

高温合金熔模铸件生产过程质量监督

贺凯歌, 高 勇, 滕旭东, 梁小刚

(空军装备部驻常州地区军事代表室, 江苏常州 213161)

摘要: 简要介绍了高温合金熔模铸件的生产过程, 从人、机、料、法、环等方面分析高温合金熔模铸件生产过程中存在的薄弱环节, 有针对性提出了解决的思路和对策, 对下一步做好高温合金熔模铸造生产过程质量监督工作具有一定借鉴意义。

关键词: 高温合金; 熔模铸件; 质量监督

高温合金熔模铸件是指以高温合金为原材料, 采用熔模铸造工艺生产的一类铸件。该类铸件具有优异的高温强度、良好的抗氧化和抗热腐蚀性能, 并且有较高的尺寸精度和表面光洁度, 广泛应用于航空发动机热端工作部件, 如机匣、涡轮盘、涡轮导向器、涡轮工作叶片等。高温合金熔模铸件生产工艺流程复杂, 且不易控制, 抓好高温合金熔模铸件生产过程的质量监督是确保发动机质量安全的重要环节^[1]。本文主要分析高温合金熔模铸件生产过程中存在的问题, 并提出相应的解决方案, 以为高温合金熔模铸造生产过程质量监督工作提供一定指导。

1 高温合金熔模铸件的生产过程

高温合金熔模铸件一般采用真空熔模铸造, 其主要工艺流程: 首先根据产品模具进行蜡模压制, 然后蜡模表面均匀涂上耐火材料, 待其硬化干燥凝固后, 进行脱蜡焙烧, 再将高温母合金熔炼、浇注, 最后对毛坯进行加工、热处理、无损探伤、终检入库等。以某型产品为例, 其具体工艺路线如图1所示, 其中型壳制造、合金熔炼浇注为关键工序。熔炼浇注、均匀化、热等静压、补焊、固溶热处理等工序为特殊过程^[2-3]。采用的主要生产设备有: 压蜡机、机械手、配浆机、沾浆桶、淋砂机、脱蜡釜、焙烧炉、三室真空感应熔炼炉、真空真热处理炉、热等静压炉、氩弧

作者简介:

贺凯歌(1982-), 男, 助理工程师, 从事航空产品质量监督工作。电话: 13621586946, E-mail: 81337386@qq.com

中图分类号: TG247

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2021)

11-1325-04

收稿日期:

2021-06-15 收到初稿,

2021-07-15 收到修订稿。

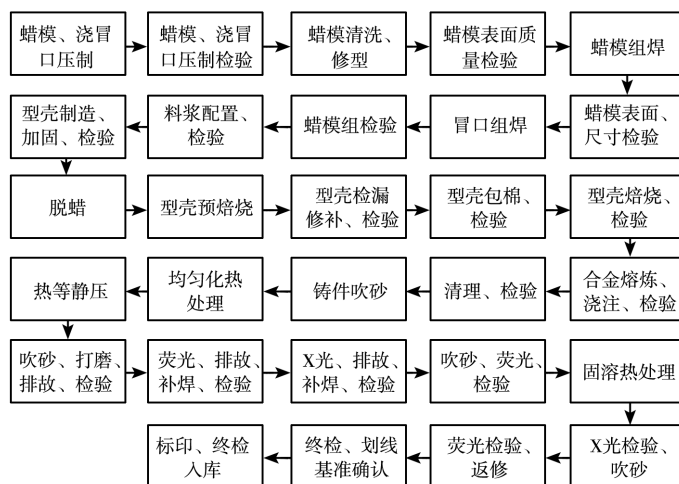


图1 某型产品工艺路线图

Fig. 1 Process route map of a product

焊机、吹砂机、角磨机、高压水枪等。检测设备主要有：渗透检验线、X光机、三坐标测量仪、高度尺、划线机等。

2 高温合金熔模铸件生产过程中的薄弱环节

在高温合金熔模铸件生产过程中，影响其产品质量因素很多，只要有一个环节出现问题，都会对产品的质量产生不可估量的损失，一般存在以下薄弱环节。

2.1 人员能力素质与岗位需求存在一定差距

高温合金熔模铸件生产过程工序多，操作复杂，对人员能力素质要求高，需要每个环节的员工都要严肃认真、周到细致。一般存在以下不足：一是新员工工作经验不足，企业培训不到位；二是企业对全员质量意识、质量道德、质量观念的教育力度不够，个别员工质量意识淡薄；三是企业对质量管理人员队伍建设缺乏重视，专业能力素质过硬、管理经验丰富的质量管理骨干人才偏少，不利于生产高质量产品。

2.2 设备、工装管理不够规范

高温合金熔模铸造涉及生产设备、检测设备、计量器具、工艺装备等，种类多，数量多，精度要求高，一些重要设备只能依靠进口。在设备维护管理中往往存在以下不足：一是管理规章制度不够完善，设备操作、维护、检测责任不清，个别工装夹具未纳入台账管理；二是设备检测参数覆盖不全面，个别设备重要参数存在漏检；三是日常点检制度、交接班制度落实不够严格。

2.3 原材料的纯净度不够高

高温合金材料纯净度对产品的使用可靠性有重要影响，有害元素与夹杂物的含量严重影响产品的性能。高温合金熔模铸件的杂质通常来源于以下几个方面：一是高温母合金中本身的杂质和有害元素；二是型壳中未清理干净的多余物；三是熔炼过程中坩埚耐火材料污染；四是熔炼、补焊过程中气体环境的污染^[4]。

2.4 工艺控制不够严格

高温合金熔模铸造工序多、周期长，以某斜支板承力框架为例，全流程涉及工序68道，每道工序是否到位执行贯彻对产品质量都会产生影响。主要表现有：一是工艺文件更改不够严格，重结果，轻过程，审批流于形式；二是工艺规程对部分工序要求、规定

不细化，不同工人之间操作差异性较大；三是过程记录不严格，存在错记、漏记、补记的现象；四是工序之间零件周转防护不到位，容易导致零件磕碰伤。

2.5 环境控制不到位

高温合金熔模铸造蜡模压制、蜡模组焊、涂料制壳等工序对生产环境有严格的温度和湿度控制要求。另外，高温合金熔模铸件生产过程中会产生粉尘、废气、废蜡、废水、噪声等环境污染，需考虑相应的防治措施^[5]。

3 加强高温合金熔模铸件生产过程质量监督的思路对策

针对高温合金熔模铸造质量监督存在的薄弱环节，抓好高温合金熔模铸件生产过程质量监督，应该从“人、机、料、法、环、测”诸要素进行管理和控制，主要从以下几个方面开展质量监督工作。

3.1 加强人员管控，提升人员素质

一是督促企业加强人员培训，尤其是新员工的培训，主要分为基础理论培训和实际操作培训，要求上岗前必须经过上岗考核，重要岗位如焊接、无损检测等工种必须取得国家或行业资质认证。二是督促企业加强质量文化建设，定期采取质量问题曝光、质量案例教育的方式，不断强化全员质量意识。同时建立合理有效的激励机制，将质量责任与岗位职责相结合，签订岗位质量协议，充分调动员工积极性，形成良好质量文化氛围。三是督促企业强化质量人员队伍专业化培训，确保能力与岗位要求相适应，挑选业务素质好、责任心强的员工充实质量人员队伍。

3.2 完善设备、工装规章制度，规范审批流程

一是督促企业细化完善设备、工装的管理制度和操作规程，按照部门分工、职责定人定物的原则，定期检查、定期校验、定期保养，做到分类管理、帐物相符、状态清晰、标识清楚，确保设备工装满足产品技术要求；二是严格设备的评审程序，确保设备所有检测参数应检全检，对国外设备个别参数数值误差缺乏检测手段的，应当制定验证的方法；三是督促企业通过自检、互检、巡检及“留名制”等方式加强设备日常点检，严格落实交接班制度。

3.3 严把原材料质量关口和过程控制，提高材料纯净度

一是监督企业与高温合金母合金原材料供应商签

订质量协议,明确检验要求,加强对重要原材料的入厂复验监督,从源头提高产品的纯净度。二是督促企业加强对高温合金母合金熔炼过程加强巡视检查,监督企业严格按照工艺进行熔炼,炉料装炉前,炉料应经过酒精去尘、去氧化皮等预处理,以保证炉料表面洁净;熔炼时,第一炉应采用纯镍洗炉;在熔炼过程中,应严格按照工艺要求控制炉温、熔炼时间和气氛压力等,确保有害气体及微量元素在熔炼时去除。三是加强对坩埚耐火材料、蜡模型壳的洁净度检查,按照产品熔炼次数,定期更换坩埚。四是将熔炼浇注过程、补焊过程中氩气压力作为重要参数,加强过程监控^[6-8]。

3.4 严格控制工艺文件的更改,加强工艺纪律考核

一是严格控制工艺文件的更改,军事代表参与重要工艺评审,监督企业按要求做好技术状态标识工作,按审批权限办理更改报批手续,按批准的技术状态更改通知要求,做好更改落实。二是监督企业细化工艺规程,尤其是关键过程、特殊过程和理化试验等重要环节,应当制定操作手册,详细规定每个步骤,同时做好理论培训和实际操作带教,确保操作的一致性。三是完善工艺纪律考核规章制度,加强工艺纪律检查考核力度,确保每一道工序都能严格按照工艺规程生产,并记录完整、准确,可追溯。四是监督企业完善生产条件,配备必要的周转防护物资,区分零件状态,做好标识,防止现场磕碰伤。

3.5 制定环境防治措施,加强生产环境管控

督促企业定期检查蜡模压制、蜡模组焊、涂料制壳等工序生产车间温度和湿度指标,及时制定加强粉尘、废气、废水、噪声等污染防治措施:①对粉尘、废气宜采用除尘过滤、伞罩收集等方式处理;②对蜡模清洗后的废水、荧光液等采用污水处理后达标排放;③对产生较大噪声的工艺设备采用设单间并隔音消声等措施治理^[5]。

3.6 严格对照技术标准,加强产品过程测量与检验

高温合金熔模铸件工序复杂,控制点多,涉及检测项目要求高,一般包含原材料化学成分检测、蜡模外观及尺寸检测、型壳外观检验、熔炼浇注检验、铸件外观尺寸检测、试棒化学成分检测、试棒力学性能检测、铸件内部缺陷检测等。一是根据产品特点和需方要求,及时编制和评审技术规范,详细规定铸件的技术要求、试验方法、检验规则和铸件交付等;二是对照技术规范做好人员、检测设备相关的准备,如操作人员和检测人员的理论培训、实际操作培训及上岗考核,检测设备的定期检测和日常点检等;三是按照工艺流程,做好每一道工序测量与检验,通过自检、互检和专检的方式,加强生产过程质量控制,尤其是关键工序,必须百分之百专检;四是严格不合格品的处置,按照不合格品处置流程,做好不合格品产品隔离,如某些牌号高温合金的铸件允许补焊,但一般同一部位补焊次数一般不允许超过规定次数,补焊部位应用文字描述或拍照,记录补焊次数。

3.7 重视质量数据统计分析,把握产品质量变化规律

监督企业重视与产品质量有关的数据的收集,并对数据进行归纳、整理、加工和分析,找出质量变化的规律,从而及时发现产品存在的质量问题以及产生问题的原因,根据原因制定相应的纠正措施,以保证和提高产品质量。

4 结束语

产品质量取决于产品形成过程,加强高温合金熔模铸件产品生产过程质量监督,应该严格执行生产过程质量监督法规标准,强化关键过程、特殊过程和外包外协质量控制。本文结合高温合金熔模铸件的工艺流程和薄弱环节,探讨了加强高温合金熔模铸件生产过程质量监督的思路对策,可为下一步督促承制单位加强生产过程控制提供参考与借鉴。

参考文献:

- [1] 刘琳. 高温合金精密铸造技术研究进展 [J]. 铸造, 2012, 61 (11): 1273-1285.
- [2] 姚雷, 王倩, 谢秋峰, 等. 高温合金薄壁密封片的精铸工艺 [J]. 铸造, 2016, 65 (4): 333-335.
- [3] 孔胜国. 大尺寸燃气轮机叶片的熔模铸造工艺 [J]. 铸造, 2012, 61 (10): 1138-1140.
- [4] 李超, 刘佳, 于昂, 等. 铸造高温合金真空感应熔炼过程的研究 [J]. 真空, 2016, 53 (2): 37-40.
- [5] 孙黎, 姜煜霞, 王刚. 高温合金熔模车间的工艺设计 [J]. 山西冶金, 2015, 155 (3): 71-72.
- [6] 景宗梁, 车顺强. 熔模铸造质量控制的若干工艺措施 [J]. 铸造, 2012, 61 (9): 1022-1025.
- [7] 郭国谊. 高温合金薄壁复杂铸件的失蜡铸造工艺优化 [J]. 铸造技术, 2015, 36 (10): 2607-2609.
- [8] 陈伟, 李长春, 李辉, 等. 铸造工艺对一种铸造高温合金性能及其稳定性的影响 [J]. 铸造, 2005, 54 (9): 871-873.

Quality Supervision of Superalloy Investment Casting Production Process

HE Kai-ge, GAO Yong, TENG Xu-dong, LIANG Xiao-gang

(Military Representative Office of Air Force Armament Department in Changzhou Region, Changzhou 213161, Jiangsu, China)

Abstract:

This paper briefly introduces the production process of the superalloy investment castings. The weak links in the process of the superalloy casting were analyzed from the aspects of human, machine, material, method and ring. This paper puts forward the ideas and counter measures, and it is of certain reference significance to do a good job of quality supervision in the production process of the investment castings of the superalloy.

Key words:

superalloy; investment casting; quality supervision
