

ICS 29.240.01

F 21

备案号: 21264-2007

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1057 — 2007

自动跟踪补偿消弧线圈成套装置 技 术 条 件

Specification of arc suppressing coil apparatus
with automatic tracking and compensation

2007-07-20 发布

2007-12-01 实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会 发 布

目 次

前言	· II
1 范围	· 1
2 规范性引用文件	· 1
3 术语和定义	· 1
4 基本功能和构成	· 3
5 使用条件	· 4
6 分类	· 5
7 成套装置技术要求	· 5
8 主要部件技术要求	· 6
9 检验规则	· 13
10 试验方法和要求	· 14
11 标志	· 18
12 包装	· 18
13 制造厂应提供的资料	· 19
14 运输和贮存	· 19
附录 A（规范性附录） 试验项目	· 20
附录 B（规范性附录） 成套装置特殊试验	· 22
参考文献	· 24

前 言

本标准是根据《国家发展改革委办公厅关于下达 2004 年行业标准项目补充计划的通知》（发改办工业〔2004〕1951 号）的安排制定的。

随着现代科技的发展，近年来配电网中性点接地技术已获得长足的进步，以原有无自动跟踪补偿功能的消弧线圈为基础开发成功的自动跟踪补偿消弧线圈成套装置有效地改进了消弧线圈，更好地体现了谐振接地方式的优点，在我国配网中应用越来越广泛。该类装置已独具专门技术性能，1988 年颁布的 GB 10229—1988《电抗器》中的第七篇消弧线圈主要适用于无自动跟踪补偿功能的消弧线圈，已不能完全满足和适应其技术要求，需要制定专用的技术条件。近年来各种类型的自动跟踪补偿消弧线圈成套装置的研发和制造已日趋成熟，为统一和明确其基本技术要求，在广泛征求各方意见的基础上，结合该装置在我国的实际生产和应用情况并参考 GB 10229—1988 制定了本标准，以满足国内对该类产品生产、测试及运行的需要。

本标准的附录 A、附录 B 是规范性附录。

本标准由中国电力企业联合会提出、归口并解释。

本标准负责起草单位：广东电网公司电力科学研究院、广州智光电气股份有限公司。

本标准参加起草单位：顺特电气有限公司、思源电气股份有限公司、河北旭辉电气股份有限公司、邯郸市恒山通用电气公司。

本标准主要起草人：陆国庆、姜新宇、刘味果、杨 旭、师冬霞、张瑞红、易兆林、王建忠、李瑞桂、顾精彩。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化中心（北京市白广路二条一号，100761）。

自动跟踪补偿消弧线圈成套装置技术条件

1 范围

本标准规定了自动跟踪补偿消弧线圈成套装置的基本功能和构成、使用条件、分类，成套装置和主要部件的技术要求、试验方法、检验规则以及设备标志、包装、运输和贮存等要求。

本标准适用于 6kV~66kV 电压等级中性点谐振接地系统的自动跟踪补偿消弧线圈成套装置（以下简称装置）。

本标准不适用于无自动跟踪补偿功能的消弧线圈。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过在本标准中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。

GB 191 包装储运图示标志

GB 1094.1 电力变压器 第1部分 总则

GB 1094.2 电力变压器 第2部分 温升

GB 1094.3 电力变压器 第3部分 绝缘水平、绝缘试验和外绝缘空气间隙

GB/T 4797.4 电工电子产品自然环境条件 太阳辐射与温度

GB 6450 干式电力变压器

GB/T 7261 继电器及装置基本试验方法

GB/T 9361 计算站场地安全要求

GB 10229 电抗器

GB 10230 有载分接开关

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 13729 远动终端设备

GB/T 14598.13 量度继电器和保护装置的电气干扰试验 第1部分：1MHz 脉冲群干扰试验

GB/T 15153.1 远动设备及系统 第2部分：工作条件 第1篇：电源和电磁兼容性

GB/T 16927.1 高电压试验技术 第一部分：一般试验要求

GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

DL/T 620 交流电气装置的过电压保护和绝缘配合

DL/T 621 交流电气装置的接地

IEC 61850 变电所的通信网络和系统

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

自动跟踪补偿消弧线圈成套装置 arc suppressing coil apparatus with automatic tracking and compensation

该装置在系统正常运行时实时自动测量系统电容电流；在系统发生单相接地时自动进入补偿状态，在系统中性点与地之间输出与系统单相接地电容电流相对应的感性补偿电流，以限制接地电流及消除接

地电弧；接地故障消除后自动退出补偿状态。

3.2

系统电容电流 system capacitive current

三相系统总的电容电流为 $(3U_{Ln}/X_{co})$ ， U_{Ln} 为系统线对中性点电压， X_{co} 为每相对地容抗。

3.3

系统单相接地电容电流 single-phase grounding capacitive current

中性点不接地或中性点谐振接地系统发生单相接地时流经接地点的电容电流。当系统发生单相金属性接地时，系统单相接地电容电流数值等于或接近系统电容电流。

3.4

预调式装置 preset apparatus

装置在系统正常运行时测量系统电容电流，并预先调节电感值到设定的补偿状态，单相接地发生后对系统单相接地电容电流进行补偿。

注：装置在系统正常运行时由专用设施（阻尼电阻等）抑制装置的电感与系统对地电容的串联谐振；当单相接地故障发生后，自动退出此设施以输出设定补偿电流；当检测到接地故障消除后自动投入此设施。

3.5

随调式装置 post-set apparatus

装置在系统正常运行时测量系统电容电流，并设定补偿参数，单相接地发生后自动进入设定补偿状态，对系统单相接地电容电流进行补偿。

注：装置在系统正常运行时其电感量远离与系统对地电容发生串联谐振的值；当单相接地故障发生后，自动进入设定的补偿状态以输出设定补偿电流；当检测到接地故障消除后其电感量自动远离谐振点。

3.6

残流 residual current

谐振接地系统发生单相接地时，经消弧线圈补偿后流过接地点的全电流。

3.7

自动跟踪时间 automatic tracking time

系统在正常运行中，当系统电容电流发生一定程度变化时，装置由一种设定状态调整到另一种设定状态的时间。

注 1：预调式装置设定状态的调整由执行机构实施，状态调整需要时间，其自动跟踪时间包括系统电容电流变化更新测量时间和装置由变化前设定状态调整到变化后设定状态的时间。

注 2：随调式装置设定状态的调整由控制器设定，其状态调整时间可忽略不计，自动跟踪时间仅为系统电容电流变化更新测量时间。

3.8

启动电压 threshold voltage

装置判断系统发生单相接地从而进入补偿状态的系统中性点对地电压。

3.9

残流稳定时间 decay time for residual current

系统发生单相接地开始时刻到残流小于设定值的时间间隔。

注：残流稳定时间与残流设定值相关。残流稳定时间包括：接地发生后装置检测出接地并调整到设定的补偿状态所需的时间；装置在设定的补偿状态下开始输出补偿电流到残流小于设定值所需的过渡过程时间。由于接地参数的随机性，残流稳定时间是统计量。由选线所引起的残流变化超出设定值者不应视为残流未达到稳定。

3.10

脱谐度 (ν) off-resonance degree

$$\nu = (I_{Cjd} - I_L) / I_{Cjd} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

I_{Cjd} ——系统单相接地电容电流；

I_L ——消弧线圈输出的补偿电流。

当 $\nu < 0$ 时，为过补偿；当 $\nu = 0$ 时，为全补偿；当 $\nu > 0$ 时，为欠补偿。

3.11

级差电流 step current

有级调节的装置相邻档位在消弧线圈额定电压下输出电流之差。

3.12

金属性接地故障 direct grounded fault

系统某一相直接与地连接的故障，此时系统中性点对地电压通常达到或接近相电压。

3.13

阻抗接地故障 resistance grounded fault

系统某一相经过一定的阻抗与地连接的故障，此时系统中性点对地电压受接地阻抗影响，通常小于相电压。

3.14

电弧接地故障 arc grounded fault

系统某一相经过电弧与地连接的故障。

3.15

装置额定运行时间 apparatus rated operation time

系统单相接地故障时装置在额定容量状态下允许运行的时间。

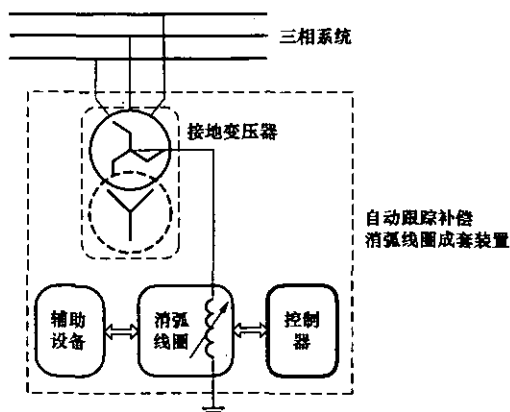
4 基本功能和构成

4.1 基本功能

装置的基本功能包括：自动跟踪系统电容电流的变化；当系统发生单相接地故障时，自动补偿系统单相接地电容电流的工频分量并降低故障点熄弧后恢复电压上升的速度，以利于接地电弧的熄灭并降低高幅值间歇性电弧接地过电压出现的概率。

4.2 构成

装置一般包括：为系统提供人工中性点的接地变压器（可带其他负载）；在系统中性点与地之间接入的提供感性补偿电流的消弧线圈；控制消弧线圈行为的控制器；以及保证成套装置正常工作的相关辅助设备，或者由具备以上相应功能的设备组成。装置典型构成示意图如图 1 所示。



注：经用户和制造商双方协议，还可配套提供选出和跳开接地故障线路的选线装置、跳闸装置以及记录接地故障有关参数的故障录波装置等。

图 1 装置典型构成示意图

5 使用条件

5.1 消弧线圈、接地变压器等一次设备及其附件

符合本标准的消弧线圈、接地变压器等一次设备及其附件应适合于在下述正常使用条件下运行。特殊使用条件应由用户和制造商商定并在订货时说明。

5.1.1 环境条件

a) 海拔高度不超过 1000m。

b) 环境温度：

最高气温：+40℃；

最热月平均温度：+30℃；

最高年平均温度：+20℃；

最低气温：户外为-25℃；户内为-5℃。

c) 相对湿度：

不大于 95%。

d) 日照条件：

阳光辐射不大于 1000W/m²（晴天中午）。

注 1：在一定的阳光辐射条件下，为了使温升不超过规定值，必要时可采取适当的措施，如加盖屋顶、强迫通风等，或者降容。

注 2：阳光辐射的详细资料见 GB/T 14797.4。

e) 安装环境：

大气污秽条件：支柱绝缘子盐密不大于 0.03mg/cm²；

无爆炸危险、无严重霉菌；

地震引发的地面加速度 a_g ：水平方向不大于 3m/s²；垂直方向不大于 1.5m/s²（设计中不需特殊考虑此限度内的地震问题）。

5.1.2 消弧线圈接地条件

消弧线圈的接地应符合 DL/T 621 的相关要求，具体如下：

a) 消弧线圈的接地端子应采用专门敷设的接地线接地；

b) 接地线的截面应按消弧线圈额定电流进行热稳定校验，敷设在地上的接地线长时间温度不应大于 150℃，敷设在地下的接地线长时间温度不应大于 100℃；

c) 接地线应便于检查，潮湿的或有腐蚀性蒸汽的房间内，接地线离墙不应小于 10mm；

d) 接地线应采取防止发生机械损伤和化学腐蚀的措施；

e) 接地线与接地极的连接，宜用焊接；接地线与消弧线圈接地端子的连接，宜用螺栓连接，并应加设防松垫片。

5.2 控制器

符合本标准的控制器应适合于在下述正常使用条件下运行。凡特殊使用条件，应由用户和制造商商定，并在询价和订货时说明。

5.2.1 环境条件

5.2.1.1 正常工作大气条件

a) 环境温度：

温度范围：-5℃～+45℃；

最大变化率：20℃/h。

b) 湿度：

相对湿度：5%～95%；

最大绝对湿度：28g/m³。

c) 大气压力：90kPa~106kPa。

5.2.1.2 对周围环境要求

控制器应在室内使用，使用地点应无爆炸危险，无腐蚀性气体及导电尘埃、无严重霉菌、无剧烈振动源，有防尘及防静电措施。场地安全要求应符合 GB/T 9361 中 B 类的规定。

5.2.1.3 储存、运输极限环境条件

控制器的储存、运输极限环境温度：-25℃~+70℃，无剧烈振动冲击源。

5.2.2 电源要求

- a) 交流电源电压为单相 220V，或三相 380V，电压允许偏差-20%~+15%；
- b) 交流电源频率 50Hz，允许偏差±5%；
- c) 交流电源电压波形为正弦波，谐波含量小于 5%；
- d) 直流电源电压为 110V 或 220V，电压允许偏差-20%~+15%；
- e) 直流电源电压纹波系数小于 5%。

6 分类

6.1 消弧线圈补偿电流的调节原理分类

调匝式、高短路阻抗变压器式（相控式）、调容式、调气隙式、直流偏磁式、磁阀式等。

6.2 装置投入及退出补偿状态的方式分类

预调式和随调式。

6.3 一次设备绝缘介质分类

油浸式和干式。

6.4 其他形式分类

有级调节式和无级调节式；组合式、一体式、分立式；等等。

7 成套装置技术要求

7.1 概述

装置应能自动跟踪系统电容电流的变化，一般可采用调节零序回路参数法、信号注入法或其他方法测量计算系统电容电流，并据此设置执行机构的工作状态。当系统发生单相接地故障时，装置应立即作出判断，尽快启动执行机构；执行机构应尽快到达设定状态。装置宜采取减少级差电流或无级调节等措施减少残流。当系统单相接地故障消除时，装置应能及时判断并尽快退出补偿状态。装置不应应对系统产生不良影响，并应满足系统的相应要求。

装置应易操作、少维护，结构应紧凑。

7.2 自动跟踪时间

自动跟踪时间应尽量短。

预调式装置自动跟踪时间应不大于 3min/档。

随调式装置自动跟踪时间应不大于 3s。

7.3 系统电容电流测量误差

- a) 当系统电容电流 $I_c \leq 30A$ 时，测量误差应不大于 1A；
- b) 当 $30A < I_c \leq 100A$ 时，测量误差应不大于 3% I_c ；
- c) 当 $I_c > 100A$ 时，测量误差应保证残流不大于 7.5 的规定。

7.4 装置启动电压

可根据系统要求设定，一般宜为 20% U_n ~35% U_n (U_n 为系统标称电压除以 $\sqrt{3}$)。

7.5 残流

对于不直接连接发电机的系统，残流不应大于 10A；对于直接连接发电机的系统，残流不宜大于 DL/T 620 规定的发电机接地故障电流允许值。

7.6 残流稳定时间

残流稳定时间应尽量短，分级见表 1。

表 1 残流稳定时间水平分级（残流的设定值为 10A）

级 别	残流稳定时间 ms
1	不大于 100
2	不大于 200

7.7 装置额定运行时间

装置额定运行时间应不小于 2h。

7.8 补偿电流下限

装置在额定电压下输出的补偿电流下限值不应超过系统在各种运行方式下最小的系统电容电流值，一般情况下不宜大于消弧线圈额定电流的 30%。

7.9 级差电流

对于不直接连接发电机的系统，级差电流不宜大于 5A；对于直接连接发电机的系统，级差电流不宜大于 DL/T 620 规定的发电机接地故障电流允许值。

7.10 中性点位移电压

在正常运行情况下，装置不应导致系统中性点长时间位移电压超过 $15\%U_0$ 。

7.11 谐波电流

在额定工频正弦电压作用下消弧线圈输出的电流中，最大谐波电流不宜大于 5A。

7.12 补偿状态退出

接地故障解除后，装置应退出补偿状态并不应产生危险的中性点位移电压。

7.13 识别系统单相接地状态

装置应能正确识别系统单相接地状态，当系统非单相接地引起中性点电压升高时，应避免对系统正常运行构成不利影响。

7.14 脱谐度设定

装置应能设定脱谐度（或补偿状态及最大残流），在保证不引起系统串联谐振和满足残流要求的情况下，装置应能实现系统需要的各种补偿运行方式。一般以过补偿为宜。

7.15 并列运行

同一变电站多台消弧线圈应能并列运行。

8 主要部件技术要求

以下技术要求只适用于自动跟踪补偿消弧线圈成套装置中的部件。当使用条件不满足 5 中要求时，应按相应国家标准对有关技术要求进行修订，或由用户与制造商商定。

8.1 消弧线圈

8.1.1 参数

8.1.1.1 额定电压

在正常运行条件下额定频率时作用于主绕组端部之间的电压。其值应等于系统标称电压除以 $\sqrt{3}$ 。

8.1.1.2 额定容量

消弧线圈主绕组视在功率的最大指定值。

8.1.1.3 额定电流

在额定频率下施加额定电压，在规定的时间内流经主绕组的电流。其值为额定容量和额定电压之比。

8.1.1.4 最高电压

在正常运行条件下额定频率时作用于主绕组端部之间的最高电压。其值应等于系统最高电压除以 $\sqrt{3}$ 。

8.1.2 最长通流时间

额定电流的最长通流时间应不小于 2h。

8.1.3 额定容量 (kVA) 的优先值

6kV 系统: 35, 100, 150, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 750, 900, 1100, 1350, 1600。

10kV 系统: 60, 100, 150, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 750, 900, 1100, 1350, 1600, 2000, 2400。

35kV 系统: 200, 250, 315, 400, 500, 630, 750, 900, 1100, 1350, 1600, 2000, 2400。

66kV 系统: 400, 500, 630, 750, 900, 1100, 1350, 1600, 2000, 2400。

注: 用户应按 DL/T 620 的规定选用消弧线圈的容量。

8.1.4 温升

消弧线圈在额定电流下 2h 温升限值不应超过表 2 的规定, 绕组温升应按其绝缘耐热等级考虑。

表 2 消弧线圈温升限值

部 位	绝缘系统温度 ℃	温升限值 (2h) K
绕组 (用电阻法测量的温升)	105 (A)	60
	120 (E)	75
	130 (B)	80
	155 (F)	100
	180 (H)	125
	200	135
	220 (C)	150
铁芯、金属部件和 与其相邻的材料		在任何情况下, 不会出现使铁芯本身、其他部件或与其相邻的材料受到损害的温度

8.1.5 绝缘水平

8.1.5.1 消弧线圈主绕组的绝缘水平应与谐振接地系统中变压器中性点的绝缘水平相同。消弧线圈主绕组直接 (或经 TA) 接地的可采取分级绝缘方式 (接地端可取更低的绝缘水平), 否则应取全绝缘方式。

8.1.5.2 消弧线圈主绕组全绝缘及分级绝缘高压端的绝缘水平应符合表 3 规定。

表 3 消弧线圈全绝缘及分级绝缘高压端的绝缘水平

kV

系统标称电压 (有效值)	设备最高电压 (有效值)	额定短时 (1min) 工频耐受电压 (有效值)	额定雷电冲击 耐受电压 (峰值)
6	$7.2/\sqrt{3}$	25	60
10	$12/\sqrt{3}$	28	75
15	$17.5/\sqrt{3}$	38	105
20	$24/\sqrt{3}$	50	125
35	$40.5/\sqrt{3}$	70	170
66	$72.5/\sqrt{3}$	95	250

8.1.5.3 消弧线圈主绕组分级绝缘直接接地端的绝缘水平为：额定短时（1min）工频耐受电压（有效值）应不小于 5kV。

8.1.6 电压—电流特性

消弧线圈电压—电流特性曲线由零至设备最高电压应为线性。

8.1.7 局部放电水平（干式）

干式消弧线圈局部放电量不应大于 10pC。

8.1.8 铭牌

每台消弧线圈均应提供用不受气候影响的材料制成的铭牌，并安装在明显可见的位置，铭牌应标出下述各项内容，并应字迹清晰耐久，不易腐蚀（可利用蚀刻雕刻或打印方法标志出）。

- a) 名称（消弧线圈）；
- b) 型号；
- c) 产品代号；
- d) 标准代号；
- e) 制造厂名称（包括国名）；
- f) 出厂序号；
- g) 制造年月；
- h) 额定频率；
- i) 额定电压；
- j) 最高电压；
- k) 额定电流和最大通流时间；
- l) 电流调节范围（有档位的标出各档位电流）；
- m) 绝缘水平；
- n) 绝缘等级；
- o) 冷却方式；
- p) 使用条件（户内、户外使用，海拔超过 1000m 等）；
- q) 总重量；
- r) 绝缘油重量（油浸式）。

8.2 接地变压器

8.2.1 绕组

接地变压器为三相变压器（或三相电抗器），主绕组用来连接到要求接地系统的三相，并引出中性点端子接到消弧线圈上。接地变压器可以带有一个低电压的二次绕组，该绕组可具有连续供电容量，作为变电站辅助电源。

8.2.2 参数

8.2.2.1 额定电压

在正常运行条件下额定频率时作用于接地变压器主绕组之间的电压。其值应等于系统标称电压。

8.2.2.2 最高电压

在正常运行条件下额定频率时作用于接地变压器主绕组之间的最高电压。其值应等于系统最高电压。

8.2.2.3 额定中性点电流

接地变压器在持续或设定工作时间内所须传送的电流，即在额定频率下，流过主绕组的中性点端子的电流。

8.2.2.4 有二次绕组的接地变压器的额定持续电流

在额定频率下，当二次绕组具有额定容量时，持续流过主绕组线端的电流。

8.2.2.5 额定零序阻抗

额定频率下每相的零序阻抗，其值等于三相主绕组各线端连在一起与中性点之间的阻抗值的 3 倍。

8.2.2.6 额定容量

额定容量由额定电压与额定中性点电流计算所得的中性点电流容量 S_1 和额定二次容量 S_2 两部分组成，标识为 S_1/S_2 。对无二次绕组的接地变压器， $S_2=0$ ，额定容量可记为 S_1 。

8.2.3 额定中性点电流及其允许运行时间

额定中性点电流及其允许运行时间不应小于所带消弧线圈的额定电流和额定运行时间。

8.2.4 额定容量及其优先值

8.2.4.1 S_1 不应小于消弧线圈额定容量。

8.2.4.2 带有二次绕组的接地变压器，其额定容量应同时满足容量 S_1 和额定二次容量 S_2 的要求。

8.2.4.3 对其他特殊要求的接地变压器应按相应要求确定容量。

8.2.4.4 额定容量的优先值为：

S_1 (kVA)：按消弧线圈容量优先值。

S_2 (kVA)：按配电变压器容量优先值：50, 100, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, …。

8.2.5 阻抗电压

当接地变压器带有二次绕组时，其阻抗电压以二次容量为基准。阻抗电压的选取应保证接地变压器二次回路能承受相应的短路电流，同时接地变压器自身能承受相应的动热稳定而无损伤。在满足上述要求的条件下，阻抗电压的选取值可比电力变压器低。

8.2.6 额定零序阻抗

对于 6kV、10kV 电压等级的接地变压器，额定零序阻抗除以 3 的值，一般不应大于配套消弧线圈最大补偿电流所对应阻抗的 4%；对于 35kV 电压等级的接地变压器一般不应大于配套消弧线圈最大补偿电流所对应阻抗的 7%。当阻抗电压和零序阻抗参数要求不能同时满足时，制造商与用户协商确定。

8.2.7 温升

温升试验条件：在容量 S_2 下长期运行后，在容量 S_1 下运行 2h。

接地变压器的温升限值可应用 8.1.4 的规定，绕组温升应按其绝缘等级考虑。

8.2.8 绝缘水平

接地变压器主绕组线端的绝缘水平应符合表 4 规定；中性点宜按表 3 选择较低的绝缘水平（分级绝缘）。

表 4 接地变压器主绕组线端绝缘水平

kV

系统标称电压 (有效值)	设备最高电压 (有效值)	额定短时 (1min) 工频耐受电压 (有效值)		额定雷电冲击 耐受电压 (峰值)	
		油浸式	干式	油浸式	干式
6	7.2	25	25	60	60
10	12	35	35	75	75
15	17.5	45	45	105	105
20	24	55	55	125	125
35	40.5	85	70	200	170
66	72.5	140	—	325	—

8.2.9 局部放电水平（干式）等其他要求

干式接地变压器局部放电量不应大于 10pC。接地变压器其他要求应符合 GB 10229 的相关规定。

8.2.10 铭牌

每台接地变压器均应提供用不受气候影响的材料制成的铭牌，并安装在明显可见的位置，铭牌应标出下述各项内容，并应字迹清晰耐久，不易腐蚀（可利用蚀刻雕刻或打印方法标志出）。

- a) 名称（接地变压器）；
- b) 型号；
- c) 产品代号；
- d) 标准代号；
- e) 制造厂名称（包括国名）；
- f) 出厂序号；
- g) 制造年月；
- h) 额定频率；
- i) 额定电压；
- j) 最高电压；
- k) 额定中性点电流；
- l) 额定二次电流（带二次绕组时）；
- m) 额定容量（ S_1/S_2 ）；
- n) 零序阻抗（实测值）；
- o) 绕组联结组或联结组标号；
- p) 阻抗电压（实测值，带二次绕组时）；
- q) 绝缘水平；
- r) 绝缘等级；
- s) 冷却方式；
- t) 使用条件；
- u) 总重量；
- v) 绝缘油重量（油浸式）。

8.3 控制器

8.3.1 功能要求

8.3.1.1 主要功能

控制器与接地变压器、消弧线圈等配合，应能正确、可靠地自动控制消弧线圈，使成套装置完成其基本功能并满足技术条件要求。

8.3.1.2 其他功能

- a) 显示与储存功能：
 - 1) 系统正常运行时应能实时显示系统当前状态，一般应包括时钟、中性点电压、系统电容电流、流过消弧线圈的电流等信息，如有两套以上装置，则应表达装置并列或分列状态；
 - 2) 系统发生单相接地故障时应显示并储存（储存容量不应少于 200 次）接地次数、中性点电压实测值、与该电压对应的系统单相接地电容电流值、消弧线圈补偿电流实际测量值、接地开始时间（年月日时分秒）、接地终止时间（年月日时分秒）或接地持续时间等。
- b) 设定功能：

应能对脱谐度（或补偿状态及最大残流）进行设定。

- c) 数据查询功能：
应能查询、输出历史接地信息。
- d) 通信功能：
应能与站内自动化系统进行通信，有条件时宜执行 IEC 61850 的通信规约。
- e) 自检功能和报警功能：
应能对控制器及装置主要部件进行自检，当自检发现问题、失电、系统电容电流超过消弧线圈额定补偿电流等异常时应能报警。

8.3.2 测量误差

电压的测量相对误差应不大于 2.0%；
电流的测量相对误差应不大于 2.0%。

8.3.3 绝缘性能

8.3.3.1 绝缘电阻

- a) 正常大气条件下（见 10.4.1），不同额定绝缘电压的各回路绝缘电阻应满足表 5 的规定。

表 5 控制器绝缘电阻要求

额定绝缘电压 U （有效值） V	绝缘电阻要求 $M\Omega$
$U \leq 60$	≥ 5 （用 250V 绝缘电阻表）
$U > 60$	≥ 5 （用 500V 绝缘电阻表）
注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路绝缘电阻采用 $U > 60V$ 的要求。	

- b) 温度 $+40^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ ，相对湿度 $(93 \pm 3)\%$ 恒定湿热条件下，不同额定绝缘电压的各回路绝缘电阻应满足表 6 的规定。

表 6 湿热条件下控制器绝缘电阻要求

额定绝缘电压 U （有效值） V	绝缘电阻要求 $M\Omega$
$U \leq 60$	≥ 1 （用 250V 绝缘电阻表）
$U > 60$	≥ 1 （用 500V 绝缘电阻表）
注：与二次设备及外部回路直接连接的接口回路绝缘电阻采用 $U > 60V$ 的要求。	

8.3.3.2 介质强度

正常大气条件下（见 10.4.1），控制器应能承受历时 1min 的工频耐压试验而无击穿闪络或元件损坏现象，工频试验电压值按控制器额定绝缘电压由表 7 规定。

表 7 控制器工频试验电压值 V

额定绝缘电压 U （有效值）	试验电压（有效值）
$U \leq 60$	500
$60 < U \leq 125$	1000
$125 < U \leq 250$	1500

8.3.3.3 冲击电压

正常大气条件下（见 10.4.1），控制器按 GB/T 13729 的规定进行冲击试验，试验后应无绝缘损坏或器件损坏，且控制器应满足 8.3.1、8.3.2 的要求。

8.3.4 电磁兼容性能

8.3.4.1 抗高频干扰

施加 GB/T 13729 规定的级别为 3 级的高频干扰，控制器应满足 8.3.1、8.3.2 的要求。

8.3.4.2 抗快速瞬变脉冲群干扰

施加 GB/T 14598.13 规定的严酷等级为 III 级的 1MHz 和 100kHz 脉冲群干扰，控制器应满足 8.3.1、8.3.2 的要求。

8.3.4.3 抗浪涌干扰

施加 GB/T 15153.1 规定的级别为 3 级的 1.2/50–8/20 μ s 浪涌干扰，控制器应满足 8.3.1、8.3.2 的要求。

8.3.4.4 抗静电放电干扰

施加 GB/T 15153.1 规定的级别为 3 级的静电放电干扰，控制器应满足 8.3.1、8.3.2 的要求。

8.3.4.5 抗工频磁场干扰

施加 GB/T 15153.1 规定的级别为 3 级的工频磁场干扰，控制器应满足 8.3.1、8.3.2 的要求。

8.3.4.6 抗辐射电磁场干扰

施加 GB/T 15153.1 规定的级别为 3 级的辐射电磁场干扰，控制器应满足 8.3.1、8.3.2 的要求。

8.3.4.7 抗电源电压突降和中断

按 GB/T 15153.1 规定的等级为 2 级的要求进行电压突降、电压中断试验，控制器应满足 8.3.1、8.3.2 的要求。

8.3.4.8 射频辐射电磁场

控制器工作时应满足 GB/T 15153.1 规定的等级为 A 级的射频辐射电磁场试验要求。

8.3.5 机械性能

控制器应能承受 GB/T 7261 规定的试验严酷等级为 1 级的振动耐久能力试验、冲击耐久能力试验和碰撞试验。试验后，应无紧固件松动、脱落及结构件损坏。

8.3.6 连续通电

控制器在完成调试后，出厂前应进行不少于 168h 连续稳定的通电试验，考核其稳定性，在正常运行负载条件下，应满足 8.3.1、8.3.2 的要求。

8.3.7 其他

8.3.7.1 状态量

状态量的输入回路应有电气隔离及滤波回路。

状态量直流电压标称值优先值：12V、24V、48V、110V、220V。

8.3.7.2 输出触点容量

直流：30V、5A；交流：220V、5A。

8.3.7.3 状态量的显示

所有状态量的状态应能由显示器正确显示。

8.3.7.4 控制量的控制

所有控制量的状态应能被正确控制。

8.4 配套设备

8.4.1 阻尼电阻

8.4.1.1 阻尼电阻运行中应保证当系统正常运行时中性点位移电压满足 7.10 的规定。

8.4.1.2 阻尼电阻通流容量应满足系统正常运行和单相接地情况下阻尼电阻被切除前的要求。

8.4.2 有载分接开关

有载分接开关应能满足成套装置的切换要求。其技术性能应符合 GB 10230 的要求。

注：有载分接开关级电压的选取应使装置满足 7.9 的要求。

8.4.3 电力电子器件

8.4.3.1 电力电子器件包括高短路阻抗变压器式（相控式）、直流偏磁式、磁阀式等装置调节电感用的晶闸管；预调式装置短接及投入阻尼电阻用的晶闸管；调容式装置投切电容用的晶闸管或与上述用途相同的电子器件；以及装置中其他的电子器件。

8.4.3.2 电力电子器件参数的选择应根据其工况，并留有适当裕度。

8.4.3.3 应采取有效措施可靠保护电力电子器件，并防止其失效后对系统产生如串联谐振等不良影响。

8.4.3.4 电力电子器件的控制装置应选用可靠的元件，保证对电力电子器件的可靠触发，并应具备较强的环境适应能力，安装在工业现场时应采取防潮、防尘措施。

8.4.3.5 电力电子器件的散热能力应保证在允许环境、额定工况和规定的工作时间内，半导体温度不超过其结温的允许值。

8.4.3.6 电力电子器件应便于运行维护，并能自动对重要部件进行检测和故障报警。

8.4.4 其他配套部件

各类装置所需配套部件，应能使该类装置满足第 7 章规定的成套装置的技术条件和正常运行要求。

9 检验规则

成套装置及主要部件检验分出厂试验、型式试验和特殊试验三种。

9.1 出厂试验

每套装置及主要部件出厂前应由制造单位的质检部门进行出厂试验。出厂试验在正常大气条件下进行，出厂试验项目见附录 A。

9.2 型式试验

9.2.1 凡遇下列情况之一，应进行型式试验：

- a) 新产品定型或老产品转厂生产时；
- b) 连续批量生产的装置每四年一次；
- c) 正式投产后，如设计、工艺材料、主要元器件有较大改变，可能影响产品性能时；
- d) 产品停产一年以上又重新恢复生产时；
- e) 国家质量技术监督机构提出进行型式试验的要求时；
- f) 合同规定有型式试验的要求时。

9.2.2 型式试验的抽样与判据规则按如下规定：

型式试验从出厂试验合格的产品中任意抽取一套作为样品。

型式试验各项目全部符合技术要求为合格。发现有不符合技术要求项目应分析原因，处理缺陷，对产品进行整顿后，再按全部型式试验项目检验，其中，不符合技术要求的项目应重新进行；试验结果受该项影响的试验项目应重新进行；试验结果不受该项影响的试验项目可不重新进行。

9.2.3 型式试验项目见附录 A。

9.3 特殊试验

根据特殊项目和特殊要求进行。

成套装置的特殊试验宜在现场进行，试验项目见附录 A，试验方法见附录 B。

10 试验方法和要求

10.1 成套装置

10.1.1 系统电容电流测量及跟踪功能试验

10.1.1.1 三相试验（系统标称电压下）

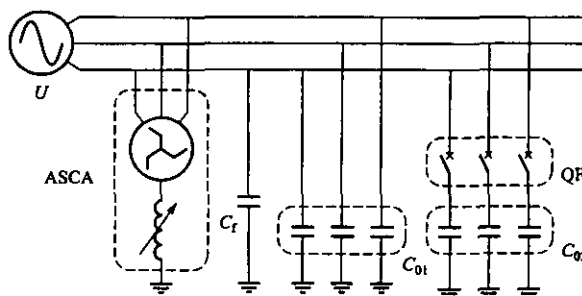


图2 系统电容电流测量及跟踪功能试验——三相试验回路示意图

按图2接线，图中， U 为模拟三相系统电源，ASCA为消弧线圈成套装置， C_f 为调节系统中性点位移电压的电容， C_{01} 、 C_{02} 为三相电容器组，QF为三相断路器。试验时，先断开QF，在 U 等于系统标称电压时，通过调整接地变压器分接位置或 C_f 容量，使系统中性点位移电压分别达到 $0.5\%U_r$ 、 $5\%U_r$ 、 $15\%U_r$ （ U_r 为消弧线圈额定电压， $15\%U_r$ 为型式试验），并调整电容器组 C_{01} ，由准确度不低于1级的电流表分别测出流过每相电容的电流，使模拟系统电容电流（即三相电容电流之和）分别等于 $10\%I_r$ 、 $50\%I_r$ 、 $100\%I_r$ （ I_r 为消弧线圈额定电流），在每种情况下由成套装置测量该系统电容电流值。上述各种情况下，装置的测量值与由电流表测出的模拟系统电容电流的偏差均应符合7.3要求。

在上述任一种情况下，当装置测量出模拟的系统电容电流后，闭合QF投入电容器组 C_{02} ，模拟系统电容电流变化，同时由装置重新测量系统电容电流值，记录自动跟踪时间。试验重复5次，自动跟踪时间取最大值作为试验结果，应满足7.2的要求。

在装置测量系统电容电流值或跟踪系统电容电流变化的过程中，记录系统中性点位移电压（即消弧线圈两端电压），其值应满足7.10的要求。

10.1.1.2 单相试验

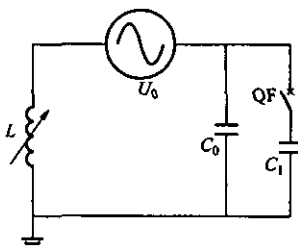


图3 系统电容电流测量及跟踪功能试验——单相试验回路示意图

在不具备三相试验条件时可采用单相试验。按图3接线，其中， U_0 为单相电源， L 为装置中的消弧线圈（连同其控制器，预调式还包括防谐振设备如阻尼电阻等）， C_0 、 C_1 为单相电容器组，QF为单相断路器。试验时，先断开QF，调整 U_0 ，模拟系统中性点位移电压的变化，并在 U_0 分别为 $0.5\%U_r$ 、 $5\%U_r$ 、 $15\%U_r$ （ $15\%U_r$ 为型式试验）时，调整 C_0 ，并由准确度不低于1级的电流表测出模拟系统电容电流的回路电流，使该电流分别等于 $10\%I_r$ 、 $50\%I_r$ 、 $100\%I_r$ ，在各条件下由成套装置测量回路电流值，装置的测量值与由电流表测出的模拟系统电容电流的偏差应符合7.3的要求。

在上述任一种情况下，当装置测量出模拟的系统电容电流后，闭合QF投入电容器 C_1 ，模拟系统电

容电流变化,同时由装置重新测量系统电容电流值,记录电容电流变化跟踪时间。试验重复 5 次,自动跟踪时间取最大值作为试验结果,应满足 7.2 的要求。

在装置测量系统电容电流值或跟踪系统电容电流变化的过程中,记录系统中性点位移电压(由消弧线圈两端电压等效),其值应满足 7.10 的要求。

10.1.2 电流调节试验

在消弧线圈两端施加额定频率的额定电压,由控制器调节其输出电流,记录控制器指令并测量相应的输出电流。连续调节的成套装置应由 $30\%I_r \sim 100\%I_r$ 记录,每次增加 10%;分级调节的成套装置应记录每个档位的电流数值。

消弧线圈应能输出 $30\%I_r \sim 100\%I_r$,且所有控制器指令与相应的实际输出电流容许偏差应符合以下规定:

额定电流的容许偏差为额定值的 $\pm 5\%$;低于额定电流时容许偏差为设计值的 $\pm 5\%$;但消弧线圈输出电流与设计值的偏差不应大于残流允许值。

10.1.3 最大谐波电流输出值测量

在额定频率、额定电压下测量消弧线圈电流调节范围内最大谐波电流输出值及其频率,应满足 7.11 的要求。

10.1.4 模拟单次单相接地故障试验

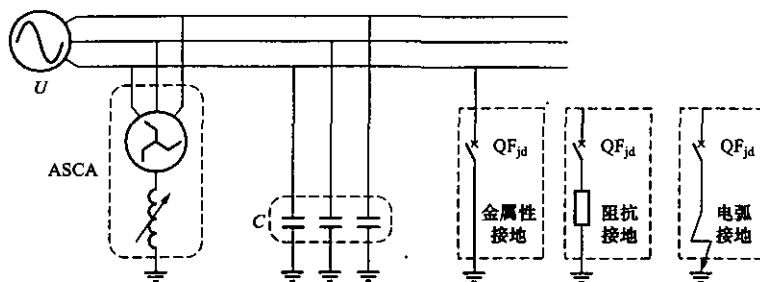


图 4 模拟单相接地故障试验回路示意图

按图 4 接线, U 为模拟三相系统电源, ASCA 为消弧线圈成套装置, C 为模拟系统对地电容的三相电容器组(流过每相电容的电流由准确度不低于 1 级的电流表分别测出), QF_{jd} 为接地开关。在 U 等于系统标称电压、系统电容电流等于消弧线圈额定电流条件下,利用投切 QF_{jd} 进行单相接地试验(分别在金属性接地、阻抗接地、电弧接地三种状态下进行,各种接地状态可用附录 B.4 中规定的方法实现),并由装置设定脱谐度(或补偿状态及最大残流),记录整个接地过程中中性点对地电压(即消弧线圈两端电压)、消弧线圈输出电流和接地点电流等参数及其波形,每种状态试验重复 5 次。由记录数据统计确定残流稳定时间、残流(取各次接地试验中最大值)。

装置应能可靠动作,各项指标应满足装置技术条件。

10.1.5 模拟间歇性单相接地故障试验

按图 4 接线,用快速投、切接地开关 QF_{jd} 的方法进行间歇性单相接地试验(分别在金属性接地、阻抗接地两种状态下进行),试验过程中应至少有 5 次接地且每两次的间隔不应超过 1s。试验回路阻尼率应 $\leq 3\%$;试验电压 U 不应低于 $20\%U_n$,并能保证在该电源电压下模拟接地时,装置能正常启动。记录试验全过程中中性点对地电压(即消弧线圈两端电压)、消弧线圈输出电流和接地点电流等波形。由记录的波形确定在接地故障发生时装置是否输出补偿电流、接地故障间隔期间装置是否退出补偿及是否发生串联谐振现象。

装置应能连续地在每次接地时输出补偿电流,且在每两次接地间隔期间能退出补偿、不发生串联谐振现象。

10.2 消弧线圈

10.2.1 绕组电阻测量

按 GB 1094.1 规定的绕组电阻测量方法进行, 其值应满足设计要求。

10.2.2 绝缘电阻测量

采用 2500V 绝缘电阻表测量各绕组对地和绕组间的绝缘电阻, 应满足设计要求。

10.2.3 电压比测量(有二次绕组时)

测量方法应符合 GB 1094.1 的规定。电压比应满足设计要求。

10.2.4 电流测量

在额定频率和额定电压下进行。对于本体带分接绕组的消弧线圈, 应对每一分接的绕组进行电流测量。每一分接绕组输出电流的容许偏差为设计值的 $\pm 5\%$; 但消弧线圈输出电流与设计值的偏差不得大于残流允许值。

10.2.5 绝缘试验

10.2.5.1 全绝缘消弧线圈绝缘试验项目为:

- a) 外施工频耐压试验按 GB 1094.3 规定的方法进行, 应满足 8.1.5.2 的要求;
- b) 感应耐压试验(有二次绕组时)按 GB 1094.3 规定的方法进行;
- c) 雷电冲击试验按 GB 1094.3 规定的方法进行, 应满足 8.1.5.2 的要求;
- d) 局部放电测量(干式)按 GB 6450 规定的方法进行, 应满足 8.1.7 的要求。

10.2.5.2 分级绝缘消弧线圈绝缘试验项目为:

- a) 感应耐压试验(有二次绕组时)按 GB 1094.3 规定的方法进行, 应满足 8.1.5.2 的要求;
- b) 对主绕组接地端的外施工频耐压试验按 GB 1094.3 规定的方法进行, 应满足 8.1.5.3 的要求;
- c) 雷电冲击试验按 GB 1094.3 规定的方法进行, 应满足 8.1.5.2 的要求。
- d) 局部放电测量(干式)按 GB 6450 规定的方法进行, 应满足 8.1.7 的要求。

10.2.5.3 对可变匝数的消弧线圈, 在上述试验时, 匝数应设定在最大值。

10.2.5.4 如果无法实施感应耐压试验, 经制造商与用户协商可用雷电冲击试验代替, 此时可允许电压波前时间较长。如果消弧线圈有带分接的绕组, 雷电冲击试验应分别在最大和最小分接位置进行。

10.2.6 绝缘油试验(油浸式消弧线圈)

按 GB 1094.1 的规定进行。

10.2.7 温升试验

测量方法应符合 GB 1094.2 的规定, 试验条件按 8.1.4 的要求。

温升应满足 8.1.4 的要求。

10.2.8 电压—电流特性曲线测定

由零升压至设备最高电压, 电压—电流特性曲线应为线性。

10.3 接地变压器

10.3.1 绕组电阻测量

10.3.2 零序阻抗测量

10.3.3 空载损耗和空载电流测量

10.3.4 绝缘试验(工频耐压试验、感应耐压试验、雷电冲击试验)

10.3.5 电压比测量和联结组标号检定(有二次绕组时)

10.3.6 阻抗电压和短路损耗的测量(有二次绕组时)

10.3.7 声级测量

以上 10.3.1~10.3.7 试验项目按 GB 10229 的有关规定。

10.3.8 温升试验

测量方法应符合 GB 1094.2 的规定。试验条件为:

第一试验阶段：连续空载运行，如有二次绕组，则应在其额定二次容量下连续运行；

第二试验阶段：通过额定中性点电流 2h。

温升应满足 8.2.7 的要求。

10.3.9 绝缘油试验（油浸式）

按 GB 1094.1 的规定。

10.3.10 绝缘电阻测量

采用 2500V 绝缘电阻表测量各绕组对地和绕组间的绝缘电阻，应满足设计要求。

10.3.11 局部放电测量（干式）

按 GB 6450 规定的方法进行，应满足 8.2.9 的要求。

10.4 控制器

10.4.1 试验条件

除非另有规定，正常试验大气条件应不超过下列范围：

环境温度： $+15^{\circ}\text{C}\sim+35^{\circ}\text{C}$ ；

相对湿度：45%~75%；

大气压力：90kPa~106kPa。

10.4.2 功能及性能试验

10.4.2.1 基本功能试验

对控制器的显示、设定、打印、通信功能进行测试，应满足 8.3.1 的要求。

10.4.2.2 工频交流输入量测量误差试验

对工频交流输入量测量误差进行测试，应满足 8.3.2 的要求。

10.4.2.3 状态量输入试验

按 GB/T 13729 规定的方法进行状态量输入试验，应满足 8.3.7.3 的要求。

10.4.2.4 控制量输出试验

将状态量输入试验所用的状态模拟器与控制器的控制量输出端子相连接，由控制器设置控制量的开通，用状态模拟器检验控制量的状态，重复试验 10 次以上，应满足 8.3.7.4 的要求。

10.4.3 低温试验

按 GB/T 13729 规定的方法进行低温试验，低温试验温度为 -5°C ，试验中控制器性能应满足 8.3.1、8.3.2 的要求。

10.4.4 高温试验

按 GB/T 13729 规定的方法进行高温试验，高温试验温度为 45°C ，试验中控制器性能应满足 8.3.1、8.3.2 的要求。

10.4.5 湿热试验

按 GB/T 13729 规定的方法进行湿热试验，试验中绝缘电阻的测量按 8.3.3.1b) 的要求。

10.4.6 电源影响试验

按 GB/T 13729 规定的方法进行电源影响试验，试验中变化参数由 5.2.2 的规定中任选一项，控制器功能和性能应符合 8.3.1、8.3.2 的要求。

10.4.7 绝缘试验

10.4.7.1 绝缘电阻测试

按 GB/T 13729 的规定和方法，对控制器进行绝缘电阻测试，应满足 8.3.3.1a) 的要求。

10.4.7.2 介质强度试验

按 GB/T 7261 的规定和方法，对控制器进行介质强度试验，应满足 8.3.3.2 的要求。

10.4.7.3 冲击电压试验

按 GB/T 13729 的规定和方法，对控制器进行冲击电压试验，应满足 8.3.3.3 的要求。

10.4.8 电磁兼容性能试验

按 8.3.4 的相应要求进行以下试验后，控制器应满足 8.3.4 的要求。

- a) 高频干扰试验；
- b) 快速瞬变脉冲群干扰试验；
- c) 浪涌干扰试验；
- d) 静电放电干扰试验；
- e) 工频磁场干扰试验；
- f) 辐射电磁场干扰试验；
- g) 电源电压突降和中断试验；
- h) 射频辐射电磁场试验。

10.4.9 机械性能试验

按 8.3.5 的要求进行振动试验、冲击试验、碰撞试验，应满足 8.3.5 的要求。

10.4.10 连续通电试验

按 8.3.6 的要求进行通电试验，应满足 8.3.6 的要求。

10.5 阻尼电阻

10.5.1 电阻测量

按 GB 1094.1 规定的绕组电阻测量方法进行试验，应满足设计值。

10.5.2 对地绝缘电阻测量

采用 2500V 绝缘电阻表测量，应满足设计要求。

10.6 电力电子器件

绝缘耐压试验，按 GB/T 16927.1 规定的耐受电压试验方法进行试验，应满足设计要求。

10.7 其他部件

按照相应国家标准试验。

11 标志

每套装置及主要部件应在明显位置设置清晰的永久性标志或铭牌，其内容包括：

- a) 产品名称和型号；
- b) 制造厂全称及商标；
- c) 主要参数；
- d) 对外端子及接口标识；
- e) 出厂日期和产品编号。

以上标志、标识应符合 GB 191 的规定。

12 包装

产品的包装应坚实、牢靠，并应符合 GB/T 13384 等有关的包装标准要求；包装标志应清晰整齐，并保证不因运输或贮存时间长而模糊不清，其标志一般应包括：

- a) 产品名称、型号；
- b) 收货单位名称、地址、到站；
- c) 制造厂名称；
- d) 包装箱外形尺寸（长×宽×高）及毛重；
- e) 包装箱外面书写“防潮”、“向上”、“小心轻放”等字样或标志。

13 制造厂应提供的资料

- a) 装箱单;
- b) 铭牌标志图;
- c) 外形尺寸图;
- d) 产品合格证明书;
- e) 产品安装使用说明书;
- f) 试验报告 (包括外购的主要部件)。

14 运输和贮存

产品应适于陆运、空运、水运 (海运)。

运输和装卸应按包装箱的标记进行操作, 在装卸过程中应防摔、掷、翻滚和重压。

贮存时应放置在不低于 -25°C 、不高于 $+70^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度不大于 85% 的干燥通风库房内, 室内不应受酸、碱、盐及腐蚀性、爆炸性气体和灰尘以及雨雪的侵害。

附 录 A
(规范性附录)
试 验 项 目

表 A.1. 试 验 项 目 表

类别	试验项目	技术要求	试验方法	出厂试验	型式试验	特殊试验
成套装置	系统电容电流测量及跟踪功能试验	7.2、7.3、7.10	10.1.1	√	√	
	电流调节试验	7.8、7.9、7.10、10.1.2	10.1.2		√	
	最大谐波电流输出值测量	7.11	10.1.3		√	
	模拟单次单相接地故障试验	7.4、7.5、7.6、7.12、7.14	10.1.4		√	
	模拟间歇性单相接地故障试验	7.4、7.6、7.12	10.1.5		√	
	模拟单相断线故障试验	7.13	B.1			√
	模拟配电变压器 高压绕组对地短路故障试验	7.13	B.2			√
	模拟并列运行试验	7.15	B.3			√
	现场人工单相接地故障试验	7	B.4			√
消弧线圈	绕组电阻测量	10.2.1	10.2.1	√	√	
	绝缘电阻测量	10.2.2	10.2.2	√	√	
	电压比测量（有二次绕组时）	10.2.3	10.2.3	√	√	
	电流测量	10.2.4、10.1.2	10.2.4	√*	√	
	外施工频耐压试验	8.1.5	10.2.5	√	√	
	感应耐压试验	8.1.5	10.2.5	√	√	
	雷电冲击试验	8.1.5	10.2.5		√	
	绝缘油试验（油浸式）	10.2.6	10.2.6	√	√	
	温升试验	8.1.4、7.7	10.2.7		√	
	电压—电流特性曲线测定	8.1.6	10.2.8		√	
	局部放电测量（干式）	8.1.7	10.2.5	√	√	
* 已在整套装置中进行了电流调节试验的消弧线圈，出厂试验可不进行此项试验。						

表 A.1 (续)

类别	试验项目	技术要求	试验方法	出厂试验	型式试验	特殊试验
接地变压器	绕组电阻测量	10.3.1	10.3.1	√	√	
	绝缘电阻测量	10.3.10	10.3.10	√	√	
	电压比测量和联结组标号检定 (有二次绕组时)	10.3.5	10.3.5	√	√	
	零序阻抗测量	8.2.6	10.3.2	√	√	
	空载损耗和空载电流测量	10.3.3	10.3.3	√	√	
	工频耐压试验	8.2.8	10.3.4	√	√	
	感应耐压试验	8.2.8	10.3.4	√	√	
	雷电冲击试验	8.2.8	10.3.4		√	
	阻抗电压、短路损耗测量 (有二次绕组时)	8.2.5	10.3.6	√	√	
	温升试验	8.2.7、7.7	10.3.8		√	
	绝缘油试验(油浸式)	10.3.9	10.3.9	√	√	
	声级测量	10.3.7	10.3.7		√	
	局部放电测量(干式)	8.2.9	10.3.11	√	√	
控制器	功能及性能试验	8.3.1、8.3.2、8.3.7	10.4.2	√	√	
	低温试验	5.2.1	10.4.3		√	
	高温试验	5.2.1	10.4.4		√	
	湿热试验	5.2.1	10.4.5		√	
	电源影响试验	5.2.2	10.4.6		√	
	绝缘性能试验	8.3.3	10.4.7	√*	√	
	电磁兼容试验	8.3.4	10.4.8		√	
	机械性能试验	8.3.5	10.4.9		√	
	连续通电试验	8.3.6	10.4.10	√	√	
阻尼电阻	电阻测量	10.5.1	10.5.1	√	√	
	对地绝缘电阻测量	10.5.2	10.5.2	√	√	
电力电子器件	绝缘耐压试验	8.4.3.2	10.6	√	√	
滤波器	(统一的试验方法尚在考虑中)	8.4.4	—	√	√	
* 只做绝缘电阻及介质强度试验, 不做冲击电压试验。						

附录 B
(规范性附录)
成套装置特殊试验

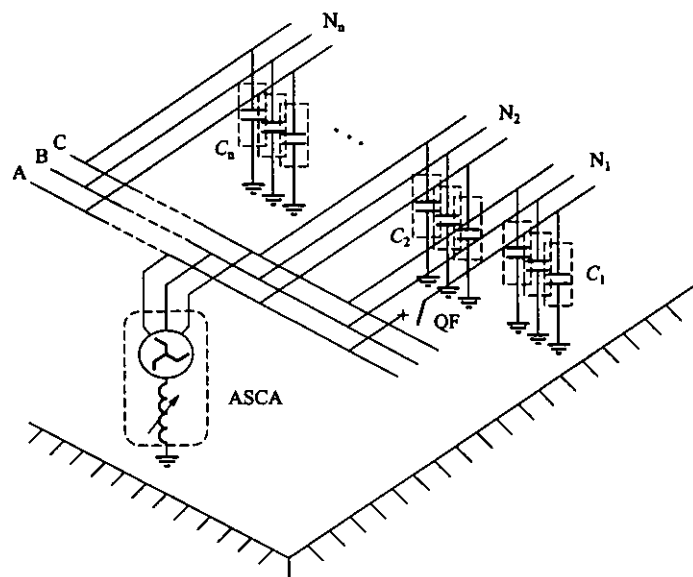
B.1 模拟单相断线故障试验

图 B.1 模拟单相断线故障试验示意图

图 B.1 为某段母线和多条出线的系统示意图，图中 ASCA 为消弧线圈成套装置， N_1, N_2, \dots, N_n 为线路， C_1, C_2, \dots, C_n 分别表示线路 N_1, N_2, \dots, N_n 三相对地分布电容，QF 为断路器。用 QF 断开某线路的一相，记录三相对地电压、中性点对地电压、消弧线圈输出电流等波形。由记录的波形确定在断相故障发生后装置行为及是否发生串联谐振现象。试验时应保证单相断线故障时系统中性点位移电压已达到或超过装置启动电压。

装置在断相故障发生后应满足 7.13 的要求，且不发生危险的过电压。

B.2 模拟配电变压器高压绕组对地短路故障试验

本试验方法正在考虑中。有需要时可由用户和制造商协商试验方法。

装置在配电变压器高压绕组对地短路故障发生后应满足 7.13 的要求，且不发生危险的过电压。

B.3 模拟并列运行试验

多套装置有并列运行要求时，由用户和制造商协商按约定的方案试验，各装置应能可靠动作。

B.4 现场人工单相接地试验

成套装置在现场进行母线或线路人工单相接地试验（分别在金属性接地、阻抗接地、电弧接地三种状态下进行）。试验可将母线或线路某一相用不同的接地方式来进行。金属性接地试验可用足够截面的金属线直接接地。阻抗接地试验可用足够容量的电阻（如大容积水阻等）接地，其阻值应满足：在消弧线圈不投入运行的状态下进行接地试验时，系统中性点位移电压尽量低，但不低于启动电压。电弧接地

试验可通过一根将空气间隙两端短接的熔丝接地，空气间隙的两极由足够截面的金属线组成，熔丝的直径应满足：接地后熔丝能被融化；间隙的距离应满足：当间隙无熔丝时在正常运行中确保不放电并留有余度，当间隙有熔丝且消弧线圈不投入运行的状态下进行接地试验时，能形成稳定电弧。

记录接地过程中系统三相对地电压、中性点对地电压（即消弧线圈两端电压）、消弧线圈输出电流和接地点电流等参数及其波形，由记录的数据确定装置动作时的残流和残流稳定时间。

装置应可靠动作，各项指标应满足装置技术要求。

参 考 文 献

- 1 GB 311.1 高压输变电设备的绝缘配合
- 2 GB/T 311.2 绝缘配合 第2部分 高压输变电设备的绝缘配合使用导则
- 3 GB 1094.10 电力变压器 第10部分 声级测定
- 4 GB/T 2900.19—1994 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合
- 5 GB/T 11022 高压开关设备和控制设备标准的共同技术要求
- 6 GB/T 15543 电能质量 三相电压允许不平衡度
- 7 DL/T 5222 导体和电器选择设计技术规定
- 8 IEC 289—1988 Reactors
- 9 IEC 60076—11 (2004—05) Dry-type transformers
- 10 IEEE Std 80—2000 IEEE Guide for Safety in AC Substation Grounding
- 11 IEEE Std 142—1991 IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems