

# 浪涌保护器的选用要点分析

张盈宇

(北京联华建筑事务有限公司上海分公司,上海 201204)

**摘 要:**浪涌保护器是一种新兴的防雷电保护器件,但目前该新元器件的使用存在着一些误区,且各制造商对浪涌保护器的描述也产生了一些误导。针对这些问题,从设计角度分析了浪涌保护器及其保护元器件的选用要点,并提出浪涌保护器应采用熔断器保护,而不是常用的断路器保护。

**关键词:**浪涌保护器;设计;选用;要点

**中图分类号:**TM588 **文献标识码:**B **文章编号:**1009-1904(2006)04-0045-04

浪涌保护器是一种新兴的防雷电保护器件,其产品型式也是多种多样的。随着社会的发展和不断进步,以及对设备保护要求的不断提高,浪涌保护器得到了越来越广泛地应用。但目前该新元器件的使用存在着一些误区,再加上各制造商对浪涌保护器的描述产生了一些误导,因此设计人员必须对如何正确地选用浪涌保护器的问题做出正确判断。

## 1 浪涌保护器简介

浪涌就是超出正常工作电压的瞬间过电压。本质上讲,浪涌是发生在仅仅几百万分之一秒时间内的一种剧烈脉冲,例如在重型设备短路、电源切换或

大型发动机启动时。浪涌保护器(Surge Protective Device,简称 SPD)也称电涌保护器,是一种可以有效地吸收突发的巨大能量,为各种电子设备、仪器仪表、通讯线路等提供安全防护的电子装置。当电气回路或者通信线路中因为外界的干扰突然产生尖峰电流或者电压时,浪涌保护器能在极短的时间内导通分流,从而避免浪涌对回路中其他设备的损害。

浪涌保护器的组成器件主要包括放电间隙、压敏电阻、二极管、滤波器等,电流器件至少含有一个非线性元件。按非线性元件类型分,有电压开关型、电压限制型和混合型;按使用性质,可分为电源系统 SPD、信号系统 SPD 和天馈系统 SPD。

下滑移位现象,及时纠正失误,确保黏结质量。

## 5 加固施工工艺

CFRP 加固要求混凝土强度等级不得低于 C15,环境温度不宜低于 5℃,CFRP 搭接长度不少于 100 mm。其施工顺序是先将混凝土表面打磨平整,清洗干净并保持干燥,然后涂一层底胶 FP-NS,用找平材料 FE-Z 将凹洞填平,接着再涂 FR-E3P,粘贴 CFRP,用滚筒反复滚平,尽可能完全排除气泡,使 FR-E3P 充分浸透 CFRP,最后在 CFRP 外表再涂一层 FR-E3P,随即做好养护工作。若发现有空鼓部位,可用针管灌注 FR-E3P。有效黏结面积若小于 95%,判定黏结无效,需重新施工。决定施工质量的关键取决于基层处理质量及滚压密实度。基层是否清洁,表层是否干燥、平整,表面有无浮渣,将直接影响粘贴质量。冬季施工气温较低,树脂凝结时间较长,因此,在树脂终凝前应随时检查竖向 CFRP 有无

## 6 结语

应用 CFRP 对钢筋混凝土结构进行加固仍是一项新技术,该技术具有与其他传统加固方法无法比拟的优越性。我院采用该技术先后为西南地区 2 家高浓度复合肥工厂的厂房进行了结构加固,已使用四五年,情况良好。实践证明,CFRP 加固技术具有适用面广,操作方便,工期较短,节约投资等优点。尽管我国对其理论分析及数值计算还不完善,但随着国内外对 CFRP 加固技术的不断研究,这项新技术会在混凝土结构加固领域有着广阔的发展前景。

**作者简介:**朱毅(1965-),男,安徽马鞍山人,工程师,长期从事工业与民用建筑结构设计工作。

(收稿日期:2006-04-27)

## 2 浪涌保护器的选用要点分析

通常情况下,浪涌保护器的选择大体上可分五步进行:①根据使用性质确定 SPD 类型;②根据安装位置确定 SPD 的分类水平和电压保护水平;③根据系统标称电压选择 SPD 最大持续运行电压;④校验 SPD 的电压保护水平;⑤保证 SPD 的级别配合。

其中第①、②、③、⑤步比较明确,操作起来比较容易,而第④步电压保护水平的校验相对比较困难,各种参考资料的说法也不尽一致。

### 2.1 电压保护水平的校验

以第二类防雷建筑物为例,从室外引入水管、电力线、信息线。在入口界面处电力线路的总配电箱装设 3 台 SPD,电力线为 TN-C-S,后改为 TN-S 系统,其雷电流分配如图 1 所示。

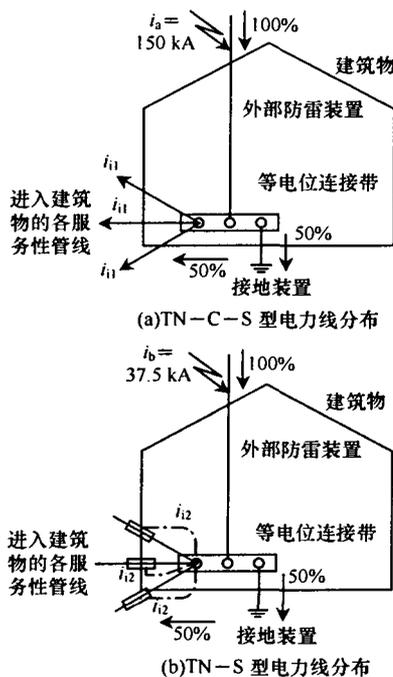


图 1 防雷建筑物的雷电流分配示意

按《建筑物防雷设计规范》GB 50054-94(2000 年版)附表 6.1 和 6.2,雷电流幅值  $i_a$ 、 $i_b$  分别为 150 kA 和 37.5 kA,波头时间分别为  $10 \mu\text{s}$  和  $0.25 \mu\text{s}$ ,按图 1 分配,得  $i_{i1} = 150 \times 50\% \div 3 = 25 \text{ kA}$ ,  $i_{i2} = 37.5 \times 50\% \div 3 = 6.25 \text{ kA}$ ,则每个 SPD 通过的电流为  $i_{v1} = 25/3 = 8.3 \text{ kA}$ ,  $i_{v2} = 6.25/3 = 2.1 \text{ kA}$ 。因此选定的 I 级分类 SPD 的  $I_{\text{peak}} > 8.3 \text{ kA}$ ;在电力线有屏蔽时,  $I_{\text{peak}} > 0.3 \times 8.3 = 2.5 \text{ kA}$ 。

若此时 SPD 的电压保护水平为 4 kV,上下引线长度为 1 m,电流最大平均陡度为  $i_{v2}/T_1 = 8.4 \text{ kA}/$

$\mu\text{s}$ (线路无屏蔽)和  $i_{v2}/T_1 = 0.3 \times 8.4 \text{ kA}/\mu\text{s} = 2.52 \text{ kA}/\mu\text{s}$ (线路有屏蔽),而最大浪涌电压分别为  $U_{\text{AB}} = 4 + 8.4 \times 1 = 12.4 \text{ kV}$  和  $U_{\text{AB}} = 4 + 2.52 \times 1 = 6.52 \text{ kV}$ 。

笔者认为,以上计算方法存在问题。

#### 1、浪涌电流的计算

《建筑物防雷设计规范》GB 50054-94(2000 年版)附录(以下简称附录)中是将雷电流的 50% 作为进入服务性管线的电流,实际上这对于电力进线是不可能的,因为电力进线是不可能直接接地的。

对于埋地的电力进线而言,它所分配到的雷电流实际上是由于进入进线保护管的雷电流在电力线中雷电感应所产生的,而不是直接流入的[见图 1(b)]。也就是说,流过电力线路的电涌电流实际上是  $i_{i1}$  和  $i_{i2}$  在电力线中产生的感应电流。

对于架空进线,如果不是遭受直接雷击,其情况和埋地进线相似;但若遭受直接雷击,则流经电力线路的电涌电流几乎是 100% 的雷电流,这种情况是非常恶劣的。因此,架空进线的方式越来越少地被采用(影响美观也是原因之一),如果迫不得已需要使用架空进线,则应采取防止遭受直接雷击的措施。

#### 2、浪涌电压的计算

根据附录计算出的入口界面处的最大浪涌电压为 12.4 kV,即使在电力进线有屏蔽的情况下,最大浪涌电压也达到了 6.52 kV,而根据《建筑物防雷设计规范》第 6.4.4 条的规定:“在建筑物进线处和其他防雷区界面处的最大浪涌电压,即浪涌保护器的最大钳压加上其两端引线的感应电压应与所属系统的基本绝缘水平和设备允许的最大浪涌电压协调一致。”很明显,最大浪涌电压 12.4 kV 满足不了电源处的设备耐冲击电压 6 kV 的要求,即使所有的进线均采用屏蔽线,最大浪涌电压也达到了 6.52 kV,仍然满足不了要求。当然还可以在进线处加装 3P+N 的浪涌保护器,使流经每个 SPD 的雷电流进一步减小,从而降低两端引线的感应电压,但这不能从根本上解决问题,而且所有进线均采用屏蔽电力线也不现实。

笔者认为造成这种状况有两个原因:①界面处流经电力线的雷电流不应是直接分配来的雷电流,而是流经进线保护管的雷电流在电力线中产生的感应电流(比直接分配的雷电流要小的多);②浪涌保护器的电压保护水平为 4 kV,不代表其残压为 4 kV。

#### 3、感应电压的考虑

SPD 在 TN-S 系统中的连接如图 2 所示。根据附录所述,连接 SPD 两端的电线长度考虑为 1 m。

而在实际工程中,采用接地线1的方式,配电盘到总接地端子排总是存在一定的距离,将其控制在1m是基本不可能实现的;采用接地线2的方式也存在问题,其雷电流释放路线如图3所示。

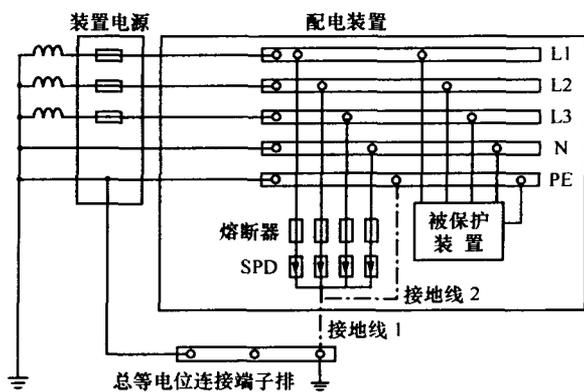


图2 TS-S系统中SPD的连接示意

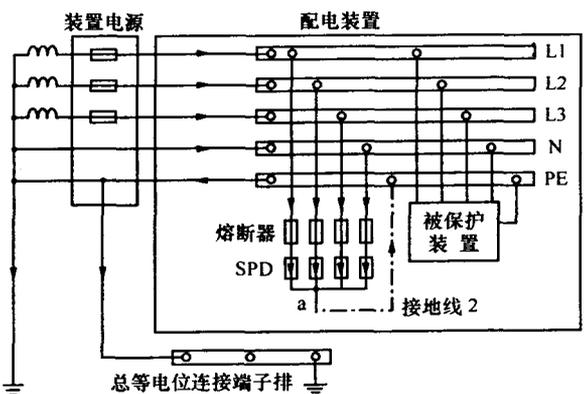


图3 接地线2的雷电流释放路线示意

由图3可以看出,雷电流经SPD,通过接地线连接至PE母排,再经总等电位连接端子排,最终流入大地。至于PE母排和总等电位连接端子排之间的连接线电感应如何考虑呢?由于这段线路实际上很长,相应的电感也更大,如果这段线路产生了感应电压,SPD的最大电涌电压是满足不了要求的。笔者认为接至PE母排后的连接端子排之间的连接线采用母排连接,其电感是可以忽略不计。《建筑物防雷设计规范》GB 50054-94(2000年版)中要求连接线尽量短,实际上是控制电感尽量小。只要将电感控制得尽量小,连接线的长短并不是绝对的,当采用母排连接时,连接线的长度范围可以适当放宽一些。

## 2.2 雷电流的分配

国家在2004年发布的《建筑物电子信息系统防雷技术规范》中的计算则将此雷电流的分配更提高了级别,将流入建筑物各种服务管线的50%的雷电

流全部作为流入电力进线的雷电流。其附录中的例子是这样的:全部雷电流*i*的50%流入防雷装置(Lightning Protection System,简称LPS)的接地装置,另一个50%分配于进入建筑物的各种设施,并假定进入建筑物的金属设施,只是变压器低压侧的三相五线制供电线路为TN-S接地方式。若第I级防护雷电威胁值规定为200 kA,10/350 μs,则在供电线路中,每线荷载的雷电流 $I_m = I_s/n = 200 \times 50\% / 5 = 20 \text{ kA}$ 。

笔者提出以下三点疑问。

1、将50%的雷电流作为流入供电线路的雷电流是否合适,因为进入建筑物的金属管线除供电管线外还有给排水管道、各种通讯管线等,采用50%雷电流全部流入供电线路显然过高。

2、上述规范中以变压器为例,假定进线为10 kV,则第I级防雷保护应该是在10 kV侧安装金属氧化物避雷器等措施。对于低压侧而言,雷电流是经过变压器隔离的,可以降低对SPD的要求。在10 kV侧保护满足要求的情况下,变压器的低压侧甚至可以不设SPD。

3、计算每线荷载的雷电流时取 $n=5$ ,笔者认为不合适,因为这样是在PE线上也装设避雷器(没什么作用),而且现有的SPD规格都是3P或3P+N的,所以 $n$ 值应该取3或4。笔者认为《建筑物电子信息系统防雷技术规范》所确定的第I级SPD的标称放电电流还是值得商榷的。顺便提一下,在《低压配电设计规范》GB 50054-95中有详细说明,TN-S接地系统并非三相五线制,而是三相四线制。上述看法供《建筑物电子信息系统防雷技术规范》编制者参考。

## 2.3 浪涌保护器的保护

为防止SPD因老化或其他故障而出现短路,在SPD前应设置保护措施。目前常用的有两种方式,一种是熔断器保护,一种是断路器保护。经过对50多位设计人员的调查发现,有80%以上的设计者选用了断路器,这实在令人费解。

笔者认为装设断路器保护是一种误区,应该装设熔断器保护。

1、SPD的保护是短路保护,不存在过负荷的情况,用断路器也只能用到其三段保护(或两段保护)中的瞬断功能。

2、SPD的保护装置的选择应该以SPD安装处的短路容量来设置。而SPD的安装处(如电力进线的主开关前)的短路电流一般都比较小,如果用断路器,则需要高分段能力的断路器。

## 全国化工硫酸和磷肥设计技术中心 第十一次年会在威海召开

为了总结近几年来我国硫酸和磷复肥工业在设计技术、科技进步、装备水平和生产管理方面取得的成果,使之能持续、健康、稳定发展,2006年7月17~22日,全国化工硫酸和磷肥设计技术中心(简称全国化工硫磷中心)在威海市组织召开了第十一次年会。本次年会也是全国化工硫磷中心成立20周年的年会。参加本次年会的人员有全国化工硫磷中心上级主管部门的领导,硫磷中心的技术委员和顾问,硫酸和磷复肥行业的生产企业、科研设计单位、大专院校以及国内外设备制造企业的代表。

本次年会主要是总结交流我国近10年来硫酸和磷复肥工业在科研、设计、生产等方面的科技进步,特别是装置大型化、国产化方面所取得的成就,并对本行业今后发展的相关政策、技术路线和行业导向等问题进行了研讨。国内外本行业知名的设备制造企业就新材料、新设备、新产品发布了最

新的科技成果,得到了与会者的高度评价。

本次年会在技术交流的基础上,为进一步推动硫酸和磷复肥工业的发展和科技创新,就收集的论文进行了评审、给予奖励,颁发了全国化工硫磷中心宣达杯优秀论文奖。共评出优秀论文15篇,其中硫酸8篇、磷肥7篇,分别设一、二、三等奖。这些优秀论文将在我们主办的《硫磷设计与粉体工程》上陆续发表。会议期间还召开了全国化工硫磷中心六届三次技术委员会会议,研讨了硫酸和磷复肥工业在科技进步、技术创新方面今后的工作要点。

本次年会达到了硫磷行业技术交流、共同提高、增强凝聚力的要求,为本行业的科技进步、持续发展、技术创新做出了贡献。

(张一麟)

3.用断路器时需对连接SPD的导线进行动热稳定计算,根据该点的短路容量,所选用的导线截面会很大,接线不便。

4.从经济角度而言,熔断器的价格要比断路器低得多,综合熔断器在对SPD保护的安全、方便、经济的优点,笔者认为使用熔断器更好。

### 3 结束语

浪涌保护器(SPD)是保护电器、电子产品必不可少的器件。在正确选用SPD时,除了以上几点误区要特别注意外,还有几个要点要注意。

1、要按防雷等级选择SPD,一般一级防雷的SPD要求可以防止直击雷;二级防雷SPD可安装在线路进口或建筑内部分线端,为发挥最好的保护效果,连接SPD的导线越短越好且尽可能避免弯曲,导线的直径应和被连接的线路一样;三级防雷SPD安装在设备侧,其安装位置与被保护设备越近越好。

2、选择SPD的放电电流时,应视需要保护设备所处的场所而定,即其放电电流值和设备所处的防雷区有关。

3、SPD是高敏感元器件,应尽量选用限制电压低的SPD。配合熔断器或断路器使用时,优先使用熔断器保护。

**作者简介:**张盈宇(1976-),男,江苏丰县人,工程师,注册电气工程师,一直从事电气设计工作,曾负责或参与了禄口机场、苏州硫酸厂、苏州乐园、永达大厦等项目设计。

(收稿日期:2006-05-12)

## 扬子石化用废气生产硫酸铵

作为国家特大型企业的南京扬子石化公司热电厂烟气脱硫项目,近日通过了由中国石化集团公司组织的可行性研究报告评估。扬子石化公司确定选用列入国家“863”项目的氨法脱硫技术,利用公司在治理炼油厂原油酸性气产生的废氨水,来治理热电厂燃煤锅炉产生的二氧化硫烟气,从而生成硫酸铵化肥。

据介绍,2005年6月,该公司开始对国内外的烟气脱硫技术进行广泛调研,多次组织与国内外的烟气脱硫专利商进行技术交流,对不同技术路线的多套国内烟气脱硫典型装置进行了实地考察。在比较国内外多种技术路线的基础上,最终选定列入国家“863”项目的氨法脱硫新技术。这种具有国内自主知识产权的氨法脱硫新技术,可以利用废氨作为烟气脱硫的原料,通过烟气脱硫把二氧化硫直接生产硫酸铵化肥。不仅可以大幅度降低烟气脱硫的运行成本,还可以达到“以废治废、以废生肥”的目标,是目前我国烟气脱硫技术的重大突破。目前,这一氨法脱硫新技术已在天津、河南、云南等地多个燃煤电厂发电机组的烟气脱硫工程上成功应用。

前不久,扬子石化公司委托中国石化集团南京设计院编制了氨法烟气脱硫项目的可行性研究报告,确定先对热电厂“5~9”锅炉进行烟气脱硫。据悉,该锅炉烟气脱硫工程全部建成投运后,每年可削减二氧化硫排放量两万多吨,对改善区域环境质量起到重要作用。

(本刊讯)