

潮汐电站典型潮位过程线及其频率

山东省水利科学研究所編著

山东人民出版社

潮汐电站典型潮位过程綫及其頻率

山东省水利科学研究所編著

山 东 人 民 出 版 社

一九六〇年·济南

潮汐电站典型潮位过程綫及其頻率

山东省水利科学研究所編著

*

山东人民出版社出版 (济南經 9 路勝利大街)

山东省書刊出版業營業許可証出001号

山东新华印刷厂印刷 山东省新华書店发行

*

書号: 3323

开本 787×1032毫米 1/32 · 印張 1 3/8 · 字數 24,000

1960年3月第1版 1960年3月第1次印刷

印数: 1—1,600

統一書号: 15099 · 108

定 价: (9) 0.17 元

前 言

人类利用潮汐能作为动力，远在十一世紀就已經出現，但一直未普遍采用。把潮汐能作为现代化的动力，还是最近二三十年的事情。現在苏联等許多国家，对于潮汐发电的科学研究，已有很大的进展，有关建設中的水工、机电等問題，也初步得到解决，并且已經或正在着手建設一些潮汐电站。

我国的海岸綫长达14,000余公里，并且曲折多灣，潮汐能蘊藏量极为丰富。这是我們在开发利用潮汐能源方面拥有的良好自然条件。

大跃进以来，我国国民經济突飞猛进地发展，对电力的要求日益迫切。在党的社会主义建設总路綫的光輝照耀下，在党的正确的科学技术工作方針指导下，我国潮汐发电学科的研究工作，已經取得了很大成就。仅仅三年的时间，沿海几个省份，就都建立了不少的小型潮汐电站，給今后广泛利用潮汐能打下了有力的基础。

根据1958年全国潮汐发电會議提出的小型大力发展，中型进行試点，大型积极研究的当前开发潮汐能的方針，在小型潮汐电站开发的基础上，必須积极为建設大、中型潮汐电站作好技术准备。这本书是我們参与設計乳山口中型潮汐电站时，对水文部分中的几个問題的研究結果。內容主要是对

潮汐水文原始資料的分析、运用，典型潮位过程綫的选择，和潮差、潮位頻率的計算等問題，作了一些探討，希望它能对大中型潮汐电站水工設計工作有所帮助。由于我們受水平所限，对問題的論証，尙感不够，計算方法也可能欠妥，敬希讀者指正。

山东省水利科学研究所

1960年1月

目 次

前 言

第一部分 水文原始資料的分析与审查	1
一、潮位資料	1
二、潮流資料	4
第二部分 典型潮位过程綫的选择	7
一、概述	7
二、典型潮位过程綫的历时确定	8
三、典型潮位过程綫的类型确定	10
四、典型潮位过程綫在全年中的比例分配	13
五、典型潮位过程綫的綫型确定	14
六、典型潮位过程綫形状确定的簡化可能性	17
第三部分 潮差、潮位頻率計算	21
一、概述	21
二、关于頻率計算的一般知識	23
三、潮差頻率曲綫	24
四、潮位頻率曲綫	31
五、水文系列的延长	36

第一部分

水文原始資料的分析与审查

在开始规划、查勘一个潮汐电站时，要搜集以往的水文資料（包括潮位、潮流、波浪、泥沙、冬季情况、河川洪水等）以及与潮汐有关的气象資料；除了搜集开发地区的資料以外，对邻区的主要資料如潮位气象等也要搜集。

虽然我們希望获得年代較长而又比較完整的資料，但是实际情况却难于滿足。我国除了几个主要港口以外，一般沿海地区差不多都缺少完整的实测历史資料。对于这样的地区，必須搜集邻区資料，并且在规划期間，有计划地設立临时观测站，以取得短期实测資料。

用上述各种办法搜集来的資料，一般仅是經過初步的整理工作，在进一步分析以前，还必须对資料进行审查。

一、潮位資料

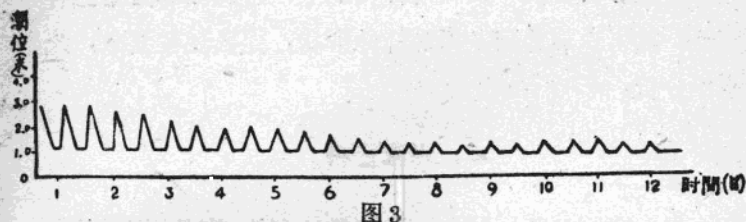
潮位資料一般有两种記載方法：其一是仅記載每次潮的高、低潮位；其二是每日水位分时段連續記載。对于前一种記載來說，应从逐日高、低潮位的变化趋势进行审查。因潮汐現象的主要成因是天体对地球的引力，这种引力的大小依日、月围绕太阳的运行作規則变化，因而潮汐現象的变化亦有着某种明显的趋势。在每月的朔、望期出現大潮，上、下

潮汐水文原始資料的分析、運用，典型潮位過程綫的選擇，和潮差、潮位頻率的計算等問題，作了一些探討，希望它對大中型潮汐電站水工設計工作有所幫助。由於我們受水平所限，對問題的論證，尚感不夠，計算方法也可能欠妥，敬希讀者指正。

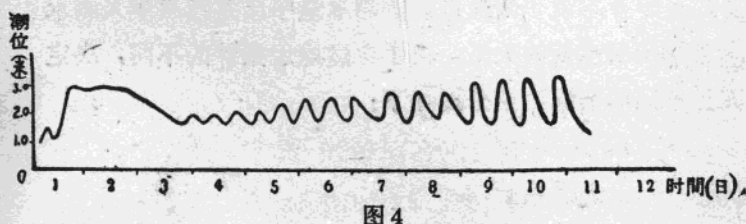
山東省水利科學研究所

1960年1月

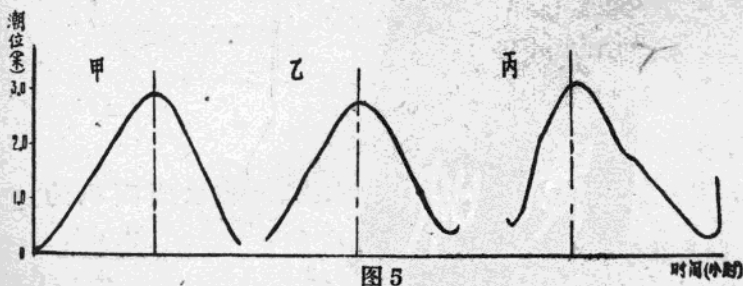
况，受河水影响极大的河口地区，可能出现图 4 的情况。在非河口地区或者是河口地区，受河水影响很小时，才出现图 1 的情况*。



*詳見徐善焜編著的“挡潮閘孔径及頂高計算法”。



潮位过程綫是一光滑的曲綫，因而有助于我們作审查資料的工作（如图 2）。但是潮位过程綫的形状是多种多样的，大致分为三个类型：图 5 甲的涨潮历时大于落潮历时，这种类型比較少見，只有在特殊地形条件下才可能出现。图



5 乙的涨潮历时接近于落潮历时，在非河口地区多为此种类型。图 5 丙的涨潮历时小于落潮历时，在河口地区并受河水影响时出现。我国几个河口所测得的潮位过程线都是第三种类型的。其所以成为图 5 丙那样的形状，原因比较复杂，此处不作分析。

二、潮流资料

如果在海湾某断面测有全潮流量的资料，究竟正确与否，主要的是审查水量平衡关系。所谓水量平衡是指涨潮入湾水量与落潮出湾水量的关系。由于自然地理条件的不同，决定了几种不同的情况，兹分述如下：

(一) 单式海湾

(见图 6 甲)。如果我们 在海湾的出口处 AB 断面测得涨潮入湾水量 W_1 及落潮出湾水量 W_2 ，始潮点（涨潮开始）水位为 H_1 ，终测点（落潮终点）水位为 H_2 ，由于 $H > H_1$ （或者 $H_2 < H_1$ ），结果湾内增加（或减少）了一定的水量。假使已知任何水位下湾内水面面积为 F ，则此部分水量 $\Delta W = (H_2 - H_1) \times \frac{F_2 + F_1}{2} = \Delta H \times \frac{F_2 + F_1}{2}$

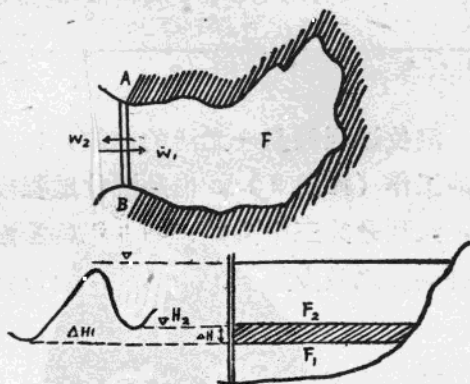


图 6 甲

最后我們所求得的水量平衡方程式为：

$$W_1 = W_2 \pm \Delta W \dots\dots\dots (1)$$

(二) 单式河口海灣 (見图6乙)。如果海灣有河流注入，那么水量中就多出一項河流入灣的水量 W_3 ，它等于河流平



图6乙

均流量与潮流施测历时的相乘积，即： $W_3 = OT$ 。水量平衡方程式应改为：

$$W_1 + W_3 = W_2 \pm \Delta W \dots\dots\dots (2)$$

(三) 复式海灣

(見图7)。如果仅在断面CD、EF进行了测流，則其計算公式和单式海灣相同；如果同时在AB、CD、EF三断面测流，計算就比較复杂一些。其平衡方程式有三个：

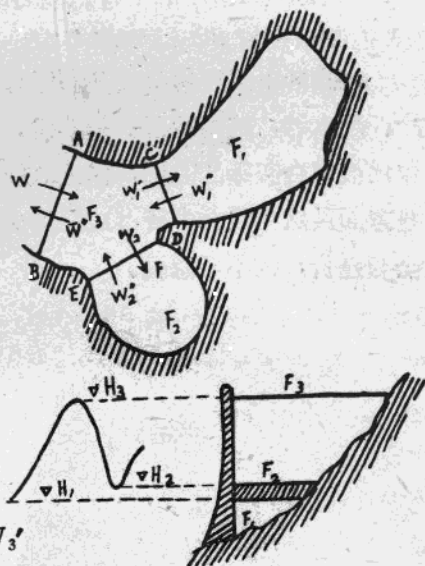


图7

$$W' = W_1' + W_2' + \Delta W_3' \dots\dots\dots (3)$$

$$W'' = W_1'' + W_2'' + \Delta W_3'' \dots\dots\dots (4)$$

$$W' = W'' \pm \Delta W_1 \pm \Delta W_2 \pm \Delta W_3 \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{式中: } \Delta W_3' = (H_3 - H_1) \times \frac{F_3 \cdot H_3 + F_3 \cdot H_1}{2}$$

$$\Delta W_3'' = (H_3 - H_2) \times \frac{F_3 \cdot H_3 + F_3 \cdot H_2}{2}$$

$$\Delta W_1 = (H_2 - H_1) \times \frac{F_1 H_2 + F_1 H_1}{2}$$

$$\Delta W_2 = (H_2 - H_1) \times \frac{F_2 H_2 + F_2 H_1}{2}$$

$$\Delta W_3 = (H_2 - H_1) \times \frac{F_3 H_2 + F_3 H_1}{2}$$

* 当实例中 H_2 小于 H_1 时, 各平衡方程式中 ΔW 等項应采用負号。 ΔW 計算式中水位永远是大值减小值。

在設計中用到的水文資料还有很多, 如波浪、冰情、泥沙、洪水等, 这里不再一一敘述。应用的时候都要結合工程作比較切合实际的考虑, 以选取所必須的一些設計数据。这些方面虽然在設計中所占成分很少, 但却直接影响工程的安全与造价, 故不可忽視。

第二部分

典型潮位过程綫的选择

一、概 述

潮位过程綫是水能計算中很重要的一部分，各种調节計算多半借助它来进行。这样一則是計算起来簡便，二則可从計算中直接获得形形色色的調节图式，具有直观感，便于分析比較。但是，实测的潮位过程綫是以連續不断的形式出現的，对于設計工作来講，不可能用它来作无止境的計算，我們必須选取为数极少的代表部分。它們的代表性應該包括两个方面：其一，能說明全部过程的变化情况；其二，具有平均的性質。为了滿足前一方面的要求，在我們选择代表段时，既包括平均潮，又包括大小潮。至于后一方面的要求，有两种含意。一种含意是全部变化过程的平均性，主要是照顧大小潮在全部过程中所占的百分比。另一种含意是潮位过程綫形状上的平均性。因潮汐現象受多种因素的影响，其因果关系錯綜复杂，虽然天体运行决定了潮汐現象有着周期性的变化，但这并不意味着数值方面存在机械般的关系。如在实测資料中取出具有同样平均潮差的許多段全潮过程綫，并把它們重叠在一起，就可以明显地看出它們的差異来（見图 8）。这就是說，实际的潮位过程綫的形状是不会有相同（对同頻率潮差而言）和相似（对不同頻率潮差而言）情况重現的。

可能。既然如此，我們从实际的潮位过程綫中就难以选出某段綫型直接用来代

表其它段的綫型。

在这种情况下，利用平均的性質就具有特殊的意义。我們設法选择一种适

中的潮位过程綫，

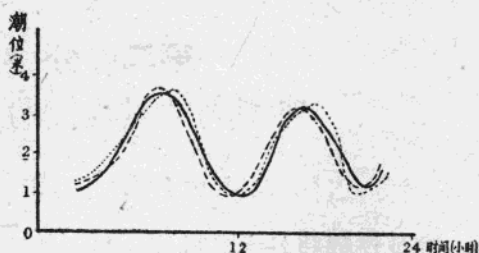


图 8

它可能是不和任何一个实际所有的形状相同，但在总体当中，它具有代表性，用它来进行水能計算，所得到的指标應該說是趋于平均值的。

以上說明，我們將要选择的代表性潮位过程綫，并不从实有潮位过程綫中直接得到，而是由实测部分作依据，利用簡化的方法求出（作法見后）。我們通常称它为典型的潮位过程綫，实际就是指代表性的潮位过程綫。

二、典型潮位过程綫的历时确定

在过去已有的設計中，典型潮位过程綫历时有的采用一个潮期，其选择的原則可归納如下两个方面：

（一）典型潮位过程綫的历时要符合水能計算的要求。图 9 所示为单水池和双水池发电的調节图，

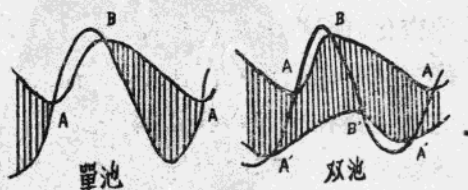


图 9

每一个潮期就組成一个运轉上的循环，并能得到平均出力、发电小时、发电量等水能指标。因而說一个潮期即可进行水能調节計算。但是在半日周期潮汐地区（我国多屬此情况），一个潮期并不能很好地反映一个昼夜的电能变化情况。按照人民生活习惯及用电要求，以昼夜兼顧为宜，无论本电站将来是加入系統或者是单独运行，都不能不考虑这一点。在这方面，两个潮期的历时就显得比較有利，同时更接近真实情况。例如图10甲为連續两个潮期調节結果，图10乙为两个单独潮期合并調节結果。因为后者在作調节計算时沒有考虑到一天当中两个潮期組合，用机械地拼在一起，显得不符实际。

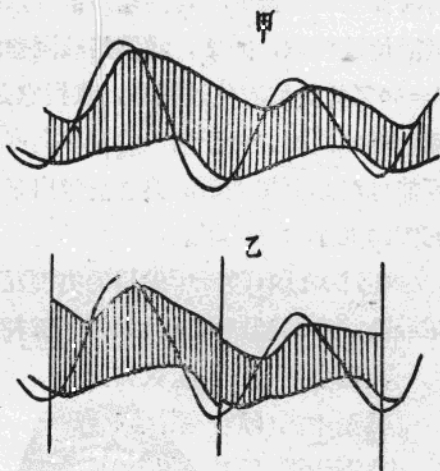


图 10

根据水能計算的詳尽程度不同及一些特殊的要求，有时所选用的代表潮位过程綫可能历时一周，一句，半月或一月。

（二）典型潮位过程綫的历时要考虑計算上的簡便。历时愈长，計算結果愈精，但是历时愈长，計算起来就愈复杂。为了在計算中得到最理想的发电量，我們不得不用多种調节流量、水头、閘寬等进行組合，計算情况可能达数十种

或百种以上。历时加长，无疑使計算工作量大大增加。因此，在无特殊要求时，建議采用的典型潮位过程綫历时最好不超过两个潮期。

三、典型潮位过程綫的类型确定

对于实例潮位过程綫的每种潮差（指与所选潮位过程綫历时长短相对应的平均潮差），都可求得一种与之相对应的典型潮位过程綫，通常，我們用該潮差的頻率来表示它。如 $P=50\%$ 的典型潮位过程綫，意指它是潮差頻率為 50% 实测潮位綫的典型。由于潮差的頻率具有无限多，所以我們絕不可能也沒必要把它們的典型全作出来，而只是选择設計上所必需的几个类型罢了。

在过去已有設計中采用的类型互有差異，其个数多少更不一致。法国兰斯电站共采用了五种类型：

典型小潮（潮汐系数45）

典型中潮（潮汐系数70）

典型大潮（潮汐系数95）

春秋分大潮（潮汐系数120）

特小潮（潮汐系数20）

其中計算年发电量只用了三种类型，而在全年中各占一定的比例：

典型小潮占 30%

典型中潮占 40%

典型大潮占 30%

另外两种类型（潮汐系数20及120）的研究，是为了提供在特殊情况下电站的运转特性，并可检查电站装机设计是否有问题（见“潮汐发电译丛”第一辑）。我国射阳河潮汐电站采用潮差频率为5%、10%、20%、40%、50%、60%、80%、85%、95%等九种类型。乳山口潮汐电站在不同的方案计算中，曾分别采用过2%、5%、10%、20%、30%、40%、50%、60%、70%、80%、90%、95%等十二种类型。其它一些小型的潮汐电站，仅仅采用了一种平均潮汐类型。

从以上几例看来，选择典型潮位过程线的数目是一个难以统一的问题，一方面是各电站的具体条件不同，另一方面是设计上的要求不同（包括计算精度在内）。不过无论对哪个潮汐电站来说，在选择潮汐类型的时候，都要遵循着一些共同的原则，这就是：

（一）所选用的典型潮位过程线的类型必须能可靠地求得全年平均情况的发电水头、流量、出力、发电量及发电小时数。这是设计电站当中所必须的、最重要的一些指标，这些指标对于决定电站装机容量和建筑物结构有密切的关系。

（二）所选用的典型潮位过程线类型，必须能适应设计上的一些特殊要求。如上面所提到的，特大潮与特小潮可以帮助了解电站的运转特性和检验装机的设计。同时，为求电站全年最大发电量、最大发电小时数以及水工设计中的一些个别指标，都可能需要一些具有极小频率的典型潮位过程线。

（三）选择典型潮位过程线的数目，在满足设计要求的