



中华人民共和国国家标准

GB/T 6115.1—1998
eqv IEC 143-1:1992

电力系统用串联电容器 第1部分:总则——性能、试验和 额定值——安全要求——安装导则

Series capacitors for power systems
Part 1: General—Performance, testing and rating—
Safety requirements—Guide for installation

1998-01-20 发布

1998-10-01 实施

国家技术监督局 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
电 力 系 统 用 串 联 电 容 器
第 1 部分:总则——性能、试验和
额定值——安全要求——安装导则

GB/T 6115.1—1998

*

中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

电 话:68522112

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

版权专有 不得翻印

中 华 人 民 共 和 国

开本 880×1230 1/16 印张 13 $\frac{1}{4}$ 字数 46 千字

1998年12月第一版 1998年12月第一次印刷

印数 1—1 500

*

书号: 155066·1-15333 定价 14.00 元

*

标 目 357-41

357-04-1

前 言

本标准等效采用国际标准 IEC 143-1:1992《电力系统用串联电容器 第1部分:总则——性能、试验和额定值——安全要求——安装导则》。

本标准是对 GB 6115—85《串联电容器》的修订。在修订时删去了对基本参数和尺寸的要求;将安全要求、绝缘水平、过负荷和过电压单列一章;将质量要求和试验合在一起;将额定值的选择、安装和运行导则列入正文;删去了原附录 B,代之以附录 A;删去了原附录 C,增加了附录 B、附录 C、附录 D。

本标准从实施之日起,同时代替 GB 6115—85。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准的附录 B、附录 C、附录 D 都是提示的附录。

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国电力电容器标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:西安电力电容器研究所。

本标准主要起草人:沈文琪。

本标准 1985 年 6 月首次发布。

本标准委托西安电力电容器研究所负责解释。

IEC 前言

- 1) 由所有对该问题特别关切的国家委员会都参加的技术委员会所制定的 IEC 有关技术问题的正式决议或协议,尽可能地表达对所涉及的问题在国际上的一致意见。
- 2) 这些决议或协议以推荐物的形式供国际上使用,并在此意义上为各国家委员会所承认。
- 3) 为了促进国际上的统一,IEC 表示希望:各国家委员会在其国内情况许可的范围内,应采用 IEC 推荐物的内容作为他们的国家规定。IEC 推荐物与相应国家规定之间,如有不一致之处,应尽可能在国家规定中明确指出。

本国际标准是由 IEC TC33(电力电容器)制定的。

本部分的正文以下列文件为依据:

国际标准草案	表决报告
33(CO)101	33(CO)104

批准本标准的全部表决资料可在上表所示的表决报告中查到。

附录 A 是本国际标准的组成部分。附录 B~附录 D 仅供参考。

目次

前言 Ⅲ

IEC 前言 Ⅳ

1 总则 1

2 质量要求和试验 4

3 绝缘水平 10

4 过负荷和过电压 11

5 安全要求 12

6 标志 12

7 额定值的选择、安装和运行导则 13

附录 A(标准的附录) 对外部熔断器和由外部熔断器开断的单元的试验要求和使用导则 19

附录 B(提示的附录) 相组或段接线图的几个例子 21

附录 C(提示的附录) 防止多氯联苯污染环境的预防措施 22

附录 D(提示的附录) 文献目录 22

中华人民共和国国家标准

电力系统用串联电容器
第1部分:总则——性能、试验和
额定值——安全要求——安装导则

GB/T 6115.1—1998
eqv IEC 143-1:1992

代替 GB 6115—85

Series capacitors for power systems
Part 1: General—Performance, testing and rating—
Safety requirements—Guide for installation

1 总则

1.1 范围与目的

本标准适用于拟串联连接在交流输电、配电线路中,成为频率为 15 Hz~60 Hz 的交流电力系统的一个组成部分的电容器单元和电容器组。

注

- 1 对有内部熔丝保护的电容器的附加要求以及对内部熔丝的要求见 IEC 595。
- 2 对有外部熔断器保护的电容器的附加要求以及对外部熔断器的要求见附录 A(标准的附录)。
- 3 本标准不适用于自愈式金属化介质电容器。
- 4 下列电容器即使与回路串联连接,也不属于本标准的范围。
 - 电热电容器(JB 7110—93);
 - 交流电动机电容器(GB/T 3667—93);
 - 电力电子电容器(IEC 1071);
 - 日光灯电容器(IEC 566)。
- 5 串联电容器附件(火花间隙、非线性电阻器、放电线圈、阻尼电阻器、断路器等)的标准正在考虑中。
- 6 绝缘子、开关、仪用互感器、外部熔断器等均应符合相应的标准。

本标准的目的是:

- a) 阐述有关性能、试验和额定值的统一要求;
- b) 阐述专门的安全规则;
- c) 提供安装和运行导则。

1.2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 311.1—1997 高压输变电设备的绝缘配合(neq IEC 71-1:1993)

GB/T 16927.1—1997 高电压试验技术 第1部分:一般试验条件和要求(eqv IEC 60-1:1989)

GB/T 5582—93 高压电力设备外绝缘污秽等级(neq IEC 507:1991)

GB 11024—89 高电压并联电容器耐久性试验(eqv IEC 871-2:1987)

GB 15166.5—94 交流高压熔断器 并联电容器外保护用熔断器(neq IEC 549:1976)

IEC 595:1977 串联电容器用内部熔丝

IEC 996:1989 电容器 $\tan\delta$ 测量准确度的校验方法

1.3 定义

本标准采用下列定义。

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

由电介质和被它隔开的电极所构成的部件。

1.3.2 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个外壳中并有引出端子的组装体。

1.3.3 串联电容器相组(或相组) series capacitor phase bank(or phase bank)

由一相中连接成同时起作用的多个电容器单元和这些电容器的保护系统等构成的组合件(见图1)。

1.3.4 段(串联电容器的) segment(of a series capacitor)

相组可以分成几个串联连接的部分,而每一个部分又是由该部分电容器单元组和保护系统所组成。每一个这样的完整部分称之为段(见图1)。

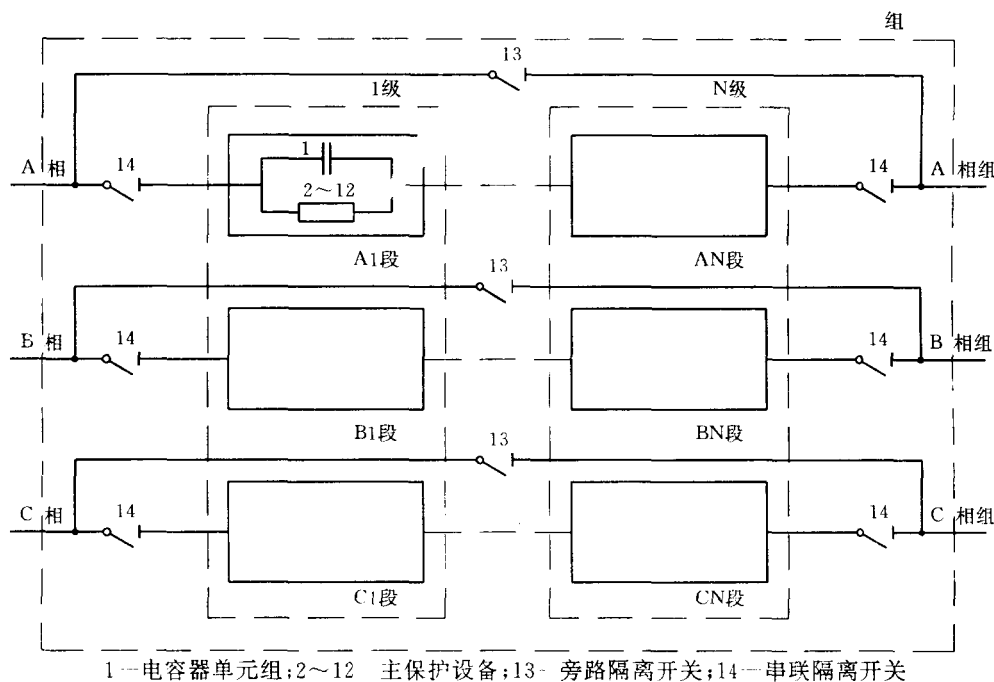
1.3.5 串联电容器组(或组) series capacitor bank(or bank)

同时操作的三相组(见图1)。

1.3.6 级(串联电容器的) module (of a series capacitor)

由各相中相同的段所组成的串联电容器组的可切换部分(见图1)。此外,在级中还配备了使这些段中的旁路装置能一起操作的设备。

注:如果需要对一个被旁路的级中的段进行维修,而在串联电容器中的其他级仍处于运行状态时,则这些段需要串联隔离开关装置(和其他的人身安全要求)。



[也见附录 B(提示的附录)的图 B3]

图1 串联电容器组的定义

1.3.7 电容器 capacitor

在本标准中,“电容器”一词用于不必特别强调电容器单元、段或相组的不同含义的场合。

1.3.8 电容器装置 capacitor installation

串联电容器组及其附件。

1.3.9 过电压保护装置(串联电容器的) overvoltage protector(of a series capacitor)

一种能将电容器上的瞬时过电压限制到允许值的快速动作装置。否则由于回路故障或别的不正常网络状态将使这种过电压超过允许值。

1.3.10 放电装置(电容器的) discharge device(of a capacitor)

连接在电容器端子之间的或设置在电容器单元之中的,能在电容器从电源开断后使电容器上的剩余电压有效地降到零的一种装置。有关放电装置的进一步的定量要求见 5.1。

1.3.11 内部熔丝(电容器的) internal fuse(of a capacitor)

在电容器单元内部与单个元件或元件组相串联连接的熔丝。

1.3.12 外部熔断器(电容器的) external fuse(of a capacitor)

与电容器单元或电容器单元的并联组相串联连接的熔断器。

1.3.13 线路端子 line terminals

连接到线路的端子。

1.3.14 额定电容(电容器的)(C_N) rated capacitance (of a capacitor) (C_N)

设计电容器时所采用的电容值。

1.3.15 额定电流(电容器的)(I_N) rated current(of a capacitor) (I_N)

设计电容器时所采用的交流电流的方均根值。

注:应当考虑在 7.2.1 中将要给出的线电流的时间分布。

1.3.16 额定频率(电容器的)(f_N) rated frequency (of a capacitor) (f_N)

拟使用电容器的系统的频率。

1.3.17 额定电压(电容器的)(U_N) rated voltage(of a capacitor) (U_N)

由额定电容、额定电流和额定频率导出的电容器端子间电压的方均根值。

1.3.18 额定容量(电容器的)(Q_N) rated output(or a capacitor) (Q_N)

由额定电容、额定电流和额定频率导出的无功功率。

1.3.19 电容器损耗 capacitor losses

电容器所消耗的有功功率。

注

1 应包括各种部件产生的所有损耗:

- 对于电容器单元,包括由介质、内部熔丝、放电装置、内部连接件等的损耗。

对于电容器组,包括由各电容器单元、外部熔断器、母线、放电和阻尼电抗器等损耗。

加热断路器与配电柜等的辅助电源也会产生损耗。

2 电容器的损耗可换算为电容器的等效串联电阻。

3 在评估损耗时,推荐采用在平均环境空气温度下的损耗值,或采用在几个不同环境温度下的损耗并计算其平均值。应考虑串联电容器的平均容量通常低于其额定值的因素。

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

在规定的正弦交流电压和频率下,电容器的等值串联电阻与容抗之比。

注:损耗角正切也可由电容器损耗除以电容器的无功功率来表示。

1.3.21 极限电压(U_{lim}) limiting voltage(U_{lim})

过电压保护装置即将动作和正在动作时出现在电容器端子间的最高瞬时电压除以 $\sqrt{2}$ 。

1.3.22 三相系统的最高电压 highest voltage of a three-phase system

在正常运行状态下,在任何时间和系统的任何地点出现的相间最高电压的方均根值。它不包括暂态电压(如因系统切合引起的)和由不正常的系统状态(如因故障或突然开断大负荷)引起的暂时的电压变化。

1.3.23 设备最高电压(U_m) highest voltage for equipment(U_m)

设备最高相间电压方均根值,根据这个电压来设计设备的绝缘和其他特性,在相应设备的标准中也涉及到这个电压。这个电压是能采用此设备的系统最高电压的上限值。

1.3.24 绝缘水平(U_i) insulation level(U_i)

非同时发生的试验电压(工频或操作冲击和雷电冲击)的组合,它表征了电容器的端子与地之间、相间和端子与非地电位的金属构件间绝缘耐受电气强度的能力。

1.3.25 环境空气温度 ambient air temperature

准备安装电容器的地点的空气温度。

1.3.26 冷却空气温度 cooling air temperature

在稳定状态条件下,在相组中最热位置的两个电容器单元之间的中间所测得的冷却空气温度。如果所涉及者仅为一个电容器单元时,冷却空气温度为在距离电容器箱壳 0.1 m,距底三分之二高度处测得的温度。

1.3.27 稳定状态条件 steady-state condition

在恒定的容量和恒定的环境空气温度下电容器达到的热平衡。

1.3.28 剩余电压 residual voltage

电容器在断开电源之后的给定时间时在端子间的残留电压。

1.4 使用条件

1.4.1 正常使用条件

本标准提出的要求适用于在下列条件下使用的电容器。

1.4.1.1 海拔

不超过 1 000 m。

1.4.1.2 环境空气温度类别

电容器按温度类别分类,每个温度类别规定由一个数字后跟一个字母组成,数字表示电容器可以投入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。

温度类别覆盖了从 -50°C ~ $+55^{\circ}\text{C}$ 的整个温度范围。电容器可以投入的最低环境空气温度应从五个优先值: $+5^{\circ}\text{C}$, -5°C , -25°C , -40°C , -50°C 中选取。

任何最低值与最高值的组合均可选作电容器的标准温度类别,例如 $-40^{\circ}\text{C}/\text{A}$ 或 $-5^{\circ}\text{C}/\text{C}$ 。

表 1 是以电容器不影响环境空气温度的运行条件(例如户外装置)为前提的。如果电容器影响空气温度,则应通风和/或选择电容器,使表 1 中的极限得以保持。在这样的一些装置中的冷却空气温度不应超过表 1 的温度极限 5°C 。

注:与表 1 相应的温度值可在安装现场地区的气象表中找到。

表 1 温度范围上限的字母符号

符 号	环 境 空 气 温 度, $^{\circ}\text{C}$		
	最高值	周期最高平均值	
		24 h	1 年
A	40	30	20
B	45	35	25
C	50	40	30
D	55	45	35

1.4.2 非正常使用条件

除非制造厂与用户之间另有协议,本标准不适用于运行条件不符合本标准要求的电容器。

2 质量要求和试验

2.1 试验要求

2.1.1 概述

本章提出了电容器单元的试验要求。

支柱绝缘子、开关、仪用互感器、外部熔断器等应符合相应的标准。

2.1.2 试验条件

除对特殊的试验或测量另有规定外,电容器介质的温度应在+5℃~+35℃的范围内。如需校正,除制造厂与用户之间另有协议外,应以+20℃为标准温度。如果电容器在不赋能状态下,在具有恒定的环境空气温度的地方放置了足够长的时间,则可认为电容器单元的介质温度与环境空气温度相同。

除非另有规定,无论电容器的额定频率是多少,交流试验和测量应在 50 Hz 或 60 Hz 的频率下进行。

2.1.3 端子间试验电压的确定

端子间的试验电压值(U_t)取决于过电压保护装置的类型和它的极限电压 U_{lim} (见 7.6.2)。表 2 给出了被 U_{lim} 乘的试验电压系数。

注:如果在 $0.8 \sqrt{2} U_{lim}$ 以上反复产生电弧(L型和N₂型保护装置),系数 2.0、1.4 和 1.8 应线性增大。

表 2 试验电压系数

保护类型	直流试验(见 2.5.1)	交流试验(见 2.5.2)	衰减放电试验(见 2.13)
K 和 N ₁	1.7	1.2	1.6
L 和 N ₂	2.0	1.4	1.8
M	1.9	1.3	1.7
无保护装置	1.9	1.3	1.7

注:保护类型见 7.6.2。

2.2 试验分类

2.2.1 出厂试验

- a) 电容测量(见 2.3);
- b) 电容器损耗测量(见 2.4);
- c) 端子间电压试验(见 2.5);
- d) 端子与箱壳间交流电压试验(见 2.6);
- e) 内部放电装置试验(见 2.7);
- f) 密封性试验(见 2.8);

试验不一定要按上述顺序进行。

出厂试验应由制造厂在出厂前对每一台电容器进行。

注:短路放电试验正在考虑中。

2.2.2 型式试验

- a) 热稳定试验(见 2.9);
- b) 端子与箱壳间交流电压试验(见 2.10);
- c) 端子与箱壳间雷电冲击电压试验(见 2.11);
- d) 冷工作状态试验(见 2.12);
- e) 放电电流试验(见 2.13);
- f)¹⁾ 内熔丝试验(见 IEC 595)。

进行型式试验是为了保证电容器单元具有协议所规定的性能并能满足本标准中所规定的运行要求。

采用说明:

1) 按本标准试验的要求,增加的试验项。

做型式试验的试品电容器单元其结构设计和制造工艺应与合同规定的电容器单元相同,或者在可能会影响型式试验所检验性能的设计和工艺方面与协议规定的单元没有差别的电容器单元上进行。

可以不在同一台电容器单元上进行全部型式试验项目。

上述型式试验清单并不表示试验顺序。

除非另有规定,每一台进行型式试验的样品电容器应已通过了全部出厂试验项目。

2.2.3 验收试验

根据与用户达成的协议,可以由制造厂再次进行出厂试验或型式试验,或者其中部分项目的试验。

在协议中应规定作这些试验的试品数量,验收标准和试验报告。

注:如果制造厂和用户间达成协议,为了检验绝缘水平,电容器组的耐受电压试验可以在端子和地之间、相间和端子与非地电位的金属构件之间进行。

2.2.4 耐久性试验(特殊试验)

只有在制造厂与用户达到协议之后才进行耐久性试验。

串联电容器耐久性试验的参数与要求正在考虑中。在此期间耐久性试验可按照 GB 11024 进行。但是可以施加其他水平的电压(见 2.12)。

耐久性试验是对元件的介质设计和结构的试验,当这些元件被组装成一个电容器单元时,耐久性试验又是对这些元件制造过程的试验。耐久性试验是费时间的和昂贵的,它可覆盖一定的电容器设计范围。

推荐制造厂提供能覆盖按合同设计的电容器单元的耐久性试验报告(见 GB 11024 中的“耐久性试验的有效性”)。

2.3 电容测量(出厂试验)

2.3.1 测量程序

电容应在 0.9~1.1 倍额定电压下,用能排除因谐波引起的误差的方法进行测量。只要在制造厂和用户之间商定了一个适当的校正系数,电容的测量也可在其他的电压下进行。

测量方法的准确度应能使在 2.3.2 中规定的容许偏差得以保持。测量方法的再现性应能检测出一个元件击穿或一根内熔丝动作。

决定性的电容测量应在电压试验之后进行。为了显示由元件击穿或一根内熔丝损坏等引起的电容变化,应在进行出厂试验中的电压试验之前先初测电容。初测应在不高于 $0.15 U_N$ 的电压下进行。

制造厂应按协议提供如下内容的曲线或表格:

- 在额定容量的稳定状态条件下,在温度类别范围内电容与环境空气温度间的函数关系。
- 在温度类别的范围内,电容与介质温度间的函数关系。

2.3.2 电容偏差

电容偏差是指在 0.9~1.1 倍额定电压下和 2.3.1 所规定的条件下所测得的电容值的允许偏差。

在标准温度下的电容与额定电容之偏差应不超过下列限值:

- 对电容器单元: $\pm 7.5\%$;
- 对额定容量小于 30 Mvar 的电容器组: $\pm 5.0\%$;
- 对额定容量 30 Mvar 及以上的电容器组: $\pm 3.0\%$ 。

此外,

——额定容量小于 30 Mvar 电容器组中任何两个相组间或同一级中的任何两个段之间的电容偏差: 3.0% ;

——额定容量 30 Mvar 及以上的电容器组中任何两个相组间或同一级中的任何两个段之间的电容偏差: 1.0% 。

在有更高要求时可以要求有更小的容许偏差。

注:对有内部熔丝的电容器单元,尽管其内部熔丝已有熔断,但电容仍在允许偏差范围之内,这时只有当制造厂与用

户达到协议之后才能交付给用户。在这种情况下,在熔丝熔断之后,应重新进行电气出厂试验。

2.4 电容器损耗测量(出厂试验)

2.4.1 测量程序

电容器的损耗(或 $\tan\delta$)应在 0.9~1.1 倍额定电压下,用能排除由谐波造成的误差的方法进行测量。

注:测量设备应按 IEC 996,或用具有相同或认可的准确度的校验方法进行校正。

2.4.2 损耗要求

电容器的损耗是指在 2.4.1 条件下的测量值。

关于对电容器损耗的要求可由制造厂与用户之间协商确定。

制造厂应按协议提供在温度类别范围内,在额定容量的稳态条件下,表示稳定的电容器损耗(或 $\tan\delta$)与环境空气温度间函数关系的曲线或表格。

注:极低损耗介质的损耗角正切在初始赋能的前几小时内会有明显下降。这种下降与 $\tan\delta$ 随温度变化无关。在同时制造的相同的单元之间,其初期 $\tan\delta$ 下降也可以是不同的。但是,其最后的稳定值通常是在接近极限的区间之内。

2.5 端子间电压试验(出厂试验)

在无协议时,电容器单元应经受 2.5.1 或 2.5.2 的试验,由制造厂选定。试验过程中应既不发生击穿也不发生闪络,但是,应参见 2.3.2 中的注。

2.5.1 直流试验

试验电压值应与表 2 一致,但不小于 $4.3 U_N$ 。试验持续时间为 10 s。

注:如果在交货之后对电容器进行复试,则推荐采用 $0.75 U_i$ 的复试电压。

2.5.2 交流试验

交流试验应采用与表 2 一致的实际正弦波形的电压进行,但是应不低于 $2.15 U_N$ 。试验持续时间为 10 s。

注:见 2.5.1 的注。

2.6 端子与箱壳间交流电压试验(出厂试验)

具有两个对壳绝缘端子的单元在其端子(连在一起)与箱壳之间应能经受住试验电压,历时 10 s。试验电压值应按 3.1 选取。

试验过程中应既不发生击穿也不发生闪络。

即使在运行中有一个端子拟与箱壳连接的电容器单元,也应进行这项试验。

有一个端子永久性的与箱壳连接的电容器单元,不进行这项试验。

2.7 内部放电装置试验(出厂试验)

如果有内部放电电阻,则应通过测量进行检验。方法由制造厂选择。

这项试验应在 2.5 的电压试验之后进行。

2.8 密封性试验(出厂试验)

单元(在无涂层状态下)应进行能有效检测其箱壳和套管任何渗漏的试验。试验程序由制造厂确定,制造厂应说明该项试验的方法。

如果制造厂没有规定程序,则应采用如下试验程序:

将未赋能的电容器单元加热,使各部分达到比表 1 所列最大值至少高 20℃ 的温度,历时至少 2 h,应不出现渗漏。推荐使用适当的检漏仪。

2.9 热稳定试验(型式试验)

2.9.1 概述

本试验用于:

——确定电容器在过负荷条件下的热稳定性;

——电容器达到稳定的和最后的 $\tan\delta$ 值的条件(见 2.4.2 中的注)。

2.9.2 测量程序

被试电容器应置于两台额定值和赋能电压与被试电容器相同的热垒单元之间。热垒单元应具有与被试单元几乎相同的箱壳尺寸。另一种可供选择的方案是用两台内部装有电阻器的模拟电容器来作为热垒单元。电阻器的损耗应调节到使模拟电容器的箱壳温度等于或高于被试电容器的箱壳温度。单元的温度应在“等同”点处测量,该处必须不受另一单元的直接热辐射。单元间的间距应等于或小于标准间距。整个组合应置于烘箱中的静止空气之中,其位置应处在工厂在安装地点说明中所指出的对热最为不利的部位。环境空气温度应保持在表 3 所示的相应温度(容许温差 $\pm 2^{\circ}\text{C}$)。并应采用热时间常数约为 1 h 的温度计进行测量。这个温度计应加以屏蔽使其所受到的来自赋能试品和赋能的热垒单元的热辐射减到最少。

表 3 热稳定试验中的环境空气温度

符 号	温度, $^{\circ}\text{C}$	符 号	温度, $^{\circ}\text{C}$
A	40	C	50
B	45	D	55

被试电容器应经受基本正弦波交流电压,历时不少于 48 h。在整个试验过程中电压值应保持恒定。试验电压值可根据实测电容(见 2.3.1)和电容器试品具有 1.5 倍的额定容量,通过计算求得。试验值 $1.5 Q_N$ 是与 4.1 中规定的 8 h 过电流为 $1.1 I_N$ 相对应的。如果这个 8 h 过电流倍数增大了,那么系数 1.5 应按平方增大。

在最后 6 h 内最少应测量 4 次箱壳温度。在整个 6 h 内温升的增高应不大于 1°C 。如果观察到较大的变化,则试验应继续进行直到在最后 6 h 内的连续 4 次测量能满足上述要求为止。

在试验前与试验之后应在 2.1.2 规定的温度范围内测量电容(见 2.3.1),两次测量值应校正到同一介质温度。两次测量值之差应小于相应于一个元件击穿或一根内熔丝熔断所引起的变化量。当解释测量结果时,应考虑到下列因素:

- 测量的再现性;
- 即使没有任何元件击穿或内部熔丝动作,介质中的内部变化也会产生微量的电容变化。

注

- 1 当检验温度状态是否良好时,应考虑在试验过程中的电压波动、频率和环境空气温度。由于这个原因,作出这些参数和箱壳温升与时间的函数关系是恰当的。
- 2 只要达到规定的容量,预期用于 60 Hz 装置的电容器单元可以用 50 Hz 来进行试验,反之亦然。对于额定频率低于 50 Hz 的单元,其试验条件应由制造厂和用户协商确定。

2.9.3 电容器损耗测量

电容器损耗(或 $\tan\delta$)应在热稳定试验结束时测量。测量电压应为热稳定试验电压,其余采用 2.4.1 的规定。

测得的 $\tan\delta$ 值应不大于制造厂所规定的值或制造厂和用户间商定的值。

2.10 端子与箱壳间交流电压试验(型式试验)

有两个与箱壳绝缘的端子的单元,在连在一起的端子与箱壳之间施加 1 min 试验电压。试验电压值应按 3.1 的规定选取。对于有一个端子永久性地接箱壳的单元,试验应仅在套管与箱壳(内部没有元件)之间进行。

户内使用的单元为干试,户外使用的单元试验应在人工降雨的条件下进行(GB/T 16927.1)。在进行人工降雨条件下的试验时套管的位置应与运行时的位置相当。

试验过程中应既不发生击穿也不发生闪络。

注:只有在制造厂能提供表示该套管能够耐受 1 min 湿试验电压的单独的类型试验报告时,预期安装在户外的单元才可进行干试验。在这个单独的类型试验报告中,套管的位置应与运行时的位置相当。

2.11 端子与箱壳间雷电冲击电压试验(型式试验)

2.11.1 概述

本试验仅适用于符合如下要求的单元:

——所有端子对箱壳绝缘的单元按 2.11.2 进行试验。

——有一个端子与箱壳相连接的单元应在模型单元上按 2.11.3 的规定进行试验。

箱壳对地绝缘的单元,其雷电冲击试验电压的幅值应与在 3.1 中规定的交流试验电压相对应。

雷电冲击试验应按 GB/T 16927.1 进行,其波形为 $((1.2\sim 5)/50)\mu\text{s}$,峰值应与 3.1 中单元的绝缘水平相当。

为了证明在试验的过程中没有出现故障和局部击穿,应记录电压和检验波形。

2.11.2 在标准单元上的试验

在连接在一起的套管与箱壳之间先施加 15 次正极性冲击,接着再施加 15 次负极性冲击。在极性改变之后,在施加负极性冲击之前,允许先施加几次较低幅值的冲击。

如果满足如下情况,则认为电容器通过了试验:

——没有出现击穿;

——在每一极性下没有出现 2 次以上闪络;

——波形没有出现紊乱,或在降低电压(试验电压的 50%~70%)下记录的波形与在试验电压下记录的波形没有较大差别。

单元也可以按 2.11.3 来进行试验。

2.11.3 在模拟单元和标准单元上的试验

模拟单元应装有套管,应有带标准绝缘的套管内部连接线,应充满浸渍剂,但无元件。套管内部的连接线可以在套管之间呈 U 形或配备一个降低电场强度的装置。

模拟单元应按 2.11.2 进行试验和验收。

标准单元应经受三次加在连接在一起的套管与箱壳之间的正极性冲击。除了不允许出现闪络外,2.11.2 中的验收准则也同样适用。

对模拟单元上的试验用以检验其外绝缘,在标准单元上的试验用于检验其内绝缘。

2.12 冷工作状态试验(型式试验)

本试验所施加的电压应为基本正弦波电压。试验回路应适当阻尼,以降低过渡电压。

在施加电压之前,试验单元的初始介质温度应为其温度类别中的最低温度。

在不知道系统故障引起的过负荷条件时,应采用下列试验。

应在从冰箱取出后的 10 min 内在单元的端子间施加 $1.5 U_N$ 的电压,在此后的 30 s 内,在不开断电压的情况下施加 $1.1 U_{lim}$ 的过电压(但不低于 $2.25 U_N$)历时 5 到 10 个周波,其后在不开断电压的情况下保持 $1.5 U_N$ (图 2)。在 $1.5 U_N$ 下保持 1.5 min~2 min 后,应施加另一次相同的过电压周期,如此周而复始直到被施加了如下次数的 $1.1 U_{lim}$ 的工频过电压周期(图 2):

——对于 K 型和 N_1 型保护装置为 50 个过电压周期。

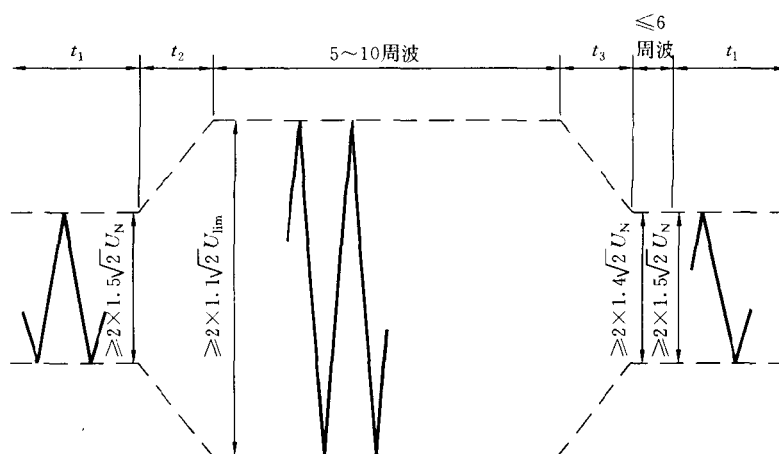
——对于 L、M 型和 N_2 型保护装置为 100 个过电压周期。

在无过电压保护装置的场合,每个过电压周期应等于或大于在故障被切除前或电容器被旁路前,故障电压 U_{lim} 的持续时间。电容器应能经受住具有这样长的持续时间的过电压周期 5 次。

在最后一次过电压周期之后,应保持 $1.5 U_N$ 的电压 30 min。

当已知过电压条件时,则 $1.1 U_{lim}$ 过电压试验周期之间的电压与时间的关系和紧接着的过电压试验水平(即 $1.5 U_N$)都可以根据用户与制造厂间达成的协议进行修正。这些对试验条件的修正应以最大工作电流(见 4.1)和后面系统故障引起的过负荷条件(见 7.2.1 和图 3)为基础。

在试验前后应按 2.3.1 测量电容,两次测量应校正到同一介质温度(见 2.1.2)。试验前后所测得的电容应无明显差别,在任何情况下,其差别均应小于一个元件击穿或一根内部熔丝动作所引起的电容变



时间 t_1 是两个相邻两次过电压之间的 1.5 min~2 min 的时间间隔。

时间 t_2 和 t_3 取决于试验回路的参数,并应尽可能短。

图 2 过电压周期的幅值和时间限制

化。当解释测量结果时应考虑 2.9.2 中所指出的因素。

冷工作状态试验既可以在标准单元上进行,也可以在具有 GB 11024 中所述特性的特殊单元上进行。

2.13 放电电流试验(型式试验)

应将电容器单元充电到直流 $\sqrt{2} U_{lim}$ (但不低于 $2.5 U_N$) 的电压,然后通过一个具有尽可能低的阻抗的回路放电一次。

同一个单元应接着被充电到表 2 中规定的直流电压,并通过能满足下列条件的回路放电:

- 放电电流的峰值应不小于 120 倍电容器单元的额定电流方均根值。
- 放电电流的阻尼应最少比合同要求的阻尼低 10% (见 7.6.3)。

这种放电应以小于 20 s 的时间间隔重复 10 次。在最后一次放电后的 10 min 内,单元应经受一次 2.5 中规定的端子间的电压试验。

在试验前后应按 2.3.1 测量电容,两次测量应校正到同一介质温度(见 2.1.2)。试验前后所测得的电容应无明显差别,在任何情况下,其差别均应小于一个元件击穿或一根内部熔丝动作所引起的电容变化。当解释测量结果时,应考虑 2.9.2 中所指出的因素。

注

- 1 在采用 K 型、M 型或 N_1 型过电压保护装置的场合,当过电压保护装置动作所引起的放电电流明显地不同于 100 倍额定电流值时,为试验所规定的放电电流应改为 K 型、M 型和 N_1 型保护装置放电电流第一峰值的 1.2 倍;在采用 L 型或 N_2 型(见 7.6.2)过电压保护装置的场合,当过电压保护装置动作引起的放电电流明显地不同于 50 倍额定电流时,为试验所规定的放电电流应改为 L 型和 N_2 型保护装置放电电流第一个峰值的 2.4 倍。
- 2 如果电容器在运行中会受到频繁放电,则按协议可将上述试验中的阻尼放电增加到 20 次。
- 3 非阻尼放电是用来检验单元耐受因闪络使阻尼电路被旁路时所出现应力的能力。

3 绝缘水平

3.1 试验电压

3.1.1 电容器单元的试验电压¹⁾

3.1.1.1 箱壳接地的电容器单元

线路端子与箱壳间的绝缘应能承受 GB 311.1 中相应的试验电压。额定短时工频耐受电压施加的时间为 1 min,在型式试验时,应在淋雨状态下进行。

3.1.1.2 箱壳对地绝缘的电容器单元

本条适用于安装在绝缘台架上的电容器单元。线路端子与箱壳间的工频试验电压按下式计算:

$$U_1 = 1.2 n U_{\text{lim}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

但不低于 $2.15 n U_N$ 。

式中: U_1 ——工频试验电压;

U_{lim} ——电容器单元的极限电压;

n ——是相对于金属台架(与单元的箱壳相连接)的串联单元数,(例如,在一个金属台架上放有 6 台串联连接的电容器单元,其中点接台架,这时, $n=3$)。

3.1.2 对地和相组之间的绝缘

试验电压应从 GB 311.1 中选取。

3.1.3 相组端子间的绝缘

相组各部分的端子间的绝缘应能经受住按 3.1.1.2 中式(1)计算确定的试验电压。但是,这里 n 为端子间电容器单元的串联数。

注:对于阻尼回路及与其并联连接的绝缘物,其工频试验电压应在过电压保护装置动作(见 7.6 和 7.7)时出现在阻尼回路两端的瞬时电压的 $1.2/\sqrt{2}$ 倍。

3.2 爬电比距

采用 GB/T 5582 中的推荐值。用户宜提出一个污秽水平或最小爬电比距。

在 GB/T 5582 中所规定的爬电比距是在设备最高电压的基础上确定的(见 1.3.23)。

a) 对地和相间的爬电比距

应采用 GB/T 5582 的要求。

b) 相组内和段内的爬电距离

跨越每个单独的爬电距离上的额定电压应乘以 $1.2\sqrt{3}$ 。所获得的值就构成了设备“等效”最高电压。将这个设备“等效”最高电压再乘以所选用的爬电比距,就得到了要求的最小爬电距离。系数 1.2 是由 4.1 中的允许过电流引起的过电压确定的。如果 4.1 中的允许过电流增大了,那么 1.2 应随着按比例增大。

绝缘子在正常运行条件下仅承受很低的电压,但是当过电压保护装置动作时就会受到高电压,所以绝缘子应按试验电压的要求来进行选择。

4 过负荷和过电压

4.1 工作电流

在满足下列条件的情况下,串联电容器组应能在不大于 1.5 倍额定电流 I_N 的电流下运行:

——根据 7.2.1 的规定,过电流应不大于:

在 12 h 内, $1.10 I_N$ 历时 8 h;

在 6 h 内, $1.35 I_N$ 历时 30 min;

在 2 h 内, $1.50 I_N$ 历时 10 min。

——在任何 24 h 的运行周期内,电容器组的平均容量应不大于其额定容量。

注:此值相应于最低过负荷要求。在某些网络配置场合,例如:线路并联运行,其要求是可以改变的。在这种情况下,当按 7.2.1 选择额定电流时,可采用一些新的值。

4.2 暂态过电压

串联电容器应能在端子间反复出现最高瞬时电压达 $\sqrt{2} U_{\text{lim}}$ 的暂态过电压的工况下运行(见 2.1.3)。这个预期过电压的量值应由制造厂同用户协商确定。用户应提供估计的重复率。

采用说明:

1) 原 IEC 143-1 中 3.1.1 条不符合我国国情,故将其删除。本条款中的顺序编号依次变动。

5 安全要求

5.1 放电装置

每一个电容器单元或并联的单元组都应具有使电容器的剩余电压从 $\sqrt{2}U_N$ 降到 75 V 或更低的放电装置。电容器单元或并联单元组的最大放电时间是 10 min。在电容器单元或并联单元组与放电装置之间不得有开关、熔断器或任何其他隔离装置。

当电容器从 $\sqrt{2}U_{lim}$ 的电压水平下放电和线路自动重合时,放电回路必须要有串联电容器组自动投切所要求的足够的载流能力和能量吸收能力。

放电装置不能取代维护装置前所必须进行的将电容器端子进行短接并接地的操作。

注

- 1 高于额定电压的运行条件会使剩余电压高于 75 V。
- 2 单元内的故障被熔丝排除后,或在电容器组中的某一部分发生闪络,均会在相组中产生局部剩余电荷,对于这种局部剩余电荷,跨接在相组或段的端子间的放电装置,在规定的时间内是清除不掉的。
- 3 若需要更短的放电时间和更低的剩余电压,用户应通知制造厂。
- 4 根据使用需要可以要求在相组或段上装设附加的放电装置。

5.2 箱壳连接

为了固定电容器单元金属箱壳的电位,并承受在对壳击穿时产生的故障电流,在箱壳上应配备具有 M10 及以上螺栓的适当的连接部件,或其他等效部件(例如:在安装面上不涂漆的托架)。

5.3 环境保护

当电容器中所含的物质(例如:多氯联苯)必须不被扩散到环境中去时,应遵循国家的有关法律要求(附录 C(提示的附录))。如果需要,电容器单元和电容器组应作相应的标示。

5.4 其他的安全要求

当询问到电容器安装有关安全规则方面的任何要求时,用户应予以说明。

6 标志

6.1 单元的标志

6.1.1 标牌

在每个电容器单元的标牌上应给出以下资料:

- 1) 制造厂;
- 2) 编号和制造年份,年份可为编号的一部分或代码;
- 3) 额定电流 I_N , A;
- 4) 额定电容 C_N , μF ;
- 5) 额定频率 f_N , Hz;
- 6) 额定电压 U_N , kV;
- 7) 额定容量 Q_N , kvar;
- 8) 极限电压 U_{lim} , kV, 过电压保护装置的类型(见 7.6.2), 例如: 9 kV(K)。
- 9) 温度类别;
- 10) 放电装置,如果是内放电装置,则应以字码或用符号  ,或用额定电阻(k Ω 或 M Ω)表示;
- 11) 绝缘水平 U_i , kV;
- 12) 如有内部熔丝,应以字码或符号  来表示;
- 13) 浸渍剂的化学名称或商业名称;这也可以在警告牌上表示(见 6.1.2);
- 14) 本标准的代号。