



中华人民共和国国家标准

GB/T 12747.1—2017/IEC 60831-1:2014
代替 GB/T 12747.1—2004

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

Shunt power capacitors of the self-healing type for a.c. systems having a rated voltage up to and including 1 000 V—Part 1: General—Performance, testing and rating—Safety requirements—Guide for installation and operation

(IEC 60831-1:2014, IDT)

2017-07-31 发布

2018-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国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 使用条件	4
4.1 正常使用条件	4
4.2 非正常使用条件	5
5 试验要求	5
5.1 概述	5
5.2 试验条件	5
6 试验分类	5
6.1 例行试验	5
6.2 型式试验	5
6.3 验收试验	6
7 电容测量和容量计算	6
7.1 测量程序	6
7.2 电容偏差	6
8 电容器损耗角正切($\tan\delta$)测量	6
8.1 测量程序	6
8.2 电容器损耗角正切($\tan\delta$)要求	7
9 端子间电压试验	7
9.1 例行试验	7
9.2 型式试验	7
10 端子与外壳间电压试验	7
10.1 例行试验	7
10.2 型式试验	8
11 内部放电器件试验	8
12 密封性试验	8
13 热稳定性试验	8
14 高温下电容器损耗角正切($\tan\delta$)测量	9
14.1 测量程序	9
14.2 要求	9
15 端子与外壳间雷电冲击电压试验	9
16 放电试验	10

17	老化试验	10
18	自愈性试验	10
19	破坏试验	10
20	最高允许电压	10
20.1	长期电压	10
20.2	操作电压	11
21	最大允许电流	11
22	放电器件的安全要求	11
23	外壳连接件的安全要求	12
24	环境保护的安全要求	12
25	其他安全要求	12
26	电容器单元的标志	12
26.1	铭牌	12
26.2	标准化的连接符号	13
26.3	警告牌	13
27	电容器组的标志	13
27.1	说明书或铭牌	13
27.2	警告牌	13
28	安装和运行导则的概述	13
29	额定电压的选择	14
30	运行温度	14
30.1	概述	14
30.2	安装	14
30.3	高环境空气温度	14
30.4	损耗估算	15
31	特殊使用条件	15
32	过电压	15
33	过电流	16
34	开关、保护装置及连接件	16
35	爬电距离的选择	17
36	电容器连接到具有音频遥控的系统中	17
37	电磁兼容性(EMC)	17
37.1	辐射	17
37.2	抗干扰性	17
附录 A (规范性附录)	电力滤波电容器的附加定义、要求和试验	19
附录 B (资料性附录)	电容器及其装置的计算公式	21
参考文献	24

图 B.1 电阻与电容器单元间各种连接方式的 k 值	23
表 1 表示温度变化范围上限的字母代号	4
表 2 热稳定性试验时的环境空气温度	9
表 3 运行中的允许电压水平	11

前 言

GB/T 12747《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》分为两个部分：

——第 1 部分：总则 性能、试验和定额 安全要求 安装和运行导则；

——第 2 部分：老化试验、自愈性试验和破坏试验。

本部分是 GB/T 12747 的第 1 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则编写。

本部分代替 GB/T 12747.1—2004《标称电压 1 kV 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》，与 GB/T 12747.1—2004 相比主要技术变化如下：

——更新了规范性引用文件(见第 2 章,2004 版的第 2 章)；

——对试验条件的内容进行了修改(见 5.2,2004 版的 5.2)；

——修改了热稳定性试验的合格判定条件(见第 13 章,2004 版的第 13 章)；

——对最高允许电压的内容进行了修改(见第 20 章,2004 版的第 20 章)；

——在环境保护中增加了对端子材料的安全要求(见第 24 章)。

本部分使用翻译法等同采用国际标准 IEC 60831-1:2014《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》(英文版)。

与本部分中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——GB/T 16927.1—2011 高电压试验技术 第 1 部分：一般定义及试验要求(IEC 60060-1:2010,MOD)

为便于使用,本部分做了下列编辑性修改：

——将规范性引用文件按 GB/T 1.1 的规定进行了调整。

本部分由中国电器工业协会提出。

本部分由全国电力电容器标准化技术委员会(SAC/TC 45)归口。

本部分起草单位：西安高压电器研究院有限责任公司、宁波新容电器科技有限公司、浙江九社电气有限公司、西安西电电力电容器有限责任公司、合肥华威自动化有限公司、厦门法拉电子股份有限公司、指月集团有限公司、国网安徽省电力公司电力科学研究院、深圳市三和电力科技有限公司、安徽铜峰电子股份有限公司电容器公司、上海皓月电气有限公司、浙江沃尔德电力电子有限公司、新东北电气集团电力电容器有限公司、江苏现代电力科技股份有限公司、淄博莱宝电力电容器有限公司、德力西电气有限公司、南通攀帝电子科技有限公司、宁国市裕华电器有限公司、上海永锦电气集团有限公司、浙江威斯康电气有限公司、西安华超电力电容器有限公司、浙江台州特总电容器有限公司。

本部分主要起草人：刘菁、房金兰、元复兴、赵可盖、陈才明、吴群、田恩文、王瑜婧、张颜珠、江钧祥、贺满潮、高琪、黄顺达、朱友谊、王培波、陶梅、吕韬、鲍俊华、许峰、胡国富、宋玉峰、张祝平、梅耿耿、赵鑫、马峰、赵福庆、詹欢、黄碎三、尤松建、金玲、戴永然、赵洋、李志国。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——GB/T 12747—1991；

——GB/T 12747.1—2004。

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

1 范围

GB/T 12747 的本部分适用于专门用来改善标称电压为 1 000 V 及以下、频率为 15 Hz~60 Hz 交流电力系统的功率因数的电容器单元和电容器组。

本部分也适用于在电力滤波电路中使用的电容器。电力滤波电容器的附加定义、要求和试验在附录 A 中给出。

本部分不适用于下列电容器：

- 标称电压 1 000 V 及以下交流电力系统用非自愈式并联电容器；
- 标称电压 1 000 V 以上交流电力系统用并联电容器；
- 在频率 50 kHz 以下运行的感应加热装置用电容器；
- 串联电容器；
- 交流电动机电容器；
- 耦合电容器及电容分压器；
- 电力电子电容器；
- 荧光灯和放电灯中用小型交流电容器；
- 抑制无线电干扰用电容器；
- 用于各种电气设备中并作为其部件的电容器；
- 在叠加有直流电压的交流电压下使用的电容器。

各附件，诸如绝缘子、开关、互感器、熔断器等，均应符合相应的标准，而这些标准并不包括在本部分内。

本部分的目的是：

- a) 阐述关于性能、试验和定额的统一规则；
- b) 阐述特殊的安全规则；
- c) 提供安装和运行导则。

2 规范性引用文件¹⁾

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 5169.12—2013 电工电子产品着火危险试验 第 12 部分：灼热丝/热丝基本试验方法 材料的灼热丝可燃性指数(GWFI)试验方法(IEC 60695-2-12:2010, IDT)

GB/T 12747.2—2017 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 2 部分：老化试验、自愈性试验和破坏试验(IEC 60831-2:2014, IDT)

1) 因 IEC 60831-1:2014 规范性引用文件中的 IEC 60269-1:2006 在全文中未出现，故按照 GB/T 1.1 的规定在本部分中予以删去。

IEC 60060-1:2010 高电压试验技术 第1部分:一般定义和试验要求(High-voltage test techniques—Part 1:General definitions and test requirements)

IEC 61000-2-2:2002 电磁兼容(EMC) 第2-2部分:环境 公用低压供电系统低频传导骚扰及信号传输的兼容水平[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 2-2:Environment—Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems]

IEC 61000-4-1:2006 电磁兼容(EMC) 第4-1部分:试验和测量技术 IEC 61000-4 系列总论[Electromagnetic compatibility (EMC)—Part 4-1:Testing and measurement techniques—Overview of IEC 61000-4 series]

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 capacitor element

元件 element

由电介质和被它隔开的两个电极所构成的部件。

3.2

电容器单元 capacitor unit

单元 unit

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。

3.3

自愈式电容器 self-healing capacitor

一种在介质局部击穿后其电气性能可迅速且实质上自行恢复的电容器。

3.4

电容器组 capacitor bank

组 bank

连接在一起共同起作用的若干电容器单元。

3.5

电容器 capacitor

通用术语,包含电容器单元和电容器组的概念。

注:本部分中,“电容器”一词是当不需要特别强调“电容器单元”或“电容器组”的不同含义时的用语。

3.6

电容器装置 capacitor installation

一个或多个电容器组及其附件。

3.7

电容器的放电器件 discharge device of a capacitor

一种可配备于电容器的、当电容器从电源断开后能在规定时间内将端子间的电压几乎降低到零的器件。

3.8

电容器的内部熔丝 internal fuse of a capacitor

在电容器单元内部与一个元件或一组元件相串联的熔丝。

3.9

电容器用过压力隔离器 overpressure disconnecter for a capacitor

在电容器内部压力异常增大的情况下用以断开电容器的隔离器件。

3.10

电容器用过热隔离器 overtemperature disconnecter for a capacitor

在电容器内部温度异常升高的情况下用以断开电容器的隔离器件。

3.11

线路端子 line terminal

用来与电网导线相连接的端子。

注：在多相电容器中，拟与中性线相连接的端子不作为线路端子。

3.12

电容器的额定电容 rated capacitance of a capacitor

C_N

设计电容器时所规定的电容值。

3.13

电容器的额定容量 rated output of a capacitor

Q_N

由额定电容、额定频率和额定电压计算得出的无功功率。

3.14

电容器的额定电压 rated voltage of a capacitor

U_N

设计电容器时所规定的交流电压方均根值。

注：当电容器含有一个或多个独立的电路时（例如拟用于多相连接的单相单元或具有独立电路的多相单元）， U_N 是指每一电路的额定电压。

对于相间在内部已有电气连接的多相电容器以及对于多相电容器组， U_N 是指线电压。

3.15

电容器的额定频率 rated frequency of a capacitor

f_N

设计电容器时所规定的频率。

3.16

电容器的额定电流 rated current of a capacitor

I_N

设计电容器时所规定的交流电流方均根值。

3.17

电容器损耗 capacitor losses

电容器消耗的有功功率。

注：应包括所有部件产生的损耗。例如：

——对于单元，由电介质、内部熔丝、内部放电电阻、连接件等产生的损耗。

——对于电容器组，由单元、外部熔断器、母线、放电器件和阻尼电抗器等产生的损耗。

3.18

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

$\tan\delta$

在规定的正弦交流电压和频率下，电容器的等效串联电阻与容抗之比。

3.19

电容器的最高允许交流电压 maximum permissible a.c voltage of a capacitor

在规定条件下，电容器在给定时间内能够承受的最高交流电压方均根值。

3.20

电容器的最大允许交流电流 maximum permissible a.c current of a capacitor

在规定条件下，电容器在给定时间内能够承受的最大交流电流方均根值。

3.21

环境空气温度 **ambient air temperature**

拟安装电容器处的空气温度。

3.22

冷却空气温度 **cooling air temperature**

稳定状态下,在电容器组的最热区域中两台单元间外壳最热点连线中间测得的冷却空气的温度。

注:如果仅有一个单元,则指在距离电容器外壳大约 0.1 m 和距离底部三分之二高度处测得的温度。

3.23

稳定状态 **steady-state condition**

在恒定输出和恒定环境空气温度下电容器所达到的热平衡状态。

3.24

剩余电压 **residual voltage**

从电源断开一定时间之后电容器端子间尚残存的电压。

4 使用条件

4.1 正常使用条件

本部分给出的要求适用于在下列条件下使用的电容器:

a) 通电时的剩余电压

不超过额定电压的 10%(见第 22 章、第 32 章和附录 B)。

b) 海拔

不超过 2 000 m。

c) 环境空气温度类别

电容器按温度类别分类,每一类别用一个数字后跟一个字母来表示。数字表示电容器可以运行的最低环境空气温度。字母表示温度变化范围的上限,在表 1 中规定了最高值。温度类别覆盖的温度范围为:−50 ℃~+55 ℃。

电容器可以运行的最低环境空气温度宜从+5 ℃,−5 ℃,−25 ℃,−40 ℃,−50 ℃这五个优先值中选取。

对于户内使用环境,下限温度通常取−5 ℃。

表 1 是以电容器不影响环境空气温度的使用条件(例如户外装置)为前提确定的。

表 1 表示温度变化范围上限的字母代号

代号	环境温度 ℃		
	最高	某一期间的平均最高	
		24 h	1 年
A	40	30	20
B	45	35	25
C	50	40	30
D	55	45	35
注 1: 表 1 中的温度值可在安装地区的气象温度表中查得。			
注 2: 在特殊用途中需采用高于表 1 中所列的高温值时,由制造方和购买方协商确定。在这种情况下,温度类别用最低温度和最高温度的组合来表示,例如:−40/60。			

如果电容器影响空气温度,则应加强通风或另选电容器以保持表 1 中的极限值。在这样的装置中冷却空气温度应不超过表 1 的温度极限值加 5℃。

任何最低和最高值的组合均能够选作电容器的标准温度类别,例如:−40/A 或 −5/C。

优先的标准温度类别为:−40/A,−25/A,−5/A 和 −5/C。

4.2 非正常使用条件

本部分一般来说不适用于使用条件不符合本部分要求的电容器,但制造方和购买方之间另有协议时除外。

5 试验要求

5.1 概述

第 5 章给出了电容器单元的试验要求,在有明确说明时,也给出了对电容器元件的试验要求。支柱绝缘子、开关、互感器、熔断器等应符合相应的标准。

5.2 试验条件

除对特定的试验或测量另有规定外,试验开始时电容器介质的温度应在 +5℃~+35℃ 范围内。

如果电容器在不通电状态下在恒定环境温度中放置了足够长的时间,则可认为电容器的介质温度与环境温度相同。

如果没有其他规定,则无论电容器的额定频率如何,交流试验和测量均应在 50 Hz 或 60 Hz 的频率下进行。

如果没有其他规定,额定频率低于 50 Hz 的电容器应在 50 Hz 或 60 Hz 的频率下进行试验和测量。

6 试验分类

6.1 例行试验

例行试验包括以下试验项目:

- a) 电容测量和容量计算(见第 7 章);
- b) 电容器损耗角正切($\tan\delta$)测量(见第 8 章);
- c) 端子间电压试验(见 9.1);
- d) 端子与外壳间电压试验(见 10.1);
- e) 内部放电器件试验(见第 11 章);
- f) 密封性试验(见第 12 章)。

例行试验应由制造方在交货前对每一台电容器进行。如果购买方有要求,则制造方应提供详列这些试验结果的证明书。

上述试验顺序一般不是强制性的。

6.2 型式试验

型式试验包括以下试验项目:

- a) 热稳定性试验(见第 13 章);
- b) 高温下电容器损耗角正切($\tan\delta$)测量(见第 14 章);
- c) 端子间电压试验(见 9.2);
- d) 端子与外壳间电压试验(见 10.2);
- e) 端子与外壳间雷电冲击电压试验(见第 15 章);

- f) 放电试验(见第 16 章);
- g) 老化试验(见第 17 章);
- h) 自愈性试验(见第 18 章);
- i) 破坏试验(见第 19 章)。

进行型式试验是为了确定电容器在设计、参数、材料和制造方面是否满足本部分中所规定的性能和运行要求。

除非另有规定,每一台用来进行型式试验的试品应为经例行试验合格的电容器。

型式试验应由制造方进行,在有要求时,应向购买方提供详列这些试验结果的证明书。

只要在任何可能影响试验所要验证的性能方面没有差异,则完满地通过每一项型式试验对具有相同额定电压,较小容量的单元也有效。没有必要在同一台电容器试品上进行全部型式试验。

型式试验的试品数量应由制造方和购买方协商确定。

6.3 验收试验

例行试验和/或型式试验、或其中的某些项目,可由制造方根据与购买方签订的合同重复进行。做这些重复试验的试验类别、试品数量和验收准则应由制造方与购买方协商确定并应在合同中规定。

7 电容测量和容量计算

7.1 测量程序

电容测量应在制造方选定的电压和频率下进行。所使用的方法应能排除由于谐波或被测电容器外部的附件,如测量电路中的电抗器和阻塞电路等引起的误差。应给出测量方法的准确度及其测量值与在额定电压和额定频率下的测量值之间的关系。

电容测量应在端子间电压试验(见第 9 章)之后进行。

对用来做热稳定性试验(见第 13 章)、老化试验(见第 17 章)和自愈性试验(见第 18 章)的电容器,应预先在 0.9 倍~1.1 倍额定电压中的任一电压和 0.8 倍~1.2 倍额定频率中的任一频率下进行测量。如购买方有要求且制造方同意时,对其他电容器也可在上述条件下进行测量。

7.2 电容偏差

电容与额定电容的偏差应不超过:

对于 100 kvar 及以下的电容器单元和电容器组, $-5\% \sim +10\%$;

对于 100 kvar 以上的电容器单元和电容器组, $-5\% \sim +5\%$ 。

电容是在 7.1 的条件下的测量值。

在三相单元中,任意两线路端子间测得的电容的最大值和最小值之比应不超过 1.08。

注:在附录 B 中给出了由三相电容器的任意两个线路端子间测得的三个端子间电容计算三相电容器容量的公式。

8 电容器损耗角正切($\tan\delta$)测量

8.1 测量程序

电容器损耗角正切($\tan\delta$)应在制造方选定的电压和频率下进行测量。所使用的方法应能排除由于谐波或被测电容器的外部附件,如测量电路中的电抗器和阻塞电路引起的误差。测量方法的准确度以及在额定电压和额定频率下与测量值的关系应予以给出。

电容器损耗角正切的测量应在端子间电压试验(见第 9 章)之后进行。

在热稳定性试验(见第 13 章)之前应对电容器在 0.9 倍~1.1 倍额定电压中的任一电压和 0.8 倍~1.2 倍额定频率中的任一频率下进行测量。如购买方有要求且制造方同意时,对其他电容器也可在上

述条件下进行测量。

对大批量电容器做试验时,可用统计抽样法测量 $\tan\delta$ 值,统计抽样方案应由制造方与购买方协商确定。

某些类型介质的 $\tan\delta$ 值是测量前通电时间的函数,在这种情况下,试验电压和通电时间宜由制造方和购买方协商确定。

8.2 电容器损耗角正切($\tan\delta$)要求

按 8.1 测得的 $\tan\delta$ 值应不超过制造方给出的在试验温度和试验电压下的值,或制造方和购买方协商之值。

9 端子间电压试验

9.1 例行试验

每一台电容器应承受 $U_t = 2.15U_N$ 的交流电压试验,最少历时 2 s。

交流电压试验应在 15 Hz~100 Hz,优先在尽可能接近额定频率的近似正弦波电压下进行。

试验前后应测量电容。

试验期间应不发生永久性击穿或闪络。允许有自愈性击穿。

当单元是由若干接成并联的元件或元件组组成的,且这些元件都已单独进行过试验时,单元可不必再重复试验。

对于多相电容器,试验电压宜作适当调整。

9.2 型式试验

每一台电容器应承受 $U_t = 2.15U_N$ 的交流试验电压,历时 10 s。

交流电压试验应用近似正弦波电压进行。

试验前后应测量电容。

试验期间应不发生永久性击穿或闪络,允许有自愈性击穿。

对于多相电容器,试验电压宜作适当调整。

10 端子与外壳间电压试验

10.1 例行试验

所有端子均与外壳绝缘的单元,交流试验电压应施加在连接在一起的端子与外壳之间,施加的交流试验电压为 $2U_N + 2$ kV 或 3 kV 取较高值,历时 10 s;或试验电压提高 20%,历时不少于 2 s。

如果电容器单元是准备与架空线直接连接的,经购买方和制造方同意可以用 6 kV 的电压进行试验。

试验期间应既不发生击穿也不发生闪络。

即使在使用中有一个端子拟连接到外壳上,此试验仍应进行。

具有独立相电容的三相单元,可以将所有端子连接在一起对外壳进行试验。有一个端子固定连接到外壳上的单元,不做此项试验。

当单元的外壳是由绝缘材料制成时,应略去此项试验。

如果电容器中具有独立的相或分组,则相间或分组间的绝缘试验电压与端子对外壳间绝缘的试验电压相同。

10.2 型式试验

所有端子均与外壳绝缘的单元应承受 10.1 的试验,历时 1 min。

有一个端子固定连接到外壳上的单元,这一试验应限于在套管与外壳之间进行(不带元件)或者在具有相同内绝缘的全绝缘单元上进行。

如果电容器的外壳是绝缘材料的,则试验电压应加于端子和紧包在绝缘外壳表面的金属箔之间。

对于户内用单元,试验应在干燥条件下进行;对于在户外使用的单元,试验应在人工降雨的条件下进行(见 IEC 60060-1)。

试验期间应既不发生击穿也不发生闪络。

拟安装在户外的单元,可以只进行干试。在这种情况下,制造方应提供该套管和附件(如使用)能承受湿试验电压的单独的形式试验报告。

注:对于滤波电容器,电容器端子上出现的电压总是比电网电压高。

对于滤波电容器,如果谐波电压方均根值的算术和不超过 0.5 倍电网的标称电压,则端子与外壳间的试验电压取决于接有滤波器的电网的标称电压(而不是电容器端子上出现的电压)。

如果谐波电压方均根值的算术和超过 0.5 倍电网标称电压,则端子与外壳间的试验电压由电容器的额定电压来决定。

11 内部放电器件试验

内部放电器件的电阻(若有的话)应用测量电阻或测量自放电速率的方法(见第 22 章)来检验。检验方法由制造方选择。

本试验应在第 9 章的电压试验之后进行。

12 密封性试验

单元(在无涂层状态下)应经受能有效地检测出其外壳和套管上任何渗漏的试验。试验程序由制造方确定,制造方应说明所使用的试验方法。

如果制造方没有规定试验程序,则试验应按下述程序进行:

将未通电的电容器单元通体加热,使各个部位均达到不低于表 1 中与电容器的温度类别代号相对应的最高值加 20 °C 的温度,并在此温度下保持 2 h,应不渗漏。

建议使用适当的指示剂。

注:如果在上述试验温度下电容器内部不含液体材料,则本试验可不作为例行试验。

13 热稳定性试验

被试电容器单元应放置在另外两台具有相同额定值并施加与被试电容器相同电压的单元之间。也可采用两台装有电阻器的模拟电容器,应将电阻器的损耗调整到使模拟电容器内侧面靠近顶部处的外壳温度等于或高于被试电容器相应布置方式处的温度。单元之间的间距应等于制造方说明书中规定的正常间距。

试验组应放置于静止空气(无强迫空气通风)的封闭加热箱的中,并应处于制造方现场安装说明书中规定的最不利于散热的位置。环境空气温度应保持或高于表 2 所示的相应温度。此温度应以具有热时间常数约 1 h 的温度计来检测。

应对测量环境空气温度的温度计加以屏蔽,使其受到三个通电试品热辐射的可能性最小。

表 2 热稳定性试验时的环境空气温度

代 号	环境空气温度 ℃
A	40
B	45
C	50
D	55

当电容器的各部分均达到环境空气温度后,对电容器施加实际正弦波的交流电压,历时至少 48 h。在试验的最后 24 h 期间应调整电压,使根据实测电容(见 7.1)计算得到的试验容量至少为 1.44 倍额定容量。

试验应在满足下列两种情况中的一种后停止:

——在 6 h 期间,电容器外壳从底部向上 2/3 高度处(不包括端子)测得的温度的变化不大于 1℃。

在这种情况下试验被认为是有效的。

——如果在连续的 3 个 6 h 期间温度的增加没有减少,在这种情况下试验被认为是失败的。

热稳定性试验结束时,应记录外壳的测量温度与冷却空气温度之差值。

试验前、后应在标准试验温度范围(见 5.2)内测量电容(见 7.1),并将两次测量值校正到同一介质温度。在这些测量中,电容的变化应不大于 2%。

在热稳定性试验前、后,应在(20±15)℃的温度下测量损耗角正切($\tan\delta$)。

损耗角正切的第 2 次测量值和第 1 次测量值相比,其增量应不大于 2×10^{-4} 。

在解释测量结果时,应考虑以下两个因素:

——测量的可重复性;

——在即使没有任何电容器元件击穿或内部熔丝熔断的情况下,介质的内部变化也可能会引起电容的微小变化。

当检验电容器损耗角正切或温度条件是否符合要求时,应考虑在试验期间内电压、频率和环境空气温度的波动。为此,建议绘出这些参数、损耗角正切以及温升相对于时间的函数曲线。

只要施加的试验容量符合规定,拟用于 60 Hz 的单元可以在 50 Hz 下进行试验,拟用于 50 Hz 的单元也可以在 60 Hz 下进行试验。对于额定频率低于 50 Hz 的单元,试验条件建议由购买方和制造方协商确定。

注:对于多相单元,允许采用以下两种方式进行试验:

——使用三相电源;

——改变内部连接,使其成为具有同样容量的单相单元。

14 高温下电容器损耗角正切($\tan\delta$)测量

14.1 测量程序

电容器损耗角正切($\tan\delta$)应在热稳定性试验(见第 13 章)结束时测量。测量电压应为热稳定性试验电压。

14.2 要求

按 14.1 测得的 $\tan\delta$ 值应不超过制造方给出的在试验温度和电压下的保证值,或制造方和购买方协商之值。

15 端子与外壳间雷电冲击电压试验

仅对所有端子均与外壳绝缘的单元进行本试验。

冲击试验应以 $(1.2\sim 5)/50\ \mu\text{s}$ 的波形进行。如果电容器的额定电压 $U_N\leq 690\ \text{V}$,则峰值为 $8\ \text{kV}$;如果 $U_N>690\ \text{V}$,则峰值为 $12\ \text{kV}$ 。

如果单元是准备直接连接到外露设备例如架空线上的,在制造方和购买方同意时,冲击电压试验对于额定电压 $U_N\leq 690\ \text{V}$ 的电容器试验电压的峰值为 $15\ \text{kV}$,对额定电压 $U_N>690\ \text{V}$ 的电容器试验电压的峰值为 $25\ \text{kV}$ 。

在连接在一起的端子与外壳之间施加3次正极性冲击之后,接着再施加3次负极性冲击。

改变极性后,在再次施加冲击前允许先施加几次较低幅值的冲击。

用记录电压和检测波形的示波器来检验产品在试验期间是否发生故障。

如电容器的外壳是用绝缘材料制成的,这时试验电压应施加于端子和紧包在外壳表面的金属箔之间。

注:极对壳绝缘中的局部放电可由不同冲击波之间的波形变化显示出来。

16 放电试验

单元应充以直流电,然后通过电容器端子间最短的间隙放电。

电容器应在 $10\ \text{min}$ 内承受5次这样的放电。

试验电压应为 $2U_N$ 。

在试验后 $5\ \text{min}$ 内,应对单元进行一次端子间电压试验(见9.1)。

在放电试验前和电压试验后均应测量电容。两次测量值之差应小于相当于一只元件击穿或一根内部熔丝动作之变化量或 2% 。

对于多相单元,应按下述方法进行试验:

——对于三相三角形连接的单元,应将两端子短路,并在第三个端子与短路端子之间施加 $2U_N$ 的电压进行试验。

——对于三相星形连接的单元,应在两端子之间进行试验,第三个端子空着不连接。试验电压应为 $4U_N/\sqrt{3}$,即 $2.31U_N$,使元件两端得到相同的试验电压。

如果试验电流的第一个峰值超过 $200I_N$ (方均根值),可采用外接线圈的方法来保持这一极限值。

17 老化试验

本试验的要求在GB/T 12747.2—2017中给出。

18 自愈性试验

本试验的要求在GB/T 12747.2—2017中给出。

19 破坏试验

本试验的要求在GB/T 12747.2—2017中给出。

20 最高允许电压

20.1 长期电压

电容器单元应适用于在表3所示的电压水平下运行(见第29章和第32章)。

表 3 运行中的允许电压水平

形式	电压因数 ^a	最大持续时间	说明
工频	1.00	连续	电容器运行的任何期间内的最高平均值。在运行期间内出现的小于 24 h 的例外情况采用如下的规定(见第 29 章)
工频	1.10	每 24 h 中 8 h	系统电压调整和波动
工频	1.15	每 24 h 中 30 min	系统电压调整和波动
工频	1.20	5 min	轻负荷下电压升高(见第 29 章)
工频	1.30	1 min	
工频加谐波	使电流不超过第 21 章中给出之值(亦可见第 33 章和第 34 章)		
^a 电压因数=过电压值/ U_N (方均根值)			

应指出的是,电容器的过负荷运行即使在上述范围内也可能对这些电容器的寿命产生不利影响。表 3 中高于 $1.15U_N$ 的过电压是以在电容器的整个使用寿命期间总共不超过 200 次为前提确定的。

20.2 操作电压

用无重击穿的断路器来切合电容器组,通常会产生第一个峰值不超过 $2\sqrt{2}$ 倍施加电压(方均根值),持续时间不大于 $1/2$ 周波的瞬态过电压。

在这些条件下,并考虑到有些操作是在电容器内部温度低于 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$,但仍处在温度类别之内时发生的,每年约 5 000 次切合操作是可以接受的[相应的瞬态过电流峰值可达到 $100I_N$ (见第 33 章)]。

在切合电容器更为频繁的场合,过电压的幅值和持续时间以及瞬态过电流均应限制到较低水平(见第 34 章)。

这些限制和/或降低应由制造方和购买方协商确定。

21 最大允许电流

电容器单元应适于在线路电流方均根值为 1.3 倍该单元在额定正弦电压和额定频率下产生的电流下连续运行,瞬态过程除外。考虑到电容偏差,最大电容可达 $1.10C_N$,故其最大电流可达 $1.43I_N$ 。

这些过电流因素是考虑到 20.1 中的谐波、过电压和电容偏差共同作用的结果。

22 放电器件的安全要求

电容器单元和/或组应装有使每一单元在 3 min 内从 $\sqrt{2}U_N$ 的初始峰值电压放电到 75 V 或更低的放电器件。

在电容器单元和放电器件之间不得有开关、熔断器或任何其他隔离装置。

放电器件不能替代在接触电容器之前将电容器端子短接在一起并接地。

直接且永久性地与其他可提供放电通道的电气设备相连接的电容器,如果该电路特性能保证在上述规定的时间内将电容器放电到 75 V 或更低,则应认为已具有适当的放电能力。

应注意到如果要求更短的放电时间和更低的剩余电压,这种情况购买方应通知制造方。

放电电路应具有足以承受电容器在第 20 章中规定的 $1.3U_N$ 过电压峰值下放电的载流能力。

由于通电时的剩余电压不应超过额定电压的 10%(见 4.1),如果电容器是自动控制的,则可能需要较低电阻值的放电电阻或附加可切换的放电装置。

注:计算放电电阻的公式列于附录 B 中。

23 外壳连接件的安全要求

为使电容器的金属外壳的电位得以固定,并能承受极对壳击穿时产生的故障电流,在金属外壳上应备有一个能承受故障电流的连接件。

24 环境保护的安全要求

当电容器中含有不允许扩散到环境中的浸渍材料时,应采取必要的预防措施。若国家在这方面有法律上的要求(见 26.3)时,电容器的单元和组应有相应的标志。

端子的燃烧产物应在环境方面可接受。端子应使用具有灼热丝可燃性指数(GWFI)最小为 750 °C 的自熄灭材料(见 GB/T 5169.12—2013)。



25 其他安全要求

当安装电容器的国家对有关安全规则有特殊要求时,购买方应在询价时予以说明。

26 电容器单元的标志

26.1 铭牌

下列资料应直接或以铭牌的形式牢固地标记在每台电容器单元上。

- a) 制造方名称。
- b) 识别编号及制造年份(年份可以是识别编号的一部分,或采用代码形式)。
- c) 额定容量, Q_N , kvar。
对于三相单元,应给出总容量(见附录 B)。
- d) 额定电压, U_N , V。
- e) 额定频率 f_N , Hz。
- f) 温度类别。
- g) 放电器件,如果是内部的应以文字或符号  表示,或以额定电阻(kΩ 或 MΩ)表示。
- h) 自愈式参考标记“SH”或“井”或“自愈式”。
- i) 连接符号。(除仅有一个电容的单相单元以外,所有的电容器均应表示其连接方式。标准的连接符号见 26.2)。
- j) 内部熔丝,如装有时,应以文字或符号  表示。
- k) 过压力或过热隔离器的表示(如果装有这样的隔离器)。
- l) 绝缘水平, U_i , kV(仅适用于所有端子均与外壳绝缘的单元)。
绝缘水平应以一斜线隔开的两个数字来表示,第一个数字给出工频试验电压的方均根值, kV, 第二个数字给出雷电冲击试验电压的峰值, kV(例如 3/15 kV)。
对于有一个端子固定连接到外壳的单元且不按 15 章进行试验的单元,其绝缘水平应以例如 3/— kV 表示。
- m) 执行标准 GB/T 12747.1—2017。
- n) 产品型号。
- o) 产品名称。

对于滤波电容器,应参考附录 A。

对于由制造方或其代理将许多小型的单元永久性地连接在一起形成的电容器组或大单元,上列的

某些项目可以删去,在这种情况下,较大的组或单元应有一块完整的铭牌。

应包括如下警告标志:“断开电源 5 min 后才能触及”。

制造方应详细说明任何附加的标志要求。

26.2 标准化的连接符号

连接方式应以下列字母或符号表示:

D 或 \triangle = 三角形;

Y 或 Y = 星形;

YN 或 YN = 星形,中性点引出;

III 或 III = 三节段,内部未相互连接;

\perp = 接地。

26.3 警告牌

当电容器中含有不允许扩散到环境中的浸渍剂时(见第 24 章)应按照购买方所在国的现行有效法律和条例在电容器上作出标记。购买方有义务将这类法律或条例告知制造方。

27 电容器组的标志

27.1 说明书或铭牌

制造方应根据购买方的要求在说明书中或者在铭牌上给出下列最低限度的资料;

- a) 制造方名称。
- b) 额定容量, Q_N , kvar(标出总容量)。
- c) 额定电压, U_N , V。
- d) 连接符号(标准化的连接符号见 26.2。连接符号可以是简化连接图的一部分)。
- e) 组切出与再投入之间所需的最短的间隔时间。
- f) 质量, kg。
- g) 产品名称。

注:铭牌与说明书之间的选择权交给购买方。

27.2 警告牌

26.3 对电容器组也有效。

28 安装和运行导则的概述

并联电容器与大多数电器不同,一旦投入就连续在满负荷下运行,仅在电压和频率变化时,其负荷才有所变化。

过电压和过热将缩短电容器的寿命,因此应严格控制运行条件(即:温度、电压及电流)。

应当注意,在系统中近邻电容的引入可能产生不利的运行条件(例如:谐波放大、电机自激、操作过电压、音频遥控装置不能正常工作等)。

由于电容器的类型不同且涉及的因素很多,不可能用简单的规则概括所有可能情况下的安装和运行。下列资料给出的是需加以考虑的较为重要的几点。此外,应遵守制造方和供电部门的使用导则和运行规程,尤其是电网处于轻负荷时应切除电容器的规定。

29 额定电压的选择

电容器的额定电压至少等于电容器所接入电网的运行电压,并且还应考虑电容器本身的影响。

在某些电网中,电网的运行电压与标称电压相差很大,购买方应提供详细情况,以便制造方能为之留出适当的裕度。这一点对于电容器是十分重要的,因为电容器介质上的电压过分增高,电容器的性能和寿命将受到不利影响。

为降低谐波等的影响而接入与电容器相串联的电路元件时,会引起电容器端子上的电压升高到超过电网运行电压,从而需要相应提高电容器的额定电压。

如果没有不同的数据,则应假定运行电压等于电网的标称电压。

当确定电容器端子上的预期电压时,应考虑下列情况:

- a) 并联连接的电容器可能造成从电源到电容器安装处的电压升高(见附录 B),谐波的存在会使电压升得更高。因此,电容器易在比接入电容器之前测得的电压高得多的电压下运行。
- b) 在轻负荷时,电容器端子上的电压可能特别高(见附录 B),此时,为了防止电容器经受过电压及电网电压过分升高,应将部分或全部电容器从线路中切出。

只有在紧急状态下才允许电容器在最高允许电压和最高环境温度同时出现的条件下运行,并且只能是短时的。

在选取额定电压 U_N 时,应避免将安全裕度取得过大,导致运行时电容器的输出容量与额定容量相比减少很多。

注:关于最高允许电压见第 20 章。

30 运行温度

30.1 概述

对电容器的运行温度应予以注意,因为这对电容器的使用寿命有很大影响。在这方面最热点的温度是决定性的因素,但在实际运行中,难以测定这个温度。

超过上限的温度将加速介质的电化学老化。

30.2 安装

电容器的安装应便于以对流和辐射来散发由电容器损耗所产生的热量。

电容器室的通风及电容器单元的布置应使空气能在每一单元的周围良好地流通。这一点对于成排叠层安装的单元尤其重要。

受到太阳或任何高温面辐射的电容器的温度将增高。根据冷却空气温度、冷却强度和辐射强度及持续时间,可能需要采取下列的对策之一:

- 防止电容器受到辐射。
- 选择为用于较高环境空气温度而设计的电容器(例如以温度类别—5/B 代替原本是适当设计的温度类别—5/A)。
- 采用额定电压比第 29 章规定的更高的电容器。

安装在高海拔(超过 2 000 m)地区的电容器,其散热能力将有所降低。这一点在确定单元的容量时应予以考虑[见第 31 章的项 e)]。

30.3 高环境空气温度

代号 C 的电容器适于在大多数热带地区使用。然而,在有些地区,那里的环境温度可能要求代号 D 的电容器。在电容器经常受到几小时太阳辐射的地方(例如在沙漠地区),即使其环境温度不是过分高,

但仍可能需要代号 D 的电容器(见 30.2)。

在特殊场合,最高环境温度可能高于 55 ℃,或日平均温度高于 45 ℃,同时又不可能改善冷却条件,则应使用特殊设计的电容器。

30.4 损耗估算

如果要估算损耗,则在计算电容器组的总损耗时,应将所有附件,例如外部熔断器、电抗器等产生的损耗均包括进去。

31 特殊使用条件

除温度类别中的两个极限温度之外(见 30.1),下列最为重要的条件应告知制造方:

a) 高相对湿度

可能需要使用特殊设计的绝缘子。要注意外部熔断器有被其表面潮气的凝露所短路的可能性。

b) 霉菌生长迅速

在金属、陶瓷材料及某些油漆与清漆上霉菌都不生长。但对于其他材料,在潮湿处,尤其是在灰尘等落积处霉菌可能生长并发展。

使用杀霉菌剂可改进这些材料的特性,但是,这些杀霉菌剂的毒性保持的时间不长。

c) 腐蚀性大气

在工业及沿海地区都会遇到腐蚀性大气。应该注意到,在较高温度的气候下,这种大气的作用要比在温和的气候下更为严重。高腐蚀性大气甚至在户内装置中也可能出现。

d) 污秽

当电容器安装在高度污秽的地区时,应采取特殊的预防措施。

e) 海拔超过 2 000 m

在海拔超过 2 000 m 的地区运行的电容器将受到特殊条件的作用。为此,应由购买方与制造方协商选择电容器的类型。

32 过电压

第 20 章规定了过电压因数。

如果估计出现过电压的次数较少或者温度条件不太恶劣,在制造方同意时,电压因数可以增大。只要在其上没有叠加瞬态过电压,这些工频过电压的极限均是有效的。电压的峰值应不超过给定方均根值的 $\sqrt{2}$ 倍。

对于易受到高的雷电过电压的电容器应作适当防护。如果采用避雷器,应将它们尽可能靠近电容器放置。

为了承载来自电容器的,尤其是来自大电容器组的放电电流,可能需要特殊的避雷器。

当电容器固定连接在电动机上时,在电动机切断电源后可能会出现自激。仍在转动的电动机由于自激而成为发电机,并可能产生比系统电压高得多的电压。

对于这个问题通常可以用保证电容器电流小于电动机空载电流(建议约 90% 的值)的办法来防止。作为预防,在固定接有电容器的电动机停止转动以前不得接触电动机的带电部分。

注 1: 电动机断电后由于自激产生的维持电压,对于感应发电机以及有失压制动系统的电动机(例如电梯用电动机)都是非常危险的。

注 2: 对切除电源后能立即停止转动的电动机,其补偿可以超过 90%。

当电容器连接到配备有“星-三角”起动器的电动机上时,其配置应使得在起动器工作期间不产生过电压。

33 过电流

电容器决不可在电流超过第 21 章中规定的最大值下运行。

过电流可能是由于基波过电压、谐波或者是由两者共同引起的。主要的谐波源是整流器、电力电子设备及饱和的变压器铁心。

如果轻负荷时,电容器使电压进一步升高,则变压器铁心可能出现了饱和。在这种情况下将会产生异常的谐波量,其中某一次谐波可能被变压器与电容器间的谐振所放大。这是第 29 章项 b) 推荐在轻负荷时切出电容器的理由之一。

如果电容器电流超过第 21 章中规定的最大值,而电压仍在第 20 章规定的允许极限 $1.1U_N$ 之内,则应测出主要谐波,以便找到最佳的解决办法。

下列解决办法应予考虑:

- a) 将一部分或全部电容器移到系统的其他部位;
- b) 接入与电容器串联的电抗器,将电路的谐振频率降低到干扰的谐波频率值以下;
- c) 当电容器附近有电力半导体设备时,增加电容器的电容值。

在安装电容器的前后,应测量电压波形及电网特性。当有谐波源(例如大型半导体设备)时,应予以特别注意。

在将电容器接入电路时,可能产生高幅值和高频率的瞬态过电流。在将电容器分组接入已通电的另一分组相并联时,也有可能产生这种瞬态效应(见附录 B)。

为将这些瞬态过电流降低到电容器与设备能够承受的值,可能需要通过电阻器来投电容器(电阻合闸),或在电容器组的每一分组的电源电路中接入电抗器。

如果电容器上配备有熔断器,则由开关操作引起的过电流峰值应限制到 $100I_N$ (方均根值)及以下。

34 开关、保护装置及连接件

开关、保护装置及连接件均应设计成能连续承受 1.3 倍该电容器组在额定频率和方均根值等于额定电压的正弦电压下得到的电流。由于电容器的电容可能为额定值的 1.10 倍(见 7.2),故这一电流最大值为 $1.3 \times 1.10 = 1.43$ 倍额定电流。

此外,如果存在谐波分量,由于集肤效应,可能产生比相应的基波分量更大的热效应。

开关、保护装置及连接件应能承受投入电容器时可能产生的高幅值及高频率的瞬态过电流所引起的电动力及热应力。

当电容器(单元或组)与已投入运行的另外的电容器并联运行时,就可能会产生上述瞬态效应。为了减少操作电流,最常用的方法是增加连接线的电感,虽然这样增加了总损耗。应注意使操作电流不超过其最大允许值。

当在考虑了电动力及热应力之后出现尺寸过大的问题时,则应采用诸如第 33 章所述的防止过电流的特殊预防措施。

在某些情况下,例如当电容器是自动控制的时候,有可能在较短的时间间隔内进行反复的切合操作。应选择能承受这些条件的开关装置及熔断器(见第 22 章)。

连接到接有电容器组的母线上的断路器,在关合短路时,可能会受到特殊应力。

用来投切并联电容器组的断路器应能承受将电容器组连接到已接有其他电容器组的母线上时所产生的涌流(幅值和频率)。

建议使用适当的过电流继电器对电容器进行过电流保护。将继电器整定到当电流超过第 21 章所规定的允许极限时断路器开断。对自愈式电容器而言,熔断器通常不能提供适当的过电流保护。

不同设计的电容器其电容或多或少会随温度变化。

应当注意,当电容器冷态投入运行时其电容会急剧变化,这有可能会導致保护装置误动作。

如果使用铁心电抗器,应注意铁心在谐波作用下会饱和及过热。

在电容器电路中的任何接触不良都可能会引发电弧,引起高频振荡,使电容器过热和过负荷。因此,建议定期检查所有电容器装置中的接触点。

35 爬电距离的选择

目前尚未提出要求。

36 电容器连接到具有音频遥控的系统中

在音频下电容器的阻抗很低。因此,当将电容器连接到具有音频遥控的系统中时,可能会引起遥控传感器过载且不能正常工作。

避免这些缺陷的方法很多,最好的方法应由有关各方协商选择。

37 电磁兼容性(EMC)

37.1 辐射

在一般使用条件下,符合本部分的电力电容器不产生任何电磁干扰。因此,对于电磁辐射的要求认为是令人满意的,无需进行试验验证。

自愈性击穿不产生电磁辐射,因为它是由并联电容器短路引起的。

随着频率增加电容器的阻抗降低,故应采取措施以避免对脉动控制系统产生不允许的影响。

当在含有谐波电压或谐波电流的电网中使用电容器和电感时,谐波有可能被放大,对此应引起注意。

37.2 抗干扰性

37.2.1 概述

在住宅区、商业区及轻工业区(直接由公用低压电源供电)中以及工业区(非公用低压工业电网部分)中的电力电容器均处于电磁兼容环境中。

在一般使用条件下,下列抗干扰要求和试验是相关的。

37.2.2 低频干扰

电容器应适于在 IEC 61000-2-2:2002 中第 2 章和第 3 章所要求的在有谐波情况下的极限范围内连续运行。无需进行试验验证。

注:为使电压和电流保持在第 20 章和第 21 章要求的范围之内,通常将电容器与电感串联使用。

37.2.3 传导瞬变和高频干扰

电力电容器的电容大,可缓冲传导瞬变和高频干扰,不会产生不良影响。按照 IEC 61000-4-1:2006,认为可满足不超过 3 级的严酷度,无需进行试验验证。

37.2.4 静电放电

电力电容器对静电放电不敏感,按照 IEC 61000-4-1:2006 认为可满足不超过 3 级的严酷度,无需进行试验验证。

37.2.5 磁场干扰

电力电容器对磁场干扰不敏感,按照 IEC 61000-4-1:2006 认为可满足不超过 3 级的严酷度,无需进行试验验证。

37.2.6 电磁干扰

电力电容器对电磁干扰不敏感,按照 IEC 61000-4-1:2006 认为可满足不超过 3 级的严酷度,无需进行试验验证。

附 录 A (规范性附录)

电力滤波电容器的附加定义、要求和试验

当在本部分中加入下列条款后,本部分便适用于滤波电容器(见第 1 章)。

A.1 术语和定义

A.1.1

带通和高通滤波电容器 band-pass and high filter capacitor

滤波电容器

与其他配件,例如电抗器和电阻器连接在一起,对一种或多种谐波电流提供一低阻抗通道的电容器(或电容器组)。

A.1.2

额定电压(见 3.14) rated voltage

U_N

基波电压方均根值和谐波电压方均根值的算术和。

A.1.3

额定容量(见 3.13) rated output

Q_N

由基波与谐波产生的容量的算术和。

A.1.4

额定电流(见 3.16) rated current

I_N

基波和谐波频率下,额定电流平方值之和的平方根。

注:对于如母线等附件,应考虑所有电流的方均根值。

A.2 试验要求

A.2.1 电容偏差

对于滤波电容器,特别是带通滤波器,电容器单元和电容器组均推荐取对称的电容偏差。而标准的单元具有不对称的偏差带(见 7.2)。在决定电容值和偏差时应考虑这一实际情况。

当确定滤波电容器组的偏差时,应考虑下列因素:

- 有关设备,特别是电抗器的偏差;
- 滤波电容器所接入的电网中基波频率的变化;
- 由环境温度和负荷引起的电容变化;
- 短时间允许的电容变化,例如在热起来的过程中或异常使用条件下;
- 由于内部保护器件(如有时)动作引起的电容变化。

A.2.2 端子间电压试验(见第 9 章)

交流试验

对于滤波电容器:

$$U_t = 2.15U_N \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

U_N ——滤波电容器的额定电压,单位为伏(V)。

A.2.3 热稳定性试验(见第 13 章)

如果对于滤波电容器 $1.44Q_N$ 低于由 $1.1U_N$ 在基波频率下确定的容量,则在热稳定性试验中应采用后者的试验电压。

A.3 过负荷最大允许电流(见第 21 章)

对于滤波电容器,最大允许电流应由制造方和购买方协商确定。

A.4 标志说明书或铭牌(见 27.1)

对于滤波电容器,应最好将调谐的谐波频率标在额定频率后面。

例如:50 Hz+250 Hz(窄带通滤波器)

50 Hz+550/650 Hz(宽带通滤波器)

50 Hz+ ≥ 750 Hz(高通滤波器)

A.5 安装和运行导则——额定电压的选择(见第 29 章)

与滤波电容器相串联的电抗器将引起电容器端子上基波电压的升高。

附录 B
(资料性附录)
电容器及其装置的计算公式

B.1 由在每两个端子间测得的三个电容来计算三相电容器的容量

无论是三角形连接还是星形连接的三相电容器,在每两个线路端子间测得的电容用 C_a 、 C_b 、 C_c 表示。如果能满足 7.2 所规定的对称要求,则三相电容器的容量 Q 可用式(B.1)计算得出:

$$Q = \frac{2}{3}(C_a + C_b + C_c)\omega U_N^2 \times 10^{-12} \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

C_a 、 C_b 和 C_c ——在三相电容器每两个线路端子间测得的电容,单位为微法(μF);

U_N ——电容器的额定电压,单位为伏(V);

Q ——电容器的容量,单位为兆乏(Mvar)。

B.2 谐振频率

在式(B.2)中,当 n 为整数时,电容器将在该次谐波下谐振:

$$n = \sqrt{\frac{S}{Q}} \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

S ——电容器安装处的短路容量,单位为兆伏安(MVA);

Q ——电容器的容量,单位为兆乏(Mvar);

n ——谐波次数,即谐振频率(Hz)与电网频率(Hz)之比。

B.3 电压升高

接入并联电容器将导致式(B.3)中的持续电压升高:

$$\frac{\Delta U}{U} \approx \frac{Q}{S} \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

ΔU ——电压升高,单位为伏(V);

U ——电容器接入前的电压,单位为伏(V);

S ——电容器安装处的短路容量,单位为兆伏安(MVA);

Q ——接入电容器的容量,单位为兆乏(Mvar)。

B.4 涌流**B.4.1 投入单个电容器组**

$$\hat{I}_s \approx I_N \sqrt{\frac{2S}{Q}} \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中:

- \hat{I}_s —— 电容器涌流的峰值,单位为安(A);
 I_N —— 电容器的额定电流(方均根值),单位为安(A);
 S —— 电容器安装处的短路容量,单位为兆伏安(MVA);
 Q —— 电容器的容量,单位为兆乏(Mvar)。

B.4.2 将电容器投入与已在运行中的电容器并联

$$\hat{I}_s = \frac{\sqrt{2}U}{\sqrt{X_c X_L}} \dots\dots\dots (B.5)$$

$$f_s = f_N \sqrt{\frac{X_c}{X_L}} \dots\dots\dots (B.6)$$

式中:

- \hat{I}_s —— 电容器涌流的峰值,单位为安(A);
 U —— 相对地电压,单位为伏(V);
 X_c —— 每相串联的容抗,单位为欧(Ω);
 X_L —— 电容器组间每相的感抗,单位为欧(Ω);
 f_s —— 涌流的频率,单位为赫兹(Hz);
 f_N —— 额定频率,单位为赫兹(Hz)。

B.4.3 单相单元或多相单元中一相的放电电阻

$$R \leq \frac{t}{kC \ln \frac{\sqrt{2}U_N}{U_R}} \dots\dots\dots (B.7)$$

式中:

- t —— 从 $\sqrt{2}U_N$ 放电到 U_R 的时间,单位为秒(s);
 R —— 放电电阻,单位为兆欧(M Ω);
 C —— 每相额定电容,单位为微法(μF);
 U_N —— 单元的额定电压,单位为伏(V);
 U_R —— 允许剩余电压;单位为伏(V)(t 和 U_R 的极限值见第22章);
 k —— 系数,取决于电阻与电容器单元的连接方式(见图B.1)。

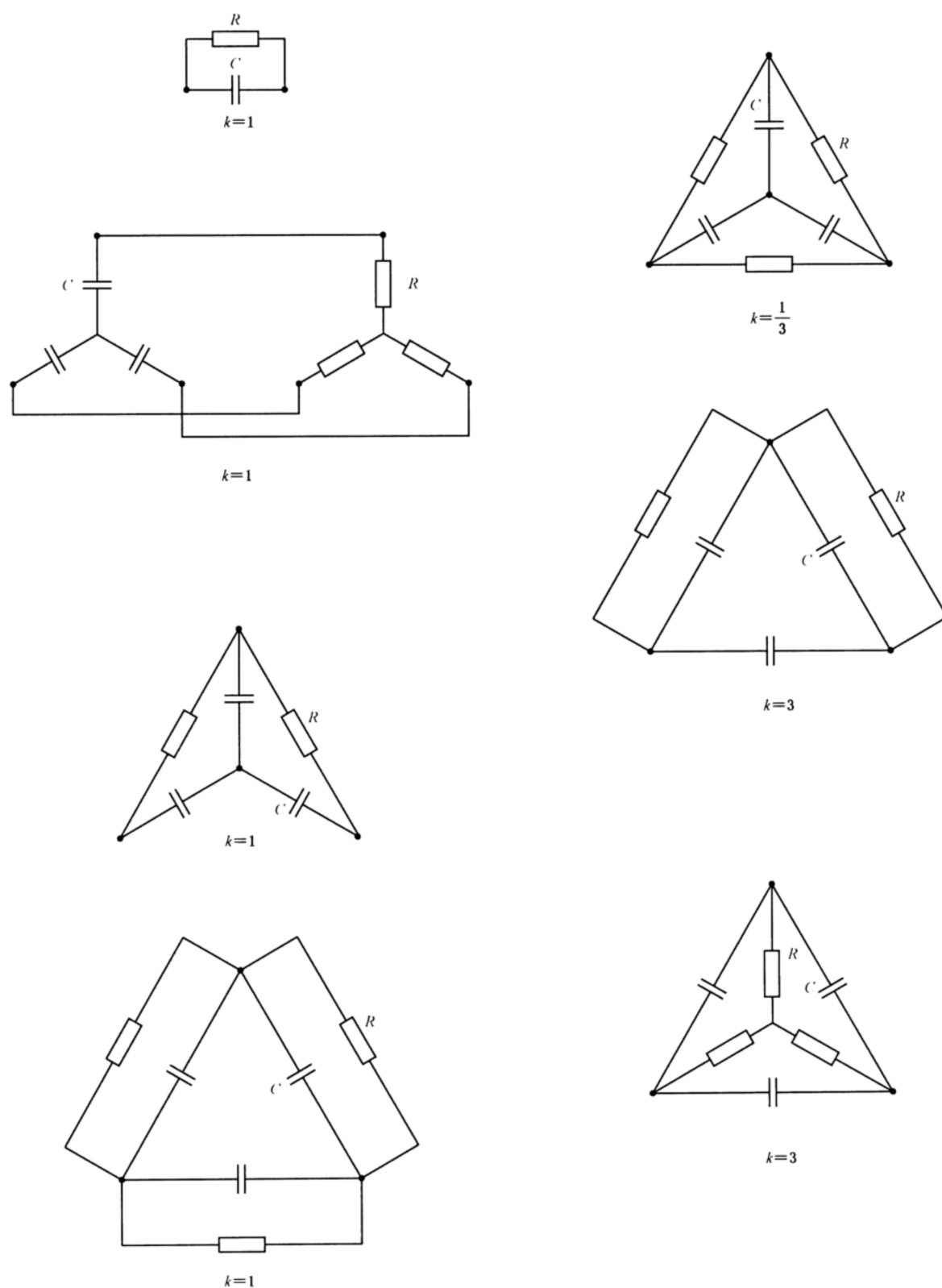


图 B.1 电阻与电容器单元间各种连接方式的 k 值

参 考 文 献

- [1] IEC 60050-436:1990 International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Chapter 436:Power capacitors
- [2] IEC 60050-601:1985 International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Chapter 601:Generation, transmission and distribution of electricity—General
- [3] IEC 60050-604:1987 International Electrotechnical Vocabulary (IEV)—Chapter 604:Generation, transmission and distribution of electricity—Operation
- [4] IEC 60060-2:1994 High-voltage test techniques—Part 2:Measuring systems
- [5] IEC 60110-1:1998 Power capacitors for induction heating installations—Part 1:General
- [6] IEC 60143 Series capacitors (Part 1,Part 2,Part 3 and Part 4)
- [7] IEC 60252-1:2010 AC motor capacitors—Part 1:General—Performance, testing and rating—Safety requirements—Guide for installation and operation
- [8] IEC 60269-1:2006 Low-voltage fuses—Part 1:General requirements
- [9] IEC 60273:1990 Characteristics of indoor and outdoor post insulators for systems with nominal voltages greater than 1 000 V
- [10] IEC 60358 Coupling capacitors and capacitor dividers(Part 1,Part 2,Part 3)
- [11] IEC 60721-2-6:1990 Classification of environmental conditions—Part 2-6: Environmental conditions appearing in nature. Earthquake, vibration and shock
- [12] IEC 60996:1989 Method for verifying accuracy of tan delta measurements applicable to capacitors
- [13] IEC 61048:2006 Auxiliaries for lamps—Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits—General and safety requirements
- [14] IEC 61049:1991 Capacitors for use in tubular fluorescent and other discharge lamp circuits—Performance requirements
- [15] IEC 61071:2007 Power electronic capacitors
- [16] IEEE Std 824-1994 IEEE Standard for Series Capacitors in Power Systems
- [17] IEEE Paper PE-009PRD (09-2000) Considerations for the Application of Series Capacitors to Radial Power Distribution Circuits. Series Capacitor Working Group of the IEEE Capacitor Subcommittee
- [18] ANSI C29.9:1983 American National Standard for Wet-Process Porcelain Insulators (Apparatus, Post type)