Accu Roll轧管机上导盘与左轧辊之间间隙的计算

赵 文
（燕山大学，河北 秦皇岛 066004）

摘 要：根据空间解析几何的基本理论，推导了Accu Roll轧管机的上导盘与左轧辊之间间隙的计算公式，并结合某厂实际情况进行了计算分析，为解决该轧管机在生产实际中存在的产品内螺旋道，轧制速度不高，轧制薄壁管时导盘寿命低等问题，以及实现导盘和轧辊等工艺参数的优化设计和最佳调整提供了理论依据。

关键词：Accu Roll轧管机；导盘；轧辊；间隙计算
中图分类号：TC333.8；TC335.11； 文献标识码：B 文章编号：1001-2311(2006)03-0027-03

Calculation of Gap between Upper Guide Disc and Left Roll of Accu-Roll Pipe Rolling Mill

Zhao Wen
（Yanshan University，Qinhuangdao 066004，China）

Abstract：Based on the theory of spatial analytic geometry, the formula for calculation the gap between the upper disc and left roll of Accu-roll pipe rolling mill is deduced. In addition, relevant calculation and analysis in this regard is made according to a given manufacturer' s actual situation of the said pipe mill. Such efforts provide theoretic basis for solution of problems as encountered in operation of the mill, such as inner spiral mark of the shell, low rolling speed and short service life of the disc in case of rolling light-wall tube, and for optimum determination and adjustment of the process parameters concerning the guide disc and roll, etc.

Key words：Accu-roll pipe rolling mill；Guide disc；Roll；Calculation of the gap

0 前 言

1980年以后，美国Aetna-Standard公司(简称AS公司)在锥形辊穿孔机的基础上开发了新型二辊斜轧Accu Roll(简称AR)轧管机。该轧管机采用锥形辊和大导盘，并增大辗轧角，使沿变形区长度方向的孔型封闭性增加，由此改善了变形条件，并使轧制产品的表面质量和尺寸精度得到提高。目前国内有8家企业建造了这种轧管机并用于生产。在原烟台钢管总厂西分厂的AR轧管机投产后，原成都无缝钢管厂、上海钢管厂、北满特殊钢股份有限公司先后通过华美钢管工程公司(AS技术)各新建了1套AR轧管机组；鞍钢无缝钢管厂则将已有的老狄塞尔轧管机改造成AG轧管机，并结合烟台的经验重新进行设计，分别为合肥、青州和磐石等地的无缝钢管厂家提供了AG技术。目前国内共有8台AR(AG)轧管机在正常运转[1]。

经过大量生产实践发现，目前AR轧管机还存在一些不易解决的问题：如内螺旋道，轧制速度不高(采用的送进角较小)，不易于轧制薄壁管，或轧薄壁管时导盘寿命低等。

AR轧管机的上导盘与左轧辊之间的间隙是产生削钢、轧卡的主要因素，也是孔型设计和孔型调整的重要参数，而轧管机的上导盘与右轧辊之间的间隙对轧制过程的影响相对比较小。因此，为了解决上述问题，提高钢管产品质量和产量，便于导盘和轧辊的优化设计和最佳调整，本文推导了AR轧管机的上导盘与左轧辊之间间隙的计算公式。

首先说明，在推导公式的过程中，没有考虑轧

赵 文(1948-)，男，副教授，工学硕士，享受国务院政府特殊津贴，主要从事无缝钢管工艺及设备方面的教学、科研和生产试验工作。

辊的弹性压扁及机架等的弹性变形的大小。实际应用时可采用减小孔喉尺寸的方法解决这一问题，但减小多少要根据实际生产经验来确定。

1 坐标系的确定

如图 1 所示，$oxyz$ 为所取坐标系。x 轴为轧制中心线，方向指向轧机入口。x_0 为转鼓回转中心线到轧机入口处轴承座中心线的距离。y 轴为转鼓回转中心线，z 轴垂直 xoy 平面。

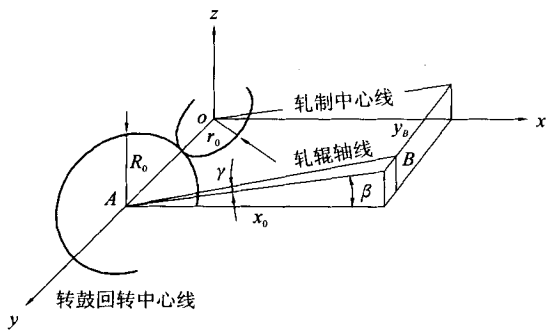


图 1 轧辊轴线和轧制线的位置关系示意

2 推导计算公式

2.1 求过 A 点和 B 点的轧辊轴线方程

(1) 求 A 点的坐标

如图 1 所示，A 点的 y 坐标 y_A 是由轧件半径 r_0 和转鼓回转中心线处轧辊半径在 y 轴的投影决定的。实际上转鼓的转动(也就是送进角的变化)对 y_A 没有影响，而辗轧角 γ 的变化却有影响。

轧辊轴线上 A 点的坐标为：

$$\begin{cases} x_A=0 \\ y_A=r_0+(R_g+S\tan\gamma)\cos\gamma \\ z_A=0 \end{cases} \tag{1}$$

式中 r_0 —— 轧件半径；

R_g —— 轧辊均整段入口处半径；

S —— 轧辊均整段入口处偏离转鼓回转中心线的距离。

式(1)中，$R_g+S\tan\gamma$ 为在转鼓回转中心处的轧辊半径；$(R_g+S\tan\gamma)\cos\gamma$ 是考虑了辗轧角 γ 的影响，辗轧角 γ 使轧辊半径在 y 轴上的投影变小。

(2) 求 B 点的坐标

如图 1 所示，根据轧管机实际的结构特点，B 点的 y 坐标不仅与辗轧角 γ 有关，也与送进角 β 有关。B 点的坐标为：

$$\begin{cases} x_B=x_0 \\ y_B=y_A-x_0\dfrac{\tan\gamma}{\cos\beta} \\ z_B=x_0\tan\beta \end{cases} \tag{2}$$

根据空间解析几何的基本原理，过 A 点和 B 点的轧辊轴线方程为：

$$x=\frac{y-y_A}{-\tan\gamma/\cos\beta}=\frac{z}{\tan\beta} \tag{3}$$

2.2 求上导盘计算点 D 的坐标

设导盘中心线距转鼓回转中心线的距离为 b，则根据图 2 和图 3 可求得当 D 点的 x 坐标为 x_D 时，对应 D 点的坐标为：

$$\begin{cases} x=x_D \\ y=y_D \\ z=C+R_1-\sqrt{R_1^2-(x_D-b)^2} \end{cases} \tag{4}$$

式中 x_D —— 导盘上计算点 D 的 x 坐标，为自变量；

y_D —— 调整好后导盘高边的 y 坐标，是常量，要以选定上导盘和左轧辊的最小间隙经计算确定；

C —— 导盘高边上最低点的 z 坐标；

R_1 —— 导盘低边最大直径；

b —— 导盘中心线偏离转鼓回转中心线的距离，一般 $b<0$。

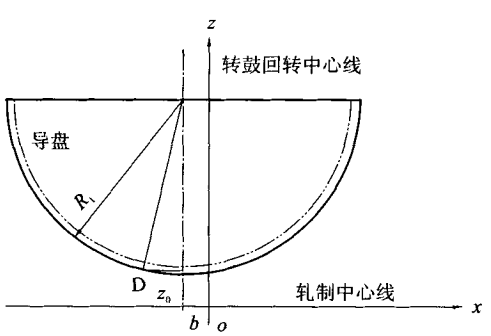


图 2 导盘计算点 D 在坐标系的位置示意

2.3 求过导盘 D 点与轧辊轴线(3)垂直的平面方程

根据空间解析几何的基本原理，过已知直线外一点，可求得过该点垂直已知直线的平面方程。

联立式(3)和式(4)得：

$$(x-x_D)-(y-y_D)\tan\gamma/\cos\beta+(z-z_D)\tan\beta=0 \tag{5}$$

式(5)即为所求的平面方程。

2.4 求轧辊轴线(3)与平面(5)的交点 1 的坐标

如图 3 所示，联立方程(3)和(5)，得：

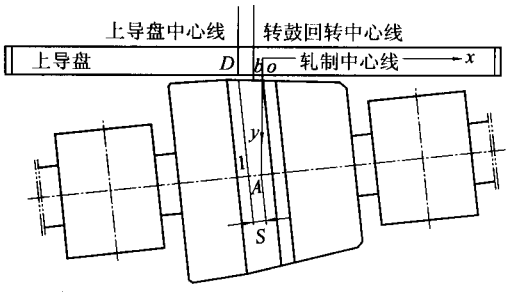


图 3 轧辊和上导盘之间的位置关系示意

$$\begin{cases} x_1=[x_D+(y_A-y_D)\tan\gamma/\cos\beta+z_D\tan\beta]\cos^2\beta\cos^2\gamma \\ y_1=-x_1\tan\gamma/\cos\beta+y_A \\ z_1=x_1\tan\beta \end{cases} \quad (6)$$

2.5 求轧辊计算半径 R_J

如图 2，3 所示，因为点 D 到轧辊轴线最短的距离为 D 到 1 点的距离，所以 R_J 的计算式为：

$$R_J=\sqrt{(x_1-x_D)^2+(y_1-y_D)^2+(z_1-z_D)^2} \quad (7)$$

2.6 求计算点处轧辊与导盘间隙 Δ_S

间隙 Δ_S 的计算式为：

$$\Delta_S=R_J-R_S \quad (8)$$

式中 R_S —— 计算点 D 对应的轧辊实际半径。

2.7 求轧辊实际半径 R_S

A 点到 1 点的距离 L_S(图 4)的计算式为：

$$L_S=\sqrt{(x_1-0)^2+(-x_1\tan\gamma/\cos\beta)^2+(x_1\tan\beta-0)^2}$$

整理后L_S的计算式为：

$$L_S=x_1/\cos\gamma\cos\beta \quad (9)$$

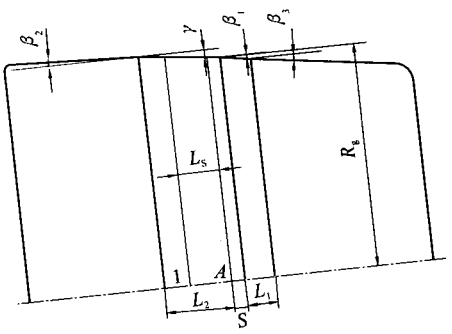


图 4 轧辊轴线长度和 R_S 关系示意

当 $0\leqslant L_S\leqslant S$ 时，R_S 为：

$$R_S=R_g+(S-L_S)\tan\gamma \quad (10)$$

当 $L_S>S$ 时，R_S 为：

$$R_S=R_g-(L_S-S)\tan\beta_1 \quad (11)$$

当 $0>L_S\geqslant -L_2$ 时，R_S 为：

$$R_S=R_g+(-L_S+S)\tan\gamma \quad (12)$$

当 $L_S<L_2$ 时，R_S 为：

$$R_S=R_g+(S+L_2)\tan\gamma+(-L_S-L_2)\tan\beta \quad (13)$$

由表 1 可见，某厂目前使用的工艺参数 L_S 从 60 mm 到−300 mm，上导盘与轧辊的间隙Δ_S 从 2.786，0.5 mm 到 27.730 mm。而实际上轧辊出口处比−300 mm 更远的地方导盘仍在起作用，且此处的轧辊与导盘间隙更大。这就是大导盘削钢，存在内螺旋道，轧制速度不高(采用的送进角较小)，不易于轧薄壁管，或轧薄壁管时寿命低的主要原因。

表 1 某厂 AR 轧管机上导盘与轧辊间隙的计算值 mm

L_S	Δ_S	L_S	Δ_S	L_S	Δ_S	L_S	Δ_S
60	2.786	−40	0.986	−120	2.820	−220	13.757
40	1.986	−60	1.321	−140	3.132	−240	16.878
20	1.223	−80	1.730	−160	5.550	−260	20.230
0	0.50	−100	2.225	−180	8.114	−280	23.838
−20	0.716			−200	10.843	−300	27.730

注：r_0=75 mm，R_1=990 mm，R_g=375 mm，γ=6.5°，β=6.5°，b=−23.57 mm，S=22.5 mm。

3 结 论

(1) 推导了 AR 轧管机上导盘与左轧辊之间间隙的计算公式；用此方法，经过位置和坐标变换即可推导出上导盘与右轧辊之间的间隙计算公式。

(2) 从实际计算结果可知，当上导盘和轧辊的最小间隙调整到 0.5 mm 时，钢管入口处的间隙为 2.786 mm，而出口处间隙为 27.730 mm 甚至更大。

(3) 为 AR 轧管机工艺参数的优化设计及导盘和左轧辊的准确调整提供了理论依据。

4 参考文献

1 郭小勇，杨晓伟. Accu Roll 轧管机的背景、现状及前景[J]. 钢管, 2003, 32(4)：6~9.

(修定日期：2005-12-15)