

塑料成型加工实用技术讲座(第十二讲)

注射成型中的 CAE 技术(Ⅲ):应用实例*

李海梅 高峰 申长雨

(郑州大学橡塑模具国家工程研究中心,郑州 450002)

摘要 用工程案例说明注射成型中计算机辅助工程(CAE)技术的具体应用。利用 CAE 技术,可以在新产品设计阶段预测、发现潜在的问题,在计算机上修改设计方案,从而缩短产品开发周期,提高设计能力。对于已有的产品,CAE 技术可以解决外观及强度不足等问题。

关键词 计算机辅助工程 应用实例 设计方案改良 制品缺陷改良

塑料制品在开发过程中可分产品设计阶段、模具设计阶段、模具制造阶段、注射成型阶段。由于市场激烈竞争,产品的开发时间非常紧迫,因此每个阶段的疏漏、错误都会延误产品上市时机,而利用注射成型 CAE 技术,可以通过计算机仿真模拟,在设计阶段发现潜在的问题,并在计算机上修改,能有效提高试模成功率,缩短产品开发时间,提升产品的竞争力与利润。CAE 技术不仅能对新产品的开发提供建设性的意见,而且对于在实际生产中已存在问题的产品可有效改良成型方案,提高产品的质量。

1 CAE 技术功能概述^[1]

应用注射模 CAE 系统可以进行如下工作:

(1) CAE 在型腔设计中的应用

①可以观察树脂在填充过程中各个时段的流动状态及流动前峰的位置,确定是否能够充满型腔。

②可以观察树脂在流动过程中产生的熔接线位置,其位置是否影响制品的外观或强度。

③可以观察树脂在流动过程中是否产生气穴及气穴产生位置,若有气穴,则可以正确设定排气位置。

(2) CAE 在浇口设计中的应用

①可以较正确地选择浇口的种类。因为除直接浇口之外,浇口的截面积一般都较小,此处的流动阻力很大,微小的差异对熔融树脂的填充状态有很大的影响。

②可以较正确地选择浇口的位置,尤其是平板状制品的浇口位置。避免因浇口位置不当而产生滞流、喷流现象,影响制品外观。

③可以较正确地确定阀浇口在成型过程中的开启、闭合时间,有效地发挥阀浇口的作用。

(3) CAE 在流道设计中的应用

①可以较正确地确定流道的形状与尺寸。流道的截面积及锥度直接影响熔融树脂的流动阻力,截面积过小或尺寸过长,则会使熔融树脂在流道中的压力降过大而影响熔融树脂向型腔的填充能力。反之如果流道截面积过大,则需延长冷却时间,并且浪费树脂。

②可以观察一模多腔及多浇口的制品各个流道在各个时段内的流量变化。通过改变流道的截面积或浇口的位置,

达到浇注平衡。

(4) CAE 在制品变形预测中的应用

注射模的 CAE 系统中的保压分析、翘曲分析功能,可以分析熔体在保压过程中被压缩状态、密度产生的变化及剪切应力产生的制品内残余应力状态,预测制品的成型尺寸。

(5) CAE 在冷却系统设计中的应用

可以观察预定冷却系统方案,进行冷却时的模具温度梯度状态,由此来进行调整,设计出满意的冷却系统。

2 CAE 技术在新产品开发中的应用

CAE 技术在新产品开发中的应用主要是在不降低成品品质的原则下,利用 CAE 分析找出影响塑料制品品质的主要因素,并由它来提升品质;同时也找出对影响品质不明显的因素,利用它来缩短成型时间,从而达到减少成型周期、提升产品竞争力的目的。

2.1 分析对象简介

产品为变压器外壳,长 187 mm,宽 127 mm,高 18 mm,均一厚度 2.5 mm,肋条厚度 1.2 mm,最薄为 1.0 mm。

为获得流道设计的最佳方案并降低产品的成型周期,提升传统模具的竞争力,在实际加工(开模)前采用注射成型 CAE 的功能分析模块 Flow、Pack、Cool、warpage,在计算机上事先仿真进行计算机修模。模具设计为 1 模 8 穴,但因流道排列为完全对称设计,为避免分析时的网格过多而造成分析时间过长,所以采用 1 模 4 穴作为分析对象。

因产品功能需求及模具设计的问题,在成型过程存在成型压力过大及收缩严重的问题。为解决该问题,采用加大流道尺寸设计,虽有所改善,但却造成流道体积所占比例过大、产生流道废料多的问题,大大提高了生产成本。因此希望由 CAE 分析找出问题所在,提供切实解决方案,降低流道废料的形成,并解决制品收缩率过大及成型后的翘曲变形问题。

产品分析所用的材料为 GE 公司出品的 PC + ABS/G.E.,

* 国家“十五”重点科技攻关项目(2001BA203B16-02)、河南省自然科学基金项目(004060400)、河南省中青年骨干教师项目、河南省创新人才基金项目(0121001000)

收稿日期:2003-10-16

经由试验测量及拟合数据,可得 CAE 分析所需的物性参数。

产品加工条件为充填时间 4 s, 充填压力 90 MPa, 模具温度 70℃, 塑料温度 260℃, 保压时间 3 s, 保压压力 80 MPa, 冷却时间 12 s, 顶出温度 120℃, 冷却介质温度 50℃。

2.2 分析讨论

(1) 原始设计

图 1 为变压器外壳流道设计。流道约占整体体积的 30%。从流动充填情况看, 流动波前 50%, 塑料已经充填到肋条区域; 流动波前 90%, 主体流动波前相当平顺, 但在肋条区域尚未充填完毕, 表示塑料在肋条的位置发生滞留现象。充填结束瞬间制品中心温度为 117 ~ 291℃, 大部分温度都在 250℃左右, 但肋条温度在 150℃以下, 可知有冷料现象。保压结束瞬间制品体积收缩率为 -0.1% ~ -5.32%, 整体收缩率过大, 超出允许范围, 可知流道设计的保压效果不佳。

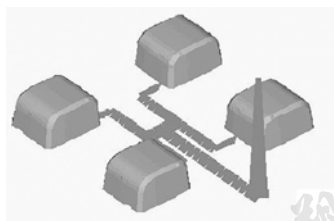


图 1 变压器外壳流道设计

冷却结束瞬间凸模表面为 62 ~ 107℃, 凹模表面温度为 61 ~ 104℃。图 2 为模面温差分布图 (即凸模及凹模的模面温度差, 此温度差值愈低愈好)。由图 2 可看出, 温度差为 0 ~ 37.3℃, 表示冷却水路设计不好, 模温差过大。

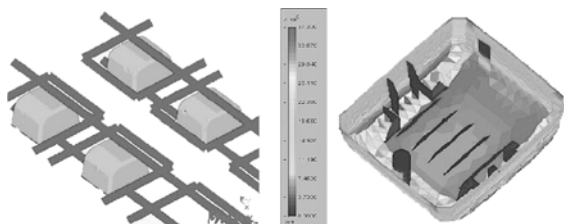


图 2 冷却水路设计及冷却结束时的模面温差

图 3 为进浇口压力历程曲线。由图 3 可知, 流道所需压力为 54 MPa, 充填到 97% 所需压力为 65 MPa, 充填结束所需压力 90 MPa。

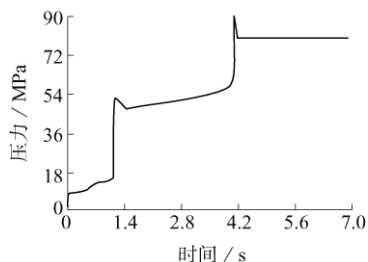


图 3 进浇口压力历程曲线

(2) 设计变更一

设计变更一主要是减少流道的体积, 使得流道体积约占

整体体积的 20%。

变更设计后充填结束瞬间体积中心温度为 121 ~ 295℃, 大部分温度值都在 250℃左右, 但肋条温度则在 150℃以下, 说明仍然有冷料现象。保压结束瞬间体积收缩率为 -0.1% ~ -5.27%, 可知保压效果不佳, 和原始设计结果差不多。方案一的历程曲线与原始设计无大的区别。

从变更方案一可知, 流道直径尺寸的改变对成型压力的影响并不大, 故可以减少流道直径设计, 以减少废料。

(3) 设计变更二

在设计变更一的基础上, 对浇口、浇道位置和尺寸、冷却管道的设计做了改进。

设计变更二的流动/保压情况与变更一类似, 但熔体充填过程更加平顺。流动波前 50% 时, 塑料已经充填到肋条区域; 流动波前 90% 时, 主体流动波前相当平顺, 但在肋条区域仍尚未充填完毕, 表明塑料在肋条的位置发生滞留现象。充填结束后, 体积中心温度分布仍然为 90 ~ 288℃, 大部分温度值都在 250℃左右, 但肋条温度仍在 150℃以下, 可知仍有冷料现象, 与原设计区别不大。保压结束瞬间体积收缩率为 -0.5% ~ -5.0% 之间, 但整体收缩率较为均一, 变形量较大的地方只在浇口附近, 这个问题可以由保压压力多段设定及增加保压时间来改善。

图 4 为改进设计的冷却水路及冷却结束时模面温差。由图 4 可以看出, 采用改进后的冷却水路, 凸模与凹模的表面温度差为 0 ~ 5.45℃, 表明冷却水路设计已明显改善, 大幅缩小模温差。

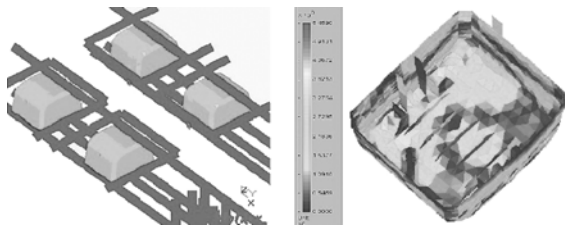


图 4 改进设计的冷却水路及冷却结束时的模面温差

变更设计后, 流道所需压力比原设计有所降低, 但型腔充填压力没有明显的变化。

由原始设计及设计变更一、设计变更二可知, 在成型过程中造成压力过大的主要因素是肋条过深及厚度太小, 针对这个因素改变设计可以有效降低成型压力; 浇口位置设计不当是保压效果不佳的主要原因, 会造成制品收缩率过大, 因此改变进浇口位置, 可以得到比较均匀的体积收缩率; 冷却水路设计不良是产品翘曲变形的主要因素, 为降低产品的变形, 厂商常会降低模具温度及设定较长的脱模时间, 这样会造成顶出问题及成型周期过长, 以致于降低产品的生产率, 所以加强凸模冷却管道设计, 可以得到较小的模温差分布, 从而降低产品变形量, 更可以缩短成型周期。

3 CAE 技术在改良已有产品品质中的应用

3.1 分析对象简介

图 5 为计算机显示器前面板。产品长 340 mm, 宽 284

mm,高82 mm,平均厚度2.8 mm,最薄厚度1.0 mm;质量190.65 g;流道直径7.0 mm,浇口尺寸1.0 mm,流道质量20.25 g。采用1模1穴4点进料,上、下、左、右各一个浇口。因外观考虑而采用潜伏式浇口,其中左、右二个浇口放在厚度最薄的1.5 mm区域,而上、下二个浇口放在厚度2.5 mm区域。试模发现四浇口进料区域有明显的流动差异,而且融合线的位置在正面外侧,影响制品的外观质量。

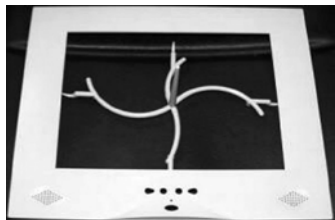


图5 计算机显示器前面板

因为左、右二个浇口在薄壁区域进料,所以塑料在充填时被快速冷却,塑料粘度变大造成流动困难而发生滞留现象,造成与其它流道的进料情况不同。发生塑料滞留现象时通常的解决方案是移动浇口位置,以改善每根流道流动差异的问题,但因为模具已加工完成,处于试模阶段,故不能移动浇口位置(流道浇口设计因用潜伏式浇口,为镶块结构,不容易修改,且修模成本较高),所以采用在凸模一侧局部增加产品厚度的方法,以改善型腔内的流动情况。

用注塑CAE软件,在计算机上仿真几组不同的尺寸设计进行模拟,因产品已经开模并在试模中发生问题,所以在计算机试模时必须要有以下的正确资料输入:

①材料的相关物理性能数据(粘度、 $P-V-T$ 、比热、热传导系数等);

②模具、成品的实际尺寸及流道、浇口直径的厚度值,冷却水路配置;

③注射成型的加工条件,包括现场实际测量的注射时间、注塑压力、塑料温度、模具温度、冷却水流率等;

④冷却分析时实际测得的冷却液温度和流率,以及凸模、凹模温度值。

具体的加工条件为:充填时间4.0 s,充填压力70 MPa,模具温度50℃,塑料温度210℃,保压时间3.0 s,保压压力65 MPa,冷却时间35 s,顶出温度90℃,冷却液温度20℃,冷却液流率120 mL/s。

3.2 CAE模拟结果讨论

(1) 原始设计

4个一级分流道的直径皆为7.0 mm,潜伏式流道直径变化为5.0到1.0 mm。从流动充填CAE的结果可知,4个流动区域充填不同,上下区域较大,左右两侧较小,表明塑料在左、右区域发生滞留现象。流动波前80%,熔合线出现在正面下部两侧;流动波前95%,熔合线出现在正面上部两侧。充填结束瞬间中面温度为200~220℃,大部分温度值都在200℃左右,但左右区域的温度在148℃以下,有快速冷却的现象。

(2) 设计变更

修改产品局部区域的尺寸及流道、浇口尺寸,4个一级分流道直径分别为:上面6.5 mm、下面7.0 mm、左6.0 mm、右6.0 mm;潜伏式流道直径变化:上、下为5.0到1.0 mm,左右为5.0到1.2 mm;浇口附近2 cm内区域厚度改为2.0 mm。

更改设计后,4个流动区域充填相近,塑料在左、右区域的滞留现象已经改善,模穴内流动已达平衡。充填结束瞬间中面温度为200~220℃,大部分温度值都在200℃左右,左右区域的温度已提高到185℃,改善了快速冷却的现象。一般而言,温度均匀有利于结合线的强度及翘曲变形量的控制。

冷却分析中凹模表面温度为30~46℃,但整体温度分布均匀,只有几处小区域有温度较高现象,分布在有小孔的区域,应注意局部积热造成的粘模问题,建议用高热导率的散热钢材以改善局部积热问题,且可缩短成型周期。凸模表面温度34~47℃之间,虽然整体温度分布均匀,但温度较凹模高,说明凸模的冷却水路可再增加。凸模、凹模表面温差大部分在2℃左右,其分布值为-4~5.6℃,表示凸模、凹模的冷却水路设计可再调整。

从以上分析可知,流道、浇口的直径加大或减小可改善塑料在模穴内的流动,但如果制品厚度影响到充填,改变浇口位置及增加制品局部厚度是有效的方法。借助注塑CAE技术可确定合理的模具尺寸,供工程技术人员进行修模,以降低不必要的修模、试模次数;利用冷却分析的功能,预估冷却水路配置的冷却效果,提供下次模具水路配置的参考。

4 工程经验的积累

利用注塑CAE软件,可以提高注塑模具设计经验并改良成型条件。

4.1 研究对象

研究对象为彩票机上面板(图6),要求外表面质量好,没有明显的表面缺陷。制品最大外观尺寸为450 mm×270 mm×220 mm,厚度为3.5 mm。所用原料为GE公司生产的ABS,熔体加工温度为200~280℃,模具温度为25~80℃。

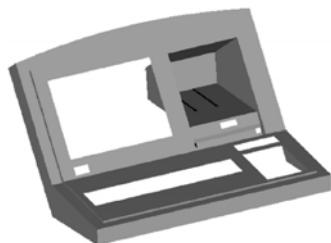


图6 彩票机上面板

成型所用的注塑机参数为:最大锁模力7.54 MN,最大注射体积4520 cm³,最大注塑压力93 MPa,最大注射速率6600 cm³/s。

分析软件为Z-MOLD软件,采用三角形单元,单元数目为1657,结点数929。

4.2 软件应用结果及讨论^[1]

(1) 浇注系统设计方案的确定

由于制品表面有较多的通孔, 比较容易出现熔接痕。为保证外表面质量, 外表面应尽可能地不出现熔接痕, 所以先考虑浇口的数目及位置, 满足制品的外观质量要求。

对浇注系统, 预选了三个方案:

①方案一 潜伏式浇口 1 个, 点浇口的尺寸 2 mm ×2 mm, 在制品底部。熔体入口温度 250℃, 模具温度 70℃, 充填时间 7 s, 保压时间 8 s, 充填/保压切换点 98%。

②方案二 潜伏式浇口 2 个, 点浇口的尺寸 2 mm ×2 mm, 在制品底部。熔体入口温度 250℃, 模具温度 70℃, 充填时间 7 s, 保压时间 8 s, 充填/保压切换点 98%。

③方案三 潜伏式浇口 3 个, 点浇口的尺寸 2 mm ×2.5 mm, 在制品底部。熔体入口温度 270℃, 模具温度 75℃, 充填时间 8 s, 保压时间 5 s, 充填/保压切换点 98%。

(2) 软件分析结果

①方案一 经过与前面类似的流动/保压分析, 可知熔体在面板拐角处流动不太均匀, 并在外表面有明显的熔接痕, 不符合外观质量要求。注塑压力过大, 所需锁模力过高, 充填效果不好, 建议用两个浇口, 减少流动长度。

②方案二 从熔体前沿图知, 熔体流动效果仍然不够均匀; 所需的锁模力为 4.31 ~5.76 MN; 熔接线的分布仍不合理, 熔体压力分布、温度分布较方案一虽有改善, 但不理想, 注塑压力仍然偏高, 建议采用三个浇口。

③方案三 从喷嘴及三个浇口处的压力变化曲线可知, 最高注塑压力为 109.6 MPa, 需要的锁模力为 5.71 ~7.27 MN, 偏高; 制品熔接痕的数目有增加, 但分布较为合理, 避开了外表面。

方案三虽然提高了熔体温度、模具温度, 增加了浇口数目, 并增大了浇口尺寸, 使熔接痕的位置较为合理, 多在侧面, 并避开了应力集中区, 但注塑压力、锁模力并没有降低, 且熔体的局部温度超过了材料的许用温度, 不能满足成型工艺要求。建议调整成型工艺参数, 延长注射时间, 以降低注塑压力。

(3) 工艺参数的优化

在保证充填质量的情况下, 调整工艺参数, 设计为方案四和方案五, 使之在工程实践中可操作。

①方案四 潜伏式浇口 3 个, 点浇口的尺寸 2 mm ×2.5 mm, 在制品底部。熔体入口温度 250℃, 模具温度 70℃, 充填时间 10 s, 保压时间 5 s, 充填/保压切换点 98%。

②方案五 潜伏式浇口 3 个, 点浇口的尺寸 2 mm ×2 mm, 在制品底部。熔体入口温度 250℃, 模具温度 70℃, 充填时间 7 s, 保压时间 6 s, 充填/保压切换点 98%。

用类似的方法, 可得到方案四、方案五的计算结果。表 1 为几种方案成型条件的比较。

方案三、方案四、方案五的模具结构相同, 因此流动方式

表 1 几种方案成型条件的比较

项 目	方案三	方案四	方案五
熔体平均温度/℃	216.7 ~283	194 ~276	208 ~261.9
最大注塑压力/MPa	109.60	76.33	86.68
锁模力/MN	7.27	4.16	4.58
最大剪切应力/MPa	0.514	0.408	0.435
浇口附近的最大收缩率/%	4.5、4.7、5.2	4.9、5.3、5.3	4.1、4.3、4.7

类似, 熔接痕的分布基本一样, 但压力、收缩率等有区别。方案四虽然使最大注塑压力降低, 但熔体的温差过大, 会影响制品的内在品质, 应适当缩短注射时间, 降低熔体入口温度, 延长保压时间。方案五的综合效果比较好, 符合制品的外观质量要求、成型工艺要求, 且体收缩率也较低, 尺寸稳定性较好。

(4) CAE 分析结论及其加工方案的提出

ABS 材料的流动性能好, 而且塑化温度较低, 建议熔体的模具入口温度为 250℃左右; 由于制品的体积较大, 充填时间不宜太长, 否则先充满的区域易产生冷料层, 影响制品质量; 此外, 由于制品的厚度较大(3.5 mm), 要适当延长保压时间, 使补料充分, 不产生缩坑等表面质量缺陷, 并可减少收缩率。

综合前面的分析结果, 建议采用三个潜伏式浇口, 使型腔容易充满、锁模力大小适中; 工艺参数选用方案五, 使制品有较小的收缩率, 熔接痕在制品的内部表面, 可保证制品的外观质量要求。

(5) 对方案五的进一步分析

成型方案五满足了制品的基本质量要求, 如果想提高生产效率、预测制品的成型尺寸, 则需要进行翘曲变形分析。

利用流动、保压分析, 还可预测气穴位置、模壁的温差、热流, 在此基础上, 可预测成型制品可能产生的变形情况。

5 结语

一般的注塑 CAD 系统只是辅助设计人员规范化、标准化、快速地设计注射模具。对设计中所确定的方案及设计的模具是否成功的评价, 均取决于实际的试模结果。若试模后发现存在问题, 则需根据试模的情况进行修正, 这种试错法的设计, 往往增加模具的制造成本、影响模具的交货期, 甚至有些问题无法补救, 最终模具报废, 造成浪费。借助注塑 CAE 系统, 可以帮助设计人员在计算机屏幕上对设计方案进行评估, 若方案有问题, 则可将修正后的方案输入系统再次进行评估, 直至满意为止。这样, 采用了注塑 CAE 系统后, 可以较正确地设计注射模具, 可以节约模具制造费用, 提高模具质量, 缩短模具制造周期。

参考文献

1 李海梅, 申长雨. 注射成型及模具实用技术. 北京: 化学工业出版社, 2002.

COMPUTER AIDED ENGINEERING TECHNOLOGY IN THE INJECTION MOLDING (Ⅲ):APPLIED CASES

Li Haimei, Gao Feng, Shen Changyu

(APPT-NERC, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China)

ABSTRACT The concrete application of CAE technology in the injection molding is illustrated by the engineering cases. By using CAE technology, the possible defects of the new design plan can be predicted and found in the design period, the design plan can be modified on the computer, so as to shorten the developing period of the product and raise the design capacity. For the existing product, such defects as the appearance defect and strength being not enough can be solved by using CAE technology.

KEYWORDS CAE, applied case, design plan modification, improvement of product defect

第三届中国国际工程塑料展览会在上海举办

中国工程塑料工业协会主办的第三届中国国际工程塑料展览会于2003年12月2日~5日在上海光大会展中心举办。此次展览会汇集了众多工程塑料的最新科技成果和先进技术,精心准备的技术交流会、中日工程塑料研讨会、国际工程塑料发展论坛与展览安排得相得益彰,成为我国2003年塑料展会中的一个亮点。

四天中共有15000多名专业人士参观了展览。展会还接待了日本工程塑料代表团、台湾塑料界大陆参观团、俄罗斯化工代表团、澳大利亚商务和政府代表。在“中国国际工程塑料发展论坛”上,有杜邦、拜耳、巴斯夫、三菱等国际知名公司到会,就行业发展动态、工程塑料的开发与应用、生态与环境,以及从现代全球性的眼光出发,生产加工与环境相和谐的原料与制品等广泛关注的问题进行了探讨,内容十分丰富。参展商则带来了许许多多新的产品与新的设计理念,以及最新的商业性突破:从汽车的结构件、装饰件或日用品的设计理念,到电器产品外壳、医疗设备、微电子连接器、电动工具、光学存储介质、自动玩具、替代金属的塑料齿轮和替代橡胶的热塑性弹性体等,还有出自原料供应商的应用定制配方和专门针对新兴市场设计的加工系统与新型模具。

德固萨公司展出了他们最新开发的尼龙产品和改性材料。采用宇部兴产材料成型的汽车进气歧管和水箱,以及加工成型技术引起了广泛的关注,在宇部的展台前集中了大量汽车行业的观众。住友公司则带来了光学级的PMMA产品,以及材料复合技术。大科能公司介绍了汽车用PC/ABS合金和汽车制件的设计与模具。FRP公司生产的玻璃微片用于增强工程塑料和特种工程塑料,除产品性能提高外,尺寸稳定性和整体变形率都有了极大的改善,能够满足现代电子产品轻型化和小型化精密注塑的要求。布拉本达的新型加料系统确有独到之处,GE(中国)公司已定购了110套这样的加料器。韩国晓星则推出了最新的管材专用料,据称其价格能比北欧集团的同类产品降低20%~30%。卡博特的黑白色母本身在世界就享有很高的声誉,这次则介绍了导电

炭黑最新的应用定制配方和应用效果对比,使用户受益匪浅。兰蒂奇公司的尼龙原料和共聚丙烯树脂不但性能优异,还兼有良好的性能价格比,近几年在中国销售业绩不错。

国内展商也纷纷拿出了具有特色的产品,令参观者眼光一亮,有些国内普通展台的参观人数比国外特装展台前的人还多。东辰公司采用生物发酵法生产的长碳链尼龙用于汽车管线与海底电缆引人注目。聚赛隆的改性聚丙烯因有其特色和新用途的开发,销量超过万吨。北京市化工研究院的PBT改进产品CTI与RTI指标均能达到国际先进水平,加工性能也有所改进。用盛恒昌公司色母加工的仿天然大理石板材可以乱真,从表面看几乎分不出哪种是塑料材料,哪种是石材。崇高公司应用纳米技术加工的抗菌母料,杀菌效果明显,时效长久。俊尔公司的改性PET与尼龙在替代进口材料方面取得了突破性的进展。日之升和锦湖日丽是目前国内最大的ABS改性厂。横店得邦、兴隆道恩和杰事杰的新型改性材料也给参观者留下了深刻的印象。汇邦公司的展台则汇聚了国外各大公司的先进产品与先进技术,其完整的信息系统与全面的服务理念也让观众大开眼界。

组织者采访了观众。观众大都反映展览会规模虽然不大,但内容充实,丰富多彩,了解了一些新的材料与新的用途,在今后的产品开发应用方面会考虑采用,总体说效果还不错。

中国工程塑料行业近十年来发展迅速,特别是1998年以后,年平均增长速度接近30%,虽然2003年上半年“非典”肆虐,但行业整体仍保持了稳定高速发展。我们预计在今后5~10年中,亚洲,特别是中国将成为世界工程塑料发展速度最快的区域,其原料、加工技术、加工设备和制品也将是需求最大的地区。由于有了这个巨大的市场需求和商机,完全有理由相信,中国国际工程塑料展览会一定能够一届比一届办得更好,我们期待着2005年的第四届展会有更新更好的产品和技术奉献给观众。

(协会秘书处)