

中华人民共和国国家标准

低压无功功率静态补偿装置 总技术条件

GB/T 15576—1995

The specifications of low-voltage
reactive power steady compensation equipments

1 适用范围

本技术条件适用于交流 50 Hz, 额定工作电压不超过 1 200 V, 用并联电容器对连续运行的异步电动机、感性负荷及供电系统改善功率因数的各类无功功率补偿装置(以下简称装置)。

2 引用标准

- GB 1497 低压电器基本标准
- GB 2681 电工成套装置中的导线颜色
- GB 2682 电工成套装置中的指示灯和按钮的颜色
- GB 4205 控制电气设备的操作件标准运动方向
- GB 4208 外壳防护等级的分类
- GB 4720 电控设备 第 1 部分: 低压电器电控设备
- GB 7251 低压成套开关设备
- GB 10233 电气传动控制设备基本试验方法
- GB 12747 自愈式低电压并联电容器
- JB 3084 电力传动控制站的产品包装与运输规程

3 术语

3.1 静态补偿 static compensation

根据指令, 按一定步长或其倍数连续对无功负荷进行的补偿。

3.2 静态补偿装置 static compensation device

用并联电容器改善供电系统及连续运行的异步电动机、其它感性负荷功率因数的各类无功功率补偿装置。

3.3 末端补偿装置 terminal compensation device

对异步电动机及其它感性负荷的无功功率就近进行补偿的装置。

3.4 分组补偿装置 group compensation device

对供电系统中的一部分集中感性负荷的无功功率进行分段(区域)补偿的装置。

3.5 集中补偿装置 integrative compensation device

在供电系统中对无功功率进行补偿的装置。

3.6 带补偿的异步电动机(或其它感性负荷)起动装置 starting device of asynchronous motor with compensation (or other inductive load)

将补偿电容器加入电动机起动装置中对异步电动机(或感性负荷)进行无功功率补偿的装置。

3.7 涌流 surge

在电容器投入运行的瞬间,在该支路中产生的瞬态(过渡)过电流。

4 正常使用条件

4.1 周围空气温度

4.1.1 户内型

周围空气温度不高于+40℃,不低于-5℃,24 h内平均温度不高于+35℃。

4.1.2 户外型

周围空气温度不高于+40℃,不低于-25℃,24 h内平均温度不高于+35℃。

4.2 大气条件

4.2.1 户内型

空气相对湿度在+40℃时不超过50%,在温度较低时,允许有较高的相对湿度,例如+20℃时为90%,但应考虑到由于温度的变化,有可能会偶然地产生适度的凝露。

4.2.2 户外型

温度为+25℃时,相对湿度短时可达100%。

4.3 海拔高度不超过2 000 m。

注:对于在海拔高于1 000 m处使用的电子设备,有必要考虑到介电强度的降低和空气冷却效果的减弱。打算在这些条件下使用的电子设备,应按照制造厂与用户之间的协议进行设计和使用。

4.4 周围介质无爆炸及易燃危险、无足以损坏绝缘及腐蚀金属的气体、无导电尘埃。

4.5 安装地点无剧烈振动及颠簸,安装倾斜度不大于5%。

4.6 电压波动范围不超过额定工作电压的±10%。

4.7 装置不适用于过大谐波的场所,如:电压波动和谐波作用的结果,超过电容器额定电流的1.3倍。

注:超出上述使用条件时,制造厂应与用户协商。

5 技术要求

5.1 结构

5.1.1 装置应由能承受一定的机械、电气和热应力的材料构成,同时需经得起在正常使用条件下可能会遇到的潮湿影响。

5.1.2 装置的门应能在不小于90°的角度内灵活启闭。同一组合的装置,应装设能用同一钥匙打开的锁。

5.1.3 操作器件的运动方向应符合GB 4205之规定。

5.1.4 装置的壳体外表面,一般应喷涂无眩目反光的覆盖层,表面不得有起泡、裂纹或流痕等缺陷。

5.1.5 装置内母线的相序排列从装置正面观察,应符合表1之规定。主电路接头间的相序和极性排列,推荐依照表1之规定。

表 1

相 序	垂直排列	水平排列	前后排列
L1 相	上	左	远
L2 相	中	中	中
L3 相	下	右	近
中性线	最 下	最 右	最 近

5.2 装置的防护等级

装置外壳的防护等级应符合 GB 4208 的规定。

5.3 元器件的选择与安装

5.3.1 装置中所选用的电器元件及辅件的额定电压、额定电流、使用寿命、接通和分断能力、短路强度及安装方式等方面应适合指定的用途及本身相关标准,并按照制造厂的说明书进行安装。

5.3.2 用于自动投切电容器组的控制器,可根据下列物理量选择:

- a. 功率因数;
- b. 无功电流;
- c. 无功功率;
- d. 无功电流控制,功率因数锁定。

5.3.3 装置中应采取措施,把由于切合操作所产生的涌流峰值限制在 $100I_N$ 以下(I_N 为电容器额定工作电流)。

5.3.4 所有电器元件及辅件应按照其制造厂的说明书(使用条件、需要的飞弧距离、拆卸灭弧栅需要的空间等)进行安装。

5.3.5 电器元件及辅件的安装应便于接线,维修和更换,需要在装置内部操作调整和复位的元件应易于操作。

与外部连线的接线座应安装在装置安装基准面上方至少 0.2 m 高度处。

仪表的安装高度一般不得高出装置安装基准面 2 m。

操作器件(如手柄、按钮等)的高度一般不得高出装置安装基准面的 1.9 m。紧急操作器件应装在距装置安装基准面的 0.8~1.6 m 范围内。

5.4 指示灯、按钮及导线

5.4.1 装置中所选用的指示灯和按钮的颜色应符合 GB 2682 之规定。

5.4.2 装置中所选用导线及母线的颜色应符合 GB 2681 之规定。

5.4.3 装置中的连接导线,应具有与额定工作电压相适应的绝缘,并采用铜芯多股绝缘软线,同时需配用冷压接端头。

5.4.4 主电路母线或导线的截面积应根据其允许载流量不小于可能通过该电路额定工作电流来选择。

5.4.5 辅助电路导线的截面积应根据要承载的额定工作电流来选择,但应不小于 1.0 mm^2 (铜芯多股绝缘软线)。

5.4.6 电容器支路导线的载流量应不小于电容器额定工作电流的 1.5 倍。

5.5 温升

5.5.1 母线与电器元件连接处的温升,不得高于电器元件出线端的规定温升。

5.5.2 母线之间连接处的温升,不得高于表 2 之规定。

5.5.3 装置内绝缘导线和电器元件的温升不得高于它们本身规定的允许温升。

表 2

部 位	温升,K
装在内部的零件	按照有关要求;无此类要求时,按照制造厂的产品技术要求
连接外部绝缘导线的端子	70
母线固定连接处	
铜-铜	50
铜搪锡-铜搪锡	60

续表 2

部 位	温升,K
铜镀银-铜镀银	80
铝搪锡-铝搪锡	55
铝搪锡-铜搪锡	55
操作手柄	
金属的	15
绝缘材料的	25
可接触的外壳和覆板	
金属表面	30
绝缘表面	40

5.6 电气间隙和爬电距离

5.6.1 装置内的电器元件应符合各自的有关规定,并在正常使用条件下,也应保持其电气间隙和爬电距离。

5.6.2 装置内不同极性的裸露带电体之间,以及它们与外壳之间的电气间隙和爬电距离应不小于表 3 之规定。

表 3

额定绝缘电压 U_i , V	电气间隙, mm	爬电距离, mm
$U_i \leq 60$	5	5
$60 < U_i \leq 300$	6	10
$300 < U_i \leq 660$	8	14
$660 < U_i \leq 800$	10	20
$800 < U_i \leq 1\,500$	14	28

5.7 装置的介电强度

主电路和与其直接连接的辅助电路应能耐受表 4 规定的试验电压。

表 4

V

额定绝缘电压 U_i	试验电压(有效值)
$U_i \leq 60$	1 000
$60 < U_i \leq 300$	2 000
$300 < U_i \leq 660$	2 500
$660 < U_i \leq 800$	3 000
$800 < U_i \leq 1\,000$	3 500
$1\,000 < U_i \leq 1\,500$	3 500

不与主回路直接连接的辅助电路应能耐受表 5 规定的试验电压。

表 5

V

额定绝缘电压 U_i	试验电压(有效值)
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$U_i > 60$	$2U_i + 1\,000$, 但不小于 1 500

5.8 装置的短路强度

对集中补偿装置的短路强度是指装置的主回路各部分耐受的额定短时耐受电流的能力。装置的预期额定短路耐受电流值可分为 15、30、50、80 kA。

5.9 安全防护

5.9.1 对直接接触电的防护可以依靠装置本身的结构措施,也可依靠装置在安装时采取的附加措施,制造厂应在使用说明书中提供这种资料。

5.9.2 装置应采用保护电路进行间接接触电的防护。保护电路可通过单独装设保护导体来完成,也可利用装置的结构部件(如外壳、框架等)来完成。

5.9.3 装置的金属壳体、可能带电的金属件及要求接地的电器元件的金属底座(包括因绝缘损坏可能会带电的金属件)与接地螺钉间必须保证具有可靠的电气连接,其与接地螺钉间的连接电阻值要足够小。

5.9.4 装置内保护电路的所有部件的设计应使它们足以耐受设备在安装场所可能遇到的最大热应力和电动应力。

5.9.5 接地保护导体的截面积应不小于表 6 的规定值。

表 6

mm²

相导线的截面积 S	相应保护导体最小截面积
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

注:如果按表 6 选择的导线不是标准尺寸时,应向上靠向标准导线值。当相导线与保护导线的材料不同时,应进行修正,使之达到同一种材料的导电效果。保护导体的最小截面积应不小于 2.5 mm²。

5.9.6 当装置的框架或外壳作保护电路的一部分时,其截面的导电能力至少应等效于表 6 规定的相应最小截面积。

5.9.7 为便于识别,保护导体的颜色应采用黄绿双色,黄绿双色除作为保护导体的识别颜色外,不得有任何其它用途。

5.9.8 装置应有放电设施,放电设施应保证电容器断电后,从额定电压峰值放电至 50 V,历时不大于 1 min。

5.9.9 装置应设有短路保护,短路保护应能将故障支路有效隔离,而不影响无故障支路的正常运行。

5.9.10 对自动控制投切的装置应设有工频过电压保护,当施加到装置的电压大于 1.1 倍额定电压时,应在 1 min 内将电容器切除。

5.9.11 集中补偿装置应设瞬态过电压保护,装置的瞬态过电压是指操作过电压和雷击过电压,为了保证装置的可靠运行应将这种过电压限制在 22 U_N 以下。

5.10 电容器的控制和保护

5.10.1 自动控制的装置可按循环投切或编码投切等方式进行控制。

5.10.2 在自动投切时,每一组电容器投入或切除,在设计上应保证有一定的时间延时。延迟时间应和放电时间相协调,以保证电容器再次投入时,其端子间的电压不高于电容器额定电压的10%。

5.11 电动机就地补偿运行注意事项

5.11.1 并联电容器和大多数别的电器不同,总是在满载荷下运行。如在运行中电压、电流和温度超过了规定的限度,就会缩短电容器的寿命。由于影响电容器质量、寿命的因素很多,在具体应用中可参照有关规程、制造厂的说明以及用户的要求进行制造。

5.11.2 对单台电动机过多的补偿,将会使电动机从电源切除而尚未停止旋转时,因自激起发电机作用,这将出现系统过电压。为此,规定补偿电流 I_N (即电容器的电流)不应超过电动机激磁电流 I_0 的0.9倍,即 $I_N \leq 0.9I_0$ 。

5.11.3 对电动机回路的要求

电动机为不可逆连续工作制,且无大的冲击性负载。

电动机在断电后仍在转动或产生相当大的反电动势时,不得再起动。

避免使用在星-三角、自耦减压起动装置中使用电容器开路的转换线路里。

避免用于位能负载的场合。

6 试验方法

6.1 一般检查

6.1.1 按第5.1条的规定检查装置的结构。

6.1.2 按第5.3条的规定检查装置电器元件的选择和安装。

6.1.3 按第5.4条的规定检查装置母线、导线的布线及指示灯、按钮和导线的颜色。

6.1.4 按第5.6条规定检查装置的电气间隙和爬电距离。

6.2 通电操作试验

试验前需先检查装置的内部接线,当所有接线正确无误后在辅助电路分别通以额定电压的85%和110%的条件下,各操作5次,所有电器元件的动作显示均应符合电路图的要求,且各个电器元件动作灵活。

6.3 工频过电压保护试验

做本项试验时,应将电容器拆除,然后给装置接上电源,并将电容器投切开关闭合,调整电源电压等于或略大于第5.9.10条的规定值,在其规定的时间内,过电压保护设施应将电容器支路与电源断开。

6.4 温升试验

温升试验时,应对电容器单元施加实际正弦波形的交流电压,在整个试验过程中,电压值应使电容器支路的电流不小于其额定电流,并保持恒定。装置应按照规定的防护等级进行试验。

试验时应有足够的时间使温度上升达稳定值,一般当温度变化不超过1℃/h时,即认为温度稳定,然后测取各部分温升。测量可用温度计或热电偶。

测取温升时,需测量装置的周围空气温度,此测量应在试验周期的最后四分之一期间进行。至少应该用两个温度计或热电偶均匀布置在装置的周围,布置点的高度约等于装置的一半,距装置1m远,然后取它们读数的平均值,即为装置的周围空气温度。测量时应防止空气流动和热辐射对测量仪器的影响。

如果周围空气温度在10~40℃范围内,则第5.5条规定的温升是有效的,否则第5.5条规定的温升不适用。

试验结果若温升不超过第5.5条的规定,则温升试验通过。

6.5 介电强度试验

介电强度试验在下述部位之间进行:

- a. 相间;
- b. 相对地(框架);
- c. 辅助电路对地(框架);
- d. 带电部件与绝缘材料制成或覆盖的外部操作手柄之间。

6.5.1 相间、相对地、辅助电路对地之间的试验电压为第 5.7 条规定的试验电压值。带电部件和绝缘材料制成或覆盖的外部操作手柄进行试验时,装置框架不接地,将手柄用金属箔裹缠,然后在金属箔与带电部件之间施加 1.5 倍的第 5.7 条规定的试验电压值。

6.5.2 试验电压应为正弦波,频率在 45~65 Hz 之间,试验电源应有足够的容量,以维持试验电压不受泄漏电流的影响。

6.5.3 试验时,应先按规定试验电压的 30%~50%施加在各试验部位,然后在大约 10~30 s 时间内平稳地将电压升到规定的试验电压值,并保持 1 min,随后进行试验后的降压操作,直到零电压切除电源。试验前应将在不宜承受试验电压的电器元件(如电容器等)拆除。在进行出厂试验时,用试验电压的规定值,在试品的规定部位保持 1 s。

6.5.4 试验结果如没有发生击穿或闪络现象,则本项试验通过。

6.6 放电试验

放电试验可以在任何一组电容器上进行,用直流法将电容器充电至额定电压峰值,然后接通放电装置,如果放电时间符合第 5.9.8 条规定的要求,则此项试验通过。

6.7 涌流试验

涌流试验只验证投入最后一组电容器时电路中的涌流值,即先将其余电容器全部接上额定电压,待它们工作稳定后再投入最后一组电容器,将分流器串接在最后一组电容器的电路中,通过示波器观察涌流值。如果涌流值不大于第 5.3.3 条规定的设计值,则试验通过。

涌流试验用的示波器要有足够宽的频率响应,同时应尽量减小分流器和引出线电感对测量值的影响。

6.8 机械操作试验

装置某些需手动操作的部件,如果已经按照有关规定进行过型式试验,在安装时对其机械动作又无损伤,可不作本项试验,否则应进行本项型式试验,试验的操作次数应不少于 50 次。

试验结果若与其相联的机械联锁或其它附件承受上述操作次数不受损伤则试验通过。

6.9 保护电路有效性试验

首先应检查保护电路各连接处的连接情况是否良好,然后测量主接地端子与保护电路任一点之间的电阻值。

6.10 防护等级的试验

按照 GB 4208 中的有关规定进行。

6.11 短路强度试验

短路强度试验只有在新设计的产品定型鉴定时进行,在不改变产品结构、母线尺寸及母线支撑件的情况下,按照已定型的产品图纸进行生产时不需要进行。

预期短路电流不超过 10 kA 的设备可以不进行本项试验。

装置或其中的部件应按正常工作位置进行试验,除在母线上的试验和取决于装置结构形式的试验外,如果其余的功能单元结构与其相同,而且又不致影响试验结果,则试验应选择具有代表性的承受短路强度最薄弱的方案上进行。

被试装置的电路中若有熔断器,则熔断体电流应选用最大的规格。

试验时所用的电源导线和短路连接线应具有足够的强度,且安装连接后对装置内任何部件不产生附加应力。

试验电源的频率允许在 75%~125%额定频率范围内变化。

验证额定短时耐受电流和额定峰值耐受电流的试验可在任何适当的电压下进行。验证预期短路电流时试验电源电压应等于 1.1 倍额定工作电压。

对主母线和进线端(至少包含一个连接点)进行短路强度试验,短路点应选在距电源 1.6~2.4 m 范围内,对额定短时耐受电流和额定峰值耐受电流试验,此距离可以增大。

试验结束后应满足如下要求:

a. 试验后母线不应有过大的变形(不明显的变形是允许的)其电气间隙和爬电距离均应符合标准或技术文件的要求;

b. 导线的绝缘和绝缘支持部件,不应有任何损坏,应仍能满足装置标准或技术文件中主电路的介电强度试验要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

装置的检验包括出厂试验、型式试验。

7.1.1 出厂试验

出厂试验是用来检查装置在制造工艺上的缺陷和对某些需要调整的电器元件进行电器参数的整定。出厂试验应在每个装配完成后的装置上进行。

7.1.2 型式试验

型式试验是对产品进行全面的性能和质量检验以验证该产品是否符合本标准的要求。型式试验的产品必须是经过出厂试验合格后的产品。全部型式试验可在一台装置样品上或在按相同设计的装置的多个部件上进行。下列情况之一时,应做部分或全部型式试验。型式试验应包括所有出厂试验的项目。

- a. 新产品定型鉴定;
- b. 已定型产品转厂生产试制鉴定;
- c. 正式生产后,如结构、材料、工艺有较大改变可能影响产品性能时;
- d. 正常生产时,定期或积累一定产量后,应周期性进行一次检验;
- e. 产品长期停产后,恢复生产时;
- f. 出厂试验结果与上次型式试验有较大差异时;
- g. 国家质量监督机构提出进行型式试验的要求时。

7.2 检验项目

装置的出厂试验、型式试验项目见表 7。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 铭牌

在装置的铭牌上应标明:

- a. 厂名;
- b. 产品名称;
- c. 产品型号或商标;
- d. 制造日期(或编号)或生产批号;
- e. 额定电压;
- f. 额定电流;
- g. 额定频率;
- h. 额定功率(或补偿容量)。

表 7 各类产品试验项目表

试验项目 试验分类		产品类型	集中补 偿装置	分组补 偿装置	末端补 偿 箱	带补偿的异步 电动机起动装置
出 厂 试 验	一般检查		✓	✓	✓	✓
	介电强度试验		✓	✓	✓	✓
	通电操作试验		✓	✓		✓
	工频过电压保护试验		✓	✓		
型 式 试 验	温升试验		✓	✓	✓	✓
	介电强度试验		✓	✓	✓	✓
	放电试验		✓	✓	✓	✓
	涌流试验		✓			
	机械操作试验		✓	✓		✓
	保护电路有效性试验		✓	✓	✓	✓
	防护等级试验		✓	✓	✓	✓
	短路强度试验 ¹⁾		✓			

注：1) 本项试验只做为产品定型鉴定时考核项目，在不改变产品结构，母线尺寸及母线支撑件的情况下，按照已定型的产品图纸进行生产时不需要进行。

8.1.2 文件资料

制造厂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。

8.2 包装与运输

装置的包装与运输应符合 JB 3084。

8.3 贮存

产品不得曝晒及淋雨，应存放在空气流通，周围介质温度在 $-25\sim+55^{\circ}\text{C}$ 范围内，空气最大相对湿度不超过 90%，(相对于空气温度 $20\pm 5^{\circ}\text{C}$ 时)及无腐蚀性气体的仓库中。

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由机械工业部天津电气传动设计研究所归口。

本标准由机械工业部天津电气传动设计研究所负责起草。

本标准主要起草人刘绍强、宋斌、郑倩妃。