

编号 G2011166

电力工业电力设备及仪表质量检验检测中心

检 验 报 告

(电力绝缘子避雷器质检站) 检字 G2011 第 166 号

样 (试) 品名称: 145kV 气体绝缘复合套管

样 (试) 品型号: BCG-145/3150-4

生 产 单 位: 江苏神马电力股份有限公司

委 托 单 位: 江苏神马电力股份有限公司

检 验 类 别: 型式试验

2011 年 8 月 22 日

检验单位地址: 中国 北京 清河 小营东路 15 号

检验单位邮编: 100192

检验单位电话: 86-10-62931468

检验单位传真: 86-10-62913139

注 意 事 项

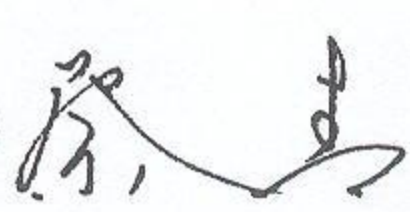
1. 本检验报告无本质检中心公章无效。
2. 本检验报告无编制人、主验人、审核人、批准人签字无效。
3. 本检验报告涂改无效。
4. 对本检验报告若有异议，应于报告收到之日起十五日内向本质检中心提出，逾期不予受理。
5. 本检验报告仅对样(试)品负责。
6. 本检验报告部分复制无效。

说明：经国家认证认可监督管理委员会认可和国家电网公司（国家电网人资[2003]209号）文件批准，电力工业部电力设备及仪表质量检验检测中心更名为电力工业电力设备及仪表质量检验检测中心

电力工业电力设备及仪表质量检验检测中心

检 验 报 告

编号:G2011166
共 14 页 第 1 页

样(试)品 名 称	145kV 气体绝缘复合套管	出厂编号	—
型号规格	BCG-145/3150-4	单位地址	江苏省如皋市神马电力工业园
委托单位	江苏神马电力股份有限公司	取样(试) 方 式	送检
样(试)品 编 号	04260068 04260069	到样(试) 日 期	2011.7.29
样(试)品 数 量	2 只	检验日期	2011.07.30~2011.08.04
生产单位	江苏神马电力股份有限公司	—	以下空白
检验类别	型式试验		
检验项目	见第 2 页		
生产日期	2011.6		
检 验 依据标准	GB/T 4109-2008 交流电压高于1000V的绝缘套管 GB/T 21429-2008 户外和户内电气设备用空心复合绝缘子 定义、试验方法、接收准则和设计推荐		
检 验 结 论	依据检验标准 GB/T 4109-2008 和 GB/T21429-2008, 所检项目符合要求, 合格。 批准人:   质检中心盖章 签发日期: 2011 年 8 月 22 日 有效期至: 2016 年 8 月 21 日		
备 注			

电力工业电力设备及仪表质量检验检测中心

检 验 报 告

编号: G2011166

共 14 页 第 2 页

检验项目及结论

序号	检 验 项 目	检 验 结 论	页 码	序号	检 验 项 目	检 验 结 论	页 码
1	局部放电量测量	合格	3		以下空白		
2	雷电冲击干耐受电压试验	合格	3				
3	工频干、湿耐受电压试验	合格	7				
4	电磁兼容试验 (EMC)	合格	8				
5	悬臂负荷耐受试验	合格	8				
6	密封试验	合格	8				
7	内压力试验	合格	8				
8	温升试验	合格	10				
9	热短时电流耐受试验	合格	11				
10	外观及尺寸检查	合格	12				

审核人(签字): 廖蔚明 主检人(签字): 于佳欢 编制人(签字): 于佳欢

记录单

试验次数	修正值						
15		732	732	737	738	732	无网络
		739	732	735	734	733	
		735	730	735	734	734	
修正值							
15		737	737	735	737	738	无网络
		740	740	737	724	741	
		735	740	735	738	737	
试验次数	修正值						
5		813	812	813	814	815	无网络
修正值							
15							无网络

1 型式试验前准备

大气条件: 干球温度 $t_d=26^{\circ}\text{C}$, 湿球温度 $t_w=25.5^{\circ}\text{C}$, 大气压力 $P=100.4\text{kPa}$ 。

标准规定, 在型式试验之前应进行介质损耗因数、电容量和局部放电量的测量, 测量结果如下:

a. 标准规定, 介质损耗因数测量只对电容式套管进行, 故此试验免做。

b. 局部放电量的测量

背景干扰水平: 0.4pC , 样品安装状态: 垂直安装。用 JF-2001 干扰判别式局部放电测试仪进行测试。

表 1 局部放电量测量结果

样品编号	施加电压 kV	压力值 MPa	局部放电量 pC
04260068	126	0.30	1.3
规定值	126	0.30	≤ 5

符合标准规定, 合格。

2 型式试验

2.1 雷电冲击干耐受电压试验

大气条件: 干球温度 $t=29.2^{\circ}\text{C}$, 湿球温度 $t=28.7^{\circ}\text{C}$, 大气压力 $=99.97\text{kPa}$, 大气校正因数 $K_t=1.128$ 。

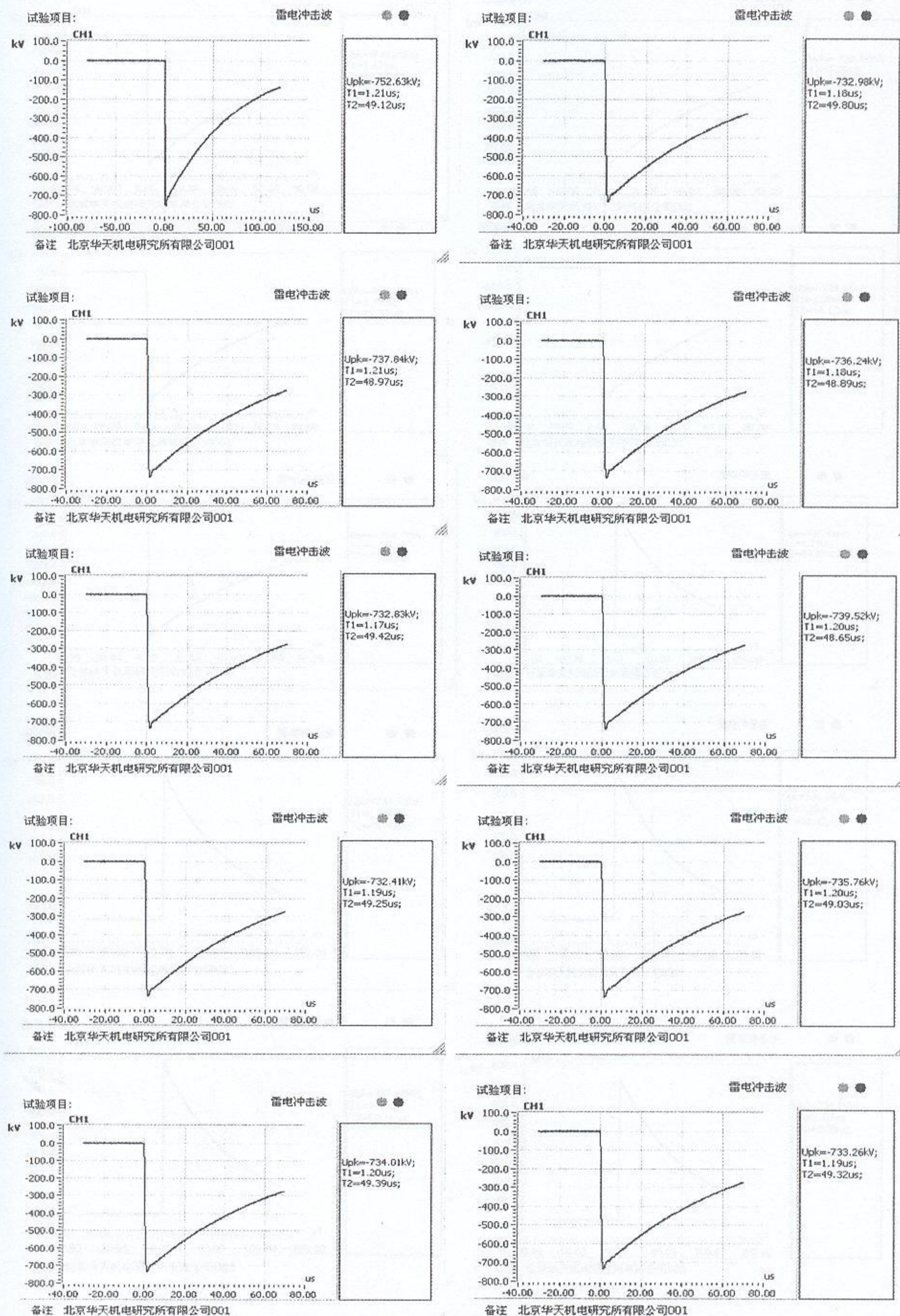
试验时充气压力为 0.30MPa (表压), 试验结果见表 2, 示波图见图 1、图 2。

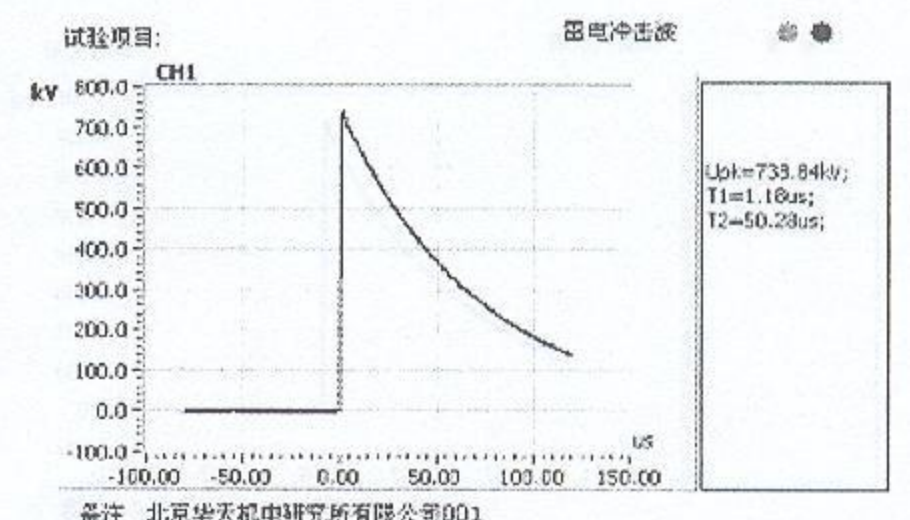
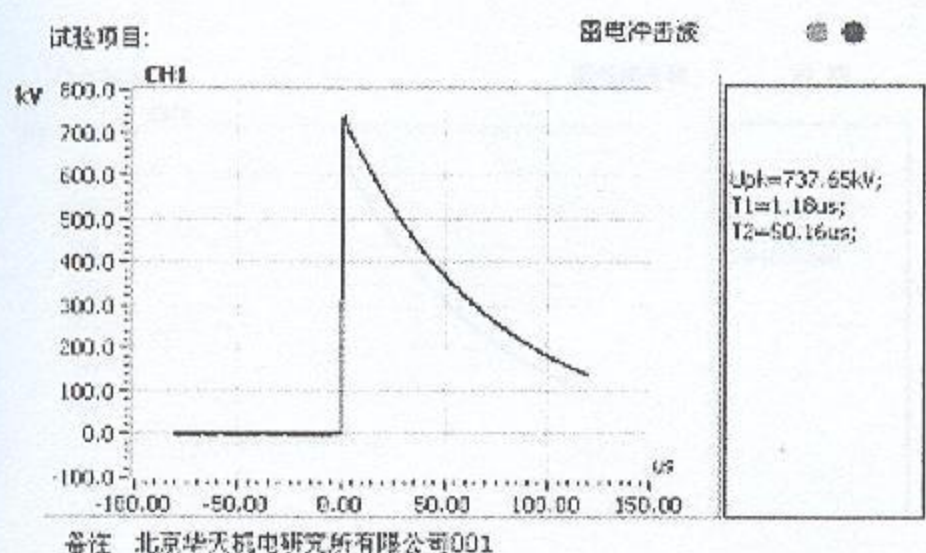
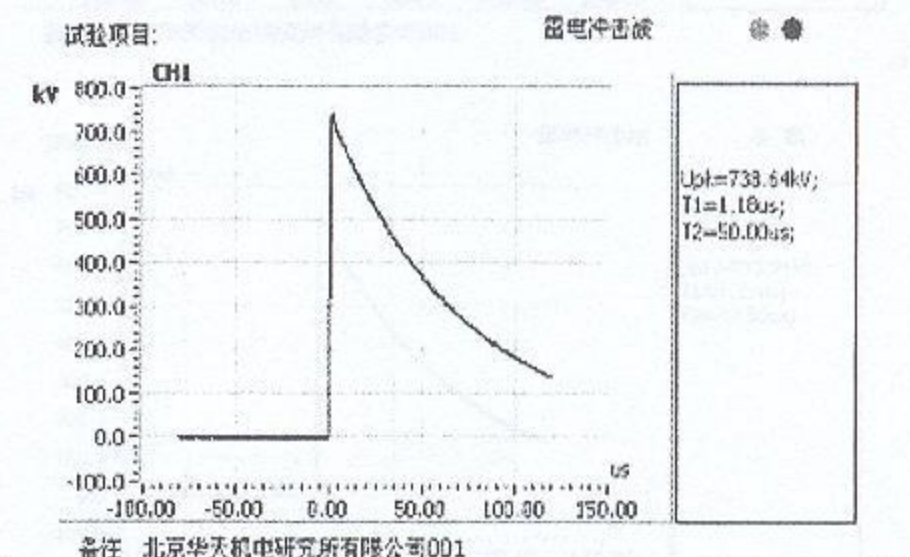
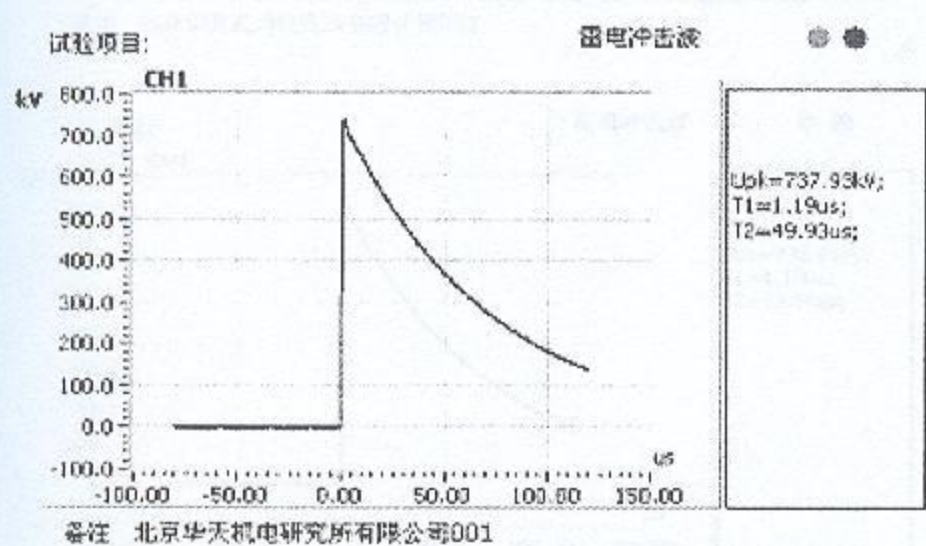
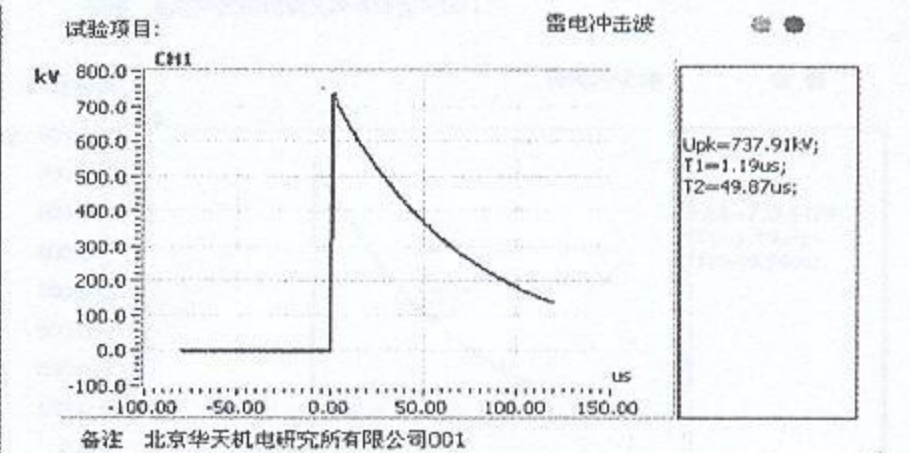
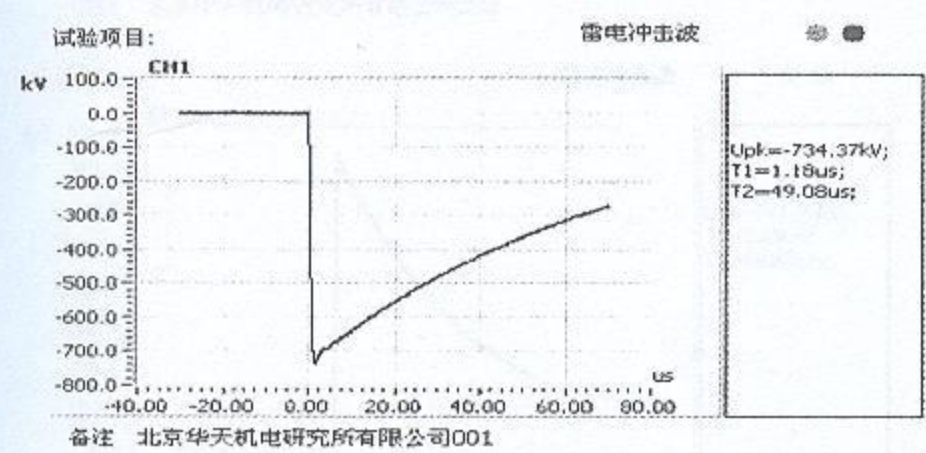
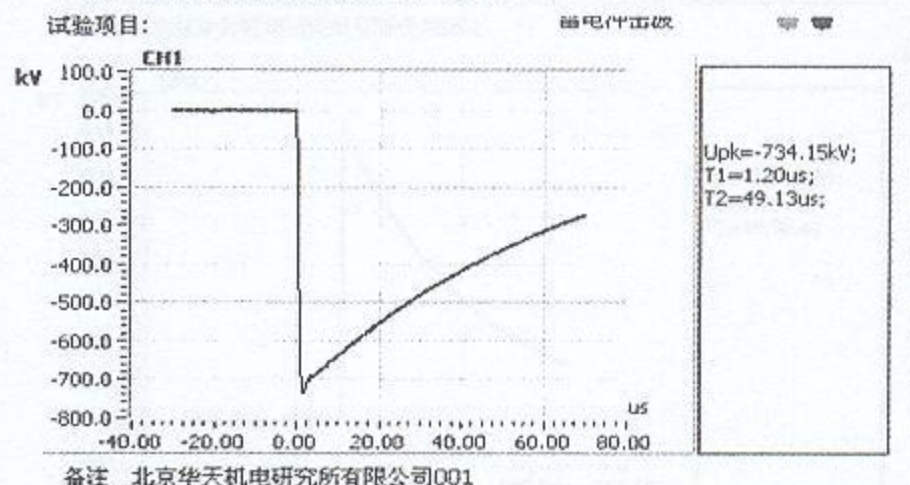
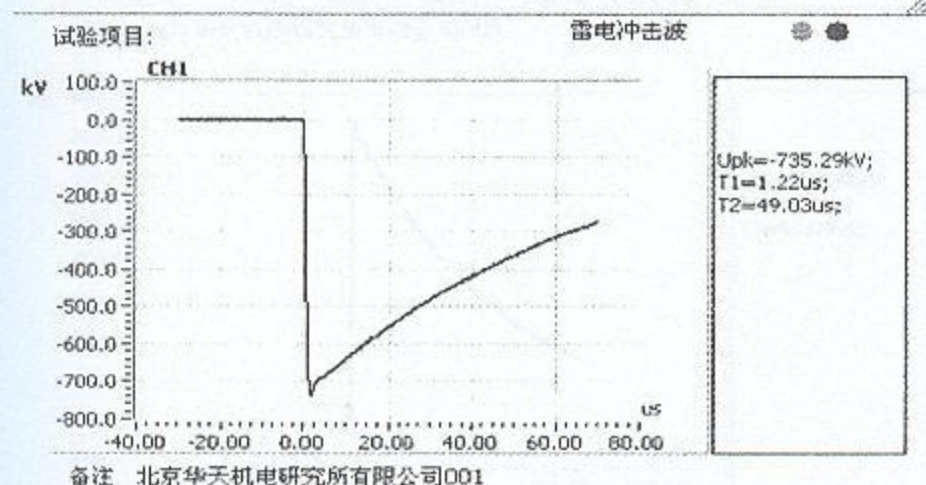
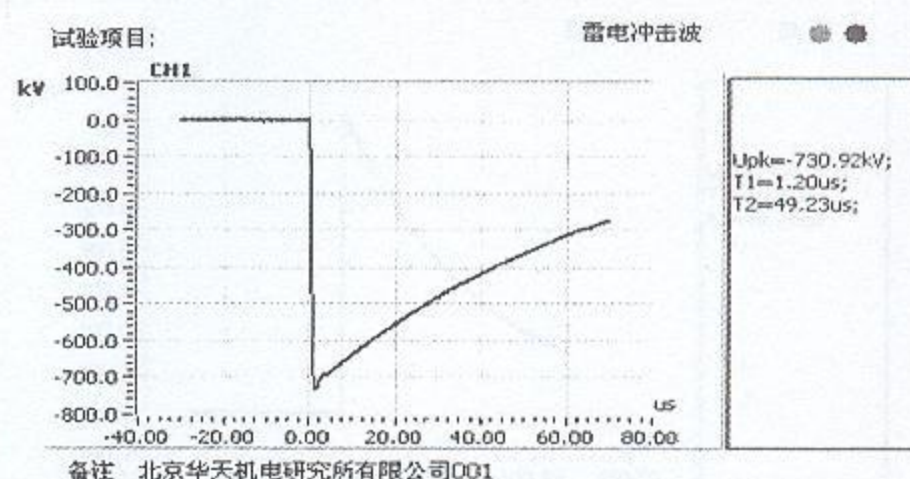
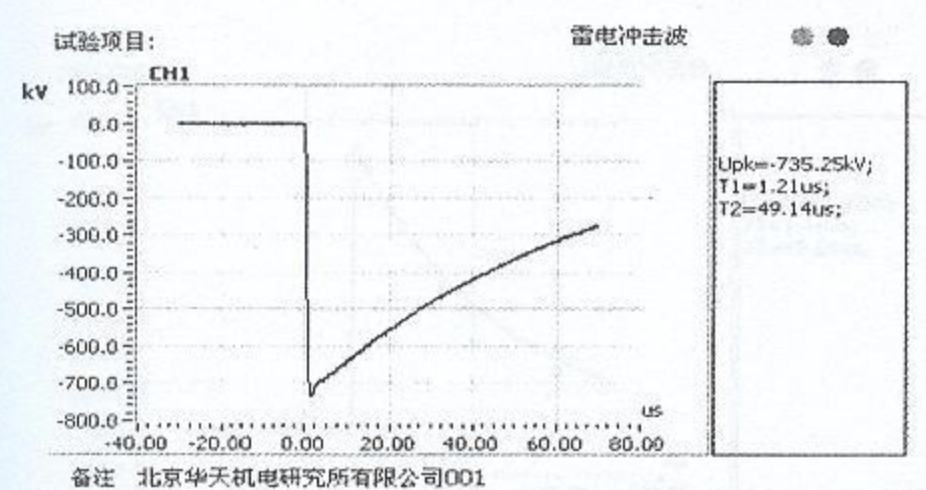
表 2 雷电冲击干耐受电压试验结果

示例	试验次数	测试电压 kV					结果
负极性	修正值	-733					无闪络
	15	-752	-732	-737	-736	-732	
		-739	-732	-735	-734	-733	
		-735	-730	-735	-734	-734	
正极性	修正值	733					无闪络
	15	737	737	738	737	738	
		740	740	737	724	741	
		738	740	739	736	737	
负极性截波	5	-813	-812	-813	-814	-816	无闪络
规定值值	± 15	± 650					不应闪络

样品完好, 未击穿, 符合标准规定, 合格。

图 1 雷电全波冲击电压试验波形图





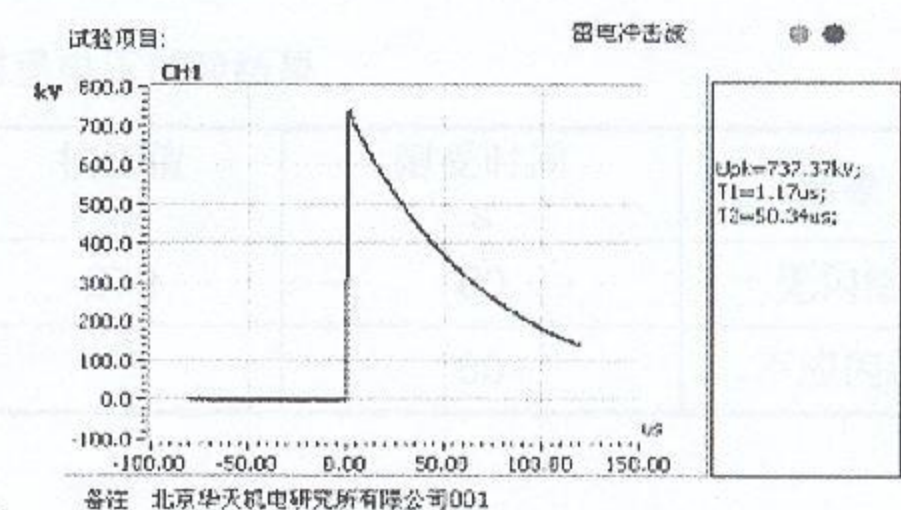
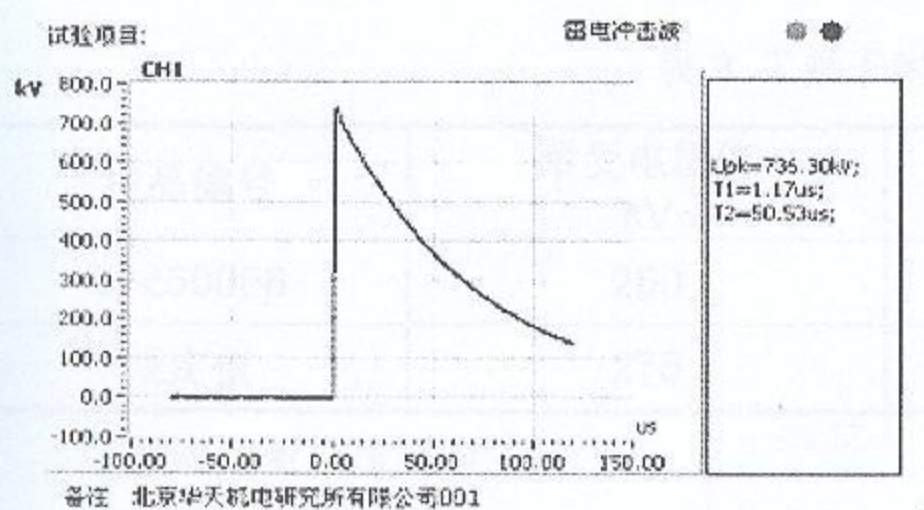
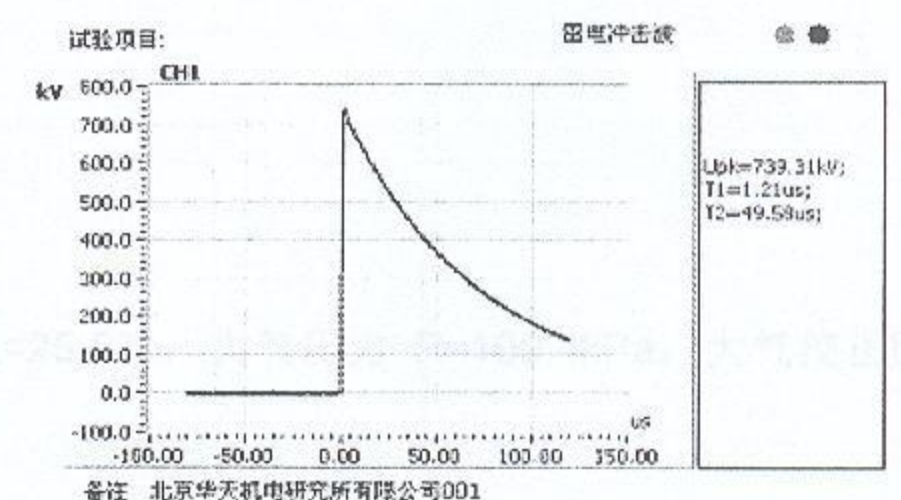
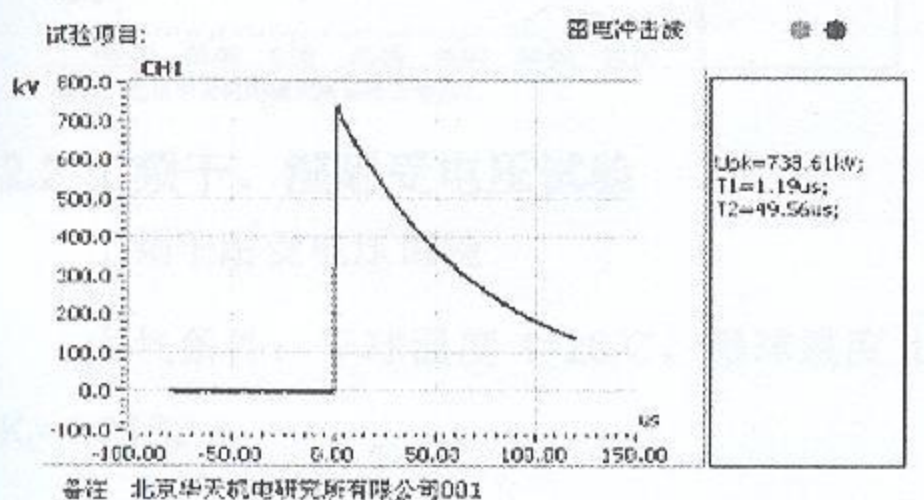
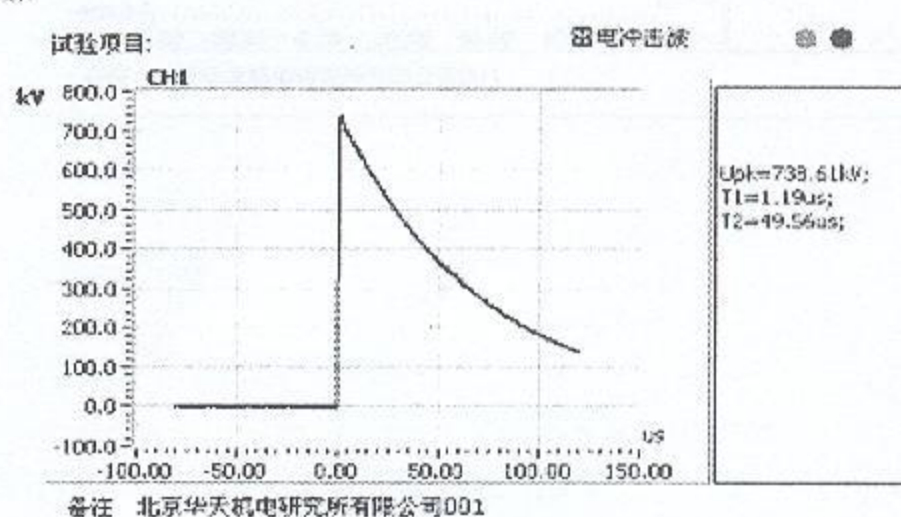
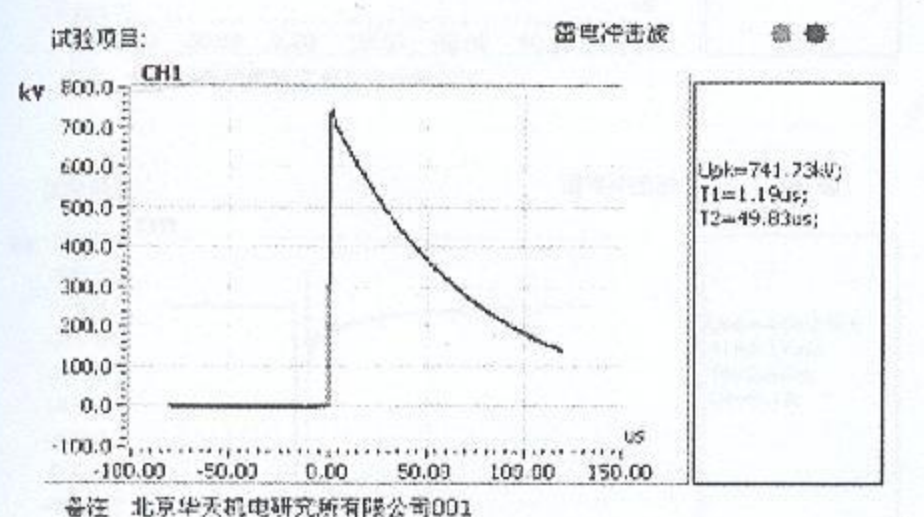
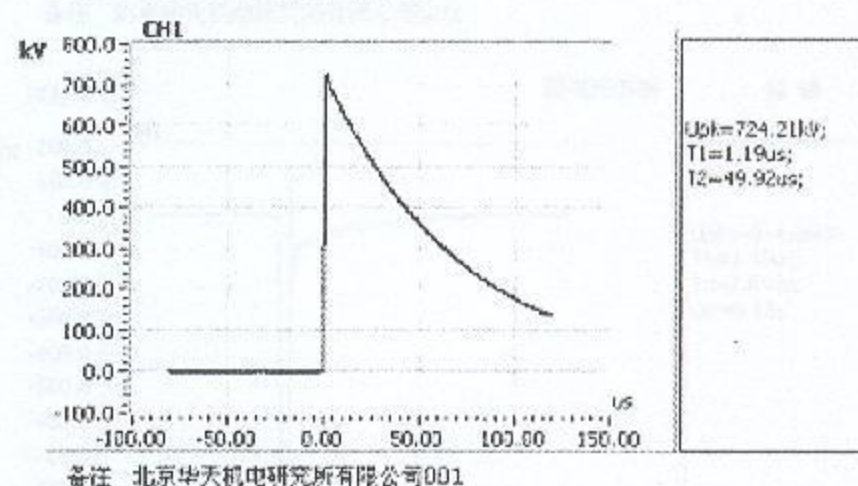
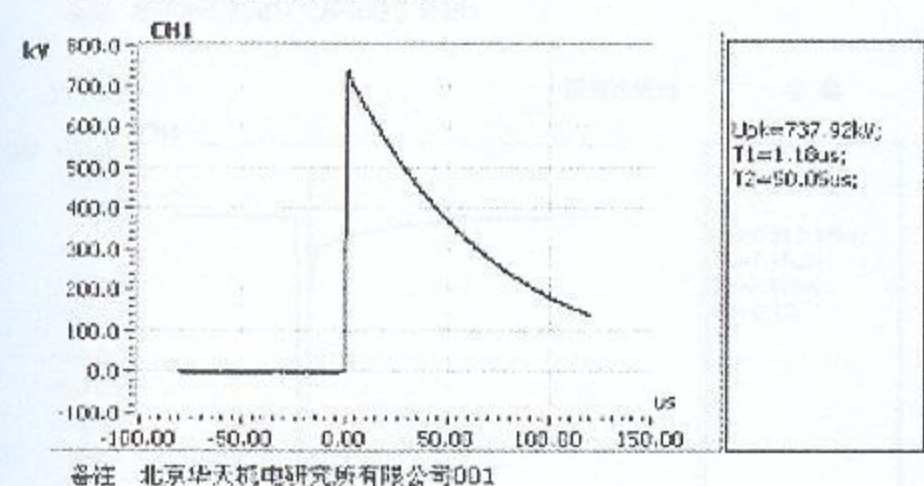
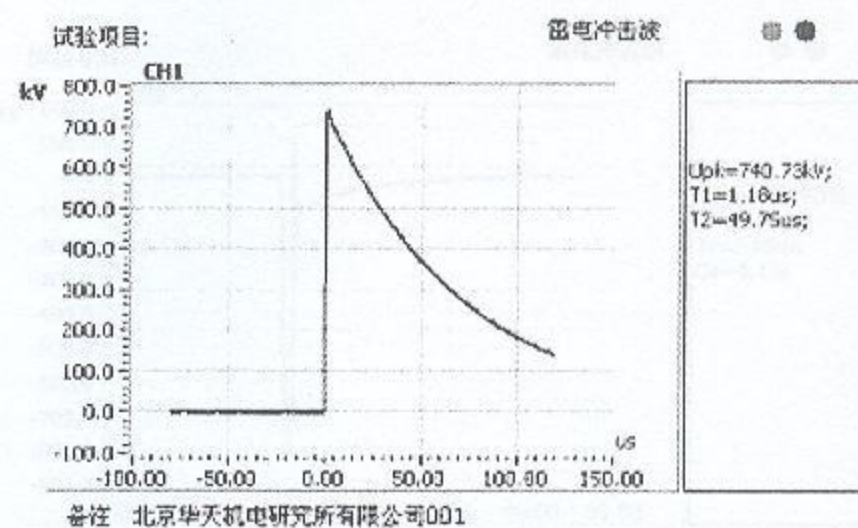
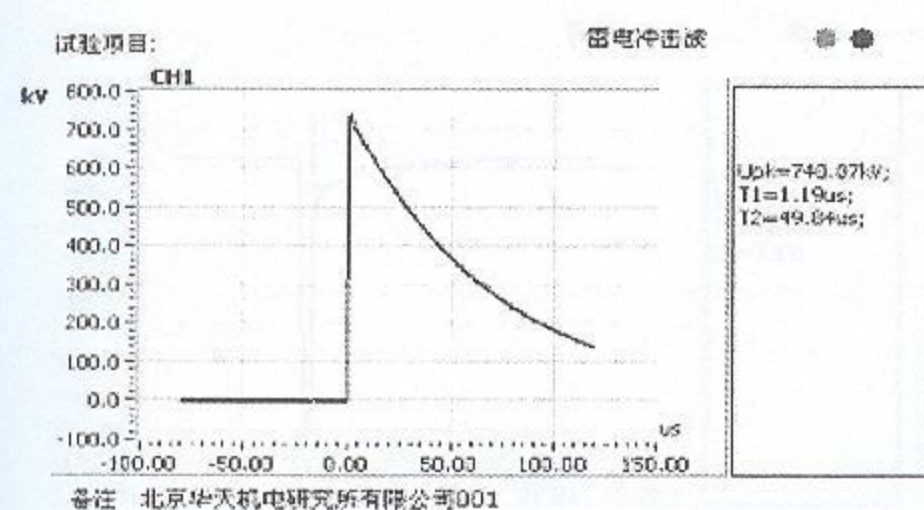
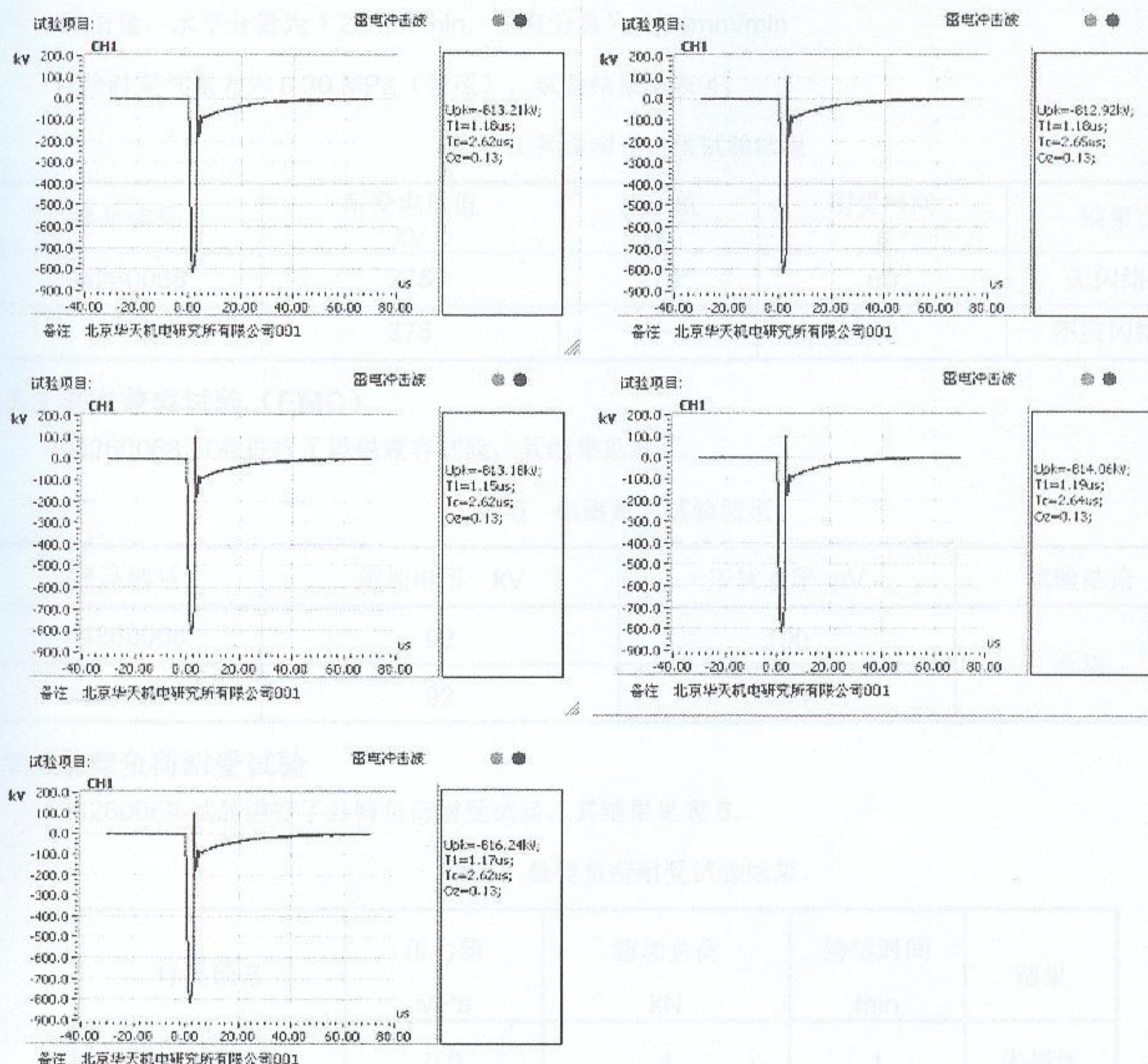


图 2 雷电截波冲击电压试验波形图



2.2 工频干、湿耐受电压试验

工频干耐受电压试验

大气条件: 干球温度 $t=26^{\circ}\text{C}$, 湿球温度 $t=25.5^{\circ}\text{C}$, 大气压力 $P=100.4\text{kPa}$, 大气校正因数 $K_1=1.016$ 。

试验时充气压力为 0.30MPa (表压), 试验结果见表 3。

表 3 工频干耐受电压试验结果

样品编号	耐受电压值 kV	校正值 kV	耐受时间 s	结果
04260068	280	279	60	无闪络
规定值	275	—	60	不应闪络

工频湿耐受电压试验

大气条件: 干球温度 $t=26^{\circ}\text{C}$, 湿球温度 $t=25.5^{\circ}\text{C}$, 大气压力 $P=100.4\text{kPa}$, 雨水温度 $t=19.7^{\circ}\text{C}$,

雨水电阻率 $\rho = 98.8 \Omega \cdot m$

降雨量: 水平分量为 1.23mm/min, 垂直分量为 1.34mm/min

试验时充气压力为 0.30 MPa (表压), 试验结果见表 4。

表 4 工频湿耐受电压试验结果

样品编号	耐受电压值 kV	校正值 kV	耐受时间 s	结果
04260068	275	275	60	无闪络
规定值	275	—	60	不应闪络

2.3 电磁兼容试验 (EMC)

04260068 试品进行了电磁兼容试验, 其结果见表 5。

表 5 电磁兼容试验结果

样品编号	施加电压 kV	干扰水平 μV	试验结论
04260068	92	190	合格
规定值	92	500	

2.4 悬臂负荷耐受试验

04260069 试品进行了悬臂负荷耐受试验, 其结果见表 6。

表 6 悬臂负荷耐受试验结果

样品编号	压力值 MPa	施加负荷 kN	持续时间 min	结果
04260069	0.9	4	1	未损坏
规定值	0.9	4	1	不应损坏

该项结果符合要求, 合格。

2.5 气体绝缘套管的密封试验

04260069 试品进行了气体绝缘套管的密封试验, 其结果见表 7。

表 7 气体绝缘套管的密封试验结果

样品编号	压力值 MPa	泄漏率 0.1%/年	持续时间 h	开始时间	结束时间
04260069	0.8	0.001	16	8/3 17:00	8/4 9:00
规定值	0.8	≤ 0.5	≥ 2	—	—

该项结果符合要求, 合格。

2.6 内压力试验

04260069 试品进行了充气体、气体绝缘以及气体浸渍套管的内压力试验, 其结果见表 8。

表 8 内压力试验结果

样品编号	施加水压 MPa	持续时间 min	施加水压 MPa	持续时间 min	结果
04260069	2.0	5	4.0	5	未损坏
规定值	2.0	5	4.0	5	不应损坏

该项结果符合要求, 合格。

2.7 温升试验

04260069 试品进行了温升试验, 其结果见表 9。

2.8 热短时电流耐受试验

根据 GB/T 4109-2008 第 8.8 条的规定:经计算热短时电流耐受试验结果符合标准规定, 本项试验免做。计算证明书如下:

根据 GB/T 4109-2008 第 8.8 条的规定, 套管耐受 I_{th} 标准值的能力用下式计算证明。如果最终温度 θ_f 不超过 180°C , 则认为套管能耐受标准值 I_{th} 。

$$\theta_f = \theta_0 + \alpha \frac{I_{th}^2}{S_r \times S_e} \times t_{th} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中: θ_f ——导体的最终温度, 单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$);

θ_0 ——在环境温度 40°C 下载流 I_r 连续运行时导体的温度, 单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$);

α ——对于铜是 $0.8 (\text{K/s}) / (\text{kA/cm}^2)^2$, 对于铝是 $1.8 (\text{K/s}) / (\text{kA/cm}^2)^2$;

t_{th} ——规定的额定持续时间, 单位为秒 (s);

I_{th} ——上述规定的标准值, 单位为千安培 (kA);

S_e ——考虑集肤效应的等效横截面面积, 单位为平方厘米 (cm^2);

S_r ——相应于 I_r 的总横截面面积, 单位为平方厘米 (cm^2)。

在直径 D (cm) 的圆截面导体中, 需考虑集肤效应取得等值横截面面积。

$$S_e = \pi d(D - d) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中: d ——电流的渗入深度, 单位为厘米 (cm)。

$$d = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho \times 10^3}{f}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中: ρ ——导体电阻率, 单位为微欧姆厘米 ($\mu\Omega \cdot \text{cm}$), 需在平均温度 160°C 下进行校正;

f ——额定频率, 单位为赫兹 (Hz)。

热短时电流耐受计算证明 (以下数据由委托方提供);

计算依据:

导电杆直径 (mm): $\phi 60$

短时热电流 I_{th} : 50 kA/3s

θ_0 按最大温升为 75K 时导电杆的温度: 40 (环境温度) + 75 (温升) = 115K

计算过程按 GB/T4109-2008 第 8.8 条规定

1 集肤效应渗入深度计算(cm)

$$d = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho \times 10^3}{f}} = \frac{1}{2 \times 3.14} \times \sqrt{\frac{2.83 \times 10^3}{50}} = 1.198$$

铝的电阻率为 $2.83\mu\Omega\cdot\text{cm}$

2 相应于 I_r 的总横截面面积 (cm^2)

$$S_t = \pi D^2 / 4 = 3.14 \times 6^2 / 4 = 28.27$$

3 考虑集肤效应后的等效横截面面积 (cm^2)

$$S_e = \pi d(D-d) = 3.14 \times 1.198 \times (6-1.198) = 18.07$$

4 短时热电流耐受后的温度 ($^{\circ}\text{C}$)

短时热电流: $50 \text{ kA}/3\text{s}$

折算成 1s 时的电流为: $I_{th} = 50 \times \sqrt{3} = 86.6 \text{ kA}$

$$\theta_f = \theta_0 + \alpha \times \frac{I_{th}^2}{S_t \times S_e} \times t_{th} = 115 + 1.8 \times \frac{86.6^2}{28.27 \times 18.07} \times 1 = 141.4^{\circ}\text{C} < 180^{\circ}\text{C}$$

其中铝的 α 取值为 $1.8 (\text{K/s}) / (\text{kA}/\text{cm}^2)$

因为计算的最终温度 $\theta_f = 141.4^{\circ}\text{C}$, 小于 180°C , 所以样品能耐受规定的标准值 I_{th} 。该项结果符合要求, 合格。

2.9 外观及尺寸检查

样品外形规整, 伞群颜色为净灰色, 伞群和护套整体注射成型, 端部法兰与护套无分离现象, 伞群表面无超过标准规定的缺陷, 接线端子表面无缺陷, 试验结果见表 9。

表 9 尺寸检查结果 单位: mm

样品编号	爬电距离	绝缘子结构高度	干弧距离	导电杆伸出长度
04260069	4852	1411	1319	200.8
规定值	≥ 4495	1410 ± 1.5	≥ 1305	200 ± 3

符合标准及产品图样规定, 合格。

3 型式试验后验证试验

按标准规定, 在型式试验之后还应进行局部放电量的测量, 测量结果如下:

局部放电量的测量

干球温度 $t_d = 29.3^{\circ}\text{C}$, 背景干扰水平: 0.4pC , 样品安装状态: 垂直安装; 工频电压升至 275kV , 持续 60s 后, 降到规定电压下进行试验。用 JF-2001 干扰判别式局部放电测试仪进行测试, 试验结果见表 10。

表 10 局部放电测量结果

样品编号	施加电压 kV	压力值 MPa	局部放电量 pC
04260068	126	0.30	1.3
规定值	126	0.30	≤ 5

符合标准规定，合格。

附录 产品图纸

