

进排气阀式自动密封真空水箱充水设备的研制

苏诗雅¹,王帅²,孙晓琴²,王春堂^{2*}

1. 聊城市南水北调工程建设管理局, 山东 聊城 252000

2. 山东农业大学水利土木工程学院, 山东 泰安 271018

摘要: 为了解决泵站充水问题, 研制了进排气阀式自动密封真空水箱充水设备。该设备依据负压平衡原理, 利用进排气阀完成了水箱的自动开启和自动密封, 实现了水泵的自动充水和水箱的自动补水, 使水泵既省去了进水管底阀, 又省去真空泵充水系统。

关键词: 泵站; 真空水箱; 充水设备; 管路设计

中图分类号: TU822+.2

文献标识码: A

文章编号: 1000-2324(2015)05-0744-03

The Development of Full Water Equipment of Self-sealing Vacuum Water Tank Based on Air Intake and Evacuation Valve in Pump Station

SU Shi-ya¹, WANG Shuai², SUN Xiao-qin², WANG Chun-tang^{2*}

1. Liaocheng City Administration of South-to-north Water Transfer Project Construction, Liaocheng 252000, China

2. College of Water Conservancy and Civil Engineering/Shandong Agricultural University, Tai'an 271018, China

Abstract: In order to solve the full water problems in pumps, this paper designed a full water equipment of self-sealing vacuum water tank based on air intake and evacuation valve. It was designed according to the negative pressure balance principle to achieve automatic open and self-sealing water tank by way of the air intake and evacuation valve and it resulted in being automatic full water and supplement water. As a result, it not only led out the water inlet bottom value of water pump but also the full water system of vacuum pump.

Keywords: Pump station; vacuum water tank; full water equipment; piping design

泵站作为重要的基础工程, 在国民经济建设中发挥着越来越重要的作用, 水泵作为通用机械, 已经广泛应用在国民经济建设各部门以及城乡居民的日常生活中。多数离心泵泵站为减少基础埋深, 利于施工、通风、采光、防潮和防止地下水影响, 水泵一般采用正值安装高度, 通常水泵运行前其内没有充满水, 若直接启动, 水泵无法正常工作。所以, 正值安装高度的离心式水泵, 在启动前需要充水(俗称灌泵)。

目前, 小型的或不经常使用的离心泵泵站, 特别是广大农村, 在灌溉作物时, 水泵经常采用流动式运行方式, 由于没有可用的电源, 多数采用内燃机作为动力, 无法使用真空泵充水系统进行充水, 只能在水泵进水管口安装底阀(莲蓬头), 采用人工方式为水泵充水^[1], 致使劳动强度大。同时, 由于底阀处水头损失较大, 降低了泵站运行效率, 且有时会时常出现底阀关闭不严或无法关闭的现象, 致使底阀漏水, 不能完成水泵充水的需要, 使用不方便, 使水泵充水变得比较困难。

上述充水方式的改进形式为水上式底阀充水方式^[2], 即将底阀由进水管口移至进水管中间适宜的位置, 但它需要有足够长的进水管, 才能完成水泵充水过程, 而且, 底阀的存在致使水头损失增加, 降低了泵站运行效率。

为减小底阀带来的能量损失, 改进的方法是进水管上不设底阀, 对于小型泵站可采用真空水箱方法充水^[3], 具体方法是将真空水箱装置在进水管上, 这样进水管形状变得复杂, 这样就改变了水流流态, 造成了能量损失, 亦降低了泵站的运行效率。

目前, 泵站较多地采用真空泵充水系统充水^[1-4], 进水管上去掉了底阀, 减小了此处水头损失, 提高了泵站运行效率, 且自动化程度高。但真空泵机组需要有专门的配电系统, 每次水泵充水都需要启动真空泵机组, 需要消耗一定能量。它主要用于大、中型的电力泵站。此外, 还有手动泵充

收稿日期: 2014-10-22

修回日期: 2014-11-04

基金项目: 山东省重大水利科研及技术推广项目(SDSLKY201224)

作者简介: 苏诗雅(1989-),女,本科,助理工程师,主要从事泵站技术、节水技术研究. E-mail:sushiya@126.com

***通讯作者:** Author for correspondence. E-mail:cht.w@163.com

水法、射流泵充水法、水泵从压水管引水^[5,6]等方法,也都存在一定的不足。

为此,本文研制了泵站进排气阀式自动密封真空水箱充水设备。该设备既省去了底阀,又省去了真空泵抽气系统,使用方便、灵活,满足了现实需要,有很好的推广应用价值。

1 设备构成

如图1所示,泵站进排气阀式自动密封真空水箱充水设备,由充水排气管4、闸阀5、支架6、水箱7、水位计8、灌水孔9、进排气阀10、排气补水管13、闸阀14等组成;水箱7固定在支架6上,支架6固定在泵房地面上,水箱7底部要高于进水管2和水泵15最顶部一定高度;水箱7通过充水排气管4与水泵进水管最顶点连接;排气补水管13上端与水箱7连通,下端与水泵15最顶部的水泵灌水孔连接,上面安装有闸阀14;进排气阀10安装在水箱7最上部;水箱7上安装水位计8,水位计8上、下两端均与水箱7内腔连通;水箱7顶部设置有灌水孔9,用孔盖密封,在孔盖与水箱体之间加装密封垫。在此设计情况下,可将原来进水管与水泵进口之间的偏心渐缩管改进为安装正心渐缩管,尽量保证水流状态的稳定。

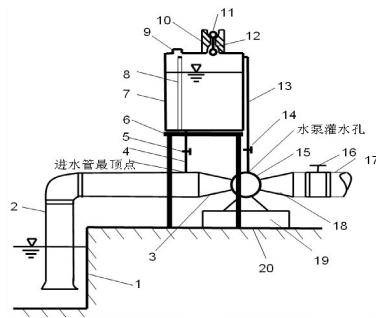


图1 泵站进排气阀式自动密封真空水箱充水设备示意图

Fig.1 A schematic diagram showing the design of full water equipment of self-sealing vacuum water tank

1-进水池; 2-水泵进水管; 3-正心渐缩管; 4-充水排气管; 5-充水排气管闸阀; 6-支架; 7-水箱; 8-水位计; 9-灌水孔; 10-进排气阀; 11-浮体; 12-连杆; 13-排气补水管; 14-排气补水管闸阀; 15-水泵; 16-水泵出水管闸阀; 17-水泵出水管; 18-正心渐扩管; 19-机组基础; 20-泵房地面

1-suction sump; 2-inlet pipe of water pump; 3-positive heart gradually shrinking tube; 4-water filled exhaust pipe; 5-gate valve of water filled exhaust pipe; 6-support; 7-water tank; 8-water level gauge; 9-hole of water inlet; 10-inlet and outlet valve of air; 11-floating body; 12-connecting rod; 13-exhaust and water supply pipe; 14-gate valve of exhaust and water supply pipe; 15-water pump; 16-gate valve of the water pump outlet pipe; 17-outlet pipe of water pump; 18- positive heart gradually expanding tube; 19-foundation of pump unit; 20-the ground of pump station room

2 工作原理

2.1 水泵充水过程

第一次使用时,先将充水排气管闸阀5关闭,打开灌水孔9,向水箱7灌水,直到灌满为止,完成后将灌水孔9封闭。水泵工作前,关闭水泵出水管闸阀16,打开充水排气管闸阀5,水在重力作用下,通过充水排气管4自动灌入水泵15及水泵进水管2、水泵出水管闸阀前的水泵出水管内,随着水箱7中水位下降,箱中压强减小,在重力和外面大气压作用下进排气阀10自动关闭,水箱自动转变成成为真空水箱,形成一定的真空。随着进水管及水泵内腔、水泵出水管闸阀前的水泵出水管中水位不断上升,其内部气体通过充水排气管4及排气补水管13被排入水箱上部。由于充水排气管4连接在进水管最顶点处、排气补水管13连接在水泵最顶部,所以,进水管及水泵中的气体会全部排入水箱中。当水泵进水管、水泵内腔全部充满水后,整个系统会达到一种真空平衡状态,此时水箱7中水位不再下降,这样就完成了水泵充水过程,将充水排气管闸阀5关闭,即可启动水泵。

2.2 水箱补水过程

水泵启动后,一部分水通过排气补水管13将水输入到水箱7中,由于水体的增加,使水箱中的气体压力升高,气体经进排气阀10向外排出;随着水箱中水位的不断升高,浮体11被逐渐浮起,水箱中充满水时进排气阀10自动关闭,完成水箱补水过程,以备下次水泵充水使用。

以后每次水泵充水时,可直接由闸阀控制,即把闸阀5打开时,水会自动流入水泵进水管、水

泵内腔中, 自动完成水泵充水任务; 当水泵启动后, 又会自动完成向水箱中的补水任务, 这样, 周而复始, 实现了泵站的充水。

灌水孔 9 用孔盖密封, 在孔盖与箱体之间加装密封垫, 用螺栓固定。需要检修水箱内部时, 可将充水排气管闸阀 5 打开, 将水放空。水箱体积较大时, 灌水孔 9 可兼作人孔。

3 操作步骤

(1) 关闭充水排气管闸阀 5 和排气补水管闸阀 14, 通过灌水孔 9, 向水箱 7 中灌满水, 之后用孔盖封闭灌水孔。

(2) 关闭水泵出水管闸阀 16, 使闸阀 16 前的出水管、水泵内腔及进水管形成一密闭空腔。

(3) 打开闸阀 5、14, 水箱 7 中的水在重力作用下, 通过充水排气管 4 自动灌入水泵进水管 2、水泵 15 内及闸阀 16 前的出水管中, 其中的气体会从排气补水管 13 及充水排气管 4 排入水箱 7 中;

(4) 观察水位计 8 中水位, 若不再下降, 说明水泵充满水后, 完成也水泵充水过程, 将闸阀 5 关闭, 即可启动水泵 15。

(5) 启动水泵。水泵启动后, 一部分水通过排气补水管 13 将水输入到水箱 7 中, 随着水箱 7 中水位的不断升高, 水箱 7 上部气体由进排气阀 10 排出, 水箱充满水后, 进排气阀 10 自动关闭, 完成水箱补水过程, 以备下次水泵充水使用。

(6) 水泵正常工作后, 将闸阀 14 关闭, 以防止水箱在泵站发生水锤时破坏。

(7) 以后再启动水泵时, 重复上述步骤, 即可完成水泵 15 的充水及水箱 7 的补水, 周而复始, 即可实现水泵的充水。

4 设备的特点

(1) 将进排气阀布置在水箱顶部, 在水箱补水过程中, 可使水箱内所有气体排出, 有效地减小了水箱的体积, 降低了造价, 减小了占用空间, 便于设备的布置、安装;

(2) 只在水箱和水泵进水管最顶点之间设置一条充水排气管 4, 即可将水泵进水管中的所有气体排出, 同时, 能实现进水管的充水。使得水泵进水管的设计具有了任意性, 很好地解决了目前要求水泵进水管为水平安装或有一向上倾斜安装的问题;

(3) 在水箱与水泵顶点(水泵灌水孔)设置一条排气补水管 13, 能充分将水泵内腔的所在气体排出, 保证了水泵的充水。同时, 完成了水箱的补水任务, 为水泵下次充水做好了准备。解决了水箱与水泵及其管路之间的连接管路较复杂, 占有空间较多, 影响美观的问题。

(4) 本设备结构简单, 制作、安装、使用灵活、安全、方便, 实现了水泵的自动充水, 同时, 提高了泵站运行效率。可使用于电力泵站和内燃机泵站等各类泵站, 特别更适用于流动式泵站, 很好地解决了泵站充水的问题。

5 结语

该泵站进排气阀式自动密封真空水箱充水设备的研制, 很好地解决了水泵充水问题, 既省去了底阀, 又省去了真空泵机组, 实现了水泵的自动充水和泵站的节能运行。在本充水设备条件下, 仍然把水泵进水管与水泵进口之间的连接用偏心渐缩管设计成正心渐缩管, 改善了水泵进口处水流流态, 提高了泵站运行效率及水泵的抗气蚀性能。同时, 改变了泵站进水管路的设计理念, 使进水管设计具有了很好的灵活性, 是对泵站设计的改进, 为泵站设计及技术改造, 打下了坚实的基础。

参考文献

- [1] 王福军. 水泵与水泵站[M]. 北京: 中国农业出版社, 2005
- [2] 姜乃昌. 水泵及水泵站[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2001
- [3] 栾鸿儒. 水泵及水泵站[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002
- [4] 刘竹溪, 刘景植. 水泵及水泵站[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2006
- [5] 李亚峰, 李清雪, 吴永强. 水泵及水泵站[M]. 北京: 机械工业出版社, 2009
- [6] 张景成, 张立秋. 水泵及水泵站[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2006