

薄壁壳形塑料件精密注射模设计*

范有发 肖雪清 范新风

(福建工程学院材料科学与工程系,福州 350108)

摘要 介绍聚对苯二甲酸丁二酯(PBT)塑料保护罩精密注射模具的设计方法。塑料件采用一模四腔、潜伏式浇口的成型方案,将模具型腔、型芯镶块分割为多镶块拼接结构,改善了小尺寸高精度成型镶块的加工性,并使用框架式预应力锁紧的固定方法,解决多镶块拼接时镶块装配精度和刚度较低的问题;采用楔面定位结构来消除侧抽芯滑块配合间隙对侧抽芯镶块定位精度和刚度的影响;循环水路冷却系统的设计提高了成型区模具温度的均匀性和调控能力;增设了支撑柱和精密定位锁扣,以加强模具的总体刚度和合模精度。

关键词 聚对苯二甲酸丁二酯 保护罩 薄壁壳形件 精密注射模

随着我国计算机、通讯、便携式电子产品的普遍应用,特别是汽车、信息、电子、精密仪器仪表、航空等领域的飞速发展,对尺寸小、壁薄、精度和表面精度要求高的精密塑料件的需求量激增^[1-6]。注射成型是精密塑料件重要的成型方法,塑料件的质量不仅与塑料原料性能、精密注射成型工艺和注射生产设备有关,而且与精密注射模结构设计的优劣和模具制造的精度密切相关,如何提高注射成型技术水平,生产出高精度的塑料件,精密注射模具的设计是重要环节之一。笔者现以某电子产品保护罩为例,介绍其精密注射模具设计方法。

1 塑料件工艺分析

图1所示保护罩壳形塑料件,其材质为聚对苯二甲酸丁二酯(PBT),成型收缩率为0.3%~0.5%;塑料件周界尺寸为17.7 mm×8.5 mm×24.5 mm,均匀壁厚为0.8 mm,壁厚与径向尺寸之比超过了20倍,最大流程比达41.7,具有薄壁壳形塑料件特点。

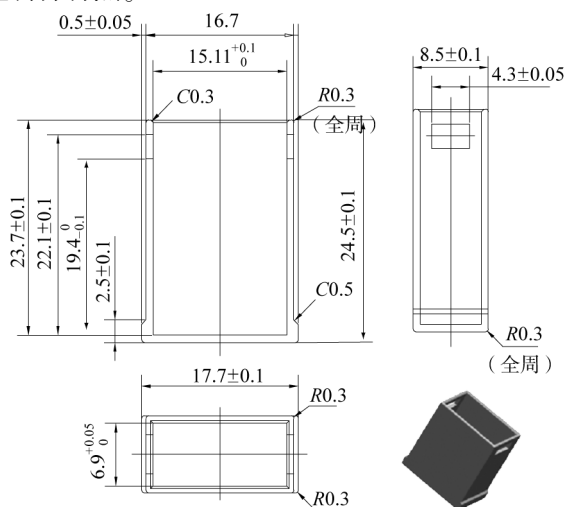


图1 保护罩塑料件结构图

塑料件的主要尺寸均有较高公差要求,其中尺寸 $15.11_{0}^{+0.1}$ 、 $6.9_{0}^{+0.05}$ 、 $19.4_{-0.1}^{0}$ mm达到我国塑料件公差标准的MT1级精度,24.5±0.1 mm等5个尺寸达到MT2级精度,其余尺寸公差等级在MT3~5级之间^[7],塑料件属于精密塑料件的范畴。塑料件除尺寸精度要求较高之外,外形各棱边还有0.3 mm的圆角过渡,内形口部带有0.3 mm倒角,侧壁上的两个矩形通孔需要模具侧向抽芯机构方可成型。为了满足塑料件的高精度要求,必须采用精密注射成型工艺和精密注射模具成型。

2 精密注射模结构设计

由于精密塑料件结构尺寸小,细微结构多,壁厚很薄,尺寸精度和表面质量要求高,注射充模成型难度大,通常需要采用高速、高压的精密注射成型工艺,且要求模温均匀性和可控性好等,这些要求决定了精密注射模结构设计与普通塑料注射模存在许多差异,设计时必须考虑。

2.1 分型面与型腔数确定

保护罩塑料件可供选择的分型面位置有A-A、B-B和C-C3种方案,分别位于塑料件底部过渡圆角、底端倒角和口部过渡圆角分界处,见图2。

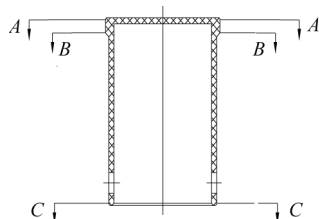


图2 分型面位置选择

* 福建省精品课程建设项目(E0700042)、福建工程学院人才培养模式创新实验区项目(E2500025)

若选择 $A-A$ 或 $B-B$ 位置作为分型面,塑料件侧壁成型表面几乎全部位于动模侧,将造成塑料件脱模力较大,容易引起脱模变形;若选择 $C-C$ 位置作为分型面,可以减小塑料件的脱模阻力,方便塑料件脱模,但带有矩形通孔的两侧壁会形成内凹结构,阻碍塑料件从定模型腔中脱出。考虑到侧面的矩形通孔本身就应采用侧抽芯机构成型,选择 $C-C$ 位置作分型面,可将产生的侧凹部分与矩形通孔的侧抽结合在一起,同时抽芯,既解决了侧凹与矩形通孔的脱模问题,又可减小塑料件最后从动模脱模的阻力,避免塑料件出现过大的脱模变形或损坏,因此, $C-C$ 位置作为分型面较好。

保护罩塑料件主要用于小型继电器或接插件等电子器件的安全保护,生产批量很大,为提高生产效率,可选择一模多腔成型,但因塑料件精度要求很高,两侧面需设置侧抽芯机构,型腔数越多,相应的模具制造难度就越大,综合考虑各方面因素,决定采用一模四腔成型。

2.2 模具浇注系统设计

浇注系统设计是保证制品成型质量的关键,其重点在于浇注系统类型、浇口位置的选择和浇口断面尺寸的确定。对于壳形塑料件,理想的浇口位置是在制品顶部中心位置,既有利于塑料熔体的充模,又有利于型腔排气,浇注系统类型可选择直浇道或点浇口。但图 1 所示塑料件为电子器件的保护罩,其顶部需要印刷商标和规格参数等文字图案,浇口位置不允许设置于顶部,只能将浇口位置设置在塑料件的侧面。考虑到塑料件为薄壁件,高度尺寸相对较大,采用侧浇口容易产生排气不良或充不满等缺陷,因此,选用外侧潜伏式浇口较为合适。由于塑料件两侧均需设置侧抽芯机构,四个型腔宜采用直线型排布,为避免侧抽芯滑块运动与浇注系统的分流道产生干涉,分流道需由定模分流道和动模分流道两部分组成,浇注系统的结构如图 3 所示。

因塑料件单重约 1.2 g,总注塑量不足 10 g,且精密注射速度比普通注射成型要快,其浇注系统的相关尺寸可比普通注射成型小些,依经验选用的分流道截面为 U 形,宽度 4 mm,深度 3 mm;潜伏式内浇口尺寸取直径 0.3 mm。

2.3 成型零件结构设计

精密塑料件不仅公差尺寸要达到精度要求,而且各个倒角和过渡圆角也应准确,这给精密注射成型零件的制造带来困难,因此,成型零件结构设计

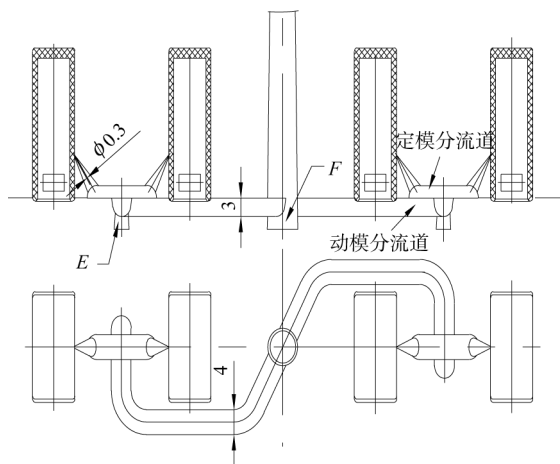
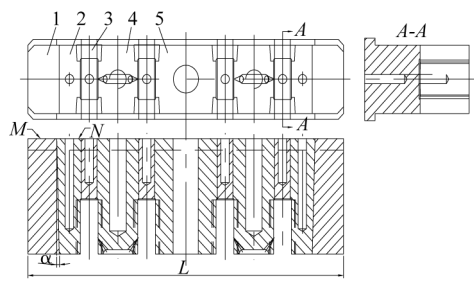


图3 浇注系统结构

十分重要。通常精密注射模成型零件的制造误差必须控制在 0.005 ~ 0.010 mm,装配精度也应控制在这个范围内,甚至更小。为达到如此高的加工精度,成型零件的精加工通常采用精密磨削成型,为适应精密磨削加工工艺要求,需将内形表面转化为外形表面加工,即成型零件的型腔、型芯需要采用镶拼结构,而镶块的分割合理与否将直接影响成型零件的加工性优劣,对模具的最终精度会有较大的影响。图 4 所示为定模型腔镶块分割法,定模型腔被分割为 11 块,共 5 种镶块结构,如此分割可方便镶块的加工,同种类型镶块表面磨削加工时只要调整一次刀具尺寸,就可连续将多个同类镶块对应表面完成,大大节省了加工辅助时间。



1—楔块; 2—定模侧镶块; 3—顶部镶块;
4—定模流道镶块; 5—定模中心镶块

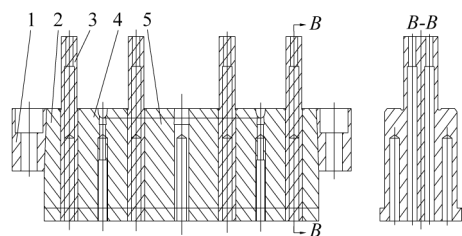
图4 定模型腔镶块分割法

动模镶块的分割方法如图 5 所示,由 12 个镶块组成,分为 5 种类型。动模与定模镶块分割后,方便了成型镶块的加工,但必须解决多镶块的装配精度和增强镶块刚度的问题。多镶块的装配精度主要由模框精度来保证,而镶块刚度加强则由楔形预应力锁紧机构来实现,其原理为:在图 4 中的楔块(件 1)和定模侧镶块(件 2)的接触面上设置一个很小的楔角 α ,装配时要求两个侧镶块的 N 面应比楔块的 M

面高出 ΔH 值,当模板锁紧时,侧镶块的楔紧作用会对其它镶块产生一个预紧力,即所有的定模型腔镶块受到一个预应力,从而提高镶块的刚度。经推算, ΔH 与镶块预紧变形量 ΔL 的关系为:

$$\Delta H = \frac{\Delta L}{2 \tan \alpha} \quad (1)$$

其中楔角 α 通常可取 $1.5^\circ \sim 3^\circ$,预紧变形量 ΔL 可取塑料的溢边值。该模具楔角 α 取 3° ,预紧变形量 ΔL 取 0.03 mm ,由式(1)可求得 $\Delta H = 0.286 \text{ mm}$ 。同样动模镶块也采取类似的楔紧机构实现对镶块刚度的增强。



1—锁紧镶块; 2—动模左镶块; 3—动模型芯镶块;
4—动模流道镶块; 5—动模中心镶块

图5 动模镶块分割法

2.4 侧抽芯机构设计

塑料件两侧壁上的矩形方孔和底部凸台需要侧抽芯机构成型,侧抽部位在定模上,若采用定模抽芯机构,则模具需增加一个分型面,使用定距分型机构来提供侧抽芯运动,模具结构较复杂。为简化模具,将定模侧抽芯转化为动模侧抽芯,因此,将整个塑料件需抽芯的侧面全部采用侧抽芯来成型,其侧抽芯镶块的结构如图6所示。

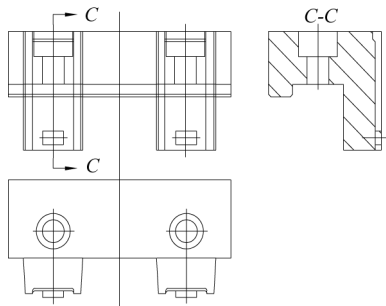
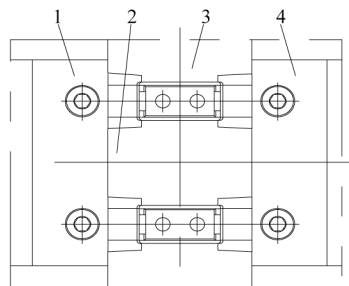


图6 侧抽芯镶块

为保证侧抽芯镶块与定模镶块有良好的定位,在其成型端部设置楔形定位面,当模具闭合时,侧抽芯镶块的楔形定位面与定模镶块能保持良好的楔紧状态,如图7所示,以消除侧抽芯滑块导轨间隙对镶

块定位精度的影响,同时可提高侧抽芯镶块的刚度。由于塑料件所需抽芯距较小,抽芯力也较小,因此选用斜导柱侧抽芯机构,斜导柱的斜角取 15° ,经计算斜导柱直径取 16 mm ,有效侧抽芯行程为 9 mm 。



1、4—侧抽芯镶块; 2—定模流道镶块; 3—定模侧镶块

图7 侧抽芯镶块的楔面定位机构

2.5 模具温度控制系统设计

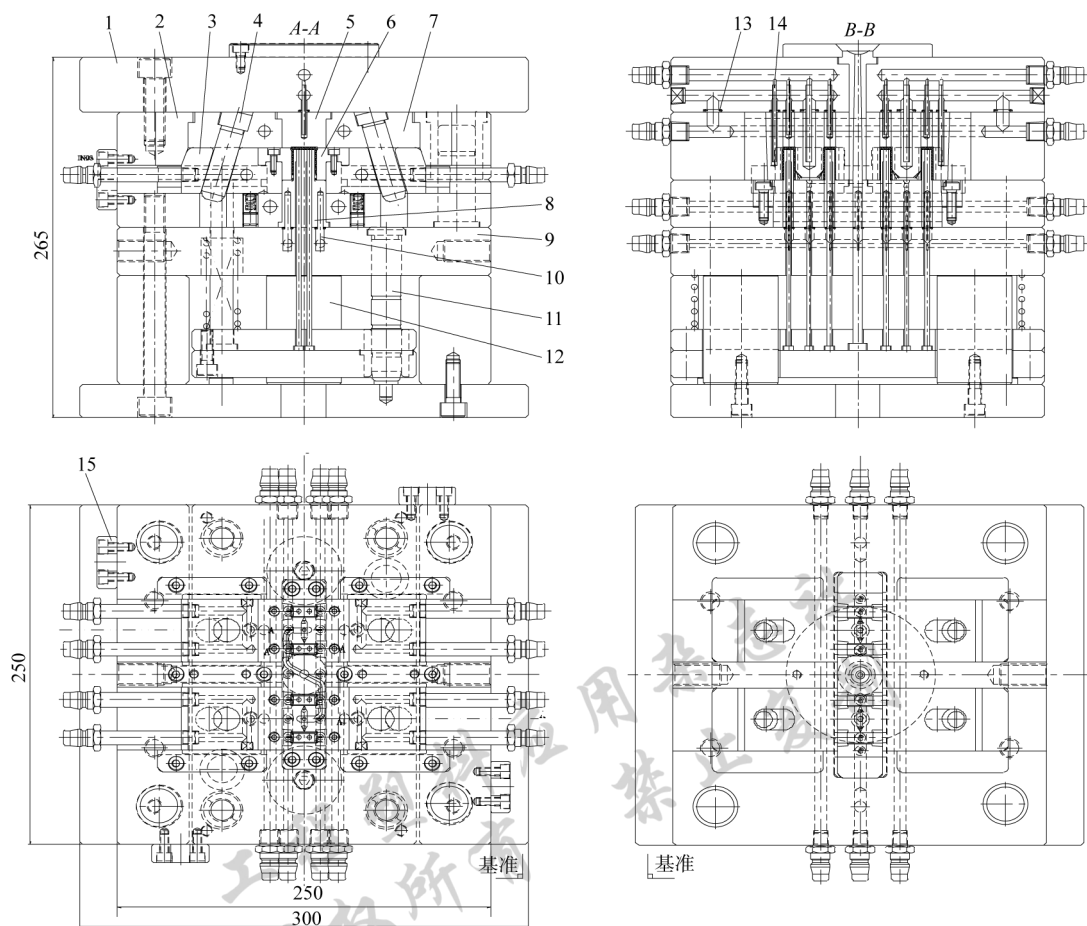
查阅相关文献发现,PBT的成型模具温度在 $60 \sim 80^\circ\text{C}$,由于精密塑料件尺寸精度要求高,注射成型工艺参数稳定性要求严格,因此,模具上必须尽可能多地设置水路系统,依靠模温机给模具温控系统提供热水或冷水,以调节精密注射模成型区域的模具温度。图8所示为保护罩精密注射模总装配图。该模具在定模和动模上设置了两套水路系统,分布在定模型腔镶块、定模板、动模型芯镶块和侧抽滑块上。由于定模型腔镶块和动模型芯镶块采用镶拼式结构,空间尺寸较小,只能采用喷流式或隔板式的水路循环方式,而定模板和侧抽芯滑块尺寸较大,水道的开设较为方便。

2.6 模具推出机构设计

对于薄壁壳形塑料件常使用推板推出机构来实现塑料件的脱模,但该精密塑料件因受侧抽芯的作用,塑料件对型芯的包紧力有所减小,采用推杆推出机构较为方便,因此,每个塑料件设置了两根直径 3 mm 的推杆用于塑料件的脱模(见图8)。另外,潜伏式浇口位置位于定模,开模时潜伏式浇口与塑料件分离需要一定的拉力,为此在动模侧设置了倒锥形冷料穴,主流道下端也设置了倒锥形冷料穴(见图3的E、F处)。

2.7 模具合模精度的提高与刚度的加强

由于精密注射模制造精度要求高,单纯依靠模架的导柱、导套导向定位已难以满足合模精度的要求,需要在动、定模分型面(或镶块)上增设锁扣等精密定位装置(见图8),以提高动、定模的合模精度,减少动、定模镶块的合模误差,为此在定模板与动模板的侧面安装了两组侧装式精密定位锁扣。



1—定模座板; 2—楔紧块; 3—侧抽滑块; 4—斜导柱; 5—定模型腔镶块; 6—侧抽芯镶块; 7—定模板; 8—动模型芯镶块;
9—支承板; 10—水路隔板; 11—推出机构导柱; 12—支撑柱; 13—水道密封圈; 14—喷流铜管; 15—侧装精确定位锁扣

图8 保护罩精密注射模总装配图

为增强模具整体刚度,提高精密注射模分型面的配合精度,保证分型面的密封效果,模具在支承板下增设了两根直径为 50 mm 的支撑柱,用来加强模板的刚度,以减小动模板的受力变形。全部支撑柱的高度应一致,且应比两垫块尺寸高 0.02 ~ 0.05 mm。

3 结论

保护罩薄壁壳形件精密注射模的设计要点为:

(1) 成型零件应采用镶拼结构,尽量将内形表面加工转化为外形表面加工,以改善高精度零件的加工性;

(2) 应使用框架式、预应力锁紧结构来固定成型镶块,以提高细小成型镶块的装配精度和刚度;

(3) 侧抽型芯等滑动配合部件应增加楔面定位配合结构,以提高活动件的配合精度,且提高相配件的总体刚度;

(4) 尽可能多地设置冷却系统,对模具成型区

域的冷却应尽可能均匀,以提高模具温度的调节和控制能力;

(5) 应适当增设支撑柱来加强模具的总体刚度;并增设精密定位锁扣来提高模具的合模精度。

参考文献

- [1] 王蕾,陆茵,于玲. 精密注射模设计要点[J]. 模具工业,2008,34(3):44-47.
- [2] 刘武,黄泽雄. 精密注塑件尺寸精度解决方案[J]. 国外塑料,2007,25(4):56-58.
- [3] 刘宏彦,李俊伟,张秀玲,等. 轿车精密塑料件成型模具的设计要点[J]. 工程塑料应用,2002,30(4):43-45.
- [4] 贡可萍,孟玉喜. 汽车精密塑料件成型分析与模具设计[J]. 模具制造,2008(7):41-44.
- [5] 胡海青. 精密注射成型技术探讨[J]. 工程塑料应用,2000,28(10):18-21.
- [6] 周坤鲁,刘建柱. 提高塑料件尺寸精度的研究[J]. 工程塑料应用,2003,31(1):31-34.
- [7] 中国国家标准化管理委员会. GB/T 14486-2008 塑料模塑件尺寸公差[S]. 北京:中国标准出版社,2008.

DESIGN OF PRECISION INJECTION MOLD OF THIN SHELL PLASTIC

Fan Youfa, Xiao Xueqing, Fan Xinfeng

(Department of Materials Science and Engineering, Fujian University of Technology, Fuzhou 350108, China)

ABSTRACT The design method of precision injection mold in the guard shield of PBT is introduced. The plastic is made by a four-cavity mold, submarine gate program. Mold cavity and the core insert are splited to multi-splicing structure. The machinability of high-precision molding inserts is improved in small size mold. The assembly of inserts has low accuracy and rigidity when multi-inserts are spliced. It can be solved by method of the frame prestressed locking. The accuracy and stiffness that effected by the gap with the side contralateral will be eliminated by positioning structure with wedge surface. The jet flow, partition type and parallel loop water cooling system are designed to improve the uniformity and the control capability of the molding temperature of the molding zone. In the meantime, the support columns and the precise positioning of the lock are added to enhance the overall stiffness of the mold hop model accuracy.

KEYWORDS PBT, guard shell, thin wall plastic, precision injection mold

三菱化学将扩大中美聚合物产能

日本三菱化学公司日前表示,公司将扩大中国和美国的烯烃热塑性弹性体和粘合剂聚合物产能,以进一步加快全球高性能聚合物业务的扩能工作。三菱化学表示,当前中国和北美地区高性能聚合物需求正在快速增长这中。为满足市场需求,三菱化学将投资约7亿日元(900万美元)对位于中国苏州和美国南科罗拉多州 Greer 的生产设施进行扩能。

烯烃热塑性弹性体主要用于汽车部件的原材料,而粘合剂聚合物主要用于生产食品包装和汽车部件的原材料。

三菱化学将扩大旗下 Apco 苏州子公司的产能,预计在2012年5月份新增4500 t/a 烯烃热塑性弹性体和粘合剂聚合物产能。同时公司计划将位于美国 Greer 的三菱化学性能聚合物子公司的产能从9200 t/a 扩至1.1万 t/a,预计在2011年11月完成。(环聚网)

普立万推出 Geon™ SF 超高流动硬质聚氯乙烯材料

2011 国际橡塑展期间,全球领先的特种聚合物材料、服务和解决方案提供商普立万公司推出 Geon™ SF 聚氯乙烯系列产品,旨在扩展硬质聚氯乙烯的加工窗口和设计灵活性,帮助客户提高生产效率并推出差异化产品。

与普通注塑级硬质聚氯乙烯相比,Geon™ SF 的熔融流动性提高了25%,热稳定性提高了75%,并减少了注塑过程中的闪燃现象。这些改善的加工特性使原始设备制造商可以选用聚氯乙烯来替代较昂贵的热塑性工程塑料来生产洗衣机外壳、纺锤型栏杆、房屋侧板和其它大件或薄壁产品。在某些情况下,现有聚氯乙烯产品的加工性能不尽人意,而采用该材料则能够降低废品率或者缩短成型周期,从而达到提高生产效率的效果。Geon™ SF 材料现可向全球供货。

(锐)

帕尔曼开发低温度塑料聚粒机

帕尔曼公司最近在开发一款用于废料回收的塑料聚粒机 PFV。该装置能将热塑性塑料废料回收并再次熔入原料,实现循环利用。

与其它技术相比,PFV 装置由于加工过程温度较低,使原材料受到的热能破坏较小,从而保证了塑料材质的原始特

性。该聚粒机能回收加工薄膜、纤维、泡沫和地毯形态的塑料废料及其混合物。使用该设备时,先将废料预切割为8~10mm 大小,然后导入帕尔曼塑料聚粒机,通过摩擦热将废料挤压到一个钢模中,并用旋转刀切割外圆周以达到柔和塑化。

(中化报)

聚乳酸塑料瓶环保仍存一定争议

近年来,全球石油资源供给持续紧张,合成树脂制品业面临的环保压力日益增加,却催生了生物塑料瓶市场空间扩大。

快速增长的市场势必引起人们对生物塑料安全环保的关注。大部分专家对生物塑料持积极态度。不过有关专家指出,目前生物塑料生产商的“绿色论点”十分复杂,环保主义者也对其持保留看法。一方面,生产生物塑料会产生二氧化碳,导致全球变暖;另一方面,生物塑料的原料生物质材料具有碳中和能力,通过光合作用,每年可将2000亿 t 二氧化碳转化为碳水化合物。此外,生物塑料面临使用完毕后的回收管理问题。比如,聚乳酸(PLA)塑料瓶对再生料的污染问题。由于缺乏生物塑料贴标方法,人们往往不能将 PLA 和其它塑料进行分拣,尽管当前的 PLA 水平还未构成严重的污染,但大量的 PLA 塑料瓶将妨碍聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)塑料瓶的回收利用。

面对这些问题,业内专家指出,判断生物塑料瓶是否低碳环保,需引入生命周期分析。所谓生命周期分析就是分析和评价产品从原料生产、运输、使用到回收和销毁的整个过程中对资源和环境的影响。比如用回收 PET 瓶生产无纺布,由于对 PET 材料进行了重新利用,这个回收过程是环保的,但是生产无纺布的过程需要消耗大量的水,无纺布使用完毕后如果不再回收或焚化都将污染环境。再比如造纸,由于原料是生物质,可以降解,是环保的,但生产过程的造纸废液污染严重,因此从全生命周期看,造纸肯定会污染环境。

环保部科技司官员胥树凡指出,从产品生命周期关注塑料生产的清洁性,就是要关注产品从原料生产到报废的整个过程的无害化问题。他建议企业要积极关注产品的低碳化,减少产品的碳足迹,并参加碳排放交易。(中包网)