

工具钳工

实际操作手册

**SHIJICAOZUO
SHOUCE**



叶旭明 郭 易 主编
周兆元 姚正辉

 辽宁科学技术出版社

工具钳工 实际操作手册

叶旭明 郭 易 周兆元 姚正辉 主编

辽宁科学技术出版社

沈 阳

图书在版编目 (CIP) 数据

工具钳工实际操作手册/叶旭明等主编. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2009. 10

ISBN 978 - 7 - 5381 - 5677 - 5

I. 工… II. 叶… III. 钳工 - 技术手册 IV. TG9 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 159016 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳全成广告印务有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 140mm × 203mm

印 张: 22.875

字 数: 600 千字

印 数: 1 ~ 4000

出版时间: 2009 年 10 月第 1 版

印刷时间: 2009 年 10 月第 1 次印刷

责任编辑: 韩延本

封面设计: 杜 江

版式设计: 于 浪

责任校对: 刘 庶

书 号: ISBN 978 - 7 - 5381 - 5677 - 5

定 价: 42.00 元

联系电话: 024 - 23284360

邮购热线: 024 - 23284502

E-mail: lnkjc@126.com

http: //www. lnkj. com. cn

本书网址: www. lnkj. cn/uri. sh/5677

前 言

机械制造业是技术密集型的行业，而工具钳工又是机械制造业的重要工种之一。现代工业的迅猛发展和新技术、新工艺、新材料、新设备的不断涌现，对工具钳工技术的要求也越来越高。工具钳工工作涉及的专业面宽，需要的知识比较广，在工作中往往要用到较多的专业资料。本手册旨在为广大工具钳工提供一本比较完备而实用的技术资料性工具书，帮助其提高操作技能、技术水平和素质。

本手册包括工具钳工需要的内容。在编写过程中，力求坚持以实用为主，尽量做到内容图表化；尽量采用最新的国家标准和法定计量单位，并兼顾完整性和科学性。手册内容简明、数据准确、工艺先进、资料切合生产实际，可供从事工具钳工工作的工人和技术人员查阅。

手册共分五章。第一章介绍工具钳工常用资料及有关计算公式和数据，第二章介绍工具钳工常用量仪与测量方法，第三章介绍工具钳工基本操作，第四章介绍机床夹具，第五章介绍模具的制造与装配。

参加本书编写的有：周兆元、曲贞江（第一章），郭易、王春莉（第二章），宋晓梅、李长智（第三章），叶旭明、周维、朱丽娟（第四章），姚正辉、王庆顺（第五章）。叶旭明、郭易、周兆元、姚正辉任主编。

本手册在编写过程中，得到了辽宁科学技术出版社韩延本编辑的指导与帮助，同时也汲取和参考了相关手册中的部分资料，在此一并表示诚挚的谢意。

工具钳工涉及的技术范围广，技术实践性强。由于编者水平有限，不妥之处在所难免，敬请读者指正。

编 者

目 录

第一章 工具钳工常用资料	001
第一节 一般常用资料	001
一、常用的计量单位和换算	001
二、常用物理参数	003
三、钳工常用数学	006
第二节 机械制图	021
一、机械制图基础	021
二、机械图样的识读	037
第三节 公差与配合	053
一、尺寸的公差与配合（尺寸的极限与配合）	053
二、形状和位置公差	062
三、表面粗糙度	066
第四节 金属材料及热处理	069
一、金属材料	069
二、钢的热处理	104
第二章 工具钳工常用量仪及设备	111
第一节 常用量具	111
一、常用术语	111
二、千分尺	112
三、游标卡尺	115
四、游标万能角度尺	119
五、正弦规	120

六、光滑极限量规	123
第二节 精密量仪	127
一、测量平面度误差和直线度误差的量具	127
二、齿轮测量的项目及量仪	133
三、光学分度头	144
四、万能工具显微镜	147
五、测量工具的选择	148
第三节 常用设备	152
一、虎钳	152
二、台式钻床	152
三、立式钻床	154
四、摇臂钻床	154
五、手电钻	156
六、剪板机	156
七、砂轮机	159
第三章 工具钳工基本操作	161
第一节 划线	161
一、划线的常用工具及使用方法	162
二、划线方法及工艺	170
三、操作实例	179
第二节 錾削、锯削及锉削加工	184
一、錾削	184
二、锯削	194
三、锉削	203
第三节 钻孔与铰孔	215
一、钻削设备及装夹工具	215
二、钻孔	216
三、扩孔和铰孔	232

四、铰孔	236
五、加工实例	242
第四节 攻螺纹与套螺纹	245
一、攻螺纹	249
二、套螺纹	260
三、加工实例	264
第五节 刮削	267
一、刮削工具	268
二、刮削方法	275
三、加工实例	282
第六节 研磨	286
一、研磨工具和研具材料	286
二、研磨方法	293
三、加工实例	295
四、研磨常见缺陷、产生原因及预防方法	298
第四章 机床夹具	299
第一节 概述	299
一、工件定位原理	299
二、机床夹具分类	299
三、夹具组成	302
第二节 机床夹具元件	303
一、定位元件	303
二、支承元件	314
三、夹紧元件	321
四、对刀元件	388
五、导向元件	392
六、操作元件	405
七、对定元件	414

八、其他元件	420
第三节 典型机床夹具设计要点	431
一、钻床夹具	431
二、镗床夹具	442
三、铣床、刨床夹具	455
四、定位机构	459
五、夹紧机构	471
六、自动定心机构	476
七、分度机构	490
第四节 组合夹具	502
一、组合夹具分类	502
二、组合夹具元件	504
第五节 夹具公差配合	547
一、常用夹具元件的公差配合选择	547
二、夹具各元件间相互位置和相关尺寸公差的确定	547
第六节 夹具设计和使用中的问题及其处理方法	549
第五章 模具的制造与装配	569
第一节 概述	569
一、模具分类	569
二、模具组成	574
第二节 冷冲压模具	575
一、冲裁模具	575
二、弯曲模具	588
三、常用模具元件	599
第三节 塑料模具	678
一、塑料模具设计常用资料	678
二、塑料模具常用结构零件	690
第四节 模具材料的选用及热处理	710

一、模具材料及热处理	710
二、模具零件的表面强化	715
三、模具用有色金属及其合金	718
参考文献	720

第一章 工具钳工常用资料

第一节 一般常用资料

一、常用的计量单位和换算 (表 1-1)

表 1-1 常用的计量单位和换算

项 目	换 算 关 系
长 度	1 米 (m) = 10 分米 (dm) = 100 厘米 (cm) = 1000 毫米 (mm) = 1000000 微米 (μm) 1 公里 (km) = 1000 米 (m) = 2 市里 = 0.6214 英里 (mile) = 0.2546 日里 1 米 (m) = 3.2808 英尺 (ft) = 3.3 日尺 1 英尺 (ft) = 12 英寸 (in) 1 码 (yd) = 3 英尺 (ft) = 0.91438 米 (m) 1 英寸 (in) = 25.4 毫米 (mm)
面 积	1 平方米 (m^2) = 10.7639 平方英尺 (ft^2) = 1550 平方英寸 (in^2) = 1.196 平方码 (yd^2) 1 公顷 = 10^4 平方米 (m^2) = 15 亩 = 2.471 英亩 = 1.07639×10^5 平方英尺 (ft^2) = 1.089×10^5 平方日尺
容积或 体积	1 立方米 (m^3) = 10^3 升 (L) = 2.19969×10^2 英加仑 (UK · gal) = 2.642×10^2 美加仑 (U · S · gal) = 1.308 立方码 (yd^3) = 35.315 立方英尺 (ft^3) = 6.103×10^4 立方英寸 (in^3) = 35.937 立方日尺

续表

项 目	换 算 关 系
质 量	1 千克 (kg) 或公斤 = 2 市斤 = 2.2046 磅 (lb) = 35.274 盎司 (oz) 1 吨 (t) = 10^3 千克 (kg) = 20 (市) 担 = 0.9842 英吨 (tn) = 1.1023 美吨 (sh · tn)
密 度	1 千克/立方米 (kg/m^3) = 10^{-3} 吨/立方米 (t/m^3) = 10^{-3} 克/立方厘米 (g/cm^3) = 3.6×10^{-5} 磅/立方英寸 (lb/in^3) = 6.22×10^{-2} 磅/立方英尺 (lb/ft^3) = 7.5×10^{-4} 英吨/立方码 (tn/yd^3) = 10^{-2} 磅/英加仑 ($\text{lb}/\text{UK} \cdot \text{gal}$)
流 量	1 立方米/秒 (m^3/s) = 6×10^4 升/分 (L/min) = 1.585×10^4 美加仑/分 ($\text{U} \cdot \text{S} \cdot \text{gal}/\text{min}$) = 2.6417×10^2 美加仑/秒 ($\text{U} \cdot \text{S} \cdot \text{gal}/\text{s}$) = 2.1189 立方英尺/分 (lb^3/min) 1 千克/秒 (kg/s) = 3.6 吨/时 (t/h) = 2.2046 磅/秒 (lb/s)
力	1 牛 (N) = 10^{-3} 千牛 (kN) = 10^{-3} 斯担 (Sn) = 10^5 达因 = 0.10197 千克力 (kgf) = 0.22481 磅力 (lbf)
压力和应力	1 帕 (Pa) 或牛/平方米 (N/m^2) = 10^{-5} 巴 (bar) = 9.87×10^{-6} 标准大气压 (atm) = 1.02×10^{-5} 工程大气压 (at) 或千克力/平方厘米 (kgf/cm^2) = 7.5×10^{-3} 毫米汞柱 (mmHg) 或托 (Torr) = 0.101974 毫米水柱 (mmH_2O) 1 千克力/平方毫米 (kgf/mm^2) = 9.80665×10^6 牛/平方米 (N/m^2) 或帕 (Pa) ≈ 10 兆帕 (MPa)
功、能及热量	1 焦 (J) = 0.1019716 千克力 · 米 ($\text{kgf} \cdot \text{m}$) = 10^7 尔格 (erg) = 2.777778×10^7 千瓦 · 时 ($\text{kW} \cdot \text{h}$) = 3.776×10^{-7} 米制马力 · 时 (PS · h) = 2.388×10^{-4} 国际蒸汽表千卡 (kcal_{IT}) = 2.39×10^{-4} 热化学千卡 (kcal_{th})
功 率	1 瓦 (W) = 10^{-3} 千瓦 (kW) = 0.1019716 千克力 · 米/秒 ($\text{kgf} \cdot \text{m}/\text{s}$) = 2.388×10^{-4} kcal/s = 1.333×10^{-2} 米制马力 (PS)
角 度	1 rad = $180^\circ/\pi \approx 57.29578^\circ \approx 57^\circ 17' 45''$; $1^\circ = \pi/180^\circ \text{rad}$

二、常用物理参数

1. 常用材料密度 (表 1-2)

表 1-2 常用材料密度 (g/cm³)

材料名称	密度 ρ	材料名称	密度 ρ
灰铸铁	6.8 ~ 7.2	铬	7.19
可锻铸铁	7.2 ~ 7.4	钒	6.11
工业纯铁	7.87	钨	10.20
钢材	7.85	铌	8.57
铸钢	7.8	钼	22.5
低碳钢 (含碳 0.1%)	7.85	锑	6.62
中碳钢 (含碳 0.4%)	7.82	镉	8.64
高碳钢 (含碳 1%)	7.81	钡	3.5
高速钢 (含钨 9%)	8.3	铍	1.85
高速钢 (含钨 18%)	8.7	铋	9.84
不锈钢 (含钨 13%)	7.75	铀	22.4
紫铜	8.89	铯	6.9
黄铜	8.4 ~ 8.85	钽	16.6
压力加工用黄铜	8.4 ~ 8.85	碲	6.24
铸造用黄铜	8.622	钿	11.5
压力加工用铝青铜	8.65 ~ 8.9	银	10.5
铸造用锡青铜	7.5 ~ 8.6	金	19.3
压力加工用铝合金	2.67 ~ 2.8	铂	21.4
铸造用铝合金	2.6 ~ 2.85	钾	0.86
锡基轴承合金	7.34 ~ 7.75	钠	0.97
铅基轴承合金	9.33 ~ 10.67	钙	1.55
硬质合金 (钨钴)	14.4 ~ 14.9	硼	2.34
硬质合金 (钨钛钴)	9.5 ~ 12.4	硅	2.33
汞	13.6	硒	4.84
锰	7.43	砷	5.7

2. 常用材料弹性模量、弹剪模量及泊松比 (表 1-3)

表 1-3 常用材料弹性模量及泊松比

名 称	弹性模量 E (N/mm^2)	弹剪模量 G (N/mm^2)	泊松比 μ
灰铸铁	$(1.15 \sim 1.60) \times 10^5$	4.5×10^4	0.23 ~ 0.27
可锻铸铁	1.55×10^5		
碳钢	$(2.0 \sim 2.1) \times 10^5$	8.1×10^4	0.24 ~ 0.28
镍铬钢、合金钢	2.1×10^5	8.1×10^4	0.25 ~ 0.30
铸钢	1.75×10^5		
轧制纯铜	1.1×10^5	4.0×10^4	0.31 ~ 0.34
冷拔纯铜	1.3×10^5	4.9×10^4	
轧制磷青铜	1.15×10^5	4.2×10^4	0.32 ~ 0.35
冷拔黄铜	$(0.91 \sim 0.99) \times 10^5$	$(3.5 \sim 3.7) \times 10^4$	0.32 ~ 0.42
轧制锰黄铜	1.1×10^5	4.0×10^4	0.35
轧制铅	0.69×10^5	$(2.6 \sim 2.7) \times 10^4$	0.32 ~ 0.36
拔制铝线	0.7×10^5		
铸铝青铜	1.05×10^5	4.2×10^4	
硬铝合金	0.71×10^5	2.7×10^4	
轧制锌	0.84×10^5	3.2×10^4	0.27
铅	0.17×10^5	0.7×10^4	0.42
玻璃	0.56×10^5	2.2×10^4	0.25

3. 金属材料熔点、热导率及比热容 (表 1-4)

表 1-4 金属材料熔点、热导率及比热容

名 称	熔点 ($^{\circ}\text{C}$)	热导率 (导热系数) [$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]	比热容 [$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$]
灰铸铁	1200	46.4 ~ 92.8	544.3
铸钢	1425		489.9
软钢	1400 ~ 1500	46.4	502.4
黄铜	950	92.8	393.6
青铜	995	63.8	385.2
紫铜	1083	393	376.9
铝	658	203	904.3
铅	327	34.8	129.8
锡	232	62.6	234.5
锌	419	110	393.6
镍	1452	59.2	452.2

注：表中热导率值指 0 ~ 100 $^{\circ}\text{C}$ 范围内的值。

4. 常用材料摩擦系数 (表 1-5)

表 1-5 常用材料摩擦系数

材料名称	摩擦系数			
	静摩擦		动摩擦	
	无润滑剂	有润滑剂	无润滑剂	有润滑剂
钢—钢	0.15	0.1~0.12	0.15	0.05~0.10
钢—软钢	—	—	0.2	0.1~0.2
钢—铸铁	0.3	—	0.18	0.05~0.15
钢—青铜	0.15	0.1~0.15	0.15	0.1~0.15
软钢—铸铁	0.2	—	0.18	0.05~0.15
软钢—青铜	0.2	—	0.18	0.07~0.15
铸铁—铸铁	—	0.18	0.15	0.07~0.12
铸铁—青铜	—	—	0.15~0.2	0.07~0.15
青铜—青铜	—	0.1	0.2	0.07~0.1
皮革—铸铁	0.3~0.5	0.15	0.6	0.15
橡皮—铸铁	—	—	0.8	0.5
钢—夹布胶木	—	—	0.22	—
纯铝—钢	—	—	0.17	0.02
青铜—酚醛塑料	—	—	0.24	—
纯铝—黄铜	—	—	0.27	0.02
淬火钢—尼龙9	—	—	0.43	0.023
淬火钢—尼龙1010	—	—	—	0.0395

5. 常用材料线膨胀系数 (表 1-6)

表 1-6 常用材料线膨胀系数

材 料	温度范围 (°C)					
	20~100	20~200	20~300	20~400	20~600	20~700
工程用铜	(16.6~ 17.1) × 10 ⁻⁶	(17.1~ 17.2) × 10 ⁻⁶	17.6 × 10 ⁻⁶	(18~ 18.1) × 10 ⁻⁶	18.6 × 10 ⁻⁶	
紫铜	17.2 × 10 ⁻⁶	17.5 × 10 ⁻⁶	17.9 × 10 ⁻⁶			
黄铜	17.8 × 10 ⁻⁶	18.8 × 10 ⁻⁶	20.9 × 10 ⁻⁶			
锡青铜	17.6 × 10 ⁻⁶	17.9 × 10 ⁻⁶	18.2 × 10 ⁻⁶			

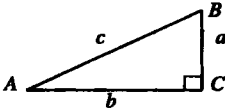
续表

材 料	温度范围 (°C)					
	20 ~ 100	20 ~ 200	20 ~ 300	20 ~ 400	20 ~ 600	20 ~ 700
铝青铜	17.6×10^{-6}	17.9×10^{-6}	19.2×10^{-6}	—	—	—
碳钢	(10.6 ~	(11.3 ~	(12.1 ~	(12.9 ~	(13.5 ~	(14.7 ~
	12.2) ×	13) ×	13.5) ×	13.9) ×	14.3) ×	15) ×
	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}
铬钢	11.2×10^{-6}	11.8×10^{-6}	12.4×10^{-6}	13×10^{-6}	13.6×10^{-6}	—
40CrSi	11.7×10^{-6}	—	—	—	—	—
30CrMnSiA	11×10^{-6}	—	—	—	—	—
3Cr13	10.2×10^{-6}	11.1×10^{-6}	11.6×10^{-6}	11.9×10^{-6}	12.3×10^{-6}	12.8×10^{-6}
1Cr18Ni9Ti	16.6×10^{-6}	17.0×10^{-6}	17.2×10^{-6}	17.5×10^{-6}	17.9×10^{-6}	18.6×10^{-6}
铸铁	(8.7 ~	(8.5 ~	(10.1 ~	(11.5 ~	(12.9 ~	
	11.1) ×	11.6) ×	12.2) ×	12.7) ×	13.2) ×	—
	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	10^{-6}	

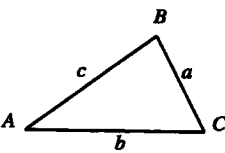
三、钳工常用数学

1. 常用数学公式 (表 1-7)

表 1-7 常用数学公式

项目	简 图	计算公式
直角三角形		① $\sin A = \frac{a}{c}$ (= $\cos B$) ② $\cos A = \frac{b}{c}$ (= $\sin B$) ③ $\tan A = \frac{a}{b}$ (= $\cot B$) ④ $\cot A = \frac{b}{a}$ (= $\tan B$) ⑤ $\angle A = \arcsin \frac{a}{c} = \arccos \frac{b}{c} = \arctan \frac{a}{b}$ ⑥ $c^2 = a^2 + b^2$ ⑦ $a = \sqrt{c^2 - b^2}$ ⑧ $b = \sqrt{c^2 - a^2}$ ⑨ $c = \sqrt{a^2 + b^2}$

续表

项目	简图	计算公式
任意三角形		$\textcircled{1} \frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$ 式中: R = 外接圆半径 $\textcircled{2} a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ $b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$ $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$ $\textcircled{3} \tan \frac{A-B}{2} = \frac{a-b}{a+b} \cot \frac{C}{2} \text{ 或 } \frac{a-b}{a+b} = \frac{\tan \frac{A-B}{2}}{\tan \frac{A+B}{2}}$ $\textcircled{4} \sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{bc}}$ $\cos \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{p(p-a)}{bc}}$ $\tan \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(p-b)(p-c)}{p(p-a)}}$ 式中: $2p = a + b + c$
三角函数换算公式		$\textcircled{1} \sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$ $\textcircled{2} \cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$ $\textcircled{3} \tan 2\alpha = \frac{2 \tan \alpha}{1 - \tan^2 \alpha}$ $\textcircled{4} \cot 2\alpha = \frac{\cot^2 \alpha - 1}{2 \cot \alpha}$ $\textcircled{5} \sin^2 \alpha = \frac{1}{2} (1 - \cos 2\alpha)$ $\textcircled{6} \cos^2 \alpha = \frac{1}{2} (1 + \cos 2\alpha)$ $\textcircled{7} \sin^3 \alpha = \frac{1}{4} (3 \sin \alpha - \sin 3\alpha)$ $\textcircled{8} \cos^3 \alpha = \frac{1}{4} (\cos 3\alpha + 3 \cos \alpha)$