



# 焊接技术问答

黑龙江科学技术出版社

14

## 内 容 提 要

本书以问答的形式，主要介绍了手工电弧焊接工艺和气焊工艺方面的基础知识以及金属材料常识和焊接原理。在特殊部件焊接一章中，介绍了大型铸钢件补焊、不锈钢焊接、钎焊工艺以及高压阀门密封面堆焊等新的焊接技术成果；还简要介绍了安全技术和焊工考试的基本原则，全书共七章。

本书内容丰富，文字通俗易懂，主要供从事手工焊接的技术工人阅读，也可供有关的工程技术人员学习参考。

## 焊 接 技 术 问 答

《焊接技术问答》编写小组 编著

---

黑龙江科学技术出版社出版  
(哈尔滨市南岗区分部街28号)

黑龙江省教育厅印刷厂印刷 黑龙江省新华书店发行

开本 787×1092毫米 1/32·印张 5·字数 95,000

1981年10月第1版 1981年10月第1次印刷

印数 1—46,500

---

书号：15217·018

定价：0.45元

## 前 言

为了加强对焊工的培训工作，迅速提高焊工的理论水平，我们编写了这本《焊接技术问答》。

本书是根据中华人民共和国第一机械工业部工人技术等级标准中规定的应知应会要求，参照了《焊工手册》等有关的技术资料，并结合几年来在焊接培训工作中的体会和搜集到的一些常见的实际问题加以整理的。本书重点叙述手工电弧焊和气焊方面的基础理论和有关焊接工艺方面的新方法，同时对特殊部件的焊接技术也适当地作了介绍。

本书适用于焊接技术工人阅读，对从事焊接工作的工程技术人员也有一定的参考价值。

本书由翟海寰、李清志、王敏和何玉生等同志编写，在编写过程中，曾蒙张丽珠、陈伯华、王忠良、高富久、孙胜奎等同志热情帮助。书稿编就后，还请了黑龙江省焊接学会和一机部哈尔滨焊接研究所等有关同志审阅，在此一并表示致谢。但由于编者水平所限，书中还可能会有缺点或错误，敬希广大读者批评指正。

一九八一年四月

# 目 录

## 第一章 金属的基础知识

1. 什么是金属? 掌握金属知识对焊接工作有何重要意义? ..... (1)
2. 金属的内部构造是怎样的? 何谓原子、晶体、晶胞和晶格? 最常见的晶格有几种? ..... (1)
3. 试述液体金属的结晶过程。焊接金属结晶有何特点? ..... (3)
4. 何谓组元、相、相变及相变温度? ..... (4)
5. 什么叫合金? 合金的结构分几种? ..... (4)
6. 什么是铁—碳平衡图? 它有何重要意义? ..... (6)
7. 铁碳合金中的基本组织有哪些? 其机械性能如何? ..... (7)
8. 试按图1—4说明铁—碳平衡图各特性点, 特性线, 相变温度及其代表符号? ..... (8)
9. 平衡图分几段? 何谓钢段? 钢段加热和冷却时组织是怎样转变的? ..... (10)
10. 什么是珠光体? 它的特性怎样? ..... (11)
11. 什么是索氏体? 怎样可以获得索氏体? ..... (11)
12. 什么是托氏体? 怎样可以获得托氏体? ..... (12)

13. 上贝氏体和下贝氏体的特点怎样? 怎样获得它们? ..... (13)
14. 什么是马氏体? 马氏体的特点怎样? ..... (13)
15. 什么是莱氏体? 它是怎样形成的? ..... (14)
16. 什么是残余奥氏体? 它在钢中的含量同哪些因素有关? 有何危害? ..... (15)
17. 什么叫金属的过热和过烧? 什么是过热组织? 有何危害? ..... (15)
18. 钢有哪些物理性能? ..... (16)
19. 钢有哪些化学性能? ..... (17)
20. 什么是金属的机械性能? 有哪些性能指标? ..... (17)
21. 什么是应力? 什么是强度? ..... (18)
22. 什么是弹性和塑性? ..... (19)
23. 什么是钢材的硬度? ..... (19)
24. 什么是钢材的韧性和脆性? ..... (20)
25. 什么是金属的疲劳? ..... (20)
26. 什么是金属的蠕变? ..... (20)
27. 什么是钢材的持久强度? ..... (21)
28. 什么是钢的热脆性和冷脆性? ..... (21)
29. 什么是钢的工艺性能? ..... (21)
30. 钢中有哪些主要元素? 主要作用如何? ..... (22)
31. 碳钢是怎样分类的? ..... (25)
32. 碳钢是怎样编号的? ..... (26)
33. 合金钢是怎样分类的? ..... (26)
34. 合金钢是怎样编号的? ..... (27)

## 第二章 焊接冶金原理

35. 什么是焊接？有哪些焊接工艺方法？各有何特点？ ..... (29)
36. 焊接方法有多少种？主要分几类？ ..... (30)
37. 焊接技术有哪些优越性？简述一下它的历史沿革。 ..... (31)
38. 什么叫电弧？焊接电弧是怎样产生的？ ..... (31)
39. 焊接电弧由几部分组成？其热量分布如何？ ..... (32)
40. 什么叫电弧的静特性？其意义如何？ ..... (34)
41. 什么叫电弧的稳定性？哪些因素影响电弧稳定？ ..... (35)
42. 焊接过程有哪些冶金特点？ ..... (36)
43. 熔池是怎样形成的？如何表示熔池的大小？ ..... (37)
44. 焊缝金属的结晶过程是怎样的？ ..... (38)
45. 熔池周围有哪些气体？其来源如何？ ..... (39)
46. 氧对焊缝金属有何影响？ ..... (39)
47. 氮对焊缝金属有何影响？ ..... (40)
48. 氢对焊缝金属有何影响？ ..... (41)
49. 焊接过程中金属元素蒸发会引起什么后果？ ..... (42)
50. 焊条药皮中含有哪些主要物质？都有哪些作用？ ..... (43)
51. 什么是酸性焊条？什么是碱性焊条？有哪些主要区别？ ..... (43)
52. 焊接接头指何而言？各部分金相组织有何不同？为

- 什么? ..... (45)
53. 低碳钢和低合金钢焊接接头热影响区的金属组织状态如何? ..... (45)
54. 热影响区大小对焊接接头质量有哪些影响? 一般有多大范围? ..... (47)
55. 钢中各种组织的物理性能有何不同? 对焊接质量有何影响? ..... (48)
56. 何谓钢的可焊性? 包括哪些内容? ..... (49)
57. 影响钢的可焊性有哪些主要因素? ..... (49)
58. 怎样评定钢的可焊性? 常用的方法有哪几种? ..... (50)
59. 何谓碳当量法? 何谓最高硬度法? 如何应用? ..... (50)

### 第三章 手工电弧焊接工艺

60. 什么是手工电弧焊? 它有哪些优越性? ..... (53)
61. 怎样进行手工电弧焊的引弧工艺? 方法有几种? ..... (54)
62. 怎样进行手弧焊的收尾工艺? ..... (54)
63. 手弧焊接头连接型式有几种? 接头容易出现哪些工艺缺陷? ..... (55)
64. 简述手工电弧焊接工艺规范? 如何选择? ..... (56)
65. 什么叫焊接结构? 焊接结构有何特点? ..... (57)
66. 焊接结构的焊接顺序一般遵照哪些基本原则? ..... (57)
67. 焊接结构中的焊接接头型式有几种? 选择接头型式的原则是什么? ..... (58)

68. 焊接结构的工艺要求有哪些? 何谓分段退焊法?  
 ..... (61)
69. 如何进行带筋板工字梁的焊接? ..... (63)
70. 如何进行不带筋板工字梁的焊接? ..... (65)
71. 如何进行立柱的对接焊和加强板的焊接? ..... (66)
72. 如何进行梁、柱安装位置的焊接? ..... (67)
73. 如何进行桁架结构的焊接? 有何注意事项? ..... (68)
74. 管子焊接有何特殊性? 对口型式有哪些? 各有何  
 优缺点? ..... (69)
75. 何谓管子的吊焊? 有何工艺特点? ..... (70)
76. 如何进行管子的吊焊? ..... (70)
77. 何谓管子横焊? 有何工艺特点? ..... (75)
78. 如何进行管子的横焊? ..... (75)
79. 何谓管子的斜焊? 有何工艺特点? ..... (77)
80. 如何进行管子斜焊口的焊接? ..... (78)
81. 手弧焊一般有哪些工艺缺陷? 如何防止? ..... (79)

#### 第四章 气焊与切割

82. 何谓气焊? 有何特点? 应用范围如何? ..... (83)
83. 氧气有哪些性质? 其纯度有何要求? ..... (83)
84. 乙炔有哪些性质? 在制取乙炔气时化学反映过程  
 如何? ..... (84)
85. 气焊火焰有几种? 都有哪些特点? ..... (85)
86. 气焊冶金过程如何? 接头组织有何特点? ..... (86)
87. 何谓右向焊法和左向焊法? 有何特点? 怎样选



- 用? ..... (87)
88. 怎样用气焊焊接固定小管? 有哪些注意事项? ..... (88)
89. 乙炔气瓶和氧气瓶相比较有何不同? 乙炔气为什么会溶解于丙酮? ..... (89)
90. 乙炔中的硫化氢和磷化氢对焊接质量有何影响? 怎样控制硫、磷含量? ..... (90)
91. 怎样进行乙炔气过滤? 其净化原理如何? ..... (90)
92. 气焊粉有何作用? 有何技术要求? 分几类? ..... (92)
93. 回火的原理是什么? 如何防止回火? ..... (94)
94. 低碳钢气焊时, 常出现哪些缺陷? 如何防止? ..... (94)
95. 氧—乙炔切割原理是什么? 金属符合哪些条件才能进行切割? ..... (95)
96. 什么是切割规范? 包括哪些内容? ..... (96)
97. 氧—乙炔切割时的工艺过程如何? 何谓后施量? 怎样避免? ..... (96)
98. 常用的割炬有哪些? 型号是什么? ..... (97)
99. 丙烷主要有哪些性能? 丙烷、乙炔相比较有何不同? ..... (97)
100. 氧—丙烷切割有何优越性? 切割火焰有何特点? ..... (99)
101. 氧—丙烷割炬和氧—乙炔割炬有何不同? ..... (100)
102. 何谓氧熔剂切割? 常用的熔剂有哪些? ..... (100)
103. 何谓金属电弧切割? 有何特点? ..... (101)
104. 何谓等离子切割? 基本原理是什么? 切割设备

- 104. 型号有哪些? ..... (101)
- 105. 何谓碳弧气刨? 有何特点? ..... (102)
- 106. 何谓激光切割? 基本原理如何? 应用情况怎样? (103)

### 第五章 特殊部件的焊接方法

- 107. 汽缸补焊的困难是什么? ..... (105)
- 108. 汽缸补焊有哪些工艺方法? 各有何优缺点?  
..... (105)
- 109. 如何进行汽缸的热焊? ..... (106)
- 110. 如何进行汽缸的冷焊? ..... (108)
- 111. 汽缸补焊中的变形和影响变形的有关因素有哪  
些? 如何防止? ..... (109)
- 112. 汽轮机叶片工作有何特点? 其材料可焊性如何?  
..... (110)
- 113. 叶片焊接材料有几种? 如何选择? ..... (111)
- 114. 如何进行叶片裂纹的补焊工艺? ..... (112)
- 115. 如何进行断裂叶片的对接焊? 有何特殊要求? ... (113)
- 116. 如何进行叶片上的硬质合金片的钎焊? ..... (114)
- 117. 怎样对承担叶片焊接的焊工进行考核? ..... (115)
- 118. 怎样评定叶片焊接质量? ..... (115)
- 119. 钎焊的实质是什么? 有哪些优点? ..... (116)
- 120. 钎料分几种? 选择钎料应注意哪些? ..... (117)
- 121. 有哪些钎料? 性能和应用范围如何? ..... (117)
- 122. 选择钎焊接头型式应注意些什么? 连接间隙大  
小对接头质量有何影响? ..... (118)

- 123. 如何进行汽轮机叶片拉筋的钎焊? ..... (120)
- 124. 钨金分几种? 哪些部件使用钨金轴瓦? 损坏的主要原因是什么? ..... (120)
- 125. 如何进行局部磨损轴瓦的补焊? ..... (121)
- 126. 如何进行局部脱落的轴瓦补焊? ..... (122)
- 127. 阀门密封面的堆焊有何特殊要求? 常用的堆焊材料有哪些? ..... (122)
- 128. 如何进行铬镍硅钨型高压阀门的堆焊? ..... (124)
- 129. 如何进行铬13型中温高压阀门堆焊? ..... (124)
- 130. 如何进行铬锰型中温高压阀门堆焊? ..... (125)
- 131. 如何进行高铬铸铁阀门堆焊? ..... (125)

### **第六章 焊接与切割的安全技术**

- 132. 焊接工作的安全技术包括哪些内容? 其安全方针是什么? ..... (127)
- 133. 如何防止触电事故的发生? 如遇触电事故如何处理? ..... (127)
- 134. 焊接用各种气瓶怎样分类? 其安全要求是怎样规定的? ..... (128)
- 135. 使用压缩气瓶有哪些安全要求? ..... (128)
- 136. 使用液化气瓶有哪些安全要求? ..... (129)
- 137. 使用溶解气瓶有哪些安全要求? ..... (130)
- 138. 使用乙炔发生器时, 应注意哪些安全技术? ... (130)
- 139. 减压器分几种? 使用中有哪些安全技术要求? (131)
- 140. 焊炬、割炬及橡胶软管在使用中有哪些安全技

- (63) 术要求? ..... (131)
141. 焊接与切割中有哪些有害因素? 常用的手工焊  
接和切割有哪几种危害? 其程度如何? ..... (132)
142. 什么是电弧辐射? 如何防护? ..... (132)
143. 什么是高频电磁场强度? 有何危害? 如何防护? (133)
144. 在焊接过程中有哪些有害气体? 如何进行防护?  
..... (133)
145. 噪音对人体有哪些危害? 如何防护? ..... (134)

## 第七章 焊工考试

146. 焊工考试的目的是什么? 是怎样分类的? 什么  
是基本考试和补充考试? ..... (135)
147. 怎样成立焊工考试委员会? 其职能如何? ..... (136)
148. 怎样进行承压管道的基本考试? ..... (137)
149. 怎样进行承压管道的补充考试? ..... (139)
150. 怎样对压力容器进行焊工考试? ..... (140)
151. 怎样对承重结构进行焊工考试? ..... (141)
- 附 录 常用钢材焊接焊条选用表** ..... (145)

# 第一章 金属的基础知识

**1. 什么是金属？掌握金属知识对焊接工作有何重要意义？**

**答：**金属是一种不透明的结晶材料，通常具有高强度和优良的导电性、导热性、延展性和反射性，这些性质与其存在自由电子的结构有关。一般经铸造、压力加工、焊接等工序可制成各种形状的零件或型材。通常可分为黑色金属（铁、铬、锰等）和有色金属两大类。有色金属又可分为重金属（铜、镍、铅、锡等比重在5以上的金属）、轻金属（钠、钙、铝等比重在5以下的金属）、稀有金属（锆、铌、钽等）及贵金属四类。

本书研究的焊接对象是金属，掌握一定的金属知识，就可为正确的选用焊接材料和焊接工艺提供理论上的指导，并运用这些理论知识，了解、分析焊接过程中的某些规律，能更好的从事焊接工作。

**2. 金属的内部构造是怎样的？何谓原子、晶体、晶胞和晶格？最常见的晶格有几种？**

**答：**金属和所有的物质一样，是由原子构成的。原子即为物质的最基本粒子，而原子则又是由更小的微粒，即原子核和围绕原子核的电子所组成。

原子在金属内的排列是有规则和有次序的，这种重复的

有规则的排列叫做晶体，它和非晶体（原子做混乱状态排列的物体）不同；金属内部所固有的空间几何体，即所谓空间晶格。这种有规则的排列，对各种金属也各不相同，就在同一金属中，当存在条件改变时（如温度变化），也会有不同的晶格出现。金属有固定的熔点。

晶体——在自然界中，由原子按一定规则次序组成的固体物质称为晶体，如图 1—1(a)。

晶胞——从晶体中取出有代表性的最小部分为晶胞，也称单位晶格，如图 1—1(b)；其大小用晶格常数表示，即晶格中相邻二原子间的距离，用长度单位（ $\text{A}^\circ$ ）来代表：

$$1\text{A}^\circ = 10^{-8}\text{厘米}$$

晶格——晶胞在空间有次序的叠加，构成晶格，如图 1—1(c)。

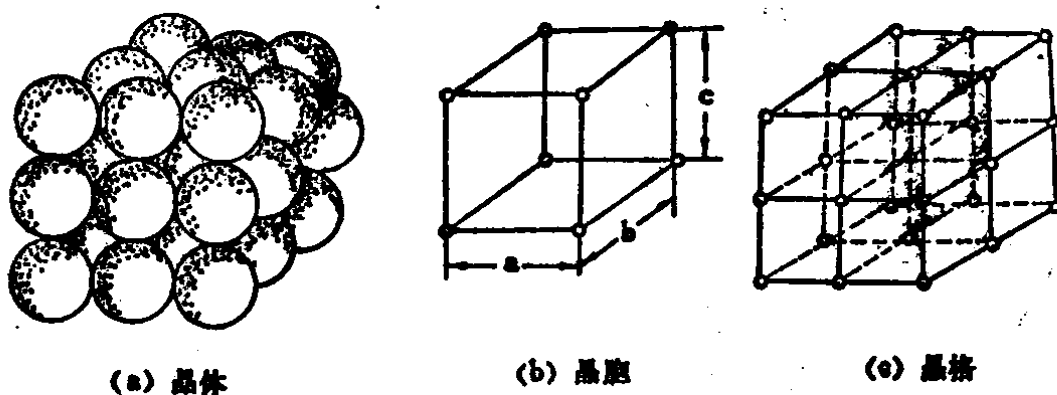


图 1—1 金属的构造

最常见的晶格有三种：

(1) 体心立方晶格：如图 1—2(a)，在立方体的 8 个顶角各有一个原子，在中心也有一个原子，如  $\alpha$  铁（当温度在  $910^\circ\text{C}$  以下或  $1390\text{—}1535^\circ\text{C}$  之间时）及铬、钨、钼、铝等

的晶格。

(2) 面心立方晶格：如图 1—2(b)，在立方体的 8 个顶角各有一个原子，在六个面上每个平面的正中心也有一个原子，如  $\gamma$  铁（当温度在 910—1390℃ 时）及铝、铜、镍、铅、金、银等金属的晶格。

(3) 六方晶格：如图 1—2(c)，它是六角棱柱形的格子，在上下两面的结点及其中中心各有一个原子，在六方柱体中心处还有三个原子，如锌、镁、钛、镉、铍等金属的晶格。

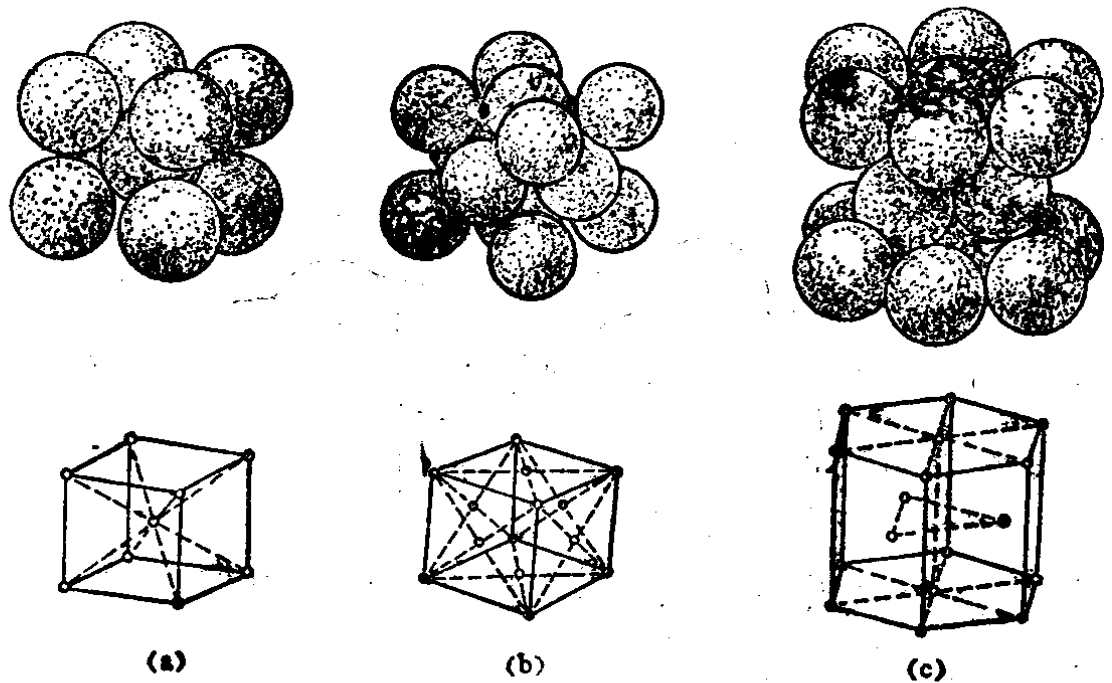


图 1—2 三种常见的晶格

### 3. 试述液体金属的结晶过程。焊缝金属结晶有何特点？

答：在液体金属中原子呈混乱状态；转变成固体状态时，原子按一定次序有规则的排列，构成金属所特有的结晶晶格，这个过程称为结晶过程。

金属从液态转变到固体状态是经过两个基本过程：即液

体金属中的原子组成晶体胚芽（结晶核心）并生成晶核的生长过程。

对焊接熔池来说，由于液体熔池中的热量主要是通过熔合线向母材方向扩散，因此，在熔合线处的一层液体金属降温最快并首先凝固结晶。由于晶体不可能向着已凝固的金属一侧扩展，只能朝着与散热方向相反的一侧长大。同时，它向两旁方向的生长也很快受到相邻的、正在生长的晶体所阻挡，因此，主要的生长方向是指向熔池中心，并形成柱状结晶，当柱状晶体不断长大直至互相接触时，焊缝这一断面的结晶过程即告结束。

#### **4. 何谓组元、相、相变及相变温度？**

**答：**组元——是组成合金的独立的、最基本的单元。组元也可以说是组成合金的元素，如钢中的铁和碳是组元，而两个组元所组成的合金称二元合金。

**相——**在合金中，同一成分、同一结晶构造的均匀部分，如铁—碳合金中的铁素体、奥氏体、渗碳体以及液态金属都称作相。

**相变——**内部组织的转变为相变，如 $\alpha$ —铁在 $910^{\circ}\text{C}$ 时变为 $\gamma$ —铁，晶体结构由体心立方晶格变为面心立方晶格。

**相变温度——**即发生金属相变时的最低温度。

#### **5. 什么叫合金？合金的结构分几种？**

**答：**两种或两种以上的金属熔合在一起叫做合金。根据各元素相互作用的结果，以及形成晶体结构和显微组织的特



点，合金组织可分为以下三种：

(1) 固熔体：固熔体是一种物质均匀地溶解在另一种物质内形成单相的晶体结构。根据原子在晶格上分布的形式，固熔体可分置换固熔体和间隙固熔体。某一种元素晶格上的原子部分地被另一种元素的原子所取代的固熔体，叫置换固熔体；如果另一元素的原子挤入某元素晶格原子之间的空隙中，则称为间隙固熔体，见图 1—3。

- 溶剂原子
- 溶质原子

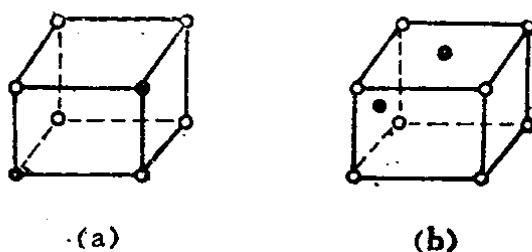


图 1—3 固熔体示意图  
(a) 置换固熔 (b) 间隙固熔

两种元素的原子大小差别愈大，形成固熔体的晶格扭曲的程度也愈大，扭曲晶格增加了金属塑性变形的阻力，即固熔体比纯金属的硬度高、强度大。

(2) 化合物：由两种或两种以上的原子或离子所组合成的物质，叫化合物。每种化合物具有一定的特性，既不同于所含元素或离子，亦不同于其他化合物。通常化合物具有较高的硬度、低的塑性和较大的脆性。

(3) 机械混合物：固熔体和化合物均为单项合金。若合金由两种不同晶体结构的晶粒彼此经过机械混合组成，则称为机械混合物。它往往比单一的固熔体合金有更高的强度、硬度和耐磨性，而塑性和压力加工性较差。