

球墨铸铁热处理方法之探讨

陆卫倩(上海电机学院 机械工程学院,上海 200240)

摘要 详细介绍了球墨铸铁件的各种热处理、表面热处理工艺以及在生产中的应用,并简单介绍了新型纳米复合涂层在球墨铸铁件中的应用。

关键词 球墨铸铁 热处理 表面热处理 纳米复合涂层

中图分类号 :TG255; **文献标识码** :B; **文章编号** :1006-9658(2010)04-3

众所周知:热处理是一项改进金属材料品质的方法,借助热处理可以改变或影响铸铁的组织及性质,同时还可获得更高的强度、硬度和耐磨性等。

铸铁热处理的种类繁多,但基本上可分成两大类:第一类是组织构造不会由热处理而发生变化或者也不应该发生改变的,第二类则是基本的组织结构发生变化者。第一种热处理主要是用于消除内应力,热处理后组织、强度及其它力学性质等没有因热处理而发生明显变化。第二种热处理能使基体组织发生明显的变化,这种热处理大致分为五类:①退火:其目的主要在于分解碳化物,降低铸铁的硬度,提高加工性能;②正火:其目的主要用于改进铸铁组织、获得均匀分布的力学性能;③淬火:其目的主要是为了获得比较高的硬度和表面耐磨性;④表面硬化处理:其目的主要是获得表面硬化层,同时得到较高的表面耐磨性;⑤析出硬化处理:其目的主要是为获得更高强度。

铸铁种类繁多,有灰口铸铁、白口铸铁、蠕墨铸铁、球墨铸铁等等,它们的组织结构也各不相同。一般根据凝固过程中的析出物——共晶石墨或共晶碳化物来分类:基体内主要含片状石墨者称之为灰铸铁,主要含碳化物者称之为白口铸铁。事实上白口铸铁由于具有很高的硬度与脆性用途较少;而灰铸铁的性质主要是由共晶石墨的形状与大小而定,这些析出的石墨无法经由热处理予以改进,因此具有非常低的强度及硬度。但若铁液添加镁及稀土金属能使石墨在凝固过程中以球状析出成为球墨铸铁,那么情况就有所不同。由于球墨铸铁其性质与基体相同的钢接近,故通过热处理可使强度、硬度明显提

高,弹性模数、伸长率也有不同程度的提高。但是不同的热处理对球墨铸铁的作用完全不同,在工程上用的比较多的是退火、正火和析出硬化处理,事实上球墨铸铁同样可以通过调质、等温淬火处理以及渗氮、渗硼和低温气体碳氮共渗来改善其力学性能。下面就球墨铸铁的热处理方法予以探讨。

1 球墨铸铁的常规热处理

1.1 退火处理

若要提高球墨铸铁的韧性可采用退火处理。球墨铸铁在铸造过程中比普通灰口铸铁的白口倾向大,内应力也较大,球墨铸铁件很难得到纯粹的铁素体或珠光体基体。为提高球墨铸铁件的延性或韧性,可将球墨铸铁件重新加热到 900~950℃并保温足够时间进行高温退火,再炉冷到 600℃出炉变冷。在此过程中基体中的渗碳体会分解出石墨,奥氏体中会析出石墨,这些石墨集聚于原球状石墨周围,基体则全转换为铁素体,从而提高球墨铸铁的韧性。若铸态组织由(铁素体+珠光体)为基体+球状石墨组成,那么只需将球墨铸铁件重新加热到 700~760℃的共析温度上下经保温后炉冷至 600℃出炉变冷,就能将珠光体中渗碳体分解转换为铁素体及球状石墨来提高其韧性。

1.2 正火处理

若要提高球墨铸铁强度可采用正火处理。球墨铸铁正火的目的是将基体组织转换为细珠光体组织。工艺过程是将基体为铁素体及珠光体的球墨铸铁件重新加热到 850~900℃温度,原铁素体及珠光体转换为奥氏体,并有部分球状石墨溶解于奥氏体,经保温后空冷奥氏体转变为细珠光体,从而提高球墨铸铁件的强度。

1.3 淬火加低温回火处理

若要提高球墨铸铁的硬度可采用淬火并低温回火的方法。当球墨铸铁用作轴承等零件时往往需要

收稿日期 2010-03-31

文章编号 2010-045

作者简介 陆卫倩(1961-),高级工程师,原任上海机床厂有限公司磨床研究所高级工程师,现任上海电机学院副教授,主要从事零件失效分析和金属材料热处理

比较高的硬度,此时可将球墨铸铁件淬火并低温回火处理。具体工艺是 将球墨铸铁件加热到 860~900℃ 的温度,保温让原基体组织全部奥氏体化后再在油或熔盐中冷却实现淬火,后经 250~350℃ 加热保温回火,原基体转换为回火马氏体及残留奥氏体组织,原球状石墨形态不变。处理后的球墨铸铁件具有较高的硬度和一定韧性,同时还保留了石墨的润滑性能。

1.4 调质处理

若要提高球墨铸铁综合力学性能可采用调质处理。当球墨铸铁件用作为轴类件,如柴油机的曲轴、连杆,要求强度高同时韧性较好的综合力学性能,此时可对球墨铸铁件进行调质处理。具体工艺是 将球墨铸铁件加热到 860~900℃ 的温度保温让基体组织奥氏体化,再在油或熔盐中冷却实现淬火,后经 500~600℃ 的高温回火,获得回火索氏体组织(一般尚有少量碎块状的铁素体),原球状石墨形态不变。处理后强度、韧性匹配良好,适应于轴类件的工作条件。

1.5 等温淬火处理

若要获得较高强度的球墨铸铁可采用等温淬火处理。球墨铸铁等温淬火处理目的在于让球墨铸铁件的基体组织转换为强韧的下贝氏体组织,强度极限可超过 1100MPa,冲击韧度 $a_k \geq 32J$ 。处理工艺是:将球墨铸铁件加热到 830~870℃ 温度保温使基体奥氏体化后,投入 280~350℃ 的熔盐中保温,让奥氏体部分转变为下贝氏体,原球状石墨不变,从而获得比较高强度的球墨铸铁。

2 球墨铸铁表面热处理

2.1 表面淬火和激光热处理

若要在球墨铸铁件表面获得比较高的硬度而心部仍保持一定韧性可采用表面淬火处理的方法。表面淬火处理方法很多,可以是高频感应加热淬火也可以是火焰加热淬火和激光加热淬火等。具体工艺与整体淬火差不多,将球墨铸铁件表面加热到 860~900℃,保温一段时间让表面组织全部奥氏体化后再在油或熔盐中冷却实现表面淬火,然后在 250~350℃ 加热保温回火,以使表面组织转换为回火马氏体及残留奥氏体组织,表面组织中的原球状石墨形态不变。处理后的铸件表面具有较高的硬度,心部仍具有一定的韧性。

激光表面热处理除激光加热淬火外,还可在球墨铸铁件表面上实现激光相变硬化、激光冲击硬化等以提高球墨铸铁件的表面硬度。

2.2 表面化学处理

若要在球墨铸铁件表面获得非常高的硬度而心部仍保持一定韧性还可采用表面化学处理的方法。球墨铸铁的表面可进行渗氮、渗硼、渗硫以及低温气体碳氮共渗等,现用的比较多的是渗氮和低温气体碳氮共渗。渗氮前一般需要对球墨铸铁件进行退火、正火等预处理,然后用氨作为介质进行二段氮化处理。第一阶段氨分解率 20%~35%,保温一段时间后,将氨分解率提高到 45%~55%,保温后炉冷至 200℃ 出炉空冷,经过处理后球墨铸铁件表面硬度可达 900HV,脆性 2 级。低温气体碳氮共渗同样可以明显提高球墨铸铁件表面的硬度和耐磨性,共渗温度一般为 530~570℃,共渗介质为甲酰胺或三乙醇胺 50%+乙醇 50%。由于球墨铸铁中的碳和硅等元素比较多,可在共渗介质中再添加 NH_4Cl 和 TiH_2 , NH_4Cl 和 TiH_2 有催渗作用,能加速球墨铸铁的共渗过程。

3 纳米技术在球墨铸铁件中的应用

纳米技术是近些年发展起来的一种微粒尺寸在 1~100nm 之间的高性能材料。由于纳米材料具有良好的耐磨性及抗高温性能,因此在表面处理中已成为一种新途径。但因受纳米材料成本之约束,目前能运用于实际生产的主要是纳米复合涂层处理。所谓纳米复合涂层处理,是指在零件表面涂覆一层含有纳米材料的复合涂层(在纳米复合涂层中除纳米材料外还有其他相存在)这种复合镀层具有超强的耐磨性和自润滑性,此外还具有高热稳定性和耐腐蚀性,并且因为涂层为多层复合,因此涂层与基体结合力及涂层的韧性非常高,大幅提高了零件的疲劳抗力,使零件的使用寿命大幅延长。

试验证明,如果将这种纳米复合涂层涂覆在球墨铸铁件表面,能使球墨铸铁件表面具有纳米材料的优异特性及复合涂层的综合力学性能^[1]。当然,尽管纳米复合涂层技术在实验阶段已取得不少成果,但目前能够真正实现商业化的纳米复合涂层技术主要还是添加性的纳米复合涂层技术。目前添加的纳米颗粒主要有纳米氧化物、纳米碳化物、纳米氮化物以及纳米金属和纳米合金,具体添加那种纳米颗粒应视球墨铸铁件表面要求的力学性能而定。

4 结语

本文详细介绍了球墨铸铁件的各种热处理工艺,并简单介绍了纳米技术在球墨铸铁件表面处理中的应用。从文献资料来看,经纳米技术表面处理后的球墨铸铁件具有良好的自润性、良好的耐磨性、良好的耐蚀性,因此是一种非常有前途的表面处理

通过模具结构的优化解决 低压铸造铝合金汽车轮的飞边问题

邢秋林，王 岩(佛山市南海中南铝车轮制造有限公司，广东佛山市 528247)

摘要 阐述了模具配合结构的改良与优化，为铝合金汽车轮低压铸造生产中的模具飞边问题，提供了可行的解决方案。

关键词 模具结构；低压铸造；铝合金；车轮

中图分类号：TG249.3；文献标识码：B；文章编号：1006-9658(2010)04-2

低压铸造是我国目前铝合金汽车轮产品制造行业应用最为广泛、最为成熟的铸造成型技术之一。在我公司，从上个世纪 90 年代初就开始应用低压铸造方法来生产铝合金汽车轮，长期以来积累了十分丰富的生产经验，这里主要介绍铝合金汽车轮产品低压铸造生产中，通过在模具配合结构上的优化和改良，减少和消除铸件的飞边问题。

铝合金汽车轮低压铸造中，飞边问题不仅制约着铸造生产的稳定、持续进行，也降低了金属液的利用率，提高了生产成本。同时，飞边问题也妨碍机加工装对铸件的装夹和定位，影响工件加工的尺寸精度，需要工人手工进行清理；还有，生产中还会出现部分飞边残留在模具分型面上的情形，这些飞边也需要工人及时的清理，否则模具将无法合型到位，影响下个铸件的正常生产。飞边问题给工人带来了许

多额外的工作量，不仅加大了工人的劳动强度，也降低了生产效率，增加了制造成本，严重影响了企业的经济效益。因此，减少或消除模具飞边，对于铝合金汽车轮产品的低压铸造生产有着十分积极的意义。

如图 1 所示，经长期考察发现，新模具在试制或生产时，通常模具飞边主要集中在上、下型与侧型的分型面，而侧型之间的分型面基本不会或很少产生飞边现象，只是在模具生产数量超过万件，或时间超过一年后，随着模具使用次数的增加和时间的

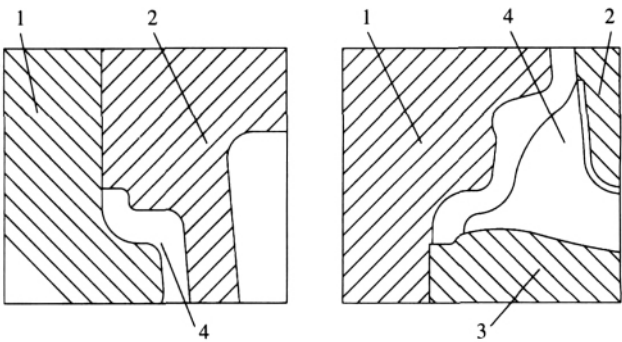


图 1 常规上、下型与侧型直面配合的结构设计
1.侧型 2.上型 3.下型 4.模具型腔,铸件

收稿日期 2010-04-14

文章编号 2010-058

作者简介 邢秋林(1978-)，男，湖南益阳人，机械设计工程师，从事铝车轮新产品设计开发工作十余年，主要研究计算机技术在新产品设计开发中的应用

工艺，当然具体如何应用还有许多工作要做。

[1] 武利民.纳米材料在涂料中的应用[J].材料导报，2001，15(4)：51-52.

参 考 文 献

Heat Treatment Methods of Nodular Cast Iron

LU WeiQian

(School of Mechanical Engineering Shanghai Electric Mechanical Institute，
Shanghai 200240，Shanghai China)

Abstract：Various heat treatment，surface heat treatment technology and applications on nodular cast iron have been described in details with brief introduction to current application of the nano-composite plating layer on nodular cast iron parts.

Keywords：Nodular cast iron；Heat treatment；Surface heat treatment；Nano-composite coating layer