



中华人民共和国国家标准

GB/T 20635—2006

特殊环境条件 高原用高压电器的技术要求

Special environment condition—
Technical requirements of high-voltage apparatuses for plateau

2006-11-08 发布

2007-04-01 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

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
特殊环境条件
高原用高压电器的技术要求
GB/T 20635—2006

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 21 千字
2007 年 4 月第一版 2007 年 4 月第一次印刷

*

书号: 155066 · 1-29149 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68533533

前 言

本标准的附录 A 为资料性附录。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国高电压试验技术与绝缘配合标准化技术委员会(SAC/TC 163)归口。

本标准由全国高电压试验技术与绝缘配合标准化技术委员会(SAC/TC 163)解释。

本标准起草单位及成员：

负责单位：西安高压电器研究所：李政、严玉林、贾涛、易志斌、陈冰；

武汉高压研究所：雷民；

昆明电器科学研究所：赵磊、周琼芳、刘昆成、郑佑、陈小云。

参加单位：北京电工技术经济研究所：郭丽平；

北京北开电气股份有限公司：张文波；

天水长城开关厂：于庆瑞；

湖南开关有限责任公司：何艳辉；

云南开关厂：蔡家碧；

四川电器有限责任公司：池海燕；

沈阳变压器研究所：董慧生；

顺特电气有限公司：张敏、赵晓春。

本标准主要起草人：李政、严玉林。

目 次

前言	Ⅲ
1 概述	1
1.1 范围	1
1.2 规范性引用文件	1
2 使用环境	1
3 术语和定义	1
4 额定值	2
5 一般技术要求	2
5.1 外绝缘强度的高海拔校正因数	2
5.2 大气校正	3
5.3 安装要求	6
6 一般试验要求	6
6.1 耐受电压试验	6
6.2 局部放电试验	6
6.3 无线电干扰试验	6
6.4 空气密度校正因数 K_{h1} 和湿度校正因数 K_{h2} 的应用	6
6.5 温升试验	7
附录 A(资料性附录) 高原环境气候条件对高压电器设备的影响	8
A.1 高原自然环境气候条件的特征	8
A.2 空气压力和空气密度降低的影响	8
A.3 空气温度降低及温度变化增大的影响	8
A.4 空气绝对湿度降低的影响	9
A.5 太阳辐射增强的影响	9
图 1 外绝缘强度的高海拔校正因数	2
图 2 高海拔修正指数 m_1 值和湿度修正指数 W 与参数 g 的关系曲线	3
图 3 湿度修正因数 K 与绝对湿度 h_2 的关系曲线	4
图 4 空气湿度与干球、湿球温度计读数的关系	5

特殊环境条件 高原用高压电器的技术要求

1 概述

1.1 范围

本标准规定了高压电器设备在高于海拔 1 000 m, 不超过海拔 5 000 m 的高海拔地区工作时与周围大气有关的特殊技术要求。

本标准适用于最高电压大于 1 kV 的三相交流电力系统和直流电力系统中使用的高压电器设备, 这些设备包括: 断路器、隔离开关、负荷开关、接地开关、熔断器、避雷器、限流电抗器、电流互感器以及组合电器和成套配电装置等。也适用于单相和两相系统。

1.2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的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 311.1—1997 高压输变电设备的绝缘配合(eqv IEC 60071-1:1993)

GB/T 2900.19—1994 电工术语 高电压试验技术和绝缘配合(neq IEC 60071、IEC 60060、IEC 60050等)

GB/T 2900.20—1994 电工术语 高压开关设备(neq IEC 60050(441)、IEC 60056 等)

GB/T 4797.2—1986 电工电子产品自然环境条件 海拔与气压、水深与水压

GB/T 7354—2003 局部放电测量(IEC 60270:2001, IDT)

GB/T 11022—1999 高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求(eqv IEC 60694:1996)

GB/T 11604—1989 高压电器设备无线电干扰测量方法(eqv IEC 60018:1983)

GB/T 14597—1993 电工产品不同海拔的气候环境条件

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

GB/T 16927.2—1997 高电压试验技术 第2部分: 测量系统(eqv IEC 60060-2:1994)

2 使用环境

高于海拔 1 000 m, 不超过 5 000 m 的高海拔地区。

0 m~5 000 m 海拔的气候环境参数, GB/T 14597—1993 的规定适用。

可以根据高压电器设备的海拔分级选择气候环境参数; 也可以按照高压电器设备的实际使用地点的海拔, 在相应区间内用线性内插法确定气候环境参数。

3 术语和定义

GB/T 2900.19—1994 和 GB/T 2900.20—1994 确立的术语和定义适用于本标准, 并作如下补充:

3.1

高原 plateau

海拔超过 1 000 m 的地域。

3.2

海拔分级 altitude classification

本标准参照 GB/T 4797.2—1986 的规定, 高压电器设备在地面的海拔分级为 1 000 m、2 000 m、

3 000 m、4 000 m、5 000 m。

注：海拔分级适用于设计制造高原用高压电器设备时确定其正常或特殊使用条件。0 m~1 000 m 地区用 1 000 m 等级；2 000 m 以下地区用 2 000 m 等级；3 000 m 以下地区用 3 000 m 等级；4 000 m 以下地区用 4 000 m 等级；5 000 m 以下地区用 5 000 m 等级。

4 额定值

GB/T 11022—1999 及本标准涉及的相关产品标准的规定适用。

5 一般技术要求

5.1 外绝缘强度的高海拔校正因数

高海拔高压电器设备外绝缘额定绝缘水平高海拔修正按公式(1)进行。

$$U = K_H \cdot U_0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

U ——使用于高海拔地区的高压电器设备在海拔 1 000 m 以下地区试验时的耐受电压，kV；

U_0 ——高压电器设备的额定耐受电压，kV；

K_H ——外绝缘强度的高海拔校正因数，可由图 1 查出，也可由公式(2)计算求得。

$$K_H = e^{m_0 \left(\frac{H-1\,000}{8\,150} \right)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

H ——海拔，m。

为了简单起见，指数 m_0 取下述确定值：

- $m_0 = 1$ 适用于雷电冲击、工频及操作冲击干试验电压；
- $m_0 = 0.9$ 适用于直流电压；
- $m_0 = 0.8$ 适用于工频湿试电压、操作冲击湿试电压；
- $m_0 = 0.75$ 适用于无线电干扰电压。

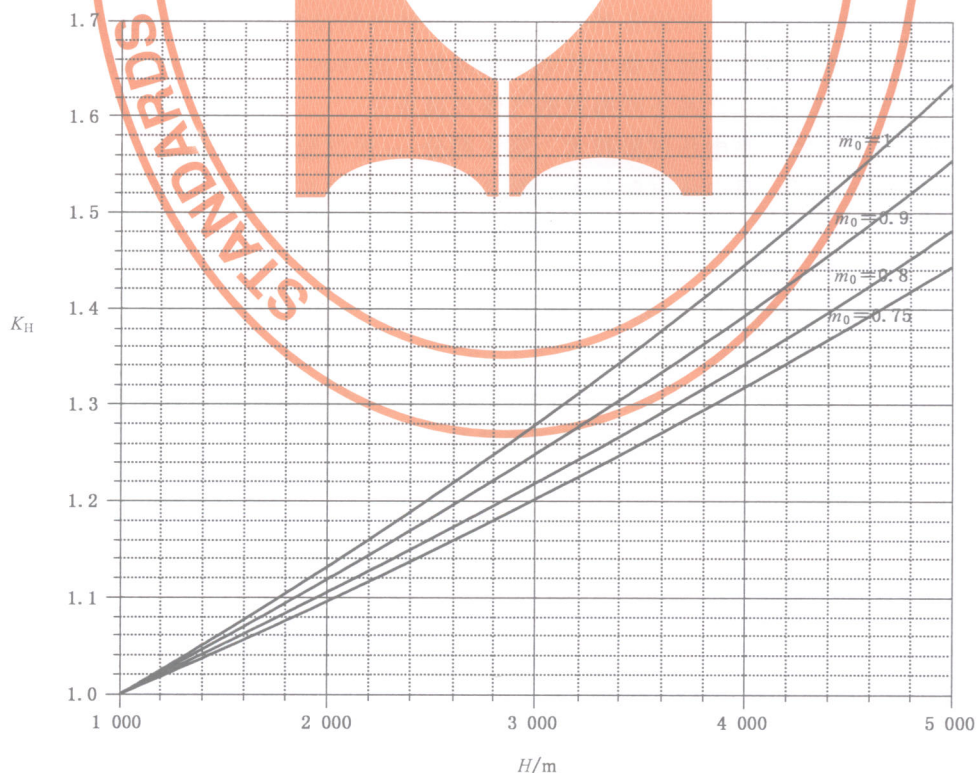


图 1 外绝缘强度的高海拔校正因数

5.2 大气校正

当试验地点的海拔与产品确认适用的使用地区的海拔不同时,试验时需进行大气校正。

5.2.1 高海拔大气校正因数

外绝缘破坏性放电电压与试验时的大气条件有关,当大气相对湿度大于 80% 时,破坏性放电会变得不规则(特别是当破坏性放电发生在绝缘表面时)。

利用校正因数可将测得的破坏性放电电压值换算到标准参考大气条件下的电压值。反之,也可将标准参考大气条件下规定的试验电压值换算到试验条件下的电压值。

破坏性放电电压值正比于高海拔大气校正因数 K_a 。 K_a 是下列两个因数的乘积:

——高海拔空气密度校正因数 K_{h1}

——高海拔湿度校正因数 K_{h2} 海拔

$$K_a = K_{h1} \cdot K_{h2} \quad \dots\dots\dots (3)$$

实际施加于试品外绝缘的试验电压值 U 由规定的标准参考大气条件下的试验电压值 U_0 乘以 K_a 求得:

$$U = K_a \cdot U_0 \quad \dots\dots\dots (4)$$

反之,可将测量的破坏性放电电压值校正到标准参考大气条件下的电压值:

$$U_0 = U / K_a \quad \dots\dots\dots (5)$$

5.2.1.1 高海拔空气密度校正因数 K_{h1}

高海拔空气密度校正因数 K_{h1} 取决于外绝缘强度的高海拔修正因数 K_H 和指数 m_1 , 其表达式如下:

$$K_{h1} = K_H^{m_1} \quad \dots\dots\dots (6)$$

K_H 由图 1 或公式(2)确定,指数 m_1 在图 2 中给出。

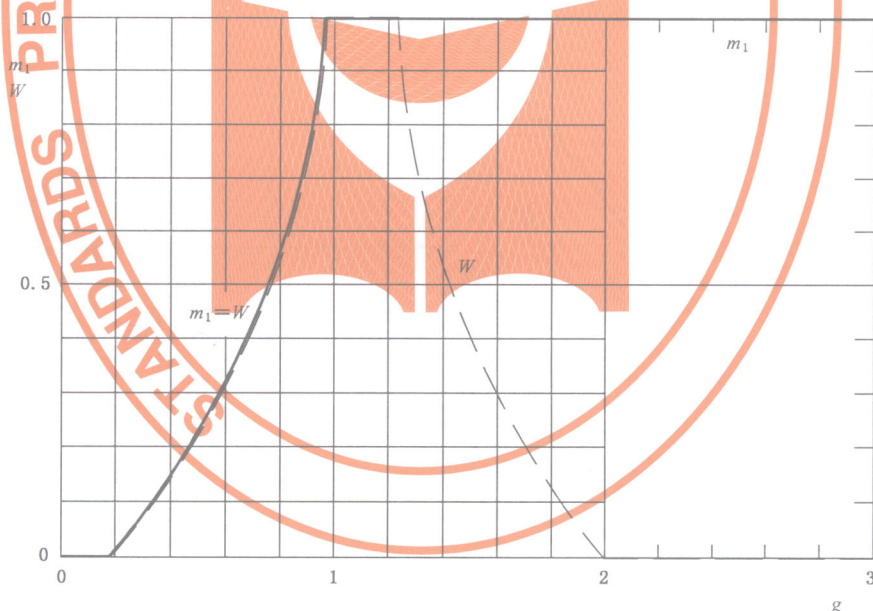


图 2 高海拔修正指数 m_1 值和湿度修正指数 W 与参数 g 的关系曲线

5.2.1.2 高海拔湿度校正因数 K_{h2}

湿度校正因数可表示如下:

$$K_{h2} = K^W \quad \dots\dots\dots (7)$$

指数 W 在图 2 中给出。 K 取决于试验电压类型和修正的高海拔绝对湿度 h_2 , 可采用图 3 的曲线来近似求取,图 2、图 3 中的曲线可认为是上限。

注:对 h_2 值超过 15 g/m³ 的湿度校正需慎重处理。

修正的高海拔绝对湿度 h_2 , 其表达式:

$$h_2 = h / \delta^{m_2} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

h_2 ——修正的高海拔绝对湿度, g/m^3 ;

h ——高海拔试验地点实测绝对湿度, g/m^3 ;

m_2 ——系数:

——工频、雷电冲击电压时, 取 $m_2 = 1$;

——直流、操作冲击电压时, 取 $m_2 = 0.78$ 。

δ ——相对空气密度

$$\delta = \frac{b}{b_0} \cdot \frac{273 + t_0}{273 + t} \quad \dots\dots\dots (9)$$

—— t_0 : 标准参考大气条件下的温度, 20°C ;

—— b_0 : 标准参考大气条件下的压力, 101.3 kPa ;

—— t : 周围环境温度, $^\circ\text{C}$;

—— b : 周围环境大气压力, kPa ;

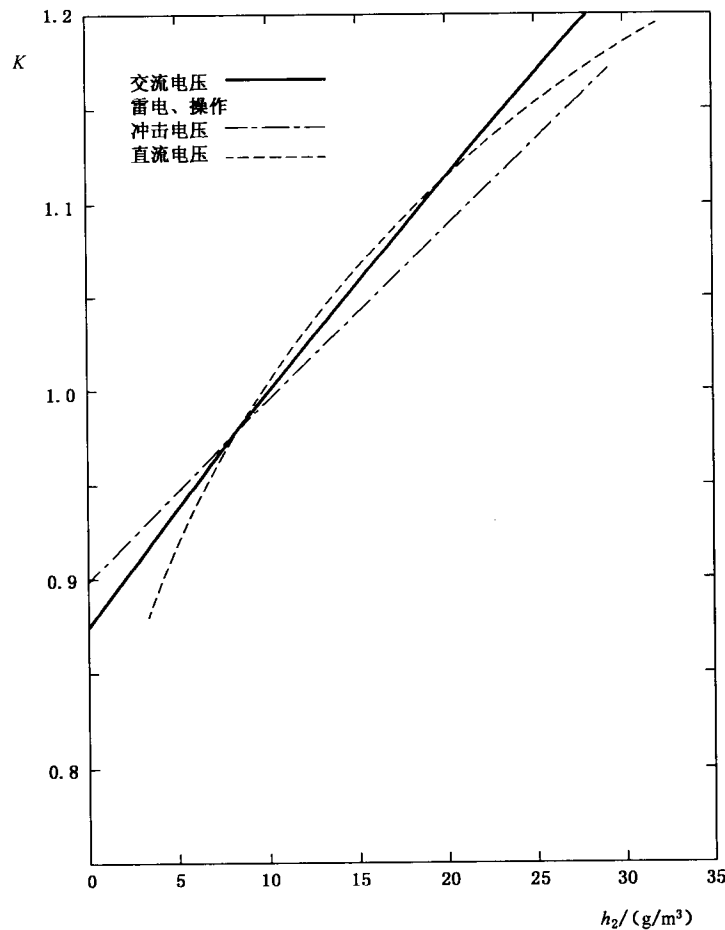


图3 湿度修正因数 K 与绝对湿度 h_2 的关系曲线

5.2.1.3 指数 m_1 和 W 确定方法

校正因数依赖于预放电形式, 由此引入参数 g :

$$g = \frac{U_B}{500L \delta K_{h_2}} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

U_B ——实际大气条件时 50%破坏性放电电压值(测量或计算), kV ;

L ——试品最小放电路径, m ;

δ ——相对空气密度;

K_{h2} ——高海拔湿度校正因数。

注: 设备的最小放电路径可根据产品设计给出的最小空气间隙来确定。

耐受电压试验时, U_B 可以假定为 1.1 倍试验电压值。

指数 m_1 和 W 仍在研究中, 其近似值在图 2 中给出, 特别对于 g 小于 1 的超高压长间隙问题仅为大量统计数据的轮廓线, 因此目前工频、雷电冲击、直流电压一般情况下取 $m_1=1$ 。

额定电压 363 kV 以上产品的操作冲击电压 m_1 指数按表 1 的规定选用。

表 1

极对地	$m_1=0.75$
纵向绝缘	$m_1=0.9$
极间	$m_1=1.0$

5.2.2 湿度测量

湿度测量通常用通风式精密干湿球温度计。绝对湿度是干、湿两个温度计读数的函数, 可由图 4 查出, 同时也可查得相对湿度。测量时应在数值达到稳定后仔细读数, 以免在确定湿度时造成过大的误差。只要具有足够的准确度, 其他确定湿度的方法亦可采用。

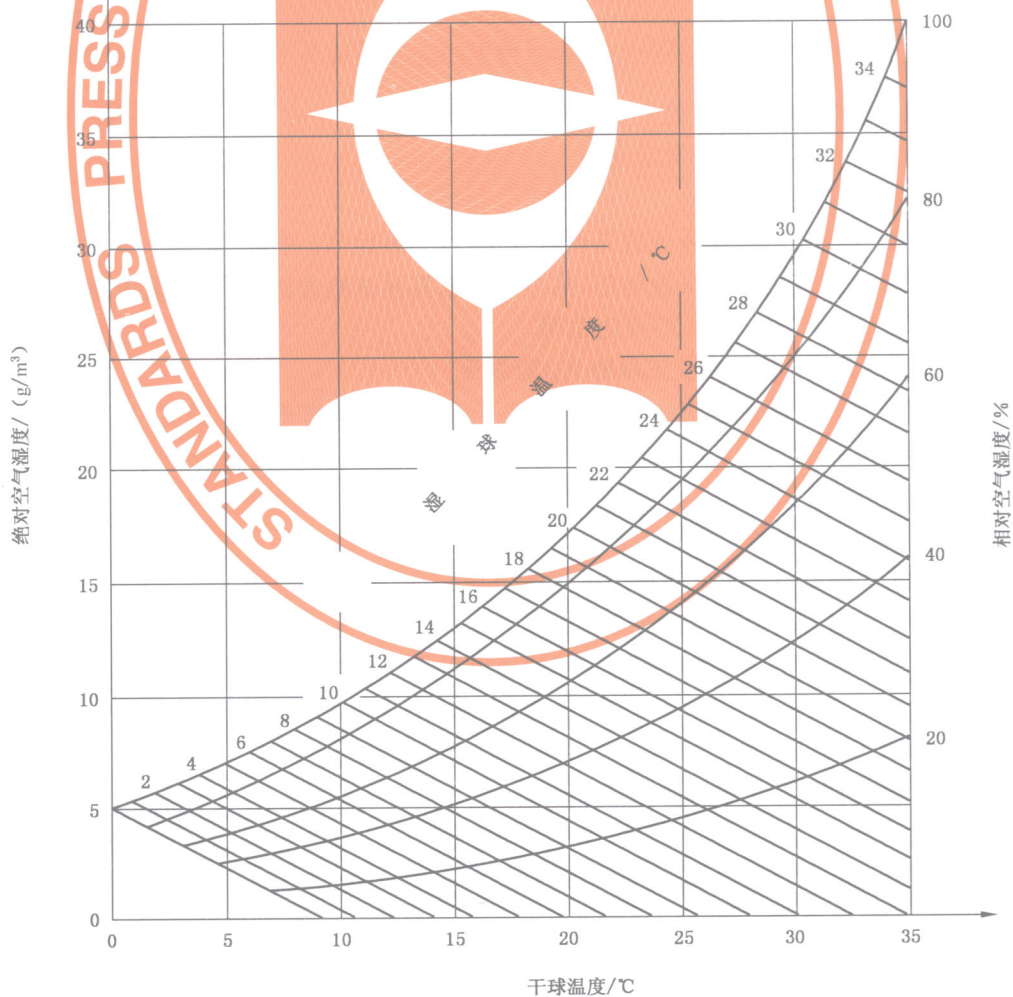


图 4 空气湿度与干球、湿球温度计读数的关系

图 4 给出了标准大气压下空气湿度与干球、湿球温度读数的关系。非标准大气压条件时需将湿度图读数与修正值 ΔH 相加以得到实际湿度值。 ΔH 的计算公式为:

$$\Delta H = \frac{1.445}{273 + T_D} \Delta t \cdot \Delta b \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中:

T_D ——空气干泡温度,℃;

Δt ——干泡和湿泡温度之差;

Δb ——标准大气压与实际大气压之差,即 $\Delta b = 101.3 - b$, kPa;

ΔH ——绝对湿度的修正值, g/m³。

5.3 安装要求

使用于高原地区的高压电器设备,尤其是户外产品,在安装时应充分考虑高原地区的大风和沙尘对设备完整及性能和安装人员安全的影响。

6 一般试验要求

6.1 耐受电压试验

——内绝缘耐受电压 GB 311.1—1997 的表 3、表 4 中的高压电器内绝缘耐受电压的规定值适用;

——外绝缘耐受电压需按式(4)进行高海拔修正;

——湿试验不进行湿度校正因数 K_{h2} 的修正, m_0 指数见图 1, K_{h1} 修正见 5.2, 试验方法按 GB/T 16927.1—1997 的规定。

6.2 局部放电试验

局部放电试验主要考核内绝缘,绝大多数与大气环境无关,一般试验电压不作高海拔修正,试验电压和试验方法 GB/T 7354—2003 的规定适用。

6.3 无线电干扰试验

无线电干扰试验电压按外绝缘强度的高海拔修正,修正因数 K_H 中取 $m_0 = 0.75$ 。如果无线电干扰试验电压修正后高于局部放电最高试验电压,则应该考虑其他试验方法,具体情况由制造厂与用户协商解决。试验方法 GB/T 11604—1989 的规定适用。

6.4 空气密度校正因数 K_{h1} 和湿度校正因数 K_{h2} 的应用

a) 当试验地点与使用地点在同一海拔时,试验电压不进行高海拔空气密度校正。

$$U = K_{h2} \cdot U_0 \quad \dots\dots\dots(12)$$

式中:

U ——实际加于试品外绝缘的电压;

U_0 ——规定的标准参考大气条件下的试验电压;

K_{h2} ——试验地点的高海拔湿度校正因数。

b) 当试验地点为高海拔,使用地点高于试验地点时,试验电压按以下公式进行校正。

$$U = [1 + (K_{h11} - K_{h12})] \cdot K_{h2} \cdot U_0 \quad \dots\dots\dots(13)$$

式中:

U ——实际加于试品外绝缘的电压;

U_0 ——规定的标准参考大气条件下的试验电压;

K_{h11} ——使用地点高海拔空气密度校正因数;

K_{h12} ——试验地点高海拔空气密度校正因数;

K_{h2} ——试验地点的高海拔湿度校正因数。

c) 当试验地点低于 1 000 m 海拔,使用地点高于 1 000 m 海拔时。湿度修正按 GB/T 16927.1—1997 的规定进行,高海拔空气密度修正按本标准进行。

$$U = K_{h1} \cdot K_2 \cdot U_0 \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中:

U ——实际加于试品外绝缘的电压;

U_0 ——规定的标准参考大气条件下的试验电压;

K_{h1} ——使用地点的高海拔空气密度校正因数;

K_2 ——试验地点的湿度校正因数。

6.5 温升试验

交流系统的设备温升按公式(15)进行修正,直流系统的设备温升正在考虑中。

$$K_\tau = \frac{\tau_H}{\tau_{1000}} = e^{0.03 \left(\frac{H-1000}{1000} \right)} \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

K_τ ——温升的高海拔校正因数;

τ_H ——高海拔地区设备的允许温升, K;

τ_{1000} ——海拔 1 000 m 以下地区设备的允许温升, K;

H ——使用地区的海拔高度, m。

注: τ_H 等于 GB/T 11022—1999 表 3 中规定的设备最高允许温度 θ_H 与 GB 14597—1993 中给出的高海拔地区最高环境温度的差值。

高压电器设备在高海拔条件下正常工作时,任何部件的最高温度均不应超过 GB/T 11022—1999 表 3 中规定的最高允许温度。

在高海拔局部地区,由于太阳热辐射引起表面附加温升,由制造厂与用户协商确定。

温升试验按 GB/T 11022—1999 规定的方法进行。

附录 A

(资料性附录)

高原环境气候条件对高压电器设备的影响

A.1 高原自然环境气候条件的特征

- 空气压力和空气密度较低；
- 空气温度较低，温度变化较大；
- 绝对空气湿度较小；
- 太阳辐射较强；
- 降水量较少；
- 年大风日多，沙尘较多；
- 土壤温度较低，冰冻期长。

A.2 空气压力和空气密度降低的影响

A.2.1 对空气绝缘强度和放电电压的影响

海拔增高，空气密度相对变小，带电质点平均自由行程增大，电子单位行程距离中的碰撞次数减少，但每次碰撞前所积累的能量增大，空气分子电离的概率增大，故随着海拔的增高，空气绝缘强度降低，高压电器设备外绝缘的放电电压下降。

A.2.2 对电晕的影响

高海拔低气压使高压电器设备在空气中裸露部分的电晕起始电场强度降低，如不作防范就会使设备的无线电干扰和损耗加大。

A.2.3 对开关电器灭弧性能的影响

空气压力和空气密度的降低，使以空气作为灭弧介质的开关电器的灭弧性能下降，关合、开断能力降低，电寿命缩短。

- a) 电弧燃弧时间随海拔升高即气压降低而延长。
- b) 电弧的飞弧距离随海拔升高即气压降低而增加。

A.2.4 对介质冷却效应和设备温升的影响

空气压力和空气密度的降低，引起空气介质冷却效应的降低。对于以自然对流、强迫通风及空气散热为主要散热方式的高压电器设备，由于散热能力下降，温升升高。

A.2.5 对高压电器设备机械结构和密封性能的影响

- a) 引起低密度、低浓度、多孔材料的物理化学性质的变化。
- b) 加速润滑剂的蒸发及塑料制品中增塑剂的挥发。
- c) 气体或液体易于从密封容器中泄漏，有密封要求的高压电器设备，会间接影响电气性能。
- d) 引起压力容器承受的压力变化，导致压力容器变形或破坏。

A.3 空气温度降低及温度变化增大的影响

A.3.1 高原环境空气温度对设备温升的补偿

高原环境中平均空气温度和最高空气温度都随海拔升高而降低，对设备温升可以起到一定的补偿作用。

A.3.2 温度变化对设备结构的影响

高原环境空气温度的日温差较大。较大的温度变化使设备的外壳容易变形和龟裂，密封结构易于

破坏。

A.4 空气绝对湿度降低的影响

A.4.1 对外绝缘强度的影响

绝对湿度随海拔升高而降低。绝对湿度降低时,绝对湿度在高原地区对外绝缘强度的影响不同于平原地区。

A.5 太阳辐射增强的影响

A.5.1 高原太阳热辐射增强的影响

热辐射对物体有加热作用。对于户外用高压电器设备,太阳热辐射的增加将引起较大的表面附加温升,使材料变形,产生机械热应力等。

A.5.2 高原紫外线辐射增强降低有机绝缘材料的机械电器性能的影响

紫外线辐射随海拔升高的增加率比太阳总辐射的增加率高得多。紫外线使有机绝缘材料加速老化,使空气易于电离,导致外绝缘强度及电晕起始电压降低。
