

## 铸坯缺陷对 SWRH82B 钢盘条冷拔质量的影响

赵莉萍<sup>1</sup> 麻永林<sup>1,2</sup> 王玉峰<sup>1</sup> 刘宗昌<sup>1</sup>

(1 内蒙古科技大学材料与冶金学院, 包头 014010; 2 东北大学轧制技术与连轧自动化国家重点实验室, 沈阳 110004)

**摘要** 通过扫描电镜对 280 mm × 380 mm 连铸坯生产的 SWRH82B 钢盘条 (%: 0.80 ~ 0.84C, 0.75 ~ 0.85Mn, 0.18 ~ 0.22Cr, 0.015 ~ 0.035Al) 冷拔断裂的断口显微组织和成分进行观察和能谱分析, 得出碳的富集、氧化物、硫化物夹杂和显微空洞是冷拔盘条断裂源。采用二冷区末端电磁搅拌等技术控制连铸坯夹杂物、成分偏析和组织, 可保证 SWRH82B 钢盘条冷拔质量。

**关键词** SWRH82B 钢 铸坯 碳偏析 夹杂物 盘条冷拔断裂

## Effect of Casting Slab Defect on Cold Draw Quality of SWRH82B Steel Wire Coil

Zhao Liping<sup>1</sup>, Ma Yonglin<sup>1,2</sup>, Wang Yufeng<sup>1</sup> and Liu Zongchang<sup>1</sup>

(1 Materials and Metallurgy School, Inner Mongolia University of Science and Technology, Baotou 014010; 2 State Key Laboratory of Rolling and Automation, Northeastern University, Shenyang 110004)

**Abstract** The microstructure and composition of fracture during cold drawing failure of wire coil of SWRH82B steel (0.80 ~ 0.84C, 0.75 ~ 0.85Mn, 0.18 ~ 0.22Cr, 0.015 ~ 0.035Al) produced by 280 mm × 380 mm casting slab have been observed and analyzed by scanning electron microscope and energy spectrometer. It is obtained that carbon rich concentration, oxide-sulphide inclusion and microvoid are failure crack initiation of wire coil during cold drawing. The cold drawing quality of SWRH82B steel wire coil shall be insured by using electromagnetic stirring technology at end of secondary cooling zone to control inclusion, composition segregation and structure of casting slab.

**Material Index** SWRH82B Steel, Casting Slab, Carbon Segregation, Inclusion, Coil Cold Drawing Failure

### 1 铸坯碳偏析对线材组织和性能的影响

SWRH82B 钢盘条是用于生产预应力钢丝、钢绞线的主要材料, 要求有足够的强度和较好的拉拔性能。SWRH82B 钢的化学成分见表 1, 线材的工艺过程: 大方坯连铸-轨梁轧制-高速线材生产<sup>[1]</sup>。

SWRH82B 280 mm × 380 mm 钢坯的连铸浇铸温度 1 480 ~ 1 490 °C, 拉速 0.70 ~ 0.75 m/min, 结晶器电磁搅拌。

用以上工艺生产的连铸坯轧成 SWRH82B 盘条, 在冷拔时出现了因塑性不足而拉断的现象, 断口为典型的脆性断口。图 1(a) 是钢丝断口心部的放大图, 断口心部有一黑点, 能谱分析如图 1(b)。能谱分析表明, 该处富集了大量的碳, 并且是一个空洞, 说明是该试样发生断裂的根源。

要彻底改善连铸坯中的成分偏析及缩孔, 在连

铸工艺中不仅要有结晶器电磁搅拌, 而且要有二冷区的末端电磁搅拌<sup>[2]</sup>。实践已经证明, 包钢在有二冷末端电磁搅拌的连铸坯中, 偏析、缩孔等缺陷得到明显改善<sup>[3]</sup>, 其后续的产品性能也能得以保证。

### 2 铸坯夹杂物、点缺陷对 SWRH82B 钢线材组织和性能的影响

SWRH82B 钢线材缺陷产品笔尖状断口下有很多细小的条状缺陷和点状缺陷(见图 2a)。从图 2(a) 中看出, 在约 1.5 μm 的范围内, 有条状缺陷 11 条, 有点状缺陷 5 个, 这些都是夹杂物引发的微裂纹和微孔洞。通过能谱分析发现, 条状缺陷内主要成分是 S 和 Mn(图 2b), 点状缺陷内主要成分是 O 和 Al(图 2c)。这些缺陷就是笔尖状断口的断裂源, 如图 3(a) 为 MnS 引发的微裂纹, 图 3(b) 为 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 引发的微孔洞。

观察表明, 在笔尖状断口处聚集了大量的夹杂物, 在拉拔过程中, 位错大量在夹杂物相晶面处堆积, 必然引发微裂纹或孔洞, 生成裂纹源, 这是导致笔尖状断口的原因之一。

提高钢材的纯净度, 降低 S、P、O、N、H 的含量,

表 1 SWRH82B 钢盘条化学成分/%

Table 1 Chemical composition of SWRH82B steel coil / %

C	Si	Mn	Cr	Al	P	S
0.80 ~ 0.84	0.20 ~ 0.30	0.75 ~ 0.85	0.18 ~ 0.22	0.015 ~ 0.035	≤ 0.020	≤ 0.015

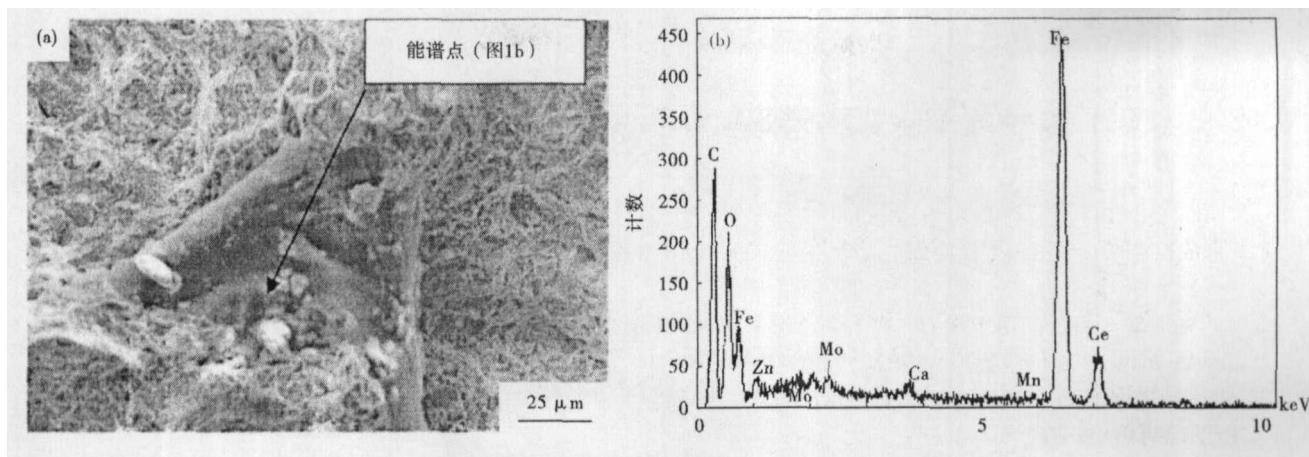


图 1 SWRH82B 钢丝冷拔断口中心形貌 (a) 和能谱分析 (b)

Fig. 1 Morphology of fracture centre of SWRH82B steel wire failed in cold drawing (a) and energy spectrum analysis (b)

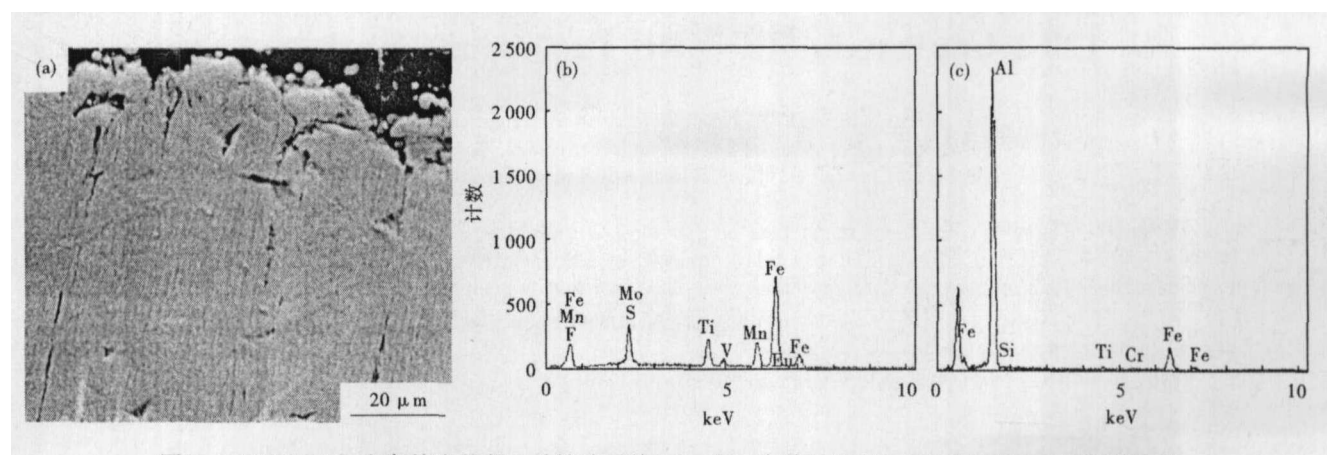


图 2 SWRH82B 钢盘条笔尖状断口处缺陷形貌 (a); 断口条状缺陷 (b) 和点状缺陷 (c) 的能谱分析

Fig. 2 Morphology of defect at pin-like fracture of SWRH82B wire coil (a); energy spectrum analysis of strip-like defect (b) and spot-like defect (c) at fracture

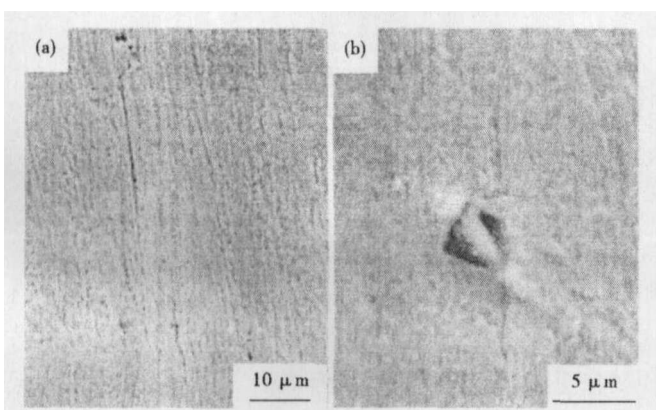


图 3 MnS 引发的微裂纹 (a) 和 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 引发的微孔洞 (b) 形貌  
Fig. 3 Morphology of micro-crack caused by MnS (a) and Microvoid caused by Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (b)

可以大幅度地提高钢材的塑性,这是改进和努力的方向。此外,后续轧制工艺和冷却工艺对 SWRH82B 盘条线材产品的质量也有重要的影响。

由以上的分析得出,连铸坯的碳偏析、缩孔及夹杂物等缺陷,直接影响 SWRH82B 盘条线材产品的

组织与性能。因此,在连铸生产中要严格控制,而采用连铸二冷区末端电磁搅拌等技术是改善连铸钢坯质量的必要措施。

### 3 结论

连铸坯的碳偏析、夹杂物和缩孔是造成 SWRH82B 盘条线材冷拔断裂的主要原因,同时可降低成品材的力学性能。采用连铸二冷区末端电磁搅拌可显著提高铸坯质量。

### 参考文献

- 1 钱勤生. 宝钢优质高速线材生产. 金属制品, 2001, 27(2): 46
- 2 王宝峰, 丁国, 麻永林, 等. 大方坯在连铸过程中传热及凝固规律的数学模拟. 炼钢, 2002, 18(5): 15
- 3 麻永林, 王宝峰, 李保卫, 等. 扇形段电磁搅拌对 82B 盘条钢连铸坯成分和组织的影响. 特殊钢, 2003, 24(6): 45

赵莉萍 (1964-), 女, 教授, 硕士研究生导师, 钢铁材料的组织、性能及质量控制研究。

收稿日期: 2007-02-25