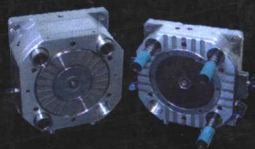


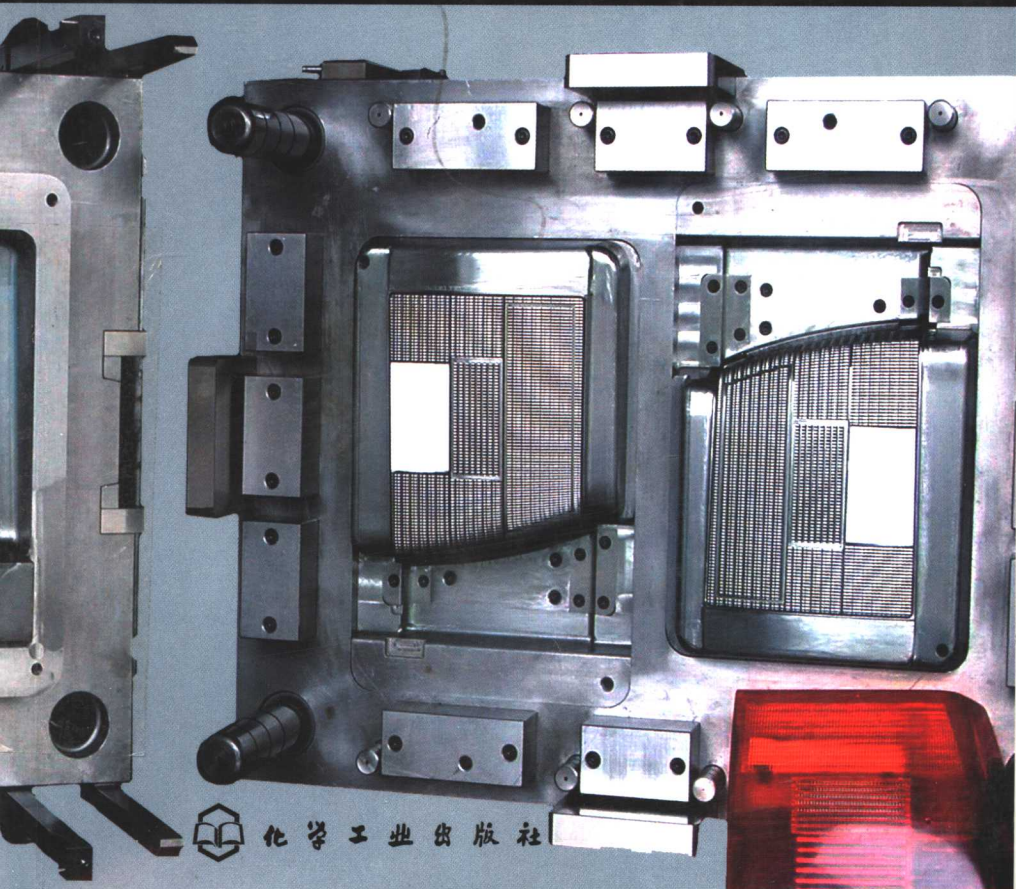
材料成形技术手册



MUJU ZHIZAO
JISHU

模具制造技术

许洪斌 文 珣 编著



化学工业出版社

TG76/37

2007

材料成形技术手册

模具制造技术

许洪斌 文 琍 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书的主要内容有模具材料及热处理、模具的电火花加工、模具先进制造技术、模具典型零件制造工艺、模具的装配。书中力求反映模具制造技术的新成果在模具制造中的应用,汲取了国内外大量模具制造的先进经验和先进制造技术。本书不仅可供模具制造技术人员、技工使用,也可作为模具专业师生的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

模具制造技术/许洪斌,文俐编著. —北京:化学工业出版社,2007.8
(材料成形技术手册)
ISBN 978-7-122-00949-4

I. 模… II. ①许…②文… III. 模具-制造-技术手册 IV. TG76-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 117698 号

责任编辑:王苏平
责任校对:周梦华

文字编辑:陈 喆
装帧设计:张 辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 刷:化学工业出版社印刷厂

装 订:三河市宇新装订厂

850mm×1168mm 1/32 印张13½ 字数367千字

2007年9月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686)

售后服务:010-64518899

网 址:<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:29.00 元

版权所有 违者必究

丛书前言

材料、能源、信息和生物技术是 21 世纪中国国民经济的支柱产业，其中，后三个方面的发展，在一定程度上依赖于材料科学的进步。目前，材料成形（加工）领域成为了全世界工业领域发展的热门领域，各种新的材料成形技术不断涌现，经过技术革新和改造，各种传统的材料成形技术焕发了新的活力。《材料成形技术手册》正是在这种背景下与读者见面了。本套手册由许洪斌教授担任主编，邓明教授担任副主编，分《冲压成形工艺及模具》、《塑料注射成型工艺及模具》、《金属体积成形工艺及模具》、《压铸成形工艺及模具》和《模具制造技术》5 部，以各种材料成形工艺设计、模具设计、设备应用及制件质量控制等为主线，分别介绍了各种材料的成形工艺及模具技术。在总结以往各种成形模具手册的基础上，本套手册增加了作者及同行多年来的研究成果和生产实践经验，在每一种工艺中均增加了该工艺生产中常见问题、产品质量控制及解决措施等内容，并且增加了一些有特色的、新的模具结构图。突出了“实用、简明、方便”和“新工艺、新技术、工程化”的特色。为汽车、摩托车、轻工产品、电器、家电、兵器制造等行业的工程技术人员和专业学生提供了一套好的技术参考资料。但愿这套手册能为我国的材料加工的现代化和发展起到积极的推动作用。

编著者

2006 年 10 月

前 言

模具是工业生产的重要工艺装备，随着工业的迅速发展，要求模具制造能在尽量短的时间内，为新产品的开发和投产，提供高效、精密、长寿命的模具。为适应这一要求，模具制造技术进入了一个新时期。

模具制造是设备密集、技术密集的行业。如果只采用传统的模具制造方法，则模具制造周期长，影响产品的更新换代，使产品失去竞争能力。本书分模具材料及热处理、模具的电火花加工、模具先进制造技术、模具典型零件制造工艺、模具的装配等，力求反映模具制造技术的新工艺、新技术及新成果在模具制造中的应用，切实注意理论联系实际。本书适用于企业模具工程技术人员，也可供模具专业学生参考。

本书由重庆工学院许洪斌教授和重庆工业职业技术学院文琨副教授编著。此外重庆工学院邓明教授、重庆工业职业技术学院冯勇老师提供了部分资料，在此表示谢意。

由于编者水平有限，书中不足之处，敬请读者指正。

编 者

2007 年 8 月

目 录

第 1 章 模具材料及热处理	1
1.1 模具材料	1
1.1.1 冷作模具材料	1
1.1.2 热作模具钢	5
1.1.3 塑料模具钢	9
1.2 模具材料及热处理	14
1.2.1 冷作模具钢热处理	14
1.2.2 热作模具钢热处理	22
1.3 模具的表面强化技术	35
1.3.1 电镀与化学镀技术	36
1.3.2 电铸技术	50
1.3.3 气相沉积技术	56
1.3.4 高能束技术	71
1.3.5 表面纹饰技术	85
1.3.6 电火花表面强化技术	93
第 2 章 模具的电火花加工	96
2.1 电火花加工	96
2.1.1 电火花加工的基本原理及特点	96
2.1.2 电火花加工常用参数及选择	99
2.1.3 影响电火花加工质量的主要因素	102
2.1.4 影响金属蚀除率的因素	107
2.1.5 电火花电极制造	109
2.1.6 电火花加工在模具制造中的应用	111

2.2 电火花线切割加工	139
2.2.1 电火花线切割加工的基本原理	139
2.2.2 电火花线切割加工的工艺参数	142
2.2.3 线切割编程	149
2.2.4 线切割加工工艺	155
2.3 电火花加工中的问题及对策	163
2.3.1 凸、凹模加工间隙太大	163
2.3.2 凹模孔壁发现烧伤或裂纹	163
2.3.3 凹模型孔清角圆角半径太大	163
2.3.4 凹模孔壁出现台阶	164
2.3.5 工件上产生金属瘤	164
2.3.6 表面质量不好、粗糙	164
2.3.7 电极丝断丝	164
2.3.8 短路停机	167
2.3.9 加工精度差	167
2.3.10 电极损耗	169
2.3.11 模具产生裂纹	171
第3章 模具先进制造技术	173
3.1 高速切削技术	173
3.1.1 高速切削技术的基本原理	173
3.1.2 高速切削技术的关键技术	178
3.1.3 高速切削在模具制造中的应用	185
3.1.4 高速切削技术的发展趋势	189
3.2 模具快速原型制造技术	194
3.2.1 模具快速原型制造技术的原理及应用	194
3.2.2 快速原型制造技术的一般工艺步骤	197
3.2.3 快速原型制造技术常用的成形材料	199
3.2.4 典型的快速原型工艺和系统	202
3.2.5 快速模具原型制造技术	218
3.3 模具的超声波加工	235
3.3.1 超声波加工的原理及特点	235

3.3.2	超声波加工的基本工艺规律	236
3.3.3	超声波加工在模具制造中的应用	238
3.4	模具的激光加工	240
3.4.1	激光加工的原理与特点	240
3.4.2	激光加工在模具制造上的应用	241
3.5	三维数字化检测及逆向工程	243
3.5.1	三维坐标测量系统	244
3.5.2	逆向工程及其在模具制造上的应用	247
3.6	模具的网络化制造技术	249
3.6.1	模具网络化制造的优点及存在问题	250
3.6.2	模具网络化制造的条件和关键技术	251
3.6.3	基于 Internet 技术的模具 CAD/CAM 系统	251
第 4 章	模具典型零件制造工艺	253
4.1	模板类零件的制造工艺	253
4.1.1	板件及其加工顺序	253
4.1.2	模具用板件的刨削加工	255
4.1.3	模具用板件的铣削加工	257
4.1.4	模板件的磨削加工	275
4.1.5	模板的制造工艺实例	284
4.2	柱类零件和套类零件的制造工艺	287
4.2.1	柱类零件的制造工艺	287
4.2.2	套类零件的制造工艺	299
4.3	凸模、型芯的制造工艺	319
4.3.1	凸模、型芯的机械加工工艺	319
4.3.2	型芯加工	326
4.4	凹模型孔、型腔的制造工艺	330
4.4.1	凹模型孔加工	330
4.4.2	凹模的其他加工工艺方法	335
4.4.3	镶块凹模的安装固定方法	336
4.4.4	型腔加工	337
第 5 章	模具的装配	344

5.1 冷冲模的装配	344
5.1.1 装配要求	344
5.1.2 凸、凹模间隙的调整	367
5.1.3 总装	367
5.2 塑料模的装配	381
5.2.1 装配要求	381
5.2.2 总装	399
5.3 其他模具装配	408
5.3.1 压铸模装配	408
5.3.2 锻模装配	415
参考文献	421

第 1 章 模具材料及热处理

模具材料性能的好坏和使用寿命的长短，直接影响加工产品的质量和生产的经济效益。而模具材料的种类、热处理工艺、表面技术是影响模具使用寿命的极其重要的因素，目前世界各国都在不断研究和开发新型模具材料、改进模具的热处理工艺、选用适当的表面处理技术、合理设计模具结构、加强对模具的维护等措施，来稳定和延长模具的使用寿命，防止模具的早期失效。

1.1 模具材料

1.1.1 冷作模具材料

冷作模具材料，用于制作工作温度小于 260°C 的冲裁、挤压、锻造以及滚丝和拉深等一类冷变形工件的模具。这类模具工作时，一般承受较大的冲击载荷和挤压力，刃口或工作表面产生剧烈的摩擦与磨损。这类模具的基本性能要求是在热处理后有高的工作硬度、良好的工艺性能以及高的耐磨性。

1.1.1.1 冷作模具材料分类

冷作模具材料主要用于制造对冷状态下的工件进行压制的模具。它一直是应用最广泛的一类模具材料，其品种繁多，其主要性能要求有强度、硬度、韧性和耐磨性。从各种碳素工具钢、合金工具钢、高速工具钢、硬质合金、钢结硬质合金、粉末高速工具钢和粉末高合金模具钢，直到结构钢、锌合金、增强塑料等。近年来碳素工具钢的使用越来越少，而高合金钢模具所占有的比例最高。其中常用的冷作模具材料的分类及化学成分见表 1-1 和表 1-2。

表 1-1 常用的冷作模具材料的分类及化学成分

钢 号	化学成分(质量分数)/%							
	C	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	其 他
1. 碳素工具钢								
T8	0.75~0.84	≤0.35	≤0.40					
T10	0.75~1.04	≤0.35	≤0.40					
2. 油淬冷作模具钢								
9Mn2V	0.85~0.95	≤0.40	1.70~2.20				0.15~0.25	
CrWMn	0.90~1.05	≤0.40	0.80~1.10	0.90~1.20	1.20~1.60			
9CrWMn	0.85~0.95	≤0.40	0.90~1.20	0.50~0.80	0.50~0.80			
9SiCr	0.85~0.95	1.20~1.60	0.30~0.60	0.95~1.25				
Cr2	0.95~1.10	≤0.40	≤0.40	1.30~1.70				
3. 空淬冷作模具钢								
Cr3Mo1V	0.95~1.05	≤0.50	≤1.00	4.75~5.50	1.10~1.50	0.90~1.40	0.15~0.50	
Cr6WV	1.00~1.15	≤0.40	≤0.40	5.50~7.00	1.10~1.50	0.50~0.80	0.50~0.70	
8Cr2MnWMoVS	0.75~0.85	≤0.40	1.30~1.70	2.30~2.60	0.70~1.10	0.50~0.80	0.10~0.25	Si0.06~1.00
Cr4W2MoV	1.12~1.25	0.40~0.70	≤0.40	3.50~4.00	1.90~2.60	0.80~1.20	0.80~1.10	
4. 高碳高铬冷作模具钢								
Cr5Mo1V	1.45~1.70	≤0.40	≤0.40	11.00~12.50		0.40~0.60	0.15~0.30	
Cr12	2.00~2.30	≤0.40	≤0.40	11.50~13.00				
Cr12Mo1V1	1.40~1.60	≤0.60	≤0.60	11.00~13.00		0.70~1.20	≤1.10	Co≤1.00
5. 基体钢和低碳高速钢								
6W6Mo5Cr4V	0.50~0.65	≤0.40	≤0.60	3.70~4.30	6.00~7.00	4.50~5.50	0.70~1.10	
6Cr4W3Mo2VNb	0.60~0.70	≤0.40	≤0.40	3.80~4.40	2.50~3.50	1.80~2.50	0.80~1.20	Nb0.20~0.35
7W7Cr4MoV	0.60~0.70	≤0.40	≤0.40	4.50~4.00	6.50~7.50	0.20~0.50	0.40~0.70	
6. 高韧性高耐磨模具钢								
7Cr7Mo2V2Si	0.70~0.80	0.70~1.20	≤0.40	6.50~7.50		2.00~3.00	1.70~2.20	
7. 火焰淬火模具钢								
7CrSiMnMoV	0.65~0.75	0.85~1.15	0.65~1.05	0.90~1.20	0.30~0.50		0.15~0.30	

表 1-2 冷作模具用硬质合金和钢结硬质合金化学成分

牌 号	化学成分(质量分数)/%			
	WC	TiC	TaC(NbC)	Co
硬质合金				
YG6	94			6
YG8N	91		1	8
YG8C	92			8
YG11C	89			11
YG15	85			15
YG20	80			20
YG25	75			25
钢结硬质合金				
CT35		35	钢(C0.6%、Cr2%、Mo2%、Fe 余量)65	
TLMW50	50		钢(C0.8%~1.2%、Cr1.25%、Mo1.25%、Fe 余量)50	

冷作模具钢以高碳合金钢为主，均属热处理强化型钢，使用硬度高于 58HRC。以 9CrWMn 为典型代表的低合金冷作模具钢，一般仅用于小批量生产中的简易型模具和承受冲击力较小的试制模具；Cr12 型高碳合金钢是大多数模具的通用材料，这类钢的强度和耐磨性较高，韧性较低；在对模具综合力学性能要求更高的场合，常用的替代钢种是 W6Mo5Cr4V2 高速钢。

1.1.1.2 冷作模具材料的选用

合理地选用模具钢材并进行精确的成形加工和适当的热处理，能够有效地提高模具的使用寿命。例如，对于形状简单、不易变形、截面不大、承受载荷较轻（一般在 100MPa 以下）的冷作模具，常选用碳素工具钢 T8、T9、T10、T11、T12 等和高碳低合金钢 9Mn2V、CrWMn、Cr2 等制造；对于形状复杂、容易变形、截面较大、承受载荷较重的冷作模具，宜选用高耐磨模具钢 Cr12、Cr12MoV、Cr6WV、Cr4W2MoV、Cr2Mn2SiWMoV 等制造；对于承受大冲击载荷的冷作模具，常选用冲击韧性较高的模具钢

4Cr5MoSiV、4Cr5MoSiV1、5CrNiMo、4CrMnSiMoV、7CrSiMnMoV等制造。要求使用寿命较长的硅钢片冷冲模，无论承受轻载荷或重载荷，一般都选用 Cr12、Cr12MoV、Cr4W2MoV、Cr2Mn2SiWMoV 钢制造。在选用钢材时，往往需要考虑生产批量，生产批量小或中等的，常选用碳素工具钢或高碳低合金模具钢；而生产批量大的则宜选用高耐磨模具钢。鉴于冲头和凹模的工作条件和使用性能要求存在着差别，所选用的钢材也应有所不同。例如，冷挤压钢件和硬铝件时，凹模常选用 Cr12、Cr12MoV 钢；为了延长冲头的使用寿命，则可选用高速工具钢 W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2、W12Mo3Cr4V3N、低碳高速钢 6W6Mo5Cr4V 和“基体钢”6Cr4W3Mo2VNb。如果冲头同样选用 Cr12、Cr12MoV 钢，则其使用寿命较低，一般仅为凹模的一半或更低。

选材时，必须充分考虑到模具的成本。应该在满足性能要求和产品质量的前提下，尽可能选择价格低廉、含合金元素少的钢种；同样，也可以改进设计，采用镶拼结构的办法，即刃口部分采用贵重材料进行镶拼，而要求性能不高的其他部分（如模体）可采用碳素钢或低合金模具钢。也可以采用表面强化的方法来有效地提高模具的使用寿命。各种类型冷作模具钢的选用可参见表 1-3。

表 1-3 冷作模具钢的选用

模具类型	模具工作条件	推 荐 钢 号
冷 冲 模	普通钢板，其厚度<4mm	Cr12、Cr12MoV、Cr6WV、Cr2Mn2SiWMoV、Cr2、W6Mo5Cr4V2、W18Cr4V、CrWMn、W12Mo3Cr4V3N
	奥氏体钢 厚度<4mm	Cr12、Cr12MoV、Cr6WV、Cr4W2MoV、W6Mo5Cr4V2、W12Mo3Cr4V3N
	厚度 4~6mm	Cr6WV、Cr2Mn2SiWMoV、Cr2、CrWMn、9Mn2V、MnCrWV、6W6Mo5Cr4V、6Cr4W3Mo2VNb
	厚度 6~12mm	6CrW2Si、7CrSiMnMoV
	厚度>12mm	4Cr5MoSiV、5CrNiMo、4CrMnSiMoV
	硅钢片 厚度<2mm 厚度 2~6mm	Cr12、Cr12MoV、W6Mo5Cr4V2、W18Cr4V Cr6WV、Cr4W2MoV、Cr2Mn2SiWMoV、Cr2、CrWMn、MnCrWV、6W6Mo5Cr4V、6Cr4W3Mo2VNb

续表

模具类型		模具工作条件	推 荐 钢 号
冷冲模	铜及铜合金厚度<6mm		Cr12、Cr12MoV、Cr6WV、Cr2Mn2SiWMoV、CrWMn、Cr2、9Mn2V
	铝及铝合金		Cr12、Cr12MoV、Cr6WV、W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2、Cr2Mn2SiWMo、VCr2、9Mn2V
落料模和切边模	钢板厚度或钢材直径<2mm		Cr12、Cr12MoV、W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2、W12Mo3Cr4V3N
	钢板厚度或钢材直径>2mm		6CrW2Si、9Mn2V、Cr2、CrWMn、6W6Mo5Cr4V、6Cr4W3Mo2VNb
拉丝模	有色金属丝		Cr12、Cr12MoV、CrWMn、Cr2、9Mn2V、T12
	钢丝		Cr12、Cr12MoV、W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2、W12Mo3Cr4V3N
冷镦模	低压力	模具外径<30mm	T10、T11、T12
		模具外径为30~40mm	9Mn2V、9SiCr、CrWMn、MnCrWV、Cr2
		模具外径>40mm	7CrSiMnMoV、Cr2Mn2SiWMoV
	较高压力		Cr6WV、Cr5MoV、Cr2Mn2SiWMoV
	高压力		Cr12、Cr12MoV、Cr4W2MoV、W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2、6W6Mo5Cr4V、6Cr4W3Mo2VNb
冷挤压模	冲头		W6Mo5Cr4V2、W18Cr4V、6W6Mo5Cr4V、Cr12MoV、6Cr4W3Mo2VNb、Cr12
	凹模	有衬套	Cr12、Cr12MoV、W6Mo5Cr4V2、W18Cr4V、6W6Mo5Cr4V、6Cr4W3Mo2VNb、Cr4V2MoV
		无衬套	9Mn2V、CrWMn、MnCrWV2Cr2、6W6Mo5Cr4V
粉末冷压模	冲头	有色金属	Cr6WV、CrSMoV、6W6Mo5Cr4V
		钢	W6Mo5Cr4V2、W18Cr4V、6W6Mo5Cr4V
	凹模		Cr12、Cr12MoV、W6Mo5Cr4V2、W18Cr4V、Cr4W2MoV、6W6Mo5Cr4V

1.1.2 热作模具钢

热作模具材料主要用于制造对高温状态下的工件进行压力加工的模具，如热锻模具、热挤压模具、压铸模具、热镦锻模具等。

表 1-4 常用的热作模具材料的分类及化学成分

钢 号	化学成分(质量分数)/%							
	C	Si	Mn	Cr	W	Mo	V	其他
1. 锻压模块用钢								
65CrNiMo	0.50~0.60	≤0.40	0.50~0.80	0.50~0.80		0.15~0.30		Ni1.40~1.80
5NiCrMoV	0.50~0.60	0.10~0.40	0.65~0.95	1.00~1.20		0.45~0.55	0.07~0.12	Ni1.50~1.80
65CrMnMo	0.50~0.60	0.25~0.60	1.20~1.60	0.60~0.90		0.15~0.30		
65Cr2NiMoV	0.46~0.53	0.60~0.90	0.40~0.60	1.50~2.00		0.80~1.20	0.30~0.50	Ni0.80~1.20
2. 铬系热作模具钢								
4Cr3MoSiV	0.33~0.43	0.80~1.20	0.20~0.50	4.75~5.50		1.10~1.60	0.30~0.60	
4Cr5MoWSi1	0.32~0.45	0.80~1.20	0.20~0.50	4.75~5.50		1.25~1.75	0.80~1.20	
4Cr5MoSiV	0.30~0.40	0.80~1.20	0.20~0.50	4.75~5.50	1.00~1.70	1.25~1.75	0.2~0.50	
4Cr2NiMoV	0.32~0.53	0.80~1.20	≤0.40	4.50~5.50	1.60~2.40		0.60~1.00	
3. 钨钼系热作模具钢								
4Cr3Mo3SiV	0.35~0.45	0.80~1.20	0.25~0.70	3.00~3.75		2.00~3.00	0.25~0.75	
3Cr2W8V	0.30~0.40	≤0.40	≤0.40	2.20~2.70	7.50~9.00		0.20~0.50	
3Cr3Mo3W2V	0.32~0.42	0.60~0.90	≤0.65	2.80~3.30	1.20~1.80	2.50~3.00	0.80~1.20	
5Cr4W2Mo3SiV	0.45~0.55	0.80~1.10	≤0.50	3.70~4.30	1.80~2.20	1.80~2.20	1.20~1.30	
4. 奥氏体型热作模具钢								
5Cr15Cr8Ni5Mo3V2	0.45~0.55	1.00	14.50~16.00	7.5~8.5		2.50~3.00	1.50~2.00	Ni4.50~5.50

1.1.2.1 热作模具钢的分类

常用的热作模具材料为中、高含碳量的添加铬钨钼钒等合金元素的合金模具钢。对特殊要求的热作模具有时采用高合金奥氏体耐热模具钢、高温合金、难熔合金制造，常用的热作模具材料的分类及化学成分见表 1-4。

1.1.2.2 热作模具钢的选用

影响热作模具使用寿命的因素很多，如模具受力条件，受热和冷却情况，模具的形状及尺寸，被加工件材料的性质、形变方式、变形量、变形速度以及润滑条件等。因此，选用热作模具钢材时，应充分考虑到这些因素的影响，合理选用，确保热作模具的使用寿命。

中、小型锤锻模通常选用 5CrMnMo 钢制造；大型锤锻模及型膜复杂的锤锻模通常选用 4CrMnSiMoV 和 5CrNiMo 钢制造。对于工作条件苛刻、要求具有更高热稳定性的压力机锻模，宜选用 3Cr2W8V、4Cr5MoSiV 和 4Cr5W2SiV 等钢制造。为了节省锻模钢材，对于小型锻模可取镶块法制造，即锻模型腔用锻模钢制造，而模框则用 45 钢制造；对于大型锤锻模，可采用钢电渣堆焊法制造。

热顶锻模对抗氧化性能和热疲劳性能的要求比一般锤锻模高，通常选用合金元素含量较高的钢种，如 4Cr5MoSiV、4Cr5W2SiV、5Cr4Mo2W2VSi、3Cr2W8V 等制造。

高速锻造模具通常选用 5CrMnMo、5CrNiMo、3Cr2W8V、4Cr5MoSiV、4Cr5W2SiV 和 4Cr3Mo2W4VTiNb 等。其中，5CrMnMo 钢一般制造小型高速锤锻模；5CrNiMo 钢作开式的高速锤锻模；而 3Cr2W8V 钢则用于制造要求较高的高温强度和较高回火稳定性、但对耐热疲劳性能要求不高的模具。4Cr5MoSiV、4Cr5W2SiV 钢的冲击韧性和耐热疲劳性能较好，广泛地用于制造高速锻造模具，但是回火稳定性仍不够理想。目前，也有采用高温综合力学性能优良的 4Cr3Mo2W4VTiNb 钢制造高速锤锻造模具的，使用效果良好。

对于生产轻金属及其合金（如铝、锌及其合金等）的热挤压模，由于工作温度较低，尤其是对于那些容易引起开裂、带尖角或薄壁的形状复杂的模具，宜选用韧性较好的热作模具钢，如 4Cr5MoSi、4Cr5MoSiV1 等，或将模具的硬度降低到比一般模具低 4~5HRC 的程度。用于挤压钢、铜及铜合金的模具，由于工作温度高，要求模具材料具有较高的高温强度，一般选用高温强度较好的热作模具钢，如 3Cr2W8V、4Cr3Mo3W2V；也有选用高强度耐热钢，如 Cr14Ni25TiV 等。

温热挤压是近十多年来发展的热成形新工艺，其模具工作温度较低，急冷急热没有锤锻模那么剧烈，而耐磨性则要求较高，因此，一般选用 W18Cr4V、W6Mo5Cr4V2、6W6Mo5Cr4V、6Cr4W3Mo2VNb 等钢种制造。表 1-5 为各种类型的热作模具钢的选用。

表 1-5 热作模具钢的选用

模具类型	模具工作条件		推 荐 钢 号
锤锻模	整体 模具	最小边长为 200~400mm	5CrMnMo、5CrNiMo、4CrMnSiMoV
		最小边长 >400mm	5Cr2NiMoV、5CrNiMo、4CrMnSiMoV
	镶块		4Cr5MoSiV1、3Cr2W8V、4Cr3Mo3W2V、 4CrMnSiMoV
压力机锻 模	整体模具		5CrNiMo、5CrMnMo、4CrMnSiMoV、4Cr5MoSiV、 4Cr5MoSiV、4Cr5W2SiV、3Cr2W8V、4Cr3Mo3W2V、 5Cr4Mo2W2SiV
	镶拼模具	镶块	4Cr5MoSiV1、4Cr5MoSiV、4Cr5W2SiV、3Cr2W8V、 5Cr4W2Mo2SiV
		模体	5CrMnMo、5CrNiMo、45Mn2、4CrMnSiMoV
热锻锻模			3Cr2W8V、5Cr4Mo2W2SiV、4Cr4W5Mo2V、 4Cr5MoSiV、4Cr5W2SiV、5CrNiMo
高速锤锻 模			5CrNiMo、5CrMnMo、3Cr2W8V、4Cr5MoSiV1、 4Cr5MoSiV、4Cr5W2SiV、4Cr3Mo2W2VTiNb
压铸模	锌及其合金		4Cr5MoSiV、4Cr5W2SiV、4Cr5W2SiV
	铝、镁及其合金		4Cr5MoSiV1、4Cr5W2SiV、4Cr5W2SiV、3Cr2W8V、 4Cr3Mo3W2V
	铜及其合金		3Cr2W8V、4Cr3Mo3W2V