

熔体泵故障分析

马永金

(天华化工机械及自动化研究设计院,兰州 730060)

摘要 针对熔体泵在高填充板材生产线上使用过程中出现的电流波动过大而造成的驱动电机过载跳车问题,提出了通过调整减速箱速比来提高熔体泵输出扭矩的解决方案,解决了熔体泵的电机、减速箱和变频器的匹配问题,经过改造,其驱动电机电流为额定值的 55%,扭矩为额定值的 60%,达到预期目的。

关键词 熔体泵 交流变频调速 减速箱 速比 扭矩

铝塑复合板芯层生产线上的熔体泵是将混炼塑化熔体增压后稳定送入挤出模具进行挤片的关键设备,如果熔体泵发生故障(停车、挤出压力不稳、温升大等),将导致最终制品不合格,造成整条生产线停车。

1 熔体泵简介

我公司铝塑复合板芯层生产线所配熔体泵为郑州巴特熔体泵有限公司生产,配备三联减速箱、万向联轴节、交流变频电机,主要参数如下:

驱动电机功率:45 kW;

驱动电机:交流变频电机;

额定电流:84 A;

驱动电机额定扭矩:290 N·m;

减速机型号:R147-30.3-45kW-M1-0;

减速箱速比:30.3;

减速箱最大输出转速:49 r/min。

2 熔体泵试车过程中的故障

该生产线自试车以来,当挤出机产量为 600 kg/h 时,熔体泵的转速为 10 r/min,驱动电机的电流为 62 A;当挤出机的产量提高至 800 kg/h 时,驱动电机的电流过载,造成全线停车。初步分析其原因是电机在低频下运行,输出扭矩不足所致。在试车过程中将熔体泵的转速 10 r/min 提至 14 r/min,还是会造成熔体泵的电机电流过载停车;同时由于熔体泵转速相对过高造成熔体物料温度升高,物料分解,泵前压波动过大,熔体泵不能“吃饱”而产生气穴、泵后压不稳定等一系列问题,挤出的片材表面产生气泡,制品不合格。

3 故障分析

造成以上问题的原因主要是由于驱动电机与减速箱速比不匹配,造成减速箱输出扭矩小于熔体泵工作所需扭矩,电机电流超过额定电流;另外驱

动电机在低频下运行也是造成问题的原因之一。

交流变频调速电机的机械特性跟普通电机一样,有一定的启动扭矩,随着转速升高,扭矩先升高后降低,达到同步转速(转差率等于 1,输出扭矩等于 0)。电机的机械性能主要是转速和输出扭矩两个参数。由交流变频电机与变频器构成的交流变频调速系统普遍存在系统低频运行时输出扭矩小的问题。根据交流变频调速系统的转速扭矩特性,在交流变频调速系统中,通过调节变频器来改变交流异步电动机的定供电频率,从而成比例地改变电机的转速。问题是不同变频器的转速扭矩特性不同,越是在低速区域相差越大,而且都存在着在低频区域调速扭矩较小的问题。但是熔体泵运行在低速区域仍然要求电机有较大的扭矩输出,因此必须考虑交流变频调速系统的转速扭矩特性,避免其在低频区域运行。图 1 示出一般交流变频电机的转速扭矩特性曲线。

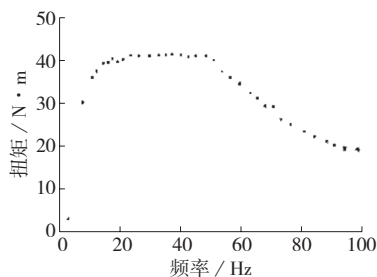


图 1 一般交流变频电机的转速扭矩特性曲线

从图 1 可以看出,交流变频电机在额定电压下工作,在 0~15 Hz 频率范围内对交流变频电机做变频调速时,电机的扭矩随着频率的减小而减小;在 15~50 Hz 频率范围内工作时,频率对电机的输出扭矩影响不大,电机基本上按照恒扭矩输出;当频

率大于 50 Hz 时,电机的输出扭矩随着频率的增加呈下降趋势^[1]。

试车出现以上问题后,笔者根据试车情况,利用变频器可读数功能,读出其频率、电机转速、电机电流、实际功率等参数,见表 1。

表 1 熔体泵参数

产量 /kg·h ⁻¹	泵转速 /r·min ⁻¹	频率 /Hz	电机转速 /r·min ⁻¹	电流 /A	功率 /kW	扭矩 /N·m
250	4.8	5	145	40	1.4	92.2
500	6.7	7	204	38	3.97	187
600	9.9	10.2	301	41	9.0	285
700	10.5	10.75	318	44	10.0	300.3

从表 1 可以看出,当熔体泵的产量为 600 kg/h 时,电机低频运行,电机实际功率仅为 9.0 kW,仅为电机额定功率的 20%,扭矩为 285 N·m;产量为 700 kg/h 时,电机功率为 10 kW,电机转速约为 318.2 r/min,其扭矩已经达到 300.3 N·m。而我们选择的交流变频电机的额定扭矩为 290 N·m,其扭矩已经超过了额定扭矩。以上表明,电机在 10 Hz 左右时输出的转矩已经达到额定扭矩。

4 解决方案

(1) 更换驱动电机

通过以上分析可以看出,造成电机过流的原因之一是电机选择不合理,造成电机在低频下运行,其扭矩不能满足系统使用要求,可以通过更换新的电机实现。

当熔体泵的排量、压差和转速决定以后,接下来就是为熔体泵配备相应的驱动系统,此时必须知道熔体泵所需要的扭矩范围,因为它决定熔体泵的进出口压差和输送能力。通常状况下,对于大多数塑料来说,其单产功耗为 0.017 W/kg·h^[2],利用单产功耗可计算得到熔体泵的扭矩。但是其对粘度较大或较小的物料并不适用。对于本公司所采用的 PE/EVA/Al(OH)₃ (15%/15%/70%) 物料来说,EVA 与 PE 的熔体流动速率为 1.0~3.0 g/10 min,由于 Al(OH)₃ 的高填充量导致物料流动性变差,增加了熔体泵的扭矩,但是没有精确的扭矩计算方法,只能根据经验进行选择。根据表 1,产量为 700 kg/h 时,变频器工作频率为 10.75 Hz,变频器实际输出功率仅为 10.0 kW 左右,根据相关的技术手册,电机功率与速度之间的关系为: $P=(2.0\sim 2.3)kn$ (式中 P 为电机功率, k 为系数, n 为电机转速)。如果按照选择的电机为恒扭矩计算,在恒扭矩的情况下,提升电机的转速,也就是提高变频器频率。当

频率为 20 Hz 时,其电机转速约为 592 r/min,其功率为 17~20 kW,其产量应该是 1400 kg/h;频率调至 30 Hz 时,电机转速约为 880 r/min,其功率约为 26 kW,其产量约为 2100 kg/h。通过以上分析,所选电机功率为 45 kW 时,可满足其使用扭矩要求。

更换电机存在以下问题:更换电机会增加投资;需更换变频器的容量,需重新匹配减速箱等。

(2) 改变原传动系统的速比

前面的分析可以看出,造成问题的原因在于熔体泵输出扭矩不足,可以通过提高熔体泵的输出扭矩来解决。对于硬齿面减速箱来说,其输出扭矩计算公式为:

$$T=9550P\eta/n \quad (1)$$

式中: T ——减速箱输出扭矩;

i ——减速箱速比;

η ——使用系数。

从式(1)可以看出,对于特定电机,其电机的输入功率、输出转速恒定,如果增大其减速箱的传动比,就可以达到增加其减速箱输出扭矩的目的。

对于熔体泵的驱动系统来说,对于特定的物料,熔体泵的驱动扭矩按式(2)计算:

$$T_p=0.017qN\rho \quad (2)$$

式中: T_p ——熔体泵的驱动扭矩;

q ——熔体泵排量;

N ——熔体泵最大转速;

ρ ——熔体密度。

从式(2)可以看出,熔体泵的驱动扭矩与物料特性、熔体泵排量、熔体泵的最大转速相关。对于一定的物料来说,其扭矩与其输送量(熔体泵排量 × 熔体泵转速)成正比。只要减速箱的输出扭矩满足其最大产量下的熔体泵所需扭矩,就可以满足熔体泵的使用要求,通过增加现有减速箱的速比可达到提高减速箱输出扭矩的使用要求。熔体泵产量按式(3)计算:

$$q=Q/(N\eta\rho) \quad (3)$$

式中: q ——熔体泵产量;

Q ——熔体泵总产量;

N ——熔体泵转速;

η ——熔体泵的容积效率;

ρ ——熔体的密度。

经过核算,根据现有的熔体密度,熔体泵达到

要求产量 2000 kg/h 时,其转速应该为 21 r/min,熔体泵一般运行在其最大转速的 80%~90%,可以确定熔体泵最大转速可以选择 28 r/min 左右。原来减速箱速比为 30.3,最大输出转速为 49 r/min;现更改速比为 52.87,输出转速为 28 r/min。预计改造后在保持齿轮泵输出转速与改造前相同的前提下,齿轮泵电机的转速可以达到改造前的 1.75 倍,减速箱输出扭矩增大 1.75 倍。

采用这种改造方案也可以提高驱动电机在低产量时的电机转速,防止电机在低频下运转。

采用这种改造方案后效果非常理想,表 2 列出电机在运行中的参数。

表 2 电机在运行中的参数

产量 /kg·h ⁻¹	泵转速 /r·min ⁻¹	频率 /Hz	电机转速 /r·min ⁻¹	电流 /A	功率 /kW	扭矩 /N·m
500	5	8.96	261.6	38	3.97	146.0
650	6	10.75	313.9	41	4.7	142.9
800	6	10.75	313.9	45	5.6	173.4
900	6.4	11.48	335.2	46	5.7	165.2
920	6.4	11.48	335.2	48	6.4	182.3
1000	7.5	13.42	391.8	48	6.4	160.8

改造后,产量为 1000 kg/h 时,其电机的实际

输出扭矩约为 160 N·m,仅为额定值的 54%;电机的电流为 48 A,仅为额定值的 57%。可以看出,通过增大减速箱速比,提高了减速箱输出扭矩,提高了熔体泵同等转速下的电机转速,避免了电机在低频下运行,使得变频器、电机与熔体泵得以良好的匹配,改善了工艺运行条件。

5 结语

确定熔体泵的驱动系统时要考虑熔体粘度、流动性等物理特点,熔体粘度大、流动性差的物料需要的扭矩较大,不能选择熔体泵转速的上限;熔体粘度小,流动性大的熔体需要的扭矩较小。

对于变频电机与变频器的驱动系统设计要尽量避免变频器在低频下工作,防止由于变频器在低频下工作造成的驱动系统驱动扭矩不足问题。

参考文献

- [1] 勾治践,于骏一,许春媚.交流变频调速系统机械特性的试验研究[J].吉林工业大学学报,1994(4):37-42.
- [2] 张伟.聚合物熔体泵及其输送系统的研制与开发[D].哈尔滨:哈尔滨理工大学,2007.

ANALYSIS OF THE MELT PUMP FAILURE

Ma Yongjin

(Tianhua Institute of Chemical Machinery & Automation, Lanzhou 730060, China)

ABSTRACT According to the problem of overlarge fluctuations of melt pump current in the extended filling plate extruding line, which resulted in the overload of drive motor and halted, by adjusting the speed ratio of the reducer to improve the output torque of melt pump, the matching problem of the melt pump motor, reducer and frequency converter was solved. After modification, the drive current was 55% rated, the torque was 60% rated.

KEYWORDS melt pump, AC variable frequency speed control, gear box, speed ratio, torque

鞍山君利工程塑料有限公司

鞍山君利工程塑料有限公司是股份制企业,生产以工程塑料为主的改性材料。由教授级高级工程师、中国塑料加工工业协会专家委员会专家赵文聘负责生产技术。可为用户提供增强、增韧、复合、阻燃、环保阻燃、抗静电、耐磨、塑料合金类系列改性工程塑料。公司竭诚为用户“量身订做个性化需求的产品,为客户创造价值”。公司通过 ISO9001:2000 国际质量管理体系认证。公司宗旨:信誉第一;质量第一。

欢迎新老客户前来指导、合作!

- 改性品种:PA66、PA6、PP、PE、ABS、AS、HIPS、POM、PC、PC/ABS、PBT、PET、PVC 等系列改性塑料。
- 适用行业:家电、汽车、机械、铁路、纺织、石油化工、煤矿、农业等。

经理:徐长旭 13604228259, xuchangxu315@163.com

总工:赵文聘 13804910274, zhaowenpin315@163.com

地址:辽宁省鞍山市腾鳌镇黄县 邮编:114225 电话:0412-8935903 传真:0412-8935803 网址:www.asjls.com