

CAE技术在注塑成型中的应用

王博 上海神州数码有限公司
13524069336 wangbok@digitalchina.com

2012消费电子研讨会-----上海

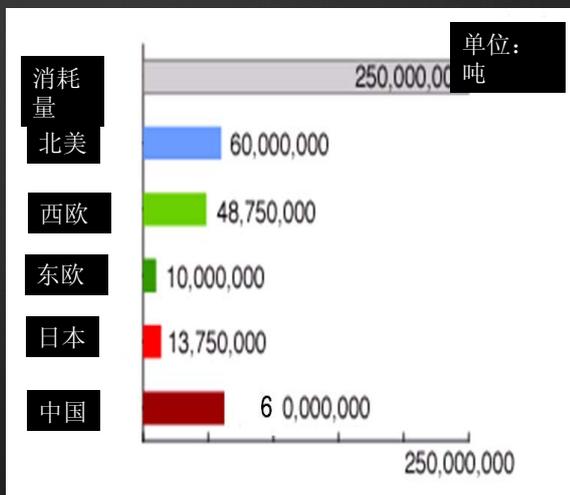


摘了它好吗，亲？

2012消费电子研讨会-----上海

我国塑料行业面临的机遇和挑战

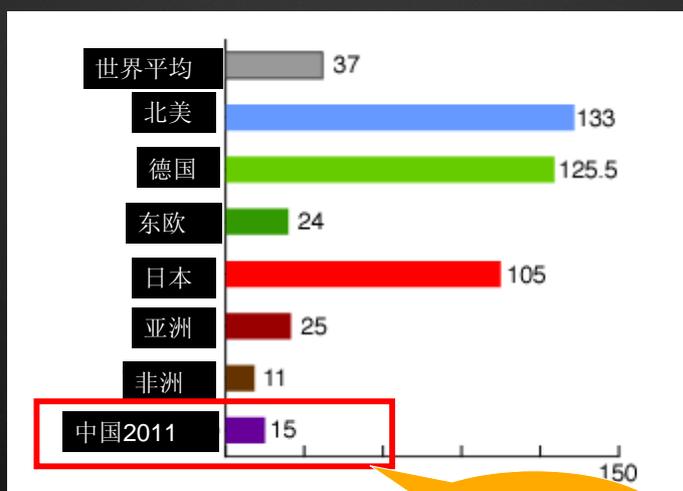
- 塑料行业飞速发展，潜力巨大，目前中国已经是名副其实的世界塑料生产、消费和进口大国，预计2014年中国塑料树脂消费量将突破6000万吨，占全球30%，年增长达15%以上，在全球塑料制品产量排名中稳居“亚军”。
- 我国塑料产业前景广阔，但面临巨大挑战：
 1. 原油价格持续高涨，塑料价格随之之增涨；
 2. 模具钢材价格高涨；
 3. 塑料制品成型周期要求更短；
 4. 塑料制品价格更便宜，竞争越来越激烈



2012消费电子研讨会-----上海

世界塑料人均消耗量

2011年全球塑料人均消耗指数 kg / 人·年



差距明显，也意味潜力巨大！

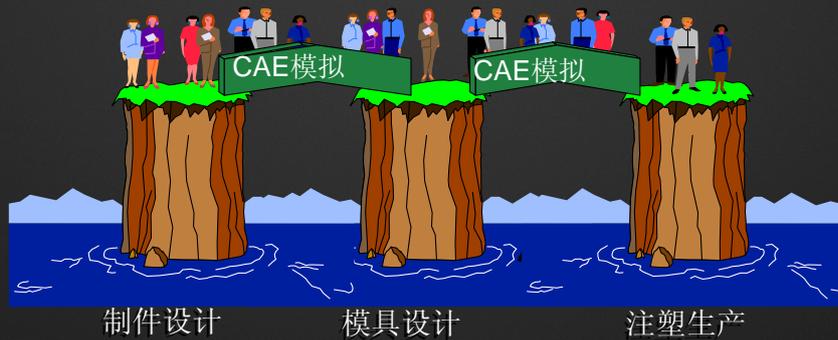
2012消费电子研讨会-----上海

注塑工业现状



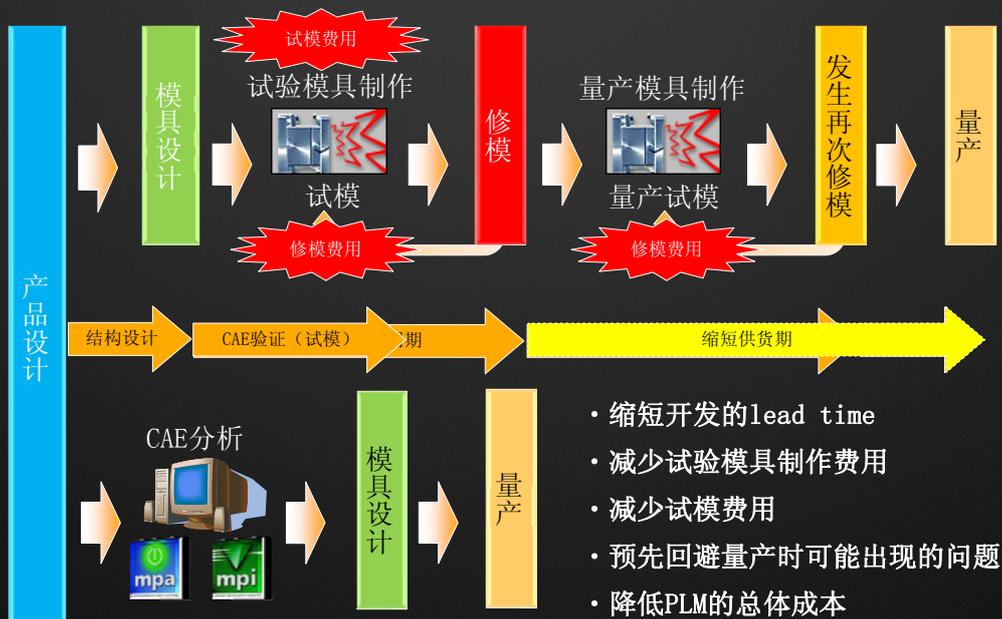
2012消费电子研讨会-----上海

CAE技术 链接各孤岛



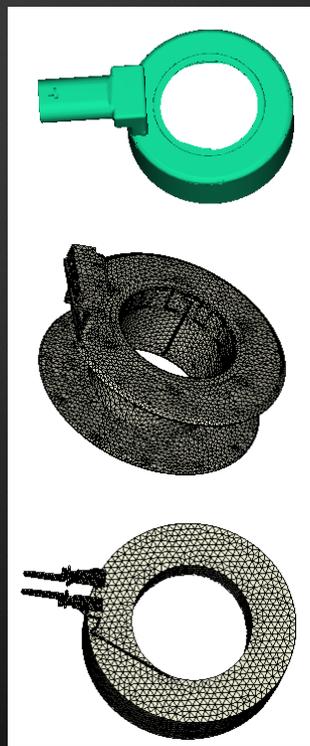
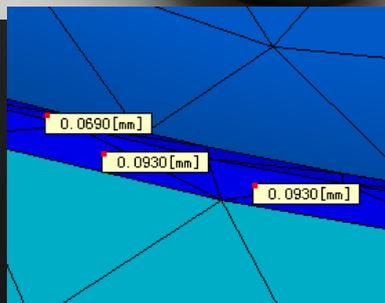
2012消费电子研讨会-----上海

现在，为什么流动分析备受关注？



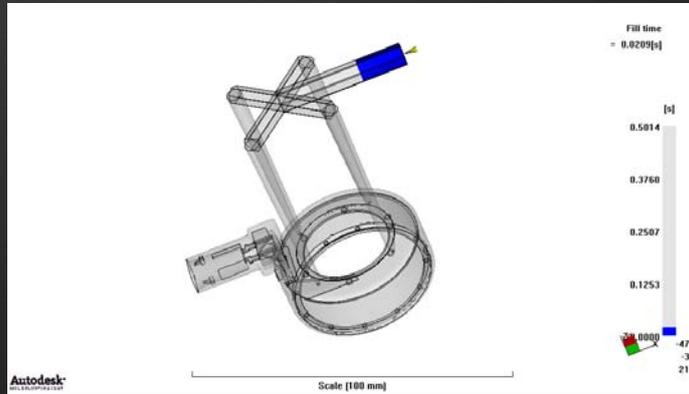
2012消费电子研讨会-----上海

案例1



2012消费电子研讨会-----上海

流道系统 (Injection system)



流道: U型5*5

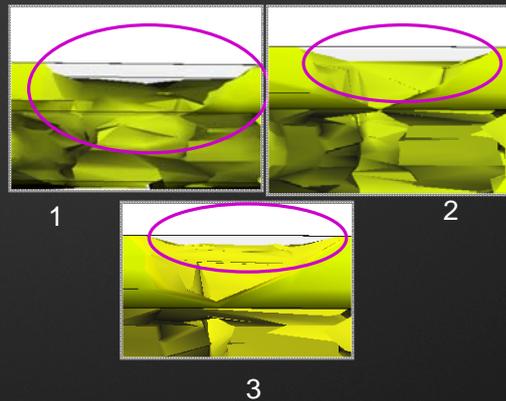
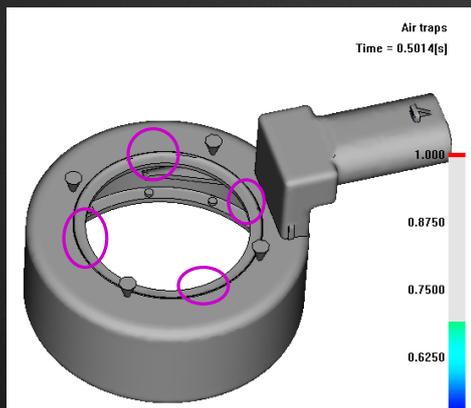
分流道: U型4*4

高度: 65mm

浇口直径: 1mm

2012消费电子研讨会-----上海

问题1: 困气

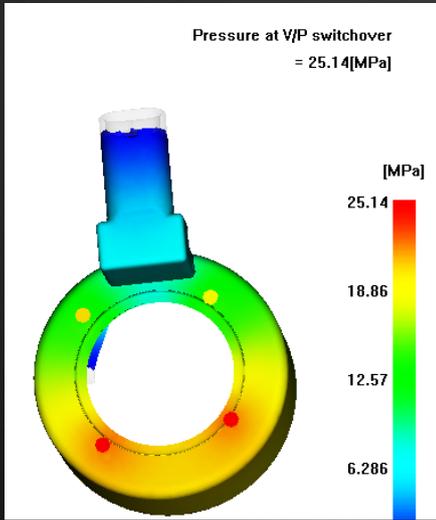


左图红线标识处(筋位)会有困气产生;且不易排出。

这些位置的困气是由两股料流汇合后包卷形成(右图1--2--3),由于此困气为包卷形成,且不在分型面处,故这些困气无法排出。

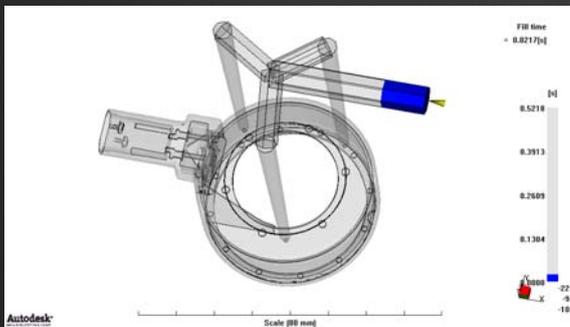
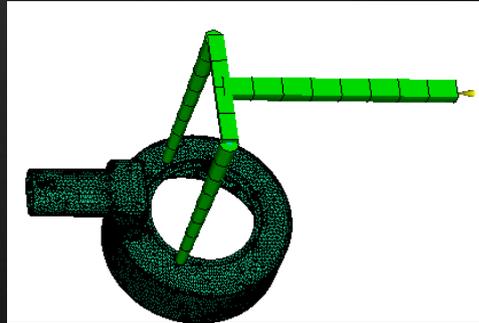
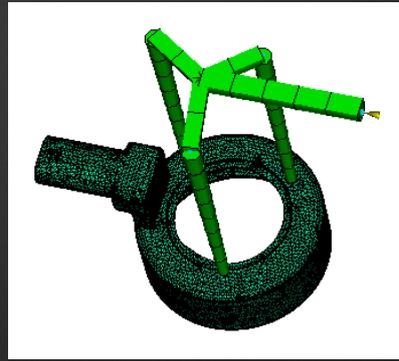
2012消费电子研讨会-----上海

问题2： 流道优化

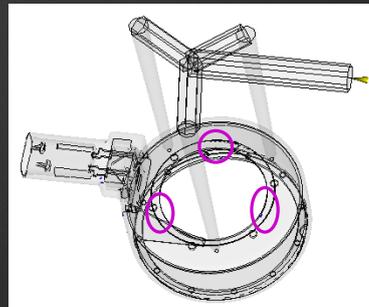


四浇口方案最大注塑压力为25MPa，
在许可范围内（80MPa）

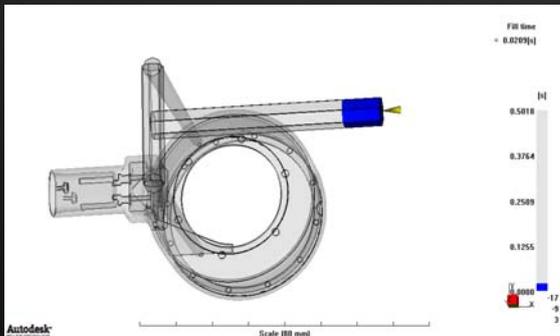
2012消费电子研讨会-----上海



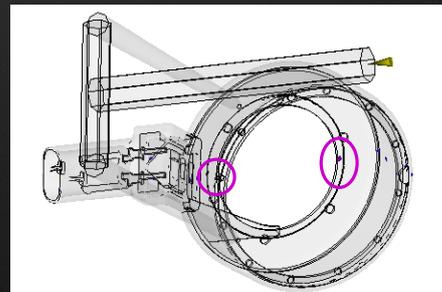
流动模式



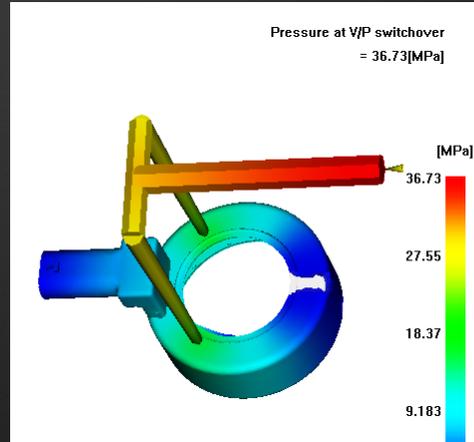
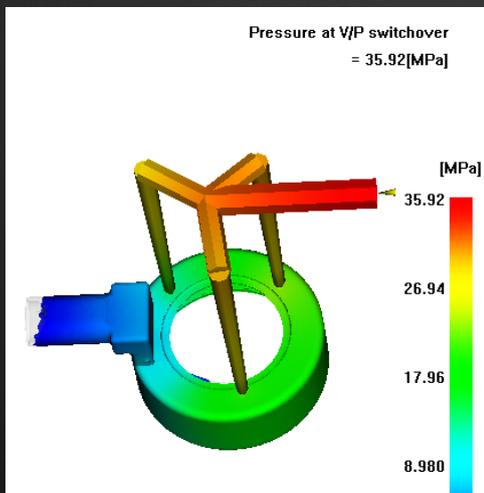
困气状态



2012消费电子研讨会-----上海



最大注塑压力 (Maximum Injection pressure)

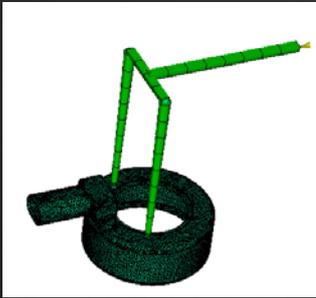


三浇口和两浇口的最大注塑压力均在许可范围内 (80MPa)

分析结果(The results)

	四浇口 (4 gates)	三浇口 (3 gates)	两浇口 (2 gates)
充填模式	基本平衡, 稍许滞流	基本平衡, 稍许滞流	平衡, 稍许滞流
困气	局部困气不易排出 (四位置)	局部困气不易排出 (三位置)	局部困气不易排出 (两位置)
注塑压力	25MPa	36MPa	37MPa

流道尺寸优化 (optimize runner size)

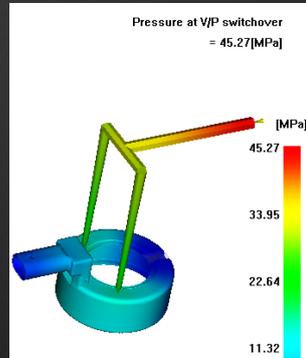


流道(primary runner): U型3.5*3.5

分流道(secondary runner): U型3.2*3.2

高度(height): 65mm

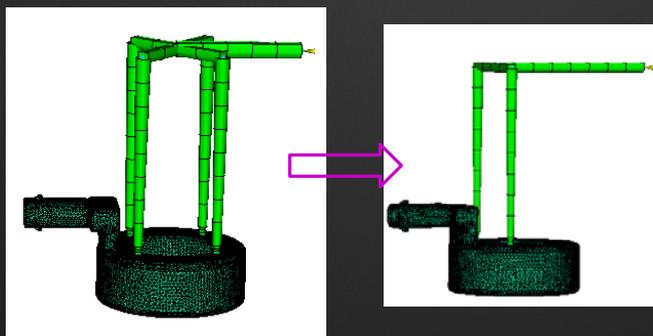
浇口直径(gate diameter): 1mm



由于最大注塑压力远小于许可压力。故我们尝试进行流道尺寸的优化，进一步减小流道的尺寸。

优化后的注塑压力为45MPa，仍然在注塑压力许可范围内。

流道优化计量



Runner volume= 10.2151cm³ → Runner volume= 4.3468cm³ (58%)

可节约: 10.2151-4.3468=5.8683cm³,
即约4g; 因此一模次可节约8g料。

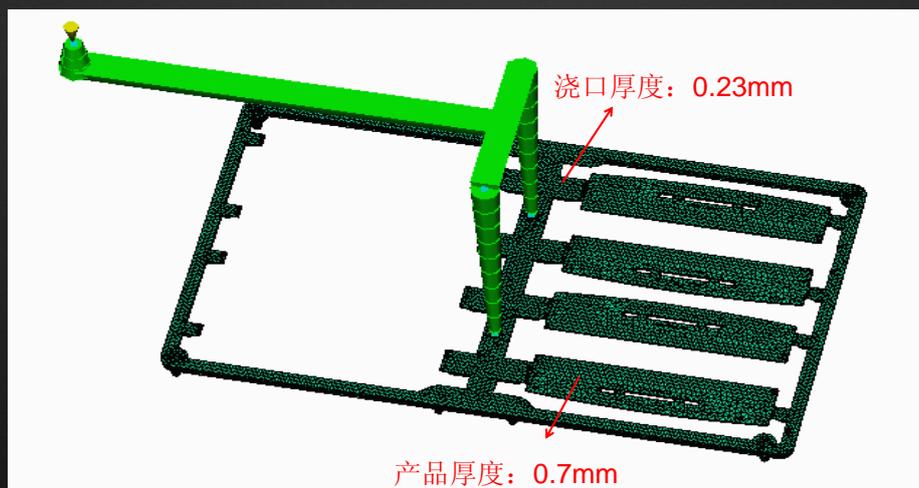
结论与建议 (Conclusion and suggestion)

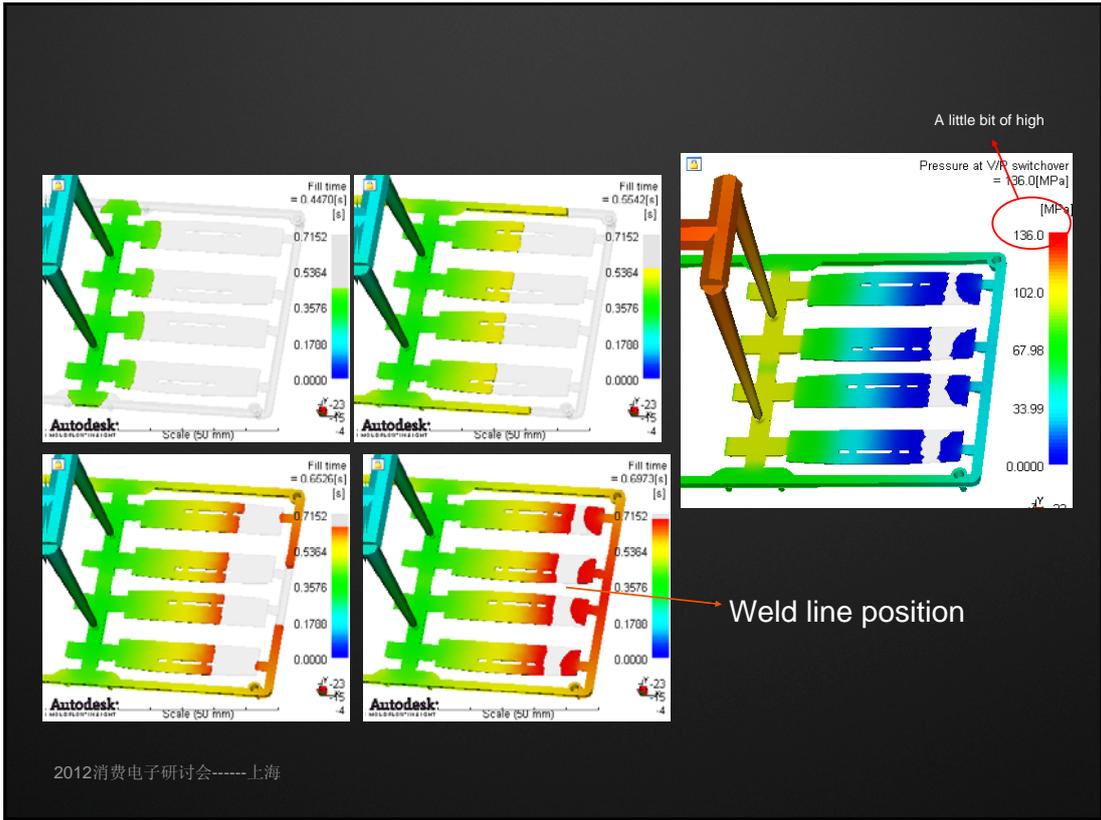
1. 三种方案的充填模式均可接受---无短射；但两浇口方案的流动更平衡
2. 三种方案均有局部困气，由于困气是由料流包卷形成，且无排气机构，故困气无法排出；
3. 两浇口方案的注塑压力不大，流道尺寸还有优化的空间。

综上所述，建议用两浇口方案，同时减小流道尺寸

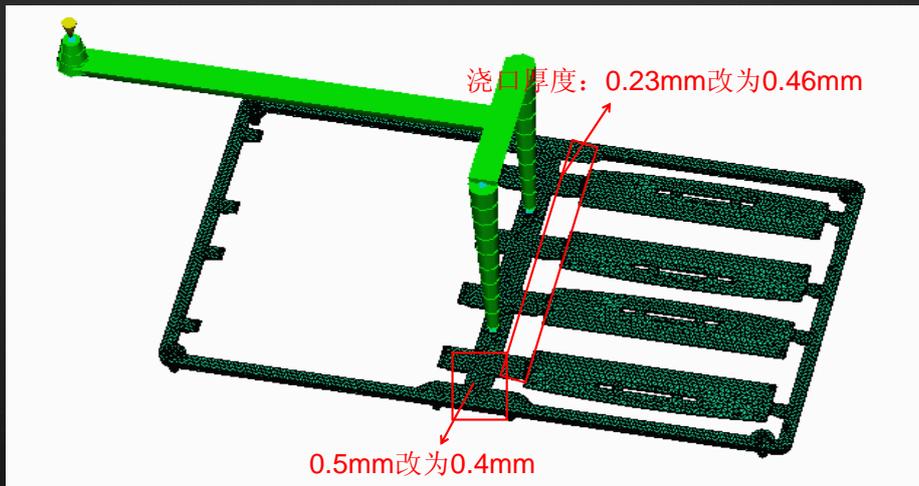
如有条件，建议真空注塑(若模具结构许可，可增加排气装置)，以排出筋位气体

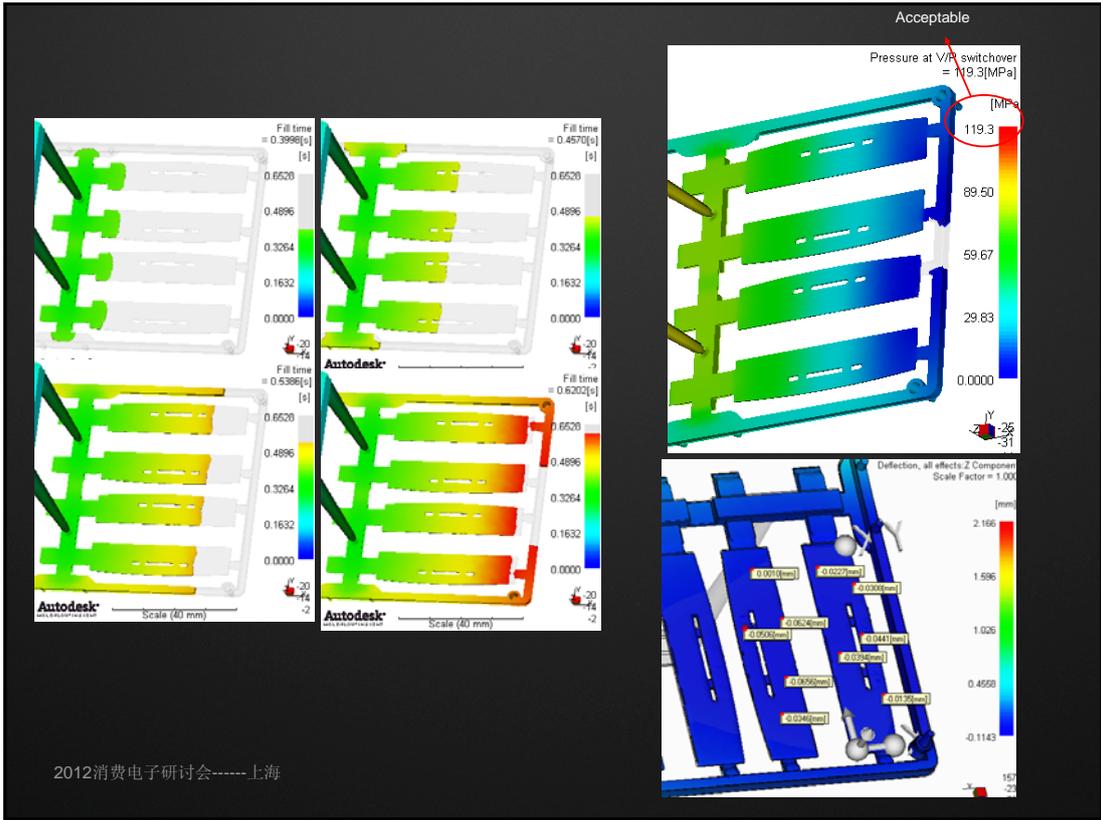
案例2



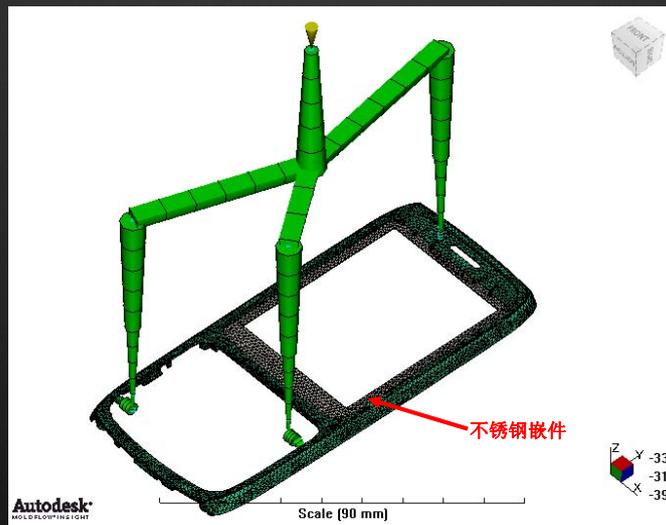


案例2

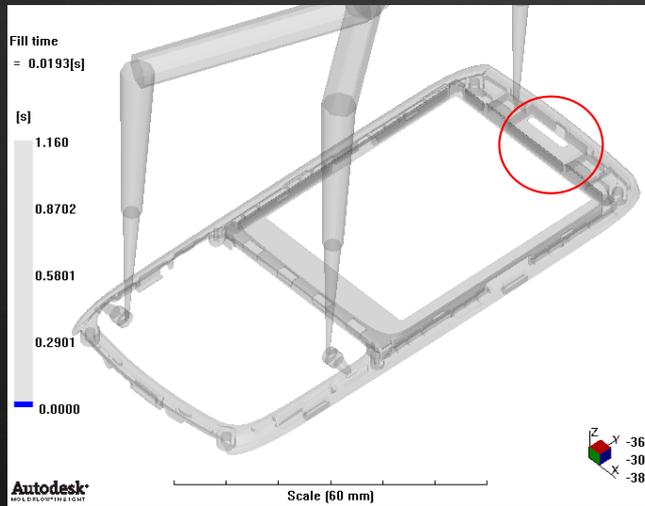




案例3



产品填充样式



请在放映模式下查看填充过程

2012消费电子研讨会-----上海

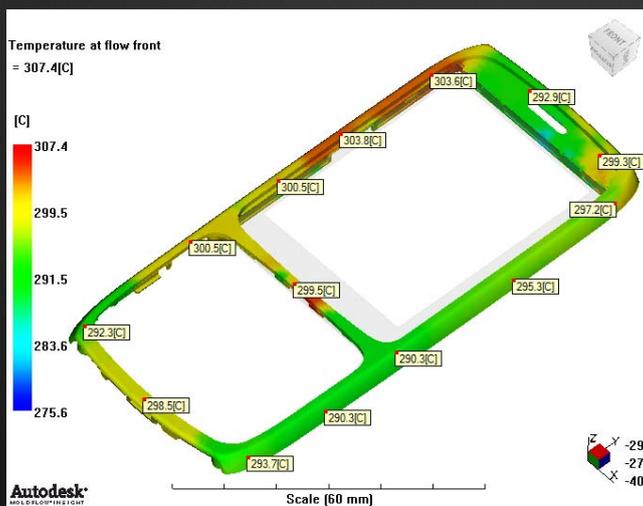
产品填充样式，显示了胶料填充产品的动态过程。

红色代表最后充填的位置，蓝色代表最早充填的区域。

该结果可以帮助用户了解产品充填的过程，判断产品充填过程是否顺畅，填充是否平衡，从而判断产品填充质量。帮助客户判断产品结构以及浇口或流道的设计合理性。

从结果看，产品充填较不平衡，产品头部有明显的迟滞。

料流前峰温度分布



2012消费电子研讨会-----上海

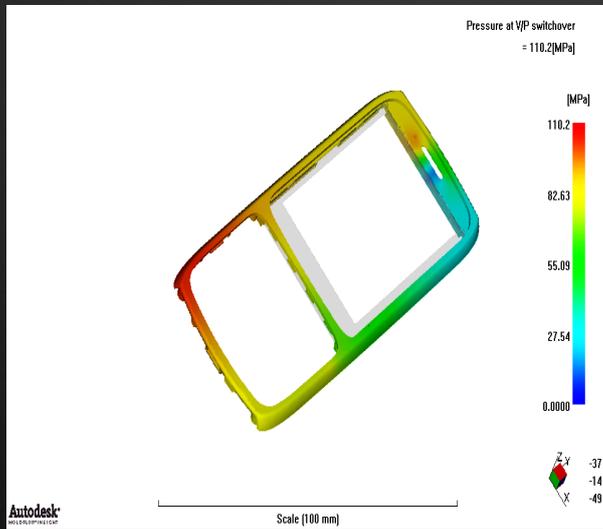
该结果显示了产品填充过程中，料峰温度的分布情况。

料峰温度的均匀性会决定产品的外观的均匀性。温度上升代表相应区域的剪切过于急剧，反正则代表可能出现冷料。一般20度以内的波动属于正常范围。

从结果看，由于充填不平衡，导致局部料峰温度升高较为明显，说明材料在充填过程中所受的剪切较大，这将增加材料的脆性，降低其抗拉强度。

但延长注塑时间可适当降低料峰温但容易产生局部冷料而导致短射。建议调整浇口位置，使充填平衡。

产品充填压力分布图



该结果反映了在产品充满时刻，产品上的压力分布情况及产品填充所需的最大注塑压力（该结果为单腔压力的结果）。

从结果上可看出，产品上的压力分布极不均匀。这将导致产品内部出现较大的收缩差异以及内应力分布的不均匀。

2012消费电子研讨会-----上海

产品残余应力分布



该结果显示了产品上的残余应力分布情况。

产品上的残余应力集中会导致产品在受热、受力、电镀、喷漆等条件下产生应力释放，从而引起产品的破坏以及电镀层或漆层的破裂或起泡。

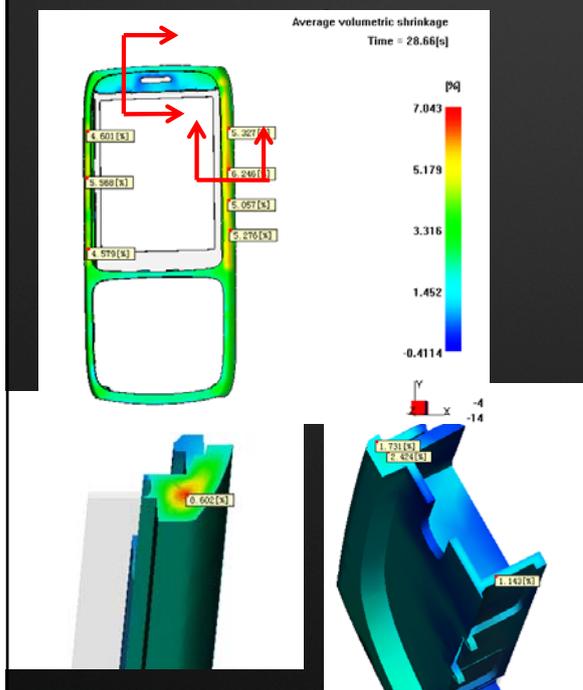
应力集中一般与产品结构、模具的浇口设计以及成型工艺有关。

从分析结果可以看出在与不锈钢片装配区域存在较大残余应力。且应力沿周边分布不均匀，应力分布的不均匀容易导致产品应用突变位置开裂。

按常规的经验，产品上的残余应力高于27Mpa时，容易出现开裂。

2012消费电子研讨会-----上海

产品体积收缩分布图



体积收缩反映了产品在保压和冷却之后的收缩情况，收缩的不一致会导致产品的翘曲，而且收缩的大小及差异会决定产品外观质量，如缩水痕，表面凹陷或凸起。

从收缩的结果上可以清晰的看出产品收缩分布存在较大的差异，特别是不锈钢框架四周的收缩，左右两侧收缩大，上下两侧收缩较小。

由于左右两侧塑胶的后收缩较大，而嵌件钢片的刚性很大，二者之间就产生相互作用力，从而在产品薄弱区发生断裂。

总结

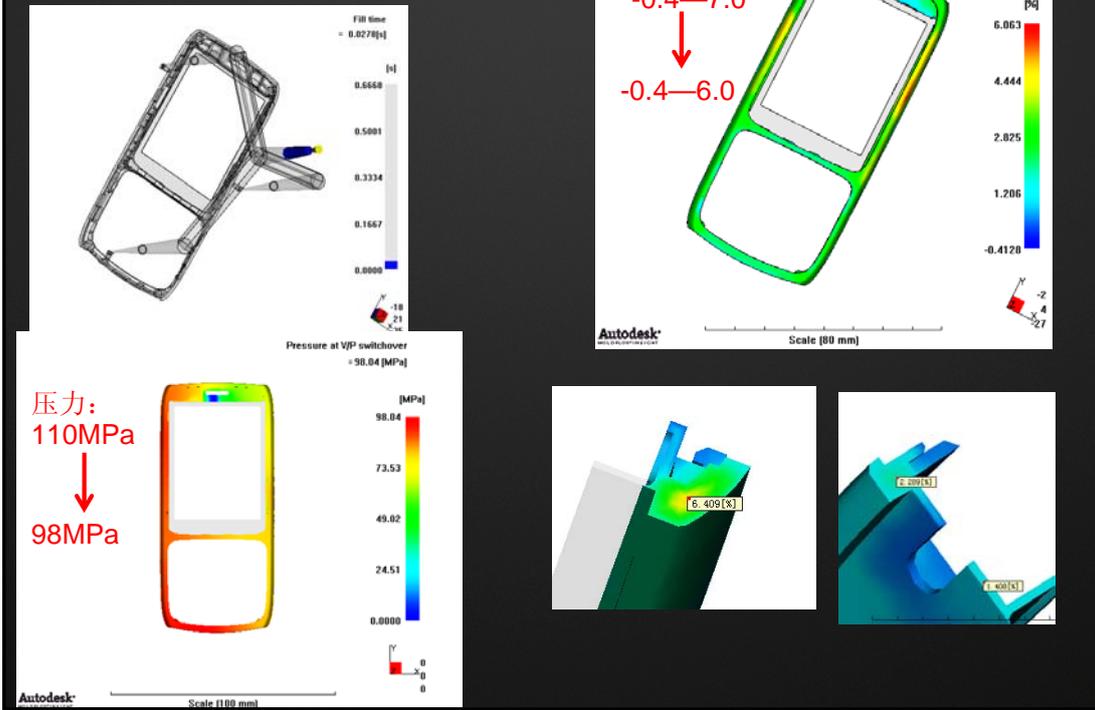
➢ 从分析结果看，产品开裂主要是由以下几种原因导致：

1. 塑胶产品应力分布不均，
2. 嵌件四周塑胶收缩不均，同时嵌件刚性太大；在嵌件与塑胶之间产生了较大的相互作用力
3. PC材料本身具有较强的缺口敏感性，容易在应力作用下出现分子链的断裂，从而导致产品开裂；

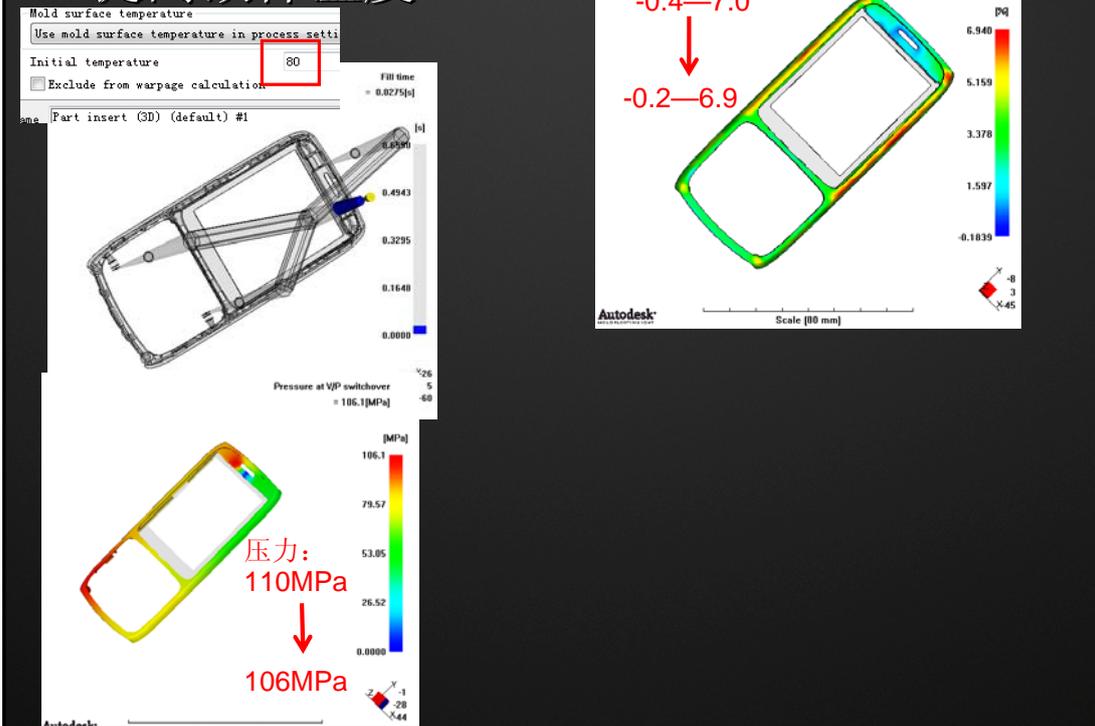
建议：

- 调整浇口位置，以获得均匀的充填，尽量减小压力分布的差异，从而减小应力
- 调整浇口位置，使产品获得更加均匀的保压，减少收缩差异；
- 提高嵌件温度，以减小模具与嵌件的温度差，从而减小塑胶的体积收缩；
- 更换材料，选用蠕变性能更好的材料或缺口敏感性较弱的材料；
- 如有可能，调整不锈钢片的强度，选择强度较低（即较软的）嵌件材料，降低应力分布差异；
- 可在不锈钢片上开孔，以减小其刚性

1 调整浇口位置

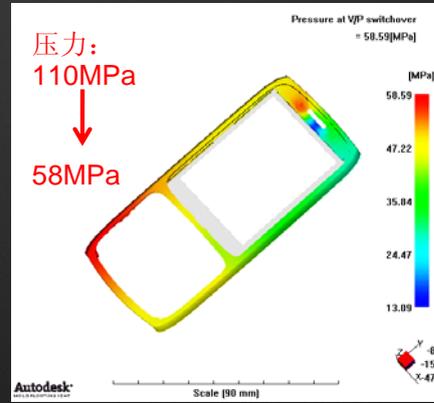
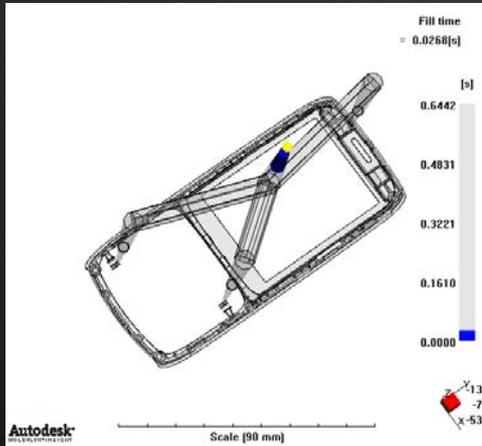


2 提高嵌件温度



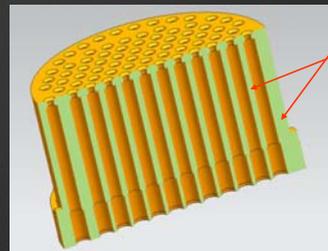
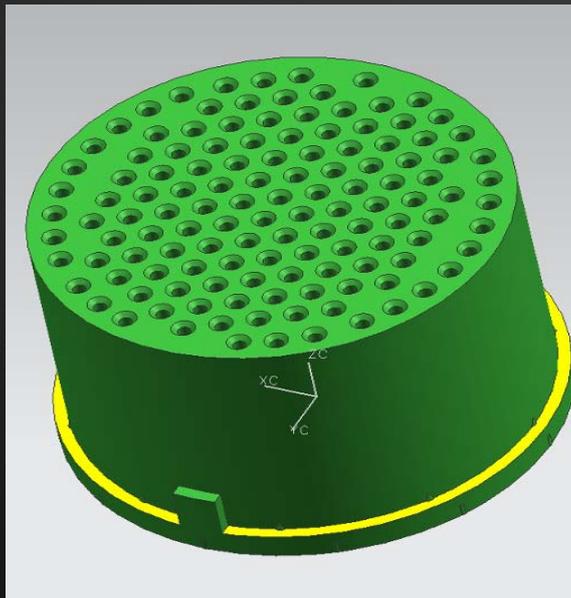
3 更换材料

PC → PC+ABS



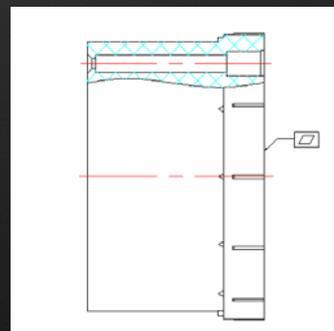
请在放映模式下查看填充过程
2012消费电子研讨会-----上海

案例4

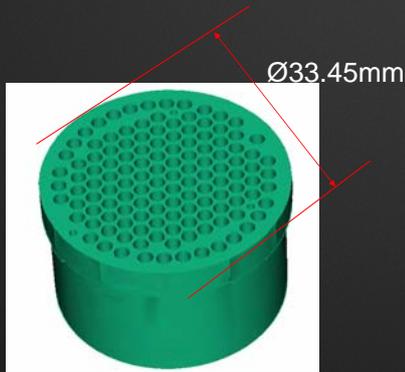


孔间不易成型

浇口



产品介绍

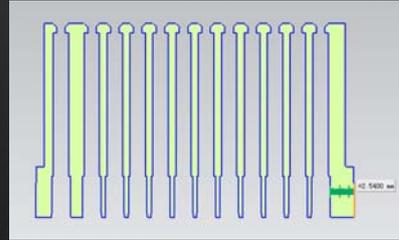


Ø33.45mm

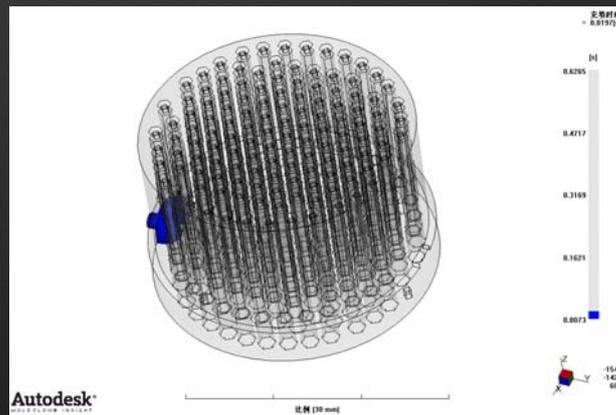
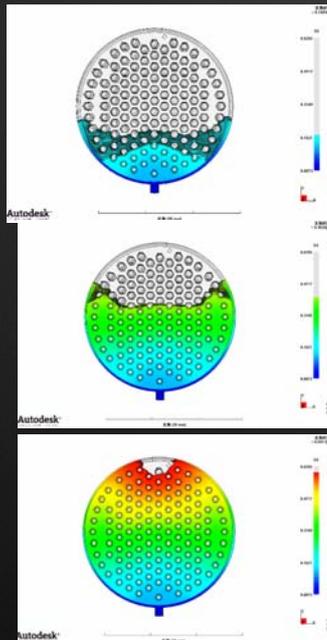
从图形的结构可以看出，该产品壁厚不均匀，经测量，孔距离边缘最厚处2.54mm，孔之间最薄处0.8mm左右，并且周围壁厚厚于内部。



20.5mm



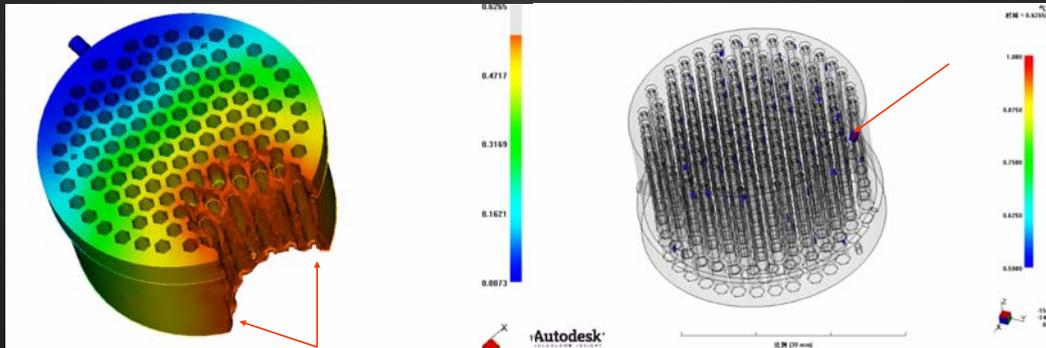
熔胶充填(fill time)



填充过程:

蓝色表示熔胶先填充，红色表示熔胶后填充。填充时，端面存在跑道效应，但未发现短射缺陷。

困气(Air traps)



熔胶包卷现象

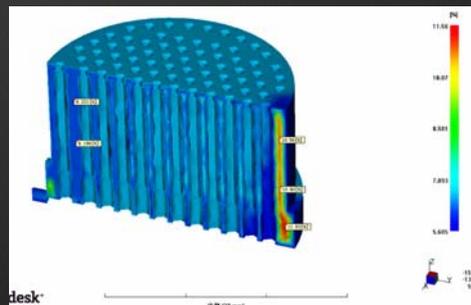
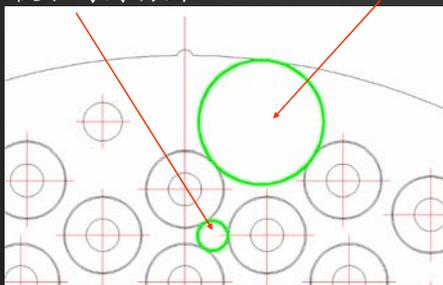
由于产品周圈壁厚较厚，熔胶流动快，而中间孔之间的壁较薄，熔胶流动慢，从而产生跑道效应，此效应使熔胶在填充快至末端时卷气较严重，如果排气不良，会在图中所示部位产生困气缺陷，从而影响电击穿强度。改结构设计，或改变填充模式，有助于改善产品困气缺陷，从而改善电击穿强度。

2012消费电子研讨会-----上海

体积收缩率

直径较小的内切圆

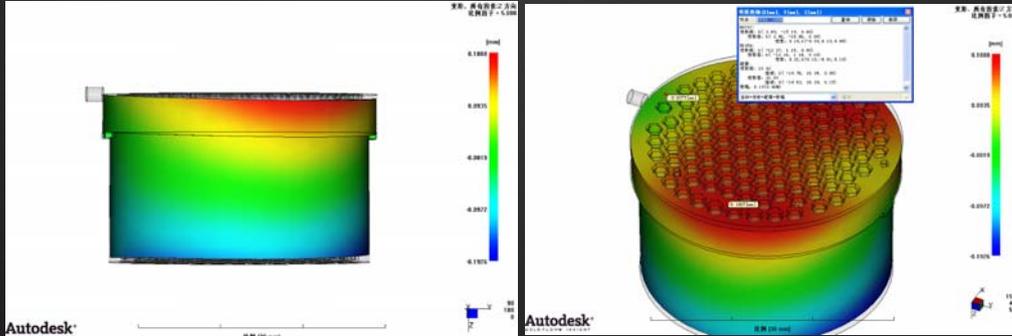
直径较大的内切圆



如果在孔中间画内切圆，其直径较小，即壁厚较薄，收缩较小；而在与产品边缘相邻的孔之间画内切圆，其直径较大，即壁厚较厚，收缩较大，当浇口封凝后，没有后续的熔胶进行保压补缩时，则收缩大的区域质地疏松，且易形成缩孔，也同样会影响电击穿强度。右图为从中间剖开看到的体积收缩图，蓝色表示熔胶体积收缩小的区域，红色表示熔胶体积收缩大的区域，从图中可以看出，进胶处的另一侧熔胶收缩较大。

2012消费电子研讨会-----上海

变形(Deflection)



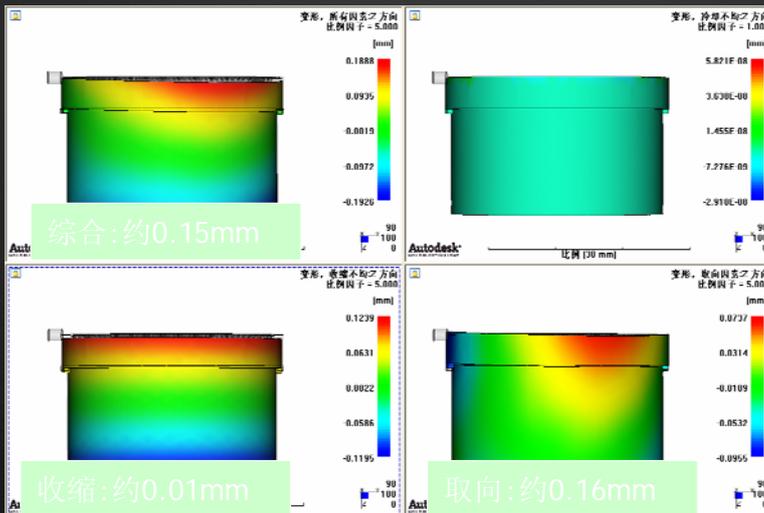
上图为产品在开模方向上的变形效果，透明的轮廓表示产品在未变形时的位置，彩色显示的是产品在变形后的位置，蓝色表示变形量小的区域，红色表示变形量大的区域。端面变形范围在0.15mm左右。

2012消费电子研讨会-----上海

特点	X[mm]	Y[mm]	Z[mm]
M9707:			
变形前:	2.49	-15.19	0.00
变形后:	2.46	-15.06	0.04
变形:	0.14	0.03	0.18
M1054:			
变形前:	-12.27	1.15	0.00
变形后:	-12.16	1.14	0.18
变形:	0.21	0.10	-0.01
重心:			
变形前:	22.02		
值域:	-14.76	16.34	0.00
变形后:	21.83		
值域:	-14.62	16.20	0.15
收缩:	0.19	(0.96%)	

翘曲主因分析

要因分析结果(端面):



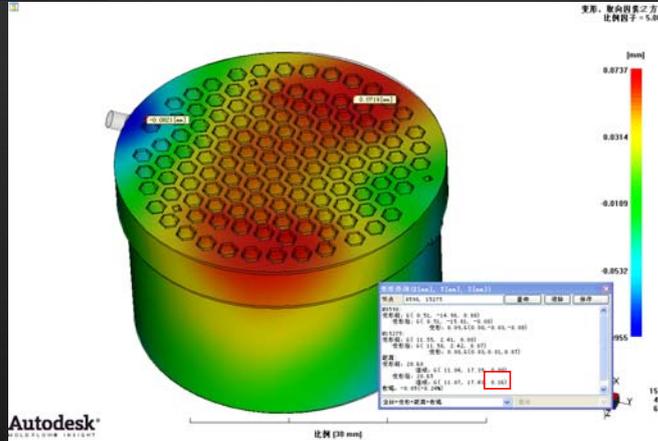
左图为各因素对变形的影响程度大小，取向差对变形的影响最大，收缩差次之。

冷却差: 收缩差: 取向差
0 : 1 : 16

2012消费电子研讨会-----上海

翘曲主因分析

取向差引起的变形:

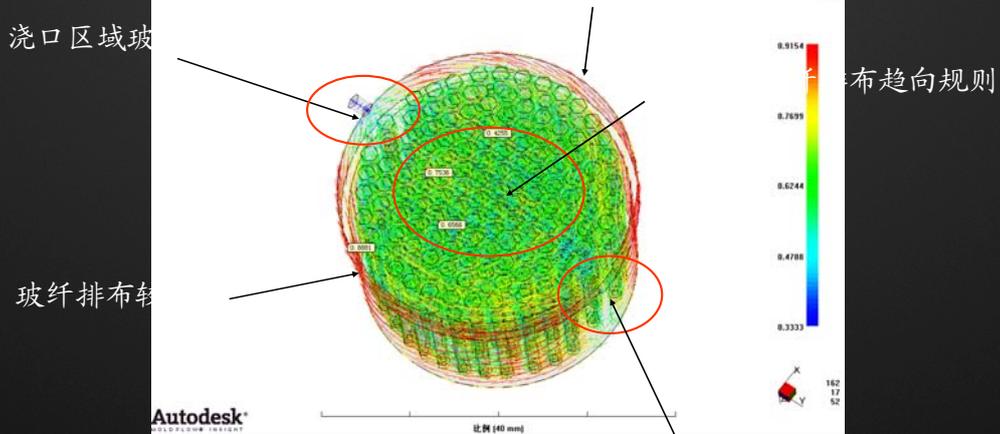


在端面，由于玻纤取向差异引起的变形在0.16mm范围内，因为沿着玻纤排布方向的收缩小，垂直于玻纤排布方向的收缩大，收缩差异促使产品端面变形。

2012消费电子研讨会-----上海

翘曲主因分析

取向差引起的变形:



最后填充熔接区域 玻纤排布最混乱

玻纤取向差异导致的收缩差异引起产品端面的不平整。

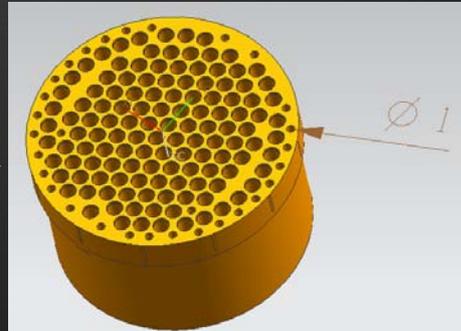
2012消费电子研讨会-----上海

结构更改比较

原始结构

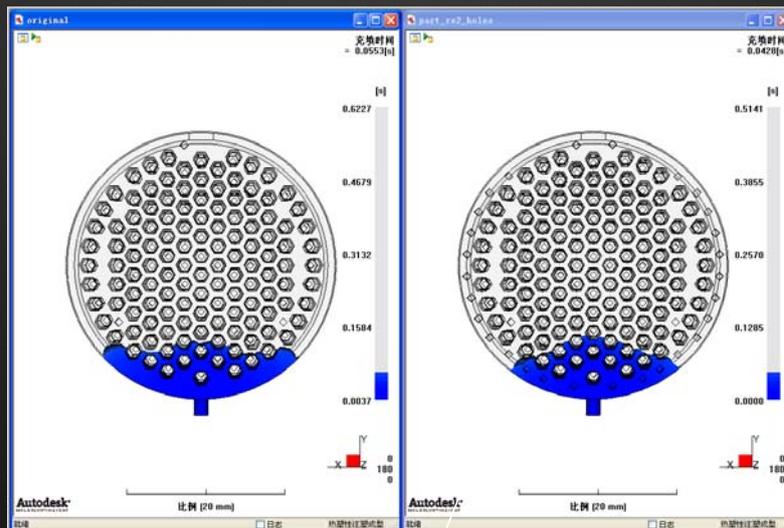


改进结构



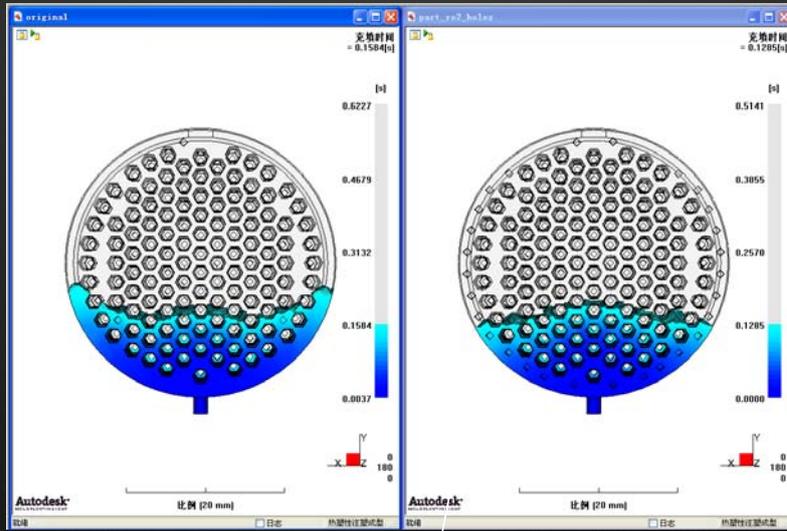
在产品熔胶流动较快的侧边加几个止流孔，孔径1mm

流动模式比较



相比原始方案，已出现不同的流动前沿形态。

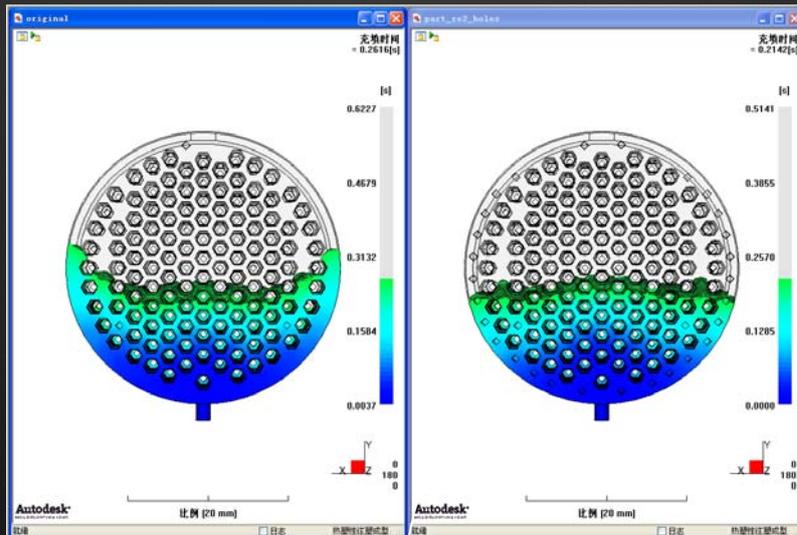
流动模式比较



流动前沿的不同更加明显。

2012消费电子研讨会-----上海

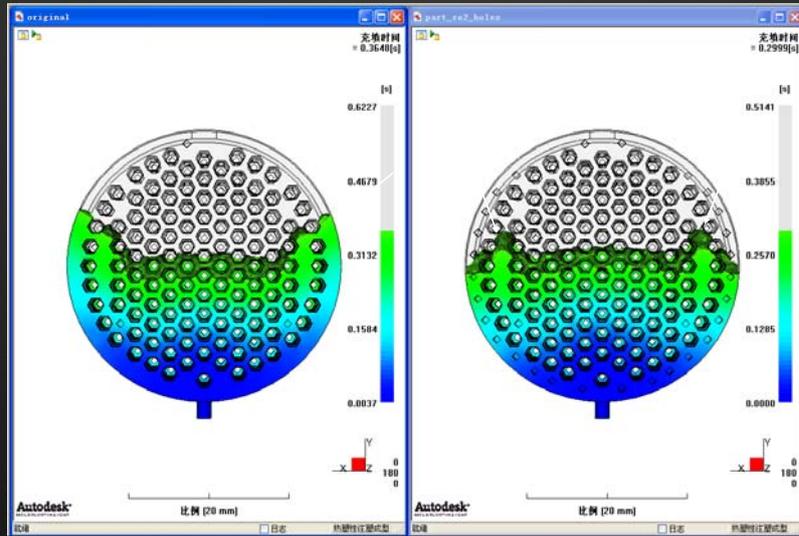
流动模式比较



流动前沿的不同更加明显。

2012消费电子研讨会-----上海

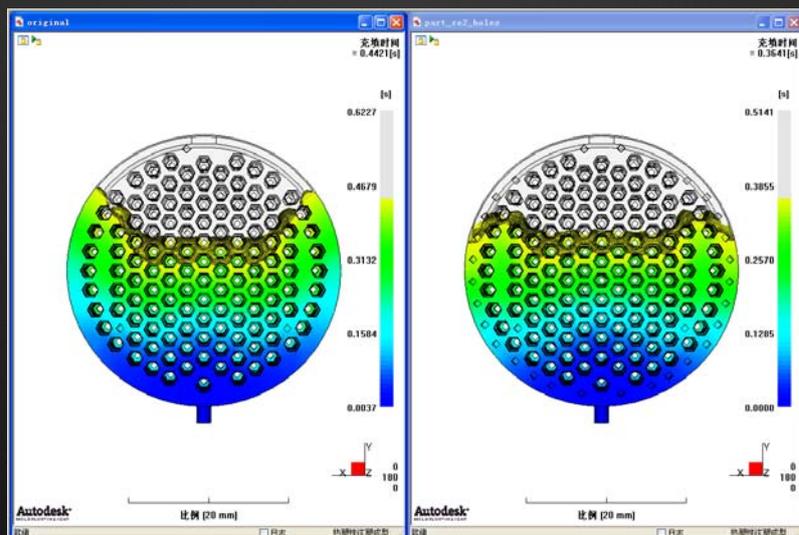
流动模式比较



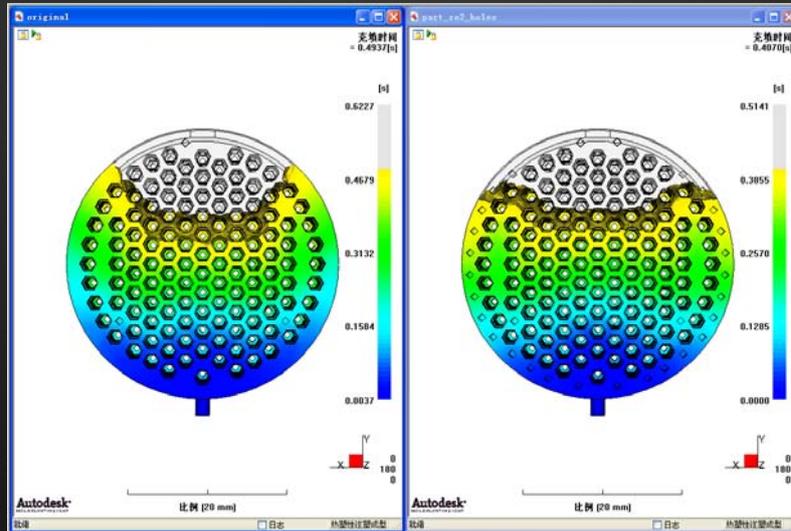
两侧流动较快

产品中央仍存在较厚区域，流动加快，还有继续改善的空间

流动模式比较



流动模式比较

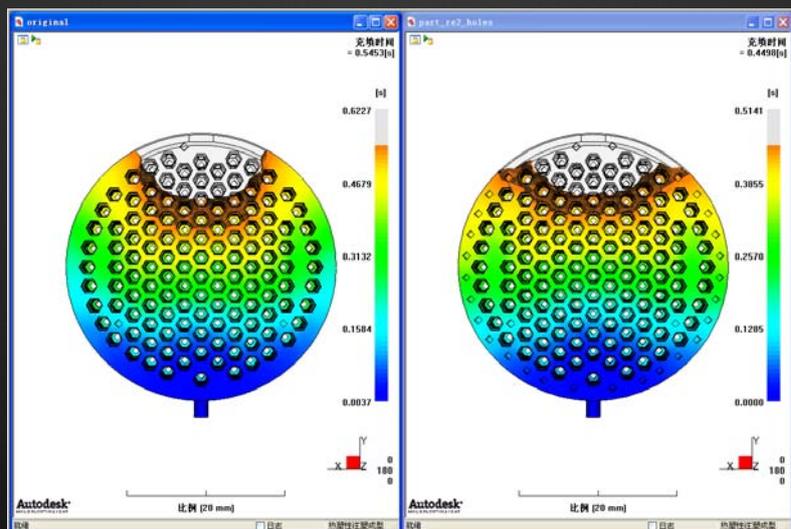


熔胶包裹现象较严重

有包裹现象，但不严重

2012消费电子研讨会-----上海

流动模式比较

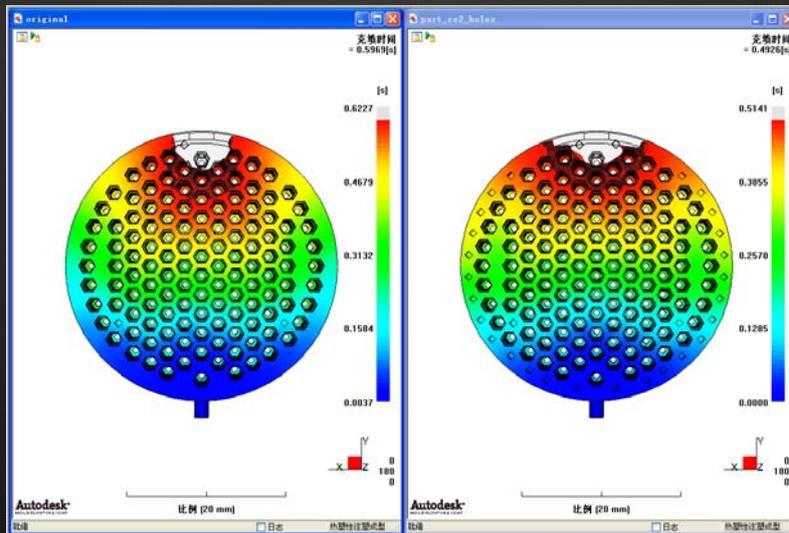


熔胶包裹现象较严重

有包裹现象，但不严重

2012消费电子研讨会-----上海

流动模式比较



填充末端存在卷气现象

改进方案填充较好

2012消费电子研讨会-----上海

成型缺陷	Moldflow分析结果	判断标准
短射	Fill time	颜色灰色(Short shot)
流痕	Average velocity, bulk temperature at the end of fill	填充结束时刻温度降低20度, 通过速度计算出加速度, 加速度大于27。
冲击纹	Shear rate & Shear stress	浇口附近的剪切速率&应力>材料许用值,或浇口与附近产品表面的剪切速率&应力相差很大
飞边	Volumetric shrinkage & Pressure	体积收缩值为负值,模腔内压力值>80MPa
凹痕	Volumetric shrinkage & Sink mark	体积收缩值>5%,且与邻近区域体积收缩相差很大. 凹痕量>0.07mm
熔接纹	Weld line & Temperature at flow front & Air trap	熔接纹对接角度<75度, 波前温度低, 熔接纹区域有明显困气
困气	Air trap	熔接线位置和流动末端应加强排气
烧焦	Air trap	熔接线位置和充填末端的困气应该及时排走
开裂	Shear stress & Residual stress	剪切应力超过材料的许用值, 且横截面较小的区域残余应力较大, 同时又承受外载荷
冷却水路设计不合理	Circuit coolant temperature	进水口与出水口端的温差>3度
冷却不均匀	Temperature, part	冷却结束后, 产品表面各处温差>10度
翘曲变形	Deflection	看产品设计和装配要求, 流动原因, 水路原因, 材料原因等

Thank you !

王 博

13524069336

wangbok@digitalchina.com