

文章编号:1673-9981(2010)04-0500-04

低碳拉丝用钢的成分与性能优化

张志明, 谢杰智

(韶钢钢铁集团有限公司, 广东 曲江 512123)

摘要:介绍了韶钢低碳拉丝用钢抗拉强度偏高的情况,分析结果表明,钢中微量元素 Cu、As、Sn 含量高是导致低碳拉丝用钢强度高的主要原因.为降低钢的强度,进行了成分与性能的优化试验.试验研究表明,在适当降低钢中微量元素的条件下,当钢中 Mn 含量由原来的平均 0.47% 降低到 0.25% 以下后,能有效解决抗拉强度高的问题,且钢材的加工和使用性能良好.

关键词:低碳拉丝用钢; 抗拉强度; 铜; 砷; 锡

中图分类号: TG142.31 **文献标识码:** A

低碳拉丝用钢(简称拉丝钢)广泛应用于金属制品行业,对拉丝钢的要求是强度低、延伸性好.为达到上述要求,需降低钢中的 C 和 Si 的含量,但在实际生产中,冶炼低 C 低 Si 钢的难度较大,我们在研发拉丝钢的过程中发现,钢中的微量元素 Cu、As 和 Sn 也是影响拉丝钢强度的主要因素之一,结合韶钢原材料的特点,开展了优化拉丝钢成分与性能的试验,摸索出了具有韶钢特点的拉丝钢成分控制标准.

1 韶钢拉丝钢生产及存在的问题

1.1 拉丝钢的生产

生产工艺流程:铁水脱硫预处理→120 t 顶底复吹转炉→吹氩喂丝站→方坯连铸→加热炉→高速线材轧机→精整.

炼钢采用两步法脱氧,转炉出钢用铝锰铁、钢芯铝和铝粒脱氧合金化;钢水在氩站定氧,根据钢水中自由氧含量确定喂铝线进行深脱氧,喂硅钙线进行 Ca 化处理.

轧钢采用缓冷工艺,以控制钢中铁素体的含量和大小,尽可能降低钢的强度.拉丝钢的化学成分和力学性能分别列于表 1 和表 2.

表 1 韶钢产拉丝钢的化学成分

| 元素 | 含量 w/% | |
|----|-----------|-------------|
| | 实际值 | 标准值 |
| C | ≤0.09 | 0.042~0.084 |
| Si | ≤0.08 | 0.015~0.06 |
| Mn | 0.30~0.50 | 0.38~0.50 |
| S | ≤0.030 | 0.003~0.030 |
| P | ≤0.030 | 0.011~0.025 |
| Cu | ≤0.20 | 0.06~0.11 |
| As | ≤0.15 | 0.05~0.09 |
| Sn | ≤0.08 | 0.029~0.067 |

表 2 拉丝钢的力学性能

| 性能指标 | 标准值 | 实际值 |
|----------|------|---------|
| 屈服强度/MPa | — | 240~335 |
| 抗拉强度/MPa | ≤390 | 350~450 |
| 伸长率/% | ≥30 | 30~41 |

1.2 存在的问题

由表 1 和表 2 可见,在钢中的碳、硅、锰含量与

收稿日期:2010-10-09

作者简介:张志明(1968—),男,江西信丰人,高级工程师,硕士.

国内其他钢厂^[2-4]同类产品含量相近的情况下,韶钢产拉丝钢的抗拉强度(其分布如图1所示)每月有30%~50%超出标准上限值390 MPa,为降低钢的强度,我们在轧钢工序分别进行了调整轧制温度和

吐丝温度、轧后缓冷速度等工艺试验,均未达到理想的效果,这表明在钢的化学成分不变的情况下,通过改变轧钢工艺无法达到降低钢的强度的目的。

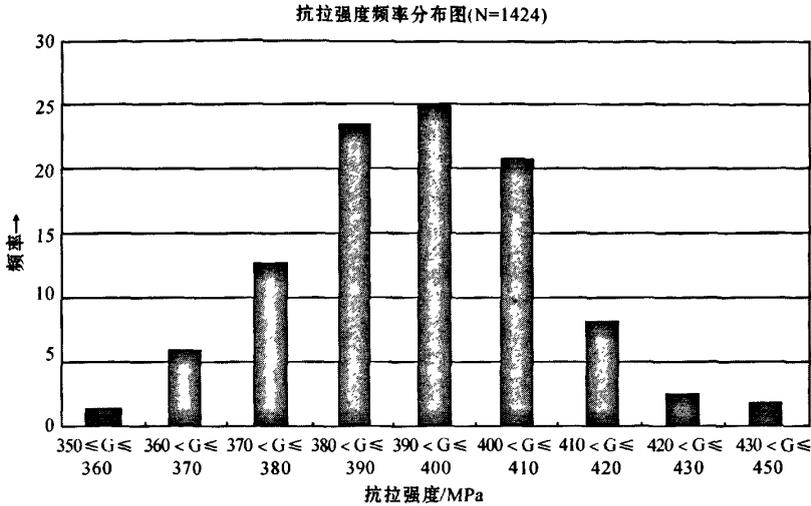


图1 拉丝钢抗拉强度分布图

2 原因分析

钢的强度主要取决于钢的化学成分和轧制工艺。

2.1 合金元素对拉丝钢性能的影响

拉丝钢中的常规合金元素是碳、硅和锰,其中碳元素可提高钢的强度、降低钢的塑性和韧性,拉丝钢中的碳含量应控制在下限。拉丝钢中的硅大部分溶于铁素体中,使铁素体强化,提高钢的强度和硬度,降低钢的塑性和韧性。硅元素还会增加铁素体的冷变形硬化率,使钢的冷加工困难,钢中的硅含量应尽可能控制得低些。拉丝钢中的锰大部分溶于铁素体形成置换固溶体,这使得铁素体强化、珠光体变细、数量变多,可提高钢的强度,对钢的塑性和韧性的影响不大,拉丝钢中的锰含量应按中限控制。

韶钢产拉丝钢中的常规元素碳、硅、锰的含量与国内其他钢厂^[2-4]同类产品的含量相当,而其他钢厂生产的拉丝钢未出现强度偏高的情况,这说明韶钢产拉丝钢的强度偏高不是由钢中合金元素引起的。

2.2 微量元素对拉丝钢性能的影响

韶钢炼铁使用的铁矿石中微量元素 Cu、As 和 Sn 的含量较高,这些微量元素通过选矿或炼铁都无法去除,最终都进入钢中,导致钢中的 Cu、As 和 Sn 含量较高,与其他厂相比分别平均高 0.05%, 0.04% 和 0.03% 以上(见表3)。

表3 各钢厂所生产的钢中的微量元素含量

| 钢厂 | 微量元素及含量 w/% | | | |
|----|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | Cu | As | Sn | Cu+As+Sn |
| 韶钢 | 0.07~0.12 | 0.06~0.08 | 0.04~0.06 | 0.15~0.24 |
| 湘钢 | 0.02~0.04 | 0.01~0.02 | ≤0.01 | 0.04~0.07 |
| 马钢 | 0.01~0.02 | ≤0.01 | ≤0.01 | 0.01~0.04 |
| 首钢 | ≤0.01 | ≤0.01 | ≤0.01 | 0.01~0.03 |

Cu、As 和 Sn 均可提高钢的强度,就抗拉强度而言,1 单位的 Cu、As 和 Sn 分别与 0.38、0.37 和 0.76 单位的 C 的作用相当。由于韶钢钢中 Cu、As 和 Sn 元素比其他厂的含量高,参照文献^[5]和文献^[6]的计算公式测算出韶钢钢中 Cu、As 和 Sn 元素

对拉丝钢抗拉强度的贡献比其他厂的平均高 27.1 MPa。若剔除 Cu, As 和 Sn 元素的影响, 韶钢产拉丝钢的抗拉强度平均为 368.6 MPa, 与国内同类产品的抗拉强度相当。由此可知韶钢的拉丝钢强度偏高主要是由于钢中微量元素 Cu, As 和 Sn 的含量高而引起的。

3 成分和性能的优化

为降低拉丝钢的强度, 进行了成分优化试验。试验中将 Mn 含量的控制目标由原来的 0.45% 调

整为 0.25% 以下, 通过大幅度降低钢中的 Mn 实现降低钢的强度的目的, 这在国内的线材生产中是第一次尝试。

4 试验结果及讨论

4.1 化学成分对钢的力学性能的影响

试验钢的化学成分和力学性能分别列于表 4 和表 5。

表 4 样品钢的化学成分

| 元素 | C | S | P | Mn | Si | Cu | As | Sn |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 平均含量 w/% | 0.062 | 0.015 | 0.016 | 0.195 | 0.042 | 0.067 | 0.052 | 0.042 |

注: 为减少微量元素 Cu, As, Sn 对韶钢产品特别是对板材性能的影响, 在降 Mn 试验前已适当调整了炼铁矿料结构, 钢中的 Cu 和 As 有所降低。

表 5 样品钢的力学性能

| 屈服强度 Re/MPa | 抗拉强度 Rm/MPa | 伸长率 A/% |
|-------------|-------------|---------|
| 270.4 | 372.2 | 34.4 |

平均降低 0.273%、Cu 含量平均降低 0.02%、As 含量平均降低 0.015%, 其它元素不变的条件下, 钢的抗拉强度平均下降 23.5 MPa, 抗拉强度超上限的比例由原来的 30%~50% 降低到 0.5% 以下, 实现了试验目标。

由表 2~表 5 可见, 在轧钢工艺不变, Mn 含量

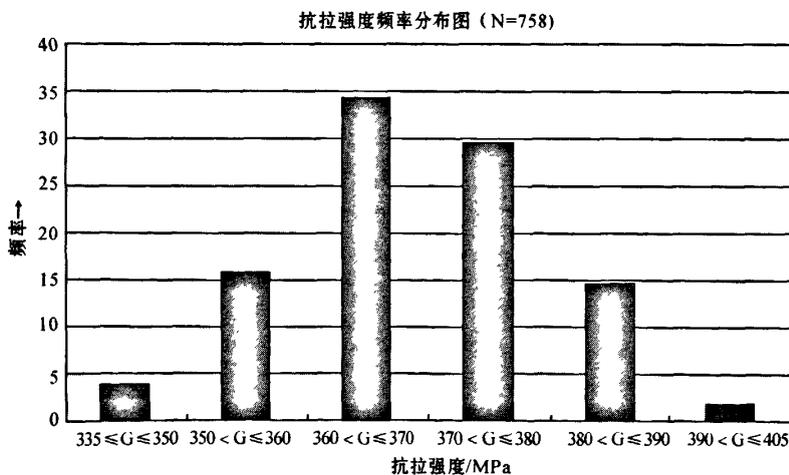


图 2 降 Mn 样品钢的抗拉强度分布图

4.2 实际使用情况

小批量生产低 Mn 拉丝钢, 用户使用后认为, 钢

材的拉拔性能有所提高, 且拉拔后钢的强度稳定。直径 6.5 mm 的钢材拉拔至 4 mm 左右后, 其强度可

稳定在 540~580 MPa,符合用户要求,拉拔钢丝的深加工性能良好.经用户小批量试用验证合格后,目前,韶钢已按降 Mn 试验的工艺流程进行批量生产.

5 结 论

(1)韶钢拉丝钢强度偏高的主要原因是钢中微量元素 Cu,As 和 Sn 的含量偏高.

(2)在炼铁矿料结构有所变化,钢中微量元素 Cu,As 和 Sn 的含量有所降低的条件下,通过大幅度降低钢中 Mn 的含量,可使钢的抗拉强度平均降低 23.5 MPa,采用降 Mn 工艺流程可使钢的抗拉强度的超标量小于标准值的 0.5%,比降 Mn 前大幅度下降.

(3)低碳低硅低锰拉丝用钢的拉拔和深加工性

能良好,能满足用户的使用要求.

参考文献:

- [1] 包燕平,张培峰,刘建华,等. 转炉冶炼低碳低硅钢的脱氧工艺优化研究[C]//第十三届全国炼钢学术会议论文集. 武汉:《炼钢》杂志编辑部,2004:181-185.
- [2] 孙永乐,黄肇信. LS08 拉丝用钢盘条的研制与开发[J]. 炼钢,2002(1):19-22.
- [3] 王明合,张玉军,胡黎宁,等. 邢钢冶炼 Q195LS 钢生产实践[J]. 炼钢,2001(6):17-20.
- [4] 肖久宏. BL1 拉丝材的开发[J]. 湖南冶金,2001(6):15-17.
- [5] 余宗森,袁泽喜. 由矿石带人的痕量元素对钢力学性能的影响[J]. 钢铁,1997(1):49-52.
- [6] 余宗森,袁泽喜,刘锦标. 韶钢钢材化学成分特点及其对力学性能的影响[J]. 南方钢铁,2000(4):1-4.

Optimization of properties and composition in low carbon steel for wire drawing

ZHANG Zhi-ming, XIE Jie-zhi

(Shaoguan Iron and Steel Group Co., Ltd, Qujiang 512123, China)

Abstract: This paper introduced that low carbon steel for wire drawing has higher tensile strength in SGIS, the analysis showed that high content of Cu, As, Sn in steel is main factor. In order to decrease tensile strength of steel, The optimization experimental study was carried out on properties and composition. The results showed when the average Mn content of steel has been lowered from 0.47% to below 0.25%, the problem of higher tensile strength is resolved on condition of appropriate reduction of trace elements, and improved process performance of low carbon steel.

Key words: low carbon steel for wire drawing; tensile strength; copper; arsenic; Stannum