

连铸管坯裂纹在加热穿孔过程中的变化

张才安 刘志怀 马华宣 刘仁明
(重庆大学) (成都无缝钢管厂金堂分厂)

研究了连铸管坯表面不同深度裂纹在加热穿孔过程中的变化。结果表明,在连铸管坯内部质量良好时,剥皮能显著改善穿孔毛管表面质量;加热穿孔可以消除或减少管坯表面的微裂纹;管坯表面较深的裂纹穿孔后将在毛管表面以外折的形式出现。

关键词 连铸管坯表面裂纹 加热 穿孔 裂纹变化

DEVELOPMENT OF CC BLOOM SURFACE CRACKS DURING HEATING/PIERCING

Zhang Caian

(Chongqing University)

Liu Zhihui Ma Huaxuan Liu Ren ming

(Jintang Subplant, Chengdu Seamless Steel Tube Plant)

A study concerning the development of CC bloom surface cracks with different depths during the course of heating/piercing shows that in case of CC blooms with satisfactory internal quality, peeling process contributes to considerable improvement on the surface quality of the shell, while heating/piercing process removes off or reduce the slight flaws on the work piece, and that deeper cracks on the bloom surface develops into outer surface folds of the shell after piercing.

Key words Surface crack of CC bloom for pipe making Heating Piercing Crack development

1 前言

随着连铸技术的进步,采用连铸坯(弧形、水平连铸坯等)直接轧管已被越来越多的钢管生产厂家所接受。但是,不管哪种连铸坯,其表面都或多或少地存在裂纹缺陷。为了拟订连铸管坯表面的清理标准,需要弄清不同深度的裂纹在穿孔过程中的变化,笔者对此进行了研究,现介绍如下。

2 实验方法

选择一支外表面存在大量纵横裂纹缺陷的 $\Phi 120\text{mm}$ 20 钢连铸管坯,切取 1600mm 长

作塔形试样(图 1),检查塔形试样每个区段裂纹的数量和大致长度(表 1),然后按正常生产的穿孔加热制度将塔形试样加热,按下列穿孔调整参数穿孔。

轧辊距离 $B=103\text{mm}$

导板距离 $A=112\text{mm}$

顶头位置 $C=80\text{mm}$

顶头直径 $\delta=94\text{mm}$

总直径压缩率 $\Delta d=13.4\%$

顶头前压缩率 $\Delta d'=6.8\%$

观察穿孔毛管上相应于塔形试样各区段的外折情况,分析研究表面裂纹深度与外折缺陷形成的关系。

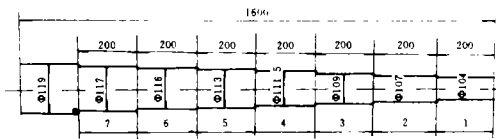


图 1 塔形试样加工尺寸示意

3 实验结果

塔形试样按试验条件,大头先喂入Φ100mm 斜轧穿孔机穿孔,待毛管冷却后,测

表 1 塔形试样各段裂纹检查结果

项 目	区 段						
	7	6	5	4	3	2	1
裂纹数量(条)	34	22	7	5	1	1	0
裂纹长度(mm)	—	15~30	10~23	10~20	5~15	5~10	—
裂纹深度(mm)	>1~5	>1.5~5	>3~5	>3.75~5	>5	>6	—

注:第 7 区段裂纹数量较多,裂纹长度无法测量。

量对应于塔形试样各区段的裂纹数量及裂纹长度(表 2)。

表 2 对应于塔形试样各区段毛管的裂纹情况

试样区段号	7	6	5	4	3	2	1
毛管裂纹数量(条)	13	9	4	2	0	轧卡	轧卡
毛管裂纹长度(mm)	3~7 区段各为 1 条外折,余为细裂纹					—	—

注:①穿孔变形工艺:Φ119mm 坯→Φ122mm×10mm 毛管;②在第 3 区段以后发生穿孔轧卡,第 1、2 区段未穿成毛管。

从表 1、2 看出:

(1)管坯随着剥皮厚度的增加,表面上的

裂纹数量迅速减少;

(2)经加热穿孔后,裂纹数量大大减少;

(3)粗大裂纹在穿孔后长度增长,并形成不连续的螺旋外折;较细小的裂纹变得更细小或消失。

4 讨论

4.1 剥皮能减少裂纹数量

分析研究塔形试样各区段直径、剥皮深度、裂纹数量及其深度,可以计算出塔形试样各区段上裂纹深度的结构(见表 3)。

表 3 剥皮后各区段裂纹数量及裂纹结构

区段号	管坯直径(mm)	剥皮平均深度(mm)	裂纹数量(条)	裂纹深度分类(mm)				
				A	B	C	D	E
7	117	1.0	34	12	15	2	4	1
6	116	1.5	22	—	15	2	4	1
5	113	3.0	7	—	—	2	4	1
4	111.5	3.75	5	—	—	—	4	1
3	109	5.0	0	—	—	—	—	0

注:表中 A>1,<1.5;B>1.5,<3.0;C>3.0,<3.75;D>3.75,<5.0;E>5.0(mm)。

从表 3 看出,随着剥皮深度的增加,各区段浅裂纹逐渐消除,裂纹数量减少。当剥皮深度为 5mm 时,塔形试样上第 3 区段只留下一

条深度大于 5mm 的裂纹。

显而易见,只要管坯内部质量好,剥皮能显著地减少其表面裂纹数量,但会增大金属

损失,表 4 列出了各区段金属的损失量。因此,对于合金坯料采用剥皮的方法较为合理,更合理的方法是提高管坯的冶金质量和浇铸质量,以减少管坯裂纹。

4.2 管坯加热烧损能减少裂纹数量

从表 1,2 看出,经加热穿孔后,裂纹数量大幅度减少。

从管坯组织看,连铸坯组织疏松,除外表面很薄一层小等轴晶的晶粒较细小外,其余柱状晶区和中心等轴晶区的晶粒都很粗大。然而,轧坯的组织却致密结实,晶粒细小。实测表明,在同钢种同加热制度下,连铸坯的加热烧损是轧坯的两倍,氧化铁皮显得更加厚实、疏松。

由于加热烧损,表面较浅的微裂纹被“烧掉”,而较深的裂纹在深度、宽度、长度方面均

变小,因此管坯经加热穿孔后,毛管表面裂纹数量大幅度减少。

4.3 裂纹的危险深度

表 5 列出了加热穿孔后各区段的裂纹深度结构。

表 4 不同剥皮厚度管坯的金属损失

区段号	剥皮深度 (mm)	金属损失量 (%)
7	1	3.5
6	1.5	5.0
5	3	9.8
4	3.75	12.1
3	5.0	16.1
2	6	19.2
1	7.5	23.6

注:未剥皮前管坯直径为 119mm。

表 5 加热穿孔后各区段的裂纹深度结构

裂 纹 深 度 分 类											
区段号	毛管裂纹数 (条)	A 剥皮前		B		C		D		E	
		大于 1mm 小于 1.5mm		大于 1.5mm 小于 3mm		大于 3mm 小于 3.75mm		大于 3.75mm 小于 5mm		大于 5mm	
		数量 (条)	比率 (%)	数量 (条)	比率 (%)	数量 (条)	比率 (%)	数量 (条)	比率 (%)	数量 (条)	比率 (%)
7	13	0	0	6	46.1	2	15.4	4	30.8	1	7.7
6	9	0	0	2	22.2	2	22.2	4	44.4	1	11.1
5	4	0	0	0	0	0	0	3	75	1	25
4	2	0	0	0	0	0	0	1	50	1	50
3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

从表 3 和表 5 中 A、B、C、D、E 裂纹的深度结构可看出:

A:深度在 0~0.5mm 的 12 条裂纹全部烧掉;

B:深度在 0~1.5mm 的 15 条裂纹,烧掉 13 条,占 86.7%;深度在 0.5~2.0mm 的 15 条裂纹,烧掉 9 条,占 60%;

C:深度在 2~2.75mm 的 2 条裂纹仍然

保留;深度在 1.5~2.25mm 的 2 条裂纹全部保留;深度在 0~0.75mm 的 2 条裂纹全部烧掉;

D:深度在 2.75~4mm 的 4 条裂纹全部保留;深度在 2.25~3.5mm 的 4 条裂纹全部保留;深度在 0.75~2mm 的 4 条裂纹烧掉 1 条,占 25%;深度在 0~1.25mm 的 4 条裂纹,烧掉 3 条,占 75%;

E:深度分别大于 4, 3.5, 2, 1.25(mm)的裂纹各一条均保留下来。

以上实验结果表明:

(1)连铸坯表面裂纹深度为 0~0.75mm 时,可看作无害裂纹,经加热和穿孔后,这种微裂纹可完全消除,对穿孔毛管表面质量没有影响;

(2)连铸坯表面裂纹深度为 0.75~1.5mm 时,经加热穿孔后,毛管裂纹数量减少,其减少的程度取决于管坯原始裂纹深度,深度尺寸越小,毛管微裂纹的数量越少;

(3)连铸坯表面裂纹深度尺寸大于 1.5mm 时,经加热穿孔后,裂纹几乎全部保留在穿孔毛管上,并且纵向裂纹呈螺旋形分布,横向裂纹分布特征无变化,另外,毛管裂纹的程度取决于管坯的原始裂纹深度;在原始裂纹深度大于 4mm 时,为扩展性裂纹,穿孔毛管以外折缺陷的形式出现;较浅的原始裂纹则以微裂纹的形式出现,其扩展性不明显。

计算塔形试样各区段的总直径压缩率发

现,即使塔形试样第 3,4 区段的总直径压缩率已小到 5.5%和 7.6%时,毛管上仍有裂纹存在,这说明管坯总直径压缩率的减小并不能减少或消除管坯上的原始裂纹。管坯上的原始裂纹消除或深度减小,只能通过管坯加热氧化来“烧掉”。当未烧掉的裂纹,由于被氧化,不能焊合,故在穿孔过程中不能消除,减小管坯总直径压缩率,可使变形相对缓和均匀,由此使产生新缺陷和扩展旧缺陷的作用减小。

5 结论

5.1 管坯剥皮可以提高穿孔毛管外表面质量。

5.2 管坯表面较浅的裂纹在加热穿孔过程中可以消除或部分消除。

5.3 管坯表面裂纹深度大于 1.5mm 时,在穿孔毛管外表面上原始裂纹将不同程度地被保留下来。

(收稿日期:1993-12-24)

●简讯

合金钢圆管坯火焰切割机研制成功

SUCCESSFUL DEVELOPMENT OF TORCH CUTTING MACHINE FOR ALLOY STEEL ROUND BLOOM FOR TUBE-MAKING

为解决钢管生产线中圆管坯尤其是合金钢圆管坯切割的老大难问题,我厂与北京衡元机电设备厂经过长期合作,联合研制开发了合金钢圆管坯火焰切割机。该切割机已在我厂试车成功,并已在我厂 $\Phi 108$ 车间投入生产使用效果良好。

该切割机对于合金钢圆管坯、连铸坯及一般轧坯的切割速度快,质量好,效果显著,为国内圆管坯火焰切割填补了技术空白。

该切割机切割材质为 Cr5Mo、直径为 130mm 的圆管坯,切割周期 $\leq 50s$,切口几乎没有切斜度,割缝为 3mm。另外,对于 25Cr2MoV、20CrMo 等合金钢圆坯管也都能达到同样的切割效果,与传统的火焰切割机相比可大大减少工人劳动强度,提高切割质量,减少切损以及大大地提高钢管的成材率。

(衡阳钢管厂 陶芳国供稿)