

工程机械铸铁件工艺特性及质量控制

河北钢铁集团宣工公司（张家口 075100） 常宏志

我公司铸铁分厂主要生产工程机械所用的分动箱、变速箱、轮毂、阀体及行星架类铸件，单重从几千克到几百千克，品种达300多种。在长期的生产实践中，对此类铸件的工艺特性有了较深刻的理解，现对本公司铸件的工艺方法和质量控制措施进行总结，以供铸造同行参考。

一、造型材料的选择

由于工程机械类铸件生产批量大，种类多，结构复杂，因此要求型芯砂有较高的强度。呋喃树脂自硬砂工艺成熟，其配套设备系列化、标准化，原辅材料市场广泛，其粘结剂树脂加入量1.0%以下，成本较低，旧砂再生性好，回收率可达90%，因此从工艺性、成本控制和环保性考虑，呋喃树脂自硬砂作为造型材料是最理想的选择。采用呋喃树脂砂生产的铸件，粘砂、砂眼、皮下气孔等缺陷明显降低，尤其复杂砂芯可以不用芯骨，可简化造型、制芯操作，生产效率大幅提高。

二、不同类别铸件的工艺特点

1. 箱体类铸件

箱体类铸件壁厚一般在10mm左右，属于“皮薄馅大”类铸件，砂铁比高，容易产生气孔、冷隔缺陷。因此，在进行该类铸件工艺设计时，优先考虑“顶注”原则，采用开放式浇注系统，倾斜浇注，在浇口对面设置溢流冒口，起到排气、收集冷铁液的作用；上平面大口处尽量设计芯头，以便砂芯中的气体从上芯头排出；充分利用透孔作为砂芯的支撑点，尽量避免芯撑的使用，以减少冷隔缺陷。典型件如T165推土机的罩盖，铸造浇冒口系统设计如图1所示。

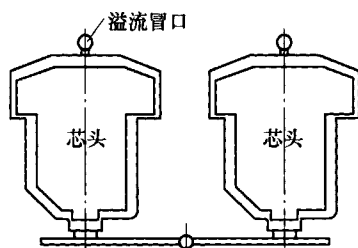


图1 罩盖浇冒口系统

2. 飞轮类铸件

飞轮类铸件直径在500mm左右，壁厚40mm左右，此类铸件属于厚实体铸件，容易出现缩孔、疏松缺陷，因此工艺重点是进行补缩。

补缩的方式一是用冒口补缩，采用热冒口或边冒口的方式，冒口体采用方形冒口，“扁、薄、宽”的冒口颈，但对于压边冒口来说，压边宽度不可太小，依笔者的经验取12~16mm比较适合，既可有效补缩，又可防止局部过热而产生缩孔；二是加冷铁的方式，充分利用石墨化膨胀进行自补缩，这两种措施相配合，厚实的轮类铸件质量即可得到控制。但要规定冷铁的使用次数，以免由于冷铁表面氧化而导致其激冷能力下降和产生呛火缺陷，一般来说冷铁表面氧化层和石墨氧化层达到0.2~0.4mm时就应该停止使用，推荐使用次数为15次。

飞轮类典型铸件结构和工艺如图2、图3所示。

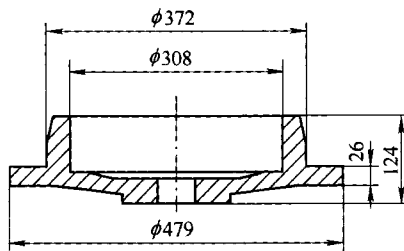


图2 飞轮结构

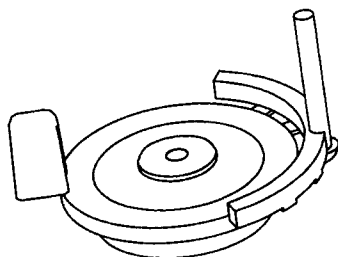


图3 飞轮铸造工艺

3. 缸体类铸件

虽然缸体类铸件也属于环状铸件，但由于存在油道及环体上的切槽，铸件易产生气孔及缩松缺陷，工艺难度较大。在进行工艺设计时要充分考虑油道芯的排气，采取在油道芯中加设尼龙气道，以及加大芯头等方式进行排气；还要考虑冒口的补缩范围，根据铸件直径大小设置冒口数量。对于材质为HT250的铸件来说，不需要使用冷铁，但对于球墨铸铁来说，必须在油缸底面加冷铁才能防止缩松缺陷。难度较大的缸体零件铸造工艺如图4所示。

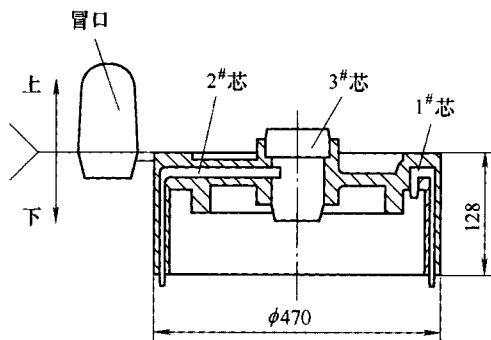


图4 缸体铸造工艺

4. 变速箱体类铸件

此类铸件的典型特点是高宽比大，壁厚较小，在工艺设计时依然是采取“顶注优先”的原则，便于铸型和砂芯中气体的顺利排出。对于灰铸铁箱体，铸件自补缩能力强，不用考虑补缩冒口，球墨铸铁箱体一般在上平面设置顶冒口，可对铸件下部有效补缩。在铸造工艺参数上，不同方向的收缩量要进行调整，一般长度、宽度方向为1%，高度方向为0.5%。为了克服铸件高而造成的起模困难，在制作模样时，起模斜度取正值，芯盒斜度与模样外皮一致，保证壁厚均匀。由于铸件冷却速度快，砂芯阻碍收缩，易产生裂纹，因此在砂芯中要设置增加退让性的材料或制作中空芯筒，也可推迟打箱时间，防止铸件裂纹。典型铸件结构和工艺如图5、图6所示。

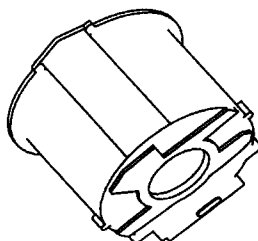


图5 变速箱结构

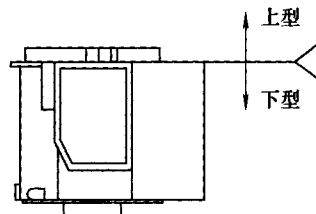


图6 变速箱铸造工艺

5. 阀体类铸件

阀体类铸件一般来说重量在几十千克，质量要求严格，不但不能有表面缺陷，而且要求材质致密，不得有缩松、缩孔缺陷；内腔尺寸精度要求高，不得有粘砂或披缝缺陷。基于上述要求，进行阀体类铸件工艺设计时，内腔砂芯最好采用热芯盒制芯，以充分保证尺寸精度和表面质量，芯头砂型和砂芯部分要有合理的间隙，保证砂芯能自由收缩，造型时一定要采取措施保证砂芯产生的气体能排出铸型。在铸件致密度控制上，最好采用发热冒口进行充分补缩，并采用高Si/C比配方，充分利用石墨化膨胀提高致密度。在内腔清洁度控制上，可以采用电化学清砂的方式，个别阀体由于结构原因，电化学清砂易产生裂纹时，必须采用手动喷砂机进行内腔清理，确保内腔质量。

典型球墨铸铁阀体结构设计如图7所示。

从该件结构上看主要有两大难点：一是属于厚大件，可能存在内部缺陷；二是砂芯复杂，芯盒制作难度大。

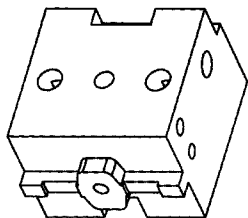


图7 阀体结构

第一个难点采用直径90mm、高150mm的发热冒口进行补缩解决。

第二个难点的解决方法如下：

此铸件形成油道的砂芯呈空间网状结构，整体出砂很难实现，组芯是唯一的方法。根据零件使用要求及砂芯的结构特点，我们将砂芯分为三个部分分别制作。分配方案体现以下原则：

(1) 尽量将尺寸要求高、功能相同的部分置于同一个芯盒中，保证尺寸精度。

(2) 尽量将形状复杂、出砂难度大的部分平均分配给各个芯盒，减小操作难度。

(3) 尽量将定位基准统一到一个芯盒上，保证砂芯相互之间的定位精度。

(4) 尽量增加定位面面积, 保证最终粘结强度; 尽量将粘结面置于靠近阀孔处, 防止在阀体内部形成无法清理的拔缝。

按上述原则对砂芯进行分割, 如图8所示。芯盒完成后, 我们对组装好的砂芯及最终铸件进行了划线检查, 结果显示, 重要油槽尺寸精度达到 $\pm 0.5\text{mm}$, 各层砂芯的组装精度达到 $\pm 1.5\text{mm}$, 完全满足了铸件的使用要求。

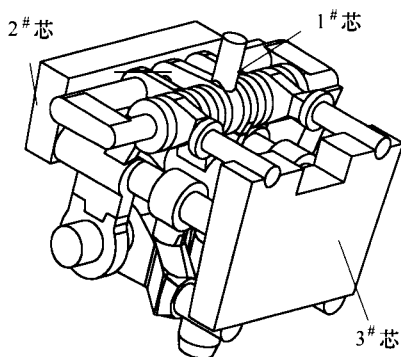


图8 阀体内腔砂芯组装

6. 行星架类铸件

由于要求对行星架作平衡试验, 对高度尺寸和径向尺寸均有很高的要求, 因此芯盒和模样均采用树脂模型。为了保证尺寸精度, 芯头要采用整体圆柱形式, 支承柱和圆盘均在芯盒中出, 模样芯头和芯盒芯头部分采用同一母模进行配翻, 以提高配合精度; 各支承柱用同一木模翻树脂模型; 为了保证各空档的高度, 考虑铸件在高度方向收缩受阻, 制作时芯盒高度减小 $1\sim 2\text{mm}$ 。SD7高驱动推土机二三排行星架结构和模样如图9、图10所示。

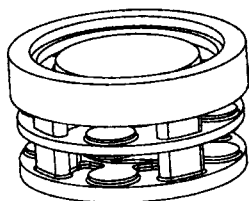


图9 行星架零件

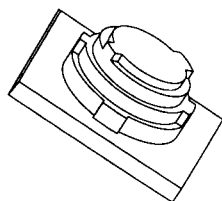


图10 行星架模样

三、适合树脂砂生产的工艺措施

1. 吊砂工艺

由于呋喃树脂砂填砂时流动性好, 抗拉强度高, 因此可推广应用吊砂工艺, 减少箱体、轮类、轴承座类铸件的砂芯数量, 提高铸件尺寸精度和生产效率, 减少清理工作量, 降低成本。我公司的典型箱体有特卡系列高驱动推土机的变速箱体、变速箱盖、链轮壳, 以及T140—1的齿轮壳体、主

离合器壳体等复杂箱体件, 利用树脂砂成功实施了吊砂工艺 (见图11), 提高了铸件等级。

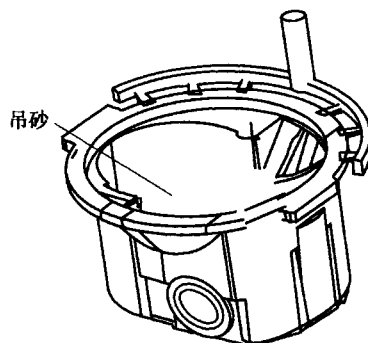


图11 变速箱体吊砂工艺

2. 叠箱造型工艺

由于树脂砂强度高, 对于活塞、隔板等简单铸件, 可以采用叠箱工艺, 以提高生产效率, 降低砂铁比, 节约浇注面积, 降低铸件成本。具体方法是把模样置于一带底板的木框内, 造型时, 首先制作平底砂型, 然后在木框内填砂刮平, 砂型硬化后把砂型从木框中起出, 放于平底砂型上, 然后将第二个叠加到第一个上面, 以此类推, 一般可叠加 $6\sim 8$ 个铸型, 具体数量根据铸件高度而定。

由于球墨铸铁件对铸型刚度要求高, 此方法不适于球墨铸铁件。

3. 熔炼工序质量控制

由于铸铁件存在石墨化膨胀, 虽然可以进行自补缩, 但也使铸件补缩量不确定, 要保证铸件内在质量, 需要对铁液成分和浇注温度等因素进行系统控制, 尤其对于球墨铸铁件更为重要。我公司采用质量相对稳定的山西翼城生铁和本溪生铁为原料, 同时使用优质的铸造焦炭, 确保稳定的铁液成分和较高的出铁温度 (1450°C)。在此基础上, 可以把碳当量提高到 4.8% , 从而在保证铁液牌号的前提下, 尽可能地提高铁液的自补缩能力, 熔炼工艺采用冲入法出铁槽随流孕育。

四、结语

对于工程机械类铸件, 灰铸铁件工艺和质量控制措施稳定、成熟, 铸件废品率低; 球墨铸铁件工艺难度较大, 补缩困难, 每种铸件都要经过充分的工艺验证, 或使用凝固模拟软件进行调整, 做到既保证铸件质量, 又有最好的经济效益。MW

(20121020)