

# 集光能利用和雨水收集的多功能封闭水库系统

刘 栋

江阴市农村水利服务中心徐霞客水利站 江苏江阴 214408

**摘要:** 涉及一种集光能利用和雨水收集的多功能封闭水库系统适用于干旱少雨、极寒极热、光照充分地区的地面储水及光能利用, 本系统可广泛应用于水深不大于十米, 面积不小于一万平方米的工业园区储水库, 抽水蓄能电站和市政储水库等人工开挖建造的中小型水库项目。

**关键词:** 光能利用; 雨水收集; 多功能封闭水库系统

## Multifunctional closed reservoir system for solar energy utilization and rainwater collection

Dong Liu

Jiangyin rural water conservancy Service Center XuXiake Water Conservancy Station, Jiangyin, Jiangsu 214408

**Abstract:** the utility model relates to a multi-functional closed reservoir system for collecting light energy and rainwater, which is suitable for ground water storage and light energy utilization in areas with drought and little rain, extreme cold and extreme heat, and full sunlight. The system can be widely used in small and medium-sized reservoir projects constructed by manual excavation, such as industrial park reservoirs with a water depth of no more than 10 meters and an area of no less than 10000 square meters, pumped storage power stations, and municipal reservoirs.

**Keywords:** light energy utilization; Rainwater collection; Multifunctional closed reservoir system

### 前言:

中国西北地区干旱, 夏季炎热冬季极寒, 受气候影响地面水资源匮乏。目前中国西北地区采用的露天水库全年蒸发量是中东部区域2~3倍, 冬天气温最低达到-30℃以下, 全年近6个月甚至更长时间处于结冰状态, 结冰厚度高达1~2m。人造露天水库将会带来城市供水、工业用水设备设施利用率低, 水资源蒸发严重的问题, 而封闭地面水库顶棚成本过高, 因此人工建造的水库多采用地下水库。

### 一、技术方案

要解决的技术问题有二, 其一, 受地区气候影响, 水资源蒸发严重或冰冻时间过长, 影响正常用水; 其二, 工程造价过高, 为此, 提出一种集光能利用和雨水收集的多功能封闭水库系统。

**作者简介:** 刘栋(1991年1月), 男, 汉族, 江苏省江阴市人, 助理工程师, 本科学历, 主要从事的行业或研究: 水利水电工程。

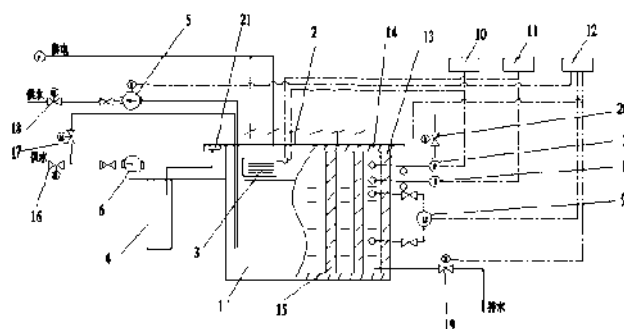


图1为本系统的原理结构图

图中: 1水库、2太阳能光伏发电装置、3电动百叶窗装置、4雨水收集井、5外供水泵、6雨水回收水泵、7内外测压装置、8内外测温装置、9液位测量装置、10压力连锁控制器、11温度连锁控制器、12液位连锁控制器、13水库壁、14水库顶板、15支柱、16电动阀门、17供水电动阀门、18供水伐、19排水电动门、20排水电动门、21雨水收集槽。

集光能利用和雨水收集的多功能封闭水库系统, 在封闭式地面水库1上安装封闭式水库供水系统和封闭式

水库温差智能控制系统；所述的封闭式地面水库1包括水库本体，水库本体四周由水库壁13围成，顶部设置水库顶板14；其中，水库本体内设置若干个立柱15，立柱15上方支撑水库顶板14；封闭式水库温差智能控制系统包括在水库壁13高于地面部分的墙壁上等间距装设电动百叶窗装置3，沿水库壁墙壁一定间距安装多个内外测温装置8，内外测温装置8将水库内温度、水库外温度传输至温度连锁控制器11，温度连锁控制器11控制电动百叶窗装置3。

还包括设置在封闭式地面水库1上的封闭式水库光伏发电系统，封闭式水库光伏发电系统包括设置在水库顶板14的支撑光伏发电装置所用支撑管，太阳能光伏发电装置2通过支撑管固定安装于用于封闭的水库顶板14上，电气装置安装于支柱15上方的顶板处。

水库顶板为钢筋混凝土浇筑而成，浇筑之前应预先在其中埋入支撑管。

采用上述技术方案，解决了封闭地面水库成本过高无法投资建设问题，合理利用水库顶棚土建结构强度和面积安装有光伏发电设备，并且回收降水，储存雨水资源，以降低封闭水库成本，保证水库设施常年运行，减少水蒸发同时避免水结冰。新型的封闭水库系统通过对空间资源的协同利用开发利用，整体成本较低，可以替代成本较高的地下水库。

另外，设置水库压差控制系统、水库温度控制系统、水库液位控制系统，实现水库的智能化运行，更有效的保障设施、设备和系统的安全。

## 二、具体实施方式

为使本系统的目的、技术方案和优点更加清楚，将结合附图，对本系统中的技术方案进行清楚、完整地描述。

为实现干旱少雨、极寒极热、光照充分地区的地面水库水资源充分开发和高效利用、土地和光资源的高效利用，解决露天水库在干旱条件下的水分过度蒸发导致水资源利用浪费问题，在极寒条件下水结冰过厚导致不能使用，解决地下水库成本造价过高、未能形成较大规模问题。开发一种集光能利用和雨水收集的多功能封闭水库系统，降低成本，实现在特定气候环境条件下建造地面封闭水库。本系统具有供电、供水、回收雨水和智能化安全防护的功能，整体系统一共包含6个子系统：具体来说，是在封闭式地面水库1上安装封闭式水库供水系统、封闭式水库光伏发电系统、封闭式水库雨水回收系统、封闭式水库压差智能控制系统、封闭式水库温

差智能控制系统和封闭式水库液位智能控制系统，其中，具体结构如下：

2.1 封闭式水库供水系统设置水库封闭装置，用于减少水分蒸发损失，降低极寒天气水结冰的影响。封闭式地面水库1包括水库本体，水库本体的底部可以位于地平面之下，也可以位于地平面之上，水库本体四周由水库壁13围成，顶部设置水库顶板14。其中，水库壁13为钢筋混凝土结构，水库本体内设置若干个立柱15，立柱15上方支撑水库顶板14。必要地，作为正常水库使用，封闭式地面水库1通过外供水泵5和供水电动阀门17连通若干条对外供水管道。本系统为了应对干燥和极端寒冷的气候条件，在水库壁13高于地面部分的四周墙壁上等间距装设电动百叶窗装置3，电动百叶窗装置3正常处于关闭状态，组成减少储水蒸发损失、保持温度相对恒定的封闭式地面储水库1本体设施。封闭式水库供水系统为基本供水系统，在封闭式地面储水库1内外部压差小于设定值、内外部的温差在一定范围内时、水库内液位处于合理范围时的正常情况下，电动百叶窗装置3处于关闭状态，封闭式地面储水库1本体设施内的水，开启外供水泵5和供水电动阀门17，对工业、生活用户提供供水。由于电动百叶窗装置3关闭，封闭式地面储水库1内空气不流动，可以减少水分蒸发损失，降低极寒天气水结冰带来的影响。

2.2 封闭式水库光伏发电系统，利用水库上表面空间装设太阳能光伏发电系统，降低工程造价，水库具备供水、供电功能。水库顶板14为钢筋混凝土浇筑而成，浇筑之前应预先在其中埋入支撑光伏发电装置所用支撑管。太阳能光伏发电装置2通过支撑管固定安装于用于封闭的水库顶板14上，较重的电气装置如逆变器和变压器安装于支撑水库顶板14的水库内支柱15处，采用框架梁结构承重，将太阳能光伏发电装置的土建支撑承重结构部分与水库顶板和水库立柱合二为一，占封闭水库建设主要成本的顶棚和立柱通过光伏发电回收，大幅度降低封闭水库建设成本，充分利用太阳能，节约用地，构成封闭式地面储水库1的发电系统。该系统为基本供电系统，在白天有太阳光条件下，太阳能光伏发电装置2根据光照的强度不同，由光伏电池组件将太阳能转化为不同功率的电能对外输送。

2.3 封闭式水库雨水回收系统：利用水库上表面空间，收集雨水至地下积水井，更深度的开发和利用水资源。为避免灰尘、雨水、砂石进入水库造成水污染，故将水库顶板14无缝密封。水库顶板14采用波折式结构，

以避免坡度较大,增加施工难度和费用;顶板波折底部为积水沟,顶板四周伸出水库壁一定距离在水库壁外的顶板上设置凹槽作为雨水收集槽21,波折底部的积水沟与顶板四周的雨水收集槽21连通,将雨水汇聚至低凹处的雨水收集槽21,雨水收集槽21通过管道将收集的雨水汇至雨水收集井4,雨水收集井4埋于地下,防止水分蒸发。雨水收集井4通过雨水回收水泵6连通水处理装置,这样开启雨水回收水泵6,将回收的雨水汇至外部水处理装置。另外,水处理装置的输出管道分为两路输出,其一通过雨水对外供水电动阀门16连通对外供水管路,其二通过雨水循环电动阀门17管路连通封闭式地面储水库1。上述设施、设备和管道构成雨水回收利用系统。该子系统为阴雨天雨水收集、储存回收利用系统,在阴雨天气收集雨水使用。水库顶板14采用波折式结构,雨水通过顶板上设置的积水沟,汇集至顶板四周的雨水收集槽21,通过雨水收集槽21底部管道收集至雨水收集井4,开启雨水回收水泵6回收利用雨水,正常运行打开雨水对外供水电动阀门16对外供水;当水质满足水库要求,并且水库内的水位较低时,关闭雨水对外供水电动阀门16,打开雨水循环电动阀门17为水库补水。

2.4封闭式水库压差智能控制系统:利用水库内外压差测量,控制电动百叶窗装置开关,平衡内外压差,避免出现安全问题。沿水库壁墙壁一定间距安装多个内外测压装置7,内外测压装置是指在水库壁墙壁的内部和外部各设一个压力传感器,内外测压装置7将水库内外压差信号传输至压力连锁控制器10,内外压差超过或低于一阈值时控制电动百叶窗装置3开启,水库壁四周的百叶窗与其附近的内外测压装置和压力连锁控制器形成一组压差控制装置,每一组压差控制装置由一个压力连锁控制器控制,不同组之间各自独立,多组压差控制装置形成整个水库的控制系统构成水库压差控制系统。该子系统为封闭水库的基本智能压差保护系统,当水库充水时,水库内上部空气压强上升,内部压强大于外部的大气压,当水库排水时,水库内上部空气压强下降,内部压强低于外部的大气压,内外压差超过一定值时,控制器控制电动百叶窗装置3打开,用以平衡内外气压,当通风平衡压差回到安全范围内时,控制器控制电动百叶窗装置3关闭,避免内部气压过大时可能的爆裂和气压过小时可能的垮塌带来的安全问题。

2.5封闭式水库温差智能控制系统:利用水库内温度、水库外温度、水库内外温差测量,控制电动百叶窗装置开关,平衡水库内外部温差,进行水库内补热或排热,避免出现安全问题。沿水库壁墙壁一定间距安装多个内外测温装置8,内外测温装置是指在水库壁墙壁的内部和外部各设一个测温传感器,水库内温度、水库外温度信号传输至温度连锁控制器11,当温差、温度超过或小于设定值时,控制器控制电动百叶窗装置3打开。水库壁四周的百叶窗与其附近的温差测点和温度连锁控制器形成一组温差控制装置,每一组温差控制装置由一个温度连锁控制器控制,不同组之间各自独立,多组温差控制装置形成整个水库的控制系统构成水库温差控制系统。当遇到环境气温急剧变化时,内外部温差超过一定值时,控制器控制电动百叶窗装置3打开,用以平衡内外温差,避免内部温度过高和过低,造成的水库壁和顶棚变形应力过大,导致变形带来的安全问题,当内外部温差回归到安全范围内时,控制器控制电动百叶窗装置3关闭。在夏季时,内部气温高于一定值时,控制器控制电动百叶窗装置3打开,进行水库通风,降低内部温度,对外排热,保证对外供水泵5的安全运行;在冬季中午时,内部气温低于一定值且低于外部气温时,控制器控制电动百叶窗装置3打开,进行补热,避免水结冰过厚,延长对外供水泵5的供水时间。上述系统保障水库设施和设备安全运行。

### 三、结语

集光能利用和雨水收集的多功能封闭水库系统,通过光能发电,雨水回收及其同一建筑结构的有效利用,解决封闭水库顶棚和立柱的成本过高问题,在减少水分蒸发的同时发电产能、回收利用降水,实现供电、供水、回收雨水和智能化安全防护的功能。

### 参考文献:

- [1]靳少波,李季.水库调度与防洪度汛技术发展现状与展望[J].大坝与安全,2017(02):33-40.
- [2]李波,汪妮,朱晓梅,解建仓.基于遗传算法的城市库群联合供水调度研究[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2014,42(09):184-190.
- [3]周惠成,刘莎,程爱民,张春波.跨流域引水期间受水水库引水与供水联合调度研究[J].水利学报,2013,44(08):883-891.