

轧辊生产使用与维护专题情报

郑建华 王 川 编

第二分册

17-5
57

成都华冶信息研究所

17-5

57

轧辊生产使用与维护专题情报第二分册

目 录

Φ550mm 轧机断辊分析	李国全(1)
提高型钢轧辊工作寿命的方法	燕非 金建兵(5)
轧辊表面滚痕及其应用	王作运(7)
初轧机辊槽底部表面滚痕的试验及其应用 ...	马国栋 李玲等(9)
轧辊堆焊技术在天津轧三的应用	李彩华(14)
具有双相低倍组织焊层的轧辊埋弧堆焊	邵素芸译,陈良才校(18)
轧辊堆焊技术及其发展	邹增大(22)
国内外铸造轧辊的制造水平简介	关润浩(27)
半钢轧辊及其在型钢轧制中的应用	王贵明(31)
阶梯辊改善热轧板形技术通过鉴定	砚士(34)
低铬钼钒钛稀土镁球墨铸铁轧辊的 性能分析	周叔平 代树章等(35)
小型连轧机采用合铜球墨铸铁轧辊	李 章(40)
提高轧辊使用寿命的途径	(苏)H·M·瓦伦左夫(40)
采用直流电机传动减少轧辊消耗	唐杰民(43)
450 轧机轧辊的管理经验及其提高它们 寿命的途径	张本连译(46)
碳化钨轧辊在小型轧机中的应用前景	陈永广(50)

用电渣冷硬熔铸法制造的轧辊寿命	钟灿贤译,龙春安校(52)
CrMo 半冷硬球墨铸铁轧辊的研制与试用 ...	李观贤 张方平(54)
一钢轧辊使用的现状与措施	林有祚(58)
防止锻钢轧辊的过热和过烧	[美]S·A·Hein 刘荣藻译(62)
提高车轮轧机下斜辊使用寿命的研究	杨维二(69)
轧辊无损检验方法的适用范围及其优缺点	白頔摘(73)
如何处理轧辊失效事故	东良摘(73)
1250 开坯机钢轧辊的使用	刘荣藻译 崔佩庸校(75)
过共析钢轧辊的新热处理制度	雅·恩·马利诺卡(77)
电渣熔铸六五 0 轧辊	张连君(80)
热轧用超硬质合金轧辊	张本连译(88)
小型轧机的铸造轧辊	刘荣藻译 崔昌利校(97)
电加热冒口在大型钢轧辊上的应用	张志平 杨相炫(101)
提高 $\Phi 200 \times 250\text{mm}$ 冷轧辊辊面硬度及 辊颈热处理工艺探讨	张宗鸿(104)
冷硬轧辊破坏分析与焊补研究	邹增大 任登义(108)
9SiCr 冷轧辊断裂的现场浅析	李斯南(113)
3000 轧机高强度镍钼生铁工作辊的使用经验	杨力学译,王宝禄校(119)
四川省地方标准离心复合钒钛冷硬铸铁轧辊	(123)

Ø550mm 轧机断辊分析

李 国 全

(江西萍乡钢铁厂)

萍乡钢铁厂Ø550mm×3轧机, 由于条件限制, 小机轧大锭(10 $\frac{1}{2}$ in钢锭), 因此断辊频繁, 平均辊耗高达3.5kg/t钢以上。其中第1机架第3道次的中、下辊断辊尤为严重, 占断辊总数的70%。

1 轧辊的强度破坏

1.1 轧辊强度破坏的特征

轧辊断口无水迹、无缩颈, 属于高应力脆断。大多数是使用不久的新辊; 少数有5mm以下的浅层裂纹。断口大多发生在靠

近传动端的第3道次轧槽的内圆角半径处。因强度破坏而断裂的轧辊占断辊总数的70%左右。

1.2 轧辊强度分析

根据中南工业大学Ø550mm×3轧机测试报告, 计算了Ø550mm×3轧机第1机架各道次的辊身弯曲正应力值, 见表1。

表1说明, 在正常轧制条件下, 第1机架的各道次中, 以第3道次轧槽的弯曲正应力最高, $\sigma_w > [\sigma]$, 轧辊在危险状态下工

表1 Ø550mm×3轧机第1机架各道次有关参数

轧制道次	轧辊位置	实测平均轧制力 P , kN	辊身弯矩 M_w , kN·m	轧槽工作直径 D_K , mm	辊身弯曲正应力 σ_w , MPa	说 明
1	中	1443.05	451.04	394	127.70	①轧制Q235镇静钢, 60mm方坯单根过 钢。 ②开轧温度: 1100~ 1140℃ ③70Mn 铸钢轧辊 ④应力集中系数 $\alpha_o = 1.7$
	下			392	129.66	
2	上	1488.18	465.15	416	111.88	
	中			394	131.68	
3	中	1383.21	608.59	396	169.71	
	下			390	177.65	
4	上	1305.71	574.49	422	132.37	
	中			396	160.19	
5	中	1213.50	545.82	458	98.38	
	下			440	110.95	
6	上	1290.02	580.24	468	98.02	
	中			458	104.58	
7	中	970.21	369.34	470	61.60	
	下			442	74.06	
8	上	1140.90	434.32	484	66.33	
	中			470	72.44	
9	中	740.66	197.43	500	27.35	
	下			490	29.05	

作。尤其是其内圆角半径处，存在应力集中，是第3道次轧槽安全程度最低的危险截面，其辊面处又是危险截面的危险点。

1.3 轧辊强度破坏的原因

①轧机与钢锭尺寸匹配不合理

φ550mm轧机轧辊直径较小，辊身较短（1500mm），第1机架只能布置9道次，道次压下量大，轧制力高，辊身受力面积较小，辊身弯曲正应力为φ650mm轧机的1.65倍，使轧辊容易因强度破坏而断裂。

②钢温低

根据实测数据^[1]，开轧温度为1031~1084℃时，第3道次的轧制力比正常轧制时高20%，轧辊弯曲正应力高27%，中辊σ_w = 215.68MPa，下辊σ_w = 225.78MPa，σ_w > [σ]。

生产实践表明，当开轧温度>1100℃、钢温均匀时，轧制比较顺利，轧辊通常不至

因强度破坏而断裂。当开轧温度<1100℃，或出钢过快、钢温加热不透时，断辊显著增多。1100℃是我厂φ550mm轧机第3道次是否断辊的临界开轧温度。

③因轧辊冷却不良，使轧辊温度升高，影响了轧辊强度。

④红坯尺寸不准

有时因轧辊下调节器失灵，辊缝无法调节或调整不当，致使红坯尺寸不准，造成某道次压下量过大，轧制力升高而断辊。

2 轧辊的疲劳断裂

2.1 轧辊疲劳断裂的宏观特征

这类断口无剪切唇，断口面分为裂纹区和粗糙的撕裂棱区。裂纹区有裂纹扩展的痕迹，裂纹最深处一般为40~80mm，个别达100mm，裂纹区弧长逾600mm以上。裂纹区颜色较暗，有水迹。这类断裂属于典型的低应力脆断。

表2 第3道次中辊应力强度因子K_I值（D_K = 396mm）

裂纹深度 a, mm	裂纹根部直径 d, mm	开轧温度 ℃	辊身弯矩 M, ×10 ⁶ kg·mm	K _I kg/mm ^{3/2}	说 明
30	336	1031~1084	772.84	160.76	裂纹不扩展
		1100~1140	608.04	126.51	
40	316	1031~1084	772.84	198.90	裂纹缓慢扩展
		1100~1140	608.04	156.51	裂纹不扩展
50	296	1031~1084	772.84	242.46	裂纹失稳扩展
		1100~1140	608.04	190.80	裂纹缓慢扩展
60	276	1031~1084	772.84	293.40	裂纹失稳扩展
		1100~1140	608.04	230.88	轧辊断裂
70	256	1031~1084	772.84	357.95	裂纹失稳扩展
		1100~1140	608.04	281.87	轧辊断裂
80	236	1031~1084	772.84	440.11	裂纹失稳扩展
		1100~1140	608.04	346.33	轧辊断裂
90	216	1031~1084	772.84	551.13	裂纹失稳扩展
		1100~1140	608.04	433.69	轧辊断裂
100	196	1031~1084	772.84	702.22	裂纹失稳扩展
		1100~1140	608.04	552.59	轧辊断裂

表3 第3道次下辊应力强度因子 K_{Ic} 值 ($D_K = 390\text{mm}$)

裂纹深度 a, mm	裂纹根部直径 d, mm	开轧温度 $^{\circ}\text{C}$	辊身弯矩 $M, \times 10^6 \text{kg} \cdot \text{mm}$	K_I $\text{kg}/\text{mm}^{3/2}$	说 明
30	330	1031~1084	772.84	168.25	裂纹不扩展
		1100~1140	608.04	132.40	
40	310	1031~1084	772.84	208.65	裂纹缓慢扩展
		1100~1140	608.04	164.19	
50	290	1031~1084	772.84	255.40	裂纹失稳扩展
		1100~1140	608.04	200.98	裂纹缓慢扩展
60	270	1031~1084	772.84	307.20	裂纹失稳扩展
		1100~1140	608.04	244.22	轧辊断裂
70	250	1031~1084	772.84	374.38	裂纹失稳扩展
		1100~1140	608.04	299.21	轧辊断裂
80	230	1031~1084	772.84	465.84	裂纹失稳扩展
		1100~1140	608.04	37.33	轧辊断裂
90	210	1031~1084	772.84	586.20	裂纹失稳扩展
		1100~1140	608.04	466.02	轧辊断裂
100	190	1031~1084	772.84	752.52	裂纹失稳扩展
		1100~1140	608.04	598.24	轧辊断裂

铸钢轧辊断裂韧性 K_{Ic} 值: 室温 $K_{Ic} = 142 \sim 158 \text{kg}/\text{mm}^{3/2}$; 轧辊温度 $500 \sim 800^{\circ}\text{C}$, $K_{Ic} = 175 \sim 220 \text{kg}/\text{mm}^{3/2}$

2.2 轧辊应力强度因子 K_I 值计算

第3道次中下辊 K_I 值计算结果如表2、表3所示。

2.3 轧辊疲劳断裂判断

表2和表3说明, 裂纹深度 $a < 30\text{mm}$, $K_I < K_{Ic}$, 裂纹一般不会扩展。但是, 裂纹临界扩展应力 σ_c 与裂纹深度 a 成反比。即 a 越大, σ_c 越小, 裂纹越容易扩展。随着裂纹缓慢延伸, K_I 值随着增大。当 $a > 50\text{mm}$ 时, $K_I > K_{Ic}$, 裂纹失稳扩展, 造成轧辊突然脆断。多次实测的断辊裂纹深度的统计数据, 证明了轧辊辊面裂纹深度是影响轧辊疲劳断裂的决定因素。

当轧件温度不低于 1100°C 时, 轧制力较低, σ_c 较低, 轧辊不会因强度不足而断裂。但是, 从断裂力学分析, 即使轧件温度 $\geq$

1100°C , 满足了轧辊的强度要求, 若裂纹深度 $> 50\text{mm}$, 轧辊也会因裂纹失稳扩展而断裂。

3 轧辊疲劳断裂的力学行为

材料的疲劳断裂, 包括了裂纹的萌生、扩展到断裂的全过程, 它们是互相联系、逐步发展的, 是一种体积性的力学行为。轧辊在轧制时具备材料发生疲劳断裂的3个条件, 即交变应力、拉应力和微塑性变形。

3.1 裂纹萌生

热轧时, 辊面交替地被加热和冷却, 产生交变的热应力。此外, 轧辊在轧制力作用下, 辊面受到交变的弯曲正应力作用, 两者迭加, 形成交变的合成拉应力。

轧辊的屈服点随其温度升高而迅速降低。当辊面的合成拉应力超过了轧辊辊面的

屈服点时,轧辊辊面局部发生微塑性变形。经过一定时间的合成拉应力作用,辊面径向会出现微裂纹。

实验测出,铸钢轧辊的热疲劳寿命 $N_f = 5110$ 周。据此推算,我厂 $\phi 550\text{mm}$ 轧机轧制1h后,辊面即可能萌生微裂纹。此外,一般构件的应力循环次数达到 $10^6 \sim 10^7$ 次时,将产生疲劳裂纹。我厂 $\phi 550\text{mm}$ 轧机轧制2000t钢坯后,弯曲正应力循环次数为 4×10^6 次以上,辊面将增添弯曲正应力引起的疲劳裂纹。

3.2 裂纹扩展与断裂

由于辊面裂纹区周围应力线密集,出现峰值应力集中现象,形成高应力区。在升高的交变合成拉应力作用下,裂纹缓慢向轧辊内部延伸扩展。这种缓慢扩展的裂纹,破坏了轧辊的整体性,减少了轧辊的有效工作直径,降低了轧辊强度和断裂韧性。这时如果遇到异常轧制情况,如开轧温度低,轧低温

钢,钢温加热不透,冷却不良等,轧制力陡然增大,使 $K_{I1} > K_{Ic}$,裂纹扩展速率急剧加快,裂纹迅猛扩展,导致轧辊突然断裂。

4 结语

① $\phi 550 \times 3$ 轧机轧制266.7mm(10 $\frac{1}{4}$)钢锭时,轧辊在接近或超过轧辊许用应力状态下工作。轧机与钢锭尺寸匹配不合理是该轧机频繁断辊的主要原因。其次,开轧温度 $< 1100^\circ\text{C}$,轧件加热不透,冷却不良及红坯尺寸不准等因素亦加剧了轧辊的强度破坏。其中,钢温又是主要的影响因素。

②交变应力、拉应力、微塑性变形,引起轧辊的疲劳断裂。在我厂 $\phi 550\text{mm}$ 轧机的条件下,轧辊裂纹失稳扩展而断裂的裂纹深度为40mm以上。

③在我厂目前条件下,通过采用“共孔回道轧制工艺”,增加轧制道次;提高加热质量,确保开轧温度;加强工艺管理等措施,减少 $\phi 550\text{mm}$ 轧机的断辊是可能的。

提高型钢轧辊工作寿命的方法

南京钢铁厂 燕 非 金建兵

1. 前言

二轧分厂,是以生产角钢为主的型钢厂,有两台 $\Phi 500$ 轧机和三台 $\Phi 350$ 轧机。其中 $\Phi 350$ 轧机采用的是低铬钼球墨无限冷硬铸铁的辊子。这种辊子材质较硬,工作时变形小,价格也比较适中,是较理想的轧制工具。但在生产我厂主要的产品 $\angle 5^{\#}$ 角钢时,轧辊表现为不耐磨,需经常换孔型,换辊子,从而影响产品的质量及产量。本文拟以通过表面热处理的方法来解决这一问题。

2. 轧辊的基本参数

$\Phi 350$ 轧机所轧的原料是由 $\Phi 500$ 轧机

	C	S	Si	Mn	P
(%)	3.43	0.0365	2.14	0.75	0.062

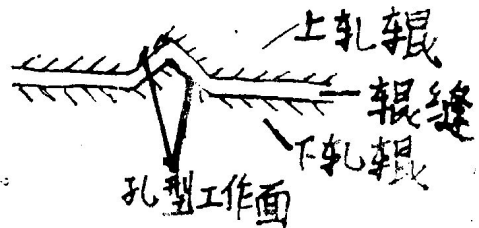
3. 轧辊的工作情况分析

对于 $\Phi 350$ 轧辊,它的辊身上车有三道孔型,工作时用其中一道。它是在动力负荷及摩擦条件下进行工作的。有时,由于一些其它故障,使钢的温度降的比较低,这样轧辊就要受到较大的冲击力及摩擦力,很容易使轧辊磨损而被迫停止使用。在生产正常的情况下,一个班次要换 1~2 次孔型,严重影响了有效作业率。

4. 解决办法及其工艺特点

针对在实际生产中的情况,要求轧辊在具有较好的强度和韧性的同时,表面具有较高的硬度和耐磨性。这就可以采取表面淬火的热处理方法,使轧辊工作表面强化,即使轧辊表层淬硬到一定的深度,使之具有马氏体+石墨组织,而心部仍保持未经淬火的原始组织,从而达到使工作表面获得高硬度和耐磨性,而心部仍保持足够的塑性和韧性的目

轧出来的具有一定角钢形状和温度的坯料。 $\Phi 350$ 轧机轧辊的孔型示意简图如图所示。



轧辊最大直径为 $\Phi 376\text{mm}$,最小直径为 $\Phi 325\text{mm}$,辊身为 860mm,辊号为 20226。轧辊的合金成份为:(表面硬度为 $\text{HRC} > 43$)

	Cr	Mo	Mg	Ni
	0.55	0.32	0.048	/

的。本文采用的是火焰加热表面淬火法。这种淬火法,所用设备简单,投资少,动力供应方便,生产成本低,适用于轧辊这种形状的工件。

4.1 火焰加热表面淬火原理

火焰加热表面淬火法是用氧——乙炔混合气体燃烧的火焰,喷射在零件表面上,由于氧——乙炔火焰温度很高,使零件表面很快地被加热到淬火温度,然后立即喷射冷却液进行冷却。

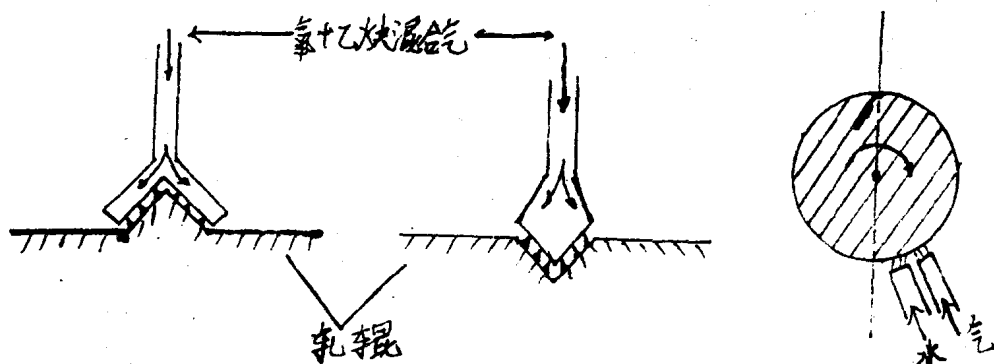
4.2 轧辊热处理工艺

淬火温度: AC_3 以上 $120^{\circ}\text{C} \sim 150^{\circ}\text{C}$

针对我厂球铁基体轧辊的含碳量,定 $T_{\text{淬}} = 900^{\circ}\text{C}$,加热速度 $90^{\circ}\text{C}/\text{S}$,加热时间 10S,淬硬层深度 1mm 左右,自回火后硬度为 $\text{HRC} 60 \sim 65$ 。

4.3 火焰淬火设备示意图(见下页)

工件转动,在加热部位达到淬火温度后,



喷水冷却, 喷水器形状与火焰喷嘴形状相同。

4.4 火焰表面淬火的几个参数

为了得到理想的表面硬度, 提高耐磨性, 同时又要要有较高的接触疲劳强度, 根据轧辊在工作中的受力情况, 确定表面的应力分布, 从而确定淬硬层厚度应以多少为宜。对于本厂轧辊以 $1 \sim 1.5\text{mm}$ 为宜。

为了得到 $1 \sim 1.5\text{mm}$ 的淬硬层, 就要考虑以下几个参数:

① 氧气压力和乙炔压力;

它们间的比值为 $1:4 \sim 1:5$ (表压指示)

② 工作转速;

③ 加热持续时间;

④ 冷却时间 (喷水时间)。

这几个参数相互关联, 具体数值应根据现场情况在实际过程中取得。

对于淬火后的回火工序, 可为自回火。这时, 只要控制喷水时间, 就可以达到自回火的目的。由于轧辊体积较大, 淬硬层深度又较小, 所以轧辊变形量很微小, 可不需再进行修磨加工。

5. 对轧辊进行处理时应注意的事项

5.1 轧辊表面淬火前的组织如为球铁基体时, 应是正火状态, 即为珠光体;

5.2 燃气的制备及喷嘴 (水、气) 应根据工件情况而定, 并考虑到气压 (水压) 的均匀性;

5.3 气源 (水源) 压力在工作状态下要恒定, 以免影响淬火的效果。

6. 结束语

本文通过研究表明对轧辊表面进行淬火处理, 可使轧辊在通常正常工作的条件下, 进一步提高耐磨性。这对于中小型钢厂面对更换新型材料的轧辊将付出较大成本的情况下, 使用本文的方法, 将大幅度提高有效作业率, 提高产品的质量和产量, 从而提高经济效益。本文从理论上探讨了这种方法的可行性及一般性工艺, 在实际运用过程中, 具体情况将由技术人员根据现场条件和要求自己决定。

轧辊表面滚痕及其应用

王作运

(湘潭钢铁厂)

轧辊表面经滚痕加工形成辊面沟痕,如图1所示,在轧钢时可提高轧辊与金属间摩擦系数,可改善咬入条件。轧辊经滚痕冷加工后,表层得到强化,表面硬度提高,从而还可提高轧辊使用寿命。



图1 轧辊表面的滚痕

1. 滚痕方法

轧辊按样板车好孔型后,利用带有刻痕的滚轮工具,如图2所示,在轧辊表面滚压,

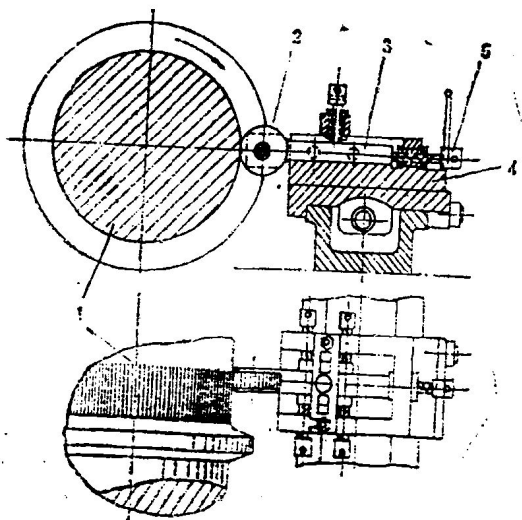


图2 安装在轧辊车床上的滚痕工具

1—轧辊; 2—滚轮; 3—支杆; 4—刀架;
5—校准螺丝

在轧辊表面形成滚痕。在滚压平底孔型时,可将刀架拨到行走位置($S=2\sim 5\text{mm/r}$),可一次滚完一个孔型,在滚压凸形槽底孔型时,可分别将滚压工具以一定的倾角固定,并从孔型中部开始滚压,然后逐渐调节校准螺丝,以保证获得均一的滚痕深度。滚压时,一般将轧辊转速控制在 $1.2\sim 2.0\text{r/min}$ 。

2. 滚压工具

滚压工具由滚轮和支杆组成,滚轮可采用Cr12Mo、9SiCr、GCr15、W18Cr4V及W6Mo5Cr4V3钢等制造,其热处理硬度HRC $\geq 60\sim 65$ 为宜。

滚轮的几何尺寸及齿形设计如图3所示。在滚压HRC ≤ 30 的轧辊时:

滚轮直径: $D=1/10\times$ 轧辊直径,

压入角: $\alpha=90\sim 110^\circ$

齿根角: $\beta=60\sim 90^\circ$

齿全高: $h=3\sim 4\text{mm}$

节距: $l=3\sim 4\text{mm}$

轮宽: $B=15\sim 30\text{mm}$

为了达到一定的滚压强度,应满足

$$D/d \geq 2$$

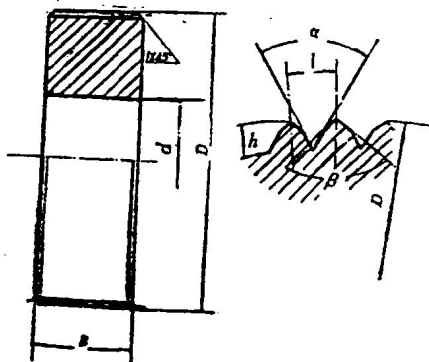


图3 滚轮及其齿形

3. 滚压次数和轧辊材质对滚痕深度的影响

被滚压的轧辊硬度可达HB400以上。但

辊面硬度较高时，滚痕较浅，从HB280~300开始滚压效果显著下降，表1列出了滚压次数和轧辊材质对滚痕深度的影响。

表1 滚压次数和轧辊材质对滚痕深度的影响

轧辊材质	硬度, HB	滚压次数	滚压力, kg	滚痕深度, mm
60CrMnMo (锻钢)	305	1	500	0.62
		2	500	0.95
75CrMo (铸钢)	255	1	500	0.70
		2	500	1.10

4. 滚痕轧辊的现场应用

我厂在推行轧辊滚痕工艺以前，曾采用过辊面钻孔的方法来改善轧件的咬入条件，但效果并不理想，新辊持续咬入抗滑达4~6天。因此，不但限制了小时产量的提高，

而且由于多次临界咬入的冲击，主传动机电流波动相当大，万向接轴和人字齿轮也常遭到破坏。实现轧辊滚痕以后，上述的问题迎刃而解，班产量较光面轧辊与辊面钻孔轧辊分别提高40~90%。

初轧机辊槽底部表面滚痕的试验研究及其应用

天津市冶金局职工大学

马国栋

天津钢厂初轧厂

李玲 王继泽

〔摘要〕 研究了采用轧辊辊槽底部表面滚痕新工艺,改善轧件在轧制中的咬入问题,并介绍了滚压工具的形状、尺寸及材质。采用该工艺后获得了明显的经济效益,轧辊使用寿命延长,轧机小时产量提高,中途轧件甩废显著减少,年效益约12万元。

关键词 咬入 滚痕 滚压力 滚轮

1 问题的提出

天钢初轧厂 $\phi 550$ 轧机采用半冷硬球墨铸铁轧辊和铸钢轧辊,铸钢轧辊一般在冬季使用,主要是为了减少断辊事故,若 $\phi 550$ 轧辊补焊设备配齐,将全年使用铸钢轧辊。无论使用铸铁轧辊还是铸钢轧辊,都存在轧件进新孔型时发生打滑现象,而且在改槽孔轧制时,都因轧件与轧槽间摩擦系数小而不易咬入,造成轧件温度骤降被迫甩废,严重影响了钢坯质量和钢耗等指标。为此,我们曾采用过堆焊、刻痕、酸洗等方法解决咬入问题,均因种种原因未能如愿。自1986年7月至1991年11月,又采用人工砂轮磨孔和割头的方法,以增加摩擦,减小咬入角,效果尚可,但是这种方法劳动强度大而且极不安全。应采用更好的方法来解决这一难题。

在1992年1月,决定采用滚痕新工艺。经过3个月的大量工作,在1992年4月15日试车一次成功。结束了初轧厂人工砂轮磨孔的历史。

2 滚痕方法

轧辊按样板车削孔型后,利用滚压工具在轧辊的槽底进行滚痕(见图1)。滚痕时,将轧辊的转速控制在1.2~

2.0r/min,将刀架的行走速度(即进给量)调整到2~5mm/r。

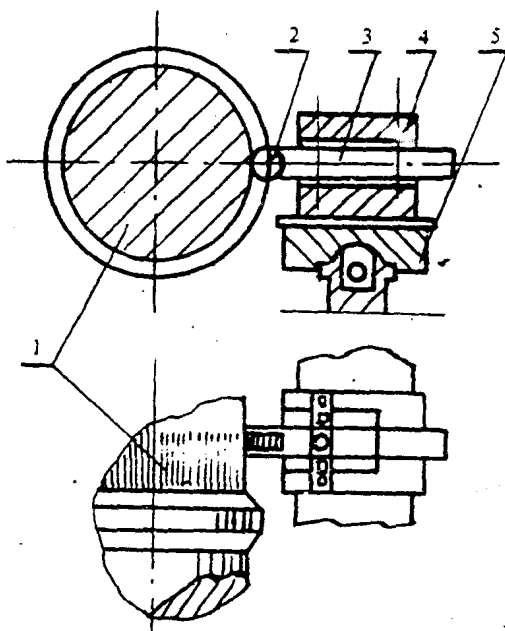


图1 安装在轧辊车床上的滚痕工具

1—轧辊; 2—滚轮; 3—支杆;

4—固定盒; 5—刀架

3 滚压工具

滚压工具由滚轮和支杆组成,其中滚轮的设计与制造是本工艺的关键。滚轮的材质可选用CrMn、9SiCr、GCr15、W18Cr4V及W6Mo5Cr4V2等合金钢制

造, 其热处理硬度 $HRC > 60 \sim 65$ 为宜, 也可选用硬质合金制造滚轮。

滚轮在工作时, 由齿尖直接承受较大的交变应力, 所以极易开裂, 而轮齿易产生崩裂。因此, 滚轮的几何尺寸及齿形, 必须同时满足强度、耐磨性、压入性等方面的综合要求。

滚轮的几何尺寸及齿形设计, 如图 2 所示。

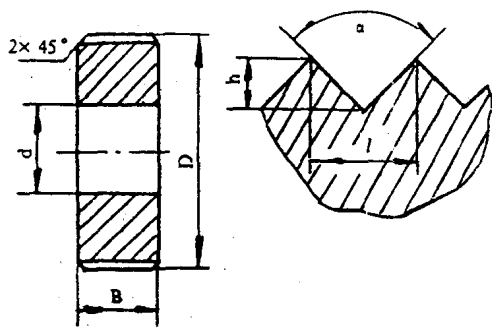


图 2 滚轮及其齿形

滚轮直径: $D = \left(\frac{1}{7} \sim \frac{1}{10}\right)$ 轧辊直径

内孔直径: $d = 25 \sim 35\text{mm}$ (为了达到一定的滚压强度, 应满足 $D/d > 2$)

压入角: $\alpha = 90^\circ \sim 110^\circ$

齿全高: $h = 1.5 \sim 3\text{mm}$

节距: $L = 3 \sim 4\text{mm}$

轮宽: $B = 15 \sim 30\text{mm}$

滚轮支杆和滚轮轴的结构及几何尺寸设计如图 3 和图 4 所示。

支杆的材质为 60 钢, 联接滚轮和支杆的滚轮轴的材质为 45 钢。滚轮与轴为动配合。由于滚轮在工作时承受较大的滚压力, 滚轮与轴产生较大的摩擦热。为了减小摩擦及降低温度, 在支杆的上方开有两个小孔, 在工作时不断加油润滑并冷却, 同时支杆的内孔应带油槽, 以便使润滑油浸入整个接触面。

4 滚痕原理

轧槽底部表面的滚痕加工是利用金属的塑性, 使轧槽底部表面层金属在外力(滚压力)的作用下, 产生塑性变形, 形成槽底表面沟痕, 而沟痕的方向与轧辊轴线方向平行, 从而提高了与轧件之间的摩擦系数, 改善了轧件被轧辊咬入的条件。必须指出, 由于滚痕是顺轧辊轴线方向的, 所以能够大大抑制辊槽底面的网状及环状裂纹的形成和发展, 从而延长了轧辊的使用寿命。另外, 由于滚痕的结果, 使槽底表面层的金属得到冷加工硬化及晶粒细化, 这种组织结构的改善, 必然使辊槽的使用性能(表面硬度、抗疲劳强度、屈服极限)得到改善。

5 滚痕工艺参数的确定

滚痕工艺参数包括压入深度和宽度, 进给量, 滚压速度。其中, 压入深度的确定是最重要的。

所谓压入深度就是压入前后轧辊工作半径的变化值。若压入深度过小, 轧辊咬入能力得不到改善, 而且辊槽硬度低。若压入深度过大, 滚轮寿命降低, 而且易使辊槽表面产生粘结脱皮现象。压入深度的大小由滚压力来控制。

在 $\phi 550$ 轧辊(其配辊图见图 5)的 3、4、5 三个孔型中, 滚痕深度和宽度见表 1, 轧辊滚痕以后的使用情况见表 2。

滚压力 F 的大小, 取决于滚痕深度 t , 滚轮直径 d_0 , 轧辊工作辊径 d_w , 轧辊材质, 滚压速度 V , 进给量 f 。

根据滚痕深度 t , 滚轮直径 d_0 和轧辊工作辊径 d_w , 按图 6 查出名义滚压力 F' ; 再根据轧辊材质, 滚压速度 V 和进给量 f , 分别按图 7、表 3 和表 4 选取 K_1 、 K_2 和 K_3 ; 最后得到滚压力 F 为:

$$F = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot F'$$

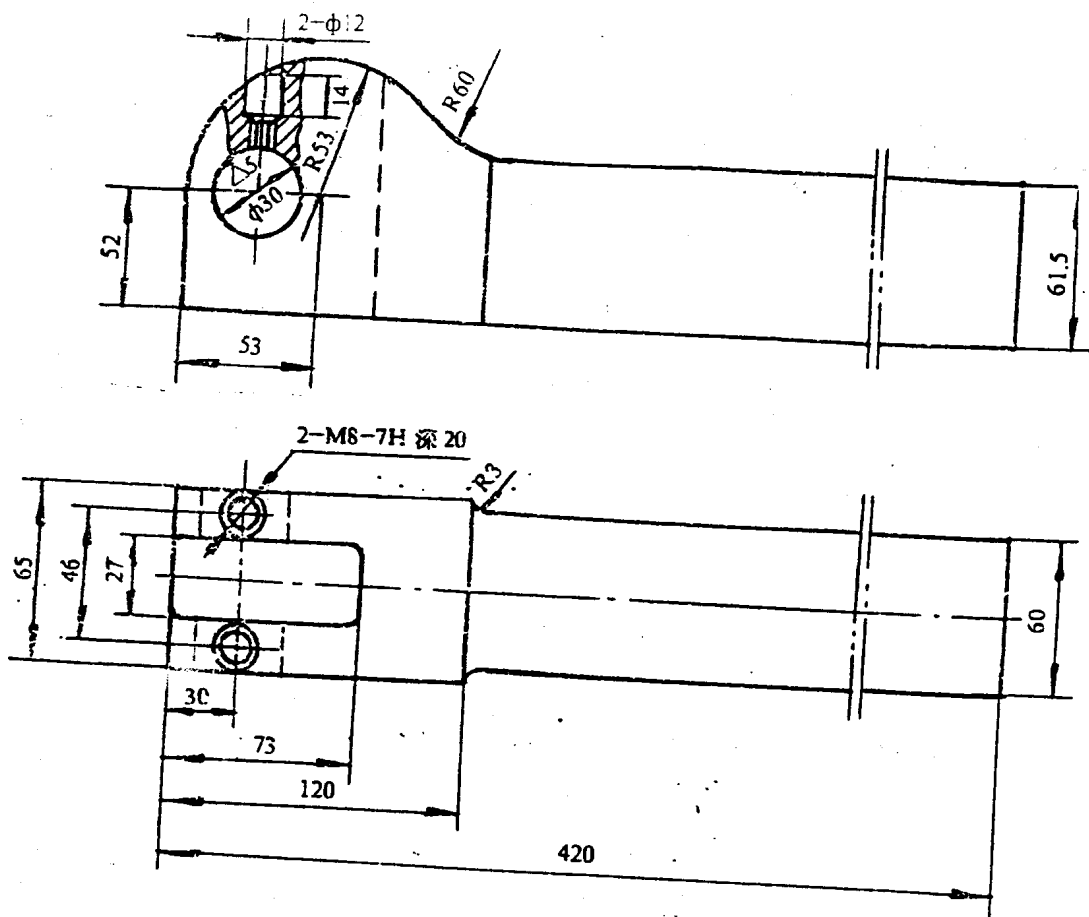


图3 滚轮支杆

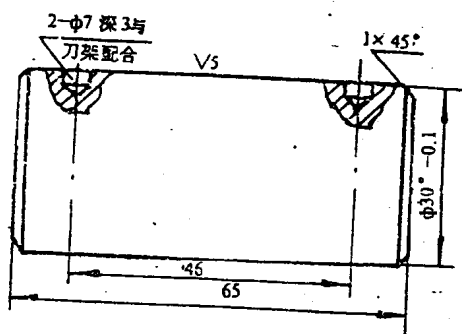


图4 滚轮轴

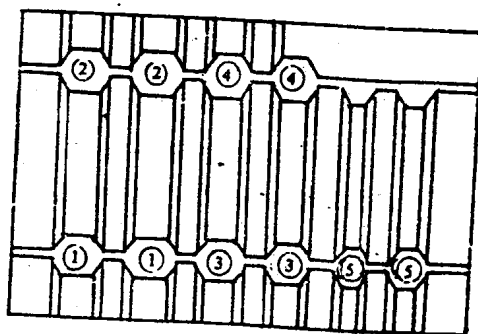


图5 φ550—架轧机共扼孔型配辊图

表1 轧辊滚痕情况

项 目	3孔	4孔	5孔
滚痕深度 (mm)	上辊 0.8~1	0.7~0.9	0.5~0.8
	中辊 0.7~0.9	0.8~1	0.6~0.8
	下辊 0.6~0.8	0.7~0.9	0.6~0.8
滚痕宽度 (mm)	上辊 80	85	65
	中辊 85	80	65
	下辊 85	85	65

表2 轧辊滚痕使用情况

	开轧温度	使用时间	滚痕深度 磨损情况	备用孔的 锈蚀情况	咬入 情况	轧锭量
第一次 换辊 使用	1020 ℃	5天	使用5天后,槽底滚痕还有一些痕迹	使用5天后,备用孔的锈蚀将近0.2~0.3mm	咬入良好能顺利通过	5552t
改眼后 使用	1020 ℃	7天	使用7天后,槽底滚痕基本磨平		同上	7243t

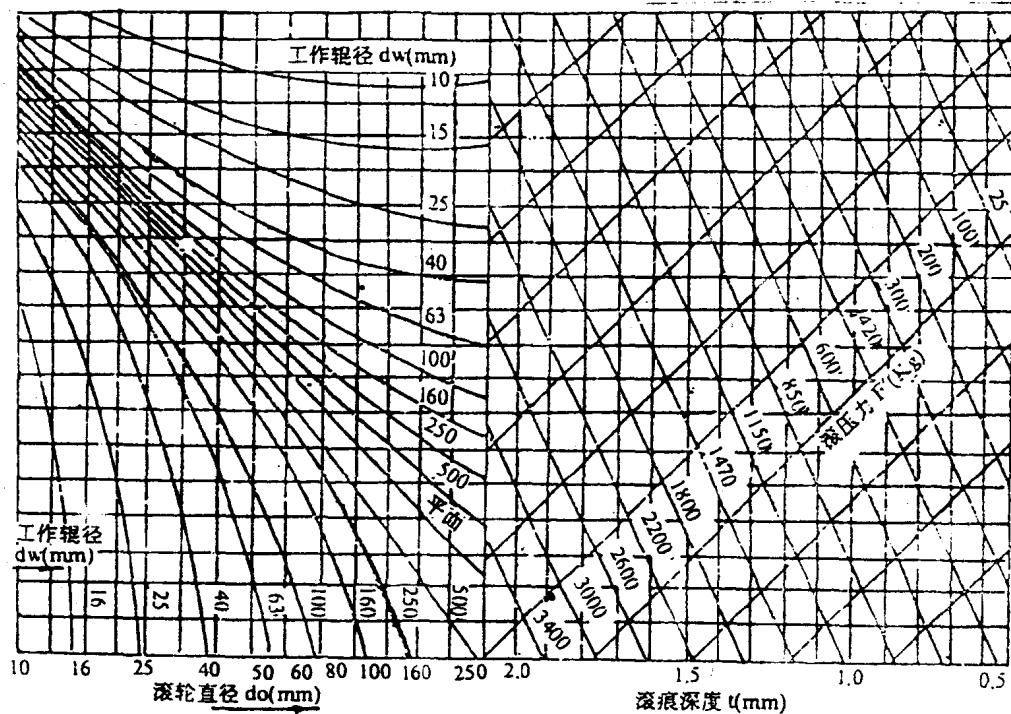


图6 工作辊径 滚轮直径 滚痕深度与滚压力关系图

表3 滚压速度V对滚压力影响系数K₂

V	10~15 mm/S	15~20 mm/S	20~25 mm/S	25~30 mm/S	30~35 mm/S	35~40 mm/S
K ₂	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1

表4 进给量f对滚压力影响系数K₃

f	1~1.5 mm/r	1.5~2 mm/r	2~2.5 mm/r	2.5~3 mm/r	3~3.5 mm/r
K ₃	0.8~0.9	0.9~1.0	1.0~1.1	1.1~1.2	1.2~1.3

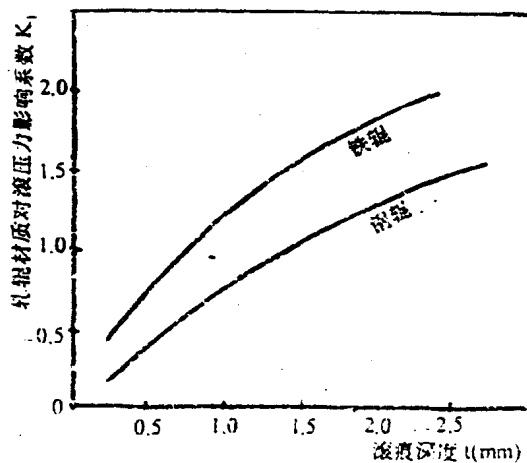


图7 轧辊材质对滚压力影响曲线

6 应用滚痕工艺的效果

天钢初轧厂在采用轧槽滚痕工艺以前,曾采用砂轮人工磨孔或割头的方法改善咬入条件,工人的劳动强度大而且极不安全,有时在咬入打滑时用钢坯直接撞击轧辊,强迫咬入,甚至在轧制过程中也出现打滑,致使轧件卡在槽孔中,在大约900℃的高温下长时间与轧辊干磨,导致轧辊寿命降低,还会造成轧件中途甩废;另外,接轴和人字齿轮座等设备承受剧烈的冲击载荷而遭破坏。实现轧槽滚痕工艺以后,这些问题已不复存在。

在滚痕时,轧辊槽底表面层得到冷加工硬化,从而使槽底表面硬度显著增加。无滚痕与滚痕轧辊的槽底表面硬度对比,见表5。

表5 无滚痕与滚痕轧辊槽底硬度 HRC

辊类	3孔	4孔	5孔
无滚痕辊	36.1	35	37.6
滚痕辊	40	39.5	39

应用滚痕工艺后,轧辊槽底表面的网状裂纹(龟裂)明显减少,延长了轧辊的使用寿命。其综合效果示于表6中。

表6 不同类型的轧辊使用寿命对比

辊类	处理深度(mm)	咬入情况	劳动强度	轧辊龟裂	表面硬度	甩废量 t/月
光面辊	0	咬不进去	大	严重	基础数	8
滚痕辊	0.6~1.0	咬入良好 无打滑现象	小	有减小	增加3~4	0
砂轮磨辊	0.5	咬入基本改善 有时有打滑现象	大	严重	无变化	5

经济效益的估算

①减少废品量。在正常情况下,φ550一架轧辊每月换2次辊,改2次眼,全年共48次。在非正常情况(如发生断辊)下,φ550一架换辊要增加12次/年。考虑到人工砂轮磨槽孔时,卡钢现象时有时无,故每年按30次造成卡钢计算,每次都有1~2根钢坯甩废。若每根钢坯按2.7t计量,每吨钢坯按809.57元计价,再扣除废坯价320元/t,则一年可减少废品损失约6万元。

②减少断辊量。天钢初轧厂φ550一架轧机正常情况下需轧辊20条,1991年全年φ550一架轧机断辊12条。应用滚痕工艺后,至少可减少断辊4条,每条铸铁轧辊按1.1万元计价,则一年可增效益4.4万元。

③提高轧机小时产量。天钢初轧厂在应用槽底滚痕工艺前,每次换辊和改眼后总要发生轧件卡钢现象,不仅增加了废品量,还会影响轧机的小时产量。若每年按30次卡钢,每次处理卡钢事故需半小时,轧机小时产量为61t,每吨坯的纯利润为17.07元,则一年可增效益1.56万元。

上述3项效益之和约为12万元。

参考文献

- 1 王作运· 轧辊表面滚压及其应用· 《轧钢》1989·
- 2 俞祥法· 使用轧辊刻槽机构改善粗轧机的咬入条件· 《轧钢》1989· 4
- 3 张长文· 王世禄· 型钢轧辊孔型加工与修复· 冶金工业出版社
- 4 李洪· 机械加工工艺手册,北京出版社

轧辊堆焊技术在天津轧三的应用

天津市轧钢三厂 李彩华

〔摘要〕 通过对天津轧钢三厂热轧开坯轧辊使用及消耗情况的介绍,阐述了采用轧辊堆焊技术的重要性。又从理论上介绍了轧辊堆焊原理及工艺流程,并就天津轧钢三厂采用这一技术在实施方面的具体情况和成功经验做了详细介绍。从而得出了现有大中型企业投入轧辊堆焊技术的重要性和可行性。

关键词 轧辊堆焊 焊接材料 母体 焊接速度 焊丝 焊剂 电弧

1 前言

轧辊是轧钢生产中的关键备件,不仅消耗量大,费用昂贵,而且轧辊材质的好坏直接影响轧钢的作业率,轧制产品的产量和质量,单位轧辊的消耗及轧材的成本。因此,如何提高轧辊的使用寿命就成了轧钢生产中提高生产率,降低消耗的重要课题。轧辊堆焊技术则是既能提高轧辊使用寿命,又能保证最佳辊径轧制的高效、节能措施。我国采用轧辊堆焊技术修复旧轧辊始自50年代,迄今采用此技术的轧钢厂已达近百家。天津轧钢三厂1991年也开始筹建轧辊堆焊工程,至1992年元月设备正式投入运转。现将天津轧钢三厂应用轧辊堆焊技术修复 $\phi 650\text{mm}$ 轧辊的情况作一介绍。

2 六五0车间轧辊使用现状

轧钢三厂六五0车间属热轧开坯车间;年产量30余万吨,其轧机布置型式为 $\phi 650 \times 1 / \phi 460 \times 3$ 。 $\phi 650$ 轧机为3辊式,其孔型配置采用共轭孔方式,上、中、下辊开始使用直径分别为690mm、685mm、690mm,其报废直径分别为625mm、620mm、625mm,轧辊材质为ZG75CrMo。该轧机每周换辊一次,每次

换下的轧辊要车掉约10mm厚,因此,每条轧辊一般使用3次后就因辊径过小而报废了,造成 $\phi 650$ 轧辊的极大浪费。同时,由于使用中的轧辊辊径的不断减小,导致:

①钢锭抛出速度下降,轧件不易冲出横梁滑下翻钢;加长了轧制的间隙时间,影响轧机产量。

②轧辊的抗弯强度明显降低,使得断辊事故增多,据统计,在已断的轧辊中,一轮辊的轧辊条数只占使用轧辊总条数的1/7。

③轧机的咬入能力降低,延长了轧制的间隙时间,降低了轧机的生产率。

解决上述问题的关键在于保证恒定最佳辊径轧制和尽量提高轧辊的耐磨性,因此,必须投入轧辊堆焊技术。

3 轧辊堆焊原理

轧辊堆焊采用自动埋弧焊,这个过程主要包括三部分内容:

3.1 堆焊电弧在通有电流的堆焊轧辊和金属焊丝之间燃烧,堆焊轧辊和金属焊丝在堆焊电弧的高温作用下被局部熔化。

3.2 采用一层一定厚度的颗粒状焊剂覆盖在堆焊区上,以保护熔融的液体金属免受空