

# 铸件设计过程中应注意的几点问题

陈文博<sup>1</sup> 王 晨<sup>2</sup> 惠向维<sup>3</sup> 郭春秋<sup>4</sup> 邹昌亮<sup>5</sup>

陕西万方汽车零部件有限公司 陕西 西安 710200

**摘 要:** 根据中国汽车工业协会预测, 2022年商用车景气度下行在所难免。同时, 由于2021年钢材价格上涨, 从而导致依赖于商用车产业的零部件生产商也将遇到瓶颈期。本文以铸件产品为例, 阐述在产品的设计过程中, 以最小经济成本, 解决铸件产品易出现的质量问题。进而促进行业的可持续发展。

**关键词:** 铸件; 产品设计; 成本; 质量

## 引言

铸造作为工业生产中不可或缺的成型工艺, 已经沿用了上千年。随着铸造行业的发展, 铸造工艺方式出现了多样化。常用的铸造方法熔模铸造、金属型铸造、压力铸造等<sup>[1]</sup>。同时, 铸件工艺以其灵活性高, 可获得复杂形状与大型铸件的优势, 常作为零件的毛坯或成品, 现已分布在航空航天、汽车、机床以及船舶制造各个领域。

铸件产品存在的缺陷种类比较多, 主要以疏松、缩孔、变形为主, 还包括冷隔、热裂、晶粒粗大等缺陷

的产生。目前, 铸造工艺中已经有较为完备的缺陷防止方法。但出于铸件成本考虑, 铸件缺陷防止工作不能仅依赖铸造工艺进行解决, 而是应该提前到铸件产品设计过程中来。本文以实际生产中遇到的与设计过程有关的铸件问题进行分析, 并提出改进意见及方案, 希望在铸件设计过程中能引起重视。

## 1 产品连接处状态设计不合理

举例: 如图1。主要问题: 产品连接处状态均采用简单的十字交叉结构进行连接。

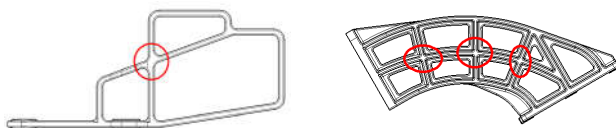


图1

**问题分析:** 根据铸件凝固原理, 壁厚铸件含有更多的热量, 铸件部位越厚大, 冷却时的温度梯度越小, 冷却时间越长。同时, 对周边薄壁部位起到一定的补缩作用,

导致产品壁厚较大位置产生疏松组织, 甚至产生裂纹, 如图2所示, 导致产品成品率及合格率下降, 成本增加。

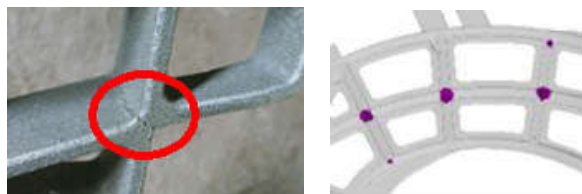


图2

**改进建议:** 建议将铸件中十字交叉结构进行改进。在满足产品使用性能的前提下, 优化铸件结构, 使产品

结构合理, 壁厚过渡尽量均匀, 达到铸件补缩的目的, 如图3所示。

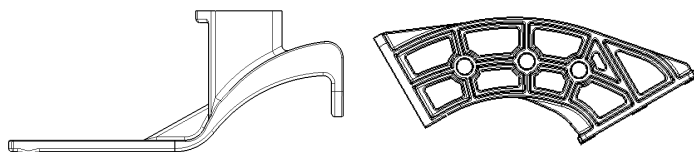


图3

## 2 铸件减重孔及凸台设计不合理

举例：如图4。主要问题：目前，轻量化技术已成为各个汽车企业提升市场竞争力的关键<sup>[2]</sup>。于是出现了部分在

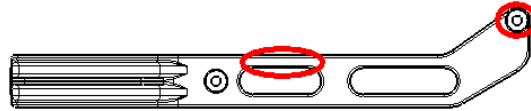


图4

问题分析：①铸件总是趋向于减轻残余应力而发生变形。研究表明：铸件壁厚差异越大，金属的弹性模量越大，热应力也越大。阶段凝固冷却速度要慢得多，厚度从弹性变形的塑性变形区面积将远远落后于薄壁铸件热应力将持续收缩运动，然后使凸向附近的方向快速冷却<sup>[3]</sup>，进而造成铸件变形。这一点在薄板类、细长类铸件上愈发明显，从而导致铸件产品连接孔位置与凸台产生偏心现象，严重的会造成连接孔与凸台发生错位。虽然铸造成型中可以用反变形模样进行铸件变形情况的缓解，但仍然在产品一致性差异较大的问题。②铸件凝固顺序总是从温度梯度较大的部位开始凝固，使产品收缩受阻，从而导致产品在冷却过程中产生裂纹，如图5所示。



图5

改进建议：从设计者角度考虑，①对易发生变形的铸件，可以通过设置加强筋，来实现降低铸件变形对产品使用性能的影响。②通过补缩通道的扩充达到铸件裂纹的防止。立足本产品的使用性能及装配环境，建议对凸台形状更改为长条形，对减重孔进行适当调整，如图6所示，达到提高产品合格率，降低铸件成本的目的。

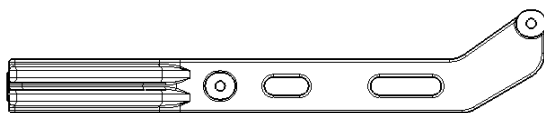


图6

## 3 铸件应力集中位置设计不合理

3.1 如图7所示，产品受力位置截面急剧过渡，导致产品疲劳断裂。

设计过程中以产品轻量化为目的的铸件，进而忽略了铸件成型过程中存在的冷却凝固、收缩变形等现实问题。

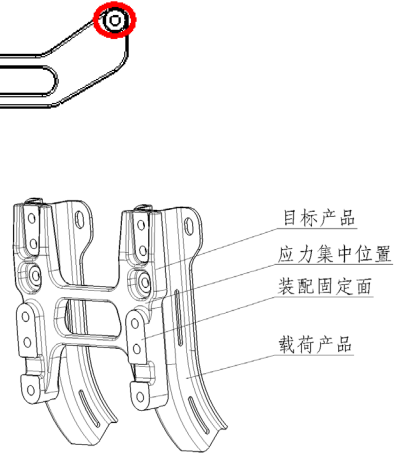


图7

问题分析：如图7所示，目标铸件受力位置截面出现急剧过渡，导致产品所承受应力无法分散到其他区域，形成应力集中点。在载荷力多次冲击的作用下，铸件产生疲劳裂纹，最终导致产品断裂失效，如图8所示。



图8

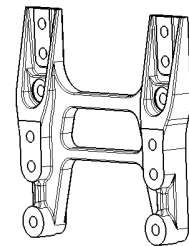


图9

改进建议：经力学模拟分析，当产品受力位置采用平滑过渡时，产品所受应力分散，缓解应力集中。使产品安全性能提高，最小疲劳周次以数量级增加。具体方案如图9所示。

3.2 如图10所示，由于产品受力位置结构薄弱，导致此位置出现开裂。

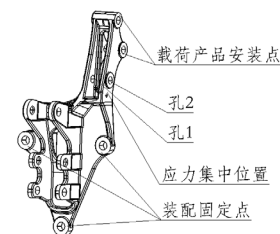


图10

问题分析：产品孔1与孔2位置，由于需要采用螺栓装配其他零部件，导致孔1与孔2之间在螺栓预紧力的作



用下产生形变，当施加其余载荷时，此部位产生较为复杂的力的作用，最终导致产品断裂。

改进建议：对于上述问题，由于载荷无法改变，建议提升产品受力位置强度，同时抵消螺栓预紧力导致产品的变形量，方案如图11所示。

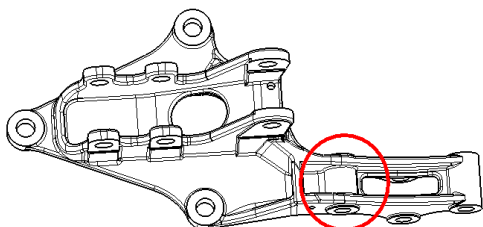


图11

### 结束语

在铸造成型阶段，产品缺陷防治的成本较大，时间周期较长。当铸件产品缺陷防治进入产品设计过程，可

以大大降低产品成本，缩短产品试制周期；在行业轻量化的大趋势下，设计人员应理性权衡铸件产品结构及成型方式对产品质量性能的影响<sup>[4]</sup>；文章主要阐述，铸件设计过程是铸件成形难易程度以及铸件质量性能的主要决定因素。所述方案凤毛麟角，主要起到抛砖引玉的作用。

### 参考文献

- [1]姜不居.铸造手册[M].北京:机械工业出版社, 2010.11.
- [2]李玲,董建雄,黄云飞.汽车轻量化的研究和应用现状[J].汽车与配件,2015,(32):67-71.
- [3]于汇峰.复杂结构铸件在凝固冷却过程中收缩变形[J].技术论坛,2019(1):298-299.
- [4]魏振洋.《汽车工程师》[J].汽车轻量化技术的研究现状2020-10-1.