

可燃液体操作

目录

	页码
1.0 范围	4
1.1 适用范围.....	4
1.2 危害.....	4
1.3 变更.....	4
2.0 建议	5
2.1 引言.....	5
2.1.1 综述.....	5
2.1.2 液体评估.....	6
2.1.3 非典型可燃液体.....	6
2.2 建筑结构和位置.....	8
2.2.1 综述.....	8
2.2.2 排水和围堰.....	10
2.2.3 围堰设备、预制建筑和储柜.....	11
2.2.4 管道系统.....	13
2.2.5 管道材料.....	16
2.2.6 管接头.....	16
2.3 场所.....	16
2.3.1 环境管理.....	16
2.3.2 通风换气.....	16
2.4 保护措施.....	17
2.5 设备和工艺.....	21
2.5.1 综述.....	21
2.5.2 可燃液体使用/截留 - 自动控制的切断/隔离装置.....	24
2.5.3 管道系统.....	26
2.5.4 输送系统.....	29
2.6 运行和维护.....	33
2.7 培训.....	34
2.8 人为因素.....	34
2.9 点火源控制.....	34
3.0 相关建议的技术支持	40
3.1 引言.....	40
3.1.1 液体评估.....	40
3.1.2 水溶性液体.....	42
3.1.3 乳液.....	42
3.1.4 粘性液体/粘性混合物.....	43
3.1.5 沸点低于 100°F (38°C) 的液体.....	43
3.1.6 比重大于 1 的液体.....	43
3.1.7 非典型可燃液体.....	43

3.2 建筑结构和位置.....	45
3.2.1 综述.....	45
3.2.2 管道系统.....	45
3.2.3 管材.....	45
3.2.4 管接头.....	46
3.3 场所.....	46
3.3.1 环境管理.....	46
3.3.2 通风换气.....	46
3.4 保护措施.....	46
3.5 设备和工艺.....	47
3.5.1 综述.....	47
3.5.2 管道系统安全切断阀.....	47
3.5.3 液体传输系统.....	47
3.6 运行和维护.....	48
3.7 点火源控制.....	48
4.0 参考文献.....	48
4.1 FM Global.....	48
4.2 其他.....	49
附录 A 术语表.....	50
附录 B 文件修订记录.....	52
附录 C 燃烧液体分类.....	55
C.1 可燃液体分类表.....	55
附录 D 房间/建筑爆炸和设备爆炸危险性评估.....	55
D.1 可燃液体蒸气-空气爆炸（燃爆）的特点.....	55
D.2 爆炸控制与保护.....	55
D.3 设备泄爆（燃爆）装置的设计.....	55
D.3.1 大于 1.5 磅/平方英寸表压力（0.1 巴表压力）的设备（高强度设备）的泄压口尺寸.....	55
D.3.2 等于或低于 1.5 磅/平方英寸表压力（0.1 巴表压力）的设备（低强度设备）的泄压口尺寸.....	56
附录 E 钢柱的保护.....	56

示意图清单

图 2.2.1.1. 使用/加工可燃液体的建筑和隔断室的位置和构造.....	8
图 2.2.3.1. IBC 贮存柜.....	12
图 2.2.3.2.A. A 预制式可燃液体仓储建筑 (PILSB).....	12
图 2.2.3.3. 可燃液体存放柜.....	13
图 2.2.4.7.A. 地上管道进入建筑物的首选布置.....	15
图 2.2.4.7.D. 埋地管道进入建筑物.....	15
图 2.5.1.13. 金属容器分配布置.....	24
图 2.5.3.1.4.A.2. 不同类型的软管.....	27
图 2.5.4.3.4. 压缩惰性气体传输方法.....	30
图 2.5.4.4.9. 轨道车装/卸站等电位跨接布置，可防止杂散电流产生火花.....	32
图 2.9.1.1.B.1. 用于敞开设备中可燃液体不超过 70 加仑（265 升）情况的危险区域适用电气设备的位置.....	36
图 2.9.1.1.B.2. 用于封闭设备中可燃液体不超过 70 加仑（265 升）情况的危险区域适用电气设备的位置.....	37
图 2.9.1.1.C.1. 用于敞开设备中可燃液体超过 70 加仑（265 升）情况的危险区域适用电气设备的位置.....	38
图 2.9.1.1.C.2. 用于封闭设备中可燃液体超过 70 加仑（265 升）情况的危险区域适用电气设备的位置.....	39
图 E.1.B. 保护钢结构的水喷雾系统.....	57

表格清单

表 2.1.2.2. 水溶性液体分组 6

表 2.2.1.1. 可燃液体使用区域 9

表 2.2.1.3.A. 位置 1: 可燃液体使用区域的建筑类型和空间隔离: 室外和低价值独立建筑 9

表 2.2.1.3.B. 位置 2-4: 可燃液体场所构造 9

表 2.2.2.1. 可燃液体使用区的排水和围堰设施相关建议 11

表 2.4.3. 可燃液体使用场所的喷淋保护 18

表 D.3.1. 爆炸泄压常数 56

1.0 范围

本数据册包含在有可燃液体操作、处理或输送的场所中，进行火灾和爆炸预防和保护的建議。它还涵盖装有可燃液体的室内儲罐。特定用途场所数据册中的建議可能会取代本数据册中的建議。

在本文档中，术语“可燃液体”是指任何有可测量闪点的液体。仅有闪点而无燃点的液体有可能产生设备爆炸的风险。没有燃点的液体不会造成池火灾危险。如无特别说明，术语“闪点”是指闭杯闪点。

本数据册未涉及以下主题：

- A. 便携式容器储存的可燃液体：使用数据册 7-29 《便携式容器储存的可燃液体》。
- B. 室外儲罐内储存的可燃液体：使用 FM Global 财产防损数据册 7-88 《室外可燃液体儲罐》。
- C. 释放不能得到限制的涉及可燃液体的工艺流程：使用数据册 7-14 《化工厂的消防保护》，数据册 7-79 《燃气轮机和发电机的消防保护》，或数据册 7-101 《蒸汽轮机和发电机的消防保护》。
- D. 反应性化学物质，包括与水反应的物质和自燃物。
- E. 气雾剂儲物：使用数据册 7-31 《气雾剂产品的存储》。
- F. 液化石油气。这些是在大气压下的气体。它们加压存储时为液体。如果容器释放出液化气，其将迅速转为气态，不会形成池火灾。

1.1 适用范围

仅有闪点而无燃点的液体，可能产生设备爆炸的隐患，应对其进行评估。本数据册的其余部分适用于既有闪点也有燃点的液体。

可燃液体场所可能发生的火灾，包括池火灾、三维（3D）流溢火灾、喷射火灾、爆燃式闪火或以上这些的组合。释放的类型和所导致的火灾，取决于各种因素，例如物料特性、数量、运行条件（例如温度、压力和流量）、设备和管道的材质以及单元操作和布置。

可燃液体的释放量及其所导致火灾的严重性之间存在直接关系。如果可燃液体的释放受限，那么基本的消防措施可控制火势并遏制其蔓延。因此，FM Global 关于可燃液体的最基本建议，是限制可能卷入火灾中的液体量。本数据册主要目标情形是：通过在工艺流程中尽量少地使用可燃液体，或通过安装在系统上安装自动切断装置，达到限制可燃液体泄漏量的目的。

相反地，大量可燃液体的持续流动，可导致持久和不断增强的火情。在某些情况下，切断可燃液体的流动可能导致情况更糟，例如：关闭正在冷却放热反应器的传热流体系统或关闭旋转涡轮的润滑油系统。对于此类火灾场景，根据场所的不同在其他数据册中提供了指南（例如，数据册7-14《化工厂的消防保护》和数据册7-101《蒸汽轮机和发电机》）。这些数据册中有更高级别的被动和主动防火功能的建议，可防控较大量可燃液体的释放，包括可能的持续不断释放。

1.2 危害

可燃液体以蒸气形式燃烧。低闪点液体在环境温度下容易点燃，而高闪点液体需要较高点火能量或物理变性（被迫形成小液滴）才能燃烧。

无论闪点的高低，由于流体会流动或扩散，这对单独采用顶棚层淋系统来控制火灾产生巨大挑战。火随液体的流动而蔓延，火的放热率将随液池表面积扩大而增强，使得很多位于实际池火范围之外的喷淋头启动运行。这些情况表明，除自动喷淋保护系统外，可燃液体使用场所还需要额外的防控措施，旨在限制火灾的总体严重性。采取措施阻止液体流动，限制泄出液体形成的液池面积很必要，以便控制喷淋头的工作面积，并减轻可能对设备和厂房造成的热损害。这些措施既适用于高闪点也适用于低闪点的液体，即便顶棚层淋系统可以扑灭高闪点（> 200°F [93°C]）液体池火。

1.3 变更

2024 年 1 月。中期修订。重大变更包括以下内容：

- A. 2.2.1.4 节。阐明了耐火结构。所有新的耐火结构均应由不燃材料建成。

- B. 2.1.2.2 节。增加 N-甲基吡咯烷酮 (NMP) 和二甲基亚砜 (DMSO) 为水溶液体。
- C. 2.1.3 节。修改了“非典型可燃液体”，以便与数据册 7-29《便携式容器储存的可燃液体》保持一致。
- D. 2.2 节。修改了建筑结构与位置，以便阐明，并使位置 1（低价值独立建筑）间隔距离与数据册 7-29《便携式容器储存的可燃液体》保持一致。
- E. 2.5.2 节。提供作为停止火灾前泄漏手段的泄漏探测装置或可燃气体爆炸下限 (LEL) 探测装置的使用指南，以降低对全套应急排水系统的要求。
- F. 完成了多项语法、编辑方面的修订。

2020 年 4 月。本文件已被全面修订。主要更改包括以下各项：

- A. 修改了“可燃液体”的定义，确认仅有闪点而无燃点的液体可能产生设备爆炸的危险。
- B. 增加了一个新章节，以阐明本数据册的“适用范围”（1.1 节）。
- C. 将数据册 7-88 中有关室内可燃液体储罐的指南内容纳入本数据册。数据册 7-88 现在仅适用于室外可燃液体储罐。
- D. 新增极高闪点液体（在“非典型液体”一节）的定义，取代以前的闪点在 450°F（232°C）或更高液体的指南（2.1.3.1 节）。
- E. 通过增加一个新表格（表 2.2.1.1），对可燃液体使用区的建议位置进行澄清。
- F. 修订了图（图 2.2.1.1）、表（表 2.2.1.3），关于可燃液体使用区的建议位置及其构造。
- G. 阐明了排水和围堰设施的意图（2.2.2 节和表 2.2.2.1）。
- H. 添加了有关经 FM 认证的 IBC 贮存柜的新指南（2.2.3 节）。
- I. 明确了经 FM 认证的预制式可燃液体仓储建筑（PILSB）和存放柜的相关指南（2.2.3 节）。
- J. 在表 2.4.3 “可燃液体使用场所的喷淋保护”中，增加了对比重（SG）> 1 的液体的保护选项。
- K. 对设备和工艺一节的修订：
 - 1. 添加了有关从多达十个金属容器分配高闪点液体的新指南（2.5.1.13 节）。
 - 2. 简化了管道系统，特指 ASME 标准（2.5.2 节）。
 - 3. 添加有关柔性软管的更多指南（2.5.2 节）。
 - 4. 明确了安全切断阀的位置和使用（2.5.2.4 节）。
- L. 修订了“运行和维护”一节，增加了对安全切断阀进行测试的指南（2.6 节）。
- M. 修订了点火源控制一节，纳入防止产生静电的进一步建议（2.9.2 节）。
- N. 根据章节号来重新为表格和示图编号。

2.0 建议

2.1 引言

只要适用，应使用经 FM 认证的设备、材料和服务。有关经 FM 认证的产品和服务的列表，参见 FM Approvals 在线资源“认证指南”。

2.1.1 综述

2.1.1.1 应将此数据册的所有内容应用于有闪点和燃点的液体。对于仅有闪点而无燃点的液体，如处于密闭设备中，应评估其爆炸风险。

2.1.1.2 按照 2.5.2 节的要求，将所有可燃液体的使用操作设置为在发生火灾时通过自动控制的关闭装置停止可燃液体的泄漏或切断可燃液体流。

2.1.1.3 根据以下内容，评估房间/建筑物或设备的潜在爆炸危险：

A. 如果满足以下任一条件，则存在房间/建筑物爆炸的危险：

1. 处理/加工/使用可燃液体时的温度等于或高于其常压沸点，且其闭杯闪点在 425°F (218°C) 或以下。
2. 加工过程中使用沸点低于 100°F (38°C) 的可燃液体。
3. 存在明确设备爆炸危险的设备占据房间/建筑物空间的 10% 以上，并且未按照 2.5.1.6 节的规定进行防护。

B. 如果满足以下任一条件，则存在设备爆炸的危险：

1. 处理/加工/使用可燃液体时的温度等于或高于其闭杯闪点，并且设备内存在蒸气空间。
2. 由于机械工艺（例如喷涂、混合等），可燃液体以雾状存在于设备内。

2.1.2 液体评估

2.1.2.1 按照此数据册的要求评估所有可燃液体、混合物和乳液。

2.1.2.1.1 对待可燃液体含量超过 20% 的每种水性混合物或乳液，需根据本数据册及其闪点进行评估。

2.1.2.1.2 将可燃液体含量不超过 20% 的每种水性混合物或乳液视为不会造成火灾的液体。如这些液体处于密闭加工容器中，应评估相关设备爆炸的隐患。

2.1.2.2 根据表 2.1.2.2 对水溶性可燃液体进行评估和分组。更多信息参见 3.1.2 节。

表 2.1.2.2. 水溶性液体分组

液体	体积百分比范围 (%)				
	第 1 组	第 2 组	第 3 组	第 4 组	第 5 组
乙醇 ^{注 1}	71 - 100	51 - 70	31 - 50	21 - 30	0 - 20
丙酮	16 - 80	DNA ^{注 2}	DNA	DNA	0 - 15
乙二醇、丙二醇、丙三醇	DNA	DNA	81 - 100	DNA	0 - 80
醋酸	DNA	DNA	90 - 100	DNA	0 - 89
N-甲基吡咯烷酮 (NMP)	DNA	DNA	86 - 100	DNA	0 - 85
二甲基亚砷 (DMSO)	DNA	DNA	81 - 100	DNA	0 - 80

注 1. 甲醇，乙醇，正丙醇，异丙醇，叔丁醇，烯丙醇。

注 2. DNA = 不适用。

2.1.2.2.1 从火灾危险的角度，不把第 5 组水溶性液体作为可燃液体对待；但是，它们确实有闪点并且有些可能存在燃点。如这些液体处于密闭加工容器中，应评估相关设备爆炸的隐患。

2.1.2.2.2 对待醇类和另一种与水混溶液体的混合物：合计百分比，其归类应基于总醇类百分比。例如，混合物包含 40% 酒精、30% 丙二醇，其余为水，其应作为 70% 酒精来对待（第 2 组）。

2.1.2.3 对于保护由可燃液体与固体混和组成的粘性混合物（定义见 3.1.4 节）的喷淋系统，该系统应能满足相关场所的消防需要或其设计应不低于 0.2 gpm/ft² (8 mm/min)、作用面积 2500 ft² (232 m²)。

2.1.3 非典型可燃液体

2.1.3.1 极高闪点液体

2.1.3.1.1 满足以下任一规定的液体应作为极高闪点液体对待：

- A. 闪点等于或高于 414°F (212°C) 的未加热液体。
- B. 闪点在 414°F (212°C) 或更高的被加热液体，其工作温度满足以下公式：

闭杯闪点 (°F) - 工作温度 (°F) > 324°F

闭杯闪点 (°C) - 工作温度 (°C) > 180°C

上述等式为温差值，直接换算数值不适用，计算中需根据温标使用差值。

C. 闭杯闪点为 450°F (232°C) 及更高的植物油和鱼油，被加热到小于或等于 150°F (65°C)。

2.1.3.1.2 根据 2.1.3.2 节对待硅油。

2.1.3.1.3 使用以下测试方法之一确认液体的闭杯闪点：

- ASTM D56：泰格闭杯闪点测试仪测定闪点的标准试验方法
- ASTM D93：宾斯基-马丁闭杯测试仪测定闪点的标准试验方法
- ISO 2719：闪点的测定 - 宾斯基-马丁闭杯法

2.1.3.1.3.1 该测试应重复 3 次。三次测试取平均值，如果得出的闭杯闪点等于或高于 414°F (212°C)，则根据本节规定对该液体的使用进行防控。

2.1.3.1.4 对待可能引起持久喷射火灾或 3D 溢流火灾的极高闪点液体，应遵循闪点在 200°F (93°C) 或以上液体的相关建议提供保护。

2.1.3.1.5 按以下要求保护极高闪点液体：

- A. 在液体使用区周围设置围堰，大小足以截留预计溢出量或其高度至少为 3 英寸 (76 毫米)。围堰可以与周围场所相邻。不需要排水设施和隔断室。
- B. 安装顶棚喷淋系统，其设计应当足以保护周围场所，或达到最低设计要求，即喷水强度 0.2 加仑/分钟/平方英尺 (8 毫米/分钟)、作用面积 2500 平方英尺 (232 平方米)。如相关场所不要求安装喷淋系统，那么无需因为这种液体而安装，除非该液体位于可燃的容器中。
- C. 为泵送或加压系统提供自动关闭功能。

2.1.3.2 硅油和硅乳液

2.1.3.2.1 将硅油含量不超过 50% 的水性硅乳液作为非可燃液体对待。

2.1.3.2.2 对于闭杯闪点等于或高于 200°F (93°C) 的直链硅油（也称为硅氧烷或甲基硅氧烷），如其被泵送、加热或可能从高架结构溢出，应作为可燃液体进行防控，并遵循闪点等于或高于 200°F (93°C) 液体的相关建议。

2.1.3.2.3 对于闭杯闪点等于或高于 200°F (93°C) 的直链硅油（也称为硅氧烷或甲基硅氧烷），如果是未加热、重力转移且不会从高架结构溢出的（包括从单层高的复合中型散装容器中分配），可遵循以下防护措施：

- A. 在液体使用区周围设置围堰，大小足以截留预计最大溢出量外加 2 英寸 (51 毫米) 超高。不需要排水设施。
- B. 将硅油使用区与存储区以及任何对非热污染敏感的区域隔离开。
- C. 设计顶棚喷淋系统，使用 K8.0 (115)、165°F (74°C) 喷淋头；设计要求：喷水强度 0.3 加仑/分钟/平方英尺 (12 毫米/分钟)、作用面积 2500 平方英尺 (232 平方米)。

2.1.3.2.4 对于闪点低于 200°F (93°C) 的所有硅油，需根据本数据册及其闪点将其作为可燃液体加以防护。

2.1.3.2.5 对甲基氢硅氧烷和功能性有基硅烷根据其闪点和本数据册进行保护。

2.1.3.3 浆状油墨

2.1.3.3.1 根据数据册 7-96 《印刷厂》对浆状油墨的操作进行防护。

2.1.3.4 水性聚氨酯泡沫包装系统

2.1.3.4.1 本节仅适用于以下常用于制造聚氨酯的液体：

- A. 聚亚甲基聚苯基异氰酸酯、二苯基甲烷二异氰酸酯或聚合物 MDI 或 PMDI 通常被列入“A 部分”。

B. 多元醇通常被列入“B 部分”。

2.1.3.4.2 多元醇与油或任何其他可燃液体（例如乙二醇或甘油）的混合物，应作为可燃液体对待。

包装系统中使用的多元醇，通常未与油或其他可燃液体混合。用于制造软质泡沫产品的多元醇通常要与油混合。

2.1.3.4.3 对于使用 PMDI 且 PMDI 不会造成飞溅或高位液体溢流的区域，采取以下方式防护：

A. 在液体使用区周围设置围堰，大小足以截留预计最大溢流量外加 2 英寸（51 毫米）超高。围堰可以与周围场所相邻。不需要排水设施和隔断室。

B. 安装顶棚喷淋系统，其设计可保护周围场所，或采用最低设计要求：喷水强度 0.2 加仑/分钟/平方英尺（8 毫米/分钟）、作用面积 2500 平方英尺（232 平方米）。

2.1.3.5 乳脂

2.1.3.5.1 根据 2.1.3.1.4 或 2.1.3.1.5，将乳脂或牛奶脂肪作为一种极高闪点液体对待。

2.1.3.6 不饱和聚酯树脂 (UPR)

2.1.7.6.1 根据本数据册以及 UPR 混合物的闪点，对使用 UPR 混合物的区域进行防护。

2.2 建筑结构和位置

2.2.1 综述

2.2.1.1 根据表 2.2.1.1 和图 2.2.1.1 的要求，使用室外场所、低价值独立建筑/使用区域、受保护独立建筑/使用区域或隔断室，将可燃液体操作和设备（如混合罐、储罐、泵、过滤器等）与非针对可燃液体风险设计的场所分隔开。

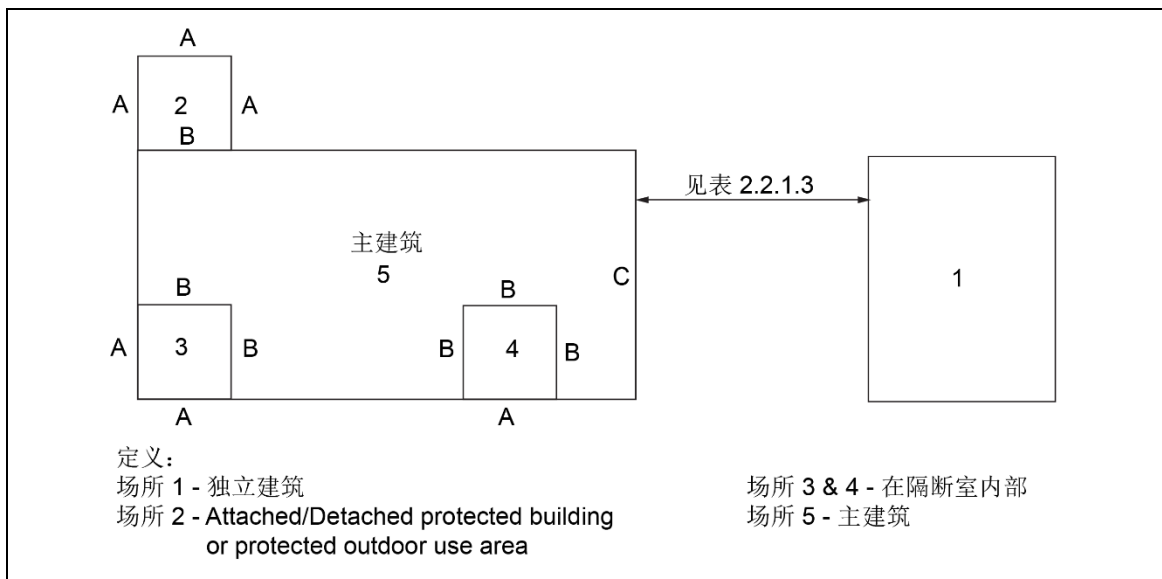


图 2.2.1.1. 使用/加工可燃液体的建筑和隔断室的位置和构造

表 2.2.1.1. 可燃液体使用区域

闪点 °F (°C)	体积 gal (L)	位置 ^{注 1}
任意	≤70 gal (265 L)	1, 2, 3, 4, 5
<200°F (93°C)	>70 gal (265 L)	1, 2, 3, 4
≥ 200°F (93°C)	>70 gal (265 L)	1, 2, 3, 4, 5 位置将取决于限制液体释放的能力。特定应用可能有其他适用数据册（例如，数据册 7-98《液压油》，数据册 7-37《切削液》等）。
极高闪点液体	任意	1, 2, 3, 4, 5
任意	房间/设备爆炸危险	1, 2, 3, 4

注 1. 位置 5 不要采用一堵墙来将液体使用区与其余区域分隔开。其他防护措施可能仍是需要的。

2.2.1.2 不要将设备（混合罐、储罐、泵、过滤器等）和含可燃液体的管道放在位于地下场所。

2.2.1.3 按照表 2.2.1.3.A、表 2.2.1.3.B 和 2.2.1.4 节建造室外场所、低价值独立建筑、相连/独立受保护建筑或隔断室。注意表 2.2.1.3.A 和表 2.2.1.4 包含以下假设：

- A. 低价值独立建筑（位置 1）采用不燃建材建造。
- B. 位置 2 至 5 具备充足的自动喷淋保护、围堰和排水装置，主建筑物拥有充足的自动喷淋保护系统。
- C. 室外使用区域（如室外工艺区等）配备了充足的喷水保护系统、围堰和排水装置。装货和卸货站的空间隔离要求参见数据册 7-88。
- D. 在存在爆炸危险的地方，应配备足够的限损结构（根据数据册 1-44《限损结构》）。

表 2.2.1.3.A. 位置 1：可燃液体使用区域的建筑类型和空间隔离：室外和低价值独立建筑

危险类型（定义见 3.1 节）	闪点，液体类型	与主建筑物的间隔距离 [ft (m)]	位置“C”墙体结构类型 ^{注 2} 或耐火时限 ^{注 3}
爆炸		参见数据册 1-44	
火	< 200°F (93°C)	50 (15)	任意
		25 (7.6)	NC
	≥ 200°F (93°C)	25 (7.6)	任意
		15 (4.6)	NC
任意	5 (1.5)	1 小时	

注 1. 参见 2.2.1.5 节以评估爆炸危险。根据数据册 1-44《限爆结构》设计泄压和耐压结构。

注 2. NC = 不可燃。

注 3. 耐火时限参照 ASTM E119 等级或相当的本地规范，且材料应为不燃材料。

表 2.2.1.3.B. 位置 2-4：可燃液体场所构造

位置 (参见图 2.2.1.1)	危险类型 (定义见 3.1 节)	与主建筑物的距离, ft (m)	隔断室/建筑结构 ^{注 1}		
			A	B	屋顶
2	爆炸 ^{注 2}	邻接	PV	PR/FR	PV 或 PR
	火	邻接	NC	FR	NC 任意
3 & 4	爆炸 ²	内部	PV	PR	PR
	火	内部	NC	FR	FR

注 1. 结构类型的定义如下：FR = 耐火时限 1 小时，不可燃耐火时限（参见 2.2.1.4 节）；PR = 耐压；NC = 不可燃；PV = 泄压。

注 2. 参见 2.2.1.5 节以评估爆炸危险。根据数据册 1-44《限爆结构》设计泄压和耐压结构。

2.2.1.4 隔断室的设计与构建

2.2.1.4 隔断室的设计与构建

2.2.1.4.1 如表 2.2.1.3 中有相关建议，采用耐火时限至少一小时的不可燃防火墙（根据 ASTM E119，建筑结构和建筑材料防火检测标准试验方法或相当的本地规范）。如果火灾的持续时间可能超过 30 分钟（例如，不受控制的泄漏、塑料或玻璃容器），则将墙体的耐火时限提高到两个小时。

2.2.1.4.2 使用防渗墙体，可把漏出的液体（例如可燃液体、喷淋头出水、室内消防水带出水）和蒸气禁闭在内部。

2.2.1.4.2.1 墙体设计可应对截留液位造成的液体压力。

2.2.1.4.3 按如下方式构建屋顶和顶棚：

- A. 对于顶棚低于主建筑物屋顶的隔断室，配备与隔断室内墙体具有相同耐火性能的顶棚组件。
- B. 如果独立建筑或隔断室与主建筑屋顶成一体，应根据数据册 1-29《屋面板固定及屋面板上的屋面组件》要求，采用不燃材质屋顶、经 FM 认证的 1 级钢板屋顶或经 FM 认证的隔热金属板屋顶。
- C. 对于具有木制屋顶组件的隔断室，应采用与隔断室内墙体耐火性相同的材料裹覆木制屋顶。
- D. 应根据数据册 1-12《顶棚和隐蔽空间》要求，在任何有可燃物的空间内安装喷淋头。

2.2.1.4.4 隔断室至少设置一个向外的通道。

2.2.1.4.5 向室内的开口应安装有适当防火性能且经 FM 认证的自动关闭防火门。

2.2.1.4.6 如果液池火灾会威胁钢柱的所有四个侧面，使用附录 E 中的指南保护钢柱。

2.2.1.5 根据 2.1.1.3 要求为有爆炸危险的房间/建筑物提供限损结构。更多指南请参考附件 D 和数据册 1-44《限损结构》。

2.2.1.6 在有可燃液体的区域，如果使用地面沟槽，请按以下步骤防止易燃蒸气或可燃液体在地沟中积聚：

- A. 应按照数据册 7-83《可燃液体相关的排水和围堰设施》安装排水系统，如本数据册其他部分提到此建议。
- B. 当管道系统输送的液体其闪点低于 100°F (38°C) 时，需在整個地沟内提供强制排气通风。如不提供通风，另一种方法是在地沟中填充沙子（这也将使地沟失去排水的功能）。
- C. 如果地沟在隔断墙下方穿过（例如，从邻近区域进入可燃液体室），请使用防渗的不可燃屏障在墙壁上切断地沟。

2.2.2 排水和围堰

2.2.2.1 对于可能引发可燃液体池火灾的室内或室外可燃液体使用场所或工艺流程，应按表 2.2.2.1 要求安装紧急排水和围堰设施。

2.2.2.2 根据数据册 7-83《可燃液体相关的排水和围堰设施》设计紧急排水和围堰设施，防止液体流入附近无可燃液体火灾隐患防控措施的区域。

2.2.2.3 在房间内围绕大型、固定可燃液体释放源（如储罐）设置围堰。

2.2.2.4 在任何室外可燃液体使用区周围建造围堰/围挡，以防控液体的释放。或者，在外部可燃液体区周围设置表面坡度，以引导可能的液体远离重要建筑物、公用设施、消防设备和其他关键区域。

表 2.2.2.1. 可燃液体使用区的排水和围堰设施相关建议

闭杯闪点, 液体类型	排水和/或围堰 (门槛/围挡) 设置的选项和替代方案
极高闪点液体 SG > 1	设置足以容纳最大容器或设备所释放液体的围堰。 围堰的设计应足以截留最大预期可燃液体泄漏量以及额外 2 英寸 (51 毫米) 超高。对围堰覆盖区域进行限制, 使其不超过喷淋系统作用面积。
≥ 200°F (93°C) 或者 可与水互溶	1. 提供紧急排水和围堰设施, 以防止泄漏液体流出喷淋系统工作区, 避免预期可燃液体最大释放量加上喷淋系统实际出水量 ¹ 流出事故始发房间/建筑物, 蔓延到无可燃液体隐患防控措施的区域。在所有室内门道处设置不低于 3 英寸 (7.6 厘米) 的门槛。 或者 2. 如果使用的喷淋保护选项已证实可以扑灭池火 (表 2.4.3), 则仅需设置围堰, 且其设计应能防控: 最大预期可燃液体泄漏量加上喷淋系统实际出水量 ¹ 在预期泄漏时间加上预期火灾持续时间内离开事故房间/建筑物, 蔓延到外面对可燃液体危害不设防的区域。无论计算得出的围堰高度是多少, 在所有室内门道处均应设置不低于 3 英寸 (7.6 厘米) 高的门槛。 或者 3. 根据此数据册要求, 安装围堰和特殊保护系统。围堰的设计, 应能使预期可燃液体最大释放量加上喷淋系统实际出水量 ¹ , 再加上特殊保护系统的排放量, 在 20 分钟之内不会蔓延到无可燃液体隐患防控措施的区域。无论计算得出的围堰高度是多少, 在所有室内门道处均应设置不低于 3 英寸 (7.6 厘米) 高的门槛。
<200°F (93°C)	1. 提供紧急排水和围堰设施, 按防止泄漏液体流出喷淋系统工作区来设计, 避免预期可燃液体最大释放量加上喷淋系统实际出水量 ¹ 流出事故始发房间/建筑物, 蔓延到无可燃液体隐患防控措施的区域。在所有室内门道处设置不低于 3 英寸 (7.6 厘米) 的门槛。 或者 2. 根据此数据册要求, 安装围堰和特殊保护系统。围堰的设计, 应能使预期可燃液体最大释放量加上喷淋系统实际出水量 ¹ , 再加上特殊保护系统的排放量, 在 20 分钟之内不会蔓延到无可燃液体隐患防控措施的区域。无论计算得出的围堰高度是多少, 在所有室内门道处均应设置不低于 3 英寸 (7.6 厘米) 高的门槛。

注 1. 喷淋系统的实际出水量, 由供水分析图上供水和喷淋系统曲线的交点确定 (有别于基于设计强度和面积的理论水流量)。

2.2.3 围堰设备、预制建筑和储柜

2.2.3.1 在生产区或不为使用可燃液体而设计的区域中使用中型散装容器 (IBC), 应采用经 FM 认证的贮存柜存放 IBC。见图 2.2.3.1。

- A. 如果采用了多个 IBC 贮存柜, 则各单元之间的最小间隔距离应为 5 英尺 (1.5 m)。
- B. 控制分配操作, 并提供一种在发生火灾时自动切断可燃液体流动的方法。
- C. 按照 2.4.4 节要求, 为 IBC 贮存柜提供保护。

2.2.3.2 使用经 FM 认证的预制式可燃液体仓储建筑 (PILSB), 作为永久性隔断室或独立可燃液体仓房的替代方案, 但需遵守以下限制规定。

- A. 这种柜体单元的设计使其能完全容纳储液量, 而且人员可进入 (见图 2.2.3.2.A)。储存在这些建筑单元中的液体不会泄漏出来, 因其被墙体阻截在内部。

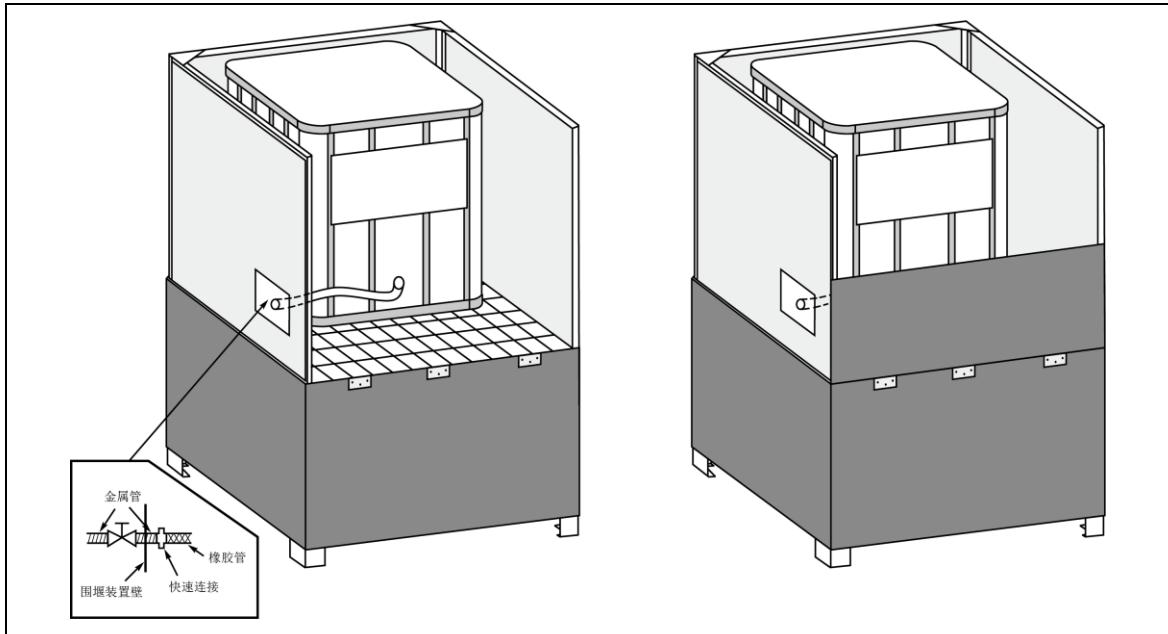


图 2.2.3.1. IBC 贮存柜

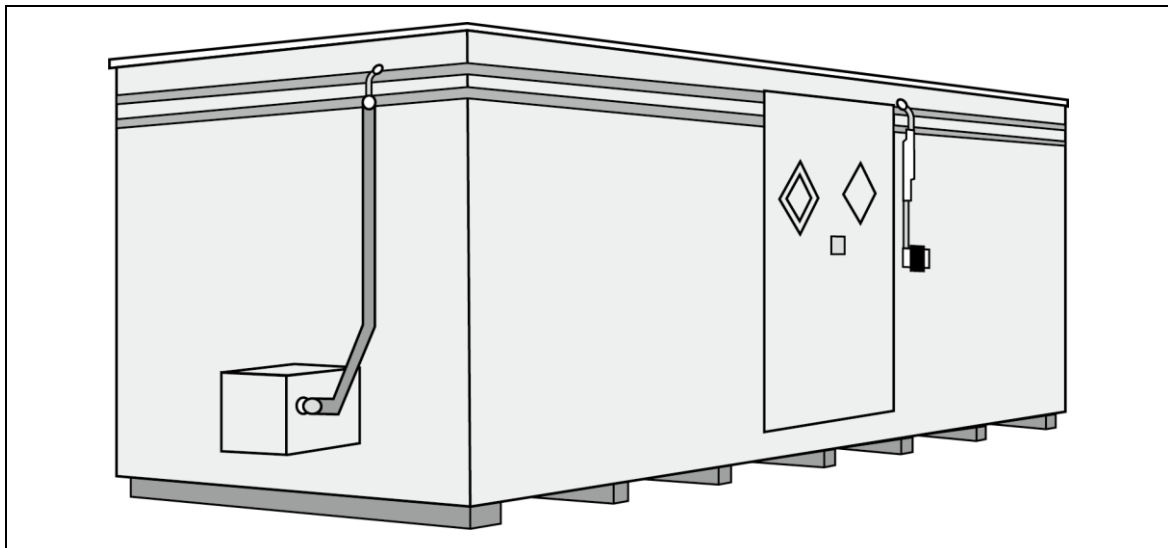


图 2.2.3.2.A. A 预制式可燃液体仓储建筑 (PILSB)

B. PILSB 必须有本标准中建议的所有主动和被动防护功能（例如，防火等级、围堰和排水、通风、点火源控制和自动消防）。

C. 不得在建筑物内存放和使用有泄爆功能的 PILSB 装置。

2.2.3.3 液体的室外储存应使用经 FM 认证的可燃液体存放柜。（参见图 2.2.3.3。）

2.2.3.3.1 如果存放柜位于建筑物内，应将其置于隔断室中，并基于其使用情况（仅存储、或存储和分配操作），按照本数据册或损数据册 7-29 的规定进行保护。

2.2.3.4 在普通生产区域或为不使用可燃液体而设计的区域，使用经 FM 认证的可燃液体储柜来储存少量的可燃液体，但需遵守以下限制规定：

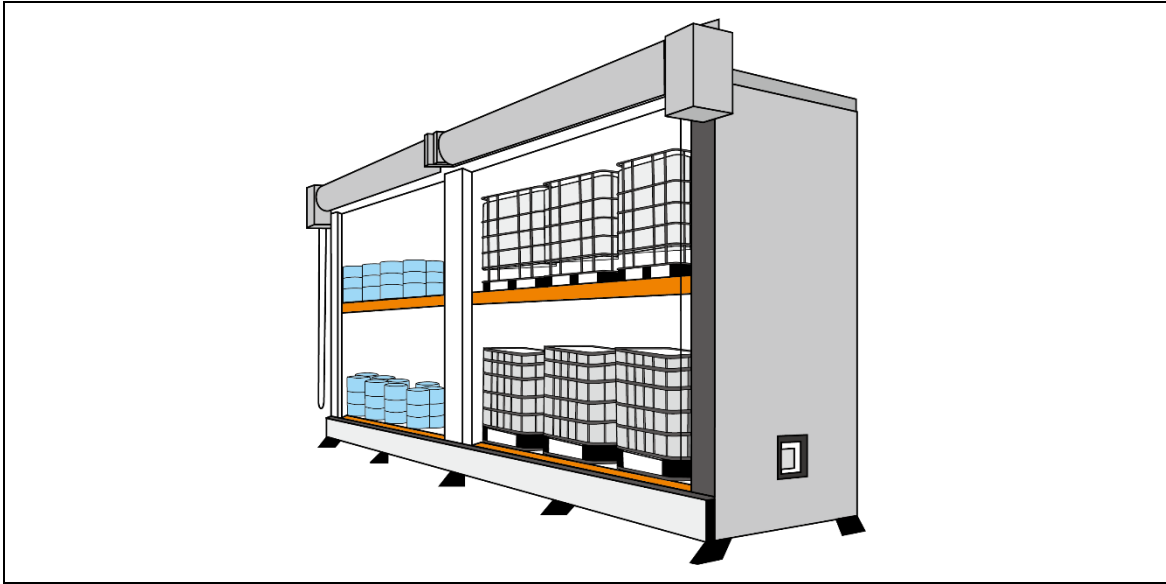


图 2.2.3.3. 可燃液体存放柜

- A. 对于设计用于容纳大于 5 加仑（19 升）容器的储柜，应限制可燃液体的量，确保柜子可容纳预期最大液体释放量（例如，最大的金属容器和所有塑料容器中的液体）。
- B. 根据 FM Global 数据册对周围设施提供充足的保护。
- C. 可燃液体储柜设计可进行桶配料操作的，允许其在非可燃液体场所内使用，前提是应有适当的分配保护措施，而且如有必要应根据 2.3.2 节要求在储柜内设置通风。

2.2.4 管道系统

2.2.4.1 按以下要求定位和布置可燃液体管道系统：

- A. 将可燃液体管道布置在重要建筑物和结构的外部（地上或地下）。请勿将可燃液体管道穿过无需使用该液体的建筑物或工艺结构，或在其下方输送。
- B. 对进入建筑物或结构的可燃液体管道入口点做出谨慎安排，以提供通往使用点的最直接路线。
- C. 可燃液体管道的布置，应避免或尽可能降低公用设施和其他工厂管道系统所面临的火灾风险。

2.2.4.2 按以下要求保护可燃液体管道免受机械损伤。

- A. 为跨越公路或铁路线的地上管道提供充足净空距离。在每个交叉点的指示牌上标明所提供的净距。
- B. 将埋入地下的管道放置在距离建筑地基、铁轨和其他容易振动和沉降的设施至少 1 英尺（0.3 米）以外的地方。将穿过建筑物地基或铁路轨道下方的管道封装在较大的管道内（套管保护）。
- C. 为埋地管道设置物理标记，以便直观确定其位置。
- D. 对于距离地面 6 英尺（1.8 米）以内的室内管道立管，如果有可能遭受车辆或移动装置影响，则应通过安装固定的物理屏障或将其放置在钢筋混凝土柱附近、钢柱法兰之间或安全固定的较大管道中，对其加以保护。
- E. 对于不会遭受移动装置或车辆破坏的立管，应将其放置在尽可能靠近墙壁或柱子的位置。

2.2.4.3 按以下要求保护室内和室外可燃液体管道不受腐蚀：

- A. 使用非腐蚀性的回填物覆盖埋管。
- B. 评估地上设施的环境条件和防止腐蚀所需的保护措施（例如，暴露于天气条件或腐蚀性环境的程度）。

2.2.4.4 按以下方式（按优先次序排列）布置室外可燃液体地上管道路线：

- A. 利用无撑持、不可燃且得到充分保护可防止车辆碰撞损坏的支柱，为管道提供支撑。
- B. 利用不可燃建筑物的墙体为管道提供支撑。利用窗位以下墙体为管道提供支撑。
- C. 在不可燃屋顶的上方铺设管道。为铺设于屋顶上方的管道提供焊接接头。当液体泄漏点（例如法兰接头、阀门、流量计等）位于屋顶上方时，请按以下步骤保护屋顶：
 - 1. 配备专用的收集和清除系统（例如，在泄漏点下方放置金属收集盘且该金属盘与金属槽相连，从而可以将溢出物引导至集污罐；将整个管道系统封闭在密封的金属导管中，且该导管可将溢出物引导至隔离罐），以便安全、迅速地排出任何液体。
 - 2. 设计液体收集和清除系统，以防止因液体接触而损坏屋面覆层，并防止释放的液体或其蒸气进入建筑物内。

2.2.4.5 按以下方式，确定室内可燃液体管道的路线：

- A. 在头顶上方，或是地面上带有覆盖物（可移动钢板）的管沟。
- B. 高架管道应尽可能靠近天花板和横梁，或者沿着墙壁布置且高于地面至少 6 英尺（2 米）。

2.2.4.6 不要将管道安装在建筑内的地下区域。

2.2.4.6.1 如果管道位于建筑内部且位于地面以下（例如地下室）或是不易贴近操作的（例如空的、地下空间），应在其整个长度上采用同心管道（例如，将管道置于更大的管道内）。在接头处焊接更大的管道。提供检查泄漏的方法（例如，提供一个可以定期检查的低点排泄装置）。

2.2.4.7 按以下要求设计可燃液体管道如何进入建筑物：

- A. 进入建筑物之前，将埋入地下的管道置于地面之上，如图 2.2.4.7.A 所示。
- B. 充分保护管道，使其免受建筑沉降造成的损坏。
- C. 密封可燃液体管道进入地下建筑物处地基附近的其他开口。
- D. 将管道封闭在套管内，并将套管穿过外墙和地基。
 - 1. 密封套管和管道之间的开口。
 - 2. 将套管延长至外墙以外至少 2 英寸（51 毫米）或者地基以外至少 18 英寸（460 毫米）。（参见图 2.2.4.7.A 和 2.2.4.7.D）。

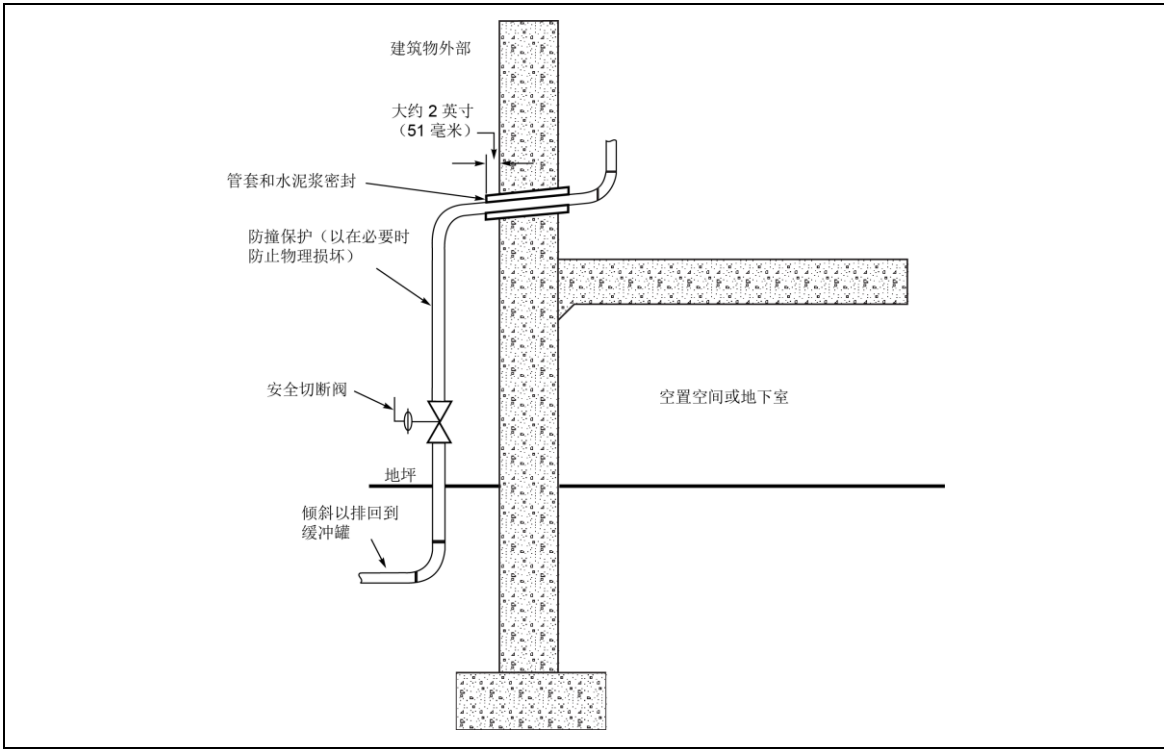


图 2.2.4.7.A. 地上管道进入建筑物的首选布置

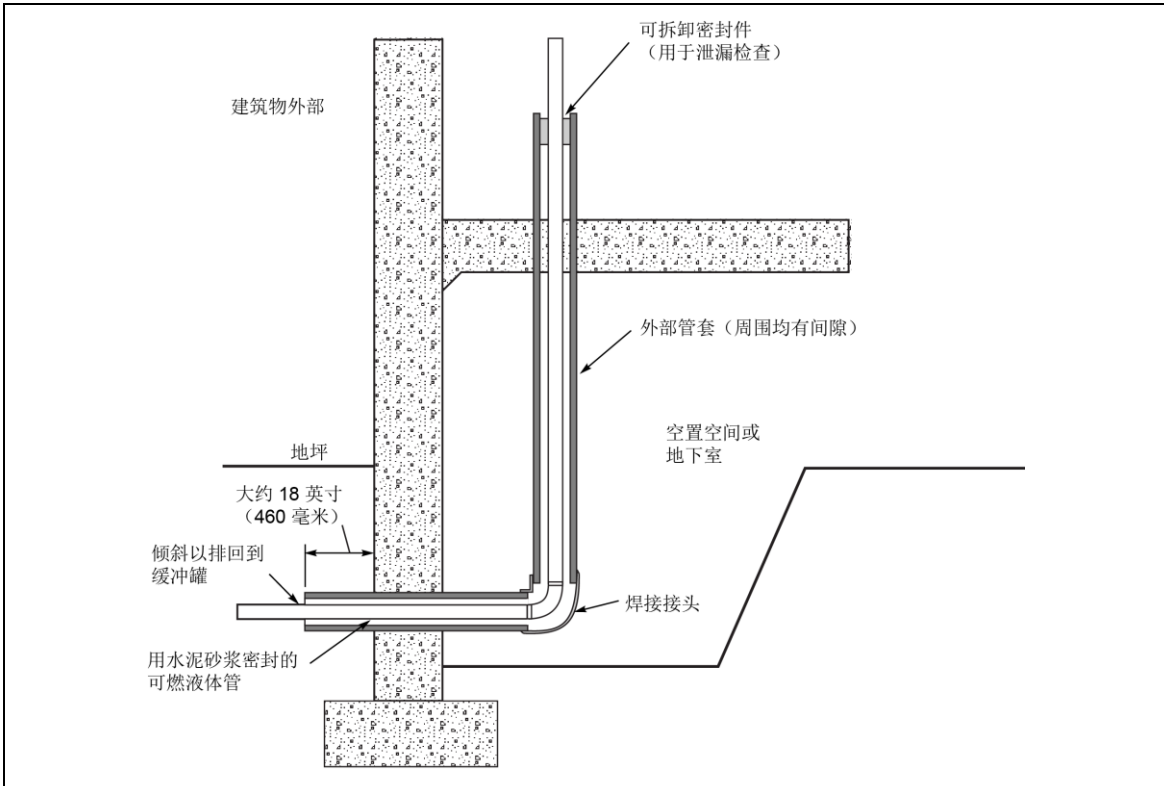


图 2.2.4.7.D. 埋地管道进入建筑物

2.2.4.8 布置可燃液体管道系统，确保在维护操作期间得以排净管道内物料。这应通过以下方式实现：合理布置管道的坡度和坡向使其可向后流至供应源、设置低位排放口，以及在不同位置使用法兰连接以便将管道断开和隔离。

2.2.5 管道材料

2.2.5.1 根据美国机械工程师学会 (ASME) 标准 B31.3 工艺管道或当地同等标准选择可燃液体管道材料，并将其作为基本准则。

2.2.5.2 铸铁、高硅铁、塑料（热塑性塑料、热固性塑料）、玻璃和铝等材料由于自身存在不足（冲击强度低、压力额定值低、耐热冲击性低和熔点低），不应当在可燃液体管道系统中使用。

2.2.5.3 因振动、沉降或热变而需要一定柔性的系统，参见 2.5.2.1 节。

2.2.6 管接头

2.2.6.1 根据 ASME B31.3 或当地同等标准设计管道。

2.2.6.2 按以下要求安装可燃液体管道系统中的管接头：

A. 在所有非专门针对可燃液体火灾危险设计的区域使用焊接接头。根据 ASME B16.25《焊接端》以及 ASME B31.3《工艺管道》第 2 章第 4 部分的规定，或当地同等标准，对连接管段和管件的接头进行对缝焊接。

B. 在按照防控可燃液体火灾危险设计的区域或房间，如为检查、测试和维护的需要，可在系统组件（例如，泵、阀门、储罐等）连接处和管线上（例如进入房间或厂房的位置）采用法兰或螺纹接头。

2.2.6.3 法兰接头设计应符合 ASME B16.5《管道法兰和法兰配件》以及 ASME B31.3，或当地同等标准。

2.2.6.4 设计用于法兰的合金钢螺栓连接材料，应符合 ASTM A193/A193M - 10a《高温或高压应用和其他特殊用途合金钢和不锈钢螺栓的标准规格》，或当地同等标准。设计合金钢螺母，应符合 ASTM A194/A194M - 10a《高压或高温（或两者兼具）应用中螺栓用碳和合金钢螺母的标准规格》，或当地同等标准。

2.2.6.5 采用的垫片材料应与法兰类型、液体、系统设计压力和所用温度兼容。使用可防范外部火灾风险的耐分解或熔化的垫圈（例如，不可燃、熔点高于 1200°F [650°C]）。对于可燃液体作业，使用以下类型的垫圈：

- A. 含有石墨陶瓷或同等填料的螺旋缠绕不锈钢、蒙乃尔合金、铜、Inconel 600 合金或同等材料的金属垫圈
- B. 由完全退火铝、蒙乃尔合金、铜或同等材料构成的金属环连接垫圈
- C. 不含有机填料或树脂的石墨垫圈

2.3 场所

2.3.1 环境管理

2.3.1.1 为可燃液体相关的区域制定并实施符合最高标准的环境管理程序，包括以下各项：

- A. 及时清理泄漏物。
- B. 废弃物应置于经 FM 认证的垃圾桶中。
- C. 在每个班次结束时或至少每天清除一次废弃物。
- D. 请勿在该区域存放其他可燃物。请勿在该区域存放任何可能会冲入或堵塞排水系统和排水口的物质。
- E. 保持室外使用区域干净整洁，无野草、杂草和其他可燃物。

2.3.2 通风换气

2.3.2.1 在使用以下可燃液体的房间或建筑物中，安装低位连续机械排气通风装置，规格为 1 cfm/ft² (0.3 m³/min/m²):

- A. 闪点低于 100°F (38°C) 的可燃液体
- B. 闪点不超过 300°F (149°C)、被加热至其闪点以上的可燃液体

2.3.2.2 通风系统应设置为连续运行并处于监控之下，便于及时发现通风不良。在有人值守的场所安装视频或音频故障报警器。

2.3.2.3 设计通风装置，以便将浓度超过爆炸下限 (LEL) 25% 的易燃蒸气限制在距离释放点（如开放式混合槽或浸泡槽，分配站等）2 英尺（0.6 米）以内的范围内。

2.3.2.4 根据数据册 7-78 要求安装通风管道。

2.3.2.4.1 为小型房间安装排气系统，使风扇位于地板附近，并布置成向室外排风（如安装在外墙）。

2.3.2.5 通风系统排风位置应在距地面 12 英寸（0.3 米）以内。

2.3.2.5.1 应将进气口的位置设置在开式储罐的开口处、设备或排液点附近、隔断室内的任何凹槽处，或距离产生蒸气的作业 25 英尺（8 米）以内。

2.3.2.6 对于空气再循环进入室内的通风系统，需安装经 FM 认证的可燃气体探测器，当蒸气浓度达到其 LEL 的 25% 时，停止再循环并返回到完全排气状态。

2.3.2.7 在距排风口较远的位置，在外墙中提供补充进气口，以便空气能够流经危险区域。

2.3.2.7.1 确保补充空气新鲜且没有易燃蒸气或气体。

2.4 保护措施

2.4.1 在所有使用可燃液体的区域，安装自动喷淋系统保护。

- A. 自动喷淋系统的保护范围应延伸至该区域的边缘。
- B. 在栅格式或实心夹层下方安装喷淋头。
- C. 在储罐下方和泵的上方，分别按照 2.4.2.5 节和 2.4.2.6 节要求提供喷淋头。
- D. 在设备内部或生产区内凡顶棚层喷淋系统出水不能覆盖的任何区域，应安装喷淋头。
- E. 使用湿式、预作用或雨淋系统。
- F. 如果喷淋系统工作区等同于由房间墙壁和液体围堰（如门槛）构成的室内区域，并且在火灾时系统启动后 60 秒内可以将水输送到最远的喷淋头，则可以使用干式系统。

2.4.2 根据数据册 2-0《自动喷淋系统安装指南》，安装喷淋系统。本数据册 (7-32) 中针对可燃液体使用场所的具体安装指南，将取代其他数据册中的安装指南。

2.4.2.1 在顶棚以及栅格式或实心夹层下方，以最大 100 ft² (9 m²) 的间距布置喷淋头。

2.4.2.2 以最大 10 英尺（3 米）的直线间距布置喷淋头。喷淋头直线间距的两个方向允许存在 1 英尺（0.3 米）的偏差，以避免建筑结构对喷淋头造成阻挡。

2.4.2.3 如采用经 FM 认证的 K25.2EC (360EC) 喷淋头（下垂或直立式），其安装直线间距最小为 13 英尺（3.9 米），最大为 14 英尺（4.2 米）。使用表 2.4.3 中指定的普通额定温度的喷淋头。设计喷水压力应不低于 7 磅/平方英寸（0.48 巴）。

2.4.2.4 在使用可燃液体的场所，不得使用适合普通、低危险场所的扩展覆盖喷淋头。

2.4.2.5 如有宽度或直径超过 3 英尺（0.9 米）或面积超过 10 平方英尺（0.9 平方米）的障碍物（例如储罐或设备），在其下方安装标准响应、普通额定温度、K5.6 (80) 或更大的喷淋头。

2.4.2.5.1. 可使用钢筋混凝土或受保护的钢制支撑，作为水雾灭火装置或喷淋头的替代选项。

2.4.2.6 在可燃液体输送泵垂直方向 2 英尺（0.6 米）范围内，设置一个快速响应、普通额定温度的 K5.6 (80) 或更大的喷淋头。

2.4.2.7 根据数据册 7-14《化工厂的消防保护》，在有爆炸隐患的场所内为喷淋系统管道、阀门和配件提供保护。

2.4.2.8 根据数据册 7-14 评估室外管架的消防要求。化工厂的消防保护。

2.4.3 为存在可燃液体火灾危险的可燃液体作业设计自动喷淋系统，如下所述：

- A. 根据表 2.4.3 设计顶棚喷淋系统。
- B. 对于存在有限常见可燃物和设备中包含第 4 组水溶性液体的制造区，提供表 2.4.3 中基于闪点建议的喷淋强度，但作用面积应限制在 2000 平方英尺（186 平方米）以内。
- C. 为栅格式夹层下方设置喷淋系统，其喷淋强度与为顶棚喷淋系统所建议的强度相同，作用面积为顶棚喷淋系统建议的作用面积的一半或整个夹层区域（以较小者为准）。
- D. 实心夹层下方喷淋头的设计，采用表 2.4.3 中提供的相同保护措施。
- E. 储罐和设备下方喷淋头的设计，应使流量达到至少 30 加仑/分钟（114 升/分钟），喷淋头工作压力不能低于 7 磅/平方英寸（0.5 巴）。需水量计算中应包括所有可能暴露于池火灾的储罐。
- F. 位于泵体上方喷淋头的设计，应使流量达到至少 20 加仑/分钟（76 升/分钟），喷淋头工作压力不能低于 7 磅/平方英寸（0.5 巴）。需水量计算中应包括所有可能暴露于池火灾的泵体。
- G. 水力计算时，需要将安装在可燃液体使用区所有喷淋头与顶棚喷头在管道连接点做水力学平衡。

表 2.4.3. 可燃液体使用场所的喷淋保护

液体闪点 °F (°C)	需要排水	保护目标	最大屋顶高度, ft (m)	顶棚喷淋头		喷水强度 gpm/ ft ² (mm/min)	作用面积 ft ² (m ²)	消防栓流量, gpm (L/min)	供水时间, min
				响应, 公称 额定启动 温度, 安装 方向	K 系数 gpm/ psi 0.5 (L/min/bar 0.5) ^{注 2}				
存在房间/建筑或设备爆炸危险或含有硝基漆的任何液体 ^{注 1}	是	仅限于火灾控制	40 (12)	标准响应/ 高/任意	≥ 8.0 (115)	0.30 (12)	6000 (560)	1000 (3800)	120
				标准响应/ 普通/任意	≥ 8.0 (115)		8000 (740)		
FP <200°F (93°C)	是	仅限于火灾控制	40 (12)	标准响应/ 高/任意	≥ 8.0 (115)	0.30 (12)	4000 (370)	500 (1900)	60
				标准响应/ 普通/任意	≥ 8.0 (115)		6000 (560)		
FP ≥ 200°F(93°C)	是	仅限于火灾控制	40 (12)	标准响应/ 高/任意	≥ 8.0 (115)	0.30 (12)	4000 (370)	若池面积 < 200 ft ² (18 m ²), 设计中, 喷淋系统作用面积 采用 2000 ft ² (186 m ²)。若池面 积 > 200 (18) < 625 ft ² (56 m ²), 设计中, 喷淋系统 作用面积采用 8000 ft ² (743 m ²)。	60
				标准响应/ 普通/任意	≥ 8.0 (115)		6000 (560)		
	否	火灾扑灭	15 (4.6)	标准响应/ 普通/任意	≥ 11.2 (161)	0.30 (12)			
			30 (9.1)	标准响应/ 普通/任意	≥ 11.2 (161)	0.40 (15)			
			40 (12)	标准响应/ 普通/任意	≥ 11.2 (161)	0.70 (29)			
			45 (14)	标准响应/ 普通/任意	≥ 11.2 (161)	0.80 (33)			
比重 > 1 的液体	否	火灾扑灭	40 (12)	标准响应/ 高/任意	≥ 8.0 (115)	0.3 (12)	4000 (370)	500 (1900)	60
				标准响应/ 普通/任意	≥ 8.0 (115)		6000 (560)		
极高闪点液体	否	无池火	无限制	为周围场所设计喷淋保护					

注 1. 有关房间/设备爆炸危险的定义，请参见 2.1.1.3 节。

注 2. K25.2EC (260 EC) 喷淋头允许用于本表中的任何一保护方案，但应遵循 2.4.2.3 中的安装指南。

2.4.4 基于周围场所为 IBC 贮存柜提供保护，喷水强度不低于 0.2 加仑/分钟/平方英尺（8 毫米/分钟），作用面积 2500 平方英尺（232 平方米）。如果相关场所不要求喷淋保护，则在贮存柜上方设计喷淋系统，使喷水强度不低于 0.2 加仑/分钟/平方英尺（8 毫米/分钟）、作用面积 2500 平方英尺（232 平方米），并向外延伸 20 英尺（6 米）。

2.4.5 当容纳可燃液体的管道满足以下条件时，可按照周围场所设计自动喷淋系统保护：

- A. 钢制金属管道且完全采用焊接连接。
- B. 没有已知可能存在泄漏点的阀门、泵或其他附件。

2.4.6 对于可能导致高价值设施或者对生产至关重要的工艺或装置面临风险的装载站/卸载站和室外可燃液体作业（例如根据数据册 7-88，间距不足），应根据数据册 4-1N《固定式喷水灭火系统》要求，配置自动喷水雾灭火系统。

2.4.6.1 对于装货/卸货站，为周围设备提供保护，并使喷嘴正朝罐车。

2.4.7 按如下间距要求，安装室内雨淋系统的火灾探测器（先导式喷淋头、电动或气动）：

- A. 采用与喷淋头相同的间距安装闭式探测喷淋头。
- B. 按照认证指南列出的特定型号的间距要求，或根据涵盖特定用途场所的数据册中的建议，在平滑的顶棚下方安装电气或气动设备。

2.4.1.4.8 按如下间距要求，安装预作用系统的火灾探测器（先导式喷淋头、电动或气动）：

- A. 电动或气动探测器的安装间距，应为认证列表中所列线性探测器间距的一半或完整的喷淋头间距（以较大者为准）。出于设计目的，在处理预作用系统时，如果探测器间距如上述描述，则可按照湿式系统设计。如果预作用系统的探测器间距大于上述间距，在设计时可将其视为干式系统。关于最大允许间距，请参见认证指南。
- B. 采用与喷淋头相同的间距安装先导式喷淋头。在设计中，应将使用先导式喷淋头的预作用喷淋系统视为干式系统，无论探测器间距如何。

2.4.9 以下任一种经 FM 认证的固定式特殊保护系统，可对自动喷淋系统提供补充，以限制可燃液体使用场所的火灾损失，或作为提供应急排水系统的替代方案：

- A. 泡沫-水喷淋系统
- B. 压缩空气泡沫 (CAF) 系统
- C. 经 FM 认证可用于保护封闭维护结构内机械设备的全淹没细水雾系统
- D. 经 FM 认证可局部应用的细水雾系统
- E. 经 FM 认证可用于保护封闭维护结构内机械设备的混合（水和惰性气体）系统

2.4.9.1 对于泡沫-水喷淋系统使用以下设计标准：

- A. 根据数据册 4-12《泡沫-水喷淋系统》的要求安装系统。使用与该区域可燃液体兼容的泡沫浓缩液。
- B. 根据本数据册表 2.4.3 或 FM 认证清单中规定的喷水强度（以较大者为准），在整个作用区域内对喷淋系统进行水力计算和设计。
- C. 设计泡沫浓缩液的供应量，以满足自动喷淋系统实际出水量（基于可用的供水量）以及任何泡沫-水的消防栓系统的流量（如有）需求：
 - 1. 在应急地面排水系统足够充分的情况下，为 10 分钟。
 - 2. 在应急地面排水系统有限或完全没有的情况下，为 20 分钟。

3. 当潜在可燃液体泄漏点距离地面高于 3 英尺（0.9 米）以上时，按照可能的可燃液体泄漏的持续时间设计泡沫浓缩液供应量；且在充足紧急排水设施的情况下其供应量应不少于 10 分钟，在紧急排水能力有限或没有紧急排水的情况下供应量应不少于 20 分钟。

D. 请按照本数据册中的建议设置围堰，以防可燃液体流淌到无可燃液体危险防控措施的区域。

2.4.9.2 对于压缩空气泡沫 (CAF) 系统使用以下设计标准：

A. 根据制造商的建议和 FM 认证列表安装系统。使用与该区域可燃液体兼容的泡沫浓缩液。

B. 配备经 FM 认证的火灾探测系统，该系统应与 CAF 系统相兼容并且响应时间应与快速响应喷淋头相当。

C. 根据本数据册的表 2.4.3 对喷淋系统进行水力学设计计算。

D. 根据制造商的说明和其在《认证指南》上给出的要求，对 CAF 系统进行水力学计算和设计。

E. 设计泡沫浓缩液和系统空气的供应量，使泡沫喷射持续时间达到以下要求：

1. 在应急地面排水系统足够充分的情况下，为 10 分钟。

2. 在应急地面排水系统有限或完全没有的情况下，为 20 分钟。

3. 如果泄漏点高于地面 3 英尺（0.9 米）以上，需考虑任何溢出可燃液体的持续时间。

F. 包含表 2.4.3 所建议的室外消防栓流量需求。

G. 按照本数据册的建议提供围堰设施。

2.4.9.3 对于经 FM 认证的、用于有封闭维护结构内机械设备的全淹没细水雾系统或混合（水和惰性气体）系统，使用以下设计标准：

A. 根据数据册 4-0《特殊保护系统》的要求，安装该混合系统。根据数据册 4-2《细水雾系统》的要求，安装细水雾灭火系统。根据制造商的建议和该系统在《认证指南》上给出的要求进行安装。

1. 经 FM 认证可用于封闭结构内机械设备的系统，仅适用于液体使用场所，这些场所内放置有使用液态烃燃料、液压油、导热油或润滑油的设备。这些系统不推荐用于存放可燃液体的房间（例如，液体储藏在密封容器中）。根据系统的认证指南列表，可在受保护空间内放置有限数量的分配容器。

2. 确保满足所有系统限制，如受保护的空間大小、通气速率和开口大小。

B. 配备经 FM 认证的火灾探测系统，该系统应与细水雾系统相容并且响应时间应与快速响应喷淋头相当。

C. 根据本数据册的表 2.4.3 对喷淋系统进行水力学设计计算。

D. 根据制造商的说明和该系统在《认证指南》上给出的要求，对细水雾系统或混合系统进行水力学计算设计。

E. 根据该系统在认证指南中规定的喷放时间，设计细水雾或混合物质的供应量，但不得少于以下时间：

1. 在应急地面排水系统足够充分的情况下，为 10 分钟。

2. 在应急地面排水系统有限或完全没有的情况下，为 20 分钟。

3. 如果泄漏点高于地面 3 英尺（0.9 米）以上，需考虑任何溢出可燃液体的持续时间。

F. 包含表 2.4.3 所建议的室外消防栓流量需求。

G. 请按照本数据册中的建议设置围堰，以防可燃液体流淌到无可燃液体危险防控措施的区域。

2.4.9.4 对于局部应用的细水雾系统，使用以下设计标准：

A. 根据数据册 4-2《细水雾系统》、制造商的建议和《认证指南》上给出的要求，安装系统。

B. 确保满足所有系统限制，例如受保护区域、喷嘴间距和待保护可燃液体的挥发性。

C. 配备经 FM 认证的火灾探测系统，该系统应与细水雾系统相容并且响应时间应与快速响应喷淋头相当。

- D. 根据本数据册的表 2.4.3 对喷淋系统进行水力学设计计算。
- E. 根据制造商的建议和该系统在《认证指南》上给出的要求，对细水雾系统进行水力学计算设计。
- F. 根据该系统在《认证指南》上给定的时间，设计细水雾供应量以提供所需水量，但不得少于以下时间：
 - 1. 在应急地面排水系统足够充分的情况下，为 10 分钟。
 - 2. 在应急地面排水系统有限或完全没有的情况下，为 20 分钟。
 - 3. 如果泄漏点高于地面 3 英尺（0.9 米）以上，需考虑任何溢出可燃液体的持续时间。
- G. 包含表 2.4.3 所建议的室外消防栓流量需求。
- H. 请按照本数据册中的建议设置围堰，以防可燃液体流淌到无可燃液体危险防控措施的区域。

2.4.10 对于所有室外的可燃液体使用区域，在 200 英尺（60 米）内提供室外消防栓。

2.5 设备和工艺

2.5.1 综述

2.5.1.1 尽可能使用密闭设备和储罐。如果必须使用开放式设备和储罐，请对暴露的可燃液体表面积加以限制。

2.5.1.2 配备由具有以下特性的材料设计和制造的设备：

- A. 与正在使用的可燃液体相容
- B. 与周围环境条件相容
- C. 抗物理损坏（例如，耐冲击）
- D. 耐高温暴露（例如，可燃液体火灾）。请勿使用玻璃或塑料设备（例如，储罐和容器）。可以使用带有玻璃或塑料衬里的金属设备。
- E. 与最大预期静液压头以及常见的腐蚀和磨损因素兼容。

2.5.1.2.1 在适用情况下，设计设备时应参照数据册 12-2《容器和管道》的要求。

2.5.1.3 进料和出料管的设置，应使其从容器和储罐的顶部进出。

2.5.1.4 在密闭容器和储罐上安装合适大小的正常和紧急泄压设施，并用硬管接到重要建筑外部的安全位置。根据数据册 7-88《可燃液体储罐》设计泄压设施。

2.5.1.5 在包含可燃液体的设备上提供间接测量或观察仪表（例如，热电偶测量温度，传感器测量压力或液位等），以减少或消除泄漏。

2.5.1.5.1 当无法避免使用直接测量或观察仪表（例如，量计、流量计、液位指示器-玻璃型、观察孔、转子流量计、样品管等）时，应提供以下防护措施：

- A. 必要时使用经 FM 认证的、适用于危险环境的仪表。
- B. 仪表的材质需要与所处理物料相容。配备额定规格适用于其运行温度、压力和化学品使用条件的玻璃。
- C. 配备强度（例如，额定压力）等于或大于所连接设备的仪表。
- D. 在将仪表连接到设备的管道中设置限流孔板。
- E. 在抽出线和样品线（取样管）上设置自动关闭旋塞阀。
- F. 将玻璃视镜置于液位上方。配备经 FM 认证的玻璃视镜和液位指示器。请遵循制造商的安装和维护建议。对于可能包含易燃气体或会被加热至高于正常大气沸点温度之上可燃液体的设备，请勿安装此类装置。请勿在温度发生剧烈变化的设备或容器上（例如，在容器内部或外部添加极高或极低温度的液体）使用带有玻璃组件（例如，观察玻璃）的仪器。

G. 每周至少检查一次玻璃视镜，并记录检查结果。当检测到表面损坏时，请立即更换玻璃视镜。如果玻璃视镜经常发生温度和压力变化，则应根据工艺条件确定定期更换的时间间隔。

H. 配备带护套转子流量计，从而仅需流体样品通过玻璃读取腔，而无需所有流体都流经。对于与某些计量装置配合使用的排气装置，用管道把通风口接到室外，以防止发生仪表故障时释放可燃液体。

2.5.1.6 对于在正常操作条件下可能存在爆炸危险的可燃液体设备（如 2.1.1.3 节所述），除顶部敞开的混合容器，使用下列方法之一（按优先顺序列出）加以保护：

2.5.1.6.1 按以下要求提供泄爆装置

A. 将有泄爆口的设备置于室外，或使用管道把设备的泄爆口通向室外，以免爆炸、火灾和超压威胁房间内部。如果不可能做到，则提供限损结构。更多相关指南，参见附录 D 和数据册 1-44 《限损结构》

B. 使用附录 D 中提供的方法设计泄爆装置，并将爆炸产生的压力（减压压力 P_{red} 或 P_r ）限制为：

1. 在没有设备的设计强度数据情况下计算泄爆面积时，对于普通构造的设备应使用以下 P_{red} 值，并假设一次安全泄爆可能使容器发生一些变形：

- a. 薄弱的矩形容器（例如烤箱）：0.2 barg (2.9 psig)
- b. 圆柱形容器（例如旋风除尘器）或高强度（强化）矩形容器：0.3 barg (4.4 psig)
- c. 如不能接受容器的变形，应获得设备的设计强度或采用上述 P_{red} 值的 1/2。

2. 在掌握设备的设计强度数据情况下，泄爆面积的计算应根据以下标准确定 P_{red} 的值：

- a. 如果可接受容器的变形，应使用等于该设计强度两倍的值。
- b. 如要避免容器变形，应使用等于该设计强度的值。

2.5.1.6.2 设备应有足够强度，以期承受预期最大的蒸气-空气爆炸压力。

A. 如果可接受容器的变形，应使用等于该设计强度两倍的值。

B. 如要避免容器变形，应使用等于该设计强度的值。

2.5.1.6.3 安装按照数据册 7-59 《容器和设备的情化和吹扫》设计的情化系统。

2.5.1.6.4 对于高价值设备、可能导致高价值工艺面临暴露风险的设备或经常发生爆炸的设备，如果无法提供泄爆装置、抗爆或情化措施，则需根据数据册 7-17 《防爆系统》的要求安装经 FM 认证的抑爆系统。这些系统有很大的局限性。确保满足以下所有标准：

A. 按照制造商的建议设计和安装设备。

B. 满足《认证指南》中规定的所有设计限制。

C. 确保已针对建议的特定燃油和容器尺寸，对爆炸抑爆系统进行了测试。

D. 如果可以接受一定程度的设备变形，确保减压压力 (P_r) 已知且不超过该设备的设计强度约两倍。如果设备损坏带来严重风险（例如，高价值或难以更换的设备），请确保减压压力 (P_r) 不超过该设备的设计强度。

2.5.1.7 对于在等于或高于闭杯闪点温度下处理可燃液体的设备，配备吹扫或通风系统，以降低蒸气-空气混合物处于易燃（易爆）范围内的风险（情化的设备不需要）。

A. 根据数据册 7-59 《容器和设备的情化和吹扫》的要求设计吹扫系统。

B. 根据数据册 6-9 《工业加热炉和干燥器》的要求设计通风系统。

C. 设计通风系统，将易燃蒸气浓度限制在燃烧（爆炸）下限的 25% 以下。

2.5.1.8 配备吹扫系统，避免设备在启动或停机操作期间落在易燃（易爆）范围内。

2.5.1.9 用以下一种或多种方法或有相同功能和性能的等效系统（按优先顺序列出），防止储罐、搅拌器和其他设备中的可燃液体溢流：

A. 提供一个回流至液体来源或通向安全排放点的滞留液体溢流排放口。溢流排放口的设计容量应至少等于流入管道的容量。

B. 提供经 FM 认证的液位限位开关，可通过关闭阀门和停止泵来停止液流。

C. 使用称量罐、测量罐和分配流量计，准确测量的流入储罐的液体量。使用流量分配计也必须遵循上述建议 (A) 和 (B)。

2.5.1.10 为固定的开口储罐提供溢流防护和/或应急底部排放口，以防止喷淋系统喷水 and 消防射流造成的溢流，同时还可清除火灾区域暴露的可燃液体。

2.5.1.10.1 如果满足以下条件之一，则可忽略喷淋系统喷水溢流保护和应急底部排放系统：

A. 储罐或设备配备有自动闭合盖板，且有至少 6 英寸（150 毫米）的自由余量。

B. 储罐的暴露表面积小于 20 平方英尺（1.9 平方米），且有至少 6 英寸（150 毫米）的自由余量。

C. 液体的闪点等于或高于 200°F（93°C），并安装了设计可扑灭火灾的顶棚层自动喷淋保护系统（参见表 2.4.3）。此外，还拥有足够的自由余量以容纳火灾持续期间的自动喷淋系统出水。

D. 该液体是一种极高闪点液体。

E. 液体比重大于 1，并且提供了至少 1 英寸（25 毫米）的超高自由余量。

2.5.1.11 使用蒸气、热水、有机传热流体（参见数据册 7-99《导热液体系统》）或其他不需要明火的方式对设备进行加热。

2.5.1.11.1 为工艺加热和紧急情况提供单独自动控制系统。

2.5.1.11.2 提供具有以下性能特点的紧急控制系统：

A. 包括经 FM 认证的高温联锁装置，用于发出声音警报并关闭加热设备。

B. 持续监测设备和工艺温度。

C. 使设备温度保持在远低于液体自燃温度或自动分解温度的水平。

2.5.1.12 按以下要求安排从便携式容器中分配可燃液体的操作：

A. 使用经 FM 认证的手动回转泵从便携式容器（如竖放型油桶、IBC）的顶部抽取液体进行分配操作，竖放型油桶上要配备压力真空泄放口。

B. 对于利用重力进行排液的分配操作（例如横置桶，由 IBC 底部排液），要安装经 FM 认证的自闭龙头。

C. 在用于分配的容器上安装经 FM 认证的安全塞，包括没有安装压力真空泄放口的手动泵进行的配料操作。

D. 在横置桶的龙头下方配备经 FM 认证的滴液罐。

E. 处理分配用的横放桶时，使用专为此操作设计的设备。不得使用叉车。

F. 根据数据册 5-8《静电》的要求提供搭接和接地。在打开桶和容器之前连接搭接电线。

2.5.1.13 从多达十个 70 加仑（265 升）金属容器中分配高闪点液体，应采用金属管和自闭式龙头。参见图 2.5.1.13 和 2.5.1.5 节。

2.5.1.14 使用经 FM 认证的安全罐来处理少量可燃液体。

2.5.1.14.1 处理闭杯闪点低于 200°F（93°C）的液体时使用金属安全罐。闭杯闪点在 200°F（93°C）或以上的可燃液体，可在非额定金属容器中处理。

2.5.1.14.2 处理腐蚀性可燃液体时可使用非金属安全罐。

2.5.1.14.3 将安全罐存放在可燃液体储存柜中，或根据数据册 7-29《便携式容器储存的可燃液体》的要求加以保护，具体取决于液体类型和容器结构。

2.5.2 可燃液体使用/截留 - 自动控制的切断/隔离装置

2.5.2.1 综述

2.5.2.1.1 为所有可燃液体工艺或含有可燃液体的设备（例如输送系统、储罐、工艺容器等）配备根据 2.5.2.2 节要求安装、设置的安全切断阀，以允许自动控制的切断与隔离装置切断所有可燃液体流动，隔离存放在容器中的所有可燃液体。

2.5.2.1.2 根据 2.5.2.3 节要求将安全切断阀和泵与液体使用区域的火灾探测系统进行联锁。

2.5.2.1.3 未提供全套应急排水系统的情况下，根据 2.5.2.4 节要求将安全切断阀和泵与泄漏探测装置（例如烃泄漏探测装置或 LEL 探测装置）进行联锁。

2.5.2.1.4 提供手动装置（例如按钮、开关、操作杆等）控制系统的停车和关闭。按以下要求安排手动装置的位置：

A. 可燃液体操作区内：

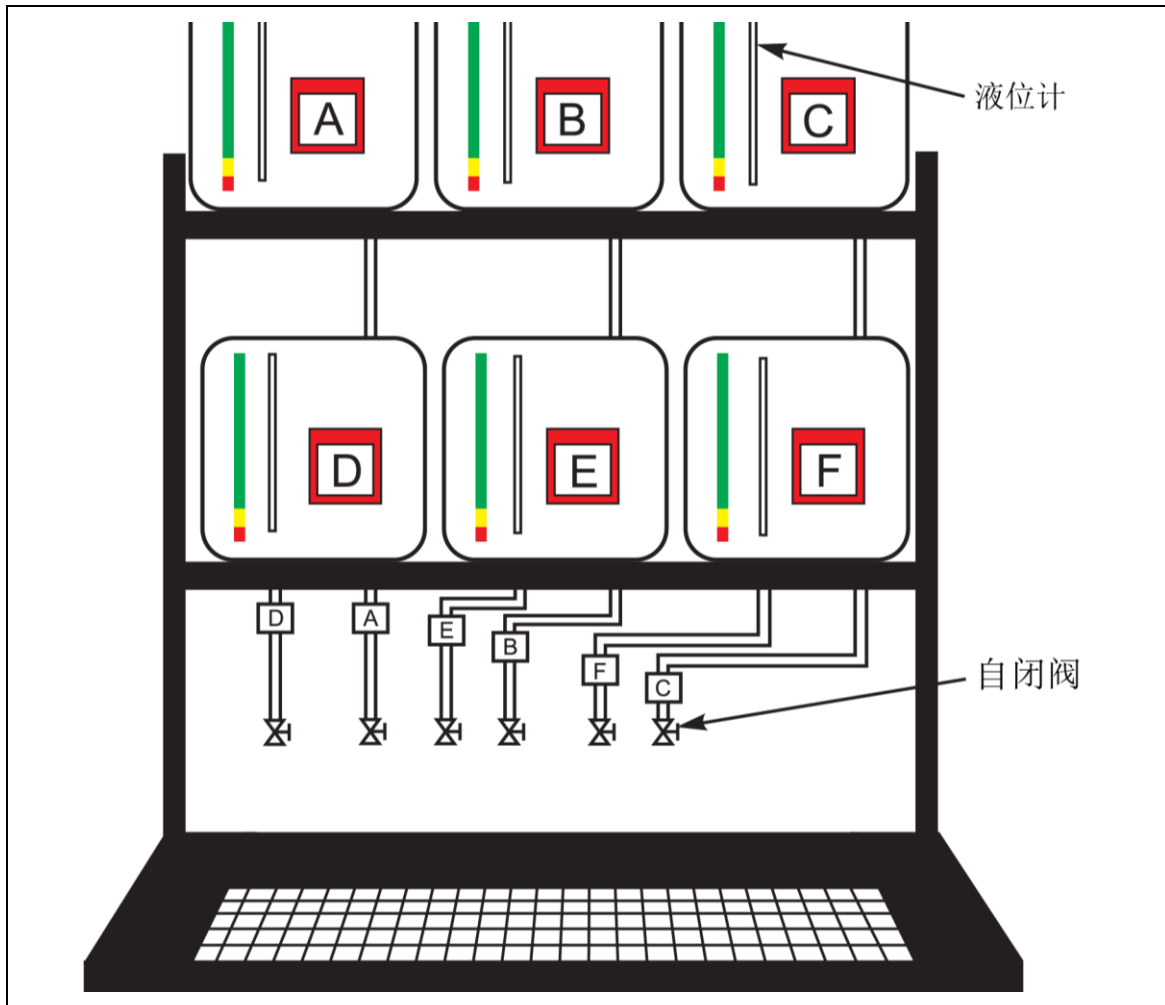


图 2.5.1.13. 金属容器分配布置

1. 可在正常运行期间操作
2. 位置便于操作员操作
3. 厂房或构筑物的出口；以及

B. 在始终有人值守的边远位置（例如控制室、门卫室），并备有紧急情况显示（例如警报信号器、监控视频）。

2.5.2.2 安全切断阀

2.5.2.2.1 为可燃液体系统安装安全切断阀，设置为允许切断液体流动。

2.5.2.2.1.1 正排量泵可用作安全切断阀。

2.5.2.2.1.2 确定安全切断阀的适当数量与位置，具体数量与位置取决于管道系统尺寸、复杂程度和泄漏造成的潜在危险。在使用地点安装阀门，例如分配操作或连接设备的输送管道。可按以下要求设置阀门：

- A. 向每台设备或各分配操作的供应管道上各安装一个安全切断阀；或
- B. 与设备或分配操作的供给歧管相连的供应管上的单个安全切断阀；或
- C. 如果相关区域的设计考虑了安全切断阀下游管道中的持液量引起的可燃液体火灾危险的防控，也可以在建筑物或隔断室入口处安装单个阀门。

2.5.2.2.2 在与容纳可燃液体的任何设备（例如储罐、工艺容器等）的连接点安装安全切断阀，以免连接点破裂时释放出容纳的液体。这包括：

- A. 充液管线，这些管线破裂会使液体从充注储罐的液体源释放出来
- B. 顶部排放管线，虹吸液流可能通过这些管线从储罐流出
- C. 容器中液位以下的所有连接点，包括连接泵输送管道的那些连接点。

2.5.2.2.2.1 将安全切断阀设置在离罐管线的第一片法兰上。

2.5.2.2.2.2 如果安全切断阀安装在远离设备的管道上，则采用支架或其他方式支承管道，以保护管道免受物理损坏。

2.5.2.2.2.3 根据 2.2.6 节要求设置安全切断阀的法兰管道接头，并根据 2.2.6.5 节要求提供垫片材料。

2.5.2.2.2.4 在安全切断阀下游安装焊接或法兰管件。

2.5.2.2.3 使用具有以下功能特性的安全切断阀：

- A. 如果阀门安装在可燃液体火灾危险区域，应根据预期火灾持续时间确定该阀门防火性能。
- B. 铸钢结构。对于安装了喷淋系统的区域的 2 英寸（50 毫米）或更小尺寸的阀门，可以是青铜材质。阀门应为与工艺流体和操作环境兼容的材料制成（例如不锈钢、蒙乃尔合金、内衬钢）。请勿使用铸铁阀体和阀轭。
- C. 当执行的动力（例如电动、气动、液压）被关停或易熔元件动作时，阀门将关闭。
- D. 阀门位置指示器。（例外情况：无填料电磁型）
- E. 阀门只能手动重置。

2.5.2.2.4 将电动或气动安全切断阀或正排量泵设置为自动和手动关闭/停止。

2.5.2.2.5 在阀门间可能有液体滞留的管道上安装液压蓄能器或安全泄压阀，以防止液体热膨胀造成过压损坏。用管道将泄压阀排放的液体排到安全地点。

2.5.2.2.6 根据制造商建议安装安全切断阀。出厂时的阀门可能处于固定位置，以为防止运输过程中损坏。在安装时应取下安全销、连杆等。

2.5.2.3 自动控制的切断装置 - 火灾

2.5.2.3.1 采用以下任一方法，将安全切断阀设置为关闭和停止所有泵送操作：

- A. 火灾探测器启动

1. 安装在使用点、设备或组件或其他潜在泄漏点（例如泵）上方顶棚处的感温探测器
 2. 气动阀供气设施的热塑管或塞子热塑管或塞子的定位应使其可直接暴露于可燃液体火焰。
 3. 非工业场所的感烟探测器
 4. 光学火焰探测器
- B. 消防系统的运行，例如自动喷淋系统或特殊保护系统
- C. 手动释放自闭型阀门，这类阀门需有操作人员始终在现场操作，如离开阀门会自动关闭。
- D. 由熔断器制动的安全切断阀。阀门的定位应使其可直接暴露于可燃液体火焰。
1. 如安全切断阀的定位无法使其直接暴露在可能的火焰中，请在预期泄漏点上方加装熔断器，并在阀柄上连接一根线缆，设置在线缆释放时使阀门关闭。
 2. 如安全切断阀的定位无法使其直接暴露在可能的火焰中，并且无法加装熔断器，则更换为可按上述（A）至（D）方法制动的安全切断阀。

2.5.2.4 自动控制的切断装置 - 泄漏

2.5.2.4.1 使用经 FM 认证的烃泄漏探测器或 LEL 探测器，适用于无法及时发现泄漏的情况（例如应急发电机燃油供应、无人看管的工艺储罐、储罐室的储罐、偏远场所等），以发现尚未引燃的潜在可燃液体泄漏；或者由于无法为相关区域配备完全满足需要的排水系统而需要及时检测到泄漏的情况。

2.5.2.4.2 将安全切断阀和泵送系统与泄漏探测系统进行连锁。此外，提供远程泄漏报警。

2.5.2.4.3 使用围堰、斜坡地板或排水沟，将可燃液体使用区的液体溢出量限制在最少。

2.5.2.4.4 在所有指定液体收集区、低洼点、沟渠或房间内的蓄液池安装烃泄漏探测器，以便及时探测到泄漏。

2.5.2.4.5 如果所有可燃液体的闭杯闪点都低于 100°F (38°C)，则可使用点式 LEL 探测装置来探测潜在泄漏。

2.5.2.4.5.1 将系统设置为在达到 LEL 的 10% 时发出报警信号，并在达到 LEL 的 15% 时启动连锁装置。

2.5.2.4.5.2 按以下要求布置 LEL 探测器：

- A. 在可燃液体使用区采用不超过 30 x 30 英尺（9.1 x 9.1 米）网格间距或根据制造商建议间距（以较小者为准）布置 LEL 探测器。
- B. 在所有指定液体收集区、低洼点、沟渠或房间内的蓄液池安装 LEL 探测器，以便及时探测到泄漏。
- C. 在靠近吸入点的通风管道中安装 LEL 探测器。

2.5.3 管道系统

2.5.3.1 管道系统的柔性卡箍和支撑

2.5.3.1.1 根据 B31.3 或当地同等标准设计管道系统的柔性卡箍。在设计中考虑以下几点：

- A. 由于内部操作条件（例如系统温度变化）而引起的热膨胀和热收缩
- B. 外部条件（如地震）
- C. 其他运动（例如，水锤效应、沉降、振动）

2.5.3.1.2 请勿使用伸缩节。

2.5.3.1.3 根据 ASME B31.3 或当地同等标准，采用管道吊架来支撑和固定管道系统。

2.5.3.1.4 在管道系统中提供柔性软管接头，以防范由于振动、沉降或热变化带来的危险应力。提供以下材料和安装特性，以确保软管具备足够的强度/耐用性并防止物理损坏：

- A. 采用高强度、不可燃材料制造柔性软管，使其在火灾中可以耐分解或熔化，并与使用的液体相容。

1. 使用全金属结构，包括钢、蒙乃尔合金、不锈钢、黄铜、青铜或等效材料。
2. 为满足操作的要求，也可使用有紧密金属编织层的增强塑料管或橡胶软管。有关不同类型的软管，参见图 2.5.3.1.4.A.2。

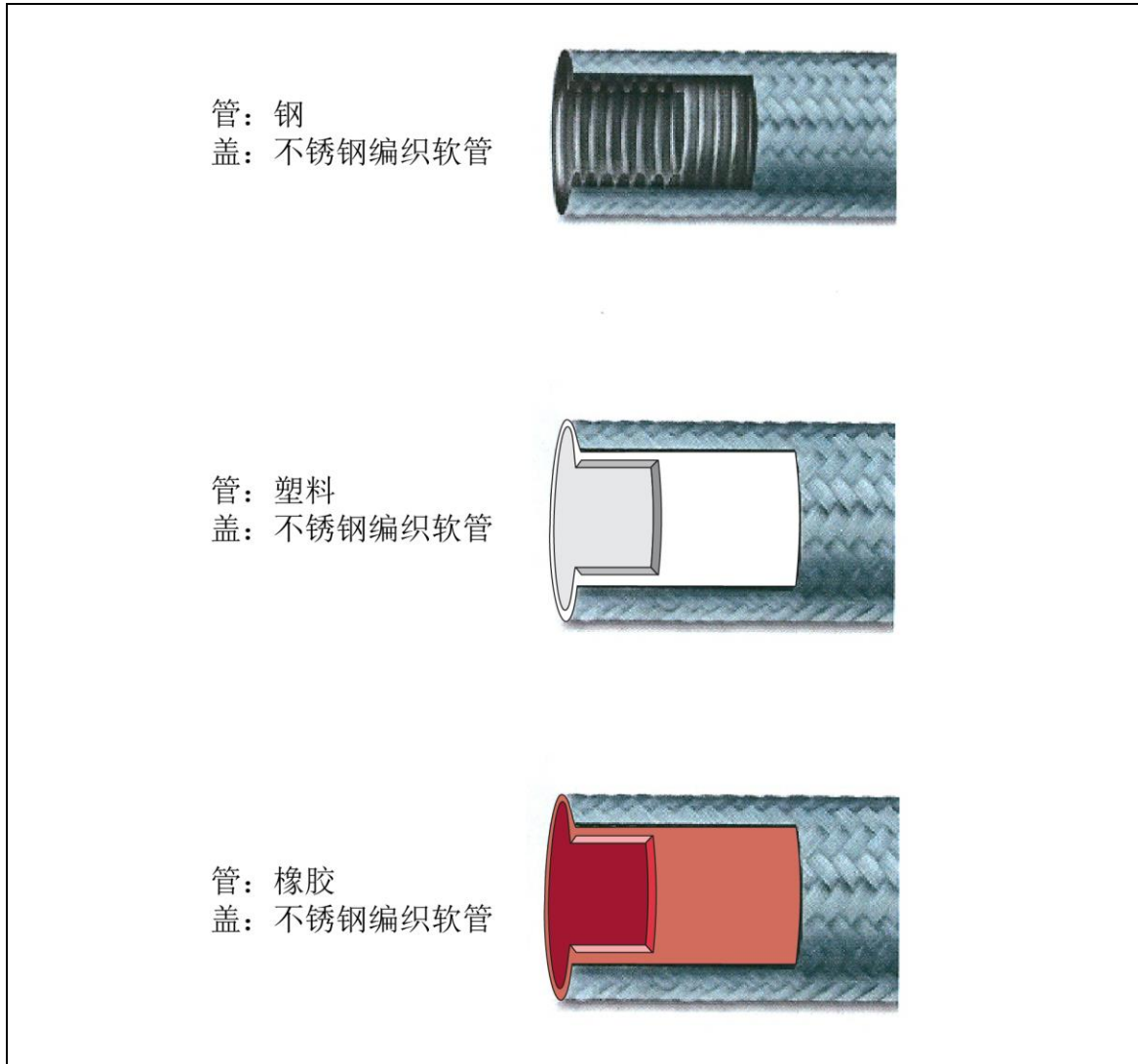


图 2.5.3.1.4.A.2. 不同类型的软管

3. 请勿使用软橡胶、塑料或其他未经加强或未保护的可燃管道。
- B. 保护软管免受机械损坏。
 - C. 设计软管接头以符合所有刚性管接头建议（参见 2.2.6 节）。请勿使用软管夹具。
 - D. 软管和配件的设计破裂强度，应大于最大预期工作压力，安全系数至少为 4。
- 2.5.3.1.5 在地震危险区域布设管道系统时，应遵循数据册 1-2 《地震》的要求。

2.5.3.2 管道系统的加热与保温

2.5.3.2.1 为管道提供加热系统时，应防范以下情况：

- A. 局部过热

B. 为管道内物料或周围的可燃物创建点火源

C. 可能被阀门隔离的管段的超压现象

2.5.3.2.2 在满足工艺要求的前提下，使加热系统在最低需要温度下运行。

2.5.3.2.3 配备泄压装置，以防止在加热系统处于启用状态时被阀门隔离的加热管段上出现过压现象。将泄压阀排向不对重要工厂设施或建筑物造成风险的位置。

2.5.3.2.4 采用以下方法之一或同等方法提供管道加热。请勿使用明火。

A. 蒸汽伴热

B. 电加热电缆

C. 阻抗加热（例如通过管道传递低压交流电）

2.5.3.2.5 按以下要求设置蒸汽伴热：

A. 提供使液体流动所需的最小蒸汽压力。

B. 提供蒸汽调节阀。

C. 在调节阀的下游安装一个泄压阀。将泄压阀设置为在略高于调节阀的压力下打开。

D. 对管道和蒸汽伴热管做好绝热保温（参见 2.5.2.2.8 节）。

2.5.3.2.6 按以下要求配置电加热电缆系统：

A. 使用经 FM 认证的电加热电缆设备。

B. 将加热电缆沿着管道固定，或将其绕在管道上。将管道和电缆封装在绝热保温层中。

C. 提供连续的加热电缆（即无接头）。允许对电气连接进行目视检查。

D. 为每个电缆段提供单独的恒温器控件。提供额定值尽可能低的保险丝或熔断开关。

E. 将暴露于各种天气条件的电气设备（自动调温器、插头总成和开关）封装在耐风雨外壳中。将所有火花设备（即具有通断触点的设备）与管道和需要使用适用危险场所的电气设备的位置分开。

2.5.3.2.7 按以下要求配置阻抗加热系统：

A. 请制造商或其他合格人员将系统作为完整的单元进行安装和测试。

B. 遵循具有管辖权的主管部门和《国家电气规范》第 427 条“管道与容器的固定电加热设备”的要求。

C. 使用不导电的配件将加热管段与未加热的部分绝缘，以限制电流路径并消除危险位置的任何电流泄漏。

D. 在每个系统的每个回路中提供一个自动高温限位切断开关，以防止工作温度控制恒温器出现故障时液体过热。

E. 用绝缘材料将管道和配件的所有部分封闭，以防止系统意外接地。为所有阻抗加热系统的电源提供接地故障中断 (GFI) 设备。

F. 将所有火花设备（例如开关、变压器、触点）置于远离管道的位置以及需要危险区域级电气设备的区域。

G. 定期测试加热系统，以确保其持续正常运行。使用经过培训的员工或承包商对系统进行所有维护。

2.5.3.2.8 如果提供了保温材料，则使用不燃保温材料。

A. 在法兰接头或其他潜在泄漏点（例如阀门、泵）附近设置非吸收性保温材料（例如闭孔泡沫玻璃）。

B. 可以在焊接管上使用任何类型的不可燃或 1 级绝热保温材料（例如硅酸钙、玻璃纤维棉、矿物棉）。

2.5.3.3 管道系统工艺控制阀

2.5.3.3.1 如果安装了工艺控制阀，请遵循以下要求：

- A. 使用铸钢结构。对于安装了喷淋系统的区域的 2 英寸（50 毫米）或更小尺寸的阀门，可以是青铜材质。当工艺条件要求使用特殊材料时，请使用不锈钢、蒙乃尔合金、衬里钢或等效材料。请勿使用铸铁阀体和阀轭。
- B. 提供阀门状态的明确指示（即，打开或关闭、流动方向）。
- C. 如果工艺控制阀可能遭遇严重火灾（例如位于可燃液体房间内的阀门），且其功能丧失会大大增加危险（例如，可燃液体储罐底部的阀门，会使储罐内液体释放），应配置 FM 认证的防火安全切断阀。

2.5.4 输送系统

2.5.4.1 泵送传输

2.5.4.1.1 仅在使用点需要液体时，才安排泵送系统给管道系统加压。管道系统不在使用状态或在设施内闲置期间，请勿对管道系统加压。

2.5.4.1.2 设置安全切断连锁装置，在安全切断阀启动时关闭泵。

2.5.4.1.3 提供系统运行所需的最小的泵和管道运行压力。

2.5.4.1.4 尽可能设置正排量泵，以便完全切断液体流。

A. 在正排量泵的下游安装一个泄压阀。

B. 将泄压阀出口管接到以下位置之一：

- 1. 供应源，从液面下方进入
- 2. 泵的入口侧

2.5.4.1.5 如果系统含有闭杯闪点为 0°F (-18°C) 或更低的液体，请将泄压阀排放管连接回供应源，以防止由于离心泵的搅动操作导致过热。

2.5.4.1.6 设置浸没式或竖轴式离心泵，以防止储罐蒸气空间中旋转零件的空转。可以使用泵送的液体，对泵和轴承进行冷却。

2.5.4.2 重力传输

2.5.4.2.1 当泵送方式与使用的液体不相容时（例如，某些挥发性液体在泵送时会出现汽塞现象）或对于小型系统（例如圆桶），可通过重力传输，转移可燃液体。

2.5.4.2.2 将重力传输操作设置为在发生泄漏或火灾时切断液体供应。

2.5.4.2.3 安装与火灾探测系统连锁的安全切断阀，发生火灾时阀门关闭从而切断液体供应。

2.5.4.3 惰性气体传输

2.5.4.3.1 使用相容的惰性气体（如氮气、二氧化碳），以避免蒸气-空气爆炸的可能性。请勿使用空气。

2.5.4.3.2 根据 ASME 或国家认可的其他非燃烧压力容器规范，建造、安装和测试用于惰性气体传输系统的储罐。

2.5.4.3.3 对传输系统进行设置，以提供使液体以一定的速率通过系统，从而满足运行需求所需要的最低气压。

2.5.4.3.4 为惰性气体传输系统提供以下设备（参见图 2.5.4.3.4）：

- A. 在惰性气体供应管路上安装一个手动切断阀。
- B. 在惰性气体供应管路中设置一个压力调节器，将其设置为所需的最低压力。
- C. 在惰性气体供应管路和储罐进料管线上安装一个止回阀，以防止液体倒流。
- D. 在止回阀下游的惰性气体供应管线上设置一个双向、三通电动调节阀，可在接电时供气对储罐加压，断电时则释放储罐压力。

- E. 在调压阀的下游或是储罐上安装一个泄压阀，其压力设置为比调压阀稍高。
- F. 在来自储罐的可燃液体供应管道上配置安全切断阀。
- G. 在可燃液体储罐的进料管上配置开关式电动控制阀。
- H. 在储罐上提供液位控制，以防止溢流。
- I. 如果要传输的可燃液体闪点低于 100°F (38°C)，请在存储罐的排放管（泄压管路、方向阀排放管）中安装阻火器。

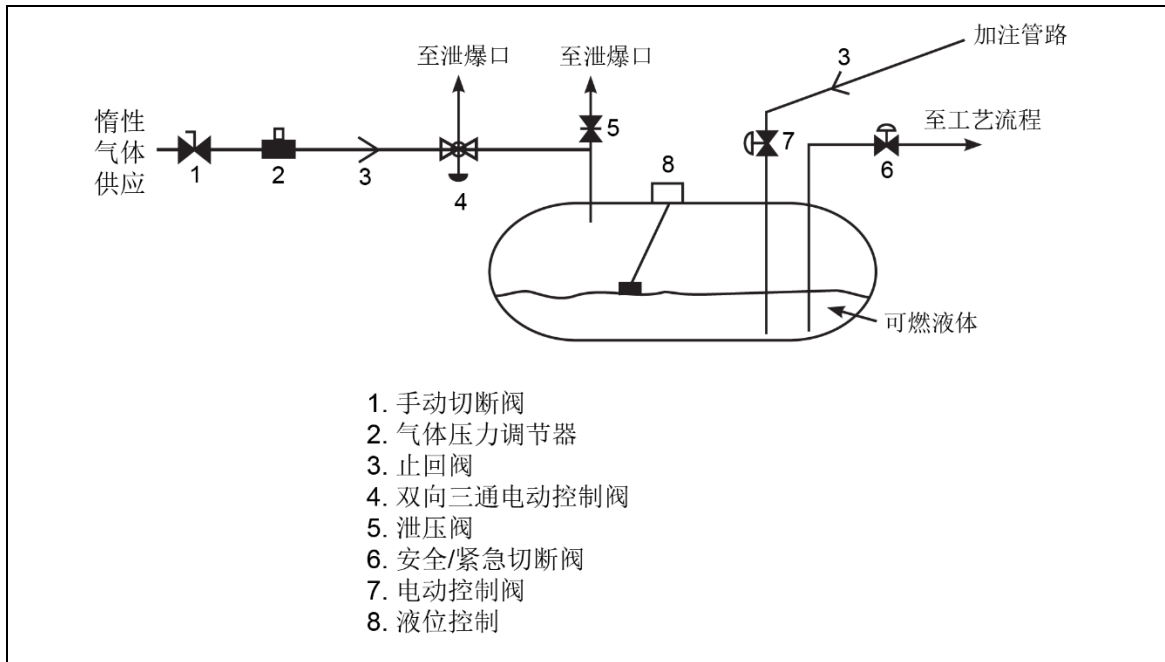


图 2.5.4.3.4. 压缩惰性气体传输方法

2.5.4.3.5 按以下要求为惰性气体输送系统设置联锁：

- A. 正常操作过程中，安全切断阀打开，进料管路控制阀关闭，惰性气体供应管路上方向阀的方向为允许气体流入存储罐。
- B. 灌装过程中，安全切断阀关闭，进料管路控制阀打开，惰性气体供应管路上方向阀的方向为排放罐内压力。
- C. 发生火灾或泄漏的情况下，安全切断阀关闭，进料管路控制阀关闭，惰性气体供应管路上方向阀的方向为排放罐内压力。

2.5.4.3.6 对惰性气体输送系统进行设置，以在确认阀门的正确位置之前（例如，大型电气系统阀门之间的联锁，或为小型系统上的手动阀门操作提供清晰的程序），防止阀门操作。

2.5.4.4 装卸站

2.5.4.4.1 确保用于可燃液体的轨道车和卡车符合适用的运输法规与规范。

2.5.4.4.2 为装货和卸货站提供足够的控制和安全切断阀，以便在发生泄漏或火灾时控制正常操作以及隔离轨道车、卡车和工厂管道系统。

2.5.5.5.3 在轨道车或卡车的所有底部排放管路上以及柔性管道的工厂侧安装安全切断阀。

- A. 设置阀门，以便在发生火灾时自动操作，并进行远程手动操作。

B. 保护阀免受物理损坏（例如，室内储罐阀下游装有剪切配件）。

2.5.4.4.4 尽可能从轨道车和卡车的顶部进行装卸。当满足以下所有条件时，则允许从底部进行装卸：

- A. 根据数据册 7-88《室外可燃液体储罐》的建议设置了间隔距离，而且
- B. 液体溢出不会暴露重要的建筑物或设施，以及
- C. 轨道车或卡车的排放管路上安装有安全切断阀。

2.5.4.4.5 使用正排量泵进行顶部卸货操作，以防止虹吸现象。

- A. 将泵放置在液位上方的不可燃平台上，并安排在发生火灾或泄漏时自动或手动关闭泵。
- B. 将手动切断开关或按钮放在容易操作的位置。

2.5.4.4.6 为轨道车/卡车或储罐安装防溢流装置。

- A. 布置液位控制装置，以便在储罐装满时自动停止进料操作。
- B. 控制系统可以单独使用，也可以与仪表、刻度或肉眼观测相结合。

2.5.4.4.7 必要时，使用钢管和回转接头或金属柔性软管连接到轨道车、油罐车或驳船。

2.5.4.4.7.1 如果工艺条件要求、耐受所处理的材料且满足系统压力额定值，则可采用金属加强橡胶软管。

2.5.4.4.8 按以下要求设置油罐车装卸站：

- A. 在平坦的表面执行所有装卸操作。
- B. 根据数据册 5-8《静电》的要求提供搭接和接地。在打开罐顶之前，连接搭接连接线。
- C. 在连接到固定管道系统之前，请设置卡车的手刹并挡住车轮。
- D. 张贴警告标志，指明油罐车已连接到管道系统。

2.5.4.4.9 按以下要求设置轨道车装卸站（参见图 2.5.4.4.9）：

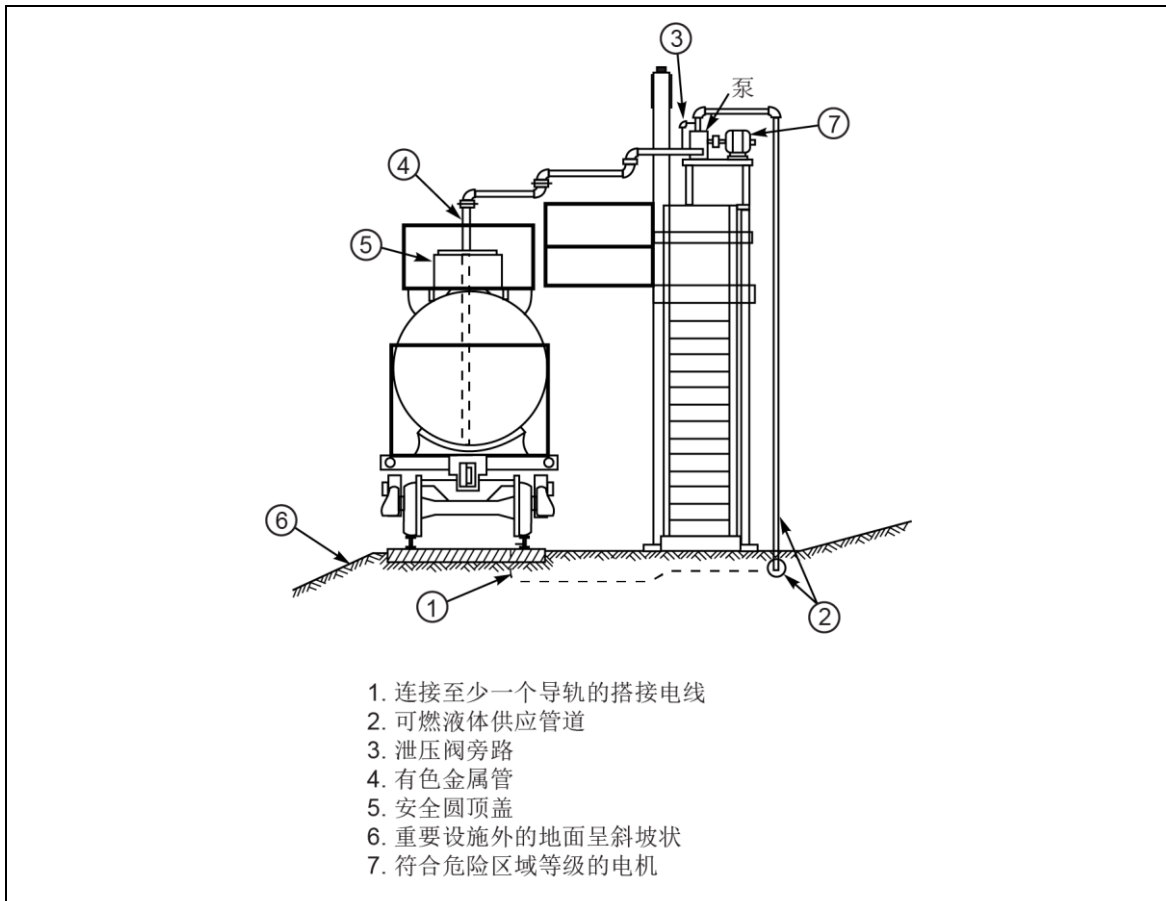


图 2.5.4.4.9. 轨道车装/卸站等电位跨接布置，可防止杂散电流产生火花

- A. 在建筑物专用壁板的水平轨道上或同等位置执行所有装卸操作，并用永久性管道连接储罐。
- B. 将进料管路（或管道）跨接到至少一个导轨和机架结构（如果是金属），由此提供杂散电流保护。在杂散电流过大的区域，为进入机架区域的所有管道安装绝缘法兰，以将机架管道与管道进行电气隔离（参见图 2.5.3.4.9）。
- C. 将轨道车与装/卸连接点准确对齐，以免连接处受到过大的压力。
- D. 在距离壁板开口端至少一辆车长的位置处放置拖车，以免轨道车受到其他移动轨道车的影响。如果可以将现有的铁路道岔锁定在关闭位置，则可以使用它们。
- E. 在连接到固定管道系统之前，请设置制动器并挡住车轮。
- F. 张贴警告标志，指明轨道车已连接到固定管道系统，直至轨道车断开连接。

2.5.4.4.10 如果要转移闪点低于 100°F (38°C) 的可燃液体，请在轨道车和卡车的放空口处安装阻火器。

2.5.4.4.11 按照 2.9 节要求保护装卸站，防范不受控的点火源。

2.5.4.4.12 为所有管道贴上醒目标志，注明避免混合材料。

2.5.4.4.13 确保所有装卸操作始终有人监管。

2.5.4.4.14 在配有加热盘管的轨道车或卡车中，输送需要加热以进行转移的液体。

- A. 使用使液体呈液态所需的最小蒸汽压力。
- B. 用设定为所需最小压力的调节阀控制蒸汽。

C. 在调节器的下游安装一个泄压阀，并将其设置为稍高的压力。

2.6 运行和维护

2.6.1 创建一系列例行检查点并由操作员检查正常使用极限，以便及时检测异常情况。应根据工艺条件以及工艺流程异常的后果和严重程度确定检查的频率。经常进行检查以发现和维修泄漏。使用易燃蒸气探测器查找小泄漏。

2.6.1.1 在每个班次开工前检查可燃液体使用区。还要检查安全设备和工艺控制措施。

2.6.2 在所有可燃液体安全切断阀上贴上醒目的标志，指明液体和受控区域。

2.6.3 为盛装可燃液体的设备（储罐、油桶等）贴上醒目的标志，指明设备所储存物料及其存在的危险类型。

2.6.3.1 为可燃液体管道贴上醒目的标志和色码，指明液体和流动方向。建议的管道标识系统请参见 ASME A13.1《管道系统识别方案》。

2.6.4 实施原材料检查计划，以确保交付预期的物料，并防止将异物或不相容的物料引入仓库。

2.6.5 实施变更管理程序。在项目开始前，由合格的防损顾问以及其他具有管辖权的部门对所有计划性变更进行全面审查。

2.6.6 制定全面的预防性维护计划，以确保电气和机械设备按设计运行。有关制定和实施系统和设备的防损资产完整性程序，参见数据册 9-0/17-0《资产完整性》。

2.6.7 对于操作环境整洁的区域的安全切断阀，每年进行测试。对于易染污系统（树脂）上的安全切断阀或暴露在污染条件下的，请进行更频繁的测试（例如，每月一次的频率可能合适）。

2.6.7.1 测试中应确认，阀门可由模拟方式致动来关闭（例如：拆下熔断器、火警系统报警等）。

2.6.7.2 每季度测试一次用于限制火灾前泄漏的安全切断阀，无论哪种控制类型。保留所有测试的记录。

2.6.8 每年至少一次，或根据制造商的建议（如频率更高），对所有系统联锁装置进行维护和测试。保留这些测试的记录。

2.6.8.1 每季度测试一次用于限制火灾前溢流的所有系统联锁装置。保留所有测试的记录。

2.6.9 定期检查所有仪器。根据操作环境的恶劣程度确定检查频率。

2.6.10 仅对已减压、关闭和排净任何可燃液体的设备执行维护或维修操作。这包括仪器仪表维护、拧紧或旋松螺栓或法兰、填料压盖或进行新连接。在打开或攻丝之前，对管道进行减压、排净、冲洗、吹扫和/或惰化管道处理。

2.6.11 使用设备隔离程序（例如，上锁、挂牌程序、破管许可系统），对被关闭维修或进行其他维护程序的控制可燃液体的阀门实施监管。

2.6.12 拆除不使用的管道或储罐。即时盖住开口管道。完全排空和吹扫未彻底吹扫所有可燃液体及其蒸气的设备。此外，断开设备与任何周围正在使用中的设备的连接，并贴上醒目的标志指明设备已停用，以减少意外使用设备的可能性。

2.6.13 定期检查可燃液体处理设备，以查找外部腐蚀迹象。增加对腐蚀性环境中的设备进行检查的频率。

2.6.14 管道系统

2.6.14.1 根据 ASME B31.3 或当地同等标准检查、测试管道系统。该检查应包括所有管接头（焊接和法兰连接）和管道支架。在对管道系统进行喷漆、绝缘或掩埋之前，执行所有测试。

2.6.14.2 引入可燃液体之前对所有管道系统进行压力测试。使用以下方法之一：

A. 对于不会受到水不利影响且设计压力大于 1 磅/平方英寸表压力（0.07 巴表压力）的系统，请使用水作为测试液进行静水压测试。

B. 对于与水不相容或设计压力低于 1 磅/平方英寸表压力（0.07 巴表压力）的系统，请使用压缩空气或惰性气体对系统进行气动测试。由于使用压缩气体，气动测试可能会释放极大的能量，因此仅应在无法进行静液压测试时使用。

2.6.15 使所有室内防火门保持常闭状态。

2.7 培训

2.7.1 针对在装有或处理可燃液体的区域内工作或进入其中的所有员工（包括操作员、应急响应团队成员和安保人员）制定培训计划。按照工艺操作的复杂性和设施存在的危险级别，设计和监督培训计划。根据需要为所有新员工提供培训，并为现有员工提供复习再培训计划。至少应在计划中包含以下主题：

- A. 所使用的物料所带来的危险。
- B. 在正常和紧急情况下正确操作和关闭设备的方法。打印并张贴重要步骤，以便于参考。
- C. 正确的物料操作程序（例如，等电位跨接/接地、自闭龙头、安全塞等）。
- D. 可燃液体管道系统的操作和关闭方法，包括所有本地和远程切断阀的位置。
- E. 正确的可燃液体转移程序。
- F. 灭火器的位置、正确类型以及针对现有危险的恰当使用方法。
- G. 固定式灭火系统的操作和功能。

2.8 人为因素

2.8.1 在可燃液体的处理或加工场所制定应急响应预案。设计计划，力求确保：

- A. 至少及时通知消防部门，以控制火灾或爆炸造成的损坏程度。
- B. 关闭可燃液体和燃料系统。
- C. 已配置的消防系统和设施可用。
- D. 建立有效的泄漏响应和清理程序。

2.8.1.1 使工厂的应急响应团队成员和当地的消防部门熟悉可燃液体的使用位置以及应急响应预案。使用应急响应演练巩固员工培训计划，并协助消防部门制定灭火预案。

2.8.2 安排安全巡查，巡查范围包括闲置期间的可燃液体处理区。培训安保人员，确保所有盛装或控制可燃液体的设备和阀门处于关闭状态（包括泵、安全切断阀、搅拌器等）。

2.8.3 为储存或处理可燃液体的区域确立严格的环境管理标准。及时清理泄漏物。将废料存放在经 FM 认证的含油废料罐中。每天清除废料。保持足够的通道，以允许人员不受阻挡地走动和取放消防设施。

2.8.4 请参见数据册 9-18/17-18《防冻》制定防冻预案。

2.9 点火源控制

2.9.1 在处理闪点为 100°F (38°C) 或以下的可燃液体时，或是任何加热至闪点（包括可能的环境温度）以上的可燃液体时，请按照数据册 5-1《危险（分类）场所的电气设备》以及国家或当地法规提供可用于危险场所的电气设备。

2.9.1.1 在以下定义的区域使用经 FM 认证的 I 类 1 区（区域 1 或 0）和 I 类 2 区（区域 2）电气设备：

- A. 单个容器或设备中的可燃液体少于 5 加仑（19 升）的区域通常不需要使用适用于危险场所的电气设备（风险有限）。
- B. 对于单个容器或设备中含有 5 加仑至 70 加仑（19 升至 265 升）可燃液体的区域，请使用图 2.9.1.1.B.1 或 2.9.1.1.B.2。

C. 图 2.9.1.1.C.1 或 2.9.1.1.C.2 适用于单个容器或设备中具有 70 加仑（265 升）以上的可燃液体且压力低于 100 磅/平方英寸表压力（7 巴表压力）的区域。

1. 切勿让带有触点的电气设备（例如通断或滑动触点：电机、开关、断路器等）直接位于 I 类 1 区（区域 1、区域 0）区域 10 英尺（3 米）范围内。
2. 提供带有透镜的灯具配件以包覆灯泡。
3. 保护所有设备免受物理损坏。
4. 如果带触点的电气设备位于 I 类 1 区（区域 1、区域 0）区域上方，请将触点完全密封在金属外壳中，并根据数据册 5-1《危险（分类）场所的电气设备》吹扫外壳。

D. 根据图 2.9.1.1.C.1 定义已确定存在爆炸危险的建筑物或房间中的 I 类 1 区（区域 1、区域 0）区域。将房间或建筑物的其余部分定义为 I 类 2 区（区域 2）区域（楼板到天花板）。

E. 墙上开口（例如门或百叶窗）未受到保护的，应把危险区延伸出墙外。或者，维持房间之间的正压差，并通过报警器监控该压差。

注：这些建议未涉及使用压力高于上述压力的可燃液体的工艺流程。这些场所要求对处理条件进行全面审核，以确定需要使用适用于危险区域的电气设备的区域。

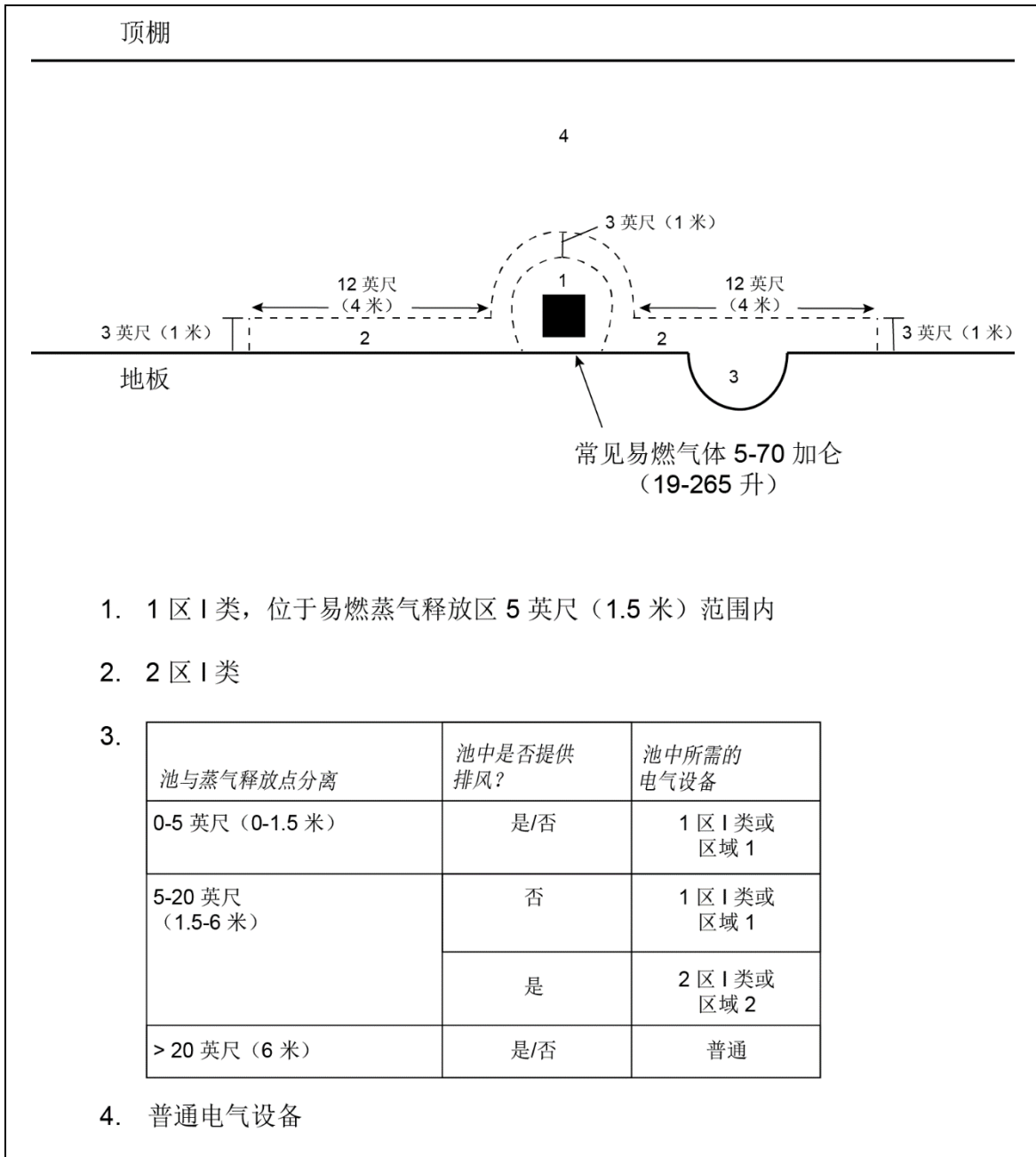


图 2.9.1.1.B.1. 用于敞开设备中可燃液体不超过 70 加仑 (265 升) 情况的危险区域适用电气设备的位置

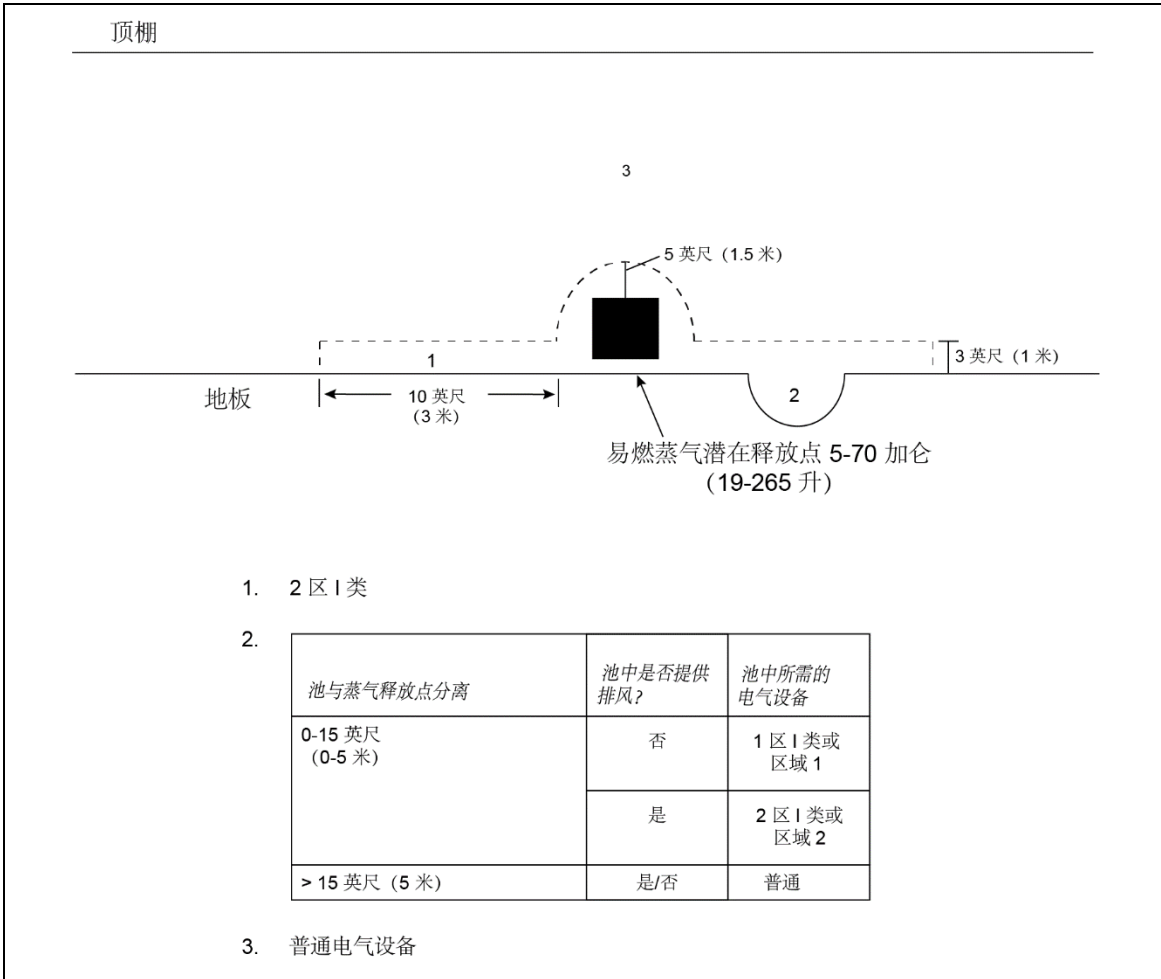


图 2.9.1.1.B.2. 用于封闭设备中可燃液体不超过 70 加仑 (265 升) 情况的危险区域适用电气设备的位置

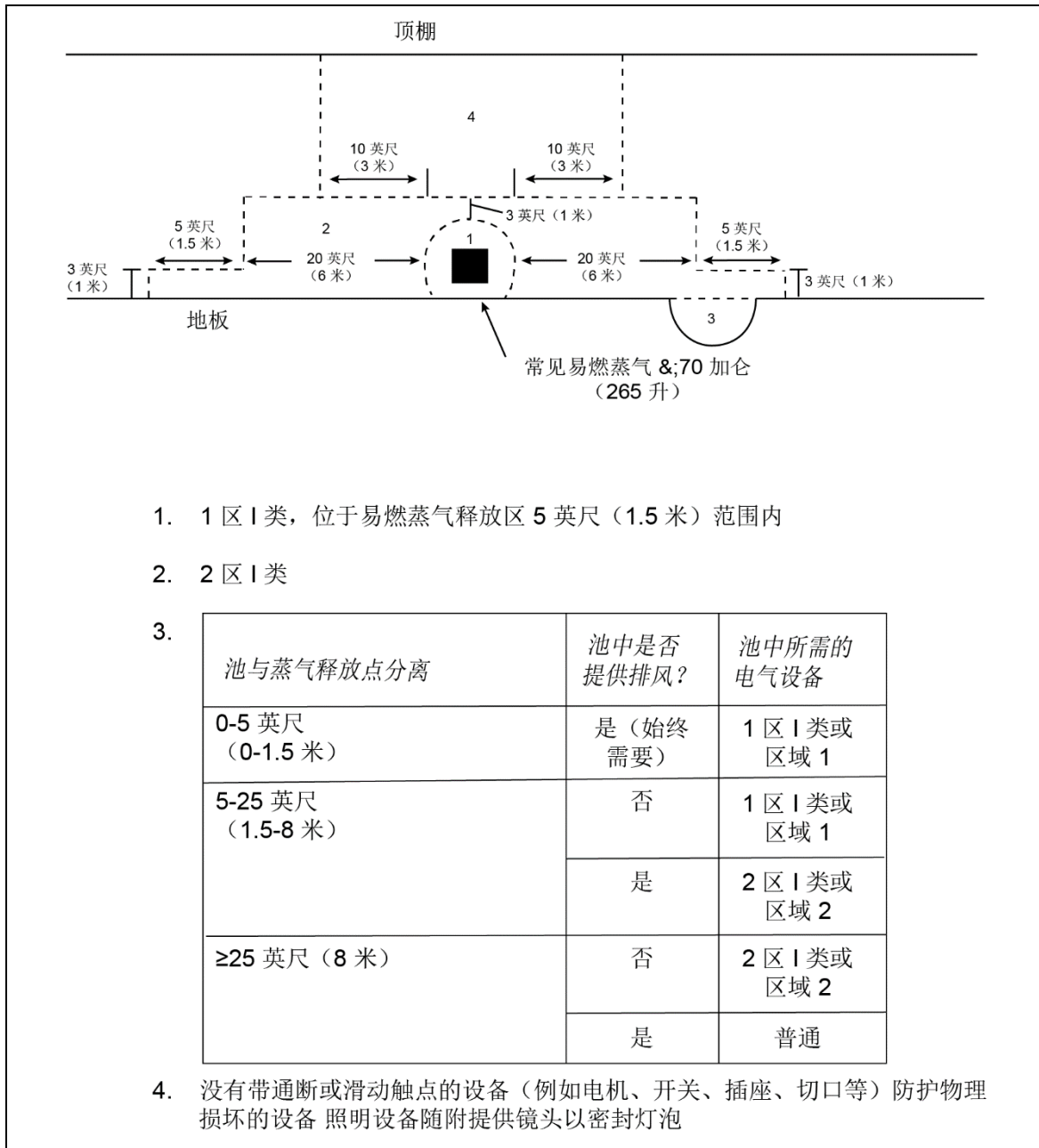


图 2.9.1.1.C.1. 用于敞开设备中可燃液体超过 70 加仑（265 升）情况的危险区域适用电气设备的位置

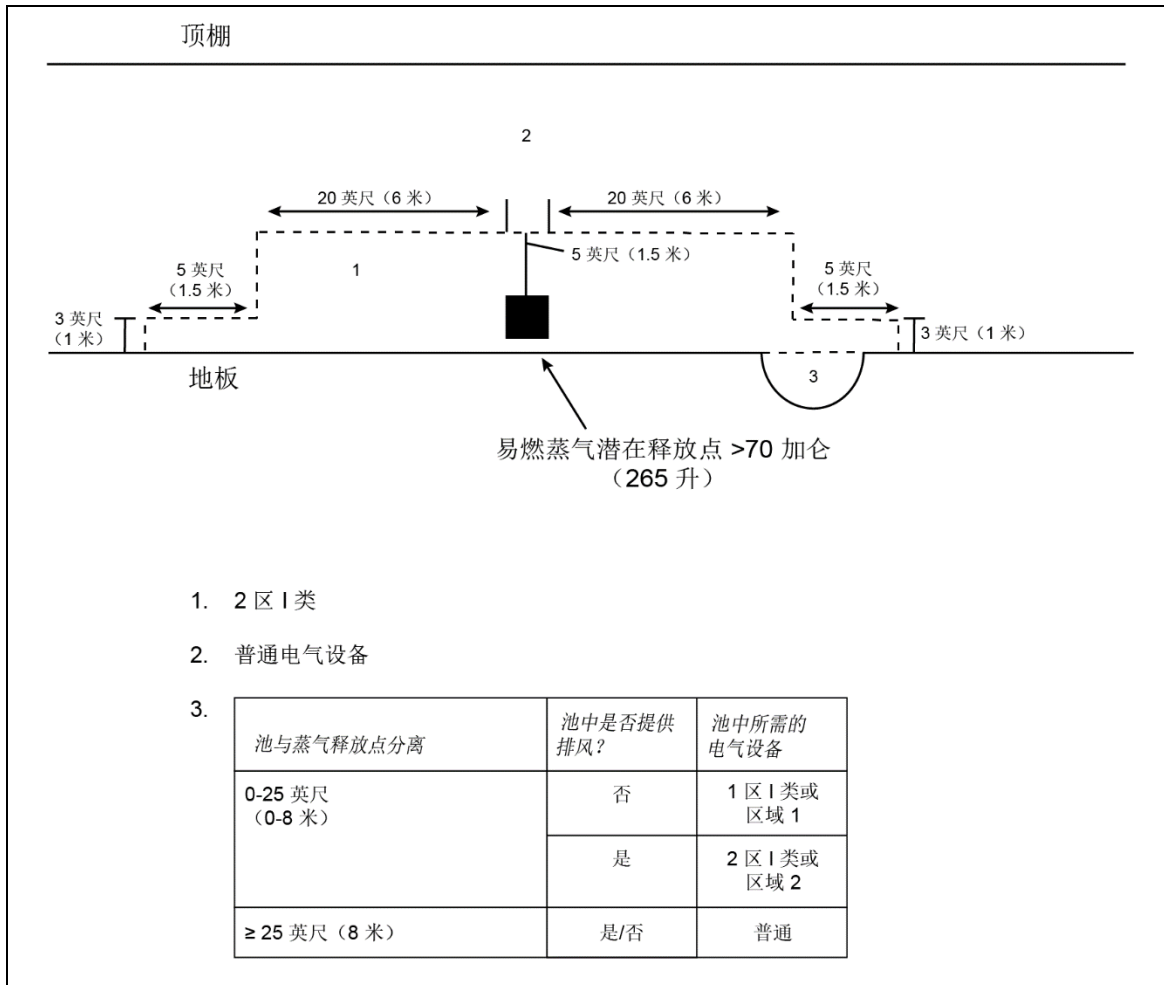


图 2.9.1.1.C.2. 用于封闭设备中可燃液体超过 70 加仑 (265 升) 情况的危险区域适用电气设备的位置

2.9.1.2 严格禁止使用所有不适用于危险场所的便携式设备（包括维护设备、电池供电设备等）。

2.9.1.2.1 符合 ISA 建议做法 (RP) 12.12.03 - 2011 要求的便携式低电压电池供电设备可用于 I 类或 II 类 2 区（或 2 区）危险场所。目前没有同类型的经 FM 认证的产品。

2.9.1.3 在处理闭杯闪点等于或高于 100°F (38°C) 的未加热可燃液体的区域或仅包含可燃液体管道的地上区域（例如，没有泵、阀、连接或断开点、过滤器、储罐等相关设备），可以使用普通电气设备。

2.9.1.4 如果必须临时使用不适用于危险场所的便携式电气设备，请遵循热加工操作许可证预防措施。与其他热加工操作一样，如果无法采取预防措施，请勿签发许可证，也不要使用不适用于危险场所的电气设备。

2.9.2 对于处理（通过环境或工艺条件）加热至闪点以上的可燃液体的设备，根据数据册 5-8《静电》、数据册 5-19《开关设备和断路器》和数据册 5-20《电气测试》要求设置电气搭接和接地。

2.9.2.1 请勿从大型塑料容器中分配闪点低于 100°F (38°C) 的液体。

2.9.2.2 对涉及为容器添加粉末的工艺进行评估，防范相关工艺和操作产生的静电。使用搭接或接地系统。

2.9.3 禁止在所有需要使用适用于危险场所的电气设备的房间或建筑物内吸烟和使用明火。张贴标志以界定危险区域和说明对该区域的限制。

2.9.4 提供不含明火或热表面的加热系统，这些明火或热表面可能是点火源。使用蒸汽或热水、有机导热油或适用于危险场所的电加热装置。

2.9.4.1 如果加热装置位于房间或建筑物外，并且没有空气再循环（即没有从房间到加热设备的回流空气），则可以直接使用天然气或燃油补充空气的直接式加热器。

2.9.4.2 确保加热设备的温度至少比室内液体的自燃点低 55°F (31°C) [温差]。

2.9.5 防止所有可能产生火花的设备（电气、静电、机械或摩擦）、明火或热表面接触可燃液体或其蒸气。维护设备，以防止因长时间磨损（例如，电机、搅拌器、泵等旋转设备）而产生火花或热点。

2.9.6 使用经 FM 认证的工业用叉车，这些叉车可根据数据册 7-39《叉车》中的规定，用于需要使用 I 类 1 区或 2 区（0 区、1 区或 2 区）电气设备的区域。

2.9.7 请勿在处理、加工或储存可燃液体的区域进行任何类型的热加工操作。将任何热加工操作转移到非危险场所。

2.9.7.1 如果无法转移，请根据数据册 10-3《热加工操作管理》严格控制所有热加工操作。

2.9.7.2 只有在全面审查所有拟定的作业、区域中的相关危险以及防止火灾或爆炸所需的所有预防措施后，才可签发许可证。如果无法满足所有要求，请勿签发许可证，也不要进行任何作业。

3.0 相关建议的技术支持

3.1 引言

要防止涉及可燃液体的火灾和爆炸，最佳措施就是消除燃料来源（即，找到替代液体来替换可燃液体）。如果无法消除燃料的使用，请限制使用量，设计工艺设备以防止燃料泄漏，并限制因挥发损失的燃料量（例如，在工艺目的所需的最低压力下运行）。以下是其他设计注意事项，有助于减少使用可燃液体造成的风险，并建立更高级别的固有保护：

- 不可燃设备设计
- 用于容纳/排放可燃液体的设备
- 焊接管道接头
- 空间分离
- 不燃建筑物
- 设置排水和围堰以限制可燃液体溢出的蔓延范围
- 将液体流速保持在所需的最低水平

有些保护设施需要某些条件触发启动以减少可燃液体工艺引起的风险，它们只有在液体泄漏或火灾等情况下触发启动。使用这些保护设备不能替代上述固有设计功能。以下是一些保护设备：

- 安全切断阀
- 自动喷淋系统或雨淋系统
- 特殊保护系统
- 合理设计的工艺流程控制

3.1.1 液体评估

评估液体火灾或爆炸危险的第一步是确定液体是否会燃烧。如果液体不支持燃烧，则不存在火灾或爆炸危险。液体燃烧的能力通常与闪点有关。但是，仅凭闪点这一个性质并不总能确定液体是否能够持续燃烧。某些液体具有闭杯闪点，但没有燃点（即液体不能产生足够的可燃蒸气以允许持续燃烧；挥发产生的蒸气混合物的燃烧热值极低，且热释放速率较为缓慢）。这种混合物不存在火灾危险，但会在封闭的设备内构成爆炸危险。

遗憾的是，确定液体是否会燃烧的难度很大。运输法规和其他法规当前要求的贴标做法不太一致，而且可能会误导使用者。命名规则（如“易燃”与“可燃”）也可能暗示液体具有不同的相对火灾危险，而事实是，它们在燃烧时都会对建筑物造成严重威胁。本数据册涵盖这些液体，还包括了规范和/或法规未作规定的液体，例如闪点高于 200°F (93°C) 的液体。

衡量火灾严重性的两个标准是热释放速率和火焰高度。对于液体火灾，热释放速率取决于液体的表面积、液体的燃烧热以及液体的质量损失率。火焰高度则与火的热释放速率有关。燃烧热和质量损失率是液体的物理

属性。可供燃烧的面积取决于多种外部因素，例如液体泄漏量、液体泄漏方式（喷雾泄漏、液流、灾难性的大规模释放）、地板表面和坡度（粗糙的表面和/或地板坡度将限制液体扩散）以及设备或管道的材料（如果有适当的保护，不可燃设备会将液体限制在设备中；无论是否采取防护措施，可燃或易碎设备都会在火中释放液体）。

上述评估液体火灾危险的方法表明，无论闪点如何，烃类液体都会产生较高的热释放速率。低闪点可燃液体很容易点燃（室温下可能存在蒸气），而高闪点可燃液体则需要加热才能点燃，最初火焰将在液体表面慢慢蔓延。但是，一旦点燃，这两种液体都具有较高的燃烧热，并且会迅速产生较高的热释放速率（即，火灾会在短时间内产生较高的温度）。由于热释放速率可以衡量火灾的严重程度，因此将烃类液体单独以其闪点进行分类本身毫无意义。

闪点确实会影响顶棚喷淋系统扑灭池火的能力。FM Global 的测试表明，顶棚自动喷淋系统能够成功扑灭涉及闭杯闪点等于或高于 200°F (93°C) 的液体的池火。该测试研究的是闭杯闪点为 285°F (141°C) 的矿物油。本次测试清楚地表明，闪点高于 200°F (93°C) 的液体可能会被小小的局部点火源（即点式点火器）点燃，即使在油未加热且喷淋头已经开启的情况下，火势也会蔓延到整个油池表面。这些测试还提供了扑灭池火所需的明确喷水强度。

额外测试表明，极高闪点液体可在局部被点燃，但如果池表面未被加热或如果液体的闭杯闪点与运行温度之差大于 324°F (180°C)，则不会在整个液体池表面蔓延。让整个液体表面燃烧的唯一方法是用低闪点液体将其覆盖。

即使测试证明自动喷淋系统能有效防止高闪点液体着火，但无论液体的闪点如何，它们都无法扑灭或控制喷射火灾或 3-D（三维）溢出火灾。即使是特殊的保护系统，例如泡沫-水喷淋系统和压缩空气泡沫系统，也无法有效扑灭流动液体火灾。在火灾过程中切断可燃液体的流动，对于设计能够保护场所和建筑物免受严重损失的消防措施至关重要。

其他可能会影响液体火灾危险的物料/液体属性包括水溶性、液体混合物和乳浊液、液体粘度、低沸点液体（即低于 100°F [38°C]）以及比水重的液体（即比重大于 1）。

最后，可燃液体产生的蒸气会与空气形成爆炸性混合物。有些液体不稳定或是会发生剧烈反应（例如，在接触没有火源的空气时会燃烧，容易自热，会与包括水的其他物质发生剧烈反应）。这些特性相结合，会造成重大火灾和/或爆炸危险。

根据上述信息，燃烧的液体可以分为三类：

- A. 顶棚自动喷淋系统无法扑灭火灾的液体（闪点低于 200°F [93°C]，也称为低闪点液体）火灾
- B. 可由顶棚自动喷淋系统熄灭火灾的液体（闪点等于或高于 200°F [93°C]，也称高燃点液体），或比重大于 1 或可与水混合]，以及
- C. 极高闪点液体；有关定义，参见 2.1.3.1。

这三类液体均可归类为“可燃液体”，“可燃液体”一词在英文中的定义非常简单明了，在任何其他语言中也使用类似的术语表示可以燃烧的液体。

3.1.1.1 火灾危险

这种隐患的总体严重程度取决于液体存量和周围设施的性质。高度敏感的场所（例如洁净室），甚至几加仑（升）的燃烧液体，可能都无法承受。另一方面，具有坚固结构特征、通常情况下不可燃的场所（例如钢厂），可以承受明显更大的液体火灾而不会造成严重损坏。

要防范可燃液体风险，挑战之一是液体具有流动性，可使火势蔓延到起火点以外的其他区域。可燃液体处理流程中异常状况的后果取决于多种因素，其中包括 3.1 节中所列出的。

无论可燃液体的数量是多少，控制其泄漏量、限制可能的液池面积并防止其被点燃都是有意义的。

可燃液体火灾的严重程度随着液池面积的增加而增加。如果可燃液体存储在设备内部（设备火灾风险）或其存储方式使其在地面所占面积较小，则火灾的严重程度将降至最低。如果可燃液体从设备中泄露出来并形成一个大液池，则可能发生大型火灾，从而触发所有暴露的喷淋头。被动和主动火灾防护的建议将因潜在火灾危险的严重程度而异。本数据册的目的是限制可能卷入火灾的可燃液体量。

3.1.1.2 爆炸危险

如果具备以下所有要素，则建筑物、房间或设备中存在爆炸危险：

- 燃料
- 氧化剂
- 封闭空间
- 点火源
- 燃料分散

对于液体燃料，液体必须以蒸气或雾的形式分散在空气中，以在可燃范围内形成预混合的燃料-空气混合物。当液体受热并释放蒸气时，或者通过机械方式（例如，液体喷射、液体从高处溢出），会发生液体分散。无论哪种情况，都需要在封闭容积/空间（建筑物、房间或设备）内有足够的燃料-空气混合物，才会在点燃时产生破坏性的过压。

在确定何时防范爆炸危险时，最大的挑战是确定产生合适条件的场景。影响爆炸危险产生的条件包括：

- 燃料释放量
- 燃料蒸发速率
- 封闭环境的容积
- 封闭环境内的空气流动
- 释放情形（例如高压喷溅、高位 3-D 溢流、沸腾液体导致容器爆裂、溢出液体的蒸发）

3.1.2 水溶性液体

（请参见附录 A 了解水溶性的含义。）

过去，人们认为与其他烃类液体相比，水溶性可燃液体所需的保护措施要弱得多，因为这些液体可以用水稀释到不再燃烧的程度。水溶性液体通常具有较低的热释放速率和较低的火焰辐射强度（由于烟灰产生量有限）。此外，随着水在混合物中的比例上升，混合物的闪点和燃点将升高，而燃烧热和热释放速率将降低。在达到某个点时，混合物将不再具有燃点，但仍可能具有闪点。没有燃点的混合物将不会燃烧。

相反，如果混合物具有燃点，则其会燃烧并产生池火。遗憾的是，这意味着，如果在火灾过程中没有控制或围阻含有少量水溶性液体且具有燃点的液体混合物，则有可能引发池火灾。即使整个火灾严重程度有限（即稀释的酒精池火不会损坏建筑物），也可能使火灾蔓延到火源区域以外。应始终将具有燃点的混合物视为可燃液体。

仅少量可燃液体符合本数据册中所述的水溶性定义。符合此定义的液体大多是低分子量的醇和丙酮。仅表 2.1.2.2 中列出的液体才应视为水溶性液体。如果认为某种液体可与水混溶，则必须通过测试一定范围的体积百分比来确认，以清楚地证明其能与水按各种比例混溶。

水溶性液体的确会与水混溶。但是，它们也会比水轻，因此会浮在水面上。在配备自动喷淋系统的池火情景中，大部分的混溶是由于自动喷淋系统喷水对液体表面造成影响而引起的。FM Global 进行的全尺寸火灾测试表明，尽管液体与水的确会发生混合，但这是一个非常缓慢的过程。

由于热释放速率较低且火焰辐射强度较低，可以降低视作水溶性的液体的某些保护标准。由于预期的水稀释作用，某些保护标准（例如排水要求）可能会降低。各种水溶性液体带来的火灾危险是不同的。丙酮与异丙醇 (IPA) 相比，会造成更严重的火灾危险。不幸的是，迄今为止进行的防火试验仅针对醇类。该测试数据基于按体积百分比对所有水溶性醇进行分组。一组小规模测试表明，80% 的丙酮具有类似于 100% IPA 的火灾危险。由于某些水溶性液体与水的混合物可能具有不同级别的消防标准，因此对具有类似火灾危险的混合物进行了分组。

3.1.3 乳液

有多种产品由水基混合而成，混合了不同比例的非水溶性可燃液体和固体。其中许多是乳浊液（即，非水溶性的可燃液体不会从混合物中分离出来）。此类产品的一个常见示例是水性油漆或涂料。乳胶漆通常很少或没有可燃液体成分。有些新油漆的水基中有多种可燃液体。可燃液体可能是水溶性液体，也可以是非水溶性液体。对非水溶性可燃液体含量达到 20% 的大量涂料产品进行小规模测试表明，这些材料不构成可测量的火

灾危险。其中许多材料无法使用标准闪点或燃点测试方法进行轻松测试。但是，即使是尝试点燃的液体量比这些测试所要求的量大，也无法产生任何持续燃烧。所有包含可燃液体的未经确认的乳液产品都需要进行测试，以确认产品是否具有燃点。

3.1.4 粘性液体/粘性混合物

粘度是通过多种不同类型的测试测得的。许多测量是针对固定温度下特定类型的液体而开发的。大多数粘度测量值无法相互转换。动态（绝对）粘度的一个单位是厘泊（cP）。1 cP 相当于 6.72×10^{-4} 磅/英尺-秒或 0.01 克/厘米-秒。几种液体的粘度 (70°F [21°C]) 如下：

- 水：1.0 cP
- 汽油：0.65 cP
- 丙酮：0.35 cP
- 润滑油 (SAE 10)：60 cP
- 甘油：1000 cP
- 蜂蜜：10000 cP
- 沥青：>100,000 cP

运动粘度（运动粘度与密度之比）的常用度量单位是厘沲（cSt）。在 68°F (20°C) 时，水的运动粘度大约为 1 cSt。

粘性液体的一个重要优点是其流动性降低。高粘性液体可阻止自由流动，从而减少表面积。如前所述，表面积对液体火灾的严重程度有直接影响。不幸的是，许多材料的粘度会随着温度升高而降低。由于当前的粘度测量技术无法提供火灾温度下的粘度，因此无法确定粘性均质材料的火灾危险。

还有其他由固体和可燃液体的混合物组成的液体。在固体含量较高的情况下，有望减少火灾危险。粘度为 10,000 cP 且可燃液体占比低于 10% 或粘度为 100,000 cP 且可燃液体占比低于 50% 的液体，可通过降低保护标准加以保护。插值法可用于计算粘度介于 10,000 cP 和 100,000 cP 之间的混合物的最大溶剂含量。例如汽车维修油灰，便是由一种粘性基座材料与少量低闪点溶剂组合而成。

对于粘度大于 10,000 cP 的任何液体，不需要使用液体排放系统。即使这些液体在接触火之后粘度可能降低，只要有充足的喷淋保护，它们应该会在地面上迅速冷却下来。高粘性液体的流动特性降低，会降低排放系统排出液体的效率。

3.1.5 沸点低于 100°F (38°C) 的液体

目前未对这些液体进行任何测试。此类液体沸点较低，因此会在释放时迅速蒸发。一旦液体溢出，会形成爆炸性云，或者会在暴露于火中的密封容器中迅速积聚压力。对总体火灾危险的影响可能有限。快速蒸发会产生较高的质量损失率，从而快速减少池面积。这两个因素可能会抵消彼此对总体热释放速率的影响。这些液体的主要问题是防止可能导致爆炸的大量液体释放，以及防止容器在火灾期间超压。

3.1.6 比重大于 1 的液体

如果有机会将水聚积在这些液体的表面，可以用水将其熄灭。此类液体在储藏时不需要使用紧急地面排水系统，前提是能够提供足够的围堰措施以确保用水覆盖可燃液体的表面。

3.1.7 非典型可燃液体

3.1.7.1 极高闪点液体

根据多项研究测试计划的结果，FM Global 定义了一个闭杯闪点阈值，达到此阈值时，液体将不支持火势蔓延到未加热的液体池中。这并不意味着这些液体不会燃烧；事实上，如存放在小塑料容器中并有纸板包装，及在有些情况下被加热时，它们仍会造成严重的火灾危险。

以下物质可作为极高闪点液体对待：

- A. 闪点等于或高于 414°F (212°C) 的未加热液体。

B. 闪点在 414°F (212°C) 或更高的被加热液体，其工作温度满足以下公式：

闭杯闪点 (°F) - 工作温度 (°F) > 324°F

闭杯闪点 (°C) - 工作温度 (°C) > 180°C

上述等式为温差值，直接换算数值不适用，计算中需根据温标使用差值。

C. 闭杯闪点为 450°F (232°C) 及更高的植物油和鱼油，被加热到小于或等于 150°F (65°C)。

3.1.7.2 硅油和硅乳液

一直以来，人们一直认为硅油的火灾危险极小，因为他们认为燃烧硅油产生的二氧化硅烟灰会覆盖液体表面并将火熄灭。不幸的是，大型池火会产生大量的火羽流，甚至将二氧化硅烟灰从液体表面抬起。对粘度较高的硅树脂流体进行的小规模 and 全尺寸火灾测试表明，它们确实会燃烧，而且可能会引发极具挑战性的火灾。测试还表明，相对较低的喷头喷水速率可以迅速扑灭某些池火。

3.1.7.3 浆状油墨

浆状油墨通常用于印刷行业。它们由固体混合的植物油基料组成。如果没有施加压力，真正的浆状油墨在室温下是不会流动的。由于油墨容易积聚在地板上而不易扩散，因此涉及浆状油墨的火灾通常发生在局部。有关浆状油墨保护标准，请参见数据册 7-96 《印刷厂》。

3.1.7.4 水性聚氨酯泡沫包装系统

许多制造工厂使用聚氨酯包装系统来包装产品，并在产品周围使用安全的泡沫垫。这些聚氨酯系统基于水，由两种液体成分组成，这两种液体一旦混合，将会发生反应生成聚氨酯泡沫。其中一种成分是聚醇。此材料通常在其 MSDS 上列出了闪点，但是，许多池火测试未能发现池火灾。因此，不需要将其视为可燃液体。当使用聚氨酯制造座椅或其他最终产品的填充物时，通常会将多元醇与油混合以制造柔软的泡沫。这种版本的聚醇会燃烧，是一种可燃液体。

泡沫包装的第二种成分是多亚甲基多苯基异氰酸酯 (PMDI)。这是一种可燃液体；但是，其产生的火灾危险是有限的。如果溢出，它会使火蔓延到整个液体表面，并释放足够的能量以触发喷淋头。自动喷淋系统的喷水将迅速扑灭池火。但是，若是在通用仓库中释放此液体，将会导致极大的火源。以复合 IBC 储存 PMDI 时，一旦暴露于 PMDI 池火，这种储存方式会迅速失效。

3.1.7.5 黄油产品

黄油为黄色或白色乳状液，其成分为乳脂、水、空气，可能含盐。它是由牛奶或奶油制成，用于烹饪及作为食品。

乳脂是牛奶的天然脂肪，可用来制成黄油。它也可以称为牛奶脂肪。

对乳脂进行的耐火测试表明，它不支持火在液体池表面蔓延。在大容器中，乳脂可作为极高闪点液体来对待。这也适用于牛奶的脂肪。

3.1.7.6 不饱和聚酯树脂 (UPR)

UPR 是一种液体混合物，其中大部分成分是高闪点树脂和各种苯乙烯，这导致其闪点较低。如果这种混合物中的苯乙烯含量低于 50%，则保护建议会有所不同。否则，请使用该混合物的闪点将其评估为可燃液体。

溢出的 UPR 将在地板上形成一个液池。与常见的低闪点液体相比，其散布范围较小，火焰蔓延速度较慢。在金属容器中加热 UPR 将导致聚合反应，但容器不会因此显著过压（即，容器可能会部分排气，而不会在建筑物中造成过压损坏）。

3.1.7.7 丙二醇和乙二醇混合物

丙二醇和乙二醇是可溶于水的高闪点（即闪点高于 200°F [93°C]）可燃液体。这些液体相对于其他高闪点或水溶性液体（从保护角度来看）的一大优势是，稀释后它们会迅速停止产生燃点。乙二醇和丙二醇的实验室规模测试表明，它们与 20% 的体积水混合后将不再产生燃点。从液池火灾的角度来看，这有积极意义。乙二醇体

积含量不超过 80% 的水溶液可不视为可燃液体，因为地面积留的这种液体是不会燃烧的。但是，这些液体混合物如蔓延到燃烧的纤维素材料表面时，仍会影响火势。将乙二醇水混合物排放到燃烧的木制托盘上的中型测试表明，乙二醇体积超过 35% 的混合物会增加托盘的燃烧速度。

3.2 建筑结构和位置

可燃液体的使用会产生许多不同的火灾场景。主动防火系统（如自动喷淋头、特殊防护系统等），从经济上来说，不可能设计为对所有潜在可燃液体火灾情况提供防护。如果主动防护系统无法控制火灾，则被动防护方案（如隔离、结构特征、排水）可提供最后一道防线，以防止可燃液体火势不受控制地蔓延。如果可燃液体使用设施没有考虑相应的被动防护方案，则会显著增加发生可燃液体火灾失控的可能性。

使用空间分隔、不可燃结构、限损结构以及围堰和应急排水设施，可以有效地限制使用可燃液体所产生的风险（火灾和爆炸）。

3.2.1 综述

通过设施输送大量可燃液体，风险最小的方法是使用设计良好且维护良好的封闭式管道系统。由于这些系统用于输送大量可燃液体（有时是在高压下输送），系统组件故障会导致大量液体释放，并可能引发大型可燃液体火灾。许多管道故障都是由于系统设计薄弱、系统运行故障或系统维护不足引起的。管道系统设计必须考虑位置、布置、材料、接头、柔性、加热、阀门、检查和测试。通过稳妥可靠的设计，可以在管道系统中内置更高级别的固有泄漏或释放预防机制。

3.2.2 管道系统

管道系统的完整性可能受到物理损坏、环境影响（例如腐蚀、风吹、冰冻）、操作条件（例如高温或低温、高压）和外部火灾的威胁。管道系统的正确位置和布置可能会限制或防止因操作条件造成的损坏之外的所有其他损坏。管道系统还会使重要的建筑物和设施暴露在外。限制发生物理、环境和外部火损的可能性，以及将管道系统置于建筑物或结构外部，或限制室内管道的数量，所有这些举措都可以减少建筑物或设施的暴露风险。

建筑物内不便检修的管道（例如，在隐蔽空间内）或地面以下的管道（例如地下室区域）可能会增加发生不可控可燃液体着火的可能性。对于不便检修的管道，很难检查其是否存在腐蚀或接头泄漏。在大量液体释放或管道出现故障之前，可能无法发现这些问题。闲置的地下室区域如果发生泄漏，可能也难以察觉。在地下室发生的任何泄漏物燃烧都难以通过人工消防工作有效控制。在管道周围装配一个封闭空间，可防止管道腐蚀、泄漏并允许检查是否泄漏（可接近的低位排放口）。

3.2.3 管材

确保管道系统管道完整性的第二种方法是使用适当的构造材料。管道应：

- A. 耐受所操作的液体，
- B. 设计用于最大系统操作条件，
- C. 抗物理损坏（例如，机械冲击），以及
- D. 耐热损坏，包括因温度突变和接触外部火源而产生的热冲击。

无缝钢管的制造无需焊接。这是一种优质管道，因为它不依赖于良好一致的焊缝。没有焊缝会降低在极端操作条件下管道出现故障的可能性。对于循环条件恶劣的系统（例如，液压系统压力可以每天从低压循环到高压多次），以及一旦发生故障会使重要建筑物或建筑暴露在外面的管道系统，则应考虑使用此类管道。

在正常操作期间，使用易碎、低熔点或可燃材料可能会导致管道完全失效，从而导致建筑物或建筑遭受重大风险（如火灾或爆炸危险），或是会导致管道在火灾过程中发生故障，并极大地提高火灾的严重程度（即为火灾提供额外燃料）。

3.2.4 管接头

管段之间或管道与设备之间的管接头可能会在管道系统中形成薄弱点（即潜在的泄漏点）。理想情况下，所使用的接头应具有与管道相同的质量（例如相容性、强度、挠性）。实际上，接头在强度、挠性和可靠性方面可能会有很大差异。

质量最佳的管接头是焊接接头。对于大尺寸管道，焊接接头强度高、重量轻、维护少且成本低。但是，焊接接头的生产难度较大，一旦制成，需要切割才能断开。为了便于维护（维修和更换）设备，请勿使用焊接接头将管道连接到储罐、泵或其他需要维护的设备上。对接焊接接头的强度与管道的强度相同。承插焊接头的强度不如管道强，并且容易发生裂缝腐蚀（套管处会积聚液体）。

法兰接头可轻松装配和拆除管道系统，无需使用特殊工具，且可在无明火的情况下使用。此类接头还可安装在盲端，以供将来扩展。法兰接头确实需要仔细安装和维护，它比焊接接头重，占用的空间更多，并且会导致接头中存在两个潜在的薄弱点（法兰接头连接处和垫片）。法兰接头可以是对焊型或滑动型。对接焊法兰仅需单焊，强度较高，且不会在接头中产生第二个薄弱点。滑动型法兰通过两个角焊连接到管道，其强度低于对焊型法兰。

法兰接头使用的垫圈必须能够承受工作条件（例如，压力、温度、处理的物料）和潜在的外部暴露（例如，暴露在火源中）。垫圈还应能够防止完全失效（例如，垫圈从法兰中滑出，从而产生大面积泄漏）。带不可燃填料的螺旋缠绕金属垫圈、金属环接头垫圈和石墨垫圈（不带有有机填料或树脂）可防止完全失效，且在暴露于外部火源时也不会分解。金属环接头垫圈的防护效果最佳，但使用成本最高。

螺纹接头通常用于小口径管道（2 英寸或更小），可在现场轻松制作。它们提供的管接头强度较低，因为螺纹切削时管壁厚度会减小。螺纹接头易受缝隙腐蚀，不能承受恶劣的循环条件。还应提供与所用液体相容的密封剂。螺纹接头只能用于暴露有限的区域或材料。

3.3 场所

3.3.1 环境管理

可燃液体使用区域的清洁程度可能会影响火灾的可能性和后果。用过的抹布可能会自动点燃。大面积的可燃沉积物会导致大量的喷淋头的启动。

3.3.2 通风换气

可燃液体不会燃烧：但它们产生的蒸气会燃烧。液体的蒸气压力将决定在不同温度下产生的蒸气量。存在越多的蒸气，点燃的可能性越大。通常，可燃蒸气重于空气，具有流体的属性，因此能在楼板上漂移，并在位置较低处聚集。除非处在可燃限度内，否则蒸气不会点燃。如果蒸气达到其爆炸下限且处于密闭空间，则会发生爆炸。蒸气压力较高的液体会产生足够的蒸气量，足以在室温下燃烧。蒸气压力较低的液体需要加热才能产生点燃所需的足够蒸气量。通常，低闪点液体具有较高的蒸气压力，高闪点液体具有较低的蒸气压力。

通风系统设计用于在正常操作过程中限制、稀释和移除设备释放的和正常操作可燃液体过程中释放的最大正常量的易燃蒸气。适当设计的低位通风装置可利用空气稀释易燃气体，减少易燃蒸气-空气混合物在操作区积聚的机会，防止其浓度达到爆炸下限。对于因设备故障（管道破裂、从安全阀释放）、受热可燃液体的意外排放（桶或储罐溢出）或不受控制的化学反应（反应器排放）而导致的过度蒸气释放，本数据册中给出的通风速率不能提供充分防护。设计通风系统以消除大量蒸气释放不在本文档的讨论范围内。

系统进气口必须设置在楼面高度以及较低点，防止室内出现可燃气囊。是否需要强制机械通风取决于使用的液体和工艺条件。

通常，闪点低于 100°F（38°C）的液体在室温下会产生过多蒸气，需要机械通风。任何闪点不超过 300°F（150°C）且加热至闪点的液体都需要机械通风。可使用数据册 6-9《工业加热炉和干燥器》来计算防止易燃蒸气达到其爆炸下限所需的特定通风率。

3.4 保护措施

自动喷淋系统可有效防护室内可燃液体火灾危险。它们是防止建筑物、工艺流程和设备严重损坏的主要方法。喷淋保护装置可通过以下方法扑灭以下各类液体火灾：

- A. 对于闪点高于 200°F (93°C) 的液体，将液体冷却至其燃点以下（注意：这仅适用于有未加热液体引起且切断液体供应的池火）。
- B. 对于比水重的液体，则将火闷灭。
- C. 对于水溶性液体，将液体稀释至不再具有燃点的程度。

对于闪点低于 200°F (93°C) 的液体，无法用自动喷淋系统灭火；但是，自动喷淋系统可以通过冷却防止损坏建筑和设备。喷淋头需要完整覆盖各个区域（例如在储罐、夹层和其他障碍物下方），以确保充分冷却并防止因钢过热而导致坍塌。

三维火灾和喷射火灾产生的放热量比池火高得多，因为液体的蒸发速度更高。此类火灾可能会造成严重的热损害。本数据册中的自动喷淋系统设计不用于防护化工厂或喷射（例如液压油）火灾。

3.5 设备和工艺

3.5.1 综述

设计用于处理可燃液体的设备应能限制液体及其蒸气，限制泄漏和溢出量，并在紧急情况下清除溢出的液体。需要不受限制地使用可燃液体的工艺应使用能限制液体暴露表面积的设备，以减少点燃的可能性并限制潜在的火势大小。设备的设计还必须能够承受所有预期工艺条件（例如压力、温度等）以及外部风险（例如物理损坏、火灾风险、腐蚀性环境）。

3.5.2 管道系统安全切断阀

可燃液体管道系统需要用阀门来控制系统的运行，并提供在发生火灾或泄漏时关闭系统的方法。每个管道系统都是不同的，需要采用不同的控制阀和安全切断阀布置。必须根据管道系统的控制需求和泄漏可能造成的潜在风险来确定每种阀门的位置和操作。控制阀和安全切断阀必须由可耐受所处理液体以及安装环境的材料制成。与管道一样，阀门也应具有抗机械损坏的能力。

控制阀用于控制流向、流量、输送顺序和在维护操作期间的设备隔离。这些阀门的位置和布置取决于管道系统的复杂性。若阀门结构允许以目测方式直观确定其状态（例如，打开、关闭），则可以减少混淆的可能性。

对于涉及可燃液体的火灾，限制火灾严重程度的最佳方式是限制供应给火灾的液体量（即移走或限制燃料供应）。安全切断阀可将供液装置与储罐隔离开来，切断液流，防止存放的液体在发生火灾或泄漏时释放出来。如果液体供应和使用点位于不同的火灾区域（例如，外部储罐通过管道连接到建筑物内部使用点），则大多数可燃液体管道系统至少需要两个安全切断阀。供应源处的安全切断阀允许在使用地点或供应罐处发生泄漏时切断液体供应。在使用地点，安全切断阀可立即切断液体供应。

3.5.3 液体传输系统

3.5.3.1 泵送传输

使用泵送系统进行可燃液体输送操作是一种常见现象。只需关闭泵即可轻松关闭泵送系统。正排量泵可完全切断液流。关闭离心泵时，由于重力或虹吸作用，离心泵可能仍允许液体流动。

泵是潜在的泄漏点。旋转部件和密封件增加了泄漏的可能性。由于存在泄漏隐患，泵被认为存在可燃液体火灾危险，还可能会造成室内爆炸危险。火灾危险的规模取决于一个或多个泵的操作条件。高压（约 100 磅/平方英寸表压力 [7 巴表压力] 以上）或高流速（约 100 加仑/分钟 [23 立方米/小时] 以上）会造成更大的火灾危险。如果发生泄漏，这两种液体都会释放出大量可燃液体。系统若是在较低压力和流量下运行，则其构成的风险较小。提供水喷雾系统可降低火灾危险。重要建筑物和设施所遭受的风险也会受到可用于将溢出物排出建筑物的排水装置影响。应根据存在的危险（如可燃液体火灾危险、房间爆炸危险）对隔断室内的泵进行评估，并采取相应的保护措施。

3.5.3.2 重力传输

由于无法切断驱动力，因此重力系统不易控制。在提供控制和安全切断阀时一定要特别谨慎，确保在发生火灾时不会有液体释放，并在发生泄漏时允许完全切断液流。重力系统最好用于小型系统上，因为它们不会产生太大的溢出量。

3.5.3.3 惰性气体传输

气压驱动的传输系统需要使用压力容器。需要根据工作压力正确设计系统组件，以限制容器发生失效的可能性。在此类系统中，只能使用惰性气体。压缩空气会通过增加氧气浓度来增加蒸气-空气爆炸的可能性，这会增加蒸气的可燃极限。惰性气体将消除容器内发生蒸气-空气爆炸的可能性。需要正确布置惰性气体传输系统，以便在着火或泄漏时能够进行充分的液流控制。如果发生泄漏，液体可能会大量释放，因为系统因压缩气体持续加压。

3.5.3.4 装卸站

可燃液体通常是批量购买的。液体通过轨道车、槽罐车和驳船输送到工业现场。液体容量可能相差很大。槽罐车和轨道车必须符合 DOT 标准或同等标准。装卸站由于使用便携式容器而存在泄漏的可能性，而且存在点火源的可能性会增加（例如卡车发动机、杂散电流）。除了空间分隔、堤防、排水、设备防护装置、点火源控制、员工培训和良好的维护实践之外，还必须考虑防止意外移动（例如，在连接状态下将轨道车拉出）。

3.6 运行和维护

全面的维护计划是任何使用可燃液体的工艺流程的基本组成部分。它有助于降低火灾或爆炸的可能性，并降低发生此类事件的频率和严重性。随着可燃液体工艺的复杂性不断增加，对严格设备维护程序的需求对于工艺流程的正常运行变得至关重要。定制维护计划，以满足每个设施的特定需求。

在投入使用之前，必须对用于输送可燃液体的管道系统进行全面检查和测试，以确保系统能够承受预期工作条件。检查和测试还允许在使用低危害液体（例如，水）的情况下，检查是否符合计划并检查是否存在泄漏。

测试的方法和方案应能确保在最大操作条件下具有足够的系统强度。测试时不应将与待操作物料不相容的材料/物料引入管道。必须在管道掩埋或被绝热保温层覆盖之前进行测试，以检查所有接头是否泄漏。由于使用压缩气体会增加危险，避免进行气压测试，除非没有其他选择。

3.7 点火源控制

清除燃料可防止火灾。消除点火源也可防止火灾。在大多数情况下，无法完全控制所有点火源；但是，可以移除和控制容易识别的点火源。一些常见的潜在点火源包括：

- 电气设备
- 静电荷
- 杂散电流
- 工艺设备
- 加热设备
- 工业卡车
- 吸烟
- 维护操作

应在设施设计过程中对每个区域进行审查，还应在设施运行过程中定期检查，以降低在存在易燃蒸气时形成点火源的可能性。

4.0 参考文献

4.1 FM Global

数据册 1-2, 《地震》

数据册 1-12, 《顶棚与隐蔽空间》

数据册 1-29, 《屋面底板的固定和底板上方屋顶组件》

数据册 1-44, 《限损结构》
数据册 2-0, 《自动喷淋系统的安装指南》
数据册 4-0, 《特殊保护系统》
数据册 4-2, 《水雾系统》
数据册 4-1N, 《固定式水喷雾灭火系统》
数据册 4-12, 《泡沫水喷淋系统》
数据册 5-1, 《危险(分类)场所的电气设备》
数据册 5-8, 《静电》
数据册 5-19, 《开关设备和断路器》
数据册 5-20, 《电气测试》
数据册 6-9, 《工业加热炉和干燥器》
数据册 7-14, 《化工厂的消防保护》
数据册 7-17, 《防爆系统》
数据册 7-29, 《便携式容器储存的可燃液体》
数据册 7-37, 《切削液》
数据册 7-39, 《叉车》
数据册 7-59, 《容器和设备的惰化和吹扫》
数据册 7-78, 《工业排气系统》
数据册 7-79, 《燃气轮机和发电机的消防保护》
数据册 7-83, 《可燃液体的排水和围堰系统》
数据册 7-88, 《室外可燃液体储罐》
数据册 7-98, 《液压油》
数据册 7-99, 《有机合成流体的传热》
数据册 7-101, 《汽轮机和发电机的消防保护》
数据册 9-0/17-0, 《资产完整性》
数据册 9-18/17-18, 《防冻》
数据册 10-3, 《热加工操作管理》

4.2 其他

美国机械工程师学会 (ASME)。《管道系统的识别用方案》。ASME A13.1.

美国机械工程师学会 (ASME)。《对接焊端》。标准 B16.25.

美国机械工程师学会 (ASME)。《管法兰与法兰配件》。标准 B16.5.

美国机械工程师学会 (ASME)。《工艺管道》。标准 B31.3.

美国机械工程师学会 (ASME)。《门装配件消防测试方法》。ASTM E152.

美国机械工程师学会 (ASME)。《高温或高压服务和其他特殊用途的合金钢和不锈钢螺栓标准规范》。ASTM A193/A193M 10a.

美国机械工程师学会 (ASME)。《高压或高温或两者皆可用螺栓的碳钢和合金钢螺母标准规范》。ASTM A194/A194M 10a.

美国机械工程师学会 (ASME)。《泰格闭杯闪点测试仪测定闪点的标准试验方法》。ASTM D56.

美国机械工程师学会 (ASME)。《用宾斯克马丁闭杯闪点试验器测定闪点的标准试验方法》。ASTM D93.

美国机械工程师学会 (ASME)。《建筑物及建筑材料消防标准测试方法》。ASTM E119.

国际标准化组织 (ISO)。《闪点的测定 - 宾斯克马丁闭杯法》。ISO 2719.

国际自动化学会。ISA 12.12.03-2011。《适用于 2 区 I 和 II 类、2 区 1 类和 1 区与 2 区 III 类危险(分类)场所的便携式电子产品标准》

美国国家消防协会 (NFPA)。《爆燃泄压指南》。NFPA 68.

美国国家消防协会 (NFPA)。《国家电气规范》

美国运输部 (USDOT)。《运输业》。《联邦规则汇编》(CFR) 第 49 篇。

附录 A 术语表

IBC 的贮存柜：它是一个围堰装置，旨在实现以下功能：

- A. 留住 IBC 的全部容量加 10%。
- B. 该装置能防止任何泄漏物流出（例如，防止 IBC 溢出物喷射出该装置的侧面）。
- C. 将溢出物的最大面积限为 17 平方英尺（1.5 平方米），可限制整体火灾大小。
- D. 在液体燃烧时滞留液体。

它可用于设计非防控可燃液体的生产区。使用该装置可消除该区域对附加排水和围堰设施的需要。

安全切断阀：为安全控制系统中一个组件的阀门，根据是否存在紧急情况（例如火灾）会自动打开或关闭以防止系统继续运行。这些阀门只能手动复位。它们为防火产品，根据紧急事故情景有其额定防火时间（根据具体情况，也可能无防火等级）。

半固体：一种在室温下形状明确（无需围阻）但可在压力下被迫流动的材料（例如黄油、膏墨、凝胶）。

比重：物质的重量与相同体积的另一物质的重量之比。可燃液体的比重以水为基础。比重小于 1 表示液体会浮在水面上，而比重大于 1 则表示液体将在水中下沉。此信息有助于确定水对可燃液体火灾有何影响。比水重的液体将会下沉，表明水将会熄灭涉及此液体的火灾（覆盖液体并将火焖灭）。比水轻的液体将会上浮，这表示火不会被扑灭，在没有足够排水装置的情况下可能会被水扩散。

不可燃液体：不会燃烧的液体。

不稳定液体：在纯净状态下或商业生产或运输时将会剧烈聚合、分解、发生冷凝反应或是在冲击、压力或温度条件下自反应的液体。

吹扫：短时间引入气体（例如空气、氮气），以便在不通过爆炸范围的情况下，从高于爆炸上限过渡到低于爆炸下限，或反之。

惰化：在封闭空间中长期维持惰性气氛。

沸点：液体饱和蒸气压等于大气压力时的温度。沸点是在 14.7 磅/平方英寸绝对压力（约 1 巴绝对压力）的大气压力下测得的。可燃液体的沸点可用于在不知道蒸气压的情况下比较液体的挥发性。沸点较低的液体挥发性极高。

固体：一种在室温下形状明确且无法以压力强制其流动的材料（例如木材、塑料、玻璃、蜡）。熔点大于 150°F（66°C）的材料可视为固体。

混合（水和惰性气体）系统：一种特殊的保护系统，通过分配系统提供水和惰性气体（由一种或多种氦气、氖气、氩气、氮气和二氧化碳组成）组合。水和惰性气体都是灭火的关键因素，用于冷却和惰化目的。这些系统只能用来补充而无法替代自动喷淋系统。

火灾控制：通过洒水来限制火势大小，以便降低热释放速率和预湿相邻可燃物，同时控制顶棚气体温度以避免建筑物损坏。

火灾扑灭：即燃烧过程完全停止。如以下“火灾抑制”中所述，仅设置顶棚水喷淋系统不能扑灭低闪点液体发生的火灾。泡沫-水喷淋系统等特殊保护系统可能会扑灭可燃液体火灾（请参见第 2.4.8 节和附录 A “泡沫-水喷淋系统”）。

火灾抑制：直接将足量的水喷洒到燃烧的燃料表面，由此迅速降低火灾的热释放速率并防止其再次发生。此术语并不意味着火被完全熄灭。

自动喷淋系统可以实现许多定义抑制火灾的要素（即，驱散火羽、显著降低热释放速率和降低顶棚温度）。但是，在关闭自动喷淋系统后，如果仍有燃料，火势将迅速恢复到原始大小。水基防火措施无法真正抑制涉及低闪点液体的火灾。可以进行极高级别的控制，如果在燃料消耗之前一直保持这种控制，火将被熄灭。

经 FM 认证：本数据册中提及的经 FM 认证是指产品和服务符合 FM Approval 标准。有关经 FM 认证的产品和服务的完整列表，请参见 FM Approvals 在线资源《认证指南》。

可燃液体：可测得闪点的任何液体或液体混合物。液体的危险，取决于其维持燃烧或在其表面上方形成易燃蒸气与空气混合物的能力。闪点是了解液体会否产生易燃的蒸气-空气混合物的一种方式。液体要在液池中燃烧，它必须具有燃点和闪点。可燃液体包括易燃液体、可燃性液体、易燃烧液体或任何其他用来表示可燃烧液体的术语。

可燃液体储柜：这些储柜用于将可燃液体存储在容量不超过 55 加仑（210 升）的容器中。储柜总容量限制为 120 加仑（455 升）。讨论桶中液体的最大存储量时，仅限于桶是垂直方向放置的，以防止自动分配。经 FM 认证的储柜配有 2 英寸（51 毫米）深的防漏油槽或盘。此外，每个储柜还按照 ASTM E152 中描述的时间-温度关系通过了 10 分钟的防火试验，其中内部温度（顶部中心）不能超过 325°F（163°C）。《认证指南》中提供了其他详细信息。

可燃液体的存放柜：大小不一的可燃液体容器的存储装置，人员不可进入其中。这些存放柜经 FM 认证，只能在室外使用。

泡沫-水喷淋系统：泡沫-水喷淋系统由一个封闭式或开放式喷淋系统组成，该系统连接到一个低倍数泡沫比例混合系统，可提供固定浓度的泡沫。安装泡沫系统的主要优点是，可以将其添加到现有的自动喷淋系统中。数据册 4-12《泡沫-水喷淋系统》中介绍了封闭式和开放式泡沫-水喷淋系统。

墙体结构类别：

- **可燃：**由任何可燃材料制成的墙体、任何未经 FM 认证的金属面塑料隔热夹层板，以及任何带有单窗格退火（未回火）玻璃窗户的墙壁。
- **不可燃：**材料包括经 FM 认证且带有热固性塑料隔热层的 1 级隔热钢或铝面夹芯板；具有不可燃隔热层和石膏板护套的外墙保温饰面系统 (EIFS) 组件；不带隔热层或带有不可燃隔热层（如玻璃纤维、矿物棉或膨胀玻璃等）的铝板或钢板。它还包括水泥板或钢或木材表面的碎石。任何窗户都应应为多窗格或钢化玻璃。
- **防火等级：**符合数据册 1-21《建筑组件的耐火性》所要求的防火等级要求的墙壁。任何开口都应使用同等防火等级的门进行保护。任何窗户的防火等级都应应与墙体的防火等级相同。

燃点：敞开容器中的液体释放出足以点燃的蒸气并继续燃烧的最低温度。对于指定液体，燃点通常略高于开杯闪点。液体可能有闪点，而没有燃点。无燃点的液体不会燃烧（例如 15% 的乙醇水溶液：闭杯闪点为 107°F（42°C），无燃点；15% 的丙酮水溶液：闭杯闪点为 49°F（9°C），无燃点）。

燃烧（爆炸）极限/燃烧（爆炸）范围：“燃烧”和“爆炸”这两个术语可互换使用，因为与空气混合中的非密闭蒸气会燃烧，而密闭蒸气则会引起爆炸。

燃烧热：单位数量的燃料在完全氧化以产生稳定的最终产品时所释放的热量。燃烧热通常是在氧弹量热仪中进行测量的。一个类似术语是化学燃烧热，表示单位数量的燃料在空气中燃烧时所释放的热量。由于空气中的燃烧过程效率较低，因此化学燃烧热小于燃烧热。

热释放速率：火中释放能量的速率。热释放速率是由燃料的燃烧热、质量损失率和暴露表面积构成的函数。

乳液：由两种或更多种不混溶液体混合而成的稳定混合液，悬浮液中含有少量称为乳化剂的物质。

闪点：释放足够蒸气以形成蒸气-空气混合物，该混合物可被点燃并使火焰远离点火源（闪火，而非持续燃烧）的最低温度。蒸发将在闪点以下发生，但释放的蒸气量不足以产生可燃的蒸气-空气混合物。可使用闭杯或开杯测试仪器确定闪点。与开杯测试相比，闭杯测试产生的闪点更低，因为其包含的蒸气量更多（即蒸气聚集量增高）。闭杯闪点用于分类液体，因为它是保守的（即产生最低的闪点），且接近大多数液体操作的条件和环境（即大多数液体保存在密闭容器或设备中）。

水溶性液体：能够以各种比例与水混溶的液体。当水溶性可燃液体与水混合时，会形成均匀的溶液。溶液的闪点、燃点、燃烧热和热释放速率将与纯可燃液体不同。溶液的闪点和燃点将随着水浓度的增加而上升。在一定浓度下（因不同的可燃液体而异），将不再存在燃点，溶液也不再具有火灾危险（例如，水中 15% 的乙醇，水中 15% 的丙酮）。

稳定液体：不会发生自反应或聚合作用的液体。

细水雾系统：连接至供水系统的分配系统，该供水系统配有一个或多个喷嘴，能够输送雾滴尺寸小于 1,000 微米的雾化水喷雾。这些系统只能用来补充而无法替代自动喷淋系统。

压缩空气泡沫 (CAF) 系统：CAF 系统由独立于自动喷淋系统的管道系统、供气系统、泡沫液供应系统、供水系统、混合系统、探测系统和控制面板组成。如果安装目的是为了防止可燃液体着火，则其使用与泡沫-水喷淋系统相同的浓缩液。此类系统的主要优势在于，它只需使用较少的泡沫浓缩液，即可产生高质量的泡沫。测试表明，喷出的泡沫对自动喷淋灭火系统的喷水抗干扰性强，不会破坏泡沫覆盖。这些系统是对自动喷淋系统的补充。

液体：在室温下没有明确形状的材料，除非是存储在容器中。这些材料释放时可自由流动（例如，水、蜂蜜、庚烷）。

预期最大泄漏量：设想的预期最大泄漏场景，并不假定一切都能正常运转。场景各不相同，例如容器开始倾倒和安全切断阀运行。在异常状况下，预期最大泄漏量受制于安全切断阀的动作和容器的容积。如没有其他的联锁装置，则假定出事故的是最大的容器失效。预期流量取决于传输方式（例如重力、泵送）。

预制可燃液体仓储建筑 (PILSB)：一种设计用于为化学品和危险废弃物材料提供安全储存区域且带有二次围阻机制的建筑。它们设计用于可燃液体的室内和室外存储与分配。经 FM 认证的建筑通常采用不可燃结构，有些采用耐火结构。《认证指南》中提供了其他详细信息。

粘度：一种测量流体流动阻力的方法。它描述了流体液体的内部摩擦力。高粘度液体会阻止运动，因为其分子构成使其具有较大内部摩擦力。低粘度流体流动非常容易，因为其分子构成在运动时产生的摩擦力极小。流体粘度有两种相关测量方法，即动态粘度（或绝对粘度）和运动粘度（动态粘度除以密度）。动态粘度的测量单位是泊 (P)。运动粘度的测量单位是斯托克斯 (St)。

蒸气密度：在相同温度和压力下，一定体积的纯蒸气或气体（不存在空气）与等体积的干燥空气的重量之比。它是根据气体的分子量与空气的平均分子量之比 29 计算得出的。如果蒸气密度值小于 1，则表明蒸气比空气轻。如果值大于 1，则表明蒸气比空气重。

蒸气压：测量液体蒸气在特定温度下产生的压力的一种方式。可燃液体的蒸气压力是在各种温度下比较液体挥发性的基础（即，提供了液体蒸发趋势的度量范围）。室温下蒸气压高的可燃液体比蒸气压低的液体更危险，因为它们在不加热时会产生更多易燃蒸气。蒸气压数据通常不完善且不容易获得。

中型散装容器 (IBC)：定义参见美国运输部于 1997 年 10 月 1 日颁布的 CFR 第 49 篇第 178 部分第 N 节，以及《联合国关于危险货物运输的建议》第 16 章。容器尺寸限制为 793 加仑（3 立方米）。对于设计或制造材料没有其他具体要求。所有 IBC 必须通过必要的基于性能的测试，以评估其在运输过程中的耐泄漏性。现有的测试要求都没有评估容器在发生火灾时的性能。IBC 类容器还包括以前被定义为便携式储罐或手提式储罐的容器。关于用于运输的 IBC 允许存储哪类液体，的确存在一些限制。但是，对于大多数通常运输的可燃液体，却几乎没有限制。

通常，由于包装总重量的原因，用于运输液体的 IBC 的最大尺寸约为 660 加仑（2.5 立方米）。更常见的尺寸范围为 250 至 330 加仑（0.95 至 1.3 立方米）。常见的 IBC 构造类型包括全塑料自支撑容器；塑料支撑型塑料容器（由刚性塑料框架支撑塑料容器的塑料复合容器）；金属支撑型塑料容器（由金属框架支撑塑料容器的金属塑料复合容器）。由于 IBC 唯一需要通过的评估是基于性能的测试，因此各个制造商生产的 IBC 在设计方面很少会有一致性。制造商发起的一系列防火试验清楚地表明，特定类型 IBC 的耐火性能不能一概而论。这可能是由于设计的多样性造成的。

自动控制的切断装置：可以是立即切断液流的装置或是允许涉及设备随着时间推移返回安全状态的切断装置。应考虑到切断期间的释放量。

附录 B 文件修订记录

本附录旨在记录每次发布时对文件所做的更改。应注意，章节编号特指所示日期发布的版本中的章节编号（各版本的章节编号并不总是相同）。

2024 年 1 月。中期修订。重大变更包括以下内容：

A. 2.2.1.4 节。阐明了耐火结构。所有新的耐火结构均应由不燃材料建成。

B. 2.1.2.2 节。增加 N-甲基吡咯烷酮 (NMP) 和二甲基亚砜 (DMSO) 为水溶液体。

- C. 2.1.3 节。修改了“非典型可燃液体”，以便与数据册 7-29《便携式容器储存的可燃液体》保持一致。
- D. 2.2 节。修改了构造与位置，以便阐明，并使位置 1（低价值独立建筑）间隔距离与数据册 7-29《便携式容器储存的可燃液体》保持一致。
- E. 2.5.2 节。提供作为防止火灾前泄漏手段的泄漏探测装置或爆炸下限 (LEL) 探测装置的使用指南，以减少对全套应急排水系统的需要。
- F. 完成了多项语法、编辑方面的修订。

2020 年 4 月。本文件已被全面修订。主要更改包括以下各项：

- A. 修改了“可燃液体”的定义，确认仅有闪点而无燃点的液体可能产生设备爆炸的危险。
- B. 增加了一个新章节，以阐明本数据册的“适用范围”（1.0.1 节）。
- C. 将数据册 7-88 中有关室内可燃液体储罐的指南内容纳入本数据册。数据册 7-88 现在仅适用于室外可燃液体储罐。
- D. 新增极高闪点液体（在“非典型液体”一节）的定义，取代以前的闪点在 450°F（232°C）或更高液体的指南（2.1.3.1 节）。
- E. 通过增加一个新表格（表 2.2.1.1），对可燃液体使用区的建议位置进行澄清。
- F. 修订了图（图 2.2.1.1）、表（表 2.2.1.3），关于可燃液体使用区的建议位置及其构造。
- G. 阐明了排水和围堰设施的意图（2.2.2 节和表 2.2.2.1）。
- H. 添加了有关经 FM 认证的 IBC 贮存柜的新指南（2.2.3 节）。
- I. 明确了经 FM 认证的预制式可燃液体仓储建筑（PILSB）和存放柜的相关指南（2.2.3 节）。
- J. 在表 2.4.3 “可燃液体使用场所的喷淋保护”中，增加了对比重（SG）> 1 的液体的保护选项。
- K. 对设备和工艺一节的修订：
 - 1. 添加了有关从多达十个金属容器分配高闪点液体的新指南（2.5.1.13 节）。
 - 2. 简化了管道系统，特指 ASME 标准（2.5.2 节）。
 - 3. 添加有关柔性软管的更多指南（2.5.2 节）。
 - 4. 明确了安全切断阀的位置和使用（2.5.2.4 节）。
- L. 修订了“运行和维护”一节，增加了对安全切断阀进行测试的指南（2.6 节）。
- M. 修订了点火源控制一节，纳入防止产生静电的进一步建议（2.9.2 节）。
- N. 根据章节号来重新为表格和示图编号。

2018 年 1 月。中期修订。将极高闪点液体的闪点阈值从 500°F (260°C) 降低至 450°F (232°C)。

2014 年 7 月。中期修订。对建议 2.1.5.1 进行了修改，以阐明建议自动关闭的意图。

2012 年 4 月。针对本修订进行了细微的编辑修改。

2012 年 1 月。进行了以下重大修改：

- A. 修订了与可燃液体相关的术语和指导，以提高清晰度和一致性。其中包括在整个文档中使用“易燃”和“可燃”液体替换“可燃”液体。
- B. 重新组织了此文档，使其与其他数据册更一致。作为重组的一部分，将有关管道系统和传输系统的信息收录在第 2.0 节的相应部分。
- C. 修订了爆炸危险评估标准，如下所示：
 - 1. 现在，房间爆炸危险仅与处于或高于大气沸点的液体有关。

2. 删除了房间爆炸弱风险的概念。
 3. 删除了 NFPA 68, 《**爆燃泄压指南**》(1988 年版) 中的图。当前对气体/蒸气爆炸的了解表明, 该图未就使用管道进行设备防爆燃的泄爆设计提供充分的指导。
- D. 添加了有关硅油、膏状墨水、水基聚氨酯泡沫包装系统、乳脂和不饱和聚酯树脂的火灾危险信息。
- E. 不再接受手动关闭液体泵系统。
- F. 简化了空间分隔要求。
- G. 删除了允许在一般工厂区域内进行高闪点液体操作的建议。
- H. 简化了紧急排水和围堰要求。
- I. 无需对未受热的高闪点液体使用 130 平方英尺 (12 平方米) 的喷淋头间距。
- J. 简化并更新了消防标准, 以反映闪点高于 200°F (93°C) 的液体以及闪点高于 500°F (260°C) 的液体的最新数据。
- K. 添加了有关使用特殊保护系统的指导。收录了有关细水雾、泡沫-水喷淋系统和压缩空气泡沫系统的信息。出于可靠性考虑, 删除了使用气体保护代替排水的建议。
- L. 阐明并简化了与设备、工艺和场所建议相关的语言。添加了区域型适用危险场所电气设备的指南。
- M. 添加了关于在管道系统上游侧焊接安全切断阀的建议, 以防止因垫片故障而释放液体。
- N. 添加了新附录 C, 其中提供了其他规范和标准中存在的可燃液体分类方案的信息。
- 2010 年 1 月。** 少许编辑修改。添加了数据册 4-12 《泡沫-水喷淋系统》的参考资料。
- 2008 年 5 月。少许编辑修改。
- 2000 年 9 月。** 本次文件修订经过整理后具有一致的格式。
- 1998 年 5 月。** 重新进行了格式化。
- 1993 年 11 月。** 次要技术性版本。
- 1993 年 7 月。** 次要技术性版本。
- 1993 年 7 月。** 本数据册的修订版中包含以下更改:
1. 修订了本数据册, 并合并了以下数据册中的信息: 数据册 7-31/12-62, 《工艺设备的观察玻璃》(以前的双码编号为 12-62, 现已作废, 因为其中不包含 B&M 注意事项); 数据册 7-32, 《易燃液体的泵送和管道系统》; 数据册 7-35, 《易燃液体 - 常规安全保护》; 以及数据册 7-36, 《易燃液体混合操作》。
 2. 删除了先前各种数据册与其他涉及易燃或可燃液体场所的数据册之间的不一致之处。本数据册中有关应用建议的标准已在原始数据册的基础上进行了略微修订, 且收录在第 3.1.1 节中。
 3. 彻底修订了室内爆炸危险的定义。该机密数据表中还包含有关估计 LE/NLE 爆炸危险的其他信息。
 4. 收录了数据册 3-26, 《非仓储场所的消防保护》中的自动喷淋系统设计标准, 并对其进行了全面修订。
 5. 收录了敞口式或封闭式 AFFF 喷淋系统的防火标准。
 6. 收录了数据册 1-44, 《限损结构》中有关损坏控制建筑设计标准的建议。
 7. 修订了有关设备防爆的建议, 以使用当前认可的设计方法。
 8. 修订并简化了关于选择管道材料的建议, 以反映当前规范。参考特定的 ASME 规范提供了多种管道系统建议。这些建议旨在作为管道系统设计人员的设计规范。现场顾问无需审查计划是否符合这些标准, 但应就如何将其用于设计目的提供良好的工程建议。
 9. 收录了有关定义需要危险区域额定电气设备的区域的其他信息。

1993 年 3 月。 重大技术修订。

附录 C 燃烧液体分类

C.1 可燃液体分类表

可燃液体基于闭杯闪点的现有分类方案。有些分类方案根据闪点范围，而有些则根据闪点按名称（例如“易燃”、“可燃”）对液体进行分组。某些分类有许多子分类，而其他分类只定义了一对分类。但是，它们都不能定义液体产生的火灾危险，在许多情况下，危险的严重程度也不确定。

当液体通常在敞口容器或储罐中混合时，便开始了根据闪点对液体进行分类，此时便需要测量起火的可能性。闪点很好地发挥了这一作用，但它不能对给定液体造成的火灾或爆炸危险进行任何测量。可燃液体的火灾和爆炸危险实际上取决于液体的固有物理属性和外部因素，例如液体量、工艺温度、工艺流速和建筑结构。

附录 D 房间/建筑爆炸和设备爆炸危险性评估

D.1 可燃液体蒸气-空气爆炸（燃爆）的特点

蒸气-空气爆炸是易燃蒸气与空气（即放热氧化反应）快速燃烧，从而产生热量、光线并导致压力增加的现象。当密闭空间中存在介于蒸气点燃（爆炸）范围的易燃蒸气和空气时，那么一旦这种混合物被点燃，便会发生蒸气-空气爆炸。如果不通风，产生的压力可能达到初始绝对压力的六到九倍。

当密闭液体因接触火源而被加热至高于其大气沸点，并且由于密闭容器破裂而突然释放时，就会发生沸腾液体膨胀蒸气爆炸 (BLEVE)。部分加热的液体会立即闪蒸到蒸气并被接触的火源点燃，以比蒸气-空气爆炸更低的速度释放热量，但放热持续时间更长。

D.2 爆炸控制与保护

爆炸损坏很大程度上是由于密闭空间中的气体迅速膨胀所产生的压力而导致的。应通过进行充分的通风以稀释蒸气、使用惰性气体或其他方式消除或小心控制爆炸混合物积聚的条件。可以通过泄爆口或限制破坏的结构来减少和控制爆炸的影响。

减少输入到密闭容器中的热量或减少容器中的多余压力，可以防止 BLEVE 的发生。采用隔热层，埋入或堆埋容器，或者配置自动喷淋系统或水喷雾系统，均有助于降低热输入速率。放空管、泄压阀、爆破片或安全塞可防止压力过高。

D.3 设备泄爆（燃爆）装置的设计

D.3.1 大于 1.5 磅/平方英寸表压力（0.1 巴表压力）的设备（高强度设备）的泄压口尺寸

使用以下泄压口尺寸计算公式（来自 NFPA 68，《燃爆泄压指南》，1988 版）估算高强度设备所需的泄压面积。

等式 D.3.1:

$$A_v = dV^f \cdot P_{red}^g e^{(gP_{stat})}$$

（注：上述等式必须仅使用公制单位）

其中：

A_v	= 泄压面积, m^2
P_{red}	= 减压压力 (barg)
P_{stat}	= 静泄压压力 (barg)
V	= 容器容积 (m^3)
e	= 2.718 (自然对数的底数)
d, f, g, h	= 表 D.3.1 中定义的常数

公式 D.3.1 中使用的常数 d, f, g 和 h 取决于气体/蒸气的类型。数据和公式是根据四种气体得出的：甲烷、丙烷、焦炉煤气和氢气。表 D.3.1 给出了用于甲烷、丙烷和氢气的常数（不包括焦炭气体常数，因为它们不应用于大多数工业应用）。

表 D.3.1. 爆炸泄压常数

气体	<i>d</i>	<i>f</i>	<i>g</i>	<i>h</i>
甲烷	0.105	0.770	1.23	-0.823
丙烷	0.148	0.703	0.942	-0.671
氢气	0.279	0.680	0.755	-0.393

公式 D.3.1 仅对长度直径比为 5 或更低的容器以及以下范围的 P_{red} 和容器容积 (V) 有效:

$$0.1 \text{ barg} \leq P_{stat} \leq 0.5 \text{ barg}$$

$$P_{stat} + 0.1 \text{ barg} \leq P_{red} \leq 2 \text{ barg}$$

$$1 \text{ m}^3 \leq V \leq 1000 \text{ m}^3$$

P_{red} 是泄爆过程中产生的最大压力。要使限损结构的设计成功应用，设备必须能承受预计 P_{red} 。

确定 P_{red} 的工作最好由设备设计人员或结构工程师负责。

P_{stat} 是泄爆燃装置的设定压力或释放压力。泄爆过程中，其应至少比所需的最大压力 P_{red} 低 0.1 巴。

D.3.2 等于或低于 1.5 磅/平方英寸表压力 (0.1 巴表压力) 的设备 (低强度设备) 的泄压口尺寸

使用数据册 1-44 《限损结构》来估算低强度设备所需的泄压面积。数据册中列出的术语表示以下含义:

P_r = 最大泄爆压力, psf (kPa)

(注意: 这相当于高强度设备的 P_{red} 。)

P_v = 泄压装置释放压力, psf (kPa)

A_v = 泄爆面积, ft² (m²)

A_s = 内部表面积, ft² (m²)

严格遵守数据册 1-44 中列出的所有限制。

P_r 是在发生泄爆时产生的最大压力，也是受保护设备所能承受的最高压力。

确定 P_{red} 的工作最好由设备设计人员或结构工程师负责。缺少任何数据的情况下，使用建议中提供的标准。

P_v 是泄爆装置的设定压力或释放压力。泄压期间，其应至少比最大所需压力 P_r 低 50 psf (2.4 kPa)。理想情况下， P_v 应为 20 psf (0.96 kPa) 或更小。

数据册 1-44 中列出的泄爆设施的质量标准仅适用于建筑物和房间。

附录 E 钢柱的保护

E.1 如果液池火灾会威胁钢柱的所有四个侧面，则使用以下任一方法或同等方法保护钢柱:

A. 提供耐受一小时或预期火灾持续时间（以较大者为准）的防火等级。此处耐火等级指可承受碳氢化合物火灾风险的耐火等级。（参见数据册 1-21，《建筑组件的耐火性》。）

B. 在柱子的整个高度范围内配备自动（易熔合金）边墙式喷淋头或水喷雾喷头保护，如图 E.1.B 所示，描述如下:

1. 宽翼缘 H 型钢柱两侧交错布置喷嘴，中心间距为 20 英尺 (6.1 米)。
2. 润湿凹入空间（腹板和翼缘）（图 2 中黑色轮廓线所示）以有效冷却钢柱。
3. 为钢柱的润湿区域提供至少 0.3 加仑/分钟/平方英尺 (12 毫米/分钟) 的喷水强度（润湿区域是指由钢柱翼缘和腹板所形成的凹角空间的三个边组成的表面区域）。受喷淋保护的润湿区域，从该喷淋头向下延伸至柱子同侧的下一个喷淋头。
4. 如有阻止水流的障碍物，请在障碍物下方加装喷淋头。

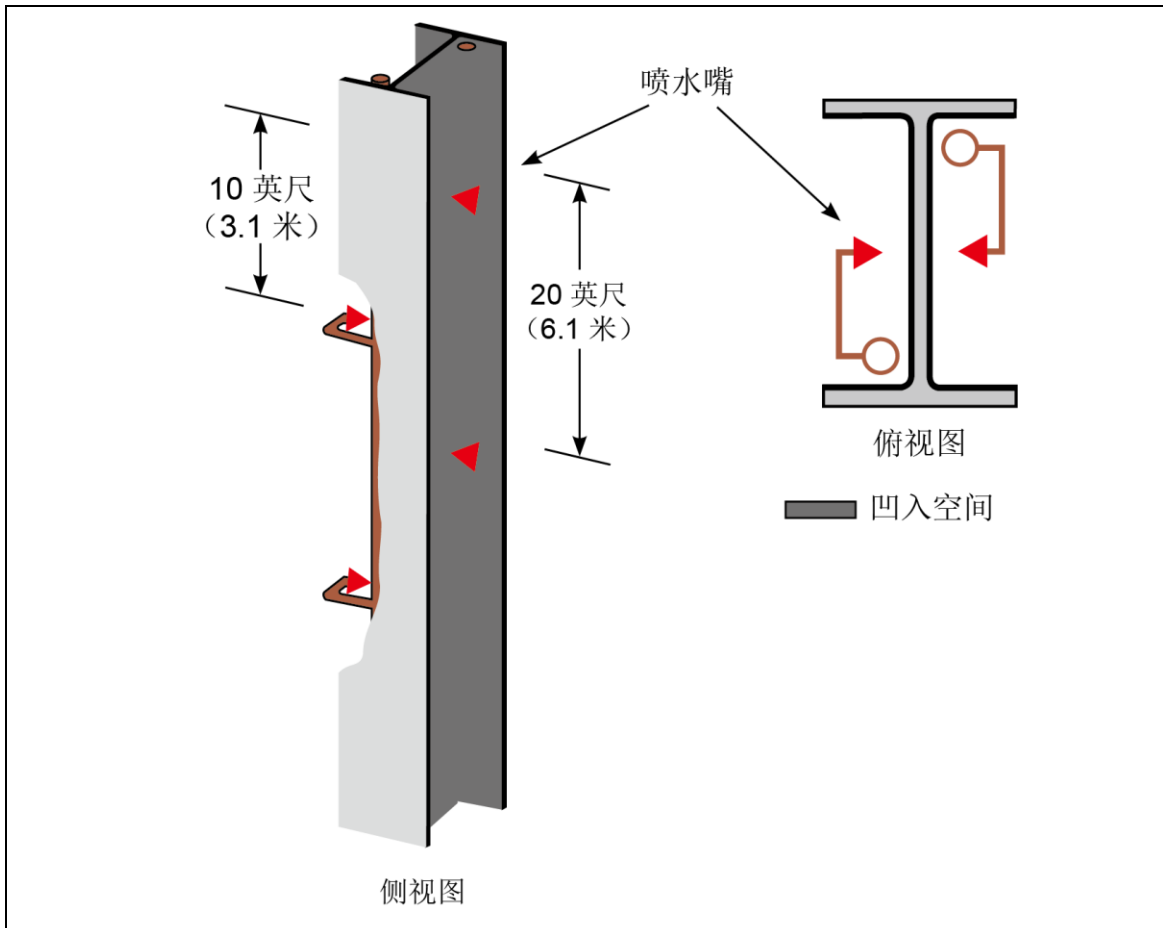


图 E.1.B. 保护钢结构的水喷雾系统

免责声明：本数据表（或其他文件类型）从英文原版翻译为简体中文。FM Global 对译文的准确性或完整性不作任何明示或暗示的陈述，保证或担保。如果英语和简体中文版有任何冲突，分歧或含混不明，英文版为授权原文，以英文版为准。