

中华人民共和国国家标准

GB/T 25121.2—2018

轨道交通 机车车辆设备 电力电子电容器 第 2 部分：非固体电解质铝电解电容器

Railway applications—Rolling stock equipment—Capacitors for power electronics—
Part 2: Aluminium electrolytic capacitors with non-solid electrolyte

(IEC 61881-2:2012, MOD)

2018-12-28 发布

2019-07-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国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	2
4 使用条件	4
5 质量要求和检验	5
6 过负载	11
7 安全要求	11
8 标识	12
9 安装和应用导则	13
附录 A (资料性附录) 电容器的应用示例	16
参考文献	17

前 言

GB/T 25121《轨道交通 机车车辆设备 电力电子电容器》分为 3 个部分：

- 第 1 部分：纸/塑料薄膜电容器；
- 第 2 部分：非固体电解质铝电解电容器；
- 第 3 部分：双电层电容器。

本部分为 GB/T 25121 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分采用重新起草法修改采用 IEC 61881-2:2012《轨道交通 机车车辆设备 电力电子电容器 第 2 部分：非固体电解质铝电解电容器》。

本部分与 IEC 61881-2:2012 相比存在结构性变化，删除了 3.20，将 5.2.4 中“制造商需要完成和用户达成一致的全部或部分型式检验和出厂检验。供需双方应在用于重复测试的样品数、验收标准等方面达成统一意见并写进合同。”移至 5.2.1 中；将 5.8.2.4 中“在恒定试验完成之后，电容器单元（如适用）或电容器模块应按照 5.5 进行端子与外壳间的绝缘试验。”移至 5.8.2.6 中。

本部分与 IEC 61881-2:2012 相比存在技术性差异，这些差异涉及的条款已通过在其外侧页边空白位置的垂直单线（|）进行了标示，具体技术性差异及其原因如下：

- 修改了范围，补充了标准规定的内容，使其完善，删除了“安装和应用导则见第 9 章”避免重复（见第 1 章）；
- 关于规范性引用文件，本部分做了具有技术性差异的调整，以适应我国的技术条件，调整的情况集中反映在第 2 章“规范性引用文件”中，具体调整如下：
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 32347.1—2015 代替 IEC 62498-1:2010（见 4.1.2）；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 4798.5—2007 代替 IEC 60721-3-5:1997（见 4.1.3）；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 32347.1—2015 代替 IEC 62498-1:2010（见 4.1.2）；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 32350.1 代替 IEC 62497-1（见 5.5.2、9.7）；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 2423.3 代替 IEC 60068-2-78（见 5.8.2.4）；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 2423.28 代替 IEC 60068-2-20（见 5.9.1）；
 - 用等同采用国际标准的 GB/T 2423.60 代替 IEC 60068-2-21:2006（见 5.9.1）；
 - 用修改采用国际标准的 GB/T 21563 代替 IEC 61373:2010（见 5.9.3）；
 - 用最新版本 IEC 60384-1:2016 和 IEC 60384-4:2016 代替 IEC 60384-1:2008 和 IEC 60384-4:2007（见 5.1.2、5.1.3、5.1.4、5.3.1、5.3.2、5.4.1、5.5.1、5.10.4、5.11、6.1）；
- 修改了术语和定义 3.1 电容器元件（或元件）、3.7 电力电子电容器、3.16 工作温度、3.24 电容器的等效串联电阻，与其他两部分一致，删除了 3.20 外壳温升，本部分没有用到；
- 修改了 3.17 的“环境温度 ambient temperature”为“工作环境温度 operating ambient temperature”，以符合原文定义；
- 修改了 4.1.2、4.2、9.3.2 中海拔要求，由 1 400 m 改为 2 500 m，以适应我国国情；
- 修改了 4.1.3 的“气候环境温度”为“环境温度”，以符合 GB/T 4798.5—2007 的描述；
- 修改了 5.1.5 的注为正文，因为包含要求；
- 删除了 5.7 中浪涌放电试验“考虑中”的描述，以明确该试验考核的必要性；
- 增加了 5.8.1.4 中暴露持续时间的要求，以提高试验考核要求；
- 修改了表 2 的恒定湿热试验条件，由原来的“温度 40 °C”调整为“温度(40±2) °C”，“湿度 93%

- RH”调整为“湿度(93±3)%RH”,以提高试验可操作性;
- 增加了 5.9.2 中一般检验中称重要求,以提高试验考核要求;
- 修改了 5.10.4 中耐久性试验电压,由原来的“直流电压 U_R ”调整为“直流电压叠加纹波电压,直流电压和纹波电压的峰值叠加不超过额定电压 U_R (纹波电压和频率应由供需双方商定)”,以提高试验考核要求;
- 修改了 5.12 中阻燃试验严酷等级给定条件,由原来的“由制造商给出”调整为“由供需双方商定”,以提高试验可操作性;
- 修改了 7.2 中外壳接地中“电容器金属外壳的电位”为“电容器金属紧固件的电位”,以符合铝电解电容器的实际应用情况(铝电解电容器金属外壳不暴露,且和负极等电位,不能接地。而固定电容器的金属紧固件在适用的情况下需接地);
- 删除了 9.10 中“具有较长断开时间交流应用”的描述,该应用不适用于本部分电容。

本部分还做了下列编辑性修改:

- 修改了 3.5 中所引用的条款“IEC 61881-1:2010,3”为“IEC 61881-1:2010,3.4”;
- 修改了 3.11 的注中所引用的条款“IEC 60384-1:2008,定义 2.2.16”为“IEC 60384-1:2016,定义 2.2.25.1”;
- 修改了 3.23 的注中所引用的条款“IEC 60384-1:2008,定义 2.2.24”为“IEC 60384-1:2016,定义 2.2.32”;
- 删除了 5.1.2 中的注,与 5.1.2 正文内容有重复;
- 修改了 5.1.3 中所引用的文件“IEC 60384-4:2007”为“IEC 60384-1:2016”;
- 修改了 IEC 61882-2:2012 中表 1 对应条款的错误,5.11.1 应为 5.11;
- 修改了附录 A 的名称,与内容一致,删除了 A.1 的编号和标题,本部分无 A.2。

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。

本部分由国家铁路局提出。

本部分由全国牵引电气设备与系统标准化技术委员会(SAC/TC 278)归口。

本部分负责起草单位:南通江海电容器股份有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司。

本部分参加起草单位:厦门法拉电子股份有限公司。

本部分主要起草人:钱鹏、李健鸣、黄顺达、陈旭鸿、王键。

轨道交通 机车车辆设备 电力电子电容器

第 2 部分：非固体电解质铝电解电容器

1 范围

GB/T 25121 的本部分规定了电力电子电容器的使用条件、质量要求和检验、过负载、安全要求、标识、安装和应用导则。

本部分适用于轨道交通机车车辆电力电子设备中使用的直流铝电解电容器(单元、模块或组)。

注：本部分规定的电容器应用实例是直流滤波电容器。

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 2423.3 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验(GB/T 2423.3—2016，IEC 60068-2-78：2012，IDT)

GB/T 2423.22—2012 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 N：温度变化(IEC 60068-2-14：2009，IDT)

GB/T 2423.23—2013 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Q 密封(IEC 60068-2-17：1994，IDT)

GB/T 2423.28 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 T：锡焊(GB/T 2423.28—2005，IEC 60068-2-20：1979，IDT)

GB/T 2423.60 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 U：引出端及整体安装件强度(GB/T 2423.60—2008，IEC 60068-2-21：2006，IDT)

GB/T 2691—2016 电阻器和电容器的标志代码(IEC 60062：2004，IDT)

GB/T 4798.5—2007 电工电子产品应用环境条件 第 5 部分：地面车辆使用(IEC 60721-3-5：1997，MOD)

GB/T 21563 轨道交通 机车车辆设备 冲击和振动试验(GB/T 21563—2018，IEC 61373：2010，MOD)

GB/T 32347.1—2015 轨道交通 设备环境条件 第 1 部分：机车车辆设备(IEC 62498-1：2010，MOD)

GB/T 32350.1 轨道交通 绝缘配合 第 1 部分：基本要求 电工电子设备的电气间隙和爬电距离(GB/T 32350.1—2015，IEC 62497-1：2010，MOD)

IEC 60384-1：2016 电子设备用固定电容器 第 1 部分：总规范(Fixed capacitors for use in electronic equipment—Part 1:Generic Specification)

IEC 60384-4：2016 电子设备用固定电容器 第 4 部分：分规范 固体和非固体电解质铝电容器 [Fixed capacitors for use in electronic equipment—Part 4:Sectional specification—Aluminum electrolytic capacitors with solid(MnO₂) and non-solid electrolyte]

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

电容器元件(或元件) capacitor element(or element)

由电介质和被其隔开的两个电极构成的不可再分的部件。

[GB/T 25121.1—2018,定义 3.1]

3.2

电容器单元(或单元) capacitor cell

由一个或多个电容器元件组装于同一外壳中并有引出端子的组装体。

注：参见附录 A。

3.3

电容器模块 capacitor module

两个或多个电容器单元通过电气连接成的组件,单体间可选择性地连接其他电子元件。

注：参见附录 A。

3.4

电容器组 capacitor bank

连接在一起的两个或多个电容器模块的组装体。

注：参见附录 A。

3.5

电容器 capacitor

在不需表明其是单元、模块或组时所用的通用术语。

注：改写 GB/T 25121.1—2018,定义 3.4。

3.6

电容器设备 capacitor equipment

电容器和用来连网的附件的组合物。

注：参见附录 A。

3.7

电力电子电容器 capacitor for power electronics

电力电子设备中能在正弦及非正弦电流和电压下连续运行的电力电容器。

注：本部分中的电容器指直流电容器。

3.8

非固体电解质铝电解电容器 aluminum electrolytic capacitor with non-solid electrolyte

含有介质氧化膜和电解液的电容器。氧化膜通过阳极氧化生长在铝箔表面并与吸附在电解纸上的阴极电解液紧密接触。

3.9

泄压结构 pressure relief structure

当电容内部压力超过规定范围,可释放内部压力的结构。

3.10

放电器件 discharge device

当电容器从线路上断开时,在规定时间内将电容器端子间电压降低接近零伏的器件。

3.11

直流额定电压 **rated d.c.voltage**

U_R

在电容器上下限类别温度之间,可持续施加在电容器上的最大直流电压。

注 1: 典型的机车牵引应用领域,最大电压指施加在电容器上直流电压与交流电压或脉冲电压峰值之和。

注 2: 改写 IEC 60384-1:2016,定义 2.2.25.1。

3.12

绝缘电压 **insulation voltage**

U_i

电容器端子对外壳或对地的绝缘正弦波电压的方均根值。如果不作规定,绝缘电压的方均根值等于额定电压除以 $\sqrt{2}$ 。

3.13

最大峰值电流 **maximum peak current**

I_P

在连续工作期间发生的最大重复电流的峰值。

3.14

额定纹波电流 **rated ripple current**

I_{ripple}

在规定的温度及频率下,电容器持续工作能承受的最大纹波电流方均根值。

3.15

最大浪涌电流 **maximum surge current**

I_S

由于切换或系统其他干扰所导致的允许非重复的峰值电流,此电流只允许出现有限的次数。

[GB/T 25121.1—2018,定义 3.20]

3.16

工作温度 **operating temperature**

在热平衡状态时电容器外壳最热点的温度。

注: 参见 3.21。

3.17

工作环境温度 **operating ambient temperature**

无散热电容器周围空气的温度,或在温度稳定状态条件下,电容器热辐射影响可忽略位置的空气温度。

3.18

上限类别温度 **upper category temperature**

电容器持续工作条件下,包含电容器自身发热带来的最高工作环境温度。

3.19

下限类别温度 **lower category temperature**

电容器持续工作条件下,包含电容器自身发热带来的最低工作环境温度。

3.20

冷却空气温度 **cooling-air temperature**

T_{amb}

温度稳定状态条件下,冷却空气入口所测量的温度。

3.21

最高工作温度 maximum operating temperature

T_{\max}

电容器工作允许达到的外壳最高温度。

注：最高工作温度和上限类别温度有区别。

3.22

温度稳定状态条件 steady-state conditions of temperature

电容器放热与冷却介质吸热达到热平衡时的温度。

3.23

电容器的损耗角正切 tangent of the loss angle of a capacitor

$\tan\delta$

在给定频率的正弦波形电压下,电容器的有功功率与无功功率的比值。

[IEC 60384-1:2016,定义 2.2.32]

$$\tan\delta = \frac{R_{\text{esr}}}{\frac{1}{\omega C}} = \frac{R_{\text{esr}}}{\frac{1}{2\pi f C}} = 2\pi f C \times R_{\text{esr}}$$

式中:

R_{esr} ——等效串联电阻,单位为欧姆(Ω);

ω ——角频率($2\pi f$),单位为弧度每秒(rad/s);

C ——电容器容量,单位为法拉(F)。

3.24

电容器的等效串联电阻 equivalent series resistance of a capacitor; ESR

R_{esr}

一个有效电阻,当它和所考核的电容器有相等电容量的理想电容器相串联时,在规定的运行条件下,该电阻中的损耗功率等于该电容器中耗散的有功功率。

[GB/T 25121.1—2018,定义 3.32]

4 使用条件

4.1 正常使用条件

4.1.1 概述

本部分给出了电容器在下列条件应用时的要求。

4.1.2 海拔

不超过 2 500 m。(见 GB/T 32347.1—2015 中 G2.5 级)

注：当海拔超过 2 500 m 时,考虑海拔对于对流冷却和外部绝缘的影响。

4.1.3 温度

环境温度见 GB/T 4798.5—2007 中 5K2,范围从 $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。当环境温度超出该范围,应由供需双方商定。

注：温度类别参见 GB/T 32347.1—2015 的表 2。

4.2 特殊使用条件

供需双方可以协商确定 4.1 要求以外的使用条件。

在下述特殊条件下应增加测试,以保证也能满足本部分的要求。

如果存在特殊使用条件,应通知电容器制造商。

特殊使用条件包括(但不限于):

- 非正常的机械冲击和振动;
- 在冷却空气中有腐蚀性或磨损性粒子;
- 冷却空气中有尘埃,特别是导电性尘埃;
- 爆炸性尘埃或气体;
- 油、水蒸气或腐蚀性物质;
- 核辐射;
- 非正常储存或运输温度;
- 非正常湿度(热带或亚热带地区);
- 快速的温度变化(超过 5 K/h)或湿度变化(超过 5%/h)(见 GB/T 4798.5—2007 中 5K3);
- 使用区域海拔高于 2 500 m;
- 叠加的电磁场;
- 超过第 6 章及 9.4 中给出的过电压限值;
- 密闭装置,空气流动性差。

5 质量要求和检验

5.1 检验要求

5.1.1 概述

本条给出电容器的检验和要求。

5.1.2 检验条件

除非另有规定,电容器的检验条件应符合 IEC 60384-1:2016 中 4.2.1 的规定。

5.1.3 测量条件

对电容器容量、损耗角因子和漏电流的测量条件应符合 IEC 60384-1:2016 中 4.2.3 的规定,但温度和相对湿度应满足以下要求:

- 温度为 $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- 相对湿度为 25%~75%。

5.1.4 电压处理

电容器应按照 IEC 60384-4:2016 中 4.1 的要求进行电压处理。电容器通过放电器件进行放电。

5.1.5 热处理

电容器应放置于 5.1.3 规定温度的环境中,并保持一段时间以达到热平衡。

电容器达到测量条件的放置时间规定如下:

- 电容器单元为 1 h~4 h;
- 电容器模块或电容器组为 4 h~24 h。

5.2 检验项目

5.2.1 概述

检验分为型式检验、出厂检验和验收试验三大类。

制造商需要完成和用户达成一致的全部或部分型式检验和出厂检验。
 供需双方应在用于重复测试的样品数、验收标准等方面达成统一意见并写进合同。
 型式检验和出厂检验项目见表 1。

表 1 检验项目

序号	检验项目	型式检验对应条款		出厂检验对应条款	
		单元	模块或组	单元	模块或组
1A	电容量	5.3	5.3	5.3	5.3
1B	损耗角正切	5.3	5.3	5.3	5.3
2	漏电流	5.4	5.4	5.4	5.4
3	端子与外壳间的绝缘测试	5.5.1 ^a (如有需求并适用)	5.5.2	—	—
4	密封性试验	5.6	—	—	—
5	浪涌放电试验	5.7	5.7 (如适用)	—	—
6	温度变化	5.8.1	5.8.1	—	—
7	恒定湿热	5.8.2 (如适用)	5.8.2 ^b (仅限电容器模块)	—	—
8	端子机械试验	5.9.1 ^a	5.9.1 (如适用)	—	—
9	外部检验	5.9.2	5.9.2	5.9.2	5.9.2
10	冲击和振动	5.9.3	5.9.3	—	—
11	耐久性试验	5.10	—	—	—
12	压力释放试验	5.11 (如适用)	—	—	—
13	阻燃试验	5.12	—	—	—

注：“—”为不需要做的项目。

^a 根据供需双方的协议,该试验可通过电容器模块或电容器组的试验来替代。
^b 根据供需双方的协议,该试验可通过电容器单元试验来替代。

5.2.2 型式检验

型式检验是用来验证电容器设计的完善性及电容器在按本部分所详述的条件下运行的适应性。
 型式检验应由制造商进行,在有需要时应向用户提供详列这些检验结果的证明书。

这些检验应在与合同具有相同设计要求的电容器上进行,或者按照更严格的要求在所设计的电容器上进行。

不要求全部型式检验都在同一只电容器试品上进行。

5.2.3 出厂检验

制造商应在出厂前对每只电容器进行检验。制造商应根据协议随电容器附一份详细的出厂检验报告。

5.3 电容量和损耗角正切($\tan\delta$)

5.3.1 电容量

电容量测量应符合 IEC 60384-4:2016 中 4.3.2 的规定,测量在漏电流测量之后进行,见 5.4。
电容量应在供需双方协议规定的偏差范围内。

5.3.2 损耗角正切($\tan\delta$)

电容器损耗角正切值($\tan\delta$)测量应符合 IEC 60384-4:2016 中 4.3.3 的规定,测量时间在漏电流测量之后,见 5.4。

电容器损耗角正切值不应超过供需双方商定的范围。

5.4 漏电流

5.4.1 电容器单元

除非另有规定,电容器单元漏电流测试应符合 IEC 60384-4:2016 中 4.3.1 及以下规定:

- 测量之前,电容器单元需充分放电;
- 测量过程持续施加电压的时间应和供需双方商定的时间保持一致;
- 测试过程不应发生电气绝缘故障或闪络。

5.4.2 电容器模块或电容器组

电容器模块或电容器组漏电流测试方法应和供需双方商定的方法保持一致。

5.5 电容器端子与外壳间绝缘试验

5.5.1 电容器单元

除非供需双方另有规定,电容器单元绝缘试验应符合 IEC 60384-1:2016 中 4.6.2.3 及以下规定:

- 测量位置:电容器短路连接的端子与电容器外壳非金属部分:
 - 试验电压:供需双方商定;
 - 试验时间:1 min,除非供需双方另有规定。
- 在测试期间,每个规定的测试点不应发生电气绝缘击穿或闪络。

5.5.2 电容器模块或电容器组

除非另有规定,测试持续时间为 10 s 外,电容器绝缘测试应符合 GB/T 32350.1 的规定。

5.6 密封性测试

除非电容器单元的密封性能已被证实,否则密封性测试应符合 GB/T 2423.23—2013 中试验 Qc,方法 2 的规定。采用非导电性硅油或类似溶剂作为密封性试验的检验溶剂。

电容器单元应将密封部位朝上放置,浸入检验溶剂中。检验溶剂温度应比工作温度高 5 ℃。

电容器单元浸泡时间为热时间常数的 3 倍或更多。

密封部位的检验溶剂中不能持续冒泡。如果对判决有疑义,应将套管拆除进行试验。

5.7 浪涌放电试验

5.7.1 概述

除非另有规定,电容器浪涌放电试验应按以下步骤进行。

5.7.2 预处理

电容器依次按照 5.1.4 和 5.1.5 步骤进行处理。

5.7.3 初始测量

电容量、损耗角正切和漏电流应分别按照 5.3 和 5.4 进行测量。

5.7.4 测试方法

电容器应采用直流电源在 5 min 之内充至 $1.1U_R$ ，然后在 1 min 内通过放电电路进行放电。该测试应重复 5 次，每次测试间隔不应超过 6 min。

放电电路(电缆、开关、分流器或电子器件)电阻最大值应和电容器单元内阻相同，且不超过 1 mΩ。

如果对最大浪涌电流有明确规定，放电电流应根据放电回路的阻抗变化调整，见式(1)。

$$I_{test} = 1.1 \times I_S \dots\dots\dots(1)$$

5.7.5 中间处理

电容器应按照 5.1.5 进行处理，然后通过放电器件进行放电。

5.7.6 最终测量

电容量、损耗角正切和漏电流应分别按照 5.3 和 5.4 进行测量。

5.7.7 验收标准

电容量的变化应在供需双方商定的范围。

电容器的漏电流和损耗角正切不应超过供需双方商定的值。

5.8 环境试验

5.8.1 温度变化

5.8.1.1 概述

除非另有规定，电容器温度变化测试应按以下步骤进行。

5.8.1.2 预处理

电容器依次按照 5.1.4 和 5.1.5 步骤进行处理。

5.8.1.3 初始测量

电容量、损耗角正切和漏电流应分别按照 5.3 和 5.4 进行测量。

5.8.1.4 试验方法

电容器温度变化试验应符合 GB/T 2423.22—2012 中试验 Na 的规定。供需双方协商一致对电容器上下限温度作如下规定：

- a) 上限温度:上限类别温度；
- b) 下限温度:下限类别温度；
- c) 暴露持续时间:供需双方商定；
- d) 循环次数:供需双方商定。

5.8.1.5 中间处理

电容器应按照 5.1.5 进行处理,然后通过放电器件进行放电。

5.8.1.6 最终测量

电容量、损耗角正切和漏电流应分别按照 5.3 和 5.4 进行测量。

5.8.1.7 验收准则

电容器容量的变化应在供需双方协商规定的范围。

电容器的漏电流和损耗角正切不能超过供需双方协商一致的规定值。

5.8.2 恒定湿热

5.8.2.1 概述

除非另有规定,电容器恒定湿热试验应按以下步骤进行。

5.8.2.2 预处理

电容器依次按照 5.1.4 和 5.1.5 步骤进行处理。

5.8.2.3 初始测量

电容量、损耗角正切和漏电流应分别按照 5.3 和 5.4 进行测量。

5.8.2.4 试验方法

试验应按照 GB/T 2423.3 进行,严酷等级(见表 2)由供需双方商定。在试验过程中不应出现冷凝现象。

表 2 恒定湿热试验

等级	试验温度 ℃	试验相对湿度 %	持续时间 d
A	40±2	93±3	56
B	40±2	93±3	21

5.8.2.5 中间处理

电容器应按照 5.1.5 进行处理,然后通过放电器件进行放电。

5.8.2.6 最终测量

恒定湿热试验后,电容器单元(如适用)或电容器模块应按照 5.5 进行端子与外壳间的绝缘试验。

电容量、损耗角正切和漏电流应分别按照 5.3 和 5.4 进行测量。

5.8.2.7 验收准则

试验样品不应发生电气绝缘故障,绝缘试验时端子与外壳间不应闪络,见 5.5。

电容量的变化应在供需双方商定的范围内。

电容器的漏电流和损耗角正切不应超过供需双方协商的规定值。

5.9 机械试验

5.9.1 端子机械试验

电容器应根据供需双方协议进行端子的强度试验,见表 3。

表 3 端子的强度试验

序号	试验或测量	性能		试验要求
1	连接电缆与焊接连接件的拉伸强度	GB/T 2423.60	U _{a1}	单个电容器重量(≥10 N)
2	连接线的弯曲度		U _{b1}	弯曲次数:2
3	焊接与扁插片的弯曲度		U _{b2}	对于连接导线与焊片弯曲次数:2
4	轴向连接的扭转阻力		U _c	严酷等级 2
5	螺母与螺栓连接的扭矩		U _d	^a
6	焊接连接件的可焊性与耐热性	GB/T 2423.28		A 号烙铁 350 ℃
^a 电容器螺母与螺栓扭矩应由供需双方商定。				

5.9.2 一般检验

应采用目检,电容器标识清晰度应和供需双方商定的一致。
称重并记录,参数由供需双方协商确定。

5.9.3 冲击和振动

除非另有规定,电容器冲击和振动试验应按 GB/T 21563 进行。

5.10 耐久性试验

5.10.1 概述

除非另有规定,电容器单元耐久性试验需按照以下步骤进行。

5.10.2 预处理

电容器依次按照 5.1.4 和 5.1.5 步骤进行处理。

5.10.3 初始测量

电容量、损耗角正切和漏电流应分别根据 5.3 和 5.4 进行测量。

5.10.4 试验方法

电容器单元试验方法应和 IEC 60384-4:2016 的 4.13 保持一致,具体条件如下:

- a) 试验温度:上限类别温度;
- b) 试验电压:直流电压叠加纹波电压,直流电压和纹波电压的峰值叠加不超过额定电压 U_R(纹波电压和频率应由供需双方商定);
- c) 试验持续时间:2 000 h~10 000 h(试验时间应由供需双方商定)。

5.10.5 中间处理

电容器应根据 5.1.5 进行处理,然后通过放电器件进行放电。

5.10.6 最终测量

电容量、损耗角正切和漏电流应分别根据 5.3 和 5.4 进行测量。

5.10.7 验收准则

电容量的变化应在供需双方协议规定的范围。

电容器的漏电流和损耗角正切不应超过供需双方协议的规定值。

不应发现可见损伤。

5.11 压力释放试验

电容器单元的压力释放试验应符合 IEC 60384-1:2016 中 4.28.2 的规定。

注 1: 该试验模拟了电容器寿命终结时的状况,同时证实了在规格书规定范围内,电容器压力阀可正常工作。测试过程不能确保全部是压力阀失效。

注 2: 由于实际应用条件和试验条件有明显差异,电容器寿命终结模式也可能不一样。实际应用中,考虑到储存的能量、预期短路电流、故障电流持续时间等条件的多样性。这些条件不能确保电容器寿命终结时全部是压力阀失效。

5.12 阻燃试验

电容器单元的阻燃试验应符合 IEC 60384-1:2016 中 4.38 的规定。

电容器单元应置于火焰最易燃烧的位置,每个电容器应在火焰中暴露一次。试验的严酷等级(火焰暴露时间)由供需双方商定,燃烧时间最长不超过 30 s。

6 过负载

6.1 最大允许电压

在供需双方协议规定的电压水平及持续时间内,电容器应正常工作且不应失效。任意时间内,当电容器使用电压超过额定电压时将会降低电容器使用寿命。

电容器持续工作时,最大允许电压为电容器额定电压。当施加电压暂时高于额定电压时,最大允许电压为额定电压乘以浪涌电压系数。浪涌电压及系数分别由 IEC 60384-4:2016 的 4.14 和 IEC 60384-4:2016 的 2.2.7 所定义。

6.2 最大允许电流

在供需双方协议规定的纹波电流、充放电电流和浪涌电流水平及持续时间内,电容器应正常工作且不应失效。任意时间内,当电容器使用电流超过纹波电流、充放电电流和浪涌电流的额定值将会降低电容器使用寿命。

最大允许电流应由供需双方商定。电容器持续工作时,最大允许电流是 3.14 中定义的纹波电流。在瞬态条件下,最大允许电流分别是 3.13 和 3.15 中定义的最大峰值电流和最大浪涌电流。

7 安全要求

7.1 放电器件

放电电阻不适用于特定的电力电子电容器。每个电容器模块或电容器组都应根据用户的要求将电

压从额定电压 U_R 降至 60 V 或以下。

放电时间由供需双方商定。

放电器件不应用来替代接触电容器前将电容器正负端子短接或接地。

应考虑当电容器和其他电子设备直接相连并形成放电回路,且回路能保证放电时间符合上述规定时,电容器也会被正常放电。

放电回路应具备足够的电流承载能力以确保电容器可从最大峰值电压放电。

7.2 外壳连接(接地,如适用)

为使电容器金属紧固件(如适用)的电位得以固定和在发生外壳绝缘击穿或闪络时能承载故障电流,外壳的金属紧固件应留有一适合安装泄放电流接线夹的未着漆、耐腐蚀的金属区。

7.3 环境保护

应当采取预防措施不让有害物质扩散到环境中达到其有害的临界浓度。在电容器组装时,如对电容器标识有特殊需求,买方应对要求做出具体说明。

如有要求,制造商应提供主要部件的火灾载荷或质量。

注:主要部件指超过电容器质量 1% 的部件。

7.4 其他安全要求

当电容器安装在有关安全规程规定的特殊场合时,用户应详细说明特殊要求。

8 标识

8.1 电容器标识

8.1.1 电容器单元

每个电容器单元铭牌上给出下列信息:

——制造商名称(公司名称缩写)或商标;

——产品标识号和生产日期(年、月或周)或序列号;

——标称电容量 C_N (μF 或 F);

——电容量偏差(%或 GB/T 2691—2016 中第 5 章规定的偏差代码,可选);

——额定电压 U_R (V)。

注 1: 电容器单元标识位置宜由供需双方商定。

注 2: 对于小尺寸电容器,如不能在铭牌上标出上列所有的项目时,某些项目可在说明书中给出。

注 3: 可由供需双方商定在铭牌上增加额外数据。

8.1.2 电容器模块或电容器组

每个电容器模块或电容器组铭牌上给出如下信息:

——制造商名称(公司名称缩写)或商标;

——产品标识号和生产日期(年、月或周)或序列号;

——标称电容量 C_N (μF 或 F);

——容量偏差(%或 GB/T 2691—2016 中第 5 章规定的偏差代码,可选);

——额定电压 U_R (V);

——浪涌电流 I_S (A)(可选);

- 最高工作温度 T_{\max} (°C) (可选)；
- 最大扭矩 (Nm) (可选)；
- 冷却空气温度 (仅适用于强制风冷—见 4.1.3, 可选)；
- GB/T 25121.2 (可选)。

注 1: 电容器模块或电容器组标识位置宜由供需双方商定。

注 2: 对于小尺寸电容器模块或电容器组, 如不能在铭牌上标出上列所有的项目时, 某些项目可在说明书中给出。

注 3: 供需双方可商定在铭牌上增加额外数据。

8.2 数据表

制造商应提供电容器正确操作的信息。

如果电容器单元含有可能污染环境或可能有其他危险性的材料, 这些材料及其组合应根据我国的相关法律规定在数据表中说明。

注: 根据供需双方之间的协议, 制造商可提供含有质量百分比的物料安全数据表 (MSDS) 作为声明文件。

9 安装和应用导则

9.1 概述

过应力将缩短电容器寿命, 宜严格控制电容器工作条件, 如温度、电压、电流及冷却条件。

由于电容器类型多样、应用条件复杂, 很难用简单的规则来涵盖所有可能的安装和操作条件。

应遵守制造商给出的指示及相关的使用说明。

直流谐波滤波器通常提供一个叠加有非正弦交变电压的直流电压。

9.2 额定电压的选择

电容器额定电压应大于或等于周期性的峰值电压。

大多数电力电子的应用是多负载条件。因此, 电容器制造商和用户应就额定电压及实际的电压应力进行广泛讨论。

注: 在最大允许电压及最大允许温度下工作会降低电容器寿命。

9.3 工作温度

9.3.1 电容器寿命

电容器寿命受工作温度、纹波电流、施加电压等因素影响。制造商可提供公式来计算实际工作状态下的预期寿命。然而公式可能存在一定的局限性。

应注意电容器单元的工作温度, 因为这对电容器寿命有重要的影响:

- 过高的温度加快电容器电介质的劣化;
- 过低的温度或温度骤降可能导致电解液部分降解或机械结构的老化。

9.3.2 安装

电容器安装应确保能充分扩散其损耗产生的热量。

来自太阳或任何高温表面的辐射将会增加电容器的温度。

根据不同的冷却空气温度、冷却效率及辐射强度和持续时间, 应采取下列预防措施:

- 保护电容器不受辐射;
- 选择更高耐温设计的电容器或采用额定电压高于第 4 章、第 6 章及 9.4 中规定的电容器;

——确定设备功率时应考虑电容器安装在高海拔(2 500 m 以上)地区,其散热性能将会下降。

电容器发热区域的热性能作为工作环境温度的函数,制造商应提供一组热学参数来描述。负载周期及冷却条件应由制造商推荐。

注:一些圆柱体电容器会在端部密封处配备释放压力的压力阀作为泄压结构。对于螺栓式电容器,会采用固定剂来固定内部芯包。当电容器异常发热时,固定剂可能熔化。如果固定剂熔化后堵住压力阀将会影响其正常工作。螺栓式电容器压力阀位置不向下安装,如果电容器水平安装,压力阀及正极端子的方向见图 1。

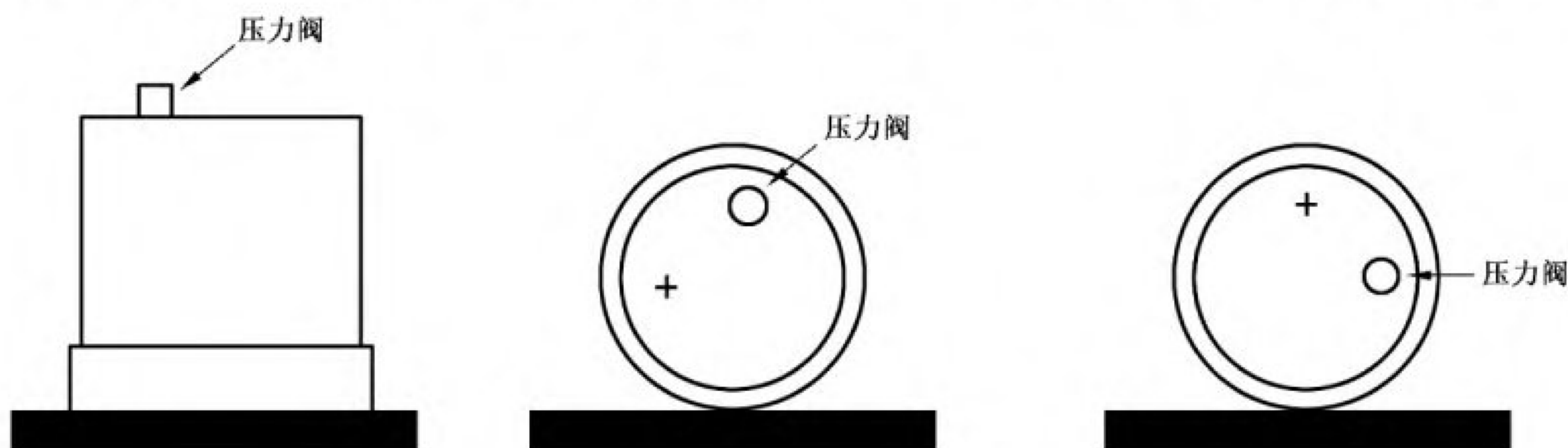


图 1 优选的压力阀和正极位置示例

9.3.3 异常冷却条件

在特殊情况下,工作环境温度可能超过 40 °C。制造商应说明温度对电容器的寿命及操作安全性的影响。

9.4 过电压

异常工作条件下的瞬态过电压可能要求选择更高额定电压的电容器。

9.5 过载电流

电容器的工作电流不应超过 3.13、3.14 和 3.15 中规定的最大值。

当电容器切入到回路中或设备关闭时,可能产生瞬态高振幅、高频率的电流。应将流经电容器及设备中的瞬态过电流降低到可接受的范围。

如果电容器含有外部熔断器,开关操作带来的电流峰值应被限定在 I_s (浪涌电流)以内。

9.6 投切和保护装置

投切和保护装置及其连接件均应能承受发生在接通或切断时或其他情况下,由高幅值和高频率的瞬态过电流所引起的电动力和热应力。

如果考虑电动力和热应力会导致电容器体积过大时,为了防止过电流的影响,应采取一些特殊的预防措施,如选择有足够的热容量的熔丝。

9.7 爬电距离和绝缘间隙

按 GB/T 32350.1 的规定执行。

9.8 连接件

连接到电容器的电流引线能散发从电容器传来的热量,同样,它们也可能把外部连接件中产生的热量传到电容器中,因此需要保持连接到电容器的连接件的温度总是低于电容器本身的温度。

电容器电路中的任何不良接触都可能引起电弧,造成高频振荡,可能使电容器过热和过电压。宜定

期对所有电容器设备的接触点和电容器连接件进行检查。

9.9 电容器并联连接

当设计具有并联电容器的电路时,存在两种可能的危险:

- a) 电流支路中电阻和电感的分布偏差将影响电容器的分流,可能导致电容器出现过载;
- b) 由于在电力电子设备中常遇到的是较高的频率,内部连接通常应设计为低电感和低电阻。

当一只电容器出现短路故障时,电容器组的全部能量将通过击穿点迅速释放,通常不可能通过一个限流熔断器来断开电容器单元,在此情况下应采取特别的预防措施。

9.10 电容器串联连接

由于单元中绝缘电阻差异,应通过电阻分压器来确保单元之间电压的均衡分配。

因为内部放电装置可将剩余电荷安全泄放,对间歇式直流应用,可不采用专用分压器。

串联布置应考虑单元的绝缘电压。

9.11 磁损耗和涡流

电力电子设备中的导体周围有强磁场,可能诱发磁场的交变磁化同时引起金属部件感应涡流从而产生热量。因此,电容器在生产时应尽量避免在电容器中使用磁性材料及避免加工过程导致的非磁性材料的磁化。安装时,应将其与大电流导体保持距离。

9.12 无保护的电容器指南

在电容器未受保护的情况下,买方应确保电容器合格安装,当电容器失效时不会发生危险。

附录 A
(资料性附录)
电容器的应用示例

电容器单元(见 3.2)、电容器模块(见 3.3)及电容器组(见 3.4)在电容器设备(见 3.6)中应用的原理图见图 A.1。

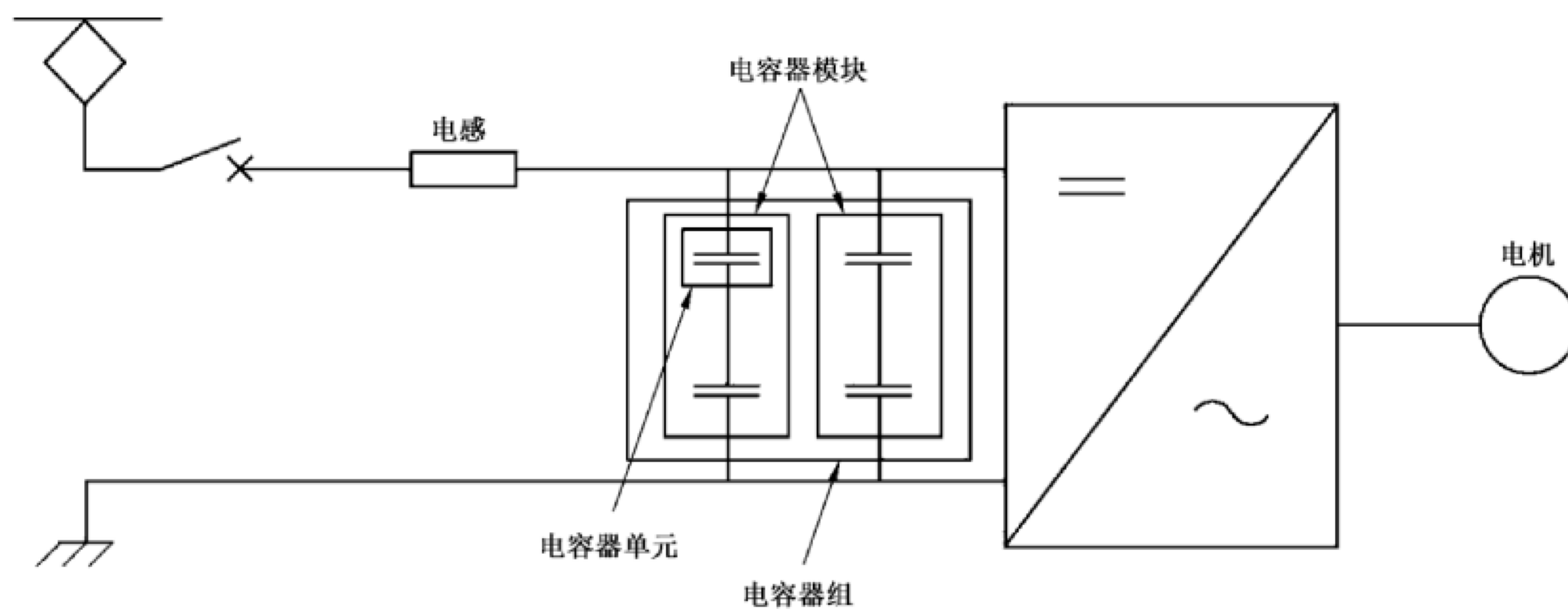


图 A.1 电容器的应用示例

参 考 文 献

- [1] GB/T 1402—2010 轨道交通 牵引供电系统电压
- [2] GB/T 2900.16 电工术语 电力电容器
- [3] GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第1部分:原理、要求和试验
- [4] GB/T 21413.1—2008 铁路应用 机车车辆电气设备 第1部分:一般使用条件和通用规则
- [5] GB/T 21413.2—2008 铁路应用 机车车辆电气设备 第2部分:电工器件 通用规则
- [6] GB/T 25121.1—2018 轨道交通 机车车辆设备 电力电子电容器 第1部分:纸/塑料薄膜电容器
- [7] GB/T 25121.3—2018 轨道交通 机车车辆设备 电力电子电容器 第3部分:双电层电容器
- [8] GB/T 25122.1—2010 轨道交通 机车车辆用电力变流器 第1部分:特性和试验方法
-

中华人民共和国
国家标准
轨道交通 机车车辆设备 电力电子电容器
第2部分：非固体电解质铝电解电容器
GB/T 25121.2—2018

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址：www.spc.org.cn

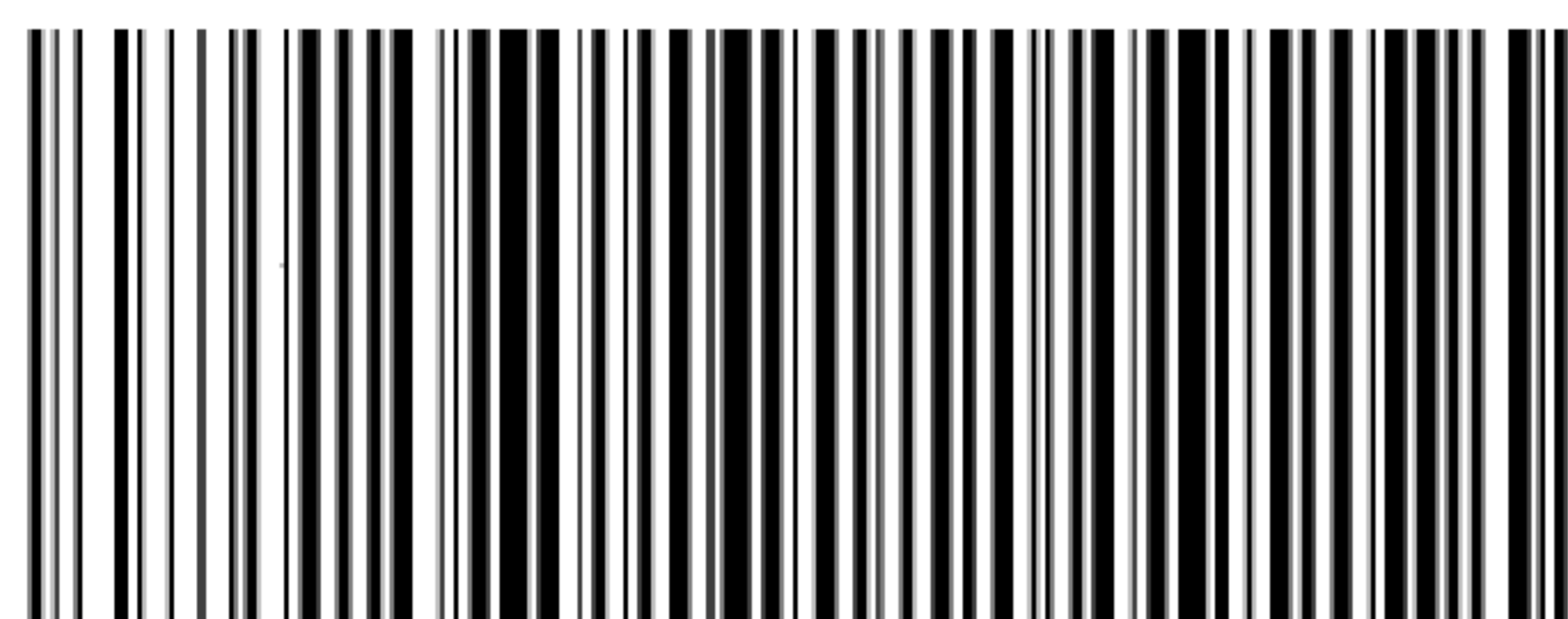
服务热线：400-168-0010

2019年1月第一版

*

书号：155066·1-61727

版权专有 侵权必究



GB/T 25121.2—2018