

常用金属材料切削 数据手册

中国石油物资装备总公司
石油勘探开发科学研究院
上海工业大学
清华大学

编著

常用金属材料切削数据手册

中国石油物资装备总公司

石油勘探开发科学研究院

上海工业大学

清华大学

编著

石油工业出版社

内 容 简 介

本书主要叙述碳素钢、合金钢、不锈钢、铸钢、灰铸铁、球墨铸铁等 10 大类常用金属材料的切削加工性, 以及车削、钻削、端面铣削、立铣加工这些材料时的进给量选择、切削速度计算、切削力和切削功率的计算等内容, 并提供了各种条件下的切削速度、切削力和切削功率的数据表。手册中切削数据主要通过系统的切削试验采集, 并经生产现场验证, 因而实用和可靠。

本书是从事切削加工的技术人员和生产工人必备工具书, 对从事机械设计研究的人员以及机械制造及相关专业的大学及中专师生也是一本难得的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

常用金属材料切削数据手册 中国石油物资装备总公司 等编著

北京: 石油工业出版社, 1995.6

ISBN 7-5021-1305-3

I. 常…

II. 中…

III. 金属材料: 金属切削-使用数据-手册

IV. TG506.7-62

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里 2 区 1 号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开 19 印张 480 千字 印 1—4000

1995 年 6 月北京第 1 版 1995 年 6 月北京第 1 次印刷

定价: 25.00 元

前 言

进行机械加工时,正确地选择和制订金属材料的切削用量是提高机械加工生产率和降低成本的关键。世界上很多发达国家都有金属切削数据库,为工厂提供切削数据服务。据国际生产工程研究会(CIRP)统计,应用切削数据库的成果可平均降低加工成本10%。

随着数控机床、柔性制造系统、计算机集成制造系统技术的发展,以往那种凭生产人员直接经验制订切削用量的办法已满足不了自动化生产的要求。形势要求我国也应当建立适合自己国情的切削数据库。从1986年起,原石油工业部根据石油机械工业发展的需要,立项资助北京石油勘探开发科学研究院、上海工业大学、清华大学等共同合作研究建立常用金属材料切削数据库,并在此基础上出版一本常用金属材料切削数据手册,为工厂提供切削数据服务。经过六年多的努力,该切削数据库已初具规模,这本切削数据手册是切削数据库研究成果的一部分。

本切削数据库和切削数据手册具有以下几方面的特点:

(1) 工件材料以常用金属材料为主。收入低碳钢、中碳钢、高碳钢、低碳合金钢、中碳合金钢、高碳合金钢、不锈钢、铸钢、灰铸铁、球墨铸铁等10大类83种牌号的材料。

(2) 加工方式为车削、钻削、端面铣削、立铣四种。车削和端面铣削以常用硬质合金刀具为基础,钻削和立铣以通用标准高速钢刀具为基础。刀具材料的进一步发展必将影响到切削用量,这可以在原有切削数据的基础上乘以相应的系数来调整。

(3) 根据我国目前的现实条件,本切削数据库数据采集的方法以典型材料系统的切削试验为主,再辅以生产现场验证,最终确立有关的数学模型。这种采集方法虽然花费的人力和财力较多,但得到的数据和数学模型是切实可行的。本切削数据库提供的切削速度数据,同80年代出版的美国切削数据手册相比较,基本处于同一水平。但我们提供的数据更具体、更详细、更便于生产使用。生产现场试用效果也较好。

(4) 为切削数据库开发的应用软件,适用于微型计算机(286 386 486等系列),便于生产推广。切削数据手册提供的进给量、刀具寿命及切削速度、切削力和切削功率等数据,比较完整和具体,便于查找。

为方便现场使用,在本切削数据手册基础上再开发研制一台切削用量计算器是很有发展前景的。

我们相信,建立常用金属材料切削数据库和出版这本切削数据手册,将对提高我国的切削技术水平和普及切削技术知识起到积极的作用。

切削数据库的研制工作是在原石油工业部机械制造司赵宗仁副总机械师的指导下进行的。参加研制工作的有石油勘探开发科学研究院华欢笙、王辉、史济宏、姚亚平、杨健;上海工业大学周家宝、于云鹤、李杰、王魄;清华大学金之垣、华迅;以及两校的研究生陆云亮、陈明华、傅勤荣、卢青山、邓顺章、章东义、王林平、马云阁等。

部分切削试验委托北京理工大学和成都工具研究所进行。切削数据的生产现场验证主要在宝鸡石油机械厂、南阳石油机械厂、江汉钻头厂、江汉第三石油机械厂、江汉第四石油机械厂、江汉总机厂进行。谨此致谢。

本手册编写工作由周家宝、华欢笙和金之垣负责。

编 者

目 录

第一章 常用金属材料的分类及其切削加工	(1)
第一节 金属材料按切削加工性的分类	(1)
第二节 刀具材料	(7)
第三节 冷却润滑液(切削液)	(11)
第四节 刀具寿命	(11)
第五节 刀具几何参数	(12)
第二章 车削	(13)
第一节 车削进给量的选择	(13)
第二节 车削切削速度	(15)
第三节 车削切削力和切削功率的计算	(18)
第三章 钻削	(78)
第一节 钻削进给量的选择	(78)
第二节 钻削切削速度	(79)
第三节 钻削切削扭矩和轴向切削力	(81)
第四章 端面铣削	(116)
第一节 端面铣削进给量的选择	(116)
第二节 端面铣削的切削速度	(117)
第三节 端面铣削的切削功率	(119)
第五章 立铣	(201)
第一节 立铣进给量的选择	(201)
第二节 立铣切削速度	(202)
第三节 立铣切削功率	(203)
参考文献	(300)

第一章 常用金属材料的分类及其切削加工

第一节 金属材料按切削加工性的分类

常用金属材料的品种很多，主要的有碳素钢、合金钢、不锈钢、铸钢、灰铸铁、球墨铸铁等。本手册中，我们将金属材料按切削加工性（又称可加工性）分成十大类，如表 1-1 所示。分类的主要根据是材料的化学成分，因为化学成分相近的材料，其切削加工性也相近。表 1-1 中对每大类材料还列出了用硬质合金刀具和高速钢刀具切削时的大致切削速度值，以及相对于正火状态 45 钢的切削加工性系数。切削加工性系数小，表示该类材料难加工，许用切削速度低。

本手册以常用的碳素钢、合金钢、不锈钢、灰铸铁、铸钢、球墨铸铁金属材料为主。

各种典型牌号钢材的化学成分见表 1-2 至表 1-4。灰铸铁和球墨铸铁的牌号和机械性能见表 1-5 和表 1-6。

表 1-1 常用金属材料按切削加工性的分类

类别	名称	典型牌号	热处理状态	硬度 HB	用下列刀具切削时的大致切削速度 ^① (m/min)		相对于 45 钢的切削加工性系数
					硬质合金	高速钢	
1	低碳钢	10,15,20,25, 15Mn,20Mn, 25Mn	退火 或 正火	125~175	130~150	27~34	1.30
2	中碳钢	30,35,40,45,50 30Mn,35Mn,40Mn 45Mn,50Mn	退火 或 正火	175~225	100~120	21~27	1
3	高碳钢	60,65,70,80 T8A,T10A	退火 或 正火	175~225	90~105	19~24	0.90
4a	低合金钢 (低镍)	15Cr,15CrNiMo 15Mn2,15CrMnMo 20CrMo,20CrNi 20CrNiMo,20Mn2 20CrMnMo,20Cr 20CrMnTi	退火 或 正火	175~225	120~140	25~32	1.20

续表

类别	名称	典型牌号	热处理状态	硬度 HB	用下列刀具切削时的大致切削速度 ¹⁾ (m/min)		相对于45钢的切削加工性系数
					硬质合金	高速钢	
4b	低碳合金钢 (高镍)	15Ni4Mo, 12Cr2Ni4, 12CrNi3, 20Ni4Mo, 20CrNi2Mo, 20Cr2Ni4, 20Ni2Mo	退火 或 正火	175~225	110~130	23~29	1.10
5a	中碳合金钢(a)	30CrMo,35CrMo, 30CrMnSi,35Mn2 30CrMnTi	退火 或 正火	175~225	90~105	19~24	0.90
5b	中碳合金钢(b)	40Cr,40MnB, 40CrMo,42CrMo 40CrNiMo,40Mn2 40CrMnMo,45Mn2 50CrMn	退火 或 正火	175~225	84~100	17~22	0.84
6	高碳合金钢	55Si2MnB,65Mn, 60Si2Mn,GCr15, GCr9,GCr9SiMn GCr6,GCr15SiMn	退火	175~225	77~90	16~20	0.77
7a	不锈钢	1Cr13	淬火 及 回火	170~200	75~85	15~19	0.75
7b		2Cr13		230~270	70~80	14~18	0.70
7c		1Cr18Ni9Ti	奥氏体化	140~170	63~75	13~17	0.63
8a	铸钢	ZG230~450 (ZG25)	正火 及 回火	125~175	110~130	23~29	1.10
8b		ZG270~500 (ZG35) ZG310~570 (ZG45)		175~225	90~105	19~24	0.90
8c		ZG20CrMo	回火	175~225	110~130	23~29	1.10
8d		ZG35CrMo			80~95	16~21	0.80
9	灰铸铁	HT100(HT10-26) HT150(HT15-33)	铁素体 + 珠光体	≤190	75~90	16~21	0.75

续表

类别	名称	典型牌号	热处理状态	硬度 HB	用下列刀具切削时的大致切削速度 ¹ (m/min)		相对于45钢的切削加工性系数
					硬质合金	高速钢	
9	灰铸铁	HT200(HT20-40) HT250(HT25-47) HT300(HT30-54)	珠光体	190~241	65~80	15~18	0.65
		HT350(HT35-61) HT400(HT40-68)	珠光体变质	241~269	50~60	11~14	0.50
10	球墨铸铁	QT400-18 QT400-15 QT450-10	铁素体	130~180	65~80	15~18	0.65
		QT500-7 QT600-3	铁素体 + 珠光体	170~230 190~270	55~65	12~15	0.55
		QT700-2 QT800-2	珠光体	229~302	35~45	8~10	0.35
		QT900-2	下贝氏体	> HRC38	20~30	5~7	0.20

注: ①刀具寿命约 60~120min。

表 1-2 常用金属材料的化学成分(%)

牌号	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	P	S
							不 大 于	
第 1 类 低 碳 钢								
10	0.07~0.14	0.17~0.37	0.35~0.65	≤0.15	≤0.25	—	0.035	0.040
15	0.12~0.19	0.17~0.37	0.35~0.65	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
20	0.17~0.24	0.17~0.37	0.35~0.65	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
25	0.22~0.30	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
15Mn	0.12~0.19	0.17~0.37	0.70~1.00	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
20Mn	0.17~0.24	0.17~0.37	0.70~1.00	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
25Mn	0.22~0.30	0.17~0.37	0.70~1.00	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040

续表

牌号	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	P	S
							不 大 于	
第 2 类 中 碳 钢								
30	0.27~0.35	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
35	0.32~0.40	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
40	0.37~0.45	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
45	0.42~0.50	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
50	0.47~0.55	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
30Mn	0.27~0.35	0.17~0.37	0.70~1.00	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
35Mn	0.32~0.40	0.17~0.37	0.70~1.00	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
40Mn	0.37~0.45	0.17~0.37	0.70~1.00	≤0.15	≤0.25	—	0.035	0.040
45Mn	0.42~0.50	0.17~0.37	0.70~1.00	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
50Mn	0.47~0.55	0.17~0.37	0.70~1.00	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
第 3 类 高 碳 钢								
60	0.57~0.65	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
65	0.62~0.70	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
70	0.67~0.75	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
80	0.77~0.85	0.17~0.37	0.50~0.80	≤0.25	≤0.25	—	0.040	0.040
T8A	0.77~0.85	≤0.30	0.25~0.35	≤0.20	≤0.25	—	0.030	0.030
T10A	0.97~1.09	≤0.30	0.15~0.25	≤0.20	≤0.25	—	0.030	0.030
第 4a 类 低 碳 (低 镍) 合 金 钢								
15Cr	0.12~0.18	0.20~0.40	0.40~0.70	0.70~1.00	≤0.35	—	0.040	0.040
15CrNiMo	0.13~0.18	0.15~0.30	0.70~0.90	0.45~0.65	0.70~1.00	0.45~0.60	0.035	0.040
15Mn2	0.12~0.18	0.20~0.40	2.00~2.40	≤0.35	≤0.35	—	0.040	0.040
15CrMnMo	0.12~0.18	0.20~0.40	0.90~1.20	0.90~1.20	≤0.35	0.20~0.30	0.040	0.040
20CrMo	0.17~0.24	0.20~0.40	0.40~0.70	0.80~1.10	≤0.35	0.15~0.25	0.040	0.040
20CrNiMo	0.17~0.24	0.20~0.40	0.60~0.95	0.40~0.70	0.35~0.75	0.20~0.30	0.040	0.040
第 4a 类 低 碳 (低 镍) 合 金 钢								
20CrMnMo	0.17~0.24	0.20~0.40	0.90~1.20	1.10~1.40	≤0.35	0.20~0.30	0.040	0.040
20Cr	0.17~0.24	0.20~0.40	0.50~0.80	0.70~1.10	≤0.35	—	0.040	0.040
20Mn2	0.17~0.24	0.20~0.40	1.40~1.80	≤0.35	≤0.35	—	0.040	0.040
20CrMnTi	0.17~0.24	0.20~0.40	0.80~1.10	1.00~1.30	≤0.35	Ti0.06~0.12	0.040	0.040
20CrNi	0.17~0.24	0.20~0.40	0.40~0.70	0.45~0.75	1.00~1.40	—	0.040	0.040

续表

牌号	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	P	S
							不 大 于	

第4b类 低 碳 (高 镍) 合 金 钢

15Ni4Mo ²	0.13~0.18	0.15~0.35	0.75~0.95	<0.25	3.25~3.75	0.30~0.40	0.025	0.025
12Cr2Ni4	0.10~0.17	0.20~0.40	0.30~0.60	1.25~1.75	3.25~3.75	—	0.035	0.035
12CrNi3	0.10~0.17	0.20~0.40	0.30~0.60	0.60~0.90	2.75~3.25	—	0.035	0.035
20Ni4Mo ³	0.17~0.24	0.20~0.40	0.40~0.70	<0.35	3.25~3.75	0.15~0.25	0.035	0.035
20CrNi2Mo ⁴	0.17~0.24	0.20~0.40	0.40~0.70	0.80~1.10	1.50~1.90	0.15~0.25	0.035	0.035
20Cr2Ni4	0.17~0.24	0.20~0.40	0.30~0.60	1.25~1.75	3.25~3.75	—	0.035	0.035
20Ni2Mo ⁵	0.17~0.24	0.20~0.40	0.40~0.70	<0.35	1.50~1.90	0.15~0.25	0.035	0.035

第5a类 中 碳 合 金 钢

30CrMo	0.26~0.34	0.20~0.40	0.40~0.70	0.80~1.10	<0.35	0.15~0.25	0.040	0.040
30CrMnSi	0.27~0.34	0.90~1.20	0.80~1.10	0.80~1.10	<0.35	—	0.040	0.040
30CrMnTi	0.24~0.32	0.20~0.40	0.80~1.10	1.00~1.30	<0.35	Ti0.06~0.12	0.040	0.040
35Mn2	0.32~0.39	0.20~0.40	1.40~1.80	<0.35	<0.35	—	0.040	0.040
35CrMo	0.32~0.40	0.20~0.40	0.40~0.70	0.80~1.10	<0.35	0.15~0.25	0.040	0.040

第5b类 中 碳 合 金 钢

40Cr	0.37~0.45	0.20~0.40	0.50~0.80	0.80~1.10	<0.35	—	0.040	0.040
40MnB	0.37~0.44	0.20~0.40	1.10~1.40	<0.35	<0.35	B0.001~0.0035	0.040	0.040
40CrMo	0.37~0.45	0.20~0.40	0.50~0.80	0.90~1.20	<0.35	0.15~0.25	0.040	0.040

第5b类 中 碳 合 金 钢

42CrMo	0.38~0.45	0.20~0.40	0.50~0.80	0.90~1.20	<0.35	0.15~0.25	0.040	0.040
40CrNiMo	0.37~0.44	0.20~0.40	0.50~0.80	0.60~0.90	1.25~1.75	0.15~0.25	0.040	0.040
40CrMnMo	0.37~0.45	0.20~0.40	0.90~1.20	0.90~1.20	<0.35	0.20~0.30	0.040	0.040
40Mn2	0.37~0.44	0.20~0.40	1.40~1.80	<0.35	<0.35	—	0.040	0.040
45Mn2	0.42~0.49	0.20~0.40	1.40~1.80	<0.35	<0.35	—	0.040	0.040
50CrMn	0.46~0.54	0.17~0.37	0.70~1.00	0.90~1.20	—	—	0.040	0.040

第6类 高 碳 合 金 钢

55Si2MnB	0.52~0.60	1.50~2.00	0.60~0.90	—	<0.40	B0.0005~0.004	0.035	0.030
60Si2Mn	0.56~0.64	1.50~2.00	0.60~0.90	—	<0.40	—	0.035	0.030
65Mn	0.62~0.70	0.17~0.37	0.90~1.20	—	<0.25	—	0.040	0.045
GCr6	1.05~1.15	0.15~0.35	0.20~0.40	0.40~0.70	<0.30	Cu<0.25	0.027	0.020
GCr9	1.00~1.10	0.15~0.35	0.20~0.40	0.90~1.20	<0.30	Cu<0.25	0.027	0.020
GCr15	0.95~1.05	0.15~0.35	0.20~0.40	1.30~1.65	<0.30	Cu<0.25	0.027	0.020
GCr9SiMn	1.00~1.10	0.40~0.70	0.90~1.20	0.90~1.20	<0.30	Cu<0.25	0.027	0.020
GCr15SiMn	0.95~1.05	0.40~0.65	0.90~1.20	1.30~1.65	<0.30	Cu<0.25	0.027	0.020

注: ①~⑤该牌号未列入中国国家标准, 其牌号是作者按化学成分参照 GB3077—88 编制的。

表 1-3 不锈钢的化学成分(%) (第 7 类)

牌 号	组 织	类别细分	C	Si	Mn	Cr	Ni	Ti
1Cr13	回火索氏体	7a	0.08~0.15	<0.60	<0.60	12~14	<0.60	—
2Cr13	回火索氏体	7b	0.16~0.24	<0.60	<0.60	12~14	<0.60	—
1Cr18Ni9Ti	奥氏体	7c	<0.12	<0.80	<2.0	17~19	8~11	0.50~0.80

表 1-4 铸钢的化学成分(%) (第 8 类)

牌 号	原来牌号	类别细分	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo
ZG230-450	ZG25	8a	0.22~0.32	0.20~0.45	0.50~0.80	<0.30	<0.30	—
ZG270-500	ZG35	8b	0.32~0.42	0.20~0.45	0.50~0.80	<0.30	<0.30	—
ZG310-570	ZG45		0.42~0.52	0.20~0.45	0.50~0.80	<0.30	<0.30	—
ZG20CrMo	ZG20CrMo	8c	0.17~0.24	0.20~0.40	0.50~0.80	0.80~1.10	<0.30	0.15~0.25
ZG35CrMo	ZG35CrMo	8d	0.30~0.40	0.20~0.40	0.50~0.80	0.80~1.10	<0.30	0.20~0.30

表 1-5 灰铸铁的牌号和机械性能 (第 9 类)

铸铁类别	牌 号	铸件主要 壁 厚 (mm)	试样毛坯 直 径 (mm)	抗拉强度 σ_b (MPa)	抗弯强度 σ_{bb} (MPa)	硬 度 HB
铁素体	HT100 (原 HT10-26)	所有尺寸	30	100	260	143~229
铁素体 + 珠光体	HT150 (原 HT15-33)	4~8	13	280	470	170~241
		8~15	20	200	390	170~241
		15~30	30	150	330	163~229
		30~50	45	120	250	163~229
		>50	60	100	210	149~229
珠光体	HT200 (原 HT20-40)	6~8	13	320	530	187~255
		8~15	20	250	450	170~241
		15~30	30	200	400	170~241
		30~50	45	180	340	170~241
		>50	60	160	310	163~229
	HT250 (原 HT25-47)	8~15	20	290	500	187~225
		15~30	30	250	470	170~241
		30~50	45	220	420	170~241
		>50	60	200	390	163~229
		珠光体 (变质处理)	HT300 (原 HT30-54)	15~30	30	300
30~50	45			270	500	170~241
>50	60			260	480	170~241
HT350 (原 HT35-61)	15~30		30	350	610	197~269
	30~50		45	320	560	187~255
	>50		60	310	540	170~241
HT400 (原 HT40-68)	20~30		30	400	680	207~269
	30~50		45	380	650	197~269
	>50		60	370	630	197~269

表 1-6 球墨铸铁的牌号和机械性能 (第 10 类)

牌 号	基 体	σ_b (MPa)	$\sigma_{0.2}$ (MPa)	δ (%)	硬 度
		不 小 于			HB
QT40-17	铁 素 体	400	250	17	<179
QT42-10		420	270	10	<207
QT50-5	铁素体+珠光体	500	350	5	147~241
QT60-2	珠 光 体	600	420	2	229~302
QT70-2		700	490	2	229~302
QT80-2		800	560	2	241~321
QT120-1	下贝氏体	1200	840	1	>HRC38

第二节 刀 具 材 料

当前,用于制造车刀和端面铣刀的刀具材料主要是硬质合金。而立铣刀、麻花钻、齿轮刀具、拉刀等较复杂的刀具则主要用高速钢制造。

陶瓷刀具主要用于切削铸铁,也可用于切削淬火热钢、高温合金等。金刚石刀具主要用于切削有色金属、硬质合金和陶瓷。立方氮化硼刀具主要用于切削淬火热钢和高温合金。这三类刀具由于抗冲击能力差,因此一般只限于用于精加工工序,在刀具总量中占的比例还很小。

本节主要介绍硬质合金和高速钢的选用。

一、硬质合金

硬质合金牌号按国际标准分成 P、K、M 三大类。P 类适用于切削长切屑的黑色金属(如:钢);K 类适用于切削短切屑的黑色金属(如:铸铁、淬火热钢)、有色金属以及非金属材料;M 类则既适用于切削钢也适用于切削铸铁,称作通用硬质合金。

P 类相当于我国的钨钛钴类,主要成分为 WC+TiC+Co,我国代号为 YT。

K 类相当于我国的钨钴类,主要成分 WC+Co,我国代号为 YG。

M 类相当于我国的钨钛钽钴类通用合金,主要成分为 WC+TiC+TaC(NbC)+Co,我国代号为 YW。

我国株洲硬质合金厂出品的常用硬质合金牌号及性能见表 1-7。

硬质合金牌号的选用应综合考虑其耐磨性和抗冲击性以及其它物理性能。

碳素钢、合金钢、铸钢件的表皮粗车、粗铣和冲击较大的断续切削,应采用 YT5, YC35, YC45, YS25, YS30 等牌号;半精车、半精铣、精车等则采用 YT14, YT15, YW2, YS25, YT30 等牌号。

淬火热钢 (HRC>45) 的半精加工和精加工可采用 YG8, YG6, YG8N, YG6A, YMO51, YMO52 等牌号。

表 1-7 株洲硬质合金厂生产的常用硬质合金的牌号和性能

牌 号	ISO 分 类	密 度 (g / cm ³)	硬度不低, 于(HRA)	抗弯强度 σ_{bb} 不低 于(MPa)	使 用 性 能
YT30	P01	9.3~9.7	92.5	883	耐磨性好, 抗冲击性差。适用于钢料精切
YT15	P10	11.0~11.7	91	1130	耐磨性较高, 能承受较轻的冲击。适用于钢料的半精切和精切
YT14	P20	11.2~12.7	90.5	1180	耐磨性较高, 能承受一定的冲击。适用于钢料的半精切和精切
YT5	P30	12.5~13.2	89.5	1373	韧性好, 能承受较大的冲击, 但耐磨性较低。适用于钢料粗切
YW1	M10	12.6~13.5	91.5	1180	红硬性较好, 能承受一定的冲击。适用于钢或铸铁半精切
YW2	M20	12.4~13.5	90.5	1320	强度高, 能承受较大冲击, 耐磨性低于YW1。适用于钢和铸铁半精切以及螺纹加工
YC35	P35	12.5~12.6	91	1960	超细晶粒合金, 强度和抗冲击性好。适用于钢材粗切
YC45	P40	12.7~12.9	90.5	2060	超细晶粒加 TaC, 强度和抗冲击性优。适用于重负荷切削各种铸钢、锻钢件和表皮粗切
YS25	P20~P40 M20~M30	12.8~13.2	91	1960	有较高的抗冲击和抗热震性, 耐磨性较高。适用于钢件粗车、铣削等
YS30	P25~P30	12.45	91	1765	韧性和抗冲击性好, 耐磨性较高, 抗热裂纹、抗月牙洼磨损性能均较好。适用于钢件铣削
YG6	K20	14.6~15	89.5	1422	耐磨性较高, 对冲击不甚敏感。用于铸铁、淬火钢、不锈钢的半精加工, 也可用于粗加工

续表

牌 号	ISO 分 类	密 度 (g/cm^3)	硬度不低 于(HRA)	抗弯强度 σ_{bb} 不低 于(MPa)	使 用 性 能
YG6A	K10	14.6~15	91.5	1373	细晶粒加 TaC, 强度和耐磨性高。适用于 于铸铁、淬火钢、不锈钢、高温合金的 半精加工及精加工
YG6X	K10	14.6~15	91	1373	细晶粒合金, 耐磨性较高。适用于铸 铁、冷硬铸铁、球墨铸铁、高温合金的 半精加工和精加工
YG8	K30	14.5~14.9	89	1471	强度高, 抗冲击, 但耐磨性较低。适用 于铸铁、淬火钢、不锈钢等的粗加工
YM051 (YH1)	K10	14.2~14.5	92.5	1569	超细晶粒合金, 强度和耐磨性高, 热稳 定性好。适用于高温合金、淬火钢、冷 硬铸铁、钨、钼等金属的粗、精加工
YM052 (YH2)	K05~K10	13.9~14.1	92.5	1569	同 YM051 合金
YM053 (YH3)	K05~K10	13.9~14.2	92.5	1569	同 YM051 合金
YD15 (YGRM, 6J)	K10 M10	14.9~15.2	91.5	1765	超细晶粒合金, 耐磨性高, 抗冲击性 好。适用于铸铁、冷硬铸铁、高温合 金、喷涂材料的粗、精加工和铣削
YDS15 (YGM)	K20	12.8~13.1	92	1667	耐磨性和抗冲击性均优于 YG6 及 YG8。适用于各类铸铁的粗铣和精铣
YS2T (YG10H)	K30	14.4~14.6	91.5	2158	超细晶粒合金, 耐磨性高, 抗冲击性 好。适用于高温合金、钛合金的粗车和 铣削, 也可用于精加工

含钛的不锈钢和高温合金的粗加工和半精加工，可采用 YG8，YG6X，YG6A；精加工可采用 YM051，YM052 等牌号。

灰铸铁的粗加工用 YG8，半精加工和精加工用 YG6，YG6X，YG6A。

球墨铸铁、合金铸铁、冷硬铸铁的粗加工和断续切削用 YG8，YG8N，YD15，YDS15，半精加工和精加工用 YG6X，YG6A，YM053。

在硬质合金基体上用化学气相沉积法（CVD）涂上一层或几层 TiC 或 TiN，能使刀具的使用寿命提高到原来的 2 倍以上。若保持刀具的寿命不变，则切削速度可提高 10%~20%。我国株洲硬质合金厂用国产基体生产的涂层硬质合金牌号、组成和用途见表 1-8。

表 1-8 株洲硬质合金厂生产的涂层硬质合金

牌号	基体材料		涂 层 材 料		推 荐 用 途
	牌号	ISO	名 称	涂层厚度 (μm)	
CN15	YW1	M10	TiC+Ti(C, N)+TiN	4~9	钢件精加工
CN25	YW2	M20	TiC+Ti(C, N)+TiN	4~9	钢件半精加工、精加工
CN35	YT5	P30	TiC+Ti(C, N)+TiN	4~9	钢件粗加工、半精加工
CN16	YG6	K20	TiC+Ti(C, N)+TiN	4~9	铸铁、有色金属半精加工、精加工
CN26	YG8	K30	TiC+Ti(C, N)+TiN	4~9	铸铁、有色金属粗加工、半精加工

二、高速钢

通用高速钢的主要牌号是 W18Cr4V 和 W6Mo5Cr4V2，适用于一般的碳素钢、合金钢、铸钢、铸铁等材料的切削加工。

加工调质后的合金钢（HB240~380）、高硬度合金铸铁和球墨铸铁时，要求刀具具有较高的耐温性和耐磨性，建议采用 W6Mo5Cr4V2Al、M42、M41 等超硬高速钢制作刀具。

采用物理气相沉积法（PVD）在高速钢表面上涂一层几微米厚的 TiN 层，可将刀具寿命提高到原来的 2~5 倍。

常用高速钢的化学成分和物理性能见表 1-9。

表 1-9 常用高速钢的化学成分和机械性能

牌 号	化 学 成 分 (%)						常温 硬度 HRC	600℃ 的硬度 HV	抗弯强 度 σ_{bb} (MPa)	冲击韧 性 A_k (MJ/m ²)
	C	W	Mo	Cr	V	Co				
W18Cr4V	0.70~ 0.80	17.5~ 19.0	< 0.3	3.80~ 4.40	1.0~ 1.40	—	62~ 65	520	3430	0.294
W6Mo5Cr4V 2	0.80~ 0.90	5.50~ 6.75	4.50~ 5.50	3.80~ 4.40	1.75~ 2.20	—	62~ 65	500	4414	0.392
W6Mo5Cr4V 2Al	1.05~ 1.20	5.50~ 6.75	4.50~ 5.50	3.80~ 4.40	1.75~ 2.20	Al0.8 ~1.20	68~ 69	602	3430~ 3730	0.196
M42(AISI)	1.10	1.50	9.50	3.75	1.15	8	67~ 69	602	2650~ 3730	0.226~ 0.294
M41(AISI)	1.10	6.75	3.75	4.25	2.00	5				

第三节 冷却润滑液（切削液）

硬质合金车刀和铣刀一般不采用冷却润滑液冷却。在孔加工和齿轮加工中，若使用硬质合金刀具，则一般粗切采用乳化液，精切采用切削油。

高速钢刀具粗切一般采用乳化液冷却，精切则采用切削油。

乳化液是将乳化油用水稀释而成，水的比例一般是 90%~95%。乳化油的主要成分是矿物油、乳化剂、油性添加剂和防锈添加剂。在乳化油中添加硫、氯、磷等极压添加剂制成的极压乳化液，可在工件表面上形成牢固的抗高温高压的化学润滑膜。采用极压乳化液冷却可使刀具寿命提高至原来用普通乳化液时的 2 倍或更高，在切削调质后的合金钢时效果更为显著。

切削油的主要成分是矿物油，少数采用植物油或复合油。实际使用中在矿物油中常加入油性、极压添加剂和防锈添加剂以增大其润滑性能和防锈性能。切削油中添加硫、氯、磷等极压添加剂制成的极压切削油，也能显著提高刀具的使用寿命。在齿轮加工、螺纹滚压等工序中效果更为显著，一般可将刀具寿命提高到原来采用普通切削油时的 2~4 倍。

必须注意的是：切削某些金属时，如果极压添加剂与工件金属形成的化合物，其强度超过金属本身，则这种极压切削液会给刀具寿命带来相反的效果。例如，切削铝时不宜采用硫化切削油。此外，有些金属会受到极压添加剂的腐蚀，影响表面质量，因此也不宜采用极压切削油（液）。例如：硫会腐蚀铜，故切削铜时不应用含硫的极压切削油（液）。

第四节 刀具寿命

刀具寿命是指刀具两次刃磨之间所经历的纯切削时间，一般以分钟（min）表示。切削用量的计算必须以刀具预期寿命为基础。

根据金属切削原理，刀具预期寿命分为三大类：能提供最大生产率的为最大生产率寿命；能提供最低加工成本的为经济寿命；能提供最高利润率的为最高利润率寿命。一般生产上常用的刀具预期寿命是最大生产率寿命或经济寿命。

最大生产率寿命 T_p 的计算公式为：

$$T_p = \left(\frac{1-m}{m} \right) (t_{cl}) \quad (1-1)$$

经济寿命 T_c 的计算公式为：

$$T_c = \left(\frac{1-m}{m} \right) \left(t_{cl} + \frac{C_t}{M} \right) \quad (1-2)$$

式中 m ——切削速度数学模型中，刀具寿命的指数；

t_{cl} ——换刀一次的时间，min；

C_t ——刀具两次刃磨之间的使用周期所分摊的刀具费用，元；

M ——该加工工序每分钟应分摊的全厂开支费用，元/min。

根据计算和现场统计测算，车刀、铣刀、麻花钻头的刀具寿命预期值可按表 1-10 选取。

表 1-10 各类刀具的寿命预期值推荐表(min)

刀 具 名 称	最大生产率寿命	经 济 寿 命
硬质合金车刀	30	60
硬质合金端面铣刀	60	120
高速钢麻花钻头	30	60
高速钢立铣刀	60	120

第五节 刀具几何参数

刀具切削部分的几何参数选用得合理与否对刀具寿命有显著的影响。有关刀具几何参数选用的原理和数据，在各种金属切削原理和刀具的著作中都有论述，本手册不再作详细介绍，仅对某些特点作一些说明。

现代自动化生产要求刀具既有良好的切削性能，又具备较高的可靠性。因此，我们认为硬质合金刀具的前角不宜太大，其数值比过去一般文献中介绍的应适当减小。有条件的场合，主切削刃上应加磨负倒棱。本手册推荐的硬质合金车刀和端面铣刀的几何参数参考值见表 1-11。在表 1-11 推荐的几何参数参考值范围内，采用本手册提供的切削用量数据可不必进行修正。

本手册推荐的钻削和立铣的切削用量数据是以标准的高速钢麻花钻头（GB1436—85，GB1438—85）和标准的高速钢粗齿立铣刀（GB1106—85，GB1110—85）作为基础的。钻头的螺旋角 $\beta = 28^\circ \sim 30^\circ$ ，双锋角 $2K_t = 118^\circ$ ；立铣刀的齿数为 3~4，螺旋角 $\omega = 40^\circ \sim 45^\circ$ 。高速钢标准麻花钻头经各种型式修磨后，切削性能会有所提高，进给量和切削速度也可适当增大，但本手册推荐的切削用量数据仍可作为基础或依据。

表 1-11 硬质合金车刀和端面铣刀的几何参数参考值

刀种	工 件 材 料	前角 γ_o	后角 α_o	刃倾角 λ	刀尖半径 $r(\text{mm})$	主偏角 K_r
车刀	正火、退火炭素钢及合金钢；不锈钢	$10 \sim 15^\circ$	$6 \sim 8^\circ$	$0 \sim 5^\circ$	$0.2 \sim 0.5$	$45 \sim 90^\circ$
	调质炭素钢及合金钢；铸钢	$5 \sim 10^\circ$	$4 \sim 6^\circ$	$0 \sim -5^\circ$	$0.2 \sim 0.5$	$45 \sim 90^\circ$
	铸 铁	$5 \sim 10^\circ$	$4 \sim 8^\circ$	$0 \sim -5^\circ$	$0.5 \sim 1$	$45 \sim 90^\circ$
端面 铣刀	正火、退火炭素钢及合金钢；不锈钢	$6 \sim 10^\circ$	$6 \sim 8^\circ$	$5 \sim -5^\circ$	$0.2 \sim 0.5$	$45 \sim 75^\circ$
	调质炭素钢及合金钢；铸钢	$4 \sim 6^\circ$	$4 \sim 6^\circ$	-5°	$0.5 \sim 1$	$45 \sim 75^\circ$
	铸 铁	$0 \sim 5^\circ$	$4 \sim 6^\circ$	-5°	$0.5 \sim 1$	$45 \sim 75^\circ$