

油气生产场所电气防火、防爆分析

王天禄¹, 李清英¹, 苟占和²

(1 中国石油西南油气田分公司川西北气矿, 四川 江油 621709)

2 中国石油西南油气田分公司川西北气矿邛崃采气作业区, 四川 邛崃 611530)

摘 要: 油气生产场所是有爆炸火灾的危险环境。从电气防火安全距离, 爆炸火灾危险环境用电设计, 电器设备选用、安装、维护保养, 油气生产场所防雷、防静电、安全接地等方面进行探讨, 以求消除爆炸火灾危险环境的油气生产场所用电、防雷、静电等可能的电火花, 杜绝油气生产过程中电气火灾 (爆炸) 事故。

关键词: 油气生产场所; 防爆电器; 防雷; 防静电

文章编号: 1006-5539(2008)04-0057-04

文献标识码: A

0 前言

油气生产场所的气体或易燃液体主要有天然气 (Methane 分子式 CH_4)、丙烷 (Propane 分子式 C_3H_8)、汽油 (Gasoline) 等, 该类介质的生产、输送、储存场所是爆炸火灾危险场所。油气生产场所可能的火灾 (爆炸) 危险事故必须存在三个必备条件^[1]:

a 存在易燃气体、易燃液体的蒸气或薄雾; b 其浓度在爆炸极限以内; c 存在足以点燃爆炸性气体混合物的火花、电弧或高温。本文从分析如何消除条件 c 入手, 确保爆炸火灾危险环境生产中无电火花、电弧或高温, 电气设备布局安全距离符合现有规范, 从技术上做到即使油气生产场所所有可燃气体或蒸气泄漏, 但也没有点燃、引爆的能量。

1 油气生产场所电气设备布置 (防火间距)、电线电缆敷设

1.1 电气防火间距

在石油天然气场站建设 (改扩建) 中, 变配电所、电力线路、电力变压器等电力设施以及高温明火设施的防火间距现行规范有明确的数据, 但防火规范未明确柴油发电机组的布局。发电机组排烟管温度高达 $350 \sim 800^\circ\text{C}$, 建议采用等同于防火规范中

“表 5.2.1 中有明火或散发火花地点 (含锅炉房)”或“表 5.2.3 中加热炉、锅炉房”^[2] 规定的间距布局。

1.2 电线电缆敷设原则

石油天然气场所电线电缆选用原则, 执行“第 2.5.8 条 爆炸性气体环境电气线路的设计和安装应符合下列要求”^[1] 条款设计电力线路, 采用电缆沟敷设电线电缆时严格按“站场内的电缆沟, 应有防止可燃气体积聚及防止含可燃液体的污水进入沟内的措施。电缆沟通入变 (配) 电室、控制室的墙洞处, 应填实、密封”^[2] 实施; “当易燃物质比空气重时, 电气线路应在较高处敷设或直接埋地, 如果采用电缆沟敷设时沟内应充砂, 并宜设置排水措施”^[1]。

1.3 电气设备有明火高温设备应布置在上风口

在天然气场站改扩建中容易忽略站场常年风向问题。按防火规范的要求, “变压器、发电机组、配电室、阴极保护房间、有明火或散发火花的地点等应布置在全年最小频率风向的上风侧”^[2]。

2 石油天然气场站区域可燃气体探测、电气设备选型

2.1 安装可燃气体探测设备

在油气生产场所安装可燃气体报警器, 及时探

收稿日期: 2008-01-08

作者简介: 王天禄 (1966-), 男, 四川江油人, 工程师, 本科, 主要从事天然气生产供配电技术管理工作。电话: (0816) 3611180

©1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

测油气生产场所释放的可燃气体,为油气生产安全提供一个监控手段。石油设施电气装置场所分类中“可燃气体探测设备的应用”^[3]明确了可燃气体探测设备的安装、选型、报警上下限和检定周期。在现有的油气生产场所中,很少安装可燃气体探测设备,按“石油天然气站场等级划分”分级^[2],建议在四级以上站场的可能泄漏点以及五级站可燃气体封闭环境安装可燃性气体探测设备。

2.2 爆炸危险场所划分

2.2.1 油气生产场所常见气体分类、分组^[3]

按“易燃可燃液体”分类知,油气生产中常见的天然气、丙烷、汽油等介质均属Ⅰ类易燃气体或液体,按“大气混合分组”为D组。油气生产常见气体或蒸气分组和自燃温度见表1。

表1 易燃气体和闪点低于37.8℃液体蒸气的分组和自燃温度表

物质名称	组别	自燃温度	
		℃	
天然气 (Methane)	D*)	999	630
丙烷 (Propane)	D*)	842	450
汽油 (Gasoline)	D*)	536~880	280~471
甲醇 (Methanol)	D*)	725	385
丁烷 (Butane)	D*)	550	288

2.2.2 场所分类准则^[3]

“场所分类准则”明确了Ⅰ类场所(爆炸火灾危险场所)是正常工作条件下、或因检修维护或泄漏经常存在、设备故障或工艺误操作等情况易燃气体或蒸气会存在于空气中,其数量足以产生爆炸或引燃混合物的场所为Ⅰ类1区;Ⅰ类2区仅在异常情况下(容器或系统偶然断裂或设备异常工作)存在易燃气体或蒸气的场所。“不分类场所”阐述了以下场所“由于从某些装置释放出易燃气体或蒸气的可能性很小,不管风速如何,某些场所可以不分类。如易燃物质被容纳在有阀门、法兰、管件或相似的连续金属管道或存放于合适的容器场所等”。在实际中往往存在把爆炸(火灾)危险场所扩大化,造成选用防爆电器过多的现象。

2.2.3 常见油气生产、加工场所分类简述^[3]

a.采油(气)树。通风不良的井口槽或地下槽自喷井,地下槽为1区,取样阀、压力表半径为1.5m的球形区为2区等。

b.易燃液体储罐。罐内液面以上至罐顶空间为1区,罐排气口、检测孔周围半径1.5m球形区为1区,罐壁外垂直空间3m内为2区等。

c.加工设备排气口。通风良好的未封闭区域的加工设备排气口在半径1.5m球形区为1区,在半径1.5~3m球环行区为2区。

d.仪表的控制装置排气口。通风良好的未封闭区域的仪表控制装置排气口在半径0.5m球形区为1区,在半径0.5~1m球环行区为2区等。

2.3 爆炸危险场所电器设备选型

2.3.1 油气场所常用防爆电器选型

电气设备选择按“爆炸性气体环境的电气装置”^[1]相关条款选择。油气生产场所常规的气体或蒸气分组为ⅡA级,T₁~T₃组[1](对应SY0025-95为D组^[3]),选用ExdIIBT₃防爆电器,就能完全满足油气生产场所安全需要。

2.3.2 户外、腐蚀环境电器型号标注

爆炸性气体环境的工艺装置一般采用露天或开敞式布置方式,电气设备不仅要防爆,还要考虑户外环境和电器防腐(空气中含有硫化氢等腐蚀性气体或酸性液体)情况。在选型中未加后缀(防腐、户外)的电器,使用一段时间后,隔爆面会生锈、电气设备内会生成凝结水^[5]等。

2.4 防爆电器的安装

在爆炸和火灾危险场所,电器设备电线电缆选型正确、电器设备防火间距满足要求还不够,该类场所的电器设备电线电缆安装必须严格按照国家标准设计94D801《爆炸和火灾危险环境电气线路和电气设备安装》标准图集安装施工。在该图集中,每一个局部的密封、封堵、配管方式、电缆沟充砂部位等都有详图。

2.5 防爆电器的维护保养

2.5.1 防爆电器常见的问题^[6]

a.密封问题。供应商提供的防爆电气设备中电缆引入压紧螺母为塑料制造,不符合防爆要求;防爆接线盒(箱)一个引入口两根或多根电缆引入的情况,不符合防爆要求;有的电缆引入口没有充分压紧;有些电缆尺寸与密封圈尺寸不匹配,电缆引入口没有密封措施与布线钢管贯通等。

b.防爆环境未使用防爆电器或防爆电器标示不清楚。

c.防爆电器防护等级(防水、防腐未加后缀WF)不符合户外使用要求。

d.防爆电气设备没有设外壳接地线。

2.5.2 防爆电器的维修注意事项

电气设备修理涉及到防爆性能(隔爆面损伤)时,修理过的部分应重新做一次例行试验。隔爆型外壳的维修注意事项^[9]如下:

a 严格遵循“先断电后开启外壳门、盖”的规定。

b 在爆炸危险场所进行修理时,仪器仪表要用防爆型的,工具应为不产生冲击火花的防爆工具。

c 隔爆型电气设备不宜拆装。需拆装时,应妥善保护隔爆面,不得损伤;无电镀或磷化层的隔爆面,经清洗后应涂磷化膏、电力复合脂或 204 号防锈油,严禁刷漆。

3 油气场站生产场所区域供电设计

3.1 TN—S 供电系统

防爆区域的配电设计推广 TN—S 系统,该系统的保护线 and 中性线分开,正常情况下保护线及设备外壳是不带电的,故障情况下短路电流通过保护线构成回路,回路电阻小,保护电器能迅速切断故障电流,使油气生产区及时脱离电器漏电风险^[7]。

3.2 爆炸火灾危险场所的电气保护及自动装置

爆炸危险场所的电气设备需要根据不同的安装地点,配置恰当的电气保护装置。

a 应装设短路保护、过负荷保护、接地保护,严格按“配电线路的保护”^[7]验算短路保护、过载保护,确保在相关故障下,保护电器及时动作切断电源。在 1 区、2 区爆炸危险区域内,单相线路上应安装双极开关,以便同时断开相线和零线。

b 装有机机械通风装置的爆炸危险场所,在通风机械与电气设备之间应有电气联锁装置。启动电气设备时,应先启动通风机械,当停用通风机械,应后停通风机械^[9]。

c 必要时可装设漏电保护器,当漏电电流超标时,迅速切断电源^[6]。

d 对 3~10 kV 电缆线路,宜装设零序电流保护;在 1 区内保护装置宜动作于跳闸;在 2 区内宜作用于信号^[6]。

4 爆炸火灾环境防雷、防静电及装置区联合接地中的几个问题

从技术措施上消除雷电、静电引起的电火花,在

实际中有以下几个问题需要引起重视。

4.1 油气生产场所防直接雷引用规范问题

建筑物防雷设计规范总则明确“本规范不适用于油罐、化工户外装置的防雷设计”^[8],但一些设计中仍然使用该规范对油罐、化工(油气场站)户外装置进行防雷设计。

4.2 油气生产场所独立避雷针保护范围计算方法

“雷电先导通道发展到离地面一定高度 H 时,地面上的避雷针才可能影响雷电先导的发展方向,使雷电先导通道沿着电场强度最大的方向击向避雷针。雷电定向高度 H 与避雷针高度 h 有关,根据模拟实验, $h \leq 30$ m 时 $H \approx 20$ m; $h > 30$ m 时, $H \approx 600$ m。由于绝大多数的雷云都在离地面 300 m 以上,故避雷针的保护范围是根据室内人工雷电冲击电压下的模拟研究确定的,并经过多年的运行实践检验”^[9]。《防雷接地及保安技术》中“避雷针(线)保护范围的计算”^[10]分析了“折线法”和“滚球法”各自保护范围和应用范围,《避雷针保护范围的计算方法》一文中分析了“折线法”和“滚球法”的各自特点^[11]。笔者根据相关文献论述认为,油罐、化工(油气场站)户外装置需要独立避雷针时,建议采用“折线法”计算保护范围,该法既设计直观、计算简便又符合 GB 50183—2004《石油天然气工程设计防火规范》要求,还节省投资。

4.3 油气生产爆炸火灾危险场所联合接地实际操作性不强

用电设备工作接地和安全接地,化工设备、工艺管道、电缆桥架、防爆电器线路配线钢管等防感应雷电流接地,化工设备及管道防静电接地,装置区化工设备管道上仪表接地等在设计中分属多个专业,在实际施工图中没有汇总的接地总图。这就给施工验收、接地检查带来了困难。为了油气生产场所爆炸火灾危险环境各种接地可操作性,根据装置地网设计归属电专业的现状,建议工艺、设备、自控、给排水、热工、建筑等专业所需接地进行统计汇总报电专业统一出爆炸火灾危险环境接地总图,并在该图中绘制电器设备周围需要的等电位连接线。

4.4 接地装置的布置与冲击接地电阻

信息技术、自动化技术等飞速发展,对防雷接地

技术发展提出了更高的要求,接地装置一改过去型钢水平接地、垂直接地(局部也有深井接地)的单一局面。现阶段防腐离子接地体、防腐长效降阻接地极、电解地极、铜包钢接地棒、纯铜接地棒、接地模块等先后投入使用,但无论是传统接地极还是新型接地极,在土壤中雷电流泄放时都存在火花效应、电感效应,工频接地电阻与冲击接地电阻是有较大区别的。接地体相互影响并对冲击系数影响,“各个接地体之间相互屏蔽,使冲击电流流散条件变坏,较长的水平接地体电感效应更明显”^[9]。在油气生产场所接地装置布置时,接地极应尽量布置在距离主要被保护设备、设施附近,避免接地装置在流过雷电流时有较高的残压值二次反击被保护物。

4.5 接地装置和被保护体防腐蚀问题

传统地网大多数选用型钢热镀锌,接头焊接处加沥青涂敷,经多年实践表明,地网金属在土壤中有不同程度的腐蚀,甚至水平接地体断线、垂直接地体连接线断开等。大多被保护体是铁合金,它的活性大于铜或以碳为主的接地模块,如果接地体中大量采用铜材和接地模块,防雷、防静电和电气设备接地的被保护体会失去电子被腐蚀。建议在大型地网设计中,应对地网土壤取样分析,对土壤潮湿、酸或碱性、电解质含量高等环境,应考虑地网防腐蚀问题;慎重选用铜包钢接地棒、纯铜接地棒、接地模块等新地极,该类材料的活性比铁合金(被保护体)差,在

这样的地网中,被保护体有加速腐蚀的危险。

5 结语

油气生产场所爆炸火灾危险环境中,要消除电火花、电弧或高温,必须从新(改)建工程的总图防火间距、电气设计、电气安装、防雷、防静电以及电气维护保养等方面全面开展工作。

参考文献:

- [1] GB 50058—92 爆炸和火灾危险环境电力装置设计规范[S].
- [2] GB 50183—2004 石油天然气工程设计防火规范[S].
- [3] SY 0025—95 石油设施电气装置场所分类[S].
- [4] GB 50160—1992(1999年版) 石油化工企业设计防火规范[S].
- [5] 谢承鑫,王立昌,刘淑琴,等.工厂常用电气设备手册[M].北京:水利电力出版社,1988.
- [6] 王尽余,潘妙琼,王涌.防爆电器[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [7] GB 50054—95 低压配电设计规范[S].
- [8] GB 50057—94(2000年版),建筑物防雷设计规范[S].
- [9] 沈培根,刘顺喜.防雷与接地装置[M].北京:化学工业出版社,2006.
- [10] 中石油天然气总公司开发生产局.防雷接地及保安技术[M].成都:电子科技大学出版社,1994.
- [11] 卢伟辉,黄旭丹.避雷针保护范围的计算方法[EB/OL].北极星电气技术网.