S350GD 结构钢可逆式冷轧宽展问题的分析

攀钢集团成都板材有限责任公司 （四川 610300） 徐 信
攀钢集团冷轧厂 （四川攀枝花 617000） 余大伟

【摘要】 攀钢成都板材公司配有两套单机架可逆式六辊轧机，该机组在轧制结构钢 S350GD（EN10326：2004）过程中发现了宽展量大的问题，导致最终产品难以满足用户尺寸需求。本文以结构钢 S350GD 的性能、冷轧工艺过程结合本公司设备能力，分析了此钢宽展产生的原因，并提出了相关的工艺处理措施。

成都板材公司单机架可逆式六辊轧机在结构钢 S350GD 的轧制过程中，出现了轧后钢带宽展增大的问题，以规格 4.5mm × 1235mm 轧制成 1.79mm × 1235mm 为例，轧后宽展量为 6～9mm。因宽展量太大，造成最终产品难以满足用户的尺寸需求。为解决结构钢 S350GD 的冷轧宽展问题，我公司对轧制过程中结构钢 S350GD 冷轧宽展问题的产生原因及形成规律进行了系统分析，最终提出了解决该问题的相关措施。

一、S350GD 结构钢宽展情况介绍

攀钢 S350GD 结构钢热轧原料含锰量在 1.3% 左右（见表 1），是优质碳素结构钢中高含锰量结构钢的一种。该类结构钢屈服强度大，弹塑性高，有良好的加工性能和力学性能，屈服点 $\sigma_s \geq 350$MPa。

表 1 S350GD 结构钢的化学成分（质量分数）（%）

C	Si	Mn	P	S	Als
0.18～0.20	≤0.05	1.3～1.5	0.03～0.04	≤0.015	0.02～0.04

在 S350GD 结构钢冷轧轧制过程中，针对 3 个具有代表性规格的宽展量（每种规格 10 卷）进行统计分析发现：规格越厚、越宽的 S350GD 结构钢经冷轧后的宽展量越大，宽展量最大达到 10mm 左右（见表 2）。

表 2 S350GD 结构钢冷轧宽展量的统计

规格/mm × mm	4.5 × 1235→1.79 × 1235	4.0 × 1235→1.48 × 1235	4.0 × 1126→1.56 × 1126
宽展量/mm	6～9	6～8	4～6

二、宽展问题的分析及解决措施

1. 冷轧宽展的产生原理

在轧制过程中，轧件在高度方向承受轧辊的压下力，产生塑性变形而出现尺寸规格的变化。轧制出的体积将按最小阻力法则向纵向和横向移动，由移向横向的体积所引起的轧件宽度变化称为宽展，习惯上将轧件在宽度方向上的线尺寸变化直接称为宽展。

影响金属在变形区内沿纵向及横向流动的因素很复杂，但都是建立在最小阻力法则和体积不变定律的基础上。一般情况下，影响宽展的因素可归纳为两点：

（1）高度方向流动的金属体积。

（2）变形区内轧件变形的纵横阻力比，即变形区内轧件纵向与横向压缩主应力的比值。

2. 宽展问题的工艺解决措施

分析以上影响宽展的两大主要因素得出，高度方向流动的金属体积主要和压下率（包括总压下率和道次压下率）有关，而纵横阻力比主要和轧制过程中的摩擦力和张力等因素有关。由此，可采取如下措施结合单机架可逆式六辊轧机冷轧工艺特点，对 S350GD 结构钢的宽

展问题进行探讨，提出对应解决措施如下：

（1）改善润滑液性能，降低摩擦力　随着轧制时摩擦系数的增加，轧辊的工具形状系数（轧辊的圆柱形形状对横向和纵向变形关系的影响）增加，因而使 δ_3/δ_2 的比值增加，金属纵向流动趋势减弱，横向流动趋势增加，导致金属质点向宽度方向移动。因此，随着摩擦系数的增加，宽展增加，所有影响摩擦系数的因素都对轧件的宽展有影响。在冷轧过程中，轧制温度、轧制速度、轧辊表面状态、轧件的化学成分和轧辊的化学成分等影响摩擦系数因素稳定的情况下，主要通过调整乳化液的润滑性能来降低冷轧过程中的摩擦力。在生产实践中，通过提高乳化液温度、浓度，提高了乳化液的润滑性能。通过对乳化液润滑性能的改善，经测量、统计发现，部分S350GD结构钢钢宽展量减少，减少量为0～0.5mm。

（2）采用小辊径轧辊轧制　在轧制过程中，变形区长度随轧辊直径的增加而增大，使金属变形时纵向移动阻力增加。根据最小阻力法则，产生塑性变形的金属向宽度方向移动的趋势会增加。通过理论分析，在轧辊的可用辊径范围内，采用小辊径轧辊进行S350GD结构钢的轧制，有助于降低宽展量，也有助于降低轧制力，增加压下率。

攀钢成都板材公司六辊可逆式轧机的工作辊辊径可用范围为340～385mm，在该生产中采用一对辊径为355mm和一对辊径为380mm的工作辊进行对比试验，得出小辊径相比大辊径宽展量减少0～0.6mm。

（3）调整张力设定　冷轧过程中，由于大张力的设定使金属在压下纵向移动速度大于横向移动速度，此种工艺下不仅不会有宽展问题，反而会出现轧制后带钢变窄的情况，所以传统意义认为冷轧的宽展问题忽略不计。限于设备能力，当机组张力不满足工艺需求调整量时，则出现宽展问题。

我公司六辊可逆式轧机出入口卷取机最大张力设置为137.2kN。该值不能满足S350GD结构钢的工艺调整需求，这是该宽展问题产生的根本原因。

根据可逆式冷轧工艺需求，张力设定随道次增加逐渐减少。因此，优化中间道次的前后张力差值，在带钢卷取过程中以不产生层间滑动为原则，适当提高中间道次的张力值，可以很大程度上降低宽展量。

相同规格（4.5mm×1235mm轧制为1.79mm×1235mm）的钢卷采用相等压下率（总压下率和道次压下率），在钢卷一比钢卷二的张力设定值约大5～20kN的情况下进行轧制试验，宽展统计情况见表3。由于第1道次开卷张力和前张力受机组能力限制，钢卷一、钢卷二之间张力设定无差值，两钢卷宽展量基本相同。2～7道次由于张力设定差值的存在，钢卷一比钢卷二的道次宽展量大0.5～1.5mm。由此可见，在工艺需求范围内结合机组能力适当调整张力，可以一定程度上控制宽展量在1.5mm左右，该统计数据说明张力的调整对宽展量的影响较大。

表3　不同张力下相同规格钢卷的宽展量对比

宽展量/mm \ 道次	1	2	3	4	5	6	7
钢卷一	1234.5	1236.5	1237	1238.5	1240	1241	1242
钢卷二	1234	1235	1236	1237	1237.5	1239	1240.5

（4）优化轧制规程，减少轧制道次　由于机组张力能力不能满足轧制工艺需求，在总压下率一定的前提下，轧制道次越多，宽展量越大。在生产过程中，通过优化轧制规程，将轧制道次由8道次减少为7道次，宽展量减少0.5～1.0mm。综合采取以上工艺措施，统计宽展减少量为0.8～2.5mm。

3. 宽展问题的生产管理解决措施

在设备与工艺现状下，通过优化S350GD结构钢的轧制工艺，并对宽展数据进行统计分析，将分析结果作为预定原料宽度的数值依据。通过统计、分析数据，减少一定量的原料宽度，将使S350GD结构钢冷轧卷的宽度控制在用户需求的公差范围内，从而在生产工序管理上结合轧制工艺对该问题进行了最终的解决。

三、结语

通过对S350GD结构钢冷轧宽展问题的分析，调整张力设定、选用合适辊径、改善摩擦状况、优化轧制规程等可改善、控制S350GD结构钢的宽展值，并发现张力大小是引起S350GD结构钢宽展问题的主要因素。

对于S350GD结构钢冷轧宽展问题，攀钢成都板材公司通过统计分析，将轧后S350GD结构钢的宽度控制在用户需求的公差范围内，在生产工序管理上结合轧制工艺对宽展问题进行了解决。**MW**　（20101020）