

中国超级电容产业联盟标准

T/CSCI XXXX—2017

电池型超级电容器总规范

Generic specification for battery-supercapacitors

（征求意见稿）

201X-XX-XX 发布

201X-XX-XX 实施

中国电子工业标准化技术协会
中国超级电容产业联盟

发布

目次

前言.....	3
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 符号.....	3
5 要求.....	4
5.1 单体.....	4
5.2 模组.....	5
6 测试方法.....	6
6.1 试验条件.....	6
6.2 单体.....	7
6.3 模组.....	9
6.4 试验程序.....	12
7 检验规则.....	13
7.1 检验规则及检验项目.....	13
7.2 出厂检验.....	13
7.3 型式试验.....	13
8 标志、包装、运输和储存.....	14
8.1 标志.....	14
8.2 包装.....	15
8.3 运输.....	15
8.4 储存.....	15

前 言

本标准按照GB/T1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电子技术标准化研究院提出并归口。

本标准主要起草单位：中车青岛四方车辆研究所有限公司、云南大学新型储能研究所、上海奥威科技发展有限公司、福建火炬电子科技股份有限公司、锦州凯美能源有限公司、浙江斯瑞特电子科技有限公司、辽宁博艾格电子科技有限公司。

本标准参加起草单位：天津工业大学、湖南耐普恩科技有限公司、宁波中车新能源科技有限公司。

本标准主要起草人：XX

电池型超级电容器

1 范围

本标准规定了电池型超级电容器的术语和定义、要求、测试方法、检验规则、标志、包装、运输和储存。

本标准适用于电池型超级电容器单体和模组。

2 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本标准。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/T2900.41-2008 电工术语原电池和蓄电池

GB/T31486-2015 电动汽车用动力蓄电池电性能要求及试验方法

QC/T 741-2014 车用超级电容器

IEC62391-1-2015 电子和电力设备用固定双电层超级电容器第一部分：总规范（Fixed electric double-layer capacitors for use in electric and electronic equipmentPart 1: Generic specification）

IEC 62576混合驱动电动汽车用双电层电容器电性能测试方法（Electric double-layer capacitors for use in hybrid electric vehicles-Test method for electrical characteristics）

3 术语和定义

GB/T2900.41-2008界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

超级电容器 supercapacitors

超级电容器是一种电化学储能器件，至少有一个电极主要是通过电极/电解液界面形成的双电层电容或电极表面快速氧化还原反应形成的赝电容实现储能，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。超级电容器的性能介于物理电容器和蓄电池之间。

3.2

电池型超级电容器 battery-typesupercapacitors

正极和（或）负极中兼有双电层和氧化还原反应实现储能的超级电容器。

3.3

单体 cell

电容器的基本单元装置，包括电极、隔膜、电解质/液、极端和外壳等组成的不可分割的整体。

3.4

模组 module

由两个或两个以上电容器单体及其附件（如必要的均衡、管理系统，紧固件等）组合而成的组合体。

3.5

额定电压 rated voltage

在最低工作温度和最高工作温度之间，电容器能够持续工作，并能表现出额定特性的最高电压。

注：该电压是由厂家确定的设计值，单位为伏特（V）。

3.6

额定容量 rated capacitance

在规定条件下测得的，并由制造商给定的电容器应该放出的最低容量。

注：单位为法拉（F）。

3.7

标称能量 nominal energy

由企业提供的电容器储存电能。

注：单位为瓦时（Wh）。

3.8

储存能量 stored energy

在电容器中能够存储的电能。

注：单位为瓦时（Wh）。

3.9

质量功率密度 specific power

从电容器的单位质量所获取的输出功率。

注：单位为瓦每千克（W/kg）。

3.10

最大功率密度 maximum power density

充满电的电容器单位质量所能输出的最大功率。

注：单位为瓦每千克（W/kg），该值通常利用电容器的内阻和额定电压计算得出的。

3.11

额定功率密度 rated power density

指定条件下电容器的最大比功率。

注：单位为瓦每千克（W/kg），该值通常利用电容器的标称内阻和额定电压计算得出的。

3.12

体积功率密度 volumetric power density

从电容器的单体体积所获取的输出功率。

注：单位为瓦每升（W/L）。

3. 13

内阻 internal resistance

电容器中的电解质、正负极、隔膜等电阻的总和。

注：单位为欧姆（ Ω ）。

3. 14

交流内阻 internal A.C.resistance

采用交流方法测得的电容器内阻叫交流内阻。

注：单位为欧姆（ Ω ）。

3. 15

直流内阻 internal D.C. resistance

采用直流方法测得的电容器内阻叫直流内阻。

注：单位为欧姆（ Ω ）。

3. 16

标称内阻 nominal resistance

由企业提供的电容器内阻值。

注：单位为欧姆（ Ω ）。

3. 17

电压保持率 voltage maintenance rate

电容器充电后，开路放置一定时间后，其正、负两极间的电压与充电截止电压的比值。

3. 18

循环寿命 cycle life

在一定测试条件下，电容器在最高工作电压和最低工作电压之间反复充、放电的循环次数。

3. 19

下限温度 lower category temperature

电容器能够持续工作的最低环境温度, 单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

3. 20

上限温度 upper category temperature

电容器能够持续工作的最高环境温度, 单位为摄氏度（ $^{\circ}\text{C}$ ）。

4 符号

下列符号适用于本标准。

U_R ——额定电压，V；
 U_{\min} ——最低工作电压，V；
 U_{ocv} ——端电压，V；
 C ——超级电容器的容量，F；
 C_R ——超级电容器的额定容量，F；
 C_N ——超级电容器的标称容量，F；
 R_{DC} ——直流内阻， Ω ；
 R_{AC} ——交流内阻， Ω ；
 I_1 ——超级电容器1倍率充放电电流，A，其数值等于 $C_N \times (U_R - U_{\min}) / 3600$ ；
 I_w ——超级电容器工作电流，其数值等于 I_1 （或为不低于企业规定的放电电流）；
 I_{\max} ——超级电容器的最大工作电流，其数值等于 $5I_1$ （或为不低于企业规定工作电流的5倍）
 W ——储存能量，Wh；
 E_{dm} ——比能量，Wh/kg；
 M ——质量，kg；
 P_{dm} ——最大比功率，W/kg；
 A ——电压保持率，%

5 要求

5.1 单体

5.1.1 外观

电容器按6.2.1试验时，外壳不得有变形及裂纹，表面无毛刺、干燥、无外伤、无电解液溢痕，且标志清晰、正确。

5.1.2 极性标识

电容器按6.2.2试验时，端子极性标识应清晰完整、准确无误。

5.1.3 外形尺寸及质量

电容器按6.2.3试验时，其外形尺寸及质量符合企业提供的技术要求。

5.1.4 储存能量

电容器按6.2.4试验时，单体储存能量应为标称容量的90%~120%。

5.1.5 容量

电容器按6.2.5试验时，单体容量应为标称容量的90%~120%。同时所有测试对象初始容量极差不大于初始容量平均值的5%。

注：极差是所有样本的最大值和最小值之差。

5.1.6 直流内阻

电容器按6.2.6试验时，内阻应不大于其标称直流内阻。

5.1.7 交流内阻

电容器按6.2.7试验时，内阻应不大于其标称交流内阻。

5.1.8 最大比功率

电容器按6.2.8试验时，最大比功率应不小于其标称值。

5.1.9 电压保持能力

电容器按6.2.9试验后，电容器两端电压应不低于额定电压的90%。

5.1.10 高温性能

电容器按6.2.10试验时，其性能应满足下列条件要求：

- 容量不低于初始值的85%；
- 储存能量不低于初始值的85%。

5.1.11 低温性能

电容器按6.2.11试验时，其性能应满足下列条件要求：

- 容量不低于初始值的65%；
- 储存能量不低于初始值的50%。

5.1.12 高温负荷寿命

电容器按6.2.12试验时，其性能应满足下列要求：

- 容量大于初始值的80%，其内阻小于初始值的2倍；
- 无电解液泄露。

5.1.13 循环寿命

电容器按6.2.13试验时，其性能应满足下列要求：

- 容量大于初始值的80%，其内阻小于初始值的2倍；
- 无电解液泄露。

5.1.14 安全性能

电容器单体安全性能要求参照《超级电容器安全技术规范 第2部分：安全测试规范》。

5.2 模组

5.2.1 外观

电容器模组按6.3.1试验时，外壳不得有变形及裂纹，表面无毛刺、干燥、无外伤、无电解液溢痕，且排列整齐、标志清晰、正确。

5.2.2 极性标识

电容器模组按6.3.2试验时，端子极性标识应清晰完整、准确无误。

5.2.3 外形尺寸及质量

电容器模组按6.3.3试验时，其外形尺寸及质量符合企业提供的技术要求。

5.2.4 储存能量

电容器模组按6.3.4试验时，模组能量应为标称容量的90%~120%。

5.2.5 容量

电容器模组按6.3.5试验时，模组容量应为标称容量的90%~120%。同时所有测试对象初始容量极差不大于初始容量平均值的7%。

注：极差是所有样本的最大值和最小值之差。

5.2.6 直流内阻

电容器模组按6.3.6试验时，直流内阻应不大于其标称直流内阻。

5.2.7 交流内阻

电容器模组按6.3.7试验时，交流内阻应不大于其标称交流内阻。

5.2.8 高温性能

电容器模组按6.3.8试验时，其性能应满足下列条件要求：

- 容量不低于初始值的85%；
- 储存能量不低于初始值的85%。

5.2.9 低温性能

电容器模组按6.3.9试验时，其性能应满足下列条件要求：

- 容量不低于初始值的65%；
- 储存能量不低于初始值的50%。

5.2.10 循环寿命

电容器模组按6.3.10试验时，其性能应满足下列要求：

- 容量大于初始值的80%，其内阻小于初始值的2倍；
- 无电解液泄露。

5.2.11 耐振动性

电容器模组按6.3.11试验时，不允许出现放电电流锐变、电压异常、电容器壳变形、电解液溢出等现象，并保持连接可靠、结构完好，不允许装机松动。

5.2.12 安全性能

电容器模组安全性能要求参照《超级电容器安全技术规范 第2部分：安全测试规范》。

6 测试方法

6.1 试验条件

6.1.1 预处理

如未特别指明，一般对超级电容器单体（或模组）应先以额定电流充电至额定电压，保持 30min，再用额定电流对电容器进行恒流放电直至其最低工作电压，并在 6.1.2 规定的环境条件下放置 24h，然后测量电容器的性能，以作为该产品试验后的对比依据（但应使试验前、后的测试环境保持一致）。本文件采用的充放电电流 $I=5I_f$

6.1.2 环境条件

除另有规定外，一切测量、试验和恢复均在下列环境中进行：

- 温度：25℃±5℃
- 相对湿度：25%～85%
- 气压：86kPa～106kPa。

6.1.3 测量仪器、仪表

测量仪器、仪表准确度应满足以下要求：

- 电压测量装置：准确度不低于0.5级，其内阻至少为1kΩ/V；
- 电流测量装置：准确度不低于0.5级；
- 温度测量装置：具有适当的量程，其分度值不大于1℃，标定准确度不低于0.5℃；
- 计时器：按时、分、秒分度，准确度为±0.1%；
- 测量尺寸的量具：分度值不大于1mm；
- 称量质量的衡器：准确度为±0.05%以上。

6.2 单体

6.2.1 外观

在良好的光线条件下，用目测法检查电容器单体的外观。

6.2.2 极性标识

用电压表检测电容器单体的极性，并用目测法检查电容器单体的极性标识。

6.2.3 外形尺寸和质量

用量具和衡器测量电容器单体的外形尺寸和质量。

6.2.4 储存能量

室温下，按照如下步骤测试电容器单体的储存能量：

- a) 除另有规定，电容器单体按照6.1.1进行预处理；
- b) 电容器单体以恒定电流 I 充电到额定电压 U_R ；
- c) 电容器单体以额定电压恒压充电1min；
- d) 以恒定电流 I 放电到最低工作电压 U_{min} ；
- e) 重复步骤 a) -c) 3次，实时记录电压 U 和时间 t ；
- f) 分别记录电容器单体的3次放电能量，取平均值。

$$W = I \int_{t(U_R)}^{t(U_{min})} U(t) dt / 3600 \dots\dots\dots (1)$$

$$E_{dm} = W / M \dots\dots\dots (2)$$

6.2.5 容量

按照6.2.4测得电容器单体的储存能量后，根据下列公式计算电容器单体的容量：

$$C = \frac{2 \times E_{dm}}{U_R^2 - U_{min}^2} \dots\dots\dots (3)$$

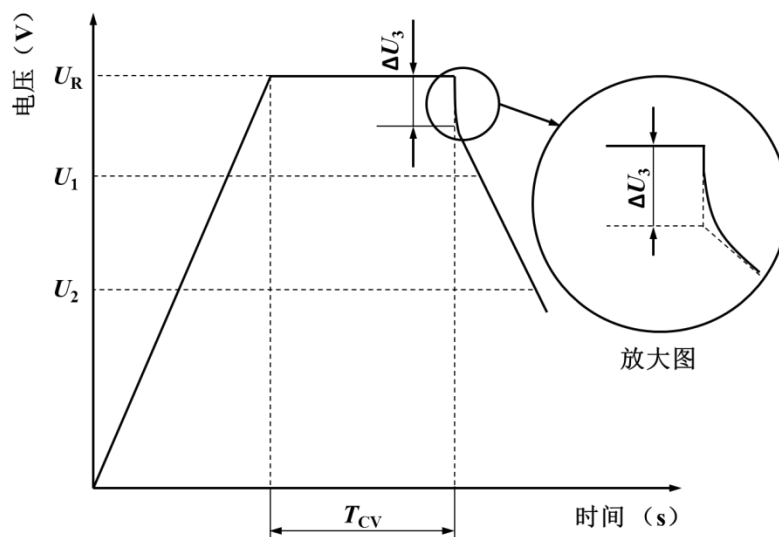
6.2.6 直流内阻

室温下，按照如下步骤测试电容器单体的直流内阻：

- a) 电容器单体以恒定电流 I 充电到额定电压；

- b) 电容器单体以额定电压恒压充电30min;
- c) 以恒定电流 I 放电到最低工作电压 U_{\min} ;
- d) 分别记录 $U_1=0.8U_R$ 和 $U_2=0.5U_R$ 的电压值,用最小二乘法拟合直线和初始放电时刻的交点得出电压降 ΔU_3 ,电容器单体的直流内阻值可由公式(4)计算得到(参考图1);
- e) 重复a)-d)3次,取其平均值。

$$R_{DC} = \frac{\Delta U_3}{I} \dots\dots\dots (4)$$



说明:

- U_R ——额定电压, 单位为V;
 U_1 ——起始电压, $U_1=0.8U_R$, 单位为V;
 U_2 ——终止电压, $U_2=0.5U_R$, 单位为V;
 ΔU_3 ——电压降, 单位为V;
 T_{CV} ——恒压持续时间, 单位为min。

图1. 单体直流内阻计算示意图

6.2.7 交流内阻

在测试前, 必须将电容器用恒定电流 I 放电至放电最低工作电压。

在电容器两端加上固定频率1kHz的交流电流, 当交流电的频率较高时, 可以认为理想电容器 C_0 为短路状态, 同时在电容器的内阻上产生一个压降 V_{AC} , I_{AC} 、 V_{AC} 的值由交流电压表读得, 电容器单体的交流内阻值 R_{AC} 可由下列公式计算得到:

$$R_{AC} = V_{AC} / I_{AC} \dots\dots\dots (5)$$

注: 式中,

- R_{AC} ——交流内阻, 单位为欧姆 (Ω);
 V_{AC} ——等效交流电压, 单位为伏特 (V);
 I_{AC} ——等效交流电流, 单位为安培 (A)。

6.2.8 最大比功率

按照6.2.5中的方法测试得出超级电容器单体的直流内阻后,按照下列公式结算电容器单体的最大比功率。

$$P_{dm} = \frac{0.25U_R^2}{M \cdot R_{DC}} \dots\dots\dots(6)$$

6.2.9 电压保持能力

- a) 除另有规定,电容器单体按照6.1.1进行预处理;
- b) 电容器单体以恒定电流 I 充电到额定电压 U_R ;
- c) 电容器单体以额定电压恒压充电30min;
- d) 在实验温度条件下开路静置72h后,测量电容器单体的端电压 U_{OCV} 。

$$A = \frac{U_{OCV}}{U_R} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

6.2.10 高温性能

按照如下步骤测试电容器的高温特性:

- a) 将温度箱温度设定为55℃或者企业规定的不低于55℃的最高工作温度;
- b) 将电容器置于此温度下的温度箱中6h;
- c) 在此环境下按6.2.4和6.2.7对电容器进行检测。

6.2.11 低温性能

按照如下步骤测试电容器的低温特性:

- a) 将温度箱温度设定为-20℃或者企业规定的不高于-20℃的最低工作温度;
- b) 将电容器置于此温度下的温度箱中16h;
- c) 在此环境下按6.2.4和6.2.7的方法,测试电流为 I_1 ,对电容器进行检测。

6.2.12 高温负荷寿命

高温负荷前按 6.2.4 和 6.2.6 检测电容器容量和直流内阻。按如下步骤进行试验:

- a) 将电容器放入55℃或者企业规定的不低于55℃的最高工作温度的烘箱内,对电容器保持在 $0.95U_R$ 下进行浮充充电;
- b) 当浮充时间达到250h时,将电容器从高温箱中取出,在常温搁置24h;
- c) 按 6.2.4和 6.2.5检测电容器容量和直流内阻;若满足5.2.4和5.2.6则跳转下一步,否则结束试验;
- d) 重复步骤 a) -c) 4次。

6.2.13 循环寿命

按如下步骤进行试验:

- a) 用恒定电流 I 对电容器单体充电到额定电压 U_R ,静置10s;
- b) 以恒定电流 I 对电容器单体放电到最低工作电压 U_{min} ;静置10s。
- c) 重复步骤 a)-b) 2000次。
- d) 静置12h;
- e) 按6.2.5和6.2.6检测电容器单体容量和直流内阻;若满足5.2.10则跳转下一步,否则结束试验;
- f) 重复步骤 a-e 10次。

6.3 模组

6.3.1 外观

在良好的光线条件下,用目测法检查电容器模组的外观。

6.3.2 极性标识

用电压表检测电容器模组的极性，并用目测法检查电容器模组的极性标识。

6.3.3 外形尺寸和质量

用量具和衡器测量电容器模组的外形尺寸和质量。

6.3.4 储存能量

室温下，按照如下步骤测试电容器模组的储存能量：

- 除另有规定，电容器模组按照6.1.1进行预处理；
- 电容器模组以恒定电流 I 充电到额定电压 U_R ；
- 电容器模组以额定电压恒压充电1min；
- 以恒定电流 I 放电到最低工作电压 U_{\min} ；
- 重复步骤 a) -c) 3次，实时记录电压 U 和时间 t ；
- 分别记录电容器模组的3次放电能量，取平均值。

$$W = I \int_{t(U_R)}^{t(U_{\min})} U(t) dt / 3600 \dots \dots \dots (8)$$

$$E_{\text{dm}} = W / M \dots \dots \dots (9)$$

6.3.5 容量

按照6.3.4测得电容器模组的储存能量后，根据下列公式计算电容器模组的容量：

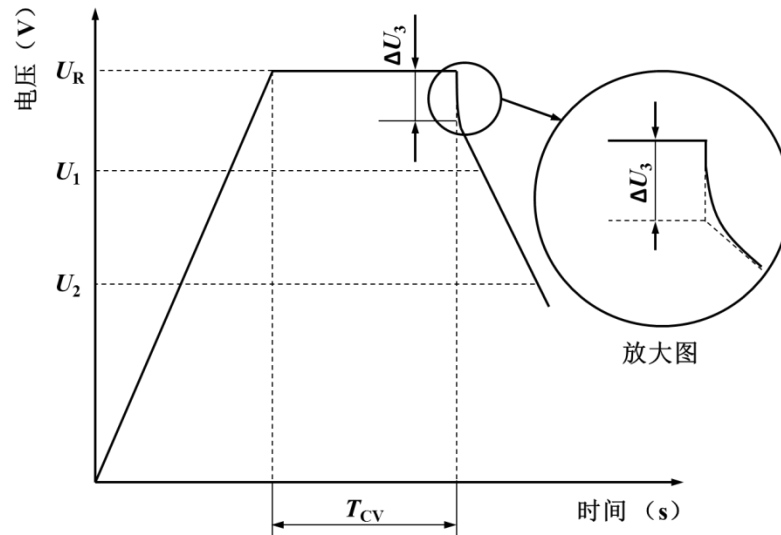
$$C = \frac{2 \times E}{U_R^2 - U_{\min}^2} \dots \dots \dots (10)$$

6.3.6 直流内阻

室温下，按照如下步骤测试电容器模组的直流内阻：

- 电容器模组以恒定电流 I 充电到额定电压；
- 电容器模组以额定电压恒压充电30min；
- 以恒定电流 I 放电到最低工作电压 U_{\min} ；
- 分别记录 $U_1=0.8U_R$ 和 $U_2=0.5U_R$ 的电压值，用最小二乘法拟合直线和初始放电时刻的交点得出电压降 ΔU_3 ，电容器模组的直流内阻值可由公式（4）计算得到（参考图1）；
- 重复 a)-d) 3次，取其平均值。

$$R_{\text{DC}} = \frac{\Delta U_3}{I} \dots \dots \dots (11)$$



说明:

U_R ——额定电压, 单位为V;

U_1 ——起始电压, $U_1=0.8U_R$, 单位为V;

U_2 ——终止电压, $U_2=0.5U_R$, 单位为V;

ΔU_3 ——电压降, 单位为V;

T_{CV} ——恒压持续时间, 单位为min。

图1. 模组直流内阻计算示意图

6.3.7 交流内阻

在测试前, 必须将电容器模组用恒定电流 I 放电至放电最低工作电压。

在电容器模组两端加上固定频率1kHz的交流电流, 当交流电的频率较高时, 可以认为理想电容器 C_0 为短路状态, 同时在电容器的内阻上产生一个压降 V_{AC} , I_{AC} 、 V_{AC} 的值由交流电压表读得, 电容器模组的交流内阻值 R_{AC} 可由下列公式计算得到:

$$R_{AC}=V_{AC}/I_{AC}.....(12)$$

式中:

R_{AC} ——交流内阻, 单位为欧姆 (Ω);

V_{AC} ——等效交流电压, 单位为伏特 (V);

I_{AC} ——等效交流电流, 单位为安培 (A)。

6.3.8 高温性能

按照如下步骤测试电容器的高温特性:

- 将温度箱温度设定为55°C或者企业规定的不低于55°C的最高工作温度;
- 将电容器置于此温度下的温度箱中6h;
- 在此环境下按6.3.4和6.3.7对电容器模组进行检测。

6.3.9 低温性能

按照如下步骤测试电容器模组的低温特性:

- 将温度箱温度设定为-20°C或者企业规定的不高于-20°C的最低工作温度;
- 将电容器置于此温度下的温度箱中16h;
- 在此环境下按6.2.4和6.2.7的方法, 测试电流为 I_1 , 对电容器进行检测。

6.3.10 循环寿命

按如下步骤进行试验：

- a) 用恒定电流 I 对电容器模组充电到额定电压 U_R ，静置 5s；
- b) 以恒定电流 I 对电容器模组放电到最低工作电压 U_{\min} ；静置 5s。
- c) 重复步骤 a)-b) 2000次。
- d) 静置12h；
- e) 按6.2.5和6.2.6检测电容器模组容量和直流内阻；若满足5.3.9则跳转下一步，否则结束试验；
- f) 重复步骤 a) -e) 10次。

6.3.11 耐振动性

按如下步骤进行试验：

- a) 用恒定电流 I 对电容器模组充电到额定电压 U_R ；
- b) 将电容器模组紧固到振动试验台上，并按照以下条件进行振动试验：
 - 放电电流： $1/3I_1$ (A)；
 - 振动频率：10~55Hz；
 - 振动方向：上下单振动；
 - 最大加速度：30m/s²；
 - 振动时间：3h；
 - 扫频循环10次。
- c) 振动试验中，观察有无异常现象出现。

6.4 试验程序

6.4.1 测试程序

按本程序进行的试验应连续进行。

6.4.2 电容器单体试验程序

电容器单体测试程序见表1。

按表1中的序号进行试验。

表 1 电容器单体试验程序

序号	试验项目	要求章条号	检验方法章条号	单体编号
1	外观	5.1.1	6.2.1	1#~28#
2	极性标识	5.1.2	6.2.2	
3	外形尺寸、质量	5.1.3	6.2.3	
4	容量	5.1.4	6.2.4	
5	直流内阻	5.1.5	6.2.5	
6	交流内阻	5.1.6	6.2.6	
7	储存能量	5.1.7	6.2.7	
8	最大比功率	5.1.8	6.2.8	
9	电压保持能力	5.1.9	6.2.9	
10	高温特性	5.1.10	6.2.10	1#, 2#

11	低温特性	5.1.11	6.2.11	3#, 4#
12	高温负荷寿命	5.1.12	6.2.12	5#, 6#
13	循环寿命	5.1.13	6.2.13	7#, 8#

6.4.3 电容器模组试验程序

电容器模组程序见表 2。

表 2 电容器模组试验程序

序号	试验项目	要求章条号	检验方法章条号	单体编号
1	外观	5.2.1	6.3.1	1#~13#
2	极性标识	5.2.2	6.3.2	
3	外形尺寸、质量	5.2.3	6.3.3	
4	容量	5.2.4	6.3.4	
5	直流内阻	5.2.5	6.3.5	
6	交流内阻	5.2.6	6.3.6	
7	储存能量	5.2.7	6.3.7	
12	高温特性	5.2.8	6.3.8	
14	低温特性	5.2.9	6.3.9	1#
15	循环寿命	5.2.10	6.3.10	2#
16	耐振动性	5.2.11	6.3.11	3#

7 检验规则

7.1 检验规则及检验项目

检验分类、检验项目、样品数量和试验周期见表5和表6。

7.2 出厂检验

每批产品出厂前应在该批产品中随机抽样进行出厂检验。并按表4和表5的规定进行。

在出厂检验中，若有一项或一项以上不合格时，应将该批产品退回生产部门返修普检，然后再次提交检验。若再次检验仍有一项或一项以上不合格，则判定该批产品为不合格。

7.3 型式试验

型式检验可选用某一规格为代表产品进行，但是产品鉴定试验不可选用某一规格为代表产品进行。

7.3.1 适用情况

- a)每两年一次；
- b)新产品投产和老产品转产；
- c)结构、材料、工艺有较大变动时；
- d)产品停产半年后再进行生产时；
- e)转厂；
- f)合同规定。

7.3.2 判定规则

在型式检验中，若有一项不合格时，应判定为不合格。

表 3 单体检验规则

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	样品数量	试验周期
----	------	------	------	------	------

1	外观	√	√	100%	—
2	标志	√	√	100%	—
3	外形尺寸及质量	√	√	2%	—
4	容量	√	√	100%	—
5	直流内阻	√	√	100%	—
6	交流内阻	√	√	100%	—
7	储存能量	—	√	每项 2 只, 安全性检验每项 1 只。	每两年一次
8	最大比功率	—	√		
9	电压保持能力	—	√		
10	高温特性	—	√		
11	低温特性	—	√		
12	高温负荷寿命	—	√		
13	循环寿命	—	√		

注：共需抽样 29 只电容器单体，其中 4 只为备份电容器单体。建议电容器为 3 个月以内的新电容器。

表 4 模组检验规则

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	样品数量	试验周期
1	外观	√	√	100%	—
2	标志	√	√	100%	—
3	外形尺寸及质量	√	√	2%	—
4	容量	√	√	500 只一下抽 5 只, 500 只以上抽 10 只	—
5	直流内阻	√	√	100%	—
6	交流内阻	√	√	100%	—
7	储存能量	—	√	每项 2 组, 安全性检验每项 1 组, 共 17 组电容器模组	—
8	循环寿命	—	√		
9	耐振动性	—	√		

8 标志、包装、运输和储存

8.1 标志

8.1.1 电容器产品上的标志

- a) 制造厂名；
- b) 产品型号或规格；
- c) 额定电压；
- d) 静电容量；
- e) 极性标志；

- f) 产品编号;
- g) 出厂日期。

8.1.2 包装外壁上的标志

- a) 产品名称、型号规格、数量、制造厂名、厂址、邮编;
- b) 每箱的净重和毛重;
- c) 产品标准编号;
- d) 表明防潮、不准倒置、轻放等标志。

8.2 包装

8.2.1 电容器的包装应符合防潮防振的要求

8.2.2 包装箱内装入随同产品提供的文件

- a) 装箱单(指多只包装);
- b) 产品合格证;
- c) 产品使用说明书。

8.3 运输

- 1) 电容器输其荷电状态应低于 50% (或由厂家提供要求), 在运输中不得受剧烈机械冲撞、暴晒、雨淋、不得倒置。
- 2) 在装卸过程中, 应轻搬轻放, 严防摔掷、翻滚、重压。

8.4 储存

- 1) 电容器应存放在-20°C-40°C 干燥、清洁、自然通风的地方。
 - 2) 电容器应不受阳光直射, 距离热源不得少于 2m。
 - 3) 电容器正负极间不得调入任何金属杂物, 避免与任何液体或有害物质接触。
 - 4) 电容器不得倒置及卧放, 避免受机械冲击或重压。
-