

乡镇企业初中级技术工人培训教材

农业部乡镇企业司 编

机械制造工艺概论



辽宁科学技术出版社

6

机械制造工艺概论

Jixie Zhizao Gongyi Gailun

农业部乡镇企业司 编

辽宁科学技术出版社出版 (沈阳市南京街6段1里2号)
辽宁省新华书店发行 沈阳新华印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 8³/₄ 字数: 191,000
1990年11月第1版 1990年11月第1次印刷

责任编辑: 马 骏 插 图: 赵 容
封面设计: 朝 夕 责任校对: 李秀芝

印数: 1—22,000

ISBN 7-5381-0989-7/TG·23 定价: 4.12元

乡镇企业技术工人培训教材（机械类）

编审委员会

主任委员 黄海光
副主任委员 郭志实 赵汝霖 王小华 樊 鹏
委 员 （按姓氏笔画为序）
王正石 白振芳 刘太来 朱丽英
吴汉大 李炳恩 李殿华 苑汝义
姚守成 胡呈祥 贺恒立 顾大智
徐大成 徐洪如 琚运富 戴贺兰

本书主编 王正石
编写者 王正石 王玉荣 金鹤奇
主 审 徐大成

前 言

搞好乡镇企业职工的技术培训，培养大批合格的技术工人，以提高职工的整体素质，是当前全国乡镇企业面临的紧迫任务。

为了满足乡镇企业技术工人等级培训的需要，农业部乡镇企业司组织黑龙江、辽宁、山西、河北、河南、湖北、内蒙、北京、天津、大连等十省、自治区、市有关同志、专家、教授，编写了乡镇企业初中级技术工人培训教材，其中有《数学》、《机械基础》、《机械制图》、《机械制造工艺概论》、《车工工艺学》、《钳工工艺学》、《铣工工艺学》、《磨工工艺学》、《铸造工艺学》、《锻压工艺学》、《刨工工艺学》、《冲压工艺学》、《焊工工艺学》和《机械制图习题集》、《基础课习题集》共十五本书。

这套教材是以机械部颁布的初、中级技术等级标准为依据，同时结合乡镇企业实际情况编写的。在内容编排上改变了以往技术工人培训教材初、中级分开的模式，采取了初级内容和中级内容合编，既适用于初级工培训和已获初级工证书、晋升中级工的培训，又适用于直接进行中级工的培训。教材内容充实、语言简练，以讲清最基本的概念和操作方法为主，尤其注重实际操作能力的培养，体现劳动部关于“要改革培训内容和培训方法，改变重理论轻技能、重课堂轻实际训练，单纯强调正规化、系统化的思想，突破传统教育观

念，突出和强化技能训练”的要求，使学员通过理论培训，能够掌握高质量、高效率的操作技能。

教材还写进职业道德教育方面的内容，使学员通过培训，不仅学到技术理论知识，提高操作技能，而且在思想觉悟方面也有所提高。

统编乡镇企业初中级技术工人培训教材，由于缺乏经验，撰写时间较紧促，书中难免有疏漏之处，希望读者提出宝贵意见，再版时改正。

农业部乡镇企业司

1990年6月

目 录

第一章 刀具材料及几何角度	1
一、刀具切削部分材料应具备的性能	1
二、常用刀具材料	3
三、刀具切削部分几何角度	10
四、车刀角度的刃磨	19
复习题	21
第二章 切削变形与刀具磨损	23
一、切屑形成	23
二、积屑瘤	26
三、已加工表面的冷硬现象	29
四、切削力及其功率	31
五、切削热与切削温度	38
六、刀具磨损及耐用度	41
七、切屑的卷曲和折断	50
八、切削液	55
复习题	59
第三章 刀具几何角度合理的选择	60
一、前角及前刀面的选择	60
二、后角及后刀面的选择	64
三、副后角的选择	67
四、主偏角的选择	67

五、副偏角的选择	69
六、刃倾角的选择及斜角切削	71
七、刀具几何角度选用实例及先进刀具介绍	73
复习题	77
第四章 金属材料的切削加工性	78
一、金属材料的切削加工性定义	78
二、影响材料切削加工性的主要因素	79
三、改善材料切削加工性的措施	80
四、材料切削加工性的综合分析法	81
五、碳素钢、高合金钢类切削加工性及刀具	82
六、铸铁类切削加工性及刀具	86
七、有色金属切削加工性及刀具	89
复习题	91
第五章 常用刀具及切削概述	92
一、铣刀与铣削	92
二、钻头与钻削	98
三、铰刀与铰削	106
四、丝锥结构与几何角度	109
五、板牙	111
六、磨削与砂轮	112
复习题	120
第六章 机械制造工艺的基本概念	122
一、机械加工工艺规程	122
二、机械加工工艺过程的组成	125
三、生产类型及其工艺特征	127
四、零件表面加工顺序的确定	129
五、对工艺规程的基本要求	131

复习题	132
第七章 定位原理和定位误差	134
一、定位及基准的基本概念	134
二、定位原理	135
三、常用的定位方法及定位元件	140
四、工件的定位误差	152
复习题	154
第八章 工件的装夹和基准选择	155
一、工件的装夹	155
二、基准与定位基准的选择	155
三、基准不重合时的尺寸换算及工艺尺寸链的基 本计算方法	164
复习题	169
第九章 机械加工精度及表面质量	170
一、加工精度的基本概念	170
二、影响加工精度的因素及其分析	175
三、表面质量的含义及其对零件使用 性能的影响	201
四、影响表面粗糙度的因素	203
五、控制表面残余应力的方法	207
复习题	208
第十章 机床夹具的概述	209
一、机床夹具的作用及组成	209
二、常用机床夹具的分类	212
复习题	213
第十一章 夹紧方法和夹紧机构	214
一、夹紧机构的组成	214

二、夹紧力的确定	216
三、夹紧机构	218
四、动力夹紧装置	234
复习题	243
第十二章 夹具的定位、分度和对刀	244
一、夹具在机床上定位	244
二、夹具的分度和分度机构	248
三、夹具的对刀和刀具导向装置	252
复习题	256
第十三章 各类机床夹具	257
一、钻床夹具	257
二、铣床夹具	261
三、车床夹具	265
复习题	269

第一章 刀具材料及几何角度

金属切削过程中，直接完成切削工作的是刀具的切削部分。刀具是否能胜任切削工作，首先决定于构成切削部分的材料是否具备应有的性能，其次决定于刀具的切削部分合理的几何角度。正确的选择刀具切削部分的材料，关系到刀具的耐用度、生产率以及工件的加工精度和表面质量。因此研究和发展性能优异的新型刀具材料，对机械制造业的发展极为重要。

一、刀具切削部分材料应具备的性能

1. 物理机械性能

(1) 硬度和耐磨性 刀具本身的硬度必须高于工件材料的硬度。刀具材料常温硬度必须在 HRC60 以上，刀具材料的耐磨性一般与硬度成正比，硬度越高，可允许采用较高的切削速度，即刀具的耐磨性也越好。

(2) 强度和韧性 刀具必须具备足够的强度，以承受较大的切削力。刀具还必须具备有足够的韧性，才能承受冲击载荷和振动。

(3) 热硬性 热硬性是刀具在高温下保持高硬度的性能。由于切削区域的温度很高，刀具材料在高温下，强度、硬度和耐磨性均会显著地下降而丧失切削能力。因此刀具材

料高温硬度高，则热硬性好，刀具所能承受的切削速度也就越高。

(4) 导热性 刀具材料导热性越好，热量传出容易，能降低切削区域的温度，对刀具使用寿命有利。

2. 工艺性能

良好的工艺性能使刀具容易制造，成本低，热处理变形小，不易脱碳，刃磨时砂轮不易堵塞，砂轮磨损量小。常用刀具材料的物理机械性能见表1—1。

表1—1 常用刀具材料的物理机械性能

材料性质	刀具材料的种类						
	碳素工具钢	合金工具钢	高速钢	硬质合金	陶瓷	立方氮化硼	金刚石
密度 (g/cm ³)	7.6~7.8	7.7~7.9	8.0~8.8	8.0~15	3.6~4.7	3.44~ 3.49	3.47~ 3.56
硬度	HRC 63~65	HRC 63~66	HRC 63~70	HRA 89~94	HRA 91~95	HV 8000~ 9000	HV 10000
抗弯强度 GPa (kgf/ mm ²)	2.2 (220)	2.4 (240)	2.5~4.0 (250~ 400)	0.9~ 2.45 (90 ~245)	0.45~ 0.8 (45~80)	0.3 (30)	0.21~ 0.49 (21~49)
抗压强度 GPa (kgf/ mm ²)	4.0 (400)	4.0 (400)	2.5~4.0 (250~ 400)	3.5~5.9 (350~ 590)	3.0~5.0 (300~ 500)	0.8~1.0 (80~ 100)	2.0 (200)
冲击韧性 KJ/m ² (kgf/cm ²)	—	—	100~600 (1~6)	25~60 (0.25~ 0.6)	5~12 (0.05~ 0.12)	—	—
弹性模量 GPa (kgf/ mm ²)	210 (21000)	210 (21000)	200~230 (2000~ 2300)	420~630 (42000~ 63000)	350~420 (35000~ 42000)	720 (72000)	900 (90000)
导热系数 W/m·°C (cal/cm· S·°C)	41.8 (0.1)	41.8 (0.1)	16.7~ 25.1 (0.04~ 0.06)	16.7~ 87.9 (0.04~ 0.21)	19.2~ 37.6 (0.046~ 0.09)	179.4~ 200.6 (0.38~ 0.43)	146.5 (0.35)
线膨胀系数 ($\alpha \times 10^{-6}/$ °C)	11.72	—	9~12	3~7.5	6.3~9	4.8	0.9~ 1.18
热硬性°C	200~250	300~400	600~650	800~ 1000	>1200	1400~ 1500	700~800

二、常用刀具材料

1. 工具钢

(1) 碳素工具钢 含碳量在0.65~1.35%之间。钢号用平均含碳量的千分数表示,如T12表示含碳量平均为千分之十二。由于碳素工具钢热硬性较低,不适合用于高速切削刀具。例如T7、T8进行热处理后,硬度高、韧性好,常用于制造凿子、铲子等。T9、T10、T11硬度更高,可用来制造钻头、丝锥、手锯条等。T12、T13硬度很高,韧性低,可用来制造锉刀、刮刀等。

(2) 合金工具钢 合金工具钢是在高碳钢中加入少量的合金元素,如铬、硅、锰、钨、钒等,以提高钢的淬透性及回火的稳定性,并提高强度及耐磨性。常用的合金钢有9Mn₂V、9SiCr、CrW5、CrMn、CrWMn等。合金工具钢的化学成分和用途见表1—2。

表1—2 常用合金工具钢的牌号成分及用途

牌 号	化 学 成 分 %							用 途
	C	Mn	Si	Cr	W	V	硬度 HRC	
9Mn ₂ V	0.85~ 0.95	1.7~ 2.0	≤ 0.035	—	—	0.1~ 0.25	≥62	丝锥、板牙、铰 刀等
9SiCr	0.85~ 0.95	0.3~ 0.6	1.2~ 1.6	0.95~ 1.25	—	—	≥62	板牙、丝锥、钻 头、铰刀等
CrW ₅	1.26~ 1.5	≤0.3	≤0.3	0.4~ 0.7	4.5~ 5.5	—	≥65	铣刀、车刀、刨刀 等
CrMn	1.3~ 1.5	0.45~ 0.75	≤0.35	1.3~ 1.6	—	—	≥62	量规、块规等
CrWMn	0.9~ 1.05	0.8~ 1.1	0.15~ 0.35	0.9~ 1.2	1.2~ 1.6	—	≥62	板牙、拉刀、量规 等

(3) 高速钢 (锋钢) 按化学成分高速钢可分为钨系高速钢和钼系高速钢。按切削性能分为普通高速钢和高性能高速钢。高速钢的含碳量为0.7~1.5%，含铬量为4%，含钨和钼量为10~20%，钒为1%。高速钢的热硬性可达600℃，强度和韧性均较好，刃磨后切削刃锋利，质量稳定，一般用来制造小型、形状复杂的刀具。高速钢的物理机械性能见表1—3。

表1—3 常用高速钢的物理机械性能

钢 种	硬度 HRC	抗弯强度 σ_{bb} GPa (kgf/mm ²)	冲击韧性 akMJ/m ² (kgf-m/cm ²)	600℃时高温 硬度 HRC	
普通 高速 钢	W18Cr4V	63~66	3.00~3.40 (300~340)	0.18~0.32 (1.80~3.20)	48.5
	W6Mo5Cr4V2	63~66	3.50~4.00 (350~400)	0.30~0.40 (3.00~4.00)	47~48
	W14Cr4VMnRe	64~66	~4.00 (~400)	~0.31 (~3.1)	50.5
高 性 能 高 速 钢	95W18Cr4V	67~68	2.94 (300)	0.165~0.213 (1.70~2.20)	52
	100W6Mo5Cr4V2	67~68	3.43 (350)	0.126~0.25 (1.30~2.60)	53
	W12Cr4V4Mo	65~67	~3.13 (~320)	~0.242 (~2.50)	51.7
	W6Mo5Cr4V3	65~67	~3.13 (~320)	~0.242 (~2.50)	51.7
	W9Cr4V5	65~67	~3.13 (~320)	~0.242 (~2.50)	51.7
	W6Mo5Cr4V2Co8	66~68	~2.94 (~300)	~0.291 (~3.00)	54
	W12Cr4V5Co5	66~68	~2.94 (~300)	~0.242 (~2.50)	54
	W7Mo4Cr4V2Co5	67~70	2.45~2.94 (250~300)	0.223~0.291 (2.30~3.00)	54
	W2Mo9Cr4VCo8	67~70	2.64~3.72 (270~380)	0.223~0.291 (2.30~3.00)	55
	W6Mo5Cr4V2Al	67~69	2.84~3.82 (290~390)	0.223~0.291 (2.30~3.00)	54~55

①普通高速钢:

钨系高速钢(W18Cr4V)。它是我国常用的一种高速钢，具有较好的综合性能，通用性强，一般用来制造复杂的刀具。

钼系高速钢(W6Mo5Cr4V2)。它具有较好的抗弯强度和冲击韧性，热塑性非常好，是热轧刀具的主要材料，如制造麻花钻。其缺点是热处理时，易脱碳和氧化，淬火温度范围较窄。

②高性能高速钢：在普通高速钢的基础上添加其它元素，如钒、钴和铝等，以提高其硬度、耐热性、耐磨性，改善刀具的切削性能和提高刀具的耐用度。这类高速钢用来加工耐热合金钢、不锈钢、钛合金钢及超高强度等难切削的材料。

高碳高速钢(95W18Cr4V)。其硬度可达 HRC66~68，高温600℃时硬度达 HRC51~52，用来加工钛合金及不锈钢较好。

高钒高速钢(W6Mo5Cr4V5SiNbAl)。其硬度可达 HRC66~68，抗弯强度高，冲击韧性好，但可磨性差。

高钴高速钢(W2Mo9Cr4Co8)。加入高钴，可提高常温和高温硬度，提高抗氧化性能，改善导热性，降低摩擦系数。

高铝高速钢(W6Mo5Cr4V2Al)。其硬度可达 HRC67~70，可获得较好的综合性能。

(4) 硬质合金 硬质合金是用粉末冶金法制成的，由高硬度和高熔点的碳化物和金属粘结剂组成。

其物理机械性能取决于合金成分、粉末的颗粒粗细以及合金的烧结工艺等。含粘结剂越多，强度也就越高。常用硬质合金牌号中，含有大量的碳化钨(WC)、碳化钛(TiC)，因此硬度、耐磨性、耐热性均高于工具钢。常温硬度可达 HRA

89~94, 耐热性达800~1000℃。在硬质合金中加入碳化钨、碳化钽, 可使耐热性提高到1000~1100℃。

①普通硬质合金分类、牌号: 硬质合金常用的有四类。即钨钴类, 常用的 YG3、YG6、YG8, Y 表示硬质合金, G表示钴, G 后面的数字表示含钴量的百分数; 第二类钨钴钛类, 常用牌号有 YT5、YT14、YT15、YT30。T 表示碳化钛, T 后面的数字表示含碳化钛量的百分数; 第三类钨钽(钨)类, 牌号是 YA6, A 表示碳化钽(碳化钨)的钨钴类硬质合金; 第四类钨钽钨(钨)类, 牌号是YW₁、YW₂, W 表示通用硬质合金。

②硬质合金成分和性能: 钨钴类硬质合金。此类硬质合金由碳化钨(WC)和钴(Co)组成, 常温硬度为 HRA89~91, 耐热性为800~900℃。在合金中含钴越多, 含碳化钨就少, 则硬度越低, 抗弯强度越高。

钨钴钛类硬质合金。此类硬质合金除碳化钨和钴外, 还含有5~30%的碳化钛, 因碳化钛的硬度比碳化钨高, 故此类硬质合金的硬度和耐磨性比钨钴类硬质合金高, 在合金中含碳化钛越多, 硬度与耐磨性越高, 而强度和韧性就越低。此类硬质合金热硬性比钨钴类合金高, 达900~1100℃。

钨钽(钨)类硬质合金。此类是由钨钴类硬质合金中添加适当的碳化钨(碳化钽)派生出来的, 它具有较高的常温硬度、高温强度和抗氧化能力。

钨钽钨(钨)钴类硬质合金。它是由钨钴钛类硬质合金中添加适当的碳化钨(碳化钽)派生出来的, 是一种通用型合金, 比钨钴钛类合金的硬度有明显的提高, 而且提高了抗弯强度、抗疲劳强度、冲击韧性、高温硬度及抗氧化能力。碳化钨类硬质合金成分和性能见表1—4。

表1—4 硬质合金的成分和性能

合金牌号	化学成分				物理机械性能						相近ISO 牌号		
	WC	TiC	TaC (NbC)	Co	硬度		抗弯强度 σ_{bb} GPa(kg/cm ²)	冲击韧性ak ₁ KJ/m ²	导热系数K W/m ² ·°C (cal/cm ² ·s ² ·°C)	热膨胀系数 $\alpha \times 10^{-6}$ (1/°C)		比重	
					HRA	HRC							
WC + Co	YG3	97	—	—	3	91	78	1.08 (110)	—	87.9 (0.21)	—	14.9~15.3	K01 K05
	YG6	94	—	—	6	89.5	75	1.37 (140)	25.5 (0.26)	79.6 (0.19)	4.5	14.6~15.0	K15 K20
	YG8	92	—	—	8	89	74	1.47 (150)	—	75.4 (0.18)	4.5	14.4~14.8	K30
	YG3X	97	—	—	3	92	80	0.98± (100)	—	—	4.1	15.0~15.3	
	YG6X	94	—	—	6	91	78	1.32 (135)	—	79.6 (0.19)	4.4	14.6~15.0	
	YA6	91~93	—	1~3	6	92	80	1.32 (135)	—	—	—	—	14.4~15.0
WC + TaC (NbC) + Co	YT30	66	30	—	4	92.5	81.5	0.883 (90)	2.94 (0.03)	20.9 (0.05)	7.00	9.35~9.7	P01
	YT15	79	15	—	6	91	78	1.13 (115)	—	33.5 (0.08)	6.51	11~11.7	P10
	YT14	78	14	—	8	90.5	77	1.18 (120)	6.87 (0.07)	33.5 (0.08)	6.21	11.2~12.7	P20
TiC + Co	YT5	85	5	—	10	89.5	75	1.28 (130)	—	62.8 (0.15)	6.06	12.5~13.2	P30

WC 基 合 金

合金牌号	化学成分			物理机械性能						相近ISO 牌号			
	WC	TiC	TaC (NbC)	Co	硬度		抗弯强度 σ_{bb} GPa(kg/mm ²)	冲击韧性 KJ/m ² (kg·m/cm ²)	热导系数 k W/m·°C (cal/cm·s·°C)		K系数	线膨胀系数 $\alpha \times 10^{-6}$ (1/°C)	比重
					HRA	HRC							
WC + TiC + TaC (NbC) +Co	84	6	4	6	92	80	1.23 (125)					13.0~13.5	M10
	82	6	4	8	91	78	1.47 (150)					12.7~13.3	M20
TiC 基 合 金													
TiC + WC + Ni-Mo	15	62	1	Ni-12 Mo-10	92.5	80.5	1.08 (110)					6.3	P01.4
	8	71		Ni-7 Mo-14	93	82	0.883 (90)					5.9	P01.1

表中：Y—硬质合金；G—钴，其后数字表示含钴量；X—细晶粒合金；T—碳化钛，其后数字表示TiC含量；A—含TaC(NbC)的钴钨类合金；W—通用合金，N—以镍、钼作粘结剂的合金。