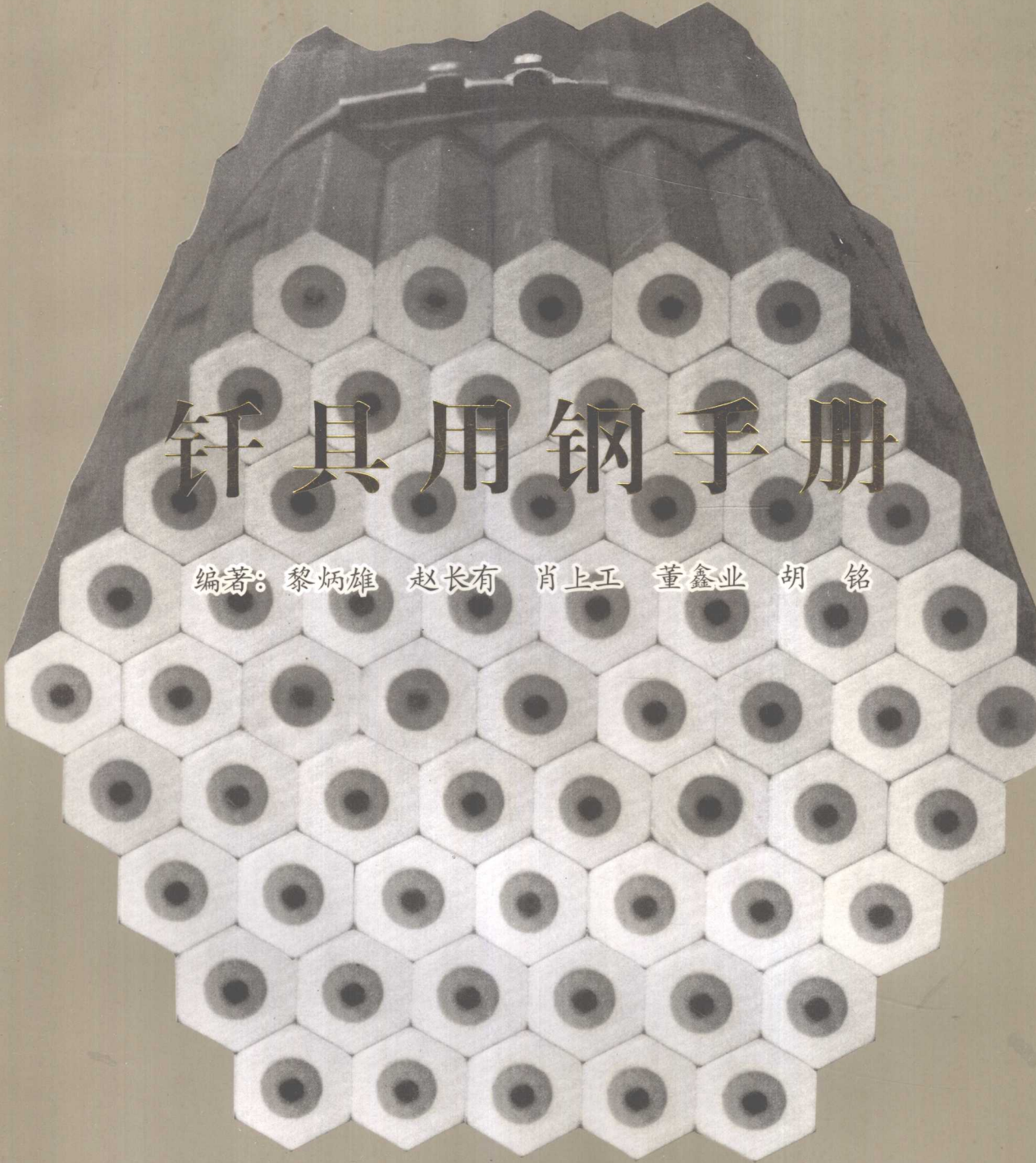




钎具用钢手册

编著：黎炳雄 赵长有 肖上工 董鑫业 胡 铭

中国钢协钎钢钎具协会
贵阳钎钢研究所情报室

编辑:范 毅 翟利亚

描图:陈谟玉

编 辑:中国钢协钎钢钎具协会

(北京市学院南路76号,邮编100081)

出 版:贵阳钎钢研究所情报室

(贵州省贵阳市油榨街,邮编550005)

发 行:“钎具简讯”编辑部

出版证号:黔新出(99)内图准字第168号

印 刷:贵州 财 政 印 刷 厂

前 言

钎具用钢系指用于制造冲击式凿岩(旋转式或潜孔式凿岩除外)工具的钢材,冲击式凿岩工具一般包括钎头、钎杆、连接套、钎尾等。其规格范围是直径 51 毫米以下的钎杆以及与之相配套的连接套、钎头、钎尾。八十年代以后随着大功率冲击式液压凿岩机械的发展,有突破大于 51 毫米直径钎杆的趋势。但就目前国内外绝大部分冲击式凿岩工具而言,其规格仍以 51 毫米以下为主。

冲击式凿岩工具伴随着冲击式凿岩机械的进步和发展,从整体式——分体式——发展到组合式。同时,由于凿岩机械动力从气动发展到液压,冲击功率和频率也从小到大发生了巨大的变化。尤其是硬质合金应用于凿岩,给凿岩工具带来了根本性的变化。所以,钎具用钢也从原来的炭素工具钢、合金工具钢向合金结构钢、弹簧钢和渗碳钢发展。为了查找方便,本手册的钎具用钢参照国内外冲击式凿岩工具的分类进行编排,即一、整体钎杆、锥形钎杆用钢。二、螺纹钎杆(钻车钎杆)用钢。三、镐钎杆用钢。四、钎头用钢。五、连接套用钢。六、钎尾用钢。各类钢的具体钢号编排,按国外的通用性和我国实际情况编排。有的钢种有很强的通用性,其详细资料在用途较广的钢种类中介绍,该钢种也适用于其它类型的凿岩工具,只列出钢号。

本手册编写过程中,贵阳钎钢研究所负责人王筑生、覃朝华高级工程师、徐斌工程师对手册的内容提出了宝贵意见,并给予大力支持。我国的合金钢专家刘嘉禾教授、林慧国教授、王洪发教授、马绍祚教授、徐曙光教授等都对书稿进行了审阅。在此表示至诚的谢意。

目 录

一、整体钎杆、锥形钎杆用钢	(1)
1. 55SiMnMo	(1)
2. 95CrMo	(3)
3. 95Cr	(6)
4. 55Si ₂ Mn	(9)
5. 38CrNi ₃ Mo	(12)
6. 38CrSiV	(15)
7. 40SiMnCrNiMoA(Z708)	(19)
8. 24~27SiMnNi ₂ CrMoA(FF710)	(23)
国内外整体钎杆、锥形钎杆常用钢种(附表1)	(28)
二、螺纹钎杆(钻车钎杆)用钢	(30)
1. 35SiMnMoV	(31)
2. 20CrNi ₃ Mo(20CrNi ₃ 代)	(36)
3. 30CrNi ₃ Mo(34CrNi ₃ Mo代)	(39)
4. 32Si ₂ Mn ₂ MoV	(41)
5. 40SiMnCrMoVA	(44)
6. 30SiMnCrNi ₂ MoVN _b A(NV-100)	(47)
7. 40CrNi ₂ MoA	(48)
8. 30CrMnSiNi ₂ MoA	(52)
9. 30CrMnMo(20CrMnMo、40CrMnMo代)	(55)
10. 40SiMnCrNiMoA(见整体钎杆、锥形钎杆用钢)	(61)
11. 24~27SiMnNi ₂ CrMoA(见整体钎杆、锥形钎杆用钢)	(61)
12. 38CrNi ₃ Mo(见整体钎杆、锥形钎杆用钢)	(61)
国内外螺纹钎杆常用钢种(附表2)	(61)
三、镐钎用钢	(63)
1. 70 钢	(63)
2. 85(80)钢	(64)
3. 65Mn	(65)
4. 40CrMnMo	(68)
5. 55SiMnMo(见整体钎杆、锥形钎杆用钢)	(71)
6. 55Si ₂ Mn(见整体钎杆、锥形钎杆用钢)	(71)
7. 35SiMnMoV(见螺纹钎杆用钢)	(71)

四、钎头用钢	(72)
1. 40Cr	(73)
2. 50 钢(50Mn)	(79)
3. 40MnMoV	(84)
4. 42CrMo	(86)
5. 35CrMoV	(89)
6. 40CrNiMoA	(93)
7. 45CrNiMoVA	(98)
8. Q45NiCr1Mo1VA	(99)
9. 15CrNiMo(Ex30)	(105)
10. 25~30Cr ₂ Ni ₄ Mo(En30B. 20Cr ₂ Ni ₄ 代)	(107)
11. 20Ni ₄ Mo	(109)
12. 30CrMnSi	(112)
13. 24~27SiMnNi ₂ CrMoA(见整体钎杆、锥形钎杆用钢)	(118)
14. 40CrMnMo(见镐钎用钢)	(118)
15. 30CrNi ₃ Mo(见螺纹钎杆用钢)	(118)
16. 30CrMnSiNi ₂ MoA(见螺纹钎杆用钢)	(118)
五、连接套用钢	(119)
1. 20CrMnMo	(120)
2. 20CrMnTi	(122)
3. 20MnVB	(128)
4. 35SiMnMoV(见螺纹钎杆用钢)	(132)
5. 20CrNi ₃ Mo(见螺纹钎杆用钢)	(132)
6. 40Cr(见钎头用钢)	(132)
7. 40MnMoV(见钎头用钢)	(132)
8. 40SiMnCrNiMo(见整体钎杆、锥形钎杆用钢)	(132)
9. 38CrNi ₃ Mo(见整体钎杆、锥形钎杆用钢)	(132)
10. 22~24SiMnNi ₂ CrMoA(见整体钎杆、锥形钎杆用钢)	(132)
11. 38CrSiV(见整体钎杆、锥形钎杆用钢)	(132)
六、钎尾用钢	(133)
1. 18Cr ₂ Ni ₄ WA	(133)
2. 30CrMnSiNi ₂ A	(138)
3. 25SiMnMoVA	(142)
4. 32SiMn ₂ MoV(27SiMn ₂ MoVA、37SiMn ₂ MoV 代)	(147)
5. 20Ni ₄ Mo(见钎头用钢)	(153)
6. 30CrNi ₃ Mo(见螺纹钎杆用钢)	(153)
7. 35SiMnMoV(见螺纹钎杆用钢)	(153)
钢的分类简表(附表 3)	(154)

符号名称对照表(附表 4) (155)

常用计量单位换算(附表 5) (160)

一、整体钎杆、锥形钎杆用钢

整体钎杆、锥形钎杆一般是指 B₂₂、B₂₅六角形中空钎钢制做的钎杆,适用于小型气功凿岩机或液压凿岩机的浅孔凿岩作业。整体钎杆是头部镶有硬质合金的钎杆,在发达国家和一些发展中国家应用十分广泛。锥形钎杆其头部是园锥形,与锥形连接的钎头相配合后才能进行凿岩,我国浅孔凿岩几乎全部是锥形钎杆,这种钎杆在加拿大及部份发展中国家也有应用。

这类钎杆用钢在国外应用最广的是 95CrMo,属合金工具钢类,同类的还有 95Cr 等。合金结构钢类有 40SiMnCrNiMo、38CrNi₃Mo、38SiCrV、40MnMo 等。个别国家还有用弹簧钢类 55Si₂Mn 及渗碳钢 18CrNi₃Mo 的。国内经过长时间的筛选,认为弹簧钢类 55SiMnMo 属比较理想的钢号。早期应用广泛的 T8、T8Cr 钢现已很少采用。

整体钎杆和锥形钎杆对钢种的主要要求是:

1. 高的疲劳强度和良好的韧性配合。
2. 低的缺口敏感性和低的疲劳裂纹扩展速率。
3. 在控轧控冷或正火状态下能获得 40HRC 左右的硬度,以保证钎杆的弹性。淬回火后达到 50~54HRC 的硬度,以保证钎尾在凿岩机活塞冲击下,不产生堆顶或炸顶。
4. 加热时有小的脱碳倾向。

1. 55SiMnMo

55SiMnMo 钢是我国研制成功的用于浅孔凿岩的小钎杆专用钢种,系贝氏体钢,由 55Si₂MoV 改进而来。用硅锰合金化,弹性极限及疲劳极限均较高。铜的加入对钢由奥氏体分解为珠光体的转变有强烈的抑制作用,又利于贝氏体的形成。与此同时,钼能降低含硅钢的过热敏感性和石墨化倾向。在热轧空冷情况下得到粒状或板条状贝氏体为主和富碳的残留奥氏体组织。经我国学者研究表明:55SiMnMo 钢富碳残留奥氏体无论是条状或块状,对疲劳裂纹的扩展有良好的抑制作用。经大量试验、生产和使用证明 55SiMnMo 钢制造的 B22 毫米钎杆,创造了我国小钎杆使用寿命的最高记录。

1. 化学成分%

C	Si	Mn	Mo	Cu	S	P
0.50~0.60	1.10~1.40	0.60~0.90	0.40~0.55	≤0.25	≤0.030	≤0.030

2. 物理常数

55SiMnMo 钢的临界点

Ac ₁	Ac ₃	Ar ₁	Ar ₃	Ms	Mz
760℃	785℃	680℃	735℃	275℃	室温以下

试验用钢的化学成分(%)如下: C0.58, Si1.30, Mn0.71, Mo0.50。

3. 机械性能

1) 室温机械性能

处理条件	σ_b MPa	σ_s MPa	$\delta_5\%$	$\Psi\%$
热轧	1235	634	17.5	20
870℃-20'正火	1039	522	17.5	50
870℃油淬、450℃回火	1509	1450	14	34.5

2) 冲击韧性和缺口敏感度

热处理制度	梅氏 α_k J/cm ²	夏氏 α_k J/cm ²	$\frac{\text{夏氏 } \alpha_k}{\text{梅氏 } \alpha_k}$
860℃退火	37	21	0.57
870℃正火			

3) 断裂韧性(Mpa·m^{1/2})

50、44、45

试样经 830℃-30'正火+200℃-2h 回火

4. 工艺性能

1) 热加工

加热温度℃	开始温度℃	终止温度℃	冷却
1050~1150	1000~1100	≥850	空冷或风冷

2) 热处理

项目	正火	高温回火或 软化退化	淬火	回火
加热温度℃	840~880	680	860~880	320~340
冷却	空冷或风冷	空冷	油	油或水
硬度 HRC	30~40	25 以下	≥55	50~54

3)等温转变曲线

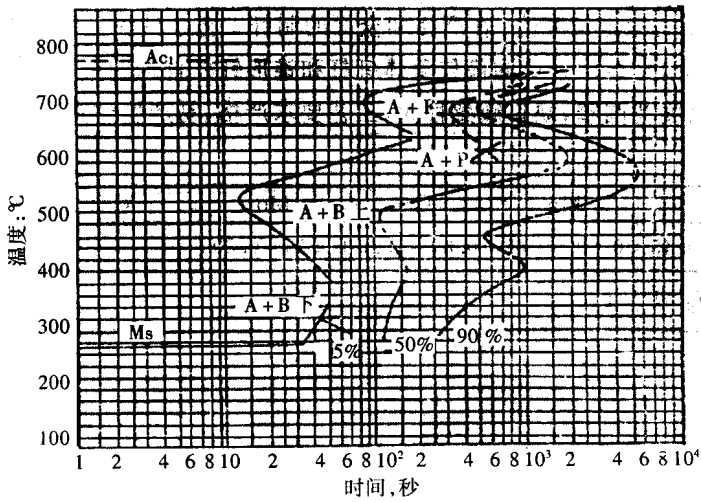


图 1—1 55SiMnMo 钢的等温转变曲线

试验用钢成分%:C0.58, Si1.30, Mn0.71, Mo0.50
采用磁性法初测,金相法校核。

4)淬透性曲线

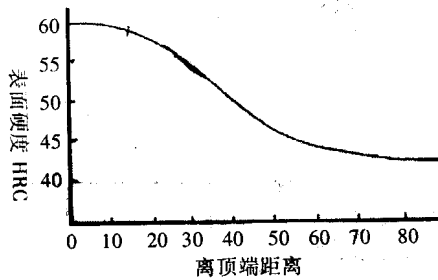


图 1—2 55SiMnMo 钢的端淬曲线

5. 规格品种

B19、B22、B25、B28 六角中空钢、菱形中空钢

6. 主要生产厂

贵阳特殊钢公司(原贵阳钢厂)、抚顺钢铁公司、涟源钢铁公司、咸宁矿山机械厂、唐山钢铁公司、韶铸集团韶关合金钢厂等。

2. 95CrMo

95CrMo 钢是世界范围内目前产量最大的钎具钢,除中国外,世界各国生产的中空钢中,

95CrMo 产量都排在首位。该钢号是由轴承钢加入 0.2~0.4% 的 Mo 发展而来。在热轧状态下具有较高的疲劳强度和耐磨性,显微组织为索氏体+屈氏体。最大的优点是在热轧或正火状态下能获得 34~42HRC 的稳定硬度值。在严格和全面的制钎工艺条件和正常使用下能得到 150M—250M/支的使用寿命,是各国公认的最佳整体钎杆和锥形钎杆首选钢种。95CrMo 钢的缺点是锻造性能较差,加热温度范围窄,缺口敏感性大,工艺要求严格,易产生过热、过烧现象。

1. 化学成分%

C	Si	Mn	Cr	Mo	V	P	S
0.90—1.05	0.25—0.45	0.20—0.45	0.80~1.20	0.15~0.30	—	≤0.035	≤0.035

2. 物理常数:临界点℃

Acm	Ac ₁	Ar ₁	Ms
850	755	720	190

注:用钢成分,%:C0.89, Si0.49, Mn0.30, Cr1.53, Mo0.33。奥氏体化:900℃

3. 机械性能

1) 室温机械性能

状态	σ_b	$\sigma_{0.2}$	σ_{-1}	δ_5	Ψ	α_k J/cm ²	HRC
	Mpa	Mpa	Mpa	%	%		
热轧状态 *	1320		350	9	25.5	59	36~48
热轧状态 **	1300	850					34~42

用钢化学成分%*:C 0.95, Si 0.24, Mn 0.24, Cr 1.24, Mo 0.27

** :C 0.97, Si 0.24, Mn 0.27, Cr 1.0, Mo 0.22

2) 回火硬度曲线

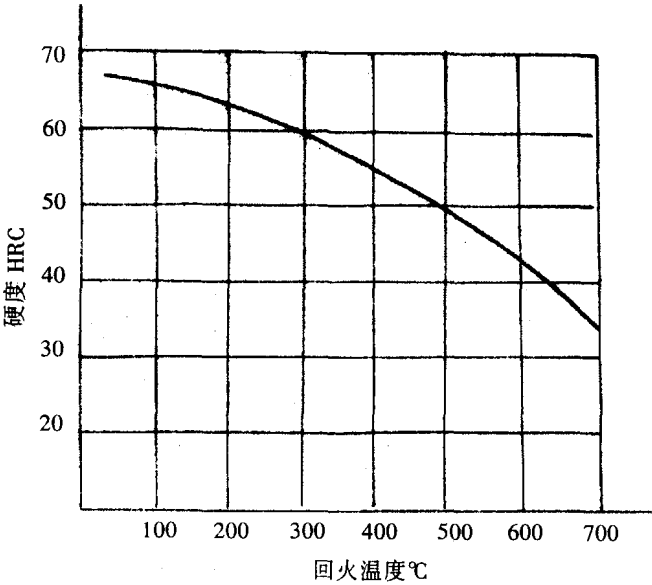


图 1—3 95CrMo 钢回火硬度曲线

850℃油淬后不同温度回火,回火 30 分。

4. 工艺性能

1) 热加工

加热温度 C	开始温度 C	终止温度 C	冷却方式
<1100°	≥1040	≥850	空冷或保温冷却

2) 热处理

项目	正火	退火 1	退火 2	完全退火	淬火 1	淬火 2	回火	热轧
温度 C	900~1000	705~735	785~815	770~790	800~830	860~880	480~520	
冷却	空冷	空冷	随炉冷或保温冷却	随炉冷至 715 C 保温 1 小时后空冷	热油淬火	压缩空气淬火	空冷	空冷
硬度 HRC		31	18	18	65	65	49~52	34~42

感应加热可适当提高 50~100℃。

3) 等温转变曲线

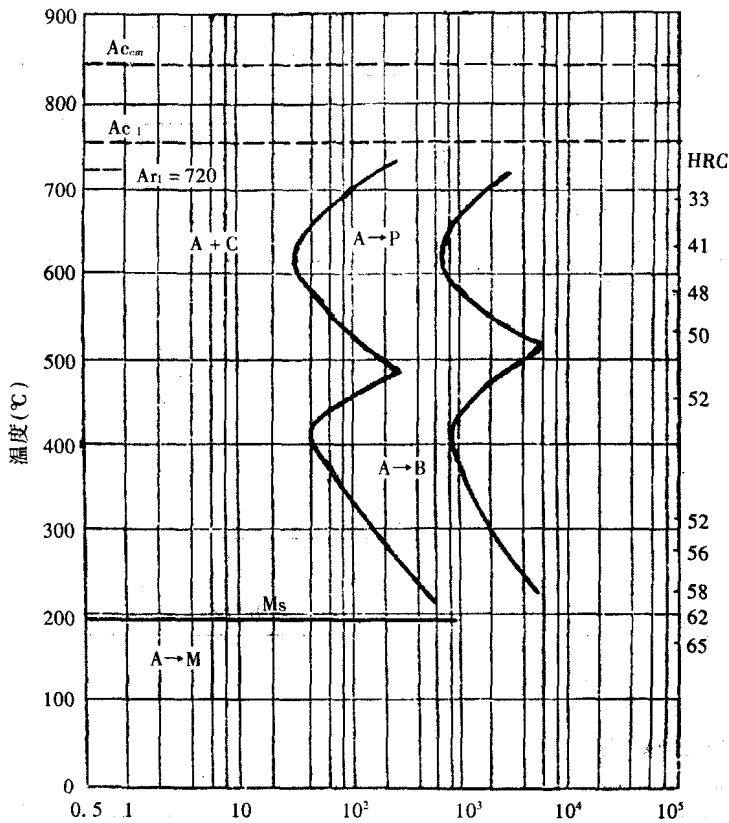


图 1—4 95CrMo 钢等温转变曲线

用钢成分%:C0.89, Si0.49, Mn0.30, Cr1.53, Mo0.33 奥氏体化 840℃

5. 交货状态

热轧状态 34~42HRC,允许脱碳层深度外表面≤0.2mm,内表面≤0.1mm。

6. 规格品种

B19、B22、B25、B28 及菱形中空钎钼或实芯钎钼,D40~55mm 用做钎头壳体钢。

7. 主要生产厂

贵阳特殊钢公司(原贵阳钢厂)、抚顺钢铁公司、涟源钢铁公司、咸宁矿山机械厂、唐山钢铁公司、西宁钢厂、本溪钢铁公司特殊钢公司、韶铸集团韶关合金钢厂等。

3. 95Cr

95Cr 钢是从轴承钢直接移植过来,应用的国家有日本(SKC11)、德国(100Cr)、波兰(100Cr)等。95Cr 比早年应用广泛的 T8、T8Cr 钢性能好,工艺性能与 95CrMo 钢差不多,但淬透性比 95CrMo 差,所以热轧或正火状态下的硬度较低,能满足整体钎杆、锥形钎杆对钢种的要求,在正确的制钎工艺条件下,能达到 100 米/支左右的使用寿命。

1. 化学成分%

C	Si	Mn	Cr	P	S
0.85~1.10	0.15~0.35	≤0.50	0.80~1.50	≤0.030	≤0.030

2. 物理常数

1) 临界点(近似值)℃

A _{C1}	A _{Cm}	A _{r1}	M _s
730	887	690	205

2) 比重

7.79

3) 比热

温度℃	45	525	981
C cal/g·℃	0.122	0.188	0.174

4) 弹性模量 E(20℃)

206~216GPa

5) 线胀系数 α

温度℃	20~100	20~200	20~400	20~600
10 ⁻⁶ /℃	13	13.9	15	15.3

6)导热系数 λ

温度 C	不同状态的钢 20 C 时	
	900 C 退火	1000 C 淬火
W/m · k	40.39	33.52

3. 机械性能

1)室温机械性能

热处理制度	σ_s	σ_b	δ_5	Ψ	α_k	硬度
	Mpa		%		J/cm ²	
退火	615		24.8			190HB
退火	715	410	21	46	44	170HB
900 C 正火	1185~1200				7.8	39HRC
830 C 淬火、160 C/2h 回火					6	61~65HRC
840 C 淬火、350 C 回火						52HRC

2)淬火温度、回火温度与硬度和冲击韧性的关系

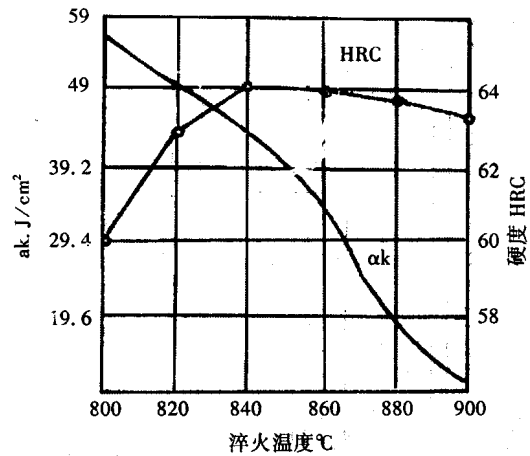


图 1—5 95Cr 钢硬度和冲击韧性与淬火温度的关系 (用钢成分, %: C1. 09, Si0. 29, Mn0. 35, Cr1. 21, S0. 011, P0. 012)

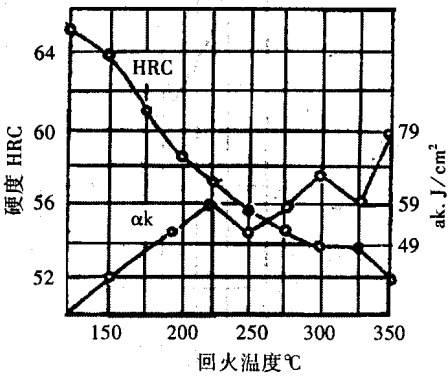


图 1—6 95Cr 钢硬度和冲击韧性与回火温度的关系 (用钢成分与图 1—5 相同)

3)疲劳极限

热处理制度	HRC	σ_{-1} Mpa	循环次数
805 C 油冷、160 C/2h 回火油冷	62~63.5	705	10 ⁷

4. 工艺性能

1) 热加工

锭或坯	加热温度 C	开始温度 C	终止温度 C	冷 却
钢锭	1150~1200	1100~1150	>850	≤55mm 空冷 >55mm 堆冷 >100mm 坑冷或砂冷
钢坯	1050~1100	1020~1080	800~850	

2) 切削加工

当硬度 HB 为 183~229 时, 相对切削性能为 30%

3) 热处理

工 艺	普通退火	等温退火	淬 火	回 火
加热温度 C	790~810, 2~6h	790~810, 2~6h	815~830	350~380
冷却方式	以 10~30 C/h 冷至 650 C 出炉空冷	炉冷至 710 ~ 720 C, 保温 1~2h 出炉空冷	油 冷	空 冷
硬度	179~207HB	207~229HB	HRC≥63	49~52HRC

4) 等温转变曲线

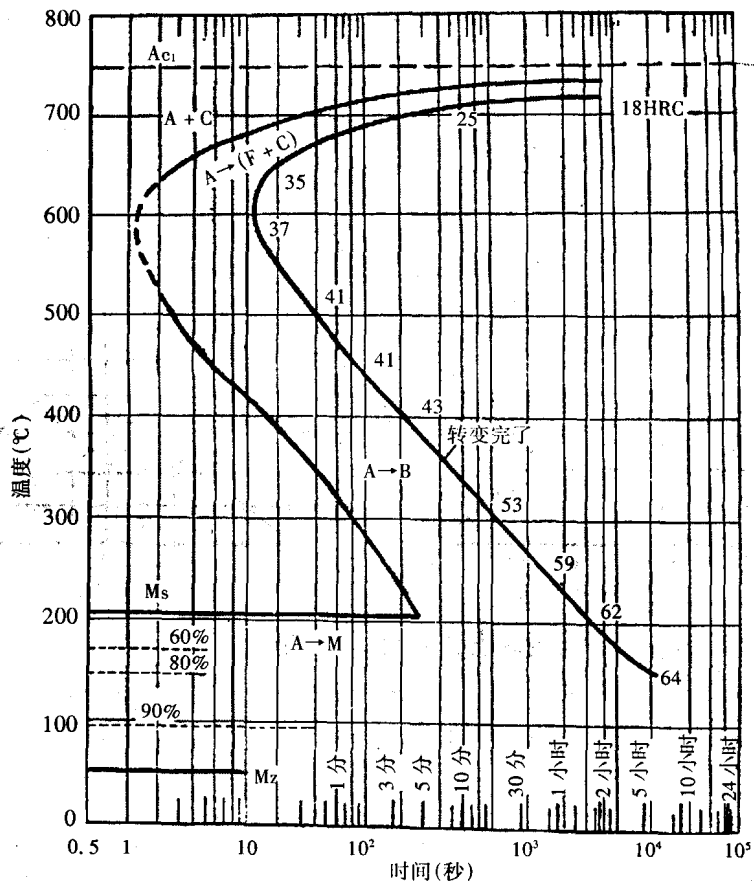


图 1—7 95Cr 钢等温转变曲线

用钢成分%:C 0.89, Si 0.49, Mn 0.30, Cr 1.53, Mo 0.33

5. 交货状态

热轧状态交货

6. 规格品种

B19、B22、B25、B28 中空钎钢或菱形钎钢

7. 主要生产厂

贵阳特殊钢公司(原贵阳钢厂)、抚顺钢铁公司、涟源钢铁公司、威宁矿山机械厂、唐山钢铁公司、韶铸集团韶关合金钢厂等。

4. 55Si₂Mn

55Si₂Mn 钢的强度高,弹性极限及 σ_s/σ_b 比值均高,热处理后韧性较好。但由于钢中硅含量较高,轧制比较困难,表面易出疵病,有深度脱碳倾向。

该钢主要用于制作铁道车辆、汽车、拖拉机上的板簧、螺旋弹簧、车辆上的回阀簧、以及其它高应力下工作的重要弹簧。

前苏联曾大量采用此钢种作为小钎杆用钢,如 B19、B22、B25。

1. 化学成分(GB1222-84)%

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	P	S
0.52~0.60	1.50~2.00	0.60~0.90	≤0.35	≤0.35	≤0.25	≤0.035	≤0.035

2. 物理性能

临界温度, C(近似值)		弹性模量 E GPa(kgf/mm ²)	切变弹性模量 G GPa(kgf/mm ²)
Ac ₁	Ac ₃	196(20000)	78.3(7980)
775	840		

3. 热加工

加热温度, C	开始温度, C	终止温度, C	冷却方式
1100~1150	1050~1100	850~900	堆冷

4. 热处理

项 目	高温回火	正 火	淬 火	回 火
加热温度, C	640~680	850~880	850~880	400~520
冷却方式	空冷	空冷	油或水	空冷

此钢有深度脱碳倾向,显著的脱碳温度在 700℃ 以上。因此,在低于 700℃ 时应采用缓慢加热,大于 700℃ 时应快加热。为了较好地防止脱碳,应尽量采用加热温度中下限,缩减加热时间和高温停留时间,绝对不允许超过规定的加热温度。

1)等温转变曲线

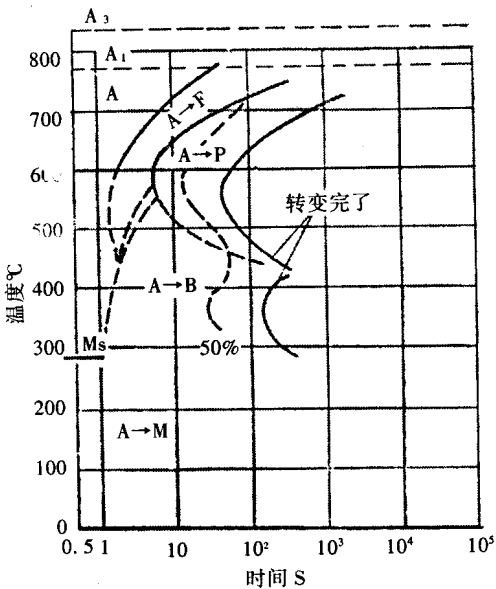


图 1—8 55Si₂Mn 钢的等温转变曲线

2)淬透性曲线

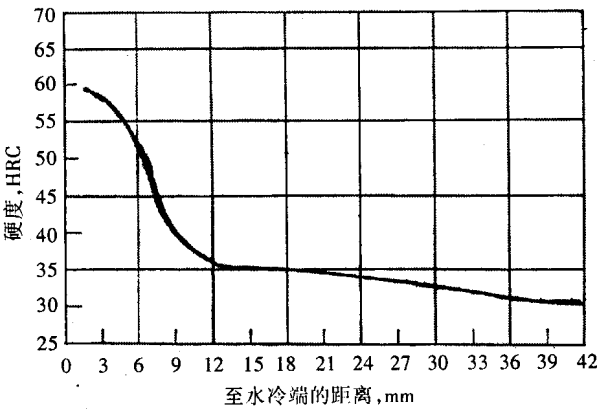


图 1—9 55Si₂Mn 钢的淬透性曲线

试验用钢主要成分, %: C 0.55, Si 1.68, Mn 0.61; 奥氏体化温度 925℃。

5. 力学性能

1)GB1222—84 规定最低值

热处理制度	$\sigma_{0.2}$ MPa (kgf/mm ²)	σ_b MPa (kgf/mm ²)	δ_{10} %	Ψ %
870℃油淬,480℃回火	1175(120)	1275(130)	6	30

注:热轧材硬度不大于 302HB。

2)实测室温抗拉性能

热处理制度	$\sigma_{0.2}$ MPa (kgf/mm ²)	σ_b MPa (kgf/mm ²)	δ_{10} %	Ψ %
870℃油淬,480℃回火	1220~1380 (124~141)	1350~1530 (138~156)	7.0~9.5	33.5~41.0
880℃油淬,400℃回火①		1667(170)	8.8②	40.3
880℃油淬,600℃回火①	846(86.3)	1000(102)	15.8②	51.3

①热处理毛坯直径,6mm。 ② δ_5 值。

3) 疲劳极限

试样状态	σ_b MPa (kgf/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ MPa (kgf/mm ²)	σ_{-1} MPa (kgf/mm ²)	τ_{-1} MPa (kgf/mm ²)
870~900℃油淬 400~450℃回火, 空冷	1275 (130)	930 (95)	490 (50)	295 (30)

4) 不同回火温度后的机械性能

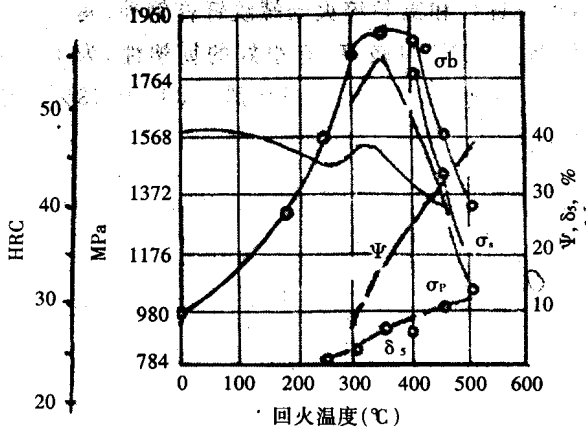


图 1—10 55Si₂Mn 钢不同温度回火后的机械性能
(用钢成分, %: C0.56, Si1.79, Mn0.82; 870℃油淬)

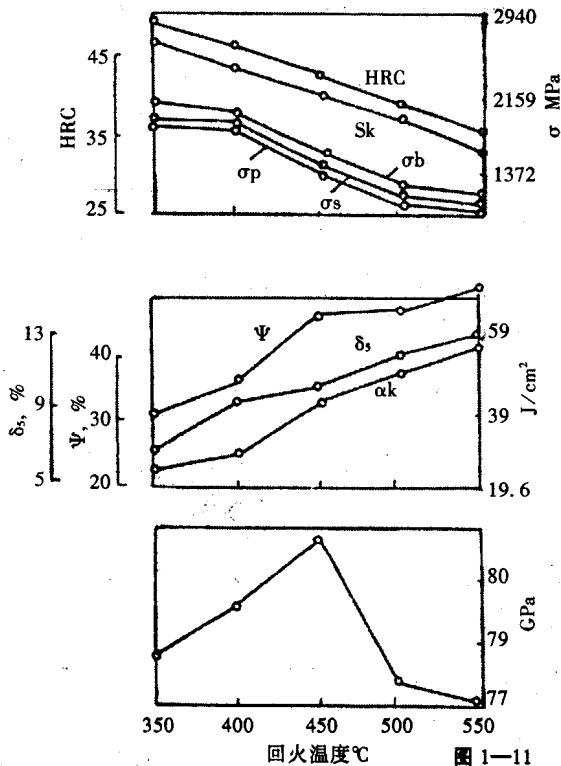


图 1—11 55Si₂Mn 钢回火温度对机械性能的影响