



建筑设计基本知识丛书

建筑防爆设计

上海医药设计院 曾清樵 编著

中国建筑工业出版社

建筑设计基本知识丛书

建筑防爆设计

上海医药设计院 曾清樵 编著

中国建筑工业出版社

前 言

建筑防爆设计是加强劳动保护工作和搞好安全生产的一项重要措施。对于有爆炸危险的厂房和仓库，从科学研究和过去发生爆炸事故中吸取经验教训，在建筑设计中采取防爆措施，可以排除一些发生爆炸事故的根源，即使在一旦发生爆炸事故时，可以减轻危害和损失，使建成的厂房能安全生产，仓库能安全贮存，对保卫社会主义建设和人民生命安全具有重要的意义。

本书专门介绍有爆炸危险厂房和仓库建筑设计，系统地介绍防爆设计基本知识，主要是供建筑设计人员在工作中参考。由于建筑防爆设计涉及的范围比较广泛，书中难免存在缺点和错误，希望广大读者指正。

本书编写过程中得到公安消防部门、工厂、大专院校、设计院等单位大力支持和热情帮助，对初稿提出了许多宝贵意见，有的单位和个人还提供了资料，在此表示感谢。

本书经顾志清同志校阅，深致谢意。

上海医药设计院 曾清樵

一九八〇年三月

目 录

前言

第一章 爆炸基本知识	1
第一节 爆炸及有关名词解释	1
第二节 形成化学性爆炸的物质	10
第三节 建筑物室内发生的爆炸	16
第四节 生产设备内部发生的爆炸	19
第五节 露天生产危险场所内发生的爆炸	23
第二章 防爆基本方法	26
第一节 排除物质形成爆炸的方法	26
第二节 排除火源引起物质发生爆炸的方法	33
第三节 减轻爆炸事故危害的方法	42
第四节 建筑物分类设防	58
第三章 建筑物防爆设计	62
第一节 建筑设计主要的防爆技术措施	62
第二节 厂房建筑防爆设计	68
第三节 仓库建筑防爆设计	83
第四节 露天生产场所建筑物防爆设计	92
第五节 建筑物承重结构耐爆的处理	97
第四章 防爆建筑构造	106
第一节 泄压轻质屋盖和外墙	106
第二节 泄压窗	113
第三节 防爆墙	118
第四节 防爆窗	123
第五节 装甲门	128

目 录

第六节 不发火地面	131
第五章 建筑防爆设计实例	135
第一节 有爆炸危险厂房设计实例	135
第二节 有爆炸危险仓库设计实例	155
附录	167
附录 1 可燃气体的爆炸极限及比重表	167
附录 2 易燃液体和可燃液体的闪点表	169
附录 3 可燃物质的自燃点表	175
附录 4 火炸药制造厂生产工房危险等级的划分表	177
附录 5 一般厂房产生的火灾危险性分类表	178
附录 6 一般仓库贮存物品的火灾危险性分类表	179

第一章 爆炸基本知识

建筑设计人员初次担任有爆炸危险的厂房和仓库设计时，需要学习掌握爆炸及有关的名词解释、各种物质发生爆炸的条件、建筑物室内发生的爆炸和生产设备内部发生的爆炸等的基本知识，以便尽快地掌握处理设计中的防爆问题，并采取有效的防爆技术措施，多快好省地完成建筑设计任务。

第一节 爆炸及有关名词解释

一、爆炸

世界是物质的。自然界存在的一切，如空气、阳光、水、煤、木材、石油、汽油、酒精、乙炔、煤气、铝粉、火药、梯恩梯炸药、雷管等都是物质。一切物质都在永不停息的运动；物质运动的表现是多种多样的，爆炸就是物质剧烈运动的一种表现。物质运动急剧增速，由一种状态迅速地转变成另一种状态，并在极短时间内释放大量的“能”的现象称为爆炸。

物质发生爆炸时，在极短时间内释放出大量的“能”，产生大量高温高压的气体，使周围空气发生猛烈震荡，这种空气震荡的现象称为“冲击波”；它迅速向各个方向传播，在离爆炸中心一定范围内，人将会遭受冲击波、被炸裂的碎片伤害，建筑物将遭受倒塌和燃烧破坏。

爆炸冲击波的强度以大气压表示。人遭受冲击波伤害的

情况与冲击波强度的关系如下：

0.2~0.3大气压	人受轻伤；
0.3~0.5大气压	人受中等伤；
0.5~1.0大气压	人受重伤或死亡；
1.0以上	人大部分死亡。

对于有爆炸危险的厂房，建筑设计如果不采取防爆措施，一旦发生爆炸事故时，厂房将会遭受倒塌破坏。图1-1是某厂化学试剂厂房爆炸破坏的状况。该厂房底层200升容积的反应锅发生爆炸，砖墙向外倾倒，现浇钢筋混凝土楼板和屋顶坍塌，砸破压坏很多生产设备和物料。倾斜、裂缝较大的砖墙，修复时需要拆除。因此，经过较长时间修复重建，才恢复了生产。

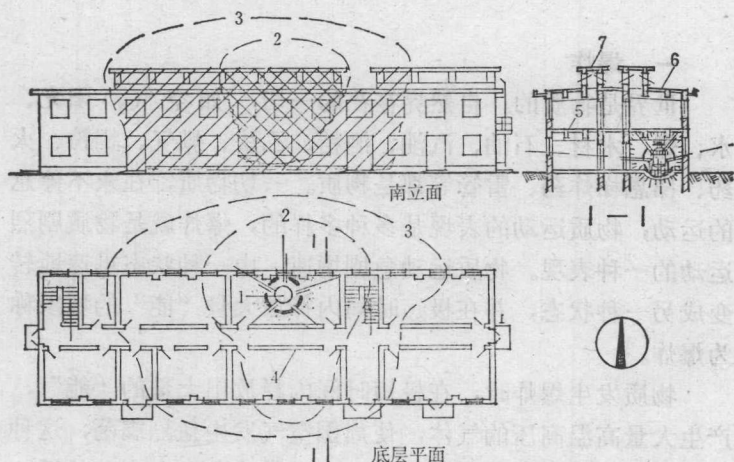


图 1-1 某厂化学试剂厂房爆炸破坏的状况

1—200立升容积的反应锅；2—倒塌破坏范围；3—砖墙倾斜裂缝破坏范围；4—砖墙；5—现浇钢筋混凝土楼板；6—现浇钢筋混凝土屋顶；7—排气天窗

图 1-2 是设计未考虑防爆措施的某厂化学危险物品仓库爆炸破坏的状况。该仓库内地面堆放赛璐珞边角废料，在夏天自然通风不良的条件下，赛璐珞边角废料发热自燃，分解释放一氧化碳、氮氧化物、氢氰酸等气体，这些可燃气体与库内空气混合在一起，很快形成浓度达到爆炸极限的混合物，再接触到赛璐珞边角废料燃烧的火源而引起爆炸。结果砖墙向外倾倒，现浇钢筋混凝土屋顶坍塌，大量库存物料和成品被大火烧毁，损失很大。

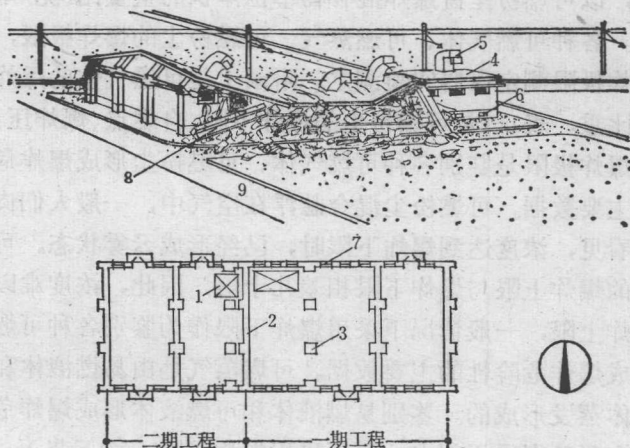


图 1-2 某厂化学危险物品仓库爆炸破坏的状况

- 1—地面堆放赛璐珞边角废料发热自燃的位置；2—砖墙；3—砖柱；
4—现浇钢筋混凝土屋顶；5—排气风帽；6—进风百页窗；7—中悬木窗；8—钢筋混凝土遮阳板；9—厂区道路

二、爆炸极限

可燃气体、可燃蒸气、可燃粉尘一类的物质，接触到火源立即着火燃烧。当此类物质与空气混合在一起时，只在浓度所达到的一定比例范围内，才能形成爆炸性的混合物，此

时一接触到火源就立刻引起爆炸，此浓度界限的范围称为爆炸极限。能引起爆炸的浓度最低的界限称为爆炸下限，浓度最高的界限称为爆炸上限。浓度低于爆炸下限或高于爆炸上限时，接触到火源都不会引起爆炸；浓度高于爆炸上限时，由于空气相对少了，供氧不足以引起爆炸，但足以引起燃烧，故接触到火源只会立即着火燃烧。

可燃气体和可燃蒸气的爆炸极限，以可燃气体、蒸气占爆炸混合物单位体积的百分比（%）表示。可燃粉尘的爆炸极限，以可燃粉尘占爆炸混合物单位体积的重量比（克/米³）表示。各种可燃气体、可燃蒸气、可燃粉尘的爆炸极限，采用爆炸极限测定仪器实验测定。附录1是可燃气体的爆炸极限及比重。表1-1是可燃粉尘的爆炸下限、自燃点、爆炸压力。

爆炸极限是鉴别各种可燃气体、可燃粉尘形成爆炸危险性的主要数据。可燃粉尘混合悬浮在空气中，一般人们肉眼能够看见，浓度达到爆炸下限时，已经形成云雾状态。可燃粉尘的爆炸上限与爆炸下限相差几十倍，因此，浓度难以达到爆炸上限，一般情况下采用爆炸下限作为鉴别各种可燃粉尘形成爆炸危险性的主要数据。可燃蒸气是由易燃液体和可燃液体蒸发形成的。鉴别易燃液体和可燃液体形成爆炸危险性的主要数据采用闪点，而不采用爆炸极限（详下节）。

爆炸极限的上、下限之间幅度愈大，形成爆炸混合物的机会愈多，发生爆炸事故的危险性愈大。表1-2是采用爆炸极限鉴别两种可燃气体形成爆炸的危险性的示例：乙炔气爆炸极限幅度大，发生爆炸的机会比较多；发生炉煤气爆炸极限幅度小，发生爆炸的机会比较少。

爆炸下限愈小，形成爆炸混合物的浓度愈低，则形成爆炸的条件愈是容易。从表1-2采用爆炸下限鉴别两种可燃气

可燃粉尘的爆炸下限、自燃点、爆炸压力 表 1-1

名 称	自 燃 点 (云状粉尘) (°C)	爆 炸 下 限 (克/米 ³)	最大爆炸压力 (公斤/厘米 ²)
铝	645	35	6.05
铁	315	120	1.97
镁	520	20	4.41
锌	680	500	0.88
醋酸纤维	320	25	5.57
有机玻璃	440	20	3.88
六次甲基四胺	410	15	4.28
石碳酸树脂	460	25	4.15
邻苯二甲酸	650	15	3.33
聚苯乙烯	490	20	2.99
聚乙烯塑料	450	25	5.64
合成硬橡胶	320	30	4.01
棉 纤 维	530	100	4.49
玉蜀黍淀粉	470	45	4.90
烟 煤	610	35	3.12
硫	190	35	2.79
木 粉	430	40	4.21

采用爆炸极限鉴别两种可燃气体形成爆炸的危险性示例

表 1-2

名 称	爆 炸 极 限 (%)			发生爆炸 机 会
	爆 炸 下 限	爆 炸 上 限	极 限 幅 度	
乙 炔 气	1.53	82.00	80.47	多
发生炉煤气	20.70	73.70	53.00	少

体形成爆炸的危险性示例可以看出：乙炔气爆炸下限小，形成爆炸的条件比较容易；发生炉煤气爆炸下限大，形成爆炸的条件比较困难。

在有关建筑设计防火规定中，对厂房生产和仓库贮存物品的火灾危险性作了明确的分类。对于生产和贮存可燃气体一类物质的火灾危险性，采用爆炸下限数据分类。

在生产过程中使用或产生可燃气体的厂房，其可燃气体爆炸下限 $<10\%$ 列为甲类生产，爆炸下限 $\geq 10\%$ 列为乙类生产。

仓库内贮存可燃气体和能够产生可燃气体的物质时，爆炸下限 $<10\%$ 的可燃气体列为甲类贮存物品，爆炸下限 $\geq 10\%$ 的可燃气体列为乙类贮存物品。

受到水、空气、热、氧化剂或其他物质作用时能够产生可燃气体的物质，可按照可燃气体的爆炸下限数据分类。

对于可燃粉尘、纤维一类的物质，凡是在生产过程中排出浮游状态的可燃粉尘、纤维物质，并能够与空气形成爆炸混合物的，全部列为乙类生产。

厂房生产的火灾危险性分类，详见附录5。仓库贮存物品火灾危险性分类，详见附录6。附录5表中甲、乙类生产的厂房；附录6表中甲、乙类贮存物品的仓库；均存在发生爆炸的危险性，属于一般有爆炸危险的建筑，建筑设计均应采取防爆措施。

三、闪点

液体状态的物质，如水、汽油、酒精、丙酮、苯等物质，在一定的温度条件下，能转变成蒸气状态的物质，这种现象称为蒸发。

易燃、可燃液体一类的物质，在一定的温度条件下，能

蒸发可燃蒸气。可燃蒸气与液面上的空气混合在一起，能形成燃烧混合物或爆炸混合物。在温度高的时候由于蒸发可燃蒸气的数量大，足以形成燃烧混合物或爆炸混合物，如火源移到液面上立刻就会引起混合物燃烧或爆炸。在温度低的时候由于蒸发可燃蒸气的数量小，不足以形成燃烧混合物或爆炸混合物，所以火源移到液面上就不会引起燃烧或爆炸。在一定的温度条件下，蒸发可燃蒸气的数量，恰巧能够与液面上的空气混合形成燃烧混合物，火源移到液面上刚开始能引起混合物闪燃，此时的温度称为该物质的闪点。

易燃、可燃液体一类的物质，在高于其闪点的温度条件下，存在发生爆炸的危险。易燃液体和可燃液体的闪点，以($^{\circ}\text{C}$)表示。各种易燃液体和可燃液体的闪点，采用闪点测定仪器实验测定，附录 2 是易燃液体和可燃液体的闪点。

闪点是鉴别各种易燃液体和可燃液体形成爆炸危险性的主要数据；有些固体状态的物质如樟脑、萘、磷等，在一定的温度条件下，也能够缓慢地蒸发可燃蒸气，因而也可以采用闪点鉴别形成爆炸的危险性。

物质的闪点愈低，愈是容易蒸发可燃蒸气，愈是容易与空气形成浓度达到爆炸极限的混合物，遇到火源会立刻引起混合物爆炸。表 1-3 是采用闪点鉴别两种易燃液体形成爆炸的危险性示例，表中汽车汽油闪点低(-44°C)，在室温条件下容易蒸发可燃蒸气，所以形成爆炸的危险性就大；表中松节油闪点高(32°C)，只有在夏季气温高于 32°C 时，才能够蒸发可燃蒸气，所以形成爆炸的危险性就小。

在防火规定中，对于生产和贮存易燃液体和可燃液体一类物质的火灾危险性，采用闪点的数据分类。

采用闪点鉴别两种易燃液体形成爆炸危险性示例 表 1-3

名 称	闪 点 (°C)	在室温条件下蒸 发 可 燃 蒸 气	形成爆炸的危险性
汽车汽油	-44	易	大
松 节 油	32	难	小

在生产过程中使用或产生易燃液体和可燃液体的厂房，其易燃液体闪点 $<28^{\circ}\text{C}$ 列为甲类生产，易燃、可燃液体闪点 $\geq 28^{\circ}\text{C}$ 至 $<60^{\circ}\text{C}$ 列为乙类生产，可燃液体闪点 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 列为丙类生产，详见附录 5。

仓库内贮存易燃、可燃液体和能够产生可燃蒸气的物质时，易燃液体闪点 $<28^{\circ}\text{C}$ 列为甲类贮存物品，易燃、可燃液体闪点 $\geq 28^{\circ}\text{C}$ 至 $<60^{\circ}\text{C}$ 列为乙类贮存物品，可燃液体闪点 $\geq 60^{\circ}\text{C}$ 列为丙类贮存物品，详见附录 6。

受到水、空气、热、氧化剂或其他物质作用时能够产生可燃蒸气的物质，可按照该物质的闪点数据分类。

四、自燃点

一般可燃物质接触到火源时都能着火燃烧。但是，有些可燃物质受到水、空气、热、氧化剂或其它物质的作用时，虽未接触到火源也要自行燃烧，这种现象称为自燃。一般可燃物质在空气中受热升温的条件下都能着火燃烧，可燃物质受热升温到刚开始着火燃烧时的最低温度称为自燃点。

一般可燃物质的自燃点，以 $(^{\circ}\text{C})$ 表示。各种可燃物质的自燃点，采用自燃点测定仪器实验测定。附录 3 是各种可燃物质的自燃点。

自燃点不能作为鉴别各种可燃物质形成爆炸危险性的主

要数据，只能作为鉴别各种可燃物质受热升温形成自燃危险性的数据。鉴别各种可燃物质形成爆炸危险性还需要从爆炸极限、闪点、其它特性来确定。举例说明如下：

煤与煤气，从形成自燃的危险性来对比鉴别，煤的自燃点（ 300°C ）低于煤气的自燃点（ 700°C ），煤比较容易形成自燃。从形成爆炸危险性来对比鉴别，煤必须破碎成煤粉，并扩散浮游在空气中，形成浓度达到爆炸下限 $35\text{克}/\text{米}^3$ （云雾状态）的混合物时，遇到火源才会引起爆炸；然而煤气直接就能够与空气混合在一起，当形成浓度达到爆炸极限 $20.7\sim 73.7\%$ 的混合物时，遇到火源就能引起爆炸，爆炸极限幅度大，发生爆炸的机会多，所以煤气比较容易形成爆炸。

煤与汽油，从形成自燃的危险性来对比鉴别，煤的自燃点（ 300°C ）低于汽油的自燃点（ 415°C ），煤也是比较容易形成自燃。从形成爆炸危险性来对比鉴别，汽油的闪点（ -44°C ）很低，在北方严寒的冬天也能够蒸发出可燃蒸气，在南方炎热的夏天更能蒸发出可燃蒸气，而且汽油蒸气爆炸下限很小（ 0.76% ），容易与空气混合形成浓度达到爆炸极限（ $0.76\sim 5.16\%$ ）的混合物，遇到火源立刻就会引起爆炸。与上述煤作对比，汽油比较容易形成爆炸。

有些自燃点很低的可燃物质，如赛璐珞、电影胶片、硝化棉等，不仅容易形成自燃，而且在自燃时还会分解释放大量一氧化碳、氮氧化物、氢氰酸等可燃气体。释放出来的可燃气体立即与空气混合，当形成浓度达到爆炸极限的混合物时，随即引起爆炸。因此，对于自燃点很低的可燃物质，除了采取防火措施外，还应分别情况采取防爆措施。

在防火规定中，对于生产和贮存在空气中能够自燃的物质的火灾危险性，分别情况进行分类。

在生产过程中使用或产生在常温下能自行分解或在空气中氧化即能导致迅速自燃或爆炸的物质，列为甲类生产，详见附录 5。

仓库内贮存在常温下能自行分解或在空气中氧化即能导致迅速自燃或爆炸的物质，列为甲类贮存物品；仓库贮存在常温下与空气接触能缓慢氧化、积热不散引起自燃的危险物品，列为乙类贮存物品，详见附录 6。

第二节 形成化学性爆炸的物质

各种物质形成的爆炸，一般是指化学性爆炸。如煤气发生炉爆炸，在其瞬间煤气转变成二氧化碳、氮气、水蒸汽、热量等，这些物质与煤气完全不是同一性质的物质，而是转化成新的物质，这就是化学性爆炸的实例。

煤气发生炉爆炸与蒸汽锅炉由于压力过高而发生爆破，具有本质上的区别，蒸汽锅炉发生爆破是属于物理性爆炸，因为在其爆破瞬间没有转化成新的物质。

许多物质在一定的条件下，能够形成化学性爆炸。

火药、梯恩梯炸药、雷管、导爆索、石油气、天然气、煤气、乙炔气、石油、汽油、酒精、丙酮、苯、二甲苯、赛璐珞、电影胶片、硝化棉、铝粉、谷物淀粉等物质，在一定的条件下都能够形成化学性爆炸。但是，按照这些物质的特性，可以把它们归纳为两大类，一类是火炸药爆炸性物质，如火药、梯恩梯炸药、雷管、导爆索等；另一类是可与空气混合形成爆炸的可燃性物质，如石油气、天然气、煤气、乙炔气、石油、汽油、酒精、丙酮、苯、二甲苯、赛璐珞、电影胶片、硝化棉、铝粉、谷物淀粉等。

一、火炸药爆炸性物质

火炸药爆炸性物质很多，一般常见的有黑火药、黑索金、硝铵炸药、梯恩梯、二硝基萘、苦味酸、雷管、导爆索等。这些物质在一定的条件下都能够形成化学性爆炸，发生爆炸瞬间起单分解或复分解的化学反应^①，并以机械功的形式在极短时间内释放出很大的能量。此类物质可按其特性分成下述两种：

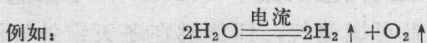
1. 能起单分解反应的爆炸性物质

凡是能够在瞬间起单分解反应的爆炸性物质，一旦接触到火源立刻引起爆炸；在受热、通电流、摩擦、撞击、振动、坠落等条件下，也能够立刻引起爆炸。如雷管和导爆索都属于此类物质，它们的性质都是不稳定的，由于敏感性强，非常容易形成爆炸的条件，因此，爆炸危险性较大。

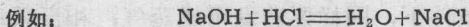
2. 能起复分解反应的爆炸性物质

凡是能够在瞬间起复分解反应的爆炸性物质，必须接触到火源、通电流、受强热、或在导爆索引爆下，才能够立刻引起爆炸。如黑火药、硝铵炸药、梯恩梯等都属于此类物质，它们的性质比较稳定，爆炸危险性比单分解反应的爆炸性物质要小。但是，在生产、使用、贮存过程中，如果不注意安全，采取有效的防爆措施，还是容易形成爆炸的条件。

-
- ① 一种物质发生化学反应后生成两种或两种以上新物质，这样的化学反应叫做单分解反应。



两种化合物相互交换成分，生成另外两种新的化合物，叫做复分解反应。



二、可与空气混合形成爆炸的可燃性物质

可燃气体、可燃蒸气、可燃粉尘或纤维等物质，能够与空气混合在一起，形成浓度达到爆炸极限的混合物，接触到火源能够立刻引起化学性爆炸。按照可燃物质与空气混合的形式，这类物质可以分为两种，一种是直接与空气混合形成爆炸的物质，另一种是间接与空气混合形成爆炸的物质。

（一）直接与空气混合形成爆炸的物质

1. 可燃气体与空气混合形成的爆炸

煤气、乙炔气、氢气等可燃气体，在空气中接触到火源时，会立刻引起燃烧，当此类物质与空气混合在一起，形成浓度达到爆炸极限的混合物时，接触到火源就会立刻引起化学性爆炸。如发生炉煤气是一种常见的可燃气体，当它与空气混合在一起，形成浓度达到爆炸极限（20.7~73.7%）的混合物时，遇到火源立刻引起爆炸。

可燃气体是一种流动状态的物质，非常容易扩散流窜，有些可燃气体又是无色、无味、无形迹可察觉的，在建筑物室内自然通风不良的条件下，非常容易与空气混合形成爆炸混合物；这往往是形成爆炸事故的根源。因此，在生产、使用、贮存可燃气体过程中，要严防发生“跑、冒、滴、漏”，建筑物室内要加强通风，严禁一切火种。

2. 可燃蒸气与空气混合形成的爆炸

可燃蒸气是由易燃液体或可燃液体蒸发而成的。闪点低的易燃液体，在室温的条件下就能够蒸发可燃蒸气，闪点愈低蒸发愈快。如汽油的闪点很低（ -44°C ），不仅能够在室温条件下，快速蒸发可燃蒸气，还能够在冬天室外气温很低的条件下，缓慢蒸发可燃蒸气。闪点高的可燃液体在加热升温超过闪点的条件下，同样要蒸发可燃蒸气；相反采取降温