



1999年 修订—3

7. 652.1

Z563

中国国家标准汇编



A0852358

中国标准出版社

2000

中国国家标准汇编

1999 年修订-3

中国标准出版社总编室 编

*

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

*

开本 880×1230 1/16 印张 46½ 字数 1 432 千字

2000 年 11 月第一版 2000 年 11 月第一次印刷

*

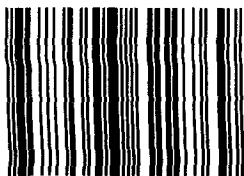
ISBN 7-5066-2276-9/TB·666

印数 1—2 000 定价 120.00 元

*

标 目 425—03

ISBN 7-5066-2276-9



9 787506 622769 >

出版说明

1. 《中国国家标准汇编》是一部大型综合性国家标准全集,自 1983 年起,按国家标准顺序号以精装本、平装本两种装帧形式陆续分册汇编出版。《汇编》在一定程度上反映了我国建国以来标准化事业发展的基本情况和主要成就,是各级标准化管理机构,工矿企事业单位,农林牧副渔系统,科研、设计、教学等部门必不可少的工具书。

2. 由于标准的动态性,每年有相当数量的国家标准被修订,这些国家标准的修订信息无法在已出版的《汇编》中得到反映。为此,自 1995 年起,新增出版在上一年度被修订的国家标准的汇编本。

3. 修订的国家标准汇编本的正书名、版本形式、装帧形式与《中国国家标准汇编》相同,视篇幅分设若干册,但不占总的分册号,仅在封面和书脊上注明“1999 年修订-1,-2,-3,…”等字样,作为对《中国国家标准汇编》的补充。读者配套购买则可收齐前一年新制定和修订的全部国家标准。

4. 修订的国家标准汇编本的各分册中的标准,仍按顺序号由小到大排列(不连续);如有遗漏的,均在当年最后一分册中补齐。

5. 1999 年度发布的修订国家标准分 9 册出版。本分册为“1999 年修订-3”,收入新修订的国家标准 64 项。

中国标准出版社

2000 年 8 月

1000000000

目 录

GB/T 4109—1999	高压套管技术条件	1
GB/T 4270—1999	技术文件用热工图形符号与文字代号	19
GB/T 4291—1999	冰晶石	45
GB/T 4292—1999	氟化铝	53
GB/T 4339—1999	金属材料热膨胀特征参数的测定	57
GB/T 4340.1—1999	金属维氏硬度试验 第1部分:试验方法	69
GB/T 4340.2—1999	金属维氏硬度试验 第2部分:硬度计的检验	176
GB/T 4340.3—1999	金属维氏硬度试验 第3部分:标准硬度块的标定	185
GB 4343.2—1999	电磁兼容 家用电器、电动工具和类似器具的要求 第2部分:抗扰度——产品类标准	191
GB 4398—1999	手提式水型灭火器	203
GB 4404.3—1999	粮食作物种子 赤豆、绿豆	209
GB 4404.4—1999	粮食作物种子 荞麦	212
GB 4404.5—1999	粮食作物种子 燕麦	215
GB/T 4459.5—1999	机械制图 中心孔表示法	218
GB 4479.1—1999	食品添加剂 苋菜红	225
GB 4481.1—1999	食品添加剂 柠檬黄	237
GB 4481.2—1999	食品添加剂 柠檬黄铝色淀	249
GB/T 4507—1999	沥青软化点测定法(环球法)	258
GB/T 4508—1999	沥青延度测定法	263
GB/T 4511.2—1999	焦炭落下强度测定方法	267
GB 4696—1999	中国海区水上助航标志	275
GB 4706.7—1999	家用和类似用途电器的安全 真空吸尘器和吸水式清洁器的特殊要求	292
GB 4706.14—1999	家用和类似用途电器的安全 面包片烘烤器、烤架、电烤炉及类似用途器具的特殊要求	306
GB 4706.18—1999	家用和类似用途电器的安全 电池充电器的特殊要求	320
GB 4706.19—1999	家用和类似用途电器的安全 液体加热器的特殊要求	331
GB 4706.28—1999	家用和类似用途电器的安全 吸油烟机的特殊要求	345
GB 4706.42—1999	家用和类似用途电器的安全 冷热饮水机的特殊要求	355
GB 4706.43—1999	家用和类似用途电器的安全 投影仪和类似用途器具的特殊要求	371
GB 4706.44—1999	家用和类似用途电器的安全 贮热式房间加热器的特殊要求	382
GB 4706.45—1999	家用和类似用途电器的安全 空气净化器的特殊要求	395
GB 4706.46—1999	家用和类似用途电器的安全 挤奶机的特殊要求	405
GB 4706.47—1999	家用和类似用途电器的安全 动物繁殖和饲养用电加热器的特殊要求	415
GB/T 4728.4—1999	电气简图用图形符号 第4部分:基本无源元件	426
GB/T 4728.9—1999	电气简图用图形符号 第9部分:电信:交换和外围设备	439
GB/T 4728.10—1999	电气简图用图形符号 第10部分:电信:传输	463
GB/T 4740—1999	陶瓷材料抗压强度试验方法	507

GB/T 4741—1999	陶瓷材料抗弯强度试验方法	510
GB/T 4772.1—1999	旋转电机尺寸和输出功率等级 第1部分:机座号 56~400 和凸缘号 55~1080	513
GB/T 4772.2—1999	旋转电机尺寸和输出功率等级 第2部分:机座号 355~1000 和凸缘号 1180~2360	553
GB/T 4772.3—1999	旋转电机尺寸和输出功率等级 第3部分:小功率装入式电动机凸缘号 BF10~BF50	563
GB/T 4795—1999	船用舱底油污水分分离装置	567
GB/T 4822—1999	锯材检验	581
GB/T 4840.1—1999	对硝基苯胺	587
GB/T 4840.2—1999	邻硝基苯胺	594
GB/T 4840.3—1999	间硝基苯胺	600
GB/T 4854.1—1999	声学 校准测听设备的基准零级 第1部分:压耳式耳机纯音基准等效 阈声压级	607
GB/T 4854.4—1999	声学 校准测听设备的基准零级 第4部分:窄带掩蔽噪声的基准级	616
GB/T 4854.7—1999	声学 校准测听设备的基准零级 第7部分:自由场与扩散场测听的基准 听阈	624
GB/T 4857.14—1999	包装 运输包装件 倾翻试验方法	636
GB/T 4857.15—1999	包装 运输包装件 可控水平冲击试验方法	641
GB/T 4879—1999	防锈包装	647
GB/T 4961—1999	广播报时信号	654
GB/T 5003—1999	日用陶瓷釉面耐化学腐蚀性的测定	659
GB/T 5027—1999	金属薄板和薄带塑性应变比(r 值)试验方法	662
GB/T 5028—1999	金属薄板和薄带拉伸应变硬化指数(n 值)试验方法	670
GB/T 5039—1999	杉原条	679
GB/T 5048—1999	防潮包装	685
GB 5068—1999	铁路机车、车辆车轴用钢	691
GB 5083—1999	生产设备安全卫生设计总则	699
GB/T 5158—1999	金属粉末 在氢中还原时质量损失的测定(氢损)	707
GB/T 5169.12—1999	电工电子产品着火危险试验 试验方法 材料的灼热丝可燃性试验	713
GB/T 5169.13—1999	电工电子产品着火危险试验 试验方法 材料的灼热丝起燃性试验	719
GB/T 5211.20—1999	在本色体系中白色、黑色和着色颜料颜色的比较 色度法	724
GB/T 5218—1999	合金弹簧钢丝	732

前 言

本标准是根据国际电工委员会 IEC 第 36 技术委员会“绝缘子”的第 36A 分技术委员会“绝缘套管”出版物 IEC 60137:1995《交流电压高于 1 000 V 的套管》(第四版)对 GB/T 4109—1988 进行修订,在技术内容上与该国际标准等效,其编写格式和方法符合 GB/T 1.1—1993《标准化工作导则 第 1 单元:标准的起草与表述规则 第 1 部分:标准编写的基本规定》及 GB/T 1.3—1997《产品标准编写规定》。

根据 IEC 60137:1995 对 GB/T 4109—1988 进行修订时保留了 GB/T 4109—1988 中经实践证明适合我国国情而又不与 IEC 60137 相矛盾的某些内容,并增加了套管绝缘油中含水量和油中溶解气体含量等技术要求。

本标准于 1983 年首次制定,于 1988 年 12 月第一次修订,于 1999 年 10 月第二次修订。

本标准从实施之日起同时代替 GB/T 4109—1988。

本标准的附录 A 是标准的附录,附录 B 是提示的附录。

本标准由国家机械工业局提出。

本标准由全国绝缘子标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位:南京电瓷总厂。

参加起草单位:西安高压电瓷厂、抚顺电瓷厂、醴陵电瓷厂、西安电瓷研究所。

本标准主要起草人:邢升璋、吴跃。

参加起草人:刘晓亮、宋伊力、阳日丰、何正林。

本标准委托全国绝缘子标准化技术委员会负责解释。

IEC 前言

国际标准 IEC 60137 是由 IEC 第 36 技术委员会“绝缘子”的第 36A 分技术委员会“绝缘套管”制定的。

此第四版取消并代替了 1984 年出版的第三版并形成了一次技术修改。

IEC 引言

IEC 60137 的这一版中,特别考虑了变压器套管的要求且本版所提的套管已扩展到包括额定电压等于或小于 52 kV 用瓷、玻璃或无机材料、树脂或复合绝缘制作的套管。

本版修改了许多条款以考虑到工艺的发展及与 IEC 标准近期的修改相一致。并考虑了新型套管如充气、气体绝缘及气体浸入式套管。

没有考虑变压器套管安装到开关或其他装置使用所必需的特殊要求。为保证这些套管不致毁坏或不致使变压器在试验时发生内部闪络,需要有高水平的可靠性。应按 8.3 条提高变压器套管的工频干耐受试验电压水平。

本文本中没有提到动态电流耐受试验,因为到目前为止为设置一个现实的试验所收集到的经验还不充分。

中华人民共和国国家标准

高压套管技术条件

Technical specification of high voltage bushing

GB/T 4109—1999
eqv IEC 60137:1995

代替 GB/T 4109—1988

1 范围

本标准规定了高压套管的适用范围、产品分类、技术要求、试验方法、检验规则及标志等。

本标准适用于第4章所规定的额定电压高于1 000 V,频率为15 Hz~60 Hz三相交流输变电系统中高压电器设备、发电机、变压器、电抗器、断路器和电气装置上使用且单独供应的高压套管。

经供需双方协议商定后,本标准也可参考应用于非三相系统中的类似套管,如:整流器、试验变压器或电缆终端套管等。

本标准不适用于金属封闭开关设备内作绝缘支柱用的类似于套管的绝缘结构;也不适用于35 kV及以下纯瓷套管和其他特殊场合使用的套管。

采用复合外套的套管也可参照应用本标准。

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为本标准的条文。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 60071-1:1993)

GB/T 507—1986 绝缘油介电强度测定法(neq IEC 60156)

GB/T 763—1990 交流高压电器在长期工作时的发热

GB 772—1987 高压绝缘子瓷件 技术条件(neq IEC 60233:1974)

GB/T 775.1—1987 绝缘子试验方法 第1部分:一般试验方法

GB/T 775.2—1987 绝缘子试验方法 第2部分:电气试验方法(eqv IEC 60506:1975)

GB/T 775.3—1987 绝缘子试验方法 第3部分:机械试验方法

GB/T 2900.1—1992 电工术语 基本术语(neq IEC 60050)

GB/T 2900.8—1995 电工术语 绝缘子(eqv IEC 60471)

GB/T 2900.19—1994 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合(neq IEC 60060-1)

GB/T 5273—1985 变压器、高压电器和套管的接线端子(neq IEC 60518:1975)

GB/T 5582—1993 高压电力设备外绝缘污秽等级(neq IEC 60507:1991)

GB/T 5654—1985 液体绝缘材料工频相对介电常数、介质损耗因数和体积电阻率的测量
(neq IEC 60247:1978)

GB/T 7252—1987 变压器油中溶解气体分析和判断导则(neq IEC 60567:1977)

GB/T 7354—1987 局部放电测量(eqv IEC 60270:1981)

GB/T 7600—1987 运行中变压器油水分含量测定法(库仑法)

GB/T 7601—1987 运行中变压器油水分测定法(气相色谱法)

JB/T 5895—1991 污秽地区绝缘子使用导则(neq IEC 60815:1986)

JB/T 5896—1991 常用绝缘子术语

JB/T 9673—1999 绝缘子产品包装

3 定义

本标准的术语采用 GB/T 2900.1、GB/T 2900.8、GB/T 2900.19(和 JB/T 5896 的定义,在上述标准中没有的和不一致的术语定义应符合以下规定。

3.1 电容式套管 capacitance graded bushing

主绝缘内部布置有导电或半导电的导电层以调整套管电场分布的套管。

3.2 油浸纸套管 oil impregnated paper bushing

主绝缘由绝缘纸卷绕成芯子所构成,经处理再浸以绝缘液体(通常为变压器油)。芯子装在绝缘套内,芯子与绝缘套之间充以与浸渍时所用的相同的绝缘液体。

3.3 胶粘纸套管 resin bonded paper bushing

主绝缘由上胶纸卷绕成的芯子所构成,在卷绕过程中,由于树脂的涂覆,使每一纸层相粘,并由于树脂的热固化而粘结。胶粘纸套管可以带有绝缘套,此时其中的空间应充以绝缘液体或其他绝缘介质。

3.4 胶浸纸套管 resin impregnated paper bushing

主绝缘由绝缘纸卷绕的芯子构成,随后经树脂浸渍并固化。胶浸纸套管可以带有绝缘套,此时其中的空间应充以绝缘液体或其他绝缘介质。

3.5 浇铸树脂套管 cast resin insulated bushing

主绝缘由含或不含无机充填物的一种由树脂浇铸而成的套管。

3.6 复合绝缘套管 composite bushing

主绝缘至少由两种不同的绝缘材料组合所构成的套管。

3.7 充液体或充混合物套管 liquid-filled or compound-filled bushing

绝缘套内表面和固体主绝缘之间的空间充有油或某种绝缘混合物的套管。

3.8 液体绝缘套管 liquid-insulated bushing

主绝缘由油或其他绝缘液体构成的套管。

3.9 充气套管 gas-filled bushing

固体主绝缘与绝缘套内表面之间充以处在大气压力或更高压力的(与周围空气不同的)气体的套管。

3.10 气体绝缘套管 gas-insulated bushing

主绝缘由等于或高于大气压力的(与周围空气不同的)气体构成的套管。

3.11 气体浸渍套管 gas-impregnated bushing

主绝缘为用纸或塑料膜卷绕的芯子经处理后同等于或高于大气压力下的(不同于周围空气的)全体浸渍构成,且芯子与绝缘套之间的空间充以与浸渍的所使用的相同气体的套管。

3.12 户内套管 indoor bushing

两端均设计用于周围空气中但不暴露在户外大气条件下的套管。

3.13 户外套管 outdoor bushing

两端均设计用于周围空气中,并暴露在户外大气条件下的套管。

3.14 户外-户内套管 outdoor-indoor bushing

两端均设计用于大气压力下周围空气中的套管,其一端暴露在户外大气条件下,而另一端不暴露在户外大气条件下。

3.15 户外-浸入式套管 outdoor-immersed bushing

一端设计用于周围空气中并暴露在户外大气条件下,另一端浸入不同于周围空气的绝缘介质(如油或气体)中的套管。

3.16 户内-浸入式套管 indoor-immersed bushing

一端设计用于周围空气中但不暴露在户外大气条件下,而另一端浸入不同于周围空气的绝缘介质(如油或气体)中的套管。

3.17 完全浸入式套管 completely immersed bushing

两端均浸入不同于周围空气的绝缘介质中(如油或气体)的套管。

3.18 穿缆式套管 draw lead bushing

不具有整体载流导体的套管,电缆或其他导体经套管引入并连接到另一端,将它拆卸后可以取下的套管。

4 分类及额定值

4.1 套管的分类

套管的分类列于表1。

表1 套管的分类

序号	分类特征		类 别
1	主绝缘结构	电容式	胶粘纸 胶浸纸 油浸纸 浇铸树脂 其他绝缘气体或液体
		非电容式	气体绝缘 液体绝缘 浇铸树脂 复合绝缘
2	使用场所		变压器 电抗器 气体绝缘金属封闭开关设备 断路器 变压器—气体绝缘金属封闭开关设备 变压器—电缆终端 穿过墙或楼板
3	运行状态		户外 户外—户内 户外—浸入式
			一般地区(外绝缘污秽等级Ⅰ级) 污秽地区(外绝缘污秽Ⅱ~Ⅳ级)
4	安装方式		户内
			户内—浸入式 完全浸入式
4	安装方式		垂直
			倾斜 水平

4.2 套管的额定值

4.2.1 套管的额定电压 U_r

套管的额定电压 U_r 应从下列第Ⅰ或第Ⅱ系列的标准值中选取(kV):

第Ⅰ系列 7.2, 12, (24), 40.5, 72.5, 126, 252, 363, 550

第Ⅱ系列 7.2, 12, 17.5, 24, 36, 52, 72.5, 123, 145, 170, 245, 362, 420, 525

注:第Ⅱ系列为 IEC 电压系列。

4.2.2 套管的额定电流 I_r

套管的额定电流 I_r 应从下列标准值中选取(A):

100, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000, 1 250, 1 600, 2 000, 2 500, 3 150, 4 000, 5 000, 6 300, 8 000, 10 000, 12 500, 16 000, 20 000, 25 000, 31 500, 40 000。

5 技术要求

5.1 套管的运行条件

5.1.1 暂时过电压

额定电压 U_r 等于或低于 170 kV 的套管, 应能在 U_r 电压下运行, 额定电压高于 170 kV 的套管, 应能在 $0.8 U_r$ 下运行(过电压时间每 24 h 内累计不得超过 8 h; 全年累计不得超过 125 h)。对过电压可能超过上述值的系统, 可选取较高 U_r 的套管。

5.1.2 海拔

一端或两端处于环境空气中的套管, 适用于在海拔 1 000 m 及以下运行, 当套管使用于海拔超过 1 000 m 时, 其外绝缘试验电压应按 GB 311.1 规定进行校正。套管浸入介质中的部分, 不需作海拔校正。

注: 由于套管浸入介质部分的介质击穿强度和闪络电压的限制, 使在高海拔使用的套管, 无法在比运行地点低的海拔下用试验的方法来检验套管的外绝缘距离是否足够时, 供方可用其他方法来说明其绝缘距离是否合适。当海拔高度超过 1 000 m 而不超过 4 000 m 时, 则每增高 100 m, 其闪络距离应增加 1%。

例: 套管安装的海拔 2 800 m, 闪络距离增加为

$$1\% \times (2\,800\text{ m} - 1\,000\text{ m}) / 100\text{ m} = 18\%$$

5.1.3 环境空气和浸入介质中运行的极限温度如下:

a) 环境空气温度

最高 40℃

最高日平均 30℃

最低 等级 I — 25℃; 等级 II — 45℃

b) 封闭母线中的空气温度

最高 80℃

c) 变压器中油温度

最高 100℃

最高日平均 90℃

d) 其他介质温度

按使用该套管的电器标准规定

e) 本标准使用的户内套管, 不适用于有凝露的环境。

注

1 浸入介质的日平均温度, 取 24 h 连续读数的算术平均值。

2 环境空气温度最高高于 40℃, 最低低于 -45℃ 时由供需双方协议确定。若用户不明确指定, 则通常按温度等级 I 供货。

5.1.4 安装角度

对设计为垂直安装的套管, 一般允许其轴线与垂直线的安装夹角不超过 30°。

对设计为水平安装的套管, 一般允许其轴线与水平线的安装夹角不超过 15°。

当需要超过以上规定的角度情况下安装时, 可按表 7 允许弯曲负荷下运行, 也可由供需双方协议商定。

5.2 套管的制造

套管应符合本标准的要求,并按照规定程序批准的图样及文件制造。

5.2.1 套管的瓷套应符合 GB 772 的规定,浸渍或充以其他绝缘介质的其瓷套应符合相应标准的规定。

5.2.2 套管的爬电比距,套管户外端瓷套最小公称爬电距离与套管额定电压 U_r 的比值(爬电比距)应符合 GB/T 5582 的规定。即:

污秽等级	爬电比距 mm/kV
I	16
II	20
III	25
IV	31

套管户外端瓷套实际爬电距离对最小公称爬电距离的负偏差应符合 GB 772 规定,不得超过下式(1)的规定。

$$0.025 L + 6 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中: L ——最小公称爬电距离,mm

注:对于污秽地区使用的套管其瓷套外形结构应符合 JB/T 5895 的有关规定。当产品户外端瓷套平均直径等于或大于 300 mm,选用时还应考虑有效爬电距离的校正。

5.2.3 套管的接线端子应符合 GB/T 5273 规定。

5.2.4 套管所有外露的金属附件应无毛刺、尖角、开裂,并应有防护层(或镀层);套管与变压油接触的的金属零件表面应涂耐油性绝缘漆,胶纸电容芯子表面涂防潮耐油绝缘漆,漆层应光滑,无开裂。

5.3 套管的试验电压

电压系列 I 套管的试验电压应符合表 2.1 的规定。电压系列 II 套管的试验电压应符合表 2.2 的规定。对已运行过的套管,其耐受值为表中的 85%。

工频及操作冲击的湿耐受电压仅户外套管有此要求。雷电截波冲击耐受电压仅在额定电压 U_r 等于或大于 72.5 kV 的变压器套管有此要求,且在需方提出要求时才进行此项试验,其峰值电压是全波值的 115%,截波装置的击穿时间为 $2 \mu\text{s} \sim 6 \mu\text{s}$ 。

表 2.1 电压系列 I 套管的试验电压

kV

额定电压 U_r	系统标称电压 U_n	60 s 工频耐受电压(有效值)		雷电冲击干耐受电压(峰值) 全波	操作冲击耐受电压(峰值) (干或湿)
		干	湿		
7.2	6	26	23	60	—
12	10	42	30	75	—
(24)	(20)	58	50	125	—
40.5	35	95	80	200	—
72.5	66	147	140	325	—
126	110	185/230		550	—
252	220	395/460		950	—
363	330	535/570		1 175	950
550	500	680/740		1 550/1 675	1 175
电力变压器中性点绝缘套管试验电压					
126	110	105	95	250	—
363	330	255	230	550	—

注:分两档的电压值由供需双方协议(表 2.2 同)。

表 2.2 电压系列Ⅱ套管的试验电压

kV

额定电压 U_r	系统标称电压 U_n	60 s 工频耐受电压(有效值)		雷电冲击干耐受电压(峰值) 全波	操作冲击耐受电压(峰值) (干或湿)
		干	湿		
7.2	7.2	20	20	60	—
12	12	28	28	75	—
24	24	50	50	125	—
36	36	70	70	170	—
52	52	95	140	250	—
72.5	72.5	140	140	325	—
123	123	185/230		450/550	—
145	145	230/275		550/650	—
170	170	275/325		650/750	—
245	245	395/460		950/1 050	—
362	362	460/510		1 050/1 175	950
420	420	570/680		1 300/1 425	1 050
525	525	630/680		1 425/1 550	1 175

5.4 套管的介质损耗因数($\tan\delta$)和电容量(C)5.4.1 套管在工频 $1.05 U_r/\sqrt{3}$ 电压下的 $\tan\delta$ 的最大值应符合表 3 的规定。表 3 套管的 $\tan\delta$ 最大值

序号	套管主绝缘类型		$\tan\delta$ 最大值
1	电容式	油浸纸	0.007(550 kV 及以上套管为 0.005)
2		胶浸纸	0.007
3		胶粘纸	0.010(72.5 kV 及以下套管为 0.015)
4		浇铸树脂	0.015
		气体	0.015
5	非电容式	浇铸树脂	0.020
6		复合绝缘	由供需双方商定
7	其他套管		由供需双方商定

5.4.2 电容式套管的 $\tan\delta$ 变化值($\Delta\tan\delta$) 在工频电压从 $1.05 U_r/\sqrt{3}$ 升高到 U_r 时应不大于下列规定:

- 油浸纸、胶浸纸为 0.001;
- 胶粘纸、气体、浇铸树脂为 0.004。

5.4.3 套管的电容量在工频 $1.05 U_r/\sqrt{3}$ 下测量,在高压试验以前和以后所测得的电容量的增大值,应小于相当于一层电容量的 75%。

5.5 套管的局部放电量及无线电干扰

5.5.1 套管的局部放电量应符合表 4 规定。

表 4 套管的局部放电最大值

pC

套管的绝缘型式	测量电压, kV		
	$U_r^{1)}$	$1.5U_r/\sqrt{3}^{2)}$	$1.05U_r/\sqrt{3}$
油浸纸式	10	10	5
胶浸纸式	10	10	5
胶粘纸式 ³⁾	—	250	100
带有金属层的	4)	4)	300
气体浸渍	10	10	5
气体		10	5
浇铸树脂式	—	10	5
复合式	4)		
其他	4)		

1) 仅适用于变压器套管。

2) 对开关设备套管,放电量可在供需双方协议的较低电压下测量。

3) 对用于电力变压器上的胶粘纸套管可由供需双方协议有较低的放电量。

4) 复合式及其他型式套管的最大允许放电量应由供需双方商定。

5.5.2 用户有要求时, 进行无线电干扰电压测量, 其数值由供需双方协议确定。

5.6 套管测量端子、电压抽头的电容、介质损耗因数($\tan\delta$)和工频耐受电压试验

测量端子: 对地耐受电压不低于 2 kV, 试验持续时间为 60 s。

电压抽头: 为抽头额定电压的两倍, 但不得低于 2 kV, 试验持续时间为变压器套管测量端子、电压抽头对地电容 $\leq 5\,000$ pF, $\tan\delta \leq 0.05$ 。

5.7 套管的热稳定性能试验

额定电压 U_r 为 170 kV 及以上的胶粘纸变压器套管、额定电压 U_r 为 362 kV 及以上的油浸纸或胶浸纸变压器套管, 应在室温不低于 10℃ 下进行热稳定性能试验。试验时将套管下部浸入 $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的变压器油中, 当额定电压 U_r 等于或小于 170 kV 时对套管施加额定电压 U_r , 当额定电压 U_r 大于 170 kV 对套管施加 $0.8 U_r$ 电压, 套管的 $\tan\delta$ 应稳定。

若能以比较试验的结果来论证表明套管的热稳定性能是可靠的, 则该套管的热稳定性能可免试。

5.8 套管各部位的发热温度和温升

套管在长期施加额定电流 $I_r \pm 2\%$ 至稳定后, 其各部位的发热温度和温升应不大于表 5 的规定。

如果能以比较试验为基础的计算证明最高发热温度符合规定的要求, 则可免做本试验。

当套管在环境温度不同于 $+40^\circ\text{C}$ 下使用时, 套管的额定电流按附录 A 规定。

套管中导体的最热点温度可由以下公式计算确定。

导体的最高温度 θ_M 由式(2)和(3)关系式推导出:

$$\theta_M = \frac{[3(R_C/R_A \times 1/\alpha + \theta_A) - 3/\alpha - \theta_1 - \theta_2]^2 - (\theta_1 \times \theta_2)}{3 \times [2(R_C/R_A \times 1/\alpha + \theta_A) - 2/\alpha - \theta_1 - \theta_2]} \dots\dots\dots(2)$$

$$M = [3(R_C/R_A \times 1/\alpha + \theta_A) - 3/\alpha - \theta_1 - \theta_2] - \theta_M \dots\dots\dots(3)$$

式中: θ_M ——导体最高温度, $^\circ\text{C}$ (以下同);

R_A ——导体两端间在 θ_A 稳定温度时的电阻, Ω ;

R_C ——导体载流 I_r 在温度稳定时的电阻, Ω ;

α ——测量导体电阻温度系数;

θ_A ——导体的稳定基准温度, $^\circ\text{C}$;

θ_1 ——导体较冷端测量出的温度,℃(以下同);

θ_2 ——导体较热端测量出的温度,℃(以下同);

M ——检验参量。

若式(2)算得 M 是正值,则导体的最高温度是 θ_M ,且它位于导体两端中任何点。若 M 是负值或零,则导体的最高温度是 θ_2 。

导体的最高温度距较冷端之距离 L_M 按式(4)计算:

$$L_M = \frac{L}{1 \pm \sqrt{(\theta_M - \theta_2)/(\theta_M - \theta_1)}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中: L ——导体长度,cm;

L_M ——最高温度点距导体较冷端的距离,cm。

表 5 套管各部位允许的最高温度值和温升

部 件 说 明				最大温升,K	最高温度,℃	备注 ¹⁾		
弹性接触	铜与铜合金	无镀层	空气中	45	75	4)		
			SF ₆ 中	60	90			
			油中	50	80	2)		
		镀锡	空气, SF ₆ 或油中	60	90			
			电镀银或镍	空气或 SF ₆ 中	75	105	2)	
		油中		60	90			
螺旋接触	铜 铝 铜合金 铝合金	无镀层	空气中	60	90			
			SF ₆ 中	75	105			
			油中	70	100	2)		
		镀锡	空气或 SF ₆ 中	75	105			
			油中	70	100	2)		
		电镀银或镍	空气或 SF ₆ 中	85	115	2)		
			油中	70	100			
		用 螺 钉 或 螺 栓 连 接 的 外 用 接 线 端 子	铜、银 及 其 合 金	无镀层		60	90	
				镀锡		75	105	
电镀银或镍				70	105	3)		
与绝缘接触的金属材料	绝缘等级	A 级(油浸纸)	75	105				
		E 级(胶粘纸和胶浸纸)	90	120				

1) 温升的数值根据最大日平均温度 30℃为基础。

2) 对于合成绝缘体(硅树脂,酯类)由供需双方商定较高的数值。

3) 如果估计有严重氧化,温升应限制在 50 K。

4) 弹性接触是用弹簧压力维持连接,如插入式连接。

5.9 套管的密封性能

5.9.1 充(或浸渍)气体或气体绝缘的套管和充液体绝缘套管,都应进行密封试验。前者应在周围环境温度下充以最大运行压力的气体,若在规定的时间内,测得泄漏的气体,通过计算每年泄漏量应等于或小于套管内总气体量的 1%;试验后者时,套管应施加比运行压力高(0.1±0.01) MPa 的压力,维持 1 h,不应有任何渗漏现象。

5.9.2 作为电气设备(例如开关或变压器)一个组成部分的套管,应对其与整个密封有关的部分进行密封试验。试验时,在套管的中心导杆内施加比运行压力高(0.1±0.01) MPa 的压力(充气体或液体)维持 15 min,套管的顶端密封部位不应有任何渗漏现象。

5.10 套管的弯曲耐受负荷

套管应能耐受表 6 规定的弯曲耐受负荷试验 60 s。试验时,套管内部应施加比运行压力高(0.1±0.01) MPa 的压力。试验过程中,套管不得有任何渗漏或机械损伤。

表 6 套管的弯曲耐受负荷试验

N

额定电压 kV	额定电流 I_r , A							
	≤ 800		1 000~1 600		2 000~2 500		$\geq 3 150$	
	I	II	I	II	I	II	I	II
≤ 40.5	1 000	1 000	1 000	1 250	2 000	2 000	3 150	3 150
52	1 000	1 600	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150	3 150
72.5	1 000	2 000	1 250	2 000	2 000	3 150	4 000	4 000
123~145	1 250	3 150	1 600	3 150	2 500	4 000	4 000	4 000
170~252	1 250	4 000	1 600	4 000	2 500	5 000	4 000	5 000
≥ 362	2 500	4 000	2 500	4 000	3 150	5 000	5 000	5 000

套管应能耐受表 6 给出的弯曲水平 I (正常负荷)或 II (重负荷)的弯曲负荷值,弯曲水平 I 是额定负荷,也是通常供货提供值。若用户有特殊重负荷要求,需要按第 II 系列弯曲耐受负荷供货,则由供需双方协议商定。

套管允许运行弯曲负荷符合表 7 规定。

表 7 套管允许运行弯曲负荷

N

额定电压 kV	额定电流 I_r , A							
	≤ 800		1 000~1 600		2 000~2 500		$\geq 3\ 150$	
	套管安装与垂直线夹角 $\leq 30^\circ$							
	I	II	I	II	I	II	I	II
≤ 40.5	500	500	625	625	1 000	1 000	1 575	1 575
52	500	860	625	800	1 000	1 250	1 575	1 575
72.5	500	1 000	625	1 000	1 000	1 575	2 000	2 000
123~145	625	1 575	800	1 575	1 250	2 500	2 000	2 500
170~252	625	2 000	800	2 000	1 250	2 500	2 000	2 500
≥ 362	1 250	2 000	1 250	2 000	1 575	2 500	2 500	2 500
	套管安装与垂直线夹角 $> 30^\circ$							
	I	II	I	II	I	II	I	II
≤ 40.5	300	300	375	375	600	600	945	945
52	300	480	375	480	600	945	945	945
72.5	300	600	375	600	600	945	1 200	1 200
123~145	375	945	480	1 200	750	1 500	1 200	1 500
170~252	375	1 200	480	1 200	750	1 500	1 200	1 500
≥ 362	750	1 200	750	1 200	945	1 500	1 500	1 500

5.11 套管耐受的热短时电流 I_{th}

套管应能耐受规定的热短时电流试验, I_{th} 为额定电流 I_r 的 25 倍,持续时间为 1 s (变压器套管的持续时间通常为 2 s)。若用户需要不同于本规定的 I_{th} 值时,则由供需双方协议商定。