

团 体 标 准

T/CSEE 0248—2021

电力通信用磷酸铁锂电池组 技术规范

Technical specifications for LiFePO_4 battery of power system
telecommunications



2021-09-17 发布

2021-12-01 实施

中国电机工程学会 发布

团 体 标 准
电 力 通 信 用 磷 酸 铁 锂 电 池 组
技 术 规 范

T/CSEE 0248—2021

*

中国电力出版社出版、印刷、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

*

2022年6月第一版 2022年6月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 1.5印张 45千字

*

统一书号 155198·4160 定价 38.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题，我社营销中心负责退换



中国电机工程学会官方微信



155198.4160

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 通用要求	2
4.1 规格及参数	2
4.2 标称电压	3
4.3 电池组外观	3
4.4 本体保护要求	3
4.5 充放电过程	3
5 性能与功能要求	4
5.1 电气性能	4
5.2 安全性能	5
5.3 电磁兼容性能	5
5.4 电池管理系统性能与功能	5
6 试验方法及检验规则	6
6.1 试验条件	6
6.2 测量仪表要求	6
6.3 电池外观	7
6.4 充电方式	7
6.5 电池性能一致性	7
6.6 放电性能	7
6.7 容量保存率	8
6.8 充电效率	8
6.9 出厂容量	8
6.10 循环寿命	8
6.11 安全性能	8
6.12 电磁兼容性	8
6.13 电池管理系统	9
6.14 检验规则	10
7 运行维护要求	10
7.1 一般要求	10
7.2 使用条件	10
7.3 使用要求	11
7.4 工具要求	11
7.5 资料要求	11
7.6 维护项目与要求	12
7.7 放电试验方法	12

T/CSEE 0248—2021

7.8	维护周期	13
7.9	故障排除	13
8	标志、包装、储存、运输	14
8.1	标志	14
8.2	包装	14
8.3	储存	14
8.4	运输	14
附录 A (资料性)	磷酸铁锂电池组运行充放电过程	15
附录 B (规范性)	电力通信用磷酸铁锂电池组检验项目表	16
附录 C (资料性)	电力通信用磷酸铁锂电池组现场巡检表	17
附录 D (资料性)	故障电池组更换步骤	18

前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准管理办法（暂行）》的要求，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。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会电力通信专业委员会技术归口并解释。

本文件起草单位：国网河北省电力有限公司、国家电网有限公司信息通信分公司、河北嘉豪中尧信息科技股份有限公司、浙江南都电源动力股份有限公司、双登集团股份有限公司。

本文件主要起草人：魏勇、穆春宇、张合明、黄镜宇、李伯中、张乐丰、钱升起、王强、刘磊、肖岭。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条1号，100761，网址：<http://www.csee.org.cn>，邮箱：cseebz@csee.org.cn）。

电力通信用磷酸铁锂电池组技术规范

1 范围

本文件规定了电力通信用磷酸铁锂电池组的通用要求、性能与功能要求、试验方法及检验规则、运行维护要求和标志、包装、储存、运输的技术要求。

本文件适用于电力系统通信用磷酸铁锂电池组的检验检测、工程建设及运行维护等。

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 191 包装储运图示标志

GB/T 9254 信息技术设备的无线电骚扰限值和测量方法

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 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB 51048 电化学储能电站设计规范

DL/T 724 电力系统用蓄电池直流电源装置运行与维护技术规程

YD/T 1363.3 通信局（站）电源、空调及环境集中监控系统 第3部分：前端智能设备协议

YD/T 2344.1 通信用磷酸铁锂电池组 第1部分：集成式电池组

YD/T 5059 电信设备安装抗震设计规范

IEC 62619 含碱性或其他非酸性电解质的二次电池及电池组 工业设备用二次锂电池和电池组安全要求（Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes-Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

磷酸铁锂电池 LiFePO₄ battery cell

用磷酸铁锂作为正极材料的锂离子电池，其单体电池标称电压为 3.2 V。

3.2

磷酸铁锂电池模块 LiFePO₄ battery block

由 16 个磷酸铁锂电池单体串联而成的电池组合体。

3.3

电池管理系统 battery management system; BMS

对电池充电、放电过程进行管理，并提供相关信息的电路系统的总称，一般由监测、保护、热管理装置及电气、通信接口等组成。

3.4

磷酸铁锂电池组 LiFePO₄ battery system

由若干个磷酸铁锂电池模块和电池管理系统组成的机械电气单元。

3.5

额定容量 rated capacity

在环境温度为 25 °C ± 2 °C 条件下，电池组以 10 h 率放电电流 I_{10} 放电至终止电压时所应提供的电量，用 C_{10} 表示，单位为安时 (Ah)。

3.6

标称电压 nominal voltage

用于表示电池设计选定的电压，单位为伏特 (V)。

3.7

充电限制电压 charge limit voltage

单体电池、电池模块和电池组充电时要求的最高充电电压值，单位为伏特 (V)。

3.8

终止电压 end of discharge voltage

单体电池、电池模块和电池组停止放电时要求的最低放电电压值，单位为伏特 (V)。

3.9

循环寿命 cycle life

在规定条件下，电池组在特定性能失效之前所能进行的充放电循环次数。

3.10

容量保存率 save rate of capacity

电池组充满电后，在环境温度为 25 °C ± 2 °C 的条件下将电池组开路静置 28 d，再以 I_{10} 放电至终止电压，电池组放出容量与额定容量的比值，用百分数表示。

3.11

电池组荷电状态 state of charge; SOC

电池组实际所充电量和额定容量的比值，即当前状态下以 10 h 率放电至终止电压时所能提供的电量与额定容量的比值。

3.12

电池组健康状态 state of health; SOH

电池组在完全充电状态下，电池组实际容量和额定容量的比值，表征了电池组性能的衰减程度。

3.13

上位机软件 upper computer software

用于读取电池组内部 BMS 中的各种参数的软件。

4 通用要求

4.1 规格及参数

4.1.1 组成

电池组的基本结构见图 1，包括电池模块、电池管理系统、机箱等部分组成，其中电池模块由 16 个单体电池串联而成。

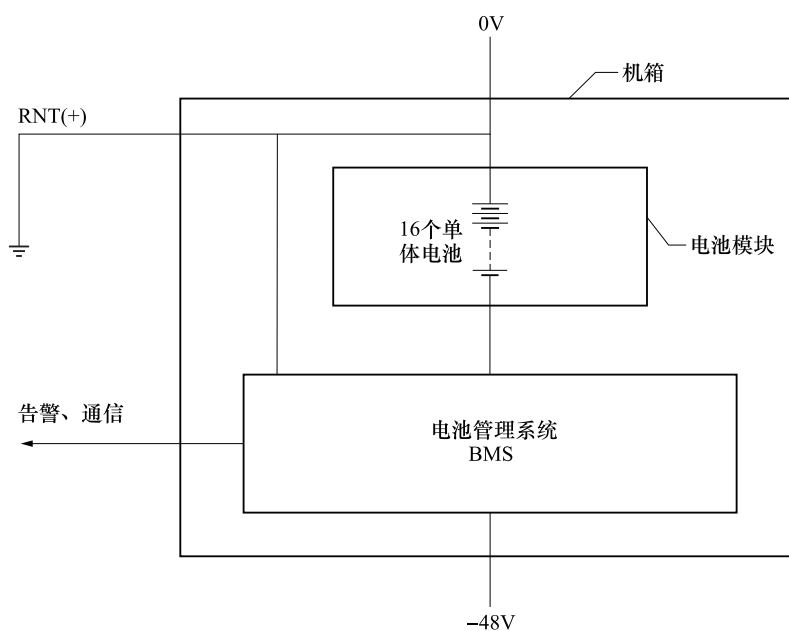


图 1 电池组组成示意图

4.1.2 额定容量系列

电池模块的额定容量宜为：20 Ah、30 Ah、40 Ah、50 Ah、60 Ah、80 Ah、100 Ah、150 Ah、200 Ah、400 Ah。

4.2 标称电压

4.2.1 单体电池标称电压应为 3.2 V。

4.2.2 电池模块标称电压应为 -48 V。

4.2.3 电池组标称电压应为 -48 V。

4.3 电池组外观

4.3.1 表面应清洁，无明显变形，无漏液，无机械损伤，接口触点无锈蚀。

4.3.2 表面应有必需的产品标识，且标识清楚。

4.3.3 正、负极端子及极性应有明显标记，便于连接。

4.3.4 电源接口、通信（或告警）接口应有明确标识。

4.4 本体保护要求

4.4.1 电池组的外壳应为金属材料。

4.4.2 电池组接线端子保护盖应采用阻燃材料。

4.4.3 电池模块内部布线设计和绝缘应符合 IEC 62619 中的相关要求。

4.4.4 电池组引出端子的短路电流承受能力，不应小于 6.13.2.3 短路条件下的电流值。

4.5 充放电过程

按照电池组不同运行状态，电池组分为恒流-限压充电阶段、恒压-限流充电阶段、开路静置阶段、间歇式补充电阶段、放电过程 5 个阶段，见附录 A。

5 性能与功能要求

5.1 电气性能

5.1.1 充放电限制

电池充放电应符合以下要求：

- a) 单体电池充电电压限制：3.55 V~3.60 V；
- b) 电池模块充电电压限制：56.8 V~57.6 V；
- c) 连续充电电流限制： $10I_{10}$ ；
- d) 瞬间充电电流限制： $20I_{10}$ ；
- e) 连续放电电流限制： $10I_{10}$ ；
- f) 单体电池放电终止电压：2.7 V；
- g) 电池模块放电终止电压：43.2 V。

5.1.2 性能一致性

电池模块内各单体电池应为同一厂家生产的产品，且符合以下要求：

- a) 电池组完全充满电后，各单体电池之间静态开路电压偏差不大于 50 mV；
- b) 电池模块内各单体电池之间容量最大值、最小值与平均值的差值不应超过平均值的 $\pm 1\%$ 。

5.1.3 放电性能

电池组在不同环境温度条件下的放电容量应符合表 1 要求。

表 1 各环境温度下电池放电容量表

放电试验电池温度 ℃	放电电流 A	电池容量要求	
25	I_{10}	$\geq 100\%$ 额定容量	电池外观无变形、无爆裂
	$3.3I_{10}$	$\geq 100\%$ 额定容量	
	$10I_{10}$	$\geq 95\%$ 额定容量	
-10	I_{10}	$\geq 60\%$ 额定容量	
0	I_{10}	$\geq 80\%$ 额定容量	
40	$10I_{10}$	$\geq 95\%$ 额定容量	
55	$10I_{10}$	$\geq 90\%$ 额定容量	

5.1.4 容量保存率

在环境温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下，容量保存率不应低于额定容量的 96%。

5.1.5 充电效率

在环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下，电池组充电效率不应低于 97%。

5.1.6 出厂容量

电池组出厂容量应在 40%~75%标称容量范围内。

5.1.7 循环寿命

电池组的循环寿命不应少于 1000 次。

5.2 安全性能

单体电池、电池模块和电池组各项安全性能应符合 YD/T 2344.1 相关性能的要求。

5.3 电磁兼容性能

5.3.1 静电放电抗扰性

电池组的静电放电抗扰性应按 GB/T 17626.2—2018 等级 4 的要求试验后，其外观应无明显变形、漏液、冒烟或爆炸，并能正常工作。

5.3.2 浪涌（冲击）抗扰性

电池组的浪涌（冲击）抗扰性按 GB/T 17626.5—2019 等级 2 的要求试验后，其外观应无明显变形、漏液、冒烟或爆炸，并能正常工作。

5.3.3 传导骚扰限值

电池组的传导骚扰限值应符合 GB/T 9254 中的相关规定。

5.3.4 辐射骚扰限值

电池组的辐射骚扰限值应符合 GB/T 9254 中的相关规定。

5.4 电池管理系统性能与功能

5.4.1 监测误差

监测参数与电池组实际的参数值之间的误差应符合表 2 要求。

表 2 监测误差

参数名称	技术要求
电压	单体电池电压测量误差不应大于 10 mV； 电池模块电压测量误差不应大于 100 mV
电流	充放电电流测量误差不应大于 2%
容量	电池组容量测量误差不应大于 5%
温度	温度测量误差不应大于 2 ℃

5.4.2 保护功能

BMS 应具有以下保护及恢复功能，具体保护点和恢复点数值可由生产厂家或用户设置：

- a) 电压高保护及恢复功能。电压上升到保护点时保护，电压下降到恢复点时应能恢复充电。单体电池高压保护值范围：3.6 V~3.9 V；恢复值范围：3.3 V~3.6 V。电池组高压保护值范围：57 V~59 V；恢复值范围：53 V~57 V。

- b) 电压低保护及恢复功能。电压到保护点时保护，电压到恢复点时应能恢复放电。单体电池低压保护值范围：2 V~2.7 V；恢复值范围：2.7 V~3.3 V。电池组低压保护值范围：36 V~43.2 V；恢复值范围：43.2 V~51.2 V。
- c) 短路保护功能。电池组正负极发生短路时，应瞬间切断电路，电池组应不漏液、不冒烟、不起火和不爆炸；故障排除后，应能手动或自动恢复工作。
- d) 过载保护功能及恢复。电流达到保护点时保护，故障排除后，应能手动或自动恢复工作。过载保护值范围： $I_{10} \sim 10I_{10}$ 。
- e) 高温保护及恢复功能。温度上升到保护点时保护，温度下降到恢复点后应恢复正常状态。保护点值范围：55 ℃~80 ℃；恢复点值范围：40 ℃~65 ℃。
- f) 低温保护及恢复功能。温度下降到保护点时保护，温度上升到恢复点后应恢复正常状态。充电状态时保护点值范围：-10 ℃~5 ℃；恢复点值范围：0 ℃~15 ℃。放电状态时保护点值范围：-40 ℃~0 ℃，恢复点值范围：-35 ℃~5 ℃。

5.4.3 监控功能

5.4.3.1 通信接口

电池组宜具有 RS485、RS232 等通信接口，通信协议应符合 YD/T 1363.3 相关规定。

5.4.3.2 监控内容

监控内容应符合表 3 要求。

表 3 监控内容

功能名称	内容要求
遥测	电池组电压、电流、温度、内阻（可选）、SOC、SOH（可选）；单体电池电压、温度（可选）；环境温度、电路板温度（可选）
遥信	电池组充放电状态及高压、低压、过载、短路、高温、低温、极性反接（可选）、容量过低、传感器失效、电池组失效（可选）告警；单体电池高压、低压、高温（可选）、低温（可选）、失效（可选）告警；环境高温、低温告警；电路板高温（可选）告警
遥控	告警声音开关、电池组在（离）线（可选）
遥调	单体电池、电池组的电压、电流、温度等管理参数

5.4.4 存储功能

应具有存储功能，存储容量不小于 300 条记录。应能记录电池组的单体电压、总电压、充放电容量、充放电电流、温度及各种保护、告警、恢复等信息。

6 试验方法及检验规则

6.1 试验条件

除另有规定外，各项试验应在相对湿度不大于 90%，大气压力 86 kPa~106 kPa 的环境中进行。

6.2 测量仪表要求

测量仪表准确度应符合表 4 要求。

表 4 测量仪表准确度要求

装置名称	准确度要求
电压测量装置	精度优于 0.5 级
电流测量装置	精度优于 0.5 级
温度测量装置	精度优于 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$
时间测量装置	精度优于 $\pm 0.1\text{ s}$
电池充放电测试仪	电压电流连续可调, 电压、电流、功率检测精度优于 $\pm 0.1\%$

6.3 电池外观

在良好的光线下, 用目测法检查电池组外观, 应符合 4.3 的要求。

6.4 充电方式

6.4.1 标准充电方式

在环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下, 以 $2I_{10}$ 充电, 当电池组电压达到充电限制电压时, 改为恒压充电, 直到充电电流不大于 $0.5I_{10}$ 。

6.4.2 快速充电方式

在环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下, 以 $10I_{10}$ 充电, 当电池组电压达到充电限制电压时, 改为恒压充电, 直到充电电流不大于 $0.5I_{10}$ 。

6.5 电池性能一致性

6.5.1 电池组按 6.4.1 充满电后静置 $0.5\text{ h} \sim 1\text{ h}$, 测量电池组内各单体电池的静态开路电压, 记录电压偏差, 应符合 5.1.2 的要求。

6.5.2 将电池模块内各单体电池以 I_{10} 放电至终止电压, 计算各单体电池容量偏差应符合 5.1.2 的要求。

6.6 放电性能

6.6.1 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 放电

电池组按 6.4.1 规定充满电后静置 $0.5\text{ h} \sim 1\text{ h}$, 在环境温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的条件下, 分别以 I_{10} 、 $3.3I_{10}$ 、 $10I_{10}$ 电流放电至终止电压, 电池组的放电容量应符合 5.1.3 的要求。

6.6.2 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 放电

电池组按 6.4.1 规定充满电后, 将其放入 $-10\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中静置 6 h 后, 以 I_{10} 电流放电至终止电压, 电池组的放电容量应符合 5.1.3 的要求。

6.6.3 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 放电

电池组按 6.4.1 规定充满电后, 将其放入 $0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中静置 6 h 后, 以 I_{10} 电流放电至终止电压, 电池组的放电容量应符合 5.1.3 的要求。

6.6.4 $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 放电

电池组按 6.4.1 规定充满电后, 将其放入 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的高温箱中静置 4 h 后, 以 $10I_{10}$ 电流放电至

终止电压，电池组的放电容量应符合 5.1.3 的要求。

6.6.5 55 °C 放电

电池组按 6.4.1 规定充满电后，将其放入 55 °C ± 2 °C 的高温箱中静置 4 h 后，以 $10I_{10}$ 电流放电至终止电压，电池组的放电容量应符合 5.1.3 的要求。

6.7 容量保存率

在环境温度 25 °C ± 2 °C 条件下将电池组开路搁置 28 d，再以 I_{10} 电流放电至终止电压，容量保存率应符合 5.1.4 的要求。

6.8 充电效率

在环境温度 25 °C ± 2 °C 条件下，以 I_{10} 电流放电至事故放电终止电压，记录放电时间和放电容量 C_f ，静置 1 h 后再按规定的充电方式充满电，记录充电容量 C_c 。充电效率 R_c 按 $R_c = C_f / C_c$ 计算，应符合 5.1.5 的要求。

6.9 出厂容量

电池组按 $2I_{10}$ 电流放电至终止电压，放电容量应符合 5.1.6 的要求。

6.10 循环寿命

电池组按 6.4.1 规定充满电后静置 0.5 h ~ 1 h，以 $5I_{10}$ 电流放电至终止电压，再静置 0.5 h 后进入下一个充放电循环，直至连续 3 次放电容量小于额定容量的 80%，则认为寿命终止。循环寿命应符合 5.1.7 的要求。

6.11 安全性能

安全性能试验应在有充分安全保护的环境条件下进行，单体电池、电池模块和电池组的各项安全性能试验方法按 YD/T 2344.1 相关的规定进行，应符合 5.2 的要求。

6.12 电磁兼容性

6.12.1 静电放电抗扰性

试验方法按 GB/T 17626.2—2018 中试验等级 4 的有关规定进行，应符合 5.3.1 的要求。

6.12.2 浪涌（冲击）抗扰性

电池组通信端口线对线、线对地应按照 GB/T 17626.5—2019 试验等级 2 的有关规定进行，应符合 5.3.2 的要求。

6.12.3 传导骚扰限值

试验方法按 GB/T 9254 中有关规定进行，应符合 5.3.3 的要求。

6.12.4 辐射骚扰限值

试验方法按 GB/T 9254 中有关规定进行，应符合 5.3.4 的要求。

6.13 电池管理系统

6.13.1 监测误差

监测误差测试方法如下：

- a) 用电压表测量单体电池和电池模块电压，分别与 BMS 监测的单体电池和电池模块电压相比较，监测误差结果应符合 5.4.1 的要求；
- b) 将电池组以 $10I_{10}$ 电流充/放电，用电流表测量充/放电电流，分别与 BMS 监测的电池组电流相比较，监测误差应符合 5.4.1 的要求；
- c) 电池组按 6.4.1 规定充满电后，以 $10I_{10}$ 电流放电至终止电压，再按 6.4.1 规定充电，整个过程每小时记录一次电池组 BMS 监测容量，与电池充放电测试仪测量的容量相比较，监测误差应符合 5.4.1 的要求；
- d) 用温度计测量电池组环境温度，与电池组 BMS 监测的环境温度相比较，监测误差应符合 5.4.1 的要求。

6.13.2 保护功能

6.13.2.1 电压高保护及恢复功能

电池组按 6.4.1 规定充满电后，逐步增大充电电压至电池发生保护动作，记录过压保护动作电压；当总电压下降到恢复点时恢复充电，记录恢复充电电压，电池组应符合 5.4.2 的要求。

6.13.2.2 电压低保护及恢复功能

电池组按 6.4.1 规定充满电后，以 $2I_{10}$ 电流放电，记录电压低保护动作电压；再充电到电压设定值恢复工作状态，应符合 5.4.2 的要求。

6.13.2.3 短路保护及恢复功能

电池组按 6.4.1 规定充满电后，将电池组的正、负极用 $0.1\ \Omega$ 电阻短路 0.5 h 后断开，再以 $10I_{10}$ 电流瞬时充电 5 s，用电压表测量电池组电压，应符合 5.4.2 的要求。

6.13.2.4 过载保护及恢复功能

电池组外接可调电流充电设备，按 6.4.1 规定充电，逐步增大充电电流，记录过流保护动作电流；当降低充电电流时可手动或自动恢复充电，应符合 5.4.2 的要求。

6.13.2.5 高温保护及恢复功能

将具有连续记忆功能的点温计探头贴于电池表面，再将电池放入高温箱中进行测试。电池组按 6.4.1 规定充电，调节高温箱的温度以 $3\ ^\circ\text{C}/\text{min}$ 上升至高温保护点，保持 10 min，下调温度至高温恢复点，应符合 5.4.2 的要求。

6.13.2.6 低温保护及恢复功能

将具有连续记忆功能的点温计探头贴于电池表面，再将电池放入低温箱中进行测试。电池组按 6.4.1 规定充电，调节低温箱的温度以 $3\ ^\circ\text{C}/\text{min}$ 下降至低温保护点，保持 10 min，上调温度至低温恢复点，应符合 5.4.2 的要求。

6.13.3 监控功能

监控功能应进行如下检查：

- a) 目测检查被测电池组是否具有 RS485、RS232 等通信接口及告警信号输出端子；
- b) 在电池组正常工作状态下，使用上位机软件读取电池组遥测、遥信量，设置遥控、遥调量，应符合 5.4.3 的要求。

6.13.4 存储功能

通过上位机软件读取 BMS 的历史储存记录，应符合 5.4.4 的要求。

6.14 检验规则

6.14.1 型式试验

在下列情况下，电池组应进行型式试验：

- a) 新设计的产品（包括转厂生产），在定型鉴定前应进行型式试验；
- b) 正式投产后，当设计、制造工艺或主要元器件有较大改变，可能影响设备性能时，应进行型式试验；
- c) 停产一年以上又重新生产时，应进行型式试验。

注：型式试验应在出厂检验合格的产品中任意抽取代表性样品进行检验。

6.14.2 出厂检验

产品生产完成后应进行出厂检验。

6.14.3 验收检验

电池组现场安装调试完成后，应进行验收检验。

6.14.4 检验项目

检验项目应符合附录 B 要求。

7 运行维护要求

7.1 一般要求

- 7.1.1 应配备电池组专职运维人员。
- 7.1.2 运维人员应经磷酸铁锂电池专业技能培训，且考试合格。
- 7.1.3 运维人员作业时应做好安全防护，工具应做好绝缘，防止电池组短路。
- 7.1.4 运维人员应熟练掌握上位机软件操作技能。

7.2 使用条件

使用条件应符合以下要求：

- a) 环境温度宜保持在 0℃~40℃之间。
- b) 环境相对湿度宜保持在 20%~80%之间。
- c) 环境音频噪声应小于 55 dB（设备正面 1 m 处）。
- d) 环境海拔宜不超过 4000 m。
- e) 环境大气压力宜保持在 70 kPa~106 kPa。

- f) 电池组应采用保护接地，接地电阻宜小于 $1\ \Omega$ 。
- g) 电池组消防应符合 GB 51048 相关规定。
- h) 电池组应避免阳光直射，窗户应做遮阳处理。
- i) 电池组之间应预留足够的维护空间，方便电池更换；通道一侧装设电池组时，通道宽度不应小于 $600\ \text{mm}$ ，两侧均装设电池组时，通道宽度不应小于 $800\ \text{mm}$ 。
- j) 电池组采用机柜安装方式时，机柜应具有防火和通风功能。
- k) 电池组抗震加固应符合 YD/T 5059 相关规定。

7.3 使用要求

7.3.1 磷酸铁锂电池不应与铅酸电池混合使用在同一套通信用-48 V 直流系统中。

7.3.2 不同厂家、不同容量、不同型号的磷酸铁锂电池组不宜并联在同一套通信用-48 V 直流系统中使用。

7.3.3 在同一供电系统内，磷酸铁锂电池和铅酸电池不宜分别使用在不同的通信用-48 V 直流系统中。

7.3.4 BMS 监测数据应能接入到动力环境集中监控系统中。

7.4 工具要求

运维的仪器应通过计量检测，运维的工具应做好安全防护，应符合表 5 要求。

表 5 运维工具要求

项目	要求
电压表	精度应优于 0.5 级，内阻不应小于 $10\ \text{k}\Omega/\text{V}$
电流表/钳形表	精度应优于 0.5 级
测温枪	精度应优于 $\pm 1\ ^\circ\text{C}$
电池充放电测试仪	电压电流连续可调，电压输出和检测精度应优于 $\pm 0.5\%$ ，电流输出和检测精度应优于 $\pm 0.1\%$ ，宜具备与 BMS 通信功能，便于校准电池容量
螺丝刀	用于电池安装及维护
扭矩扳手	用于电池安装及维护
电脑	安装上位机软件用于读取电池的参数及数据
RS232、RS485 转 USB 网线	用于电脑同电池之间的通信

7.5 资料要求

现场资料应符合表 6 要求。

表 6 现场资料要求

项目	要求
出厂检测报告	现场应有电池的出厂检测报告，方便运维人员查看
合格证	现场应有电池的合格证，方便运维人员查看
巡检表	现场应有专业的巡检表格，内容应体现巡检人员、时间、设备状态等信息，见附录 C
产品说明书	现场应有电池使用说明书，方便运维人员日常操作故障处理
电源接线图	现场应有电源系统的接线原理图纸，图纸应明确工程名称、日期、线缆路由等信息

7.6 维护项目与要求

7.6.1 经常维护项目

7.6.1.1 物理性检查项目要求如下：

- a) 巡视电池室，并填写巡视记录；
- b) 电池室内无漏液、漏气现象，地面整洁，照明充足，通风良好，故障照明良好，消防器材充足、完好；
- c) 检查电池组整体运行情况和指示灯显示是否正常，有无告警；
- d) 查看电池组表面有无裂纹、变形、漏液、烟熏或起火迹象及异常声音、异常气味；
- e) 应确保电池组输出端子输出线头连接可靠，各连接处应紧固，无松动现象，接线端子无氧化，如有氧化应用砂纸打磨后涂抹凡士林或润滑脂保护；
- f) 应用测温枪等仪表在正常的环境温度下检测电池组的运行温度和电池组并机线缆接口处的温度是否为 $0\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，各部件无过热，电池组外壳和输出端子及电缆温度正常，相关参数应符合 DL/T 724；
- g) 应用柔软的干布清洁机箱，保持电池组的清洁运行；
- h) 应检查电池组告警灯和故障灯是否亮起，如亮起需查看电池后台监控或通过上位机软件在电脑上查看电池当前及历史数据，上报给相关负责人进行处理。

7.6.1.2 相关参数检查和调整要求如下：

- a) 检查电力通信用 -48 V 直流系统中对电池组充电电压的设置是否符合 5.1.1 规定并做相应调整；
- b) 检查电力通信用 -48 V 直流系统中对电池组充电电流的设置是否符合 5.1.1 规定并做相应调整；
- c) 检查电池组中各单体电池的电池性能一致性是否符合 5.1.2 规定。

7.6.2 定期维护项目

7.6.2.1 应每年开展一次电池组维护工作，做核对性放电试验，放电容量应为额定容量的 30%，通过动力及环境监控系统或上位机软件记录每组电池的放电数据，实际放电容量与 BMS 检测容量偏差应小于 10%。

7.6.2.2 核对性放电试验结果不满足要求时，宜进行全核对性放电试验。全核对性放电试验放电容量应为额定容量的 80%。若经过 3 次全核对性充放电，电池组容量均达不到额定容量的 80%以上，可认为电池组不合格，应安排更换，具体方法参照附录 D 进行。

7.6.2.3 电池组放电后应立即进行充电。

7.7 放电试验方法

7.7.1 在线放电试验

7.7.1.1 电池组不从系统中脱离，通过关断整流器、调整整流器电压或使用蓄电池远程核容装置，进行在线放电试验，方法如下：

- a) 方法一：
 - 1) 在操作前，应先确认 -48 V 直流系统及电池组运行正常，保证负载供电不中断；
 - 2) 关掉整流器，由电池组单独为通信设备供电；
 - 3) 电池的放电电流为实际负载电流；
 - 4) 放电期间测试并记录放电电流、时间和环境温度，并准确记录放电结束时的时间和电压，也可通过读取 BMS 来获取放电期间的历史数据；
 - 5) 放电结束后，打开整流器自动对电池组充电；
 - 6) 根据测量数据或绘制的放电曲线判定电池性能。

b) 方法二:

- 1) 在-48 V 直流系统中, 将其中一套整流器的充电电压调低至 51.2 V, 电池组对负载进行放电;
- 2) 记录放电前后电池组的电压、温度和放电时间, 放电期间可通过动环监控系统或者上位机软件对电池组放电数据进行记录并判定电池组性能, 电池组放电后应立即对电池组补充电。

c) 方法三: 电池组具备远程核容装置时, 通过 DC/DC 升压电路调高电池组输出端电压, 对电池组进行远程放电操作, 并对放电过程全程进行参数检测记录并判断电池性能。

7.7.1.2 现场只有一套-48 V 直流系统, 且只有一组电池, 拆出一块电池组并对其进行放电, 且应确保剩余电池组满足 $10I_{10}$ 放电需求, 放电结束后将电池组恢复充电, 待其充满后, 依次进行剩余电池组放电, 根据电池组放电数据判定电池性能。

7.7.2 离线放电试验

整组电池从系统中脱离, 通过假负载(放电仪)进行离线放电试验, 方法如下:

- a) 现场布置两组电池;
- b) 分先后顺序对其中一组电池进行放电试验;
- c) 放电电流为整组电池总容量的 I_{10} 恒流;
- d) 当电池组电压满足 7.6.2 条件时, 停止放电;
- e) 放电期间测试并记录放电电流、时间和环境温度, 并准确记录放电结束时的时间和电压, 也可通过读取 BMS 来获取放电期间的历史数据, 根据放电曲线判定电池性能。

7.8 维护周期

电池组维护周期应符合表 7 要求。

表 7 电池组维护周期

周期	维护项目
周	1) 有人值守的站点, 巡视电池室, 并填写巡视记录; 2) 有人值守的站点, 保持电池室清洁卫生; 3) 通过动力及环境监控系统查看各站点电池运行情况, 并记录
季度	1) 无人值守的站点, 巡视电池室, 并填写巡视记录; 2) 无人值守的站点, 保持电池室清洁卫生; 3) 物理性检查项目参考 7.6.1.1, 并做相关记录; 4) 相关参数检查和调整; 5) 电池容量在线均衡修复
年	1) 相关参数检查和调整参考 7.6.1.2, 并做相关记录; 2) 核对性放电试验, 并做相关记录

7.9 故障排除

现场简单故障排除方法见表 8, 必要时需厂家或专业人员现场进行排除。

表 8 故障排除

告警类型	问题	可能原因	解决方案
一般告警	系统放电故障	低电压保护	将电池充电至少 3 h
一般告警		过温保护	电池温度恢复至解除保护的设置值时保护解除

表 8（续）

告警类型	问题	可能原因	解决方案
一般告警	系统放电故障	过载保护	去除一些不重要负载，至电池过载保护设置值内
重要告警		输出短路	解除短路源并用电源充电解除
重要告警		BMS 故障	关闭系统，更换备品，返厂维修
一般告警	系统充电故障	已经充满，充电管理正常截止	过充保护，无须处理
一般告警		过充保护	无须处理
一般告警		过温保护	电池温度恢复至解除保护的设置值时保护解除
重要告警		BMS 故障	关闭系统，更换备品，返厂维修
重要告警	通信故障	线路故障	检查通信线路
重要告警		通信芯片死机	按复位键
重要告警		系统故障	关闭系统，更换备品，返厂维修

8 标志、包装、储存、运输

8.1 标志

每个电池组上应有下列中文标志：产品名称、型号、所采用电池的化学类型、标称电压、额定容量、充电限制电压、执行标准编号、正负极性、制造日期或批号、制造厂名、商标和警示说明，其中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。

8.2 包装

每个电池组都应有外包装，且应附有产品使用说明书、合格证、装箱单等。包装好的产品应放在干燥、防尘、防潮的包装箱内。包装箱外应标明产品名称、型号、数量、毛重、制造厂商、出厂日期，应有“小心轻放”“怕湿”“向上”“怕火”等必要标志，其包装储运图示标志应符合 GB/T 191 要求。

8.3 储存

8.3.1 电池组应为 3 个月内生产的产品，储存前应按 6.4.1 规定进行充电，约充入 40%~50% 的容量后在下列任一环境中储存：

- 储存时间 1 周，储存环境温度 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 45%~85%；
- 储存时间 1 个月，储存环境温度 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 45%~85%；
- 储存时间 6 个月，储存环境温度 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 45%~85%。

8.3.2 储存期满后，电池组按 6.4.1 规定进行充电，以 $2I_{10}$ 电流放电至终止电压，放电容量不应小于额定值的 85%。

8.3.3 应储存在清洁、干燥、通风的室内，避免与腐蚀性物质接触，远离火源及热源。

8.4 运输

8.4.1 电池组应包装成箱进行运输。

8.4.2 可使用汽车、火车、轮船、飞机等交通工具进行运输。

8.4.3 运输过程中应防止剧烈振动、冲击或挤压，防止日晒雨淋。

附录 A

(资料性)

磷酸铁锂电池组运行充放电过程

A.1 恒流-限压充电阶段 (T1)

充电电流保持恒定，电压逐步升高，当单体电池最高电压或电池组端电压达到充电电压限制值后，结束此阶段充电。磷酸铁锂电池组充放电过程示意图如图 A.1 所示。

A.2 恒压-限流充电阶段 (T2)

最大充电电流限制在允许充电电流之内，当单体电池最高电压达到充电电压限制值后，充电电流自动减小，当充电电流下降到规定值后，停止充电。

A.3 开路静置阶段 (T3)

电池组完成整个恒流-恒压充电过程后，由 BMS 控制进入充电回路开路静置状态，见图 A.1，随时监测电源系统直流输出端电压，确保放电回路连通。若交流电停电，BMS 应能控制电池组无延迟进入放电状态。

A.4 间歇式补充电阶段 (T4)

电池组充电回路处于开路静置状态，直至容量减少到电池组 90%~95% SOC 时，由 BMS 控制电池组重新进入补充电状态，补充电方式也遵循恒流-恒压充电方式。

A.5 放电过程 (T5)

电池组根据负载情况提供能量，当单体电池最低电压或电池组端电压达到终止电压时，停止放电。

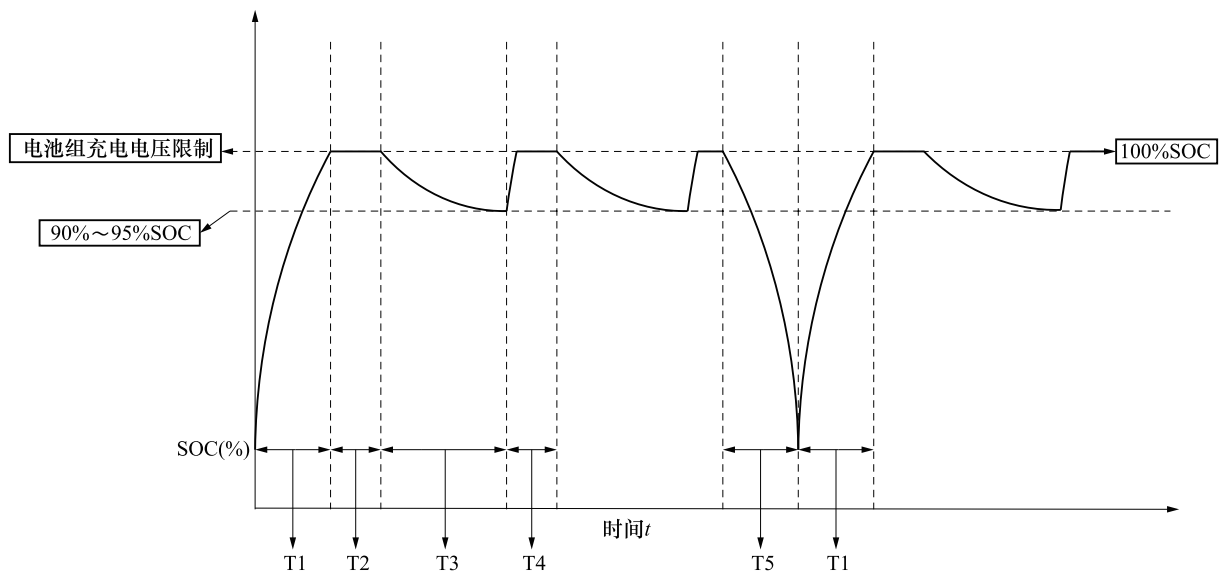


图 A.1 磷酸铁锂电池组充放电过程示意图

附录 B

(规范性)

电力通信用磷酸铁锂电池组检验项目表

电力通信用磷酸铁锂电池组检验项目应符合表 B.1 要求。

表 B.1 电力通信用磷酸铁锂电池组检验项目表

序号	检验项目	型式试验	出厂检验	验收检验	
1	电池外观检查	√	√	√	
2	电池性能一致性	√	—	—	
3	电池放电性能	10 h 率放电	√	√	√
		3 h 率放电	√	√	—
		1 h 率放电	√	√	—
		0 °C 放电	√	—	—
		−10 °C 放电	√	—	—
		40 °C 放电	√	—	—
		55 °C 放电	√	—	—
4	电池容量保存率	√	—	—	
5	电池充电效率	√	—	—	
6	出厂容量	√	√	√	
7	电池循环寿命	√	—	—	
8	电池安全性能	√	—	—	
9	BMS	电磁兼容性能	√	—	—
		监测误差	√	—	—
		电压高保护及恢复功能	√	—	—
		电压低保护及恢复功能	√	—	—
		短路保护及恢复功能	√	—	—
		过载保护及恢复功能	√	—	—
		高温保护及恢复功能	√	—	—
		低温保护及恢复功能	√	—	—
		监控功能	√	√	√
		存储功能	√	—	—

附录 C

(资料性)

电力通信用磷酸铁锂电池组现场巡检表

电力通信用磷酸铁锂电池组现场巡检内容见表 C.1。

表 C.1 电力通信用磷酸铁锂电池组现场巡检表

使用单位			使用地点		
负责人			联系电话		
设备名称			生产厂家		
设备型号			生产日期		
设备序列号			投运日期		
序号	巡检项目	巡检要求		巡检方法	巡检结果
1	外观检查	目测各电池组是否有变形、裂缝、漏液、冒烟、焦糊味，确认电缆连接可靠无误，接头紧固		目测	
2	连接线检查	用螺丝刀确认电缆连接可靠无误，接头紧固		工具	
3	环境温度	用温度计测量电池所在机房环境温度		温度计	
4	电池组内部单体电池检查	用上位机管理软件或动环监控系统读取各单体电池的电压值		上位机软件/动环监控系统读取	
5	标签标志检查	检查各标签标志是否清晰，准确，无遗漏		目测	
6	电池管理单元的检查	用万用表测量各单体模块的电压，误差不应超过±5%		仪表测试	
		用直流钳形表测量电池组电流，误差不应大于1%		上位机软件读取	
		能够实时测量电池组电压，电池组充放电电流，单模块电池端电压、特征点温度等参数		目测	
7	端电压均衡性	开路状态下：用万用表测量各电池的开路电压，并记录		仪表测试	
		在线状态下：用万用表测量各电池组的端电压，并记录		仪表测试	
结论：					
巡检人员签字：					

附 录 D

(资料性)

故障电池组更换步骤

- D.1** 检查备用电池组出厂检验合格证，检查外观正常，使用上位机软件检查并确认备用电池组正常。
 - D.2** 断开故障电池组对应空气断路器，在空气断路器处悬挂“有人操作，禁止合闸”警示牌，并设专人值守。
 - D.3** 用绝缘工具拆除电池组连接线缆，对正、负极接线端子等裸露部分做好绝缘处理。确认电池组接线端子保护盖关闭。
 - D.4** 断开故障电池组监测线缆，恢复其余电池组监控回路，确认监控系统运行正常。
 - D.5** 用绝缘工具拆除故障电池组接地线缆，拆除故障电池组固定螺栓，将其移出电池柜或电池架，放置于安全位置。
 - D.6** 安装备用电池组，用绝缘工器具将其固定于电池柜或电池架上，按照接地线、监控线、电源线的顺序连接已更换的电池组接线，并恢复对应编号的拨码地址。
 - D.7** 用万用表测量电池组极性无误后，合上电池组对应空气断路器，并确认动力环境监测恢复正常。
 - D.8** 观察电池组运行 30min，确认无异常后方可离场。
-