SWRH82B 盘条拉拔断裂原因分析*

赵美英[1],刘红霞[1],王忠亮[2]

(1. 内蒙古包钢钢联股份有限公司技术中心,内蒙古 包头 014010;
2. 内蒙古包钢钢联股份有限公司生产部,内蒙古 包头 014010)

摘 要: SWRH82B 盘条试样在拉拔过程中发生断裂,通过对 SWRH 82B 盘条试样的分析,发现试样中心碳含量高、存在脆性相—网状渗碳体是造成 82B 断裂的主要原因,而试样中心碳含量高的根本原因是连铸坯存在严重的中心偏析。

关键词: 82B;断裂;性能;中心偏析
中图分类号: TG38.21 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2020)02-0064-04
DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.02.019

Cause Analysis on Drawing Fracture of SWRH82B Wire Rods

Zhao Mei-ying[1], *Liu Hong-xia*[1], *Wang Zhong-liang*[2]

(1. *Technical Center of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *Productive Dept. of Inner Mongolia Baotou Steel Union Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: In the paper, it is introduced there is fracture in the process of drawing SWRH82B wire rod sample. It is found out that the main causes for fracture of 82B are high carbon content in the center of sample and existing fragility phase -network cementite through analyzing the SWRH82B wire rod sample, while the cause for high carbon content in the center of sample is the serious center segregation of continuous casting billet.

Key words: 82B; fracture; property; center segregation

SWRH82B 盘条的成品用于铁路和公路桥梁、吊车梁、核反应堆、大跨度桥的“斜拉杆”及制作预应力混凝土输水管道构建等[1],82B 盘条拉拔性能好坏直接影响着制品厂的使用和产品的性能,多年来长材厂在研制优质硬线时,一直追求高的线材加工性能,但仍然存在一些问题,用户使用 82B 盘条在拉拔制丝过程中易发生断裂。利用宏观断口分析,金相显微观察等分别对母材进行了拉拔断裂原因分析。

1 SWRH82B 盘条生产工艺

SWRH82B 盘条生产工艺:铁水预处理→顶底复吹转炉冶炼→LF 精炼→小方坯连铸→钢坯加热→高速轧机轧制→斯太尔摩线冷却→集卷→打捆→入库。

2 宏观形貌

拉拔断口形貌有 3 种,分别是杯锥状断口(抽

* 收稿日期:2020-01-13
作者简介:赵美英(1973-),女,内蒙古丰镇市人,工程师,主要从事力学检测工作。

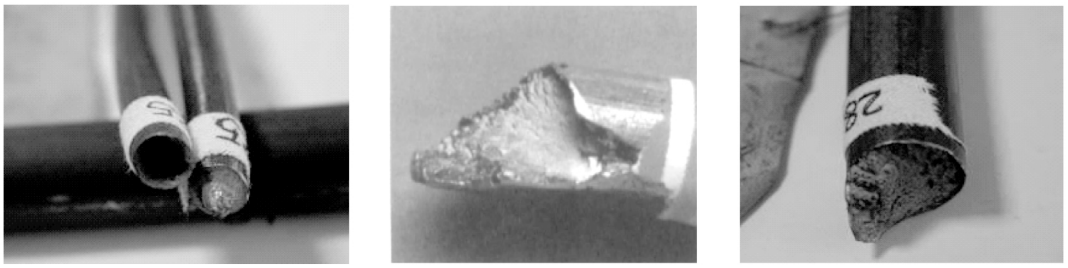
(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

芯断)，斜茬状断口，脆断，见图 1。

3　断裂原因分析及改进措施

3.1　杯锥状断口(抽芯断)

出现抽芯断裂的原因有 3 个主要方面：一是中心偏析超限造成，连铸坯中心液体最后凝固，溶质含量高，容易形成中心成分偏析。铸坯轧成线材后，中心成分偏析并未消除，心部的碳、铬、锰含量很高，因此形成马氏体或网状渗碳体等异常组织。二是盘条存在硬脆夹杂物，造成拉拔过程断丝。由于硬脆夹杂物难变形，导致碳化物周围的金属基体首先发生应力集中，继而出现裂纹源，随着压缩率的增加，在持续施加拉拔外力的作用下，裂纹不断扩大，导致拉拔断丝。三是盘条存在网状组织，造成拉拔过程断丝。热扎盘条在经过吐丝机成圈后，在斯太尔摩控冷线上施加的风冷速度不够大，没有达到临界冷却速度，没有造成足够大的奥氏体分解过冷度，使渗碳体先于珠光体发生相变，在奥氏体晶界上优先析出，并发生长大，沿着奥氏体晶界形成网状。



(a) 杯锥状断口　　(b) 斜茬状断口　　(c) 脆断断口

图 1　断口形貌图

避免出现杯锥状断口(抽芯断)的改进措施有：在冶炼 SWRH82B 时，入转炉铁水温度≥1 250 ℃，带渣量不得超过 0.5%。转炉采用高拉碳工艺，出钢终点 w[C] ≥0.08%，目标出钢终点 w[C] 大于 0.10% 占 80%，出钢温度为 1 610～1 640 ℃。精炼保证足够的软吹时间和钢水镇静时间，分别大于 15 min和 10 min。连续浇注钢水时，严格控制钢水过热度，开浇第 1 炉温度≤45 ℃，第 2 炉以后温度≤35 ℃。开浇第 1 炉拉速控制在 1.5～2.2 m/min，其余炉次保持恒拉速浇注。氧含量控制不大于 0.002 5%。采用末端电磁搅拌。在生产过程中取样做碳偏析检验。

轧钢时控制连铸坯出加热炉支数，一般 42 支/h，出加热炉温度：(1 030±20) ℃，精轧入口温度：(940±20)℃，吐丝温度：(920℃±10)℃，风机点温度：630～650 ℃，冬季、夏季采取不同的控冷方案，调整风机的开度。

3.2　斜茬状断口

出现斜茬状断口的原因有 2 个主要方面。一是盘条表面的外伤、压痕、折叠、耳子等缺陷可能会造成盘条在拉拔过程中断丝。二是用户在进行酸洗时，如若欠酸洗会导致磷化效率不好，过酸洗，拉拔时道次压缩率过大，模具润滑不良，模具安装不正确等会导致拉拔断裂。

改进措施有：盘条在生产过程中严格进行头尾修剪，根据夏天、冬天环境温度的不同，头尾修剪不同的圈数。根据过钢量，严格执行换辊换槽制度，保证料型尺寸正确，保证导卫的对中，导卫内光滑、没有杂物，保证精轧机机架间张力适中，保证轧槽冷却良好，保证除鳞水的工作压力及水嘴的通畅。

脱碳层控制措施是严格执行加热操作技术规程，保证低氧燃烧，停轧时及时降温，减少轧线事故，防止在炉时间过长。

3.3　脆断

产生原因有：盘条在吊运过程中，因操作不当易导致其表面出现擦伤、压痕等缺陷；由于出现白点(或氢脆)造成盘条脆断；钢中 N 含量超限；盘条脱碳层超标。

改进措施有：一是增设防护材料，如在地面存放盘条时要放置防护材料，在捆绑处增加防护材料，运输过程中在盘条与箱体之间增加防护材料，在出厂前严禁二次倒运。二是增加 VD 工序控制钢中氢含

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

量，若没有VD工序，炼钢所用物料如铁皮球、纯废钢等物料务必干燥、无夹杂，减少带进钢中氢。

造渣材料石灰水分≤0.5%，所用合金在烘烤后使用，采用干燥的低氮增碳剂，采用干燥的结晶器保护渣，保证干燥达标。

钢包烘烤后才能使用，成品材在冬季、夏季采用不同的盘条时效时间。

4 杯锥状断口取样分析

4.1 力学性能

对出现断裂的母材取样和正常试样进行了力学性能检验，结果见表1。

表1 SWRH82B力学性能

项目	抗拉强度/MPa	面缩率/%
正常试样	1 130	31.0
正常试样	1 135	33.0
断裂试样	1 120	12.0
断裂试样	1 100	13.0
标准值	1 060～1 180	≥25

从表1中可以看出，断裂试样力学性能中的面缩率明显偏低，塑性较差。

4.2 化学成分

断裂试样和正常试样上取屑状样，进行化学成分检验分析，结果见表2。从表2中可以看出，从断裂试样和正常试样上取屑样的化学成分都在标准范围内，化学成分正常。可见，试样的成分不是引起断裂的原因。

4.3 金相组织

取断裂试样做金相分析。试样经过加工，将试样的横截面在不同规格的砂纸上，经过粗磨，细磨等工序磨制成光滑面，用4%的硝酸酒精侵蚀后，断裂试样腐蚀面的中心部位出现了深色蚀痕，属于碳偏析现象[2]，而正常试样无此现象。在显微镜下观察，SWRH82B盘条组织见图2。正常试样组织非常均匀，心部无碳偏析，组织为索氏体；而断裂试样基体组织为索氏体，但中心碳含量高，有明显的网状渗碳体组织。

表2 SWRH82B化学成分(质量分数) %

项目	C	Si	Mn	P	S	Cr
正常	0.83	0.82	0.22	0.013	0.003	0.20
断裂	0.81	0.79	0.25	0.014	0.005	0.19
标准值	0.79～0.86	0.15～0.35	0.60～0.90	≤0.030	≤0.030	0.15～0.25

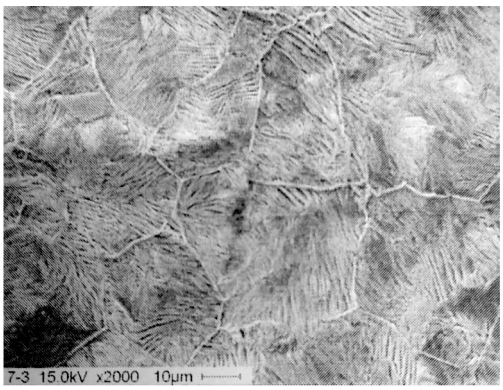


图2 金相组织图

偏析实质上是钢水在结晶过程中局部成分不均造成的，为抑制偏析，应以提高钢水结晶过程的冷却速度为手段，使结晶尽快完成，不使柱状晶发展。

钢水在连铸过程中，要控制合适的过热度及电磁搅拌参数，过热度偏高，如不能与拉速合理匹配，高碳钢连铸坯中会存在碳偏析，若偏析严重，铸坯在轧制过程中因偏析的存在引起成品材组织缺陷，从而造成拉拔断裂。

4.4 夹杂物

从断裂试样和正常试样上取样做钢中夹杂物分析，结果见表3。从表中可见，两种试样的夹杂物含量均较低。

表3 SWRH82B夹杂物评级结果 级

项目	夹杂物级别			
	A	B	C	D
正常试样	0.5	0.5	1.0	0
脆断试样	0.5	1.0	1.0	0

盘条存在硬脆夹杂物，造成拉拔过程断丝。由于硬脆夹杂物难变形，导致碳化物周围的金属基体

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

首先发生应力集中，继而出现裂纹源，随着压缩率的增加，在持续施加拉拔外力的作用下，裂纹不断扩大，导致拉拔断丝。盘条中夹杂物要求 A≤1.5，B≤2.0，C≤2.0，D≤1.0，Ds≤1.0，从表 3 可见断裂试样中夹杂物级别低于要求值。由此可以推断，夹杂物不是引起拉拔断裂的主要原因。

5　结论

(1)造成 SWRH82B 盘条性能不合的主要原因是试样中心存在脆性相—网状渗碳体，导致拉伸试样断裂。

(2)网状渗碳体是由于试样中心碳含量高，铸坯存在严重的中心偏析。

参　考　文　献

[1] 雍治文，邓保全，吴从，等. SWRH82B 盘条拉拔断丝分析[J]. 冶金丛刊，2008，(2)：11－13.

[2] 高速轧机线材生产编写组. 高速轧机线材生产[M]. 北京：冶金工业出版社，1995.

(上接第 51 页)

4　结论

(1)包钢设计开发的管线钢 X56M 产品，产品的屈服强度在 440～500 MPa 之间、产品的抗拉强度在 570～610 MPa 之间、产品伸长率在 41%～47% 之间、产品屈强比 0.77～0.86 之间和冲击功实际值在 160～450 J 之间，性能较为稳定，适合工业批量化生产。

(2)Nb－Ti－Mo 成分系管线钢 X56M 开发，满足了国内外天然气管道工程项目的使用，为今后更高级别的管线钢产品出口提供一定理论指导意义。

参　考　文　献

[1] 曹妍，王建钢，闫波，等. L290M/X42M 管线钢化学成分优化设计[J]. 焊管，2016，39(9)：62－63.

[2] 武利平，宿成，智建国. H40 石油套管用不同规格钢带性能研究与开发[J]. 包钢科技，2019，45(1)：59－63.

[3] 刘宗昌. 材料组织结构转变原理[M]. 北京：冶金工业出版社，2006.

[4] 孟延军，王兵，王杨，等. X52 管线钢生产工艺控制[J]. 山东冶金，2017，39(3)：11－13.

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net