

轧 辊 专 集

(1)

太 原 钢 铁 公 司 科 技 处

一九七八年十二月

目 录

1. 冷轧锻钢轧辊生产技术

——日本制钢所 (JSW) 来华
技术座谈资料

钢研所 邹文正

(1)

七 轧 赵殿文

2. 日本制钢所 (JSW) 制造的锻钢支撑辊

钢研所 邹文正译

(26)

五 轧 许祖心校

3. 组合式银套支撑辊的热装程序

七 轧 赵殿文译

(31)

钢研所 宋连生校

4. 高硬度双铸锻钢支撑辊 (FDB-70)

二 轧 赵顺刚译

(41)

5. 冷轧机淬硬锻钢轧辊的制造

钢研所 邹文正译

(45)

五 轧 许祖心校

6. 淬硬轧辊的冷处理

钢研所 邹文正译

(57)

五 轧 许祖心校

7. 锻钢支撑辊的性能

----- 钢研所 邹文正 译

(66)

五 轧 许祖心 校

8. 轧板厂用新式热轧辊

----- 二 钢 刘 皓 译

(75)

钢研所 陈复 校

冷轧锻钢轧辊生产技术

——日本制钢所(JSW)来华
技术座谈资料

一九七八年五月十八~廿四日中国技术进口总公司组织冶金部
、单位十四人与日本制钢所(JSW)就锻钢冷轧支承辊(我公
司七轧厂八辊冷轧机 $\phi 1250$ mm支承辊)技术进行交流。其间还
了解到日本轧辊生产概况、冷轧工作辊以及热轧支承辊等方面内
容,现将座谈内容总结如下。

一、日本制钢所(JSW)及日本轧辊生产概况

1. 日本制钢所(JSW)概况

该公司成立于1907年现有室兰、广岛、横滨、东京四个厂组
成。共有8000余名职工,占地130万米²。

室兰厂是日本最大的铸锻件厂(4000余人)拥有日本最大
的万吨水压机以及5.3米宽的特厚板轧机(单机架3万马力)。
该厂可铸570吨的钢锭,据称这是目前世界最大的钢锭。主要
产品是大型铸锻件、钢板及压力容器等。大型铸件有410吨的轧
机机架、131吨的高炉大钟、及400吨以上的大钢锭。该厂出
钢量月产3万吨,45%用于锻钢(其中10%为轧辊)50%
用于厚板,5%用于铸件。共有六个车间。

主要设备

(1)炼钢电弧炉:120吨(35,000+伏安),100吨,
30吨,10吨各一台。

(2)保温电弧炉:120吨,100吨各一台。(变压比为

12. 500 千伏安)。约建于 67 年。

(3) 真空铸锭：最大可铸 570 吨钢锭。

(4) 锻造水压机

自由锻水压机 10000 吨 (开档 7 米)，2000 吨，1000 吨各一台。

四向横锻水压机，压下 8000 吨，顶上 1000 吨，两侧横向各 2000 吨，可作自由锻。

(5) 吊车：炼钢车间为 250 吨，锻压车间为 300 吨，200 吨 $\times$ 2，大件用两台吊车台抬。

(6) 机床

立车：最大 ϕ 12.5 米，高 4.7 米，载重 500 吨。

车床：最大 ϕ 4 $\times$ 21 米，载重 350 吨。

磨床：最大 ϕ 2 $\times$ 10 米，载重 147 吨。

刨床：长 13.5 米，宽 5.2 米，高 3.8 米，载重 1500 吨。

开孔机：最大 ϕ 1.6 $\times$ 18 米，载重 100 吨。

(7) 放射线检验设备

同位素：钴 60，50000 Mv，3 台

X 射线：52A 4 台

电磁感应加速器：15 MeV，150 R/分 atm，4 台

直线加速器：12 MeV，2000 R/分 atm，1 台

(8) 码头起重机 600 吨 $\times$ 2 等 4 台

宝兰厂生产的轧辊主要是大型锻钢轧辊，少量铸钢轧辊，不生产铸铁辊。最大锻钢轧辊为厚板支承辊 ϕ 2.4 米，辊身长 3.4 米，全长 10 米，重 243 吨。据称日本三大特厚板轧机 (新白铁的大分厂、川崎制钢的水岛厂、日本钢管的扇岛厂) 共 16 根支承辊都是宝兰厂生产的。

广岛厂于 1920 年投产，2000 余人。大中型塑胶加工机

造纸机和化工设备是该厂之主要产品。横滨厂 700 人，设备 300 台，制造各种精密机口设备，塑胶加工设备，油压机口等。东京厂 700 人可生产各种工业设备，特别是全自动油压挖掘机等。

室兰厂近年生产轧辊的情况见表 1。

室兰厂近年生产轧辊的根数

表 1

年 度	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
轧 别										
冷轧工作辊	705	700	742	921	739	1065	981	1233	885	937
带钢支承辊	97	109	64	120	137	66	57	110	48	33
板材支承辊	18	10	8	13	5	12	5	36	17	8
特钢轧辊	166	592	297	271	212	50	45	33	19	8
连铸用辊	0	0	0	610	658	186	625	243	87	34
其他锻钢辊	137	65	95	166	29	38	48	193	86	61
共 计	1123	1475	1206	2101	1780	1413	1761	1852	1142	1081

2. 轧辊的分类及日本轧辊生产水平

这里主要介绍锻钢轧辊的分类：（见表 2）

日本碳钢轧机分类及配用的水压机

表 2

种 类	硬 度 H_s	材 质	轧 辊 重 (吨)	钢 锭 重 (吨)	使用水压机 (吨位)	备 注
1. 带钢冷轧 工 水 辊	96~98	共析钢(2~5%Cr), 其中森吉米尔 轧机用辊 1.5%Cr, 1.3%Cr, 1%W, %Mn, Hs83	3~8	6~16	2000~3000	
2. 带钢冷轧 承 辊	80~85 (65~70)	亚共析~共析钢(2~3%Cr) 平整多用铸锻辊	(空 砧) 20~55 辊 套 6~10	40~110 12~20	4000~6000	采用双注 及 JTS 法 锻造 锻压 比在 2 以 上。
3. 带钢热轧 支 承 辊	60~65 65~70		同 上	同 上	同 上	
4. 厚板轧机 支 承 辊	43~50	共析钢(1%Cr) 90% 为 空 砧 锻钢, 不用铸套辊	60~240	120~500	10000	
5. 连续钢带 轧 辊	30~40	底用 0.15~0.25%Cr, 1%Cr, 0.3%Mn 1%W 钢系, 现用 0.1~0.2%Cr 的 1.3%Cr 钢, 性能提高 3 倍	0.2~5	0.4~10	2000~3000	
6. 玻璃用 轧 辊	同 上	同 上	1~3	2~6	2000~3000	
7. 其他碳钢 轧 辊 (初轧粗轧)			25~60	50~120	4000~6000	

日本轧辊生产另据称:

年 度	产 钢 另	轧辊产另
60年	2200万吨	2~2.5万吨
67年	6000万吨	约7万吨
77年	10200万吨	13万吨

若种轧辊的生产比例以77年为例(年产13万吨)

铸铁辊 7万吨

铸钢辊 3万吨(占日本铸钢件的0.5%)

锻钢辊 3万吨(占日本锻钢件的0.5% 其中出口约一万吨)

日本普遍采用了套筒式轧辊, 使轧辊的一代使用寿命变成了2~3代以上。日本开展了对轧辊材质的研究, 这在对轧辊硬度选择, 剥蚀机理研究的基础上进行的。因此, 他们轧辊材质成分较简单, 热处理程序简化。

二 轧辊的冶炼与锻造技术

1. 冶炼技术

JSW 在冶炼方面采用了碱性电炉、保温炉、真空浇注以及双铸技术。

采用保温炉的目的主要为浇大件时钢水保温用, 可少冒升温, 调查成分, 吹Ar搅拌。钢水先经钢包再倒入保温炉内, 它的变压口容量只为电弧炉的三分之一。宝兰厂生产570吨大锭就是用此方法。这种用小炉生产大锭的方法据称是经济的。

然而, 生产百吨以上大锭随之带来的问题是如何解决钢锭内部偏析与缩孔的问题。该公司采用了双铸(Double pour)技术, 如图1所示, 大钢锭头部(A处)与其他先凝部分(如B处)

由于偏析而造成成分不一致。据统计中心与表面成分偏析达1~2倍。对轧钢来说，主要是C的偏析。为了稀积钢中心过高的碳含量，故把低中碳钢水兑入已注的钢锭，使钢锭中心未凝钢水冲稀，而造成钢锭成分的一致。同时对于减少缩孔也是有利的。

2 锻造技术

(1) 日本大型锻压设备状况

据日方人员介绍，日本国内锻压设备没有太大的，仅有的一台10000吨水压机就在室兰厂，日本大型水压机数量：

日本制钢所室兰厂 10000吨 8000吨（两用）

日本铸锻钢公司（八幡） 8000吨

神户制钢所高砂工厂 8000吨

日立制作所胜田工厂 8000吨

川崎制铁所水岛工厂 6000吨

日本锻压 轧钢水压机生产率

制 品	水压机能力(吨)	月产量(吨)
8吨 ϕ 700 mm	1500 / 2000	1500 / 2000
30吨 ϕ 1100 mm	4000	3000 / 4000
150吨 ϕ 1800 mm	8000	4000 / 5000

关于降温锻造法（JTS法）

这是由日本制钢所馆野（TAENO）和鹿野（SHIKONO）两位工博发明的。该技术对解决大型化钢锭的偏析很有效。此工

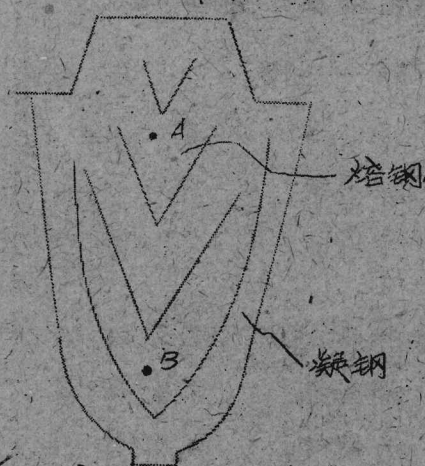


图1 大型钢锭

艺的实质是：把钢锭加热到高温（ 1250°C ）出炉后本立即锻造，使钢锭表面空冷至 $700-800^{\circ}\text{C}$ 左右，此刻钢锭中心温度约为 1180°C （内外温差 $250-350^{\circ}\text{C}$ ）。在这种情况下锻造，表面变形阻力大，中心阻力小，这样锻造的结果使中心的组织缺陷得以改善。100吨以上的钢锭采用于JTS法效果很好。

三、轧辊的热处理技术

1. 最终淬火处理——“一发法”

日本目前对冷轧工作辊最终淬火处理流行三种方法：渐进式加热淬火、二重周波（双频）渐进法和静止整体式加热淬火（“一发法”）。

日本制钢所冷轧工作辊最终淬火处理方式历年的演变过程如下：

1947—1959年：垂直电炉整体加热淬火。

1960—1963年：双频感应加热炉淬火。

1963年下半年：单频感应加热炉淬火。

1967—1970年：大功率单频感应加热炉淬火。

1970年：加冷处理。

JSW公司推荐“一发法”，其原因是：从残余应力的角度来看，渐进法处理的轧辊中心不开孔，轧辊中心受的张应力峰值大，而一发法处理的轧辊开中心孔，应力峰值降低，安全性大。此外从淬透深度来看（见图2），渐进法淬透深度为 $8\sim 12\text{ mm}$ ，一发法可达 $14\sim 20\text{ mm}$ 。如果加上冷处理，其深度可达 32 mm 。

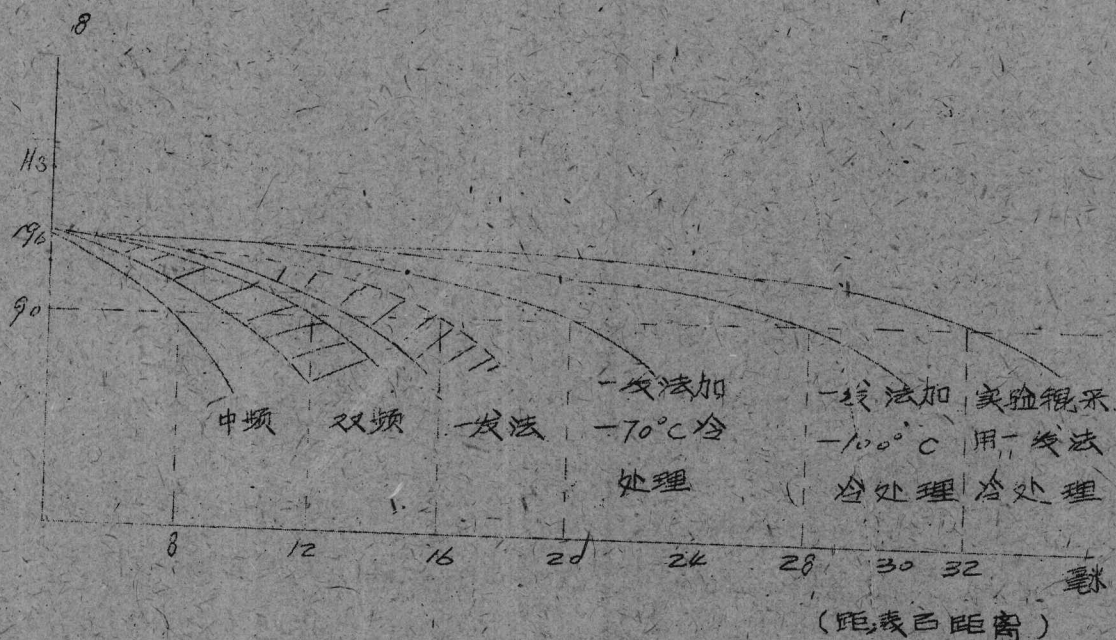


图2 各种淬火方式的淬硬层深度

“一发法”淬火工艺要点：

(1) 加热：

如图3所示，将冷轧工作辊（必须打中心孔）放在淬火机床上，以一定速度旋转，用1000 Hz中频感应圈（最大容量为1200 kVA）进行感应加热，达到淬火温度后保温30~40分钟。

(2) 冷却

将加热好的轧辊垂直吊入喷水槽内进行强烈冷却，同时，轧辊中心孔下部开口处插入水管进行中心孔冷却，图4所示。冷却水流量为20 m³/min。

(3) 冷处理（详见下节）

(4) 低温回火

冷轧辊低、中温回火是在立式环形空气炉内进行。空气回火炉结构为图5所示。

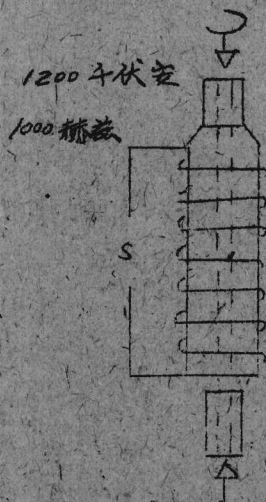


图3 一交法加热筒图

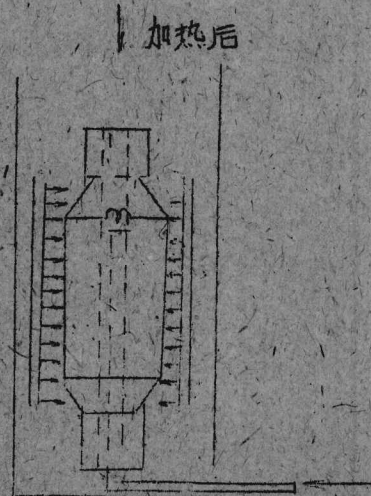


图4 喷水槽示意图

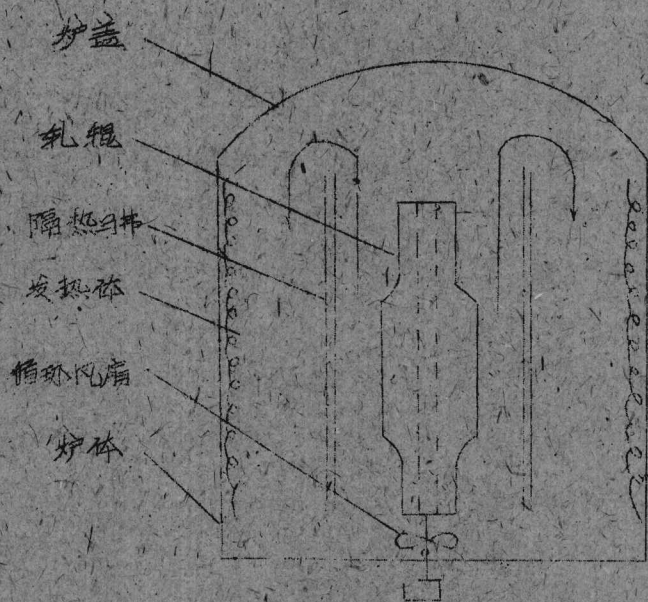


图5 感应回火炉筒图

日本制钢所现在正对一交法淬水机进一步改进。其要点是在淬水机床下部增设喷水装置，加热完毕的乳棍垂直降入喷水

槽进行喷淬。其他步骤未变。

据称：“一冷法”有如下优点：

① 奥氏体化时间长（30~40 分钟，而斯法法仅为 5 分钟左右），增加了奥氏体稳定性，淬火后易得到高的硬度和深的淬硬层。

② 其加热深度可以由淬火保温时间控制，中心孔同时冷却，可使轧辊表面和芯部都处于压应力状态，有利于使用。

③ 冷却水量大（约 20 水³/分）对提高淬硬 度是有利的。

2. 冷轧工作辊的冷处理

JSW 室兰厂从 1970 年开始对 MC2、MC3（C 含量为 0.8~1.1% Cr 2.5~3.5%）材质的冷轧工作辊采用冷处理工艺，并做为正式工序。

冷处理工艺如下：

将经加热淬火后的工作辊（回火前）放入冷处理槽中。冷处理槽有立式与卧式两种。据称，大部分厂家采用立式，而室兰厂采用卧式处理槽。该槽示意图见图 6。

槽内有四根喷管，轧辊与四支喷管保持等距。冷液通过喷管上的小孔均匀喷向辊身，使轧辊逐渐降温至规定的温度。根据轧辊材质不同，温度选在 -70~-130℃

之间。一般处理 1~2

小时。



图 6 卧式冷处理槽示意图

在日本，冷处理工艺多用于 $\phi 250 \sim 700$ mm 的冷轧工作辊。一般支承辊不用冷处理。冷处理后，轧辊需放入空气回火炉内进行低温回火。

冷处理的效果等详见“淬硬轧辊冷处理”一文

3. 支承辊的热处理

日方以整体锻钢 $\phi 1250$ 轧机冷轧机支承辊为例进行了介绍。
该支承辊的化学成分为：

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
0.5/ 0.7	0.7	0.7	0.025	max	4-5	0.3/0.5
	max	max	max			

表面硬度的目标值：

辊身 75 H_S 辊颈 45 H_S

该轧辊热处理分三步进行。

(1) 锻后退火

要求徐冷，否则会产生裂纹

(2) 正火加回火

经过正火加回火处理，轧辊的轴颈表面硬度达到要求，辊身硬度因直径大，其硬度还略低于辊颈。

(3) 辊身终处理（淬火加回火）

利用如图 7 所示装置，炉气加热，有隔板防止辊颈被加热。辊身急速加热至 $900 \sim 950^\circ\text{C}$ 后取出进行喷水冷却。回火仍在同一装置内进行，一般回火温度要根据辊身硬度要求而定。

$\phi 1250$ 轧机冷轧支承辊上述三步热处理规范示意图见图 8 所示

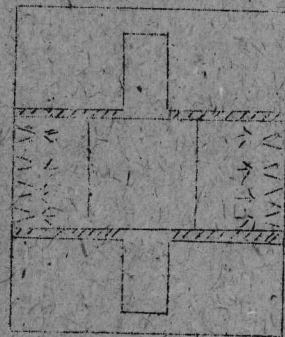
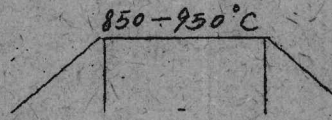
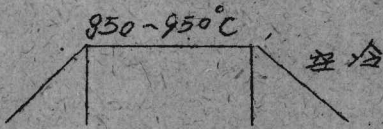


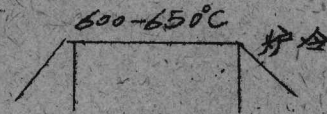
图 7 辊身淬火加热装置



锻后退火



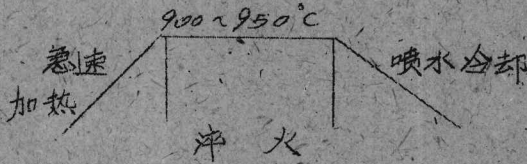
正火



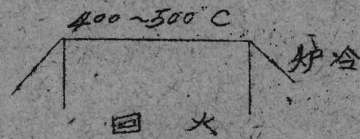
回火

此时硬度: 辊身 $38/43 H_s$

辊颈 $40/45 H_s$



淬火



回火

此时硬度: 辊身 $71 \pm 3 H_s$

辊颈 $20-45 H_s$

图 8, $\phi 1250$ 轧辊 金相支承辊热处理
规范示意图

四 组合式轧辊的生产工艺

所谓组合式轧辊从广义讲, 一是用冶金方法使不同材质的复合, 一种是机械的组合。冶金复合法早已实用化了, 机械组合法在日本也是十分普遍的。在日本轧辊通常是用两代以上的寿

命(在体式一代-套筒组合式一代)。在体辊用废以后,可以车成轴,然后再镶上一个套筒开始它的第二代寿命。

1. 组合式银套轧辊的生产工艺流程及套筒毛坯加工与热处理详见:组合式银套支撑辊的热处理程序一文

2. 银套的热处理工艺

银套外表硬度与体式支撑辊要求一样($67 \sim 70 H_s$)。为了防止轴套装配不好,应使轴与套内壁的硬度有所差别。一般套筒内壁硬度软些($\leq H_s 30$)轴与套筒配合处的硬度要求为 $H_s 43 \sim 50$, 而银颈处要求为 $40 \sim 45 H_s$ 。

按上述硬度要求,对银套进行热处理有两种方法。

A法:其特点是淬火前加热温度内外不同,回火时温度相同。见图9。

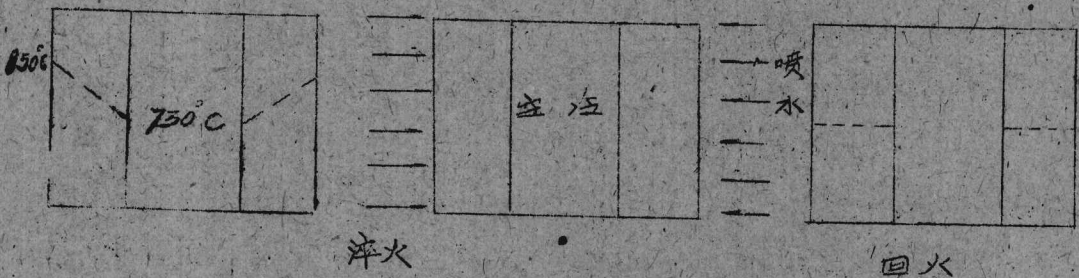


图9 A法热处理示意图

(1) 淬火:

套筒外表温度为 $850^\circ C$, 内表温度为 $750^\circ C$, 外侧喷水, 内侧为蒸汽浴。

(2) 回火: 内外温度均一。

B法:其特点是淬火前套筒内外表面加热温度相同, 而回火时内外表面温度不同。如图10所示。

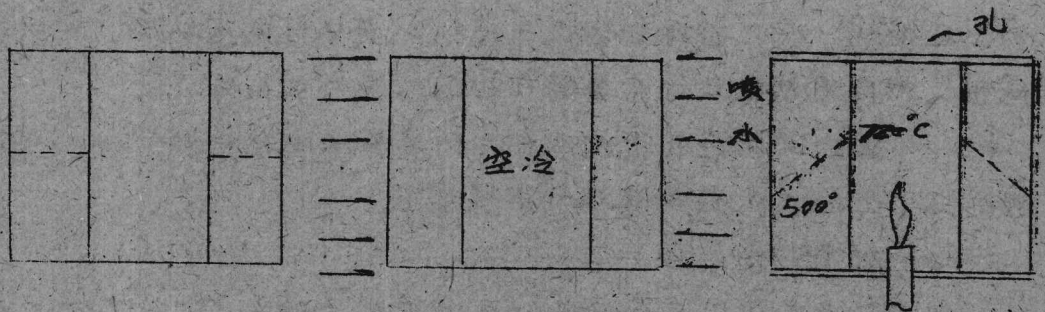


图 10 B 法热处理示意图

由于 A 法比较简单, 因此应用普遍。

套筒的 A 法加热采用了图 11 的装置, 套之上下两端加隔板迅速加热, 在套筒壁厚为 200 mm 的情况下, 内外温差为 $100 \sim 150^\circ\text{C}$ 。当表温达到奥氏体化温度时, 内壁温度在 A_{c3} 以下加热后将隔板打开, 旋转喷水, 内部用空气冷却, 冷到 $100 \sim 200^\circ\text{C}$ 时去回火。同样也在淬火加热炉内加热 (热沉为重油) 回火温度根据硬度要求去定, 如: 表温硬度 $H_s 70$ 则选 450°C 回火 10 小时。

表温硬度 $H_s 70$ 则选 500°C 回火 10 小时。

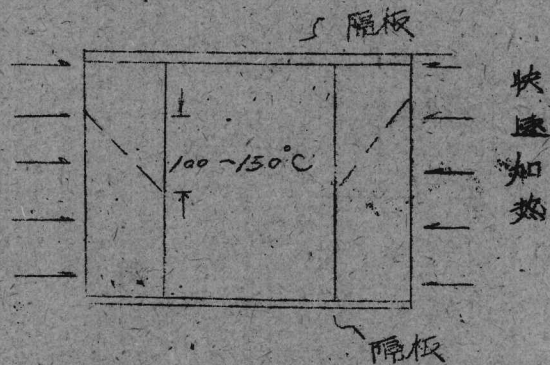


图 11 A 法套筒加热法

淬火温度要根据不同钢种的硬化曲线来选定。在制定加热曲线以前应把该钢种的硬化曲线作出, 如图 12 所示。5% Cr-Mn 钢淬火温度在 900°C 以上硬度才不致降低, 而在 800°C 以下则硬度难以提高。因此, 对该钢种的套筒外层加热到 950°C , 内层加热到 $800 \sim 850^\circ\text{C}$ 。对于 2% Cr-Mn 钢, 则应将外表层加热到 850°C 内表温