

单位消防安全管理教程

(下册)

主编 于振军



中国海洋大学出版社

单位消防安全管理教程

(下册)

主编 于振军

中国海洋大学出版社

· 青岛 ·

单位消防安全管理教程

于振军 主编

出版发行 中国海洋大学出版社

社 址 青岛市鱼山路 5 号 邮政编码 266003

网 址 <http://www2.ouc.edu.cn/cbs>

电子信箱 hdcbs@ouc.edu.cn

订购电话 0532—82032573 82032644(传真)

责任编辑 晗水

印 制 烟台现代印务有限公司

版 次 2005 年 12 月第 1 版

印 次 2005 年 12 月第 1 次印刷

开 本 850mm×1168mm 1/32

印 张 23.5

字 数 586 千字

定 价 78.00 元(上、下册)

版权所有

侵权必究

第二章 防火防爆技术对策

为了预防工业企业火灾爆炸事故的发生,限制工业企业火灾爆炸事故的蔓延扩大,减少人员伤亡和财产损失,必须从工业企业的设计、操作、检修等方面深入研究,采取相应的有效预防措施。

第一节 工业企业消防安全设计

一、区域规划

在进行区域规划时,应根据工业企业及其相邻的工厂或设施特点和火灾危险性,结合地形、风向等条件合理布置。

(一) 周围环境

火灾危险性较大的工厂、仓库不能布置在人口稠密的地带。当其沿江河岸布置时,宜位于邻近江河的城镇、重要桥梁、大型锚地、船厂、水源地等重要建筑物和构筑物的下游。易燃液体、可燃液体的罐区邻近江河海岸布置时,应采取防止泄漏的可燃液体流入水域的措施。

石油化工企业与相邻工厂或设施的防火间距不应小于表 6-6 的规定。

(二) 地理条件

1. 良好的工程地质条件

不应将厂址选在有滑坡、断层、泥石流、严重流沙、淤泥、溶洞、地下水位过高以及地基土承载能力低于 0.1MPa 的地区。

表 6-6 石油化工企业与相邻工厂或设施的防火间距

防火间距 (m) 石油化工企业生产区 相邻工厂或设施	除液化烃罐组、可能携带可燃液体的高架火炬外的工艺装置或设施	液化烃罐组	可能携带可燃液体的高架火炬
居住区、公共福利设施、村庄	100	120	120
相邻工厂(围墙)	50	120	120
国家铁路线(中心线)	45	55	80
厂外企业铁路线(中心线)	35	45	80
国家或工业区铁路编组站(铁路中心线或建筑物)	45	55	80
厂外公路(路边)	20	25	60
变配电站(围墙)	50	80	120
架空电力线路(中心线)	1.5 倍塔杆高度	—	80
I、II 级国家架空通信线路(中心线)	40	50	80
通航江河岸边	20	25	80

注：①当相邻设施为港区陆域、重要物品仓库和堆场、军事设施、机场等对石油化工企业的安全距离有特殊要求时，应按有关规定执行。

②高架火炬的防火距离应经辐射热计算确定；对可能携带可燃液体的高架火炬的防火距离，并不应小于表中规定。

2. 地势条件

使用产生易燃、可燃液体的生产，宜选择在地势低洼平坦的地方，不宜选择在山顶或半山坡上，防止发生事故时液体向下流淌形成大面积火灾。

厂址、库址应避开爆破危险区、采矿崩落区以及可能受到洪水

威胁的地区。在山区或丘陵地区,厂区、库区应避免布置在窝风地带。

3. 主导风向

具有易燃、易爆危险的工业企业,应布置在邻近城镇、相邻企业或居住区全年最小频率风向的上风及侧风向。

(三) 消防环境

1. 消防水源

大型工业企业单位应尽可能接近水源地。水源地应保证水量充足、供水安全,以确保生产、生活用水及消防用水的需要。在选择易燃、可燃材料的堆场时,要特别注意消防用水的水源条件,因为扑救堆垛火灾时需要大量用水,而且连续供水时间很长。

2. 消防车道

厂区、库区周围应有便利的交通条件,以保证其一旦发生火灾,消防车能在最短时间安全迅速地抵达火场展开灭火战斗。消防车进入厂(库)区的通路不宜少于两条。当消防车道与铁路交叉时,应有备用车道,以防被列车堵截而贻误灭火时机。

二、工厂总体布置

(一) 按使用功能要求分区布置

1. 总平面布置的要求

工业企业总平面布置应在符合生产流程、操作要求和使用功能的前提下,建筑物、构筑物等设施联合多层布置,并且按功能分区,合理确定通道宽度;功能分区内各项设施的布置应紧凑合理。

2. 功能分区

工业企业按功能不同通常划分为以下几个区域。

(1) 生产车间及工艺装置区。包括各种工艺装置、设备、建筑物、构筑物、输送管线、中间贮槽及泵房等。

在进行该区布置时,应将产生高温、有害气体、烟、雾、粉尘的

生产装置,布置在厂区全年最小频率风向的上风侧,且通风条件良好的地段,并避免采用封闭式或半封闭式的布置形式。使用大宗原料、燃料的生产设施,宜与其原料、燃料的贮存及加工辅助设施靠近布置,并应位于上述辅助设施全年最小频率风向的下风侧。

(2)动力公用设施区。它包括 10KW 以上的变电和配电装置、供水装置、供气装置和锅炉房等。

总降压变电所应靠近厂区边缘地势较高地段,避免布置在粉尘、有腐蚀气体和有水雾的场所,并应位于粉尘、有腐蚀性气体场所全年最小频率风向的下风侧和有水雾场所冬季盛行风向的上风侧。氧(氮)气站、压缩空气站宜位于空气洁净的地段,氧(氮)气站空分设备的吸风口,应位于乙炔站和电石渣场及散发其他碳氢化合物设施的全年最小频率风向的下风侧。乙炔站应位于排水及自然通风良好的地段,并避开人员密集区和主要交通地段。

煤气站和天然气配气站,宜位于主要用户的全年最小频率风向的上风侧。煤气站的贮煤场和灰渣场,宜布置在煤气站全年最小频率风向的上风侧。

(3)仓库与堆场区。包括甲、乙、丙、丁、戊等各类物品的贮存库房、堆场、贮罐(槽)、装卸设备以及气柜等。

大宗原料、燃料仓库或堆场,应按照贮用合一的原则布置,场地应有良好的排水条件。易燃及可燃材料堆场宜位于厂区边缘,并应远离明火及散发火花的地点。甲、乙、丙类液体燃料罐区宜位于企业边缘的安全地带,并应远离明火或散发火花的地点,其地势应较低而不窝风。严禁架空供电线跨越罐区。电石库的布置,宜位于场地干燥和地下水位较低的地段,不应与循环水冷却塔毗邻布置。

(4)修理设施区。包括机械修理和电气修理、仪表修理、机车修理和建筑维修等设施。

(5)生产管理及其他设施区。包括办公楼、消防站及食堂、宿

舍、医院等生活设施。

生产管理设施应位于厂区全年最小频率风向的下风侧。消防站应布置在责任区的适中位置,并应使消防车能方便、迅速地到达火灾现场。消防站的服务半径应以接警起 5min 内消防车能到达责任区最远点进行确定。

厂区围墙的构造形式和高度,应根据企业性质、规模确定。围墙至建筑物、道路、铁路和排水明沟的最小间距应符合表 6-7 的规定。

表 6-7 围墙至建筑物、道路、铁路和排水明沟的最小间距(m)

名称	建筑物	道路	准轨铁路 (中心线)	窄轨铁路 (中心线)	排水明 沟边缘
至围墙 最小间距	5.0	1.0	5.0	3.5	1.5

注:①围墙至建筑物的间距,条件困难时,可适当减少;当设有消防通道时,其间距不应小于 6m。

②传达室、警卫室与围墙的间距不限。

(二)确定防火间距

防火间距的确定,主要是从防止热辐射造成火灾蔓延这个因素考虑的,其次还考虑到灭火操作和节约用地的要求。

防火间距主要由下列因素确定:①可燃物质的量;②处理可燃物的工艺条件、物质性质及泄漏的危险程度;③高压装置对相邻装置的影响;④设备本身的价值及对整个生产的影响程度;⑤仪表及控制设施复杂集中的程度;⑥灭火时需要的活动场地。例如,对具有沸溢特性的重质油品储罐区,其防火间距的确定主要应考虑油品的沸溢特性和储存量;对可燃气体贮罐的防火间距,应考虑爆炸火球波的范围和其辐射热的影响。

三、化工装置

(一)化工装置安全设计的措施

化工装置加工的原料和产品多属可燃或易燃易爆或有毒物质,所以潜在着火灾、爆炸或中毒的危险。这种危险性可分为第一次危险和第二次危险两种。第一次危险是指系统或设备内潜在有发生火灾、爆炸等危险,但在正常状态下不会危害人身或设备的安全。第二次危险是指第一次危险引起的后果,即直接危害人身、设备以及建筑物或构筑物的危险。

防止第一次危险产生第二次危险是进行装置平面布置或装置内设备平面布置的重要原则,其次是限制第二次危险的危害范围,第三是采取抢救和疏散的措施。比如火源设备(如装置内的加热炉、在工业时会产生火花的变配电室和控制室、高温设备等)应远离可能泄漏及散发大量可燃性气体的工艺设备、贮罐、压缩机、泵等,并且火源设备应布置在全年主导风向的上风向。

(二)生产设备的布置

为了有利于防火、防爆、防尘毒,生产设备宜布置在露天敞开或半敞开式的建筑物、构筑物内,并按生产流程、地势、风向等要求分别集中布置。

1. 设备布置露天化

严寒(-40°C)地区,机泵等设备应布置在厂房内。一般石油化工设备,包括塔、炉、冷换设备、真空过滤机、套管结晶机以及公用工程设施的开工锅炉、快装锅炉、变电设备等均宜露天布置。

2. 流程式布置工艺设备

按工艺流程的次序布置工艺设备叫流程式布置设备。近年来装置向大型化发展,要求流程式的程度越来越高。特别是加热炉与反应器、加热炉与减压分馏塔等,可不受防火技术规范的防火间距的限制而互相靠近(一般距离为 $6\sim 10\text{m}$),以减少散热损失和压

降。

(三)控制室的位置

考虑到节省投资、运行费用和方便操作,控制室宜靠近装置中心。为便于操作人员巡回检测,从控制室到装置的各个部分都应有人行通道,工艺设备距控制室的距离应大于7.5m。控制室朝向危险区的外墙上不应有门窗,控制室的结构要能抵抗爆炸冲击波的影响,并采用不燃的建筑材料建造。控制室的外门应朝向非危险区,以保证发生事故时操作人员能安全地从控制室撤出。控制室地坪应比周围装置地坪高450~600mm,以免可燃液体流入。控制室的通风系统应从安全区取风,并保持控制室有5~10mmHg柱的正压。控制室最好不设外窗,必须设置时应尽量减少窗户的数目。窗户应为固定式,并设在朝向非危险区的一侧。

(四)管线的设计与敷设

1. 一般管线的设计原则

(1)管线应成组、成排地布置。

(2)设备间的管线连接,应尽可能短而直,同时又要有一定的柔性。当管线改变标高或走向时,应避免管线形成积聚气体或液体的死角,如不可避免,应在高点设放空阀,低点设放净阀。

(3)除高温、高压管线必须用法兰连接外,其他管线应避免用法兰连接。对焊连接适用于 $D_g \geq 50\text{mm}$ 的管线连接。 $D_g \leq 40\text{mm}$ 的管线一般用承插焊连接或管螺纹连接。管线与设备、容器阀门等相连接或需要定期拆卸清扫检修的管线,才用法兰连接。输送腐蚀性介质管线上的法兰,应设塑料安全罩,在通道上部不得设法兰。

(4)尽可能不采用管沟敷设管线,若必须设管沟时(如离心泵的吸入管线不可能架空),在法兰和阀门处的管沟要适当加大。管沟内须有排水设施。管沟应尽量不穿越建筑和防爆区,如穿越防爆区时沟内要填沙,管线从填沙处引出时,应在引出口设罩以免雨

水和地面冲洗水进入管沟。

(5)不得将管架布置在排洪沟上。

(6)气体和蒸汽管线应从主管上部引出支管,以减少冷凝液的携带,管线要坡向主管或设备,以免积液。

(7)对较长的直管要使用导向支架,以控制热胀时可能发生的横向位移。为避免管托与管子焊接处的应力集中,大口径管和薄壁管常用鞍座,以利管壁上应力分布均匀并阻止管线旋转。

2. 管线综合布置

管线综合布置应与工业企业总平面布置、竖向设计和绿化布置统一进行。当技术、经济比较合理时,应共架、共沟布置。

(1)管线带的布置应与道路或建筑红线相平行,减少管线与铁路、道路及其他干管的交叉。当管线与铁路或道路交叉时应为正交,若正交有困难则要求交叉角不宜小于 45° 。

(2)管线综合布置宜按电信、电缆、电力电缆、热力管道、压缩空气、氧气、氮气、乙炔气、煤气及各种工艺管道或管廊、生产及生活给水管道、工业废水管道、生活污水管道、消防供水管道、雨水排水管道、照明及电线杆柱的顺序自建筑红线向道路方向布置。

(3)地下管线、管沟不得布置在建筑物、构筑物的基础压力影响范围内和并行敷设在铁路下面,也不宜平行敷设在道路下面。直埋式的地下管线,不应平行重叠敷设。

(4)地下管线交叉布置时,应符合下列要求:①给水管道应在排水管道上面;②可燃气体管道应在除热力管道以外的其他管道上面;③电力电缆应在热力管道下面、其他管道上面;④氧气管道应在可燃气体管道下面、其他管道上面;⑤腐蚀性的介质管道及碱性、酸性排水管道应在其他管线下;⑥热力管道应在可燃气体管道及给水管道上面。

(5)地下管线(或管沟)穿越铁路、道路时,管顶至铁路轨底的垂直净距不应小于 1.2m ,管顶至道路路面结构层底的垂直净距,

不应小于 0.5m。地下管线之间及地下管线与建筑物、构筑物间应保持一定的距离。

(6) 管线共沟敷设,应符合下列规定:①热力管道不应与电力、通信电缆和物料压力管道共沟;②排水管道应布置在沟底。当沟内有腐蚀性介质管道时,排水管道应位于其上面;③腐蚀性介质管道的标高,应低于沟内其他管线。④火灾危险性属于甲、乙、丙类的液体、液化石油气、可燃气体、毒性气体和液体以及腐蚀性介质管道,不应共沟敷设,并严禁与消防供水管共沟敷设。

(7) 地上管道的敷设,可采用管架式、低架式、地面式及建筑物支撑式。火灾危险性属于甲、乙、丙类的液体管道、液化石油气、腐蚀性介质的管道,以及比重较大的可燃气体、有毒气体的管道等,均宜采用管架敷设。此类管道除使用该管线的建筑外,均不得采用建筑物支撑式。

(8) 架空电力线路不应跨越用可燃材料建造的屋顶、生产火灾危险性属于甲、乙类的建(构)筑物及甲、乙、丙类液体和可燃气体贮罐区。

(9) 可燃气体、液化烃、可燃液体管道,应架空或沿地敷设。必须采用管沟敷设时,应采取防止气液在管沟内积聚的措施,并在进、出装置及厂房处密封隔断;管沟内的污水应经水封井排入生产污水管道。

(10) 火灾危险性属于甲、乙、丙类的液体、可燃气体管道及其管架跨越铁路和净空高度,不应小于 6.0m,跨越道路的净空高度不应小于 5m。沿地面或低支架敷设的管道不应环绕工艺装置和罐组四周布置。

(11) 工艺和公用工程管道共架多层敷设时,宜将介质温度等于或高于 250℃ 的管道布置在上层,而将液化烃及腐蚀性介质管道布置在下层;必须布置在下层的介质温度等于或高于 250℃ 的管道,可布置在外侧,但不应与液化烃管道相邻。

(12)氧气管道与可燃气体、液化烃、可燃液体的管道共架敷设时,氧气管道应布置在一侧,与上述管道之间宜用公用工程管道隔开,或保持不小于 250mm 的净距。

3. 管廊上的管线布置

管廊上敷设的管线种类主要有工艺管线、公用工程管线和仪表管线及电缆。

通常管架设计是按均布载荷计算的,但对大口径管线则按集中载荷考虑,因此大口径管线应尽量靠近管廊柱子。对于单柱的管架,应尽量使管线均称地布置在管架柱子的两侧。

单层管廊公用工程管线宜位于管廊中间。当采用双层管廊时,公用工程管线放在上层,工艺管线放在下层。低温管和不宜受热的物料管线,如液化石油气、冷冻管线等尽量不要靠近蒸汽管或不保温的热管线布置,也不能布置在热管线的上面。腐蚀性介质的管线要敷设在双层管廊的下层。

对高温管线,为了消除热膨胀的影响,通常设置“ $\cap$ ”形补偿器。补偿器一般水平放置。补偿器应高出管廊上其他管线 500~700mm。高温、口径大的管线宜布置在管廊外侧。补偿器的大小由管线固定点的间距、管内介质的温度和管径决定。管内介质温度在 150~300℃、固定点间距在 30m 左右时,补偿器的高和宽约为固定点间距的 8~10%。固定点间距不宜太大。补偿器的弯头附近不宜设置法兰或其他接管。

四、固定灭火装置

工业企业中使用的固定灭火装置主要有水喷雾灭火系统、蒸汽灭火系统、闭式自动喷水灭火系统、雨淋喷水灭火系统等。

第二节 点火源的控制

一、点火源的种类

引起工业企业火灾或爆炸事故的点火源,可分为四种类型,八个种类,即

- 1. 化学点火源 { 明火
 自燃发热
- 2. 电气点火源 { 电火花
 静电火花
- 3. 高温点火源 { 高温表面
 热辐射
- 4. 冲击点火源 { 冲击与摩擦
 绝热压缩

二、化学点火源的控制

(一)明火点火源的控制

生产性明火是生产工艺或维修作业所必需的,要加以严格管理和控制,使其不能与可燃物、爆炸性混合物接触。生产区域内的非生产性明火,则必须取缔或严格限制。

隔离是控制明火成为点火源的有效措施。例如,属于生产性明火的设备不但自身要有良好的封闭措施,而且宜隔离设置,使之与可燃物保持适当的间距;动火作业地点周围应消除一切可燃物。

强化管理职能是控制明火成为点火源的有效办法。必须对生产中存在或可能出现的明火,施以严格的管理和控制。如建立健全各种明火的使用、管理和责任制度,并认真实施检查和监督。

(二) 自燃发热点火源的控制

自燃发热点火源的控制措施,应依据发生自燃的机理不同区别对待。对于自身发热自燃性物质,关键是破坏反应发生的条件和防止热量蓄积。例如,为防止稻草堆自燃,应降低稻草的含水量,科学堆码,勿使之遭受雨雪侵袭;进行温度计测,经常翻垛晾晒、通风;避免长期堆积。对于受热能引起自燃的物质,关键是采取与热源可靠隔离的措施,特别是自燃点较低的物质应与能发生放热反应的物质隔离存放,并远离热源。

三、电气点火源的控制

(一) 电火花点火源的控制

1. 电火花的表现形式

电火花是电极间的击穿放电形成的,大量的电火花汇集形成电弧。电火花和电弧不仅能引起可燃物燃烧,还能使金属溶化、飞溅,具有很大的能量。

根据放电机理和产生电火花的部位不同,电火花可分为三种形式。

(1) 高电压的火花放电。当电极带高电压时,电极周围的部分空气被电击穿,产生电晕放电现象。当电压升高到一定值时(空气中火花放电,电压至少要 400V 以上),出现火花放电。这种放电火花主要发生在静电喷涂装置、X 射线发生装置及其他静电带电物体上,雷电也属于这种火花放电。

(2) 短时间的弧光放电。在开闭回路、断开配线、接触不良、短路、漏电、灯泡破碎等情况下发生的短时间放电,通常会在形状触头接触部位的间隙中产生一团温度极高、发光极强、并能导电的圆柱形气体,即电弧,因而称为短时间的弧光放电。

(3) 接点上的微弱火花放电。在自动控制用的继电器接点上或在电动机整流子及滑环等器件上,随着接点的开闭会产生微弱

火花放电。

2. 电火花点火源的控制

对所需点火能量较小的散发可燃性气体、易燃性液体蒸气、爆炸性粉尘等火灾爆炸危险场所,应根据火灾危险等级采用具有相应防爆性能的电力机械和设备,以避免产生电火花。要根据使用环境选用相应的电气配线,并且要及时检测线路和设备的绝缘性能,防止因设备线路老化而产生火花。在有火灾爆炸危险的场所,所有的金属外箱、框架、防护装置、机壳、导线管都要进行可靠接地,其接地电阻应由计算确定。

(二)静电火花点火源的控制

预防静电火花点火源的对策,首要的是抑制静电的产生;对于不可避免产生静电的场合,要采取措施使其迅速消散,防止积聚。

(1)抑制静电的产生。产生静电的主要原因在于两种相互接触、发生摩擦的物质的带电极性不同。选用在带电序列中相近的物质,在某种程度上可以抑制产生静电。此外,减少不必要的摩擦、接触和分离也能抑制静电的产生。

(2)接地。小于 $10^6 \sim 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 电阻率的物体是静电的导体,即使产生静电荷也可以迅速导走,不必专设静电接地导体。单纯用作导除金属导体静电的接地电阻应在 100Ω 以下。带电物体的接地线必须连接牢靠,并有足够的机械强度,以免接触不良产生火花。在有火灾爆炸危险性的场所、区域内,所有可能产生静电的设备、管道、装置、器具都应接地。一些互相联接离得较近的设备、管道、器具应该采用导体把它们联成一体,再进行可靠接地。可能产生静电的管道两端和每隔 $200 \sim 300\text{m}$ 处均应接地。平行管道相距 10cm 以内时,每隔 20m 应用连接线互相连接起来。

(3)添加导电填料。为使静电容易导出,可设法使绝缘材料变得具有一定的导电性能。例如把螺旋形接地线衬在橡皮中的导电橡皮管、金属丝和纤维混合编织成的导电织物都能增加材料的导

电性能。

在绝缘材料中掺入导电性能良好的物质也可以增加其导电性能。例如在橡胶生产过程中掺入一定数量的石墨粉使其成为导电橡胶；在塑料生产中掺入少量金属粉末或石墨粉制成导电塑料。

(4)添加抗静电剂。在易产生静电的物质中加入抗静电剂，能降低物质的体积电阻和表面电阻，加速静电泄漏，消除静电危险。在塑料、橡胶、化纤中，主要使用季胺盐类抗静电剂；在石油类液体中，可以加入环烷酸盐、合成脂肪酸盐等抗静电剂。

(5)增加空气湿度。当空气的相对湿度在70%以上时，物体表面往往会形成一层极薄的水膜。水膜能溶解空气中的二氧化碳，使表面电阻率大大降低，静电就会逸散。增湿对于消除易被水润湿的绝缘体的静电是有效的。对于不能被水润湿的绝缘体增湿则是无效的。物体温度超过室温，表面水分蒸发速度较快不能形成水膜时增湿也是无效的。

四、高温点火源的控制

(一)高温表面点火源的控制

1. 高温表面的表现形式

作为点火源的高温表面是指在一定环境中，能够向可燃物传递热量，并导致可燃物着火的具有较高温度的物体表面。

常见的高温物体表面有：加热炉体的外表面、干燥装置的高温表面、铸造生产的铁水、电加热器具、长时间通电运行的电气设备表面、生产及生活用的蒸汽管道或暖气片、烧红或烧热的金属或非金属材料、焊接过程中产生的金属焊渣等。常见的高温表面温度及点燃能力，如表6-8。

2. 高温表面点火的控制

控制高温表面的措施通常是绝热、冷却降温或保证可燃物与高温物体间有足够的间距等隔热措施。