

共注射成型技术及其发展

朱 计 类彦威 张 杰

(四川大学高分子科学与工程学院,成都 610065)

摘要 介绍两种典型共注射成型技术,即双色注射和夹芯注射,以及在共注射成型基础上发展起来的气体辅助共注射成型技术和层状注射成型技术,并对各种共注射成型技术的工艺过程、优点及应用也作了介绍。讨论了双色注射成型过程中工艺参数对注射成型的影响;对夹芯注射成型过程中的芯层熔体前沿突破现象及其影响因素也进行了讨论。

关键词 共注射 双色注射 夹芯注射 气体辅助共注射 层状注射

随着塑料工业的迅速发展,人们对塑料制品的质量要求也越来越高。今后,塑料制品的高性能化、多功能复合结构和绿色环保将是塑料工业发展的方向,传统的注射成型技术由于其工艺特点的局限性已经很难适应这种趋势,而共注射成型技术则正好适应了这种趋势^[1]。

共注射成型工艺是指使用两个或者两个以上注射系统的注塑机,把不同色泽或者不同种类的塑料同时或者顺序注射进同一个模具内的成型方法^[2]。它并非一门新的工艺技术,事实上,早在20世纪70年代初期英国ICI公司就开始应用这一技术,并且取得了基础理论、生产产品及机器设备等专利^[3],这一技术由ICI公司的Garner和Oxley所提出^[4]。

共注射成型工艺很早就成为工业化的方法,但一直没得到广泛的应用,这并不是因为工艺本身的适应性差,相反,它的适应性非常好,并且具有许多其它塑料成型技术所无法比拟的优点:如可生产出具有耐磨、耐热、耐腐蚀、高强度、表面美观等优良性能的制品;可综合利用各层材料的特性来实现制品的多功能;可以降低塑料制品的生产成本等^[5]。之所以没有得到广泛应用,是由于共注射成型对注塑设备的要求比较特殊。现在,随着人们环保意识的增强、对注塑制品质量要求的提高,以及注射机械工业和自动控制技术水平的发展,共注射成型工艺的应用已经越来越广泛,并且受到人们的重视^[6]。目前,共注射成型技术的主要应用领域包括汽车、电子、家具、包装、化工、光学和医疗器械等行业^[7]。

共注射成型工艺的发展经历了从单料道到双料道及三料道的发展过程^[8]。

1 典型共注射成型技术

共注射成型工艺最常见、最具有代表性的是双色注射工艺和夹芯注射工艺^[9]。

1.1 双色注射

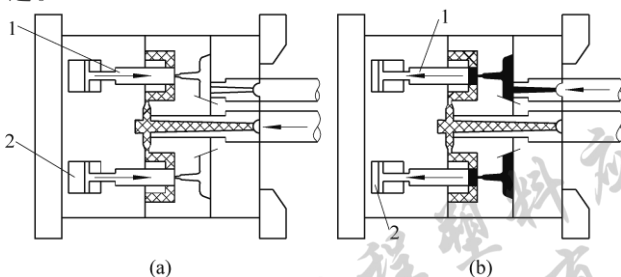
双色注射是一种简单而又特殊的塑料注射成型方式,它可以成型出由两种不同颜色的塑料组成的制品,实际上是一种模内组装或模内焊接的“嵌件成型”工艺方法^[10]。其成型原理是将两种不同颜色的塑料在两个料筒内分别塑化,再注入模具型腔,成型出表面具有两种颜色的塑料制品。

(1) 工艺过程^[11-13]

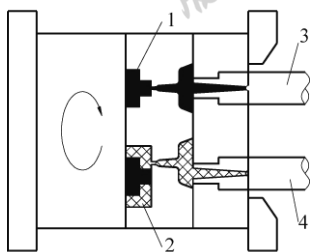
双色塑料制品的注射成型有两种方法:第一种方法是使用两副分别成型塑料嵌件和包封塑料的模具在两台普通注塑机上分别注射成型。首先在一台注塑机上注射成型塑料嵌件,然后将塑料嵌件安装固定于另一副模具型腔中,在第二台注塑机上注射另一种颜色的塑料将嵌件进行包封,从而得到双色塑料制品。这种方法对生产设备没有特殊要求,可以使用现有的普通注射成型设备来生产,其缺点在于劳动强度大,生产效率低,对工业化生产极为不利。随着双色注塑机的产生,这种落后的成型方式必然会被逐步淘汰。

第二种注射成型双色塑料制品的方法是在专用的双色注塑机上一次注射成型。双色注塑机有两个独立的注射装置,分别塑化及注射两种不同颜色的塑料。这种方法克服了第一种方法劳动强度大、生产效率低的缺点,适合于工业化生产,所以得到了广泛应用。双色注塑机最常采用收缩型芯模具和旋转模具。图1所示即为收缩型芯模具的模塑工艺。图1a所示为在液压装置作用下,活动型芯被顶到上升位置,此时注射成型塑料制品的外表部分。图1b所示为塑料制品的外表部分固化以后,通过液压装置的作用,活动型芯后退,此时由另一个料筒在型芯后

退留下的空间中注射嵌件部分塑料熔体,待其固化后开模取出制品即完成成型。旋转模具模塑工艺如图2所示。先通过注射装置3向小型腔1中注射第一种塑料成型出双色塑料制品的第一部分,然后开模,动模旋转180°,合模,则上一步成型的塑料制品转入大型腔2中成为嵌件,注射装置4向大型腔2中注射另一种颜色的塑料将塑料嵌件进行包封即可成型出双色塑料制品,与此同时,注射装置3向小型腔1中注射第一种塑料成型出下一塑料嵌件,待制品固化成型后开模,推出双色塑料制品,动模旋转180°,闭模,即完成一个注射成型周期。除上述讨论的收缩型芯模具和旋转模具外,还有脱件板旋转模具和型芯滑动式模具等双色注射模具,这里不再详述。



1—活动型芯; 2—液压装置
a—外表部分的注射; b—嵌件部分的注射
图1 收缩型芯模具的注塑过程



1—小型腔; 2—大型腔; 3—小型腔注塑装置; 4—大型腔注塑装置

图2 旋转模具的注射成型

(2) 工艺参数^[14]

双色注射的主要工艺参数有塑化温度、注塑压力和保压压力、材料干燥参数、注射成型周期等。①塑化温度。双色塑料制品的外观和性能受塑化温度的影响很大,塑化温度过高,则制品的收缩率较大,甚至引起材料变色或分解;塑化温度过低,则容易缺料,且两种材料粘合不牢。②注塑压力和保压压力。压力过低,则塑料熔体充不满型腔,造成缺料,或制品收缩过大,造成粘合不牢;压力过高,则制品的飞边大,尺寸波动大,并且容易冲乱颜色。③材料干燥参数。成型前必须将塑料原料彻底干燥。④注射成

型周期。成型周期太长,会大大降低生产效率;而成型周期过短,制品质量会下降,例如制品收缩大、粘合不牢、缺料等。

(3) 应用

双色注射工艺可以综合利用各组分材料的特性生产出功能多样、外表美观、色彩鲜艳的双色塑料制品。一种较流行的应用就是用于鞋类生产,采用较柔软的材料成型内层部分,采用刚性较好的材料成型外层部分,这样使得脚部感觉柔软舒适而鞋的稳固性能又较好^[15]。除此之外,双色注射还应用在许多领域,例如计算机及通讯工业中常用的字母按键、双色电器外壳、车辆前后灯罩、化妆品包装等。

1.2 夹芯注射

夹芯注射所使用的设备为共注射成型机,它具有两套注塑装置,分别塑化及注射两种不同的物料,在共注射机头处将两种注射部件结合在一起,并且有协调它们动作步骤的自动控制装置,以实现熔料切换。在夹芯注射成型过程中,两种不同的塑料熔体被顺序注入模具型腔,形成一种壳层/芯体结构,这种壳层/芯体结构的形成可以从塑料熔体的充模过程得到解释^[16]。

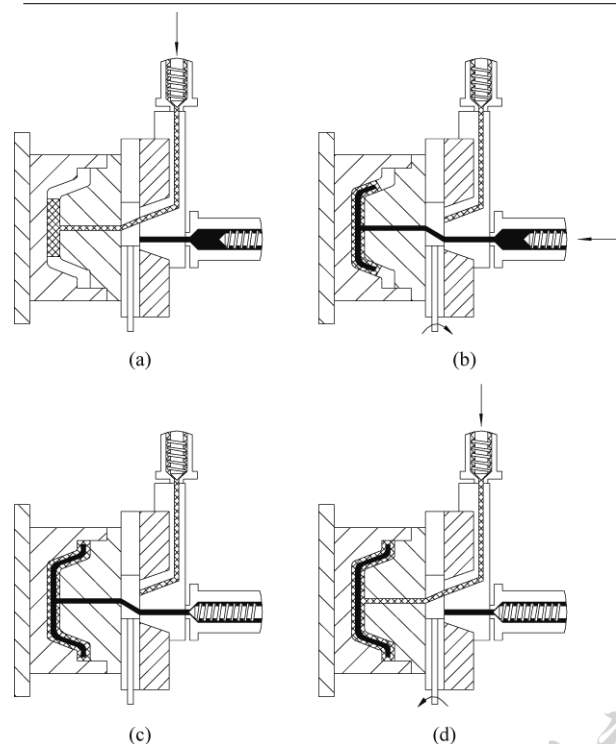
(1) 工艺过程^[17]

图3所示为夹芯注射工艺过程示意图。首先注入壳层材料,局部充填模具型腔,如图3a所示;当壳层材料的注射量达到要求后,转动熔料切换阀,开始注射芯体材料,芯体材料进入预先注入的壳层流体中心,推动壳层材料进入型腔的空隙部分,壳层材料的外层由于与冷的型腔壁接触已经固化,芯层熔体不能穿透,从而,壳层将芯体材料包覆了起来,形成了壳层/芯体结构,如图3b、图3c所示;最后,如图3d所示,再转动熔料切换阀回到起始位置,继续注射壳层材料,将流道内的芯体材料推入注塑件中并封模,此时清除了芯体材料,为下一个成型周期做好了准备。

(2) 芯层熔体前沿突破现象及其影响因素

夹芯注射成型充模过程中芯层熔体前沿往往会赶上并超过壳层熔体前沿,使得芯层熔体露出制品表面,产生废品,这就是芯层熔体前沿突破现象。在实际生产中,一方面希望芯层熔体的填充量尽量大,以最大限度降低制品成本,另一方面又要避免产生芯层熔体前沿突破现象,从而生产出合格的制品^[18]。

F. Ilinca 等^[19]发现夹芯注射成型过程中芯层熔



a—注入壳层材料; b、c—注入芯体材料; d—注入壳层材料

图3 夹芯注射工艺过程示意图

体的相对穿透深度受到壳层熔体和芯层熔体粘度的影响。壳层材料熔体的粘度越高,则壳层越厚,因此芯体穿透深度越深;相反,芯层熔体粘度越高,则芯体越粗,芯体穿透深度越短。

显然,夹芯注射成型中芯层熔体前沿突破主要取决于芯、壳层熔体前沿相对推进速度及两前沿之间的距离。而芯、壳层熔体前沿相对推进速度又主要取决于芯、壳层熔体的粘度比,随着芯、壳层熔体粘度比的增加,其前沿相对推进速度会降低,相反,随着芯、壳层熔体粘度比的减小,其前沿相对推进速度会升高,芯层熔体前沿突破的趋势就会越大;芯、壳层两前沿之间的距离主要由壳层熔体预填充量决定,随着壳层熔体预填充量的减小,芯、壳层两前沿之间的距离会缩短,就容易造成芯层熔体前沿突破现象^[20]。

另外,注射温度、模壁温度、注射速率、延迟时间等对芯层熔体前沿突破现象也有影响,而这些因素的影响最终都可归结为芯、壳层熔体粘度比的影响^[21]。

(3) 优点及应用^[22]

夹芯注射成型由于工艺特殊,具有许多特殊的功能和优点,如回收利用废旧塑料,降低制品成本,提高性价比,制品多功能化等。夹芯注射成型可以

生产一些有特殊使用要求的塑料制品,例如耐候、耐化学腐蚀、导电、电磁波屏蔽、气体阻隔性能优良的塑料制品等。该项技术目前已经在汽车、电子、化工等许多领域得到了推广和应用。

2 共注射成型技术的发展

在传统双色注射、夹芯注射成型技术的基础上,又发展出了一些新的共注射成型技术,例如多组分共注射、多色注射、气体辅助共注射、层状注射等。其中多组分共注射、多色注射与传统共注射成型原理并没有大的区别,下面就气体辅助共注射成型技术及层状注射成型技术分别进行讨论。

2.1 气体辅助共注射成型技术^[23]

气体辅助共注射成型技术 共注射成型技术与气体辅助注射成型技术相结合的产物。与共注射成型工艺相比,气体辅助共注射成型工艺多了一个注气过程,利用注入的高压惰性气体推动熔体完成充模过程并在共注射成型塑料熔体内部产生中空截面。

(1) 工艺过程

气体辅助共注射成型的工艺过程主要包括3个阶段:①共注射阶段。首先向模具型腔中注入壳层塑料熔体,局部充填模具型腔,然后转动熔料切换阀,开始注入芯层熔体,芯层熔体推动壳层熔体前进,并且在壳层熔体内部进行穿透,形成壳层/芯体结构。当壳层与芯体材料的总注射量达到模具型腔体积的一定比例时,停止注射。②气体辅助注射阶段。共注射阶段结束后,经过一段很短的延迟时间,直接向芯层熔体中注入高压的惰性气体(一般为氮气),高压气体在芯层塑料熔体的内部进行穿透并在芯体内部形成中空气道,芯层熔体在高压气体的推动下又推动壳层熔体向模具型腔的末端流动,直至塑料熔体完全充满模具型腔。气体辅助共注射充模流动如图4所示。③气体保压、冷却、释压脱模。

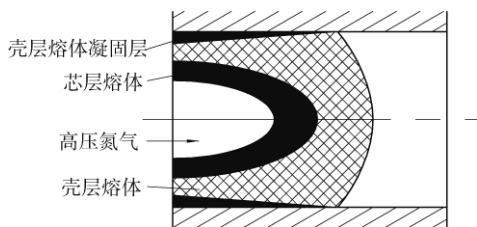


图4 气体辅助共注射成型充模流动示意图

(2) 优点及应用

气体辅助共注射成型技术兼具共注射成型技术与气体辅助注射成型技术的优点,既可综合各层材

料的独特性能、生产多功能塑料制品的优点,又有消除厚壁塑料制品表面凹陷、降低注塑压力和锁模力、保压效果好、低残余应力、低翘曲变形、高尺寸精度、节约原料、成型周期短、质量轻、空心结构等优点。

气体辅助共注射成型技术主要用来生产一些有多种性能要求的多功能中空塑料制品和以高性能材料为壳层、普通材料为芯层或者以原生材料为壳层、废旧材料为芯层的满足使用要求的低成本中空塑料制品。从塑料工业发展的趋势来看,气体辅助共注射成型技术将广泛应用于汽车、家电、仪器仪表、医疗器械、化工等行业。

2.2 层状注射成型技术^[24]

层状注射成型工艺是将共挤出与注射成型技术相结合,通过加工转换成为微米级层状共混形态的复杂制品的注射成型技术。

(1) 工艺过程

层状注射成型工艺如图5所示。图5中组分A和组分B的熔体料流分别由两个注射料筒独自产生,两组分以设定的速度同时注射,注射速度根据组分比例确定,两股熔体料流在进料单元汇合,形成初始3层结构(A—B—A),然后料流经过一系列的层倍增器,被反复分割和组合,使层数不断增加而厚度不断变薄,该过程可重复多次。最后形成的层状形态可以保持到最终的注射成型制品中。

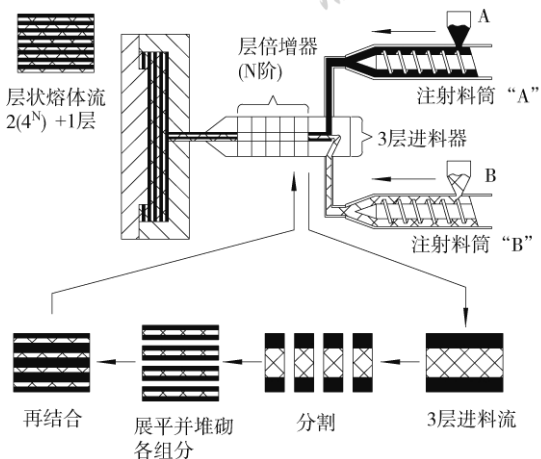


图5 规模化的层状注射成型工艺示意图

(2) 优点及应用

与普通聚合物共混物相比,层状注射成型所生产的基于两种或者多种塑料的层状形态的共混物可以提高制品的某些特殊性能,例如对制品的光学透明度、对气体和溶剂的阻隔性、耐化学药品性、耐热性等都可通过层状注射得到提高。另外,与普通聚合物共混物制品相比,层状注射成型制品的热膨胀

系数有所降低,因而具有更好的尺寸稳定性。层状注射技术在很多领域都有发展潜力,例如:化学品和食品的阻隔性包装、汽车的液压元件和燃料组件及需要耐化学药品性、耐热性、尺寸稳定性较高的结构制品等。

3 结语

利用共注射成型技术可以生产出具有特殊性能的制品,满足各种不同场合的使用要求,可以大大提高制品的质量,降低生产成本等。总之,共注射成型技术具有许多其它塑料成型技术所不具有的优点,顺应了塑料工业的发展方向,共注射成型技术将在越来越多的领域发挥出越来越重要的作用。

参考文献

- [1] 钱欣,周珏.夹芯注射成型研究进展[J].塑料工业,2005,33(增刊):49-55.
- [2] 王秀彦,曹桂荣,蔡胜利.多层塑料制品的共注射模具[J].模具工业,1999(6):38-40.
- [3] 黄泽雄.未来十年注射成型技术展望[J].国外塑料,2000,18(1):17-21.
- [4] Messaoud D A, Sanchagrin B, Derdouri A. Study on mechanical properties and material distribution of sandwich plaques molded by co-injection[J]. Polymer Composites, 2005, 26(3): 265-275.
- [5] 张效迅,周国发,孙慈,等.顺序共注射成型芯层熔体前沿突破的数值模拟研究[J].中国塑料,2003,17(8):46-52.
- [6] 匡唐清,柳和生,周国发,等.顺序共注射成型充填过程的数值模拟[J].塑料,2005,34(2):88-92.
- [7] 周国发,柳和生,何成宏,等.共注射成型层厚分布影响因素分析[J].高分子通报,2002(1):41-48.
- [8] 钱汉英.塑料加工实用技术问答[M].北京:机械工业出版社,1996:286-287.
- [9] 叶蕊.实用塑料加工技术[M].北京:金盾出版社,2000:264-265.
- [10] 黄诗君.基于杠杆机构的双色注塑模具设计[J].工程塑料应用,2005,33(3):64-66.
- [11] 胡成武,王鹏驹.双色注塑及其发展[J].株洲工学院学报,1995,9(4):29-34.
- [12] 王华山,吴崇峰,高雨苗,等.共注塑工艺及其制品的设计[J].中国塑料,2001,15(1):39-42.
- [13] Robert V. Wilder. Multicomponent injection emerges as strategic capability[J]. Modern Plastics, 1990, 67(9): 65-69.
- [14] 《航空制造工程手册》总编委会.航空制造工程手册:电机电器工艺[M].北京:航空工业出版社,1994:416-417.
- [15] 卢霄,郝滨海,李永刚,等.现代多组分注射技术及其工艺性分析[J].模具制造,2004(9):53-57.
- [16] Selden R. Co-injection molding: effect of processing on material distribution and mechanical properties of a sandwich molded plate[J]. Polymer Engineering and Science, 2005, 40(5): 1165-1176.
- [17] Theberge J. Injection moulding in alternatives produce perform-

- ance advantages[J]. *Plastics Engineering*, 1991, 47 (2): 27 - 31.
- [18] 周国发, 孙懋, 柳和生, 等. 顺序共注射成型的实验研究[J]. *中国塑料*, 2003, 17 (4): 53 - 57.
- [19] Ilincă F, Hetu J F, Derdouri A. Numerical investigation of the flow front behaviour in the co-injection moulding process[J]. *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, 2006, 50 (12): 1445 - 1460.
- [20] 周国发, 柳和生, 何成宏, 等. 聚合物流变性能对共注射成型的影响[J]. *中国塑料*, 2002, 16 (5): 61 - 65.
- [21] 钟序光, 孙懋, 张效迅, 等. 共注射成型芯层熔体前沿突破研究[J]. *工程塑料应用*, 2003, 31 (12): 21 - 26.
- [22] 匡唐清, 柳和生, 周国发, 等. 新型注塑成型工艺[J]. *橡塑技术与装备*, 2003, 29 (8): 8 - 13.
- [23] 匡唐清, 柳和生, 周国发, 等. 气体辅助共注射成型的发展现状[J]. *中国塑料*, 2003, 17 (9): 1 - 5.
- [24] 詹姆士 F. 史蒂文森. 聚合物成型加工新技术[M]. 刘廷华, 张弓, 陈利民, 等译. 北京: 化学工业出版社, 2004: 263 - 298.

CO-INJECTION MOULDING AND ITS DEVELOPMENT

Zhu Ji, Lei Yanwei, Zhang Jie

(College of Polymer Science & Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

ABSTRACT Two types of typical co-injection moulding technologies including bi-color injection molding and sandwich injection molding are discussed. Gas-assisted co-injection moulding technology and lamellar injection moulding technology based on traditional co-injection moulding are also presented, and the process, advantage and application of each of the four co-injection molding technologies are introduced. The effect of process parameters on bi-color injection molding is discussed, and the breakthrough of core melt front phenomenon together with its influencing factors is also discussed.

KEYWORDS co-injection, bi-color injection, sandwich injection, gas-assisted co-injection, lamellar injection

融入生活 成就商机 国际橡塑展 缔造无限商机

从 1983 年首办国际橡塑展以来, 国际橡塑展已发展成为亚洲第一国际橡塑展。承接过去二十届的辉煌成绩, “国际橡塑展”将昂首迈向第二十一届, 定于 2007 年 5 月 21 - 24 日在广州国际会议展览中心盛大举行, 将再次成为亚洲橡塑业的瞩目盛事。

1 市场推动展会规模再创高峰

为配合市场所需, 2007 国际橡塑展预计展会规模再创高峰, 总面积将打破重要关口——100 000 m², 共占用 11 个展馆, 展商高达 1600 家, 11 个展馆全部爆满, 比 2005 年于广州举办的展会增长 30%, 并会分为一层及二层展出。一层展馆将以展出橡塑机械为主, 包括机械专区、饮料及塑料包装设备专区、辅助及测试仪器专区、橡胶设备专区、模具专区及云集中国生产商的中国出口机械及材料馆; 二层则主要为化工及原材料专区及半制品专区, 展出各种崭新的橡塑原材料及工业用橡塑半制品等。

2 庞大国际参展团参与

2007 国际橡塑展之国际吸引力将继续提升, 其中奥地利、加拿大、法国、德国、印度、意大利、日本、英国、美国、中国及中国台湾省等十多个国家及地区均会组织阵容庞大的展团参展。业内人士可借着这次展览会, 与中国或海外供应商建立联系, 并采购先进的产品及设备, 提高生产及竞争力。

3 国际专业论坛促进中印塑料业交流

除了作为国际橡塑业之商贸平台, 每届国际橡塑展亦会举办多场专题研讨会及大型的行业高峰会, 为行内同业提供一个吸纳市场信息、寻找高效益低成本生产方案及进行技术交流的集中地。展会同期 2007 年 5 月 20 日, 雅式与印度塑料基金会及中国塑料加工工业协会共同举办 2007 中国印度

塑料行业合作与发展国际论坛, 加强中印两国塑料业交流。

4 全中国唯一获 UFI 认可的塑料橡胶工业展

国际橡塑展已被全球展览业协会 (UFI) 列为 UFI 认可展会, 全球展览业协会是专业展览业界的国际性组织。目前国际橡塑展地位仅次于全球第一大橡塑展德国的 K 展及全球第二大橡塑展美国的 NPE 展。

5 网上观众登记反应热烈

业内人士进行网上观众登记, 均可豁免入场费人民币 20 元、免费获赠刊有 1 600 多家供应商联系资料的大会会刊一本 (价值人民币 30 元) 及 2007 国际橡塑展限量版礼物一份。

2007 国际橡塑展是连续第 18 次荣获欧洲塑料和橡胶工业机械制造商协会 (EUROMAP) 独家赞助的中国橡塑展览会, 并由雅式展览服务有限公司主办, 中国对外贸易中心 (集团)、国家轻工业联合会、中国塑料加工工业协会、中国塑料机械工业协会、广东省塑料工业协会及杜塞尔多夫展览 (中国) 有限公司共同协办, 并获得多个海内外专业协会大力支持。

网上观众预先登记及展会网页 www.2456.com/china-plas。如欲参加 2007 国际橡塑展, 请联络雅式展览服务有限公司

电话: 852) 2811 8897 (香港)

(010) 6440 3982 (北京)

(021) 6427 3630 (上海)

(0755) 8232 6251 (深圳)

传真: (852) 2516 5024

电邮: chinaplas_visitor@adsale.com.hk