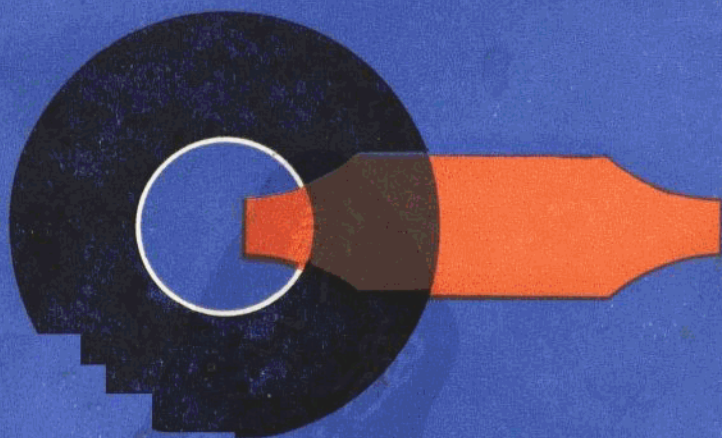


工程机械修理丛书

修复层的机械加工

20-2

XIUFUCENG DE JIXIE JIAGONG



翁熙祥 高应岑 合编

中国铁道出版社

出 版 说 明

机械维修是维持正常生产所必需的手段，是延长机械使用寿命和节约能源、资源的重要途径。近几年来，由于经济发展的需要，机械维修技术发展很快，维修理论有了新的发展，维修管理工作有了改进，许多新工艺也在机械维修行业得到了应用。

为了普及机械维修理论，推广各种新工艺，把机械维修方面的科研成果及早用在生产上，不断提高机械维修行业的技术水平，决定出版“工程机械修理丛书”。

本丛书暂分以下18册，陆续出版：1.清洗；2.零件检验；3.装配；4.等离子喷焊与喷涂；5.高压水清洗技术；6.真空熔结工艺；7.振动电堆焊；8.粘接；9.镀铁；10.氧—乙炔火焰喷涂与喷焊；11.摩擦磨损与润滑；12.断裂失效分析；13.穴蚀的形成与修理；14.铸铁焊补；15.修复层的机械加工；16.轴承修理；17.典型零部件修理；18.柴油机不解体检测技术。内容从基础理论到修理工艺，力求阐述系统，技术先进、适用，通俗易懂，便于自学。

本套丛书由徐滨士、易新乾、李国枢三同志主编。

1984年3月

目 录

第一章 修复层的切削加工	1
第一节 修复层的分类及其切削加工特点	1
一、修复层的分类	1
二、修复层切削加工的特点	5
三、影响刀具切削性能的主要因素	11
第二节 中硬度堆焊层的车削	18
一、中硬度堆焊层的性能	18
二、中硬度堆焊层切削条件的确定	19
第三节 高硬度堆焊层和喷涂层的车削	21
第四节 高硬度等离子喷涂层的磨削	22
一、高硬度等离子喷涂层的磨削特点	23
二、砂轮的选择	24
三、磨削用量的选择	25
第五节 高硬度喷涂层内孔的电解磨削	26
一、电解磨削原理	26
二、电解液的选择	30
三、电解磨削规范	30
四、电解磨削的效果	31
第二章 修复件机械加工定位基准的选择	32
第一节 定位基准的应用实例	32
一、齿轮切齿加工时的基准	32
二、热处理以后的齿形加工	34
第二节 基准的作用及种类	35

一、基准的作用	35
二、基准的种类	36
第三节 修复件机械加工时定位基准的选择	39
一、选择基准的要求	39
二、修复件机械加工时基准的选择原则	39
第四节 修复件加工中定位误差及尺寸换算	47
一、定位误差的概念	47
二、尺寸换算	49
第三章 修复件的加工精度及表面质量	53
第一节 修复件的加工精度	53
一、加工精度的概念	53
二、影响修复件加工精度的主要因素	55
第二节 修复层机械加工后的表面质量	73
一、表面质量的概念	73
二、修复层机械加工后的表面粗糙度	74
三、中硬度修复层机械加工后的表面 残余应力	78

第一章 修复层的切削加工

零件在机器中经运转磨损到一定程度后，就不能保证原来的配合性能，需要进行尺寸修复，即恢复其原来的尺寸精度、表面光洁度及其表面的物理机械性能等。零件的尺寸修复，在机器的使用、维修中有着重要的地位和意义。旧件的修复，可以节约能源、钢材和资金，从而提高经济效益。

零件磨损后的尺寸修复，首先要在磨损的表面上，采用堆焊、等离子喷涂等方法，使它具有有一层耐磨修复层，然后再进行机械加工，实现零件尺寸精度、表面光洁度等的恢复。因此，零件尺寸修复的机械加工，其对象是零件上的各种各样的修复层。

第一节 修复层的分类及其 切削加工特点

一、修复层的分类

修复层按其采用的修复方法可分为三大类：（一）金属堆焊层（包括合金粉末堆焊层）；（二）电镀层；（三）喷涂层。

（一）金属堆焊层

金属堆焊层是目前应用最广泛的一种修复层。它是用各种焊接方法获得的。常用的堆焊方法有手工电弧堆焊、氧—乙炔焰堆焊、振动电堆焊、埋弧堆焊、二氧化碳保护堆焊、等离子堆焊等。从堆焊材料看，种类很多，仅我国就达百种以上。堆焊可以获得与金属基体连接强度较高的修复层。

金属堆焊层根据我国堆焊焊条及堆焊材料的合金类型又

可分为14类：(1)低碳低合金钢堆焊层；(2)中碳低合金钢堆焊层；(3)高碳低合金钢堆焊层；(4)铬—钨、铬—钼热稳定钢堆焊层；(5)高铬钢堆焊层；(6)奥氏体高锰钢堆焊层；(7)奥氏体铬镍钢堆焊层；(8)高速钢堆焊层；(9)马氏体合金铸铁堆焊层；(10)高铬合金铸铁堆焊层；(11)碳化钨合金堆焊层；(12)钴基合金堆焊层；(13)镍基合金堆焊层；(14)铜基合金堆焊层。它们的化学成分、堆焊层的硬度如表1—1。

(二) 电镀层

电镀是修复磨损零件的常用方法。修复磨损零件主要用镀铬方法。最近几年来，低温镀铁也有较广泛的应用。

1. 镀铬层

镀铬层的硬度根据镀铬条件的不同，一般为HV500~1000，以HV800左右为常见，镀铬层的硬度与它的组织结构有关。由于镀铬层有高的硬度，一般它的耐磨性较好。对比试验说明：履带车辆零件在相同条件下，45号钢经调质处理后的新品，使用2419km后的磨损量达0.03mm，即平均磨损量为 $12.4 \times 10^{-4} \text{mm/h} \cdot \text{km}$ ，而镀铬零件的磨损量为新品的1/8。

2. 镀铁层

直流镀铁层的硬度可达HR 46左右，不对称交流镀铁层的硬度HRA48左右，最高达HRA65（相当HR28）。一些单位的试验表明：当镀铁层的硬度HV为430时，其耐磨性较好。

(三) 喷涂层

喷涂层可用等离子喷涂、氧—乙炔火焰喷涂、电弧喷涂、爆炸喷涂等方法获得，它们都属于热喷涂，大多数采用粉末作为喷涂材料。粉末目前已有一百多种，根据这些材料的成分可分为四种类型：(1)纯金属粉末；(2)合金粉末；

表 1—1

堆焊合金的类型

序 号	堆焊合金类型	合金系统	堆 焊 合 金 的 化 学 成 分 (%)							堆焊层硬度 (HR)	焊接材料举例
			C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	W		
1	低碳低合金钢	1Mn3Si 2Mn4Si 2Cr1.5Mo	≤0.30 ≤0.30 ≤0.30	≤3.5 ≤4.5 —	≤1.5 ≤1.5 —	— — ≤2.0	— — —	— — ≤1.0	— — —	≥22 ≥30 ≥22	堆107 堆127 堆112
2	中碳低合金钢	3Cr2Mo 4Cr2Mo 4Mn4Si 5Cr3Mo2	0.31~0.6 0.31~0.6 0.31~0.6 0.31~0.6	— — ≤4.5 —	— — ≤1.0 —	≤2.5 ≤2.5 — ≤3.0	— — — —	≤1.5 ≤1.5 — ≤2.0	— — — —	≥30 ≥40 ≥40 ≥50	堆132 堆172 堆167 堆212
3	高碳低合金钢	7Cr3Mn2Si	0.61~1.0	≤2.5	≤1.0	≤3.5	—	—	—	≥50	堆207
4	Cr-W Cr-Mo 热稳定钢	5CrMnMo 3Cr2W8 5W9Cr5Mo2V	≤0.6 ≤0.5 ≤0.5	≤2.5 — —	≤1.0 — —	≤1.5 ≤2.5 ≤5.0	— — —	≤1.0 — ≤2.5	— 7~9 8~10 V≤1.0	≥45 ≥48 ≥55	堆397 堆337 堆327
5	高铬钢	1Cr13 2Cr13 3Cr13 Cr12	≤0.12 ≤0.2 ≤0.3 0.91~1.5	— — — —	— — — —	10~16 10~16 10~16 10~16	— — — —	— — — —	— — — —	≥40 ≥45 40~49 ≥50	堆507 堆517 — 堆317
6	奥氏体高锰钢和铬锰钢	Mn13 Mn13Mo2 2Mn12Cr13	≤1.2 ≤1.2 ≤0.3	11~16 11~16 10~14	— — —	— — 12~15	— — —	— — ≤2.5	— — —	HB≥180 HB≥180 HB≥200	堆256 堆266 堆276
7	奥氏体 Ni-Cr 钢	Cr18Ni9Mn3Mo3 Cr18Ni8Si5 Cr18Ni8Si7	≤0.20 ≤0.20 ≤0.20	≤3.0 0.6~2.0 2.0~3.0	≤1.5 5~5.8 5~7	16~21 16~18 18~20	7~9 7~9 7~10	≤3.0 — —	V≤1.0 — —	HB≥170 HB290~320 —	堆547 堆557

(3)陶瓷粉末；(4)复合粉末。合金粉末是用作尺寸修复层的主要材料，按照自熔性合金粉末的化学成分，喷涂层可分为三种。

1. 镍基合金喷涂层

镍基合金主要由镍、铬、硼、硅等主要元素组成。有时还加入钼、铜等元素，由于镍约占70%左右，故称之为镍基合金，通常称之为镍铬硼硅自熔合金。此种合金涂层的金相组织是以Ni—Cr固溶体为基体，还分布着硬质化合物（如碳与铬形成的 Cr_3C_2 ，硼与铬形成的 CrB 等），由于涂层是以Ni—Cr固溶体为基体，因此它具有较好的塑性、冲击韧性和耐腐蚀性能。固溶体基体上的化合物，则是较硬的质点，使涂层具有良好的耐磨性。

2. 钴基合金喷涂层

钴基合金是以钴、铬、钨、硼、硅等元素组成，也称为司太立硬质合金。钴基合金的基体是溶有钨和铬的富钴固溶体，在此固溶体基体上分布着坚硬的碳化铬和碳化钨颗粒，以及坚硬的硼化物。这类合金具有加工硬化效应并有很高的硬度，因而具有良好的耐磨性和耐热性。

3. 铁基合金喷涂层

铁基合金是以铁、铬、硼、硅等元素组成，所以也称为铁铬硼硅合金。铁基合金的金相组织是在奥氏体基体上分布着条状的硼化物及网状的碳化物。因此这类合金除保持着奥氏体不锈钢的耐腐蚀性外，还有比较高的耐磨性。

镍基合金、钴基合金、铁基合金的牌号和化学成分、硬度、性能及用途如表1—2、表1—3、表1—4、表1—5。

二、修复层切削加工的特点

修复层的机械加工方法，用得最广泛的是车削和磨削。

由于修复层自身的特性，使得在机械加工时具有以下特点：

(一) 加工过程中的振动、冲击大

金属堆焊层因其外表面的高低不平，以及其内部硬度的不均匀，喷涂层内部的硬质点及孔隙等，都会使加工时的切削力呈波动状态，致使加工过程产生较大的振动与冲击。这就要求机床—夹具—工件及刀具的刚度要好。对于刀刃（或砂轮砂粒）的强度也提出更高的要求。

(二) 刀具耐用度低

堆焊层、喷涂层一般都具有较高的硬度与耐磨性，特别是高硬度的堆焊层和喷涂层，其硬度 $HRC > 50$ ，耐磨度为 $0.2 \sim 0.6$ 克/40万次。因而加工时产生较大的切削力和切削热，加速刀刃或砂轮砂粒的磨损，使它们迅速变钝。这给切削加工带来很大的困难，甚致难以进行加工。由于刀具耐用度低，因而限制切削用量的提高，影响到生产效率。

(三) 刀具容易崩刃和产生非正常磨损

堆焊层坚硬的外皮、砂眼、汽孔等，喷涂层内部的硬质点（碳化物、硼化物等），再加上切削过程中的振动、冲击负荷，使刀刃或砂轮砂粒发生崩刃和划沟等非正常磨损，失去切削能力。

另外，磨削喷涂层时，由于产生的热量大，容易烧伤已加工表面或在表面上产生裂纹。

上述的加工特点限制着切削用量的提高，严重地影响生产效率和加工质量。因此，研究修复层机械加工的规律，选用合适的刀具材料、刀具几何参数和切削用量，以及探索新的加工方法是很重要的。特别是高硬度等离子喷涂层、堆焊层的加工，已经成为必须解决的技术关键问题，否则将会影响其推广使用。目前，高硬度喷涂层、堆焊层的机械加工，是国内外研究的一个重要的问题，也是一个迫切需要研

· 武汉材料保护研究所生产的自熔性合金粉末的成分和性能

表 1—2

类别	代号	化 学 成 分 (%)							熔 点 (°C)	硬 度 HR ₁₅	主要性能及 应用范围
		C	Ni	Co	Cr	B	Si	Fe			
钴 基	WF101	1	—	余	28~30	1~2	0.5~1.0	≤5	1170 ~1200	43~48	耐高温、抗氧化、 耐蚀、耐磨、用于 如电站高温阀门、齿 发动机关非气阀、齿 轮切边模等。
	WF201	0.4~0.6	余	—	12~14	2	3~4	<8		30~37	具有耐蚀、耐氧 化、耐蚀等性能， 如用于酸洗压裂车 柱塞泵柱塞，阀门 密封等。
	WF202	0.4~0.6	余	—	12~20	2	3~4	<8		45~50	
	WF203	0.6~0.8	余	—	12~14	2.5	—	—		52~58	
	WF204	1	余	—	12~14	2~2.5	3~5	<8		36~38	
铁 基	WF205	0.7~1.2	余	—	24~28	1.2~1.8	2.2~2.7	<5		40~46	耐弱腐蚀性介质的 腐蚀、耐磨、适用 于通阀密封面 喷焊等。
	WF311	0.1~0.2	8~10	—	18~20	1.5~2.5	2.5~3.5	余	1196	35~41	
	WF312	0.1~0.2	12~14	—	18~20	1.5~2.5	2.5~3.5	余	1211	45~57	
	WF313	0.1~0.2	—	—	12~14	2~2.5	2.5~3.5	余		38~48	
	WF314	0.1~0.2	—	—	18~20	2~2.5	3.5~4	余		42~49	
铜 基	WF315	0.5~0.6	10~12	—	12~14	2.5~3	3.5~4	余		44~52	具有高耐磨性， 用于如犁铧、输煤 机槽板等耐磨粒 磨损的零件。
	WF316	0.4~0.5	10~12	—	13~14	2~2.5	3~4	余		55~60	
	WF317	1~2	7~9	—	16~18	2.5~3.5	2~3	余		62~68	
	WF321	3.5~4.5	—	—	28~30	1.5~2.5	1~2	余			
	WF401										
		Sn 9~10, P 0.06~0.14 其余为Cu							HB	70~80	良好的减磨材料。

注：1. 粉末粒度：60~200目；<200目两种；松装比重：>3g/cm³；固态流动性：<27S/50g。

2. 武汉材料保护研究所合金粉末的代号规定：“WF—x×x×x”W—武汉材料保护研究所；F—合金粉末；第一个数字表示合金粉末大类（1—钴基合金，2—镍基合金，3—铁基合金，4—铜基合金）；第二个数字表示铁基合金中主要成分代号（1—镍基，2—高锰铁）；第三个数字表示粉末的序号。

天津市通用公司计量站

类别	牌 号	化 学 成 分					
		C	Si	B	Cr	Ni	Fe
镍基合金	Ni01	0.65~0.75	4~4.5	3~3.5	13~16	余	≤0.15
	Ni02	0.75~0.85	3.5~4	3~3.5	13~16	余	≤0.15
	Ni03	1.0~1.1	4~4.5	4~4.5	13~17	余	≤0.15
	Ni04	0.65~0.75	4~4.5	3.5~4.2	13~16	余	≤0.15
铁基合金	Fe01	0.2~0.3	2~2.5	2	14~16	6~8	余
	Fe02	0.3~0.45	2~2.5	2	14~16	14~16	余
	Fe03	0.35~0.45	2.5~3	2	14~16	22~25	余
	Fe04	0.6~0.7	3~3.5	2~2.5	15~17	22~25	余
	Fe05	0.55~0.65	3~3.5	2~2.5	15~17	5~7	余
	Fe06	0.65~0.75	3~3.5	2~3	15~17	5~7	余
	Fe07	0.75~0.9	3~4	3~3.5	15~17	5~7	余
	Fe08	0.9~1	3~4	3~4	15~17	5~7	余
	Fe09	1.0~1.2	4~4.5	3.5~4.5	15~17	5~7	余
	Fe10	0.8~0.9	3.5~4	3~3.5	13	20	余
	Fe11	0.9~1.0	4~4.5	3~4	13	20	余
钴基合金	Co01	0.7~1.4	0.4~2	—	26~32	—	≤3
	Co02	0.7~1.4	0.4~2	0.5~1	26~32	—	≤3
	Co03	0.9~1.3	1.75~2.75	1~1.5	28~32	2	≤3
	Co04	2~2.5	0.5~0.7	0.5~1	25~27	—	余
耐磨铸铁	NT1	3.6~4	—	2	—	—	余
	NT2	4~4.2	—	2	6~8	3~4	余

注：粉末粒度为70~200目及140~300目两种。

自熔性合金的成分和性能

表 1—3

(%)				硬 度 (HR)	备 注
Co	W	其 它	氧化物不 大于		
—	—		0.15	45~52	
—	—		0.15	50~58	
—	—		0.15	58以上	
—	—	Mo3, Cu3	0.15	50~55	抗热裂性能好
—	—		0.2	38~43	用于小型、中型阀门密 封面堆焊
—	—		0.2	32~38	用于中等阀门密封面堆焊
—	—		0.2	32~36	用于大型阀门密封面堆焊
—	—		0.2	38~43	进排气阀的堆焊
—	—		0.2	46~50	
—	—		0.2	48~53	
—	—		0.2	51~58	用于油田钻管堆焊
—	—		0.2	55~60	用于矿山机械轴类零件 喷镀喷焊
—	—		0.2	61以上	同上
—	—		0.2	48~53	抗裂性好
—	—		0.2	53~60	抗裂性好
余	3.5~6		0.2	40~43	
余	3.5~6		0.2	42~46	
余	4~6		0.2	≥45	
32~34	10~12		0.2	≥45	
—	—	Mo4~6 V1.5~2	0.2	60~65	
—	—	Mo4~6	0.2	60~65	

上海有色金属焊接材料厂等离子喷焊用合金粉末

表 1—4

类别	牌 号	标 准 化 学 成 分 (%)										硬 度 HR
		C	Cr	Si	W	Mo	V	B	Fe	Co	Ni	
镍基	粉 121 铁	0.5	10	3.5	—	—	—	2.5	10	—	余	45
	粉 122 铁	0.8	16	4.0	—	—	—	3.5	15	—	余	60
	粉 125 铁	粉112铁+35%WC										60
钴基	粉 221	0.7	26	2.0	5.0	—	—	0.7	5	余	—	45
	粉 222 铁	0.1	21	2.0	5.0	—	—	2.3	10	余	—	52
	粉 223	1.0	21	2.0	5.0	—	—	1.5	—	余	—	45
铁基	粉 322	0.1	23	5	2.5	2.5	—	1.8	余	—	13	42
	粉 323	3.0	28	3.5	—	—	—	0.7	余	—	4.0	55
	粉 324	3.5	28	2.0	—	—	1.5	1.5	余	5.0	—	60

注：粉末粒度为60~200目。

上海钢铁研究所合金粉末的成分和性能

表 1—5

牌 号	化 学 成 分 (%)										硬 度 HR	熔 点 (°C)
	C	Si	B	Cr	Ni	W	Mo	V	Fe	Co	其 它	
镍基8*	≤0.2	3~5	2~4	13~17	余	—	—	—	≤10	—	—	40~47
Ni—Cu—Mo	0.5~0.6	3~5	3~5	15~17	余	—	2.5~3.5	—	≤5	—	Cu3	1070~1090
镍基+35%WC	0.5~0.6	2~3	2~3	10~12	余	—	—	—	≤3	—	WC35	1040~1060
镍基3*	0.02	3~4	2~3	10~12	余	—	—	—	≤8	—	—	1040~1060
镍基9*	≤0.05	0.6~1.0	0.5~1.0	18~20	余	—	5~6	—	≤3	—	Mn3~4	1070~1090
铁基2*	≤0.26	3~4	2.5~3.5	17~19	11~13	—	2~3	0.3~0.5	余	—	Nb5~6	—
铁基8*	≤0.03	2~3	0.5~1.0	18~20	23~26	—	4~5	0.5~0.6	余	—	Nb0.8	—
铁基	0.5~0.6	1.5~2.5	1.5~2.5	5~6	—	1~1.5	4~5	0.4~0.5	余	—	—	64~66
钴基	≤0.1	1.5~2.0	2.5~3.0	18~25	—	4~6	—	—	≤5	余	—	48~52

究与解决的新课题。

三、影响刀具切削性能的主要因素

影响刀具切削性能的主要因素如下：

(一) 刀具切削部分的材料

1. 刀具切削部分材料应具备的主要性能

刀具切削部分的材料，在很大程度上决定刀具的切削性能，它应具备以下几个方面的基本要求。

(1) 高的硬度

刀具切削部分的材料，其硬度必须高于被加工材料的硬度。用得最广泛的刀具材料是高速钢和硬质合金，其常温硬度HRC均超过60。

(2) 高的红硬性

红硬性即在高温条件下保持切削性能的能力。这是刀具材料很重要的一种性能，因为它是在高温的条件下工作的。碳素工具钢的常温硬度可以与高速钢的相同，但它的红硬性只有200°C左右，而高速钢可达600°C左右。因而，高速钢的切削性能显著地优于碳素工具钢。硬质合金其常温硬度比高速钢的高，其红硬性可达800°C~1000°C左右。

(3) 足够的抗弯强度

刀具在切削时，受到切削力的作用。如果刀具材料的抗弯强度不足，容易引起崩刃。这一点在切削加工修复层时更为重要。正如前面所述，切削修复层的特点是冲击、振动大。硬质合金刀具材料的抗弯强度一般为100~250kgf/mm²，高强度硬质合金可达240kgf/mm²，超微粒硬质合金可达200~350kgf/mm²。

(4) 高的耐磨性

刀具在切削过程中，受到切削力、切削热以及摩擦的作

用,刀具要磨损变钝,耐磨性将是刀具材料应具备的一种主要性能。特别是加工修复层,它们的特点就是耐磨性好,如果刀具材料的耐磨性差是不能胜任加工的。耐磨性通常可用后刀面的磨损量来表示,即在一定的切削条件下,切削一定的路程测定其后刀面的磨损量。硬质合金的耐磨性要比高速钢的高。

2. 加工修复层的刀具材料

目前,车削加工修复层的刀具材料多采用硬质合金。对于那些难加工的修复层,也有采用金刚石和立方氮化硼的。

我国生产的硬质合金,其类型、牌号、成分、性能和用途如表1—6所列。

近几年来,不少硬质合金制造厂,生产出许多质量高性能好的新产品。如株洲硬质合金厂生产的YH₁、YH₂、YH₃、YC₀₉、YC₁₀等,自贡硬质合金厂生产的643M,此外北京钢铁研究院研制的H₈、H₁₀等。用它们加工修复层,特别是加工高硬度修复层,有着较好的切削性能。

(二) 刀具切削部分的几何参数

刀具切削部分的几何参数,对提高刀具切削性能起着很大的作用。许多人在改进刀具的几何参数,从而提高刀具的切削性能方面,取得了新的成就。对于修复层的切削加工,除了选择好刀具材料外,刀具的几何参数也是需要着重研究的一个问题。特别对于那些难加工的修复层,刀具几何参数选择得合适,才有可能满足加工的需要。

车刀切削部分的几何参数,基本的有前角 γ_0 、后角 α_0 、主偏角 K_r 、副偏角 K'_r 、刃倾角 λ_s 以及刀尖半径 r 等。按照ISO3002/1—1977规定的车刀标注角度如图1—1所示。

1. 前角 γ_0

前刀面与基面之间的夹角(在主剖面中测量)。

前角的主要作用是:

常用硬质合金刀具材料 表 1—6

类 型	牌 号	化 学 成 分 (%)			物理机械性能		用 途
		WC	Co	$\frac{TaC}{TiC}$	比重 γ	硬度 HRA	强度 σ_b
钨 钴 类	YG ₈	92	8	—	14.6	89	≥150
	YG ₆ C	92	8	—	14.6	88	≥170
	YG ₆	94	6	—	14.8	89.5	≥140
	YG ₆ C	94	6	—	14.8	88.5	≥150
	YG ₆ X	94	6	—	14.8	91	≥135
钨 钴 钛 类	YG ₃	97	3	—	15.1	91	≥105
	YT ₅	85	10	5*	12.8	89.1	≥130
	YT ₁₄	78	8	14	11.5	90.5	≥120
	YT ₁₅	79	6	15	11.1	91	≥115
	YT ₃₀	66	4	30	9.6	91.8	≥90
万 能 合 金	YT ₈₀	34	6	60	6.7	92.8	≥75
	YW ₁	84	6	4/6	13.3	92	≥135
	YW ₂	82	8	4/6	13.1	91	≥160
	YW ₇	84	6	8/2	12.7	92.4	≥140
	YA ₈	96	2	0/2	14.7	92	≥140

* YT5含有WC85%，TiC6%，Co9%的。

适于粗加工铸铁、有色金属及其合金有冲击时用及堆焊件粗加工。
适于制造冲击刀具（刨、插刀）
适于半精加工铸铁、有色金属及粗加工非金属材料。
适于制造切断刀等。
加工耐热合金及精加工普通铸铁。
精加工铸铁及淬火合金钢等。
适合于粗加工碳钢和合金钢，也可制造成型车刀、切槽刀等。
适于间断切削时，半精车碳钢和合金钢。
半精加工碳钢和合金钢、粗扩及精扩加工，零件半精加工和精加工。
适于碳钢、合金钢中小断面精车、扩孔、剃光。
适于精车、精扩、精镗钢料。
适于加工不锈钢、高锰钢、一般钢料和铸铁。
加工钛合金、奥氏体不锈钢或一般钢料与铸铁。
适于加工3H₁₀耐热不锈钢和18CrMnTi合金钢。
适于加工硬铸铁、高锰钢、淬火钢。