

管理六因素（5M1E）的压铸工艺维稳策略

魏言标^{1,2}, 陈少旭², 王俊有², 黄明宇¹

(1. 南通大学机械工程学院, 江苏南通 226019; 2. 天津雄邦压铸有限公司, 天津 300300)

摘要: 对于压铸现场, 自动化、智能化设备已经应用在生产中, 但是如何使这些设备长期稳定的生产, 主要工作也就是“维稳”, 找出各个环节的波动因素, 用可行的办法将其恢复到稳定状态, “先求稳定、再求改进”, 这个工作是周而复始的, 没有一劳永逸, 也没有捷径可走。压铸现场遇到的产品质量问题可能不是由一个因素造成的, 在解决问题时需要综合多个因素进行处理, 这样产品才能高效、高质量的稳定生产。文本利用管理六因素(5M1E)找出对压铸工艺现场可能失稳的因素, 并对这些因素加以控制和改进, 提出了压铸工艺维稳策略。

关键词: 压铸; 波动因素; 稳定状态; 现场管理六因素; 维稳策略

作者简介:

魏言标(1991-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为机械设计与制造。

E-mail: ywei14@163.com

通讯作者:

黄明宇, 男, 教授, 硕士研究生导师。E-mail: huang.my@ntu.edu.cn

中图分类号: TG249.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-4977(2021)

03-0327-07

基金项目:

江苏高校优势学科建设工程项目(苏政办发[2018]87号)。

收稿日期:

2020-09-23 收到初稿,

2020-11-23 收到修订稿。

压铸是一种高自动化、高效率生产形状复杂零件的技术^[1]。这种技术生产出来的零件具有致密性良好、精度较高、加工余量少、力学性能优良等优点^[2], 在汽车、机械装备等领域中得到了广泛应用^[3-4]。

高压铸造行业, 压铸件的气孔、缩孔、内部冷隔问题一直困扰着压铸人。尽管对于气孔缩孔的要求都有规定的尺度, 但往往因生产过程中各种不确定波动因素而使压铸件品质出现反复, 时好时坏, 这就导致压铸件品质不稳定。

由于快速充填成形, 压铸件内部会因多种因素残存一定量的气体。随着真空压铸^[5]、充氧压铸、局部挤压^[6]等先进工艺技术的出现, 从一定程度上改善了压铸件的内部质量, 但气孔、缩孔、冷隔的存在仍然无法避免^[7-8]。即使如此, 也可以做到把气孔、缩孔、冷隔等问题控制在一定的范围内。

压铸其实是指压铸机、压铸合金和压铸模具三要素的统称, 压铸工艺是将这三大要素进行整合应用到生产中^[9]。Hoda Dini等^[10]研究了压铸压力对压铸AZ91D合金铸件的变形和残余应力的影响, 研究表明压铸压力对铸件的变形和残余应力影响较大; 增加压铸压力, 铸件的变形就会减小, 但是表面的残余应力会增大。很多学者对模具和压铸件在压铸过程中温度场的分布和温度梯度等问题进行了研究^[11]。P. Sharifi等^[12]通过实验研究了工艺参数在压铸过程中对铸件的影响。结果表明, 在诸多工艺参数中冲头速度大小对铸件的气孔率影响最大, 但是, 有一些特殊的合金, 慢的压射速度的影响又更大^[13-14]。

现在越来越多的企业都借助互联网大数据对压铸过程实时监控并调整压铸参数^[15]。压铸工艺方案的制定是非常重要的环节, 工艺的合理性直接影响着铸件的质量和后续的加工生产环节^[16-17]。而铸件质量的好坏往往和许多因素有关, 合理有效地控制铸件的质量需要综合考虑许多因素, 铸件质量的长期稳定对于企业的成本、利润等非常重要, 但是压铸现场的复杂性使得控制管理铸件质量的难度增加。基于此, 提出了基于现场管理六因素(5M1E)的压铸工艺维稳策略, 系统解决压铸现场对铸件质量管理的难题。

1 压铸现场问题及措施

当铸件出现品质波动时, 现场技术人员往往首先选择调整工艺参数, 而不是

从根本查找原因。比如：出现内部不良时就更改高速切换点、提高快压射速度、加大增压开度；②当出现拉模时就加大脱模剂喷淋量或加长喷淋时间；③当出现卡冲头时就加大润滑剂量；④当保温炉内的铝液温度不够时用喷火枪在浇注口液面上烘烤。

以上每一个不合适的调整都可能会带来3%的不良率，有三个以上不合适的调整动作就可能带来超过10%的不良率。所以我们不要把问题想得太过高深，而是针对每个问题从细节上查找原因，用合适的方法从根本上解决问题并保持。这就是我们现场技术人员需要具备的坚定信念。

2 压铸现场维稳因素

当设备和模具以及工艺技术条件已满足该铸件质量要求时，压铸现场最关键的就是要针对综合因素的稳定性实施管控。如：设备与模具的综合状况，压缩空气的质量和气压波动范围，合金液的保温效果和温度波动范围，模具温度和环境温度。综合因素稳定，压铸件的品质才能相对稳定。

2.1 现场管理六因素（5M1E）

现场管理六因素^[18-19]是指人（Man）、机（Machine）、料（Material）、法（Method）、测（Measurement）、环（Environments），简称5M1E。如图1鱼刺图所示。

2.1.1 人因素

人是压铸现场的主导，是所有因素之首。包括安全生产，围绕生产活动的一切工作是由人决策的。产品品质总是会波动的，运用管理工具分析并解决问题，把各环节波动值控制在最小范围，减少不良品率，这一切仍然靠人。

2.1.2 机器因素

机指的是工作母机，模具以及与之相配套的辅助设备装置。由于模具在压铸工艺上的重要性，将在下文单独作为一个因素分析。机器装备的能力是生产制造能力的决定因素，因此越高端的设备对于维护保养的要求也越高。

在生产安排过程中，针对不同产品，选用适合于它的机器设备。做好日常点检，做到有问题能及时发现，及时修复。做好定期保养或择机保养，确保设备完好和性能稳定。严禁拆东补西，保持设备完整。

压铸生产现场容易忽视的问题点：①压射杆连接部分配合不良对铸件品质的影响；②加料机给料不稳定对铸件品质的影响。如表1所示（铝液密度 2.64 g/cm^3 ）。

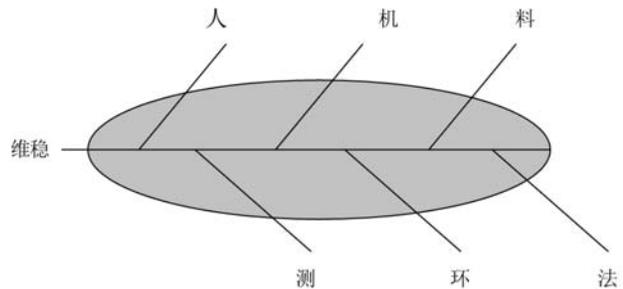


图1 鱼刺图

Fig. 1 Fishbone diagram

表1 料柄厚度与重量关系

Table1 The relationship between thickness of handle and weight

压射头直径/mm	压射头截面/cm ²	10 mm/厚度料柄重量/g	料柄厚度允许波动范围/mm (经验数据)
60	28.26	74.61	1. $\Phi 80 \pm 3$
70	38.47	101.56	2. $\Phi 90 \pm 4$
80	50.24	132.63	3. 具体还要看压铸件重量，铸件越轻，抗波动能力越差
90	63.59	167.88	
100	78.5	207.24	

如表1所述，因为我们目前的压铸机大部分都是采用位置触发方式设定高速切换点的，所以如果浇注机浇注不稳定（料柄厚度相差太大）可直接导致高速充填实际起点的改变，影响铸件品质的稳定。假设在高速切换点已设定在某个既定位置数值时，如图2、图3、图4，流道充满，铝液刚好到达浇口处，这是理想的高速切换点，如图2所示。

有部分铝液已在慢压射过程中通过内浇道进入型腔，容易使铸件内部形成冷隔，如图3所示。

铝液没能充满流道，前端藏有气体，使铸件内部产生气孔，如图4所示。

喷雾机喷雾量与雾化效果不稳定也能对铸件质量产生影响。压缩空气压力的较大波动，正常的气压应控制在 $5.5 \sim 6.5\text{ kg/cm}^2$ ，这一点非常重要；空气压力的较大波动造成脱模剂压送压力也随之大幅波动。气压和水压的较大波动造成脱模剂喷出量和雾化效果随着气压的变化而变化，模具温度和脱模剂润滑效果也随之跟着变化，产品品质也随之波动。我国南方大部分地区夏天空气湿度较大，压缩空气中会产生大量的乳化水，这些乳化水随着空气流动喷到模具型腔上，会使铸件内部气孔和冷隔增多，还会使铸件表面出现斑点等不良现象，这是被很多人忽略的不良因素。所以储气罐底部和主管道最低点处要加装自动排水阀，定期自动排水，尽量减少压缩空气中的水分。

2.1.3 模具因素

在设备已满足现场条件的前提下，压铸模具状况对压铸件品质的影响占主要因素。压铸生产过程中，现场人员用在模具上的时间精力往往是最多的，因此模具的日常维护保养工作很重要，主要需要注意以下几点。

(1) 确保分型面完好。分型面配合不好容易出现气边或飞料，飞料会造成型腔失压和无料补缩，使压铸件内部出现较大气孔和大面积疏松^[20]。为了品质和安全必须严控。

(2) 内浇道尺寸和形状保持。压铸生产现场，内浇道厚度、宽度和内浇道延长量的管控非常重要。生产过程中随着内浇道不断被冲蚀，内浇道宽度、厚度不断增大，内浇道延长量越来越短，压铸件的内部不良率会越来越高。

以上现象称为浇道冲蚀^[21]，是压铸生产过程中必然会出现的现象。浇道冲蚀所带来的不良后果是普遍的，也是往往被忽略的。因冲蚀加大了内浇道的宽度和厚度尺寸使内浇道截面积增大，造成的工艺参数变化后果如下：①充填阻力减小，内浇道流速随之改变，也改变了充填时间；②充填时间缩短，加大了型腔内气体的压力，加大了排气阻力；③排气速度随之改变，部分气体来不及排出残留在压铸件内部；④来不及排出的气体残留在压铸件内部形成气孔，而且分布状况从有规律逐步演变成无规律，继续冲蚀下去铸件内部冷隔也逐步出现。

因此，将内浇道宽度、厚度和内浇道延长量尺寸变化控制在合理的范围内是必需要做的工作。根据经验数据判断，内浇道延长量应为内浇道厚的尺寸的1~2倍。它的主要作用是：在高速充填时将慢速充填过程中夹流道铝液中的气体搓碎，避免在铸件内形成较大气孔，对于减少冷隔也有一定帮助，如图5所示。

(3) 冷却水路保持清洁畅通且水压稳定。模温控制是稳定压铸件品质的有效手段。在没有模温机配合的情况下，模具冷却系统的完好有效也是压铸生产过程中必需管控的一个环节。

冷却效果不好，模温偏高（超过250℃），会因蒸气反弹造成脱模剂难以有效附着，使压铸件内部出现缩孔，表面局部粘铝等，还会影响生产效率。冷却过度会使模温偏低（低于180℃），会造成脱模剂不能有效附着，影响脱模效果，水分也不能正常蒸发，会造成压铸件内部气孔、冷隔、局部冷料堆积等不良现象。

压铸生产现场容易忽视的几个问题点。

(1) 浇口套和熔杯配合不良对压铸件品质的影响。

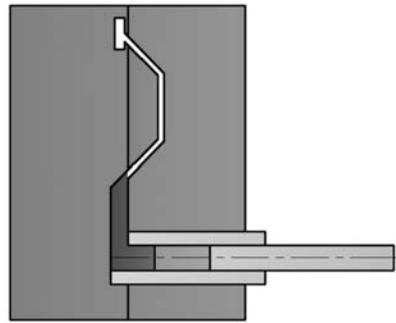


图2 浇注量稳定时的正常状态

Fig. 2 Normal state when the amount of soup is stable

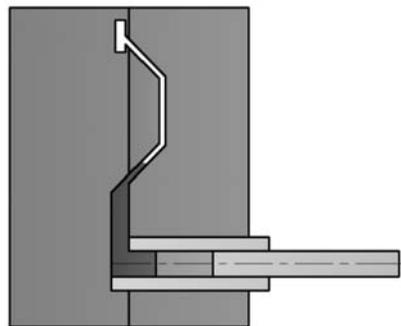


图3 浇注量偏多时的不正常状态

Fig. 3 Abnormal state when the amount of soup is too much

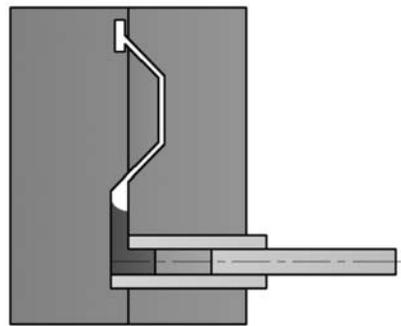


图4 浇注量偏少时的不正常状态

Fig. 4 Abnormal state when the amount of soup is too small

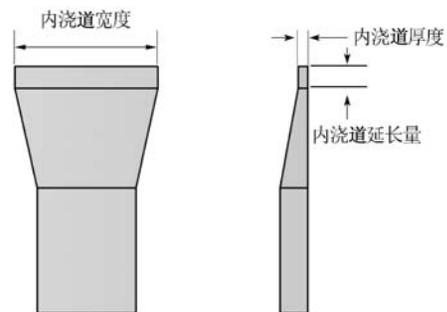


图5 内浇道尺寸与内浇道延长量

Fig. 5 In-gate size and its extension

(2) 排气块排气槽堵塞对压铸件品质的影响。生产现场，特别是老模具经常会出现这样的情况：分型面上多处可排气，唯独排气槽和排气块是堵塞的，不能正常排气。这种现象往往被忽略，但实际上它改变了排气顺序。充填顺序和排气顺序应该是相向而行的，切不可相对而行。这也就是误认为模具排气效果很好，但压铸件孔穴率总是较高的因素之一。

(3) 冷却水滴漏对压铸件品质的影响。冷却水滴漏是压铸现场常见的问题，看是小事，实际上却隐藏着大隐患：①漏到型腔内和熔杯内的水不仅仅是造成局部温度下降的问题，当水遇到铝液后会迅速气化产生大量氢气，并被铝液吸收后填入型腔，这也是压铸件孔穴率较高的因素之一；②从点冷孔、集中分配器等地方漏到模架上的水同样不可小视，漏水量较大时它会拉低模架温度使模芯温度难以保持，还会从各配合间隙处进入型腔，这同样是压铸件孔穴率较高的因素之一。

(4) 油缸漏油对压铸件品质的影响。油缸漏油不仅会产生和漏水同样的气孔问题，还会造成较大的油料消耗，直接增加生产成本，还会留下安全、环保等隐患。

2.1.4 料因素

料主要是指原材料和辅助材料。原材料影响压铸件品质的（主要指气孔）主要有以下几个因素。

(1) 铝锭的内部致密度，根据经验判断铝锭断口整齐，断面晶体细小均匀的可判定为好材料，而断面晶体粗大的则容易造成压铸内部气孔，如图6所示。左边铝锭断面晶体粗大，右边零件断面晶体细小均匀。

(2) 熔解温度：中央熔解炉保温室内的铝液温度应控制在720~740℃，温度过高容易造成材料晶体粗大，使压铸件内部产生气孔，温度过低难以维持周转过程中各环节的累积降温。

(3) 保温温度：保温炉内的保温温度应保持在650~680℃，对于小型压铸件当材料温度低于650℃（特别是低于640℃）时，压铸件内部容易产生气孔和冷隔^[22]。

压铸生产现场容易忽视的问题点：熔解炉保温池的温度是否达到720℃以上；转运过程是否造成太大的热损失；保温炉是否有足够的保温和升温能力。

保温炉是否有足够的保温和升温能力，要注意以下几点：炉体与炉盖之间是否密封完好；加料槽是否有盖板密封；加料槽与炉体之间是否密封完好。

以上每一个环节的疏忽都会造成热能损失，造成铝液浇注温度偏低。

(4) 辅料：辅助材料包括精炼剂、打渣剂、脱模剂、冲头油（颗粒）等，这些辅料的品质优劣，或使

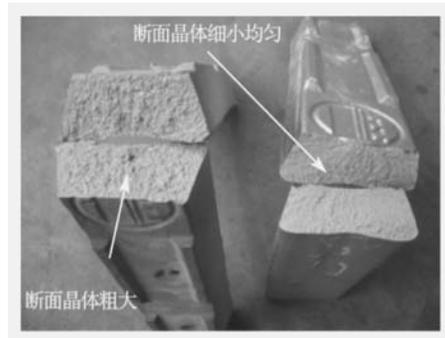


图6 零件的内部质量

Fig. 6 Internal quality of parts

用是否及时有效也会直接影响压铸件的品质。

2.1.5 法因素

法指决策与方法、工艺。这是贯穿于生产活动全过程的管理工具之一，上面四大因素中每个环节出了问题都可以此工具进行分析，找出原因并制定改进方案和落实措施，然后对效果进行跟进总结，如此周而复始，但需要注意以下几点。

(1) 安全生产、设备管理与维护保养工作，每日点检过程和生产过程要满足所发现问题的响应速度和对策，确保设备运行条件满足生产技术工艺需要，这是不可动摇的大前提。

(2) 生产前后及生产过程中对于模具的使用、维护与保养工作，对潜在失效模式的分析（FMEA），制定易损件备存计划，根据采购量制订备用模计划并落实。

(3) 压铸工艺的制定执行与复核，每日点检，确保工艺卡的严肃性。

(4) 铝液温度的管控，这是个不能回避的问题，下限650℃这道红线不可突破。

生产现场大部分技术人员只注重快压射和增压部分的数据，其实慢压射速度设定不当对铸件品质的影响是很大的。压铸生产现场容易忽视的问题：慢压射速度对铸件品质的影响；慢速充填状态理论和实际的区别。

慢压射是快压射的前段，理论上慢压射的作用是将铝液充满流道并推送到内浇道附近，从图7中可以看到事实并非如此，实际上当铝液的前峰有少量已经越过内浇道时，而浇道并不能完全充满，而且还夹杂着气体，这一现象慢压射速度越快越严重。因此选用合适的慢压射速度很重要。

吹气是去除水分残留的有效方法，但喷雾机吹气次数过多，吹气时间过长也并非好事，过度依赖吹气不仅损失了模温，也浪费了资源。模温越低水分残留越多，越得靠吹气解决，如此循环。所以脱模剂配比

浓度应尽可能偏高，在增强润滑模具的同时减少水分的喷出量。

2.1.6 环因素

环指环境因素，它对以上各环节都可造成影响，主要是安全方面，这也是个不可忽略的因素。

环境温度的变化会影响人员的情绪，存在安全方面的隐患，还会影响设备精度和性能，夏天设备故障率总是偏高些。对于精密切削加工工序和检测工序，环境温度对于尺寸精度的影响是很大的，有些小细节往往不被关注。

压铸生产现场容易忽视的问题：对于没有模温机配合的生产现场，一定要根据夏冬两季的环境温度变化，即时调整脱模剂浓度和喷雾时间以及冷却水流量，使模具温度保持在合适的相对稳定的温差范围。如：夏天环境温度高脱模剂可用较低的配比浓度，适当长的喷雾时间。冬天环境温度低脱模剂可用较高的配比浓度，适当缩短喷雾时间。根据夏冬两季的环境温度变化，夏天加大冷却水流量，冬天减小冷却水流量。定期清理冷却水道，保持冷却效果。

对于空气相对湿度较高的地区，当空气相对湿度达到90%或更高时，除了压铸件容易发黑发霉外，空气压缩机产生的气体中也会含有大量乳化水，使压铸件产生气孔等。

高湿度季节易引发电器故障，对于暂停生产的设备应定期保持通电状态，特别是弱电控制系统通电可让其靠自热保持干燥。

2.1.7 测因素

测就是品质检验，主要指测量工具、测量方法，以及经过培训和授权的测量人。在现代生产过程中，测是重要的因素，没有检测控制是很难保证产品质量的。在测量控制时需要注意：①是否指定了责任人；②

是否采用规定的测量工具；③是否在指定的测量点；④是否运用正确的测量方法；⑤是否按照一定的频次进行了测量；⑥是否有记录。提高测量器具的易操作性并能保证测量的精度，这对产品质量控制很有帮助。

3 压铸工艺维稳策略应用实例

3.1 脱模剂维稳

单独配比脱模剂应用实例如图8、图9所示的阀体，由于个别孔位起模斜度很小，所以只能使用5027脱模剂，而且配比浓度偏高（1：160~180），这样产品质量较好，可以达到现场生产的稳定。

3.2 内浇道尺寸维稳

3.8JB分火器如图10所示，产品直径140 mm，高度28 mm，要求表面大面积镜面加工后不准有气孔、微斑点、流痕、色差等。内浇道尺寸：中间两点 18 mm × 1.2 mm（极限1.4 mm），两边两点16 mm × 1.1 mm（极限1.3 mm），冲头直径55 mm，内浇道尺寸压射头面积比1：30.3，快压射速度设定2.3 m/s（实速1.9~2 m/s）。采取这样的内浇道尺寸，产品有比较好的质量，达到生产的稳定。

在设定条件不变的前提下，当快压射实际速度达2 m/s以上时，加工面即出现气孔和微斑点。

3.3 模具分型面维稳

368B型分火器如图11所示，此件有7个抽芯的压铸件，要求表面大面积镜面加工后不准有气孔、微斑点、流痕、色差等，这个件在压铸生产过程中，如果分型面出现披缝，压铸件加工面就会出现气孔，并已被多次验证。因此，保持分型面完好，压铸件无披缝，保持内浇道尺寸在既定的范围，就是这套模具维护保养工作的重点。

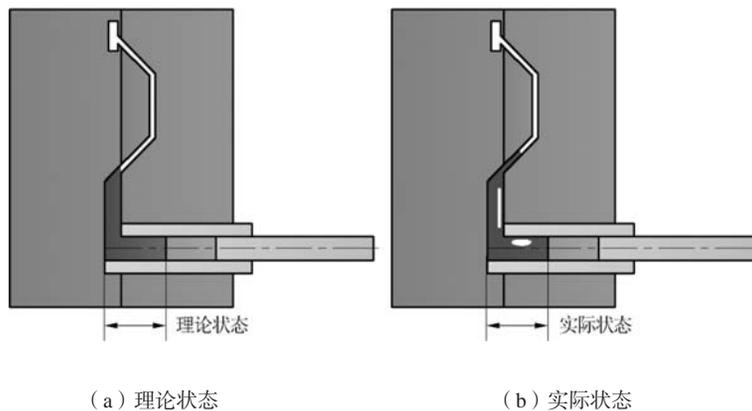


图7 慢速填充理论计算与实际状态

Fig. 7 Theoretical calculation and actual state in the process of slow injection

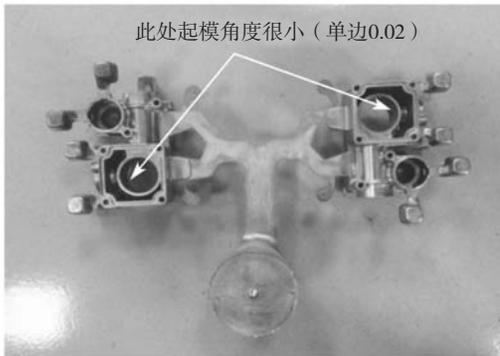


图8 阀体个别孔位起模斜度
Fig. 8 Draft angle of individual holes in valve body



图9 阀体阀口表面质量要求高
Fig. 9 Valve body and port surface with high quality requirements

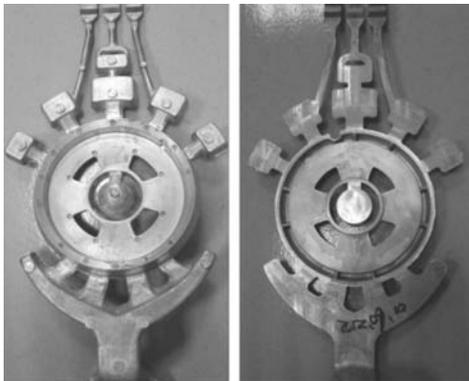


图10 3.8JB分火器
Fig. 10 3.8JB firearm

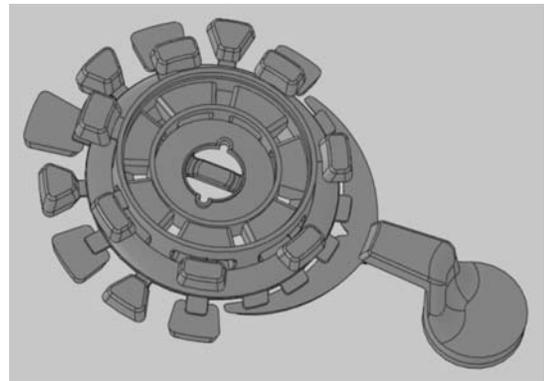


图11 368B型分火器
Fig. 11 368B type firearm

4 结束语

六大要素中, 针对后五大要素分析的结果, 影响生产的因素是涉及面较广的、多种多样的、随时变化的、防不慎防的。

但当不良因素出现时, 问题是否能够被及时发现或得到重视, 又是否能得到及时处理, 如何处理, 由谁来处理, 处理后的结果如何等等这才是关键。这里所有的矛头都指向人, 所以人才是六大要素中最核心的要素。

对于压铸现场, 主要工作就是“维稳”, 找出各个环节的波动因素, 用可行可靠的办法将其恢复到稳定状态, “先求稳定、再求改进”, 这个工作是周而复始的, 没有一劳永逸, 也没有捷径可走。

在压铸现场一个产品问题可能由六大要素中的几个要素共同作用造成的, 在解决问题时并不是只解决其中一个要素就可以解决产品问题, 而是综合六大要素, 综合解决。因此, 根据压铸工艺“维稳”策略可以高效、高质量的解决产品问题。

参考文献:

- [1] KWON H J, KWON H K. Computer aided engineering (CAE) simulation for the design optimization of gate system on high pressure die casting (HPDC) process [J]. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2019, 55: 147-153.
- [2] MITTERER C. Application of hard coatings in aluminium die casting-soldering, erosion and thermal fatigue behavior[J]. Surface and Coatings Technology, 2000, 125 (1-3): 233-239.
- [3] 李平, 彭学周, 欧阳维强. 铝合金壳体的压铸工艺优化设计 [J]. 铸造, 2015, 64 (11): 1082-1084.
- [4] 宋政骏, 米国发, 周志杰, 等. 铝合金散热片压铸工艺设计与数值模拟优化 [J]. 特种铸造及有色合金, 2018 (1): 45-48.
- [5] 方少林, 程文超, 吴兵. 基于正交试验的上壳体真空压铸工艺参数优化 [J]. 中国设备工程, 2020 (3): 111-112.
- [6] 欧阳明. 挤压压铸技术在汽车、摩托车精密制品上的应用 [J]. 铸造技术, 2004, 25 (5): 362-364.
- [7] 杨新强, 传海军, 万晓萌. 复杂离合器壳体压铸缺陷的工艺研究 [J]. 铸造技术, 2015 (8): 2174-2175, 2178.

- [8] 王飞, 郭兆坤, 陈朝辉. 汽车离合器壳体压铸工艺优化及冷隔缺陷控制 [J]. 金属加工热加工, 2017 (19) : 12-13.
- [9] CHAVAN R R, KULKARNI P. A review on pressure die casting technology and recent developments in die design [J]. Trends in Mechanical Engineering & Technology, 2018, 8 (2) : 85-99.
- [10] HODA Dini, ANDERSSON Nils-eric, ANDERS E W Jarfors, et al. Effect of process parameters on distortion and residual stress of high-pressure die-cast AZ91D components [J]. International Journal of Metal Casting, 2017, 12 (3) : 487-497.
- [11] SADEGHI Mohammad, MAHMOUDI Jafar. Experimental and Theoretical studies on the effect of die temperature on the quality of the products in high-pressure die-casting process [J]. Advances in Materials Science and Engineering, 2012: 1-9.
- [12] SHARIFI P, JAMALI J, SADAYAPPAN, et al. Quantitative experimental study of defects induced by process parameters in the high-pressure die cast process [J]. Metallurgical and Materials Transactions A, 2018, 6 (49) : 3080-3090.
- [13] YU Wen-bo, YUAN Zi-hao, GUO Zhi-peng, et al. Characterization of A390 aluminum alloy produced at different slow shot speeds using vacuum assisted high pressure die casting [J]. Trans. Nonferrous Met. Soc. China, 2017 (27) : 2529-2538.
- [14] JIAO X Y, WANGJ, LIU C F, et al. Influence of slow-shot speed on PSPs and porosity of AlSi17Cu2.5 Alloy during high pressure die casting [J]. Journal of Materials Processing Tech. 2019 (268) : 63-69.
- [15] PERZYK M, DYBOWSKI B, KOZLOWSKI J. Introducing advanced data analytics in perspective of industry 4.0 in a die casting foundry [J]. Archives of Foundry Engineering, 2019.
- [16] CHEN Liliang, LIU Ruixiang, BECKERMANN C. Numerical simulation of complex multi-phase fluid of casting process and its applications [J]. China Foundry, 2006, 3 (2) : 83-86.
- [17] ALAN A, LUO Anil, SACHDEV K, et al. Advanced casting technologies for lightweight automotive applications [J]. China Foundry, 2010, 7 (4) : 463-469.
- [18] 高柏林. “人机料法环” 提高和保证产品质量浅析 [J]. 研究与探索·探讨与创新, 2017 (5) : 182-183.
- [19] 李占武. 提高和保证产品质量的有效方法——人、机、料、法、环同步进行 [J]. 中国高新技术企业, 2013 (21) : 159-160.
- [20] BATTAGLIA E, BONOLLO F, TIMELLI G, et al. Correlation between process, microstructure and properties in high pressure die casting aluminium-silicon alloys [J]. Advances in Materials and Processing Technologies 2017, 3 (1) : 111-124.
- [21] 焦亚波, 卫英慧. 镁合金压铸模表面冲蚀过程分析 [J]. 机械工程与自动化, 2008 (5) : 97-100.
- [22] GUO A, ZHAO J, XU C, et al. Effects of pouring temperature and electromagnetic stirring on porosity and mechanical properties of A357 aluminum alloy rheo-diecasting [J]. Journal of Materials Engineering and Performance, 2018, 27 (5) : 2373-2380.

Die-Casting Process Stability Management Strategy of Managing Six Factors (5M1E)

WEI Yan-biao^{1,2}, CHEN Shao-xu², WANG Jun-you², HUANG Ming-yu¹

(1. School of Mechanical Engineering, Nantong University, Nantong 226019, Jiangsu, China; 2. Tianjin Hongbang Die Casting Co., Ltd., Tianjin 300300, China)

Abstract:

For the die-casting site, automation and intelligent equipment have been used in production, but how to make these equipment stable for a long time, the main task is to "maintain stability", find out the fluctuation factors of each link, and restore them to stable state, "seek stability first, then improve". This work is repeated and there is no one-time and no-shortcut. The product quality problems encountered at the die-casting site may not be caused by one factor. When solving the problem, multiple factors need to be integrated to deal with, so that the product can be efficiently and stably produced with high quality. In this paper, six management factors (5M1E) are used to find the unstable factors on site, so that these factors are controlled and improved. Finally, the die-casting process stability maintenance strategy is proposed.

Key words:

die-casting; fluctuation factors; stable state; six management factors; stability maintenance strategy