

## 高强度钢绞线用SWRH82B盘条控冷工艺优化

张吉军, 王长生, 赵衍芳, 陈云, 肖立军

(山东石横特钢集团有限公司, 山东 肥城 271612)

**摘要:** 为保证钢绞线用SWRH82B盘条的金相组织和性能, 采用了3种不同冷却速度的控冷工艺进行试验。结果表明, 最佳工艺是部分风机开口度为100%, 盘条金相组织为索氏体+少量珠光体, 综合力学性能最好。

**关键词:** SWRH82B盘条; 控冷工艺; 金相组织

中图分类号: TG335.6+3 文献标识码: B 文章编号: 1004-4620(2008)03-0032-02

### Optimization of Controlled Cooling Technology of SWRH82B Wire Rod for High Strength Steel Strand

ZHANG Ji-jun, WANG Chang-sheng, ZHAO Yan-fang, CHEN Yun, XIAO Li-jun

(Shiheng Special Steel Group Co., Ltd., Feicheng 271612, China)

**Abstract:** In order to assure the microstructure and performance of SWRH82B wire rod for steel strand, three controlled cooling technologies with different cooling speeds were tested. The results showed that the best controlled cooling technology was the third test scheme, that is, some blowers with 100% opened angle, and the microstructure of the wire rod with best comprehensive mechanical properties was sorbite and a little of pearlite.

**Key words:** SWRH82B wire rod; controlled cooling technology; microstructure

国内许多厂家使用目标牌号SWRH82B盘条加工1 860 MPa级别的预应力钢绞线, 该产品广泛应用于水泥制品、桥梁、高速公路等, 对组织要求严格, 相关标准中规定不得出现马氏体(M)及网状渗碳体(T)等异常组织。自2005年11月份以来, 山东石横特钢集团有限公司在高线车间开发SWRH82B盘条, 经多次工业试验, 不断优化控冷工艺, 保证了SWRH82B盘条的组织 and 性能。

## 1 试验方案

SWRH82B钢绞线用盘条的生产工艺流程为: 70 t电炉冶炼—LF精炼—四机四流150 mm×150 mm方坯连铸—摩根型高线机组轧制—斯太尔摩线控制冷却。

### 1.1 试验材料

每组工艺用同一炉钢坯进行试验, 分别对吐丝温度、每台风机入口段温度进行了测试。每个方案测试10支钢坯, 各点温度取其平均值, 并对这10支钢坯进行力学性能和金相组织检验, 每支钢坯检验2个力学性能和金相组织。钢坯中心碳偏析指数为1.08。盘条的化学成分执行企业内控标准, 见表1。

表1 SWRH82B盘条的企业内控标准化学成分 %

C	Si	Mn	P	S
0.78~0.85	0.20~0.30	0.70~0.90	≤ 0.018	≤ 0.018

### 1.2 控冷工艺

生产SWRH82B盘条的轧制工艺为: 开轧温度1 120~1 140 °C, 终轧温度900~950 °C, 吐丝温度900 °C。SWRH82B钢为过共析钢, 需保证一定的冷却速度, 以提高组织中索氏体含量, 避免渗碳体、马氏体等组织出

现，从而保证拉拔性能<sup>[1]</sup>。试验中设定3种控冷工艺方案，方案1：13台风机开口度均为100%；方案2：部分风机开口度100%+部分风机开口度50%；方案3：部分风机开口度100%。

## 2 盘条组织性能检验结果

采用3种冷却方案的盘条的金相组织见图1。经统计，3种冷却方案的盘条力学性能及组织指标见表2。



a) 方案1、1/4直径处 b) 方案1、芯部 c) 方案2、1/4直径处 d) 方案1、芯部 e) 方案3

图1 盘条的金相组织 500×

表2 采用3种控冷方案的盘条组织及性能

控冷工艺	相变前平均冷速/( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{s}^{-1}$ )	相变后平均冷速/( $^{\circ}\text{C}\cdot\text{s}^{-1}$ )	抗拉强度/MPa	人工时效后面缩率/%	索氏体比例/%	中心M所占比例/%
方案1	11~12.5	2.73	1 180~1 220	30.5~42.5	82.5~88.4	13.6
方案2	11~12.5	2.56	1 150~1 210	33.0~42.5	85.6~88.8	12.5
方案3	11~12.5	2.31	1 140~1 190	34.5~42.5	87.9~90.1	0

图1a) 为采用冷却方案1时、盘条1/4直径处的金相组织，为索氏体+珠光体+少量渗碳体；图1b) 为采用冷却方案1时、盘条芯部组织，含有大量马氏体；图1c) 为采用冷却方案2时、盘条1/4直径处的组织，为索氏体+珠光体+少量渗碳体；图1d) 为采用冷却方案2时、盘条芯部组织，含有少量马氏体；图1e) 为采用冷却方案3时的盘条组织，主要组织为索氏体。3种控冷方案生产的盘条组织中均没有发现网状渗碳体。

## 3 试验方案讨论

### 3.1 控冷工艺对冷却曲线的影响

在实际测温过程中，由于相变放出的潜热，温度有回升的现象，实际上在观察到温度回升之前，就已发生了相变，所反应出的温度回升具有滞后现象。从表2看出，相变前3种工艺的冷却速度基本一致，随着相变后风机开启量的减少，相变后冷却速度逐渐降低，而且相变过程中方案3冷却曲线出现一段平滑区，转变时间较长，类似等温转变（见图2）。

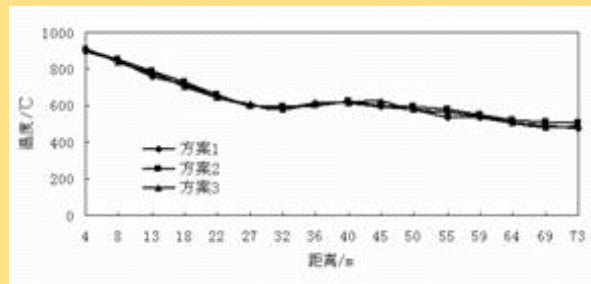


图2 不同风机开启情况下温度-距离曲线

### 3.2 控冷工艺对组织和性能的影响

高碳钢控制冷却属于珠光体型控制冷却，原理是在连续冷却过程中使钢材获得索氏体组织。为了获得有利于拉拔的索氏体组织，线材轧后应由奥氏体温度急冷至索氏体相变温度以下进行等温转变。高碳钢线材控制冷却，应是吐丝后立即急冷到相变温度，此后减慢冷却速度，使其类似等温转变，从而得到索氏体、少量

的渗碳体和片状珠光体组织<sup>[2]</sup>。在相变前，奥氏体应具有较大的过冷度和冷却速度，以提高相变动力和避免网状渗碳体产生；达到相变点后，应使盘条缓慢冷却，保证充分的相变时间，以利于提高盘条索氏体比例<sup>[1]</sup>。在3种方案中，由于相变前平均冷速较高，所以组织中没出现网状渗碳体。

盘条中心马氏体组织的形成与合金元素（Mn、Cr、Si等）的偏析有关<sup>[3]</sup>，Mn、Cr、Si元素均属于提高钢的淬透性元素，其浓度偏高使该部位形成马氏体所需的临界冷却速度降低。另外，Mn、Cr的偏析不仅会使该区奥氏体的稳定性增加，降低奥氏体的分解温度，还使中心金属“C”曲线与线材边部金属的“C”曲线相比更靠右，在正常冷却条件下中心偏析区将有可能发生马氏体转变。因此，在相变开始后应降低冷却速度，避免残余奥氏体转变为马氏体。方案3中，由于相变后冷却速度适中，所以主要组织为索氏体+少量片状珠光体，索氏体比例达90.1%，没有马氏体产生，综合力学性能最好。

## 4 应用情况

在威海某预应力钢绞线厂对SWRH82B盘条进行拉拔试验，采用方案3生产的盘条成功地拉拔到 $\phi 5.07$  mm，制成了强度级别为1 860 MPa级、1×7的钢绞线，各项力学性能较好。通过控冷工艺的优化摸索，进一步稳定了轧制工艺，并形成了批量生产，充分满足了市场需求。统计表明，2007年石横特钢SWRH82B钢种合格线材产量为3.6万t。

### 参考文献：

- [1] 马志军. 钢绞线用SWRH82B盘条的控冷工艺及组织性能[J]. 轧钢, 2006, 23 (2) : 56-58.
- [2] 王有铭, 李曼云, 韦光. 钢材的控制轧制和控制冷却[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1995.
- [3] 帅习元. 高碳钢盘条中心偏析的控制[J]. 钢铁, 2006, 41 (8) : 68-72.

---

[返回上页](#)