



中华人民共和国国家标准

GB/T 43545—2023

危险货物检验安全规范 超级电容器

Safety specification for inspection of dangerous goods—Super capacitors

2023-12-28 发布

2025-01-01 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	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 运输危险性分类	2
4.1 分类规则	2
4.2 分类要求	3
4.3 检测方法	5
5 检验规则	6
5.1 检验项目	6
5.2 检验条件	6
5.3 判定规则	6
参考文献	7

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。

本文件由全国危险化学品管理标准化技术委员会(SAC/TC 251)提出并归口。

本文件起草单位：上海化工院检测有限公司、上海化工研究院有限公司、宁波中车新能源科技有限公司、天津力神超电科技有限公司、上海奥威科技开发有限公司、中国石油和化学工业联合会、上海永铭电子股份有限公司。

本文件主要起草人：许铤、朱丽娜、周璇、马猛、高首聪、苗小丽、范宾、何源、郭文翔、丁吕龙、陆建峰、蔡杰、吴辰强、曹梦然、王永明。

危险货物检验安全规范 超级电容器

1 范围

本文件规定了超级电容器的运输危险性分类规则、分类要求和检验规则,并描述了对应的检测方法。

本文件适用于超级电容器的运输危险性分类检验。

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 6944 危险货物分类和品名编号

联合国《关于危险货物运输的建议书 规章范本》(第二十三修订版)

3 术语和定义

GB 6944 和《关于危险货物运输的建议书 规章范本》(以下简称《规章范本》)界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超级电容器 super capacitor

介于普通电容器和蓄电池之间,至少有一个电极利用双电层实现储能,在恒流充电或放电过程中的时间与电压的关系曲线通常近似于线性的电化学储能器件。

注:在本文件中,“电容器”一词是当不需要特别强调“超级电容器”时的用语。

[来源:GB/T 34870.1—2017,3.3,有修改]

3.2

双电层超级电容器 electric double layer super capacitor

采用高比表面积材料作为电极主要材料,通过极化电解液形成双电层来储能,无法拉第反应,在恒流充放电过程中的时间与电压的关系曲线近似于线性,额定下限电压为 0 V 的电容器。

[来源:GB/T 34870.1—2017,3.4,有修改]

3.3

非对称超级电容器 asymmetric super capacitor

一极是双电层、另一极是非双电层,通过极化电解液形成双电层及法拉第反应来储能,在恒流充放电过程中的时间与电压的关系曲线近似于线性,通常额定下限电压不为 0 V 的电容器。

3.4

单体 cell

电容器的基本单元,由电极、隔膜、电解质、引出端子和外包装构成的组装体。

[来源:GB/T 34870.1—2017,3.8,有修改]

3.5

模组 module

由两个或两个以上电容器单体及其附件构成的组合体。

[来源:GB/T 34870.1—2017,3.9]

3.6

额定电压 rated voltage

设计时所规定的电容器的最高工作电压。

注:额定电压的单位为伏特(V)。

[来源:GB/T 34870.1—2017,3.10,有修改]

3.7

额定下限电压 rated lower limit voltage

设计时所规定的电容器的最低使用电压。

注:额定下限电压的单位为伏特(V)。

3.8

储存能量 storage energy

电容器自额定电压起至额定下限电压所储存的能量。

[来源:GB/T 34870.1—2017,3.12,有修改]

3.9

泄漏 leakage

电解质或其他物质从电容器漏出现象。

3.10

破裂 rupture

由内部或外部原因引起的电容器外壳的机械损坏,造成内装物暴露或溢出,但无固体喷射的现象。

3.11

起火 fire

电容器有火焰冒出现象。

3.12

解体 disassembly

电容器外壳剧烈破裂,并有主要成分喷射出现象。

4 运输危险性分类

4.1 分类规则

4.1.1 不受限制的电容器

储存能量不大于 0.3 Wh 的双电层超级电容器或非对称超级电容器,不属于 GB 6944 中任何类别或项别的危险货物。

4.1.2 部分受限制的电容器

双电层超级电容器或非对称超级电容器,根据以下情况,按照 4.3 中相应方法进行检测,如果符合 4.2 中的适用要求,则不受《规章范本》其他相关规定限制。

a) 未安装在设备内的电容器:

1) 含危险货物的双电层超级电容器,并且储存能量大于 0.3 Wh 且不大于 10 Wh;

注：本文件中“含危险货物”的电容器是指含有符合 GB 6944 中任何类别或项别危险货物定义的电解质的电容器。

- 2) 不含危险货物的双电层超级电容器,且储存能量大于 0.3 Wh;
 - 3) 含危险货物的非对称超级电容器,并且储存能量大于 0.3 Wh 且不大于 20 Wh,或此类电容器配置组成的模组;
 - 4) 不含危险货物的非对称超级电容器,且储存能量大于 0.3 Wh。
- b) 安装在设备内的电容器:
- 1) 不含危险货物的电容器;
 - 2) 含危险货物的电容器,其设备应包装在坚固的外包装内,外包装以适当材料制造,对包装的指定用途而言有足够的强度和适当设计,可防止运输过程中电容器意外工作;或者带电容器的大型、坚固设备,已经为之提供了同等安全的保护,可在不加包装的情况下提交运输,或放在托盘上运输。

4.1.3 完全受限制的电容器

双电层超级电容器或非对称超级电容器,根据以下情况,按照 4.3 中相应方法进行检测,如果符合 4.2 中的适用要求,则分类为第 9 类危险货物,相关运输条目为 UN 3499 或 UN 3508(见表 1):

- a) 未安装在设备内含危险货物的双电层超级电容器,且储存能量大于 10 Wh,分类为第 9 类危险货物中的 UN 3499 条目;
- b) 未安装在设备内含危险货物的非对称超级电容器,且储存能量大于 20 Wh,分类为第 9 类危险货物中的 UN 3508 条目。

注:含有符合 GB 6944 中第 8 类碱性电解液的镍碳非对称电容器,分类为第 8 类危险货物中的 UN 2795 条目(电池组,湿的,装有碱液,蓄电)。

表 1 电容器相关的运输条目信息

联合国编号	正式运输名称	类别	《规章范本》中的特殊条款	《规章范本》中的包装说明
UN 3499	双电层电容器(储存能量大于 0.3 Wh) CAPACITOR, ELECTRIC DOUBLE LAYER (with an energy storage capacity greater than 0.3 Wh)	9	361	P003
UN 3508	非对称电容器(储存能量大于 0.3 Wh) CAPACITOR, ASYMMETRIC (with an energy storage capacity greater than 0.3 Wh)	9	372	P003

4.2 分类要求

4.2.1 通则

对于不同储存能量、含/不含危险货物的双电层超级电容器或非对称超级电容器,按照表 2 分别确定适用要求。

表 2 电容器运输一般要求与试验要求

类型		双电层超级电容器				非对称超级电容器			
		0.3<E≤10		E>10		0.3<E≤20		E>20	
储存能量 E/Wh		是	否	是	否	是	否	是	否
是否为含危险货物的电容器		是	否	是	否	是	否	是	否
一般要求 (见 4.2.2)	充电状态	√	√	√	√	×	×	×	×
	保护措施	√	√	√	√	√	√	√	√
	泄压	√	√	√	√	√	√	√	√
	储存能量标记	√	√	√	√	√	√	√	√
试验要求 (见 4.2.3)	压差试验	√	×	√	×	√	×	√	×
	跌落试验	√	×	×	×	√	×	×	×
注：“√”代表适用；“×”代表不适用。									

4.2.2 一般要求

4.2.2.1 充电状态

运输时,电容器的充电状态应符合以下要求。

- a) 对于双电层超级电容器：
 - 1) 未安装在设备上的电容器,保持未充电的状态；
 - 2) 安装在设备上的电容器,保持未充电的状态或采取防止短路的保护措施。
- b) 对于非对称超级电容器:无充电状态要求。

4.2.2.2 保护措施

运输时,电容器的保护措施应符合以下要求。

- a) 对于双电层超级电容器单体或模组：
 - 1) 单体或模组中每个单体的储存能量不大于 10 Wh 时,采取防止短路的保护措施,或以金属带连接两极；
 - 2) 单体或模组中每个单体的储存能量大于 10 Wh 时,以金属带连接两极。
- b) 对于非对称超级电容器单体或模组,采取防止短路的保护措施。

4.2.2.3 泄压

设计和制造电容器时,应能通过排气孔或外壳薄弱部位安全地释放使用过程中可能形成的压力。泄压过程中释放的任何液体应保持在包装内或电容器所安装的设备中。

4.2.2.4 储存能量标记

电容器的储存能量应使用以 Wh 为单位的标记。储存能量按式(1)计算：

$$E = \frac{1}{7200} \times C_N \times (U_R^2 - U_L^2) \dots\dots\dots(1)$$

式中：

- E —— 电容器储存能量的数值,单位为瓦特小时(Wh)；
- C_N —— 电容器标称电容(设计时所规定的电容器的电容)的数值,单位为法拉(F)；

U_R —— 电容器额定电压的数值,单位为伏特(V);

U_L —— 电容器额定下限电压的数值,单位为伏特(V)。

4.2.3 试验要求

4.2.3.1 压差试验

含危险货物的电容器样品,按 4.3.2.4.1 规定的方法进行压差试验后,均应不泄漏、不破裂、不起火、不解体。

4.2.3.2 跌落试验

对于含危险货物且储存能量不大于 10 Wh 的双电层超级电容器样品,或含危险货物且储存能量不大于 20 Wh 的非对称超级电容器样品,按 4.3.2.4.2 规定的方法进行跌落试验后,均应不泄漏、不破裂、不起火、不解体。

4.3 检测方法

4.3.1 一般检查

检查电容器的充电状态、保护措施、泄压设计、储存能量标记。

4.3.2 试验方法

4.3.2.1 试验环境条件

除另有规定外,测量、试验和观察均在下列环境中进行:

- a) 温度: $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- b) 相对湿度: $25\% \sim 75\%$;
- c) 大气压力: $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ 。

4.3.2.2 仪器和设备

相对于规定值或实际值,采用通用的电压、电流、温度、时间、质量的测量仪器和设备进行测量,所有控制值或测量值的准确度应在下述公差范围内:

- a) 电压: $\pm 1\%$;
- b) 电流: $\pm 1\%$;
- c) 温度: $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- d) 时间: $\pm 0.1\%$;
- e) 质量: $\pm 0.05\%$ 。

4.3.2.3 充电程序

除另有规定外,在 4.3.2.1 所述环境中储存 24 h 后,根据电容器类型选取恒定电流 I ,对电容器进行恒流充电至额定电压 U_R :

- a) 双电层超级电容器: $I = 40I_1$ (或制造商提供的不低于 $40I_1$ 的电流);
- b) 非对称超级电容器: $I = 5I_1$ (或制造商提供的不低于 $5I_1$ 的电流)。

注 1: I_1 表示电容器 1 倍率充放电电流, $I_1 = C_N \times (U_R - U_L) / 3\ 600$ 。

注 2: 如未特别指明,一般先以制造商规定的电流对电容器进行恒流放电,直至额定下限电压。

4.3.2.4 试验项目

4.3.2.4.1 压差试验

选取 2 个电容器样品,按以下步骤进行试验:

- a) 按照 4.3.2.3 规定的方法充电;
- b) 在压差至少 95 kPa 的条件下存放至少 6 h;
- c) 观察 1 h。

4.3.2.4.2 跌落试验

选取 2 个电容器样品,按以下步骤进行试验:

- a) 按照 4.3.2.3 规定的方法充电;
- b) 将每个电容器(不带包装)从 1.2 m 高度处自由跌落到坚硬表面上(在三个互相垂直的方向上、正反面各进行一次跌落,共六次,其中一次应为端子向下);
- c) 观察 1 h。

5 检验规则

5.1 检验项目

按照第 4 章中的适用要求和相应方法逐项进行检验。

5.2 检验条件

有下列情况之一时,应进行第 4 章的运输危险性分类检验:

- 新产品投产或老产品转产时;
- 正式生产后,如材料、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- 在正常生产时,每半年一次;
- 产品长期停产后,恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次危险性检验结果有较大差异时;
- 主管部门提出进行危险性检验。

5.3 判定规则

依据 4.3 的检测结果,对是否符合 4.2 中的分类要求进行判定,按照 4.1 的分类规则确定超级电容器的运输危险性分类。

参 考 文 献

- [1] GB/T 2900.16—1996 电工术语 电力电容器
 - [2] GB 19458—2004 危险货物危险特性检验安全规范 通则
 - [3] GB/T 34870.1—2017 超级电容器 第1部分:总则
 - [4] 试验和标准手册(第七修订版)
-