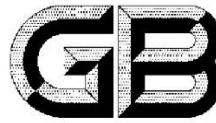


ICS 29.220.99
CCS K 82



中华人民共和国国家标准

GB/T 42729—2023

锂离子电池和电池组安全使用指南

Guidelines for safety use of lithium ion cells and batteries

2023-08-06 发布

2024-03-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会



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 可能发生的危险 4

 4.1 概述 4

 4.2 漏液 4

 4.3 过热 4

 4.4 电击 4

 4.5 起火 5

 4.6 爆炸 5

5 对设备制造厂商的建议 5

 5.1 保护功能管理 5

 5.2 电压管理 5

 5.3 电流管理 7

 5.4 温度管理 8

 5.5 电池的串并联管理 9

 5.6 通信管理 10

 5.7 电池的安装与防护 10

6 对终端产品用户的建议 10

 6.1 充电和放电 10

 6.2 长期放置 10

 6.3 预防异常情况 10

 6.4 异常情况处理 11

7 对维修人员的建议 11

 7.1 一般情况 11

 7.2 预防异常情况 11

 7.3 异常情况处理 12

参考文献 13

前 言

本文件按照 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》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。

本文件由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

本文件起草单位：中国电子技术标准化研究院、宁德新能源科技有限公司、珠海冠宇电池股份有限公司、安普瑞斯（无锡）有限公司、宁波公牛数码科技有限公司、欣旺达电子股份有限公司、小米通讯技术有限公司、烟台海博电气设备有限公司、深圳市华宝新能源股份有限公司、联想（北京）有限公司、深圳市比亚迪锂电池有限公司、东莞新能德科技有限公司。

本文件主要起草人：何鹏林、苟立强、项海标、孙中伟、王清旺、王宗强、程孝仁、李俊义、徐子福、庞静、谈时、黄华英、陈光辉、罗湘文、王晓冬、刘冉冉。

锂离子电池和电池组安全使用指南

1 范围

本文件提供了锂离子电池和电池组使用过程中的安全指导和建议,给出了锂离子电池和电池组制造厂商向用户提供可能发生危险的相关信息。

本文件适用于锂离子电池和电池组的使用。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锂离子电池 lithium ion cell

依靠锂离子在正极和负极之间移动实现化学能与电能相互转化的装置,并被设计成可充电。

注:该装置包括电极、隔膜、电解质、容器和端子等。

3.2

模块 module

多个电池串联或并联在一起的配置,可能有也可能没有保护装置[如熔断器或正温度系数热敏电阻(PTC)]和监控电路。

[来源:IEC 62619:2017,3.9]

3.3

电池包 battery pack

由一个或多个电池、模块电气连接的能量存储装置。

注1:它可以包括给电池组系统提供信息(如电池电压)的保护和监控装置。

注2:它可以包含由终端或其他互联装置提供的保护罩。

[来源:IEC 62619:2017,3.10]

3.4

电池组保护板 battery protection circuit module; PCM

电池组管理单元 battery management unit; BMU

电池组管理系统 battery management system; BMS

以控制电池组的充放电行为为核心功能,用以保护电池安全的电路板、电路模块或电子系统。

注1:通常在简单的便携产品应用领域,使用单独的电池组保护板来保护电池,而在复杂电池组系统中的组成模组中,使用电池组管理单元来管理模组中的电池,在复杂电池组系统如新能源汽车动力电池组中使用电池组管理系统来实现对电池的管理保护。

注2:复杂的电池组管理系统可能包括电池电压、温度及电流测量、能量均衡、电量(SOC)计算及显示、异常报警、充放电管理、通信等。

3.5

电池组 battery

电池组系统 battery system

由一个或多个电池、模块或电池组组成的系统。它有电池组管理系统,如果发生过充、过流、过放和过热,电池管理系统会动作。

注 1: 如果电池制造厂商和用户达成协议,过放切断并不是强制性的。

注 2: 它可以包含冷却或加热装置,有的甚至包含了充放电模块和逆变模块。

[来源:IEC 62619:2017,3.11]

3.6

漏液 leakage

可见的液体电解质的漏出。

[来源:GB/T 28164—2011,1.3.9]

3.7

过热 overheat

由于异常使用或发生内部故障,导致温度超过产品或元器件可承受的温度上限。

3.8

破裂 rupture

由于内部或外部因素引起电池外壳或电池组壳体的机械损伤,导致内部物质暴露或溢出,但没有喷出。

[来源:GB/T 28164—2011,1.3.11]

3.9

起火 fire

从电池或电池组发出火焰。

[来源:GB/T 28164—2011,1.3.13]

注: 火花及拉弧不属于燃烧。

3.10

爆炸 explosion

电池或电池组的外壳剧烈破裂并且主要成分抛射出来。

[来源:GB/T 28164—2011,1.3.12]

3.11

电池制造厂商 cell manufacturer

生产锂离子电池的制造厂商。

3.12

电池组制造厂商 battery manufacturer

将电池组装成电池组的制造厂商。

注: 在某些情况下,电池组制造厂商也可能是电池制造厂商。

3.13

设备制造厂商 equipment manufacturer

生产含有电池和电池组设备的制造厂商。

3.14

终端产品用户 end equipment user

使用含有电池和电池组设备的用户。

注: 一般情况下为消费者。

- 3.15
充电限制电压 **limited charging voltage**
制造商规定的电池或电池组的额定最大充电电压。
- 3.16
充电上限电压 **upper limited charging voltage**
制造商规定的电池或电池组能承受的最高安全充电电压。
- 3.17
过压充电保护电压 **over voltage for charge protection**
制造商规定的高电压充电时的保护电路动作电压。
- 3.18
放电终止电压 **end of discharge voltage**
制造商推荐的电池或电池组放电结束时的电压。
- 3.19
放电截止电压 **discharge cut-off voltage**
制造商规定的电池或电池组安全放电的最低负载电压。
- 3.20
欠压放电保护电压 **low voltage for discharge protection**
制造商规定的低电压放电时的保护电路动作电压。
- 3.21
最大充电电流 **maximum charging current**
制造商规定的最大的恒流充电电流。
- 3.22
过流充电保护电流 **over current for charge protection**
制造商规定的大电流充电时的保护电路动作电流。
- 3.23
最大放电电流 **maximum discharging current**
制造商规定的最大持续放电电流。
- 3.24
过流放电保护电流 **over current for discharge protection**
制造商规定的大电流放电时的保护电路动作电流。
- 3.25
上限充电温度 **upper limited charging temperature**
制造商规定的电池或电池组充电时的最高温度。
- 3.26
下限充电温度 **lower limited charging temperature**
制造商规定的电池或电池组充电时的最低温度。
- 3.27
上限放电温度 **upper limited discharging temperature**
制造商规定的电池或电池组放电时的最高温度。
- 3.28
下限放电温度 **lower limited discharging temperature**
制造商规定的电池或电池组放电时的最低温度。

4 可能发生的危险

4.1 概述

锂离子电池和电池组可能导致的危险包括：漏液、过热、电击、起火、爆炸等。

本文件所指的用户包含：设备制造厂商、终端产品用户和维修人员。

本文件列出了锂离子电池和电池组预期的使用，以及可合理预见的误用中固有危险的识别和描述。

4.2 漏液

4.2.1 概述

漏液可能会直接对人体构成化学腐蚀危害，或导致设备内部绝缘失效间接造成电击、起火等危险。

4.2.2 产生的原因

包括但不限于如下情况：

- 因鼓胀、泄气等导致电池内部电解质泄漏；
- 因挤压、磨损等导致电池内部电解质泄漏。

4.3 过热

4.3.1 概述

过热可能直接对人体引起灼伤，或导致设备绝缘等级下降和安全元器件性能降低，或引燃可燃液体。

4.3.2 产生的原因

包括但不限于如下情况：

- 电池的冷却和散热功能失效；
- 因电池故障导致电流增加；
- 电池使用环境温度过高；
- 保护功能失效导致电池异常发热。

4.4 电击

4.4.1 概述

电击引起的生理反应取决于电流值的大小和持续时间及其通过人体的路径，直接危害人体。

超过直流值 60V 的电压被认为是危险电压。

注：具有逆变功能能够输出交流电压的产品，其电击危险见 GB 4943.1。

4.4.2 产生的原因

包括但不限于如下情况：

- 接触正常情况下带危险电压的裸露零部件；
- 正常情况下带危险电压的零部件和可触及的导电零部件间的绝缘被击穿；
- 从带危险电压的零部件流向可触及零部件的接触电流。

4.5 起火

4.5.1 概述

起火可能直接烧伤人体,或对设备造成着火危险,同时可能产生影响人体健康的有害气体。

4.5.2 产生的原因

包括但不限于如下情况:

- 电池内部热能积聚过多,且温度达到内部可燃物质燃点;
- 电池内部可燃气体聚集,且温度达到其燃点;
- 电池外部零部件燃烧引燃电池或电池组。

4.6 爆炸

4.6.1 概述

爆炸时构成部件或组成部分抛射出来,可能直接危害人体,或损害设备。

4.6.2 产生的原因

包括但不限于如下情况:

- 电池内部热能和气体积聚过多,且内部压力超出外壳的承受能力;
- 电池外部过热等其他因素导致电池内部产生大量热量或气体,且内部压力超出外壳的承受能力。

5 对设备制造厂商的建议

5.1 保护功能管理

宜使用带有 PCM/BMU/BMS 的电池组。

对于使用未带有电池组保护板(PCM)/电池管理单元(BMU)/电池管理系统(BMS)的电池和电池组时,设备需具有与上述保护措施等效的保护功能。

5.2 电压管理

设备宜具有电池或电池组电压监控功能。若充/放电电压超过电池或电池组的正常工作电压范围时,设备宜立即采取保护动作。

设备对电池或电池组的充放电电压不超过电池或电池组制造厂商规定的正常工作电压范围,单一电池组成的电池组相关电压参数关系如图 1 所示。推荐设备对电池或电池组的充电保护电压宜低于其安全电压上限,放电保护电压宜高于其放电截止电压。

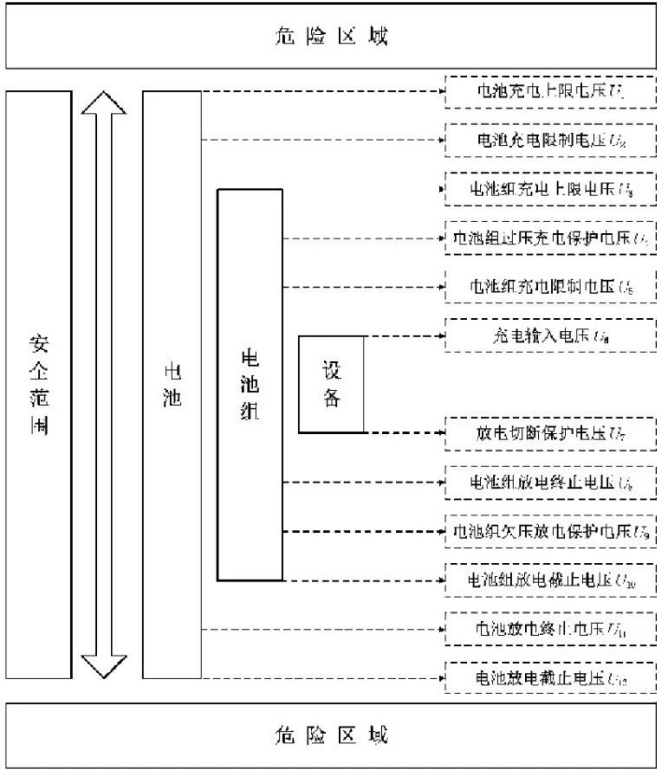


图1 电压管理示意图

一般情况下,各电压大小关系见公式(1)、公式(2)、公式(3)和公式(4)。

$$U_1 \geq U_2 \geq U_5 \geq U_6 \dots\dots\dots (1)$$
$$U_1 \geq U_3 \geq U_4 \geq U_5 \geq U_6 \dots\dots\dots (2)$$
$$U_7 \geq U_8 \geq U_{11} \geq U_{12} \dots\dots\dots (3)$$
$$U_7 \geq U_8 \geq U_9 \geq U_{10} \geq U_{12} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- U_1 —— 电池充电上限电压,单位为伏特(V);
- U_2 —— 电池充电限制电压,单位为伏特(V);
- U_3 —— 电池组充电上限电压,单位为伏特(V);
- U_4 —— 电池组过压充电保护电压,单位为伏特(V);
- U_5 —— 电池组充电限制电压,单位为伏特(V);
- U_6 —— 设备对电池/电池组的充电输入电压,单位为伏特(V);
- U_7 —— 放电切断保护电压,是指电池或电池组对设备供电的负载最低电压,单位为伏特(V);
- U_8 —— 电池组放电终止电压,单位为伏特(V);
- U_9 —— 电池组欠压放电保护电压,单位为伏特(V);
- U_{10} —— 电池组放电截止电压,单位为伏特(V);
- U_{11} —— 电池放电终止电压,单位为伏特(V);
- U_{12} —— 电池放电截止电压,单位为伏特(V)。

注 1: 电池充电限制电压(U_2)与电池组充电上限电压(U_3)不做比较。

注 2：电池组放电截止电压(U_{10})与电池放电终止电压(U_{11})不做比较。

若电池或电池组的充电上限电压或放电截止电压与环境温度紧密相关,设备宜控制对电池或电池组的充放电电压不超出其在当前环境温度下的充电上限电压及放电截止电压。

5.3 电流管理

设备宜增加电池或电池组电流监控功能。

设备所用的电池或电池组的充/放电电流不宜超过电池或电池组的正常工作电流范围,单一电池组成的电池组相关电流参数关系如图 2 所示。推荐设备对电池或电池组的最大充电电流宜低于电池或电池组所允许的最大充电电流,电池或电池组对设备的最大放电电流宜低于电池或电池组所允许的最大放电电流。

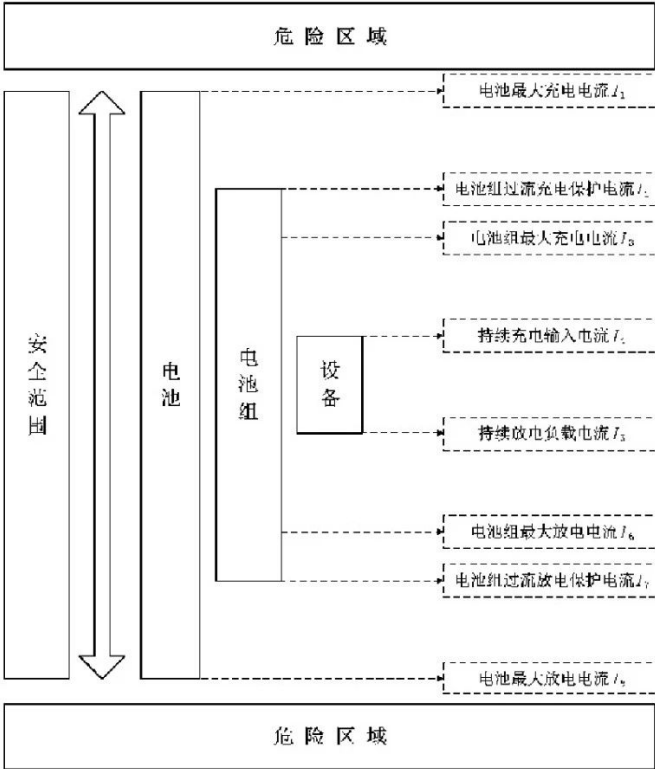


图 2 电流管理示意图

一般情况下,各电流大小关系见公式(5)和公式(6)。

$$I_1 \geq I_2 \geq I_3 \geq I_4 \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$I_5 \leq I_6 \leq I_7 \leq I_8 \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- I_1 ——电池最大充电电流,单位为安培(A)；
- I_2 ——电池组过流充电保护电流,单位为安培(A)；
- I_3 ——电池组最大充电电流,单位为安培(A)；
- I_4 ——设备对电池/电池组的持续充电输入电流,单位为安培(A)；
- I_5 ——电池/电池组对设备的持续放电负载电流,单位为安培(A)；

- I_6 ——电池组最大放电电流,单位为安培(A);
- I_7 ——电池组过流放电保护电流,单位为安培(A);
- I_8 ——电池最大放电电流,单位为安培(A)。

通常锂离子电池的最大充电电流和最大放电电流能力与环境温度紧密相关。设备宜能根据环境温度调整电池或电池组的充放电电流,确保设备中的电池或电池组不超出其在当前环境温度下的最大充电和放电电流。

若充/放电电流超过电池或电池组的正常工作电流范围时,设备宜立即采取保护动作。

5.4 温度管理

设备宜具有电池或电池组温度监控功能。推荐对电池或电池组进行多点监测,至少覆盖可能的最高温度点。

对于使用具备温度监控功能电池组的设备除外。鼓励设备增加温度监控功能,可以直接测量温度或通过数据接口读取温度数据。

设备对电池或电池组的充电温度不宜超过电池或电池组的工作温度范围,如图 3 所示。

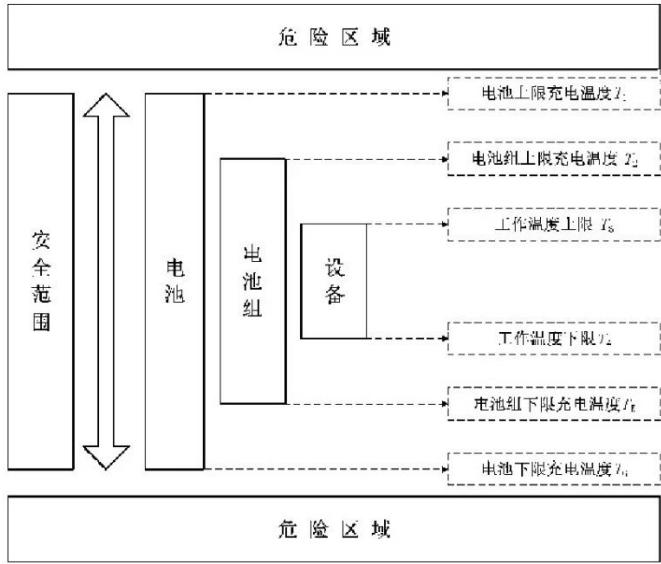


图 3 充电温度管理示意图

一般情况下,各充电温度大小关系见公式(7)和公式(8)。

$$T_1 \geq T_2 \geq T_3 + \Delta T_1 + \Delta T_2 \dots\dots\dots (7)$$

$$T_4 \geq T_5 \geq T_6 \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- T_1 —— 电池上限充电温度,单位为摄氏度(℃);
- T_2 —— 电池组上限充电温度,单位为摄氏度(℃);
- T_3 —— 设备工作温度上限,单位为摄氏度(℃);
- ΔT_1 —— 电池或电池组充电时自发热导致的温升,单位为摄氏度(℃);
- ΔT_2 —— 设备工作时其他元器件发热导致的温升,单位为摄氏度(℃);
- T_4 —— 设备工作温度下限,单位为摄氏度(℃);
- T_5 —— 电池组下限充电温度,单位为摄氏度(℃);

T_6 —— 电池下限充电温度,单位为摄氏度(℃)。
设备对电池或电池组的放电温度不宜超过电池或电池组的工作温度范围,如图 4 所示。

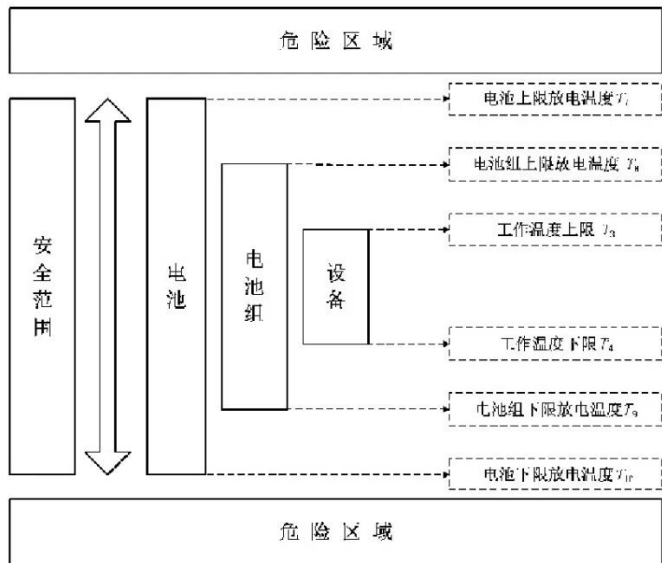


图 4 放电温度管理示意图

一般情况下,各放电温度大小关系见公式(9)和公式(10)。

$$T_7 \geq T_8 \geq T_3 + \Delta T_3 + \Delta T_4 \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$T_4 \geq T_9 \geq T_{10} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- T_7 —— 电池上限放电温度,单位为摄氏度(℃);
- T_8 —— 电池组上限放电温度,单位为摄氏度(℃);
- T_3 —— 设备工作温度上限,单位为摄氏度(℃);
- ΔT_3 —— 电池或电池组放电时自发热导致的温升,单位为摄氏度(℃);
- ΔT_4 —— 设备工作时其他元器件发热导致的温升,单位为摄氏度(℃);
- T_4 —— 设备工作温度下限,单位为摄氏度(℃);
- T_9 —— 电池组下限放电温度,单位为摄氏度(℃);
- T_{10} —— 电池下限放电温度,单位为摄氏度(℃)。

若使用的电池或电池组在不同环境温度下最大充电电流和充电限制电压存在差异,设备的充电电路宜根据电池或电池组的温度情况,控制充电电流与电压不超过当前温度下可接受的范围。

若温度超过电池或电池组的工作范围,设备宜立即采取保护动作。

一般情况下,具有辅助加热功能的设备,其工作温度下限可低于电池或电池组的充/放电温度下限,但需保证电池或电池组的工作温度处于安全温度范围内;具有辅助制冷功能的产品,其工作温度上限可高于电池或电池组的充/放电温度上限,但需保证电池或电池组的工作温度处于安全温度范围内。

5.5 电池的串并联管理

本条款适用于直接使用多级串并联电池的设备。

选用一致性符合要求的电池进行组装。若组成电池容量不一致,每个并联电池的充电电流和放电电流值需与电池制造商的规定值相匹配,且具有“有效的充放电电流控制”功能,以保证不超出其安全使



用范围。

设备宜具有监测单节电池电压的功能,当任意一节电池电压超出规定范围时,设备启动保护。

5.6 通信管理

设备宜具备接收和处理电池或电池组上报电池状态信息的功能,包括电池或电池组的电压、电流、温度等相关信息。

5.7 电池的安装与防护

设备需提供牢固的安装方式。

对于没有防护外壳的电池或电池组,设备宜提供适当的机械防护、防火防护、电气防护、环境防护等功能。

对于具有防护外壳的电池或电池组,设备宜设置附加防护外壳。

在选用防护材料时,推荐综合考虑材料的物理性能和化学性能。在允许范围内,优先考虑使用具有良好阻燃、绝缘等性能的材料,以降低在起火、高温等异常情况下对电池组安全性的影响。

6 对终端产品用户的建议

6.1 充电和放电

对终端产品用户充电和放电的建议如下:

- 使用过程中宜按照制造厂商规定的充放电条件,且使用与电池或电池组相匹配的充电装置进行充电;
- 使用过程中宜选取干燥、开放的环境对电池或电池组进行充放电,避免在复杂环境下充放电(除电池制造厂商允许的条件外,如相应的IP防护等),如高温、高湿等,以免造成短路、腐蚀或相关保护功能失效;
- 电池和电池组宜处于正常工作温度下操作,避免电池或电池组超出制造商推荐的温度范围外工作;
- 充电前宜清理电池或电池组周围环境,避免周围堆积可燃物,远离易燃易爆区域;
- 电池或电池组宜设计防反接保护,若无此功能,使用时注意电池或电池组的极性。

6.2 长期放置

对终端产品用户长期放置的建议如下:

- 若设备长时间不使用,宜按照制造厂商的要求进行处理;
- 放置时,宜清理电池或电池组周围环境,避免周围堆积可燃物,远离易燃易爆区域;
- 对于长期贮存后的电池或电池组,宜按照制造商规定的时间周期及方法进行充电恢复,以获取最佳的性能。

6.3 预防异常情况

对终端产品用户预防异常情况的建议如下:

- 电池或电池组充电过程中不宜被使用,除制造厂商预期设计可以使用情况外;
- 电池或电池组充满电后应及时停止充电,避免长时间连续充电;
- 使用过程中不宜对电池或电池组进行过充电或过放电,以避免电池发生漏液、过热、起火、爆炸等危险;
- 在连接电池和充电设备、装置以及使用电池或电池组时不宜强制改变电池尺寸,不宜使用硬物

撞击电池,防止尖锐物刺破电池;不宜破坏电池的包装、外型等;不宜使电池处于跌落、振动等状态,避免由于物理因素导致的危险发生;

- e) 电池和电池组应避免被金属项链、曲别针、发卡等金属物接触,以减少短路的可能性;
- f) 应避免婴幼儿接触电池或电池组,防止儿童撕咬、摔打、吞咽等,特别是满足小零件测试的小型电池或电池组。

6.4 异常情况处理

对终端产品用户异常情况处理的建议如下:

- a) 使用时若发生误用,用户宜立即按照制造厂商提供的合理可预见误用的处理措施进行处理,以避免电池漏液、高温、爆炸、起火以及其他危险;
- b) 电池或电池组浸水后,除非制造厂商允许的情况外,按照制造厂商规定的要求进行处理,一般情况下不宜继续使用;
- c) 在使用或充电期间,如发现电池有过热、散发异味、变形或其他异常之处,立即停止使用或充电,并按照制造厂商规定的要求进行处理;
- d) 如儿童发生误吞电池,推荐马上就医。

7 对维修人员的建议

7.1 一般情况

对一般情况的建议如下:

- a) 电池和电池组的维修宜通过指定的专业人员进行;
- b) 维修前宜将电池和电池组完全放电,检查和维修应根据制造厂商推荐的方法和周期进行,避免对电池和电池组造成损坏。如需更换电池组,推荐使用电池或电池组制造商提供的原装电池或电池组。

7.2 预防异常情况

对预防异常情况的建议如下:

- a) 维修过程中宜在干燥、通风的环境下进行;
- b) 维修过程中电池或电池组可配置必要的缓冲垫,避免碰撞、跌落等对电池和电池组造成破损;
- c) 维修过程中宜使用合适的工具进行操作,以避免对电池造成机械损坏,如破损、穿孔等导致电解液泄漏而引发电池短路、过热、爆炸或起火。发现电池损坏后推荐更换电池;
- d) 维修过程中宜保持电池和电池组的清洁和干燥,若电池或电池组的端子附着异物,推荐使用制造厂商规定的方法进行清洁;
- e) 维修过程中不宜使电池或电池组接触到具有腐蚀性的物质,维修时保持工作台清洁,以防止电池或电池组腐蚀;
- f) 维修过程中宜进行必要的绝缘防护,以防止电池或电池组短路。使用的设备、工具在与电池正负极接触的部位上宜设置绝缘措施;
- g) 维修过程中,拆卸、安装电池或电池组时不宜强制改变电池尺寸,不宜使用硬物撞击电池,防止尖锐物刺破电池,不宜破坏电池的包装、外型等,不宜使电池处于跌落、振动等状态,避免由于物理因素导致的危险发生;
- h) 不宜将多只电池或电池组随意搁置在货架或抽屉中,搁置过程中宜进行绝缘防护,以避免其相互短路或被其他金属物体短路。推荐设置专门固定电池或电池组的摆放设施;
- i) 对于应用在特殊场合、产品的电池组,维修过程中宜注意保护电池组的结构防水、防尘、绝缘等

特殊设计,以避免破坏电池组的特殊功能。

7.3 异常情况处理

对异常情况处理的建议如下:

- a) 维修时若发生危险,宜立即按照制造厂商提供的合理可预见误用的处理措施处理,以避免电池可能导致高温、漏液、起火、爆炸以及其他危险;
- b) 电池或电池组浸水后,除非制造厂商允许的情况外,一般情况下不宜继续使用,按照制造厂商规定的要求进行处理;
- c) 在维修期间,如发现电池有过热、散发异味、变形或其他异常之处,立即停止使用或充电,并按照制造厂商规定的要求进行处理。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2900.41 电工术语 原电池和蓄电池
 - [2] GB 4943.1 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分:安全要求
 - [3] GB 8898 音频、视频及类似电子设备 安全要求
 - [4] GB/T 28164—2011 含碱性或其他非酸性电解质的蓄电池和蓄电池组 便携式密封蓄电池和蓄电池组的安全性要求
 - [5] GB 31241—2014 便携式电子产品用锂离子电池和电池组 安全要求
 - [6] GB/T 31842 电工电子设备机械结构 环境防护设计指南
 - [7] IEC TR 61438;1996 Possible safety and health hazards in the use of alkaline secondary cells and batteries—Guide to equipment manufacturers and users
 - [8] IEC 62619;2017 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes—Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications
-