

炭黑高压气力输送计算机辅助设计系统

李 勇¹, 王 龙²

[1. 山东省高分子材料先进制造技术重点实验室(青岛科技大学), 山东 青岛 266061; 2. 青岛科技大学 机电工程学院, 山东 青岛 266061]

摘要:介绍炭黑高压气力输送计算机辅助设计的流程及实现方法,通过炭黑高压气力输送的计算实例描述软件功能和特点。软件在使用中通过输入气力输送的有关基本参数,可计算出系列可行的结果,供设计人员参考,计算结果可输出为文本文件格式存档以便查看。对炭黑 N234 和 N326 的输送计算和实际结果进行对比,结果表明,软件计算结果与实测值差别很小,证明软件可用于气力输送系统的设计计算。

关键词:炭黑;气力输送;高压;计算机辅助设计

中图分类号:TQ330 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-890X(2012)12-0744-05

气力输送是利用气体作为输送动力,在输送管道中运输粉粒状固体物料的一种方法。气力输送不仅可以输送粉状、粒状及纤维状的物料,还可以输送小块状物料如岩石或煤等。与机械输送方式相比,气力输送具有结构简单、维修方便和对环境污染小等优越性,现在已得到越来越广泛的应用。

随着气力输送技术研究的深入和应用日益增多,可供选用的种类及其设计技术越来越多,给设计和选择能满足特定要求的气力输送系统带来诸多不便。要挑选出一个最佳气力输送系统方案,需要进行大量的设计和计算。通过将气力输送系统的设计与计算机结合,借助计算机强大运算能力完成设计中许多繁琐、复杂和计算量大的部分,可增大设计的高效性和灵活性。因此,有必要研究和开发一套专用于气力输送的计算机辅助设计软件。本文针对炭黑高压气力输送详细介绍软件的设计流程及功能特点。

1 设计流程

气力输送系统的设计主要是根据输送物料的特性,合理地布置输送管网,确定设计参数,计算整个网路的压力损失,从而正确地选用风机等设

备。要进行合理设计,首先应进行深入的调查研究,掌握并分析有关资料,如输送物料的性质和形状,以便根据不同的输送对象选择合适的气力输送形式和设备,以满足工艺生产要求^[1]。炭黑高压气力输送系统的设计计算及流程如下。

(1)物料特性输入。填写物料名称、真实密度、堆积密度、平均粒径。

(2)输送参数输入。输送方式可选单罐或双罐输送,投料方式可选太空包加料或小袋加料。

(3)管道布置输入。填写输送管道的水平长度、垂直高度、弯头的度数和个数、岔道阀的个数。

(4)参数修改。点击界面中的“修参”,可以修改输送气体的参数,根据气体压力、温度和湿度,程序可自动计算出输送气体的密度;可以选择不同的物料形状;改变物料的输送气速范围;修改压送罐的装料和充压时间;选择不同的输送管道材质;修改吸嘴和旋转供料器的阻力系数。

(5)计算。所有参数确定完后,点击界面中的“计算”,软件可以计算出满足设计生产能力和设备要求的多种设计结果,包括输送系统的末端气速、管道内径、压送罐所需的容积、压送时间、消耗气量、料气比、实际输送能力和系统压降等。

(6)帮助。点击“帮助”,可以了解气力输送专业术语的意义,以便合理地完成输送系统的设计计算。

(7)结果输出。设计过程中的参数和计算结

作者简介:李勇(1962—),男,内蒙古卓资人,山东省高分子材料先进制造技术重点实验室教授,硕士,主要从事气力输送与橡胶机械相关技术开发与研究。

果可以输出为文本文件,供以后查询使用。

气力输送计算机辅助设计系统的设计计算流程如图 1 所示。

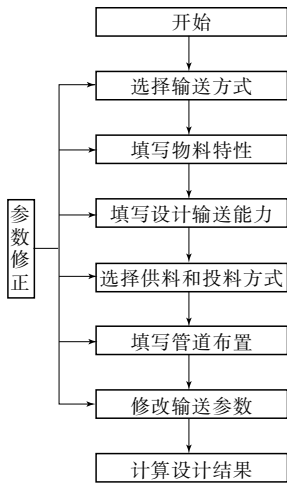


图 1 设计计算流程

2 软件的组成及功能

软件按照设计过程可分为 4 个模块:参数输入模块、参数修改模块、结果计算模块和计算输出模块。气力输送计算机辅助设计系统的界面如图 2 所示。



图 2 气力输送计算机辅助设计系统界面

2.1 参数输入

点击“高压输送”,进入高压气力输送系统的设计界面,如图 3 所示。

(1)物料特性。物料名称选择炭黑,软件程序会默认显示其真实密度($1.7 \text{ Mg} \cdot \text{m}^{-3}$)、堆积密度($360 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)、平均粒径(0.8 mm),根据不同炭黑品种可双击进行修改。

(2)输送参数。高压气力输送系统的供料装置只考虑压送罐,可选择单压送罐间歇式输送或双压送罐连续输送;根据生产要求填写系统的设



图 3 参数输入界面

计输送能力;投料方式可以选择太空包加料或小袋加料两种方式。

(3)管道布置。在管道布置时,若条件允许应尽量走捷径,以减小弯头数量。相邻两弯头之间的距离不能太短,一般至少为管径的 40 倍^[2]。在厂房布置不允许的情况下增大弯头的曲率半径可减小压力损失,一般取弯头的曲率半径为管道内径的 12 倍。根据这些管道布置原则,填写整个气力输送系统管道的水平长度、垂直高度、弯头度数和个数、岔道阀个数。

2.2 参数修改

在输送基本参数填写完毕之后,可点击“修参”,修改输送气体状态、物料形状和输送速度等其他参数,否则软件会按程序的默认值进行计算,界面如图 4 所示。



图 4 参数修改界面

(1)所用气体主要参数。填写工作环境大气压($101\,325 \text{ Pa}$)、大气温度($20 \text{ }^{\circ}\text{C}$)、湿度(50%),软件会自行计算出大气的密度。

(2)物料形状。以一个物料颗粒的轮廓边界或表面上各点的图像定义物料形状,其对粉状物料的许多性能有很大的影响。如物料颗粒的比表

面积、松密度、填充率对气体通过的阻力及在流体中的运动阻力都有影响。为了将颗粒的表面积和体积关联起来,引入物料形状修正系数,其表示颗粒的形状和圆球的不一致性。当选择不同的物料形状后,软件会自动按照不同的物料形状修正系数进行设计计算。各种形状物料的形状修正系数分别为:圆球 1,短圆柱体 1.37,长圆柱体 1.66,半圆球 1.76,菱形体 1.76,正方体 1.86,正方形板体 3.3,不规则球体 1.2,不规则椭圆体 1.1。

(3)各阶段所用时间。在此界面中还可以修改压送罐的装料时间、充压流化时间和采用双压送罐输送时的等待时间。装料时间主要与压送罐有效容积和投料方式有关,可按表1中数据填写。充压流化时间与压送罐的有效容积、滤芯的透气性和压送罐充压设定值有关,一般为15~30 s。等待时间为气源压力恢复到允许输送的最低压力所需时间。采用单压送罐输送,在装料期间可以使气源压力恢复,不需考虑等待时间,但采用双压送罐输送时就必须考虑此段时间。等待时间长短与气源流量、压力、储气罐的容积及空气管路布置有关,一般取20~40 s。

表1 不同压送罐有效容积和投料方式的装料时间

压送罐有效容积/m ³	太空包装料时间/s	小袋装料时间/s
0.5	5~15	60
1.0	15~25	120
1.5	25~35	180
2.0	35~45	240
2.5	45~55	300

点击界面的“恢复默认值”,可将修改后的数值恢复到系统默认状态。

2.3 设计计算

各个参数输入和修改完成后,点击“计算”,可以完成气力输送系统末端气速、管道内径、压送罐容积、压送时间、消耗气量、料气比、输送能力和系统压降的计算。软件突出的特点是设计计算结果并不唯一,而是在合理的范围内提供系列可行的计算结果,供设计者参考,结果如图5所示。

2.4 计算结果输出

计算完成之后,点击“输出”,各参数和计算结果会以文本文件格式由记事本输出,可以保存文档,供

以后设计时参考使用。计算报告如图6所示。



图5 计算结果界面



图6 计算报告

3 实验验证

现在可用的气力输送装置很多,但是每种装置都有其特定的应用范围。同时,粉粒料的种类较多,每种物料的特性又各不相同。因此,在进行设计时最好考虑已有的成熟经验和实验数据^[3-4]。在输送一种新的物料之前,最好预先进行输送试验,以保证输送的可靠性和稳定性。

3.1 目的

本次试验主要目的是验证气力输送计算机辅助设计系统压损和输送时间。

3.2 材料和设备

试验仅对炭黑进行研究。试验用的炭黑N234和N326两种球形炭黑堆积密度分别为340~360和450~475 kg·m⁻³。

试验采用高压密相双辅管气力输送系统,以较大的料气比输送,因此输送效率较高,能耗较

小。输送系统结构如图 7 所示。

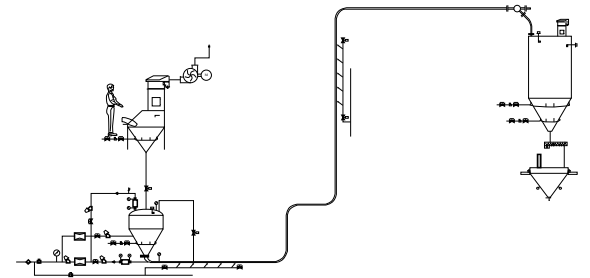


图 7 输送系统结构

3.3 试验方法

- (1)将压送罐装满炭黑 N234,记下此时涡街流量计的读数。
- (2)对压送罐进行充压流化,当压送罐内的压力达到一定值后,出料蝶阀自动打开,记下此时涡街流量计数值。
- (3)当管道内的压力降到接近空管压力时,说明物料基本输送完毕,停止向系统内供气,输送结束。记下此时的涡街流量计读数,并输出气力输送系统不同位置的的压力曲线。
- (4)重复试验,对炭黑 N234 再输送 3 次,记下各过程中涡街流量计的读数。

按步骤(1),(2),(3)和(4)对炭黑 N326 进行试验,输出气力输送过程中系统不同位置的的压力曲线。

3.4 结果及讨论

通过气力输送计算机辅助设计软件系统计算出炭黑 N234 和 N326 两种炭黑气力输送系统中输送一罐物料的时间和压力损失,与实际测得的数据进行比较,以对气力输送计算机辅助设计系统进行验证。炭黑 N234 输送压力曲线和软件计算结果分别如图 8 和 9 所示,炭黑 N326 输送压力曲线和软件计算结果分别如图 10 和 11 所示,软件计算结果与试验测得的系统压损及输送时间如表 2 所示。

从表 2 可以看出,气力输送计算系统对炭黑气力输送系统的压损和输送时间的计算较准确,因此本软件计算的系统压降可以为气力输送系统的设计提供指导。

4 结语

气力输送计算机辅助设计系统软件主要有以

下特点。

- (1)软件设计界面简洁,提供了较全面的炭黑高压气力输送系统设计计算。在设计的过程中可

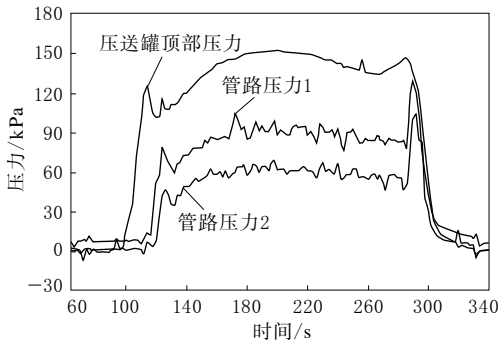


图 8 炭黑 N234 输送压力曲线



图 9 炭黑 N234 软件计算结果

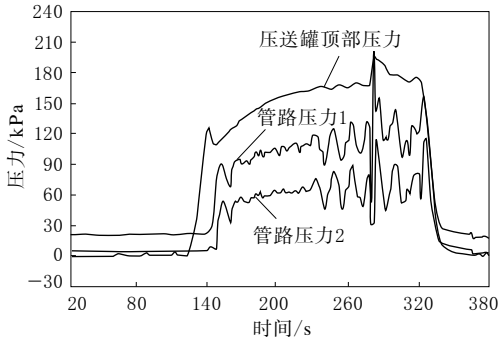


图 10 炭黑 N326 输送压力曲线



图 11 炭黑 N326 软件计算结果

表 2 系统压损及输送时间的软件计算与试验结果

项 目	软件计算值	试验值	比较结果
输送压损/kPa			
炭黑 N234	199~147	155	范围内
炭黑 N326	249~186	195	范围内
压送时间/s			
炭黑 N234	235~217	230	范围内
炭黑 N326	243~226	225	偏小

可以根据以往的设计经验多次修改设计参数、反复计算,以得到较理想的设计结果。

(2)只需填写基本输入参数,如物料参数、设计输送能力、输送及投料方式和管道布置等,软件可循环计算出系列满足输送要求的设计结果供设计人员参考。计算过程中选择的参数和计算结果可以文本文件形式输出存档,供以后查阅。

气力输送计算机辅助设计系统的开发成功有

利于进一步推动气力输送技术的发展。该系统可根据实际情况进行计算,使设计的气力输送系统更加合理和可靠,在提高气力输送系统效率、减少能耗和资源浪费、提高产品质量和减少环境污染等方面发挥重要作用。

参考文献:

[1] 平海. 气力输送计算机辅助设计系统开发研究[J]. 粮食与饲料工业,2003(8):18-19.

[2] 刘宗明,段广彬,赵军. 低速高效率的浓相气力输送技术[J]. 中国粉体技术,2005(5):36-40.

[3] 李勇,王海洋. 炭黑气力输送中粒子破碎问题及对胶料的影响[J]. 橡胶工业,2010,57(12):746-749.

[4] 李纪锦,耿振中,高天宝. 气力输送中炭黑破碎率试验的正交设计[J]. 硫磷设计与粉体工程,2006(5):26-28.

收稿日期:2012-06-23

CAD Design of High Pressure Pneumatic Conveying System for Carbon Black

LI Yong¹,WANG Long²

(1. Shandong Provincial Key Laboratory of Polymer Material Advanced Manufacturings Technology, Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China; 2. Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, China)

Abstract: The CAD design of high pressure pneumatic conveying system for carbon black was introduced, and the functions and features of the system software were described through example calculations. In the software, the series of calculated results were obtained by inputting the basic parameters of pneumatic conveying system and recommended to designers. The calculated results could also be exported to text files. The CAD software was tested by using carbon black N234 and N326 as examples, and the results showed only small difference between the calculated data and actual data.

Key words: carbon black; pneumatic conveying; high pressure; CAD

3 万 t 级稀土异戊橡胶装置投运

中图分类号:TQ333.3 文献标志码:D

2012 年 9 月 13 日,山东神驰石化有限公司利用中国科学院长春应用化学研究所(以下简称长春应化所)自主成套技术建设的 3 万 t 稀土异戊橡胶工业化生产装置一次投料试车成功。截至 9 月 27 日,该装置已平稳运行两周,所生产的稀土异戊橡胶产品质量、能耗、物耗等关键指标超过俄罗斯同类产品水平。此举标志着我国大品种合成橡胶成套技术研发能力已跻身世界前列。

据介绍,该稀土异戊橡胶生产线具有成套生产技术自主研发、单线产能最大、能耗物耗最低、

节能环保等特点,在我国合成橡胶新胶种、新技术、新牌号的研发等方面具有重要的引领和示范作用。

据悉,神驰石化拟利用 3 年左右时间实现 10 万 t·a⁻¹ 稀土异戊橡胶生产能力。

异戊橡胶是唯一可替代天然橡胶的合成橡胶品种,可广泛应用于轮胎、胶带、胶管等橡胶制品。加快实现异戊橡胶的“中国设计”和“中国创造”,对于解决我国天然橡胶资源短缺问题,大幅提升我国在该领域的国际核心竞争力等具有重大战略意义。

(摘自《中国化工报》,2012-09-28)