

## 前 言

GB/T 12747《标称电压 1 kV 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《标称电压 1 kV 及以下交流电力系统用自愈式并联电容器》的第 1 部分。本部分等同采用国际标准 IEC 60831-1:1996《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》(英文版)。本部分与相关标准协调一致。

本部分是对 GB/T 12747—1991《自愈式低电容器并联电容器》的修订。主要的修订内容有：

- a) 将适用范围扩大到交流滤波电容器和 1 kV 及以下的电容器；
- b) 取消了对额定电压和额定容量优先值的规定；
- c) 对损耗的要求改为由制造厂给出的值或制造厂和购买方协商之值；
- d) 端子与外壳间交流电压试验作了新规定；
- e) 端子间交流电压试验中的出厂试验部分由  $1.75 U_N, 2 \text{ s}$ , 改为  $2.15 U_N, 2 \text{ s}$ ；
- f) 单元和组的电容偏差作了修正；
- g) 端子与外壳间雷电冲击电压试验作了新的规定；
- h) 对电容器单元或组的放电器件要求由 3 min 内从  $\sqrt{2} U_N$  放电到 50 V 或更低改为 3 min 内从  $\sqrt{2} U_N$  放电到 75 V 或更低；
- i) 删除了对防腐蚀层的要求。

本部分的附录 A 是规范性附录,附录 B 是资料性附录。

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(CSBTS/TC45)归口。

本部分起草单位:西安电力电容器研究所负责起草,无锡康派特电气有限公司、浙江指月电气有限公司、芜湖市金鑫电子有限公司、浙江永锦电力器材有限公司、无锡东亭电力电容器厂参加起草。

本部分主要起草人:沈文琪、冯申荣、余飞春、罗运林、赵福庆、陶祥生。

本部分于 1991 年 3 月首次发布。

# 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

#### 第一篇 总则

#### 1 范围和目的

GB/T 12747 的本部分适用于专门用来改善标称电压为 1 kV 及以下、频率为 15 Hz~60 Hz 的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,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 kV 及以下交流电力系统用非自愈式并联电容器;
- 标称电压 1 kV 及以上交流电力系统用并联电容器;
- 运行频率 40 Hz~24000 Hz 感应加热装置用电容器;
- 串联电容器;
- 电动机用电容器及其类似者;
- 耦合电容器及电容分压器;
- 在电力电子电路中使用的电容器;
- 用于荧光灯和放电灯中的小型交流电容器;
- 抑制无线电干扰的电容器;
- 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、仪用互感器、熔断器等,均应符合相应国家标准。

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) 提供安装和使用导则。

#### 2 规范性引用文件<sup>1)</sup>

下列文件中的条款通过 GB/T 12747 的本部分的引用而成为本部分的条款。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部分,然而,鼓励根据本部分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部分。

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第 1 部分:一般试验要求(GB/T 16927.1—1997,eqv IEC 60060-1:1989)

1) 因 IEC 60831-1 中 IEC 60050(436)、IEC 60110 等 12 个引用文件在整个标准中从未出现,按照 GB/T 1.1 的规定在本部分中予以删去。

GB/T 17626.1 电磁兼容 试验和测量技术 抗扰度试验总论(GB/T 17626.1—1998, idt IEC 61000-4-1:1992)

GB/T 12747.2 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2部分:老化试验、自愈性试验和破坏试验(GB/T 12747.2—2004, IEC 60831-2:1995, IDT)

IEC 61000-2-2:1990 电磁兼容性(EMC)第2部分:环境 第2节:在公用低压供电系统中低频传导骚扰和信号传输的兼容性水平。

### 3 定义

本部分采用下列定义:

#### 3.1

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

主要由电介质和被它隔开的电极构成的部件。

#### 3.2

**电容器单元(或单元) capacitor unit(or 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**

一种在极间介质被局部击穿后,能迅速地基本上恢复电性能的电容器。

#### 3.4

**电容器组(或组) capacitor bank(or bank)**

电气上连接在一起的一组电容器单元。

#### 3.5

**电容器 capacitor**

在本部分中,“电容器”一词是当不必强调“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**

一般装在电容器内部的,当电容器从电源脱开后能将电容器端子间的电压在规定时间内降到几乎为零的器件。

#### 3.8

**电容器的内部熔丝 internal fuse of a capacitor**

在电容器单元内部和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**

当电容器内部压力异常增大时用以切断电容器的隔离器件。

#### 3.10

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

当电容器内部温度异常升高时用以切断电容器的隔离器件。

#### 3.11

**线路端子 line terminal**

用来连接到电网导线上的端子。

注:在多相电容器中,拟与中性线相连接的端子不属于线路端子。

## 3.12

**电容器的额定电容( $C_N$ )** **rated capacitance of a capacitor( $C_N$ )**

设计电容器时规定的电容。

## 3.13

**电容器的额定容量( $Q_N$ )** **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( $U_N$ )** **rated voltage of a capacitor( $U_N$ )**

设计电容器时规定的交流电压方均根值。

注：在电容器是由一个或多个独立的电路组成(例如用于多相连接的单相单元或具有独立电路的多相单元)的情况下， $U_N$  是指每一电路的额定电压。

对于内部相间具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( $f_N$ )** **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( $I_N$ )** **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**

电容器所消耗的有功功率。

注：应包括所有部件产生的损耗，例如：

对于单元，应包括由电介质、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，则应包括由单元、外部熔断器、汇流排、放电线圈和阻尼电抗器等产生的损耗。

## 3.18

**电容器的损耗角正切( $\tan\delta$ )** **tangent of the loss angle( $\tan\delta$ )of a capacitor**

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，电容器能够承受的规定时间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，电容器能够承受的规定时间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**

在稳定状态下，在电容器组最热区域的两单元之间的正中间测得的空气温度。如果仅为一个单元则为距离电容器外壳大约 0.1 m 和距离底部三分之二高度处所测得的温度。

## 3.23

**稳定状态** **steady-state condition**

电容器在恒定输出和恒定环境空气温度下所达到的热平衡状态。

3.24

**剩余电压 residual voltage**

开断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 章及附录 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 中规定了最大值。温度类别所覆盖的温度范围从  $-50^{\circ}\text{C}$  ~  $+55^{\circ}\text{C}$ 。

电容器可以投入运行的最低环境空气温度应从  $+5^{\circ}\text{C}$ 、 $-5^{\circ}\text{C}$ 、 $-25^{\circ}\text{C}$ 、 $-40^{\circ}\text{C}$ 、 $-50^{\circ}\text{C}$  这五个优先值中选取。

对于户内使用环境，下限温度通常取  $-5^{\circ}\text{C}$ 。

表 1 是以电容器的运行不会影响环境空气温度的使用条件为前提的 (例如户外装置)。

**表 1 表示温度变化范围上限的字母代号**

代 号	环境温度/ $^{\circ}\text{C}$		
	最高	24 h 内平均最高	1 年内平均最高
A	40	30	20
B	45	35	25
C	50	40	30
D	55	45	35

注 1：表 1 中的温度值可由安装地点的气象温度资料中查得。

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，温度类别应用最低温度和最高温度的组合来表示，例如  $-40/60$ 。

如果电容器的运行会影响空气温度，则应加强通风和 (或) 另选电容器，使空气温度不超过表 1 中的限值。在这样的装置中，冷却空气温度应不超过表 1 的温度限值加  $5^{\circ}\text{C}$ 。

任何最低和最高值的组合均可选作电容器的标准温度类别，例如  $-40/A$  或  $-5/C$ 。

优先的温度类别为： $-40/A$ ， $-25/A$ ， $-5/A$  或  $-5/C$ 。

**4.2 非正常使用条件**

本部分通常不适用于使用条件不符合本部分要求的电容器，除非制造厂和购买方之间另有协议。

**第二篇 质量要求和试验**

**5 试验要求**

**5.1 概述**

本章给出了对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、仪用互感器、熔断器等应符合相应的国家标准。

## 5.2 试验条件

除对特定的试验或测量另有规定外,试验开始时电容器电介质的温度应在 $+5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ 范围内。如果电容器在不通电的状态下在恒定的环境温度中已放置了适当长的时间,则可认为电介质的温度与环境温度相同。如需校正,则使用的参考温度为 $+20^{\circ}\text{C}$ ,但制造厂和购买方之间另有协议时除外。

如果没有其他规定,交流试验和测量可在50 Hz或60 Hz的频率下进行,不受电容器额定频率的限制。

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下进行试验和测量。

## 6 试验分类

试验分为:

### 6.1 出厂试验

- a) 电容测量和容量计算(见第7章);
- b) 端子间电压试验(见9.1);
- c) 电容器损耗角正切( $\tan\delta$ )测量(见第8章);
- d) 端子与外壳间交流电压试验(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)。

出厂试验应由制造厂在交货前对每一台电容器进行。如果购买方有要求,制造厂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

- a) 热稳定性试验(见第13章);
- b) 高温下电容器损耗角正切( $\tan\delta$ )的测量(见第14章);
- c) 端子间电压试验(见9.2);
- d) 端子与外壳间交流电压试验(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、尺寸、材料和结构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,每个拟用来做型式试验的电容器应是已通过全部出厂试验的试品。

型式试验应由制造厂进行,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,则完满地通过的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。

### 6.3 验收试验

出厂试验和(或)型式试验或其中的某些试验,可由制造厂根据与购买方所签订的合同重复进行。重复试验的试验类别、试品数量和验收准则应由制造方和购买方协商确定,并应在合同中写明。

## 7 电容测量和容量计算

### 7.1 测量程序

电容测量应在制造厂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。

对用来作热稳定试验(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,应在做这些试验之前,在0.9~1.1倍额定电压中的任一电压和0.8~1.2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厂同意时,对其他电容器也可在上述条件下进行测量。

### 7.2 电容偏差

实测电容和额定电容的差应不超过:

对于100 kvar及以下的单元和组:  $-5\% \sim +10\%$ ;

对于100 kvar以上的单元和组:  $-5\% \sim +5\%$ 。

实测电容为在7.1条件下测得的值。

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

电容器的损耗(或 $\tan\delta$ )应在制造厂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。应给出测量方法的准确度及其与额定电压和额定频率下的测量值的关系。

电容器损耗的测量应在端子间电压试验(见第9章)之后进行。

在热稳定试验(见第13章)之前应对电容器在0.9~1.1倍额定电压中的任一电压和0.8~1.2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厂同意时,对其他电容器也可在上述条件下进行测量。

注1:对大批量电容器作试验时,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。

注2: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应由制造方和购买方协商确定。

### 8.2 损耗要求

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 端子间交流电压试验

### 9.1 出厂试验

每个电容器应承受 $U_1 = 2.15 U_N$ 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频率下用实际正弦波电压进行。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。

注1:对于多相电容器,试验电压应作适当调整。

注2:只要电容偏差仍然满足要求,且每一单元中动作的熔丝不超过两根,则内部元件熔丝动作是允许的。

## 9.2 型式试验

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

交流电压试验应用实际正弦波电压进行。

试验期间应不发生永久性击穿或闪络, 允许有自愈性击穿。

注 1: 对于多相电容器, 试验电压应作适当调整。

注 2: 只要电容偏差仍然满足要求, 且每一单元中动作的熔丝不超过两根, 则内部元件熔丝动作是允许的。

## 10 端子与外壳间交流电压试验

### 10.1 出厂试验

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  $2 U_N + 2 \text{ kV}$  或  $3 \text{ kV}$  取较高方, 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的时, 应略去此项试验。

如果电容器中具有独立的相或节段, 则相间或节段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 GB/T 16927.1)。

试验期间应既不发生击穿也不发生闪络。

注 1: 拟安装在户外的单元, 可以只进行干试。

在这种情况下, 制造厂应提供该套管和附件(如使用)能承受湿试验电压的单独的型式试验报告。

注 2: 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决定于接有滤波器的网络的标称电压(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, 则应按常规, 即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。检验方法由制造厂选择。

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)应受到能有效地检测出其外壳和套管上任何渗漏的试验。试验程序由制造厂确定, 制造厂应说明所使用的试验方法。



如果制造厂没有规定试验程序,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℃ 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:如果电容器在上述试验温度下内部不含液体材料,则本试验可不作为出厂试验。

### 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型电容器,应将电阻器的损耗调整到使模型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位置处的温度。单元之间的间距应等于或小于规定间距。

试验组应放置于封闭加热箱的静止空气中,并应处于制造厂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。

在最后 6 h 内,应测量外壳接近顶部处的温度至少 4 次。在此 6 h 内,温升的增加应不大于 1℃。如果观察到较大的变化,则试验应继续进行直到在 6 h 内的连续 4 次测量满足上述要求时为止。

热稳定性试验结束时,应记录外壳的测量温度与环境空气温度之差值。

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、后应在约 20℃ 的温度下测量损耗角正切(tanδ)。

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  $2 \times 10^{-4}$ 。

在解释测量结果时,应考虑以下两个因素:

——测量的再现性;

——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。

注 1:当检验电容器损耗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。

注 2: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,试验条件应由购买方和制造厂协商确定。

注 3: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( $\tan\delta$ )的测量

### 14.1 测量程序

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

### 14.2 要求

按14.1测得的 $\tan\delta$ 值应不超过制造厂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

仅对全部端子均与外壳绝缘并拟在户外安装的单元进行本试验。

除非制造厂和购买方另有协议,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 kV;如果 $U_N>690\ \text{V}$ ,则峰值为12 kV。

如果单元是准备直接连接到架空线上的,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 kV,对额定电压 $U_N>690\ \text{V}$ 的电容器试验电压的峰值为25 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在试验期间没有发生故障。

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

单元应以直流充电,然后通过尽可能靠近电容器放置的间隙放电。

电容器应在10 min内承受5次这样的放电。

试验电压应为 $2U_N$ 。

在试验后5 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。测得值之差不得超过相当于一只元件击穿或一根内部熔丝熔断所引起的变化量或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 $4U_N/\sqrt{3}$ ,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中给出。

## 18 自愈性试验

本试验的要求在GB/T 12747.2中给出。

19 破坏试验

本试验的要求在 GB/T 12747.2 中给出。

第三篇 过负荷

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(另见第 29 章和第 32 章)。

电容器能耐受而无明显损伤的过电压幅值取决于过电压的持续时间,施加次数和电容器温度(见第 29 章)。表 3 中高于  $1.15 U_N$  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。

表 3 使用中的允许电压水平

类 型	电压因数 $\times U_N$ (方均根值)	最大持续时间	说 明
工频	1.00	连续	电容器运行任何期间的最高平均值。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(见第 33 章和第 34 章)		

20.2 操作电压

用不重击穿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 周波的过渡过电压。

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  $0^\circ\text{C}$ ,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。[相应的过渡过电流峰值可达到  $100 I_N$ (见第 33 章)]

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

这些限制和(或)降低应由制造厂和购买方协商确定。

21 最大允许电流

电容器单元应适用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,过渡过程除外。考虑到电容偏差,最大电容可达  $1.10 C_N$ ,故其最大电流可达  $1.43 I_N$ 。

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。

第四篇 安全要求

22 放电器件

每一电容器单元和(或)组应备有使每一单元在 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。

注 1: 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。

注 2: 应注意到有些国家要求更短的放电时间和更低的剩余电压,在这种情况下,购买方应告知制造厂。

注 3: 放电电路应具有足以承受在第 20 章中规定的  $1.3 U_N$  过电压峰值下电容器进行放电的载流能力。

注 4: 计算放电电路的公式列于附录 B 中。

注 5: 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器或附加可切换的放电装置。

### 23 外壳连接

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

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。

### 25 其他安全要求

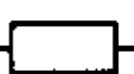
当安装电容器的国家对有关安全规则有特殊要求时,购买方应在询价时予以说明。

## 第五篇 标志

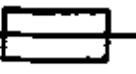
### 26 单元的标志

#### 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) 制造厂名称;
- 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以及对于不在户外安装且不按 15 章进行试验的单元,其绝缘水平应以 3/—kV 表示。

m) 参考 GB/T 12747.1—2004;

对于滤波电容器,应参考附录 A。

注 1: 对于由制造厂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。

注 2: 应包括如下警告标志:“断开电源 5 min 后才能触及”。

n)<sup>2)</sup> 产品型号;

o)<sup>2)</sup> 产品名称。

## 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  $\Upsilon$  = 星形;

YN 或  $\Upsilon$  = 星形,中性点引出;

III 或 III = 三节段,内部未相互连接;

$\perp$ <sup>3)</sup> = 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)应按照用户所在国的现行有效法律和条例在电容器上作出标记。用户有义务将这类法律或条例告知制造厂。

## 27 电容器组的标志

### 27.1 说明书或铭牌

制造厂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) 制造厂名称;

b) 产品名称<sup>2)</sup>;

c) 额定容量, $Q_N$ ,kvar(标出总容量);

d) 额定电压, $U_N$ ,V;

e) 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)。

f) 组切出与再投入之间所需的最短的时间;

g) 质量,kg。

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。

2) 根据我国具体情况增加了此项资料。

3) 根据我国具体情况增加了此项连接方式。

## 第六篇 安装运行导则

### 28 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,在系统中引入集中电容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及运行。下列资料给出的是需加以考虑的较为重要的几点。此外,应遵守制造厂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,以便制造厂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。

如果没有相反的资料,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。

注 1: 在选取额定电压  $U_N$  时,应避免将安全裕度取得过大。因为与额定容量相比,这将导致容量降低。

注 2: 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。这一点对于成行迭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厂:

#### 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,应由购买方与制造厂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,在制造厂同意时,电压因数可以增大。只要在其上没有叠加过渡过电压,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,在将电动机从电源切出后可能会出现自激问题。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: 电动机切出后,由于自激产生维持电压,这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  $1.10 U_N$  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) 接人与电容器串联的电抗器,把电路的谐振频率降低到低于干扰谐波的频率。
- 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,应测量电压波形及网络特性。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过渡过电流。在将电容器组中的一部分接人与已通电的另一部分相并联时,也有可能产生这种过渡效应(见附录 B)。

为将这些过渡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接入电容器(电阻切合),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  $100 I_N$ (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的 1.3 倍的电流。因为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  $1.3 \times 1.10$  倍额定电流,即  $1.43 I_N$ 。

此外,由于集肤效应,谐波分量(如果存在的话)可能产生比相当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过渡过电流所引起的电动力及热应力。

当电容器(单元或组)接人与已投入运行的另外的电容器相并联时,就可能会产生上述过渡效应。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。

注 1: 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。必须选择能承受这些条件的开关装置及熔断器(见第 22 章的注 5)。

注 2: 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。



注 3: 用来切合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入电流(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动作。熔断器通常不能提供适当的过电流保护。

注 4: 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,这有可能会引起保护装置误动作。

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。

注 1: 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。

注 2: 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。

注 3: 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

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适当的。

#### 37.2.1 低频干扰

电容器应适于在 IEC 1000-2-2 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。

#### 37.2.2 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 GB/T 17626.1,认为可满足不超过 3 级的严酷度,无需进行试验验证。

#### 37.2.3 静电放电

电力电容器对静电放电不敏感,按照 GB/T 17626.1 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 磁场干扰

电力电容器对磁场干扰不敏感,按照 GB/T 17626.1 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 电磁干扰

电力电容器对电磁干扰不敏感,按照 GB/T 17626.1 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,本部分便适用于旁路滤波电容器(见第 1 章)。

## A.1 定义

## A.1.1 带通和高通滤波电容器(滤波电容器)

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

A.1.2 额定电压( $U_N$ )(见 3.14)

基波电压方均根值和谐波电压方均根值的算术和,或者是由额定容量(见 A.1.3)和额定频率下电容器电抗计算得出的电压,取两者中较大者。

A.1.3 额定容量( $Q_N$ )(见 3.13)

由基波产生的容量和由谐波产生的容量的算术和。

A.1.4 额定电流( $I_N$ )(见 3.16)

基波额定电流的平方值和谐波额定电流的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 质量要求和试验

## A.2.1 电容偏差

对于滤波电容器,特别是对于带通滤波器,都推荐电容器单元和电容器组取对称的电容偏差。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。

注: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(例如在热起来的过程中或异常使用条件下)的允许电容变化;
- 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:

$$U_t = 2.15 U_1 + 1.5 U_H$$

式中:

$U_1$ ——基波电压方均根值;

$U_H$ ——各次谐波电压方均根值的算术和。

## A.2.3 热稳定性试验(见第 13 章)

对于滤波电容器如果 1.44  $Q_N$  低于在 1.1  $U_N$  在基波频率下确定的容量,则在热稳定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厂和购买方协商确定。

**A.4 标志——说明书或铭牌(见 27.1)**

对于滤波电容器,宜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+ $\geq$ 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 由在任意两个线路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任意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  $Q$  可用下式计算得出:

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

式中:

$C_a$ 、 $C_b$  和  $C_c$ ——在三相电容器任意两个线路端子间测得的电容,  $\mu\text{F}$ ;

$U_N$ ——电容器额定电压, V;

$Q$ ——电容器的容量, Mvar;

**B.2 谐振频率**

根据下列公式,当式中  $n$  是一个整数时,电容器将在该次谐波下发生谐振。

$$n = \sqrt{\frac{S}{Q}}$$

式中:

$S$ ——电容器安装处的短路容量, MVA;

$Q$ ——电容器的容量, Mvar;

$n$ ——发生谐振的谐波次数,即发生谐振的谐波频率(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稳态电压升高,其值可由下列公式给出:

$$\frac{\Delta U}{U} \approx \frac{Q}{S}$$

式中:

$\Delta U$ ——电压升高, V;

$U$ ——电容器接入前的电压 V;

$S$ ——电容器安装处的短路容量, MVA;

$Q$ ——接入电容器的容量, Mvar。

**B.4 涌流****B.4.1 将单组电容器接入电网**

$$\hat{I}_s \approx I_N \sqrt{\frac{2S}{Q}}$$

式中:

$\hat{I}_s$ ——电容器涌流的峰值, A;

$I_N$ ——电容器的额定电流(方均根值), A;

$S$ ——电容器安装处的短路容量, MVA;

$Q$ ——接入电容器的容量, Mvar。

**B.4.2 将电容器接入电网并与已在运行中的电容器相并联**

$$\hat{I}_s \approx \frac{\sqrt{2} U}{\sqrt{X_C X_L}}$$

式中:

$\hat{I}_s$ ——电容器涌流的峰值, A;

$U$ ——相对地电压, V;

$X_C$ ——每相串联的容抗,  $\Omega$ ;

$X_L$ ——电容器组间每相的感抗,  $\Omega$ ;

$$f_s = f_N \sqrt{\frac{X_C}{X_L}}$$

式中:

$f_s$ ——涌流的频率, Hz;

$f_N$ ——额定频率, Hz;

**B.4.3 单相单元或多相单元中一相的放电电阻**

$$R \leq \frac{t}{k \cdot C \cdot \ln \frac{\sqrt{2} U_N}{U_R}}$$

式中:

$t$ ——从 $\sqrt{2} U_N$ 放电到 $U_R$ 的时间, s;

$R$ ——放电电阻,  $M\Omega$ ;

$C$ ——每相额定电容, MF;

$U_N$ ——单元的额定电压, V;

$U_R$ ——允许的剩余电压, 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)

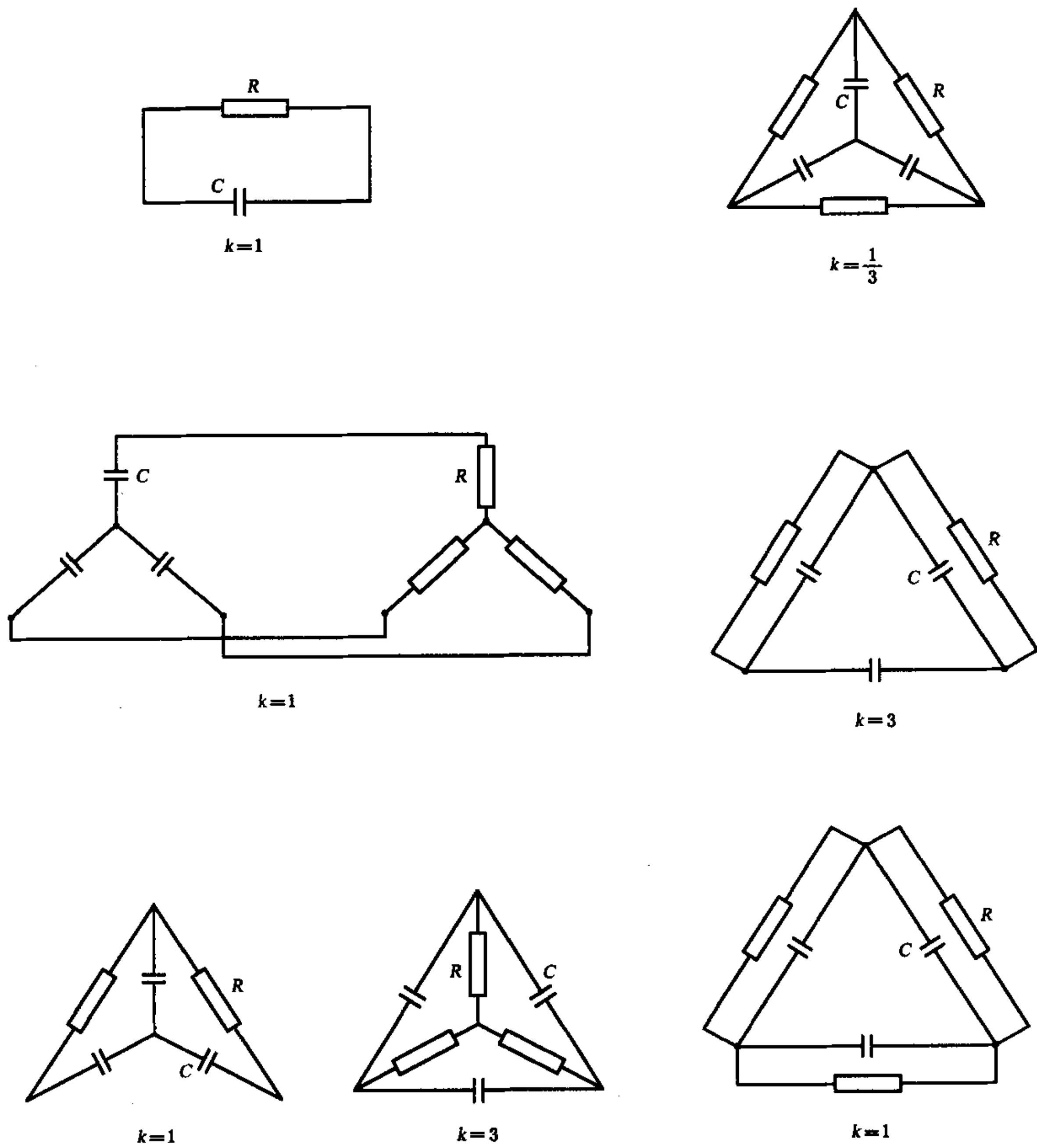


图 B.1 电阻与电容器单元间各种连接方式的  $k$  值