

# 石墨的存在形态对铸铁性能的影响

王海涛, 张毅

(甘肃畜牧工程职业技术学院, 甘肃 武威 733006)

**摘 要:**介绍铸铁的发展及应用。主要对石墨的存在形态(形状、数量、大小及分布)及其对铸铁性能的影响进行了阐述。

**关键词:**石墨;白口铸铁;可锻铸铁;强度

**中图分类号:** TG25

**文献标识码:** B

**文章编号:** 1007-4414(2006)01-0057-01

## Impact of the feature of cast iron upon forms of graphite in existence

Wang Hai-tao, Zhang Yi

(Institute of Gansu farming engineering occupation technique, Wuwei Gansu 733006, China)

**Abstract:** This paper introduced development and application of cast iron. recommend plumbaginous existence with their shapes, amounts, size and distributings and it's impact for the feature of cast iron.

**Key words:** graphite; white cast iron; molleale iron; intension

铸铁早在公元前6世纪春秋末期就已开始使用铸铁制作生活用具和生产工具,比欧洲各国要早1900多年,广泛应用于机械制造、冶金、矿山、石油化工、交通、造船、纺织、国防等部门。工业常用的铸铁有白口铸铁、可锻铸铁、灰铸铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁、合金铸铁等具有不同的性能和组织特点,要了解其的本质,必须掌握石墨的形态(形状、数量、大小及分布)对铸铁性能是如何影响的。

铸铁的组织可看成是由钢的基体和石墨共同组成的,石墨本身的强度、硬度和塑性极低,接近于零,因此,铸铁中存在的石墨,就相当于在钢的基体上充满了大量的孔洞和裂缝,割裂了基体组织的连续性,减小基体金属的有效面积,所以铸铁的问题在于控制石墨的形态,也就是说,铸铁的性能主要取决于石墨的形态。目前,石墨的形态可分为4大类,即片状、蠕虫状、团絮状和球状,同时,铸铁也分为灰铸铁、蠕墨铸铁、可锻铸铁和球墨铸铁等几类。铸铁的发展,主要围绕如何改变石墨的数量、大小、形状和分布这一中心问题进行。

多品种的铸铁是在约2500年的漫长历史中逐步发展起来的,古代所生产的铸铁,主要是白口铁,白口铁中的碳以碳化铁的形式出现,因其硬度高、脆性大,故很少直接用来制造机械零件,主要用来制作汽车发动机凸轮轴、轧辊、犁铧及球磨机的磨球等。

战国早期人们将白口铸铁件放在炉内退火,尽管当时炉温不高,时间也不长,但可使表层的碳化铁分解为铁素体和团絮状石墨,由于石墨呈团絮状,削弱了石墨对基体的割裂作用,就使铸铁件表层有了韧性,成为可锻铸铁。迄今为止,人们仍采用这种方法来制作可锻铸铁件,可锻铸铁并不能锻造,但能受弯曲、耐冲击,也可以切削加工,是人类掌握的第2个铸铁品种。在球墨铸铁出现之前,可锻铸铁是铸铁当中性能最好的,由于可锻铸铁的退火时间长、生产过程复杂、生产率低,故其应用受到限制,而且有被球墨铸铁取代的趋势。

灰铁是人类掌握的第3个铸铁品种,灰铸铁中石墨以片状形态析出,因此灰铸铁的断口呈灰色,它可以进行切削加

工,是工业革命后制造机器的良好材料。灰铸铁的金属基体与钢的基体相似,但其抗拉强度只有相同基体钢的1/3左右,伸长率几乎为零,其力学性能不如钢的原因不在金属基体,而在片状石墨切断了金属基体的连贯性,石墨本身几乎无抗拉强度,也无伸长率,铸铁拉力试棒拉断时,断口沿着石墨片,跨越金属基体再到石墨片,石墨的密度为 $2.25\text{g/cm}^3$ ,约为珠光体的1/3.5,因此1.8%~2.9%游离态石墨所占体积要增大至3.5倍,达到6.3%~10.2%,另外,在片状石墨的尖角处易产生应力集中,造成铸件的局部损坏,并迅速扩展成脆性断裂,若片状石墨愈多、愈粗大、分布愈不均匀,则强度和塑性就愈低,正是由于大量弱化因子石墨片的存在造成了灰铸铁强度的大幅下降。由于金相技术的发展,人们认识到灰铸铁的强度主要取决于弱化因子,即片状石墨的数量、大小和分布,因此找到了提高铸铁强度的办法。①减少石墨总量,②控制石墨片的形状、大小和分布,灰铸铁的孕育处理正是这一理论的具体体现。值得一提的是,片状石墨固然是铸铁中的弱化因子,对强度、韧性、和冲击抗力不利,但又给铸铁某些有利特性,如消振能力、导热能力、减摩耐磨特性和切削性能等。灰铁是应用最广泛的一种铸铁。

1948年美英两国分别发明了用镁或稀土元素投入铁液,使石墨呈球状析出,这就是球墨铸铁,是人类掌握的第4个铸铁品种,从石墨对基体割裂和应力集中的影响看,最理想的石墨形状应该是球状的,因此球墨铸铁的强度高于灰口铁,铁素体球铁的强度相当于低碳钢,珠光体球铁的强度相当于中碳钢,这是以铁代钢的基础。球墨铸铁问世已有56年,其发展迅速之快令人惊讶,即使在经济不景气的情况下,球铁仍然有所发展,有人称球铁为不适当退却中的胜利者,特别是奥-贝球铁的出现增强了球铁的竞争地位,奥-贝球铁兼备高强度、高韧性和高耐磨性,被誉为近几十年来铸铁冶金中的最大成就之一,奥-贝球铁在石油、化工、海洋与船舶、仪器仪表及核工业许多领域都有广阔的应用前景,因此成为近年来球墨

(下转第59页)

使四号触点从A点直接运动到C点,使抱闸过程消失,整车机构从正向运动突然转到反向运动,电机和机械部件产生很大冲击,表现为行车的剧烈震动。

由于所用控制器为手动开断部件,其运动速度有限,触头开合从开始燃弧到燃弧彻底熄灭时间较长,故触头材料烧损严重。

综上所述,所有原因为大工作电流要求大的开合弹簧压力,造成了上述种种弊端。

#### 4 解决问题的思路

用于变频调速系统的控制器,由于所需电流极小,故操作力轻、形体小,在解决了操作者劳动强度的同时,也解决了打反车对行车造成冲击危害的问题。

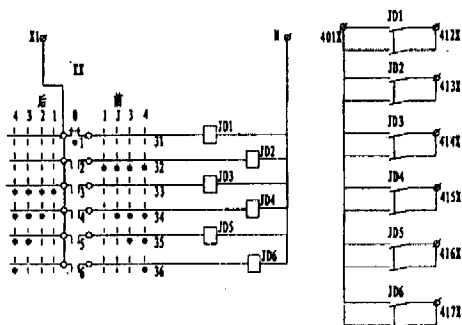


图4 小主令控制器电路图

图4通过中间继电器将小主令控制器的触点容量进行放大,中间继电器的触头组并联使用,以进一步提高使用寿命与

运行可靠性。①因为中间继电器控制回路的电流很小,控制器的触点容量为10A,彻底解决了控制器触点容量不足的问题。②中间继电器为快断、快合方式更有利于后续电器的性能发挥,自身工作寿命长。③故障率低、维护方便,适应冶金行业中连续生产的要求。在故障状态下,传统控制器的触点故障诊断及更换需详细检查,并需拆卸几个螺丝才能完成,因为检修场地狭小,给维修造成许多不便,如图5所示。此方案的故障均可通过中间继电器触点上的指示灯观察到,修复时仅将故障中继电器的触点拔下,插入备用触点即可恢复使用。④操作人员劳动强度和设备运行成本大幅降低。

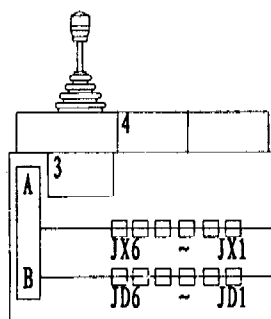


图5 小主令控制器示意图

综上所述,该方案基本解决了传统起重机控制台的使用弊端,在安阳钢铁(集团)股份有限公司同工况下的对比试验中,表现出很大优势,具有推广价值。

(上接第57页)

铸铁领域中一个新的研究重点。我国是世界上最先使用球铁的国家之一,20世纪50年代就开始用球铁试制柴油机的关键零件曲轴,据二汽统计,已生产球铁曲轴200万根以上,按今日物价,比锻钢曲轴可降低成本近10亿元。

蠕墨铸铁因其石墨成蠕虫状而得名,是介于片状石墨和球状石墨之间的一种石墨形态,性能介于灰口铁和球铁之间,蠕铁早在20世纪40年代就已发现,1948年,英国M. Morrogh发布“用铈制取球铁”的理论中就提到“在亚共晶铁液中加铈,可获得蠕虫状石墨”,但过去一直认为蠕铁是一种球化不良、失败的球铁而被忽视,1977年以后才被正式命名,近年来已受到广泛重视的新型铸铁。蠕铁的生产是往铁水中加入适量的蠕化剂,即可获得蠕虫状石墨,蠕虫状石墨比片状石墨要短、粗(长度比小于10,而灰铸铁石墨片的长度比一般为50~100),并具波浪式外缘,头部钝化,对金属的分割程度和应力集中的影响次于灰铁的片状石墨,此外,蠕铁的石墨外缘呈波

浪形弯曲,与金属基体的咬合情况比灰铁好,因此石墨难于剥落,有利于抗摩擦、储油和导热,比灰铸铁具有更优良的抗摩擦磨损性能。蠕铁的强度和韧性比灰铁好得多,与铁素体球铁相近,蠕铁的铸造工艺性与灰铁相近,比球铁好得多,蠕铁的生产成本比灰铁稍高,但比合金灰铁、可锻铸铁和球铁都低,由此可见,蠕铁是一种很有发展前途的优良结构材料。福特汽车公司近日宣布,将在其2.7L的V<sub>6</sub> LION柴油机上使用蠕墨铸铁的发动机缸体,蠕墨铸铁使发动机气缸壁厚为3~3.5mm,而普通的气缸壁厚为6mm,福特技术人员在美国艾斯顿大学的协助下研究蠕墨铸铁已历时20年之久,无数次的实验证明,蠕墨铸铁是替代现有发动机缸体的唯一材料,只有它能适应今后10年低排放法规要求的高气缸压力,这给蠕墨铸铁在发动机上的应用提供了广阔的拓展空间。

#### 参考文献:

- [1] 农绍华. 机械工程材料学[M]. 北京: 农业出版社, 1984.
- [2] 支德瑜. 铸铁件及其应用[J]. 汽车工艺与材料, 2000(8): 1-7.

#### · 信息 ·

### 高档数控螺旋锥齿轮设备研制跻身世界前三

随着湖南长沙中大创远数控装备有限公司竣工,中国第一条高档数控螺旋锥齿轮设备生产线正式投产,此举标志着我国高档齿轮加工设备研制取得突破性进展。中国机床工具工业协会总干事长吴柏林在参加中大创远公司竣工庆典时说:“此举打破了我国高档数控齿轮装备长期依赖进口的局面。中大创远数控装备有限公司也因此成为世界上第三家能够生产数字化螺旋锥齿轮设备的企业。”