



XINBIAN GONG MUJU GANG 660 ZHONG

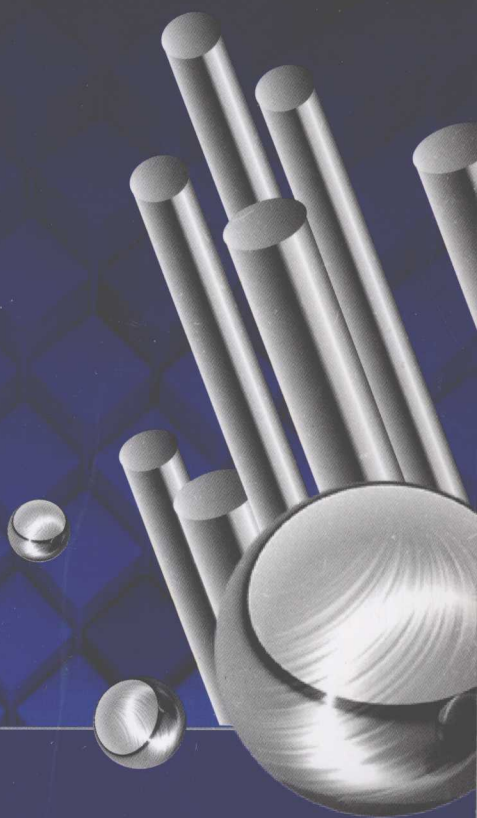
新编工模具钢

660种

李书常 主编



化学工业出版社



新编工模具钢

660种

李书常 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

新编工模具钢 660 种/李书常主编. —北京: 化学工业出版社, 2008. 1
ISBN 978-7-122-01467-2

I. 新… II. 李… III. 工具钢-基本知识
IV. TG142.45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 180198 号

责任编辑: 刘丽宏
责任校对: 王素芹

文字编辑: 李玉峰
装帧设计: 王晓宇

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 装: 化学工业出版社印刷厂
720mm×1000mm 1/16 印张 26½ 字数 519 千字 2008 年 2 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

前 言

模具钢是模具制造业的基础,它对模具的设计和制造起着至关重要的作用。近年来,随着模具制造业的蓬勃发展,模具钢的新品种和规格不断增多,模具钢的研究也有了很大发展。目前国内有关模具钢方面的图书对传统使用的钢种有一些介绍,但缺乏对国内外大量新钢种性能,尤其是各种模具钢的典型应用与普及方面知识介绍的文献专著。

本书以崭新的内容,结合编者二十多年来对模具钢的研究成果,将许多国家和地区的各类模具钢进行对比和分析,翔实地介绍了目前国内正在使用和试用的国产和进口模具钢,有些甚至是刚刚研制出来的新钢种。本着实用、新颖、广泛、简明的原则,对精选的660余种模具钢的化学成分、供货状态和硬度、规格品种、主要成分的合金化原理、冷热加工特性、相变点参数、物理力学性能、热处理特性、典型冷热加工规范等重要特征,尤其是对各种典型应用案例进行了详细介绍。本书可作为从事模具设计、制造、使用工作的工程技术人员、管理人员、操作人员的参考工具书和行业培训用书,还可以作为各类院校机械、模具等相关专业的教学用书,也可作为工模具钢材材料流通领域推广应用新型材料的参考文献。

书中在介绍各类模具钢种特性时,未将工具钢单列章节,而是在分别介绍各种模具钢的过程中,予以必要分析和说明;某些温度换算未保留小数,未注明比例均为质量分数。

应该看到,一种钢材可以兼有几种用途,如T8钢,既可以用来制造简单模具,也可以制造夹具、钳工工具、木工工具等;一种钢材不仅可以用作冷作模具,也可以用作热作模具或者塑胶模具等。因此,本书介绍每一种钢材时,尽可能多地抓住它的重要特征或者典型案例,读者通过阅读本书,可以对目前流行的各种工模具钢,尤其是模具钢,举一反三,触类旁通,受到启发。

本书在推荐参考钢号时只是近似推荐,由于各种工模具服役条件的不同,同一种钢材的产地和生产厂家不一样,执行的内控质量标准不同,不同使用厂家的生产习惯和热加工设备的能力差异,凡此种种,建议读者在选用各种工模具钢时,仔细甄别,根据自己单位设备、生产加工能力、供货、成本、生产周期等实际情况进行合理选材。

此外,本书在介绍各类典型模具钢种的同时,也列出了一些目前应用广泛的非模具钢材,以方便读者查阅。

本书由李书常主编,全书共5章,其中李书常编写了第1章、第3章、第4章,并负责全书统稿工作;冯德虎编写了第1章;乔婉青编写了第5章。

全书尽量按符合国内读者的传统习惯进行描述和解释,但因各国、各地的有关模具钢的名词术语、行业传统习惯和技术质量标准存在差异,书中不当之处,敬请读者批评指正。

编著者

目 录

第 1 章 工模具钢概论	1
1.1 模具钢的各种性能	1
1.2 模具钢的选用	5
1.3 冷作模具钢	6
1.4 热作模具钢	12
1.5 塑胶模具钢	17
1.6 特种模具钢	21
1.7 工具钢	23
第 2 章 典型冷作模具钢	28
001 Q235 钢	28
002 10 钢	28
003 20 钢	29
004 20Cr 钢	30
005 S20C 钢	30
006 20CrMnTi 钢	31
007 S30C 钢	32
008 S45C 钢	32
009 45 钢	33
010 S50C 钢	34
011 S55C 钢	34
012 40Cr 钢	35
013 50 钢	36
014 50CrV (A) 钢	36
015 65 钢	37
016 65Mn 钢	37
017 60Si2Mn (A) 钢	38
018 60Si2CrA 钢	39
019 T7 (A) 钢	40
020 SK6 钢	40
021 SK7 钢	41
022 T8 (A) 钢	41
023 T8Mn (A) 钢	43
024 SK5 钢	43
025 T9 (A) 钢	44
026 SK4 钢	44
027 T10 (A) 钢	45
028 SK3 钢	47
029 G4401 钢	48
030 T11 钢	48
031 T12 (A) 钢	49
032 SK2 钢	50
033 T13 (A) 钢	51
034 SK1 钢	51
035 MnSi 钢	52
036 SKS5 钢	52
037 SKS42 钢	53
038 V 钢	53
039 SKS43 钢	54
040 SKS44 钢	54
041 W 钢	54
042 SKS21 钢	55
043 SKS51 钢	55
044 SKS7 钢	56
045 W2 钢	56
046 9Cr2 钢	56
047 9SiCr 钢	57
048 8MnSi 钢	59
049 Cr 钢	60
050 Cr2 钢	60
051 CrW5 钢	62
052 Cr4W2MoV 钢	63

053	Cr5Mo1V 钢	64
054	Cr6WV 钢	65
055	SKD12 钢	67
056	A2 钢	67
057	ZD-SKD12 钢	68
058	1.2363 钢	68
059	XW-10 钢	69
060	4CrW2Si 钢	69
061	45WCrV7 钢	70
062	ED-1.2542 钢	71
063	5CrW2Si 钢	72
064	Cr06 钢	73
065	SKS8 钢	73
066	6CrW2Si 钢	74
067	DS 钢	75
068	Cr8Mo2WSiV 钢	75
069	9Mn2 钢	76
070	9Mn2V 钢	76
071	1.2842 钢	78
072	SiMnMo 钢	78
073	9CrWMn 钢	79
074	美国 01 钢	80
075	GS510 钢	80
076	ZD-01 钢	81
077	FT37 钢	82
078	SGT 钢	82
079	DF-3 钢	83
080	YK30 钢	83
081	SW-YK30 钢	84
082	YCS3 钢	85
083	K460 钢	85
084	1.2510 钢	86
085	W.1.2510 钢	87
086	布德鲁斯 2510 钢	87
087	SKS3 钢	88
088	GOA 钢	89
089	K460 钢	89
090	MnCrWV 钢	90
091	CrMn 钢	90
092	CrWMn 钢	91
093	SKS31 钢	93
094	GS842 钢	94

095	GD 钢	94
096	Cr12 钢	95
097	SKD1 钢	96
098	百禄 K100 钢	97
099	SLD 钢	97
100	QCM8 钢	98
101	撒斯特 1.2080 钢	99
102	Cr12W 钢	99
103	FT31 钢	100
104	1.2436 钢	100
105	XW-5 钢	100
106	Cr12Mo 钢	101
107	Cr12V 钢	102
108	Cr12MoV 钢	102
109	1.2601 钢	105
110	D3 钢	106
111	SKD11 钢	106
112	Cr12Mo1V1 钢	107
113	D2 钢	108
114	百禄 D2 钢	109
115	STD11 钢	110
116	FT32 钢	110
117	RT32 钢	110
118	R-8M 钢	111
119	XW-42 钢	111
120	SW-SKD11 钢	112
121	KD11S 钢	112
122	1.2379 钢	113
123	W.1.2379 钢	114
124	德威 2379 钢	115
125	布德鲁斯 2379 钢	116
126	百禄 K110 钢	116
127	DC11 钢	117
128	SKD11 优化钢	117
129	DC53 钢	118
130	DF2 钢	118
131	K340 钢	119
132	Tenasteel 钢	119
133	Cr3MnVTi 钢	120
134	Cr2Mn2SiWMoV 钢	120
135	GCr6 钢	121
136	GCr15 钢	122

137	LD1 钢	123
138	LD2 钢	124
139	5Cr4Mo3SiMnVAI 钢	124
140	1. 2767 钢	125
141	GM 钢	126
142	955 钢	127
143	W18Cr4V 钢	128
144	美国 T1 钢	130
145	W14Cr4VMnRE 钢	131
146	9W18Cr4V 钢	131
147	M1 钢	131
148	M2 钢 (正常碳)	132
149	EM2 钢	132
150	W6Mo5Cr4V2 钢	133
151	M2 钢 (高碳)	135
152	W12Cr4V5Co5 钢	136
153	S390PM 钢	136
154	6W6Mo5Cr4V2 钢	137
155	W6Mo5Cr4V2Al 钢	138
156	HAP70 钢	138
157	M3 Class1 钢	139
158	M3 Class2 钢	139
159	M4 钢	140
160	M6 钢	140
161	M7 钢	141
162	1. 3348 钢	141
163	W2Mo9Cr4V2 钢	142
164	CH 钢	143
165	635 钢	143
166	HMD5 钢	144
167	HFH-1 钢	144
168	SW718H 钢	144
169	ER5 钢	145
170	SLD-MAGIC 钢	145
171	VIKING 钢	146
172	一胜百 88 钢	146
173	YW1 (R) 钢	147
174	YW2 钢	147
175	M10 钢 (正常碳)	148
176	M10 钢 (高碳)	148
177	M15 钢	149
178	M30 钢	149

179	YXM4 钢	149
180	XVC5 钢	150
181	M35 钢	150
182	M41 钢	150
183	W7Mo4Cr4V2Co5 钢	151
184	M42 钢	152
185	SKH55 钢	152
186	W6Mo5Cr4V2Co5 钢	153
187	M48 钢	153
188	美国 T4 钢	154
189	W10Mo4Cr4V3A1 钢	154
190	W12Cr4V4Mo 钢	155
191	SKH9 钢	155
192	W9Cr4V2 钢	156
193	F205 钢	156
194	DEX20 钢	157
195	M35 钢	157
196	S705 钢	158
197	A23 钢	158
198	A30 钢	159
199	S590PM 钢	159
200	A60 钢	159
201	M42 钢	160
202	SKH51 钢	161
203	MH51 钢	161
204	DY-SKH51 钢	162
205	布德鲁斯 1. 3343 钢	162
206	YXM1 钢	163
207	W6Mo5Cr4V3 钢	163
208	SKH59 钢	164
209	S500 钢	165
210	W2Mo9Cr4VCo8 钢	165
211	6W6Mo5Cr4V 钢	166
212	O12Al 钢	166
213	GT35 钢	167
214	GW50 钢	168
215	YG6 钢	169
216	YG6X 钢	169
217	YG6A 钢	169
218	YG8 钢	170
219	YG8C 钢	170
220	YG8 (R) 钢	171

221	YG11 (C) 钢	171
222	YG20 钢	171
223	YG20C 合金	172
224	YG25 钢	172
225	G8 钢	172
226	K90 钢	173
227	TLMW50 钢	173
228	DT 合金	173
229	D1 合金	174
230	T1 合金	174
231	YG15 钢	174
232	WC20CrMoWV 钢	175
233	ZK10UF 钢	175
234	ZK30UF 钢	176
235	ZK30.1 钢	176
236	G6 钢	176
237	GTi30 钢	177
238	ZK30SF 钢	177
239	YT05 钢	177
240	YT30 钢	178
241	YG3X 钢	178
242	M2-PM 钢	178
243	M3-PM 钢	179
244	M4-PM 钢	179
245	M61-PM 钢	179
246	ASP2015 钢	180
247	ASP2017 钢	180
248	ASP2030 钢	180
249	ASP2053 钢	180

250	ASP2060 钢	181
251	ASP2080 钢	181
252	CPM10V 钢	181
253	65Nb 钢	181
254	O12Al 钢	183
255	CG2 钢	184
256	LM1 钢	184
257	VANADIS-4 钢	185
258	ASP23 钢	185
259	CPM 3V 钢	186
260	CPM 10V 钢	187
261	HAP10 钢	187
262	S690PM 钢	188
263	HAP20 钢	188
264	HAP40 钢	188
265	HAP50 钢	189
266	HAP60 钢	189
267	HAP72 钢	189
268	W9Mo3Cr4V 钢	190
269	百禄 K107 钢	190
270	VANADIS-10 钢	190
271	ASP30 钢	191
272	S790PM 钢	191
273	日立 SLD8 钢	191
274	KD21 钢	192
275	锌合金	192
276	高强度球墨铸铁	192
277	CuMo 合金铸铁	193

第 3 章 典型热作模具钢

278	5CrNiMo 钢	194
279	SKT4 钢	195
280	瑞典 2550 钢	196
281	6F2 钢	196
282	L6 钢	197
283	GFA 钢	197
284	55CrNiMoV6 钢	198
285	布德鲁斯 2711 钢	198
286	4Cr5MoSiV1 钢	199
287	4Cr5MoV1Si 钢	201

288	X40CrMoV5-1 钢	201
289	W302 钢	202
290	8402 钢	202
291	H6 钢	203
292	T20813 钢	203
293	HD 钢	204
294	ToughteM 钢	204
295	5Cr2 钢	205
296	3Cr2MoWVNi 钢	205
297	5CrMnMo 钢	206

298	SKT3 钢	207
299	SKT5 钢	207
300	1. 2311 钢	207
301	1. 2714 钢	208
302	5Cr2MoNiV 钢	209
303	SKT4 优化钢	209
304	5CrMnSiMoV 钢	210
305	GH95 钢	210
306	45Cr2 钢	210
307	5Cr2NiMoVSi 钢	211
308	4CrMnSiMoV 钢	212
309	7Cr3 钢	213
310	8Cr3 钢	213
311	DHA1 钢	214
312	DH31-S 钢	214
313	SKD4 钢	215
314	3Cr2W8V 钢	215
315	H21 钢	217
316	4Cr5MoVSi 钢	218
317	4Cr5MoV1Si 钢	218
318	2242 钢	219
319	H7 钢	219
320	SKD5 钢	220
321	SKD6 钢	220
322	H11 钢	221
323	4Cr5MoSiV 钢	222
324	SM4Cr5MoSiV 钢	223
325	W300 钢	223
326	H5 钢	224
327	EP8 钢	224
328	012Al 钢	225
329	QRO-90 钢	225
330	HD71 钢	226
331	QRO-90HT 钢	226
332	HOTVAR 钢	227
333	AH61 钢	227
334	TQ1 钢	228
335	QDH 钢	228
336	Y4 钢	229
337	1. 2367ESR 钢	230
338	RPU 钢	230
339	W303 钢	231

340	4Cr3Mo3SiV 钢	231
341	SKD7 钢	232
342	日立 YEM 钢	232
343	W321 钢	233
344	W720 钢	233
345	30CrMnSi 钢	233
346	35CrMo 钢	234
347	38CrSi 钢	234
348	4Cr5W2SiV 钢	235
349	H13 钢	235
350	SKD61 钢	236
351	葛利兹 1. 2344 钢	237
352	德威 GSW 2344 钢	238
353	DAC 钢	238
354	KDA MAX 钢	239
355	8407 钢	239
356	SW-8407 钢	240
357	USD 钢	240
358	ESKYLOS 2344 钢	241
359	HDS-1 钢	242
360	SKD61 优化	242
361	布德鲁斯 2347 钢	243
362	FDAC 钢	243
363	W. 1. 2344 ESR 钢	243
364	DAC55 钢	244
365	SKD62 钢	245
366	4Cr5WMoSiV 钢	245
367	4Cr5W2VSi 钢	246
368	Y10 钢	246
369	5SiMnMoV 钢	247
370	4CrW2Si 钢	247
371	SKS41 钢	248
372	5CrW2Si 钢	248
373	6CrW2Si 钢	249
374	8Cr13 钢	250
375	HM1 钢	251
376	HM3 钢	252
377	RM2 钢	254
378	GH132B 钢	256
379	CG2 钢	256
380	012Al 钢	258
381	3Cr3Mo3VNb 钢	259

382	4Cr4Mo2WSiV 钢	260	396	W6Mo5Cr4V5SiNbAl 钢	267
383	GR 钢	260	397	W12Mo3Cr4V3Co5Si 钢	267
384	4SiMnW3Mo2VN 钢	261	398	V3N 钢	267
385	50Si 钢	262	399	ADC3 钢	268
386	50Nb 钢	262	400	4Cr14Ni14W2Mo 钢	268
387	W. 1. 2367 钢	262	401	3Cr3Mo3W2V 钢	269
388	QRO80M 钢	263	402	Mo18 钢	270
389	DIEVAR 钢	263	403	CR 钢	270
390	A-MAX 钢	263	404	R6 钢	270
391	5Mn15 钢	264	405	0Cr17Ni7Al 钢	270
392	JDH2 钢	264	406	钼钛 (MTZ) 合金	271
393	JDH3 钢	265	407	钨基合金	271
394	DH31S 钢	266	408	5Cr4Mo 钢	272
395	W18Cr4V2Co8 钢	266	409	45Mn2 钢	272

第 4 章 典型塑胶模具钢

410	20 钢	273	435	20Cr2Ni4 钢	285
411	S20C 钢	273	436	18Ni140 钢	286
412	20Cr 钢	274	437	18Ni170 钢	286
413	20CrMnTi 钢	275	438	18Ni210 钢	287
414	S25C 钢	276	439	1Cr18Ni9Ti 钢	287
415	S35C 钢	276	440	1Cr17Ni2 钢	287
416	C45W 钢	276	441	Cr17Ni2 钢	288
417	45 钢	277	442	18Cr2Ni4W 钢	289
418	SM45 钢	278	443	20Cr2Ni4 钢	290
419	SM48 钢	278	444	NAK80 钢	290
420	50 钢	279	445	GEST80 钢	291
421	SM50 钢	279	446	GS767 钢	292
422	SM53 钢	280	447	6F7 钢	292
423	55 钢	280	448	1. 2767 钢	292
424	C55W 钢	281	449	RAMAX 2 钢	293
425	SM55 钢	281	450	CENA1 钢	293
426	S55C 钢	282	451	30CrMnSiNi2A 钢	294
427	SD18T 钢	282	452	3Cr2Mo 钢	294
428	P2 钢	282	453	SM3Cr2Mo 钢	296
429	P3 钢	283	454	P20 钢	296
430	P4 钢	283	455	抚钢 P20 钢	297
431	8416 钢	284	456	DY-P20 钢	298
432	SM1CrNi3 钢	284	457	SW-P20H 钢	298
433	12CrNi2 钢	284	458	PX88 钢	299
434	12CrNi3 钢	285	459	M202 钢	299

460	PX5 钢	300	502	KPM30 钢	321
461	1.2311 钢	300	503	M238 钢	321
462	618 钢	301	504	3Cr2NiMnMo 钢	322
463	H3 钢	301	505	42CrMo4 钢	322
464	撒斯特 GS2311 钢	302	506	PDS3 钢	322
465	B20 钢	302	507	SLD 钢	323
466	M238 Ecoplus 钢	302	508	SM3Cr2Ni1Mo 钢	323
467	718 钢	303	509	SM2CrNi3MoAl1S 钢	324
468	718S 钢	303	510	SMCr12Mo1V1 钢	324
469	B30 钢	304	511	SM2Cr13 钢	325
470	3Cr2NiMo 钢	304	512	4Cr13 钢	325
471	P20 + Ni 钢	304	513	SM4Cr13 钢	326
472	P4410 钢	305	514	SUS420J2 钢	327
473	HPM7 钢	306	515	M300 钢	327
474	1.2738HH 钢	306	516	布德鲁斯 2083 钢	328
475	FT62 钢	308	517	FT64 钢	328
476	1.2738 钢	308	518	HPM38 钢	329
477	布德鲁斯 2738 钢	309	519	P21 钢	329
478	法国 2738 钢	309	520	M461 钢	329
479	SP400 钢	309	521	HPM50 钢	330
480	2738H 钢	310	522	HPM38 (S) 钢	330
481	SW718H 钢	310	523	420SS 钢	331
482	718 (HH) 钢	311	524	X42Cr13 钢	331
483	ALUMEC 合金	311	525	GS2083 钢	332
484	DH2F 钢	311	526	CLC2083 钢	332
485	6Cr5NiMoV 钢	312	527	420 钢	332
486	618HH 钢	312	528	布德鲁斯 2083 钢	332
487	CH-1 钢	312	529	1.2083 钢	333
488	DY718 钢	313	530	1.2083ESR 钢	333
489	718HH 钢	314	531	W. 1.2083ESR 钢	334
490	GCr15 钢	314	532	STAVAX ESR 钢	334
491	GCr15SiMn 钢	315	533	POLMAX 钢	335
492	NAK55 钢	315	534	SW-SUS420J2 钢	335
493	3Cr2MnNiMo 钢	316	535	SUS420J2 优化	336
494	布德鲁斯 2711 钢	316	536	M340 钢	336
495	GD 钢	317	537	M310H ESR 钢	336
496	SP300 钢	318	538	S136 钢	337
497	KEYLOS2003 钢	319	539	S136S 钢	337
498	HPM2 钢	319	540	M310ESR 钢	337
499	65Mn 钢	320	541	1.2083ESR 钢	338
500	60Si2Mn 钢	320	542	8Cr13 钢	338
501	TG2 钢	321	543	2Cr13 钢	339

544	SM3Cr17Mo 钢	340
545	S30C 钢	340
546	S45C 钢	341
547	S50C 钢	341
548	B30 钢	342
549	B30M 钢	342
550	38CrMoAlA 钢	343
551	布德鲁斯 2311 钢	343
552	1. 2311 钢	343
553	40CrMnMo 钢	344
554	布德鲁斯 1. 2312 钢	344
555	DS3 钢	345
556	CORRAX 钢	345
557	DF2 钢	345
558	DF3 钢	346
559	LJ 钢	346
560	X6CrMo4 钢	347
561	8Cr2S 钢	347
562	5NiSCa 钢	348
563	SM1 钢	349
564	25CrNi3MoAl 钢	349
565	06 钢	351
566	T7 (A) 钢	351
567	T8 (A) 钢	352
568	T10 (A) 钢	353
569	T12 (A) 钢	354
570	SK2 钢	354
571	40Cr 钢	355
572	42CrMo 钢	356
573	65MnV 钢	356
574	9SiCr 钢	357
575	9Mn2V 钢	357
576	CrWMn 钢	358
577	9CrWMn 钢	359
578	1. 2510 钢	360
579	YK30 钢	361
580	MnCrWV 钢	361
581	W18Cr4V 钢	362
582	65Nb 钢	363
583	HM3 钢	363
584	Cr12MoV 钢	365
585	PMS 钢	366

586	SM2 钢	367
587	DT1 钢	368
588	DT2 钢	368
589	H13 钢	368
590	SKD61 钢	369
591	SM4Cr5MoSiV1 钢	370
592	3Cr13 钢	370
593	S-136ESR 钢	371
594	S-136SUPREME 钢	371
595	9Cr18 钢	371
596	440C 钢	372
597	9Cr18Mo 钢	373
598	1. 4125ESR 钢	374
599	LKM738 钢	374
600	布德鲁斯 2316 钢	374
601	1. 2316ESR 钢	375
602	1. 2316 钢	375
603	ARCELOR 2316 钢	376
604	YE 2316 ESR 钢	376
605	GSW 2316 ESR 钢	376
606	PAK90 钢	377
607	XPM 钢	377
608	PX5N 钢	377
609	S-STAR 钢	378
610	G-STAR 钢	378
611	SP300 钢	379
612	SP400 钢	379
613	SP2738HH 钢	379
614	MEK4 钢	380
615	XPM36 钢	380
616	PX4 钢	381
617	PCR 钢	381
618	8Cr2 钢	382
619	M310 钢	383
620	M330 VMR 钢	383
621	168 钢	384
622	MM40 钢	384
623	moldMAX 钢	384
624	moldMAX HH 钢	385
625	PROtherm 钢	385
626	MMXL 钢	386
627	AMPCO940 合金钢	386

628	ELMAX 钢	387
629	法国塑模钢 2316	387

630	Zn-4Al-3Cu	387
-----	------------	-----

第 5 章 典型特种模具钢及其他模具材料 389

631	7Mn15Cr2Al3V2WMo	389
632	50Mn 钢	389
633	5Cr21 钢	389
634	USN 钢	390
635	1.2343M 钢	390
636	X38CrMo51 钢	391
637	W6Mo5Cr4V5SiNbAl 钢	391
638	合金铸铁配方 1	391
639	合金铸铁配方 2	391
640	合金铸铁配方 3	391
641	合金铸铁配方 4	392
642	合金铸铁配方 5	392
643	合金铸铁配方 6	392
644	普通铸铁配方 1	392
645	合金铸铁配方 7	393
646	普通铸铁配方 2	393
647	低锡铸铁	393
648	铜铬铸铁	393

649	中硅稀土	394
650	中硅钼稀土	394
651	低锡铸铁	394
652	低铝铸铁	394
653	含铝耐热蠕墨铸铁	395
654	SMRI-86 合金铸铁	395
655	稀土铸铁	395
656	GY 钢	395
657	4Cr13Ni 钢	396
658	3Cr17Mo 钢	397
659	CHD 钢	397
660	PORCERAX II 透气钢	397
661	PM-35 排气钢	399
662	低熔点合金	399
663	锌基合金	400
664	铝青铜	401
665	聚氨酯橡胶	401

参考文献 402

索引：工模具钢种检索指南 405

(1) **冶金质量** 冶金质量对模具钢的性能有很大的影响,只有具有良好的冶金质量,才能充分发挥模具钢的各种性能。冶金质量一般包括以下几方面:冶炼质量,轧制、锻造工艺性能,热处理和精加工性能,导热性及精料和制品化程度。

(2) **可加工性能** 模具钢的可加工性能包括: 模具的冷加工性能, 如切削、磨削、抛光、冷挤压、冷拉工艺性, 而热加工性能包括热塑性和热加工范围温度等。良好的可加工性能是选用模具钢的重要条件之一。

(4) **淬透性和淬硬性** 淬硬性取决于钢的含碳量，淬透性主要取决于钢的化学成分、合金元素含量和淬火前的组织状态。大部分要求高硬度的冷作模具，对淬硬性要求较高；而大部分热作模具和塑料模具，对于硬度的要求则相对较低，往往很注重淬透性；特别是对于一些大截面深型腔模具，为了使模具的心部也得到良好的组织和均匀的硬度，就要求选用淬透性好的模具钢。

(6) **硬度** 硬度是模具钢的主要技术性能指标, 为了保持模具形状尺寸稳定不变, 模具在高应力的作用时, 必须具有足够高的硬度。冷作模具钢在室温条件下一般应将硬度保持在 60HRC 左右, 热作模具钢根据其工作条件, 一般要求保持硬度在 40~55HRC 范围。对于同一钢种而言, 在一定的硬度值范围, 硬度与变形抗力成正比; 但具有同一硬度值而成分及组织不同的钢种之间, 其塑性变形抗力可能有明显的差别。

(7) **红硬性** 在高温状态下工作的热作模具，要求保持其组织和性能的稳定性，从而保持足够高的硬度，这种性能称为红硬性。红硬性也是保持其硬度和组织稳定性，抵

抗软化的能力,是热作模具钢和部分重载冷作模具钢的重要性能指标。碳素工具钢、低合金工具钢通常能在 $180\sim 250^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内保持这种性能,铬钼热作模具钢一般在 $550\sim 600^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内保持这种性能。钢的红硬性主要取决于钢的化学成分和所采取的热处理工艺。

(8) **强度** 强度是指钢在服役过程中,抵抗变形和断裂的能力。对于模具来说,则是整个成型面或各个部位在服役过程中抵抗拉伸力、压缩力、弯曲力、扭转力或综合力的能力。

衡量钢材强度常用的方法是进行拉伸试验。对于在压缩条件下工作的模具,还经常给出抗压强度。

对于模具钢,特别是含碳量高的冷作模具钢,因为塑性很差,一般不用抗拉强度而是以抗弯强度作为实用指标。弯曲试验产生的应力状态与许多模具工作表面产生的应力状态极相似,能比较精确地反映出材料的成分及组织因素对性能的影响。抗弯试验甚至对极脆的材料也能反映出一定的塑性。

在拉伸曲线图上有一个特殊点,当拉力到达这一点时,试棒在拉力不增加或有所下降情况下发生明显伸长变形,这种现象称为屈服。这时的应力称为这种材料的屈服点。而当外力去除后不能恢复原状的变形,这部分变形被保留下来的变形,称为塑性变形。屈服点是衡量模具钢塑性变形抗力的指标,也是最常用的强度指标。对模具材料要求具有高的屈服强度,模具产生塑性变形,就意味着失效。

(9) **塑性** 淬硬后模具钢的塑性较差,尤其是冷变形模具钢,在很小的塑性变形时即发生脆断。衡量模具钢塑性好坏,通常采用断后伸长率和断面收缩率两个指标表示。

断后伸长率是指拉伸试样拉断以后长度增加的相对百分数,以 δ 表示。断后伸长率 δ 数值越大,表明钢材塑性越好。热模钢的塑性明显高于冷模钢。

断面收缩率是指拉伸试棒经拉伸变形和拉断以后,断裂部分截面的缩小量与原始截面之比,以 ψ 表示。塑性材料拉断以后有明显的缩颈,所以 ψ 值较大。而脆性材料拉断后,截面几乎没有缩小,即没有缩颈产生, ψ 值很小,说明塑性很差。

(10) **韧性** 韧性是模具钢的一种重要性能指标,韧性决定了材料在冲击试验力作用下对破裂的抗断能力。材料的韧性越高,脆断的危险性越小,抗热疲劳强度也越高。对于衡量模具脆断倾向,冲击韧性试验具有重要意义。

模具钢的化学成分、晶粒度、纯净度、碳化物和夹杂物等的数量、形貌、尺寸大小及分布情况,以及模具钢的热处理制度和热处理后得到的金相组织等因素,都对钢的韧性带来很大的影响。特别是钢的纯净度和热加工变形情况对于其横向韧性的影响更为明显,钢的韧性、强度和耐磨性往往是相互矛盾的,通过合理地选择钢的化学成分并且采用合理的精炼、热加工和热处理工艺,可以使模具材料的耐磨性、强度和韧性达到最佳的配合。

对于受强烈冲击载荷的模具,如冷作模具的冲头、锤用热锻模具、冷锻模具、热锻模具等,模具钢的韧性是十分重要的考虑因素;对于在高温下工作的模具,还必须考虑其在高温下的高温韧性;而对于多向承受冲击载荷作用的模具,还必须考虑其各向同性的影响。

冲击韧性是表征材料在一次冲击过程中试样在整个断裂过程中吸收的总能量。但是

很多工具是在不同工作条件下疲劳断裂的,因此,常规的冲击韧性不能全面地反映模具钢的断裂性能。小能量多次冲击断裂功或多次断裂寿命和疲劳寿命等试验技术正在被采用。

冲击韧性是指冲击试样缺口处截面积上的冲击吸收功,而冲击吸收功是指规定形状和尺寸的试样在冲击试验力一次作用下折断时所吸收的功。冲击试验有夏比 U 形缺口冲击试验(试样开成 U 形缺口)、夏比 V 形缺口冲击试验(试样开成 V 形缺口)以及艾氏冲击试验。

影响冲击韧性的因素很多。不同材质的模具钢冲击韧性相差很大,即使同一种材料,因组织状态不同、晶粒大小不同、内应力状态不同,冲击韧性也不相同。通常是晶粒越粗大,碳化物偏析越严重(带状、网状等)、马氏体组织越粗大等,这些都会促使钢材变脆。一般情况是温度越高冲击韧性值越高,而有的钢常温下韧性很好,当温度下降到 $-20\sim-40^{\circ}\text{C}$ 时会变成脆性钢。

(11) **热稳定性** 热稳定性表征钢在受热过程中保持金相组织和性能的稳定能力。通常,钢的热稳定性用回火保温 4h、硬度降到 45HRC 时的最高加热温度表示。这种方法与材料的原始硬度有关,有资料将达到预定强度级别的钢加热,保温 2h,使硬度降到一般热锻模失效硬度 35HRC 的最高加热温度定为该钢热稳定性指标。对于因耐热性不足而堆积塌陷失效的热作模具,可以根据热稳定性预测模具的寿命水平。

(12) **回火稳定性** 回火稳定性指钢随回火温度升高,材料的强度和硬度下降快慢的程度,也称回火抗力或抗回火软化能力。通常以钢的回火温度-硬度曲线来表示,硬度下降慢,则表示回火稳定性高或回火抗力大。回火稳定性也是与回火时组织变化相联系的,它与钢的热稳定性共同表征钢在高温下的组织稳定性程度,表征模具在高温下的变形抗力。

(13) **高温磨损与抗氧化性能** 高温磨损是热作模具主要失效形式之一,正常情况下,绝大多数锤锻模及压力机模具都因磨损而失效。抗热磨损是对热作模具的使用性能的要求,是多种高温力学性能的综合体现。现在国内已有单位在自制的热磨损机上进行模具热磨损试验,收到较理想的试验效果。

实际使用表明,模具材料抗氧化性能的优劣,对模具使用寿命影响很大。因氧化会加剧模具工作过程中的磨损,导致模具型腔尺寸超差而报废。氧化还会使模具表面产生腐蚀沟,成为热疲劳裂纹起源,加剧模具热疲劳裂纹的萌生与扩展。因此,要求模具具备一定的抗氧化性能。

(14) **抗咬合能力** 咬合抗力实际就是发生“冷焊”时的抵抗力。该性能对于模具材料较为重要。试验时通常在干摩擦条件下,把被试验的工具钢试样与具有咬合倾向的材料(如奥氏体钢)进行恒速对偶摩擦运动,以一定的速度逐渐增大载荷,此时,转矩也相应增大,该载荷称为“咬合临界载荷”。临界载荷越高,标志着咬合抗力越强。

(15) **抗软化能力** 抗软化能力表征了模具在承载时,因钢的温度升高对硬度、耐磨性的抵抗能力。

(16) **抗压屈服强度和抗压弯曲强度** 模具在使用过程中经常受到强度较高的压力和弯曲的作用,因此要求模具材料应具有一定的抗压强度和抗弯强度。在很多情况下,进行抗压试验和抗弯试验的条件接近于模具的实际工作条件。例如,所测得的模具钢的

抗压屈服强度与冲头工作时所表现出来的变形抗力较为吻合。抗弯试验的优点是应变量的绝对值大,能较灵敏地反映出不同钢种之间以及在不同热处理和组织状态下变形抗力的差别。

(17) **耐磨性** 决定模具使用寿命最重要的因素往往是模具材料的耐磨性。模具在工作中承受相当大的压应力和摩擦力,要求模具能够在强烈摩擦状况下仍保持其尺寸精度。模具的磨损形式主要有机械磨损、氧化磨损和熔融磨损三种类型。为了改善模具钢的耐磨性,就要既保持模具钢具有高的硬度,又要保证钢中碳化物或其他硬化相的组成、形貌和分布比较合理。对于重载、高速磨损条件下服役的模具,要求模具钢表面能形成薄而致密、黏附性好的氧化膜,保持润滑作用,减少模具和工件之间产生粘咬、焊合等熔融磨损,又能减少模具表面进行氧化造成氧化磨损。所以模具的工作条件对钢的磨损有较大的影响。

耐磨性可采用模拟的试验方法,测出相对的耐磨指数 ϵ ,作为表征不同化学成分及组织状态下的耐磨性水平的参数。以呈现规定毛刺高度前的寿命,反映各种钢的耐磨水平;试验是以 Cr12MoV 钢为基准($\epsilon=1$)进行对比,反映工模具钢在磨粒磨损条件下的耐磨性水平。

(18) **抗热疲劳能力及断裂韧性** 热疲劳抗力表征了材料热疲劳裂纹萌生前的工作寿命和萌生后的扩展速率。热疲劳抗力通常以 20~750℃ 条件下反复加热冷却时,所发生裂纹的循环次数或当循环一定次数后测定裂纹长度来确定。热疲劳抗力高的材料不易发生热疲劳裂纹,或当裂纹萌生后,扩展量小、扩展缓慢。断裂韧性则表征了裂纹失稳扩展抗力,断裂韧性好,则裂纹不易发生失稳扩展。

除常规力学性能如冲击韧性、抗压强度、抗弯强度等一次性断裂抗力指标外,小能量多次冲击断裂抗力更符合冷作模具实际使用状态性能,作为模具材料的性能指标还包括抗压疲劳强度、接触疲劳强度等。这种疲劳断裂抗力指标是由在一定循环应力下测得的断裂循环次数,或在一定循环次数下导致断裂的载荷来表征的,是否把断裂韧性作为冷作模具材料的一项重要性能指标,尚待研究和探讨。热作模具钢在服役条件下除了承受载荷的周期性变化之外,还受到高温及周期性的急冷急热的作用,因此,评价热作模具钢的断裂抗力应重视材料的热机械疲劳断裂性能。热机械疲劳是一种综合性能的指标,它包括抗热疲劳性能、机械疲劳裂纹扩展速率和断裂韧性三个方面。

抗热疲劳性能反映材料在热疲劳裂纹萌生之前的工作寿命,抗热疲劳性能高的材料,萌生热疲劳裂纹的热循环次数较多;机械疲劳裂纹扩展速率反映材料在热疲劳裂纹萌生之后,在锻压力的作用下裂纹向内部扩展时,每一应力循环的扩展量;断裂韧性反映材料对已存在的裂纹发生失稳扩展的抗力。断裂韧性高的材料,其裂纹如要发生失稳扩展,必须在裂纹尖端具有足够高的应力强度因子,也就是必须有较大的裂纹长度。在应力恒定的前提下,在一种模具中已经存在一条疲劳裂纹,如果模具材料的断裂韧性值较高,则裂纹必须扩展得更深,才能发生失稳扩展。

因此,抗热疲劳性能决定了疲劳裂纹萌生前的那部分寿命;而机械疲劳裂纹扩展速率和断裂韧性,可以决定当裂纹萌生后发生亚临界扩展的那部分寿命。因此,热作模具如要获得高的寿命,模具材料应具备高的抗热疲劳性能、低的机械疲劳裂纹扩展速率和高的断裂韧性值。