

111043

特种作业安全技术培训丛书



金属焊接作业安全技术

湖北省机械工业厅

前 言

加强对特种作业人员的安全教育，是企业安全管理的重要环节，是贯彻执行劳动保护法规的一项基本工作。为配合对特种作业人员安全技术培训、考核和发证工作的开展，提高特种作业人员的安全技术素质，我们组织编写了一套特种作业安全教育丛书。

全套丛书分《电工作业安全技术》、《起重机械作业安全技术》、《起重挂钩作业安全技术》、《压力容器操作安全技术》、《金属焊接作业安全技术》、《厂内机动车辆驾驶安全技术》、《冲压作业安全技术》。

为便于特种作业人员自学和在工作中参阅，本套丛书采用问答形式编写，附有图表。在编写过程中，既注重了在理论上的提高，又特别突出了在实际中的应用，做到通俗易懂，实用性强。

这套丛书列为湖北省机械工业特种作业安全技术培训专用教材，也可供企业有关管理人员和安技人员学习参考。

《金属焊接作业安全技术》由黄爱莲、庄明德同志编写，由李继三同志校审。参加本书编校的还有张厚春、刘强民、向日康、刘元禄、李平、林振溪等同志。

由于编者经验不足，水平有限，时间仓促，不妥之处在所难免，敬请读者指正。

目 录

绪 论

1. 焊接的实质是什么?它与安全技术的关系怎样?… (1)

第一章 燃烧与爆炸的基本知识

一、燃烧的基本知识

2. 焊工为什么要懂得燃烧与爆炸的理论? …… (4)
3. 什么叫燃烧? …… (4)
4. 发生燃烧必须具备哪些条件? …… (4)
5. 什么叫火灾? …… (5)
6. 防火技术的理论依据是什么? …… (5)
7. 扑救火灾的基本方法有哪些? …… (5)
8. 燃烧可分哪几种类型? …… (6)
9. 什么叫闪燃及闪点? …… (6)
10. 什么叫自燃及自燃点? …… (6)
11. 什么叫着火及燃点? …… (7)

二、爆炸的基本知识

12. 焊工为什么要掌握爆炸的基本知识? …… (7)
13. 什么叫爆炸? …… (8)
14. 爆炸可分为哪几类? …… (8)
15. 何谓物理性爆炸? …… (8)
16. 何谓化学性爆炸? …… (8)
17. 何谓化学性爆炸物质? …… (8)

18. 什么叫爆炸极限? (9)
19. 物质的爆炸极限与哪些因素有关? (9)
20. 化学性爆炸的必备条件有哪些? (10)
21. 什么是防爆技术的理论依据? (10)

第二章 气焊与气割安全技术

一、气焊、气割原理及特点

22. 何谓气焊? 有何特点? (11)
23. 何谓气割? 有何特点? (11)
24. 气焊与气割使用哪些工具与设备? (12)
25. 焊丝与焊接质量有什么关系? (12)
26. 焊粉有何作用? (12)
27. 气焊用焊粉应具备哪些特点? (12)
28. 气焊的应用范围有哪些? (12)
29. 气焊材料受哪些条件限制? (12)
30. 气割工艺方法有哪些? (13)
31. 气割与气焊有哪些安全特点? (13)

二、常用危险品的性能及特点

32. 什么叫危险物品? 如何分类? (13)
33. 焊接常用危险物品有哪些? (14)
34. 什么是乙炔? (14)
35. 乙炔的易燃易爆性表现在哪些方面? (14)
36. 如何安全地使用乙炔? (15)
37. 乙炔的爆炸由哪些原因引起? (15)
38. 乙炔的分解爆炸与哪些因素有关? (15)
39. 影响乙炔的氧化爆炸因素有哪些? (16)
40. 什么叫电石? 有何特性? (16)

41. 什么叫电石过热, 其原因为何?	(17)
42. 电石过热的危害及其防止措施是什么?	(18)
43. 电石含有哪些有害杂质? 有何危害? 如何预防? ...	(18)
44. 什么是氢气? 有何特性?	(19)
45. 什么是液化石油气? 有何特性?	(19)
46. 什么是氧气? 有何特性?	(20)
三、常用气焊(割)设备安全技术	
47. 气焊、气割常用设备有哪些?	(20)
48. 乙炔发生器分为哪几类?	(20)
49. 排水式中压乙炔发生器的结构如何?	(21)
50. 水入电石式乙炔发生器的结构如何?	(22)
51. 电石入水式乙炔发生器结构如何?	(23)
52. 浮桶式乙炔发生器的结构如何?	(24)
53. 乙炔发生器有何安全装置? 各有何作用?	(25)
54. 何谓水封式回火防止器?	(25)
55. 如何正确使用水封式回火防止器?	(26)
56. 何谓干式回火防止器? 使用中注意事项是什么? ...	(28)
57. 泄压膜的作用是什么?	(29)
58. 泄压膜有何安全要求?	(29)
59. 安全阀的作用和原理是什么?	(30)
60. 安全阀的故障原因及排除方法有哪些?	(31)
61. 乙炔用压力表的原理是什么?	(31)
62. 如何正确使用乙炔压力表?	(32)
63. 乙炔发生器发生火灾爆炸的原因有哪些?	(32)
64. 乙炔发生器的安全操作与安全事项有哪些? ...	(33)
65. 氧气瓶的结构如何?	(33)
66. 氧气瓶发生爆炸的主要原因有哪些?	(34)

67. 氧气瓶的防爆措施有哪些?	(35)
68. 溶解乙炔气瓶的构造如何?	(36)
69. 新制造的乙炔瓶有哪些钢印标记? 要求怎样? ...	(38)
70. 乙炔气瓶表面发现哪些缺陷时应予报废?	(38)
71. 溶解乙炔气瓶发生爆炸的主要原因有哪些?	(39)
72. 防止溶解乙炔气瓶爆炸的措施有哪些?	(40)
73. 运输乙炔瓶时, 应遵守什么规定?	(41)
74. 溶解乙炔气瓶的储存有何要求?	(42)
75. 乙炔瓶使用过程中经常出现哪些事故? 应如何 处理?	(42)
76. 何谓液化石油气瓶?	(43)
77. 引起液化石油气瓶爆炸的原因是什么?	(44)
78. 防止液化石油气瓶爆炸的安全措施有哪些?	(44)
79. 液化石油气瓶在什么情况下应予报废?	(45)
四、常用工具的安全技术	
80. 减压器的作用及分类是什么?	(45)
81. 单级反作用式减压器的构造与性能如何?	(46)
82. 双级式减压器的构造及原理是什么?	(47)
83. 减压器在使用中应注意什么?	(48)
84. 焊炬分几类? 其工作原理是什么?	(49)
85. 割炬的构造和原理是什么?	(49)
86. 什么叫回火? 其原因是什么?	(50)
87. 焊、割炬的安全使用要求有哪些?	(50)
88. 焊、割用胶管的安全要求有哪些?	(51)
89. 引起胶管着火、爆炸的原因有哪些?	(51)
90. 胶管的防爆措施有哪些?	(52)
91. 氧气与乙炔管道发生燃烧与爆炸的原因有哪些? ...	(52)

92. 防止氧气、乙炔管道燃烧爆炸的措施有哪些? ... (52)

第三章 电焊的安全技术

一、电弧的焊接性质

93. 什么叫电焊? 其工艺方法有哪些? (54)

94. 什么叫电弧? 有何特性? (54)

二、常用电焊方法的基本原理及安全特点

95. 手工电弧焊的原理及其安全特点是什么? (54)

96. 焊条的组成、作用及分类是什么? (55)

97. 什么叫气体保护焊? (55)

98. 什么叫氩弧焊? (55)

99. 什么叫二氧化碳气体保护焊? (55)

100. 什么叫氢气保护焊? (56)

101. 气体保护焊有哪些安全特点? (56)

102. 什么叫等离子弧焊? (56)

103. 什么叫接触焊? (56)

104. 什么叫电渣焊? (56)

105. 焊接电源有哪些安全要求? (57)

三、常用电焊设备的结构原理及安全操作

106. 电焊机及其分类是什么? (57)

107. 交流电焊机结构及原理是什么? (57)

108. 旋转式直流电焊机结构及原理是什么? (58)

109. 硅整流直流电焊机结构及原理是什么? (59)

110. 电焊设备外壳带电的原因是什么? (59)

111. 焊接电源的安全技术要求有哪些? (60)

112. 焊机不接地有何危险? (60)

113. 焊机保护性接地安全原理是什么? (61)

114. 焊机不接零有何危险?	(61)
115. 焊机保护性接零的原理是什么?	(62)
116. 保护性接地装置的安全技术要求有哪些?	(62)
117. 电焊设备的安全使用要求有哪些?	(62)
四. 焊接安全用电	
118. 焊接触电的原因有哪些?	(63)
119. 电焊设备罩壳漏电的原因是什么?	(63)
120. 防止触电的基本措施有哪些?	(64)
121. 为什么焊接变压器二次端与焊件不应同时存在 接地?	(64)
122. 焊接电缆的安全要求有哪些?	(65)
123. 焊接电缆如何选择合理的截面积?	(65)
124. 焊钳的安全要求有哪些?	(66)
125. 焊接照明的手提工作灯有何安全要求?	(66)
126. 哪些操作应切断电源才能进行?	(66)
127. 更换焊条时如何防止触电?	(67)
128. 为防止触电在个人防护上应注意什么?	(67)

第四章 特殊焊割作业安全技术

一、燃料容器与管道焊补安全技术

129. 何谓特殊焊割作业?	(68)
130. 何谓燃料容器与管道焊补作业?	(68)
131. 什么叫置换动火?	(68)
132. 置换动火时应采取哪些安全措施?	(68)
133. 置换动火操作过程中发生火灾爆炸的原因是什么? (1) 么?	(69)
(2) 么?	(69)

134. 什么叫带压不置换动火? (69)
135. 带压不置换动火的安全技术措施是什么? (69)

二、水下焊接安全技术

136. 水下焊割作业可能发生的工伤事故一般有哪些?
..... (70)
137. 水下焊接作业的防爆措施有哪些? (70)
138. 水下焊接防触电的措施有哪些? (70)

三、登高焊接安全技术

139. 什么叫登高焊接作业? (71)
140. 登高焊接作业可能发生哪些工伤事故? (71)
141. 登高焊接作业要采取哪些安全措施? (71)

第五章 焊接劳动卫生与防护

一、弧光辐射的来源、危害及防护

142. 何谓焊接劳动卫生? (72)
143. 焊接中弧光辐射的来源是什么? (72)
144. 弧光辐射对人体有何危害? (72)
145. 弧光辐射对人体危害程度与哪些因素有关? ... (73)
146. 预防弧光辐射有哪些防护措施? (73)

二、金属烟尘、有毒气体的来源、危害及防护

147. 金属烟尘的来源及危害是什么? (74)
148. 有毒气体的来源及危害是什么? (74)
149. 影响烟尘、有毒气体的产生及危害大小的因素
有哪些? (75)
150. 预防焊接烟尘及有毒气体对人体危害的措施
有哪些? (76)

三、其他有害因素的来源、危害及预防

151. 放射性物质的来源、危害及预防是什么? (77)
152. 噪声的来源、危害及防护措施是什么? (77)
153. 高频磁场的来源、危害及防护措施是什么? ... (77)

第六章 焊接安全管理

一、焊工的安全教育

154. 为什么要对焊接进行安全管理? (78)
155. 焊工安全技术教育培训有何要求? (78)

二、焊、割作业的防火安全管理

156. 何谓禁火区安全管理? (79)
157. 如何进行三级动火审批? (79)
158. 如何组织焊接工作场地? (80)
159. 常用的灭火物质有哪些? (81)
160. 四氯化碳灭火机的性能、特点、作用是什么? ... (81)
161. 使用四氯化碳灭火机应注意哪些安全问题? ... (81)
162. 二氧化碳灭火机有何特性? 用途如何? (81)
163. 使用二氧化碳灭火机要注意哪些安全事项? ... (82)
164. 干粉灭火机有何特性? 用途如何? (82)
165. 焊接设备着火应如何扑救? (82)
166. 动火作业的安全措施有哪些? (82)
167. 焊接作业“十不烧”的内容是哪些? (83)

三、焊接灼伤、机械伤害、中毒、中暑、

事故的预防措施

168. 如何预防焊接急性中毒事故? (84)
169. 如何预防焊接灼烫事故 (84)
170. 如何预防焊接过程的机械伤害事故? (84)
171. 如何预防焊接工人中暑事故? (84)

绪 论

1、焊接的实质是什么？它与安全技术的关系怎样？

焊接的实质是指通过对被焊物体的适当加热、加压方法来使二个分离的固态物体（通常为金属）产生原子（或分子）间的结合力，而达到连成一体的方法。

为了实现上述目的，在焊接过程中就需要利用各种形式的能源，形成了目前在工业上广泛应用的各种焊接方法，由于实现焊接过程的方法不同，所以产生的不安全因素和危害程度也不完全相同，见下表所示。

焊 接 与 安 全

焊接时利用能源的种类				
能源种类	产生热能的形式	分 类	焊接方法	
焊接能源及分类	电能	埋弧		埋弧自动焊
		电弧	焊条	手工电弧焊
			明弧	Ar
		气保护	CO ₂	二氧化碳保护焊
			[H]	原子氢焊
		等离子弧		等离子弧焊
		电子束		电子束焊
		电阻	渣	电渣焊
			对	对接焊
			金属点缝	点缝焊
		机械能	摩擦冷压	
	化学能	气体火焰	乙炔 液化石油气 + 氧	气焊
		铝热剂		铝热焊
	光能	太阳激光		太阳能焊 激光焊
	声	超声波		超声波焊

技术的关系

不安全因素产生的影响				
热源对环境的影响	焊接时焊接材料产生的影响	焊接设备(装置)引起的影响	应用范围	
			产品主要类型	材料种类
灼伤、飞溅	金属烟尘、有毒气体	电源、绝缘	金属结构、容器	钢、有色金属
光辐射、灼伤、飞溅	金属烟尘、有毒气体	" "	金属结构、容器	钢、有色金属
光辐射、灼伤、飞溅	钍钨极放射性、金属烟尘	" "	容器、管道	钢、有色金属
[O], NO ₂	有毒 CO ₂ 、CO、金属烟尘	高频、气瓶	金属结构、容器	钢
光辐射、灼伤、飞溅	氢气易燃易爆、金属烟尘	电源、绝缘、气瓶(高压)	金属结构、容器	有色金属
光辐射、灼伤、飞溅	钍钨极放射性、金属烟尘	电源、绝缘、高频、气瓶	容器、管道、金属箔	钢、合金钢、有色、难熔、活性金属
噪音				
光辐射、X光		电源、绝缘(超高压)	航空、航天	难熔、活性金属、有色金属
灼伤、飞溅	金属烟尘	电源、绝缘	金属结构、容器	钢
金属火花、灼伤	"	电源、绝缘	管道、薄板	钢、有色金属
飞溅、灼伤	"	机械创伤	薄壁容器、薄板构件	钢
飞溅、灼伤	"	机械创伤	管道、轴	钢、有色金属
灼伤	"	电源、绝缘	板材	塑料、木材
光、灼伤、飞溅	"	机械创伤	管道、修补	铸件、钢、有色金属
光、灼伤、飞溅	"	易燃易爆、气瓶(发生器)	钢轨、钢筋	钢
光、灼伤	"			
光、灼伤	"	电源、绝缘	电子、仪表	难熔金属
			塑料薄膜、金属箔	

第一章 燃烧与爆炸的基本知识

一、燃烧的基本知识

2、焊工为什么要懂得燃烧与爆炸理论？

燃烧和爆炸事故是焊接操作中极易发生的事故，因为焊工在操作过程常常与各类危险物质接触，如乙炔、氧气、液化石油气、电石等，同时焊工离不开明火，因而构成了发生火灾和爆炸的工作环境，不懂燃烧与爆炸的基本知识，一旦发生火灾与爆炸事故，就可能束手无策，甚至采取了适得其反的措施而造成更大损失。只有认真学习深刻了解这些有关理论才能具备应变能力，防止火灾与爆炸事故的发生或蔓延。

3、什么叫燃烧？

燃烧是一种发生放热的化学反应，在日常生活与生产实际中人们所看到的燃烧现象，大都是可燃物质与空气或氧气或其他氧化剂进行剧烈化合的结果，如

木柴的燃烧反应式： $C + O_2 \rightarrow CO_2 + Q$

碳 氧气 二氧化碳 热量

乙炔的燃烧反应式：

$2 C_2H_2 + 5 O_2 \rightarrow 4 CO_2 + 2 H_2O + Q$

乙炔 氧气 二氧化碳 水 热量

4、发生燃烧必须具备哪些条件？

任何物质的燃烧必须具备下列三个条件：

(一) 要有可以燃烧的物质。这种物质不论其状态如何，如固体、气体、液体，只要它能与氧气发生氧化反应我们就认为它是可燃物质，如木柴、纸张、棉纱、油类、乙炔、氢气、

石油气、煤炭等。

(二) 要有帮助燃烧的物质。这类物质是帮助或支持燃烧继续进行的物质，如氧气、空气、氢气、高锰酸钾、过氧化物等。

(三) 要有着火源。这类物质是为可燃物提供热能源的，它必须具备一定的温度和热量，如明火、静电火花、灼热的物体、摩擦过程产生的热、电弧火花等。

5、什么叫火灾？

所谓火灾，就是不符合人们意愿的燃烧现象；或者说火灾就是人们不能控制或难于控制的燃烧现象，导致为事故的燃烧现象。

6、防火技术的理论依据是什么？

因为燃烧到不能人为控制的程度即为火灾，那么防止火灾的理论依据就应该是防止燃烧必须具备的三个条件同时存在，或者避免这三个条件相互作用。

7、扑救火灾的基本方法有哪些？

依据灭火的基本理论制定灭火的基本方法大致分为三种：

(一) 冷却法——以降低燃烧物质的温度，消除激发燃烧的火源为目的。用水直接喷射在燃烧物质上，使温度下降到燃点以下，达到消灭火灾的目的。

(二) 窒息法——以阻止空气或氧气进入燃烧区域，或者冲淡空气或氧气使可燃物质得不到助燃物为目的，一般用不燃物或难燃物质复盖燃烧物表面；用不燃气体喷射稀释火灾区域的空气。

(三) 隔离法——以使可燃物火源分开防止火灾蔓延为目的，从而控制火灾范围减少损失。一般可以采取移走火灾

现场的可燃物质；拆除邻近火区的建筑；关闭可燃气体、液体管道阀门；限制燃烧物质飞溅流散。

8、燃烧可分哪几种类型？

根据物质燃烧过程中表现的不同特点，燃烧一般可以分为三种类型：闪燃、自燃、着火。

9、什么叫闪燃及闪点？

可燃液体如油类，可燃固体如石蜡、樟脑等的表面都有一定量的蒸气产生，这些蒸气与空气混合形成可燃混合物，遇到火源会发生一闪即灭的现象，这种现象称之为闪燃。可燃物质的发生闪燃的最低温度称为这种物质的闪点。物质闪点越低，火灾危险性越大，如汽油的闪点为 -58°C ，丙酮的闪点为 -17°C ，在防火技术中，物质的闪点被用来评定物质的火灾危险性等级：低于闪点 28°C 的物质定为一级火灾危险性物质；闪点在 $28^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 之间的定为二级火灾危险性物质；闪点在 $45^{\circ}\text{C}\sim 120^{\circ}\text{C}$ 的定为三级火灾危险性物质；闪点大于 120°C 的定为四级火灾危险性物质。

表1—1 物资的闪点及火灾危险性等级

可燃物名称	闪点	火灾危险性等级
汽油	-58°C	一级
丙酮	-17°C	一级
苯	-15°C	一级
煤油	28°C	二级
松节油	35°C	二级
樟脑油	47°C	三级
机油	60°C	三级
柴油	160°C	四级
桐油	239°C	四级

10、什么叫自燃及自燃点？

可燃物质受热温度升高，不需要明火就能自动燃烧的现象。

象叫自燃。可燃物质发生自燃的最低温度称为这种可燃物质的自燃点。物质的自燃点越低，火灾危险性越大。一般来说促使可燃物质温度升高的热源有两个途径，其一是物质自身由于生物的、物理的、化学的作用所产生的热量；其二是外界强加给的热源，如辐射热、日光曝晒等。

表1—2 几种物质的自燃点

物质名称	自燃点	物质名称	自燃点
木材	300~350℃	煤油	240~290℃
煤炭	450℃	黄磷	34~45℃
乙炔	480℃	柴油	350~380℃
沥青	270~300℃	重油	380~420℃
锌粉	360℃	二硫化碳	112℃

11、什么叫着火及燃点？

可燃物质与火源接触能够燃烧，将火源移开后燃烧仍能继续进行，这种现象称为着火。可燃物质在有助燃物存在的条件下能够着火的最低温度为该物质的燃点。物质的燃点越低火灾危险性越大，将可燃物质的温度控制在燃点以下是预防火灾的有效方法之一。

表1—3 几种物质的燃点

物质名称	燃点℃	物质名称	燃点℃
蜡烛	190℃	乙炔	305℃
硫	207℃	煤油	86℃
豆油	220℃	松节油	53℃
纸张	130℃	樟脑油	70℃

二、爆炸的基本知识

12、焊工为什么要掌握爆炸的基本知识？

爆炸事故不仅破坏工厂设备，给人身带来伤亡，而且对整个社会影响较大。爆炸事故不像火灾那样有灭火和脱离机会，一旦发生，损失惨重。焊接过程可能引起的爆炸事故因素