



[12] 发明专利申请公开说明书

[21]申请号 93105223.8

[51]Int.Cl⁵

[43]公开日 1994 年 3 月 9 日

B22D 15/00

[22]申请日 93.4.8

[30]优先权

[32]92.4.9 [33]SE[31]9201140-2

[71]申请人 辛特卡斯特有限公司

地址 英国伦敦

[72]发明人 S·L·巴科鲁德

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利代理部

代理人 全 菁

B22D 3/00 B22D 15/02

说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 具有非均匀石墨组织的整体结构铸件的
制造方法

[57]摘要

本发明涉及一种整体铸件的制造方法,该铸件在其最终产品的不同部分具有蠕虫状和球状的非均匀的石墨晶体分布,这是通过调整铁水的成分和物理性能或局部形核能力,使铁水依据凝固时间和/或局部形核能力而在铸件希望获得蠕虫状石墨组织的部分以较大比例的蠕虫状石墨晶体进行凝固而获得的。在铸件希望获得高比例球状石墨晶体及相应的小比例蠕虫状石墨晶体的部分,通过调节其局部形核能力而得到球状石墨组织,保证在凝固过程中使铸件这部分的热量更快地从铸件上传走,所采取的方式是,或者使铸件的这部分具有薄截面或者在铸型中设置吸热元件。本发明的方法特别适于制造机动车的发动机部件和动力传递部件。

权 利 要 求 书

1、一种整体生铁铸件的制造方法，该铸件在其最终产品的不同部分具有蠕虫状和球状的非均匀的石墨晶体分布，其特征在于，调整铁水的成分和物理性能或形核能力，使铁水依赖于凝固时间和/或局部形核能力在铸件要获得蠕虫状石墨组织的区域以较大比例的蠕虫状石墨晶体和相应地小比例的球状石墨晶体进行凝固；保证铸件上通过调节局部形核能力而获得所希望的高比例球状石墨晶体的部分在凝固过程中热量被迅速从铸件上传走，所采取的方式是或者使铸件的这部分具有薄截面或者给铸型设置吸热元件，使所述部分的铸型温度能够在足够短的时间内下降，以获得所期望的球化比例。

2、根据权利要求 1 的方法，其特征在于，调整铁水中变质剂的含量，使该含量相当于 0.010—0.025 活性的溶解镁的含量或是某些其它变质剂的相应的含量。

3、根据权利要求 1 和 2 的方法，其特征在于，设计铸件，使希望主要得到球状石墨组织的部分在温度 1150—1000℃范围内的冷却速率至少为 5KS^{-1} 或更高，而在希望得到蠕虫状石墨组织的区域其冷却速率 $\leq 1\text{KS}^{-1}$ 。

4、一种用于在机动车，如小汽车、卡车、公共汽车或铁路车辆的轮盘制动器中啮合制动盘的飞轮的制造方法，其特征在于，摩擦部件与飞轮轮毂的厚度之间的比例大于 3，最好是 5。

5、一种根据权利要求 1—4 的方法所制造的飞轮，其特征在于，飞轮是在砂型中铸造的，所用铁水含有 0.010—0.025 的活性溶解镁或等量的其它变质剂，飞轮轮毂部分的厚度为 4

—8mm，具有用于与离合器片相接触的表面的飞轮外部的厚度为 25—35mm。

具有非均匀石墨组织的 整体结构铸件的制造方法

本发明涉及一种铸件的制造方法，该铸件是作为一个整体结构铸造的，它具有可控的非均匀石墨组织。根据本发明，这种铸件可以这样铸造，例如，在铸件的特定部分具有蠕虫状石墨组织，而在其它的部分则具有球墨组织，从而使所述铸件在不同的部分具有不同的性能。

具有蠕虫状石墨组织的蠕墨铸铁是介于具有片状石墨组织的灰铸铁和具有球状石墨组织的球墨铸铁之间的一种中间形式。

蠕墨铸铁具有期望的独特的性能，这些性能包括好的机械和物理性能及好的机加工性能，这使得这种材料特别适合制作机械结构中的许多机械部件，其中包括大批量制造的机械结构，主要是发动机及特别用于机动车的泵。铁基的高度合格的材料及机加工方法通常不用于特殊的产品，如飞机发动机，也不用于那些制作要求非常高的产品，因此，这类产品的制造不在本发明的范围之内。

蠕墨铸铁将包含以蠕虫状石墨形式析出的石墨，该石墨根据 ISO/R945—1969(E) 被定义为“Ⅲ型”石墨或根据 ASTM A247 被定义为“Ⅳ型”石墨。这种形式的石墨在英国（1948）被首次发现并从此而用于小规模地制造特殊的部件。制造规模小的

原因是因为不能以足够的精度来控制铁水的性质和成分以保证具有足够生产重复性的铸件的成分及石墨结构。

蠕墨铸铁的性能大约在灰铁和球铁的性能之间，例如，蠕墨铸铁的弹性模量高于灰铁弹性模量 30—40%，就是说蠕墨铸铁的弹性模量几乎与球铁的相同。蠕墨铸铁比灰铁具有高的延展性（通常高 10 倍以上），并且具有更高的抗拉强度（是灰铁抗拉强度的两倍）。蠕墨铸铁的疲劳强度比灰铁高 100%，并且基本上与球铁的疲劳强度处于同一数量级。蠕墨铸铁的导热性与灰铁的导热性处于同一数量级，但大大高于球铁。

因此可以看出，有充分的理由将蠕墨铸铁用于那些要求将好的强度与高的导热性相结合的机械结构中。

鉴于在获得蠕墨铸铁的重复性生产中所经历的困难，在更早的时候是不可能制造这种形式的铸件的。

在 WO—A1—89/04224 (PCT/VS88/03693) 中给出了一种方法，它用于控制铸造涡轮叶片的径向凝固，以在毂部得到细晶粒结构，而在整个叶片部分获得一种定向凝固的晶粒结构。上述晶粒结构是通过加热环绕部分铸模的部件并冷却铸模内的部件而得到的。

但是，通过分析在试样（取自相应的金属液）凝固过程中由温度传感器得到的相对于时间的温度数据，可以确定金属液中形核剂（nucleants）和变质剂的浓度，这能够精确地确定金属液在铸型中凝固所用的方式，而且也能够调整孕育剂和变质剂的含量，以给予铸件所期望的性能。在该方面参见 SE—B—8404579—8 或 US—A—4667725，按照这些专利说明书，前述的值是借助于两个置于试样熔池中的温度传感器来测定的，在凝固过程开始时，该熔池中的金属液与试样杯的温度处于热力学

平衡状态。

上述温度传感器中的一个放在试样杯内熔融金属的中心，而另一个传感器则置于大致在杯壁处的金属液中在凝固过程中对杯壁上过冷的金属液所记录的温度值为 (T_w^*) ，在杯壁上的再炽热值为 (rec_w) ，在杯壁和样杯中心之间具有一个正的温度差 (ΔT_+) ，并且在杯壁和杯中心具有温度的导（函）数 $\frac{dT}{dT} W'$ ，在不变的平衡生长温度下 $\frac{dT}{dT} C = 0$ ，根据这些与模拟取样条件下的已知参考值的有关的数值，可以确定结晶形核剂的存在及含量，并且可以确定组织变质剂的量，以及可以通过向熔液的补充或通过停（滞）留时间来修正形核剂和组织变质剂的含量，这样，就可以使结晶形核剂和组织变质剂的含量符合要在铸件中得到希望的石墨结构所需要的含量。

组织变质剂通常是由镁和任意的稀土金属、特别是铈组成的。

当溶解的活性镁量，以及与其相当的其它结构变质剂、即在液体中存在的这些元素的量（这些元素有其独立的固态氧化物和硫化物）达到约 0.035% 或更高时，金属液凝固时石墨将呈球状析出，如果上述元素的含量降至约 0.015%，则石墨将呈蠕虫状石墨析出，如果上述含量再降至约 0.008% 以下，则石墨将呈片状析出，铸铁将凝固成灰铸铁，显然，在约 0.010—0.025% 的含量范围内，将主要形成蠕墨或致密石墨铸铁。在上述的专利说明书之前，不可能在连续生产中制造具有重复性的蠕墨铸铁。

现在参照实施例和附图对发明作更详细的描述。

图 1 表示了石墨晶体结构随所溶解的活性镁的不同含量及

形核物质的局部浓集而变化的曲线；各条曲线分别表示不同的冷却速率和形核物质不同的区域变化；

图 2 表示了一个传统的飞轮；

图 3 表示了一个按照本发明设计和制造的飞轮。

除了组织变质剂的量（以溶解镁的百分数表示）外，形核质点的数量和占优势的凝固速率对组织的形成也起着重要作用。这种作用表示在图 1 中，其中底部曲线表示石墨晶体的球性(nodularity)是如何变化的(0%对应于完全的蠕墨铸铁,100%对应于完全的球铁，即（球墨铸铁。当形核粒子的数量增加和/或凝固速率增加时，曲线向上和向图的左边位移。

所以，如果形核粒子的数量和/或凝固速率在铸型中呈区域变化，铸造出的材料将具有不同的组织并从而具有不同的性能。根据本发明，通过适当地选择形核添加物和/或适当地选择凝固条件，可以人为地控制在铸件的不同部分所希望得到的组织及性能。

也可以对应于金属液中溶解的活性镁量绘制一条以球状形式析出的石墨量的曲线，现在发现也可以绘出一些类似的曲线，其中将凝固速率考虑在内，如单位为 KS^{-1} 。当凝固速率增高、S 形曲线向左移动时，就得到了不同凝固速率的不同曲线。如前所述，图 1 中所包括的曲线，曲线 I 的凝固速率为 $1KS^{-1}$ ，曲线 II 的凝固速率为 $5KS^{-1}$ 。因此，在铸造时，如果在铸型中铁水含有 0.018% 的溶解的活性镁，并且保证型腔及铸件具有这样一个尺寸，即，提供有用于冷却铸型的冷却体或热吸收介质，以使冷却速率为（例如） $5KS^{-1}$ ，那么，在铸件的这一部分，铸件的凝固将具有 50% 的球状石墨，如果该铸件的其它部分以 $1KS^{-1}$ 的速率凝固，最终的石墨组织将基本上是带约 5% 球墨的

蠕虫状石墨组织。这样，就能使要生产的铸件在其不同的部位具有一种非均匀的石墨组织。例如，如果使要得到球墨组织的铸件的区域快速冷却，如冷却速率为 5KS^{-1} ，则在图 1 所示的具有 0.018% 的活性溶解镁的情况下将得到包含有约 50% 的球状石墨的组织，它和以速率 1KS^{-1} 凝固的铸件（在该铸件中仅有 5% 的球状石墨成分，而石墨的主要部分则以蠕虫状石墨存在）相比具有更高的机械强度但导热性较低。如果将热从铸型中的金属液中以每单位时间内不同的量排走，则通过使铸件的将以球墨进行凝固的部分变薄、或通过紧贴这些部分设置吸热或传热装置（例如冷却元件或冷却蛇管），即能够得到上述这种结果。

对于铸造领域的普通技术人员来说，显然可以在铸型内设置冷却回路和冷却元件。但是，就申请人所知，这些冷却回路和冷却元件的设置大多是用于在给定的铸造工艺下改善填充性、降低薄截面的冷却速率及提高厚截面的冷却速率，从原理上来说，这与本发明的思想是相对立的，并且将会引导技术人员远离本发明的思想而不是朝向本发明的思想。

可以将与机动车发动机相连的飞轮作为按照本发明的方法所制造的产品的一个例子。飞轮由具有轮毂的转动盘所构成，轮毂与曲轴相连并与之一起转动。当离合器啮合时，发动机转矩通过摩擦盘和离合器传动板传递到驱动轴上，该驱动轴经过变速箱驱动车辆。在车辆起动及正常的驱动中，通过从飞轮上提起离合器传动板而解除驱动力，然后在离合器滑移期间再重新啮合，上述这两个机械部件之间所产生的摩擦力使得这种机械功被转变成热能，而热能必须从飞轮的四周传走。同时，整个发动机的力经过飞轮轮毂传到离合器传动板上，因此，飞轮必须有高的机械强度和高的弹性模量，特别是在飞轮的轮毂处。

由于飞轮所需要热传导性，飞轮通常是由灰铁或不同的材料制成，而且为了安全起见，要求飞轮特别在其轮毂部分具有超大的尺寸。灰铁还具有低的尺寸稳定性。在由不同的材料制造飞轮时，当然可以优化其性能，但这种方案使得制造费用过高。因此，希望铸造一种飞轮，其圆周的摩擦面由至少 80% 的蠕墨铸铁和 $\leq 20\%$ 的球墨铸铁所构成，这些值对应于一个推荐的标准，其中于摩擦面上存在的材料将具有所希望的高导热性，同时也具有高的耐磨性。飞轮在轮毂部分的石墨组织具有超过 50% 的球状石墨，这样一种材料类似于球铁，它和其它类型的铸铁相比具有高的机械强度和高的刚性。当由灰铁向球铁过渡时，飞轮轮毂部分的厚度可以减小一半，当由摩擦盘中的至少含有 80% 蠕虫状石墨的材料过渡时，尽管机械强度和刚性将大大提高，但却得到了与灰铁相同的导热性。已知可以全部由蠕墨铸铁来制造飞轮，虽然这种飞轮优于由灰铸铁制造的飞轮，但在实施本发明时却不能大大地节省材料。

通过使质量沿径向向外移，可以在较低的总重量下保持飞轮相同的转动惯量，这是主要的目的之一。

图 2 示出了一个由灰铁制造的飞轮，图 3 示出了一个具有非均匀石墨组织的飞轮，即在飞轮的外部是蠕墨铸铁，而在其轮毂部分是“球铁”。其尺寸如下表所示。

表 1

	图 2	图 3
D	350	350
d	139	220
B	25	30
b	12	6

铸造飞轮时，轮毂处的薄截面（约 6mm）的冷却通常将足以满足凝固速率，以形成超过 50% 的球状石墨，飞轮是在普通的砂型中铸造的。实质上，冷却将取决于铸型的结构。但是，如果温度的下降不理想，则在造型时可以在砂型靠近轮毂的部位放置冷却体，以使离开铸件的热更快地被吸收。

本发明也可用于铸造汽缸体，以在其中提供一种非均匀石墨组织。

汽缸体是承受大量不同应力和变形的机械部件的一个实例。例如，一个发动机的汽缸通常置于缸体的上部并承受特别的热应力。在缸体上部的汽缸内产生燃烧，在此出现非常大的温度差。在发动机的这一部分工作温度一般非常高。在铸造之后，在将缸体装到一个成品发动机上之前，缸体的这一部分要大量地加工。因此，缸体这一部分的可加工性就是缸体的一个主要性能。缸体所需要的其它性能是好的导热性、高的尺寸稳定性和高的刚性。所有这些要求，蠕墨铸铁均能很好地满足。

汽缸体的下部通常容纳着曲轴和发动机连接装置，它主要应具有好的机加工性、高的减振性和满意的刚度。显然，蠕墨铸铁是这种发动部件最理想的材料。缸体的上部和下部之间的部分具有相当薄的壁并且具有最重要的性能，即高的机械强度，这部分可以适当地由球铁或至少一种包含高比例球状石墨的铸铁构成。球墨铸铁，例如由于其导热性不好，将变得非常热，从而容易失去其尺寸稳定性并且不容易处理。缸体的上述中间部分不受与缸体其它部分相同程度的热影响，但较其它部分具有更高的强度要求。这些部分通常不加工。因此，在这些区域中“球铁组织”是一种最理想的组织。

由上述内容可显然看出，本发明的方法能够生产（例如）最佳组织的发动机缸体，在这种情况下，需要对最终铸件或缸体的这些部分进行适当的冷却，以便通过局部引入形核物质而得到一种具有高比例球状石墨析出或有利于球状石墨形成的最佳组织。

可以通过向铸型内部希望获得高比例球状石墨凝固的区域提供形核物质的方法来局部引入形核物质，例如，这可以通过在浇铸之前向铸型内表面的所述部位上喷射细粒硅铁稀浆的方法来实现。

实际上，本发明并不局限于参照飞轮和汽缸体的制造所描述的实施例。

例如，本发明的方法可以同样用于制造能够由铸铁生产并具有非均匀石墨组织的刹车片和其它发动机部件。

车辆的制造构成了本发明所能应用的一个主要领域，因为在该领域中减小重量具有特别重要的意义。计算表明，在汽缸体中使用蠕墨铸铁同使用灰铸铁相比，重量可减小 30%，但并不降低发动机的功率。

当根据本发明的方法来设计制造发动机时，还可进一步减小重量。

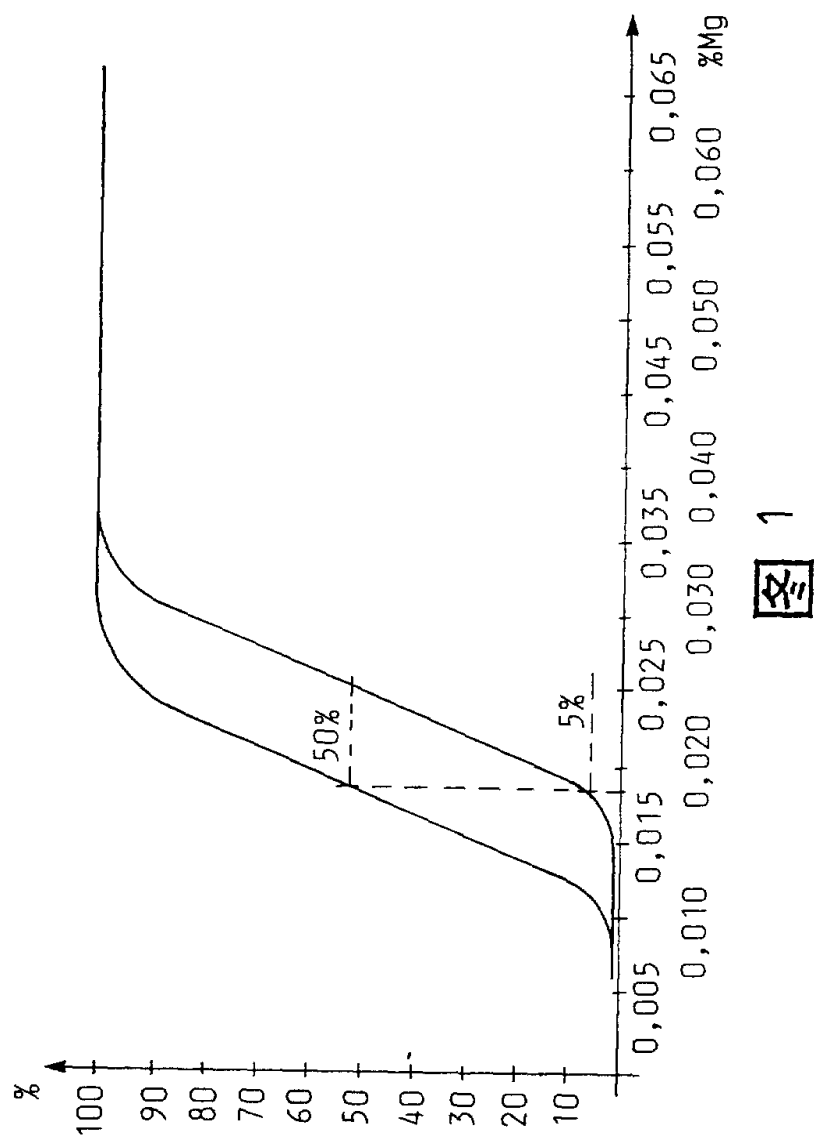


图 1

