



中国机械工程学会
中国模具工业协会
中国模具工程大典编委会
熊惟皓 周理 主编

CHINA
DIE &
MOULD
ENGINEERING
CANON

中国

模具工程大典

第2卷 模具材料及热处理

2

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY



中国机械工程学会
中国模具工业协会
中国模具工程大典编委会
熊惟皓 周理 主编

中国 CHINA DIE & MOULD ENGINEERING CANON 模具工程大典

第2卷 模具材料及热处理

<http://www.phei.com.cn>



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

内 容 简 介

《中国模具工程大典》共9卷，包括现代模具设计方法、模具材料及热处理、塑料与橡胶模具设计、冲压模具设计、锻造模具设计、粉末冶金零件模具设计、压力铸造与金属型铸造模具设计、铸造工艺装备设计、模具制造等。

本书为第2卷，模具材料及热处理。主要内容包括模具材料、模具材料热处理、世界各国模具钢标准钢号及近似对照。全面介绍了模具材料的牌号、品种、性能特点、化学成分、力学性能、加工性能、热处理、国内外牌号对照、选用方法等，为广大工程技术人员正确选用和合理使用模具材料提供科学的依据。

本书主要供具有中等技术水平以上的广大工程技术人员在综合研究和处理模具材料的各类技术问题时，起备查、提示和启发的作用，也可供理工院校的有关师生参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

模具材料及热处理/熊惟皓，周理主编. —北京：电子工业出版社，2007.6
(中国模具工程大典. 第2卷)

ISBN 978-7-121-04266-9

I. 模… II. ①熊…②周… III. ①模具-材料 ②模具-热处理
IV. TG162.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 057498 号

责任编辑：李 洁 李骏带

印 刷：北京蓝海印刷有限公司

装 订：北京蓝海印刷有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：700×1000 1/16 印张：39.25 字数：933 千字

印 次：2007 年 6 月第 1 次印刷

定 价：68.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqj@phei.com.cn。

服务热线：(010) 88258888。

前 言

模具在汽车、拖拉机、飞机、家用电器、工程机械、动力机械、冶金、机床、兵器、仪器仪表、轻工、日用五金等制造业中，起着极为重要的作用；模具是实现上述行业的钣金件、锻件、粉末冶金件、铸件、压铸件、注塑件、橡胶件等生产的重要工艺装备。采用模具生产毛坯或成品零件，是材料成形的重要方式之一，与切削加工相比，具有材料利用率高、能耗低、产品性能好、生产效率高和成本低等显著特点。

从 20 世纪 80 年代初开始，工业发达国家的模具工业，已从机床工业中分离出来，并发展成为一个独立的工业部门，而且其产值已超过机床工业的产值。改革开放以来，中国的模具工业发展十分迅速；近年来，一直以每年 15% 左右的增长速度快速发展。至 2006 年年底，中国约有 60 000 多个模具制造厂点，从业人数 100 多万；2005 年中国模具工业总产值达 470 亿元人民币，中国模具工业的技术水平取得了长足的进步。目前，中国模具总量仅次于日本、美国、位居世界第三。国民经济的高速发展对模具工业提出了越来越多且越来越高的要求，巨大的市场需求推动着中国模具工业更快地发展。2005 年中国大陆制造业对模具的市场总需求量约为 570 亿元人民币，并以每年 10% 以上的速度增长。对于大型、精密、复杂、长寿命模具需求的增长将远超过每年 10% 的增幅。

为全面提高我国模具技术水平，中国机械工程学会、中国模具工业协会、中国模具工程大典编委会聘请了国内数百位从事模具科研、设计、开发等工作的专家教授，经过近 3 年的共同努力，编撰了《中国模具工程大典》，简称《模具大典》。

《模具大典》是在认真总结我国有关模具设计、制造与材料成形技术手册编写经验，广泛吸收建国以来尤其是改革开放 30 多年来模具工业所取得的科技成果，以及国内外在模具设计与制造技术方面的成功经验的基础上编撰而成的。其特点是：以创新为主线，充分体现模具设计与制造的创新思维、理论和方法，集中反映当代模具设计与制造技术的最新成果与发展方向；以实用为主，兼顾模具技术的前瞻性与导向性；全书的内容与模具工业的生产实践紧密结合，全方位地总结各种模具专业生产技术，并吸收国内外模具工业的前沿技术和研究成果；在编写形式上，跳出资料汇编型的传统模具专业工具书的编写模式，采用了将工艺分析、计算方法、结构设计、制造与应用实例相结合，贯穿于模具设计和制造全过程的新的模式编写。因此《模具大典》实用性强，权威性高，前瞻性好，应用范围广。

《模具大典》由现代模具设计方法、模具材料及热处理、塑料与橡胶模具设计、冲压模具设计、锻造模具设计、粉末冶金零件模具设计、压力铸造与金属型铸造模具设计、铸造工艺装备设计、模具制造等 9 卷组成。它的出版，对于加快我国模具技术的发展、产品的创新，对于我国模具企业走向世界、全面参与国际合作与竞争，都具有深远的战略意义与现实意义。

《模具大典》的编写工作，受到有关领导人的亲切关怀，并得到了众多高等学校，科

IV

研究所和企业的热情支持与帮助，在此一并表示衷心的感谢。对于书中存在的不妥和疏漏错误之处，我们诚恳地期待着广大读者予以批评指正。

中国机械工程学会
中国模具工业协会
中国模具工程大典编委会
2007年2月

目 录

第 1 篇 模具材料

第 1 章 模具材料基础	3	物理性能	72
1 模具材料的分类	3	3.7 冷作模具用高速工具钢的 物理性能	73
2 模具材料牌号的表示方法	3	3.8 无磁模具钢的物理性能与 化学性能	74
3 模具用金属材料的主要性能指标 及涵义	7	4 冷作模具钢的力学性能	76
4 模具钢钢材理论质量的计算方法	11	4.1 低合金冷作模具钢的力学性能	76
5 模具钢钢材的交货状态	12	4.2 中合金冷作模具钢的力学性能	88
6 模具钢的品种与规格	13	4.3 高合金冷作模具钢的力学性能	90
6.1 模块	13	4.4 抗磨损冷作模具钢的力学性能	94
6.2 钢棒	27	4.5 抗冲击冷作模具钢的力学性能	98
6.3 扁钢	31	4.6 冷作模具用碳素工具钢的 力学性能	100
6.4 钢板与钢带	34	4.7 冷作模具用高速工具钢的 力学性能	104
6.5 钢丝	39	4.8 无磁模具钢的力学性能	107
6.6 国产模具钢的品种与规格	43	5 冷作模具钢的热加工规范	110
7 我国新型模具钢及应用	46	5.1 低合金冷作模具钢的热 加工规范	110
第 2 章 冷作模具钢	49	5.2 中合金冷作模具钢的热 加工规范	111
1 冷作模具钢的牌号、品种、性能特点与 用途	49	5.3 高合金冷作模具钢的热 加工规范	112
1.1 国产标准冷作模具钢的牌号、品种、 性能特点与用途	49	5.4 抗磨损冷作模具钢的热 加工规范	112
1.2 国产非标准冷作模具钢的牌号、性能 特点与用途	58	5.5 抗冲击冷作模具钢的热 加工规范	113
1.3 进口冷作模具钢的牌号、性能 特点与用途	59	5.6 冷作模具用碳素工具钢的热 加工规范	113
2 冷作模具钢的化学成分	63	5.7 冷作模具用高速工具钢的热 加工规范	114
2.1 国产标准冷作模具钢的化学成分	63	5.8 无磁模具钢的热加工规范	114
2.2 国产非标准冷作模具钢的 化学成分	65	6 冷作模具钢的选用	115
2.3 进口冷作模具钢的化学成分	66	6.1 概述	115
3 冷作模具钢的物理性能与化学性能	68	6.2 冷作模具材料的性能比较	117
3.1 低合金冷作模具钢的物理性能	68	6.3 常用冷作模具材料的选用	118
3.2 中合金冷作模具钢的物理性能	70		
3.3 高合金冷作模具钢的物理性能	70		
3.4 抗磨损冷作模具钢的物理性能	71		
3.5 抗冲击冷作模具钢的物理性能	72		
3.6 冷作模具用碳素工具钢的			

第3章 热作模具钢	129	2.1 国产标准塑料模具钢的 化学成分	198
1 热作模具钢的牌号、品种、性能特点 与用途	129	2.2 国产非标准塑料模具钢的 化学成分	200
1.1 国产标准热作模具钢的牌号、品种、 性能特点与用途	129	2.3 进口塑料模具钢的化学成分	201
1.2 国产非标准热作模具钢的牌号、 性能特点与用途	132	3 塑料模具钢的物理性能	203
1.3 进口热作模具钢的牌号、性能特点 与用途	135	3.1 非合金塑料模具钢的物理性能	203
2 热作模具钢的化学成分	139	3.2 预硬化型塑料模具钢的 物理性能	204
2.1 国产标准热作模具钢的化学成分	139	3.3 渗碳型塑料模具钢的物理性能	206
2.2 国产非标准热作模具钢的 化学成分	140	3.4 时效硬化型塑料模具钢的 物理性能	206
2.3 进口热作模具钢的化学成分	141	3.5 耐腐蚀型塑料模具钢的物理性能	207
3 热作模具钢的物理性能	143	3.6 淬硬型塑料模具钢的物理性能	210
3.1 低合金热作模具钢的物理性能	143	4 塑料模具钢的力学性能	210
3.2 中合金热作模具钢的物理性能	143	4.1 非合金塑料模具钢的力学性能	210
3.3 高合金热作模具钢的物理性能	145	4.2 预硬化型塑料模具钢的力学性能	214
4 热作模具钢的力学性能	146	4.3 渗碳型塑料模具钢的力学性能	223
4.1 低合金热作模具钢的力学性能	146	4.4 时效硬化型塑料模具钢的 力学性能	236
4.2 中合金热作模具钢的力学性能	150	4.5 耐腐蚀型塑料模具钢的力学性能	238
4.3 高合金热作模具钢的力学性能	156	4.6 淬硬型塑料模具钢的力学性能	251
5 热作模具钢的热加工规范	163	5 塑料模具钢的加工性能	251
5.1 低合金热作模具钢的热 加工规范	163	5.1 非合金塑料模具钢的加工性能	251
5.2 中合金热作模具钢的热 加工规范	164	5.2 预硬化型塑料模具钢的加工性能	251
5.3 高合金热作模具钢的热 加工规范	164	5.3 渗碳型塑料模具钢的加工性能	253
6 热作模具钢的选用	165	5.4 时效硬化型塑料模具钢的 加工性能	253
6.1 概述	165	5.5 耐腐蚀型塑料模具钢的 加工性能	253
6.2 常用热作模具材料的性能比较	166	5.6 淬硬型塑料模具钢的加工性能	254
6.3 常用热作模具材料的选用	170	5.7 非调质塑料模具钢的加工性能	255
第4章 塑料模具钢	186	6 塑料模具钢的选用	256
1 塑料模具钢的牌号、品种、性能特点与 用途	186	6.1 概述	256
1.1 国产标准塑料模具钢的牌号、品种、 性能特点与用途	186	6.2 塑料模具材料的选择原则	257
1.2 国产非标准塑料模具钢的牌号、 性能特点与用途	192	6.3 常用塑料模具材料的选用	258
1.3 进口塑料模具钢的牌号、性能特点 与用途	194	第5章 特殊模具钢	264
2 塑料模具钢的化学成分	198	1 无磁模具钢	264
		1.1 热处理工艺	264
		1.2 热处理工艺对性能的影响	265
		2 铸造模具钢	266
		3 粉末冶金模具钢	268
		第6章 其他模具材料	273

1 铸铁	273	3.1 低熔点合金	286
2 硬质合金和钢结硬质合金	276	3.2 锌基合金	289
2.1 硬质合金	276	3.3 铜合金	292
2.2 钢结硬质合金	280	参考文献	294
3 有色金属及其合金	285		

第 2 篇 模具材料热处理

第 1 章 概述	299	1 概述	361
1 模具钢热处理	299	2 低合金热作模具钢的热处理	361
1.1 退火	299	2.1 热处理要点	361
1.2 正火	301	2.2 典型钢的热处理	361
1.3 淬火和回火	302	3 中合金热作模具钢的热处理	368
2 模具零件的表面强化处理	306	3.1 热处理要点	368
第 2 章 冷作模具钢的热处理	307	3.2 典型钢的热处理	369
1 概述	307	4 高合金热作模具钢的热处理	375
1.1 冷作模具钢合金化特点	307	4.1 热处理要点	375
1.2 冷作模具钢的热处理特点	308	4.2 典型钢的热处理	375
2 低合金冷作模具钢的热处理	308	第 4 章 塑料模具钢的热处理	384
2.1 热处理要点	308	1 非合金塑料模具钢的热处理	384
2.2 典型钢的热处理	309	1.1 热处理要点	384
3 中合金冷作模具钢的热处理	319	1.2 典型钢的热处理	384
3.1 Cr4W2MoV 钢	319	2 预硬化型塑料模具钢的热处理	387
3.2 Cr5Mo1V 钢	321	2.1 热处理要点	387
4 高合金冷作模具钢的热处理	322	2.2 典型钢的热处理	388
4.1 热处理要点	322	3 渗碳型塑料模具钢的热处理	398
4.2 典型钢的热处理	326	3.1 热处理要点	398
5 抗磨损冷作模具钢的热处理	331	3.2 典型钢的热处理	398
5.1 热处理要点	331	4 时效硬化型塑料模具钢的热处理	403
5.2 典型钢的热处理	331	4.1 热处理要点	403
6 抗冲击冷作模具钢的热处理	336	4.2 典型钢的热处理	404
6.1 4CrW2Si 钢	336	5 耐腐蚀型塑料模具钢的热处理	406
6.2 5CrW2Si 钢	336	5.1 热处理要点	406
6.3 6CrW2Si 钢	338	6 淬硬化型塑料模具钢的热处理	412
7 冷作模具用非合金工具钢的热处理	339	第 5 章 模具钢的渗氮及氮碳共渗	413
7.1 热处理要点	339	1 模具钢的渗氮	413
7.2 典型钢的热处理	340	1.1 渗氮工艺	413
8 冷作模具用高速钢的热处理	351	1.2 气体渗氮	415
8.1 热处理要点	351	1.3 液体渗氮	417
8.2 典型钢的热处理	352	1.4 渗氮新工艺	417
9 无磁模具用钢的热处理	359	2 氮碳共渗	420
9.1 7Mn15Cr2Al3V2WMo 钢	359	2.1 气体氮碳共渗	421
9.2 1Cr18Ni9Ti 钢	360	2.2 液体氮碳共渗	424
第 3 章 热作模具钢的热处理	361	3 渗层形成机理	424

3.1 Fe-N 状态图	424	2.2 硼扩散层	469
3.2 渗氮层的形成机理	426	2.3 合金元素的作用	470
3.3 氮碳共渗的渗层组织	429	2.4 硼针的择优取向	471
4 渗氮和氮碳共渗的渗层组织		3 渗硼层的检查	472
性能的检测	431	3.1 组织显示	472
4.1 渗层深度的显示和测量	431	3.2 渗硼层形态	472
4.2 渗氮和氮碳共渗金相组织检查 ..	431	3.3 硼化物层深度测量	473
4.3 渗层脆性的检查	431	3.4 硼化物硬度测量	474
5 渗氮和氮碳共渗的缺陷及其		3.5 硼化物层脆性及测量方法	474
预防措施	432	4 渗硼组织	475
第 6 章 模具钢渗碳和碳氮共渗	435	4.1 渗硼前后热处理	475
1 模具表面强化处理概述	435	4.2 渗层组织	475
2 模具钢渗碳	437	5 渗硼层缺陷	477
2.1 模具钢渗碳的目的	437	第 8 章 模具钢渗铬	479
2.2 渗碳工艺的主要特点	438	1 渗铬工艺	479
2.3 渗碳的主要技术要求	438	1.1 概述	479
2.4 渗碳钢的原始含碳量对渗层的		1.2 固体渗铬	480
影响	439	1.3 气体渗铬	482
2.5 渗碳钢中的合金元素对渗层形成的		1.4 液体渗铬	482
影响	439	2 渗铬层的形成机理	483
2.6 合金元素对渗碳钢工艺性能的		3 渗铬层的组织	486
影响	440	3.1 TiO 钢的渗铬层组织和性能	486
2.7 渗碳的主要工艺参数	440	3.2 Cr12MoV 钢的渗铬层组织	488
2.8 渗碳工艺	441	4 渗铬层性能	488
3 模具钢的碳氮共渗	447	5 稀土-铬共渗和碳铬共渗工艺	490
4 模具钢渗碳和碳氮共渗层		5.1 稀土-铬共渗	490
组织与性能	451	5.2 碳铬共渗	492
4.1 低碳高合金钢渗层	451	6 渗铬层缺陷	493
4.2 高碳低合金钢渗层	452	第 9 章 其他表面强化方法	498
4.3 中高碳高合金钢渗层	453	1 碳化钛涂层	498
4.4 含硅高合金钢渗层	455	1.1 碳化钛气相涂层	498
5 模具钢渗碳后的热处理	455	1.2 碳化钛液体涂层	500
6 模具钢渗碳热处理的缺陷	457	1.3 碳化钛固体涂层	500
第 7 章 模具钢渗硼	460	2 其他强化方法	501
1 渗硼工艺	460	2.1 激光强化技术	501
1.1 固体粉末渗硼法	461	2.2 电镀、刷镀与电铸	501
1.2 电解渗硼	463	2.3 热喷涂	502
1.3 盐浴渗硼法	464	2.4 喷丸强化	503
1.4 气体渗硼	465	2.5 电火花强化	503
2 渗硼层形成机理	465	2.6 离子注入强化技术	503
2.1 渗硼组织形成机理	465	参考文献	506

第3篇 世界各国模具钢标准钢号及近似对照

第1章 世界各国标准非合金

工具钢	511
1 中国标准非合金工具钢	511
1.1 非合金工具钢的性能特点及用途	511
1.2 非合金工具钢化学成分与力学性能 (GB/T 1298—1986)	512
2 国际标准非合金工具钢	512
2.1 非合金工具钢的钢号与化学成分 (ISO4957—1999)	512
2.2 非合金工具钢的力学性能与热处理 (ISO4957—1999)	513
3 欧共体标准非合金工具钢	513
3.1 非合金工具钢的钢号与化学成分 (EN96—1979)	513
3.2 非合金工具钢的力学性能与热处理 (EN96—1979)	514
4 德国标准非合金工具钢	514
4.1 非合金工具钢的钢号与化学成分 (DIN17350—1980)	514
4.2 非合金工具钢的力学性能与热处理 (DIN17350—1980)	514
5 英国标准非合金工具钢	515
5.1 非合金工具钢的钢号与化学成分 (BS4659—1989)	515
5.2 非合金工具钢的力学性能与热处理 (BS4659—1989)	515
6 法国标准非合金工具钢	516
6.1 非合金工具钢的钢号与化学成分 (NFA35—590—1992)	516
6.2 非合金工具钢的力学性能与热处理 (NFA35—590—1992)	516
7 日本标准非合金工具钢	517
7.1 非合金工具钢的钢号与化学成分 (JISG4401—2000)	517
7.2 非合金工具钢的力学性能与热处理 (JISG4401—2000)	518
8 美国标准非合金工具钢	518
8.1 非合金工具钢的钢号与化学成分 (ASTMA686—1999)	518
8.2 非合金工具钢的力学性能与热处理	

(ASTMA686—1999)	519
9 俄罗斯标准非合金工具钢	519
9.1 非合金工具钢的钢号与化学成分 (ГОСТ1435—1990)	519
9.2 非合金工具钢的力学性能与热处理 (ГОСТ1435—1990)	521
10 世界各国标准非合金工具钢钢号近似对照	521
第2章 世界各国标准合金工具钢	523
1 中国标准合金工具钢	523
1.1 合金工具钢的性能特点与用途	523
1.2 合金工具钢的化学成分与力学性能 (GB/T1299—2000)	526
2 国际标准合金工具钢	529
2.1 合金工具钢的钢号与化学成分 (ISO4957—1999)	529
2.2 合金工具钢的力学性能与热处理 (ISO4957—1999)	530
3 欧共体标准合金工具钢	531
3.1 合金工具钢的钢号与化学成分 (EN96—1979)	531
3.2 合金工具钢的力学性能与热处理 (EN96—1979)	533
4 德国标准合金工具钢	534
4.1 合金工具钢的钢号与化学成分 (DIN17350—1980)	534
4.2 合金工具钢的力学性能与热处理 (DIN17350—1980)	542
5 英国标准合金工具钢	546
5.1 合金工具钢的钢号与化学成分 (BS4659—1989)	546
5.2 合金工具钢的力学性能与热处理 (BS4659—1989)	548
6 法国标准合金工具钢	549
6.1 合金工具钢的钢号与化学成分 (NFA35—590—1992)	549
6.2 合金工具钢的力学性能与热处理 (NFA35—590—1992)	552
7 日本标准合金工具钢	555
7.1 合金工具钢的钢号与化学成分	

(JISC4404—2000)	555	6.1 高速工具钢的钢号与化学成分	
7.2 合金工具钢的力学性能与热处理		(NFA35—590—1992)	580
(JISC4404—2000)	557	6.2 高速工具钢的力学性能与热处理	
8 美国标准合金工具钢	558	(NFA35—590—1992)	581
8.1 合金工具钢的钢号与化学成分		7 日本标准高速工具钢	582
(ASTMA681—1999)	558	7.1 高速工具钢的钢号与化学成分	
8.2 合金工具钢的力学性能与热处理		(JISC4403—2000)	582
(ASTMA681—1999)	560	7.2 高速工具钢的力学性能与热处理	
9 俄罗斯标准合金工具钢	562	(JISC4403—2000)	583
9.1 合金工具钢的钢号与化学成分		8 美国标准高速工具钢	584
(ГОСТ5950—1990)	562	8.1 高速工具钢的钢号与化学成分	
9.2 合金工具钢的力学性能与热处理		(ASTMA600—1999)	584
(ГОСТ5950—1990)	565	8.2 高速工具钢的力学性能与热处理	
10 世界各国标准合金工具钢钢号		(ASTMA600—1999)	586
近似对照	568	9 俄罗斯标准高速工具钢	587
第3章 世界各国标准高速工具钢 ..	569	9.1 高速工具钢的钢号与化学成分	
1 中国标准高速工具钢	569	(ГОСТ19265)	587
1.1 高速工具钢的性能特点与用途 ..	569	9.2 高速工具钢的力学性能与热处理	
1.2 高速工具钢的化学成分与力学性能		(ГОСТ19265)	588
(GB/T 9943—1988)	571	10 世界各国标准高速工具钢钢号	
2 国际标准高速工具钢	573	近似对照	588
2.1 国际标准高速工具钢的钢号与化学		第4章 世界各国标准硬质合金	590
成分 (ISO4957—1999)	573	1 中国标准硬质合金	590
2.2 国际标准高速工具钢的力学性能与		1.1 常用标准硬质合金性能特点	
热处理 (ISO4957—1999)	574	与用途	590
3 欧共体标准高速工具钢	575	1.2 硬质合金的化学成分与物理	
3.1 高速工具钢的钢号与		力学性能	593
化学成分 (EN96—1979)	575	1.3 硬质合金的选用	597
3.2 高速工具钢的力学性能与热处理		2 国际标准硬质合金	600
(EN96—1979)	575	3 德国标准硬质合金	601
4 德国标准高速工具钢	576	4 英国标准硬质合金	602
4.1 高速工具钢的钢号与化学		5 法国标准硬质合金	603
成分 (DIN)	576	6 日本标准硬质合金 (JISB4053—1998、	
4.2 高速工具钢的力学性能与		JISM3916—1983)	604
热处理 (DIN)	577	7 美国标准硬质合金	605
5 英国标准高速工具钢	578	8 俄罗斯标准硬质合金	
5.1 高速工具钢的钢号与化学成分		(ГОСТ3882—1985)	608
(BS4659—1989)	578	9 世界各国标准硬质合金钢号	
5.2 高速工具钢的力学性能与热处理		近似对照	608
(BS4659—1989)	579	参考文献	611
6 法国标准高速工具钢	580		

第



篇

模 具 材 料

主 编 周 理 熊惟皓

编 写 周 理 王 卓 熊惟皓

李晨辉 陶国健 尹小林

丰 平 钱海霞 雷 燕

审 稿 佟明辉



中国机械工程学会
中国模具工业协会
CMDC 中国模具工程大典编委会

第 1 章 模具材料基础

1 模具材料的分类

制造模具及其零件的原材料很多，如钢、铸铁、非铁金属及其合金、高温合金、硬质合金、

钢结硬质合金、有机高分子材料、无机非金属材料、天然或人造金刚石等。广义而言，像木材、陶瓷、石膏、型砂等等也可算作制造模具的原材料。常用的主要模具材料如图 1.1-1 所示。

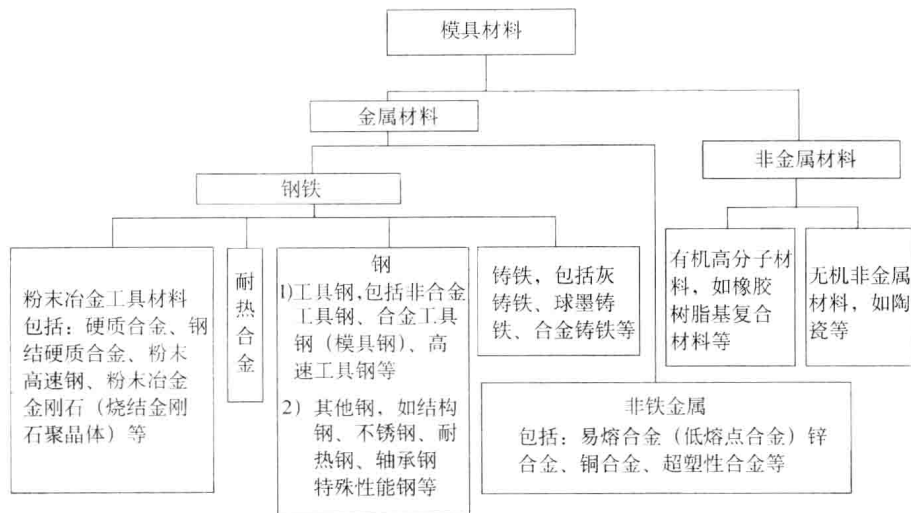


图 1.1-1 模具材料分类图

作为模具制造的原材料，钢是最主要的。用量大、应用面广，价廉易得。且可通过热处理改变它的诸多性能，软硬刚韧均可适当调整来满足不同的需要。

模具作为工具，主要采用工具钢是理所当然的。所谓工具钢，就是为制造各种刀具、模具、量具、冲击工具、手工工具等的需要而研制、生产的一系列高品质的钢种。其中制作模具主要零件的合金工具钢属于特殊质量钢。工具钢按化学成分特点，又可分为碳素工具钢（非合金工具钢）、合金工具钢和高速工具钢三大类。

合金工具钢按用途分，又可分为量具钢、刀具钢、耐冲击工具钢、冷作模具钢、热作模具钢、塑料模具钢和无磁模具钢几个主要类别。冷作模具钢、热作模具钢和塑料模具钢再细分类，最常见的分类依据是突出钢的特性、使用性能和工艺性能。

按钢的特性、使用性能分，如：高耐磨模具

钢、高强韧性模具钢、高耐热性模具钢、抗冲击模具钢、耐腐蚀模具钢等；

也有按用途分，如：压铸模钢、冷冲压模具钢、冷挤压模具钢、热挤压模具钢、锻模模具钢等；

也有按化学成分（合金化）来分，如非合金模具钢、高碳高铬型模具钢、低合金模具钢、中合金空气淬硬钢、高合金模具钢等；

也有按工艺特点分，如：水淬模具钢、油淬模具钢、空冷模具钢、易切削模具钢、火焰淬火模具钢、渗碳型模具钢、预硬型模具钢、时效硬化型模具钢等。

2 模具材料牌号的表示方法

模具用钢铁材料的牌号表示方法按 GB/T 221—2000 的规定，模具用非金属材料牌号的表示方法按 GB/T 340 的规定，模具用非金属材料牌号的表示方法按相应的有机高分子材料和无机非金属材料牌号表示方法的相关规定执

行。常用的主要的模具材料牌号的表示方法见表 1.1-1。

表 1.1-1 常用模具材料牌号的表示方法

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
(1) 铸铁 灰铸铁 (GB/T 9439—1988) 蠕墨铸铁 (JB/T 4403—1999) 球墨铸铁 (GB/T 1348—1988) 可锻铸铁 (GB/T 9440—1988) 抗磨白口铸铁 (GB/T 8263—1999) 耐磨铸铁 (YB/T 036.2—1992) 抗磨墨铸铁 (GB/T 3180—1982) 耐热铸铁 (GB/T 9437—1988) 耐蚀铸铁 (GB/T 8491—1987)	HT100 RuT380 QT400-18 KTH300-6 KTb350-04 KmtBCr9Ni5 MTCuMo-175 MQTMn6 RTCr2 RTQAl5Si5 STSi15Mo3R	1) 主要以抗拉强度表示的牌号、有灰铸铁和蠕墨铸铁, 例如: HT100、RuT380 2) 主要以抗拉强度和伸长率组合表示的牌号, 有球墨铸铁和可锻铸铁, 例如: QT400-18、KTH300-06 3) 主要以化学成分和抗拉强度组合表示的牌号, 有耐磨铸铁, 例如: MTCuMo-175 4) 主要以化学成分表示的牌号, 有抗磨白口铸铁、抗磨球墨铸铁、耐热铸铁、耐蚀铸铁, 例如: KmtB-Cr9Ni5、MQTMn6、RTCr2、STSi15Mo3R
(2) 铸钢 工程铸钢 (GB/T 11352—1989) 工程与结构用铸钢 (GB/T 14408—1993) 焊接结构用铸钢 (GB/T 7659—1987) 低合金铸钢 (JB/T 6402—1992) 高锰铸钢 (GB/T 5680—1998) 不锈钢 (GB/T 6967—1986) 耐热铸钢 (GB/T 8492—1987) 承压铸钢 (GB/T 16253—1996) 耐蚀铸钢 熔模铸造用铸钢 轧辊用铸钢	ZG200-400 ZGD270-480 ZG200-400H ZG35CrMnSi ZGMn13-2 ZG20Cr13 ZG40Cr9Si2 ZG240-450AG ZG1Cr18Ni9 RZG200-400 ZU70Mn	1) 主要以力学性能表示的牌号 这类牌号的主体结构为: 前缀字母“ZG”+两组力学性能值。需要时可附加后缀字母或补充前缀字母。这类牌号有一般工程用碳素铸钢、一般工程与结构用低合金铸钢、焊接结构用碳素铸钢, 例如: ZG200-400、ZGD270-480、ZG200-400H 2) 主要以化学成分表示的牌号 这类牌号的主体结构为: 前缀字母“ZG”+化学元素符号及其含量。需要时可附加后缀符号(数字或字母)。这类牌号有低合金铸钢、高锰铸钢、不锈钢、耐热铸钢、承压铸钢和耐蚀铸钢等, 例如: ZG35-CrMnSi、ZGMn13-2(后缀数字“2”表示品种代号)、ZG20Cr13(ZG后面的数字“20”为碳平均含量(质量分数)的万分之几; Cr后面的数字“13”为其百分含量)、ZG40Cr9Si2、ZG240-450AG(后缀字母: “A”和“B”表示不同级别; “G”为高温用铸钢; “D”为低温用铸钢)、ZG1Cr18Ni9(ZG后面的数字“1”为碳平均含量(质量分数)的千分之几; Cr和Ni后面的数字分别为其百分含量) 3) 专门用途的铸钢牌号 ①熔模铸造用碳素铸钢的牌号, 例如 RZG200-400。其中: 前缀字母“RZG”表示熔模铸造用; 后面两组数字分别表示屈服强度(MPa)和抗拉强度(MPa) ②轧辊用铸钢的牌号。例如 ZU70Mn。其中: 前缀字母“ZU”表示轧辊用; 数字“70”为碳平均含量(质量分数)的万分之几; Mn为锰元素符号(当锰平均含量小于0.9%时, 牌号中不标出“Mn”, 当锰平均含量为0.9%至1.4%时, 只标出“Mn”而不标其含量)

续表 1.1-1

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
(3) 碳素结构钢 (GB/T 700—1988)	Q195F Q215AF Q235Bb Q255A Q275	1) 钢号冠以“Q”，后面的数字表示屈服点值 (MPa)。例如：Q235，其 σ_s 为 235 MPa 2) 必要时钢号后面可标出表示质量等级和脱氧方法和符号。质量等级符号分为：A、B、C、D。脱氧方法符号：F—沸腾钢；b—半镇静钢；Z—镇静钢；TZ—特殊镇静钢。例如：Q235 - B·b，表示 B 级半镇静钢
(4) 优质碳素结构钢 普通含锰量 较高含锰量 锅炉用钢 (GB/T 699—1999)	08Al、45、20A 40Mn、70Mn 20 g	1) 钢号开头的两位数字表示钢的碳含量，以平均碳含量 $\times 100$ 表示，例如平均碳含量为 0.45% 的钢，钢号为“45” 2) 锰含量较高的优质碳素结构钢，应标出“Mn”，例如 50Mn。用 Al 脱氧的镇静钢应标出“Al”，例如 08Al 3) 镇静钢不加“Z”，沸腾钢、半镇静钢及专门用途的优质碳素结构钢应在钢号最后特殊标出。例如平均碳含量为 0.10% 的半镇静钢，其钢号为 10b 4) 高级优质碳素结构钢在钢号后加“A”，特级优质碳素结构钢在钢号后加“E”
(5) 碳素工具钢 普通含锰量 较高含锰量 (GB/T 1298—1986)	T7、T12A T8Mn	1) 钢号冠以“T”，后面的数字平均碳含量 $\times 10$ ，例如“T8”表示平均碳含量为 0.8% 2) 锰含量较高者，在钢号的数字后标出“Mn”。高级优质碳素工具钢的磷、硫含量较低，在钢号最后加注“A”。例如 T8Mn，T8MnA
(6) 合金结构钢	25Cr2MoVA 30CrMnSi	1) 钢号开头的两位数字表示钢的碳含量，以平均碳含量 $\times 100$ 表示 2) 钢中主要合金元素 (质量分数)，除个别微量合金元素外，一般以百分之几表示。当平均含量 $< 1.5\%$ 时，钢号中一般只标出元素符号，而不标明含量，但在特殊情况下易致混淆者，在元素符号后亦可标以数字“1”，例如钢号“12CrMoV”和“12Cr1MoV”，前者铬含量为 0.4% ~ 1.6%，后者为 0.9% ~ 1.2%，其余成分全部相同。当合金元素平均含量 $\geq 1.5\%$ 、 $\geq 2.5\%$ 、 $\geq 3.5\%$... 时，在元素符号后面应标明含量，可相应表示为 2、3、4 等。例如 36Mn2Si 3) 钢中的钒、钛、铝、硼、稀土等合金元素，均属微量合金元素，虽然含量很低，仍应在钢号中标出。例如 20MnVB 钢中，钒为 0.07% ~ 0.12%，硼为 0.001% ~ 0.005% 4) 高级优质钢应在钢号最后加“A”，以区别于一般优质钢。例如：18Cr2Ni4WA
(7) 弹簧钢	50CrVA 55Si2Mn	弹簧钢按化学成分可分为碳素弹簧钢和合金弹簧钢两类，其钢号表示方法，前者基本上与优质碳素结构钢相同，后者基本上与合金结构钢相同
(8) 轴承钢 高碳铬轴承钢 (GB/T 18254—2002) 渗碳轴承钢 (GB/T 3203—1982) 不锈钢轴承钢 (YB/T 096—1997) 高温轴承钢	GCr15、 GCr18Mo G20CrMo、 G20CrNiMo 9Cr18Mo 10Cr14Mo4	1) 高碳铬轴承钢。其钢号冠以“G”，碳含量不标出，铬含量以平均含量 $\times 10$ 表示，例如 GCr15 2) 渗碳轴承钢。其钢号基本上和合金结构钢钢号相同，但钢号亦冠以“G”，例如 G20CrMo 3) 高碳铬不锈钢轴承钢与不锈钢钢号表示方法相同，钢号前不必冠以“G”，例如 9Cr18Mo 4) 高温轴承钢。与耐热钢钢号表示方法相同，钢号前也不冠以“G”，例如 10Cr14Mo4

产品名称	牌号举例	牌号表示方法说明
(9) 合金工具钢 (GB/T 1299—2000)	4CrW2Si CrWMn 9Mn2V Cr06	1) 合金工具钢钢号的平均碳含量 $w_C \geq 1.0\%$ 时, 不标出碳含量; 当平均碳含量 $w_C < 1.0\%$ 时, 以 $\times 10$ 表示。例如 CrWMn; 9Mn2V 2) 钢中合金元素含量的表示方法, 基本上与合金结构钢相同。但对铬含量较低的合金工具钢钢号, 其铬含量以 $\times 10$ 表示, 并在表示含量的数字前加“0”, 以便把它和一般元素含量按百分之几表示的方法区别开来。例如 Cr06
(10) 塑料模具钢 (YB/T 094—1997)	SM3Cr12Mo SM45 SM4Cr13	塑料模具钢钢号冠以“SM”, 字母后面的钢号表示方法与合金工具钢及优质碳素钢相同。例如: 平均碳含量 w_C 为 0.34%, 铬含量 w_{Cr} 为 1.70%, 钼含量 w_{Mo} 为 0.42% 的合金塑料模具钢, 其钢号为 SM3Cr2Mo; 平均碳含量 w_C 为 0.45% 的碳素塑料模具钢, 其钢号为 SM45
(11) 高速工具钢 (GB/T 9941—1988)	W18Cr4V W12Cr4V5Co5	高速工具钢的钢号一般不标出碳含量, 只标出各种合金元素平均含量的百分之几。例如“18-4-1”钨系高速钢的钢号表示为“W18Cr4V”。钢号冠以字母“C”者, 表示其碳含量高于未冠“C”的通用钢号
(12) 不锈钢和耐热钢 (GB/T 1220—1992) (GB/T 1221—1992)	2Cr13 0Cr13Ni9 11Cr17 03Cr19Ni10 01Cr19Ni11	1) 不锈钢和耐热钢钢号由合金元素符号和数字组成。对钢中主要合金元素含量以百分之几表示, 而对钛、铌、锆、氮等则按照合金结构钢对微量合金元素的表示方法标出 2) 对钢号中碳含量的表示方法, 一般用一位数字表示平均碳含量的千分之几; 当碳含量上限小于 0.1% 时, 以“0”表示。例如: 平均碳含量 w_C 为 0.20%, 铬含量 w_{Cr} 为 13% 的不锈钢, 其钢号为 2Cr13; 碳含量 $w_C \leq 0.08\%$, 平均铬含量 w_{Cr} 为 18%, 镍含量 w_{Ni} 为 9% 的不锈钢, 其钢号为 0Cr18Ni9 3) 当钢中平均碳含量 $w_C \geq 1.00\%$ 时采用二位数字表示; 当碳含量 w_C 上限不大于 0.03% 而大于 0.01% 时, 以“03”表示(超低碳); 当碳含量 w_C 上限不大于 0.01% 时, 以“01”表示(极低碳)。例如: 平均碳含量 w_C 为 1.10%, 铬含量为 17% 的高铬不锈钢, 其钢号为 11Cr17; 碳含量 w_C 上限为 0.03%, 平均铬含量 w_{Cr} 为 19%, 镍含量 w_{Ni} 为 10% 的超低碳不锈钢, 其钢号为 03Cr19Ni10; 碳含量上限 w_C 为 0.01%, 平均铬含量 w_{Cr} 为 19%, 镍含量 w_{Ni} 为 11% 的极低碳不锈钢, 其牌号为 01Cr19Ni11 4) 耐热钢钢号的表示方法和不锈钢相同
(13) 硬质合金 (GB/T 18376—2001)	YT30 YN10 YW1	目前通用的硬质合金牌号一般由两个字母 + 数字组成, 有的牌号在数字后又附加字母。第一个字母: Y 表示硬质合金。第二个字母及数字: G 表示钨钴合金, 其后数字表示合金中钴含量; T 表示钨钛钴合金, 其后数字表示合金中的 TiC 含量; W 表示通用合金, 其后数字为序号; N 表示不含钴的镍钼作黏结剂的碳化钛基合金 有的钨钴合金牌号, 在数字后又附加字母: X 表示细晶粒合金; C 表示粗晶粒合金; A 表示含 TaC 的合金