

"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 (上篇)

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

(上篇)

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》的上篇,主要内容包括:钻孔灌注桩,人工挖孔灌注桩,钻(挖)孔灌注斜桩,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,以及关于木挡板支护坑壁和涌水量的计算等,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。本分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. 墩台与基础. 上篇 / 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 978-7-114-11076-4

I. ①公… II. ①中… III. ①公路桥—桥梁施工—技术手册②墩台—桥梁施工—技术手册 IV.

①U448.145.1-62②U445.55-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 299221 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 (上篇)

著 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: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 32.75

字 数: 762 千

版 次: 2014 年 5 月 第 1 版

印 次: 2014 年 5 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-11076-4

定 价: 98.00 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)孔灌注斜桩,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。

《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,对为该手册编写、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

第一章 钻孔灌注桩	1
第一节 概述	1
第二节 钻孔平台搭设	7
第三节 钻孔准备工作	23
第四节 成孔工艺	77
第五节 清孔	106
第六节 钢筋骨架施工	109
第七节 灌注水下混凝土	116
第八节 钻孔灌注桩事故的预防和处理	127
第九节 钻孔灌注桩的季节性施工措施	137
第十节 桩的质量检测	143
本章参考文献	172
第二章 人工挖孔灌注桩	173
第一节 概述	173
第二节 施工准备	174
第三节 挖孔施工	174
第四节 支撑护壁	179
第五节 排水	183
第六节 成孔检查	185
第七节 钢筋骨架制作、运输及安装	185
第八节 灌注混凝土	187
第九节 质量保证措施	188
第十节 质量验收措施	189
第十一节 工程实例	190
本章参考文献	193
第三章 钻(挖)孔灌注斜桩	194
第一节 概述	194
第二节 施工机具	194
第三节 斜桩钻孔	196
第四节 斜桩挖孔	197
第五节 斜桩钢筋骨架安装	198
第六节 灌注斜桩混凝土	199
本章参考文献	199
第四章 特殊地质地区钻孔灌注桩	200
第一节 岩溶区钻孔灌注桩	200

第二节	海洋环境钻孔灌注桩·····	205
第三节	冻土地质下的钻孔灌注桩·····	214
第四节	富含地下沼气地质下的钻孔灌注桩·····	216
第五节	卵石透水层地质下的钻孔灌注桩·····	218
	本章参考文献·····	220
第五章	大直径、超长桩施工 ·····	221
第一节	概述·····	221
第二节	施工准备·····	223
第三节	成孔工艺·····	248
第四节	钢筋骨架的制作、运输及吊装就位·····	256
第五节	水下混凝土灌注·····	261
第六节	大直径、超长桩后压浆技术·····	266
	本章参考文献·····	276
第六章	打入桩基础 ·····	278
第一节	概述·····	278
第二节	桩的构造及制作·····	279
第三节	打入桩施工设备·····	309
第四节	打入桩施工·····	333
第五节	打入桩承载力确定·····	369
第六节	打入桩施工中存在的问题·····	395
第七节	沉桩实例·····	399
	本章参考文献·····	406
第七章	明挖地基 ·····	407
第一节	概述·····	407
第二节	施工准备·····	408
第三节	基坑开挖·····	409
第四节	基坑排水·····	422
第五节	地基处理·····	436
第六节	地基加固·····	441
第七节	基底检验·····	492
第八节	基础混凝土施工·····	504
	本章参考文献·····	506
附录	·····	507
附录 A	木挡板支护坑壁的计算·····	507
附录 B	涌水量的计算·····	510

第一节 概述

钻孔灌注桩是基础形式的一种,是指在工程现场通过机械钻孔的手段在地基土中形成桩孔,并在其内放置钢筋笼、灌注混凝土而形成基础的一种工艺。

我国桥梁钻孔灌注桩始于1963年河南省首先采用的简易锥具钻孔灌注桩,1965年由交通部组织进行了鉴定。50年来,随着科学技术的不断发展,通过不懈的研究、试验、使用和改造,桩基础不仅在理论和计算方面得到长足发展,其成孔方式也趋向多元化,先后出现了冲抓钻、螺旋钻、潜水电钻、正反循环式冲击钻、正反循环回旋钻、旋挖钻等多种设备和钻孔工艺,已逐步发展成为一种完善的、先进的基础形式。另外,钻孔灌注桩基础以其工艺简便、承载力大、适应性强等突出特点迅速在全国基础工程中得到广泛应用。

近几年来,我国公路桥梁工程建设发展迅猛,跨越江河、海峡的大桥及特大桥梁不断修建,桥梁的施工环境、地质情况更加复杂,从而促进了桥梁工程施工设备及施工工艺的更新换代。如一些大型钻机的研发,使得长度超过100m的超长桩、直径大于4m的大直径桩、穿越较硬岩层的嵌岩桩得以实现;又如旋挖钻机的研发成功,使得桩基成孔更加快速、环境污染减小。

钻孔灌注桩虽然在工程建设中起到了很大作用,然而在实际应用中也存在不少问题,如普通桩的承载力较低,单桩承载力的离散性很大,护壁泥浆浪费多、污染大等。为适应现代社会桥梁建设的需求,钻孔灌注桩成桩技术和成孔设备的发展应向着减小环境污染、提高功效、发掘桩的承载潜能、增强成桩质量的可靠性的方向发展。

(1) 向攻克地质复杂和成孔难度大方向发展

桩基成孔工艺和成孔设备研发,向攻克岩层、淤泥薄弱层、大卵石透水层、大抛石层和大孤石层等地质环境下成桩难关,提高不良地质条件下桩基承载力的方向发展。

(2) 向提高桩基承载力、耐久性方向发展

作为桥梁的基础工程,在设计使用年限内,桩基是无法更换的。但钻孔灌注桩具有较大离散性、不均匀性,对成桩承载力影响大。因此,施工中应积极推广采用新技术、新工艺、新材料、新设备,提高检测水平,优化桩基设计,研究新型工艺等多种有效措施,向提高桩基承载力、耐久性的方向发展。

(3) 向桩端、桩侧压浆技术方向发展

钻孔灌注桩的承载力受桩侧泥皮厚度和桩底沉渣厚度影响大。桩基压浆技术就是桩基混凝土达到一定强度后,通过压浆管压入高压水泥浆,在桩底形成水泥浆加固体的扩大头,以消除桩底沉渣强度低、不密实、早期沉降大等缺陷。通过设置在桩侧的压浆管压浆,将桩侧泥皮加固,以增加桩侧摩阻力。根据已施工的资料显示,后压浆技术可有效调高桩基承载力。

(4) 向桩基检测、检验手段更加科学化方向发展

桩基工程属于地下工程,施工检测难度大。随着电子技术日新月异的发展,运用计算机与自动控制技术有机结合,研发新型检测方法、检测设备,使桩基的整个施工过程都能得到有效检测控制,从而保证桩基的工程质量。

(5) 向低污染、低公害工法方向发展

目前绝大多数钻孔灌注桩均采用机械、泥浆护壁法施工,机械噪声、泥浆污染公害大,现场文明施工条件较差,因此研发新型设备,提高泥浆的性能及施工工艺,现场文明施工,减少公害也是桩基的未来发展方向。

(6) 向科学性、精细化施工方向发展

运用科学、现代的施工管理思想和手段,组织现场精细化施工,是实现优质、高效、低耗、安全、文明生产的保障。

一、钻孔方法的分类

本节根据钻孔设备的不同,按照破碎土层(岩层)的方式、出渣方式对钻孔方法的分类进行概述。

(一) 回旋钻机成孔

回旋钻机成孔是采用钻头旋转切入破碎土层(岩层)的原理成孔,利用泥浆维持孔壁稳定。根据排渣和泥浆循环方式的不同,可分为正循环回旋钻孔和反循环回旋钻孔两种工艺。随着设备的发展,国内还出现了车载式回旋钻机,提高了设备的机动性能。

1. 正循环回旋钻机成孔

利用电机驱动转盘带动钻杆钻头在孔内旋转,切入土层,以高压将泥浆通过空心钻杆,从钻杆底部射出,利用泥浆将钻渣悬浮上升并从孔口排出,经过沉淀池沉淀净化,泥浆再循环使用。泥浆在本法中具有两个重要作用:一是保护孔壁,二是浮渣,故对泥浆的相对密度、浓度、含砂率等指标要求较高。

2. 反循环回旋钻机成孔

反循环回旋钻机破碎土层方式与正循环钻机相同,但排渣方式与正循环钻机成孔相反,其泥浆由设置于孔口的泥浆槽流入孔内,用真空泵(泵吸)或空压机(气举)将钻渣从空心钻杆中吸出。泥浆在本法中的主要作用是护壁,在一般地层中钻进对泥浆要求相对

较低,但对深孔、易坍土层,则仍需用高质量泥浆。

(二) 冲击钻机成孔

冲击钻机成孔是利用钻机动力装置将具有一定质量的冲击钻头提升一定的高度,然后使钻头自由下落,利用钻头的冲击动能冲挤土层或破碎岩层的成孔工艺。钻头分实心锥和空心锥两种,出渣方式分为正循环和反循环两种工艺。

1. 正循环冲击钻成孔

用冲击式装置或卷扬机提升钻头,上下往复冲击,将土石击碎,并将部分钻渣挤入孔壁之内。部分钻渣由泥浆悬浮,使钻锥每次都能冲击到孔底新土层。冲孔过程中,通过孔底泥浆管不断出浆,将钻渣悬浮,正循环排渣;或每冲击一定时间和冲程后,放入掏渣筒掏渣,提出孔外。泥浆在本法中起护壁与浮渣作用。

2. 反循环冲击钻成孔

利用冲击钻头对土层或岩层进行往复冲击,使土石破碎,然后利用反循环排渣方式及时将破碎岩屑第一时间排出孔外。其原理是,由两根钢绳平衡提升冲击钻头,在两根钢绳之间放置排渣管,排渣管下端插入钻头中心管内,在钻头作上下冲击往返运动时,排渣管始终保持静止,并距孔底一定距离,排渣管外接砂石泵,实现反循环排渣。

(三) 旋挖钻机成孔

旋挖钻机是近几年在我国新兴的一种成孔工艺,是机电一体化设备,采用液压履带式伸缩底盘、自行起落可折叠钻桅、伸缩式钻杆,带有垂直度自动检测和调整、孔深数码显示等仪器。旋挖钻机钻进成孔是利用钻头回转破碎岩土,并直接将其装入钻头内,然后再由钻机提升装置和伸缩式钻杆将钻头提出孔外卸土。这样循环往复,不断地取土、卸土,直至钻至设计深度。旋挖钻机成孔无需泥浆循环,但钻进时为了保护孔壁稳定,孔内要注满优质泥浆。如地层较为稳定,也可干土直接取土。

(四) 全套管钻机成孔

全套管钻机又称贝诺特(Benoto)钻机。全套管施工法(贝诺特工法)实质上就是冲抓斗跟管钻进法,其起源于20世纪50年代的法国。目前,日本、德国、意大利等国家以及我国香港地区也以贝诺特工法作为就地灌注桩的主要施工方法,我国内地于20世纪70年代开始引进此类钻机,但因多种原因在工程中应用不多。

全套管钻机成孔,是用履带吊配以大功率的动力头,将钢套管用拧、压等方式沉入地下护壁,再配以冲抓、旋挖、短螺旋等出渣工具,将护筒内的渣土排出。如遇孤石、漂石等,可用冲抓锥冲击后再取渣,在浇筑混凝土时可利用振动或顶拔等方式将护筒拔出。在大面积基础桩施工中具有成孔工效快、对环境影响小、成桩质量高、承载力可靠、钢筋不易受泥浆污染、握裹力好等优点。但由于动力头较大,设备重量大,对施工场地要求较高。此种钻机在陆地钻孔成孔快,无需泥浆护壁,环保,但不适宜水上钻孔作业。此外,如遇较厚的粉细砂层,沉管和掘进都比较困难,且拔管也比较困难,此法一般适用于桩径 $\phi 0.8 \sim \phi 2.0\text{m}$,桩长最大 $50 \sim 70\text{m}$ 。

(五) 螺旋钻机成孔

螺旋钻机按照钻杆上螺旋叶片的多少,可分为长螺旋钻机(整个钻杆上都装置螺旋叶片)和短螺旋钻机(即临近钻头 $2 \sim 3\text{m}$ 内安装带螺旋叶片的钻杆)。长、短螺旋钻机成孔均系干作业法,只适用于地下水位以上的填土层、黏性土层、粉土层、砂

土层和颗粒不大的砾砂层,不宜用于地下水位以下的上述各类土层及碎石土层、淤泥质土层。

1. 长螺旋钻机成孔

长螺旋钻机主要由履带式多用途钻机、长螺旋钻杆、动力头等设备组成。钻孔时钻头螺旋叶片切入土层,被切削的土块随钻头旋转,并沿着带有长螺旋叶片的钻杆上升,输送到出土口后,自动排出孔外,利用运输车运走。

2. 短螺旋钻机成孔

利用履带式钻机上的动力头带动钻杆和短螺旋钻头破土钻进,钻渣、土块由短螺旋钻具带出孔外,快速反转卸土。由于短螺旋施工阻力小,可利用伸缩钻杆作业,因此施工的桩径、桩长均比长螺旋钻机要大。

(六) 潜水钻机成孔

潜水钻机一般由潜水电机、减速器、密封装置、钻架、卷扬机、配电系统、钻杆、钻头等组成。潜水钻机的动力机构设置在钻杆下端,同钻头连成一个整体,随着钻进的延伸潜入孔底工作。钻机下端输出轴连接钻头,钻机上端连接钻杆由卷扬机吊着进行钻孔作业。根据排渣方式不同也分为正、反循环两种工艺。

1. 正循环潜水钻机成孔

潜水钻机动力由潜水电机通过减速器将动力传至输出轴,带动钻头切削岩土,将泥浆通过胶管和电动机上面连接的空心钻杆、钻头射入孔底,然后把钻头切削的钻渣浮悬在泥浆中,随泥浆在孔内上升并从孔口溢出,流入泥浆沉淀池沉淀净化。这种排渣与泥浆循环方式称为正循环式潜水钻机成孔。

2. 反循环潜水钻机成孔

如果改用空气吸泥机或真空泵等机具将钻渣从钻杆中吸出,就称为反循环式潜水钻机成孔。

(七) 冲抓钻机成孔

冲抓钻的冲抓锥是一个能够分开的活动抓瓣,锥头下落时,张开的抓瓣冲入土层,完成冲孔及孔内土石抓取,提起时尖瓣合上,提升冲抓锥出孔,松绳开瓣将土卸至指定位置。冲抓钻机成孔护壁方式与回旋钻孔法大致相同,也可采用全钢护筒跟进护壁。

(八) 二次成孔工艺

二次成孔原理是“逐渐扭矩消减法”。当桩径较大或在较坚硬地层进行钻孔施工时,钻机能力不能满足成孔的要求时,可先用较小钻头成孔,再换符合孔径要求的钻头二次扩孔至设计桩径及孔底高程。冲击钻、回旋钻、旋挖钻等可更换钻头的钻机均可采用二次成孔工艺施工。

二、各种钻孔方法的适用范围和优缺点

(一) 各种钻孔方法的适用范围

各种钻孔方法适用的范围,与地质情况、孔深、孔径、泥浆性能以及钻机的构造、功率有关,同时也与施工队伍的管理水平、经验、技术实力等有关,一般适用范围见表1-1-1。

各种钻孔方法适用范围

表 1-1-1

钻孔方法	使用范围			泥浆作用
	土 层	孔 径(cm)	孔 深(m)	
正循环回旋钻	填土层、淤泥及淤泥质土层;在卵石含量不大于15%、粒径小于10mm的部分卵石层和软质基岩、较硬基岩层中也可使用	80~250	30~70	悬浮钻渣并护壁
反循环回旋钻	填土、淤泥及淤泥质土、黏性土、粉土、砂土、砂砾,当采用圆锥式钻头可进入软岩,采用滚轮式钻头可进入硬岩	80~400	用真空泵,<40;用空气吸泥机,可达70;用气举式,可达130	护壁
冲击钻	黄土、黏土、粉质黏土、粉土、人工填土,特别适用于有孤石的砂砾土层、漂石层、坚硬土层、岩层,对流沙层可克服,对淤泥及淤泥质土则要十分慎重,对地下水大的土层,会使桩端承载力和摩阻力大幅度降低,不宜采用	实心锥:80~250; 空心锥(管锥): 60~150	≤60	悬浮钻渣并护壁
旋挖钻	填土层、黏性土层、粉土层、淤泥层、砂石层,含有部分卵石、碎石的土层;采取特殊措施,可在强度不超过30MPa的岩层中钻进	80~300	30~90	悬浮钻渣并护壁
螺旋钻	适用于地下水位以上的一般黏性土、粉土、黄土、密实黏性土、砂土、粒径不大的砂砾层	长螺旋:40~80 短螺旋:150~300	长螺旋:12~30 短螺旋:40~80	干作业时 无需泥浆
潜水钻	填土、淤泥、黏土、粉土、砂土,也可在强风化地层中使用,但不宜用于碎石土层,尤其适用于地下水位较高的土层中成孔,不太适合在基岩中钻进,对非均质不良地层,适应性较差	非扩孔型:80~300; 扩孔型:80~655	标准型:50~80; 超深型:50~150	正循环:悬浮 钻渣并护壁; 反循环:护壁
冲抓钻	淤泥质土、腐殖土、密实黏性土、砂类土、砂砾石、卵石等	100~200	一般≤20m,大于20m时进度慢	护壁
全套管钻机	黏性土、填土、黄土、季节性冻土、膨胀土、淤泥和淤泥质土、粉土、砂土、碎石土	60~250	≤60	

(二) 各种钻孔方法的优缺点

在钻孔施工时应根据地质、机械等现场实际情况选用合适的钻孔方法,充分发挥其优点,避开其不足。常用钻孔灌注桩施工方法的优缺点汇总见表 1-1-2。

常用钻孔灌注桩施工方法的优缺点

表 1-1-2

施工方法		优 点	缺 点
回旋钻 机成孔	正循环回旋 钻机成孔	(1)设备简单,钻机小,质量小,狭窄工地可使用; (2)设备操作简单,故障少,工艺技术成熟; (3)噪声小,振动小; (4)适用各种地质土层,适应范围广; (5)施工中桩无挤压,不会造成临桩断裂、缩颈,成孔质量可靠,护壁效果好	(1)成孔速度慢,泥浆上返速度低,岩土层重复破碎严重,施工效率不高; (2)用水量,泥浆排放量大,污染环境; (3)泥浆黏度、密度大,孔壁泥膜厚; (4)沉渣厚度大

施工方法		优点	缺点
回旋钻机成孔	反循环回旋钻机成孔	<ul style="list-style-type: none"> (1)可施工大直径、大深度的桩; (2)适用各种地质土层,采用特殊钻头可钻挖岩层,可旋挖地下水以下厚砂层($\geq 5\text{mm}$); (3)施工振动小,噪声小; (4)在水上、水下均可施工; (5)可原孔造浆保护孔壁; (6)钻挖速度快 	<ul style="list-style-type: none"> (1)废泥浆处理难度大,现场施工管理不善,易造成施工不文明,污染环境; (2)在大口径卵石或巨石地层,钻进困难; (3)岩土中承压水头高和有地下水流时,施工比较困难; (4)若孔隙水压和泥浆相对密度控制不当,会引起孔壁坍塌
	冲击钻机成孔	<ul style="list-style-type: none"> (1)设备构造简单,使用范围广,操作方便; (2)冲击土层时的冲击作用形成的孔壁较坚实、稳定,塌孔少,不受施工场地限制; (3)设备移动方便,机械故障少; (4)无振动和噪声影响; (5)泥浆不是循环的,故泥浆用量少,消耗少; (6)只有提升钻具时,才需动力,能耗少; (7)在流沙中亦能钻进 	<ul style="list-style-type: none"> (1)掏泥渣较费时,大部分时间消耗在提放钻头和掏渣上,故钻进效率低; (2)容易出现桩孔不规整(即不圆)的情况; (3)易出现卡钻、掉钻和孔斜的情况; (4)岩屑多次重复破碎; (5)由于冲击能量的限制,孔深和孔径比反循环钻机小; (6)泥渣污染环境,孔底泥渣难以掏尽
	旋挖钻机成孔	<ul style="list-style-type: none"> (1)钻孔速度快,自动化程度高,工作效率高; (2)移动灵活方便,定位准确; (3)振动小,噪声小,环保性能好; (4)机械安装比较简单; (5)造价低,降低施工成本; (6)工地边界到桩中心的距离较小; (7)适用范围广,除适用于一般黏性土、砂土层外,还适用于螺旋钻不易钻进的含有部分卵石、碎石的地层,采取特殊措施,还可在岩层中钻进 	<ul style="list-style-type: none"> (1)钻挖 10cm 以上的卵石较困难; (2)护壁泥浆管理不适当时,会产生塌孔; (3)土层中有强承压水时,施工困难; (4)孔径比钻头直径大 7% ~ 20%; (5)桩端有时留有虚土,孔底清渣工作量大
	全套管钻机成孔	有效地预防卵石、砂层、淤泥等不良地质土层的坍孔问题,降低施工风险	<ul style="list-style-type: none"> (1)设备及护筒的投入相对较大; (2)护筒跟进要及时,操作工作量大,在未及时跟进情况下易出现卡钻等不良事故; (3)成孔效率相对其他钻进工艺较低
	螺旋钻机成孔	<ul style="list-style-type: none"> (1)设备简单,施工方便,装卸移动快速; (2)施工无振动,无噪声,对环境无污染; (3)钻进速度快,工期短; (4)干作业成孔,混凝土灌注桩质量好; (5)长螺旋钻孔灌注桩成孔工艺可实现全部机械化,切削土层沿杆上升,自动排除孔外;短螺旋成孔深度及直径较大 	<ul style="list-style-type: none"> (1)桩端或多或少留有虚土; (2)单方混凝土承载力较低; (3)地下水位以下无法成孔; (4)适用范围限制较大; (5)短螺旋靠提钻、反转、甩土将短屑散落在孔周,反复提钻、甩钻影响成孔速度; (6)长螺旋成孔最大直径不如短螺旋钻

施工方法	优点	缺点
潜水钻机成孔	(1) 设备简单, 体积较小, 重量轻, 移动灵活, 在狭窄工地适用; (2) 整机潜入桩孔中钻进, 无振动, 无噪声; (3) 动力装置潜入孔底, 耗用动力小; (4) 钻孔时不需要提钻排渣, 钻孔效率较高; (5) 电动机在水中旋转, 温升较低; (6) 钻杆不需要旋钻, 故钻杆断面较小, 且不易折断; (7) 操作简单, 劳动强度低	(1) 施工现场存在泥浆污染问题; (2) 设备较复杂, 费用较高; (3) 反循环排渣时, 若遇到大块石, 易卡管; (4) 钻孔易扩大, 使混凝土灌注超方; (5) 不适用于漂石地层
冲抓钻机成孔	(1) 钻机结构及附属设备简单, 制造容易, 造价低; (2) 施工无需大量的黏稠泥浆浮渣, 不需占用大面积的用地, 因此成孔比较经济, 适用范围较广; (3) 不需要钻杆, 进尺加深时只需多松绳即可, 提锥卸土也较方便; (4) 能抓起粒径较大的碎石、卵石及软岩(风化岩)	(1) 由于无钻杆导向, 不能钻斜孔; (2) 孔径大小不易控制; (3) 钻孔深度较浅(一般超过 20m 后, 进尺速度将大为降低)

第二节 钻孔平台搭设

搭设钻孔平台的目的是为桩基础以及后期上部结构施工提供施工场所, 钻孔平台应牢固、稳定, 在功能上必须满足以下几个要求:

- (1) 满足钻机成孔工艺与设备布置的要求;
- (2) 满足清孔、水下混凝土灌注等成桩工艺与设备布置的要求;
- (3) 保证作业人员良好的工作环境与活动场地的要求;
- (4) 保证不受汛情、涨落潮和气象的影响, 施工干扰少的要求;
- (5) 平台为临时结构工程, 应满足便于安装、拆卸及可重复利用的要求。

一、钻孔平台的分类

钻孔平台总体上可分为固定式钻孔平台和浮式钻孔平台两大类型。

固定式钻孔平台主要是以围堰或者支架形式搭设而成的平台, 稳定性高, 能够适应深水、水流速大、波浪大等恶劣的施工环境。

浮式钻孔平台是深水中钻孔桩施工的一种简便而有效的方法, 采用钢围堰或者水上设备如民用船舶、工程浮箱等搭设而成, 适用于水流平稳、波浪小的施工环境。

以下对常用的几种钻孔平台进行介绍。

1. 筑岛围堰钻孔平台

筑岛围堰即在水中筑岛, 筑岛常用的方法有直接堆筑法和板桩围堰回填法。直接堆筑法是指用陆上填筑土石向前推进的方法建造; 板桩围堰回填法是指利用钢板桩、钢管

桩或者混凝土板桩围成圆形或方形围堰,拉好拉杆后填土筑岛。筑岛围堰钻孔平台主要适用于淤泥质土层或水深较浅,流速和波浪不大,筑岛后对泄洪、航运等基本没有影响的区域,此法相对较经济。对于在淤泥质土层上筑岛,应验算其地基承载力和稳定性,必要时要对地基进行加固,以防止地基失稳而滑坡;对于流速、波浪较大的水域如采用此法,则应在岛的四周进行抛石护坡,以防波浪、水流对岛体的冲刷破坏。

2. 钢管桩钻孔平台

承载钻孔平台的基础可采用木桩、混凝土桩、PHC管桩、钢管桩等多种形式,这里就常用的钢管桩平台进行介绍。钢管桩钻孔平台是指先按照灌注桩基础的结构布置确定承力钢管桩的位置,搭设钢管桩平台,并以此为依托进行钢护筒的定位下沉,钢护筒在整个桩基施工中不参与钻孔平台的受力。

钢管桩钻孔平台通常采用梁柱式结构,主要由下部钢管桩,桩间纵横向联系,钢管桩顶布设纵横向的型钢、贝雷架等承重梁结构及上部铺设的面板组成。

3. 钢护筒钻孔平台

钢护筒钻孔平台是指主要依靠桩基钢护筒作为平台的主要支撑结构。通常采用梁柱组合式结构,其平台的结构布置形式同钢管桩单独受力平台。由于桩基钢护筒兼做钻孔平台的主要受力结构,在桩基施工过程中对钻孔平台的整体稳定性要求较高。

4. 钢管桩与钢护筒共同承力平台

钢管桩和钢护筒共同承力钻孔平台是指桩基的钢护筒与钢管桩同时作为平台的主要承力结构,其平台刚度大,稳定性好,对于墩位处水深、水流急、风荷载作用大的灌注桩施工,采用钢管桩与钢护筒同时承力的固定式平台体系具有明显的优越性和可行性。此类平台通常采用梁柱组合式结构,其平台的结构布置形式同钢管桩单独受力平台。

5. 着床式钢围堰钻孔平台

着床式钢围堰钻孔平台是指利用整体下沉至河床面的钢围堰作为钻孔平台的承重结构。钢围堰精确定位着床后,采用锚块进行临时固定,然后在钢围堰顶搭设钻孔平台兼做围堰封底施工平台,平台可采用贝雷桁架、型钢等搭设,再利用定位架进行钢护筒精确定位及临时固定,浇筑围堰内封底混凝土,形成钢围堰钻孔平台。

6. 钢吊箱浮式钻孔平台

钢吊箱浮式钻孔平台是指利用钢吊箱兼做钻孔平台的施工方法,采用先施工钢吊箱后施工灌注桩的施工工艺,其钢吊箱兼顾钻孔平台、承台阻水、护筒导向三大功能。

浮式钢吊箱一般为有底结构,钻孔平台依靠钢吊箱作为其承载结构,其上设置相应的承重分配梁、面层及附属结构,能较好地解决墩位水深较大的情况。

施工时先将钢吊箱精确定位,再利用吊箱内支撑桁架进行导向定位完成钢护筒插打,之后将钢吊箱固定于钢护筒上。采用钢吊箱及内支撑桁架系统作为施工平台进行基础的施工。

7. 浮箱式钻孔平台

浮箱式钻孔平台主要采用浮箱或船只拼装而成,浮箱、船只的大小应根据水流情况、钻孔平台尺寸和需要的载质量决定。拼装完成的浮箱平台要在前后左右四个方向抛锚定位。