

中国机械工程学会压力容器学会编



# 压力容器焊工问答

# 压力容器焊工问答

中国机械工程学会压力容器学会 编



机械工业出版社

## 内 容 提 要

本书是为配合劳动人事部和各主管部门对压力容器制造厂和现场安装单位的检查、验收并发放“制造许可证”，举办焊工培训班而编写的。

本书的特点是以讲解压力容器常用的一些标准、规范的形式，结合多年的生产实践和一些科研成果的介绍，将压力容器常用钢材、焊材、制造工艺、焊接和检验等环节有机的揉合在各章节之中。叙述时深入浅出，使人明瞭易懂。书中十三章正文以问答的形式书写，重点突出，寻找方便。另外，收集了一些与压力容器有关的规程和标准的题录以及全国锅炉、压力容器青年焊工比赛的实际操作和基础理论考试的试题。还将压力容器焊工考试规则等附录于后，以供参考。

本书可供从事压力容器设计、制造、焊接、检验的工程技术人员阅读，也可作为焊工自学和焊工培训的参考教材。

## 压力容器焊工问答

中国机械工程学会压力容器学会 编

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南里一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第117号）

化工印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $6^{1/4}$ ·字数140千字

1986年8月北京第一版·1986年8月北京第一次印刷

印数00,001—13,330·定价1.45元

统一书号：15033·6274

## 前 言

压力容器是石油化工、冶金、轻工、城建、能源等部门广泛应用的一种机械产品。随着国民经济的迅速发展，压力容器的数量不断增加，有很多容器是在极其苛刻的条件下运行的，存在恶性事故的危险。因此，对容器的质量要求也日益提高。目前国内某些厂压力容器产品质量还不够稳定，管理水平还不高，量大面广的中低压容器事故率尤其高，这涉及到对容器的管理与知识的普及。

劳动人事部已相继颁发了“压力容器安全监察规程”、“锅炉压力容器焊工考试规则”以及国务院颁发的“锅炉压力容器安全监察暂行条例”等文件，并发放压力容器“制造许可证”。对提高压力容器焊接质量，保证容器的安全性和可靠性起到积极作用。

为配合劳动人事部和各主管部对压力容器制造厂的检查、验收。我们结合对一些大、中型三类容器制造厂的资格复审工作；综合了一些研究成果和生产实践经验；举办了几期焊工培训班；组织了全国压力容器焊工比赛。在这个基础上，编写了“压力容器焊工问答”。

本书共十三章，包括容器的基本知识、焊接冶金原理、钢材、焊材、工艺、设备、应力和变形、接头型式和焊缝代号及其标注方法、焊接工艺评定、焊接缺陷和焊接检验等。特别是结合实际介绍了容器的标准和规范在焊制容器上的应用以及“焊工考试规则”的有关问题。

本书编写成员是：第一、二、三章李平瑾；第四章李贤芬和王举斌；第五章王举斌；第六章张金禄；第七、十一章许凤兰；第八章蔡启文；第九、十、十三章戈兆文；第十二章顾瑞德。由李平瑾、王举斌修改定稿。由于我们水平有限，缺点错误在所难免，请读者批评、指正。

本书可供从事压力容器的工程技术人员以及焊工阅读，也可作为焊工培训的参考教材之一。

编者 1984.12

# 目 录

|                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 第一章 压力容器的基本知识                                                                                  | 1  |
| 1-1. 什么叫压力容器? 压力容器如何分类?                                                                        | 1  |
| 1-2. 压力容器主要由哪几部分构成?                                                                            | 2  |
| 1-3. 焊接结构设计中如何对压力容器的焊接接头分类?                                                                    | 3  |
| 1-4. “监察规程”对容器的适应范围如何?                                                                         | 4  |
| 1-5. “监察规程”中规定的各类容器的使用范围是什么?                                                                   | 4  |
| 1-6. 第三类容器的制造和检验有何特殊要求?                                                                        | 5  |
| 1-7. 什么情况下钢板要逐张进行超声波探伤?                                                                        | 6  |
| 1-8. 什么情况下要进行焊接工艺评定?                                                                           | 6  |
| 1-9. 哪些容器要做产品焊接试板?                                                                             | 7  |
| 1-10. 哪些容器应进行热处理?                                                                              | 7  |
| 1-11. 什么情况下, 容器焊缝须经100%射线或超声波探伤?<br>其合格标准如何?                                                   | 8  |
| 1-12. 容器制成后, 耐压和致密性试验的压力和温度有何规定?                                                               | 9  |
| 1-13. 压力容器制造单位应具备哪些条件才能生产?                                                                     | 9  |
| 1-14. 压力容器制造单位如何审批? 压力容器制造许可证有<br>效期为几年?                                                       | 10 |
| 第二章 钢材的基本知识                                                                                    | 11 |
| 2-1. 什么叫碳素钢? 有几种?                                                                              | 11 |
| 2-2. 什么叫沸腾钢? 什么叫镇静钢?                                                                           | 11 |
| 2-3. 沸腾钢 (A3 F) 的适用范围如何?                                                                       | 11 |
| 2-4. 什么叫普低钢? 为何在压力容器中得到广泛的应用?                                                                  | 12 |
| 2-5. A3、A Y 4、A3F、20g、16MnR、16MnDR、16MnC、<br>18MnMoNbR、15MnVgC、OCr18Ni9各属<br>哪种钢? 其中各字母代表什么意义? | 13 |
| 2-6. 纳入“设计规定”和有关标准的压力容器常用钢材<br>有哪些?                                                            | 13 |

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2-7. 列举几种常用压力容器钢材的化学成分                                                                            | 14 |
| 2-8. 什么是金属的机械性能? 有哪些指标?                                                                           | 15 |
| 2-9. 列举A3F、A3、A3R、16Mn、16MnR、16MnG、16MnC、<br>16MnDR、15MnVR、15MnVgC、<br>18MnMoNbR 钢板的机械性能及其相应的钢板标准 | 15 |
| 2-10. 焊前的焊接工艺评定试板和容器制造时的产品焊接试板,<br>其焊接接头应做哪些机械性能?                                                 | 16 |
| 2-11. 容器钢有何特殊? 试比较A3和A3R的区别?                                                                      | 16 |
| 2-12. 为什么要控制钢中的硫、磷含量?                                                                             | 17 |
| 2-13. 10号钢和16MnR钢在常温下的金相组织是什么?<br>有何差异?                                                           | 18 |
| 2-14. 什么叫热处理? 焊接接头的热处理有几种?                                                                        | 18 |
| 2-15. 为什么要对焊接接头进行焊后热处理?                                                                           | 18 |
| 2-16. 压力容器用钢的韧性要求有何特殊?                                                                            | 20 |
| 2-17. 压力容器用得最广泛的低合金钢是什么? 其应用情况<br>如何? 目前还存在什么问题?                                                  | 20 |
| 2-18. 试举出强度较高, 综合性能较好的压力容器用高强度钢,<br>说明其应用情况以及存在的问题                                                | 21 |
| 2-19. 压力容器常用的中温用钢有哪些? 现状如何?                                                                       | 22 |
| 2-20. 新制定的低温压力容器用低合金钢厚钢板技术条件<br>GB 3531—83列入哪些钢号? 该标准与YB 536—69<br>有哪些主要差异?                       | 23 |
| 2-21. 压力容器常用的不锈钢有哪几类?                                                                             | 24 |
| 2-22. 化工石油常用的不锈钢有哪些? 其使用范围如何?                                                                     | 24 |
| 2-23. 什么叫不锈钢的晶间腐蚀? 检验其敏感性的试验方法<br>有哪些?                                                            | 25 |
| 2-24. 压力容器锻件技术条件JB 755—73包括哪些钢种? 锻件<br>如何分级?                                                      | 27 |
| 2-25. JB 755—73对锻件超声波探伤有何规定?                                                                      | 27 |
| 2-26. 压力容器锻件技术条件的修订情况如何? 修订版与原版<br>的主要差异有哪些?                                                      | 28 |
| 2-27. JB 755修订版对低温用钢锻件的特殊要求是什么?                                                                   | 29 |

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| <b>第三章 焊接冶金原理和焊接性</b> .....                  | 31 |
| 3-1. 什么是焊接冶金过程? 它与炼钢有何不同? .....              | 31 |
| 3-2. 焊缝金属凝固过程怎样? .....                       | 31 |
| 3-3. 焊缝金属氧化的后果如何? 如何防止? .....                | 31 |
| 3-4. 氮对焊缝金属有什么影响? 如何防止? .....                | 32 |
| 3-5. 氢对焊缝金属的有害作用是什么? .....                   | 32 |
| 3-6. 什么叫焊接接头? 它是怎样形成的? .....                 | 32 |
| 3-7. 低碳钢焊缝热影响区的组织和性能怎样? .....                | 32 |
| 3-8. 低合金高强度钢在焊接热循环作用下的组织和性能<br>变化情况怎样? ..... | 33 |
| 3-9. 什么叫钢材的焊接性? 如何用碳当量来评定钢材的<br>焊接性? .....   | 34 |
| 3-10. 评定焊接性常用的方法有哪些? .....                   | 35 |
| 3-11. 以18MnMoNb钢为例, 进行焊接性分析 .....            | 36 |
| <b>第四章 焊接材料</b> .....                        | 37 |
| 4-1. 电焊条有什么作用? .....                         | 37 |
| 4-2. 焊条怎样分类? .....                           | 37 |
| 4-3. 焊条用钢是怎样分类和编号的? .....                    | 37 |
| 4-4. 焊条药皮的主要作用是什么? .....                     | 38 |
| 4-5. 焊条药皮中有哪些组成物? 各起什么作用? .....              | 38 |
| 4-6. 酸性焊条的特点是什么? 其应用范围如何? .....              | 39 |
| 4-7. 碱性焊条的特点是什么? 其应用范围如何? .....              | 39 |
| 4-8. 焊条牌号是怎样编制的? .....                       | 39 |
| 4-9. 手工电焊条的规格怎样表示? .....                     | 41 |
| 4-10. 如何正确选用电焊条? .....                       | 41 |
| 4-11. 怎样保管焊条? .....                          | 42 |
| 4-12. 使用焊条应注意哪些事项? .....                     | 43 |
| 4-13. 埋弧焊焊剂怎样分类? .....                       | 43 |
| 4-14. 焊剂牌号是怎样编制的? .....                      | 43 |
| 4-15. 压力容器常用焊剂有哪些? .....                     | 44 |
| 4-16. 焊剂使用时应注意些什么? .....                     | 45 |
| 4-17. 如何选择压力容器常用钢材的焊接材料? .....               | 45 |

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 4-18. 常用的奥氏体不锈钢焊条有哪些? 用在什么场合? ..... | 46 |
| 4-19. 氩弧焊用的氩气纯度有什么要求? .....         | 47 |
| 4-20. 氩弧焊的电极应选用什么材料? .....          | 47 |

## 第五章 焊接设备.....48

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| 5-1. 什么叫焊接电源? 它与普通电源有什么区别? .....                    | 48 |
| 5-2. 什么叫焊接电流和焊接电压? .....                            | 48 |
| 5-3. 电焊机怎样分类? .....                                 | 48 |
| 5-4. 电焊机型号如何表示? 试举例说明 .....                         | 49 |
| 5-5. 什么叫焊接电源的外特性? 为什么焊接电源大部分都具有陡降的外特性? .....        | 50 |
| 5-6. 什么叫焊接电弧的静特性? 电弧长度与焊接电压有什么关系? .....             | 51 |
| 5-7. 什么叫焊接电源的动特性? .....                             | 51 |
| 5-8. 什么叫焊接电源的暂载率? .....                             | 52 |
| 5-9. 手工电弧焊对焊接电源的技术要求有哪些? .....                      | 53 |
| 5-10. 直流电焊机为什么要选择极性? 如何鉴别电焊机极性? .....               | 54 |
| 5-11. 使用焊接电源要注意哪些事项? .....                          | 54 |
| 5-12. 简述BX1—330交流焊机的构造和工作原理以及电流调节方法 .....           | 54 |
| 5-13. 试述AX—320—1直流弧焊机的主要构造、简单工作原理、电流调节方法和适用范围 ..... | 56 |
| 5-14. 简述ZXG—300型硅整流焊机的结构 .....                      | 57 |
| 5-15. 试述自动埋弧焊机的主要结构 .....                           | 57 |
| 5-16. 手工钨极氩弧焊机有哪几部分组成? .....                        | 58 |
| 5-17. 氧—乙炔焊接设备由哪些部分组成? .....                        | 58 |
| 5-18. 交流电焊机有哪些常见故障及排除方法? .....                      | 59 |
| 5-19. 旋转式直流电焊机有哪些常见故障及消除方法? .....                   | 59 |
| 5-20. 硅整流焊机有哪些常见故障及消除方法? .....                      | 60 |
| 5-21. 手工钨极氩弧焊机有哪些常见故障及消除方法? .....                   | 61 |

## 第六章 焊接变形和应力.....62

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 6-1. 何谓焊接残余变形和残余应力? .....         | 62 |
| 6-2. 焊件焊后为什么会产生焊接残余变形和残余应力? ..... | 62 |

|            |                                                                                                                            |           |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6-3.       | 在压力容器的焊接中常出现哪些变形? .....                                                                                                    | 63        |
| 6-4.       | 焊接变形和应力对压力容器的质量有什么影响? .....                                                                                                | 63        |
| 6-5.       | 影响焊接变形的因素有哪些? 如何控制焊接变形? .....                                                                                              | 63        |
| 6-6.       | 矫正焊接变形有哪些方法? .....                                                                                                         | 65        |
| 6-7.       | 采取哪些措施可以减小和消除焊接应力? .....                                                                                                   | 65        |
| <b>第七章</b> | <b>接头型式、焊缝代号及其标注</b> .....                                                                                                 | <b>68</b> |
| 7-1.       | 焊接结构常用的焊接接头有哪些基本型式? .....                                                                                                  | 68        |
| 7-2.       | 常用手工电弧焊、熔剂层下自动焊、半自动焊的坡口型式有哪些? .....                                                                                        | 69        |
| 7-3.       | 写出 $\delta$ 、 $a$ 、 $b$ 、 $p$ 、 $c$ 、 $R$ 、 $L$ 、 $e$ 、 $K$ 、 $d$ 、 $S$ 、 $n$ 、 $H$ 、 $h$ 等焊缝尺寸符号的名称, 并作图, 指出用在什么部位? ..... | 70        |
| 7-4.       | 压力容器常用角焊缝坡口型式及基本尺寸如何? .....                                                                                                | 71        |
| 7-5.       | 常用焊接方法字母如何表示? .....                                                                                                        | 74        |
| 7-6.       | $\mid$ 、 $\nabla$ 、 $\gamma$ 、 $\cup$ 、 $\square$ 、 $\square$ 、 $\square$ 等焊缝符号各表示什么? 焊缝型式如何? 试画图表示之 .....                 | 74        |
| 7-7.       | 常用焊缝的辅助符号—— $\sim$ 、 $\cup$ 、 $\cap$ 、 $\bigcirc$ 、 $\triangle$ 等各表示什么? 试作图加以说明 .....                                      | 75        |
| 7-8.       | 在图纸标注中引出线如何画法? .....                                                                                                       | 76        |
| 7-9.       | 举例说明焊缝符号在横线上的位置 .....                                                                                                      | 76        |
| 7-10.      | 举例说明焊缝尺寸如何标注 .....                                                                                                         | 77        |
| 7-11.      | 不同厚度钢板对接时, 其坡口如何选择? .....                                                                                                  | 78        |
| <b>第八章</b> | <b>常用钢材的焊接工艺</b> .....                                                                                                     | <b>79</b> |
| 8-1.       | 手工电弧焊有什么特点? 应用如何? .....                                                                                                    | 79        |
| 8-2.       | 定位焊的特点是什么? 应注意哪些事项? .....                                                                                                  | 79        |
| 8-3.       | 焊条规格如何选择? .....                                                                                                            | 81        |
| 8-4.       | 焊接电流如何选择? .....                                                                                                            | 81        |
| 8-5.       | 焊接电流、电压和焊接速度对焊接质量有什么影响? .....                                                                                              | 81        |
| 8-6.       | 什么叫焊接线能量 (或称焊接热输入)? 如何计算? .....                                                                                            | 82        |
| 8-7.       | 怎样引燃电弧? 应如何运条? .....                                                                                                       | 82        |
| 8-8.       | 接头连接和收尾时, 应注意什么? .....                                                                                                     | 83        |
| 8-9.       | 防止低合金高强度钢焊接冷裂纹的主要工艺措施有哪些? .....                                                                                            | 83        |

|                                                    |           |
|----------------------------------------------------|-----------|
| 8-10. 防止热裂纹的主要工艺措施有哪些? .....                       | 83        |
| 8-11. 防止低合金高强度钢焊接再热裂纹的主要措施有哪些? .....               | 84        |
| 8-12. 防止层状撕裂的主要措施有哪些? .....                        | 84        |
| 8-13. 预热的主要作用是什么? 预热温度如何确定? .....                  | 84        |
| 8-14. 什么叫后热? 后热的主要作用是什么? .....                     | 85        |
| 8-15. 预热和后热的加热方法有哪些? 要求怎样? .....                   | 85        |
| 8-16. 焊后消除应力热处理的主要作用是什么? .....                     | 85        |
| 8-17. 气焊火焰有哪几种? 各有什么特点? .....                      | 86        |
| 8-18. 怎样正确选择气焊工艺规范? .....                          | 86        |
| 8-19. 氩弧焊有什么特点? 应用范围如何? .....                      | 87        |
| 8-20. 钨极氩弧焊用于耐热钢、合金钢、不锈钢等的焊接时,<br>为什么要选用正接法? ..... | 87        |
| 8-21. 钨极氩弧焊时, 氩气流量、喷嘴与工件间的距离和钨棒<br>伸出长度怎样选择? ..... | 87        |
| 8-22. 钨极的许用电流怎样选择? .....                           | 88        |
| 8-23. 怎样磨削钨极的端部? .....                             | 88        |
| 8-24. 什么叫焊缝形状系数? 它对焊缝质量有什么影响? .....                | 89        |
| 8-25. 自动焊的焊接规范参数对于焊缝形状影响怎样? .....                  | 89        |
| 8-26. JB 741—80中对焊缝返修有何规定? .....                   | 90        |
| 8-27. 钢制压力容器制造中, 焊接缺陷需要返修时, 其返修的<br>要求是什么? .....   | 91        |
| 8-28. 中碳钢焊接时有哪些特点? .....                           | 92        |
| 8-29. 低合金高强度钢焊接有什么特点? .....                        | 92        |
| 8-30. 珠光体耐热钢焊接时应考虑哪些问题? .....                      | 93        |
| 8-31. 18—8型铬镍奥氏体不锈钢焊接的工艺要点有哪些? .....               | 93        |
| 8-32. 什么是异种钢焊接接头? 举例说明异种钢焊接的工艺<br>要求 .....         | 94        |
| 8-33. 奥氏体钢与珠光体钢焊接时存在哪些问题? .....                    | 96        |
| <b>第九章 焊接工艺评定</b> .....                            | <b>97</b> |
| 9-1. 什么叫焊接工艺评定? .....                              | 97        |
| 9-2. 为什么要进行焊接工艺评定? .....                           | 97        |
| 9-3. 什么叫基本因素、补加因素和次要因素? .....                      | 97        |

|                                                              |            |
|--------------------------------------------------------------|------------|
| 9-4. 如何进行焊接工艺评定? PQR和WPS的具体内容有何差异?                           | 98         |
| 9-5. 我国压力容器焊接工艺评定标准情况如何? 与美国ASME《锅炉压力容器规范》第九篇《焊接和钎焊评定》有什么不同? | 98         |
| 9-6. 焊接性能试验、焊接性试验、焊接工艺评定有什么不同? 关系如何?                         | 99         |
| 9-7. 焊接工艺评定与产品焊接试板有什么区别?                                     | 100        |
| 9-8. 进行焊接工艺评定要注意哪些问题?                                        | 100        |
| 9-9. 各种焊接方法的焊接工艺参数有哪些?                                       | 100        |
| 9-10. 评定标准中钢材为什么要划分类别、组别? 是按照什么原则划分的? 在评定时有哪些规定?             | 101        |
| 9-11. 工艺评定适用的母材最大厚度一般为试件厚度的两倍, 其范围是否太宽了?                     | 103        |
| 9-12. 如何理解补加因素?                                              | 104        |
| 9-13. 焊接工艺评定的对象是什么?                                          | 104        |
| 9-14. 各类焊缝在评定时检验项目有哪些?                                       | 104        |
| 9-15. 在压力容器产品上哪些焊缝要评定? 哪些焊缝可以不评定?                            | 105        |
| 9-16. 对于进口钢材如何分类、分级?                                         | 105        |
| <b>第十章 焊接缺陷</b>                                              | <b>106</b> |
| 10-1. 在压力容器制造中, 焊接缺陷有哪些?                                     | 106        |
| 10-2. 什么叫冷裂纹? 其主要影响因素有哪些? 它在哪些类型钢中容易产生?                      | 106        |
| 10-3. 什么叫延迟裂纹?                                               | 107        |
| 10-4. 什么叫热裂纹? 产生原因有哪些?                                       | 107        |
| 10-5. 什么叫再热裂纹? 其形成机理是什么?                                     | 107        |
| 10-6. 什么叫层状撕裂? 怎样产生的?                                        | 107        |
| 10-7. 气孔形成的原因是什么? 在手工和自动焊时, 怎样才能减少和避免气孔?                     | 108        |
| 10-8. 什么叫夹渣? 夹渣的原因有哪些?                                       | 108        |
| 10-9. 防止夹渣的措施有哪些?                                            | 109        |

|                                                                             |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10-10. 什么叫未焊透?产生未焊透的原因是什么? .....                                            | 109        |
| 10-11. 咬边有什么危害性? .....                                                      | 109        |
| 10-12. 为什么焊缝尺寸也要符合规定? .....                                                 | 109        |
| 10-13. 焊接缺陷对压力容器有哪些危害? .....                                                | 110        |
| 10-14. 清除焊接缺陷常采用哪些方法? .....                                                 | 110        |
| 10-15. 哪些钢种可以使用碳弧气刨清除缺陷? .....                                              | 110        |
| <b>第十一章 焊接质量检验</b> .....                                                    | <b>111</b> |
| 11-1. 如何进行焊接质量检验? .....                                                     | 111        |
| 11-2. 简述探伤对压力容器安全使用的重要性 .....                                               | 112        |
| 11-3. 什么是着色探伤与荧光探伤?其适用范围及优缺点 .....                                          | 112        |
| 11-4. 磁粉探伤的原理、适用范围及特点 .....                                                 | 113        |
| 11-5. 射线探伤的原理是什么?适用范围和特点 .....                                              | 113        |
| 11-6. 射线探伤时缺陷在底片上怎样辨认? .....                                                | 114        |
| 11-7. 射线探伤的质量标准如何规定?二级片不允许的缺陷<br>是什么? .....                                 | 114        |
| 11-8. 超声波探伤原理、适用范围和特点是什么? .....                                             | 115        |
| 11-9. 为什么对压力容器中的环缝、纵缝及角焊缝要提出不<br>同的探伤合格标准? .....                            | 115        |
| 11-10. GB3323—82《钢焊缝射线照相及底片等级分类法》<br>与JB928—67《焊缝射线探伤标准》的主要差异是<br>什么? ..... | 116        |
| <b>第十二章 焊接安全技术</b> .....                                                    | <b>118</b> |
| 12-1. 为什么要学习焊接安全技术? .....                                                   | 118        |
| 12-2. 怎样防止触电事故? .....                                                       | 118        |
| 12-3. 常用气瓶分成哪几类?各用什么颜色来区分? .....                                            | 119        |
| 12-4. 氧气瓶爆炸的原因有哪些?怎样预防? .....                                               | 119        |
| 12-5. 电焊工在焊接时应防止哪些事故隐患? .....                                               | 120        |
| 12-6. 乙炔发生器发生爆炸的原因是什么? .....                                                | 121        |
| 12-7. 焊修盛有燃料的容器时,应注意什么? .....                                               | 121        |
| 12-8. 氩弧焊对人体造成哪些主要伤害?如何预防? .....                                            | 121        |

### 第十三章 关于锅炉压力容器焊工考试规则

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 的有关问题 .....                                                        | 124 |
| 13-1. 焊接哪些压力容器需要持有焊工合格证? .....                                     | 124 |
| 13-2. 焊工考试包括哪些内容? .....                                            | 124 |
| 13-3. 为什么说对焊工进行考试, 是保证压力容器焊接质量<br>的一项重要措施? .....                   | 124 |
| 13-4. 学徒的焊工, 具有一定的技术水平, 能不能参加考试? .....                             | 125 |
| 13-5. 对于操作技能熟练、文化水平较低的老焊工, 能否用<br>口试进行基本知识的考试? .....               | 125 |
| 13-6. 为什么埋弧自动焊焊工要考板状试件的手工平焊? .....                                 | 125 |
| 13-7. “锅炉压力容器焊工考试规则”中, 为什么规定外径为32~<br>60mm的管状试件是四个, 管板试件是两个? ..... | 126 |
| 13-8. 手工电弧焊的板状试件为什么要单面焊? .....                                     | 126 |
| 13-9. 焊工操作技能考试不合格能否补考? .....                                       | 126 |
| 13-10. 压力容器焊工重新考试如何规定? .....                                       | 126 |
| 后记一. 与压力容器焊接有关的规程和标准 .....                                         | 128 |
| 一. 焊接各种结构的压力容器都应遵循的标准 .....                                        | 128 |
| 二. 针对不同结构或材料的压力容器制造而制定的标准 .....                                    | 128 |
| 三. 压力容器用钢材的技术标准 .....                                              | 129 |
| 四. 压力容器的维护与检修规程 .....                                              | 129 |
| 五. 涉及到与压力容器焊接材料、焊接接头型式、焊接试验与<br>检验等有关的标准 .....                     | 130 |
| 六. 一些与压力容器有关的外国规程和标准 .....                                         | 131 |
| 后记二. 部分焊工比赛实际操作考试项目和基本知识<br>考试试题 .....                             | 132 |
| 一. 全国锅炉、压力容器制造业手工焊接技术表演赛 .....                                     | 132 |
| I. 实际操作考试项目及其检验要求 .....                                            | 132 |
| II. 理论考试试题及答案 .....                                                | 135 |
| 二. 全国锅炉行业青年焊工焊接表演赛 .....                                           | 143 |
| I. 实际操作考试项目及其检验要求 .....                                            | 143 |
| II. 基本知识考试试卷 .....                                                 | 146 |

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 三. 全国压力容器制造行业青年焊工焊接表演赛.....      | 149 |
| I. 实际操作考试项目及其检验要求.....           | 149 |
| II. 实际操作考核评分细则.....              | 152 |
| III. 基本知识考试试卷及答案.....            | 158 |
| 四. 机械部合肥通用机械研究所焊工培训基础知识考试试题..... | 164 |
| 附录一. 《锅炉压力容器焊工考试规则》.....         | 168 |
| 附录二. 《锅炉压力容器焊工考试规则》问答.....       | 188 |

# 第一章 压力容器的基本知识

## 1-1. 什么叫压力容器？压力容器如何分类？

容器按所承受压力的高低分为常压容器和压力容器两大类，按一机部、石油部和化工部的“钢制石油化工压力容器设计规定”（以下简称“设计规定”）和“钢制焊接压力容器技术条件”（JB741—80）：设计压力低于  $\frac{100}{(Dg+10)^2} \text{kgf/cm}^2$  的

容器称为常压容器；反之，等于或大于上述两个数值的称为压力容器。原国家劳动总局颁发的“压力容器安全监察规程”（以下简称“监察规程”）规定：最高工作压力  $P_w \geq 1 \text{kgf/cm}^2$ （不包括液体静压力）的称为压力容器。

压力容器的分类方法很多，在“监察规程”中：

（一）按工作压力  $P$  分为低压、中压、高压和超高压四类：

- （1）低压容器  $1 \leq P < 16 \text{kgf/cm}^2$
- （2）中压容器：  $16 \leq P < 100 \text{kgf/cm}^2$
- （3）高压容器：  $100 \leq P < 1000 \text{kgf/cm}^2$
- （4）超高压容器：  $P \geq 1000 \text{kgf/cm}^2$

（二）按容器在生产工艺过程中的作用，分为：反应器、换热器、分离容器和贮运容器。

（三）按容器的设计温度分为低温、常温和高温三类：

---

⊖  $1 \text{kgf/cm}^2 = 0.0980665 \text{MPa}$ ——下同

当设计温度 $< -20^{\circ}\text{C}$ 时为低温容器；设计温度 $> 450^{\circ}\text{C}$ 时为高温容器。而“设计规定”中对高温容器的温度界限无明确规定，这主要考虑钢材的蠕变温度范围与钢种有关，碳素钢的操作温度超过 $300 \sim 350^{\circ}\text{C}$ ，低合金钢超过 $350 \sim 400^{\circ}\text{C}$ ，均可能发生蠕变。

## 1-2. 压力容器主要由哪几部分构成？

压力容器一般构造有：筒体、封头、法兰、密封元件、开孔与接管以及支座六大部分构成外壳。对于储存容器，外壳即是容器；而反应、换热、分离等容器，还需装入工艺所需内件，才能构成完整的容器。如图1-1

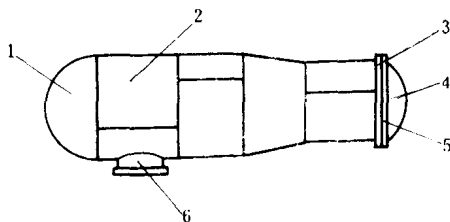


图 1-1

1—封头 2—筒体 3—法兰 4—顶盖 5—密封元件  
6—开孔与接管

(1) 筒体：贮存或完成化学反应所需的压力空间，圆形筒体可分为整体式（容器壁在厚度方向是由一连续完整的材料构成，即所谓单层筒体，中低压容器由于壁厚较薄，多为整体式）和组合式两种（容器壁是由两层或两层以上的材料构成，如多层包扎、多层热套、多层绕板等）。