



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114635397 A

(43) 申请公布日 2022. 06. 17

(21) 申请号 202210362163.9

F03B 13/06 (2006.01)

(22) 申请日 2022.04.07

(71) 申请人 长江勘测规划设计研究有限责任公司

地址 430010 湖北省武汉市解放大道1863号

(72) 发明人 陈昕 何杰 张鹏 刘凯 张涛 付文军 张旭 金乾 李胜 陈新淼

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104

专利代理师 李媛 陈家安

(51) Int. Cl.

E02B 9/00 (2006.01)

E03F 5/10 (2006.01)

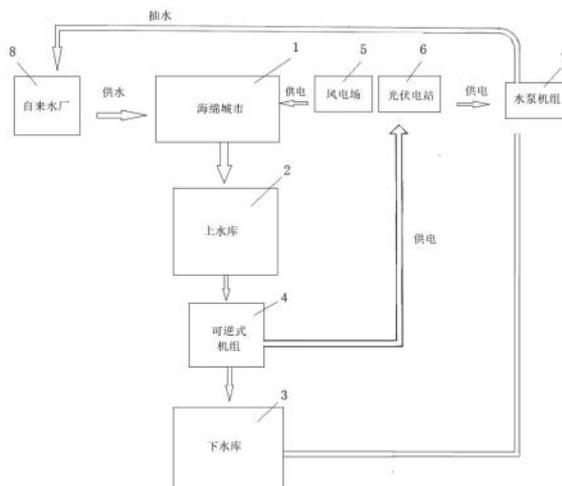
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种服务于海绵城市的分布式抽水蓄能电站

(57) 摘要

本发明公开了一种服务于海绵城市的分布式抽水蓄能电站。它包括由上水库、下水库组成的储水系统和设置于上水库与下水库之间的用于发电的可逆式机组；所述可逆式机组连接用于给海绵城市供电的风电场和光伏电站，所述下水库通过水泵机组连通至自来水厂。本发明将城市内或城市周边的风电场、光伏电站、分布式抽水蓄能电站、海绵城市相结合，针对有建设海绵城市需求的地区，可以利用短时暴雨、城市内涝等水资源发电，又可以为水资源的循环再利用供电。



1. 一种服务于海绵城市的分布式抽水蓄能电站,其特征在於:包括由上水库(2)、下水库(3)组成的储水系统和设置于上水库(2)与下水库(3)之间的用于发电的可逆式机组(4);所述可逆式机组(4)连接用于给海绵城市(1)供电的风电场(5)和光伏电站(6),所述下水库(3)通过水泵机组(7)连通至自来水厂(8)。

2. 根据权利要求1所述的一种服务于海绵城市的分布式抽水蓄能电站,其特征在於:所述储水系统为天然的蓄水池或者后期已建成人工的蓄水池,在蓄水池设水坝,将水坝上游作为分布式抽水蓄能电站的上水库(2),将水坝下游作为分布式抽水蓄能电站的下水库(3),所述可逆式机组(4)为坝式可逆式机组。

3. 根据权利要求1所述的一种服务于海绵城市的分布式抽水蓄能电站,其特征在於:所述储水系统为地下储水设施,所述地下储水设施包括地面第一层储水设施和地下第二层储水设施,将地面第一层储水设施作为分布式抽水蓄能电站的上水库(2),将地下第二层储水设施作为分布式抽水蓄能电站的下水库(3),所述可逆式机组(4)为地下可逆式机组。

4. 根据权利要求3所述的一种服务于海绵城市的分布式抽水蓄能电站,其特征在於:所述地下储水设施为地下停车场或防空洞。

5. 根据权利要求1所述的一种服务于海绵城市的分布式抽水蓄能电站,其特征在於:所述水泵机组(7)通过风电场(5)和光伏电站(6)供电。

6. 根据权利要求1所述的一种服务于海绵城市的分布式抽水蓄能电站,其特征在於:所述可逆式机组(4)和水泵机组(7)均选择可变速机组,两台可变速机组的转子接线端连接到一组背靠背式变流器(B),变流器采用功率半导体技术控制,两台可变速机组的定子共用一台机组变压器(A)与电网相连。

一种服务于海绵城市的分布式抽水蓄能电站

技术领域

[0001] 本发明属于电站应用海绵城市技术领域,具体涉及一种服务于海绵城市的分布式抽水蓄能电站。

背景技术

[0002] 目前快速城镇化引发大规模的城市扩张,城市化的不断加深带来了一系列生态环境问题,其中水生态危机尤为突出,发生的一场场内涝事件犹在眼前。被暴雨夺走的不仅是房屋、道路,甚至是鲜活的生命。暴雨袭城,城市变泽国,开启“看海”模式。城市“看海”的景象所付出的代价却是众多遇难的生命和惨重的经济损失,城市内涝已成为摆在城市管理者面前的一道难题。然而,从生态的角度看,城市面临的远不止洪涝灾害问题,还有水资源处理的问题。

[0003]

[0004] 城市内涝是世界公认的城市管理难题,海绵城市是当下大力推行的解决城市内涝管理难题的新建设模式。具体而言,海绵城市的建设目标是使70%的降雨就地消纳和利用。海绵城市在收集雨水的环节上,蕴藏了大量未经利用的水能资源,同时,在再利用储存的水资源的过程中,又需要消耗大量的电能。因此,有必要运用创新的方法,找到一种既能够灵活利用水能,又能够解决海绵城市用电需求的方法。

[0005] 海绵城市的建设难点是,需要为城市短时间内出现的大量雨水疏通并存储,同时还要加以利用。

发明内容

[0006] 本发明的目的就是为了解决上述背景技术存在的不足,提供一种服务于海绵城市的分布式抽水蓄能电站。

[0007] 本发明采用的技术方案是:一种服务于海绵城市的分布式抽水蓄能电站,包括由上水库、下水库组成的储水系统和设置于上水库与下水库之间的用于发电的可逆式机组;所述可逆式机组连接用于给海绵城市供电的风电场和光伏电站,所述下水库通过水泵机组连通至自来水厂。

[0008] 进一步优选的结构,所述储水系统为天然的蓄水池或者后期已建成人工的蓄水池,在蓄水池设水坝,将水坝上游作为分布式抽水蓄能电站的上水库,将水坝下游作为分布式抽水蓄能电站的下水库,所述可逆式机组为坝式可逆式机组。坝式可逆式机组进行水资源的发电;同时,在下水库另外建造水泵机组,将水资源抽取至城市自来水厂进行再利用。可以利用海绵城市原有的处理降水的渗水和输水装置,但还需要在原有海绵城市建设的基础上,增加蓄水池的拦水坝和坝上式可逆式机组,建造成本较高。

[0009] 进一步优选的结构,所述储水系统为地下储水设施,所述地下储水设施包括地面第一层储水设施和地下第二层储水设施,将地面第一层储水设施作为分布式抽水蓄能电站的上水库,将地下第二层储水设施作为分布式抽水蓄能电站的下水库,所述可逆式机组为

地下可逆式机组。地下可逆式机组进行水资源的发电；同时，在地下第二层储水设施出水口另外建造水泵机组，将水资源抽取至城市自来水厂进行再利用。可以利用海绵城市原有的处理降水的渗水和输水装置，仅需要在原有海绵城市建设的基础上，增加上下两层储水装置的输水通路，以及地下可逆式机组，建造成本较低。

[0010] 海绵城市作为城市未来发展的趋势，是当前城市建设的热点，然而其水源资源并没有得到充分利用。在海绵城市中，为了实现 70% 的降雨就地消纳和利用，一个重要的特点就是要具有足够体量的储水系统，无论是天然的蓄水池或者人工的蓄水池，亦或是利用城市地下停车场或者防空洞。将这些储水建筑物或构筑物进行改造，形成储水的上下两级水库，再利用海绵城市原本的渗水和输水通路，可以低成本地建造服务于海绵城市的抽水蓄能电站。

[0011] 本发明可辅助城市消纳降雨、水能资源循环利用、可与风电长光伏电站配合运行、电能资源优化分配等特点。

[0012] 进一步优选的结构，所述地下储水设施为地下停车场或防空洞。

[0013] 进一步优选的结构，所述水泵机组通过风电场和光伏电站供电。

[0014] 进一步优选的结构，所述可逆式机组和水泵机组均选择可变速机组，两台可变速机组的转子接线端连接到一组背靠背式变流器，变流器采用功率半导体技术控制，两台可变速机组的定子共用一台机组变压器与电网相连。

[0015] 可逆式机组既可以起到放水发电功能，又可以起到抽水储能的功能，实现能量的双向流动；水泵机组负担将水资源循环利用。可逆式机组和水泵机组均选择可变速机组，相比于固定速抽蓄机组，可变速机组在快速平抑风电、光伏出力方面的优势对于在电网中接入不稳定的新能源出力非常重要。

[0016] 本发明同时具备将水资源发电和为水资源再利用供电的特点：

[0017] 1、本发明将城市内或城市周边的风电场、光伏电站、分布式抽水蓄能电站、海绵城市相结合，针对有建设海绵城市需求的地区，可以利用短时暴雨、城市内涝等水资源发电，又可以为水资源的循环再利用供电。

[0018] 2、本发明分布式抽水蓄能电站适合配套海绵城市建设，特别是如果海绵城市内或城市周边有丰富的风能和太阳能资源时，能够实现更大比例的清洁能源利用率和降低碳排放量。

附图说明

[0019] 图1是本发明的海绵城市分布式抽水蓄能电站原理图；

[0020] 图2是海绵城市+分布式抽水蓄能电站的电气连接图。

[0021] 图中，1-海绵城市(101-城市用电负荷中心)、2-上水库、3-下水库、4-可逆式机组(401-第一水轮机)、5-风电场、6-光伏电站、7-水泵机组(701-第二水轮机)、8-自来水厂、A-变压器、B-变流器。

具体实施方式

[0022] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明，便于清楚地了解本发明，但它们不对本发明构成限定。

[0023] 如图1所示,本发明包括由上水库2、下水库3组成的储水系统和设置于上水库2与下水库3之间的用于发电的可逆式机组4;所述可逆式机组4连接用于给海绵城市1供电的风电场5和光伏电站6,所述下水库3通过水泵机组7连通至自来水厂8。

[0024] 所述储水系统为天然的蓄水池或者后期已建成人工的蓄水池,在蓄水池设水坝,将水坝上游作为分布式抽水蓄能电站的上水库2,将水坝下游作为分布式抽水蓄能电站的下水库3,所述可逆式机组4为坝式可逆式机组。

[0025] 所述储水系统为地下储水设施,所述地下储水设施包括地面第一层储水设施和地下第二层储水设施,将地面第一层储水设施作为分布式抽水蓄能电站的上水库2,将地下第二层储水设施作为分布式抽水蓄能电站的下水库3,所述可逆式机组4为地下可逆式机组。

[0026] 所述地下储水设施为地下停车场或防空洞。

[0027] 所述水泵机组7通过风电场5和光伏电站6供电。

[0028] 本发明将分布式抽水蓄能电站和海绵城市结合起来,一方面利用城市短时间内出现的大量雨水发电,另一方面又可以为这些水量的再利用提供电能。

[0029] 与海绵城市结合的分布式抽水蓄能电站的可用潜在水能E (单位:焦耳)估算如下:

$$[0030] \quad E = \rho ghV\eta$$

[0031] 式中, ρ 是水的密度(水的密度取值为 $1000\text{kg}/\text{m}^3$), g 是重力加速度(取值为 $9.8\text{m}^2/\text{s}$), h 是水头高度(单位:m), V 是上水库的库容(单位: m^3), η 是电站的整体效率(单位:%)。

[0032] 分布式抽水蓄能电站的整体效率 η 可计算为,

$$[0033] \quad \eta = \eta_{\text{pump}} \cdot \eta_{\text{turbine}} \cdot \eta_{\text{pipeline}}$$

[0034] 式中, η_{pump} 、 η_{turbine} 和 η_{pipeline} 分别是可逆式机组电动工况、可逆式机组发电工况和海绵城市原有输水管道的效率。

[0035] 与海绵城市结合的分布式抽水蓄能电站,上水库的库容来自于天然降水,水能资源可以是一天的降雨量,也可以是一段时期之内的降雨量。其计算为:

$$[0036] \quad V = \sum D_i v_i$$

[0037] 式中, D 是降雨的天数(单位:天), v 是每个雨天的降雨量(单位: m^3)。

[0038] 服务于海绵城市的分布式抽水蓄能电站,还需要考虑造价因素。针对与坝式蓄水池结合的类型,可以利用海绵城市原有的处理降水的渗水和输水装置,需要在原有海绵城市建设的基础上,增加蓄水池的拦水大坝和坝上式发电装置,建造成本较高。针对与双层储水设施结合的类型,可以利用海绵城市原有的处理降水的渗水和输水装置,仅需要在原有海绵城市建设的基础上,增加上下两层储水装置的输水通路,以及地下发电装置,建造成本较低。

[0039] 与海绵城市结合的分布式抽水蓄能电站选择特殊的“两管两机式”布置,即在两条供水、输水线路上分别布置一台可逆式机组和一台水泵机组。这种特殊的两机式方案可以灵活地利用水能资源,同时可以改善抽水蓄能电站在配合新能源电站使用时的动态响应能力。具体而言,可逆式机组既可以起到放水发电功能,又可以起到抽水储能的功能,实现能量的双向流动;单独的水泵机组则只负担将水资源循环利用。

[0040] 本发明具有三种基本的运行策略。首先,在暴雨来临时,可逆式机组处于发电状态,将处理棘手的内涝洪水转化为可以提供电能的动能,电能用以供给城市用电负荷中心

101。其次,在雨过天晴之后,单独的水泵机组开始工作,提升雨水至自来水厂进行循环利用,风电场和光伏电站可以为水泵机组工作提供动力。最后,当风电场和光伏电站出力过多时,还可以利用可逆式机组进行抽水储能,待到城市用电紧张时,再开闸放水发电。本发明将分布式抽水蓄能电站和海绵城市结合起来,一方面利用城市短时间内出现的大量雨水发电,另一方面又可以为这些存储水之后的再利用提供电能。

[0041] 如图2所示,针对分布式抽水蓄能电站的机组选型,为了改善抽水蓄能电站在为风电场、光伏电站提供辅助服务时的动态响应,可逆式机组4和水泵机组7均采用可变速机组。相比于固定速机组,可变速机组的优势对于具有不稳定出力的新能源电源非常重要。在电气连接方面,两台机组的转子接线端连接到一组背靠背式变流器B,变流器采用功率半导体技术控制,两台机组的定子可以共用一台三相机组变压器A与电网相连。

[0042] 本说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

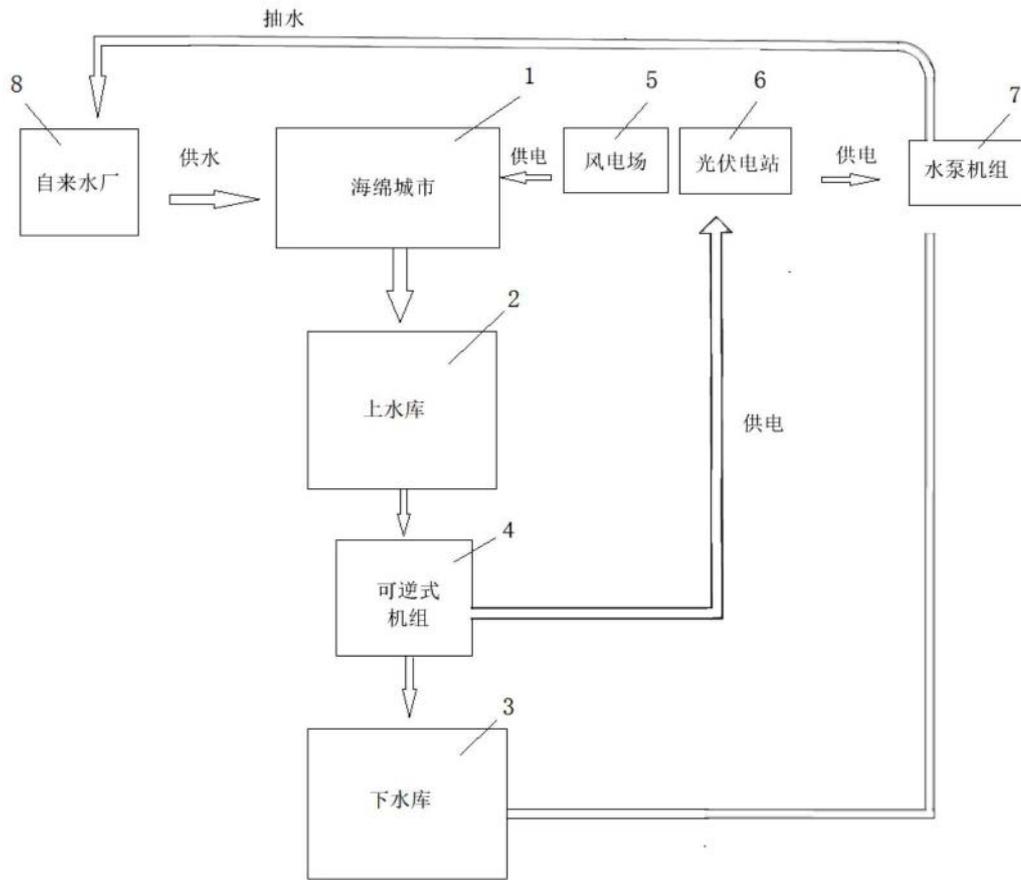


图1

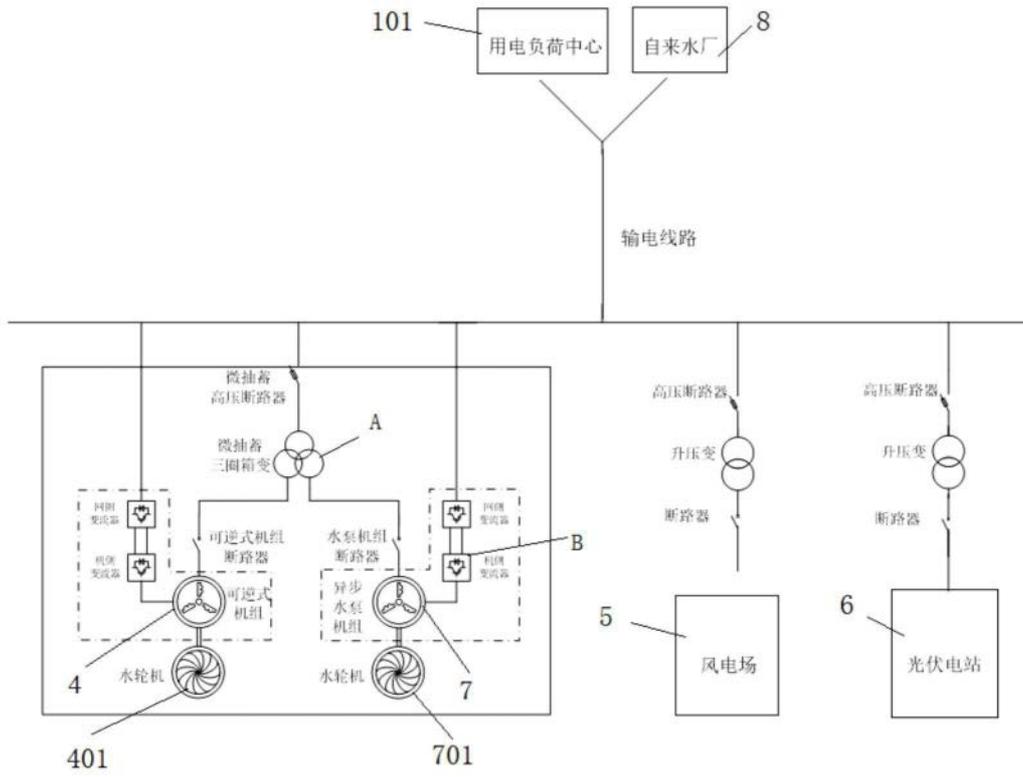


图2