

ICS 29.240.30  
K 62



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 3797—2016  
代替 GB/T 3797—2005

---

## 电气控制设备

Electrical control assemblies

2016-02-24 发布

2016-09-01 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

## 目 次

前言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 标志、包装和运输 .....	2
4.1 标志 .....	2
4.2 包装 .....	2
5 使用条件 .....	2
5.1 正常使用条件 .....	2
5.2 特殊使用条件 .....	4
5.3 运输、存放和安装条件 .....	4
6 技术要求 .....	5
6.1 性能指标 .....	5
6.2 材料和部件的强度 .....	5
6.3 外壳防护等级 .....	6
6.4 电气间隙和爬电距离 .....	6
6.5 保护 .....	8
6.6 元器件的选择与安装 .....	12
6.7 内部电路和连接 .....	12
6.8 冷却 .....	13
6.9 外接导线端子 .....	13
6.10 介电性能 .....	14
6.11 温升极限 .....	16
6.12 短路保护 .....	17
6.13 电磁兼容性(EMC) .....	17
7 验证 .....	17
7.1 通则 .....	17
7.2 一般检查 .....	18
7.3 材料和部件的强度 .....	18
7.4 外壳防护等级 .....	19
7.5 电气间隙和爬电距离 .....	19
7.6 电击防护和保护电路完整性 .....	19
7.7 元器件的选择与安装 .....	19
7.8 内部电路和连接 .....	19
7.9 外接导线端子 .....	19
7.10 通电操作 .....	20

7.11	连续运行 .....	20
7.12	电气性能 .....	20
7.13	介电性能 .....	22
7.14	温升 .....	22
7.15	电磁兼容性 .....	22
7.16	噪声 .....	22
7.17	跌落 .....	23
7.18	气候环境试验 .....	23

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 3797—2005《电气控制设备》，与 GB/T 3797—2005 相比，主要技术变化如下：

- 增加了对户外用电气控制设备的相关规定；
- 增加了对电气控制设备的结构和性能方面的要求和相关试验。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国低压成套开关设备和控制设备标准化技术委员会(SAC/TC 266)归口。

本标准起草单位：天津电气科学研究院有限公司、天津天传电控配电有限公司、国家电控配电设备质量监督检验中心、上海电气输配电集团有限公司、山东鲁亿通智能电气股份有限公司、成都科星电力电器有限公司、义乌市八方电力设备制造有限公司、浙江群力电气有限公司。

本标准主要起草人：刘洁、王阳、王春武、缪勇、徐克峰、欧阳彤、余耕民、胡翔、段毅、胡文英、罗巨龙。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB 3797—1983、GB/T 3797—1989、GB/T 3797—2005。

# 电气控制设备

## 1 范围

本标准规定了电气控制设备的术语和定义、使用条件及设计、制造和试验的基本要求。

本标准适用于额定电压交流不超过 1 000 V,或直流额定电压不超过 1 500 V 的电气控制设备(以下简称电控设备或设备)。

本标准适用于装有电子器件或不装电子器件电控设备。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 156—2007 标准电压

GB/T 762—2002 标准电流等级

GB/T 2423.4—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Db 交变湿热(12 h+12 h 循环)

GB/T 2423.10—2008 电工电子产品环境试验 第 2 部分:试验方法 试验 Fc: 振动(正弦)

GB/T 3047.1—1995 高度进制为 20 mm 的面板、架和柜的基本尺寸系列

GB/T 3859.1—2013 半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第 1-1 部分:基本要求规范

GB/T 4025—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 指示器和操作器件的编码规则

GB/T 4026—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 设备端子和导体终端的标识

GB/T 4205—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 操作规则

GB 4208—2008 外壳防护等级(IP 代码)

GB/T 4588.1—1996 无金属化孔单双面印制板分规范

GB/T 4588.2—1996 有金属化孔单双面印制板分规范

GB 7251.1—2013 低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分:总则

GB/T 11021 电气绝缘 耐热性和表示方法

GB/T 13384—2008 机电产品包装通用技术条件

GB/T 20138—2006 电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级(IK 代码)

## 3 术语和定义

GB 7251.1—2013 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**电气控制设备 electrical control assemblies**

主要用于控制受电设备的开关电器以及与其相关联的控制、测量、保护及调节设备的组合的通称。也指这些电器以及相关连的内连接线、辅助件、外壳和支持构件的组合物。

### 3.2

**控制单元 control unit**

电控设备的通用组合件,由完成控制功能的所有电气和机械部件组成。

## GB/T 3797—2016

### 3.3

**电磁兼容性 electromagnetic compatibility; EMC**

设备或系统在其电磁环境中能正常工作且不对该环境中任何事物构成不能承受的电磁骚扰的能力。

[GB/T 4365—2003, 定义 161-01-07]

### 3.4

**电控设备制造商 electrical control ASSEMBLY manufacturer**

对整个电控设备负有责任的组织。

### 3.5

**初始制造商 original manufacturer**

进行初始设计并按照相关电控设备标准对电控设备进行相关验证的组织。

[改写 GB 7251.1—2013, 定义 3.10.1]

## 4 标志、包装和运输

### 4.1 标志

电控设备制造商应为每台电控设备配置一个或数个铭牌,铭牌应坚固、耐久,其位置应该是在电控设备安装好并投入运行时易于看到的地方。是否合格应依据 GB 7251.1—2013 中 10.2.7 的要求进行试验和目测检验。

电控设备的下列信息应在铭牌上标出:

- a) 电控设备制造商的名称或商标;
- b) 型号或标志号,或其他标识,据此可以从电控设备制造商获得相关的信息;
- c) 鉴别生产日期的方式;
- d) 产品执行标准(如 GB/T 3797)。

### 4.2 包装

电控设备的包装,依据 GB/T 13384—2008 的规定。

## 5 使用条件

### 5.1 正常使用条件

#### 5.1.1 周围空气温度

##### 5.1.1.1 户内电控设备的周围空气温度

周围空气温度不超过+40℃,且在 24 h 内其平均温度不超过+35℃。

周围空气温度的下限为-5℃。

##### 5.1.1.2 户外电控设备的周围空气温度

周围空气温度不超过+40℃,且在 24 h 内其平均温度不超过+35℃。

周围空气温度的下限为-25℃。

## 5.1.2 湿度条件

### 5.1.2.1 户内电控设备湿度条件

最高温度为+40℃时的空气相对湿度不得超过50%。在较低温度时允许有较大的相对湿度,例如+20℃时相对湿度为90%。但考虑到由于温度变化,有可能会偶尔产生适度的凝露。

### 5.1.2.2 户外电控设备湿度条件

最高+25℃温度时,相对湿度短时可达100%。

## 5.1.3 污染等级

污染等级是指电控设备所处的环境条件。

如果没有其他规定,工业用途的电控设备一般在污染等级3环境中使用,即存在导电性污染,或者由于凝露使干燥的非导电性污染变成导电性的污染。而其他污染等级可以根据特殊用途或微观环境考虑采用。

注:电控设备微观环境的污染等级可能受外壳内安装方式的影响。

## 5.1.4 海拔

安装地点的海拔不得超过2000m。

注:对于在更高海拔处使用的电控设备,也许要考虑介电强度的降低和空气冷却效果的减弱。

## 5.1.5 安装条件

电控设备应按制造厂提供的使用说明书安装。对于垂直安装的电控设备,安装倾斜度不得超过5°。

## 5.1.6 供电电源

如果没有其他规定,以下要求适用:

- a) 交流电压变化范围等于输入额定电压的±10%,短时(在不超过0.5s的时间内)交流电压波动范围为输入额定电压的-15%~+10%;
- b) 相对谐波分量不应超过10%;
- c) 对图1所示的交流电压换相缺口深度 $t$ 不应超过工作电压峰值 $U_{LWM}$ 的40%,换相缺口面积不应超过250(%×度);
- d) 非重复和重复瞬态电压与工作电压峰值之比应符合:  
非重复瞬态电压峰值 $U_{LSM}$ /工作电压峰值 $U_{LWM} \leq 2.5$ ;  
重复瞬态电压峰值 $U_{LRM}$ /工作电压峰值 $U_{LWM} \leq 1.5$ 。
- e) 电源频率的偏差不得超过额定频率的±2%;
- f) 由蓄电池供电的电压变化范围等于额定供电电压的±15%;  
注:此范围不包括蓄电池充电要求的额外电压变化范围。
- g) 设备电源电压的最大允许断电时间由制造商给出;
- h) 如果需要更宽的变化范围,则应服从制造商与用户间的协议。

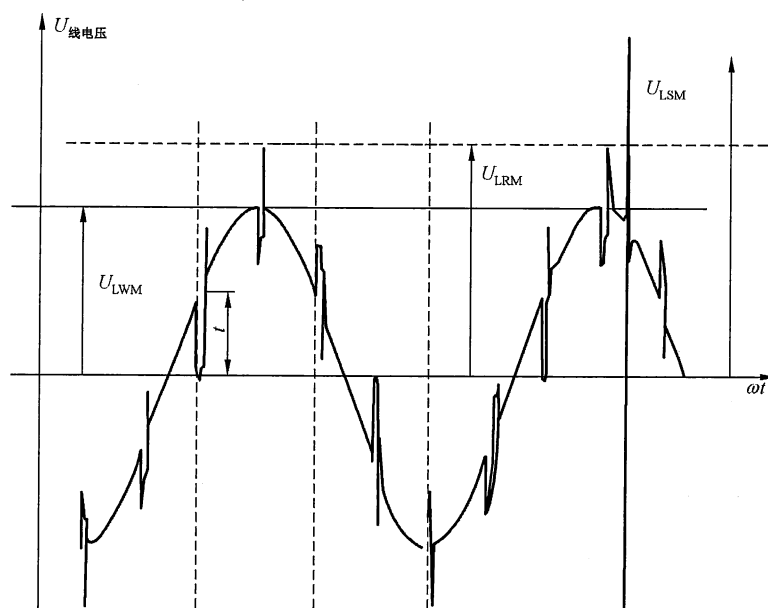


图 1 交流电压图

## 5.2 特殊使用条件

如果存在下述任何一种特殊使用条件,则应遵守适用的特殊要求,或电控设备制造商与用户之间应签订专门的协议。如果存在这类特殊使用条件的话,用户应向电控设备制造商提出。

特殊使用条件举例如下:

- a) 温度值、相对湿度和/或海拔高度与 5.1 的规定值不同;
- b) 在使用中,温度和/或气压的急剧变化,以致在电控设备内易出现异常的凝露;
- c) 空气被尘埃、烟雾、腐蚀性微粒、放射性微粒、蒸汽或盐雾严重污染;
- d) 暴露在强电场或强磁场中;
- e) 暴露在极端的气候条件下;
- f) 受霉菌或微生物侵蚀;
- g) 安装在有火灾或爆炸危险的场地;
- h) 遭受强烈振动冲击和地震发生;
- i) 安装在会使载流容量或分断能力受到影响的地方,例如将设备安装在机器中或嵌入墙内;
- j) 暴露在除电磁骚扰以外的传导和辐射骚扰场所,以及除在 6.13 中所述环境以外的电磁骚扰场所;
- k) 异常过电压状况或异常的电压波动;
- l) 电源电压或负载电流的过度谐波。

## 5.3 运输、存放和安装条件

如果运输、存放和安装条件,例如温度和湿度条件与 5.1 中的规定不符时,应由电控设备制造商与用户签订专门的协议。



## 6 技术要求

### 6.1 性能指标

#### 6.1.1 基本参数

电控设备的额定电压按 GB/T 156 的规定。

电控设备的额定电流按 GB/T 762 的规定。

具体选用时,应由产品技术文件作出明确规定。

#### 6.1.2 电气性能指标

用以表征设备工作性能的有关指标,应在各有关产品技术文件中给以明确规定。应按 7.12 进行电气性能验证。

#### 6.1.3 负载等级

设备的负载等级按 GB/T 3859.1 选取,也可在产品技术文件中另行规定。

#### 6.1.4 噪声

设备在正常工作时所产生的噪声,用声级计测量应不大于 70 dB(A 声级)。

注:对于不需要经常操作、监视的设备,经制造商与用户协议,其噪声值可高于上述值。

应按 7.16 进行噪声验证。

### 6.2 材料和部件的强度

#### 6.2.1 一般要求

电控设备应由能够承受在规定的使用条件下产生的机械应力、电气应力、热应力和环境压力的材料构成。

电控设备壳体的外形应适应其用途,外形尺寸按 GB/T 3047.1 的规定。电控设备壳体可以采用不同的材料,例如:绝缘的、金属的或它们的组合材料等。各紧固处应有防松措施。

电控设备的地基固定安装孔的安装尺寸应符合产品制造图样的要求。

柜(台)体的门应能在不小于 90°的角度内灵活启闭。

#### 6.2.2 防腐蚀

考虑在正常使用条件(见 5.1),为确保防腐蚀,电控设备应采用合适的材料或在裸露的表面涂上防护层。所有黑色金属件均应有可靠的防护层。应按 7.3.1 进行耐腐蚀性验证。

#### 6.2.3 绝缘材料性能

##### 6.2.3.1 热稳定性

对于绝缘材料的外壳或外壳部件,应按照 7.3.2 进行热稳定性的验证。

##### 6.2.3.2 绝缘材料的耐热和耐着火性能

初始制造商应或是参考绝缘温度指标(例如按 IEC 60216 的方法确定)或是按照 IEC 60085 的规定来选择绝缘材料。

## GB/T 3797—2016

用于固定及维持载流部件在正常使用位置所必需的部件和由于内部电效应而暴露在热应力下的部件的绝缘材料,由于绝缘部件的损耗可能影响电控设备的安全性,所以不应受到非正常发热和着火的有害影响,并应采用 7.3.2 中的灼热丝试验进行验证。在进行本试验时,保护导体(PE)不作为载流部件考虑。

对于小的部件(表面积尺寸不超过  $14\text{ mm} \times 14\text{ mm}$ ),可采用替代的试验方法(例如:按照 GB/T 5169.5 的针焰试验)。同样的步骤可适用于部件的金属材料大于绝缘材料的情况。

### 6.2.4 耐紫外线辐射

对于户外使用的由绝缘材料制成的壳体和壳体部件,应按照 7.3.3 进行耐紫外线辐射验证。

### 6.2.5 机械强度

所有的外壳或隔板包括门的闭锁装置和铰链,应具有足够的机械强度以承受正常使用和短路条件下所遇到的应力。

可移动部件的机械操作,包括所有的插入式联锁,应按照 7.3.4 试验进行验证。

### 6.2.6 振动

电控设备应具有一定的承受振动的能力,并按照 7.3.5 的试验进行验证。

### 6.2.7 提升装置

如需要,电控设备应配备合适的提升装置,以便吊运。按照 7.3.6 的试验进行检查。

## 6.3 外壳防护等级

### 6.3.1 对机械碰撞的防护

当电控设备制造商声明了电控设备外壳的机械碰撞防护的防护等级时,应符合 GB/T 20138 的规定,并按照 7.4 试验进行验证。

### 6.3.2 防止触及带电部件以及固体异物和水的进入

根据 GB 4208,由电控设备提供的防止触及带电部件及防止固体异物和水进入的防护等级,用 IP 代码表示,并按照 7.4 进行验证。

电控设备的外壳防护等级应在产品技术条件中作出明确规定。电控设备按照制造商的说明书安装后,防护等级至少应为 IP2X。

除非有规定,电控设备制造商给出的防护等级应适用于整个电控设备。

如果电控设备各部位有不同的防护等级,设备制造商则应单独标出该部位的防护等级。

## 6.4 电气间隙和爬电距离

### 6.4.1 通则

应采用最高电压额定数据来确定各电路间的电气间隙和爬电距离(电气间隙依据额定冲击耐受电压,爬电距离依据额定绝缘电压)。

电气间隙和爬电距离适用于相对相,相对中性线,除了导体直接接地,还适用于相对地和中性线对地。

### 6.4.2 电气间隙

电气间隙应足以达到能承受电路宣称的额定冲击耐受电压( $U_{imp}$ )。电气间隙应为表 1 的规定值,

但按照 GB 7251.1—2013 中的 10.9.3 和 11.3 分别进行了冲击耐受电压设计验证和例行检验的情况除外。

表 1 空气中的最小电气间隙<sup>a</sup>

额定冲击耐受电压 $U_{imp}/kV$	最小的电气间隙/mm
$\leq 2.5$	1.5
4.0	3.0
6.0	5.5
8.0	8.0
12.0	14.0

<sup>a</sup> 根据非均匀电场环境和污染等级 3 决定。

用测量来验证电气间隙的方法见 GB 7251.1—2013 的附录 F。

#### 6.4.3 爬电距离

初始制造商应依据所选择的电控设备电路的额定绝缘电压( $U_i$ )去确定爬电距离。对于任一电路,其额定绝缘电压应不小于额定工作电压( $U_e$ )。

在任何情况下,爬电距离都不应小于相应的最小电气间隙。

爬电距离应符合 5.1.3 规定的污染等级和表 2 给出的在额定绝缘电压下相应的材料组别。

表 2 最小爬电距离

额定绝缘电压 $U_i/V^b$	最小爬电距离 /mm							
	污染等级							
	1	2			3			
	材料组别 <sup>c</sup>	材料组别 <sup>c</sup>			材料组别 <sup>c</sup>			
	所有材料组	I	II	III a 和 III b	I	II	III a	III b
32	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
40	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	1.8
50	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.9	1.9
63	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.8	2	2
80	1.5	1.5	1.5	1.5	1.7	1.9	2.1	2.1
100	1.5	1.5	1.5	1.5	1.8	2	2.2	2.2
125	1.5	1.5	1.5	1.5	1.9	2.1	2.4	2.4
160	1.5	1.5	1.5	1.6	2	2.2	2.5	2.5
200	1.5	1.5	1.5	2	2.5	2.8	3.2	3.2
250	1.5	1.5	1.8	2.5	3.2	3.6	4	4
320	1.5	1.6	2.2	3.2	4	4.5	5	5
400	1.5	2	2.8	4	5	5.6	6.3	6.3
500	1.5	2.5	3.6	5	6.3	7.1	8.0	8.0
630	1.8	3.2	4.5	6.3	8	9	10	10

表 2 (续)

额定绝缘 电压 $U_i/V^b$	最小爬电距离 /mm							
	污染等级							
	1	2			3			
	材料组别 <sup>c</sup>	材料组别 <sup>c</sup>			材料组别 <sup>c</sup>			
	所有材料组	I	II	III a 和 III b	I	II	III a	III b
800	2.4	4	5.6	8	10	11	12.5	
1 000	3.2	5	7.1	10	12.5	14	16	
1 250	4.2	6.3	9	12.5	16	18	20	a
1 600	5.6	8	11	16	20	22	25	
注 1: CTI 的值是根据 GB/T 4207—2003 中所用绝缘材料方法 A 取得的。 注 2: 值来自 GB/T 16935.1, 但保持最小值 1.5 mm。								
<sup>a</sup> 材料组别 III b 一般不推荐用于 630 V 以上的污染等级 3。 <sup>b</sup> 作为例外, 对于额定绝缘电压 127 V、208 V、415 V、440 V、660 V/690 V 和 830 V, 可采用分别对应于: 125 V、200 V、400 V、630 V 和 800 V 的较低档的爬电距离。 <sup>c</sup> 根据相比电痕化指数(CTI)的电压范围值, 材料组别分组如下: ——材料组别 I $600 \leq \text{CTI}$ ——材料组别 II $400 \leq \text{CTI} < 600$ ——材料组别 III a $175 \leq \text{CTI} < 400$ ——材料组别 III b $100 \leq \text{CTI} < 175$								

用测量来验证爬电距离的方法在 GB 7251.1—2013 的附录 F 中给出。

## 6.5 保护

### 6.5.1 电击防护

#### 6.5.1.1 基本防护

##### 6.5.1.1.1 一般要求

基本防护旨在防止直接与危险带电部分接触。

基本防护能够利用电控设备本身适宜的结构措施, 或在安装过程中采取的附加措施来获得。可以要求电控设备制造商给出相关信息。

采用结构措施的基本防护可以选择 6.5.1.1.2 和 6.5.1.1.3 中的一种或多种防护措施, 由电控设备制造商选择防护措施。

##### 6.5.1.1.2 由绝缘材料提供基本绝缘

危险带电部分应用绝缘完全覆盖, 绝缘只有被破坏后或使用工具后才能去掉。

绝缘应采用能够持久承受使用中可能出现的机械、电气和热应力的材料制成。

注: 例如用绝缘包裹的电器元件和绝缘导线。

单独的色漆、清漆和搪瓷不能满足基本绝缘的要求。

### 6.5.1.1.3 挡板或外壳

用空气绝缘的带电部分应安置在至少提供 IPXXB 防护等级的外壳内或挡板的后面。

对不高于安装地面 1.6m 可触及的外壳水平顶部表面的防护等级至少应为 IPXXD。

考虑到外部影响,在正常工作条件下,挡板和外壳均应可靠固定在其位置上,且有足够的稳固性和耐久性以维持要求的防护等级并适当的与带电部分隔离。导电的挡板或外壳与带电部分的距离应不小于 6.4 规定的电气间隙与爬电距离。

在有必要移动挡板、打开外壳或拆卸外壳的部件时,应满足 a)~c)条件之一:

- a) 使用钥匙或工具,也就是说只有靠器械的帮助才能打开门、盖板或解除联锁;
- b) 在由挡板或外壳提供的基本防护情况下,当电源与带电部分隔离后,只有在挡板或外壳更换或复位后才可以恢复供电;
- c) 中间挡板提供的防止接触带电部分的防护等级至少为 IPXXB,此挡板仅在使用钥匙或工具时才能移动。

### 6.5.1.2 故障保护

#### 6.5.1.2.1 为便于自动断电对保护导体的要求

##### 6.5.1.2.1.1 通则

每台电控设备都应有保护导体,便于电源自动断开:

- a) 防止电控设备内部故障(例如:基本绝缘损坏)引起的后果;
- b) 防止为电控设备供电的外部电路故障(例如:基本绝缘损坏)引起的后果。

具体要求见 6.5.1.2.1.2 和 6.5.1.2.1.3。

保护导体(PE、PEN)的识别要求见 6.7.2。

##### 6.5.1.2.1.2 接地连续性提供的防止电控设备内部故障引起的后果的要求

电控设备所有的外露可导电部分应连接在一起,并连接至电源保护导体上,或通过接地导体与接地装置连接。

这种连接可以用金属螺钉、焊接或用其他导体连接来实现,或通过一个独立的保护导体实现。

注:使用耐磨涂层的电控设备金属部件,例如粉末涂层的密封板,保护接地的连接需要去除或穿透涂层。

验证电控设备外露可导电部分与保护电路间的接地连续性的方法见 7.6 的规定。

对于这些连接的连续性,下述内容应适用:

- a) 当把电控设备的一部分取出时,如例行维护,电控设备其余部分的保护电路(接地连续性)不应中断。

如果采取的预防措施能够保证有持久良好的导电能力,那么,电控设备的各种金属部件的组装方式则被认为能够有效地保证保护电路的连续性。

除非是为此目的设计,否则柔软或易弯的金属导管不应用作保护导体。

- b) 在盖板、门、遮板和类似部件上面,如果没有安装超过特低电压限值(ELV)的电气装置,通常的金属螺钉连接和金属铰链连接则被认为足以能确保连续性。

如果在盖板、门、遮板等部件上装有电压值超过特低电压限值(ELV)的器件时,应采取附加措施,以保证接地连续性。这些部件应按照表 3 配备保护导体(PE),此保护导体的截面积取决于器件的最大额定工作电流  $I_n$ 。或者,如果器件的额定工作电流小于或等于 16A,则采用专门设计的等效的电连接方式(如滑动接触,防腐蚀铰链)并进行验证。

器件的外露可导电部分不能用其固定措施与保护电路连接时,应采用符合表 3 规定的截面积的导

## GB/T 3797—2016

体连接到电控设备的保护电路上。

电控设备的某些外露可导电部分不会构成危险,因而不需要与保护导体连接:

- 既不可能大面积接触,也不可能用手抓住;
- 或由于外露可导电部分尺寸很小(大约 50 mm×50 mm),或其位于不能与带电部分有任何接触的位置。

表 3 铜保护导体的截面积

额定工作电流 $I_e$ /A	保护导体的最小截面积/mm <sup>2</sup>
$I_e \leq 20$	S <sup>a</sup>
$20 < I_e \leq 25$	2.5
$25 < I_e \leq 32$	4
$32 < I_e \leq 63$	6
$63 < I_e$	10

<sup>a</sup> S 为相导体的截面积(mm<sup>2</sup>)。

#### 6.5.1.2.1.3 防止为电控设备供电的外部电路故障引起的后果所提供的保护导体的要求

电控设备内部保护导体的设计应使它们能够承受在电控设备的安装场地可能遇到的由为其供电的外部电路故障所引起的最大热应力和动态应力,导电的结构部件可以作为保护导体或它的一部分。

除依据 GB 7251.1—2013 的 10.11.2 规定的不需进行短路耐受强度验证外,其他则应依据 GB 7251.1—2013 的 10.5.3 进行验证。

原则上,除了下述情况外,电控设备内的保护导体不应包含分断器件(开关、隔离器等)。

只有授权人员才可以借助工具来拆卸及接近保护导体的连接片(这些连接片可能是为了满足某些试验的需要)。

当利用连接器或插头插座器件切断保护电路连续性时,只有当带电体已经不带电,保护电路才可以被中断;在带电体重新通电之前,应先恢复保护电路的连续性。

如果电控设备中的结构部件、框架、外壳等是由导电材料制成的,则保护导体不必与这些部件绝缘。

对于 PEN 导体,下述补充要求适用:

- 最小截面积应为铜 10 mm<sup>2</sup> 或铝 16 mm<sup>2</sup>;
- PEN 导体的截面积不应小于所要求的中性导体截面积;
- PEN 导体在电控设备内不需要绝缘;
- 结构部件不应用作 PEN 导体,但铜或铝制安装轨道可用做 PEN 导体。

#### 6.5.1.2.2 电气隔离

各个电路的电气隔离是用来防止由于电路基本绝缘损坏通过接触外露可导电部分而引起的电击。这种类型的保护见 GB 7251.1—2013 的附录 K。

#### 6.5.1.3 全绝缘防护

对于全绝缘的基本防护和故障防护,应满足以下要求:

- a) 元器件应用双重或加强的绝缘材料完全封闭。外壳上应标有从外部易见的符号“回”。
- b) 外壳上应不存在因导电部件穿过而可能将故障电压引出外壳外的部位。

即对金属部件,例如由于结构上的原因必须引出外壳的操作机构的轴,在外壳的内部或外部应按电控设备中所有电路的最大额定绝缘电压和最大额定冲击耐受电压与带电部件绝缘。

如果操作机构是用金属制成的(不管是否用绝缘材料覆盖),操作机构应拥有电控设备中所有电路的最大额定绝缘电压和最大额定冲击耐受电压的绝缘额定数据。

如果操作机构主要是用绝缘材料制成的,若它的任何金属部分在绝缘故障时变得容易接近,也应按电控设备中所有电路的最大额定绝缘电压和最大额定冲击耐受电压与带电部件绝缘。

- c) 电控设备准备投入运行并接上电源时,外壳应将所有的带电部分、外露可导电部分和附属于保护电路的部件封闭起来,以使它们不被触及。外壳提供的防护等级至少应为 IP2XC(见 GB 4208)。

如果保护导体穿过外露可导电部分已绝缘的电控设备,延伸到与电控设备负载端的电气设备连接,则该电控设备应配备连接外部保护导体的端子,并用适当的标记加以识别。

在外壳内部,保护导体及其端子应与带电部分绝缘,且外露可导电部分应采用相同的方式与带电部分绝缘。

- d) 电控设备内部的外露可导电部分不应连接到保护电路上,即外露可导电部分应不包括在保护电路所用的防护措施中,这同时也适用于内装电器元件,即使它们具有用于连接保护导体的端子。
- e) 如果外壳上的门或覆板不使用钥匙或工具就能够打开,则应配备绝缘材料的挡板,它不仅提供非故意触及可接近带电部分的防护,而且也可防止仅在覆板打开后接近外露可导电部分;无论如何,此挡板不使用工具应不能被移动。

#### 6.5.1.4 稳态接触电流和电荷的限定

如果电控设备内部的器件在其断电后还可能存在稳态接触电流和电荷(如电容器),则要求装有警示牌。

用于灭弧和继电器延时动作等的小电容器,不应认为是具有危险的设备。

注:如果在切断电源后的 5 s 之内,由静电产生的电压降至直流 60 V 以下时,非故意的接触不认为是具有危险的。

#### 6.5.2 过载保护

被控对象不允许过载运行时,设备应有过载保护。

#### 6.5.3 零电压和欠电压保护

设备应设有零电压保护。这种保护应在设备断电后(由于电网瞬时失压和保护器件动作),电源再现时,被控制的设备不能自动运行。

注:对于某些设备,如果设备在断电后自行运行不造成对操作者有危险,同时又不致对设备本身造成损伤,则可不受本条所限。

某些设备如果允许电源电压瞬时中断(或瞬时欠电压)而不要求断开电路。则可配备电压延时器件,只有在欠电压超过规定的时限后,才能切断电路。如设备需要,也可配备瞬时失压保护。

#### 6.5.4 过压保护

当设备的输出电压超过规定的极限值时,应将设备主电路自动断开或采取其他保护措施,以保证设备中的各部件不受损伤。

正常工作时,设备应能承受下列各种过电压而其各元件不受损伤:

- a) 开关操作的过电压;
- b) 熔断器或快速开关分断时产生的过电压;
- c) 元件换相过程中产生的过电压;
- d) 产品技术条件提出的其他过电压(如雷击波形的大气过电压等)。

## GB/T 3797—2016

### 6.6 元器件的选择与安装

#### 6.6.1 元器件的选择

装入电控设备中的元器件应符合相关的产品标准要求。

元器件应适合于电控设备外形设计的特定用途,并应适合于它们的额定电压、额定电流、额定频率、使用寿命、短路耐受强度等。

#### 6.6.2 元器件的安装

电控设备内的元器件的安装和布线应依据其制造商所提供的说明,使其本身的功能不致由于正常工作中出现相互作用而受到损害。对电子设备,可能有必要把电子信号处理电路进行隔离或屏蔽。

如果安装了熔断器,初始制造商应规定所使用的熔断体的类型和额定值。

#### 6.6.3 操作机构

设备应有正常的操作机构。必要时,设备应装设“紧急停止”开关或按钮。开关或按钮应设在操作者易于发现和操作的位置,开关的操作手柄或按钮应为“红色”,按钮用紧急式。

电控设备中操作机构的运动方向,应符合 GB/T 4205 的规定。

#### 6.6.4 指示灯和按钮

电控设备中所用指示灯和按钮的颜色,应符合 GB/T 4025 的规定。

#### 6.6.5 印刷板

电控设备中所装用的印刷板,应符合 GB/T 4588.1 和 GB/T 4588.2 的规定。

#### 6.6.6 控制单元

电控设备所用的控制单元,应能耐受储存、运输及使用过程中空气温度的迅速变化,按照 7.18.1、7.18.2 和 7.18.5 的试验进行验证。对各类电控设备所用的控制单元,应在该设备的产品技术文件或控制单元的产品技术文件中作出相应的规定。

#### 6.6.7 控制电路

控制电路的设计应做到在各种情况下(即使是操作错误)确保人身安全。当电器故障或操作错误时,不应使设备受到损坏。

对可能危及人身安全、损坏设备或破坏生产的情况,应采用联锁装置,使事故立即停止或采取其他应急措施。

### 6.7 内部电路和连接

#### 6.7.1 导体的选择与连接

正常的温升、绝缘材料的老化和正常工作时所产生的振动不应造成载流部件的连接有异常变化。尤其应考虑到不同金属材料的热膨胀和电解作用以及所达到的温度对材料耐久性的影响。

载流部件之间的连接应保证有足够和持久的接触压力。

除了导体的载流量,导体的选择还取决于:

- 电控设备可以承受的机械应力;
- 放置和固定导体的方法;



- 绝缘类型；
  - 所连接元件的种类(如选用电子装置或电子器件)。
- 关于绝缘的硬导线或软导线：
- 应至少按照有关电路的额定绝缘电压确定绝缘导线。
  - 连接两个端子之间的导线不应有中间接头。例如绞接或焊接。
  - 只带有基本绝缘的导线应防止与不同电位的裸带电部件接触。
  - 应防止导线与带有尖角的边缘接触。
  - 在覆板或门上连接电器元件和测量仪器的导线的安装,应使这些覆板和门的移动不会对导线产生机械损伤。
  - 在电控设备中对电器元件进行焊接连接时,只有在电器元件和指定类型的导线适合此类型的连接时,才是允许的。
  - 通常,一个端子上只能连接一根导线,只有在端子是为此用途而设计的情况下才允许将两根或多根导线连接到一个端子上。

### 6.7.2 导体的识别

导体的识别方法和内容,例如利用连接端子上的或在导体本身末端上的排列、颜色或符号,应由电控设备制造商负责,并且,应与接线图和原理图上的标志一致。如果合适,可以用 GB/T 4026 中的方法标识。

用位置和/或标志或颜色应很容易地区别保护导体。如果用颜色识别,应只能是绿色和黄色(双色)。绿色和黄色(双色)严格地用于保护导体。如果保护导体是绝缘的单芯电缆,也应采用此种颜色标识,颜色标记最好贯穿整个长度。

主电路的任何中性导体通过位置和/或标志或颜色应很容易识别(见 GB/T 4026—2010 要求蓝色的部分)。

## 6.8 冷却

### 6.8.1 通则

电控设备可采用自然冷却和/或强迫冷却(如风冷、水冷等)。如果要求安装场地有专门预防措施以保证良好的冷却,则电控设备制造商应提供必要的信息(例如:标出易发生阻碍散热或发热部件所需要的间隔)。

### 6.8.2 自然冷却

采用空气自然冷却时,散热器周围应留有足够的空间,以保证元件所需要的冷却条件。

### 6.8.3 强迫风冷

采用强迫风冷的设备,必要时,进风入口处,应装有过滤装置,以滤除空气中的尘埃,或者采用经过过滤的空气作为进风。进口风温应由产品技术文件作出规定。

### 6.8.4 水冷

设备采用水冷时,冷却水循环系统应装有过滤装置。冷却水循环系统(管路、阀门等)不能采用铁制品(不锈钢例外),推荐采用塑料、尼龙制品。热交换器允许采用紫铜管。

## 6.9 外接导线端子

电控设备制造商应指出端子是适合于连接铜导线,还是适合连接铝导线,或者是两者都适合。端子

## GB/T 3797—2016

应能与外接导线进行连接(如采用螺钉、连接件等),并保证维持适合于电器元件和电路的电流额定数据和短路强度所需要的接触压力。

可利用的布线空间应允许规定材料的外接导线能正确地连接,而在多芯电缆的情况下,能展开芯线。

导线不应承受可能降低其正常寿命的应力。

除非设备制造商与用户之间有其他协议,否则在带中性导体的三相电路中,中性导体的端子应允许连接具有以下最小截面积的铜导线:

——如果相导体的截面积大于  $16 \text{ mm}^2$ ,则截面积等于相导体截面积的一半,但最小为  $16 \text{ mm}^2$ ;

——如果相导体的截面积小于或等于  $16 \text{ mm}^2$ ,则截面积等于相导体的截面积。

注 1: 对于非铜导线,上述截面应以等效导电能力的截面代替,此时可能需要较大尺寸的端子。

电缆入口、盖板等应设计成在电缆正确安装后,能够达到所规定的防触电措施和防护等级,这意味着电缆入口方式的选择要适合电控设备制造商规定的使用条件。

外部保护导体的端子应按照 GB/T 4026—2010 进行标记。示例见 IEC 60417 的 5019 号图形符号  $\text{Ⓧ}$ 。如果外部保护导体准备与带有绿黄颜色清楚标记的内部保护导体连接时,则不要求此符号。

外部保护导体(PE、PEN)的端子和连接电缆的金属护套(铠装管,铅铠装管等)应是裸的,如无其他规定,应适于连接铜导体。应该为每条电路的出线保护导体设置一个尺寸合适的单独端子。

除非设备制造商与用户之间有其他协议,否则保护导体的接线端子应允许连接的铜导线的截面积取决于相应的相导体的截面积,见表 4。

表 4 铜保护导体的最小截面积(PE、PEN)

相导体的截面积 $S$ $\text{mm}^2$	相应保护导体(PE、PEN)的最小截面积 $S_p^a$ $\text{mm}^2$
$S \leq 16$	$S$
$16 < S \leq 35$	16
$35 < S \leq 400$	$S/2$
$400 < S \leq 800$	200
$800 < S$	$S/4$

<sup>a</sup> 负载中的谐波较大可影响中性导体中的电流。

对铝或铝合金的外壳和导体,应特别注意电腐蚀的危险。用于保证导电部分与外部保护导体的电的连续性而采取的连接措施不得作其他用途。

注 2: 对于设备金属部件,尤其是密封盖,它需要进行耐磨度的精加工,例如使用粉末涂料,这需要特别预先加以注意。

若无其他规定,对端子的识别应依据 GB/T 4026。

## 6.10 介电性能

### 6.10.1 一般要求

电控设备的每条电路都应能承受:

- 暂时过电压;
- 瞬态过电压。

用施加工频耐受电压的方法验证电控设备承受暂时过电压的能力及固体绝缘的完整性;用施加冲

击耐受电压的方法验证电控设备承受瞬态过电压的能力。

### 6.10.2 工频耐受电压

电控设备的电路应能承受表 5 和表 6 给出的相应的工频耐受电压。电控设备任何电路的额定绝缘电压应等于或高于其最大工作电压。

表 5 主电路的工频耐受电压值

额定绝缘电压 $U_i$ (线-线 交流或直流) V	介电试验电压 交流有效值 V	介电试验电压 <sup>b</sup> 直流 V
$U_i \leq 60$	1 000	1 415
$60 < U_i \leq 300$	1 500	2 120
$300 < U_i \leq 690$	1 890	2 670
$690 < U_i \leq 800$	2 000	2 830
$800 < U_i \leq 1\ 000$	2 200	3 110
$1\ 000 < U_i \leq 1500^a$	—	3 820

<sup>a</sup> 仅指直流。  
<sup>b</sup> 试验电压是根据 GB/T 16935.1—2008 中 6.1.3.4.1 第五段。

表 6 辅助电路和控制电路的工频耐受电压值

额定绝缘电压 $U_i$ (线-线) V	介电试验电压 交流有效值 V
$U_i \leq 12$	250
$12 < U_i \leq 60$	500
$60 < U_i$	见表 5

### 6.10.3 冲击耐受电压

带电部分与外露可导电部分之间,不同电位的带电部分之间应能承受表 7 给出的对应于额定冲击耐受电压的试验电压值。不与主电路连接的辅助电路,可以有与主电路不同的过电压承受能力。

表 7 冲击耐受试验电压

额定冲击耐受 电压 $U_{imp}$ /kV	试验期间的试验电压和相应的海拔									
	$U_{1.2/50}$ , 交流峰值和直流/kV					交流有效值/kV				
	海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m	海平面	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2.5	2.95	2.8	2.8	2.7	2.5	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8
4.0	4.8	4.8	4.7	4.4	4.0	3.4	3.4	3.3	3.1	2.8
6.0	7.3	7.2	7.0	6.7	6.0	5.1	5.1	5.0	4.7	4.2
8.0	9.8	9.6	9.3	9.0	8.0	6.9	6.8	6.6	6.4	5.7
12.0	14.8	14.5	14.0	13.3	12.0	10.5	10.3	9.9	9.4	8.5

## GB/T 3797—2016

## 6.11 温升极限

电控设备和它的电路在特定条件下应能够承载其额定电流,且当按照 7.14 验证时不超过表 8 中给出的限值。表 8 中给出的温升限值适用于周围空气平均温度不超过 35 ℃。

表 8 温升限值

电控设备的部件	温升/K
内装元件 <sup>a</sup>	根据各个元件的相关产品标准要求,或根据元件制造商的说明书 <sup>f</sup> ,考虑电控设备内的温度
用于连接外部绝缘导线的端子	70 <sup>b</sup>
母线和导体	受下述条件限制 <sup>f</sup> : ——导电材料的机械强度 <sup>e</sup> ; ——对相邻设备的可能影响; ——与导体接触的绝缘材料的允许温度极限; ——导体温度对与其相连的电器元件的影响; ——对于接插式触点,接触材料的性质和表面的处理
操作手柄 ——金属的 ——绝缘材料的	15° 25°
可接近的外壳和覆板 ——金属表面 ——绝缘表面	30 <sup>d</sup> 40 <sup>d</sup>
分散排列的插头与插座连接	由组成部件的相关设备的那些元件的温升极限而定 <sup>e</sup>
<p>注 1: 当温升超过 105 K 时,铜很容易产生退火。其他材料应该有不同的最大温升值。</p> <p>注 2: 本表中给出的温升限值要求在使用条件下(见 5.1)周围空气平均温度不超过 35 ℃。在验证过程中,允许有不同的环境温度。</p>	
<p><sup>a</sup> “内装元件”一词指: ——电子部件(例如:整流桥、印制电路); ——设备的部件(例如:调节器、稳压电源、运算放大器)。</p> <p><sup>b</sup> 温升极限为 70 K 是根据 7.14 的常规试验而定的数值。在安装条件下使用或试验的电控设备,由于接线、端子类型、种类、布置与试验所用的不尽相同,因此端子的温升会不同,这是允许的。如果内装元件的端子同时也是外部绝缘导线的端子,则可采用较低的温升极限值。温升限值是元件制造商规定的最大温升和 70 K 之间的较小值。缺少制造商说明书时,它是内装元件产品标准规定的限值,且不超过 70 K。</p> <p><sup>c</sup> 那些只有在电控设备打开后才能接触到的电控设备内的手动操作机构,其温升极限允许提高 25K。</p> <p><sup>d</sup> 除非另有规定,在正常工作情况下可以接近但不需触及的外壳和覆板,允许其温升提高 10 K。距离电控设备基座 2 m 以上的外表面和部件可认为是不可触及的。</p> <p><sup>e</sup> 就某些设备(如电子器件)而言,它们的温升限值不同于那些通常的电控设备,因此有一定程度的灵活性。</p> <p><sup>f</sup> 对于按照 7.14 的温升试验,须由初始制造商在考虑元件制造商所采用的任何附加测量点和限值的基础上规定温升极限。</p> <p><sup>g</sup> 如满足列出的所有判据,裸铜母线和裸铜导体的最大温升应不超过 105 K。</p>	

温升不应造成设备载流部件或相邻部件的损坏。特别对于绝缘材料,初始制造商应通过或是参考

绝缘温度指标(例如按 IEC 60216 的方法确定)或是按照 GB/T 11021 的规定来证明符合性。

## 6.12 短路保护

电控设备应能够耐受不超过额定值的短路电流所产生的热应力和动态应力。短路消除以后,应不用更换任何元件或采取任何措施(例如开关操作),设备便能重新运行。

可以采用保护器件使设备获得短路耐受能力。必要时,应能发出相应的报警及联动信号。制造商应说明用于保护电控设备所需的短路保护器件的特性。

## 6.13 电磁兼容性(EMC)

与 EMC 相关的性能要求,见 GB 7251.1—2013 附录 J 的 J.9.4。

# 7 验证

## 7.1 通则

电控设备的验证分设计验证和例行检验。

设计验证项目包括:

- a) 一般检查(见 7.2);
- b) 材料和部件的强度(见 7.3);
- c) 外壳防护等级(见 7.4);
- d) 电气间隙和爬电距离(见 7.5);
- e) 电击防护和保护电路完整性(见 7.6);
- f) 元器件的选择与安装(见 7.7);
- g) 内部电路和连接(见 7.8);
- h) 外接导线端子(见 7.9);
- i) 通电操作(见 7.10);
- j) 连续运行(见 7.11);
- k) 电气性能(见 7.12);
- l) 介电性能(见 7.13);
- m) 温升(见 7.14);
- n) 电磁兼容性(见 7.15);
- o) 噪声(见 7.16);
- p) 跌落(见 7.17);
- q) 气候环境(见 7.18)。

例行检验项目包括:

- a) 一般检查(见 7.2);
- b) 机械操作(见 7.3.4);
- c) 外壳的防护等级(见 7.4);
- d) 电气间隙和爬电距离(见 7.5);
- e) 电击防护和保护电路完整性(见 7.6);
- f) 元器件的选择与安装(见 7.7);
- g) 内部电路和连接(见 7.8);
- h) 外接导线端子(见 7.9);
- i) 通电操作(见 7.10);

## GB/T 3797—2016

j) 介电性能(见 7.13)。

### 7.2 一般检查

电控设备应进行如下检查：

- a) 检查设备应符合制造图样及相应的标准,各种元件、器件安装应牢固、端正、正确;
- b) 检查设备的尺寸、形状及焊接应符合要求;
- c) 检查柜(台)体及面板的表面应平整,漆层应均匀;
- d) 检查设备门开启角度应不小于 90°,并应启闭灵活;
- e) 检查所有机械操作零部件、联锁、锁扣等运动部件的动作应灵活,动作效果应正确;
- f) 检查母线、导线的规格、尺寸、色标、相序、布置等应符合要求;
- g) 检查插件、抽屉的插接应良好;
- h) 检查设备保护功能应符合要求;
- i) 检查设备的标志及应随设备出厂的技术文件与资料应完整。

### 7.3 材料和部件的强度

#### 7.3.1 耐腐蚀性

电控设备的防腐蚀性试验依据 GB 7251.1—2013 的 10.2.2 进行。

#### 7.3.2 绝缘材料性能

外壳热稳定性验证、绝缘材料耐受内部电效应引起的非正常发热和着火验证依据 GB 7251.1—2013 中 10.2.3 进行。

#### 7.3.3 耐紫外线辐射

户外使用的电控设备的耐紫外线辐射验证依据 GB 7251.1—2013 的 10.2.4 进行。

#### 7.3.4 机械操作

对于依据相关产品标准进行过试验的电控设备的器件,只要在安装时机械操作部件无损坏,则不必对这些器件进行此验证试验。

对于需要作此验证试验的部件,在电控设备安装好之后,应验证机械操作是否良好。操作循环次数应为 200 次。

同时,应检查与这些动作相关的机械联锁机构的工作。如果元器件、联锁机构、规定的防护等级等的工作状态未受损伤,而且所要求的操作力与试验前一样,则认为通过了此项试验。

对于例行检验,应检查机械操作部件、联锁和锁,包括与可移式部件有关的部件的有效性。

#### 7.3.5 振动

安装在有强烈振动和机械冲击场合的电控设备应具有规定的耐振能力,采用 GB/T 2423.10—2008 规定的方法验证电控设备的耐振能力,振动试验的限值见表 9。

试验过程中电控设备是否处于带电工作状态,需由产品技术条件作出规定,优先考虑带电工作。

表 9 振动试验参数

频率范围	振幅和加速度	振动持续时间	设备状态
$10\text{ Hz} \leq f < 57\text{ Hz}$	0.075 mm	10 个扫描周期/每轴(在相互垂直的每个轴上)	带电或不带电
$57\text{ Hz} \leq f \leq 150\text{ Hz}$	$10\text{ m/s}^2$		

电控设备的振动试验应分别在三个互相垂直的轴向进行。

振动试验后,电控设备的各部分(如结构、插件或元器件等)均应完好无损,通电运行应正常无误,电气性能仍应符合产品技术条件的规定。

### 7.3.6 提升

电控设备的提升试验依据 GB 7251.1—2013 的 10.2.5 进行。

## 7.4 外壳防护等级

电控设备的机械碰撞试验应依据 GB/T 20138—2006 进行。

防止触及带电部件以及固体异物和水的验证依据 GB 4208—2008 进行,IP 试验应执行在:

- 如正常使用状态下,所有覆板和门就位并关闭;
- 如果初始制造商没有其他说明,则在断电状态下。

试验结果应符合 6.3 的规定。

外壳防护等级的例行检验需用目测检查以确认规定的措施是否能保持所要求的防护等级。

## 7.5 电气间隙和爬电距离

验证电气间隙和爬电距离应符合 6.4 的要求。

测量电气间隙和爬电距离的方法如 GB 7251.1—2013 的附录 F 所示。

电气间隙和爬电距离的例行检验依据 GB 7251.1—2013 的 11.3 进行。

## 7.6 电击防护和保护电路完整性

电控设备电击防护和保护电路完整性验证应依据 GB 7251.1—2013 的 10.5 进行。

电控设备电击防护和保护电路完整性的例行检验应依据 GB 7251.1—2013 的 11.4 进行。

## 7.7 元器件的选择与安装

依据 6.6 的设计要求,元器件的选择与安装应经初始制造商检查确认。

对于例行检验,应检查内装元器件的安装和标识符合电控设备制造商的说明书。

## 7.8 内部电路和连接

依据 6.7 的设计要求,内部电路和连接应经初始制造商检查确认。

对于例行检验,应检查连接,特别是螺钉和螺栓的连接在任意的基座上能否有正确的松紧度;应检查导体是否符合电控设备制造商的说明书。

## 7.9 外接导线端子

依据 6.9 的设计要求,外接导体端子应经初始制造商检查确认。

对例行检验,应检查端子的数量、类型和标识是否符合电控设备制造商的说明书。

## GB/T 3797—2016

## 7.10 通电操作

通电操作试验的目的在于检验设备的接线是否正确以及设备的工作特性是否达到规定的要求。

试验时,设备应先在额定电源电压下运行,然后将电源电压在规定的变化范围内连续调节,设备在额定负载和过载条件下检验其工作特性及操作应符合产品技术条件的规定。

对例行检验,设备在额定电源电压下运行即可。

## 7.11 连续运行

连续运行试验是使设备在规定的电源条件下,将其输入和输出端连接到外部模拟装置上,通过外部连接的模拟装置或预先输入的程序使受试设备尽可能按实际工作的程序连续运行。在整个连续运行过程中应在最高温度下,通以额定电流,设备的各种动作、功能及程序均应正确无误。

试验时,应使设备在规定的最高工作环境温度下进行。连续运行试验的最短时间,应在有关技术要求中规定,但不得少于 24 h。

## 7.12 电气性能

电气性能试验的目的是检验设备的各项工作性能指标是否达到产品规定的要求。

试验时应尽量模拟装置的正常工作状态,其检验项目、要求和内容应由产品技术文件作出规定并应符合相关产品技术条件的要求。

如果适用,建议设备进行如下项目检查:

## 7.12.1 均衡度测量

## 7.12.1.1 电压均衡度

如果设备是由多个相同器件串联的,则应按产品技术文件规定的指标检查其电压均衡度。

$$K_u = \sum U_i / n U_i$$

式中:

$K_u$  ——电压均衡度;

$\sum U_i$  ——一个支路中各元件承受正(反)向电压(峰值)的总和,单位为伏(V);

$U_i$  ——该支路中各元件所承受的正(反)向电压(峰值)的最大值,单位为伏(V);

$n$  ——一个支路中串联的元件数。

设备应能确保在最恶劣的状况下,器件承受的电压不超过设计值。

## 7.12.1.2 电流均衡度

对于若干支路并联工作的设备,应按产品技术文件的规定检查电流均衡度。

$$K_i = \sum I_i / n I_i$$

式中:

$K_i$  ——电流均衡度;

$\sum I_i$  ——各并联支路电流的总和,单位为安(A);

$I_i$  ——实际测得的支路电流最大值,单位为安(A);

$n$  ——并联的支路数。

试验时应使被试设备电流不低于 80% 的额定值,并用同一仪表测量每一支路上的电流。应能确保在最恶劣的状况下,任何一个部件承受的负载不超过设计值。



### 7.12.2 输出电压不对称度

设备在正常使用条件下,在各相负载对称情况下,输出三相电压的不对称度应符合产品技术文件的规定。

试验时,在所规定的电源与负载条件下,同时记录设备的三相输出电压,计算不对称度。

图 2 中  $AB$ ,  $BC$  和  $CA$  为所测得的三相线电压, $O$  和  $P$  是以  $CA$  为公共边所作的两个等边三角形的两个顶点。电压不对称度为:

$$K = U_F / U_Z = OB / PB$$

式中:

$K$  ——电压不对称度;

$U_F$  ——输出电压的负序分量,单位为伏(V);

$U_Z$  ——输出电压的正序分量,单位为伏(V)。

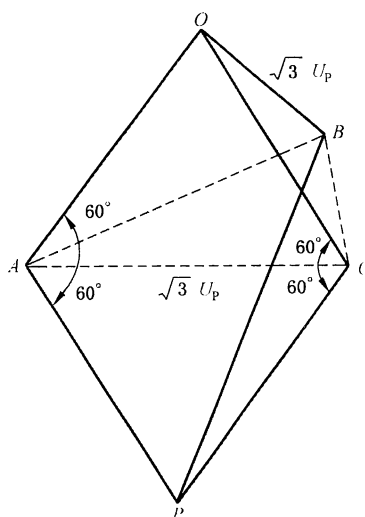


图 2 三相电压

### 7.12.3 功率因数

功率因数的测量应在额定工作条件下进行。该测量可在通电操作试验的同时进行。

$$\text{设备的功率因数} = \text{有功功率} / \text{视在功率}$$

### 7.12.4 效率

在输出额定电压、额定电流和规定的负载功率因数下,设备的效率应达到产品技术条件的要求。

$$\text{效率}(\%) = \text{输出功率} / \text{输入功率} \times 100\%$$

### 7.12.5 谐波

采用谐波分析确定设备的谐波含量,测量条件及要求应由产品技术条件作出规定。

### 7.12.6 纹波

对直流输出的设备,应测量设备的纹波系数。

$$\text{设备的纹波系数} = \text{交流分量的有效值} / \text{直流电压值} \times 100\%$$

测量结果应符合产品技术条件的规定。

## GB/T 3797—2016

## 7.13 介电性能

电控设备的介电性能的验证依据 GB 7251.1—2013 的 10.9 进行。

介电性能的例行检验应依据 GB 7251.1—2013 的 11.9 进行。

## 7.14 温升

温升验证的目的是检验电控设备各部位的温升是否符合 6.11 的规定。

温升验证依据 GB 7251.1—2013 的 10.10 进行。

通过试验验证的试验结束时,温升不应超过表 8 中规定值。元器件在电控设备内部温度下,并在其规定的电压极限范围内应良好工作。

## 7.15 电磁兼容性

EMC 试验依据 GB 7251.1—2013 的 J.10.12 进行。

## 7.16 噪声

## 7.16.1 通则

噪声试验的目的是检测电控设备在运行时产生的噪声是否符合规定的要求。

## 7.16.2 试验要求

依据设备检测噪声的具体需要,可按产品技术条件的规定安排测量点(如检测噪声对人体的影响,则可安排正对设备外壳前面中心开始,从上看以顺时针方向围绕设备按每间隔 1 m 取一个参考点,应当取不少于 4 个参考点。每个参考点离设备外壳的距离为 1 m。传声话筒应置于参考点上离地面 1.2 m~1.5 m 高处,且应正对着被试设备,当考虑受试设备顶部噪声影响时,我们将测试面为一包络的假想矩形六面体,其各个面与对应的设备面平行,间距为 1 m 装设传声器的位置(即测量点),需分布在六面体的测量面上(共有 9 个测量点)。

传声器应按规定位置布置于各测量点上,测量每个规定位置上的 A 声压级,测后,先按表 10 对测得的 A 声压级平均值进行修正,然后再按规定的方法计算表面平均声压级。

表 10 背景噪声的修正

设备工作时的声压级与环境声压级之差/dB	为获得被试设备的单独声压级,而需从被试设备工作时的声压级中减去的修正值 $K_{Li}$ /dB
<6	测量无效
6	1.0
7	1.0
8	1.0
9	0.5
10	0.5
>10	0.0

## 7.16.3 表面平均声压级的计算

从测得的 A 计权声压级  $L_{Pi}$ (经表 10 修正后的数据)计算 A 计权表面平均声压级  $L_P$ :

$$L_P = 10 \lg \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1(L_{Pi} - K_{Li})} \right]$$

式中：

$L_P$  ——测量表面平均声压级，单位为分贝 (dB)；

$L_{Pi}$  ——第  $i$  点测量的声压级，单位为分贝 (dB)；

$N$  ——测量点数；

$K_{Li}$  ——第  $i$  点的背景噪声修正值，单位为分贝 (dB)。

#### 7.16.4 试验结果

若在规定的位置上所测得的环境噪声的 A 声压级，要比受试设备运行时所测得的 A 声压级至少低 6 dB，否则测试结果无效。试验结果符合产品技术条件规定则合格。

#### 7.17 跌落

包装件一端支起 100 mm~150 mm，提起另一端自由下落于平整的地面或钢板上。根据电控设备的特点和储运情况，选择不同的跌落高度（一般不小于 300 mm），每端跌落两次，设备应无明显破损与变形。

#### 7.18 气候环境试验

##### 7.18.1 低温存放

低温存放试验是考核电控设备各类单元在规定的低温条件下，经规定时间的存放后，电气性能是否仍能符合产品技术条件的规定。

低温存放的试验温度和试验持续时间，应由产品技术文件作出确定。如无特殊需要，应从下列参数中选定：

温度：-40 ℃±2 ℃、-50 ℃±2 ℃；

持续时间：72 h、96 h。

经过低温存放试验后，待被试品恢复到实验室环境温度，测量其电气性能，应符合规定要求。

##### 7.18.2 高温存放

高温存放试验是考核电控设备各类单元在规定的高温条件下，经规定时间的存放后，电气性能是否仍能符合产品技术条件的规定。

高温存放的试验温度和试验持续时间，应由产品技术文件作出确定。如无特殊需要，应从下列参数中选定：

温度：+60 ℃±2 ℃、+70 ℃±2 ℃或+85 ℃±2 ℃；

持续时间：72 h、96 h。

经过高温存放试验后，待被试品恢复到实验室环境温度，测量其电气性能，应符合规定要求。

##### 7.18.3 交变湿热试验

交变湿热试验是考核电控设备在高湿度与温度循环变化组合且通常会在设备表面产生凝露的条件下，经规定时间后，性能是否仍能符合产品技术条件的规定。

交变湿热试验依据 GB/T 2423.4—2008 在高温温度 40 ℃，循环次数为 2 次，24 h 为一个周期的条件下进行。

试验后直观检查设备应无明显破损和变形。待恢复 1 h~2 h 后，按 7.13 进行介电性能试验，试验电压值见 6.10 的规定，应无绝缘击穿、闪络现象。

## GB/T 3797—2016

## 7.18.4 环境温度试验

环境温度试验是考核电控设备在表 11 规定的环境温度的限值情况下长期运行的可靠性。

表 11 环境温度试验

试验的环境温度/℃				存放时间/h
户内电控设备		户外电控设备		
最高	最低	最高	最低	
+40±2	-5±2	+40±2	-25±2	4、16

设备在额定负载条件下,模拟正常工作状态分别在规定的最高和最低试验环境温度下,保持规定的试验持续时间,设备应能正常、可靠工作。试验后,电控设备的外观和电气性能仍应符合产品技术条件的规定。

## 7.18.5 高、低温冲击试验

高、低温冲击试验的目的是考核控制单元的储存、运输及使用过程中受空气温度迅速变化的能力,同时考核印制板组装件的焊接质量及对早期失效的元、器件进行筛选。

试验时被试品应在没有包装及不工作状态下进行。

被试品先置于温度为  $T_L$  的低温箱中存放时间  $t_1$ ,然后取出置于试验室内的环境温度下保持时间为  $t_2$ ,再放入到温度为  $T_H$  的高温箱中存放时间  $t_3$ ,再取出置于试验室环境温度下保持时间  $t_2$ 。此即为一次循环,见图 3。试验循环次数应不小于 5 次。

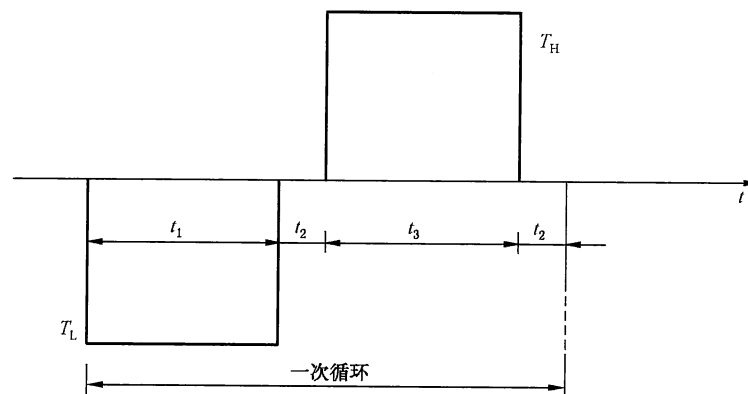


图 3 高低温冲击试验

温度  $T_L$ 、 $T_H$  及时间  $t_1$ 、 $t_3$  取决于被试品的热容量及对产品要求考核的严酷程度,应在有关产品的标准中加以规定。若无特殊需要,一般应不低于本标准规定。

$$T_L = -40\text{ }^\circ\text{C};$$

$$T_H = +60\text{ }^\circ\text{C};$$

$$t_1 = t_3 \text{ 不小于 } 30\text{ min};$$

$t_2$  不小于 2 min,不大于 3 min。对于自动两箱设备, $t_2$  可以小于 30 s,而且不需放在试验室温度下。

试验时温度允许偏差范围应在  $\pm 3\text{ }^\circ\text{C}$  之内。

试验温箱的容积及其空气循环应使被试品放入后,在 5 min 或存放时间的 10% 内(两者取其中较

小者的数值),其温度应保持在规定允差之内。

经过高、低温冲击试验后,待被试品恢复到试验室环境温度后进行外观检查及测试其电气性能,应符合产品技术文件规定的要求。

---

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
电 气 控 制 设 备  
GB/T 3797—2016

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238  
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

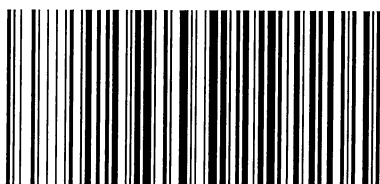
\*

开本 880×1230 1/16 印张 2 字数 50 千字  
2016年5月第一版 2016年5月第一次印刷

\*

书号: 155066·1-53703 定价 30.00 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)68510107



GB/T 3797-2016