

变温条件下木塑原材料与金属滑动摩擦系数的测定与分析

涂文敏 唐 跃 戴永平

(青岛科技大学机电工程学院, 青岛 266061)

摘要 利用滑动摩擦系数测定装置测定了木塑复合材料常用物料——聚丙烯(PP)粒料、聚氯乙烯(PVC)粉料、木粉,以及不同质量比的PVC/木粉混合物在Q235钢板和不锈钢板上不同温度时的滑动摩擦角,计算出了相应的摩擦系数,分析了温度对塑料-金属的摩擦系数的影响。结果表明,PP粒料的摩擦系数小于PVC和木粉的摩擦系数;温度对PP粒料的摩擦系数影响较小,对PVC粉料摩擦系数的影响较大;PP粒料在不锈钢板上的摩擦系数小于其在Q235钢板上的, PVC粉料则与之相反,木粉在两种钢板上的摩擦系数相差不大。确定了物料维持滑动摩擦的最高温度和对物料及不同质量比的PVC/木粉混合物进行干燥输送时的最佳温度范围。

关键词 木塑复合材料 变温 滑动摩擦角 摩擦系数

木塑复合材料是指采用植物纤维和热塑性塑料(含回收料),经混炼加工制成的新型绿色环保材料,在当今提倡低碳经济发展模式下表现出巨大的潜力和活力。研究木塑复合材料的加工工艺具有重要经济意义和社会意义。物料的输送及混炼是木塑复合材料加工中非常重要的工序,影响着木塑制品的生产效率和质量,其主要通过机械作用特别是摩擦作用实现的。因此,利用螺杆挤出机生产木塑制品时,被加工物料与金属之间的摩擦系数是喂料斗、螺杆和机筒设计,以及加工工艺设计非常重要的参数。由于挤出机料斗等材料大多采用Q235钢和不锈钢,因而笔者利用自行设计的变温摩擦系数测定装置,测定不同温度下木塑复合材料常用的几种树脂及木粉与这两种金属板间的摩擦系数,了解这些物料与金属之间在变温条件下的摩擦特性,为木塑制品生产设备的研究及摩擦理论研究提供一定的借鉴。

1 实验部分

1.1 主要原材料

聚丙烯(PP):7726,粒料,中国石化北京燕化石油化工股份有限公司;

聚氯乙烯(PVC):S-1000,粉料,中国石化齐鲁石化股份有限公司;

木粉:自制。

1.2 摩擦系数的测定

在一定温度下,将被测物料放置于被测钢板上,并使钢板处于水平位置,当物料温度升至预先设定好的温度时,让钢板缓慢转动升起,依次记录物料初始滑动摩擦角、绝大部分物料滑动摩擦角、全部物料滑动摩擦角。为保证数据的可靠性,同一温度实验

3次,记录下每次的数据,数据处理时取其平均数值,即为该温度下物料的滑动摩擦角。然后逐渐升高温度,重复试验。最后对数据进行处理,求得角度的正切值即得到该温度下物料与钢板之间的滑动摩擦系数。

物料随着钢板升起在钢板上的滑动摩擦分为3个阶段:第1阶段,钢板最前端的物料开始下滑,此时记录的钢板升起角即为物料初始滑动摩擦角,因下滑物料量很少,并且由于在最前端而比较松散,所以不能代表物料整体的滑动摩擦特性,但对物料输送角度的确定及设计的改进有重要研究意义;第2阶段,在最前端物料下滑后,绝大部分物料开始下滑,但还有残留在边界的物料尚未下滑,此时记录的钢板升起角即为绝大部分物料滑动摩擦角,由于其下滑特性能够代表物料整体下滑特性^[1],其滑动摩擦也可称为整体滑动摩擦;第3阶段,最后残留在边界的物料也开始下滑,此时记录的钢板升起角即为全部物料滑动摩擦角,其不能代表物料整体的滑动摩擦角度。为此,笔者重点记录了物料初始滑动摩擦及整体滑动摩擦时的摩擦系数。

2 结果与讨论

2.1 被测物料与Q235钢板之间在变温条件下的滑动摩擦特性分析

PP粒料、PVC粉料、木粉与Q235钢板间的初始滑动及整体滑动时的摩擦系数 f_1 、 f_2 随温度 T 的变化曲线如图1所示。从图1a可以看出:①PP粒料、PVC粉料和木粉的 f_1 相差较大,PP粒料的 f_1 比粉料的 f_1 低得多。②PP粒料的 f_1 随 T 升高而变化

的范围较小,大体规律是其 f_1 随 T 的升高先降低后增加, T 为 80°C 时PP粒料的 f_1 最低,为0.267。③PVC与木粉两种粉料的 f_1 随 T 升高变化规律不同,PVC粉料的 f_1 刚开始增加缓慢,到 60°C 以后增幅变大;木粉 f_1 先降低后增加最后保持平稳, 50°C 时 f_1 最小,为0.499。

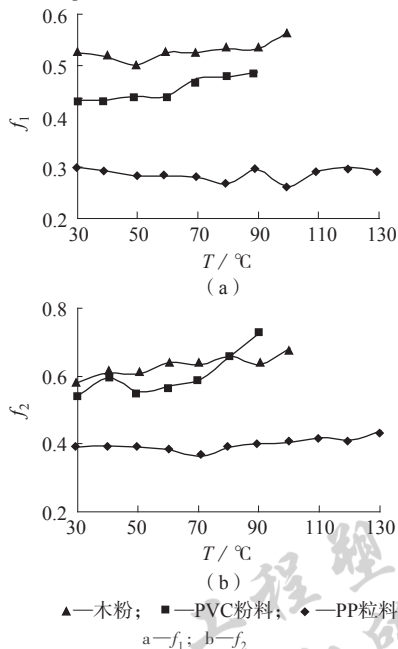


图1 被测物料与Q235钢板之间的 f_1 、 f_2 随 T 的变化曲线

其原因主要为,①PP粒料为圆柱状颗粒,下滑过程中存在滚动摩擦,从降低PP粒料下滑时的 f_1 。②温度升高加速物料中的水分蒸发,物料水分的减少将减弱物料对钢板的吸附^[2],从而降低物料的 f_1 ,由于PP粒料总表面积相对粉料小得多,对水分的吸收也就较少,对 f_1 影响幅度不大,而且水分大量蒸发后,物料尚未软化,此时物料对钢板的吸附和粘性最弱, f_1 最小。③PVC吸水性特别弱,且与钢板的吸附性弱,软化点低^[3],因而当 T 从 30°C 升高到 60°C 时 f_1 变化不是很大, T 高于 60°C 时PVC粉料开始软化,粉料粒子之间的粘性及其与钢板之间的粘性升高, f_1 随之增加。④随 T 升高木粉中的水分减少,与钢板的吸附性减弱, f_1 降低, T 高于 50°C 后,木粉粒子热胀,纤维链伸展,升高粒子间的摩擦力,使木粉 f_1 稍有增加。

从图1b可以看出,各物料的 f_2 相对 f_1 都有所升高,随 T 升高变化规律与 f_1 大体相同,其不同点主要是:①PP粒料在 T 为 70°C 时 f_2 最小,其值为0.364。②PVC粉料的 f_2 在 T 为 40°C 时升高,然后又回归到如图1的变化趋势。③木粉的 f_2 随 T 升

高而逐渐增加。④PVC粉料与木粉的 f_2 比较接近。

2.2 被测物料与不锈钢板之间在变温条件下的滑动摩擦特性分析

PP粒料、PVC粉料和木粉与不锈钢板间的初始滑动及整体滑动时的摩擦系数 f_3 、 f_4 随温度 T 的变化曲线如图2所示。

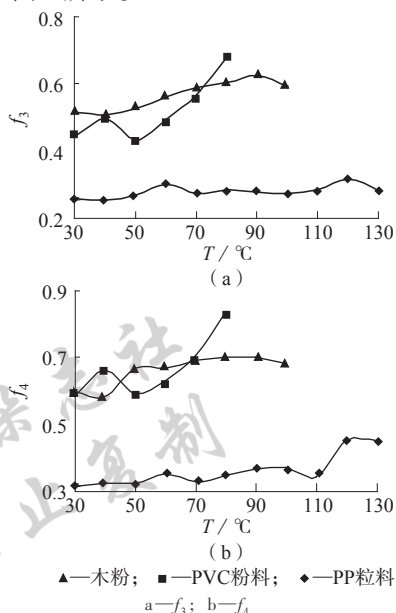


图2 被测物料与不锈钢板之间的 f_3 、 f_4 随 T 的变化曲线

从图2可以看出,①PP粒料、PVC粉料和木粉在不锈钢板上的滑动摩擦系数随 T 的变化与其在Q235板上随 T 升高的变化趋势大致相同。② T 为 40°C PP粒料初始下滑时 f_3 最小,为0.255, T 为 70°C PP粒料整体下滑时 f_4 最小,为0.328,因此可以得出PP粒料与不锈钢间在 $40\sim 70^{\circ}\text{C}$ 温度范围内的摩擦系数最小。③PP粒料、PVC粉料在 T 趋于熔点时,其摩擦系数均升高^[4]。④PVC粉料的摩擦系数在 T 为 40°C 时升高,随后降低,而后又随 T 的升高逐渐增加,且增幅较大。这说明温度对PVC粉料的滑动摩擦性能有重大影响, 40°C 时PVC粉料的性能有较大的改变。⑤木粉的摩擦系数在温度为 $30\sim 40^{\circ}\text{C}$ 时有所下降,在 T 高于 40°C 后随 T 升高而稍有增加。⑥综合考虑,PP粒料在不锈钢板上的摩擦系数比其在Q235钢板上的小,PVC粉料在不锈钢板上的摩擦系数比其在Q235钢板上的大。

2.3 PP、PVC与金属板间保持滑动的最高温度 $T_{\max}$

若温度超过某一值,物料将与钢板相粘,具体表现为摩擦系数急剧升高,物料将不能在钢板上进行滑动,此温度即为保持滑动摩擦的最高温度 $T_{\max}$ 。因此,在对木塑材料用原材料进行单独干燥或干燥、

输送同时进行时, 温度应保持在 $T_{\max}$ 以下, 否则将不能顺利输送。由上述变温条件下摩擦系数变化的曲线可以得出 PP、PVC 与 Q235 钢板和不锈钢板之间保持滑动的 $T_{\max}$, 如表 1 所示。

表 1 PP、PVC 与 Q235 和不锈钢板间保持滑动的 $T_{\max}$ /℃		
项 目	PP 粒料	PVC 粉料
Q235 钢板	140	90
不锈钢板	130	80

2.4 PVC/木粉混合物与两钢板之间在变温条件下的滑动摩擦特性分析

由于 PP 粒料颗粒较大, 与木粉混合后 PP 颗粒自行沉到混合物底部, 使得混合物组分严重不均匀, 因此仅对 PVC/木粉混合物与两钢板之间在变温条件下的整体滑动摩擦特性进行了研究, 如图 3 所示。

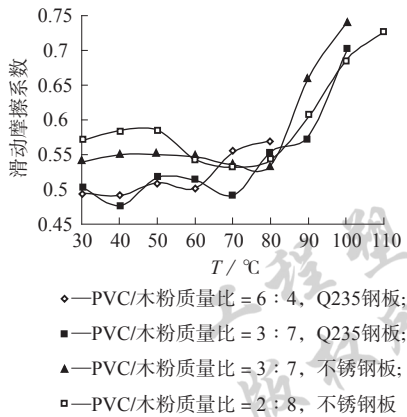


图3 PVC/木粉混合物与两钢板之间的摩擦系数随 T 的变化曲线

由图 5 可得出: ①对于 Q235 钢板, 质量比为 6 : 4 的 PVC/木粉混合物的摩擦系数随 T 升高的变化规律与 PVC 相似, 其随 T 的升高而逐渐增加, T 高于 60℃ 增幅变大; 质量比为 3 : 7 的 PVC/木粉混合物的摩擦系数在 T 低于 70℃ 时随 T 升高呈波动变化, T 高于 70℃ 后急剧增加。②对于不锈钢板, 质量比分别为 3 : 7 和 2 : 8 的 PVC/木粉混合物的摩擦系数随 T 升高的变化规律相似, 都是先稍有增加而后再降低, 最后再大幅度增加; 两种比例的混合物的摩擦系数最低时的 T 依次分别是 70 ~ 80℃ 和 70℃。③4 种情况下物料的摩擦系数在 T 低于 80℃ 时都比木粉

和 PVC 各自的摩擦系数小。其原因主要是木粉粒子表面粗糙, 木粉粒子之间存在大量的空隙, 木粉与 PVC 混合使 PVC 粉末进入到木粉疏松的空隙之中, 增加物料的致密度, 使摩擦系数降低。④质量比依次为 6 : 4、3 : 7、2 : 8 的 PVC/木粉混合物保持滑动摩擦的最高温度 $T_{\max}$ 依次是 80、100、110℃。

2.5 物料输送最佳温度区

实验表明, 摩擦系数越小, 料斗中的物料越容易进入到喂料口, 因此以摩擦系数较小时的温度区作为 PP、PVC、木粉及 PVC/木粉混合物进入挤出机前在料斗中干燥、输送的最佳温度区, 通过上述实验可以得到这些最佳温度区, 如表 2 所示。

表 2 PP、PVC、木粉及 PVC/木粉混合物的输送最佳温度区 /℃						
物料	PP 粒料	PVC 粉料	木粉	PVC/木粉		
				6 : 4	3 : 7	2 : 8
最佳温度区	40 ~ 80	50 ~ 60	40 ~ 50	40 ~ 60	60 ~ 80	70 ~ 80

3 结论

(1) PP 粒料的摩擦系数小于 PVC 和木粉的摩擦系数, PP 粒料的摩擦系数随温度升高变化不大, 当温度达到 PP 粒料的软化点时才开始增加; PVC 粉料的摩擦系数随温度升高变化较大, 主要原因是其软化特性受温度升高的影响较大。

(2) PP 粒料在不锈钢板上的摩擦系数小于 Q235 钢板, PVC 粉料则与之相反, 木粉在两种钢板上的摩擦系数相差不大。

(3) 获得了 PP、PVC 与 Q235 和不锈钢之间保持滑动特性的最高温度, 以及物料在料斗中输送的最佳温度区, 可为木塑材料的加工提供一定的借鉴。

参考文献

[1] 唐跃, 庞业良. 木塑原材料摩擦系数的测定及其对挤出加工的影响[J]. 工程塑料应用, 2010, 38(7): 54-56.

[2] 蒋永涛. 温度对两种木塑复合材料的影响[J]. 林业机械与木工设备, 2008, 37(3): 24-27.

[3] 潘祖仁, 邱文豹, 王贵恒. 塑料工业手册: 聚氯乙烯[M]. 北京: 化学工业出版社, 1999: 275-279.

[4] 贝尔德 D G, 科利斯 D I. 聚合物加工设计与原理[M]. 西鹏, 等, 译. 北京: 化学工业出版社, 2003: 213-216.

THE MEASUREMENT AND ANALYSIS OF SLIDING FRICTION COEFFICIENT BETWEEN WPC RAW MATERIALS AND METAL IN THE CONDITION OF CHANGING TEMPERATURE

Tu Wenmin, Tang Yue, Dai Yongping

(College of Electromechanical Engineering, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China)

ABSTRACT The measuring equipment of the sliding friction coefficient in the condition of changing temperature was used to measure the sliding friction angles of the raw materials in common use of wood plastic composite(WPC) such as PP granule, PVC powder, wood flour and the mixture of PVC and wood flours with different mass ratio on the Q235 steel plate and stainless steel plate in var-

able temperature, the friction coefficients of the corresponding raw materials were calculated and the effect of temperature on the friction between plastic and metal was analyzed. The results indicated that the friction coefficient of PP granule was smaller than the friction coefficient of PVC powder and wood flour. The effect of temperature on the friction coefficient of PP granule was little and the effect of temperature on the friction coefficient of PVC powder was great. The friction coefficient of PP granule on stainless steel plate was smaller than that on Q235 steel plate and the friction coefficient of PVC powder on steel plate was reverse, the friction coefficient discrepancy of wood flour on the two steel plates was slight. The highest temperature of the raw materials maintaining sliding friction and the best range of temperature to dry and convey the raw materials and the mixture of PVC and wood flours with different mass ratio were confirmed.

KEYWORDS wood plastic composite, changing temperature, slip friction angle, friction coefficient

广东塑料制品产量超日本欧洲

日前,在2011国际橡塑展广州新闻发布会上,广东省塑料工业协会会长符岸透露相关最新统计数据时称,广东已成为全国最大的塑料工业省份,塑料制品产量规模已超日本及欧洲发达国家。

据统计,2010年,广东省塑料制品总产量1331万t,总产值3341亿元,规模以上企业4409家,出口交货值978亿元。(全球塑胶网)

华仕达建设国内最大手提式塑料挤出焊机生产基地

日前,青岛华仕达机器有限公司年产5000台手提式塑料挤出焊机、30万套塑料电热熔套生产基地正式开工建设,预计年底将全面投产。该项目采用华仕达具有自主知识产权的特种手提式塑料挤出焊机生产技术,总投资8千多万元,是目前国内在建的规模最大的手提式塑料挤出焊机、塑料电热熔套建设生产项目。

据了解,手提式塑料挤出焊机和塑料电热熔管件(电热熔带、电热熔套、热收缩带、热收缩套)是青岛华仕达机器公司的拳头产品,在国内最早通过了专家鉴定,获得多项国家专利。该手提式塑料挤出焊机具有挤出速度快,产量高,每小时可达3kg,是目前行业内最快的塑料挤出焊机。挤出稳定可靠,预热风与螺杆挤出系统一体化设计,塑化质量好,模具设计流畅无阻,无死角碳化现象,可满足长时间不间断运行。该机器质轻,仅4.9kg,设计精巧,符合人体功能学原理,便于使用者操作,极大减轻了作业者的劳动强度等诸多优点,深受国内外用户欢迎。

近年来,青岛华仕达通过持续不断的改进升级和结构调整,逐步实现了手提式塑料挤出焊机的专业化生产、塑料电热熔管件(电热熔带、电热熔套、热收缩带、热收缩套)系列化分工、专业化、系列化、功能化发展,形成了具有自主知识产权的专有技术和特殊产品,共有包括一步法热收缩带生产线、电热熔套管件生产线、塑料板材生产线、塑料片材生产线、一模四腔高速PVC电工套管生产线、PE燃气/供水管道生产线等塑料挤出设备在内的四大类30多个品种,产品质量居全国同行前列,已拥有30多项专有技术和26项专利技术。(工程塑料网)

Bioserie 公司推出生物塑料基 iPhone 4 外壳

香港 Bioserie 公司已推出其最新由生物塑料制成的

iPhone 外壳系列。该公司推出了14种不同设计的滑入式护套,仅重11.3g。iPhone4系列生物塑料基外壳由瑞典 Beck-erIndustrial Coatings 公司旗下的 Consumer Design Finishes 公司负责印制,希望达到具有最高清晰图像,且能长时间保持定制印花设计的效果。(塑橡周刊)

巴斯夫展出汽车轻量化复合材料

巴斯夫公司于2011年3月在巴黎举办的‘JEC 复合材料展’上展示了新型聚氨酯(PUR)和环氧树脂(EP)汽车轻量化结构复合材料系统。

随着复合材料成为越来越重要的结构组件,特别是在汽车轻量化设计中,巴斯夫提出了EP和PUR为基础的新解决方案,品牌分别是Baxxodur和Elastolit 001。这两种系统都有类似的功能标准,可单独选择,以配合客户的应用条件和要求。(PUWORLD)

TESLIN 生物可降解基材为用户提供“绿色选择”

PPG 工业公司推出了环保型 TESLIN(R) 生物可降解基材,为生产商与企业满足不断增长的“绿色”性能要求提供了便利条件。除了标准 Teslin 产品所具备的耐久性、适印性与内在安全性外,该种合成材料还能进行安全降解。

在第三方实验室按 ASTM D5511 测试时,此类基材被置于存在侵蚀聚合物的微生物的厌氧(无氧)环境中,可以分解成二氧化碳和水等产物。此类试验条件类似于多数垃圾填埋场环境。

“根据这项第三方测试,我们的客户可以确信这种型号的 Teslin 基材只会在他们认为必要的时候才会降解。”PPG 公司 Teslin 合成材料业务总监 Diane Kappas 说。TESLIN 生物可降解基材同样可以为我们的客户提供同系列产品所具备的、出色的耐久性、安全性以及适印性。”

TESLIN 生物可降解基材无需经过任何特殊处理或加工。与标准 Teslin 合成材料一样,该项新产品有多种厚度可供选择,可应用于制作会员卡及地图、菜单、标签与商标等特种印刷品。此前,一会员卡制造商曾因采用 Teslin 生物可降解基材制作门卡而获得国际制卡商协会颁发的 élan 大奖。

Teslin 基材是一种具有众多出色特质的微孔合成材料,广泛应用于多种场合,是卡片、特种印刷品、模内图形、标签、商标制作的首选材料。此外,其还适用于电子护照及无线射频识别(RFID)卡及标签等技术密集型领域。(PPG 中国)