

加强天然气输气站防雷安全的技术措施

徐 琰 (江西省天然气管道有限公司, 江西 南昌 330096)

摘要: 对于天然气输气站来讲, 其建设方案的设计不仅需考虑当地的气候环境、雷暴分布、土壤电阻、雷电流发生特点、地闪密度及其变化规律, 而且还需综合实地考察结果、人员生命损失风险 R1 以及市场经济价值损失风险 R4 结果等多项因素, 以天然气输气站原有工艺、电气系统、阴保系统以及自控性通信系统防雷特征为基础, 开展防雷设计与工程建设, 并在施工过程中合理应用避雷塔、接闪带、避雷器、接闪器、引下线、电涌保护器等多项雷电防护措施, 增强输气站直击雷防护功能与闪电感应防护能力, 提高各项接地设备与接地装置的防锈、防腐水平, 保证天然气输气站安全运行。本文主要从雷电灾害与输气站的结构、防雷特征出发进行深入分析, 研究和探讨了新时期背景下加强天然气输气站防雷安全的有效技术措施。天然气输气站安全运行是一项十分重要的工作, 为了更好地确保其安全运行, 本文基于防雷的视角, 以提升天然气输气站防雷质量安全为目的, 提出了天然气输气站防雷的必要性和加强防雷质量安全工作应采取的技术措施。

关键词: 天然气输气站; 防雷; 质量安全; 技术措施

雷电是自然界中伴有雷鸣、闪电的一种正常放电现象, 主要可分为直接雷击与闪电感应等, 易对地面建筑产生电流影响, 严重者甚至会造成雷电灾害, 后果严重。天然气输气站一般建设在四周空旷的地方, 其内部工艺设备较多, 大多数均采用法兰连接, 日常的放空、排污操作易产生天然气, 同时其放空立管与排污设备所安装的高度较为突出, 容易发生雷电事故, 再加上天然气本身的易燃易爆特性, 极易引发巨大火灾或爆炸, 造成大范围的经济损失。对于这种情况, 相关部门在设计和建设天然气输气站时需采取科学、有效的防雷技术措施, 以减轻雷击风险, 保障防雷安全。在天然气输气站防雷质量安全管理工作中, 需要我们意识到防雷的必要性, 并采取针对性的技术措施, 才能确保天然气输气站安全高效的运行。

1 天然气输气站防雷的必要性

雷电作为自然界中常见的放电现象, 在放电过程中形成的直接雷击和闪电感应, 使得地面建筑极易被这些因素影响, 严重时可能还会出现雷电灾害, 并带来严重的后果。而天然气输气站大都在四周空旷的区域修建, 不仅内部有着很多工艺设备, 而且大都是采取法律进行连接。在天然气输气站日常放空和排污作业中, 容易形成天然气, 加上放空立管和排污设备的安装高度突出, 极易导致雷电事故, 而天然气具有易燃、易爆的特点, 容易导致巨大的火灾、爆炸事故, 其带来的经济损失无法损失, 给天然气输气站安全运行带来严重的威胁。所以必须切实加强天然气输气站防雷质量安全管理工作的开展。

2 天然气输气站结构与防雷特征

2.1 输气站的结构分析

一般来讲, 天然气输气站结构主要包括有首站、末站、压气站、清管站、分输站以及阴保站与阀室等, 除了阴保站与阀室, 其他各结构的建设规模均较大, 包含多个功能区块, 如工艺区、办公区、放空区、站控区、生活区以及污水处理区等等。

2.2 输气站防雷特征

对于天然气输气站来讲, 其防雷特征主要表现在以下几个方面。①由于输气站的首站与压气站具有增压输气的特点, 故压气站的负荷级别多为一级、二级负荷, 需通过高压专线进行供电, 电压等级一般为 110kV (或 110kV 以上), 同时还需建设专用的变电站。另外, 压气站采用的接地系统一般为 TN-S, 其中高杆灯、避雷塔以及放空火炬等均为单独接地设备, 其他各项设备均通过接地网组网接地; ②分输站、输气站、阀室以及远程终端装置与清管站等均通过外接 10kV 架空线路至场站附近时, 可直埋接入变压器, 同时配备不间断电源设备与发电机设备, 采用二级负荷与 TN-C-S 接地系统; ③一般情况下, 天然气输气站的架空线路均设置有接地线, 管道均为埋地式铺设, 直接雷击对其危害不大。输气站多配有数据采集与监控系统、专门的设备工作站、视频监控控制系统以及周界安防等, 各项设备电压多为 24V, 且过电压、电流耐受能力较差, 绝缘强度不强, 其对电磁干扰较为敏感, 一旦雷电通过接收天线、通信线或金属管道等进入建筑物内, 易破坏设备, 威胁人员人身安全。

3 天然气输气站的雷电风险评估

3.1 气象资料

对于天然气输气站来讲,其气象资料主要包括有:

3.1.1 雷暴分布

雷暴日可准确反映(气象)观测站附近15km内的雷电情况以及特定区域内的雷电活动及其发生规律。对雷暴日进行持续监测并记录数据,绘制统计折线图,可得出雷暴季节特征及其分布时间。

3.1.2 地闪资料

将天然气输气站中心位置的周边现场测量点作为基准点,分析其5km范围内的长时段闪电定位信息资料,得出地闪密度分布以及雷电流概率分布等,从而确定雷电流强度与其平均幅值。同时依据月单位、小时单位所对应的地闪密度情况,得出地闪月变化与时间变化规律。

3.1.3 土壤电阻

充分利用接地电阻测试仪器,采用四极法,选取接地极间距分别为1m、2m、3m、4m、5m的土壤,测量其地下5m土壤层的电阻率,并将其与地质勘测报告相结合,与季节系数相乘,得出土壤电阻率。

3.2 雷电灾害风险评估

天然气输气站的雷电风险一般为各项对应风险分量之和,其计算公式为: $R_x=N_x \times P_x \times L_x$ 。其中, N_x 为危险事件发生次数, P_x 为受损概率, L_x 为损失后果,得出具体的风险数值。之后将R1(人员生命损失风险值)、R4(经济损失风险值)与RT(风险容许值)进行对比,分析其是否需要防雷防护,若低于RT则无需防护,若高于RT则需采取适当的防雷措施,降低风险并将其控制在RT值内。

3.3 雷击过电流

当发生雷电情况产生雷电流时,部分电流可通过建筑物的防雷装置与接地装置流入地下,另外部分可利用通讯线、外来电力线或电力管道等多项设施进行电力分流,经计算得出电涌保护器的通流量,并结合“20%安全裕量”计算出最终雷电流选型用通流量。此外,可通过地闪雷电流强度得出雷电流强度的最高幅值,综合以上三项数据资料,可选择适合冲击放电电流的电涌保护器。

4 天然气输气站防雷质量安全应采取的技术措施

由于天然气输气站防雷质量安全工作十分重要,所以为确保其运行的安全性,笔者以下主要基于技术的视角展开分析。

4.1 切实加强天然气输气站雷电风险评估工作

在雷电风险评估工作中,首先应加强对气象资料的分析。在这一过程中,需要结合气象资料掌握当地的雷暴分布,结合地闪资料掌握地闪密度的分布和雷电流的分布概率,以对雷电的电流强度、平均幅值、闪月变化、闪时变化规律等。而结合土壤电阻资料,掌握地下不同深度土壤层的电阻率。其次是按照公式加强对其的雷电灾害评估: $R_x=N_x \times P_x \times L_x$,式中, N_x 、 P_x 、 L_x 分别代表危险事件发生次数、受损概率、损失后果, R_x 代表风险数值。再将 R_x 与容许值比较之后,对其针对性的采取措施。最后是对雷击过电流进行计算,再根据 N_x 、 P_x 、 L_x 等数据资料的基础上,针对性的确定冲击放电电流所需的电涌保护器的型号。

4.2 接闪器,引下线

从本质上来讲,天然气输气站属于第三类防雷建筑物,其外在防雷措施主要表现在接闪带上。输气站接闪带需使用不锈钢与镀锌钢等建筑材料,划定适当的截面积,根据既定规范沿着建筑物屋角、屋脊、屋檐等易受雷击部位进行铺设,并于建筑物内部形成一个 $20 \times 20\text{m}$ 或 $24 \times 24\text{m}$ 大小的网格。同时,施工队伍除了利用混凝土构件钢筋之外,其钢质接闪器需应用热镀锌,特别是对于一些强腐蚀性的地区,更应该重视其防腐措施,增加截面积,且接闪器上禁止悬挂广播线、接收天线或电话线等。

另外,输气站的引下线多采用热镀锌扁钢或圆钢,优先选择圆钢,其直径需 $\geq 10\text{mm}$,扁钢截面积需 $\geq 80\text{mm}^2$ 。输气站建筑物内的金属构件(如钢梁与钢梁等)均可作为引下线,各部件之间可通过螺栓或焊接相互连接,保证电气贯通,若使用多根引下线时,需在每个引下线上距离地面0.3-1.8m之间设置断接卡,并在易受损的地方,地面上方1.7m至地面下0.3m之间的接地线处使用改良性塑料管、镀锌角钢或普通塑料管进行线路保护。

4.3 接地装置与等电位连接

4.3.1 接地装置

输气站中的人工接地多为水平接地体或垂直接地体,其中埋入土壤中的垂直接地多采用镀锌角钢或圆钢,而水平接地则多采用热镀锌扁钢或与圆钢,其接地线需与水平接地体截面相一致。人工接地的垂直接地体钢质长度以2.5m为最佳,其间距与水平接地体间距一般为5m,埋入深度需 $\geq 0.5\text{m}$ 并以埋设在冻土

层以下为最佳。同时,输气站的防雷接地、工作接地、电子系统接地等均可共用同样的接地装置,其电阻值需 $\leq 4\Omega$ 。

4.3.2 等电位连接

输气站内各建筑物多采用总等电位与局部等电位相结合的连接方式,其中直击雷电防护与非防护区的交界需设立在总等电位的接地端子板处,并将各个局部的等电位连接端子板、配电系统 PE 线与相关的电子管道等多个部件均连接至总等电位的接地端子板上。

4.4 防闪电感应与防电涌侵入措施

天然气输气站建筑物内的各项设备、构件、管道等多种金属物,极易导电,因此需将其就近连接到防雷装置或接地装置上,若平行铺设的构架或管道等长金属物无法直接连接,当其净距离 $< 100\text{m}$ 时可使用金属线跨接,且建筑内的防闪电感应接地线及其装置的连接需多于两处。

同时,若输气站内的用电设备没有金属外壳或网罩保护时,需将其设置在接闪器的保护范围之内,当由配电箱引出的配电线进入工艺区的时候最好穿钢管,还需将钢管的一端连接 PE 线,另一端连接用电设备的保护罩与外壳,并将其就近连接屋顶的防雷装置,当钢管由于连接设备中断时可设置跨接线。

4.5 切实加强防雷技术质量控制

4.5.1 采取接闪器和引下线的方式进行防雷

具体而言,由于天然气输气站为三类防雷构筑物,所以防雷的重点就在于接闪带。其接闪带主要的采取不锈钢和镀锌钢作为建筑材料,并对其截面积进行科学确定,按照既定的规范,顺着屋角、屋檐和屋脊等容易遭受雷击的部位做好这些建筑材料铺设,并形成一定规格的网格。而在此基础上,钢制接闪器需要进行热镀锌处理,这样以便于达到防腐蚀的目的,优势腐蚀性较强的部位,应将其截面积适当地增加,并且严禁在接闪器上悬挂任何杂物,即便是接收天线和广播线也是禁止的。而其引下线主要的采取热镀锌处理后的圆钢、扁钢,但是一般以圆钢为主,直径在 10mm 以上,而如果是采用扁钢,其截面积应在 80mm^2 以上。而其钢梁、钢柱等金属构件则能作为引下线,不同部位间应采取焊接或者螺栓将其连接起来,这样电气才能贯通。但是有时往往需要采取多根引下线,这就需要在引下线与地面相距 $30\text{--}180\text{cm}$ 这一距离段之间做好断接卡的安装,而对于容易受损的区域,

即地面上 170cm 和地面下 30cm 间的接地线,主要是采取改良的塑性管和镀锌处理后的角钢以及塑料管加强对线路的保护。

4.5.2 在接地装置安装和等电位连接方面

就接地装置安装而言,主要是采取水平或者垂直的方式进行人工接地,在土壤中垂直埋入的主要是镀锌的圆钢、角钢,水平接地时也是如此,接地线需要和水平接地体的截面相同。人工接地垂直体的接地钢的长度在 2.5m ,与水平接地体之间的间距是 5m ,埋设深度在 50cm 以上,且需要在冻土层之下埋设。而输气站的防雷、工作、电子系统接地,均通用这些装置,电阻值在 4Ω 以上。而在等电位连接时,主要是对输气站内的构筑物采取宗地总等电位和局部等电位的方式进行结合,对于直击雷防护区和非防护区交界的部位,应在总等电位接地端子部位设置,把局部等电位则与端子板和配电系统的 PE 线以及电子管道等部件在总等电位中的接地端子上连接。

4.5.3 闪电感应和电涌侵入预防方面

主要是因为天然气输气站的构筑物中的很多设备、管道、构件等金属物容易导电,所需应将其就近与防雷或接地装置进行连接。对于无法连接的部位,需要在其净距离小于 100m 时采取金属线进行跨接。防闪电感应的接地线和接地装置连接至少在 2 处之上。天然气输气站的用电设备若没有网罩或者金属外壳保护,应确保其处于接闪器保护的范围内,若配电线从配电箱中引入工艺区时,需要对配电线做好穿管处理,并把钢管一端与 PE 线连接。而另一端则需要与之外壳或者保护罩进行连接,同样需要就近与屋顶防雷装置连接。此外,若钢管的连接设备中断,就需要做好跨接线的设置。

综上所述,加强天然气输气站防雷工作的开展具有十分强烈的必要性,在具体的防雷质量安全管理中,我们需要切实加强天然气输气站的雷电风险评估,并采取针对性的防雷技术措施,加强对防雷技术措施质量的控制,以尽可能地确保天然气输气站始终处于安全高效的运行状态。

参考文献:

- [1] 张剑锋,屠明刚.加强天然气输气站防雷质量安全的技术措施[J].中国石油和化工标准与质量,2016,36(17):66-67
- [2] 尹贻功,王力勇,等.加强天然气输气站防雷安全的技术措施[J].石油化工安全环保技术,2015,31(05).