

钢板剪切边开裂原因分析及改进剪切质量的措施

赵东, 王立群

(安阳钢铁股份有限公司, 河南 安阳455004)

摘要: 针对钢板原始剪切边在用户再加工过程中产生边部开裂的问题, 采用钢板纵向样进行了实验室模拟试验, 分析认为, 边部开裂的主要原因是钢板原始剪切面剪切弯钩、毛刺引起的应力集中及再加工工艺不当。剪切间隙、重叠量调整、剪切温度、剪切力、剪切量等因素都影响钢板的剪切质量。结合安钢实际情况, 采取新上风雾冷却装置, 降低钢板剪切温度, 优化剪刀重叠量、水平间隙调整工艺及热态毛边放尺量等措施, 提高了钢板剪切质量, 减少了质量异议。

关键词: 钢板; 边部开裂; 圆盘剪; 剪切质量; 改进措施

中图分类号: TG335.5 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620 (2007) 02-0037-02

Analysis of Shearing Edge Crack in Steel Plate and Measures of Improving Shearing Quality

ZHAO Dong, WANG Li-qun

(Anyang Iron and Steel Co., Ltd., Anyang 455004, China)

Abstract: In view of original shearing edge crack in steel plate during re-working by the user, the simulation tests of plates are made by using longitudinal samples in laboratory. Analysis for the results consider that the main reason of edge crack is the stress concentration produced by shear bow and barbs on original shearing surface and improper re-working process. Many elements such as cutting gap, overlap regulation, shearing temperature, material and replace cycle of blade and cutting force etc will all affect shearing quality of steel plate. Combined with actual conditions of Angang, such measures as adopting new air-mist cooling device, decreasing shearing temperature, optimizing overlap of knives, horizontal clearance regulation process and blade replacement system are performed. Therefore, shearing quality of steel plate is improved and quality objections are reduced.

Key words: steel plate; edge crack; circular shears; shearing quality; modification measures

安阳钢铁股份有限公司中板厂(简称安钢中板厂)2800mm四辊轧机生产线于1996年5月正式投产, 年设计能力42万t, 其剪切线由1台圆盘剪、两台横剪组成。圆盘剪采用了磁力对中和激光划线装置, 利用两组圆盘形式的上下剪刀旋转剪切钢板双边。

随着厚规格钢板生产比例的增加, 圆盘剪在剪切20mm及以上厚规格钢板过程中, 暴露出一些剪切质量问题, 致使用户在再加工过程中, 钢板原始剪切边产生边部开裂。为此, 安钢中板厂成立攻关组, 详细分析了影响圆盘剪剪切质量的主要因素, 提出了改进措施。

1 圆盘剪剪切主要工艺参数

圆盘剪结构示意图见图1。剪切范围6~25mm×1400~2600mm×4000~21500mm; 最大剪切力530kN; 剪切速度0.2~0.8mm/s; 磁力对中水平移动行程650mm; 磁盘移动速度50mm/s; 圆盘剪剪刀尺寸φ920~φ1000mm×70mm; 圆盘剪剪刀水平间隙和重叠量调整范围-17.5~17.5mm。

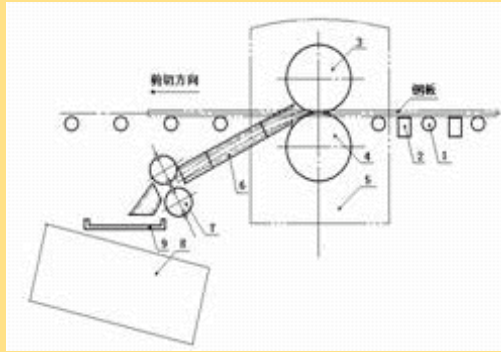


图1 圆盘剪结构示意图

1 运输辊道 2 下托式电磁盘 3 上圆盘剪刀 4 下圆盘剪刀 5 机体 6 溜槽 7 碎边剪剪刀 8 料斗 9 托盘

2 钢板原始剪切边部开裂原因分析

2.1 钢板原始剪切边无角横裂的试验

为找出钢板原始剪切边在再加工过程中产生边部开裂的原因，采用25mm厚钢板纵向样，在实验室条件下，模拟用户使用条件做了一系列的试验。试样长350mm、宽50mm，沿长度方向一边为圆盘剪原始剪切边，另一边经过机加工。试验条件超出了标准规定的钢板机械性能范畴，即对试验标准弯心直径进行调整，25mm普板弯心直径由标准规定的 d 为 $3a$ 调整到 d 为128mm的较大弯心直径。

(1) 保留圆盘剪原始剪切边，做弯曲试验。6根试样受弯面一半采用圆盘剪剪切板面的上表面，一半采用下表面。剪切板面为下表面的，即受弯面带有剪切弯钩的3根试样均开裂，裂缝产生均由原始剪切边在厚度方向从外向里开裂；在厚度方向和宽度方向基本裂透。剪切板面为上表面的，弯曲后完好。

(2) 将圆盘剪剪切边加工光滑，加工量2~3mm，做弯曲试验。6根试样弯曲后均完好。

(3) 保留原始剪切边，250℃保温1.5h，做弯曲试验。6根试样弯曲后结果与(1)相同，即受弯面带有剪切弯钩的均开裂，裂缝产生均由圆盘剪原始剪切边在厚度方向从外向里开裂。

(4) 带毛边的试样。去除毛边鼓形宽展部分进行弯曲，6根试样均完好；保留火切边部和鼓形宽展部分进行弯曲，6根试样带鼓形宽展侧未发生开裂和裂纹，火焰切割边残留的切割瘤在夹持范围内出现宽2mm、深3mm裂纹，但未向厚度和宽度方向扩展。

2.2 钢板原始剪切边存在角横裂的试验

采用14mm规格边部带有角横裂的钢板，调查原始剪切边在弯曲试验条件下的开裂情况，同时观察角横裂形貌变化，为考察其承受弯曲的能力，试验采用了 d 为73、50、30、20mm不同的弯心。

(1) 保留圆盘剪原始剪切面，采用 d 为73、50、30mm的6根试样做弯曲试验。无论受弯面是剪切的上表面还是下表面，试样均完好。采用 d 为20mm的4根试样中，2根受弯面为剪切上表面的试样未开裂，2根受弯面为剪切下表面的试样剪切边出现1~3mm的小角裂，裂纹未向厚度和宽度方向扩展，说明剪切面剪断与撕开部分引起的应力集中不同。

(2) 带角横裂，保留毛边，进行弯曲试验。原角横裂裂纹在受弯区域内均开裂，且随着弯心直径的减少，角横裂裂纹开裂程度及数量均增加，但没有向厚度和宽度方向扩展，基本保持原裂纹形貌。

(3) 带角横裂，毛边加工至裂纹处，其结果与(2)相同。说明角横裂可直接导致冷弯裂，但其向宽度和厚度方向扩展的能力是有限的。

2.3 试验结论

(1) 带原始剪切边厚规格钢板进行弯曲变形，即使弯曲变形条件非常宽松，也可导致从边部开裂，且裂纹扩展能力较强，能裂透整个钢板厚度，裂纹长度较长；(2) 导致再加工弯曲变形边部开裂的主要原因，是钢板原始剪切面剪切弯钩、毛刺引起的应力集中；(3) 带角横裂的钢板弯曲时可直接导致冷弯裂，且裂纹随着弯心直径的减少，角横裂裂纹开裂程度及数量均增加，但向厚度和宽度方向扩展能力有限，基本保持原裂纹形貌。

3 影响圆盘剪剪切质量主要因素

钢板再加工边部开裂的主要原因是原始剪切钢板下表面边部产生了裂纹源，并在再加工延伸过程中扩展。按照国家检验标准，钢板在进行冷弯检验时，须对试样边部应力集中处进行处理，而锅炉、压力容器等下游制造行业往往忽视冷弯检验标准要求，在钢板再加工过程中没有考虑原始剪切边部应力集中现象，致使钢板弯曲变形时，产生边部开裂。

3.1 剪刀重叠量和水平间隙的影响

圆盘剪上下剪刀的重叠量调整与剪切厚度有关，随着厚度的增加重叠量应相应减少。增大重叠量，有利于增加钢板剪断部分、减少剪切撕裂部分，但过大的重叠量剪切时可导致钢板局部弯曲，板头下扣，容易导致卡钢。过小的重叠量，板边会从溜槽上方窜出，严重时钢板无法剪断，甚至造成停车或重复剪切。而为了避免圆盘剪剪刀之间的摩擦，在上下剪刀之间应保证一定的水平间隙。水平间隙调整取决于钢板强度和厚度。随被剪钢板的厚度和强度的增加，水平间隙适当增加。剪切间隙过大或过小都可能造成切边断面不齐，导致剪切断面鱼鳞、分层缺陷或弯钩，影响产品质量。

3.2 剪切温度的影响

在整个剪切过程中，合理、稳定的剪切温度对调整剪刀重叠量和水平间隙至关重要。剪切温度过高，剪刀间隙调整困难，剪切后边部易发生剪切弯钩；温度过低，卡钢频繁，且边部质量易发生分层。试验表明，钢板在150~180℃时，有较宽松的间隙和重叠量调整搭配值，剪切质量可以保证。

3.3 剪切力的影响

剪切力较大的剪机剪切同样规格品种的钢板，剪切质量就容易保证。安钢中板厂使用的圆盘剪相比其它铡刀剪、滚切剪剪切力偏小，其剪切断面不容易保证，但由于改造需要的资金很大，而且严重影响生产，基本不可行。

3.4 切边量的影响

相同剪刀间隙条件下，切边量大易产生剪切断面质量缺陷，切边量小易产生剪切弯钩，同时切边量较小使得剪切后原始钢坯角横裂缺陷无法切净，产生边裂。另外，由于两侧剪切量不均匀，使钢板边部的受力不均匀，引起应力集中，影响钢板边部质量。

4 改进措施

4.1 新上风雾冷却装置，降低钢板剪切温度

为降低剪切温度，提高剪切质量稳定性，需要提高轧后钢板的冷却速度。结合实际，决定在1#和2#冷床之间5辊道区域新上5组上、下雾化箱组成风雾冷却装置。风雾冷却系统的基本原理：利用风机产生的较低压力、流量、流速的风，与一定压力、流量、流速的水，由特殊喷嘴混合、喷出，形成均匀弥散细化的雾滴，吹向钢板，从而降低钢板温度。其特点是：冷却效率高，冷却效果均匀，投资小，适用于供水能力较小的企业。主要技术参数：有效冷却尺寸：5000mm×2800mm。冷却速度：2~4℃/s，系统配管：上下水管5组，上下风管5组；气雾喷嘴：上下各5组。使用风雾冷却装置后，25mm钢板剪切温度可由原来的190~230℃降低到150~190℃。

4.2 优化剪刀重叠量和水平间隙调整工艺

通过利用风雾冷却装置，降低剪切温度，为剪刀间隙、重叠量调整工艺优化提供了稳定的环境。其剪刀间隙、重叠量调整工艺参数见表1。

表1 剪刀间隙、重叠量调整工艺参数 mm

厚度	水平间隙	重叠量
6~13	0.5~1.5	0~4

14~21	1.5~3.0	-5~-2.5
22~25	2.0~5.0	-9~-4

4.3 优化热态毛边放尺量

确定各个宽度尺寸的剪切量，严格对中操作，保证剪切质量。对于安钢一炼轧、二炼轧供坯，成品宽度不大于2200mm时，毛边放尺量控制在90~110mm；成品宽度大于2200mm时，毛边放尺量控制在100~120mm。对安钢二炼钢供坯，成品宽度不大于2000mm时，毛边放尺量在100~120mm；成品宽度大于2000mm时，毛边放尺量在110~130mm。

4.4 指导用户合理确定再加工工艺

原始剪切边部再加工冷弯裂与再加工的加工方法有很大关系。对于大型锅炉容器制造、机加工厂家，由于有丰富的材料加工经验，对原始剪切边部的应力集中影响再加工过程进行了充分的考虑。但一些小型锅炉容器、机械制造厂家由于经验问题，对钢板的原始剪切边部直接进行加工，而且弯曲变形工艺不严谨，造成原始冷弯裂。为此，在质量异议处理过程中，对用户的再加工工艺进行分析指导，减少弯曲变形过程中的应力扩散，从而在满足用户要求的同时，减少此类异议的重复发生。

指导用户从以下方面采取措施：（1）修磨或去除边部，以去除或减轻裂纹源；（2）对于要求一定成形曲率的再加工过程，缓慢或渐进地进行冷弯变形，也可以减轻裂纹源的扩展。

5 实施效果

采取以上措施后，提高了剪切质量，断面光洁度明显改观，剪切弯钩大幅度降低，同时，由于剪切质量带来的剪切加工弯裂质量异议大幅度降低，原始剪切边部质量异议由2004年的17起，降低到2005年1起，减少了经济损失。

[返回上页](#)