

## 前 言

本标准系参考国内外十几种模具钢技术标准,总结我国热锻成形模具钢研究成果,并结合我国模具钢工业的现状而制订的。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准的附录 B 和附录 C 是提示的附录。

本标准由全国模具标准化技术委员会提出。

本标准由机械工业部北京机电研究所归口。

本标准起草单位:北京机电研究所、第一汽车制造厂、北京模具厂、华中理工大学。

本标准主要起草人:李平安、张玉年、杨靖、廖绍基、罗学心。

热锻成形模具钢及其热处理  
技术条件

JB/T 8431—96

1 范围

本标准规定了热锻成形模具钢的技术要求及热处理技术条件。

本标准适用于热态体积成形模具的选材及热处理。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB 224—78 钢的脱碳层深度测定法

GB 702—86 热轧圆钢和方钢尺寸、外形、重量及允许偏差

GB 1299—85 合金工具钢技术条件

GB 2101—80 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定

GB 9452—88 热处理炉有效加热区测定方法

GB 9943—88 高速工具钢棒技术条件

GB 10561—89 钢中非金属夹杂物显微评定方法

GB 11880—89 模锻锤和大型机械锻压机用模块技术条件

GB/T 15824—1995 热作模具钢热疲劳试验方法

JB 3814—85 钢的正火与退火处理

JB 3877—85 钢的淬火回火处理

JB/T 6979—93 大中型钢质锻制模块(超声波和夹杂物)质量分级

3 分类

3.1 热锻成形模具钢根据模具使用特性可分为锤锻及大截面机锻模具用钢、中小截面机锻模具用钢、切边模具用钢三类。大截面机锻模具尺寸应满足  $L \geq B \geq H \geq 300$  mm,见图 1。

3.2 热锻成形模具钢按化学成分可分为低合金工具钢、合金工具钢、高速工具钢三类。

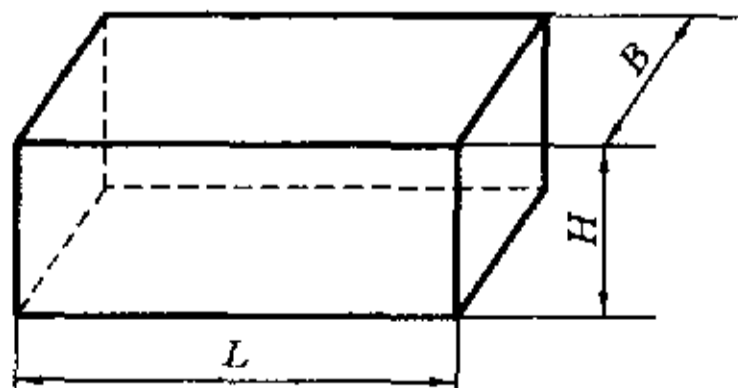


图 1 大截面机锻模具尺寸

## 4 热锻成形模具钢技术条件

## 4.1 化学成分及冶炼方法

4.1.1 热锻成形模具钢中低合金工具钢、合金工具钢化学成分应符合 GB 1299—85 表 3 的规定；高速工具钢化学成分应符合 GB 9943—88 表 3 的规定；锻锤及大截面机锻模具用钢化学成分应符合 GB 11880—89 表 1 的规定。新型热锻成形模具钢化学成分应符合表 1 的规定。

表 1 新型热锻成形钢化学成分

%

序号	钢号	化 学 成 分											
		C	Si	Mn	P	S	Cr	W	Mo	V	Ni	Nb	其他
1	4Cr2NiMoSi	0.40 ~ 0.47	0.40~ 0.70	0.40~ 0.60	≤0.03	≤0.03	1.50 ~ 2.0		0.80 ~ 1.20	0.30 ~ 0.50	0.80 ~ 1.20		
2	3Cr2MoWVNi	0.26 ~ 0.35	≤0.45	≤0.45	≤0.03	≤0.03	2.2 ~ 2.6	0.60 ~ 0.80	1.2 ~ 1.6	0.40 ~ 0.65	1.0 ~ 1.4		
3	2Cr3Mo2NiVSi	0.16 ~ 0.22	0.60~ 0.90	0.40~ 0.70	≤0.03	适量	2.5 ~ 3.0		1.8 ~ 2.2	0.3 ~ 0.5	0.8 ~ 1.2		Ca 适量
4	4Cr3Mo2NiVNbB	0.36 ~ 0.42	≤0.5	≤0.5	≤0.03	≤0.03	2.2 ~ 2.8		1.8 ~ 2.3	0.9 ~ 1.4	0.8 ~ 1.2	0.2 ~ 0.3	B 微量
5	4Cr3Mo2MnSiVNbB	0.36 ~ 0.42	0.25~ 0.50	0.9~ 1.3	≤0.03	≤0.03	2.2 ~ 2.7		2.0 ~ 2.5	0.9 ~ 1.3		0.04 ~ 0.10	B0.002 ~ 0.006
6	4Cr3Mo2MnVB	0.34 ~ 0.43	0.25~ 0.60	1.2~ 1.7	≤0.03	≤0.03	2.2 ~ 2.8		1.8 ~ 2.3	0.9 ~ 1.4			B ≤0.005
7	3Cr3Mo3VNb	0.16 ~ 0.25	≤0.60	≤0.35	≤0.03	≤0.03	2.6 ~ 3.2		2.7 ~ 3.2	0.60 ~ 1.20		0.08 ~ 0.15	
8	4Cr3Mo3W4VNb	0.37 ~ 0.47	≤0.5	≤0.5	≤0.03	≤0.03	2.5 ~ 3.5	3.5 ~ 4.5	2.0 ~ 3.0	1.0 ~ 1.4		0.1 ~ 0.2	
9	4Cr5Mo2MnVSi	0.36 ~ 0.42	1.0~ 1.5	0.7~ 1.5	≤0.03	≤0.03	4.5 ~ 5.5		1.8 ~ 2.2	0.8 ~ 1.2			
10	6Cr4Mo3Ni2WV	0.55 ~ 0.64	≤0.40	≤0.40	≤0.03	≤0.03	3.8 ~ 4.3	0.9 ~ 1.3	2.5 ~ 3.0	0.9 ~ 1.3	1.7 ~ 2.2		

4.1.2 钢材可采用平炉、电炉、转炉、炉外精炼、电渣重熔等冶炼方法生产。推荐采用平炉或电炉或转炉冶炼后再经炉外精炼或电渣重熔的两次冶炼方法生产热锻成形模具钢。

4.2 热锻成形模具钢型材的外形、尺寸要求按 GB 702 的规定；锻制模块外形、尺寸要求按 GB 11880 的规定。

4.3 热锻成形模具钢钢材表面不得有肉眼可见的裂缝、折叠、结疤和夹渣。横截面酸浸低倍组织试片上不得有肉眼可见的缩孔、气泡、裂纹、夹杂、分层及白点。

4.4 热锻成形模具钢锻制模块需进行探伤检查。由供方按 GB 11880 及 JB/T 6979 的规定执行。

4.5 热锻成形模具钢交货状态均为退火状态。低合金工具钢退火硬度 $\leq 241\text{HB}$  合金工具钢、高速工具钢退火硬度 $\leq 269\text{HB}$ 。

4.6 热锻成形模具钢钢材单边总脱碳层(铁素体+过渡层)深度 $\leq (0.20+1.5\%D)\text{mm}$ ,  $D$ 为钢材截面公称尺寸。脱碳层检验方法按 GB 224 的规定。

4.7 热锻成形模具钢应检验钢中的非金属夹杂物,采用 GB 10561—89 中的 ASTM 评级图评级,应符合表 2 规定。含 S 钢非金属夹杂物检验由供需双方协商确定。

表 2 非金属夹杂物检验评级 级

夹杂物类型	1	2	1+2
	B 粗或细或 D 粗或细	A 粗或细或 C 粗或细	
级 别	$\leq 2.5$	$\leq 2.5$	$\leq 4.5$

4.8 根据需方要求,可增加对钢材的晶粒度、断口、力学性能等项目的检验,具体要求由供需双方协商确定。

4.9 热锻成形模具钢的检验由供方执行,并提供合格证书。

4.10 热锻成形模具钢钢材的包装、标志及质量证明书应符合 GB 2101 的规定;锻制模块的包装、标志及质量证明书应符合 GB 11880 的规定。

## 5 热锻成形模具钢热处理技术条件

5.1 热处理加热设备可选用空气炉、盐浴炉、保护气氛炉、真空炉、流动粒子炉等,具体要求由工艺人员确定。采用空气介质加热时应有防氧化(脱碳)措施。应尽可能采用真空炉、保护气氛炉、流动粒子炉进行热锻成形模具钢的热处理。

5.2 热处理加热设备加热区的确定应符合 GB 9452 的规定。

5.3 淬火介质可按钢材材质和工艺要求选用油、有机介质、空气、保护气、热浴、水等,淬火冷却设备应有循环搅拌装置,以保证模具的均匀冷却,减少淬火应力。

5.4 所有加热设备、淬火介质应有专人负责定期检测、维修、补充或更换,保证设备的精度和使用性能,并保存有关记录。

5.5 由工艺人员根据热锻成形模具钢的物理化学性能、模具的尺寸、形状、模具的使用性能要求、热处理目的及热处理条件确定热处理工艺参数。几种新型热锻成形模具钢常用基本参数见附录 A(标准的附录)。

5.5.1 钢材的正火和退火工艺应符合 JB 3814 的规定。

5.5.2 钢材的淬火和回火工艺应符合 JB 3877 的规定。

5.5.3 热锻成形模具钢淬火加热速度应加以控制,淬火预热按表 3 的规定执行。

表 3 淬火预热温度 C

淬火温度	一次预热	二次预热
$< 1\ 000$	500~600	--
$\geq 1\ 000$	500~600	820~880

5.5.4 热锻成形模具钢淬火后应及时充分回火,回火温度、时间及回火次数根据所用钢材和模具使用特性选择。

5.6 热处理后质量检验应由专职人员按 JB 3814—85 第 7 章、JB 3877—85 第 8 章的规定进行。

5.7 热锻成形模具钢热处理后应有报告单。报告单应包括下列内容:

- a) 模具名称、材料、数量、重量;
- b) 正火、退火、淬火、回火工艺类型;

- c) 热处理质量检验结果;
- d) 操作者,处理年、月、日。

## 6 热锻成形模具钢的选材原则

6.1 根据锻压设备类型和规格、模具尺寸大小、模具结构复杂程度、模具服役条件、模具失效形态和模具加工产品批量大小选择使用热锻成形模具钢。

6.2 以“满足质量要求—发挥材料潜力—经济合理用钢”的原则选择使用热锻成形模具钢。

附录 B(提示的附录)列出几种热锻成形模具钢的性能比较结果,附录 C(提示的附录)列出不同类型热锻成形模具钢应具备的性能并列推荐使用的钢种。

**附录 A**  
**几种新型热锻成形模具钢常用基本参数**  
(标准的附录)

**A1 4Cr2NiMoSi****A1.1 化学成分**

化学成分见表 A1。

表 A1 化学成分 %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V
0.45	0.48	0.58	0.013	0.002	1.85	1.17	0.91	0.42

**A1.2 钢的特点**

具有优良的室温、高温韧性及较好的热稳定性、热疲劳性能。综合性能优于 5CrNiMo, 是一种优良的锤锻模具和大截面机锻模具用钢。

**A1.3 临界点**

临界点见表 A2。

表 A2 临界点 °C

Ac <sub>1</sub>	Ac <sub>3</sub>	Ms
764	800	280

**A1.4 锻造温度规范**

锻造温度规范见表 A3。

表 A3 锻造温度规范 °C

加热温度	始锻温度	终锻温度	冷却方式
1100~1150	1050~1100	≥850	炉冷 坑冷

**A1.5 热处理工艺**

退火工艺: (820±10)°C 保温 3 h, 炉冷至 700~720°C 保温 4~6 h, 再炉冷至 500°C 出炉, 249HB。

淬火回火工艺: 980°C 加热, 油冷, 650°C 回火两次, 38~42HRC。

**A2 3Cr2MoWVNi****A2.1 化学成分**

化学成分见表 A4。

表 A4 化学成分 %

C	Si	Mn	P	S	Cr	W	Mo	V	Ni
0.32	0.24	0.31	<0.03	<0.03	2.56	0.75	1.35	0.61	1.11

**A2.2 钢的特点**

具有优良的室温、高温韧性、较好的热稳定性、热疲劳性能、高温强度。是一种优良的大截面机锻模具用钢。

**A2.3 临界点**

临界点见表 A5。

表 A5 临界点

C

$\Delta c_1$	$\Delta c_3$	Ms
816	833	268

## A2.4 锻造温度规范

锻造温度规范见表 A6。

表 A6 锻造温度规范

C

加热温度	始锻温度	终锻温度	冷却方式
1100~1150	1060~1100	$\geq 850$	灰冷 坑冷

## A2.5 热处理工艺

退火工艺: 820℃保温 3h, 炉冷至 700~720℃保温 4~6h, 再炉冷至 500℃出炉, 249HB。

淬火回火工艺: 980~1020℃加热, 油冷, 610~660℃回火两次, 40~50HRC。

## A3 2Cr3Mo2NiVSi

## A3.1 化学成分

化学成分见表 A7。

表 A7 化学成分

%

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Ni	Ca
0.18	0.76	0.60	0.013	适量	2.89	2.05	0.39	1.14	适量

## A3.2 钢的特点

在 600℃左右, 有优良的高温强度、抗氧化性能、热疲劳性能, 为新型热锻成形模具钢。

## A3.3 临界点

临界点见表 A8。

表 A8 临界点

C

$\Delta c_1$	$\Delta c_3$	$A_{r_1}$	Ms
776	851	672	300

## A3.4 锻造温度规范

锻造温度规范见表 A9。

表 A9 锻造温度规范

C

加热温度	始锻温度	终锻温度	冷却方式
1100~1150	1000~1100	$\geq 850$	炉冷

## A3.5 热处理工艺

退火工艺: (780±10)℃保温 3h, 以冷速 $\leq 40$ ℃/h 炉冷至 680℃, 其后随炉冷却, 217~220HB。

淬火回火工艺: 1010℃加热, 油冷, 400℃回火一次, 44~45HRC。

## A4 4Cr3Mo2NiVNbB

## A4.1 化学成分

化学成分见表 A10。

表 A10 化学成分

%

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	V	Nb	B
0.41	0.19	0.28	0.012	0.018	2.64	1.02	2.21	1.28	0.26	0.0022

**A4.2 钢的特点**

具有优良的热稳定性、高温强度和热疲劳性能。是一种用于模具工作温度很高条件下的新型热锻成形模具钢。

**A4.3 临界点**

临界点见表 A11。

表 A11 临界点

℃

Ac <sub>1</sub>	Ms
770	300

**A4.4 锻造温度规范**

锻造温度规范见表 A12。

表 A12 锻造温度规范

℃

加热温度	始锻温度	终锻温度	冷却方式
1100~1150	1000~1100	≥900	灰冷 砂冷

**A4.5 热处理工艺**

退火工艺：(850±10)℃保温 3h，炉冷至(720±10)℃保温 5h，再炉冷，197~217HB。

淬火回火工艺：1130℃加热，油冷，670℃回火两次，42~44HRC；640℃回火两次，47~48HRC。

**A5 4Cr3Mo2MnSiVNbB****A5.1 化学成分**

化学成分见表 A13。

表 A13 化学成分

%

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Nb	B
0.40	0.41	1.12	0.024	0.002	2.65	2.15	1.08	0.09	0.0042

**A5.2 钢的特点**

具有优良的高温强度、热稳定性和热疲劳性能。为适用于工作温度很高条件下的新型热锻成形模具钢。

**A5.3 临界点**

临界点见表 A14。

表 A14 临界点

℃

Ac <sub>1</sub>	Ac <sub>3</sub>	Ms
789	910	363

**A5.4 锻造温度规范**

锻造温度规范见表 A15。

表 A15 锻造温度规范

℃

加热温度	始锻温度	终锻温度	冷却方式
1100~1150	1050~1100	≥900	灰冷 砂冷



**A5.5 热处理工艺**

退火工艺:(850±10)℃保温 3h,炉冷至(720±10)℃保温 5h,再炉冷,170~181HB。

淬火回火工艺:1150℃加热,油冷,680℃回火两次,43~44HRC;650℃回火两次,49~50HRC。

**A6 4Cr3Mo2MnVB****A6.1 化学成分**

化学成分见表 A16。

表 A16 化学成分 %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	B
0.39	0.46	1.46	0.023	0.002	2.46	2.01	1.23	0.0037

**A6.2 钢的特点**

有优良的高温强度、热疲劳性能,是在较高温度下使用的新型热锻成形模具钢。

**A6.3 临界点**

临界点见表 A17。

表 A17 临界点 °C

Ac <sub>1</sub>	Ms	Mf
775	342	165

**A6.4 锻造温度规范**

锻造温度规范见表 A18。

表 A18 锻造温度规范 °C

加热温度	始锻温度	终锻温度	冷却方式
1100~1150	1050~1100	≥850	灰冷 坑冷

**A6.5 热处理工艺**

退火工艺:(840±10)℃保温 3h,炉冷至(720±10)℃保温 5h,再炉冷,180~200HB。

淬火回火工艺:1030℃加热,油冷,650~660℃回火两次,42~44HRC;600~610℃回火两次,48~49HRC。

**A7 3Cr3Mo3VNb****A7.1 化学成分**

化学成分见表 A19。

表 A19 化学成分 %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V	Nb
0.22	0.29	0.24	0.0055	0.004	2.99	2.90	0.87	0.13

**A7.2 钢的特点**

具有优良的高温强度、高温韧性和热疲劳性能。是一种综合性能优良的新型热锻成形模具钢。

**A7.3 临界点**

临界点见表 A20。

表 A20 临界点 °C

Ac <sub>1</sub>	Ac <sub>3</sub>	Ms
836	920	355

A7.4 锻造温度规范

锻造温度规范见表 A21。

表 A21 锻造温度规范

℃

加热温度	始锻温度	终锻温度	冷却方式
1170~1190	1100~1150	≥850	灰冷 砂冷

A7.5 热处理工艺

退火工艺:870℃保温 3h,炉冷至 710~730℃保温 5 h,再炉冷,164~168HB。

淬火回火工艺:1080℃加热,油冷,620~640℃回火两次,40~44HRC;570~600℃回火两次,47~48HRC。

A8 4Cr3Mo3W4VNb

A8.1 化学成分

化学成分见表 A22。

表 A22 化学成分

%

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	W	V	Nb
0.38	0.14	0.23	0.024	0.006	3.00	2.27	4.02	1.20	0.17

A8.2 钢的特点

具有较高的高温强度、良好的热疲劳性能。

A8.3 临界点

临界点见表 A23。

表 A23 临界点

℃

Ac <sub>1</sub>	Ac <sub>3</sub>	Ms
821	—	204

A8.4 锻造温度规范

锻造温度规范见表 A24。

表 A24 锻造温度规范

℃

加热温度	始锻温度	终锻温度	冷却方式
1100~1150	1050~1100	≥900	灰冷 砂冷

A8.5 热处理工艺

退火工艺:(810±10)℃保温 3h,炉冷至(660±10)℃保温 5h,再炉冷,241~270HB。

淬火回火工艺:1160℃加热,油冷,660℃回火两次,49~50HRC。

A9 4Cr5Mo2MnVSi

A9.1 化学成分

化学成分见表 A25。

表 A25 化学成分

%

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	V
0.36	1.23	0.93	0.025	0.009	4.87	2.03	1.1

A9.2 钢的特点

具有优良的抗氧化性能、热疲劳性能和热熔损性能,尤其适用于铝合金压铸模具。

**A9.3 临界点**

临界点见表 A26。

表 A26 临界点 ℃

Ac <sub>1</sub>	Ac <sub>3</sub>	Ms
815	893	271

**A9.4 锻造温度规范**

锻造温度规范见表 A27。

表 A27 锻造温度规范 ℃

加热温度	始锻温度	终锻温度	冷却方式
1100~1150	1050~1100	≥850	灰冷 砂冷

**A9.5 热处理工艺**

退火工艺:(850±10)℃保温 3 h,炉冷至(730±10)℃保温 5 h,再炉冷,180~190HB。

淬火回火工艺:1020℃加热,油冷,600~610℃回火两次,42~45HRC。

**A10 6Cr4Mo3Ni2WV****A10.1 化学成分**

化学成分见表 A28。

表 A28 化学成分 %

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	W	V	Ni
0.57	0.22	0.21	0.017	0.006	4.16	2.76	0.90	1.01	1.97

**A10.2 钢的特点**

具有优良的高温强度及耐热磨损性能,是一种冷热兼用的基体钢类型的新型热锻成形模具钢。

**A10.3 临界点**

临界点见表 A29。

表 A29 临界点 ℃

Ac <sub>1</sub>	Ac <sub>3</sub>	Ms
737	822	180

**A10.4 锻造温度规范**

锻造温度规范见表 A30。

表 A30 锻造温度规范 ℃

加热温度	始锻温度	终锻温度	冷却方式
1100~1150	1050~1100	≥900	灰冷 砂冷

**A10.5 热处理工艺**

退火工艺:(850±10)℃保温 3 h,炉冷至(720±10)℃保温 5 h,再炉冷,170~220HB。

淬火回火工艺:1130℃加热,油冷,650℃回火两次,47~48HRC。

附录 B  
常用热锻成形模具钢的性能比较  
(提示的附录)

常用热锻成形模具钢的性能比较见表 B1。表 B1 中的 A、B、C、D 系各钢种在同一性能测试中按所获得性能指标优劣的评级结果。

表 B1 常用热锻成形模具钢的性能比较

钢号	热处理硬度 HRC	室温力学性能				高温屈服强度				高温冲击韧性				高温硬度				抗氧化			热稳定性	热磨损		热疲劳	热损伤	锻造性能										
		$\sigma_{0.2}$	$\psi$	$K_{Ic}$	$A_k$	600 °C	650 °C	700 °C	600 °C	650 °C	700 °C	600 °C	650 °C	700 °C	1000 °C	850 °C	950 °C	650 ~ 20°C	750 ~ 20°C																	
5CrNiMo	41~41.6	D	B	A	A	D	D	C	C	B	D	D	D	C	D	D	C	D	C	D	C	D	C	D	C	D	A	A	A							
5CrMnMo	41~42.3	D	B	A	C																															
4CrMnSiMoV	39.8~40.3	D	B	A	A	D	D	D	B	A	D	D	D	D	D	D	B	D	D	D	D	C	D	C	D	C	D	A	A							
4Cr2NiMoVSi	38.8~40.2	D	A	A	A	D	C	A	A	A	D	C	D	D	D	D	B	D	D	D	D	C	B	C	B	C	B	C	B	C						
3Cr2MoWVNi	40.5~41.2	D	A	A	A	D	C	A	A	A	D	C	C	C	D	C	B	D	B	B	B	D	B	B	B	B	B	C	A	A						
4Cr5MoSiV1	43.7~44.2 47~48	D	A	A	B	C	D	C	A	A	C	B	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	A	B	D	A	B				
4Cr5MoSiV	49.2~50	A	B	C	B	B	D	D	C	B	B	C	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	B	C	B	C	A	A	B	A	C				
4Cr5W2SiV	48.5~49.2	B	B	C	B	B	C	C	B	B	B	C	D	B	B	A	B	B	B	B	B	A	C	C	A	C	C	C	C	C	C	C	A	B		
4Cr5Mo2MnSiV	44.2~45	A	C	B	B	B	D	C	B	B	B	C	D	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C	C	C	C	C	A	A	C	A	B	C	C		
4Cr3Mo3W2V	44~44.2 48.2~48.5	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	C	A	B	A	B	B	B	B	B	B	C	C	C	C	C	B	D	D	D	D	D	D	C	
4Cr3Mo3VSi	47~48.8	B	B	C	B	B	C	C	C	C	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	B	B	C	C	C	C	B	B	
3Cr3Mo3VNb	40.5~41.2 47.5~48	D	A	C	C	B	B	B	A	A	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	B	C	A	A	A	A	A	A	B
4Cr3Mo3W4VNb	49~49.5	A	D	D	D																															

表 B1(完)

钢号	热处理硬度 HRC	室温力学性能			高温屈服强度			高温冲击韧性			高温硬度			抗氧化			热稳定性	热磨损		热疲劳		热损伤		锻造性能	切削性能	
		$\sigma_{0.2}$	$\psi$	$K_{Ic}$	$A_k$	600	650	700	600	650	700	600	700	1000	600	700		850	950	650	750					
4Cr3Mo2NiVNbB	42.2~44.2	D	A	B	C	A	C	B	C	C	C	C	C	B	B	B	B	B	A	B	A	B	A	C	B	
	47~47.5	B	B	C	C	A	A	B	A	C	D	B	B	A	B	B	B	B	A	B	A	B	A	B	C	B
4Cr3Mo2MnSiVNbB	43.5~44.2	C	C	B	D	B	B	B	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	A	B	A	B	A	A	C	C
	49~49.5	C	B	C	D	A	A	A	A	C	C	B	A	A	A	A	A	A	B	A	A	A	A	A	C	C
4Cr3Mo2MnVB	42.2~43	D	A	C	C	C	C	B	B	C	B	C	C	C	C	C	C	C	B	A	B	A	B	A	B	B
	48~48.3	B	B	C	B	A	B	B	C	C	B	B	A	A	A	A	A	A	B	A	A	B	A	A	B	C
3Cr2W8V	42~43	D	C	C	C	C	C	D	C	C	B	C	C	C	C	C	C	C	C	B	A	B	A	A	B	C
	48.8~49	A	B	D	C	A	A	C	B	C	B	C	C	A	A	B	C	C	C	C	C	B	C	A	A	B
5Cr4W5Mo2V	43.5~44	D	D	C	D	B	C	C	C	C	C	D	B	B	B	B	B	B	A	B	A	B	A	A	B	D
	49~49.5	B	D	D	D	B	B	C	C	D	D	D	A	A	A	A	A	A	A	B	B	B	B	A	A	B
5Cr4Mo3SiMnVAI	42.1~43	D	D	D	D	C	C	C	C	C	C	D	B	B	B	B	B	B	A	B	C	B	B	A	A	C
	46.2~46.8	B	D	D	D	B	C	C	C	C	C	D	B	B	B	B	B	B	A	B	A	B	A	A	A	B
6Cr4Mo3Ni2WV	47~48	B	D		D																					
2Cr3Mo2NiVSi	44.2~44.5	D	A	B	B	A	A	C	C	C	C	C	C	D	C	C	C	C	A	B	C	C	C	A	A	B
8Cr3	49~51	A	C		D																					

## 附录 C

## 不同类型热锻成形模具钢应具备的性能及选材

(提示的附录)

不同类型热锻成形模具钢应具备的性能及选材见表 C1。

表 C1 不同类型热锻成形模具钢应具备的性能及选材

模具类型	主要失效形式	模具用钢应考察的性能	考核参考性能指标	模具用钢优选	
锤面 锻压 模力 及机 大截 面模	锤锻模	磨损+底角裂纹 塑性变形 燕尾开裂	1. 高温屈服强度(650℃) 2. 冲击韧性 (室温, 300℃, 600℃)	$\sigma_{0.2}^{650} \geq 400$ MPa $A_{K^{300}} \geq 70$ J, $A_{K^{600}} \geq 70$ J $A_{K^{300}} \geq 50$ J 640℃保温 4 h, $\geq 35$ HRC	1. 3Cr2MoWVNi 2. 4Cr2NiMoVSi 3. 5CrNiMo
	大截面 压力机锻模	磨损+底角裂纹 塑性变形	3. 热稳定性 4. 心部性能	300 mm×300 mm 截面尺寸 模块热处理后心部硬度和表面硬度一致	
中小 截面 机锻 模	工作温度 600℃左右	热磨损 压塌	1. 热磨损 2. 高温屈服强度(600℃) 3. 热稳定性	$\sigma_{0.2}^{600} \geq 600$ MPa 600℃保温 4 h, $\geq 35$ HRC	1. 5Cr4W5Mo2V 2. 4Cr3Mo2NiVNbB 3. 4Cr3Mo2MnSiVNbB 4. 4Cr3Mo3W2V 5. 4Cr3Mo2MnVB 6. 4Cr5MoSiV1 7. 3Cr3Mo3VNb 8. 2Cr3Mo2NiVSi 9. 5Cr4Mo3SiMnVA1 10. 4Cr3Mo3VSi 11. 4Cr5W2VSi 12. 4Cr5Mo2MnVSi
		热磨损 开裂	1. 热磨损 2. 高温屈服强度(600℃) 3. 热稳定性 4. 高温冲击韧性(600℃)	$\sigma_{0.2}^{600} \geq 600$ MPa 600℃保温 4 h, $\geq 35$ HRC $A_{K^{600}} \geq 30$ J	1. 4Cr3Mo2MnVB 2. 4Cr5MoSiV1 3. 3Cr3Mo3VNb 4. 3Cr2MoWVNb 5. 4Cr5W2VSi 6. 4Cr5Mo2MnVSi 7. 4CoVSi
	工作温度 $\geq 650$ ℃	热磨损 压塌	1. 热磨损 2. 高温屈服强度(650℃) 3. 热稳定性	$\sigma_{0.2}^{650} \geq 600$ MPa 650℃保温 3h, $\geq 35$ HRC	1. 4Cr3Mo3W2V 2. 5Cr4W5Mo2V 3. 4Cr3Mo2NiVNbB 4. 4Cr3Mo2MnSiVNbB
		热磨损 开裂	1. 热磨损 2. 高温屈服强度(650℃) 3. 热稳定性 4. 高温冲击韧性(650℃)	$\sigma_{0.2}^{650} \geq 500$ MPa 650℃保温 3 h, $\geq 35$ HRC $A_{K^{650}} \geq 30$ J	1. 4Cr3Mo2NiVNbB 2. 3Cr3Mo3VNb 3. 4Cr3Mo2MnVB 4. 4Cr3Mo3W2V

表 C1(完)

模具类型	主要失效形式	模具用钢应考察的性能	考核参考性能指标	模具用钢优选
切边模	磨损崩刃	性能要求不高,一般热作模具钢性能均能满足模具需要		1. 8Cr3 2. 5CrNiMo 3. 5CrMnMo 4. 4Cr5MoSiV 5. 4Cr5MoSiV1
注: 热磨损性能指标应根据实验方法不同而有所不同,本表不列入其具体参考数值。热疲劳评级参照 GB/T 15824 进行。				