

水 揚 力 潮

水利电力出版社編

水利电力出版社

內 容 提 要

我国海岸綫綿延一万一千多公里，受潮波影响的沿海河流也很多，利用潮力来提水灌溉，是很有发展前途的灌溉方式之一。

这本小册子簡短扼要地介紹了代表潮力揚水兩种典型方式的兩种揚水設備，第一种是“木制潮力戽水机”，第二种是“潮力水輪泵揚水站”。前者完全是一种土办法，是利用潮水漲落时水流的冲力推动木制水輪来提水的一种先进工具；后者是一种土洋結合的办法，是利用潮水漲落时的水位差推动水輪泵来提水的一种新式設備。

讀者閱讀本書后，不但对潮力揚水灌溉可以得到比較系統的知識，而且还可以参照書中所附的木制潮力戽水机的立体構造图就地制造。

本書可供具有初中文化水平的技術人員閱讀和工作中的參考。

潮 力 揚 水

水利电力出版社編

13708357

水利电力出版社出版(北京西郊科學路二里溝)

北京市書刊出版業營業許可証出字第105號

水利电力出版社印刷厂排印

新华書店发行

*

787×1092 1/32开本 * 5/8印張 * 10千字

1958年9月北京第1版

1958年9月北京第1次印刷(0001—5,100册)

統一書号: 15143·1095 定价(第9类)0.06元

目 录

木制潮力戽水机.....	陆增荣(2)
潮力水輪泵揚水站.....	肖 英(5)

木制潮力戽水机

陸增榮

一、創制情况

木制潮水戽水机是江苏省奉贤县庄行乡党委陆增荣同志創造的一种先进的戽水工具。

本县大小河流密布，其中全县有32.5公里潮水港，分布在庄行、鄮桥、肖塘、金汇等几个乡。庄行乡有三条較大的潮水港，計長5.5公里。潮水每秒鐘的流速0.7~1.2公尺，过去一直沒有被人們利用。在大搞技术革命运动中，陆增荣同志首先覺到本乡已有的戽水工具跟不上农业跃进的需要，全乡有牛車1950部，風車39部，人力脚踏水車308部，戽水机15部，担負着三万亩稻田的灌溉任务。碰到抗旱时候，戽水工具、劳动力就显得格外不足，对农业生产有时受到一定影响。陆增荣同志根据这一矛盾，看到本县具有較多的潮水河流，于是开始創造木制潮水戽水机的动机，在四月底县工业會議结束后，五月初就選擇了河流，开始了設計工作，在乡党委的重視和支持下，和自己的刻苦鑽研下，經過了四次失敗，終于在第五次試驗中取得成功。

二、構造

木制水力戽水机是以潮水漲落規律作动力，根据風車的原理設計而成的。它的全部部件是：水輪叶子16片，傳动齒輪二个，皮帶輪一个，軸承三根，水車四部。全部制成仅是少量的

鉄制螺絲釘，其余全部是木料做成(见图1)。由于潮水的冲力推动水輪1使水地軸2旋轉，通过二个傳动齒輪3將动力傳到过桥軸7(即傳动軸)，再由过桥軸7上的皮帶輪4帶动皮帶轉动，把动力最后傳到水車軸5上，帶动水車組6轉动进行戽水。

根据潮水情况，每晝夜24小时，能工作的時間有22小时，潮水每秒鐘流速1.1公尺計算，水輪每分鐘平均轉4.5轉，水車軸每分鐘轉速約41轉。每部水車的出水量以22小时計算，如果帶二部水車可相等于八匹馬力的戽水机，能灌溉250亩，如帶4部水車則能相等于12匹馬力的出水量，22小时能灌溉500亩。假如在不需要戽水的时候，稍加改裝后，就可以用来作为碾米、磨粉、軋花、发电等动力。

三、作用及其特点

这种木制潮力戽水机，不仅有力地支持农业生产抗旱保苗的需要，而且它还具有极大的經濟价值，为有潮水漲落的地区利用水源来为工农业生产服务提供了有利条件。潮水是取之不尽用之不竭的巨大自然資源，能无尽止地取之利用。这种戽水机的特点是：(1)成本低，效力高。每部成本只需800元左右，制造成功后平常就不需耗費其他燃料。每晝夜的利用率达22小时，比牛力水車、人力水車、机器的利用率高，以現在每天灌溉250亩計算，功效比牛力水車高12倍，比风力水車高7倍，比人力水車高41倍。根据这个比例，潮力戽水的成本实际要比牛力水車低70%。比风力水車低66%，比人力水車低80%，比机器戽水低50%。(2)制造簡單，操作簡易，一般的手工业工人都能制造，也只需一般木料和鉄制螺絲釘，不須水閘和水坝，只要1~2个人管理就可以。(3)凡是有潮水的地

方都可以試用，河道的大小可以在結構上擴大或縮小。(4)可以綜合利用，發揮更大作用，如不戽水的時間，可以稍加改裝來碾米、磨粉、發電等。

目前全县已有6部使用，根据各乡潮水情况，可以裝置60架水力戽水机，現在正在繼續裝置，把可以利用的潮水充分利用起来。

木制潮力戽水机与現有其他灌溉工具情况比較表

	負担灌溉面积(亩)		制造成本	管理人員	約按完成250亩灌溉面积任务来计算						备注
	面积	相当于数倍			面积(亩)	需灌溉工具		日常消耗成本(元)	管理人員数		
						部数	成本(元)				
木制潮力戽水机	250	1	816	2	250	1	816	微量潤滑油	2		
牛力水車	20	13	200	1	250	13	2600	微量潤滑油	13		
风力水車	30	8	300	1	250	8	2400	微量潤滑油	8		
三人脚踏水車	6	42	100	3	250	42	4200	微量潤滑油	126		
八匹馬力引擎抽水机	250	1	1500	1	250	1	1500	每小时耗柴油2斤	1		

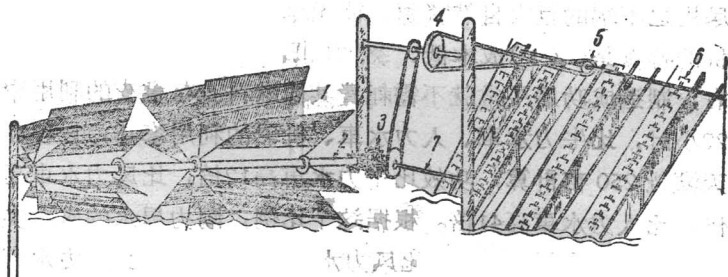


图1

1—水輪叶子，2—水地軸，3—傳动齒輪組，4—皮帶輪，5—水車軸，6—水車組，7—傳动軸。

潮力水輪泵揚水站

肖英

一、一般概述

潮汐含有巨大能量，是有发展前途的动力资源之一。我国东南沿海一带河流受潮波影响很大，如長江潮波深入腹地蕪湖。在河口三角洲内河流众多，向称魚米之乡，惟一般田高水低，需要提水灌溉，鉴于电力、火力等抽水站投資大、成本高，目前尚未普及，故創議发展潮力灌溉。

1955年冬福建省农具試驗厂在閩侯專署水利局的协作下，选定閩江下游的浚边村兴建了一个試驗性的潮力水輪泵揚水站，至去年四月正式放水，迄今已运行一年半。

由于潮力水輪泵結構簡單，成本便宜，安裝和操作容易，不需要技工管理，同时全借潮力工作，不耗燃料，因此大量节省工程費及常年管理費。浚边潮力站全部工程費用为 10,300 元，每亩只負担十元，自放水以来，通过長期运轉，未尝发生故障，且水量有剩余，今年已延伸灌渠扩大灌区。根据閩侯水利局及浚边农业社总结去年受益情况，节省了車水劳力二万工，增产粮食七万斤，而只有一个半劳动力的社員負責开机与配水，全年用費只花黃油錢数角，因此深受农民欢迎。去年十二月，与浚边村隔鄰的下洋村亦新建了一个潮力站，于今春放水，至此我省已有二个潮力站投入生产。

二、潮汐的水文特性

我們搜集了感潮区的潮汐水文資料，分析結果如下：

1. 潮汐每晝夜出現兩次，历时約 12 小时 25 分而一循环。潮差大小与日月朔望相呼应，但高潮出現時間总較朔望日滯后 2~3 天，一般是阴历初三、十八兩日潮差最大。

2. 因漲潮时潮流与河流方向相反，退潮时潮流与河流方向相同，使潮水頂淡的变幅历时，与海洋潮汐不尽相同，即漲潮驟、退潮緩、离海愈远，这种現象愈显著，如浚边站漲潮历时仅四小时半，退潮則达八小时，这种現象对潮力的單程利用是有利的。

3. 頂淡潮位的变化，离海愈远愈递迟，如螺洲站在浚边上数公里，潮位变化就滯后半小时。

4. 干潮(落潮)水位与河流流量盈枯及潮期有关，不在同一标高上。全年各月的潮位不尽相同，設計时应以早期潮位为准。

三、戽水方式的选择

潮力戽水的方式，有單程、双程和連程之分。

所謂單程，即在河旁建造蓄能水庫，在与干流汇合处建一自动进水閘及水輪泵樞紐(見图 2)，漲潮时河流水位高于水庫水位，潮流推閘向內傾倒，灌水入庫，至庫內水位与滿潮潮位相齐为止；退潮时河水位降落，庫水將外流，但此时閘板浮

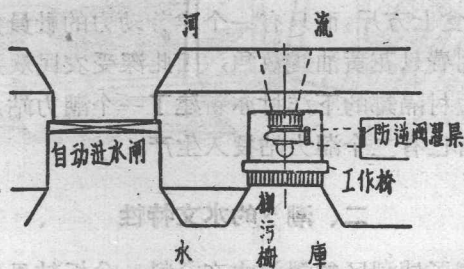


图2

起，由水压作用自行关闭，这便是自动进水閘(见图3)。显然自动閘应有足够的过水断面，才能保证庫内水位与滿潮位同高。当退潮历程开始后不久，庫内水位已高出河水位，至水輪泵能够正常工作的水头，这时开动水輪泵，庫内的水一部分經水輪泄入河中，另一部分則被水泵揚入灌渠。庫内水位虽因泄水戽水而逐渐降落，但河流水位亦随退潮历程逐渐降落，这样就保持了足够的水头，使水輪泵工作，直至水

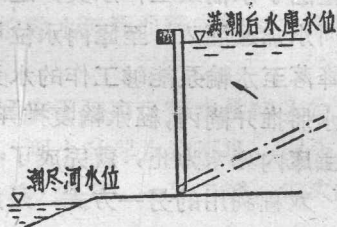


图3

位差降至水輪泵正常的工作水头以下，这时的水位为死水位。因此蓄能水庫的庫容，分有效庫容及无效庫容二部分，有效庫容是指总庫容減去死水容积后的庫容。

潮力的双程利用，是不仅退潮时由水庫泄水回河可工作，漲潮时河水灌入水庫亦可工作。其典型結構如图4所示，樞紐中設有四个自动閘門，設退潮时庫内死水已經由泄水-进水閘放干，漲潮历程中，河流水面高过庫内水面，并达到水輪泵能够

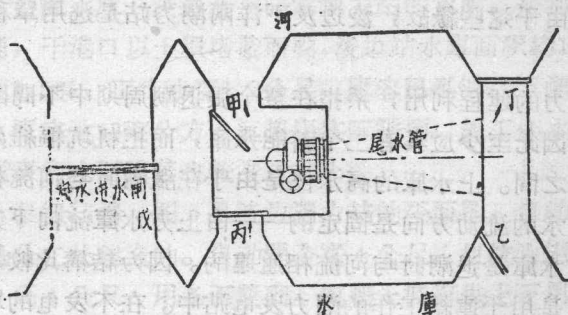


图4

工作的水头时开机，河水將推开閘甲經水輪复推开閘乙，进入水庫，此时水庫水位漸漸升高，庫外河流水位亦因漲潮而同时升高，这样就維持了相当水头使水輪泵繼續工作，直至内外水位差低于水輪泵工作水头，这时河流已接近滿潮，打开閘戊，讓河水加速灌入，至庫內水位与滿潮同高。待退潮时，河流水位降落至水輪泵能够工作的水头时，再开动水輪机，这时庫內的水將推开閘丙，經水輪复推开閘丁回河，至潮將尽时开閘戊，放去庫內死水为止，就完成了—个循环。

双程利用的另一方式，是退潮与漲潮分裝兩部水輪泵，这样前述四个自动閘都可省去，并可适应漲潮退潮历时的不同，分裝不同容量的机組。

双程利用在能量的利用上說，是最有效的方案；与單程比較起来，它的优点是：同面积的灌区，蓄水水庫的面积較小，同时由于工作時間增長，裝机容量及灌渠断面均可減小。它的缺点是：（1）樞紐結構复杂。（2）如利用灌区原有港浦作水庫时，因天然港浦断面成抛物綫形，底部庫容小，小量进水就会使水位壅升很快，且水庫容积过大，每次要把水庫放空也很困难。（3）漲潮退潮历时不同，要求漲潮用的裝机容量較退潮者为大。由于这些緣故，淺边及下洋兩潮力站是选用單程的戽水方式。

潮力的連程利用，系指在整个漲退潮周期中不間断地連續工作，因此至少应具有二个蓄能水庫，而把机坑樞紐建于上下二水庫之間。上水庫的高水位是由于在漲潮时与河流相通連造成的，水的流动方向是固定的——由上方水庫流向下方水庫，而下方水庫是退潮时与河流相通連的。因为結構比較复杂，所以主要是用于連續工作的潮力发电站中。在不发电的單純利用潮力揚水灌溉的工程中，一般是不考虑連程利用的。

四、潮力揚水站設計簡要

潮力站勘测設計的主要内容为灌溉区域地形图，灌渠縱橫断面、潮位与水库庫容关系，农田需水量的計算，水头揚程关系和水輪泵的选用、大中小潮位戽水历程曲綫的繪制、樞紐布置和其它水工建筑物的設計等。

1. 农田的需水量 浚边灌区农田每亩日需水量約 7 公方，1,000 亩日需水量共 7,000 公方，潮小时戽水量不足。設全月仅工作 25 日，則每日需水量是 8,400 公方，一日二潮，每次的戽水量是 4,200 公方。

2. 水头、揚程和庫容 根据农田标高、灌渠長度及比降，水库內平均水位，初步定出揚程，再計入平均工作水头及水輪泵效率，由公式 $\eta V H = v h$ 算出一次戽水历程中水輪泵的总耗水量，設水輪泵效率 η 为 0.5，平均水头 H 为 1.8 公尺，揚程 h 为 3 公尺，戽升水量 v 为 4,200 分方， V 为水輪部分的泄水量，則有效庫容 V_0 应为：

$$V_0 = v + V = v + \frac{v h}{\eta H} = 4,200 + \frac{4,200 \times 3}{0.5 \times 1.8} = 18,200 \text{ 公方。}$$

3. 蓄能水库 浚边及下洋兩潮力站的水库，是利用原有車水港浦，于港口以土坝堵截而成，浚边站水库面积約 15 亩，占灌区面积 1.5%，工作水深 1.2 公尺，庫容已足够。下洋站水库面积大，庫容达 13 万公方，远超出实际需要，故工作水深小，戽水時間庫內水面降落也較浚边站小。

4. 樞紐結構 图 5 是浚边潮力站的平面图，自动进水閘及机坑是分二处建造的。自动閘全寬 4 公尺，机坑为矩形，寬 2.4 公尺，高 4 公尺，用条石漿砌。翼牆上裝有供上下用的鉄蹬数只。坑底放有泄水孔，供檢修时放去余水。坑中裝水輪泵一部，

机前有斜置之攔污柵，机后紧接舌型尾水管。尾水管用鋼筋混凝土澆成，断面逐渐扩大，并由圓形渐变至圓隅矩形，管軸綫也向下移，这样使出口淹复在尾水位下20公分，以确保气密性，水輪泵上設开关机，作調节水量之用。应当指出，水輪泵臥裝較立裝可以减小水下挖方，使工程簡易，从而节省投資，更重要的是，由于改善了尾水管水流情况，效率也較立裝为高。

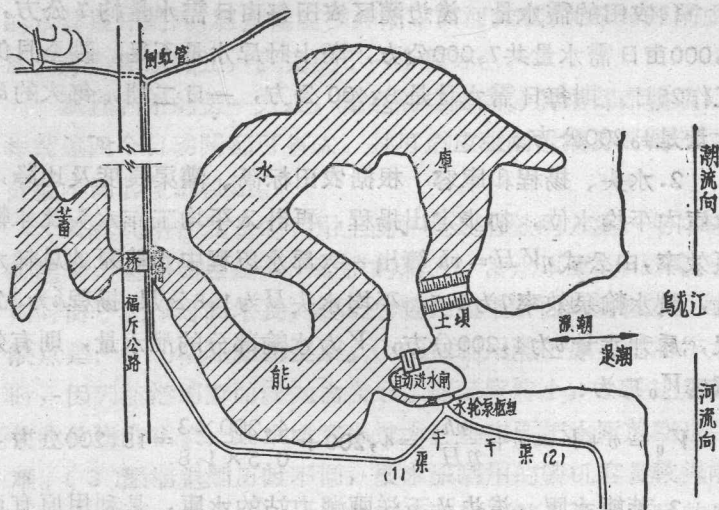


图5

5. 送水管路 潮力站揚程不高，特別在高潮位时，水头高、揚程更低，因此这时水泵的揚水量，可倍于正常揚水量。为了减小管路損头，須把出水管徑放粗，在出口处再加接喇叭管，并在灌渠水面下出水，管路斜置，采用45度弯头，这样可使水头損失降至最小分量。

設最大揚水量 $Q_{\max} = 0.35$ 公方/秒。

当管徑为0.4公尺时，管内流速 $V_{\max} = 2.8$ 公尺/秒。

鉄管長 5 公尺，摩擦損頭為 0.18 公尺。

局部損頭包括彎曲損失，進口損失，出口損失，共約為 0.23 公尺。

則總損頭約為 0.4 公尺。

在正常出水量時管路損頭為最大出水量時的 $\frac{1}{4}$ ，即 0.1 公尺，故管路的損頭甚小。

在送水管出口裝有止逆閥，結構與自動進水閘相同。

6. 灌渠 依據水輪泵出水量 $Q_{\max} = 0.35$ 公方/秒， $Q_{\min} = 0.1$ 公方/秒兩值，按梯形渠道經濟斷面設計（計算略）。

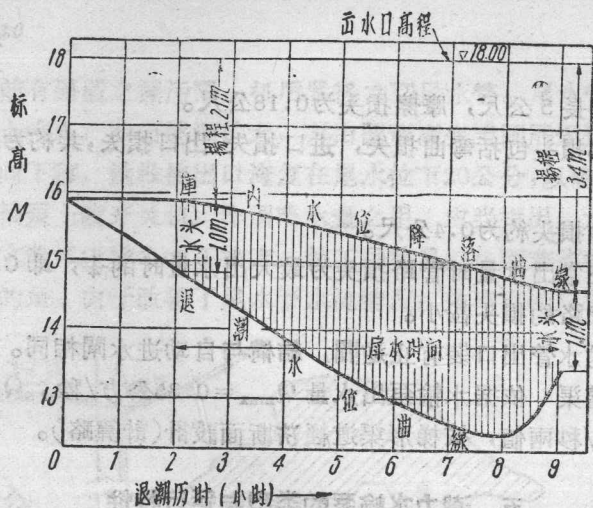
五、潮力水輪泵的类型与运行特性

潮力站的水頭和揚程，時刻變化運行情況複雜，試就浚邊潮力站一個朔望月間的大、中、小潮三種潮位運行曲線，加以分析（見圖 6A、6B、6C），可知水頭在 1 ~ 2.3 公尺，揚程在 2.1 ~ 4.2 公尺，水頭比在 1.3 ~ 3.6 間變動着，且在小潮或大潮戽水歷程接近終了時，水頭低落，水輪之出力趨小，這時揚程却增加，使水泵所需功率增大，這給潮力工程及水輪泵設計者帶來新的要求，即怎樣設計和選用水輪泵才能適合潮力的特殊需要。

為了使潮力能量有效利用，顯然，選用較大容量或多機組使能在河庫水位差較高的時段內比較短歷時完成戽升量是有利的，但如此不僅水輪泵造價增加，由於戽水歷時短，灌渠斷面也必增大，工程量激增，因此如何選用水輪泵和戽水歷時才最適合技術經濟指標，是要慎重考慮的。

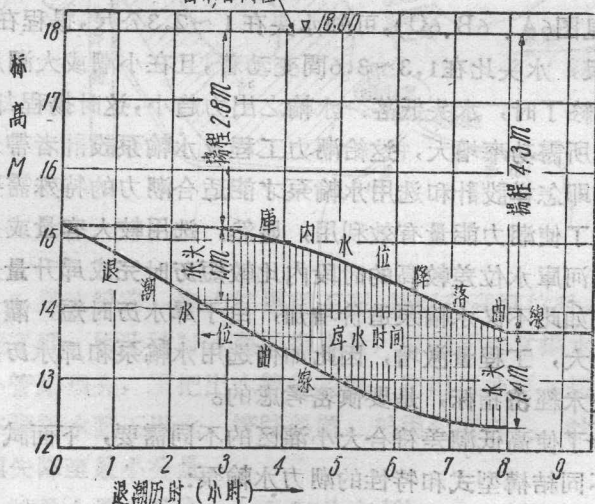
為了使高低潮差符合大小灌區的不同需要，下面試圖簡述幾種不同結構型式和特性的潮力水輪泵：

（1）選用水輪部分具有芬克型節流裝置的水輪泵，例如浚邊潮力站所選用的，它的導葉開度，可由開關機來調節，在水



滴潮后 2 小时开机, 工作时间 7 小时, 原库容 40,600 公方, 泄水量 20,400 公方, 库升量 7,500 公方。

出水口高程



滴潮后 2.5 小时开机, 库水时间 5.5 小时, 原库容 24,700 公方, 泄水量 14,250 公方, 库升量 47,500 公方。

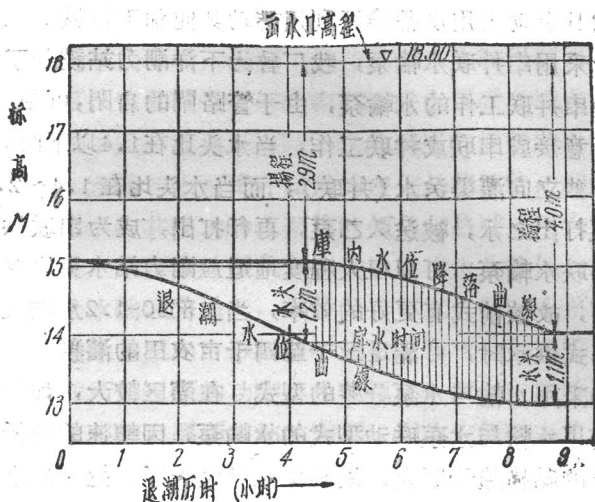


圖6C

滿潮后4.25小時開機，屏水時間4小時，原庫容22,500公方，
泄水量10,500公方，屏升量2,200公方。

頭高揚程低時，減小過水量以限制出力，而在水頭減低揚程增高時，就完全開啟，從提高出力。不過旋槳式水輪機的工作特性，顯示了它的效率是在正常負荷的85%時最高，小負荷時效率就顯著下降。為了得到最好的效率，水輪的工作條件(Q 和 H)不宜有大的變動，適與潮力站的要求相反，其次如採用旋槳泵，它的特性(1) $Q-H$ 曲線是陡降的，在輸水量不大的區域內工作不適用；(2) 水泵工作最有利的範圍不大，因為在效率曲線上一離開最高效率點，不論向左向右，效率的數值都迅速下降。因此具有旋槳泵的水輪泵不適於潮力站工作。採用離心泵則運轉特性將較好，因為它所需的功率系隨供水量的減小而減小， $\eta_a(Q-H)$ 特性亦較旋槳泵為優。60-2.5型潮水力輪泵即為具有此種離心泵形式的水輪泵，每部適合於千面上下之潮力站裝

用，它尚具有动力用皮帶輪可利用帶动其他加工机械。

(2) 采用串并联水輪泵，我厂曾为下洋潮力站設計了二部60-1.2型串并联工作的水輪泵，由于管路閘的启閉，可使二个旋槳泵任意接成串联或并联工作，当水头比在1.4以下时，甲乙兩泵各自独立向灌渠送水(并联)，而当水头比在1.4~2.8間时，甲泵打出之水，被送入乙泵，再行打出，成为串联供水。因此串并联水輪泵，可以很大程度地适应潮力站水头比变幅很大的需要，故較前式有更好的效率，当二部60-1.2水輪泵依照串并联形式供水时，可滿足三千至四千亩农田的灌溉。

(3) 采用水輪与水泵分裝的型式 在灌区較大，如五千亩以上，采用水輪与水泵联动型式的水輪泵，因轉速的降低，使水泵部分的結構趋于龐大，所具优点就消失了，这时应选用水輪与水泵分开的形式。例如以我厂产品的 $\Pi_p 38-BO-120$ 型旋槳式水輪机帶动进水为流注的 $24\Pi_p 60$ 型立軸旋槳泵，就适于五千亩上下的潮力站裝用。但旋槳式水輪和水泵在潮力站中，运用特性欠佳，已如前述，因此在更大型的潮力站，还应改用轉槳式水輪和水泵以改善效率。当灌区大于一万亩以上，采用高效率的水輪和水泵^⑤会有极大意义，因为效率的提高意味着蓄能水庫面积的縮減。我們知道具有回轉翼的轉槳式水輪机(卡卜蘭式)或調叶式水輪机(托曼式)和旋槳式水輪机比較起来，是等效率綫在其最大效率附近，形成了一广闊稳定的高效率区域。它經常可以得到相应于水头变化范围相当大而效率变化很小的区域，水头变动时，轉槳式水輪机工作情况的这种稳定性，使它在大型潮力揚水站中的地位无可替代。至于由轉槳式水輪机帶动的水泵，同样應該采用具有回轉翼的軸流泵——調叶泵，由于这种翼瓣的傾角可以变化，故可使調叶泵在 $Q-H$ 变化很大下进行工作，仍能保持很高的效率，这正是大型潮力站所急

