

工人技术培训教材



船舶钳工工艺学 · 初级

苏盛武 谢宗起 编

哈尔滨船舶工程学院出版社

前 言

为了落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，搞好船舶工人技术理论教育工作，加强智力开发，提高职工素质，以适应社会主义现代化建设和振兴船舶工业的需要。中国船舶工业总公司人事部组织了上海船舶工业公司有关船厂，在调查研究和总结经验的基础上，根据总公司《船舶工业造船工人技术等级标准》的要求，编写了船厂二十一个工种的初、中级《造船工人技术理论教育教学计划与教学大纲》。

根据这些教学计划与教学大纲的要求，我们组织一些船厂有实践经验的工程技术人员及有丰富教学经验的教师，编写了五十种船舶工人技术培训教材，并聘请技术水平较高、经验丰富的同志担任主审。在编写过程中，广泛地听取了各船厂的意见，增加了教材的适应性。

编写的教材有：放样号料工、冷加工、火工、装配工、焊接工、批铆和密性试验工、气焊气割工、船舶钳工、船舶管铜工、螺旋桨工、船舶钣金工、船舶电工、船舶木塑工、除锈涂装工、船舶泥工、起重吊运工的工艺学，及船体结构、船舶概论、船体制图、船体结构与识图、船体加工设备与工夹模具、企业管理常识、电工常识、机械制图、船舶常识、船舶电工学、电工基础、船舶电气工程概论、电工仪表与测量、船舶电站与电力拖动、船舶导航与通信设备、木工制图、电动起重机原理及操作、金属材料及热处理、画法几何、船舶柴油机结构和修理等。

这些教材力图体现工人培训的特点，既考虑到当前造船工人的文化水平，做到通俗易懂，又要有一定的理论深度，适当考虑到长远的发展，既做到理论联系实际，又注意到知识的科学性、系统性和完整性；既体现船舶特色，又兼顾不同类型船厂的需要；既便于集体组织教学，也便于个人自学。

这套教材主要用于船舶工人相应工种的初、中级技术理论教育，也适用于对口专业职业高中和技工学校的教学，有的也可作为其它类型工厂的工人培训教材。相应专业的科技人员、专业教师及管理人员也可选作参考书。

这套教材的出版，得到了哈尔滨船舶工程学院、有关地区公司、船厂的大力支持，在此特致以衷心的感谢。

编写船舶工人培训的统一教材还是第一次。由于时间仓促，加上编写经验不足，教材难免存在不少缺点和错误。我们恳切希望广大读者在使用中提出批评和指正，以便进一步修改、完善、不断提高教材质量。

中国船舶工业总公司教材编审室

一九八五年七月

编者的话

《船舶钳工工艺学（初级）》一书是为船舶工业职工培训编写的教材。由大连造船厂苏盛武、谢宗起编写。全书共十八章，前十四章由苏盛武编写，后五章由谢宗起编写，最后由苏盛武定稿。

本书内容基本遵循中国船舶工业总公司颁发的船舶钳工等级标准，以培训计划和教学大纲为依据，按三级钳工应知应会编写的。但也考虑到和中级技术培训的衔接问题，因此，在技术理论方面略超过五级水平。

本书在编写中充分注意到了成人教育的特点。从钳工的基本操作和基本理论开始，由浅入深，力求结合船舶生产实际；语言简练，文图并茂，减去了一些较难的运算。因此，它不仅可作职工培训教材，也可供青年工人自学和考级参考。

本书由上海造船厂高级工程师陈德禄同志审稿。

由于编者水平有限，书中错误和不足之处恳切希望读者给予批评指正。

编者

目 录

第一章 船舶钳工概述	(1)
第一节 船舶钳工的工作范围及作用.....	(1)
第二节 船舶钳工常用设备及工作场地的合理组织.....	(2)
第三节 船舶钳工的安全生产.....	(4)
第二章 船舶钳工的常用量具及其使用	(5)
第一节 尺的种类及其使用.....	(5)
第二节 卡钳的种类和使用方法.....	(6)
第三节 游标量具及其使用.....	(8)
第四节 百分尺及其使用.....	(12)
第五节 百分表(千分表)及其使用.....	(15)
第六节 样规及水平仪.....	(16)
第三章 划 线	(19)
第一节 概 述.....	(19)
第二节 划线工具及使用.....	(19)
第三节 基本线条的画法.....	(22)
第四节 划线基准的选择及借料.....	(26)
第五节 划线步骤及实例.....	(27)
第四章 鏟 削	(29)
第一节 鏟削工具.....	(29)
第二节 鏟削操作要领.....	(31)
第三节 鏟削加工实例.....	(32)
第五章 锉 削	(34)
第一节 锉削工具——锉刀.....	(34)
第二节 锉削要领.....	(35)
第三节 锉削方法及废品分析.....	(36)
第六章 锯 割	(38)
第一节 手 锯.....	(38)
第二节 锯割要领.....	(39)
第七章 钻 孔	(41)
第一节 钻孔刀具.....	(41)
第二节 钻孔机械.....	(44)
第三节 钻孔夹具.....	(46)
第四节 钻削用量及冷却液的选择.....	(47)
第五节 钻削操作.....	(50)
第八章 铳孔和铰孔	(53)

第一节	铰孔	.....	(53)
第二节	铰孔	.....	(54)
第九章	攻丝和套丝	.....	(58)
第一节	螺纹的基本知识	.....	(58)
第二节	攻丝	.....	(60)
第三节	套丝	.....	(65)
第十章	矫正与弯曲	.....	(69)
第一节	矫正	.....	(69)
第二节	弯曲	.....	(71)
第十一章	刮削与研磨	.....	(73)
第一节	刮削	.....	(73)
第二节	研磨	.....	(78)
第十二章	固定连接件的装配	.....	(82)
第一节	螺纹连接件的装配	.....	(82)
第二节	键连接的装配	.....	(88)
第三节	销连接的装配	.....	(91)
第四节	过盈连接的装配	.....	(92)
第十三章	轴承装配	.....	(96)
第一节	滑动轴承的装配	.....	(96)
第二节	滚动轴承的装配	.....	(100)
第十四章	传动机构的装配	.....	(107)
第一节	皮带传动的装配	.....	(107)
第二节	链传动的装配	.....	(112)
第三节	齿轮传动的装配	.....	(116)
第四节	蜗轮蜗杆传动的装配	.....	(125)
第五节	液压传动	.....	(128)
第十五章	船舶管路	.....	(133)
第一节	概述	.....	(133)
第二节	船用管材种类、特点及应用	.....	(133)
第三节	船用管子连接的结构类型、特点及应用	.....	(137)
第四节	管子的加工工艺	.....	(141)
第五节	船舶管路安装的工艺技术要求	.....	(144)
第十六章	船用阀门	.....	(150)
第一节	概述	.....	(150)
第二节	常见船用阀门的结构和用途	.....	(151)
第三节	阀门的装配知识	.....	(153)
第四节	阀门装配的通用技术要求	.....	(156)
第十七章	船用泵	.....	(160)
第一节	概述	.....	(160)

第二节	手摇往复泵	·····	(161)
第三节	蒸汽直动往复泵	·····	(163)
第四节	齿轮泵	·····	(167)
第五节	离心泵	·····	(169)
第十八章	船舶柴油机	·····	(172)
第一节	概 述	·····	(172)
第二节	柴油机的工作原理	·····	(174)
第三节	柴油机的运转参数	·····	(177)
第四节	柴油机的分类、型号及转向	·····	(179)
第五节	柴油机的主要固定件	·····	(181)
第六节	柴油机的主要运动件	·····	(184)
第七节	配气机构	·····	(188)
第八节	燃油供给系统	·····	(190)
第九节	润滑与冷却系统	·····	(193)
第十节	操纵系统	·····	(195)

第一章 船舶钳工概述

第一节 船舶钳工的工作范围及作用

一、钳工的工作范围

我国劳动人民对于金属的加工，具有悠久的历史。最初，他们用加热锻打的方法制造各种武器、生产工具和日用品。这就是金属的热加工——锻工。

随着生产力的不断发展，对一些形状复杂、细小的金属制品的需要不断增加，引起了锻工的劳动分工：笨重的大件由锻工制造，而细小复杂的则由手工冷锻来完成。这种手工冷锻就是钳工产生的基础。

冷锻法的大量采用，促进了凿、锉、锯等冷加工工具相继出现。冷加工工具的出现又促进了冷加工的发展，直至用手工可以作出包括机器零件在内的各种金属制品。这时，钳工才做为独立的工种发展起来。它的工作范围是指用各种工具以手工操作对金属进行的冷加工。

生产的不断发展，相继出现了各种金属冷加工机床。使很多笨重的、效率很低的钳工劳动被机床所代替。钳工工作范围随之有了新的变化，现在，机器和设备的安装、装配、调整、试验以及维护、检查、修理都列入了钳工的工作范围；甚至工胎卡具和各种模具的制作也都列入了钳工的工作范围。所以，现代钳工的含义已不只是金属的冷加工，而是有着更广泛的工作内容。随着生产的现代化、专业化程度越来越高，钳工也出现了较细的分工，如划线工、板金工、管钳工、装配钳工、修理钳工、工具钳工、模具钳工等。

船舶工业是综合性工业，船舶钳工要完成船上主机、辅机、甲板机、泵等全船所有机械设备以及轴系、管系的安装、检修和调试，工作中将遇到机件的各种连接、各种传动的装配。它的工作范围要比一般行业性钳工更宽广、更复杂。因此，要求船舶钳工有广泛的适应性，不能分工过细。

二、钳工的重要作用

虽然现在金属加工机械越来越多，自动化程度越来越高，但是，并不能全部代替钳工的手工操作。这是因为任何高精度机床加工出来的零件尺寸和形状不可能完全相同，只能控制在某个公差范围，只有经过钳工对零件进行选配才能得到高质量的产品，况且任何机器最后都要由钳工来组装。因此，钳工在工业生产中必不可少。

在船舶工业中，钳工尤为重要，其原因是：第一，船机是船舶的心脏，船机要经过钳工安装调试后才能交付使用，因此钳工的工作质量直接影响船舶性能。第二，船舶生产批量少，甚至是单件生产，因此从材料到加工成产品的整个过程中，都离不开钳工。毛坯进行加工前要划线，加工中用的工胎卡具要钳工制作，机器不能完成的钻孔、铰孔、攻丝等工作也得钳工承担。第三，船用机械中大而笨重的零件较多，加工的精度受到限制，因此互相配合的零件往往需要研配、修整。

如果是修船厂，钳工更具有特殊的重要性。修船主要是机械设备的修理，钳工的工

作量占很大一部分。它要求钳工既懂得机器设备的原理、性能、结构，又能分解拆装，还要找出机器毛病所在，同时对损坏的零件能进行修理或制作。

由此可见，船舶钳工在船舶工业生产中起着十分重要的作用。

三、如何学好钳工

由于钳工本身所具有的特点，决定了它的知识面广，技术水平要求高，操作复杂。要求既能实际操作，又要有一定的技术理论。因此，要学好钳工应从以下几方面下功夫：

（一）学好文化知识，打下坚实基础

一名优秀钳工既要有实践经验，也要有一定的理论水平，只有把理性东西弄懂了，实践才能达到预期效果。初级钳工理论知识至少要有初中文化水平，因为在加工或装配中经常需要几何尺寸、公差数值的计算，有很多机械的原理就是初中物理学中的定律。所以，没有文化水平，缺乏理解能力，就很难学好钳工。

（二）刻苦实践，不断积累经验

俗语说“熟能生巧”，一个手艺精湛的钳工是从千锤百炼中锻炼出来的。学会一个道理要经过多次实践，才能变成自己的东西。决不能心灵手懒，而应该苦钻研、勤实践、不断总结、不断提高。

（三）虚心学好，以人为师

“虚心好学，以人为师”，是一切工作成功之路，对于一个钳工来说尤为重要。因为钳工工作广度无边，深度无量，工作中新技术不断出现，因此，只有向老师傅和一切有技术的人学习，才能不断充实自己，成为一名合格的钳工。

第二节 船舶钳工常用设备及工作场地的合理组织

一、船舶钳工常用设备

一个比较正规的船舶钳工厂房，应具有主、辅机试验台、部件安装简易平台、检验用标准平台、检测用仪器和机械设备，以及钳工常用的安装机械，如压力机、剪刀机、冲垫机、研磨机等；还要有能满足装配和运输零部件所需要的起重设备；此外，最常用的设备是钳台（工作台）和虎钳。

（一）钳台

钳台是钳工操作作用的专门案子。一般用硬杂木或金属型材制成。钳台的结构如图1-1所示，分单人钳台和多人钳台。台面离地面的高度一般为800~900毫米。台面上铺有软铁皮或专用漆布。台面下面有装常用工具和量具的抽屉。

（二）虎钳

虎钳是安装在钳台上的供夹持工件用的夹具。虎钳有长脚虎钳、平行虎钳、手虎钳等。最常用的是平行虎钳，因为虎钳张开时，两钳口不管在什么位置上都是平行的。平行虎钳有两种，一种是固定式，一种是回转式。图1-2是回转式虎钳的结构。

虎钳主体是用铸铁制成的，分为固定部分、活动部分和基座部分。基座用地脚螺栓固定在钳台上；固定部分以螺栓和基座相连，但可以围绕螺栓回转，紧固螺栓可以把固定部分固定在任意位置。固定部分上部是固定钳口，中间有长方形孔。活动部分上部是

活动钳，下部是中空的长方形导轨，插入固定部分孔中。导轨中插入夹压螺杆，与其

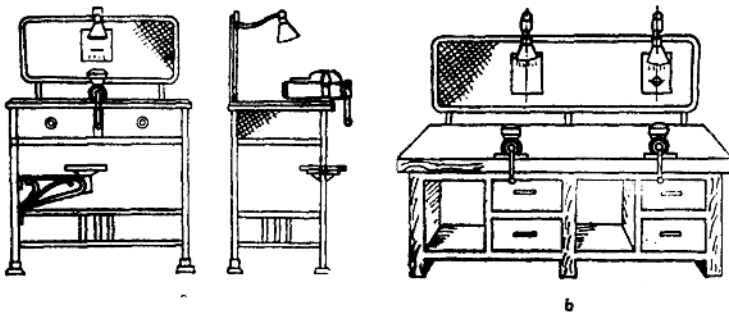


图 1-1 钳台

a. 单人钳台; b. 双人钳台

中的固定螺母吻合，形成螺旋付。因此，转动夹压螺杆的手柄，就可以使活动部分移动——两钳口合拢或分开。

使用虎钳时，应注意下面几点：

1. 虎钳安装应牢固，不可松动。
2. 不能将手柄加长，以免由于增加力臂长度，而使螺杆和螺母配合损坏。
3. 有钻座的虎钳，允许在该处施以小型的锤击工作，其他部分不允许敲击。
4. 螺杆和螺母及滑动面要经常加油润滑。

5. 工件超过钳口太长，要另加支撑，不可使钳口受过大的压力。

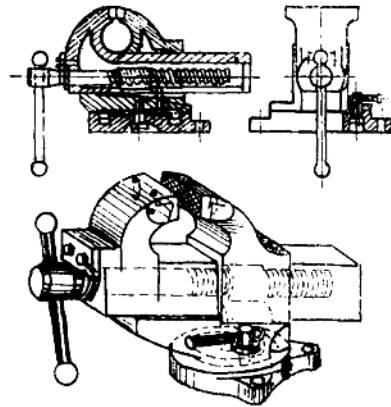


图 1-2 回转式平行虎钳

二、工作场地的合理组织

合理地组织工作场地，文明生产，是提高劳动生产率，提高产品质量，降低成本的重要保障。因此，应该做到：

(一) 钳工工作场地应保持清洁。每天收工都应打扫整理，油污应用锯末扫除，废料送往指定地点，通道应保证畅通无阻。

(二) 零件备品、工胎卡具有条理地放在规定的位置。乱放和堆在一起，不但易损坏，而且寻找困难，浪费时间。

(三) 待装配的零件以及拆卸的零部件都要按顺序摆放在适当的位置，不要离工作位置太远，并要寻找方便。

(四) 为提高场地的利用率，一时不用的工胎卡具，长时间待装的零部件，要及时清理，放在厂房边角处或仓库。

除钳工厂房外，船舶钳工的另一工作场所是船上的主、辅机仓室。一般仓室都比较狭窄，因此除要保持清洁外，零部件摆放更要讲究科学，并且件数一定要点清，注意不要掉入地板下，否则很难寻找，又浪费时间。工具带上船一定要如数带下船，掉入机器和管系内会酿成重大事故。

第三节 船舶钳工的安全生产

“安全为了生产，生产必须安全”，安全生产是关系到国计民生的大事，必须首先在思想上重视。时刻注意发现事故隐患，时刻注意消除生产中不安全因素。

船舶钳工要从以下几方面注意安全。

一、人身安全

(一) 开工前检查自己穿着的工作服，袖口应扎紧，把上衣下襟收入裤腰里，要戴好工作帽，尤其是留长发的女同志更应注意。

(二) 登高作业时，为防止人身事故，要自觉扎好安全带，一端要系在坚固的地方。

(三) 立体交叉作业的场所要戴好安全帽，避免高处落物打伤头部。

(四) 机器在试验时，操作者不准带手套，特别是开动车、钻、铣、磨床时更不准带手套。机器的回转件在运转时，不准用手触动。

(五) 不允许用手弄刚切削下来的高温金属屑。清除切屑时，不能直接用手拿或用嘴吹。起重物品时，人不要在吊车下站立。

二、设备安全

(一) 严格按工艺规程、操作规程和技术文件的要求进行工作。

(二) 不懂机器设备的性能和操作方法，不能随意动用。不得擅自使用不熟悉的工具。

(三) 工件和容器在进行压力试验时，如发现密封处泄漏时，不得在有压力的情况下继续拧紧螺母，更不能摇动或敲击。

(四) 拆卸高压气瓶等压力容器时，必须先把所有放泄阀打开，放掉剩余压缩空气或液体。严禁不经检查盲目拆阀头。

三、用电安全

(一) 对与电源相接的机器设备，修理时必须切断电源，不准带电进行拆卸修理。

(二) 船上的照明设备不准随意乱动，电气设备只允许电工来处理。

(三) 开、合电闸和电器开关，要十分注意，防止触电。

四、防止火灾

(一) 汽油等易燃易爆物品要有专用仓库，妥善保管，用后的剩余部分应及时还库。

(二) 在遇有易燃物接触的工作中，除自己要严格遵守禁止烟火的规定外，还应在工作场所周围挂上“禁止烟火”的警告牌。

(三) 撒在地上的油污要及时消除，用过的废油抹布、棉纱要清理，送往指定地点。

第二章 船舶钳工的常用量具及其使用

第一节 尺的种类及其使用

一、平尺

平尺是经过研磨、校正的矩形钢板条。有带刻度的，也有不带刻度的，长短宽窄不等。它用于划线，校验工件的平直度，或作为测量尺寸的辅助工具。其使用方法见图2-1。

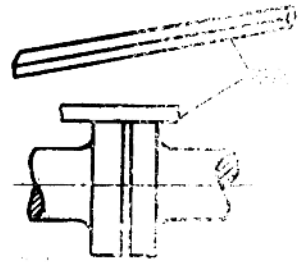


图2-1 平尺及用法

二、角尺

角尺是用来校验两个平面是否垂直的工具。它的种类很多，基本形状如图2-2所示。

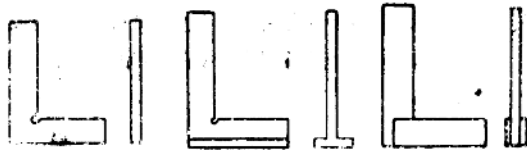


图2-2 各种角尺

测量前工件要去掉毛刺。测量时角尺的一个测量面必须靠在工件的基准面上，另一面必须靠在工件被测面上。如果方向不对，就会得到错误的结果，如图2-3所示。工件的完好程度可用透光法测视，见图2-4。

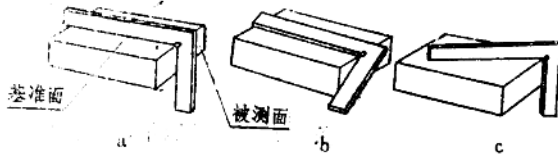


图2-3 角尺用法

a. 正确; b, c. 错误



图2-4 工件质量鉴别

三、钢 尺

钢尺是用来测量直线尺寸和距离的。有钢直尺和钢卷尺两种。钢直尺见图 2-5。

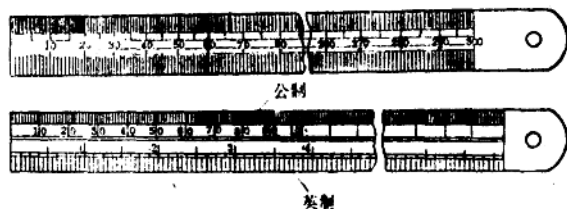


图 2-5 钢直尺

它的规格按长度区别有150、300、500、1000毫米几种。钢直尺上的刻度有公制和英制两种，有的公制和英制同刻在一尺上，公制可精确到0.5毫米，英制可精确到1/64英寸。公制和英制可做如下近似换算：1英寸 \approx 25.4毫米。

在使用钢直尺测量时，必须注意尺的零线要和工件边缘相重合。如果零线模糊不清或有损伤时，可以改用10毫米刻度线作为起点。为了使尺放得稳妥，应该用拇指贴靠在工件上，见图 2-6。读数时，视线必须跟所测量的面和尺面相垂直，否则会由于视线歪斜而造成误差，如图 2-7 所示。

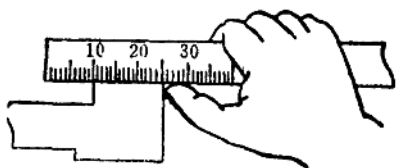


图 2-6 移动起点测量

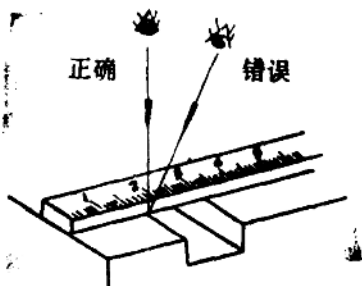


图 2-7 读数时的视线

钢卷尺也叫钢皮尺或盘尺，它是一条带有刻度的钢带，装在外壳内，规格有1、2、5、10、20、30、50米等多种。主要用于测量较大构件尺寸和较大距离，使用时要拉紧，以减小误差。

第二节 卡钳的种类和使用方法

卡钳是钳工必备的简单量具，有内卡钳和外卡钳之分，见图 2-8。它不能直接测出尺寸，但可以和有刻度的量具配合测出尺寸。

一、卡钳测量的方法

用卡钳测量，是靠手指的灵敏感觉来取得准确尺寸的。方法是：先用手将卡钳掰到与工件尺寸相近，然后轻敲卡钳卡脚的内外侧来调整脚尖的开度。调整时不许往工件的工作面上敲，也不能敲击卡钳的尖脚，以免损伤。

量内部尺寸时，将基本调整好的内卡钳轻轻插入孔内或槽内靠边缘部分，将一脚固

定，另一脚左右摆动，找正位置后，再前后摆动几次，能感到卡脚与孔、槽壁略有接触即可。如果感觉接触太紧或没有接触，应取出卡钳，轻敲卡脚，再测量，直到合适为止。测量时要注意卡钳应与孔端或槽的基准面相垂直。图 2-9 是用内卡钳测量示意图。

测量外部尺寸时，将已基本调好的外卡钳垂直地放于被量工作上进行试量，直至卡

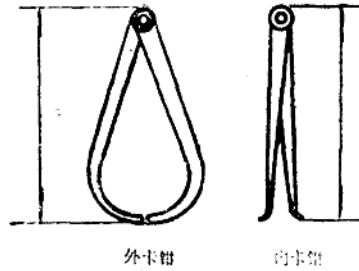


图 2-8 卡钳

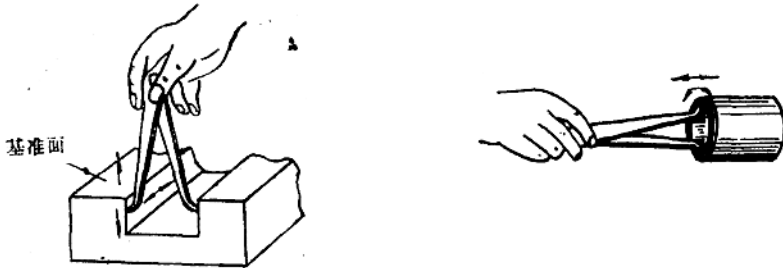


图 2-9 内卡钳测量方法

钳靠自重垂直从工件上滑下去，手有灵敏感觉为止。用大卡测量时，一手托住一只卡脚，使之靠紧工件表面，另一手握住铰链处，使另一只卡脚在工件上轻轻滑过。测量时必须使卡钳与工件的轴线或基准面相垂直。图 2-10 是测量示意图。

卡钳测量虽然简单方便，但是要想量得准确，也并不容易，尤其是对初学者和青年工人，必须经过实践，反复多次练习，才能掌握它。

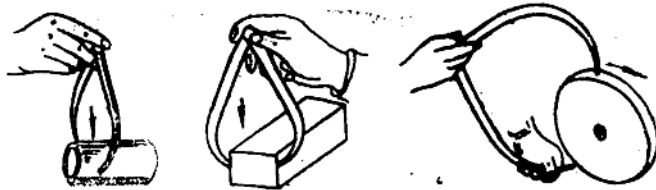


图 2-10 用外卡钳测量方法

二、卡钳测量尺寸的移植方法

用卡钳测量不能直接读数，必须把卡钳开度移至钢尺、卡尺或百分尺上。

一般非重要的尺寸可以移在钢尺上，方法是：外卡钳借助于手指托住钢尺，即可读出尺寸；内卡钳可借助于工件的一个基准平面，读出尺寸，如图 2-11 所示。要求较精确的尺寸，应移在游标卡尺或百分尺上，方法是：外卡钳的两卡脚轻轻接触卡尺两卡脚的外侧，在卡尺上读出的尺寸，要加上游标卡尺两脚宽度，才是实际测量尺寸。内卡钳的一长脚先贴在卡尺卡脚内侧的中部，作为枢点，再移动另一脚，试验与卡尺的内侧接触程度，调节卡尺的微调螺丝，使之轻轻接触，读出尺寸即可。图 2-12 是从卡尺上移植尺寸的示意图。也可用同样的方法在百分尺上移植尺寸。

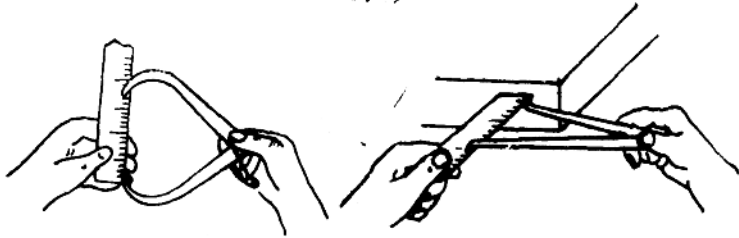


图2-11 卡钳从钢尺上移植尺寸

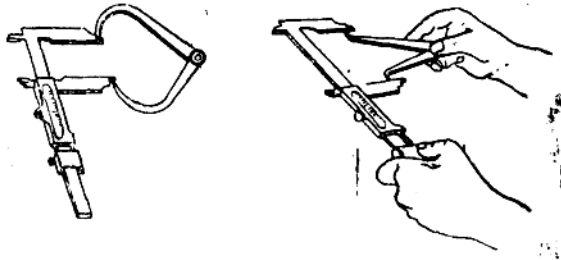


图2-12 卡钳从卡尺上移植尺寸

第三节 游标量具及其使用

一、游标卡尺

(一) 分类及构造

按测量范围可分为100、125、150、200、300、400、500、600、800、1000、1200毫米的游标卡尺；按游标的分度值可分为0.10、0.05、0.02毫米等几种游标尺。

游标卡尺的构造如图2-13所示。主尺1和固定卡脚2制成一体，主尺上刻有以毫米为单位的刻度。活动卡脚3在主尺上滑动，又可以用制动螺钉6随时固定在主尺上。把工件放在两个卡脚4中间，通过游标5与主尺的相对位置，便可读出工件的尺寸。分度值较精确的还设有微调螺钉7，旋紧螺钉9将滑动块8固定在主尺上，再扭动螺钉7就可以达到微调的目的。

游标卡尺一般是用膨胀系数较小的钢料制成，尺脚的测量面经淬火硬化和充分时效处理。

(二) 读数原理

所量零件的尺寸是根据游标与主尺刻度的相对位置读得的。与游标零线对应的主尺上的位置能决定被测工件尺寸的整数部分，小数部分由游标上的刻度来确定。以图2-14-I所示为例：分度值*i*为0.1毫米，放大系数*r*=1，主尺刻度为1毫米的一格，游标刻度为0.9毫米一格，当游标的零线和主尺零线相重合时，游标最末线便与主尺第九毫米线相重合。游标向右移动，使它的第一格刻度线与主尺一毫米刻度线相重合时，卡脚开度就是0.1毫米，游标第二刻度线与主尺2毫米刻度线重合，卡脚开度就是0.2毫米，依此类推。当游标零刻度线与主尺一毫米刻度重合时，测量卡脚间的距离就是

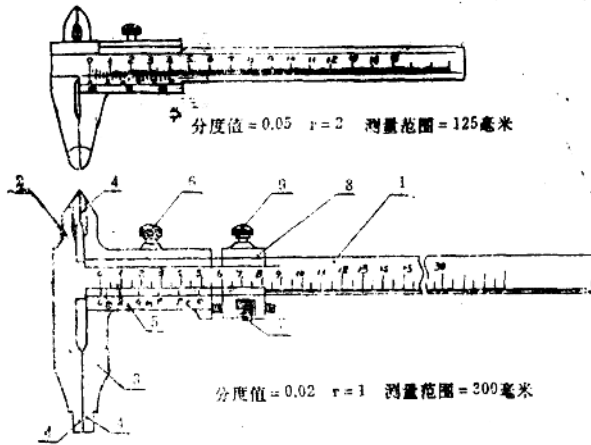


图2-13 游标卡尺

1 毫米。由此可见，只要找出游标上的某一格刻度线与主尺某一刻度线重合，就可以读出所测量尺寸的小数部分。图2-15是读数的几个例子。

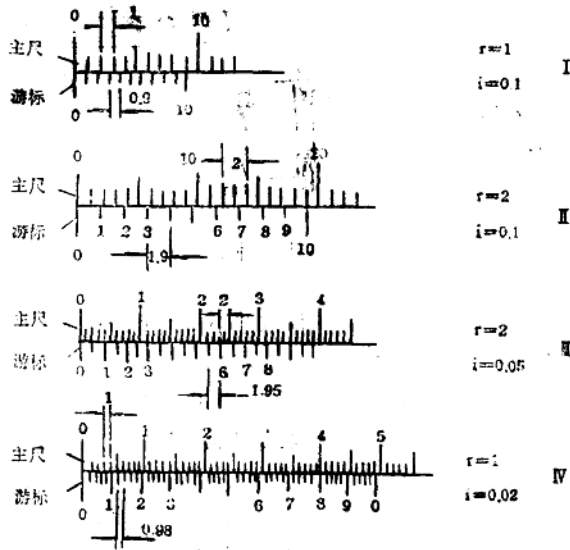


图2-14 游标卡尺的读数原理

如果把游标的刻度距离放大，使之每格等于1.9毫米，即放大系数 $r=2$ ，刻度线数目不变，读数原理和游标分度值也不变，由于增大了游标刻线的距离，使读数更加方便，如图2-14-II所示。为适应测量较精密的配合零件，目前所用的卡尺分度值等于0.05毫米和0.02毫米，读数原理见图2-14-III、IV。

(三) 使用及保管

游标卡尺可以用来对外部尺寸、内部尺寸和深度进行测量，如图2-16所示。

在使用前，应首先检查主尺和游标的零线是否对齐，然后再用透光法检查卡脚量面

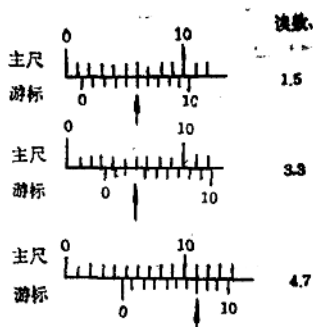


图2-15 读数实例

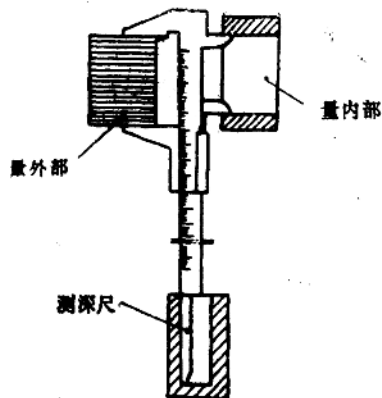


图2-16 游标卡尺用途

是否贴合。如果零线不齐或卡脚量面有光透过，这样的卡尺不能使用。

使用时，要按需要适当选择卡脚，如图2-17所示。

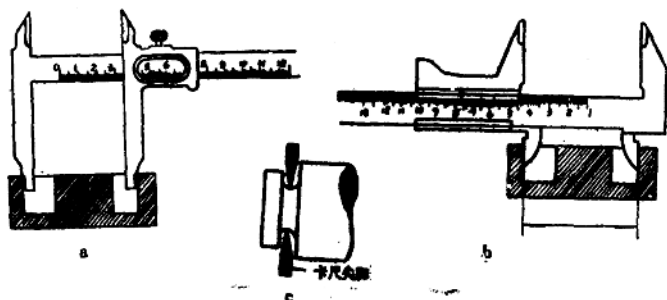


图2-17 卡尺卡脚选择

a. 量内尺寸；b. 量孔中心距；c. 量沟槽

用圆弧卡脚测两孔中心距时，得出的读数并不是中心距，中心距应是等于读数减去两孔半径后，再加上两卡脚的宽度。

在测量时，切记不可在工件转动时进行，不准在毛坯和粗糙表面上用卡尺测量。卡尺用完后应擦拭干净，长时间不用应涂一层薄油脂，防止生锈。

二、游标深度尺

游标深度尺见图2-18，是由主尺1、游标2、活动底座3、固定螺丝4及微调螺丝5组成。它的用途主要是测量深度。它的分度值有0.1、0.05、0.02毫米三种。测量范围为100~500毫米。读数原理同游标卡尺。同时先把活动底座压在工件的基准面上，然后移动主尺，使主尺的测量面碰到要测深度的底，固定活动底座，提起深度尺读出尺寸。不同的工件测量见图2-19。平直的缺口两面都有基准面，应把活动底座的两底面都卡在基准面上；只有一边基准面的台肩，应把活动底座一边压紧在基准面上，曲面基准面，应把底座放在最高处；有台肩的孔，应注意主尺量面是否正好下到所要测的台肩上。

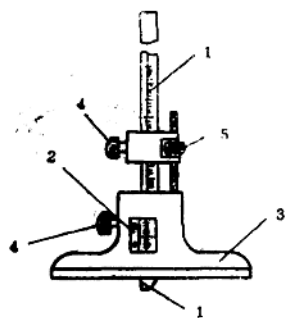


图2-18 游标深度尺

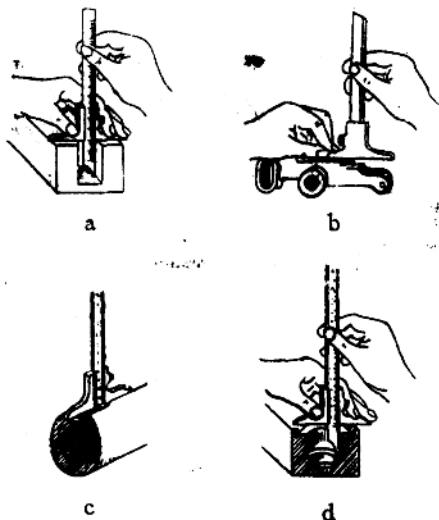


图2-19 游标深度尺用法

- a. 底座两边都卡在基准面上; b. 一边有基准面;
c. 曲面放在最高处; d. 有台肩

三、游标高度尺

游标高度尺如图2-20所示，是用来划线和测量放在平台上的零件的高度的。高度尺有底座1（底座下面为工作平面），主尺2固定在底座上，带游标的游标框3和微调部分4可在主尺上滑动。测量爪6和划线爪7都可以由固定架5固定在游标上，并可互换。测量爪有两个测量面，下面为平面，上面是以一定半径倒成的窄棱，用来测曲面高度。

它的读数原理与游标卡尺相同。按着测量范围，它可分为0~200、30~300、40~500、600~1000毫米几种；按游标分度值它有0.1、0.05、0.02毫米三种。

在使用时，一定要将平台和高度尺底座下面清理干净，使底座与平台完全贴合。除0~200毫米的高度尺以外，其余都不是从零开始，使用时应注意。

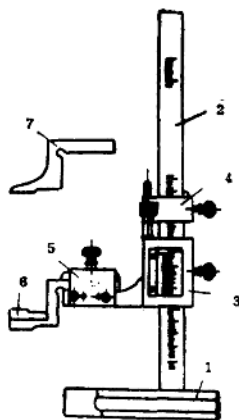


图2-20 游标高度尺

四、游标角度尺

游标角度尺，也称万用角度尺，它可以测量零件和样板内外角度，测量范围为 0° ~ 320° 。游标分度值为 $2'$ 。它的结构如图2-21所示。基准板2固定在扇形主尺1上，游标3固定在扇形板4上，直角尺5用套箍7固定在扇形板4上，直尺6用套箍固定在直角尺上，直角和直尺都可滑动。

使用时要根据被测量零件的具体情况，以及要测的角度大小不同，来确定直角尺和直尺的不同安装，如图2-22所示。