

无缝钢管张力减径过程中产生内多边形的原因分析

马辉 韩明旭

(鞍钢新轧钢公司产品制造部)

摘要 分析了无缝钢管在张力减径时内多边形产生的原因及影响因素,并结合现有生产工艺条件,提出减少直至消除内多边形的措施。

关键词 无缝钢管 张力减径 内多边形

中图分类号:TG333.8 **文献标识码**:A **文章编号**:1006-4613(2006)01-0020-03

Analysis of Reasons Leading to Internal Polygon in Seamless Steel Pipe during Tension Reducing

Ma Hui Han Mingxu

(Product Manufacture Department of Angang New Steel Co., Ltd.)

Abstract Reasons leading to internal polygon in seamless steel pipe while tension reducing are analyzed and the measures to reduce or even remove internal polygon are advanced based on the present production technique conditions.

Key Words seamless steel pipe tension reducing internal polygon

1 前言

张力减径技术自 1932 年问世以来,经过几十年的发展,已日趋成熟,并被广泛应用于无缝钢管和焊管生产中,已经开发出采用单独传动且由计算机自动调速的张力减径机(微张力减径机结构与之相同),从而使钢管生产达到了高产、低耗。如今的张力减径机在布置上有二辊式、三辊式和四辊式,在传动方式上有集中传动、单独传动等。由于三辊式张力减径机在变形和防止内外表面缺陷等方面有许多优越性,因此目前的张力减径机大部分采用此种布置形式。目前,国内新建的微张力减径机有 10 机架、14 机架及 22 机架 3 种套型。

张力减径机最初是用于生产小直径薄壁管的,但后来其应用范围不断扩大。在生产 3.5~5.0mm 的厚壁管时,张力减径机对成品管横向壁厚质量的影响很大。长期以来,对张力减径尺寸精

度的研究多以研究钢管的纵向壁厚不均问题为主,包括纵向壁厚不均的形成机理及控制措施等,而对张力减径过程中产生内多边形的研究却不多。而在实际生产中,内多边形的产生对钢管壁厚精度的影响是不可忽略的。

2 钢管减径时内多边形产生原因

减径时,钢管外径因受到压缩而减小,其减小量可用钢管平均直径 $D_{\text{平}}$ 的减小量表示。外径减小意味着钢管外向周长减小,按照金属流动规律,金属必然向另外两个方向流动——在纵向产生延伸,在径向(即壁厚方向的自由内表面)产生增厚。减径时,如轴向张力较大,或轧制很厚的钢管,就可能产生壁厚减薄。

实际上,减径时沿钢管孔型周边壁厚的变化是不均匀的。减径管的内多边形就是由于减径时沿孔型周边金属径向流动不均匀及相邻两机架孔型的辊缝相互交替所引起的。

二辊减径机管壁增厚的不均匀分布如图 1 所

马辉,工程师,1991 年毕业于东北大学金属压力加工专业,现工作于鞍钢新轧钢公司产品制造部(114021)。

示。

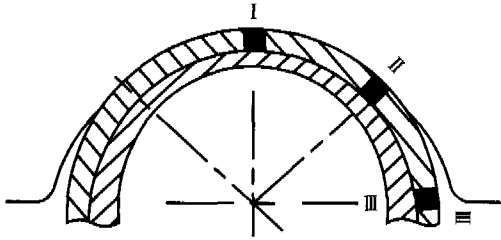


图1 二辊减径机管壁增厚的不均匀分布

从图1可以看出,沿孔型周边的管壁增厚以辊缝处为最大,顶部最小。单机轧制后,沿孔型1/4周长上的管壁增厚分布见图2a所示。图中 S_0 为原始壁厚; $\Delta S_{\max}$ 为最大增厚量; $\Delta S_{\min}$ 为最小增厚量。由于轧机孔型相互呈垂直布置,其辊缝位置是相互交替的,因此,第二架辊缝相当于第一架孔型顶部的位置。第二架轧制后钢管的壁厚分布见图2b所示。图中位于45°方向处的壁厚最薄,在顶部和辊缝方向的壁厚最厚,结果钢管断面上呈方形,即称内方(见图3)。

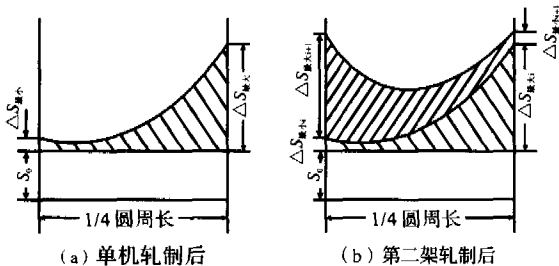


图2 沿1/4周长的管壁增厚分布

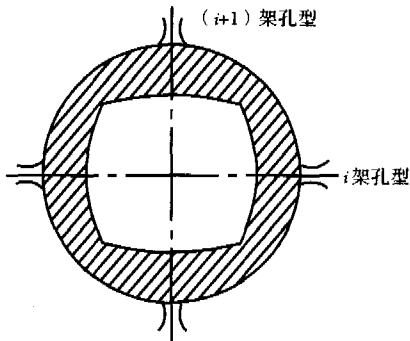


图3 二辊张力减径机的内方(二辊)

同理,当使用三辊张力减径机时,钢管内圆呈现内六角形,当钢管的壁厚系数(S/D)大,即相对

直径而言管壁较厚时,此现象更为严重。内六角形有两种形式(如图4所示),a型的特征是对应于辊缝和孔型顶部处的管壁较薄,处于内六角的顶点;b型的特征与之相反,对应于辊缝和孔型顶部处的管壁较厚。这是由于在孔型中纵轧减径时,沿孔型周向压力分布不均匀所致。

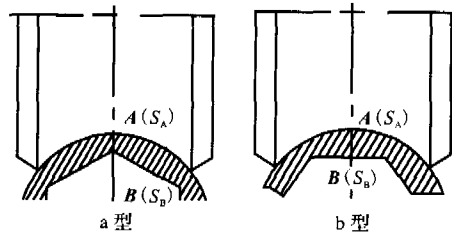


图4 三辊减径机钢管的内六角形

钢管在孔型宽度上的高度压缩量不均,导致孔型不同部位的增厚量不同。在顶部高度压下量最大,变形时的接触弧长单位压力也比辊缝处大,所以轴向摩擦力也大,促使金属轴向流动,导致顶部壁厚增加较少。反之亦然。

当张力较小时,壁厚变形表现为减径增厚,经多机架不均匀变形的积累,使钢管轧后在30°方位壁厚较0°、60°处大,出现图4a型内六角形;当张力很大时,壁厚变形呈减薄趋势,在30°方位的减壁量大于0°、60°处,出现图4b型内六角形。

3 影响内多边形的因素

(1) 轧辊数量

轧辊多,则孔型的深度小,减小了钢管沿孔型宽度方向钢管高度压缩的不均匀性,从而减小了顶部和辊缝处轴向流动的差异,也即减小了内多边形产生的可能。

(2) 孔型椭圆度

孔型椭圆度越大,孔型中的高度压缩量分布越不均匀,减径后横向壁厚不均越严重。

(3) 单机减径率和总减径率

单机减径率大意味着顶部和辊缝处的高度压缩量不均匀性和金属流动差异愈大,会加剧内多边形的产生。总减径率越大,这种不均匀性越严重,内多边形产生的可能性越大。

(4) 钢管的几何因素——壁厚系数

壁厚系数越大,金属的变形和应力分布不均匀性越严重,内多边形的产生也越严重。

(5) 张力

张力是减径过程中最重要的一项工艺参数,是靠消耗变形区中的剩余摩擦力获得的,故与辊径、单机架减径率、机架数目和总减径率有关。

轴向张力促使金属轴向流动,有利于减小沿孔型周向的壁厚不均。但张力过大对改善横向壁厚不均无明显影响。

4 实验分析

鉴于影响张力减径管内多边形的因素较多,本实验主要从如何分配单机架减径率和完善速度制度的角度出发,跟踪取样并加以对比,其内容基本涵盖了以上总结的影响内多边形的诸多因素。

以某厂曾使用过的10机架三辊微张力减径机生产的 $\Phi 73\text{mm} \times 15\text{mm}$ 及实验用12机架三辊微张力减径机生产的同一规格钢管为例,进行孔型计算(即在总减径量一定的前提下,分配单机架减径率和采用较小的椭圆度,过程略)。采用不同的速度制度,取得的实验数据如表1所示。

从表1可以看出,由于机架增加,只有合理分

表1 实验数据

机架数	主电机转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$	叠加电机转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$	入口速度/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	出口速度/ $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	小于公称壁厚8个 点取样平均值/mm	大于公称壁厚8个 点取样平均值/mm
10 机架	600	190	1.05	1.45	-12.87	17.35
12 机架	600	120	1.12	1.30	-14.25	16.25

配单机架减径率并采用较小的椭圆度,在计算时才有更大的回旋余地。加上在生产中探索出的合理的速度制度,实验用12机架减径机生产的 $\Phi 73\text{mm} \times 15\text{mm}$ 钢管很好地解决了以前用10机架减径机生产 $\Phi 73\text{mm} \times 15\text{mm}$ 钢管时产生的严重的内六角形问题。

5 减少或消除内多边形的措施

通过总结影响内多边形的诸多因素并结合国内无缝钢管生产现有的工艺技术条件,可以通过适当的张力及孔型设计,使内多边形减到最少直至消除。采取的主要措施包括:

(1) 合理分配单机架减径率,单机架减径率不可过大。

(2) 在保证脱管的前提下,采用较小的椭圆度。

这两项措施均可以改善轧辊与轧件的接触弧长度,保证钢管周向、轴向应力分布均匀。另外,通过设定合理的减径机主电机、叠加电机转速及轧件入口、出口速度,调节前滑区和后滑区的应力分布,也能使钢管周向、轴向应力分布均匀,减少内多边形的产生。

6 结语

影响张力减径管内多边形的因素很多,许多工艺参数又是连续、动态变化的。因此,在生产过程中要及时优化工艺设计和轧机参数并采取相应措施,才能减少直至消除张力减径管的内多边形。

(编辑 袁晓青)

收稿日期:2005—09—18