

气力输送装置中管道设计问题及解决对策

朱 莹（上海博隆装备技术股份有限公司，上海 202312）

摘 要：气力输送装置结构简单，操作方便，是当前化工生产中常见的高效输送方法，在气力输送装置中管道设计常见问题有：其一，占地受限；其二，经济成本受限；其三，施工环境受限；归纳出针对不同的管道设计问题的解决方法和思路。

关键词：气力输送系统；管道设计；占地；经济；环境

0 引言

气力输送是流态化技术的一种具体应用，在化工、电力、食品处理、机械制造、医药等行业都有着广泛的应用和需求。在化工领域国内大型炼化一体化项目中，气力输送系统和配套装备发挥着重要的作用，实现聚烯烃物料在生产过程中高效环保的输送和处理。而气力输送系统中管道设计遇到的问题也层出不穷，为了解决管道设计中遇到的问题，本篇论文归纳总结出了几个方面及解决的对策和思路。

1 气力输送的概述

气力输送又称气流输送，是利用气流的能量，在密闭管道内沿气流方向输送颗粒状或粉状物料，是流态化技术的一种具体应用。气力输送装置的结构简单，操作方便，可作水平的、垂直的或倾斜方向的输送，在输送过程中还可同时进行物料的加热、冷却、干燥和气流分级等物理操作或某些化学操作。在化工、电力、食品处理、机械制造、医药等行业具有广泛的应用。

在化工聚烯烃生产装置通常需要配备一套气力输送系统，实现聚烯烃物料在生产过程中高效环保的输送和处理，粉粒体处理系统包含粉料输送系统、添加剂配料系统、粒料输送系统、粒料淘洗系统、装车系统等组成。（其中粒料输送系统又包含造粒单元、掺混料仓单元、掺混风机单元、粉尘收集及料仓冲洗单元）。脱气干燥的聚烯烃粉料经缓冲料斗、滑板阀、旋转阀、喷射器注入到物料输送管道，供给单元提供输送氮气，将粉料通过管道输送到粉料仓，粉料通过螺旋输送机经质量流量计计量后，进入混料螺旋机，各添加剂按比例自动计算，调整失重称加料量，并与粉料在混料螺旋混合后进入挤出机造粒，造粒后的颗粒经缓冲料斗、滑板阀、旋转阀及喷射器进入输送管道，气体单元提供的压缩气体将颗粒通过气体经换向阀输送到掺混料仓。掺混后经输送管道输送至包装料仓前，先行通过淘洗器，将粉尘和拉丝从粒料中分离

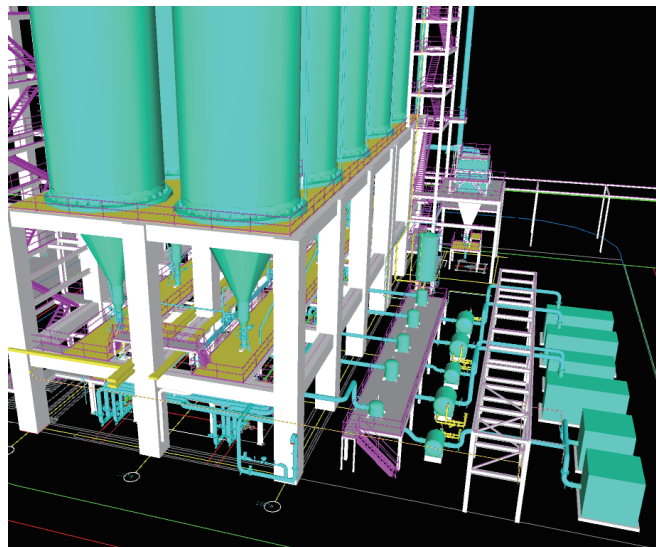
出去，淘洗后的粒料经过旋转阀进入包装料仓，合格的成品颗粒经包装机包装装车，中央控制室的控制系统通过各仪表和设备相关运行参数的运算和处理，实现系统运行过程实时自动化和智能化管理，使包装系统长期安全稳定运行，从而完成了整套气力输送系统在聚烯烃生产装置中的作用。

2 管道设计问题及分析

在进行气力输送装置管道设计时，首先需要对装置进行布置和规划，装置的布置即要满足管道设计的要求又要占地合理，尽量紧凑利用空间占地。同时要考虑成本问题，除了这些共性问题，还需考虑每个项目的特殊性，例如环境地域等因素。综上，气力输送装置中管道设计问题主要表现在三个方面：其一，现场占地位置受限，没有更多的空地使用。其二，经济成本受限，只能在尽量低成本的情况下优化设计。其三，地域环境受限，克服其先天环境，在设计上想办法解决。

2.1 占地位置受限

2.1.1 利用空间



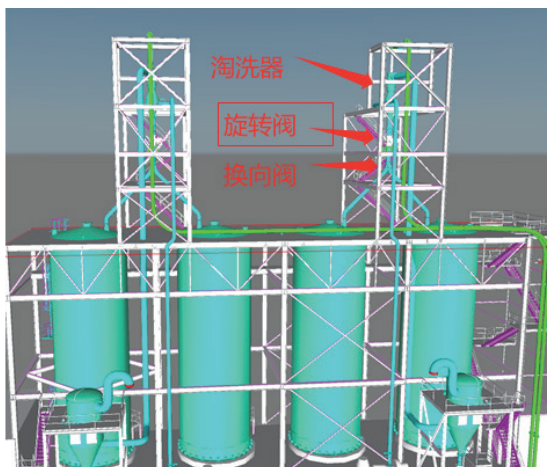
示图 1

在气力输送系统中，粒料输送系统的掺混单元包括掺混料仓区及风机区等，风机区通过压缩机产生气源，输送至喷射器，为物料输送提供气源，从料仓重力流下来的物料经喷射器及气流作用输送至下一系统即包装系统。工艺流程介绍完我们看下具体的布置，风机区从图中能看到，包括压缩机、换热器、在线过滤器等设备，一般放置掺混料仓区旁边空地，靠近掺混仓（如图 1 所示），就近放置因为距离短损耗少，放于地面因为压缩机属于动设备放置于地面混凝土基础上，降低震动及噪声的困扰。

由于个别项目的特殊性，现场已没充足占地给风机区使用，在本项目中利用空间换平面的思路，掺混料仓框架整体向上抬一层，将压缩机尽量紧挨料仓框架布置，而换热器、在线过滤器移至框架下最下面一层布置。这样即解决了占地问题，又还保证了换热器及风机设备能落于混凝土基础上，同时又很好的避免了落于钢结构上产生的震动与噪声问题。

2.1.2 优化管道设计

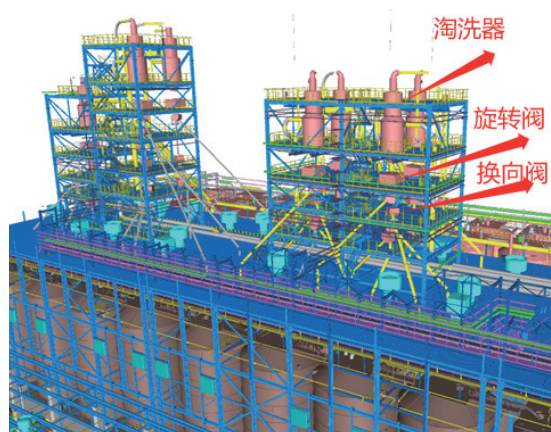
气力输送系统中的粒料淘洗系统包括包装料仓系统，淘洗系统，粉尘收集系统。如图中 2 所示，从掺混单元输送来的物料进到顶端的淘洗器，在淘洗器中与淘洗风机提供的逆向速度相遇，在较高的相对速度的作用下，将粉尘和拉丝从粒料中分离出去，淘洗后的粒料通过旋转阀、换向阀进入每个包装料仓，合格的成品粒料经包装料仓进入包装机或槽车，进行打包。而淘洗下来的气体夹带少量物料送至布袋除尘器，布袋除尘器经分离将达标的气体排放大气，物料送至吨袋收集处理。



示图 2

大部分项目都可以这样常规来设计，但在一些特殊项目，例如超大项目中，由于是 4 套气力输送集中

布局，仅包装系统包装料仓就有共 40 台，40 台料仓集中布置，合理利用占地。而一般项目包装料仓仅有 3~4 台，可以如图 3 布局，便于配管又利用了空间，当 40 台料仓并排布局，那就需要舍弃管道设计中的对称式思路，同时淘洗系统还是要集成在一起便于操作管理及检维修，综上这些要求，只能利用管道的特性，角度加高度的配合，完成一对多下料，管道设计需要不断地设计与调整，最终能使想法可行，最终设计的方案如图 3 所示。管道经过换向阀 360 度旋转朝向，可以在同一平面任意方向调节，再通过高度差，及特殊角度弯头的使用可以设计出进入目标料仓的位置，从而完成每一根管道的设计，同时设计完要考虑管道之间有误碰撞，管道与钢结构有误碰撞，阀门的检修高度能否满足，综上均无问题，这个管道设计方案才可以实施通过。这一管道设计方案也为后续项目设计提供了新的思路和启发。



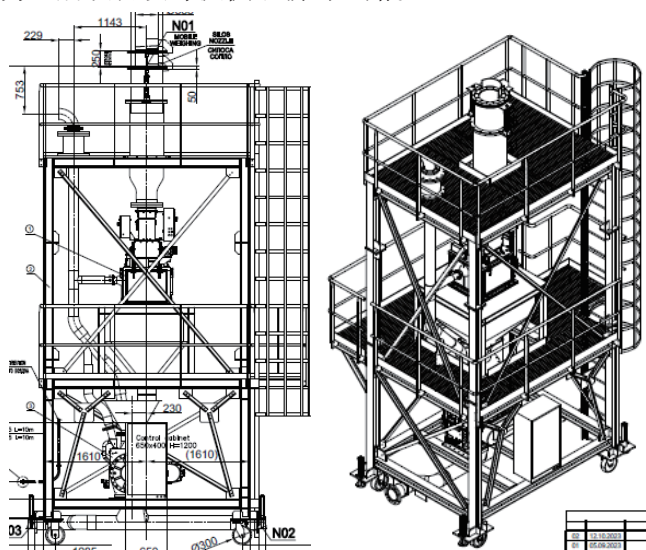
示图 3

2.2 经济成本受限

气力输送系统中的粒料包装单元，物料管道通过掺混仓一路输送致包装中间料仓，先进入淘洗器，淘洗后物料落入包装中间料仓，后通过重力流管线经排气料斗、旋转阀，进入喷射器，喷射器通过左边来的气流，将输送下来的物料一并输送到下一装置包装料仓。一般项目常规做法都会按上述描述设计。

但以超大型项目举例，由于包装中间料仓个数很多约 40 多台，考虑项目经济成本受限，及使用频率不是连续且同时使用，我们这里设计可以考虑集成一套可移动的装置，简称移动站（如图 4 所示），此移动站集成了快速接头、软管、管道、膨胀节、排气料斗、旋转阀、喷射器等。考虑工况为 2 个料仓同时使用，移动站仅设计 2 套即可满足需求，同时移动站装置下

方四个角处装有轱辘,可以 360 旋转,当有包装中间料仓需要进行送料,只需把移动站推到包装中间料仓下方,重力流管道通过管线连接上,喷射器左右直管会带一节软管适应每个料仓附近气源管和物料输送管到喷射器的距离,软管通过快速接头连接,这样管道设计时每一个料仓的气源管和物料输送管只需设计到料仓附近的气路管线甩头处,和输送管线甩头处,例如当 801 料仓需要完成下料,只需将移动站推到 801 料仓下面,移动站 2 侧软管只需通过快速接头与 801 料仓附近甩头接上,即可开始下料并输送到下一单元,当 801 料仓完成下料输送后,关闭甩头处阀门,拔掉快速接头即可,这样就完成了输送,如需换一个料仓只需重复上述步骤,移动站推到需下料料仓下面,连接料仓对应的 2 甩头处即可。这样设计的好处在于本来有 40 套这样的移动站装置放置于每个包装中间料仓下游,现在只需 2 套可移动装置,即大大降低了经济成本,又节省出一大片占地空间,使装置简化明了,为以后项目设计提供了新的思路。



示图 4

同时利用同样的思路,包装中间料仓上方一排进料管线,为间断操作的管线,我们也可以进行调整,11 台料仓,但换向阀数量仅有 4 台,业主不想再增加的情况下,使用软管及快速接头连接即满足了进料需求,同时又省去换向阀的数量,节省经济成本。我们使用的是 PU 耐磨型带金属丝软管如图 11 所示,快速接头的位置安装在软管中部,设计思路是每个管口及换向阀口都免于螺栓拆卸,利用软管快速接头处拼接,只拆卸快速接头使其可以进入每个仓进料,同时在软管下方考虑好支撑即可,这样就即解决了问题,降低了经济成本,又巧妙的完成了管道设计。

2.3 施工环境受限

国内地区环境相对平稳,施工环境相对要求不高,国外项目以俄罗斯项目举例,项目地位于俄罗斯阿穆尔州,阿穆尔州处于温带地区,气候为季风性大陆气候,全年州内少风,年均风速不高于 3.6 米/秒。州内气温由南至北变化,一月份南部平均温度为 -27.6°C ,北部为 -32.8°C ,每 100 千米气温下降 0.76°C ;七月份平均温度南部为 20.7°C ,北部为 17.6°C ,年降雨量约为 850 毫米。一年中温度多为零下,施工时间一年可能只有几个月适宜,基于现场实际情况,管道设计时尽量考虑全部预制好,进场施工短短几个月尽量以组装为主,减少现场焊接管道工序,那么在管道设计时,大部分管线考虑用法兰连接,现场组装。解决了环境温度对工程施工的限制。管线设计时增加了法兰,避免现场焊接。这样通过管道的设计解决了施工问题。

3 解决方案

表 1- 气力输送系统管道设计常见问题及解决方案

问题	解决方案
占地受限	(1) 用空间换占地
	(2) 利用配管巧妙设计节省占地
费用受限	(1) 做成移动撬,共用装置
	(2) 利用快速接头及软管节省装置固定部件及阀门
环境受限	分析环境改变设计思路和配置 在管道设计中解决施工环境难题

通过对气力输送系统管道设计常遇到的问题分析,归纳出针对遇到不同问题的解决方案及思路,见表 1,其中的举例方案,能够有效的应对项目设计中遇到的问题。同时为以后管道设计问题提供一些新的思路和启发。

4 总结

本文介绍了气力输送的一般流程,根据流程设计管道时遇到的常见问题,提出了相应的解决方法。可以有效的指导在管道设计中常见问题的解决,或为气力输送的管道设计积累了经验,提供了更多新思路新启发。

参考文献:

- [1] 陆小妹,郭保磊,王英东. 气力输送系统常见问题及应对方法 [J] 广东化工, 2013,40 (15): 99-100.
- [2] 杨宝华. 密相气力输送系统常见问题及影响因素 [A] 石油化工设备, 2019,48 (2): 72-76.
- [3] 陶珍东,郑少华. 粉体工程与设备 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2014:330-331.