维普资讯 http://www.cqvip.com

18-21

第5期 轧 钢 No.5
1995年10月 STEEL ROLLING Oct.1995

穿孔导板形状对毛管产量和质量的影响

彭春珍 禹金虎
(湖南衡阳钢管厂)

摘 要 介绍了穿孔导板常用的几种形状，及在ϕ100mm二辊斜轧穿孔机上传统型导板与改进型导板的使用效果，分析了导板形状对穿孔变形过程的影响。

关键词 穿孔导板，形状优化

THE AFFECT OF SHAPE OF PIERCING GUIDE SHOE ON QUALITY AND QUANTITY OF TUBULAR BILLET

Peng Chunzhen Yu Jinhu
(Hengyang Steel Tube Plant)

ABSTRACT Several kinds of common shoe shape of piering guide were introduced.The applicaiton effect of traditional and improved guide shoe of ϕ100mm piercing mill were analyzed.The affect on deformation process of shape of piercing guide shoe was discussed.

KEY WORDS piercing guide shoe, piercing mill,deformation process

1 前言

在二辊斜轧穿孔变形过程中，穿孔导板是固定的被动工具。它与轧辊组成孔型外环，起着为管坯和毛管导向及控制毛管横向变形的作用。如果导板设计的不合理，则使其与轧件接触的摩擦阻力和阻力矩增加，阻碍轧件金属均匀流动，引起轧件横向畸变，降低穿孔速度甚至造成轧卡和穿废，对穿孔毛管的产量、质量和导板消耗都有影响，因此对导板形状的设计应引起重视。

2 穿孔导板的设计类型

设计穿孔导板时，不仅要确定导板的长、宽、厚度尺寸，更重要的是确定其纵(脊部)断面、横断面和侧边（宽度）形状尺寸。

2.1 纵断面形状

穿孔导板的纵断面形状一般有4种：与轧辊形状对应的三段式（A_a）、压轧带提前三段式（A_b）、平斜二段式（A_c）和全斜式（A_d）[1]，如图1所示。

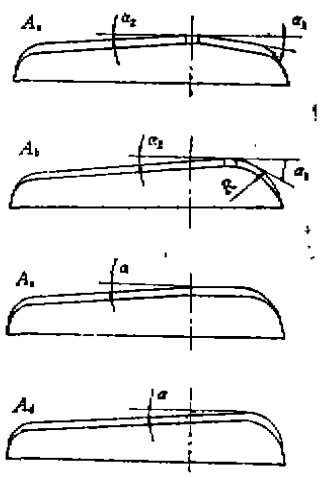


图1 穿孔导板纵断面形状

2.2 横断面形状

穿孔导板的横断面形状一般有3种：任意断面对称槽型（B_a）、两段圆弧连接的非对称槽型（B_b）、向轧制线一侧倾斜的非对称槽型（B_c），如图2所示。

2.3 侧边（宽度）形状

穿孔导板侧边形状，按与轧辊关系分，一般有3种：轧制带后部分封闭式（C_a）、

维普资讯 http://www.cqvip.com

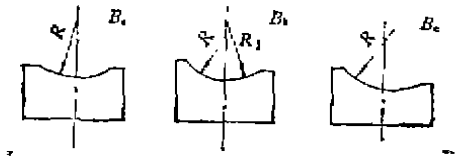


图 2　穿孔导板横断面形状

全封闭式（C_b）、导板一侧半封闭式(C_c)，如图 3 所示。

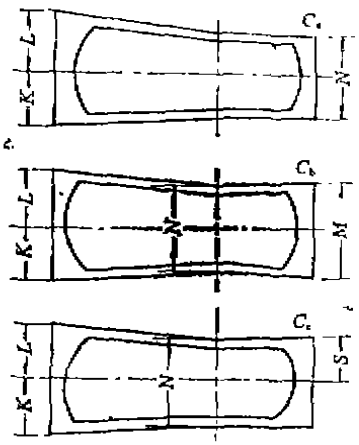


图 3　穿孔导板侧边形状

典型的传统导板具有$A_a-B_a-C_a$形状特征；部分设计改进的有$A_b-B_a-C_a$型，$A_b-B_b-C_a$型或$A_b-B_a-C_b$型；形状优化设计的新导板具有$A_b-B_c-C_c$形状特征。本文对传统导板与新导板在ϕ100mm二辊斜轧穿孔机上的应用进行了试验分析。

3　试验条件和方法

3.1　穿孔机的主要性能

穿孔机的主要性能见表 1 。

表1　穿孔机的主要性能

项　目	参数值
轧辊直径ϕ，mm	550～610
前进角，(°)	8
入口锥，(°) ×mm	3×165
出口锥，(°) ×mm	3×195
轧辊转速，r/min	109

3.2　工艺调整参数

工艺调整参数见表 2 。

表2　工艺调整参数

	项　目	参数值		项　目	参数值
轧制坯	坯料直径D_g，mm	100	连铸坯	连铸坯直径D_g，mm	116
	坯料长度L_g，mm	1150		连铸坯长度L_g，mm	1000
	毛管直径D_r，mm	104		毛管直径D_r，mm	117
	毛管壁厚S_r，mm	6		毛管壁厚S_r，mm	6
	毛管长度L_r，mm	5150		毛管长度L_r，mm	4900
	辊距，mm	85		辊距，mm	97
	导板距，mm	96		导板距，mm	107
	顶头前伸量，mm	75		顶头前伸量，mm	75

3.3　导板材质

导板材质均为高铬铸铁，化学成分相同。

3.4　试验方法

将传统型导板和新型导板各 8 块，各分 2 组，分别在用ϕ100mm轧制坯生产ϕ89×4.5mm和用ϕ116mm连铸坯生产ϕ108×4.5mm钢管时测取如下数据：

①生产毛管数量；②最高机时产量；③轧卡次数及处理轧卡生产小停时间；④穿废数量；⑤每组取样 2 个，距管端150mm沿圆周等距离测量 8 点壁厚值，计算壁厚相对不均率。

4　试验结果

试验结果如表 3 、表 4 所示。

表3　导板类型对穿孔毛管产量的影响

导板类型	坯料种类	毛管数量支	机时产量支	轧卡次	处理轧卡时间，min	穿孔废品支	导板寿命支／块
传统型	轧制	3904	130	3	35	1	976
	连铸	3576	174	8	67	3	894
新型	轧制	4960	199	1	6	0	1240
	连铸	4728	182	1	15	1	1180

注，机时产量在设备运转、生产条件均正常时测取。

维普资讯 http://www.cqvip.com

从表 3 、表 4 可见，使用新型导板穿孔顺利，轧卡次数及处理轧卡生产小停时间、穿孔废品等明显减少，穿孔速度和导板使用寿命相对提高，毛管断面壁厚绝对差值多在1mm以内。

表4　导板类型对毛管壁厚不均的影响

导板类型	样品编号	S_1	S_2	S_3	S_4	S_5	S_6	S_7	S_8	$\bar{S}$	ΔS	$S_\pm$ %
传统型	1	6.58	6.90	6.66	6.25	6.0	6.7	5.98	6.43	6.30	1.20	19.04
	2	6.53	6.21	6.97	6.65	6.55	6.78	6.04	6.32	6.0	0.98	16.30
	3	5.84	5.50	6.96	6.36	6.78	7.05	6.61	6.24	6.29	1.56	24.60
	4	6.36	6.72	6.43	6.08	6.84	5.46	6.76	6.12	6.10	1.26	20.70
新型	5	6.72	6.48	6.96	6.26	6.76	6.26	6.22	6.61	6.63	0.72	11.0
	6	6.55	6.44	6.26	6.10	5.88	6.04	6.18	6.27	6.22	0.67	10.8
	7	6.62	6.85	6.86	6.42	6.90	6.24	6.71	6.80	6.65	0.96	14.6
	8	6.32	6.82	6.98	6.04	6.41	6.58	6.24	6.13	6.19	0.78	12.3

注：$\Delta S = S_{max} - S_{min}$；$S_\pm = \frac{S_{max} - S_{min}}{\bar{S}} \times 100\%$；$\bar{S}$ —平均壁厚

5　结果分析

为了便于观察，将传统型导板与新型导板叠加起来（如图 4）进行比较分析。

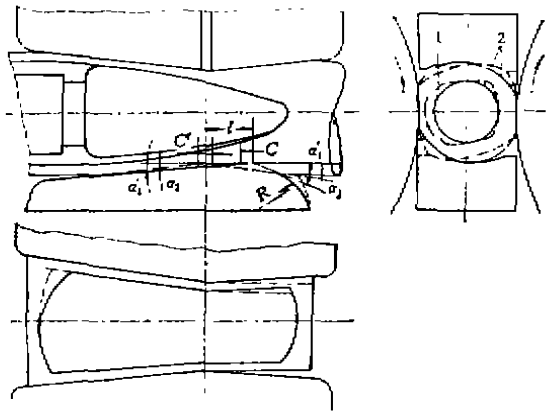


图 4　穿孔导板和孔型

1-传统导板孔型及轧件菱形横断面；

2-新导板孔型及轧件椭圆断面

5.1　穿孔导板横向形状的影响

①传统型导板（B_1）工作面为对称槽型，槽底较浅，槽弧较平，与轧辊组成的孔型外环近似矩形，而轧件的理想形状呈倾斜椭圆状[2]。于是，在孔型和轧件之间存在着较大间隙。穿孔之前或穿孔开始时，轧件维持整体性的能力很强，能继续保持倾斜椭圆状。随着穿孔减壁量的增加，尤其在轧制带及其以后的穿孔区段，轧件径向的剧烈压缩加速了切向扩径和轴向延伸。从最小阻力定律可知，金属首先满足扩径，向导板方向流动，充满孔型，而导板的工作槽弧面较平，与金属的切向流动方向形成较大的角度时，轧件金属接触导板后不能顺利地沿着导板工作面流动。于是，在轧件截面上拱出 2 个菱角，最终造成轧件横向畸变（图 4）。当上导板用传统型导板、下导板用新型导板时，观察穿孔后卡样可见，穿孔区轧件上半部拱出 1 个菱角，长度方向上有 1 条又窄又弯的拱凸面，这正是穿孔区段各横截面上轧件菱角发生位置在纵向的集合。进一步证实了轧件横向畸变随着穿孔减壁量的增加而逐渐发生并加剧，直到穿孔区结束辗轧区开始才逐渐消失。

轧件横向畸变使本来向左倾斜的椭圆截面（对轧辊顺时针而言）逐渐向右转并最终变成向右倾斜的菱形，从而增加了轧件旋转的难度。菱角局部接触导板，在导板上相应地刻出一条又窄又弯的凹槽，随着导板的磨损，凹槽加深，对轧件的摩擦阻力和阻力矩增加，严重时会引起轧卡。导板的局部不均

维普资讯 http://www.cqvip.com

匀磨损缩短了它的使用寿命。同时，轧件畸变破坏了金属切向流动规律，影响了坯料的均匀变形。

②新型导板（B_c型）横断面为左高右低不对称型，孔型是接近轧件理想形状的倾斜椭圆状（图4），缩小了孔型与轧件间的间隙，导板能有效地控制和引导金属横向扩展，使轧件保持正常的倾斜椭圆状，减少了横向畸变，从而降低了轧卡的几率和不均匀变形的程度。同时，导板槽面顺着金属切向流动的方向倾斜，其圆弧曲率与轧件外圆基本吻合，使轧件与导板接触平滑，接触面加宽，磨损均匀，提高了导板的使用寿命。

5.2 穿孔导板纵向形状的影响

①传统型导板（A_1型），导板压轧带与轧辊压轧带相吻合，使变形区轧制带形成一个狭窄的孔喉。坯料的剧烈压缩集中在轧制带，而且，轧制带前轧辊压缩导板也压缩，轧制带后轧辊放开导板也放开。加之顶头的压缩前急后缓，结果使轧制带前后断面收缩率变化梯度大，对轧件的轴向摩擦阻力差别悬殊，导致金属的流动不协调，壁厚不均匀程度增加（图4）。

②新型导板（A_b），导板压轧带相对轧辊压轧带向入口方向移动一段距离，变形区中宽度方向最窄的截面与高度方向最窄的截面错开，在相同的调整参数条件下，顶头前段有较小的椭圆度（图4）。一方面，穿孔开始时椭圆度小，有利于限制顶头上下跳动，使顶头容易对准中心，可改善穿孔毛管前端的壁厚均匀程度。另一方面，导板压轧带之后，轧辊方向压缩，而导板方向已经逐渐放开，缓解了轧制带附近金属的剧烈压缩，减小了轧制带前后断面收缩的变化梯度，协调了金属的均匀流动，有利于提高毛管壁厚的均匀程度。

③传统型导板入口锥角较小，导板与管坯接触较早。从导板磨损的痕迹测得，导板几乎与顶头同时接触管坯。当管坯被轧辊咬入以后，既要克服顶头轴向阻力又要克服导板摩擦阻力，才能实现二次咬入，从而对管坯顺利咬入不利。尤其是连铸坯的椭圆度大，端头有裂纹，在轧辊曳入力不足的情况下难以实现二次咬入，因此经常发生前卡。

④新型导板设计了较大的入口锥角和大圆弧过度，使坯料与轧件的接触推后（实测为10～15mm），接触长度相应缩短，减小了导板的轴向摩擦阻力，从而减小了轧件对轧辊表面的滑移。这不仅使管坯二次咬入顺利，而且提高了穿孔速度，减少了纯轧时间。同时导板的大入口锥角使导板距迅速缩小，穿孔开始时孔型椭圆度较小，有利于顶头对中。事实上毛管前端壁厚不稳定的长度已明显缩短。

5.3 穿孔导板侧边（宽度）形状的影响

①传统型导板压轧带前面入口部分宽度相等。由于两轧辊轴线倾斜及辊面角的存在，离轧机中心越远，两辊面间距越大，因此导板侧边与辊面间隙也越大。虽然在正常情况下影响不大，但当连铸坯料上有微裂纹或剪切时有端面裂纹时，经斜轧穿孔延伸后微裂纹会扩大甚至裂开。坯料尾部金属破裂时极易被轧辊曳入导板与轧辊的间隙而发生后卡。

②新型导板将面向轧辊速度方向的一侧边部紧贴辊面（图4），背向的一侧留有缝隙，让孔型成半封闭式。一侧封闭可以防止穿孔过程中裂开的金属钻进缝隙造成轧卡；一侧有缝可使冷却水进入变形区有利于工模具的冷却。

6 结语

经过对导板纵向、横向、侧边形状的全面形状优化后，新型导板以明显优势取代了传统型导板。经过半年多的使用表明，用新型导板可以提高机组产量3％以上，提高成材率0.5％左右，提高导板使用寿命30％以上，尤其是用连铸坯轧薄壁管时效果显著。