

Pneuma 气动泵在深圳水库清淤施工中的应用

黄智坚

(广东粤港供水有限公司 广东 深圳 518021)

摘要 介绍意大利生产的 Pneuma150/30 型气动泵的技术参数、工作原理和性能特点,分析其在深圳水库清淤施工中的适用性和运行中存在的气管跳动损坏、二次污染问题,同时提出 Pneuma 气动泵备件应尽量国产化。

关键词 :气动泵 环保清淤 深圳水库

中图分类号 :TV697.3+1 文献标识码 :B 文章编号 :1006-764X(2003)07-0068-03

随着经济的发展和人民生活水平的不断提高,人们对与生活环境息息相关的湖泊、河流等的洁净度要求越来越高,对这些工程的环保要求也越来越高,所以对与之相关的清淤的方式、类型及相关的设备选型等都提出了更高的要求。意大利生产的 Pneuma 气动泵,作为一种环保的疏浚工具,具有较好的应用前景。本文介绍 Pneuma 气动泵在深圳水库环保清淤中使用情况。

1 工作原理和性能特点

Pneuma 气动泵是基于利用静水压力和类似于活塞泵特殊缸体内压缩空气的原理进行工作的。该泵由 3 个缸体组成,内部没有回转机构与将被泵出的混合物接触,阀的移动速度极慢,每分钟只有 3 个循环左右。150/30 型气动空气泵由吸泥泵体和空气分配器两部分组成,其主要技术参数如下:吸泥泵体的吸泥量为 180 m³/h,压缩空气气压为 1 000 kPa,抽真空气压为 350 kPa;空气分配器为 vs(潜水)型,最高工作压力为 880 kPa;所配用空压机的型号为 XAMS615MD,排气压力为 860 kPa。气动泵进管物料速度见表 1。

表 1 Pneuma 气动泵进管物料速度

水深/m	速度/(m·s ⁻¹)	水深/m	速度/(m·s ⁻¹)
1	4.4	15	17.0
2	6.3	20	20.0
3	7.7	30	24.0
10	14.0	50	31.0

注 根据经验公式 $v = \sqrt{2gh}$ 计算。

Pneuma 气动泵工作过程分以下三个阶段:

a. 第一阶段,泵内物料的充满。气动泵的进泥

铲头切入淤泥,利用不同的水头压力形成缸内外压力差(在浅水区水头压力不够时可配用抽真空设备),泵缸很快充满物料,当缸内充满物料后,进泥口阀门利用本身自重自动关闭。

b. 第二阶段,压缩和排放。当缸内充满物料后,压缩空气通过空气分配器及进气管进入泵缸内,压缩空气像活塞一样,将物料推出出泥阀门,送入排泥管道。

c. 第三阶段,排气及再循环。当泵缸内物料差不多排完时,空气分配器将泥缸内的压缩空气排入大气层,缸内压力减低,物料再一次被大气压力吸入缸内,如第一阶段。为了保持物料的连续和稳定,压缩空气的压力和风量由空气分配器调节,以平均每分钟 2~3 个循环的频率对 3 个泥缸轮流供气。每一周期 3 个泵缸轮流进泥和排出淤泥,先后将淤泥压入同一排泥管道,并经由清淤船上与排泥管连接的输泥管道送至堆泥库。整个过程以空压机的压缩空气为动力。

可见,气动泵相当于一个活塞泵,其不同之处在于由压缩空气形成活塞,并且起到弹性传送的作用,以代替在其它形式泵中所采用的机械结构。该泵的特点是:无转动磨损部件,效率高,无挖深限制,排料浓度高,无污染。

2 水库清淤施工中的适用性

2.1 Pneuma 气动泵对环保疏浚的适用性

疏浚受污染的沉积物(一般是出现在河流、湖泊和港口中的淤泥)的主要问题是避免淤泥沉积物的任何混合,以及由水将其带到其它未受污染的

区域而引起的二次污染问题.深圳水库作为饮用水源水库,最初对在水库中使用该泵也是有疑问的,因此,在清淤船投入使用后,我们在其正常工作时,对船体周围 20 m 内的水面水质、5 m 水深的水质、泵体作业周围的水质分别取样,进行化验比较,结果显示,各项水质指标均无明显的变化,这说明气动泵在工作时对水体基本上不会产生大的扰动,达到了环保疏浚的要求.

2.2 Pneuma 气动泵工作工况与水深的关系

水深小于一定值时(如不足 4 m),需启动抽真空用的空压机和抽真空装置,使气动泵缸体内部产生负压,以利物料的快速流入.影响浅水区域施工效率的因素较多,其中主要应考虑进泥阀的重量、排气管线的长度、泵的密封性(特别是进气阀、排气阀、管线等),必要时可降低排泥阀的重量,以便于进泥.泵系统的各部分如果密封性不好或阀件磨损过大都会使进泥和排泥的效率降低,甚至不能正常工作.总之,气动泵在浅水区域施工时,对操控的即时性和维护的即时性要求很高.

当清淤船在 5 m 以下的深水区作业时,情况会比浅水时好得多.水体越深,泵缸内外的压力差越大,进料就会越快,浓度也会越高,这时即便阀件的密封性差一些,气动泵也能较好地工作.但水越深,悬挂在水中的输泥管和排气管也就越长,排气的流速越快,排气管排气的冲击力就越大,容易损坏排气管和排泥管,这对悬吊物的捆绑要求就很高.

2.3 Pneuma 气动泵与输排距离的关系

由于该气动泵以压缩空气为动力,因此它可以将淤泥直接经输排管输送较远的距离,这也是气动泵的重要特点之一.根据厂商提供的资料,150/30 型气动泵吸泥浓度(气动泵所吸的单位流体中泥水混合物的含量)与空气压力及输送距离的关系如表 2 所示.

表 2 浓度与空气压力及输送距离的关系

输送距离/m	气压/kPa	最大浓度/%	容重/(kN·L ⁻¹)
100	600	80	16.17
300	660	80	16.17
500	700	70	15.30
1 000	770	60	14.50
1 500	850	50	13.72
2 500	880	50	13.72
3 000	880	30	12.15
3 500	880	15	10.98

注:1 500 m 以下输送距离,浓度条件为水深 20 m,扬程 15 m,2 000 m 以上为水深 20 m,扬程 0 m.

对于表 2 中的浓度值,我们理解是理想条件下的测定值.目前在清淤中使用输排管的长度基本上在 1 200 ~ 1 600 m 之间,实际平均浓度在 30% ~ 50%

左右,要想稳定在高浓度状态,实际施工中有一定的难度.所以在工程设计和实际应清淤量之间应有一定的余地.

3 Pneuma 气动泵运行中存在的问题及处理

由于 Pneuma 气动泵在国内用于饮用水源水库深水疏浚极少,没有前人的经验可供借鉴.该泵在最初使用时曾暴露出很多的技术问题,厂商也多次到现场处理,但当时没有解决,最终我们自己通过长时间分析和试验,解决了使用该泵的大量技术问题,并进行了多项技术改进,使该泵很好地适应饮用水源的深水清淤和环保清淤.

3.1 对排气过程中气管跳动损坏的处理

清淤船在工作时,Pneuma 气动泵每次经排气橡胶管排气时,都使悬吊着的排气管产生剧烈的冲击和跳动,曾经常出现胶管吊架断裂、胶管连接法兰切断、胶管剧烈摩擦穿孔等现象,清淤工作几乎无法开展.厂商虽多次到场处理,仍无法解决.我们从气动泵的原理出发,分析排气管跳动剧烈的原因:气动泵进料与排气是同时进行的,淤泥在水压的作用下经进泥阀进入泥缸内,同时缸内的空气经排气阀和排气管排出到大气层.由于排气管直径比进料口的直径小,因此排气速度更快.特别是缸体内的压缩空气随着排气阀的打开,泥缸及排气管内的压力产生了突变,这种压力的变化和急速的气流对排气管产生了非常剧烈的冲击.水越深,这种冲击力就越强,并产生强烈的破坏作用.找到问题的原因后,通过改进排气阀及排气阀的控制环节来降低排气管内的气流 dN/dt 和 dv/dt 值(N 及 v 分别为压力和速度),试验证明这种方法是可行的.与此同时,改进了排气管的绑扎方式,进一步减小排气管受到的冲击和破坏,保证了气动泵的正常工作的.

3.2 排气过程中的二次污染问题的处理

Pneuma 气动泵是属于环保型的疏浚泵,不会对被疏浚的水体产生大的污染.但是,厂商忽略了一个很重要的问题,即气动泵泥缸排气时,喷出的不是单纯的气体,而是气体、水、淤泥的三者混合物,其造成的污染是我们完全不能接受的.淤泥以 $v = \sqrt{2gh}$ 的速度进入泥缸后,即以气、水、淤泥三相流态存在,而缸中泥与气的交界区更是处于“沸腾”状态,加上排气过程中,气体必将粘附在缸内壁上的泥一起带出.按意大利厂商设计,排出气体通过消声钢管排至大气.混合体排出船舷外后,进入库面,很快使库面变成黑黄色,并随水体流动而不断扩散,这对于环保清淤和饮用水源而言是绝对不允许出现的.经与厂商研究,设计了一个钢质浮箱,将气动泵喷出的混合体

送入浮箱内 然后通过胶管输送至气动泵的铲头处 ,再用一个隔膜泵将混合体送回气动泵内 ,问题得到初步的解决 ,但隔膜泵容易损坏 我们干脆用一条软管将混合物经浮箱直接送至库底泥附近 ,使之在泥缸吸泥时被重新吸入泥缸 ,从而解决了气动泵的二次污染问题.

3.3 配件应尽量国产化

气动泵所吸的物料随着工作区域的不同而经常变化 ,有时以泥浆为主 ,有时以细沙为主 .虽然气动泵在运行中无转动部件 ,但是物料有一定的进料速度 排气的冲击及高速流都会使阀件及管路产生磨损 特别当物料为细沙等硬性物体时 ,对气动泵缸内壁及其它部件的磨损是十分严重的 .气动泵工作流道的密封性是其能否正常工作的基础 ,进泥阀、排气阀的磨损会直接影响吸泥泵的工作效率 ,甚至会不

能正常工作 .气动泵在水库清淤一段时间后 ,所有阀件差不多都进行了更换 ,因此对备件的供应应有足够的准备 .从外商购买成套的备件费用十分昂贵 ,一个直径 200 mm 的排泥阀即需 1 000 美元 ,如长期依赖进口备件 ,代价很大 .我们经过努力 ,在国内研制了代用品 .配件国产化也是一件很重要的工作 .

3 结 语

深圳水库采用意大利 Pneuma 气动泵进行环保清淤取得了成功 .通过不断的摸索 ,对气动泵用于深水环保清淤特别是饮用水源的清淤工艺和方法积累了一定的经验 ,希望能在日后的发展中有更广泛的应用 .

(收稿日期 2008-08-04 编辑 熊水斌)

(上接第 67 页)

2 系统设备配置

系统主变压器由 NAS-915 系列微机变压器保护装置提供差动保护、复合电压闭锁过电流保护、过负荷保护和非电量保护等功能(见图 1);线路由 NAS-911S 系列微机线路保护装置提供两段式电流速

断保护、单相接地和过负荷保护等功能 ;NAS-817 综合测控装置则提供了音响报警和站用变压器测控保护等功能 .系统主要配置见表 1 ~ 3 .

表 1 35/10 kV 变压器保护测控柜

设 备	特 征	数量/套
NAS-915A	微机变压器差动保护加非电量保护装置	2
NAS-915B	变压器高、低压侧后备保护测控装置	2
NAS-968	通讯管理机	1
ND	温度变送器	2
TG	机柜及附件	1

表 2 35 ,10 kV 线路保护测控柜

设 备	特 征	数量/套
NAS-911. S	10 kV 进线保护测控装置	2
NAS-911. S	35 kV 出线保护测控装置	1
NAS-817	综合测控装置	1
TG	机柜及附件	1

表 3 NAS-900 监控系统加 SCADA 软件

设 备	特 征	数量/套
监控计算机	PIV2G + 60GHD + 256MRAM + 1.44MFD + 17" CRT + 附件	1
LQ-1600KIII	针式打印机	1
UPS	1 kVA	1
屏蔽双绞线	若干	1
SCADA 软件包	监控软件加组态软件	1

3 结 语

流溪河林场 35 kV 变电站 NAS-900 综合自动化模式 ,实现了变电站无人值班(少人值守)精简了运行人员 ,降低了运行管理费用 ,提高了变电站运行的可靠性 ,保证了电站设备的安全、稳定、经济运行 .

(收稿日期 2003-11-03 编辑 :马敏峰)

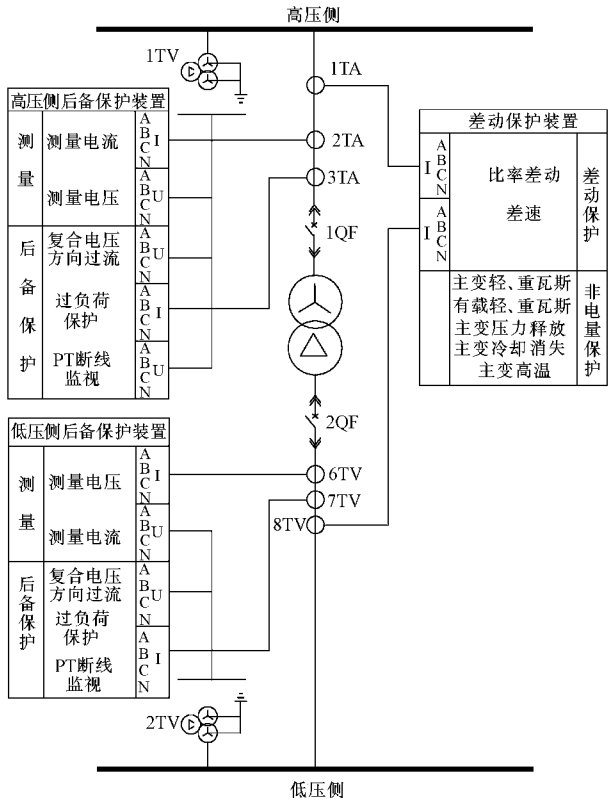


图 1 主变压器保护配置