ICS 29.220.99
K 82

中华人民共和国国家标准

GB 40165—2021

固定式电子设备用锂离子电池和电池组　安全技术规范

Lithium ion cells and batteries used in stationary electronic equipments—Safety technical specification

2021-04-30 发布　　2022-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
引言 …… Ⅳ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　试验条件 …… 5
4.1　试验的适用性 …… 5
4.2　试验的环境条件 …… 6
4.3　参数测量公差 …… 6
4.4　温度测量方法 …… 6
4.5　测试用充放电程序 …… 6
4.6　型式试验 …… 6
5　一般安全要求 …… 8
5.1　一般安全性的考虑 …… 8
5.2　安全工作参数 …… 9
5.3　标识和警示说明 …… 9
5.4　安全关键元器件 …… 10
6　电池电安全 …… 10
6.1　高温外部短路 …… 10
6.2　过充电 …… 10
6.3　强制放电 …… 11
7　电池环境安全 …… 11
7.1　低气压 …… 11
7.2　温度循环 …… 11
7.3　振动 …… 12
7.4　加速度冲击 …… 13
7.5　跌落 …… 13
7.6　重物冲击/挤压 …… 14
7.7　热滥用 …… 15
8　电池组环境安全 …… 15
8.1　温度循环 …… 15
8.2　振动 …… 16
8.3　加速度冲击 …… 16

8.4 跌落 …… 16
9 电池组系统功能性安全 …… 17
9.1 电池管理单元/电池管理系统要求 …… 17
9.2 试验样品要求 …… 17
9.3 过压充电控制 …… 17
9.4 过流充电控制 …… 18
9.5 欠压放电控制 …… 18
9.6 过载控制 …… 18
9.7 短路控制 …… 18
9.8 反向充电 …… 18
9.9 过热控制 …… 19
9.10 静电放电 …… 19
10 系统安全 …… 19
附录 A（规范性附录） 试验顺序 …… 20
参考文献 …… 21

前　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出并归口。

引　言

本标准仅考虑锂离子电池和电池组的最基本的安全要求以提供对人身和财产的安全保护，而不涉及性能和功能特性。

随着技术和工艺的进一步发展，必然会要求进一步修订本标准。

在本标准范围内锂离子电池和电池组导致的危险是指：

——漏液，可能会直接对人体构成化学腐蚀危害，或导致电池供电的电子设备内部绝缘失效间接造成电击、着火等危险；

——起火，直接烧伤人体，或对电池供电的电子设备造成着火危险；

——爆炸，直接危害人体，或损毁设备；

——过热，直接对人体引起灼伤，或导致绝缘等级下降和安全元器件性能降低，或引燃可燃液体；

——电击，由于电流流过人体而引起的伤害，例如烧伤、肌肉痉挛、心室纤维性颤动等。

对于输出电压超过安全电压限值(直流 60 V)的电池组，可能直接会引发电击危险。而对于通过逆变后能够产生超过安全电压限值(直流 60 V 或者交流峰值 42.4 V)的电池组，也同样可能会引发电击危险。

在确定电池或电池组采用何种设计方案时的优先次序：

——首先，如有可能，优先选择安全性高的材料；

——其次，如果无法实行以上原则，那么需设计保护装置，减少或消除危险发生的可能性，如增加保护装置等；

——最后，不能彻底避免的残留危险采用标识和说明。

上述原则不能代替本标准的详细要求，只是让设计者了解这些要求所依据的原则。

锂离子电池和电池组的安全性与其材料选择、设计、生产工艺、运输及使用条件有关。其中使用条件包含了正常使用条件、可预见的误用条件和可预见的故障条件，还包括影响其安全的环境条件诸如温度、海拔等因素。

锂离子电池和电池组的安全要求覆盖上述所有因素对人员引起的危险。人员是指维修人员和使用人员。

维修人员是指电子设备及其电池的维修人员，维修人员在有明显危险时可以运用专业技能避免可能的伤害。但是，需对维修人员就意外危险进行防护，例如用标识或警示说明以提醒维修人员有残留的危险。

使用人员是指除维修人员以外的所有人员。安全保护要求是假定使用人员未经过如何识别危险的培训，但不会故意制造危险状况而提出的。

固定式电子设备用锂离子电池和电池组　安全技术规范

1　范围

本标准规定了固定式电子设备用锂离子电池和电池组的安全要求，以及试验方法。

本标准适用于固定式电子设备用锂离子电池和电池组（以下简称为电池和电池组）。其中固定式电子设备包括：

a）　固定式信息技术设备（IT 设备）；

b）　固定式音视频设备（AV 设备）及类似设备；

c）　固定式通信技术设备（CT 设备）；

d）　固定式测量控制和实验室电子设备及类似设备。

注：上述列举的固定式电子设备并未包括所有的设备，因此未列出的设备也可能包含在本标准的范围内。

本标准还适用于不间断电源（UPS）、应急电源（EPS）等用锂离子电池和电池组。

2　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（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2423.5　环境试验　第 2 部分：试验方法　试验 Ea 和导则：冲击

GB/T 2423.10　环境试验　第 2 部分：试验方法　试验 Fc：振动（正弦）

GB/T 2423.21　电工电子产品环境试验　第 2 部分：试验方法　试验 M：低气压

GB/T 2423.22　环境试验　第 2 部分：试验方法　试验 N：温度变化

GB 4943.1—2011　信息技术设备　安全　第 1 部分：通用要求

GB/T 17626.2　电磁兼容　试验和测量技术　静电放电抗扰度试验

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：该装置通常包括电极、隔膜、电解质、容器和端子等。

3.2

大型锂离子电池　large lithium ion cell

总质量超过 500 g 的锂离子电池。

注：该术语在本标准中简称为大型电池。

3.3

电池并联块　cell block

多个电池并联在一起的配置，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。

注：由于它尚未安装外壳、终端装置和电子控制装置，因而还不能使用。

[IEC 62619:2017，定义 3.8]

3.4

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。

[IEC 62619:2017，定义 3.9]

3.5

电池组　battery/battery pack

由一个或多个电池或模块电气联接的能量存储装置。

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。

注 3：改写 IEC 62619:2017，定义 3.10。

3.6

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。

注 1：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 2：如果电池制造商和用户达成协议，过放切断并不是强制性的。

注 3：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。

注 4：在本标准中电池组系统的要求等同于电池组。

注 5：改写 IEC 62619:2017，定义 3.11。

3.7

大型锂离子电池组　large lithium ion battery

总质量超过 12 kg 的锂离子电池组。

注：该术语在本标准中简称为大型电池组。

3.8

电池管理系统　battery management system；BMS

与电池组相连的，在过充、过流、过放以及过热下能够切断电路的电子系统，用来监控和(或)管理电池组的状态，计算二次数据、报告数据和(或)控制环境以影响电池组的安全、性能和(或)使用寿命。BMS 的功能可能分配给电池组或使用电池组的设备。

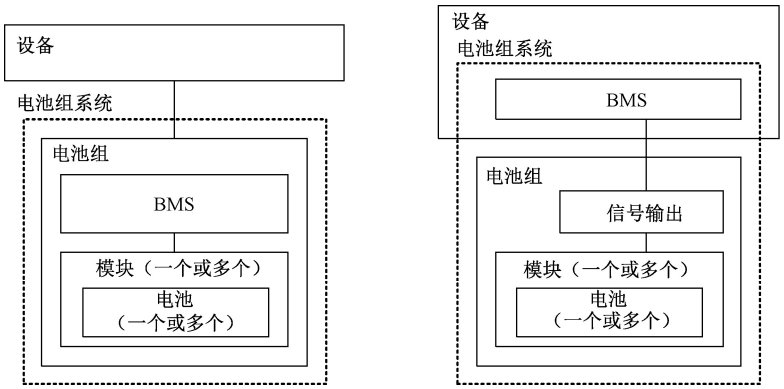
注 1：如果电池制造商与用户达成协议，过放切断并不是强制性的。

注 2：BMS 的功能可在电池组上，也可在使用电池组的设备上。

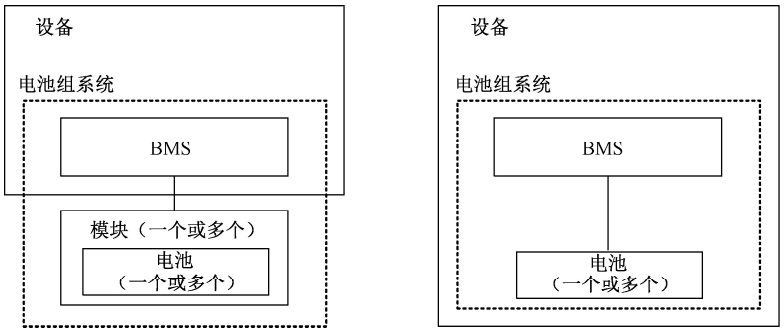
注 3：BMS 可以被分开，有可能一部分在电池组内，一部分位于应用端，见图 1。

注 4：有时 BMS 也被称为 BMU(电池管理单元，battery management unit)。

[IEC 62619:2017，定义 3.12]



a） BMS 的所有功能在电池组内　　b） 电池组和设备均含 BMS 的部分功能



c） 设备与 BMS 和模块组合　　d） 设备包括了所有 BMS 功能和电池

图 1　BMS 位置举例和电池组系统的组成

3.9

固定式电子设备　stationary electronic equipment

固定式电子产品

预定不可由使用人员经常携带的电子设备。

注 1：包括了不可携带使用的电子设备以及超过 18 kg 的移动式电子设备。

注 2：在本标准范围内，不属于 GB 31241—2014 规定的“便携式电子产品”的电子设备都被定义为固定式电子设备，见图 2。

注 3：便携式电子产品的定义参见 GB 31241—2014 的 3.3。

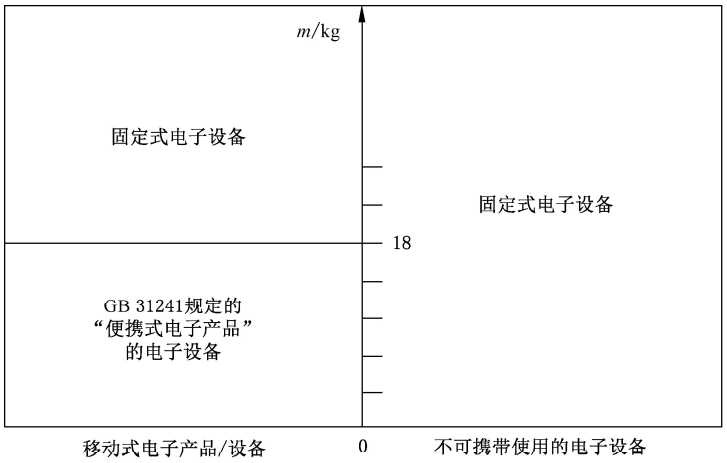


图 2　本标准规定的固定式电子设备范围

3.10

额定容量　rated capacity

C

制造商标明的电池或电池组容量。

注：单位为安时(A·h)或毫安时(mA·h)。

3.11

充电上限电压　upper limited charging voltage

U_{up}

制造商规定的电池或电池组能承受的最高安全充电电压。

3.12

放电截止电压　discharge cut off voltage

U_{do}

制造商规定的电池或电池组安全放电的最低负载电压。

3.13

放电终止电压　end of discharge voltage

U_{de}

制造商规定的电池或电池组循环使用中终止放电行为的负载电压。

3.14

推荐充电电流　recommendation charging current

I_{cr}

制造商推荐的恒流充电电流。

3.15

最大持续充电电流　maximum continual charging current

I_{cm}

制造商规定的最大的恒流充电电流。

3.16

推荐持续放电电流　recommendation continual discharging current

I_{dr}

制造商推荐的持续放电电流。

3.17

最大放电电流　maximum discharging current

I_{dm}

制造商规定的最大持续放电电流。

3.18

上限充电温度　upper limited charging temperature

T_{cm}

制造商规定的电池或电池组充电时的最高环境温度。

注：该温度为环境温度，不是电池或电池组的表面温度。

3.19

上限放电温度　upper limited discharging temperature

T_{dm}

制造商规定的电池或电池组放电时的最高环境温度。

注：该温度为环境温度，不是电池或电池组的表面温度。

3.20

下限充电温度　lower limited charging temperature

T_{cl}

制造商规定的电池或电池组充电时的最低环境温度。

注：该温度为环境温度，不是电池或电池组的表面温度。

3.21

漏液　leakage

可见的液体电解质的漏出。

[GB/T 28164—2011，定义 1.3.9]

3.22

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。

[GB/T 28164—2011，定义 1.3.11]

3.23

爆炸　explosion

电池或电池组的外壳剧烈破裂导致主要成分抛射出来。

[GB/T 28164—2011，定义 1.3.12]

3.24

起火　fire

电池、模块、电池组或电池组系统有可见火焰。

注：改写 IEC 62619:2017，定义 3.17。

3.25

型式试验　type test

对有代表性的样品所进行的试验，其目的是确定其设计和制造是否能符合本标准的要求。

[GB 31241—2014，定义 3.27]

注：除非另有说明，本标准规定的试验均为型式试验。

4　试验条件

4.1　试验的适用性

只有涉及安全性时才进行本标准规定的试验。

在标准内容约定某一类电池或电池组因为产品的设计、结构、功能上的制约而明确对该产品的试验不适用时，可不进行该试验。如因受产品设计、构造或功能上的制约而无法对电池或电池组进行试验，而这种试验又必须实施时，可连同使用该电池或电池组的电子设备、该电子设备附属的充电器或构成该电子设备一部分的零部件，与电池或电池组一起进行相关试验。

注：固定式电子设备及其附带的充电器或者构成其一部分的零部件来自该电池或电池组的制造商或者电子设备的制造商，并由该制造商提供操作说明。

除非另有规定，测试完成后的样品不要求还能正常使用。

4.2 试验的环境条件

除非另有规定，试验一般在下列条件下进行：

a) 温度：20 ℃±5 ℃；

b) 相对湿度：不大于 75%；

c) 气压：86 kPa～106 kPa。

4.3 参数测量公差

相对于规定值或实际值，所有控制值或测量值的准确度应限定在下述公差范围内：

a) 电压：±1%；

b) 电流：±1%；

c) 温度：±2 ℃；

d) 时间：±0.1%；

e) 容量：±1%；

f) 高度：±1%；

g) 质量：±1%。

上述公差包含了所用测量仪器的准确度、所采用的测试方法以及测试过程中引入的所有其他误差。

4.4 温度测量方法

采用热电偶法测量样品的表面温度。温度测试点选取温度最高点作为试验判定依据。

4.5 测试用充放电程序

4.5.1 测试用充电程序

样品按照制造商规定的方法进行充电。

注：在充电前样品先按照制造商规定的方法放电至放电终止电压。

4.5.2 测试用放电程序

样品依照制造商规定的电流进行恒流放电至放电终止电压。

4.6 型式试验

4.6.1 样品的要求

除非另有规定，被测试样品应是客户将要接受的产品的代表性样品，包括小批量试产样品或是准备向客户交货的产品。

若试验需要引入导线测试或连接时，引入导线测试或连接产生的总电阻应小于 20 mΩ。

4.6.2 样品的数量

除特殊说明外，每个试验项目的电池样品为3个，电池组样品为1个。

4.6.3 电池样品容量测试

电池样品的实际容量应大于或等于其额定容量，否则不能作为型式试验的典型样品。

电池先按照4.5.1规定的充电程序充满电，搁置10 min，再按照4.5.2规定的放电程序放电，放电时所提供的容量即为电池的实际容量。

当对容量测试结果有异议时，可依据23 ℃±2 ℃的环境温度作为仲裁条件重新测试。

4.6.4 样品的预处理

电池或电池组按照4.5规定的充放电程序进行两个充放电循环，充放电程序之间电池搁置10 min，电池组搁置30 min。

注：对于电池样品可同时进行容量测试。

4.6.5 试验项目

表1为电池的型式试验项目。

表1 电池的型式试验

项目	章条号	试验内容	样品编号[b,c,d]
试验条件	4.6.3	电池样品容量测试	全部
	4.6.4	样品的预处理	全部
一般安全要求[a]	5.2	安全工作参数	—
	5.3.1	标识要求	
电池电安全试验	6.1	高温外部短路	1～3
	6.2	过充电	4～6
	6.3	强制放电	7～9
电池环境安全试验	7.1	低气压	1～3
	7.2	温度循环	1～3
	7.3	振动	1～3
	7.4	加速度冲击	1～3
	7.5	跌落	10～12
	7.6	重物冲击/挤压	13～15
电池环境安全试验	7.7	热滥用	16～18

[a] 对厂商提供的标签、说明书、材料等进行检查和试验。

[b] 样品优先使用电池，也可使用电池并联块或模块代替电池，试验详见具体条款。

[c] 当使用电池并联块或模块代替电池进行试验，电池并联块或模块所含电池数量多于3个时，使用1个电池并联块或模块进行试验。

[d] 当有争议时，以使用电池进行试验的结果为准。

表 2 为电池组/电池组系统的型式试验项目。

表 2 电池组/电池组系统的型式试验

项目	章条号	试验内容	样品编号[b]
试验条件	4.6.4	样品的预处理	全部
一般安全要求[a]	5.2	安全工作参数	—
	5.3.1	标识要求	
	5.3.2	警示说明	
	5.3.3	耐久性	
电池组环境试验	8.1	温度循环	1
	8.2	振动	1
	8.3	加速度冲击	1
	8.4	跌落	2
电池组系统功能性安全要求	9.3	过压充电	3
	9.4	过流充电	4
	9.5	欠压放电	5
	9.6	过载	6
	9.7	短路	7
	9.8	反向充电	8
	9.9	过热	9
	9.10	静电放电	10
如果电池组系统可拆分为小的单元，单元可代替电池组系统进行试验。制造商可对单元添加最终电池组系统具有的功能。制造商应明确声明每一项测试的测试单元。			
[a] 对厂商提供的标签、说明书、材料等进行检查和试验。 [b] 样品是电池组或电池组系统二者之一。			

系统安全试验见第 10 章。

4.6.6 试验顺序

电池和电池组试验顺序见附录 A。

4.6.7 试验判据

某项试验的受试样品全部测试合格，判定该项试验合格。

5 一般安全要求

5.1 一般安全性的考虑

电池和电池组的安全性从下列两种应用条件加以考虑：

a) 预期使用；

b) 合理可预见误用或滥用以及故障条件。

5.2 安全工作参数

为确保电池和电池组在不同条件下的使用安全，应规定其安全工作条件，包括温度范围、电压范围和电流范围等参数。由于电池材料体系和结构的差异，其安全工作参数值可能不同。

制造商应在相应规格书中至少标明表3中的信息。

表3 规格书中至少标明的信息

安全工作参数	符号
充电上限电压	U_{up}
放电终止电压	U_{de}
放电截止电压	U_{do}
推荐充电电流	I_{cr}
最大持续充电电流	I_{cm}
推荐持续放电电流	I_{dr}
最大放电电流	I_{dm}
上限充电温度	T_{cm}
上限放电温度	T_{dm}
下限充电温度	T_{cl}

5.3 标识和警示说明

5.3.1 标识要求

应使用中文至少标明以下标识：

——产品名称、型号；

——额定容量、标称电压、充电限制电压；

——正负极性，使用“正、负”字样或“＋、－”符号表示；

——制造商或商标。

对于电池组，以上标识均应在本体上标明。

对于电池，额定容量、型号和正负极性应在本体上标明，其余标识允许在包装或说明书上标明。

目测检查被测电池和电池组的标识，应符合以上要求。

5.3.2 警示说明

电池组的本体上应有中文警示说明，例如：

禁止拆解、撞击、挤压或投入火中

若出现严重鼓胀，切勿继续使用

切勿置于高温环境中

目测检查被测电池组的警示说明，应符合以上要求。

5.3.3 耐久性

电池组本体上的标识和警示说明应清晰可辨。

本标准所要求的任何标识和警示说明应是耐久的和醒目的。在考虑其耐久性时，应把正常使用时对其影响考虑进去。

通过检查、擦拭标识和警示说明来检验其是否合格。擦拭标识和警示说明时，应使用一块蘸有水的棉布用手擦拭 15 s，然后再用一块蘸有 75%（体积比）的医用酒精的棉布用手擦拭 15 s，试验后，标识和警示说明仍应清晰，铭牌不应轻易被揭掉，而且不得出现卷边。

5.4 安全关键元器件

5.4.1 基本要求

在涉及安全的情况下，电池、电池模块及电池组系统中的元器件，如正温度系数热敏电阻器（PTC）、热熔断体等，应符合本标准的要求，或者符合有关元器件的国家标准、行业标准或其他规范中与安全有关的要求。

注：只有当某一元器件明确属于基于预定用途的某一元器件国家标准、行业标准或其他的适用范围内时，才能认为该标准是有关的。

5.4.2 元器件的评定和试验

元器件的评定和试验应按下列规定进行：

a) 当元器件已被证实符合与有关的元器件国家标准、行业标准或其他规范相协调的某一标准时，应检查该元器件是否按其额定值正确应用和使用。该元器件还应作为设备的一个组成部分承受本标准规定的有关试验，但不承受有关的元器件国家标准、行业标准或其他规范中规定的那部分试验。

b) 当元器件未如上所述证实其是否符合有关标准时，应检查该元器件是否按规定的额定值正确应用和使用。该元器件还应作为设备的一个组成部分承受本标准规定的有关试验，而且还要按设备中实际存在的条件，承受该元器件标准规定的有关试验。

注：为了检验元器件是否符合某个元器件的标准，通常单独对元器件进行有关试验。

c) 如果某元器件没有对应的国家标准、行业标准或其他规范，或元器件在电路中不按它们规定的额定值使用，则该元器件应按设备中实际存在的条件进行试验。试验所需要的样品数量通常与等效标准所要求的数量相同。

6 电池电安全

6.1 高温外部短路

将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，放置在 55 ℃±5 ℃的环境中，待电池达到 55 ℃±5 ℃后，再放置 30 min。然后用导线连接电池正负极端，并确保全部外部电阻不高于 30 mΩ。试验过程中监测电池温度变化，当出现以下两种情形之一时，试验终止：

a) 电池温度下降值达到峰值温升 50%；

b) 短接时间达到 24 h。

电池应不起火、不爆炸。

当对高温外部短路结果有异议时，可依据制造商提供的电阻值（但不高于 30 mΩ）作为仲裁条件重新测试。

注：导线的电阻率温度系数小于 5×10^{-3} ℃$^{-1}$，如康铜线等。

6.2 过充电

将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，用制造商规定的最大持续充电电流充电至 1.2 倍的充电上限电压或 5 V（取两者较大值）。对于标称电压小于 3 V 的电池，用制造商规定的最大持续充电电流充电至 1.5 倍的充电上限电压。

试验过程中监测电池温度变化，当出现以下两种情形之一时，试验终止：

a) 充电至规定电压后持续充电时间达到 1 h；

b) 电池温度下降值达到峰值温升 50%。

当有争议时，a)和 b)选较严者。

电池应不起火、不爆炸。

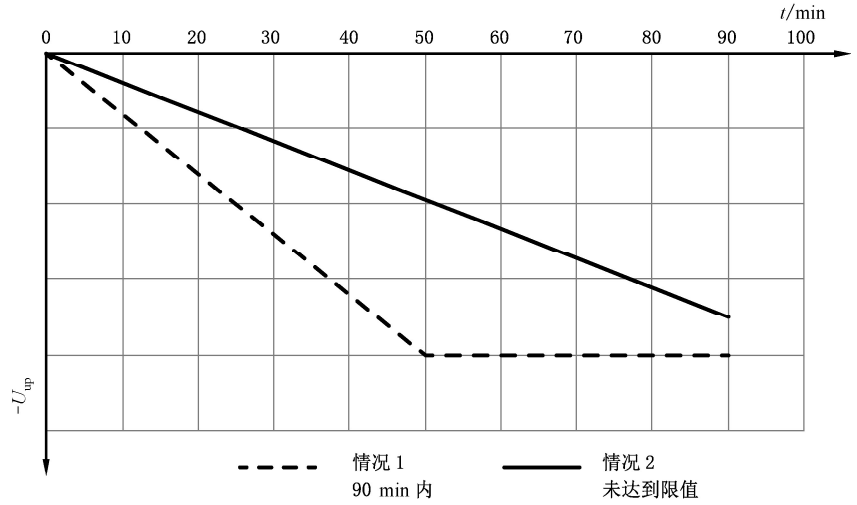
注：如果使用电池并联块或模块代替电池进行此试验，试验参数根据电池并联块或模块中电池串并联关系加倍，串联增压，并联增流。

6.3 强制放电

将电池按照 4.5.2 规定的试验方法放完电后，以 1C A 电流进行反向充电至负的充电上限电压，反向充电时间共计 90 min。

如果在反向充电 90 min 内，电压达到负的电池充电上限电压，应通过减小电流保持该电压继续进行反向充电，反向充电共计 90 min 后终止试验，如图 3 情况 1 所示。

如果在反向充电 90 min 内，电压未达到负的电池充电上限电压，则反向充电共计 90 min 后终止试验，如图 3 情况 2 所示。



注：图中的线仅作示例，实际情况(除水平线部分)不一定是线性或直的。

图 3 反向充电时间图

电池应不起火、不爆炸。

7 电池环境安全

7.1 低气压

将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，将样品放置于 20 ℃±5 ℃的真空箱中，抽真空将箱内压强降低至 11.6 kPa(模拟海拔 15 240 m)，并保持 6 h。

具体试验方法可按照 GB/T 2423.21 中的相关条款。

电池应不起火、不爆炸、不漏液。

7.2 温度循环

将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，将电池放置在温度为 20 ℃±5 ℃的可控温的箱体中进行如下步骤(见图 4)：

a) 将实验箱温度升为 72 ℃±2 ℃，并保持 6 h，温度转换时间不大于 30 min；

b) 然后将实验箱温度降为－40 ℃±2 ℃，并保持 6 h，温度转换时间不大于 30 min；

c) 重复 a)和 b)，共循环 10 次。

对于大型锂离子电池(简称大型电池)，暴露于极端试验温度的时间至少应为 12 h。

具体试验方法可按照 GB/T 2423.22 中的相关条款。

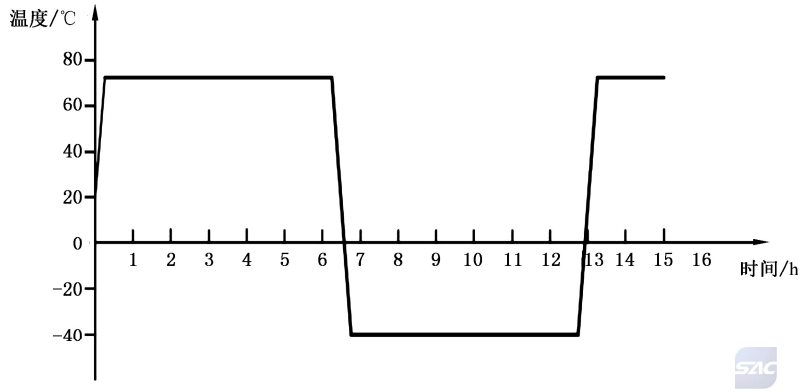


图 4 温度循环流程示意图

电池应不起火、不爆炸、不漏液。

7.3 振动

将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，将样品紧固在振动试验台上，按表 4 中的参数进行正弦振动测试。

表 4 振动波形(正弦曲线)

频率		振动参数[a]	对数扫频循环时间 (7 Hz～200 Hz～7 Hz)	轴向	振动周期数
起始	至				
f_1=7 Hz	f_2	a_1=1 g_n	15 min	X	12
f_2	f_3	S=0.8 mm		Y	12
f_3	f_4=200 Hz	a_2=8 g_n		Z	12
返回至 f_1=7Hz				总计	36
f_1、f_4——下限、上限频率； f_2、f_3——交越点频率(f_2≈17.62 Hz、f_3≈49.84 Hz)； a_1、a_2——加速度幅值； S——位移幅值； g_n——重力加速度，在环境试验中圆整取值为 10 m/s^2。					
[a] 振动参数是指位移或加速度的最大绝对数值，例如：位移幅值为 0.8 mm 对应的峰值-峰值的位移幅值为 1.6 mm。					

每个方向进行 12 个循环，每个方向循环时间共计 3 h 的振动。

圆柱型电池按照其轴向和径向两个方向进行振动试验，方型电池和软包装电池按照三个相互垂直的方向进行振动试验。

具体试验方法可按照 GB/T 2423.10 中的相关条款。

电池应不起火、不爆炸、不漏液。

7.4 加速度冲击

将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，固定在冲击台上，进行半正弦脉冲冲击试验，峰值加速度为 150 g_n±25 g_n，脉冲持续时间为 6 ms±1 ms。大型电池应经受峰值加速度 50 g_n±8 g_n、脉冲持续时间 11 ms±2 ms 的半正波冲击。电池每个方向进行三次加速度冲击试验，接着在反方向进行三次加速度冲击试验。

圆柱型电池按照其轴向和径向两个方向进行冲击试验，总共进行 12 次冲击；方型样品和软包装按照三个相互垂直的方向依次进行冲击试验，总共进行 18 次冲击。

具体试验方法可按照 GB/T 2423.5 中的相关条款。

电池应不起火、不爆炸、不漏液。

7.5 跌落

7.5.1 一般要求

将样品按照 4.5.1 的试验方法充满电后，按表 5 和图 5 的跌落高度及方式自由落体跌落于混凝土板上。

样品应不起火、不爆炸。

注：如果使用电池并联块或模块代替电池进行此试验，跌落高度以最小组成单体电池质量对应的高度进行试验。

表 5 跌落测试方式和条件

样品质量[a] m kg	测试方式	跌落高度[b] h cm
$m<7$	整体	100
$7\leqslant m<20$	整体	$100-90(m-7)/13$
$20\leqslant m<50$	边和角	10
$50\leqslant m<100$	边和角	5
$m\geqslant 100$	边和角	2.5

[a] 质量为三个样品的实测值的平均值。

[b] 试验的跌落高度以样品的实测质量，根据线性内插法计算得到，如图 5。

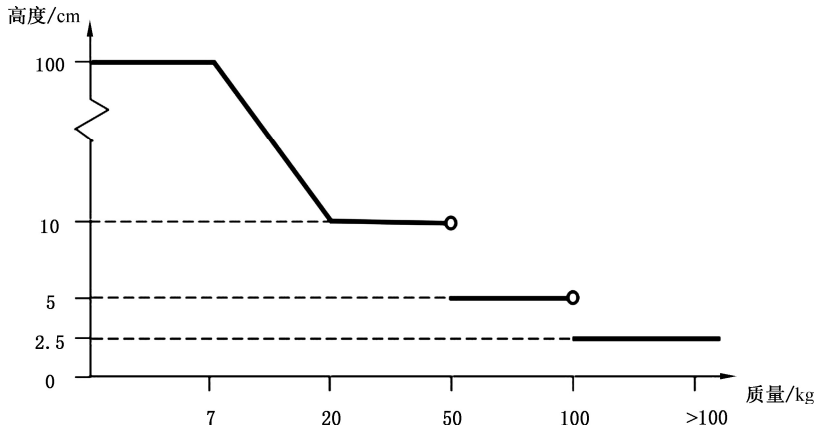


图 5 跌落高度与样品质量关系图

7.5.2 整体跌落试验

质量小于 20 kg 的样品，采用整体跌落试验。

充满电的样品，按照表 5 中规定的高度 1 次跌落在混凝土板上。质量小于 7 kg 的样品进行自由跌落。质量在 7 kg 及以上、20 kg 以下的样品进行底面向下跌落，最易受损的测试单元的底面。测试完成后样品搁置 1 h。

7.5.3 边和角跌落测试

质量在 20 kg 及以上的样品，采用边和角跌落试验。

充满电的样品，按照表 5 中规定的高度 2 次跌落在混凝土板上。跌落测试条件根据图 6 a)、图 6 b)、图 6 c)所示，选择最短边缘以及对应的角为跌落点。

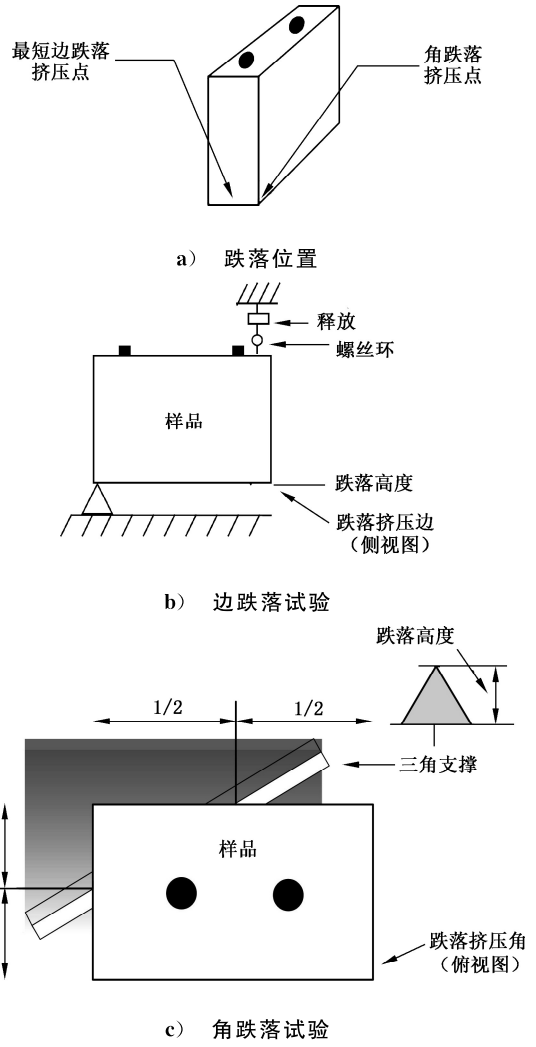


图 6 边和角跌落测试条件

7.6 重物冲击/挤压

7.6.1 重物冲击

适用于直径大于或等于 18.0 mm 的圆柱型电池。

将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电，搁置 10 min，再按照 4.5.2 规定的试验方法放出 50%电

量后，将电池置于平台表面，将直径为 15.8 mm±0.2 mm 的金属棒横置在电池几何中心上表面，采用重量为 9.1 kg±0.1 kg 的重物从 610 mm±25 mm 的高处自由落体状态撞击放有金属棒的样品表面，如图 7 所示，并观察 6 h。

要求圆柱型电池冲击试验时使其纵轴向与重物表面平行，金属棒与电池纵轴向垂直。1 个样品只做一次冲击试验。

电池应不起火、不爆炸。

注：7.6.1 和 7.6.2 中直径指设计参数。

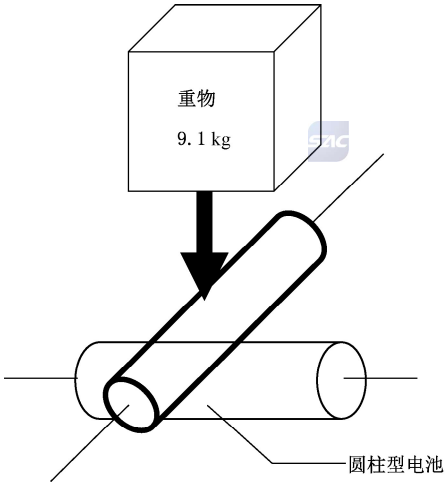


图 7　重物冲击试验中电池放置示意图

7.6.2　挤压

适用于棱柱型、软包装和直径小于 18.0 mm 的圆柱型电池。

将样品按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，将电池置于两个平面之间，垂直于极板方向对样品进行挤压，圆柱型电池挤压时使其纵轴向与两平板平行，方型电池和软包装电池只对电池的宽面进行挤压，挤压面应大于电池最大面，挤压至出现以下两种情况之一时，试验终止：

a)　两平板间挤压力达到 13.0 kN±0.78 kN；

b)　电池的电压下降至少 100 mV。

如果使用电池并联块或模块代替电池进行此试验，以垂直于组成电池的宽面方向进行挤压。

电池应不起火、不爆炸。

7.7　热滥用

将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，将电池放入试验箱中。试验箱以(5±2)℃/min 的温升速率进行升温，当箱内温度达到 130 ℃±2 ℃后恒温，并持续 1 h。

如果使用电池并联块或模块代替电池进行此试验，试验持续时间为[1+(n−1)×0.1] h。n 为电池并联块或模块所含电池数量。

电池应不起火、不爆炸。

8　电池组环境安全

8.1　温度循环

将样品按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，进行温度循环试验，试验方法见 7.2，对于大型锂离子

电池组(简称大型电池组),暴露于极端试验温度的时间至少应为 12 h。

试验后按照 4.5 规定的充放电方法继续进行一次放电充电循环。

大型电池组可选用有监控电路的电池模块进行本项试验。

样品应不起火、不爆炸、不漏液。

8.2 振动

将样品按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后进行振动试验,试验方法见 7.3;大型电池组,试验方法按表 6 中的参数进行正弦振动测试。

表 6 振动波形(正弦曲线)

频率		振动参数[a]	对数扫频循环时间 (7 Hz～200 Hz～7 Hz)	轴向	振动周期数
起始	至				
f_1=7 Hz	f_2	a_1=1 g_n	15 min	X	12
f_2	f_3	S=0.8 mm		Y	12
f_3	f_4=200 Hz	a_2=2 g_n		Z	12
返回至 f_1=7 Hz				总计	36

f_1、f_4——下限、上限频率;

f_2、f_3——交越点频率(f_2≈17.62 Hz、f_3≈49.84 Hz);

a_1、a_2——加速度幅值;

S——位移幅值;

g_n——重力加速度,在环境试验中圆整取值为 10 m/s^2。

[a] 振动参数是指位移或加速度的最大绝对数值,例如:位移量为 0.8 mm 对应的峰值-峰值的位移量为 1.6 mm。

每个方向进行 12 个循环,每个方向循环时间共计 3 h 的振动。

按照 3 个相互垂直的方向依次进行振动试验。

试验后按照 4.5 规定的充放电方法继续进行一次放电充电循环。

具体试验方法可按照 GB/T 2423.10 中的相关条款。

大型电池组可选用有监控电路的电池模块和其机械固定框架进行本项试验。

样品应不起火、不爆炸、不漏液。

8.3 加速度冲击

将样品按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后进行加速度冲击试验,按照 3 个相互垂直的方向依次进行加速度冲击试验,试验方法见 7.4;大型电池组的试验方法见 7.4。

试验后按照 4.5 规定的充放电程序继续进行一次放电充电循环。

大型电池组可选用有监控电路的电池模块和其机械固定框架进行本项试验。

样品应不起火、不爆炸、不漏液。

8.4 跌落

将样品按照 4.5.1 的试验方法充满电后,根据样品质量,按照表 5 选择对整体或角和边进行跌落试验,试验方法见 7.5。

非悬挂式大型电池组可选用有监控电路的电池模块和其机械固定框架进行本项试验,按样品最不利的跌落高度,最大平面向下跌落于混凝土板上。

样品应不起火、不爆炸、不漏液。

9 电池组系统功能性安全

9.1 电池管理单元/电池管理系统要求

固定式电子设备用锂离子电池组系统应设计有电池管理单元(BMU)或电池管理系统(BMS),确保电池和电池组在指定的工作范围内工作。BMU/BMS 应能够发现电池和电池组的电压、温度和电流的异常状态并做出控制。

9.2 试验样品要求

试验样品为电池组系统,或者有监控电路的电池模块,或者是相应电路。

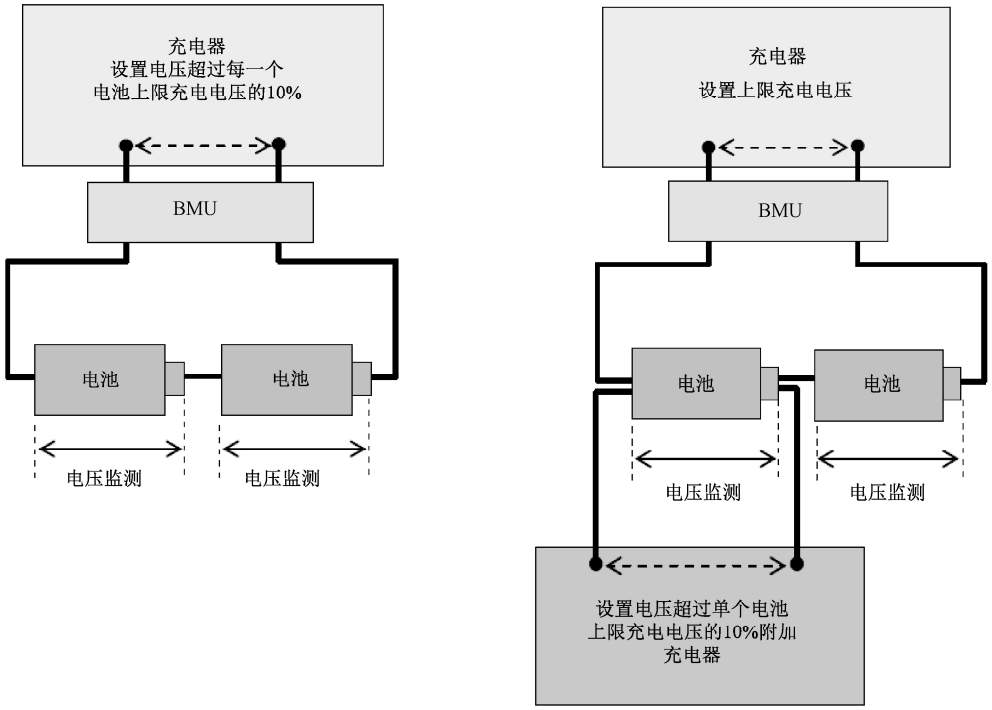
样品以正常工作状态进行试验(仅由 BMU/BMS 进行控制的试验样品,闭合终端接触器),除 9.9 外,如果试验样品有散热系统,应将其开启。

9.3 过压充电控制

将样品按照 4.5.2 规定的试验方法放完电后,用推荐充电器的最大持续充电电流充电至样品中任意一只电池的充电电压超过其充电上限电压 10%。

如果原装充电器很难使电池的充电电压超过其充电上限电压 10%,可用附加充电器提供超出电压。如果难以使用整个样品进行试验,可选择样品的一部分进行试验。

充电至 BMU/BMS 终止充电,这一动作应在充电电压达到 110%充电上限电压时或之前出现。将样品进行 3 次测试。数据采集/监视设备应在充电结束后保持 1 h。试验样品的各项功能在测试过程中应能完全按照设计正常工作。充电示例见图 8。



a) 超出电压施加在整个电池组系统或模块　　b) 超出电压施加在样品的部分电池上

图 8 过压充电电路结构示例

BMU/BMS 应采取动作切断充电电流。

试验过程中保护系统符合保护策略发生不可恢复性的断路也可判定为合格，但发生不可恢复的短路不可判定为合格。

9.4 过流充电控制

将样品按照 4.5.2 规定的试验方法放完电后，用超过最大持续充电电流 20％的电流进行充电。将样品进行 3 次测试。数据采集/监视设备应在充电结束后保持 1 h。试验样品的各项功能在测试过程中应能完全按照设计正常工作。

BMU/BMS 应发现过流充电并将充电电流控制在最大持续充电电流以下。

试验过程中保护系统符合保护策略发生不可恢复性的断路也可判定为合格，但发生不可恢复的短路不可判定为合格。

9.5 欠压放电控制

将样品按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，通过电子负载用样品的最大放电电流放电至样品中任意一只电池的放电电压低于放电截止电压 10％。

如果难以使用整个样品进行试验，可选择样品的部分电池进行试验。

放电至 BMU/BMS 终止放电，这一动作应在放电电压低于 90％放电截止电压时或之前出现。将样品进行 3 次测试。数据采集/监视设备应在放电结束后保持 1 h。试验样品的各项功能在测试过程中应能完全按照设计正常工作。

BMU/BMS 应采取动作切断放电电流。

试验过程中保护系统符合保护策略发生不可恢复性的断路也可判定为合格，但发生不可恢复的短路不可判定为合格。

9.6 过载控制

将样品按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，用超过最大放电电流 20％的电流进行放电。将样品进行 3 次测试。数据采集/监视设备应在放电结束后保持 1 h。试验样品的各项功能在测试过程中应能完全按照设计正常工作。

BMU/BMS 应发现过流放电并将放电电流控制在最大放电电流以下。

试验过程中保护系统符合保护策略发生不可恢复性的断路也可判定为合格，但发生不可恢复的短路不可判定为合格。

9.7 短路控制

将样品按照 4.5.1 规定的试验方法充满电后，短路样品的正负极端子，外部短路总电阻为 30 mΩ±10 mΩ。将样品进行 3 次测试。数据采集/监视设备应在试验结束后保持 1 h。试验样品的各项功能在测试过程中应能完全按照设计正常工作。

BMU/BMS 应发现短路并动作切断电路。

试验过程中保护系统符合保护策略发生不可恢复性的断路也可判定为合格，但发生不可恢复的短路不可判定为合格。

9.8 反向充电

插头和器具插座的设计应能避免反极性连接。

将样品按照 4.5.2 规定的试验方法放完电后，以 1*C* A 电流进行反向充电。将样品进行 3 次测试。数据采集/监视设备应在反向充电结束后保持 1 h。试验样品的各项功能在测试过程中应能完全按照

设计正常工作。

BMU/BMS 应发现反向充电并动作切断充电电流。

试验过程中保护系统符合保护策略发生不可恢复性的断路也可判定为合格，但发生不可恢复的短路不可判定为合格。

9.9 过热控制

将电池按照 4.5.1 规定的试验方法充满电，搁置 10 min，再按照 4.5.2 规定的试验方法放出 50%电量。使样品的温度上升至比最大工作温度高 5 ℃，在此高温下继续充电至 BMU/BMS 终止充电。将样品进行 3 次测试。数据采集/监视设备应在试验结束后保持 1 h(如 BMU/BMS 终止充电)。

注：最大工作温度指最大充电温度和最大放电温度中较高值。

BMU/BMS 应发现过高温度并终止充电。试验样品的各项功能在测试过程中应能完全按照设计正常工作。

试验过程中保护系统符合保护策略发生不可恢复性的断路也可判定为合格，但发生不可恢复的短路不可判定为合格。

9.10 静电放电

按 GB/T 17626.2 的规定对样品的每个端子进行 4 kV 接触放电测试(±4 kV 各 10 次)和 8 kV 空气放电测试(±8 kV 各 10 次)。

BMU/BMS 的保护功能不应失效。

试验过程中保护系统符合保护策略发生不可恢复性的断路也可判定为合格，但发生不可恢复的短路不可判定为合格。

10 系统安全

系统安全要求及测试方法应符合 GB 4943.1—2011 及相关标准，或其替代标准。

附 录 A
（规范性附录）
试验顺序

A.1 电池安全型式试验顺序

对电池进行第 6 章、第 7 章型式试验顺序见图 A.1。

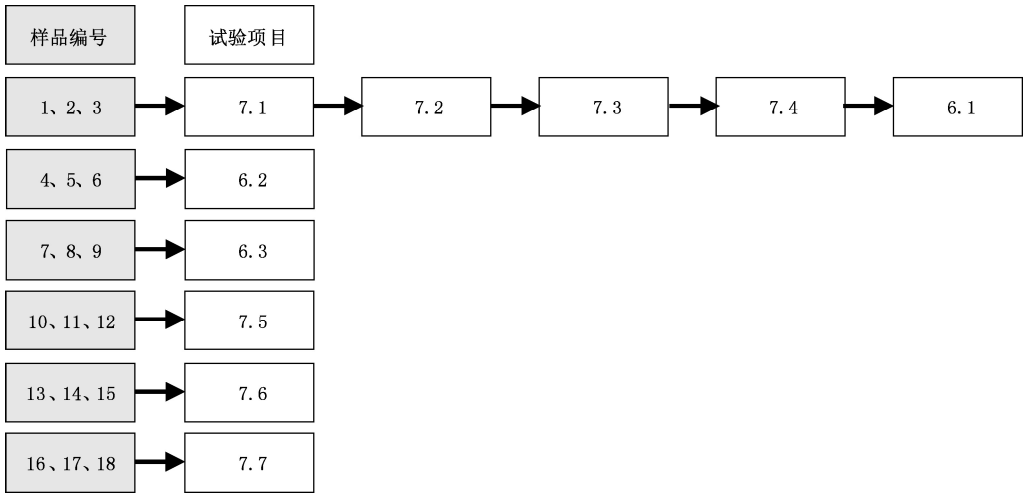


图 A.1 电池安全型式试验顺序

A.2 电池组安全型式试验顺序

对电池组系统进行第 8 章试验顺序见图 A.2。

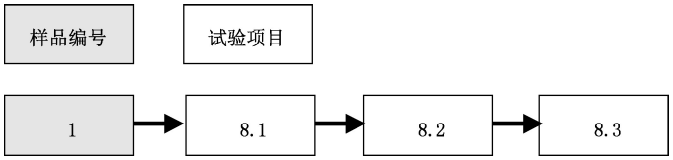


图 A.2 电池组环境安全型式试验顺序

参 考 文 献

[1] 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

[2] GB 31241—2014 便携式电子产品用锂离子电池和电池组 安全要求

[3] IEC 61959:2004 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes—Mechanical tests for sealed portable secondary cells and batteries

[4] 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

[5] IEC 62620:2014 Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes—Secondary lithium cells and batteries for use in industrial applications

[6] UL 1973:2013 Batteries for use in light electric rail (LER) applications and stationary applications

[7] UL 2580:2013 Batteries for use in electric vehicles

[8] UN 38.3 Recommendations on the transport of dangerous goods—Manual of tests and criteria—38.3 lithium metal and lithium batteries