

"十二五" 国家重点图书出版规划项目

SERIAL HANDBOOKS OF HIGHWAY-BRIDGE
CONSTRUCTION

公路桥梁施工系列手册

墩台与基础 (下篇)

PIER AND FOUNDATION

中交第二公路工程局有限公司 主编



人民交通出版社
China Communications Press

“十二五”国家重点图书出版规划项目

Serial Handbooks of Highway-bridge Construction

公路桥梁施工系列手册

Pier and Foundation

墩台与基础

(下篇)

中交第二公路工程局有限公司 主编



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

《公路桥梁施工系列手册》共八册,分别为:《基本作业与临时设施》、《施工组织设计》、《墩台与基础》、《桥梁钢结构》、《梁桥》、《拱桥》、《斜拉桥》、《悬索桥》。本书为《墩台与基础》的下篇,主要内容包
括:沉井基础,地下连续墙,管柱基础,组合基础,其他基础,承台,桥墩与桥台,展望,基础、墩台施工安全
环保方案等,反映相应内容最新的技术进步和发展趋势,并有大量的工程实例,突出手册的实用性;编写
中,采用最新的国家和行业标准、规范和规程。本手册上下篇在内容上基本涵盖了当前我国桥梁建设中
各种基础类型的施工技术工艺和方法,工程质量标准,施工设计计算的方法、公式,常用施工机具设备的
规格性能,以及施工技术安全等,全面反映我国目前桥梁基础施工总体水平。

本书主要供从事桥梁施工、设计的技术人员使用,也可供大专院校相关专业师生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

公路桥梁施工系列手册. 下篇,墩台与基础 / 中交
第二公路工程局有限公司主编. —北京:人民交通出版
社, 2014. 5

“十二五”国家重点图书出版规划项目

ISBN 978-7-114-11084-9

I. ①公… II. ①中… III. ①公路桥—桥梁施工—技
术手册②桥梁工程—下部结构③桥梁基础—桥梁工程
IV. ①U448.145.1-62②U443

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 303003 号

“十二五”国家重点图书出版规划项目

书 名:公路桥梁施工系列手册 墩台与基础(下篇)

著 作 者:中交第二公路工程局有限公司

责任编辑:曲乐 王文华 刘永超

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京天宇万达印刷有限公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:28.5

字 数:684千

版 次:2014年5月 第1版

印 次:2014年5月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-11084-9

定 价:86.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)



《公路桥梁施工系列手册 墩台与基础》

编委会

主 编:韦世国

副主编:任回兴 雷 波 李 松 宁孝岐 李昊天

编 委:杨 萍 崔学涛 孙 茂 聂青龙 宋来东

姚 琨 曹 峰 王晓芳 刘晓楠 霰建平

高安荣 张毕超 余常俊 李华龙 鲜 亮

廖立勋 欧阳祖亮 蔡堂 任凯旋 朱小金

文良东 杜 清 白丽锋

前 言

preface

21 世纪桥梁发展将向大跨、轻型、高强、整体方向发展,桥梁工程的结构形式正在出现日新月异的变化。发展现状预示着 21 世纪将迎来世界桥梁更大规模的建设高潮,洲际跨海、建立全球交通网的构想——跨海工程不再是可望而不可即的宏伟蓝图。

近十年来我国大跨径桥梁的建设进入一个最辉煌时期,一大批结构新颖、技术复杂、设计和施工难度大且科技含量高的大跨径桥梁相继建成。标志着我国公路桥梁的建设水平已跻身于国际先进行列。近年建成的特大桥梁中,具有代表性的有润扬大桥、苏通大桥、西堠门大桥、九江大桥、杭州湾跨海大桥、泰州大桥、重庆朝天门大桥、万县长江大桥等,在这一系列大桥的建设过程中,形成了许多新结构、新技术、新工艺,与此同时,有关桥梁工程的技术标准、规范、规程的不断修订,使得现存的各类桥梁施工手册已不能完全满足我国目前及今后桥梁建设的需要,因此迫切需要重新编制能全面指导我国桥梁建设的施工手册。在此背景下,由人民交通出版社发起,组织国内 6 家大型施工企业开展了《公路桥梁施工系列手册》的编写工作。

《公路桥梁施工系列手册》主要定位为供施工一线技术人员使用的实用工具书,编写总体上达到先进性、实用性、系统性和权威性要求,重点突出实用性。该《手册》共设八册,各分册名称为:基本作业与临时设施、施工组织设计、墩台与基础、桥梁钢结构、梁桥、拱桥、悬索桥、斜拉桥。

受人民交通出版社邀请,《墩台与基础》分册由中交第二公路工程局有限公司负责编制。我公司接到邀请后,集全局之技术精英,立即组织成立了编委会和编审组并投入到该项工作中。该手册的编写得到了公司领导的关心和大力支持,举办了多次集中办公会议,保证参编人员的编写时间投入和书稿编写质量,公司内部先后共举办了四次专家评审会议,几易其稿,通过几年的辛苦劳动,终于完成该手册的编写工作。

近十年来伴随我国桥梁建设飞速发展,桥梁基础建设也有了很大的发展,体现在基础规模更加庞大,结构形式更加多样化,施工技术更加复杂,如打入桩基础施工,大跨径悬索桥锚碇基础中地下连续墙、沉井基础的广泛应用等。《墩台与基础》分册分为上、下篇,共 16 章,章名分别为:钻孔灌注桩,人工挖孔灌注桩,钻(挖)孔灌注桩,特殊地质地区钻孔灌注桩,大直径、超长桩施工,打入桩基础,明

挖地基,沉井基础,地下连续墙,管柱基础,组合基础,其他基础,承台,桥墩与桥台,展望,基础、墩台施工安全环保方案。

《墩台与基础》分册编写主要参考了2000年版的《公路施工手册 桥涵》分册,吸收了该手册的精华和优点,在此基础上增加了很多近年来的新技术、新工艺和新方法,吸收了最新研究成果和成熟的应用技术,反映了最新的技术进步和发展趋势;增加了大量的工程实例,更加突出手册的实用性;编写中采用现行的国家标准,交通运输部行业标准、规范和规程,以及其他相关行业的标准、规范。本手册在内容上基本涵盖了当前我国桥梁建设中各种基础类型的施工工艺和方法,工程质量标准,施工设计计算的方法、公式,常用施工机具设备的规格性能,以及施工技术安全等,全面反映我国目前桥梁基础施工总体水平。

《墩台与基础》分册编写工作是建立在近年大量桥梁基础工程实践经验和科研成果的坚实基础上的,这些工程实践和科研成果是很多单位和个人辛勤劳动的结晶,谨向他们表示衷心的感谢。值手册出版之际,对该手册编写、出版提供支持帮助的所有人员表示衷心的感谢。

限于编者的学术水平,书中如有疏漏和不足甚至错误之处,请广大读者不吝指正。

中交第二公路工程局有限公司

2014年1月

总目录

上 篇

- 第一章 钻孔灌注桩
- 第二章 人工挖孔灌注桩
- 第三章 钻(挖)孔灌注斜桩
- 第四章 特殊地质地区钻孔灌注桩
- 第五章 大直径、超长桩施工
- 第六章 打入桩基础
- 第七章 明挖地基
- 附录

下 篇

- 第八章 沉井基础
- 第九章 地下连续墙
- 第十章 管柱基础
- 第十一章 组合基础
- 第十二章 其他基础
- 第十三章 承台
- 第十四章 桥墩与桥台
- 第十五章 展望
- 第十六章 基础、墩台施工安全环保方案

目 录

Contents

第八章 沉井基础	1
第一节 概述	1
第二节 施工准备	5
第三节 原位下沉沉井制作	7
第四节 沉井下沉	15
第五节 浮式沉井	45
第六节 设置式沉井	66
第七节 沉井基底清理	68
第八节 沉井封底、填充和盖板	73
第九节 超大型沉井施工	79
第十节 潜水作业	82
第十一节 沉井工程实例	84
本章参考文献	100
第九章 地下连续墙	101
第一节 概述	101
第二节 施工准备	104
第三节 壁板式地下连续墙施工	129
第四节 桩排式地下连续墙施工	167
第五节 组合式地下连续墙	178
第六节 地下连续墙工程实例	180
本章参考文献	189
第十章 管柱基础	190
第一节 概述	190
第二节 管柱制作	191
第三节 下沉管柱的导向和定位设备	202
第四节 管柱下沉	205
第五节 管柱基岩钻孔及清孔	207
第六节 灌注管柱内水下混凝土	209
第七节 工程实例	209
本章参考文献	215
第十一章 组合基础	216
第一节 概述	216
第二节 沉井加管柱组合基础	219
第三节 沉井加钻孔桩组合基础	221
本章参考文献	224

第十二章 其他基础	225
第一节 双承台管柱基础	225
第二节 多柱式基础	227
第三节 装配式基础	231
本章参考文献	235
第十三章 承台	236
第一节 概述	236
第二节 围堰工程	236
第三节 承台施工	289
第四节 工程实例	301
本章参考文献	333
第十四章 桥墩与桥台	334
第一节 概述	334
第二节 施工准备	334
第三节 钢筋混凝土墩台施工	353
第四节 高桥墩施工	370
第五节 石料及混凝土砌块墩台的施工	382
第六节 装配式墩台施工	386
第七节 墩、台帽施工	392
第八节 桥台附属结构的施工	398
第九节 桥墩缓冲与防撞设施	401
本章参考文献	404
第十五章 展望	406
第一节 挤扩支盘桩	406
第二节 扩底钻孔桩	410
第三节 根式基础	416
本章参考文献	422
第十六章 基础、墩台施工安全环保方案	423
第一节 编制目的与依据	423
第二节 安全环保、职业健康管理方针和目标	423
第三节 安全环保管理体系和制度	424
第四节 事故类型及污染类型分析	426
第五节 安全控制要点	427
第六节 安全、环保措施	434
第七节 安全、环保应急预案	438
本章参考文献	445

第一节 概 述

一、沉井施工技术发展情况

沉井基础因其整体性好,刚度大,下沉深度深等优点,在工程中较常采用,我国的南京长江大桥、江阴长江公路大桥、泰州长江公路大桥,日本明石海峡大桥,希腊里约—安蒂里奥大桥等桥梁均采用了沉井基础。

国外在 1944 ~ 1970 年间,先由日本采用喷射高压空气的方法降低井壁与土层之间的摩阻力,而使沉井下沉深度获得极大增加。到 1964 年,前苏联建造了两座 76.8m(长) × 28.6m(宽) × 26m(高)的大型沉井。1952 年在欧洲开始应用触变泥浆来减少沉井外壁与土层之间的摩擦阻力下沉沉井,这一重大改进,给工程建设带来很大的经济效益,并获得了推广。据统计,欧洲到 1961 年则已经下沉了多达 450 个沉井作为地下构筑物。

我国在沉井的施工技术方面至今也取得了很大的成就。在陆地上制作大型钢筋混凝土圆形沉井,直径已达 68m,最大下沉深度 57m,平面面积约 3 600m²。在深水中,采用浮运沉井下沉方法,使平面面积达数千平方米的大型沉井的下沉深度已大于 50m,沉井总数量更是达到几百座。

从 20 世纪后半叶直到进入 21 世纪以来,由于科学技术突飞猛进的发展,材料、机械、施工工艺、土壤加固技术等相关技术的进步和发展,特别是由于计算机科学技术的发展、电子技术的应用及试验手段、监测技术和自动化程度的提高,使沉井施工技术在传统工艺和技术的基础上不断有新的发展与突破。总的来说,有以下几个方面:

(1) 由于沉井的深度越来越大,为克服下沉阻力,已由单纯依靠自重下沉发展到加外力压重下沉,同时利用空气幕和泥浆套来减少井壁与周围土体的摩阻力,以帮助下沉。

(2) 由于沉井的面积越来越大和内部使用空腔的要求,在沉井的结构设计与施工时为防止裂缝而施加预应力,采用抗渗混凝土和大体积混凝土温控防裂缝措施,内

壁设置防结露涂层和井内除湿通风装置。

(3)为控制沉井下沉和减少沉井施工对周围环境的影响,在井壁和周围土体内埋设仪器,对土压力、地下水位、空隙水压力、深层土体位移、地面沉降进行全面监测,结合深井降水技术、土壤加固技术和设置隔离墙等措施,减小周围土体变形。

二、沉井的分类与构造

(一)沉井的分类

1.按平面形状划分

按平面形状,有圆形、矩形和圆端形等;根据井孔的布置方式,又有单孔、双孔及多孔的分别。

(1)圆形沉井

圆形沉井[图 8-1-1a]在侧压力的作用下,井壁只受轴向力作用(侧压力均布时)或稍受挠曲力矩作用(侧压力非均布时),沉井在下沉过程中易控制方向,承受水平土压力和水压力性能良好。

(2)矩形沉井

矩形沉井[图 8-1-1b]在侧压力作用下,井壁受较大的挠曲力矩作用;在流水中阻力系数较大,冲刷深度较大。但具有制造简单,基础受力有利等优点,能较好配合墩台底部平面形状;四角一般做成圆角,可有效改善转角处的受力条件,减缓应力集中。

(3)圆端形沉井

圆端形沉井[图 8-1-1c]下沉控制、受力条件、阻水冲刷均较矩形沉井有利,但沉井制造较复杂。

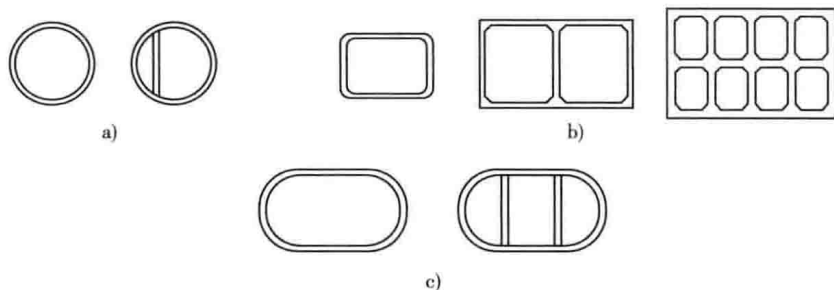


图 8-1-1 沉井平面形式

a)圆形沉井;b)矩形沉井;c)圆端形沉井

三种沉井平面尺寸较大时,可在沉井中设置隔墙,使沉井由单孔变成双孔或多孔。

2.按竖直剖面形状划分

沉井竖直剖面形状,一般有竖直式、倾斜式、阶梯式三种类型。

(1)竖直式沉井

外壁竖直式沉井[图 8-1-2a]在下沉过程中不易倾斜,沉井接长较简单,模板可重复利用,沉井周边的土层不易因沉井下沉而移动或下沉,对周边建筑物扰动较小。

(2) 倾斜式沉井

倾斜式沉井[图 8-1-2b)]下沉时作用在外壁上的摩擦力不大,下沉容易,但容易发生倾斜、偏移,制造困难,在桥梁工程中采用较少。

(3) 阶梯式沉井

阶梯式沉井[图 8-1-2c)]是介于竖直沉井与倾斜式沉井之间的一种形式,兼有竖直式与倾斜式的优缺点。其主要优点是可减少井壁与土体之间的摩阻力,缺点是下沉时对沉井周边土体扰动较竖直式沉井大。

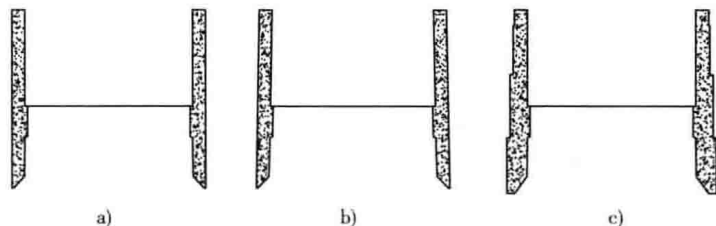


图 8-1-2 沉井剖面形式

a) 竖直式沉井; b) 倾斜式沉井; c) 阶梯式沉井

3. 按制作条件与制作方式划分

(1) 就地制作沉井

这种沉井是在基础设计的位置上制造,除土主要依靠沉井自重下沉。如基础在水中,需先在水中筑岛后制作、下沉沉井。

(2) 浮运就位沉井

浮运就位沉井指在深水区筑岛有困难、限制通航或不经济时,采用岸边制造,浮运就位下沉的沉井。

4. 按制作材料划分

(1) 混凝土沉井

混凝土的特点是抗压强度高,抗拉强度低,这种沉井宜做成圆形,并适用于下沉深度不大(4~7m)的软土层中。

(2) 钢筋混凝土沉井

钢筋混凝土沉井抗拉与抗压强度均较高,下沉深度可达数十米以上,在桥梁工程中得到广泛应用。

(3) 钢沉井

钢沉井指用钢材制造的沉井,其强度高、质量较轻,易于拼装、宜做浮运沉井,但用钢量大,造价相对较高,至今国内采用不多。

(二) 沉井的一般构造

常规结构沉井主要由井壁、隔墙、刃脚、井孔、凹槽、封底混凝土、顶板等构成的,如图 8-1-3 所示。

1. 井壁

井壁是沉井的主要部分。在沉井下沉过程中发挥挡土、挡水及提供重力克服土与井壁之间的摩阻力的作用。当沉井施工完毕后,它就成为基础或基础的一部分,并将上部荷载传递给地基。

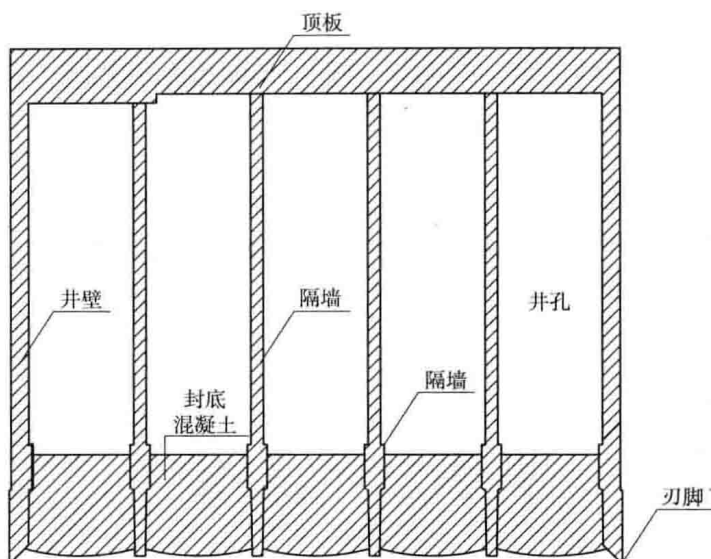


图 8-1-3 沉井一般构造图

2. 刃脚

井壁下端楔状的部分称为刃脚。其作用是易于切土下沉。刃脚底面(踏面)宽度一般为 $0.1 \sim 0.2\text{m}$ 。当下沉深度大且土质较硬时,刃脚底面应以型钢(角钢或槽钢)加强(图 8-1-4),以防刃脚损坏。

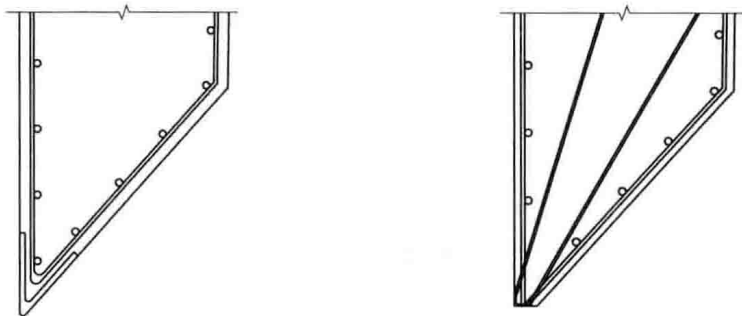


图 8-1-4 沉井刃脚结构图

3. 隔墙

沉井平面尺寸较大,应在沉井内设置隔墙,以加强沉井的刚度,使井壁的挠曲应力减小,其厚度一般小于井壁。

4. 井孔

井孔是挖土排土的工作场所和通道。井孔尺寸应满足施工要求,宽度(直径)不宜小于 3m 。井孔布置一般对称于沉井中心轴,便于对称挖土,使沉井均匀下沉。

5. 井壁上凹槽或凸榫

凹槽或凸榫是为增加沉井封底混凝土与井壁之间的连接能力而设立的构造。

6. 顶板

顶板是传递沉井襟边以上荷载的构件,不填芯沉井的顶板厚度为 $1.5 \sim 2.0\text{m}$ 。

7. 底板(封底混凝土)

底板位于沉井底部,是提供承载力的主要构件。

第二节 施工准备

一、地质、水文资料的调查

1. 探明地层

对沉井所通过的地层,应事先委托勘察单位进行详细的钻探,根据钻探结果,查明地质构造、土质层次、深度、特性和水文地质情况,以利于制订沉井的下沉方案。

钻孔数量、孔位及深度应满足能够全面掌握地层情况。一般每个沉井至少应有两个以上钻孔。孔位应在拟筑基础范围以外3~4m处。大跨径和重要的桥梁基础,每个基础的钻孔数不得少于4个,如沉井下沉至岩层,至少应在沉井四角及中间各钻一孔。如岩层面倾斜较大时,应事先制作与岩层面倾斜相适应的高低刃脚的沉井。钻孔深度一般应达到沉井预定下沉深度以下15~25m。

2. 调查水文、气象资料

水文、气象资料对于桥梁基础的施工非常重要,特别是对于浮运式沉井的基础施工尤为重要。因此,施工前必须对下列资料进行核对和补充。

(1)气象水文情况:如雨量的大小、风力强度、(潮)水位涨落变化、洪峰历时、河道变化、洪水季节、流量流速、漂流物的情况等。

(2)河道上游的自然面貌:如气象、植被、地貌以及桥位施工区段的河道地形及上游有无水库、人工调节设施等。

(3)河道情况:如航道级别、通航情况、航道疏通情况、码头、上游伐木场、储木场,及竹、木材放流情况等。

二、场地及设备准备

1. 清理场地

根据设计图纸,测量人员在施工前,首先将沉井的中心及轴线位置和基坑轮廓尺寸等放样到地面上。

通过测量放样,在已量出的沉井位置上进行地基清理、平整,并夯实地。对软硬不均的地表应予以换土或加固,避免产生不均匀沉降。特别对土质松软或地下水位较高的地段,沉井易失去稳定平衡,难以控制,为此,宜采用轻型井点降水或注浆加固地基,以及将刃脚面适当加宽等措施,以免浇注好的沉井产生较大的倾斜或突沉事故。

2. 修筑施工便道(便桥)

沉井制作时所需的机具、设备、材料及混凝土等均需通过运输道路运至现场。应根据工程的大小、设备情况及现有的运输条件选择运输道路,运输道路可以为板车、汽车运输便道,也可用轻便轨道。岸滩和陆地上的运输便道,可就地挖填铺筑。如在水中修筑沉井,可视水深及流速情况,用土、草袋装土堆填或修筑栈桥;搭浮桥;用船只水上运输。不论是陆上还是水中修筑沉井,其运输路线的布置均应与混凝土生产运输设备、起吊设备相适应。

3. 施工机械准备

在场地布置时,对场内外运输道路、电力、水的供应线路,起重设备(浮吊)、混凝土拌和站(陆地、水上),北方冬季蒸汽养生的锅炉、管线等,都要统一安排。沉井施工设备一般可根据不同施工方案分别选用以下设施:

- (1) 空气吸泥机、气幕助沉用的压缩空气站及其配套的船只管线等设施。
- (2) 水力吸泥机及配套的高压水泵站、管线、船只等。
- (3) 井顶吊机:龙门吊。
- (4) 墩旁吊机:在沉井外侧距井外壁 2 ~ 3m、不受沉井下沉影响,以满足沉井制作和下沉过程中吊装工作的需要。
- (5) 浮式沉井的导向船、定位船及工作船队、浮吊。
- (6) 取土抓斗:两瓣抓土斗、四瓣抓土斗和排水作业时的开底门的弃土斗等。

三、沉井施工工艺流程

沉井施工一般工艺流程见图 8-2-1。

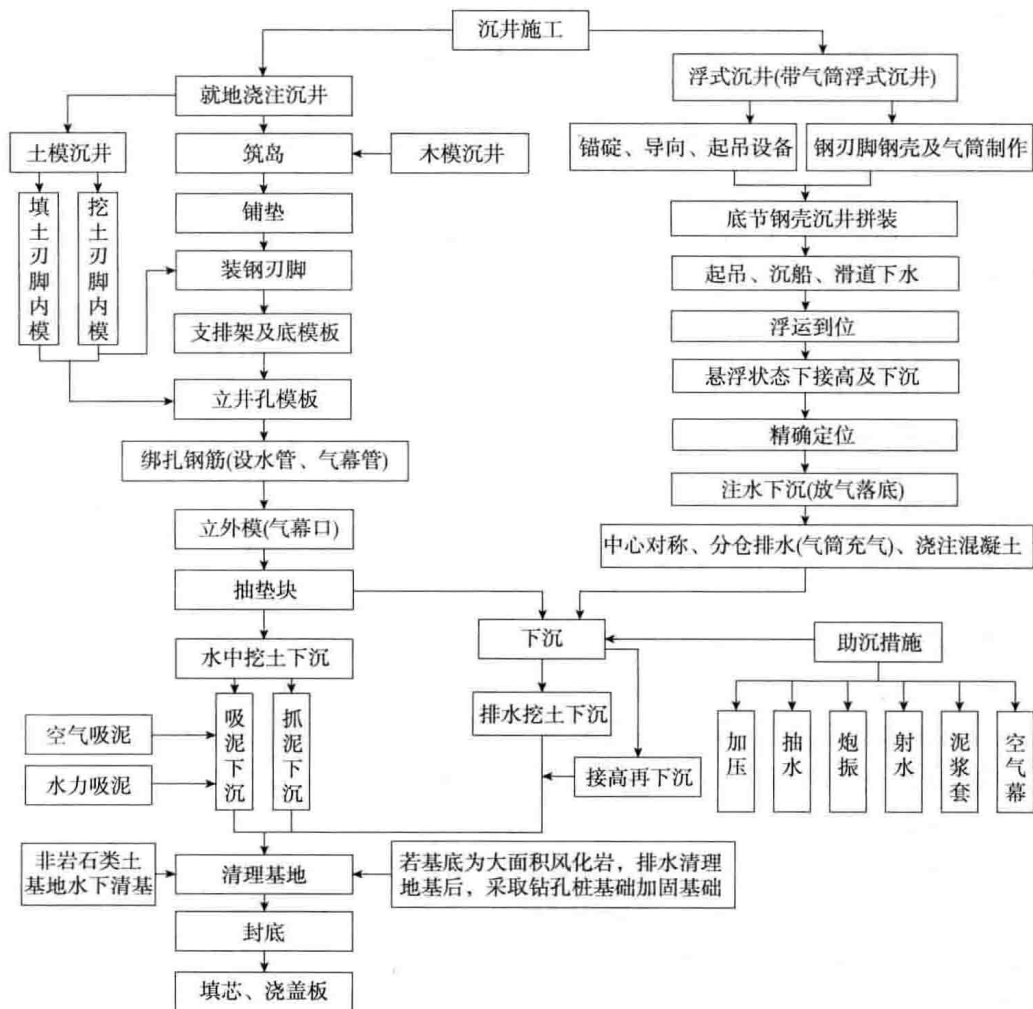


图 8-2-1 沉井施工一般工艺流程图

第三节 原位下沉沉井制作

一、场地处理

(一) 场地处理

制造沉井前,要挖除原有场地的松软土,换上好土,并要将场地夯实平整,以防在浇注混凝土过程中或撤除垫木时发生不均匀沉陷。按沉井位置放出准确的十字中线并整平。为了使垫木铺设平顺,受力均匀,垫木下要加铺一层厚度不小于5cm的砂层。

(二) 水中筑岛

水中原位下沉沉井应根据土质、水流、风浪情况决定采用无围堰的土岛或有围堰的筑岛。岛面一般应高出最高水位加浪高不少于0.5m。有流冰的河流应再适当加高。

1. 土石围堰筑岛

在水深小于1.5m,流速又不大的条件下,可采用直接围堰填筑的土岛。土岛分凹形和凸形两种。凹形岛筑在无水的滩上,挖到见地下水后,填以砂砾,在其上筑造沉井,这样可以减少沉井的下沉深度。凸形岛筑在有水的河床上,常用的筑岛材料为细砂、粗砂、中砾石及卵石。土岛边坡一般不予加固。为避免冲刷(考虑岛对水流断面压缩的影响),水流速度不应超出表8-3-1的规定。水中土岛的边坡坡度视所用土质而定,但不应陡于1:2。

筑岛土料与容许流速

表 8-3-1

筑岛土料	容许流速(m/s)	
	土表面处	平均流速
细砂(粒径0.05~0.25mm)	0.25	0.3
粗砂(粒径1.0~2.5mm)	0.65	0.8
中等砾石(粒径25~40mm)	1.0	1.2
粗砾石(粒径40~75mm)	1.2	1.5

水深在3~5m之间,流速1.5~2.0m/s的砂卵石或密实土河床上,可用草袋或编织袋装砂砾堆筑成有迎水箭的围堰;当流速在2.0~3.0m/s时,宜用铁丝(木、竹)笼装卵石并连在一起筑成有迎水箭的围堰,在内层码起草袋或编织袋,然后填砂筑岛。

2. 板桩围堰筑岛

当水深在3~5m之间,河床为黏性土时,可选用木板桩围堰筑岛。支撑桩间距一般取3~5m,具体间距与岛面的高度有关,需通过计算决定,必要时木板桩可做成双层,板桩间距约1.5m,板桩间用石料填充之。水深流急、地层较硬地带可采用钢管板桩围堰。板桩围堰相关计算见本手册第十三章。围堰筑岛适用条件见表8-3-2。

围堰名称	适用条件		
	水深(m)	流速(m/s)	说明
草袋(麻袋)	<3.5	1.5~2.0	淤泥质河床或沉陷到达地层未经处理者不宜使用
石笼	<3.5	≤3.0	
木(竹)笼			水深流急、河床坚实平坦不能打桩者,有较大流冰者,围堰外无法支撑者
木板桩	3~5		能打入钢板桩的河床地层
钢板桩			能打入较硬地层,适于深水筑岛围堰

二、首节沉井的施工

(一) 沉井分节

沉井分节高度应根据开挖方法、下沉进度、土层性质、沉井的平面尺寸决定,使其能保持稳定,顺利下沉。底节(第一节)沉井的最小高度视在拆除垫木或挖除土模时能抵抗纵向破裂而定。若沉井底节下为松软土时,则底节最大高度不得大于0.8倍沉井宽度,其余各节高度,在保证沉井稳定的同时,兼顾挖土除土机械设备的作业及施工效率进行确定。

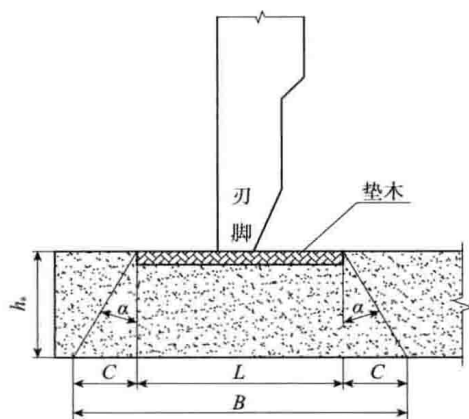


图 8-3-1 井壁及隔墙下垫层情况图

(二) 垫层施工

1. 垫层的作用

由于沉井通常依靠自重下沉,质量较大,而刃脚支撑面较小,常沿井壁周边刃脚下铺设垫木(垫块),以加大支撑面积,如图 8-3-1 所示。为了便于铺设垫木,同时将第一节沉井重力扩散至更大面积,需在垫木下铺设一层砂垫层,以保证沉井浇注过程中的稳定性,使其下沉量控制在允许范围内。

2. 垫层尺寸确定

砂垫层厚度应根据沉井重力和地基承载力而确定,其计算如下:

$$p \geq \frac{G}{L + 2 \tan \varphi h_s} + \gamma_{\text{砂}} h_s$$

式中: G ——沉井下沉前单位长度重力;

L ——垫木长度;

$\tan \varphi$ ——砂垫层内摩擦角的正切值;

h_s ——井壁刃脚下砂垫层厚度;

$\gamma_{\text{砂}}$ ——砂的重度;

p ——砂垫层容许承载力。