

建筑工程适用技术

选 编

第 一 辑

国家城乡建设环境保护部建筑管理局
中国建筑科学研究院建筑情报研究所

一九八三年三月

前 言

为了推进建筑业的技术进步，缩短工期，提高质量，降低工程造价，我们将历年来科研、设计、施工和群众革新成果，汇编为《建筑工程适用技术选编》，供大家参考选用。

我国地区辽阔，各地经济条件、自然条件和技术水平差别很大。因此，在选用时，要注意因地制宜，从本地实际情况出发，讲求经济效益，并在实践中不断完善，使之向更高的水平发展。

目 录

一、地基基础

JC—1	强力夯实法	(1)
JC—2	振动水冲法	(2)
JC—3	灰土挤密桩	(3)
JC—4	振动压密机与振动辗压机	(4)
JC—5	高压旋转喷射注浆法	(5)
JC—6	喷射井点降水法	(6)
JC—7	硫磺胶泥浆锚法接桩工艺	(7)
JC—8	钻孔灌注桩	(8)
JC—9	钻扩桩基础	(10)
JC—10	爆扩桩基础	(11)
JC—11	地下连续墙	(12)
JC—12	锚喷支护技术	(14)
JC—13	顶管施工	(15)

二、建筑结构

JC—14	中小型砌块建筑	(17)
JC—15	大模板建筑	(18)
JC—16	装配式大板建筑	(20)
JC—17	无砂大孔混凝土墙体	(21)
JC—18	单层工业厂房结构体系	(22)
JC—19	多层工业厂房结构体系	(23)
JC—20	大跨度钢网架结构	(24)
JC—21	钢网架螺栓球节点	(26)
JC—22	整体预应力板柱结构	(27)
JC—23	预应力薄板叠浇楼板	(29)

JC—24	预应力钢筋混凝土马鞍形板壳	(30)
JC—25	双T板结构	(32)
JC—26	V形折板结构	(33)
JC—27	钢筋混凝土管结构	(35)
JC—28	钢管混凝土结构	(36)

三、建筑施工

JC—29	高耸建筑物滑模施工	(38)
JC—30	定型组合钢模板	(40)
JC—31	倒锥壳水塔液压滑模和液压提升施工	(42)
JC—32	盆式提升、盆式搁置升板新技术	(44)
JC—33	工具柱集层升板住宅施工	(46)
JC—34	大跨网架整体吊装	(48)
JC—35	台模施工	(50)
JC—36	隧道模施工	(52)
JC—37	竖向钢筋电渣压力焊	(53)
JC—38	碳弧空气切割混凝土	(55)
JC—39	双层玻璃充氮施工	(56)
JC—40	静电喷漆	(57)
JC—41	控制爆破	(58)
JC—42	光面爆破	(60)
JC—43	预裂爆破在地下工程的应用	(61)

四、建筑施工机械

JC—44	NSS—6型辊辗式筛砂机	(62)
JC—45	HL—25型整体移动式混凝土搅拌站	(63)
JC—46	外装修提升吊篮	(65)
JC—47	桥式脚手架	(66)
JC—48	钢脚手架	(67)
JC—49	低温镀锌	(69)
JC—50	混合洗涤液	(70)

五、混凝土工艺

JC—51	低碳冷拔丝预应力混凝土技术	(71)
JC—52	混凝土空心板挤压机	(72)
JC—53	自行式拉模	(73)
JC—54	柔性振动型内隔墙板成组立模工艺	(74)
JC—55	直空上吸水工艺	(75)
JC—56	浮石轻混凝土	(77)
JC—57	流动性混凝土	(78)
JC—58	后张无粘结预应力技术	(79)
JC—59	大吨位预应力施工技术	(80)
JC—60	太阳能养护混凝土构件	(81)
JC—61	固定平模热养护工艺	(83)
JC—62	混凝土干湿热养护	(84)
JC—63	折线形隧道窑	(85)
JC—64	热介质定向循环养护坑	(86)
JC—95	混凝土薄模养生	(87)
JC—66	双钢筋技术	(88)
JC—67	冷轧扭钢筋	(90)
JC—98	推广应用减水剂	(91)

六、设备安装

JC—69	自动焊管机	(93)
JC—70	预埋铁件埋弧压力焊机	(94)
JC—71	现场纯钛管焊接工艺	(96)
JC—72	交流电焊机空载断路器	(97)
JC—73	胀锚螺栓及其配套机具	(98)
JC—74	带钻膨胀螺栓	(99)
JC—75	滚压式管道翻边机	(100)
JC—76	超声速割嘴	(101)
JC—77	管道自动气割机	(102)

JC—78	715不除锈涂料	(103)
JC—79	环氧砂浆粘结地脚螺栓	(104)
JC—80	电动工具	(105)
JC—81	电动滚压铆接钳	(107)
JC—82	大型拱顶油罐气顶倒装法	(108)
JC—83	浮顶油罐水浮顶升倒装法	(110)
JC—84	浮顶油罐电动顶升法	(111)
JC—85	球罐整体热处理	(112)
JC—86	钢管输水管路内衬水泥砂浆防腐施工技术	(113)
JC—87	导爆线爆破切管法	(115)
JC—88	FYZ—1型胀管器	(116)
JC—89	疏水加压器	(117)
JC—90	15万米 ³ 低压湿式螺旋储气柜施工	(118)
JC—91	铁皮矩形风管加工机械	(119)
JC—92	冷浇型环氧树脂电缆终端头	(121)
JC—93	大型设备整体吊装	(122)

七、建筑装饰

JC—94	8201彩涂装饰	(123)
JC—95	JH80—2硅溶胶无机建筑涂料	(124)
JC—96	彩色乳胶漆拉毛工艺	(125)
JC—97	机喷干粘石	(126)
JC—98	假磁砖外墙饰面	(127)
JC—99	扫毛粉刷	(128)
JC—100	预制混凝土墙板反打工艺	(130)
JC—101	壁板正打印花、压花装饰	(132)

八、建筑材料与制品

JC—102	木门窗加工联动线	(133)
JC—103	蒸汽远红外木材干燥窑	(135)
JC—104	煤矸石制品	(136)

JC—105	粉煤灰综合利用生产建材制品	(137)
JC—106	磨细粉煤灰	(139)
JC—107	薄壁轻钢龙骨和铝合金龙骨	(140)
JC—108	新型散热器	(141)
JC—109	塑料模壳	(143)
JC—110	硬质聚氯乙烯污水管	(144)
JC—111	塑料楼梯扶手	(145)
JC—112	实腹钢门框	(146)
JC—113	浮石——天然轻骨料	(147)
JC—114	垂直百叶窗帘	(148)
JC—115	D、G—氯化铁防水	(149)
JC—116	氰凝灌浆防水材料	(151)
JC—117	橡胶沥青防水冷胶结料	(152)
JC—118	涂膜防水	(153)
JC—119	乙丙橡胶防水卷材	(154)
JC—120	湘潭牌建筑防水油膏	(155)
JC—121	微膨胀混凝土刚性防水屋面	(156)
JC—122	明矾石膨胀剂	(157)

九、测试仪器

JC—123	浮球式标准压力发生器	(158)
JC—124	砂子含水量测定装置	(159)
JC—125	快速测定水泥软练标号	(161)
JC—126	HGZ—1 型混凝土拌合物工作度测定仪	(162)
JC—127	混凝土非破损检测	(163)
JC—122	K型坍落度测定器	(165)
JC—129	混凝土快速测定方法	(166)
JC—130	电测连通管水平仪	(167)
JC—131	油压静力触探装置	(169)

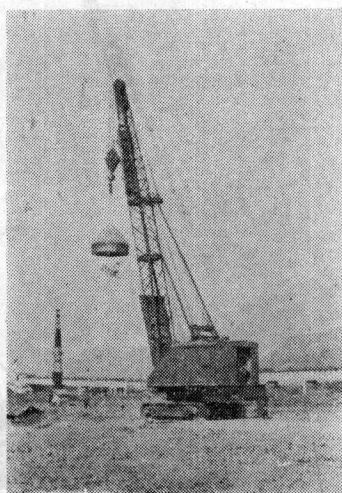
强 力 夯 实 法

强力夯实法（简称“强夯法”）是将很重的夯锤（目前国内所用为8~25吨、国外最重为200吨），起吊到6~30米高处，自由落下，对土进行强力夯实，以提高其强度、降低其压缩性的一种地基加固方法。

强力夯实法用很大的冲击能，使土中出现冲击波和很大的应力，致使土中孔隙压缩、土体局部液化、夯击点周围产生裂隙形成良好的排水通道，土体迅速固结。强夯法采用间隔布点、分遍夯实的施工方法，其影响深度可达10米。

中国建筑科学研究院从1978年起向国内介绍并研究这一技术以来，天津塘沽，河北廊坊和秦皇岛、山西阳泉和太原、上海、北京、江苏仪征和南京等地已在100多项工程中进行了试验和应用，北京市机械化施工公司从1979年6月~1982年6月先后在16个工程中进行强夯试验和应用，共为38万米²的96幢建筑物或构筑物进行了地基加固。处理面积达12万米²，与其他方法比较，为国家节约资金300万元。山西阳泉白羊墅车辆段对填筑高度8~10米的黄土质砂粘土进行强力夯实处理，用条形基础代替原设计的11米长预制桩，节约造价12万元 钢筋122吨，混凝土590米³。秦皇岛工程采用强夯法取代振冲法加固地基，节约地基处理费用170余万元。

山西省从1979年以来已在二十多项目工程中试验应用强夯法，其中包括两项大型工程：40万瓩漳泽电厂和30万吨大化肥工程。工程实践表明，山西省的各类不同地基，如高填土、湿陷性黄土、高水位的轻亚粘土、饱水粘土、粉细砂类土等，都取得了较好的效果，地基承载力提高一倍以上，能基本消除地震时的地基液化。



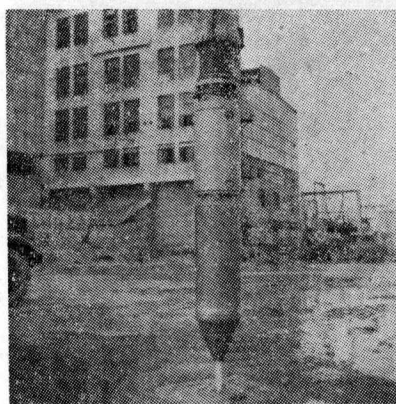
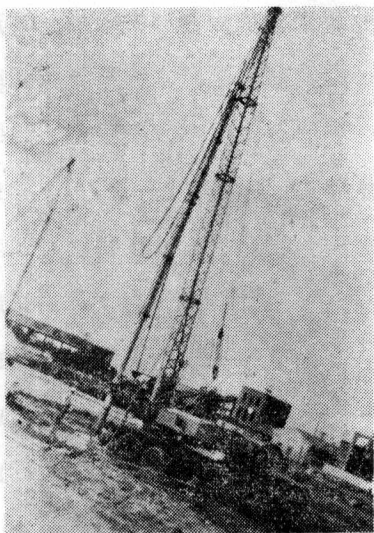
振 动 水 冲 法

振动水冲法（简称“振冲法”）是通过振冲器振动水冲成孔，填入砂石或矿渣再振实成桩，用来加固地基的施工工艺。冲水可缩短成孔时间，防止孔壁坍方；振动用来成孔、挤密孔壁四周土壤和振密填充骨料，此工艺结构简单，施工方便，经加固处理后承载力有很大提高，并且有工期短、质量好、节省劳动力、就地取材、不用三材，工效高、加固费用省等优点。

南通市建筑公司在扩建南通发电厂12.5万千瓦发电机组工程中应用振冲法加固地基，效果良好。几年来，南通电厂已有十多个工程应用振冲法，振冲成孔11000多根，总进尺达9.5万米。

振冲法的主要设备由振冲器和吊车或井架组成。振冲器由万向节、潜水电机、外铁壳、空心轴、偏心铁块、振冲头等组成。在振冲器中心装设水管，喷射高压水。填充材料用中粗黄砂、碎石或石屑、卵石、硬质高炉矿渣等。

经济效益：以南通电厂扩建工程为例，采用震动水冲法加固与原设计的钢筋混凝土桩加固相比，节省投资三分之一（47.6万元），节省劳动力约60%（用工数由4.6万日降至1.76万工日），提高工效二倍，缩短工期一半，节省钢材862吨，水泥1957吨、木材232米³。此工艺在江苏、湖北、陕西、甘肃推广使用都取得了一定效果。



↑ 振冲器前端喷水

← 正在振冲成孔

灰土挤密桩

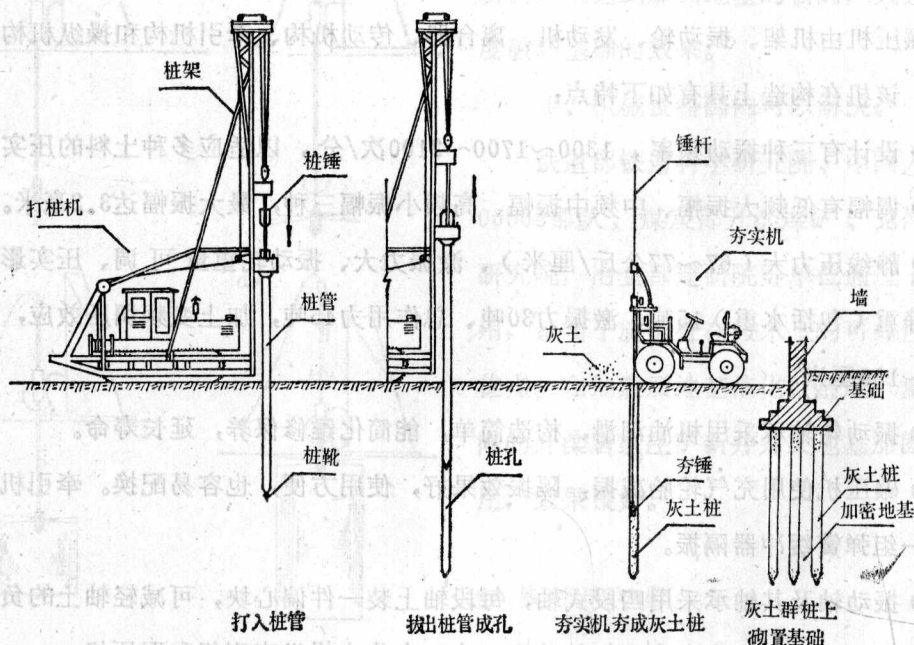
灰土挤密桩是用打桩机把钢管打入土中成孔，拔出钢管后，在桩孔内填入灰土，用夯实机夯成灰土桩，并挤密地基。

灰土挤密桩加固地基，一方面是桩周土壤挤密后，土性得到改善，另一方面是灰土桩具有较高的强度和刚度。灰土桩与桩周挤密土组成了良好的持力层，承载力较天然地基有较大幅度的提高。

灰土挤密桩加固地基的优缺点如下：

- (1) 地基容许承载力提高2~2.5倍，且受力较均匀，消除湿陷，浸水沉降较小。
- (2) 不需挖填土，与大开挖比较缩短工期3/4。
- (3) 降低基础工程造价：比大开挖换土法节约造价2/3~4/5。地基处理费用仅5~7元/米²。
- (4) 缺点是打桩数量较多，对地下水位以下软粘土，施工较为困难。

西安市城建局设计院，西安市第二建筑公司，陕西省建筑科研所，陕西省第二建筑设计院等单位经过研究并通过20万平方米、近70幢建（构）筑物的实践证明，在杂填土地区，黄土地区采用灰土挤密桩加固地基，效果是良好的。其他省市有的已在推广使用。



振动压密机与振动碾压机

天津市建筑科学研究所和天津市一建公司研制的振动压密机具有10吨的振动力，天津地区的无粘性杂填土及其它无粘性土，用它进行振动压密后，不换土、不打桩，就可直接建造五层以下的楼房。经振动压密后的地基承载力，可由6~7吨/米²，提高到12吨/米²，达到天津好土的水平。动力触探击数由原状杂填土的3~5击提高到15击（细粒杂土），24击（粗杂土）。

Ⅱ型振动压密机的振动力为10吨、影响深度1.3~1.5米，振动频率1180转/分，振幅5毫米，行进速度0~7.5米/分，工作迅速2米/分，爬坡能力 $i=0.14$ ，电机型号JO₂-72-4，功率30千瓦，转速1470转/分，机体总重2.4吨，底板有效面积1040×1040毫米，外形尺寸1850×1120×1250毫米。该机具有结构简单、易于加工、操作方便等优点。

采用振动压密机处理杂填土，造价仅为换土法或打桩法的10~35%，天津市已有20多幢1~5层楼房施工中应用这一机械处理地基。处理后效果良好，一些工程经8度地震考验，没有因地基问题造成震害。

四川省建筑科学研所等单位研制的YZT-13型振动碾压机具有较大的振动碾压力。它适用于岩石块土料、砂质岩碎块、粘性土夹碎石等多种土料的压实，可广泛应用于堤坝、路基、机场、码头、车站以及大量建筑工程的回填土地基压实工程中。

振动碾压机由机架、振动轮、发动机、离合器、传动机构、牵引机构和操纵机构等主要部分组成。该机在构造上具有如下特点：

- （1）设计有三种振动频率，1300~1700~2100次/分，以适应多种土料的压实要求。
- （2）调幅有低频大振幅、中频中振幅、高频小振幅三种，最大振幅达3.2毫米。
- （3）静线压力大（67~77公斤/厘米）、激振力大、振动轮重量可调、压实影响深度大。整机静重（包括水重）15吨、激振力30吨、总作用力45吨，加上变频调压效应，压实深度可达70~130厘米。
- （4）振动轮轴承采用机油润滑，构造简单，能简化维修保养，延长寿命。
- （5）碾压机使用充气轮胎减振，隔振效果好，使用方便，也容易配换。牵引机和碾压机之间用一组弹簧缓冲器隔振。
- （6）振动轴及其轴承采用四段式轴，每段轴上装一件偏心块，可减轻轴上的负荷。
- （7）操纵装置都集中在牵引机驾驶室，由一人集中操纵牵引机和碾压机。

高压旋转喷射注浆法

高压旋转喷射注浆法(简称旋喷法)是先将带有特殊喷嘴的钻头钻到土层的设计标高,然后用高压脉冲泵以200公斤/厘米²的高压将硬化剂(水泥浆)从安装在钻杆端头的喷嘴喷出。一方面借高压喷射液流对土壤进行切割、扰动,一方面令钻杆以一定的速度旋转和提升,使土体和浆液强行混合,最终凝固成圆柱形桩体。

旋喷法的主要优点是:

1、可有计划地在地基内注入必须的浆液,能按设计自由地控制加固范围,可以形成具有一定间距的桩柱体,也可使其连成一片;

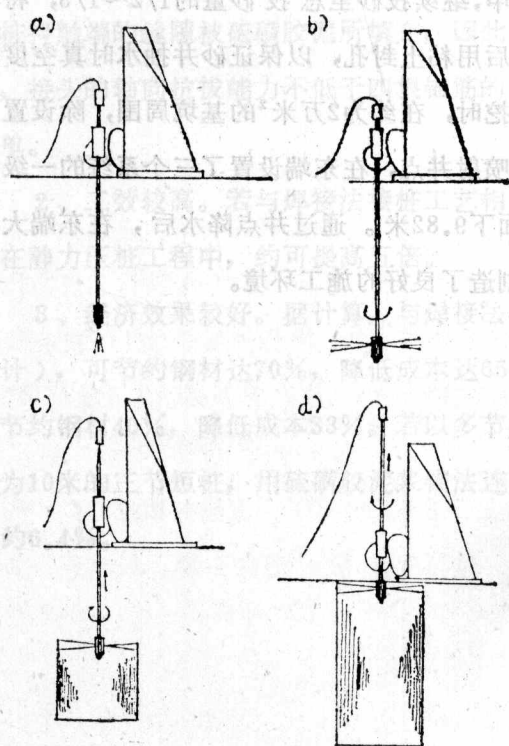
2、适用于不同的土质。对于普通注浆法不适用的细颗粒土(包括粘性土)地基均能适用;

3、可以用于截水防渗,防止流砂,增强地基强度,还特别适合于对已有建筑物地基的补强加固。既可作施工时临时加固,也可作为永久的建筑物地基加固。它加固的特点是:只

需在基础上钻一个直径10厘米左右的孔洞,就可以在基础底板下形成直径50厘米或更大的旋喷桩,既达到加固地基的目的,又达到最小程度破坏基础的效果。

4、机械设备国内可以解决。

铁道部铁道科学研究院、中国人民解放军00069部队,煤炭部开滦煤矿、兖州煤矿设计研究院,冶金部建研院等单位通过试验与应用,证实了旋喷桩在技术上的可靠性和独特的优点。在地震后地基液化,造成严重不均匀沉降的开滦唐家庄矿新井井架地基加固施工中应用,效果良好。



← 施工程序示意图

喷射井点降水法

在开挖大型基坑过程中,为防止产生涌水、流砂和边坡坍塌事故,可以利用喷射井点降低地下水位。

井点降水成孔设备采用套管冲枪,冲枪由冲水系统、高压水输送系统、导向钢管组成。

套管冲枪是以高压水冲击土层,使水与土混合后排出孔外的原理来造孔的,适用于松散的粘土、亚粘土及粘土与粉砂成交互层的土层。

套管冲枪造孔时,需配备适合的吊车,当冲头对正孔点时,打开冲孔水阀门,当冲头冲入地层后,再逐个打开导向钢管上的排浆孔口,当排浆口将要没入孔点时,再将其逐个关闭。应掌握适宜的冲孔速度,在高压水8公斤/厘米²的压力下,进尺速度以0.3米/分为宜。

当冲孔深度满足设计要求后,即关闭冲孔水阀门,开动反冲水阀门,经4~6分钟可排清孔内泥浆,使含砂量小于5%,然后关闭反冲高压水阀门。一般在下井点管之前,应先投放0.3~0.5米³过滤砂,再将井点管沉入套管冲枪中,继续投砂至总投砂量的1/2~1/3,将套管冲枪提出砂井,继续投砂至地面下2米处,然后用粘土封孔,以保证砂井抽水时真空度。

宝钢二十冶分指挥部在初轧厂均热炉基坑开挖时,在约为2万米²的基坑周围,除设置了两级轻型井点之外,在中部设置了两个系统一级喷射井点,在东端设置了三个系统的一级喷射井点。基坑长330米,宽67米,最深处自然地面下9.82米。通过井点降水后,在东端大型基坑中,把地下水位降到自然地面下10.11米,创造了良好的施工环境。



硫磺胶泥浆锚法接桩工艺

硫磺胶泥是一种热塑冷硬性材料，由胶结料、填充料和增韧剂按一定比例加热熔融搅拌混合而成。胶结料采用纯度为97%以上的粉状硫磺或块状硫磺，填充料采用建筑用粗砂和低标号水泥，或者采用石英砂和石墨粉，增韧剂采用780聚硫橡胶。

采用硫磺胶泥浆锚法接桩施工时，首先将下节桩就位并下沉至预定标高，然后在接头处套以施工夹箍，灌注硫磺胶泥使之充满预留孔，并热铺于桩的顶面，厚度根据设计要求或接触面大小控制，此后，便徐徐缓慢地对准放下上节桩。胶泥硬化后拆除夹箍，若为静力压桩工程，便可立即施工，若为锤击法沉桩，则需要根据室外温度及孔的深度，停歇一段再继续锤击。

硫磺胶泥浆锚法接桩工艺，经上海基础工程公司、上海工业建筑设计院试验研究和试点使用，证明具有以下优点：

1、硫磺胶泥具有较好的物理力学性能与化学稳定性，是一种良好的接桩胶结材料。由于桩接触端的缝隙被硫磺胶泥所填充，因此桩的整体性强，承受轴向荷载的能力与整桩相同，接头的轴向抗拔能力不低于四根锚筋的计算强度，并具有良好的抗弯能力，接头构造较简单。

2、工效较高。若与焊接法接桩工艺相比，用在锤击沉桩工程中，效率约可提高三倍；用在静力压桩工程中，约可提高五倍。

3、经济效果较好。据计算，与焊接法接桩工艺相比，用在锤击沉桩工程中（以一个接头计），可节约钢材达70%，降低成本达65%；用在静力压桩工程中（以一个接头计），则可节约钢材40%，降低成本33%。若以多节桩与整根长桩相比较，如截面45×45厘米，长度均为10米的三节短桩，用硫磺胶泥浆锚法连接组合，将比整根长桩节约钢材7.3%，降低成本约6.4%。

钻 孔 灌 注 桩

钻孔灌注桩是用螺旋钻机或别的成孔机成孔，然后放入钢筋，浇灌混凝土成桩。在中国建筑科学研究院的协调组织下，一些省市部门对灌注桩成孔机械、施工工艺、质量检查、桩的性质进行了全面研究。较好的成孔机械有下列几种：

（1）履带式和汽车式全螺旋钻孔机：

北京市机械施工公司和长沙建筑机械研究所研制成LZ型履带底盘全螺旋钻孔机，其螺旋钻杆可根据成孔深度要求组装两节（10米），三节（15米），四节（20米）等不同深度，按叶片大小可钻 $\phi 300$ 、 $\phi 400$ 、 $\phi 500$ 、 $\phi 600$ 四种桩孔。

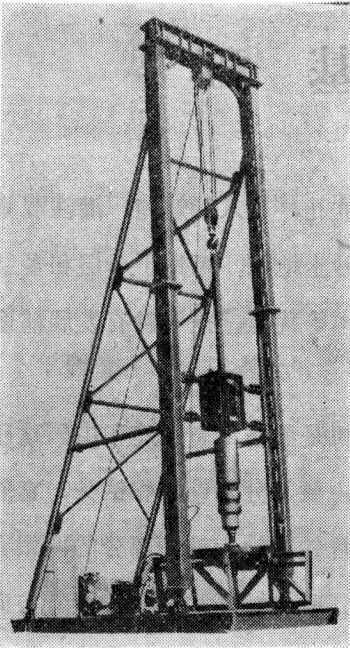
北京市建筑工程研究所研制成汽车底盘全螺旋钻孔机，钻孔深度为8米、9.5米和12米，钻孔直径400毫米，钻孔时自动出土性能好，孔底虚土在10厘米以下。

（2）液压短螺旋钻孔机是由北京市建筑工程研究所和北京市五建公司研制的，钻孔直径 $\phi 300$ 、 $\phi 400$ 、 $\phi 500$ 、 $\phi 600$ 毫米四种，钻孔深度11.8米。

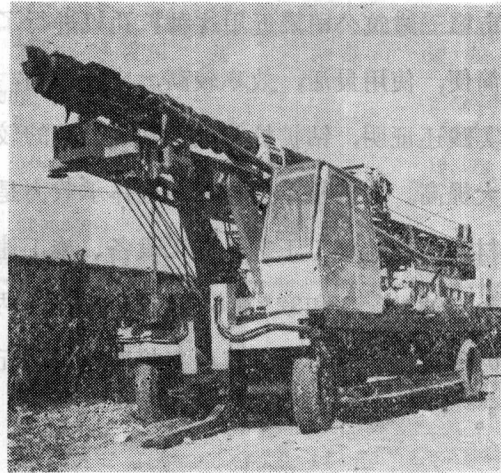
（3）GZQ—800型潜水工程钻机由河北省新河钻机厂等单位研制的，由潜水电机、行星齿轮减速器及密封装置三部分组成。钻孔时，钻机主轴联接钻头一起潜入水中，切削土壤成孔。钻孔直径 $\phi 450 \sim 1500$ 毫米，钻孔深度可达50米。已经推广使用。

（4）轻型振动成孔机，轻型振动与螺旋钻孔两用机。分别由湖南省第四建筑公司和长沙建筑机械研究所研制。其振动原理是电动机通过齿轮带动箱内两组偏心锤作相反方向转动，运动中所产生的横向离心力相抵消，而垂直离心力则相加，利用这种垂直上下的往复激振力使桩管下冲。前者成桩直径300~320毫米，成桩深度9.5米，后者振动成孔直径273毫米，深6.6米，钻孔直径350毫米，钻深11米。

钻孔灌注桩的推广应用，缩短了地基基础的施工周期，节省了三大材料和投资，提高了施工机械化程度，减轻了劳动强度。这些机械可穿越各种土层，适应性强，技术经济效果好。



← 潜水电站



螺栓钻孔机 →

钻 扩 桩 基 础

钻扩桩是灌注桩的一种，用钻机钻出带扩大头的桩孔，放入钢筋笼，灌注混凝土而成。

钻扩桩基础适用于地下水位以上的一般粘性土和砂土地基，可用于单层和多层建筑，具有施工简便，用工少，工期短，省材料，降低基础成本等优点，是一种有发展前途的基础形式。

钻扩桩基础使用的钻机ZK—120型双管双螺旋钻机是黑龙江省四建和中国建研院地基所共同研制的。动力为44千瓦电动机。钻机工作机构的主要部分是钻杆和钻头，它们分别由二根并列的开口套管组成，套管内装有输送土的螺旋叶片转动轴，钻杆部分的两根套管并列焊成圆筒形整体。钻头上装有钻孔刀和扩孔刀。开始工作时，钻杆和钻头按顺时针方向旋转钻进土中，切下的土由套管中的叶片输送到地面。当钻孔达到设计深度时，开始扩孔。带扩刀的套管徐徐撑开，边旋转边扩孔，切下的土也由套管内叶片输送至地面，直至达到要求为止。

ZK—120型钻孔机钻孔直径为400毫米，扩大头直径可达1200毫米，最大钻深5米。连钻带扩一个孔约需10~20分钟（包括对位2~3分钟在内），一个台班可钻20孔。工作行走为步履式，回转角度上下盘均为90°。

北京市第三建筑公司最近用这种扩孔机进行了四个工程的施工，证明这种钻机性能较好，操作简便，使用灵活，效率较高，成孔规则，虚土少，能满足施工质量要求。

施工实践还证明，钻扩桩基础是基础改革的较好形式之一，它扩大了桩端支承面积，承载力有很大提高。钻扩桩单位体积的桩体承载力是钻孔直桩的两倍，而与预制打入桩相近。而在材料消耗、施工工艺、施工设备、施工速度等方面，均有明显的技术经济效益。以31*（6层、3934米²）和32*（5层、3157米²）两栋楼为例，采用钻扩桩与条形基础比较，只增加120米³混凝土就可节约工程直接费用5757元，节约用工737个工日，并减少土方开挖量3397米³。