● 消失模铸造专栏 Lost Foam Casting Column ●
DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2020.03.018

消失模铸造“金龙攀玉柱”浇注系统

刘立中
(杭州规矩铸造设备有限公司,浙江 杭州 311400)

摘　要:大型设备需用3根空心特种合金钢轴,采用直立侧注阶梯浇注工艺的消失模铸造。当钢液从圆柱的一侧注入时,注入钢液的一侧,比远离内浇口的对称一侧温度要高,两侧的收缩量不同,将导致铸件弧形变形。“金龙攀玉柱”浇注系统采用旋转弧形曲线侧注,通过流场的调节,使热场合理分布,有效的解决了空心轴的变形问题。

关键词:消失模铸造;合金钢轴;“金龙攀玉柱”浇注系统

中图分类号:TG243　　**文献标识码**:A　　**文章编号**:1000-8365(2020)03-0279-04

Spiral Pouring System in Lost Foam Casting

LIU Lizhong
(Hangzhou Guiju Casting Machinery Co., Ltd., Hangzhou 311400, China)

Abstract: Three hollow special alloy steel shafts were needed for large equipment. Lost foam casting by vertical side casting step casting process. When the molten steel was injected from one side of the cylinder, the temperature of the injected side of the molten steel was higher than that of the symmetrical side far from the inner gate, and the shrinkage of both sides was different, which would lead to the arc-shaped deformation of the casting. The results show that the “golden dragon climbing jade column” spiral pouring system adopts the side injection of rotating arc curve, the heat field is reasonably distributed through the regulation of flow field, and the deformation problem of hollow shaft is effectively solved.

Key words: EPC; alloy steel shaft; “golden dragon climbing jade column” spiral pouring system

1　铸件情况

铸件名称:空心轴;材质:ZG25CrMoCu;几何尺寸:ϕ360 mm×ϕ280 mm×2 300 mm;单件重量:650 kg;空心柱状结构,壁厚40 mm;铸件做无损探伤,铸件内部不允许有任何缺陷。

2　消失模铸造工艺过程

2.1　启发:公司电话告之空心轴浇注不成的时候,刚好路经天安门,华表撞入眼帘,受此启发联想到浇道如能像攀绕华表玉柱的金龙一样,空心轴的热场不是就能平衡了吗。

想法告诉厂里后,经过模型工师傅的精心制作,金龙攀玉柱浇注系统问世了。

2.2　泡沫模使用兴达牌302#珠粒加工的泡沫板材手工拼接;密度16 g/L;(图1)直立摆型,直浇道呈螺旋形缠绕空心轴,自底部200 mm处设第一道内浇道,每向上300 mm加内浇道一处,内浇道截面积25 mm×40 mm。最底部设集渣箱:ϕ420 mm×ϕ240 mm×ϕ300 mm;水基石英粉涂料,涂层厚1.8~2.0 mm(图2)

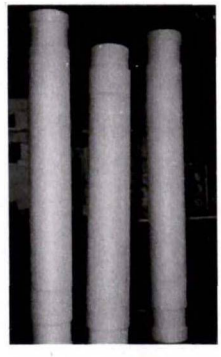

图1 空心轴泡沫型
Fig.1 Foam mold of hollow shaft

2.3　底砂厚度100 mm,震实后首先将准备放置在中空轴内的临时真空管直立放置在砂箱中央位置(图3)。

2.4　泡沫模型全高3 250 mm,底砂厚100 mm,顶部吃砂300 mm,要求砂箱全高3 650 mm。如果设计

收稿日期:2020-02-15

作者简介:刘立中(1945-),吉林长春人,高工.主要从事消失模铸造基础理论、铸造工艺及消失模铸造专用设备方面的工作.电话:13504412613

图 2 金龙攀玉柱浇道
Fig.2 "golden dragon climbing jade column" spiral pouring system

图 3 筒内腔插真空管
Fig.3 Vacuum tube inserted in the barrel cavity

单体砂箱，埋箱操作将十分不便，故设计 3 节组合砂箱。底节砂箱抽真空装置在砂箱底部，为底抽式负压砂箱；中上节砂箱抽真空装置在砂箱侧壁，为侧吸式砂箱，每节砂箱单独与真空管路接通。为了便于出砂出件，底节砂箱设计两个侧开的装置，可以进行静态出砂。本案例的组合砂箱使用旧砂箱改造的。底节砂箱的填砂埋型特别重要。先检查砂箱底部的真空筛网是否有损坏和锈蚀，如果有要更换新筛网后才能使用。加临时真空管是为了提升和维持中空轴管腔内真空度放置的，全高 3 650 mm 的管腔，如果只靠上下两个 ϕ240 mm 的开口，浇注过程中管腔内难以维持较高的真空度，型砂会溃散发生垮箱。

另外，ϕ240 mm×ϕ3 650 mm 的砂柱没有芯骨支撑，也容易受钢液冲击和推挤发生位移，导致垮箱。所以，此处的临时真空管有芯骨和抽吸真空双重作用，起到防止芯砂溃散、位移，提高管腔内真空度，吸附钢液中轻质夹杂物多种功能。

临时真空管制作很简单，焊管 30 mm×30 mm 间距密集钻 ϕ7mm 孔，修磨光滑，螺旋缠绕 100# 不锈钢筛网后，再用 40# 铁筛网保护，管口一端封闭，另一端用胶管与真空管路接通即可。连接真空管路一端要有阀门控制。

临时真空管定位后，放置泡沫模型。模型放置前要认真检查涂层不能有裂纹，更不能有露白。临时真空管要居管腔中央，不得碰壁；砂箱接口要保证不漏气，本案例砂箱间加垫 6 mm 厚聚苯乙烯泡沫条；螺栓紧固后，用不干胶条封闭砂箱间隙；各节砂箱都单独有真空接口，加上管腔内的临时真空管，本案例共有 4 个真空胶管与砂箱相连通。砂箱较高，为了操作方便，将砂箱放入浇注坑内。（图 4~ 图 6）。

图 4 第 2 节砂箱加砂
Fig.4 Sanding the knot box

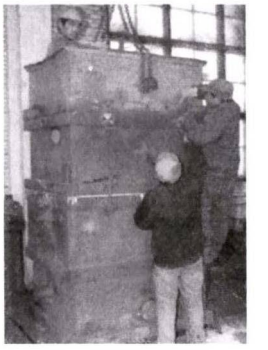

图 5 第 3 节砂箱加砂
Fig.5 Sanding the No.3 knot box

图 6 共 4 条真空管
Fig.6 Altogether 4 vacuum tubes

2.5 钢液调质脱氧后，升至 1 700 ℃出炉；浇包烘烤成暗红色（约 700 ℃）。

茶壶嘴钢液包，钢液简单扒渣后即浇注，钢液温度 1 630 ℃，真空度 0.05 MPa，浇注过程顺畅，真空度稳定在 0.045 MPa；保压 15 min 停泵；保温 9 min 开箱，将砂箱撤去真空管，清除浇口杯后吊至落砂斗，先打开箱底泄砂口放松，再松开一、二

箱砂箱的紧固螺栓(图 7),吊离二、三节砂箱(图 8),整体吊出铸件,此时铸件温度约为 850 ℃,呈亮红色,随着铸件逐渐降温冷却,涂层自然剥脱,获得了理想中的中空轴铸件(图 9~ 图 11)。

图 7 开箱出砂
Fig.7 Open the mold and out of the sand

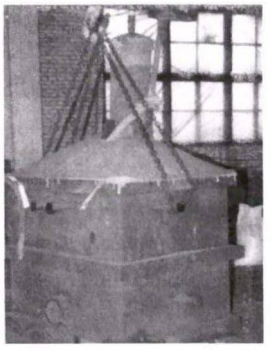

图 8 开箱出砂
Fig.8 Open the mold and out of the sand

图 9 出件
Fig.9 The casting sand

图 10 涂料剥脱良好
Fig.10 The paint peeling well

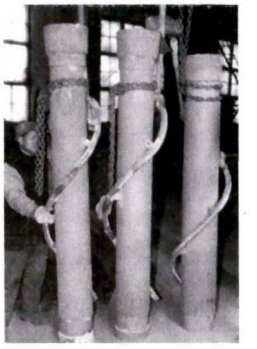

图 11 铸件无缺陷
Fig.11 Defect-free casting

3 讨论

3.1 金龙攀玉柱浇注系统作者的异想天开之作,却符合消失模铸造工艺所有必须遵循的原则, 如:"能立勿卧" 的摆放姿势;"通过流场的调节使热场合理分布",防止发生应力变形;通过临时真空管的设置,调整管腔内真空度,发挥"负压场的缺陷导向作用"。为了防止增碳发生,在底部设置集渣箱,收集受碳污染的钢液,顶部的环形冒口,有良好的补缩作用,涂料的合理配方,良好的热强度和剥脱性能,都是可圈可点的。

此件机械加工,没有发现任何瑕疵;探伤铸件组织致密,无缺陷;因属军工产品,能按时交货,受到上级奖励。

3.2 图 12 是山西翼城段克利的杰作, 几何尺寸: ϕ650 mm×3 250 mm; 单件重量:4 500 kg; 材质: ZG40Cr26。比起笔者的示范之作,无论高度、直径、重量、壁厚都大得多!是金龙攀玉柱浇注系统难得再现的案例。

图 12 工艺再现
Fig.12 The casting process representation

此件用于某电厂送煤管路,是关键的一段,无法找到替代品。认真分析, 这个大口径的高铬铸钢管,也只有金龙攀玉柱浇注系统最为合理。首先, 3 250 mm 长的管子,一定要立着摆。而且一定要是阶梯式的。至少要 5、6 级。浇注系统的位置,有设在

筒内或筒外两种选择。如果设在筒内，首先是 ϕ650 mm 的口径无法粘结 5、6 节浇注系统，即使粘结好了，挂涂料也困难。

管径 ϕ650 mm，内浇道至少要 4 点切入，即双“S”形。两条直浇道长度约 1 400 mm，假如是 5 级阶梯浇道，长度是 7 000 mm；加上直浇道 3 500 mm，总长超过 10 m。浪费合金钢液，丢失大量热量，所以，浇注系统设在筒内不可选。

浇注系统设在筒外，也有两种选择：一侧阶梯浇道，直浇道长度 3 500 mm，100 mm 长内浇道，5 节共 500 mm 长，总长度 4 m；但一侧进钢液，钢液充型距离约 1 m，流程较长，降温较多，两侧会有较大温差和收缩差，会弓曲变形。所以，浇道设在一侧有风险！

螺旋状的金龙攀玉柱浇注系统，虽然浇道略长于一侧浇道，但热量分配相对合理，没有变形风险，是理智的选择。

金龙攀玉柱浇注系统成功再现，说明并非笔者一时冲动，是多年现场实践经验的沉淀。

参考文献：

[1] 刘立中，刘宁. 消失模铸造工艺学[M]. 北京：化学工业出版社，2019,5.

[2] 魏兵，袁森，张卫华. 铸件均衡凝固技术及其应用[M]. 北京：机械工业出版社，1998.

[3] 张鸣一，郭瑞，高平，等. 采煤机截割滚筒叶片保护耐磨块消失模制备工艺[J]. 铸造，2019，68(9)：1060-1064.

[4] 将辉，綦宗超，宋学恩，等. 中速机灰铁飞轮缩陷原因分析及防治[J]. 中国铸造装备与技术，2018,53(4):62-64.

招贤纳士

襄阳聚力新材料科技有限公司

一、招聘销售工程师

任职要求：

1. 本科及以上学历，铸造、耐火材料、冶金、有色金属专业，熟悉二维、三维绘图软件者优先考虑。
2. 2 年以上铸造行业耐火材料销售或铸造涂料销售经验者。
3. 2 年以上铸造行业用中频炉或压铸行业工业炉销售经验者。
4. 2 年以上铸造行业铁合金生产或销售经验者。
5. 2 年以上耐火材料技术研发或产品应用经验者。
6. 2 年以上铸造涂料技术研发或产品应用经验者。
7. 2 年以上有在铸造厂工作经验，对中频炉熔炼或造型工艺熟悉者。
8. 在压铸厂或铝厂工作 2 年以上，对有色金属铜铝熔炼工艺流程熟悉者。

二、招聘销售经理

任职要求：

1. 大专及以上学历，铸造、耐火材料、冶金、有色金属专业，熟练掌握办公软件，懂产品市场宣传，营销策划者优先考虑。
2. 5 年以上铸造行业耐火材料销售、铸造涂料或类似工业品销售经验者。
3. 5 年以上铸造行业用中频炉或压铸行业工业炉销售经验者。
4. 性格外向，诚信可靠，乐观向上，抗压力强。
5. 逻辑思维清晰，做事干净利落，工作效率高。
6. 善于多部门或多层次沟通协调。

三、销售助理

任职要求：

1. 男性，30 岁以下，本科学历，身体健康，适合经常出差。
2. 性格外向，诚信可靠，乐观向上，抗压力强。
3. 逻辑思维清晰，做事干净利落，工作效率高。
4. 善于多部门或多层次沟通协调。

有意向者请将简历发送至邮箱 wuhaiyan@xyjllc.com