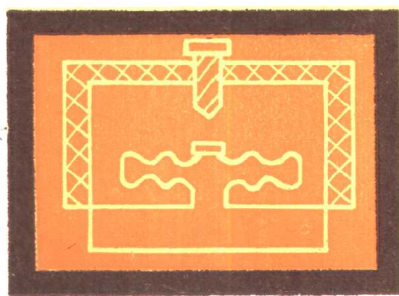


安全与卫生工程系列教材 安全与卫生工程系列教材

北京经济学院出版社



防火与防爆

杨泗霖 编著

安全与卫生工程系列教材

劳动保护管理学

安全分析与事故预测

工业防毒技术

工业通风与防尘工程学

噪声控制工程

作业环境空气检测技术

电气安全工程

起重与机械安全工程学

锅炉压力容器安全工程学

防火与防爆

防火与防爆

杨泗霖 编著

125151

北京经济学院出版社

1991·北京

(京)新登字211号

防火与防爆
FANGHUO YU FANGBAO

杨润霖 编著

北京经济学院出版社出版
(北京市朝阳区红庙)

北京通县永乐印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 9.625印张 243千字
1991年10月第1版 1991年10月第1版第1次印刷

印数: 00 001—6500

ISBN 7-663-0170-5/TD·1

定价: 4.85元

《安全与卫生工程系列教材》出版说明

安全与卫生工程是受到国内外普遍重视的一门新兴学科。它着重研究工业生产过程中危害劳动者安全和健康的各种因素，并以相应的工程技术措施及现代管理措施保障劳动者的安全和健康。在我国，安全与卫生工程学科的发展与技术措施的广泛应用，对贯彻“安全第一，预防为主”的劳动保护方针，消除事故根源，保障广大职工的安全和健康，促进社会主义建设事业的顺利进行起着重要作用。

我社出版的《安全与卫生工程系列教材》，是北京经济学院安全工程系以富有教学经验的教师组成编写组，在多年教学科研实践的基础上，吸收国内外先进技术和方法编写而成的。本套教材系统地、详尽地介绍了安全与卫生工程技术的原理和方法。力求概念准确，条理清楚，论述深入浅出，做到科学性、先进性和实用性相结合。本套教材注意理论联系实际，附有必要的工程数据和工程图表、资料以利实用。本套教材可作为高等院校、大专院校相应专业的教材或教学参考书，也可作为各产业部门、厂矿企业劳动保护干部、管理干部的培训教材。

《安全与卫生工程系列教材》共计10本：

《劳动保护管理学》

《锅炉压力容器安全工程学》

《防火与防爆》

《电气安全工程》

《起重与机械安全工程学》

《安全分析与事故预测》

《工业通风与防尘工程学》

《噪声控制工程》

《工业防毒技术》

《作业环境空气检测技术》

此外，还有一本《作业环境空气监测方法》可与《作业环境空气检测技术》配合使用。

1990年7月

目 录

前 言.....	(1)
一、火灾和爆炸事故的特点.....	(1)
二、火灾和爆炸事故的一般原因.....	(2)
三、研究防火防爆的意义.....	(2)
四、课程内容和目的要求.....	(2)
第一章 防火基本原理.....	(4)
第一节 燃烧的学说和理论.....	(4)
一、燃烧素学说.....	(4)
二、燃烧的氧学说.....	(5)
三、燃烧的分子碰撞理论.....	(5)
四、活化能理论.....	(6)
五、过氧化物理论.....	(6)
六、链式反应理论.....	(7)
第二节 防火技术基本理论与措施.....	(8)
一、燃烧与火灾.....	(8)
二、燃烧的条件.....	(9)
三、防火技术基本理论.....	(10)
四、防火基本技术措施.....	(10)
五、灭火基本措施.....	(11)
第三节 燃烧的类型.....	(12)
一、自然.....	(12)
二、闪燃.....	(16)
三、着火.....	(16)
四、物质燃烧历程.....	(17)
第四节 热值与燃烧温度.....	(17)
一、热值.....	(17)
二、燃烧温度.....	(19)
第二章 防爆基本原理.....	(20)
第一节 爆炸及其种类.....	(20)
一、爆炸现象.....	(20)
二、爆炸的分类.....	(20)

三、化学性爆炸物质.....	(22)
第二节 爆炸极限.....	(22)
一、定义和单位.....	(22)
二、爆炸极限的计算.....	(23)
三、爆炸极限的应用.....	(32)
第三节 防爆技术基本理论.....	(32)
一、爆炸反应历程.....	(32)
二、可燃物质化学性爆炸的条件.....	(34)
三、燃烧和化学性爆炸的关系.....	(35)
四、燃烧和化学性爆炸的感应期.....	(35)
五、防爆技术基本理论.....	(36)
第四节 爆炸温度和爆炸压力.....	(36)
一、爆炸温度的计算.....	(36)
二、爆炸压力的计算.....	(38)
第三章 化学危险物品燃爆特性.....	(40)
第一节 可燃气体.....	(41)
一、气体燃烧形式和分类.....	(41)
二、气体燃烧速度.....	(42)
三、可燃气体燃爆危险性.....	(42)
第二节 可燃液体.....	(50)
一、液体火灾.....	(50)
二、可燃液体的分类和燃烧速度.....	(52)
三、可燃液体燃爆危险性.....	(53)
第三节 可燃固体.....	(61)
一、固体燃烧过程和分类.....	(61)
二、可燃固体的火灾危险性.....	(62)
三、粉尘爆炸.....	(63)
第四节 其它危险物品.....	(65)
一、遇水燃烧物质.....	(65)
二、自燃性物质.....	(68)
三、氧化剂.....	(69)
四、爆炸性物质.....	(70)
第四章 防火与防爆技术措施.....	(73)
第一节 火灾与燃炸危险性分析.....	(73)
一、火灾爆炸的特点与预防原则.....	(73)
二、生产与贮存的火灾爆炸危险性分析.....	(74)
第二节 火灾与爆炸监测.....	(77)
一、火灾监测仪表.....	(77)
二、测爆仪.....	(78)

第三节 防火与防爆安全装置	(79)
一、阻火装置.....	(79)
二、泄压装置.....	(83)
三、指示装置.....	(85)
第四节 预防形成爆炸性混合物	(86)
一、设备密闭.....	(86)
二、厂房通风.....	(86)
三、惰性气体保护.....	(87)
四、以不燃溶剂代替可燃溶剂.....	(88)
五、危险物品的贮存.....	(89)
第五节 控制着火源	(92)
一、明火.....	(92)
二、摩擦和撞击.....	(93)
三、电气设备.....	(93)
四、静电放电.....	(98)
第六节 灭火措施	(100)
一、灭火剂.....	(100)
二、灭火器材.....	(102)
第五章 主要危险场所的防火与防爆	(109)
一、热处理.....	(109)
二、喷漆.....	(110)
三、乙炔站.....	(111)
四、电石库.....	(113)
五、气瓶库.....	(115)
六、焊割动火.....	(116)
七、管道.....	(120)
附 录	(123)

绪 言

一、火灾和爆炸事故的特点

火灾和爆炸事故有以下特点：

(一) 严重性

发生工伤事故如触电、高处坠落、物体打击或车辆伤害等，总是会危及人身安全或给国家财产造成一定损失。火灾和爆炸工伤事故所造成的后果，往往是比较严重的，它容易造成重大伤亡事故。例如某市亚麻厂的粉尘爆炸事故，死亡57人，伤178人，13000m³的建筑物被炸毁，3个车间成了废墟；又如1977年英国发生因雷击引起一个火药库的大爆炸，死亡3000人。火灾和爆炸事故还会给国家财产造成巨大损失，并且往往迫使工矿企业停产，通常需要较长时间才能恢复。日本的火灾爆炸事故，伤亡人数和经济损失如下：1980年共发生63000多起，死亡14000人，伤7000多人，损失2.09亿日元；1986年共发生63272起，死亡2061人，伤7617人，损失1532亿日元，摧毁建筑物50365栋。平均每天173起，每8分钟1起，每天死6人，伤21.7人，每天138栋建筑物毁于火灾。

(二) 复杂性

发生火灾和爆炸事故的原因往往比较复杂。例如发生火灾和爆炸事故的条件之一——着火源，就有明火、化学反应热、物质的分解自燃、热辐射、高温表面、撞击或摩擦、绝热压缩、电气火花、静电放电、雷电和日光照射等多种；至于另一个条件——可燃物就更多了，各种可燃气体、可燃液体和可燃固体种类繁多，特别是化工企业的原材料、化学反应的中间产物和化工产品，大多属于可燃物质。加上发生火灾爆炸事故后，由于房屋倒塌、设备炸毁、人员伤亡等，也给事故原因的调查分析带来不少困难。

(三) 突发性

火灾和爆炸事故往往是在人们意想不到的时候突然发生。虽然存在有事故征兆，但一方面是由于目前对火灾和爆炸事故的监测、报警等手段的可靠性、实用性和广泛应用等尚不大理想；另一方面，则是因为至今还有相当多的人员（包括操作者和生产管理人员）对火灾和爆炸事故的规律及其征兆了解和掌握得很不够。例如某化工厂车间实验室的煤气管道因年久失修而漏气，操作工人竟然划火柴去查找漏气的部位，结果引起管道爆炸，受伤11人，炸毁房屋26间和不少精密仪器，损失10多万元。又如某厂职工宿舍，夏天屋里有不少苍蝇，职工竟然用液化石油气去喷射苍蝇，致使房间里扩散较高浓度的液化石油气，当划火柴点炉子

时，引起一场大火等等。

二、火灾和爆炸事故的一般原因

如前所述，火灾和爆炸事故的原因具有复杂性。不过生产过程中发生的工伤事故主要是由于操作失误，设备的缺陷，环境和物料的不安全状态，管理不善等引起的。因此，火灾和爆炸事故的主要原因基本上可以从人、设备、环境、物料和管理等方面加以分析。

首先，通过对大量火灾与爆炸事故的调查和分析表明，有不少事故是由于操作者缺乏有关的科学知识，在火灾与爆炸险情面前思想麻痹，存在侥幸心理，不负责任，违章作业等引起的。在事故发生之前漫不经心，事故发生时则惊慌失措。其次是设备的原因。如设计错误且不符合防火或防爆的要求，选材不当或设备上缺乏必要的安全防护装置，密闭不良，制造工艺的缺陷等。第三是物料的原因。例如可燃物质的自燃，各种危险物品的相互作用，在运输装卸时受剧烈震动撞击等。第四是环境的原因。如潮湿、高温、通风不良、雷击等。第五是管理的原因。规章制度不健全，没有合理的安全操作规程，没有设备的计划检修制度；生产用窑、炉、干燥器以及通风、采暖、照明设备等失修；生产管理人员不重视安全，不重视宣传教育和安全培训等。

在火灾统计中，将火灾原因分为以下七类：（1）放火；（2）生活用火不慎；（3）玩火；（4）违反安全操作规程；（5）违反电器安装使用安全规定；（6）设备不良；（7）自燃。

三、研究防火防爆的意义

火灾和爆炸事故具有很大的破坏作用，工业企业发生火灾和爆炸事故，会造成严重的后果。所以认真研究火灾和爆炸的基本知识，掌握发生这类事故的一般规律，采取有效的防火与防爆措施，对发展国民经济具有非常重要的意义。

首先是保护劳动者和广大人民群众的人身安全。发生火灾或爆炸事故不仅会造成操作者伤亡，而且还会危及在场的其他生产人员，甚至会使周围的居民遭受灾难。工厂企业作好防火防爆工作，对保护生产力，促进生产发展的意义是显而易见的。其次是保护国家财产。火灾爆炸事故后往往是设备毁坏，建筑物倒塌，大量物质被化为乌有，使国家财产蒙受巨大损失，所以防火防爆是实现工矿企业安全生产的重要条件。发生火灾和爆炸往往会打乱工矿企业的正常生产秩序，严重时甚至迫使生产停顿。从以上这几方面足以说明防火与防爆工作的重要性了。此外，还必须强调指出，防火与防爆理论研究是安全工程学科的重要基本理论之一。众所周知，锅炉安全、压力容器安全、电气安全和焊接安全，还有化工、煤矿、炼油、冶金以及建筑等也都需要在防火与防爆理论指导下，研究采取有效措施，防止火灾和爆炸事故的发生。

四、课程内容和目的要求

本课程着重研究讨论的内容有：（1）燃烧机理和爆炸机理。（2）防火与防爆的基本理

论。(3)工厂企业常用危险物品的燃烧爆炸危险性,并在此基础上讨论防火与防爆的技术措施和某些易燃与易爆危险场所的安全措施。

通过本课程的学习,要求着重掌握火灾和爆炸现象的实质,影响火灾和爆炸的主要技术参数;深刻理解防火与防爆的基本理论和实际应用;研究掌握采取各种安全措施的理论依据,并能够在实际工作中加以应用。

第一章 防火基本原理

第一节 燃烧的学说和理论

人类用火已有几十万年的历史，一直到今天，燃烧在生产和生活领域里是被应用得最为广泛的一种氧化反应。然而对于燃烧的实质，在长时期里却得不到正确的认识 and 解释，直到本世纪初，才由苏联科学家H·H·谢苗诺夫创建了燃烧的链式反应理论，这是近代用来解释燃烧实质的基本理论，它得到了世界各国化学界的公认。在这之前，虽然有过许多理论和学说，但其中没有一个能对燃烧的实质给予完满地正确解释，诸如燃烧素学说，还有后来的“四元素学说”、“汞硫盐学说”等等。

我们知道，火和电的发明是促进人类物质文明飞速发展的两座里程碑，而火比电的发明要早得多，可是比较起来，电的科学早已发展到了相当的高度，今天在电工学和无线电工程的范围内，几乎已没有我们所不能解释的了。但关于火的科学方面却不然，我们经常在最简单的现象面前束手无策，人们对于内燃机以及锅炉的合理设计，往往较之最复杂的电动机或无线电的设计更感到困难，这说明对燃烧科学的研究是何等的薄弱。长期以来，在不少有关火灾的问题上，我们往往缺乏可加以利用的合理的科学知识。由于目前世界各国存在着严重的火灾和爆炸事故，因此，有关燃烧和爆炸的科学研究受到普遍的重视。

一、燃烧素学说

18世纪以前，欧洲盛行燃烧素学说（亦称燃素学说），在当时化学界的势力很大，其代表人物是徐莱氏(Scheele)。燃素学说认为某种物体之所以能燃烧是因为其中含有一种燃烧素。燃烧时，燃烧素就从物体逸出，如蜡烛的燃烧，当燃烧素都跑出来以后，蜡烛也就熄灭了。燃素学说在解释什么是燃烧素时，认为火是由无数细小活跃的微粒构成的物质实体，由这种火微粒构成的火的元素就是燃烧素，物质如果不含有燃烧素则不能燃烧。

燃素学说始终没能说明燃烧素是什么成分组成的物质。显然，这种学说的建立不是以科学根据为基础，而是凭空臆造出一个“燃烧素”来。所以，燃烧素学说实际上是唯心主义的，不科学的。

由于燃素学说在当时的化学界非常盛行，许多著名的化学家都是燃素学说的崇拜者和忠实信徒。例如英国化学家普利斯特列(1733~1804)虽然在实验室里得到了氧，但他是燃素学说的一个忠实的信徒，所以没有认识到这一发现对研究燃烧的重要性。由于燃素学说的影响，大大地阻碍了人们对燃烧实质的研究。如化学家达·芬奇(1452~1519)有不少重要的发现和独到的见解，他早已认识到燃烧和空气是分不开的，他认为“空气常滋养火焰，而火

焰则不断地消耗空气。燃烧部分如无新空气补入，其中将成为真空”。他还认为“火焰发生时，必引起空气之流动，此种空气是以维持或滋长火焰，而火焰则时时将四周空气消耗。如无新空气流入，则燃烧处必致成为真空，更进而言之，世间如无空气，不仅火不能发生，即使万物亦无生长之可能”。达·芬奇的这些观点，在当时诚属奇极。也许是为了避免当时愚顽统治者的指责，不宜公开发表，这些观点只是被记在笔记本上，在他死后很长时间才从笔记本上发现，1924年才被英国的科学家在著作中引用正式发表。

在燃素学说之后，还有不少学说和理论。例如四元素学说，认为燃烧是“火、水、空气、土”这四种元素的作用。四元素学说解释木材的燃烧现象时指出，木材燃烧时所产生的明显火焰为“火素”，蒸发散出的潮气（湿气）为“水素”，上升的烟为“空气素”，所剩余的灰为“土素”。

汞硫盐学说认为火焰的发生是因为物体中含有硫质，气体的逸出为汞素，剩余之灰为所含的盐质等等。

二、燃烧的氧学说

法国化学家拉瓦锡（A·L·LaWiSer, 1743~1794）在普利斯特列发现氧气的基础上，进行研究和作了大量实验，于1777年提出了燃烧的氧学说，认为燃烧是可燃物与氧的化合反应，同时放出光和热。燃烧氧学说的建立是对燃烧科学的一大贡献，它宣告了燃素学说的破灭。

三、燃烧的分子碰撞理论

根据化学上定义，强烈的氧化反应并有热和光同时发生者称为燃烧。热和光是说明燃烧过程中发生的物理现象，那么燃烧的这种氧化反应是怎样发生的呢？亦即燃烧的实质是什么呢？

近代用链式反应理论来解释燃烧的实质，而在这个理论之前，曾有燃烧的分子碰撞理论、活化能理论和氧化的过氧化物理理论等。

燃烧的分子碰撞理论认为燃烧的氧化反应是由于可燃物和助燃物两种气体分子的互相碰撞而引起的。众所周知，气体的分子都是处于急速运动的状态中，并且不断地彼此互相碰撞，当两个分子发生碰撞时，即有可能发生化学反应。但是用这种理论解释燃烧的氧化反应时，其可能性却非常微小。例如氢与氯的混合物在常温下避光贮存于容器中，它们的分子每秒钟彼此碰撞达10亿次之多，但觉察不到有任何反应。可是，若把这种混合物置于日光之下，虽不改变其温度和压力，氢与氯两者却可以极快的速度进行反应，而生成氯化氢，并显出燃烧爆炸现象。由此可见，气态下物质的反应速度，并不能仅以分子碰撞次数的多少来加以解释，这是因为在互相碰撞的分子间会产生一般的排斥力，只有在它们的动能极高时，才能在分子的组成部分产生显著的振动，引起键的变弱，使分子各部位的重排有可能，亦即有可能引向化学反应。这种动能，按其大小而言，接近于键的破坏能，因而至少是2.1~41.8kJ。这就意味着一切反应必须在极高温度下才能发生，因为41.8kJ的活化能相当于1200~1400℃的反应温度。假如同意这种观点，那末燃烧与氧的反应是特别困难的，因为双键C=O的破坏能是49kJ，而C—H键的破坏能为33.5~41.8kJ。但是，实验证明最简单的碳氢化合物的氧化在300℃左右就进行了。上面的推证排斥了下面这样一种见解，即可燃物质的燃烧是它

们的分子与氧分子直接起作用而生成最终的氧化产物。

四、活化能理论

为使可燃物和助燃物两种气体分子间产生氧化反应，仅仅依靠两个分子发生碰撞作用还不够，这是因为在互相碰撞的分子间尚会产生一般的排斥力，这就是说在通常的条件下，这些分子没有足够的能量来发生氧化反应。只有当一定数量的分子获得足够的能量以后，才能在碰撞时引起分子的组成部分产生显著的振动，使分子中的原子或原子群之间的结合减弱，引起键的削弱以便使分子各部分的重排有可能，亦即有可能引向化学反应。这些具有足够能量的，在互相碰撞时会发生化学反应的分子，称为活性分子。活性分子所具有的能量要比普通分子平均能量多出一定值。使普通分子变为活性分子所必需的能量，称为活化能。

图 1—1 中的纵坐标表示所研究系统的分子能量，横坐标表示反应过程。图中的 A 点表示系统开始时的动力状态，当这个系统接受转入活性状态 B 所必需的能量 E_1 后，将引起反应，并且这个系统将在减弱能量 E_2 的情况下进入结束状态 C。能量 $E_1 - E_2 = -Q$ (E_2 大于 E_1)，这一差数为反应的热效应。

活化能理论指出了可燃物和助燃物两种气体分子发生氧化反应的可能性及其条件。

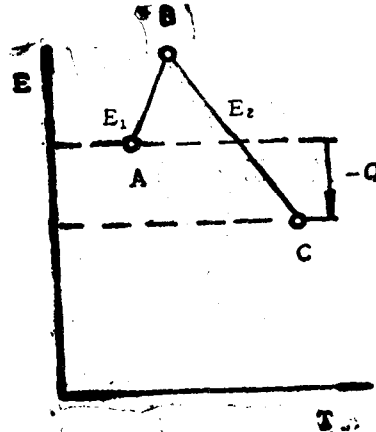
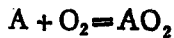


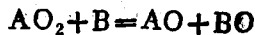
图 1—1 反应中的分子活化能

五、过氧化物理论

过氧化物理论是在链式反应理论之前，由俄国的 A·H·巴赫院士提出的，他认为分子在各种能量（热能、辐射能、电能、化学反应能）的作用下可以被活化。比如在燃烧反应中，首先是氧分子 ($O=O$) 在热能作用下活化，被活化的氧分子的双键之一断开，形成过氧基 $-O-O-$ ，这种基能加合于被氧化物质的分子上而形成成为过氧化物。



在过氧化物的成分中有一 $O-O$ 基，这个基中的氧原子较之游离氧分子中的氧原子固定得较差。因此，过氧化物是强烈的氧化剂，不仅能氧化形成过氧化物的物质 A，而且也能氧化用分子氧很难氧化的其他物质 B，



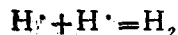
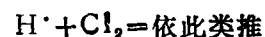
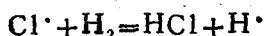
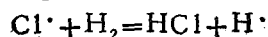
有机过氧化物通常可看作过氧化氢 $H-O-O-H$ 的衍生物，在其中，有一个或两个氢原子被烃基所取代而成为 $H-O-O-R$ 或 $R-O-O-R$ 。所以，过氧化物是可燃物质被氧化时最初的产物，它们是不稳定的化合物，能够在受热、撞击、摩擦等情况下分解而产生自由基和原子，从而又促使新的可燃物质的氧化。

过氧化物理论在一定程度上解释了为何物质在气态下有被氧化的可能性。它假定氧分子只进行一个键的破坏，这比双键的破坏要容易一些，因为破坏一个键只需要 $29.3 \sim 33 \text{ kJ}$ 。但是若考虑到 $C-H$ 键也必须破坏，氧分子也必须加合于碳氢化合物之上而形成过氧化物，则

氧化过程还是很困难的。因此，巴赫又提出了另一种说法，即易氧化的可燃物质具有足以破坏氧中一个键所需的“自由能”，所以不是可燃物质本身而是它的自由基被氧化。这种观点就是近代关于氧化作用的链式反应理论的基础。

六、链式反应理论

链式反应理论是由苏联科学家H·H·谢苗诺夫(H·H·Семнов)提出的。他认为物质的燃烧经历以下过程：可燃物质或助燃物质先吸收能量而离解成为游离基，与其它分子相互作用形成一系列连锁反应，将燃烧热释放出来。这可以例举氯和氢的作用来说明，氯在光的作用下被活化成活性分子，于是构成一连串的反应：



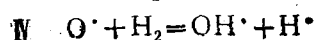
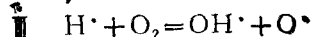
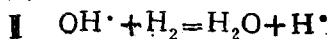
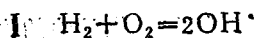
上列反应式表明，最初的游离基（或称活性中心、作用中心等）是在某种能源的作用下生成的，产生游离基的能源可以是受热分解或受光线、氧化、还原、催化和射线照射等。游离基由于比普通分子平均动能具有更多的活化能，所以其活动能力非常强，在一般条件下是不稳定的，容易与其他物质分子进行反应而生成新的游离基，或者自行结合成稳定的分子。因此，利用某种能源设法使反应物产生少量的活性中心——游离基时，这些最初的游离基即可引起连锁反应，因而使燃烧得以持续进行，直至反应物全部反应完毕。在连锁反应中，如果作用中心消失，就会使连锁反应中断，而使反应减弱直至燃烧停止。

总的来说，连锁反应机理大致可分为三段：（1）链引发。即游离基生成，使链反应开始。（2）链传递。游离基作用于其他参与反应的化合物，产生新的游离基。（3）链终止。即游离基的销毁，使连锁反应终止。造成游离基消失的原因是多方面的，如游离基相互碰撞生成分子，与掺入混合物中的杂质起副反应，与非活性的同类分子或惰性分子互相碰撞而将能量分散，撞击器壁而被吸附等。

综上所述，燃烧是一种复杂的物理化学反应。光和热是燃烧过程中发生的物理现象，游离基的连锁反应则说明了燃烧反应的化学实质。按照链式反应理论，燃烧不是两个气态分子之间直接起作用，而是它们的分裂物——游离基这种中间产物进行的链式反应。

链式反应有分支连锁反应和不分支连锁反应两种。上述氯和氢的反应是不分支连锁反应的典型，即活化一个氯分子可出现两个氯的游离基，也就是两个连锁反应的活性中心，每一个氯游离基都进行自己的连锁反应，而且每次反应只引出一个新的游离基。

氢和氧的反应则属于分支连锁反应：



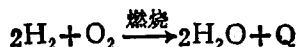
由于反应式Ⅲ、Ⅳ各生成两个活化中心，因此，这些反应中连锁会分叉。

第二节 防火技术基本理论与措施

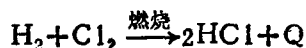
一、燃烧与火灾

(一) 燃烧现象

我们知道燃烧是一种放热放光的氧化反应，例如：



最初，氧化被认为仅是氧气与物质的化合，但现在则被理解为：凡是可使被氧化物质失去电子的反应都属于氧化反应。以氯和氢的化合为例，其反应式如下：



氯从氢中取得一个电子，因此，氯在这种情况下即为氧化剂。这就是说，氢被氯所氧化并放出热量和呈现出火焰，此时虽然没有氧气参与反应，但发生了燃烧。又如铁能在硫中燃烧，铜能在氯中燃烧等等。然而，物质和空气中的氧所起的反应毕竟是最普遍的，是火灾和爆炸事故最主要的原因。所以我们将主要讨论这一形式的燃烧。

(二) 氧化与燃烧

物质的氧化反应现象是普遍存在着的，由于反应的速度不同，可以体现为一般的氧化现象和燃烧现象。当氧化反应速度比较慢时，例如油脂或煤堆在空气中缓慢与氧的化合，铁的氧化生锈等，虽然在氧化反应时也是放热的，但同时又很快散失掉，因而没有发光现象。如果是剧烈的氧化反应，放出光和热，即是燃烧。例如由于散热不良、热量积聚、不断加快煤堆的氧化速度而导致煤堆的燃烧，赤热的铁块在纯氧中剧烈氧化燃烧等等。这就是说，氧化和燃烧都是同一种化学反应，只是反应的速度和发生的物理现象（热和光）不同。在生产 and 日常生活中发生的燃烧现象，大都是可燃物质与空气（氧）的化合反应，也有的是分解反应。

简单的可燃物质燃烧时，只是该元素与氧的化合，例如碳和硫的燃烧反应。其反应式为：



复杂物质的燃烧，先是物质受热分解，然后发生化合反应，例如丙烷和乙炔的燃烧反应：



而含氧的炸药燃烧时，则是一个复杂的分解反应，例如硝化甘油的燃烧反应：



(三) 火灾

我国将工伤事故分为20类，火灾属于第8类。在生产过程中，凡是超出有效范围的燃烧

都称为火灾。例如气焊时或烧火做饭时，将周围的可燃物（油棉丝、汽油、劈材等）引燃，进而烧毁设备、家具和建筑物，烧伤人员等，这就超出了气焊和做饭的有效范围，构成了火灾。在消防部门有火灾和火警之分，其共同点是超出了有效范围的燃烧；不同点是火灾系指造成了人身和财产的一定损失，否则称为火警。

二、燃烧的条件

燃烧是有条件的，它必须在可燃物质、助燃物质和火源这三个基本条件的相互作用下才能发生，如图1—2所示。图中表明，发生燃烧的条件必须是可燃物质和助燃物质共同存在，并构成一个燃烧系统，同时要有导致着火火源。

（一）可燃物

我们可以把所有物质分成可燃物质、难燃物质和不可燃物质三类。可燃物质是指在火源作用下能被点燃，并且当火源移去后能维持继续燃烧，直至燃尽；难燃物质为在火源作用下能被点燃并阴燃，当火源移去后不能维持继续燃烧；不可燃物质在正常情况下不会被点燃。可燃物质是防爆与防火的主要研究对象。

凡是能与空气、氧气和其他氧化剂发生剧烈氧化反应的物质，都称为可燃物质。它的种类繁多，按其状态不同可分为气态、液态和固态三类；按其组成不同，可分为无机可燃物质和有机可燃物质两类。前者如氢气、一氧化碳等，后者如甲烷、乙炔、丙酮等。

（二）助燃物

凡是具有较强的氧化性能，能与可燃物质发生化学反应并引起燃烧的物质称为助燃物或氧化剂，例如空气、氧气、氯气、氟和溴等。

（三）着火源

具有一定温度和热量的能源，或者说能引起可燃物质着火的能源称为着火源。常见的着火源有火焰、电火花、电弧和炽热物体等。

在研究燃烧的条件时还应当注意到，上述燃烧三个基本条件在数量上的变化，也会使燃烧速度改变甚至停止燃烧。例如氧在空气中的浓度降低到16%~14%时，木材的燃烧即行停止。如果在可燃气体与空气的混合物中，减少可燃气体的比例，那么燃烧速度会减慢，甚至会停止燃烧；着火源如果不具备一定的温度和足够的热量，燃烧也不会发生。例如飞溅出的火星可以点燃油棉丝或刨花，但锻件加热炉燃煤炭时的火星如果溅落在大块木材上，我们会发现它很快就熄灭了，不能引起燃烧。这是因为这种着火源虽然有超过木材着火温度，但却缺乏足够热量的缘故。

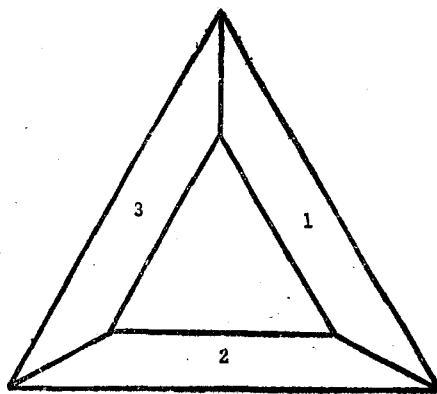


图1—2 燃烧基本条件的相互作用

1—可燃物 2—助燃物 3—火源

三、防火技术基本理论

根据燃烧必须是可燃物、助燃物和火源这三个基本条件相互作用才能发生的道理，采取措施，防止燃烧三个基本条件的同时存在或者避免它们的相互作用，则是防火技术的基本理论。所有防火的技术措施都是在这个基本理论的指导下采取的，或者可这样说，全部防火技术措施的实质，即是防止燃烧基本条件的同时存在或避免它们的相互作用。例如，在汽油库里或操作乙炔发生器时，由于有空气和可燃物（汽油和乙炔）存在，所以规定必须严禁烟火，这就是防止燃烧条件之一——火源存在的一种措施。又如安全规则规定气焊操作点（火焰）与乙炔发生器或氧气瓶之间的距离必须在10m以上，乙炔发生器与氧气瓶之间的距离必须在5m以上，电石库距明火、散发火花的地点必须在30m以上等，采取这些防火技术措施即是为了避免燃烧三个基本条件的相互作用。

下面让我们来具体分析一下电石库防火条例中有关技术措施的规定：

- (1) 禁止用地下室或半地下室作为电石仓库；
- (2) 存放电石桶的库房必须设置在不受潮、不漏雨、不易浸水的地方；
- (3) 电石库距离锻工、铸工和热处理等散发火花的车间和其它明火应30m以上，与架空电力线的间距应不小于电杆高度的1.5倍；
- (4) 库房应有良好的自然通风系统；
- (5) 电石库可与可燃易爆物品仓库、氧气瓶库设置在同一座建筑物内，但应以无门、窗、洞的防火墙隔开；
- (6) 仓库的电器设备应采用密闭式和防爆式；照明灯具和开关应采用防爆型，否则应将灯具和开关装设在室外，再利用玻璃将光线射入室内；
- (7) 严禁把热水、自来水和取暖管道通过库房，应保持库内干燥；
- (8) 库房内积存的电石粉末要随时清扫处理，分批倒入电石渣坑里，并用水加以处理；
- (9) 电石桶进库前应先检查包装有无破损或受潮等，如果发现有鼓包等可疑现象，应立即在室外打开桶盖，将乙炔气放掉，修理后才能入库。禁止在雨天搬运电石桶；
- (10) 库内应设木架，将电石桶放置在木架上，不得随便放在地面上；
- (11) 开启电石桶时不能用火焰和可能引起火晶的工具，最好用铍铜合金或铜制工具，含铜量要低于70%；
- (12) 电石库禁止明火取暖，库内严禁吸烟。

从以上电石库的防火条例中可以看出，其中第(1)、(2)、(4)、(7)、(8)、(9)、(10)条都是说的防止燃烧条件之一——可燃物乙炔气的存在，第(6)、(11)、(12)条是防止燃烧的另一条件——火源的存在，由于人们要在库内工作，燃烧的条件之一——助燃物空气是不可防止和避免的。防火条例第(3)、(5)条则是为了避免燃烧条件的相互作用。

四、防火基本技术措施

通过以上讨论，我们可以看出防止火灾发生的基本技术措施主要有：

1. 消除着火源。研究和分析燃烧的条件告诉我们这样一个事实，防火的基本原则主要应建立在消除火源的基础之上。我们知道，人们不管是在自己家中或办公室里还是在生产上，