

## 42CrMo 大截面锻材内裂探讨

杨再春

川投长钢股份有限公司第四钢厂

**摘 要** 对 42CrMo 大截面锻材的低倍检验,发现锻材的中心裂纹其实是白点,经采用去氢退火工艺后,白点消除,锻材探伤合格率、成材率明显提高。用电弧炉单炼,钢锭锻造由 250 以上的钢材时,去氢退火应是保证钢材内部质量的有效手段。

**关键词** 大截面 锻材 白点 去氢退火

### 1 前 言

42CrMo 属于合金结构钢中铬钼钢组,由于具有较高的碳和铬含量,因此它的淬透性较高,强度较大,主要用于制造强度要求较高或调质断面较大的锻件。如机车牵引用的大齿轮、增压器转动齿轮、后轴、弹簧、发动机汽缸等。

42CrMo 由于其较低的合金比和良好的性能,具有很大的市场需求量。我厂较早生产的 42CrMo 多以直径在 200mm 左右的锻棒为主,随着近年来市场对直径在 250mm 以上的大截面锻棒的需求量大增,我厂的 42CrMo 锻棒规格也在不断增大,形成了以 250mm 为主涵盖从 180 到 400mm 各种规格的产品系列。但随着产品截面尺寸的不断增大,相应的质量问题也随之而来,突出表现为直径在 250mm 以上锻棒存在中心裂纹。不仅成材率大幅下降,还出现了多起质量异议。1999 年 7~12 月,共生产 37 炉,用锭量 500t,入库材 327.718t,成材率只有 65.54%。

以上情况说明:我厂生产的 42CrMo 大截面锻材质量问题是严重的,如不及时解决,将会继续给我厂造成巨大的经济损失。因此,必须对 42CrMo 大截面锻材进行质量攻关。

### 2 钢种介绍

(GB3077 - 88) 42CrMo 的化学成份如下:

表 1 GH3077 - 88 42CrMo 钢化学成份 (%)

元素	C	Si	Mn	Cr	Mo	S	P
成份	0.38	0.17	0.58	0.90	0.15	~0.45	~0.37
	~0.80	~1.20	~0.25	0.035	0.035		

42CrMo 的临界温度(近似值)如下:

表 2 临界温度

临界值	Ac1 / MPa	Ac3 / MPa
临界温度	730	780

### 3 缺陷性质的判定

为确定造成 42CrMo 锻材质量问题的真正原因,我们在外事异议的退货材上,通过探伤定位,对典型缺陷部位进行取样分析。试样炉号为:392—1066、392—531

熔炼成分如下:

表 3 熔炼的化学成份 (%)

炉号	C	Si	Mn	Cr	Mo	S	P
392 - 531	0.41	0.28	0.63	1.08	0.19	0.008	0.017
392 - 1066	0.41	0.32	0.66	1.04	0.20	0.007	0.016

低倍酸浸检验结果:典型的白点裂纹缺陷。见图 1。

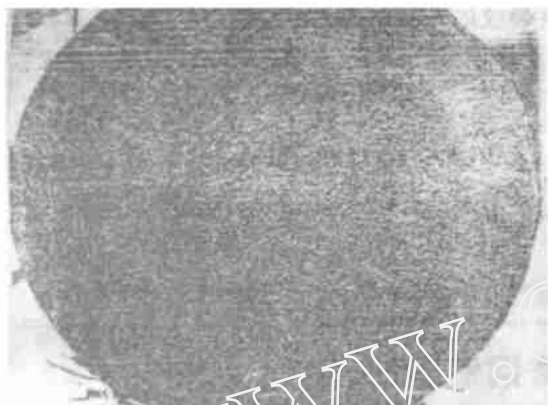


图 1 42CrMo 低倍酸浸检验中的典型白点裂纹缺陷

另一个认为缺陷是白点的旁证:对我厂 250mm 探伤发现有类似缺陷的 3 炉锻材 (302—77、302—534、392—1742) 改锻为 180mm 规格后,缺陷消失,也说明了 42CrMo 大截面锻材存在缺陷是可以焊合的,这也与白点的特点相符合。

#### 4 分析与讨论

根据有关资料,白点是中碳合金结构钢所固有的缺陷,特别是常在大截面钢坯或锻件中出现。在马氏体和珠光体钢中容易形成白点,而在奥氏体、铁素体和莱氏体钢中一般是不形成白点的。可见,42CrMo 确是白点敏感钢。

关于白点的形成原因已有定论,是钢中含氢量过高和应力共同作用的结果。

白点与钢中缩孔、气泡等缺陷不同,它不是在钢的凝固过程中形成,而是在锻(轧)后,当钢材(坯)冷到较低的温度(250~150℃)以下形成。甚至有时是在冷却到室温后,在存放过程中形成。

关于在白点形成过程中的应力因素,原子氢-组织应力模型强调,在变形应力、热应力和组织应力中,对形成白点具有最大意义的是组织应力。在白点形成的温度范围内,由相变,特别是马氏体相变所造成的应力特别大。由于氢在  $\gamma$ -Fe 和  $\alpha$ -Fe 中溶解度不同,在由较高的

温度区内的  $\gamma$ - $\alpha$  相变导致氢由  $\gamma$ -Fe 向残余奥氏体中扩散,再由随后的马氏体转变的结果,使氢的内压力变得很高。这就是具有少量马氏体的混合组织有着特别高的形成白点的敏感的原因所在。

从以上分析,为防止钢中出现白点,可从两方面着手:一是尽可能降低钢液中的氢含量;二是降低冷却时在钢材中所产生的内应力,特别是组织应力。

降低钢中的氢含量,必须保证有效去碳量大于 0.30%,去碳速度大于 0.01%,同时,炼钢所使用的合金料、脱氧剂等原辅材料应充分干燥,尽可能在冶炼环节堵住氢来源,降低钢中氢含量。

为防止钢中出现白点,最有效的方法是在锻后立即对其进行等温退火处理,使氢得以从钢中扩散逸出。对 42CrMo 这类珠光体钢,一种典型的等温退火工艺是:锻后先冷至 A1 以下 50~150℃,保持一段时间后再加热到 A1 下 20~50℃ 进行等温去氢退火。

#### 5 工艺改进方案

根据以上分析,提出以下工艺方案见图 2:

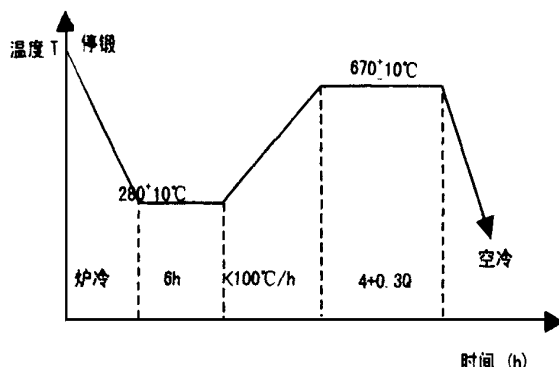


图 2 新改进的退火工艺

5.1 冶炼采用高碱度渣进行冶炼。同时加强了氧化去气操作。力争在冶炼环节尽可能减少钢中氢含量。

5.2 锻钢改进了退火工艺,根据 42CrMo 钢的奥氏体转变曲线,锻后炉冷至 280℃,保温 3 小时,再升温至 670℃ 进行等温去氢处理。

新的工艺方案特别是锻钢去氢退火工艺执行以后, 42CrMo 系列大锻材的成材率明显提高, 说明了新的退火工艺方案是成功的。

6.1 42CrMo 大截面锻材内裂的原因是白点。

6.2 锻材采用去氢退火工艺可有效地防止白点裂纹的产生。

(截稿期 2001 年 3 月)

## 6 结论

### 参考文献

- 1 赵坚等.《优质钢缺陷》,北京:冶金工业出版社 1991.
- 2 傅杰.《消除合金结构钢中白点的研究》,钢院学报 1960.
- 3 孙珍宝等《合金手册》下册第一分册(修订版),北京:冶金工业出版社 1992.

## 川崎钢铁公司不锈钢制造技术

不锈钢具有耐蚀性、耐热性、高强度和可图案设计等各种性能,用途在持续扩大。有关川崎钢铁公司不锈钢生产技术的特点介绍如下述:

### 1 炼钢工序

不锈钢熔炼现在多利用铁合金和废钢做原料的电炉 UHP - AOD - (VOD) - 连铸 CCM 工艺。但是,为持续增产和提高不锈钢质量,对于适合大量生产而且进行高质量不锈钢的熔炼,开发可利用高炉生铁的炼钢工艺是有利的。

川崎钢铁公司从 1973 年开始用转炉法熔炼不锈钢,进行用矿石熔融还原获得不锈钢主要合金元素 Cr 的炼钢技术,同时进行高 Cr 极低 C、N 系高耐蚀不锈钢的高效率精炼技术的开发。

1994 年建千叶厂第 4 炼钢车间,完成了熔融还原—脱碳炉—VOD—连铸工艺的建立,确立了利用转炉法批量生产高质量不锈钢的技术。

这些精炼法有如下特点:

#### (1) 使用 Cr 矿熔融还原工艺

在熔融还原炉(SR - KCB)中,还原生 Cr 矿石不用高价铬铁的新炼钢法。

#### (2) 极低碳不锈钢的高效生产

利用大流量狭缝柱产底吹搅拌为特点的脱碳、脱氮难的高铬钢的高效率的精炼。

#### (3) 无产业废弃物回收的工艺

回收炼钢厂产生的粉尘,在 2 段风口式焦炭充填层型熔融还原炉(STAR 炉:不锈钢先进反应炉)上进行熔融还原形成 Ni、Cr 等原料加以回收。

### 2 热轧、退火、酸洗工序

不锈钢由于热变形抗力高,而且热加工性能也差,因此多用斯特克(Steckel)等不锈钢专用热轧机进行生产,但是可逆轧制具有生产率低的缺点。

川崎钢铁公司在普通钢热轧用的高生产率串列式轧机上进行不锈钢的广泛轧制于 1978 年在千叶厂开始。进行串列式轧制不锈钢的最合适轧制技术的开发。其后,于 1995 年在可实现将开发的不锈钢热轧技术用于工序上的新建的第 3 热轧车间上开始生产。对提高不锈钢质量有较大作用的项目包括:利用定尺压力机调整宽度,利用高的轧制能力提高轧制精度,从板坯加热到卷取对轧制温度、轧制方式和冷却进行控制。

录自《冶金信息》第 130 期