



上岗之路

电焊工 技能实战训练

机械工业职业教育研究中心 组编

入门版

上岗取证之法宝
学习技能之锦囊



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本系列丛书分入门版和提高版，书中以技能训练实例为主，遵循由浅入深、由易到难、由简单到复杂循序渐进的规律，以提高读者的综合技能水平。本书是入门版，主要内容包括：焊条电弧焊、手工钨极氩弧焊、埋弧焊和碳弧气刨的基本操作方法，其中包括焊接参数的选择、设备的使用与参数的调节方法以及各种操作技能。为便于培训和考核，书末还附有技能考核自测题。

本书配有大量插图，形象直观，文字叙述简明扼要、通俗易懂，可供初级技术工人培训和自学之用，也可作为技工学校、职业技术学院学校的生产实习教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电焊工技能实战训练——入门版/机械工业职业教育研究中心组编. —2版. —北京:机械工业出版社, 2004.9

(上岗之路)

ISBN 7-111-03135-0

I. 电... II. 机... III. 电焊—焊接工艺—基本知识
IV. TG443

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第086439号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码
100037)

责任编辑:何月秋 版式设计:霍永明

责任校对:陈延翔 封面设计:鞠杨

责任印制:施红

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行
2004年9月第2版第1次印刷

850mm×1168mm 1/32·9.875印张·264千字

定价:18.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、88379646
封面无防伪标均为盗版

出版说明

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革和发展的决定》精神，满足企业职工学习技能的需要，我们组织出版了这套“上岗之路”丛书。

本套丛书共 30 本，包括 15 个工种的入门版和提高版，是根据原机械工业部统编的《机械工人操作技能培训教材》重排修订而成的。原教材作为我国第一套操作技能培训教材，以其内容实用，训练实例典型、通用、可操作性强，立体插图形象直观，文字叙述简明扼要、通俗易懂等特点，在工矿企业的技能培训，技工学校、职业技术学校的实习教学等方面发挥了很大的作用，受到了广大读者的好评，直到现在仍有不少读者订购。但由于原教材采用铅排印刷，不便于再版。为使这套教材更好地发挥其作用，经与编委会协商，决定对其进行重排修订。

为保持本套书的特色，本次修订仅对原教材中结构安排不合理之处进行调整，删去部分意义不大、代表性不强的内容，并适当补充一些必要的新知识，全面采用新的技术标准。为便于读者携带，开本由原来的 16 开改为大 32 开。

本套丛书可供初、中级技术工人培训和自学之用，也可作为技工学校、职业技术学校的生产实习教学用书。

本书由徐初雄、吕明辉、孙振泉编著，徐松绘图，堵耀庭审稿。

由于修订时间仓促，书中难免有缺点和错误，恳切希望广大读者批评指正，以便下次修订时参考。

机械工业职业教育研究中心

目 录

出版说明

单元 1 入门指导	1
1. 焊工在工业生产中的重要地位和作用	1
2. 焊工常用的工、夹、量具	2
3. 电弧焊安全、卫生和文明生产	12
单元 2 焊条电弧焊设备	32
知识要点 电源的分类	32
技能训练 焊机的操作	48
单元 3 焊条	58
知识要点 焊条的分类	58
技能训练 1 焊条的选用	67
技能训练 2 焊条的现场检验和保管	68
单元 4 焊条电弧焊操作技能	73
技能训练 1 平敷焊操作技能	73
技能训练 2 对接焊操作技能	85
技能训练 3 角焊操作技能	102
技能训练 4 立焊操作技能	115
单元 5 铸铁补焊	114
技能训练 1 灰铸铁的焊接操作技能	114
技能训练 2 冷焊法操作技能	126
技能训练 3 半热焊法和热焊法操作技能	133

单元 6 切割	137
技能训练 1 气割操作技能	137
技能训练 2 等离子弧切割操作技能	150
单元 7 碳弧气刨	168
知识要点 碳弧气刨设备、工具及材料的使用	168
技能训练 碳弧气刨操作技能	172
单元 8 埋弧焊	183
知识要点 埋弧焊设备及材料的使用	183
技能训练 对接埋弧焊操作技能	193
单元 9 手工钨极氩弧焊	237
知识要点 手工钨极氩弧焊设备、工具及材料的使用	237
技能训练 1 对接氩弧焊操作技能	243
技能训练 2 管子水平固定对接氩弧焊操作技能	257
单元 10 焊接质量及检验	263
技能训练 1 焊接缺陷的防止与返修	263
技能训练 2 焊接检验	272
技能考核自测题	279
1. 平板水平位置焊条电弧焊	279
2. 平板垂直位置焊条电弧焊	281
3. 管板垂直固定焊条电弧焊	283
4. 焊条电弧焊立角焊	285
5. 厚板水平位置埋弧焊	287
6. 厚板对接环缝埋弧焊	289
7. 管子手工钨极氩弧焊	291

入门指导

1. 焊工在工业生产中的重要地位和作用

通过加热或加压，或两者并用，并且用或不用填充材料，使焊件达到原子结合的一种加工工艺方法叫做焊接。各种同类或不同类的金属、非金属(塑料、石墨、陶瓷、玻璃等)可以焊接，金属与非金属也可以焊接。而金属焊接在现代工业中具有最重要的实际意义，因此狭义地讲，焊接通常就是指金属材料的焊接。

焊接技术起始于 19 世纪末、20 世纪初。由于它具有一系列技术上和经济上的优越性，目前已发展成为一门独立的科学。它作为制造机械零件和金属结构的重要工艺方法，已广泛应用于航空、航天、原子能、化工、造船、电子技术、建筑、交通运输、电力、机械制造等工业部门。近年来，焊接技术在海洋开发事业中也发挥着极其重要的作用。所以，焊工已经成为工业生产中一个十分重要的工种。

焊接结构通常都由若干条焊缝所组成。而焊缝的质量直接决定了整个焊接结构的质量。随着工业生产的日益发展，大容量、高参数的焊接结构日益增多，对焊缝质量的要求也愈来愈高。而每一条焊缝都是由焊工通过手工操作或机械来完成的，因此焊工的操作技术水平往往就决定了焊缝的质量，也直接影响到该焊接结构的工作质量和使用寿命。

根据所从事的焊接方法，电焊工可分为焊条电弧焊焊工、埋弧焊焊工、氩弧焊焊工、CO₂ 焊焊工和电渣焊焊工等。目前在工业生产中最为需要的是焊条电弧焊焊工、埋弧焊焊工、手工钨极氩弧焊和 CO₂ 焊焊工，他们占了焊工总数的绝大多数。因此，从事这些操作的焊工努力提高自身的操作技能水平，对更好地完成

工业生产任务，具有十分重要的意义。

2. 焊工常用的工、夹、量具

为了保证焊接过程正常进行，获得高质量的焊缝，并保障焊工的安全，焊工在操作过程中应备有必需的工、夹、量具。

(1) 焊工常用的工具

1) 焊钳 焊钳的作用是夹持焊条和传导电流。对焊钳的要求是：

① 焊钳必须有良好的绝缘性与隔热能力，手柄要有良好的绝缘层。

② 焊钳的导电部分应采用纯铜材料制成。焊钳与电焊电缆的连接应简便牢靠，接触良好。

③ 焊条位于水平、 45° 、 90° 等方向时，焊钳都能夹紧焊条，并保证更换焊条安全方便。

④ 焊钳应操作灵活，其重量不得超过 600g。

常用焊钳的外形见图 1-1。其规格有 300A 和 500A 两种。使用焊钳时钳口应经常保持清洁，胶木手柄松动或脱落时要及时调整修理好，避免钳内的导电部分裸露在外，发生危险。使用大电流时，焊钳的手柄容易发烫，此时禁止将过热的焊钳浸在水中冷却。

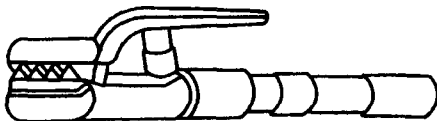


图 1-1 焊钳

2) 焊接电缆 焊接电缆的作用是传导焊接电流。对焊接电缆的要求是：

① 焊机用的软电缆线应采用多股细铜线电缆，其截面应根据焊接需要载流量和长度，按焊机配用电缆标准的规定选用，见表 1-1。

② 电缆外皮必须完整、柔软、绝缘良好，电阻不得小于 $1M\Omega$ ，电缆外皮若有破损，应及时修补完好或更新。

③ 连接焊机与焊钳必须使用软电缆线，长度一般不宜超过

20 ~ 30m。

表 1-1 焊接电缆截面的选用

截面 /mm ²	导线长 /m	焊接电流 /A								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
100		25	25	25	25	25	25	25	28	35
150		35	35	35	35	50	50	60	70	70
200		35	35	50	50	60	70	70	70	70
300		35	50	60	60	70	70	70	85	85
400		35	50	70	70	85	85	85	95	95
500		50	60	85	85	95	95	95	120	120
600		60	70	85	85	95	95	120	120	120

④ 焊机的电缆线应使用整根导线，中间不应有连接接头。当工作需要接长导线时，应使用接头连接器牢固连接，见图 1-2。连接处应保持绝缘良好。

焊接电缆型号有 YHH 型电焊橡胶套电缆及 YHHR 型特软电缆两种。使用焊接电缆时，严禁搭在气瓶、乙炔发生器或其它易燃物品的容器和材料上，并且禁止与油、脂等易燃物料接触。横穿马路时，要采取外加保护套等保护措施。

3) 角向磨光机 角向磨光机的用途是焊接前用以磨削坡口钝边、焊件表面除锈、磨削焊缝接头的突出处以及多层焊时清除层间缺陷。角向磨光机的外形见图 1-3。

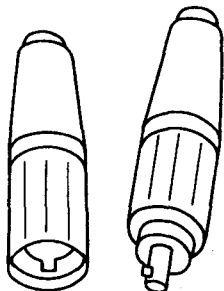


图 1-2 电缆接头连接器

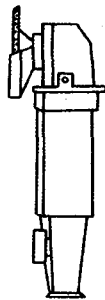


图 1-3 角向磨光机

角向磨光机有电动和气动两种，其中以手持式电动角向磨光机用得较多，其砂轮片由单相串励电动机驱动，用螺旋圆锥齿轮减速传动，安全线速度为 80m/s 。

角向磨光机的使用方法：

① 角向磨光机使用的工作条件为：海拔不得超过 1000m ；环境空气温度不超过 40°C 、不低于 -15°C ；空气相对湿度不超过 90% (25°C)。

② 使用前必须作认真的检查，整机外壳不得有破损，砂轮防护罩应完好牢固，电缆线、插头不得有损伤。然后通电空载运行几分钟，检查转动部分是否转动灵活无障碍。

③ 接电源前，必须首先检查电网电压是否符合要求，并将开关置于断开(OFF)位置。在供电电网临时停电时，应将磨光机与电源脱离，以防止电动机意外启动。

④ 在磨削过程中，不要让砂轮受到撞击，使用切割砂轮时不得横向摆动，以免砂轮碎裂。为取得好的加工效果，应尽可能使工作头旋转平面与工件砂轮表面成 $15^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 的斜角。

⑤ 搬动时，应手持机体或手柄，不要提拉电缆线。

⑥ 角向磨光机的电缆线与插头具有加强绝缘性能的作用，不要任意用其它导线更换插头或任意接长导线。平时应保护好电缆线，不要让尖利硬物损伤绝缘护层。

⑦ 角向磨光机应放置于干燥、清洁、无腐蚀性气体的环境中，因其机壳用聚碳酸酯制成，故不要让其接触有害溶剂。

⑧ 每季度至少进行一次全面检查，并测量角向磨光机的绝缘电阻，其值不得少于 $7\text{M}\Omega$ (用 500V 兆欧表测量)。霉雨季节应加强检查。

角向磨光机的维护保养方法如下：

① 经常观察电刷的磨损状况，及时更换过短的电刷。更换后的电刷在刷握中应活动自如，用手试电动机运转灵活后，再通电空转 15min ，使电刷与换向器接触良好。

② 保持风道畅通，定期清除机内油污与尘垢。

③ 使用过程中，若出现下列情况，必须立即切断电源，送交专职检修人员处理：传动部件卡住、转速急剧下降或突然停止转动；有异常振动或声响，温升过高或有异味时；发现电刷火花大于Ⅱ级或有环火时。

4) 焊条保温筒 焊条在使用前应存放在焊条烘箱内，根据焊条的性质按规定要求的温度烘干，从烘箱内取出后应立即放在焊条保温筒内，做到随用随取，以保持焊条药皮在使用过程中的干燥度。

焊条保温筒在使用时连接于焊机的输出端，由焊机供电，其工作温度为 $150 \sim 200^{\circ}\text{C}$ ，可装焊条 5kg 。

5) 敲渣锤 敲渣锤是清除焊缝焊渣用的尖锤，焊工应随身携带。锤的两端通常制成尖锯形或扁铲形，敲渣时焊工应戴平光眼镜。

6) 钢丝刷 钢丝刷是清除焊件表面铁锈、飞溅物的工具，常用弯柄式由 $4 \sim 6$ 行钢丝组成的刷子。

7) 气刮铲(扁铲打渣机) 采用碱性焊条焊接厚钢板焊件时，人工敲渣的时间约占全部焊接时间的 50% 以上，而且冲击振动力大，影响焊接质量。气刮铲是将扁铲装在一风动工具上进行敲渣，比手工敲渣可以缩短敲渣时间约 $2/3$ ，且轻巧灵活，后坐力小，清渣彻底，方便安全。

气刮铲的使用方法：

① 使用气刮铲时，要尽可能地保证气压正常。气压过高，会加快零件磨损，气压过低，则影响效率，一般应保持在 $0.45 \sim 0.55\text{MPa}$ 之间。

② 气路中应设置滤清器、定压阀、油雾器，无上述装置时要注意经常放水、加油。

③ 在扁铲没有顶上工件时，不要开启工具，以免空打，造成零件损坏。

④ 气刮铲的柄体与壳体由螺纹联接，并用一止退环来锁紧。如有松动要及时拧紧，并选择适宜的位置固定止退环。

⑤ 更换扁铲时，可一只手把卡针套向后拉，另一只手拉出扁铲。装扁铲时，先要使扁铲上的缺口对着壳体内方孔的钢球方向，然后一只手把卡针套后拉，另一只手把扁铲塞至底部，然后放开卡针套，扁铲即被钢球挡住。

⑥ 压把不宜一下开足，那样会使扁铲产生跳蹦现象而不能进行正常的铲削。应先稍压下压把，使工具以中慢速度进行，这样扁铲易切入工件。扁铲切入工件后，才可压紧压把全力进行铲削。

8) 其它辅助工具

① 90°角尺、划针、划规和样冲

90°角尺用于检验工件的垂直度。其外形见图 1-4。90°角尺的规格用长边和短边的尺寸来表示，如 250mm×160mm 90°角尺，即指 90°角尺的长边尺寸为 250mm，短边尺寸为 160mm。

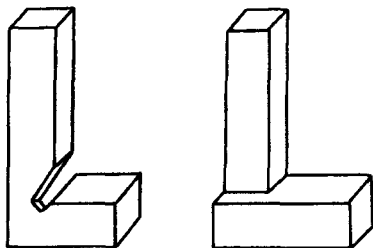


图 1-4 90°角尺

划针是在工件表面上划线的工具，其外形见图 1-5。



图 1-5 划针

划规是划线时作为划圆、作角度、等分线段和量取尺寸的工具，其外形见图 1-6。

样冲的外形见图 1-7。它用以在工件上打样冲眼，当所划的线模糊不清时，仍能找到原线位置，并可作为钻孔时的基准孔位。

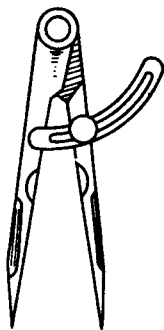


图 1-6 划规

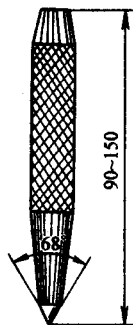


图 1-7 样冲

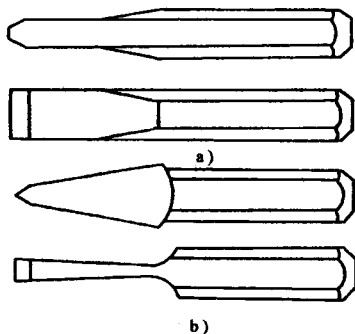


图 1-8 凿子

a) 平凿 b) 窄凿

② 凿子 凿子是凿削时的主要工具，由碳素工具钢锻制而成，分平凿(又称扁凿)和窄凿两种，见图 1-8。平凿用于凿削平面和凿断金属，刃宽一般为 10 ~ 15mm；窄凿用于凿削沟槽，刃宽约 5mm，凿子全长为 125 ~ 150mm。使用过程中，如发现刃部变钝、破损和顶部打毛卷边，应及时修磨后再使用。

③ 锉刀 锉刀用以对工件表面进行锉削加工，使工件达到所要求的尺寸、形状和表面粗糙度。锉刀的外形见图 1-9。焊接时，锉刀可用来锉除试板表面的铁锈和试板的钝边。根据每 10mm 长的锉面上锉齿的齿数多少，锉刀可分为粗锉、细锉和油

光锉三种。粗齿刀(4~12齿)齿间间隙大,不易堵塞,适于粗加工或锉铜和铝等软金属;细齿刀(13~24齿)适于锉钢和铸铁等;油光锉刀(30~60齿)只用于表面的最后修光。锉刀越细,锉出来的表面越光,但生产率越低。

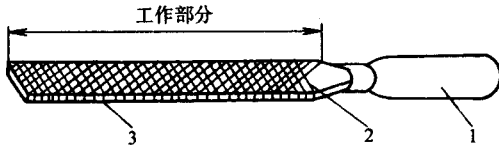


图 1-9 锉刀

1—锉柄 2—锉面 3—锉边

根据截面的不同形状,锉刀可分为平锉、半圆锉、方锉、三角锉及圆锉等,其中以平锉用得最多。

(2) 焊工常用的夹具 夹具的作用是将焊件进行装配、定位,必要时还可在焊接过程中将焊件移位或转动。

1) 装配、定位装置 采用合理的装配、定位装置可以提高焊缝质量和减轻工人的劳动强度。图 1-10 为装配两根管子用的螺旋压紧装置;图 1-11 为装配时起支撑作用的千斤顶;图 1-12 为装配板料用的螺旋拉紧器。装配、定位装置种类繁多,在生产中可以根据产品特点自行设计制造。

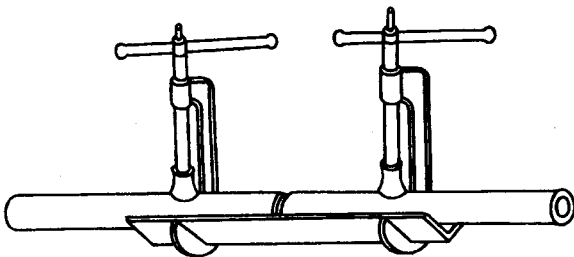


图 1-10 螺旋压紧装置

2) 变位器 将焊件置于适合于焊工进行焊接位置的一种辅助装置。

① 升降平台 将焊件置于平台上使其升降至适合于焊工焊

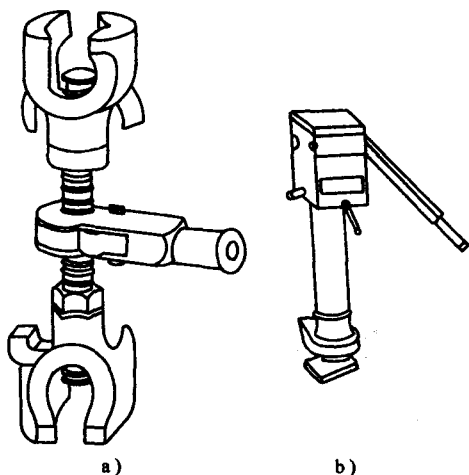


图 1-11 千斤顶

a) 螺旋千斤顶 b) 液压千斤顶

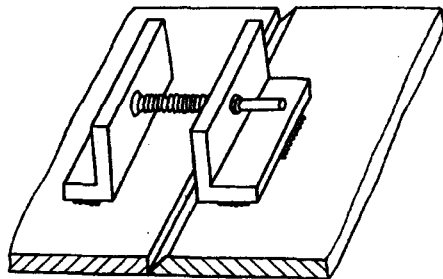


图 1-12 螺旋拉紧器

接的高度。根据其构造可分成螺旋升降平台和液压升降平台两种，见图 1-13。后者可以承受较大的重量。

② 回转装置 用于将焊缝的焊接位置从其它位置转变成平焊位置，以提高焊接速度和改善焊缝质量。

图 1-14 为床头-尾座型变位器，适用于大型笨重的组合件的变位。

图 1-15 为用于转动和倾斜焊件的全位置变位器。它采用晶闸管直流调速器，使变位器能实现稳定的恒转矩和无级调速，其

技术数据见表 1-2。

表 1-2 全位置焊接变位器的技术数据

参数	型号	BHT-6	BHT-12	BHT-50
载重量/kg		600	1500	5000
可焊尺寸/mm		$\phi 50 \sim \phi 600$	$< \phi 1200$	$\phi 3000$
转速/(r/min)		0~2	0~2	0~1

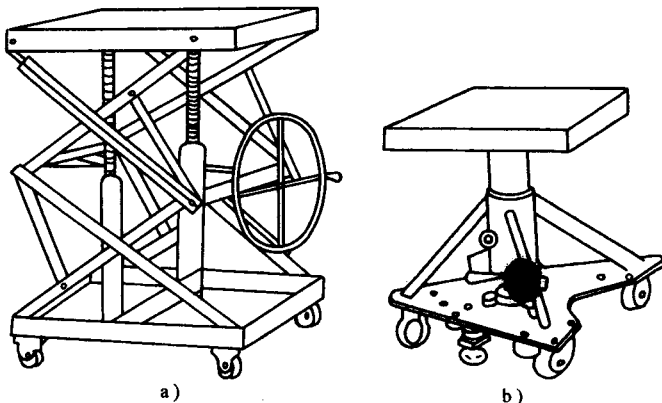


图 1-13 升降平台

a) 螺旋升降平台 b) 液压升降平台

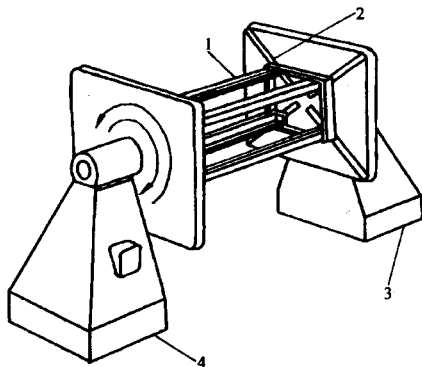


图 1-14 床头-尾座型变位器

1—待焊的组零件 2—T形槽 3—尾座 4—床头

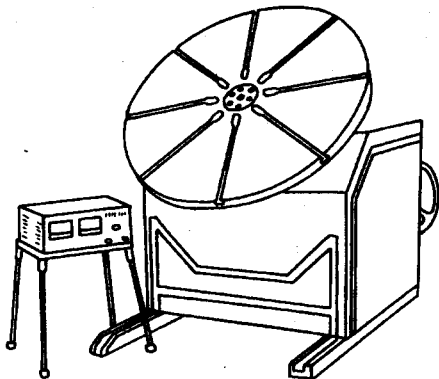


图 1-15 全位置焊接变位器

图 1-16 为滚轮架，适用于圆筒形焊件的焊接。驱动轮的转速可以按需要调节，回转是恒定的或间歇的。焊条电弧焊时可将驱动电动机的起动开关接在面罩手把上，焊工可根据需要在焊接过程中用手控进行调节。

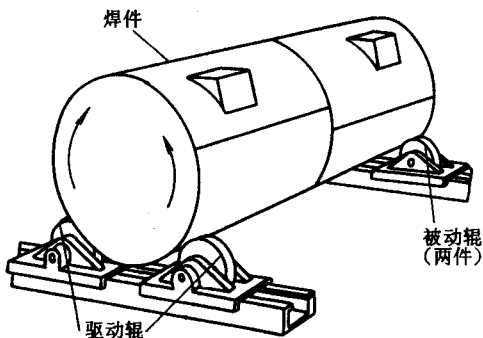


图 1-16 滚轮架

(3) 焊工常用的量具

1) 钢直尺 用以测量长度尺寸，常用薄钢板或不锈钢制成，见图 1-17。钢直尺的刻度误差规定，在 1cm 分度内误差不得超过 0.1mm。常用的钢直尺有 150mm、300mm、500mm 和 1000mm 等四种长度。

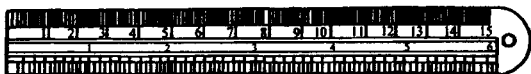


图 1-17 钢直尺

2) 游标卡尺 用以测量工件的外径、孔径、长度、宽度、深度和孔距等，是一种中等精度的常用量具，其结构形状见图 1-18。这种卡尺由尺身和游标两部分组成。尺身上的刻度每 1 小格为 1mm，游标上的刻度每 1 小格为 $9/10\text{mm}$ 、 $19/20\text{mm}$ 或 $49/50\text{mm}$ 。当内、外量爪分别合拢时，尺身、游标上的零线相重合；当内外量爪分开时，尺身、游标刻线即相对错动。测量时，根据尺身、游标相对错动位置，在尺身上读出 mm 的整数，在游标上读出 mm 的小数。

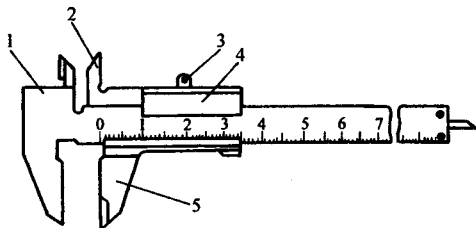


图 1-18 游标卡尺

1—尺身 2—内量爪 3—制动螺母 4—游标 5—外量爪

3) 焊工万能量规 它是一种精密量规，用以测量焊件焊后的坡口角度、装配间隙、错位以及焊后对接焊缝的余高、焊缝宽度和角焊缝的焊脚尺寸等，分别见图 1-19 ~ 图 1-25。

焊缝万能量规的外形尺寸为 $71\text{mm} \times 54\text{mm} \times 8\text{mm}$ ，重 80g。使用时应避免磕碰划伤，不要接触腐蚀性的气体、液体，保持尺面清晰，用完放入封套内。

3. 电弧焊安全、卫生和文明生产

在焊接作业过程中，焊工要与各种电流和电弧的高温热源发生联系。焊接过程中会产生对人体有害的气体、蒸气和金属粉尘。焊工还会接触到有害的紫外线和红外线。如果违