

冷铁对球铁和灰铸铁的影响

【民主德国】 Dr-Ing Otto Liesenberg

在铸件生产中，为获得金属液的同时凝固，常应用冷铁。有时为加强补缩和得到最佳结晶，也用冷铁来控制定向凝固。对灰铸铁，为增加基体组织中的渗碳体以提高硬度，如机床床身的导轨面，也常常应用冷铁，但同时会给切削加工带来困难，并降低感应淬透性。本文主要研究冷铁对球铁组织和感应淬透性的影响。

一、冷铁对铸铁组织的影响

球铁和灰铸铁的比较研究

50×80×100mm试块，分别用GGL-25灰铸铁和GGG-6002球铁生产，成分如表1所示。铸型为采用和不采用冷铁的两种。球铁使用约90%平炉生铁和10%废钢为炉料。球铁合金为FeSiMg5，夹层法处理，同时在浇包内加入约0.7%的FeSi75进行孕育。试块使用标准的灰铸铁冷铁(20×55mm)，冷铁与铸件容积比 $V_1/V_0 = 0.3$ 。

表1 化学成分表

元素	GGL-25	GGG6002
C	3.150	3.650
Si	1.430	2.610
Mn	0.610	0.780
P	0.097	0.050
S	0.079	0.006
Cr	0.153	0.035
Mg		0.079

两种材料试块测试结果的比较如图1、图2、图3所示。

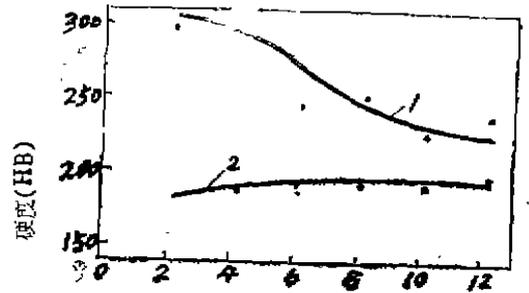


图1 使用冷铁两种试块的硬度比较
1-GGL-25; 2-GGG-6002

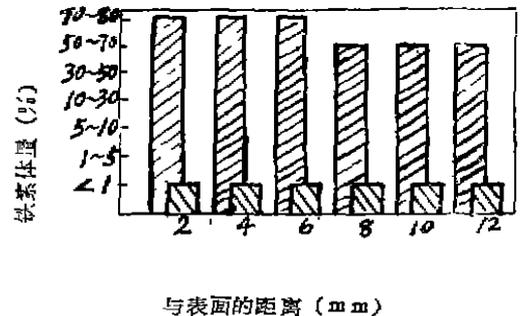


图2 使用冷铁两种试块铁素体量的比较

图例: GGG-6002 GGL-25

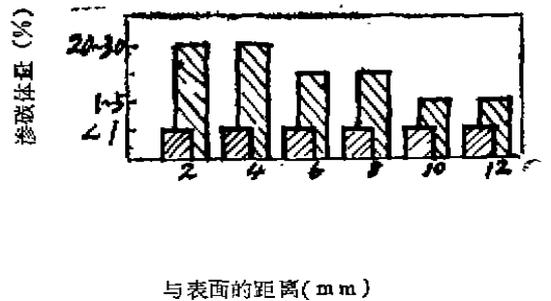


图3 使用冷铁两种试块渗碳体量的比较

图例: GGG-6002; GGL-25

由图1看到,使用带冷铁铸型生产的灰铸铁试块的硬度由内部到表面逐渐提高,从225HB提高到300HB以上。而球铁(GGG-6002)试块的表面硬度比内部硬度略低。

从图2可见,灰铸铁在冷铁激冷表层下4mm深处,形成20~30%的莱氏体,甚至在冷铁接触面下10~12mm深处仍有1~5%的渗碳体。而GG-6002球铁试块,在与冷铁接触面上的渗碳体量常小于1%。

大量细而分散的石墨是球铁试块冷铁接触面的典型组织,即使在表面下深8mm处(这常是机床铸件加工余量值),每平方毫米中也平均有230个石墨球,比未用冷铁的球铁试块面(60个/mm²)显著增多。表面层的石墨直径仅10~20μm。而试块心部是20~40μm,有时达40~80μm。

主要因为这些细而分散的石墨球,使元素碳在扩散过程中有更大的表面积,使球铁试块表面区铁素体量达70~80%,而心部只有50~70%,见图3。与冷铁接触面上较多的铁素体和极少的渗碳体,是球铁试块表面硬度降低的显微组织的原因。

二、几何尺寸对球铁组织的影响

第二组试验,选择不同的冷铁和铸件尺寸及硅含量,研究其对球铁组织的影响。铸件尺寸为200×130×80mm和200×75×40mm,两块100×75×50mm和100×75×30mm的冷铁放在下箱。各种不同尺寸的冷铁和铸件系统组合,使冷铁和铸件容积比 V_k/V_G 为0.26、0.4、0.52、0.75。

试块材料的研究证实了已叙述过的基本关系,发现即使 $V_k/V_G=0.72$ 这样激冷效果极强的铸型和 $CE=3.81\sim 3.84$ 的球铁,也不会再在铸件组织中产生可见的莱氏体。这种亚共晶成分球铁有很重要的实际应用价值。

另一特征是,冷铁与铸件容积比值 V_k/V_G 对球铁石墨球大小和数量的影响。图4表示的是石墨数量与 V_k/V_G 的关系。

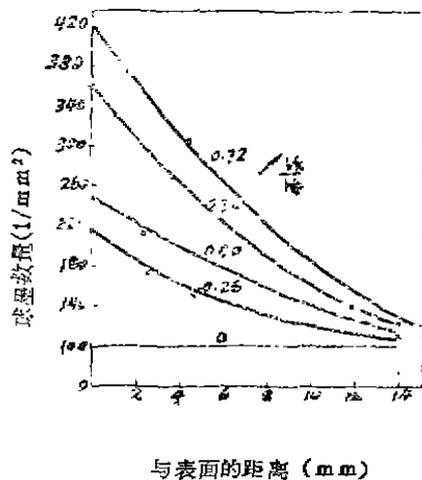


图4 球墨数量与 V_k/V_G 比值的关系

从图中可见,石墨数量随冷铁的激冷强度增加而增多,这是有效的冷却速度决定的。例如, $V_k/V_G=0.26$ 时,在浇注温度与730℃之间铸件冷却速度是11.4k/min,在 $V_k/V_G=0.72$ 时,冷却速度提高到28.5k/min(在与冷铁接触的铸件表面下5mm处测量)。

又一典型的特征是几乎在任何条件下,球铁件冷铁接触表面的布氏硬度或多或少均比心部低,只有 $V_k/V_G=0.5$ 时例外,这一试块的冷铁接触表面的硬度增加20~30HB。金属基体中石墨的分布,应作为重要因素加以关注。细而弥散的分布,会使溶解于奥氏体中的碳在冷却期间析出积累于石墨上。容积比值小的冷铁的蓄热作用也促进铁素体化。温度测量发现,浇注后冷铁温度立即急剧上升,达到热平衡后随铸件冷却。冷铁在浇注后达到的峰值温度(T_k)示于表2。显然,弱激冷强度的冷铁也可起蓄热作用,在达到温度平衡后,冷铁能延缓铸件面冷却速度,促进铁素体形成和降低硬度。

表2 冷铁峰值温度与容积比的关系

V_k/V_G	$T_k/°C$
0.26	813
0.40	730
0.52	720
0.72	580

从研究中可得出结论,即使厚大冷铁,对球铁的组织 and 机械加工性能亦无不利影响,而

灰铸铁却相反。对于尺寸长和壁薄的球铁铸件，尽管冷铁会加速铁水的凝固，但也不会妨碍正常的充型。

三、冷铁对球铁感应淬硬性的影响

为使机床导轨达到高的精度保持性，感应淬火是常常使用的方法。作为球铁感应淬火获得高硬度值的重要条件，是规定其基体组织中含有高的珠光体量以及相应高的化合碳量。

灰口铸铁的淬火经验指出，使用有冷铁的激冷铸型不利于淬硬效果。

为了确定冷铁对球铁导轨感应淬硬性的影响，对前面叙述的试块和各种球铁机床零件进行了淬硬处理，发现球铁基体组织，特别是石墨分布特点对淬硬效果是非常重要的。例如，尽管试块表面铁素体含量最高达80%，化合碳仅含0.08~0.27%，使用了冷铁的试块仍可保证淬火获得55~60HRC，数量众多的直径为10~20 μm 的细小石墨球的存在，被认为是主要的原因，这使感应加热时碳的扩散距离缩短，碳的表面积增加，改善了球铁的淬硬性。

在反复试验的基础上，球铁表面淬火硬度与原始组织的关系列于表3。

总的说，球铁与灰铁相反，冷铁可以改善球铁的淬硬性，而且冷铁的激冷能力越强，改善淬硬性的效果越好。

表3 表面层硬度与原始组织的关系

原始组织			淬火后表面硬度 (HRC)
石墨球直径 (μm)	铁素体含量 (%)	布氏硬度 (HB)	
10~120	<30	220	55~62
10~40	30~70	180	48~58
40~120	30~70	180	40~55
10~40	70~95	160	40~55
40~120	70~95	160	30~55

结论

机床球铁铸件使用冷铁不会出现像灰铸铁件那样增加渗碳体量和硬度的缺点。与灰铸铁相反，球铁件使用冷铁对机加工性能和淬硬性没有影响。采用灰铸铁件常用的厚度为20mm的冷铁进行对比试验，球铁件的效果是：

1. 在冷铁面下约10mm深范围内，石墨数量增多、直径缩小(10~40 μm)；

2. 铁素体量增加至80~90%，硬度降低。只有当使用 $V_L/V_G > 0.5$ 的厚大冷铁时，才能避免硬度的下降。

冷铁因能促进形成细晶组织，能改善球铁的感应淬硬性。由于石墨球径为10~40 μm ，即使初生组织中有80%铁素体，也能使表面淬火硬度达到55~60HRC。

原载 Foundry Trade Journal,

1988, 162(3367):292~296

彭规锦 摘译 姜炳煊 校

(编辑：高维纲)

周尧和教授被评为教育战线全国十大先进人物

在今年3月16日结束的中国教育工会三届三次委员会上，西北工业大学教授、中国机械工程学会铸造专业学会第四届理事会理事长周尧和同志，近几年来由于在教育战线锐意改革，重视教育，在教书育人中做出突出贡献，而被评为全国10名优秀教育工作者之一，并首

次获得由中国教育工会颁发的“尊师重教、为人师表”奖。

中国教育工会已设立专项基金，自1989年起，每年表彰一次教育战线十大先进人物。

(翟边 供稿)