Assel 轧管机轧辊制作的改进

刘大菽
(天津市无缝钢管厂，天津 300220)

摘　要：分析了 Assel 轧管机国产化轧辊套易裂原因。通过采取离心铸造、严格轧制操作及改进轧辊辊套与辊轴装配型式等措施，提高了轧辊的使用寿命，取得了较好的效果。

关键词：Assel 轧辊；辊裂；分析；改进措施
中图分类号：TG333.17　**文献标识码**：B　**文章编号**：1001－2311(2000)03－0043－03

Improvement on Manufacture Process of Assel Pipe Mill Roll

LIU Da－shu
(Tianjin Municipal Seamless Steel Tube Plant, Tianjin 300220, China)

Abstract: Causes for high crack frequency of the home－made roll bush of the Assel pipe mill are investigated. Service life of the mill roll has been prolonged, and higher efficiency obtained due to such measures taken as centrifugal casting, more stringent operation procedures and a better bush－shaft assembly type of the roll.

Key words: Assel mill roll; Roll crack; Investigation; Improvement measures

0 前　言

1994 年，天津市无缝钢管厂引进了由德国德马克米尔公司制造的，具有 90 年代世界先进水平的 Assel 三辊轧管机组，次年该机组投入生产。按照德国德马克米尔公司推荐的轧辊设计(图形见图 1)，轧辊分辊身和辊轴，它们为分体式无键联接，配合公差为 Φ200mmH6/V7(即公差：孔 +0.046 ~ 0，轴 +0.33 ~ 0.284mm)。轧辊材质为：辊身，无限冷硬铸铁；辊轴，40CrMo 钢。轧辊使用寿命为 1 次换辊轧管 4 000 支以上 。我们根据上述要求，制作了同类轧辊，但 1 次换辊轧管支数不足 1 000 支，轧辊辊身就出现裂纹。为此，我们与有关方面对轧辊材料、制造工艺等进行了研究。改进后的轧辊使用寿命提高，经济效益明显。

1 Assel 轧辊失效简析

1.1　轧辊材料存在的问题

Assel 轧机的轧辊为无限冷硬球墨铸铁轧辊，要求其表面冷硬层的深度在 35mm 以上。应该说无限冷硬球墨铸铁轧辊能满足要求并且还具有较高的表面硬度和较好的耐磨性。但是铸铁轧辊也存在一些不足，如抗断裂性能差、抗骤冷骤热的能力差等。原先我厂制作该轧辊套采用普通砂型模铸造的工艺，这就使辊套不可避免地存在气孔、夹渣等缺陷。另外因铸件本身各部厚薄不一的原因，在同等冷却条件下也造成铸件内部存在较大的应力，这些都是造成轧辊辊裂的原因。

1.2　操作过程中存在的问题

在进行 Assel 轧管时，要求毛管进入 Assel 轧机时的温度应在 1 000℃ ~1 100℃的范围内。为防止轧制工具高温变形和减少磨损，通常采用喷水冷却轧辊辊面，但在操作中若冷却水不能正常喷洒时，就容易造成轧辊骤冷骤热，引起轧辊辊裂。

Assel 轧机的轧管壁厚范围为 3.6 ~22mm，若采取特殊的无芯棒轧制时，壁厚可扩大到 30mm，但完成轧制设计的壁厚也包括穿孔机的部分。实际 Assel 轧机的道次允许减壁量最大为 8mm，其最大轧制力约为 600kN，操作中若因调整不当造成减壁量增大时，此时作用在轧辊上的单位压力也随之增

刘大菽(1941 －)，男，湖南长沙人，副厂长，高级工程师，天津市劳动模范，长期从事设备设计管理工作。

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

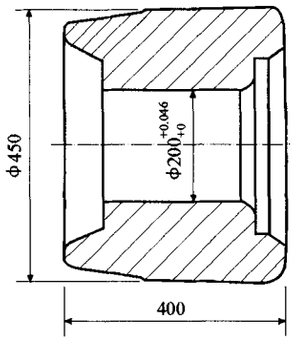


图 1 原设计轧辊辊型

加，轧辊很易损坏。

在轧制过程中，若从穿孔机轧出的毛管不能及时被送入 Assel 轧机轧制，就会造成毛管较大的温降，温降到一定程度就不能再轧制，若再轧制，我们称其为轧“黑钢”。“黑钢”的金属变形抗力大，最易造成轧辊损坏。在日常生产中毛管的温度多凭目测，其误差较大，很易造成轧“黑钢”。

1.3 轧辊设计方面存在的问题

Assel 轧机的轧辊原设计为辊套与辊轴无键配合的型式(见图 2)，下面我们对该配合方式进行分析。

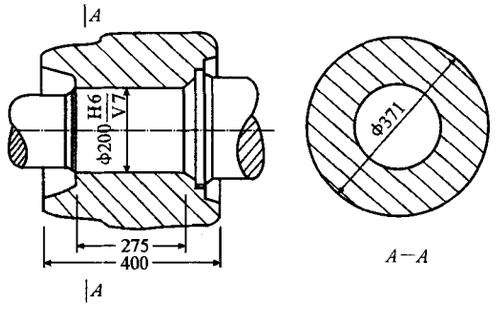


图 2 原设计轧辊装配图示

该轧机的主电机为交－交变频调速电机，功率 2 500kW，转速 $n=200\sim400$r/min；减速机为 3 个输出轴，速比 $i=1.69$，效率 $\eta=0.96$；万向接手 3 根，最大折角 $\alpha_{max}=14°$；无限冷硬球墨铸铁轧辊的 $\sigma_b\geqslant300$MPa，硬度 HS = 58 ~ 62。

1.3.1 按最大过盈量推算轧辊套的受压强度

最大受压强度 P_{max} 计算式为

$$P_{max}=\delta_{max}\times10^{-4}/[d(C_1/E_1+C_2/E_2)]$$

$$C_1=[1+(d_1/d)^2]/[1-(d_1/d)^2]-\mu_1$$

$$C_2=[1+(d/d_2)^2]/[1-(d/d_2)^2]-\mu_2$$

式中 δ_{max} —— 最大过盈量，为 300μm；

d —— 配合公称尺寸，为 200mm；

E_1 —— 被包容件弹性模数，为 2×10^4MPa；

E_2 —— 包容件弹性模数，为 1.5×10^4MPa；

d_1 —— 被包容件内孔直径(实心轴为零)；

d_2 —— 包容件外径，为 371mm；

μ_1 —— 被包容件波松比，为 0.26；

μ_2 —— 包容件波松比，为 0.25。

计算结果，P_{max} 为 117.86 MPa。

1.3.2 验算轧辊套在最大压力时的强度

其计算式为

$$\sigma_e=P_{max}[1+(d/d_2)^2]/[1-(d_1/d)^2]$$

计算结果，σ_e 为 152.04MPa。

1.3.3 验算安全系数

安全系数计算式为

$$N=\sigma_b/\sigma_e$$

计算结果，N 为 1.97。

从上面的计算可以看出，安全系数小于常用的安全系数 3 ~ 5，因此造成裂辊是不可避免的。

2 对 Assel 轧辊裂辊处理措施

从以上分析可以看出，造成裂辊的原因主要有三，即：铸铁辊本身的铸造质量及制造中存在的问题；操作不当的问题；设计装配方式的问题。我们的应对措施如下。

2.1 改进铸造工艺

采用离心铸造的方法铸造辊套坯。离心铸造是将液体金属注入高速旋转的铸型内，使金属液主要在离心力的作用下充满铸型，形成铸件。在离心力的作用下，液体金属能很好地充满铸型，形成铸件的自由表面，不用型芯能获得圆柱形内孔。离心铸造的最大优点是铸造组织较细小，铸件内没有或很少有缩孔、气孔和非金属夹杂，因而金属组织致密，机械性能显著提高。可以说采用离心铸造既弥补了原铸造工艺的不足，又提高了轧辊套的机械性能。

2.2 对铸件进行时效处理

铸铁辊套铸造成型后，存在铸造应力。通常消除应力的方法有二：一是人工时效处理，即进行去应力退火，将铸件缓慢加热到约 600℃(以 500 ~ 550℃为宜)，保温一段时间，待应力消除后，再缓慢冷却；二是自然时效处理，即将铸件露天摆放几个月甚至更长时间，使其中的应力缓慢消失。我们是根据备品贮存情况，交替使用这两种除应力方法。

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

2.3 对铸坯进行无损探伤

对铸坯除进行目检外，还进行超声波探伤，不合格的铸坯不能制作辊套。

2.4 提高辊套的加工精度

合理设计辊套内孔形状，即内孔各台阶圆滑过渡，避免造成应力集中。加工后不允许有严重的刀痕或破损缺陷。

2.5 严格执行操作规程

开车前严格按照工艺调整轧制参数，保证在正常的减壁量范围内轧制，同时保证冷却水畅通。轧制中若遇中途停机，此时应严格控制荒管温降，一般在 1 000℃以上停留时间不超过 40s，避免轧“黑钢”。

2.6 改进轧辊装配

首先减少配合的过盈量，采取的配合为 Φ200mm H6/r6，即最大过盈量 $Y_{max}=106\mu m$，最小过盈量 $Y_{min}=48\mu m$，它们远小于原设计的最小过盈量 255μm。为了保证轧管所需的扭矩，改用键联接(见图 3)，并对键联接的几个参数进行了校核。

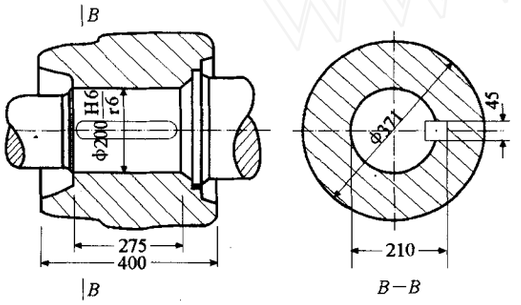


图 3 采用键联接的轧辊装配图示

(1)电机经减速机、万向接杆传递给每个轧辊的最大扭矩 $M_e=(1/3)\times 975Ni/n=34328N\cdot m$。

(2)轧辊套与轧辊轴在最小过盈量时所传递的扭矩 $M_K=(1/2)Pf\pi d^2l=23487.2N\cdot m$。其中最小过盈量配合表面的压力强度 P 为 17MPa；压装时摩擦系数 f 为 0.08；配合面公称直径 d 为 200mm；配合长度 l 为 275mm。

(3)键在许用挤压强度下所能传递的扭矩 $T=dhl[P]/200=21120N\cdot m$。配合键的尺寸为 45mm×20mm。

(4)在最小过盈与键联接时所传递的扭矩为 $M=M_K+T=44607.2N\cdot m$。$M>M_e$。

从上述校核可看出，带键联接型式是安全的。

(5)验算改进后的安全系数。

P 为 17MPa，计算后辊环在最大载荷时的强度 $\sigma_e=21.93MPa$，根据安全系数计算式 $N=\sigma_b/\sigma_e$，计算得 $N=13.7$。由此可以看出，改进后的安全系数远大于推荐的安全系数（3～5）。

3 结 语

通过对 Assel 轧管机轧辊制作工艺的改进，提高了轧辊的使用寿命，轧管支数由 1 000 支提高到5 000 支以上，轧辊破裂现象基本消除，由此提高了轧机的作业率，取得了较好的效果。因而也证明所述的改进措施是正确的。

(收稿日期：1999－12－06)

●信 息

1999 年俄罗斯伏尔加钢管厂产销量大幅增加

伏尔加钢管厂是俄罗斯最现代化的钢管厂，拥有大直径焊管机组、连轧管机组、挤压管机组、三辊轧管机组，主产品为大直径油气输送干线用管、石油套管、锅炉管、轴承管等。1999 年该厂在提高产品实物质量，开发新品种上又取得好成绩，钢管产量较 1998 年大幅增加，达到 38.7 万 t，增幅高达 61%。1998 年伏尔加钢管厂的销售金额更是急剧上升，销售金额为 8.71 亿卢布。1999 年该厂的销售总金额竟高达 36.84 亿卢布，增长了 323%，即使扣除通货膨胀的因素，1999 年的经济效益增长幅度也十分可观。

2000 年伏尔加钢管厂预计生产钢管 45.7 万 t，增幅为 18%，销售总金额增加 13%，达到 41.81 亿卢布的水平。

(攀钢集团成都无缝钢管有限责任公司 杜厚益)

© 1994-2006 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net