

塑料材料在电冰箱生产中的应用

费 斌

邱 瑾

(青岛海尔股份有限公司, 青岛 266101) (3M 中国有限公司北京技术分公司, 北京 100176)

摘要 总结了电冰箱生产中常用塑料的类型,着重介绍了聚氨酯、聚苯乙烯、聚丙烯、聚乙烯及(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物等材料在冰箱中的应用部件及其生产中的关键问题,并简要介绍了冰箱塑料部件的组装方式,最后对冰箱用塑料未来的发展方向作出了展望。

关键词 塑料 冰箱 应用

塑料是一种非常重要的高分子材料,与传统的金属材料、无机非金属材料相比,塑料具有品种多、成本低、质轻、易成型等优点^[1],因此被广泛应用于电子电器^[2]、汽车配件^[3]、环保建材^[4]、国防科技^[5]等诸多领域,已经深入到国民生产生活的各个领域^[6]。

塑料在家电行业中应用广泛。近几年来,随着家电行业的发展,塑料在家电行业已经成为仅次于钢材的第二大类材料,并且使用比例仍处于上升趋势^[7]。在家电产品中,电冰箱体积较大并大量采用塑料部件,多年来一直是家电领域中塑料用量最大的产品^[8]。

对于冰箱企业而言,生产过程中所涉及的材料包括塑料类、钣金类,部件包括制冷系统类和电气控制类。而一般情况下,塑料所参与制造的部件数量最多。以某型号中等容积的主流冰箱产品为例,塑料部件占整个冰箱部件的近 70%,塑料总质量占冰箱总质量的 40% 左右。

1 常用塑料在冰箱中的应用

冰箱生产中主要选用的塑料品种包括:聚氨酯(PUR)、聚苯乙烯(PS)、聚丙烯(PP)、(丙烯腈/丁二烯/苯乙烯)共聚物(ABS)及聚乙烯(PE)。这五大类塑料几乎涵盖了 90% 的冰箱用塑料部件。

1.1 PUR

在 PUR 各种类型材料中,发泡材料约占其总量的 80% 以上^[9]。PUR 发泡材料具有导热系数低和加工性能好的特点,非常适合用作隔热保温材料,因此被广泛用于制造冰箱门体和箱体的隔热层。

隔热层是冰箱的关键部件,冰箱生产厂家大多采取现场发泡的工艺,以多元醇、异氰酸酯及环戊烷为主要原料,充填至冰箱的门体和箱体空腔,在一定的高温下发泡成型,并通过调节原料间的不同配比,控制发泡速度和泡孔效果,以获得理想的保温效果。

作为冰箱关键部件的制造材料,冰箱企业对 PUR 材料的要求较高,在所需的塑料成本中, PUR 占据了 40% ~50% 的比例。

在冰箱隔热层的发泡过程中,有效地控制泡沫的密度和均匀性对于获得最佳的隔热效果至关重要。一般而言,理想的隔热层泡沫密度在 33 ~35 kg/m³,此时的泡孔大小适中、隔热层的导热系数低、隔热效果好。实际生产中,一般通过微调注射枪头的压力、注入量和发泡时间等参数来调控泡沫的密度和均匀性。

此外,发泡工艺的另一个关键问题就是排气系统的设计。PUR 在发泡过程中反应产生大量气体,如果不能顺畅地排出体系,气体就会在边角淤积,导致原料难以注入这些部位,最终形成隔热层空洞,严重降低冰箱的隔热性能甚至造成内胆凹凸不平。为了避免这种后果,需要在冰箱空腔内预留排气孔或排气通道,并配合使用专用的透气胶带,有效疏导气体释放的同时防止发泡料的外溢。

1.2 PS

冰箱生产中常用的 PS 包括通用型 PS(GPPS)、高抗冲 PS(HIPS)及可发性 PS(EPS)。PS 是冰箱生产中用量最大的塑料品种,其用量占冰箱塑料总用量的 60% 以上。

GPPS 的特点在于尺寸稳定性好、收缩率低,在冰箱生产中主要用于注射成型制造冰箱中透明、硬质的部件,如果菜盒、瓶座等部件。由于这些部件将直接面对消费者,因此冰箱企业要求用 GPPS 制造出的制品具有光亮、平整的外观。

在这个应用过程中,材料开裂和表面划伤是最常见且致命的缺陷。为了兼顾外观和强度,壁厚通常需要控制在 2 ~4 mm,壁厚过薄则强度不足易开

裂,壁厚过厚则成型时冷却速度慢,易出现外观收缩。对于薄壁的设计,也可以采用增设加强筋的方法来提高其刚性。同时,拔模斜度应控制在 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$,以保证脱模时不拉伤表面。另外,浇口的位置和形状也同时会影响到部件的外观和强度。随着技术的进步和发展,更多的设计人员使用计算机辅助分析(CAE)系统来综合考虑和调整各参数,以达到最佳的成型效果。

HIPS是一种增韧改性的PS,因此其不仅保留了PS的高强度、易加工的优点,而且具有良好的抗冲击性能,同时加热后延展性能良好。在冰箱生产中,HIPS主要用于制造冰箱的内胆和门衬,所采取的加工工艺是真空吸附成型法。

在此加工工艺中最常见的缺陷是由于原料分布不均导致的成品边脚过薄。为了保证原料的分布均匀,设计时应尽量加大圆角,并在拐角处使用球角,既满足成型质量的要求,又可以降低成本。成型时,各个加热块的温度调节至关重要,它直接影响各个部位的厚度,另外,可以通过调节吹泡大小控制板材的拉伸程度。

EPS的发泡结构使其具有良好的减震性能,主要用于制造冰箱成品包装和运输过程中的减震辅助材料。

1.3 PP

PP的力学性能在热塑性通用型塑料中最好,其生产工艺简单、价格低廉,注塑制品具有较高的韧性和较低的表面粗糙度^[10],同时具备良好的耐化学药品性能,在冰箱生产中主要用于制造冰箱抽屉。

由于PP在成型时容易出现扭曲变形,在设计时可以采用增设翻边、台阶和加强筋方式来提高部件的刚度。本体壁厚要求尽量均匀,加强筋厚度应为本体厚度的 $1/2$ 左右,以防止出现表面缩痕,影响外观。

1.4 ABS

ABS具有强度高、光泽度好、易加工、制品收缩率低等优异的综合性能,是一种用途广泛的工程塑料。在冰箱中,ABS主要用于加工外观零部件,如门把手和各类装饰条。

由于是外观件,外观与尺寸的控制至关重要。模具设计时,需要精心考虑部件与周围部件的配合,不能出现缝隙等缺陷。其中,注塑浇口和分型线的设计对外观影响很大,不能出现明显的夹线突起。同时,应均匀地控制成型压力,有效控制表面收缩和

外形尺寸。

1.5 PE

PE无臭、无味、无毒,并具有良好的抗冲击性能和耐化学品性、透水率低^[9]等特点。在冰箱生产中,PE主要用于各种管材的制造,冰箱企业通常采用吹塑成型工艺来进行加工。

由于工艺自身的局限,吹塑件的壁厚很难精确控制,因此设计时尽量避免管材的过度弯曲,以防止制冷后的制品变硬开裂造成漏水,或者受到发泡料的挤压产生开裂,造成发泡溢料。

1.6 其它塑料

除了上述5类材料之外,聚氯乙烯(PVC)、聚碳酸酯(PC)、聚甲醛(POM)、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)及聚酰胺(PA)也是冰箱生产中的常见塑料,主要用于门封条、灯罩、铰链、显示面板及轴套等部件。

2 冰箱生产中塑料部件的组装方式

合适的材料需要经过适当的方式完成组装,才能发挥其最佳使用性能。在冰箱生产中,塑料部件的主要组装方式可以分为机械连接和胶带粘接两种方式。

机械连接是一种较为传统的组装工艺。与金属件不同,多数塑料部件无法进行后期打孔、攻螺纹等机械加工,如果采用机械连接方式,则需要在部件的结构中引入卡抓、滑槽、螺纹等特殊设计,这样便对塑料模具的设计提出了较高的要求,并且增加了成型工艺控制的难度。

相比机械连接方式,粘接是一种工艺简便、外观整洁的连接方式。采用粘接方式组装塑料部件,不仅可以简化模具的设计,还有助于均匀分散零部件接头处的应力,因此逐渐成为冰箱制造业中的主流连接方式^[11-12]。由于冰箱中多数塑料具有惰性的低能表面,如PE、PP、PS等,粘附性能很差,一般的胶带难以对其形成牢固粘接。热熔压敏胶虽然可以增加胶带对低能表面的粘接强度,但会显著降低胶带的耐热性能,增加粘接部位在高温发泡过程中的失效风险。而3M公司生产的压敏胶带可以有效平衡粘接强度和耐热性能,进而获得稳定的初粘力和可靠的终粘力,是冰箱生产企业实现塑料部件组装的常用产品。

3 未来冰箱用塑料材料的发展方向

(1) 安全环保

欧盟WEEE和RoHS的实施及中国对废旧电器

回收处理的加强管理,家电中塑料零部件的环境安全问题已成为人们关注的焦点^[13]。塑料在大规模生产和应用的同时,也会产生大量塑料废弃物。目前,处理塑料废弃物的主要方法是填埋和焚烧,极易造成环境污染并危害人类健康^[4]。未来,全降解塑料很有可能成为家电行业的首选材料。

(2) 外观愉悦

随着经济的发展和人民生活水平的改善,除了基本的使用功能外,外形美观、个性化等因素也逐渐成为人们选择家电的重要标准。尤其是对于冰箱这类核心技术相对成熟的家电产品而言,令人愉悦的外观,不仅有利于提高产品的竞争力,更有助于提升品牌形象,引领市场的发展方向。塑料作为外观件的主要原料之一,在外观上有所突破,实现特殊的视觉效果,是其在家电行业持续发展的另一关键。

(3) 功能多样

冰箱产品功能特性的改善,很大程度上依赖于原料性能的提升。随着消费者健康意识的增强,具有阻燃、抗菌、抑菌功能的家电将日益受到关注,这也对塑料的阻燃、抗菌性能提出更高的要求^[13]。目前,抗菌塑料、阻燃塑料的合成研究也越来越受到重视^[7]。

4 结语

冰箱等家用电器的塑料化已成为家电行业重要发展方向之一,随着冰箱日趋轻量化、多功能化、个

性化和向绿色节能方向发展,塑料的应用会越来越广泛,无论是通用型塑料还是工程性塑料都对冰箱等家电的发展起到了重要的支撑作用^[13]。

参考文献

[1] 生建友,王明月,唐国建,等.工程塑料在电子设备中的应用[J].工程塑料应用,2005,33(2):36-39.

[2] 黄丰川.改性塑料在空调器室外机外壳上的应用[J].工程塑料应用,2001,29(4):19-20.

[3] 王斌,戴芳,张振英.汽车用塑料的研究进展[J].工程塑料应用,2006,34(4):76-80.

[4] 黄海滨,刘锋,李丽娟.塑料回收利用与再生塑料在建材中的应用[J].工程塑料应用,2009,37(7):56-59.

[5] 李华.工程塑料在弹药部件上的应用及发展趋势[J].工程塑料应用,2007,35(8):70-72.

[6] 杨超.2007 年我国工程塑料应用进展[J].工程塑料应用,2008,36(7):70-75.

[7] 孙秋山.浅谈改性塑料在家电中的运用[J].家电科技,2008(1):42-43.

[8] 启名.塑料——家电制造业的首选材料[J].家电科技,2003(1):27-28.

[9] 黄丽.高分子材料[M].北京:化学工业出版社,2005.

[10] 张立境.聚丙烯在冰箱上的应用[J].工程塑料应用,2006,34(9):43-44.

[11] 孙啸昊.胶粘剂在家电生产中的应用[J].家用电器科技,2002(1):46-48.

[12] 腾英纯.粘接技术在电冰箱生产中的应用[J].家电科技,1983(10):32-34.

[13] 李闻芝.塑料成为家电行业重要支撑[N].中国化工报,2007-02-09(5).

APPLICATION OF PLASTIC MATERIALS IN REFRIGERATOR MANUFACTURING

Fei Bin

Qiu Jin

(Qingdao Haier Joint Stock Co. Ltd., Qingdao 266101, China) (3M China Ltd., Beijing 100176, China)

ABSTRACT The sorts of plastic materials used commonly in refrigerator manufacturing were summarized. In addition, the application parts and the key problems in refrigerator manufacturing of plastic materials, such as PUR, PS, PP, PE and ABS were introduced. The assembling method of plastic parts of refrigerator was introduced briefly. Then the development trend of plastic used in refrigerator in future was expected.

KEYWORDS plastic, refrigerator, application

美公司采用大豆制备聚氨酯减少碳足迹

位于加州 Garden Grove 地区的 Deltron 公司日前宣布其子公司 Elasco 开发出多款大豆基聚氨酯(PUR)配方系统,并声称可大幅减少成品的碳足迹。

Elasco 采用大豆油生产 PUR,正在为其绿色配方系统寻找潜在市场,并强调其 PUR 产品内的大豆多元醇树脂可使加工过程减少 36% 的碳排放量。

来自总公司 Deltron 的首席执行官 Harry Larucea 表示,他的团队开发和销售含有大豆多元醇的 PUR 产品已近两

年,这些产品和以碳氢化合物为原料的 PUR 相比在具备同样性能的同时,还大幅减少了对环境的影响。” (环聚网)

1~5 月我国塑料制品出口量同比增长 12.5%

海关总署 6 月 10 日公布的初步数据显示,2010 年 5 月,我国塑料制品出口量为 664 342 t,1~5 月累计出口量为 2841 473 t,较 2009 年同期增长 12.5%。

数据还显示,2010 年 5 月,初级形状的塑料进口量为 191 万 t,1~5 月累计进口量为 1031 万 t,较 2009 年同期增长 10.2%。(中化报)