

布置形式对埋刮板输送机性能的影响

吴畏 (山东凯斯达机械制造有限公司,山东济宁 272000)

摘要 由于使用工况、布置形式、选型及设计结构的不合理,造成设备运行性能的不稳定并且易产生故障,给正常生产带来极大的困扰。线速度相同的情况下,由于布置形式的不同造成输送链的内部张力不同。当水平输送距离增加时,输送链的内部张力呈正比例近似线性增加的趋势。
关键词 布置形式;内部张力;水平输送距离
中图分类号 S226.9 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)22-322-04

Influence of Layout Form to Embedded Scraper Conveyor Performance
WU Wei (Shandong ChemSta Machinery Manufacturing Co. Ltd., Jining, Shandong 272000)

Abstract Inappropriate working conditions, layout, model selection and design structure cause unstable equipment performance and high malfunction rate, and bring great difficulties to normal production. In case of the same linear velocity, internal tension of conveyor chain will be different because of the different layout. Following the extension of horizontal conveying distance, internal tension of conveyor chain will be increased in direct proportion, similar to linear increase.
Key words Layout form; Internal tension; Horizontal conveying distance

埋刮板输送机由于机械结构简单,布置灵活,被广泛应用于粮食深加工、饲料、矿山等行业。但由于使用工况、布置形式、选型及设计结构等多方面的原因,并且在设计阶段、制作阶段、安装阶段、调试阶段和正常运转阶段的种种不合理因素,造成设备运行性能的不稳定并且易产生故障,给正常生产带来极大的困扰。现就布置形式的不同对整机运行所造成的影响为角度进行理论结合实际经验分析,以减少此方面的相关因素所带来的不良影响。

案例①:2011年在山东沂水县200 t/d大豆浸出油脂生产线上,自浸出器浸出工段完毕的大豆粕片进入埋刮板输送机后,电流出现间歇式升高的现象,调节电机的运转频率不能解决电流升高的问题。开机生产运行6个月时间一直处于此状态,待停机检修时采取更换动力配置尝试解决此现象。

案例②:同年在河北省邯郸市200 t/d大豆浸出油脂生产线上,工段相同的埋刮板输送机自调试之日起一直运转良好,动力配置且各项工艺指标均相同。

案例③:2013年山东临沂20 000 t/a蛋白粉生产线上,自浸出器工段浸出完毕的粉料进入埋刮板后,电流居高不下。一月有余,减速机外壳出现裂痕,主传动轴圆周跳动严重。停机检修,将主传动轴材质更换,减速机功率增大,问题消失,现运转良好。

案例④:2013年新疆库尔勒600 t/d棉籽蛋白醇提生产线上,自萃取器出料的脱酚棉蛋白经埋刮板输送机提升至下一步AB筒内进行蒸脱干燥。调试初运行阶段电流略微升高,后降低电机频率至35 Hz后运行逐步趋于平稳。现运转正常,但输送量仅够维持正常生产,增产要求不能满足,需更换更大功率动力。

1 基于案例的要素分析

通过以上几个案例可以得知,正常生产过程中,整机运行是否正常,通常比较直观表现形式为电流是否稳定。在电

机功率为额定值不变的前提下,电流的升高,代表着输送机的运行存在隐患,究其原因,主要有以下2个方面:

- (1)动力不足;
- (2)其他非正常工况作用力的干涉。

由于使用工况、布置形式、选型及设计结构等多方面的原因,并且在设计阶段、制作阶段、安装阶段、调试阶段和正常运转阶段的种种不合理因素,造成设备运行性能的不稳定并且易产生故障。这些故障都是不可控的因素,但与生产管控,资金实力等等均有密切的联系。排除非正常作用力的因素,在沂水项目大豆深加工生产线上,发生电流升高现象,更换动力后此问题解决;但是同样产量的生产线在河北邯郸项目未发生相应问题,设备选型、结构及线速度等因素均相同,唯一不同点在于两输送机的布置形式不同,沂水项目由于前期工段的限制,在埋刮板输送机的进料段前为箱链式浸出器,宽度较宽,浸出工序完成后落料进入输送机中,造成输送机平段布置较长;邯郸项目中前段浸出工序为平转式浸出器,落料口较短,进料后直接提升,输送机水平段较短,且提升角度较之沂水项目的小;临沂项目前段工序与沂水项目相同,但是经理刮板输送机提升后进入的后段工序与前两案例不同,由于设备布置的限制,提升高度较高,提升角度也大;新疆项目采用与临沂项目同样的生产工艺,提升高度和提升角度均较大。

基于对以上几个案例的分析,发现在结构相同的情况下,物料的性质大致相近,受空间、前后工段工艺限制,输送机的布置形式有很大的不同。所以以布置形式不同对埋刮板输送机性能影响为主要研究对象进行理论分析进行理论分析。

查阅文献得知功率的计算公式为:

$$P = [K \times (T \times v) / (1\,000 \times \eta)] \tag{1}$$

式中: P —驱动功率的计算值; K —电机功率备用系数; T —输送链的内部张力; v —输送链的线速度; η —传动系统的效率系数。

由公式(1)可知,在各种系数均为定值的前提下,线速度 v 和输送链的内部张力 T 是决定功率数值大小的主要因素。

分析以上实际工程案例可知,在线速度相同的情况下,由于布置形式的不同造成输送链的内部张力不同。下面就输送链的内部张力进行具体分析。

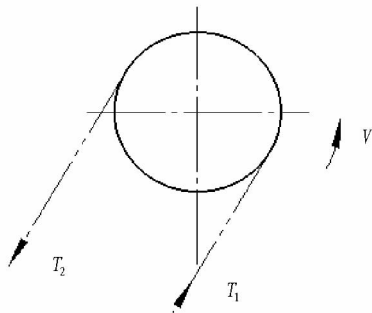


图1 链条绕入头轮仿真

2 输送链内部张力的计算

由图1可知,对于C型输送机的输送链内部张力,分别由绕入头轮的 T_1 和绕出头轮的 T_2 组成,而输送链的内部张力,即为绕入头轮的 T_1 和绕出头轮的 T_2 组成。即:

$$T = T_1 - T_2 \tag{2}$$

分析图1可知, T_1 为输送链的自重与物料的重量之和; T_2 为抛料后的自然下垂张力,主要为输送链的自重现对 T_1 、 T_2 分别进行计算(见图2)。

$$T_1 = G(3.2f'L_1E + f'L_2 + H) + G_v[(1.7L_0E + 1.5L_1E + L_2)(f + x) + HK] \tag{3}$$

$$T_2 = G(H - f'L_2) \tag{4}$$

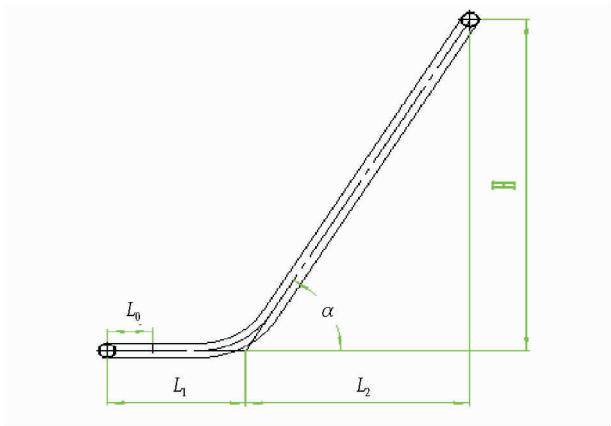


图2 内部张力建模

式中: G —链条单位质量; f' —链条与腔体之间的摩擦力; L_0 —落料口回料的输送长度; L_1 —水平段的输送长度; L_2 —提升段的水平输送长度; H —提升段的垂直输送长度; E —弯道系数; G_v —物料的单位质量; f —物料之间的内摩擦系数; x —物料与腔体之间的摩擦系数; k —物料对于腔体之间的测压系数。

3 系统建模分析

3.1 单因素建模分析

3.1.1 在提升高度不变的前提下,加长水平段的长度对整机功率的影响。

首先必须分析在提升角度、提升高度均不变的情况下,水平段伸长对于整机功率的影响。

假设: $L_2 = 10\text{ m}$, $H = 10\text{ m}$, $\alpha = 45^\circ$,按照公式(1)、(3)、(4)代入各数值进行建模,设置(L_1)的数值依次递增,可以得到表1的数据。

表1 水平段长度的变化影响功率的建模数据

序号	水平段长度	绕入头轮张力	绕出头轮张力	输送链内张力	动力所需功率
	$L_1 // \text{m}$	$T_1 // \text{N}$	$T_2 // \text{N}$	$T // \text{N}$	$P // \text{kW}$
建模1	5	27 732.9	1 703.5	26 229.4	8.92
建模2	10	32 385.8	1 703.5	30 682.3	10.52
建模3	15	37 038.8	1 703.5	35 335.3	12.11
建模4	20	41 691.7	1 703.5	39 988.2	13.71
建模5	25	46 344.7	1 703.5	44 641.2	15.30

按照表1建模所得数据分析可知,在水平段增加的情况下,输送链绕出头轮的张力 T_2 并未得到增加,水平段加长所带来的载重负荷全部体现在绕入头轮的张力 T_1 上,而绕入头轮的张力 T_1 包括输送链的自重和输送物料的重量。所以水平段的生长对整机功率的影响较大。由表3可以绘制水平段增长长度与整机功率的参数关系曲线(图3)。

3.1.2 在水平长度不变的前提下,加大提升高度对整机功率的影响。由图2可知,当水平段长度 L_1 不变的前提下,如果想要增加提升高度 H 的数值,势必会对提升角度 α 造成影响。所以需分2种情况进行讨论。

(1)在保持水平段长度 L_1 不变的前提下,增加提升高度 H 并且随之增加提升角度 α :

假设: $L_1 = 5\text{ m}$,则代入公式(2)、(3)、(4)进行建模,设

置提升高度 H 的数值依次递增,得到的计算数据(表2)。

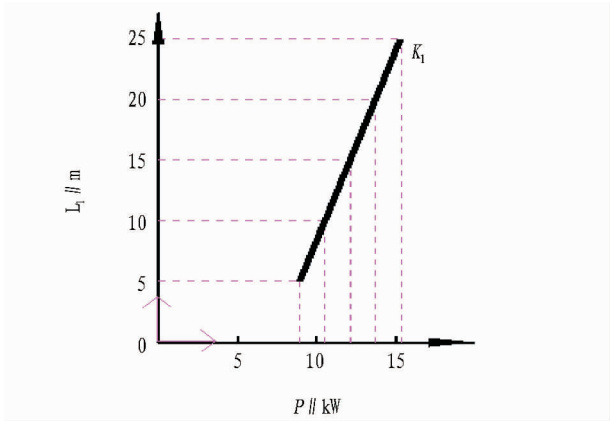


图3 水平段长度与功率关系曲线

表2 提升高度伴随提升角度的变化影响功率的建模数据

序号	提升高度 $H//\text{m}$	提升角度 $\alpha//^\circ$	绕入头轮张力 $T_1//\text{N}$	绕出头轮张力 $T_2//\text{N}$	输送链内张 力 $T//\text{N}$	动力所需功率 $P//\text{kW}$
建模 1	5	45	17 306.8	851.7	16 455.1	5.64
建模 2	10	63	26 798.6	1 853.8	24 944.8	8.55
建模 3	15	71	35 969.2	2 855.8	33 113.4	11.35
建模 4	20	75	44 727.1	3 857.9	40 869.2	14.10
建模 5	25	78	53 484.9	4 859.9	48 624.9	16.67

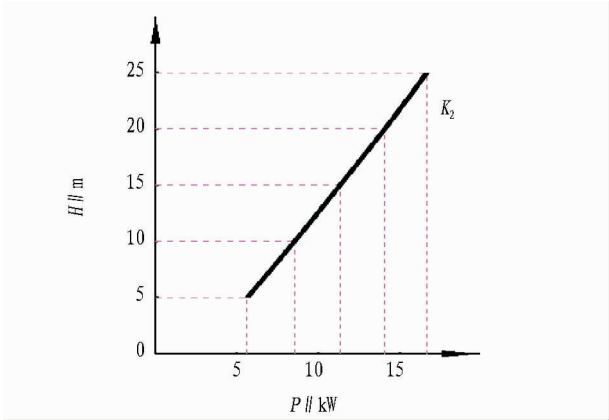


图4 提升高度与功率关系曲线

由表2 建模分析可知,当提升高度 H 伴随着提升角度 α 增大时,输送链在绕入头轮张力 T_1 和绕出头轮张力 T_2 均有不同程度的增加。根据公式(2)得出的输送链整体内张力也有所增加。根据表(2)所计算的数值,可以绘制提升高度 H 伴随着提升角度 α 增大时对整机功率变化影响的曲线关系,如图4 所示。

(2)在保持水平段长度 L_1 和提升角度 α 不变的前提下,增加提升高度 H 并且随之增加提升段水平长度 L_2 :

假设: $L_1=5\text{ m}$,提升角度 $\alpha=45^\circ$,则代入公式(2)、(3)、(4)进行建模,设置提升高度 H 的数值依次递增,得到的计算数据见表(3)。

由表3 建模分析可知,当提升高度 H 伴随着提升段水平

表3 提升高度伴随提升水平长度的变化影响功率的建模数据

序号	提升高度 $H//\text{m}$	提升段水平长 $L_2//\text{m}$	绕入头轮张力 $T_1//\text{N}$	绕出头轮张力 $T_2//\text{N}$	输送链内张 力 $T//\text{N}$	动力所需功率 $P//\text{kW}$
建模 1	5	5	17 306.8	851.7	16 455.1	5.64
建模 2	10	10	27 732.9	1 703.5	26 029.4	8.92
建模 3	15	15	38 158.9	2 555.2	35 603.8	12.21
建模 4	20	20	48 585.1	3 406.9	45 178.1	15.49
建模 5	25	25	59 011.1	4 258.7	54 752.4	18.77

长度 L_2 增大时,输送链在绕入头轮张力 T_1 和绕出头轮张力 T_2 均有不同程度的增加。根据公式(2)得出的输送链整体内张力也有所增加。根据表2 所计算的数值,可以绘制提升高度 H 伴随着提升段水平长度 L_2 增大时对整机功率变化影响的曲线关系,如图5 所示。

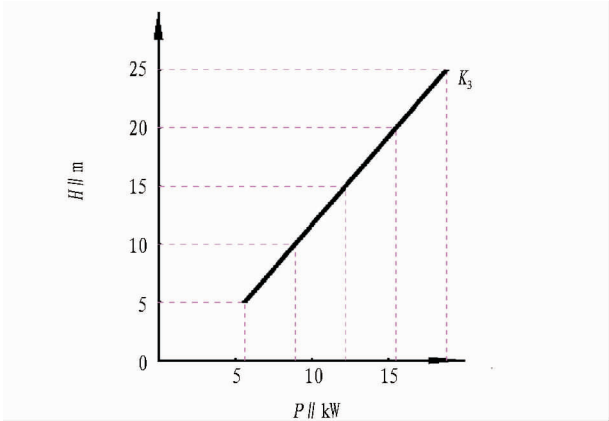


图5 提升高度与功率关系曲线

3.1.3 对以上3种单因素情况的分析。由图3、4、5可知,对于因水平段长度增加或者提升段长度增加所造成的整机功率的增加,均可以近似的认为是一种线性的增长关系。对与

线性增长的曲线,计算图3 所作直线 K_1 ,图4 所作直线 K_2 ,图5 所作直线 K_3 ,可以得出下表4:

表4 单因素参数变化对整机功率影响的比较

建模类型	曲线名称	变化率
水平段长度的变化影响功率的建模	K_1	3.135
提升高度伴随提升角度的变化影响功率的建模	K_2	1.810
提升高度伴随提升水平长度的变化影响功率的建模	K_3	1.520

由表4 可以得知,对于3种单因素的影响, $K_1 > K_2 > K_3$; 其中, K_2 与 K_3 的变化率较之 K_1 相近。所以可以认为:水平段长度的增加对于整机功率影响较大;提升高度的增加在布置上无论采用改变提升角度还是改变提升段水平长度的方式对于功率的影响较为相似。

3.2 多因素建模分析 在分析完单因素对于整机功率的变化影响后,对于前后工段限制的情况,改变整机的布置对于功率的影响依然要进行分析。也就是在进料和出料口位置不变的前提下,改变水平段和提升段的相对位置对整机功率的影响分析。

对除长度之外的各类参数进行建模分析。假设:输送机的水平输送长度 $L_1 + L_2 = 20\text{ m}$;

提升的垂直高度 $H=20\text{ m}$;
由于在单因素分析中,水平段长度的增加对于整机功率

的影响较大,所以基于水平段长度的变化得出在固定工位调整整机布置对于功率变化数值如表 5 所示。

表 5 固定工位调整整机布置对功率变化的数值

序号	水平段长度 $L_1//\text{m}$	提升段水平长 $L_2//\text{m}$	提升角度 $\alpha//^\circ$	绕入头轮张力 $T_1//\text{N}$	绕出头轮张力 $T_2//\text{N}$	输送链内张力 $T//\text{N}$	动力所需功率 $P//\text{kW}$
建模 1	2	18	48	44 710	3 467	41 243	14.14
建模 2	5	15	53	46 542	3 557	42 985	14.74
建模 3	10	10	63	50 845	3 707	47 138	16.16
建模 4	15	5	75	55 950	3 858	52 092	17.86
建模 5	18	2	84	60 201	3 948	56 253	19.29

由表 5 可知,当水平段长度 L_1 逐步增大时分别对应了提升角度 α 和提升段水平长度 L_2 的数值变化,从而影响到整机功率的变化。根据表中水平段长度变化的数值与整机功率变化数值的关系,得出曲线如图 6 所示。

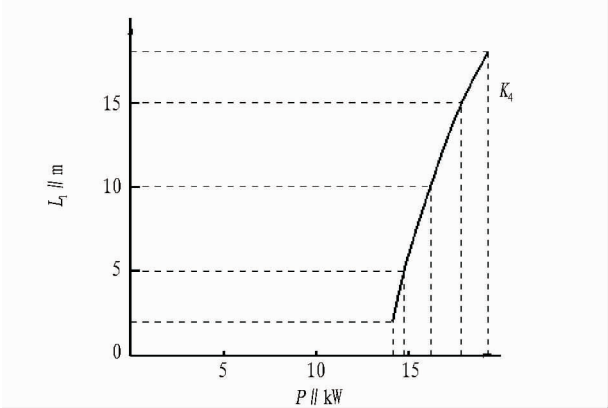


图 6 水平段长度 L_1 与整机功率变化曲线

将图 6 中曲线看作近似线性去分析,得到曲线的变化率为 $K_4=3.07$ 。对比“3.1.3”中所得结论,得知在固定工位调整整机布置形式,水平段长度的变化对功率的影响仅略小于单独因素下水平段长度增长的情况。

4 结论

- 由以上分析可以得出以下几个结论:
- (1)在保证满足进料位置的前提下,布置输送机时尽量减少水平段的长度,对整机功率有较大益处;
 - (2)提升高度的增加在布置上无论采用改变提升角度还是改变提升段水平长度的方式对于功率的影响较为相似;
 - (3)在固定工位调整整机布置形式和直接增加水平段长度对于整机功率的影响相差不大。

参考文献

[1] 王鹰.连续输送机机械设计手册[M].北京:中国铁道出版社,2001:352-442.

(上接第 321 页)

表 4 监测点 F24 的后 5 期数据

点号	实测值	预测值	预报残差
32	-17.6	-17.9	0.3
33	-17.9	-18.3	0.4
34	-18.2	-18.7	0.5
35	-18.6	-19.1	0.5
36	-18.9	-19.4	0.5

由表 3 可以看出,监测点 F24 的预测值和实测值相差不大,多数残差小于 $\pm 0.5\text{ mm}$,个别最大值为 0.7 mm ,表 4 这 5 期累计沉降量预报值比较理想,与实测值相差相接近;但是个别误差产生的原因还有待分析,有可能是在观过程中存在误差造成的。通过对比分析可以看出,预报值沉降量随着期数增加依次递增大,在一定程度上反映了引水洞该点位继续沉降的变形趋势,总的来说回归模型的预报效果较好。

3 结语

在工程中使用多元线性回归预报模型进行分析预测,充分考虑了时间和引水洞开挖深度对变形的影响,其中开挖深度对变形影响比较明显,利用该模型的影响因子,使对变形趋势的预报比较准确,模型拟合精度较好,适合进行引水洞施工过程变形监测的分析预报。

参考文献

[1] 张正禄,黄全义,文鸿雁,等.工程的变形监测分析与预报[M].北京:测绘出版社,2007.

[2] 崔国宏,徐礼华.土木工程建筑物变形分析与预报技术研究[J].地理空间信息,2004(3):10-12.

[3] 杨岩霖,张思恒.基于回归分析的测量数据处理方法[J].科技信息,2012(35):114-115.

[4] 罗德仁,陈秋枫.Microsoft Excel 变形分析最优回归模型的选择[J].湖南有色金属,2003(1):44-47.

[5] 刘波,张斌,喻佳,等.基于多元线性回归模型的大坝变形预报研究[J].人民长江,2010(20):53-55.