

智能 w 形拦污栅

设计者：董广博 何臻 徐畅 吴涛 陈昕

指导老师：景月岭 张瑞钢

（合肥工业大学 土木与水利工程学院，安徽 合肥 邮编 230009）

作品内容简介

摘要： 智能 w 形拦污栅，主要应用于中小型泵站、电站、城市河道前漂浮垃圾的清理。为解决拦污栅人工清污所带来的工作条件差，效率低，以及漂流垃圾具有的不可预估性等问题，本小组设计了 w 形智能拦污栅。该拦污栅由四块平面栅和五根立柱组成，平面栅两两固定于立柱之间，形成一个 w 形状，两个 V 形内收集杂物，红外感应设备在垃圾收集到一定程度时，V 部收缩靠近，后附门打开，依靠河水的导流作用将杂物运送至流水道并由履带传输至垃圾箱。拦污栅下安装气囊装置，利用河水涨落控制拦污栅的吃水深度，使其上下浮动。本拦污栅的动力系统由水力提供，在流水道内安置的动力涡轮，在水流的推动下产生动力提供给栅体和传送带，生态环保，符合当下的节能理念。同时智能收集、清理，避免了传统的人工清污。同时解决了不及时清理堆积污物而导致的拦污栅结构变形，水头差等问题，提高泵站、水电站的运行效率。

关键字： 拦污栅；漂浮垃圾；智能控制；节能

1.研究背景

近年来，随着工业化社会的快速发展，工矿企业以及城镇居民排放的污染物及垃圾日益增多，城市河流的水污染问题日渐突出，河水中的许多漂浮物，如水藻，枝叶，生活垃圾等，不仅影响城市环境，而且会严重影响泵站、水电站的正常运行。其次，为满足人口增加带来的资源的需求，水资源作为可持续利用的资源，得到人们越来越多的重视，如水力发电、农田灌溉等水资源的利用方式已不少见。此外，随着经济发展人们对于生活质量的提高更加迫切，水资源的景观作用和生态作用也被重视起来。水的保护成为当下热点。

对于水电站、泵站等水利设施，其前漂浮物如不及时清理，将会导致拦污栅前后出现一定水位差从而影响水电站、泵站的工作效率。

现有水电站拦污栅主要依靠人工配合清污机进行清污。人工清污具有工作条件恶劣，工作效率低，清理周期长，大型水电站人工清理难度大，漂流垃圾具有不可预估性等问题^[1]。如果不及及时清理堆积污物，将造成如下后果：

- （1）增加拦污栅前后水位差，降低水电站的发电出力和效率。
- （2）增加水流对拦污栅的作用力，严重会导致拦污栅结构变形。
- （3）拦污栅垃圾堵塞严重时，水电站会被迫停机清污，影响电站的正常运行^[2]。

现有拦污栅主要存在平面式、浮式、回转式等形式，下面将针对不同拦污栅问题具体介绍。

（1）平面式拦污栅^[3]

①平面式拦污栅结构简单，但其清污困难，一般需要配备专门的清理设备才能清除杂物。如果要进行人工清理就要频繁的开停机，这影响了泵站、水电站的正常工作的同时，在频繁开关机也使得机组产生非恒定电流而引发机组振动破坏。

②对于泵站，若栅前漂浮物挤压过多会引起过流断面减小，水流流速加快，

并在拦污栅断面处形成水头淹没式漂流情况，使进水池水流紊乱影响水泵工作效率。同时漂浮物的堆积使有效过流断面减小，存在过流量不足的现象从而造成拦污栅前后水头落差大，提水扬程增大，电机耗电率增加。甚至当拦污栅截面后水位低到一定值的时候，即水的淹没深度达不到水泵的最小淹没深度的时候，水泵里面将会进入空气产生气蚀甚至振动的情况，严重的将造成机组无法抽水而停机带来溃涝灾害。

(2) 浮式拦污栅

对于现有的浮式拦污栅来说，例如大伙房水库浮式拦污栅，虽然可以在一定程度上发挥了拦漂，导漂的作用，缓解进水口拦污栅污物堵塞的压力。但由于漂浮物来量随机性大，当超过拦污栅承载能力时，浮式拦污栅可能会出现断裂的情况。水库人员使用清污船进行清理工作量大且无法保证清理及时。

鉴于上述目前拦污栅的结构情况，本小组从拦污栅本身着手，提出一种集拦污和清污功能于一体的智能 w 形拦污栅。智能 w 形拦污栅主要应用在水电站、泵站前以及中小型河道中，发挥拦漂导漂的作用，减轻进水口拦污栅污物堵塞的压力。该拦污栅通过红外线对射以及 w 形拦污栅的收缩和流水道中垃圾收集装置可进行对漂浮物的定期清理。从而高效解决漂浮物堆积对于泵站的影响和对于城市河道可能存在大量生活漂浮垃圾的问题，避免了人工打捞所需的长期人力物力的投入。主梁断面横跨于河道，在 w 形收缩靠河岸的部位设置有垃圾收集通道，垃圾收集通道设计成流线型，并按水流流向布置收集履带。这种布置有效地减小主梁引起的水头损失，增加发电效益。w 形拦污栅有效改善了现有拦污栅存在的问题，具有很高的应用价值。

2. 设计原理

结合我们对目前我国水利行业的了解和现有拦污栅所存在的弊端，我们提出了简单可行的解决办法，这就是智能 w 形拦污栅。

智能 w 形拦污栅系统主要由平面栅组合体、漂浮物收集装置、电子控制系统、动力系统和承重气囊组成。

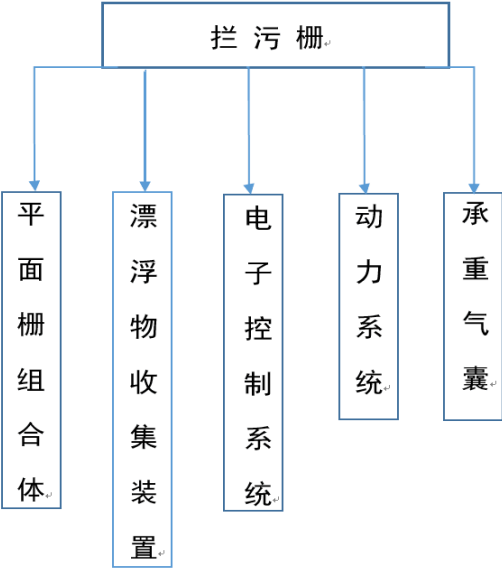


图 1 智能 w 形拦污栅组成图

(1) 平面栅组合体:平面栅由栅条、竖梁、边梁、顶部导轨组成, w 形拦污栅顶部导轨的高度大于设置拦污栅的过流段的最大水深, W 的开口正对水流流向。所用材料均采用不锈钢管材, 或者普通涂防腐漆制成钢管。此外还需要五根立柱把平面栅组成 w 形, 立柱上都安装有轴, 能够移动, 此外, 在 W 前端三个固定点上部与顶部导轨相连, 在 w 形中间点相连的两个平面栅的立柱顶端都可活动带动拦污栅收缩运行。此外, 最外层的平面栅下部设计有可打开的部分, 当拦污栅某一个 V 形槽收集到指定体积的漂浮物时, 通过电子控制系统收缩该 V 形槽, 同时另外一个 V 形槽逐步展开, 然后沿着顶部导轨将收缩的 V 形槽移至收集装置, 便可以把平面栅下部的控制门打开, 将垃圾送入流水道中。栅面设计如图 2 所示。

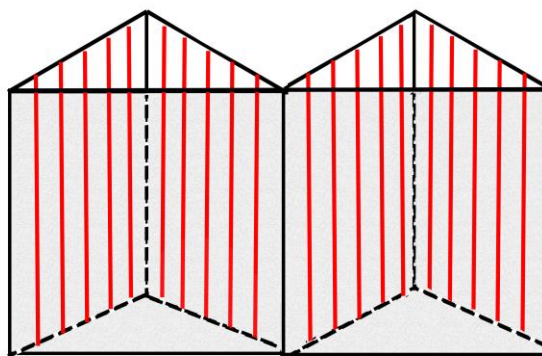


图 2 栅体简易图

(2) 漂浮物收集装置: 在 w 形拦污栅两侧流水道内安装与叶轮相连的传送带。当载有指定体积漂浮物的 V 形槽收缩后经顶部导轨移至两侧并进入流水道内, 垃圾在水流冲击下到达履带表面, 叶轮转动带动履带运动, 将垃圾运输到岸上的垃圾收集箱。图 3 为收集垃圾时 w 形拦污栅运动情况示意图。

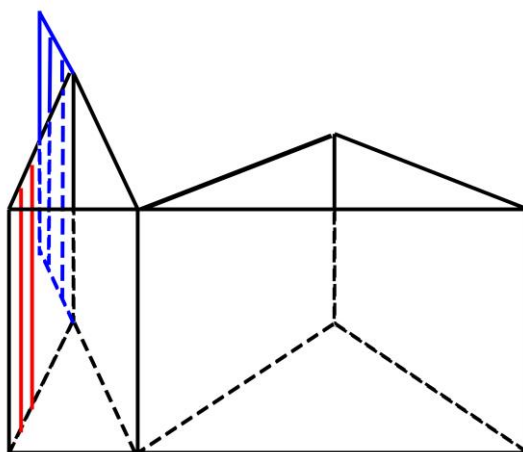


图 3 栅体工作简图

(3) 电子控制系统：在拦污栅 w 形的每一个 V 形槽内都安装有一个红外发射装置和接收装置，当漂浮垃圾积累到预定值时，红外线接收仪将在一定时间内无法接收信号，此时会将信号传送给电脑控制系统，使单个 V 形栅体收缩，将收集到的杂物运送到垃圾收集装置。

(4) 承重气囊：气囊由特制橡胶材料制成在河水水位发生变化时，通过气囊保持拦污栅的吃水深度恒定，在不同水位下调整拦污栅的整体高度，解决了在水位，水域面积等变化时，固定拦污栅所不能解决的问题，有效的进行河道水面漂浮物的拦截。

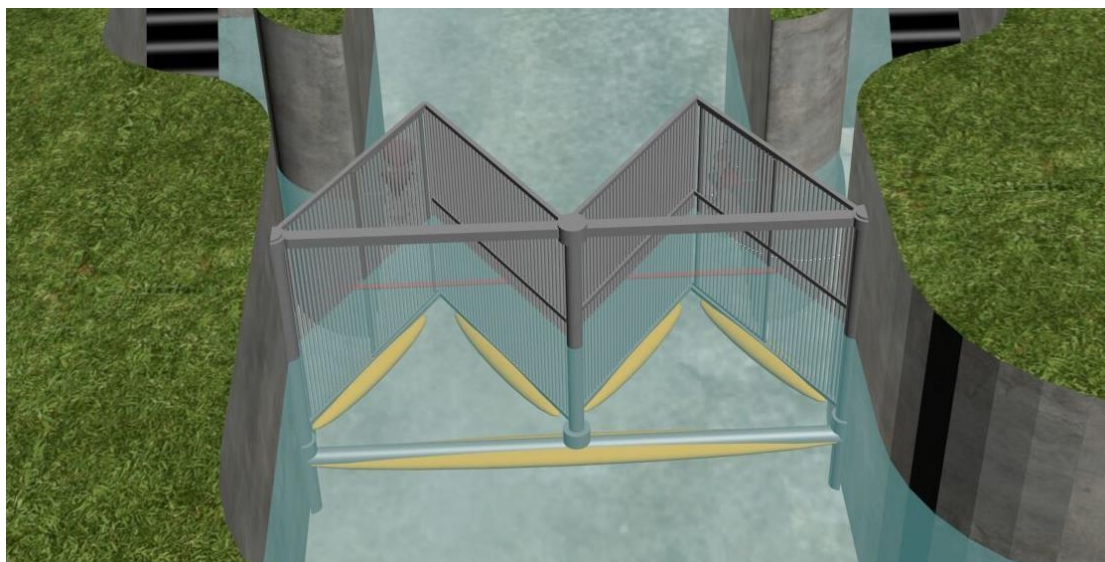


图 4 拦污栅简易模型图

(5) 动力系统：在流水道末段安装换挡装置，水流带动叶轮转动。在垃圾未收集满时连接栅体的轮不与两端接触，当垃圾收集满时，自动与其中提供拉力的轮接触而自动收缩，当处理结束后与另一轮接触反向将栅体推回原处。此外，另一叶轮与履带相连带动履带持续转动。示意图见图 6。

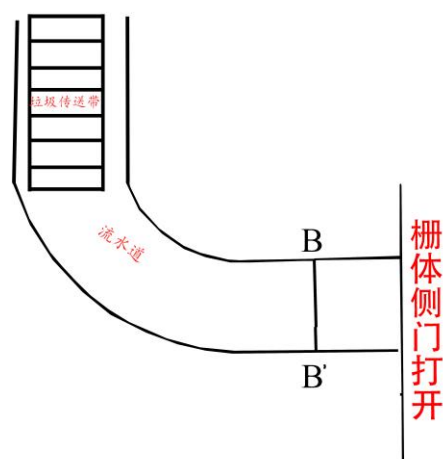


图 6 收集装置俯视图

3. 创新特色

(1) 智能拦污：该设备能实现自动收集、转运垃圾，可节约大量成本与人力，并起到有效的拦污效果。

(2) 节能环保：装置中安装有涡轮动力系统，在水流作用下可提供拦污栅收缩动力。装置下部设计有橡胶气囊装置，利用水的浮力作用可实现随着河道水位变化而变化。

(3) 方便快捷：本装置可以有效阻拦、收集河水中漂浮杂物，装置中安置有自动制动设备，能实现全自动收集垃圾，对水中杂物进行有效拦阻，更加方便快捷。

4. 应用前景(结语)

w 形拦污栅适用于中小型泵站、水电站、闸门前，以及中小型河道中，能够有效拦截漂浮垃圾，及时自动清理，解决人工清理的各种问题。其结构较为简单，运行成本低，符合当下节能、生态环保的理念，有着极大的应用前景。

参考文献

- [1] 马晓明, 孔长才. 小型水电站拦污栅和清污措施, 小水电技术交流, 2000, (5): 24-26.
- [2] 邓育林. 漫湾水电厂拦污栅前后水位差过大处理措施, 水电站机电技术, 2008, 31(1): 53-55.
- [3] 张新才, 张成波, 孙凤兰. 巴基斯坦真纳水电站固定式拦污栅浅析, 东方电气评论, 2012, 26(102): 75-80.