

地震台站观测系统的防雷技术^{*}

——以陕西为例

王 凤

(陕西省地震局, 陕西 西安 710068)

摘 要: 雷电对地震观测台站的危害已成为影响台站长期稳定运行的重要因素之一。针对地震台站观测系统建设, 从4个方面对避雷技术进行了分析设计。同时以陕西省的地震观测台站为例, 具体说明了防雷措施的应用方法及应用效果。

关键词: 雷击; 防雷技术; 地震台站观测系统

中图分类号: P429 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2010)04-0063-05

0 引言

随着现代科学技术的飞速发展, 我国地震观测台站(简称台站)进行了大规模的数字化技术改造和建设, 地震观测系统广泛应用了数字技术、信息技术, 使得台站观测技术系统上了一个新台阶。由于地震观测工作的特殊性, 每年全国各地地震台站总是不同程度地受到雷击影响, 造成观测中断和仪器设备损坏。随着台网的扩大, 数字化程度和综合化观测程度的不断提高, 雷击已成为影响台站长期稳定运行的重要因素之一^[1-6]。陕西也是一个多雷击的省份^[7], 对很多行业雷电灾害的研究工作有很多的研究成果^[8-9], 通过讨论雷击灾害对陕西地震观测台站仪器设备的影响及采取相应的防雷措施, 对保障地震观测台站产出连续、稳定、可靠的地震观测数据资料具有很重要的意义。

1 地震台选址及观测系统形成

地震台站一般建立在偏远山区或者半山坡, 既有有人值守的专业台站, 也有无人值守的地震前兆观测点; 既有单一观测手段的台站, 也有多测项的综合台站。许多仪器需要安装在山洞内, 周边少有高大建筑, 地震台自身建筑物很低, 落雷时接闪点一般都很低, 因此, 人感觉到雷击就

在自己的头上或身边。属于典型的迎风、背山、面水的地形特征, 从雷电理论可知, 该地形很容易落雷。图1为地震观测台站采用的防雷系统示意图。

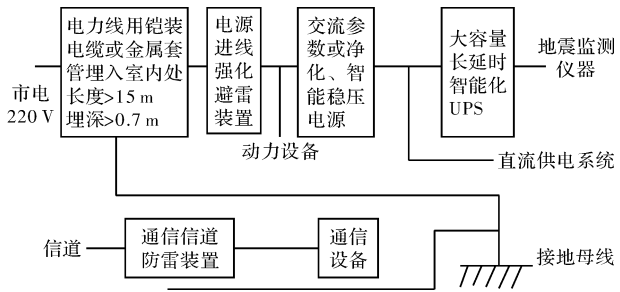


图1 地震台站观测系统的防雷系统示意图

2 防雷技术

雷电对地震台站的危害是雷电的过电压、过电流入侵观测技术系统, 造成电器设备和元器件的损坏^[10], 其形式有两种: 直击雷和感应雷。雷电对地震观测技术系统的危害, 绝大部分是由感应雷引起的, 极少数是由直击雷造成的。地震台站防雷应以防感应雷为主兼顾防直击雷; 针对区域防雷、电源进线防雷、通信传输线防雷、传感器引线防雷等四方面的技术, 结合当地的雷电活动日或雷闪频数来进行研究、设计和实施^[11-12]。

2.1 防直接雷击技术

直接雷击防护装置宜采用避雷带(网)或避雷

^{*} 收稿日期: 2010-05-21

基金项目: 陕西省灾后重建强震动分项目

作者简介: 王凤(1976-), 女, 陕西户县人, 工程师, 主要从事地震监测工作. E-mail: wfeng760@163.com

针作为接闪器，建筑物防直击雷应采用避雷针、带、网、引下线、均压环、等电位、接地体等措施。采用独立避雷针时，避雷针必须距离被保护建筑物 3 m 以上，而且避雷针必须使用独立的地网，该地网距离地震观测仪器设备地网 5 m 以上。观测房为钢筋混凝土建筑宜利用建筑物的屋面、梁、柱、基础内的钢筋作为引下线。没有钢筋的建筑物应在建筑物的四周均匀或对称铺设引下线，间隔不大于 18 m，至少两条。引下线采用直径为

不小于 8 mm 的镀锌圆钢，或横截面积不小于 75 mm² 的镀锌扁钢。观测房建筑物的基础地作为仪器设备的共用接地网，接地装置宜围绕建筑物敷设成环形接地体。

由于地磁观测房要求是无磁性的，因此对于磁性测量仪器观测房必须用铜材制作接地网和引下线。

2.2 电源进线防雷技术

地震监测台站的电源进线防雷应不少于 4 级交流电源防雷(图 2)

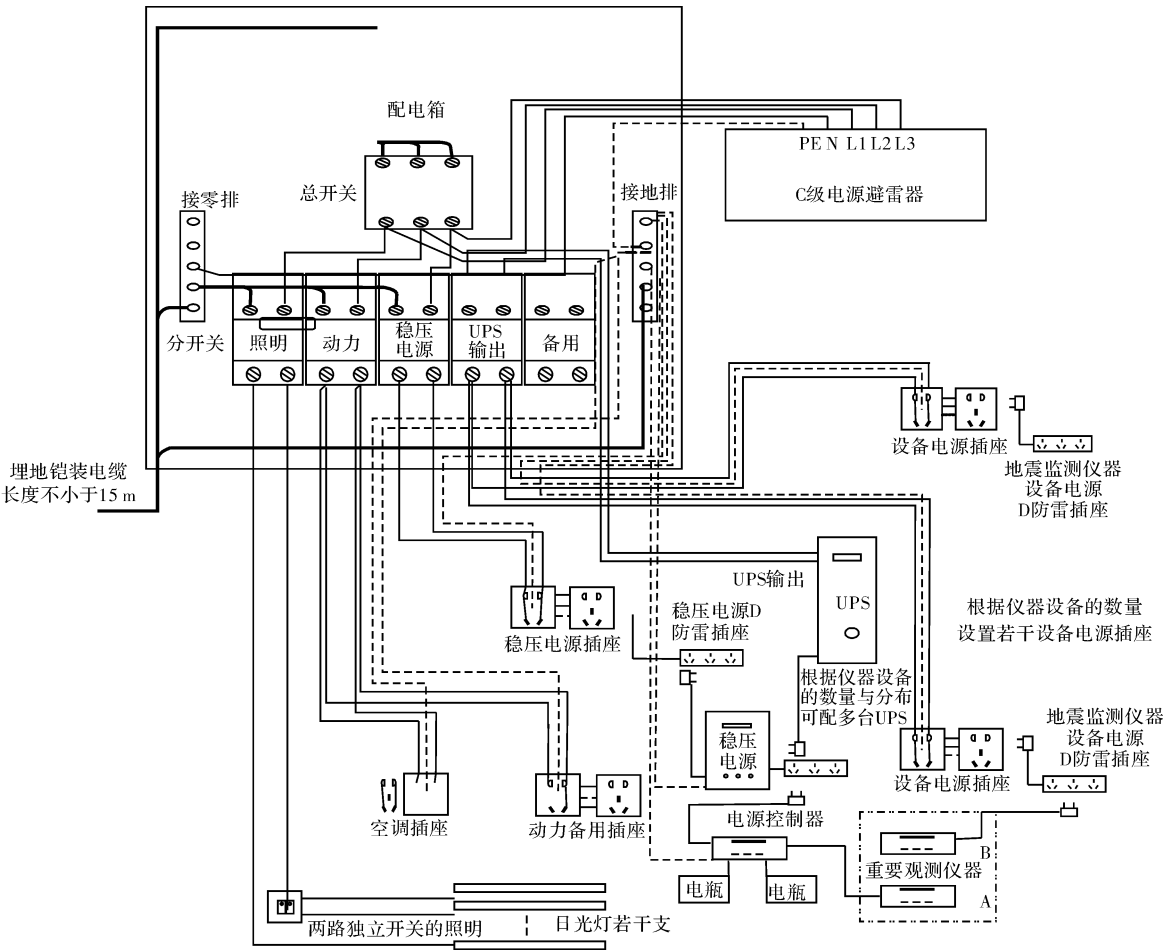


图 2 地震监测台站电源系统防雷设计示意图

- (1)地震台站的总配电处应安装标称放电电流不小于 80 kA(8/20 μs) 的电源防雷器(第 1 级交流电源防雷)。
- (2)观测房的配电处应安装标称放电电流不小于 40 kA(8/20 μs) 的电源防雷器(第 2 级交流电源防雷)。
- (3)观测房的稳压电源(连同 UPS)配电输入插头宜插在标称放电电流不小于 20 kA(8/20 μs) 的防雷插座上(第 3 级交流电源防雷)。
- (4)观测房的地震观测仪器设备的电源插头插在标称放电电流不小于 10 kA(8/20 μs) 的防雷插

座上(第 4 级交流电源防雷)。

对于无人职守的地震台，外部低压交流电直接进入观测房，应在观测房配电处安装标称放电电流不小于 80 kA(8/20 μs) 的电源防雷器(此处为第一级交流电源防雷)，第二与第三级防雷都采取标称放电电流不小于 10 kA(8/20 μs) 的防雷插座，地震观测仪器设备的电源插头插在最后一级的防雷插座上。

观测房的电源防雷器、电源防雷插座的地线应就近接到接地排。对于形变山洞口的电源防雷器就近接地，山洞内各室的电源防雷插座不需单

独引地线，直接插到就近的电源插座上，利用其PE线即可。雷雨前，地震台站宜采取关闭仪器及通信设备交流电源，切断从交流电源线路进入的雷电。可以采取人工或远程自动关闭交流电方式。

2.3 信号线路防雷技术要求

传感器与仪器主机不在同一座楼房(平房)内或仪器主机在楼房(平房)内传感器在楼房(平房)

外时，室外传感器进入观测房内仪器主机的连接线，在仪器主机侧应安装专用信号防雷器，如果传感器侧有单独的信号放大器，则该信号放大器侧也应安装专用信号防雷器(图3)。对于地电观测仪器系统的架空连接线安装两级信号专用防雷器，地电阻率等测量间隔比较长且连接线在室外架空，雷雨前宜断开外接线路。

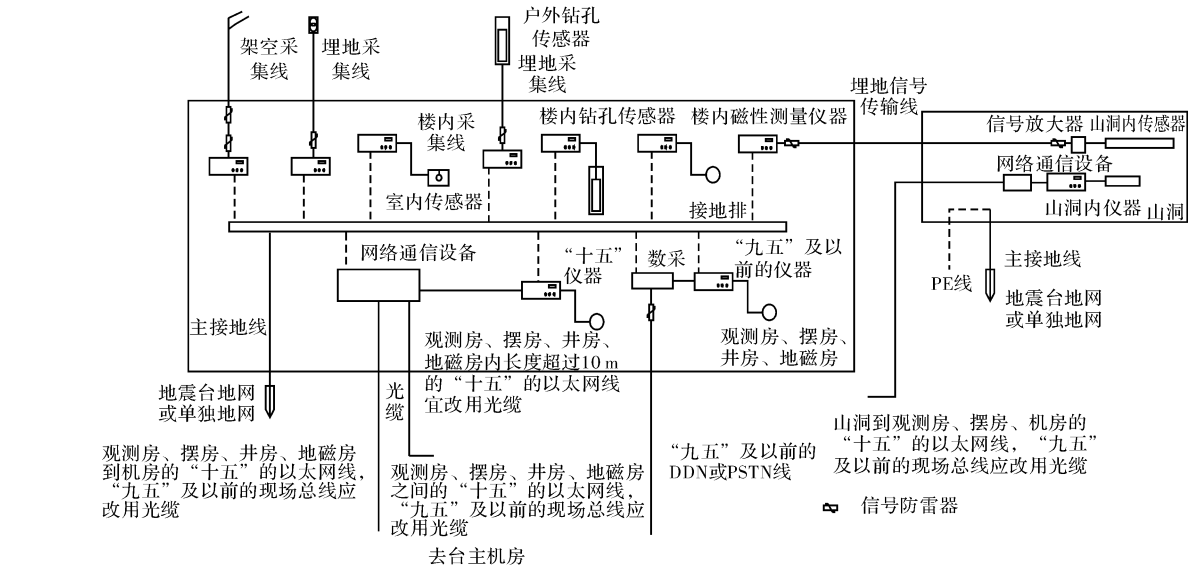


图3 地震监测台站信号线路系统防雷设计示意图

在前兆观测系统中，传感器一般距离仪器的主机都有30~300 m的距离，例如水温仪探头及体应变仪探头一般在井下100~150 m，地面部分有的离观测房上百米，地磁FHD规范要求探头则至少离主机70 m^[7]。这种情况下，模拟信号传输线一律穿屏蔽管埋地深0.8 m敷设，选用地震观测仪器专用避雷器，在传感器至主机的传输线的两端各接一避雷器，信号线的屏蔽层和屏蔽管两端一同和地网相连，从而起到保护传感器和主机的作用。

对于形变仪器观测系统，山洞内深超过10 m以上的各室内的仪器连接线不安装信号防雷器。在山洞口或进山洞不到10 m的仪器设备需要安装信号防雷器。

仪器与数据采集器、数据采集器与通信设备不在同一座楼房(平房)内，仪器到数据采集器的通信线、数据采集器到通信设备的通信线两侧都应安装信号防雷器。

2.4 接地布线技术要求

2.4.1 一般要求

从避雷的角度讲，接地是避雷技术最重要的环节，不管直击雷、感应雷或其它形式的雷，最

终都是把雷电流送入大地，合理而良好的接地装置是可靠防雷的保证。因此，地震台站必须根据本台的配电、通信布线和防雷方案以及配套措施进行统一的接地设计。

2.4.2 接地装置及连接技术要求

地震台站内应采用共用接地方式，即：建筑物基础地、仪器设备地、电源地(变压器地)等共用一个地网(各地网连接成一个统一的联合地网)。共用接地地网以建筑物基础地为主，当联合地网的接地电阻不能达到要求时，应在建筑物附近外延增加接地体，增加的接地体至少有两处与基础地连接，新接地体应采用热镀锌角钢等常规接地体。

距离20 m以内不同楼房(平房)之间的地网应相互连接。距离20 m(含)以上的不同楼房(平房)的地网可不相互连接。信号线等线路的屏蔽层两端与各自所在楼房(平房)的地网连接。各观测房的主地线应用4×40 mm的扁铜(或镀锌扁钢)。大型房(室)宜对称布设两条主地线。主地线的长度不应超过30 m。观测房的所有仪器设备外壳、正常不带电的大型金属件等需接地之处就近用不小于6 mm²多股铜导线接到接地排，并且用线耳连接。

对于形变仪器观测系统：山洞内的仪器设备可以直接用其电源线的 PE 线接地，外壳不必单独接地。钻孔的金属管通过测量线的屏蔽层与地网连接，或按相关仪器设备自身规定连接。

所有的地震台站采用共用接地方式，地网的接地电阻宜不大于 4 Ω。当地网接地电阻大于 4 Ω 时，可采取外延增加接地网尺寸、将接地体深埋于低电阻率的土壤中、使用降阻剂、换土等方法使其达到要求。地下接地体之间连接必须采用焊接，而且采取搭接焊。所有焊接点，除浇注在混凝土中的以外，均应进行防腐处理。施工中用肉眼检查焊接处不应有夹渣、咬边、气孔和未焊透情况。

3 陕西省地震监测台站雷击灾害及防雷措施

表 1 为陕西省地震监测台站“十五”仪器架设之后遭受雷击情况的统计表。虽然在台站建设之中是按照上述的区域防雷、电源进线防雷、通信传输线防雷、传感器引线防雷等四方面的技术进行研究、设计和实施，但还是有部分台站的仪器遭受雷击。从表 1 中可以看出，被雷击破坏的仪器主要有体应变观测仪器和水位观测仪器，且都是探头遭雷击而损坏。

表 1	陕西省地震台站雷击灾害情况			
台站名称	台站总体供电、避雷、接地情况	雷击时间	雷击仪器	损失情况
乾陵综合地震台	供电：市电通过台站变压器，到台站配电房，有发电机，分流到各办公室、观测室、机房，观测室、机房设备由在线式 UPS 供电。	2007 年 7 月	体应变观测仪器	1. 经济损失 6 万元
	避雷：室外，观测室前后建 3 根避雷针(雷霆牌)，具有单独接地(2 Ω)；室内，在 UPS 前安装 OBO 三级避雷器，避雷地1.4 Ω。			2. 长期连续监测的数据间断、缺失
	接地：避雷针地、避雷器地分开。			3. 加速了设备老化
安康综合地震台	供电：采用市电 + UPS 供电模式供电。	2007 年 9 月	体应变观测仪器	1. 经济损失 6 万元
	避雷：观测室安装了三级避雷器。			2. 数据缺失
泾阳流体观测井	接地：观测室外安装了接地体，接地电阻小于 4 Ω。	2008 年 3 月	水位仪器	3. 加速了设备老化
	供电：采用市电 + UPS 供电模式供电。			1. 经济损失 1 万元
	避雷：观测室安装了三级避雷器。			2. 数据丢失
洛南流体观测井	接地：观测室外安装了接地体，接地电阻小于 4 Ω。	2009 年 5 月	水位仪器	3. 加速了设备老化
	供电：采用市电 + UPS 供电模式供电。			1. 经济损失 1 万元
	避雷：观测室安装了三级避雷器。			2. 数据缺失

体应变观测仪器、水位观测仪器的探头均在水里，而水对泄流有非常好的效果，因此在将来的工作中是否可以采用钻孔接地法，即在钻探观测井孔后，再让钻井队在其附近钻探 1 ~ 4 个孔径为 150 mm 的接地井孔，深度打至静水位以下 10 m 左右，用镀锌套管套到底并接后作为接地电极？此外水温仪的探头同样也在水里，但是在同样有雷电的情况下为什么没有发生雷击呢，究其原因可能跟探头的研制有关系，因为水温探头其本身就增加了防雷系统，因此在体应变观测仪器、水位仪器的探头上是否同样的能够增加防雷系统还有待于实验研究。

4 结束语

雷击对观测仪器的危害最大，由于雷电的随机性很强，对雷击的防避可以说是防不胜防，为

了全面控制雷电对地震台站的危害，必须在综合分析直接雷击和感应雷击的基础上，从建筑物、电源、信号线等对象的雷电防护以及有效的连接和接地等方面进行综合考虑，才能达到理想的防雷效果。

参考文献：

[1] 王凤. 地震前兆台站的防雷[J]. 灾害学, 2005, 20(2): 58 –60.

[2] 黄晖, 柴剑勇, 黎珠博, 等. 广东地震台站前兆观测系统防雷综合方法[J]. 华南地震, 2008, 28(1): 108 –113.

[3] 张宇翔. 对城市雷电灾害的认识与防护[J]. 灾害学, 2005, 20(3): 65 –67.

[4] 姚宏, 孙学军, 杨超英. 龙滩水电工程数字遥测地震台网技术系统[J]. 华南地震, 2008, 28(4): 53 –62.

[5] 叶春明, 吕金水. 数字地震台网观测系统工作环境的改造[J]. 华南地震, 2000, 20(4): 27 –31.

[6] 陈文明, 袁定强. 福建数字遥测地震台网数据传输与防雷技术措施[J]. 华南地震, 2000, 20(4): 99 –104.

[7] 李彩莲, 赵西社, 赵东, 等. 陕西省雷电灾害易损性分析、评估及易损度区划[J]. 灾害学, 2008, 23(4): 49 – 53.

[8] 郭虎, 熊亚军, 扈海波. 北京市雷电灾害灾情综合评估模式[J]. 灾害学, 2008, 23(1): 14 – 17.

[9] 杨仲江, 赵景昭. 热电厂雷电灾害案例分析峪防护对策[J]. 灾害学, 2008, 23(2): 80 – 82.

[10] 中华人民共和国建设部. GB50057 – 94 建筑物防雷设计规范[S]. 北京: 中国机械工业出版社, 1985.

[11] 中国地震局监测预报司. 地震前兆数字观测教材[M]. 北京: 地震出版社, 2003: 163 – 167.

[12] 中国地震地壳应力研究所. 地震前兆台站避雷用户手册[R]. 1998: 2 – 10.

Lightning Protection Technology of Observation System of Seismic Stations
——Taking Shaanxi Province as Example

Wang Feng

(Earthquake Administration of Shaanxi Province, Xi'an 710068, China)

Abstract: Hazard of lightning to seismic stations influences the long-term stable operation of seismic stations and damages the instruments and equipments. According to establishment of observation systems of seismic stations, lightning protection technology is analyzed and designed from 4 aspects. Meanwhile taking earthquake observing stations in Shaanxi province as example, application method and effect of lightning protection measures are specified.

Key words: lightning; lightning protection technology; observation systems of seismic stations

+++++

(上接第 62 页)

Characteristics of SPOT5 Remote Sensing Images of Debris-flow
Hazards in Dongchuan County, Yunnan Province

Yang Yingdong, Yan Xiangsheng and Zhang hongbing

(Yunnan Institute of Geo_Environmental Monitoring, Yunnan Kunming 650216, China)

Abstract: The high resolution satellite data of SPOT5 has better interpretation effect to the debris-flow hazards on the geological surveys of Dongchuan county. Based on the research of future of debris-flow in Dongchuan county, the interpretation indication of the debris flow was built up and the vale debris-flow and the sloping debris-flow were indentified. Totally 168 vale debris-flows and 95 sloping debris-flows were identified.

Key words: debris flow; SPOT5; remote sensing; Dongchuan county; Yunnan