

## 船用锚链钢脆性断裂的研究

(11) 23-24, 45

太原钢铁(集团)有限公司 李 芊\* 张明明 吴 娇

**摘要** 研究了30Mn2V三级锚链钢在调质下的脆性裂及其脆性转变温度, 实验证明: 30Mn<sub>2</sub>V三级锚钢的脆性转变温度范围为-70℃~-80℃。为锚链钢的低温脆性断裂提供了有利的科学依据。

**关键词** 锚链钢 脆性断裂 脆性转变温度

船舶

### Brittle Failure Study about Anchor-chain Steel Used in Ship

Taiyuan Iron & Steel(Group)Co. Ltd.  
Li Qian Zhang Mingming Wu Jiao

U668.2  
TG111.91

**Abstract** In this paper, the brittle failure and brittle-ductile transition temperature in the state of quenching-and-tempering of 30Mn<sub>2</sub>V U3 grade anchor-chain is studied. Experiments proved: The brittle transition temperature of 30Mn<sub>2</sub>V U3 grade anchor-chain steel is -70℃~-80℃. It has supplied advantageous scientific evidence to the anchor-chain's brittle failure at low temperature.

**Key Words** anchor-chain steel, brittle failure, brittle transition temperature

#### 1 试验材料及方法

##### 1.1 试验材料

本试验采用的材料是 $\varnothing 90$  mm的30Mn<sub>2</sub>V三级锚链钢, 其化学成份略:

热处理制度: 840℃淬水+640℃高温回水。试样的制备: 采用标准的夏氏V型缺口冲击试样。

##### 1.2 试验方法

试验共测定10个温度下的冲击值, 其温度为: 室温、0、-20℃、-40℃、-60℃、-70℃、-80℃、-90℃、-100℃、-110℃。每个温度下做了个冲击试样, 共10组。

#### 2 试验结果

##### 2.1 $\varnothing 90$ mm的30Mn<sub>2</sub>V三级锚链钢的力学性能试验结果(见表1)

##### 2.2 10组低温下的冲击值(见表2)

表1 三级锚链钢的力学性能试验结果

热处理工艺	$\sigma_b$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\sigma_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\delta_5$ (%)	$\Psi$ (%)
840℃淬水	815	710	20	70
650℃回火	840	665	23	72
太新 91-01	≥690		≥17	≥40

表2 10组低温下的冲击值

室温	℃	-20℃	-40℃	-60℃	-70℃	-80℃	-90℃	-100℃	-110℃	
155	137	170	159	146	138	43	36	25	30	
164	163	123	169	153	149	46	38	23	17	
167	149	167	156	115	153	46	36	19	26	
平均值	162	157	153	161	138	146	45	37	22	24

\* 李 芊, 女, 1966年生, 1990年毕业于北京科技大学轧钢专业, 现任太钢研研所科研室工程师。 邮编: 030003 收稿日期: 2000-05-05

### 3 结果分析

3.1 能量准测法(AK~T曲线)测定 30Mn2V 三级锚链钢脆性转变温度(见图 1)。

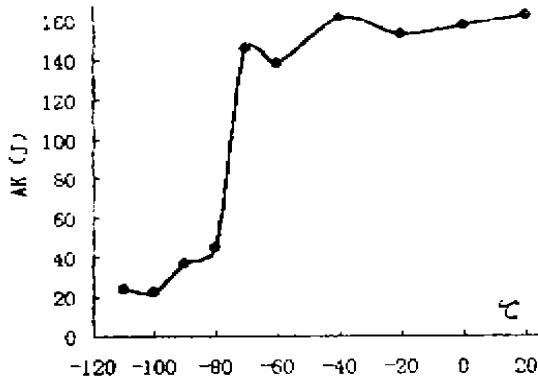


图1 AK-T曲线

由图 1 可见,采用 AK-T 曲线法测定 30Mn2V 三级锚链钢的脆性转变温度范围为 -70°C~80°C。

3.2 断口形貌准则法(晶粒状断口面积%~温度曲线)测定 30Mn2V 三级锚链钢的转变温度(见图 2)

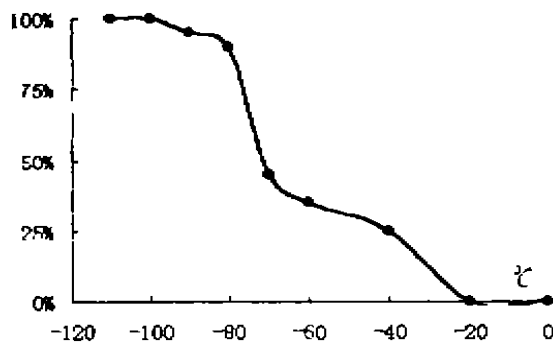


图2 晶粒状断口——温度曲线

由图 2 可见,采用晶粒状断口面积百分数和温度法则定 30Mn2V 三级锚链钢的脆性转变温度范围也为 -70°C~-80°C。

综上所述,30Mn2V 三级锚链钢发生脆性断裂的温度范围为 -70°C~-80°C,即在此温度范围内易发生脆性断裂。脆性转变

温度是材料断裂性质转变的标志。

3.3 30Mn2V 三级锚链钢主要化学元素对其脆性转变温度  $T_k$  的影响

3.3.1 碳对  $T_k$  的影响

试验用钢碳含量为 0.28%,这是基于钢的强度和塑性综合考虑选定的。碳是提高脆性转变温度的元素,每增加 0.1% 的碳,脆性转变温度可提高 10°C。增加碳量对试样断裂吸收的最大能量和能量温度曲线形状都有明显的影响,见图 3。

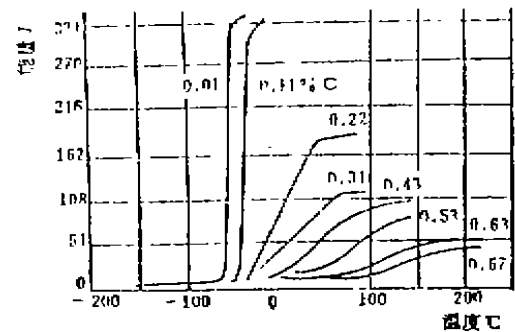


图3 碳含量对能量转化温度曲线的影响

3.3.2 锰对  $T_k$  的影响

30Mn2V 三级锚链钢中量为 1.20%~1.8%,利用锰可降低性转变温度这一特点,与 0.27%~0.34% 的碳含量有利配合作用,既保证了较高的强度,又获得了较低的脆性转变温度。

3.3.3 钒对  $T_k$  的影响

30Mn2V 三级锚链钢中含钒量为 0.03%~0.07%,钒在钢中是先提高后降低脆性转变温度。

3.3.4 晶粒度对  $T_k$  的影响

晶粒大小对脆性转变温度有强烈的影响。由于晶界上夹杂物的偏析,使塑性下降。因此,当晶界总表面增加时,晶界上杂质偏析的浓度将会降低,有害影响将会减少,脆性转变温度就可能降低。由于晶粒大小与晶界总表面积成反比,故细化晶粒可提高材料的塑性,降低脆性转变温度。(下转第 45 页)

纹中不含水分时, 分析结果不受影响。

表3 裂纹中不含水分对准确度的影响

炉号	元素	化验结果	光谱分析结果					
			一次	二次	三次	四次	五次	六次
890121	C	1.15	1.14	1.13	1.15	1.14	1.14	1.15
	Si	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04
	Mn	0.20	0.19	0.0190	0.0200	0.0190	0.0190	0.0200
	P	0.032	0.0330	0.0320	0.0330	0.0320	0.0320	0.0330
	S	0.040	0.0410	0.0420	0.0410	0.0410	0.0420	0.0410
	Cr	0.15	0.15	0.14	0.15	0.15	0.14	0.15

### 3 生铁光谱试样制造

一般情况下, 生铁绝大多数为灰口状, 经多次此类生铁在直读光谱激发下, 强度不稳定, 即使有的试样呈稳定状态, 但是准确度却很差, 不能作为光谱试样使用。

随着科学技术的进步和发展, 光谱仪也用于生铁成分的分析, 但是试样制取过程必须进行加工成为白口铁, 而且白口化的质量

对光谱仪的分析结果影响很大, 因此目前采用的生铁白口化方法有几种, 有的使用淬火法、有的采用在试样中加入合金材料改变成白口铁, 多年的实践我们采用的是直接白口化。具体操作略。

该方法制造的试样上下部分为白口和灰口, 白口的一面供光谱分析使用, 灰口的一面便于采集粉末试样, 供化验分析使用, 起到直接校对作用, 由于两种分析方法使用的是同一个试样, 避免了试样成分发生偏差。

该特制生铁样模的白口化一端, 制作时应考虑设置排气孔, 这样就会使高温铁水倒入样模芯后, 热量向外扩散, 避免产生缩孔。经我们多年使用, 此方法即简单又经济实用, 生产工人又便于操作, 而且试样无裂纹, 无气孔, 符合光谱仪分析的要求, 准确度达到国标要求。

(上接第24页)

#### 3.3.5 金相组织对 $T_k$ 的影响

在硬度和强度相同的条件下, 一般具有高温回火马氏体(索氏体)组织的钢, 冲击性能最好, 即韧性切变断裂冲击值最高, 脆性转变温度最低, 具有贝氏体组织的钢, 冲击能较差, 具有珠光体组织的钢, 冲击性能最差。

所有的宏观缺陷、偏析、夹杂、残余应力、冷加工、形变时效、回火脆性等都提高脆性转变温度, 降低冲击韧性。

30Mn2V 三级锚链钢的热处理工艺为 840 °C 淬水, 640 °C 高温回水, 即调质处理后用来制造三级锚链, 其金相组织为回火索氏体, 可见此钢是具有较低的脆性转变温度。

### 4 结论

(1) 脆性转变温度对材料与工艺研究提供了新的技术手段。30Mn2V 三级锚链钢脆

性转变温度范围在 -70 °C ~ -80 °C 内。

(2) 30Mn2V 三级锚链钢的化学成份稳定, 组织致密, 热处理制度设计合理, 从而使该钢具有良好的综合机械性能以及良好的低温冲击韧性, 以此获得了较低的脆性转变温度。

(3) 试验结果表明: 30Mn2V 三级锚链脆性转变温度与其化学成份、晶粒度、金相组织以及试样尺寸等多种因素有关。要获得较低的脆性转变温度, 必须进一步改善钢材质量。

#### 参考文献

- 1 合金钢手册. 北京: 冶金工业出版社, 1972. 8~10
- 2 刘永铨. 钢的热处理. 北京: 冶金工业出版社, 1981
- 3 《金属机械性能》编写组. 金属机械性能. 北京: 机械工业出版社, 1979. 156~158
- 4 杨觉民. 金属塑性变形物理基础. 北京: 冶金出版社, 1988