引黄工程通信系统的防雷及改造

段 强

（山西省万家寨引黄工程总公司，太原 030012）

摘要 万家寨引黄工程的通信系统是调度自动化、输水现代化的基础，是全线供水、输电系统重要的，密不可分的组成部分。由于通信站点多位于山区，完善的防雷措施是通信系统可靠运行的必要保障。文章介绍了通信系统防雷措施的改造情况及效果。

关键词： 通信系统；防雷；问题；改造；效果

1 引黄工程通信系统功能

山西省万家寨引黄工程实现了高水平的自动化功能。该工程自动监控系统对五座大型水泵站及其大型取水分水闸、大型调节阀站、大型阀门室的设备进行监视、控制和调节，对所属大型水库、450多公里的隧洞、管道、渡槽等输水水工建筑物进行监测，并对以上设备、设施进行有效统一的调度和管理。而通信系统是调度自动化、输水现代化的基础，是全线供水、输电系统重要的、密不可分的组成部分，是确保引黄工程供电、输水系统安全、稳定、优质运行的重要手段。其重要任务是为全线供电、输水系统调度、继电保护及安全自动装置和调度自动化监控系统提供可靠的信息通道。通信系统承担的任务决定了其必须保持实时畅通，不可中断。

2 引黄工程泵站通信机房及通信系统防雷改造前状况

2.1 概述

引黄工程的通信站点除引黄调度大楼、偏关、平鲁、宁武通信站外，36个站点大都位于山区，一般都处在高海拔山峰上，由于山高树木少，极易成为雷击的目标。山上土少石头多，还造成接地电阻很难降得很低，使雷电流的泄放造成很大困难。站点建筑物为低层钢筋混凝土结构，并设有高大的通信铁塔及架空线路，相对突出，由于改变了局部大气电场，增大了发生雷击的概率。站点的铁塔、站房、架空线路极易接闪；通信设备均为微电子设备，承受雷击电脉冲相对较低；原有防雷装置损坏严重。上述三点原因导致周家山通信站、庙前山微波站、水背尖微波站、梭欲变电站等站点曾多次遭受雷击，损坏设备，通信中断。

2.2 雷电环境条件及雷电活动规律等基本资料

通信机房及通信，水力量测站点位于偏关，平鲁，宁武，神驰，娄烦，古交境内，参照《气象信息雷击电磁脉冲防护规范》QX3-2000 附录 F 全国各主要城市雷暴活动日数，当地年均雷暴日数 35～40（d/a），雷暴日集中在 4－9 月，属于多雷区。

2.3 地理土壤环境

站点所处位置均为山区，土壤电阻率较高，土质（碎石沙土、沙质粘土、沙烁石子）。具体实测的接地电阻和土壤情况见表 1。

2.4 防雷保护区域划分

通信系统现场主要包括主机房，电源室，通信铁塔。

1）电源线路均为架空线引入后，转电缆埋地敷设，处于 LPZ1 区，不易遭受直接雷击，但易将架空线路在远处的雷电波引入站内。

2）电话，馈线，光缆等信息线路为长距离架空传输，直接引入站内，处于 LPZ0A 区。易遭受直接雷击。

3）各种通信设备，电源设备，水力量测设备均位于室内，处于 LPZ1 区或 LPZ2 区。不易遭直接雷击，但易遭雷击电脉冲的危害。

4）铁塔，站房均处于 LPZ0 区，易遭受直接雷击，属可承受范围。

2.5 存在问题

1）部分站房的直接雷防护装置－避雷带，引下线存在锈蚀、倒伏、断裂情况。水背尖微波站、庙前山微波站、梭峪变电站房、汾河水库微波站、井子岩微波站、坝子山微波站、红梁山通信站共 7 个站的避雷带严重损坏或无避雷带，需重新安装。

2）9 # 检修阀、沙峁沟、西坪沟水力量测站、周家山、策马山、十八盘通信站、井子岩、水泉沟、

表 1

序号	站点名称	接地电阻/Ω	土质情况	土壤电阻率/Ω·m
1	总一通信站	1.2	碎石沙土	300～500
2	总二通信站	0.8	碎石沙土	300～500
3	总三通信站	2.5	碎石沙土	300～500
4	南一通信站	1.2	砂质粘土	100～200
5	南二通信站	1.1	砂质粘土	100～200
6	偏关通信中心	4	砂质粘土	100～200
7	平鲁通信站	3.3	砂质粘土	100～200
8	宁武通信站	1.2	砂质粘土	100～200
9	引黄调度大楼	3	砂质粘土	100～200
10	红梁山通信站	2.5	沙砾石子	1000～2000
11	7#洞出口通信站	3.6	碎石沙土	300～500
12	周家山通信站	6.2	沙砾石子	1000～2000
13	策马山通信站	10	沙砾石子	1000～2000
14	窑头山通信站	4	碎石沙土	300～500
15	十八盘通信站	8	沙砾石子	1000～2000
16	庙前山微波站	2.5	沙砾石子	1000～2000
17	汾河水库微波站	2	砂质粘土	100～200
18	井子岩微波站	12	沙砾石子	1000～2000
19	水泉沟微波站	20	沙砾石子	1000～2000
20	利民堡微波站	15	沙砾石子	1000～2000
21	水背尖微波站	8.1	沙砾石子	1000～2000
22	岩头寺微波站	10	沙砾石子	1000～2000
23	坝子山微波站	10	沙砾石子	1000～2000
24	1#流量阀	1	碎石沙土	300～500
25	2#流量阀	2	碎石沙土	300～500
26	3#流量阀	2.2	碎石沙土	300～500
27	头马营水力量测站	3.2	碎石沙土	300～500
28	木瓜沟水力量测站	3.6	碎石沙土	300～500
29	温岭水力量测站	2	碎石沙土	300～500
30	沙泉河水力量测站	3.8	碎石沙土	300～500
31	沙峁沟水力量测站	7.5	碎石沙土	300～500
32	西坪沟水力量测站	7.4	碎石沙土	300～500
33	3#检修阀	4	碎石沙土	300～500
34	4#检修阀	3	碎石沙土	300～500
35	5#检修阀	1.8	碎石沙土	300～500
36	6#检修阀	1.2	碎石沙土	300～500
37	7#检修阀	1.4	碎石沙土	300～500
38	8#检修阀	3.8	碎石沙土	300～500
39	9#检修阀	160	碎石沙土	300～500
40	35kV 梭峪变电站	120	砂质粘土	100～200

利民堡、水背尖、岩头寺、坝子山微波站、梭峪变电站地网的接地阻值共 13 个站点的接地电阻大于4Ω，超出规范要求。需进行地网改造。

3）电源系统上安装电源涌浪保护器（电源 SPD）是随设备顺序装设的，存在级间能量不配合的情况，达不到逐级泄放雷电流的要求。部分参数选择偏高，不能与设备配合使用，达不到有效保护设备的目的。

4）电话、馈线等信号线路大多为架空引入，且架设较混乱，承重索未接地，未加装信号涌浪器（信号 SPD）。光缆加强芯未做接地处理，

5）机房内的设备、设施等电位连接措施不完善，无均压环和静电膜。

根据 GB50057-94《建筑物防雷设计规程》，通信机房及通信水力量测的设备为重要电子设备，确定为二类防雷保护对象，雷电防护等级为 A 级。

3 防雷设施的改造及效果

2011 年 8 月，引黄总公司对泵站通信机房及通信、水力量测站点防雷设备从以下几个方面进行了改造：

3.1 安装和修复避雷带（见图 1）

在水背尖微波站等七个站的房顶沿女儿墙或房檐安装避雷带，主材为 φ10 热镀锌圆钢，每隔 1m 用支持卡子固定。平均每隔不大于 18m 设一条引下线，上端与避雷带连接，下端与接地体连接。其它站点修复断裂、倒伏的避雷带，做防腐处理。

3.2 地网改造（见图 2）

1）垂直接地极规格为 L5×50mm 热镀锌角钢，长度为 1500mm，间距为 5m。

2）水平接地体采用 40×4mm 热镀锌扁钢，距建筑物不小于 3m 的地方埋设。

3）优化接地体要求埋深不小于 1m，间距 5m。优化接地体可单独使用，也可以与角钢接地极配合使用，加入一定量的降阻剂以增加接地效果。

4）接地体在施工时，扁钢与角钢焊接采用三面施焊；扁钢与扁钢焊接采用三边施焊，焊接长度大于 100mm；圆钢双面焊长度不少于直径六倍。焊接点均作防腐处理，涂沥青油或油漆。

5）采用 40×4 热镀锌扁钢将铁塔、避雷网、建筑物基础接地连接成一个整体，即共用接地系统。

6）由于接地装置的安装施工多处于山地，考虑到施工难度，水平接地体埋深不小于 500mm，垂直接地极顶端埋设不小于 500mm。

7）接地体安装完成后，逐层回填素土夯实，在接地体周围不得填入砖石，焦渣之类的杂物，与此同时进行检测，要求其接地电阻不大于 4Ω，不合标准的，采取增加接地体、换土或增加降阻剂等措施，直至达到标准为止。

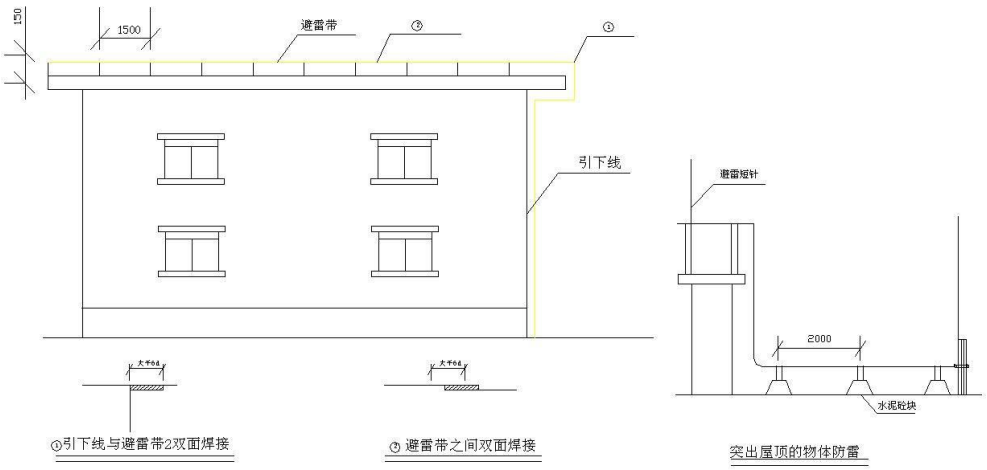

图 1　避雷带安装和修复示意图

8）接地体围绕建筑物设成环型，主接地极设置在铁塔周围，具体的埋设位置根据实际情况进行调整。

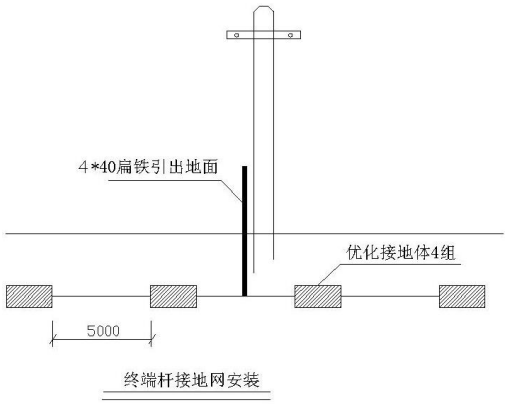

图 2　地网改造示意图

3.3　电源线路防雷（见图 3）

1）电源防雷设三级保护

第一级电源 SPD 装设在总配电处；第二级电源 SPD 装设在分配电处，第三级电源 SPD 装设在被保护设备前端。为太阳能供电线路增加专用 SPD。第一级和第二级间距不小于 10m，第二级和第三级间距不小于 5m。

2）电源线路屏蔽（见图 4）

将电源线路的金属线槽、线管、电缆金属屏蔽层、铠装层两端就近做等电位连接。架空信号线路入户前埋地长度不小于 15m，穿热镀锌钢管。

3.4　信号线路防雷（见图 4）

将信号线路的金属线槽、线管、电缆金属屏蔽层做等电位处理。架空信号线路入户前埋地长度不小于 15m。在通信机房总配线架出为电话线路加装电话 SPD。在馈线的入户端加装馈线 SPD。

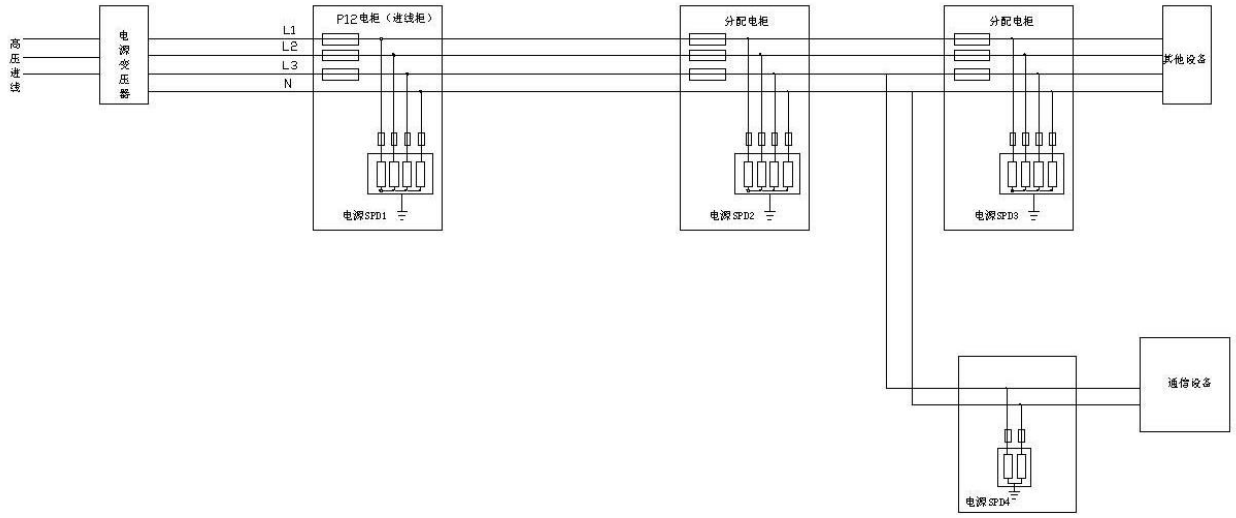

图 3　线路防雷改造示意图

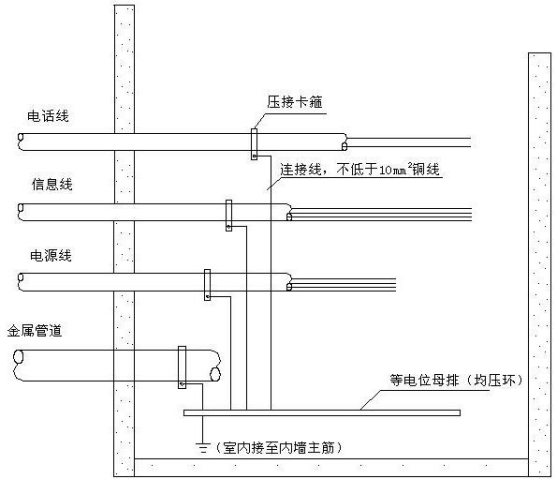

图 4　电源及信号线路防雷改造示意图

3.5　等电位防雷（见图 5）

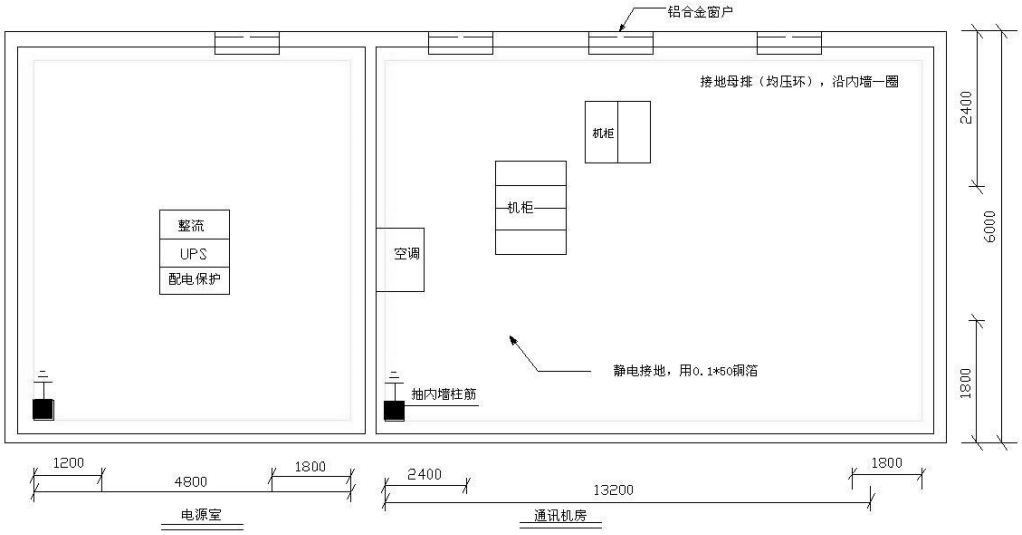

图 5　等电位改造示意图

第一级电源 SPD 参数：单相额定电压为 255V，最大通流为 100kA。

第二级电源 SPD 参数：额定电压为 385V，标称放电电流为 15kA。

第三级电源 SPD 参数：单相额定电压为 255V，标称放电电流为 5kA。

电话线路标称电压 110V，选用电信系统专用 SPD。

馈线选用最大放电电流 30kA，2.5GHZ 的专用 SPD。所有的 SPD 选用具有国家认可的专业检验机构出具的检验合格报告的产品，电源 SPD 和馈线信号 SPD 选用进口产品，电话 SPD 选用国产高质量产品，确保防雷的质量。

在各机房内的机柜、机架、电源保护地、金属管件、金属线槽、桥架、线缆屏蔽层、光缆金属加强芯、金属门窗、静电接地全部做等电位连接。

3.6　涌浪保护器（SPD）的选型

为保证有效防止雷击电磁脉冲侵入，浪涌保护器（SPD）的正确选择，将直接关系到通信机房及通信、水力量测站点的防雷质量。如果选择不当，不但难以起到防雷作用，甚至会影响系统的正常运行。因此，SPD 的选型至关重要。

依据规范第二类防雷建筑物防雷措施的内容，电源 SPD 选用并联型 SPD，采用三级防护，选型如下。

2011 年 10 月，防雷设施改造工程全部完成并投入使用。使用一年多以来，各站点防雷设备、设施运行稳定，现场建筑物及设备未发生雷击损害，项目实施效果良好，达到了预期目标。

4　结论

引黄总公司采用现代防雷理念，结合现场实际，对通信系统防雷设施进行了系统性的改造。通过改造，有效地提高了设备防雷水平，保证了通信的畅通无阻，为供水自动化奠定了坚实可靠的基础。