

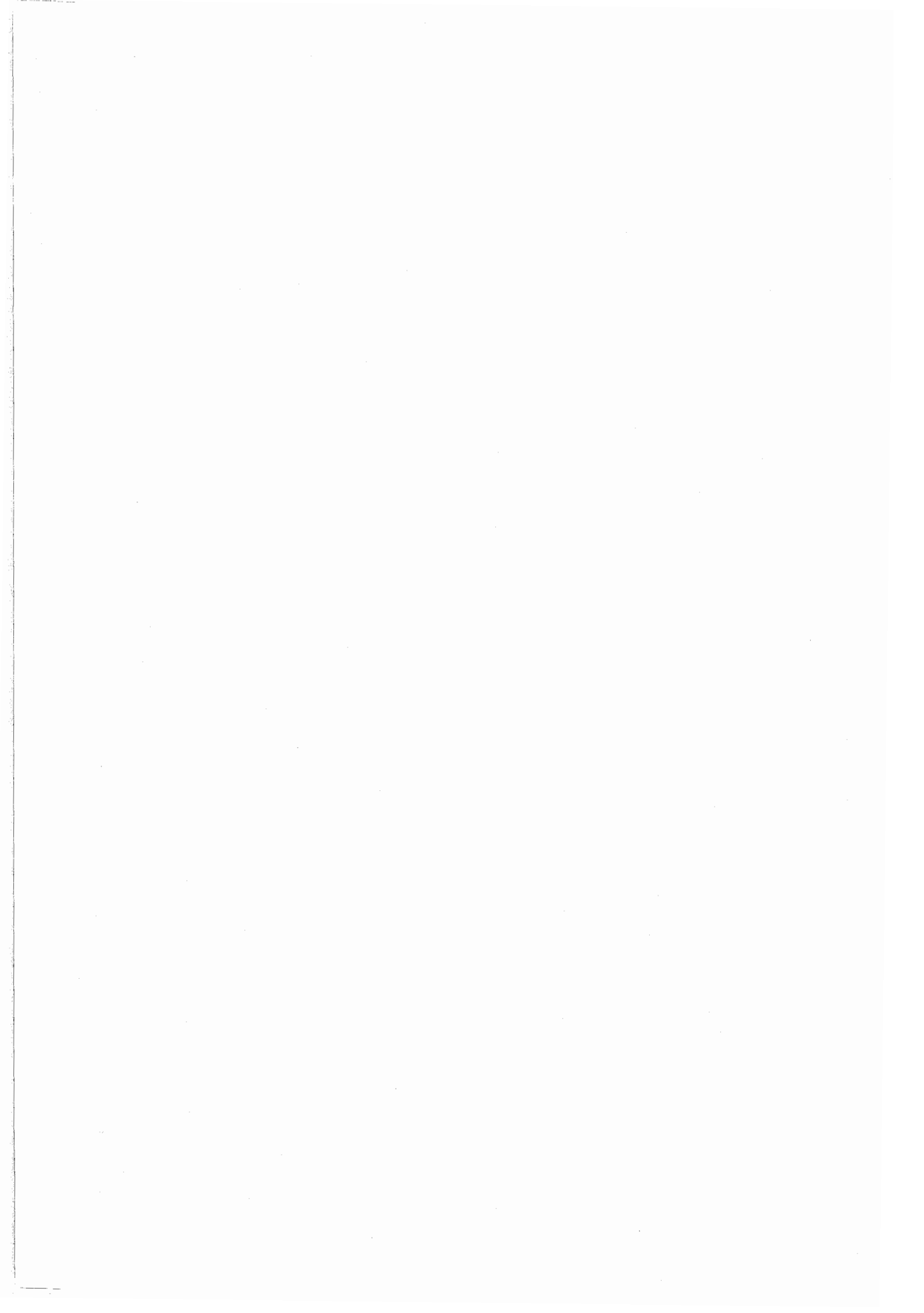
# 预制电缆技术规范

## （试行稿）

国家电网公司基建部  
上海电力设计院有限公司  
2013 年 5 月

## 目 次

前 言.....	I
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	2
4 预制电缆要求.....	3
5 说明事项.....	16
6 预制电缆型号命名.....	18



## 前 言

制定本标准目的在于指导、规范配送式变电站预制电缆的制造、选用、验收。

本标准提出的技术性能参数基于国内外预制电缆的设计、制造和运行经验。由于智能变电站技术仍处于发展阶段，本规范的相关技术原则将随着技术的发展与成熟逐步修订和完善。。

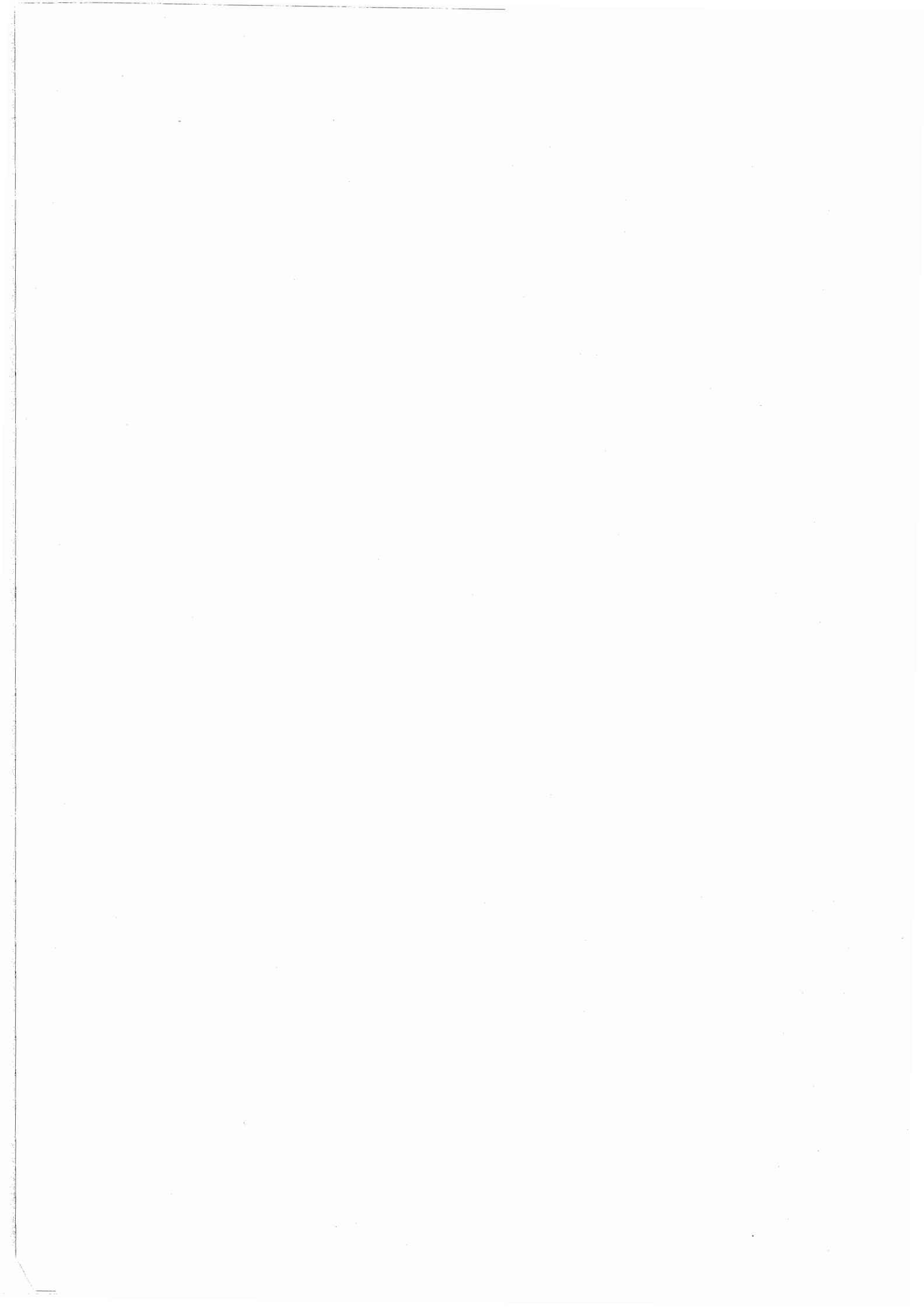
在执行本标准过程中，发现需修改和补充之处，请将有关资料和意见向国家电网公司反映，以便今后修订。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

本标准由国家电网公司提出并解释。

本标准的版本及修改状态：



# 预制电缆技术标准

## 1 范围

本规范规定了配送式变电站用预制电缆的形式、设计结构、制作要求、性能、包装、其它说明及型号命名等。

本规范适用于预制电缆的设计、制造、试验及施工等。

本规范适用于国家电网公司系统内智能变电站的新建工程，其它扩建、改建工程可参照执行。

## 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。

GJB150.4A-2009	军用设备环境试验方法 低温试验
GJB598A-1996	耐环境快速分离圆形电连接器总规范
GJB599A-1993	耐环境快速分离高密度小圆形电连接器总规范
GJB1217A-2009	电连接器试验方法
VDE 0110	爬电距离及电气间隙
VDE 0627	插头插座
GB/T 2423	电工电子产品环境试验
GB/T 2900.15	电工术语 变压器、互感器、调压器和电抗器
GB/T 2900.50	电工术语 发电、输电及配电 通用术语
GB/T 2900.57	电工术语 发电、输电和配电 运行
GB/T 3047.3	高度进制为 20mm 的插箱、插件基本尺寸系列
GB/T 4208	外壳防护等级（IP 代码）
GB/T 5095	电子设备用机电元件基本试验规程及测量方法
GB/T 5169.10	电工电子产品着火危险试验 第 10 部分：灼热丝/热丝基本试验方法 灼热丝
装置和通用试验方法	
GB/T 9330	塑料绝缘控制电缆
GB 191	包装储运图示标志
GB 2681	电工成套装置中导线颜色
GB 50150	电气装置安装工程电气设备交接试验标准
DL/T 478	静态继电保护及安全自动装置通用技术条件

DL/T 596	电力设备预防性试验规程
DL 663	220 kV~500 kV 电力系统故障动态记录装置检测要求
DL/T 782	110 kV 及以上送变电工程启动及竣工验收规程
JJG 313	测量用电流互感器检定规程
JJG 314	测量用电压互感器检定规程
JJG 1021	电力互感器检定规程
Q/GDW 157	750 kV 电力设备交接试验标准
Q/GDW 168	输变电设备状态检修试验规程
DLGJ 154—2000	电缆防火措施设计和施工验收标准
GB/T2951-1997	电缆绝缘和护套材料通用试验方法
GB/T2952-1989	电缆外护层
GB/T3048-1994	电线电缆电性能试验方法
GB/T3956-1997	电缆的导体
GB 5023-1997	额定电压 450/750V 及以下聚氯乙烯绝缘电缆
GB6995.1-1986	电线电缆识别标志 第 1 部分：一般规定
GB6995.3-1986	电线电缆识别标志 第 3 部分：电线电缆识别标志

### 3 术语和定义

#### 电连接器

在变电站电气系统中，通过电连接器对各智能组件的各单元之间进行电气连接和信号传递，是构成一个完整电气系统所必须的基础元件。电连接器由固定端电连接器（以下称插座）和自由端电连接器（以下称插头）组成。插座通过其方（圆）盘固定在设备上，插头一般接电缆，通过连接螺帽实现插头、插座连接。

#### 接触件

接触件是插针和插孔的总称，是电连接器的主要组成元件，用来进行电气连接和信号传递。

#### 预制电缆

电缆端头进行处理后，与电连接器进行组合从而达到满足要求的防护等级。通常为插座端尾部接导线，插头尾部接电缆。

#### 单端预制电缆

单端预制是指电缆的一端预制航空插头（座），另一端甩线用于现场制作缆端或接端子。

#### 双端预制电缆

双端预制是指电缆的两端均预制航空插头（座）。

## 多端预制电缆

多端预制电缆组件是指电缆组件含有多个（一种或多种）航空插头（座），通过一定的对应关系，由电缆进行连接，多端预制电缆组件可实现复杂连接，结构可以为一分多、多对多、网状结构。

## 4 预制电缆要求

### 4.1 预制电缆分类

预制电缆分为单端预制、双端预制和多端预制三种形式。

本规范涉及的预制电缆主要用于主变与控制柜、GIS 与汇控柜、AIS 与控制柜的连接，要求电缆耐火、阻燃、耐紫外线、氧化、臭氧和水解的性能满足相应规程要求，能适应户外敷设。

以下为三种形式预制电缆组件的示意图。

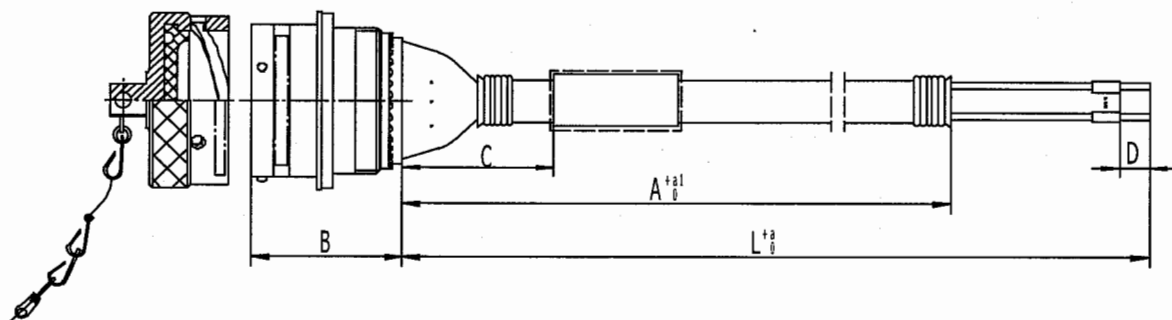


图4.1-1 单端预制电缆组件

结构组成：航空插头（座）、导线或者电缆、热缩管等。

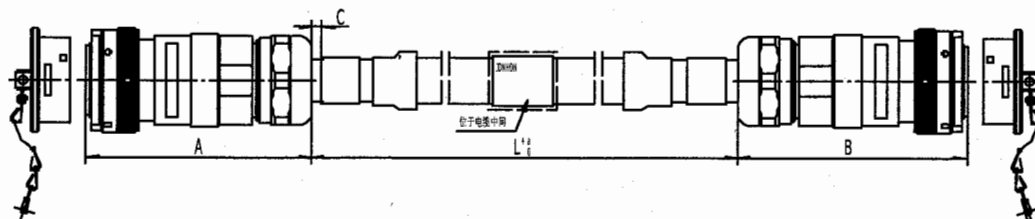


图 4.1-2 双端预制电缆组件

结构组成：航空插头（座）、电缆、热缩管等。



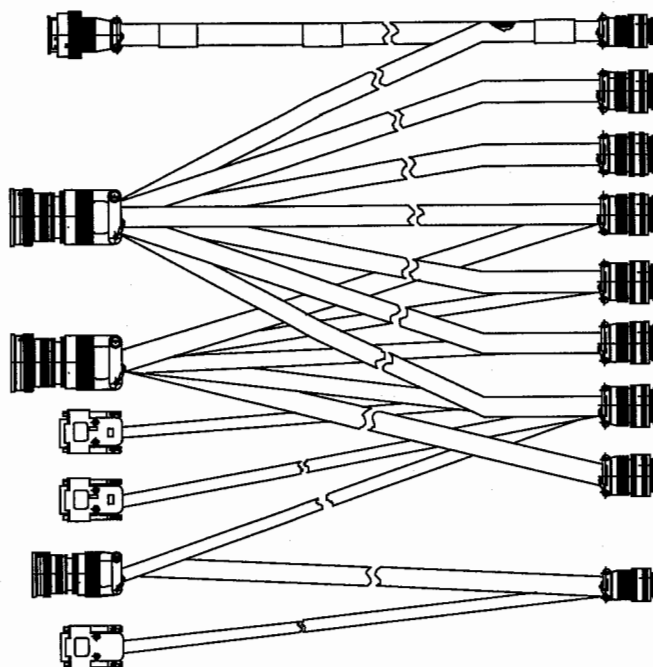


图4.1-3 多端预制电缆组件

结构组成：航空插头（座）、电缆、热缩管等。

## 4.2 适用范围

单端预制适用于穿管敷设环境，双端预制适用于以下环境：

- 1) 一次设备本体至就地控制柜间设有电缆槽盒、电缆沟等；
- 2) 预制电缆长度可精确测量（一次设备与本体智能控制柜就近布置、电缆敷设路径总长度可精确测量）；
- 3) 预制电缆余长有足够的收纳空间等。

多端预制适用于比较复杂的应用环境，具有很大的特殊性 & 针对性。

## 4.3 预制电缆设计、制作与典型应用

### 4.3.1 设计原则、结构及细则

#### 4.3.1.1 设计原则

航空插头座符合 GJB598(MIL-C-26482)系列或 GJB599(MIL-DTL-38999)系列标准接口、接点，或符合 VDE 0627 插头插座标准，电缆符合 GB/T9330-2008 相应标准。

#### 4.3.1.2 设计结构

预制电缆在设计结构上由航空插头（座）、电缆及其它辅助材料组成。

#### 航空插头（座）结构及要求

圆形航空插头（座）包括相应的插头（座）、防尘盖、电缆附件等。航空头座为圆形结构，金属外壳；插头接电缆，可以选配弯式或直式附件，接触件为后装后取式，插座为固定安装，接导线，也可以接电缆，需选配附件。

矩形航空插头座结构有所不同,完整的组件包括电缆附件,防护外壳上壳,公接插体(含插针),母接插体(含插针),防护外壳底座五个部分。针对箱体/柜体表面安装或柜内安装等两种不同的应用方式,可提供不同结构形式及防护要求的产品。

### 航空插头(座)连接方式

圆形航空头座的连接方式一般为卡口连接器或螺纹连接方式,针对壳体号小的系列推荐为三曲槽卡口连接,大号壳体产品应采用梯形螺纹连接方式。

矩形航空接插件头座连接通过连接器固定装置来实现,固定装置有单锁扣和双锁扣的区分。固定锁扣的材质有普通金属,不锈钢,塑料的区分,在户外使用时建议选择不锈钢材质的锁扣。如选择 IP68 防护等级的防护外壳,防护外壳上壳和底座采用螺钉固定方式。

### 航空插头座安装方式

圆形航空插座采用方盘或螺母紧固安装,要求安装具有防松和防水功能。矩形航空插座在箱体/柜体表面安装采用开孔安装方式,在柜内安装时采用导轨安装方式。

### 航空插头座端接方式

航空头座的接触件尾部接线方式采用冷压方式进行,根据接触件规格及适配导线线径,采用推荐的压接工具进行压接。手动压接工具及接触件压接后效果见下图,如需批量作业,可以采用机动压接钳。

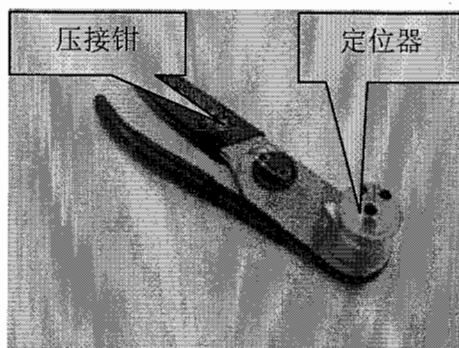


图 4.3.1.2-1 压接工具



图 4.3.1.2-2 接触件压接截面图

单端预制电缆需要现场制作的缆端可采用螺钉压接的航插,现场操作更方便。

### 4.3.1.3 设计细则

(1) 预制电缆组件所使用的航空插头(座)、电缆、热缩套管等构成电缆组件的所有材料均应符合电缆组件整体环境性能(包括工作温度、防水等级、盐雾、霉菌)的要求;

(2) 根据预制电缆组件的使用情况,确定电缆组件电气性能指标(包括绝缘电阻、耐电压、导通电阻、接线关系、屏蔽、额定电流、额定电压);

(3) 预制电缆组件连接器端可根据使用空间及电缆外径采用合适的附件,附件主要起到电缆与连接器连接后使电缆与连接器可靠固定在一起,增加整体的抗拉、抗拖拽性能;可一定程度地防止连接器的接触件与导线的端接处弯折、受力脱落,屏蔽密封式附件也可以实现屏蔽与防水的要求;连接器在室

内或箱内使用且不受力情况下也可不使用附件；

(4) 预制电缆组件所使用连接器应有防尘盖，特别是预制缆端，由于需要在施工现场安装、调试等，需要在连接前带好防尘盖，以防操作过程中对预制缆端连接器内部接触件造成损伤，或者插合端进入杂物等影响连接器正常使用；

(5) 为了方便电路测试，安装在柜内的连接器每个接线点应提供测试接点，具备测试功能；

(6) 电缆或导线的选择应符合预制电缆组件环境性能、电气性能、机械性能等要求及电缆弯折半径、阻燃等级、耐老化、抗拉强度等，根据使用情况可自制电缆或使用成品电缆；

(7) 为便于预制电缆组件的敷设及安装，质量的追踪，需要在电缆组件上增加厂标、型号、批次号、连接器编号等标识，可采用热缩标记热缩套管等方式实现；

(8) 为便于单端预制电缆组件甩线端的接线，需在电缆组件甩线端增加线号标识，可采用热缩标记热缩套管等方式实现。

#### 4. 3. 2 外形尺寸要求

预制电缆组件交付时须保证重要尺寸及内部主要结构尺寸。附件要求屏蔽（或其它类型套管）接壳体的产品，如使用特殊接法则应在图纸中相关部位使用剖视图明确表达出来。预制电缆组件的外形尺寸主要包含以下几方面：

(1) 航空插头（座）或航空插头（座）与附件组合后的长度尺寸；

(2) 线长尺寸，尺寸基准通常为航空插头（座）尾端，航空插头（座）附件尾端，航空插头（座）插合端、甩线端；

(3) 外护套长度尺寸；

(4) 标识热缩套管热缩位置尺寸；

(5) 其他尺寸，包括屏蔽处理的位置尺寸，捆扎尺寸，接地端子位置及引出长度尺寸等。

#### 4. 3. 3 预制电缆制作要求

##### 1) 航空插头（座）的端接

航空插头（座）的接触件（插针、插孔）与导线、电缆的端接推荐采用压接型。不同规格线芯压接后的压接强度符合表 1 要求。导线截面应与压接筒相匹配，具体对应关系见表 2。

##### 2) 单端预制情况下电缆芯与接线端子的连接

常规采用螺钉连接方式，导线端需要加装线鼻后再进行安装，电缆剥除时不得损伤电缆芯线。

##### 3) 线束的保护

①采用编织管、热缩、金属软管或其它适当方法对线束进行电气或机械防护。

②电连接器与电线、电缆连接处，可采用热缩头（或双壁热缩管）配用热熔胶的方法进行防护（压板式附件不推荐），附件与电缆的处理应尽量减少端接处受力。

③如果有需求，可在电连接器的附件内部用适当的胶粘剂灌注。

表 1 压接强度

线芯标称 截面 $\text{mm}^2$	压接强度 (不小于) N		接触电阻 (不大于) $\mu\Omega$	
	镀银锡或裸铜电线	镀镍电线	镀银锡或裸铜电线	镀镍电线
0.08	15	15	3300	12300
0.125	28	16	2000	8500
0.2	38	32	1500	6000
0.3	60	50	1000	4000
0.5	93	72	700	2800
0.8	140	120	600	2400
1.0	190	150	500	2000
1.2	240	183	420	1890
1.3	280	193	396	1785
1.5	300	220	350	1575
2	380	280	300	1350
2.5	480	360	250	1125
3	550	430	200	900
4	650	500	180	810
5	800	580	150	675
6	900	630	120	540

表2 压接导线匹配规格

接线端 内径 $\phi$ mm	匹配导线 截面积 $\text{mm}^2$	接线端 内径 $\phi$ mm	匹配导线 截面积 $\text{mm}^2$	接线端 内径 $\phi$ mm	匹配导线 截面积 $\text{mm}^2$
0.7	0.2	1.6	1.0~1.2	2.5	3.0
1.1	0.35~0.5	1.8	1.2~1.5	3.0	4.0
1.3	0.5~0.8	2.3	2.0~2.5	3.3	5.0~6.0

#### 4) 标识

①电缆组件的标记标识的字符颜色应与基体色差鲜明, 字符尺寸应同标记表面尺寸的大小协调。

②用喷码、激光刻字、套管或不干胶纸打印后粘贴的方法在电线、电缆表面上进行标识; 也可在每段电线、电缆两端(如电连接器、接线端子、接线模块连接处)用热缩标识套管进行标识。热缩标识套管上的字符与热缩标识套管的轴线垂直; 对于高温区域需要标识的场合, 必要时可采用金属标识牌。

#### 5) 屏蔽端头处理和搭接

##### ①屏蔽电缆对接连接

屏蔽电缆需要并接分叉或串联延续对接时, 宜优先采用焊锡环或压接接头并进行绝缘处理; 屏蔽电缆端头外屏蔽层终端须套装屏蔽套管; 使用熔焊套管对搭接屏蔽层焊接连接。

##### ②屏蔽层的收头

为防止屏蔽电缆屏蔽层端头松散和刺破电线、电缆绝缘引起短路,屏蔽成型电缆或自制屏蔽电缆如果图纸中不明确屏蔽端头的处理方法时,需按照以下要求处理:

- a) 当电缆结构为成型屏蔽电缆且里面芯线也有单独屏蔽层时(或者自制屏蔽电缆中芯线有单独屏蔽时):将屏蔽导线的屏蔽层端部外翻并用合适规格的热缩管热缩固定,然后在所有线束端部缠绕适量PVC胶带避免电缆屏蔽层刺破导线;电缆内外屏蔽和壳体的处理参照图纸要求;
- b) 当电缆结构中芯线无单独屏蔽仅有总屏蔽层时(或者自制屏蔽电缆中仅有总屏蔽无芯线屏蔽时):将电缆端部所有芯线外缠绕适量PVC胶带避免电缆屏蔽层刺破导线。

### ③屏蔽处理要求

常用屏蔽处理方法可分为以下几种,设计图纸中应明确屏蔽是否和壳体导通,以及导通的具体方式,如果屏蔽无导通要求,要注明绝缘处理的方式。常见的屏蔽处理方式如下:

- a) 屏蔽层外翻后用压线板压住;
- b) 屏蔽层用薄铜皮捆扎后用压板压住;
- c) 屏蔽层用细屏蔽皮捆扎后用压板压住;
- d) 屏蔽层用细屏蔽皮捆扎后,引出一条细屏蔽皮用螺钉压住,或焊在壳体上、或接一焊片甩出;
- e) 屏蔽丝挑散后360°覆盖在壳体上,屏蔽层依靠附件自带压屏蔽结构压住;
- f) 屏蔽层焊在壳体上;
- g) Ti-Ni环或捆扎带压屏蔽层;
- h) 屏蔽丝拧成一股或多股,外套热缩管热缩实现绝缘;
- i) 屏蔽丝齐线缆外绝缘皮根部剪断。

### 6) 附件螺钉、安装螺钉以及锁紧螺钉长度要求

①电缆组件附件压板处螺钉长度规定:为避免螺钉过长,刺破电缆或导线绝缘层,附件压板处螺钉的螺纹露出长度规定为2~5mm。

### ②设备内部电缆组件附件螺钉控制要求:

当螺钉位置无法接触电缆或导线时,螺钉的螺纹露出长度按照2~5mm控制;

当螺钉位置触及电缆和导线时,螺钉处结构可借鉴以下几种方案:

- a) 安装面板设计为盲孔结构,使螺钉无法触及导线;
- b) 当安装面板设计为通孔结构时,螺钉的螺纹露出长度规定为1mm以内,可根据用户要求涂抹适量螺纹胶,且螺钉端头需要倒角,将毛刺清除干净,然后在螺钉端头涂抹或缠绕弹性体材料固定,避免螺钉刺破导线;也可使用合适的螺母,将螺钉端头全部遮盖,避免螺钉刺破导线。

### 7) 辅材选用要求

对于自制线束,例如要求外部套防波套、锦纶丝套、热缩管等辅材的产品,在选用时应保证辅材

规格和线束的适配性，并尽量减少所用辅材规格。具体可参考表 3、表 4，但应以实际使用为准。如当锦纶丝套长度超过 1m 或其内部有防波套时，实际使用规格相应增大。例如：2m 长的线束外径为 3.5~5mm 时，锦纶丝套规格应选 8mm。

表 3 防波套匹配规格

线束外径 $\phi$	防波套规格 $\phi$	线束外径 $\phi$	防波套规格 $\phi$	线束外径 $\phi$	防波套规格 $\phi$
2~4	2X4	10~16	10X16	30~40	30X40
3~6	3X6	16~24	16X24	40~50	40X50
6~10	6X10	24~30	24X30	50~60	50X60

表 4 锦纶丝套匹配规格

线束外径 $\phi$	锦纶丝套规格 $\phi$	线束外径 $\phi$	锦纶丝套规格 $\phi$	线束外径 $\phi$	锦纶丝套规格 $\phi$
2.5~3.5	4	9~11	12	17~19	20
3.5~5	6	11~13	14	19~21	22
5~7	8	13~15	16	21~23	24
7~9	10	15~17	18	23~25	26

#### 4.3.4 预制电缆典型应用

##### 4.3.4.1 主变与智能控制柜间预制电缆典型应用

主变本体与智能控制柜间有以下预制电缆：

序号	回路名称	数量	芯数与接线规格	备注
1	非电量保护回路	1	24 芯 1.5mm <sup>2</sup>	
2	油温及绕组温度测量等模拟量采集（弱电）回路	1	16 芯 1.5mm <sup>2</sup>	
3	本体端子箱与风冷控制箱接口回路	1	10 芯 2.5mm <sup>2</sup>	
4	有载调压档位信号采集与调压控制回路	1	24 芯 1.5mm <sup>2</sup>	
5		1	16 芯 2.5mm <sup>2</sup>	
6	风扇控制回路	1	16 芯 2.5mm <sup>2</sup>	
7		1	16 芯 1.5mm <sup>2</sup>	
8		1	10 芯 2.5mm <sup>2</sup>	
9	主变中性点闸刀	1	16 芯 2.5mm <sup>2</sup>	
10		1	10 芯 2.5mm <sup>2</sup>	

##### 4.3.4.2 GIS 本体与智能控制柜间预制电缆典型应用

GIS 本体与智能控制柜间有以下预制电缆：

序号	设备	回路名称	数量	芯数与接线规格	备注
1	断路器机构箱	交流动力回路	1	10 芯 2.5mm <sup>2</sup>	
2		直流控制与信号回路	1	25 芯 2.5 mm <sup>2</sup> + 25 芯 1.5 mm <sup>2</sup>	110kV 为 50 芯,
				25 芯 2.5 mm <sup>2</sup> + 30 芯 1.5 mm <sup>2</sup>	220kV 为 55 芯
3		直流控制与信号回路	1	24 芯 2.5mm <sup>2</sup>	
4	隔离接地开关	电机控制、闭锁及信号采集	1	25 芯 2.5 mm <sup>2</sup> + 25 芯 1.5 mm <sup>2</sup>	
5		电机控制、闭锁及信号采集	1	25 芯 2.5 mm <sup>2</sup> + 15 芯 1.5 mm <sup>2</sup>	
6		第二套智能终端的信号采集	1	14 芯 1.5mm <sup>2</sup>	
7	线路快速接地刀	电机控制、闭锁及信号采集		25 芯 2.5 mm <sup>2</sup> + 15 芯 1.5 mm <sup>2</sup>	
8		第二套智能终端的信号采集		10 芯 1.5mm <sup>2</sup>	

#### 4.3.4.3 AIS 配电装置与智能控制柜间预制电缆典型应用

AIS 配电装置与智能控制柜间有以下预制电缆:

序号	设备	回路名称	数量	芯数与接线规格	备注
1	220kV 线路	断路器双重化控制回路	2	24 芯 2.5 mm <sup>2</sup>	
2	断路器汇控柜至间隔智能控制柜	断路器信号回路	1	16 芯 1.5 mm <sup>2</sup>	
3		断路器电机控制、加热、闭锁等交流回路	1	16 芯 2.5mm <sup>2</sup>	
4	220kV 母联、主变各侧间隔断路器	断路器机构箱	3	16 芯 2.5 mm <sup>2</sup>	
5			1	16 芯 1.5mm <sup>2</sup>	
6	110kV 线路、母联断路器	断路器控制、信号等直流回路	1	24 芯 2.5 mm <sup>2</sup>	
7		断路器电机控制、加热、闭锁等交流回路	1	16 芯 2.5 mm <sup>2</sup>	
8	隔离开关	智能终端信号采集	2	10 芯 1.5mm <sup>2</sup>	除 PT 间隔外其他 220kV 隔离开关
9			1	10 芯 1.5mm <sup>2</sup>	110kV 所有间隔及 220kV PT 间隔

10		电机控制、加热、闭锁回路	1	24 芯 2.5 mm <sup>2</sup>	
----	--	--------------	---	--------------------------	--

### 4.3.5 航空插头（座）主要性能指标

根据智能变电站典型应用要求，推荐采用的航空插头主要性能指标如下：

- [机械性能] ——机械寿命：≥500 次
- 振 动：10Hz~500Hz 加速度：100 m/s<sup>2</sup>
- [环境性能] ——工作温度：-40℃~+125℃
- 防护等级：IP67
- [电气性能] ——额定电流：≥10A（信号、弱电）、≥16A（控制）；
- 工作电压：500 V AC(I 级)/1000V AC(II 级)
- 绝缘电阻：≥5000 MΩ（常温）
- 耐电压（常温）：1500 V AC(I 级)/ 2300V AC(II 级)
- [其余要求]
  - 要求同一节点产品要具备多种防错键位产品；而且在外观上能够方便识别；
  - 接触件方便维修更换，可以拆卸；
  - 产品提供多种材料和镀层供选择，需具备耐盐雾 48h~1000h 性能范围要求，适用不同腐蚀气体环境条件；
  - 尾部电缆出口可以是直式也可以是弯式，方便电缆布线。

### 4.3.6 电缆结构及要求

电缆结构及要求符合 GB/T9330-2008 相应标准规定。

预制电缆为阻燃屏蔽软电缆，室外为铠装，型号为 ZR-KVVRP22-450/750，室内电缆型号为 ZR-KVVRP-450/750。

## 4.4 预制电缆性能要求及检测方法

### 4.4.1 材料

材料应满足本规范的规定，当未指明确定的材料时，应使用满足本规范性能要求的材料。

#### 4.4.1.1 接触件材料和表面处理

接触件材料为铜质材料，表面处理为镀金或者镀银。

#### 4.4.1.2 壳体的材料和表面处理

航空插头（座）壳体材料允许使用铝合金、铜合金、不锈钢等，壳体材料的选用应满足产品使用环境及用户的要求。

#### 4.4.1.3 绝缘体材料

绝缘体材料应有合适的电气性能和机械性能且应有一定的撞击强度，以防止绝缘体在装配和规定的使用过程中发生起层、裂纹或破碎现象。

#### 4.4.1.4 电缆

电缆采用的绝缘体、金属导体、填充物等材料应使用满足本规范性能要求的材料。

电缆应阻燃，外护套颜色为黑色。

#### 4.4.1.5 紧固件



户外紧固件采用钢质或铜质材料，表面防腐处理。

#### 4.4.2 额定值

##### 4.4.2.1 工作温度

工作温度：-20℃～70℃。

##### 4.4.2.2 额定工作电流

电缆芯线截面 mm <sup>2</sup>	接触件额定电流 A
1.5	10A
2.5	16A

当多个接触件同时工作时其额定工作电流下降率符合下表规定。

接触件数目 (个)	1~10	11~20	21~30	31~62
额定工作电流下降百分率 (%)	0	10	20	30

##### 4.4.2.3 额定工作电压

电缆额定工作电压为 450/750V。航空插头座额定电压使用等级 I 为 600V，使用等级 II 为 1000V。

#### 4.4.3 性能

##### 4.4.3.1 互换性

在机械安装和性能方面，同一型号的电缆组件应能完全互换。

##### 4.4.3.2 线号对应性

对电缆组件接触件与电缆内部各芯导线一一对应进行检测，电缆组件的线号对应满足详细图纸的规定。

##### 4.4.3.3 接触件的分离力

按 GJB1217A-2009 中方法 2014 的规定对单独的插孔接触件进行试验。应采用下列细则：

- 直接用标准插针进行检测；
- 试验时标准插针插入深度不小于4mm。

使用标准插针检测，每对接触件的单孔拔力如下：

接触件规格 mm	单孔分离力 N
小截面	1.3~2
大截面	2.5~4

##### 4.4.3.4 啮合和分离力矩

按照 GB/T5095-1997 试验 13a 中 1.2 条规定的试验方法进行试验。

##### 4.4.3.5 接触电阻

按 GJB1217A-2009 中方法 3004 的规定对插合好的接触件进行试验，应满足下表要求。

接触件规格 mm	接触电阻 mΩ
大截面	≤3
小截面	≤1.5

#### 4.4.3.6 绝缘电阻

连接器任意相邻接触件之间，以及任一接触件对外壳之间的绝缘电阻符合下表规定。电缆组件的绝缘电阻应不小于 30MΩ。

试验条件	绝缘电阻 MΩ
常温	≥5000
湿热	≥100

#### 4.4.3.7 耐电压

按 GJB1217A-2009 方法 3001 规定的试验方法对插合好的连接器进行试验，应采用以下细则：

试验电压——按下表规定；

施加电压时间——在达到电压要求之后保持 60s±10s，施加电压不超过 500V/s

按以上规定进行试验时，任何相邻接触件之间、接触件与壳体之间应能承受下表中规定的试验电压而不出现击穿或飞弧现象，漏电流不大于 10mA。

试验条件	使用等级	耐电压 (AC 有效值) V
常温	使用等级 I	1500
	使用等级 II	2300

电缆组件耐电压按照 1000V 执行。

#### 4.4.3.8 电缆拉脱

按 GJB1217A-2009 方法 2009 规定的试验方法进行试验。

#### 4.4.3.9 电缆封口处弯曲

按 GJB1217A-2009 方法 2017 规定的试验方法进行试验。

#### 4.4.3.10 低温贮存

按 GJB150. 4A-2009 中低温贮存的规定对插合好的电缆组件及连接器进行试验。并采用下列细则：

a) 贮存试验温度：-20℃±2℃；

b) 贮存试验保温时间：24h；

恢复常态后测试绝缘电阻和外观检查，外观应无裂纹、起泡、起皮等缺陷；绝缘体应无龟裂、明显掉块等缺陷；电缆及硫化橡胶部位表面应光滑、无砂粒、气泡，粗细应均匀；绝缘电阻应不小于 30MΩ。

#### 4.4.3.11 振动

按 GJB1217A-2009 中 2005 的规定的试验方法对插合好的电缆组件进行试验。试验时电缆组件上的电缆应与夹具固定。

试验条件——II

按规定进行试验时，不允许有大于 1μs 的电气不连续性，应采用能检测 1μs 不连续性的检测器，试验后，应无外观或机械损伤现象。

#### 4.4.3.12 冲击

按 GJB1217A-2009 中 2004 规定的试验方法对插合好的电缆组件及连接器进行试验。试验时电缆组件上的电缆应与夹具固定。

#### 试验条件—D

按规定进行试验时,不允许有大于  $1\mu\text{s}$  的电气不连续性,应采用能检测  $1\mu\text{s}$  不连续性的检测器,试验后,应无外观或机械损伤现象。

#### 4.4.3.13 温度冲击

按 GJB1217A-2009 中 1003 条规定的试验方法对插合好的电缆组件及连接器进行试验。

试验条件—A, 极限温度值:  $-55^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$

按规定试验后,应没有影响电缆组件正常工作的镀层起泡、剥皮或掉层以及其它损伤。

#### 4.4.3.14 潮湿

按 GJB1217A-2009 中 1002 条规定的试验方法对插合好的电缆组件及连接器进行试验。

试验条件——I 型 A

按规定试验后,应无对电缆组件、连接器性能产生影响的损坏,试验后绝缘电阻应不小于  $30\text{M}\Omega$ 。

#### 4.4.3.15 外壳防护

按 GB4208 中 IP67 防护要求试验后,电缆组件、连接器应无漏水现象。

#### 4.4.3.16 机械寿命

按 GJB1217A-2009 中 2016 条规定的试验方法进行试验。成对电缆组件连接和分开一次为一个周期,用专用试验工具或手工进行。插拔速度每分钟不大于 15 次

电缆组件与连接器做 500 次连接和分离试验后,电缆组件与连接器应无机械损伤,但金属零件磨擦表面允许有轻微磨损;插针、插孔表面不允许镀层脱落。

#### 4.4.3.17 盐雾

按 GJB1217A-2009 中 1001 规定的试验方法对插合好的电缆组件进行试验。

试验时间——试验条件符合单篇规范

试验后,电缆组件的外观应符合下列要求:

- a) 应不暴露出影响产品性能的基体金属;
- b) 非金属材料应无明显泛白、膨胀、起泡、皱裂、麻坑等。

#### 4.4.3.18 外观质量

电缆组件的外观应无裂纹、起泡、起皮等缺陷;绝缘安装板应无龟裂、明显掉块、气泡等影响使用的缺陷;绝缘安装板上表示孔位排列的数字应永久清晰;电缆表面光滑、无砂粒、无气泡、粗细均匀。

#### 4.4.3.19 标志

每个电缆组件应具有清晰的标志,并且标志应位于电缆组件、连接器的外壳体上,预制电缆标志应包括下列内容:制造厂商标、型号、批次号。

电缆标志应包括型号、规格、生产厂家等。

机械和环境性能试验后，标志允许在不影响使用的情况下有轻微的划伤。

## 4.5 包装

电缆组件的包装分解为：插头插座防护、盘绕和捆扎、中层包装和外包装四个部分。为保证出厂产品包装的统一，现对各类产品的包装形式进行规定。

### 4.5.1 插头插座防护

包装电缆组件时，首先要将连接器插头、插座的插合面进行防护，如使用塑料防护盖。如果产品已配有金属防尘盖，注意将防尘盖与插头或插座旋紧，避免运输途中松脱。然后将每个连接器用海绵包裹，外套自封塑料袋，或直接用合适大小的珍珠泡塑料袋包裹，挤出多余空气后封口或扎口，以保护产品镀层，减少碰撞。

### 4.5.2 盘绕和捆扎

盘绕直径要求：线缆盘绕后内圈直径不小于电缆直径的 20 倍（例如  $\Phi 7\text{mm}$  直径的电缆盘绕后，最内圈直径应大于等于 140mm）。

对于长度大于 300mm 的线缆组件产品，完成插头插座防护后，盘绕成圈，盘绕时注意不要损伤电缆，再用捆扎线圆周均布捆扎 3 处，离连接器端  $\leq 60\text{mm}$  处必须捆扎，应保证线缆不会松散、交错，扎线拆除后各线缆易于分离。插头有多跟分线时，把分线聚集在一起每隔 200mm 用捆扎线固定，然后再按普通线缆盘绕捆扎。

若线缆成盘后较粗可用缠绕膜全盘缠绕固定。

### 4.5.3 中层包装

对于长度小于 300mm 的线缆组件产品可直接装入合适的自封塑料袋，挤出多余空气后封口，再放入合适的中层包装一纸盒中，盒内放入合格证，在盒体外的规定位置处应加贴中层标签。

同一型号的线缆组件，中层包装的满装数量要统一，且尽量取 5 的整数倍数量，如 10、15、20 等，在盒内摆放整齐统一，必要时可用海绵做隔层，以提高防护性能。

对于长度大于 300mm 的线缆组件产品，在盘绕捆扎后装入合适的塑料袋并封口，有合适纸盒的装入纸盒中，在纸盒虚线框位置粘贴中层标签；若无合适纸盒装袋子，则在塑料袋中间位置贴中层标签。

### 4.5.4 外包装

线缆组件的外包装通常采用电连接器用外包装纸箱。包装的产品重量不能超过外包装箱最大承重。若包装的产品重量超过纸箱的最大承重。

对于长度特别长或特别粗的线缆组件、以及有特殊包装要求的线缆组件产品按照要求对连接器进行防护后用规定的包装物进行包装。（注：包装物和包装方式按相关规定要求进行，无明确要求的按本规定相关内容进行。）

对于有特殊要求要用木箱包装的电缆组件，装箱前确认木箱的规格、板材、质量和牢固度是否符合要求，将电缆盘成适合木箱内径的盘，插头用海绵防护后装箱，封盖后要保证箱子牢靠。

把已包装的线缆产品逐一放入包装箱内，然后在最上方放置合格证，待检验后用封签封箱。

将包装后产品分层装入包装箱后封箱，层数若不够，可用填充物填充，保证单个包装箱的实装率应

大于 85%，要求每箱只能装同一批次产品。

为防止外包装箱在运输中破损散包，产品装箱后要用宽胶带进行封口，并用塑料打包带在打包机上捆扎，捆扎时应平直拉紧，不得歪斜扭曲。

尾数箱应在包装箱的两个端面粘贴尾箱标签。

## 4.6 运输

包装成箱的产品，应在避免雨雪直接淋袭的条件下，可用任何运输工具运输。

## 4.7 贮存

包装成箱的产品，应贮存在 $-5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 80%，周围空气中无酸、碱和其他腐蚀性气体的库房里。

# 5 说明事项

## 5.1 电连接器在未锁紧前，禁止通电使用，严禁带电插拔。

## 5.2 插合要求

航空插头与插座连接到位应有明确指示。卡口式连接产品连接到位时能听到“咔嗒”声，亦能看到插座上卡钉完全进入插头连接螺帽上的卡钉孔内；螺纹连接产品，当插头上连接螺帽完全遮盖插座壳体上圆周红色带时，即表示插合连接到位。

## 5.3 使用要求

预制电缆的安装、施工、使用过程中应注意产品技术说明书的要求，严格按照要求操作，以避免发生质量问题。

使用寿命期间，应保持插头、插座插合面清洁、无油污、杂质等，使用时应轻拿轻放，避免碰伤，插头、插座分开暂不使用时，应分别带上保护盖。

## 5.4 预制电缆敷设

### 5.4.1 施工

电缆敷设前应检查敷设路径，消除断点及毛刺等障碍物；敷设前应建立工位，根据电缆拖放重量，每隔一定距离及转角处均需指派人员，防止生拉硬拽及电缆相互纠缠；电缆直接暴露处应做明显标识，防止施工时重物压砸；严格遵守电缆性能参数要求。如需借助机械施工，需调整机械限值在电缆性能参数范围内；电缆在槽盒、桥架敷设时应排线整齐，避免相互纠缠，便于管理维护；电缆每隔一定距离需要捆扎固定，且做明晰标识；在转角、竖井处均需稳定固定，防止因扭转造成电缆曲率变化。由于施工人员众多、工作量大，需要安排专门人员对柜内外线缆敷设、整理情况随时检查并提出整改意见，消除布线隐患。

预制电缆在施工过程中应对航空插头（座）插合端带防尘盖进行保护，应尽量避免拖拽航空插头（座），同时应注意施工过程中电缆的最小弯曲半径，对于铠装或绕包屏蔽结构的电缆，其最小弯曲半径不小于电缆直径的 12 倍，其余机构电缆应不小于电缆外径的 6 倍。

### 5.4.2 余长收纳

对于双端预制电缆,需考虑电缆的余长管理。可以利用柜体底部或特制槽盒两种方式进行余长收纳。

## 5.5 镀银产品防护

### 5.5.1 存储要求

- 1) 存储期间,应避光保存镀银产品,建议用黑色塑料袋保存产品;
- 2) 存储期间,未出库镀银产品应保持封口储存。

### 5.5.2 装配要求

- 1) 装配现场,镀银零部件应避免阳光照射;
- 2) 装配现场,应尽量避免镀银零部件长期空气暴露;如生产周期过长(比如1周以上),应在工序操作间隙对镀银零部件进行必要隔离空气的防护;
- 3) 装配、使用现场应清除含硫物品(如皮革、硬橡胶等)如:工作台铺设的胶垫、选用的密封胶条、周转盒等应充分试验确认无硫;
- 4) 装配现场应避免划伤镀银层(避免磕碰零部件、拖拉零部件、摩擦零部件);
- 5) 装配现场对镀银产品进行焊接的,建议焊接后立即清洗焊剂并对镀银层进行保护处理(接触部位涂电接触润滑保护剂,其他部位可与线路板一起进行三防处理)。

### 5.5.3 使用要求

- 1) 镀银层不能作大气条件下黑色金属防护层;
- 2) 禁止与含硫橡胶或其他含硫的非金属材料接触;
- 3) 在生产、装配、储存的全过程中应杜绝裸手触摸产品镀银部位;
- 4) 插针轻微变色,不影响性能,可正常使用;
- 5) 需进一步包装发往下一用户的,建议采用黑色、不含硫塑料袋密封包装后,再进行其它包装。

## 5.6 屏蔽接地

引入屏柜、箱内的铠装电缆应将钢带切断,切断处的端部应扎紧,铠装与屏蔽层应可靠接地,钢铠一点接地,至控制室的控制电缆屏蔽层两点接地。

## 5.7 检修与维护

航空插头(座)在后期检修和维护过程中,当需要更换接触件时需要使用专用取卸工具对产品中需要更换的接触件进行取卸,接触件与导线压接后装入绝缘体时也必须使用取卸工具装配,保证装配到位。

导线、孔位装配正确,可依据封线体、插座界面封严体上的孔位标记装配。(界面封严体前端面或封线体尾部端面有孔位标记)。

接触件与导线的压接要求:

保证导线护套与压线筒尾部尺寸,导线线芯过观察孔。

采用推荐的专用压接工具、定位器压接,压接方式为四点压接,压接后导线应能承受相应的抗张强

度。

## 6 预制电缆型号命名

型号命名如下表：

序号	分类特征	分类内容	标记
1	系列主称	CA、CB、CC、CX	×××
2	电缆所接插头、插座个数	01、02、03……n	标出数字
3	和电缆所接插头、插座配套的插座、插头个数	01、02、03……n	标出数字
4	顺序号	001、002、003……	标出数字
5	备注信息	长度、电缆芯数及规格	(L=xxx, n*2.5)

说明：系列主称为 CA 的电缆组件中所用航空插头(座)均为圆形，单端预制型号为 CA-01-00-XXX，双端预制型号为 CA-02-00-XXX，其中 XXX 需要与预制电缆生产厂家确认给定；

系列主称为 CB 的电缆组件中所用航空插头(座)均为矩形，单端预制型号为 CB-01-00-XXX，双端预制型号为 CB-02-00-XXX，其中 XXX 需要与预制电缆生产厂家确认给定；

系列主称为 CC 的电缆组件中所用航空插头(座)一端为圆形，另一端为矩形，为双端预制，型号 CC-02-00-XXX，其中 XXX 需要与预制电缆生产厂家确认给定；

系列主称为 CX 的电缆组件中所用航空插头(座)一端为圆形或矩形，另一端为甩线或者压接端子，型号为 CX-01-XXX，其中 XXX 需要与预制电缆生产厂家确认给定。

型号标记示例：CA - 01 - 00 - 1688 (L=15000, 24\*2.5)，表示圆形航空插头（座）单端预制；电缆型号顺序号为 1688；尾部电缆（导线）长度为 15000mm（15 米）；电缆（导线）为 24 根，每根截面为 2.5mm<sup>2</sup>。