

金属切削刀具设计指导资料

韩步愈 主编

宁夏人民出版社

金属切削刀具设计指导资料

韩步愈 主编

332/13

宁夏人民出版社

金属切削刀具设计指导资料

韩步愈 主编

宁夏人民出版社出版
(银川市解放西街105号)
上海高机书店发行
(上海市复兴中路1195号)
江苏省高淳县印刷厂印装

开本: 187×1092 1/16 印张: 13.25 字数: 302千

1987年9月第1版第1次印刷 印数1—10000册

ISBN7—227—00110—5/TG·2

统一书号: 15157·24 定价: 3.15元

前 言

《金属切削刀具设计指导资料》是根据机械部中等专业学校，机械制造专业《金属切削原理与刀具》课程教学大纲，为学生学习金属切削刀具时的课堂练习、课外作业和课程设计而编写的辅助教材。

本书的主要内容与特点是：(1)为培养学生设计刀具的基本能力，以常用刀具为对象，包括：车刀、成形车刀、机用铰刀、硬质合金端铣刀、铲齿成形铣刀、拉刀、齿轮滚刀和蜗轮滚刀等。(2)为适应培养学生自学能力和独立设计能力的需要，在书中，对每一刀具，均按设计顺序阐明其设计要点和设计方法，并附设计资料和设计举例。

本书作为中等专业学校《金属切削原理与刀具》教材配套使用的辅助教材，也可作为高等专科学校，电大和职工大学的参考辅助教材。

参加本书各章的编写者为：第一章孙家宁，第二章殷淑贤，第三章周志明，第四章宋明义，第五章韩步愈，第六章刘安琴，第七章都曾泽。

本书由韩步愈主编，经机械工业部中等专业学校《金属切削原理与刀具》课程组成员及部分学校教师集体审稿。

由于编者水平所限，错误与不妥之处，恳请批评指正，不胜感激。

编者 1987年8月

刀具设计的目的与要求

一、目的

金属切削刀具设计是在学生学习过“金属切削原理与刀具”课程及其他有关课程之后进行的，通过设计达到：

- 1.掌握选择刀具类型的方法
- 2.掌握设计刀具的方法和步骤。
- 3.学习使用各种手册、资料和国家标准等。
- 4.能正确地绘制刀具工作图，并能制定合理的技术条件。

二、刀具设计应考虑的主要问题和一般顺序

- 1.选择合理的刀具类型和刀具材料。
- 2.确定合理的刀具结构参数：刀体尺寸、刀齿形状和尺寸、齿数、装夹部分的尺寸等。
- 3.正确设计刀具的廓形。
- 4.考虑制造刀具的方法和测检方法。
- 5.正确绘制刀具工作图和确定合理的技术条件。

三、设计要求与注意事项

- 1.首先应仔细研究设计任务书，明确设计要求与内容，分析有关数据和工艺条件。
- 2.复习、阅读和熟悉与设计有关的教材、指导书或其吃参考资料。
- 3.设计可按选型→设计结构→设计刃形→绘制工作图的顺序进行。
- 4.为了使设计能顺利进行，可参阅指导书中相应刀具的设计方法，步骤及其举例，但不可照抄，要根据实际要求，独立思考充分发挥自己的主观能动性和创造性。
- 5.计算必须正确，数据的选取应有依据，要确保图纸质量，以培养认真负责、细致的工作作风。

四、编写设计说明书

设计要求编写设计说明书，其格式可参阅指导书中有关刀具的设计举例。

对于刀具的选型也可从合理性和经济性方面作简要的分析。

说明书中重要数据来源应注明出处。

说明书中还可列入设计小结(体会、意见等)。

说明书及图纸按统一封面装订成册。

目 录

刀具设计的目的与要求.....	1
-----------------	---

第一章 车刀设计

§ 1—1 车刀的主要类型与用途.....	1
§ 1—2 车刀几何参数的选择.....	3
一、几何角度的选择.....	3
二、刀面及刀刃形状的选择.....	5
三、断屑结构参数的选择.....	6
§ 1—3 焊接车刀设计.....	10
一、车刀外形结构尺寸的确定.....	10
二、刀片型号及其选择.....	10
三、刀槽结构与尺寸的确定.....	13
四、焊接车刀结构尺寸及其配用刀片.....	14
五、焊接车刀技术条件.....	15
六、焊接车刀设计举例.....	16
§ 1—4 可转位刀片型号.....	18
一、可转位刀片型号表示方法.....	18
二、可转位刀片的形状及基本参数.....	22
三、可转位刀片断屑的形式.....	27

第二章 成形车刀设计

§ 2—1 成形车刀的基本类型及特点.....	28
§ 2—2 径向成形车刀设计.....	30
一、确定成形车刀结构尺寸.....	30
二、选择成形车刀的前角和后角.....	34
三、成形车刀截形设计.....	36
§ 2—3 成形车刀的样板.....	38
§ 2—4 成形车刀的技术条件.....	39
§ 2—5 成形车刀设计举例.....	40
一、圆成形车刀设计.....	40
二、棱形成形车刀设计.....	44

第三章 机用铰刀设计

§ 3—1 机用铰刀的主要类型	49
§ 3—2 高速钢带柄机用铰刀设计	50
§ 3—3 套式机用铰刀设计	57
§ 3—4 硬质合金铰刀设计	58
§ 3—5 带前、后导引的机用铰刀设计	60
§ 3—6 机用铰刀的技术条件	62
§ 3—7 机用铰刀设计举例	63

第四章 硬质合金端铣刀设计

§ 4—1 硬质合金端铣刀的主要类型	70
§ 4—2 硬质合金焊接—夹固式端铣刀设计	71
§ 4—3 可转位端铣刀设计	79
一、可转位端铣刀的结构	79
二、可转位端铣刀主要结构尺寸的确定	79
三、可转位铣刀刀片的选择	82
四、铣刀刀片的定位	84
五、可转位端铣刀刀片的夹紧机构	85
§ 4—4 端铣刀的技术条件	87
§ 4—5 硬质合金端铣刀设计举例	88
一、硬质合金焊接—夹固式端铣刀设计	88
二、可转位端铣刀设计	95

第五章 铲齿成形铣刀设计

§ 5—1 铲齿成形铣刀的基本类型	101
§ 5—2 铲齿成形铣刀结构设计	102
一、成形铣刀主要结构尺寸的确定	102
二、校核	107
三、铲齿成形铣刀结构尺寸的标准系列	111
§ 5—3 加工直槽用铲齿成形铣刀截形设计	111
§ 5—4 样板设计	115
§ 5—5 铲齿成形铣刀技术条件	115
§ 5—6 加工直槽用铲齿成形铣刀设计举例	116
一、前角 $\gamma = 0^\circ$ 时的成形铣刀	116
二、前角 $\gamma \neq 0^\circ$ 时的成形铣刀	119
三、铣刀工作图($\gamma = 0^\circ$)	122
四、铣刀工作图($\gamma > 0^\circ$)	123

第六章 拉刀设计

§ 6—1 拉刀类型及其组成部分	124
§ 6—2 拉削方式与拉削余量	126
§ 6—3 同廊式圆孔拉刀设计	130
一、拉刀设计时的已知条件	130
二、拉刀各部分尺寸的确定	130
§ 6—4 综合轮切式圆孔拉刀设计	149
§ 6—5 花键拉刀设计	150
§ 6—6 键槽拉刀设计	154
§ 6—7 拉刀主要技术条件	157
§ 6—8 拉刀设计举例	161

第七章 齿轮滚刀与蜗轮滚刀设计

§ 7—1 齿轮滚刀设计	169
一、滚刀结构尺寸的确定	169
二、滚刀齿形设计	172
三、滚刀的技术条件	173
四、齿轮滚刀设计举例	177
§ 7—2 蜗轮滚刀设计	181
一、蜗轮滚刀分类	181
二、蜗轮滚刀的结构设计	182
三、阿基米德蜗轮滚刀齿形尺寸设计	184
四、蜗轮滚刀技术条件	184
五、蜗轮滚刀设计举例	187

附表

参考文献

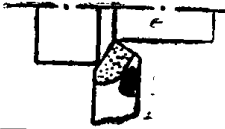
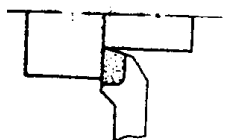
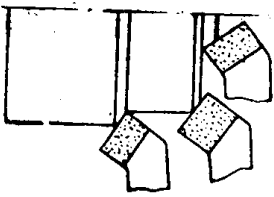
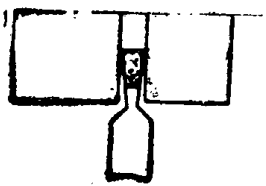
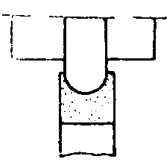
第一章 车刀设计

车刀是在车床上进行车削加工使用的刀具。它属于单刃刀具，应用很广，是研究各类刀具的基础。

§1-1 车刀的主要类型与用途

常用车刀按加工表面特征分类，其名称与用途如表1-1所示。车刀按结构又可分为整体式、焊接式、机夹式、可转位式四种，其特点与使用场合如表1-2所示。

表1-1 常用车刀的类型与用途

名 称	简 图	用 途
直头外圆车刀		车外圆
90°外圆车刀		车外圆及轴肩
45°弯头刀		车外圆、端面及倒角
切 割 刀		切槽或切断
成 形 车 刀		车削圆球等成形表面

续表

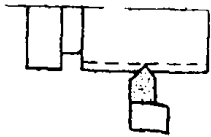
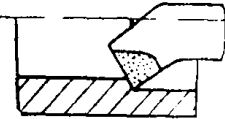
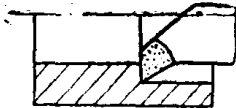
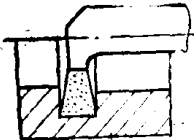
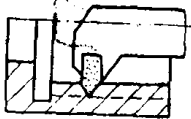
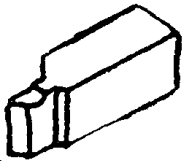
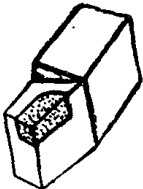
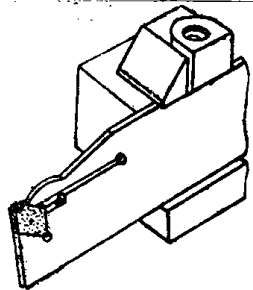
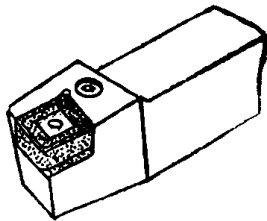
名称	简图	用途
螺纹车刀		车外螺纹
通孔镗刀		镗通孔
闭孔镗刀		镗闭孔及车内端面
内孔切槽刀		车内表面凹槽
内螺纹车刀		车内螺纹

表1-2 车刀结构类型、特点与选用

名称	简图	特点	适用场合
整体式		用整体白钢制造，刃口锋利	仪表小型车床，或加工有色金属
焊接式		焊接硬质合金或高速钢。结构紧凑、简单	各类车刀，特别是小尺寸刀具

续表

名称	简图	特点	适用场合
机夹式		避免因焊接产生的缺陷, 刀杆利用率高, 刀片可集中刃磨	外圆、端面、镗孔车刀, 特别适用于小孔镗刀、切割刀、螺纹车刀
可转位式		除具有机夹刀具优点外, 刀片可转位、调整方便, 并能使用涂层刀片	广泛用于大、中型车床刀具。特别适用于数控机床与自动线刀具

§1-2 车刀几何参数的选择

一、几何角度的选择

1. 前后角的选择 硬质合金车刀的前角 γ_0 和后角 α_0 可参考表1-3选择。

表 1-3 硬质合金车刀的前角和后角参考值

被加工材料		前角 γ_0	后角 α_0
结构钢、合金钢及铸钢	$\sigma_b \leq 0.80 \text{GPa}$	$10^\circ \sim 15^\circ$	$6^\circ \sim 8^\circ$
	$\sigma_b = 0.80 \sim 1.0 \text{GPa}$	$5^\circ \sim 10^\circ$	$6^\circ \sim 8^\circ$
高强度钢及表面含有杂质的铸钢	$\sigma_b > 1.0 \text{GPa}$	$-5^\circ \sim -10^\circ$	$6^\circ \sim 8^\circ$
耐热钢	$\sigma_b = 0.7 \sim 1.0 \text{GPa}$	$10^\circ \sim 12^\circ$	$8^\circ \sim 10^\circ$
不锈钢	1Cr18Ni9Ti	$15^\circ \sim 30^\circ$	$8^\circ \sim 10^\circ$
淬火钢	HRC40 以上	$-5^\circ \sim -10^\circ$	$8^\circ \sim 10^\circ$
铬锰钢		$-2^\circ \sim -5^\circ$	$8^\circ \sim 10^\circ$
铸铁		$5^\circ \sim 15^\circ$	$6^\circ \sim 8^\circ$
铸造黄铜		$-3^\circ \sim 10^\circ$	$4^\circ \sim 6^\circ$
铝合金		$20^\circ \sim 30^\circ$	$8^\circ \sim 12^\circ$

注：1.材料硬度高时，前角取小值，硬度低时取大值。

2.精加工时后角取大值，粗加工取小值。

2.主偏角的选择

主偏角 K_r ，主要根据机床—工件—刀具工艺系统刚性选取，如表1—4。

表 1-4 主偏角参考值

工 作 条 件	主 偏 角 K_r
系统刚性高、切深较小，走刀量较大，工件材料硬度高	$10^\circ \sim 30^\circ$
系统刚性较好($\frac{l}{d} < 6$)、加工盘类零件	$30^\circ \sim 45^\circ$
系统刚性较差($\frac{l}{d} = 6 \sim 12$)，切深较大或有冲击时	$60^\circ \sim 75^\circ$
系统刚性差($\frac{l}{d} > 12$)，车台阶轴，切槽及切断	$90^\circ \sim 95^\circ$

选择 K_r 角还应考虑到工件的形状及操作的方便。如加工外圆要同时加工出端面(台阶时，常取 $K_r = 90^\circ$)。

3.副偏角的选择

副偏角 K_r' 主要根据加工条件选取，如表1—5。

表 1-5 副偏角参考值

工 作 条 件	副 偏 角 K_r'
宽刃车刀及具有修光刃的车刀	0°
切槽及切断刀	$1^\circ \sim 3^\circ$
精车	$5^\circ \sim 10^\circ$
粗车	$10^\circ \sim 15^\circ$
粗镗	$15^\circ \sim 20^\circ$
有中间切入的切削	$30^\circ \sim 45^\circ$

4.刃倾角的选择

刃倾角 λ_s 的大小影响切屑流出方向、切削刃锋利性、冲击力作用于切削刃的位置和切削工作的平稳性等。其数值可按表1—6选取。

表 1-6

刃倾角参考值

工 作 条 件	刃 倾 角 λ_s
精车、精镗	$0^\circ \sim 4^\circ$
切槽及切断刀	0°
粗车及粗镗	$-5^\circ \sim -10^\circ$
断续切削、加工淬火钢等	$-10^\circ \sim -30^\circ$

二、刀面及刀刃形状的选择

车刀刀面，刀刃形状包括前刀面形状，刀尖过渡刃形状及主剖面中刃口的形式。它们应根据被加工材料特性、加工条件与特点、刀具磨损特征等因素进行选择，具体参数可参考表1-7至表1-10选取。

表 1-7

前刀面形状与选用

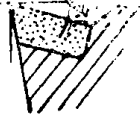
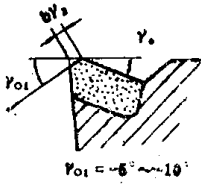
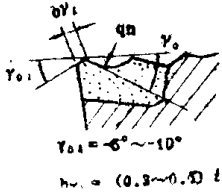
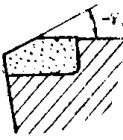
前 面 形 状	简 图	用 途
正 前 角 平 面 形		加工铸铁、青铜、脆黄铜以及精加工各类碳钢、合金钢用的车刀
带 倒 棱 平 面 形		粗加工或半精加工钢材用的各类车刀
带 倒 棱 曲 面 形		用于需要卷屑、断屑的情况
负 前 角 平 面 形		高强度钢、淬火钢和带杂质表皮的铸钢件粗车或有冲击性的车削

表 1-8

刀尖过渡刃参数与选用

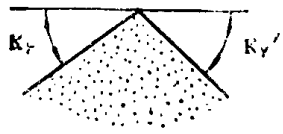
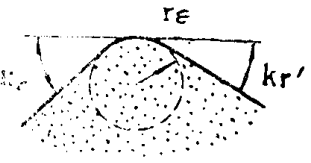
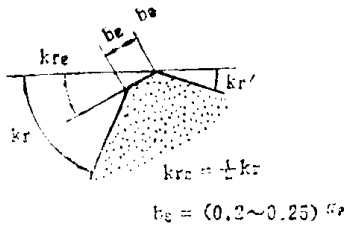
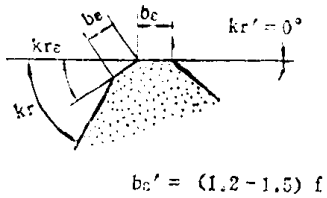
刀尖形状	简 图	用 途
尖 头		粗加工及弱刚性工件的加工
圆 头		各种材料粗加工。 一般 $r_{\epsilon} = 0.2 \sim 1.5$
直线过渡刃		硬材料。刀尖强度较低，刀具磨损较快的粗加工
过渡刃加 修光刃		系统刚性较好的半精加工

表 1-9

刀尖圆弧半径 r_{ϵ} (mm)

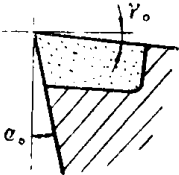
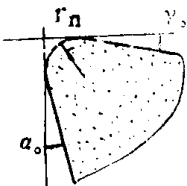
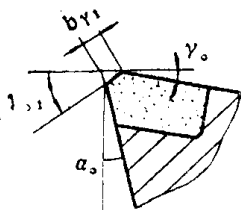
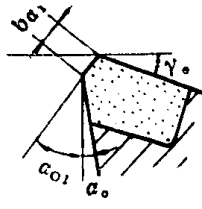
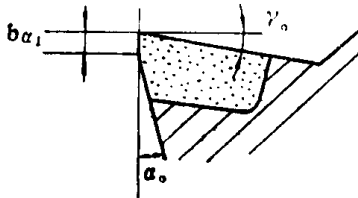
刀具名称	加工性质	刀 杆 截 面			
		10×16	16×25	20×30	25×40
外 圆 车 刀	精 加 工	1.0	2.0	2.0	3.0
	粗 加 工	0.5	1.0	1.0	1.5
镗 刀	精 加 工	1.0	1.5	1.5	
	粗 加 工	0.5	1.0	1.0	

三、断屑结构参数选择

车刀常采用的断屑方法有：选用特殊的刀具几何参数；前刀面磨出断屑槽或断屑台；使用断屑器。

表 1-10

刃口形式参数与选用

形式	简图	用途
锐 刃		精加工较软的塑性金属及有色金属
圆 刃	 <p> $r_n = (0.02 \sim 0.03)$ 轻型 $r_n = (0.05 \sim 0.1)$ 半轻型 $r_n = (0.1 \sim 0.2)$ 重型 </p>	铸铁、铸钢等崩碎切屑的粗加工 或有冲击性的加工。也可用于塑性 材料切削挤压加工
倒 棱 刃	 <p> $b_{\gamma_1} = (0.3 \sim 0.8)$ 一般情况 $b_{\gamma_1} = (0.8 \sim 1.5)$ 有冲击或硬材料 </p>	中碳钢以上硬度的塑性金属加工
消 振 刃	 <p> $b_{\alpha_1} = (0.1 \sim 0.3)$ $\alpha_{01} = -5^\circ \sim -20^\circ$ </p>	用于切削时产生振动的情况
白 刃 (刃带)	 <p> $b_{\alpha_1} = (0.2 \sim 0.8)$ </p>	适用于孔加工用尺寸刀具，可增 强导向、控制尺寸。如铰刀、镗刀、 拉刀等

1.特殊的刀具几何参数适于断屑的刀具几何参数可参考表1-11选取。

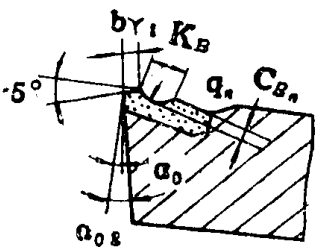
表 1-11 保证断屑的车刀几何参数

主偏角 κ_r	前角 γ_0	倒棱前角 γ_{01}	刃倾角 λ_s	倒棱宽 b_{r1}
40°	0°	-5°	0°	1mm
60°	+10°	-2°	-18°	2.5mm
70°	-10°	—	-12°	—
90°	+15°	-5°	-15°	—

2.断屑槽

在车刀前刀面上，沿主切削刃磨出月牙槽，使切屑沿卷屑槽卷曲后折断。其参考尺寸如表1-12。

表 1-12 卷屑槽尺寸

槽 型	进给量	槽 宽	槽 深	倒棱宽	圆弧半径
	f mm/r	K_B	C_{Ba}	b_{γ_1}	q_a
	0.3	2.5	0.3	0.2	2.5
	0.5	3.5	0.4	0.3	4
	0.7	5	0.7	0.45	5
	0.9	7	0.95	0.55	6.5
	1.2	8.5	1	0.6	9.6

3.断屑台

在车刀前刀面上磨出台阶以阻挡切屑自由流出，迫使其再次卷曲变形而折断。断屑台的形状如图1-1所示。共分为六种：

(1)平行形(图a)：结构简单，断屑可靠，适应于各种切削深度和走刀量，但其参数要随切削量大小而变更。

(2)槽形(图b)：适合于车刀需要磨出正前角的场合，切削比较轻快。

(3)角度形(图c)：其特点是槽前宽后窄，断屑效果较好，适合于半精加工与精加工。

(4)综合形(图d)：刀刃前端磨成角度形，后部磨成平行形。适于刀尖圆弧较大、中等进给量的精加工。

(5)窄槽角度形(图e)：适于小切深的精加工。

(6)倒角度形(图f)：其特点是槽前窄后宽，适于切削深度变化较大的场合。

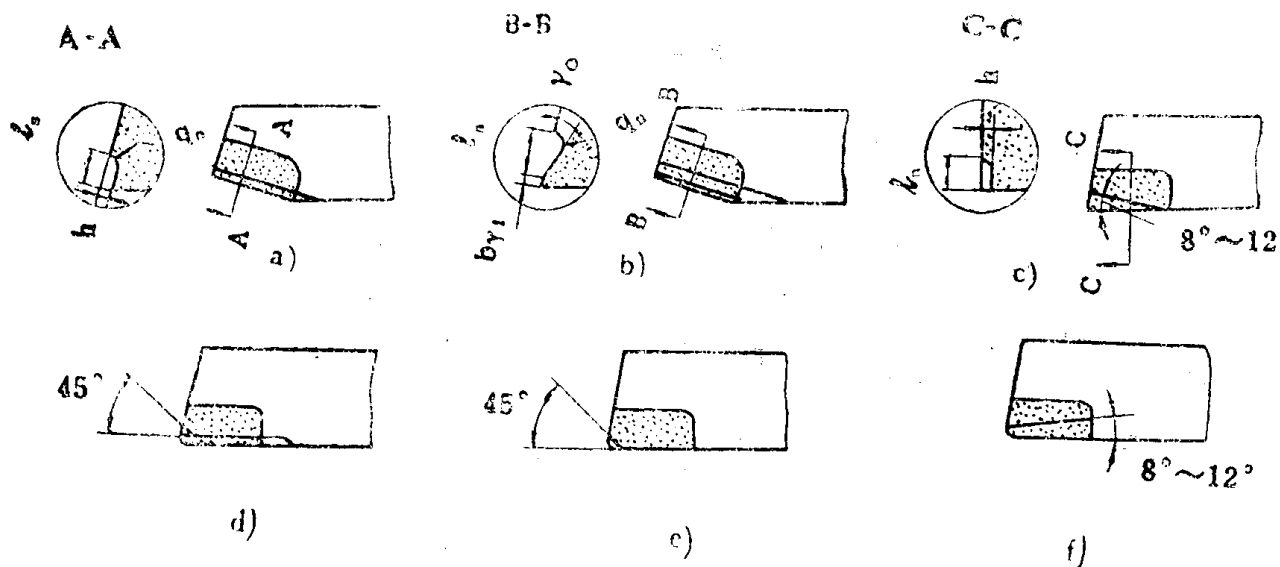


图 1-1 断屑台形式

断屑台的尺寸参数可参考表1-13选取，当车刀具有正前角时，其槽型参数可参考表1-14选取。

表 1-13 断屑台尺寸 (mm)

切削深度 a_p	进给量 $f(\text{mm}/r)$	0.15~0.30	0.31~0.45	0.46~0.7	0.71~1.0
	圆弧半径 q_n	0.25~0.65	0.9~1.7	0.9~1.7	0.9~1.7
	槽深 h	0.3	0.4	0.6	0.8
0.4~1.2	槽宽 l_n	1.6	2	2.8	3.2
1.6~6.5		2.4	3.2	4	4.8
7~13		3.2	4	4.8	4.8
14~19		4	4.8	4.8	4.8

表 1-14 车刀具有前角时断屑台尺寸 (mm)

圆弧半径 q_n	前角 γ_o	进给量 $f(\text{mm}/r)$	槽宽 l_n	倒棱宽 $b\gamma_1$
0.25~0.65	10°	0.125~0.25	$(3\sim4)f$	$(1\sim1.5)f$
0.9~1.7	8°	0.275~0.6		
0.9~1.7	8°	0.625以上		