

## 电焊锚链钢 M30 的试制

黄 畅

(广西冶金研究院, 广西, 南宁 530023)

**摘 要:** 介绍了三级电焊锚链钢 M30 的化学成份、生产制造工艺及机械性能。试制结果表明, 所试制的电焊锚链钢 M30 完全达到标准要求。

**关键词:** 锚链钢; 抗拉强度; 冲击韧性

**中图分类号:** TG14 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-0308(2001)04-0031-03

### Trial Manufacture of Electric Welded Anchor Steel M30

HUANG Chang

(Guanxi Metallurgical Research Institute, Nanning, Guangxi 530023, China)

**ABSTRACT:** The chemical composition, mechanical properties and manufacturing process of electric welded anchor steel M30 - class 3 are presented. The result shows that the product made in trial manufacture can meet the requirement of standard.

**KEY WORDS:** anchor steel; tensile strength; impacting tenacity

### 1 前 言

锚链钢是制造锚链的材料, 而锚链是为船舶配套, 保证航行的重要部件。电焊锚链一般分为一级 ( $\sigma_b \geq 310\text{MPa}$ ), 二级 ( $\sigma_b \geq 490\text{MPa}$ ), 三级 ( $\sigma_b \geq 690\text{MPa}$ )。目前, 工业发达国家已发展到 4 级。级别越高, 综合力学性能越好, 对船舶的安全性也越可靠, 而锚链级别越高, 自重越轻, 对船舶的装载率和航速均具有重大意义。锚链在使用中不仅需要一定的抗拉强度, 而且还需要具备一定的抗低温冲击性, 耐磨性, 耐蚀性及良好的可焊性, 因此, 锚

链钢的生产工艺要求非常严格。航运事业的迅猛发展, 对锚链钢的需求越来越大。应用户的要求, 我们试制开发了 M30 锚链钢, 试验结果表明, 所试制的锚链钢各项性能指标良好, 完全满足用户生产的需要。

### 2 电焊锚链钢 M30 的化学成分及力学性能要求

M30 锚链钢是一种含锰的合金结构钢, 目前尚未有国家标准, 只有部颁标准 YB897-85。标准规定的化学成分如表 1。

表 1 电焊锚链钢 M30 的化学成份

Tab. 1 Chemical composition of electric welded anchor steel M30

| 元素 | C         | Mn        | Si        | P            | S            | Cr          | Ni          | Cu          |
|----|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| 含量 | 0.27~0.34 | 1.20~1.80 | 0.20~0.55 | $\leq 0.040$ | $\leq 0.040$ | $\leq 0.25$ | $\leq 0.30$ | $\leq 0.30$ |

收稿日期: 2001-04-04

作者简介: 黄 畅 (1976~ ), 男, 广西南宁人, 从事金属材料开发工作。

另外，标准还规定允许添加细化晶粒的微量元素，力学性能要求： $\sigma_b \geq 685 \text{ MPa}$ ； $\delta_5 \geq 17\%$ ； $\Psi \geq 40\%$ 。不要求做冷弯试验，但要求在  $0^\circ\text{C}$  时，冲击功不小于  $58.8 \text{ J}$ 。

### 3 锚链钢 M30 的生产工艺流程

生产 M30 锚链钢的工艺流程为：电弧炉熔炼——钢包吹氩精炼——浇铸——钢锭加热——轧制成材。

#### 3.1 电弧炉熔炼

入炉废钢采用少锈的优质废钢；所需用的铁合金、造渣材料及脱氧剂必须经过充分烘烤和干燥，要求其含水量  $\leq 0.5\%$  装料时要配入一定的生铁量，保证氧化期脱碳量  $\geq 0.4\%$ ；氧化期采用吹氧和加矿石混合方法进行脱碳，注意做到高温沸腾去气、去夹杂；纯沸腾时间要大于  $10 \text{ min}$ ；扒渣条件为：碳在标准成分下限或低于下限  $0.05\%$ ， $P \leq 0.015\%$ ，温度大于  $1600^\circ\text{C}$ ；扒渣后于稀薄渣下插入铝  $1.0 \text{ kg/t}$  钢水进行预脱氧；还原期采用碳粉、Si-C 粉和 Fe-Si 粉进行扩散脱氧，白渣保持时间要大于  $40 \text{ min}$ 。出钢温度为  $1600^\circ\text{C}$ 、出钢插铝，要求钢中含铝量在  $0.02\% \sim 0.067\%$ 。

该钢是含锰合金钢，易产生晶粒粗化，如果没有加入一定数量的细化晶粒的微量元素，会出现粗晶，容易导致钢材的机械性能不合格，冲击韧性难以保证<sup>[1]</sup>，特别是在锚链生产过程中导致冷弯开裂。因此，要求钢中残 Al 达到  $0.02\% \sim 0.067\%$ ，V 亦稳定在  $0.07\% \sim 0.10\%$ 。

#### 3.2 钢水精炼及浇铸

钢水于钢包内进行吹氩精炼，吹氩压力  $20 \sim 25 \text{ MPa}$ ，吹氩时间  $5 \sim 7 \text{ min}$ 。浇铸  $300 \times 300 \text{ mm}^2$  方型锭。锭重  $600 \text{ kg}$ ，浇铸按普通下注法，用固体渣保护；浇铸过程一定要平稳，使保护渣均匀上浮，防止钢锭表面增碳、组织不均匀或者夹杂渣沟等缺陷。铸完后进行  $24 \text{ h}$  模冷；钢锭脱模后进行表面检查，有缺陷者需进行修磨修整。

#### 3.3 钢锭轧制工艺

由于该钢含有锰，有晶粒长大的倾向，因此，加热时间不宜太长。钢锭加热温度为  $1180 \sim 1230^\circ\text{C}$ ，钢锭热透均匀即可开轧。开轧温度为  $1150 \sim 1100^\circ\text{C}$ ，终轧温度  $\geq 800^\circ\text{C}$ 。

### 4 产品的力学性能检测

所试制的锚链钢 M30 均按标准要求进行力学

性能检验，试样为  $\phi 20$  圆钢，结果见表 2。

表 2 锚链钢 M30 的力学性能 (试样为  $\phi 20$  圆钢)

Tab. 2 Mechanical properties of anchor steel M30 ( $\phi 20$  rod)

| 试样 | 抗拉强度<br>$\sigma_b / \text{MPa}$ | 伸长率<br>$\delta_5 / \%$ | 断面收缩率<br>$\Psi / \%$ | $\sigma_k$ 值 ( $0^\circ\text{C}$ )<br>( $\text{J} \cdot \text{cm}^{-2}$ ) |
|----|---------------------------------|------------------------|----------------------|---|
| 1* | 880                             | 18                     | 60                   | 133   |
| 2* | 875                             | 17                     | 50                   | 127   |
| 3* | 840                             | 20                     | 59                   | 137   |

由表 2 可见，所试制的 M30 锚链钢力学性能指标全部达到标准的要求。标准中对晶粒度没有要求，但考虑到锚链钢实际性能的需要，晶粒度最好控制在 5 - 10 级。由 M30 的 CCT 冷却曲线可知，该钢正常的金相组织为铁素体和珠光体。对所试制的产品进行金相分析，金相组织为铁素体和珠光体，测得的晶粒度为 7 级。

### 5 锚链钢 M30 调质处理

锚链钢 M30 是一种含锰的合金结构钢，该钢有白点敏感性、过热敏感性和回火脆性，高温回火后必须快速冷却，在  $500 \sim 550^\circ\text{C}$  长时间回火会使冲击韧性降低。锚链钢经加工电焊成锚链后，需要进行最终热处理即调质处理，调质处理工艺曲线如图 1。

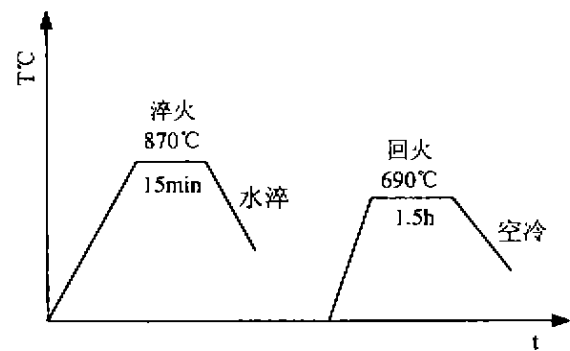


图 1 M30 调质处理工艺

Fig. 1 Technological process for M30 hardening tempering

对经调质处理后的锚链钢的力学性能进行了检测，结果见表 3。金相分析表明，调质处理后的组织为回火索氏体，测得晶粒度为 7 级。

由表 3 可见，锚链钢经过调质处理后，力学性能达到标准要求。经用户试用，没有发现冷弯脆断或开裂，说明本试制所采用的工艺是正确的。

**表 3 锚链钢 M30 经调质处理后的力学性能 (试样为  $\Phi 20$  圆钢)**

Tab. 3 Mechanical properties of anchor steel M30 after hardening and tempering

| 试样             | 抗拉强度<br>$\sigma_b$ /MPa | 屈服强度<br>$\sigma_s$ /MPa | 伸长率<br>$\delta_5$ /% | 断面收缩<br>率 $\Psi$ /% | 冲击功<br>$a_k$ /( $J \cdot cm^{-2}$ ) | 硬度<br>HRC |
|----------------|-------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-------------------------------------|-----------|
| 1 <sup>#</sup> | 805                     | 880                     | 18                   | 60.2                | 177                                 | 23.5      |
| 2 <sup>#</sup> | 805                     | 880                     | 17                   | 58.6                | 164                                 | 23        |
| 3 <sup>#</sup> | 795                     | 875                     | 18                   | 57.2                | 132                                 | 24        |

## 6 交货抽检结果

按此工艺组织生产 M30 锚链钢供应给用户，用户使用后表示满意。交货时抽样检测结果如表 4。

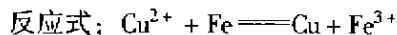
**表 4 锚链钢 M30 交货抽样检测结果 (试样为  $\Phi 20$  圆钢)**

Tab. 4 Random inspection results of anchor steel M30 before delivery

| 试样             | 抗拉强度<br>$\sigma_b$ /MPa | 伸长率<br>$\delta_5$ /% | 断面收缩率<br>$\Psi$ /% | $a_k$ 值<br>( $10^\circ C$ )/( $J \cdot cm^{-2}$ ) |
|----------------|-------------------------|----------------------|--------------------|---|
| 1 <sup>#</sup> | 880                     | 17                   | 60                 | 144   |
| 2 <sup>#</sup> | 875                     | 18                   | 50                 | 133   |
| 3 <sup>#</sup> | 840                     | 20                   | 59                 | 139   |

(上接第 27 页)

降低成本，并且解决好环境污染问题，我们对废水进行了处理。先用铁屑置换出海绵铜，再用反渗透膜去除废水中的有害离子，最后取得合格的水返回生产循环使用。



反渗透膜是一个具有物理作用又有化学作用的膜，这种膜能除掉废水中 95% 的铁离子，95% 的氯离子，99% 以上的磷、硫，经过反渗透膜处理后的废水可以重复循环使用，改善了废水对环境的污

按标准要求进行低倍检验，结果见表 5。

**表 5 锚链钢 M30 交货低倍抽样检测结果 (试样为  $\Phi 20$  圆钢)**

Tab. 5 Low-power inspection results of anchor steel M30 before delivery

|                   | 一般疏松       | 中心疏松       | 偏析         |
|-------------------|------------|------------|------------|
| 标准要求              | $\leq 3$ 级 | $\leq 3$ 级 | $\leq 3$ 级 |
| 1 <sup>#</sup> 试样 | 0.5 级      | 0.5 级      | 1.0 级      |
| 2 <sup>#</sup> 试样 | 0.5 级      | 0.5 级      | 0.5 级      |
| 3 <sup>#</sup> 试样 | 0.5 级      | 0.5 级      | 0.5 级      |

## 7 结束语

锚链钢 M30 采用电弧炉冶炼——炉外吹氩精炼——热轧成材的生产工艺是可行的。生产过程各个环节必须严格把关，防止表面增碳、晶粒粗大或其他组织缺陷，避免在锚链生产过程中冷弯时出现脆断或开裂。

### 参考文献:

- [1] 冶金工业部钢铁研究总院.《合金钢手册》:下册,第一分册[M],北京:冶金工业出版社,1992.

染。

## 6 结 语

研究生产证明利用氧化铜粉生产出的氯化亚铜，具有质量高，成本低等优点，而且工艺简单，生产周期短，具有一定的推广价值。

### 参考文献:

- [1] 陈敏恒.化工原理[M].北京:化学工业出版社,1985.  
[2] 化工工艺设计手册[M].北京:化学工业出版社,1985.