

基于 MAGMASOFT®模拟分析下的高压副车架开发方案对比

刘琪明

(迈格码(苏州)软件科技有限公司宁波分公司)

高压铸造副车架是一种制造汽车零部件的工艺方法，它具有以下特点：

1.高强度和耐久性：因为通过在高压下将液态金属压射模具中，使得副车架具有更高的密度和更均匀的结构。这使得副车架具有高强度和耐久性，能够承受车辆在行驶过程中的各种力和振动。

2.轻量化设计：相比传统的副车架制造方法，高压铸造副车架采用了轻量化设计，通过优化结构和减少材料的使用量，使得副车架的重量得到明显的减轻。这不仅可以提高车辆的燃油经济性，还可以减少对环境的影响。

3.高精度和一体化：高压铸造副车架采用先进的模具制造技术，能够实现高精度的生产。通过一体化的设计和制造，可以减少零部件的数量和连接点，提高整体结构的强度和稳定性。

4.良好的表面质量：高压铸造副车架的表面质量非常好，无需进行额外的表面处理。这不仅可以

减少生产工艺和成本，还可以提高车辆的外观质量和整体品质。

5.生产效率高：高压铸造副车架采用自动化生产线，具有高度的生产效率和稳定性。相比传统的副车架制造方法，高压铸造副车架的生产效率可以提高数倍，大大缩短了生产周期，降低了生产成本。高压铸造副车架具有高强度、耐久性好、轻量化设计、高精度和一体化、良好的表面质量以及高生产效率等特点。它的出现，不仅提高了汽车的性能和安全性，也促进了汽车工业的发展和进步

本文将针对高压副车架开发设计流程，通过对两个方案对比从而进行详细的阐述

1 产品基本信息

产品（图 1）为高压副车架，产品结构如下图，铸件材料 AISi7Mg，其基本尺寸为尺寸为 1000.446 * 268.637 * 743.741，铸件平均厚度为 3.76mm。

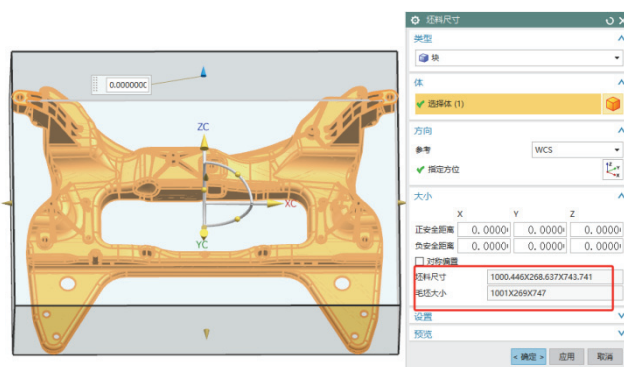
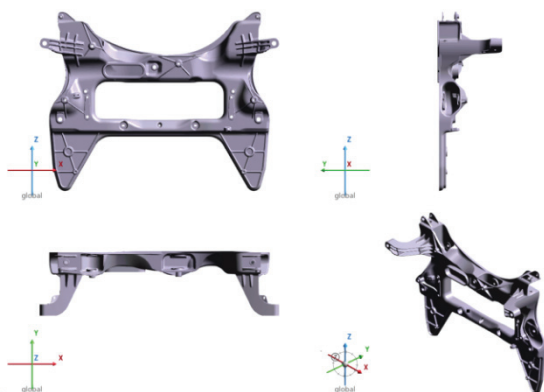


图 1

1.1 方案设计分析

产品 A 区壁厚小于 B 区壁厚，理论上要以 B 区进料为好，但从产品结构上看 B 区无法进料，所以只能从 A 区进料，因此 B 区的成型补缩会是难点。

蓝圈的两个角落生产时会有冷隔产生，而且这位置是成型困难位置，所以会伴随有排气来不及的情况，缩孔和气孔会伴随产生在这区域，所以模具的模温设计，以及渣包排气顺序是重点。

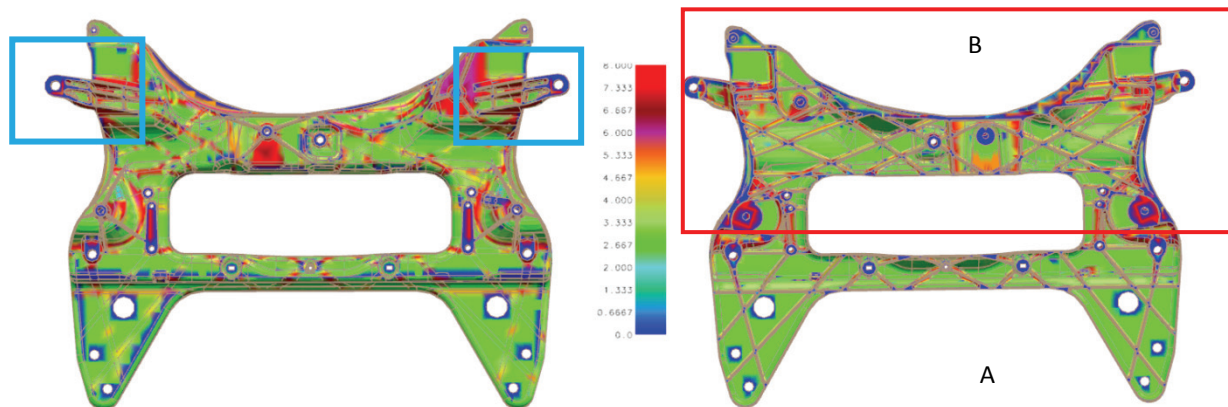


图 2

1.2 压射方案对比

如图 3 所示，分别设计两种方案，方案 a 集中重点充型产品末端，方案 b 尽可能将产品全部覆盖。

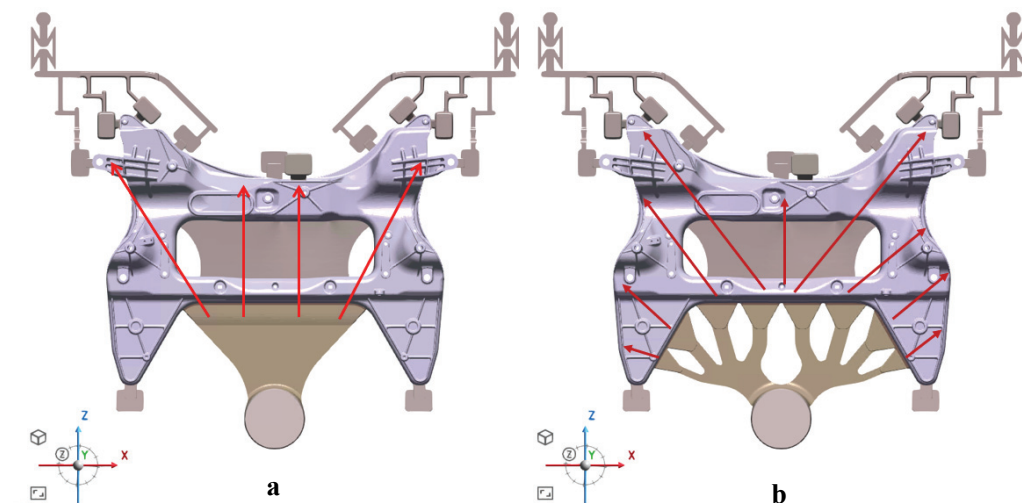


图 3

1.3 压射参数计算

根据下表相关填充特性（表 1）：方案 b 填充时

间建议为 65.42ms，内浇口速度推荐 50m/s，具体详细数据见下表。

产品填充时间

Z	单位转换系数(°C/%) 不可修改	4.8
S	浇注结束时金属液可允许的固体百分数%	30
K	系数 sec/cm 不可修改	0.0346
Ti	金属液进入模具时的温度 (°C)	650
Tf	液相线温度 (°C)	595
Td	金属液进入型腔前的表面温度 (°C)	200
T	铸件平均厚度 (mm)	3.76
t	填充时间 (ms)	65.54203544

NADCA计算公式

$$t = K \left\{ \frac{T_i - T_f + SZ}{T_f - T_d} \right\} T$$

内浇口面积设定

G	产品+渣包重量 (g)	16250
ρ	金属液密度 (g/cm³)	2.4
V	内浇口速度 (m/s)	50
T	填充时间 (s)	0.065
A	内浇口截面积(mm²)	2083.333333

A = $\frac{G}{\rho V T}$

锁模力计算

正面投影面积			面积占比	压力
A1	流道投影面积（含料饼）（cm²）	3258	62.26%	100%
A2	铸件投影面积（cm²）	1035	19.78%	100%
A3	排溢投影面积（cm²）	940	17.96%	100%
A	浇排总投影面积（cm²）	5233		
侧面投影面积			锁紧块角度	压力
A4	滑块投影面积（cm²）	600	10	100%

AA

全投影面积（cm²）

5338.6

P

铸造比压（Mpa）

75

N1

正面涨型力(T)

3924.75

N2

侧面涨型力(T)

79.2

S

安全系数

1.1

N3

总锁模力（不含安全系数）(T)

4003.95

N4

总锁模力（含安全系数）(T)

4404.345

建议压机吨位

4200T-4500T

产品冲头选型

	体积（mm³）	质量（g）	合金液态密度（g/cm³）	合金固态密度（g/cm³）	出品率
产品	5208333.33	12500	2.4	2.68	56.86%
流道	2409583.33	5783			
渣包	1541666.67	3700			
全铸件	9159583.33	21983			
压室直径（mm）	压室长度（mm）	充满度	填满压室的长度（mm²）	实际内浇口面积（mm²）	加速比
160	1250	36.46%	455.79	2461	8.17
170	1250	32.30%	403.75	2461	9.22
180	1250	28.81%	360.13	2461	10.33

表 1. 方案 b 相关计算数据

2 模拟分析

2.1 两方案成型模拟分析判定与对比

成型方案模拟结果组别包含了空气接触, 材料

年龄, 充型能量, 型壁接触, 成型温度, 充型时间等判据结果。

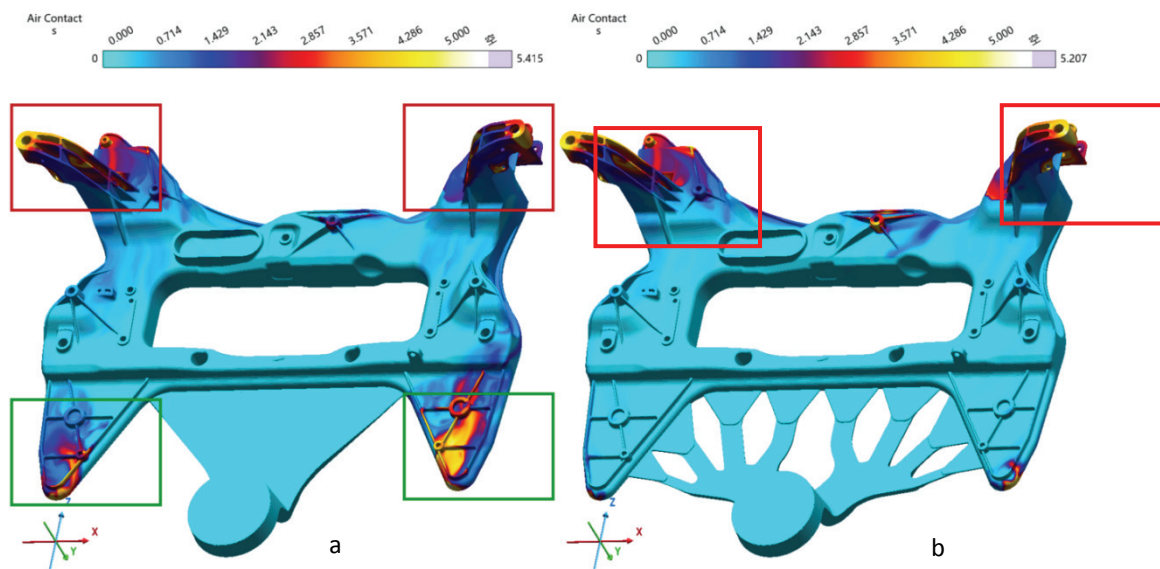


图 4

图 4 是空气接触结果, 空气接触主要反应金属液在充型的过程中, 模具型腔内气体最后滞留的地

方。如图所示, 我们可以看到亮色的位置, 就是气体滞留时间最长的地方, 也就是最后充型的地方。

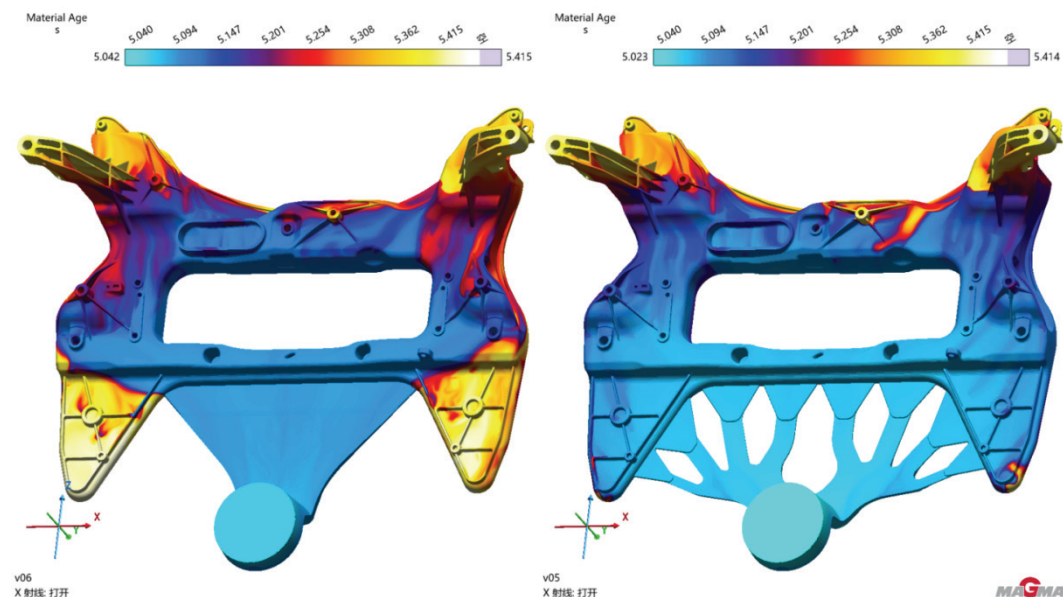


图 5

图 5 是材料年龄结果，主要反馈金属液在充型的过程中，由于充型时间久而伴随着温降幅度大，

最后形成大量冷料积聚的位置。

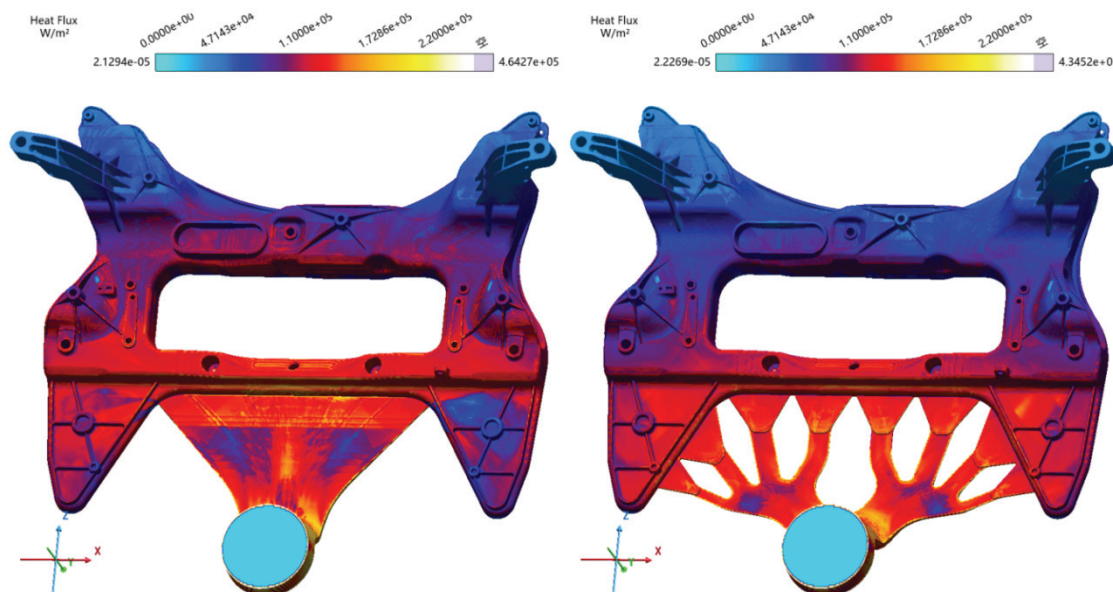


图 6

图 6 是充型能量结果，亮色表示充型能量高，暗色表示充型能量低。影响充型能量高低的几个主要因素为几何形状是否合理，充型先后顺序，以及是否存在不必要的金属液碰撞。

具体到此副车架产品，通过模拟结果显示，基于 a 方案，产品易出现充型不良的位置主要集中在四个线框（两个红色，两个绿色）标示位置，其中红色线框为充型的尾端和充型困难的位置，绿色线框则为基于现有的浇铸系统无法被覆盖的位置，也就是充型的盲区。而 b 浇铸方案改善了充型的盲区，

但是针对尾端和充型困难的位置还是存在同样的问题，所以回到文章的开头，针对尾端的问题，模具的模温设计，以及渣包排气顺序是重点。以上结果所描述的问题。主要的缺陷为成型不良，表现最严重的会出现冷裂，最轻微的产品表面会出现流痕，从而影响产品力学性能。

2.2 两方案流态分析模拟分析判定与对比

流态分析模拟结果组别包含了追踪粒子，充型速度（温度）动态过程在内的等相关判据结果。

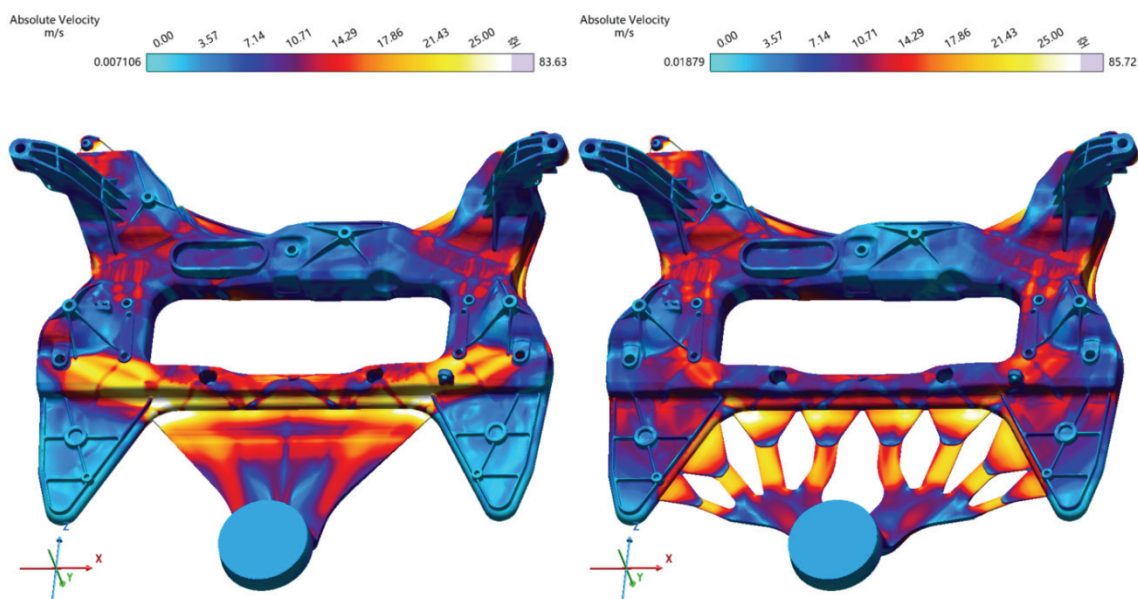


图 7

图 7 是动态速度充型过程最后时刻的速度分布，亮色位置为充型速度高的位置，也就是金属液主要

流动的位置。成型速度低的位置，金属液不流通，容易出现充型不良，气孔等缺陷。

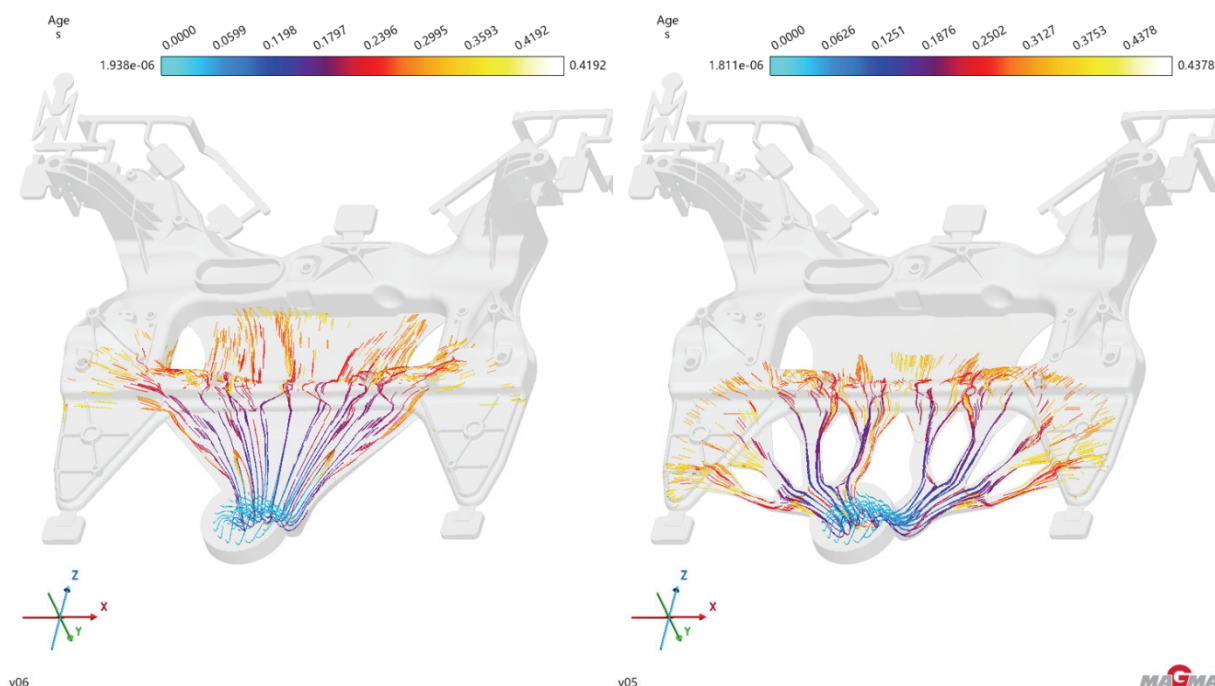


图 8

图 8 是追踪粒子结果，可以观察出金属液充型的轨迹以及在充型过程中发生涡旋，碰撞的位置。

流态分析需要配合成型判据结果共同使用，首先由成型判据结果直接显示出问题区域，然后再由

流态分析结果显示整个变化过程，分析出原因。

2.3 两方案气孔缺陷模拟分析判定与对比

流态分析模拟结果组别包含了气体密度，强化卷气，气压，最大气压等相关判据结果。

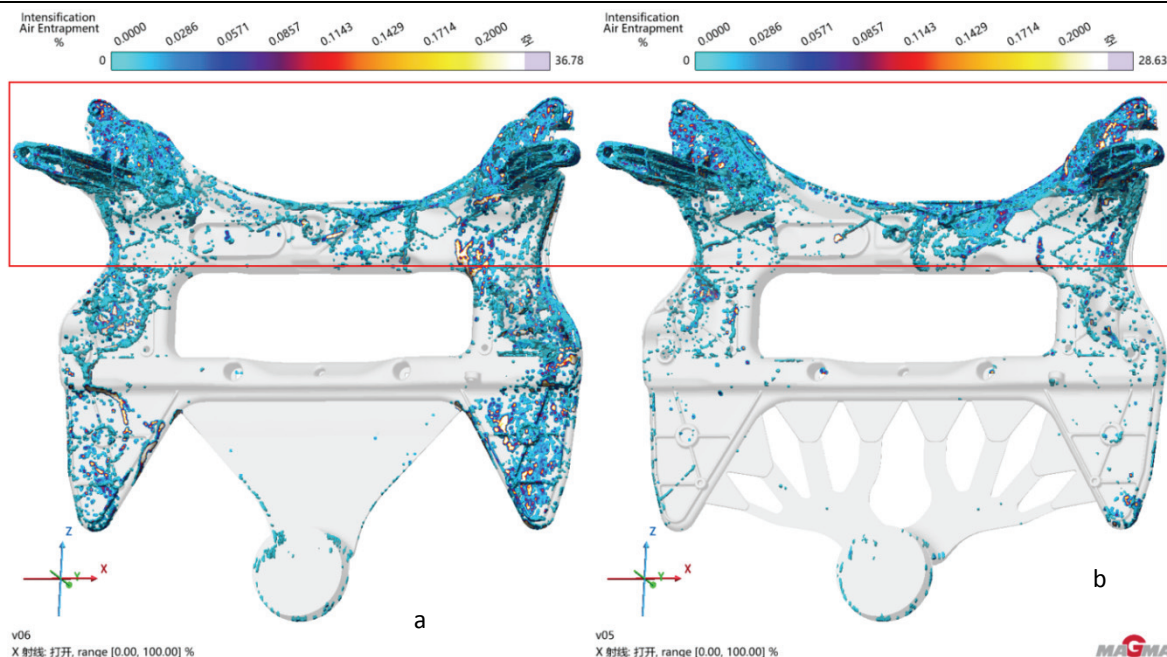


图 9

图 9 为气体结果，主要是从两个角度来阐述：第一个角度是随着金属液在充型的过程中，型腔里面的气体的去处，否有被排出型腔，还是滞留在型腔里面的某个位置；第二个的角度就是滞留气体密度的高低，同时也是气体这个结果的单位，高气体密度位置相对应的气体缺陷风险大，而低气体密度位置，虽然有气体滞留，但是风险相对较小。

结果显示气孔主要集中在红色线框标示的充型末端和充型困难位置（末端两个突出的结构），虽然 a 方案在设计的时候是希望集中主要力量对末端进行充型，但是效果并不理想，同时在充型盲区也出现了很严重的气孔问题。相比 b 方案，除了末端和爬高位置，整体气孔情况较好。

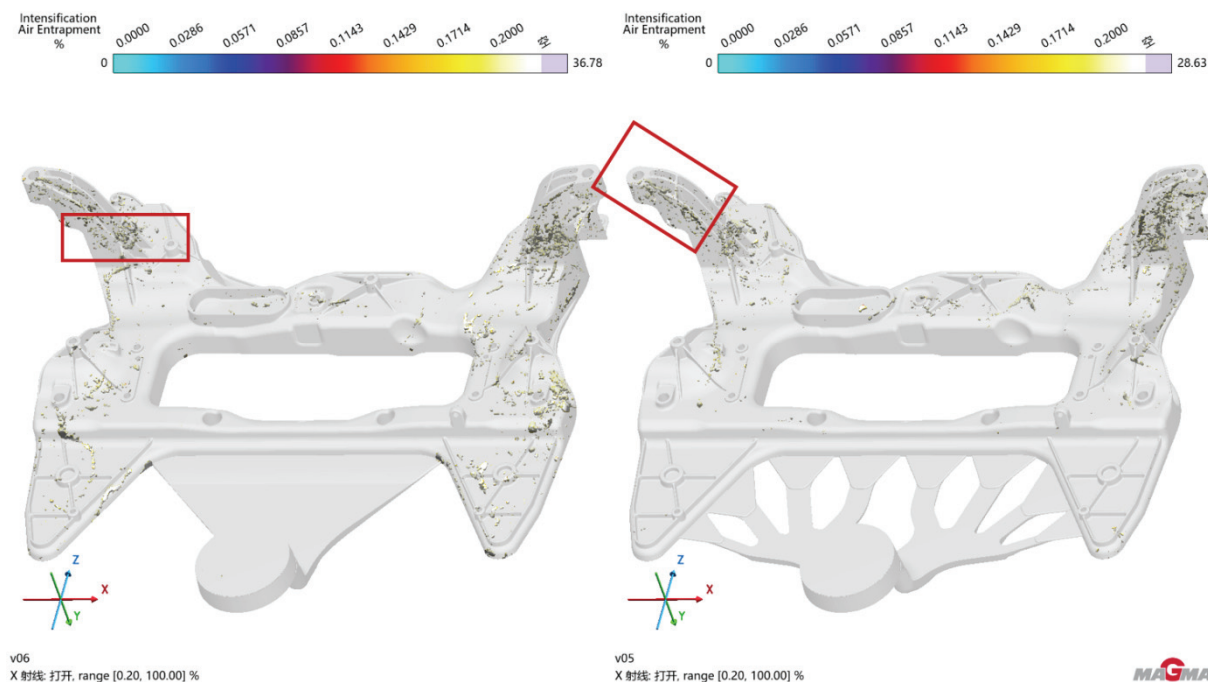


图 10

图 10 所示，通过调整 Xray 来凸显出气孔最严重的区域，可以发现最严重的区域为尾端突出的两

个结构，需要配合良好的渣包，排气和真空设置。

2.4 两方案应力模拟分析判定与对比

应力分析模拟结果组别包含了多种，不同阶段

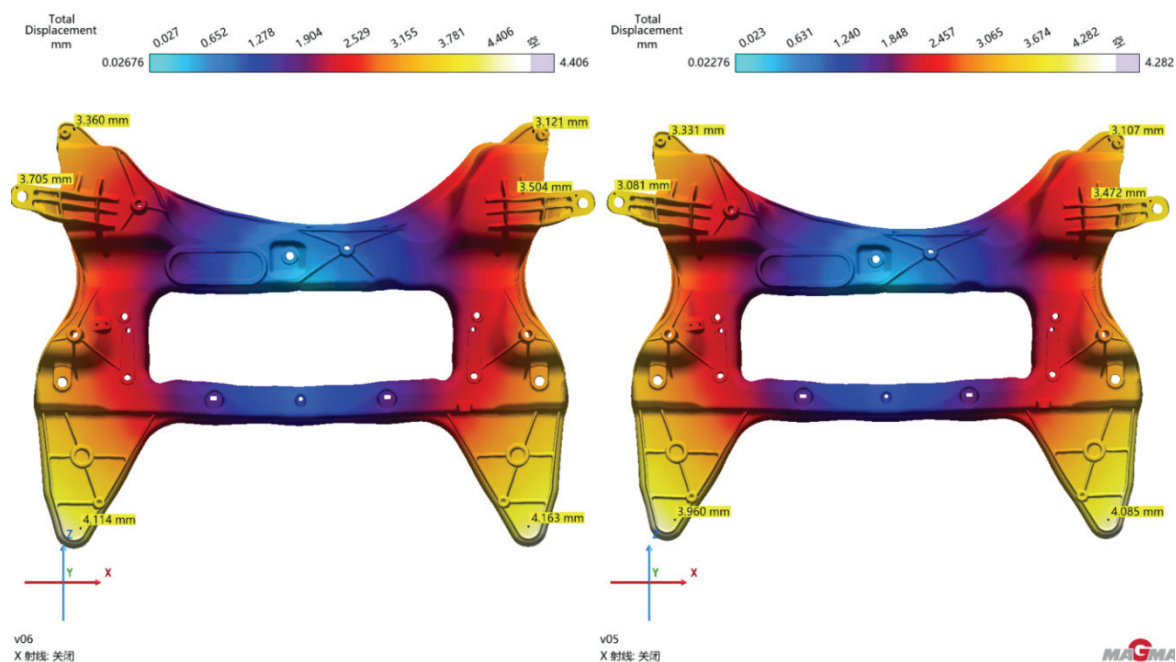


图 11

3 总结

此文对高压副车架的前期开发过程进行了描述，同时重点想分享出正确的模拟结果观察顺序和方法。

模拟结果根据不同的实际缺陷【充型不良，气孔，缩孔（本文未提及），开裂变形】等分为不同的组群，每一种缺陷类型对应着不同的结果组群，找到正确的观察结果组群，这是第一步。

第二步，同一个结果组群里面包含着多个结果。以成型不良为例，首先通过群组里的空气接触，材

料的应力，应变，变形等相关判据图片及曲线结果。

图 11 为产品变形结果，从显示结果可以看出，基于不同压射方案下的两个产品在变形量上会有差异，但主要影响因素还是产品的自身结构。

料年龄等结果直接判断出缺陷位置。然后再结合动态过程，以流态的结果，然后来进行观察，分析其过程，找出相对应的原因。如果是气孔方面，首先根据强化卷气，最大气压这两个结果找出问题点，然后再通过气体密度和气压这两个是动态变化过程分析出形成原因。

参考文献：

[1] WWW.MAGMASOFT.CN