

硝化棉在线连续计量技术研究*

邓国栋 刘宏英 顾志明 张 军

南京理工大学国家特种超细粉体工程技术研究中心(江苏南京,210094)

[摘 要] 根据硝化棉浆料特性,利用微波浓度仪和电磁流量计分别对输送过程的硝化棉(NC)浆料质量分数和流量进行测量。文中详细分析了微波浓度仪和电磁流量计工作原理。设计了硝化棉干量连续测量系统(PLC),PLC将来自微波浓度仪的质量分数信号和电磁流量计的流量信号进行处理,得到输送管道中NC浆料瞬时干量和一定时间内的累计干量。试验结果表明:硝化棉干量在线连续测量误差小于1.2%,能满足火药制造工艺连续化、自动化的需要。

[关键词] 硝化棉 微波浓度仪 电磁流量计 质量分数 流量

[分类号] TQ562+.21 TJ55

引言

硝化棉是发射药和双基推进剂的主要成分,对火药的能量性能、力学性能、弹道性能和工艺性能等有很大影响^[1]。在火药制造过程中硝化棉是以浆料形式经管道输送加入到吸收槽中,与硝化甘油混合溶塑制成吸收药。硝化棉干量在线测量技术是火药制造工艺能否实现连续化、自动化的关键技术之一。由于硝化棉属纤维类物质,且密度比水大,在水中分散性差、易沉淀^[2]。这给硝化棉浓度测量及干量测量带来了困难。

目前我国火药制备工艺间断、操作人员多、能耗高、生产效率低、废水排放量大^[3],通过开展火药制造工艺过程中硝化棉在线连续计量方法及计量设备仪器原理研究,设计出合适的计量装置,实现硝化棉在线连续计量,使火药制备工序连续化、自动化、提高本质安全性等是十分必要的。本文将介绍输送过程中硝化棉浆料质量分数、流量及干量测量方法。

1 硝化棉在线连续计量系统设计

硝化棉在线连续计量是指在火药制造过程中,硝化棉以浆料形式经管道输送加入到吸收工序时的绝干量(NC干量)精确测量。

硝化棉在线计量系统由质量分数测量系统、流量测量系统、绝干量测量系统组成。浓度仪测量出NC浆料质量分数,流量计测量出硝化棉浆料流量,绝干量计算是根据硝化棉浆料质量分数和硝化棉浆料流量值,经PLC运算,直接显示硝化棉绝干量的瞬时值和一定时间内的累计值。

1.1 硝化棉浆质量分数测量

硝化棉棉浆是非牛顿两相悬浮液,通常测量硝

化棉质量分数的仪表有:利用剪切力原理的传感器(内旋浓度仪)、利用介质介电常数原理测量浓度的微波浓度仪、利用溶液折射率和浓度关系测量浓度的光通量浓度计、利用光通量原理改良的光纤浓度传感器以及利用超声波衰减原理进行浓度测量的超声波浓度计等。考虑到仪器稳定性和可靠性,目前在实际生产中棉浆质量分数测量主要采用内旋浓度仪和微波浓度仪。

微波浓度仪是利用NC和水的介电常数相差较大引起微波在这两种介质中的传播时间不同的关系来测量棉浆质量分数,测量结果与棉浆的纤维长度、游离度、亮度及颜色无关,而且不受流速变化的影响,可直接测得棉浆的质量分数。微波浓度仪的工作原理如下。

微波是一种电磁波,传播速度是由介质的介电常数决定。传播速度可以由下式计算:

$$v = c/\sqrt{\epsilon}$$

式中: v 为微波在介质中的传播速度,m/s; c 为光在真空中的传播速度,m/s; ϵ 为介质相对介电常数。

微波传播时间可以由下式计算:

$$t = D/v$$

式中: t 为微波通过管道中介质(浆料)的传播时间,s; D 为管道直径,m; v 为微波在介质中的传播速度,m/s。

硝化棉浆料质量分数测量原理是根据微波通过浆料所用的时间,计算出浆料的质量分数。浆料的主要成分是水 and 硝化纤维。其中水的介电常数为

* 收稿日期:2011-08-25

作者简介:邓国栋(1965~),高级工程师,主要研究方向为含能材料及微纳米技术。E-mail:dypdgd@126.com

80, NC 纤维的介电常数为 3。微波在浆料中传播时间等于微波分别在纤维、水中通过时间的累加。从而得知, 浆料的质量分数越高, 微波的传播时间越短; 质量分数越低, 传播时间越长。微波传播时间与 NC 浆的质量分数呈线性关系^[4]。图 1 为基于传播时间的微波浓度测量原理示意图。

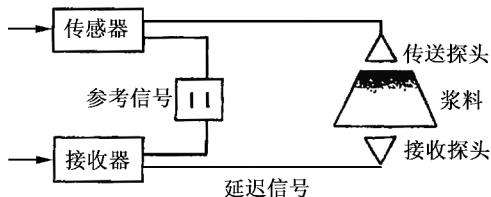


图 1 基于传送时间的微波浓度测量原理示意图

浓度传感器包括一个传感器单元和一个显示控制单元的用户界面。传感器的本体有一根管子, 如图 2 所示, 在安装时替换一根相同长度的工艺管道。内嵌式天线安装在传感器本体的另一面, 使得测量在输送管道内进行。传感器电子装置匣使用连接管安装在传感器本体上。用来测量工艺温度的 Pt—100 传感器安装在连接管内。

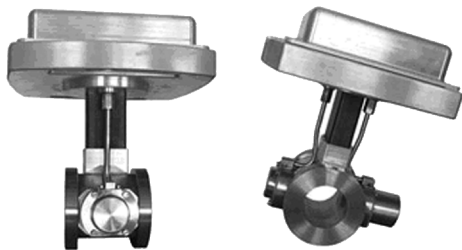


图 2 传感器实物图

显示控制单元(DCU) 是用户操作界面以及计算器。用户使用面板上的数字键和其他按键来操作, 操作结果显示在一个能显示 4 行数据的显示屏上。显示屏可以直接显示被测物料(如 NC 浆料)的质量分数。

微波浓度仪的优点:

1) 测量精度较高。与传统的刀式或内旋式浓度仪相比, 微波浓度仪可直接测量棉浆的质量分数, 而不是通过测量纤维的剪切力再经非线性转换得出浆料质量分数, 因而提高了测量结果的精确性。

2) 测量范围大。测量结果与浆料的纤维长度、制浆方法、游离度、棉浆亮度及颜色无关, 而且不受流速变化的影响, 可直接测得 NC 浆的质量分数, 这对定量控制非常重要。

3) 操作方便。由于机械式浓度计对棉浆的原料、流速、打浆度等因素的变化较敏感, 因此以上因素若有较大变化, 必须对其重新标定, 并且由于其是

接触式传感器, 增加了设备的维护量。而微波式浓度变送器不受这些敏感因素的影响, 同时其为非接触式, 因此维护起来相对容易些^[5]。

1.2 硝化棉浆流量测量

流量计种类较多, 主要有压差式流量计、涡轮式流量计、电磁流量计、质量流量计等。考虑到仪器稳定性和可靠性及经济实用性, 硝化棉浆料流量测量应选用电磁流量计。

电磁流量计的工作原理示意图见图 3。电磁流量计是由流量传感器和转换器两大部分组成。传感器测量管上下装有激磁线圈, 通过激磁电流后产生磁场穿过测量管, 一对电极装在测量管内壁与液体相接触, 引出感应电势, 送到转换器。其转换原理即法拉第电磁感应定律, 导体在磁场中切割磁力线运动时在其两端产生感应电动势。在电磁流量计中, 当有导电介质流过时会产生感应电压, 管道内部的两个电极测量产生的感应电压, 其数值大小与通过的流体流量成正比, 继而可测量到其流体的流量。测量管道流体和测量电极的电磁隔离可通过橡胶、特氟隆等不导电的内衬实现^[6]。

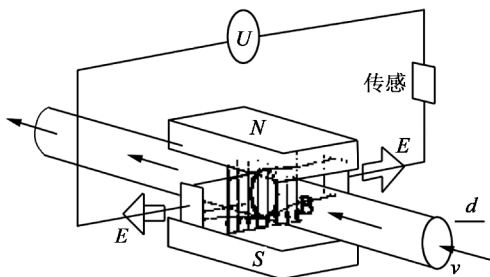


图 3 电磁流量计原理示意图

电磁流量计的优点:

1) 测得的体积流量实际上不受流体密度、粘度、温度、压力和电导率变化的影响; 电磁流量计的流量范围大, 口径范围宽。

2) 测量管道内无阻流件, 因此没有附加的压力损失, 不产生流量检测所形成的压力损失, 仪表的阻力仅是同一长度管道的沿程阻力, 节能效果显著, 对于要求低阻力损失的大管径供水管道最为适合。

3) 测量通道是一段无阻流检测件的光滑直管, 因不易阻塞, 适用于测量含有固体颗粒或纤维的液固二相流体, 如纸浆、棉浆、矿浆、泥浆和污水等。

4) 易于选择与流体接触件的材料品种, 可应用于腐蚀性流体^[7]。

2 硝化棉在线连续计量试验

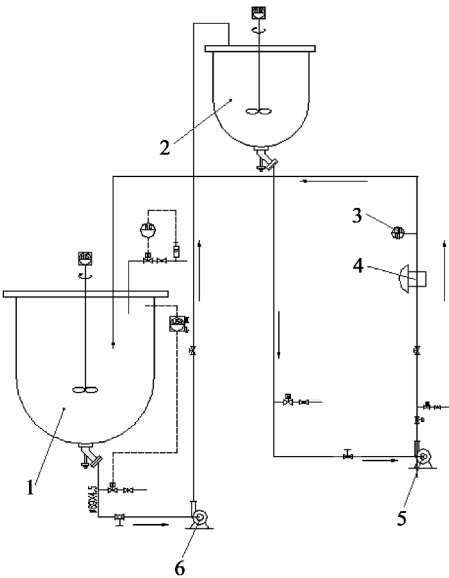
2.1 试验方法

要实现硝化棉在线精确计量, 关键是要实现棉

浆质量分数和流量的精确测量。硝化棉在线连续计量系统原理示意图见图 4。浓度测量选择的仪表是微波浓度变送器(即微波浓度仪),流量测量选用的流量计是电磁流量计。模拟火药吸收药生产工艺,在棉浆储槽中配置一定质量分数的棉浆,经粉碎机粉碎后使其分散,全部打入棉浆计量槽中。棉浆从计量槽底部放出,启动棉浆泵,让棉浆流经微波浓度仪和电磁流量计,打入棉浆储槽中。数据处理器(PLC)将来自电磁流量计和微波浓度仪的两路信号分别进行处理,利用管中 NC 浆的实时流量和质量分数,经运算得到管中 NC 浆的瞬时干量和一定时间内的累计干量,并以数字形式予以显示(显示仪器),统计出不同时段 NC 干量。

$$\text{NC 瞬时干量} = \text{流量} \times K \times \text{质量分数}$$
$$\text{NC 累计干量} = \text{NC 瞬时干量} \times \text{时间}$$

其中, K 为流量修正系数,通过实验获得。



1 - 棉浆储槽;2 - 棉浆计量槽;3 - 电磁流量计;
4 - 微波浓度仪;5 - 棉浆泵;6 - 流能粉碎机

图 4 硝化棉在线连续计量原理示意图

2.2 实验数据分析

2.2.1 微波浓度仪对硝化棉浆料质量分数测量结果分析

配置 4 批不同浓度的硝化棉浆料样品,使用微波浓度变送器对硝化棉浆料质量分数进行测量,其结果如表 1 所示。

由表 1 可知,微波浓度仪对 NC 浆料质量分数的测量误差小于 1%,能满足火药生产工艺要求。

2.2.2 硝化棉浆料的流量测量

使用电磁流量计对不同流量的硝化棉浆料进行测量,将实际流量与仪器测量流量值作对比,其结果

表 1 微波浓度仪对 NC 浆料质量分数的测量 (%)

| 样品 | 实际值 | 测量值 | 误差 |
|----|-------|-------|------|
| 1 | 9.40 | 9.35 | 0.53 |
| 2 | 10.26 | 10.20 | 0.58 |
| 3 | 9.88 | 9.93 | 0.51 |
| 4 | 10.74 | 10.67 | 0.65 |

见表 2。

表 2 电磁流量计对棉浆流量的测量

| 样品 | 实际值/ (L · min ⁻¹) | 测量值/ (L · min ⁻¹) | 误差/ % |
|----|----------------------------------|----------------------------------|----------|
| 1 | 30.2 | 29.9 | 0.99 |
| 2 | 34.1 | 34.5 | 1.17 |
| 3 | 40.3 | 39.9 | 0.99 |
| 4 | 46.8 | 46.3 | 1.07 |

实际流量值来自电子秤称量值。由表 2 可知,使用电磁流量计测量 NC 浆料流量,产生的误差在 1.0% 左右。

2.2.3 硝化棉绝干量测量

取 10 袋硝化棉,每袋 25 kg,总量 250 kg,水的质量分数 36.1%,NC 的质量分数 63.9%。NC 干量为 159.75 kg。根据图 4 原理,将 NC 倒入棉浆储槽,加入一定量水,配置质量分数 10% 左右,充分搅拌。将 NC 浆从棉浆储槽全部打入棉浆计量槽,再将 NC 浆从棉浆计量槽打入棉浆储槽,记录质量分数、流量及电脑显示的干量。

利用硝化棉在线连续计量系统对硝化棉浆干量进行测量,重复 2 次(共 3 批),其结果见表 3。

表 3 硝化棉在线连续计量系统对硝化棉浆的干量测量

| 样品 | 计量槽液位/ m ³ | 实际 NC 干量/kg | 电脑显示 NC 累计干量/kg | 误差/ % |
|----|--------------------------|----------------|--------------------|----------|
| 1 | 1.55 | 159.75 | 160.52 | 0.48 |
| 2 | 1.55 | 159.75 | 159.58 | 0.11 |
| 3 | 1.60 | 159.75 | 161.46 | 1.06 |

由表 3 可知,硝化棉在线连续计量系统对硝化棉浆干量进行测量,其测量误差在 1.2% 以内,能满足火药生产工艺要求。

3 结论

1) 利用微波浓度仪对 NC 浆料质量分数进行了测量,试验结果表明,微波浓度仪测量误差小于 1%,测量精度高,能满足棉浆质量分数测量的需要。

2) 利用电磁流量计对 NC 浆料流量进行了测量,其测量误差在 1% 左右。

3) 利用微波浓度仪、电磁流量计及 PLC 程序运算系统,可实现 NC 在线连续计量,其误差小于 1.2%。

参 考 文 献

[1] 邵自强. 硝化纤维素生产工艺及设备[M]. 北京:北京理工大学出版社,2002:21-25.
[2] 邓国栋,刘宏英,靳玉强,等. 硝化纤维素细断新工艺技术研究[J]. 爆破器材,2011,40(1):12-15.
[3] 厉宝. 硝化纤维素化学工艺学[M]. 北京:国防工业出

版社,1982:15-19.

[4] 程志戈. 浅谈微波浓度变送器的原理及应用[J]. 湖南造纸,2010,29(2):30-32.
[5] 肖吉新. MCAi 微波式浓度变送器及其应用[J]. 中国造纸,2003,22(7):60-61.
[6] 匡沙沙. 电磁流量计的基本原理及其特点[J]. 企业导报,2010,22(11):284.
[7] 侯秀云. 浅谈电磁流量计的应用[J]. 中国氯碱,2007,20(3):33-35.

Study on On-line Continuous Measurement Technology of Pure Nitrocellulose Weight

DENG Guodong, LIU Hongying, GU Zhiming, ZHANG Jun

National Special Superfine Powder Engineering Research Center, Nanjing University of Science and Technology (Jiangsu Nanjing, 210094)

[ABSTRACT] The concentration and flow rate of Nitrocellulose (NC) pulp in transport was measured by the microwave concentration meter and electromagnetic flowmeter according to the property of NC pulp. The work principles of microwave concentration meter and electromagnetic flowmeter were introduced in this paper and pure NC weight continuous measurement system (PLC) was designed. The concentration signal and flow rate signal were processed to calculate instantaneous pure NC weight and integrated pure NC weight during NC pulp transport process. The trial results showed that the measuring error of pure nitrocellulose weight on-line continuous measurement system was less than 1.2%, to meet the requirement of continuous and automation of the gunpowder manufacture process.

[KEY WORDS] nitrocellulose, microwave concentration meter, electromagnetic flowmeter, mass ratio, flow rate

民爆专利信息

专利名称:爆破处理方法

专利申请号:CN200580008918.X 公开号:CN1934407

申请日:2005.03.22 公开日:2007.03.21

申请人:日本独立行政法人产业技术综合研究所;株式会社神户制钢所

本发明提供一种爆破处理方法,是在具有规定形状的外壳的被处理物的表面形成炸药层,使所述炸药层爆炸而处理被处理物的。其中,所述炸药层具有形成于所述外壳的外表面的第1炸药层,和以围绕第1炸药层而形成的第2炸药层,第2炸药层的炸药比第1炸药层的炸药的爆速大。在所述第2炸药层的规定位置点火,使所述第2炸药层及第1炸药层隔时隔爆,从而缓和外壳飞散的冲击,能够以低成本进行爆破处理。

专利名称:炸药中包纵向热合的方法和装置

专利申请号:CN200610068894.3 公开号:CN1919808

申请日:2006.09.18 公开日:2007.02.28

申请人:李士华

一种炸药中包纵向热合的方法和装置,涉及炸药药卷的包装技术领域,主要解决炸药药卷包装的工作效率和安全性问题。技术方案是将堆码好的药卷推到一上托板上,塑料薄膜在塑料薄膜输送辊的带动下铺覆到指定位置,切割装置切断塑料薄膜;下托板上升而上托板后退,药卷靠自重压着塑

料薄膜落在下托板上;下托板与毛刷同步下降;当药卷与塑料薄膜落入步进的带挡扳链条的挡扳内时,塑料薄膜自然成U型;两片热合刀中间运动,将成U型的塑料薄膜热合成筒状。利用该方法和装置可以将堆码好的工业炸药药卷用塑料薄膜包装成筒状,为后面工序顺利进行奠定了基础,实现了工业炸药药卷的自动包装,提高工作效率,结构简单,运行费用低,有利于安全生产。

专利名称:防爆型球体旋转计量加药装置

专利申请号:CN200610021734.3 公开号:CN1912526

申请日:2006.08.30 公开日:2007.02.14

申请人:四川科瑞特专用设备开发有限公司

本发明公开了一种防爆型球体旋转计量加药装置。适用于火工品生产中高危险性的粒状或粉状的火炸药类的高精度计量装药。它是在料斗下安装有密封套筒及料斗盖,底板上安装有摆动气缸和固定座,摆动气缸转轴上安装有球体,同一圆周上对称开有一对计量孔或一个计量孔的球体与密封套筒紧密接触,固定座两端分别固定有膜片式振动气缸和反冲减振器,底板下固定有固定漏斗,固定漏斗下固定有活动漏斗及活动漏斗升降控制气缸,底板上的直线导轨与轨道卡接。本发明具有高安全性、高重复精度、高效率等特点。本装置可以代替目前火工品生产中火炸药类计量加药用的计量板。

(王元荪)