



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 15576—2020  
代替 GB/T 15576—2008

---

## 低压成套无功功率补偿装置

Low-voltage reactive power compensation assemblies

2020-1 1-19 发布

2021-06-01 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 .....	V
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 装置的分类 .....	3
4.1 使用场所 .....	3
4.2 安装位置 .....	3
4.3 补偿相数 .....	3
4.4 投切电容器的元件类型 .....	3
4.5 有无抑制谐波或滤波功能 .....	3
5 信息 .....	4
5.1 装置规定的标志 .....	4
5.2 文件 .....	4
5.3 器件和 / 或元件的识别 .....	4
6 使用条件 .....	5
6.1 正常使用条件 .....	5
6.2 特殊使用条件 .....	5
6.3 运输、存放条件 .....	6
7 结构要求 .....	6
7.1 材料和部件的强度 .....	6
7.2 装置外壳的防护等级 .....	7
7.3 电气间隙和爬电距离 .....	7
7.4 电击防护 .....	9
7.5 电器元件和辅件的组合 .....	10
7.6 内部电路和连接 .....	10

7.7	外接导线端子 .....	11
8	性能要求 .....	12
8.1	介电性能 .....	12
8.2	温升极限 .....	12
8.3	短路保护和短路耐受强度 .....	13
8.4	电磁兼容性 ( EMC ) .....	13
8.5	噪声 ( 适用于有抑制谐波和滤波功能的装置 ) .....	14
8.6	装置的控制和保护 .....	14
8.7	放电试验 .....	14
8.8	装置的动态响应时间 .....	14
8.9	有抑制谐波或滤波功能装置的要求 .....	14

8.10	集成低压无功功率补偿装置 .....	16
9	设计验证 .....	16
9.1	通则 .....	16
9.2	材料和部件强度 .....	17
9.3	装置的防护等级 .....	17
9.4	电气间隙和爬电距离 .....	17
9.5	电击防护和保护电路完整性 .....	17
9.6	电器元件和辅件的组合 .....	18
9.7	内部电路和连接 .....	18
9.8	外接导线端子 .....	18
9.9	介电性能 .....	18
9.10	温升验证 .....	19
9.11	短路耐受强度 .....	19
9.12	电磁兼容性 ( EMC ) .....	19
9.13	机械操作 .....	19
9.14	噪声测试 .....	19
9.15	装置的控制和保护 .....	20
9.16	放电试验 .....	20
9.17	动态响应时间检测 .....	20
9.18	抑制谐波或滤波功能验证 .....	20
9.19	通电操作试验 .....	20
9.20	环境温度性能试验 ( 仅适用于户外型装置 ) .....	21
9.21	集成低压无功功率补偿装置功能验证 .....	21
10	例行检验 .....	21
10.1	通则 .....	21
10.2	外壳的防护等级 .....	21
10.3	电气间隙和爬电距离 .....	21
10.4	电击防护和保护电路完整性 .....	21
10.5	内装元件的组合 .....	22
10.6	内部电路和连接 .....	22
10.7	外接导线端子 .....	22

10.8	机械操作 .....	22
10.9	介电性能 .....	22
10.10	布线、操作性能和功能 .....	22
10.11	工频过电压保护试验 .....	22
10.12	缺相保护试验 .....	22
10.13	通电操作试验 .....	22
参考文献	.....	24
表 1	空气中的最小电气间隙 .....	7
表 2	爬电距离 .....	8

表 3	铜保护导体的最小截面积 ( PE、PEN )	12
表 4	主电路的工频耐受电压值	12
表 5	辅助电路和控制电路的工频耐受电压值	12
表 6	温升限值	13
表 7	公用电网谐波电压 ( 相电压 ) 限值	15
表 8	谐波电流允许值	15
表 9	验证和检验项目清单	23

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 15576—2008《低压成套无功功率补偿装置》。

本标准与 GB/T 15576—2008 相比，主要技术变化如下：

- 重新编排了整体结构；
- 修改了术语“低压成套无功功率补偿装置”“集中补偿装置”“分组补偿装置”“末端补偿装置”“涌流”和“额定总容量”的定义（见 3.1、3.3、3.4、3.5、3.7 和 3.14, 2008 年版的 3.1~3.5、3.13）；
- 增加了术语“集成低压无功功率补偿装置”（见 3.2）；
- 增加了集成低压无功功率补偿装置的性能要求和设计验证（见 8.10 和 9.21）；
- 修改了按照补偿相数和按照投切电容器元件类型分类两种分类方法（见 4.3 和 4.4, 2008 年版的 4.3 和 4.4）；
- 增加了耐紫外线辐射、机械强度、提升装置、装置外壳的防护等级、外接导线端子的结构要求及其验证方法（见 7.1.4、7.1.5、7.1.6、7.2、7.7、9.2.4、9.2.5、9.2.6、9.3 和 9.8）；
- 修改了验证方式，型式试验改为设计验证（见第 9 章，2008 年版的第 6 章）；
- 修改了验证方式，出厂试验改为例行检验（见第 10 章，2008 年版的第 7 章）；
- 修改了电气间隙和爬电距离的规定值及其验证方法（见 7.3 和 9.4, 2008 年版的 6.6 和 7.1.4）；
- 删除了绝缘电阻验证（见 2008 版的 6.7.1 和 7.5.2）；
- 修改介电性能中主电路和辅助电路工频耐受试验电压值及工频耐受试验电压频率（见 8.1 和 9.9.2, 2008 年版的 6.7.2 和 7.5.3）；
- 修改了电磁兼容性(EMC)的性能要求和验证方法（见 8.4 和 9.12, 2008 年版的 6.12）；
- 删除了单台电动机的补偿（见 2008 年版的 6.11）；
- 修改了公用电网谐波电压限值和公用电网谐波电流允许值（见 8.9, 2008 年版的 6.14）；
- 增加了温升试验的方法，在验证试验的基础上增加验证比较、验证评估的方法（见 9.10）；
- 修改了机械操作验证，操作次数由 50 次增加至 200 次（见 9.13, 2008 年版的 7.4）；
- 修改了噪声的验证方法（见 9.14, 2008 年版的 7.10）；
- 修改了运输和存放的环境温度，改为正常使用条件下的温度（见 6.3, 2008 年版的 5.3）。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国低压成套开关设备和控制设备标准化技术委员会(SAC/TC 266)归口。



本标准起草单位：天津电气科学研究院有限公司、深圳市华冠电气有限公司、索凌电气有限公司、天津天传电控设备检测有限公司（国家电控配电设备质量监督检验中心）、江苏斯菲尔电气股份有限公司、湖南电器科学研究院有限公司、浙宝电气（杭州）集团有限公司、浙江省台州成套机电设备有限公司、杭州电力设备制造有限公司余杭群力成套电气制造分公司、威司克股份有限公司、上海电器科学研究所（集团）有限公司、库柏（宁波）电气有限公司、宁波奥克斯高科技有限公司、河北卓越电气有限责任公司、海格电气（惠州）有限公司、河北申科电力股份有限公司、镇江默勒电器有限公司、福建森达电气股份有限公司、上海柘中电气有限公司、中检质技检验检测科学研究院有限公司、方圆标志认证集团有限公司、香江科技股份有限公司、上海友邦电气（集团）股份有限公司、友邦电气（平湖）股份有限公司、上海宝临电气集团有限公司、盛隆电气集团有限公司、中安达电气科技股份有限公司、河北沃邦电力科技有限公司、红光电气集团有限公司、浙江三辰电器股份有限公司、深圳市光辉电器实业有限公司、山东厚俞实业有限公司、天津天传电控配电有限公司。

# 低压成套无功功率补偿装置

## 1 范围

本标准规定了低压成套无功功率补偿装置（以下简称装置）的术语和定义、分类、使用条件、结构和性能要求、设计验证和例行检验。

本标准适用于额定交流电压不超过 1 000 V（或 1 140 V）、频率不超过 1 000 Hz 的低压成套无功功率补偿装置。

## 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 1094.6 电力变压器 第 6 部分：电抗器

GB/T 3768 声学 声压法测定噪声源声功率级和声能量级 采用反射面上方包络测量面的简易法

GB/T 4025 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则

GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 5169.5 电工电子产品着火危险试验 第 5 部分：试验火焰 针焰试验方法 装置、确认试验方法和导则

GB/T 7251.1—2013 低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分：总则

GB/T 7251.8—2020 低压成套开关设备和控制设备 第 8 部分：智能型成套设备通用技术要求

GB/T 12747.1 标称电压 1 000 V 及以下交流电力系统用自愈式并联电容器 第 1 部分：总则 性能、试验和定额 安全要求 安装和运行导则

GB/T 14549—1993 电能质量 公用电网谐波

GB/T 16895.21 低压电气装置 第 4-41 部分：安全防护 电击防护

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

GB/T 20138 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级(IK代码)

GB/T 20641 低压成套开关设备和控制设备 空壳体的一般要求

GB/T 29312—2012 低压无功功率补偿投切装置

JB/T 9663—2013 低压无功功率自动补偿控制器

IEC 60085 电气绝缘 耐热性评定和设计分级 (Electrical insulation—Thermal evaluation and designation)

IEC 60216 (所有部分) 电气绝缘材料 耐热性 (Electrical insulating materials—Properties of thermal endurance)

IEC 60445 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子、导体端子和导体的标识 (Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification—Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors)

### 3 术语和定义

GB/T 7251.1—2013 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

低压成套无功功率补偿装置 **low-voltage reactive power compensation assembly**

由一个或多个低压开关设备、低压电容器和与之相关的控制、测量、信号、保护、调节等设备，由制造商完成所有内部的电气和机械的连接，用结构部件完整地组装在一起的一种组合体。

注：集成低压无功补偿装置为低压成套无功功率补偿装置的一种。

#### 3.2

集成低压无功功率补偿装置 **integrated low-voltage reactive power compensation assembly**

以一组或多组低压电力电容器（或电容器、电抗器组合），实现低压无功功率自动补偿控制，其检测、投切控制、保护等功能集成一体的无功补偿装置。

#### 3.3

集中补偿装置 **integrative compensation assembly**

安装在变电所对无功功率进行集中补偿的低压成套无功功率补偿装置。

#### 3.4

分组补偿装置 **paragraph compensation assembly**

安装在功率因数较低的用电单元或母线上对供配电系统中的一部分（区域）无功功率进行分段（区域）补偿的低压成套无功功率补偿装置。

#### 3.5

末端补偿装置 **terminal compensation assembly**

直接安装在感性用电设备附近对无功功率进行补偿的低压成套无功功率补偿装置。

#### 3.6

相间补偿装置 **phase compensation assembly**

安装在三相电路中的任意两相之间对无功功率进行补偿的低压无功功率补偿装置。

#### 3.7

涌流 **transient inrush current**

电容器投入瞬间产生的瞬态电流。

#### 3.8

动态响应时间 **dynamic response time**

$T$

从系统的无功变化达到设定值时刻起到装置输出无功时的时间间隔

#### 3.9

基波(分量) fundamental (component)

对发生畸变的工频交流量进行傅里叶级数分解，得到与工频相同的频率分量。

3.10

谐波(分量) harmonic (component)

对周期性交流量进行傅里叶级数分解，得到的为基波频率大于 1 的整数倍的频率分量。

3.11

谐波次数 harmonicorder

*h*

谐波频率与基波频率的整数比。

## 3.12

谐波含量 (电压或电流) **harmonic content (for voltage or current)**

从周期性交流量中去掉基波分量后所得的量。

## 3.13

总谐波畸变率 **total harmonic distortion ; THD**

周期性交流量中含有的谐波含量的方均根值与其基波分量的方均根均值之比。

注：总谐波畸变率用百分数 (%) 表示，电压总谐波畸变率以 THD<sub>u</sub> 表示，电流总谐波畸变率以 THD<sub>i</sub> 表示。

## 3.14

额定总容量 **total rated capacity**

电容器组的额定容量 (或标称容量) 之和。

## 4 装置的分类

## 4.1 使用场所

按使用场所分为：

- a) 户外型装置；
- b) 户内型装置。

## 4.2 安装位置

按安装位置分为：

- a) 集中补偿装置；
- b) 分组补偿装置；
- c) 末端补偿装置。

## 4.3 补偿相数

按补偿相数分为：

- a) 单相补偿装置；
- b) 相间补偿装置；
- c) 三相补偿装置；
- d) 混合补偿装置 (以上三种方式中两种或两种以上混合补偿)。

## 4.4 投切电容器的元件类型

按投切电容器的元件类型分为：

- a) 机电开关 (例：接触器)；
- b) 半导体电子开关 (例：晶闸管)；
- c) 复合开关 (半导体电子开关和机电开关并联的组合物、单片机 CPU 控制 + 磁保持继电器)。

#### 4.5 有无抑制谐波或滤波功能

按有无抑制谐波或滤波功能分为：

- a) 无抑制谐波或滤波功能；
- b) 有抑制谐波功能：装置投入运行不能使系统谐波含量增加，投入电容器的工作电流应不超过电容器的额定电流；
- c) 有滤波功能：装置投入运行使系统谐波含量减少。

## 5 信息

### 5.1 装置规定的标志

装置制造商为每台装置配备一个或数个铭牌，铭牌应坚固、耐久，其位置应在装置安装好并投入运行时易于看到的地方。

装置的下列信息应在铭牌上标出：

- a) 装置制造商的名称或商标；
- b) 型号或标志号，或其他标识，据此可以从装置制造商获得相关的信息；
- c) 鉴别生产日期的方式；
- d) 额定电压；
- e) 本标准编号；
- f) 额定总容量。

### 5.2 文件

#### 5.2.1 关于装置的信息

下列附加信息，如适用，应在装置制造商技术文件中一起提供：

- a) 额定频率；
- b) 防护等级；
- c) 户内使用、户外使用；
- d) 外形尺寸，其顺序为高度、宽度（或长度）、深度；
- e) 额定电流；
- f) 短路耐受强度；
- g) 补偿的路数；
- h) 质量，单位为千克(kg),如需要。

#### 5.2.2 装卸、安装、操作与维护的说明书

制造商应按每批产品的类型，随附下列文件资料：

- a) 装箱文件资料清单；
- b) 安装与使用说明书；
- c) 电路图；
- d) 产品合格证明书。

在技术文件中规定装置电器元件的安装、操作和维修条件。



如有必要，装置的运输、安装和使用说明书上应指出某些方法，这些方法对合理地、正确地安装交付使用与操作装置是极为重要的。

如果电器元件的安装排列使电路的识别不很明显，则应提供有关资料，诸如接线图或接线表。

### 5.3 器件和 / 或元件的识别

在装置内部，应能辨别出单独的电路及电器元件。电器元件所用的标记应与随同装置一起提供的电路图上的标记一致。

## 6 使用条件

### 6.1 正常使用条件

#### 6.1.1 周围空气温度

##### 6.1.1.1 户内装置的周围空气温度

周围空气温度应不超过 40 °C,且在 24 h 一个周期内其平均温度不超过 35 °C。  
周围空气温度的下限为- 5 °C。

##### 6.1.1.2 户外装置的周围空气温度

周围空气温度不超过 40 °C,且在 24 h 一个周期的平均温度不超过 35 °C。  
周围空气温度的下限为-25 °C。

#### 6.1.2 湿度条件

##### 6.1.2.1 户内装置的湿度条件

最高温度为 40 °C时的相对湿度不超过 50%。在较低温度时可有较高的相对湿度。例如, 20 °C时的相对湿度为 90%。宜考虑到由于温度的变化,有可能会偶尔产生适度凝露。

##### 6.1.2.2 户外装置的湿度条件

最高温度 25 °C时,相对湿度短时可达 100%。

#### 6.1.3 污染等级

如果没有其他规定,装置一般在污染等级 3 环境中使用。而其他污染等级可以根据特殊用途或微观环境考虑采用。

注:装置的微观环境的污染等级可能受外壳内安装方式的影响。

#### 6.1.4 海拔

安装地点的海拔不得超过 2 000 m。

注:对于在更高海拔处使用的装置,要考虑介电强度的降低、器件的分断能力和空气冷却效果的减弱。打算在这些条件下使用的装置,宜按照制造商与用户之间的协议设计和使用的。

#### 6.1.5 安装地点条件

装置安装地点的系统电压波动范围不超过额定工作电压的  $\pm 10\%$ ,无抑制谐波或滤波功能的装置电压总谐波畸变率不大于 5%。

注 1:使用条件不符合上述要求或特殊使用条件的用户可与制造商协商解决。

注 2:在安装地点的电压为 1.1 倍的电容器额定电压的情况下,谐波量不使电容器的电流大于其额定电流的 1.3 倍。

## 6.2 特殊使用条件

如存在与 6.1 不符或符合 GB/T 7251.1—2013 中 7.2 所述任何一种特殊使用条件，应符合适用的特殊要求或装置制造商与用户之间应签订专门的协议。如果存在这类特殊使用条件，用户应向装置制造商提出。

### 6.3 运输、存放条件

如果运输、存放和安装的条件，例如温度和湿度与 6.1 中的规定不符时，应由装置制造商与用户签订专门的协议。

## 7 结构要求

### 7.1 材料和部件的强度

#### 7.1.1 通则

装置应由能够承受在规定的使用条件下产生的机械应力、电气应力、热应力和环境应力的材料构成。

#### 7.1.2 防腐蚀

考虑在正常使用条件下（见 6.1），为确保防腐蚀，装置的外壳外表面应采用合适的材料或应喷涂防炫目反光的覆盖层，表面不应有起泡、裂纹或流痕等缺陷；装置的所有金属紧固件均应有合适的镀层，镀层不应脱落、变色及生锈；装置的焊接件应焊接牢固，焊缝应均匀美观，无焊穿、裂纹、咬边、残渣、气孔等现象。在正常使用条件下应经得起可能会遇到的潮湿影响。

#### 7.1.3 绝缘材料的性能

##### 7.1.3.1 热稳定性

对于绝缘材料的外壳或外壳部件，应按 9.2.3 的规定进行热稳定性的验证。

##### 7.1.3.2 绝缘材料的耐热和耐着火性能

###### 7.1.3.2.1 通则

由于内部电效应而暴露在热应力下且由于部件的老化而使装置的安全性受到损害的绝缘材料的部件，不应受到正常（使用）发热、非正常发热或着火的有害影响。

###### 7.1.3.2.2 绝缘材料耐热性能

初始制造商应参考绝缘温度指标 [ 例如按 IEC 60216（所有部分）的方法确定 ] 或是按照 IEC 60085 的规定来选择绝缘材料。

###### 7.1.3.2.3 绝缘材料耐受内部电效应引起的非正常发热和着火的性能

用于固定及维持载流部件在正常使用位置所必需的部件和由于内部电效应而暴露在热应力下的部件的绝缘材料，由于绝缘部件的损耗可能影响装置的安全性，所以不应受到非正常发热和着火的有害影响，并应采用 GB/T 7251.1—2013 中 10.2.3.2 的灼热丝试验进行验证。在进行本试验时，保护导体 (PE) 不作为载流部件考虑。

对于小的部件（表面积尺寸不超过 14 mm × 14 mm），可采用替代的试验方法（例如，按照 GB/T 5169.5 的针焰试验）。同样的步骤可适用于部件的金属材料大于绝缘材料的情况。

#### 7.1.4 耐紫外线辐射

对于户外使用的由绝缘材料制成的外壳和外部部件，应按 9.2.4 的规定进行耐紫外线辐射验证。

### 7.1.5 机械强度

所有外壳或隔板包括门的闭锁装置和铰链，应具有足够的机械强度以承受正常使用和短路条件下所遇到的应力（见 9.13）。

可移式部件的机械操作，包括所有的插入式联锁，应按 9.13 规定的试验进行验证。

对于有抑制谐波或滤波功能的装置的外壳应考虑因滤波电容器、滤波电抗器、大功率电力电子投切开关等质量的增加，应采取必要的措施保证外壳的承重能力和机械强度。

装置的门应能在不小于 90°的角度内灵活启闭。

### 7.1.6 提升装置

如需要，装置应配备合适的提升装置。按 9.2.5 规定的试验进行验证。

## 7.2 装置外壳的防护等级

### 7.2.1 对机械碰撞的防护

应由装置外壳提供防止机械碰撞的防护等级，并按 GB/T 20138 的规定进行验证。

### 7.2.2 防止触及带电部分以及外来固体和水的进入

应按 GB/T 4208 的规定，由任何装置提供的防止触及带电部分及防止外来固体和水进入的防护等级，用 IP 代码表示，并按 9.3 的规定进行验证。

按照装置制造商的说明书安装后，户内使用的装置防护等级应不低于 IP20，户外装置防护等级应不低于 IP44。当装置采用通风孔散热时，通风孔的设置不应降低装置的防护等级。

## 7.3 电气间隙和爬电距离

### 7.3.1 通则

装置内的电器元件应符合各自标准的规定，在正常使用条件下，应保持其电气间隙和爬电距离。

电气间隙和爬电距离适用于相对相，相对中性线，除了导体直接接地，还适用于相对地和中性线对地。

### 7.3.2 电气间隙

电气间隙应足以达到能承受宣称的电路的额定冲击耐受电压（ $u_{imp}$ ）。电气间隙应为表 1 的规定值。

表 1 空气中的最小电气间隙<sup>a</sup>

额定冲击耐受电压 $U_{imp}$ kV	最小电气间隙 mm
≤2.5	1.5

4.0	3.0
6.0	5.5
8.0	8.0
12.0	14.0
a 根据非均匀电场环境和污染等级 3 决定。	

用测量来确定电气间隙的方法见 GB/T 7251.1—2013 的附录 F。

7.3.3 爬电距离

在任何情况下，爬电距离都不应小于相应的最小电气间隙。

爬电距离应符合 6.1.3 污染等级和表 2 给出的额定绝缘电压下相应的材料组别。

表 2 爬电距离

额定绝缘电压 $u_i^a$  V	最小爬电距离 mm			
	材料组别 <sup>b</sup>			
	I	II	IIIa	IIIb
32	1.5	1.5	1.5	1.5
40	1.5	1.6	1.8	1.8
50	1.5	1.7	1.9	1.9
63	1.6	1.8	2	2
80	1.6	1.8	2	2
100	1.7	1.9	2.1	2.1
125	1.8	2	2.2	2.2
160	1.9	2.1	2.4	2.4
200	2	2.2	2.5	2.5
250	2.5	2.8	3.2	3.2
320	3.2	3.6	4	4
400	3.2	3.6	4	4
500	4	4.5	5	5
630	5	5.6	6.3	6.3
800	6.3	7.1	8.0	8.0
1 000	8	9	10	10
1 250	10	11	12.5	
1 600	12.5	14	16	
	16	18	20	— <sup>c</sup>
	20	22	25	

注 1：表中的数值来自 GB/T 16935.1—2008，但保持最小值 15 mm。

注 2：表中的数据是在污染等级 3 条件下的规定。



a 作为例外,对于额定绝缘电压 127 V、208 V、415 V、440 V、660 V/690 V 和 830 V,可采用分别对应于 125 V、200 V、400 V、630 V 和 800 V 的较低挡的爬电距离。

b 根据相比电痕化指数(CTI)的范围值,材料组别分组如下:

— 材料组别 I	$CTI \geq 600;$
— 材料组别 II	
— 材料组别 III a	$400 \leq CTI < 600;$
— 材料组别 III b	$175 \leq CTI < 400;$
	$100 \leq CTI < 175。$

c 材料组别 III b 一般不宜用于 630 V 以上的污染等级 3。

用测量来确定爬电距离的方法见 GB/T 7251.1—2013 的附录 F。

以上内容仅为本文档的试下载部分,为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文,请访问:

<https://d.book118.com/155010021244011300>