

双螺杆挤出机电气控制系统

The Electric Control System in Dual Screw Extruder

(上海亚泰仪表有限公司) 林玲芬

摘要: 挤出机控制系统的主要作用, 是在挤出过程中实现对螺杆转速、机筒温度和熔体压力等工艺参数的控制。

关键词: 双螺杆挤出机; 电气控制系统

Abstract: The major function of extruder control system is to realize process parameter control such as screw speed, machine barrel temperature and flux pressure during extrusion.

Key Words: Dual screw extruder; Electric control system

1 引言

挤出机由于三大合成材料之一的塑料问世以来得到迅猛发展。以塑代钢、以塑代有色金属、以塑代水泥等, 被广泛地应用于农业、建材、包装、机械、电子、汽车、家电、石化、国防、挤出机以及人们的日常生活等各个领域。塑料已是人类活动的最主要的原料之一。由于挤出成型是塑料加工的最主要的形式, 因此发展塑料挤出成型技术与设备具有重要意义。

双螺杆挤出机是塑胶加工机械中的一种重要设备, 它已不仅仅适用于高分子材料的挤出成型和混炼加工, 它的用途已拓宽到食品、饲料、电极、炸药、建材、包装、纸浆、陶瓷等领域。挤出机高速, 高产, 可使投资者以较低的投入获得较大的产出和高额的回报。但是, 挤出机螺杆转速高速化也带来了一系列需要克服的难点: 如物料在螺杆内停留时间减少会导致物料混炼塑化不均, 物料经受过度剪切可能造成物料急骤升温 and 热分解, 挤出稳定性控制困难会造成挤出物几何尺寸波动, 相关的辅助装置和控制系统的精度必须提高, 螺杆与机筒的磨损加剧需要采用高耐磨及超高耐磨材质, 减速器与轴承在高速运转的情况下如何提高其寿命等问题都需要解决。

从整体上说, 双螺杆挤出理论的研究尚处于初始阶段, 这就是所说的“技艺多于科学”。挤出机工作过程的电气自动化控制也在不断发展, 传统的电气控制都是分别采用单机自动化仪表实现的, 如今已发展到采用人机界面技术、计算机技术、变频技术等构成的触摸屏、PLC、温度控制模块、变频调速等组成的电气控制系统。

2 挤出机的构成

挤出机主要由螺杆、机筒、加热冷却系统、传动系统和控制系统等组成(如图1所示)。

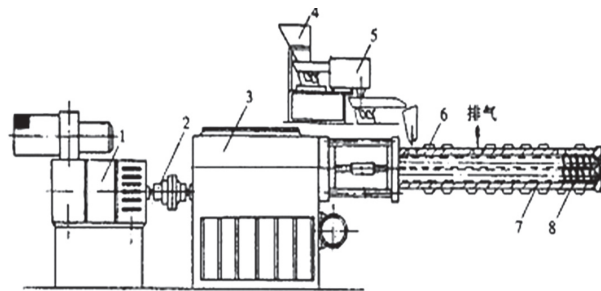


图1 双螺杆挤出机示意图

1—主机 2—连接器 3—减速器 4—料斗
5—加料器 6—加热器 7—料筒 8—螺杆

2.1 螺杆和机筒

螺杆是塑料机设备中最重要的零部件, 它直接关系到塑料机塑化效果和产量。螺杆在料筒内旋转工作是在高温、高压大扭矩下进行的, 由于它要在转动中强力推动物料前移, 同时, 它本身还要承受强大的摩擦力和塑料分解腐蚀气体的侵蚀, 因而螺杆的材料必须具有很高的力学强度、承受巨大的扭矩和高温高压条件下不变形的性能。

螺杆在旋转过程中, 主要靠螺棱对塑料进行剪切塑化, 并推动塑料前移, 因而螺棱承受巨大的剪切应力和摩擦力, 由于长期在苛刻条件下工作, 螺棱磨损, 螺棱变小, 同料筒的间

隙增大,导致塑料挤出量降低,严重时会产生塑料回流,且塑化效果降低,出现晶粒和产能严重下降的现象。

熔融挤出的过程是将预混合好的物料从加料口进入挤出机机筒,经机筒第一段为加料段,物料在此阶段不会熔融,随螺杆传动,物料被带入第二段为压缩段,该段为加热阶段,物料开始熔融,物料间的摩擦力增加,形成高粘体,继续随螺杆传动进入高剪切的第三段为均化段,使它很有效分离颜料聚集体,达到充分分散的目的。目前,应用于粉末涂料中使用的挤出机设备有双螺杆挤出机、单螺杆挤出机和星型螺杆挤出机等,虽然挤出机的类型、内部构造各不相同,但是设计目的是是一致的,即最大限度的使物料均匀分散,因此挤出机的好坏直接决定物料的分散程度。

螺杆泵的工作原理:螺杆绕本身的轴线旋转的同时沿衬套内表面滚动,形成了密封的腔室。螺杆每转一周,密封腔内的液体向前推进一个螺距,随着螺杆的连续转动,液体螺旋形方式从一个密封腔压向另一个密封腔,最后挤出泵体。

2.2 加热冷却系统

挤出机的加热冷却系统是为了保证挤出机能够正常运转,以及保持挤出机有稳定的工艺温度。挤出机中机筒的加热是为了使机筒受热达到一定的温度,冷却是为了使高温机筒把温度降下来。在挤出机挤塑料生产过程中,机筒上有加热和冷却装置交替工作,则使机筒工作时温度恒定在一个挤出塑料化需要的工艺温度范围内,保证了挤出机正常挤塑制品成型生产的顺利进行。塑料的熔融主要依靠机筒的热传导,所以挤出机必须要有足够的加热装置功率。机筒的加热方式可采用电阻加热、电感应加热或者用载热体加热。加热的控制有位式控制和比例控制。位式控制比较简单,是开关控制,总是全功率加热或者切断,温度波动大。比例控制是按照实际温度和设定温度差来自动选择加热功率,因此热惯性比较小,温度波动小。

机筒的冷却方式可以采用风冷和水冷,风冷方法是用电动风机来吹机筒需要降温的部位,让冷风带走机筒部分热量,以达到机筒降温目的。风冷机筒的特点是机筒降温的速度缓慢。机筒采用循环水冷却降温的速度较快,但长时间使用容易结垢堵塞,因此若要使用水冷方式,应该选用处理过的软化水。

2.3 传动系统

挤出机的传动系统要为挤出机提供螺杆运转动力,为了满足工艺要求,对挤出机的动力应有以下几个要求:

- (1) 螺杆能够有足够的转矩;
- (2) 螺杆能够从低速起动,然后调至所需要的转速,并且应该是恒转矩状态;
- (3) 运转平稳,转速不波动。

2.3.1 主机

一台挤出机主机由挤压、传动、加热冷却三部分系统组成。

- 挤压系统主要由螺杆和机筒组成,是挤出机的关键部分;
- 传动系统中起作用驱动螺杆,要保证螺杆在工作过程中具备所需要的扭矩和转速;
- 加热冷却系统主要来保证物料和挤压系统在成型加工中的温度控制。

2.3.2 辅机

挤出设备的辅机的组成根据制品的种类而定。一般说来,辅机由剂透定型装置、冷却装置、牵引装置、切割装置以及制品的卷取或堆放装置等部分组成。

2.4 控制系统

挤出机控制系统的主要作用,是在挤出过程中实现对螺杆转速、机筒温度和熔体压力等工艺参数的控制。目前,以仪表控制系统、PLC控制系统为主要选择。两者的功能分别为:温度控制中仪表控制系统可以实现开关两控制,也可以采用智能仪表实现简单比率控制,而PLC控制系统可以通过模拟量通信实现PID(比率-积分-微分控制)控制;前者压力控制显示熔体压力,而后者显示熔体压力并实现闭环控制;前者的测试功能只有显示功能,而后者可以实现测试单元的串口通信。挤出机的控制系统主要由电气、仪表和执行机构组成,其主要作用为:

- (1) 控制主、辅机的拖动电机,满足工艺要求所需的转速和功率,并保证主、辅机能协调地运行。
- (2) 控制主、辅机的温度、压力、流量和制品的质量。
- (3) 实现整个机组的自动控制。
- (4) 进行数据的采集和处理,实现闭环控制。

2.5 双螺杆挤出机的主要技术参数

(1) 螺杆公称直径。螺杆公称直径是指螺杆外径,单位为mm。对于变直径(或锥形)螺杆而言,螺杆直径是一个变值,一般用最小直径和最大直径表示如:65/130。双螺杆的直径越大,表征机器的加工能力越大。

(2) 螺杆的长径比。螺杆的长径比是指螺杆的有效长度与外径之比。一般整体式双螺杆挤出机的长径比是在7~18之间。对于组合式双螺杆挤出机,长径比是可变的。从发展看,长径比有逐步加大的趋势。

(3) 螺杆的转向。螺杆的转向有同向和异向之分。一般同向旋转的双螺杆挤出机多用于混料,异向旋转的挤出机多用于挤出制品。

(4) 螺杆的转速范围。螺杆的转速范围是指螺杆的最低

案例 | CASE

转速到最高转速（允许值）间的范围。同向旋转的双螺杆挤出机可以高速旋转，异向旋转的挤出机一般转速仅在0-40r/min。

（5）驱动功率。驱动功率是指驱动螺杆的电动机功率，单位为kw。

（6）产量。产量指每小时物料的挤出量，单位为kg/h。

2.6 双螺杆挤出机的工艺原理

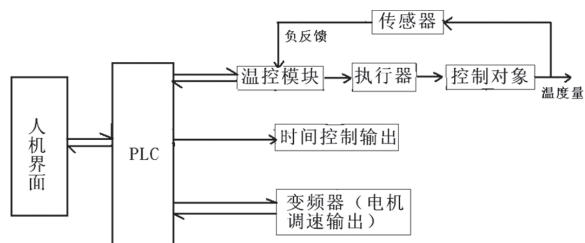
2.6.1 双螺杆挤出机的控制启动步序

（1）接通电源。按工艺把温控仪表调到一定的温度进行加热，等到温度到了以后，要保温3小时对料筒里的物料进行软化，然后把温控仪表调到工艺要求的温度进行控制。

（2）开启主机。在开启主机时要注意电机的电流大小，如果电流过大，这时不能将速度调上去，要检查料筒里的物料是否被软化，或挤出机有没有故障，一定要等到正常后，将速度调到制品所需要用的转速进行生产。

（3）开启辅机。喂料机、牵引机、切割机。

3 挤出机的系统框图



其工作过程为：把触摸屏中的设定值通过通信线路传输到PLC，同时机筒和模头上的当前温度通过热电偶传送到温控模块进行处理，再由温控模块传送到PLC中。当温度值与设定值在PLC中进行数值比较后，如果当前值低于设定值，PLC就发出指令使PLC内部相应的热电器得电工作，并使接触器得电工作。由于接触器的闭合通电，使得加热器通电加热。在加热过程中，热电偶不断地把当前温度传送到温控模块，温控模块也不断地把数值传送到PLC中进行数值比较。经过一段时间的加热后，如果当前温度值高于设定值，PLC就发出指令，使得PLC内部的继电器、接触器失电不工作。由于接触器的断开，使得加热器断电不加热。对有冷却风机的，PLC同时发出指令使PLC内部相应的继电器得电工作，使风机通电工作。通过风机冷却，把机筒的当前温度降低。当机筒温度达到设定值以后，PLC发出指令，使内部继电器失电不工作，并使中间继电器线

圈失电不工作。由于中间继电器断开，使冷却风机断电停止工作。

PID控制器的参数整定是控制系统设计的核心内容。它是根据被控过程的特性确定PID控制器的比例系数、积分时间和微分时间的大小。PID控制器参数整定的方法很多，概括起来有两大类：一是理论计算整定法。它主要是依据系统的数学模型，经过理论计算确定控制器参数。这种方法所得到的计算数据未必可以直接用，还必须通过工程实际进行调整和修改。二是工程整定方法，它主要依赖工程经验，直接在控制系统的试验中进行，且方法简单，易于掌握，在工程实际中被广泛采用。PID控制器参数的工程整定方法，主要有临界比例法、反应曲线法和衰减法。三种方法各有其特点，其共同点都是通过试验，然后按照工程经验公式对控制器参数进行整定。但无论采用哪一种方法所得到的控制器参数，都需要在实际运行中进行最后调整与完善。现在一般采用的是临界比例法。利用该方法进行PID控制器参数的整定步骤如下：（1）首先预选择一个足够短的采样周期让系统工作；（2）仅加入比例控制环节，直到系统对输入的阶跃响应出现临界振荡，记下这时的比例放大系数和临界振荡周期；（3）在一定的控制度下通过公式计算得到PID控制器的参数。

4 结束语

双螺杆挤出机电气控制系统由触摸屏作为上位机与M2双回路自整定PID温控模块及PLC进行通讯。其神奇之处在于所有运用到的参数都可以通过触摸屏来设置和显示。M2双回路自整定PID温控模块是上海亚泰仪表有限公司生产的智能温控模块。触摸屏给我们提供了一个友好的人机界面。可编程控制器PLC和变频器正在被广泛的应用于双螺杆挤出机的自动控制上。上述这一些都是双螺杆挤出机电气控制系统的一个明显的发展趋势。

参考文献

- [1]严盈富.触摸屏与PLC入门.人民邮电出版社,2006.
- [2]邱公伟.可编程控制器网络通信及应用.清华大学出版社,2000.
- [3]张振国.工厂电气控制技术.机械工业出版社,2007.
- [4]吴念.塑料挤出生产线使用与维修手册.机械工业出版社,2006.
- [5]岳庆来.变频器、可编程序控制器及触摸屏综合应用技术.机械工业出版社,2007.