



国家级职业教育规划教材

人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐

全国高等职业院校化工类专业教材

# 化工安全与环保

(任务驱动型)

人力资源和社会保障部教材办公室组织编写

于淑兰 林远昌 主编



中国劳动社会保障出版社

国家级职业教育规划教材

人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐

全国高等职业院校化工类专业教材

# 化工安全与环保

于淑兰 林远昌 主 编  
赵东风 马天芳 副主编

中国劳动社会保障出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

化工安全与环保/于淑兰,林远昌主编. —北京:中国劳动社会保障出版社,2013  
全国高等职业院校化工类专业教材  
ISBN 978-7-5167-0160-7

I. ①化… II. ①于…②林… III. ①化工安全-高等职业教育-教材②化学工业-环境保护-高等职业教育-教材 IV. ①TQ086②X78

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 014741 号

### 中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码:100029)

出版人:张梦欣

\*

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15 印张 385 千字

2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

定价:28.00 元

读者服务部电话:(010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话:(010) 64961894

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错,请与本社联系调换:(010) 80497374

我社将与版权执法机关配合,大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动,敬请广大读者协助举报,经查实将给予举报者重奖。

举报电话:(010) 64954652

---

# 前 言

---

随着我国化学工业的迅速发展，化工企业对从业人员的知识结构和技能水平提出了更高的要求。为了更好地满足企业的用人需要，促进高等职业技术学院化工类专业教学工作的开展，加快高技能人才培养，我们组织有关院校的骨干教师和行业、企业专家，对专业培养目标、课程设置、教学模式进行了深入研究，开发了全国高等职业技术学院化工类专业教材。

本次开发的教材包括《基础化学》《化工安全与环保》《化工电气与仪表》《化工识图与 CAD》《化工分析》《化工生产仿真实训》《化工单元操作》《化工生产技术》《化学分析》《仪器分析》《工业分析》《化验室组织与管理》《精细化工概论》，以及《基础化学习题册》和《化工识图与 CAD 习题册》。

本次教材开发工作的重点有以下几个方面：

第一，坚持高技能人才培养方向，突出教材的职业特色。以职业能力为本位，从职业（岗位）分析入手，根据高等职业技术学院化工类专业毕业生所从事职业的实际需要，科学确定学生应具备的知识和能力结构，避免专业知识过深、过难，同时进一步加强实践性教学，提高教材的实用性。

第二，体现化工行业发展趋势，突出教材的先进性。根据化工行业的发展现状，尽可能多地在教材中体现本行业的新知识、新技术、新工艺和新设备，并严格执行国家有关技术标准，使教材具有鲜明的时代特征。

第三，创新编写模式，突出教材的直观性。按照学生的认知规律，合理安排教材内容，并尽量采用以图代文的编写形式，注重利用图表、实物照片辅助讲解知识点和技能点，激发学生的学习兴趣。为了配合学校的教学改革，部分教材采用了任务驱动的编写思路。

本套教材可供全国高等职业技术学院化工类专业（应用化工技术专业、化工工艺专业、工业分析与检验专业、精细化学品生产技术专业等）选用，也可作为职业培训教材。本套教材的编写工作得到了山东、四川、河南、广西等省、自治区人力资源和社会保障厅及有关院校的大力支持，在此，我们表示诚挚的谢意。

---

## 简 介

---

本教材按照项目化教学、任务驱动和基于工作过程的思路组织编写，创设具体的工作情境，选择具有典型性、代表性、可操作性的工作任务，分析完成任务需要运用的工作方法和所需掌握的知识，突出完成任务的过程、步骤和工作技能。

本教材共分为八个模块，包括制定危险化学品安全储存与运输方案、防火防爆安全技术、工业毒物安全防护技术、电气与静电安全防护技术、压力容器的安全使用与管理、化工装置检修技术、化工“三废”回收利用和环境保护基本措施等。

本教材可作为高等职业技术学院化工类专业教材，也可作为成人教育教材和职业培训教材。

本教材由于淑兰、林远昌任主编，赵东风、马天芳任副主编，张新文、任肖艳、张会江、邓永智、杨青参加编写，郑端阳审稿。

# 目 录

模块一 制定危险化学品安全储存与运输方案 .....	( 1 )
任务 1 制定危险化学品储存方案 .....	( 1 )
任务 2 制定危险化学品运输方案 .....	( 22 )
模块二 防火防爆安全技术 .....	( 31 )
任务 1 制定火灾、爆炸防护措施 .....	( 31 )
任务 2 制定控制火灾、爆炸蔓延措施 .....	( 45 )
任务 3 根据火灾原因选择灭火器材 .....	( 54 )
任务 4 使用灭火器材扑灭火灾 .....	( 69 )
模块三 工业毒物安全防护技术 .....	( 83 )
任务 1 制定工业毒物防护措施 .....	( 83 )
任务 2 根据工作环境选择个人防护用品 .....	( 94 )
任务 3 规范使用呼吸防护用具 .....	( 103 )
任务 4 识别和管理重大危险源 .....	( 111 )
模块四 电气与静电安全防护技术 .....	( 126 )
任务 1 电气事故预防与急救措施 .....	( 126 )
任务 2 静电安全管理与防护措施 .....	( 142 )
任务 3 雷电安全管理与预防措施 .....	( 151 )
模块五 压力容器的安全使用与管理 .....	( 157 )
任务 1 锅炉的安全使用与管理 .....	( 157 )
任务 2 气瓶的安全使用与管理 .....	( 166 )
模块六 化工装置检修技术 .....	( 176 )
任务 1 化工装置检修前准备工作 .....	( 176 )

任务 2 化工装置检修作业·····	(181)
任务 3 化工装置检修后安全开车·····	(190)
<b>模块七 化工“三废”回收利用</b> ·····	<b>(194)</b>
任务 1 化工废气安全处理·····	(194)
任务 2 化工废水安全处理·····	(202)
任务 3 化工废渣安全处理·····	(209)
<b>模块八 环境保护基本措施</b> ·····	<b>(214)</b>
任务 1 环境保护基本知识认知·····	(214)
任务 2 环境监测与评价基本知识认知·····	(220)
任务 3 认识 HSEQ 管理体系·····	(230)

# 模块一 制定危险化学品安全储存与运输方案

化学品是人类生产和生活不可缺少的物品。目前,全世界已有化学品多达700余万种,其中不少化学品具有易燃、易爆、有毒、有害等危险性。在化学品的生产、经营、存储、运输、使用以及废弃物处理过程中,如果管理、防护不当,将对人体、设施设备和环境造成严重危害。因此,如何保障危险化学品在生产、经营、存储、运输、使用以及废弃物处置过程中的安全性,降低其危险危害性,避免发生事故,已成为安全生产的重要课题和内容。

本模块将对危险化学品的相关基本知识及其识别和使用做阐述。

## 任务1 制定危险化学品储存方案

### 学习目标

熟悉危险化学品概念、分类、特性以及标志。掌握危险化学品安全标志并判别其类型。熟悉危险化学品分类、特性和储存方法。能够制定不同类别危险化学品的储存方案。



### 任务引入

请对表1—1—1中的危险化学品设计储存方案。

表1—1—1 储存危险化学品任务单

品名	别名	分子式(或结构式)
2,4,6-三硝基甲苯	梯恩梯、茶色炸药	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_2(\text{NO}_2)_3$
2,4,6-三硝基苯酚	苦味酸	$(\text{NO}_2)_3\text{C}_6\text{H}_2\text{OH}$
硝化甘油	硝酸甘油酯 硝化丙三醇	$\text{C}_3\text{H}_5(\text{ONO}_2)_3$
一氧化碳		CO
硫化氢(液化的)		$\text{H}_2\text{S}$
乙炔(溶于介质的)	电石气	$\text{C}_2\text{H}_2$
氢(压缩的)	氢气	$\text{H}_2$
氯(液化的)	液氯	$\text{Cl}_2$





## 任务分析

要完成此任务，应该认真分析，了解危险化学品类别及特性，针对危险化学品特性，初步拟订储存方案，并对危险化学品储存进行必要的知识准备工作。



## 相关知识

### 一、危险化学品的定义

危险化学品是指具有燃烧、爆炸、毒性、腐蚀性，在生产、储存、装卸、运输和废弃物处置等过程中会对人（包括生物）、设备、环境造成伤害和侵害的任何化学物质。

### 二、危险化学品的分类

按危险性不同，根据《危险货物分类和品名编号》（GB 6944—2005）和《化学品分类和危险性公示 通则》（GB 13690—2009），危险化学品分为十六大类，如图 1—1—1 所示。

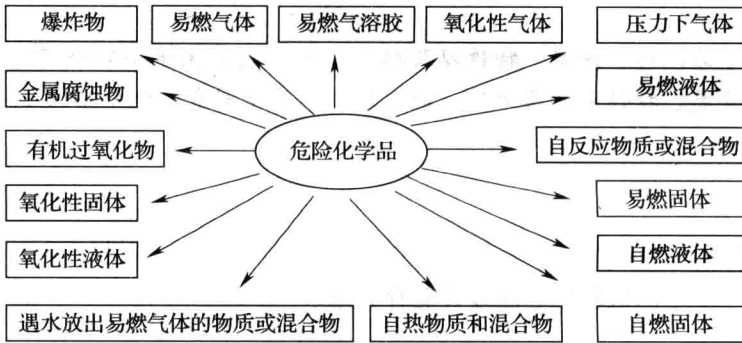


图 1—1—1 危险化学品分为类

#### 1. 爆炸物


爆炸物（或混合物）是一种固体或液体物质（或物质的混合物），其本身能够通过化学反应产生气体，而产生气体的温度、压力和速度能对周围环境造成破坏。烟火物质无论是否产生气体都属于爆炸物，如叠氮钠、黑索金、2, 4, 6 - 三硝基甲苯（TNT）、三硝基苯酚。爆炸物的分类、分类原则及标签要素配置参见 GB 20576—2006。

爆炸物一般具有以下特性：

- (1) 化学反应速度快，可在万分之一秒或更短的时间内反应爆炸。
- (2) 能产生大量气体，在爆炸瞬间，固态爆炸物迅速转变为气态，使原来的体积成百倍地增加。
- (3) 反应过程中放出大量热，一般可以放出数百或数千兆焦耳的热量，温度可达数千度并产生高压。爆炸物危险标志及危险特性见表 1—1—2。

表 1—1—2

爆炸物危险标志及危险特性


危险标志	危险特性
	爆炸性强、 敏感度高、 破坏性大

## 2. 易燃气体

易燃气体是指在 20℃ 和大气压为 101.3 kPa 时与空气混合有一定易燃范围的气体，如甲烷、氢气、乙炔。易燃气体的分类、分类原则及标签要素配置（GB 20577—2006）见表 1—1—3。

表 1—1—3

易燃气体的分类、分类原则及标签要素配置

类别	分类原则	标签要素配置
1	在 20℃ 和大气压为 101.3 kPa 时的气体。 与空气的混合物中按体积占 13% 或更少时可点燃的气体，或不论易燃下限如何，与空气混合时可燃范围至少为 12% 的气体	  危险，极易燃气体
2	在 20℃ 和大气压为 101.3 kPa 时，除类别 1 中的气体之外，与空气混合时有易燃范围的气体	无 警告，易燃气体

注：氨和甲基溴化物可以视为特例。

## 3. 易燃气溶胶

气溶胶是指气溶胶喷雾罐（是任何不可重新罐装的容器，该容器由金属、玻璃或塑料制成），内装强制压缩、液化或溶解的气体（包含或不包含液体、膏剂或粉末），配有释放装置，可使所装物质喷射出来，形成在气体中悬浮的固态或液态微粒或形成泡沫、膏剂、粉末或处于液态或气态。易燃气溶胶的分类、分类原则及标签要素配置参见 GB 20578—2006。

## 4. 氧化性气体

氧化性气体是指一般通过提供氧气，比空气更易促使其他物质燃烧的任何气体。氧化性气体的分类、分类原则及标签要素配置（GB 20579—2006）见表 1—1—4。

表 1—1—4

氧化性气体的分类、分类原则及标签要素配置

类别	分类原则	标签要素配置
1	一般通过提供氧气,可引起或比空气更易促使其他物质燃烧的任何气体	  <p>危险,可引起或加剧燃烧;氧化剂</p>

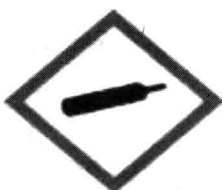
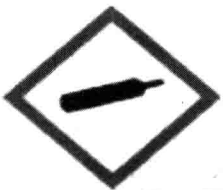
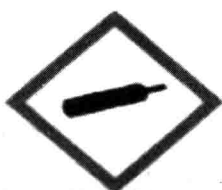


## 5. 压力下气体

压力下气体是指高压气体在压力大于等于 200 kPa (表压) 下装入贮器的气体,或是液化气体、冷冻液化气体。

压力下气体包括压缩气体、液化气体、溶解液体、冷冻液化气体。压力下气体的分类、分类原则及标签要素配置 (GB 20580—2006) 见表 1—1—5。

表 1—1—5

压力下气体的分类、分类原则及标签要素配置

类别	压缩气体	液化气体	冷冻液化气体	溶解气体
分类原则	在压力下包装时,在 $-50^{\circ}\text{C}$ 下是完全气态的气体,包括所有临界温度不大于 $-50^{\circ}\text{C}$ 的气体	在压力下包装时,温度 $> -50^{\circ}\text{C}$ ,部分是液体的气体。 1) 高压液化气: $-50^{\circ}\text{C} <$ 临界温度 $< 65^{\circ}\text{C}$ 的气体; 2) 低压液化气: 临界温度 $> 65^{\circ}\text{C}$ 的气体	包装时由于其低温而部分成为液体的气体	在压力下包装时,溶解在液相溶剂中的气体
标签要素配置	 <p>警告 含压力下气体,如受热可爆炸</p>	 <p>警告 含冷冻液化气体可引起冻伤</p>	 <p>警告 含压力下气体,如加热可爆炸</p>	
				

注:临界温度是指高于此温度无论压缩程度如何纯气体都不能被液化的温度。

## 6. 易燃液体

易燃液体是指闪点不大于93℃的液体。易燃液体分类、分类原则及标签要素配置（GB 20581—2006）见表1—1—6。

表1—1—6 易燃液体的分类、分类原则及标签要素配置

类别	1	2	3	4
	极易燃液体和蒸气	高度易燃液体和蒸气	易燃液体和蒸气	可燃液体
分类原则	闪点 < 23℃ 和初沸点 ≤ 35℃	闪点 < 23℃ 和初沸点 > 35℃	23℃ ≤ 闪点 ≤ 60℃	60℃ < 闪点 ≤ 93℃
标签要素配置	 警告 极易燃液体和蒸气	 警告 高度易燃液体和蒸气	 警告 易燃液体和蒸气	无 警告 可燃液体
	 3	 3	 3	无

## 7. 易燃固体

易燃固体是指容易燃烧的或通过摩擦引起或促进着火的固体。易燃固体可以是粉状、颗粒状或膏状物质，它们与点火源（如着火的火柴）短暂接触，容易点燃，并且火焰蔓延很快。易燃固体分类、分类原则及标签要素配置（GB 20582—2006）见表1—1—7。

表1—1—7 易燃固体的分类、分类原则及标签要素配置



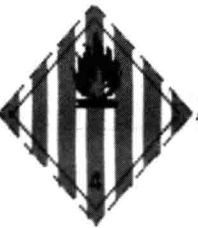

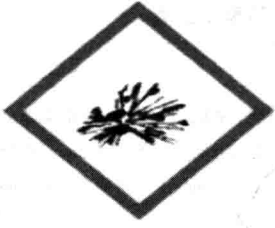
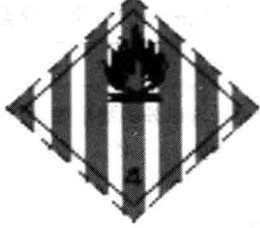
类别	1		2	
分类原则	燃烧速率试验：除金属粉末以外的物质或混合物，潮湿区不能阻挡火焰，燃烧时间 < 45 s 或燃烧速率 > 2.2 mm/s；金属粉末：燃烧时间 ≤ 5 min		燃烧速率试验：除金属粉末以外的物质或混合物，潮湿区能阻挡火焰至少 4 min，燃烧时间 < 45 s 或燃烧速率 > 2.2 mm/s；金属粉末：5 min < 燃烧时间 ≤ 10 min	
标签要素配置	 危险，易燃固体	 3	 危险，易燃固体	 3

## 8. 自反应物质或混合物

自反应物质或混合物是指热不稳定性液体、固体物质或混合物，即使没有氧（空气）也易发生强烈放热分解反应。不包括 GHS 分类为爆炸品、有机过氧化物或氧化性物质和混合物。

当自反应物质或混合物在实验室试验以有限条件加热时易于爆炸、快速爆燃或显现剧烈反应，可认为其具有爆炸特性。自反应物质的分类、分类原则及标签要素配置（GB 20583—2006）见表 1—1—8。

表 1—1—8 自反应物质的分类、分类原则及标签要素配置

类别	A 型		B 型		
分类原则	在运输包件中可能起爆或迅速爆燃的任何自反应物质或混合物		在运输包件中不会起爆或迅速爆燃，但在该包件中可能发生热爆炸的任何自反应物质或混合物		
标签要素配置	 警告 加热可引起爆炸	同爆炸物	   警告 加热可引起燃烧和爆炸		
类别	C 型	D 型	E 型	F 型	G 型
分类原则	在运输包件中不可能起爆或迅速爆燃爆炸性的任何自反应物质或混合物	部分起爆，不迅速爆燃；根本不起爆，缓慢爆燃，在封闭条件下加热时不呈现任何剧烈效应等	绝不起爆、绝不燃烧，在封闭条件下加热时呈微弱或无效应等	在 E 型现象基础上，且爆炸力弱或无爆炸力	在 F 型现象，但物质必须是热稳定的
标签要素配置					无

## 9. 自热物质和混合物

自热物质是指通过与空气反应并且无能量供应，易于自热的固体、液体物质或混合物。该物质或混合物与自燃液体或固体不同之处在于只在量大（几千克）和经过较长的时间周期（数小时或数天）时才会着火。

物质或混合物的自热导致自发燃烧，是由于该物质或混合物与氧（空气中的）反应和

产生的热不能足够迅速地传导至周围环境中引起的。当产生热的速度超过散失热的速度和达到了自燃温度时就会发生自燃。自热物质的分类、分类原则及标签要素配置（GB 20584—2006）见表 1—1—9。


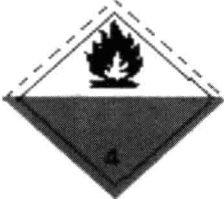
表 1—1—9 自热物质的分类、分类原则及标签要素配置

类别	分类原则	标签要素配置	
1	用边长 25 mm 的立方体样品在 140℃ 时得到肯定结果		
		危险 自热，可着火	
2	1) 用边长 100 mm 的立方体样品在 140℃ 试验时得到肯定结果和使用边长 25 mm 的立方体样品在 140℃ 试验时得到否定结果并且该物质是包装在体积大于 3 m <sup>3</sup> 的包装中；2) 用边长 100 mm 的立方体样品在 140℃ 试验时得到否定结果和使用边长 25 mm 的立方体样品在 140℃ 试验时得到否定结果，用边长 100 mm 的立方体样品在 120℃ 试验时得到肯定结果并且该物质是包装在体积大于 450 L 的包装中；3) 用边长 100 mm 的立方体样品在 140℃ 试验时得到肯定结果和使用边长 25 mm 的立方体样品在 140℃ 试验时得到否定结果，并且用边长 100 mm 的立方体样品在 100℃ 试验时得到肯定结果		
		警告 量大时自热，可着火	

## 10. 自燃液体

自燃液体是指即使数量很少也能在与空气接触后 5 min 内着火的液体。自燃液体的分类、分类原则及标签要素配置（GB 20585—2006）见表 1—1—10。

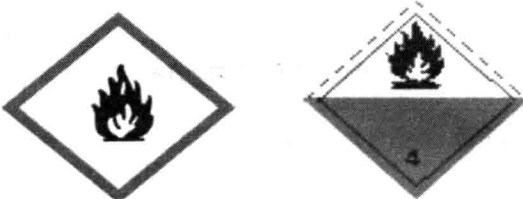
表 1—1—10 自燃液体的分类、分类原则及标签要素配置

类别	1	
分类原则	液体加至惰性载体上并暴露于空气中 5 min 内燃烧或与空气接触 5 min 内燃着或炭化滤纸	
标签要素配置		
	危险，如暴露于空气中，自燃	

## 11. 自燃固体

自燃固体是指与空气接触后 5 min 内, 即使量小也易着火的固体。自燃固体的分类、分类原则及标签要素配置 (GB 20586—2006) 见表 1—1—11。

表 1—1—11 自燃固体的分类、分类原则及标签要素配置

类别	1
分类原则	该固体与空气接触 5 min 内发生燃烧
标签要素配置	 <p>危险, 如暴露于空气中, 自燃</p>

## 12. 遇水放出易燃气体的物质或混合物

遇水放出易燃气体的物质或混合物是指通过与水相互反应所产生的气体通常显示自燃的倾向, 或放出危险数量的易燃气体的固体或液体物质。遇水放出易燃气体的物质的分类、分类原则及标签要素配置 (GB 20587) 见表 1—1—12。



表 1—1—12 遇水放出易燃气体的物质的分类、分类原则及标签要素配置

类别	1	2	3
分类原则	在环境温度下与水剧烈反应所产生的气体通常显示自燃的倾向, 或在环境温度下容易与水反应, 放出易燃气体的速率大于或等于每千克物质在任何 1 min 内释放 10 L 的物质或混合物	在环境温度下易与水反应, 放出易燃气体的最大速率每小时 $\geq 20$ L/kg, 并且不符合类别 1 准则的任何物质或混合物	在环境温度下易与水缓慢反应, 放出易燃气体的最大速率每小时 $\geq 1$ L/kg, 并且不符合类别 1 和类别 2 准则的任何物质或混合物
标签要素配置	 <p>危险 接触水释放可自发燃着的易燃气体</p>	 <p>危险 接触水释放易燃气体</p>	 <p>警告 接触水释放易燃气体</p>
			

### 13. 金属腐蚀物

金属腐蚀物是指通过化学作用会显著损伤甚至毁坏金属的物质或混合物。金属腐蚀物的分类、分类原则及标签要素配置（GB 20588—2006）见表 1—1—13。

表 1—1—13 金属腐蚀物的分类、分类原则及标签要素配置

类别	1
分类原则	在试验温度 55℃ 下，钢（Q235B、Q235D）或铝（非包覆类型的 7075-T6 或 AZ5GU-T6）表面的腐蚀速率超过每年 6.25 mm
标签要素配置	  <p>警告，可腐蚀金属</p>



### 14. 氧化性液体

氧化性液体是指通过产生氧，可引起或促使其他物质燃烧，而其本身不一定可燃的液体。氧化性液体的分类、分类原则及标签要素配置（GB 20589—2006）见表 1—1—14。

表 1—1—14 氧化性液体的分类、分类原则及标签要素配置

类别	分类原则	标签要素配置	
1	试验物质（或混合物）与纤维素 1:1（质量比）混合物可自燃，或试验物质（或混合物）与纤维素 1:1（质量比）混合物的平均压力升高时间小于 50% 高氯酸水溶液和纤维素 1:1（质量比）混合物的平均压力升高时间的任何物质和混合物	 <p>危险 可引起燃烧或爆炸；强氧化剂</p>	
2	试验物质（或混合物）与纤维素 1:1（质量比）混合物显示的平均压力升高时间 ≤ 40% 氯酸钠水溶液和纤维素 1:1（质量比）混合物的平均压力升高时间，并且不符合类别 1 准则的任何物质和混合物	 <p>危险 可加剧燃烧；氧化剂</p>	



类别	分类原则	标签要素配置	
3	试验物质（或混合物）与纤维素 1:1（质量比）混合物显示的平均压力升高时间 ≤ 65% 氯酸钠水溶液和纤维素 1:1（质量比）混合物的平均压力升高时间，并且不符合类别 1 和类别 2 准则的任何物质和混合物	 警告 可加剧燃烧；氧化剂	

### 15. 氧化性固体

氧化性固体是指本身不一定可燃，但一般通过产生氧而引起或促使其他物质燃烧的固体。氧化性固体的分类、分类原则及标签要素配置（GB 20590—2006）见表 1—1—15。

表 1—1—15 氧化性固体的分类、分类原则及标签要素配置

类别	分类原则	标签要素配置	
1	试验物质（或混合物）与纤维素 4:1 或 1:1（质量比）混合物显示平均燃烧时间小于溴酸钾与纤维素 3:2（质量比）混合物的平均燃烧时间的任何物质或混合物	 危险 可引起燃烧或爆炸；强氧化剂	
2	试验物质（或混合物）与纤维素 4:1 或 1:1（质量比）混合物显示平均燃烧时间 ≤ 溴酸钾与纤维素 2:3（质量比）混合物的平均燃烧时间和不符合类别 1 准则的任何物质或混合物	 危险 可加剧燃烧；氧化剂	
3	试验物质（或混合物）与纤维素 4:1 或 1:1（质量比）混合物显示平均燃烧时间 ≤ 溴酸钾与纤维素 3:7（质量比）混合物的平均燃烧时间和不符合全类别 1 和类别 2 准则的任何物质或混合物	 警告 可加剧燃烧；氧化剂	