

王百朋,程学会,杜建忠,等.中石油长庆第一采气厂5·20雷击事件调查分析[J].陕西气象,2015(S1):31-33.
 文章编号:1006-4354(2015)S1-0031-03

中石油长庆第一采气厂5·20雷击事件调查分析

王百朋,程学会,杜建忠,刘舒畅

(陕西省防雷中心,西安 710014)

摘 要:通过对中国石油长庆油田第一采气厂2007年5月20日晚雷击事故的调查,计算分析雷击可能性,得出此次雷击主要原因,给出雷击电磁脉冲的防护措施:屏蔽线路应该使屏蔽线金属外皮接地,在电源和信号线上加装防浪涌保护器,使所有控制系统的仪表设备置于较安全电磁环境中。对于室外的仪器仪表等控制器件应接地的部分必须接地。鉴于该单位工作性质的特殊性,建议使用地面大气电场仪。

关键词:采气厂;雷击风险;措施

中图分类号:P429 **文献标识码:**B

1 基本情况

2007年5月20日22时左右,中石油长庆第一采气厂集配气站 DELTAV 控制系统因雷击造成两块 I/O 卡件损坏,导致集气干线定压放空功能失去作用(当时控制程序在手动模式,放空系统未出现误动作);系统控制 24 V 直流电源损坏,其中一个控制器失电,另一个控制器正常工作(控制柜配置冗余控制器);现场一块压力变送器损坏,变送器输出信号 30 mA,中控显示数据为 11 MPa;西干线定压放空调节阀定位损坏,使调节阀复位不受控制(前截断阀关闭,未影响工艺正常运行);承担 400 万装置区和硫磺回收装置部分监测控制功能的一组控制柜,卡件整体故障报警,当时两套装置都在检修,未造成大的影响;一块用于与水源井 RTU 系统通讯的串口卡损坏,无法监测水源井运行数据;TPS 控制系统有一块 HLA1(模拟量输入卡)卡件因雷电影响,卡件状态自动转为 IDLE 状态,并出现组态信息丢失的情况,导致仪表风压力(GUPI3201)、仪表风流量(GUPI3201)等中控显示无值(将该卡件的状态由 IDLE 改为 OK,对该卡件所在点重新组态、下装、激活后恢复正常);

另外,集配气可燃气体检测仪因雷电影响,导致给检测仪供电的电源工作异常,输出电压仅为 4 V,远远低于正常输出 24 V。

2 现场勘察

根据灾情报告,对雷害部位逐个调查,发现处于露天的西干线定位放空调节阀没有良好的接地装置,仪表的接地端悬空闲置,也无有效的屏蔽措施,更没有安装信号防浪涌保护器(SPD)。此外净化厂集配气站控制系统的办公场所处于厂区东南角,楼高 5 m、长 15 m、宽 10 m,是单体一层,楼顶没有避雷带,机房防静电地板下边没有铺设泄流网,电源及信号处没有安装 SPD,也无有屏蔽措施。

3 雷害原因分析

重要设备及仪表所在的场所,建筑物电子信息系统应有完善的雷电防护措施,雷害损坏的仪表卡件大多含有微电子集成电路,可参照 GB 50343—2012《建筑物电子信息系统防雷技术规范》计算雷击风险评估。

3.1 防雷等级划分

3.1.1 建筑物年预计雷击次数(N_1) 单体一层楼高 5 m、长 15 m、宽 10 m,因该建筑物高度 H

收稿日期:2014-12-18

作者简介:王百朋(1982—),男,汉族,陕西长安人,硕士,工程师,从事防雷技术工作。

$< 100 \text{ m}$, 故 $A_e = [LW + 2(L + W) \cdot H^{1/2}(200 - H)^{1/2} + \pi H(200 - H)] \times 10^{-6} = 0.00387 \text{ km}^2$, $N_1 = K \cdot N_g \cdot A_e = 0.0154$ (次/a), 式中 K 为校正系数, 一般取 1, N_g 为建筑物所处地区雷击大地密度 (次/($\text{km}^2 \cdot \text{a}$)), A_e 为建筑物截收地区相同雷击次数的等效面积 (km^2)。

3.1.2 入户设施年预计雷击次数 (N_2) $N_2 = N_g \cdot A_e' = (0.1 \times T_d) \cdot (A_{e1}' + A_{e2}') = 0.0994$ 次/a, 式中 T_d 为年平均雷暴日 (d/a), 根据当地气象台站资料确定。

3.1.3 建筑物及入户设施预计雷击次数 (N) $N = N_1 + N_2 = 0.01540 + 0.09944 = 0.1148$ 次/a, 信息系统可接受的最大年平均雷击次数

$$N_c = 5.8 \times 10^{-1} / C = 0.01931 \text{ 次/a},$$

其中, $C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + C_5 + C_6 = 1.5 + 3.0 + 1.0 + 1.0 + 2.0 + 1.0 = 9.5$ 。

式中, C_1 为信息系统所在建筑物材料结构因子, 办公楼为砖混结构, C_1 取 1.5, C_2 为信息系统重要程度因子取 1.0, C_3 为电子信息系统设备耐冲击类型和抗冲击过电压能力因子, 信息系统设备耐冲击较弱, C_3 取 1.0, C_4 为电子信息系统设备所在雷电防护区 (LPZ) 的因子, 设备在 LPZ1 区 C_4 取 1.0, C_5 为电子信息系统发生雷击事故的后果因子, 信息系统业务原则上不允许中断, 取 2.0, C_6 表示区域雷暴等级因子, 靖边县属于中雷区, C_6 取 1.0。

3.1.4 雷击风险评估 比较 N 和 N_c , N 大于 N_c , 该信息系统需要安装雷电防护装置。 $E = 1 - N_c / N = 0.83$, E 为防雷装置拦截效率。

经过计算, 信息系统的防护等级应为 C 级 (0.80 ~ 0.90), 应对电源和信号分别安装 SPD, 防电子设备遭受雷害。该单位属易燃易爆的化工企业, 防雷等级宜提高, 可划为 B 级。

3.2 室外控制仪表电磁抗扰度的计算

当雷击电磁场在空间中的磁场强度 $H_0 = i_0 / (2\pi S_a)$, H_0 为无屏蔽时产生的无衰减磁场强度 (A/m), i_0 为最大雷电流 (A), S_a 为雷击点与屏蔽空间的平均距离 (m)。按第三类 $i_0 = 100 \text{ kA}$ 来计算: $S_a = 500 \text{ m}$, $H_0 = i_0 / (2\pi S_a) = 31.85 \text{ A/m}$ 。

1971 年美国研究报告 (AD-722675) 指出: 当雷电活动发生且磁感应强度 $\geq 0.7 \text{ Gs}$ 时, 会引起误动; 当磁感应强度 $\geq 2.4 \text{ Gs}$ 时, 仪表会损坏。通过计算可知, 当日附近出现的多个闪电都可能造成电子设备损坏。

3.3 环路中感应电压

环路中感应电压按公式 $U_{oc \max} = \mu_o \cdot b \cdot L \cdot H_{1\max} / T_1$ 计算, $U_{oc \max}$ 为环路开路最大感应电压 (V); μ_o 为真空的磁导系数, 值为 $4\pi \times 10^{-7} (\text{Vs}) / (\text{Am})$; b 为环路的宽 (m); L 为环路的长度 (m); $H_{1\max}$ 为 LPZ1 区内最大的磁场强度 (A/m); T_1 为雷电流的波头时间 (s)。

根据现场勘验情况, 取 $H_{1\max}$ 为 2.4 Gs , 现场仪表到机房的信号线间, 电源线间可看作闭合回路, 架空线路长度超过 200 m , 架空线路宽度 0.3 m , 取环路的长度 L 最小为 200 m , 环路的宽 b 为 0.3 m , 雷电流以负闪为主, 取雷电流的波头时间 T_1 为 $1 \mu\text{s}$, 计算得出环路感应电压 $U_{oc \max}$ 达 180 V 。集配气可燃气体检测仪传输和控制工作电压为 24 V 直流, 最大耐压为 100 V ; 闪电造成的环路中的感应电压完全可以击坏检测仪等抗干扰低设备。为降低雷击时仪表的工作失效的概率和元器件损坏的概率, 需要对仪表采取良好的屏蔽措施。

根据以上理论计算, 雷击产生的感应 (包括雷电磁感应和静电感应) 电磁脉冲, 能量完全可能对现场设备、仪表卡件造成危害。实际生产所用的设备、仪表卡件的工作电压为 $12 \sim 24 \text{ V}$, 内部元件大多采用微电子器件, 由于没有良好防雷措施, 很容易遭受雷电所形成的过电压电流的危害。

4 鉴定结论

经过专业技术人员现场勘察, GPS 实地测得经纬度, 通过陕西省雷电监测定位系统 (ADTD) 的资料显示, 在 5 月 20 日 22 时左右, 该厂及附近确有雷电天气。综合现场勘察、资料查证和计算分析, 研究讨论认为, 此次雷电灾害不属直接雷击造成的损失, 而是由雷击感应造成的损害。所幸的是, 厂区上空在发生雷电的时候定压放空控制放置在手动状态, 假如将其置放于自动状态, 很可能出现重大或特大事故。

胡旻. 西安市汽车加油站综合防雷设计 [J]. 陕西气象, 2015 (S1): 33-35.

文章编号: 1006-4354 (2015) S1-0033-03

西安市汽车加油站综合防雷设计

胡 旻

(陕西省防雷中心, 西安 710014)

中图分类号: P429

文献标识码: B

1 西安市汽车加油站防雷等级的确认

西安市范围内加油站主要以中石油、中石化、延长壳牌及个别民营加油站为主, 由罐区、罩棚、营业室及其它附属建筑物组成。

罩棚(加油区)以及罐区依据 GB 50057—2010《建筑物防雷设计规范》附录 A 建筑物年预计雷击次数的计算方法, 绝大多数常规加油站的年预计雷击次数 $N=kN_gA_e\approx 0.15$ 次/a。式中, N 为建筑物年预计雷击次数 (次/a); k 为校正系数, 取 1; N_g 为建筑物所处地区雷击大地的年平均密度 (次/($\text{km}^2\cdot\text{a}$)), $N_g=0.1T_d$, T_d 为年平均雷暴日, 据历史资料统计, 西安市年均雷暴日为 15.4 d/a, 属于少雷区; A_e 为与建筑物截收相同雷击次数的等效面积 (km^2)。

依据计算并按 GB 50057—2010《建筑物防

雷设计规范》要求, 加油站应按第二类防雷建筑物设计, 但加油站实际运行看, 营业室不涉及爆炸危险环境, 可以按照第三类防雷建筑物设计。

2 加油站建(构)筑物的防雷设计

2.1 建筑物、构筑物的防雷设计

(1) 加油站的营业室为 1~2 层建筑, 应采用接闪带作为接闪装置, 不单独设立接闪杆。接闪带应沿营业室屋面女儿墙外沿敷设。注意有些老旧加油站改扩建过程中, 加装的金属装饰板遮挡了原有的接闪带, 应拆除掉原有接闪带重新装设。

(2) 加油区罩棚一般采用钢结构, 罩棚采用金属屋面, 可直接利用金属屋面作为接闪器, 保证金属屋面的单层金属板厚度大于 0.5 mm、搭接长度大于 100 mm, 达不到规格的应再装设接闪带。

(3) 营业室防雷引下线应沿建筑物周围间隔

收稿日期: 2014-12-18

作者简介: 胡旻 (1968—), 男, 陕西汉中人, 汉族, 学士, 工程师, 从事防雷工程的设计施工。

5 结语

综合防雷是仪器仪表等微电子设备安全防护所必须的措施, 良好的接地是防雷的基础, 对于进出控制间的所有金属线路都应该穿金属管并金属管接地, 对于屏蔽线路应该使屏蔽线金属外皮接地, 在电源和信号线上加装防浪涌保护器 (SPD), 最好将控制间形成一个法拉第笼, 使所有控制系统的仪表设备置于较安全电磁环境中。

对于室外的仪器仪表等控制器件应接地的部分必须接地, 必要时还应当采取屏蔽措施。

鉴于该单位工作性质的特殊性, 建议使用地

面大气电场仪, 当有雷电天气时, 地面大气电场仪会提前自动报警, 以提醒值班人员及时把重要系统的自动控制改为手动控制 (如定压放空控制系统), 这样可防御和避免雷电造成重大或特大事故。

参考文献:

[1] GB 50057—2010 建筑物防雷设计规范 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2010.
[2] GB 50343—2012 建筑物电子信息系統防雷技术规范 [S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2012.