

通 信 标 准 类 技 术 报 告

YDB 032—2009

通信用后备式锂离子电池组

Back-up lithium-ion battery for telecommunications

2009-04-29 发布

中国通信标准化协会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和符号	1
4 产品系列	2
5 要求	2
6 试验方法	6
7 检验规则	12
8 标志、包装、运输、储存	12
附录 A（规范性附录） 电池组的标称电压、容量和适用性	14
A.1 电池组工作电压	14
A.2 电池组容量（暂行）	14
A.3 电池组适用性	14
附录 B（资料性附录） 通信用后备电源主要问题和锂离子电池组产业化现状	15
B.1 通信用铅酸蓄电池的主要问题	15
B.2 通信用后备式锂离子电池组的不足	16

前 言

为适应信息通信业发展对通信标准文件的需要，在工业和信息化部统一安排下，对于技术尚在发展中的，又需要有相应的标准性文件引导其发展的领域，由中国通信标准化协会组织制定“通信标准类技术报告”，推荐有关方面参考采用。有关对本技术报告的建议和意见，向中国通信标准化协会反映。

本技术报告的附录A是规范性附录，附录B是资料性附录。

本技术报告由中国通信标准化协会提出并归口。

本技术报告起草单位：华为技术有限公司、信息产业部电信研究院、浙江南都电源动力股份有限公司、江苏双登集团有限公司、深圳市比亚迪锂电池有限公司、艾默生网络能源有限公司、哈尔滨光宇电源股份有限公司

本技术报告主要起草人：胡芳、李海、马向民、黄茂胜、熊兰英、吴京文、黄睿、江文锋、唐志雄、吴建华、刘铁建

通信用后备式锂离子电池组

1 范围

本技术报告规定了通信用后备式锂离子电池组的定义、要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输和储存。

本技术报告适用于通信用后备式锂离子电池组（以下简称电池组）。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本技术报告的引用而成为本技术报告的条款。凡是标注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版本均不适用本技术报告，然而，鼓励根据本技术报告达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本技术报告。

GB/T 191	包装储运图示标志
GB/T 2408-2008	塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法
GB/T 2829-2002	周期检验计数抽样程序及表（适用于对过程稳定性的检验检查）
GB/T 17626.2-2006	电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.5-2008	电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
YD/T 983-1998	通信电源设备电磁兼容性限值及测量方法

3 术语、定义和符号

下列术语和定义适用于本技术报告。

3.1

额定容量 rated capacity

指在环境温度为 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 条件下，以电池组5h率放电至终止电压时所应提供的电量，用 C_5 表示，数值为 $1.0C_5$ ，单位为安时（Ah）；5h率放电电流用 I_5 表示，数值为 $0.2C_5$ ，单位为安培（A）。

3.2

标称电压 nominal voltage

用于表示电池组电压平均值的近似值，单位为伏特（V）。

3.3

充电限制电压 charge limit voltage

电池充电时要求的最高充电电压值。

3.4

终止电压 end of discharge voltage

电池停止放电时的电压。

3.5

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。

3.6

容量保存率 save rate of capacity

电池组在规定环境条件下，存储一定的时间后，在规定放电条件下，电池组放出可用容量的能力。

4 产品系列

4.1 单体电池容量系列 (Ah)

2、4、5、8、10、20、30、40、50、60、80、100、150、200。

注：当用户提出要求并与制造厂协商后可以生产系列数值以外的产品。

4.2 输出电压标称值系列

48V, 12V。

5 要求

5.1 工作温度范围

电池组在环境温度 $-20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 条件下使用：

——充电环境温度： $0^{\circ}\text{C}\sim 55^{\circ}\text{C}$ ；

——放电环境温度： $-20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

5.2 电池组的组成

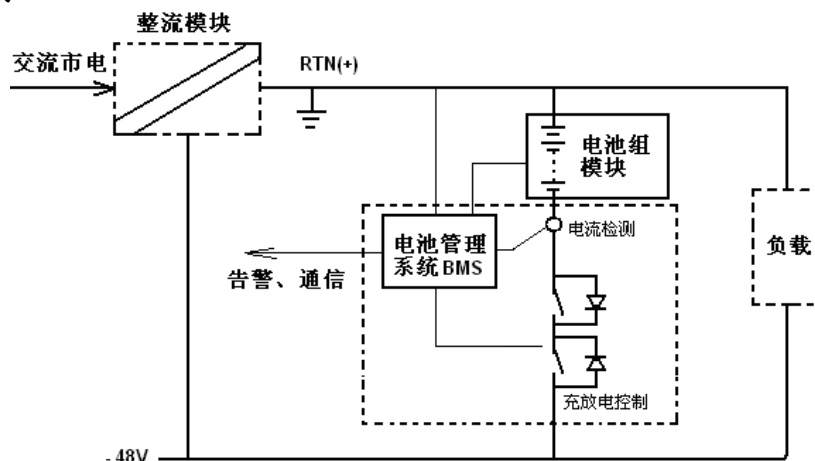


图1 电池组组成示意图

电池组的基本结构如图1所示，功能上，电池组包括两部分：电池组模块和电池管理系统，其中电池组模块由一个或多个单体锂离子电池组合而成，电池管理系统（BMS）及充放电电路既可内置于电池组模块也可外置于电池组模块。

5.3 外观

电池组外观应符合以下要求：

- 电池组表面应清洁，无明显变形，无机械损伤，接口触点无锈蚀；
- 电池组表面应有必需的产品标识，且标识清楚；
- 电池组的正、负极端子及极性应有明显标记，便于连接；
- 电池组的电源接口、通讯（或告警）接口应有明确标识。

5.4 电气性能

5.4.1 电池组内单体电池性能一致性

电池组内各单体电池应为同一厂家生产、结构相同、化学成分相同的产品，且符合下列要求：

- 电池组中各单体电池之间的最大静态开路电压偏差应不大于 0.05V ；
- 电池组中各单体电池之间的最大静态内阻偏差应符合： $10\text{m}\Omega$ 以下的，偏差绝对值不超过 $1\text{m}\Omega$ ， $10\text{m}\Omega$ 以上的不超过平均值的 5% ；
- 电池组中各单体电池之间最大容量偏差应不超过平均值的 $\pm 1\%$ 。

5.4.2 放电性能

放电性能见表1。

表1 放电性能

环境温度	放电电流	技术要求
25℃	0.5C ₅ A	电池组按 6.3.4.1 规定进行放电,其容量应不低于额定容量的 96%。
	1.0C ₅ A	电池组按 6.3.4.2 规定进行放电,其容量应不低于额定容量的 92%。
-10℃	0.2C ₅ A	电池组按 6.3.4.3 规定进行放电,其容量应不低于额定容量的 60%,电池组外观应无变形、无爆裂。
-20℃	0.2C ₅ A	电池组按 6.3.4.4 规定进行放电,其容量应不低于额定容量的 40%,电池组外观应无变形、无爆裂。
60℃	1.0C ₅ A	电池组按 6.3.4.5 规定进行试验,其容量应不低于额定容量的 90%,电池组外观应无变形、无爆裂。

5.4.3 容量保存率

电池组按6.3.5的方法测试,电池组容量应不低于额定值的95%。

5.4.4 循环寿命

电池组按6.3.6的方法测试,电池组的循环寿命应不少于800次。

注:锂离子电池组寿命与其他类型电池的比较参见附录B。

5.4.5 高温加速老化寿命

电池组按6.3.7的规定进行间歇式充电后放电,其外观应无明显变形、锈蚀、冒烟或爆炸,其测试循环次数应不少于52次。

5.5 电磁兼容性

5.5.1 静电放电抗扰性

电池组应满足GB/T 17626.2-2006 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。

5.5.2 传导骚扰限值

电池组应满足YD/T 983-1998等级B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。

5.5.3 辐射骚扰限值

电池组应满足YD/T 983-1998 等级 B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。

5.5.4 浪涌(冲击)抗扰性

电池组应满足GB/T 17626.5-2008 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。

5.6 电池管理系统

5.6.1 显示精度

电池组配有专用电池管理系统(BMS),BMS显示的各种参数值与电池组实际的参数值之间的误差应符合表2的要求。

表2 显示精度

参数名称	技术要求
电压	电池组按 6.4.1 规定进行试验,充电电压显示精度应优于 1%。
电流	电池组按 6.4.2 规定进行试验,放电电流显示精度应优于 2.5%。
容量	电池组按 6.4.3 规定进行试验,电池组容量显示精度应优于 5%。
电池组工作环境温度	电池组按 6.4.4 规定进行试验,温度显示误差应小于 3℃。

5.6.2 监控功能

5.6.2.1 通讯接口

电池组宜具有RS232或RS485/422、IP、USB等标准通讯接口，通信协议参见YD/T 1363.3-2005中的蓄电池检测装置通信协议，应提供与通讯接口配套使用的通讯线缆和各种告警信号输出端子。

5.6.2.2 监控内容

电池组应具有以下实时监控功能：

- 遥测：电池组容量（SOC）、电池组/单体电池电压、电池组/单体电池电流、环境/电池组/PCBA板（可选）/单体电池温度（可选）等；
- 遥信：电池组的充电/放电状态、电池组充电过压/过流告警、电池组放电欠压/过流告警、单体电池充电过压告警、单体电池放电欠压告警、电池组极性反接告警、环境/电池组/PCBA/单体电池高温告警、环境低温告警、电池组容量过低告警、电池组温度/电压/电流传感器失效告警、单体电池失效告警（可选）、电池组失效告警（可选）；
- 遥控：开/关机，充电/放电测试；
- 遥调：电池组的充电/放电管理参数等。

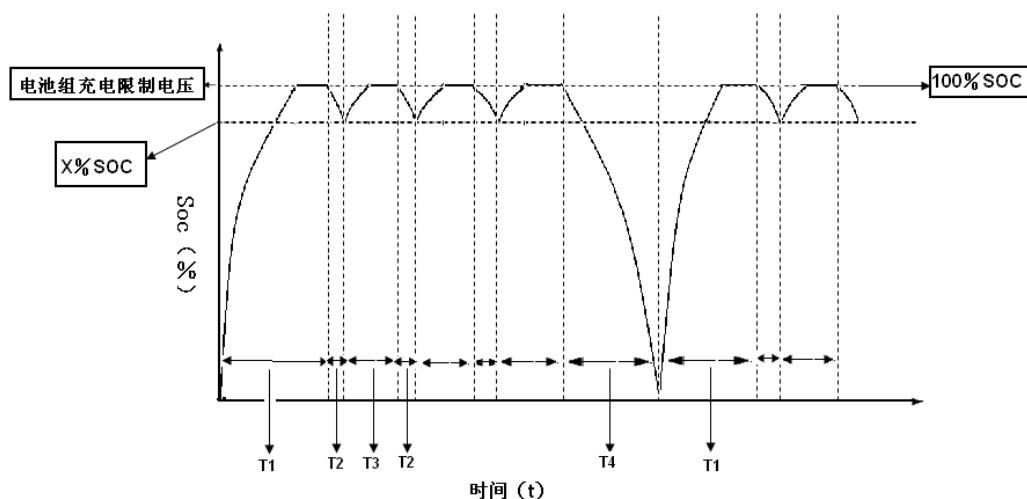
5.6.3 智能间歇式充放电管理

电池管理系统（BMS）应具备对整个电池组进行智能间歇式充放电管理功能。

智能间歇式充放电步骤如注：T1 和 T3 为充电过程，T1 为恒流-恒压充电阶段，T2 为电池组开路静置阶段；T3 为间歇式补充电阶段；T4 为电池组放电过程；X 值为 75~95。

图 2 所示：

- 恒流-恒压充电阶段：电池组充电电路根据各单体电池的电压进行充电控制，控制电池单体和电池组的充电电压满足充电限制电压要求，直到所有电池都充满电，电池组充电限制电压见附录 A；
- 补充电阶段：电池组完成整个恒流-恒压充电过程后，电池组由BMS控制进入开路静置状态，如图3所示，直至容量减少到电池组充电限制电压初始容量的75%~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；在开路静置状态时，若交流电停电，BMS应能控制电池组无延迟进入放电状态。



注：T1和T3为充电过程，T1为恒流-恒压充电阶段，T2为电池组开路静置阶段；T3为间歇式补充电阶段；T4为电池组放电过程；X值为75~95。

图2 电池组间歇式充放电管理示意图

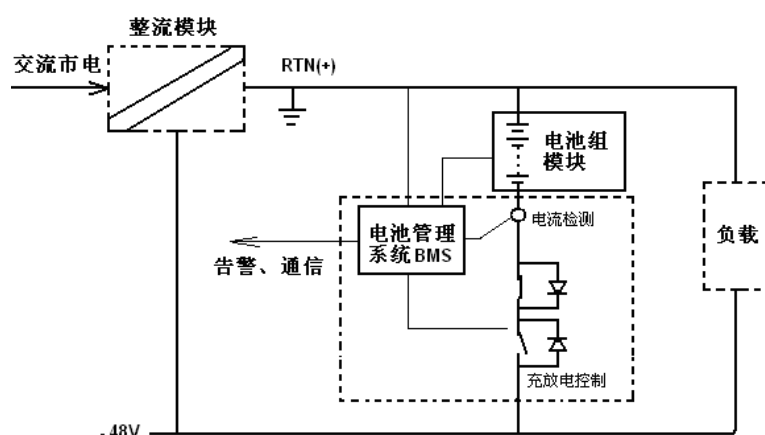


图3 电池组开路静置示意图

5.7 保护功能

5.7.1 过充电保护

电池组按6.5.1规定进行试验，电池组应切断充电电路，电池组应不漏液、冒烟、起火或爆炸。

5.7.2 过放电保护

电池组按6.5.2规定进行试验，电池组应切断放电电路，电池组应不漏液、冒烟、起火或爆炸。

5.7.3 短路保护

电池组按6.5.3规定进行试验，电池组应瞬间切断电路，电池组应不漏液、冒烟、起火或爆炸；瞬时充电后，电池组电压应不小于标称电压。

5.7.4 反接保护

电池组按6.5.4规定进行试验，电池组应切断电路，电池组应不漏液、冒烟、起火或爆炸；瞬时充电后，电池组电压应不小于标称电压。

5.7.5 过载保护

电池组按6.5.5规定进行试验，当放电电流达到过载保护电流值时，电池组应切断电路，电池组应不漏液、冒烟、起火或爆炸；瞬时充电后，电池组电压应不小于标称电压。

5.7.6 温度保护

电池组按6.5.6规定进行试验：温度达到表3中保护点范围时，电池组应切断电路；除电池组内部BMS元器件高温保护外，温度达到表3中恢复点范围时，电池组应自动恢复工作；电池组应不漏液、冒烟、起火或爆炸。

表3 温度保护

项目	保护点	恢复点
环境高温禁止充电保护	60℃±2℃	35℃±2℃
环境高温禁止放电保护	70℃±2℃	55℃±2℃
环境低温禁止放电保护	-30℃±2℃	-15℃±2℃
环境低温禁止充电保护	-5℃±2℃	5℃±2℃

5.8 电池组安全性能

5.8.1 抗重物冲击

电池组按6.6.2规定进行试验，应不起火、不爆炸。

5.8.2 抗热冲击

电池组按6.6.3规定进行试验，应不起火、不爆炸。

5.8.3 抗过充电

电池组按6.6.4规定进行试验，应不起火、不爆炸。

5.8.4 抗过放电

电池组按6.6.5规定进行试验，应不起火、不爆炸。

5.8.5 抗短路

电池组按6.6.6规定进行试验，应不起火、不爆炸。

5.8.6 高温储存

电池组按6.6.7规定进行试验，应不漏液、冒烟、起火或爆炸。

5.8.7 抗加热

电池组按6.6.8规定进行试验，爆炸电池没有任何部分穿透网屏，没有部分或全部电池突出网屏。

5.8.8 抗穿刺

电池组按6.6.9规定进行试验，应不起火、不爆炸。

5.8.9 抗挤压

电池组按6.6.10规定进行试验，应不起火、不爆炸。

5.8.10 抗低压

电池组按6.6.11规定进行试验，应不漏液、冒烟、起火或爆炸。

5.8.11 恒定湿热

电池组按6.6.12规定进行试验后，其外观应无明显变形、锈蚀、冒烟或爆炸，其容量应不低于额定值的90%。

5.8.12 抗振动

电池组按6.6.13规定进行试验，其外观应无明显损伤、漏液、冒烟或爆炸，并能正常工作。

5.8.13 抗碰撞

电池组按6.6.14规定进行试验，其外观应无明显损伤、漏液、冒烟或爆炸，并能正常工作。

5.8.14 温度循环

电池组按6.6.15规定进行试验，其应不漏液、冒烟、起火或爆炸；电池组外观无破裂，无质量损失，容量不低于初始状态时的70%。

5.8.15 阻燃性能

对于塑料外壳和保护盖的电池组，按照6.6.16规定进行测试，外壳应符合GB/T2408-2008中第8.3.2条FH-1(水平级)和第9.3.2条FV-0(垂直级)的要求。

注：阻燃性能要求不适用于金属外壳的电池组。

5.8.16 绝缘电阻

对于金属外壳的电池组，电池组正负极接口分别对电池组金属外壳的绝缘电阻不小于 $2M\Omega$ 。

注：绝缘要求不适用于塑料外壳和保护盖的电池组。

5.8.17 抗浸水(可选)

电池组应满足6.6.18抗浸水试验的要求。

5.9 出厂容量

电池组按6.7规定进行试验，容量应在40%~75%标称容量范围内或按用户特殊要求约定。

5.10 储存

电池组按6.8规定进行试验， $0.2C_5A$ 放电容量应不小于额定值的85%。

6 试验方法

6.1 试验条件

除特殊说明，各项试验应在以下条件下进行：

——温度： $15^{\circ}C\sim 25^{\circ}C$ （建议 $25^{\circ}C\pm 2^{\circ}C$ ）；

——相对湿度：45%~85%；

——大气压力： $86kPa\sim 106kPa$ 。

6.2 测量仪表要求

测量仪表的要求如表4所示。

表4 测量仪表要求

项目	要求
电压表	精度应不低于0.5级，内阻应不小于10kΩ/V。
电流表	精度应不低于0.5级。
测量时间的仪表	精度应不低于±0.1%。
恒流源	电流连续可调，在充电或放电过程中，其电流变化应在±1%范围内。
恒压源	电压连续可调，其电压变化应在±0.5%范围内。
电池内阻测试仪	精度应不低于1mΩ。
点温计或者温度计	精度应不低于±1℃。
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不低于±0.5%，电流输出和检测精度不低于±0.1%。

6.3 试验方法

6.3.1 充电方式

6.3.1.1 标准充电方式试验方法

在环境温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下，以 $0.2C_5\text{A}$ 充电，当电池组电压达到充电限制电压时，改为恒压充电，直到充电电流小于或等于 $0.05C_5\text{A}$ 。

6.3.1.2 快速充电方式试验方法

在环境温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下，以 $1.0C_5\text{A}$ 充电，当电池组电压达到充电限制电压时，改为恒压充电，直到充电电流小于或等于 $0.05C_5\text{A}$ 。

6.3.2 外观

目测检查被测电池组的外观及电池组与通信设备或模拟装置配合情况，应符合5.3条的规定。

6.3.3 单体电池性能一致性

按下列步骤进行试验：

- 测量电池组内各单体电池的电压，应符合5.4.1的规定；将电池组按6.3.1.1规定充满电，充电过程中每隔0.5h测量电池组内各单体电池的电压，记录电压偏差；静置8小时后，将电池组以 $0.2C_5\text{A}$ 放电，每隔0.5h测量电池组内各单体电池的电压，记录电压偏差。
- 拆下电池组，断开电池串并连接，测量各单体电池内阻，应符合5.4.1的规定；
- 将断开串并连接的单体电池按 $0.2C_5\text{A}$ 充放电3次，各单体电池容量应符合5.4.1的规定。

6.3.4 放电性能

6.3.4.1 $0.5C_5$ A 放电

电池组按6.3.1.1规定充满电后静置0.5h~1h，在环境温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下，以 $0.5C_5\text{A}$ 电流放电至终止电压，应在第3次循环前达到5.4.2的要求。

6.3.4.2 $1.0C_5$ A 放电

电池组按6.3.1.1规定充满电后静置0.5h~1h，在环境温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下，以 $1.0C_5\text{A}$ 电流放电至终止电压，电池组的放电容量应符合5.4.2的规定。

6.3.4.3 10°C 放电

电池组按6.3.1.1规定充满电后，将其放入 $-10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中静置6h后，以 $0.2C_5\text{A}$ 电流放电至终止电压，电池组的放电容量应符合5.4.2的规定；试验结束后，将其取出在环境温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下静置12h，目测其外观，应符合5.4.2的规定。

6.3.4.4 20°C 放电

电池组按6.3.1.1规定充满电后,将其放入 $-20^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中静置6h后,以 $0.2C_5$ A电流放电至终止电压,电池组的放电容量应符合5.4.2的规定;试验结束后,将其取出在环境温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下静置12h,目测其外观,应符合5.4.2的规定。

6.3.4.5 60°C放电

电池组按6.3.1.1规定充满电后,将其放入 $55^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的高温箱中静置4h后,以 $1.0C_5$ A 电流放电至终止电压,电池组的放电容量应符合5.4.2的规定;试验结束后,将其取出在环境温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下静置12h,目测其外观,应符合5.4.2的规定。

6.3.5 容量保存率

电池组按6.3.1.1规定充满电后,在环境温度为 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下将电池组开路静置28天,再以 $0.2C_5$ A电流放电至终止电压,其容量应符合5.4.3的规定。

6.3.6 循环寿命

电池组按6.3.1.1规定充满电后静置0.5h~1h,以 $0.5C_5$ A电流放电至终止电压,再静置0.5h后进行下一个充放电循环,直至连续3次放电容量小于其额定值的80%,则认为寿命终止,电池组的循环寿命应符合5.4.4的规定。

6.3.7 高温加速老化寿命

按下列步骤进行试验:

- a) 电池组按6.3.1.1规定充满电后,将其放入 $65^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的高温箱中,电池组由BMS控制下进入开路静置状态,直至容量减少到电池组充电限制电压初始容量的75%~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-恒压充电方法,历时7d;
- b) 在环境温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下,将电池组静置2h,以 $0.2C_5$ A 电流放电至终止电压,记录放电容量;
- c) 步骤a)和b)为一个循环,重复步骤a)和b),直至放电容量小于额定容量的80%,测试结束前完成的循环次数应符合5.4.5的规定。

6.3.8 电磁兼容性

6.3.8.1 静电放电抗扰性

试验方法按GB/T 17626.2-2006中有关规定进行,结果应符合5.5.1的规定。

6.3.8.2 传导骚扰限值

试验方法按YD/T 983-1998中有关规定进行,结果应符合5.5.2的规定。

6.3.8.3 辐射骚扰限值

试验方法按YD/T 983-1998中有关规定进行,结果应符合5.5.3的规定。

6.3.8.4 浪涌(冲击)抗扰性

试验方法按 GB/T 17626.5-2008中有关规定进行,结果应符合5.5.4的规定。

6.4 电池管理系统

6.4.1 电压精度

电池组按6.3.1.1规定充满电后,用电压表测量电池组电压,与电池组显示的电池组电压相比较,结果应符合5.6.1的规定。

6.4.2 电流精度

将半荷电状态的电池组以 $0.2C_5$ A电流放电,用电流表测量放电电流,与电池组显示的放电电流相比较,结果应符合5.6.1的规定。

6.4.3 容量精度

将电池组以 $0.2C_5$ A电流放电至终止电压,再按6.3.1.1规定充电,整个过程每小时记录一次电池组显示容量,与高精度充电系统测量的容量相比较,结果应符合5.6.1的规定。

6.4.4 温度精度

电池组按6.3.1.1规定充电，用温度计测量电池组环境温度，与电池组显示的环境温度相比较，结果应符合5.6.1的规定。

6.4.5 监控功能

试验按以下步骤进行：

- 目测检查被测电池组是否具有RS232或RS485/422、IP、USB等通讯接口及告警信号输出端子；
- 将电池组安装入通信设备或模拟装置，将计算机通过接口电路与被测电池组连接，电池组进入正常工作状态；
- 按约定的通信协议从被测电池组读取各种参数和状态量，进行遥控、遥调功能测试，结果应符合5.6.2的规定。

6.4.6 智能间歇式充放电管理

试验按以下步骤进行：

将BMS与单独配置的电池组及合适的负载连接(参考图3)，将电池组按5.6.3规定进行恒流-恒压充电、间歇式补充电，充电过程中测量各单体电池电压和电池组电压，再以 $0.2C_5$ A电流放电；开路静置状态时，切断交流电输入，结果应符合5.6.3的规定。

注：单独配置的电池组是指由开路电压不同、容量相同、规格批次相同的电池串并联组成的电池组。

6.5 保护功能

6.5.1 过充电保护

电池组按6.3.1.1规定充满电后，将恒流恒压源电压设定为2倍电池组标称电压，以 $1.0C_5$ A电流给电池组充电8h，电池组应符合5.7.1的规定。

6.5.2 过放电保护

电池组按6.3.1.1规定充满电后，以 $0.2C_5$ A电流放电4h，记录保护动作电压，电池组应符合5.7.2的规定。

6.5.3 短路保护

电池组按6.3.1.1规定充满电后，将电池组的正负极用 0.1Ω 电阻器短路0.5 h后断开，再以 $1.0C_5$ A电流瞬时充电5s，用电压表测量电池组电压，电池组应符合5.7.3的规定。

6.5.4 反接保护

电池组按6.3.1.1规定充满电后，用恒流恒压源给其加上反向的充电限制电压，反向充电电流为 $0.2C_5$ A，4h后将正负极断开，再以 $1.0C_5$ A电流瞬时充电5s，用电压表测量电池组电压，电池组应符合5.7.4的规定。

6.5.5 过载保护

电池组按6.3.1.1规定充满电后，逐步增大放电电流，记录过载保护动作电流，应符合5.7.5的规定。

6.5.6 温度保护

将具有连续记忆功能的点温计探头贴于电池组内电池表面，再将电池组放入高温箱中，分别按下述条款进行测试：

- a) 电池组按6.3.1.1规定充电，调节高温箱的温度以 $3^\circ\text{C}/\text{min}$ 上升至 $65^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，保持10min，下调温度至 $30^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，结果应符合5.7.6的规定；
- b) 电池组按6.3.1.1规定充满电后，以 $0.5C_5$ A电流放电，调节高温箱的温度以 $3^\circ\text{C}/\text{min}$ 上升至 $75^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，保持10min，下调温度至 $50^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，结果应符合5.7.6的规定；
- c) 电池组按6.3.1.1规定充满电后，以 $0.5C_5$ A电流放电，调节低温箱的温度至 $-35^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，保持10min，上调温度至 $-10^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，结果应符合5.7.6的规定；
- d) 电池组按6.3.1.1规定充电，调节低温箱的温度以 $3^\circ\text{C}/\text{min}$ 至 $-10^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，保持10min，上调温度至 $10^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，结果应符合5.7.6的规定；

注：以上保护功能试验应在有保护措施的条件下进行。

6.6 电池组安全性能

6.6.1 基本要求

电池组安全性能试验应在有强制排风条件及防爆措施的装置内进行；所有电池组均应按6.3.1.1规定充电，并静置6h后再进行以下试验。

6.6.2 抗重物冲击

电池组放置于冲击台上并固定在夹具中（电池组最大的面应与台面垂直），将10kg重锤自1.0m高度自由落下，电池组允许发生变形，但应符合5.8.1的规定。

6.6.3 抗热冲击

电池组放置于高温箱中，调节高温箱温度以 $(5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C})/\text{min}$ 上升至 $130^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，保持30min，电池组应符合5.8.2的规定。

6.6.4 抗过充电

本试验应在拆除电池组主板保护单元线路后进行。

电池组放置于通风橱中，将恒流恒压源电压设定为2倍电池组标称电压，以 $2C_5$ A电流给电池组充电，试验过程中用具有连续记录功能的点温计监测电池组温度变化，当电池组温度达到稳态或降至环境温度时结束试验，电池组应符合5.8.3的规定。

6.6.5 抗过放电

本项试验应在拆除电池组主板保护单元线路后进行。

电池组放置于通风橱中，将电池组用 $0.2C_5$ A电流放电（测试时应暂时去除BMS的放电保护功能）至某一单体电池电压达到0V结束试验，电池组应符合5.8.4的规定。

6.6.6 抗短路

本项试验应在拆除电池组主板保护单元线路后进行。

将接有热电偶的电池组置于通风橱中，将电池组的正负极用 0.1Ω 电阻器短路，试验过程中用具有连续记录功能的点温计监测电池组温度变化，当电池组温度下降到低于峰值 10°C 时结束试验，电池组应符合5.8.5的规定。

6.6.7 高温储存

电池组按6.3.1.1规定充满电后，将其放入 $85^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的高温箱中保持48h，应符合5.8.6的规定。

6.6.8 抗加热

试验装置为：平面桌中间为直径合适的孔，盖板由钢丝直径0.017英寸（0.43mm）、每英尺20孔的钢丝网构成，周围安置一个每面2英尺宽（610mm）、1英尺高（305mm）共8面的丝网屏风，盖板之上的金属网由直径0.010英寸（0.25mm）金属丝按每英寸（16~18）丝构成。

电池组按6.3.1.1规定充满电后，将其放在金属网上，盖住平面桌中间的孔，然后进行加热直至电池组爆炸或被摧毁，电池组应符合5.8.7的规定。

6.6.9 抗穿刺

本项试验应在拆除电池组主板保护单元线路后进行。

电池组按6.3.1.1规定充满电后，将直径3mm的钢针沿径向刺穿电池组中的任一单体电池，电池组应符合本技术报告中5.8.8的规定。

6.6.10 抗挤压

本项试验应在拆除电池组主板保护单元线路后进行。

电池组按6.3.1.1规定充满电后，电池组两个最大面积的表面之间进行压缩，压缩力通过一个直径为32mm的液压活塞施加，压缩持续进行直至压力达到17.2Mpa，施加的压力为13kN，当达到最大压力后泄压，电池组应符合5.8.9的规定。

6.6.11 抗低压

电池组放置于真空箱室，抽真空至11.6kPa或更低，在 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境温度下保持360min，电池组应符合5.8.10的规定。

6.6.12 恒定湿热

电池组按6.3.1.1规定充满电后,将其放入 $60^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为90%~95%的恒温恒湿箱中静置12h后,再将其取出在环境温度 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的条件下静置2h,目测其外观,再以 $1.0C_5$ A电流放电至终止电压,应符合5.8.11的规定。

6.6.13 抗振动

电池组按6.3.1.1规定充满电后,进行X、Y、Z三个方向的振动试验。从10Hz~55Hz循环扫频振动90min~100min,扫频速率为1oct/min,位移幅值(单振幅)为0.8 mm,电池组应符合5.8.12的规定。

6.6.14 抗碰撞

电池组按6.3.1.1规定充满电后,承受X、Y、Z三个方向的碰撞试验。初始3ms内平均加速度应不小于75g,峰值加速度在125g~175g之间,碰撞次数为1000次 ± 10 次,电池组应符合5.8.13的规定。

注: g 为重力加速度。

6.6.15 温度循环

按下列步骤进行试验:

- 电池组按6.3.1.1规定充满电;
- 将其放入 $70^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的高温箱中,保持12h;
- 将其放入 $-40^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的低温箱中,保持12h;
- 重复步骤b)和c) 9次,最后将电池组在 $25^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 的环境中静置24h,电池组应符合5.8.14的规定。

注: 此试验若在一个可调温的恒温箱中进行,应在30min内达到下设定温度。

6.6.16 阻燃性能

金属外壳电池组不需要进行该项测试,对于有塑料外壳和保护盖的电池组按下列步骤进行试验:

- 按GB/T 2408-2008标准中的第6章进行取样制备。
- 被试样品应在温度(15~35) $^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度45%~75%条件下放置24h开始试验;
- 水平法按GB/T 2408-2008中的第8章进行;
- 垂直法按GB/T 2408-2008中的第9章进行;
- 试验结果应达到5.8.15的要求。

6.6.17 绝缘电阻

塑料外壳和保护盖的电池组不需要进行该项测试。对于金属外壳的电池组,用绝缘电阻测试仪直流500V的测试电压,对被测电池组正负极端子对电池组金属外壳进行测试,绝缘电阻测试结果应符合5.8.16的要求。

6.6.18 抗浸水

电池组浸入水下162mm深度时,应能正常工作48h。

电池组完全浸没在水中,在充电状态下,持续7d,然后排干水,再持续充电24h时后,电池组不应出现安全问题,如漏液、冒烟、起火、爆炸等。

6.7 出厂容量

电池组按 $0.2C_5$ A电流放电至终止电压,放电容量应符合5.9的规定。

6.8 储存

电池组为3个月内生产的产品,电池组储存前应按6.3.1.1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:

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

储存期满后,电池组按6.3.1.1进行充电,以 $0.2C_5$ A电流放电至终止电压,放电容量应符合5.10的规定。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为质量一致性检验(交收检验)和鉴定检验(型式检验)。

7.2 质量一致性检验(交收检验)

质量一致性检验应按表6规定的项目逐台进行。

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。

7.3 鉴定检验(型式检验)

鉴定检验按周期进行，一般1年进行一次。具有下列情况之一的均需做鉴定检验：

- a) 产品停产一个周期以上又恢复生产；
- b) 转厂生产再试制定型；
- c) 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变；
- d) 产品投产前鉴定或质量监督机构提出。

注：电磁兼容性试验可每3年进行一次。

鉴定检验的样品应在质量一致性检验合格的产品中随机抽取，其数量为3台；按GB/T 2829-2002中表2判别水平I的一次抽样方案，产品质量以不合格数表示，产品的不合格类型分为B类和C类，不合格质量水平(RQL)见表5；鉴定检验的试验项目及判定见表6。

表5 产品不合格质量水平 RQL

不合格类型	B 类	C 类
RQL 及抽样方案	30 (3; 0, 1)	100 (3; 2, 3)

8 标志、包装、运输、储存

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。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规定。

8.3 运输

电池组应包装成箱进行运输，在运输过程中应防止剧烈振动、冲击或挤压，防止日晒雨淋，可使用汽车、火车、轮船、飞机等交通工具进行运输。

8.4 储存

电池组通常以40%~50%荷电状态储存在环境温度为-5℃~35℃、相对湿度不大于75%的清洁、干燥、通风的室内，应避免与腐蚀性物质接触，应远离火源及热源。

表6 电池组检验项目及判定

序号	检验项目	不合格类型		交收检验	型式检验	要求	试验方法
		B类	C类				
1	外观		○	√		5.3	6.3.2
2	单体电池性能一致性	○				5.4.1	6.3.3

表 6 (续)

3	25℃放电性能	0.5C ₅ A 放电	○		√	5.4.2	6.3.4
		1.0C ₅ A 放电	○		√		
	低温放电性能	-10℃放电	○		√		
		-20℃放电 (可选)	○		√		
	高温放电性能	60℃放电	○		√		
4	容量保存率		○		√	5.4.3	6.3.5
5	循环寿命		○		√	5.4.4	6.3.6
6	高温加速老化寿命		○		√	5.4.5	6.3.7
7	电磁兼容性	静电放电抗扰性	○		√	5.5.1	6.3.8.1
		传导骚扰限值	○		√	5.5.2	6.3.8.2
		辐射骚扰限值	○		√	5.5.3	6.3.8.3
		浪涌 (冲击) 抗扰性	○		√	5.5.4	6.3.8.4
8	电池管理系统	电压精度	○		√	5.6.1	6.4.1
		电流精度	○		√		6.4.2
		容量精度	○		√		6.4.3
		温度精度	○		√		6.4.4
		监控功能	○		√	5.6.2	6.4.5
		智能间歇式充放电管理	○		√	5.6.3	6.4.6
9	保护功能	过充电保护	○		√	5.7.1	6.5.1
		过放电保护	○		√	5.7.2	6.5.2
		短路保护	○		√	5.7.3	6.5.3
		反接保护	○		√	5.7.4	6.5.4
		过载保护	○		√	5.7.5	6.5.5
		温度保护	○		√	5.7.6	6.5.6
10	电池组安全性能	抗重物冲击	○		√	5.8.1	6.6.2
		抗热冲击	○		√	5.8.2	6.6.3
		抗过充电	○		√	5.8.3	6.6.4
		抗过放电	○		√	5.8.4	6.6.5
		抗短路	○		√	5.8.5	6.6.6
		高温储存	○		√	5.8.6	6.6.7
		抗加热	○		√	5.8.7	6.6.8
		抗穿刺	○		√	5.8.8	6.6.9
		抗挤压	○		√	5.8.9	6.6.10
		抗低压	○		√	5.8.10	6.6.11
		恒定湿热	○		√	5.8.11	6.6.12
		抗振动	○		√	5.8.12	6.6.13
		抗碰撞	○		√	5.8.13	6.6.14
		温度循环	○		√	5.8.14	6.6.15
阻燃性能	○		√	5.8.15	6.6.16		
绝缘电阻	○		√	5.8.16	6.6.17		
抗浸水 (可选)	○				5.8.17	6.6.18	
11	出厂容量		○		√	5.9	6.7
12	储存		○		√	5.10	6.8

附 录 A
(规范性附录)
电池组的标称电压、容量和适用性

A.1 电池组工作电压

电池组的工作电压范围应满足通信设备的要求，与采用铅酸蓄电池的电源系统兼容。

表 A.1 电池组工作电压范围

电池组标称电压	48V	12V
电池组工作电压范围	40V~58V	10V~14.5V

A.2 电池组容量（暂行）

电池组的容量应满足通信设备备电功率和时间要求，目前主要使用60Ah以下的电池组。

A.3 电池组适用性

电池组的工作温度范围： $-10^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

后备状态使用寿命：10年（ 25°C 以下）；5年（ 45°C 以下）。

应用领域：中小型通信设备备电，如功率型电池组应用于通信设备的高功率短时备电，能量型电池组应用于环境恶劣地区的备电。经测试，目前部分电池组可以满足表A.2中通信设备备电需求。

表A.2通信设备备电需求参数表

功率型电池组		能量型电池组	
设备备电时间	设备备电功率	设备备电时间	设备备电功率
5 min	1500 W	30 min	500 W
8 min	1000 W	1 h	270 W
20 min	450 W	2 h	140 W
30 min	300 W	4 h	72 W
		8 h	37 W

附 录 B (资料性附录)

通信用后备电源主要问题和锂离子电池组产业化现状

B.1 通信用铅酸蓄电池的主要问题

B.1.1 寿命问题

通信用铅酸蓄电池的设计寿命一般为，2V铅酸电池10年~20年，12V铅酸电池10年~12年。但是在网上实际使用的条件下，铅酸电池并未达到制造商承诺的使用年限，其中在环境温度25℃左右的室内型设备中寿命为6年~7年；在室外型设备中由于环境温度较高，此时铅酸电池的寿命仅能实现2年~3年；在频繁停电、高温高湿等恶劣条件的地区，铅酸电池甚至不到数月其容量就低于额定值的80%而无法满足设备正常备电时间的需要。

B.1.2 电池失效问题

在通信用铅酸电池生命周期中频频发生电池以下失效的问题：

a) 不一致性失效

一组铅酸电池中的每个电池因工艺、生产问题会造成电性能出现差异，此种差异在使用初期很小，但多次充放电循环后，差异会逐渐扩大，表现在浮充和充、放电状态下的电池电压不一致性加大，出现落后电池导致电池组容量下降而失效。

b) 热失控失效

由于阀控式铅酸蓄电池采用电解液总量有限，当充电电流增大时，会加快化学反应速度，电池氧复合效率下降，产生大量气体，气体中的氧气扩散到负极与铅发生化学反应会释放热量，电池内部温度的升高又会加快化学反应速度。如此恶性循环，导致电池内部温度不断累积，最终形成热失控，造成电池外壳鼓胀、变形、电解液干涸，电池容量下降而失效。

c) 电解液干涸失效

在使用过程中，长期过充时，致使大量的水分电解，产生大量气体，多余气体从排气阀处排出，电解液中水份逐渐减少，导致电池电解液出现干涸。电解液干涸会造成电解液酸浓度增大，充放电时浓差极化增大，电池再充电效率降低，从而降低电池容量而失效。

d) 极板硫酸盐化失效

当电池长期处于充电不足的状态，电池正负极就会逐渐形成一种粗大坚硬的硫酸铅，它几乎不溶解，用常规方法很难使它转化为活性物质从而失去活性，不再参与电化学反应，造成电池活性物质总量减少，导致电池放电容量下降而失效。

B.1.3 氢气、酸雾问题

铅酸电池释放出的氢气(H₂)可能引起爆炸，正常情况单格充电时逸出气体量较少。但若因室外密封机柜或直通风型机柜通风口堵塞等原因而逸出H₂未能及时排放，则大量积聚的H₂遇明火或火星时（如开关柜门时）会产生爆炸，损坏机柜，甚至人员伤害。

B.1.4 体积、重量问题

图 B.1 给出了几种常用二次电池体系的体积和质量比能量。在常用的二次电池体系中，铅酸电池的体积比能量和质量比能量是最低的一种。

随着现代通信技术的发展，电信运营商所需的通信设备趋向于集成化、小型化等，即在有限的空间内安装更多的业务设备。但是由于铅酸电池自身固有特性所决定的通信应用的配置原则，导致在典型的室外机柜中，仅铅酸电池就占据了20%~30%空间。

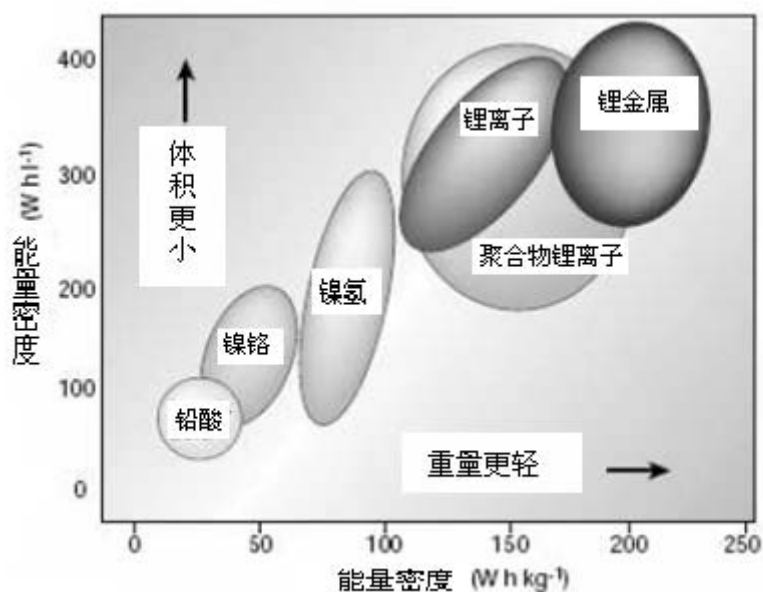


图 B.1 常用二次电池体系的体积比能量和质量比能量比较图

B.1.5 维护成本问题

电池维护工作是延长电池寿命的关键性因素。铅酸电池在使用的过程中应按季度及年进行定期的巡检，及时发现不同原因导致的落后电池、失效电池等进行维护和更换，成本不菲。但在边际网、恶劣电网、山区等，定期巡检和维护的人力、物力成本更高。

综上所述，针对铅酸电池网上应用的实际问题，近年来电信运营商和网络设备供应商逐步或已经开始寻求并研究新型备电解决方案，有些已经进入商用化阶段，如锂离子电池等。

B.2 通信用后备式锂离子电池组的不足

B.2.1 价格因素

就单位Wh的价格而言，锂离子电池是铅酸电池（3~5）倍之多，首次高成本的投入影响着锂离子电池在通信用后备领域的使用。但是锂离子电池在生命周期内的综合维护成本与铅酸电池相比，在一定的条件下成本更低的特点吸引着越来越多的电信运营商、锂电、电源厂商研发与推出不同类型的通信用后备式锂离子电池组。

B.2.2 安全因素

现广泛应用于移动终端市场的锂离子电池是采用正极材料LiCoO₂的锂离子电池，其在过充的情况下（甚至正常充放电时）由于材料自身特性的原因，锂离子在负极堆积形成枝晶，刺穿隔膜，形成内部短路。因此基于材料本身的特性，通信用后备式锂离子电池组建议优先选择安全性高的材料体系，如正极材料为LiFePO₄的锂离子电池等；同时考虑电池组的安全设计和质量工艺控制。

B.2.3 产业化现状

国外通讯运营商均提出了新型锂离子电池后备解决方案的需求，国外多个设备制造商也已推出了一系列新型通信用后备式锂离子电池组，进入了产品的成熟期。欧洲部分运营商已经成功试用。通信用后备式锂离子电池组产业化在国内尚处在起步阶段，少量制造商已经推出可商用产品，运营商尚未开始使用，处于关注状态。