

四川省城镇燃气雷电防护措施分析

□ 四川省防雷中心 (610072) 李一丁 靳小兵
□ 成都城市燃气有限责任公司 (610041) 丘大云
□ 成都市防雷中心 (610072) 潘波

摘 要: 闪电产生的闪电电涌、闪电静电感应和闪电电磁感应不仅会影响城镇燃气装置的正常运行,还会损害处理装置的管道和关键设备。为确保四川省境内城镇燃气管道的防雷安全,本文分析了城镇燃气在四川省境内所属区域的雷电活动特征,结合防雷工程特点,从直接雷击、感应雷击、雷电波入侵和反击等几个方面提出雷电防护措施。

关键词: 城镇燃气 雷电活动特征 雷电危害 防雷措施

Analysis of City Gas Lightning Protection Measures in Sichuan Province

Sichuan Lightning Protection Center Li Yiding, Jin Xiaobing
Chengdu City Gas Co., Ltd Qiu Dayun
Chengdu Lightning Protection Center Pan Bo

Abstract: Sichuan Province is rich in gas reserves and the city gas becomes the preferred fuel for people's living and production. With the development of the social economic growth, the requirement of clean energy resources such as the city gas increasing rapidly and the construction scale of city gas pipeline network increase gradually. The overvoltage, electrostatic field and the strong electromagnetic radiation generated by lightning will not only affect the stable operation of the city gas device but also do harm to the processing device and the key equipment. In order to ensure the lightning protection safety of the city gas pipeline network, this paper analyzes the lightning activity properties of the city gas network region in Sichuan province. We combine the characteristics of lightning protection project and propose protection measures from the aspects such as direct lightning strike, indirect lightning strike, lightning wave intrusion and lightning counterattack.

Keywords: city gas characteristics of lightning activity lightning hazards protective measures

1 前言

四川省是天然气大省,天然气为全省广大居民生

产、生活首选能源之一,大多数城镇燃气管线都位于公共食堂、餐厅、小区、学校、机关厂矿等人口密集的场所,且由于城镇燃气易燃易爆的特性,容易遭受

雷灾侵害,造成重大人员伤亡和经济财产损失,社会危害程度和影响极大。特别是近年来,随着社会经济不断发展,对于城镇燃气等清洁能源资源的需求日益增多,城镇燃气管网建设规模逐渐增大,其中仅成都市燃气公司就拥有居民用户超过200万户,商业、公共用户(含学校、医院等)超过2万户,高层用户超过100万户,燃气立管超过2.5万根,远程抄表用户超过27万户,屋顶安装燃气空调和热水炉用户超过700户。所以城镇燃气设施可能遭受雷击的概率以及随之造成的人民生命财产损失和社会负面影响也逐渐增大。为了提高城镇燃气管线的雷电灾害防御能力,保障国家财产和人民生命安全,近年来全国已经陆续开展对城镇燃气管线的雷电防护工作。为保障我省城镇燃气雷电防护安全,本文基于四川省近年来闪电活动分布情况,同时结合我省各燃气站场防雷设施设计安装情况,提出对应的防雷设计、施工要求。

2 四川省雷电活动分布特征

根据四川省雷电监测网数据,我省的雷电活动主

要集中分布在四川东部和南部的盆地和攀西高原上,闪电密度分布情况见图1^[1]。

根据四川省近年来的雷电密度分布和雷电日数分布可以看出,四川省雷电活动分布和地形存在很大的联系。四川省地跨中国大陆地貌的三大阶梯,地貌相对复杂,西高东低的特点明显。东部盆地为我省人口主要聚集区,经济发达,人口密度大,同时也是雷电活动高发区;西部以高原、山地为主,人口较少,经济欠发达,雷电活动较盆地少,但雷暴日数(图2)相对较高^[2]。

2013年四川省闪电密度最高的区域主要出现在盐边、西昌、德昌、普格、名山、南江、旺苍、开江、合江等县以及绵阳、凉山、宜宾、成都、广元和资阳大部分区域,最大值为50.68次/年·平方公里。雷电日数出现较多的主要在攀枝花、凉山、甘孜、阿坝、广安、宜宾、内江、自贡、乐山等市州^[3]。

3 综合防雷措施

城镇燃气管道设施雷电防护措施主要包括以下几

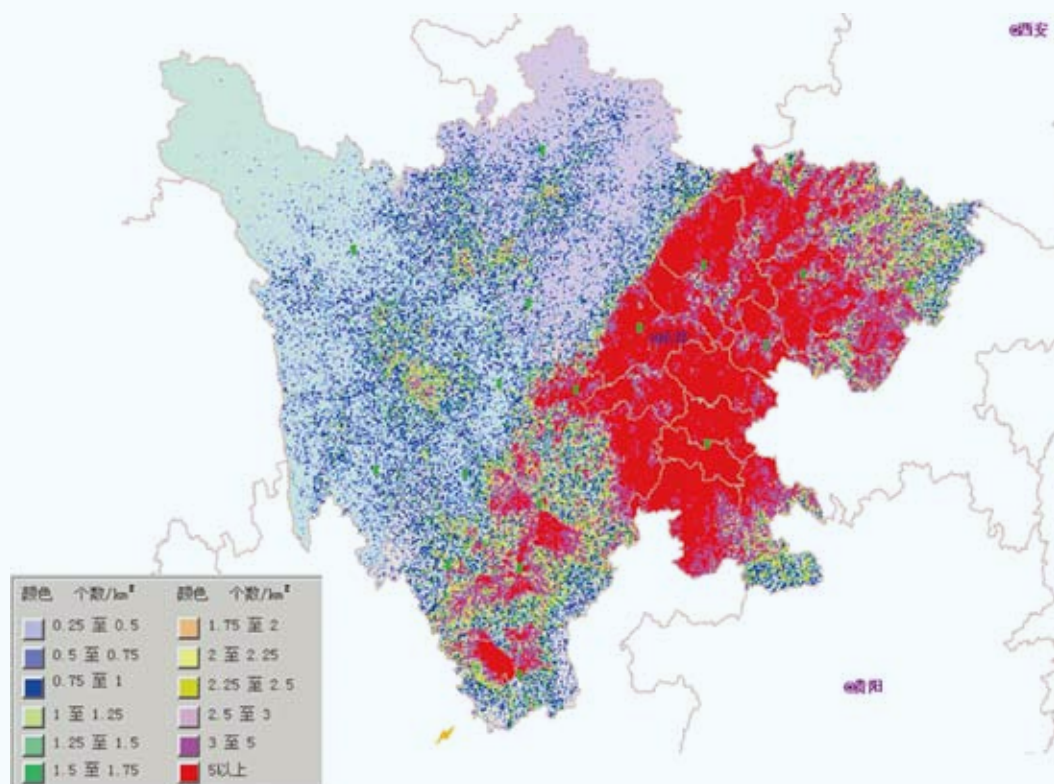


图1 2013年四川省雷电密度分布图

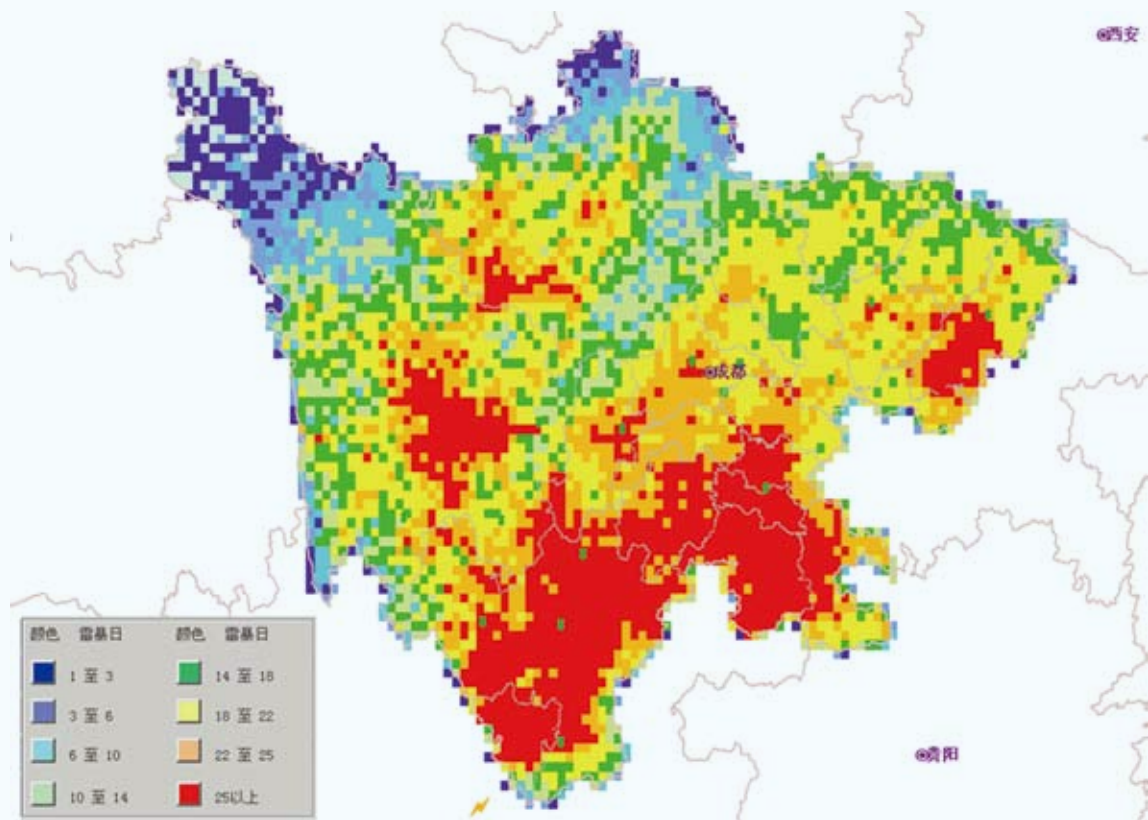


图2 2013年四川省雷电日数年分布图

方面:

直击雷防护、闪电感应防护、闪电电涌侵入防护、高电位反击防护。

3.1 直击雷防护措施

3.1.1 接闪器的设置

城镇燃气设施均需具有完整的直击雷防护装置,该防护装置的设置主要依据为《建筑物防雷设计规范》(GB 50057-2010),其中对爆炸危险区域等级和范围划分根据《爆炸危险环境电力装置设计规范》(GB 50058-2014)、《城镇燃气设计规范》(GB 50028-2006)完成。

燃气场站存在1区或21区爆炸危险和火灾危险区域的建筑、金属储罐等,因电火花能引起爆炸时,应设置独立接闪杆使危险区域处于直击雷保护范围LPZ0B区内。燃气场站和燃气输配系统设施中存在1区或21区爆炸危险和火灾危险区域,电火花不易引起爆炸时;对于存在2区或22区爆炸危险和火灾危险区域,应利用其自身钢结构接闪或在其结构上设置直击雷防护装置使危险区域处于保护范围LPZ0B区内。

屋面管道应置于LPZ0B区范围内,当其处于LPZ0A区时,应设置直击雷防护装置。城镇燃气设施处于非危险区的设施应需设置相应的直击雷防护装置。直击雷防护还应根据具体实施地环境情况和建筑设施通风情况决定是否需要提高防护等级^{[4][5]}。

3.1.2 引下线的设置

引下线严格按照《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)要求设置,优先利用自身金属结构作为引下线^{[6][7]}。

3.1.3 联合接地装置

联合地网是将城镇燃气场站内各建筑物的基础接地体和其他管道设施的专设接地体用水平接地体相互连通形成一个共用地网,建筑物防雷接地和室内接地系统均由一个共用地网引出,室内电子设备的保护接地、逻辑接地、屏蔽体接地、防静电接地等均共用一组接地系统^{[8][9]}(如图3所示)。

3.2 闪电感应防护

3.2.1 线路屏蔽

城镇燃气场站及其附属设施的金属管线宜采用铠装电缆,当无法达到要求时,宜采取金属管线屏蔽等

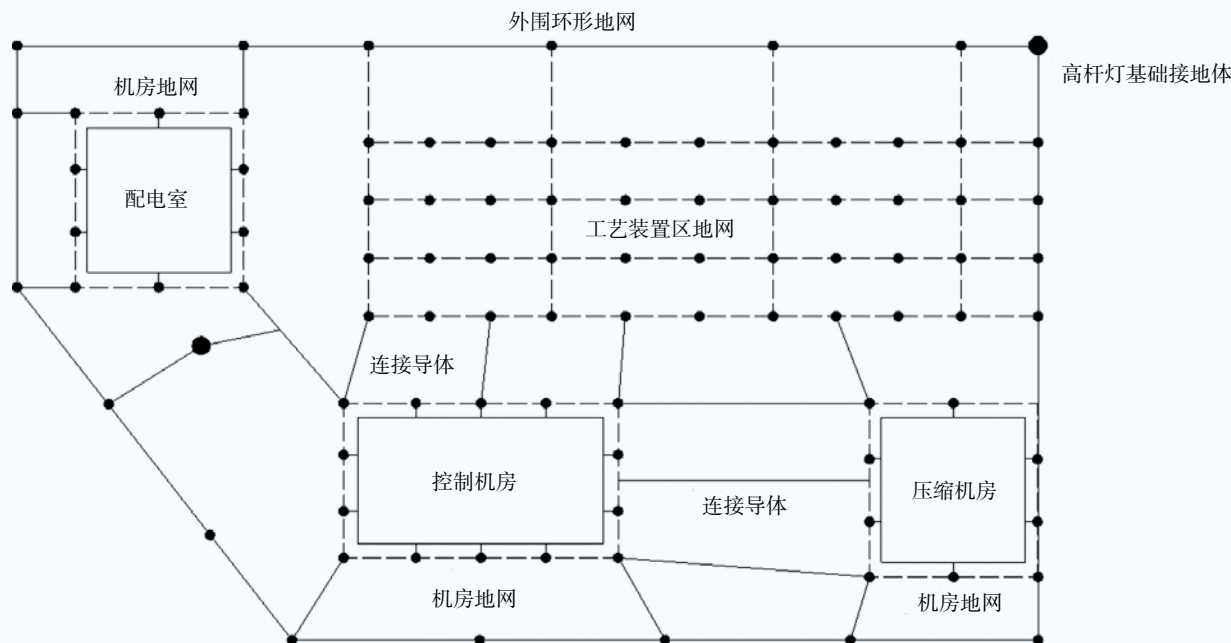


图3 城镇燃气场站联合地网示意图

措施处理。电缆屏蔽层除在两端接地外，在穿越防雷区LPZ0_B和LPZ1区交界时也应将屏蔽层做接地处理，线路较长时，屏蔽层宜多次接地。

用于敷设电缆的金属管、桥架在穿越LPZ0_B和LPZ1区交界时需可靠接地，并需做好跨接，线路较长时，且宜多次接地。

3.2.2 金属结构等电位

利用自身接闪的金属罐，其上设备和线路屏蔽层应在其上下两端与罐体可靠连接。

与金属管道相连的金属构件、金属管道自身连接件、与金属管道净距小于10cm的金属管道及金属构件均应做好等电位连接。

3.2.3 机房等电位联结

燃气场站机房和燃气输配系统设施机房优先采用网状或者星网混合等电位连接方式，其中阀室、清管站等小型站点机房可采用星形等电位连接。

3.3 闪电电涌侵入防护

根据场站的实际情况，结合场站内直击雷防护装置（包括自身接闪的金属设备）分布情况，按照《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）和《建筑物电子信息防雷电技术规范》（GB50343-2012）要求，对整个场站划分防雷分区（见图4），根据分区情况，进行浪涌保护器设置^{[8][9]}。

3.3.1 低压配电系统

10kV低压电路一般架空引入，其线路基本处于LPZ0_A区范围内，闪电电涌侵入概率特别大，应在其低压侧安装相应通流容量及限压水平的电源浪涌保护器。

低压配电箱至各工艺区及办公建筑电力线路处于LPZ0_B区进入LPZ1区，应在不同分配电箱内加装相应的浪涌保护器，同时结合用电设备情况确定浪涌保护器通流容量及限压水平。

对于交流精细保护设备及直流设备，应该根据设备自身构造，结合其安装位置等，确定更多防护等级，设置相应通流容量及限压水平的浪涌保护器。

（具体见表1、表2）

3.3.2 信号系统

燃气场站设备信号系统、监控报警系统、安防系统等电子信息系统是进行正常、安全生产的必备条件，但由于燃气场站由于其内部金属构件多、站内空旷，是易受雷电电磁感应的环境，加之电子设备自身的耐压水平较低，除屏蔽措施和电源浪涌保护外，还需对电子线路进行浪涌保护。

设备信号系统、监控报警系统、安防系统等电子信息系统信号线路穿越LPZ0_B与LPZ1区交界部分或全部敷设在LPZ0_B的，应在线路进入LPZ1区或进入设

备处加装信号浪涌保护器，以有效防护过电压侵入设备。安装于爆炸危险和火灾危险区域的浪涌保护器也需要满足相应的防爆条件。

3.4 高电位反击防护

城镇燃气场站设施等接闪后，在雷电流（可高达200kA）通过引下线和接地网泄放过程中，引下线和

地网附近出现巨大的电压抬升，该抬升高电压会使电流进入其附近金属管道设施或者电子电气系统中，出现闪击电火花或过电压，形成反击现象。

金属物或电力信号线路与防雷引下线之间的间隔距离应满足 $S_{a3} \geq 0.06k_{cl}x$ ，式中 S_{a3} 空气中的间隔距离。 k_{cl} —引下线计算点到连接点的长度（m）^[7]。

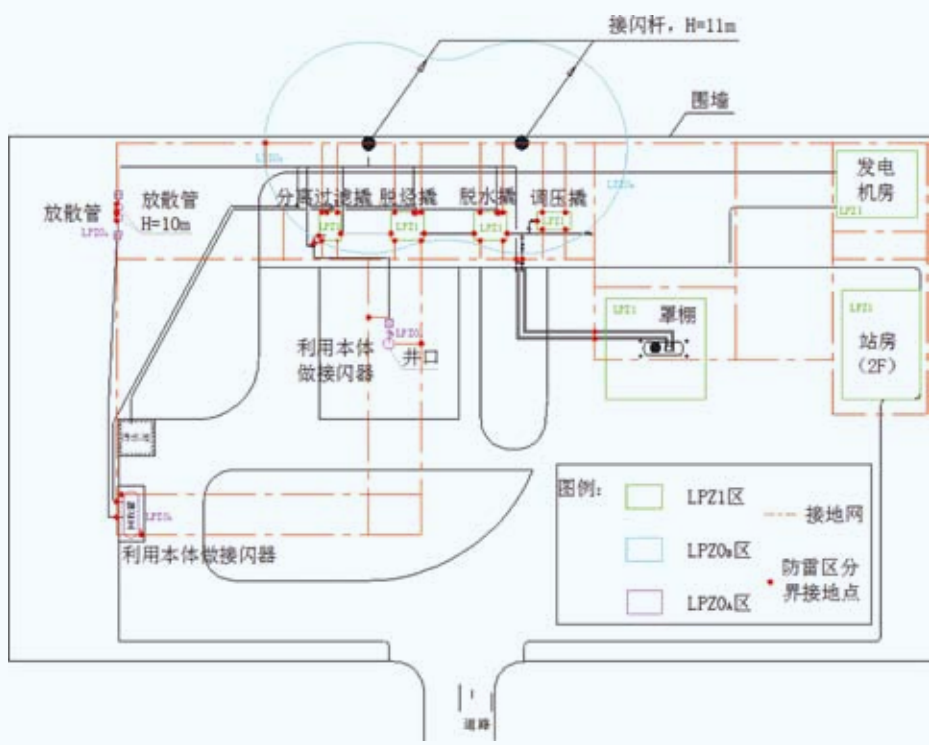


图4 燃气场站防雷区交界处管线等电位接地示意图

表1 电源线路浪涌保护器冲击电流和标称放电电流参数推荐值

雷电防护区	LPZ0与LPZ1边界		LPZ1与LPZ2边界	后续防护区的边界
试验类型	10/350 μs I类试验	8/20 μs II类试验	8/20 μs II类试验	8/20 μs II类试验
冲击电流（ I_{imp} ）和 标称电流（ I_n ）参数	I_{imp} （kA）	I_n （kA）	I_n （kA）	I_n （kA）
	≥ 20	≥ 80	≥ 40	≥ 5

注：SPD分级应根据保护距离、SPD连接导线长度、被保护设备耐冲击电压额定值等因素确定^[7]。

表2 配电系统中各设备耐冲击电压额定值 U_w

设备位置	电源进线端设备	配电分支线路设备	用电设备	需要保护的电子信息设备
耐冲击电压类别	IV类	III类	II类	I类
U_w （kV）	6	4	2.5	1.5

注：浪涌保护器有效保护水平 U_p/f 应小于设备耐冲击电压额定值 U_w ^[7]。

4 加强雷电防护的管理

(1) 在项目设计中要求设计文件按规范从严设计要求;

(2) 在项目施工中要求监理单位严把质量关, 由于防雷装置很多关键工序为隐蔽工程, 只有严把施工质量关, 方可安全杜绝隐患;

(3) 根据相关规定做好各个燃气场站及其附属设施的防雷装置的检测工作, 确保防雷设施的正常运行;

(4) 制定相应的规章制度, 对于防雷装置设施登记造册, 自身定期检修, 形成体制。

5 结语

本文通过对四川省境内近10年的闪电监测资料进行统计分析, 发现四川省盆地内的雷电活动情况较频繁, 地闪密度明显高于西部高原, 且盆地内属于经济发达地区, 城镇燃气站场及沿途阀室分布广泛, 管网密集, 高层建筑中燃气设施较多, 存在大量的雷击安全隐患。因此, 四川省城镇燃气的雷电防护措施, 需要严格按照对应的雷电防护技术标准进行防雷装置的设计、施工, 并严格遵照当地气象部门雷电防护要求进行相应的防雷检测, 确保城镇燃气各类场站、阀室、管线和用户端设施的雷电防护安全, 最大限度地

杜绝雷灾事故, 确保居民用气的安全、平稳运行^[10]。

参考文献

- 1 邓德文, 周筠珏. 全球雷电活动研究进展[J]. 高原山地气象研究, 2011; 4: 89-96
- 2 靳小兵、卜俊伟、李一丁等. 四川省雷电探测网探测效率评估和改进方法研究[J]. 高原山地气象研究, 2011; 4: 65-67
- 3 杨世刚, 赵桂香等. 我国雷电灾害时空分布特征及预警[J]. 自然灾害学报, 2010; 19(6): 153-159
- 4 GB50028-2006 城镇燃气设计规范[S]. 中国计划出版社
- 5 GB50058-2014 爆炸危险环境电力装置设计规范[S]. 中国计划出版社
- 6 GB50343-2012 建筑物电子信息系统防雷技术规范[S]. 中国计划出版社
- 7 GB50057-2010 建筑物防雷设计规范 [S]. 中国计划出版社
- 8 石彦宏, 陈敏. TD-SCDMA基站的防雷接地[A]. 通信电源新技术论坛—2008通信电源学术研讨会论文集[C]. 2008: 54
- 9 黄声锦, 林溪猛, 陈仁梅等. 防雷接地与等电位探讨[J]. 气象与环境科学, 2009; 32(4): 88-91
- 10 吴安坤, 张淑霞等. “中卫-贵阳联络线工程”贵州段雷电活动特征及防护措施[J]. 科技风, 2014; 1: 113-124

企业管理消息

秦皇岛市燃气总公司“燃气直通车”荣获“河北省服务名牌”称号

2015年3月, 秦皇岛市燃气总公司“燃气直通车”被河北省质量奖评审委员会、河北省质量技术监督局授予“河北省服务名牌”称号。

秦皇岛市燃气总公司“燃气直通车”秉承诚信服务理念, 坚持“用户至上, 真情服务”, 为用户提供“一站式”服务。负责全市近30万燃气用户的燃气收费、燃气具维修、抢修、通气点火等服

务, 每天受理用户来电500余个, 维修灶具和热水器200余台, 报修量最多的一天接到用户电话900多个。从成立至今10多年时间里, 公司始终秉承“感情倾注无限, 服务创新不断”的服务理念, 真诚为用户提供方便、快捷的优质服务, 得到百姓广泛赞誉。

(程灵 宋丽萍)