DOI:10.16410/j.issn1000-8365.2021.01.011

# 压气机壳铸件孔洞类缺陷原因分析及预防控制措施

曲家龙
(无锡蠡湖增压技术股份有限公司,江苏 无锡 214124)

摘　要:针对压气机壳铝合金重力浇注铸件,依据孔洞缺陷的具体形态,对铸件表面或内部常出现的孔洞类缺陷进行了观察、分析、归类,并对其形成机理进行了分析。结合缺陷的产生机理和生产过程实际情况,从工艺和生产管理角度提出了孔洞缺陷的预防控制措施。结果表明,减少孔洞类缺陷的产生,从而保证铸件质量,节约生产成本。

关键词:压气机壳铸件;重力浇注工艺;针孔;气孔;渣孔;缩孔
中图分类号:TG292　　文献标识码:A　　文章编号:1000-8365(2021)01-0038-03

# Hole Defects Analysis and Preventive and Control Measures of Compressor Housing

QU Jialong
(Wuxi Lihu Corporation Limited, Wuxi 214124, China)

**Abstract**: In view of the gravity casting of aluminum alloy in the pressurized air casing, according to the specific morphology of the hole defects, the hole defects on the surface or inside of the casting were observed, analyzed and classified, and the formation mechanism was analyzed. Based on the mechanism of defects and the actual situation of the production process, the prevention and control measures of hole defects were put forward from the perspective of technology and production management. The results show that the casting quality can be guaranteed and the production cost can be saved by reducing the occurrence of hole defects.

**Key words**: compressor housing casting; gracity casting process; pinhole; air hole; slag hole; shrinkage cavity

压气机壳是汽车涡轮增压器的一个主要零部件。材料为铸造铝合金,生产制造工艺有金属型重力铸造,金属型低压铸造,壳型铸造及压力铸造等。本文作者以应用最广泛的金属型重力铸造工艺为基础,分析了压气机壳铝铸件在金属型重力浇注工艺条件下,产品产生的孔洞类缺陷类型,以及对应缺陷的主要产生原因和预防控制措施。

## 1　常见孔洞类缺陷的类型

压气机壳铝合金铸件在金属型重力浇注工艺条件下,生产过程中常见的孔洞类缺陷主要有:气孔类孔洞缺陷、夹杂类孔洞缺陷和收缩类孔洞缺陷。

### 1.1　气孔类孔洞缺陷

铸件内由气体形成的孔洞缺陷。气孔缺陷主要有析出性针孔和侵入性气孔两种。析出性针孔一般为针头大小,通常遍布在整个铸件组织内部,厚大部位更明显。侵入性气孔一般不在铸件表面露出,气孔往往形成于铸件的内部,其表面一般比较光滑,主要呈梨形、圆形和椭圆形。大孔常孤立存在,小孔则成群出现。

### 1.2　夹杂类孔洞缺陷

铸件中各种金属氧化物或非金属夹杂形成的孔洞。通常是由熔渣或外来杂质颗粒机械地保留在铸件内部引起的夹杂物孔洞。夹杂主要是由氧化渣、砂和涂料层构成。

### 1.3　收缩类孔洞缺陷

铝合金由液态凝固为固态时,体积发生收缩。凝固过程中,由于金属液未对铸件收缩部位进行有效补缩而产生的孔洞缺陷为收缩类孔洞缺陷。包括缩孔、缩松。

缩孔:铸件在凝固过程中,由于补缩不良而产生的孔洞。形状极不规则、孔壁粗糙并带有枝状晶,常出现在铸件最后凝固的部位。

缩松:铸件断面上出现的分散而细小的缩孔。借助高倍放大镜才能发现的缩松称为显微缩松。铸件有

收稿日期:2020-11-16
作者简介:曲家龙(1980-),辽宁盖州人,学士,工程师.主要从事有色合金铸造新项目技术研发方面的工作.
电话:13914245646,Email:qujialong@126.com

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

缩松缺陷的部位,在气密性试验时容易渗漏[1-4]。

## 2　缺陷产生原因分析

### 2.1　气孔类缺陷产生的主要原因

#### 2.1.1　针孔缺陷产生的主要原因

针孔产生的主要原因是铝合金在凝固过程中,铝液内的氢析出后,形成的氢气孔,而氢的主要来源是液态铝合金与水或含氢化合物反应生成的。

#### 2.1.2　侵入性气孔产生的主要原因

铝液在充型或凝固过程中,气体侵入到铝液中,在铝液凝固之前,气体未能逃离铝液,凝固在铝液内部形成气孔。气体侵入铝液主要有3种情况:一种是铝液充型过程不平稳,产生飞溅、紊流,气体卷入到铸件中;另一种是模腔内局部气压过大而导致气体侵入;第三种是铝液与砂型之间发生化学反应,产生的反应性气孔,这种气孔分散于铸件表皮下,形状呈针状、蝌蚪状、球状或梨状等,大小不一。

### 2.2　夹杂类孔洞缺陷产生的主要原因

夹杂类孔洞缺陷产生的主要原因是充满型腔的铝液不纯净,混有夹杂物。夹杂物的来源主要3种情况:①铝液在熔炼、精炼过程中混入夹杂物,在精炼时未能清除干净;②模具浇注系统、型腔内部不清洁,充型时,夹杂物卷入到铸件中;③浇注系统设计不合理,在充型过程中铝液产生飞溅、翻滚,产生氧化渣并卷入到铝液中,充入型腔。

### 2.3　收缩类孔洞缺陷产生的主要原因

铝合金由液态变为固态时,体积收缩,如果没有足够的铝合金液体对收缩部位进行补偿,最终凝固部位就会因体积收缩变小而形成收缩孔洞,轻微的情况下会形成缩松或显微缩松,严重时形成缩孔,甚至产生缩裂。

## 3　缺陷的预防控制措施

### 3.1　气孔类孔洞缺陷的预防控制措施

#### 3.1.1　针孔缺陷的主要预防控制措施

(1)保持原材料及回炉料清洁干燥,表面无水份、无油污和氧化物。

(2)熔炼炉或保温炉启用时要充分预热烘干。

(3)精炼溶剂要烘干;熔炼、精炼、浇注工具要预热烘干并上涂。

(4)生产环境空气湿度不要太大,空气湿度小于60%为宜。

(5)天燃气熔炼比电炉熔炼更容易去除材料表面的水汽或有机物。

(6)精炼宜选用旋转喷气式精炼方法。

(7)高温精炼,低温浇注,降低铝液浇注温度有益于抑制氢气的析出。

(8)模具工艺上增加加速铝液凝固速度的措施,尤其是铸件较厚的部位,可有效阻止气体的析出。

(9)控制砂型、砂芯中的发气物质和水分的含量,砂芯表面上涂料后要充分烘干。

#### 3.1.2　侵入性气孔的主要预防控制措施

(1)浇注系统设计要合理,要使铝液充型平稳,避免充型时将气体卷入铸件。

(2)金属型模具必须预热,冷模具容易产生气孔。

(3)金属型最高点处要开排气系统,保持排气孔畅通。

(4)砂芯发气量要小,砂芯发气时间要晚于铝液充型时间。

(5)避免使用与铝合金发生反应的材料制作铸造生产用材料,避免形成反应性气孔。

(6)适当提高浇注温度,可使侵入气体有充足的时间排出。

(7)铸件顶部设置出气冒口。

### 3.2　夹杂类孔洞缺陷的预防控制措施

(1)宜高温快速熔炼,铝合金的熔炼温度一般为720~740 ℃。

(2)熔炼炉、保温炉内要清洁,每炉打渣,要彻底清除氧化物。

(3)熔炼及浇注工具清洁,无氧化物,尤其是浇包,要每模浇注前清理。

(4)金属型模具要预热,预热200±20 ℃后,表面喷涂涂料;金属型表面激冷容易形成结皮夹渣。

(5)金属型表面涂料附着力要强,浇注过程中不能产生脱落而形成涂料夹杂。

(6)浇注系统设计要合理,要使铝液充型平稳,不能产生飞溅、翻滚,飞溅、翻滚会使产生的氧化物卷入铸件;同时浇注系统要具有撇渣能力。

(7)应控制浇注系统直浇道高度和浇注速度,保证液态金属平稳的流动和充型。

(8)砂芯强度合适,浇注过程中不能出现砂芯断裂或脱落形成夹砂。

(9)浇注合型前,型腔必须吹扫干净,不能有残砂或杂物。

(10)浇注系统中放置过滤片,有利于滤除铝液中的氧化物和夹杂物。

### 3.3　收缩类孔洞缺陷的预防控制措施

(1)针对产品结构厚大,可设冒口的部位,可合理设置补缩冒口。

(2)针对产品结构厚大,无法设置冒口的部位,

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

在不影响铸件结构强度的情况下课通过适当调整该处厚度，减小或消除热节。

(3)控制铸件的冷却速度，在厚壁处设置风冷或水冷点，使厚大部位快速凝固。

(4)控制涂层厚度，薄壁处涂料稍厚，厚壁处涂料稍薄或刮掉涂料。

(5)适当降低铝液浇注温度和金属型模具的温度。

(6)合理设计浇注系统入水位置，使铸件形成顺序凝固，便于设置补缩冒口。

(7)浇注充型速度要快，充型时间过长，铝液温度损失过大，无法形成有效的补缩。

(8)内腔表面轻微缩的部位，可在泥芯对应部位刷涂激冷涂料。

(9)使用宝珠砂有利于减少产品内腔缩孔的发生。

## 4 结语

孔洞缺陷的表现形态是判定孔洞类型的依据，掌握了孔洞缺陷的类型，根据孔洞缺陷产生的机理，结合生产现场实际条件，才能做出有针对性的解决方案。对于采用金属型重力浇注工艺的铝合金铸件而言，孔洞类缺陷是一种最常见的缺陷，这种缺陷对铸件质量影响极大。要从工艺设计和生产过程管控两个方面着手，积极采取有效的预防控制措施，减少孔洞类缺陷的产生，从而保证铸件质量，节约生产成本。

参考文献：

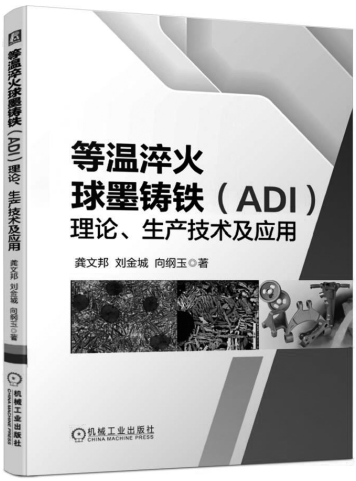
[1] 李晨希. 铸造工艺设计及铸造缺陷控制[M]. 北京：化学工业出版社，2009.

[2] 李杰华. 铝合金熔体旋转喷吹除气净化技术的研究[D]. 西安：西北工业大学，2006.

[3] 张鹏翔. 铝铸造工器具表面涂层技术应用研究与开发 [J]. 机械工程与自动化，2011(1)：99-100，111.

[4] 张永波. 复杂铝合金壳体铸件的铸造工艺 [J]. 铸造，2010,59(10)：1097-1099.

## 《等温淬火球墨铸铁(ADI)理论、生产技术及应用》新书出版




等温淬火球墨铸铁(ADI)是一种具有独特奥铁体微观组织的新型高性能工程材料，代表了铸铁冶金学的最新成就，是钢铁材料领域适合制造高端装备关键零部件和轻量化创新极具竞争优势的新型工程材料。为使机械制造领域的设计及工程技术人员快速掌握国内外 ADI 的最新研发成果、基础理论及生产技术，促进我国 ADI 产业化的发展，龚文邦教授、刘金城博士、向纲玉教授级高级工程师等三位 ADI 领域专家合作，完成了《等温淬火球墨铸铁(ADI)理论、生产技术及应用》一书，柳百成院士为该书作序，于 2020 年 11 月由机械工业出版社出版。本书是三位作者在数十年坚持 ADI 材料研究开发及生产实践的基础上，并参考国内外相关学术文献及生产技术数据等 ADI 最新研究成果，经过数年时间潜心撰写、反复修改的辛勤劳动结晶，凝聚了三位作者专注 ADI 事业的心血和汗水。它是对 ADI 理论及生产应用论述非常深刻、内容十分丰富的一部专著，系统阐述了 ADI 的最新理论、生产技术、工艺控制及其应用。

本书共分 9 章，内容包括球墨铸铁和 ADI 的发展、ADI 的热处理及等温转变热力学与动力学、ADI 的化学成分及铸态质量控制、ADI 的微观组织、ADI 的性能、ADI 的耐磨性、ADI 的机械加工性能、ADI 的其他处理方法、ADI 的应用实例等。

本书的出版必将为提高我国 ADI 的研发水平和产业化发挥重要作用，也将对加强我国制造业的工业基础创新能力和高质量发展发挥积极作用。本书可供从事机械工程、新材料研究及应用开发的科研人员、工程技术人员参考，也可供大专院校相关专业师生参考。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net