

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2014.11.031

聚合物基体中纳米无机粒子的团聚机理研究进展^{*}

姜兆辉¹, 贾翌¹, 李志迎¹, 王婧¹, 金剑², 肖长发³

(1 山东理工大学鲁泰纺织服装学院, 山东淄博 255049; 2 中国纺织科学研究院, 生物源纤维制造技术国家重点实验室, 北京 100025; 3. 天津工业大学, 改性功能纤维天津市重点实验室, 天津 300160)

摘要: 针对功能性纳米无机粒子在聚合物基体中分散性差、易于团聚等问题, 概括了团聚体的形成机理。基于团聚机理, 重点阐述了近年来描述团聚体强度的数学模型。各种模型基于不同的假设, 从不同的角度揭示团聚体强度与粒子自身特性、基体相渗透之间的关系。此外, 提出了团聚力表达式的修正与完善方向。

关键词: 纳米粒子; 聚合物; 机理; 团聚力

中图分类号: TQ317.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2014)11-0147-05

Research Progress on Mechanism of Agglomeration for Inorganic Nanoparticles in Polymer Matrix

Jiang Zhaohui¹, Jia Zhao¹, Li Zhiying¹, Wang Jing¹, Jin Jian², Xiao Changfa³

(1. Lantai School of Textile and Apparel, Shandong University of Technology, Zibo 255049, China;

2. State Key Laboratory of Bio-Based Fiber Manufacturing Technology, China Textile Academy, Beijing 100025, China;

3. Key Laboratory of Fiber Modification and Functional Fiber, Tianjin Polytechnic University, Tianjin 300160, China)

Abstract: In view of poor dispersion and easy agglomeration for nanoparticles in polymer matrix, the formation mechanism of agglomeration was summarized. Based on the mechanism of agglomeration, the recent mathematical models describing the strength of agglomeration were mainly discussed. The relationships between the strength of agglomeration and characteristics of particles, infiltration of polymer matrix were revealed by various models on the basis of different assumptions. Additional, the modification and improvement directions for expression of cohesive force was presented.

Keywords: nanoparticle; polymer; mechanism; cohesive force

纳米无机粒子是指形态尺寸处于纳米量级(1~100 nm)的超微颗粒,属于介观体系的范畴,大小介于原子簇和宏观体系之间。纳米粒子具有的小尺寸效应、表面效应、量子尺寸效应和宏观量子隧道效应赋予其独特的力、光、电、磁、吸附等性能^[1],展现出与之相对应的微米颗粒不同的特性^[2]。将纳米粒子引入聚合物基体中制备的纳米复合材料具有许多不同于常规复合材料的特性,在聚合物基体中引入具有特定功能的纳米粒子,可以制备出具有阻燃、抗菌、导电、抗紫外、自清洁及远红外线等功能的复合材料。例如,以柠檬酸为交联剂,将纳米TiO₂引入聚酯基体中,可提高阻燃、亲水性、抗起球、自清洁、抗菌、紫外防护、水洗牢度及耐磨性等性能^[3];白炭黑载银^[4]、纳米沸石载银^[5]、碳纳米管载银^[6]等纳米粒子可改善复合材料的抗菌性能。通常,复合材料优良性能的体现强烈依赖于纳米无机粒子在聚合物基体中的良好分散^[7]。尽管纳米无机粒子的应用研究已取得一系列成果,但纳米粒子自身的团聚很大程度上限制了其应用,也导致其优良特性发挥不充分^[8]。近年来,纳米无机粒子的分散成为科技工作者的研究热点,是聚合物基纳米功能复合材

料发展中的重中之重。

1 纳米粒子团聚机理

纳米粒子的团聚是指原生的纳米颗粒在制备、分离、处理及存放过程中相互连接,由多个粒子形成较大粒子团簇的现象。从热力学的角度看,纳米粒子具有比表面积大,表面能高的特点,为达到热力学平衡状态,粒子会自发向表面积减小的方向发展,因此粒子会聚集在一起发生团聚。根据团聚体的牢固程度,可分为软团聚和硬团聚。软团聚形成的原因主要是粒子之间较弱的范德华力和库仑力,可通过施加机械力驱散;硬团聚除了范德华力和库仑力之外,还存在较强的化学键作用^[9]。目前,人们对粒子硬团聚的形成机理存在几种不同的认识,其中具有代表性的有晶桥理论、毛细管吸附理论、氢键作用理论和化学键作用理论^[10]。晶桥理论认为,

^{*} 科技部国家科技支撑计划(2009BAE75B01),山东省高等学校科技计划项目(J14LA56),山东理工大学博士科研启动基金(4041-413047)

联系人:姜兆辉,博士,讲师,主要研究方向为功能纤维的结构与性能

收稿日期:2014-09-05

在干燥过程中,湿凝胶的毛细管吸力使粒子相互靠近,粒子由于表面羟基和溶解-沉淀形成的晶桥而变得更加紧密,晶桥进一步缩短形成晶体键,从而形成大块的聚集体;毛细管吸附理论认为,毛细管吸附作用导致粒子集结为硬团聚;氢键作用理论认为,氢键作用是形成硬团聚的原因,尤其是湿凝胶粒子表面的自由水分子与自由羟基形成氢键,相邻粒子表面的羟基也可形成氢键,由于氢键的作用而产生桥接作用;在得到粉体的过程中需要高温焙烧,纳米粒子相互间由于脱水则形成化学键,从而形成硬团聚^[11]。

2 团聚体相关作用力

一般认为,无机粒子分为三级结构:团聚体(粒径为1~100 μm)、聚集体(粒径为0.1~1 μm)、原生粒子(粒径为20~40 nm)。原生粒子是最小的结构单元,它们通过电力和万有引力形成聚集体而减小表面自由能,该相互作用力称为聚集力。聚集体定义为晶面处相衔接的原生粒子压缩体,由于牢固的结构,聚集体通常表现为单个粒子,是宏观可分散的最小结构单元。团聚体具有更多的疏松和开放结构,靠较弱的力作用在一起,因此分散为聚集体较容易^[12]。组成团聚体的聚集体间主要受范德华力作用,但有时也会伴随较强的氢键力、静电力、甚至液桥力(液相介质),该作用力统称为团聚力^[13]。纳米粒子间的氢键力和静电力(库仑力)作用与常规宏观物质相似,不作过多阐述。

2.1 范德华力

A. K. Muller等^[14]研究表明,对于干态无机粒子,范德华力是决定团聚的首要因素,并推导出两光滑球形团聚体(相距 H)之间的范德华力(F_{vdw})表达式:

$$F_{vdw} = \frac{A}{6H^2} \times \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

式中: A ——Hamaker常数;

R_1, R_2 ——分别为两团聚体的半径。

依据式(1),发现实验值总是小于理论计算值,认为团聚体的粗糙表面增加了粒子之间的距离,导致实验值偏小。为弱化粗糙度的影响,将式(1)扩展如下^[14]:

$$F_{vdw} = \frac{A}{6} \left[\frac{R_1 r}{H^2(R_1 + r)} + \frac{R_1 R_2}{(2H + 2r)^2(R_1 + R_2)} \right] \quad (2)$$

式中: r ——表面粗糙度半径。

B. Cappella等^[15]认为,对于无电性力作用的无机粒子,当粒子间的作用距离小于1 nm时,它们之间的相互作用主要为范德华力,大于10 nm时范德华力急剧减小。将模型简化为粒子与平面之间的相互作用,此时范德华力计算如下:

$$F_{vdw} = \frac{AD}{12x^2} \quad (3)$$

式中: D ——球形聚集体的直径;

x ——聚集体与平面间的间距。

D. Megias-Alguacil等^[16]将球形粒子间的范德华力计算如下:

$$F_{vdw} = \int V_{flat}(h) dS_1(h) \quad (4)$$

式中: V_{flat} ——球形粒子之间单位面积的作用势能;

h ——两球形粒子作用平面间的距离;

S_1 ——球形粒子的面积。

如果粒子之间仅存在范德华力作用,理论上当聚集体重力与范德华力相等时,聚集体会自发地发生分离。

2.2 液桥力

Z. Grof等^[17]证实,如果纳米粒子分散在相容性较差的液相介质中,除范德华力外,还会存在液桥力(F_{LB})作用,其表达式如下:

$$F_{LB} = 2\pi D \gamma_{lv} \cos \theta \quad (5)$$

式中: γ_{lv} ——液气表面自由能;

θ ——液固表面的接触角。

P. Gopalkrishnan等^[18]基于液桥力作用的示意图如图1所示。

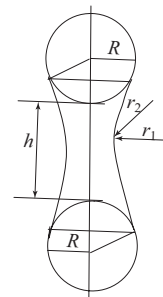


图1 两等同团聚体之间液桥作用示意图

根据图1得出液桥力的计算式:

$$F_{LB} = \pi r_1^2 \omega_1 \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) + \frac{3\pi \mu R^2}{2h} \times \frac{dh}{dt} \times \frac{r_2^4}{(r_2^2 + rh)^2} \quad (6)$$

式中: ω_1 ——基体的表面张力;

R ——等团聚体的半径;

μ ——基体相黏度;

r_1 ——子午线平面的曲率半径;

r_2 ——垂直于子午线平面的曲率半径;

t ——液桥力作用时间。

2007年,基于前期的研究基础,P. Gopalkrishnan等^[19]提出了流体液桥力表达式:

$$\frac{F_{LB}}{\pi R^* \omega_2} = F_{LB}^* = \frac{R_2^*}{R_1^*} (R_1^* + R_2^*) + \frac{3}{2} C_{aLB} \frac{R_2^{*4}}{(R_2^{*2} + h^*)^2} \quad (7)$$

$$C_{aLB} = \frac{\eta \nu R}{\omega_2 h} = \frac{\mu \nu}{\omega_2} \times \frac{1}{h^*} \quad (8)$$

式中: F_{LB}^* ——总液桥力;

R^* ——靠液桥力结合的粒子半径;

ω_2 ——液体的表面张力;

R_1^*, R_2^* ——分别为原生粒子、次生粒子的曲率半径;

h^* ——分离比例,由实验而得;

C_{aLB} ——毛细管数;

η ——液相黏度;

v ——相距 h 的两团聚体粒子之间的相对速度。

3 团聚体强度

团聚体强度 (σ) 不仅与粒子之间的范德华力、液桥力、静电力等有关,同时还受粒子自身的性质 (粒子形状、元素组成和孔隙率等) 和流场性质等的影响。

3.1 基于粒子特性的团聚体强度

团聚体强度受化学组成、填充粒子的表面性能及结构、粒子粒径等因素的影响,可通过下式计算^[20]:

$$\sigma = \frac{(1 - \varepsilon)}{\varepsilon} \times \frac{F}{R^2} \quad (9)$$

式中: ε ——团聚体的孔隙率;

F ——纳米粒子间的作用力。

各种大小不一的团聚体均由不同数目的纳米粒子组成,这些纳米粒子的协同效应赋予了聚集体超强的团聚体强度。假设组成团聚体的粒子均为直径为 d 的球体,团聚体为均质,各向同性。抗张强度 (σ_T) 可用下式描述^[21]:

$$\sigma_T = \frac{9(1 - \varphi)F}{8\varphi d^2} \quad (10)$$

式中: φ ——团聚体中空隙所占体积分数。

假设在一定条件下,团聚体沿面积为 S_2 的面断裂,则这时的团聚力 F 为^[22]:

$$F = \sigma_T S_2 = \frac{3(1 - \varphi)AdS_2}{64\varphi d^2 h^2} \quad (11)$$

文献 [23] 将表面自由能引入抗张强度的表达式:

$$\sigma_T = 15.6\Gamma^{1/6}\Gamma_c^{5/6}(dc/2)^{-1/2}\delta^4 \quad (12)$$

式中: Γ ——无机粒子的表面自由能;

Γ_c ——团聚体的破裂自由能;

c ——团聚体中的裂缝尺寸;

δ ——无机粒子的体积分数。

式 (12) 虽然未考虑粒子形状、液体浸润等因素,但表面自由能可反映表面改性处理的影响。

在以上系列公式推导过程中,将团聚体形状作了球形假设,但实际上团聚体的形状是多种多样的,如串状、棒状、近球形及其它不规则形状,其中球形所占比例极小。此外,在聚合物/无机粒子加工过程中,无机粒子多以化学改性或物理包覆的形式出现,这对团聚力的影响极大,须予以考虑。

另外,团聚体沿规则平面断裂的几率很小,因此粒子特性对团聚体强度的影响错综复杂。

3.2 基于静电力的团聚体强度

2001 年, S. Tang 等^[24] 在 Rumpf 方程的基础上,考虑了静电斥力,提出团聚体强度的公式为:

$$\sigma = 1.1 \times \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} \times \frac{F_{TOT}}{D^2} \quad (13)$$

$$F_A = -\frac{AD}{48h^2} \quad (14)$$

$$F_R =$$

$$\frac{16\pi\chi Rk_B T^2}{e^2 z^2 H} \times \frac{\exp[(ze\psi_0)/(2k_B T)] - 1}{\exp[(ze\psi_0)/(2k_B T)] + 1} \times \exp(-\kappa H) \quad (15)$$

式中: F_{TOT} ——粒子间的吸引力 (F_A) 和静电斥力 (F_R) 之和;

e ——电荷;

χ ——介电常数;

k_B ——Boltzmann 常数;

T ——环境温度;

ψ_0 ——粒子的表面电位;

κ ——Debye-Hückel 参数。

2006 年, M. Fanelli 等^[25] 基于范德华力和 Born 排斥力,得出 i, j 粒子间的团聚力 (F_{cij}) 表达式:

$$F_{cij} = \sum F_{ij}^{Born} + F_{ij}^{van\ der\ Waals} \quad (16)$$

$$F_{ij}^{Born} = \frac{A}{R} \times \left(\frac{\rho}{R}\right)^6 \times 4 \times \frac{4!}{10!} \times$$

$$\left| \begin{aligned} & -\frac{480}{|r_{ij}|^9} + \frac{12}{|r_{ij}|^7} \\ & -\frac{|r_{ij}|^2 + 14|r_{ij}| + 54}{|r_{ij}|^2(|r_{ij}| + 2)^7} - \frac{|r_{ij}|^2 - 14|r_{ij}| + 54}{|r_{ij}|^2(|r_{ij}| - 2)^7} \\ & -7 \times \frac{|r_{ij}|^2 + 14|r_{ij}| + 54}{|r_{ij}|(|r_{ij}| + 2)^8} + \frac{2|r_{ij}| + 14}{|r_{ij}|(|r_{ij}| + 2)^7} \\ & -7 \times \frac{|r_{ij}|^2 - 14|r_{ij}| + 54}{|r_{ij}|(|r_{ij}| - 2)^8} + \frac{2|r_{ij}| - 14}{|r_{ij}|(|r_{ij}| - 2)^7} \end{aligned} \right| \quad (17)$$

$$F_{ij}^{van\ der\ Waals} = \frac{A}{R} \times \frac{32}{3|r_{ij}|^3(|r_{ij}|^2 - 4)^2} \quad (18)$$

式中: F_{ij}^{Born} ——玻恩排斥力;

$F_{ij}^{van\ der\ Waals}$ ——由范德华力形成的吸引力;

ρ ——原子势能为 0 时的分离距离;

$|r_{ij}|$ ——团聚体中心间的距离。

3.3 基于核-壳结构的团聚体强度

团聚体之间及其内部存在大量的孔隙,便于毛细管吸附,为基体相的渗透、扩散提供了通道。如果在混合过程中加入助剂,可以明显提高基体相的扩散速率,导致团聚体形成如图 2 所示的核-壳结构^[19],为分散过程中的解团聚创造

条件。

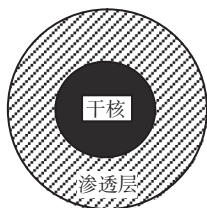


图2 团聚体的核-壳结构

P. Gopalkrishnan 等^[18-19]将团聚体强度分为干态和湿态两种情形,分别对应干核层和渗透层。干核层团聚体强度(σ_{dry})计算如下:

$$\sigma_{\text{dry}} = \frac{1.1\delta}{1-\delta} \times \frac{A}{24h_{\text{min}}^2 DP_{\text{prim}}} \quad (19)$$

式中: h_{min} ——粒子的最小分离距离,取 2 nm;

D_{prim} ——粒子的原生粒径。

表层团聚体强度(σ_{wet})计算如下:

$$\sigma_{\text{wet}} = \frac{\delta}{1-\delta} \times \frac{F_{\text{LB}}}{D_{\text{app}}^2} \quad (20)$$

式中: D_{app} ——粒子表观粒径。

H. Yamada 等^[26]进一步指出,由于毛细作用力的存在,部分浸透的团聚体强度大于干态时的团聚体强度。部分浸透的团聚体强度(σ_s)由下式计算:

$$\sigma_s = s \times \frac{(1-\epsilon)}{\epsilon} \times \frac{6\gamma \cos \theta}{D} \quad (21)$$

式中: s ——团聚体的浸润程度;

γ ——表面自由能。

4 结语

在团聚力的作用下,纳米无机粒子或其聚集体易于排列、堆砌成团聚体。目前,对于纳米粒子的团聚机理已有大量研究,明确了范德华力、液桥力、静电力、氢键等团聚力构成要素。基于团聚机理,研究者分别构建了偏重于范德华力、静电力及核-壳结构的团聚力理论方程。以上计算模型基于不同的假设,从不同的角度描述了团聚体强度与原生粒子特性、团聚体结构之间的关系。实际上,纳米粒子与聚合物基体的共混过程错综复杂,影响因素众多,探索结合粒子特性和分散基体性能的团聚力表达式仍是今后值得深入研究的基础课题,将有助于纳米无机粒子在功能塑料、橡胶及功能性、差别化纤维领域的应用。

参考文献

- [1] 张宗富. 考虑界面相纳米粒子增强聚合物基复合材料有效弹性模量的预测 [D]. 广州:暨南大学,2011.
Zhang Zongfu. The effective elastic moduli of the spherical nanoparticles reinforced polymer matrix composites with the

interphase[D]. Guangzhou:Jinan University,2011.

- [2] Bahadur S, et al. Wear,2005,258(9):1411-1421.
- [3] Hashemikia S, et al. Applied Catalysis A:General,2012,417-418:200-208.
- [4] Zhang Bin, et al. Journal of Rare Earths,2010,28(9):442-445.
- [5] 侯文生. 载银 4A 沸石抗菌剂及载银纳米 SiO_2 抗菌纤维的制备、结构与性能的研究 [D]. 太原:太原理工大学,2007.
Hou Wensheng. Study on preparation, structure and properties of silver loading Zeolite 4A antibacterial agents and silver and Zinc loading nano- SiO_2 antibacterial fibres[D]. Taiyuan:Taiyuan University of Technology,2007.
- [6] 戴晋明. 载银多壁碳纳米管抗菌剂及其在纤维中的应用 [D]. 太原:太原理工大学,2010.
Dai Jinming. Application of silver loading multi-walled carbon nanotubes antibacterial agents in fiber[D]. Taiyuan:Taiyuan University of Technology,2010.
- [7] Ke Kai, et al. Composites Part B:Engineering,2012,43(3)1425-1432.
- [8] Gebauer J S, et al. Journal of Colloid and Interface Science,2011,354 (2): 546-554.
- [9] Yan Zhangxin, et al. Materials Characterization,2010,61(2):198-205.
- [10] 邹惠静,等. 光谱实验室,2010,27(4):1633-1638.
Zou Huijing, et al. Chinese Journal of Spectroscopy Laboratory,2010,27(4):1633-1638.
- [11] 马文友,等. 中国粉体技术,2002,8(3):93-96.
Ma Wenyong, et al. China Powder Science and Technology,2002,8(3):93-96.
- [12] Tinke A P, et al. Powder Technology,2009,196(2):102-114.
- [13] 童玉清,等. 合成橡胶工业,2004,27(2):117-121.
Tong Yuqing, et al. China Synthetic Rubber Industry,2004,27(2):117-121.
- [14] Muller A K, et al. European Journal of Pharmaceutical Sciences,2008,34(4-5):303-308.
- [15] Cappella B, et al. Surface Science Reports,1999,34(1-3):1-3,5-104.
- [16] Megias-Alguacil D, et al. Colloid and Polymer Science,2010,288:133-139.
- [17] Grof Z, et al. Journal of Colloid and Interface Science,2008,319(1):182-192.
- [18] Gopalkrishnan P, et al. Powder Technology,2005,156(2-3):111-119.
- [19] Gopalkrishnan P, et al. Chemical Engineering Science,2007,62(14):3740-3747.
- [20] Khoshkava V, et al. Powder Technology,2014,261(4):288-298.
- [21] 许忠斌,等. 弹性体,2006,16(1):63-67.

- Xu Zhongbin, et al. China Elastomerics, 2006, 16(1):63–67.
- [22] 邵雷霆. 剪切取向下粘性聚合物系中团聚体分散的研究 [D]. 杭州: 浙江大学, 2005.
- Shao Leiting. Study of the agglomerate dispersion in polymer under shear[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2005.
- [23] 张琦. 纳米氢氧化镁在橡胶中的分散机理及其复合材料的性能研究 [D]. 北京: 北京化工大学, 2003.
- Zhang Qi. Study on the dispersion mechanism of nano-magnesium hydroxide into rubber matrixes and the properties of resulting composites[D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2003.
- [24] Tang S, et al. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2001, 180(1–2):7–16.
- [25] Fanelli M, et al. Chemical Engineering Science, 2006, 61(2):473–488.
- [26] Yamada H, et al. Powder Technology, 1997, 92(2):163–169.

欧司朗 LED 吸顶灯用聚酰胺 46 替代铝

荷兰皇家帝斯曼集团日前宣布,市场领导企业欧司朗在新款大型 LED 吸顶灯的散热片中采用了 Stanyl TC 导热聚酰胺 46,发挥出诸多优越性能。

据悉,建筑行业中,LED 正在迅速替代白炽灯甚至荧光灯,这主要是因为 LED 具有诸多明显优势——能耗非常低,使用寿命可以比传统灯泡长 50 倍,效率更高,而且对环境影响更小。而灯具制造商在 LED 应用方面需要面临的一个重要挑战是散热管理,只有有效分散 LED 产生的热量才能确保实现 LED 连续多年的高质量照明。

铝片广泛用于 LED 散热,但是越来越多的设计人员都希望能有其它替代材料可以让他们在设计时发挥更多的自由度,此外,材料要更轻,但不能降低安全性。

帝斯曼为此专门开发的 Stanyl TC 具有充分的导热性能[高达 $14 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$],可有效帮助 LED 散热;该材料与所有聚酰胺材料一样,具备优良的流动性能,可以注塑成各种复杂的形状,增加表面积/体积比,还可以有效分散 LED 光源周围的热量,从而确保产品的长期使用寿命。与铝材类似,在循环热负载情况下,Stanyl TC 可保持良好的力学性能。

与铝材相比,欧司朗选用 Stanyl TC 可将外罩质量减轻约 50%。还能方便照明设备的安装。该材料符合 IEC 和 UL 安全标准的耐燃性要求,其高导热性还可缩短生产周期,与铝片不同,该材料脱模后不需后续处理,可降低系统成本,适于大批量生产。用 Stanyl TC 制作的散热片产生的二氧化碳比铸铝散热片要低 85%,可大幅降低 LED 灯具生产产生的碳排放量。(工程塑料网)

我国吹膜设备行业正迎来整合大时代

近年来,全球企业并购事件此起彼伏,而新一轮机械制造业并购潮已然形成。高潮迭起的企业并购,体现了机械制造业的国际化趋势。

从实际效果看,跨国企业间的良性并购,不仅有利于行业整合,而且有利于世界经济的可持续增长。例如,德国的莱芬豪舍收购布鲁克纳旗下的 Kiefel 挤出设备公司,提高了公司吹膜设备的生产能力。莱芬豪舍还收购了美国 Westland 公司,进一步扩大了莱芬豪舍集团旗下生产螺杆及料筒的子公司 Reiloy Metall 的市场份额,并加强在北美市场的客户服务能力。此外,日本细川集团收购了德国阿尔派公

司。

我国有一部分知名的吹膜设备企业,也积极学习国外的产品技术经验,通过规划自身高端产品和中低端产品线结构,不仅满足我国客户替代进口产品高性能需求,同时也适应了我国价格敏感客户对价格的需求。

例如,大橡塑通过收购加拿大麦克罗,汲取麦克罗公司的品牌优势和研发能力。广东金明精机则选择与美国戴维斯-标准强强联合,巩固和扩大高端市场的占有率,提高产品附加值。对国内,金明精机收购汕头远东轻化装备,扩大设备生产线种类,提升在我国塑机行业的市场份额。我国吹膜设备行业新一轮的行业洗牌正在悄然进行,在这一轮洗牌结束后,中国吹膜行业将出现规模较、能与国际品牌抗衡的国际化企业,中国领先将逐步成为世界领先。

目前我国中小型企业塑料吹膜设备加工的重复建设现象十分严重,大量小企业设备研发、设计、调试、检测等环节缺乏,创新能力不足,产品同质化非常严重,产品质量、性能和精度方面无法满足高品质薄膜制造的需求,同时许多企业面临流动资金紧缺和订单量不足的双重压力。在此情况下,具有长远战略目标和行业整合思维的企业才能够存活发展,而大企业容易吸引到足够的资本,在拥有充足资本的情况下,企业才能主导市场的重组。

同时,吹膜机的生产制造、更新换代的周期长,投入市场的收益慢,用于科研的投资数目大,资金链灵活充足的大企业,才有能力在高端设备的研发和投产上持续向前。预计未来 3 至 5 年内,薄膜吹塑机械行业必然面临市场重组,大鱼吃小鱼的局面在所难免。

吹膜设备面临整合的另外一个因素涉及售后服务安全问题。一般吹膜机械使用寿命达到 5~10 年,我国一些企业生产的设备,可能 3 年左右就出现维修高峰期,但随着行业内中小企业整体实力较弱,客户在购买设备后,对售后服务追踪比较担忧,特别是涉及设备供应商被收购、企业倒闭等特殊情况,大部分薄膜行业客户倾向于选择吹膜行业龙头,或规模较大的设备制造商进行供应,即使价格较贵,但售后服务实力和安全性能够有力保障。

在此情况下,吹膜设备的下游客户在选择合适的设备供应商时,将更青睐于行业龙头及有质量保证的供应商,这将加剧该行业的洗牌速度和影响范围。(工程塑料网)