

钢筋混凝土卫星发射脐带塔防雷过压保护

杨振国 (北京市海淀区 63926 部队 100085)

摘 要 详细介绍了钢筋混凝土卫星发射脐带塔防雷电干扰的成功经验,采用外部防雷和内部防雷相结合的综合防雷方案,提高了火箭和卫星防雷击的可靠性,保证了电源供电系统和自动化信息系统免受雷电的袭击。

关键词 雷电危害 外部防雷 内部防雷 浪涌保护器 等电位连接

在钢筋混凝土卫星发射脐带塔中,大量的科学试验数据通过高速电脑、自动化设备以及通讯设备,这些敏感电子设备的集成度高,工作电压却很低,因而它们受到过压特别是雷电袭击而受到损害的可能性就大大增加。其后果可能使整个系统的运行中断,并造成难以估算的经济损失,雷电和浪涌过电压对钢筋混凝土卫星发射脐带塔构成了严重威胁。

1 雷电过电压及对钢筋混凝土卫星发射脐带塔的危害

1.1 雷击造成危险过电压

雷击中心 1.5 ~ 3km 范围内都可能产生 100kV 以上的危险过电压,损害钢筋混凝土卫星发射脐带塔上的电气和电子设备。近年来随着航天技术的发展,大量数据设备和精密仪器的应用范围日益广泛,雷电损害造成的事故有逐年上升的趋势。

参 考 文 献

- 1 S.Cristina and A.Orlandi. Calculation of the induced effects due to a lightning stroke, IEE Proceedings-Part B, 1992, vol.139: 47 ~ 55
- 2 Y.Du, S.Chen, J.Burnett. Experimental and numerical evaluation of surge current distribution in building during a direct lightning stroke. The Hong Kong Institution of Engineers Transactions, 2001, Vol. 8, No.1: 1 ~ 6
- 3 张小青,陈水明,吴维韩. 建筑物钢结构中考虑参数频变特性的雷电暂态响应,清华大学学报(自然科学版),1997,37(6):103 ~ 107
- 4 王庆,傅正财,杜亚平. 导电构架对雷击建筑物时室内磁场分布的影响,建筑电气,2001,20(3):29 ~ 34

Shielding Effect of the Building Metal Cage Against Magnetic Fields Excited by Near Lightning Strokes

Fu Zhengcai Wu Bin Xu Lin

(Dept. of Electrical Engineering, Shanghai Jiaotong University 200030 China)

Abstract The shielding effect of the building metal cage against magnetic field excited by a near-field lightning strike is investigated based on circuit approach simulations. The effectiveness of the simulation is evaluated by experimental measurements. The results show that the metal cage does have shielding effect against the LEMP. Due to the effect of the induced current, the shielding factor curve features a cascade distribution. The effect is to homogenize magnetic field distribution inside the building.

Key words Near-field lightning strike Building metal cage Shielding effect

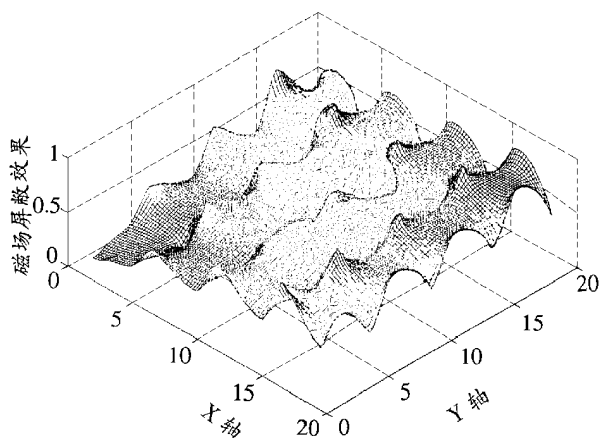


图7 h = 10m 平面上的磁场屏蔽系数分布

4 结论

建筑物的金属构架对近区雷击产生的脉冲磁场有一定的屏蔽作用。其屏蔽系数具有与磁场分布相反的特点,离雷击点近屏蔽效果好,离雷击点远处屏蔽效果较差。这种屏蔽作用的效果是使得建筑物内磁场分布趋向均匀。随着距离雷击点位置的增大,磁场屏蔽系数曲线有以构架网格为单位呈阶梯式分布的特点,在垂直导体附近屏蔽系数有跃变,而在相邻导体之间,屏蔽系数基本保持不变。

1.2 雷电波入侵的途径

1.2.1 直击雷和附近雷击形成的感应雷和过电压

a. 雷击在钢筋混凝土卫星发射脐带塔顶端及外部防雷系统、保护框架和电缆等上引起感应雷电波及过电压;

b. 雷击浪涌电流在接地电阻上引起的过电压降;

c. 雷击浪涌电流在钢筋混凝土卫星发射脐带塔各层防雷均压网上,和各个系统接地环路上引起环路感应过电压。

1.2.2 远处雷击形成的感应雷和过电压

a. 雷击在远处架空输电电缆上引起感应雷电波及过电压;

b. 雷云之间的放电通过架空线缆引起感应雷电波及过电压;

c. 野外雷击通讯线缆引起感应雷电波及过电压。

1.3 地电位反击

钢筋混凝土卫星发射脐带塔的外部防雷系统(如避雷针、避雷网等)遭受直接雷击,在接地极与远处大地零电位之间会产生危险过电压。一般综合接地网的接地电阻值达到 1Ω ,钢筋混凝土卫星发射脐带塔直接雷击电流达到一百多千安培,在接地两端就会形成 100kV 以上的高电压,由设备的接地线引入设备,造成设备的损害。

2 钢筋混凝土卫星发射脐带塔外部防雷

钢筋混凝土卫星发射脐带塔顶端的避雷针(避雷带或避雷网)、引下线和接地系统构成外部防雷系统,主要是为了保护钢筋混凝土卫星发射脐带塔免受直接雷击。

3 钢筋混凝土卫星发射脐带塔内部防雷

钢筋混凝土卫星发射脐带塔内部防雷系统,就是为了防止雷电和其它形式的过电压侵入设备中造成损坏。这是外部防雷系统无法保证的,为了实现内部防雷,需要对进出各保护区的电缆、金属管道等连接避雷及过压保护器,并实行等电位连接。

3.1 钢筋混凝土卫星发射脐带塔防雷区域的划分

钢筋混凝土卫星发射脐带塔防雷区域,从 EMC(电磁兼容)的观点来看,由外到内可分为四级防雷区,LPZ0(LPZ0_A和LPZ0_B)、LPZ1、LPZ2和LPZ3。最外层是LPZ0区,是可能遭受直接雷击的区域,危险性最高。越往里,则危险性程度越低。

钢筋混凝土卫星发射脐带塔防雷过压保护——杨振国

过电压主要是沿线路窜入的,防雷区的界面通过外部防雷系统,钢筋混凝土及金属管道等构成的屏蔽层而形成,电气通道及金属管道等则经过这些界面。

从LPZ0区到最内层防雷区,必须实行分级保护。对于电源系统,分为I、II、III、IV级,从而将过电压降到设备能承受的电压水平。对于信息系统,则分为粗保护和精细保护,粗保护量级根据所属保护区的级别,而精细保护则是根据电子设备的敏感度来进行选择。从理论上讲,雷击电流约有50%直接流入大地,还有50%将平均流入各电气通路(如电源线、信号线和金属管道等)。

3.2 浪涌保护器在防雷电过电压中的作用

浪涌保护器分为限压型(如压敏电阻)和开关型(如火花间隙),用于保护电源和电子设备免受雷击浪涌的危害,为电源和电子系统提供瞬态等电位连接。

浪涌保护器根据应用分为:①电源系统避雷器,其作用就是在最短时间(纳秒级)内将被保护线路连入等电位系统中,使设备各端口等电位,同时将电路上因雷击而产生的大量脉冲能量短路或经低阻抗泄放到大地,降低设备各端口的电位差,从而保护电路上的设备。标称电压在 1000V 以下可再细分为避雷器(B级)、过压保护器(C级)和浪涌吸收保护器(D级);②信号系统避雷器和过电压保护器,此类保护器亦被称为浪涌保护器,标准电压在 60V 以下;③绝缘火花间隙,应用在地线系统或等电位连接中。

3.3 电源系统中浪涌保护器的应用

3.3.1 选择第一级(B级)电源避雷器

采用四个 DEHNport,在三条相线(L)和一条中性线(N)上分别对地(PE)并联一个 DEHNport。该装置可将电源线联于防雷等电位中,用在LPZ0与LPZ1区之间。高能量避雷器 DEHNport 是由火花间隙组成,高速能量释放,防止低电压设备受到过压干扰和直接雷击,适用于各种供电系统,灭弧能力强,安装在总电源进线的配电屏前。当供电回路额定电流大于 250A 时,需要在 DEHNport 并联支路上(相线)加装 250A 以下的断路器或者熔断器。

3.3.2 选择第二级(C级)电源避雷器

采用四个 DEHNguard 避雷器,在三条相线(L)和一条中性线(N)上分别对地(PE)并联一个 DEHN-

guard。该装置应用在 LPZ0_B 与 LPZ1 区之间,防止低压设备受到过压干扰,与前端的避雷器配合使用(如 DEHNport)。过压保护器 DEHNguard 由热敏元件控制的隔离器,快速响应,高速电流泄放。当供电回路额定电流大于 125A 时,需要在 DEHNguard 并联支路上(相线)加装 125A 以下的断路器或者熔断器。

3.3.3 选择第三级(D级)电源避雷器

采用 DEHNrail 230FML 一个,并联在需要保护的单相电源或三相电源设备的前端,并与地线连接。该装置应用在 LPZ1 与 LPZ2、LPZ3 区之间。浪涌吸收保护器 DEHNrail 230FML 是由火花间隙、压敏电阻和半导体组成,是电子设备的精细过压保护。当供电回路额定电流大于 16A 时,需要在 DEHNrail 230FML 并联支路上(相线)加装 16A 以下的断路器或者熔断器。

3.3.4 在电源防雷的级间配合中,还应注意级间的相隔距离

如果 B 级与 C 级间的线缆长度小于 10m, C 级与 D 级间的线缆长度小于 5m,就必须在级与级之间串联退耦器 DEHNbridge,集中感应补充导体的长度,作为避雷器和过压保护器的退耦器件。

3.4 信息系统中浪涌保护器的应用

3.4.1 选择第一级(B级)信息线路浪涌保护器

可防直接雷击和过电压,应用在 LPZ0 (LPZ0_A 和 LPZ0_B) 与 LPZ1 区之间。此类浪涌保护器有:双绞线信息线路保护器 Blitzductor CT,两线制,内置式安全保护电路,适用于保护信号工程系统及其设备的过压保护;双绞线信息线路保护器 Blitzductor VT,保护四条信号线,在其后安装精细保护器件(如 FDK/2 或 FS)实现对高精度敏感电子设备的保护;电缆系统网络高能量浪涌保护器 TR8,可插在欲保护设备的输入端,适用于保护数据处理系统和设备的过电压保护;天馈线浪涌保护器 UGK,用于 50Ω、75Ω 和 93Ω 的同轴天馈线和无线电系统;广播卫星天线馈线避雷过压保护器 KAZ10,用来保护 75Ω 系统的设备,如天线放大器、广播卫星接受系统等。

3.4.2 选择第二级(C级)信息线路浪涌保护器

应用在 LPZ1 与 LPZ2 区之间。此类浪涌保护器有:双绞线信息线路过电压保护器 Blitzductor VT,用于保护数据传输线,如 TTY、RS422、RS485 和

VII 的浪涌过压保护;双绞线信息线路过压保护器 DEHNlink,保护数据传输系统和设备;网络浪涌保护器 NET-protector,用于保护连接于 NET-protector19" bays 的保护集线器(HUB)和其它 19" 系统的网络元件。NET-protector 4TP 配合有 8 个屏蔽的连接器的,一并安装于 NET-protector19" bays 上。网络浪涌保护器 NET-protector 一般安装于配线架和设备之间,它每线只占一个垂直单元。

3.4.3 选择第三级(D级)信息线路浪涌保护器

应用在 LPZ2 与 LPZ3 区之间。此类浪涌保护器有:双绞线信息线路精细过压保护器 FDK/2,保护信息技术设备;双绞线信息线路过压保护器 DPL,保护信息技术系统和设备,使用 ISA 架作为接头;双绞线信息线路保护器 Blitzductor VT,适用于以直流供电的可编程控制器,在恶劣电磁场环境下的浪涌保护;浪涌过压保护器 FS,用于保护数据处理系统和设备,适用于高速传输场合,可插在保护设备的输入端;串口浪涌过压保护器 USD,用于保护信息技术系统和设备,型号有 USD-9、USD-15 和 USD-25,分别和 9 针、15 针和 25 针的插座配合,或带数据电缆和插头;同轴电缆信息线路过压保护器 UGKF,用于 50Ω/75Ω/95Ω 的同轴,105Ω 的 T 型连接和带 100Ω/150Ω 的平衡线端子的计算机系统。

3.5 浪涌雷电保护等电位器的应用

有关标准不允许在同一栋建筑物内,或人体可以接触到的两组隔离接地体之间安装火花间隙。如有需要达到等电位,则须把这两组隔离的接地体通过金属导线牢固地连接在一起,形成一个不隔离的接地装置。此类浪涌等电位连接器有:高能量等电位连接器 TFS 和 HSFS,用于各地之间等电位连接,雷击时,系统中各独立相绝缘的部分实现等电位连接;防爆型等电位连接器 ExFS 和 ExFS-KU,用于易爆易燃燃料加注危险区的防雷等电位连接,安装于管道绝缘法兰盘、绝缘接点或阴极受保护的管道耦合部分,实现雷击时和静电荷堆积时的等电位连接。

4 钢筋混凝土卫星发射脐带塔防雷等电位连接

为了彻底消除雷电对钢筋混凝土卫星发射脐带塔引起的毁坏性的电位差,就特别需要实行等电位连接。电源线、信号线等都要通过过压保护器进行等电位连接,各个内层保护区的界面处同样要依此进行局部等电位连接,各个局部等电位连接端子板

轻钢结构建筑物防雷设计浅论

李兴龙 (乌鲁木齐建筑设计研究院有限责任公司 830063)

潘世平 (新疆轻工业设计研究院有限责任公司 830002)

摘要 在轻钢结构建筑电气设计经验的基础上, 对此类建筑防雷接地设计和施工的相关问题作出简要的归纳总结。

关键词 轻钢结构 接地 防雷 等电位联结

轻钢结构(以下简称“轻钢结构”)建筑物造型美观大方, 色彩多样, 耐大气腐蚀, 隔热隔声阻燃, 空间利用率高, 建设周期短, 工程造价低, 因而得到广泛的应用, 如各类工业厂房、超市、仓库、展览馆、体育馆、飞机库、机场、别墅等。由于轻钢结构独特的建筑体系, 使得此类建筑和普通砖混结构、框架结构建筑物的防雷工程设计和施工有较大的差异。笔者通过工程设计、现场验收的实际经验总结, 对轻钢结构建筑物防雷设计的相关问题作一些粗浅的探讨。

1 轻钢结构建筑物的建筑体系

轻钢结构建筑物基础分为钢筋混凝土独立基础和钢筋混凝土条形基础, 前者在地质情况较好的场地使用, 后者则应用于地质情况较差的场地。施工

时需预埋地脚螺栓, 加垫片后和钢柱相连。

轻钢结构建筑物采用预制构件, 不允许现场钻孔、焊接。主钢架(梁、柱)为焊接型钢或热轧型钢, 以充分发挥高强度钢材的力学性能。次构件(檩条)为高强度的、经防腐处理的冷弯薄壁 C 型或 Z 型钢, 和主钢架采用螺栓连接。

轻钢结构建筑物的围护系统(墙体、屋顶)分为彩钢压型板和彩钢夹芯板, 大多采用自攻螺栓和檩条(屋面檩条或沿墙檩条)连接。压型钢板是以彩色涂层钢板或镀锌钢板为基材, 经辊压冷弯成型的建筑用围护板材, 其保温及隔热围层为离心超细玻璃丝棉卷毡。此种板材现场制作, 有利于解决大范围内面板搭接易于出现的接缝不严的情况。现场复合使整个大面积的屋面成为一个整体, 更加坚固、易

互相连接, 并最后与总等电位连接端子板相连接。钢筋混凝土卫星发射塔架防雷等电位连接见图 1。

对于钢筋混凝土卫星发射塔架上的设备(或系

统)必须在各进出线缆安装相应的避雷/过压保护器, 一旦线路上感应过电压(或遭直接雷击), 由于避雷/过压保护器的作用, 设备(或系统)的各端口电压大致达到相等水平(即等电位), 从而保护设备(或系统)免遭损坏。设备和系统等电位连接见图 2。

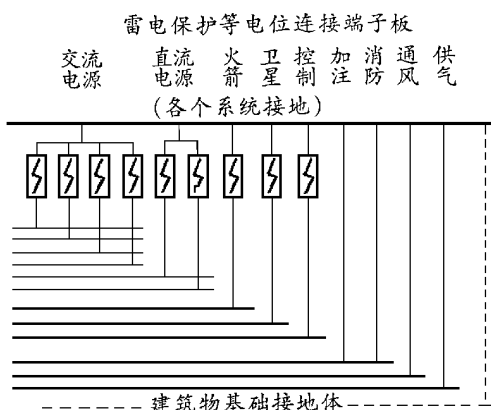


图 1 钢筋混凝土卫星发射塔架防雷等电位连接示意

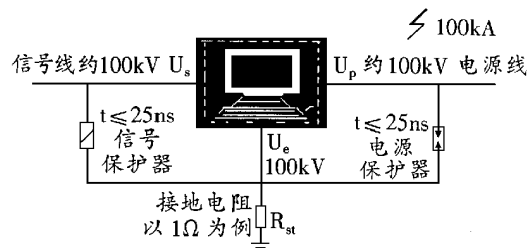


图 2 设备(或系统)等电位连接示意

注: 雷击发生 50ns 就达到等电位, 同时再通过 R_{st} , 信号线及电源线泄流, 即 $U_p \approx U_s \approx U_e$, 设备和系统处于等电位, 完全保证了设备和系统的安全。