



建筑工长常用数据速查**掌中宝**丛书

焊工工长

速查

■ 高崇云 主编



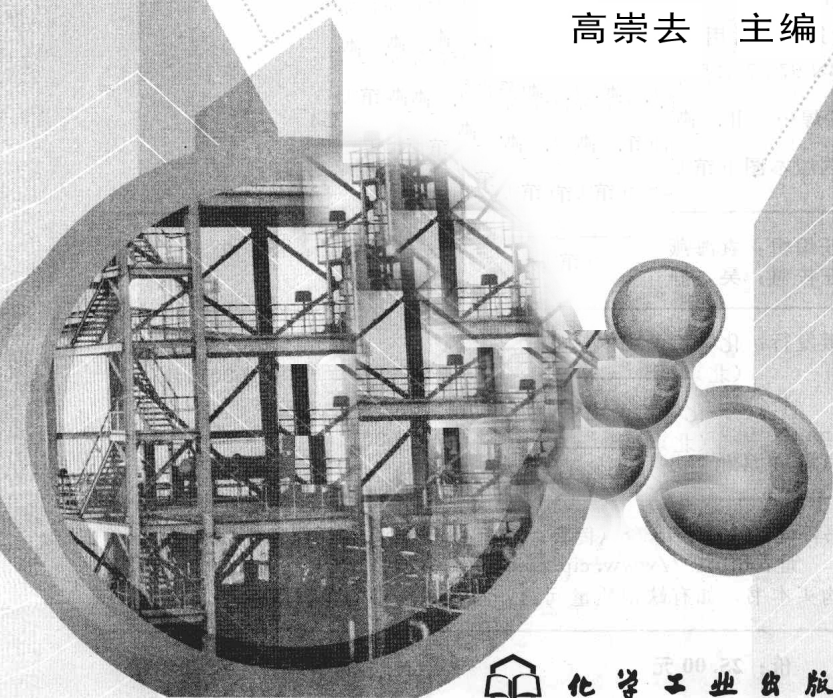
化学工业出版社



建筑工长常用数据速查掌中宝丛书

焊工工长 速查

高崇去 主编



化学工业出版社
· 北京 ·

本书是《建筑工长常用数据速查掌中宝丛书》之一,根据最新和现行的国家及行业标准、规范、规程,系统地介绍了焊工工长在施工过程中经常查阅使用的各种数据,对新材料、新工艺、新技术的有关数据也一并纳入。全书包括焊接基本数据、常用焊接设备工具相关数据、常用焊接材料相关数据、焊接工艺及质量控制相关数据、金属材料焊接相关数据五部分内容。

本书可供焊工工长施工操作过程中随时翻阅查看,也可作为相关专业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

焊工工长速查/高崇云主编. —北京:化学工业出版社, 2010.9

(建筑工长常用数据速查掌中宝丛书)

ISBN 978-7-122-09305-9

I. 焊… II. 高… III. 焊接-基本知识 IV. TG4

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第154367号

责任编辑:袁海燕
责任校对:吴 静

装帧设计:杨 北

出版发行:化学工业出版社
(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 装:三河市延凤印装厂
787mm×1092mm 1/32 印张7 字数168千字
2011年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:25.00元

版权所有 违者必究

《焊工工长速查》编写人员

主 编 高崇云

编写人员 （排名不分先后）

高崇云	逢凌滨	杨 磊
曲德仁	曲学杰	刘树江
刘德燕	陈高峰	郎世威
白雅君		

前 言

建筑行业发展势头迅猛，对于建筑理念、技术知识、建筑人才的需求持续攀升。建筑施工工长在工程施工中发挥着重要作用，不仅要求他们具有娴熟的操作技术，具备相应的专业知识，而且还要管理一支技术达标的团队，这对工长自身的能力提出了更高的要求。土建知识涉及面广，数据庞杂，为了帮助广大施工工长理清知识脉络，我们在庞大的知识系统中提炼出现场实用的、必备的知识点，归纳整理成为“数据表格”的形式，可以使读者在最短的时间内查找到自己需要的内容。

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。焊工工长在其中扮演非常重要的角色，他们的管理能力、操作技术水平、安全意识直接关系到施工的质量、进度、成本、安全以及工程项目的按期完成。由此可见，在焊接工程施工操作过程中，焊工工长所需技术数据的准确性不容忽视。我们根据国家最新颁布实施的国家标准、规范、规程及行业标准，编写此书，以确保内容的权威性和准确性。

由于编者的经验和学识有限，加之当今我国建筑业的飞速发展，尽管编者尽心尽力、反复推敲核实，但仍不免有疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2010 年 11 月

目 录

1 焊接基本数据	1
1.1 焊接基础	1
1.1.1 焊接工艺符号	1
1.1.2 焊接方法代号	2
1.1.3 常用金属材料	2
1.2 焊接材料消耗定额估算	7
1.2.1 焊条、焊丝、焊剂消耗定额的估算	7
1.2.2 气体消耗定额的计算	8
1.2.3 焊条、焊丝、焊剂和气体消耗定额有关参数 计算	9
2 常用焊接设备工具相关数据	18
2.1 弧焊电源	18
2.1.1 对弧焊电源的要求	18
2.1.2 弧焊电源的主要参数	18
2.1.3 常用弧焊电源的型号及主要技术数据	19
2.1.4 弧焊电源的选择	26
2.2 电弧焊机	29
2.3 埋弧焊设备	32
2.4 气体保护电弧焊常用设备	34
2.5 电阻点焊机具	37
2.6 闪光对焊机具	41
2.7 电渣焊机	42
2.8 气压焊设备及工具	44

2.9	气焊设备及工具	46
3	常用焊接材料相关数据	48
3.1	焊条	48
3.1.1	不锈钢焊条	48
3.1.2	碳钢焊条	52
3.1.3	低合金钢焊条	57
3.1.4	镍及镍合金焊条	60
3.1.5	铝及铝合金焊条	64
3.1.6	堆焊焊条	65
3.2	焊丝	69
3.2.1	镍及镍合金焊丝	69
3.2.2	铜及铜合金焊丝	70
3.2.3	铝及铝合金焊丝	71
3.2.4	耐蚀合金焊丝	72
3.2.5	碳钢药芯焊丝	73
3.2.6	不锈钢药芯焊丝	77
3.3	焊剂	80
4	焊接工艺及质量控制相关数据	82
4.1	电弧焊	82
4.1.1	钢筋电弧焊	82
4.1.2	埋弧焊	89
4.1.3	气体保护电弧焊	105
4.2	电阻焊	109
4.2.1	钢筋电阻点焊	109
4.2.2	钢筋闪光对焊	115
4.3	电渣焊	120
4.4	钢筋气压焊	121
4.5	钎焊	125
4.6	质量控制	125

4.6.1	焊接质量检验标准	125
4.6.2	焊接非破坏性检验	129
4.6.3	焊接破坏性检验	133
5	金属材料焊接相关数据	136
5.1	碳钢的焊接	136
5.1.1	低碳钢的焊接	136
5.1.2	中碳钢的焊接	144
5.1.3	高碳钢的焊接	145
5.2	不锈钢的焊接	145
5.2.1	奥氏体不锈钢的焊接	145
5.2.2	铁素体不锈钢的焊接	152
5.2.3	马氏体不锈钢的焊接	153
5.3	铸铁的焊接	155
5.4	铝、铜、钛及其合金的焊接	178
5.4.1	铝及铝合金的焊接	178
5.4.2	铜及铜合金的焊接	189
5.4.3	钛及钛合金的焊接	202
5.5	压力容器的焊接	207
5.6	锅炉的焊接	210
参考文献		214

1 焊接基本数据

1.1 焊接基础

1.1.1 焊接工艺符号

焊接工艺符号，见表 1-1。

表 1-1 焊接工艺符号

焊接名词	符号	焊接名词	符号
氧乙炔焊	OAW	电阻焊	RW
焊条电弧焊	SMAW	扩散焊	DFW
埋弧焊	SAW	爆炸焊	EW
二氧化碳气体保护电弧焊	CO ₂ W	超声波焊	USW
钨极惰性气体保护电弧焊	TIG	硬钎焊	B
熔化极惰性气体保护电弧焊	MIG	软钎焊	S
活性气体保护电弧焊	MAG	热切割	TC
钨极脉冲氩弧焊	TAW-P	氧乙炔气割	OFC-A
熔化极脉冲氩弧焊	MAW-P	等离子弧切割	PAC
气电立焊	EGW	激光切割	LBC
等离子弧焊	PAW	火焰喷涂	FLSP
电渣焊	ESW	电弧喷涂	EASP
电子束焊	EBW	等离子弧喷涂	PSP
激光焊	LBW	焊态	AW
热剂焊	TW	母材	BM
高频电阻焊	HFRW	焊缝	WM
闪光对焊	FW	热影响区	HAZ
摩擦焊	FRW		

1.1.2 焊接方法代号

各种焊接方法的代号用阿拉伯数字来表示，见表 1-2。

表 1-2 各种焊接方法的代号

焊 接 方 法	代号(GB/T 5185—2005)
焊条电弧焊	111
埋弧焊	12
气焊	3
非熔化极气体保护焊(TIG)	141
熔化极气体保护焊(MIG)	131
CO ₂ 气体保护焊	135
电渣焊	72
电阻对焊	25
冷压焊	48

1.1.3 常用金属材料

(1) 常用金属材料的弹性模量

金属材料的弹性模量是指材料在弹性范围内，应力与应变的比值。

常用金属材料的弹性模量，见表 1-3。

表 1-3 常用金属材料的弹性模量

名 称	弹性模量/GPa	切变模量/GPa
铸钢	202	—
轧制纯铜	108	39.2
冷拔纯铜	127	48

续表

名 称	弹性模量/GPa	切变模量/GPa
轧制磷青铜	113	41.2
冷拔黄铜	89~97	35~37
轧制锰青铜	108	39.2
压制铝	68	25.5~26.5
拔制铝线	70	—
铸铝青铜	105	42
硬铝合金	70	26.5
轧制锌	84	32
铝	17	2
灰口、白口铸铁	115~160	45
可锻铸铁	155	—
碳钢	200~220	81
镍铬钢、合金钢	210	81

(2) 常用金属材料的线胀系数

一般而言，随着温度升高，金属材料会膨胀；随着温度降低，金属材料会收缩。金属材料这种随温度变化而膨胀或收缩的特性即为金属的热膨胀性。

热膨胀性的大小用线胀系数和体胀系数表示。通常体胀系数近似为线胀系数的 3 倍。

常用金属材料的线胀系数，见表 1-4。

表 1-4 常用金属材料的线胀系数

金属名称	符号	线胀系数(0~100℃)/(10 ⁻⁶ /℃)
银	Ag	19.7

续表

金属名称	符号	线胀系数(0~100℃)/(10 ⁻⁶ /℃)
铜	Cu	17
铝	Al	23.6
镁	Mg	24.3
钨	W	4.6(20℃)
镍	Ni	13.4
铁	Fe	11.76
锡	Sn	2.3
铬	Cr	6.2
锰	Mn	37

(3) 常用金属材料的熔点

金属材料的熔点是焊接工艺中的重要参数。熔点指的是金属材料从固态转变到液态时的温度。

常用金属材料的熔点，见表 1-5。

表 1-5 常用金属材料的熔点

金属名称	符 号	熔点/℃
银	Ag	960.8
铜	Cu	1083
铝	Al	660
镁	Mg	650
钨	W	3380
镍	Ni	1453
铁	Fe	1538
锡	Sn	231.9

续表

金属名称	符 号	熔点/℃
铬	Cr	1903
锰	Mn	1244

(4) 常用金属材料的焊接性

金属材料在一定焊接工艺方法、焊接材料、规范参数以及结构形式条件下可获得优质焊接接头的难易程度即为金属材料的焊接性。

① 碳素钢的焊接性比较 见表 1-6。

表 1-6 碳素钢的焊接性比较

类别	焊 接 性 能
低碳钢	低碳钢的焊接性最好,这主要是因为低碳钢中碳的质量分数小于等于 0.25%,有良好的塑性,不易产生裂纹。 目前,Q235、10 号、15 号、20 号钢等低碳钢在焊接结构材料中应用最广泛,焊接时很容易获得优质的焊接接头
中碳钢	中碳钢焊接性较差,这主要是因为中碳钢中碳的质量分数在 0.25%~0.60%之间,含碳量比较高,塑性较差,易产生裂纹
高碳钢	高碳钢的焊接性更差,这主要是因为高碳钢中碳的质量分数大于 0.60%,其焊接特点与中碳钢基本相同

② 低合金结构钢的焊接性比较 不同强度级别低合金结构钢的焊接性比较,见表 1-7。

表 1-7 低合金结构钢的焊接性比较

类 别	焊 接 性 能
强度级别小于等于 400MPa 的低合金结构钢	焊接性良好,焊接时采用一般的工艺即可,通常不必采用特殊的工艺措施
强度级别大于等于 450MPa 的低合金结构钢	焊接性与中碳钢比较接近,焊接时通常要采用特殊的工艺措施

③ 不锈钢的焊接性比较 常用不锈钢的牌号及焊接性能,见表 1-8。

表 1-8 常用不锈钢的牌号及焊接性能

类别	牌 号	焊 接 性
奥氏体 不锈钢	10Cr18Ni12 12Cr18Ni9 07Cr19Ni11Ti 06Cr18Ni12Mo2Ti 06Cr18Ni12Mo3Ti 07Cr18Ni11Ti 12Cr18Mn9Ni5N 06Cr25Ni20	① Cr、Ti 等合金元素在焊接时极易氧化烧损 ② 晶间腐蚀是 18-8 型钢极危险的一种破坏形式 ③ Cr-Ni 不锈钢的应力腐蚀占湿态腐蚀事例的 50%，在化工工程中用量最大的 18-8 型和 18-12Mo 型不锈钢设备的应力腐蚀可占不锈钢应力腐蚀事例的 80% 之多 ④ 焊接时容易出现热裂纹 ⑤ 焊缝中容易产生气孔 ⑥ 熔合线附近被加热到 1300℃ 以上的部位被敏化温度重复加热，在腐蚀液中工作会发生刀状腐蚀 ⑦ 18-8 型钢在 500~875℃ 下经一定时间加热后，会在焊缝中析出一种特殊性 σ 相 ⑧ 焊接过程中的焊接变形大 ⑨ 焊条中焊芯电阻率大，焊条容易发红
铁素体 不锈钢	022Cr12 06Cr11Ti 06Cr13Al 10Cr17	① 热影响区在 900℃ 以上的部位由于晶粒过大，使焊接接头的塑性、韧性急剧下降，焊后热处理不能使晶粒细化 ② 在 600~800℃ 温度下长时间停留，会析出 σ 的脆性相 ③ 常温下高铬铁素体不锈钢(含铬量 > 16%) 的韧性较低，当焊接接头刚度较大时，焊后容易产生裂纹 ④ 长时间在 400~600℃ 温度下停留，会发生“475℃”脆化 ⑤ 焊接过程中，应选用小的焊接热输入、大焊速、窄焊道焊接，焊条不做横向摆动
马氏体 不锈钢	12Cr13 20Cr13 14Cr17Ni2	① 马氏体不锈钢焊接时的主要问题是淬火裂纹和延迟裂纹。热影响区具有强烈的淬硬化倾向，并形成很硬的马氏体组织。当焊接接头的刚度大或含氢量高时，在焊接应力作用下，由高温直接冷至 100~120℃ 以下，很容易产生冷裂纹。含碳量越高，产生裂纹的倾向越大 ② 使用与母材同成分的焊条焊接时，焊前应预热，预热温度最好不要高于马氏体的开始转变温度，一般预热温度为 200~320℃ ③ 焊件焊后不应从焊接高温直接升温进行回火处理，应先对焊件进行冷却，让焊缝和热影响区的奥氏体基本分解完毕。对于刚度较小的构件，可冷至室温后再回火 ④ 马氏体不锈钢的导热性低，易过热，且容易在热影响区产生粗大的组织

1.2 焊接材料消耗定额估算

1.2.1 焊条、焊丝、焊剂消耗定额的估算

(1) 焊料和焊剂的消耗定额的计算

焊料和焊剂的消耗定额，通常是以焊缝熔敷金属的质量或焊剂的消耗质量，加上焊接过程中不可避免的损耗，如烧损、飞溅和焊条头等计算。其计算公式是：

$$C_x = P_f K_h L_h \quad (1-1)$$

或者：

$$C_x = P_f L_h$$

$$P_f = A_h r$$

$$K_h = 1 + K_{sf} + K_j + K_y$$

$$K_{sf} = \frac{P_r - P_{f_1}}{P_r}$$

$$K_j = \frac{P_j}{P_h}$$

$$K_y = \frac{P_h - P_r}{P_h}$$

式中， C_x 为焊条、焊丝、焊剂消耗定额，g； P_f 为每米焊缝熔敷金属的质量，g/m； K_h 为定额计算系数； L_h 为每个零件的焊缝长度，m； A_h 为焊缝熔敷金属截面积， mm^2 ； r 为熔敷金属的重度， g/cm^3 ； K_{sf} 为焊条、焊丝的烧损和飞溅损耗系数； K_j 为焊条头损耗系数； K_y 为药皮质量系数； P_{f_1} 为熔敷金属的质量，g； P_r 为熔化金属的质量，g； P_j 为焊条头重，g； P_h 为焊条、焊丝重，g。

(2) 关于计算的说明

① 焊条熔化时的烧损和飞溅损耗，取决于焊条种类和焊

接工艺参数。实际操作中，薄药皮焊条的烧损比厚药皮焊条的少，而且损耗量的多少又和操作技术、焊接条件有关。因此，合理选用焊条，不仅能保证焊接质量和提高生产率，而且还能减少焊条的消耗。

② 电焊钳夹持部分的焊条头长度为 35~60mm，为便于计算损耗系数，一般取平均值（50mm）。对于气焊和各种气体保护焊的焊丝，其焊料头损耗极少，一般不予计算。

③ 为便于计算焊条、焊丝和焊剂的消耗定额，在实际操作中，都是先通过生产实践分别测定各种焊接方法的定额计算系数 K_h ，每米焊缝熔敷金属的质量 P_f 和每米焊缝的焊条、焊丝、焊剂消耗量 P_j ，再分别按以上公式计算各种焊接方法的焊条、焊丝和焊剂的消耗定额。

1.2.2 气体消耗定额的计算

① 消耗定额的计算公式。焊接用气体有：氧、氩、二氧化碳和乙炔等，其消耗定额一般以每分钟的气体消耗量和焊接时间进行计算。计算公式如下：

$$C_x = QtK_q \quad (1-2)$$

式中， C_x 为气体消耗定额，L； Q 为每分钟气体消耗量，通过生产实践测定，L/min； K_q 为定额计算系数，瓶装气体取 K_q 为 1.2，管道供气取 K_q 为 1； t 为焊接时间，min。

② 当用氧-乙炔焰焊时，氧气的消耗量比乙炔气体的消耗量大 10%~20%。以下为其关系式：

$$Q_{O_2} = Q_{C_2H_2} K \quad (1-3)$$

或

$$Q_{C_2H_2} = \frac{Q_{O_2}}{K}$$

用低碳钢、低合金钢和铸铁焊接时：

右向焊法—— $Q_{C_2H_2} = (100 \sim 200) \times \delta$

左向焊法—— $Q_{C_2H_2} = (120 \sim 150) \times \delta$

用纯铜焊接时—— $Q_{C_2H_2} = (150 \sim 200) \times \delta$

用铝合金焊接时—— $Q_{C_2H_2} = (70 \sim 90) \times \delta$

式中, Q_{O_2} 为每分钟氧气消耗量, L/min; $Q_{C_2H_2}$ 为每分钟乙炔气体消耗量, L/min; K 为计算系数 (1.1~1.2); δ 为母材厚度, mm。

1.2.3 焊条、焊丝、焊剂和气体消耗定额有关参数计算

① 埋弧焊焊丝、焊剂的消耗量见表 1-9。

表 1-9 埋弧焊焊丝、焊剂的消耗量

焊件厚度/mm	角接焊		对接焊	
	焊丝消耗量 /(g/m)	焊剂消耗量 /(g/m)	焊丝消耗量 /(g/m)	焊剂消耗量 /(g/m)
2.0	60	60	60	60
4.0	100	90	100	100
6.0	200	150	200	180
8.0	300	250	300	220
10	500	350	350	250
14	1000	600	500	300
16	1300	800	600	350
20	—	—	900	500

注: 焊丝密度 $\gamma = 7.85 \text{ kg/m}^3$, 焊丝烧损量 K_{sf} 为 3%~5%。

② 焊条损耗及定额计算系数见表 1-10。

表 1-10 焊条损耗及定额计算系数

焊条种类	烧损与飞溅损 耗系数	焊条头损 耗系数	药皮质 量系数	定额计 算系数
薄药皮焊条	0.18	0.15	0.05	1.38
厚药皮焊条	0.22		0.30	1.67