

2017 实验室安全学



主 讲：石琳
版面设计：祝梅
北京科技大学

CONTENTS

» 第二章 防火与防爆

» 2.1 | 燃烧与爆炸的特点及原理

» 2.2 | 燃烧的分类

» 2.3 | 消防

» 2.4 | 逃生

第二章 防火与防爆

2.2 燃烧的分类

C. 可燃固体的燃烧——本身自燃、加热自燃、明火引燃

- 本身自燃
 - 某些物质在没有外来热源影响下，其本身内部所进行的化学（如氧化、分解、聚合等）、物理（如吸附、辐射等）或生物化学过程（如发酵、细菌腐败等）能产生热量，这些热量的积累又进一步加快了上述过程的进行速度，于是温度愈来愈高，当温度达到自燃温度时就会发生燃烧，这叫本身自燃。（煤堆、干草堆、白磷）



万吨煤堆发生自燃
8米高煤堆火焰有数层楼高



玉米秸秆自燃发生火灾

第二章 防火与防爆

2.2 燃烧的分类

可燃固体的燃烧——本身自燃、加热自燃、明火引燃

- 加热自燃
 - 由外来的热源将可燃物质加热，其温度达到自燃温度时不与明火直接接触就能燃烧，这叫加热自燃。（热处理、熬油、熬沥青）
- 明火引燃
 - 由明火提供产生燃烧的初始热量，使局部达到自燃温度而燃烧，这种引燃方式除有温度效应外，明火中的自由基（火焰中的热分解产物 H^+ 、 OH^- ）对燃烧也有促进作用



第二章 防火与防爆

2.2 燃烧的分类

可燃固体的燃烧

- 自燃温度/点：可燃物质加热到一定程度时就会燃烧起来，自动产生燃烧的最低温度。（无明火）
 - 低，纸张，棉花130-150℃，固体分解出可燃气体与空气发生氧化反应
 - 高，焦炭700℃，氧气扩散到焦炭里，固态炭素直接与氧起反应
 - 木炭，固态炭素与氧直接反应，木炭海绵状结构，燃料与空气的接触面积非常大，氧气分子能够大量扩散到炭里，很容易发生自动扩展的氧化反应，350℃
- 燃点(着火点)：气体、液体和固体可燃物与空气共存，当达到一定温度时，与**火源**接触即自行燃烧。火源移走后，仍能继续燃烧的最低温度，成为该物质的燃点或称着火点

第二章 防火与防爆

2.2 燃烧的分类

固体燃烧危险度分级依据——燃点

- 易燃固体的燃点较低时，遇有受热、冲击、摩擦或与氧化剂接触等情况均能引起急剧及连续的燃烧或爆炸。
 - 一级易燃固体，如红磷（赤磷）、五硫化磷、硝化纤维素（硝酸棉、胶棉、赛璐珞棉）、二硝基化合物（二硝基甲苯）等，它们的燃点低，极易燃烧和爆炸，燃烧时放出大量有毒气体；
 - 二级易燃固体，如硫磺、镁粉、铝粉、萘、樟脑等，其中镁粉、铝粉遇水还能燃烧，它们的燃烧性虽不如一级易燃固体的好，但也容易燃烧，燃烧时可能放出有毒气体。



第二章 防火与防爆

2.2 燃烧的分类

燃烧速度

- 燃烧速度与**氧含量**有很大关系
 - 燃烧速度与空气中的氧含量成一定比例，空气中的氧含量越高，燃烧越猛烈，在纯氧中的燃烧最激烈。
 - 当空气中的氧含量低于某一数值时，燃烧速度便会大大下降，甚至降到燃烧自动熄灭的程度，这时候的氧含量称为物质燃烧的**最低需氧量**。
 - 各种物质维持燃烧的最低需氧量是不相同的，例如硫磺粉燃烧的最低需氧量为11%，煤粉的最低需氧量为16%。
 - 化学活泼性越强的物质，其最低需氧量也越低，发生的火灾也越不易扑灭

O_2



0% 最低需氧量

100%



气体
燃烧

燃烧类型

液、固
燃烧

均相燃烧

非均相燃烧

扩散燃烧

混合燃烧

蒸发燃烧

分解燃烧

表面燃烧

气体

爆炸上限

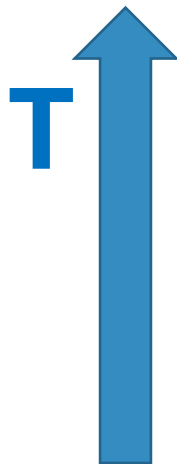
爆炸下限

爆炸范围

爆炸危险度

最低需氧值

燃烧速度与
氧含量成正比例



液体

自燃点

燃点

闪点

固体

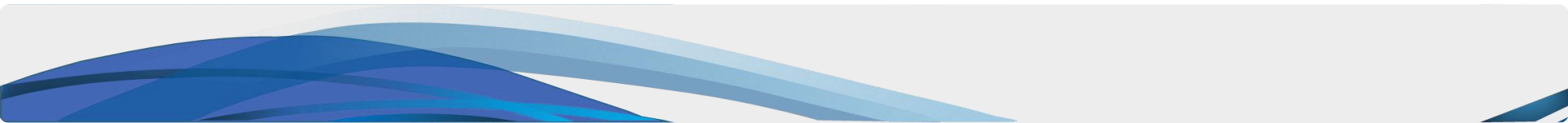
自燃点

燃点



北京市公安消防局通州分局培训

- 化学起火，微乎其微的火，你可以尝试着自己用消防砂啊石棉布之类的去灭；
- 如果你觉得这个火，你用脚能够踩灭，那你去找灭火器，别踩，踩只会把自己烧伤；
- 如果你觉得这个火手持灭火器能灭，就直接去找板式灭火器或者灭火车；
- 如果你觉得这个火得用灭火车才能灭掉，赶紧跑！



第二章 防火与防爆

2.2 燃烧的分类

D.防爆措施——爆炸性事故发生原因

1. 违反操作规程、误操作
2. 设备老化、故障
3. 爆炸性物品受热或撞击
4. 高压、高能气瓶装置操作不当或不合格，发生物理爆炸事故
5. 易燃、易爆气瓶混放泄漏
6. 易燃、易爆化学试剂残余物处置不当或混放
7. 密闭容器或狭小空间内进行化学反应
8. 将低闪点化学危险物品和药品放入未做防爆处理的冰箱内保存
9. 许多化学反应如硝化、磺化、氧化、聚合等反应都是放热量较大的反应，未做相应处理

第二章 防火与防爆

防爆措施——防爆技术

- 爆炸事故包括三个过程
 1. 爆炸混合气形成与爆炸开始
 2. 爆炸范围扩大与爆炸威力升级
 3. 爆炸力造成灾害性破坏
- 防爆技术
 1. 阻止第一过程的出现（即控制爆炸混合气的形成和控制点燃火源，使点燃不能开始）
 2. 限制第二过程的发展（即切断爆炸传播途径和破坏爆燃升级为爆轰的条件）
 3. 防护第三过程的危害（即减弱热力、压力和冲击波对人的伤害和对设备、厂房以及对邻近建筑的破坏）

- 防止危险气体泄漏
- 危险气体泄漏报警器
- 真空、惰性气氛保护
- 禁用明火，远离高温
- 气瓶、设备的质量、操作
-

第二章 防火与防爆

防爆措施——防爆重点

防爆工作的重点，只能在爆炸条件成熟之前，采取适当的安全措施

- 建立安全法规
 - 必须保持高度警惕，不能存在侥幸心理
 - 加强法制，由各级安全机构来管理
- 设置防爆措施
 - 加强通风降低形成爆炸性混合物的可能性，降低爆炸场所危险等级
 - 合理装备现代化的防爆设备
 - 采用科学仪器从多方面监视爆炸条件的酝酿和发展，及时发出警报，避免爆炸发生
- 树立安全思想
 - 接触爆炸物的人员要具有丰富的防爆知识，并建立完善的防爆技术措施和管理制度，以及消除一切可能引起爆炸的漏洞与疏忽

第二章 防火与防爆

2.2 燃烧的分类

E.粉尘爆炸及粉尘危害

现已发现七类物质的粉尘具有爆炸性：

1. 金属（如镁粉、铝粉）
 2. 煤炭（如活性炭和煤）
 3. 粮食（如小麦、淀粉）
 4. 饲料（如血粉、鱼粉）
 5. 农副产品（如棉花、烟草）
 6. 林产品（如纸粉、木粉）
 7. 合成材料（如塑料、染料）
- 

第二章 防火与防爆

影响粉尘爆炸的因素

- 粉尘自身因素
 - 物质的燃烧热 \uparrow ，还原性 \uparrow ，易带电 \uparrow ，粉尘爆炸
- 爆炸浓度上下限及粉尘浓度
 - 爆炸下限 $20-60\text{g/m}^3$ 爆炸上限几百 $\text{g/m}^3 \sim 2 \sim 6\text{kg/m}^3$
- 粒度大小及分布
 - 颗粒越细，粉尘表面吸附的氧越多，越易发生爆炸

第二章 防火与防爆

粉尘爆炸的过程及特点

- 过程：
 - 悬浮粉尘在热源作用下产生可燃气体；
 - 可燃气体与空气混合、燃烧；
 - 粉尘燃烧放出热量，使粉尘燃烧循环持续进行，其反应速度也逐渐增大，最后形成爆炸。
- 特点：多次爆炸
 - 第一次爆炸气浪，会把沉积在设备或地面上的粉尘吹扬起来，在爆炸后短时间内爆炸中心区会形成负压，周围的新鲜空气便由外向内填补进来，与扬起的粉尘混合，从而引发二次爆炸。二次爆炸时，粉尘浓度会更高。

■ 第二章 防火与防爆

防止粉尘爆炸

- 减少粉尘在空气中的浓度
 - 减少粉尘沉积。采用密闭性能良好的设备，尽量减少粉尘飞散逸出，同时要安装有效的通风除尘设备，加强湿式清扫工作
- 改善设备，控制火源
 - 控制设备表面温度
 - 有粉尘爆炸危险的场所，都要采用防爆电机、防爆电灯、防爆开关。在设备外壳设泄压活门或其他装置，采用爆炸遏制系统等
- 控制温度和含氧程度
 - 凡有粉尘沉积的容器，要有降温措施，必要时还可以充入惰性气体，以冲淡氧气的含量

一些粉尘爆炸的特性

| 粉尘 (≤200目) | 最小点火能 (10 ⁻¹ J) | 爆炸下限 (g.m ⁻³) | 最大爆炸压力 (MPa) |
|--------------|------------------------------|----------------------------|----------------|
| 钛 | 10 | 45 | 0.56 |
| 铝 | 15 | 40 | 0.63 |
| 镁 | 40 | 20 | 0.66 |
| 锌 | 650 | 480 | 0.35 |
| 醋酸纤维素 | 10 | 25 | 0.77 |
| 酚醛树脂 | 10 | 25 | 0.56 |
| 聚苯乙烯 | 15 | 15 | 0.63 |
| 尿素树脂 | 80 | 70 | 0.60 |
| 玉蜀淀粉 | 30 | 40 | 0.77 |
| 无水苯二甲酸 | 15 | 15 | 0.49 |
| 硫磺 | 15 | 35 | 0.56 |
| 硬脂酸铝 | 15 | 15 | 0.67 |
| 己二酸 | 70 | 35 | 0.53 |
| 砂糖 | 30 | 35 | 0.63 |
| 可可 | 100 | 45 | 0.43 |
| 咖啡 | 160 | 85 | 0.35 |

■ 第二章 防火与防爆

粉尘的自燃与爆炸

粉尘对人体的危害（纳米材料）

- 皮肤
- 呼吸道（纤维化）
- 中毒
- 癌症

CONTENTS

» 第二章 防火与防爆

» 2.1 | 燃烧与爆炸的特点及原理

» 2.2 | 燃烧的分类

» 2.3 | 消防

» 2.4 | 逃生

■ 第二章 防火与防爆

2.3 消防

A. 常用灭火剂

1. 水
2. 产泡剂（灭火泡，泡沫灭火器）
3. 惰性气体（二氧化碳灭火器）
4. 不燃性挥发液（四氯化碳灭火器）
5. 化学干粉（干粉灭火器）
6. 固态物质（干砂、灭火毯、石棉布...）

第二章 防火与防爆

2.3 消防

A. 常用灭火剂

1. 消防用水

- 方便、来源最丰富
- 水蒸发时需要吸收大量热，具有显著的冷却作用
- 1kg水能够生成1700L的蒸气，水蒸气既能起冲淡燃烧区可燃气体浓度的作用，又能起阻挡空气进入燃烧区的作用
- 用水灭火的设备有消防供水管线及消防栓、贮水缸、贮水池、喷水消防车、人工压水机、机动水泵、水龙带、喷枪固定喷水头等

校内报警电话
6233 4999

第二章 防火与防爆

2.3 消防

A. 常用灭火剂

1. 消防用水

- 缺点：

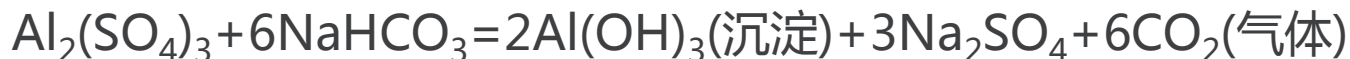
- 具有导电能力，不能用来扑灭带电设备的火灾
- 水和一些物质（如金属钾、金属钠、电石等）作用，能产生热量和易燃气体，扑灭这类物质的火灾时不能用水
- 比水轻的易燃液体能够浮在水面上燃烧并随水漫流，这会使火焰蔓延，在扑灭这类易燃液体的火灾时不能用水
- 冷水遇到高温熔融的盐液会产生爆炸。在扑灭盐浴炉和电解槽的火灾时不能用水



第二章 防火与防爆

2. 灭火泡

- 水分的冷却作用、泡层隔绝空气的窒息作用
- 化学泡沫、低倍空气泡、高倍空气泡和耐醇泡等。
- 化学泡沫——泡沫灭火器



- 发泡剂，水
- 适用于扑灭汽油、煤油、油漆等易燃液体的火灾最有效
- 不适用于扑灭电器（因有导电性）、忌水性物品（与忌水性物品接触能燃烧）、贵重物品、仪表（留有污迹）等产生的火灾
- 用泡沫灭火时不要同时使用其他液体灭火，否则会破坏泡沫而失去灭火作用
- 使用手持泡沫灭火器时，要离开胸前20cm左右，以防喷嘴堵塞时筒内压力过大，筒体意外爆炸伤人



第二章 防火与防爆

3. 惰性气体

- 稀释空气中的氧气浓度，使其到达最低需氧量以下时，火便自行熄灭。
- 二氧化碳灭火器
 - 二氧化碳压缩装在钢瓶内，使用时喷出的是固体雪状干冰，温度为 -78.5°C ，因而还有冷却燃烧物的作用
 - 空气中的二氧化碳含量达30%~35%时，燃烧就停止了
 - 可用来扑灭600V以下带电设备的火灾、着火范围不大的油类火灾和某些忌水物质如电石的火灾，并且不会损害物资
 - 不能有效扑灭能自行分解产生氧气的物质如硝酸纤维等的火灾，也不能扑灭钾、镁、钠、铝及其合金的火灾，因为二氧化碳与这些金属作用后产生氧气，从而失去灭火功能
 - 要站在上风位置喷射，以防灭火者发生窒息

第二章 防火与防爆

4. 不燃性挥发液体

- 四氯化碳、卤代烷

- 四氯化碳灭火器

- 灭火机理：蒸发冷却和稀释氧浓度
- 1kg四氯化碳可转化成145L蒸气，当四氯化碳喷到燃烧物体上时，能迅速蒸发成气体，比空气重5.5倍，聚集在燃烧物周围，起隔绝氧气的作用。空气中含有7.5%~10%体积的四氯化碳蒸气时，燃烧就会停止
- 四氯化碳不导电，常用于电气装置的灭火
- 使用者应站在上风处和通风的位置，以防中毒
- 四氯化碳与灼热的轻金属及某些化学物品（如金属钾、钠、镁、铝、电石、乙烯、二硫化碳等）接触时，能起强烈分解作用，甚至发生爆炸，这些物品的火灾，不宜用四氯化碳扑灭

■ 第二章 防火与防爆

5. 化学干粉

- 灭火机理：抑制燃烧、覆盖窒息、冷却
- 灭火剂粉末，助剂，压缩氮气
- 灭火剂：磷酸铵盐、碳酸氢钠、氯化钠、氯化钾...
- 适用于扑灭油类、可燃气体、电气和遇水燃烧等物质的初起火灾
- 不能用于灭金属火灾（特制的干粉除外）
- 锂离子电池仓库着火，干粉灭火器无法有效扑灭。当火情较大时，灭火更困难

第二章 防火与防爆

6. 固态物质

• 黄砂

- 扑灭小量易燃液体和某些不宜用水扑灭的化学物品的初起火灾
- 但不能用以盖熄爆炸物，以免引起爆炸
- 不能用来扑灭大量的镁合金火灾，因为黄砂的主要成分二氧化硅与燃烧着的镁反应能放出大量的热，反而促使镁燃烧
- （镁合金的火灾要用专用的灭火剂，这种灭火剂的成分为氯化镁38%~40%，氯化钾32%~40%，氯化钡5%~8%，氯化钙3%~5%。此外还有可以扑灭石油产品、电器初起火灾且效果较好的钠盐干粉灭火器）

- 使用石棉布、灭火毯等来扑灭小量易燃液体和固体化学物品的初起小火也很有效

第二章 防火与防爆

D类火灾：指金属火灾

如钾、钠、镁、铝镁合金等火灾固态物质

- 扑救D类火灾可选择粉状石墨灭火器、专用干粉灭火器，也可用干砂或铸铁屑末代替。

D类灭火器，药剂成分：氯化钠干粉80%

金属钠灭火方法： (MSDS)

不可用水、卤代烃、碳酸氢钠、碳酸氢钾作为灭火剂。

应使用干燥氯化钠粉末、干燥石墨粉、碳酸钠干粉、碳酸钙干粉、干砂等灭火



D型干粉灭火器

<http://www...>

第二章 防火与防爆

•精密仪器

● 二氧化碳灭火器

- 二氧化碳气体不能有效扑灭能自行分解产生氧气的物质如硝酸纤维等的火灾，也不能扑灭钾、镁、钠、铝及其合金的火灾，因为二氧化碳与这些金属作用后产生氧气，从而失去灭火功能

● 四氯化碳灭火器

四氯化碳与灼热的轻金属及某些化学物品（如金属钾、钠、镁、铝、电石、乙烯、二硫化碳等）接触时，能起强烈分解作用，甚至发生爆炸，这些物品的火灾，不宜用四氯化碳扑灭

● 防窒息、防中毒、防冻伤

第二章 防火与防爆

干粉灭火器

ABC型

适用于：固体、液体、气体、带电物质火灾

不适用：

- 有残渣，不可用于精密设备、转动设备内部火灾
- 自身释放氧气或可作供氧源的化合物（硝化纤维素、过氧化物）
- 钠、钾、锆、钛等金属火灾
- 深度阴燃的火灾



第二章 防火与防爆

● 手提式干粉灭火器使用方法

● 操作

- 检查喷嘴有无堵塞
- 拔保险销，握住胶管前端，对准燃烧物
- 用力压下压把，灭火剂喷出，将火扑灭

● 注意

- 松压把，拔保险销
- 距离（较远处打开，一边喷一边向前移动，围绕火源喷射）
- 风向（灭火+自保）
- 固体火灾：对准火源根部
- 液体火灾：不能直接冲击液体表面，防止喷溅形成新的火点



第二章 防火与防爆

• 灭火应急措施

1. 先控制，再消灭
2. 扑救人员占上风或侧风阵地
3. 相关人员采取自我防护措施，防护面具、专用防护服
4. 迅速查明燃烧范围、物品、主要危险特性，火灾蔓延途径，是否有毒（燃烧物，燃烧产物）
5. 正确选用灭火剂、灭火方法
6. 对有可能发生爆炸、爆裂、喷溅等特别危险、需紧急撤退的情况，统一撤退（信号、方法，所有人看到听到，演习）
7. 火灾扑灭后，监护现场，消灭余火
8. 保护现场，接受调查（原因，损失，责任）

第二章 防火与防爆

2.3 消防

B. 火灾分类

| 火灾类型 | 可燃物类型、燃烧特性 |
|-----------------------|-----------------------|
| A 固体 | 木材、煤、棉、毛、麻、纸张等 |
| B 液体或可熔化的固体 | 煤油、柴油、原油，甲醇、乙醇、沥青、石蜡等 |
| C 气体 | 煤气、天然气、甲烷、乙烷、丙烷、氢气等 |
| D 金属 | 钾、钠、镁、铝镁合金等 |
| E 带电火灾 | 物体带电燃烧的火灾 |
| F 烹饪器具内的烹饪物（如动植物油脂）火灾 | |

第二章 防火与防爆

A. 固体火灾

1. 家具、纺织品.....
2. 塑料、橡胶
3. 磷、硫、碳



固体火灾灭火方式

1. 灭火器

- 干粉灭火器对着火焰的根部平射
- 由近及远，向前平推
- 左右横扫

2. 砂

3. 水（实验室小范围火灾慎用：电、危险化学品）



第二章 防火与防爆

B. 液体火灾

1. 液体深度
2. 灭火方式——防止蔓延
遮盖？砂？水？灭火器？



第二章 防火与防爆

液体火灾——灭火器

- 防止蔓延，有效扑灭
 - 平扫
 - 左右晃动，覆盖容器表面
 - 如有少量蔓延，继续喷扫



第二章 防火与防爆



C. 气体火灾

- 气体压力
- 钢瓶，爆炸（受热、撞击）
- 气体性质
 - 易燃易爆：氢气、一氧化碳、乙炔气
 - 毒性：硫化氢、氨气、一氧化碳、二氧化硫、氯气
 - 非易燃无毒：主要有氧气、压缩空气、氮气、惰性气体、二氧化碳
 - 助燃：氧气
 - 窒息：二氧化碳、氮气、惰性气体

危险性示例

压缩空气：钢瓶受热爆炸
氮气：窒息性
氢气：燃烧、爆炸
氧气：助燃
液氨：刺激性、毒性



气瓶颜色标志



| 气 | 氧 | 氢 | 液氨 | 空气 | 氮 | 氩 |
|----|----|------|----|----|----|----|
| 瓶 | 蓝 | 绿 | 淡黄 | 黑 | 黑 | 银灰 |
| 字 | 黑 | 红 | 黑 | 白 | 淡黄 | 深绿 |
| 性质 | 助燃 | 易燃易爆 | 毒性 | - | 窒息 | 窒息 |

第二章 防火与防爆

气体火灾扑救

- 气瓶受火焰热辐射威胁时，在确保人身安全前提下首先控制火势，切断火势蔓延途径；应尽可能将气瓶转移到安全地带，不能及时转移时用冷水进行冷却保护；
- 气瓶泄漏应及时堵漏，如关闭阀门等。
- 未采取堵漏措施的情况下，泄漏处应保持稳定燃烧，切忌盲目扑灭火势！
- 注意个人防护：防毒面具、手套、防护服.....



第二章 防火与防爆

氢气

- 易燃易爆
- 爆炸极限4%-75%
- 点火源：明火、火星、火花（电气开关时产生的火花）、静电火花、高温表面
- 氢气尾气：燃烧处理
- 氢气泄漏应急措施：
 - 切断气源、消除火种、加强通风
 - （切断气源、打开门窗、疏散人群
禁：开关灯、开关电器、使用手机）



作业1

高温炉安全使用的注意事项（任选一个或几个）。

管式炉、烧结炉、马弗炉、熔炼炉

气氛：空气，真空，气氛保护

温度范围

加压烧结

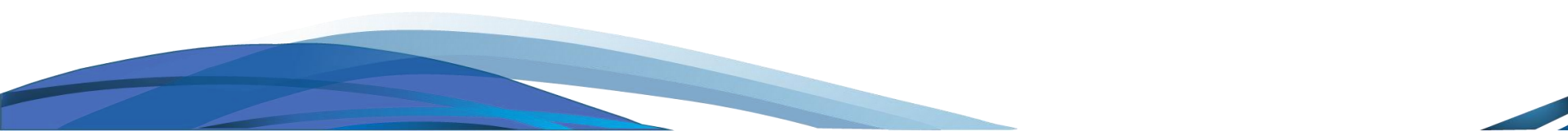
冷却水

.....



■ 上海商学院宿舍火灾案例

事故过程

1. 08年11月14日6时13分，上海商学院宿舍楼602宿舍起火后，该宿舍有2名女生先跑了出去打水，等回来后，发现602宿舍门已经无法打开，
 2. 由于602宿舍内的火势很大，留在602宿舍的4名女生只能跑到阳台上，并最后从阳台上跳了出来，当场身亡。
 3. 火引起的烟雾冲到了隔壁601寝室，601室的两个女生先后躲到了阳台上。
 4. 消防队员接警后及时赶到，强行踹开宿舍门，将601女生们救了出来。此时，距4名女生跳楼求生不过几分钟时间。
- 



1 11月14日 早晨6点多，602宿舍起火后，该宿舍有2名女生先跑了出去呼救，回来后发现602宿舍门已经无法打开

2 601寝室的两个女生先后躲到了阳台上，但最后都被安全救出

3 由于602宿舍内的火势很大，留在602宿舍的4名女生只能跑到阳台上，并最后从阳台上跳了出来



上海商学院宿舍火灾案例

事故原因

1. 上海市公安局11月14日下午对外发布消息称：当日早上致4名大学生死亡的上
海商学院学生宿舍火灾事故初步判断原因为寝室里使用“热得快”引发电器故
障并将周围可燃物引燃所致。
2. 上海商学院晚上11时至次日清晨6时断电。据知情者介绍，事发前一晚，602
室女生曾用“热得快”烧水，晚上11时宿舍断电，6人均忘记将插头拔掉。昨
日清晨6时恢复供电后，“热得快”开始自行加热，10分钟后，高温引发了电
器故障，迸发出的火星不巧落在了女生们晾挂的衣物上，最终酿成事故。
3. 据了解，起火的宿舍楼建于2000年，楼内有消防栓，不过大楼内部及公用卫
生间内无自动喷淋器。



刘雯雯
21岁 江苏

暂无图片

陈睿
19岁 四川



王佳燕
20岁 上海

暂无图片

张燕苹
20岁 上海



作业2

上海商学院宿舍火灾案例

(逃生)

如果你处于这种室内大火的情况下，你有什么方法自救/坚持到消防队到来？
如果你是她们的同学，你有什么方法救/帮助她们？

(灭火)

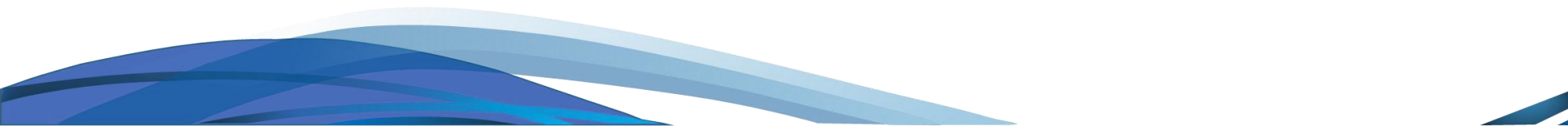
当火灾发生时，如果你在现场，你会怎么灭火？

(预防)

我们如何做，才能预防这场火灾的发生？

作业3

练习题



THANKS



谢 谢 聆 听