

长输管道站场防雷设计与分析

赵 徽

中国石油天然气管道工程有限公司, 河北 廊坊

收稿日期: 2021年12月9日; 录用日期: 2022年3月17日; 发布日期: 2022年3月28日

摘 要

国内长输管道站场大部分座落在山区之中, 雷暴活动极其复杂, 而雷电会损坏建筑物, 影响电力及仪表、通信设备, 甚至造成人员伤亡。为提高长输管道站场防雷的可靠性, 减少雷击造成的危害, 本文针对典型长输管道站场的雷电危害进行分析, 提出具体防雷措施, 对长输管道站场防雷措施进行总结与分析。

关键词

防直击雷, 防感应雷, 长输管道, 接地系统

Lightning Protection Design and Analysis for Long Distance Pipeline Station

Wei Zhao

China Petroleum Pipeline Engineering Corporation, Langfang Hebei

Received: Dec. 9th, 2021; accepted: Mar. 17th, 2022; published: Mar. 28th, 2022

Abstract

Most of the domestic pipeline stations are located in the mountainous areas, the thunderstorm activities are extremely complex, and the lightning will damage the buildings, affect the power, instruments, communication equipment, even cause casualties. In order to improve the reliability of lightning protection of pipeline stations and reduce the harm caused by lightning strikes, this paper analyzes the lightning damage of typical long transmission pipeline stations, puts forward specific lightning protection measures, and summarizes and analyzes the lightning protection measures of long pipeline stations.

Keywords

Direct Lightning Protection, Inductive Lightning Protection, Long Distance Pipelines, Grounding System

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

长输管道站场的雷电表现形式主要分为两种：直击雷和感应雷，如图 1 所示。直击雷是指雷云与建筑物、设备、大地与防雷装置之间发生的迅猛放电现象，并由此伴随产生的电效应、热效应和机械力等一系列的破坏作用。感应雷，即雷电感应，主要表现为电磁感应、雷电感应和静电感应，是指雷电在放电的时候，强大的脉冲电流对附近金属物产生的电磁感应，主要侵害建筑物内的电子设备及弱电系统[1]。

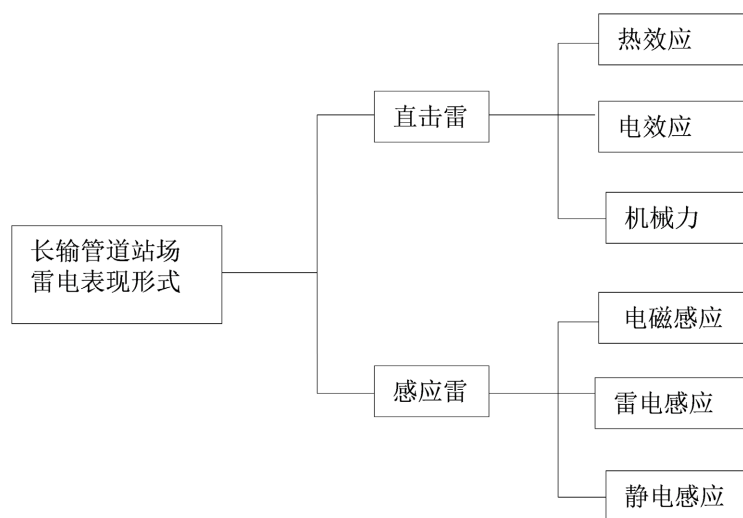


Figure 1. Schematic diagram of lightning manifestation in long distance pipeline station

图 1. 长输管道站场雷电表现形式示意图

通过雷击表现形式，在长输管道站场防雷设计时，主要从防直击雷和感应雷两方面进行考虑，对两种防雷措施进行分析和总结，以达到削弱雷电危害的目的。

长输管道站场一旦发生雷害事故，将对站内电气设施及仪表、自动化系统带来巨大的危害，严重时，造成管道停输。所以，为了使长输管道站场电气设备和建筑物免受直击雷的破坏，要采取必要的防雷措施。

2. 长输管道站场防直击雷措施

长输管道站场直击雷的危害对象为站场内建筑物或构筑物，即综合值班室，综合设备间及工艺设备区等。根据当地雷暴日和建构筑物、生产装置的重要程度划分类别，工艺设备区按照第二类构筑物考虑；综合设备间、综合值班室等辅助建筑物按第三类建筑物考虑；对于较大的油气管道站场，场区防直击雷措施主要是装设独立的接闪杆。

2.1. 长输管道站场建筑物防直击雷措施

工艺设备区属于爆炸危险区,当露天布置的钢质密闭设备、容器壁厚大于4 mm时,不必装设接闪器,但必须接地,且接地点不应少于两处[2];两接地点间距离不宜大于30 m,冲击接地电阻不应大于30 Ω;当设备、容器壁厚小于4 mm时,应设接闪杆(线)避免直击雷的危害。地上管道应做防雷接地,管道防雷接地引下点与阀门、撬座接地相配合使引下点间距不大于18 m,管道接地利用管托引下并就近与接地干线连接。长输管道站场管道防雷典型图如图2所示。

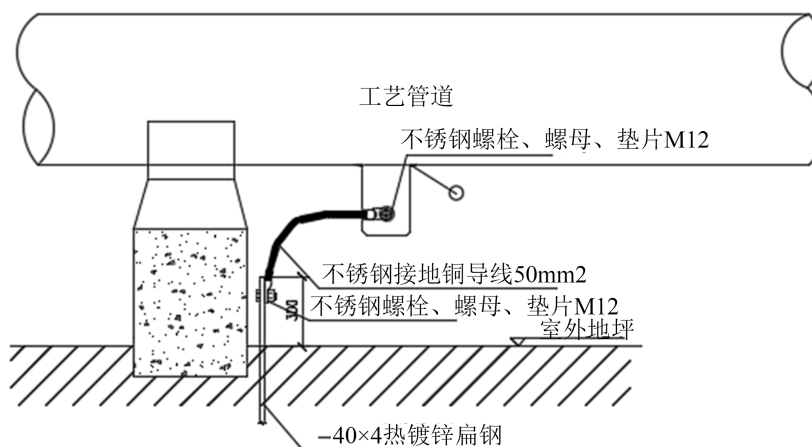


Figure 2. Typical drawing of pipeline lightning protection in long distance pipeline station
图2. 长输管道站场管道防雷典型图

长输管道站场里的单体,如综合设备间、综合值班室等按第三类防雷建筑物的要求进行防直击雷的设计。国内长输管道站场的通用做法是,在屋面用圆钢做接闪带,同时,利用单体钢柱作为引下线,其上部与圆钢接闪带可靠焊接,下部与原场区接地网可靠连接。

对于长输管道站场的输油泵房、压缩机等工艺装置单体,按二类防雷建筑物单体进行设计和分析,其防直接雷的做法主要为,首先利用金属屋面做接闪器,同时采用装设在建筑物上的接闪带做接闪器。接闪带沿屋角、屋脊、屋檐和檐角等易受雷击的部位敷设,并在整个屋面组成不大于10 m×10 m或12 m×8 m的网格。屋顶风机的金属风帽等采用两点和屋顶接闪器连接。建筑物利用钢柱作为引下线,引下线不少于2根,并沿建筑物四周均匀对称布置,其间距沿周长计算不应大于18 m。当建筑物的跨度较大,无法在跨距中间设引下线时,在跨距两端设引下线并减小其它引下线的间距,引下线的平均间距不应大于18 m。

2.2. 长输管道站场场区防直击雷措施

对于较大的长输管道站场,场区防直击雷措施主要是装设独立的接闪杆。根据长输管道的特殊性,独立接闪杆距与其有联系的管道等金属物之间的距离应符合接闪杆的保护范围[2],一般采取滚球法来计算接闪杆保护半径,见式1所示。

$$r_0 = \sqrt{h(2h_r - h)} \text{ m} \quad (1)$$

式中 r_0 表示所求的接闪杆保护半径, h 表示接闪杆的高度, h_r 为滚球半径, h_r 通常取45米。装设独立接闪杆或接闪线,其作用是被保护的建筑物及放散管等突出屋面的物体均处于接闪装置的保护范围内,有效地提高了防直击雷的效果。由式(1)对站场进行避雷针保护半径进行计算,得出保护范围,如表1所示。

Table 1. Protection range of lightning rod**表 1.** 避雷针保护范围

避雷针高度(m)	被保护物高度(m)	保护半径(m)	高度影响系数
20	2.5	25	1.0

3. 长输管道站场防感应雷电措施

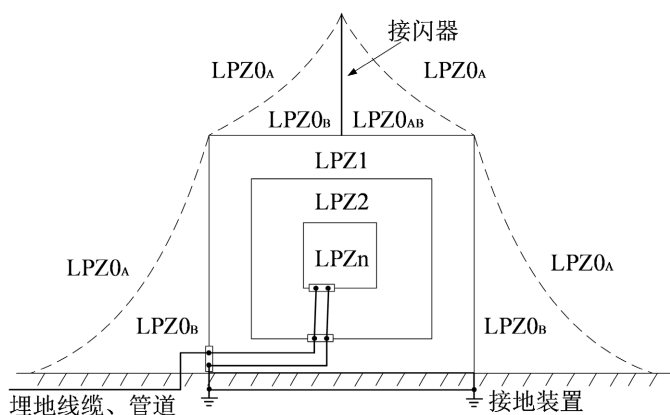
通过对国内长输管道站场防雷特点进行总结, 站场内防感应雷实质上是防止雷电对仪表、通信等弱电系统设备的干扰。

3.1. 感应雷电入侵弱电系统的原因

长输管道站场的综合设备间、综合值班室通常包含仪表、通信等弱电设备, 如果接地装置和仪表、通信等设备的接地体绝缘距离不够, 就会对弱电设备产生破坏, 在雷击放电时, 空间辐射的电磁场就会在连接至弱电设备时产生静电感应, 使弱电系统发生感应雷击的破坏[3]。

3.2. 雷电保护区的划分

长输管道站场按照雷电保护空间划分为 LPZ₀ 区及 LPZ₁ 区, 通过分区划分可以表现该区域的建筑单体遭受的防雷区, 并通过屏蔽感应过电压和过电流, 达到防雷电感应的目的[4]。雷电保护区的划分如图 3 所示。

**Figure 3.** Division of lightning protection area**图 3.** 雷电保护区划分图

3.3. 防感应雷电的基本措施

长输管道站场防感应雷电的基本措施, 主要是仪表、通信设备的屏蔽与接地、设置浪涌保护器等。国内长输管道站场中, 综合设备间的仪表、通信机柜较多, 通常采用分组连接的方法, 与接地网连接在一起。仪表、通信设备应做屏蔽措施, 并与户内的接地系统进行连接。同时, 对于进入具有仪表、通信设备建筑物的交流供电线路, 在线路的总配电装置处加设 I 类试验的浪涌保护器, 这样可以有效避免感应雷电的入侵。

在线路装设浪涌保护器是防止感应雷电的基本措施, 目前在建筑物防雷系统中应用较为广泛。为了研究长输管道站场防感应雷的基本效果, 仿真分析浪涌保护器的工作状态及应用结果, 浪涌保护器防护效果如图 4 所示[5]。

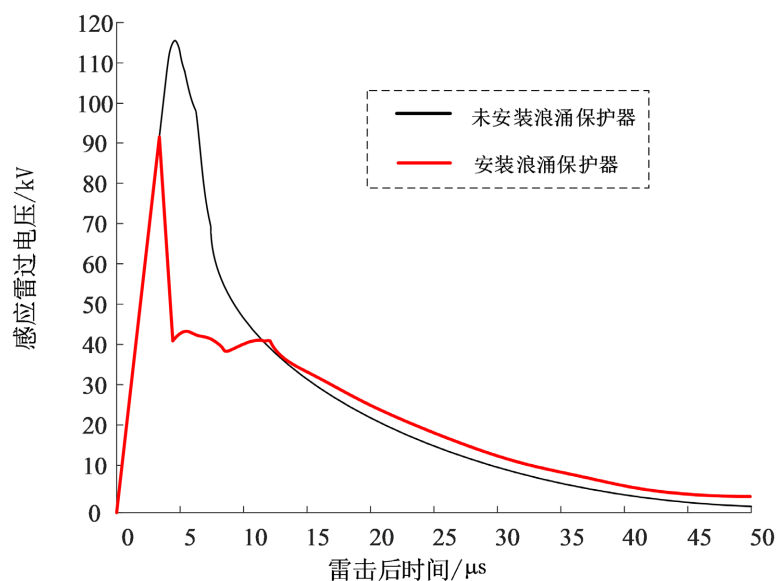


Figure 4. Protective effect of surge protector

图 4. 浪涌保护器防护效果

由图 4 可知, 在线路并联浪涌保护器后, 感应雷电电压明显要低于雷电冲击状态值, 降压效果较为明显, 降低了雷电冲击电流, 进而起到了防感应雷击的目的。

4. 长输管道站场的接地系统

无论站场受到直击雷, 还是感应雷的侵害, 其最终结果都是将雷电流导入大地。通过对国内长输管道接地系统总结, 站内通常做联合接地, 接地型式采用 TN-S 系统[6], 站内电气接地、自控、通信的保护接地及工作接地、防雷防静电接地等共用同一接地装置, 站内做好均压措施, 同时要满足站内接地电阻的阻值要求, 通常场区联合接地电阻满足仪表、通信设备的最小阻值要求, 通常为 1Ω 。

而对于长输管道站场中的路灯、监控摄像杆等装置, 需设置独立的接地装置, 每个装置与接地装置之间的连接线不少于 2 处。当设置独立接地装置有困难时, 该接地装置可与主接地网连接, 并且不少于 2 处, 该接地装置与主接地网的地下连接点至 35 kV 及以下设备与主接地网的地下连接点之间[7], 沿接地体的长度不得小于 15 m。

5. 结论

本文根据国内长输管道站场防雷特点, 针对雷电的两种表现形式, 相应设计和分析出防直击雷和感应雷的具体措施: 站场综合设备间、综合值班室等辅助生产建筑物防直击雷的通用做法, 工艺设备区防直击雷的相应措施, 同时对于较大的站场, 场区防直击雷措施主要是装设独立的接闪杆; 仪表、通信设备主要通过屏蔽与接地、设置浪涌保护器等防止感应雷的危害, 最后通过接地系统, 使雷电流导入大地。通过对长输管道防雷系统的总结和分析, 该系统能够有效的将防直击雷、防感应雷和接地系统连成一个可靠的接地网, 保障了长输管道站场安全、可靠运行。

参考文献

- [1] 孙涛, 张盖世, 纪进. 全方位防雷体系在天然气管道站场的实践[J]. 电气应用, 2011(13): 72-75.
- [2] 盛江. 爆炸危险场所防雷工程研究及应用[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江大学, 2009: 25-38.

-
- [3] 樊裕伟. 高层建筑防雷设计及施工[A]. 江苏建筑, 2011 年第 1 期.
 - [4] 彭敏放, 何怡刚, 俞东江. 高土壤电阻率地区接地网建设中若干问题的探讨[J]. 华东电力技术, 2003(7): 51-53.
 - [5] 张佐星, 李季群. 弱电设备的防雷保护[J]. 湖北电力, 2009, 33(4): 75-76.
 - [6] 任元会. 低压配电系统故障防护和保护电器选择[J]. 建筑电气, 2016, 35(7): 3-10.
 - [7] 白彦明. 高层建筑物防雷装置检测的方法探讨[J]. 江西建材, 2017(2): 103+106.