

GB

中国

国家

标准

汇编

542

GB 28568~28588

(2012年制定)



中国标准出版社

T-652.1
1015-(542)

T-652.1
1015-(542)



NUAA2014016861

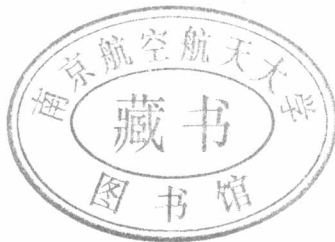
中国国家标准汇编

542

GB 28568~28588

(2012 年制定)

中国标准出版社 编



中国标准出版社

北 京

2014016861

图书在版编目(CIP)数据

中国国家标准汇编:2012 年制定.542:
GB 28568~28588/中国标准出版社编.—北京:
中国标准出版社,2013.11
ISBN 978-7-5066-7273-3

I.①中… II.①中… III.①国家标准-
汇编-中国-2012 IV.①T-652.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 186306 号

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(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
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 35 插页 6 字数 1 084 千字
2013 年 11 月第一版 2013 年 11 月第一次印刷

*

定价 220.00 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

10880103109

出版说明

1.《中国国家标准汇编》是一部大型综合性国家标准全集。自1983年起,按国家标准顺序号以精装本、平装本两种装帧形式陆续分册汇编出版。它在一定程度上反映了我国建国以来标准化事业发展的基本情况和主要成就,是各级标准化管理机构,工矿企事业单位,农林牧副渔系统,科研、设计、教学等部门必不可少的工具书。

2.《中国国家标准汇编》收入我国每年正式发布的全部国家标准,分为“制定”卷和“修订”卷两种编辑版本。

“制定”卷收入上一年度我国发布的、新制定的国家标准,顺延前年度标准编号分成若干分册,封面和书脊上注明“20××年制定”字样及分册号,分册号一直连续。各分册中的标准是按照标准编号顺序连续排列的,如有标准顺序号缺号的,除特殊情况注明外,暂为空号。

“修订”卷收入上一年度我国发布的、被修订的国家标准,视篇幅分设若干分册,但与“制定”卷分册号无关联,仅在封面和书脊上注明“20××年修订-1,-2,-3,……”字样。“修订”卷各分册中的标准,仍按标准编号顺序排列(但不连续);如有遗漏的,均在当年最后一分册中补齐。需提请读者注意的是,个别非顺延前年度标准编号的新制定的国家标准没有收入在“制定”卷中,而是收入在“修订”卷中。

读者配套购买《中国国家标准汇编》“制定”卷和“修订”卷则可收齐由我社出版的上一年度我国制定和修订的全部国家标准。

3. 由于读者需求的变化,自1996年起,《中国国家标准汇编》仅出版精装本。

4. 2012年我国制修订国家标准共2101项。本分册为“2012年制定”卷第542分册,收入国家标准GB 28568~28588的最新版本。

中国标准出版社

2012年8月

目 录

GB/T 28568—2012	电工电子设备机柜 安全设计要求	1
GB/T 28569—2012	电动汽车交流充电桩电能计量	17
GB/T 28570—2012	水轮发电机组状态在线监测系统技术导则	24
GB/T 28571.1—2012	电信设备机柜 第1部分:总规范	55
GB/T 28572—2012	大中型水轮机进水阀门系列	87
GB/T 28573—2012	石油、石化和天然气工业 一般用途汽轮机	107
GB/T 28574—2012	石油、石化和天然气工业 特种用途汽轮机	172
GB/T 28575—2012	YE3 系列(IP55)超高效率三相异步电动机技术条件(机座号 80~355)	267
GB/T 28576—2012	工业货架设计计算	285
GB/T 28577—2012	冷链物流分类与基本要求	311
GB/T 28578—2012	出版物物流 接口作业规范	317
GB/T 28579—2012	出版物物流 退货作业规范	333
GB/T 28580—2012	口岸物流服务质量规范	339
GB/T 28581—2012	通用仓库及库区规划设计参数	347
GB/T 28582—2012	快递运单	357
GB/T 28583—2012	供电服务规范	375
GB/T 28584—2012	城市坐标系统建设规范	391
GB/T 28585—2012	地理信息 要素编目方法	409
GB/Z 28586—2012	地理信息 基于网络的数据分发规范	485
GB/T 28587—2012	移动测量系统惯性测量单元	503
GB/T 28588—2012	全球导航卫星系统连续运行基准站网技术规范	519



中华人民共和国国家标准

GB/T 28568—2012

电工电子设备机柜 安全设计要求

Cabinets for electrotechnical and electronic equipment—
Safety design requirements

2012-06-29 发布

2012-11-01 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

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由全国电工电子设备结构综合标准化技术委员会(SAC/TC 34)提出并归口。

本标准起草单位:万控集团有限公司、东莞市迪迈工业装备有限公司、张家港市天翼电气成套结构件有限公司、中煤电气有限公司、北京四方继保自动化股份有限公司、中兴通讯股份有限公司、华为技术有限公司、国网电力科学研究院、国电南京自动化股份有限公司、慈溪奇国电器有限公司、江苏天港箱柜有限公司、许继电气股份有限公司、张家港市天越电气有限公司、天津市正本电气有限公司、武汉通源电气结构有限公司、许昌智能电网装备试验研究院、天津电气传动设计研究所、广东省东莞市质量监督检测中心。

本标准主要起草人:木信德、杨博、马桂昌、曾伟、黎慧、朱亚斌、王亚智、张开国、田衡、王蔚、陈爱军、张实、张钰、吴蓓、江国庆、高忠曦、黄平、赵建明、申随章、宋宗翔、刘文、蔡维。

电工电子设备机柜 安全设计要求

1 范围

本标准规定了电工电子设备机柜安全设计的总则、基本要素和设计要求。
本标准适用于电工电子设备机柜(以下简称“机柜”)。

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 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 4776—2008 电气安全术语

GB/T 5465.2—2008 电气设备用图形符号 第2部分:图形符号

GB 7947—2010 人机界面标志标识的基本和安全规则 导体颜色或字母数字标识

GB/T 8582—2008 电工电子设备机械结构术语

GB/T 12113—2003 接触电流和保护导体电流的测量方法

GB 14598.27—2008 量度继电器和保护装置 第27部分:产品安全要求

GB/T 18663.1—2008 电子设备机械结构 公制系列和英制系列的试验 第1部分:机柜、机架、插箱和机箱的气候、机械试验及安全要求

GB/T 18663.2—2007 电子设备机械结构 公制系列和英制系列的试验 第2部分:机柜和机架的地震试验

GB/T 18663.3—2007 电子设备机械结构 公制系列和英制系列的试验 第3部分:机柜、机架和插箱的电磁屏蔽性能试验

GB/T 19183.5—2003 电子设备机械结构 户外机壳 第3部分:机柜和箱体的气候、机械试验及安全要求

GB 19517—2009 国家电气设备安全技术规范

GB/T 25295—2010 电气设备安全设计导则

3 术语和定义

GB/T 8582—2008 和 GB/T 4776—2008 界定的术语和定义适用于本文件。

4 总则

4.1 机柜是电工电子设备机械结构产品属性的表现形态之一,其安全设计要求源于电工电子设备机械结构的相关标准,而电工电子设备机械结构的安全设计则源于 GB 19517—2009、GB/T 25295—2010、

GB/T 18663.1—2008、GB/T 18663.2—2007、GB/T 18663.3—2007。本标准是将这些基础标准中的相关要求综合对机柜产品属性这一对象的进一步描述。

4.2 所谓机柜产品属性,即机柜可以作为商品由制造商提供给用户。

注:户外机柜应注意 GB/T 19183.5—2003 的相关要求。

4.3 本标准指出了机柜的安全设计基本要素和设计要求。不排除可以达到要求的任何不同于本标准所述的要求,只要这些方法经过试验或评估可以满足安全水平的要求。

4.4 机柜一般用金属材料制造,但其中的结构件可能会用其他非金属材料制造。在涉及安全设计时,认为金属材料具备导电的特性,而非金属材料则应满足对绝缘材料的要求。

5 基本要素

5.1 概述

机柜的安全设计的基本要素会因产品的特点的不同而会有差异,应注意了解产品标准更为细致的规定。

5.2 使用期限内的安全(预期寿命)

安全水平应在产品使用期限内保持不变,即保证在规定使用期限内机柜应保持规定的安全水平,即使在超过适当使用期限,也不允许造成危险。

5.3 承受预见危险的能力

机柜应能承受预见会出现、且能引起危险的物理和化学作用(如静态或动态、液体或气体、热或特殊气候等)时不会造成危险。并且:

- a) 一旦出现危险(过载),采用安全的技术手段中断技术过程(例如可立即切断电源);
- b) 能截获或处置由于材料缺陷、磨损或过载、跌落造成危险的部件。

5.4 电击危险防护的能力

对电击危险,其主要特征表现为:

- a) 人体构成闭合电路的一个组成部分,使人体的一部分相当于电路中的负载阻抗;
- b) 在一个相当长的持续时间间隔内,有一个足以危及人身安全的电流通过人体;
- c) 在人身的某两个部分之间施加一个足以危及人身安全的接触电压。

设计上,针对上述特征应采取相应的技术手段,实现对电击危险的防护:

- a) 电能直接作用的防护;
- b) 电能间接作用的防护。

电能直接作用的防护技术措施有:

- a) 绝缘技术;
- b) 防直接接触保护。主要的技术措施有:采用安全特低电压、外壳防护、电气隔离等;
- c) 防间接接触保护。主要的技术措施有:保护接地、双重绝缘结构、故障切断等。

5.5 耐热能力

由于电流的热效应、铁磁材料损耗、介质损耗、局部放电、机械损耗及设备内部的功能性发热元件会使机柜的温度升高,而大于周围的环境温度。

固体绝缘在热应力作用下会使绝缘材料或工程塑料软化、变形、脱层。然后在机械应力作用下断裂、破坏而丧失功能,造成电击危险;支撑带电零件的绝缘过热会引发燃烧而酿成火灾。

电气绝缘的耐热能力和绝缘等级选择是机柜安全设计的必备因素。包括导电部件,支撑带电零件的电气绝缘的耐热能力是依据其温度特性和固体绝缘物的耐热等级用温升指标来考核。温升限值的规定对机柜因使用环境、工作周期、使用寿命的不一样而规定有不同限值。

5.6 防直接接触保护的能力

防直接接触保护设计要满足保护人和动物不受与机柜带电部分直接接触时所造成危险的要求。设计的防护措施应在任何情况下,都能使危险的带电部分不会被有意或无意触及,或者将带电部分的电压值或触及电流值降低到没有危险的程度。

在设计上,防直接接触保护一般采用绝缘防护、外壳或遮拦防护,采用安全特低电压等。

5.7 防间接接触保护的能力

外露可导电部分是指机柜的可触及的导电部分,不是带电部分,但在故障情况时能处于危险的接触电压之下。

防间接接触保护设计要满足保护人和动物接触到机柜外露导电部分上危险的接触电压时所造成危险的要求。

在设计上,间接接触保护一般采用接地保护。

5.8 可靠的电气联接和机械联接

应充分考虑机柜在使用中受到的热、振动及其他机械应力作用,其联接的松动或脱落而造成电击、机械危险。

5.9 防止静电积聚的措施

应有防止静电积聚的技术措施。

5.10 选择适应的材料

材料的选择应满足:

- a) 采用的材料在产品制造过程中和所有可能的运行状态下都不能对人的健康、生命产生有害影响;
- b) 应有足够的抗老化能力;
- c) 用于有腐蚀危险的部件应采用抗腐蚀的材料。

5.11 人体工效学的应用

机柜的外形、结构、尺寸、布局等要与人体尺寸、体力、环境和生理学、解剖学的特点相匹配,即符合人类工程学。

相应的设计要求见 GB/T 4205—2010、GB/T 4025—2010、GB/T 4026—2010 和 GB 7947—2010。

6 设计要求

6.1 环境适应性

6.1.1 使用环境温度

应设定机柜使用的最高环境温度和最低环境温度。也可给出 24 h 的平均温度的要求。对运输、贮存有温度要求时,也应给出适合的温度。

一般规定为户内机柜的周围空气温度不超过 40℃而且在 24 h 内平均温度不超过 35℃。周围空气温度的下限为-5℃。

运输、贮存和安装条件一般为度范围在-25℃~+55℃之间。

6.1.2 大气条件

应规定机柜使用环境的大气条件。

一般规定为内机柜的大气条件为空气清洁,在最高温度为 40℃时,其相对湿度不超过 50%;在较低温度时,允许有较大的相对湿度。例如在 20℃时的相对湿度为 90%,但应考虑到由于温度的变化,有可能会偶尔产生适度的凝露。

6.1.3 污染等级

污秽对固体绝缘物的爬电距离和空气介质的电气间隙影响很大,设计上应控制机柜外界和运行中产生的污秽,以减少在电气绝缘上的积沉,保证电气绝缘的介质强度。

为了确定电气间隙和爬电距离,应按下列四个微观环境的划分,确定机柜使用环境的污染等级:

污染等级 1:无污染或仅有干燥的、非导电性的污染,该污染无任何影响。

污染等级 2:一般仅有非导电性污染,然而应预期到凝露偶然发生短暂的导电性污染。

污染等级 3:有导电性污染或由于预期的凝露使干燥的非导电性污染变为导电性污染。

污染等级 4:造成持久的导电性污染,例如由于导电尘埃或雨雪引起的。

6.1.4 海拔高度

6.1.4.1 一般规定

一般规定为海拔高度不超过 2 000 m。

6.1.4.2 海拔 2 000 m 以上时温升的修正

温升的修正方法应参考以下情况:

- a) 不同海拔高度处的平均环境温度值可参考表 1;
- b) 一般来说,在高海拔地区的户内及局部特定环境(如冶金、化工、钢铁、发电厂等房内),若环境温度的降低值不能补偿由于海拔升高而导致的温升增加值,此时不允许对温升限值进行海拔修正。

表 1 不同海拔高度的平均温度值

项 目	数 值					
海拔/m	0	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000
温度/℃	20	20	15	10	5	0
注:海拔升高,空气密度降低,使以空气介质为散热方式的产品散热困难。一般,海拔每升高 100 m,产品温升增加约 0.4 K。但海拔升高同时,环境温度降低,一般情况下,海拔每升高 100 m,环境温度降低 0.5℃。对高发热电器(如电阻器等),海拔每升高 100 m,温升增加 2 K。						

6.1.4.3 海拔 2 000 m 以上时介电强度的修正

由于海拔升高,产品绝缘表面及不同电位的带电间隙比较容易击穿,特别是对电气间隙影响较大。

对于使用地点高于 2 000 m 的设备,工频耐受电压值和冲击耐受电压值除了满足常规要求之外,还需要对电气间隙进行修正。在产品使用地点海拔与试验地点海拔不同时,试验电压值应乘以修正系数。

6.1.5 特殊使用条件

可规定机柜特殊的使用环境条件。所有安全设计的规定不能因使用条件变化而降低,除非有更进一步的规定。

例如:

- a) 超出规定的温度值、相对湿度或海拔高度;
- b) 在使用中,温度和/或气压急剧变化,以致在机柜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、蒸汽或盐雾严重影响;
- d) 暴露在强电场或磁场中;
- e) 暴露在高温中;
- 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) 遭受强烈振动或冲击。

6.2 电击危险防护

6.2.1 绝缘的基本要求

6.2.1.1 绝缘电阻

绝缘电阻值按产品的使用环境、使用场所、应用的功能在产品标准规定相应的数值,应根据所规定的数值选择绝缘材料。

通过测量绝缘电阻能有效地发现下列缺陷:

- a) 两极间有穿透性的导电通道;
- b) 受潮;
- c) 表面污垢(比较有、无屏蔽环极时所测得的值即可知)。

通过测量绝缘电阻一般不能发现下列缺陷:

- a) 绝缘中的局部缺陷(如不穿透的局部损伤或裂缝、含有气泡、分层脱开等);
- b) 绝缘的老化(因为老化了的绝缘,其绝缘电阻还可能是相当高的)。

6.2.1.2 泄漏电流

应该注意这样的实际情况,即应用在机柜任何品质优良、完好的绝缘在正常工作时都会有漏电流流过绝缘经外壳流入大地,应予以限制。

注:泄漏电流的限值应用了(IEC) TC 64 技术委员会报告中的摆脱电流阈值和感知电流阈值(参见附录 A)。

所谓的摆脱电流阈值即是人能自主摆脱带电物体的电流。取概率为 0.5% 女性的最大自主能摆脱的电流 5 mA;感知电流阈值即是对人体的肌肉无反应,能防止二次事故的人体的反应(感知)电流为 0.5 mA~1 mA。0.5 mA 被美国保险商实验室(UL 实验室)长期应用;国际电工委员会按各类电气设备防电击保护的分类采用了不同数值,被世界上大多数国家采用,即 I 类设备 0.75 mA;II 类设备 0.25 mA;III 类设备 0.5 mA;带有电加热的电气设备最大不超过 5 mA。

6.2.1.3 接触电流

接触电流仅在人体或人体模型形成电流通路时才存在。就安全而言,主要考虑可能流过人体的有害电流(该电流不一定等于流过保护导体的电流)。

有害电流作用在人体上的主要表现为感知、反应、摆脱和电灼伤。

6.2.1.4 固体绝缘的耐热等级

6.2.1.4.1 耐热等级的规定

固体绝缘材料的耐热等级见表 2。

表 2 固体绝缘材料的耐热等级

相对耐热温度/℃	耐热等级/℃	较早的符号
<90	70	
>90~105	90	Y ^a
>105~120	105	A
>120~130	120	E
>130~155	130	B
>155~180	155	F
>180~200	180	H
>200~220	200	
>220~250	220	
>250	250	
注：耐热等级是电气绝缘材料的最高使用温度。		
^a 也用于 70℃ 以下等级。		

6.2.1.4.2 绝缘结构

标明某绝缘制品(产品)为某耐热等级,并不说明该制品(产品)绝缘结构中的每一种绝缘材料都具有相同的温度极限。绝缘结构的温度极限与其中各绝缘材料的温度极限可能不直接相关。

在绝缘结构中,绝缘材料的温度极限可能因受到其他组成材料的保护而有所提高,也可能因材料间不相容而使绝缘结构的温度极限低于各个组成材料的温度极限。

6.2.1.4.3 绝缘的使用期

机柜的实际使用期取决于运行中的特定条件。这些条件可以随环境、工作周期和产品类型的不同而有很大的变化。此外,预期使用期还取决于产品尺寸、可靠性、有关设备的预期使用期以及经济性等方面的要求。

绝缘的使用期在很大程度上取决于其对氧气、湿度、灰尘和化学物质的隔绝程度。在给定温度下,受到恰当保护的绝缘的使用期会比自由暴露的大气中的绝缘的使用期长,但机柜一般不会采取这样的措施保护绝缘的使用。

6.2.1.5 耐电痕化

固体绝缘材料的电痕化是指在电应力和电解杂质对材料表面的联合作用下,固体绝缘材料表面形成导电通路的过程。固体绝缘材料在放电作用下引起蚀损而造成电气短路、引发燃烧。

通常情况下,采用在潮湿条件下相比电痕化指数和耐电痕化指数来表示电气绝缘材料自身的耐湿绝缘能力。

相比电痕化指数(CTI)是指材料经受 50 滴电解液而没有电痕化的以伏特为单位的最大电压值;耐

电痕化指数(PTI)是指材料经受 50 滴电解液而不出现电痕化的以伏特为单位的最大电压值。

电痕化影响着电气设备的爬电距离。固体绝缘材料按相比电痕化指数(CTI)分四类,以比较各种固体绝缘材料在试验条件下的性能:

- a) 绝缘材料组别 I $600 \leq \text{CTI}$;
- b) 绝缘材料组别 II $400 \leq \text{CTI} < 600$;
- c) 绝缘材料组别 III a $175 \leq \text{CTI} < 400$;
- d) 绝缘材料组别 III b $100 \leq \text{CTI} < 175$ 。

CTI 即是绝缘材料表面经受 50 滴电解液而不形成电痕化的最高电压值。

6.2.1.6 耐非正常的热和火

由于绝缘材料在电的作用下可能受到热应力影响且有可能使机柜的安全性降低,为了使绝缘材料在非正常热和火的作用下不应产生不利的影响,机柜的材料应具有相应的耐非正常热和火的能力。可以根据材料的可燃性类别来选择绝缘材料。

当在机柜进行试验时,可采用灼热丝试验。

当在材料上进行试验时,可根据所选择的可燃性分类法,可选择采用火焰试验(与可燃性类别无关)、电热丝引燃(HWI)试验和电弧引燃(AD)试验。

6.2.1.7 耐潮湿

要考虑的电气绝缘受潮的情况有:

- a) 表面受潮,即在相对湿度大于 98% 的环境下,电气绝缘表面被水汽包围,在环境温度突然变化或电气绝缘表面温度低于环境温度时,水汽在电气绝缘表面凝结成水膜,使绝缘部件表面绝缘电阻下降,造成表面的爬电或闪络。
- b) 体内受潮,在高温的环境中由于水汽扩散渗入电气绝缘内部使吸入潮气的电气绝缘的理化性能发生变化,例如体积电阻下降,介电常数增加、机械性能亦下降,从而导致绝缘性能破坏造成电击危险。

6.2.1.8 不能认可为电气绝缘的绝缘材料

由于机柜使用功能、安全性的要求,以下材料不能认可为电气绝缘:

未经浸渍处理的木、棉、丝、纸和类似纤维或吸水性材料。

6.2.2 防直接接触保护设计要求

6.2.2.1 绝缘防护

绝缘防护即是采用绝缘技术将危险的带电部分与外界全部隔开,防止在正常工作条件下与危险的带电部分的任何接触,是一种完全的防护。

用以覆盖带电部分的绝缘层应该足够牢固,不采用破坏性手段不应被除去。

使用的绝缘应能长期承受在运行中可能受到的机械、化学、电气、及热应力的影响(例如摩擦、碰撞、拉压、扭曲、高低温及变化、电蚀、大气污秽、电解液等产生的应力影响。

用作直接接触防护的绝缘材料应满足绝缘电阻、介质强度、泄漏电流的考核要求。

6.2.2.2 外壳或遮栏的防护的设计要求

采用外壳或遮栏可将危险的带电部分与外部完全隔开,从而避免从任何方向或经常接近的方向直接接触及危险的带电部分,是一种完全的保护。

外壳防护除最少符合 GB 4208—2008 规定的 IP20 外,且:

- a) 外壳防护的壳体应是封闭的连续体,且固定在规定的位罝上,设计制造得使用者或第三者不借于工具不能拆卸或打开;
- b) 外壳应有足够的机械强度及稳定性,即材料、结构、尺寸具备足够的稳定性和耐久性,能承受正常使用中可能出现的机械压力、碰撞和不正常操作引起的应力变化。

6.2.3 防间接接触保护的设计要求

6.2.3.1 接地保护

6.2.3.1.1 在设计上采取的接地保护是指为防止发生电击危险而与下列部件进行电气连接的一种措施:

- a) 裸露导电部件;
- b) 主接地端子;
- c) 外部导电部件;
- d) 接地电极;
- e) 电源的接地点或人为的中性点。

6.2.3.1.2 机柜的接地装置设计应:

- a) 接地端子应用螺纹紧固件联接,接地端子附近壳体处应清晰、永久地标志保护接地符号,接地符号不能设置在可拆卸的零件上;
- b) 仅用手不能将接地端子的夹紧导体松开,并且采用弹簧垫圈等防松措施来防止接地导线从端子脱落;
- c) 接地装置不允许联接除绿/黄双色芯线的接地保护线外的其他导线;
- d) 接地端子上所有金属零件不会因这些零件与保护接地导线或其金属相接触而产生电腐蚀。

6.2.3.2 接地电阻

接地电路的阻抗是复数阻抗,包含电阻分量、电容分量和电感分量,所有这些分量都影响接地电路的载流能力。由于接地网的接地电抗相对于接地电阻来说通常可忽略不计,因此其接地阻抗通常用接地电阻表示。测量接地电阻的目的是:

- a) 验证新装接地系统;
- b) 检查现有接地系统的变化情况;
- c) 测定危险的跨步电压和接触电压等。

对于 I 类设备,接地应满足以下要求:

- a) 确保保护电路的连续性,即外露的可导电部分与接地点之间确保导电连续性;
- b) 任意外露的可导电部分与接地点之间的电阻不大于 $0.1\ \Omega$;
- c) 保护导体的截面积应满足表 3 的要求。

表 3 保护导体的截面积

单位为平方毫米

序 号	电路上的导线截面积 S	相应的保护导体的最小截面积
1	<16	S
2	$16\sim35$	16
3	>35	$S/2$
注:接入多个电路的保护导体的截面积应按这些电路分别计算后再相加。		

6.3 机械危险防护

6.3.1 外壳防护

机柜应设计有一个坚固、连续、封闭的外壳或罩壳,以将带电零件、机械结构部分包封起来,防止异物进入和人体直接接触及带电部分和运动部件。外壳上允许有规定尺寸的开口,但其遮挡物不允许能被任意拆卸。

所谓不允许被任意拆卸,指的是用于防护的部件只能使用工具或钥匙才能将其移除。

一般情况,外壳防护包括以下两种形式的防护:

- a) 防止人体触及或接近外壳内部的带电部分和触及运动部件(光滑的旋转轴和类似部件除外),防止固体异物进入外壳内部;
- b) 防止水进入外壳内部达到有害程度。

外壳防护的分类分级系统的代号由特征字母 IP 和两个特征数字组成,见 GB 4208—2008。一般情况,只有按规定完成相应的试验,并检验合格后,才能在机柜或机柜的某个部分上标注 IP 的标识。

6.3.2 机械危险防护

机柜在防止机械危险保护的结构设计应满足:

- a) 外部不应有锐边、尖角和锋利凸出部分;
- b) 外形和重心位置应使机柜有足够稳定性,放置在地面、支架、托架、台座等上时不会受振动或其他外界的作用力而倾倒或跌落;
- c) 凡不能用手移动或搬运的机柜应装置符合安全要求吊装装置;
- d) 运行时可拆卸的部件,如工具、夹具等由于质量太大而不能用手搬运时,则应标出质量数据,并指出是部件质量还是整机质量。

6.3.3 机械强度

机柜的外部结构应有足够的机械强度,以保证机柜在使用中不会由于操作疏忽而造成外壳破坏,或爬电距离、电气间隙减小到不允许的程度,甚至触及到带电零件。

6.4 电气联接和机械联接

6.4.1 I 类电气设备

应使当任何导线、螺钉、螺母、垫圈、弹簧及类似零件松动或从原来位置脱落时,不能造成易触及的金属零部件带电。

6.4.2 II 类电气设备

应使当任何导线、螺钉、螺母、垫圈、弹簧及类似零件松动或从原来位置脱落时,不能造成附加绝缘或加强绝缘上的爬电距离和电气间隙减小到产品安全标准的规定的 50% 以下。

6.4.3 机械联接

可采取的有效措施有:

- a) 采用弹簧垫圈、弹性垫片或止动垫圈等方法锁定螺钉、螺母;
- b) 采用粘结剂锁定不由使用者拧动的螺钉、螺母。

6.4.4 电气联接

6.4.4.1 为接通电路而进行的联接仅用弹簧垫圈进行锁定是不够的,应注意导线可能从其联接处脱落的以下情况:

- a) 没有专门器件将导线在接线端子或焊接处附近固定;
- b) 用于联接导线在联接零件如螺钉、螺母、接插件、弹性类等无充分锁定的措施;
- c) 采用接线片、接插件或类似联接件的导线接头,联接件未将导线绝缘一起夹紧;
- d) 仅靠弹性件来联接的接头。

6.4.4.2 在满足下述情况的设计时,导线不会从其联接处脱落:

- a) 导线在联接处已被专门器件固定,固定器件可用弹簧垫圈防松;
- b) 导线被固定在接线端子上,而接线端子的联接件(螺钉、螺母等)松动等仍能留在原来位置,例如接线端子螺钉在联接后由其他零件压住进行锁定的方法;
- c) 短而硬的导线(单芯硬线)在接线端子联接件(螺钉、螺母等)松动时仍能在原来位置;
- d) 导线在焊接前已相互“钩住”。

6.4.4.3 对电气联接的螺钉材料、衬垫系统的设计应:

- a) 传递电气接触压力的螺钉应旋入金属中;
- b) 自切螺钉、自攻螺钉不采取特殊措施不宜用作电气联接;绝缘材料制成的螺钉不应用作任何电气联接;
- c) 接触压力不能通过易收缩减变形的绝缘材料传递。对机械联接应能承受正常使用中的机械应力;
- d) 螺钉不应用诸如锌、铝等软的或易蠕变的金属制造;
- e) 用绝缘材料制成的螺钉,其公称直径应在 3 mm 以上。

6.4.4.4 电气联接的联接形式,插头和联接器、内部布线槽、电源线和接地芯线的颜色等连接要素设计应:

- a) 联接装置,例如配有插头的电源线,应具有防水保护的电源进线座,或具有防水保护的电缆耦合器及配套电源线,以及一组外接电源的接线端子等;
- b) 电源线不应低于普通橡胶护层或聚氯乙烯稀护层软线,电源插销不应联接多于一根的软线;
- c) 电源线中的绿/黄组合色芯线只能用作保护接地;
- d) 布线槽、金属件上供绝缘导线穿过的孔应光滑、无锐棱,应有效防止布线与运动件接触。

6.5 噪声、振动和抗震

6.5.1 噪声

降低噪声对人员的影响,特别是对操作人员的影响是安全设计的重要目标。

噪声设计要依据规定的噪声限值和测量方法的规定进行。

降低噪声的设计往往会明显增加制造的成本,因此应优先考虑有针对性的设计。

6.5.2 振动

在设计上,要从以下几个主要方面限制振动对人的影响:

- a) 振动强度:以加速度来描述,计量单位为 m/s^2 ;
- b) 振动频率:范围为 8 Hz~10 000 Hz。振动可能是周期性的,也可能是具有分布频谱的随机或非周期性,还可能为某频带范围内的连续冲击型激振;
- c) 振动方向:以心脏为原点,直角坐标系相应方向(X、Y、Z)上进行;
- d) 振动持续时间:指人体在振动环境中的连续暴露时间,它的限值与振动强度值有关。