

车 工 实 践

(第 二 版)

上海第一毛麻纺织机械厂

车 工 实 践

(第 二 版)

上海第一毛麻纺织机械厂

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海商务印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 19.5 字数 475,000

1971年9月第1版 1974年6月第2版 1974年6月第2次印刷

印数 400,001—600,000

统一书号: 15171·52 定价: 1.40 元

目 录

第一版前言

第二版前言

第一章 车刀和切削	1
第一节 车刀材料的选择	1
一、高速钢	3
二、硬质合金	3
第二节 切削的过程与原理	7
一、切屑的形成与变形原理	7
二、切削力	11
三、切削热与切削温度	13
四、刀具的磨损与耐用度	14
五、刀具的锋利与强固在切削中的作用	16
第三节 车刀切削角度的选择	19
一、车刀切削角度的基本概念	19
二、车刀切削角度的作用及其合理选择	24
三、装刀位置、走刀运动及工件形状对车刀切削角度的影响	44
第四节 切削用量与冷却润滑液的选择	46
一、切削用量的概念	47
二、切削用量对切削的影响	47
三、切削用量的合理选择	51
四、冷却润滑液的作用及其选择	55
第五节 车刀的焊接和刃磨	55
一、车刀的焊接及防止硬质合金刀片裂纹的方法	55
二、车刀的刃磨	59
第二章 车外圆	69
第一节 工件的一般装夹	69

一、在四爪卡盘上装夹和校正工件	69
二、在三爪卡盘上装夹和校正工件	75
三、使用两顶针装夹工件	76
第二节 外圆车削	86
一、粗车外圆	88
二、精车外圆	90
三、割断	91
四、断续车削	97
五、车削管料工件	98
六、车削铸铁类工件	102
七、车削奥氏体不锈钢工件	105
八、车削淬硬钢工件	107
九、车削铜类工件	109
十、车削铝类工件	110
十一、车削橡胶类工件	112
第三节 车外圆时使用的几种心轴	115
一、整体式心轴	115
二、伞形心轴	116
三、胀力心轴	116
四、螺纹心轴	117
五、花键心轴	117
六、心轴与花盘结合使用	118
第四节 使用中心架或跟刀架车削外圆	119
一、使用中心架车削外圆	119
二、使用跟刀架车削外圆	124
第三章 车圆柱孔	135
第一节 钻头和钻削	135
一、麻花钻的基本概念及其改进	135
二、自动进给钻孔	148
第二节 车孔刀具	149
一、一般常用的车孔刀具	150
二、孔径样板刀	151

三、浮动搪刀	158
四、铰刀	160
第三节 圆柱孔车削	163
一、圆柱孔的一般车削	163
二、车削对合轴瓦工件	169
三、车削深孔	171
四、其他加工方法	177
第四节 圆柱孔的测量	184
一、使用塞规测量圆柱孔	184
二、使用内径百分表测量圆柱孔	185
三、使用内径分厘卡测量圆柱孔	186
四、使用内卡钳测量圆柱孔	187
第四章 车圆锥	190
第一节 圆锥的概念和各部分尺寸的计算	190
第二节 车圆锥的几种方法	192
一、转动小拖板车圆锥	192
二、靠模法车圆锥	203
三、偏移尾座车圆锥	208
四、专用夹具车圆锥	210
第三节 标准锥度、常用圆锥及圆锥的精密测量	210
一、标准锥度和常用圆锥	210
二、圆锥的精密测量	215
第五章 车螺纹	219
第一节 螺纹的分类、代号及尺寸计算	220
一、螺纹的分类	220
二、螺纹要素及标准螺纹的代号	220
三、螺纹各部分尺寸的计算	221
第二节 挂轮计算和搭配	251
一、挂轮传动原理、基本计算公式及搭配规则	251
二、在“单杆”车床上车螺纹时的挂轮计算	256
三、在“齿轮”车床上车某些特殊螺距时的挂轮计算	260

四、挂轮啮合间隙的调整	262
五、“乱牙”问题及其克服方法	262
第三节 螺纹的车削	264
一、螺纹车刀的特点及一般选择原则	266
二、车削螺纹的方法及其选择	274
三、车削螺纹工件切削用量的选择	276
四、车削内螺纹的常见疵病分析和解决方法	277
五、车多头螺纹的分头方法	278
六、各种螺纹的加工特点	285
七、在车床上加工螺纹的其他方法	295
第四节 蜗杆的车削	309
一、蜗杆各部分尺寸计算	309
二、车削蜗杆时的挂轮计算	312
三、蜗杆的车削	319
四、圆弧面蜗杆的车削	320
第五节 螺纹和蜗杆的测量	324
一、螺纹环(塞)规及卡板测量法	324
二、螺纹分厘卡测量法	325
三、齿厚游标卡尺测量法	325
四、三针测量法	327
第六章 车特形面和组合刀具的应用	331
第一节 特形面车削	331
一、双手控制法车特形面	331
二、用样板刀车特形面	333
三、靠模法车特形面	335
四、车特形面的几种专用工具	341
五、圆球铣削头	347
六、车椭圆	350
第二节 组合刀具的应用	352
第七章 车偏心和曲轴	358
第一节 车偏心	358

一、在四爪卡盘上车偏心工件	358
二、在三爪卡盘上车偏心工件	359
三、四爪卡盘和三爪卡盘结合使用车偏心工件	361
四、使用两顶针车偏心工件	362
五、使用花盘车偏心工件	362
六、在专用夹具上车偏心工件	363
第二节 偏心距的测量	365
一、游标卡尺测量方法	365
二、百分表测量方法	365
三、高度游标卡尺单独测量及与百分表(或小校表)配合 测量方法	366
四、百分表与中拖板刻度配合测量方法	366
第三节 车曲轴	367
一、车削直径粗、偏心距小的曲轴	368
二、车削直径细、偏心距大的曲轴	372
三、采用专用夹具车双拐曲轴	376
四、车削多拐曲轴	377
第四节 车曲轴时的变形及克服方法	385
一、曲轴变形的主要原因	385
二、克服曲轴变形的几种方法	386
第八章 在花盘和角铁上车工件	387
第一节 怎样选择工艺基准面	387
一、选择基准面的一般原则	388
二、使用基准面正确装夹工件	396
第二节 花盘与角铁的一般使用方法	402
一、花盘	403
二、角铁	403
三、压板和联接件	405
四、轻重块	406
第三节 在花盘和角铁上加工的典型实例	407
一、在花盘和角铁上车互配工件	407
二、在花盘和角铁上车对合工件	411

三、角铁和四爪卡盘结合使用的实例	416
四、在花盘和角铁上加工较复杂工件	417
第四节 多孔与缺圆孔工件的装夹和测量	421
一、测量孔到基准面之间的距离	421
二、两孔工件的装夹和测量	422
三、带有基准面的两孔工件的装夹和测量	424
四、空间垂直两孔工件的装夹和测量	428
五、多孔工件的装夹与加工	430
六、缺圆孔工件的装夹和测量	430
第五节 花盘和角铁的改革	435
一、专用夹具	435
二、可调节角铁	436
三、分类夹具	437
四、组合夹具	439
第九章 典型零件的工艺分析	443
一、法兰盘工件的工艺分析	444
二、毛织机梭箱摇脚工件的工艺分析	444
三、牛刨曲拐销座工件的工艺分析	447
四、车床主轴工件的工艺分析	447
五、伞齿轮工件的工艺分析	449
六、冲床连杆工件的工艺分析	455
七、转向节轴工件的工艺分析	456
八、不锈钢深孔工件的工艺分析	463
九、丝杆工件的工艺分析	466
十、多拐曲轴工件的工艺分析	471
第十章 车床的维护调整和扩大使用	485
第一节 车床精度对加工质量的影响及常见缺陷的消除	485
第二节 车床的调整及其维护	489
一、车床的调整	490
二、车床的维护和保养	500
第三节 车床的扩大使用	503

一、在短车床与小车床上加工长工件和大工件	503
二、在车床上磨削外圆及内孔	506
三、在车床上铣削工件	508
四、在车床上加工油槽或键槽	513
五、万能机头	516
第十一章 我国先进车工经验集锦	519
第一节 先进车刀	519
一、外圆强力车刀刀组	519
二、大前角铸铁车刀	523
三、75° 强力粗车刀	524
四、高强度锰钢车刀	525
五、抗冲击车刀	526
六、过硬车刀	527
七、93° 细长轴精光车刀	528
八、小月牙洼断屑车刀	529
九、石辊车刀	533
十、滚切车刀	534
十一、机械夹固式车刀刀组	535
十二、综合式切断刀	541
十三、双过渡刀强力切断刀	543
十四、加工耐热玻璃的切断刀	545
十五、强力切削内孔车刀	546
十六、通孔套料刀	547
十七、深孔心棒切断刀	550
十八、粗、精车两用分屑槽式高速螺纹车刀	553
十九、不锈钢梯形螺纹精车刀	554
二十、胶辊螺纹车刀	555
二十一、绝缘材料螺纹车刀	557
二十二、多用弹性刀杆	558
第二节 先进经验	559
一、利用普通丝杆车床加工精密丝杆	559
二、尾座三头钻装置	560

三、加工深孔内螺纹的特殊刀杆	561
四、简易离心卡盘	562
五、车床多用夹具	564
六、不停车夹具	569
七、快速车削细长轴	571
八、强力车蜗杆	576
九、单轮滚动珩磨	579
十、硬质合金滚压加工	587
附 录 三角函数表	595

第一章 车刀和切削

我们车床工人天天要和车刀打交道。车刀是我们进行车加工的一件重要武器。车刀的好坏，直接影响到加工产品质量（如精度、光洁度等）的优劣和生产效率的高低。革新一把车刀，所化代价很小，收效却快而显著，推广也简便迅速。所以车刀是多快好省地进行车加工的一个十分重要的因素。但是，它还不是决定的因素。伟大领袖毛主席教导我们：“决定的因素是人不是物。”如何把车刀选择得合理、磨好、用好，还要靠有先进思想武装起来的人。我国有许多优秀的车床工人，在战无不胜的毛泽东思想指引下，发扬了敢想、敢说、敢干的共产主义风格，大胆革新，创造了许多先进车刀，积累了十分丰富的经验，而这些宝贵经验正是我们所必须加以总结的。“感觉只解决现象问题，理论才解决本质问题。”我们的任务就是运用毛主席的“一分为二”唯物辩证法，分析这些经验，从中找出规律性的东西，使之上升为理论。只有这样才能掌握好车刀的本质，从而使理论指导实践，推动实践，创造出更多更好的先进车刀。

毛主席教导我们：“世界上的事情是复杂的，是由各方面的因素决定的。看问题要从各方面去看，不能只从单方面看。”影响车刀顺利切削的因素很多，例如车刀材料、车刀切削角度和切削用量等，我们将在本章各节中分别加以讨论。

第一节 车刀材料的选择

在车削过程中，直接担当切削工作的是车刀的切削部分，由它和工件直接接触，并把切屑从工件上“切”下来。因为工件材料的

性能和切削要求不同,“切”的难易程度也不同,为要达到顺利地进行切削的目的,车刀切削部分必须根据不同要求选用不同的材料,所以,我们应该摸熟各种车刀材料的脾气,掌握它们的不同性能,以合理选用。

刀具材料的基本性能一般以下列“三性”来表示:

1. 冷硬性——刀具材料在常温下所具有的硬度;也可以理解为耐磨性。

2. 热硬性——刀具材料在高温下仍能保持切削所需要的硬度的性能;也叫“红硬性”。该温度的最高值称为“红热硬度”。

3. 坚韧性——刀具材料能承受振动和冲击的性能。

刀具材料的“三性”不是孤立的,而是相互联系、相互制约的,譬如冷硬性和热硬性较高的材料,其坚韧性往往较差。在具体选用时,我们只要根据工件材料的性能和切削要求,抓住切削中的主要矛盾,突出“三性”中某“一性”,其他“两性”只要影响不大,就可以了。

各种刀具材料的基本性能比较见表 1-1 和图 1-1 所示。

表 1-1 各种刀具材料的基本性能比较表

材 料 性能优越顺序	性 能		
	冷 硬 性	热 硬 性	坚 韧 性
1	金 刚 石	金 刚 石	碳素工具钢
2	陶 瓷	陶 瓷	合金工具钢
3	硬 质 合 金	硬 质 合 金	高 速 钢
4	高 速 钢	高 速 钢	硬 质 合 金
5	碳素工具钢	合金工具钢	陶 瓷
6	合金工具钢	碳素工具钢	金 刚 石

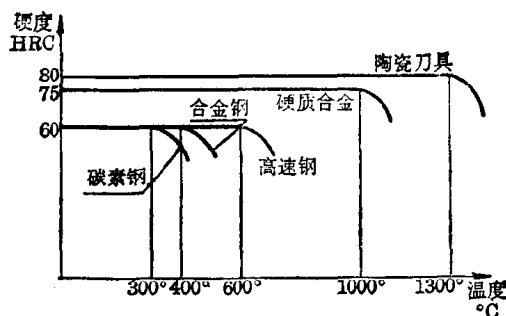


图 1-1 各种刀具材料的热硬性比较

目前,用来制造车刀的材料主要有高速钢和硬质合金两种。

一、高速钢(俗称锋钢、白钢或风钢)

是一种含有高成分钨、铬、钒等元素的合金钢。高速钢刀具制造简单,刃磨方便,容易磨得锋利,而且坚韧性较好,能承受较大的冲击力,因此常用于加工一些冲击性较大、形状不规则的零件。高速钢也常作为精加工车刀(如宽刃大走刀的车刀、梯形螺纹精车刀等)以及成形车刀的材料。但是,高速钢的热硬性较差(约能耐 $500\sim 600^{\circ}\text{C}$),不宜用于高速切削。高速钢车刀常用的有W18Cr4V和W9Cr4V2两种牌号。

近年来,我国在研制新型高速钢方面已取得了显著成果。如目前已在使用的“超高速钢”,其成分中含有 $0.8\sim 1.5\%$ 的碳(C)、 $\leq 5\%$ 的钒(V),因而大大提高了耐磨性(硬度可达HRC68~70,但韧性有所降低,在刃磨时容易“烧伤”);同时加入了 $5\sim 10\%$ 的钴(Co),相应地提高了红硬性(可达 $630\sim 650^{\circ}\text{C}$)。又如采用粉末冶金法制造细化高速钢,使碳化物分布致密,提高了刀具的切削性能。

二、硬质合金(俗称钨钢)

硬质合金能耐高温,有好的热硬性,在 1000°C 左右尚能保持良好的切削性能,耐磨性也很好,常温下硬度达HRA 89~92.8,而且具有一定的使用强度。缺点是性脆、怕振,坚韧性差,但这一

缺陷,可以通过刃磨合理的切削角度来弥补。所以硬质合金是目前应用最广泛的一种车刀材料,特别在高速车削的条件下尤其有利。

常用的硬质合金,按其成分不同,主要有钨钴合金和钨钴钛合金两大类(表 1-2);

表 1-2 常用硬质合金的化学成分及机械物理性能

类别	代号	相当于旧代号	化学成分 (%)			机械物理性能		
			碳化钨 (WC)	钴 (Co)	碳化钛 (TiC)	抗弯强度 (公斤/毫米 ²) ≥	比重	硬度 HRA ≥
钨钴合金	YG3	BK3	97	3	—	105	14.9~15.3	91.0
	YG3X	BK3A	97	3	—	100	15.0~15.3	92.0
	YG6	BK6	94	6	—	140	14.6~15.0	89.5
	YG6X	BK6A	94	6	—	135	14.6~15.0	91.0
	YG8	BK8	92	8	—	150	14.4~14.8	89.0
	YA6	—	—	—	—	140	14.4~15.0	92.0
钨钴钛合金	YT5	T5K10	85	9	6	130	12.5~13.2	89.5
	YT14	T14K8	78	8	14	120	11.2~12.7	90.5
	YT15	T15K6	79	6	15	115	11.0~11.7	91.0
	YT30	T30K4	66	4	30	90	9.35~9.7	92.3
	YW1	—	—	—	—	125	12.6~13.0	92.0
	YW2	—	—	—	—	150	12.4~12.9	91.0

[注] YG3X、YG6X 系细颗粒钨钴合金。YG3X 在钨钴合金中最耐磨,但耐冲击韧性较差;YG6X 的耐磨性比 YG6 高,而使用强度近于 YG6。YA6 是含有少量碳化铌的细颗粒钨钴合金。YW1、YW2 是含有少量碳化铌的钨钴钛合金。

(一)钨钴合金 由碳化钨和钴组成,常温时硬度为 HRA 89~92,红热硬度为 800~900°C,它的代号以 YG 表示(相当于旧牌号 BK)。这类硬质合金的坚韧性较好,因此用它来加工脆性材料(如铸铁等)或冲击性较大的工件比较合适;但由于它的热硬性较差,高温下不耐磨,如果用它来切削韧性较强的塑性材料(如钢等),就会很快磨损,因为在切削这类工件时,切屑变形很大,刀尖处会

产生很高的温度,而钨钴合金在 640°C 时就会和切屑粘结在一起,使车刀前面很快磨损,甚至损坏车刀。钨钴合金按不同的含钴量,又可分成 YG3、YG6、YG8 等多种牌号,牌号后面的数字表示含钴量的高低,数字越大,则含钴量越高,其承受冲击的性能就越好;而相应地含碳化钨量越少,耐磨性就越差。所以一般 YG8 常用于粗加工, YG3、YG6 常用于精加工。

(二) 钨钴钛合金 由碳化钨、钴和碳化钛所组成,常温时硬度为 HRA 89.5~92.8,红热硬度为 $900\sim 1000^{\circ}\text{C}$,它的代号以 YT 来表示(相当于旧牌号 TK)。钨钴钛合金的热硬性较好,在高温条件下(如在高速切削时),比钨钴合金耐磨,用它来加工钢类和其他韧性较强的塑性材料比较合适。但不宜加工脆性材料(如铸铁类),因为它性脆,不耐冲击。而脆性材料在切削过程中,切屑多呈碎裂状,使车刀受到一个冲击力,容易造成刀口崩刀。钨钴钛合金按不同的含碳化钛量,又可分成 YT5、YT15 和 YT30 等多种牌号,牌号后面的数字表示含碳化钛量的高低,数字越大,则含碳化钛量越高,热硬性越好;而相应地含钴量越低,韧性越差。所以 YT15、YT30 常用于精加工,而 YT5 多用于粗加工。

通过以上分析,可以认为:在一般情况下,钨钴合金(YG)适用于切削脆性材料(如铸铁等),钨钴钛合金(YT)适用于切削塑性材料(如钢等)。但在特殊情况下,要作灵活的变更。我们必须遵照列宁同志的教导,“对于具体情况作具体的分析”。

“真正亲知的是天下实践着的人,那些人在他们的实践中间取得了‘知’”。老师傅们通过生产实践证明,在车速不太高或使用充分冷却润滑液的条件下,车削某些钢类工件时,采用钨钴合金车刀比钨钴钛合金车刀更为有利,下面举几个例子来说明:

【例一】 在 $20\sim 30$ 米/分的切削速度下,精车钢类大辊筒时,采用 YG6X 作为车刀材料却比 YT15 耐用,因为在这种情况下,虽然车削的是钢类工件,但由于车速低,耐高温问题不突出。同时由

于辊筒是空心的,车削时要产生振动,使车刀受到一个微量的冲击力,容易产生类似磨损的损坏现象,结果耐冲击问题突出成为主要矛盾,因此采用 YG6X 反比 YT15 有利。

【例二】 在 90~120 米/分的切削速度下,给予充分的冷却润滑液,精车各种较长的中小型钢类管件时,采用 YG6 合金车刀比 YT 类耐用,其理由同上。

【例三】 在荒车(即毛坯粗车第一刀)铸钢工件的外圆时(特别是车较大工件),采用钨钴合金(YG6)车刀比钨钴钛合金车刀可靠得多。因为在这种情况下,工件表面不平整,加工时切削余量不均匀,而且表皮硬度较高,车刀上要承受一个较大的冲击力,所以耐冲击问题又突出成为主要矛盾。虽然这时车削的仍为钢类工件,但如果采用钨钴钛合金车刀,就会因其不耐冲击而敲坏刀刃;相反钨钴合金(YG6)耐冲击性强,所以使用效果就好。

因此,遵循伟大领袖毛主席的教导:“我们必须具体地研究各种矛盾斗争的情况”,“用不同的方法去解决不同的矛盾”,充分发挥各种刀具材料的特点,灵活运用,这样在选择车刀材料时就能对付各种复杂的情况了。

硬质合金除了以上两种常用的类型以外,还有几种新型材料,如:

(一)钨钴铌类合金 这类合金是一种含有少量碳化铌的细颗粒钨钴类硬质合金,它的耐磨性很高,适合于加工奥氏体不锈钢、耐热钢、球墨铸铁等材料,比使用其他类的硬质合金能成倍地提高工效。其代号以 YA 表示。

(二)钨钴钛铌类合金 这类合金是在钨钴钛类硬质合金中加入碳化铌而组成,具有较高的耐磨性和热硬性,能提高抗氧化性。在适当成分组成下,兼具钨钴类合金的韧性和比钨钴钛类合金优越的抗剥落性,适用于加工各种特殊铸铁和特殊合金钢材,有“通用合金”之称。其代号以 YW 表示。

(三) 钢结硬质合金 这是以工具钢、合金钢等作为胶结剂,以碳化钛为主要成分的一类合金。采用不同的胶结剂,可以提供不同的特性,如可机械加工、可热处理、可焊接、耐蚀、耐热、抗氧化等,克服了过去工具钢的不耐磨和硬质合金难加工的缺陷,可用来制造模具、形状复杂的刀具和耐磨零件。

目前,除了高速钢和硬质合金两种最常用的车刀材料外,还有碳素工具钢、合金工具钢、金刚石、陶瓷材料等几种。但是这几种材料都有一定的缺陷。例如:碳素工具钢与合金工具钢切削性能较差,只适宜于做手用刀具。金刚石价格昂贵,平常也极少采用。陶瓷材料性脆、怕冲击、刃磨困难,在推广使用上也受到一定限制,但它具有耐高温、耐磨和价格低廉等优点,所以很有发展前途,目前正在进一步研究掺加金属元素的方法,以改善陶瓷材料性脆的缺点。

第二节 切削的过程与原理

车床工人在从事生产操作时,总要从工件上车下许多切屑。至于这些切屑究竟是怎样从工件上车下来的?这个问题却往往被忽视了。实际上如果我们对切削过程(即切屑车下来的过程),以及切屑的形成与切削过程中产生的力、热、刀具磨损之间的相互关系,能够正确理解,对我们合理选择车刀的切削角度和切削用量有很大好处。对切削过程的研究,主要就在于弄清这些道理并应用到生产实践中去,以实现多快好省地完成生产任务的目的。

一、切屑的形成与变形原理

毛主席教导我们:“我们看事情必须要看它的实质,而把它的现象只看作入门的向导,一进了门就要抓住它的实质,这才是可靠的科学的分析方法。”有些人认为金属的切削过程就象斧子劈木头一样,由于刀刃楔入的作用使切屑离开工件,这种看法是不对的。如果我们仔细观察一下,就会发现两者的过程及结果是截然