

模具钢应用 经验手册

李书常 主编



 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

模具钢应用经验手册

李书常 主编



机械工业出版社

前 言

模具钢是模具制造业的基础，它对模具的设计和制作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数十种钢种有一些介绍，或者因为流于传统习惯或受篇幅所限，或者缺乏对新型模具钢的大胆推介，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的介绍，制约着模具制造业的快速发展。

本书以前所未有的崭新内容，结合编者近三十年来对模具钢应用的研究成果，将许多国家和地区的各类模具钢进行对比和分析，详尽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。作者本着实用、新颖、广泛、简明的目的，对精选的700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、热加工规范等重要内容，尤其是对各种模具材料的近4000种典型应用经验案例进行了介绍。

本书可作为模具设计、制造、使用的工程技术人员、管理人员、操作人员的工具书和行业培训用书，还可以作为各类大专院校机械、模具等相关专业的教学用书，对模具行业的教学和生产具有重要的参考价值，也可作为模具钢材料流通领域推广应用新型材料的参考文献。

本书在介绍每一种钢材时，都尽可能多地抓住它的重要特征或者典型应用的案例，使读者通过阅读本书，可以对目前流行的各种模具钢，举一反三，触类旁通，学以致用。

本书由李书常任主编，并负责统稿工作。其中，第1章由周有源编写，第2章和第3章由李书常编写，第4章由吴娟萍编写。本书在编写过程中得到了宝鸡市机械工程学会模具专业会的大力支持，以及李明珠、冯德虎、乔婉青、刘雪宁等鼎力相助，在此一并致谢！

书中某些温度换算未保留小数。本书在推荐参考牌号时只是近似推荐，由于各种模具的服役条件不同，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也不同，而且不同厂家的生产习惯和热加工设备也存在差异，凡此种种，建议读者在选用各种模具钢时，仔细甄别，根据自己单位的设备、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。

常用模具材料缩写代号一览表

012Al—5Cr4Mo3SiMnVA1	H21—3Cr2W8V
06Ni—06Ni6CrMoVTiAl	HD—4Cr3Mo2NiVNB
3Cr2NiMo—P4410	HDB—4Cr3Mo2NiVNB
5Cr4Mo2W2VSi—VascaMA	LD1—7Cr7Mo3V2Si
5NiSCa—5CrNiMnMoVSCa	LD2—7Cr7Mo3VSi
6W6—6W6Mo5Cr4V	LJ—0Cr4NiMoV
8Cr2S—8Cr2MnWMoVS	LM1—65W8Cr4VTi
17-4PH—0Cr17Ni4Cu4	LM2—65Cr5Mo3W2VSiTi
40CrMnMo—S6	HM1—3Cr3Mo3W2V
50Si—5Cr4W3Mo2VSi	HM3—3Cr3Mo3VNB
50Nb—5Cr4W3Mo2VNB	P2—10CrMo
65Nb—6Cr4W3Mo2VNB	P3—10CrNi
718—3Cr2MnNiMo	P20—3Cr2Mo
74PH—0Cr17Ni4Cu4Nb	P20BSCa—40CrMnVBSCa
A2—Cr5Mo1V	PCR—0Cr16Ni4Cu3Nb
B2—4Cr2MoVNi	PMS—10Ni3MnCuAl
B3—3Cr2WMoVNi	RM2—5Cr4W5MoV
CG2—6Cr4Mo3Ni2WV	SKD1—Cr12—D3
CH-1—7CrSiMnMoV	SKD2—Cr12W
CH75—4Cr3MoSiV	SKD5—3Cr2W8V
DS—6CrMnNiMoVWSi	SKD6—4Cr5MoVSi
ER5—Cr8MoWV3Si	SKD7—4Cr3Mo3SiV
ER8—4Cr3Mo2MnVB	SKD11—Cr12Mo1V1—D2
FT—25CrMnVTiSCaRE	SKD12—Cr6WV—A2
GD—6CrNiMnSiMoV	SKD62—4Cr5W2VSi
GM—9Cr6WMo2V2	SM1—Y55CrNiMnMoV
GCR—4Cr3Mo3W4VTiNb	SM2—Y20CrNi3AlMnMo
H10—4Cr3Mo3SiV	T5—W18Cr4VCo
H11—4Cr5MoSiV	TM—4Cr2Mo2WV
H12—4Cr5MoWVSi	V3N—W12Mo3Cr4V3N
H13—SKD61—4Cr5MoSiV1	Y4—4Cr3Mo2MnVNB
H19—4Cr4W4Co4V2Mo	Y10—4Cr5Mo2SiMnV1

目 录

前言

常用模具材料缩写代号一览表

第 1 章 冷作模具用钢 1

1 Q235 钢	1
2 10 钢	2
3 20 钢	3
4 20Cr 钢	4
5 S20C 钢	7
6 20CrMnTi 钢	8
7 S30C 钢	9
8 S45C 钢	9
9 45 钢	10
10 S50C 钢	13
11 S55C 钢	14
12 40Cr 钢	15
13 50 钢	17
14 50CrV (A) 钢	18
15 65 钢	18
16 65Mn 钢	19
17 60Si2Mn (A) 钢	20
18 60Si2CrA 钢	22
19 T7 (A) 钢	22
20 SK75 钢	24
21 SK65 钢	24
22 T8 (A) 钢	25
23 T8Mn (A) 钢	27
24 SK85 钢	27
25 T9 (A) 钢	28
26 SK95 钢	29
27 T10 (A) 钢	29
28 SK105 钢	33
29 G4401 钢	33
30 T11 钢	34
31 T12 (A) 钢	35
32 SK120 钢	36

33 T13 (A) 钢	37
34 SK140 钢	38
35 MnSi 钢	39
36 SKS5 钢	39
37 SKS42 钢	40
38 V 钢	40
39 SKS43 钢	41
40 SKS44 钢	41
41 W 钢	42
42 SKS21 钢	42
43 SKS51 钢	43
44 SKS7 钢	43
45 W2 钢	44
46 9Cr2 钢	44
47 9Cr2Mo 钢	45
48 9SiCr 钢	46
49 8MnSi 钢	49
50 Cr 钢	49
51 Cr2 钢	50
52 CrW5 钢	52
53 Cr4W2MoV 钢	53
54 Cr5Mo1V 钢	55
55 Cr6WV 钢	56
56 SKD12 钢	58
57 A2 钢	58
58 ZD-SKD12 钢	59
59 1. 2363 钢	60
60 XW-10 钢	60
61 GS363 钢	61
62 JCD 钢	62
63 4CrW2Si 钢	62
64 SKS41 钢	63
65 45WCrV7 钢	64
66 ED-1. 2542 钢	65
67 5CrW2Si 钢	65

68	6CrW2Si 钢	67	108	Cr12W 钢	105
69	Cr06 钢	68	109	FT31 钢	106
70	SKS8 钢	69	110	1.2436 钢	107
71	DS 钢	70	111	XW5 钢	107
72	Cr8Mo2WSiV 钢	70	112	Cr12Mo 钢	108
73	9Mn2 钢	71	113	Cr12V 钢	109
74	9Mn2V 钢	72	114	Cr12MoV 钢	109
75	1.2842 钢	74	115	1.2601 钢	118
76	SiMnMo 钢	74	116	D3 钢	118
77	9CrWMn 钢	75	117	SKD11 钢	119
78	美国 O1 钢	76	118	SW-SKD11 钢	120
79	ZD-O1 钢	77	119	K110 钢	121
80	1.2510 钢	78	120	Cr12Mo1V1 钢	121
81	YK30 钢	79	121	SMCr12Mo1V1 钢	123
82	GS510 钢	79	122	D2 钢	123
83	FT37 钢	80	123	百禄 D2 钢	124
84	SGT 钢	81	124	STD11 钢	125
85	DF-3 钢	81	125	FT32 钢	126
86	YK30 钢	82	126	RT32 钢	126
87	SW-YK30 钢	83	127	R-8M 钢	127
88	YCS3 钢	83	128	XW42 钢	127
89	K460 钢	84	129	KD11S 钢	128
90	1.2510 钢	85	130	1.2379 钢	129
91	W1.2510 钢	86	131	W.1.2379 钢	130
92	布德鲁斯 2510 钢	87	132	德威 2379 钢	131
93	SKS3 钢	88	133	布德鲁斯 2379 钢	132
94	GOA 钢	88	134	百禄 110 钢	132
95	MnCrWV 钢	89	135	DC11 钢	133
96	CrMn 钢	90	136	SKD11 优化钢	134
97	CrWMn 钢	91	137	DC53 钢	134
98	SKS31 钢	97	138	DF2 钢	135
99	H-DF2 钢	97	139	K340 钢	136
100	GS842 钢	98	140	DM9 钢	136
101	GD 钢	98	141	Tenasteel 钢	137
102	Cr12 钢	99	142	Cr3MnVTi 钢	137
103	SKD1 钢	101	143	Cr2Mn2SiWMoV 钢	138
104	百禄 K100 钢	102	144	GCr6 钢	139
105	SLD 钢	103	145	GCr15 钢	140
106	QCM8 钢	104	146	LD 钢	143
107	撒斯特 1.2080 钢	105	147	LD2 钢	145

148	012Al 钢	146	188	W2Mo9Cr4V2 钢	181
149	S7 钢	148	189	CH-1 钢	182
150	1. 2767 钢	149	190	635 钢	184
151	GM 钢	150	191	HMD5 钢	185
152	955 钢	150	192	HFH-1 钢	185
153	W18Cr4V 钢	151	193	SW718H 钢	186
154	W18Cr4VCo5 钢	156	194	SX5 钢	186
155	SKH3 钢	157	195	ER5 钢	187
156	美国 T1 钢	157	196	SLD-MAGIC 钢	187
157	美国 T2 钢	158	197	VIKING 钢	188
158	美国 T3 钢	159	198	一胜百 88 钢	189
159	美国 T4 钢	159	199	YW1 (R) 钢	189
160	美国 T5 钢	160	200	YW2 钢	190
161	美国 T6 钢	160	201	M10 钢 (正常碳)	190
162	美国 T7 钢	161	202	M10 钢 (高碳)	191
163	美国 T8 钢	161	203	M15 钢	191
164	美国 T9 钢	162	204	M30 钢	192
165	W14Cr4VMnRe 钢	162	205	M33 钢	192
166	9W18Cr4V 钢	163	206	M34 钢	193
167	M1 钢	164	207	YXM4 钢	193
168	M2 钢 (正常碳)	164	208	XVC5 钢	194
169	GS323 钢	165	209	M35 钢	194
170	EM2 钢	165	210	M36 钢	195
171	W6Mo5Cr4V2 钢	166	211	M41 钢	196
172	M2 钢 (高碳)	170	212	W7Mo4Cr4V2Co5 钢	196
173	W12Cr4V5Co5 钢	171	213	M42 钢	197
174	T15 钢	172	214	SKH59 钢	198
175	W10Mo4Cr4V3Al 钢	173	215	S500 钢	199
176	S390PM 钢	173	216	W2Mo9Cr4VCo8 钢	200
177	6W6Mo5Cr4V 钢	174	217	SKH55 钢	201
178	6W6Mo5Cr4V2 钢	174	218	M43 钢	202
179	W6Mo5Cr4V2Al 钢	176	219	M44 钢	202
180	A60 钢	176	220	M46 钢	203
181	HAP70 钢	177	221	M47 钢	203
182	M3 Class1 钢	177	222	M50 钢	204
183	M3 Class2 钢	178	223	M52 钢	204
184	M4 钢	179	224	M61 钢	205
185	M6 钢	179	225	M62 钢	205
186	M7 钢	180	226	W6Mo5Cr4V2Co5 钢	206
187	1. 3348 钢	181	227	M48 钢	207

228	美国 T4 钢	207	268	G8 合金	229
229	W10Mo4Cr4V3Al 钢	208	269	K90 合金	229
230	W12Cr4V4Mo 钢	208	270	K91 钢	230
231	SKH9 钢	209	271	TLMW50 钢	230
232	W9Cr4V2 钢	210	272	DT 合金	231
233	F205 钢	211	273	D1 合金	232
234	DEX20 钢	211	274	T1 合金	233
235	S705 钢	212	275	YG15 合金	233
236	A23 钢	212	276	WC20CrMoWV 钢	234
237	VANADIS4 钢	213	277	ZK10UF 合金	234
238	SKH51 钢	213	278	ZK30UF 合金	234
239	DY-SKH51 钢	214	279	ZK30.1 合金	235
240	MH51 钢	215	280	ZK10SF 钢	235
241	GW50 钢	215	281	G6 钢	235
242	布德鲁斯 1.3343 钢	216	282	GTi30 钢	236
243	YXM1 钢	217	283	ZK30SF 合金	236
244	W6Mo5Cr4V3 钢	218	284	YT05 合金	237
245	O12Al 钢	219	285	YT30 合金	237
246	GT35 合金	219	286	YG3 (X) 合金	237
247	RW40 合金	221	287	M2-PM 钢	238
248	GW30 合金	222	288	M3-PM 钢	238
249	GJW50WC 合金	222	289	M4-PM 钢	239
250	GJH-2 合金	222	290	M61-PM 钢	239
251	YN05 钢	223	291	ASP2015 钢	239
252	YN10 钢	223	292	ASP2017 钢	240
253	YG4C 合金	223	293	ASP2030 钢	240
254	YG6 合金	223	294	ASP2053 钢	240
255	YG6X 合金	224	295	ASP2060 钢	241
256	YG6A 合金	224	296	ASP2080 钢	241
257	YG8 合金	225	297	CPM10V 钢	241
258	YG8A 合金	225	298	65Nb 钢	242
259	YG8C 合金	225	299	CG2 钢	244
260	YG8N 合金	226	300	LM1 钢	246
261	YG8 (R) 合金	226	301	LM2 钢	246
262	YG11 (C) 合金	227	302	ASP23 钢	248
263	YG20 合金	227	303	CPM 3V 钢	248
264	YG20C 合金	228	304	CPM 10V 钢	249
265	T35 合金	228	305	HAP10 钢	250
266	YG25 合金	228	306	S690PM 钢	250
267	GT50 钢	229	307	HAP20 钢	251

308	A30 钢	251	347	5Cr2MoNiV 钢	283
309	HAP40 钢	252	348	SKT4 优化钢	284
310	S590PM 钢	252	349	5CrMnSiMoV 钢	284
311	ASP30 钢	253	350	CH95 钢	285
312	HAP50 钢	253	351	45Cr2 钢	286
313	HAP60 钢	254	352	35Cr3Mo3W2VRe 钢	287
314	HAP72 钢	254	353	4CrMnSiMoV 钢	288
315	W9Mo3Cr4V 钢	254	354	7Cr3 钢	289
316	百禄 107 钢	256	355	8Cr3 钢	289
317	VANADIS10 钢	257	356	DHA1 钢	290
318	百禄 S790 钢	257	357	DH31-S 钢	291
319	S790PM 钢	257	358	W18Cr4V2Co8 钢	292
320	日立 SLD8 钢	258	359	SKD4 钢	293
321	日立 CRD 钢	258	360	3Cr2W8V 钢	293
322	KD21 钢	259	361	H21 钢	299
323	锌合金	259	362	4Cr5MoVSi 钢	300
324	高强度球墨铸铁	259	363	1.2343 钢	301
325	CuMo 合金铸铁	260	364	4Cr5MoV1Si 钢	301
第 2 章 热作模具用钢		261	365	4Cr5MoSiV1 钢	303
326	5CrNiMo 钢	261	366	4Cr5MoV1Si 钢	305
327	SKT4 钢	263	367	X40CrMoV5-1 钢	309
328	瑞典 2550 钢	264	368	W302 钢	309
329	6F2 钢	264	369	8402 钢	310
330	L6 钢	265	370	H6 钢	310
331	GFA 钢	266	371	T20813 钢	311
332	55CrNiMoV6 钢	266	372	2242 钢	311
333	布德鲁斯 2711 钢	267	373	H7 钢	312
334	HD 钢	268	374	SKD5 钢	313
335	TM 钢	269	375	SKD6 钢	314
336	ToughteM 钢	269	376	H11 钢	315
337	5Cr2 钢	270	377	4Cr5MoSiV 钢	316
338	3Cr2MoWVN 钢	272	378	SM4Cr5MoSiV 钢	317
339	5CrMnMo 钢	272	379	W300 钢	318
340	40Mn2 钢	278	380	H5 钢	318
341	SKT3 钢	279	381	ER8 钢	319
342	SKT5 钢	280	382	QRO-90 钢	320
343	1.2311 钢	280	383	HD71 钢	320
344	618 钢	281	384	QRO-90HT 钢	321
345	SKD61 钢	282	385	HOTVAR 钢	321
346	1.2714 钢	283	386	AH61 钢	322

387	TQ1 钢	323	427	8Cr13 钢	350
388	QDH 钢	324	428	HM1 钢	351
389	Y4 钢	324	429	HM3 钢	353
390	4Cr3Mo3SiV 钢	325	430	RM2 钢	356
391	4Cr4WMoSiV 钢	326	431	GH132B 钢	358
392	ZDM-2 钢	327	432	3Cr3Mo3VNb 钢	358
393	4Cr9Si2 钢	327	433	4Cr4Mo2WSiV 钢	359
394	4Cr10Si2Mo 钢	328	434	GCR 钢	360
395	SKD7 钢	329	435	4SiMnW3Mo2VN 钢	362
396	日立 YEM 钢	329	436	50Si 钢	362
397	W321 钢	330	437	50Nb 钢	363
398	W720 钢	330	438	W1.2367 钢	364
399	30CrMnSi (A) 钢	331	439	1.2367ESR 钢	364
400	4Cr2NiMoV + 38CrMnSi 钢	331	440	RPU 钢	365
401	35CrMo 钢	332	441	W303 钢	365
402	38CrSi 钢	333	442	QR080M 钢	366
403	4Cr5W2SiV 钢	333	443	DIEVAR 钢	366
404	H13 钢	334	444	A-MAX 钢	367
405	葛利兹 1.2344 钢	335	445	5Mn15 钢	367
406	德威 GSW 2344 钢	336	446	7Mn10 钢	368
407	DAC 钢	336	447	70Mn15 钢	368
408	KDAMAX 钢	337	448	JDH2 钢	369
409	8407 钢	338	449	JDH3 钢	370
410	SW-8407 钢	339	450	DH31S 钢	371
411	USD 钢	339	451	R5 合金	371
412	ESKYLOS 2344 钢	340	452	R8 合金	371
413	HDS-1 钢	341	453	W6Mo5Cr4V5SiNbAl 钢	372
414	SKD61 优化钢	342	454	W10Mo4Cr4V3Co10 钢	372
415	布德鲁斯 2347 钢	342	455	W12Mo3Cr4V3Co5Si 钢	373
416	FDAC 钢	342	456	W12Cr4VCo5 钢	373
417	W1.2344ESR 钢	343	457	V3N 钢	374
418	DAC55 钢	344	458	ADC3 钢	375
419	4SiCrV 钢	345	459	4Cr14Ni14W2Mo 钢	375
420	SKD62 钢	345	460	Cr14Mo 钢	376
421	4Cr5WMoSiV 钢	346	461	Cr14Mo4V 钢	376
422	4Cr5W2VSi 钢	346	462	A88 钢	377
423	Y10 钢	348	463	PH 钢	377
424	5SiMnMoV 钢	349	464	3Cr3Mo3W2V 钢	378
425	6Cr3VSi 钢	349	465	Mo18 钢	379
426	65W4Cr2MoNiV 钢	350	466	CR 钢	379

467	R6 钢	380	506	18Cr2Ni4W 钢	405
468	0Cr17Ni4Cu4Nb 钢	380	507	20Cr2Ni4 钢	406
469	17-7PH 钢	381	508	NAK80 钢	407
470	1Cr17Ni7Al 钢	382	509	GEST80 钢	408
471	0Cr15Ni7Mo2Al 钢	382	510	GS767 钢	409
472	钼钛 (MTZ) 合金	383	511	6F7 钢	409
473	钨基合金	383	512	RAMAX2 钢	410
474	5Cr4Mo 钢	383	513	CENA1 钢	410
475	45Mn2 钢	384	514	30CrMnSiNi2A 钢	410
第 3 章	塑料模具用钢	385	515	3Cr2Mo 钢	411
476	S25C 钢	385	516	SM3Cr2Mo 钢	413
477	S35C 钢	385	517	P20 钢	414
478	C45W 钢	386	518	抚钢 P20 钢	415
479	SM45 钢	386	519	DY-P20 钢	416
480	SM48 钢	387	520	SW-P20H 钢	416
481	SM50 钢	388	521	P20SRE 钢	417
482	SM53 钢	388	522	PX88 钢	417
483	55 钢	389	523	M201 钢	418
484	C55W 钢	389	524	M202 钢	418
485	SM55 钢	390	525	PX5 钢	419
486	SD18T 钢	391	526	PX88 钢	419
487	P2 钢	391	527	H3 钢	420
488	P3 钢	392	528	撒斯特 GS2311 钢	420
489	P4 钢	392	529	B20 钢	421
490	8416 钢	393	530	B20H 钢	421
491	P6 钢	393	531	B25 钢	422
492	SM1CrNi3 钢	393	532	M238Ecoplus 钢	422
493	12CrNi2 钢	395	533	718 钢	423
494	12CrNi3 钢	396	534	718S 钢	423
495	12Cr2Ni4 钢	397	535	B30 钢	424
496	20Cr2Ni4A 钢	398	536	B30H 钢	425
497	18Ni140 钢	399	537	F45V 钢	425
498	18Ni170 钢	399	538	YF45V 钢	426
499	18Ni210 钢	400	539	YF45MnV 钢	426
500	18Ni250 钢	400	540	GF40MnSiVS 钢	426
501	18Ni300 钢	401	541	3Cr2NiMo 钢	427
502	18Ni350 钢	402	542	P20 + Ni 钢	427
503	1Cr18Ni9Ti 钢	403	543	P4410 钢	428
504	1Cr17Ni2 钢	404	544	HPM7 钢	429
505	Cr17Ni2 钢	405	545	1.2738HH 钢	429

546	FT62 钢	431	586	HPM38 钢	455
547	1. 2738 钢	431	587	P21 钢	455
548	布德鲁斯 2738 钢	432	588	2CrNi3MoAlS 钢	456
549	法国 2738 钢	433	589	M461 钢	456
550	SP400 钢	433	590	HPM50 钢	457
551	2738H 钢	434	591	HPM38 (S) 钢	457
552	718HH 钢	434	592	420SS 钢	458
553	ALUMEC 合金	435	593	X42Cr13 钢	459
554	DH2F 钢	435	594	GS2083 钢	459
555	6Cr5NiMoV 钢	436	595	CLC2083 钢	459
556	M238 钢	436	596	420 钢	460
557	618HH 钢	436	597	1. 2083 钢	460
558	DY718 钢	437	598	1. 2083ESR 钢	460
559	GCr15SiMn 钢	437	599	W1. 2083ESR 钢	461
560	NAK55 钢	438	600	M310 钢	462
561	3Cr2MnSiNi2A 钢	439	601	法国塑模 2316 钢	462
562	3Cr2MnNiMo 钢	439	602	Arcelor 2316 钢	463
563	KEYLOS2003 钢	440	603	布德鲁斯 2316 钢	463
564	HPM2 钢	441	604	1. 2316ESR 钢	464
565	PDS5 钢	442	605	1. 2316 钢	465
566	TG2 钢	442	606	YE 2316 ESR 钢	465
567	KPM30 钢	442	607	GSW 2316 ESR 钢	466
568	3Cr2NiMnMo 钢	443	608	STAVAX ESR 钢	466
569	42CrMo 钢	443	609	POLMAX 钢	467
570	42CrMo4 钢	444	610	SW-SUS420J2 钢	467
571	PDS3 钢	445	611	SUS420J2 优化钢	468
572	SM3Cr2Ni1Mo 钢	445	612	M340 钢	468
573	SM2CrNi3MoAlS 钢	446	613	M310H ESR 钢	469
574	AFC-77 钢	447	614	8Cr13 钢	469
575	SM2Cr13 钢	447	615	1Cr13 钢	470
576	4Cr13 钢	448	616	2Cr13 钢	471
577	SM4Cr13 钢	449	617	SM3Cr17Mo 钢	472
578	SUS420J2 钢	451	618	B30 钢	473
579	M300 钢	451	619	B30M 钢	473
580	PAK90 钢	452	620	38CrMoAlA 钢	474
581	S136 钢	452	621	布德鲁斯 2311 钢	475
582	S136S 钢	453	622	42CrMo 钢	475
583	M310ESR 钢	453	623	40CrMnMo 钢	476
584	布德鲁斯 2083 钢	454	624	布德鲁斯 1. 2312 钢	476
585	FT64 钢	454	625	DS3 钢	477

626	CORRAX 钢	477	666	PD613 钢	505
627	DF3 钢	477	667	PCR 钢	505
628	LJ 钢	478	668	8Cr2 钢	506
629	X6CrMo4 钢	479	669	M330 VMR 钢	508
630	8Cr2S 钢	479	670	168 钢	508
631	4NiSCa 钢	481	671	MM40 合金	508
632	5NiSCa 钢	482	672	moldMAX 合金	509
633	06Ni 钢	483	673	moldMAX HH 合金	509
634	SM1 钢	484	674	PROtherm 合金	510
635	25CrNi3MoAl 钢	485	675	MMXL 钢	511
636	06 钢	486	676	AMPCO940 铜合金	511
637	65MnV 钢	487	677	ELMAX 钢	511
638	空冷 12 钢	488	678	Zn-4Al-3Cu 合金	512
639	PMS 钢	488	第 4 章 其他模具材料	513	
640	P20BSCa 钢	490	679	7Mn15 钢	513
641	SM2 钢	491	680	50Mn 钢	514
642	DT1 钢	491	681	5Cr21 钢	514
643	DT2 钢	492	682	USN 钢	515
644	SM4Cr5MoSiV1 钢	492	683	1.2343M 钢	515
645	3Cr13 钢	493	684	X38CrMo51 钢	515
646	S-136ESR 钢	494	685	W6Mo5Cr4VSiAlNb 钢	516
647	S-136SUPREME 钢	494	686	合金铸铁配方 1	516
648	4Cr17Mo 钢	495	687	合金铸铁配方 2	516
649	9Cr18 钢	495	688	合金铸铁配方 3	517
650	440C 钢	496	689	合金铸铁配方 4	517
651	9Cr18Mo 钢	497	690	合金铸铁配方 5	517
652	1.4125ESR 钢	498	691	合金铸铁配方 6	517
653	LKM738 钢	498	692	合金铸铁配方 7	518
654	XPM 钢	499	693	普通铸铁配方 1	518
655	PX5N 钢	499	694	普通铸铁配方 2	518
656	S-STAR 钢	499	695	低锡铸铁	519
657	G-STAR 钢	500	696	铜铬铸铁	519
658	SP300 钢	501	697	中硅稀土	519
659	SP400 钢	502	698	中硅钪稀土	520
660	SP2738HH 钢	502	699	低锡蠕铁	520
661	ICS-22 钢	503	700	低铝蠕铁	520
662	X13T6W 钢	503	701	含铝耐热蠕墨铸铁	521
663	MEK4 钢	503	702	SMRI-86 合金铸铁	521
664	XPM36 钢	504	703	稀土蠕铁	521
665	PX4 钢	504	704	GY 钢	522

705	4Cr13Ni 钢	522	712	铝青铜	528
706	3Cr17Mo 钢	523	713	聚氨酯橡胶	529
707	CHD 钢	523	714	普通灰铸铁	529
708	PORCERAX II 透气钢	524	715	QT600 铸铁	529
709	PM-35 排气钢	525	716	稀土铜钼球铁	530
710	低熔点合金	526	参考文献		531
711	锌基合金	527			

第 1 章 冷作模具用钢

1 Q235 钢

(1) 材料的特性

在钢厂供货状态时，该钢只保证力学性能而不保证化学成分，所以杂质成分如 S、P 偏多一点，Q235 是碳素结构钢，与旧标准 GB 700—1979 牌号中的 A3、C3 钢相当，是沿用俄罗斯 ГОСТ 的牌号。

其牌号中的 Q 代表屈服强度。通常情况下，该钢不经热处理就可以直接进行使用。

GB 700—1988 标准中碳素结构钢 Q235 按冶金质量分为 A、B、C、D 四个等级，各等级的钢中硅的质量分数均为 0.30%，区别在于碳含量和硫、磷含量不同。A、B 级碳的质量分数为 0.14% ~ 0.22% 和 0.12% ~ 0.20%，C、D 级碳的质量分数为 $\leq 0.18\%$ 、 $\leq 0.17\%$ ，A 级的锰含量最小，D 级硫、磷含量最小。

国内有不少应用低碳马氏体钢强烈淬火工艺制作冷作模具的实例。

利用双层辉光离子渗金属技术，在该钢表面进行 Mo-Cr 共渗，随后进行超饱和渗碳、淬火及回火复合处理，Mo-Cr 共渗层厚度在 100 μm 以上，表面钼的质量分数可达 20%，铬的质量分数达到 10%，超饱和渗碳表面含碳量超过 2.0%，表面成分接近钼系高速钢，淬火及回火后表面硬度高达 1300HV，超过一般冶金高速钢。磨损试验表明，摩擦因数随着接触应力的增加而增大；平均相对耐磨性是 GCr15 钢的 2.2 倍。

(2) 淬火规范

淬火温度 920 $^{\circ}\text{C}$ ，在 $w(\text{NaCl})$ 为 10% 的盐水中冷却淬火，硬度 41 ~ 44HRC，抗拉强度 1391.6MPa，采用 360 $^{\circ}\text{C}$ \times 30min 回火，在 $w(\text{NaCl})$ 为 10% 的盐水中冷却，硬度 32 ~ 34HRC，抗拉强度 1036.84MPa。金相组织为回火托氏体 + 少量铁素体。

(3) 强韧化处理

1) (F + M) 双相区淬火。

淬火温度 780 $^{\circ}\text{C}$ ，保温 3 ~ 6min，热轧钢抗拉强度由 400MPa 提高到 1000MPa。可得到不同体积分数的 (F + M) 双相组织，为低碳马氏体位错亚结构，具有较好的塑性、韧性和冷加工性能。

2) 预淬火 + 亚温淬火。

900 ~ 950 $^{\circ}\text{C}$ \times 2 ~ 7min，得到板条马氏体，再加热至 780 $^{\circ}\text{C}$ (双相区) \times 5min，得到一定比例的 (F + M) 双相组织。

(4) 耐火砖模具热处理

900 ~ 930 $^{\circ}\text{C}$ \times 6h 渗碳，570 $^{\circ}\text{C}$ \times 2 ~ 3h 渗氮，900 $^{\circ}\text{C}$ 渗硼，出炉水淬，180 ~ 200 $^{\circ}\text{C}$ 回火。硬度达 1400 ~ 1800HV0.1，耐磨性、耐蚀性及耐热性好。

(5) 低碳马氏体淬火

900 ~ 950 $^{\circ}\text{C}$ \times 5min 淬火，盐炉加热，盐水冷却，硬度达 36 ~ 40HRC。淬火后不回

火直接使用。

(6) 渗硼规范

950℃ × 6h 渗硼，渗硼层达 400 ~ 410μm，硬度高达 1850HV0.1。

渗剂成分（质量分数）：Na₂B₄O₇25% + KBF₄10% + 稀土合金 5% + 石墨 60%。

(7) 典型应用举例

1) 可用于各种模具把手以及其他不重要的模具零件。

2) 剪板机刀片螺栓锻件胎模冲头，曾选用 GCr15、9SiCr、T8 及 45 钢，由于工件有咬模、粘模现象发生，锻坯很难从模具中冲出来，致使冲头产生塑性变形、弯曲和断裂，使用寿命较短，每 10 件冲头约冲螺栓 800 ~ 1200 件；后采用 Q235 钢做冲头材料，经淬火后不回火直接使用，硬度为 36 ~ 40HRC，每 10 件冲头能冲螺栓 2000 件以上，而且失效形式为塑性变形，解决了冲头在使用中碎裂的现象。

3) 耐火砖模具经化学热处理及淬火、回火，使用寿命提高 3 ~ 5 倍。

4) 经渗硼后的冷作模具，比 20Cr 渗碳模具的使用寿命提高两倍。

2 10 钢

(1) 材料的特性

该钢冷塑性好，板材经正火或高温回火后性能极佳，冷拉正火态较退火态的可加工性好，焊接性优良，无回火脆性，强度稍高于 08/08F 钢，塑性、韧性很好，易于对其进行冷、热加工成形，但淬透性和淬硬性均较差。

(2) 参考对应牌号

中国台湾 CNS 标准牌号 S10C、日本 JIS 标准牌号 S10C/S12C、美国 AISI/ASTM 标准牌号 1010/1012、德国 DIN 标准牌号 CK10/C10、英国 BS 标准牌号 040A10/040A12、法国 NF 标准牌号 XC10/C10、国际标准化组织（ISO）标准牌号 C101。

(3) 临界点温度（近似值）

$A_{c1} = 724^{\circ}\text{C}$ 、 $A_{c3} = 876^{\circ}\text{C}$ 、 $A_{r3} = 850^{\circ}\text{C}$ 、 $A_{r1} = 682^{\circ}\text{C}$ 。

(4) 冷压毛坯软化处理规范

软化温度 700 ~ 720℃，保温 8 ~ 15h，再以 50 ~ 100℃/h 的冷速，随炉降至 ≤ 550 ~ 600℃，出炉空冷。

处理前硬度 ≤ 137HBW，处理后硬度 ≤ 118HBW。

(5) 冷挤压用的等温球化退火工艺

退火温度 (760 ± 10)℃，保温 5h，随炉降温至 (660 ± 10)℃，保温 7h，再在炉中降温至 450℃，出炉空冷。

该中间退火处理工艺，处理后晶粒度为 6 ~ 7 级，硬度为 50 ~ 54HRB。

(6) 典型应用举例

1) 可用于冷挤压模具冲头，还可用作冷轧、冷冲、冷镦、冷弯、热轧、热挤压、热镦等工艺成形。

2) 可用于制作要求受力不大、韧性高的模具零件。

3 20 钢

(1) 材料的特性

该钢属于优质低碳碳素钢和冷挤压、渗碳淬硬钢。该钢强度低，韧性、塑性和焊接性均好。抗拉强度 355 ~ 500MPa，伸长率 $\geq 24\%$ 。

正火可促进该钢球化，细化大块状先共析铁素体，改善（硬度 $< 160\text{HBW}$ ）毛坯的可加工性。

该模具钢零件的工艺路线为：下料→锻造模坯→退火→机械粗加工→冷挤压成形→再结晶退火→机械精加工→渗碳→淬火、回火→研磨抛光→装配。

(2) 供货状态

未热处理态，硬度 $\leq 156\text{HBW}$ 。

(3) 化学成分

根据标准 GB/T 699—1999 该钢的化学成分（质量分数）：C 0.17% ~ 0.23%、Si 0.17% ~ 0.37%、Mn 0.35% ~ 0.65%、P $\leq 0.035\%$ 、S $\leq 0.035\%$ 、Ni $\leq 0.30\%$ 、Cr $\leq 0.25\%$ 、Cu $\leq 0.25\%$ 。

(4) 参考对应牌号

中国 GB/JB 标准牌号 20、中国台湾 CNS 标准牌号 S20C、德国 DIN 标准材料编号 1.0402、德国 DIN 标准牌号 CK22/C22、英国 BS 标准牌号 IC22、法国 AFNOR 标准牌号 CC20、法国 NF 标准牌号 C22、意大利 UNI 标准牌号 C20/C21、比利时 NBN 标准牌号 C25-1、瑞典 SS 标准牌号 1450、西班牙 UNE 标准牌号 F.112、美国 AISI/SAE 标准牌号 1020、日本 JIS 标准牌号 S20C/S22C。

(5) 临界点温度（近似值）

$A_{c1} = 735^\circ\text{C}$ 、 $A_{c3} = 855^\circ\text{C}$ 、 $A_{r1} = 680^\circ\text{C}$ 、 $A_{r3} = 835^\circ\text{C}$ 。

(6) 热加工规范

开始温度 1200 ~ 1250 $^\circ\text{C}$ ，终止温度 $> 800^\circ\text{C}$ ，空冷。

(7) 退火规范

退火温度 880 ~ 900 $^\circ\text{C}$ ，保温 2 ~ 4h，炉冷至 500 $^\circ\text{C}$ 以下出炉空冷。

退火后 20 钢硬度较低，可挤压成形。

(8) 正火规范

正火温度 920 ~ 950 $^\circ\text{C}$ ，出炉空冷，硬度达 131 ~ 156HBW。

(9) 高温回火规范

回火温度 680 ~ 720 $^\circ\text{C}$ ，保温一定时间，炉冷。

(10) 冷压毛坯软化处理规范

软化温度 700 ~ 720 $^\circ\text{C}$ ，保温 8 ~ 15h，再以 50 ~ 100 $^\circ\text{C}/\text{h}$ 的冷速，随炉降至 $\leq 550 \sim 600^\circ\text{C}$ ，出炉空冷。

处理前硬度 $\leq 143\text{HBW}$ ，处理后硬度 $\leq 131\text{HBW}$ 。

(11) 淬火规范

淬火温度 $(910 \pm 10)^\circ\text{C}$ ，在 $w(\text{NaCl})$ 为 10% 的盐水中冷却。

(12) 淬火、回火规范