DOI:10.19938/j.steelpipe.1001-2311.1992.05.004

减小荒管壁厚不均的研究

张才安 李天贵
（重庆大学） （成都无缝钢管厂）

研究了在自动轧管机上减小荒管壁厚不均的工艺方案。

关键词 壁厚不均 自动轧管 道次

INVESTIGATION ON IMPROVEMENT OF NON-UNIFORM SHELL WALL THICKNESS

Zhang Caian
(Chongqing University)
Li Tiangui
(Chengdu Seamless Steel Tube Plant)

The process schedule to improve non-uniform shell wall thickness on plug mill is investigated.

Key words non-uniform wall thickness plug tube-rolling pass

1 前言

穿孔毛管经自动轧管机轧制后，荒管的横向壁厚不均显著增大，这不仅增大了热轧成品管和冷轧成品管的切头切尾量，而且降低了成品管的壁厚精度，并增大了冷拔工序的变形量。此外，还将造成能源消耗增加、生产周期延长，机组产量降低。

多年来，虽然从轧管工艺和设备上作了多方努力，使所轧荒管的壁厚不均度有较大的降低，然而，经自动轧管后的荒管壁厚不均度仍然很大。为了提高荒管的壁厚精度，

子润滑剂属于消耗型润滑剂，操作使用过程中基本不作成分调整，无废液排放，完全可以代替传统的磷化-皂化工艺。

5 致谢

在现场应用实验中，得到成都无缝钢管厂金堂分厂和成都无缝钢管厂钢研所都江管材厂、首钢特殊钢公司钢管冷拔厂、成都异型钢管厂、北京华能特种液压缸厂的大力支持；在膜层分析过程中，得到成都科技大学分析测试中心电镜室等单位的协助和支持，在此一并表示衷心的感谢。

6 参考文献

1 张才安．无缝钢管生产简明教程．重庆：重庆大学出版社，1988
2 刘俊哲译．金属的化学处理．北京：化学工业出版社，1986
3 赵玉和译．摩擦磨损粘着及润滑．成都：成都科技大学出版社，1988
4 殷国茂，刘松泉，苏家明．美国无缝钢管生产考察纪实．钢管，1991，1

（收稿日期：1992－03－02）

降低切头切尾消耗，很有必要对减少荒管壁厚不均度作深入的研究。

2 实验方法

2.1 实验条件

试验是在成都无缝钢管厂金堂分厂 ϕ100mm 单槽自动轧管机上进行的。实验方法是：当管坯条件、加热和穿孔工艺参数大致相同时，改变轧管工艺，用破坏性实测法研究减壁量大小、轧制道次顶杆直径对荒管壁厚不均的影响。

单槽自动轧管机的主要性能为：

轧辊直径	550mm
孔型侧壁斜度	30°
顶杆直径	90、80mm
孔型宽高比	1.07
轧辊转速	115r/min
轧管温度	950℃～1050℃

实验方案列于表 1。

表1 实验方案

试样编号	管坯直径 (mm)	穿孔毛管 D.S (mm)	轧管 荒管D.S (mm)	轧制道次 (道)	顶杆直径 (mm)
1	110	116×6.5	—	—	—
2	110	116×6.5	112×6.0	2	90
3	110	116×6.5	112×5.5	2	90
4	110	116×6.5	112×4.5	2	90
5	110	116×6.5	112×4.5	3	90
6	110	116×6.5	112×5.5	2	80

注：6 号试样的实际工艺方案为：

ϕ110mm 坯 $\xrightarrow{\text{穿孔}}$ ϕ114mm×6.57mm $\xrightarrow{\text{轧管}}$ ϕ108mm×5.61mm

2.2 实测方法

（1）在每支试验管上画纵向直线。

（2）按每80mm为一段切取试样。

（3）用厚50mm 坐标纸围住管段，在距管端10mm处，以纵向线为起始点，用壁厚千分尺等距离地测量24点的壁厚值。

（4）计算各测量截面的平均壁厚 $\overline{S}$、最大最小壁厚差值 ΔS，并按下式计算各截面的壁厚不均度 Z

$$Z=\frac{\Delta S}{\overline{S}}\times 100\%=\frac{S_{max}-S_{min}}{\overline{S}}\times 100\%$$

式中的 S_{max}、S_{min} 分别为各横截面上的最大壁厚和最小壁厚）。

（5）计算各试样所有测量截面的平均壁厚和壁厚不均度的算术平均值。

3 实验结果

实验结果列于表 2。

表2 实验结果对照表

试样编号	测量截面数 (个)	平均壁厚 (mm)	减壁量 (mm)	延伸系数	平均壁厚不均度(%)	轧制道次 (道)	顶杆直径 (mm)
1	69	6.34	—	1.000	12.90	—	—
2	76	6.31	0.23	1.073	10.61	2	90
3	74	5.59	0.95	1.203	13.23	2	90
4	90	4.34	2.20	1.532	16.70	2	90
5	80	4.23	2.31	1.570	12.90	3	90
6	75	5.61	0.96	1.229	16.62	2	80

注：6 号试样的变形工艺同表1。

3.1 从表 2 中 2，3，4 号试样的减壁量、延伸系数、平均壁厚不均度可以看出，在其他条件相同时，随着轧管变形量增大，所轧荒管的平均壁厚不均度也增大。

3.2 从4号和5号试样的平均壁厚不均度和轧制道次可以看出，在自动轧管机上轧制 3 道次比轧两道次的壁厚不均度小，约降低22.75%，并且管壁薄0.11mm。

3.3 从 3 号和 6 号试样的平均壁厚不均度和顶杆直径看出，增大轧管机的顶杆直径和刚度，可减小荒管的平均壁厚不均度，平均降低20.4%。

3.4 从1号和2号试样的减壁量，延伸系数、平均壁厚不均度看出，当轧管变形量很小、顶杆刚度较大时，有减小壁厚不均的作用。

4 讨论

在轧管温度、孔型宽高比、顶杆直径等

条件大致相同时，轧管减壁量越大，顶杆弯曲越大，顶头位置的偏移量和对荒管某一方位的局部附加正应力也越大，所轧荒管的壁厚不均度增大。由于毛管是在具有30°侧壁斜度的开口圆孔型中轧制的，所以轧管变形量越大，辊底和辊缝部位的壁厚差越大，壁厚不均越严重。

自动轧管机轧管工艺要求每轧制一道次将荒管翻转90°，且变形量应逐道次减小。显然，轧制道次越多，荒管的壁厚不均和椭圆度越小。但轧制道次增多，则轧管周期将延长，产量也将降低。轧管温度越低，能耗越大，荒管也越容易因塑性降低而轧裂。

在自动轧管机上轧管时，顶杆因受到强大的轴向力而弯曲。轧管减壁量越大，轧管温度越低，管坯材质的强度特性就越大，轧管轴向力也越大，在顶杆刚度一定时，弯曲量也越大；顶杆越长、弹性模量和外径越小，内径越大，在相同轴向力作用下，顶杆刚度越小，挠度和弯曲度越大。在轴向力作用下，若按静不定问题求解便可发现，顶杆挠度与顶杆直径的四次方成反比。当顶杆内孔直径不变和顶杆外径由80 mm增加到90 mm时，顶杆挠度可减小约40%。

图1是1号和2号试样各截面的最大壁厚和最小壁厚纵向分布图。

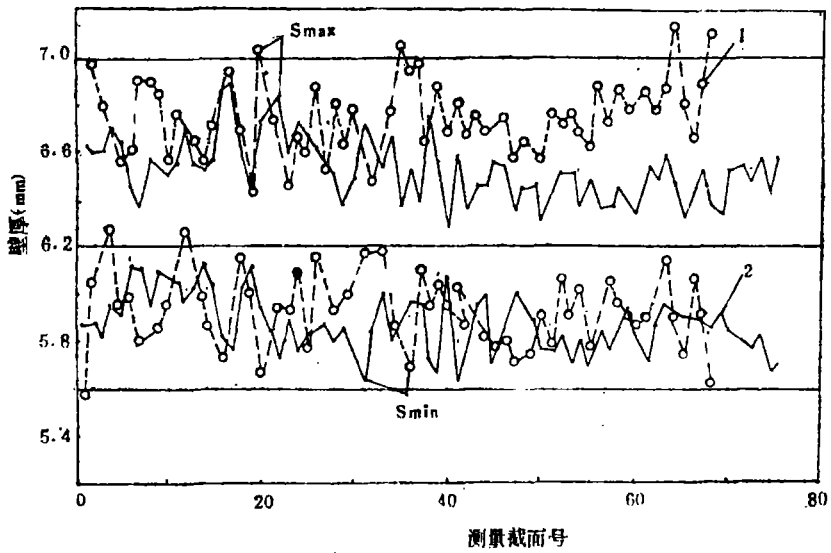

图1　壁厚不均纵向分布图

1—穿孔毛管试样　2—轧后荒管试样

图1可以看出：

（1）毛管经自动轧管后，最大壁厚和最小壁厚的平均值都减小了，最大壁厚的减小量比最小壁厚减小量大。

（2）各截面的壁厚减小量不相等。表3列出了1号和2号试样最大、最小壁厚的基础值和振幅值。从中可以看出，穿孔毛管经自动轧管后，当轧管变形量很小时，整支荒管的最大壁厚不均度减小了。轧管后既减小了两基础值之差，又减小了两振幅值之和。

表3　基础值与振幅值的比较

试样编号	基础值(mm)			振幅值(mm)			最大壁厚不均度(%)
	S′max	S′min	ΔS′	A	B	A+B	
1	6.45	6.42	0.20	0.70	0.70	1.40	24.6
2	6.30	6.12	0.18	0.62	0.50	1.12	20.6

注：A，B——最大，最小壁厚振幅值。

显而易见，当轧管变形量很小时，钢管壁厚不均的减小主要是通过削平壁峰和填平壁谷来实现的。这就有可能通过轧管来减小穿孔毛管头尾的壁厚不均度，从而减少热轧成品管的切头、切尾量，提高热轧金属的收得率。

（3）轧管变形量小（$\mu=1.073$），减壁量小（$\Delta S=0.23$mm），顶杆所受轴向力极小，而且顶头在孔型中的对中性好。由于轧管减壁区很小，在辊缝和槽底部位钢管的壁厚差也很小。穿孔毛管壁较厚的部位在轧管时减壁量较大，因而轧管起到了削平壁峰和填平壁谷的均壁作用。

然而，在通常情况下，轧管变形量都较大，轧管延伸系数一般都在1.5～1.8左右，使用锥形顶杆时可高达2.2。由于轧管轴向力大，顶杆产生弯曲，顶头位置偏移孔型中心线严重，以及轧管不均匀变形较大，所以，经自动轧管后荒管的壁厚不均度反而比穿孔毛管大。如果轧管温度低、减壁量和孔型宽高比大，轧后荒管的壁厚不均会更严重。

（4）必须强调指出，为了提高热轧管的尺寸精度，只限于减小荒管的壁厚不均度是不够的，还必须掌握和控制轧管的尺寸偏差，这就要求在线测径、测厚，而且要求测量精度高、速度快；还要求轧管操作熟练，并能正确估计轧管弹跳值和工具磨损程度，以免管壁“上浮”偏正偏差过多或“下沉”偏负偏差过多。

成都无缝钢管厂金堂分厂的ϕ100mm自动轧管机组已生产热轧成品管近3年，热轧管产量不断增加，质量不断提高。1991年下半年每月生产热轧管600～800t，热轧成品管的合格率已由原先的30%左右提高到80%以上。热轧成品管的实际切头、切尾量已稳定在150～200mm左右。

5 结论

5.1 在自动轧管机上轧管，减壁量越大，荒管壁厚不均越严重；加大顶杆直径，可减小荒管壁厚不均度。

5.2 当轧管减壁量很小时，自动轧管机有减小穿孔毛管壁厚不均的作用。

（收稿日期：1992－03－13）

（上接第12页）

5 詹才俊．空间接触曲线和变形区模型方程的解析．钢管，1989，3
6 董杰．圆柱形变形区辊型曲面研究．钢管，1988，3
7 罗涛．斜轧辊形与辊形所构成的轧制空间的关系．钢管技术，1985，4
8 罗涛．斜轧辊形与辊面速度分布．钢管，1988，3
9 冯庆庚．斜轧空间的送进角．钢管技术，1986，1
10 曹铁荣．斜轧机的送进角计算式．钢管技术，1986，4
11 T.Z.Blanzyski. Rate of deformation and redundant shears in the combined rotary piercing-elongating process. The Journal of Strasin Analysis, 1968, 4
12 T.Z.Blanzyki. An assessment of a combined rotary piercing and elongating process for tube making. The Journal of the Institute of Metals, 1976, 4
13 T.Z.Blanzyski. Desing of tools for the combined piercing-elongating tube making process. Proceeding of the 9th-International M.T.D.R.Conference, 1968
14 T.Z. Blanzyski. Advance Technology of Plasticity, 1984, 11

（收稿日期：1991－08－14）