



高光无痕或模内转印工艺用在
Ultrabook塑料机壳上的难点与对策
**Difficulties and Solutions when
High-Gloss-and-Defect-Free Process
or IMR Applied to Ultrabook Plastic
Casings**

徐 昌 煜

Charles Hsu

2012年8月17日

第七届免喷涂技术高峰论坛

上海淳大万丽大酒店

上穷碧落下黄泉，
两处茫茫皆不见。
忽闻海上有仙山，
山在虚无缥缈间。

- 白居易 -



超极本
ultrabook.ye



高光无痕工艺用在

Ultrabook塑料机壳上的难点

Difficulties Encountered when

**High-Gloss-and-Defect-Free Process
Applied to Ultrabook Plastic Casings**

1. 变形(Warpage)
2. 浮纤(Floating Fiber Glass)
3. 应力痕(Stress Mark)



模内转印工艺用在

Ultrabook塑料机壳上的难点

Difficulties Encountered when IMR Applied to Ultrabook Plastic Casings

1. 变形(Warpage)
2. 冲墨(ink washout)
3. 皱褶(wrinkle)



变形的对策

Solutions Solving Warpage Problem

变形是两种工艺用在Ultrabook塑料机壳时，遭遇到的共同、也是最大的问题。

注塑成型件刚出模时的变形是塑件的强度(strength)和刚度(rigidity)与残余应力(residual stress)角力而力有未逮的后果。要使塑件有足够的强度，可从采用强壮塑料或/和避免塑料降解(degradation)着手；要使塑件有足够的刚度，可从优化结构设计着手。

要减少残余应力，应正本清源的将各种病因连根移除，以绝后患。

分别就(1)优化结构设计、(2)避免塑料降解及(3)减少残余应力申论之。

优化结构设计

优化结构设计

优化结构设计可藉补强件(stiffeners)的添置和强化而完成之。补强件包括肋(ribs)、角板(gussets)和螺柱(bosses)等。

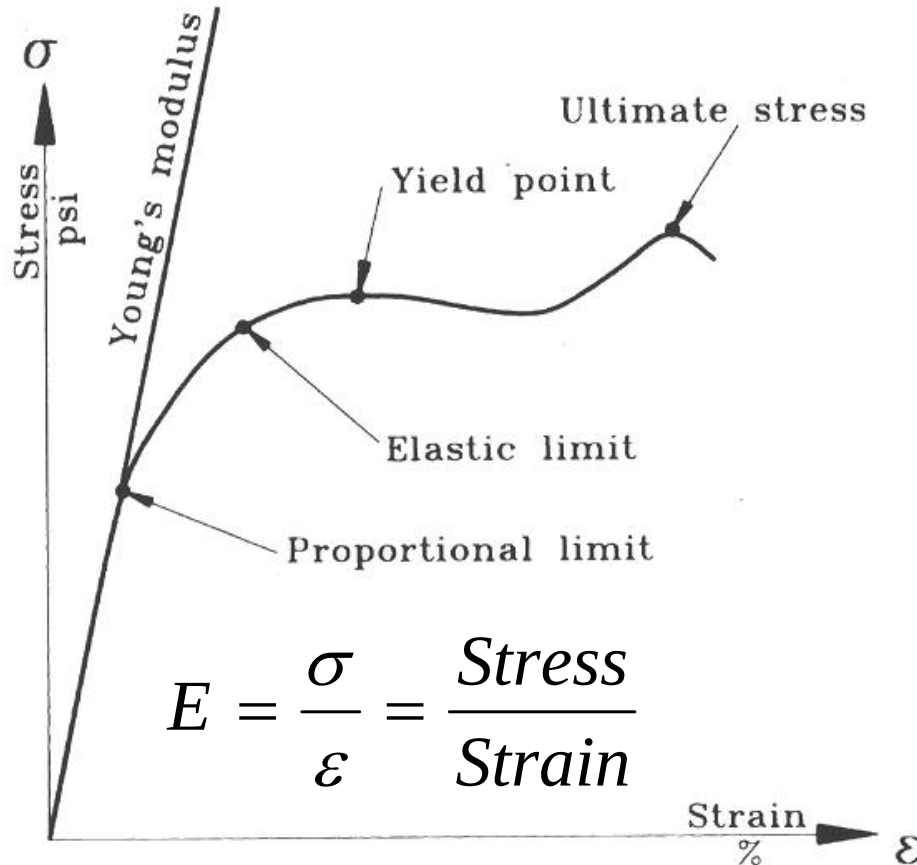
为了避免因为壁厚不均导致的太多的麻烦，均一壁厚仍然是塑件设计的最高原则。

补强件加厚可以增加制品的强度与刚度，但是很可能会产生外观上不能接受的缩痕(sink mark)等缺陷，这就要靠工艺的手段消之于无形。

尖锐的转角使得应力集中(stress concentration)，转角半径应该在可以接受的范围内尽可能的放大。

弹性模量 E

Modulus of Elasticity, E



任一材料在弹性范围内，遵循虎克定律，此一比值为一常数，称为弹性模量，可以MPa量之。

The ratio between stress and strain is constant, obeying Hooke's Law, within the elasticity range of any material. This ratio is called modulus of elasticity and is measured in MPa.

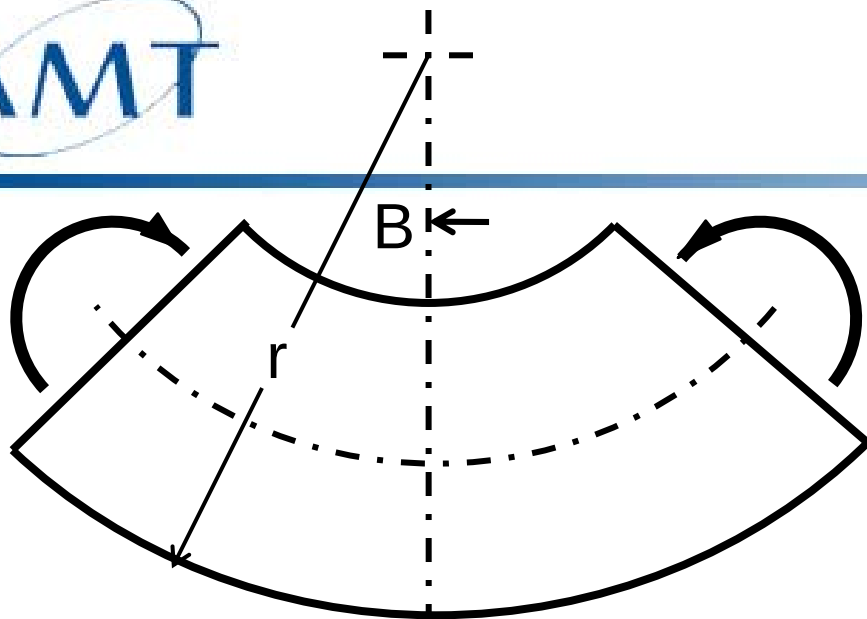


弹性模量 E

Modulus of Elasticity, E

	E or (E1, E2), GPa
PP	1.700
ABS	2.600
PC	2.800
PA66	2.963
PP-GF30	(4.200, 2.500)
PC-GF30	(7.000, 4.500)
PA66-GF30	(7.012, 4.592)
Mg Alloy	45
Steel	200

(E1, E2) are the moduli of elasticity along the flow and across flow directions, respectively. **先進成型技術**
AMTechnology



$$\sigma_x = \frac{M y}{I}$$

$$I = \int_A y^2 dA$$

$$\frac{1}{r} = \frac{M}{E I}$$

where

E : modulus of elasticity 弹性模量

EI : flexural rigidity of the beam

梁之弯曲刚度

where

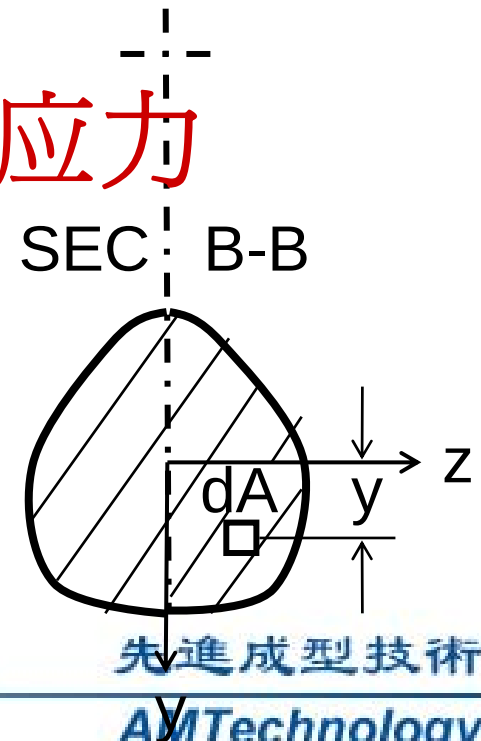
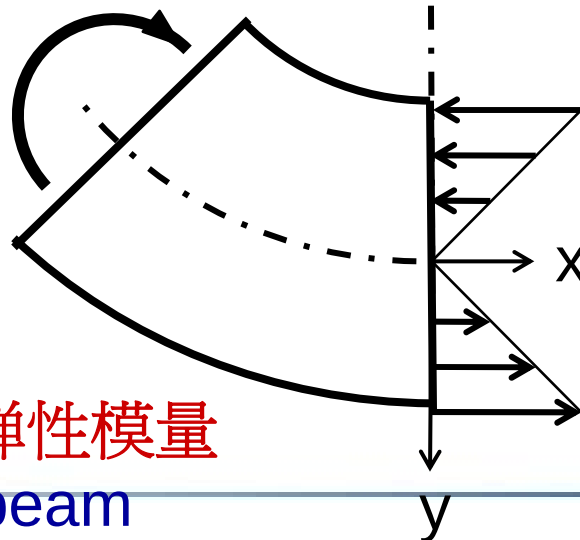
σ_x : bending stress in the x direction x方向弯曲应力

M : bending moment 弯曲力矩

I : moment of inertia of A with respect to z axis 惯性力矩

A : cross-sectional area 断面积
(断面线处)

弯曲应力



壁厚

Wall

Thickness

产品设计中壁厚不均带来的麻烦比任何其他问题设计带来者都要严重，这对薄壁产品尤然。这些麻烦包括了迟滞现象、熔接痕、气穴、短射、翘曲、缩痕、雾斑、喷流以及长的冷却时间等。这些麻烦都可用**CAE**以直接或间接的方式预测。

A non-uniform wall thickness will cause more trouble than any other problems in part design. This is especially true to thin-wall part. The trouble, including hesitation, weld line, air trap, short shot, warpage, sink mark, blush, jetting and long cooling time, etc., can be predicted, directly or indirectly, by using CAE.

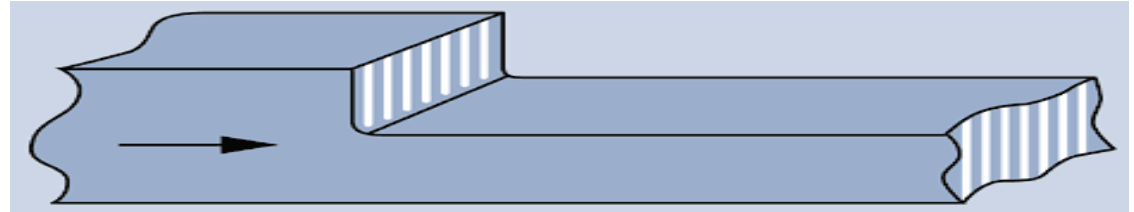
Wall Thickness

设计高收缩率(结晶性)材料成型品时，设计者应将壁厚变化限制在**10%**。就低收缩率(非结晶性)材料而言，许容壁厚变化可到**25%**。

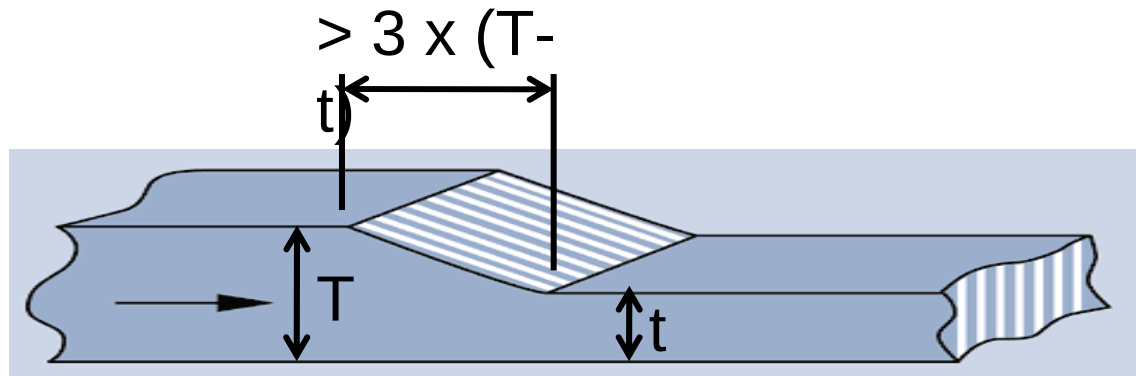
While designing injection molded parts in high mold shrinkage factor (crystalline) materials, the designer should try to limit wall thickness variation to 10%. The allowable wall thickness variation for the low mold shrinkage factor (amorphous) materials can be up to 25%.

AMT 厚薄过度 Thickness Transition

not recommended



recommended



当壁厚改变时，阶梯式的断然变化应当避免，从厚到薄应以斜坡式的缓充带过度，该过度区的长度以大於厚薄壁厚差異的**3**倍为宜。

When thickness varies, sharp transition should be avoided. A tapered transition, whose length is larger than 3 times the difference in thickness, is recommended

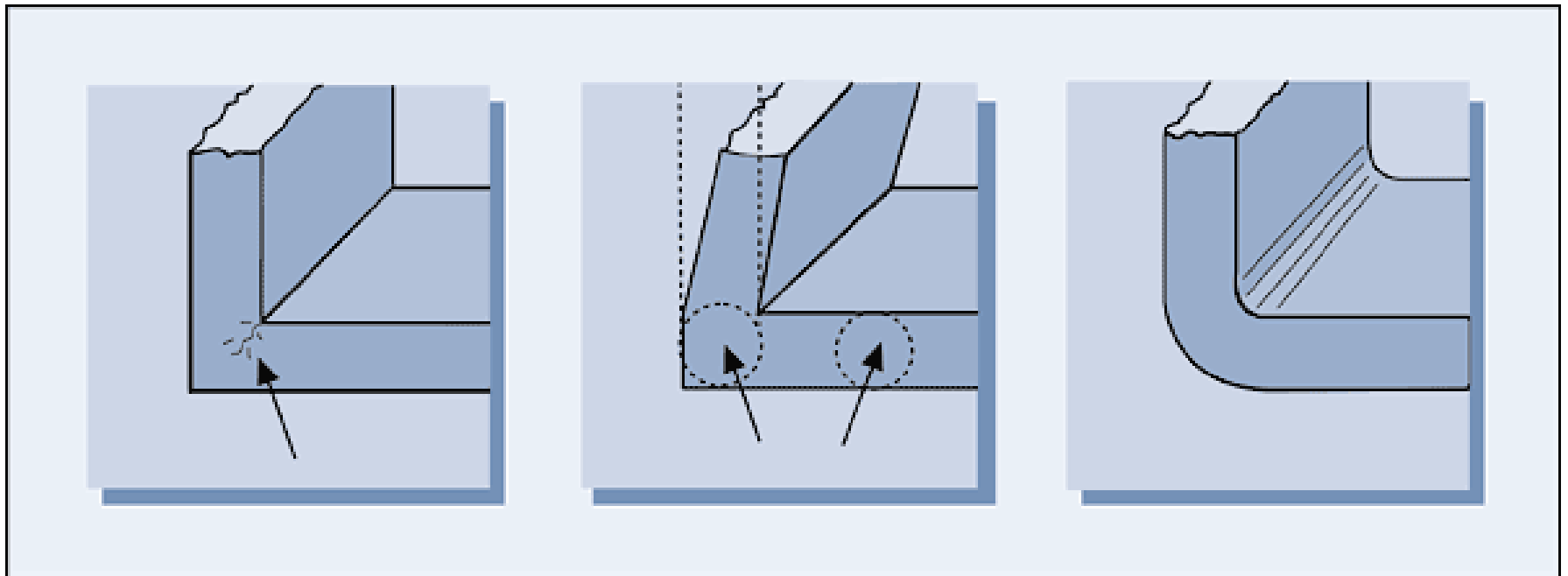
转角半径

Corner Radius

尖锐的转角应力集中。塑料中，如尼龙和聚碳酸酯者，是对V字型刻痕敏感的，较之不敏感的塑料，如ABS和聚乙烯者，成型时会在小的内圆转角上产生高的应力。

当一 90° 转角的内圆角半径小于公称厚度的25%时，角落就会有高的应力集中。内圆角的半径增加到公称厚度的75%时，二壁相交处就能进而强化。可接受的平均内圆角半径是公称厚度的50%。

转角 Corner

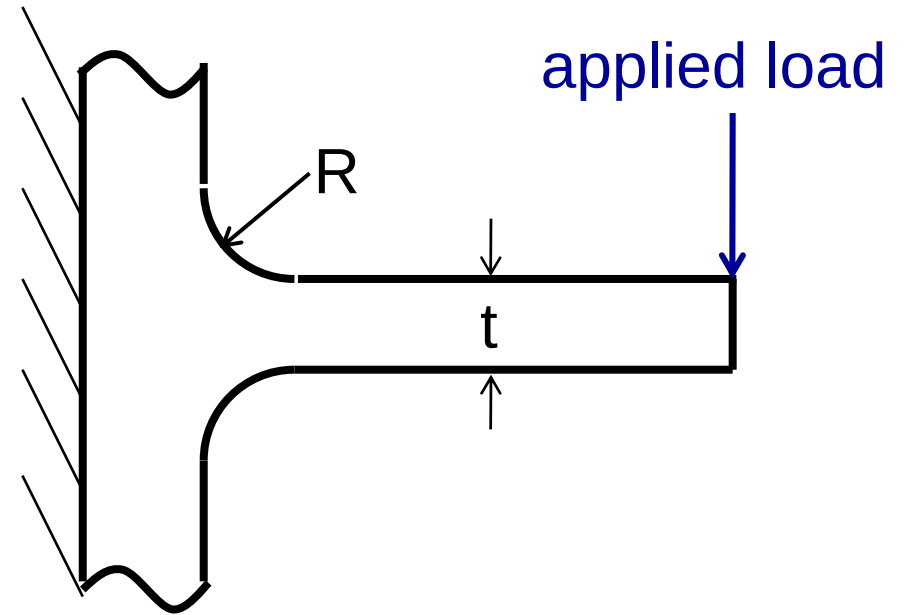
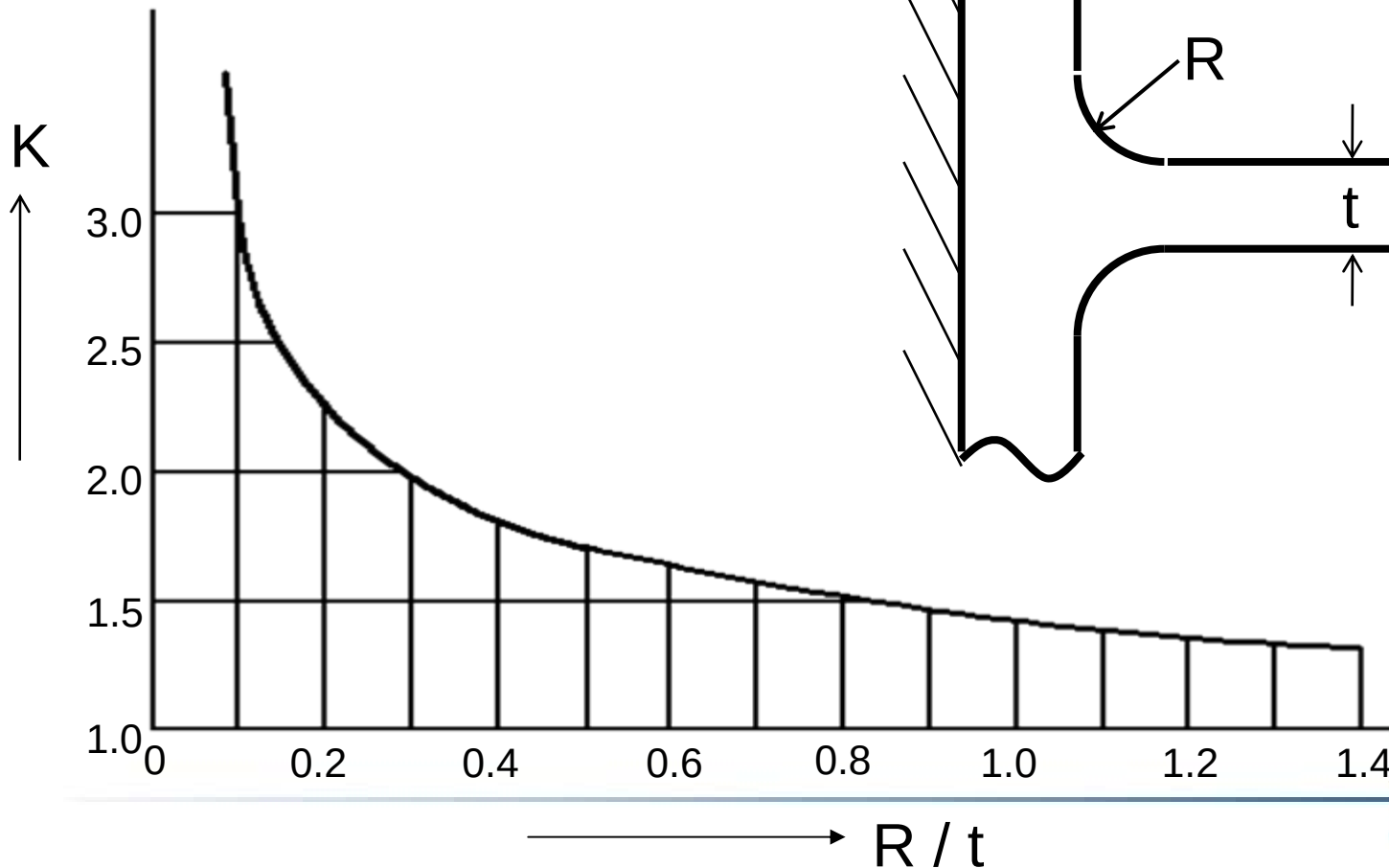


Fillet Radius and Stress Concentration

K : stress concentration factor

R : fillet radius

t : wall thickness



避免塑料降解

塑料降解

Plastic Degradation

薄壁成型的射料量较之传统为小。塑料在料管以及热流道中的停留时间过长，会使得材料降解。

The shot weight for thin-wall molding may be smaller than is typical with conventional molding, material degradation may be accentuated due to long residence time for the material in the barrel and hot runners.



塑料降解

Plastic Degradation

建议的射料量是料管料量的40%到70%。 现有成型机改装小料管，或者在取得新成型机时要求配备小料管，都可把材料降解的问题改正。

A shot size of 40% to 70% of barrel capacity is suggested. The degradation condition can be corrected by either retrofitting the machine with a smaller barrel, or by procuring new equipment specifically outfitted with a small barrel.

塑料降解

Plastic Degradation

塑料停留时间可以下式计算：

Resin residence time can be calculated as below:

1.4 x 使用塑料比重 x 料管料量 x 成型循环时间

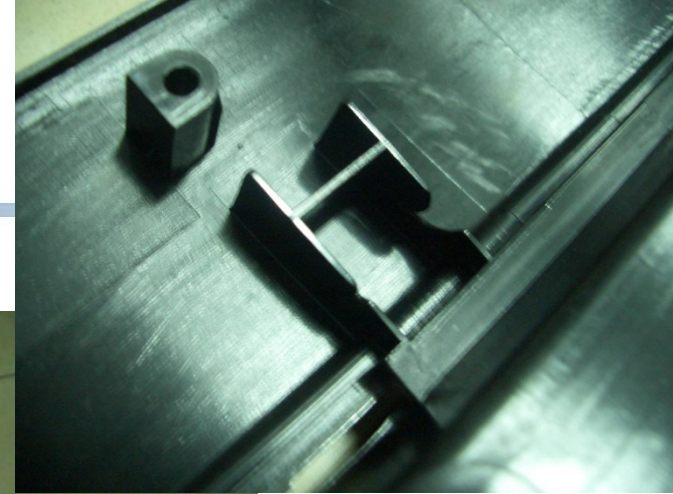
聚苯乙烯比重 x 射料量

1.4 x sp. grav., plastic x injection cap. x molding cycle

sp. grav., PS x molded shot weight

1.4 是一乘数(一般在1和2之间)，它将螺杆内的塑料一并考虑。

1.4 is a multiplier (typically between 1 and 2) taking the resin in the screw flights into account.



46" 电视
机前框,
PC/ABS,
高料温时
脆裂, 低料
温时短射



塑料停留时间校核

制品：975g

料头：243g

热流道板内熔胶量：？

1800噸注塑机射胶量：10,900g

周期时间：100秒

$$\text{塑料在料管中的停留时间} = \frac{1.4 \times 1.12 \times (10,900 + ?) \times 100}{1.05 \times (975 + 243)}$$

> 1,336 秒 (22分)



减少材料降解的对策

1. 选择模具可以从注塑机导柱装进去且其最大射胶量较小的注塑机：就本案例而言，模具可自1800吨机移到1,600吨机，而1600吨机的射胶量6,040g，较之1800吨机的射胶量10,900g减少45% → 缩短停留时间**45%**。
2. 改善排气和冷却设计，以缩短充填和冷却时间，成型循环时间100秒可以减少30% → 可再缩短停留时间**30%**。
3. 改善排气后，即使将料温自265℃降低到245℃(此为材料厂商建议料温之上限)，也无虞短射，然而265℃和245℃的温差为20℃，以「10℃ 2倍法则」算，2的(20℃/10℃=) 2次方是4倍，那么采用**245℃**料温的可停留时间是采用**265℃**料温的可停留时间的**4倍**。

注：a.原来定和动模温分别为120℃和50℃；b.原来排气口是0.03mm深x0.8mm宽x1.5mm长x40~50mm间距。

减少残余应力

残余应力的减少

薄壁化之塑件因为强度和刚度变差，很可能无法抵挡即使是与塑件打薄前相同的残余应力。如何减少残余应力就变得很重要了。

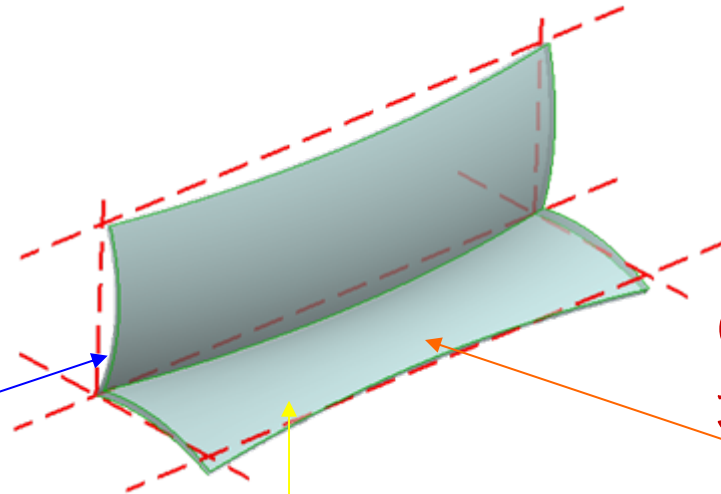
残余应力有可能是区域性收缩不均所致，也有可能是塑料在流向和垂直流向的收缩差异造成，也可能是冷却不均造成，这些可能产生残余应力的病因都应该正本清源的予以移除，薄壁制品的变形才有可能够减免。

找出残余应力的主要原因

Find the Major Cause of Residual Stress

C. Hsu: 型腔厚度方向不同分层的收缩与中心面对称。

冷却不均
Differential Cooling



C. Hsu: 流向和垂直流向的收缩不均。

取向效应
Orientation Effects

C. Hsu: 不同区域的收缩不均。

收缩不均
Differential Shrinkage

如果主要原因是 If the Major Cause is

收缩不均
Differential Shrinkage

C. Hsu: 不同区域的收缩不均。

检查浇注系统为首 **Check the filling system, firstly :**
熔胶流动是否平衡? Is the melt flow balanced ?
流长/壁厚比是否太大? Is the flow length/thickness ratio too large?
型腔厚度差异是否太大? Is the cavity thickness variation too big?

检查冷却系统为次 **Check the cooling system, secondly :**
同侧(动模侧或定模侧)的冷却是否均衡? Is the cooling on the
same side (core side or cavity side) even ?

如果主要原因是 If the Major Cause is

取向效应 Orientation Effects

C. Hsu: 流向和垂直流向的收缩不均。

以PA6T-GF15, -GF30 & -GF50为例，其流向和垂直流向的模塑收缩率(%)分别为(0.6, 0.9), (0.2, 0.9) & (0.1, 0.7)，换言之，其垂直流向对流向的模塑收缩率的比例分别为(1.5), (4.5) & (7.0)倍。

检查浇注系统 **Check the filling system :**

熔胶是否是单一方向流? **Is the melt flow uni-directional ?**

熔胶波前在型腔中是否以常速推进? **Does the melt front advance, in the cavity, at a constant speed ?**

如果主要原因是 If the Major Cause is

冷却不均
Differential Cooling

C. Hsu: 型腔厚度方向不同分层的收缩与中心面不对称。

检查冷却系统 **Check the cooling system :**

型腔厚度方向(或动定模之间)的冷却是否均衡?

Is the cooling, along the cavity thickness direction (or between the core and cavity sides), even ?

如果主要原因是 If the Major Cause is

收缩不均
Differential Shrinkage

C. Hsu: 型腔面
的方向不同区域
的收缩不均。

检查浇注系统为首 **Check the filling system, firstly :**
熔胶流动是否平衡? Is the melt flow balanced ?
流长/壁厚比是否太大? Is the flow length/thickness ratio too large?
型腔厚度差异是否太大? Is the cavity thickness variation too big?

检查冷却系统为次 **Check the cooling system, secondly :**
同侧(动模侧或定模侧)的冷却是否均衡? Is the cooling on the
same side (core side or cavity side) even ?



热流道/阀式浇口的应用

Hot Runner/Valve Gate Application

当今市场上大部分的笔记本电脑，其流长对壁厚比在160:1到180:1之间。采用单一浇口时，要把聚碳酸酯熔胶推过1mm厚、180mm距离的型腔，需要高到240MPa的射压-这样高的射压不是一般注射成型机能够提供的。

Most notebooks on the market today have L/T ratios of about 160:1 to 180:1. With a single gate, pushing polycarbonate melt into a 1 mm gap over a 180 mm distance requires a pressure up to 240 MPa, more than a typical press can provide.



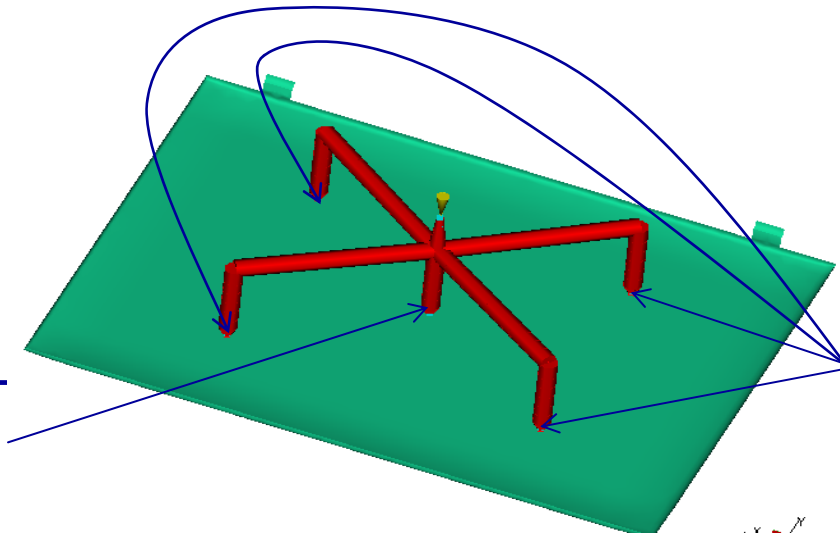
热流道/阀式浇口的应用

Hot Runner/Valve Gate Application

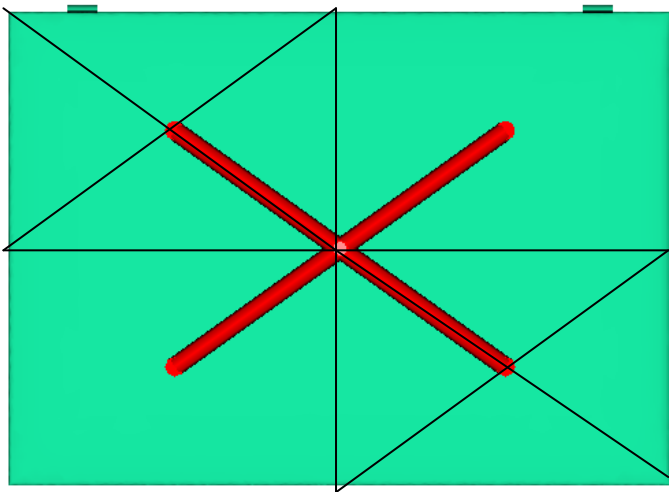
美国奇异公司开了一个壁厚为0.88mm的笔记本电脑外壳模。这个模子用了五个阀式浇口：一个在中央，每个角落附近再各加一个。居中的浇口先打开，当熔胶波前流到外围的四个浇口时，再将这四个浇口打开，直到型腔填满为止。

GE built a notebook cover mold with a 0.88 mm wall thickness. In this mold, five valve gates were used; one in the center and one near each of the four corners. The center gate opens first. When the melt front reaches the four outer gates, they open and finish filling the cavity.

Valve gate 1
controller



Valve gate
2 controller





热流道/阀式浇口的应用

Hot Runner/Valve Gate Application

如同单一浇口进浇的笔记本电脑外壳一般，顺序开启阀式浇口的设计可以避免熔合线，但是流长对壁厚比从**180:1**降到**120:1**，所以射压只要**132MPa**。

Like the single-gated notebook cover, this sequential valve gate design has no weld lines, but required only 132 MPa of injection pressure because L/T ratio was reduced from 180:1 to 120:1.



热流道/阀式浇口的应用

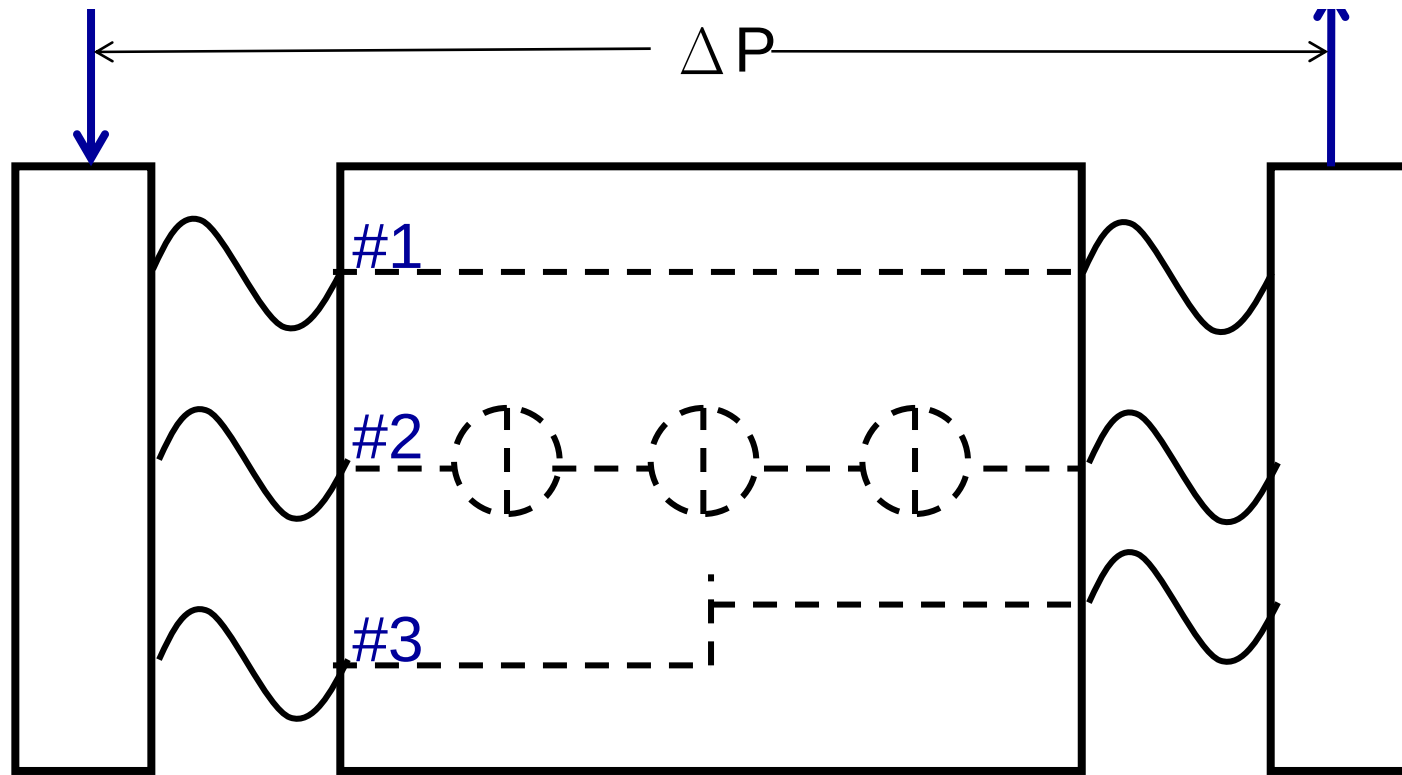
Hot Runner/Valve Gate Application

反面进浇需将脱模系统换边，模子中的顶出销穿过热流道歧管板，这样的“A”侧顶出会增加模具费用约50-60%。

Reverse gating requires reverse ejection. The mold has the ejector pins protruding through the manifold. This kind of "A"-side ejection could increase tooling costs by 50-60%.

- GE's Polymer Processing Development Center (PPDC),
April 1998' article in Plastics Technology

动模或定模单侧也可能因为流速差异而造成散热不均以及模温不均



流阻： $R_2 > R_3 > R_1$

流量： $Q_1 > Q_3 > Q_2$

流速： $V_1 > V_3 > V_2$

传热： $q_1 > q_3 > q_2$

如果主要原因是 If the Major Cause is

取向效应 Orientation Effects

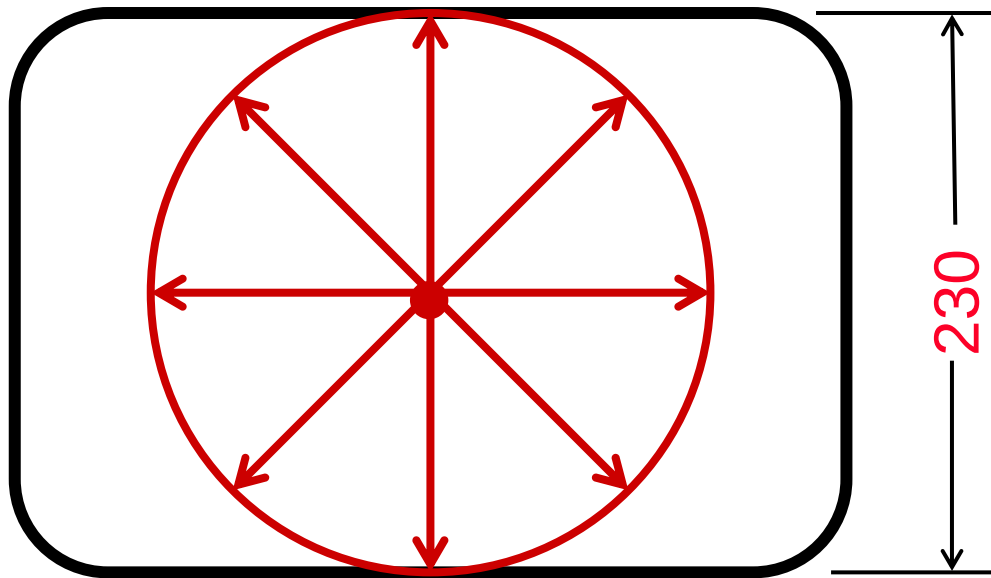
C. Hsu: 流向和垂直流向的收缩不均。

以PA6T-GF15, -GF30 & -GF50为例，其流向和垂直流向的模塑收缩率(%)分别为(0.6, 0.9), (0.2, 0.9) & (0.1, 0.7)，换言之，其垂直流向对流向的模塑收缩率的比例分别为(1.5), (4.5) & (7.0)倍。

检查浇注系统 **Check the filling system :**

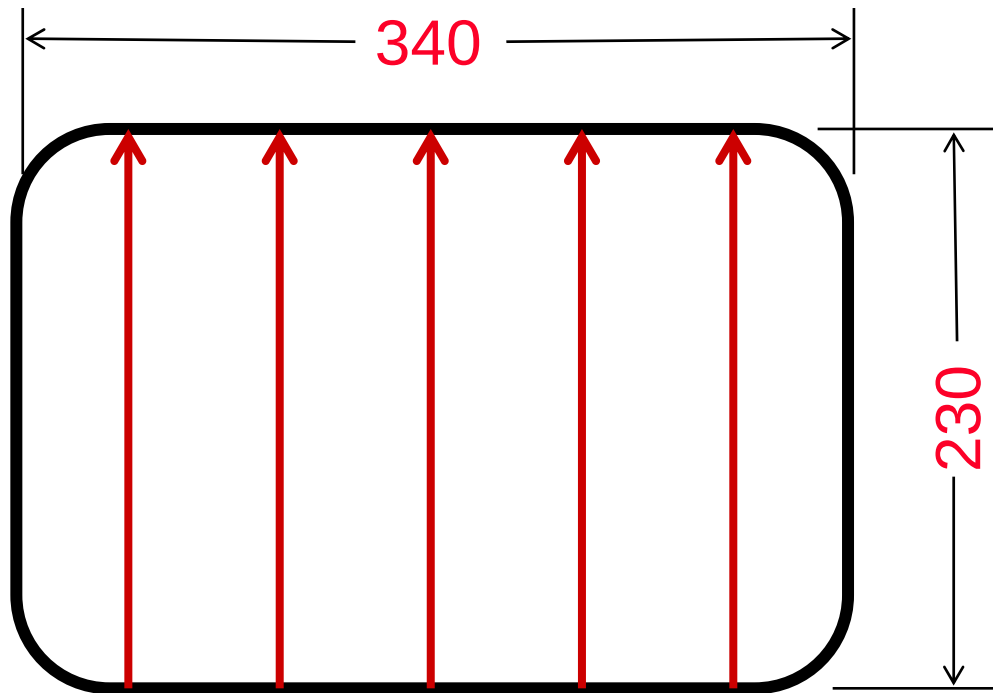
熔胶是否是单一方向流? Is the melt flow uni-directional ?

熔胶波前在型腔中是否以常速推进? Does the melt front advance, in the cavity, at a constant speed ?



以PA6T-GF50为例，其流向和垂直流向的模塑收缩率(%)分别为 (0.1, 0.7) 。

图中圆之直径D为230mm，圆周长P为($P = \pi D = 723\text{mm}$)。成型后，直径依流向的模塑收缩率0.001计算，要收缩到 $230\text{mm} \times (1 - 0.001) = 229.77\text{mm}$ ，如果圆周长收缩到($\pi \times 229.77\text{mm} = 721.84\text{mm}$)的话，该圆可保持平面。然而，圆周垂直流向，是要收缩到 $\pi \times 230\text{mm} \times (1 - 0.007) = 717.51\text{mm}$ ，比该圆要保持平面少了 $721.84\text{mm} - 717.51\text{mm} = 4.33\text{mm}$ 。由于圆周要往内缩，该圆就变成圆拱形或马鞍形了。



以PA6T-GF50为例，其流向和垂直流向的模塑收缩率(%)分别为 (0.1, 0.7) 。

采用薄膜类浇口，形成单一方向流。图中成型后之塑件之长度(垂直流向)收缩到 $340\text{mm} \times (1 - 0.007) = 337.62\text{mm}$ ，宽度(流向)收缩到 $230\text{mm} \times (1 - 0.001) = 229.77\text{mm}$ 。虽然收缩率不同，但各缩各的，彼此没有什么关系，不会影响塑件的平面度。如果塑件长度缩得太多，只要将模腔的长度适度放大即可。

如果主要原因是 If the Major Cause is

冷却不均
Differential Cooling

C. Hsu: 型腔厚度方向不同分层的收缩与中心面不对称。

检查冷却系统 **Check the cooling system :**

型腔厚度方向(或动定模之间)的冷却是否均衡?

Is the cooling, along the cavity thickness direction (or between the core and cavity sides), even ?



既然我们知道

Since We Have Known

热 Hot

冷 Cold

我们或许知道

We May Know

上模与融胶接触的膜面热

热 Hot

膜 film



冷 Cold

下模与融胶接触的膜面冷

而设法降低上模的模温或/和提高下模的模温



浮纤的对策

Solutions Solving Warpage Problem

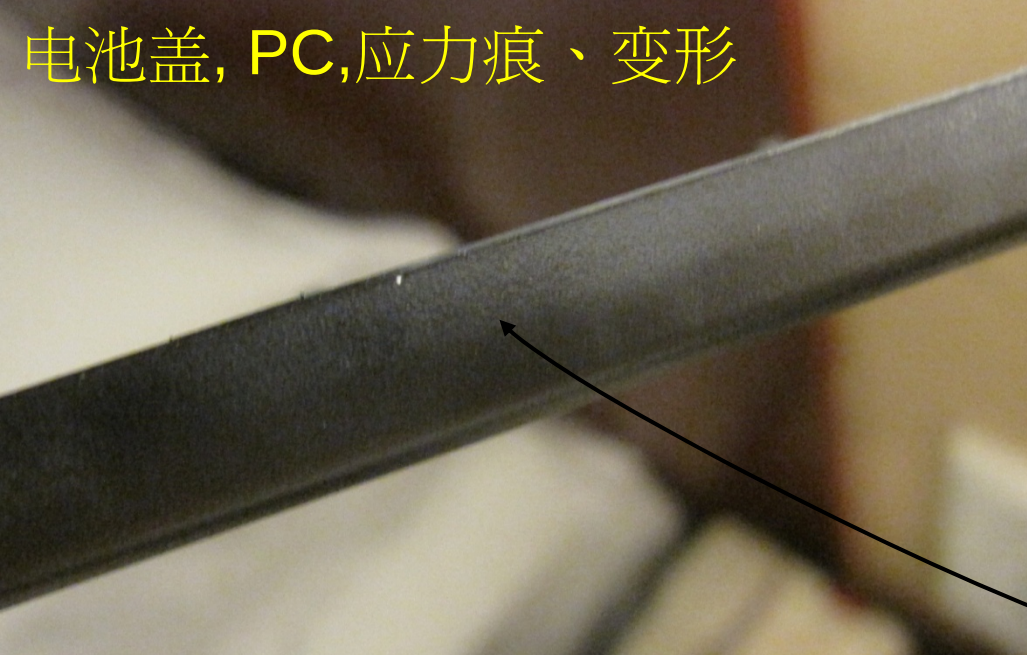
解决浮纤最有效的办法就是高模温。模温要在充填阶段高到甚至高过玻璃转移温度(glass transition temperature)方能看出效果。

应力痕的对策

Solutions Solving Stress Mark Problem

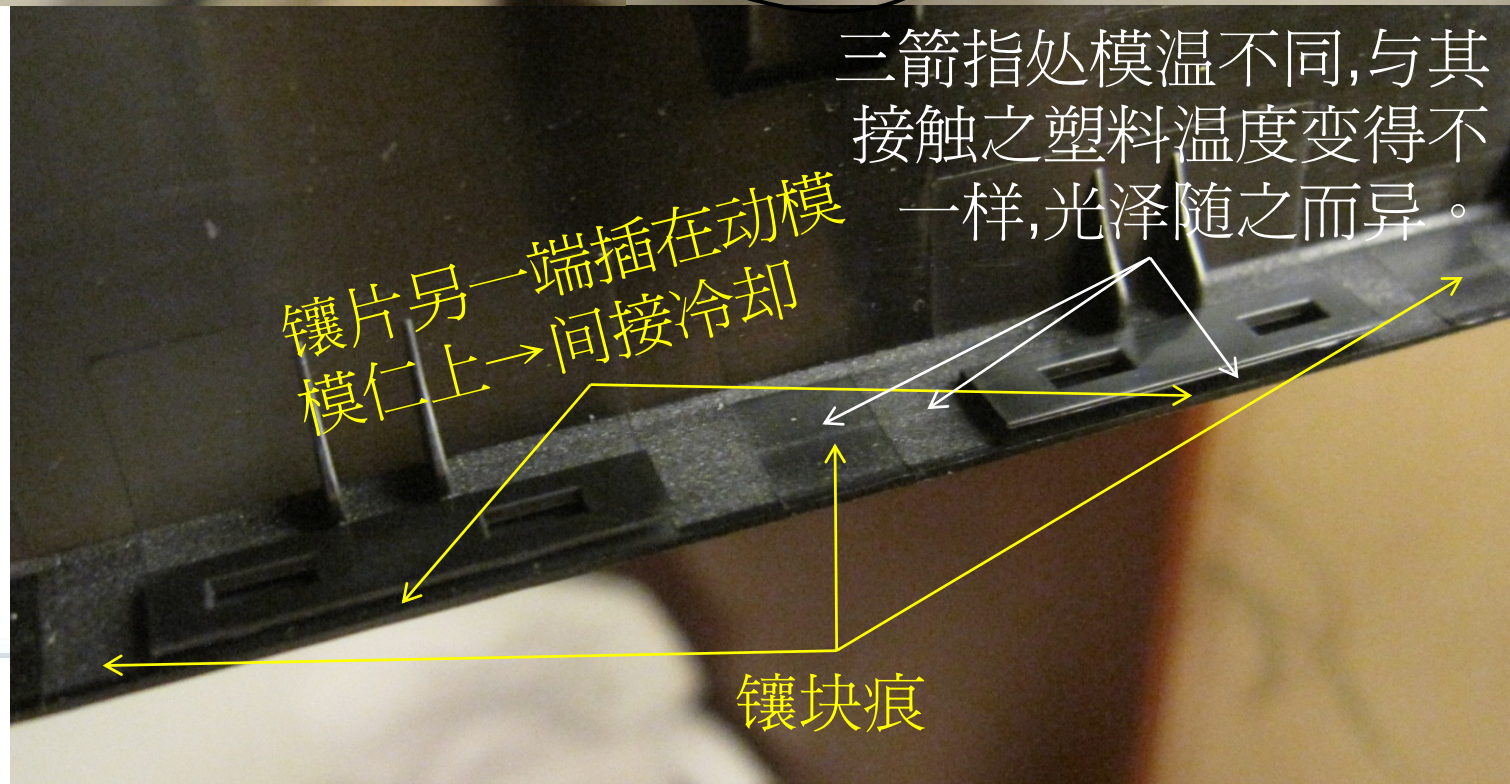
壁厚均一與模溫均勻是防止应力痕產生的有效作法。





2011/04/27 21:05

C. Hsu :
动定模皆以
160°C和20
°C水交替加
热(从开模到
充填满)和冷
却(从充填满
到开模)

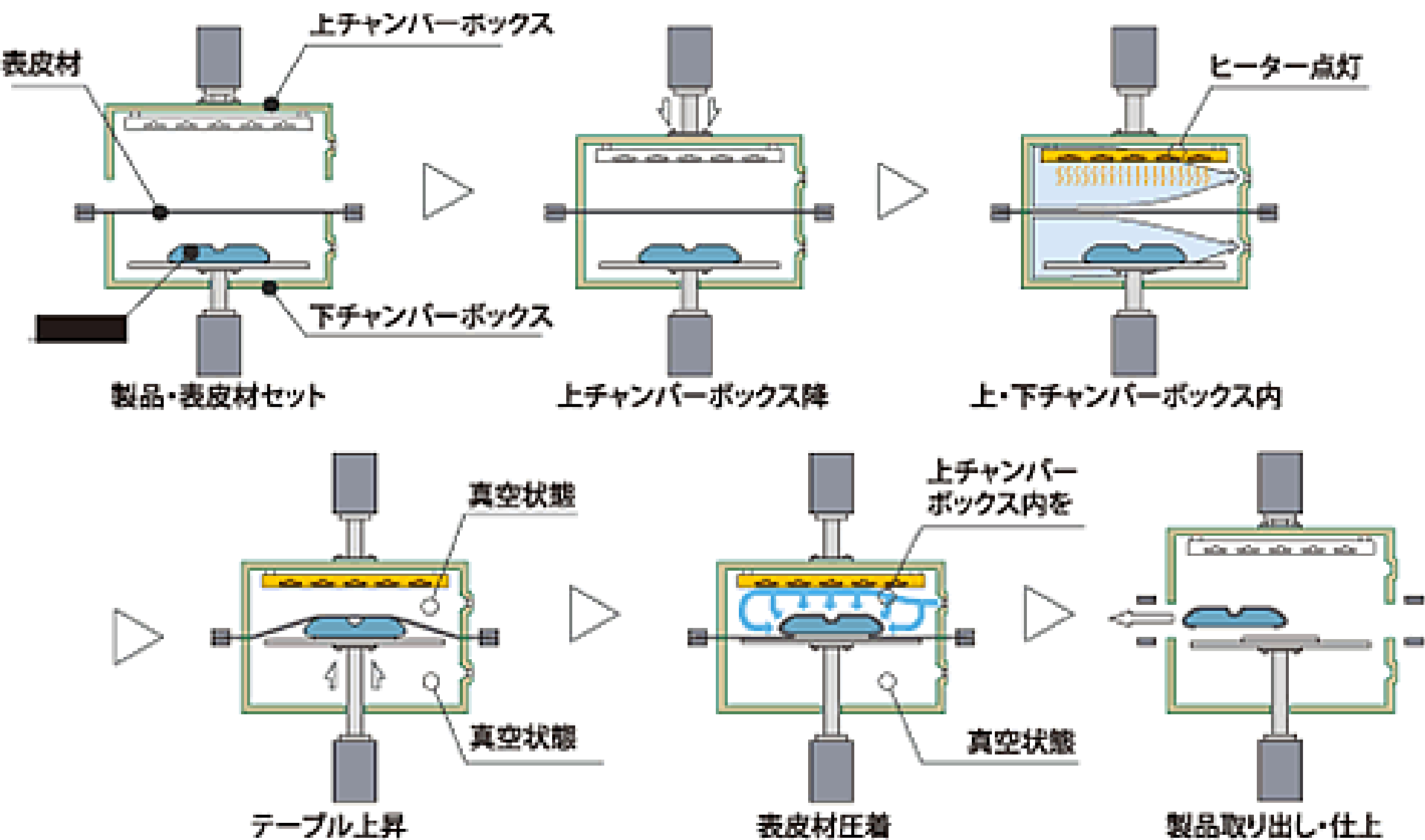


冲墨的对策

Solutions Solving Ink Washout Problem

减少冲墨的有效作法是设法降低融胶的剪切应力，可以降低射速或降低融胶黏度而看到效果。

当然，若是采用模外装饰，就可以将冲墨消之于无形了！





皱褶的对策

Solutions Solving Wrinkle out Problem

降低融胶的剪切应力可以减少皱褶。

若是采用模外装饰，皱褶基本上也就不成其为什么问题！





Ultrabook的高光免喷涂 高玻纤塑件的二阶段法

Ultrabook的高光免喷涂高玻纤塑件的二阶段法是生产周期中高低模温替换的注射成型法，也就是在充填阶段采用高模温，而在后充填阶段采用低模温的方法。

为了避免浮纤以及达致高光亮丽的外观效果，充填阶段的高模温要在塑料的玻璃转移温度(glass transition temperature)以上。

为了防止阴阳面的产生，要做好动和定模单侧冷却均匀(uniform cooling)。

为了避免周期时间太长，后充填阶段的模温可采用比传统模温低得多的模温，但要在露点(dew point)以上。



Ultrabook的高光免喷涂 高玻纤塑件的二阶段法

为了避免变形，应多管齐下：

1. 产品壁厚均一；
2. 采用接近甚至大于塑件壁厚的浇口，浇口型式以产生单一方向流(**unidirectional flow**)为宜，流长宜短；
3. 采用全周长排气(**perimeter vent**)，分型面排气口、排气销排气口以及镶件排气口的深度(**depth**)在不见飞边的前提下愈深愈好，流道排气口的深度则以深到刚见飞边为宜；

Ultrabook的高光免喷涂 高玻纤塑件的二阶段法

为了避免变形，应多管齐下：

4. 为了达到动定模冷却均衡(even cooling)以及动和定模单侧冷却均匀(uniform cooling)，加热和冷却通路的型式(type)、尺寸(dimentioning)、配置(positioning)和串接(circuiting)、热传流体(heat transfer fluid)的温度和流速、加热和冷却装置(equipment)的规格都要优化和客制化；
5. 注射机的喷嘴(nozzle)、螺杆(screw)、料筒(barrel)等的型式和尺寸以及制程条件(射速、转速、射压、背压、料温等)都要顾及融胶质量的保持和均一，避免降解等问题。

Ultrabook的表面装饰 高玻纤塑件的二阶段法

Ultrabook的表面装饰高玻纤塑件的二阶段法是先注射成型塑料外壳，再以模外装饰(Out-Mold-Decoration)进行表面装饰。

模外装饰可以避免模内装饰注射成型薄壁塑件时因剪切应力大而导致的冲墨(ink washout)、皱褶(wrinkle)等以及压力降大而导致的短射(short shot)等，还可以减少因薄膜(film)侧散热不易、动定模冷却不均产生的变形。

Ultrabook的表面装饰

高玻纤塑件的二阶段法

为了避免变形，在注射成型阶段应多管齐下：

1. 产品壁厚均一
2. 采用接近甚至大于塑件壁厚的浇口，浇口型式以产生单一方向流(**unidirectional flow**)为宜，流长宜短；
3. 采用全周长排气(**perimeter vent**)，分型面排气口、排气销排气口以及镶件排气口的深度(**depth**)在不见飞边的前提下愈深愈好，流道排气口的深度则以深到刚见飞边为宜；

Ultrabook的表面装饰 高玻纤塑件的二阶段法

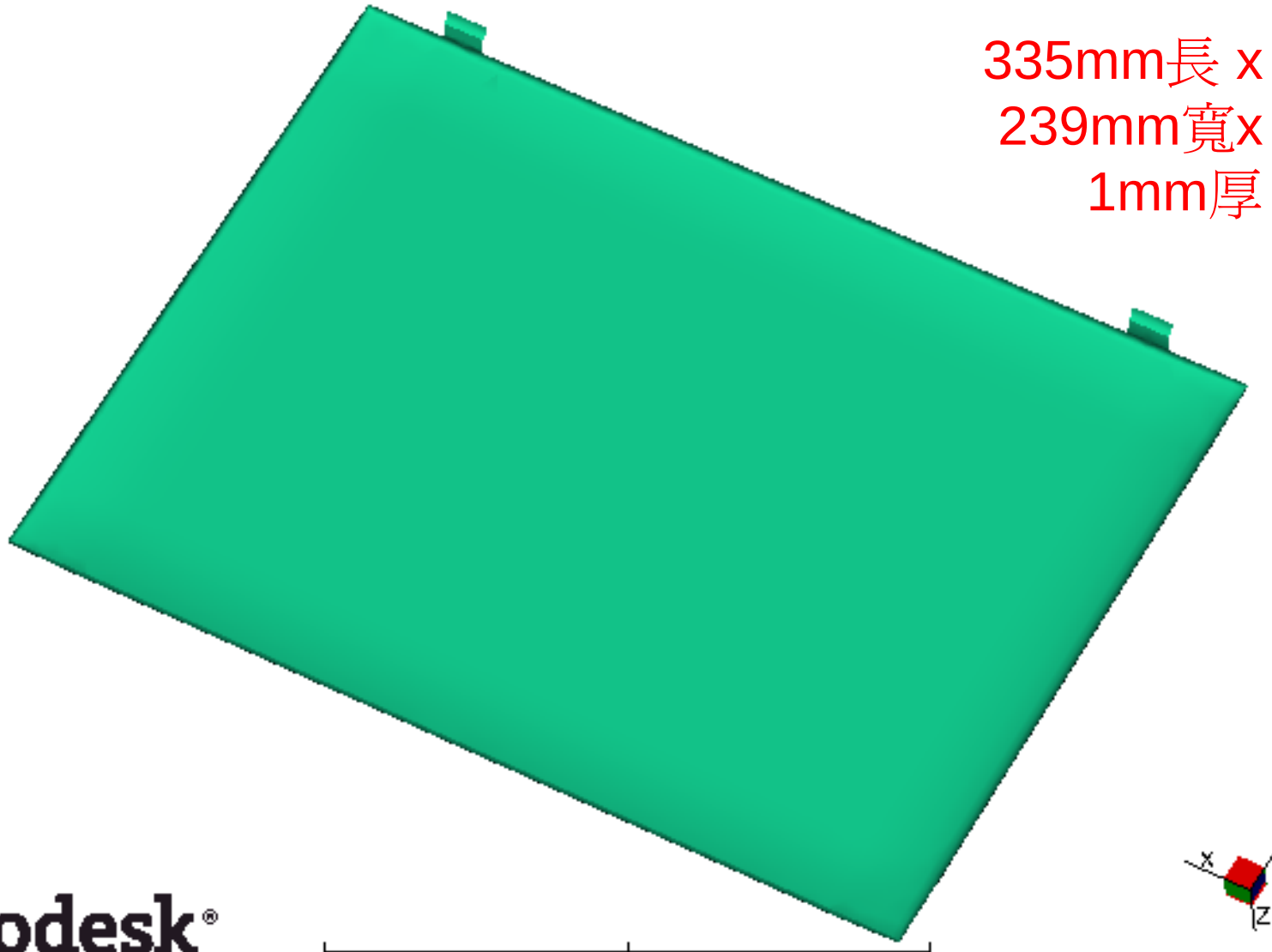
为了避免变形，应多管齐下：

4. 为了达到动定模冷却均衡(even cooling)以及动和定模单侧冷却均匀(uniform cooling)，加热和冷却通路的型式(type)、尺寸(dimentioning)、配置(positioning)和串接(circuiting)、热传流体(heat transfer fluid)的温度和流速、加热和冷却装置(equipment)的规格都要优化和客制化；

5. 注射机的喷嘴(nozzle)、螺杆(screw)、料筒(barrel)等的型式和尺寸以及制程条件(射速、转速、射压、背压、料温等)都要顾及融胶质量的保持和均一，避免降解等问题。



Notebook Part A Model



335mm長 x
239mm寬 x
1mm厚

Autodesk®



28
162
-24

塑料信息

注塑原料: PA

原料信息:

manufacture: Ticona

trade name: Celstran PA66-GF50-02

Recommended Mold surface

temperature: 90 °C

Recommended Melt temperature:

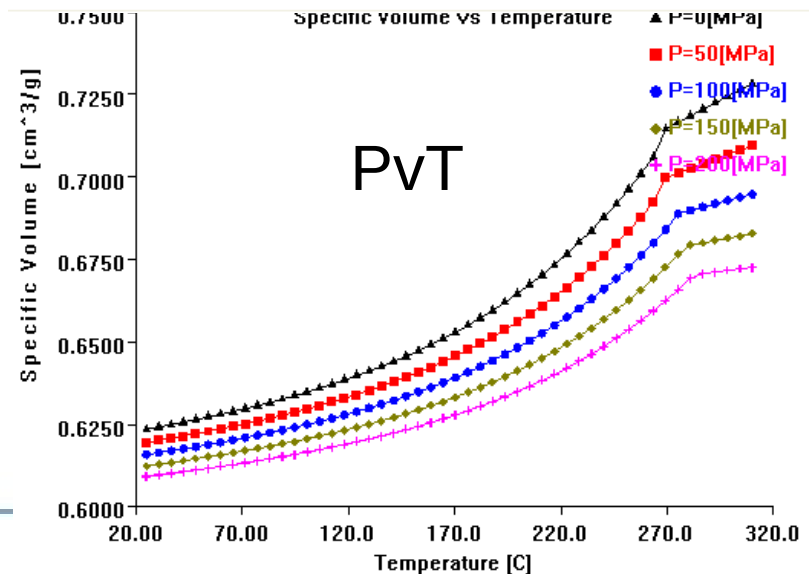
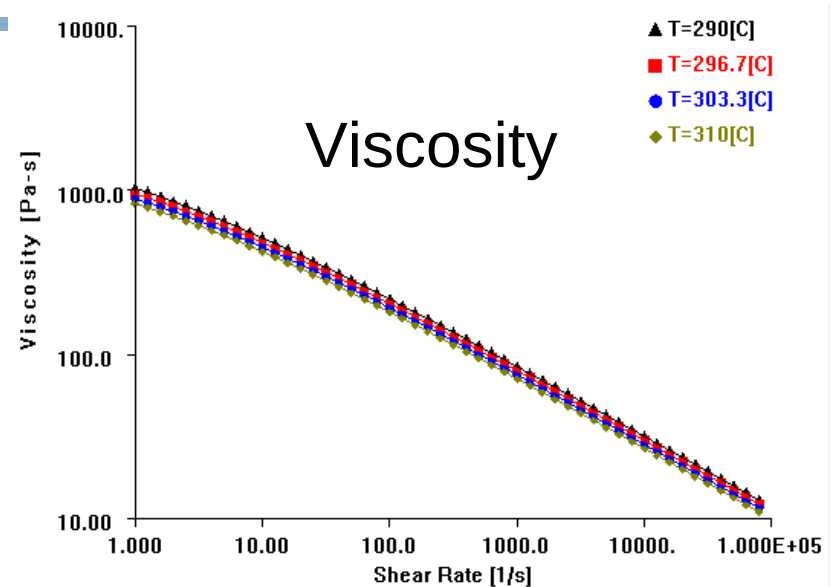
300 °C

Maximum shear stress: 0.5MPa

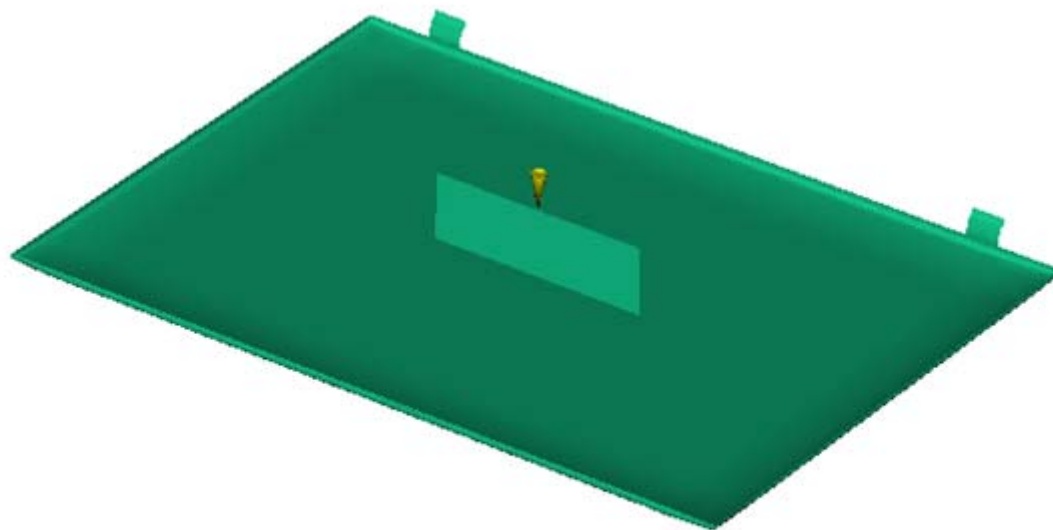
Maximum shear rate: 60,000 1/s

Transition Temperature: 223 °C

Ejection Temperature: 210 °C



Case 1 : Film Gate 1



Autodesk®
MOLD FLOW® INSIGHT

Scale (200 mm)

55
151
-21

先進成型技術
AMTechnology

Film Gate : 1.2mm厚 x 97.72mm寬 x 1mm長

Case 1 輸入

模温：223 °C (0~0.89s)，20 °C (0.89~30.89s)

料温：300 °C

Nominal injection time：0.89s

Velocity/Pressure switch-over：automatic

pack/holding control：

	Duration s [0:300]	%Filling pressure % [0:200]
1	10	80
2	0	80
3		

Bulk Temperature at End of Fill

Case 1

Bulk temperature at end of fill
= 302.6[C]

[C]

302.6

295.2

287.8

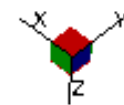
280.4

273.0

$\Delta T = 29.6^{\circ}\text{C}$

Autodesk®
MOLD FLOW® INSIGHT

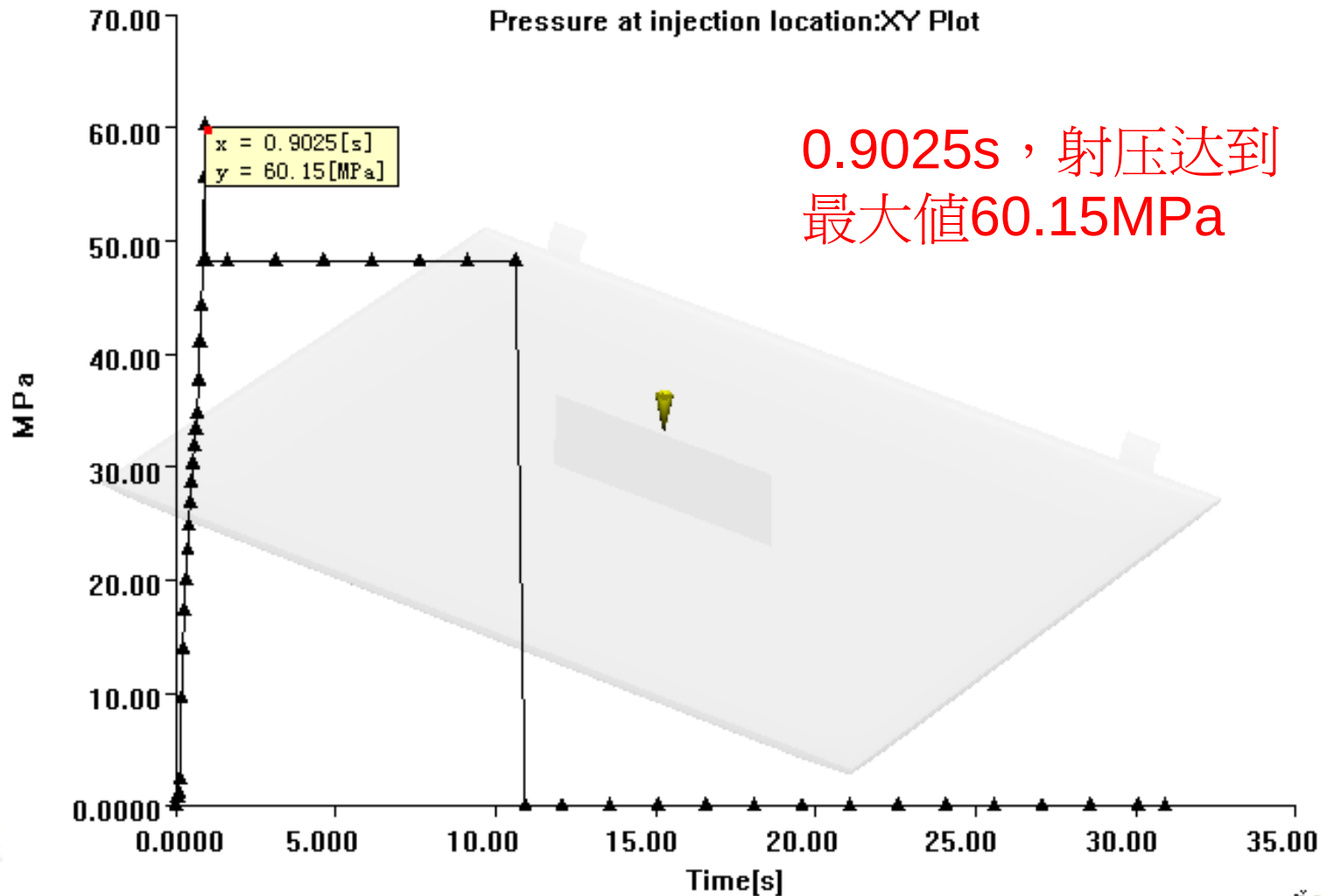
Scale (300 mm)



35 型技術
155
-36
nology

射压对时间

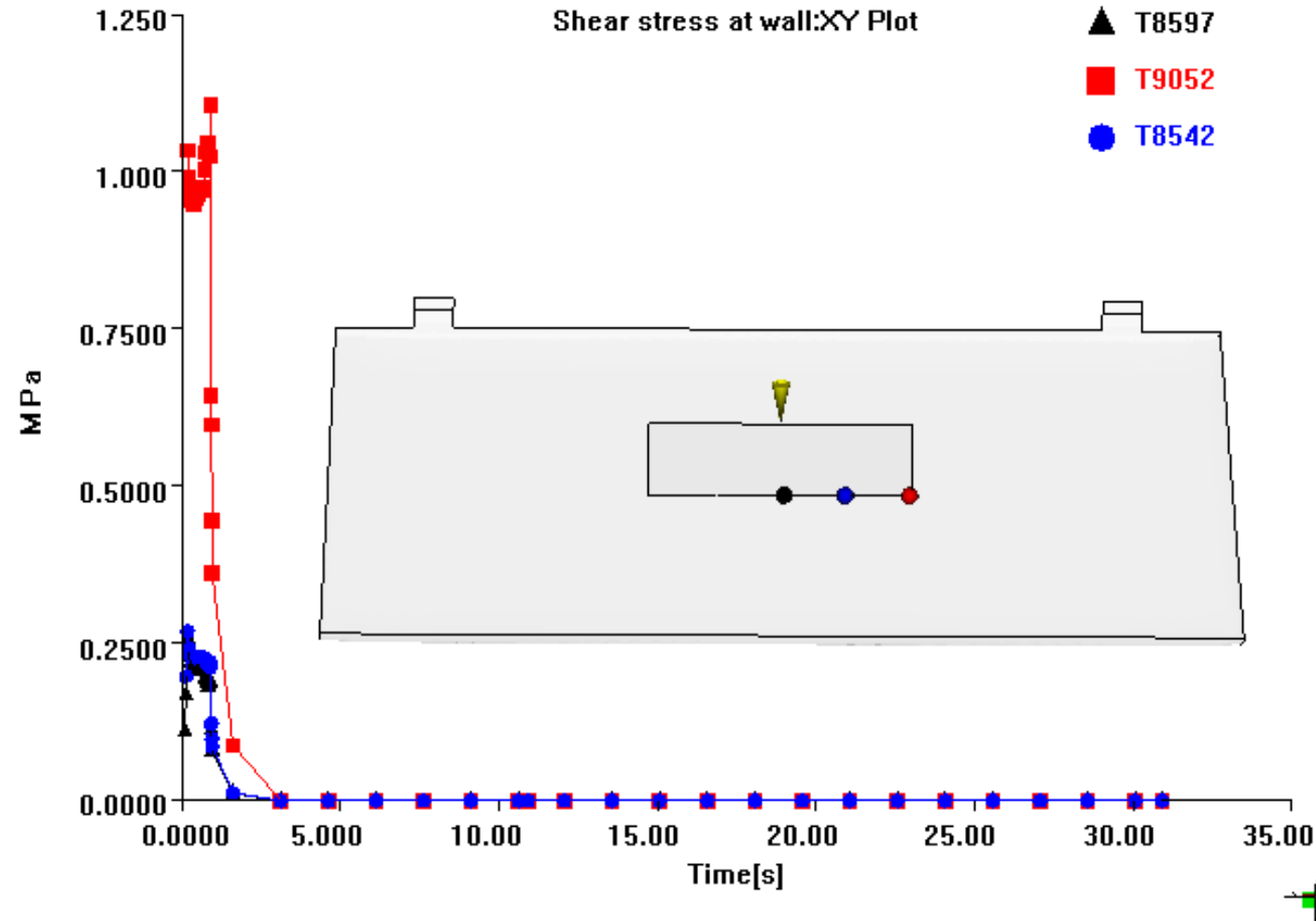
Case 1



剪切应力对时间

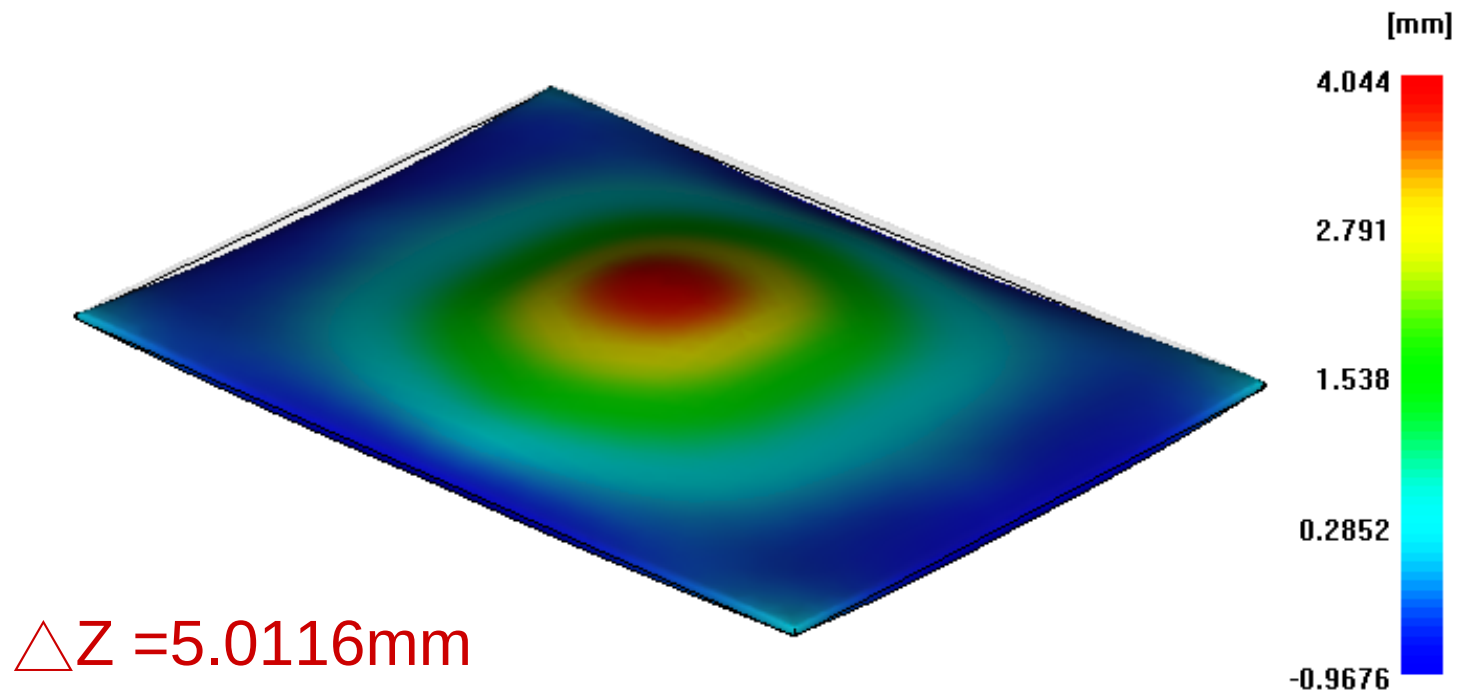
Case 1

浇口连接型腔的
T9052(端点)、
T8597(中点)、
T8542(中、端
间中点)最大剪
切应力为
1.105Mpa (at
0.9025s) 、
0.2694Mpa(at
0.1781s)、
0.2694Mpa (at
0.1781s)



Deflection(large deflection, warp): Z Component , Case 1

Deflection (large deflection,warp):Z Component
Load factor = 17.85[%]



$\Delta Z = 5.0116\text{mm}$



热流道/阀式浇口的应用

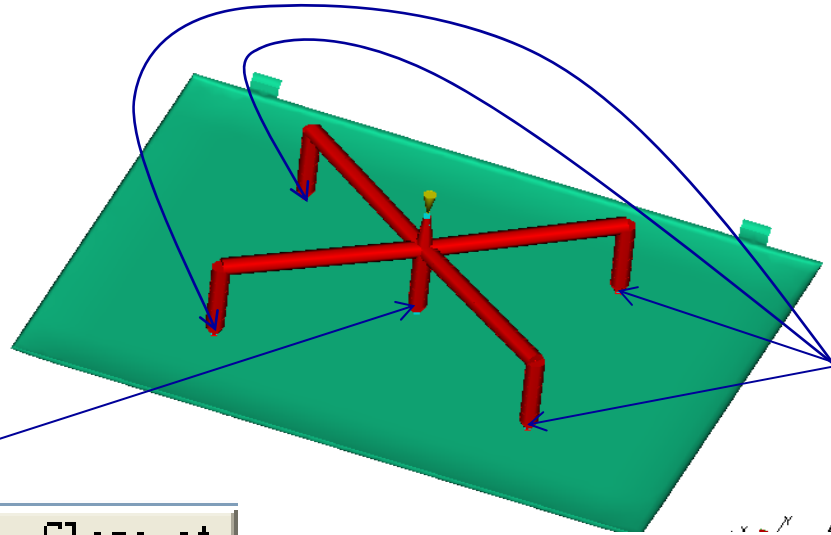
Hot Runner/Valve Gate Application

美国奇异公司开了一个壁厚为0.88mm的笔记本电脑外壳模。这个模子用了五个阀式浇口：一个在中央，每个角落附近再各加一个。居中的浇口先打开，当熔胶波前流到外围的四个浇口时，再将这四个浇口打开，直到型腔填满为止。

GE built a notebook cover mold with a 0.88 mm wall thickness. In this mold, five valve gates were used; one in the center and one near each of the four corners. The center gate opens first. When the melt front reaches the four outer gates, they open and finish filling the cavity.

Case 2 : Five Valve Gates

Valve gate 1
controller

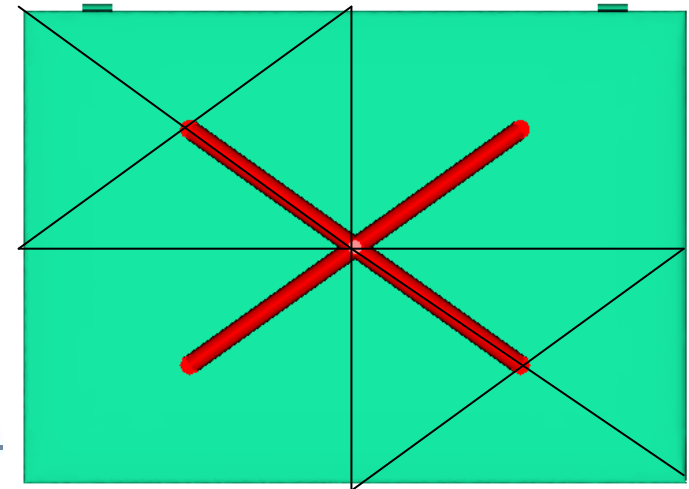


	Open at s [0:1200]	Close at s [0:1200]
1	0.34	10.77
2		

Valve gate
2 controller

	Open at s [0:1200]	Close at s [0:1200]
1	0	0.36
2	0.77	10.77
3		

阀浇口直径：3mm
Hot runner and
drop直径：10mm



Case 2 輸入

模温：223° C (0~0.7s)，20° C (0.7~30.7s)

料温：300° C

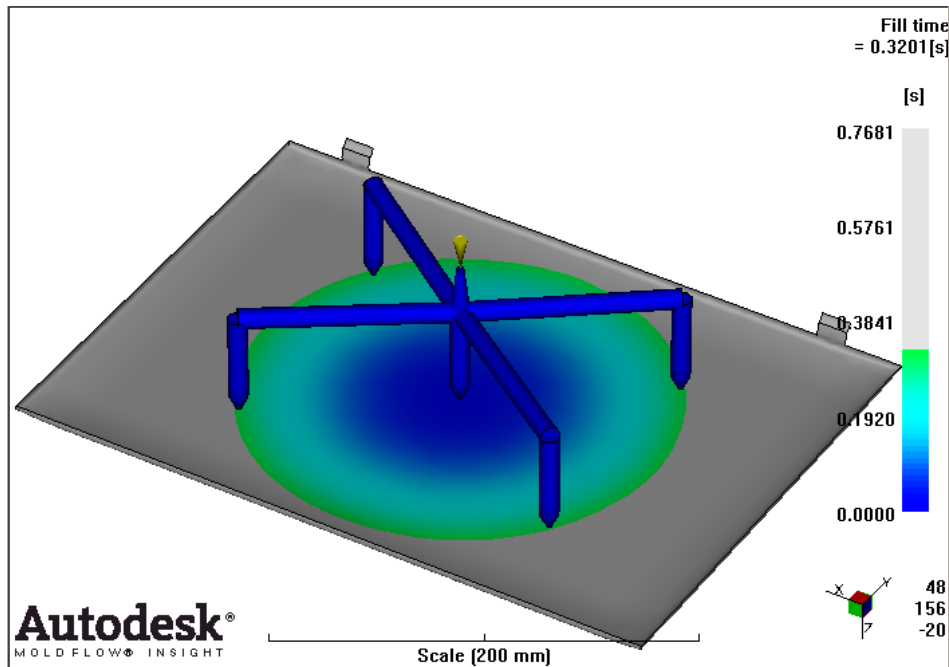
Nominal injection time：0.7s

Velocity/Pressure switch-over：automatic

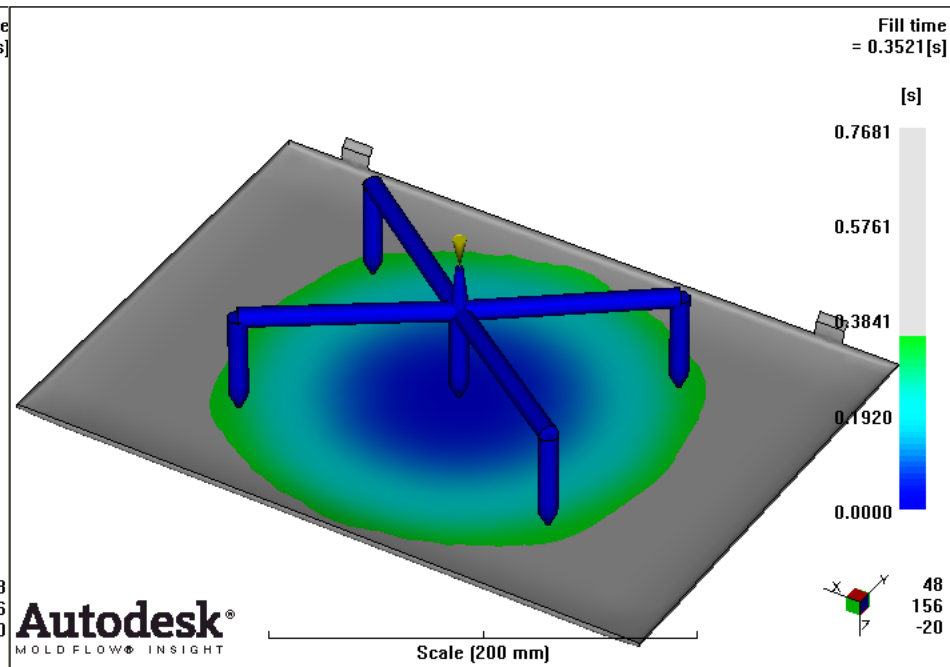
pack/holding control：

	Duration s [0:300]	%Filling pressure % [0:200]
1	10	80
2	0	80
3		

确认**Case 2**的阀式浇口**2**(在中央)的开启时间**0.34s**和阀式浇口**1**(四个，在外围)的关闭时间**0.36s**无误



0.32s时，来自中央阀浇口的融胶前沿刚刚流过外围四阀浇口



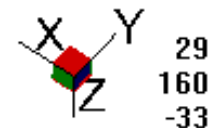
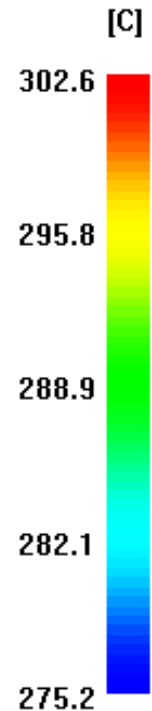
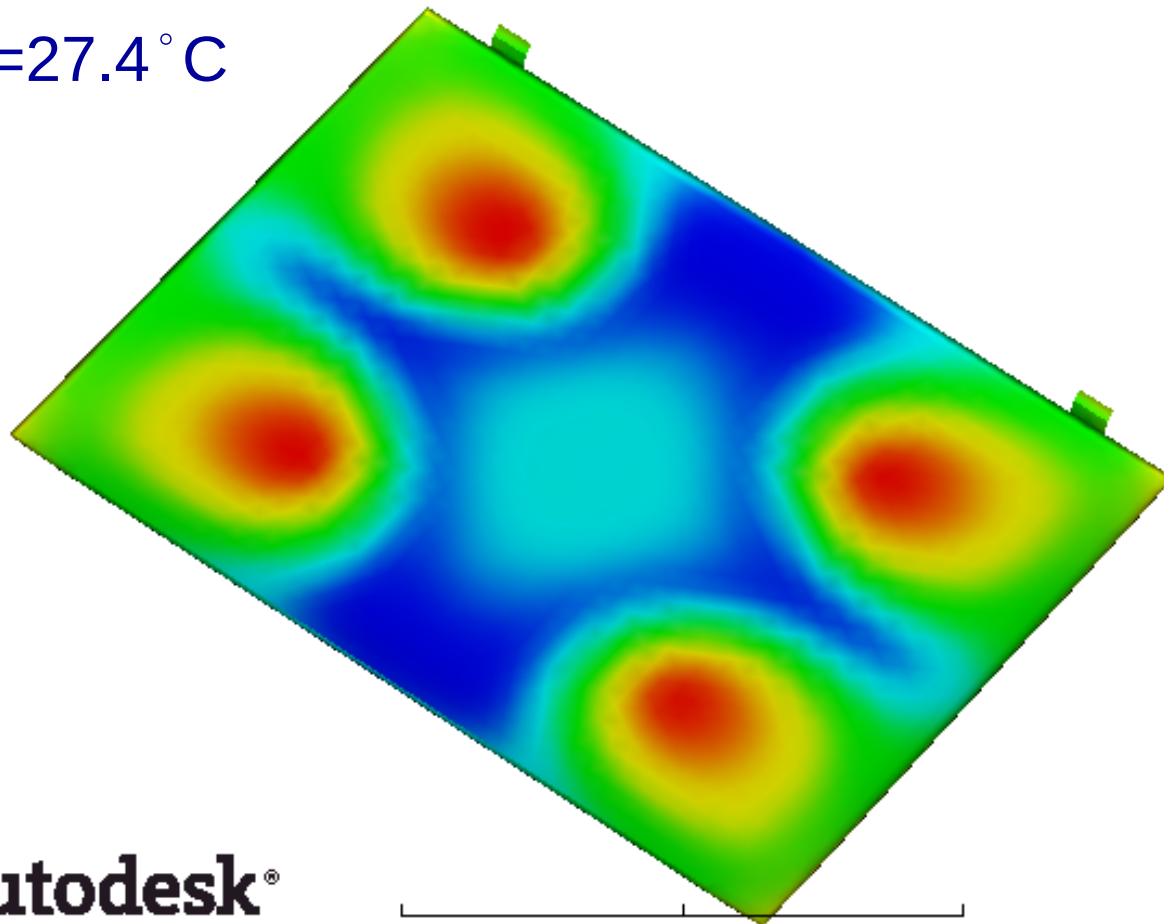
0.352s时，来自中央阀浇口的融胶前沿已流过外围四阀浇口

Bulk Temperature at End of Fill

Case 2

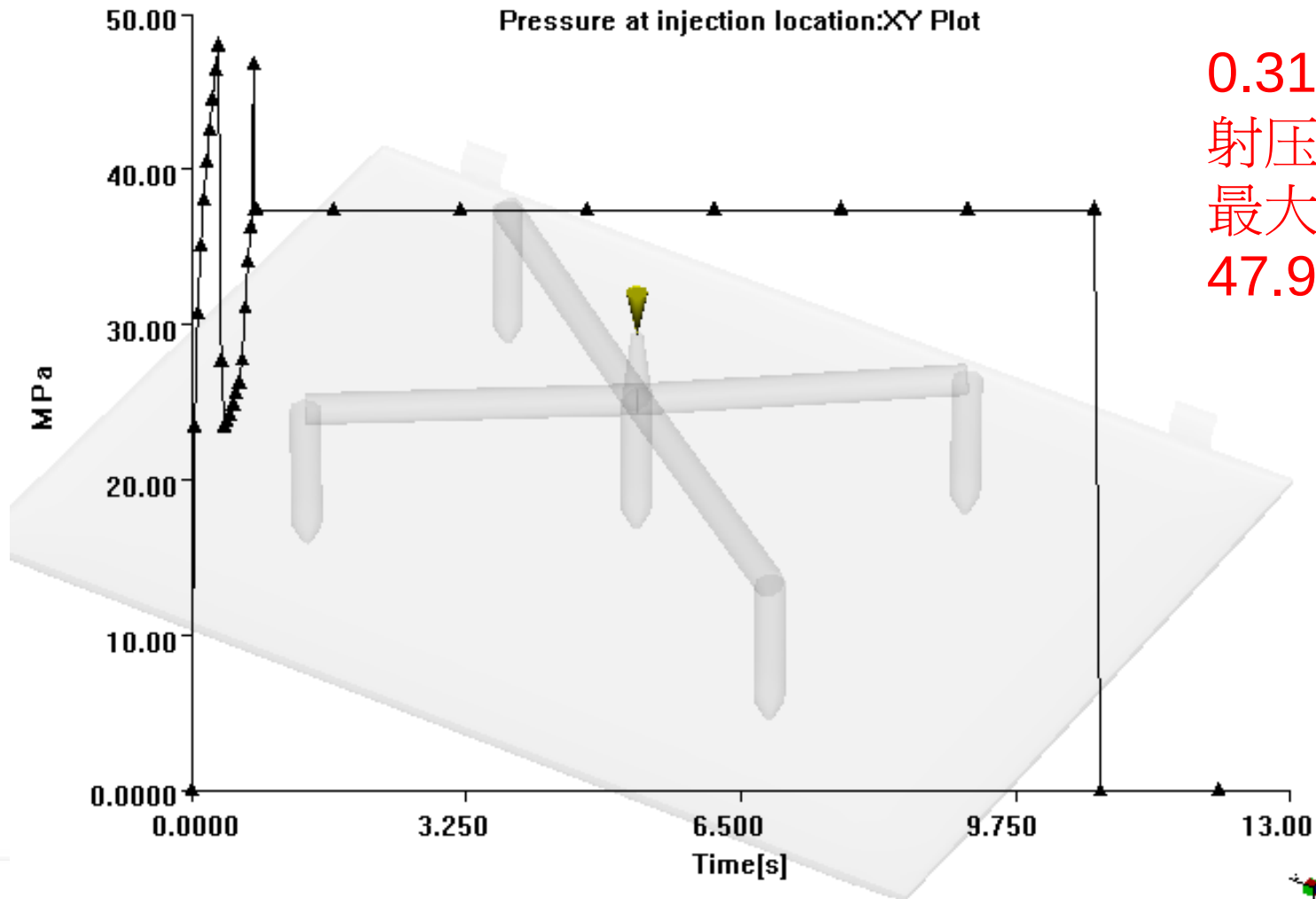
$$\Delta T = 27.4^{\circ}\text{C}$$

Bulk temperature at end of fill
= 302.6[C]



射压对时间

Case 2



0.316s ,
射压达到
最大值
47.9Mpa

剪切应力对时间

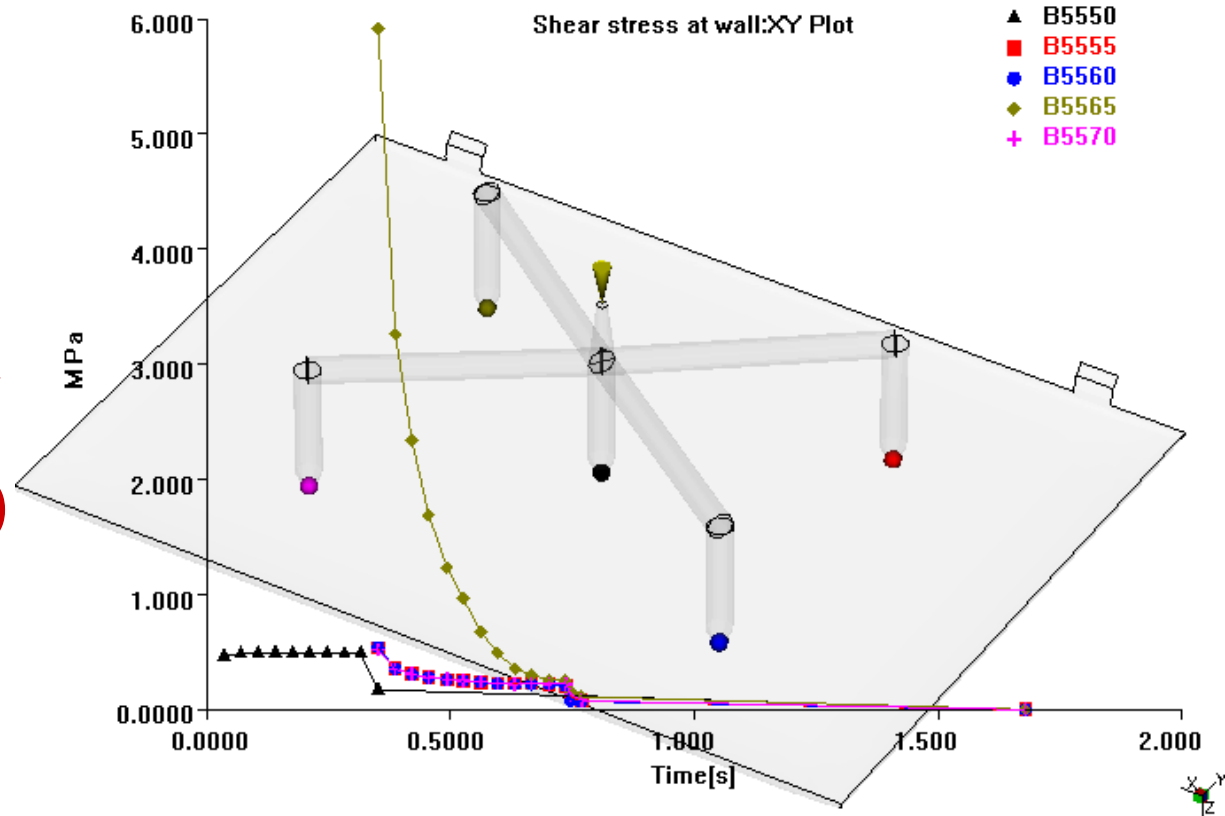
Case 2

连接型腔的中央阀浇口单元B5550最大剪切应力为0.5012Mpa(at 0.1383s)

连接型腔的B5555、B5560两阀浇口单元(近似)最大剪切应力为0.5489Mpa(at 0.3516s)

连接型腔的B5565阀浇口单元最大剪切应力为5.916Mpa(at 0.3516s)

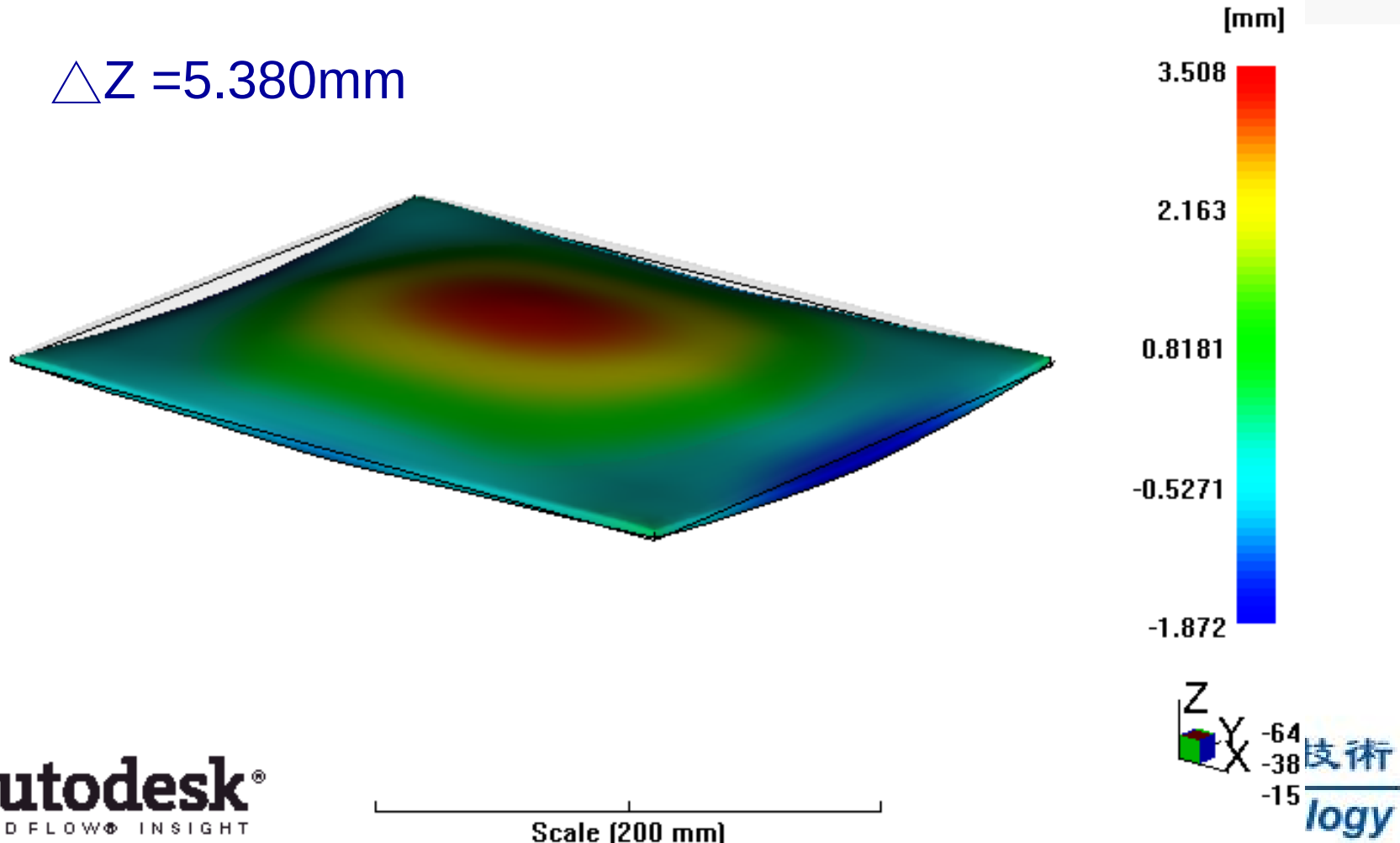
连接型腔的B5570阀浇口单元最大剪切应力为0.5265Mpa(at 0.3516s)



Deflection(large deflection, warp): Z Component , Case 2

Deflection (large deflection,warp):Z Component
Load factor = 22.36[%]

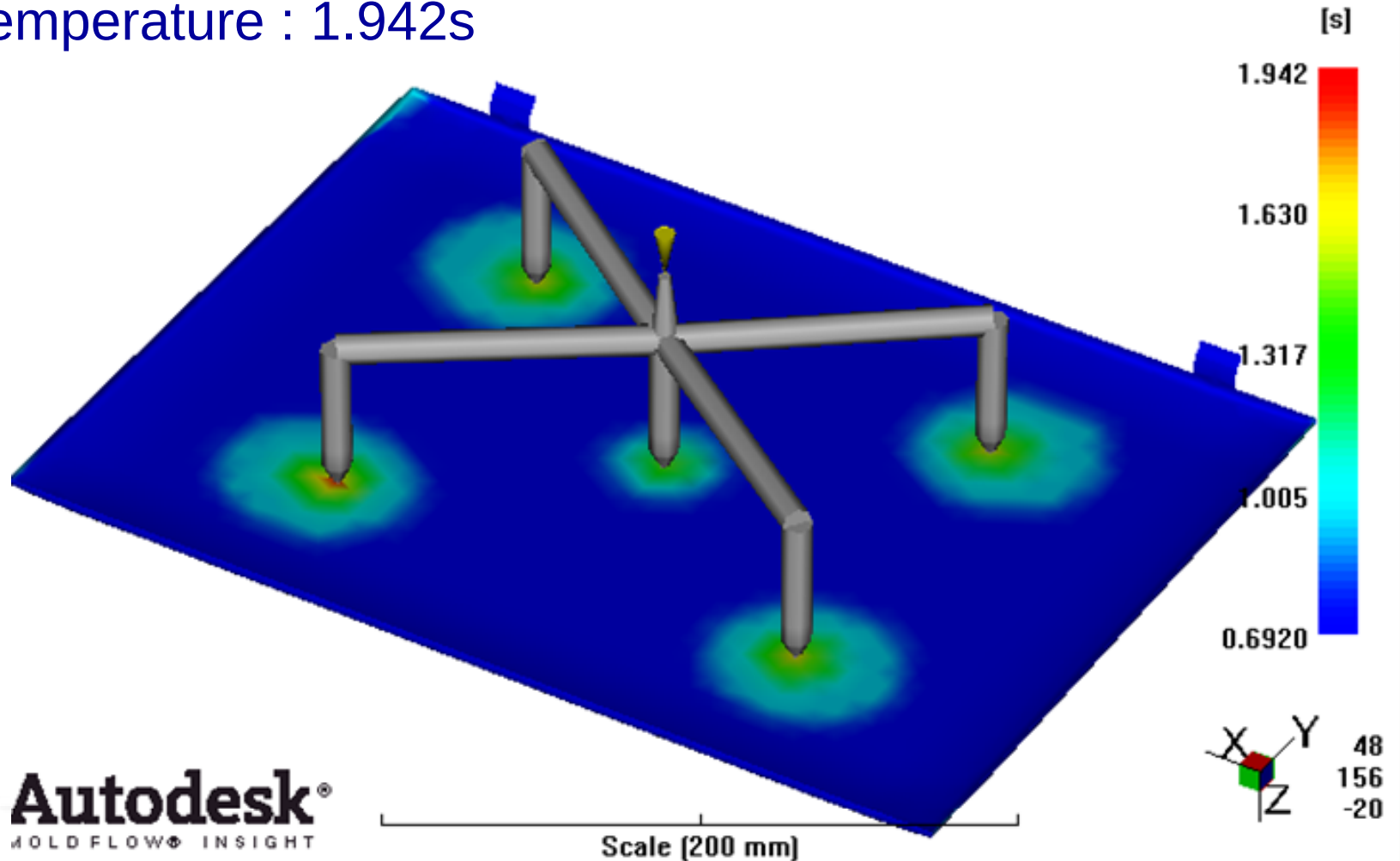
$\Delta Z = 5.380\text{mm}$



Time to reach Ejection Temperature Case 2

Time to reach ejection
temperature : 1.942s

Time to reach ejection temperature
= 1.942[s]



Case 1(Rectangular Central Gate) 与Case 2(Five Valve Gates)之 变形比较

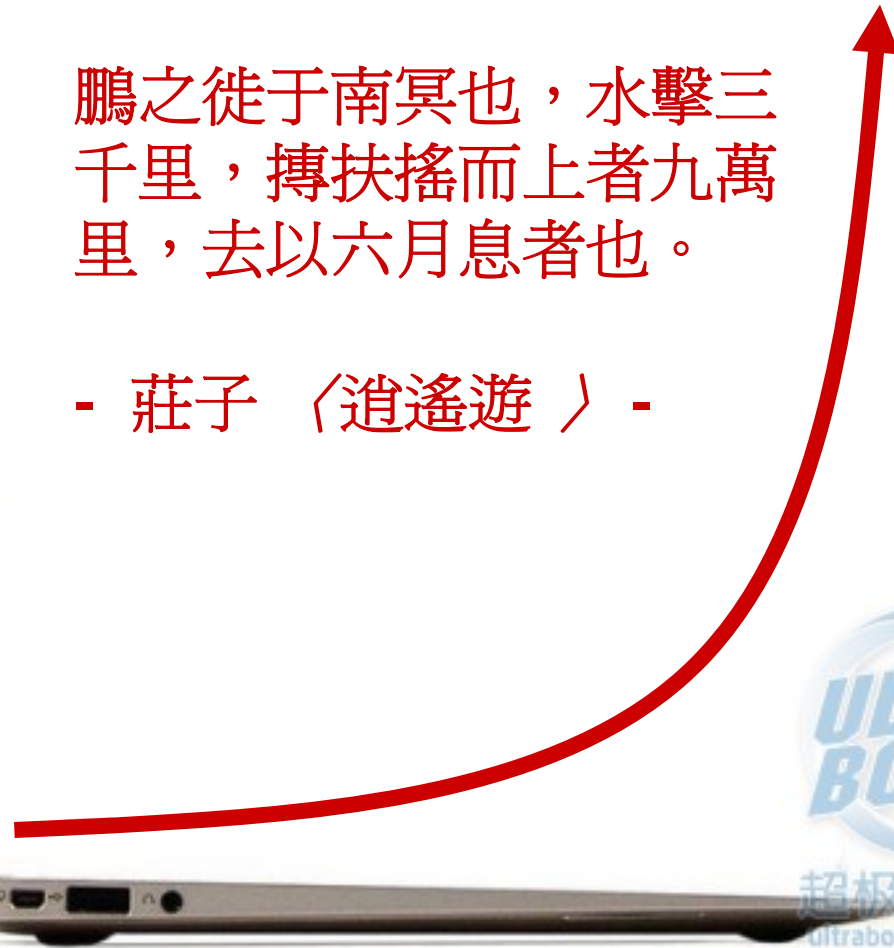
	Case 1	Case 2
ΔZ (mm)	5.0116	5.380

Number of Ultrabooks vs Time

Y
Number of Ultrabooks

鵬之徙于南冥也，水擊三千里，搏扶搖而上者九萬里，去以六月息者也。

- 莊子 〈逍遙遊〉 -



Time

AMTechnology

问答？

谢谢！

在爱护环境、珍惜资源、
成型科技的发展与创新。

持续发展的前提下，促进精实高效
-先进成型技术学会-