

# 顶吸式真空引水罐的改造设计及应用

管晓涛<sup>1</sup>, 廖达卫<sup>2</sup>, 管晓琴<sup>3</sup>

(1. 华东交通大学土木建筑学院, 江西 南昌 330013; 2. 大余县供水公司, 江西 赣州 341500;  
3. 南昌大学科学技术学院, 江西 南昌 330029)

**摘要:** 传统的排气引水装置, 不论是带底阀还是不带底阀, 一方面都要求水泵及吸水管路很严密, 不存在漏气的部位, 在操作中必须对水泵和真空泵泵轴的填料函进行经常性地调整, 直接影响排气引水时间; 另一方面装置容易引起漏气, 须经常检修拆换, 给使用带来不便. 针对这种情况, 对大余县供水公司在引水装置方面进行了改造, 经过多年运行实践效果良好.

**关键词:** 水泵房; 引水装置; 水泵

**中图分类号:** TU991.1    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1007-855X(2007)01-0064-03

## Design and Application of a Modified Exhaust and Channel Water Device

GUAN Xiao-tao<sup>1</sup>, LIAO Da-wei<sup>2</sup>, GUAN Xiao-qin<sup>3</sup>

(1. School of Civil and Architecture Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China;  
2. Supply Water Company of Dayu County, Ganzhou, Jiangxi 341500, China; 3. School of Science and Technology, Nanchang University, Nanchang 330029, China)

**Abstract:** A traditional exhaust and channel water device, whether it is with a bottom valve or not, requires very tight line and no leaking, so the gland box of the water pump and vacuum pump axle should be regularly adjusted in its operation, because it directly affect the exhaust diversion time. At the same time, the device is apt to leaking, therefore, the frequent overhaul and dismantlement is needed, which causes inconvenience. To this kind of situation, the successful transformation to the channel water device of County Supply Water Company of Dayu is carried out, which proves effective after many years of operation.

**Key words:** pump houses; water device; water pump

## 0 引言

对于岸边式取水泵站, 水泵的工作方式一般为抽吸式, 也就是说在每次启动前都必须先进行排气引水. 这里, 引水装置能否正常地工作也将直接影响水泵的正常启动, 如何改善机泵的吸水性能和提高引水装置的工作效率, 一直是困扰大家的难题. 大余县供水公司对引水装置进行了改造, 应用改进型顶吸式真空引水罐可以很方便地解决水泵启动前的排气引水工作程序, 使水泵实现方便、随时、快速地启动, 并取得的良好效果.

## 1 一般引水装置的弊端

水泵的引水按吸水管的配置可分为带底阀的和不带底阀的2类.

在带底阀的使用过程中, 底阀因胶垫容易损坏, 引起泄漏, 须经常检修拆换, 给使用带来不便. 虽然水上式样底阀克服了水下式底阀检修不便的缺点, 但水上式底阀使用的条件之一必须保证吸水管路水平

收稿日期: 2006-10-20.

第一作者简介: 管晓涛(1968~), 女, 硕士, 副教授. 主要研究方向: 建筑给水排水, 污水与污泥处理.

E-mail: gxtgt1968@126.com

段有足够的长度,以保证水泵充水启动后管路中能产生足够的真空度,对于紧靠岸边建造的泵站来说,吸水管的水平段一般比较短,能否满足这一要求则必须根据各自情况而定。

在不带底阀的引水方式中,大水泵一般采用真空泵排气引水,小水泵则可根据压水管中具有压力水,采用比较简单的水射器进行排气引水.这两种方式都要求水泵及吸水管路很严密,不存在漏气的部位,在操作中必须对水泵和真空泵泵轴的填料函进行经常性地调整,这也是直接影响排气引水时间的关键部件.而采用水射器引水,不仅需要消耗大量的压力水,而且效率很低,排气的时间比真空泵还要长.在实际操作中不管引水装置正常与否,水泵的启动总要受到排气引水的影响,且不能实现方便、随时、快速地启动。

大余县供水公司的取水泵站采用的是真空泵排气引水,取水泵站建在远离公司 6 km 的山里,由于对水泵及真空泵缺少必要的保养,没有及时地对水泵或真空泵的填料函进行适度调整,造成引水时漏气,延长排气的时间,甚至有时排气引水时间长达 30 min 之久,严重地影响了正常的供水.为了改变这种不良状况,1999 年大余县供水公司对传统顶吸式真空引水罐进行改造,投入运行后,改善了水泵的吸水性能和提高了供水的安全性,实现了抽吸式水泵方便、随时、快速地启动.这套装置至今仍正常运行,彻底解决了排气引水难的问题。

## 2 改造后的装置结构与工作原理

### 2.1 装置结构

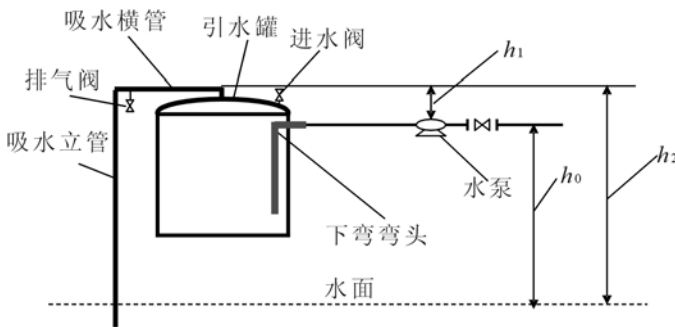


图1 改进型引水装置结构示意图  
Fig.1 Sketch map of the modified top sniff vacuum diversion cans

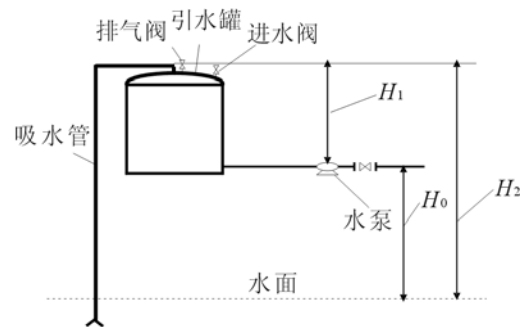


图2 传统引水装置结构示意图  
Fig.2 Sketch map of the traditional top sniff vacuum diversion cans

注： $h_0$  ( $H_0$ ) 为泵轴心至水面高差， $h_1$  ( $H_0$ ) 为引水罐吸水口至泵顶高差， $h_2$  ( $H_2$ ) 为引水罐吸水口至水面高差

本装置(如图1)工作时是承受负压的,因此设计时把罐体做成圆柱形钢制筒体,外部形状与传统的引水罐(如图2)相似,但在内部结构上则进行了相应的改进——即在引水罐的出水管部位增加了一个向下弯的弯头,这一改进措施可以大大地降低引水罐的安装高度(按图1设计时  $h_2$  可以比按图2中的高度降低 1.2 m),因此也就降低了水泵的吸水高度,这对节约运行电耗有着很明显的效果.另外,在结构上也相应地减小了罐体的容积,节约制造成本,经过这样的改进使装置长期的运行都处于最佳的经济运行方式.本装置不仅在结构上非常简单,而且在工作中由于不存在运转部件,也就是说不会发生任何故障,因此非常安全可靠。

将排气阀装在吸水横管的底部,此阀可同时当作排气、进气和溢流口的作用,当打开进水阀向罐内补充水量时,打开排气阀,可以把罐内积存的空气从排气阀中顺利地排出;当水量上升到罐顶时,溢出的水将会从吸水横管底部的排气阀中流出,显示水量补充够了。

在控制排气和充水的过程中,采用人工控制相应的阀门开关,如果要采用自动控制,可以把排气阀和进水阀换成电磁阀与水泵的启动柜联锁,进行电控水位.停机时,联锁控制触点接通水位控制器的电源并把排气阀打开,向罐内补充空气;当水位控制器监测到水量不足时,控制器接通进水电磁阀的电源;当罐内充满水后切断排气阀和进水阀的电源(关闭电磁阀),完成排气引水工作。

### 2.2 工作原理

本装置工作原理是加长吸水管后,相当于把水泵吸水口的水位提高了,引水罐顶部比水泵壳体的最高

点高,只要罐内充满了水,就能通过泵壳上的水咀轻易地把泵壳内的空气排除干净,完成排气工作,使水泵可随时启动;水泵启动后,首先抽吸的是罐内的水,随着罐内的水不断地被抽走,引起罐内气压不断下降,此时吸水管和引水罐中产生负压,在外界大气压的不断作用下,水自动地沿着吸水管不断地上升,进入引水罐,此时吸水管内的空气已全部排入了罐内,吸水管中完全充满了水,引水罐内的水量、水位仍能满足水泵的吸水要求,因此水泵可以连续运转;引水罐吸水管由顶部进入,这样可以保证每次停机后罐内的仍然满水,为下次启动做好准备。

### 3 参数计算及分析

大余县供水公司取水泵站的状况和各项参数如下:引水罐的内孔尺寸为  $D=1.6\text{ m}$ ,  $h=1.6\text{ m}$ ,吸水管为 DN300 钢管,从最低水面至罐顶的高差为  $4\text{ m}$ ,管道总长为  $5\text{ m}$ ,引水罐的容积比吸水管的容积大得多(9 倍)。

①罐内空气体积  $V_2 = p_0 \cdot V_1 / p_1 = 10.11 \times 0.353 \div 6.11 = 0.584\text{ m}^3$ ;

罐内空气高度  $h_1 = V_2 / S = 0.584 \div (3.14 \times 0.8^2) = 0.29\text{ m}$ ;

罐内水所占的空间  $h_2 = 1.6 - 0.29 = 1.31\text{ m}$

注: $V_1(0.353)$ 为吸水管的容积,罐内压强  $p_1 = p_0 - p_{\text{水}} = 10.11 - 4 = 6.11\text{ mH}_2\text{O}$ ,  $p_{\text{水}}$ 为水面至罐顶高差  $=4\text{ mH}_2\text{O}$

②吸入口应高于罐底  $0.8D = 0.8 \times 1.5 \times 0.3 = 0.36\text{ m}$ ,吸水口的淹没深度  $h_3 = h_2 - 0.36 = 0.95\text{ m}$ ,能满足设计规范对水泵吸水管的淹没深度要求,即:吸水口的淹没深度不应小于  $0.5 \sim 1\text{ m}$ 。

经过计算说明:当水泵启动后抽吸罐内的水下降至  $0.29\text{ m}$  深的水量时,吸水管内的空气已全部进入罐内,罐内所剩余水的深度为  $0.95\text{ m}$ ,能保障水泵的正常淹没深度,而此时吸水管内的水已开始进入罐内,并不断地向罐内补充,整个引水系统此时也就成功地形成了一个抽走和补给的动态平衡,成功完成引水启动。

### 4 操作注意事项

1) 停机后要立即打开罐顶的进气阀,使罐内压力恢复到常压,之后打开进水阀及时补充罐内水量,直至水泵壳顶排气口和罐顶溢水口中有稳定的水流流出,这样泵壳内空气才能完全排出,并为下次启动做好准备。否则,由于水泵和引水罐都比吸水间水面高,每次停机后,吸水管中的水在重力作用下自然要回落到吸水间,使水泵和引水罐仍处于负压状态。

2) 充水时要注意进水量不能过大,应该让水位缓慢上升,以保证泵壳和罐内水中空气完全排出。

### 5 结束语

大余县供水公司自 1999 年对第一台水泵改造成功以来,2000 年又陆续对其他几台水泵进行了同样的改造,多年来的正常运行足以证明这套装置的可行性和可靠性。使抽吸式水泵实现了方便、快速地启动,彻底解决了排气引水难、费时耗电的弊端,既改善了水泵的吸水性能和提高了供水的安全性,又减少了水泵维修工作量。

公司的引水装置经过改进后,取水电耗成本节能效果显著:一方面,从真空泵排气引水的耗电量上来说,平均每天 3 次加、减泵的操作次数,每次耗电 5 度,每年可节省电量  $5475\text{ kW} \cdot \text{h}$  (电价  $1.1\text{ 元/度}$ ) 左右,折合人民币  $6022.5\text{ 元}$ ;另一方面,与传统的引水装置相比,在长期的运行过程中少提升  $1.2\text{ m}$  的高度的水,则每千  $\text{t}$  水可节约  $0.91\text{ kW} \cdot \text{h}$  的电耗运行成本,公司年取水  $430\text{ m}^3$  来可节省电量达  $3900\text{ kW} \cdot \text{h}$  左右,折合人民币  $4290\text{ 元}$ 。此外,本装置取消了真空泵,每年可节省真空泵的折旧和修理费约  $1500\text{ 元}$ 。因此,总的来说改进后一年可节约运行成本  $11812.5\text{ 元}$ ,而自行制造本装置只需要消耗钢材约  $0.95\text{ t}$ ,总成本不到  $5000\text{ 元}$ 。可见,不到半年时间即可以收回制造成本,并在以后的运行当中可给公司带来明显的效益。

#### 参考文献:

- [1] 冯林豹. 真空罐引水装置设计选用及设置要点[J]. 青岛建筑工程学报,1999(1):70-73.
- [2] 陈崇亮. 永久真空引水罐[J]. 煤炭工程,2001(10):36.
- [3] 刘莉等. 真空罐在抽水泵站中的应用[J]. 黑龙江水利科技,1997(2):50-53.