

石油化工企业电气防爆设计研究

Research on Electrical Explosion-proof Design of Petrochemical Enterprises

杨平国

Pingguo Yang

江苏苏美达集团 中国·江苏南京 210000

Jiangsu SUMEC Group, Nanjing, Jiangsu, 210000, China

摘要: 论文先介绍了石油化工企业爆炸性环境电气设计的规范依据,再说明如何开展爆炸危险区域划分,以此为基础,分别从明确配电布置和安装要求、选择电气设备、电气接地与线路设计方面展开电气防爆设计工作,以期全面提高石油化工生产期间的安全性。

Abstract: This paper first introduces the normative basis for the electrical design of explosive environment in petrochemical enterprises, and then explains how to divide explosion hazardous areas. Based on this, the electrical explosion-proof design is carried out from the aspects of clarifying the distribution layout and installation requirements, selecting electrical equipment, electrical grounding and cable feeder design, in order to comprehensively improve the safety during petrochemical production.

关键词: 石油化工企业; 爆炸危险区域; 电气防爆设计

Keywords: petrochemical enterprises; explosion hazardous area; electrical explosion-proof design

DOI: 10.12346/etr.v3i9.4211

1 引言

由于石油化工企业在占地方面较为集中,且具有大型化的特点,同时,生产物料多为易燃易爆介质,因此,具有较高的危险性。为了降低电气引发爆炸的发生概率,确保生命和财产安全。可见,加大对电气防爆设计的研究力度,做好电气防爆设计工作尤为重要。

2 设计规范依据

目前,中国石油化工企业电气防爆设计主要遵循为 GB 50058—2014《爆炸危险环境电力装置设计规范》、GB 3836.1—20《爆炸性气体环境用电气设备》和 GB 12476.1~10《可燃性粉尘环境用电气设备》。GB 3836 系列和 GB 12476 系列主要参考了国际电工委员会 IEC 60079 系列,国际电工委员会正在完善气体和粉尘两个标准体系的合并工作,所以,中国目前暂时还是两个标准体系共存阶段。

3 设计时的环境依据

爆炸性物质按其在地面、井下的不同分布和采取的防爆措施不同一般分为三类,第 I 类为:矿井甲烷。第 II 类为:爆炸性气体和蒸汽。第 III 类为:爆炸性粉尘。石油化工企业在石油生产、加工、处理和运输等过程中可能出现的爆炸性混合物一般为第 II 类爆炸性物质,个别为第 III 类爆炸性物质。

4 爆炸危险区域划分

尽管石油化工企业中涉及多个易燃易爆品的使用,但并不是所有区域均属于爆炸危险区,对此,需采取科学且合理的方式对危险区域进行划分,将各区域的危险等级作为依据,开展电气防爆设计工作。原则上,爆炸危险环境区域划分应由工艺专业工程师和电气专业工程师共同商议决定,具体划分步骤为^[1]:

其一,由工艺专业提供可燃性物质明细表及其特性,释放源位置,释放等级,通风类型和等级,级别和温度组别,

【作者简介】杨平国(1981-),男,中国江苏南京人,本科,注册电气工程师、高级工程师,从事石油化工、光伏新能源 EPC 设计和管理等研究。

工艺布置图等。

具体实施时，需要注意两个方面问题。

① 气体和蒸汽的分级原则。

爆炸性气体混合物分级如表1所示。

表1 爆炸性气体混合物分级

级别	最大试验安全间隙 (MESG) (mm)	最小点燃电流比 (MICR)
II A	≥ 0.9	> 0.8
II B	0.5 < MESG < 0.9	0.45 ≤ MICR ≤ 0.8
II C	≤ 0.5	< 0.45

当释放源为单组分气体物质，可以直接查表得到对应级别，但为多组分气体的混合物时，需要计算混合气体的MESG值来确定级别，例如：

某种气体所含组分为：乙烯 50%，氮气 20%，甲烷 15%，丙烷 15%（见表2、表3）。

将各组分的MESG值和体积百分比代入下式：

$$MESG_{mix} = \frac{1}{\sum_i \left(\frac{X_i}{MESG_i} \right)}$$

对于含有像氮气这样的惰性组分的混合气体，如果氮气的体积小于5%，则氮气MESG值取无穷大；如果氮气的体积大于或等于5%，则氮气MESG值取2。根据以上信息可计算出结果：

$$MESG_{mix} = \frac{1}{\frac{0.5}{0.65} + \frac{0.15}{1.12} + \frac{0.15}{0.97} + \frac{0.2}{2}} = 0.863$$

所以，对照表1，此混合气体归为II A类。

② 通风条件对区域划分的影响。

通风的主要形式有自然通风和人工通风。通风等级有高级 (VH)、中级 (VM) 和低级 (VL)，分级见表4。通风的有效性分为良好、一般、差，分级见表5。

通风对各类区域的影响可归纳在表6中。

表2 可燃性气体或蒸汽爆炸性混合物分级、分组

序号	物质名称	分子式	级别	引燃温度组别	引燃温度 (°C)	闪点 (°C)	爆炸极限 V%		相对密度
							下限	上限	
1	甲烷	CH ₄	II A	T1	537	气态	5.00	15.00	0.60
2	丙烷	C ₃ H ₈	II A	T2	432	气态	2.00	11.10	1.50
3	乙烯	C ₂ H ₄	II B	T2	450	气态	2.70	36	1.00

表3 组分及其MESG值

组分	摩尔质量	爆炸体积百分比下限 (%)	爆炸体积百分比上限 (%)	引燃温度 (°C)	蒸汽压强 (25°C 下 mmHg)	闪点 (°C)	NEC 组别	MESG (mm)	MICR
乙烯	28.05	2.7	36	450	52320	-104	C	0.65	0.53
甲烷	16.04	5.0	15	600	463800	-162	D	1.12	1.0
丙烷	44.09	2.1	9.5	450	7150	-42	D	0.97	0.82

表4 通风等级分级

通风等级	含义
高级通风 (VH)	能在释放源处瞬间降低其浓度到低于爆炸下限，区域范围很小（甚至可以忽略不计）
中级通风 (VM)	能够控制浓度，释放源正在释放中，能使区域界限外部的浓度稳定地低于爆炸下限，停止释放后，爆炸性环境持续存在的时间不会过长
低级通风 (VL)	释放源释放过程中，不能控制其浓度，停止释放后，也不能阻止爆炸性环境持续存在

表5 通风有效性分级表

通风有效性分级	含义
良好	通风连续地存在
一般	在正常运行时，预计通风存在。允许发生短时、不经常的不连续通风
差	不能满足“良好”或“一般”标准的通风，但不会出现长时间的不连续通风

表6 通风对区域类型的影响

释放等级	通风等级						
	高			中		低	
	有效性						
	良好	一般	差	良好	一般	差	良好、一般或差
连续级	(0区 NE) 非危险	(0区 NE) 2区	(0区 NE) 1区	0区	0区+2区	0区+1区	0区
1级	(0区 NE) 非危险	(1区 NE) 2区	(1区 NE) 非2区	1区	1区+2区	1区+2区	1区或0区
2级	(2区 NE) 非危险	(2区 NE) 非危险	2区	2区	2区	2区	1区至0区

其二,电气专业工程师结合工艺专业的条件,对照规范要求,在工艺设备布置图以及总平面图基础上,最终完成危险区域划分草图的设计,并确定可燃物质的组别与级别。结合得到的结果,组织相应的会议,会议主要内容是划分爆炸危险区域,会议成员包括设计负责人以及参与设计工作的其他人员,针对前期设计出的划分草图进行研究,结合实际情况,找出草图中存在的不足,并给出相应的修改意见,做好备案工作,同时还需对重新修改后的草图进行二次审批,为后期电气防爆设计工作的有序、安全进行提供保障。

5 电气防爆设计

5.1 一般规定

①爆炸性环境的电力装置设计宜将设备和线路,特别是正常运行时能发生火花的设备布置在爆炸性环境以外。当需在爆炸性环境内时,应布置在爆炸危险性较小的地点。②在满足工艺生产及安全的前提下,应减少防爆电气设备的数量。③爆炸性粉尘环境内,不宜采用携带式电气设备。④爆炸性粉尘环境的事故排风用电动机应在发生事故的情况下,在便于操作的地方设置事故启动按钮等控制设备。⑤在爆炸性粉尘环境内,应尽量减少插座和局部照明灯具的数量。

5.2 变、配电所和控制室的设计要求

①变、配电所和控制室应布置在爆炸性环境以外,当条件限制,必须布置在1区、2区内,则应为正压室。

②对于可燃物质比空气重的爆炸性气体环境,位于爆炸危险区附加2区的变、配电所和控制室的电气和仪表的设备层地面,应高出实物地面0.6m。

5.3 采用非防爆型设备作为隔墙机械传动的的设计要求

①安装电气设备的房间,应是非燃烧体的实体墙与爆炸危险区域隔开。②传动轴通过隔墙处应采用填料函密封。③安装电气设备房间的门窗,应在非爆炸危险区域的环境范围。

5.4 科学选择电气设备

设备选择期间,需对爆炸危险区划分以及设备类型与防爆结构要求进行综合考量。选用设备的级别与组别均要低于爆炸性气体环境区域内气体混合物的级别与组别,确保电气防爆设计的安全性与科学性,同时,危险区域的电气设备也需符合周边环境的要求。而在选择正压型电气设备、通风系统时,需遵循与之相关的具体原则。

此外,开展通风系统连接工作时,需采用非燃性材料,通风作业需在设备运作前进行,当通风量大于电气设备和通风系统容积5倍时,方可启动电气设备。设备运行过程中,需对进入的气体进行严格管控,避免易燃物质进入到设备中,不利于设备的正常、安全运行,为电气设备安装多个排气口,最终完成通风系统的连接^[2]。

5.5 防爆产品标识举例

①用于爆炸性气体环境用ⅡB等级浇注型电气设备“ma”(EPL Ga),最高表面温度低于135℃。

标识: Ex ma Ⅱ B T4 Ga。

②ⅢC导电性粉尘的爆炸性粉尘环境用保护等级“p”(EPL Db)电气设备,最高表面温度低于120℃。

标识: Ex p Ⅲ C T120 Db。

5.6 电气接地与线路设计

开展石油石化企业电气设备接地设计时,需严格按照相应的规范进行,以保证接地设计准确、安全。明确实际需求,对总方案进行设计,确保等电位联结符合设计要求,并将其设置在生产装置中,促使防雷接地、防静电接地以及保护接地等连接在一起,共同构成等电位联结的接地网络,使网络之间的距离符合实际要求。

此外,应在生产设备附近等电位联结保护接地的金属构件、干线、企业内部可导电体及输送管道等,为电气设备的安全、稳定运作提供保障。同时,还需依托于电气设备接地时的相关要求,对电气系统防爆性能进行设计,进一步增强电气设备运行的稳定性。

石油石化企业运行与生产中,电气线路设计工作起着极为关键的作用,是保证电气设备稳定运行的前提,同时,线路设计质量与电气防爆安全性能息息相关,因此,需严格按照相关标准,明确设计要求,开展线路设计工作,在设计时,应落实以下三种原则:

首先,尽可能将电气线路设置在远离释放源的区域,规划电线与电缆铺设工作时,应使用不具备燃烧性能的堵塞对可能出现缝隙部位进行封堵,开挖沟渠时,也需应用此类堵塞,避免外界因素的影响引发安全事故。若在铺设电气线路时,沿着易燃气体管道或栈桥进行,需保证选用的管道不具备较高的危险程度。在此期间,若易燃物的重量大于空气,则需将电气线路铺设在管道上方,但如果易燃物轻于空气,应将线路布置在管道下方区域。其次,对于石油石化企业中存在的爆炸性危险区域环境,该区域的绝缘照明线路及低压电力的电压高于企业电缆额定电压,但最低电压不得低于500V,以此减少甚至是规避电气爆炸事故的发生。最后,在爆炸性气体环境下,需严格按照要求开展绝缘导线以及电缆截面的选择工作,对导体允许载流量进行设计时,可以大于熔断器熔体额定电流的1.25倍,但不宜再增加载流量,确保线路安全通电^[3]。

6 结语

综上所述,开展电气防爆设计工作时,需做好危险区域危险介质级别勘测与合理划分工作,同时,还应结合石油石化企业运作情况,选择合适的电气设备,严密设计电气设备、电气线路以及危险区域通风设计工作,确保电气防爆设计的有效性,为石油石化企业安全且稳定运行与生产提供基本保障。

参考文献

- [1] 孙清海.浅谈石油石化企业电气防爆设计[J].科技与企业,2014(13):239.
- [2] 戚云景.化工企业电气安全设计探讨[J].化工管理,2018(3):63.
- [3] 牟龙华,孟庆海.供配电安全技术[M].北京:机械工业出版社,2003.