

# 长输管道自动化仪表设备的防雷防静电研究

逯漫漫 李 林 刘彩霞 (山东省思威安全生产技术中心, 山东 济南 250014)

**摘要:** 本文主要分析了某输油管建设在最高处受到静电以及雷击的原因, 并对其中的事故进行了分析。结合现阶段的情况提出了适当的技术改造方法。在经过了技术改造之后, 输油管的最高点设备运行情况相对来说得到了有效改善, 并且也实现了防雷防静电的功能, 为长输管道自动化仪表的有效运行提供了更为有效的保障。

**关键词:** 长输管道; 自动化仪表设备; 防雷防静电; 研究

## 0 引言

近年来, 我国的石油储运行业也得到了较大程度的改变以及发展, 油库、输油站的规模在进一步扩大, 也开始引入了一些比较先进的设备以及自动化系统, 从而进一步提升了石油安全生产的效率, 并提高了长输管道的自动化管理水平。但是需要注意的是, 由于长输管道的自动化系统及其仪表盘的受冲击能力较弱, 对雷电流来说也十分敏感, 在仪表系统的防护中, 存在着保护不到位的情况, 这样也就会受到雷击的干扰, 也会损坏仪器仪表的设备, 这样也就造成了电力通信的中断, 对系统造成破坏, 影响到了实际的安全生产工作, 也造成了一定的经济损失。所以, 这就需要采取科学的方式来对自动化仪表系统进行维护, 避免受到雷击。

## 1 某长输管道自动化仪表设备情况和当地气候条件分析

某输油管道全长大约 216km, L 是整个线路的最高点, 并且海拔高度大约在 1500m。结合实际的设计需求, 这一阶段的长输管道需要在正压的情况下才能正常运转。在其压力变量的最高点, 需要构建起通信中断站, 在中断站里主要包含有压力变送器、光通信设备等。在这一区域, 每年 7~8 月都是暴雨洪水的多发季节, 在 L 山区更是如此。在这一阶段内, 输油管高点处在成品油进行流动的过程中, 已经被吸附住的成品油, 会在湍流中产生电荷。需要注意的是, 在这一过程中, 由于出现了异性电荷相吸的情况, 所对应的沉淀在管道中的成品油就会向着流动的方向进行传导。在管道内部之所以会产生电荷, 主要与成品油的表面积、流速以及介质湍流有着紧密的联系, 如果管道的长度较长, 这样产生静电的速率也会增大。在雷电天气, 往往包含有高电荷云团, 在其下方会形成较大面积的电场, 电场就会与管道设备的表面产生反电

荷, 也会与云团共同进行移动。除了自动化仪器会遭受雷击之外, 电场的变化也会使得雷击区域的设备出现问题, 产生二次火花。在最初阶段, 金属物体会以低速的方式来进行电荷感应。在出现了雷击之后, 会在短时间内放电, 使得设备蒙受一定的经济损失。

## 2 长输管道自动化仪表设备的静电事故分析

2014 年 8 月 25 日, 有部分工作人员在例行检查过程中, 发现防风点压力出现了参数方面的错误, 并且数据也发生了异常波动。在 8 月 26 日, 工作人员对管道设点做了进一步检查, 发现压力变送器被损坏, 并且在电路板的内部也被烧灼。此外, 与变送器相连的部分, 模拟量的输入模板也被损坏。

在工作人员进行了仔细的核查之后, 发现在长输管道设点周围最近几天下过雨。更换了相关设备之后, 在同样的天气条件下, 又出现了类似的事故, 从而造成了较大程度的经济损失。由于在成品油运输的这一过程中, 成品油与管壁之间会出现摩擦, 摩擦就会产生静电, 在成品油流动之前, 一般都呈现中性特征。但是, 同一级离子被钢制管道表面优先吸附住, 在这一过程中, 异性离子会留在管壁中。成品油在管道中的流动就会产生电荷。产生的电荷机理一般都是与离子含量以及成品油的流速有着紧密的关系。并且长输管道越长, 流速也就会进一步地增高, 产生静电的速率也会变大。这是因为, 在雷暴中, 一般都含有运动速度较高的电荷云团。电荷云团的下方会形成较大面积的静电场。在这一静电场中, 设备与设备之间会发生感应, 从而产生相反作用的电荷, 电荷也会随着云团的移动而移动, 这样就会导致相关的仪器以及设备被雷击击中。除了会产生直接雷击之外, 也会因为电场的突然变化, 这样会使得雷区周围出现火花。在最初的阶段, 如果发现存在有雷击的情况, 这样就会使得一部分受到约束的电荷突然放电, 使得周围的设备

会蒙受损失。

### 3 雷击对自动化仪表设备危害的原因分析

雷电的破坏力很强，是一种比较常见的大气物理现象，也是由一系列的云地放电所形成的。雷电从形式上进行划分，可以分为感应雷以及直击雷这两种，并且都会对自动化仪表系统造成危害，一般来说，主要危害如下文所述：

#### 3.1 直击雷

在出现了直击雷之后，电压的峰值一般可以高达几百万伏，电流的峰值也会达到几百千安。会在瞬间出现较为严重的放电情况，也会产生较大的破坏。如果雷电击中了现场的仪器，这样就会出现线路熔断的情况，从而损坏了仪表的设备，造成较为严重的经济损失。

#### 3.2 感应雷

在雷云达到之后，也就会对地面的金属物体产生相对应的静电感应，在雷云与物体之间，物体之间都会产生电压感应。如果在建筑物的内部，存在着设备放电情况，也就会造成比较严重的火灾事故，在一定程度上危及到工作人员的安全。此外，在发生雷电之后，雷电流的周围也就产生强烈的磁场，这些磁场会干扰到长输管道周围的设备，造成严重破坏。

#### 3.3 雷电波侵入

雷电在对输油站库外部的电缆进行放电的这一过程中，电缆上的电压会顺着电缆进行扩散，直至扩散到机房，这样也就会对基地内部的电子系统造成较为严重的破坏。

#### 3.4 反击

在出现了雷击之后，雷电流一般都会通过引下线接入到地体中，这样就会使得接地网的电位出现较大程度的升高情况，也就会产生反击电流，对自动化系统产生了破坏。

### 4 长输管道自动化仪表设备防雷主要措施

对长输管道的仪器设备以及仪表系统进行防雷的这一过程中，一般都采用的是引下线、接闪器、接地、屏蔽以及安装电涌保护器等措施。这些措施需要综合应用，进行有效配合，这样才能有效达到防雷的主要目的。

#### 4.1 直击雷防护

直击雷防护一般来说都是使用避雷器来达到防护目的，避雷器一般包括了避雷针、避雷网、避雷带以及避雷线。其中，避雷针的应用是最为广泛的。在雷

云接近之后，避雷针就可以将雷云吸引而来，实现放电，并通过接地引下线来将雷电引入到大地中。在输油生产场所，输油站库是十分重要的场所，这就需要相关工作人员能结合实际的规范要求，在泵区、储罐以及办公楼区域内，设置避雷器、接地体等比较基础的防雷装置，这样也就可以在在一定程度上保证设备的安全性。

#### 4.2 等电位连接

等电位连接具体来时指的是，在同一区域内将其中的金属构件以及导线进行电气连接，这样也就可以保证整个建筑物都可以处在电气连通的这一状态中，使得在同一水平的金属导体之间，电位上是等同的。对液位开关、可燃气体、管道压力、温度变送器等一些现场仪表，则需要结合实际情况与就近的端子进行电气连接。对控制室、信息机房以及通信机房来时，最好能采用 M 型等电位，构建出网状的等电位结构。此外，在机房中，要做防静电处理。一般来说，机房地面一般都采用的是防静电地板，对静电地板来说，骨架一般都是使用铜线来进行跨接。对机房的墙壁采用的是能起到防静电作用的铝塑板，并且与机房系统之间也可以实现有效连接，从而也就形成了法拉第笼。

#### 4.3 接地

接地是有效保证电气系统以及自动化控制系统得以正常运行的重要措施。做好接地设备安装工作，可以避免设备受到破坏，也能防止出现雷击，避免火灾的出现。在防雷接地中，与安全保护接地共同来使用接地装置。在共同使用接地的这一过程中，雷电流在接地电阻上会产生较高的电压，并且在不同的接地线之间，并不存在高电位差，这样也就可以有效避免系统被击穿。对房屋类建筑而言，一般都是利用建筑的基础来作为接地体，这样也可以达到法拉第笼的效果。整个的户外装置都要配备专业的设备外壳接地、直击雷接地、防电涌接地等，并保证这些都能处在同一水平上。结合现阶段的联合接地需求，一般都要保证电阻小于  $1\Omega$  最为合适。

#### 4.4 屏蔽和合理布线

通过屏蔽可以在一定程度上防范电磁干扰，也可以有效减少雷电电磁对长输管道自动化仪器设备的影响。具体来说，屏蔽从如下几个方面来开展：第一，建筑物内部机房的屏蔽。具体来说指的是，将建筑物、混凝土钢筋、机房金属框架等部件与防雷装置进行连接，这样也就可以形成一个大范围、大空间的屏蔽。

第二, 仪表屏蔽, 对现场仪表来说, 一般都是应用全封闭的金属外壳来实现屏蔽, 或者使用的是金属防护箱, 做好等电位连接工作。对控制室内部的系统来时, 一般都要安装在金属材质机柜内部, 并按照相关规定来进行接地。第三, 实现电缆屏蔽。对信号电缆来时, 一般都要采用双层屏蔽电缆, 并在电缆的两端来进行有效连接。屏蔽需要保证全过程电气导通。第四, 最后工作人员要进行合理布线。对长输管道自动化仪器的系统线路中, 需要靠近等电位连接网络的金属部件, 线缆走向需要结合实际情况来进行布置, 这样也就可以减小线缆的环路面积, 避免遭受雷击。

#### 4.5 浪涌保护器

首先是做好电源系统的浪涌保护。一般来说, 电源系统对电涌以及雷电等都十分敏感, 需要相关人员结合实际情况进行逐级配置, 做好距离保护, 并设置好浪涌保护器的导线长度。其次, 做好仪表信号系统的浪涌保护工作。由于仪表中的回路相对来说较多, 在设置浪涌保护器时, 需要从仪表的经济性以及其作用来进行综合考量。控制室仪表处也要设置好浪涌保护器。但是, 需要注意的是, 控制室仪表以及现场仪表的两端不需要进行设置, 但是在电气转换器以及安全仪表系统的两端需要设置, 只有严格按照相关标准来完成这些工作, 这样才能使得仪表设备得以正常运行, 也能避免出现比较严重的仪表设备故障。

#### 4.6 雷电预警系统

在工作人员严格落实好直击雷以及电涌保护等防雷设施安装的这一基础上, 还需要配备雷电预警系统, 并能时刻对雷电进行监测, 这样可以避免在出现了雷击之后造成较大的损失。此外, 工作人员也要能制定完善的预防准备工作, 在事故发生之后可以及时开展救治, 也就可以在一定程度上降低雷击造成的损失。雷击的出现一般来说主要是因为大量电荷积累而成。大气电场的强度往往代表的是雷云电荷的实际累积程度。在长输管道的自动化仪器中, 雷电预警系统通过对雷云的电荷进行及时监测, 也就可以完成电场的探测, 并可以识别电场的轻度, 对雷云的位置进行精准预测, 有效提升了电场的预警精准度。相关工作人员可以在多个输油站基地来组建雷电预警网, 这样不仅可以有效地实现输油站的预警功能, 也可以实现信息的有效传递, 将雷电预警信息及时地上传到调度平台中, 实现统一化、数字化管理, 从而进一步提升雷电的整体防护能力。

#### 4.7 静电防护

在比较容易出现静电的场合中, 每个人都是一个活动的静电产生体。在人体的静电电荷经过一段时间的累积之后, 就会产生放电火花。因此, 在相关工作人员开展工作的过程中, 需要避免过分接近, 也就可以减少因为静电释放所产生的火花, 可以减少爆炸发生的概率。对现场的工作人员以及检修人员来说, 需要规范着装, 避免在工作的过程中穿着容易产生静电的服装。比如尼龙制成的服装是很容易产生静电的。此外, 工作人员可以穿上导电橡胶底胶鞋, 这样可以消除人体身上的静电。在静电比较大区域, 工作人员要禁止频繁地穿脱衣物, 减少频繁的身体活动, 也就可以在这一过程中避免因为静电影响, 造成自动化仪表设备出现各种故障。

#### 5 结束语

综上所述, 在长输管道自动化仪表设备的运行过程中, 需要着重关注的是防雷防静电工作。在这一过程中, 仪表设备的防雷除了要充分考虑机房、控制室以及现场仪表设备和通信电缆的防雷工作之外, 还需要与建筑防雷相结合, 这样可以构建起完善的防雷系统, 并能结合实际情况做好相关的防范措施, 进一步提高长输管道自动化仪表设备的防雷防静电能力, 也就可以有效保证输油生产工作的稳定开展。

#### 参考文献:

- [1] 段鹏程. 输油气站场防雷防静电接地“低老坏”问题探讨与实践 [J]. 化学工程与装备, 2021(11):254-255.
- [2] 徐俊平, 戚皓. 防雷防静电接地装置在外浮顶油罐上的应用 [J]. 化工管理, 2015(35):20.
- [3] 韩雪. 油田设施防雷防静电检测管理及安全环保意识的重要性 [J]. 科技与企业, 2015(11):18+20.
- [4] 匡洋. 长输管道自动化仪表设备的防雷防静电 [J]. 赤子(上中旬), 2014(19):293.
- [5] 祁国梅, 孙俊. 新建工程防雷防静电工程验收中技术问题探讨 [J]. 宁夏农林科技, 2013, 54(04):120+122.
- [6] 苏豪育, 冯斌, 武振明, 等. 长输管道自动化仪表设备的防雷防静电研究 [J]. 中国科技纵横, 2015(1):1.
- [7] 梁洪涛. 探讨长输管道自动化仪表设备的防雷防静电 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2021(2):2.
- [8] 尹国耀. 长输管道沿线自动化仪表设备的防雷防静电研究与实践 [J]. 华北石油设计, 2005(2):2.