

第四版

焊工 技术问答

HANGONG JISHU WENDA

张信林 张佩良 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

第四版

焊工 技术问答

HANGONG JISHU WENDA

张信林 张佩良 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

由于焊接技术不断发展和相关规程、标准修订、更新。为适应电力行业焊接工作的需求,编著者在本书第三版的基础上进行了修订。在保留原书章节内容的情况下对第四章内容做了较大改动,删减了耗能、落后的焊接设备和机具;第十章对 DL/T 869—2012《火力发电厂焊接技术规程》、DL/T 868—2014《焊接工艺评定规程》、DL/T 5210.7—2010《电力建设施工质量验收及评价规程 第7部分:焊接》做了详尽的介绍,其他章节也有部分的修订。本书中涉及的标准、规程均进行了查新。

本书除供广大焊工自学用外,还可作为焊工培训和焊工比赛的辅助教材,同时,也可供其他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/张信林,张佩良编著. —4版. —北京:中国电力出版社,2015.5

ISBN 978-7-5123-7456-0

I. ①焊… II. ①张… ②张… III. ①焊接-问题解答
IV. ①TG4-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 063546 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

1981 年 10 月第一版

2015 年 5 月第四版 2015 年 5 月北京第十二次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 14.25 印张 334 千字

印数 238181—241180 册 定价 45.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前 言

我国于 2002 年把开发超临界以上参数火力发电机组列为国家重大技术攻关项目，并确定电力工业中长期发展规划为在“十二五计划”和“十三五计划”期间，新建的燃煤发电设备主要是超临界、超超临界参数机组，重点发展 900MW（或 1000MW）和 600MW 两个容量等级机组。经过多年的努力，于 2006 年以后国内多地陆续兴建了一批大型火力发电厂，安装了多台超超临界参数机组。

超临界、超超临界参数、大容量机组主要设备分别采用了 P91、P92、T122/P122、Super304H、HR3C 等新型耐热钢材。当时，这些钢材在国内属首次应用，没有焊接经历，难度较大。为此，国内诸多先行单位开展了多项技术研究，经过大量的实践，焊接技术有了很大进步，积累了较为丰富的经验。在此基础上，国电焊接信息网从 2002 年起适时地先后组织了九次大型技术研讨活动，以召开经验交流会、实地观摩座谈会和技术研讨会等形式，获得了大量的、新鲜的、有价值的资料，经过认真整理，制订了多项推荐工艺，供业内人士共享，并得到了同行们的赞誉。在这一期间，为适应现实需要，有关部门对多部电力焊接规程及时地进行了修订，这都为本书第四版的修订提供了参考资料。

本书修订是在“除旧更新、补新理念”指导下进行的，原则上“删去旧的、增补新的”，力求跟上技术发展的步伐，诚恳为同行们做好技术服务。因此，修订中删除了不合理的、

陈旧的内容，增补了当前需要的、有应用价值的内容，特别是新颁的《电力建设施工质量验收及评价规程 第7部分：焊接》供同行们应用参考。

本书在修订中征求了业内相关人士的意见和建议，在此表示衷心的感谢！

编 者

2015年5月



第一版前言

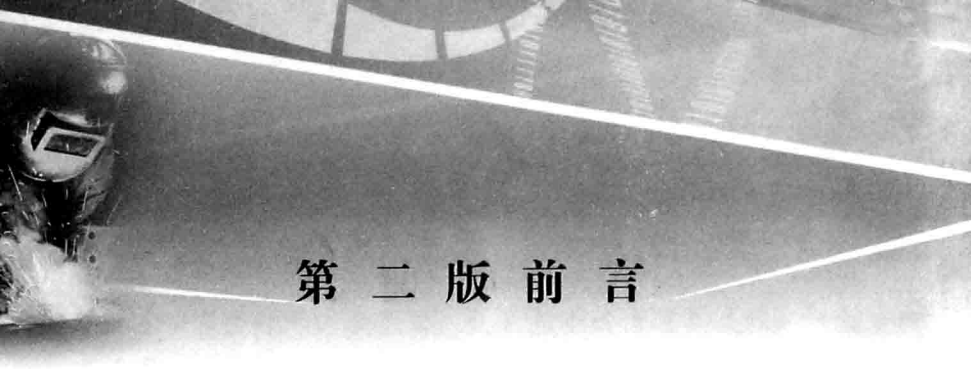
焊接工作是工程建设的重要工艺，直接关系到工程质量和设备的安全运行。随着生产技术的日益发展，对焊接工作的要求也越来越高。

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1979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，也可供其他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



第 二 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。

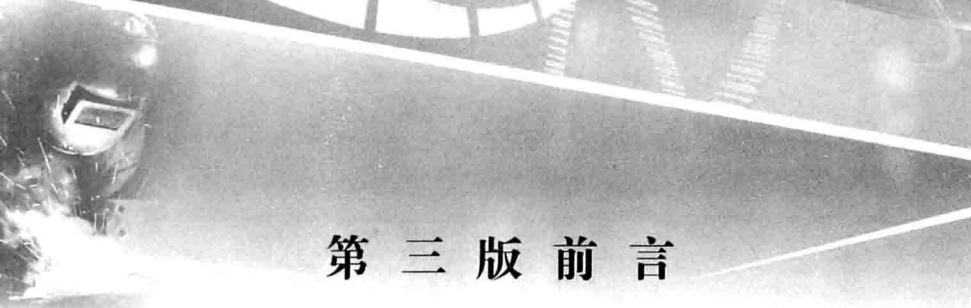
为了做好该书的修编再版工作，部建设协调司委托天津电力局焊培中心承担这一工作。该培训中心成立了以赵树华为组长的修编小组，参加该书修编工作的有张信林、尚承伟、左义生、胡庆等。全书修编后邀请电力工业部曹阳、李卫东等 10 多位焊接专家审稿，最后由赵树华、张信林高级工程师定稿。

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



第三版前言

原电力建设总局于1981年组织编写的《焊工技术问答》一书，经1997年修订，已逾8年，为适应电力工业大型火力发电设备用钢的变化和焊接技术的发展，以及相关标准的修订，在对该书进行全面分析后，从生产需要出发，紧密结合实际，现又进行了第二次修订。

本次修订重点为材料、工艺和技术标准等三个方面。为提高焊工自觉遵守工艺纪律和理论指导实践的意识，切实保证焊接质量，增加了新型钢材特性、应用范围、焊接特点和工艺要求等内容。同时，对新颁发的《焊接技术规程》和《焊接工艺评定规程》在修订中考虑的一些因素和较难理解的问题，作了较为全面的介绍和说明。

本书由张佩良、张信林高级工程师修订，书稿完成后，邀请了闵金财、冯才根、刘振清、张桂云等专家进行审定。

本书具有简明实用的特点，除供广大焊工自学应用外，亦可作为焊工、焊接质检人员、焊接热处理人员培训的辅助教材。同时，也可作为焊工技术比赛和焊接工作相关人员参考。

由于修编者的水平和经验有限，本书难免存有疏漏或谬误之处，敬希读者指正。

修审组

2005年5月



目 录

前言

第一版前言

第二版前言

第三版前言

第一章 焊接基本知识

一、焊接及其分类	1
1. 金属的连接方法有几种?	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?	1
5. 什么叫电弧焊? 它包括哪几种方法?	2
6. 什么叫焊条电弧焊? 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?	5
12. 什么叫铝热焊?	5
13. 什么叫电渣焊? 它分为哪几种?	6
14. 什么叫电子束焊?	7
15. 什么叫激光焊?	7

16. 什么叫压力焊? 它有哪些种?	8
17. 什么叫电阻点、缝焊?	8
18. 什么叫电阻对焊?	8
19. 什么叫超声波焊?	9
20. 什么叫爆炸焊?	9
21. 什么叫扩散焊?	9
22. 什么叫摩擦焊?	10
23. 什么叫高频焊?	10
24. 什么叫钎焊? 试说明其特点及适用范围。	10
25. 钎焊是如何分类的?	11
26. 什么叫喷涂? 喷涂有哪几种方法?	11
27. 什么叫热切割? 它有几种方法?	12
28. 什么叫碳弧气刨? 其有何用途?	12

二、焊接基础

29. 什么叫焊接接头? 它是怎样形成的?	12
30. 什么叫熔合区和熔合线? 其性能有何特点?	13
31. 什么叫热影响区? 对焊接质量有何影响?	13
32. 什么叫同种钢焊接接头? 什么叫异种钢焊接 接头?	13
33. 简述两侧钢材相同, 而焊接材料不同时, 焊接接头 状况。	13
34. 简述两侧钢材不同 (化学成分、力学性能和金属 组织), 焊接材料也不相同时, 焊接接头状况。	13
35. 异种钢焊接接头的特点是什么?	14
36. 什么叫焊接热过程? 其特点是什么?	15
37. 焊接时焊接区的温度是怎样分布的?	15
38. 什么叫焊接热循环? 其主要参数有哪些?	16

39. 什么叫焊接线能量? 其计算公式怎样?	16
40. 焊接线能量对接头性能有何影响?	17
41. 什么叫熔合比?	17
42. 什么是焊接冶金过程? 它与金属冶炼有什么不同?	17
43. 什么叫熔池? 熔池结晶有何特点?	18
44. 液态金属是怎样进行结晶的?	18
45. 焊缝金属的结晶有哪些特征?	18
46. 什么叫焊缝金属的一次结晶?	19
47. 焊缝的柱状组织是怎样形成的?	19
48. 什么叫焊缝金属的二次结晶?	19
三、焊接接头型式	20
49. 常用的焊接接头型式有哪几种?	20
50. 什么叫坡口? 什么叫坡口面? 什么叫坡口角度?	20
51. 焊缝坡口形式有哪些?	21
52. 坡口加工的方法有哪些?	21
53. 坡口、钝边和间隙各起什么作用?	21
54. 焊件的空间位置有哪些?	21
55. 什么叫船形焊法? 它有什么优点?	24
56. 不同壁厚的管件对接时有什么要求?	25
四、焊缝代号	26
57. 表示焊接方法的代号有哪些?	26
58. 什么叫焊缝代号? 它由哪几部分组成?	26
59. 表示焊缝的基本符号有哪些?	27
60. 表示焊缝的辅助符号有哪些?	29
61. 表示焊缝的补充符号有哪些?	29
62. 表示焊缝的尺寸符号有哪些?	31
63. 指引线由哪几部分组成? 用指引线怎样标注焊缝?	33

64. 焊缝尺寸符号的标注有哪些规定?	33
65. 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?	37
4. 什么叫沸腾钢、镇静钢? 它们有什么不同?	37
5. 什么叫晶体? 常见的金属晶体结构有哪几种?	37
6. 什么叫 α -铁、 γ -铁和 δ -铁?	38
7. 什么叫同素异构转变?	39
8. 什么叫晶粒、晶界、晶粒度和本质晶粒度?	39
9. 什么是本质细晶粒钢和本质粗晶粒钢?	39
10. 为什么不同的钢奥氏体晶粒在加热时的长大倾向 不同?	39
二、铁—碳合金状态图	40
11. 什么叫组元、相和相变?	40
12. 合金的结构有哪几种?	41
13. 钢中的基本相有哪些?	42
14. 钢中的机械混合物有哪些?	43
15. 什么是铁—碳合金状态图?	44
16. 铁—碳合金状态图中有哪些特性点?	44
17. 铁—碳合金状态图中有哪些特性线?	45
18. 亚共析钢从液态冷却下来的结晶过程是怎样的?	45
19. 什么叫临界点? 试说明铁—碳合金各临界点的 含义。	46

20. 什么叫过热度和过冷度?	46
21. 实际相变温度与加热和冷却速度有什么关系?	47
22. 什么是奥氏体等温转变曲线图? 它可分为哪几个 区域?	47
23. 什么是连续冷却转变曲线图?	48
24. 什么叫临界冷却速度?	49
25. 45 号钢连续冷却时的组织转变怎样?	49
26. 12 铬 1 钼钒钢连续冷却时的组织转变怎样?	50
27. 亚共析钢在加热时的组织是怎样转变的?	50
28. 合金钢的奥氏体化有些什么特点?	51
29. 钢冷却时怎样从奥氏体转变为珠光体?	52
30. 钢冷却时怎样从奥氏体转变为贝氏体?	52
31. 钢冷却时怎样从奥氏体转变为马氏体?	53
三、金属的性能	53
32. 金属材料的物理性能包括哪些?	53
33. 什么是金属材料的化学性能?	54
34. 金属材料的力学性能包括哪些?	54
35. 金属的工艺性能包括哪些?	56
36. 钢材的高温性能包括哪些?	57
37. 蠕变极限和持久强度有什么不同?	58
四、钢材的分类、牌号及用途	58
38. 什么是碳钢? 怎样分类?	58
39. 碳钢的编号方法是怎样的?	59
40. 常用的碳素结构钢有哪些牌号?	59
41. 碳素结构钢的牌号及化学成分怎样?	59
42. 什么是普低钢? 怎样分类?	61
43. 合金钢的编号方法是怎样的?	61

44. 什么叫合金元素？它们在钢中起什么作用？	62
45. 为什么钢材要控制硫、磷含量？	65
46. 什么是低合金耐热钢？它的性能怎样？	66
47. 常用的耐热钢有哪些？	66
48. 电站设备应用 T/P23、T/P24 钢的意义是什么？	67
49. T/P23、T/P24 钢的主要特性是什么？	67
50. T/P23、T/P24 钢的应用范围是什么？	69
51. 什么叫耐候钢？	69
52. WB36 钢的特性和应用范围是什么？	69
53. 什么是高铬热强钢？它的性能和用途怎样？	70
54. 新型钢材研发和应用的目的是什么？	70
55. T/P91 钢的特性是什么？	70
56. T/P92 钢的特性是什么？	71
57. T/P91、T/P92 钢的化学成分和力学性能怎样？	71
58. T/P91、T/P92 钢的应用范围是什么？	72
59. 电站常用钢材的金属组织转变温度为何？	72
60. T/P122 钢的特性和应用范围为何？	73
61. 什么是不锈钢？可分哪几类？	74
62. 铸铁可分哪几类？它的应用情况怎样？	75
63. 常用的锅炉钢板有哪些？常用的锅炉钢管有哪些？ 怎样选用？	75
64. 国内外常用钢管牌号有哪些？	76
65. 为什么锅炉钢管要规定最高使用温度？	79
66. 锅炉高温零部件有哪些？通常选用什么钢材？	79
67. 电站用的铸钢件有哪些？应用范围怎样？	80
68. 汽轮机叶片常用钢种有哪些？	80
69. 汽轮机转子、主轴的常用钢种有哪些？	81
70. 工程上错用了钢材会产生什么后果？	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?	83
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?	84
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?	86
8. 焊条牌号是怎样编制的?	87
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?	89
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?	90
13. 电焊条是怎样分类的?	90
14. 怎样正确选用焊条?	91
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?	92
17. 焊条的工艺性能有什么要求? 评定内容是什么?	92
18. 怎样保管焊条?	93
19. 存放焊条的库房条件和管理有哪些要求?	93
20. 焊条存放的有效期是否有规定?	94
21. 超期焊条应如何处理?	94
22. 焊接材料为什么必须设专人管理?	94
23. 对焊条的烘焙有哪些要求?	95

24. 焊条烘干时, 应注意哪些问题?	95
25. 焊条使用时, 应注意哪些问题?	96
26. 怎样计算焊条消耗量?	96
27. 怎样估算钢板各种接头型式的焊条消耗量?	96

二、焊丝

28. 焊丝起什么作用?	98
29. 焊丝是怎样分类的?	98
30. 焊丝牌号是怎样编制的?	98
31. 什么叫药芯焊丝? 其牌号是怎样编制的?	99
32. 碳钢焊丝中的化学元素有什么作用?	100
33. 对气焊丝有哪些要求?	100
34. 耐热钢气焊所用焊丝应如何选择?	100
35. 常用的焊接用钢丝有哪些?	101
36. 电力工业专用的氩弧焊丝是怎样编号的? 其化学成分如何?	101
37. 试说明 CO_2 焊常用焊丝牌号组成和化学成分、 力学性能?	105
38. 常用的埋弧焊丝有哪些类?	107
39. 怎样鉴定焊丝的质量?	107
40. 电站常用钢管的焊接材料怎样选用?	107
41. 怎样估算火电安装焊条(焊丝)的消耗量?	108

三、焊接用的气体

42. 焊接用的气体分哪几类?	109
43. 氧气具有什么性质? 怎样制取?	109
44. 对焊接用的氧气有什么要求?	109
45. 乙炔气具有什么性质? 怎样制取?	110
46. 乙炔气中含有哪些杂质? 对焊接质量有什么	

影响?	110
47. 焊接用的乙炔气在什么情况下需要过滤? 它是怎样过滤的?	110
48. 电石有什么特性?	111
49. 电石内含有哪些杂质? 怎样评定电石的等级?	112
50. 为什么分解电石时要有充分的水?	112
51. 怎样估算电石的消耗量?	112
52. 氩气具有什么性质? 怎样制取?	112
四、其他焊接材料	113
53. 焊剂分哪几类? 有什么用途?	113
54. 什么叫熔炼焊剂、黏结焊剂和烧结焊剂?	113
55. 焊剂的烘焙温度是多少?	114
56. 怎样识别焊剂的牌号?	114
57. 怎样正确选用焊剂?	114
58. 熔剂分哪几种? 各有什么作用?	114
59. 气焊熔剂应符合哪些要求? 其牌号如何表示?	115
60. 钎焊熔剂的牌号如何表示?	116
61. 什么叫钎料? 它分几类? 牌号是如何编制的?	116
62. 堆焊合金粉末分哪几种? 有什么用途?	117

第四章 焊接设备及工具

一、电工基础知识	118
1. 什么叫电?	118
2. 什么叫电流和电流强度?	118
3. 什么叫直流电流和交流电流?	118
4. 什么叫电流的周期和频率? 什么叫工频、中频和高频?	119