

## 上海丽唐-粉末活性炭新型干式投加装置及控制系统说明

投加粉末活性炭是一种提高水体水质和应对源水突发性污染的有效措施。粉末活性炭常用投加方式分湿式投加和干式投加两种，丽唐公司干式投加成套装置，对投加装置的组成、自控、过程控制及应用进行介绍，针对目前市场上成套投加装置中的不足在设计中采取的优化处理措施。

### 1、概况：

根据国家环境监测结果显示，截止 2012 年上半年，长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河等七大水系水质总体为轻度污染，主要污染指标是化学需氧量、五日生化需氧量和氨氮。七大水系共设置国控监测断面 418 个，上半年实际监测断面为 390 个，其中 I~III 类水质断面比例为 56.9%，同比提高 5.2 个百分点；劣 V 类水质断面比例为 19.0%，同比升高 0.7 个百分点。七大水系支流污染普遍重于干流，支流 I~III 类水质断面比例为 50.0%，低于干流 30.2 个百分点；劣 V 类水质断面比例为 26.3%，高出干流 23.5 个百分点。2012 年上半年，全国地表水环境质量总体为轻度污染，主要污染指标为化学需氧量、总磷和氨氮。I~III 类水质断面比例为 51.5%，劣 V 类水质断面比例为 15.5%。与上年同期相比，I~III 类水质断面比例提高 3.7 个百分点，劣 V 类水质断面比例降低 0.6 个百分点。突发性污染的威胁，保证安全可靠的生活用水，是目前我国面临的一个长期重要的需要解决的一个问题。

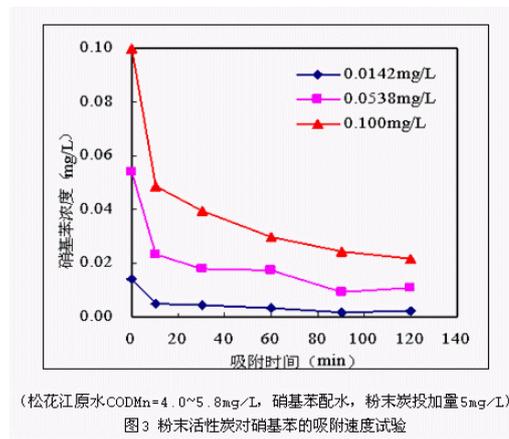
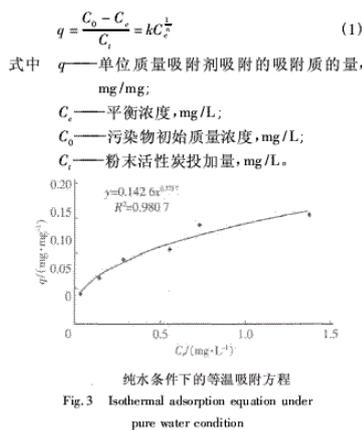
根据目前国内在源水处理及水污染应急处理过程中，都大量应用活性炭，可见，活性炭作为一种水处理药剂，对水中污染物具有很强的吸附能力，常应用于应用水源受到污染的应急处理。

### 2、粉末活性炭投加方式介绍

#### 2.1 粉末活性炭

英文名称：Powdered Activated Carbon（简称 PAC）外观为暗黑色，具有良好的吸附性能，化学稳定性好，能耐强酸强碱，能经受水浸、高温。其比表面积高达 1000~1500 平方米/克，属于多孔性的疏水性吸附剂。

粉末活性炭对水中溶解的有机物如：三卤甲烷及前体物质、四氯化碳、苯类、酚类化学物有较强的吸附能力；对色度、异臭、异味、亚甲基蓝表面活性物质、除草剂、杀虫剂、农药、合成洗涤剂、合成染料、胺类化学物等也用较好的去除效果。如下图：



#### 2.2 粉末活性炭分类及用途

粉末活性炭的品种根据制造原材料不同很多，有：木材、椰壳、果壳、煤、焦炭、骨、石油残渣等。在水处理行业中主要使用的炭种有：木质、椰壳、煤质炭。由于不同的炭种活化工艺不同，造成活性炭的元素组成和表面非结晶部位及各种官能团的分布有所不同，这都直接影响到活性炭的吸附性能和不同有机物表面扩散速度。因此，粉末活性炭在给水处理中有一定的最优适用范围。粉状活性炭吸附速度极快，具有絮凝效应和助滤效应。使用单位的建设投资少，运转费用低，因而在自来水厂、污水处理厂倍受青睐。

#### 2.3 湿式投加方式

将粉末活性炭倒入混合池，采用搅拌机进行快速混合，配成乳液，通过计量泵等设备将混有活性炭的乳液加入到原水中的一种投加方式。湿式投加是目前国内所采用主要的投加方式之一，具有一定的设计基础。缺点是需要设计较大的配水池，设备配备庞大、占地广、不能做到连续、准确投加，且操作过程易造成严重的环境污染。

#### 2.4 干式投加方式

通过真空输送机将粉末活性炭送入贮料仓、利用水射器喷射出的高速水流，将投加机螺杆输送机送出的粉末活性炭投入原水中的一种投加方式。特点是设备构架简单、使用方便、工作可靠，活性炭的给料量可以精确控制，且驱动功率，设备占地面积小。但目前国内该类产品仍存在一定缺陷，在仓贮及粉料输送过程中的堵塞问题没有很好解决，需要改进提高。

### 3、粉末活性炭新型干式投加装置

基于以上投加装置的优劣及存在的问题，根据市场情况，上海丽唐开发了粉末活性炭新型干式投加装置，并开发了有针对性的控制系统。

#### 3.1 粉末活性炭新型干式投加装置组成

粉末活性炭新型干式投加装置主要有一下几部分组成：自动上料系统，新型仓贮系统，投加螺杆输送系统，自控系统。

#### 3.2 自动上料系统

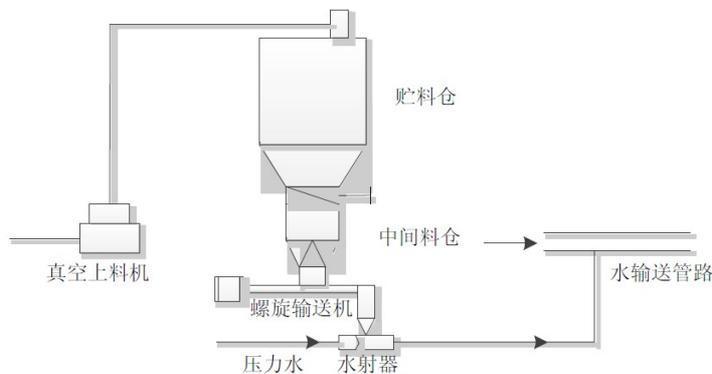
又称真空输送系统，是一种借助于真空吸力来传送颗粒和粉末状物料的无尘密闭管道输送设备，利用真空与环境空间的气压差，形成管道内气体流动，带动粉状物料运动，从而完成粉体的输送。采用目前国内应用较为成熟的产品。

#### 3.3 新型活化料仓系统

包括粉料存储仓和中间料斗两部分。活化振动给料斗的输送能力是静态圆盘料斗的 1.8 倍，它是一种非常有效且成本低的堆场输出装置。通过流量控制装置调节处理量。60 度锥形提高了物料流动的平稳性，可以消除架桥等现象。独特的设计，振动的循环实现最大的输出量。更均匀物料流、更长的激振器使用寿命、降低能耗。振动波通过凸起的圆盘直接传递给料堆。均匀且同心的振动波循环作用，产生最大的下卸输出效果。事实证明，活化振动给料斗可克服架桥和鼠洞之类的问题，其极大增强输送能力。活化振动给料斗利用的是回转式驱动，所有力都是水平方向的，可形成更大的激振力、高强度的负载橡胶隔振器支撑振动，输送装置一旦安装好就可以无故障运转。外置配件维护量小因此无论料仓内所受压力大小（满仓、半仓...），出口部分的粉料堆积密度的稳定性保证了定量出料的准确性。

#### 3.4 投加螺杆输送系统

包括螺杆输送机和碎料装置，通过控制螺杆输送机转速，间接控制粉料均匀输送，结合中间料仓的搅拌出料功能，使出料的准确性有了双重保证。



粉末活性炭干式自动投加成套装置示意图

#### 4、自控系统

粉末活性炭自动投加控制系统是以触摸屏作为 HMI 人机交互界面, PLC 为控制核心, 通过 IO 模块接收和判断变量信号: 如进水水质参数, 粉料仓、中间仓的料位计信号、螺杆输送机前端卸料处的差压计信号, 针对不同的进水水质, 由运行管理人员通过 HMI 人机界面选择不同的运行模型, 利用已经预先建立好的数学模型, 通过自动调节螺杆输送机转速, 控制给料量的大小。实现投加系统物料判断、自动上料过程和活性炭粉末智能输送过程。

自动化控制过程具体如下:

##### (1) 运行模型的选择

本控制系统采用了模糊控制理念, 通过控制软件, 针对不同水质建立了不同的运行模型。工作人员可以根据实时检测水质 (如: COD) 情况, 通过 HMI 触摸屏人机界面选择不同的运行模型, 和参数设定。

##### (2) 自动上料

首先通过地面料仓料位计判断有料, 然后判断贮料仓料位信号, 当贮料仓低料位信号到时, 自动启动真空上料机, 将活性炭粉末自动输送到贮料仓, 待高料位信号报警时, 自动停止真空上料机。

##### (3) 料仓自动卸料

系统通过引入流量信号, 自动判断系统启停控制。贮料仓和中间仓均设有高低料位, 在下层螺杆输送机开启, 贮料仓低料位不到的情况下, 当中间仓低料位信号报警时, 贮料仓闸板门自动打开, 破拱装置自动启动, 待中间仓高料位报警时, 贮料仓闸板门自动关闭。破拱装置继续运行。中间仓中的活性炭粉末通过与破拱装置同步运行的分料器, 被均匀分配并送入螺杆输送机。

##### (4) 螺杆输送机智能输送

螺杆输送系统在前端卸料斗处安装有料位检测仪, 系统启动后, 首先启动水射器, 判断料斗有无余料卡堵, 若有卡堵显现, 则在 HMI 触摸屏上会进行故障报警, 螺杆输送系统不会自动启动, 若无卡堵现象, 则螺杆输送机自动启动, 同时分料器和破拱装置启动, 系统进入正常运行状态。在运行中, 如果检测到螺杆输送系统有卡堵, 则系统自动开启吹通脉冲电磁阀, 通过压缩空气进行疏通。

#### 5、结论

粉末活性炭新型干式投加装置及控制系统经测试, 在技术的可行性和可靠性方面进行了很好的检验和验证, 得到了很多宝贵的经验, 证明该项成套产品各项指标符合设计要求, 新型仓贮系统达到了粉末活性炭的防结块仓贮功能, 给料机具有均匀定量给料能力, 螺杆输送能够自动无堵塞正常运行, 且转速可自动调整。自控系统软件模型设计合理, 具有可操作性强、HMI 界面简单直观, 报警及控制功能比较完善, 为产品的更新升级打下了很好基础。改产品的成功开发与应用, 为水处理活性炭投加做很好的范例

#### 6、上海丽唐公司技术:

该装置在设计开发及应用的过程中能解决以下问题:

(1) 采用阻旋式料位开关, 在上下料斗的上下位各安装一套; 有效解决了物料存放量难判断问题 (活性炭存放在料仓中, 很难用常规的仪器、仪表准确测出物料存放量)。

(2) 新型活化料斗破拱系统 (直径 2m 以上料仓推荐), 过渡中间料斗的助流破拱利器; 结合计算的气吹布局、有效解决了由于活性炭存放时间长容易受潮导致结块, 使用时料斗内活性炭不能自由流动, 无法正常投加的问题 (详见资料);

(3) 上海丽唐自主设计加工的螺旋输送机输送管直径合理, 输送精确度高, 协同搅拌装置一起, 有效解决了普通螺杆输送机对活性炭添加精确不够, 影响水质改变, 达不到目的的问题 (详见资料)。

(4) 螺杆输送机前端碎料斗设置采用特殊反应电器元件—电容式接近开关, 其原理: 一旦出现结块, 电容开关动作, 将信号送入 PLC, 进行自动报警, 同时系统按照预先编写好的程序分部停机, 进行人工处理。处理完成后, 再恢复生产。该技术措施可以使物料堵塞故障频率降到最低。