

棒材轧机优化孔型设计实践

高兴禄 周世旭 刘欣

(酒泉钢铁公司 甘肃嘉峪关 735100)

摘要 从工艺参数考虑对原孔型进行优化设计,使成材率明显提高,产品品种增加。

关键词 棒材 优化孔型 实践

我公司四轧厂棒材生产线于1995年正式投产。其轧机组成为 $\varnothing 420 \times 2 / \varnothing 310 \times 2 / \varnothing 250 \times 5$ 排列,所用原料为150mm \times 150mm连铸坯,主要生产 $\varnothing 18$ mm \sim $\varnothing 25$ mm的热轧光圆和带肋钢筋。投产一年来,由于工艺参数和孔型设计均存在一定问题,造成产量、成材率较低,断辊较多。采用优化孔型设计以后,不仅使产量、成材率稳步上升,断辊明显下降而且开发出 $\varnothing 16$ mm的热轧光圆和带肋钢筋,达到了预期的目的。

1 轧机孔型存在的问题

1.1 粗轧机组孔型存在的问题(孔型尺寸如表1所示)

1.1.1 粗轧机组延伸系数分配不合理。粗轧机组为 $\varnothing 420 \times 2$ 横列式轧机,Ⅰ架轧机轧制8道,采用4对箱形共轭孔型,轧辊为锻钢辊,其平均延伸系数为1.194;Ⅱ架轧机共轧制3道,采用箱 \rightarrow 六角 \rightarrow 方孔型系统,轧辊为铸铁辊,其平均延伸系数为1.423。两架轧机平均延伸系

表1 原粗轧孔型尺寸

轧机号	道次	孔型形状	孔型基本尺寸,mm				轧件尺寸,mm		压下量 mm	轧件断面 面积 mm ²	延伸	总延伸	平均延伸
			方边长 A	槽口宽 B _k	槽底宽 b _k	孔型高 H _k	高 H	宽 B					
Ⅰ	0		150				150	150		22 430.34			
	1	箱		162	142	131	131	152.5	19	19 388.8	1.157		
	2	箱		162	144	111	111	155	20	16 650	1.164		
	3	箱		123	103	131	131	115	24	14 279	1.166		
	4	箱		123	105	108	108	118	23	11 880	1.202		
	5	箱		115	101	92	92	106	26	9 568	1.243	4.135	1.194
	6	箱		115	103	69	69	108.5	23	7 314	1.308		
	7	箱		77	63	95	95	69	13.5	6 270	1.167		
Ⅱ	8	箱		77	65	75	75	73	20	5 425	1.156		
	9	箱		86	72	54	54	78	19	4 042	1.342		
	10	六角		96	65	39	39	90	15	3 168	1.276	2.884	1.423
	11	方	44	54.48		55.4	55.4	55	34.6	1 880.96	1.684		

数相差较大,致使Ⅰ架轧机轧件钢温好,变形抗力小,轧辊材质等优势没有充分发挥出来,给Ⅱ架轧机轧制增加了难度。

1.1.2 断辊较多。因Ⅱ架轧机平均延伸系数较大,其压下量也随着增大,造成Ⅱ架轧机断辊较多。据统计,1995年断辊高达19支。

1.1.3 咬入困难。轧制过程中,Ⅱ架轧机第3道压下量为34.6mm,造成咬入困难。经测算,咬入角达到25°,导致中轧废增加。

1.2 中轧孔型存在的问题

中轧机组为 $\varnothing 310 \times 2$ 复二重式轧机排列,采用孔型系统为六角 \rightarrow 立菱孔型系统。轧制过程中,因孔型设计和调整不当,造成立菱轧件扭转严重,影响下一道次的咬入,使中轧废大量增加,影响产量提高。

1.3 精轧孔型存在的问题

1.3.1 精轧机组延伸系统数偏大。精轧机组为 $\varnothing 250 \times 5$ 横列式排列,其中后两架轧机为高刚度短应力轧机。轧制 $\varnothing 18\text{mm}$ 产品时,其平均延伸系数达到1.34,超出横列式轧机一般情况下延伸系数 < 1.30 的做法,造成孔型磨损较快,事故多,生产不稳定。

1.3.2 不能生产 $\varnothing 16\text{mm}$ 产品。原工艺只能生产 $\varnothing 18\text{mm} \sim \varnothing 25\text{mm}$ 产品,而 $\varnothing 18\text{mm}$ 以下产品不能生产。如 $\varnothing 16\text{mm}$ 产品,其延伸系数高达1.404,不可能轧制。

造成以上两点原因,笔者认为主要是:精轧机组来料偏大,导致延伸率大;同时又采用橢 \rightarrow 圆这样本身延伸系数又较小的孔型系统所致。

总之,由于原孔型设计欠佳,造成粗轧咬入困难,断辊较多;中轧料形不稳,扭转严重;精轧变形量大,无法轧制 $\varnothing 16\text{mm}$ 的两个品种。

2 优化孔型设计

为了给孔型优化提供详实的资料,我们在原设计的基础上,对原料至成品的所有坯尺寸进行观察、跟踪、取样,依次确定设计参数,对原孔型进行了设计和改造。

2.1 粗轧孔型设计

2.1.1 延伸系数分配不合理问题。考虑到Ⅰ架轧机钢温和轧辊材质,将Ⅰ架输出 $74\text{mm} \times 74\text{mm}$ 轧件变为 $69\text{mm} \times 69\text{mm}$,平均延伸系数由1.194升为1.215,Ⅱ架平均延伸系数由1.423降到1.358。设计后的孔型尺寸如表2所示。

2.1.2 断辊和咬入问题。粗轧机组Ⅱ架轧机来料减小,而输出 $44\text{mm} \times 44\text{mm}$ 不变,其最大压下量为29.6mm,咬入角为23°,减少了压下量,降低了咬入角,改善了轧制条件。

2.2 中轧孔型改造

立菱轧件扭转问题:造成立菱轧件扭转的原因很多,如入口夹板不正,轧辊轴向窜动以及调整工的责任心等,本文着重谈从孔型改造上尽可能消除这种扭转现象。

要消除立菱轧件的扭转现象,就必须使立菱轧件在轧制过程中处于稳定状态。要使其稳定,首先必须保证立菱轧件在孔型中充满良好。实际生产中,为消除扭转现象,不得不将立菱孔型错开3~4mm,说明充满欠佳。其次必须保证六角轧件顶角小于立菱轧件顶角。其工艺参数如表3所示。

从表3可以看出,立菱轧件的充满度只有84.21%,充满欠佳,轧制过程中极易形成一对扭转力矩,导致立菱轧件扭转严重,影响下一道次咬入;同时原孔型其六角翻钢后的顶角为82°,大于立菱轧件的顶角25°,造成轧制不稳定。

鉴于充满度、孔型夹角对轧制稳定的影响,以及考虑到开发 $\varnothing 16\text{mm}$ 产品的需求,孔型设计时,使立菱孔型的充满度为 91.61%,充满良好;使六角孔型夹角为 68.43° ,立菱孔型的顶角为 70.62° ,满足 $\alpha_{\text{六角}} < \alpha_{\text{立菱}}$ 要求。其设计后的孔型如表 4 所示。

2.3 精轧孔型设计

利用粗、中轧孔型改造缩小来料尺寸,使精轧第一道次由原 $30\text{mm} \times 30\text{mm}$ 轧件变为 $27.5\text{mm} \times 27.5\text{mm}$;同时用椭 \rightarrow 方孔型延伸大的优点代替椭 \rightarrow 圆孔型系统,使轧制 $\varnothing 18\text{mm}$ 的平均延伸系数由原 1.340 降为 1.287,保证了轧制稳定,也保证开发出 $\varnothing 16\text{mm}$ 的热轧光圆和带肋钢筋。原精轧孔型尺寸和新设计精轧孔型尺寸见表 5、表 6。

表 2 新设计的粗轧孔型尺寸

轨机号	道次	孔型形状	孔型基本尺寸,mm				轧件尺寸,mm		压下量 mm	轧件断面积 mm^2	延伸	总延伸	平均延伸
			方边长 A	槽口宽 B_k	槽底宽 b_k	孔型高 H_k	高 H	宽 B					
	0		150				150	150		22 430.34			
I	1	箱		162	142	128	128	153	22	18 816	1.192		
	2	箱		162	144	100	100	156	28	15 000	1.254		
	3	箱		118	96	125	125	105.5	31	12 625	1.188		
	4	箱		118	98	96	96	108.33	29	10 862.4	1.162		
	5	箱		109	91	85	85	99	23.3	8 075	1.345	4.760	1.215
	6	箱		109	95	60	60	107.5	25	6 075	1.329		
	7	箱		72	55	87	87	66	20.5	5 263.5	1.154		
	8	箱		72	57	69	69	69	18	4 712.05	1.117		
II	9	箱		81	72	54	54	77	15	4 016.65	1.173		
	10	六角		90	65	39	39	85	15	3 015.54	1.332	2.505	1.358
	11	方	44	54.46		55.4	55.4	55	29.6	1 880.96	1.603		

表 3 原中轧孔型尺寸

轧机号	道次	孔型形状	孔型基本尺寸,mm				轧件尺寸,mm		压下量 mm	轧件断面积 mm^2	轧速 m/s	堆拉率 %	充满度 %	顶角
			方边长 A	槽口宽 B_k	槽底宽 b_k	孔型高 H_k	高 H	宽 B						
	0		47						2 153.96					
I	12	六角		65	42	28	28	58.4	19	14 920.90	0.9		89.85	82°
II	13	立菱		38		48	48	32	10.4	1 097.66	1.2	-2.0	84.21	75°

表 4 新设计的中轧孔型尺寸

轧机号	道次	孔型形状	孔型基本尺寸,mm				轧件尺寸,mm		压下量 mm	轧件断面积 mm^2	延伸	轧速 m/s	堆拉率 %	充满度 %	顶角
			方边长 A	槽口宽 B_k	槽底宽 b_k	孔型高 H_k	高 H	宽 B							
	0		44						1 880.36						
I	12	六角		60	35	25	24	56.5	20	1193.46	1.576	0.9		94.17	68.43°
II	13	立菱		32.2		46	46	29.5	10.5	897.36	1.330	1.2	+0.25	91.61	70.60°

表 5

原精轧孔型尺寸

轧机号	道次	孔型形状	孔型基本尺寸,mm				轧件尺寸,mm		压下量 mm	轧件断面 面积 mm ²	延伸
			方(圆) A(∅)	槽口宽 B _k	槽底宽 b _k	孔型高 H _k	高 H	宽 B			
	0								1 097.66		
I	14	方	30	38.6		37.74	37.74	37.2	10.26	889.10	1.235
Ⅰ	15	椭		42		20	20	37.6	10.0	586.02	1.517
Ⅱ	16	圆	23	24		23	23	22.5	14.6	406.23	1.443
Ⅳ	17	椭		33		14	14	28	9	320.50	1.267
V	18	圆	18	18.6		18	18	18	10	254.34	1.260

表 6

新设计精轧孔型尺寸

轧机号	道次	孔型形状	孔型基本尺寸,mm				轧件尺寸,mm		压下量 mm	轧件断面 面积 mm ²	延伸
			方(圆) A(∅)	槽口宽 B _k	槽底宽 b _k	孔型高 H _k	高 H	宽 B			
	0								897.36		
I	14	方	27.5	35.8		35.3	35.3	35	10.7	756.20	1.187
Ⅰ	15	椭		45		16	16	39.2	11.5	518.13	1.459
Ⅱ	16	方	18.5	23.3		23.6	23.6	23.1	15.6	332.25	1.559
Ⅳ	17	椭		30		12	12	28.8	6.5	259.2	1.282
V	18	圆	16	16.6		16	16	16	16	200.96	1.290

3 优化孔型使用效果

为尽可能减少改造对生产的影响,结合现有生产情况,整个孔型优化工作分两步进行。第一步优化的孔型为∅420 Ⅱ架轧机至成品道次,开发出∅16mm 新品种,使粗轧机组输出料由47mm×47mm 变为44mm×44mm 轧件,但随之又产生出∅420 轧机 Ⅱ架断辊问题;第二步优化的孔型为粗轧机组孔型,使 I、Ⅱ架轧机平均延伸系数较合理匹配,整个孔型优化工作于1996 年元月份结束。

几个月来的生产实践证明,优化后的孔型具有明显的优点,现归纳如下。

3.1 粗轧咬入较易,中废明显减少,减轻了∅420 Ⅱ架轧机的轧制负荷,基本解决了断辊问题。

3.2 中轧机组轧制稳定,基本上解除了孔型带来的立菱轧件不稳定状态,使扭转现象明显好转,调整较易,确保了轧线顺行。

3.3 扩大了生产产品品种,在生产原品种的基础上,增加了∅16mm 的热轧光圆和带肋钢筋两个品种。

3.4 产量明显提高,月增产可达500 吨。成材率明显上升,与优化前相比,提高了约2 个百分点。

3.5 孔型的共用性增大,减少了备辊数量。优化前非共用孔型为 $k_1 \sim k_6$,优化后变为 $k_1 \sim k_4$,使备辊数量减少。

3.6 产品精度明显提高。优化后的孔型产品精度不仅可以控制在±0.4mm 范围内,而且还可以实现负公差轧制。

由于受计算方法、计算手段限制,优化后的孔型不是最佳的,有待于进一步探索和改进。