



国家电网  
STATE GRID

# 国家电网公司输变电工程 典型施工方法

(第一辑)

国家电网公司基建部 组编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网  
STATE GRID

国家电网公司输变电工程  
典型施工方法 (第一辑)

ISBN 978-7-5123-1329-3



9 787512 313293 >

定价：195.00 元

上架建议：电力工程/输配电





国家电网  
STATE GRID

# 国家电网公司输变电工程 典型施工方法 (第一辑)

国家电网公司基建部 组编



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

为推进“标准工艺”的深入研究与深化应用，推动电网施工技术进步和技术积累，加大成熟施工技术的交流与应用，持续提升施工技术水平和技术创新能力，稳步提高输变电工程建设质量，国家电网公司基建部特组织编写了《国家电网公司输变电工程典型施工方法（第一辑）》。

本书主要包括输变电工程常用的31项典型施工方法。每项典型施工方法重点介绍了施工工艺流程及操作要点、安全措施、质量控制，以及适用范围、人员组织、机具配置等内容，并附有相关成功应用案例，是施工技术和经验的总结，对具体的施工作业有很强的指导意义。

本书可供从事电力工程建设、施工、监理等岗位的技术人员和管理人员使用。

## 图书在版编目（CIP）数据

国家电网公司输变电工程典型施工方法. 第1辑/国家电网公司基建部组编. —北京：中国电力出版社，2011.1

ISBN 978-7-5123-1329-3

I. ①国… II. ①国… III. ①输电-电气工程-工程施工-中国  
②变电所-电气工程-工程施工-中国 IV. ①TM7②TM63

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 006931 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2011年2月第一版 2011年2月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 38印张 936千字

印数0001—3000册 定价 195.00元

### 敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

# 《国家电网公司输变电工程典型施工方法（第一辑）》

## 编 委 会

主 任	郑宝森				
副 主 任	黄 强				
委 员	郭日彩	张 贺	成 卫	孙竹森	
编 审 工 作 组	徐志军	陈曦鸣	张辉疆	孙东海	王海龙
	罗义华	项玉华	王进弘	冯忆兵	
主要编写人员	郑清富	赵忠伟	许 建	王 焱	许 斌
	王晓波	杨 魁	卫茂忠	李 鹏	李雪岩
	薛慧君	汪 鹏	唐 光	梁海生	王建平
	李德祥	郎福堂	钮永华	刘利平	钱连仲
	郑晓广	景文川	李学文	王 琪	刘小林
	李友富	何恩家	岳 波	王进弘	邓德良
	肖安全				



## 言 序

“十一五”期间,公司电网发展和建设取得了巨大成绩,1000kV 特高压交流工程及 $\pm 800$ kV 特高压直流工程成功投运,电网关键技术和设备研制取得重大突破,智能电网工作取得重要进展,电网网架结构得到强化,资源优化配置能力和安全稳定供电能力进一步提升。在电网快速发展的同时,公司高度重视电网发展质量,认真贯彻落实“百年大计、质量第一”的方针,根据“建设世界一流电网,建设国际一流企业”的发展愿景,狠抓质量管理基础工作,工程质量管理水平和工程内在质量水平明显提高。

随着我国国民经济保持稳定快速增长,能源电力需求持续增加,今后一段时期电网建设任务依然繁重,提高电网建设施工队伍整体管理水平和施工技术能力,是进一步提高电网建设质量的基本保障。公司基建战线通过多年的实践,形成许多成熟有效的施工方法,但分散于各施工单位,缺乏系统总结,施工技术积累和交流力度不强,未能从公司层面进行系统管理,没有形成持续完善、提升施工方法的管理机制。鉴于此,公司组织开展输变电工程典型施工方法研究工作,通过典型施工方法研究与管理,强化施工经验的积累与交流,促进施工技术创新,实现公司系统内施工方法的共享和不断完善,持续提升整体施工能力和技术水平,为工程建设质量、施工安全提供可靠的技术保障。

在公司基建部的统一组织下,经有关单位及编审人员的辛勤工作,《国家电网公司输变电工程典型施工方法(第一辑)》与大家见面了。希望广大工程管理人员、技术人员能从本书中吸取有益的知识,提高施工方案编制水平,保障施工安全、提高施工效率,全面提升工程建设质量水平。

郑宝森

二〇一一年一月





## 前 言

输变电工程典型施工方法是以建设工程为对象，施工工艺为核心，运用系统工程原理，把先进施工技术和科学管理结合起来，经过一定工程实践形成的综合配套的施工方法。典型施工方法具备保证工程质量、保障施工安全的基本特征，且有利于提高施工效率、降低工程成本、节约资源、保护环境，具有先进性、科学性、实用性和较好的示范、推广应用价值。

为推进“标准工艺”的深入研究与深化应用，推动电网施工技术进步和技术积累，加大成熟施工技术的交流与应用，持续提升施工技术水平和技术创新能力，稳步提高输变电工程建设质量，国家电网公司制定相关工作制度，组织开展典型施工方法研究工作。

为加快典型施工方法的研究进展，年初公司制订了课题研究清单，指定各网省公司分别负责其中一项典型施工方法的研究。在各相关单位的精心组织下，经广大编审人员的辛勤工作，完成了《国家电网公司输变电工程典型施工方法（第一辑）》编制工作。本书内容涵盖了输变电工程常用的31项典型施工方法。每项典型施工方法重点介绍了施工工艺流程及操作要点、安全质量控制措施，以及适用范围、人员组织、机具配置等内容，并附有相关应用案例，是施工技术和管理经验的总结，对具体的施工作业有很强的指导意义。

技术创新是电网建设的永恒课题，希望公司系统有关单位要认真学习、借鉴本书相关内容，结合工程特点灵活应用，并在实践中注意总结提高。

公司将继续组织开展典型施工方法评审活动，定期发布研究成果。希望公司有关单位结合特高压工程、智能电网工程等创新工程建设，结合本地区地理、气候特点，结合本单位技术特点，积极开展典型施工方法研究、申报工作。

本书的出版，凝聚了公司基建战线广大工程管理、技术人员的智慧和心血，向大家付出的辛勤劳动表示衷心的感谢。

限于编者水平所限，加之编写时间仓促，书中错误在所难免，敬请读者指正。有关建议及意见，请向国家电网公司基建部反馈。

国家电网公司基建部

二〇一一年一月



# 国家电网公司输变电工程典型施工方法（第一辑）

## 目 录

序	
前言	
灌注桩典型施工方法	GWGF001-2010-SD-XL ..... 1
地脚螺栓式斜柱现浇基础典型施工方法	GWGF002-2010-SD-XL ..... 17
岩石嵌固式基础典型施工方法	GWGF003-2010-SD-XL ..... 39
岩石锚杆基础典型施工方法	GWGF004-2010-SD-XL ..... 49
半掏挖式基础典型施工方法	GWGF005-2010-SD-XL ..... 63
人工挖孔桩基础典型施工方法	GWGF006-2010-SD-XL ..... 83
高原冻土旋挖成孔基础典型施工方法	GWGF007-2010-SD-XL ..... 97
季节性冻土地区棱台基础典型施工方法	GWGF008-2010-SD-XL ..... 113
冻土地质人工挖孔预制桩基础典型施工方法	GWGF009-2010-SD-XL ..... 131
湿陷性黄土地基处理灰土垫层典型施工方法	GWGF010-2010-SD-XL ..... 155
内悬浮双摇臂内拉线抱杆分解组塔典型施工方法	GWGF011-2010-SD-XL ..... 169
内悬浮外拉线抱杆分解组立铁塔典型施工方法	GWGF012-2010-SD-XL ..... 187
内悬浮外拉线双摇臂抱杆分解组塔典型施工方法	GWGF013-2010-SD-XL ..... 213
座地式双摇臂外拉线抱杆分解组塔典型施工方法	GWGF014-2010-SD-XL ..... 237
无跨越架不停电跨越架线典型施工方法	GWGF015-2010-SD-XL ..... 255
动力伞展放初导绳典型施工方法	GWGF016-2010-SD-XL ..... 277
直升机展放初导绳典型施工方法	GWGF017-2010-SD-XL ..... 299
遥控无人直升机展放初导绳典型施工方法	GWGF018-2010-SD-XL ..... 317
张力架线（一牵四）典型施工方法	GWGF019-2010-SD-XL ..... 337
“绕牵法”张力展放导引绳典型施工方法	GWGF020-2010-SD-XL ..... 365
导地线液压压接典型施工方法	GWGF021-2010-SD-XL ..... 387
OPGW展放及接续典型施工方法	GWGF022-2010-SD-XL ..... 403
隧道内电力电缆敷设典型施工方法	GWGF023-2010-SD-DL ..... 429





## 目 录

1	注册	1
2	点状式工法典型施工方法	2
3	圆孔桩工法	3
4	旋挖工法	4
5	旋挖工法及泥浆护壁工法	5
6	旋挖工法工法	6
7	旋挖工法	7
8	旋挖工法	8
9	旋挖工法	9
10	旋挖工法	10
11	旋挖工法	11
12	旋挖工法	12
13	旋挖工法	13
14	旋挖工法	14
15	旋挖工法	15
16	旋挖工法	16
17	旋挖工法	17
18	旋挖工法	18
19	旋挖工法	19
20	旋挖工法	20
21	旋挖工法	21
22	旋挖工法	22
23	旋挖工法	23
24	旋挖工法	24
25	旋挖工法	25
26	旋挖工法	26
27	旋挖工法	27
28	旋挖工法	28
29	旋挖工法	29
30	旋挖工法	30
31	旋挖工法	31
32	旋挖工法	32
33	旋挖工法	33
34	旋挖工法	34
35	旋挖工法	35
36	旋挖工法	36
37	旋挖工法	37
38	旋挖工法	38
39	旋挖工法	39
40	旋挖工法	40
41	旋挖工法	41
42	旋挖工法	42
43	旋挖工法	43
44	旋挖工法	44
45	旋挖工法	45
46	旋挖工法	46
47	旋挖工法	47
48	旋挖工法	48
49	旋挖工法	49
50	旋挖工法	50
51	旋挖工法	51
52	旋挖工法	52
53	旋挖工法	53
54	旋挖工法	54
55	旋挖工法	55
56	旋挖工法	56
57	旋挖工法	57
58	旋挖工法	58
59	旋挖工法	59
60	旋挖工法	60
61	旋挖工法	61
62	旋挖工法	62
63	旋挖工法	63
64	旋挖工法	64
65	旋挖工法	65
66	旋挖工法	66
67	旋挖工法	67
68	旋挖工法	68
69	旋挖工法	69
70	旋挖工法	70
71	旋挖工法	71
72	旋挖工法	72
73	旋挖工法	73
74	旋挖工法	74
75	旋挖工法	75
76	旋挖工法	76
77	旋挖工法	77
78	旋挖工法	78
79	旋挖工法	79
80	旋挖工法	80
81	旋挖工法	81
82	旋挖工法	82
83	旋挖工法	83
84	旋挖工法	84
85	旋挖工法	85
86	旋挖工法	86
87	旋挖工法	87
88	旋挖工法	88
89	旋挖工法	89
90	旋挖工法	90
91	旋挖工法	91
92	旋挖工法	92
93	旋挖工法	93
94	旋挖工法	94
95	旋挖工法	95
96	旋挖工法	96
97	旋挖工法	97
98	旋挖工法	98
99	旋挖工法	99
100	旋挖工法	100

典型施工方法名称：灌注桩典型施工方法

典型施工方法编号：GWGF001-2010-SD-XL

编 制 单 位：黑龙江省送变电工程公司

推 荐 单 位：东北电网公司

主 要 完 成 人：郑清富 肖景瑞 张 峙



## 目 次

1	概述	3
2	本典型施工方法特点	3
3	适用范围	3
4	工艺原理	3
5	施工工艺流程及操作要点	4
5.1	施工工艺流程	4
5.2	操作要点	4
5.2.1	施工准备	4
5.2.2	定位分坑和确定成孔顺序	4
5.2.3	成孔	5
5.2.4	抽渣清孔	8
5.2.5	钢筋笼制作、安装	8
5.2.6	导管安装	9
5.2.7	水下浇筑混凝土	9
5.2.8	桩头清理	10
5.2.9	上部结构施工	10
6	人员组织	10
7	材料与设备	11
8	质量控制	11
8.1	主要质量标准、技术规范	11
8.2	现场施工质量控制要点	12
8.3	施工注意事项	13
9	安全措施	14
10	环保措施	14
11	效益分析	15
12	应用实例	15
12.1	实例 1: 220kV 三南甲乙送电线路跨江塔基础工程	15
12.2	实例 2: 500kV 扎乌送电线路基础工程	15
12.3	实例 3: 500kV 荆孝送电线路跨江塔基础工程	15

## 1 概述

随着国民经济的发展,工业建设可用土地越来越受限制,输变电工程线路走廊多穿越山地、江河、湖泊、沼泽及地质情况复杂的地区。线路工程钻孔灌注桩基础因其适应性强,在薄弱地基地区被广泛采用。

黑龙江省送变电工程公司自1990年起开始对钻孔灌注桩施工技术研究,经多年对施工技术和经济效益进行分析、总结,形成了较为成熟的施工方法。

目前,本典型施工方法已经在全国送变电公司以及各基建行业广泛采用,效果良好。

## 2 本典型施工方法特点

(1) 灌注桩基础在使用功能上具有承载力大、稳定性好、沉降量小、节约材料、能适应多种地质情况等优势。

(2) 钻孔灌注桩具有适应性强、施工操作简单、设备投入不大等优点,但是由于钻孔灌注桩的施工大部分是在地面以下进行,其施工过程无法直接观察,给桩身质量检验带来不便。

(3) 可以穿越各种地质层,嵌入基岩,更可以扩大底部,更好的发挥桩端土的作用。

(4) 成品不需要搬运,桩身成型过程不必承受打击。

## 3 适用范围

(1) 本典型施工方法适用于输变电工程各电压等级的灌注桩基础施工。

(2) 送电线路单桩基础、群桩承台式基础。

(3) 要求承载力较高的建筑物、变电构支架基础。

(4) 冲刷的河床和不稳定的河道地区。

(5) 施工水位高或地下水位较浅的地势。

## 4 工艺原理

主要工艺原理:直接在设计桩位上成孔,利用比重较大的泥浆循环带出钻渣,采用循环泥浆的压力形成泥浆护壁,清孔后放入钢筋笼,再安装混凝土输送导管,连续浇筑混凝土,从而完成灌注桩的施工,如图1-4-1所示。



图1-4-1 灌注桩施工现场图



## 5 施工工艺流程及操作要点

### 5.1 施工工艺流程

本典型施工方法施工工艺流程如图 1-5-1 所示。

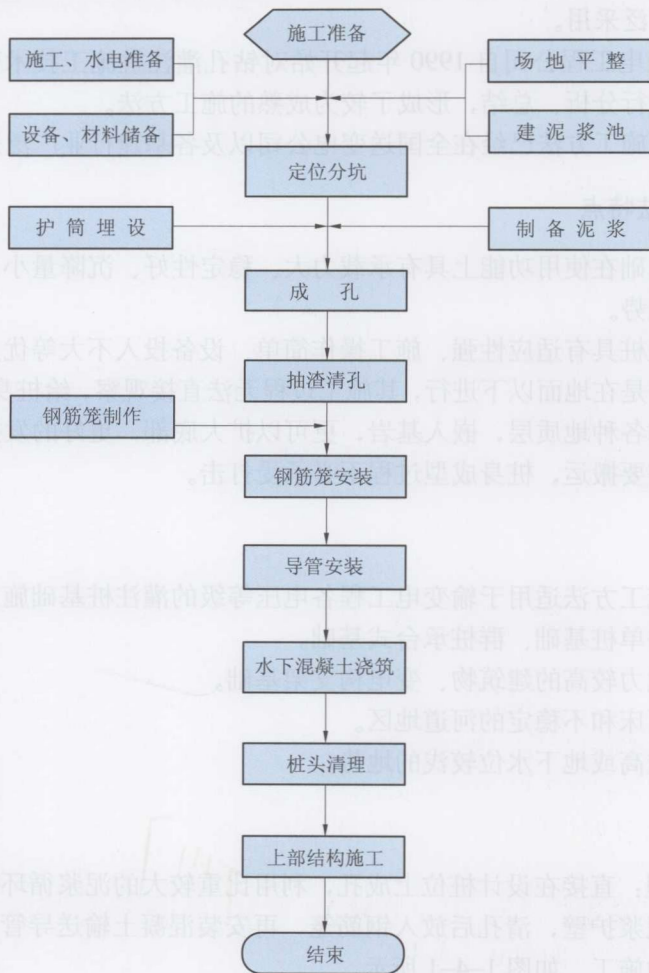


图 1-5-1 灌注桩施工工艺流程图

### 5.2 操作要点

#### 5.2.1 施工准备

(1) 首先进行场地平整，处理地上、地下障碍物，保证机械设备安全进场，合理布置施工用水、用电。

(2) 测量、检测仪器仪表及钢尺检测合格。

(3) 根据工程量组织施工材料和加工，严格检查水泥出厂合格证、复检报告和砂石复检报告，如发现实样与质保书不符，应立即取样进行复查，严禁使用不合格材料。

(4) 泥浆池的容量应满足成孔时泥浆循环的需要。

#### 5.2.2 定位分坑和确定成孔顺序

检查、校核桩位、档距、转角角度是否与断面图和图纸明细表相符，如塔位桩丢失应重

新测量补桩。

在确定桩的成孔顺序时应注意以下两个方面：

(1) 机械成孔灌注桩、干作业成孔灌注桩等，在成孔时对土的挤密作用很小，一般按现场条件和桩机行走最方便的原则确定成孔顺序。图 1-5-2 为常见的桩基行走路线。

(2) 冲孔灌注桩、振动灌注桩和爆扩成孔灌注桩等，在成孔时对土有挤密作用和振动影响，一般可结合现场施工条件，采用下列方法确定成孔顺序：

- 1) 不依次成孔，可间隔 1~2 个桩位进行成孔；
- 2) 在相邻桩体混凝土初凝前或终凝后再成孔；
- 3) 5 根单桩以上的群桩基础，位于中间位置的桩先成孔，周围的桩后成孔。

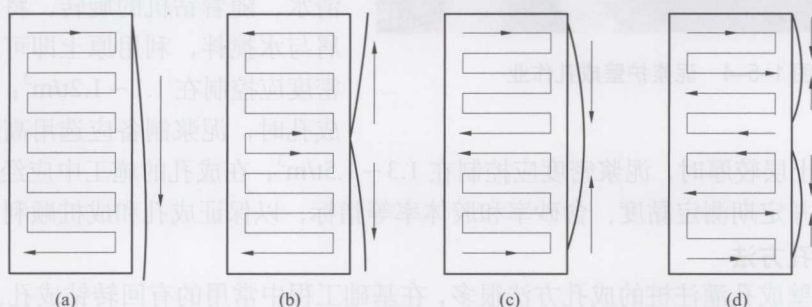


图 1-5-2 常见的桩基行走路线

(a) 单面单侧；(b) 单面内双侧；(c) 单面外双侧；(d) 双面外双侧

## 5.2.3 成孔

### 5.2.3.1 埋设护筒

埋设护筒的主要作用是固定桩位，防止地表水流入孔内，保护孔口和保持孔内水压力，防止出现塌孔、成孔时引导钻头的钻进方向等，如图 1-5-3 所示。

护筒的中心与桩位中心的偏差应控制在 50mm 以内，护筒与孔壁间的缝隙应用黏土填实。护筒一般用厚度为 4~8mm 的钢板制作而成，内径应比钻头直径大 10~20mm，埋入土中的深度不宜小于 1.0~1.5m，护筒顶面应高出地面 400~600mm。在护筒的顶部应开设 1~2 个溢浆孔。在成孔时，应保持泥浆液面高出地下水位 2m 以上。



图 1-5-3 埋设护筒

### 5.2.3.2 制备泥浆

泥浆是泥浆护壁成孔施工中不可缺少的材料，泥浆的质量往往影响桩孔的成败，其在成孔过程中起到护壁、携渣、冷却和润滑作用。泥浆护壁成孔作业如图 1-5-4 所示。

护壁所用泥浆的相对密度较大，孔内泥浆液面应高于地下水位；利用泥浆产生的静水压力作为对孔壁水平方向的液体支撑，稳固孔壁、防止塌孔；泥浆在孔壁上形成低透水性的泥皮，稳定护筒内的泥浆液面，保持孔内壁的静水压力，以达到护壁的目的。





图 1-5-4 泥浆护壁成孔作业

由于泥浆有较高的黏性和较大的密度，通过循环泥浆可将切削破碎的土渣及石块悬浮起来，随同泥浆排出孔外，起到携渣排土的作用。

在钻孔的施工过程中，钻具与土摩擦易发热而磨损，循环的泥浆对钻机起着冷却和润滑的作用，并可以减轻钻具的磨损。

制备泥浆的方法应根据成孔的土质而确定。在黏性土中成孔时，可在孔中注入清水，随着钻机的旋转，将切削下来的土屑与水搅拌，利用原土即可造浆，泥浆的密度应控制在  $1.1 \sim 1.2 \text{t/m}^3$ ；在其他土质中成孔时，泥浆制备应选用高塑性黏土或膨

润土。当砂土层较厚时，泥浆密度应控制在  $1.3 \sim 1.5 \text{t/m}^3$ ；在成孔的施工中应经常测定泥浆的相对密度，并定期测定黏度、含砂率和胶体率等指标，以保证成孔和成桩顺利。

### 5.2.3.3 成孔方法

泥浆护壁成孔灌注桩的成孔方法很多，在基础工程中常用的有回转钻成孔、潜水钻成孔、冲击钻成孔、套管成孔、人工掏挖成孔等。本典型施工方法以最为普遍的回转钻成孔、潜水钻成孔和冲击钻成孔为主进行典型成孔方法介绍。

(1) 回转钻成孔。回转钻成孔时采用常规的地质钻机，在泥浆护壁的施工条件下，由动力装置带动钻机回转装置，再经回转装置带动装有钻头的钻杆转动，慢速钻进切削、排渣成孔，这是最为常用和应用范围较广的成孔方法之一。

按泥浆循环方式的不同，可分为正循环回转钻机和反循环回转钻机钻孔，其示意图如图 1-5-5 所示。

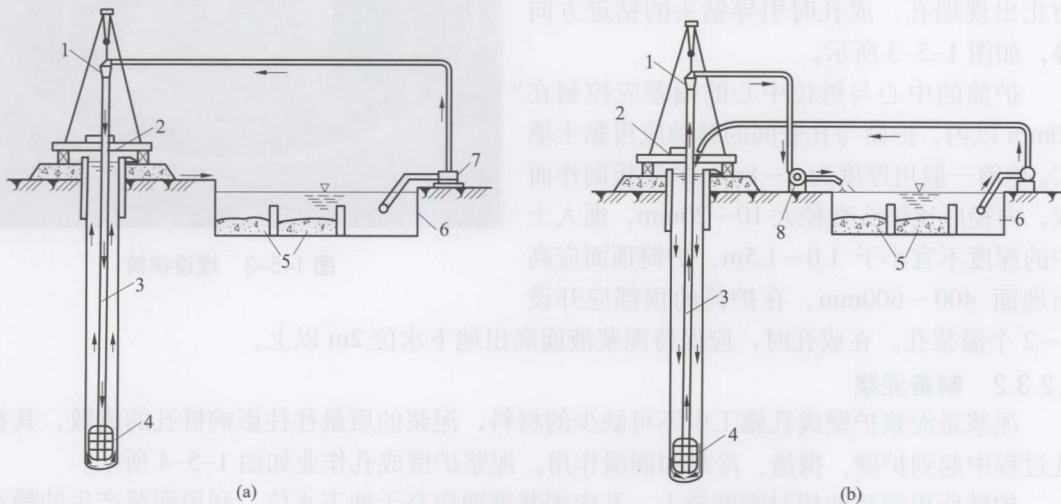


图 1-5-5 正、反循环回转钻机钻孔示意图

(a) 正循环回转钻机；(b) 反循环回转钻机

1—泥浆笼头；2—转盘；3—钻杆；4—钻头；5—钻渣；6—泥浆池；7—泥浆泵；8—吸泥泵



1) 正循环回转钻机的成孔工艺。钻机回转装置带动钻杆和钻头回转切削破碎岩土,从空心钻杆内部空腔注入的加压泥浆或高压水,由钻杆底部喷出,裹携着切削下来的土渣沿孔壁向上流动,由孔口溢浆孔排出后流入泥浆池,经沉淀后将泥浆再次返回孔内进行循环。

正循环钻孔泥浆上返速度较低,排渣能力比较差,适用填土、淤泥、黏土、粉土和砂土等地层成孔,成孔直径不宜大于1m,钻孔深度不宜超过40m。

2) 反循环回转钻机的成孔工艺。反循环回转钻机由钻机回转装置带动钻杆和钻头回转切削破碎岩土,孔内泥浆自孔口流入,利用泵吸等措施经由钻杆内腔抽吸出孔外至泥浆池。泵吸反循环利用砂石泵的抽吸作用使钻杆内的水流上升,钻杆内径相对较小,而上返流速较大,所以携带岩粉的能力强。

反循环回转钻孔适用于填土、淤泥、黏土、粉土、砂土、砂砾等地层成孔。当采用圆锥式钻头时,可以在软岩层中成孔;当采用牙轮式钻头时,可以在硬岩层中成孔。

(2) 潜水钻成孔。潜水钻成孔是利用潜水电钻机构中密封的电动机、变速机构、直接带动钻头在泥浆中旋转切土,同时用泥浆泵压送高压泥浆(或用水泵压送高压清水),使其从钻头底端射出,与切碎的土颗粒混合,以正循环方式不断地由孔底向孔口溢出,将孔内泥渣排出,或利用砂石泵或空气吸泥机用以循环方式排出泥渣,如此连续钻进、排泥渣,直至形成所需要深度的桩孔。潜水钻机及主机构造示意图如图1-5-6所示。

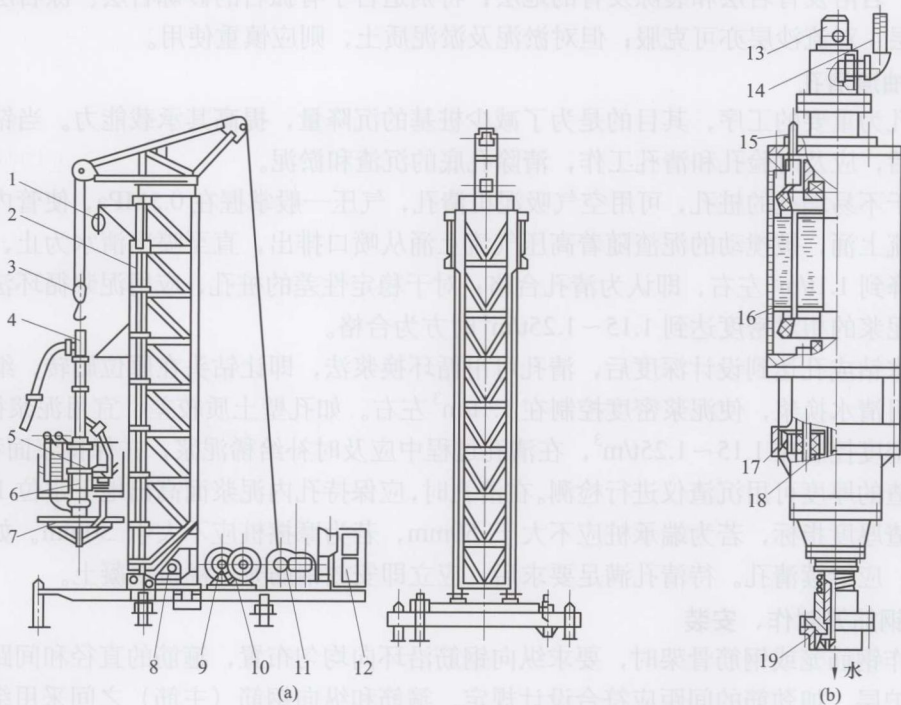


图 1-5-6 潜水钻机及主机构造示意图

(a) KQ20000 型潜水钻机整机外形; (b) 潜水钻主机构造示意图

- 1—滑轮; 2—钻孔台车; 3—滑轮; 4—钻杆; 5—潜水泵; 6—主机; 7—钻头; 8—副卷扬机;  
 9—电缆卷筒; 10—调度绞车; 11—主卷扬机; 12—配电箱; 13—提升盖; 14—进水管;  
 15—电缆; 16—潜水钻机; 17—行星减速箱; 18—中间进水管; 19—钻头接箍

潜水钻成孔直径一般为 500~1500mm, 孔深一般为 20~30m, 最深可达 50m。适用于地下水位较高的软硬土层, 如淤泥、淤泥质土、黏土、粉质黏土、砂土、砂夹卵石及风化页岩中成孔。潜水钻在成孔前, 孔口也要埋设钢板护筒。

潜水钻成孔具有设备定型、体积较小、重量较轻、移动灵活、维修方便、无振动、无噪声、钻孔深、成孔精度高、劳动强度低、成孔速度快等特点。

(3) 冲击钻成孔。冲击钻成孔施工, 利用桩机动力装置将具有一定重量的冲击钻头, 在一定的高度内使钻头提升, 然后使钻头自由降落, 利用冲击动能冲挤土层或破碎岩层形成桩孔, 再用掏渣筒或其他方法将钻渣岩屑排出, 每次冲击之后, 冲击钻头在钢丝绳转向装置带动下转动一定的角度, 从而使桩孔得到规则的圆形断面。

冲击土层时的冲挤作用形成的孔壁较坚固; 在含有较大卵石层、漂石层的地质状况下成孔效率较高; 设备简单, 操作方便, 钻进参数容易掌握; 设备移动方便, 机械故障少; 泥浆不是循环的, 故泥浆用量小, 消耗小; 只有在提升钻具时才需要动力, 能耗小; 在流沙层中亦能钻进。但是成孔过程中大部分时间消耗在提放钻头和掏渣土上, 故钻进效率低; 容易出现桩孔不圆的情况; 容易出现斜孔、卡钻和掉钻等事故; 由于冲击能量的限制, 孔深和孔径均比回转钻和潜水钻成孔施工法的小, 并且岩屑多次重复破碎导致施工效率低。

冲击钻成孔适用于填土层、黏土层、粉土层、淤泥层、砂土层和碎石土层; 也适用于砾卵石层、岩溶发育岩层和裂隙发育的地层; 特别适合于有孤石的砂砾石层、漂石层、坚硬土层、岩层; 对流沙层亦可克服; 但对淤泥及淤泥质土, 则应慎重使用。

#### 5.2.4 抽渣清孔

清孔为重要的工序, 其目的是为了减少桩基的沉降量, 提高其承载能力。当钻孔达到设计深度后, 应及时验孔和清孔工作, 清除孔底的沉渣和淤泥。

对于不易塌孔的桩孔, 可用空气吸泥机清孔, 气压一般掌握在 0.5MPa, 使管内形成强大高压气流上涌, 被搅动的泥渣随着高压气流上涌从喷口排出, 直至喷出清水为止, 待泥浆相对密度降到  $1.1t/m^3$  左右, 即认为清孔合格; 对于稳定性差的桩孔, 应用泥浆循环法或抽渣筒排渣, 泥浆的相对密度达到  $1.15 \sim 1.25t/m^3$  时方为合格。

潜水钻成孔达到设计深度后, 清孔可用循环换浆法, 即让钻头在原位旋转, 继续向孔内注水, 用清水换浆, 使泥浆密度控制在  $1.1t/m^3$  左右。如孔壁土质较差, 宜用泥浆循环清孔, 使泥浆密度控制在  $1.15 \sim 1.25t/m^3$ , 在清孔过程中应及时补给稀泥浆, 并保持浆面稳定。

沉渣的厚度可用沉渣仪进行检测。在清孔时, 应保持孔内泥浆面高出地下水位 1.0m 以上。孔底沉渣厚度指标, 若为端承桩应不大于 50mm, 若为摩擦桩应不大于 30mm。如果不能满足要求, 应继续清孔。待清孔满足要求后, 应立即安放钢筋笼, 浇筑混凝土。

#### 5.2.5 钢筋笼制作、安装

制作钢筋笼或钢筋骨架时, 要求纵向钢筋沿环向均匀布置, 箍筋的直径和间距、纵向钢筋的保护层、加劲筋的间距应符合设计规定。箍筋和纵向钢筋(主筋)之间采用绑扎时, 应在其两端和中部采用焊接, 以增加钢筋骨架的牢固程度, 便于吊装入孔。成品钢筋笼如图 1-5-7 所示。

钢筋笼的直径大小除满足设计要求外, 还应符合以下规定:

(1) 采用导管法灌注水下混凝土的灌注桩, 钢筋笼的直径应比导管连接处的外径大 100mm 以上。



(2) 在钢筋笼的制作、运输和安装的过程中, 应采取措施防止产生过大变形, 并设置保护层垫块。

(3) 钢筋笼吊放入孔时, 应对准孔的中心, 不得碰撞孔壁; 浇筑混凝土时, 应采取措施固定钢筋笼的位置, 防止产生上浮和位移。



图 1-5-7 成品钢筋笼

### 5.2.6 导管安装

导管直径宜为 200~250mm, 导管分节长度视工艺要求而确定。在下导管前, 应在地面试组装和试压, 试压的水压力一般为 0.6~1.0MPa, 底管长度不宜小于 4m, 各节导管用法兰进行连接, 要求接头处不漏浆、不进水。将整个导管安置在起重设备上, 可以根据需要进行升降, 在导管顶部设有漏斗。将安装好的导管吊入桩孔内, 使导管顶部高于泥浆面 3~4m, 导管的底部距桩孔底部 300~500mm。

### 5.2.7 水下浇筑混凝土

#### 5.2.7.1 原理

泥浆护壁成孔灌注桩混凝土的浇筑, 是在孔内泥浆中进行的, 所以称为水下混凝土浇筑。浇筑水下混凝土不能直接将混凝土倾倒入水中, 必须在与周围环境隔离的条件下进行。水下混凝土浇筑的方法, 最常用的是导管法。导管法是将密闭连接的钢管作为混凝土水下浇筑的通道, 混凝土沿竖向导管下落至孔底, 使混凝土不与泥浆接触, 导管底部以适当的深度埋在混凝土内。水下浇筑混凝土示意图如图 1-5-8 所示。

#### 5.2.7.2 配制混凝土

灌注桩的混凝土配制, 选用合适的石子粒径和混凝土坍落度很关键。石子的粒径要求: 卵石不宜

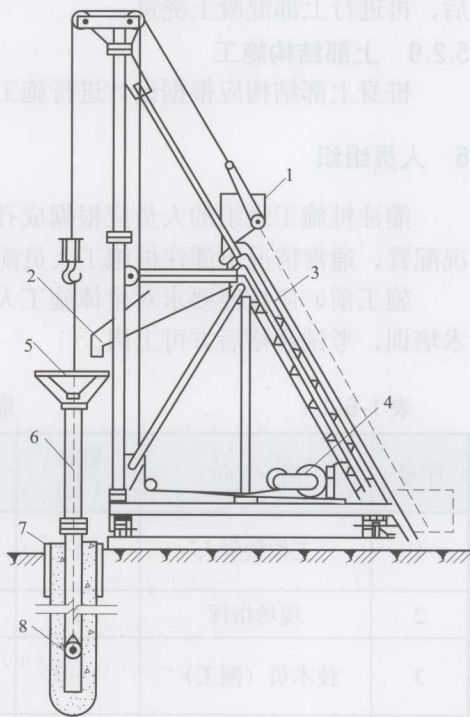


图 1-5-8 水下浇筑混凝土示意图

1—上料斗; 2—储料斗; 3—滑道; 4—卷扬机;  
5—漏斗; 6—导管; 7—护筒; 8—隔水栓