

## 《现代工程机械系列丛书》编委会名单

名誉主任 孙国正(博导)

主 任 陈润余

副 主 任 韩理安 黄家德 杜 颖

委 员 :(以姓氏笔划为序)

邓爱民 尹继瑶 卢毅非 刘永芬 刘家东 刘良臣

许亚楠 孙孝安 张征宇 张连庆 何晨冠 易小刚

陈志霏 罗选民 罗 绘 曹惠民

主 编 邓爱民 田 流 周萼秋

分册主编：

现代铲土运输机械 卢和铭 刘良臣

现代挖掘机械 黄东胜 邱 斌

现代压实机械 周萼秋 易小刚 汤汉辉

现代高等级路面机械 田 流 邓爱民 曹惠民

现代高等级公路养护机械 田 流 邓爱民 曾格吾

现代起重机械 张 劲 卢毅非

现代桩工机械 邓明权 陶格兰

现代桥隧机械 段书国 杨路帆

现代非开挖工程机械 邓爱民 肖姣美 田 流

现代工程机械液压与液力实用技术 杨国平 刘 忠

# 序 员

长沙理工大学有关学科的骨干教师和行业资深工程技术人员共同编辑了一套现代工程机械系列丛书,其中包括《现代铲土运输机械》、《现代挖掘机械》、《现代压实机械》、《现代高等级路面机械》、《现代高等级公路养护机械》、《现代起重机械》、《现代桩工机械》、《现代桥隧机械》、《现代非开挖工程机械》、《现代工程机械液压与液力实用技术》等 10 部专业著作,由人民交通出版社正式出版。这是我国工程机械行业的一件大喜事!

自从改革开放以来,在社会主义市场经济体制激励下,我国工程机械行业获得了突飞猛进的发展,取得了前所未有的成绩。现已发展成为我国机械工业十大行业之一,并迈入世界工程机械生产大国之列。

工程机械所以能够如此快速发展,首要原因是它们的用途广泛,市场遍布于国民经济各部门,并能够保证各种工程建设实现高速度、高质量和低成本,极大地提高用户的经济效益。根据工程机械行业 30 多年来的发展经验可知,工程机械在国内的重点市场基本分布于以下六大领域:一是交通运输领域,包括公路、铁路以及各种车站的建设;沿海、内河码头建设和起重运输作业;飞机场建设;管道工程建设。二是能源工业领域,包括火力、风力、水力和核能电站建设;露天、井下煤矿开发和报废矿区的复垦改造;石油矿的开发、生产和复垦。三是原材料工业领域,包括黑色金属、有色金属、化工原料和建筑材料等系统的各种露天、井下矿山的开发、生产和复垦工程。四是农林水利领域,包括农村经济(农业、农村工业、农村商业、农村交通运输业、农村通信业、农村水利事业等)建设;林业生产,如植树造林、合理采伐、林区筑路、储木场和木材加工厂建设等;水利建设,包括大江大河干流治理,如堤防加固、控制性水利枢纽建设、蓄滞洪区安全设施建设、城市防洪设施建设等以及三峡、南水北调等大型水资源开发利用工程。五是城乡建设领域,包括现有城市扩建和改造、新城市尤其是众多的小城镇建设、广大新农村建设等。六是现代化国防工程建设领域,包括平时时期的国防工程建设和战争条件下的保障工程建设等。

在《中华人民共和国国民经济和社会发展第十个五年计划纲要》中明确提出的加强基础设施建设、实施西部大开发、稳步推进城镇化和实施可持续发展等四大经济发展战略,为工程机械行业提供了商机。也就是说,工程机械六大领域的重点市场,均包含在上述四大经济发展战略所规定的各种建设资金的投入范围之内。因此,我们说工程机械市场不仅广阔,而且持续的时间很长久。

长沙理工大学就是在这样的社会经济背景之下,编辑出版了这套现代工程机械系列丛书。作者选取了市场覆盖面较大的产品进行重点论述,对其结构、工作原理、操纵要点、使用规程、故障诊断、维护保养等各方面的应用技术进行了深入浅出的讲解。书中图文并茂,理论联系实际,内容新颖并具有明显的时代感。丛书的各个分册,在内容上既互相联系,又可独立应用,确实是一套实用性很强的工程机械专业书。

该丛书的读者对象,主要面向在交通、铁道、水利、电力、城建、机场、港口和国防工程等系

统从事基础设施建设的工程技术人员,经过适当取舍还可作为相关专业的教材,也可作为工程机械生产企业工程技术人员从事设计和制造加工的参考书。

谨以上述寥寥数语,作为我向长沙理工大学编辑出版该丛书的祝贺和向广大读者的推荐介绍。

杨红旗

2009年 6月于北京

# 序 圆

工程机械是城市建设、交通通信设施建设、农田水利、能源开发和国防建设与维护中不可缺少的施工机具。随着我国东部基础设施的逐步形成和完善,许多基础设施,如道路已进入维护阶段,以及我国西部大开发战略举措的实施,西气东输、西电东送、南水北调、三峡工程、青藏铁路等重大项目的建设,我国对施工机械与维修养护工程机械的需求不断上升。

随着我国对外开放的不断深入与发展,国外工程机械先进产品不断进入我国的施工用户,一方面对施工质量与施工进度的保障起到了良好的作用,另一方面也为国内工程机械厂家带来竞争压力与先进技术,促使国内工程机械与国外工程机械差距不断缩小甚至趋于接近,同时也为国内工程机械厂家带来了良好的效益与市场形象。

该套丛书以目前大量使用的国产机型以及大型基础工程中应用面广的进口机型为主,系统全面讲述各类工程机械的结构与工程原理、性能参数与使用技术,充分反映当前工程机械机电液一体化技术与操作使用的便利性和可维修性。

该丛书包括以下 册:

《现代铲土运输机械》

《现代挖掘机械》

《现代压实机械》

《现代高等级路面机械》

《现代高等级公路养护机械》

《现代起重机械》

《现代桩工机械》

《现代桥隧机械》

《现代非开挖工程机械》

《现代工程机械液压与液力实用技术》

由于各册系分工编写,在内容选择、结构层次、名词术语等方面,难免有不一致的地方;同时,由于时间仓促,以及作者的水平有限,不成熟之处和错误在所难免,我们衷心希望读者指正,并能将意见反馈给我们。

特别鸣谢以下赞助支持单位(排名不分先后):

长沙理工大学

长沙建设机械研究院

人民交通出版社

中国道路运输协会筑养路机械分会

武汉理工大学

长沙中联重工科技发展股份有限公司

陕西建设机械集团股份有限公司

一重工股份有限公司

湖南浦沅工程机械有限责任公司  
莱玛—威猛(中国)有限公司  
四川建设机械(集团)股份有限公司  
顺永茂工程机械有限公司

该套丛书内容新,涉及知识面宽,适用性强,对工程机械用户及其厂家具有一定的指导和参考价值,同时,也可用作高等院校相关专业的教材或教学参考书,还可作为工程机械从业人员的培训教材。

这套丛书的编著过程中参考引用了大量中外文献,在此我们谨向有关部门专家学者表示诚挚的谢意,特别是参考文献中疏于列出的文献,我们表示万分歉意和感谢。

《现代工程机械系列丛书》编委会

2006年 12月

# 前 言

基础的重要性对建筑物来说是不言而喻的。桩工机械作为基础的施工设备,肩负着重要的任务。由于建筑物的地质条件多种多样,桩工机械具有品种多、型号多的特点。我国的桩工机械自改革开放以来,随着经济建设的蓬勃发展,得到了长足的发展。但是和国外发达国家相比,我国的桩工机械还是比较落后的。许多桩工机械噪声、振动、泥浆、油烟等公害污染仍较严重,性能参数相对落后,操作控制劳动强度也大。因此,对于我国桩工机械的设计、制造者来说,如何尽快地提高我国桩工机械的整体水平仍是一个艰巨的任务。本书主要对国内目前常用桩工机械的结构、工作原理做一系统介绍(钻孔机部分在《现代桥隧机械》分册中介绍),希望能对相关人士有所裨益。

本书最后附录了部分国内外桩工机械产品的性能参数。因资料搜集难以详尽,可能会有一些产品未被列入,有一些产品的性能参数厂家也可能会有更改,因此所列性能参数仅供参考。

由于编写时间仓促,不足之处在所难免,欢迎读者给予批评、指正。

# 目 录

第一章 桩工机械概述.....	员
第二章 振动桩锤.....	源
第一节 概述.....	源
第二节 振动桩锤的工作原理.....	源
第三节 振动桩锤的构造.....	远
第四节 振动桩锤的各部结构形式.....	愿
第五节 振动沉桩理论.....	员
第六节 振动桩锤的性能参数及设计计算.....	员
第七节 振动桩锤的发展及专利技术介绍.....	愿
第八节 振动桩锤的使用与维修.....	源
第三章 柴油桩锤.....	源
第一节 概述.....	源
第二节 柴油桩锤的构造和工作原理.....	源
第三节 柴油桩锤的设计计算.....	源
第四节 柴油桩锤的发展及专利技术介绍.....	源
第五节 柴油桩锤的使用和维护.....	源
第四章 液压桩锤.....	愿
第一节 概述.....	愿
第二节 液压桩锤的构造和工作原理.....	愿
第三节 液压桩锤专利技术介绍.....	愿
第四节 液压桩锤的使用.....	愿
第五章 静压桩机.....	愿
第一节 静压桩机的工作原理.....	愿
第二节 静压桩机的构造.....	愿
第三节 静压桩机的设计计算.....	愿
第四节 静压桩机的发展及专利技术介绍.....	愿
第五节 静压桩机的使用.....	愿
第六章 地下连续墙施工机械.....	员
第一节 地下连续墙抓斗.....	员
第二节 地下连续墙钻机.....	员
第三节 地下连续墙钻机的使用.....	员
第四节 地下水泥土连续墙钻机.....	员
第五节 地下水泥土连续墙钻机的使用.....	员

第六节 地下连续墙施工机械专利技术介绍 .....	员远
第七章 桩架 .....	员员
第一节 滚管式桩架 .....	员员
第二节 轨道式桩架 .....	员员
第三节 步履式桩架 .....	员远
第四节 履带式桩架 .....	员愿
第五节 桩架的稳定性 .....	员圆
第六节 桩架专利技术介绍 .....	员员
附录 .....	员源
附录 员国内部分桩工机械产品性能参数 .....	员源
附录 圆国外部分桩工机械产品性能参数 .....	员远
主要参考文献 .....	员愿

# 第一章 桩工机械概述

桩工机械顾名思义就是进行桩基础施工的机械。桩基础由于其种类多、结构尺寸、入土深度各不相同,加上施工地质条件的差异,因而对施工方法、施工机械均有各种不同的要求。所以,桩工机械和别的施工机械不一样,它的品种类型繁多,而且与施工方法紧密相关。

从桩工机械的机械结构来看,一般将桩工机械分为桩架和工作部件两大部分。桩架大都可以通用,桩架上为工作部件导向的导轨尺寸是标准的,各种工作部件都可以适用。因此,一种桩架往往可以悬挂不同的工作部件进行不同的作业。工作部件包括各种桩锤、钻具等。桩架和工作部件结合在一起习惯上称作桩机,例如振动沉拔桩机即是用振动桩锤和桩架相组合用于灌注桩施工的一种桩机。

桩基础按桩的制作方法可分为两大类:预制桩和灌注桩。预制桩是在施工前预先制好的桩,如钢筋混凝土预制桩、钢桩(钢管桩、钢板桩)、木桩等,而灌注桩则是施工时在现场浇灌而成的混凝土桩。

预制桩质量可靠,施工速度快,施工场地清洁,但其价格较高,运输困难,如果桩基础设计有误差常造成桩头露出地面过多,处理则比较困难。

灌注桩成本低,所需材料(砂、石、水泥)的运输也比较方便,桩的标高易于控制,没有预制桩需接桩或截桩的麻烦,但灌注桩质量不如预制桩可靠。预制桩和灌注桩各有优缺点,都在建筑工程中广泛应用。而桩工机械因此也可以分为预制桩施工机械和灌注桩施工机械两大类。

## 一、预制桩施工机械

预制桩的施工,一般采用打入法、振动法、压入法三种方法。打入法是利用桩锤冲击桩头,使桩在桩锤的冲击力作用下打入土中。振动法是使桩产生一定频率的振动,从而大大减少桩和土壤的摩擦阻力,在重力的作用下使桩进入土中。压入法是在桩的顶部施加大的静压力,克服土壤阻力后把桩压入土中。

打入法和振动法施工时会产生噪声、振动等环境公害,在城市居民密集区的使用受到了限制。压入法虽然设备笨重,但由于没有公害,近年来发展很快。为了减少公害,也有人采用先钻孔然后将预制桩插入的施工方法。

### 1. 打入法所使用的桩工机械

(1) 落锤——这是历史最久远的一种桩工机械,其工作原理是利用卷扬机提升一个重锤至一定高度,然后脱开,让重锤自由下落打击桩头。落锤的优点是构造简单、使用方便,不足之处是生产效率低、贯入能力差、对桩头的损坏大。

(2) 蒸汽桩锤——这是以蒸汽为动力的桩工机械。其工作原理是利用蒸汽的压力使锤头提升,然后冲击桩头。由于须使用老式的蒸汽机与之配合,现已基本被淘汰。

(3) 柴油桩锤——是以柴油为动力的桩工机械。其工作原理是以柴油爆发力推动锤头升高然后下落打击桩头。其打桩效率较高,使用也方便,但噪声和废气污染较严重,国内外许多大城市已禁止使用。

(源液压桩锤——是以液压为动力的桩工机械。其工作原理是以液压油缸提升锤头至一定高度后将压力油迅速排回油箱使锤头落下冲击桩头。由于其提升高度可调,打击能量可以视施工要求而定。液压桩锤噪声小,公害少,因而在国外得到了广泛应用。

#### 圆振动法使用的桩工机械

振动法使用的桩工机械就是振动桩锤。振动桩锤是以电或液压为动力使桩产生振动而沉入土中。对预制桩施工时,振动桩锤需要用专门的夹头,将其与桩固定在一起,把振动传给桩,因而传递振动的夹头易造成混凝土预制桩的损坏。因此,用振动法施工混凝土预制桩受到一定的限制。

#### 圆静压入法使用的桩工机械

压入法施工使用的机械是静压桩机。用静力将桩压入土中,所需的静力是很大的,因此静压桩机往往十分笨重,但因为静压桩机没有噪声和废气污染,所以近年来在国内基础施工中得到了广泛的应用。

## 二、灌注桩施工机械

灌注桩的施工先要在土层中形成桩孔,然后在孔中灌注混凝土。形成桩孔的方法有挤土成孔和取土成孔两种。

#### 圆挤土成孔法

挤土成孔法是先将带有活门或活动桩尖的钢管打入土中,至预定深度后,在钢管中灌注混凝土,然后拔出钢管,这时在土中便形成了一根与钢管直径相同的混凝土桩。这种施工方法所应用的桩工机械,目前国内主要有三类:

(圆振动沉拔桩机——利用振动桩锤将钢管沉入土中,至预定深度灌注混凝土以后,再振动拔出钢管,这样钢管容易拔出,混凝土也得到振动密实。

(圆静压振拔桩机——利用静压将钢管压入土层中,灌注混凝土以后,用振动桩锤将钢管拔出。这种施工方法减少了振动对环境的影响,而保留了振动拔管的优点,缺点是桩机更加笨重和复杂。

(圆落锤击灌注桩机——利用落锤将钢管打入土中,至预定深度灌注混凝土以后,利用卷扬机通过钢绳静拔桩管,同时用落锤轻击桩管,以减轻拔管阻力和帮助混凝土振实。这种施工方法设备较简单,但效率低,噪声大,灌注桩易断桩。

#### 圆取土成孔法

取土成孔法的施工机械是各种钻孔机,主要有如下几种:

(圆螺旋钻孔机——利用螺旋钻入土中,一边钻进,一边排出土屑,成孔效率高,但钻孔深度一般在 10m 以内。螺旋钻孔机又分为长螺旋和短螺旋两种。长螺旋钻孔机,靠螺旋连续排土,短螺旋钻机则要间断地提出钻头来排土。

(圆回转斗钻孔机——利用回转斗钻进,回转斗上装有斗齿和活门,钻进过程中斗齿切开土层,使土通过活门进入斗内,当斗内装满泥土时,提起回转斗将土卸掉,然后再进入孔内重复钻进过程。这种钻机成孔效率高,钻孔深度可达 20m 或更深,其工作时一般需要用水或泥浆护壁,但在我国西北黄土高原地区由于土质较好,则完全不用护壁。

(圆全套管钻孔机(又称贝诺特钻机)——它利用套管护壁,冲抓斗取土,一边钻进,一边扭转压入套管,至预定深度灌注混凝土以后,再将套管扭转拔出。这种钻机施工效率高,可适合多种土质条件,钻深也不受限制,但其结构复杂、价格昂贵。

(源泥浆循环钻孔机——钻进过程中加入泥浆,钻头切削下来的泥土都进入泥浆之中,然后利用正循环或反循环的办法使泥浆循环,而将切下的泥土带入泥浆池沉淀排出。这种钻机能适应多种土质条件,钻深可达百米以上,但泥浆的处理很麻烦,会造成环境污染。

(缘地下连续墙施工机械——属于取土成孔现场灌注的桩工机械,但它形成的不是单根桩而是一堵墙。取土的方式有两种:一种是用抓斗取土,泥浆护壁;一种是用钻机钻土泥浆循环排土,其原理和泥浆循环钻孔机相同。

常用桩工机械分类(图 1-10)。

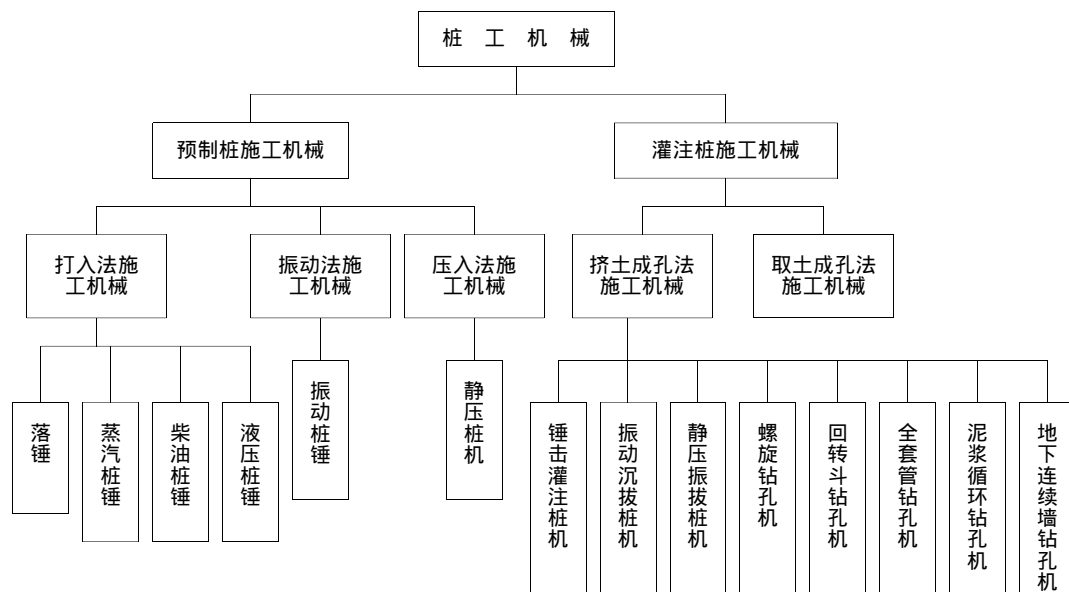


图 1-10 桩工机械分类

上述桩工机械中,由于落锤与蒸汽锤已很少应用,本书不再编入。对于取土成孔施工机械,除地下连续墙施工机械外的各种钻孔机在本系列丛书《现代桥隧机械》分册中将有详细介绍,本分册中不再赘述。

上述挤土成孔法施工机械中的三种桩机系不同工作部件与桩架的组合,本书中不作专门介绍。各工作部件和桩架均分别有详述。

## 第二章 振动桩锤

### 第一节 概 述

振动桩锤是前苏联巴尔坎教授(Д.И. Баркан)在 1935 年发明的,最初用于打木桩和钢板桩。1951 年前苏联 Б.И. 塔尼可夫设计出 1 吨原型振动桩锤,用于下沉钢筋混凝土桩。1952 年我国沈阳桥梁厂仿制了 1 吨原型振动桩锤,1953 年在修建武汉长江大桥试验墩时试用,效果良好。其后武汉大桥工程局在前苏联专家指导下先后制造了 1 吨、1.5 吨、2 吨等型号的振动桩锤,用于武汉长江大桥建设中,下沉大型钢筋混凝土管桩,并取得成功,在当时是世界上首次用振动桩锤进行桥梁施工,因此影响很大。1956 年我国开始将振动桩锤用于工业及民用建筑的基础施工。振动灌注桩是振动桩锤在现浇混凝土工程中成功的应用。它具有效率高、成本低、适应范围广的优点,在我国逐步得到推广。我国还创造了振动桩锤加压的方法,大大提高了振动桩锤的贯入能力。振动桩锤在我国真正得到了迅速发展是在改革开放以后,20 世纪 80 年代由于国民经济的持续增长,各项建设工程的投资规模不断扩大,对振动桩机的需求量大大增加,仅浙江省瑞安市一地就涌现出几十家振动桩机制造厂。从此,振动桩锤的发展进入了黄金时代,先后开发了中孔振动桩锤、可调偏心力矩振动桩锤、遥控振动打桩机等多种新产品。现在,我国生产的振动桩锤最大功率已达 2000 千瓦,桩锤质量达到 100 吨,我国目前已成为世界上生产和使用振动桩锤最多的国家。

### 第二节 振动桩锤的工作原理

振动桩锤工作时两轴(或双数多轴)上对称装置的偏心块在同步齿轮的带动下相对反向旋转,每成对的两轴上偏心块产生的离心力相合成:水平方向的离心力相互抵消,垂直方向的离心力相叠加,成为一个按正弦曲线变化的激振力,如图 2-1 所示。

当振动桩锤和桩连接在一起进行沉桩时,激振力使桩产生和激振频率一致的振动,桩振动时桩侧面土壤的摩擦阻力迅速降低,在振动桩锤和桩的重力大于土壤对桩端部的阻力的情况下,桩便振动下沉。这里应当指出,桩是在重力的作用下下沉的,振动只是降低桩和土壤的侧面摩擦阻力。

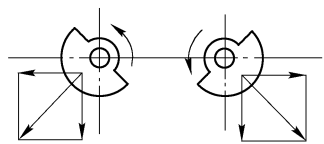


图 2-1 激振力的合成

如果把振动桩锤和桩水平放置[如图 2-2 所示],忽略摩擦阻力,启动振动桩锤带动桩振动,这时桩在水平方向左右振动的振幅是一样的,停止振动后振动桩锤和桩会停在最初开始振动的位置。而在振动桩锤和桩处于垂直位置时[如图 2-3 所示],作用于桩上的正弦变化的激振力,向下作用时和重力相加,向上作用时与重力相减,这样振动桩锤和桩的振幅实际上向下要大一些,向上要小一些。当进入土壤沉桩时,在振动桩锤和桩的重力大于土壤对桩端部阻力的情况下,每一个振动周期中桩向下的振幅都会大于向上的

源

振幅,桩也就不断地下沉。当桩下沉到某一坚硬土层时,如果振动桩锤和桩的重力等于或小于土壤的端部阻力,这时桩向下的振幅不再大于向上的振幅,桩也就停止下沉了。在桩下沉的过程中,是重力作的功。电机驱动振动桩锤所作的功,只是用于克服阻尼力,维持桩的振动,通过振动使土壤对桩的侧面摩擦阻力大大降低。明白了以上道理,下面分析一下使桩顺利地打入预定深度的三个条件。

第一、振动桩锤的激振力  $F$  必须大于桩和土壤的侧面摩擦阻力  $f$ ,即  $F > f$

第二、振动桩锤和桩的重力  $G$  必须大于土壤对桩端部的阻力  $R$ ,即  $G > R$

第三、振动桩锤和桩的振幅  $A$  必须大于土壤的临界振幅  $A_c$ ,即  $A > A_c$

满足这三个条件对于打桩来说是缺一不可的。

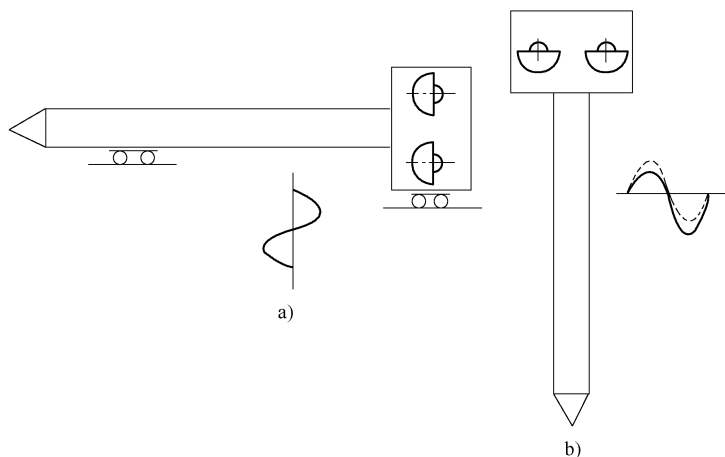


图 10-1 振动桩锤的工作原理

a) 水平放置 b) 垂直放置

第一个条件是保证桩能够产生振动的条件,如果振动桩锤的激振力  $F$  小于桩和土壤的侧面摩擦阻力  $f$ ,桩将无法产生振动。1982年在云南昆明一个工地用振动桩锤施工时,曾发生过一件有趣的事:当用 100kN 型振动桩锤打桩到 10m 深度时,由于机械故障不得不停机,第二天排除故障后,再起动振动桩锤,奇怪的现象发生了,振动桩锤的电机轻松地起动起来,而振动桩锤和桩都不产生振动,电机的电流值仅与空载电流值相近。经过仔细分析,发现产生这种现象的原因是由于当地的土质是一种黏性较强的土壤,桩在土壤中一天以后土壤的恢复力将桩紧紧抱住,桩的侧面摩擦阻力大大增加,超过了振动桩锤的激振力,因而振动无法产生。所以要正常进行打桩作业,振动桩锤的激振力必须大于桩和土壤的侧面摩擦阻力。

第二个条件,振动桩锤和桩的重力必须大于土壤对桩端的阻力,这是桩能够下沉的必要条件之一。在用振动桩锤施工的过程中,常常会碰到这样的情况:当桩下沉到某一深度时,虽然振动照常,但桩无法再下沉。这就是由于坚硬的土层对桩端的阻力超过了振动桩锤和桩的质量产生的重力。此时如果给振动桩锤增加配重,或者通过弹簧增加向下的压力,即通常所称的加压的办法,都可以使桩再下沉,直至再次小于或等于土壤对桩端的阻力,桩才会又停止下沉。

这说明如果要使桩下沉到预定深度,必须使振动桩锤和桩有足够的重量。我国独创的给振动桩锤加压的方法是一种变相的给振动桩锤加重的方法。它通过弹簧把机架的一部分质量加到振动桩锤上,能够大大地提高桩贯入坚硬地层的能力。

第三个条件,振动桩锤和桩的振幅必须大于土壤的临界振幅,这也是桩能够下沉的必要条

件之一。桩要在土壤中振动下沉,其振幅必须要大于使土壤产生破坏的一个临界振幅值。如果小于土壤的临界振幅,桩和土壤的振动在土壤的弹性变形范围之内进行,土壤不会产生破坏,桩也就无法下沉。

实际运用中,桩的振幅略大于土壤的临界振幅便可以满足桩下沉的需要,没有必要使用过大的振幅。桩的振幅过大会使振动桩锤消耗的功率成平方比例地增加。

### 第三节 振动桩锤的构造

#### 一、普通的振动桩锤

振动桩锤的构造如图 9-1 所示:电机 1 缘通过皮带 2 带动大皮带轮 3 旋转,然后通过偏心轴上的同步齿轮 4 带动另一条偏心轴 5 反向旋转,偏心块 6 是由偏心块盖(图中未画出)压紧在偏心轴上的,偏心轴通过键 7 带动偏心块旋转,偏心轴支承于轴承 8 之上。

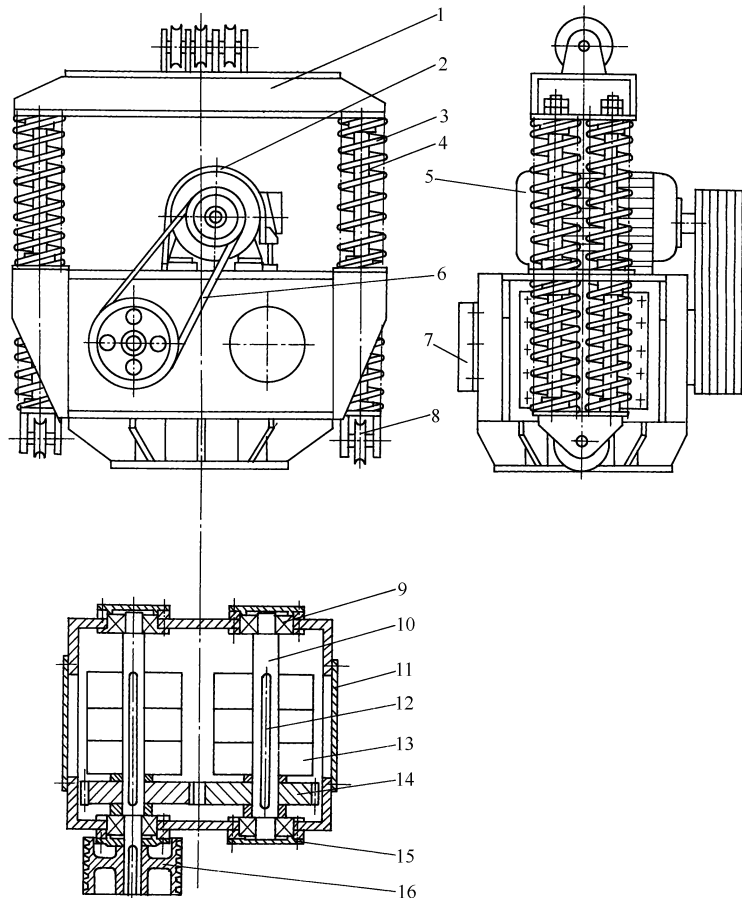


图 9-1 振动桩锤

1 电机压罩; 2 弹簧; 3 弹簧轴; 4 电机; 5 三角皮带; 6 导向滑块; 7 加压滑轮; 8 轴承; 9 偏心轴; 10 箱盖; 11 键; 12 偏心块; 13 同步齿轮; 14 轴承盖; 15 大皮带轮

轴承的润滑一般采用激溅润滑,靠齿轮或偏心块将机油溅起以润滑轴承。悬挂架 9 用于悬挂振动桩锤,悬挂架是通过弹簧支承在桩锤上的,悬挂架下面的加压滑轮通过弹簧轴和悬挂远

架连接 和桩锤之间也有弹簧隔开。这样当悬挂架上的质量和弹簧的参数选择适当时 ,振动桩锤的振动就被弹簧隔开 ,只对悬挂架有轻微影响 ,在加压和拔桩的过程中传到桩架上的振动就很小。电机压罩 是用来压紧电机的 ,以避免在长期振动作用下电机的固定脚断裂。导向滑块 用来和桩架的导轨配合 ,为桩锤导向。

## 二、中孔振动桩锤

世纪 年代 ,我国根据实际施工的需要 ,开发出了中孔振动桩锤。中孔振动桩锤在原有振动桩锤的中间位置设计了一个由上向下的通孔 ,这样振动桩锤在进行灌注桩施工时可以从中孔直接插入钢筋笼 ,大大方便了施工。由于施工效率高 ,这种桩锤在我国迅速得到了普及。

图 是中孔振动桩锤的结构示意图 :中孔管 位于桩锤的中间 ,两条偏心轴位于中孔管的两侧 ,同步齿轮 之间增加了一对过渡齿轮 远过渡齿轮轴 缘是固定的 ,过渡齿轮 远中装有轴承 苑 中孔振动桩锤尺寸比较大 ,一般采用双电机同时驱动两条偏心轴 ,因此 ,每条偏心轴上都装有皮带轮。中孔振动桩锤的其他部分和普通的振动桩锤基本相同。

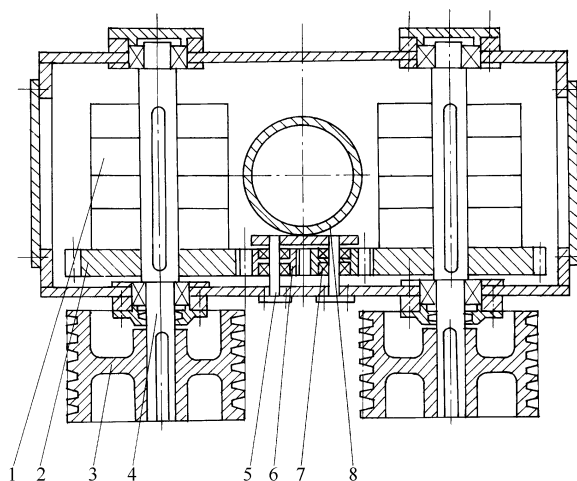


图 中孔振动桩锤

苑偏心块 圆同步齿轮 猿小皮带轮 源偏心轴 缘过渡齿轮轴 远过渡齿轮 苑过渡齿轮轴承 圆中孔管

## 三、运粤系列振动桩锤

世纪 年代 ,我国还开发了另一种性能优越的振动桩锤——运粤系列振动桩锤。根据我国关于振动桩锤的标准规定 :振动桩锤的电机功率为振动桩锤的主参数 ,以 阅代表机械式振动桩锤 ,其后数字则是主参数 ,代表电机功率。主参数后面加 运则代表中孔振动桩锤 ,例如 阅在运则代表 运粤 电机驱动的中孔振动桩锤 ;在 运后面再加 粤的振动桩锤是中孔振动桩锤的一种变型。

运粤系列振动桩锤其结构形式如图 所示 :它采用两台双轴伸电机 ,每台电机的两个轴伸上各装有两个小皮带轮 ,两条偏心轴上各装有两个大皮带轮 ,动力通过四组皮带轮传递给偏心轴。这样传动皮带的总数大大增加 ,而一组或两组皮带轮传动时 ,由于受到皮带轮尺寸的限制 ,皮带根数不能太多 ,单根皮带所受的负荷大 ,通常必须采用高强度皮带 ,而且皮带的打滑率也高。运粤系列振动桩锤由于皮带数量多 ,单根皮带负荷小 ,因而皮带打滑少 ,可以使用普通皮带。

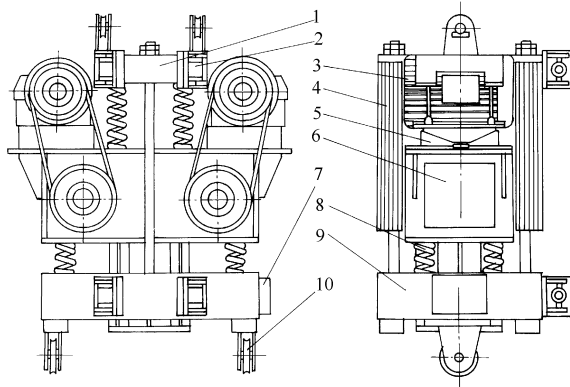


图 10-26 ZW型振动桩锤

1. 上座 2. 导向滑块 3. 电机 4. 三角皮带 5. 皮带张紧机构 6. 振动箱 7. 接线盒 8. 弹簧 9. 下座 10. 加压滑轮

此外，ZW系列振动桩锤采用了与普通桩锤完全不同的悬挂架形式。它的悬挂架由上座和下座组成，上下座之间由两根连接轴相连，桩锤振动箱体通过弹簧支承在下座上，而上座也通过弹簧把振动箱体压住。通过对弹簧参数和上下座尺寸、质量的合理选择，使得振动桩锤工作时上、下座基本上没有振动，因此无论是拔桩还是加压，也都基本上没有振动传到桩架上。桩锤的导向滑块分别装在上、下座上，由于没有振动所以滑块和导轨磨损很少，这和普通振动桩锤上导向滑块与导轨磨损严重的情况形成鲜明对比。ZW系列振动桩锤在电机座下有一个双向楔块式的皮带张紧调整机构，可以方便地张紧或放松皮带，使皮带容易调整，便于更换。ZW系列振动桩锤在实际施工中取得了良好的效果。

#### 四、阅在变矩振动桩锤

阅在变矩振动桩锤是一种可以调整偏心力矩的新型振动桩锤，可以在启动、停机和运行过程中，随时在零到最大值之间无级调整偏心力矩。它通过液压油缸推动大斜角的调节斜齿轮，使四根偏心轴中的两根偏心轴与另外两根偏心轴的夹角发生改变，相应地偏心轴上的偏心块的夹角也发生改变，这样，两根轴上和另外两根轴上的偏心块的合成偏心力矩也随之改变，于是达到了改变桩锤偏心力矩的目的。

阅在变矩振动桩锤可以在启动和停机时将偏心力矩调到零，这样桩锤振幅也为零，启动时可以大大降低起动电流，减少对电网的冲击，停机时则可以消除对桩架的共振危害。运行中调节振幅则可以适应不同的地质条件和作业要求。阅在振动桩锤是一种结构先进、性能优良的振动桩锤。其外形如图 10-27 所示。

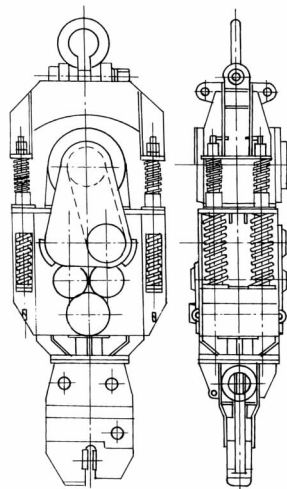


图 10-27 阅在变矩振动桩锤

### 第四节 振动桩锤的各部结构形式

#### 一、传动形式

振动桩锤的传动形式主要有两种：齿轮传动和皮带传动，如图 10-28 所示。图 10-28a 是齿轮传动

传动的基本形式,电机和齿轮输入轴之间有一个联轴器,以消除不同心的误差影响。图 9-20 是皮带传动的基本形式,图 9-21 是 20 系列振动桩锤的传动形式。

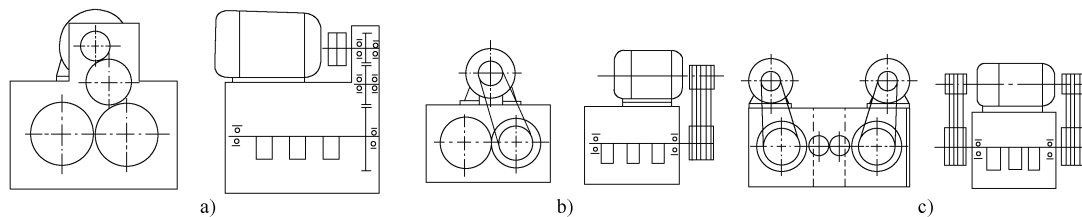


图 9-20 振动桩锤的传动形式

a) 齿轮传动; b) 皮带传动; c) 20 系列振动桩锤的传动

齿轮传动的缺点是噪声较大,电机和齿轮之间需通过联轴器相连,结构较复杂。此外,齿轮传动不像皮带传动那样具有一定的柔性,启动时有冲击,启动电流较大。

皮带传动的缺点是由于皮带轮尺寸的限制,一组皮带轮传动的皮带根数不能太多,这样每一根皮带传递的功率就比较大,尤其对大功率的振动桩锤来说情况更为严重。皮带传递功率过大,易造成打滑增加功率损耗,为了减少打滑往往要增加皮带的张紧程度,但这又使电机轴和偏心轴上都产生了一个额外的弯矩,而且皮带的使用寿命也将缩短。为此,日本专门在振动桩锤上采用了高强度三角皮带,我国也已广泛应用。20 系列振动桩锤的皮带传动形式克服了皮带传动原有的缺点,使用效果很好。由于传动皮带根数增加很多,每根皮带传递的功率小,不用高强度皮带也完全可以满足要求。而且动力从前后左右四处输入,桩锤上的重力分布完全对称,使桩锤工作更加平稳。

目前在我国振动桩锤上采用皮带传动的占多数,主要是由于皮带传动平稳、噪声低、结构也简单。

## 二、皮带张紧的方式

皮带传动的振动桩锤一般都设有皮带张紧的装置,图 9-22 所示为三种皮带张紧的方式。

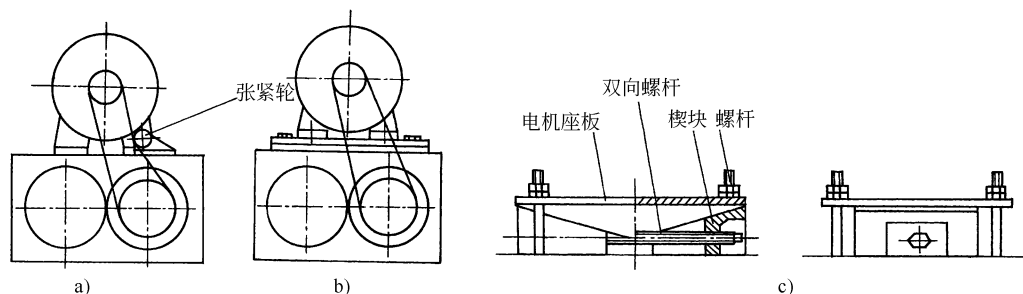


图 9-22 皮带张紧的方式

a) 张紧轮张紧; b) 电机移动张紧; c) 电机升高张紧

图 9-22a 是张紧轮张紧的方式,张紧轮可以在水平方向调整移动,调整时使张紧轮压紧在皮带上,以消除皮带的松弛。这种张紧方式,张紧轮工作时转速很高,受力也较大,张紧轮的轴承易损坏。

图 9-22b 是电机移动张紧的方式,电机固定在一块板上,板上固定电机的螺栓位于横向的