

# 第一章 概 论

## 第一节 毕业设计（论文）的目的、作用和要求

毕业设计（论文）是大学本科教育的最后一个教学环节，也是最重要的实践性教学环节。经过三年半的学习，学生基本掌握了所学的基础理论知识和专业知识。毕业设计（论文）阶段，既是所学理论知识巩固深化的过程，也是理论与实践相结合的过程。

### 1. 目的和作用

通过毕业设计（论文），培养学生综合运用所学基本理论知识去解决工程实际问题的能力，使学生受到工程技术和科学技术的基本训练以及工程技术人员所必需的综合训练，并相应地提高各种能力，如调查研究、理论分析、设计计算、绘图、试验、技术经济分析、撰写论文和说明书等等，培养学生实事求是、谦虚谨慎的科学态度和刻苦钻研、勇于创新的科学精神。

经过严格的毕业设计（论文）训练，大学生步入工作岗位后，可以较快地适应工作，缩短理论到实践的过渡阶段。

### 2. 毕业设计（论文）的选题

为了达到毕业设计（论文）的教学目的，除了要求指导教师具有丰富的教学经验、能充分调动学生的积极性外，毕业设计（论文）课题的选择也是非常重要的，应结合工程建设实践和科学研究课题进行，所选课题要有代表性、科学性，深浅适度，有利于学生巩固所学知识，有利于培养和锻炼学生的综合能力，有利于培养学生的开拓、创新精神。毕业设计的选题还要具有实践性，尽量做到真题真做，使学生提前接触工程实际。毕业论文的选题还要具有前沿性，在老师的指导下经过努力，有一定的突破和提高。

### 3. 毕业设计基本要求

港口航道与海岸工程专业的毕业设计，要求学生在教师的指导下完成一个实际工程的全部或部分设计任务，在工程设计的总平面设计、结构选型与方案比选、施工图设计等各设计阶段都得到锻炼。通过毕业设计，进一步提高和训练学生的工程制图、理论分析、结构设计、计算机应用、文献检索和外语阅读等方面的能力，使学生全面了解本专业的工程设计过程，基本掌握设计方法，熟悉有关规范、手册和工具书的查阅与使用方法，增强学生走向工作岗位后的适应能力。

(1) 培养和提高计算机应用能力。毕业设计中的结构内力计算部分要求学生自编计算机程序上机计算，部分图纸要求采用计算机绘制。在整个毕业设计阶段，每个学生的上机课时不少于 80h。

(2) 提高外语水平。在毕业设计期间，每位学生至少参阅一篇 1 万个以上印刷字符的专业外文资料并写出中文读书报告，或者完成 8000 个以上印刷字符的外文专业翻译。设计说明书的提要部分要求中外文对照撰写，篇幅一般在 500~1000 个汉字。

(3) 成果要求。每位学生应提交设计说明书、计算书和有关图纸，说明书要参照工程设计说明书的格式撰写，力求简明扼要、说明问题、文理通顺、条理清楚。计算书是设计中有关计算的方法和过程，要求计算理论、方法和结果正确，数据可靠，对要求编程电算部分的内容，要附有计算机源程序和电算结果。本专业毕业设计要求学生至少应完成总平面布置图、结构图和构件配筋图三张图纸，其中至少有一张图纸采用计算机绘制，总平面图和结构图要求达到工程初步设计深度，配筋图要求达到施工图设计的深度。图纸是工程师的语言，要能正确表达设计意图，符合国家标准及有关设计规范，投影正确，线条和尺寸标注规范，图面要求排列整齐、布置合理、稀密匀称、清洁美观。

#### 4. 毕业论文基本要求

工科专业的大学生毕业以后，大多数到工程单位从事工程的规划、设计与施工管理等工作，但也有相当数量的学生到科研单位或者攻读硕士、博士学位，将来主要从事科学研究工作。因此，作为本科学生的实践环节，除了大部分学生进行毕业设计外，应有一部分学生通过必需的调查研究，撰写毕业论文，使他们在科学研究方面受到专门的训练，为将来从事科研工作打下基础。

毕业论文的撰写要符合科技论文规范，系统完整，包括题目、摘要、目录、前言、正文、小结或结论、参考文献等。要求立论正确、数据可靠、计算准确、文理通顺、书写工整、装订整齐。

(1) 题目。论文题目对论文起画龙点睛的作用，既要准确地表达文章的中心内容，恰如其分地反映论文研究的目的、范围和所达到的深度，突出论文内容的独创性，又要新颖醒目，对读者有一定的吸引力。题目的文字必须简洁凝练、高度概括，一般控制在 10~20 字之间。

(2) 摘要。把毕业论文的主要内容和成果以高度概括的语言摘录提示出来，使读者一看就能了解文章的概貌。论文被文摘性刊物索引的情况是论文水平的标志之一，而且索引与否的主要依据是论文的题目和摘要，大多数读者也常常是先检索到论文题目和摘要，然后再决定是否阅读全文，因此，写好论文的题目和摘要至关重要。摘要一般包括论文探讨的范围、研究工作的对象、结果和结论，篇幅一般在 500 字左右，除了中文摘要，还要写出外文摘要。

(3) 前言。前言又称引言、导言、绪言、绪论、概述和综述等，是论文的开场白，起到提纲挈领的作用。前言的内容一般包括研究背景，对相关文献进行针对性的简要综述（着重介绍本课题的国内外研究状况）、研究目的和研究意义、研究范围和材料、研究过程和手段、仪器设备、采取的主要研究方法、预期达到的结果。前言的写作要实事求是，避免自我吹嘘和套话空话。

(4) 正文。正文是论文的主体部分，要针对研究对象具体介绍研究方法和技术路线。科学实验是科学研究的重要手段，撰写论文往往以实验资料为依据，对实验结果进行理论上的分析、论证和探讨，阐述研究对象的内在联系和客观规律。正文的写作要求数据可靠、计算准确、理论分析正确、公式推导严密，并且要层次分明、条理清楚、结论明确。对应用型论文还特别强调对研究成果的应用方法，使读者能够方便地应用。

(5) 结论。得出有意义的结论是科学研究的目的，小结或结论是整篇论文的终结。结

论的内容要正确客观，一般要有新意。在实验、分析、研究中得到的有意义、有价值的结果都要写出来，但做了研究而未得到有意义的结果也要在结论中提及，以便为进一步研究指明方向。对于已有定论而在实验中又证实的结果，不必写进结论，若一篇论文的结论都是已有定论或似曾相识，那么这项研究是重复而无意义。允许由结论做一些推论，但要适可而止，不要与研究结果偏离太远。结论的撰写要简明扼要、条理清楚、用词恰当。

(6) 参考文献。凡是论文中引用的他人数据、材料、理论和论点，均应按论文中出现的先后次序标明引用号，并在论文最后依次列出该参考文献，便于读者查阅。参考文献条目的列写内容和次序一般为：

书籍：引用号，作者姓名，书名，出版地点，出版社，页次（或范围），年份。

期刊：引用号，作者姓名，题目，刊名，年份，卷、期数，起迄页。

#### 5. 指导教师的要求

毕业设计（论文）一般由具有讲师以上职称并有一定实践经验的教师指导，指导教师应根据课题性质和要求编制任务书，经教研室审查、院（系）批准后下达给学生。教师要指导学生制定工作计划，定期有准备地为学生答疑，仔细审阅学生的成果，及时给予指导。在设计期间要有计划地组织阶段性讨论，锻炼学生的表达能力。在指导过程中，教师必须坚持把培养人才放在首位，着重注意对学生各方面能力的培养，充分发挥学生的主观能动性，避免以某种条条框框把学生框死；坚持教学基本要求，保证毕业设计（论文）质量；积极贯彻因材施教原则，对有余力的学生可列一些有意义的专题进行研究；坚持教书育人，为人师表，具有奉献精神。

#### 6. 时间安排

毕业设计（论文）时间一般为 13 周，要求学生用 12 周的时间完成规定的设计（论文）任务，评阅、答辩和评分时间安排 1 周。

## 第二节 工程建设与设计

工程建设一般分为三个阶段：前期工作阶段、设计施工阶段和竣工验收试投产阶段，在实施过程中必须严格遵守从设想、选择、评估、决策、设计、施工到竣工验收、投入生产的基本建设程序，因为它科学地总结了建设工作的实践经验，反映了工程建设的客观自然规律和经济规律。

### 一、工程建设基本内容与步骤

#### 1. 工程规划

规划是工程建设前期工作阶段的主要内容之一，应根据国民经济和社会发展的长远规划，结合行业和地区发展规划要求，提出工程建设规模、建设方案、建设资金筹措等主要关键问题的设想，对工程建成后的经济效益和社会效益进行初步分析与估计。在此基础上编制项目建议书，工程项目建议书的主要内容包括：

- 1) 项目建设的必要性和主要依据；
- 2) 建设规模、建设地点的初步设想；
- 3) 工程建设条件和外部协作条件的初步分析；

- 4) 对环境的影响评价及保护措施；
- 5) 投资估算和资金筹措设想以及偿还能力的测算；
- 6) 经济效益和社会效益分析；
- 7) 建设工期的初步安排。

## 2. 工程勘察及主要技术问题研究

项目建议书经上级主管部门核定批准后，可进行工程建设的勘察、试验、专题研究等工作，为工程可行性研究提供依据。工程勘察工作主要是进行工程建设地点的地形测量、地质钻探，其目的是探明地质构造、岩土介质特性，为工程建设方案的选取和设计提供依据。对建设项目的可行性起关键作用的问题，要列专题进行深入研究，如河道稳定性、海岸稳定性、工程建设对水环境（水流、潮流、泥沙运动等）的影响、港口腹地的经济分析等。

工程勘察工作应提交地形图、地质钻探报告等研究成果，专题研究要提交有关专题研究的试验（数模、物模）研究报告或者调查研究分析报告。

## 3. 工程可行性研究

可行性研究是在项目建设前必须进行的各项研究工作的最重要阶段，其主要内容是通过全面的调查研究和工程勘察、测量等工作，进行技术、经济论证，分析、判断建设项目的技术可行性和经济合理性，为工程项目的决策提供依据。待项目建议书批准后，方可进行可行性研究工作，可行性研究视工程的规模一般分两阶段，即初步可行性（预可行性）研究和工程可行性研究，对小型不复杂的工程亦可直接进行工程可行性研究。

初步可行性研究是项目建议书与工程可行性研究之间的中间阶段，主要是复查、落实项目建议书中提供的投资机会，对不同的建设方案作出粗略的分析、比选，明确项目中哪些问题是关键，是否有必要列专题研究。初步可行性研究在内容结构上与工程可行性研究基本一致，但论证依据不需过分详细，数据资料的精确程度也不要求很高，有关费用可以从现有的可比项目中参考得出。工程可行性研究的内容一般包括：

(1) 工程项目的历史。对项目进行综述，阐明项目设想的重点和作为本研究依据的有关文件和资料，说明已经做过的调查、研究工作及可供本研究利用的结论和决定。

(2) 工程建设规模。经调查、研究和详细、正确的分析测算，提出工程建设的合理规模。

(3) 建设条件。分析建设项目的经济社会条件和自然条件。

(4) 建设方案。经过多方案比较论证，确定经济、合理的建设方案，包括总平面布置方案和主要水工、土建工程的结构方案。

(5) 协作条件。阐明工程建设的供水供电条件、地方建材的供应情况和征地、搬迁及当地劳动力安排等。

(6) 施工条件与建设工期。在分析工程特点和工程量的基础上，选择合适的施工工艺，合理安排施工进度和资金投入计划，经充分的分析论证提出合理的工期、试投产及交付使用的期限。

(7) 企业组织管理和人员编制。说明管理的组织系统和人员编制情况以及将来生产人员的培训计划。

(8) 项目对环境的影响评价。工程建设不可避免对自然环境产生影响，详细分析其影

响程度，阐述保护环境的措施。

(9) 投资估算及效益分析。工程投资估算的精度在初步可行性研究阶段控制在 $\pm 20\%$ ，在工程可行性研究阶段应控制在 $\pm 10\%$ 之内。工程建设项目的投资经济效益分析，要给出企业经济评价指标（投资回收期、还款年限、内部收益率等）和敏感性分析以及国民经济效益评价分析。

(10) 结论与建议。综合分析项目建设的必要性和可行性，给出明确的结论，即工程“可行”或“不可行”，并相应地提出对下一步工作的建议。

必须强调指出，工程可行性研究必须实事求是，尊重客观经济规律，使可行性研究工作确实起到“把关作用”，使项目投产后能达到预期的效果，减少投资风险。“不可行”的研究结果，也是一个成功的可行性研究报告，从避免造成投资浪费的意义上讲，其价值更高。切忌那种一开展可行性研究工作就在主观上形成必定“可行”的不实事求是的做法，更应避免站在本单位立场上，不顾国家大局，而想方设法使研究结论成为“可行”。

#### 4. 工程设计

工程建设项目通过规划、勘察和可行性研究等前期工作阶段，对工程各方面的条件进行综合分析与研究，并进行工程决策。工程可行性研究报告经主管部门审查批准后，即可进入工程建设的第二阶段，即设计施工阶段。

一般的工程建设项目的 design 工作分为初步设计和施工图设计两个阶段，初步设计工作内容以工程总平面设计、工艺设计、建筑物结构方案设计为主，是编制工程总概算和进行施工准备的依据，施工图设计以构件强度设计、结构细部构造设计、施工技术要求为主，是编制工程预算和工程建设实施的依据。对于重大项目、特殊项目，或者是技术复杂而又缺乏经验的项目，需增加技术设计阶段，解决在初步设计阶段中无法解决而又需要进一步研究解决的问题，如特殊工艺流程方面的试验、制作与确定，新型设备的试验、制作与确定，结构某些关键部位的试验研究与确定，某些技术复杂而需慎重对待的问题的研究与确定等。

#### 5. 工程施工

工程建设的施工可分为施工准备和实施两个阶段，施工准备工作主要包括施工工艺方法的选择、施工组织设计、建筑材料供应、施工机械设备准备、施工现场的供水供电等，各项准备工作就绪后即可开始施工。工程施工的准备与实施应遵循以下基本原则：

- 1) 施工总体布置（施工工艺与方法）要先进、合理、可行；
- 2) 各分项工程的施工进度安排要满足工程总工期的要求；
- 3) 严格按设计图纸施工，若因某种原因需要变更设计，必须提出书面申请，并经设计单位同意；
- 4) 严格按照国家、行业及部门的有关技术规范和标准进行施工及质量控制；
- 5) 合同主体单位要认真履行施工合同中规定的义务，避免或减少合同纠纷和扯皮现象；
- 6) 在施工过程中应尽力保护环境，减少环境污染；
- 7) 节约人力、物力及能源，降低工程成本，提高经济效益。

#### 6. 工程竣工验收

工程施工全部结束后要进行竣工验收，验收工作按国家和行业的有关规定及程序进行。验收工作的目的主要是检查工程施工的数量、质量和工期是否符合有关的规定，检查依据

是工程设计文件、有关规范和标准、施工合同书等，具体验收内容包括：

- 1) 对照施工合同书和设计图纸，检查是否全面完成了工程的施工任务；
- 2) 检查工程施工质量是否符合有关规范和标准的规定；
- 3) 工程是否按计划按期竣工。

## 二、工程设计依据

工程设计需要有以下资料或设计依据：

- 1) 工程建设单位的设计委托书及工程勘察设计合同，说明工程设计的范围、标准和要求；
- 2) 经国家或行业主管部门批准的设计任务书；
- 3) 规划部门、国土部门划准的建设用地红线图；
- 4) 地质部门提供的地质勘察资料，对工程建设地区的地质构造、岩土介质的物理力学特性等加以描述与说明；
- 5) 其它自然条件资料，如工程所在地的水文、气象条件和地理条件等；
- 6) 工程建设单位提供的有关使用要求和生产工艺等资料；
- 7) 国家或行业的有关设计规范和标准。

## 三、设计工作原则

(1) 遵守国家的法律、法规，贯彻执行国家经济建设的方针、政策和基本建设程序，特别应贯彻执行提高经济效益和促进技术进步的方针。

(2) 要从全局出发，正确处理工业与农业、沿海与内地、城市与乡村、近期与远期、技术改造与新建、安全实用与经济效益等方面的关系。

(3) 要根据国家的有关规定和工程的不同性质、不同要求，从实际出发，合理确定设计标准，并在设计中严格遵守。

(4) 根据国家需要、技术可能和经济合理的原则，充分考虑各种资源的综合利用，尤其注意要节约能源，设计中尽量选用耗能少的生产工艺和设备。

(5) 工程设计要力求做到先进适用、经济合理和安全可靠，并且要保护环境、防止污染。

## 四、工程师职业道德

(1) 爱国、爱岗、敬业。珍惜国家资金、土地、能源及材料设备，力求取得最大的经济、社会和环境效益。

(2) 坚持质量第一，严格遵守设计规范、标准和规程，不得重产值、轻质量，确保工程安全，对工程质量负责到底。

(3) 钻研科学技术，不断更新知识，采用新技术、新工艺，推动行业技术进步，树立正派学风，不搞技术封锁，不剽窃他人成果，尊重他人的正当技术、经济权益。

(4) 认真贯彻勘察设计的各项方针政策，合法经营，不搞无证或越资的勘察设计，不出卖图签印章。

(5) 遵守市场管理，严格按照规定收费，不超收、不压价、平等竞争，勇于抵制行业不正之风。

(6) 信守设计合同，以优质的服务为行业赢得信誉，为企业赢得市场。

(7) 搞好团结协作，树立集体观念，善于与他人合作共事，甘当配角，艰苦奋斗，无私奉献。

### 第三节 主要水工建筑物简介

#### 一、码头

码头是供船舶系靠、停泊用的，在此进行货物装卸和旅客上下等作业。它是港口中主要水工建筑物之一。

码头由主体结构和附属设备两部分组成（图 1-1）。

主体结构又分为上部结构和下部结构。上部结构，如重力式码头的胸墙，板桩码头的帽梁，高桩码头的梁、板和靠船构件等，其作用除将下部结构的构件连成整体之外，还装设有护木、系船柱、管沟、轨道等设备。下部结构，如重力式码头的墙身和基础，板桩码头的板桩，高桩码头的桩基等，主要是挡土或传力用的。

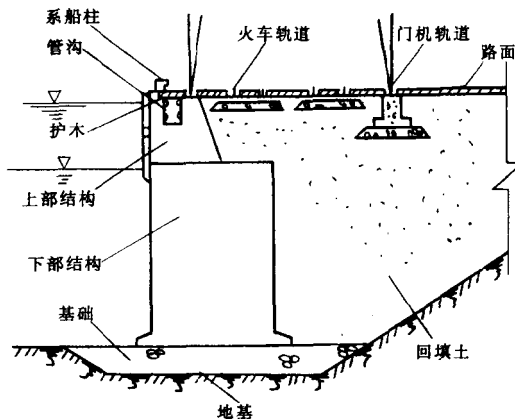


图 1-1 码头组成部分示意图

码头设备包括系船设备（如系船柱）、防冲设备（如护木）、安全设备（如系网环）、工艺设备（如管沟和起重机轨道及火车轨道的基础）和路面等。

码头有以下几种分类方法：

(1) 按用途分为货码头、客码头、工作船码头、轮渡码头、渔码头、舾装码头等。货码头按货种又可分为件杂货码头、散货码头、油码头等。

(2) 按平面布置分为顺岸码头、突堤码头和墩式码头（与岸用引桥连系的孤立墩或用联桥连系的连续墩），如图 1-2 所示。突堤码头又分窄突堤（突堤是一个整体结构）和宽突堤（两侧为码头结构，当中用填土构成码头地面）。

(3) 按断面型式分为直立式、斜坡式、半直立式和半斜坡式。直立式多用于水位变化不大的港口，如海港和下游河港、河口港和运河港，船舶系靠和作业都比较方便。斜坡式（图 1-3）适用于水位变化较大的情况，如天然河流的上游和中游港口，一般设有便于船舶停靠的趸船，趸船与岸用活动引桥或缆车联系，前者称为浮码头，后者称为缆车码头。半直立式适用于枯水时间较长而高水时间较短的情况，如天然河流的上游港口。半斜坡式适用于高水时间较长而低水时间较短的情况，如水库港。

(4) 按结构型式分为重力式、板桩式、高桩式和混合式，如图 1-4 所示。

重力式码头是靠自重（包括结构重量和结构范围内的填料重量）来抵抗滑动和倾倒的。从这个角度说，自重越大越好，但地基将受到很大的压力，使地基可能丧失稳定性或产生过大的沉降。为此，需要设置基础，通过它将外力传到较大面积的地基上（减小地基应力）或下卧硬土层上。这种结构一般适用于较好的地基。

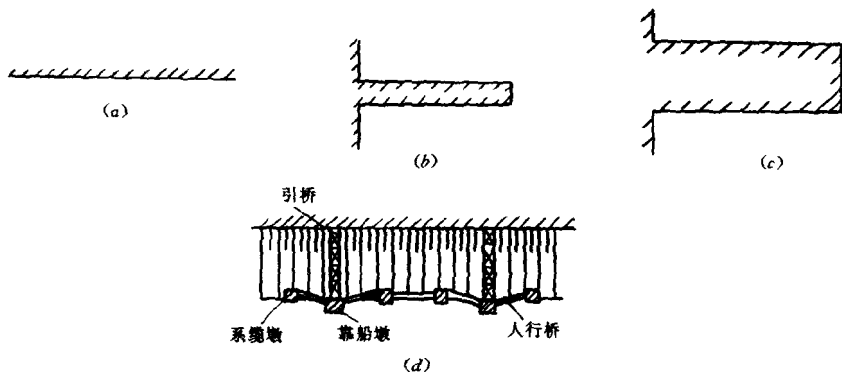


图 1-2 码头的平面型式

(a) 顺岸式; (b) 窄突堤式; (c) 宽突堤式; (d) 墩式

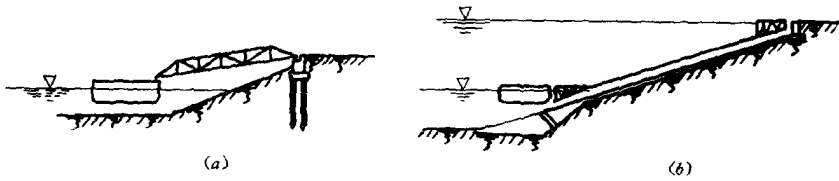


图 1-3 斜坡式码头

(a) 浮码头; (b) 缆车码头

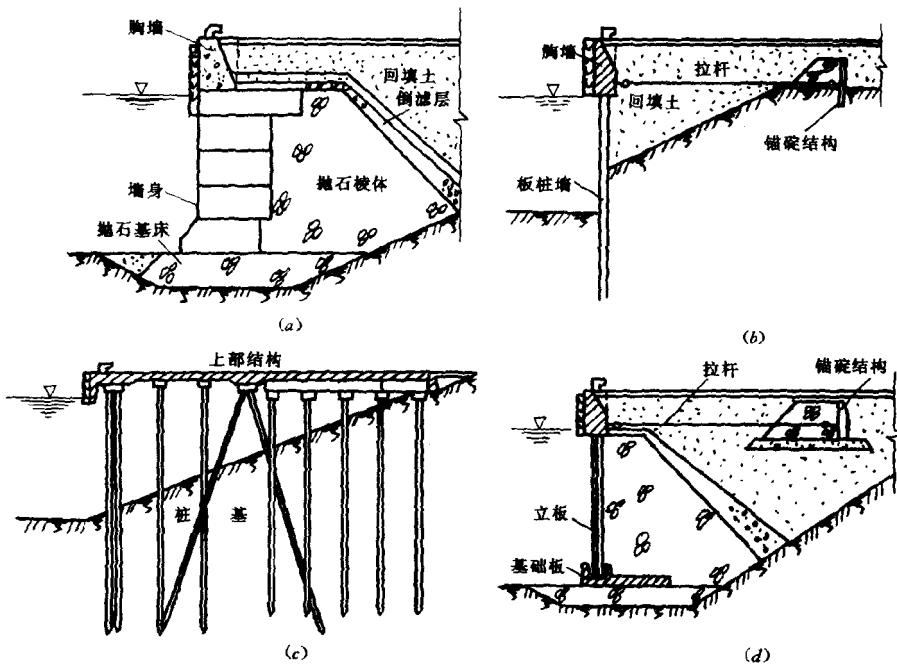


图 1-4 码头的结构型式

(a) 重力式; (b) 板桩式; (c) 高桩式; (d) 混合式

板桩式码头是靠打入土中的板桩来挡土的，它受到较大的土压力。为了减小板桩的上

部位移和跨中弯矩，上部一般用拉杆拉住，拉杆力传给后面的锚碇结构。由于板桩是一较薄的构件，又承受较大的土压力，所以板桩式码头目前只用于墙高不大的情况，一般在 10m 以下。

高桩式码头主要由上部结构和桩基两部分组成。上部结构构成码头地面，并把桩基连成整体，直接承受作用在码头上的水平力和垂直力，并把它们传给桩基，桩基再把这些力传给地基。高桩式码头一般适用于软土地基。

除上述主要结构型式外，根据当地的地基、水文、材料、施工条件和码头使用要求等，也可采用混合式结构。例如，下部为重力墩，上部为梁板式结构的重力墩式码头；后面用独立的板桩结构挡土的高桩码头；由基础板、立板和水平拉杆及锚碇结构组成的码头结构。

码头又可分为岸壁式和透空式两大类。岸壁背面有回填土，受土压力作用，如顺岸重力式码头和板桩码头。透空式码头建筑在稳定的岸坡上，一般没有挡土部分，或有独立挡土结构，如高桩式码头（前板桩高桩码头除外）和墩式栈桥码头等。

## 二、船闸

船闸是为船舶克服航道上集中水位落差而设置的一种通航建筑物，主要由上、下闸首、闸室、上、下游引航道、导航和靠船建筑物等部分组成。

### 1. 闸首

闸首是由两侧边墩、底板及闸、阀门构成的挡水建筑物，边墩上设有闸阀门启闭机械，采用头部输水系统的船闸，在闸首上设有灌泄水系统。闸首结构型式主要有整体式和分离式两大类，整体式即边墩与底板刚性连接在一起，该结构型式具有足够的整体刚度。建在土基上的船闸，为避免闸首边墩相对沉陷而影响船闸的正常工作，通常采用整体式闸首；岩基上由于地质条件较好，可以不设中间底板而采用分离式结构，在少数船闸上也有采用双铰底板的分离式结构。

### 2. 闸室

闸室是由上、下闸首和两侧闸墙围成的厢形空间，供过闸船舶安全停泊，升降和通过之用。土基上闸室结构型式主要有整体式和分离式，分离式结构常用型式有重力式、悬臂式、扶壁式等多种，重力式按其材料又可分为浆砌块石、混凝土、钢筋混凝土。整体式结构常又称为坞式结构。岩基上闸室结构根据基岩性质及岩层顶面与闸室底的相对位置，可采用重力式、衬砌式、混合式。各种闸室结构型式及特点见附录附表 9。

### 3. 引航道、导航及靠船建筑物

引航道是连接闸首与主航道的一段静水航道，供过闸船舶系靠、调顺、会让和安全通畅进出闸室之用。在引航道内设有主辅导航建筑物和靠船建筑物。位于进闸航线一侧，用于引导船舶进闸的称主导航建筑物，位于主导航建筑物对面用以引导受侧向风、水流影响，起辅导航作用的建筑物称辅导航建筑物。靠船建筑物是供等待过闸船舶停靠用的，一般布置在停泊段。引航道型式有不对称式、反对称式及对称式三种，应根据船闸规模和尺度、客货运量、过闸船队类型、尺度和过闸方式以及地形、水流、泥沙等条件确定。

## 三、防波堤

### 1. 防波堤的作用及类型

防波堤的作用主要是防护港口水域不受风浪的影响，以保证船舶在港内安全地停泊和



图 1-5 斜坡式防波堤

进行装卸作业。此外，还可以拦阻泥沙流入港内和防止冰凌侵入港池。有时防波堤内侧还可以兼做码头或系靠船舶。防波堤的类型有：

(1) 按平面布置可分为突堤和岛堤，突堤为一端与岸连接，另一端伸向海中，岛堤则其两端均不与岸相连，位于离岸一定距离的水域中。

(2) 按结构型式又分为斜坡式、直立式和轻型式。斜坡式是指防波堤坡面与水平面的交角不超过  $45^\circ$  的斜坡堤，如图 1-5 所示；直立式防波堤堤身的内、外两侧均为直墙，如图 1-6 所示；而轻型防波堤是指波浪的能量大部分集中在水面附近一定范围内的特点，采用能遮挡或消散上层水体波浪运动的一些结构型式和设施，如透空式、喷气式、浮式防波堤等（图 1-7）。

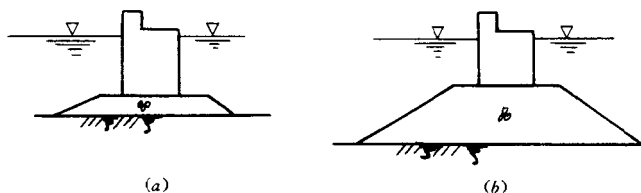


图 1-6 直立式防波堤

(a) 低基床直立堤；(b) 高基床直立堤

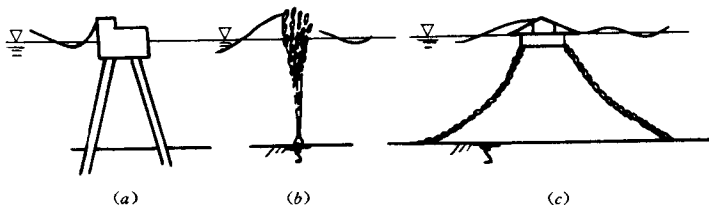


图 1-7 轻型式防波堤

(a) 透空式；(b) 喷气式；(c) 浮式

## 2. 防波堤的结构型式和适用条件

(1) 斜坡堤。在防波堤的建造中，斜坡堤是一种经常被采用的结构型式。其特点是：结构简单、施工方便，具有较高的整体稳定性，适用于不同的地基，可以就地取材，并且破坏后易于修复。一般说来，斜坡堤适用于水深较浅、地基较差和石料来源丰富的情况。当斜坡堤采用人工块体护面时，也适用于水深较深和波浪较大的情况。

(2) 直立堤。直立堤一般适用于水深较大和地基较好的情况。在地基较差的地区采用直立堤时，须对地基进行处理。直立堤的堤身有多种型式，如正砌方块、斜砌方块、巨型方块和巨型沉箱、管柱和钢沉井等。目前国内多采用正砌方块和沉箱两种。它们各有优缺点：方块坚固而耐久，简便，但有自重大，地基应力大、混凝土用量多、水下安装和潜水工作量大、施工速度慢、整体性较差等缺点；沉箱结构具有整体性较好，水上安装工作量小、施工速度快等优点，但沉箱的预制和下水需要相应的场地和设备，又增加了投资，另外沉箱结构一旦被破坏，修复较困难。

### 3. 防波堤的组成及其作用

(1) 斜坡堤的组成及作用。尽管斜坡堤的断面型式多种多样，但一般斜坡堤的断面都是由堤心石、护面、棱体和护底等几部分组成。有时堤顶作通道或堤内兼作码头，采用堤顶设置胸墙的斜坡堤断面参照附录有关图式。

堤心石形成堤的主体，一般由 15~100kg 的块石组成，护底主要是用来防止堤前冲刷，棱体用以支支护面块体，并可减少护面块体的数量。护面块体的作用是抵御港外波浪的袭击，消能，保护堤身不被破坏，护面块体的型式也有多种，常用的有九种（见附录附图 12）胸墙一般设计成反弧形，反射港外波浪使其相互抵消能量，同时不致于让港外波浪越过堤顶而影响港内码头及通道的正常使用。

(2) 直立堤的组成及其作用。直立堤的组成包括上部结构、墙身和基床三部分（参照附录中有关图式）。墙身是直立堤的主要部分，它构成直立堤主体，用来抵御港外波浪对港内的影响，同时可作为码头的一部分，一般由方块和沉箱组成。上部结构通常是现浇或装配整体混凝土结构，主要作用是增加堤的有效重量和稳定性，防止波浪越过堤顶而影响港内水域的平稳。基床一般用抛石堆筑而成，其作用是使基础顶面平整、减少地基应力、增加结构的稳定性、保护地基免受波浪底流的冲刷等。

### 四、海堤及护岸

海堤又称海岸堤防，是在河口、海岸地区为了防止潮、浪侵袭在沿岸地面上修筑的一种挡水建筑物，亦是围海工程的主要工程设施。

#### 1. 海堤的型式和适用条件

(1) 斜坡式海堤。习惯上把迎水面的坡比  $m > 1$  的海堤称为斜坡堤。一般堤的主体由土料填筑，迎水坡用护面保护。斜坡式海堤的优点是：堤身稳定性好，堤前反射波小；断面底宽大，地基应力较均匀、分散，对地基的要求较低。但斜坡堤占用土地多，波浪爬高（当  $m = 1.5 \sim 2$  时）较直立堤大，需较高的堤顶高程；施工时一般先堆土方后做护坡，当筑堤地点的滩面较低时就地取土困难，已堆土方容易被潮水冲失。目前随着土工布袋与吹填工艺的使用，这一缺点已不十分明显。

(2) 陡墙式海堤。陡墙式海堤的迎水面用块石、条石砌成陡墙（防护墙），墙后土方填筑，在防护墙与土方之间设有反滤层或抛石碴。其优点是断面小、占地少，波浪爬高较通常斜坡堤为小，堤顶高程可略低，施工时采用“土石并举、石头占先”方式，可减少土方被潮水冲失，但也存在地基应力较集中，对地基要求较高，堤身沉陷可能较大；堤前波浪底流速大、易引起堤脚冲刷，波浪对防护墙的动力作用较强烈；防护墙损坏后维修较困难等缺点。

(3) 混合式海堤。混合式海堤的迎水坡由陡墙及斜坡混合构成。有两种断面型式：一种是上部为斜坡式，下部为陡墙，陡墙顶高一般在平均高潮位或大潮高潮位附近；另一种是下部为斜坡堤，上部为陡墙的混合式断面。混合式海堤当上下坡组合适当，可以发挥斜坡堤与陡墙堤两者的优点，一般在水深较大的情况使用。

上述三种海堤型式，应根据水文地质、材料来源、施工条件等具体情况综合考虑，进行方案比较，选定经济、合理的结构型式。从水动力学的观点，一般情况下在建筑物轴线位于破波带处，且受立波作用，或者在水深小、波浪小的地段，均可考虑采用直立堤。如

果处在破波地带，波浪力大，采用斜坡堤可能更为有利。

## 2. 护坡及护岸工程

海堤护坡是对海堤土体内外坡和堤顶采用工程或植物保护的措施，以防止土体在波浪、水流作用下淘蚀破坏。护坡的种类甚多，常见的有块石护坡（抛石、干砌或浆砌），预制混凝土板或现浇混凝土板护坡，沥青混凝土或沥青砂护坡，异形人工块体护坡，模袋混凝土、水泥土护坡，草皮护坡等。

护岸是在河口、海岸地区对原有岸坡采取人工加固的工程设施，用以防御波浪、水流的侵袭、淘刷和在土压力、地下水压力作用下造成的岸坡坍塌。

护岸建筑物与海堤都是为了防浪、挡潮保护陆上农田、城镇，不同的是，护岸是对原有岸坡加以保护，防止岸坡在波浪水流作用下坍塌，维持岸线稳定；海堤是在地表以上修建的挡水建筑物，主要功能是防止暴潮、洪水的淹没泛滥。两者功能相近，有时也难于严格区分。护岸建筑物的型式也与海堤相似，按其外坡形式可分为斜坡式、陡墙式和混合式等。需要指出的是：护岸工程既要保证岸线稳定，又要综合考虑城市交通、环境绿化、防汛抢险、旅游疗养等因素。

## 3. 保滩工程

保滩工程是保持海岸、河口地区滩涂的稳定，防止滩涂泥沙被波浪、水流淘刷的工程措施。海岸滩涂泥沙被风浪掀起并随水流输移，致使滩面发生剥蚀，海堤及护岸的坡脚被淘刷，甚至引起海堤或护岸的坍塌。保滩工程还能促使泥沙在滩涂落淤、有利于保护海堤、护岸。保滩工程包括丁坝、顺坝、护坎等工程措施和种植物及铺抛人工沙滩措施等。

(1) 丁坝。丁坝一般与岸线成丁字形相交，由坝根、坝头、坝身三部分组成。坝根与堤岸或滩肩连接，坝身向外延伸，将水流挑离岸边，拦截沿岸漂沙，使之落淤。布置适当的丁坝对波浪也有掩护作用。

(2) 顺坝（离岸堤）。在波浪作用为主的地区，特别是主波向垂直于岸线时，丁坝保滩护岸往往收效甚微。此时，采用离岸一定距离、与岸大致平行的顺坝（离岸堤）效果较好。顺坝能消减波浪并促使泥沙在坝后淤积。顺坝沿岸滩有连续布置和间断布置两种型式。顺坝较长时，内侧可设格堤，间距为顺坝至岸距离的 2~5 倍，以免沿顺坝产生水流，冲刷已经淤积的泥沙。

(3) 护坎。当侵蚀性海岸的滩地形成高低两级滩面时，为防止高滩后退，危及堤岸，有时可在高滩前沿处修筑护坎。

(4) 植物保滩措施。在岸滩上种植适合当地生长的植物，可以消波缓流，促使泥沙落淤，起到积极保滩护岸的作用。

(5) 人工沙滩。在沿海受侵蚀岸段，采用人工填沙的方法恢复原来的沙滩或填成新的沙滩，称人工沙滩。常在附近有大量廉价沙源时采用，或结合疏浚工程吹填。

# 第四节 专业知识体系简介

## 一、专业发展概况

本专业前身“水道与港口建筑”专业始建于 20 世纪 50 年代，当时从专业名称、教学

内容和课程体系几乎全部照搬了前苏联的专才教育模式。几十年来对教学内容和课程体系进行多次改革，以适应国家当时的经济发展对专业人才的要求，专业名称也改为“港口及航道工程”。90年代国家教育改革的步子加快，先后进行了两次本科专业调整，第一次专业调整时将“港口及航道工程”与“河流泥沙及治河工程”合并为“港口航道及治河工程”专业，1998年又将其与“海岸及海洋工程”专业的一部分合并为目前的“港口航道与海岸工程”专业，进一步拓宽了专业口径。

## 二、专业知识体系

“港口航道与海岸工程”专业涉及土木、水利和海洋三大学科领域，具有宽广的专业基础课和专业课，学生要比较系统、扎实的掌握固体、流体与海洋等方面的基础理论知识和港口航道与海岸工程的专业知识，以及一定的工程管理、技术经济和人文科学等方面的知识。

### 1. 课程设置

(1) 公共基础课。主要包括政治、数学、外语、计算机、物理、以及文化素质类和经济管理类课程等。

(2) 学科基础课。主要有工程制图、水力学、土力学、工程力学、测量学、建筑材料、钢筋混凝土结构学、基础工程、工程水文学等。

(3) 专业基础课与专业课。主要包括河流动力学、海岸动力学、工程施工与管理、港口工程学、航道工程学、海岸工程学、港口航道工程规划、以及道路工程和桥梁工程等。

### 2. 能力结构

培养学生各方面的能力是大学本科教育的主要目标，专业培养计划的制定和课程设置都围绕这一目标进行，将培养学生能力融入课程之中，使学生在知识学习的过程中获得各种能力。按照本专业的培养计划实施，学生在毕业时可基本具备以下各种能力：

- 1) 获取和分析处理各种信息的能力；
- 2) 表达想法和分享资讯的能力；
- 3) 工程规划和组织管理工作的能力；
- 4) 团结合作与社会活动的的能力；
- 5) 运用科学技术分析和解决工程实际问题的能力；
- 6) 良好的计算机应用能力和外语应用能力；
- 7) 具有本专业工程设计、施工、勘察等所必需的制图、运算、实验、表达、综合分析等实践能力；
- 8) 具有初步的科技开发和创造的能力

## 第二章 设计基本知识

### 第一节 主要水工建筑物设计

#### 一、码头设计

##### (一) 作用及作用效应组合

##### 1. 作用

港口工程结构上的作用，在设计基准期内，按时间的变异可分为永久作用、可变作用和偶然作用。

永久作用为量值随时间的变化与平均值相比可以忽略的作用。如自重力、预加应力、土重力及由永久作用引起的土压力、固定设备重力、固定水位的静水压力及浮托力等。

可变作用为量值随时间的变化与平均值相比不可忽略的作用。如堆货荷载、起重机械荷载、运输机械荷载、铁路荷载、汽车荷载、缆车荷载、人群荷载、可变作用引起的土压力、船舶荷载、水流力、冰荷载、风荷载、波浪力和施工荷载等。

偶然作用为不一定出现，一旦出现，其量值很大且持续时间很短的作用，如地震作用。

##### 2. 作用效应组合

(1) 作用效应组合的原则：对实际有可能在港口工程结构上同时出现的作用，应按承载力极限状态和正常使用极限状态，并结合相应的设计状况，进行作用效应组合。对实际不可能同时出现的作用，不应考虑其作用效应组合。

(2) 作用效应组合的表达式：

1) 结构承载力极限状态作用效应组合设计值：

持久组合：

$$S_d = \gamma_0 [\gamma_G C_G G_K + \gamma_{Q1} C_{Q1} Q_{1K} + \Psi (\sum_{i=2}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} Q_{iK})] \quad (2-1)$$

式中： $\gamma_0$ 为结构重要性系数； $G_K$ 为永久作用标准值； $C_G$ 为永久作用效应系数； $\gamma_G$ 为永久作用分项系数； $Q_{1K}$ 为主导可变作用标准值； $C_{Q1}$ 为主导可变作用效应系数； $\gamma_{Q1}$ 为主导可变作用分项系数； $\Psi$ 是组合系数，可取0.7； $Q_{iK}$ 为第*i*个非主导可变作用标准值； $C_{Qi}$ 为第*i*个非主导可变作用效应系数； $\gamma_{Qi}$ 为第*i*个非主导可变作用分项系数。

短暂组合：

$$S_d = \gamma_G C_G G_K + \sum_{i=1}^n \gamma_{Qi} C_{Qi} Q_{iK} \quad (2-2)$$

式中： $\gamma_G$ 为永久作用分项系数，取值同持久组合； $\gamma_{Qi}$ 为第*i*个可变作用分项系数，比持久组合分项系数减小0.1。

偶然组合按JTJ225—98《水运工程抗震设计规范》有关规定执行。

2) 结构正常使用极限状态作用效应组合设计值：

持久状况的短期效应（频遇）组合：

$$S_s = S_{GK} + \Psi_1 \sum S_{Qik} \quad (2-3)$$

持久状况的长期效应（准永久）组合：

$$S_l = S_{GK} + \Psi_2 \sum S_{Qik} \quad (2-4)$$

短暂状况当需要考虑正常使用极限状态时：

$$S = S_{GK} + \sum S_{Qik} \quad (2-5)$$

式中： $\Psi_1$  为频遇值系数，取 0.8； $\Psi_2$  为准永久值系数，取 0.6。

## （二）重力式码头计算

### 1. 重力式码头的计算内容

为保证码头的正常工作，在设计重力式码头时应进行下列验算：

- （1）胸墙、整个码头建筑物和码头结构一部分的水平滑动稳定性和倾覆稳定性；
- （2）基床和地基的承载力，建筑物的整体稳定性和沉降量；
- （3）结构构件的强度和抗裂度。

### 2. 重力式码头的一般计算

（1）对墙底面和墙内各水平缝及齿缝计算面前趾的抗倾覆稳定性按下式验算：

$$M_s \leq M_R / \gamma_d \quad (2-6)$$

式中： $M_s$  为倾覆作用效应组合设计值； $M_R$  为抗倾作用效应组合设计值； $\gamma_d$  为结构系数。

（2）沿墙底面、墙身各水平缝和基床底面的抗滑稳定性按下式验算：

$$H_s \leq \frac{V_R f}{\gamma_d} \quad (2-7)$$

式中： $H_s$  为计算面以上水平作用效应组合设计值； $V_R$  为计算面以上竖向作用效应组合设计值； $f$  为沿计算面的摩擦系数设计值； $\gamma_d$  为结构系数。

（3）基床承载力按下式验算：

$$\gamma_0 C_0 \sigma_{\max} \leq \sigma_R \quad (2-8)$$

式中： $\gamma_0$  为结构重要性系数； $C_0$  为基床顶面最大应力分项系数，可取 1.0； $\sigma_{\max}$  为基床顶面最大应力标准值； $\sigma_R$  为基床承载力设计值，可取 600kPa。

（4）其它计算：关于地基承载力、码头整体稳定性及沉降量的计算，按现行行业标准 JTJ250—98 《港口工程地基规范》的规定执行。

## （三）板桩式码头计算

板桩式码头计算主要包括板桩墙计算、锚碇结构计算和码头整体稳定性验算。这里仅介绍板桩墙的两种计算方法，弹性线法和竖向弹性地基梁法。弹性线法仅用于单锚板桩墙的弹性嵌固状态，竖向弹性地基梁法适用于单锚和多锚板桩墙的任何工作状态。

### 1. 弹性线法

弹性线法假设拉杆锚碇点的位移、板桩墙在底端  $E_p'$  作用点的线变位和角变位都等于

零，计算图式如图 2-1。该计算图式为一次超静定结构，需要求解的未知量有入土深度  $t_0$ 、拉杆力  $R_a$  和底端墙后土抗力  $E'_P$ ，根据力矩平衡方程  $\Sigma M=0$ 、水平力平衡方程  $\Sigma H=0$  及板桩墙底端变位条件可以唯一地求解。考虑墙后土压力重分布和拉杆锚定点位移对板桩墙跨中弯矩的影响，计算的跨中最大弯矩应乘以折减系数  $\xi$ ， $\xi$  为 0.7~0.8。

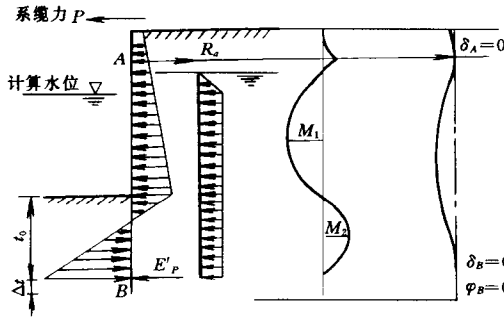


图 2-1 弹性线法计算图式

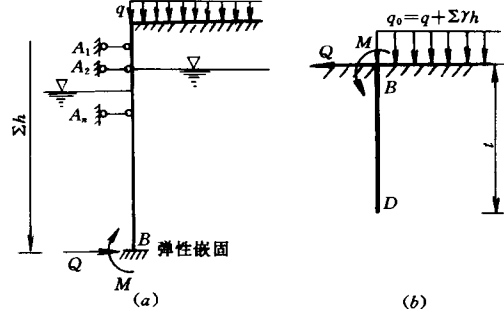


图 2-2 竖向弹性地基梁法计算图式

## 2. 竖向弹性地基梁法

竖向弹性地基梁法求解板桩墙的基本思想是对板桩墙的稳定性（确定入土深度）和内力（确定弯矩和拉杆力）分别进行计算。

(1) 板桩墙入土深度的确定。假设板桩墙后为主动土压力，墙前为被动土压力，然后根据“踢脚”稳定性确定板桩墙的入土深度。

(2) 板桩墙内力的计算。将板桩墙从计算水底处切开，计算水底以上的墙段为底端弹性嵌固的悬臂梁，如图 2-2 (a)。该计算图式是  $n$  次超静定结构，采用位移法求解。计算水底以下的墙段为埋在地基中的竖向弹性地基梁，如图 2-2 (b)，采用“ $m$ ”法计算板桩墙的内力和变位。

### (四) 梁板式高桩码头计算

梁板式高桩码头的受力构件主要有面板、纵梁、横梁、基桩和靠船构件，而横梁与基桩一起构成横向排架，成为横向的主要受力结构。

#### 1. 面板计算

(1) 计算图式。面板的计算图式应根据实际结构型式、板的尺寸、周边支承情况和连接构造等确定。

两边支承两边自由的板可按单向板计算。四边支承板，长边与短边的计算跨度之比大于或等于 2 时，可按单向板计算；长边与短边的计算跨度之比小于 2 时，可按双向板计算。

根据板在支座处的连接构造，判定为简支板、连续板或悬臂板。当板在支座（梁）上自由搁置或进行简单连接时，按简支板计算。当板在支座上进行整体连接时，按连续板计算。当板的一边与梁整体连接而另外三边为自由时，按悬臂板计算。

#### (2) 内力计算：

1) 单向板：简支板、悬臂板和自由搁置在梁上的连续板的内力，按一般简支梁、悬臂梁和连续梁计算。下面只介绍与梁整体连接的板的内力计算方法。

与梁整体连接的单向板，其弯矩可按系数法计算。板的跨中或支座弯矩值：

$$M = mM_0 \quad (2-9)$$

式中： $M_0$  为按简支板计算的跨中最大弯矩值 ( $\text{kN} \cdot \text{m}$ )； $m$  为弯矩系数。

2) 双向板：双向板内力的计算比较复杂，弯矩计算一般采用系数查表法，剪力计算工程上可近似地按两个方向的单向板进行计算。

对于四边简支板，集中荷载作用下产生的弯矩可按 JTJ291—98 《高桩码头设计与施工规范》附录 B 计算。对于与梁整体连接的双向板，应考虑梁对板变形的约束作用。先按四边简支板算出两个方向的跨中最大弯矩值  $M_a$  和  $M_b$ ，然后乘以考虑梁对板固结影响的分配系数。两个方向的跨中最大计算弯矩分别为  $+0.525M_a$  和  $+0.525M_b$ ，两个方向的支座最大计算弯矩分别为  $-0.750M_a$  和  $-0.750M_b$ 。

### 2. 纵梁计算

(1) 计算图式。在支座处断开或只连接下面钢筋而不连接上面钢筋的纵梁按简支梁计算。在支座处整体连接的纵梁按连续梁计算。支承于桩帽上的连续纵梁按弹性支承连续梁计算。支承于横梁上的连续纵梁，具有弹性支承的性质，对于重要工程宜按弹性支承连续梁计算，一般工程可简化、按刚性支承连续梁计算。

(2) 内力计算。简支梁的内力按截面法计算，刚性支承连续梁的内力按三弯矩方程计算，弹性支承连续梁的内力按五弯矩方程计算。

### 3. 横向排架计算

(1) 计算图式。高桩码头的结构分段是一个空间整体结构。由于各横向排架的间距相等，各横向排架的受荷条件和能力相同，故可简化为平面问题，取一个排架为计算单元。根据桩台的刚度，将桩台区分为刚性桩台、柔性桩台和非刚性桩台三种。梁板式上部结构的横梁可认为是柔性桩台。若横向排架中有叉桩，且桩台的线性刚度与桩的线性刚度之比大于 4，则桩两端可假设为铰接。否则，桩两端可假设为固接。

(2) 柔性桩台横向排架的计算。柔性桩台横向排架的计算方法有精确法和简化法。下面只介绍简化法。

1) 由直桩和叉桩支承的桩台的简化算法：假定桩两端为铰接，作用在横向排架上的水平力全部由叉桩承受，作用在横向排架上的垂直力及力矩（如船舶作用力产生的力矩）由横梁承受，横梁按弹性支承连续梁计算。

2) 全部由直桩支承的桩台的简化算法：这种桩台严格地说应按精确法计算，但对于以承受垂直荷载为主（水平荷载较小）的中小型码头，也可用简化法计算。简化法假定桩两端为固接，在水平力作用下，横向排架可按刚架进行计算，在垂直力及力矩作用下，横梁按弹性支承连续梁计算。

## 二、船闸设计

### (一) 设计标准及计算内容

#### 1. 设计标准

船闸水工建筑物设计应以 JTJ261~266 《船闸设计规范》，（以下简称《船闸规范》）为依据，混凝土及钢筋混凝土结构设计，应按现行 SL/T191—96 《水工混凝土结构设计规范》要求执行，设计地震区的船闸时，还应符合 JTJ225—98 《水运工程抗震设计规范》的有关要求。