

INTEGRATED ANALYSIS MODEL AND
CONSTRUCTION PRACTICE OF
HIGH SHEET-PILE WALL



高挡土板桩墙 整体分析模型与施工实践

◎ 顾明如 杜成斌 马志华 等 著



科学出版社

高挡土板桩墙整体分析 模型与施工实践

顾明如 杜成斌 马志华 等 著

科学出版社

内 容 简 介

本书共分7章,结合已建的板桩墙挡土高度为11.7m的泰州引江河第二期工程,经过多年的研究,提出了高挡土板桩墙整体分析模型及设计施工监测一整套先进方案,运用二维整体模型、三维整体模型对典型闸室段进行了精细化模拟,模拟结果与现场监测结果相互验证,弥补了软土地区复杂水网环境下高挡土板桩墙设计施工理论不成熟及缺乏设计经验的不足;建立了软土地基大变位高挡土板桩墙整体设计模型;提出了施工期板桩墙位移控制措施;提出了基于实测板桩墙体变形反演土层 m 值的力学模型,并结合多个工程实例研究得出长江下游粉砂土层和粉质黏土的 m 取值范围,弥补了有关规范在此方面的不足。

本书可供水利、港口航道工程领域的工程技术人员和科研人员以及高等院校水利工程专业及其相关专业的研究生、高年级本科生及教师参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

高挡土板桩墙整体分析模型与施工实践/顾明如等著. —北京:科学出版社, 2017.6

ISBN 978-7-03-053734-8

I. ①高… II. ①顾… III. ①挡土桩-结构设计-研究 ②挡土墙-结构设计-研究 ③挡土桩-工程施工-研究 ④挡土墙-工程施工-研究
IV. ①TU473.2 ②TU476

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第138694号

责任编辑:李涪汁 曾佳佳/责任校对:桂伟利

责任印制:张 倩/封面设计:许 瑞

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏志印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017年6月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2017年6月第一次印刷 印张:10 1/4

字数:200 000

定价:79.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



前 言

板桩墙是由向地基打入一定深度的直立板条状构件组成的用于抵抗侧向土压力、剩余水压力的墙体。随着工程施工地下沉槽工艺技术的发展,板桩墙的挡土高度越来越高,在码头、船坞工程中已建造很多挡土高度达 10m 以上甚至 15m 的板桩墙。为满足墙体自身的稳定和减少墙体变位,一般采用锚碇结构与墙体相接加以固定。挡土板桩墙可用于岩基或者非岩基条件下,且在承载能力小的软基条件下更为合适。因板桩墙构造形式简单,不但能够减少作用在墙背上的侧向土压力,而且具有施工速度快、工期短、造价低、占地少、表面美观、适应局部超载能力强、耐久性好等特点,板桩墙已作为一种重要的水工结构形式,越来越广泛地应用于水运、水利、市政、建筑等工程领域。

高挡土板桩墙结构是由墙体、锚碇、拉杆等构件组成的受力体系,其作用的荷载主要有自重力、上部结构传递的荷载、侧向土压力、剩余水压力、波浪力等。土与板桩墙的相互作用机理是板桩墙结构受力计算的关键问题,在板桩墙与土相互作用过程中,板桩墙具有一定的挠曲变形,板桩墙与土的相互作用是弹性体与土体之间的相互作用。根据现行规范,拉锚板桩墙的计算方法主要有弹性线法和竖向弹性地基梁法。弹性线法主要适用于单锚板桩墙弹性嵌固状态的计算,而竖向弹性地基梁法则适用于单锚和多锚板桩墙的任何工作状态。两种计算方法均是以拉杆为界,将板桩墙和锚碇结构作为两个独立的脱离体,先通过板桩墙的计算确定拉杆拉力,再根据拉杆拉力来复核锚碇结构的稳定。规范基于 m 系数的内力计算结果偏大,板桩墙的最大变形偏小,与实际变形相差较大(有时达到 1 倍)。本书提出了单锚板桩墙结构的墙体、拉杆、锚碇结构的整体计算模型,并采用竖向弹性地基梁法对整体结构进行受力分析,以及单锚板桩结构的地基土、墙体、拉杆、锚碇结构的有限元整体计算模型,该模型有效考虑了板桩墙、土体和拉杆

的相互作用, 计算结果更接近高挡土板桩墙的实际工作状态。根据泰州引江河第二期工程二线船闸闸室和上、下游导航墙高挡土板桩墙结构的计算表明, 运用二维整体模型、三维整体模型对典型闸室段进行精细化模拟, 模拟结果与现场监测结果相互验证, 理论计算与结构测试结果基本一致。采用竖向弹性地基梁法对板桩墙结构整体进行受力分析, 一个重要参数是地基土比例系数 m 值的选取, 现行规范给出的各土体 m 值的取值范围较宽, 设计人员难以把握, m 值的选取偶然因素太多。本书结合实际工程土体性质及板桩墙变形情况进行反分析, 提出了基于实测板桩墙体变形反演土层 m 值的力学模型, 并结合多个工程实例研究得出长江下游粉砂土层粉砂 m 取值范围为 $2000 \sim 2800 \text{ kN/m}^4$, 粉质黏土 m 取值范围为 $2700 \sim 3400 \text{ kN/m}^4$, 弥补了有关规范在此方面的不足。

本书通过二维整体模型和三维整体模型对板桩墙结构受力进行精细化模拟, 且三维有限元模拟结果、二维模拟结果与现场实测结果均较为一致, 准确地预测施工期不同阶段锚碇桩、板桩墙的变形以及拉杆的内力变化情况。基于二维整体模型和三维整体模型模拟结果及现场监测结果, 进一步研究提出软土地基大变位高挡土板桩墙拉杆布置高程、间距, 锚碇桩的优化布置方式, 墙前撑梁的建议断面尺寸, 以及板桩墙的施工顺序, 墙前、墙后、锚碇平台土体开挖和填筑先后顺序及施工过程中的位移控制措施等。

参加本书编写的人员有: 顾明如、杜成斌 (第 1 章), 张福贵、徐莉萍 (第 2 章), 杜成斌、赵文虎 (第 3 章), 江守燕、钱祖宾 (第 4 章), 王翔、刘建龙 (第 5 章), 顾明如、肖强 (第 6 章), 马志华、孙立国 (第 7 章)。本书弥补了软土地区复杂水网环境下高挡土板桩墙设计施工研究理论不成熟及缺乏设计经验的不足。

本书尽管针对软土地区复杂水网环境下高挡土板桩墙设计、施工、受力分析等作了大量的研究和归纳总结, 但受所掌握的资料和知识水平的限制, 书中难免有不足之处, 恳请读者和同行批评指正。

作 者

2017 年 1 月

目 录

前言

第 1 章 高挡土板桩墙研究进展	1
1.1 概述	1
1.1.1 板桩结构特点	1
1.1.2 板桩结构的受力和变形特点	2
1.1.3 板桩结构的建设实践及发展趋势	2
1.2 挡土板桩墙的结构形式	3
1.2.1 挡土板桩墙的构造	3
1.2.2 挡土板桩墙的分类	5
1.2.3 新型挡土板桩墙	17
1.3 现有挡土板桩墙的计算模型和计算方法	21
1.3.1 极限地基反力法	22
1.3.2 弹性地基反力法	24
1.3.3 复合地基反力法	25
1.3.4 整体计算模型	26
1.4 挡土板桩墙的施工特点	28
参考文献	29
第 2 章 软土地区高挡土板桩墙的设计	32
2.1 高挡土板桩墙设计应考虑的主要因素	32
2.2 现有规范高挡土板桩墙的计算方法	33
2.2.1 设计荷载	33
2.2.2 板桩墙结构计算	35
2.3 高挡土板桩墙设计中的构造措施	43
2.4 泰州引江河第二期工程二线船闸高挡土板桩墙的设计	44
2.4.1 闸室结构的高挡土板桩墙设计	45
2.4.2 下游引航道的高挡土板桩墙设计	52
2.5 本章小结	57
参考文献	57

第3章 基于大变位板桩墙结构实测位移的 m 值反演	59
3.1 反分析原理与力学模型	60
3.2 不动点迭代求解 m 值	62
3.3 泰州引江河第二期工程二线船闸板桩墙闸室与导航墙的 m 值	64
3.4 长江下游沿岸部分工程土层 m 值	67
3.4.1 扬州市长江北汊南岸的某码头工程	67
3.4.2 苏州轨道交通一号线某车站	68
3.5 本章小结	70
参考文献	71
第4章 板桩墙结构二维整体模型分析	72
4.1 二维有限元整体模型	72
4.1.1 有限元网格	72
4.1.2 材料本构模型	73
4.1.3 材料参数	75
4.1.4 接触本构模型	76
4.1.5 施工过程模拟	76
4.1.6 计算工况	77
4.2 闸室施工过程模拟	78
4.2.1 锚碇桩、板桩墙变形情况	78
4.2.2 板桩墙应力变化情况	83
4.2.3 拉杆内力变化情况	84
4.2.4 拉杆数量对板桩墙变形及应力的影响	85
4.2.5 井字梁底板对板桩墙变形及应力的影响	88
4.2.6 锚碇桩数量对板桩墙变形及应力的影响	90
4.2.7 拉杆位置的敏感性分析	91
4.3 二维模拟结果与现场实测的比较	95
4.4 墙后土体回填与闸室土体开挖顺序的优化分析	97
4.5 本章小结	100
参考文献	101
第5章 板桩墙结构三维整体模型分析	103
5.1 三维计算模型	103
5.1.1 典型闸室的三维有限元网格	103
5.1.2 材料本构模型及计算参数	105
5.1.3 计算工况	105
5.2 典型闸室的施工过程模拟	106

5.2.1 锚碇桩、板桩墙变形情况	106
5.2.2 拉杆内力变化情况	109
5.2.3 板桩墙应力变化情况	109
5.2.4 现场实测结果与三维模拟结果的对比	112
5.3 拉杆位置的敏感性分析	113
5.4 井字梁底板对板桩墙变形及应力的影响	115
5.5 墙后土体回填与闸室土体开挖顺序的优化分析	117
5.6 三维模拟结果与二维模拟结果的比较	119
5.7 本章小结	121
参考文献	122
第6章 高挡土板桩墙的施工方案设计	123
6.1 挡土板桩墙施工流程	123
6.1.1 施工前降水及先期土方开挖	123
6.1.2 板桩墙、锚碇结构(桩)施工	123
6.1.3 板桩墙胸墙、锚碇板施工	124
6.1.4 拉杆安装及张拉	125
6.1.5 墙后先期土方回填	126
6.1.6 板桩墙前土方开挖	126
6.1.7 板桩墙前支撑结构施工	126
6.1.8 板桩墙后期土方回填	127
6.2 挡土板桩墙施工要点	128
6.2.1 施工前降水质量要点	128
6.2.2 拉杆安装质量要点	128
6.2.3 锚碇结构施工要点	129
6.2.4 墙前土方开挖要点	130
6.2.5 墙后土方回填要点	130
6.3 挡土板桩墙施工不同阶段降排水措施	131
6.3.1 施工前排水措施	131
6.3.2 施工过程中排水措施	131
6.3.3 施工后排水措施	132
6.4 挡土板桩墙位移控制	132
6.4.1 结构形式对位移的影响和控制	133
6.4.2 施工对位移的影响和控制	134
6.5 本章小结	135
参考文献	136

第 7 章 高挡土板桩墙的施工监测设计	137
7.1 泰州引江河第二期工程二线船闸监测方案设计与特点	137
7.1.1 观测内容	137
7.1.2 观测断面与仪器布置	138
7.1.3 观测仪器	140
7.1.4 观测仪器埋设与安装	141
7.2 泰州引江河第二期工程二线船闸板桩墙施工期主要监测结果	147
7.2.1 施工期典型阶段测试结果概述	147
7.2.2 闸室墙和锚碇桩侧向变形	149
7.2.3 拉杆内力	150
7.2.4 土压力	151
7.2.5 竖向钢筋应力	152
7.3 本章小结	154
参考文献	154

第1章 高挡土板桩墙研究进展

1.1 概 述

板桩墙是由向地基打入一系列一定深度的板状桩形成的直立墙体。挡土高度 10m 以上的板桩墙,一般称为高挡土板桩墙。墙体上一般都采用锚碇结构加以固定。作为一种重要的水工建筑形式,板桩墙被广泛地应用在沿江沿海地区,它不仅可用于建造港口码头工程,也可以用于船坞、船闸及基坑支护等挡土工程^[1-4]。

1.1.1 板桩结构特点

挡土板桩墙本质上是以板桩墙作为挡土结构的,也就是作为承受土压力的构件。板桩式挡土墙可用于岩基或者非岩基条件下,且在承载能力小的软基条件下更为合适。板桩墙构造形式简单、用料省、构件能够拼装,与常规的砖、石、混凝土、钢筋混凝土挡土墙相比,不但能够减少作用在墙背上的侧向土压力,而且施工速度快、工期短、造价低、占地少、表面美观、适应局部超载的能力强、耐久性好,多用于浸水环境下船闸和船坞的岸墙以及临时工程的基坑开挖防护。

相对于重力式码头,板桩码头对地基条件要求相对较低,满足了一些软基地区修筑码头的要求。上海、天津、河北、广东和江苏等地许多码头都采用此种结构形式,仅在码头工程方面,新中国成立以来,据不完全统计,建设的板桩码头就有 300 多个泊位。板桩结构不仅适用于码头工程,还可以用于船闸闸墙和船坞坞墙、护岸、围堰等挡土、挡水工程。

1.1.2 板桩结构的受力和变形特点

作用在板桩码头上的荷载有很多种,包括自重力、上部结构传来的力、波浪力、侧向土压力、剩余水压力等,板桩墙与土的相互作用是板桩挡土结构计算的关键问题。

在板桩墙与土的相互作用中,板桩墙具有一定的挠曲变形,假设板桩墙为绝对刚体进行计算是不合理的。板桩墙与土的相互作用是弹性体与土体之间的相互作用,应该按照板桩墙与土相互作用的分析方法进行分析计算。此外,拉锚板桩结构还承受锚碇结构的拉力作用。

1.1.3 板桩结构的建设实践及发展趋势

我国在 20 世纪 60 年代以前,建成板桩码头 40 座左右,绝大多数为钢筋混凝土结构,少部分为钢板桩结构,码头总岸壁长 5958m。结构形式均为拉锚板桩码头,板桩码头均为千吨级以下中小型码头,这些码头的建成使我国在板桩码头的设计和施工方面积累了一定的经验。

20 世纪 70 年代又建设了 39 座板桩码头,其中 31 座为钢筋混凝土结构,8 座为钢板桩结构,岸壁长 6754m。结构形式除拉锚式外,还建成多座斜拉桩式板桩码头,码头发展到万吨级。随着地下连续墙技术的发展,板桩码头向前迈进了一大步,更高吨位的单锚板桩码头建成。

20 世纪 80 年代和 90 年代建成板桩码头 49 座,其中 21 座为钢筋混凝土板桩结构,16 座为钢板桩结构,2 座为格型钢板桩结构,10 座为地下连续墙板桩结构,码头岸壁总长 15792m。主要集中于广东沿海、河北京唐和长江下游等地区,最大码头为 5 万吨级。地连墙式板桩结构的成功应用,为我国板桩式码头的建设开创了新局面。

近 20 年来,我国板桩码头的建设技术又取得了新的进展,主要是板桩码头的

大型化、深水化引起的高板桩墙结构的兴起。新的结构形式,如遮帘式、卸荷式等新型结构形式的推出,使得板桩码头的状况发展到建设了一批 10 万吨级的深水码头。同时,施工工艺和技术也有新的发展,例如,拉杆结构由传统的焊接拉杆发展到采用新工艺制作,拉杆材质、直径均较以前有大的突破;施工机械现代化使得施工建设速度突飞猛进。这些变化也给设计、施工和监测带来新的问题,例如,板桩泥面变位超过 1cm 后,规范规定的 m 系数取值具有较大的随意性,需要进一步去研究有关问题,完善已有规范、模型和方法。

与国内情况相比,板桩码头在国外的运用非常普遍。日本大部分码头采用钢板桩结构,他们认为板桩结构比其他结构形式经济且施工简单;在欧洲国家,几乎所有的码头都采用板桩结构。

我国经过了近 70 年的建港历史,目前水深、地基条件好的港址已经所剩无几,现在正面临在滩涂、浅滩、粉砂质海岸和淤泥质海岸大量建港的形势,可以预言,今后板桩墙码头形式在我国的应用会越来越广泛,但同时会给设计、施工和科研人员带来一些挑战性的课题。

1.2 挡土板桩墙的结构形式

板桩式挡土墙包括板桩墙和锚碇墙两大类,板桩墙是指板桩要打入基坑底面较深的情况,如钢板桩墙、钢筋混凝土板桩墙、木板桩墙等,它们的主要构件是立板,附属构件有支撑(或称横撑)、拉杆等;锚碇墙是指板桩仅进入基坑底面以下较浅的情况,如锚桩墙、锚板墙、锚杆墙等,它们的主要构件也是立板,附属构件有立柱、拉杆、锚杆、锚碇构件等^[1]。

1.2.1 挡土板桩墙的构造

典型的挡土板桩墙结构由前墙、拉杆和锚碇结构三大部分组成^[2]。前墙可以采用钢筋混凝土板桩结构、预应力钢筋混凝土板桩结构、现浇地下连续墙结构、

预制地下连续墙插板结构和钢板桩结构。钢板桩断面包括 U 型、Z 型和工字型 (H 型) 等多种形式及各种组合型钢板桩, 如 HZ/AZ 型等。板桩墙一般由断面和长度相同的板桩组成, 也可采用长短板桩组合、主辅板桩组合和主桩挡板组合等形式。板桩墙上部设导梁、冒梁或胸墙。导梁是用来将板桩墙的力传给拉杆, 冒梁是将各板桩连成整体。当导梁与帽梁离得很近时, 可将导梁和帽梁合二为一, 称为胸墙。

锚碇结构, 可采用现浇或预制钢筋混凝土锚碇板、钢桩或钢板桩, 现浇或预制钢筋混凝土锚碇墙, 现浇或预制的钢筋混凝土锚碇桩或板桩, 现浇或预制地下连续墙, 现浇或预制的钢筋混凝土连续叉桩和钢叉桩等。钢筋混凝土桩、板桩、钢桩、钢板桩、钢筋混凝土叉桩和钢叉桩的上部应有冒梁、导梁或两者合一。

前墙与锚碇结构之间用拉杆连接, 拉杆可采用钢拉杆和钢绞线材料制作。凡需设置锚碇墙的板桩式挡土墙, 其拉杆一般通过张紧器固定在墙体破裂面后一定距离以外的锚碇墙上。拉杆的长度、锚碇墙的位置及高度由整体稳定条件计算确定, 拉杆的直径根据所承受的拉力计算确定, 锚碇墙的厚度由强度计算确定。对于暴露在空气、水体及土层中的钢板桩、拉杆、张紧器等钢质构件, 应根据其环境条件考虑增加在设计使用年限内可能引起的腐蚀量。

板桩式挡土墙无论有无锚碇墙, 都易产生较大水平位移, 因此应进行变形验算。如果按照结构的使用要求, 即使水平位移稍大, 可能也不影响结构的使用, 但从钢筋混凝土结构来说, 如果水平位移较大, 其强度即受到影响。通常墙顶水平位移可按结构的使用要求控制, 入土点墙体水平位移按不大于 10mm 控制; 对于有锚碇墙的结构, 由于其结构体系在不同的施工阶段受力是不同的, 还需要验算不同施工阶段的结构变形。

有锚碇墙的结构比较复杂, 在施工中有体系转换的过程, 因此计算应考虑体系转换过程引起的受力变化; 一般来说, 在尚未形成锚碇墙结构前, 板桩受力可按悬臂结构计算, 一旦形成锚碇墙结构后, 板桩上部受到拉杆作用, 拉杆所受到的拉力又传递到锚碇墙上, 此时锚碇墙的受力又相当于埋在土里的弹性地基梁。

1.2.2 挡土板桩墙的分类

1. 按主体结构材料分类

挡土板桩墙按主体结构即板桩（立板、挡板）的材料可以分为木板桩、钢板桩和钢筋混凝土板桩^[2,3]。

很早以前工程上曾经用过木制板桩，木板桩墙由板桩、标桩和导木所组成，导木是用做保证板桩垂直打入的，通常设立两道，用以固定导木的标桩，在沿墙的长度上每隔 2.5~4m 的间距打一道^[4]。由于需耗用大量木材、强度低、耐久性差、来源不足，只能用于小型工程，现已很少使用。

挡土板桩墙的合理使用范围大多是进行基坑开挖和坡面支护，由于基坑开挖都是临时性的，可采用钢板桩；对于需要进行永久岸坡、路基、堤防等工程的加固处理，则常采用钢筋混凝土板桩。

钢板桩的优点是重量轻、强度大、结合严密、不漏水，且有定型产品选用，可多次重复使用，施工简便且速度快，节约工期，比较经济，有利于短期施工的情况。当永久工程采用钢材料制作构件时，必须对钢材采取有效的防腐蚀处理措施。

钢板桩种类很多，主要分为平板型和格构型（组合式、波浪式、圆形等）两种。水利水电和桥梁工程的围堰及楼房工程的深基础开挖，要求挡水（土）深，多使用格构型钢板桩。图 1-1 所示为天津彩虹大桥工程中的格构型钢板桩，最大桩深达 8m^[5]；而楼房工程的浅基础开挖多使用平板型钢板桩。平板型钢板桩防水和轴向受力性能良好，比格构型易于打入土中，但侧向抗弯强度较低，仅适用于土质较好和深度不大的基础工程。

钢筋混凝土板桩墙主要用于永久边坡的加固处理，也可用于基坑开挖临时边坡支护。在锚碇结构板桩墙中几乎全部应用钢筋混凝土板桩。钢筋混凝土板桩的优点是可以承受较大的外力、支护高度大、耐久性好、用钢量较少、成本较低，其缺点是所需配套设施多、施工较慢。



图 1-1 天津彩虹大桥工程中的格构型钢板桩^[5]

对于采用钢筋混凝土预制的构件，为使混凝土具有更大的强度和耐久性，必要时可采用预应力钢筋混凝土结构。预应力钢筋混凝土板桩的特点是支撑分层多，对入土深度要求不高（比钢板桩要求浅）。预应力钢筋混凝土板桩耐久性较好、造价较低，但由于起重能力的限制，断面尺寸不能太大，抗弯强度较低，适用于挡土要求不高的工程结构。

2. 按施工方法分类

挡土板桩墙按墙身施工方法可分为打入式板桩和现浇地下连续墙。

打入式板桩施工程序简单、施工进度快，但在临水环境中易腐蚀，需做好防腐。采用打入式预制构件施工时，可选用钢筋混凝土预制板桩或钢板桩结构，考虑到刚度要求和施工方便，钢筋混凝土预制板桩厚度不宜小于 0.3m，折线型钢板桩的厚度不宜小于 12mm。

地下连续墙断面可大可小，大断面的地下连续墙抗弯能力较强，能适应大型船闸和码头的建设。图 1-2 为白鹤滩左岸导流隧洞进口围堰的断面图^[6]。围堰采用预留岩埂与顶部加重力式混凝土围堰挡水的结构形式，堰顶宽 3m，堰顶高程 626.0m，混凝土堰底高程约 605.0m，岩埂堰底高程 585.0m，最大堰高（混凝土+岩埂）41.0m。对于地下连续墙的厚度，如果过于单薄，钢筋骨架不易放入，根据

一些工程的施工经验, 最小厚度应在 0.4m 以上。

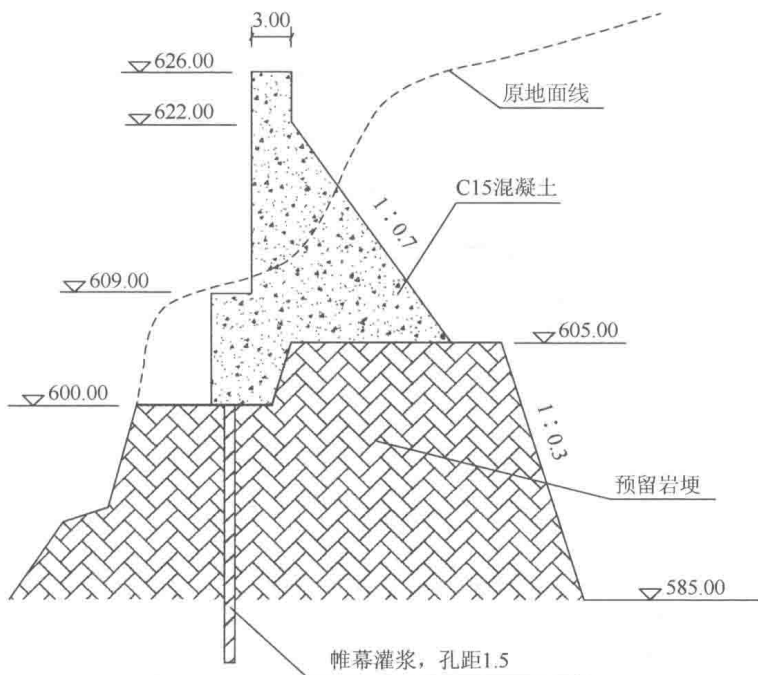


图 1-2 白鹤滩左岸导流隧洞进口围堰断面图 (单位: m) [6]

遮帘式板桩码头的遮帘桩采用现浇地下连续墙是最为经济合理的, 当无条件施工地下连续墙时, 如天然地面高程低, 无条件陆上施工地下连续墙时, 也可采用打入钢板桩等作为遮帘桩, 但造价高昂; 钢筋混凝土预制桩则因起重能力的限制, 断面不可能很大, 难以满足大刚度的要求。

3. 按支撑方式分类

挡土板桩墙按照支撑方式分为无支撑(悬臂)式、内支撑式和外支撑式; 内支撑式又可分为单层支撑、双层支撑和多层支撑; 外支撑式又可分为锚桩式、锚板式和锚杆式。

1) 无支撑(悬臂)式板桩墙

无支撑(悬臂)式板桩墙只有板桩自身, 也就是只有立板(挡板), 无其他任何构件, 见图 1-3。板桩如同埋入土中的悬臂梁(板), 结构简单, 它是靠自身较长的入土深度(基坑以下深度)来维持整个结构平衡, 就基坑开挖来说, 属无障

碍施工, 施工空间大, 进度快, 可抢工期, 但适应高度小, 一般用于 8m 以下基坑深度较为经济, 其入土深度为悬臂长度 (基坑以上高度) 的 1.0~1.2 倍。护壁超过 8m, 会大大增加入土深度, 护壁越高, 固端弯矩将急剧增大, 入土深度增长的倍数越大, 所需的立板厚度越大, 不但造成打桩困难, 而且很不经济, 桩顶变位也会变得很大, 故此种结构多用于自由高度很小的情况。

无支撑 (悬臂) 式板桩墙主要以钢板桩为代表, 用于临时工程, 通常都采用工厂生产的定型产品钢板桩。对于钢筋混凝土板桩, 立板由 C20~C30 钢筋混凝土预制而成。

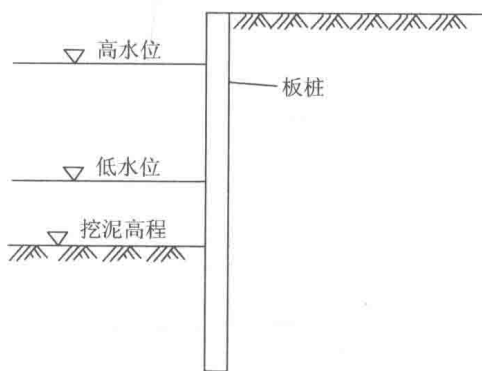


图 1-3 无支撑 (悬臂) 式板桩墙

2) 内支撑式板桩墙

内支撑式板桩墙是在基坑内用原木、方木、钢管等作为支撑, 用方木、槽钢等作为立柱, 将基坑两侧的立板支撑牢固。其稳定性主要由支撑来维持, 所以它由支撑 (横撑)、立柱和立板 (挡板) 构成。内支撑是在施工过程中, 随着基坑的挖深, 由上而下分层设置的。由于支撑作用, 可提高立板的承载能力, 有效减小板桩的入土深度和立板厚度。内支撑式板桩墙通常可以支护 15m 以下的坡壁, 其墙后压力通过立板传给立柱, 再由立柱传给支撑, 依靠支撑对基坑两侧的支撑力维持平衡。但这种内支撑严重影响基坑施工, 尤其不利于机械作业, 故大多只用于宽度和深度都较小的场合, 如直立式的管沟、地沟、廊道、基础等的开挖或者用于桥墩、水利工程等深度较大的场合施工。多层支撑主要以人力和小型机械施工为主, 结构形式见图 1-4。当基坑较浅时也可采用单层支撑, 见图 1-5。