



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204456022 U

(45) 授权公告日 2015. 07. 08

(21) 申请号 201520138776. X

F03B 13/00(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 03. 11

(73) 专利权人 上海浦东路桥建设股份有限公司
地址 201206 上海市浦东新区佳林路 1028 号

(72) 发明人 罗芳艳 刘钢 李军代 施曙东
闫国杰 邓国民 邱轶 姚凯

(74) 专利代理机构 上海硕力知识产权代理事务
所 31251

代理人 郭桂峰

(51) Int. Cl.

E02B 9/00(2006. 01)

E01D 19/08(2006. 01)

E01H 1/10(2006. 01)

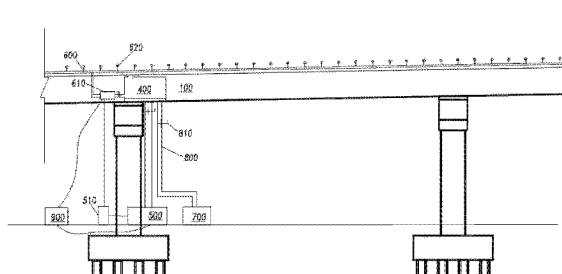
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 实用新型名称

城市高架路微型降水水力发电站

(57) 摘要

本实用新型公开一种城市高架路微型降水水力发电站,包括高架路、降水收集系统、降水输送系统、降水存储系统和水力发电机组,所述降水收集系统、所述降水输送系统和所述降水存储系统均设置在所述高架路的上部,所述降水收集系统用于收集到的高架桥路面上的降水;所述降水存储系统导通连接至所述水力发电机组上,通过所述降水存储系统中水的重力势能推动所述水力发电机组进行发电。本实用新型既满足高架路的排水需要,又可以对自然降水的水能进行有效回收;同时,其还进一步的解决了路面清洗时所需的电力和水源供应问题,并实现节约资源、自动化定期清洗、无需封路、无需养护人员在高架路路面现场操作的城市高架路路面自动清洗。



1. 一种城市高架路微型降水水力发电站,其特征在于:包括高架路、降水收集系统、降水输送系统、降水存储系统和水力发电机组,所述降水收集系统、所述降水输送系统和所述降水存储系统均设置在所述高架路的上部,所述降水收集系统用于收集到的高架路路面上的降水,并通过所述降水输送系统输入所述降水存储系统中;所述水力发电机组设置在所述降水存储系统的下方,所述降水存储系统导通连接至所述水力发电机组上,通过所述降水存储系统中水的重力势能推动所述水力发电机组进行发电。

2. 如权利要求 1 所述的城市高架路微型降水水力发电站,其特征在于:所述降水收集系统为多个设置在所述高架路路面两侧的降水收集口,所述降水输送系统包括多根连接管道,所述连接管道导通连接所述降水收集口和降水存储系统。

3. 如权利要求 1 所述的城市高架路微型降水水力发电站,其特征在于:所述降水存储系统为槽式构造物、箱式构造物、罐式构造物、直径不小于 20cm 的管道中的一种或多种。

4. 如权利要求 3 所述的城市高架路微型降水水力发电站,其特征在于:所述降水存储系统的顶面位置在所述高架路路面的水平高度以下,所述降水存储系统的底面位置在地面水平高度以上。

5. 如权利要求 1 所述的城市高架路微型降水水力发电站,其特征在于:所述水力发电机组上还连接有用于储存电能的蓄电池和用于将完成发电作业后的降水引入排水系统中的排水管道。

6. 如权利要求 1 所述的城市高架路微型降水水力发电站,其特征在于:所述降水存储系统连通至所述水力发电机组上的出水口处设置有一流量阀。

7. 如权利要求 1 至 6 任一项所述的城市高架路微型降水水力发电站,其特征在于:所述城市高架路微型降水水力发电站还包括路面清洗系统,所述路面清洗系统包括电动抽水泵和喷洒装置,若干所述喷洒装置设置在所述高架路上,所述喷洒装置通过所述电动抽水泵连接至所述降水存储系统上,所述电动抽水泵的电力输入端连接至所述水力发电机组的电力输出端上。

8. 如权利要求 7 所述的城市高架路微型降水水力发电站,其特征在于:在地面上还设置有污泥收集箱,在所述降水存储系统的污泥沉淀处设置一排污管道,在所述排污管道上设置有卸泥阀,通过所述排污管道将所述降水存储系统中沉积下来的污泥排放到污泥收集箱中。

9. 如权利要求 8 所述的城市高架路微型降水水力发电站,其特征在于:所述降水存储系统为槽式构造物、箱式构造物、罐式构造物中的一种或多种,所述电动抽水泵导通在所述降水存储系统的侧部上,并与所述降水存储系统的污泥沉淀处保持一定距离。

10. 如权利要求 7 所述的城市高架路微型降水水力发电站,其特征在于:所述城市高架路微型降水水力发电站还包括一自动控制装置,所述自动控制装置控制连接所述降水存储系统、水力发电机组、电动抽水泵和喷洒装置。

城市高架路微型降水水力发电站

技术领域

[0001] 本实用新型涉及水力发电站结构设计的技术领域,尤其涉及一种城市高架路微型降水水力发电站。

背景技术

[0002] 随着全球能源需求日益增长和环境保护意愿加强,石油、煤炭等传统能源已经不仅难以满足需求,而且给环境造成的负面范围影响逐渐扩大和程度加强。因此,发展水能、太阳能以及风能等清洁能源已经成为二十一世纪全球能源发展的主题,而水能是应用规模最大、最为成熟的清洁能源。水能的应用方式往往通过在具有较大高度梯度差的河、湖等流域修筑水力发电站,将水势能转化成机械能,进而转化成电能。可世界各地能够应用水能的自然流域毕竟有限,而且基本上已经被开发殆尽,如何进一步开发水能成为全球水力能源研究和工作者共同面临的难题。

[0003] 目前全球城市市政道路发展的现状和趋势之一是集中化、高空化,如在我国各个城市中心,一大批城市高架路已经建成或待建。本申请人发现具有集中化和高空化特点的城市高架路,在自然降水过程中,这些高架路的路面将汇集到大量的具有高位能的雨水,而现有的处理方式则是直接对外排放,白白的浪费了大量水能。

[0004] 因此,本申请人致力于开发一种城市高架路微型降水水力发电站,实现既满足高架路的排水需要,又可以对自然降水的水能进行有效回收。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的,就是提出一种城市高架路微型降水水力发电站,实现既满足高架路的排水需要,又可以对自然降水的水能进行有效回收。

[0006] 本实用新型为解决上述技术问题,提供了一种城市高架路微型降水水力发电站,包括高架路、降水收集系统、降水输送系统、降水存储系统和水力发电机组,所述降水收集系统、所述降水输送系统和所述降水存储系统均设置在所述高架路的上部,所述降水收集系统用于收集到的高架路路面上的降水,并通过所述降水输送系统输入所述降水存储系统中;所述水力发电机组设置在所述降水存储系统的下方,所述降水存储系统导通连接至所述水力发电机组上,通过所述降水存储系统中水的重力势能推动所述水力发电机组进行发电。

[0007] 本申请人敏锐的发掘出城市高架路的潜能,并加以巧妙的利用和大量的试验改进后才得形成了本实用新型的城市高架路微型降水水力发电站。本实用新型巧妙的挖掘传统高架路中可以利用的每个结构特点,如高架路本身的高空特点、对路面降水的汇集排放特点等,以求付出最小的改造成本来实现既不影响高架路自身正常使用的情况下,又能最大程度的对自然降水的水能进行有效回收的实用新型目的。

[0008] 基于上述考虑,本申请人提出了上述的城市高架路微型降水水力发电站,其不但适合在待建的城市高架路上应用,还适合在已经建成的城市高架路上进行便捷应用,实现

既满足高架路的排水需要,又可以为城市发展提供低成本的清洁能源,尤其在全球常年降水充裕、高架路集中化和高空化的城市中进行应用,其这种优势更为突出,

[0009] 其中,本实用新型的降水收集系统和降水输送系统可以根据实际应用情况进行设置,如在已经建成的城市高架路上则可以考虑直接应用现有的高架路路面排水系统,如在待建的城市高架路上则可以在高架路设计阶段同时考虑降水收集系统和降水输送系统的设计,而本实用新型所述降水存储系统的设置也是具有突出的技术效果的,其可以作为水力缓冲层、污泥沉积层和集中排泄口等,一方面为水力发电机组提供持续和稳定的水流,另一方面可以沉积降水中的污泥,同时在暴雨时期等水力发电机组无法及时消化大量降水时,所述降水存储系统可以直接将降水排放到外部排水系统中去,避免高架路路面积水。

[0010] 较佳的,所述降水收集系统为多个设置在所述高架路路面两侧的降水收集口,所述降水输送系统包括多根连接管道,所述连接管道导通连接所述降水收集口和降水存储系统。本实用新型进一步采用降水收集口进行高架路路面的降水收集,并通过管网汇集至降水存储系统上,可以更加方便地针对路面状况进行选择性的布置,适应能力更强降水收集效果更好。

[0011] 较佳的,所述降水存储系统为槽式构造物、箱式构造物、罐式构造物、直径不小于20cm的管道中的一种或多种。

[0012] 较佳的,所述降水存储系统的顶面位置在所述高架路路面的水平高度以下,所述降水存储系统的底面位置在地面水平高度以上。

[0013] 较佳的,所述水力发电机组上还连接有用于储存电能的蓄电池和用于将完成发电作业后的降水引入排水系统中的排水管道。

[0014] 较佳的,所述降水存储系统连通至所述水力发电机组上的出水口处设置有一流量阀。

[0015] 较佳的,所述城市高架路微型降水水力发电站还包括路面清洗系统,所述路面清洗系统包括电动抽水泵和喷洒装置,若干所述喷洒装置设置在所述高架路上,所述喷洒装置通过所述电动抽水泵连接至所述降水存储系统上,所述电动抽水泵的电力输入端连接至所述水力发电机组的电力输出端上。

[0016] 本申请人对本实用新型的城市高架路微型降水水力发电站进行进一步的开发,在高架路上进一步加设了路面清洗系统,满足日常对高架路路面进行清洗的需求。其中,在本实用新型中,路面清洗系统的电力是直接由所述水力发电机组自行供应的,其水源也是由所述降水存储系统自行供应,无需再外接电源和水源,且由于水源本就储存于靠近高架路的清洗路面处,几乎是处于同一水平面上的,所以取水十分便捷,泵送水的过程无需消耗过多能量,且清洗过后的水依旧可以实现回收循环利用。

[0017] 较佳的,在地面上还设置有污泥收集箱,在所述降水存储系统的污泥沉淀处设置一排污管道,在所述排污管道上设置有卸泥阀,通过所述排污管道将所述降水存储系统中沉积下来的污泥排放到污泥收集箱中。

[0018] 本实用新型为解决降水过程中伴随的污泥问题,特如上加设了污泥收集箱,可以根据需要启闭所述卸泥阀,将所述降水存储系统中沉积下来的污泥排放到污泥收集箱中,为路面清洗系统和水力发电机组提供更加干净的水源。

[0019] 较佳的,所述降水存储系统为槽式构造物、箱式构造物、罐式构造物中的一种或多

种,所述电动抽水泵导通在所述降水存储系统的侧部上,并与所述降水存储系统的污泥沉淀处保持一定距离。

[0020] 较佳的,所述城市高架路微型降水水力发电站还包括一自动控制装置,所述自动控制装置控制连接所述降水存储系统、水力发电机组、电动抽水泵和喷洒装置。本实用新型通过进一步加设自动控制装置,可以提高本实用新型的自动化程度,实现远程集中控制。

[0021] 综上所述,本实用新型城市高架路微型降水水力发电站实现既满足高架路的排水需要,又可以对自然降水的水能进行有效回收;同时,其还进一步的解决了路面清洗时所需的电力和水源供应问题,并实现节约资源、自动化定期清洗、无需封路、无需养护人员在高架路路面现场操作的城市高架路路面自动清洗。

附图说明

[0022] 下面结合附图和具体实施方式对本实用新型作进一步详细说明:

[0023] 图 1 为实施例一城市高架路微型降水水力发电站的结构示意图。

[0024] 图 2 为实施例一城市高架路的路面结构示意图。

[0025] 图 3 为实施例一城市高架路微型降水水力发电站的应用状态主视图。

[0026] 图 4 为实施例一城市高架路微型降水水力发电站的应用状态侧视图。

[0027] 图 5 为实施例二城市高架路微型降水水力发电站的结构示意图。

[0028] 附图标号说明:

[0029] 高架路 100,降水收集系统 200,降水输送系统 300,降水存储系统 400,流量阀 410,水力发电机组 500,蓄电池 510,排水管道 520,路面清洗系统 600,电动抽水泵 610,喷洒装置 620,污泥收集箱 700,排污管道 800,卸泥阀 810,自动控制装置 900。

具体实施方式

[0030] 实施例一

[0031] 如图 1 所示,本实施例公开了一种城市高架路微型降水水力发电站,包括高架路 100、降水收集系统 200、降水输送系统 300、降水存储系统 400 和水力发电机组 500,降水收集系统 200、降水输送系统 300 和降水存储系统 400 均设置在高架路 100 的上部,降水收集系统 200 用于收集到的高架路 100 路面上的降水,并通过降水输送系统 300 输入降水存储系统 400 中;水力发电机组 500 设置在降水存储系统 400 的下方,降水存储系统 400 导通连接至水力发电机组 500 上,通过降水存储系统 400 中水的重力势能推动水力发电机组 500 进行发电。

[0032] 具体的,本实施例的降水收集系统 200 为多个设置在高架路 100 路面两侧的降水收集口(图中未示出),并可在所述降水收集口上加设拦截污染物格栅板,降水输送系统 300 包括多根连接管道(可以选用预埋管道或预设沟槽),所述连接管道导通连接所述降水收集口和降水存储系统 400。

[0033] 示例性的,本实施例的降水存储系统 400 采用如图 1 和图 2 所示的箱式构造物(如预制的金属储水箱或现场浇注的混凝土储水箱等),并将降水存储系统 400 的顶面位置设置在高架路 100 路面的水平高度以下,降水存储系统 400 的底面位置在地面水平高度以上。在本实施例中,则直接将降水存储系统 400 设置在稍低于高架路 100 路面的位置上,即满足

降水汇流的需要也尽可能的提高存储降水的位能。

[0034] 当然了,在其他具体实施方式中,本实施例的降水收集系统还可以根据实际需要进行调整,如采用沟槽式的集水方式或其他渗透集水方式进行降水的收集等,降水存储系统也可以根据需要构筑槽式构造物、罐式构造物或其他直径不小于 20cm 的管道中的一种或多种进行配套使用,多个降水存储系统根据需要进行串联和 / 或并联至水力发电机组上进行使用,此处不再赘述。

[0035] 具体的,本实施例的所述水力发电机组 500 上还连接有用于储存电能的蓄电池 510 和用于将完成发电作业后的降水引入排水系统中的排水管道 520,降水存储系统 400 连通至水力发电机组 500 上的出水口处设置有一流量阀 410。本实施例通过位于高处的降水存储系统 400 中具有势能的降水流至低处的水力发电机组 500,经水力发电机组 500 的水轮机转换成水轮机的机械能,水轮机又推动发电机发电,将机械能转换成电能,通过控制流量阀 410 可以控制水流的大小,实现更加稳定可持续的发电。

[0036] 在本实施例中,某城市年降水量决定了电站覆盖范围内的部分用电设备的总用电量、水力发电机组的机组容量大小以及降水存储系统的流量大小,相关关系如下公式 1 所示:

$$[0037] \quad \omega'_1 ShgH = 365Pk_2 = W = 3600 \times 365k_2 Q_{\min} gH$$

[0038] 其中:

[0039] ω'_1 :年降水有效收集系数,与建筑物顶的污染情况有关,在 0.8-1.0 之间;

[0040] S:建筑物顶收集降水面积,单位: m^2 ;

[0041] g:常数,9.8kg/N

[0042] h:历史平均年降水量,单位: m^3/m^2 ;

[0043] H:降水存储系统中水位与水力发电机组的垂直距离,单位: m;

[0044] P:电子设备每小时总功率,单位: kw;

[0045] k_2 :水力发电机组每天持续工作时间,单位:小时;

[0046] W:水力发电机组年总输出功,单位: kw · h;

[0047] Q_{\min} :流量阀处降水的排放流量,单位: m^3/s 。

[0048] 本实施例的降水存储系统的存储容量由所在城市的历史最大日降水量、持续天数、控制阀门处降水的排放流量等因素共同决定,为了最大限度减少高架荷载,应当尽可能提高降水高峰时间段的流量,在这种条件下的存储容量最小,容量计算公式 2、3 依次如下:

$$[0049] \quad V \geq \omega_2 (\omega_1 Sh_{\max} - 3600k_2 Q_{\max})$$

$$[0050] \quad Q_{\max} = \frac{P_{\max}}{KH}$$

[0051] 通过调节实际用电设备数量和种类进而调节用电设备总功率 P 的大小,使得公式 2 中的 V 处于恰好处于由正值变成负值的临界值时,此时计算并设计的存储容量最小。

[0052] 其中:

[0053] ω_1 :降水有效收集系数,与高架路面的污染情况有关,在 0.5-1.0 之间;

[0054] ω_2 :最大降水量持续天数,在 1-30 之间;

[0055] S:高架路面的降水收集面积,单位: m^2 ;

[0056] h_{\max} :历史最大日降水量,单位: m^3/m^2 ;

[0057] k_2 :机组每天持续工作时间,单位:小时;

[0058] Q_{\max} :最大降水量持续时间内的控制阀门处的降水排放流量,单位: m^3/s ;

[0059] P_{\max} :电子设备每小时最大功率,单位:kw;

[0060] K :与水轮发电机效率和常数 g 有关,在 6.0-6.5 之间;

[0061] H :降水存储系统中水位与发电机组的垂直距离,单位:m。

[0062] 本实施例的城市高架路微型降水水力发电站,其运行流程如下:

[0063] (1) 在降水时,通过高架路 100 路面的降水收集系统 200 和降水输送系统 300,将降水输送至降水存储系统 400;

[0064] (2) 根据高架路 100 所覆盖的电气设备的总用电功率需求,用电时间段,控制由降水存储系统 400 向水力发电机组 500 排放降水的流量和排放时间段,同时开启并运转水力发电机组 500,流经水力发电机组 500 的降水同时流入地面管道排出;

[0065] (3) 同时通过变压和输电设备将水力发电机组 500 产生的电能输送至高架路覆盖的用电设备或输入蓄电池 510 进行存储备用。

[0066] 示例性的,本实施例城市高架路微型降水水力发电站以某城市每段纵向长度为 1000m,路面宽度为 22.5m,桥下净空高度 $\geq 10m$ 的高架路为例,参见附图 3 和附图 4。该城市历史日最高降水量为 250mm,每平方米降水 $0.25m^3$,持续最长时间为 10 日,历史年降水量为 1200mm,每平方米降水 $1.2m^3$ 。1000m 高架路段范围内采用 LED 路灯每盏 LED 灯功率为 0.15kw,高架开灯时间为每天下午六点到次日早晨六点,共计 12 小时。

[0067] 在该具体应用中,可将如图 1 所示的箱式构造物结构形式的降水存储系统替换的设置为如图 3、图 4 所示沿高架路纵向两侧对称各布设若干列直径为 50cm 的塑料管道,且每侧各列纵向塑料管由尺寸和材质相同的短塑料管道联通;在离地面恰好 10m 且与水力发电机组在同一垂直线处设置导入降水存储系统的落水口和流量阀。

[0068] 根据上述理论可以计算出水力发电机组最小容量设计流量,假定 $\omega'_1 = 1.0$,由上述公式 1 可以计算出每秒钟落水孔的降水排出最低流量:

[0069] $\omega'_1 ShgH = 3600dk_2 Q_{\min} gH$

$$[0070] \quad Q = \frac{1.0 \times 22.5 \times 1000 \times 1.2}{365 \times 3600 \times 12} = 0.001712 m^3/s$$

[0071] 水力发电机组最小容量设计流量供给的路灯数量由公式 1 和最小容量设计流量可知:

$$[0072] \quad P = \frac{1000 \times 1.0 \times 22.5 \times 1000 \times 1.2 \times 9.8 \times 10}{365 \times 12 \times 3600} = 0.1678 kw$$

[0073] 即最小容量设计流量时,可至少供 1 盏 LED 路灯每天 12 小时,共计 365 天的用电。

[0074] 假定高架路路面的降水有效收集系数 ω_1 为 1.0,按照历史最大日降水量 $0.25m^3/m^2$,持续时间 ω_2 为 10 日,机组每天工作时间 K_2 与路灯照明时间一致,即 12 小时,为了减少建筑物存储降水荷载,尽可能的提高降水流量,即需要提高最大用电荷载。取 K 为 6.0,根据公式 2 和 3,通过调节每盏功率为 0.15kw 的 LED 路灯数量,发现当 LED 灯数量为 52 盏时, V 值恰好处于临界值状态此时的存储容量值最小:

$$[0075] \quad V \geq 10 \times (1.0 \times 22.5 \times 1000 \times 0.25 - \frac{3600 \times 12 \times 0.15 \times 52}{6.0 \times 10})$$

[0076] 即 $V \geq 90\text{m}^3$ 。

[0077] 根据塑料管尺寸及单列纵向长度,可以推算出只需要在高架列一侧布设 1 列塑料管即可满足存储容量要求。计算过程如下:

$$[0078] \quad \frac{V}{\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 L} = \frac{90}{\pi \times \left(\frac{0.5}{2}\right)^2 \times 1000} \approx 0.45 < 1$$

[0079] 本实施例具有以下特点:

[0080] (1) 理论成熟,本实施例的原理性理论与传统水力发电站的水力发电原理相同;

[0081] (2) 理念极具创造性、革命性,本实施例既是对传统水力发电技术的一种创造性突破和拓展,也是对新能源技术的发展具有革命性影响;

[0082] (3) 环保、清洁,本实施例设计的城市高架路微型降水水力发电站,是一种利用降水发电技术,环保和清洁特点突出。

[0083] 实施例二

[0084] 本申请人对实施例一所述的城市高架路微型降水水力发电站进行进一步的开发,在高架路上进一步加设了路面清洗系统 600,满足日常对高架路路面进行清洗的需求。

[0085] 如图 5 所示,本实施例提出的城市高架路微型降水水力发电站与实施例一的主要不同之处在于,本实施例的城市高架路微型降水水力发电站在实施例一的基础上进一步包括了路面清洗系统 600,路面清洗系统 600 包括电动抽水泵 610 和喷洒装置 620,若干喷洒装置 620 设置在高架路 100 上,喷洒装置 620 通过电动抽水泵 610 连接至降水存储系统 400 上,电动抽水泵 610 的电力输入端连接至水力发电机组 500 的电力输出端上。

[0086] 具体的,本实施例还在地面上设置有污泥收集箱 700,在降水存储系统 400 的污泥沉淀处设置一排污管道 800,在排污管道 800 上设置有卸泥阀 810,通过排污管道 800 将降水存储系统 400 中沉积下来的污泥排放到污泥收集箱 700 中。电动抽水泵 610 导通在降水存储系统 400 的侧部上,并与降水存储系统 400 的污泥沉淀处保持一定距离,方便吸取清洁度较高的水源。当降水过于浑浊,则可通过降水存储系统 400 进行沉积后通过排污管道 800 排出,以便为路面清洗系统 600 和水力发电机组 500 提供更加清洁的水流,且排除的污泥可以直接导送至地面污泥收集箱 700 进行集中处理。

[0087] 为提高本实施例的自动化程度,本实施例的城市高架路微型降水水力发电站还包括一自动控制装置 900,自动控制装置 900 控制连接降水存储系统 400、水力发电机组 500、电动抽水泵 610 和喷洒装置 620。示例性的,在本实施例中,可以将流量阀 410、卸泥阀 810 等阀门控制器均连接到所述自动控制装置上,进行远程启闭控制。

[0088] 在本实施例主要针对加设的路面清洗系统等与实施例一不同之处进行阐述,关于高架路、降水收集系统、降水输送系统、降水存储系统和水力发电机组等部件的设置和具体应用可直接参考实施例一的描述,本实施例就不再进行赘述。

[0089] 在本实施例中,路面清洗系统 600 的电力是直接由水力发电机组 500 自行发电供应的,其水源也是由降水存储系统 400 自行供应,无需再外接电源和水源,且由于水源本就储存于靠近高架路的待清洗路面处,几乎是处于同一水平面上的,所以取水十分便捷,泵送

水的过程无需消耗过多能量,且清洗过后的水依旧可以实现回收循环利用。如针对大雨过后的高架路的路面清洗作业,即可利用大雨时段积蓄的电力和水源,重新作用于路面清洗系统上,对高架路路面进行清洗。

[0090] 以上述仅是本实用新型的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本实用新型原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本实用新型的保护范围。

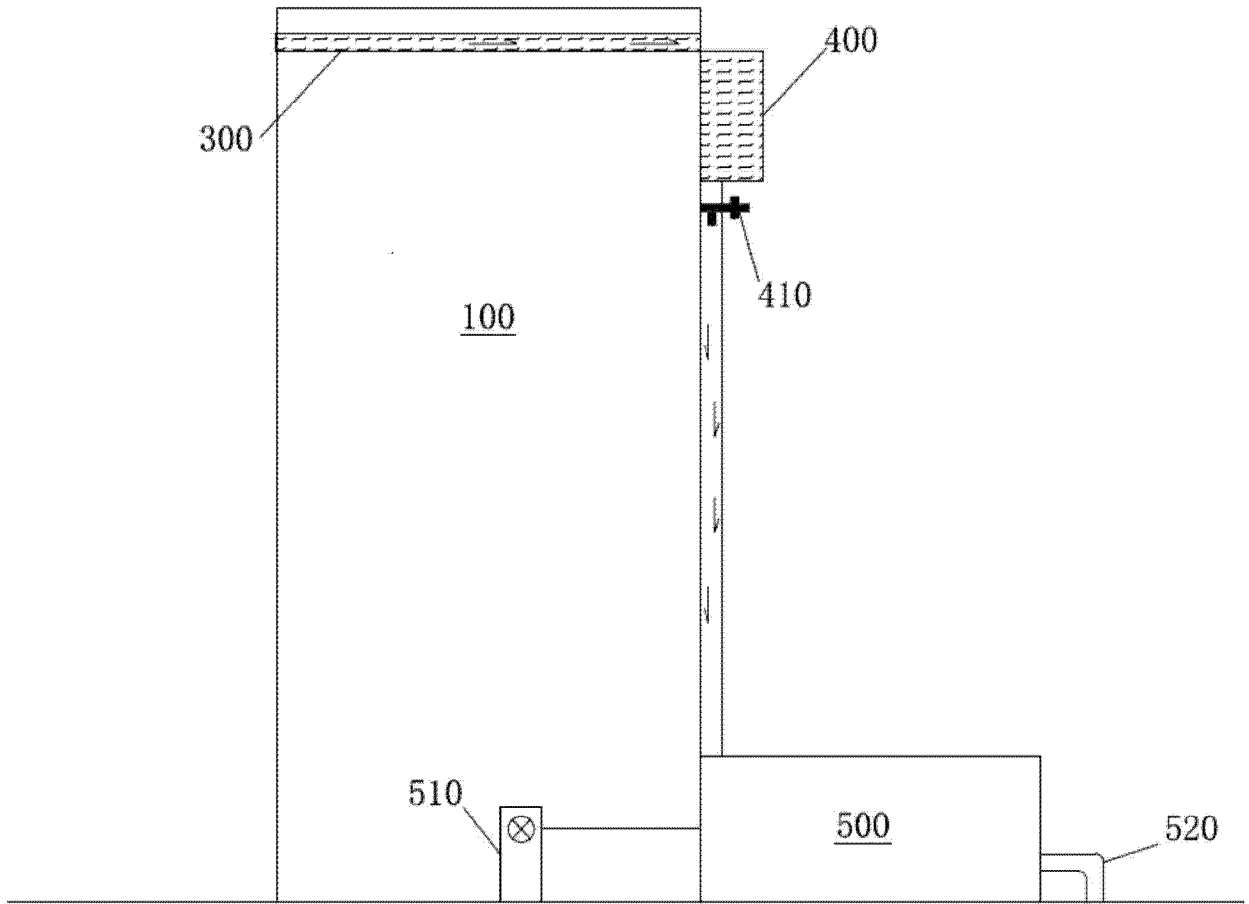


图 1

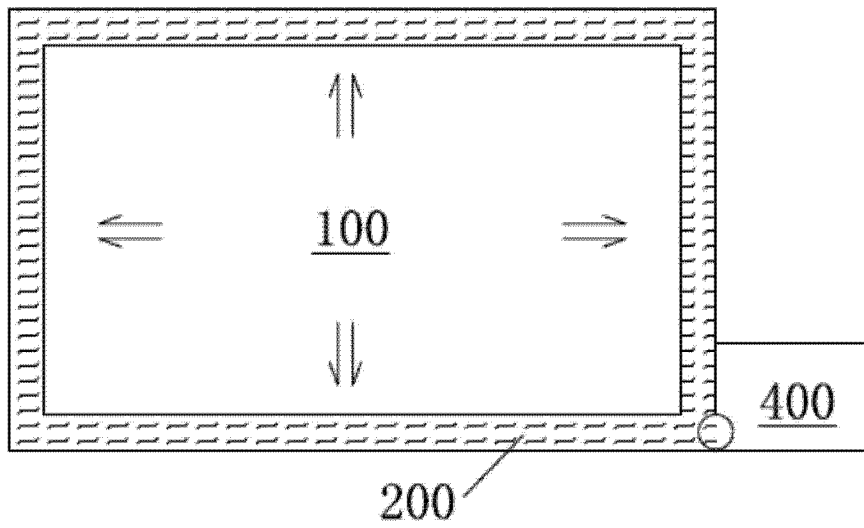


图 2

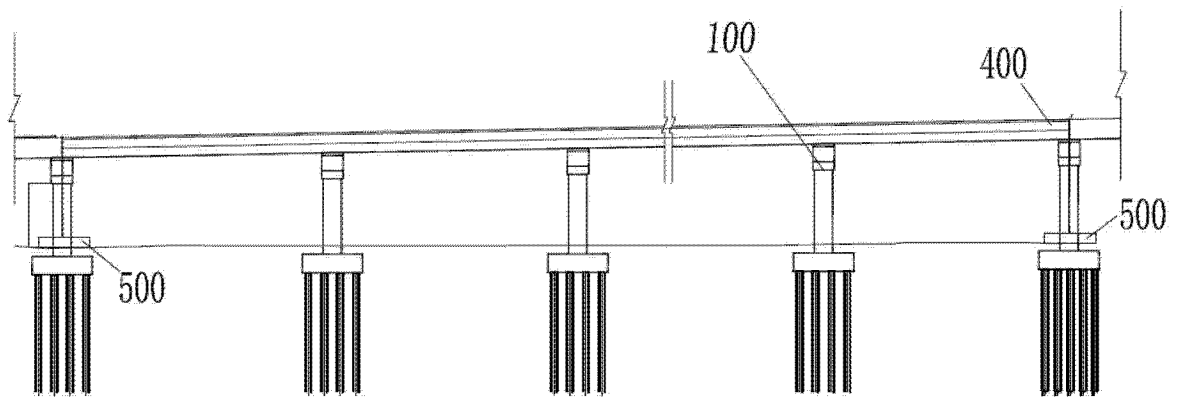


图 3

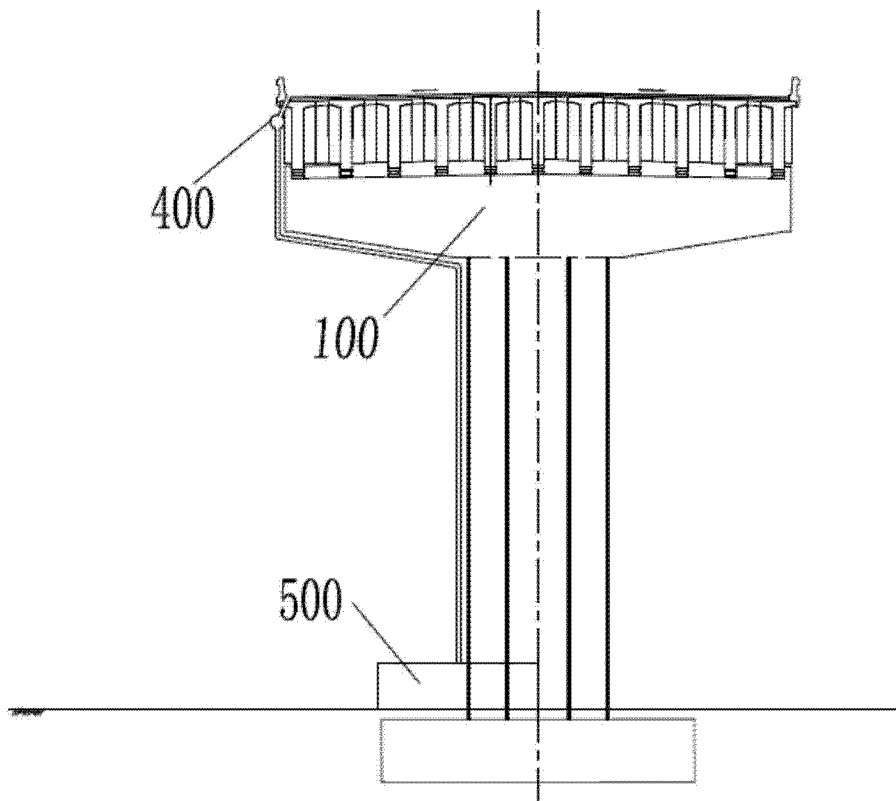


图 4

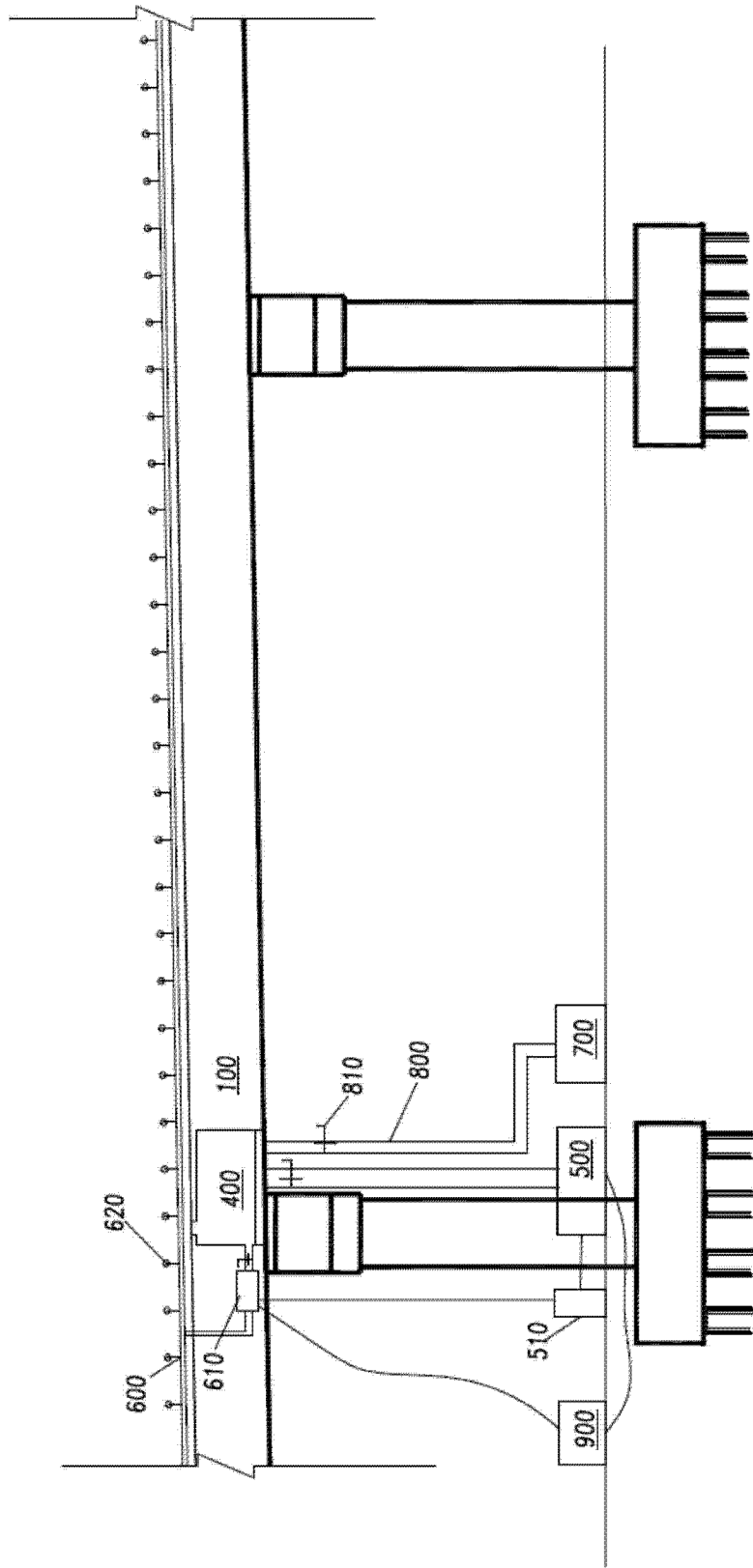


图 5