●技术交流

钢管张力减径工艺的切头控制

丁大宇
（中国国际工程咨询公司）

主要介绍了张力减径机的三电机及四电机集中传动系统的速度调控规律；阐述了切头控制的基本原理及其方式。

关键词　张力减径机　切头控制　传动速度

CROP-CONTROL IN STEEL PIPE STRETCH-REDUCING PROCESS

Ding Dayu
(China International Engineering Consultant Co.)

The article involves mainly how to control the speed of the 3-motor and 4-motor centralized drive system of the stretch reducing mill and the basic principle & measures for crop-control during the process.

Key words　Stretch reducing mill　Crop-control　Drive speed

1　前言

在荒管质量达到一定水平后，要求三辊张力减径机进一步提高成品管的尺寸精度，即直径和壁厚达到更为严格的公差要求，以及尽可能减少钢管前后端因超出公差范围而造成的切头损失，以降低成本和提高成品管的收得率。为此，可以采用壁厚控制装置，即在张力减径机的入口处和出口处增设管壁测厚设备，连续测量入口处速度和荒管直径、出口处速度及成品管直径和壁厚，并通过计算机进行开环或闭环处理，控制张力减径机的速度控制系统以调节张力，使壁厚保持均匀、稳定。据介绍，这种装置可提高成品管的收得率 4%～5%。

本文主要介绍张力减径工艺及其三电机和四电机集中传动系统的速度调控规律；阐述切头控制的基本原理及其方式。

2　张力减径工艺

张力减径工艺是在普通减径工艺的基础上，对钢管增加拉伸张力。管体是在空心状态下变形的，因而钢管壁厚受张力拉伸而变薄。张力是通过轧辊与钢管之间的摩擦力及两个机架之间的附加速度差 ΔV 产生的。张力的大小取决于 ΔV，ΔV 越大，张力就越大，但它要受钢管与轧辊之间可能产生的最大摩擦力的限制。该摩擦力的大小要受轧制压力与摩擦系数的影响，而轧制压力又与孔型、单机架压下量和轧件材质的抗张强度等有关。可见，张力的大小受许多因素的制约。此外，最大张力还要受钢管本身所能承受拉力的限制。超过其应力极限，钢管就会拉断，故工艺上用张力系数来加以限制。张力系数是钢管的极限拉伸强度与产生张应力之比值。张力系数的选择取决于钢管材质、轧制工艺条件等。张力

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

系数越大，拉伸率越大，拉断的可能性也就越大，反之则越小。一般情况下张力系数在 0.65～0.70 左右。

在张力减径过程中，由于张力一般要通过 3～4 个机架才能达到工艺所要求的固定平均张力值(如图 1 所示)，因此，钢管端部没有受到足够的拉伸，于是端部管壁比中间部分厚，超过公差范围的部分必须切除。张力减径过程中钢管端部增厚是不可避免的，但应尽量控制而减小该影响，即减少切头损失。

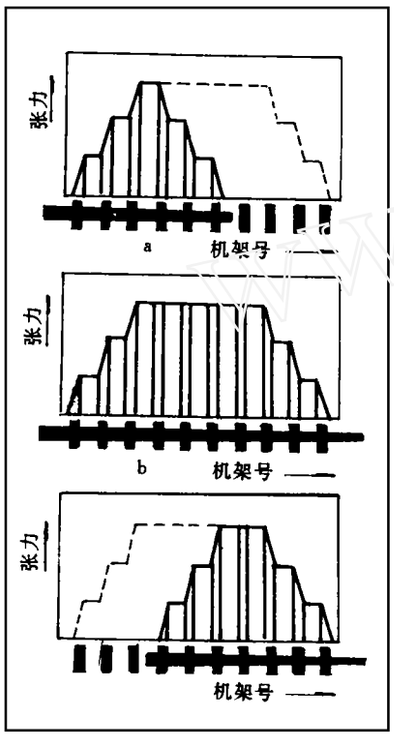


图 1 张力减径时张力的建立

a—钢管前端通过机架 *b*—钢管在所有机架中连续轧制 *c*—钢管后端通过机架

切头损失是由钢管轧制收得率来计算的。钢管轧制收得率越高，切头损失越小。为此应尽量增加荒管长度，另外，还要从切头本身来研究如何减少壁厚超差部分。加剧增厚钢管端部的切头损失有如下几个因素。

(1)平均张力较大；

(2)总的减径量较大；

(3)机架间距较大；

(4)单机架减径量较小；

(5)钢管直径与轧辊直径之比较大；

(6)钢管与轧辊之间的摩擦系数较小；

(7)钢管直径与壁厚之比较大。

3 切头控制技术

目前所采用的一种减少切头损失的技术称为切头控制(CEC)。它的基本作用是把钢管端部增厚部分拉薄，使其尽可能多的部位达到壁厚公差允许的范围。由此，应加大钢管端部的张力来增加这部分的延伸量。这就要求钢管端部进入张力减径机时得到一个在正常状态下的附加张力，也就是一个附加速度差 ΔV，故切头控制技术就是速度控制技术。

在轧制钢管两端部时改变轧制速度，可得到附加张力，增加延伸量，促使管壁减薄，减小超差部分的长度，因而减少切头损失。

变换机架之间的速度比例关系，使之产生 ΔV 的变量。对于单独传动的张力减径机，调整 ΔV 比较灵活，理论上可以设计出任意的速度曲线；对于集中传动的张力减径机，变换速度关系将受到传动系统中机械结构的限制。

德国科克斯(KOCKS)公司对集中差动传动的张力减径机提出了两种控制切头的方案。第一种方案的轧制速度曲线如图 2 所示，前面几个机架将附加速度差 ΔV 作为定量加到轧制速度曲线上，后面的机架再采用差动调速。这种方式在选择轧制速度上受到较大限制，不够灵活。第二种方案为三电机传动方案，由 3 台直流电机分别传动张力减径机的基本速度和前后段的差动速度，形成一个分组差动传动系统。采用分组差动传动使钢管两端在轧制中获得附加速度，达到切头控制的目的。正常轧制时，轧制速度曲线如图 3*a* 所示；钢管前端或后端进入张力减径机时切

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

头控制的速度变化方式如图 3*b* 所示。

德国曼内斯曼-德马克公司对集中传动的张力减径机提出了四电机传动的控制切头方案，如图 4 所示。将 2 台双电机差动传动的张力减径机拼合在一起，当钢管前端进入张力减径机时，前段速度将设定的 ΔV 从最大

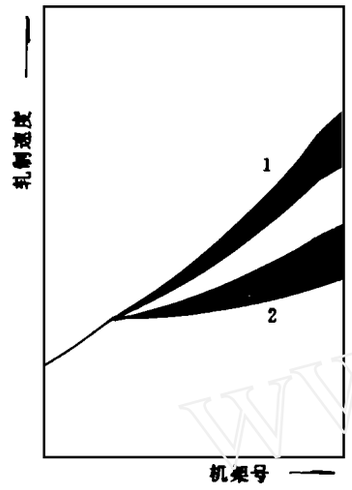


图 2　带切头控制的两电机集中差动传动的速度曲线

1—最大张力　2—最小张力

值降为零；当钢管后端进入张力减径机的第一组机架时，产生速度差 ΔV 直到钢管后端通过；当钢管后端进入第二组机架时因速度变化而加大延伸。从图 4 中 1、2、3、4 的变化顺序可见其工作过程。由于传动系统是分开的，因此，当钢管后端完全脱离前段传动区之后，前段速度可立即调整到入口速度，以便接受下一支钢管。这种装置已于 1986 年安设在德国某顶管机组上使用，切头损失可下降 20%～25%. 若速度控制更好，则钢管后端切损可减少 50%。钢管后端切损一般大于前端切损，有时高达近 1 倍。

图 5 所示条件为荒管长度 20m，机架间距 250mm，总减径量大于 50%。该图显示了采用 2 种张力系数 Zm＝0.65 和 Zm＝0.50 时切头控制的效果。

在张力减径过程中，用切头控制减少切头损失涉及到以下几个方面：

(1)尽可能稳定轧制条件和受最少的干扰影响；

(2)荒管壁厚尽量均匀，可在进出口处安装壁厚检测装置，以验证切头控制的最佳效果；

(3)保证钢管质量；

(4)固定钢管端部切损。

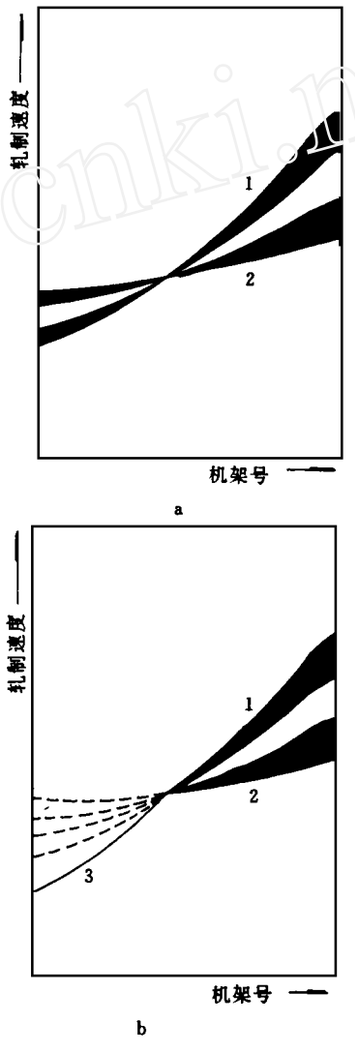


图 3　三电机集中差动传动的速度曲线

1—最大张力　2—最小张力　3—管端控制

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

切头控制的关键是在轧制钢管端部时正确变换机架间的速度差及其大小、钢管位置、时间关系和温度关系，且这些因素均在动态

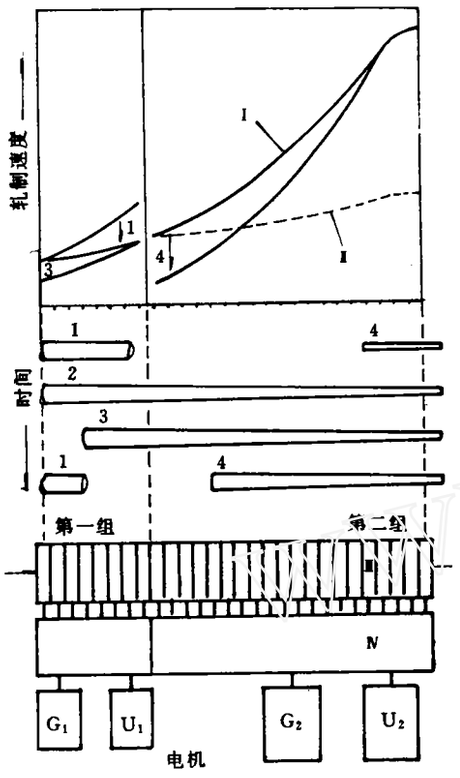


图 4 四电机传动对切头控制的影响

I —固定的速度曲线 II —基本速度曲线 III —机架 IV —差动减速机

下协调配合。这些参数设计及应用准确，就能达到切头控制的最佳效果。采用计算机控制系统极有利于切头控制，但理论计算与实践相吻合仍需研究。若理论研究更切合实际的变形过程，速度变化的控制更准确，则切头损失更接近实际结果，即切头控制效果更好。

目前，我国已引进 4 台现代化张力减径机，机型有液压差动集中传动（长钢）、单独传动（宝钢），集中差动传动（天津、常州）等。此外，齐齐哈尔钢厂拟建的 Φ114 mm Accu Roll 轧管机组，引进德国曼内斯曼公司的四电机式张力减径机，以实现切头控制功能。该控制技术已在曼内斯曼公司的拉特厂和马克斯无缝钢管厂应用。可减少切头损失 10%。

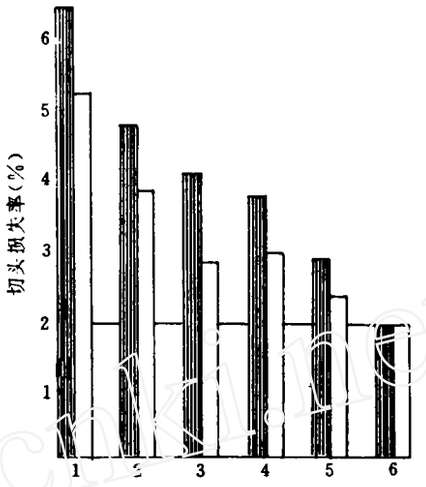


图 5 切头损失的对比

1—未用切头控制的单独传动机组，电机为普通控制 2—未用切头控制的集中传动机组 3—未用切头控制的单独传动机组，未达到最佳控制状态 4—采用切头控制的集中传动机组，未达到最佳控制状态 5—采用切头控制的集中传动机组的最佳状态 6—理论上采用切头控制的最佳状态 $Z_m=0.50$ $Zsm=0.65$

4 切头控制技术的应用

张力减径工艺是否采用切头控制技术是一个经济问题。当荒管足够长时，降低切头损失就不怎么重要；当荒管太短时，即使采用切头控制技术，也不足以换回切头的经济损失。这是张力减径工艺合理性的问题。

切头控制技术的核心是各种参数的确定及在张力减径中机械电器和控制系统的良好配合准确获得所需附加速度。应用切头控制技术需选择最佳的管坯尺寸和延伸率在各工序上的分配，减少切头长度提高成品管的收得率。

（收稿日期：1993－12－02）

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