

丙纶装置上料系统的改进

王志雄

(中国石油兰港公司,甘肃 兰州 730060)

摘要 本文对丙纶装置上料系统吸不上料及上料量不是的原因进行了分析,并通过降低气固分离器的安装高度和用单向阀代替旋转阀这两项改进措施,使得上料系统的输送能力满足了生产要求。

关键词 上料系统 气固分离器 旋转阀 单向阀

年产万t丙纶细旦短纤维(以2.0dtex计算)是目前国内单线能力最大的细旦丙纶生产线,具有国际先进水平。生产线采用一步法短程纺生产工艺,纤维级聚丙烯切片经纺丝,逐步牵伸,卷曲热定型后切断而成最终产品。其中聚丙烯切片的输送在整条生产线中起着举足轻重的作用,但是在上料系统的具体设计、制造、安装施工过程中存在缺陷,造成了吸不上料以及上料量不足的问题。针对这些问题,我们经过仔细的分析 and 计算。最后采取降低气固分离器的安装高度和用单向阀代替旋转阀这两项改进措施,使得上料系统的上料量满足了生产要求,从而解决了生产技术上的难题。

1 上料系统工艺流程

气泵启动5~10s后,上料系统可形成300mmHg的真空,当料枪放入原料坑时,聚丙烯切片随空气经过料枪和吸料管进入气固分离器,在气固分离器内通过过滤网过滤,空气由气泵抽向大气,聚丙烯切片则由气固分离器下部的旋转阀送至料箱。当料箱料位达到满料位时,满料延时开始计时,气泵停止运行,这样就完成了一个上料循环。等到满料延时时间到(8min)和料位处于满料位以下两个条件同时满足时,气泵才重新启动,开始下一个上料循环。上料系统工艺流程参见图1。

2 基本数据

气泵的极限真空:300mmHg;吸料管内径:54mm;兰州地区大气压力:638mmHg;南京地区大气压力:758mmHg;聚丙烯切片的堆积比:400kg/

m³;气固分离器原来的高度:12m;气固分离器现在的高度:10m;

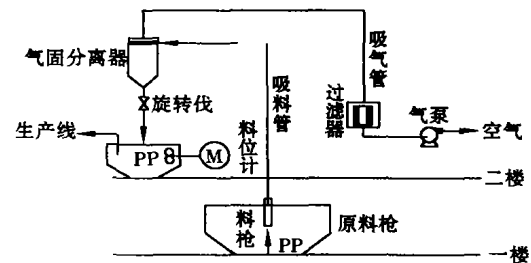


图1 上料系统工艺流程

表1列出了真空区域的划分,根据表1,上料器气泵属于粗真空范围。

表1 真空区域的划分

| 名称 | 压强范围/mmHg |
|------|---------------------------------------|
| 粗真空 | <760 ~ 10 |
| 低真空 | <10 ~ 10 ⁻³ |
| 高真空 | <10 ⁻³ ~ 10 ⁻⁸ |
| 超高真空 | <10 ⁻⁸ ~ 10 ⁻¹² |
| 极高真空 | <10 ⁻¹² |

3 使用过程中出现的问题

3.1 吸不上料

3.1.1 问题分析

我们经常检查料枪发现,进风口在大多数情况下是畅通无阻的,只有在少数情况下,比如说在聚丙烯切片中混入杂物,料枪才有可能被堵,针对这种情况,只要操作工仔细一点,完全可以避免。

作者简介:王志雄,男,助理工程师,1998年毕业于华东理工大学化工机械专业。现从事设备管理工作。

所以料枪堵塞不是上料器吸不上料的主要原因。对于过滤器滤芯和气固分离器滤网,经过长时间的观察,发现粉尘在短时间内不会堵塞过滤网和滤芯,所以过滤器滤芯堵塞和气固分离器滤网堵塞也不是上料器吸不上料的主要原因。我们查阅了上料系统的设计、制造、安装技术参数如表 2 所示。

表 2 上料系统的设计、制造、安装技术参数

| | 抽气速率/ $\text{m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ | 安装高度/m |
|----|------------------------------------------|--------|
| 设计 | 5 | 8 |
| 选型 | 6 | 11 |
| 安装 | | 12 |

通过表 2 我们可以看出气固分离器超高就成了上料器吸不上料的主要原因。最后我们联系厂家,但是厂家坚持认为他们的这套设备完全可以抽上 12m,所以我们决定对气固分离器的安装高度进行核算。

3.1.2 气固分离器安装高度的核算

1) 吸料管内聚丙烯切片的重量

a) 气固分离器的高度为 12m 时:

$$G_1 = m_1 g = \rho Q_1 g = \rho s h_1 g = 400 \times 0.001 \times 12 \times 10 = 48 \text{N}$$

b) 气固分离器的高度为 10m 时:

$$G_2 = m_2 g = \rho Q_2 g = \rho s h_2 g = 400 \times 0.001 \times 10 \times 10 = 40 \text{N}$$

2) 上料系统内由于气泵抽真空形成的压差

a) 兰州地区: $F = (638 - 300) \times 133 \times 0.001 = 45 \text{N}$

b) 南京地区: $F = (758 - 300) \times 133 \times 0.001 = 61 \text{N}$

由以上数据可见这套上料系统在南京地区可以抽上 12m,但是在兰州地区不行,所以厂家的意见具有片面性。

3) 由于聚丙烯切片在吸料管内运动时,切片与切片之间,切片与管壁之间充满空气,所以聚丙烯切片在吸料管内运动时所受的摩擦力可以忽略不计。

4) 因为 $F = 45 \text{N} > G_2 = 40 \text{N}$,所以气固分离器降低高度以后,上料系统可以抽上料。

3.1.3 改进措施

把气固分离器从墙壁上拆下来,直接安放在二楼料箱上面,降低了气固分离器的安装高度。这样整个上料系统的高度就从 12m 降低为 10m,

使得上料器能够抽上料。

3.1.4 遗留问题

降低气固分离器安装高度以后,上料器能够抽上料,但还是存在上料量不足的问题,料箱料位始终处于低料位状态,无法满足生产要求;因此,我们着手解决上料量不是的问题。

3.2 上料量不足

3.2.1 问题分析

我们首先采取了以下三点措施:1)把三套上料系统 A、B、C 都开起来,结果上料量还是不足;2)延长气泵抽气时间到 20s;3)满料延时时间缩短到 5min。

后两点由于时间长了以后电机、气泵轴承温度太高,不采纳。然后我们测量上料系统的真空度,实际上达不到 300mmHg,说明上料系统密封不严漏气。我们更换吸料管和吸气管后发现上料器上料量不足的现状没有改变,因此这些都不是上料器上料量不足的主要原因。最后我们检查旋转阀,经测量发现旋转阀的制造精度达不到密封的要求,因此,旋转阀密封不严是上料量不足的主要原因。由于旋转阀的制造精度高,我们联系的厂家无法制作,我们决定用单向阀替代旋转阀,下面我们对重锤的重量进行核算。

3.2.2 重锤重量的核算:

1) 重锤的位置如图 2 所示。单向阀在负压的情况下关闭,气泵停止运行后,单向阀在聚丙烯切片重力的作用下打开,所以开启阀板必须克服偏置力矩,即 $M_1 > M_0$ 。当阀板关闭时, $\alpha = 60^\circ$ 即静态时重锤偏置角度为 $\beta = 15^\circ$,此时偏置力矩 $M_0 = G_{\text{锤}} L' \cos \beta$,开启力矩 $M_1 = G_{\text{阀}} h_0 \sin \alpha$ 。

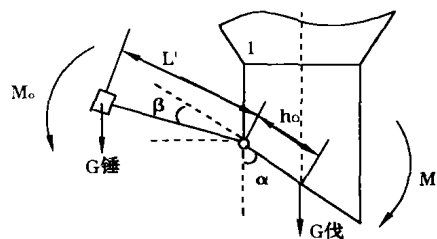


图 2 单向阀的构造

2) 由图 2 可知重锤的重量满足公式 $G_{\text{锤}} L' \cos \beta = G_{\text{阀}} h_0 \sin \alpha$, 其中 $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 15^\circ$, $h_0 = 81 \text{mm}$, $L' = 83 \text{mm}$,制作单向阀的不锈钢板的厚度为: $h = 1 \text{mm}$, 不锈钢板的密度为: $\rho = 7.9 \times 10^3 \text{g}/\text{mm}^3$ 。阀板面积 $S_{\text{阀}}$ 的计算如图 3 所示。

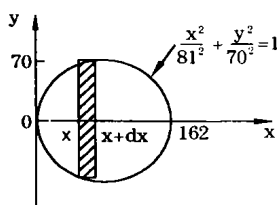


图3 阀板面积的计算

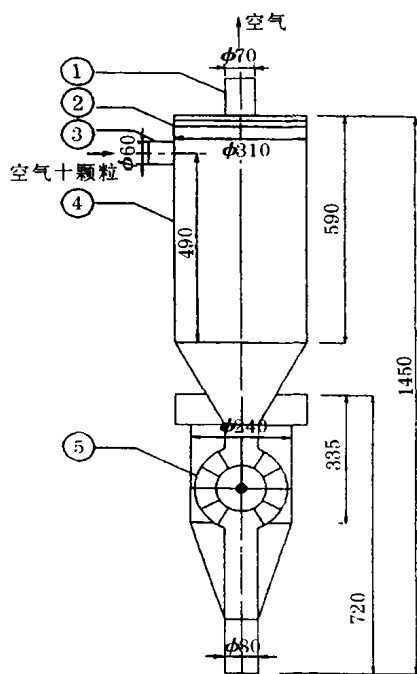
$$S_{\text{阀}} = 4 \int_0^{81} \frac{70}{81} \sqrt{81^2 - x^2} dx = 17803.8 \text{ mm}^2$$

$$G_{\text{阀}} = \rho S_{\text{阀}} h = 7.9 \times 10^{-3} \times 17803.8 \times 1 = 141 \text{ g}$$

代入公式 $G_{\text{锤}} L' \cos\beta = G_{\text{阀}} h_0 \sin\alpha$, 得到重锤的重量 $G_{\text{锤}} = 123 \text{ g}$ 。

3.2.3 改进措施

用单向阀替代旋转阀,上料器的真空度可以达到 300mmHg,解决了旋转阀密封不严的问题,满足了生产要求,为整个生产线的长期、平稳运行提供了先决条件。改进前后气固分离器的构造参见图 4 和图 5。



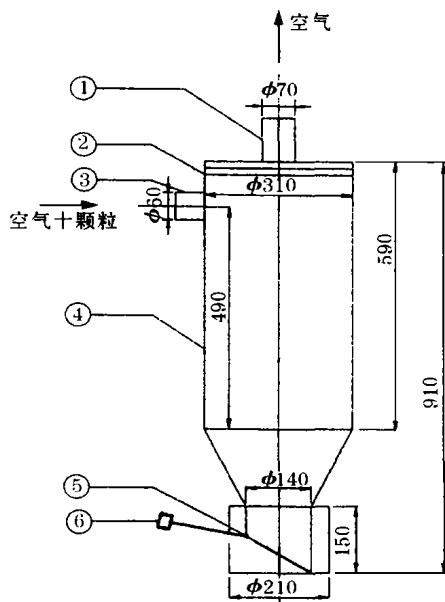
1-吸气管;2-过滤网;3-吸料管;4-分离器;5-旋转阀

图4 原来的气固分离器

4 效果

通过降低气固分离器的安装高度和用单向阀替换旋转阀这两项改进措施,使上料系统的上料量满足生产要求。解决了生产技术上的难题,保

证了生产线的长期、平稳运行,同时也大大减轻了工人的劳动强度。改进前后效果对比参见表 3。



1-吸气管;2-过滤网;3-吸料管;4-分离器;5-单向阀;6-重锤

表3 改进前后效果对比

| 年份 | 挤出机转速 /r·min ⁻¹ | 纺丝泵转速 /r·min ⁻¹ | 产量 /t·h ⁻¹ | 使用情况 | | | 效果 |
|------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------|---|---|----|
| | | | | A | B | C | |
| 1998 | 22 | 20 | 0.7 | √ | √ | √ | 不好 |
| 1999 | - | - | - | - | - | - | - |
| 2000 | 33 | 30 | 1 | x | √ | √ | 良好 |
| 2001 | 33 | 30 | 1 | x | √ | √ | 良好 |

其中“√”表示使用;“x”表示未使用。另外,1999年设备检修,丙纶装置停产。

5 进一步改进

为了简化操作,我们在满料延时时间到和料箱料位处于满料位以下两个条件中只选择一个条件作为气泵启动的条件。

1)取消上料器 C 的满料延时时间,只有当料箱料位处于满料位以下时,真空泵 C 才启动。

2)取消上料器 B 的料位计,只有当满料延时时间到时,真空泵 B 才启动。

3)上料器 A 处于备用状态。运行一段时间后,我们发现上料器 B 在多数情况下,料箱料位仍处于满料位,但满料延时时间到,真空泵 B 启动。由于聚丙烯切片的阻挡,单向阀无法关闭,上料系统无法形成真空,同样抽不上料。所以针对上料器 B,我们重新装上料位计,只有同时满足满料延时时间和料箱料位处于满料位以下两个条件时,真空泵 B 才启动,作为对上料器 C 的补充。