额定容量的80%。
      7. 蓄电池组系统的容量应按照附录A进行计算与选择。
      8. 相同规格型号的蓄电池组系统应能够满足互换要求。
   7. 蓄电池的安装
      1. 蓄电池模块应采用稳固的定位和夹紧装置，防止振动和碰擦。对于空气绝缘间隙小于15mm的部位应加强绝缘和防护措施。
      2. 蓄电池模块的本地控制管理单元应与蓄电池模块集中安装在一起，且便于更换。
      3. 蓄电池组系统的总体控制管理单元应独立安装，便于维修更换，并能对蓄电池模块本地控制管理单元进行控制管理。
      4. 蓄电池管理系统中的电流、电压、温度等传感元件的安装，应布置合理、固定可靠，严禁虚接、碰擦和损坏。蓄电池管理系统中的采集线路应采用低烟无卤阻燃线缆，线束应固定可靠，走线平顺合理，并与其它线路可靠隔离，过线孔应设有胶圈进行防护。
      5. 蓄电池柜的安装应平稳可靠，安装间距应均匀，排列整齐。
      6. 蓄电池组系统的安装应远离易撞击、污染、暴晒、水浸泡的环境及发热、制冷器件，如无法避开时，应采取可靠的隔离措施。
      7. 蓄电池组系统的各电气连接点应具有能保证安全连接的预紧力，应采取防松措施。
      8. 蓄电池组系统的电力电缆应独立绑扎，走线平顺合理，松紧合适，线路交叉、拐角应圆滑，不应损伤导线。
      9. 蓄电池组系统的各过线孔应采取必要的防护措施，并具有防止磨损的功能。
      10. 蓄电池组系统的电力电缆应具有明显的标识，标识方法应符合GB 2894-2008的要求。
      11. 蓄电池组系统的连接件表面应经过防腐处理，表面平整光滑，不应有影响导电性能的缺陷。
2. 技术要求
   1. 蓄电池模块技术要求
      1. 外观

按6.2.2检验时，外观不应有变形及裂纹，表面干燥、无外伤，且排列整齐、连接可靠、标志清晰等。

* + 1. 室温放电容量

按6.2.3试验时，蓄电池模块放电容量应不低于额定容量，并且不超过额定容量的110%，同时所有测试对象初始容量极差应不大于初始容量平均值的7%。

* + 1. 低温放电容量

按6.2.4试验时，蓄电池模块放电容量应不低于初始容量的70%。

* + 1. 高温放电容量

按6.2.5试验时，蓄电池模块放电容量应不低于初始容量的90%。

* + 1. 荷电保持及容量恢复能力

按 6.2.6试验时，蓄电池模块室温及高温荷电保持率应不低于初始容量的85%，容量恢复应不低于初始容量的90%。

* + 1. 储存能力

按6.2.7试验时，蓄电池模块容量恢复应不低于初始容量的90%。

* + 1. 安全性能
       1. 抗跌落

蓄电池模块按6.2.8.2进行试验，应不冒烟、不起火、不爆炸、不漏液。

* + - 1. 抗重物冲击

蓄电池模块按6.2.8.3进行试验，允许发生变形，应不冒烟、不起火、不爆炸。

* + - 1. 抗加热

蓄电池模块按6.2.8.4进行试验，应不冒烟、不起火、不爆炸。

* + - 1. 抗过充电

蓄电池模块按6.2.8.5进行试验，应不冒烟、不起火、不爆炸。

* + - 1. 抗过放电

蓄电池模块按6.2.8.6进行试验，应不冒烟、不起火、不爆炸、不漏液。

* + - 1. 抗短路

蓄电池模块按6.2.8.7进行试验，应不冒烟、不起火、不爆炸。

* + - 1. 高温储存

蓄电池模块按6.2.8.8进行试验，应不冒烟、不起火、不爆炸、不漏液。

* + - 1. 抗针刺

蓄电池模块按6.2.8.9进行试验，应不冒烟、不起火、不爆炸。

* + - 1. 抗挤压

蓄电池模块按6.2.8.10进行试验，应不冒烟、不起火、不爆炸。

* + - 1. 抗低气压

蓄电池模块按6.2.8.11进行试验，应不冒烟、不起火、不爆炸、不漏液。

* + - 1. 恒定湿热

蓄电池模块按6.2.8.12进行试验后，其外观应无明显变形、锈蚀或爆炸，容量应不低于额定值的90％。

* + - 1. 抗振动

蓄电池模块按6.2.8.13进行试验, 其外观应无明显损伤、泄漏或爆炸，并能正常工作。

* + - 1. 抗冲击

蓄电池模块按6.2.8.14进行试验, 其外观应无明显损伤、泄漏或爆炸，并能正常工作。

* + - 1. 温度循环

蓄电池模块按6.2.8.15进行试验，应不冒烟、不起火、不爆炸。

* + 1. 耐浮充性能

蓄电池模块按6.2.9进行试验，蓄电池模块内各个单体电池电压应不超过3.9V。

* 1. 蓄电池管理系统技术要求
     1. 蓄电池管理系统功能
        1. 通讯功能

1. 蓄电池管理系统对外通讯宜具有 CAN和 RS485等通讯接口，CAN采用标准帧通讯协议，RS485采用MODBUS-RTU协议，接口可采用DB9或RJ45网络口。
2. 将通信设备或模拟装置通过接口电路与被测蓄电池组系统连接，蓄电池组系统应能进入正常工作状态，并通过接口进行数据交互。
   * + 1. 测量功能

蓄电池管理系统应能实时监测蓄电池组系统的电压、电流、温度以及单体蓄电池电压等参数。

* + - 1. 系统自检功能

电源接通时，蓄电池管理系统应能对系统进行自检，若有异常，应发出报警信号。

* + - 1. SOC估算

蓄电池管理系统应能够实时估算蓄电池组系统的荷电状态。

* + - 1. 与充放电设备的一体化控制管理功能

蓄电池管理系统应能够与充放电设备建立信息交互机制、同步工作机制、监控保护机制等，通过一体化控制管理的方式实现对蓄电池充放电的智能管理。

* + - 1. 软件在线升级功能

蓄电池管理系统应具有软件在线升级的功能。

* + - 1. 历史故障查询功能

蓄电池管理系统应能够记录并存储蓄电池组系统在运行过程中发生的异常事件，能查询历史故障的种类、等级、位置及故障时间。

* + - 1. 系统时钟记录功能

蓄电池管理系统应能够为系统提供实时的时间，用来记录蓄电池组系统故障发生的时间等。

* + - 1. 累计深度放电次数记录功能

蓄电池管理系统应能够自动累计蓄电池组系统放电至60%放电深度时的放电次数。

* + - 1. 均衡功能

蓄电池管理系统应具有均衡功能，能够对蓄电池组中各单体蓄电池荷电状态进行自动调节，平衡和改善单体蓄电池间的荷电状态差异。

* + - 1. 系统标定功能

蓄电池管理系统应能够通过系统通信接口对系统的设备地址等关键参数进行标定。

* + 1. 检测精度

蓄电池管理系统上报的各种参数值与蓄电池组系统实际的参数值之间的精度应符合表1的要求。

1. 检测精度

|  |  |
| --- | --- |
| 参数名称 | 技术要求 |
| 电压 | 充放电电压显示精度应优于1%。 |
| 电流 | 充放电电流显示精度应优于1%或±0.5A。 |
| SOC | 蓄电池组系统SOC估算精度应优于5%。 |
| 蓄电池组系统工作环境温度 | 温度显示精度应优于±1℃。 |

* 1. 蓄电池组系统技术要求
     1. 外观

蓄电池组系统按6.4.2检验时，外观应符合以下要求：

1. 蓄电池组系统表面应清洁，无明显变形，无机械损伤，接口触点无锈蚀；
2. 蓄电池组系统表面应有必需的产品标识，且标识清楚；
3. 蓄电池组系统的正、负极端子及极性应有明显标记，便于连接；
4. 蓄电池组系统的电源接口、通讯（或告警）接口应有明确标识。
   * 1. 外形尺寸和重量

按6.4.3检验时，蓄电池组系统外形尺寸、重量应符合生产企业提供的技术要求。

* + 1. 常温放电容量

按6.4.4检验时，蓄电池组系统以1*I*3(A)恒流放电至放电终止电压，放电容量应不低于其额定值，蓄电池组系统的温升不应超过5℃。

* + 1. 脉冲工况

按6.4.5检验时，蓄电池组系统应能承受的脉冲数不低于10个。

* + 1. 抗电磁干扰

按6.4.6检验时，蓄电池组系统应能正常工作。

* + 1. 电气安全性能
       1. 绝缘电阻

按6.4.7.1检验时，蓄电池组系统绝缘电阻应不低于10MΩ。

* + - 1. 抗电强度（绝缘强度）

按6.4.7.2检验时，蓄电池组系统应无击穿和电弧。

* + 1. 出厂容量

蓄电池组系统按6.4.8进行试验，容量应在额定值的40%～75%范围内或按用户特殊要求约定。

1. 试验方法
   1. 试验条件
      1. 环境条件

除另有规定外，应在温度25±5℃、相对湿度15%～90%、大气压力86kPa～106kPa的环境中进行所有试验。

* + 1. 测量仪器、仪表准确度

测量仪器、仪表准确度应满足以下要求：

1. 电压测量装置：准确度应不低于0.5级；
2. 电流测量装置：准确度应不低于0.5级；
3. 温度测量装置：±0.5℃；
4. 时间测量装置：±0.1%；
5. 尺寸测量装置：±0.1%；
6. 质量测量装置：±0.1%。
   1. 蓄电池模块试验方法
      1. 充电方法

在25℃±5℃的环境条件下，蓄电池模块先以1*I*3(A)恒流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压后，搁置1h，再以1*I*3(A)电流恒流充电至规定的充电终止电压时转恒压充电，至充电电流降至0.05*I*1(A)时停止充电，若充电过程中有单体蓄电池电压超过充电截止电压0.1V时则停止充电，充电后搁置1h。

* + 1. 外观

在良好的光线条件下，用目测法检查蓄电池模块的外观。

* + 1. 室温放电容量

1. 蓄电池模块按6.2.1的规定充满电；
2. 在25℃±5℃的环境条件下，蓄电池模块以1*I*3(A)电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压；
3. 计量放电容量（以Ah计）和放电比能量（以Wh/kg计）；
4. 重复步骤a)～c)5次，当连续 3次试验结果的极差小于额定容量的3%，可提前结束试验，取最后3次试验结果平均值。
   * 1. 低温放电容量
5. 蓄电池模块按6.2.1的规定充满电；
6. 蓄电池模块在-20℃±2℃下搁置24h；
7. 蓄电池模块在-20℃±2℃下，以1*I*3(A)电流放电至任一单体蓄电池电压达到2.0V；
8. 计量放电容量(以Ah计)。
   * 1. 高温放电容量
9. 蓄电池模块按6.2.1的规定充满电；
10. 蓄电池模块在55℃±2℃下搁置5h；
11. 蓄电池模块在55℃±2℃下，以1*I*3(A)电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压；
12. 计量放电容量(以Ah计)。
    * 1. 荷电保持及容量恢复能力

6.2.6.1室温荷电保持与容量恢复能力试验按照如下步骤进行：

1. 蓄电池模块按6.2.1的规定充满电；
2. 蓄电池模块在25℃±5℃的环境条件下储存28天；
3. 在25℃±5℃的环境条件下，蓄电池模块以1*I*3(A)电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压；
4. 计量荷电保持容量(以Ah计)；
5. 蓄电池模块再按6.2.1方法充电；
6. 在25℃±5℃的环境条件下，蓄电池模块以1*I*3(A)电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压；
7. 计量恢复容量(以Ah计)。

6.2.6.2高温荷电保持与容量恢复能力试验按照如下步骤进行：

1. 蓄电池模块按6.2.1的规定充满电；
2. 蓄电池模块在55℃±2℃的环境条件下储存7天；
3. 蓄电池模块在25℃±5℃下搁置5h后，以1*I*3(A)电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压；
4. 计量荷电保持容量(以Ah计)；
5. 蓄电池模块再按6.2.1方法充电；
6. 在25℃±5℃的环境条件下，蓄电池模块以1*I*3(A)电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压；
7. 计量恢复容量(以Ah计)。
   * 1. 储存能力
8. 蓄电池模块按6.2.1方法充电；
9. 蓄电池模块室温下，以1*I*3(A)电流放电90min；
10. 蓄电池模块在45℃±2℃下储存28d；
11. 蓄电池模块室温下搁置5h；
12. 蓄电池模块按6.2.1方法充电；
13. 蓄电池模块室温下，以1*I*3(A)电流放电至任一单体蓄电池电压达到放电终止电压；
14. 计量放电容量(以Ah计)。
    * 1. 安全性能
         1. 一般要求

所有安全试验均在有充分安全保护的环境条件下进行。如果测试对象有附加主动保护线路或装置，应除去。

* + - 1. 抗跌落

1. 蓄电池模块按6.2.1方法充电；
2. 蓄电池模块正负端子向下从1.2m高度处自由跌落到水泥地面上；
3. 观察1h。
   * + 1. 抗重物冲击

蓄电池模块放置于冲击台上并固定在夹具中，将10kg重锤自1.0m高度自由落下，蓄电池模块允许发生变形，但应符合5.1.7.2的规定。

* + - 1. 抗加热

a) 蓄电池按6.2.1方法充电；

b) 温度箱按照5℃/min的速率由室温升至130℃±2℃，并保持此温度30min后停止加热；

c) 观察1h。

* + - 1. 抗过充电

a) 蓄电池模块按6.2.1方法充电；

b) 以1*I*1(A)电流恒流充电至任一单体蓄电池电压达到充电限制电压的1.5倍或充电时间达1h后停止充电；

c） 观察1h。

* + - 1. 抗过放电

a) 蓄电池模块按6.2.1方法充电；

b) 蓄电池模块以1*I*1(A)电流恒流放电至某一单体蓄电池电压达到0V；

c) 观察1h。

* + - 1. 抗短路

a) 蓄电池模块按 6.2.1方法充电；

b) 将蓄电池模块经外部短路10min，外部线路电阻应小于5mΩ；

c) 观察1h。

* + - 1. 高温储存

将蓄电池模块放入85℃±2℃的高温箱中保持48h，蓄电池模块应符合5.1.7.7的规定。

* + - 1. 抗针刺

a) 蓄电池模块按 6.2.1方法充电；

b) 用Φ6mm至Φ10mm的耐高温钢针(针尖的圆锥角度为45°至60°,针的表面光洁,无锈蚀、氧化层及油污),以(25±5)mm/s的速度,从垂直于蓄电池极板的方向,依次贯穿至少3个单体蓄电池(钢针停留在蓄电池中)；

c) 观察1h。

* + - 1. 抗挤压

a) 蓄电池模块按6.2.1方法充电；

b) 按下列条件进行试验：

——挤压板形式：半径75mm的半圆柱体，半圆柱体的长度大于被挤压电池的尺寸，但不超过1m；

——挤压方向：与蓄电池模块在整车布局上最容易受到挤压的方向相同。如果最容易受到挤压的方向不可获得，则垂直于单体蓄电池排列方向施压；

——挤压速度：（5±1）mm/s；

——挤压程度：蓄电池模块变形量达到30%或挤压力达到蓄电池模块重量的1000倍和表2所列数值较大值；

——保持10min。

c) 观察1h。

1. 挤压力选取表格

|  |  |
| --- | --- |
| 挤压面接触单体数  n | 挤压力  kN |
| 1 | 200 |
| 2~5 | 100×n |
| >5 | 500 |

* + - 1. 抗低气压

a) 蓄电池模块按6.2.1方法充电；

b) 蓄电池模块放入低气压箱中，调节试验箱中气压为11.6kPa，温度为室温,静置6h；

c) 观察1h。

* + - 1. 恒定湿热

将蓄电池模块放入60℃±2℃、相对湿度为90%～95%的恒温恒湿箱中静置12h后，再将其取出，在25℃±5℃的环境条件下静置12h，再以1*I*3(A)恒流放电至放电终止电压，蓄电池模块应符合5.1.7.11的规定。

* + - 1. 抗振动

将蓄电池模块紧固在振动试验台上，按IEC 61373-2010中1类B级的规定进行振动，试验应在三个相互垂直方向上进行，每个方向总振动时间不得少于5h。蓄电池模块应符合5.1.7.12的规定。

* + - 1. 抗冲击

将蓄电池模块紧固在冲击试验台上，按IEC 61373-2010中1类B级的规定进行半正弦脉冲试验。试验应在三个相互垂直轴的正反两个方向上进行，每个方向3次，共施加18次冲击。蓄电池模块应符合5.1.7.13的规定。

* + - 1. 温度循环

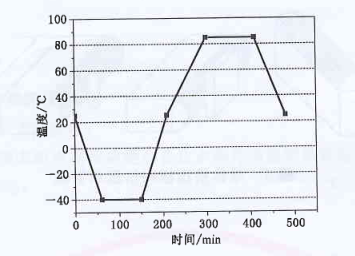
a) 蓄电池模块按6.2.1方法充电；

b) 蓄电池模块放入温度箱中，温度箱温度按照表3、图1进行调节，循环次数 5次；

c) 观察1h。

1. 温度循环试验一个循环的温度和时间

| 温度  ℃ | 时间增量  min | 累计时间  min | 温度变化率  ℃/min |
| --- | --- | --- | --- |
| 25 | 0 | 0 | 0 |
| -40 | 60 | 60 | 13/12 |
| -40 | 90 | 150 | 0 |
| 25 | 60 | 210 | 13/12 |
| 85 | 90 | 300 | 2/3 |
| 85 | 110 | 410 | 0 |
| 25 | 70 | 480 | 6/7 |



1. 温度循环试验示意图
   * 1. 耐浮充性能
2. 蓄电池模块按6.2.1方法充电；
3. 蓄电池模块继续以1*I*10（A）电流恒流充电至模块内各个单体电池电压达到稳定；
4. 测量模块内各个单体电池电压。
   1. 蓄电池管理系统试验方法
      1. 蓄电池管理系统功能
5. 检查蓄电池组系统对外通讯是否具有CAN和RS485等通信接口；
6. 将通信设备或模拟装置通过通信接口与被测蓄电池组系统连接，按约定的通信协议从被测蓄电池组系统中应能读取单体蓄电池电压、温度等参数，进行功能测试，结果应符合5.2.1.1～5.2.1.11的规定。
   * 1. 检测精度
        1. 电压、电流、温度检测精度
7. 将蓄电池组系统按正常工作要求装配、连接或通过模拟系统提供蓄电池管理系统需要监测的电气信号，正确安装布置检测设备的电压、电流、温度测量装置；
8. 将蓄电池管理系统采集的数据与检测设备检测的相应数据进行比较。
9. 蓄电池管理系统应符合5.2.2的规定。
   * + 1. SOC估算精度

蓄电池组系统以1*I*3(A)恒流放电至放电终止电压，再按6.4.1的规定充电，整个过程每18min记录一次蓄电池管理系统采集的SOC值，与高精度充电系统测量的SOC值进行比较。蓄电池管理系统应符合5.2.2的规定。

* 1. 蓄电池组系统试验方法
     1. 充电方法

在25±5℃的环境条件下，以1*I*3(A)恒流充电，当蓄电池组系统电压达到充电限制电压时，转为恒压充电，直到充电电流小于或等于0.05*I*1（A）。

* + 1. 外观

在良好的光线下，目测检查蓄电池组系统的外观，应符合5.3.1的规定。

* + 1. 外形尺寸和重量

用量具测量蓄电池组系统的外形尺寸，用衡器称量蓄电池组系统的重量，应符合5.3.2的规定。

* + 1. 常温放电容量

1. 蓄电池组系统按6.4.1的规定充满电；
2. 在25±5℃的环境条件下静置0.5～1h；
3. 在b)的环境条件下，以1*I*3(A)恒流放电至放电终止电压，记录放电过程中蓄电池组系统的温升；
4. 步骤a)～c)构成一个循环，该循环允许进行3次，任一次放电容量符合5.3.3的要求即可停止循环。
   * 1. 脉冲工况
5. 蓄电池组系统按6.4.1的规定充满电；
6. 在25℃±5℃的环境条件下静置0.5～1h；
7. 在b)的环境条件下，蓄电池组系统以2*I*1(A)恒流放电1s，搁置2s，此计一个循环，共循环10次；
8. 蓄电池组系统分别在90%、60%、30%SOC状态下，重复步骤c)。

蓄电池组系统应符合5.3.4的规定。

* + 1. 抗电磁干扰

试验方法按GB/T 17626.2-2018和GB/T 17626.12-2013中有关规定进行，应符合5.3.5的规定。

* + 1. 电气安全性能
       1. 绝缘电阻

选用绝缘电阻测试仪施加直流500V的测试电压，在高压母线与蓄电池组系统金属外壳之间进行绝缘电阻测试，测试结果应符合5.3.6.1的规定。

* + - 1. 抗电强度（绝缘强度）

1. 试验电压选择（2U+1000）V 或1500V（取两者中较大者），频率为50Hz的正弦工频电压（注：U为蓄电池组系统最大工作电压）；
2. 受试部位分别为输出端子与柜体之间、输入端子与柜体之间、控制电路与地之间；
3. 试验电压从零升至规定电压值的时间应不大于10s，到达规定值后维持1min，漏电流选择5mA。
4. 重复的电气绝缘强度试验应按前次试验电压的85%进行。
5. 蓄电池组系统应符合5.3.6.2的规定。
   * 1. 出厂容量

蓄电池组系统以1*I*3(A)恒流放电至放电终止电压，放电容量应符合5.3.7的规定。

1. 检验规则
   1. 检验分类

本技术标准规定的检验分为：

1. 出厂检验；
2. 型式试验。
   1. 出厂检验
      1. 出厂检验应按表4规定的项目逐一成套进行。
      2. 当所有检验项目满足要求时为合格；若任何一个检验项目不符合规定，应暂停检验，对不合格项目进行分析，找出不合格原因并采取纠正措施后，可继续进行检验；重新检验合格，判合格；重新检验仍有项目不符合规定，判不合格。
   2. 型式试验

型式试验应按表4规定的项目逐一进行。有下列情况之一，应进行型式试验：

1. 新产品试制时的定型鉴定；
2. 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
3. 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时；
4. 国家质量监督检验机构提出进行型式试验的要求时。
   * 1. 抽样方法

型式试验的样品应在出厂检验合格的产品中随机抽取，可选用某一规格为代表产品进行，抽样的数量应保证每个检验项目不少于2个。

* + 1. 判定规则

当所有检验项目均满足规定时，则判定型式试验为合格。如果有一个检验项目不符合规定的要求时，应加倍抽样对不合格的项目进行复检，复检仍不合格，则判定型式试验为不合格。

1. 出厂检验和型式试验表

| 序号 | 检验项目 | | 出厂检验 | 型式试验 | 要求章条号 | 检验方法  章条号 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 蓄电池模块 | 外观 | — | √ | 5.1.1 | 6.2.2 |
| 2 | 室温放电容量 | — | √ | 5.1.2 | 6.2.3 |
| 3 | 低温放电容量 | — | √ | 5.1.3 | 6.2.4 |
| 4 | 高温放电容量 | — | √ | 5.1.4 | 6.2.5 |
| 5 | 荷电保持及容量恢复能力 | — | √ | 5.1.5 | 6.2.6 |
| 6 | 储存能力 | — | √ | 5.1.6 | 6.2.7 |
| 7 | 安全性能 | — | √ | 5.1.7 | 6.2.8 |
| 8 | 耐浮充性能 | — | √ | 5.1.8 | 6.2.9 |
| 9 | 蓄电池  管理系统 | 蓄电池管理系统功能 | — | √ | 5.2.1 | 6.3.1 |
| 10 | 检测精度 | √ | √ | 5.2.2 | 6.3.2 |
| 11 | 蓄电池组系统 | 外观 | √ | √ | 5.3.1 | 6.4.2 |
| 12 | 外形尺寸和重量 | √ | √ | 5.3.2 | 6.4.3 |
| 13 | 常温放电容量 | √ | √ | 5.3.3 | 6.4.4 |
| 14 | 脉冲工况 | — | √ | 5.3.4 | 6.4.5 |
| 15 | 抗电磁干扰 | — | √ | 5.3.5 | 6.4.6 |
| 16 | 电气安全性能 | √ | √ | 5.3.6 | 6.4.7 |
| 17 | 出厂容量 | √ | √ | 5.3.7 | 6.4.8 |
| 注：√ 标记表示必检项目；— 表示不检项目。 | | | | | | |

1. 标志、包装、运输、储存、维护
   1. 标志

每个蓄电池柜（架）上应有不受气候影响的中文铭牌，应包括以下内容：产品名称、型号、防护等级、所采用电池的化学类型、标称电压、额定容量、制造日期或批号、制造厂名。铭牌应装在明显的位置，铭牌上的各项标志内容应永久保持平整清晰。允许将执行标准编号、厂址、邮编和联系电话标识印刷在包装或使用说明书中。

* 1. 包装

包装箱上储运标志和包装箱标志应按GB/T 191-2008和GB/T 6388-86的规定选取，并至少应包括制造单位名称及地址、产品名称、型号、重量（kg）、外形尺寸、数量、出厂日期，应有“小心轻放”、“防潮”等标志。

蓄电池组系统的包装应符合防潮防振要求。包装箱内应附有产品规格书、产品出货检验报告、产品合格证及装箱单（指多只包装）等。

* 1. 运输
     1. 运输设备

蓄电池模块应包装成箱进行运输，应适应汽车、火车运输，并应具有安全可靠的搬运和装卸功能。

* + 1. 运输防护

1. 运输中应采取防水、防尘、防火等防护措施，且需配备灭火器等消防设备；
2. 运输中应对电气接口进行保护，防止碰撞、跌落。
   1. 储存

蓄电池组系统宜以40%～50%SOC状态储存在环境温度5℃～35℃、相对湿度不大于75%的清洁、干燥及通风良好的仓库内，应避免与腐蚀性物质接触，蓄电池组系统不应受到阳光直射，应远离火源及热源，不得倒置及卧放，并避免承受机械冲击或重压。

* 1. 维护

储存和使用过程中蓄电池组系统及相关部件的维护应按生产厂家提供的维护设备及维护要求进行维护。

附 录 A  
蓄电池组系统容量的计算与选择

A1、蓄电池组系统容量计算方法

* 1. 多设备使用及后备时间需求

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 设备容量  （W） | 后备时间  （h） | UPS或EPS效率 | 蓄电池组系统电压  (V) | 电池综合  使用效率 |
| P1 | t1 | η=0.92 | V | a=0.95 |
| P2 | t2 |
| P3 | t3 |

蓄电池组系统容量：C = (P1\*t1 + P2\*t2 + P3\*t3) / (η\*V\*a) （Ah）

A2、蓄电池组系统容量的选择示例

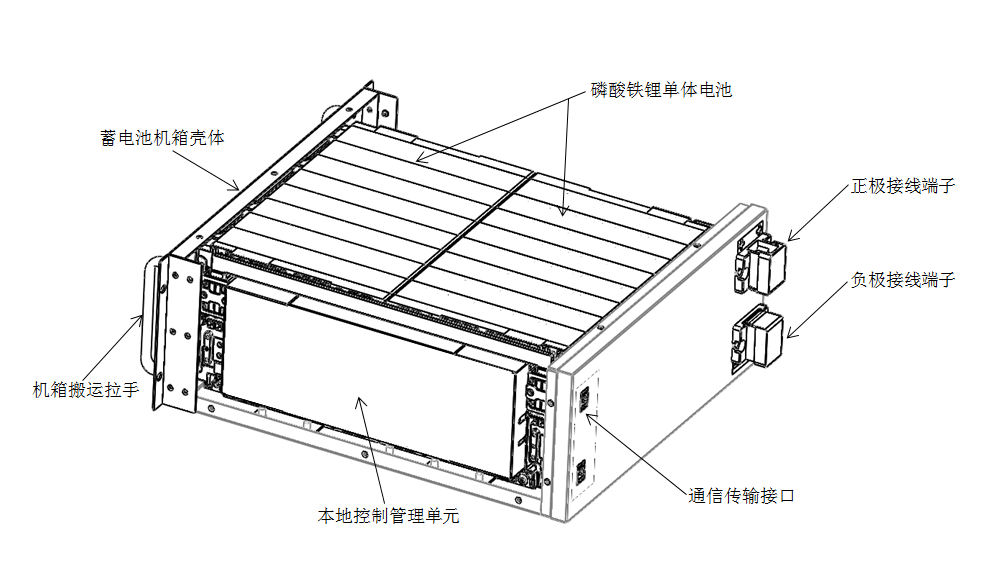
* 1. 蓄电池组系统容量的选择示例

|  |  |
| --- | --- |
| 计算容量C（Ah） | 实际选用容量C（Ah） |
| C ≤20 | 20 |
| 20＜ C ≤50 | 50 |
| 50＜ C ≤80 | 80 |
| 80＜ C ≤100 | 100 |

注：表中的C为去尾后的整数（例如：若C计算结果为100.75Ah，则最终选择C=100Ah）。

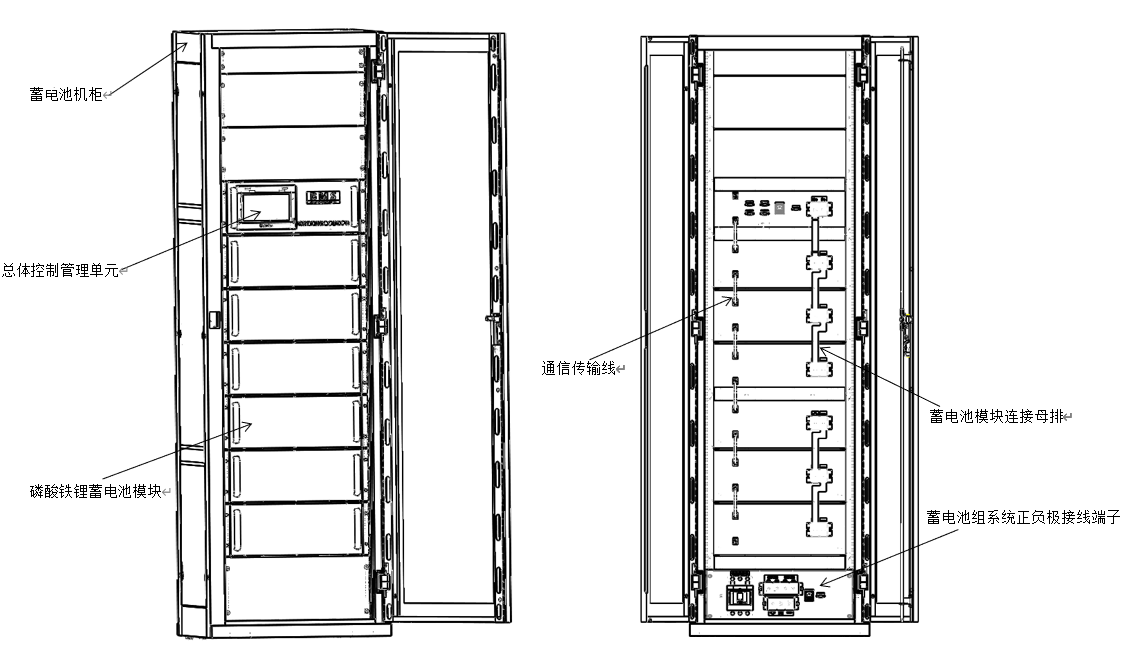
附 录 B  
条文说明

3.1.11蓄电池模块组成示意如图B.1



图B.1蓄电池模块示意图

3.1.13 蓄电池组系统组成示意如图B.2



图B.2蓄电池组系统示意图

3.1.18 “特定性能失效”指电池充放电容量低于额定容量80%。

4.4.1 蓄电池管理系统是蓄电池组系统中的一部分，此条文规定了对其使用寿命的要求。

4.5.6 城市轨道交通的应用环境为高温高湿环境，因此要求机柜具备一定的防腐能力，此条文建议了喷塑的机柜表面处理工艺。

4.6.3 由于蓄电池长期处于后备状态，仅在事故放电时会产生可控的温升，故此条文建议了采用自然冷却的散热方式。