

爆炸性环境中电气设计的要点分析

蔡赫

辽宁省石油化工规划设计院有限公司

[摘要]随着现代工业生产规模的扩大和产品种类的增加,对易燃易爆物质的需求越来越大。特别是石化和制药工程中存在着广泛的爆炸风险环境。电气设备产生的火花、电弧或高温往往是爆炸事故的主要原因之一。因此,正确分析爆炸危险场所的环境因素,严格、仔细地确定爆炸危险区域,经济、合理地选择防爆电气设备,是防爆电气设计的关键。防止爆炸条件的形成,降低爆炸危险程度。

[关键词]爆炸性环境; 电气设计; 设备保护级别; 电气设备; 防雷接地

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.10.2194

前言

我国常见的爆炸性场所有矿井、加油站、石油化工场所、爆竹制造厂等,在这些爆炸性场所实施电气设计时,必须要按照相关规定进行。在对爆炸性环境中电气进行设计时,要按照生产、加工、运输、贮藏这四个方面来开展,以便采取具有针对性的措施来防止易燃易爆气体或者液体的泄漏。由于爆炸性环境中的电气设计与一般民用电气设计不同,因此要对危险区域以及其所处的危险等级进行合理划分,从而能够选择恰当的防爆电器,最后还要参照国家以及行业的相关规定来进行设计,从而确保在爆炸性环境中电气设计具有一定的安全性。

一、爆炸成因分析

在正常生产或事故情况下,当环境中存在易燃气体或易燃液体的蒸汽或薄雾(即释放源),且其浓度在爆炸极限(爆炸下限和爆炸上限之间的范围)以内,同时存在足以点燃爆炸性气体混合物的火花、电弧或高温(即点燃源),上述三个因素同时出现,就具备了爆炸发生的条件。因此,防爆电气设计必须以这三个因素作为设计基础依据,将这三个因素同时出现的可能性降到最低。

二、分析爆炸性气体环境电气设计要点

1. 变、配电所的设置。含有爆炸危险场所的厂房,基本上都是甲、乙类厂房。变、配电所不应设置在甲、乙类厂房内或贴临建造,且不应设置在爆炸性气体、粉尘环境的危险区域内。供甲、乙类厂房专用的10kV及以下的变配电所,当采用无门窗洞口的防火墙隔开时,可一面贴临建造,并应符合现行国家标准GB 50058等规范的有关要求。对于易燃物质比空气重的爆炸性气体环境,位于1区、2区附近的变、配电所的室内地面(指安装电气设备的地面),应高出室外地面0.6m。

2. 气体防爆电气设备选型。根据爆炸危险区域的分区、电气设备的种类和防爆结构的要求,应选择相应的电气设备。选用的防爆电气设备的级别和组别,不应低于该爆炸性气体环境内爆炸性气体混合物的级别和组别。当存在有两种

以上易燃性物质形成的爆炸性气体混合物时,应按危险程度较高的级别和组别选用防爆电气设备。如介质为氢气和甲醇的防爆2区内的防爆操作柱应选用隔爆型,其级别和组别应不低于d II CT2。需要指出的是,若防爆电气设备安装户外露天场所,除应注明其级别和组别外,还需特别指出其外壳防护等级。防爆电气设备的防爆形式和外壳防护等级两个概念不能混为一谈。防爆电气设备按其防爆原理的不同而分为不同的防爆形式。如隔爆型防爆电气设备的外壳能承受内部的爆炸压力,并阻止内部的爆炸火焰向周围传播。显然其防爆性能与外壳防护等级无关,国家制造标准仅对其外壳的机械强度和结构形式作了相应规定,而外壳防护等级并无特别要求,只要满足基本的外壳防护等级要求即可。因此,绝大多数防爆电气设备均不能阻止灰尘或水进入其内部,因此不能将这些防爆电气设备直接安装在户外露天场所,也不能用水冲洗其外壳。设备的防水防尘性能是由其外壳防护等级决定,因此在选择防爆电气设备时必须同时提出外壳防护等级要求。同理,若防爆区内有腐蚀性介质的,同样需要特别指出其外壳的防腐等级。对于不同环境特征,仅列出防爆电气设备的级别和组别是不正确的。对于环境中同时存在爆炸性气体、粉尘或可燃纤维等,则必须选择相应的气体粉尘双防爆的电气设备。如其级别和组别可写成DIP A21T4/Exd IIBT4。

3. 电缆的选择及敷设。防爆区的电气线路往往不易检修,因此电气线路的设计非常重要。(1) 绝缘导线和电缆截面积的选择。在爆炸性气体环境1、2区内,绝缘导线和电缆截面积的选择应符合下列要求: 1) 导体允许载流量不应小于熔断器熔体额定电流的1.25倍,不应小于自动开关长延时过电流脱扣器额定电流的1.25倍。2) 引至电压为1 000 V以下的笼型异步电动机支线的长期允许载流量不应小于电动机额定电流的1.25倍。在选择电缆截面积时,还需要根据防爆区内具体的环境温度、敷设方式和供电半径等因素用适当的系数将载流量加以调整,这样,最终确定的电缆截面积可能会放大。如当防爆区环境温度为35℃时,电缆沿桥架敷设,

电缆长度为50m,为功率22kW三相异步电动机回路供电,按照校正系数为0.55考虑,电缆应选择ZR-YJV-3×25+1×16,其电缆截面积大于正常环境里的YJV-4×16。爆炸危险区内宜选用阻燃电缆,并不允许有中间接头,穿线管材应采用低压流体输送用镀锌焊接钢管。(2)线路保护的选择。线路保护方面,在1区内,单相网路中的相线及中性线应装设短路保护,并使用双极开关同时切断相线及中性线;对3~10kV的电缆线路,宜装设零序电流保护。在1区内保护装置宜动作于分闸,2区内宜动作于信号。(3)电气线路敷设。在爆炸危险场所,通常都采用铜芯线穿钢管明敷的方式。若厂房美观要求较高时,可在吊顶内敷设管线。从吊顶内引下的管线,穿越不同环境区域时,应严格按照规范和国标图集的要求,做好密封隔离措施。隔离点应选择在相对低的危险区一侧,在连接两个防爆设备的电气管口处,须各设置一个密封点。在电动机的进线口、钢管与电气设备直接连接有困难处及管路通过建筑物的伸缩缝(沉降缝)等处,应装设防爆挠性连接管。

4. 照明系统。防爆灯具的形式特殊,是一种封闭式灯具,结构复杂,不易检修,光源的发热量大,散热困难,灯具各部件的温升较高。因此,在进行照明灯具布置时,应在满足照度要求的情况下尽量远离释放源,以免由于其带来的温升形成局部高温,增加爆炸危险;应与主专业加强沟通,清晰地了解厂房的人流、物流走向及主要设备的外形尺寸,避免灯具安装位置的不合理造成后期检修困难;对于高大的厂房,安装在顶板的灯具要选用易于更换的光源。由于工业企业大功率电动机较多,电动机起动时会造成照明系统电压短时降低,所以在选择防爆灯具时应选择自带镇流器的灯具,以避免频闪现象和延长灯具寿命。

5. 防雷与接地系统。对于爆炸危险环境的防雷系统来说,除了建(构)筑物及设备本身的防雷外,还需要考虑排放爆炸危险气体的放散管、呼吸阀和排风管等是否处于接闪器保护范围内,如不在范围内则需按照规范要求加装接闪器保护上述位置。在确定保护范围前,需要清楚排放爆炸危险气体的放散管、呼吸阀和排风管是否有管帽、是否比空气重以及装置内外压差,以确定接闪器保护范围。当无管帽或装置内外压差大于25 kPa情况下,接闪器需要保护的很大,这就要求设计人员合理地布置接闪器位置,尽量降低接闪器高度,以便于施工和后期维护。在爆炸危险环境中,当发生短路、泄漏电流增大、雷电感应过电压或产生静电时,抑制过电压和过电流产生最为直接有效的方式就是接地。在爆炸危险环境中,电气设备的金属外壳应可靠接地。1区内的所有电气设备以及2区内除照明灯具以外的其他电气设备,应

采用专门的接地线。2区内的照明灯具,可利用有可靠电气连接的金属管线系统作为接地线,但不得利用输送易燃物质的管道。在有爆炸危险环境的厂房内,有很多的金属容器、管道、构架以及明设的电气管线等,很容易形成不同的感应电位和静电电压。为防止不同金属构件之间由于电荷释放而产生电火花引起爆炸,必须采取等电位联结。车间需要进行防静电接地的管道,当管道间或管道与阀门间的法兰连接能确保在长期运行中始终保持电气上的良好接触时(接触电阻不大于 0.03Ω),则可借用紧固法兰用的金属螺栓兼作静电接地通道,否则应进行跨接。管道接地应在每段管道全长电气连通的情况下,不少于两点,距离不应大于30m。对于防爆区内平行安装的管道、构架等较长金属物,其净距小于100mm时应采用金属线跨接,跨接点的间距宜不大于20m;交叉净距小于100mm时,其交叉处亦应采用金属线跨接。跨接线采用 6mm^2 多股铜芯导线。钢平台上两块相邻(非焊接)金属构件之间,应用 6mm^2 铜芯导线连通(螺栓压接)。对于露天安装的有爆炸危险的封闭金属贮罐,当其壁厚不小于4mm时,一般可不装设跨接器,但应接地,且接地点不应少于两处,两接地点间距离不宜大于30m。引入引出罐体的金属管道应在法兰等接头处做好电气连接。

6. 防静电设计

在发油台等必要的部位可以安装防静电报警装置;在成品油制作场中可以安装消除人体静电的装置;在输油管道之中要对电位进行并联接地处理;在输油管道的末端以及分支部位的200~300m之间要设有防静电接地装置;对电气设备进行接地时,其所选择的接地电阻不得超过4欧姆。

结语

爆炸危险环境中电气设计涉及的内容多,也有较多特殊的要求,在爆炸性危险环境之中进行电气设计时要遵循安全原则,时刻保持生产安全性质。设计工作者要对易爆炸的物质特性进行充分了解掌握,将爆炸性区域进行合理的划分,按照爆炸性环境电气设计相关依据来合理选择防爆电气设备,结合国家固定要求以及行业要求来充分做好电气设计工作,为爆炸性环境中的电气安全以及相关工作人员人身安全提供最大程度上的安全保障。

参考文献

- [1] 王宇. 关于爆炸性环境中电气设计的要点分析. 2019.
- [2] 刘德龙. 浅谈爆炸性环境中电气设计的要点分析. 2020.
- [3] 杨绍伟, 袁爱淑, 孙雅静. 爆炸性环境中电气设计的要点内容[J]. 现代建筑电气, 2016, 01(13): 109-127.