

GB 中国 国家标准 分类汇编

电工卷

12

中国标准出版社

中国国家标准分类汇编

电工卷 12

中国标准出版社

1993

(京)新登字 023 号

中国国家标准分类汇编

电工卷 12

中国标准出版社 编

*

中国标准出版社出版

(北京复外三里河)

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 48¼ 字数 1532 千字

1993 年 10 月第一版 1993 年 10 月第一次印刷

*

ISBN7-5066-0658-5/TM·025

印数 1—6 000〔精〕定价 42.00 元

*

标 目 200—038

出版说明

一、国家标准作为技术性法规文件,在保证和促进社会主义市场经济的发展,在提高产品质量、打击制销假冒伪劣产品活动,在促进对外经济贸易等方面发挥了十分重要的作用。随着我国经济建设的发展,我国标准化事业也有了长足的进展。国家标准数量多,涉及的专业面广,需求量大。《中华人民共和国标准化法》实施后,我国对现行的国家标准开展了清理整顿工作,使我国标准化工作纳入了法制管理的轨道。为便于使用和查阅现行的国家标准,我社汇编出版《中国国家标准分类汇编》。这是一部大型国家标准全集,收集全部现行国家标准,按专业类别分卷,每卷分若干分册。1993年起陆续出版。

二、本汇编按《中国标准文献分类法》分类。其一级类设定为卷(有些一级类合卷出版);二级类按类号顺序编成若干分册;每个二级类内按标准顺序号排列。

本汇编共有15卷,它们是:综合卷(A);农业,林业卷(B);医药,卫生,劳动保护,环境保护卷(C,Z);矿业卷(D);石油,能源,核技术卷(E,F);化工卷(G);冶金卷(H);机械卷(J);电工卷(K);电子元器件与信息技术卷(L);通信,广播,仪器,仪表卷(M,N);工程建设,建材卷(P,Q);公路,水路运输,铁路,车辆,船舶卷(R,S,T,U);食品卷(X);纺织,轻工,文化与生活用品卷(W,Y)。

各卷是独立的,出版的先后并不按一级类的拉丁字母顺序。

每卷各分册中均附有该卷(类)“二级类分册分布表”及“各分册内容介绍表”。

三、《中华人民共和国标准化法》规定,国家标准和行业标准分强制性标准和推荐性标准。为此,国家技术监督局于1990年开始对1990年5月以前批准的国家标准开展了清理整顿工作——对现行的国家标准经审定确定为强制性标准和推荐性标准。此外,对部分国家标准提出了修订意见;部分国家标准决定调整为行业标准;废止了少数国家标准。

本汇编在每一分册中附有“本分册国家标准的使用性质和采用程度表”,表中根据《国家标准清理整顿公告》注明每个标准的使用性质,请读者对照查阅。对于调整为行业标准的国家标准,在本汇编中仍然收入。这是因为清理整顿工作规定,“对调整为行业标准的国家标准,在行业标准未发布之前,原国家标准继续有效”。决定废止的国家标准不再收入。

四、每一分册的“本分册国家标准的使用性质和采用程度表”中的“采用程度”栏指出了该国家标准采用国际标准或国外先进标准的程度,便于读者了解该国家标准与国际标准或国外先进标准的关系,便于企业了解依据该国家标准生产的产品的质量水平,有利于在国际市场上开展贸易和竞争。

五、本分册汇编的国家标准为:截止1992年发布并已出版的电工类(K)的输变电设备综合(K40)、变压器(K41)、电力电容器(K42)、高压开关设备(K43)中的50个现行国家标准。

中国标准出版社

1992年12月

目 录

K40	GB 311.6—83	高电压试验技术 第五部分 测量球隙	(1)
K40	GB 311.7—88	高压输变电设备的绝缘配合使用导则	(11)
K40	GB 763—90	交流高压电器在长期工作时的发热	(48)
K40	GB 2706—89	交流高压电器动热稳定试验方法	(56)
K40	GB 3309—89	高压开关设备常温下的机械试验	(61)
K40	GB 5273—85	变压器、高压电器和套管的接线端子	(69)
K40	GB 5582—85	高压电力设备外绝缘污秽等级	(78)
K40	GB/T 10584—89	有载分接开关应用导则	(81)
K40	GB 11604—89	高压电器设备无线电干扰测试方法	(86)
K40	GB/T 12720—91	工频电场测量	(92)
K40	GB/T 13540—92	高压开关设备抗地震性能试验	(106)
K40	GB/T 13601—92	高压开关设备严重冰冻条件下的操作试验	(120)
K41	GB 1094.1—85	电力变压器 第一部分 总则	(123)
K41	GB 1094.2—85	电力变压器 第二部分 温升	(140)
K41	GB 1094.3—85	电力变压器 第三部分 绝缘水平和绝缘试验	(148)
K41	GB 1094.4—85	电力变压器 第四部分 分接和联结方法	(168)
K41	GB 1094.5—85	电力变压器 第五部分 承受短路的能力	(182)
K41	GB 6450—86	干式电力变压器	(189)
K41	GB 6451.1—86	三相油浸式电力变压器技术参数和要求 6,10 kV 级	(203)
K41	GB 6451.2—86	三相油浸式电力变压器技术参数和要求 35 kV 级	(209)
K41	GB 6451.3—86	三相油浸式电力变压器技术参数和要求 63 kV 级	(216)
K41	GB 6451.4—86	三相油浸式电力变压器技术参数和要求 110 kV 级	(223)
K41	GB 6451.5—86	三相油浸式电力变压器技术参数和要求 220 kV 级	(231)
K41	GB 8286.1—87	矿用隔爆型移动变电站 总则	(240)
K41	GB 8286.2—87	矿用隔爆型移动变电站 干式变压器	(246)
K41	GB 8286.3—87	矿用隔爆型移动变电站 高压负荷开关	(249)
K41	GB 8286.4—87	矿用隔爆型移动变电站 高压电缆连接器	(253)
K41	GB 8286.5—87	矿用隔爆型移动变电站 低压馈电开关	(255)
K41	GB 8287.1—87	高压支柱瓷绝缘子技术条件	(258)
K41	GB 8287.2—87	高压支柱瓷绝缘子尺寸与特性	(266)
K41	GB 13028—91	隔离变压器和安全隔离变压器技术要求(附修改单)	(288)
K41	GB/T 13462—92	工矿企业电力变压器经济运行导则	(363)
K41	GB/T 13499—92	电力变压器应用导则	(374)
K42	GB 1207—86	电压互感器	(394)
K42	GB 1208—87	电流互感器	(410)
K42	GB 4703—84	电容式电压互感器	(430)
K42	GB 4859—84	电气设备的抗干扰特性基本测量方法	(446)

K42	GB 5583—85	互感器局部放电测量	(471)
K42	GB 10229—88	电抗器	(475)
K43	GB 1984—89	交流高压断路器	(502)
K43	GB 1985—89	交流高压隔离开关和接地开关	(582)
K43	GB 3804—90	3~63 kV 交流高压负荷开关	(604)
K43	GB 3906—91	3~35 kV 交流金属封闭开关设备	(621)
K43	GB 4473—84	交流高压断路器的合成试验	(666)
K43	GB/T 4474—92	交流高压断路器的近区故障试验	(687)
K43	GB 4876—85	交流高压断路器的线路充电电流开合试验	(705)
K43	GB 7674—87	六氟化硫封闭式组合电器	(711)
K43	GB 7675—87	交流高压断路器的开合电容器组试验	(733)
K43	GB 10228—88	三相空气自冷干式电力变压器 技术条件	(737)
K43	GB 10230—88	有载分接开关	(740)

本分册国家标准的使用性质及采用程度表

电工卷二级类分册分布表

电工卷各分册内容介绍表

高电压试验技术

第五部分 测量球隙

High voltage test techniques
Part 5: Sphere—gaps for voltage measurment

UDC 621.314
.027.3/.7
:621.317.3
GB 311.6—83
≈IEC 52~60

代替 GB 311—64

1 适用范围

本标准说明测量电压用球隙的结构与使用，并适用于下列电压峰值的测量：

a. 交流电压；

b. GB 311.3—83《高电压试验技术 第二部分 试验程序》所规定的标准雷电冲击及长波尾冲击；

c. 直流电压。

不同距离球隙在空气中的放电电压峰值列于表 1 和表 2。

注：① 本标准所列表 1 和表 2 也可用于测量比雷电冲击波前时间更长的冲击波而没有明显的附加误差。

② 利用表 1 测量高频交流电压（衰减的和不衰减的）时，只有当电压小于15kV 峰值，不衰减振荡频率限制在20kHz 以下，衰减振荡频率限制在500kHz 以下时，才不会产生严重的误差。

表 1 一球接地的球隙适用于交流电压、负极性的
雷电冲击电压和长波尾冲击及两种极性的直流电压

kV（峰值）

球隙距离 cm	球 直 径 cm											
	2	5	6.25	10	12.5	15	25	50	75	100	150	200
0.05	2.8											
0.10	4.7											
0.15	6.4											
0.20	8.0	8.0										
0.25	9.6	9.6										
0.30	11.2	11.2										
0.40	14.4	14.3	14.2									
0.50	17.4	17.4	17.2	16.8	16.8	16.8						
0.60	20.4	20.4	20.2	19.9	19.9	19.9						
0.70	23.2	23.4	23.2	23.0	23.0	23.0						
0.80	25.8	26.3	26.2	26.0	26.0	26.0						
0.90	28.3	29.2	29.1	28.9	28.9	28.9						
1.0	30.7	32.0	31.9	31.7	31.7	31.7	31.7					
1.2	(35.1)	37.6	37.5	37.4	37.4	37.4	37.4					
1.4	(38.5)	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9	42.9					
1.5	(40.0)	45.5	45.5	45.5	45.5	45.5	45.5					

续表 1

kV (峰值)

球隙距离 cm	球 直 径 cm											
	2	5	6.25	10	12.5	15	25	50	75	100	150	200
1.6		48.1	48.1	48.1	48.1	48.1	48.1					
1.8		53.0	53.5	53.5	53.5	53.5	53.5					
2.0		57.5	58.5	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0			
2.2		61.5	63.0	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5			
2.4		65.5	67.5	69.5	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0			
2.6		(69.0)	72.0	74.5	75.0	75.5	75.5	75.5	75.5			
2.8		(72.5)	76.0	79.5	80.0	80.5	81.0	81.0	81.0			
3.0		(75.5)	79.5	84.0	85.0	85.5	86.0	86.0	86.0	86.0		
3.5		(82.5)	(87.5)	95.5	97.0	98.0	99.0	99.0	99.0	99.0		
4.0		(88.5)	(95.0)	105	108	110	112	112	112	112		
4.5			(101)	115	119	122	125	125	125	125		
5.0			(107)	123	129	133	137	138	138	138	138	
5.5				(131)	138	143	149	151	151	151	151	
6.0				(138)	146	152	161	164	164	164	164	
6.5				(144)	(154)	161	173	177	177	177	177	
7.0				(150)	(161)	169	184	189	190	190	190	
7.5				(155)	(168)	177	195	202	203	203	203	
8.0					(174)	(185)	206	214	215	215	215	
9.0					(185)	(198)	226	239	240	241	241	
10					(195)	(209)	244	263	265	266	266	266
11						(219)	261	286	290	292	292	292
12						(229)	275	309	315	318	318	318
13							(289)	331	339	342	342	342
14							(302)	353	363	366	366	366
15							(314)	373	387	390	390	390
16							(326)	392	410	414	414	414
17							(337)	411	432	438	438	438
18							(347)	429	453	462	462	462
19							(357)	445	473	486	486	486
20							(366)	460	492	510	510	510
22								489	530	555	560	560
24								515	565	595	610	610
26								(540)	600	635	655	660
28								(565)	635	675	700	705
30								(585)	665	710	745	750
32								(605)	695	745	790	795
34								(625)	725	780	835	840
36								(640)	750	815	875	885
38								(655)	(775)	845	915	930

续表 1

kV (峰值)

球隙距离 cm	球 直 径 cm											
	2	5	6.25	10	12.5	15	25	50	75	100	150	200
40								(670)	(800)	875	955	975
45									(850)	945	1050	1080
50									(895)	(1010)	1130	1180
55									(935)	(1060)	1210	1260
60									(970)	(1110)	1280	1340
65										(1160)	1340	1410
70										(1200)	1390	1480
75										(1230)	1440	1540
80											(1490)	1600
85											(1540)	1660
90											(1580)	1720
100											(1660)	1840
110											(1730)	(1940)
120											(1800)	(2020)
130												(2100)
140												(2180)
150												(2250)

注：① 本表不适用于测量10 kV以下的冲击电压。

② 对球间距离大于0.5D，括号内数字的准确度是不可靠的。

表 2 一球接地的球隙适用于正极性的雷电冲击电压和长波尾冲击电压

kV (峰值)

球隙距离 cm	球 直 径 cm											
	2	5	6.25	10	12.5	15	25	50	75	100	150	200
0.05												
0.10												
0.15												
0.20												
0.25												
0.30	11.2	11.2										
0.40	14.4	14.3	14.2									
0.50	17.4	17.4	17.2	16.8	16.8	16.8						
0.60	20.4	20.4	20.2	19.9	19.9	19.9						
0.70	23.2	23.4	23.2	23.0	23.0	23.0						
0.80	25.8	26.3	26.2	26.0	26.0	26.0						
0.90	28.3	29.2	29.1	28.9	28.9	28.9						
1.0	30.7	32.0	31.9	31.7	31.7	31.7	31.7					

续表 2

kV (峰值)

球隙距离 cm	球 直 径 cm											
	2	5	6.25	10	12.5	15	25	50	75	100	150	200
1.2	(35.1)	37.8	37.6	37.4	37.4	37.4	37.4					
1.4	(38.5)	43.3	43.2	42.9	42.9	42.9	42.9					
1.5	(40.0)	46.2	45.9	45.5	45.5	45.5	45.5					
1.6		49.0	48.6	48.1	48.1	48.1	48.1					
1.8		54.5	54.0	53.5	53.5	53.5	53.5					
2.0		59.5	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0			
2.2		64.5	64.0	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5	64.5			
2.4		69.0	69.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0	70.0			
2.6		(73.0)	73.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5			
2.8		(77.0)	78.0	80.5	80.5	80.5	81.0	81.0	81.0			
3.0		(81.0)	82.0	85.5	85.5	85.5	86.0	86.0	86.0	86.0		
3.5		(90.0)	(91.5)	97.5	98.0	98.5	99.0	99.0	99.0	99.0		
4.0		(97.5)	(101)	109	110	111	112	112	112	112		
4.5			(108)	120	122	124	125	125	125	125		
5.0			(115)	130	134	136	138	138	138	138	138	
5.5				(139)	145	147	151	151	151	151	151	
6.0				(148)	155	158	163	164	164	164	164	
6.5				(156)	(164)	168	175	177	177	177	177	
7.0				(163)	(173)	178	187	189	190	190	190	
7.5				(170)	(181)	187	199	202	203	203	203	
8.0					(189)	(196)	211	214	215	215	215	
9.0					(203)	(212)	233	239	240	241	241	
10					(215)	(226)	254	263	265	266	266	266
11						(238)	273	287	290	292	292	292
12						(249)	291	311	315	318	318	318
13							(308)	334	339	342	342	342
14							(323)	357	363	366	366	366
15							(337)	380	387	390	390	390
16							(350)	402	411	414	414	414
17							(362)	422	435	438	438	438
18							(374)	442	458	462	462	462
19							(385)	461	482	486	486	486
20							(395)	480	505	510	510	510
22								510	545	555	560	560
24								540	585	600	610	610
26								570	620	645	655	660
28								(595)	660	685	700	705
30								(620)	695	725	745	750
32								(640)	725	760	790	795

续表 2

kV (峰值)

球隙距离 cm	球 直 径 cm											
	2	5	6.25	10	12.5	15	25	50	75	100	150	200
34								(660)	755	795	835	840
36								(680)	785	830	880	885
38								(700)	(810)	865	925	935
40								(715)	(835)	900	965	980
									(890)	980	1060	1090
50									(940)	1040	1150	1190
55									(985)	(1100)	1240	1290
60									(1020)	(1150)	1310	1380
65										(1200)	1380	1470
70										(1240)	1430	1550
75										(1280)	1480	1620
80											(1530)	1690
85											(1580)	1760
90											(1630)	1820
100											(1720)	1930
110											(1790)	(2030)
120											(1860)	(2120)
130												(2200)
140												(2280)
												(2350)

注：括号内的数据为间隙大于 $0.5D$ 时其准确度不可靠。

2 对球隙结构和安装上的要求

2.1 标准球隙

标准球隙是指按照本标准所制造和安装的一种峰值电压测量装置；此装置包括两个相同直径（以 D 表示）的金属球极及球杆、操作机构、绝缘支持物以及连接到被测电压处的引线。

球极直径 D 的标准数值为：2，5，6.25，10，12.5，15，25，50，75，100，150和200 cm。两个球极之间的距离称为球隙距离，以 S 表示。两个球极相距最近的点称为放电点。

2.2 对球极的要求

球极一般都用紫铜或黄铜制造；当用铝制造时，在放电点区域必须用紫铜或黄铜银嵌，球面要光滑，曲率要均匀。

球极的直径与所规定的标准之间的偏差，在球极的任何地方都不得大于2%。

当球隙发生放电时，不一定正好发生在球极放电点处，而可能发生在放电点附近的地方，这块地方叫做放电点区域。在球极上的放电点区域是指以放电点为中心，以 $0.3D$ 为半径所画出的一部分球面。在这个区域内，特别要求精密加工，表面光洁，对表面不规则度要满足下述严格要求。

对于表面不规则度的检验，可以利用球面计。球面计有构成一平面的三足点及一个可调节升降的

中点；其足点之间的距离可取 $(0.125 \sim 0.25) D$ 范围内的数值。利用球面计可以测量出球面上的中点与由三足点所形成的平面间的距离 h 。

设球面计的三个足点所形成各边长为 a 的等边三角形；当三个足点和中点与直径为 D 的精确球面接触时，可以按下式计算出 h 的数值：

$$h = \frac{D}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - \frac{4}{3}a^2}$$

同时用下列近似公式计算 h ：

$$h = \frac{D}{3} \left[\left(\frac{a}{D} \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{a}{D} \right)^4 \right]$$

以计算得到的 h 值为标准,将实际用球面计测得的 h 值与其比较。在放电点区域内的任何地方,实测 h 值与标准 h 值的偏差不得大于下列规定:

当 $D \leq 100$ cm时偏差为直径 D 的0.1 %;

当 $D > 100 \text{ cm}$ 时, 偏差为直径 D 的 0.2% 。

对于放电点区域的球极表面状态，应该严格检查；除保持清洁、干燥外，还应注意表面上不得有漆、油脂一类附着物，特别应该注意表面上不得有任何麻点或放电痕迹。

2.3 对球隙结构上的要求

整体球隙测量装置可以是垂直式的,也可以是水平式的,分别如图1和图2所示。

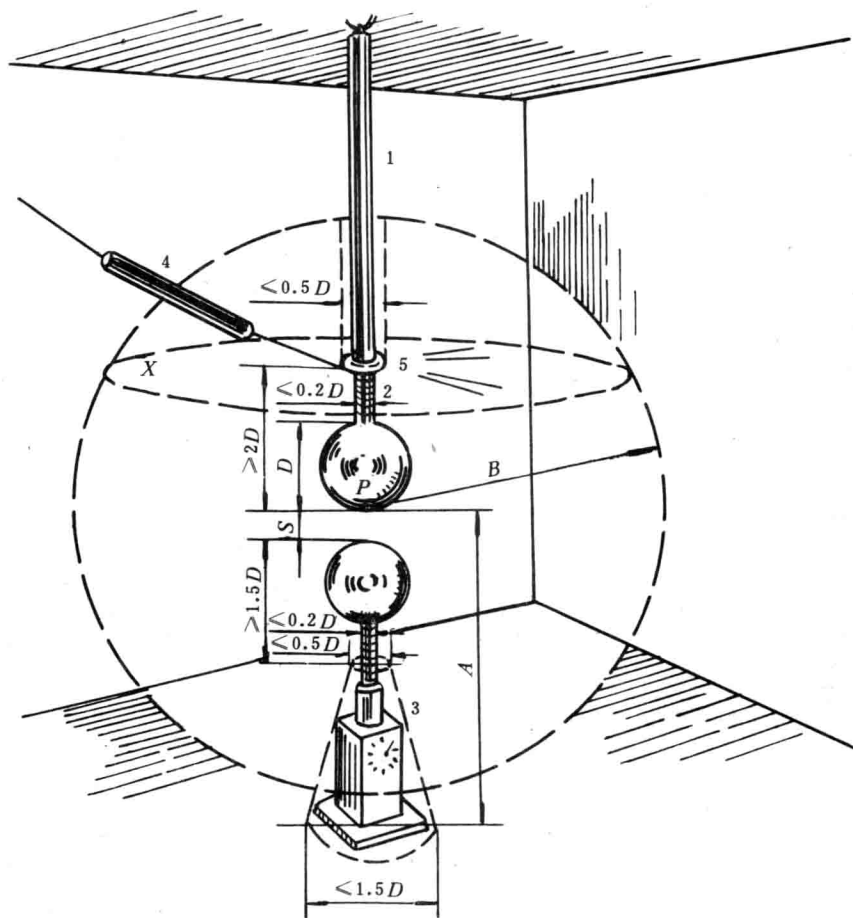


图 1 垂直球隙

1—绝缘支撑；2—球杆；3—示出最大尺寸的操作机构；4—具有串联电阻的高压连接线；5—示出最大尺寸的均压器； P —高压球的放电点； A —在地平面上 P 点的高度； B —没有其他物件的空间半径； X —具有串联电阻的高压连接线，从 P 点算起不应穿过距离 B 内的平面

注：上图是按 100 cm 的球在间隙距离 $S = \frac{D}{2}$ 时绘出的。

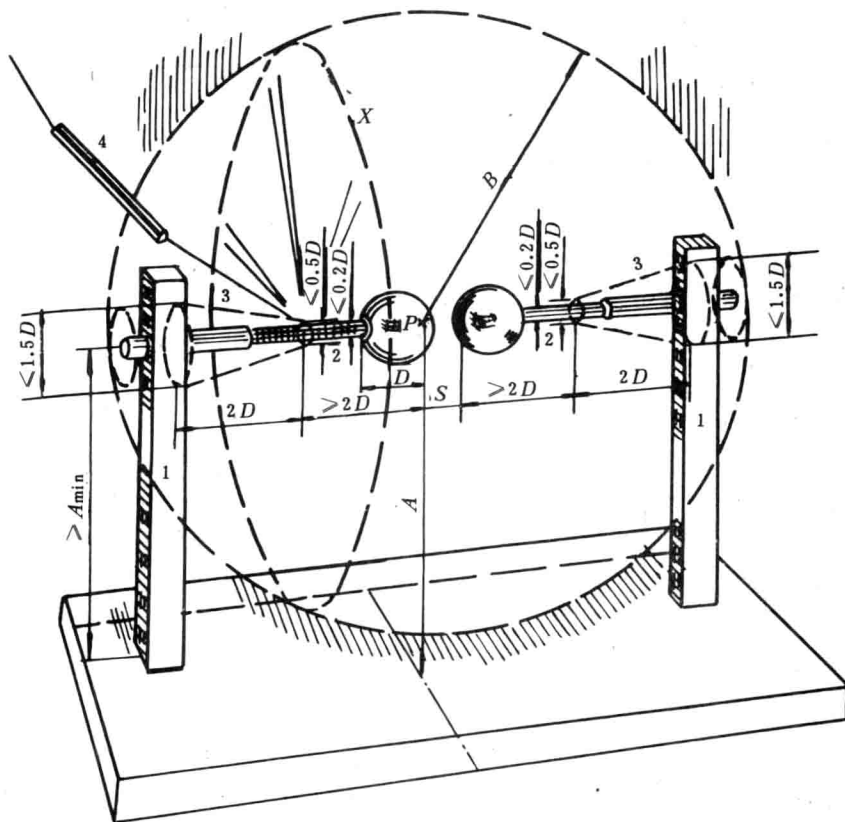


图 2 水平球隙

1—绝缘支撑；2—球杆；3—示出最大尺寸的操动机构；4—具有串连电阻的高压连接线； P —高压球的放电点； A —在地平面上 P 点的高度； B —没有其他物件的空间半径； X —具有串连电阻的高压连接线，从 P 点算起不应穿过距离 B 的平面

注：上图是按25cm的球在间隙距离 $S = \frac{D}{2}$ 时绘出的。

与球极相连接的有球杆。为了减少球杆对放电电压的影响,其直径应该不大于 $0.2D$,球杆的长度应不小于 D 。当球杆末端采用均压装置时,要求均压装置距球极放电点之间的距离不得小于 $2D$ 。均压装置的直径不得大于 $0.5D$ 。

垂直式球隙的下面接地部分,即接地球极,球杆和操作机构,对放电电压的影响较小,在图1中也均规定出各部分尺寸的最大界限。

水平式球隙的使用,一般仅限于球极直径25cm及以下的球隙。由图2可以看出,水平式装置左右两侧的结构尺寸应是相同的。

2.4 对球隙安装空间的要求

对于球隙离地面高度的要求,用高压球极放电点 P 对地面的高度 A 来限定之。 P 与 A 的具体部位如图1和图2所示。在表3中给出 A 值的界限,即对于不同球径的球隙,分别用直径 D 的倍数表示出 A 的最小值和最大值。可以认为表1和表2中的放电电压数值就是在这样的 A 值范围内用试验求得的。

对于球隙对周围空间的要求,也是由高压球极放电点 P 处开始计算。 P 点到周围任何其他物体(如墙壁、天花板、变压器油箱、套管、冲击电压发生器等)的距离 B ,都不应该小于表3中 B 值的规定,如前述, S 为测量高电压时两球极所拉开的间隙距离。在任何情况下, B 值不得小于 $2D$ 。

球极与导电材料制成的支持构架间的距离也应满足表 3 中 B 值的要求。对于用绝缘材料制成的支持构架, 如果构架能保持清洁和干燥, 而且球隙仅用于测量交流电压或冲击电压, 则球极离支持构架

的距离可以小于表3中的 B 值；但是在任何情况下，不得小于 $1.6D$ 。

表3 球隙对地和周围空间的要求

cm

球极直径 (D)	A (最小值)	A (最大值)	B (最小值)
6.25以下	$7D$	$9D$	$14S$
10 ~ 15	$6D$	$8D$	$12S$
25	$5D$	$7D$	$10S$
50	$4D$	$6D$	$8S$
75	$4D$	$6D$	$8S$
100	$3.5D$	$5D$	$7S$
150	$3D$	$4D$	$6S$
200	$3D$	$4D$	$6S$

当球隙距离较小时，在球隙附近有较小体积的接地物体的存在，对测量结果的影响很小。但如球隙距离较大，且附近有较大面积的接地物体存在时，即使选取表3中规定的 B 值，也还可能有一定的影响。所以希望球隙应安装在宽敞的试验室内，仅对一面墙壁距离按表3中的 B 值选取，其余几面离墙距离应比 B 值更大一点。此外，在测很高电压，特别是测操作冲击电压时，应把表3所列 A 、 B 的最低值，适当放宽一些。

3 球隙的接线

3.1 引线

当测量对地的电压时，应该将一个球极直接接地，使该球极的电位固定为地电位。

高压引线包括串联电阻应该连接到距离高压球极放电点不小于 $2D$ 的球杆上。

在距高压球极放电点的距离小于 B 的范围内，包括串联电阻的高压引线不得穿过图1和图2中的平面 X ，此 X 平面是距高压球极放电点的距离为 $2D$ ，而且与球隙轴线正交的一个平面。

3.2 保护电阻

在测量交流电压和直流电压时，为了限制过电压及电流，使其不致引起球极表面的烧伤，必须与高压球极串联一个保护电阻；此电阻同时在测量回路中起阻尼振荡的作用。

保护电阻的阻值，既要足以限制电流和抑制振荡，又要防止充电电流在电阻上的压降引起测量误差。阻值一般在 $100 \sim 1000 \text{ k}\Omega$ 的范围之内。电压高、球径大，阻值取大一些；反之，则取小一些。测直流电压时，阻值可以取得比测交流电压时大一些；测高频电压时阻值应比测工频电压时低一些。如果试验回路出现刷状放电时，保护电阻对阻尼振荡，抑制过电压的作用显得特别重要，并按此来确定阻值。

测量冲击电压时，保护电阻的作用在于缓和球隙放电时所产生的截波下降陡度，同时阻尼测量回路内可能发生的振荡。测量冲击电压时，过大的保护电阻值会引起明显的测量误差。一般要求不超过 500Ω ，因此要求测量回路的电感尽可能小，首先要求保护电阻本身的电感尽可能小（不超过 $30 \mu\text{H}$ ）。

4 球隙的运行

4.1 照射

球隙放电受加压瞬间间隙中游离的影响，在短间隙、小空间中光靠大气中的随机游离是不够的，故放电电压偏高，分散性偏大，球隙放电电压表中的数值一般是指没有照射的情况下求得的，因此对于下列两种情况是必须采取照射的。

- a. 球极直径为 12.5 cm 及以下的球隙，不管测量任何电压；

b. 测量峰值50kV以下的电压, 不管使用何种球隙。

照射方法有下列两种:

a. 利用石英水银灯, 其功率不得小于35W, 而且电流不得小于1A。水银灯的位置应该处于表3距离B的附近, 且使其光线投射到球极的放电点处。

b. 利用放射性物质, 把盛有放射强度为(0.2~0.6)毫居的放射性物质容器, 放在高压球极内的放电点附近即可。使用此法时, 必须严格遵循放射性物质的使用条例。由于此法有危害性, 应尽量减少采用。

当进行冲击电压测量时, 也可以利用冲击电压发生器的中间球隙的放电作为照射手段。

4.2 交流电压和直流电压的测量

球隙必须放电, 才能测出电压, 使用很不方便, 为此必须利用球隙求得高压电源输出电压和原边电压表读数之间的关系作出校正曲线。测量方法有两种:

a. 球隙距离固定, 逐渐升高电压, 直到放电为止。为了求得低压侧电压表与球隙测得的电压之间的关系, 要求缓慢升压, 以便准确读取低压侧电压表的读数。

作为参考, 可以在预计放电电压40%以前, 升压速度不限。以后的升压速度要求均匀, 约为每秒上升预计放电电压的2%。

b. 加以恒定电压, 将球隙距离由大到小逐渐减小, 直到放电为止。

在一次测量中, 要求取得连续三次放电的平均值。各次放电间的时间间隔不得小于1分钟, 每次放电电压与平均值之间的偏差不得大于3%。

当空气中有灰尘或纤维性物质时, 常常发生不正常的放电。对于直流电压, 更为严重。在正式进行测量之前, 应该进行几次预放电。

4.3 雷电冲击电压的测量

用球隙测得的冲击电压是50%放电电压值。球隙放电的分散性较小, 常采用多极法来确定50%放电电压值。用多级法时, 根据情况可为固定电压, 逐级调球隙距离; 也可以固定球隙, 逐级调施加电压。通常由小往大做, 相邻二级间级差不大于预计值的2%。每级加压6次, 各次放电间的时间间隔不小于5秒钟, 共做4~5级。由每级的放电概率及相应的电压值或距离, 在正态概率纸上求得50%放电电压值。如果仅从两级数值, 用内插法求得50%放电电压值, 则希望在一级加压时, 可能有二次或更少次放电(放电概率20%~30%), 在另一级加压时, 可能有4次或更多次放电(放电概率70%~80%)。现在常用的一种简易而稍不准确的方法是10次加压法。它只要求调节到在连续10次加压中, 能有4次或6次放电即可, 此时的电压或间隙距离即代表50%放电值。

5 球隙的放电电压

5.1 球隙的放电电压

球隙可以测量交流电压, 两种极性的直流电压, 两种极性的雷电冲击电压和长波尾冲击电压。表1、表2中所列数值, 对交流是指峰值; 对直流, 如有脉动, 也是指峰值; 对冲击是指50%放电电压值根据球径和球隙距离, 可以查得放电电压值。属于表列两个间隙距离之间的放电电压, 可按插入法求得。

5.2 放电电压的准确度

对于交流电压和冲击电压, 表1和表2中的放电电压数值表示: 当 $S < 0.5D$ 时, 准确度保持在 $\pm 3\%$ 以内; 当 $S = (0.5 \sim 0.75)D$ 时其准确度较差, 所以表中数值加括号。

对于直流电压, 一般说来, 测量误差大于交流电压或冲击电压; 因为直流电压吸取空气中的灰尘或纤维性物质, 会带来很大误差。如加压时间较长, 可能获得特别低的放电电压。只要在运行中予以充分注意, 在 $S \leq 0.4D$, 且无过多的尘埃的情况下, 测量准确度能保持在 $\pm 5\%$ 以内。

对于很小的间隙距离, 不易调整和测量, 最好要求 $S \geq 0.05D$ 。

5.3 大气条件的影响

表1和表2的放电电压数值只适用于标准大气条件，即周围气温为20℃，大气压力为1013 mbar（相当于在0℃时760mmHg）。

当大气条件与标准情况不同时，由表1、表2查得的数值应进行校正，应将此数值乘以校正系数K。校正系数K直接由空气相对密度δ决定，它们间的对应关系如表4所列。

空气相对密度δ按下式计算：

$$\delta = \frac{b}{1013} \cdot \frac{273+20}{273+t}$$

$$= 0.289 \frac{b}{273+t}$$

式中：b——表示大气压力，mbar；

t——摄氏温度，℃。

$$\delta = \frac{b}{760} \cdot \frac{273+20}{273+t}$$

$$= 0.386 \frac{b}{273+t}$$

上式中b为以毫米水银柱表示的大气压力，而t为摄氏温度。这里略去了温度对汞柱高度影响的修正。

表4 空气相对密度δ与校正系数K的关系

空气相对密度 δ	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	1.05	1.10	1.15
校正系数 K	0.72	0.77	0.82	0.86	0.91	0.95	1.00	1.05	1.09	1.13

如表4所示，当δ值在0.95和1.05之间时，则校正系数等于空气相对密度（即K=δ）。

空气湿度增加会使间隙的放电电压有所升高，但对球隙放电电压的影响较小，且目前还不能给出影响的确切数值，暂不校正湿度影响。当空气相对湿度大于90%时，球极表面可能凝聚水珠，将使放电电压显著降低，分散性增大；因此建议当空气相对湿度在90%附近时，不要用球隙测量电压。

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部和中华人民共和国水利电力部提出。

本标准由西安高压电器研究所和武汉高压研究所负责起草。

本标准主要起草人冯昌远、靖洪民、王济德、罗卓林、陆宠惠、张仁豫、王文端。

高压输变电设备的绝缘配合使用导则

Application guide for insulation co-ordination
of high voltage transmission and
transformation equipment

1 范围及引用的现行标准

1.1 范围

本导则是执行GB 311.1《高压输变电设备的绝缘配合》的指导性文件,只适用于设备的相对地绝缘,其目的在于给出合理地、经济地确定交流输变电设备电气强度、选择过电压保护装置(如避雷器、放电间隙等)及过电压限制措施等问题的指导原则,而不是要给出有关绝缘配合和绝缘设计的严格规定。

由于对非正规设计的设备或电力系统中具有例外的特性时,需要进行专门的研究,故本导则主要考虑的是一些基本情况。

本导则以其出版时使用的输变电设备型式及其额定值为基础,故当设备及其特性有新的改善并经验证时,应允许使用。

与GB 311.1相对应,本导则按额定电压分下列两个范围论述。

- a. 3 ~ 220 kV;
- b. 330 ~ 500 kV。

1.2 引用标准

- GB 311.1 高压输变电设备的绝缘配合
- GB 311.2 高电压试验技术 第一部分 一般试验条件和要求
- GB 311.3 高电压试验技术 第二部分 试验程序
- GB 311.4 高电压试验技术 第三部分 测量装置
- GB 4876 交流高压断路器的线路充电电流开合试验
交流系统用碳化硅阀式避雷器
- GB 5582 高压电力设备外绝缘污秽等级

2 运行中的作用电压

2.1 作用电压类型

设备在运行中可能受到下述各类电压的作用:

- a. 正常运行条件下的工频电压;
- b. 暂时过电压(包括工频电压升高);
- c. 操作过电压;
- d. 雷电过电压。

在GB 311.1中主要按电压波形将过电压分类,因为电压波形决定了对设备绝缘和保护装置的影响。

“暂时过电压”是指其频率为工频或某谐波频率,且在其持续时间范围内无衰减或衰减慢的过电