

## 用彩色金相法鉴别奥贝球铁组织

华东工学院 樊新民 刘光华

**【摘要】** 采用化学法和热染法覆膜的彩色金相法鉴别奥贝球铁的基体组织，可以观察到黑白金相法无法区分的各相组织，在配加定量金相法时可定量地观察到马氏体和白亮区的数量变化规律。

奥贝球铁的基体组织是贝氏体型铁素体和高碳奥氏体，以及在等温后的冷却过程中形成的少量马氏体和在铸造过程中产生的少量游离渗碳体。用普通的侵蚀剂(如2~4%硝酸酒精溶液)侵蚀，在光学显微镜下观察时，组织中的奥氏体、马氏体、渗碳体均呈白色，无法区别，给奥贝球铁的组织鉴别工作带来极大不便。我们采用了彩色金相方法鉴别奥贝球铁组织，效果很好。

在彩色金相中，为了使金相组织中的各相获得不同的颜色衬度，常用的方法是薄膜染色侵蚀法<sup>[1]</sup>。这种方法是通过在金相样品的磨面上产生一层厚薄不一的氧化膜或化学反应产物沉积层而使各相着色。当白光照射到覆膜的金属表面时，从膜和金属的两个表面所反射的光线将产生干涉效应。此效应与空气中入射光的波长 $\lambda$ 、膜的厚度 $t$ 、膜的折射率 $n$ 有关。如果某一颜色的光波由于干涉而消失，那末反射光束就呈现这种颜色的补色。例如当膜厚恰好使金属表面反射光与从膜表面的反射光在绿色部分的波长上反相，即有效光程差等于绿色光的半波长时，绿色光线产生干涉而减弱，这时在白光下观察试样表面将呈现绿色反射光的补色——洋红色。某一相上沉积膜的颜色与其膜的厚度有关，覆盖在不同相上的膜厚不同，所产生的干涉色彩也不一样，因而我们能够观察到彩色金相图象。为了显示奥贝球铁组织，我们采用了化学法和热染法这两种覆膜方法。

### 一、化学覆膜法

这是采用不同的化学着色试剂，通过轻微的腐蚀作用和沉淀反应在各种相表面形成一层氧化物、硫化物或其他化合物的薄膜。我们采用的化学着色试剂是焦亚硫酸盐类型的侵蚀试剂，成分为：

100毫升蒸馏水 + 2克焦亚硫酸钾 + 2克氟化氢铵

可以直接用这种侵蚀剂侵蚀试样，也可以先用2~4%硝酸酒精溶液侵蚀，然后再用这种化学着色试剂侵蚀。这一方法可以清楚地显示出等温转变组织中的各相，各相颜色是：

贝氏体型铁素体——深灰色

奥氏体——浅黄色

马氏体——红色或绿色

游离渗碳体——白色

奥贝球铁中，基体为贝氏体型铁素体与奥氏体相间排列的混合组织，游离渗碳体和马氏体分布在共晶团边界。马氏体的形态非常清楚，呈片状多向分布，可看到类似闪电的Z字型分布，在某些马氏体片上可清楚地观察到中脊面的存在，这是典型的高碳马氏体形态。

### 二、热染法

热染法是通过加热的方法在试样表面形成干涉氧化膜。用热染法鉴别奥贝球铁组织的方法<sup>[2]</sup>是：将试样按一般的制样方法抛光后，用2~4%的硝酸酒精溶液进行预腐蚀，然后在空气中加热到260℃，保温4~8小时，待试样表面形成一层淡蓝色即可进

行观察。用黑白金相方法观察到的沿共晶团边界分布的白亮区经过热染覆膜后呈蓝色。被蓝色区域所包围的白色块状区为游离渗碳体。在较高放大倍数的光学显微镜下所看到的蓝色相为马氏体，虽然经过加热回火，马氏体的形态仍十分清楚。

以上两种彩色金相的覆膜方法各有其特点，可以根据鉴别目的的不同有选择地使用。化学覆膜法能清楚地显示出白亮区的组成，组织形态清晰，可用来观察等温转变组织中马氏体的变化规律。热染法对于观察白亮区的变化规律较为有效，试样经过热染覆膜后，等温转变组织中俗称白亮区的区域呈蓝色，与奥贝球铁基体组织的色彩对比非常明显，可以方便地利用定量金相方法确定白亮区的数量。

用彩色金相方法鉴别奥贝球铁组织，增加了组织的识别程度，使我们能够观察到黑白金相方法不能区别的组织。配合定量金相的方法，使我们能定量地观察奥贝球铁组织中马氏体数量和白亮区数量的变化规律，极大地增加了从试样获取的信息量。因此，彩色金相方法是研究奥贝球铁组织的重要手段之一。

最后应当指出，采用彩色金相方法鉴别金相组织，主要目的是通过各相具有不同的色彩来增加相之间的衬度。采用化学着色试剂侵蚀试样时，由于试剂的使用温度以及试样侵入时间的不同，某一相的颜色可能有一些差异，彩色照片的冲印过程中也会造成颜色上的差异，然而对观察者来说，重要的不  
(转第43页)

(接第48页)

否在一定的条件下卷曲成柱状与是否长成锥形帽而中止，凡此等等的理论争议有其非常重要的意义，而且其突破看来也已在前夕。何况，国内的好些学者已对高铬碳化物以定向凝固使之具有强度方面跃跃欲试，那么对于以定向凝固获得石墨丝的问题，只要毫不计较，认真动手，相信也是会找到克服困难的路子来的。

#### 十、奥氏体圈的“日晕”

笔者已阅过包围“球墨的奥氏体壳结构”一文<sup>[12]</sup>(已发表)，感到十分有意思，并在此着重说明，一个石墨核心四周是否都是〔0001〕面，即可否完整生长奥氏体壳，便是这个石墨核心是否成为球墨核心的判据，而有些球墨的畸变则本来已在核心时便不被奥氏体壳完整包住，这点似无争论。文中只是未提到球铁中有时有很大的奥氏体枝晶生长，并在两向散热条件下形成石板状黑斑。这方面国内已有办法控制，但机理似乎仍有待探索。

石墨化机理涉及的问题极广，现象极复杂，世界各国数以百计的学者研究了几十年，因而绝不是短短一纸所能包罗完全的。但掌握公认的主要线索，明确当前主要分歧点，以便胸怀全局地找出认识石墨化机理的关节点所在，并进行周密的试验加以突破。本文所述只是泛泛，未免有错漏，敬希指正。

#### 参考文献

- [1] 《球铁》1981 No1 P1~11
- [2] 王遵明《铸工》1953 No9
- [3] 《红岩科技情报》1982 No1 P29~35
- [4] 《球铁》1978 No3 P13~26
- [5] 《球铁》1985 No3 P63~64
- [6] 《球铁》1985 No3 P65~66
- [7] 《球铁》1980 No3 P9~21
- [8] 《铸造技术》1982 No1 P45~47
- [9] 《四川机械》1984 No12 P4~6
- [10] 《球铁》1989 No3P47
- [11] 《球铁》1979 No1P1~32
- [12] 《球铁》1989 No4P57

2. 球化反应时间 球化反应时间即“爆发”时间，不同生产厂生产的球化剂有着明显的差别，南京特种合金厂的为1分50秒~3分钟，而××厂的则为50秒~1分50秒。从此表明，球化剂质量好的反应时间适中反应平稳，球化质量有保障。球化剂质量差，反应时间长、短悬殊，不光影响球化

元素的吸收率，而且这种反应的不稳定性也将使得生产上对球化质量的保证难以控制。同时由于球化剂质量差而加入量提高带来的白口倾向，势必需增加孕育剂量来加以抑止，这便牵涉了终Si量的控制问题，无疑又给生产控制增添了不利。

## X 奥贝球铁汽车齿轮

二汽铸造二厂 陈富茂 孟瑞纲

【摘要】 采用分步等温淬火获得的奥贝球铁汽车齿轮， $\sigma_b$ 达1000~1380N/mm<sup>2</sup>、 $\delta_2$ ~8%、 $\alpha_k$ 42~97J/cm<sup>2</sup>，文中介绍了其工艺情况。

我厂试制的奥贝球铁主要是EQ153汽车上的齿轮件，结构较薄，所以选择一般球铁的化学成分(%)：C3.6~3.9、Si2.2~2.8、Mn≤0.3、P≤0.07、S≤0.03、Mg0.03~0.05、Re0.02~0.04。

EQ153大小齿轮若干种，采用手工普通潮模造型，大齿轮采用侧面大冒口，一箱两件，小齿轮采用无冒口工艺，铸件均无疏松缺陷。

为了使零件快速淬火，我们采用油槽淬火保证已形成的奥氏体不会在等温淬火时间内向珠光体转变，把淬火操作与等温处理两道工序分开进行，称之为“分步等淬法”，如图示。这种方法可以大大缩小淬火油槽的尺寸，降低繁复的热处理设备投资。

采用分步淬火法获得的奥贝球铁基体组

织为贝氏体+奥氏体+球墨，贝氏体数量3~2级，形态为羽毛状或针状；奥氏体数量1~2级；石墨球化1~2级，大小2~1级。机械性能达到 $\sigma_b$ 1010~1380N/mm<sup>2</sup>、 $\delta_2$ ~8%、 $\alpha_k$ 42~97J/cm<sup>2</sup>、HRC36~48，基本达到或超过西德标准GGG140B~GGG120B(80年草案)和美国QT协会指标3~4的等级以及加拿大奥贝球铁牌号3~4的级别。

本工作刚开始不久，分步淬火法还有很多需完善、改进的工作要做。

(转第62页)

(接第45页)

是色彩本身，而是通过着色的方法使各相具有不同的色彩，能够互相明显区别。要想使色彩成为检测某种相的指示色，就必须对试剂的使用温度、试样侵入的时间进行控制以达到再现性，而这就必须进行大量的工作，进行较为深入的研究。

### 参考文献

- [1] E. Beraha, B. Shpigler《彩色金相》林慧国译 冶金工业出版社 1984
- [2] 《Modern Casting》V77 No3 P34~35 (1987)

