

ICS 27.100

F22

备案号：11443 - 2003

中华人民共和国电力行业标准

DL / T 842—2003

低压并联电容器装置使用技术条件

Ordering specification for low - voltage shunt capacitor installation

2003 - 01 - 09发布

2003 - 06 - 01实施

中华人民共和国国家经济贸易委员会 发 布

目 次

前言

- 1 范围
- 2 规范性引用文件
- 3 术语和定义
- 4 技术要求
- 5 试验方法
- 6 试验规则
- 7 标志、使用说明书
- 8 包装、运输、贮存

前 言

本标准是根据国家经贸委电力司《关于确认1999年度电力行业标准制、修订计划项目的通知》（电力〔2000〕22号）要求制订的。本标准在认真研究国内已有的低压并联电容器装置的专业标准、企业标准以

及相关标准的基础上，开展必要的试验验证工作，从保证满足低压并联电容器装置及其相连电网安全经济运行的需要出发，针对装置的技术性能和可靠性作出相应的规定要求，同时与有关标准协调一致，使本标准力求达到正确可靠、经济合理、技术先进。

本标准由电力行业电力电容器标准化技术委员会提出并归口。

本标准由浙江省电力试验研究所负责起草，上海电力表计厂、北京上地之光科技有限公司、北京时代集团公司、镇江泰利丰电子有限公司参编。

本标准主要起草人：李钢、杨昌兴、王敏、应晓云、王蓉。

本标准由电力行业电力电容器标准化技术委员会负责解释。

低压并联电容器装置使用技术条件

1 范围

本标准规定了低压并联电容器装置（以下简称装置）的定义、技术要求、试验方法、检验规则及包装、运输、贮存的内容及要求。

本标准适用于电力系统交流50Hz、标称电压380V及以下配电网中用于补偿电网无功功率，提高供电电压质量，改善功率因数，减少电网电能损耗的并联电容器装置。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB4208 外壳防护等级（IP代码）

GB 7251.1—1997 低压成套开关设备和控制设备 第一部分：型式试验和部分型式试验成套设备

GB 12325—1990 电能质量 供电电压允许偏差

GB / T 14048.1—2000 低压开关设备和控制设备 总则

GB12747—1991 自愈式低电压并联电容器

GB / T15576—1995 低压无功功率静态补偿装置总技术条件

DL / T 597 低压无功补偿控制器订货技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

低压并联电容器装置 low voltage shunt capacitor installation

由一个或多个低压电容器组和与之相关的控制、测量、信号、保护等设备，用结构部件组装在一起的组合体。

3.2

额定容量（ Q_N ） rated capacity

设计装置时所采用电容器组的额定容量值。

3.3

额定频率（ f_N ） rated frequency

设计装置时所采用的频率。

3.4

额定电压（ U_N ） rated voltage

装置拟接入的系统标称电压。

3.5

额定电流 (I_N) rated current

设计装置时所采用的电流值（方均根值）。

3.6

过电压保护 over - voltage protection

当系统电压超过装置设定值时开断电容器组的一种保护。

3.7

过电流保护 over - current protection

当流过装置的电流超过设定值时开断电容器组的一种保护。

3.8

开关电器 switching device

用于关合或开断电路电流的电器。

3.9

机械开关电器 mechanical switching device

依靠可分离的触头的动作来关合或开断电路电流的电器。

3.10

半导体开关电器 semiconductor switching device

依靠半导体可控导电性来关合或开断电路电流的电器。

3.11

复合开关电器 compound switching device

机械开关电器和半导体开关电器并联使用的组合体。

3.12

响应时间 dynamic response-time

实际无功负荷达到设定值始到装置一组电容器组投入为止所需要的时间。

3.13

过零投入 switch-on of zero differential-voltage

开关电器两端电压差小于规定值时开关电器关合，投入电容器组，称之为过零投入。

3.14

过零切除 switch-off of zero-current

开关电器电路工频电流接近于零时开关电器开断，切除电容器组，称之为过零切除。

3.15

三相补偿 three-phase compensation

装置根据无功负荷的变化情况对三相无功负荷进行同时补偿的方式。

3.16

分相补偿 single-phase compensation

装置根据每相无功负荷的变化情况进行分相补偿的方式。

3.17

混合补偿 mixed compensation

三相补偿和分相补偿并存的补偿方式。

3.18

涌流 inrush transient current

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 技术要求**4.1 分类与命名****4.1.1 产品分类**

能达到 $1.5I_N$ 。

注：若装置使用条件不符合上述规定，用户应与制造厂协商解决。

4.4 外观与结构

4.4.1 外观要求

4.4.1.1 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。

4.4.1.2 装置中所选用的指示灯、按钮、导线及母线的颜色应符合相关标准的要求。

4.4.2 结构要求

4.4.2.1 装置应能承受一定的机械、电和热的应力，其构件应有良好的防腐蚀性能。

4.4.2.2 装置的结构设计、元器件安装、布局应安全可靠、维修方便，需手动操作的器件应操作灵活、无卡涩或操作力过大现象。

4.4.2.3 装置外壳防护等级应符合GB 4208的规定，户内型装置不得低于IP20、户外型装置（底面除外）不得低于IP43。

4.4.2.4 装置应设有保护接地端子，其导电能力应满足安全防护要求，并有明显接地标志。

4.5 安全要求

4.5.1 电气间隙与爬电距离

正常使用条件下装置内裸露带电导体相间及它们与外壳之间的最小电气间隙与爬电距离应符合表1的规定。

表1 电气间隙与爬电距离

额定绝缘电压 U_i V	最小电气间隙 mm	最小爬电距离 mm
$U_i \leq 60$	5	5
$60 < U_i \leq 300$	6	10
$300 < U_i \leq 660$	8	14

4.5.2 绝缘强度

在正常试验大气条件下，装置被试部分应能承受表2中规定的50Hz交流电压历时1min绝缘强度试验。试验时不得出现击穿、闪络及电压突然下降现象，泄漏电流应不大于3.5mA（交流有效值）。

表2 试 验 电 压 V

额定绝缘电压 U_i	试验电压（有效值）
$U_i \leq 60$	1000
$60 < U_i \leq 300$	2000
$300 < U_i \leq 660$	2500

4.5.3 安全防护

装置应具有直接接触防护及间接触电防护措施。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）与接地螺钉间应保证具有可靠的电器连接。

4.5.4 短路强度

装置短路耐受强度及短路保护器件的详细规定由制造厂产品技术条件中给出。

4.5.5 采样、控制电路防护

装置内采样控制的电流回路应使用专用接线端子，电路一端可靠接地。

装置控制器、电压表等二次电压电路中应设有专用二次保护熔断器，熔断器熔断特性应满足装置可靠

性要求。

4.6 元器件要求

4.6.1 主要元器件构成

装置一般应由下列主要器件构成：

- a) 控制器；
- b) 开关电器；
- c) 电容器；
- d) 单组电容器保护熔断器；
- e) 避雷器；
- f) 电源总刀闸或开关；
- g) 采样及测量用互感器；
- h) 电容器组运行状态指示灯。

对户内式并联电容器装置可附加具有测量仪表、操作按钮等辅助元器件。

4.6.2 主要器件性能要求

装置中所选用的主要元器件，其电气性能、机械强度等参数除应符合相关国家标准和行业标准规定要求外，还应符合下列规定要求。

4.6.2.1 控制器

控制器动作性能应符合DL / T 597的规定要求。

用于户外型装置的控制器应附加温度下限和温度上限条件下的性能测试，结果应符合DL / T 597规定要求。

4.6.2.2 开关电器

4.6.2.2.1 半导体开关电器

- a) 半导体开关电器应具有电流过零开断电容器组特性；
- b) 半导体开关电器应能承受 $1.2U_N$ 条件下的分断电压，不发生重击穿；
- c) 半导体开关电器额定电流（有效值）应按不小于2.5倍单组电容器额定电流选取。

4.6.2.2.2 机械开关电器

- a) 机械开关电器额定电流（有效值）应按不小于2倍单组电容器额定电流选取；
- b) 机械开关电器开断电容器过程中主触点不得出现重击穿现象，在分闸过程中不应出现弹跳情况。

4.6.2.2.3 复合开关电器

- a) 复合开关电器投切过程应符合4.6.2.2.1规定要求；
- b) 运行过程特性符合机械开关电器要求。

4.6.2.3 电容器

带有串联电抗器的装置其电容器额定电压应考虑由串联电抗器引起的电压升高。

4.6.2.4 保护熔断器

- a) 每组电容器组均应装设保护熔断器；
- b) 熔断器额定工作电流（有效值）应按2～3倍单组电容器额定电流选取；
- c) 熔断器开断短路电流能力应满足装置安全运行要求。

4.7 装置功能、性能要求

4.7.1 控制方式

4.7.1.1 手动控制

装置可采用手动控制方式对电容器组进行投切。

4.7.1.2 自动控制

装置根据安装点电压、无功功率或功率因数的变化对电容器组按循环投切或程序投切进行自动控制。

自动控制投切物理量可优先选择下列方式：

- a) 无功功率控制，功率因数限制；
- b) 无功电流控制，功率因数限制；

c) 无功功率或无功电流控制，电压限制。

4.7.2 响应时间

4.7.2.1 响应时间小于100ms的补偿

响应时间小于100ms的补偿装置其快速响应特性应满足无功负荷快速变化的补偿要求；且具有过零投入、过零切除电容器组特性，投切过程不受电容器放电时间限制。

4.7.2.2 响应时间大于10s的补偿

响应时间大于10s的补偿装置应满足对固定或缓慢变化无功负荷的补偿要求；切投电容器组时应具有一定的延时时间，延时时间应和电容器放电时间相协调，以保证电容器投入时其端子间的残余电压不高于额定电压的10%。

4.7.3 补偿方式

4.7.3.1 三相补偿

装置可采用三相补偿方式对三相相对平衡的无功负荷进行补偿；其应具有不平衡保护措施，以保证在系统三相电压不平衡条件下装置运行的可靠性。

4.7.3.2 分相补偿

装置可采用分相补偿方式对三相不平衡无功负荷进行补偿。

4.7.3.3 混合补偿

采用混合补偿的装置应具有三相补偿和分相补偿并存的补偿功能。

4.7.4 保护功能

4.7.4.1 过电压保护

装置应具有过电压保护功能，过电压动作门限值应在 $(1.07 \sim 1.20) U_N$ 之间可调。

4.7.4.2 失压保护

装置断电后各开关电器均应自动开断，以保证装置再通电时各电容器组处在分断状态。

4.7.4.3 过电流保护

装置应设有过电流保护，保护动作门限应在 $(1.3 \sim 1.6) I_N$ 之间可调。

4.7.4.4 温度保护

装置可通过装设温度感应开关元件启动温度调节器件（风扇、加热器等），以提高装置主要元器件工作可靠性，具体参数应在产品技术条件中作出规定。

4.7.4.5 谐波保护

装置应具有电流或电压谐波超值保护；电流、电压谐波含量可用谐波畸变率表示，当其超过某一设定值时，装置发出指令将电容器逐组切除。

4.7.4.6 缺相保护

装置应具有缺相保护，当电容器组缺相运行时应及时切除。

4.7.5 放电性能

每一电容器组均应设有放电器件，应能使电容器脱离电源后，电容器上的剩余电压在3min内从

$\sqrt{2} U_N$ 降至50V或更低。

4.7.6 涌流限制

采用机械开关电器的装置在电容器组投入运行瞬间，电容器支路中产生的涌流峰值应小于10倍电容器组额定电流；采用半导体开关电器的装置电容器支路中产生的涌流峰值应小于 $2\sqrt{2}$ 倍电容器组额定电流。

4.7.7 显示功能

4.7.7.1 状态显示

装置应有电容器组运行状态或开关电器工作位置显示，采用指示灯或其他方式指示。

4.7.7.2 仪表显示

户内式装置应设有电流、电压及功率因数等指示仪表，以显示装置接入系统的三相电压（或线电

压)、电流及功率因数等值。
户外装置可根据需要选择装设。

4.7.7.3 参数显示

- a) 装置应具有相应运行及保护参数显示或调显功能；
- b) 具有谐波超值保护及谐波监测功能的装置应具有相应参数显示或调显功能。

4.7.8 温升

4.7.8.1 装置内绝缘导线和电器元件的温升不得高于其本身规定的允许温升。

4.7.8.2 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；母线之间连接处的温升不得高于表3的规定。

表3 母线连接处温升 K

部 位	温 升
用于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
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
可接近的外壳和覆板	
——金属表面	30
——绝缘材料表面	40

4.7.9 电容偏差

- a) 装置的电容与额定电容之差应在装置额定电容的0 ~ + 10%范围内；
- b) 装置任何两进线端之间的电容最大值与最小值之比应不大于1.08。

5 试验方法

5.1 试验条件

正常试验大气条件：

- a) 环境温度：15℃ ~ 35℃；
- b) 相对湿度：45% ~ 75%；
- c) 大气压力：86 kPa ~ 106 kPa。

如未特别说明，以下试验均在此条件下进行。

5.2 外观及结构检查

用目测结合操作及仪器测量的方法进行，外壳防护等级检验按GB 4208的规定要求进行，结果应满足4.4规定要求。

5.3 安全试验

5.3.1 电气间隙与爬电距离检查

装置电气间隙与爬电距离测量按照GB 7251.1—1997中附录F的有关规定进行，结果应符合4.5.1的规定要求。

5.3.2 安全防护检查

对装置裸漏导电部件和保护电路之间的有效连接进行验证。试验按照GB / T 15576—1995中6.9的规定

要求进行，应满足4.5.3的要求。

5.3.3 绝缘强度试验

按4.5.2规定要求，绝缘强度试验在下列部位之间进行：

- a) 每相电路之间；
- b) 每相电路对地（外壳）之间；
- c) 辅助电路对地（外壳）之间；
- d) 带电部件与外部操作手柄之间。

试验时，应使电压从试验电压的30%～50%开始，大约在10s～30s时间内平稳地将电压升高到规定的试验电压值，并保持1min，随后将试验电压迅速平滑的降至零电压切除电源，试验前应断开不宜承受试验电压的避雷器等元器件与母线的电气连接。带电部件与外部操作手柄之间的试验电压值按表2规定值的1.5倍选取。

5.3.4 短路强度试验

按照GB/T 15576—1995中6.11的规定要求进行。

5.4 主要器件检验

装置中主要器件除应满足相关标准技术要求外，在装置型式试验时还应进行下列试验。

5.4.1 控制器检验

控制器中含有谐波检测、保护等功能时，应按相关标准规定的要求进行相关功能的检验。

控制器 - 25℃～+70℃条件下性能测试按照DL/T 597—1996中5.9.1.2及5.9.1.3规定要求进行。

5.4.2 开关电器开断特性测试

5.4.2.1 试验在不低于 $1.2U_N$ 电压条件下进行，可用数字式暂态记录仪或光线示波器对主触点分断过程的电压波形进行记录，试验应不少于30次，其间不应出现重击穿现象。

5.4.2.2 试验在不低于 $1.0U_N$ 电压条件下进行，可用数字式暂态记录仪或光线示波器对开关分断过程的电流波形进行记录，结果应符合标准规定要求。

注：机械开关电器不进行5.4.2.2试验。

5.5 机械操作试验

装置某些需手动操作的部件，应在不通电情况下进行操作试验，出厂试验时应不少于5次，型式试验应不少于50次。

5.6 通电操作试验

分别在给装置施加 $0.85 U_N$ 、 $1.00 U_N$ 、 $1.15 U_N$ 电压条件下，检查装置各电器元件的动作、显示情况，不应出现误动、显示错误及动作不正常等现象。

5.7 过电压保护试验

试验在装置自动控制状态下进行。试验时断开装置采样电路与主电路的连接，在采样电路中输入电压、电流，改变功率因数或无功功率值，使装置电容器组均处在投入位置并保持，然后改变输入电压值使其等于或大于装置工频过电压保护设定值，装置应在3 min内逐组切除电容器组。

单相补偿装置过电压保护试验应在A、B、C三相上分别进行。

5.8 失压保护试验

试验在装置自动控制状态下进行。试验时使装置电容器组均处在投入位置，断开装置控制电路电源后再接通，装置应处在初始状态。

5.9 过电流保护试验

试验时给过电流保护装置输入工频电流，当输入电流超过装置过电流设定值时应发出切除电容器组指令并保持。

5.10 谐波超值保护功能检验

试验时用谐波电源给装置注入谐波电压和谐波电流，当谐波电流或谐波电压畸变率超过装置设定值时应发出切除电容器组指令并保持。

5.11 缺相保护试验

断开装置中一相电流或电压，装置缺相保护应可靠动作（切除相应电容器组）。

5.12 放电性能检验

放电试验可在任何一组电容器上进行；试验时给电容器施加相当于 $\sqrt{2} U_N$ 电压幅值的直流电压，保持1min后断开电源，用秒表记录电压降至50 V时所经历的时间，试验结果应符合4.7.5规定要求。

5.13 温升试验

温升试验时，应对装置施加正弦波形的交流电压。在整个试验过程中电压值应使装置的容量等于1.44 Q_N 。装置应按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到稳定值，当温度变化不超过1℃ / h时即认为温度达到稳定；测量每隔1h ~ 2h进行一次，可用温度计、热电偶或其他测温仪器。

测取温升时，需测量装置周围空气温度，至少应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，以它们的平均读数作为装置周围的空气温度。测量时应防止空气强迫流动和热辐射对测量准确度的影响。

温升试验应在周围空气温度10℃ ~ 40℃范围内时进行，试验结果温升不应超过4.7.8规定要求。

5.14 温度保护试验

温度保护试验可和相关试验同时进行，也可只对温度传感器进行测试；试验结果应符合4.7.4.4规定要求。

5.15 电容检验

装置的电容量检验方法按照GB 12747中5.2规定要求进行，结果应符合4.7.9规定要求。

5.16 涌流试验

试验时将电容器组投入，待它们工作稳定后再投入最后一组，试验应不少于30次。试验在1.0 U_N 电压条件下进行，测量投入最后一组电容器的涌流值；试验结果应符合4.7.6规定要求。

5.17 响应时间测试

试验时给装置输入大于设定值的无功电流并同时给记录仪起始时间记录信号，至装置第一组电容器支路流过电流的瞬间给记录仪终止时间记录信号；记录仪记录的起始和终止两点之间的时间即为装置的响应时间，结果应符合4.7.2.1规定要求。

5.18 延时时间测试

试验可在装置中任一组电容器上进行，试验时改变输入装置功率因数或无功功率值使该电容器组切除后再投入，测试这个过程所用时间；该时间应大于电容器放电至电容器任意两端子上的剩余电压不超过额定电压的10%所需时间。

5.19 显示功能检验

按4.7.7规定要求，在进行相关试验同时对装置显示功能进行检验，结果应符合标准规定要求。

6 试验规则

6.1 试验类别

装置试验分出厂试验、型式试验、验收试验三种。

6.2 出厂试验

每一套装置均应进行出厂试验，出厂试验的目的在于检验制造中的缺陷。

按下列项目进行出厂试验：

- a) 外观及结构检查；
- b) 绝缘强度试验；
- c) 机械操作试验；
- d) 通电操作试验；
- e) 过电压保护试验；
- f) 失压保护试验；
- g) 缺相保护试验；
- h) 显示功能检验；

i) 电容检验。

6.3 型式试验

6.3.1 型式试验抽样

型式试验的试品为出厂试验合格的产品, 试验时任意抽取1~2套进行。

6.3.2 型式试验周期

型式试验的目的在于考核装置的设计、工艺材料、元器件选择和制造等方面是否满足标准规定的性能要求和运行要求。

在下列情况下装置应进行型式试验:

- a) 新产品或老产品转厂生产时;
- b) 正式生产后, 如装置的设计、工艺材料、元件有较大改变, 可能影响产品性能时;
- c) 正常生产中的装置每五年应进行一次型式试验;
- d) 出厂试验结果与上次型式试验有较大差异时;
- e) 国家质量监督机构提出进行型式试验要求时。

6.3.3 型式试验项目

- a) 安全试验;
- b) 主要器件检验;
- c) 温升试验;
- d) 放电性能检验;
- e) 涌流试验;
- f) 谐波超值保护试验;
- g) 过电流保护试验;
- h) 温度保护试验;
- i) 响应时间测试;
- j) 延时时间测试。

6.4 验收试验

验收试验是检验装置在运输过程中有否受到损伤, 以确保要安装的装置是良好的。

在有条件时, 推荐进行下列项目的试验:

- a) 外观及结构检查;
- b) 绝缘强度试验 (试验电压为规定值的85%);
- c) 机械操作试验;
- d) 通电操作试验;
- e) 显示功能检验;
- f) 电容检验。

7 标志、使用说明书

7.1 标志

装置铭牌上应有下列明显标志:

- a) 产品名称、产品标准编号;
- b) 生产企业名称;
- c) 产品型号、主要参数;
- d) 产品出厂年月及编号。

7.2 使用说明书

装置使用说明书应包括下列主要内容:

- a) 概述;
- b) 结构特征与工作原理及接线图;
- c) 技术特性;

- d) 尺寸、重量；
- e) 安装、调试；
- f) 使用、操作；
- g) 故障分析与排除；
- h) 保养、维修；
- i) 运输、贮存；
- j) 开箱及检查；
- k) 附图、附表。

8 包装、运输、贮存

8.1 包装

8.1.1 装置应有内包装和外包装箱，插件插箱应锁紧扎牢，包装箱应有防尘、防雨、防震措施。在经过正常条件的运输后包装箱不应损坏。

8.1.2 装箱资料应包括下列文件，并应妥善包装，防止受潮

- a) 装箱单（应标明装置的附件、备件）；
- b) 出厂试验报告；
- c) 合格证；
- d) 使用说明书。

8.2 运输

装置应适于陆运、水运（海运）或空运，运输和装卸按包装箱上的标记进行。

8.3 贮存

装置应贮存在环境温度 - 20℃ ~ 60℃，相对湿度不大于90%的库房内，室内无酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体，不受灰尘雨雪的侵蚀。