

doi:10.3969/j.issn.1001-3539.2015.01.018

基于 CAD/CAE/CAM 的吸尘器电机罩注塑模设计*

潘秀石, 林桂霞

(苏州经贸职业技术学院机电系, 江苏苏州 215009)

摘要: 分析了吸尘器电机罩塑料件的结构特点, 应用 Moldflow 软件对电机罩板的成型过程进行模拟分析, 分析确定了模具的浇注系统、冷却系统, 并对塑料件注塑生产时的注塑工艺参数对塑料件翘曲的影响进行比较分析, 得出最优工艺参数方案。应用 UG 进行电机罩板的注塑模具设计, 完成了模具型腔、型芯、镶件及侧抽芯的设计以及对模具的型腔零件进行电极设计和数控加工设计。将 CAD/CAE/CAM 技术应用于模具设计中, 可以缩短产品开发周期, 降低产品的生产成本。

关键词: CAD/CAE/CAM; 注塑模具设计; Moldflow; UG; 吸尘器电机罩板

中图分类号: TQ320.66 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3539(2015)01-0080-05

Injection Mold Design About Vacuum Cleaner Motor Cover Plate Based on CAD/CAE/CAM

Pan Xiushi, Lin Guixia

(The department of Mechtronics, Suzhou Institute of Trade & Commerce, Suzhou 215009, China)

Abstract: The structure characteristics of the plastic vacuum cleaner motor cover plate were analyzed, and the forming process of the motor cover plate were simulated by using Moldflow software. The mould gating system, cooling system were determined by the simulation analysis. Then the influence of the injection molding process parameters on the plastic parts buckling were compared, and the optimal process parameters was concluded. The mould cavity, core, inserts and side core-pulling were designed by UG. The electrode design and NC machining were carried out for mold cavity parts using UG. Final, applying CAD/CAE/CAM technology in mould design can shorten the product development cycle, reduce the production cost of the products.

Keywords: CAD/CAE/CAM; injection mold design; Moldflow; UG; vacuum cleaner motor cover plate

随着经济水平的不断提升以及消费理念的不断转变, 普通民众家中的家用电器越来越多。民众对家用电器的要求不仅仅满足于功能新颖造型美观, 同时还追求个性化。在家电整体结构中外壳及部分主要部件普遍采用塑料制件, 因此塑料制品的外形、结构也越来越复杂^[1-2]。

塑料制件的生产方式有很多, 其中注塑成型的生产方法最为普遍。在注塑生产过程中, 模具设计与制造是关键。传统手动模具设计与制造方式已经极大制约了塑料件生产的发展。实践证明, CAD/CAE/CAM 技术在模具中的应用满足了生产实际要求, 取得了显著的经济效益。笔者以吸尘器电机罩板为研究对象, 利用 CAE 分析软件 Moldflow 对塑料件的成型过程进行分析, 设计浇注系统、冷却系统以及优化注塑成型工艺参数。利用 CAD/CAM 软件 UG 进行罩板塑料件产品的模具设计, 确定模具型芯、型腔、行位、镶件的结构, 并在此基础上完成了模具中的主要零部件的模拟加工与数控编程^[3]。

1 吸尘器电机罩盖板制件结构分析

吸尘器电机罩盖板模型总体尺寸为 155 mm × 142 mm × 44 mm, 平均壁厚为 2 mm, 体积为 $78.253 \times 10^3 \text{ mm}^3$, 采用注塑成型工艺, 制件采用聚丙烯 (PP) 材料, 收缩率为 1%~2.5%。图 1 为吸尘器电机罩盖板的三维实体模型。

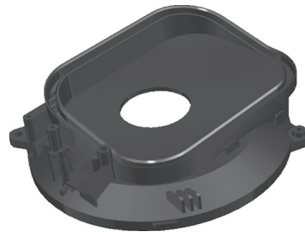


图 1 吸尘器电机罩盖板的三维实体模型

吸尘器电机罩盖板是一个结构件, 与很多零件有装配关系, 结构比较复杂, 尺寸要求较高, 且外围

* 苏州经贸职业技术学院自然类科研项目 (KY-ZR1404)

联系人: 潘秀石, 讲师, 主要从事塑料模具数控加工研究

收稿日期: 2014-10-27

表面要求美观,表面不能有明显的缩水、气纹、熔接痕等缺陷。从产品结构上分析,塑料件的侧面有一个孔位而且在塑料件的两个侧面带有与开模方向不一致的侧凹结构,所以在这两侧面需要设计滑块完成侧向抽芯。吸尘器电机罩盖板属于中型塑料件,型腔数量设计采用一模一腔^[4]。

2 吸尘器电机罩盖板 CAE 分析

在 UG CAD 系统中完成罩板模型设计后,在 Moldflow 中进行注塑模拟分析。在 Moldflow 软件中对模型进行网格划分,根据有限元理论,模型网格采用表面网格类型。划分后的网格单元数(三角形)为 25 612,节点(已连接的节点)数为 12 800,最大纵横比为 6,平均纵横比为 1.92,匹配百分比为 91.8%,塑料件的网格划分结果如图 2 所示。电机罩盖板零件所采用的材料为标准材料库中 PP 材料,其牌号为: Globalene 7533,其基本特性参数采用系统默认。

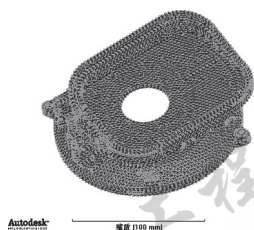


图 2 吸尘器电机罩盖板的有限元网格模型

2.1 浇注系统的分析

浇注系统设计的优劣直接影响熔体在模具型腔中的流动。在一定程度上浇注系统设计的合理性决定了塑料制件成型过程中的难易程度以及制品的性能、外观等。根据吸尘器电机罩板的结构特征,注塑模具选择三板模,浇口形式采用点浇口,浇口位置选择在电机罩板中间的隔板上^[5]。在 Moldflow 中分别进行 1 点、2 点和 3 点进浇位置分析,分别选择最佳浇口位置,并建立浇注系统,如图 3 所示。

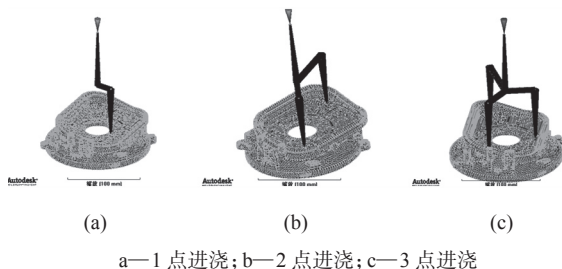


图 3 电机罩板模具浇注系统设计

对三种浇注系统的填充、填充/保压转换点压力、锁模力及注塑压力、气穴、熔接痕等方面进行分析,并比较分析结果,选择采用 2 点进浇方案。此方

案可以提高产品的生产效率、塑料件外观质量及塑料件的使用性。

2.2 冷却系统的分析

注塑模具中冷却系统的好坏直接影响塑料件注塑过程中腔体内熔体的流动和固化成型、制件的生产效率以及塑料件成品的形状、表面和尺寸精度。合理的冷却系统可以提高制品的质量、缩短生产周期、降低生产成本^[6]。

从电机罩板的结构来看,罩板的高度方向尺寸较大且有深腔结构,考虑到普通水路对深腔部位的冷却效果不好,电机罩盖板注塑模具采用直孔隔板式冷却回路,冷却管道直径为 8 mm,根据制件的结构,装入隔水片的水道孔分别为 $\varnothing 16$ mm, $\varnothing 20$ mm 和 $\varnothing 30$ mm。设计的冷却系统温度分布如图 4 所示。冷却介质为水,设置冷却水温度为 25°C 。由图 4 可知,冷却水进出口温差为 1.04°C ,满足要求。在此冷却条件下塑料件表面温度分布如图 5 所示,可以看出塑料件表面温度比较均匀,基本一致。

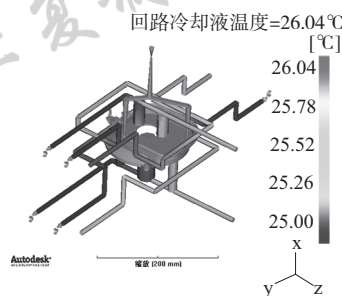


图 4 吸尘器电机罩板冷却系统及其温度分布

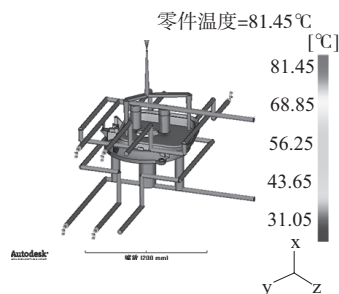


图 5 冷却方案下塑料件温度分布

2.3 注塑工艺参数优化

注塑工艺参数具体指的是注塑过程中温度、压力、时间、速度等相关的技术参数。在实际成型应用中需要综合考虑这些技术参数的影响,在保证塑料制品的质量和成型作业效率的前提下来决定。文献[7-8]在优化设计过程中应用正交实验法,以塑料件翘曲变形量作为评价塑料件质量的指标,选择注塑模具温度、注塑时间、注塑温度、保压时间和保压压力五个工艺条件作为试验因子。选择采用 $L_{16}(4^5)$

正交表,每个试验因子在推荐值附近取 4 个水平,共进行 16 次分析试验,用极差法对试验结果进行分析,最终获得优化的工艺参数为:注塑模具温度为 35℃,注塑时间为 1.2 s,熔体温度为 230℃,保压压力为 80 MPa,保压时间为 18 s,保压压力在 2 s 内线性下降为 0 MPa。

图 6 为调整优化工艺参数后,吸尘器电机罩盖板在考虑了冷却不均和收缩不均等因素后的翘曲变形情况。从分析结果中可以看出,塑料件的总翘曲变形为 0.2506 mm,满足电机罩板的工作要求。

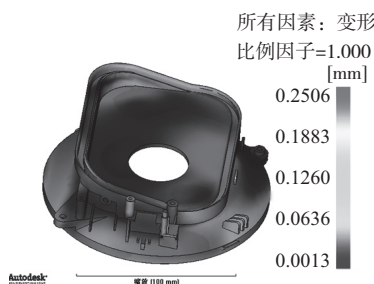


图 6 优化工艺参数配置下的翘曲变形

3 基于 UG 的电机罩板模具设计

吸尘器电机罩板零件是一个结构件,与很多零件有装配关系,结构比较复杂。因此利用 UG 软件进行零件的模具设计可以避免在传统模具设计过程中设计人员对模具各组成件的三维造型的空间想象,降低模具设计的难度^[9]。

(1) 分型面的设计。

根据分型面的选择原则,结合零件的结构特点,利用 UG 软件中拉伸、直纹面、修剪片体、直纹面及缝合等命令创建分型面,如图 7 所示。

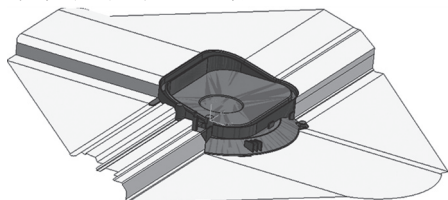


图 7 分型面示意图

(2) 模具的型腔、型芯设计。

根据设计好的分型面,对模具进行分割、抽取及必要的编辑工作,生成最终的成型零件。模具型腔及其镶件、型芯及其镶件分别如图 8 和图 9 所示。

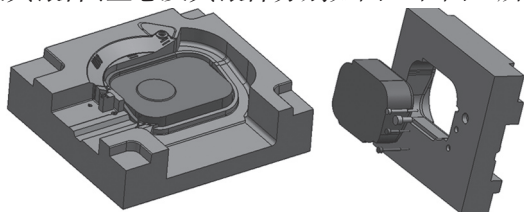


图 8 型腔及型腔镶件示意图

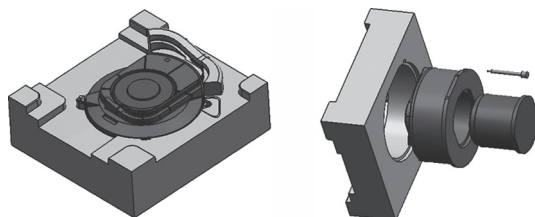
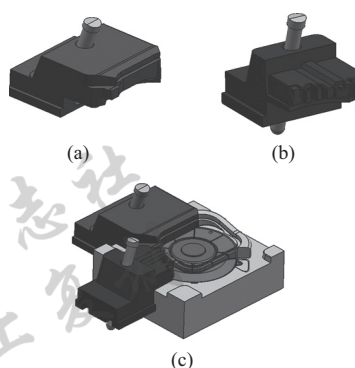


图 9 型芯及型芯镶件示意图

(3) 侧向分型抽芯机构的设计。

为使塑料件能够在脱模时顺利脱出,需要设计侧抽芯。设计中侧向分型与抽芯机构使用机械动力源,通过斜导柱作用实现侧向型芯的抽出和复位动作。图 10 为侧向分型机构示意图。

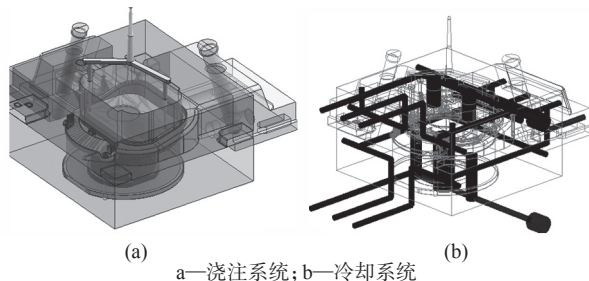


a—侧抽芯 1; b—侧抽芯 2; c—侧抽芯与型芯的装配

图 10 侧向分型机构示意图

(4) 浇注系统和冷却系统的设计。

根据 CAE 的分析方案设计模具的浇注系统和冷却系统,如图 11 所示。



a—浇注系统; b—冷却系统

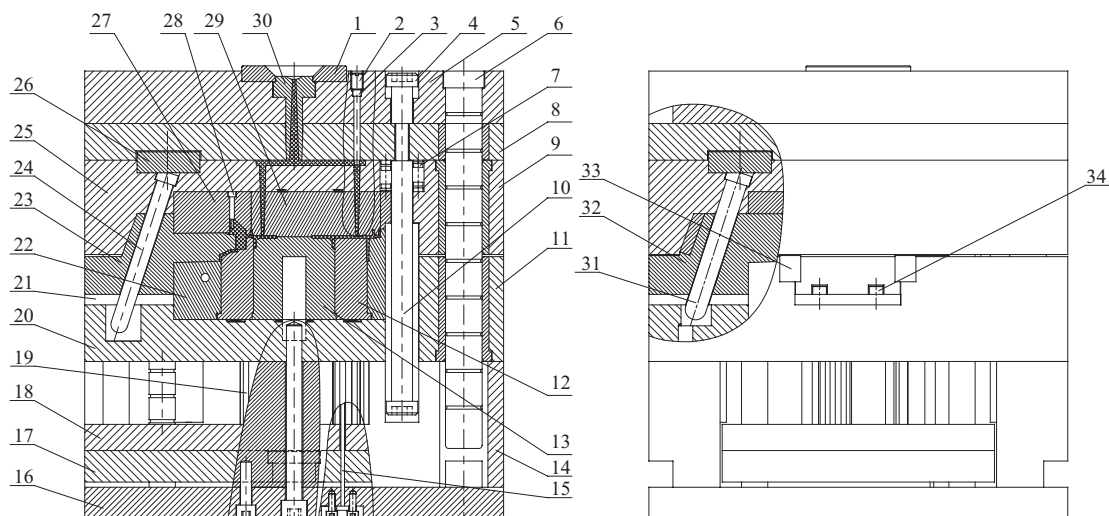
图 11 浇注系统和冷却系统示意图

4 模具系统的结构及组合形式

经过上述成型零件、浇注系统及冷却系统的设计后,吸尘器电机罩板的注塑模具的最终结构如图 12 所示。

5 模具型腔的数控加工

利用 UG 的加工模块对模型进行加工设计。在型腔模型上存在直角、窄槽,这些结构在加工中心上无法加工,所以考虑使用电加工的方式来完成,在进行加工前应该分析模型结构,并对模型加工进行电极设计^[10]。电机罩板电极设计如图 13 所示。



1—定位环;2—压紧螺钉;3—拉料杆;4,10—拉杆;5—定模座板;6—导柱;7—弹簧;8—卸料板;9,25—定模板;11,20—动模板;12,13—动模镶件;14—垫块;15—司通;16—动模座板;17—推板;18—推杆固定板;19—推杆;21—耐磨块;22—动模模块;23,32—行位;24,31—斜导柱;26,33—压板;27—定模模块;28,29—定模镶件;30—浇口套;34—内六角螺钉

图12 模具装配图

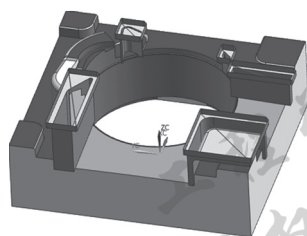


图13 型腔加工电极设计示意图

对型腔模型电极加工位置处进行局部修改后进入UG加工模块。设置数控加工的坐标系、工件、加工刀具等后根据数控加工工艺规程要求完成各工序加工设计。完成后利用UG软件所提供的加工仿真功能对加工过程进行仿真。在仿真过程中注意观察加工路线是否合理、加工刀路是否存在干涉,最终形成刀位数据。图14为型腔胶合面及镶件配合面的精加工刀路。

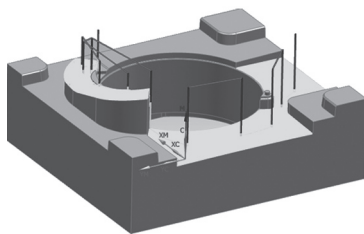


图14 型腔胶合面及镶件配合面的精加工刀路

6 结论

将CAD/CAE/CAM技术应用到模具设计和模具制造领域是专业发展的必然趋势。在模具设计过程中,借助CAE系统对模具系统结构、塑料件成

型过程、成型工艺等方面进行分析,选择最优结构和最优工艺。根据CAE分析后的优化结果,在CAD系统进行模具三维结构设计,最后借助CAM系统对模具中的主要零件进行数控加工设计。实践证明,应用CAD/CAE/CAM系统进行模具设计可以有效地提高设计的效率,降低设计中设计缺陷的发生率,从而缩短产品开发周期,降低产品的生产成本,提高产品的质量。

参考文献

- [1] 郝红艳. 基于CAD/CAE/CAM技术的按键注塑模具设计[J]. 塑料科技, 2008, 36(12): 66-70.
Hao Hongyan. Design of injection mold for button based on CAD/CAE/CAM[J]. Plastics Science and Technology, 2008, 36(12): 66-70.
- [2] 刘细芬, 张帆. CAD/CAE技术在注射模具设计中的应用[J]. 现代塑料加工应用, 2009, 21(4): 55-58.
Liu Xifen, Zhang Fan. Application of CAD/CAE technology to injection mould design[J]. Modern Plastics Processing and Applications, 2009, 21(4): 55-58.
- [3] 刘玲, 田龙, 蒋修宏. 基于Pro/E的塑料水龙头弧形抽芯模具设计[J]. 塑料科技, 2014, 42(2): 90-92.
Liu Ling, Tian Long, Jiang Xiuhong. Design on arc core-pulling mould for plastic tap based on Pro/E[J]. Plastics Science and Technology, 2014, 42(2): 90-92.
- [4] 李德群, 唐志玉. 中国模具设计大典[M]. 南昌: 江西科学技术出版社, 2003.
Li Dequn, Tang Zhiyu. China die & mould design canon[M].

- Nanchang: Jiangxi Science and Technology Press, 2003.
- [5] 姜羨,赵明娟,陈炳辉,等. Moldflow 在注塑模浇口优化设计中的应用 [J]. 塑料, 2010, 39(4): 15-17.
- Jiang Xian, Zhao Mingjuan, Chen Binghui, et al. Application of moldflow in optimized design of injection molding gates [J]. Plastics, 2010, 39(4): 15-17.
- [6] 赖鹏,彭响方,陈己明. Moldflow 冷却分析在注塑模中的应用 [J]. 塑料工业, 2007, 35(6): 29-31.
- Lai Peng, Peng Xiangfang, Chen Jiming. Application of Moldflow (MPI/Cool) in injection molding [J]. China Plastics Industry, 2007, 35(6): 29-31.
- [7] 潘柏松,龚惠玲,刘红. 基于正交实验法的注塑工艺多目标优化设计 [J]. 浙江工业大学学报, 2007, 35(3): 308-312.
- Pan Baisong, Gong Huiling, Liu Hong. Optimized design of the injection molding process for multi-object based on orthogonal experimental method [J]. Journal of Zhejiang University of Technology, 2007, 35(3): 308-312.
- [8] 吴梦陵,张琰. 基于正交法的汽车前罩板注塑工艺参数优化研究 [J]. 塑料, 2009, 38(1): 5-8.
- Wu Mengling, Zhang Long. Parameter optimization for the automobile hood in injection molding based on orthogonal method [J]. Plastics, 2009, 38(1): 5-8.
- [9] 王蕾,熊毅. 电话机面壳注射模具 CAD/CAE/CAM 关键技术研究 [J]. 新技术新工艺, 2014(2): 86-89.
- Wang Lei, Xiong Yi. Research on the key technology of CAD/CAE/CAM with telephone panel injection mold [J]. New Technology & New Process, 2014(2): 86-89.
- [10] 蒲奎,王义林. 基于 UG 的注射模电极自动化设计 [J]. 模具制造, 2010(12): 57-60.
- Pu Kui, Wang Yilin. Automatic design of injection mold electrode based on UG [J]. Die & Mould Manufacture, 2010(12): 57-60.

初创公司回收废旧塑料制新机,尽情玩转 3D 打印

近日,加拿大多伦多的初创公司 Re De Tec 带着一款集拉线机与粉碎机于一体的桌面设备 Proto Cyclor 在众筹平台 Indiegogo 上发起了众筹活动。其开发者解释说:“Proto Cyclor 是一台能够将回收废旧塑料转化为有价值的 3D 打印线材的机器,使用起来安全、快速、轻松!它配有一个内置的粉碎机,智能化电脑控制,经过安全认证,可实时反馈线材直径,所以任何人都可以很容易地制造出自己的线材。”

开发团队希望该机器能够让使用者完全抛开打印失败材料报废的担心,充分发挥自己的创意和探索精神。也就是说,用户可以尽情地玩 3D 打印而不用担心材料,因为打印完的东西还能回炉重新打。

因此,回收功能是这款机器的一大特色。您只需把打废了的材料投入粉碎机,然后开动机器,Proto Cyclor 就会以令人印象深刻的每分钟 10 英尺的速度为您吐出一卷卷的线材,而且是您喜欢的颜色。大约两个小时内即可制成 1 公斤可用的 3D 打印线材,无需花费您一分钱。这款机器目前只支持 ABS 和 PLA 两种材料,而且据开发团队称,实际上如果您把它切换到手动模式,它能粉碎和挤出任何非毒性的热塑性材料。

当然,除了回收功能之外,Proto Cyclor 还可以充当一款普通的拉线机,您只需投入塑料颗粒即可在几个小时之内生成经济实惠的线材。

据天工社了解,开发团队还专门为这款机器开发了专有技术 Mix Flow,以确保获得均匀一致的线材,而且在速度和效率方面超越其它所有的桌面式拉线机。但 Proto Cyclor 的功能远不止这些——它还有按键式自动化控制、分布式卷线和实时反馈直径等实用功能。而且这款机器开箱即可使用。

(工程塑料网)

武汉纺大 3D 打印材料研究所挂牌

近日,武汉纺织大学与东莞智维立体成型股份有限公司

联合成立的武汉纺织大学 3D 打印材料研究所在武汉正式挂牌。该所计划对已研制成功的可供 3D 打印的光固化树脂、光固化蜡材料进行市场化开发,助推我国 3D 打印技术在手工制模、人像打印等商用领域的普及。

据该项目负责人、“楚天学者”包海峰教授介绍,研究所成员由武汉纺织大学材料学院、纺织学院和化工学院共 10 余位海归教授、博士组成。此前,研究所成员包海峰教授凭借独创的树脂增韧增强技术,已开发出适用于 3D 打印的光固化蜡和高性能光固化树脂材料。

武汉纺织大学副校长姜明华教授表示,研究所的优势在于整合多学科资源,通过对纺织纤维进行材料改性,合成出多种可供 3D 打印的新材料。以光固化树脂为例,研究所采用纳米增韧剂和芳纶短纤维、浆粕增强剂改性丙烯酸酯类树脂,使固化后的复合材料具有低收缩率、高精度和优异的力学性能等优点。据了解,该技术还明显拉低了产品成本,价格仅相当于国际同类产品的 1/3。

为实现产学研结合,目前该研究所正与一家 3D 打印企业联合建设年产 500 t 3D 打印用树脂生产线。下一步,该研究所还将涉足尼龙粉末、塑料、金属粉末、陶瓷等 3D 打印材料的多个领域。

(工程塑料网)

四川改性 MCA 阻燃母粒通过专家鉴定

三聚氰胺氰尿酸盐(MCA)是一种含氮的无卤环保型 MCA 阻燃母粒,具有经济、高效、电性能和力学性能优异、不变色、低烟、低腐蚀性、低毒等优点,对使用者安全,与相容性好,并具有良好的热稳定性,非常适宜材料加工。

不久前,成都玉龙化工有限公司承担的分子复合改性 MCA 阻燃母粒制备技术及应用项目在成都通过四川省科技厅组织的专家鉴定。鉴定委员会一致认为:该项目创新性强,取得了多项自主知识产权,整体技术达到国际先进水平,同意通过科技成果鉴定。同时建议该公司应进一步扩大应用领域,推动相关行业的技术进步。

(中国聚合物网)