



新编焊接 技术问答

XINBIAN HANJIE JISHU WENDA

杜国华 编

.....
: 问答到位 针对性强 :
: 传道解惑 服务大众 :
.....



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

新编焊接技术问答

杜国华 编



机械工业出版社

本书汇集了与焊接技术相关的内容 503 题,以问答形式编写。全书分为 10 章,介绍了焊接基础知识,焊接(含熔焊、压焊、钎焊)、切割和热喷涂方法及设备,焊接材料,金属材料的焊接性、切割性及不同焊接、切割和热喷涂方法的主要焊接参数及其选择,焊接应力与变形,焊接缺陷及检验,焊接安全和劳动保护。

本书绝大部分内容为初、中级焊接工作者所必须具备的焊接常识,小部分内容旨在补充近年来所发展的焊接新技术和新工艺,以及初、中级焊接工作者较难理解的一些问题,读者可有选择性地阅读。

本书读者对象以焊工和初中级焊接技术人员为主,也可供焊接专业技校、高职高专师生和非本专业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

新编焊接技术问答/杜国华编. —北京:机械工业出版社, 2008. 3

ISBN 978-7-111-23473-9

I. 新… II. 杜… III. 焊接 - 问答 IV. TG4 - 44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 018273 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:俞逢英 责任编辑:俞逢英 版式设计:冉晓华

责任校对:张 媛 封面设计:马精明 责任印制:杨 曦

北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)

2008 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 19 印张 · 466 千字

0 001—4 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-23473-9

定价:32.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379083

封面无防伪标均为盗版

前 言

由徐初雄先生编写，机械工业出版社出版的《焊接技术问答》一书，于2003年初版，迄今已重印数次。足见读者对此书的厚爱，也意味着读者乐于接受此种解答问题的方式。由于种种原因，徐先生已不再介入原著的重新修订，故出版社方面力邀本人承担原著的再版编写工作，这也是本书得以问世的缘起。由于事先未与徐先生充分沟通，加之各人的思路和编写风格有别，故本书与原著实际上已大相径庭，出版社方面在原著书名前冠以“新编”二字作为再版时的书名，编者以为是比较切合实际的。至于“新编”后的效果如何，是否更胜原著或相反，则只能期待广大读者的检验了。

作为一门已有数千年历史，古老但不乏新鲜内容的制造业，搞个“十万个为什么”也不为过。但限于篇幅，本书仅列出了焊接常见的503个技术问题，按内容分10章列述。其中绝大部分都是初、中级焊接工作者所关心或必须了解的一些问题。小部分内容，旨在补充近年来所发展的焊接新技术和新工艺，以及根据编者多年从事焊接工作的经验和与焊接界同仁相处的体会，以为初、中级焊接工作者会感到困难，却难以三言两语解答的问题。

鉴于本书的姊妹篇《新编焊接工艺500问》已列入机械工业出版社出版计划，为避免两书内容上的重复，故有关各类材料的具体焊接工艺，本书较少提及，而以各类材料的焊接性予以概括（见本书第5章“金属材料的焊接性”），本书第2章则介绍了各类焊接（含切割）方法的焊接参数及其选择。此外，还在本书第1章第4节中介绍了焊接工艺及焊接热处理的基础知识。如果能将这些知识融会贯通，编制一些常用金属材料的焊接工艺应当不成问题。我们说，材料的焊接性是“纲”，而材料的焊接工艺只是“目”。所谓“纲举目张”，也就是说掌握了材料的焊接性，等于找到了打开该材料焊接工艺之门的钥匙。但对缺乏经验的初学者来说，当然也并非完全没有难度。故读者在编制某种材料的焊接工艺时，倘遇到一些一时难以确定的问题，不妨还是去参考一下本书的姊妹篇《新编焊接工艺500问》。

本书绝大部分内容源于已出版的焊接类书集，小部分由编者自撰。根据“文责自负”的精神，如本人所撰内容有错误之处，或因功力尚欠火候，导致引用不当及编写失误，敬请各界有识之士指正，以便有机会在再版时更正。

本书主要由杜国华高级工程师编写，部分章节顾曾迪教授承担了编写工作。

顾曾迪教授在本书编写过程中曾给予精心指导，本书成稿后又进行了细致的审阅，对个别内容作了必要的修改，使本书增色不少，编者对此深表感谢。

本书基本读者对象是初、中级焊接工作者，包括各级焊工、技师和初、中级焊接技术人员，也可供技校、高职高专师生和非本专业人士参考。

编 者

目 录

前言

第 1 章 焊接过程及焊接基础知识	1
第 1 节 焊接方法	1
1. 焊接的定义如何?	1
2. 焊接的应用范围有哪些?	1
3. 焊接在钢铁材料加工中的地位与作用如何?	1
4. 焊接方法如何分类?	1
5. 如何表示焊接方法的代号和缩写?	1
6. 何谓熔焊? 金属材料的熔焊连接需要满足的基本条件有哪些?	1
7. 何谓压焊? 压焊有哪些主要特征?	1
8. 何谓钎焊? 钎焊与熔焊及压焊的区别何在?	4
9. 何谓喷涂 (热喷涂)? 喷涂有何功能?	4
10. 何谓火焰喷涂、电弧喷涂、等离子弧喷涂?	4
11. 何谓喷熔 (喷焊)? 喷熔与喷涂有何区别?	4
12. 何谓电弧焊? 电弧焊如何分类? 其应用范围如何?	4
13. 何谓焊条电弧焊? 试述其应用范围	4
14. 何谓埋弧焊? 埋弧焊有何特点?	5
15. 何谓气体保护电弧焊? 有何特点? 如何分类?	5
16. 何谓钨极氩弧焊? 有何特点?	5
17. 何谓熔化极气体保护电弧焊? 有何特点? 如何区分 MIG 焊和 MAG 焊?	6
18. 何谓药芯焊丝气体保护电弧焊? 有何特点?	6
19. 何谓窄间隙电弧焊? 有何特点?	6
20. 何谓脉冲氩弧焊? 有何特点?	6
21. 何谓等离子弧焊? 有何特点? 如何分类?	7
22. 何谓电渣焊? 有何特点? 如何分类?	7
23. 何谓电子束焊? 有何特点? 如何分类?	8
24. 何谓激光焊? 有何特点?	8
25. 何谓气焊? 试述其应用范围	8
26. 何谓气压焊? 试述其应用范围	9
27. 何谓电阻焊? 试述其分类方法、焊接特点及应用范围	9
28. 何谓爆炸焊? 试述其应用范围	10
29. 何谓摩擦焊? 试述其应用范围	10
30. 何谓搅拌摩擦焊? 试述其应用范围	10
31. 何谓扩散焊? 试述其应用范围	11
32. 何谓超声波焊? 试述其应用范围	11
33. 何谓高频焊? 试述其应用范围。高频焊与常规电阻焊有何区别?	11
34. 何谓螺柱焊? 试述其应用范围及分类	11

35. 何谓第三体摩擦焊? 有哪些特点?	12
36. 何谓电磁脉冲焊? 有哪些特点?	12
37. 何谓超音速火焰喷涂 (HVOF) 和超音速撞击熔化喷涂 (HVIF)? 有何特点?	12
38. 何谓爆炸喷涂? 试述其工作过程和适用范围	13
第 2 节 焊缝、焊接坡口、焊接接头	13
39. 何谓焊波、焊缝、焊道、焊层?	13
40. 焊缝如何分类? 各类焊缝如何定义?	14
41. 试述下列名词的定义: 正面角焊缝、侧面角焊缝、并列断续角焊缝、交错断续角焊缝、凸形角焊缝、凹形角焊缝	14
42. 试述下列名词的定义: 对接接头、角接头、T 形接头、十字接头、搭接接头、卷边接头、套管接头、锁底接头	15
43. 试述下列名词的定义: 焊接坡口、单面坡口、双面坡口、坡口面、坡口面角度、坡口角、接头根部、根部间隙、根部半径、钝边	16
44. 试述下列名词的定义: 根部焊道、打底焊道、封底焊道、熔透焊道、摆动焊道、线状焊道	17
45. 试述下列名词的定义: 定位焊和定位焊缝、承载焊缝、连续焊缝、断续焊缝、纵向焊缝、横向焊缝、环缝、螺旋形焊缝、密封焊缝	17
46. 试述下列名词的定义: 焊缝宽度、焊缝厚度、焊缝计算厚度、焊缝凸度、焊缝凹度、焊趾、焊脚与焊脚尺寸、熔深、焊缝成形系数、余高、焊根、焊缝轴线、焊缝长度、焊缝金属	18
47. 试述下列名词的定义: 单面焊、双面焊、单道焊、多道焊、多层焊、多层多道焊、跳焊、分段退焊、左焊法、右焊法、堆焊、带极堆焊、衬垫焊与焊剂垫焊	19
48. 试述下列名词的定义: 平焊和平焊位置、立焊和立焊位置、横焊和横焊位置、仰焊和仰焊位置、平角焊和平角焊位置、仰角焊和仰角焊位置、倾斜焊、船形焊、焊接位置、焊缝倾角、焊缝转角	20
49. 何谓组合焊缝?	22
50. 平焊有何特点?	22
51. 立焊有何特点?	22
52. 横焊有何特点?	23
53. 仰焊有何特点?	23
54. 试述焊接接头的组成及热影响区、过热区、熔合区、熔合线的定义	23
第 3 节 焊接冶金及焊接热影响区的组织转变	23
55. 何谓焊接化学冶金? 焊接化学冶金有哪些特点?	23
56. 试述熔焊时焊接区的气体种类及其来源	23
57. 氧对焊缝金属有哪些危害? 如何防止?	24
58. 氮对焊缝金属有哪些危害? 如何防止?	24
59. 氢对焊缝金属有哪些危害? 如何防止?	24
60. 何谓扩散氢? 何谓残余氢? 何谓固溶氢?	25
61. 硫对焊缝金属有哪些危害? 如何防止?	25
62. 磷对焊缝金属有哪些危害? 如何防止?	25
63. 何谓焊接熔渣? 焊接熔渣如何分类?	26
64. 如何判断焊接熔渣的酸碱性?	26
65. 何谓焊缝金属的合金化? 目的何在?	26
66. 焊缝金属的合金化有哪些方法?	26
67. 何谓合金过渡系数? 其意义何在?	27

68. 何谓焊接熔池的一次结晶? 试述其结晶特点	27
69. 何谓偏析? 焊缝金属会出现哪几种偏析?	27
70. 如何改善焊接熔池的一次结晶?	28
71. 何谓变质处理? 变质剂有哪几种?	28
72. 何谓焊缝金属的二次结晶? 低碳钢、低合金高强度结构钢和合金结构钢焊缝的二次结晶有 哪些组织?	28
73. 如何改善焊缝金属的二次结晶?	29
74. 何谓焊接热输入? 焊接热输入对焊接热循环有何影响?	29
75. 何谓焊接热循环? 焊接热循环有哪些主要参数?	30
76. 试述固态无组织转变材料的焊接热影响区特点	30
77. 试述固态有同素异构转变材料的焊接热影响区特点	30
78. 试述不易淬火钢的焊接热影响区特点	31
79. 试述易淬火钢的焊接热影响区特点	32
80. 试述焊接热影响区产生脆化的机理	32
81. 试述焊接热影响区产生软化的机理	32
第4节 焊接工艺及热处理基础知识	33
82. 何谓焊接工艺? 何谓焊接参数? 编制焊接工艺有何要求?	33
83. 何谓焊接工艺规程? 编制焊接工艺规程的目的何在?	33
84. 何谓焊接工艺评定? 如何进行焊接工艺评定?	33
85. 试简述焊接工艺评定的程序	34
86. 何谓正接和反接? 如何选择极性?	34
87. 何谓熔滴过渡? 熔滴过渡有哪几种方式?	35
88. 何谓熔合比? 何谓稀释和稀释率? 计算熔合比有何实际意义?	35
89. 试述引起焊接接头腐蚀破坏的基本因素和破坏的基本形式	36
90. 何谓孔蚀和缝隙腐蚀? 试述其影响因素和危害性	37
91. 何谓晶间腐蚀? 试述其产生原因及危害。不锈钢何以易产生晶间腐蚀?	37
92. 何谓应力腐蚀? 试分析其产生原因及危害。为何焊接接头对应力腐蚀更敏感?	37
93. 何谓模拟焊接热影响区连续冷却转变图? 建立该图的目的何在?	38
94. 何谓不锈钢组织图? 不锈钢组织图有何功用?	38
95. 何谓不锈钢的 475℃ 脆性? 其产生原因和后果有哪些? 如何防止?	39
96. 何谓不锈钢的 σ 相脆性? 其产生原因和后果有哪些? 如何防止?	39
97. 何谓铸铁焊缝的孕育处理? 铸铁的孕育处理要达到什么目的?	39
98. 何谓铸铁的“白口”? 如何防止焊缝的“白口”?	40
99. 何谓“球化剂”? 使用“球化剂”有何利弊?	40
100. 何谓“加热减应区”法? 怎样选择“加热减应区”?	40
101. 何谓预热? 试述预热的作用和预热温度选择的主要依据	41
102. 制订预热工艺有哪些基本要求?	41
103. 何谓后热? 后热有何作用? 与焊后热处理有何不同?	41
104. 何谓层(道)间温度? 对层(道)间温度有何要求?	42
105. 何谓钢的热处理? 钢焊缝(焊接接头)的热处理涉及哪几种热处理方法? 焊后热处理的 目的何在?	42
106. 何谓淬火? 淬火的目的是何在? 有哪些影响因素?	42
107. 何谓正火? 正火的目的何在?	42

108. 何谓退火? 退火有哪几种形式? 焊接结构退火的目的何在?	42
109. 何谓完全退火? 其目的何在?	43
110. 何谓扩散退火? 其目的何在?	43
111. 何谓低温退火? 其目的何在?	43
112. 何谓回火? 试述回火的目的及分类方法	43
113. 何谓调质? 调质的目的何在?	43
114. 何谓固溶强化? 何谓固溶处理? 固溶处理的目的和用途何在?	44
115. 何谓稳定化和稳定化处理? 其各自的目的何在?	44
第 2 章 焊接参数及其选择	45
第 1 节 熔焊焊接参数及其选择	45
1. 试述下列与焊接电弧相关诸名词的定义: 焊接电弧、硬电弧、软电弧、脉冲电弧、电弧稳定性、电弧挺度、电弧长度 (弧长)、电弧动特性、电弧静特性、电弧自身调节、电弧偏吹 (磁偏吹)、电弧力、转移弧、非转移弧	45
2. 试述下列与焊接熔化及焊接熔敷相关诸名词的定义: 熔敷速度、熔敷系数、熔敷效率、熔敷顺序、熔化速度、熔化系数、熔敷金属	45
3. 焊条电弧焊有哪些焊接参数?	46
4. 焊条电弧焊焊条直径的选择取决于哪些因素?	46
5. 焊条电弧焊时如何选择电源类型和极性?	46
6. 焊条电弧焊时怎样选择焊接电流? 试述焊接电流的作用及其与焊条直径的关系	47
7. 焊条电弧焊时如何控制电弧电压? 电弧长度对焊接质量有何影响?	47
8. 焊条电弧焊时焊接电流对焊缝形状有何影响?	48
9. 焊条电弧焊时电弧电压对焊缝形状有何影响?	48
10. 试述焊条电弧焊时焊接电流对低碳钢焊缝金属化学成分的影响	48
11. 埋弧焊有哪些焊接参数?	49
12. 埋弧焊时焊接电流对熔透性和焊缝形状有何影响?	49
13. 埋弧焊时电弧电压对熔透性和焊缝形状有何影响?	50
14. 试述埋弧焊时电弧电压与焊接电流的关系	50
15. 埋弧焊时电源极性对熔深和焊缝形状有何影响?	50
16. 埋弧焊时焊接速度对熔深和焊缝形状有何影响?	51
17. 埋弧焊时焊丝直径对熔透性和焊缝形状有何影响?	51
18. 埋弧焊时焊丝伸出长度对焊丝熔化速度和焊缝形状有何影响?	52
19. 试述埋弧焊时焊丝倾角对焊缝形状的影响	52
20. 试述埋弧焊时焊件倾角对焊缝形状的影响	52
21. 试述埋弧焊时板厚和坡口形式对熔深及焊缝形状的影响	53
22. 试述埋弧焊时焊剂粒度、堆高和堆宽对熔深和焊缝形状的影响	53
23. 埋弧焊在何种情况下要使用衬垫? 常用衬垫有哪几种形式?	54
24. 气体保护焊有哪些焊接参数?	56
25. 如何选择钨极氩弧焊的能量参数?	56
26. 除能量参数外, 影响钨极氩弧焊的焊接参数还有哪些?	56
27. 如何选择钨极氩弧焊的电流种类和极性?	57
28. 直流脉冲 TIG 焊 (PTIG) 时, 脉冲电流和基值电流各起哪些作用?	58
29. 试述直流脉冲 TIG 焊对电源外特性和脉冲波形的要求	58
30. 试述低频和高频脉冲焊的适用频率及使用范围	59

31. 试述钢的熔化极气体保护焊 (MIG/MAG 焊) 适用的熔滴过渡方式	59
32. 试述铝及铝合金的熔化极惰性气体保护焊 (MIG 焊) 适用的熔滴过渡方式	60
33. 何谓临界电流? 何谓跳弧? 跳弧与临界电流之间有何关系?	61
34. 如何确定低碳钢和低合金钢、不锈钢、铝及铝合金的临界电流?	61
35. 钢材气体保护焊时气体成分对熔滴过渡有何影响?	61
36. 试述熔化极脉冲气体保护焊的焊接参数对焊接过程的影响	62
37. 试述等离子弧焊时要求的电源极性	63
38. 等离子弧焊有哪些焊接参数? 如何选择?	63
39. 如何选择等离子弧焊时的离子气和保护气?	64
40. 电子束焊有哪些焊接参数? 对熔深和焊缝形状有何影响?	65
41. 电子束焊接时应如何调节焊接参数?	65
42. 激光深熔焊接有哪些主要焊接参数? 试述其相互之间关系及对熔深和焊缝形状的影响	65
43. 激光热传导焊接有哪些主要焊接参数? 如何选择?	67
44. 电弧螺柱焊有哪些主要焊接参数? 如何选择?	69
45. 电容放电螺柱焊有哪些主要焊接参数? 如何选择?	69
46. 短周期电弧螺柱焊有哪些主要焊接参数? 如何选择?	69
47. 试述电渣焊焊接参数的分类及主要焊接参数的选择原则	69
48. 试述电渣焊时一般焊接参数的选择原则	71
49. 气焊有哪些气焊参数? 如何选择?	71
第 2 节 压焊、钎焊、热喷涂的焊接参数及其选择	73
50. 试述下列与电阻焊焊接参数相关诸名词的定义: 电阻焊点、焊点距及边距、熔核及熔核直径、焊透率、压痕及压痕深度、电极压力、顶锻、顶锻力、顶锻时间、顶锻速度、顶锻留量、顶锻电流、预压及预压时间、分流、预热时间及预热电流、回火电流及回火时间、通电时间、间歇时间、休止时间、闪光留量、闪光电流、闪光时间、总留量、电极滑移及电极粘损、贴合面、飞边	73
51. 电阻点焊有哪些焊接参数? 如何选择?	74
52. 电阻缝焊有哪些焊接参数? 如何选择?	74
53. 凸焊有哪些焊接参数? 其影响如何?	74
54. 电阻对焊有哪些焊接参数? 其影响如何?	74
55. 闪光对焊有哪些焊接参数? 其影响如何?	75
56. 冷压焊有哪些焊接参数? 对接头质量有何影响?	76
57. 扩散焊有哪些焊接参数? 其影响如何?	77
58. 摩擦焊有哪些焊接参数? 如何通过焊接参数控制摩擦焊接头的质量?	78
59. 超声波焊接有哪些焊接参数? 如何选择?	79
60. 高频焊有哪些焊接参数? 如何选择?	79
61. 爆炸焊有哪些焊接参数? 如何计算炸药用量和基覆层间的间隙距离?	81
62. 试述下列与钎焊参数相关诸名词的定义: 钎焊接头、硬钎焊及软钎焊、硬钎料及软钎料、硬钎缝及软钎缝、硬钎缝金属及软钎缝金属、硬钎焊面及软钎焊面、钎缝间隙、钎焊温度、钎焊性、润湿性、铺展性	81
63. 钎焊有哪些钎焊参数? 如何选择?	82
64. 热喷涂有哪些主要工艺参数? 如何控制?	82
65. 爆炸喷涂有哪些主要工艺参数? 如何选择?	83
第 3 章 焊接材料	84

第1节 熔焊焊接材料	84
1. 试述焊条的组成及作用	84
2. 试述焊芯的功能、分类和牌号表示方法	84
3. 试述焊条药皮的作用	84
4. 试述焊条药皮的类型、主要成分和对电源的要求	84
5. 试述结构钢焊条（包括碳钢焊条和低合金钢焊条）的牌号编制原则	85
6. 试述钼和铬钼耐热钢焊条的牌号编制原则	86
7. 试述低温钢焊条的牌号编制原则	86
8. 试述不锈钢焊条的牌号编制原则	87
9. 试述堆焊焊条的牌号编制原则	90
10. 试述铸铁焊条的牌号编制原则	90
11. 试述镍及镍合金焊条的牌号编制原则	91
12. 试述铜及铜合金焊条的牌号编制原则	91
13. 试述碳钢焊条的型号编制原则	92
14. 试述低合金钢焊条的型号编制原则	93
15. 试述不锈钢焊条的型号编制原则	95
16. 试述堆焊焊条的型号编制原则	96
17. 试述铸铁焊条的型号编制原则	97
18. 试述铜及铜合金焊条的型号编制原则	98
19. 试述镍及镍合金焊条的型号编制原则	99
20. 试述碳素钢、低合金钢、不锈钢实芯焊丝牌号的编制方法	100
21. 试述铸铁及有色金属实芯焊丝牌号的编制方法	100
22. 试述碳素钢、低合金钢实芯焊丝的型号编制方法	101
23. 试述铸铁焊丝的型号编制方法	102
24. 试述铝及铝合金焊丝的型号编制方法	102
25. 试述镍及镍合金焊丝的型号编制方法	102
26. 试述药芯焊丝的牌号编制方法	103
27. 试述碳钢药芯焊丝的型号编制方法	103
28. 试述低合金钢药芯焊丝的型号编制方法	103
29. 试述不锈钢药芯焊丝的型号编制方法	105
30. 试述熔炼焊剂的牌号编制方法	106
31. 试述烧结焊剂的牌号编制方法	106
32. 试述碳钢埋弧焊剂的型号编制方法	107
33. 试述低合金钢埋弧焊剂的型号编制方法	108
34. 试述不锈钢埋弧焊剂的型号编制方法	109
35. 如何区分焊条的酸碱性？两者的性能有何差别？	110
36. 何谓焊条的工艺性能？焊条工艺性能有哪些指标？	110
37. 试述熔焊焊接材料的选用原则	111
38. 对焊条有何贮存要求？	111
39. 焊条使用前为什么要烘干？对于焊条的烘干要求有哪些？	112
40. 何谓熔炼焊剂、粘结焊剂和烧结焊剂？	112
41. 钨极氩弧焊和等离子弧焊及切割时对电极有何要求？常用电极有哪几种？钨钨极有何特点？	112

42. 试述焊接用氩气和氮气的技术要求	113
43. 试述焊接用 CO_2 气的技术要求	113
44. 为什么熔化极气体保护电弧焊要使用混合气体保护? 试述不同混合气体配比的特性及应用范围	114
45. 试述钨极的牌号编制方法	115
46. 试述常用钨极的牌号和化学成分	116
47. 试述钍钨和铈钨两类电极焊接工艺性能的比较	116
第2节 钎焊、气焊及喷涂焊接材料	117
48. 钎焊材料包括哪些内容? 各有什么作用?	117
49. 钎料有哪些基本要求?	117
50. 试述钎料的分类方法	117
51. 试述常用软钎料和硬钎料的熔化温度范围	117
52. 试述钎料牌号的表示方法	117
53. 试述钎料型号的表示方法	119
54. 软钎料有哪些类型? 试述其主要特点和适用范围	119
55. 试述常用国产铝用软钎料的成分、性能及用途	120
56. 试述常用国产锡铅钎料的成分、性能及用途	120
57. 试述铝基硬钎料的特性及用途	120
58. 试述银基硬钎料的特性及用途	121
59. 试述铜基钎料的特性及用途	125
60. 试述锰基钎料的特性及用途	126
61. 试述镍基钎料的特性及用途	127
62. 试述贵金属钎料的分类、特性及用途	128
63. 何谓钎剂? 试述钎剂的作用和应具备的条件	129
64. 试述钎剂的组成和分类	129
65. 试述钎剂的牌号编制方法	130
66. 试述软钎剂的分类和一般性能	130
67. 试述常用钎焊有机软钎剂和无机软钎剂的化学成分和用途	130
68. 试述铝及其合金钎焊用软钎剂的化学成分、性能和用途	131
69. 试述硬钎剂的分类和一般性能	132
70. 试述常用硬钎剂的化学成分和用途	132
71. 试述铝用硬钎剂的化学成分和适用钎焊方法	132
72. 何谓气体钎剂? 试述常用气体钎剂的性能及其适用范围	133
73. 试述气焊熔剂的作用及牌号编制方法	133
74. 试述热喷涂(喷熔)材料的性能及分类	134
75. 试述合金粉末(焊粉)牌号的编制方法	134
76. 试述常用氧乙炔火焰喷涂合金粉末的化学成分和物理性能	135
77. 试述常用等离子弧喷涂合金粉末的化学成分和物理性能	135
78. 试述常用金属陶瓷喷涂合金粉末的种类(牌号)、化学成分、性能及用途	137
79. 试述常用结合底层粉末材料的牌号、化学成分、性能及用途	137
第4章 焊接设备	139
第1节 熔焊焊接(含切割)设备	139

1. 对弧焊电源有哪些基本要求?	139
2. 试述主要弧焊方法对电源外特性曲线形状的要求	139
3. 试述弧焊电源对空载电压和短路电流的要求	139
4. 试述对弧焊电源调节特性的要求	140
5. 试述对弧焊电源动特性的要求	140
6. 弧焊电源如何分类?	140
7. 焊条电弧焊电源如何分类?	141
8. 试述焊条电弧焊机的型号编制方法	142
9. 试述常用交流弧焊电源的型号和主要技术参数	143
10. 试述常用直流弧焊电源的型号和主要技术参数	144
11. 试述晶闸管式弧焊整流器的特点及电气原理	145
12. 试述逆变式弧焊整流器的特点、分类及电气原理	146
13. 试述脉冲弧焊电源的特点、分类及适用范围	147
14. 弧焊电源的安装和使用有哪些要求?	148
15. 埋弧焊电源有哪些特点?	149
16. 埋弧焊机如何分类?	149
17. 试述国产通用埋弧焊机的型号和主要技术参数	150
18. 试述国产通用埋弧焊机送丝和行走驱动系统的结构要素	150
19. 试述国产通用埋弧焊机机头调节机构的结构及其调节范围	151
20. 埋弧焊机的导电嘴有哪几种结构形式?	151
21. 试述通用手工钨极氩弧焊焊枪的功能和主要形式, 并简述对焊枪喷嘴的要求	152
22. 试述通用钨极氩弧焊焊机的型号和主要技术参数	152
23. 试述熔化极气体保护焊机送丝系统的构成及主要形式	152
24. 试述熔化极气体保护焊焊枪的基本形式和特点	154
25. 试述熔化极气体保护焊机供气系统和水冷系统的组成	154
26. 试述通用熔化极气体保护焊焊机的型号和主要技术参数	156
27. 试述等离子弧焊焊接设备系统的组成	157
28. 等离子弧焊对焊枪有哪些要求? 如何分类?	157
29. 等离子弧焊对喷嘴有何要求? 常用的压缩喷嘴有哪几种结构形式?	158
30. 试述等离子弧切割的基本电路及等离子弧割枪的结构	159
31. 等离子弧切割用喷嘴和电极有哪些要求?	160
32. 试述电子束焊接装置的形式和主要组成	160
33. 试述电子束焊通用三极电子枪的结构形式	160
34. 试述焊接(含切割)用激光器的分类和特点	161
35. 试述激光焊焊接设备的构成	162
36. 激光切割时对割炬有何要求?	162
37. 碳弧气刨时对设备有何要求?	162
38. 碳弧气刨时对刨枪有何要求? 刨枪有哪几种结构形式?	162
39. 电渣焊设备有哪几部分组成? 有何特点?	163
40. 试述典型丝极电渣焊焊机的型号及主要技术参数	164
第2节 压焊焊接设备	164
41. 试述固定式电阻点焊焊机的常用型号及主要技术参数	164
42. 试述移动式电阻点焊焊机的常用型号及主要技术参数	165

43. 试述电阻缝焊焊机的结构、分类、常用型号及主要技术参数	166
44. 试述对焊焊机的分类和通用对焊焊机的型号及主要技术参数	167
45. 电阻焊焊机的控制装置有哪些部分组成? 应具备哪些主要功能?	167
46. 试述电阻焊焊机典型控制设备的型号和主要技术参数	167
47. 试述电阻焊焊机典型微处理控制器的型号和主要技术参数	167
48. 试述超声波焊焊接设备的组成及各组成部分的主要性能	169
49. 试述超声波焊焊机的型号及主要技术参数	169
50. 试述扩散焊焊接设备的类型及主要特性	169
51. 试述真空扩散焊焊接设备的型号及主要技术参数	170
52. 试述普通型连续驱动摩擦焊焊机的组成、典型焊机型号及主要技术参数	171
第5章 金属材料的焊接性	173
第1节 金属材料焊接性的概念及试验方法	173
1. 何谓金属材料的焊接性?	173
2. 焊接性是怎样分类的?	173
3. 焊接性与可焊性有何区别? 怎样正确认识有关焊接性的优和劣?	173
4. 材料因素如何影响其焊接性?	174
5. 如何评定材料的工艺焊接性和使用焊接性?	174
6. 试述焊接性试验方法的分类	174
7. 何谓碳当量和碳当量计算公式? 试述常用碳当量计算公式及其适用范围	174
8. 试述焊接冷裂纹指数计算公式及其与预热温度的关系	176
9. 试述低合金钢的焊接热裂纹指数计算公式及其局限性	176
10. 试述低合金钢的再热裂纹指数计算公式及其判据	176
11. 何谓焊接热影响区最高硬度法? 最高硬度法有何特点?	177
12. 如何按焊接热影响区最高硬度法评估钢材的淬硬倾向和冷裂纹敏感性?	177
13. 试述常用低合金结构钢的碳当量与允许的最高硬度	178
14. 试述斜 Y 形坡口焊接裂纹试验法及其在评定热影响区冷裂纹敏感性中的应用	178
15. 试述搭接接头 (CTS) 焊接裂纹试验法及其对冷裂纹敏感性的评定指标	179
16. 试述刚性对接裂纹试验法及其评定标准	181
17. 试述里海 (Lehigh) 拘束裂纹试验法及拘束度的确定	181
18. 试述插销试验的原理、试验方法及结果评定	182
19. 试述压板对接 (FISCO) 焊接裂纹试验法及其适用范围	184
20. 试述 T 形接头焊接热裂纹试验法及结果评定	185
21. 试述 Z 向窗口层状撕裂试验法及结果评定	185
22. 何谓焊接热模拟试验法? 常用的焊接热模拟试验法有哪几种?	186
23. 何谓热塑性模拟试验和热拘束模拟试验? 其目的何在?	186
24. 何谓加氢热模拟试验? 其目的何在?	187
25. 何谓应力松弛热模拟试验? 其目的何在?	187
第2节 常用金属材料的焊接性	188
26. 试述低碳钢的熔焊焊接性	188
27. 试述低碳钢的电阻焊焊接性	188
28. 试述碳钢的钎焊焊接性	189
29. 试述中碳钢的熔焊焊接性	189

30. 试述淬火钢的电阻焊焊接性	189
31. 试述镀层钢的电阻焊焊接性	190
32. 试述镀层钢的熔焊焊接性	190
33. 试述高碳钢的熔焊焊接性	191
34. 试述热轧正火钢的熔焊焊接性	191
35. 试述低碳调质钢的熔焊焊接性	192
36. 试述中碳调质钢的熔焊焊接性	193
37. 试述低合金无镍低温钢的熔焊焊接性	193
38. 试述低合金含镍低温钢的熔焊焊接性	193
39. 试述低合金耐候钢及耐海水腐蚀钢的熔焊焊接性	194
40. 试述奥氏体不锈钢的熔焊焊接性	194
41. 如何改善奥氏体不锈钢的熔焊焊接性?	194
42. 试述马氏体不锈钢的熔焊焊接性	196
43. 试述铁素体不锈钢的熔焊焊接性	197
44. 试述奥氏体-铁素体双相不锈钢的熔焊焊接性	197
45. 试述沉淀硬化型不锈钢的熔焊焊接性	198
46. 试述各类不锈钢的电阻焊焊接性	198
47. 试述高锰钢的熔焊焊接性	198
48. 试述马氏体时效钢的熔焊焊接性	199
49. 试述 Ni-Co 系高合金超高强度钢的熔焊焊接性	199
50. 试述高温合金的熔焊焊接性	200
51. 试述灰铸铁的熔焊焊接性	200
52. 试述球墨铸铁的熔焊焊接性	201
53. 试述其他铸铁的熔焊焊接性	201
54. 试述铸铁的钎焊焊接性	202
55. 试述纯铜和无氧铜的熔焊焊接性	202
56. 试述黄铜的熔焊焊接性	202
57. 试述青铜的熔焊焊接性	202
58. 试述白铜的熔焊焊接性	203
59. 试述铜及铜合金的电阻焊焊接性	203
60. 试述铜及铜合金的钎焊焊接性	204
61. 试述铝及铝合金的熔焊焊接性	205
62. 试述铝及铝合金的电阻焊焊接性	205
63. 试述铝及铝合金的钎焊焊接性	205
64. 试述工业纯钛及钛合金的熔焊焊接性	206
65. 试述钛及钛合金的电阻焊焊接性	207
66. 试述钛及钛合金的钎焊焊接性	207
67. 试述镍及镍基耐蚀合金的熔焊焊接性	208
68. 试述不同珠光体钢间以及珠光体钢与铁素体钢间的熔焊焊接性	208
69. 试述不同高铬钢间的熔焊焊接性	209
70. 试述不同奥氏体钢间以及奥氏体钢与铁素体钢间的熔焊焊接性	209
71. 试述珠光体钢与奥氏体钢间的熔焊焊接性	209
72. 试述复合钢的熔焊焊接性	209

73. 试述钢与铝及其合金的熔焊焊接性	210
74. 试述钢与铜及其合金的熔焊焊接性	210
75. 试述钢与镍及其合金的熔焊焊接性	210
76. 试述铜与铝的熔焊焊接性	211
77. 试述铜与镍及其合金的熔焊焊接性	211
78. 试述钛与铜及钛与铝的熔焊焊接性	211
79. 试述异种金属的电阻焊特点及其适用范围	211
80. 试述异种金属的电阻焊焊接性	211
81. 试述金属的堆焊焊接性	213
第6章 金属材料的压焊、钎焊和喷涂	214
第1节 金属材料的压焊	214
1. 试述低碳钢的电阻点焊工艺	214
2. 试述低碳钢的电阻凸焊工艺	214
3. 试述低碳钢的电阻缝焊工艺	215
4. 试述淬火钢的电阻点焊和凸焊工艺	216
5. 试述淬火钢的电阻缝焊工艺	216
6. 试述镀层钢的电阻点焊工艺	217
7. 试述镀层钢的电阻缝焊工艺	217
8. 试述镀层钢的电阻凸焊工艺	217
9. 试述不锈钢和高温合金的电阻点焊工艺	219
10. 试述不锈钢和高温合金的电阻缝焊工艺	219
11. 试述不锈钢和高温合金的电阻凸焊工艺	219
12. 试述铝及铝合金的电阻点焊工艺	223
13. 试述铝及铝合金的电阻缝焊工艺	225
14. 试述铜及铜合金的电阻焊工艺	225
15. 试述钛及钛合金的电阻焊工艺	225
16. 试述钢及有色金属的对焊工艺	228
17. 试述异种金属的电阻焊工艺	231
第2节 金属材料的钎焊	232
18. 试述下列钎焊方法的定义: 烙铁钎焊、火焰钎焊、电阻钎焊、电弧钎焊、感应钎焊、 浸渍(沾)硬钎焊、浸渍(沾)软钎焊、炉中钎焊、超声波钎焊、红外线钎焊、扩 散钎焊、摩擦钎焊、波峰浇注软钎焊、放热反应硬钎焊	232
19. 试述碳钢及低合金钢的钎焊工艺	233
20. 试述工具钢及硬质合金的钎焊工艺	233
21. 试述铸铁的钎焊工艺	234
22. 试述不锈钢的钎焊工艺	234
23. 试述铝及铝合金的钎焊工艺	234
24. 试述铜及铜合金的钎焊工艺	235
第3节 金属材料的喷涂	236
25. 试述金属材料热喷涂的工艺流程	236
26. 金属材料热喷涂前的表面清洗有哪些方法?	236
27. 金属材料热喷涂前对表面预加工有何要求?	236

28. 金属材料热喷涂前的表面粗化处理有何作用? 表面粗化有哪些方法?	236
29. 为什么要喷涂打底结合层? 对打底结合层和打底结合层喷涂材料有何要求?	236
30. 预热对喷涂有何作用? 对预热有哪些要求?	237
31. 对工作涂层的喷涂有何要求?	237
32. 为什么要进行喷涂后的封孔处理? 试述常规封孔处理使用的封孔剂及工艺要点	237
第7章 金属材料的热切割	239
第1节 热切割工艺概述	239
1. 试述下列热切割及气刨方法的定义: 热切割、气割、氧熔剂切割、氧矛切割、碳弧切割、等离子弧切割、激光切割、数控切割、仿形切割、水下切割、碳弧气刨、火焰气刨、火焰穿孔	239
2. 试述热切割方法的类型及其适用范围	239
3. 试述主要热切割方法的综合切割性能比较	239
4. 试述主要热切割方法的切割速度比较	239
5. 试述主要金属材料的气割性	241
6. 试述等离子弧切割的种类及其应用	241
7. 试述各类等离子弧切割性能的比较	242
8. 试述各类材料的激光(CO ₂ 激光器)切割性	243
第2节 主要材料的热切割工艺	243
9. 试述氧乙炔切割低碳钢的切割参数	243
10. 试述氧丙烷切割低碳钢的切割参数	244
11. 如何确定高碳钢和合金钢气割前的预热温度?	245
12. 试述铸铁氧熔剂切割的切割参数	246
13. 试述氧弧切割工艺	246
14. 试述 MIG 电弧切割工艺	246
15. 等离子弧切割时对离子气有哪些要求? 如何选择?	247
16. 等离子弧切割有哪些切割参数? 如何选择?	247
17. 试述等离子弧切割不锈钢时的切割参数	248
18. 试述等离子弧切割铝时的切割参数	248
19. 试述等离子弧切割铜时的切割参数	248
20. 空气等离子弧切割有哪些切割参数?	248
21. 水再压缩等离子弧切割有哪些切割参数?	250
22. 激光切割有哪些主要切割参数? 其影响如何?	251
23. 试述不同材料激光切割的切割条件	252
第8章 焊接应力与变形	254
第1节 焊接应力与变形的概念及其产生原因	254
1. 试述焊接应力与变形的产生原因	254
2. 焊接变形有哪些形式? 焊接变形与焊接残余变形有何区别?	254
3. 何谓纵向收缩变形? 有哪些影响因素?	254
4. 何谓横向收缩变形? 有哪些影响因素?	254
5. 何谓角变形? 有哪些影响因素?	255
6. 何谓弯曲(挠曲)变形? 产生弯曲(挠曲)变形的原因何在?	255
7. 试述焊缝波浪变形、扭曲变形和错边变形的形态及其产生原因	256

8. 焊接应力可分为哪几种? 焊接应力与焊接残余应力有何区别?	256
第2节 焊接残余变形的控制及焊接残余应力的消除	257
9. 焊接残余变形可采取哪些工艺措施予以控制?	257
10. 何谓焊接残余变形的冷矫正? 可采取的冷矫正方法有哪些?	258
11. 何谓焊接残余变形的热矫正? 可采取的热矫正方法有哪些?	260
12. 减小焊接残余应力有哪些设计措施?	261
13. 减小焊接残余应力有哪些工艺措施?	262
14. 消除焊接残余应力有哪些方法?	263
第9章 焊接缺陷(焊接缺欠)	264
第1节 焊接缺陷及其产生原因和防止措施	264
1. 何谓焊接缺陷? 何谓焊接缺欠? 焊接缺陷与焊接缺欠有何区别?	264
2. 焊接缺陷(焊接缺欠)如何分类?	264
3. 试述焊接接头形状或焊缝几何尺寸不符合要求的原因	264
4. 试述工艺焊接缺陷(焊接缺欠)的产生原因	266
5. 试述焊接气孔的产生原因	266
6. 试述焊接裂纹的产生原因	266
7. 试述工艺焊接缺陷(焊接缺欠)的防止措施	267
8. 试述焊接气孔的防止措施	268
9. 试述焊接裂纹的防止措施	268
第2节 焊接缺陷的检验及返修	269
10. 焊接检验方法是如何分类的?	269
11. 如何进行焊接接头的密封性试验?	269
12. 耐压试验的目的何在? 如何进行焊接接头的耐压试验?	270
13. 焊缝无损探伤的目的何在? 试述常用焊缝无损探伤方法的特点和适用范围	271
14. 试述焊缝和焊接接头破坏性检验的目的和主要内容	271
15. 焊接缺陷对焊接结构有何影响?	272
16. 如何对待已发现的焊接缺陷或焊接缺欠?	272
17. 对焊接缺陷的返修有哪些要求?	272
18. 试述常规返修程序及返修操作注意事项	272
第10章 焊接安全生产和劳动保护	274
第1节 焊接安全生产	274
1. 试述焊接安全生产的重要性	274
2. 试述常规电弧焊安全操作要求及焊条电弧焊的安全操作规程	274
3. 试述埋弧焊的安全操作规程	275
4. 试述氩弧焊的安全操作规程	275
5. 试述等离子弧焊与切割的安全操作规程	275
6. 试述电阻焊的安全操作规程	276
7. 试述气焊与气割的安全操作规程	276
8. 试述氧气瓶的使用安全技术	277
9. 试述溶解乙炔气瓶的使用安全技术	277
10. 试述液化石油气瓶的使用安全技术	278
11. 试述减压器的使用安全技术	278