

## 轿车传动轴用钢 UC2 棒材的控制轧制

刘 全 王国富 胡联舫 彭世丹 邓 勇

(宝钢集团上海五钢有限公司, 上海 200940)

**摘 要** 在五钢公司新建成的 35 万 t 特殊钢连轧生产线上, 对轿车传动轴用钢 UC2 (0.49C-0.01Ti-0.01V)  $\Phi$ 45 mm 棒材进行了控制轧制试生产, 热轧时控制进 Kocks 轧机的温度为 780 ~ 820 °C。结果表明, UC2  $\Phi$ 45 mm 棒材晶粒度为 7.5 级、硬度 (HB) 217、屈服强度 432 MPa、抗拉强度为 720 MPa。全部符合离线正火材的技术协议规定的要求。

**关键词** UC2 钢 控制轧制 硬度

## Control Rolling of Steel UC2 Bar for Transmission Shaft of Car

Liu Quan, Wang Guofu, Hu Lianfang, Peng Shidan and Deng Yong

(Shanghai No5 Steel Co Ltd, Baoshan Iron and Steel Group, Shanghai 200940)

**Abstract** The control rolling of  $\Phi$ 45 mm steel UC2 - 0.49C, 0.01Ti, 0.01V was pilot produced by new built 350 kt special steel continuous rolling production line at Shanghai No5 Steel with controlling the Kocks inlet temperature of bar between 780 °C and 820 °C. The results showed that the grain size rating of  $\Phi$ 45 mm bar of UC2 steel was 7.5, hardness HB 217, yield strength 432 MPa, tensile strength 720 MPa to meet the requirement of normalizing products specification.

**Material Index** UC2 Steel, Control Rolling, Hardness

轿车传动轴用钢 UC2 相当于我国的 45 钢、国外的 CK45。UC2 在上海五钢公司 30 万 t 合金钢棒材轧钢生产线上加热、轧制、冷却、剪切、捆扎, 然后进行正火热处理, 才能达到用户和技术协议的要求。在五钢公司另外一条新建成的 35 万 t 不锈钢及特殊钢连轧生产线上, 开展了对轿车传动轴用钢 UC2  $\Phi$ 45 mm 棒材的控制轧制工艺研究, 利用新轧钢生产线有控轧控冷装置的条件, 进行了生产试验, 并取得了效果。

### 1 原工艺装置和质量状况

根据技术协议和用户的要求, 压力加工过程要实现硬度、晶粒度、力学性能的工艺特性, 并达到技术协议规定的要求: 晶粒度  $\geq$  5 级、硬度 (HB) 195 ~ 240、屈服强度  $\sigma_{0.2} \geq$  400 MPa、抗拉强度  $\sigma_b$  为 650 ~ 800 MPa。

在五钢公司 30 万 t 合金钢棒材轧钢生产线上, 轧制 UC2 钢整个轧钢生产线分为加热炉区、三辊轧机区、连轧机区、冷却捆扎区 4 个区域。UC2 钢坯在 27 m 长步进梁式加热炉加热和均热之后高压水除鳞, 经过  $\Phi$ 640 mm 三辊粗轧机轧制 7 道, 摆剪切头, 在  $\Phi$ 380 mm I 中轧 4 架轧机上微

张力轧制, 回转剪切头尾, 然后在  $\Phi$ 350 mm II 中轧 4 架轧机上微张力轧制, 回转剪切头尾, 在  $\Phi$ 320 mm I 精轧、II 精轧 8 架轧机上带活套轧制, 回转剪切头尾和分段, 控制冷却, 上步进式冷床冷却, 冷剪机定尺剪切, 然后横移和集料捆扎。捆扎后的钢材按轧号吊到热处理区, 热处理区有两台连续辊底式正火炉, 进行 UC2 钢的离线正火处理。

在 UC2 钢的开始生产期间, 热轧材出现晶粒度小于 5 级、硬度离散度大、屈服强度  $\sigma_{0.2}$  小于 400 MPa 等质量问题。当时进行了质量攻关, 在加热和轧制过程进行了温度和形变的参数优化, 但没有达到预期效果, 主要是  $\Phi$ 320 mm I 精轧和 II 精轧轧机之前没有控制冷却装置, 钢材终轧温度高于 950 °C, 还是传统轧制, 轧后晶粒是中等晶粒。虽然该轧钢生产线在  $\Phi$ 320 mm I 精轧和 II 精轧轧机之后有控制冷却装置, 是专为轧制螺纹钢而设置, 不适合 UC2 钢的控轧控冷要求。因此 UC2 钢在经过加热炉区、三辊轧机区、连轧机区、冷却捆扎区捆扎后, 还要到热处理区进行离线正火处理, 才能达到技术协议的要求。这是一种传统轧制和离线正火热处理组合的工艺制度。

UC2 钢在 30 万 t 合金钢棒材轧钢生产线上, 捆扎后的钢材按轧号吊到热处理区, 进行离线 870 ℃保温后风冷的正火热处理, 其目的是细化晶粒, 使钢材具有综合力学性能。

## 2 试验工艺流程和装置

2003 年下半年, 上海五钢公司建成并投产了 30 万 t 不锈钢及特殊钢连轧生产线, 该连轧生产线经加热、轧制、减定径后, 分为 3 条成品生产线(棒材、卷材、线材), 整个棒材连轧生产线分为加热炉区、连轧机区、冷却捆扎区 3 个区域。

UC2 钢坯在 23.5 m 长步进梁式加热炉加热和均热后高压水除鳞, 经过  $\Phi 640$  mm 二辊平立交替布置粗轧机微张力轧制 6 道, 曲柄连杆式剪机剪切头尾, 轧件经过自由区在  $\Phi 500$  mm I 中轧 6 架轧机上微张力轧制 6 道, 曲柄连杆式剪机剪切头尾, 然后在  $\Phi 380$  mm II 中轧 4 架轧机上带活套轧制, 曲柄连杆式剪机剪切头尾, 在 4 架  $\Phi 370$  mm Kocks 轧机上减定径, 控制冷却, 上步进式冷床冷却, 冷剪机齐尺剪切, 然后横移和集料捆扎。利用新的工艺流程和装置, 是一种方向。

相对原工艺装置和质量状况, 实现在线控制轧制工艺制度代替传统轧制和离线正火热处理组合的工艺制度, 是该课题的目标。当然, 还需进行 UC2 钢轧制工艺的研究和生产试验。

## 3 UC2 钢控制轧制工艺和产品性能

UC2 钢的化学成分为(%): 0.49C, 0.75Mn, 0.009P, 0.026S, 0.23Si, 0.06Ni, 0.19Cr, 0.13Cu, 0.10Mo, 0.01W, 0.01Ti, 0.01V, 0.024Al。

在五钢公司新建成的 35 万 t 不锈钢及特殊钢连轧生产线上, 轧制 UC2 钢使用 160 mm × 160 mm 连铸坯, 连铸坯加热后按轧制图表, 钢坯要经过 10 个二辊平立交替布置的轧机, 将 160 mm × 160 mm 方坯轧制成  $\Phi 49.1$  mm 中间轧件, 然后再通过 3 架 Kocks 减定轧机出成品  $\Phi 45$  mm 棒材。通过计算 3 架 Kocks 减定轧机的相对变形程度为 16%。

在 Kocks 前有 2 组水冷箱, Kocks 后有 1 组水冷箱, 前后水冷箱的最大温降为 80 ~ 120 ℃。在研究工艺时, 将 UC2 钢技术协议与 45 钢国家标准的化学成分进行了对照, 相互接近。采用了 45 钢的一些形变原理和连续冷却转变曲线<sup>[1,2]</sup>, 制定了

表 1 UC2 钢生产试验方案  
Table 1 Scheme of pilot production for UC2 steel

方案	试验坯料支数	进出 Kocks 尺寸/mm		进 Kocks 温度设定/℃
		进	出	
A	27	$\Phi 49.1$	$\Phi 45$	780
B	3	$\Phi 49.1$	$\Phi 45$	820

试生产方案, 见表 1。

按照试验工艺流程和装置及生产试验方案进行了生产试验, UC2 钢  $\Phi 45$  mm 控制轧制工艺试验结果见表 2。

控制轧制工艺与离线正火热处理工艺的性能比较(表 2)可见, UC2 钢  $\Phi 45$  mm 在线控制轧制工艺与 UC2 钢  $\Phi 45$  mm 正火热处理工艺质量比较, 在线控制轧制工艺和正火热处理工艺的晶粒度、 $\sigma_b$  接近,  $\sigma_{0.2}$  前者比后者约低 24 MPa, 硬度高 6HB。此结果表明在线控制轧制工艺和离线正火热处理工艺质量相当, 均可达到技术协议的要求。

表 2 控制轧制工艺与离线正火热处理工艺的性能比较  
Table 2 Comparison of properties of UC2 steel produced by controlling rolling and off-line normalizing

工 艺	晶粒度/级	硬度(HB)	$\sigma_b$ /MPa	$\sigma_{0.2}$ /MPa
控制轧制工艺方案 A	8	218	712	439
控制轧制工艺方案 B	7	216	729	424
正火热处理工艺	7.86	211	720	455
技术协议	$\geq 5$	195 ~ 240	650 ~ 800	$\geq 400$

## 4 结论

(1) UC2 钢  $\Phi 45$  mm 棒材在线控制轧制工艺方案 A、B 均达到了技术协议的要求。

(2) UC2 钢  $\Phi 45$  mm 棒材在线控制轧制工艺与离线正火热处理工艺质量相当。

(3) UC2 钢  $\Phi 45$  mm 棒材在线控制轧制技术可以代替离线正火热处理工序。

### 参考文献

- 1 李曼云, 孙本荣. 钢的控制轧制和控制冷却技术手册. 北京: 冶金工业出版社, 1998, 115
- 2 樊东黎, 徐跃明, 佟晓辉, 等. 热处理工程师手册. 北京: 机械工业出版社, 2002, 161

刘 全, 男, 31 岁, 工程师, 1992 年北京科技大学毕业。从事轧钢技术工作。

收稿日期: 2004-11-11