

电气产品的“三防”设计

罗宣国 陶高周

(合肥阳光电源有限公司, 安徽 合肥 230088)

摘要: 在电气工业中,“三防”设计是指防潮湿、防盐雾、防霉菌设计。在我国的南方和沿海地区户外工作的电气设备,必须具备“三防”设计才能保证其正常工作。“三防”设计是电气产品在各种不同的环境中正常运行的重要保证,产品开发研制时即应从电路设计、材料应用、结构设计和工艺技术等诸方面进行系统性的“三防”设计。

关键词: “三防”设计; 防潮湿, 防盐雾、防霉菌

Three proofing designing of Electronic Equipments

Abstract: Three proofing designing is referred to moisture proofing, salt spray proofing and fungus proofing for electronic industry. In the south and coastal regions of China, the Electronic Equipments working outdoor must have three proofing designing for normal operation. The design of three Proofing is an important mission for Electronic Equipments operating at the various environment. It should be considered overall from the materials-application, structure design, process engineering and so on at the time of the product development.

Key: Three proofing designing, moisture proofing, salt spray proofing, fungus proofing

引言

在电气化应用日益广泛的现代社会里,电气工业的蓬勃发展是一个必然的趋势。“三防”设计的完善在电气产品的整个系统中显得特别重要。

任何电气产品都是在一定的环境下工作的,而潮湿、盐雾和霉菌会降低材料的绝缘强度,引起漏电、短路,从而导致电气故障和事故。因此,必须采取防止或减少环境条件对电气产品可靠性的不利影响,以保证电气产品工作中的各项性能,增加产品在恶劣环境中运行的可靠性。

在绝大部分电气产品的整机设计中,“三防”设计都是非常关键的。本文综合的分析了“三防”问题的产生的机理和实际“三防”设计中的注意事项。

一、“三防”问题产生的机理:

1) 潮 湿

当空气相对湿度大于 80%时,电气产品中的有机和无机材料构件由于受潮将增加重量、膨胀、变形,金属结构件腐蚀也会加速。如果绝缘材料选用及工艺处理不当,则绝缘电阻会迅速下降,以致绝缘被击穿。为保证电气产品的可靠性,防潮湿设计显得特别重要。

2) 盐 雾

盐雾指悬浮在大气中的气溶液状的 Na_2O 粒子。它的形成主要是因为风引起海面扰动和涨、落潮时,海水相互间的冲击和海浪拍击海岸,致使很多海浪粒子拖入空中,水分蒸发后,留下一些极小的盐粒,在大气团的平流和紊流交换作用下,这些盐粒在空气中散开来,并随风流动形成沿海地区盐雾。盐雾与潮湿空气结合时,其中所含的直径很小的氯离子对金属保护膜有穿透作用。盐和水结合能使材料导电,故可使绝缘电阻降低,引起金属电蚀、化学腐蚀加速,使金属件与电镀件受到破坏。在盐雾环境中,各类端子搭接处腐蚀较为明显,铜-铜接头腐蚀比较轻,铝-铝接头的腐蚀就很严重,铜-铝接头处则明显可看出,铝接头处通常会白色斑斑,并有烧伤的痕迹。如果不加以预防,会造成空气开关,隔离开关、接触器,变压器等设备的正常工作。

3) 霉菌

霉菌在一定温度、湿度（一般 25℃~35℃,相对湿度 80%以上）的环境条件，繁殖生长迅速，其分泌物形成的斑点影响产品外观；这些分泌物所含的弱酸会使电工仪表的金属细线腐蚀断裂，损坏电路功能。尤其在光学检测相关的仪器上长霉，会使玻璃的反射和透光性能明显下降，破坏光学性能。

霉菌在新陈代谢中能分泌出大量的酵素和有机酸，对材料进行分解反应或老化，影响材料的机械性能和外观。特别是不抗霉菌的材料最容易被霉菌分解，并作为它的食物而直接被破坏，导致材料物理性能的明显恶化。在绝缘材料上生长的霉菌丝含有水分，水具有导电性，因而影响电子产品及材料的电气性能，有时菌丝层会越过绝缘材料形成电气回路，使绝缘材料的绝缘电阻明显降低。通电时容易造成短路，烧坏仪器。菌丝还可能改变有效电容，而使设备的谐振电路不协调。这可能给某些电气设备造成严重故障。菌丝还可能改变有效电容，而使设备的谐振电路不协调。这可能给某些电气产品造成严重故障。

电气产品内部的元器件材质一般分为金属与非金属。金属、水、盐雾、霉菌的环境中会加快氧化腐蚀；非金属在太阳光、氧、盐雾，以及粉尘中也会加快腐蚀。因此，必须采取防止发生氧化反应的措施，防止环境因素对电气产品因机械性能的变化导致电性能发生变化并对其造成破坏。“三防”设计就是调查产品在贮存、运输和工作过程中可能遇到潮湿、盐雾、霉菌等环境影响因素，以便研究对策，采取有效措施，设计和制造耐环境的电气产品，提高产品的可靠性，这也是“三防”设计基本出发点。

二、关于“三防”设计的具体注意事项：

1、防潮湿设计：

- 1.1 采用喷涂、浸渍、灌封、憎水等工艺对重要器件进行防水处理；
- 1.2 采用吸湿性较低的电子元件和结构材料；
- 1.3 对局部防潮要求高的器件采用密封结构；
- 1.4 改善整机使用环境，如采用空调、安装加热去湿装置等；
- 1.5 对电子线路板表面浸涂丙烯酸膜层保护剂或硅酮树脂膜层保护剂，避免潮气的侵入；
- 1.6 对不经常使用的设备，应在电气机柜内放置适量干燥剂，然后用防尘罩套好。

2、防霉设计：

- 2.1 控制环境条件来抑制霉菌生长，例如采用防潮、通风、降温等措施。在机体内部较关键的位置使用防霉涂层和封装防霉剂。经过完善的防霉处理的电气产品能够在平均温度为 30℃（86°F）、湿度为 80%的环境中持续三年抑制霉菌生长；
- 2.2 采用抗霉材料，如皮革含有天然有机物，极易受霉菌侵蚀。而无机矿物材料，则不易长霉；
- 2.3 防霉包装，对内装物进行防潮，以降低包装容器内的相对湿度，并对包装材料进行防霉处理等。

3、防盐雾设计

3.1 采用密封结构：

- (1) 电气产品尽可能安装在室内，对于室外的电气产品，外壳应采用热镀锌板和不锈钢板。
- (2) 电气机柜达到 IP54 以上的防护标准，对于一些大功率的电气产品，可以采用水冷方式，避免因风道设计造成的防护等级降低的情况，使电气器件工作在一个密封的柜体中，减少盐雾的侵蚀。

3.2 采用盐雾能力强的材料和工艺：

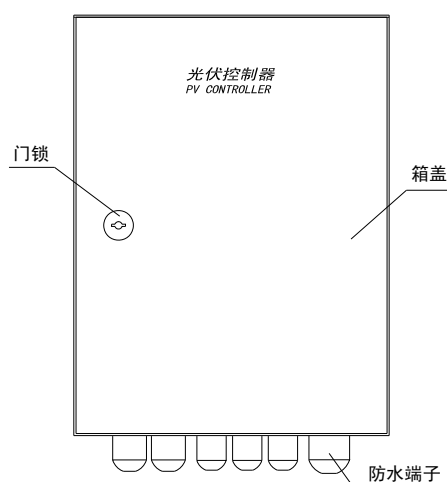
- (1) 紧固件及其它配件，采用不锈钢材质；
- (2) 在电气设备安装时，可在导电端子搭接处接触面涂敷导电膏，这样可以有效的抗盐雾腐蚀。
- (3) 用硅胶绝缘子取代瓷绝缘子。在强电场作用下，瓷绝缘子上的沉积物被电离，形成导电性薄膜，产生电晕放电，使瓷绝缘子表面温度产生不均匀升高，从而导致绝缘子爆裂。而硅胶绝缘子具有体积小、重量轻、耐污性能好；不需零值测量；所需的爬距比瓷和玻璃绝缘子所需爬距平均少 30%；
- (4) 关键的金属结构件，全部采用热镀锌板或不锈钢板，增强防盐雾腐蚀能力，提高机械使用寿命

随着我国电气行业研制技术日趋成熟，各种电气产品其使用地域不断扩展，使用条件越加恶劣。相应的对电气产品环境适应性的考核更加全面和严格，防潮湿、防盐雾、防霉菌试验已经成为考核其环境适应性不可缺少的重要试验。深入了解自然界的“潮湿、盐雾、霉菌”现象，分析它们试验机理，对比现有电气产品试验的结果，可对电气的“三防”设计提供指导。

为了提高电气产品的“三防”设计的可靠性，必须在方案论证与确定及设计阶段就考虑产品的环境防护。环境防护的第一步是确定产品的工作环境，第二步是确定在这种环境条件下所用的元器件及材料的性能。若是这种性能不能满足产品可靠性要求或处于临界状态量，就要采取环境防护措施，并且选择耐环境的元器件和材料等。

电气产品“三防”技术是一门综合科技，它主要包含“三防”电路设计技术、“三防”结构设计技术、“三防”工艺技术、“三防”试验技术及“三防”检测技术等。同时“三防”又是一项系统工程。在电子设备方案论证与确定时，就应进行系统的“三防”设计方案论证与确定。

通过以上分析，“三防”的重要性显得十分突出，我们所要做的就是将电气产品完善的“三防”设计在我们平时的电气设计和机械结构设计中得以体现。我们设计的一款户外型太阳能控制器就充分考虑到“三防”设计的要求。如下图所示：



A、对于箱体表面采用酸洗磷化处理后进行静电喷涂一层致密的塑粉层，经高温固化后可有效地对箱体表面进行防护；B、门锁采用不锈钢材质；C、盖板和箱体之间采用自夹紧橡胶密封圈；D、内部的控制线路板喷“三防漆”；D、进、出线采用防水端子密封；

参考文献

[1] 齐俊臣，李新俊，刘春和 《武器装备的霉菌防护技术》

作者简介：罗宣国（1975- ），男，工程师

陶高周（1971- ），男，高级工程师