DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2019.06.015

ZJH 整铸机体工艺设计及其铸孔弯曲问题改进措施

刘爱军,姜　周
(大连机车车辆有限公司 铸锻分公司,辽宁 大连 116021)

摘　要:为了生产出 12 V ZJH 机体铸件,并解决油道管弯曲的关键技术问题,通过设计合理的铸造工艺方案,以及"预提芯组芯"操作方法,解决难点。最终生产出合格产品。并为同类产品生产提供借鉴。

关键词:机体;组芯;深孔铸造

中图分类号:TG255　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2019)06-0577-03

Technological Design of ZJH Type Block and Improvement of the Bending of Casting Hole

LIU Aijun, JIANG Zhou
(Casting and Forging Branch, Dalian Locomotive and Rolling Stock Co., Ltd., Dalian 116021, China)

Abstract: In order to produce 12 V ZJH body casting and solve the key technical problems of oil duct bending, the difficulties were solved by designing a reasonable casting process scheme and the operation method of "withdraws core assembly core". Finally produces the qualified product, and provides the reference for the similar product production.

Key words: engine block; core setting; deep hole casting

机体是柴油机的重要铸件,在主滑油道、冷却水道设计,均采用深孔铸造的方式[1]。由于长度方向较长,中间没有支点,造成铸件通道弯曲。特别是组芯时,砂芯自然向下弯曲,影响合箱及浇注后铸孔的同轴度。不论是技术难度,还是操作难度都非常大。

1　工艺分析

1.1　结构简介

机体为 V 型结构,外形尺寸为 3 600 mm×1 285 mm×1 290 mm(图 1 所示),材质为 QT500-7。在两侧各有一根贯穿整个机体长度方向的铸造深孔,形成主机油道和冷却水通道。机体零件要在其不同位置装配传动曲轴、凸轮轴、缸盖、缸套动力组。

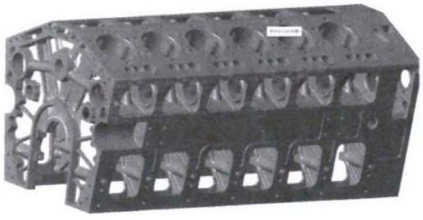

图 1 零件示意图
Fig.1 Engine block part

机体作为典型的结构件,尺寸公差与形位公差要求很高。针对加工要求及对铸件相对尺寸分析,采用我公司成型—八箱劈模— 封砂工艺方案。工艺特点是方便组芯,大部分主体芯全在下箱,仅凸轮轴芯在侧箱。在工艺设计时,根据机体铸件结构选择合适位置分模;根据分模高度,确定砂箱高度。下箱组芯完全开放,有利于检验关键位置砂芯之间的壁厚的均匀性,可有效的保证机体的铸造尺寸精度和操作质量。同时也大大降低了操作难度。

1.2　铸造工艺参数确定

根据工艺方案,以及铸件的件重、结构制定工艺参数。

对于大型铸件,浇注时间是抑制砂芯气体卷入铁液,控制铸件浇注过程的重要质量标准之一[2],尤其对于机体这种大型铸件来说更为重要。根据经验公式:$t=(2.5\sim3.5)\sqrt[3]{G}$ 计算得浇注时间 60 s。正确的浇注时间,保证铸型型腔内的气体从冒口、排气孔及时的排出;同时 1 000 kg 以上,均采用柱塞式浇口箱,避渣、充型效果都好。故采用开放式浇注系统,其比例为 $F_{直}:F_{横}:F_{内}=1:1.2:1.4$;最小的截面积在直浇道。根据公式计算 $F_{直}\approx79\ cm^2$。所以 $F_{直}$选用 3 道 $\phi60$ 浇口管,内浇道采用在大芯内预埋 $\phi30$ 搭配 $\phi40$ 陶瓷管的方法,按铸件结构 12 道陶瓷管从浇注

收稿日期:2019-01-21

作者简介:刘爱军(1972-),辽宁大连人,硕士,高级工程师.主要从事铸造工艺开发设计方面的工作.
电话:0411-84197333,E-mail:013500004249@crrcgc.cc

底面分散引入。

球墨铸铁在经过共晶转变时，析出的石墨会产生膨胀。发生共晶膨胀的金属液，受球铁铸件壁厚、冷却条件以及化学成分、铸型性质等因素影响[3]。凝固过程中共晶膨胀力可达到 5.7～10.0 MPa。树脂砂型芯硬化后的强度足够大，使膨胀向铁液内部发展，直接压缩金属结晶后的空隙，完成自补缩，减少缩松倾向。呋喃树脂砂型芯，硬化后的强度达到 1.0～1.5 MPa，满足高强度型腔条件。机体整体壁厚均匀，但存在局部热节：如油底壳面、曲轴孔、缸头螺栓孔等处。将冷铁应用于球墨铸铁，平衡整体温度场。冷铁提高机体局部厚大位置的冷却速度，使铸件均衡凝固，减小产生缩松的倾向。同时冷铁增大热节位置的型腔强度，有利于减小缩松；严格的控制浇注温度与铁液成分，达到无冒口要求。

1.3 熔炼工艺的确定

本机体材质为 QT500-7，屈服强度≥320 MPa，属于铸态高强韧性球墨铸铁。选用合金含量较低的本溪高纯生铁优化炉料成分，控制化学成分 3.65%～3.75% C，1.40 %～1.60% Si，0.40%～0.45% Mn，S≤0.02%，P≤0.07%，2.50%～2.70% $Si_{终}$。

球化剂采用稀土镁硅铁合金 FeSiMg9RE9 并根据铁液含硫量进行调整；孕育剂采用硅铁 FeSi75Al1.5-B 和硅钡复合孕育剂（VI-270，块度 5～10 mm）。选用高径比较大的球化包，球化剂分层舂实覆盖钢板，做到逐层反应，延长反应时间，提高球化率。铁液经过 3 次孕育：炉前一次随流硅钡；包内块状硅钡复合孕育；浇注现场二次随流孕育。

2 油道弯曲改进

该产品为 V 型机体，主机油道和冷却水通道各是一根长 3.2 m，ϕ80 mm 的砂芯，为保证强度，在中心预埋了芯铁，增大了砂芯自重。劈箱造型的工艺方案，决定了砂芯下方的凸轮轴芯，在合箱时砂芯才由侧向进入(图 2)。所以长孔砂芯除两端固定外，型腔中间没有支撑点。在凸轮轴芯和长孔砂芯上方固定的芯撑，也只能留出较大的间隙量(8～10 mm)，保证最小壁厚。所以铸件油孔出现弯曲现象。

(a)合箱前位置　　(b)合箱后位置

图 2 合箱示意
Fig.2 Core setting

为解决弯曲问题，凸轮轴芯和长孔砂芯上方的大芯，固定高度为壁厚的芯撑。下方固定高度减小 2～3 mm 作为合箱间隙。采用提钩将因自重下垂的长孔芯子，在中心处向上提起，砂芯平直，与上芯撑贴合，将间隙留在下方。凸轮轴芯从侧面进入后，提钩顺着筋板夹缝撤出，油道长孔芯落到下面芯撑上(见图 3)。浇注时长孔砂芯由于浮力向上，减小壁厚偏差。达到在型腔内固定在正确位置的目的，浇注时使其不移动、不漂浮、不偏斜。此方法为其它类似结构铸件深孔铸造，在操作上提供了可靠的操作依据。

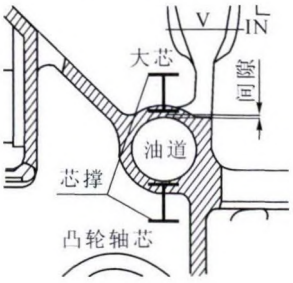

图 3 组芯芯撑
Fig.3 Core assembly chaplet

3 生产验证

此工艺方案实施后，现已生产机体 20 余件，均已加工后组装柴油机。铸件经过检测，球化球大小达到 6 级，探伤检测完全符合设计要求。通过“预提芯组芯”方法操作实施铸件，铸管弯曲最大 3 mm，完全符合使用要求。达到工艺设计预期目的。

4 结语

(1)选择比例合适的浇注系统及铸造工艺参数，是机体铸造的基础。

(2)逐次孕育的工艺方法，对铁液的质量提升有

（下转第 581 页）

表 2 不同壁厚铸态高强度高韧性球铁化学成分 w(%)

Tab.2 Chemical componet of ductile iron for High strength and toughness with different thicknesswith

试样	成分 w(%)		C	Si	Mn	P	Cu	Sn	S
1#	壁厚	6 mm	3.52	2.50	0.15	0.036	0.25	—	0.016
2#	壁厚	8 mm	3.50	2.60	0.20	0.035	0.30	—	0.015
3#	壁厚	10 mm	3.48	2.62	0.30	0.036	0.40	—	0.016
4#	壁厚	12 mm	3.55	2.60	0.35	0.035	0.50	—	0.015
5#	壁厚	30 mm	3.53	2.68	0.30	0.035	0.20	0.020	0.016
6#	壁厚	40 mm	3.55	2.65	0.35	0.035	0.25	0.027	0.014
7#	壁厚	50 mm	3.45	2.70	0.40	0.037	0.30	0.030	0.015
8#	壁厚	60 mm	3.60	2.80	0.50	0.037	0.40	0.049	0.013

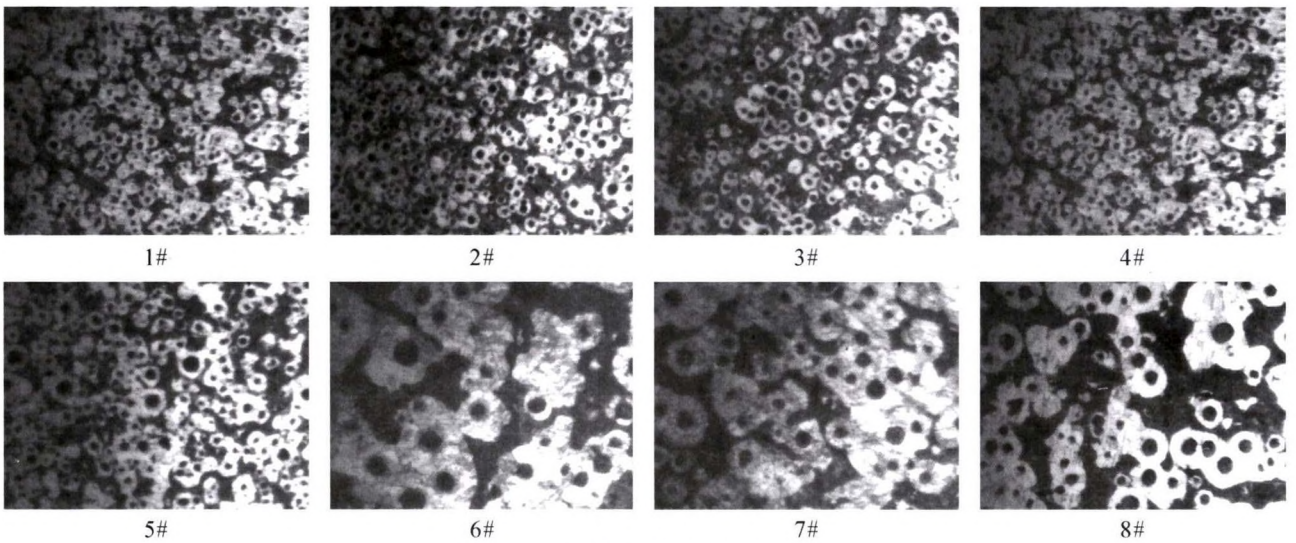

图 1 试样的金相组织

Fig.1 Metallographic structure of specimen

6 结论

(1)在实际生产中通过控制影响铸态微观组织的因素，控制铸态球墨铸铁件的铸态基体组织和力学性能。

(2)铸态高强度高韧性球墨铸铁件的生产，要根据不同壁厚条件，合理设计化学成分，选用不同合金化工艺，在熔炼条件一定，保证球化孕育的基础上，通过控制基体组织比例，发挥合金强化作用，满足不同壁厚铸件的高强度高韧性要求。

(3)采用硅固溶强化，可以提高铁素体基体强度，并增加铸件强度，得到铸态高强度、高韧塑性的铸件，在薄小球墨铸铁件的凝固过程中，可以硅的固溶还可以在凝固过程中抑制珠光体的比例，阻止渗碳体的生成，铸件本体综合性能满足 QT600-10 要求。

参考文献：

[1] 吴德海，钱力，胡家骢. 灰铸铁、球墨铸铁及其熔炼[M]. 北京：中国水利水电出版社，2006:64-74.

[2] 《铸造技术标准手册》编委会. 铸造技术标准手册. 北京：中国物质出版社，2004:90,165.

(上接第 578 页)

显著效果。

(3)通过“预提芯组芯”方法，解决油道管弯曲的关键技术问题。

参考文献：

[1] 何兵，平涛. 大功率柴油机的研究发展[J]. 柴油机，2003(1):4-8.

[2] 李明，马素娟. 防止碱性树脂自硬砂生产 6200 曲轴缩松的措施[J]. 现代铸铁，1999(12):13-16.

[3] 孙云山. 大功率柴油机曲轴树脂砂铸造工艺的研究[D]. 南京：南京理工大学，2004.