**第七章 潮汐**

**第3节 海岸工程设计潮位推算（部分）**

**【教学目标】**

* 掌握基准面和特征潮位；掌握设计潮位的推算；
* 提高学生处理实际工程问题的能力；培养学生积极思考大胆质疑和猜想的勇气和信心。

**【教学重难点】**

* 重点：设计潮位的推算；
* 难点：潮位数据的插补及延长、潮位设计值的合理性及时空迁移。

**【教学基本设计】**

1、讲授基准面和特征潮位；讲授设计潮位的推算；

3、思考设计潮位的实际应用。

**【教学对象情况分析】**

工程水文学是涉水工程本科专业三年级学生的必修课程，是学生在学习了高等数学、概率论与数理统计、海洋学、海岸动力学、河流动力学等课程的基础上，为了能够给学生后续的专业基础课学习进一步提供相应的知识储备而设立的一门课程。本次教学课堂所涉及的学生前期课程设置主要为潮汐动力过程，涉及的前序内容主要为潮汐现象及成因、潮汐数据的观测和获取等。因此，本次讲授内容主要从工程设计的角度，掌握基准面及潮位特征，突出基础性与实用性。从实际工程的角度，联系舟山海域现场知识，进行设计潮位推算的讲解。让学生既有直观的工程认识又有相应的理论基础作支撑。

**【教学思想与方法】**

**启发式教学：**思考由纯理论的潮汐知识，如何一步步建立与实际工程的联系，如何将推算的设计潮位应用到实际工程里面，让学生全方位参与课堂教学，突出学生在课堂中的主体地位。

**逻辑性教学**：基于潮汐理论和实际工程问题（海港水文规范），借助统计分析方法，通过建立潮位历时累积频率曲线、高潮或者低潮累积频率曲线等，设计不同状况下海岸工程需要的设计潮位。

**【教学内容与过程】**

|  |  |
| --- | --- |
| **教 学 主 要 内 容** | **要点** |
| **（复习回顾）**通过前序课程学习，我们知道了潮汐现象及成因，学会了潮位数据的观测获取和基本分析。那么这些潮汐理论知识和观测的数据如何应用在海岸工程里面呢？本节课将根据所获取的潮位观测数据，推算设计潮位，为海岸工程的高程设计提供依据。**（问题导入）**先来思考两个问题：舟山北仑港的码头顶高程是如何设计的？为什么舟山海域大多是浮式码头？（沈家门码头为例）**一、基准面和特征潮位****1、基准面**海岸工程建设之前要进行陆上地形勘测，以及海上水深测量。两者都必须有一个高程零点。一个国家和一个地区常规定一个基准面，一般选取某个永久验潮站的平均海平面作为标准基准面。国内：我国于1956年规定青岛验潮站的多年平均海平面作为全国陆地高程测量的基准面，称为“黄海基面”，以后又确定“1985国家高程基准”，比原1956黄海基面高0.0389m。国际：欧洲地区以阿姆斯特丹验潮站的多年平均海平面作为高程的基准面；美国以波特兰验潮站的多年平均海平面作为基准面。其他基准面：平均海平面，半潮面，理论深度基准面（又称“理论最低潮面”），潮高基准面，当地零点。（资料来源于国家测绘局出版的大地测量图集）**2、潮位特征**潮汐现象对于港口工程设计和施工有密切的关系，工程上常用的特征潮位有如下几种：（1）最高（低）潮位指的是历史上曾经观测到的最高（低）潮位值。（2）平均最高（低）潮位指的是在多年潮位观测资料中，取每年最高（低）潮位的多年平均值。（3）平均大潮高（低）潮位是指取每月两次大潮的高（低）潮位的多年平均值。（4）平均小潮高（低）潮位是指取每月两次小潮的高（低）潮位的多年平均值。**三、设计高、低水位的推算****1、设计潮位定义**设计潮位直接关系到港口的陆域和水工建筑物的高程以及航道与港池水深，影响到建筑物类型的选择和结构计算等。港口工程的规模、等级和使用情况不同，选用的设计潮位也不同。设计潮位通常包括：设计高水位、设计低水位；极端高水位、极端低水位、乘潮潮位等。设计高、低水位是指港口水工建筑物在正常使用条件下的高、低水位。对于码头而言，在设计高、低水位范围内，它应能保证设计中所考虑的各种船舶的安全靠泊与装卸作业，同时还应保证在各种设计荷载条件下，满足码头结构以及地基基础的稳定与强度要求。 **2、设计潮位的标准**我国港口工程技术规范《海港水文规范》中规定：* 对于海岸港和潮汐作用明显的河口港，设计高水位应采用高潮累积频率10%的潮位，简称高潮10%；设计低水位应采用低潮累积率90%的潮位，简称低潮90%。
* 如已有历时累积频率统计资料，其设计高、低水位也可分别采用历时累积频率1%和98%的潮位。
* 对于汛期潮汐作用不明显的河口港，设计高、低水位应分别采用多年历时1%和98%的潮位。

**3、资料年限**为了确定设计高、低水位，在进行潮位累积频率统计时，应有多年的实测潮位资料或至少完整1年逐日每小时的实测潮位资料。**4、设计潮位的推算方法*** 潮位历时累积频率曲线的绘制

取全年逐日每小时的实测潮位值做为原始统计数据进行频率分析。在绘制曲线之前，应仔细审查原始资料的可靠性、一致性与完整性，并对短缺或漏测资料进行插补。* 曲线绘制的具体步骤如下：

（i）找出中最高和最低潮位，在两者之间用20cm（或10cm）为一级进行分组。（ii）按月统计各级潮位出现的次数，然后计算高于各组下限的潮位在一年中出现的累积次数。（iii）设累积次数为m，总次数为n，计算高于该组下限的潮位累积频率。（iv）取潮位为纵坐标，累积频率P为横坐标，将各累积频率值绘于相应潮级下限处，把各点连成光滑的曲线，即为潮位历时累积频率曲线，然后在曲线上读取历时累积频率1%的潮位值做为设计高潮位，历时累积频率98%的潮位值做为设计低潮位。 319 拷贝* 高潮或低潮的累积频率曲线

以每日高潮和低潮的潮位值作为统计数据而绘制的累积频率曲线，其绘制方法与上述方法相同。规范规定，当设计上采用这类曲线时，常取用高潮累积频率为10%所对应的潮位作为设计高水位，低潮累积频率为90%所对应的潮位作为设计低水位。 318* 关于两种潮位分析方法的讨论

历时累积频率1%的潮位，基本上相当于高潮累积频率10%的潮位，后者一般偏低（max15cm），个别也有偏高(max5cm)。历时累积频率98％的潮位则基本上相当于低潮累积频率90%的潮位，后者最大偏高(max10cm)，个别偏低（max15cm）。* 乘潮潮位累积频率曲线。

为了降低进港人工航道水深标准，沿海港口和船坞的船舶常利用潮差乘潮进出，所以，需要统计高潮水位持续的时间。为了保证船舶的安全，应根据船舶进出密度和航行要求，选定合理的持续时间t，确定水位达到和超过该潮位的累积频率P，以此来推求高潮乘潮水位。具体步骤如下：①在潮位过程线上，量取各次潮峰上历时为t小时的潮位，统计其在不同水位级内的出现次数。②其余步骤与高潮（潮峰）累积频率曲线的绘制步骤相似，绘出持续时间为t（t）的高潮乘潮水位累积频率曲线。③按设计要求，从上述曲线上读取累积频率为P的潮位数值。**5、（注意问题）*** 潮位历时累积频率曲线主要缺点有：一是需要资料多，工作量大，容易出错；二是它虽然可以提供高于某一潮位的历时，在一年内可能有多少小时，但不能给出这些历时出现在多少天内。
* 已有潮位历时累积频率曲线仍可沿用，1949年后各沿海港口又继续绘制潮位历时累积频率曲线，这些曲线考虑了潮汐变化周期，用数年资料绘制而成。因此，在这些地区新建工程时，仍可沿用潮位历时累积频率曲线推求设计水位。
* 对于入海河口区和某些受河川泄流影响的海区，由于汛期河流洪水位的变化超过潮位的变化，所以不能用高潮、低潮累积频率曲线推求设计水位，这时应该用潮位历时累积频率曲线推求设计水位。
* 在进行码头前装卸作业时间的计算时，也需要用潮位历时累积频率曲线。

**（问题思考）**舟山西堠门跨海大桥的通航净空的起算水位是哪个特征水位？**五、资料短缺情况下设计潮位的推求（数据安全与时空迁移）*** 短期同步差比法与附近港口或者验潮站进行同步相关分析
* 假定：促使两地短期平均海平面与多年平均海平面有差异的因素基本一样，因而认为其数值也基本相同；两地潮位值的不同主要由于两地潮差不同引起的。
* 要求：潮汐性质相似；地理位置邻近；受河流径流的影响相似。

**2、数值模型预报法**目前比较常用**（扩展作业）**学习潮汐调和分析程序，并用该程序预测潮汐过程曲线。**六、设计潮位的合理性检验：**（1）工程项目方面：综合考虑工程项目特点、结构物使用周期、重要性等（2）自然环境方面：综合考虑所在区域的风、浪、河流、泥沙、生态等环境变量。（3）社会环境方面：规划、政策、经济等方面的。 | 主要复习潮汐的基本知识，强调潮位的重要性，推算设计潮位的必要性，引发学生思考，导入本次课程学习。实际工程处理中，不同基准面数据的处理问题经常会困扰学生，因此要重点讲明我国的潮位基准面，以及如何换算基准面。潮汐是一个周期较长（0.5天或1天）的动态过程，学生对潮位的理解不直观，不知道哪一个特征潮位应该与海岸工程挂钩。这里以潮位曲线图结合岸线的形式，让学生明白潮位用在工程的高程设计中，呼应课程导入中的问题。讲明白设计潮位的定义和分类，重点说明不同潮位用在工程的什么地方。解释潮位的设计标准之一：累积频率标准，以及为什么这样选取。注意，极端设计潮位推求的时候，用的标准不是这个，是重现期标准。因潮汐比较稳定，所以数据时间可以缩短。重点讲解历时累积频率曲线的绘制。重点讲数据安全与曲线绘制。类比讲解高潮或低潮的累积频率曲线。与历时累积频率曲线的差异主要是数据选取的不同，以及标准的不同。引导学生自学乘潮累积频率曲线。理论推导出来的不一定适用于工程。在实际工程中要进行调整。引导学生思考，不同的海岸工程对潮位的需求是不同的。重点讲解，资料缺失后，如何推求设计值。以上的方法都是手算的，要查表。计算机发展后，基本都是数值计算来辅助的。强调学生明白：设计出来的潮位值，不一定非常合理，要进行论证。 |
| **小结及思考：**结合我们上课所讲内容，潮位的设计值是基于一定的基准面下的潮位观测数据，运用统计分析方法，推算一定设计标准（频率）下的合理的水位值，主要包括设计高、低水位，以及设计极端高、低水位等。那么请同学们思考，潮汐过程除了潮位的变化之外，还有哪些变化？与我们海岸工程还有什么联系？比如，钱江涌潮期间，看到的不仅仅是潮位的上升和下降，同时有水体的流动，也就是潮流。这也是我们下一节要讲授的内容。 |