

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2019.06.018

基于 CAE 的智能马桶座盖注塑模具设计

傅莹龙

(台州科技职业学院,浙江台州 318020)

摘要:针对某智能马桶座盖要求外观质量好、尺寸精度高的特点,分析了其结构及工艺,在动、定模侧都需抽芯机构,并采用一模一腔结构。利用 CAE 软件分析了产品的气穴与翘曲变形的位罝,采用热流道+冷流道相结合的浇注系统,使用优化后的大扇形浇口;在定模侧采用液压拔块抽芯机构;根据产品翘曲变形的位罝,在动模侧运用直斜顶组合机构,以减少顶出时的产品变形。模具冷却系统设计合理,冷却效果良好,未与其它机构发生干涉,产品能够顺利脱模。实际生产证明,模具安全可靠,工作稳定,可实现自动化生产,为类似产品的模具设计提供了有益参考。

关键词:注塑模具;智能马桶座盖;CAE 软件;液压拔块抽芯机构;直斜顶组合机构

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2019)06-0097-05

Design of Injection Mold for Intelligent Toilet Seat Cover based on CAE

Fu Yinglong

(Taizhou Vocational College of Science and Technology, Taizhou 318020, China)

Abstract : Aiming at the characteristics of a smart toilet seat cover with good appearance quality and high dimensional accuracy requirement, its structure and process were analyzed. The core pulling mechanism was needed on both sides of the moving and fixed mold, and the mold structure of one mold and one cavity was adopted. By using CAE software to analysis the position of air pockets and warping deformation of products, the gating system with hot runner and cold runner and the optimized large fan-shaped gate were used. The hydraulic drawing block core-pulling mechanism was adopted in fixed mold. According to the location of warping deformation of product, the straight inclined top combination mechanism was used at the moving mold side to reduce the deformation of product during ejection. The cooling system design of mold is reasonable, the cooling effect is good, it does no interference with other mechanisms, and the product can be demoulded smoothly. The actual production proves that that the mold safety reliable, stable work, it can realize automatic production and provide a useful reference for the mold design of similar products.

Keywords : injection mold ; smart toilet cover ; CAE software ; hydraulic block core-pulling mechanism ; straight and sloping roof combination mechanism

随着智能卫浴行业的快速发展,高端智能马桶走进人们的日常生活,马桶的各种功能朝着智能化方向发展。马桶座盖作为智能马桶的重要组成部分,向着美观、复杂、高光的方向发展,因此它的模具结构更复杂,设计要求也更高。笔者以某公司的高端智能马桶座盖为研究对象,通过 CAE 分析,基于 UG10.0 平台设计了一套注塑模具。

1 产品结构及工艺分析

智能马桶座盖的产品结构如图 1 所示,产品的

外观尺寸为 545 mm×303 mm×92 mm,平均壁厚为 4 mm,最小壁厚为 1 mm,最大壁厚为 4.5 mm,体积为 1 107.1 cm³,产品外观表面要求光洁,无变形、欠料、毛刺、飞边等现象。材料为高光改性聚丙烯(PP),成型收缩率为 1.2%,密度为 0.98 g/cm³。由图 1 可以看出,智能马桶座盖产品为大平板类零件,对翘曲变形量有一定的要求,同时又作为一个装配零件,因此对尺寸要求较高。产品转轴部位 S₁, S₂ 两处有侧孔或侧凸, S₁, S₂ 两处的背面又有内凹

基金项目: 2018 年度浙江省高校访问工程师校企合作项目(FG2018239),2018 浙江省教育厅一般科研项目(Y201840516)

通讯作者: 傅莹龙 硕士,主要研究方向为模具 CAD/CAM/CAE E-mail: 332607223@qq.com

收稿日期: 2019-04-10

引用格式: 傅莹龙. 基于 CAE 的智能马桶座盖注塑模具设计[J]. 工程塑料应用,2019,47(6): 97-101.

Fu Yinglong. Design of injection mold for intelligent toilet seat cover based on CAE[J]. Engineering Plastics Application,2019,47(6): 97-101.

特征,里面还有多处加强筋,给模具及脱模机构的设计增加了难度。

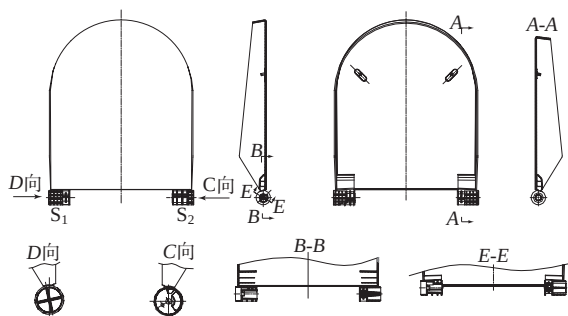


图1 智能马桶座盖结构

2 产品 CAE 仿真分析

把智能马桶座盖的三维模型通过 IGS 格式导入到 CAE 软件 Moldflow 中,进行网格的划分与处理^[1-2],得到符合要求的有限元模型如图2所示。

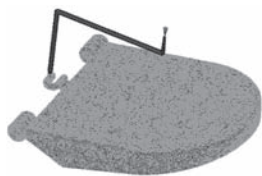


图2 智能马桶座盖有限元模型

2.1 气穴分析

通过 Moldflow 软件对智能马桶座盖进行填充+保压+翘曲分析^[3-4],可以得到产品成型时的气穴分布图,如图3所示,在图上的a,b,c部位存在气穴,可为后续模具的排气系统设计提供参考依据。

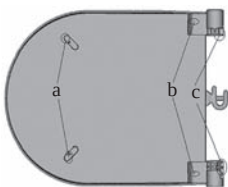


图3 智能马桶座盖的气穴分布

2.2 翘曲变形分析

由于产品的外观质量要求较高,因此在模具设计前需对产品的成型翘曲变形进行分析。借助 Moldflow 软件得到产品翘曲变形的云图如图4所示^[5-6]。从图4可以看出,座盖的最大变形处为位置a处,变形量为5 mm。

变形,所有有效变形
比例因子=1.000

[mm]
5.082
4.150
3.219
2.288
1.357



图4 智能马桶座盖变形分析

3 模具关键结构设计

3.1 分型面的选取

分型面的选取不仅关系到智能马桶座盖塑料件的成型和脱模,而且涉及模具整体结构和制造成本,所以分型面的选择非常重要^[7-8]。一般是在保证塑料件质量、便于塑料件脱模的前提下,还要进一步简化模具的结构。选取塑料件截面的最大轮廓处作为分型面,如图5所示。

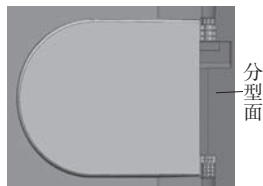
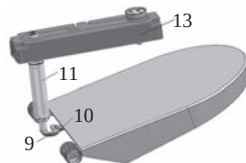


图5 分型面的选取

3.2 浇注系统的确定

热流道模具具有无废料、缩短注塑成型周期等优点^[9]。设计的浇注系统如图6所示。根据前面对产品的结构以及CAE分析,由于产品的尺寸较大,注塑机喷嘴到浇口处的距离较远,所以采用热流道板13与二级热流道11相结合的热流道系统,其中热流道板13用四块隔热垫块与定模板分离,以减少热量损失;热流道11的内部直径为16 mm,有利于塑料熔体的流动,降低压力损失,与冷流道9相连的热流道11的口部直径不能太大,太大易产生熔体拉丝等问题,这里采用高28 mm、上表面直径1.2 mm、下表面直径10.5 mm的锥形结构,与冷流道9相连接。为防止热流道板受热膨胀不出现偏移,热流道板13与定模板采用定位销定位,通过螺钉固定以确保热流道系统稳定工作;浇口采用大扁平的扇形浇口,截面尺寸为40 mm×0.5 mm,有利于降低此处的缩痕问题以及后期的修剪。



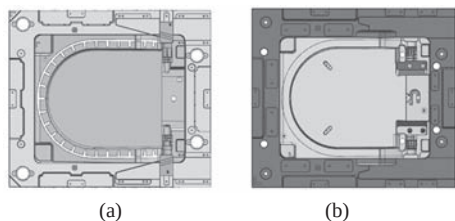
9—冷流道；10—扇形浇口；11—热流道；13—热流道板

图6 浇注系统

3.3 主要成型零件的设计

成型零件的设计需要综合考虑塑料件的几何结构和使用要求、浇口和分型面位置及脱模方式等因素^[10]。由于座盖上、下表面要求高光、无痕,因此动、定模都采用镶拼式结构,模仁材料均采用高端塑胶模具钢材 NAK80。NAK80 具有抛

光性能与耐腐蚀性好、使用寿命长等特点,主要应用在镜面抛光模具中^[11-12]。定模模仁的尺寸为 650 mm×550 mm×219 mm,通过 8 个 M20 螺丝固定在模框上,如图 7a 所示,并在定模模仁的分型面上每隔 55 mm 左右设置深度为 0.5 mm 的 10 mm×20 mm 排气槽,以保证模腔内排气畅通。动模模仁的尺寸为 650 mm×550 mm×230 mm,通过 6 个 M20 螺丝固定模框上,如图 7b 所示,由于模仁有两处需要推管推出机构,推管直径为 6 mm,推管孔需设有避空,避空孔的直径比推管直径大 2 mm,推管的有效导向高度为 25 mm。



a—定模; b—动模

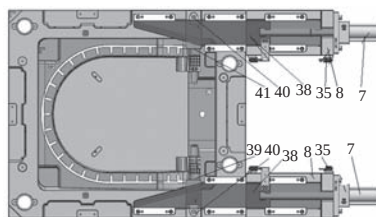
图 7 定模和动模

3.4 定模的液压拔块抽芯机构

由图 1 可知,在智能马桶座盖产品的 S₁、S₂ 两处有细长的侧孔,其中 S₁ 处的外抽长度为 38 mm,内抽长度达 40 mm; S₂ 处的外抽长度为 47 mm,内抽长度为 17 mm。定模的液压拔块抽芯机构如图 8 所示,主要零件包括抽芯油缸 7、油缸固定座 8、行程开关 35、拔块 38、成型滑块 II 39、导滑条 40 和成型滑块 I 41。成型滑块 II 39 和成型滑块 I 41 通过 T 型槽与导滑条 40 构成与脱模方向相同的滑动副,与拔块 38 构成与脱模方向成 75° 的滑动副,导滑条 40 经 3 个 M8 的螺丝固定在模框上,压条将拔块 38 压在模框上。由于在模具锁模时,拔块 38 还要起到锁紧的作用,因此拔块 38 的 T 型槽的角度不能太大,这里取 15°,从而确定油缸的抽芯距离为 190 mm,为后期零件加工方便,两边采用了相同尺寸的油缸与拔块。考虑到产品注塑成型时,成型滑块处的包紧力会比较大,因此在油缸固定座上安装了行程开关 35,确保油缸抽芯到位,注塑机才开模。

3.5 动模的直斜顶组合抽芯机构

产品转轴部位的局部特征如图 9 所示,由前述 CAE 分析可知,在动模抽芯的位置有较多的气穴存在,并且此处的产品翘曲变形也最大,如果用单一的斜顶机构,由于塑胶包紧力的作用以及顶出时产品温度较高,会增大产品的变形量。为了解决这一技术难题,提出了在斜顶块下方增加一个直顶块,如

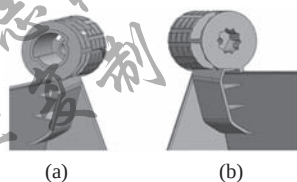


7—抽芯油缸; 8—油缸固定座; 35—行程开关; 38—拔块;

39—成型滑块 II; 40—导滑条; 41—成型滑块 I

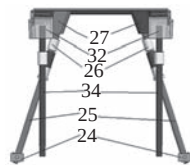
图 8 定模的液压拔块抽芯机构

图 10 所示,顶出时,在直顶块的作用下就可以有效地防止座盖内凹变形。产品的最大内抽芯距离为 40 mm,斜顶杆的倾斜角取 18°,直径为 20 mm,斜顶杆与斜顶块采用过盈配合连接,中间通过定位销来防止转动,斜顶杆的底部通过 M10 螺丝和弹簧垫片与顶针固定板的万向滑座连接起来。直顶杆的直径为 20 mm,用 M10 螺丝和弹簧垫片直接与顶针板固定一起。



a—左侧特征; b—右侧特征

图 9 产品转轴部位的局部特征



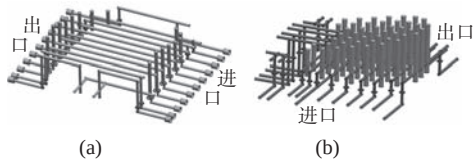
24—万向滑座; 25—斜顶杆; 26—铜套;

27—斜顶块; 32—直顶块; 34—直顶杆

图 10 直斜顶组合抽芯机构

3.6 模具冷却系统的设计

智能马桶座盖属大平板类结构产品,其表面积较大,为了获得比较好的冷却效果,设计的冷却系统如图 11 所示。



a—定模侧; b—动模侧

图 11 定模和动模侧的冷却水路结构

由图 11a 可知,在定模模仁表面均匀分布着 11 条水路,水路的直径为 12 mm。由图 11b 可知,对于动模模仁,由于存在顶块的干涉问题以及模仁高度较大的情况,因此在动模模仁背面均匀钻有

16 mm 的盲孔,分别通过直径为 12 mm 的孔将其串联起来,共有 11 条水路,为了能够起到更好的冷却效果,用隔水片将 16 mm 的盲孔分成两半,使冷却水能够流过盲孔的顶端,从而能够充分地带走模仁的热量。

4 模具结构及工作过程

4.1 模具结构

模具的总装配图如图 12 所示,外观尺寸为

870 mm × 760 mm × 810 mm,模具整体为两板式结构,采用热流道板、热流道与冷流道相组合的结构以减少注塑压力,其中热流道板采用均匀布置的隔热垫块与定模板隔开,以减少热量损失,并采用单点进浇的方式,型芯与型腔都是镶拼式设计,用螺丝固定在模框上。采用非标模架,由于模具的精度要求较高,因此在模架的动、定模的四周必须加装精定位块^[13]。

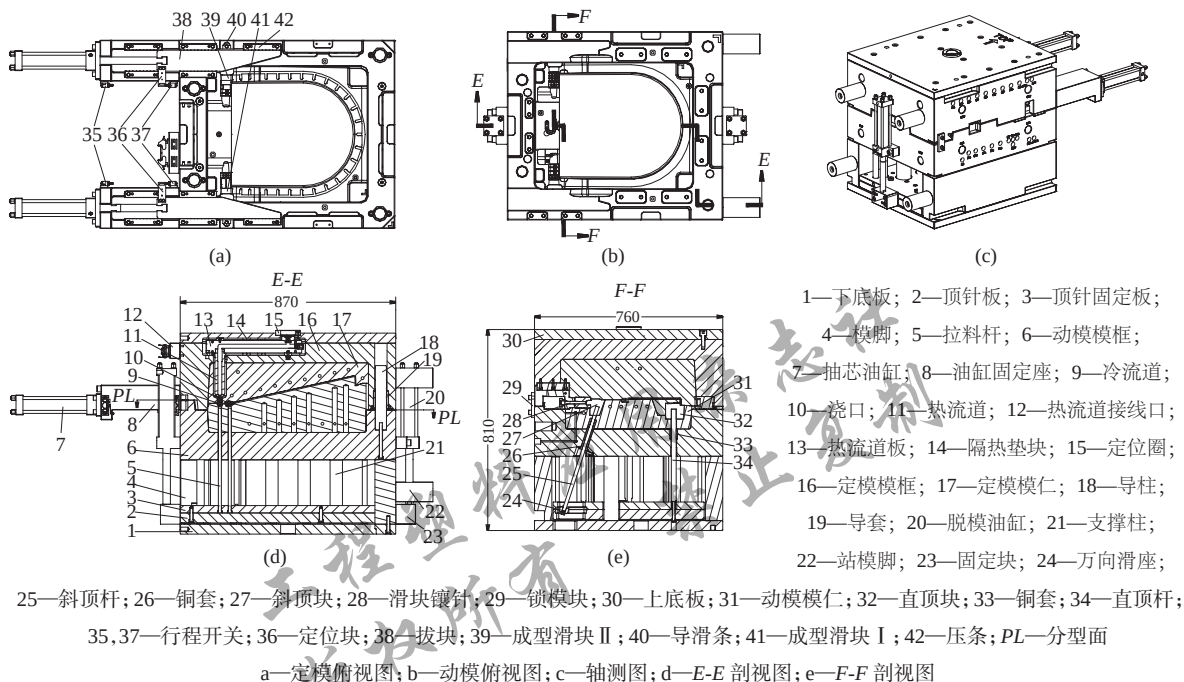


图 12 模具装配图

4.2 模具工作过程

(1) 首先给模具的热流道通电,加热到预先设定好的温度,待合模完成之后,料筒里的塑料熔料在螺杆的作用下塑化,在液压压力的作用下将熔融的塑料通过喷嘴注塑进模具腔体,接着保压,同时冷却水通过水嘴进入动、定模的模仁进行冷却。

(2) 待到冷却时间后进行如下的开模顺序: 首先定模的两个抽芯油缸 7 在注塑机液压压力的作用下,带动两个拔块 38 向模具外部运动,在拔块内斜 T 型槽的作用下,成型滑块 II 39、成型滑块 I 41 沿着各自的导滑条 40 运动,实现定模侧的产品抽芯,当油缸上的定位块 36 碰到油缸固定座上的行程开关 35 后,说明滑块已到达预定的位置,运动停止。

(3) 接着模具开模,分型面打开,冷流道和浇口由于包紧力的作用随动模一起运动,当动模到达设定的行程 850 mm 后,动模上固定的两个脱模油缸 20 通过固定块 23 带动顶针板 2 做顶出运动,通过两组直斜顶的组合机构实现产品的内侧抽芯,取出

产品。

(4) 脱模完成后,在注塑机液压系统的作用下两个脱模油缸 20 带动顶针板 2 复位,当顶针板 2 碰到下腹板 1 上的行程开关后,说明模具顶出机构复位成功,接着动、定模合模,分型面闭合,定模上的抽芯油缸 7 复位推动拔块 38; 在拔块 38 的作用下,两个滑块分别复位并被锁死,当定位块 36 碰到行程开关 37 后,整个模具合模完成,开始下一轮的循环注射。

5 结论

智能马桶座盖结构复杂,外观以及安装精度要求较高,模具结构设计有一定的难度,通过 CAE 预先分析了产品的翘曲位置及气穴分布位置,设计了定模的双油缸差动抽芯机构,动模直斜顶组合的顶出系统,实现产品的平衡顶出。目前,该产品已在某公司实现自动化批量生产。实际生产证明,该模具结构设计可靠,生产过程稳定,产品的各项参数均符合客户的要求,可为同类注塑模具设计提供参考。

参考文献

- [1] 沈洪雷, 刘静. 基于 CAE 热流道注塑件翘曲变形的研究 [J]. 工程塑料应用, 2014, 42(2):62-65.
Shen Honglei, Liu Jing. Study on the warpage of injection molded parts injected by hot runner based on CAE[J]. Engineering Plastics Application, 2014, 42(2):62-65.
- [2] 李代叙. Moldflow 模流分析从入门到精通 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2012:46.
Li Daixu. Moldflow analysis from entry to the master[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2012:46.
- [3] 陈开源. 电器外壳注塑模冷却系统 CAE 优化分析与设计 [J]. 塑料科技, 2016, 44(7):78-81.
Chen Kaiyuan. CAE optimization analysis and design on injection mold cooling system of electrical equipment shell[J]. Plastics Science and Technology, 2016, 44(7):78-81.
- [4] 杨志红, 海争平. 电动汽车电池盖多面及双层滑块脱模机构注塑模设计 [J]. 塑料, 2017, 46(2):98-101.
Yang Zhihong, Hai Zhengping. Design of injection mold for the new energy automotive battery cover with double layer sliding block ejection mechanism[J]. Plastics, 2017, 46(2):98-101.
- [5] 杨素华, 肖国华, 卞平. 轴套盖内环槽抽芯机构及注塑模具结构设计 [J]. 中国塑料, 2017, 31(11):130-136.
Yang Suhua, Xiao Guohua, Bian Ping. Structure design of core-pulling mechanisms and injection moulds for axle covers[J]. China PlasticS, 2017, 31(11):130-136.
- [6] 陈剑玲, 李昌雪. 汽车仪表盘盖侧抽热流道注塑模设计 [J]. 现代塑料加工应用, 2014, 26(3):71-75.
Chen Jianling, Li Changxue. Design of injection mold with side-slider and hot runner system for car dashboard cover[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2014, 26(3):71-75.
- [7] 齐小杰. 塑料成型工艺及模具设计 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2012:12-36.
- Qi Xiaojie. Plastic forming technology and mould design[M]. Beijing: Mechanical Industry Press, 2012:12-36.
- [8] 许傲, 黄力. 医用接插头前模四面抽芯脱模注塑模具设计 [J]. 塑料, 2017, 46(2):110-113.
Xu Ao, Huang Li. Design of injection mould for the medical plug with four sides extracting[J]. Plastics, 2017, 46(2):110-113.
- [9] 王颖, 池成忠, 刘新会, 等. 汽车手柄定模滑块模具结构设计 [J]. 模具工业, 2011, 37(6):56-58.
Wang Ying, Chi Chengzhong, Liu Xinhui, et al. Mould structure with slide block in the fixed half for automobile handle[J]. Die & Mould Industry, 2011, 37(6):56-58.
- [10] 孙肖霞, 唐友亮. 多种抽芯机构脱模的护套注塑模设计 [J]. 工程塑料应用, 2018, 46(3):82-86.
Sun Xiaoxia, Tang Youliang. Mould structure with slide block in the fixed half for automobile handle[J]. Engineering Plastics Application, 2018, 46(3):82-86.
- [11] 张建卿. 洗涤剂屏蔽盖双滑动三次抽芯注塑模脱模机构设计 [J]. 塑料科技, 2016, 44(1):87-89.
Zhang Jianqing. Demoulding mechanism design for the injection molding of washing machine shield cover with thrice slide-drawing and double T-grooves[J]. Plastics Science and Technology, 2016, 44(1):87-89.
- [12] 曹争. 自动抽液瓶盖抽芯机构及模具设计 [J]. 模具工业, 2017, 43(5):47-51.
Cao Zheng. The core-pulling mechanism of automatic pumping cap and the mould design[J]. Die & Mould Industry, 2017, 43(5):47-51.
- [13] 曹亚玲. 内外侧多向抽芯的化妆盒上盖注塑模具设计 [J]. 工程塑料应用, 2016, 44(12):76-79.
Cao Yaling. Design of injection mold for powder box top-cover with internal and external multidirections core-pulling[J]. Engineering Plastics Application, 2016, 44(12):76-79.

巴斯夫光稳定剂应用于温室棚膜

巴斯夫和专注于色母粒生产的新宏基有限公司正致力于通过使用更耐用的温室棚膜, 帮助农民提高作物产量并节约资源。作为越南塑料薄膜添加剂母粒制造商, 新宏基目前使用巴斯夫塑料添加剂 Tinuvin®NOR™ 371 来提高由低密度聚乙烯制成的塑料温室棚膜的耐用性和使用寿命。使用 Tinuvin®NOR™ 371 的温室棚膜至少可以抵御三到四年的气候影响。

越南政府已宣布将投资 100 万亿越南盾 (约合 44 亿美元) 发展高科技农业。该投资项目包括开发更优良的花卉和水果品种, 并将田间生产逐步转向保护性耕作、精确和自动灌溉、作物管理系统数字化以及应用温室技术。

为了充分利用温室技术, 在制作温室棚膜的过程中需要将光稳定剂添加到聚合物中, 从而抵御由于温室金属框架聚集产生的强光和高温对棚膜造成的破坏。否则塑料棚膜会变脆并在几周内破裂。

巴斯夫特性化学品部亚太区高级副总裁欧达富解释

道: “自然老化会影响在户外使用的聚合物的耐久性, 而且温室中使用的作物保护剂对棚膜也会造成额外的挑战。Tinuvin®NOR™ 371 光稳定剂能应对温室挑战, 并延长棚膜使用寿命, 从而降低种植者的成本, 减少废弃物。”

通过防止紫外线、热应力和氧化对薄膜造成降解, Tinuvin®NOR™ 371 提升了温室棚膜的耐用性。由于这类耐用薄膜可以连续使用好几季, 农民可以在温室里种植菊花、玫瑰和草莓, 以满足出口市场的需求。这不仅提高了盈利作物的产量, 同时也节约了资源, 减少废弃物。

此外, Tinuvin®NOR™ 371 还有助于确保温室棚膜应对各类种植条件。虽然被批准用于预防和对抗农产品真菌疾病的硫化物从生态环境角度来说安全的, 但从化学角度来讲, 该类化合物会使光稳定剂失去活性并加速其分解。

为了解决光稳定剂的失活问题, 添加了基于巴斯夫 NOR 技术的温室棚膜稳定剂能够有效抵抗硫化物和其它农用化学品。因此, Tinuvin®NOR™ 371 带来的稳定性能够使农民在几个生长季节中都能有所收获。 (工程塑料网)