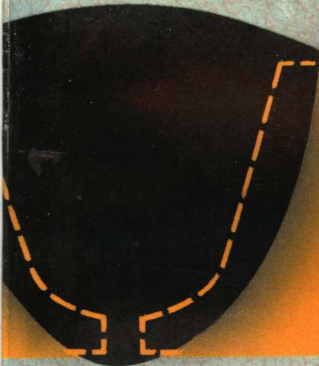


第二版

电力工业部建设协调司 编



焊工技术



问答



中国电力出版社

焊工技术问答

第二版

电力工业部建设协调司 编

中国电力出版社

内 容 提 要

本书是电力工业部建设协调司组织编写的。书中包括焊接和金属材料的基本知识,焊接材料,焊接设备和工具,焊接及气割工艺,焊接接头的热处理,焊接应力与变形,焊接缺陷与质量检验,焊接安全技术和焊接施工技术及验收规范等内容。

本书除供广大焊工自学用外,还可作为焊工培训辅助教材,同时,也可供其它从事焊接工作人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

焊工技术问答/电力工业部建设协调司编.-2版.-北京:
中国电力出版社,1997

ISBN 7-80125-386-8

I. 焊… II. 电… III. 焊接工艺-问答 IV. TG44-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 11281 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 邮政编码 100044)

三河市水利局印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1981 年 10 月第一版

1997 年 10 月第二版 1997 年 10 月北京第四次印刷

787 毫米×1092 毫米 32 开本 11.375 印张 236 千字

印数 214191—220280 册 定价 12.00 元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

前 言

焊接工作是工程建设的重要工艺，直接关系到工程质量和设备的安全运行。随着生产技术的日益发展，对焊接工作的要求也越来越高。

由于目前焊接工作还多以手工焊接为主，焊接质量主要取决于焊工的技术水平。因此，焊工必须加强焊接理论知识的学习和操作技能的训练，并要进行一定的培训，以巩固和提高焊接技术水平。电力工业部于一九七九年颁发了《电力生产与火电建设工人技术等级标准》，明确了对二至八级焊工技术评定和培训的要求。为了加强焊工的培训，满足焊工学习的需要，依据电力工业部和第一机械工业部工人技术等级标准对二至八级焊工应知应会的要求，我局组织编写了《焊工技术问答》一书。参加本书编写工作的有：电力工业部第二电力建设工程局王炳煜、武汉水利电力学院钱昌黔、天津电力建设公司齐绪伯等同志。初稿完成后，曾广泛听取焊工意见，并经两次审稿会审查，最后由钱昌黔同志修改定稿。

本书可供电力工业部门二至八级焊工学习，也可供其它工业部门焊工学习参考。

电力工业部电力建设总局

1981年3月

再 版 前 言

《焊工技术问答》一书，自 1981 年出版以来，深受各焊接培训中心和广大焊工的欢迎，发行逾 20 万册，对焊工培训起到了积极有力的作用。近年来由于焊接新设备、新材料、新工艺的不断出现和焊接有关标准的变动，该书的内容已不能完全满足焊工技能培训和自学的需要，必须进行修改和增补。

为了做好该书的修编再版工作，部建设协调司委托天津电力局焊培中心承担这一工作。该培训中心成立了以赵树华为组长的修编小组，参加该书修编工作的有张信林、尚承伟、左义生、胡庆等。全书修编后邀请电力工业部曹阳、李卫东等 10 多位焊接专家审稿，最后由赵树华、张信林高级工程师定稿。

本书出版后，可作为焊工上岗、转岗、定级、晋级培训考核的辅助教材，也可供初级、中级、高级焊工自学之用。

由于参加修编人员水平所限，错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

电力工业部建设协调司

1997 年 6 月

目 录

前 言

再版前言

第一章 焊接基本知识

一、焊接及其分类	1
1. 金属的联接方法有几种?	1
2. 什么叫焊接? 与铆接相比有何优缺点?	1
3. 焊接方法分为哪几类?	1
4. 什么叫熔化焊?	2
5. 什么叫电弧焊? 它包括哪几种方法?	2
6. 什么叫手工电弧焊? 其特点及应用范围怎样?	3
7. 什么叫螺柱焊?	3
8. 什么叫气体保护焊? 它分为哪几种?	3
9. 什么叫埋弧焊? 其特点及应用范围怎样?	4
10. 什么叫等离子弧焊?	5
11. 什么叫气焊?	6
12. 什么叫铝热焊?	7
13. 什么叫电渣焊? 它分为哪几种?	7
14. 什么叫电子束焊?	7
15. 什么叫激光焊?	8
16. 什么叫压力焊? 它有哪些?	8
17. 什么叫电阻点、缝焊?	9
18. 什么叫电阻对焊?	9
19. 什么叫超声波焊?	10
20. 什么叫爆炸焊?	10

21. 什么叫扩散焊?	11
22. 什么叫摩擦焊?	11
23. 什么叫高频焊?	11
24. 什么叫钎焊? 试说明其特点及适用范围	12
25. 钎焊是如何分类的?	12
26. 什么叫喷涂? 喷涂有哪几种方法?	13
27. 什么叫热切割? 它有几种方法?	13
28. 什么叫碳弧气刨? 其有何用途?	13

二、焊接接头的基本概念

29. 什么叫焊接接头? 它是怎样形成的?	14
30. 什么叫熔合区和熔合线? 其性能有何特点?	14
31. 什么叫热影响区? 对焊接质量有何影响?	14
32. 什么叫焊接热过程? 其特点是什么?	15
33. 焊接时焊接区的温度是怎样分布的?	15
34. 什么叫焊接热循环? 其主要参数有哪些?	15
35. 什么叫焊接线能量? 其计算公式怎样?	16
36. 焊接线能量对接头性能有何影响?	16
37. 什么叫熔合比?	17
38. 什么是焊接冶金过程? 它与金属冶炼有什么不同?	17
39. 什么叫熔池? 熔池结晶有何特点?	18
40. 什么叫焊缝的一次结晶?	18
41. 焊缝的柱状组织是怎样形成的?	18

三、焊接接头型式

42. 常用的焊接接头型式有哪几种?	19
43. 什么叫坡口? 什么叫坡口面? 什么叫坡口角度?	20
44. 焊缝坡口形式有哪些?	20
45. 坡口加工的方法有哪些?	20
46. 坡口、钝边和间隙各起什么作用?	20
47. 焊件的空间位置有哪些?	22

48. 什么叫船形焊法? 它有什么优点?	23
49. 不同壁厚的管件对接时有什么要求?	24
四、焊缝代号	25
50. 表示焊接方法的代号有哪些?	25
51. 什么叫焊缝代号? 它由哪几部分组成?	25
52. 表示焊缝的基本符号有哪些?	26
53. 表示焊缝的辅助符号有哪些?	28
54. 表示焊缝的补充符号有哪些?	28
55. 表示焊缝的尺寸符号有哪些?	30
56. 指引线由哪几部分组成? 用指引线怎样标注焊缝?	32
57. 焊缝尺寸符号的标注有哪些规定?	33
58. 怎样看焊接工作图? 试举例说明。	34

第二章 金属材料

一、金属的基本知识	36
1. 什么是金属? 纯金属与合金有什么不同?	36
2. 什么是钢? 它是怎样分类的?	36
3. 钢、铸铁、纯铁有什么不同?	36
4. 什么叫沸腾钢、镇静钢? 它们有什么不同?	37
5. 液态金属是怎样进行结晶的?	38
6. 焊缝金属的结晶有哪些特征?	38
7. 什么叫晶体? 常见的金属晶体结构有哪几种?	39
8. 什么叫 α -铁、 γ -铁和 δ -铁?	40
9. 什么叫同素异构转变?	40
10. 什么叫晶粒、晶界、晶粒度和本质晶粒度?	40
11. 什么是本质细晶粒钢和本质粗晶粒钢?	40
12. 为什么不同的钢奥氏体晶粒在加热时的长大 倾向不同?	41
二、铁-碳合金状态图	41

13. 什么叫组元、相和相变？	41
14. 合金的结构有几种？	42
15. 钢中的基本相有哪些？	43
16. 钢中的机械混合物有哪些？	43
17. 什么是铁-碳合金状态图？	46
18. 铁-碳合金状态图中有哪些特性点？	46
19. 铁-碳合金状态图中有哪些特性线？	47
20. 亚共析钢从液态冷却下来的结晶过程是怎样的？	47
21. 什么叫临界点？试说明铁-碳合金各临界点的含义。	48
22. 什么叫过热度和过冷度？	49
23. 实际相变温度与加热和冷却速度有什么关系？	49
24. 什么是奥氏体等温转变曲线图？它可分为哪 几个区域？	49
25. 什么是连续冷却转变曲线图？	51
26. 什么叫临界冷却速度？	51
27. 45 号钢连续冷却时的组织转变怎样？	52
28. 12 铬 1 钼钒钢连续冷却时的组织转变怎样？	53
29. 亚共析钢在加热时的组织是怎样转变的？	53
30. 合金钢的奥氏体化有些什么特点？	54
31. 钢冷却时怎样从奥氏体转变为珠光体？	55
32. 钢冷却时怎样从奥氏体转变为贝氏体？	56
33. 钢冷却时怎样从奥氏体转变为马氏体？	56

三、金属的性能

34. 金属材料的物理性能包括哪些？	57
35. 什么是金属材料的化学性能？	57
36. 金属材料的力学性能包括哪些？	58
37. 金属的工艺性能包括哪些？	60
38. 钢材的高温性能包括哪些？	60
39. 蠕变极限和持久强度有什么不同？	62

四、钢材的分类、牌号及用途	62
40. 什么是碳钢? 怎样分类?	62
41. 碳钢的编号方法是怎样的?	63
42. 碳素钢新旧牌号怎样对照?	64
43. 碳素结构钢的牌号及化学成分怎样?	65
44. 什么是普低钢? 怎样分类?	65
45. 合金钢的编号方法是怎样的?	67
46. 什么是低合金耐热钢? 它的性能怎样?	68
47. 常用的耐热钢有哪些?	68
48. 什么是高铬热强钢? 它的性能和用途怎样?	69
49. T91 和 P91 钢管的性能及使用情况怎样?	69
50. 什么是不锈钢? 可分哪几类?	69
51. 铸铁可分哪几类? 它的应用情况怎样?	70
52. 常用的锅炉钢板有哪些? 常用的锅炉钢管 有哪些? 怎样选用?	71
53. 国内外常用钢管牌号有哪些?	72
54. 为什么锅炉钢管要规定最高使用温度?	72
55. 锅炉高温零部件有哪些? 通常选用什么钢材?	75
56. 电站用的铸钢件有哪些? 应用范围怎样?	76
57. 汽轮机叶片常用钢种有哪些?	76
58. 汽轮机转子、主轴的常用钢种有哪些?	77
59. 工程上错用了钢材会产生什么后果?	78
60. 什么叫合金元素? 它们在钢中起什么作用?	78
61. 为什么钢材要控制硫、磷含量?	81

第三章 焊 接 材 料

一、电焊条	83
1. 电焊条有什么作用?	83
2. 什么叫电焊条的偏心度? 如何计算?	83

3. 焊条为什么要涂药皮?	84
4. 焊条药皮中有哪些组成物? 各起什么作用?	84
5. 什么叫焊条的型号和牌号?	85
6. 结构钢焊条型号的编制方法怎样?	85
7. 不锈钢焊条型号是如何编制的?	87
8. 焊条牌号是怎样编制的?	88
9. 焊条药皮有几种类型? 对焊接电源有什么要求?	89
10. 什么叫酸性焊条和碱性焊条? 它们有何区别?	90
11. 为什么碱性焊条又叫低氢型焊条?	90
12. 焊条合金成分过渡到焊缝金属中去的方式有哪 几种?	91
13. 电焊条是怎样分类的?	91
14. 怎样正确选用焊条?	92
15. 焊条的外观检查包括哪些内容?	92
16. 如何检查焊条药皮是否受潮?	93
17. 焊条的工艺性能有什么要求?	93
18. 怎样保管焊条?	93
19. 对焊条的烘焙有哪些要求?	94
20. 怎样计算焊条消耗量?	94
21. 怎样估算钢板各种接头型式的焊条消耗量?	96
二、焊丝	96
22. 焊丝起什么作用?	96
23. 焊丝是怎样分类的?	96
24. 焊丝牌号是怎样编制的?	97
25. 什么叫药芯焊丝? 其牌号是怎样编制的?	97
26. 碳钢焊丝中的化学元素有什么作用?	98
27. 对气焊丝有哪些要求?	99
28. 耐热钢气焊所用焊丝应如何选择?	99
29. 常用的焊接用钢丝有哪些?	99

30. 常用的埋弧焊丝有哪些类？	103
31. 试说明 CO_2 焊常用焊丝牌号和成分？	103
32. 怎样鉴定焊丝的质量？	104
33. 电站常用钢管的焊接材料怎样选用？	104
34. 怎样估算火电安装焊条（焊丝）的消耗量？	106

三、焊接用的气体

35. 焊接用的气体分哪几类？	106
36. 氧气具有什么性质？怎样制取？	106
37. 对焊接用的氧气有什么要求？	106
38. 乙炔气具有什么性质？怎样制取？	107
39. 乙炔气中含有哪些杂质？对焊接质量有什么影响？	107
40. 焊接用的乙炔气在什么情况下需要过滤？	

它是怎样过滤的？

41. 电石有什么特性？	108
42. 电石内含有哪些杂质？怎样评定电石的等级？	109
43. 为什么分解电石时要有充分的水？	109
44. 怎样估算电石的消耗量？	109
45. 氩气具有什么性质？怎样制取？	110

四、其它焊接材料

46. 焊剂分哪几类？有什么用途？	110
47. 什么叫熔炼焊剂、粘结焊剂和烧结焊剂？	110
48. 焊剂的烘焙温度是多少？	111
49. 怎样识别焊剂的牌号？	111
50. 怎样正确选用焊剂？	111
51. 熔剂分哪几种？各有什么作用？	112
52. 气焊熔剂应符合哪些要求？其牌号如何表示？	112
53. 钎焊熔剂的牌号如何表示？	113
54. 什么叫钎料？它分几类？牌号是如何编制的？	113
55. 堆焊合金粉末分哪几种？有什么用途？	114

第四章 焊接设备及工具

一、电工基础知识	115
1. 什么叫电?	115
2. 什么叫电流和电流强度?	115
3. 什么叫直流电流和交流电流?	115
4. 什么叫电流的周期和频率? 什么叫工频、中频 和高频?	116
5. 什么叫导体、半导体和绝缘体?	116
6. 什么叫电压和电阻?	117
7. 什么叫欧姆定律?	117
8. 什么叫电路? 有哪几种联接方法?	117
9. 什么叫短路和断路?	119
10. 什么叫电功、电功率?	119
11. 什么叫一度电?	120
12. 什么叫电流的热效应?	120
13. 什么叫磁性、磁场、磁力线和磁通量?	120
14. 什么叫磁化、剩磁?	121
15. 什么叫电流的磁效应?	121
16. 什么叫电磁感应?	121
17. 什么叫自感、互感?	122
二、电焊机及电焊工具	123
18. 手工电弧焊机分哪几类?	123
19. 电焊机型号是怎样标志的?	124
20. 对电焊机有什么要求?	125
21. 什么是电弧的静特性?	126
22. 什么是电焊机的外特性? 与电弧静特性有什么 关系?	126
23. 什么叫电焊机的动特性? 其好坏取决于什么?	127

24. 电焊机的调节特性指什么?	128
25. 电焊机的负载持续率(暂载率)怎样表示?	128
26. 如何识别电焊机铭牌?	128
27. BX1-330 型交流电焊机的构造和工作原理怎样?	128
28. 交流电焊机常见故障有哪些? 怎样消除?	130
29. 什么是旋转式直流电焊机? 怎样调节焊接电流?	131
30. 旋转式直流电焊机常见故障有哪些? 怎样消除?	132
31. ZXG 型硅整流式直流电焊机的构造怎样?	
如何调节焊接电流?	132
32. 什么叫逆变焊机? 试说明其工作原理。	133
33. ZX7-400 型焊机是如何调节电流的?	133
34. 硅整流式电焊机常见故障有哪些? 怎样消除?	134
35. 各类电焊机有何优缺点? 各适用于何种场合?	135
36. 如何正确选择电焊机?	135
37. 埋弧焊机由哪些部分组成? 如何分类的?	136
38. MZ-1000 型埋弧焊机的设计原理和适用范围怎样?	136
39. CO ₂ 气体保护焊机有哪几部分组成? 有哪些型号?	
送丝方式有几种?	136
40. 试说明 CO ₂ 气体保护焊的焊接控制程序。	137
41. 电焊工具及辅助工具有哪些? 怎样选用焊钳	
和护目玻璃?	137
42. 怎样选用焊接导线的截面积?	138
三、气焊设备及工具	139
43. 气焊设备由哪几部分组成?	139
44. 氧气瓶的结构怎样? 有哪几种规格?	139
45. 氧气瓶阀有哪几种?	139
46. 乙炔瓶的结构怎样?	140
47. 常用减压器有哪些? 有什么作用?	141
48. 正作用式和反作用式减压器哪一种好?	141

49. YQY-1 型氧气减压器的结构怎样?	143
50. YQE-222 型乙炔减压器的结构怎样?	144
51. 减压器常见的故障有哪些? 怎样消除?	144
52. 乙炔发生器可分哪几类?	145
53. 国产中压式乙炔发生器有哪些?	146
54. 对乙炔发生器有哪些要求?	146
55. Q3-1 型移动式中压乙炔发生器的结构怎样?	147
56. Q4-10 型固定式中压乙炔发生器的结构怎样?	148
57. Q4-10 型乙炔发生器是怎样调节乙炔压力的?	148
58. 回火防止器有什么作用? 可分哪几类?	150
59. 中压水封回火防止器的工作原理怎样?	150
60. 中压防爆膜干式回火防止器的构造和工作原理 怎样?	151
61. 焊炬有什么作用? 可分哪几类?	152
62. 射吸式焊炬的工作原理怎样?	152
63. H01-6 型射吸式焊炬的结构怎样?	153
64. 割炬的作用和结构怎样?	153
65. 为什么氧气和乙炔气胶管不能混用?	154
66. 氧气站的平面布置和管道敷设有何要求?	154
67. 乙炔站的平面布置与管道敷设有何要求?	156

第五章 焊接与气割工艺

一、常用金属材料的焊接特点	158
1. 什么是金属材料的焊接性?	158
2. 为什么要对金属材料进行焊接性试验?	158
3. 怎样评价钢材的焊接性?	159
4. 中碳钢焊接时有哪些特点?	159
5. 低合金高强度钢焊接时有哪些特点?	160
6. 珠光体耐热钢焊接时应考虑哪些问题?	161

7. 怎样焊接 12Cr2MoWVTiB 钢管?	161
8. 马氏体耐热钢焊接时有哪些特点?	162
9. F12 钢管焊接时对热规范有什么要求?	162
10. 为什么 F12 钢管焊接时一直要保持预热温度? 怎样保持?	163
11. T91 钢管全氩焊接工艺要求有哪些?	164
12. 为什么 F12 钢管焊后要冷到 100~150℃, 才能 进行回火处理?	164
13. 铬镍奥氏体不锈钢焊接的工艺要点有哪些?	165
14. 什么是异种钢焊接接头?	165
15. 奥氏体钢与珠光体钢焊接时存在哪些问题?	166
16. 异种钢接头中的碳扩散与哪些因素有关?	167
17. 异种钢接头中的碳扩散有什么危害?	168
18. 常见的异种钢焊接时焊条怎样选择?	168
19. 灰口铸铁焊接时有哪些问题?	168
20. 铸铁焊接有几种方法? 各有什么特点?	169
21. 铜及其合金焊接时有哪些特点?	169
22. 铝及其合金焊接时有哪些特点?	170
23. 铅焊接时有哪些特点?	171
24. 钛及其合金的焊接特点有哪些?	171
25. 钛及其合金的氩弧焊工艺要点有哪些?	172
二、手工电弧焊工艺	172
26. 手工电弧焊有什么特点? 应用怎样?	172
27. 焊接电弧由哪几部分组成? 各部分产生的热量 相等吗?	173
28. 什么是正接法? 反接法? 怎样选用和鉴别?	173
29. 怎样引燃电弧? 常见的运条方式有哪些?	174
30. 接头、收尾和收口应怎样操作?	175
31. 水平固定小管 ($\phi < 51\text{mm}$) 的焊接怎样操作?	176

32. 垂直固定小管的焊接怎样操作?	177
33. 倾斜固定管的焊接怎样操作?	177
34. 水平固定大管的焊接怎样操作?	178
35. 钢管电焊时工艺要点有哪些?	179
36. 焊接电流、电压、焊接速度对焊接质量有什么 影响?	180
37. 坡口形式、间隙大小对焊接质量有什么影响?	181
三、氩弧焊工艺	181
38. 氩弧焊有什么特点? 应用怎样?	181
39. 氩弧焊有哪些优点?	182
40. 氩弧焊分为哪几种?	182
41. 常用的手工氩弧焊机有哪几种?	183
42. 什么是氩弧焊交流电源的直流分量? 怎样消除?	184
43. 气冷式和水冷式氩弧焊炬有什么不同? 怎样选用?	186
44. 钨棒有哪几种? 各有什么特性?	186
45. 怎样选用氩弧焊的电源和极性?	187
46. 何谓氩弧焊打底、电焊盖面工艺?	188
47. 为什么钨极氩弧焊焊铝时要用交流电源?	188
48. 钨极氩弧焊的引弧方式有哪几种?	188
49. 钨极氩弧焊时氩气流量、喷嘴和钨棒伸出长度 怎样选择?	189
50. 喷嘴、焊丝与焊件的倾斜位置怎样选择?	189
51. 钨极的许用电流根据什么进行选择?	191
52. 怎样磨制钨极端部的形状?	192
53. 什么叫气体的层流和紊流?	192
54. 什么是自熔法和填丝法? 各有何优缺点?	192
55. 自熔法氩弧焊打底怎样操作?	193
56. 自熔法氩弧焊打底焊缝过烧的原因有哪些? 怎样防止?	193