

DX 桩技术的设备与工法概述

贺德新

(北京中阔地基基础技术有限公司,北京 100097)

[摘要] 文章叙述了 DX 桩技术理论研究、设备工法及工程实践的发展过程,从 DX 桩挤扩设备的发明,到研制出钻扩清一体化机,直至今日又创新出 HDX 旋挖挤扩钻机,使 DX 桩技术取得了长足的进步和发展。

[关键词] DX 桩;挤扩;旋挖挤扩;切削碾压

[中图分类号] TU473 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2012)01-0013-06

1 前言

三岔双向挤扩灌注桩(DX 桩)是一种优秀的新型变截面桩,以发明人贺德新先生的名字(De Xin)命名。它是在钻孔灌注桩钻孔的基础上,使用专用的 DX 挤扩设备在桩身挤扩成上下对称的空腔,然后浇灌混凝土后形成的桩身、承力盘和桩根共同承载的桩型(见图 1)。



图 1 DX 桩桩身图

Fig.1 DX pile

DX 桩技术的发展离不开 DX 挤扩设备的不断

发展与完善。经过 10 多年的发展,DX 桩设备与工艺已经日趋成熟^[1~3]。

目前 DX 桩已经应用于公路交通大桥、特大桥,及省市工业厂房、商住楼、发电厂、LNG 等众多领域的 100 多个项目,目前已完成总桩数 5 万多根,收到了良好的社会效益和经济效益。

2 DX 桩发展

DX 桩是伴随着 DX 挤扩设备的发展而发展的,DX 挤扩设备大致经历了三代,第一代三岔双向挤扩设备,第二代钻扩清一体化机,以及第三代旋挖挤扩钻机。

2.1 三岔双向挤扩设备

1998 年北京中阔地基基础技术有限公司贺德新先生发明设计了新型的多功能液压三岔双向挤扩装置(简称 DX 挤扩设备),1999 年在我国第十二届发明会上该项发明被评为金奖。由 DX 挤扩设备挤扩形成的多节挤扩灌注桩称为三岔双向挤扩灌注桩,简称 DX 桩。

三岔双向挤扩设备主要由三岔挤扩臂、油缸及相应的控制系统组成。三个挤扩臂之间成 120° 夹角,如图 2 所示。施工时将挤扩设备放入孔中,通过液压设备控制挤扩臂张开,一次挤扩完成后收回挤扩臂,转动一定角度,再次挤扩,直至形成完整的承力盘(见图 3)。

[收稿日期] 2011-11-15

[作者简介] 贺德新(1955—),男,北京市人,高级工程师,长期从事桩基研究,DX 桩技术发明人;E-mail:dx-13@sohu.com

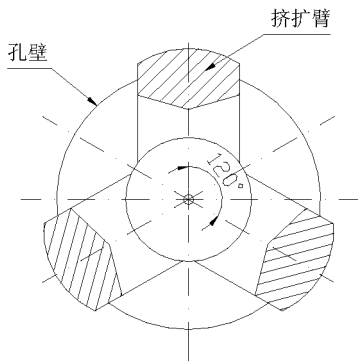


图2 三岔双向挤扩设备平面图

Fig.2 Plan of extruding-expanding rig

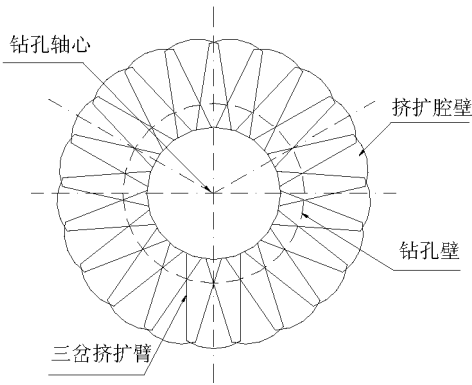


图3 DX 桩成盘效果

Fig.3 Sketch map of DX pile bell

DX 桩与早先的支盘桩相比,具有更明显的优势,其中最重要的区别在于:支盘挤扩机是单油缸单向往下挤压,从而形成如图4(a)所示的上大下小的承力盘,挤扩过程中会形成设备“上浮现象”,从而造成上部土体塌落产生“临空区”,挤扩成腔质量较差。DX 挤扩设备是双油缸双向相对移动,三对挤扩臂水平挤压土体,挤扩时设备没有“上浮现象”,不会出现土体塌落而产生“临空区”,承力盘上下对称(如图4(b)所示),成腔效果较好。

2.2 钻扩清一体化机

钻扩清一体化机是在三岔双向挤扩设备基础上改进而成的(见图5),该设备集钻孔、多节挤扩、清孔于一体。无论是干法成孔工艺,还是泥浆护壁湿法成孔工艺都可以一机完成,能有效的保证成孔质量。施工时,钻机定位,钻成孔后,DX 挤扩装置放至孔中扩盘位置,挤扩出承力盘,挤扩时的转位角度由专门液压系统操控。挤扩工序完成后,将清孔装置放入孔中,用旋挖清孔装置将虚土彻底清理干净,

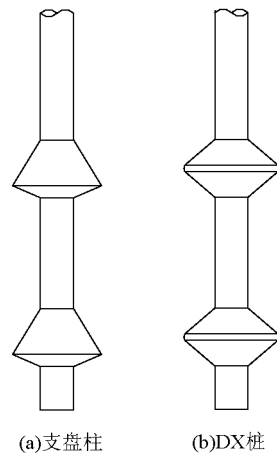


图4 支盘桩与DX 桩构造对比

Fig.4 Comparison of Squeezed branch pile and DX pile



图5 钻扩清一体化机

Fig.5 Drilling-extruding-cleaning rig

随即下钢筋笼,灌注混凝土成桩。

2.3 旋挖挤扩钻机

2006年北京中阔地基基础技术有限公司又发明创新出了最新一代的HDX旋挖挤扩钻机(简称HDX旋扩钻机)及其工法,该设备采用了边旋转边挤扩的设计思想,在原挤扩臂表面装置弧形切刀(有低刃和高刃切刀两种),根据土层的软硬选配低刃切刀或高刃切刀进行旋扩作业。在连续旋转的过程中三对旋扩臂逐渐向外打开,盘腔一次旋扩成型,时间短、工效高、成腔好,传统的人工操作的挤扩方式与之无可比拟。

3 HDX 旋挖挤扩设备

新型 HDX 旋挖挤扩钻机,如图 6 所示,由双向液压油缸装置、三岔双向旋扩装置、连接器、电脑液压站控制系统及车载系统等组成。



图 6 HDX1215 旋挖挤扩钻机

Fig. 6 HDX1215 rotary expanding-extruding rig

新一代的 HDX1215 型旋挖挤扩钻机在诸多方面都处于行业内的领先地位,主要包括:配重调整系统;大三角支撑;垂直度调整;自动化实时监控系

3.1 节能钻杆与配重调整系统

常规的钻机在施工过程中始终采用同一套钻杆系统,若孔深较浅时,亦采用多节钻杆,这样设备做功主要用于提升钻杆,利用效能低。在新一代钻机中,采用了节能钻杆的设计,可以根据不同的钻孔深度随时调整钻杆节数,起到了很好的节能效果。由于钻杆节数的调整,整个钻机的重心会随之变化,因此引入了配重调整系统,如图 7 所示。该系统是以车辆的回转中心为支点,前后调整配重,确保钻机平衡。同时,又保证钻机回转时快速、稳定和可靠。

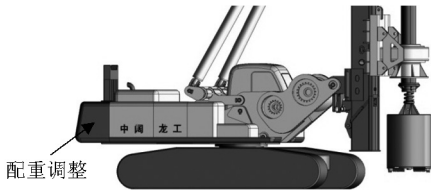


图 7 配重调整系统

Fig. 7 Counterweight adjusting system

3.2 大三角支撑

后起桅杆的大三角支撑(见图 8),采用了两个

二级油缸,形成立体大三角,保证桅杆能够顺利平稳的起降。同时保证了回转或者行进过程中底盘的稳定。该设计可以使桅杆快速平稳的放倒或立起,这样在现场施工中使得车辆可以迅速的移位,提高了施工效率。

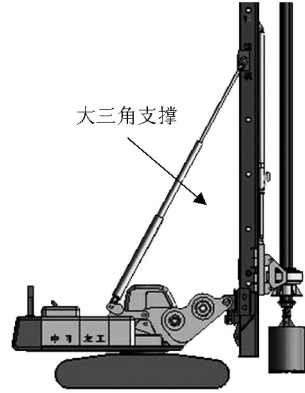


图 8 大三角支撑系统

Fig. 8 Big triangle support system

3.3 垂直度调整

垂直度调整系统同样是该设备在设计中的一个亮点(见图 9)。传统的设备采用平行四边形方法,垂直度调整依靠上两点、下一点的两个油缸调整,既有前后调整,又有左右调整,控制难度较大。且立体小三角支撑,稳定性差,容易出现事故。而该设备创新的设计将垂直度调整分为前后和左右两套系统。前后垂直度的调整依靠大三角支撑的两个油缸调整,且设有平衡阀,保证安全。在左右调整时,采用上一点,下一面的钟摆式调整系统,简单可靠。而且底面油缸中有平衡阀,保证调整后在施工过程中的安全性。这一点在重、大型设备中尤为重要。



图 9 垂直度调整

Fig. 9 Vertical degree adjusting

3.4 自动化实时监控

由于桩基工程属于隐蔽工程,在施工过程中监控非常困难,尤其对于变截面桩型,桩身扩大部位的施工监控尤为重要。因此,在钻机的设计中引入了自动化实时监控。该系统的主界面见图 10。

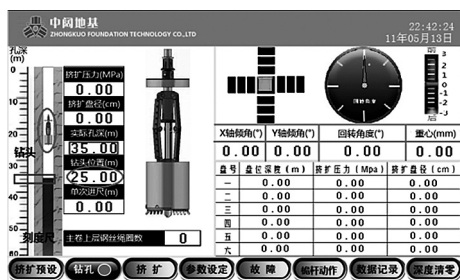


图 10 自动化实时监控操作系统主界面

Fig. 10 Main page of the automatic real-time monitoring system

主界面中,包括了设备在施工过程中涉及的主要参数:挤扩压力、挤扩盘径、实际孔深、孔当前的深度、钻头位置、单次进尺、收回压力、X轴倾角、Y轴倾角、回转角度、重心、盘号、盘位深度等参数。

主界面最左侧为标尺。标尺右侧显示孔深和钻头位置。当前挤扩压力,挤扩盘径,单次进尺,主卷上层钢丝绳圈,收回压力数值均显示在刻度尺右侧。挤扩头的张收,图 10 中会显示不同的形状。界面右侧显示桅杆倾角以及不同盘号的挤扩相关参数表格,表格内容包括:盘位深度,挤扩压力,挤扩盘径。

4 DX 施工工艺及方法

4.1 工艺流程

DX 桩的施工工序比直孔灌注桩的施工工序多一道专利挤扩工作(第二道工序)。正是因为这一挤扩工序,DX 桩与同桩径和桩长的等截面钻孔灌注桩相比,承载力有较大幅度的提高,而提高部分的承载力主要由扩径体的端阻力提供。施工步骤如图 11 所示。

4.2 旋扩臂的运动轨迹

DX 旋挖挤扩装置采用独特的双缸双向液压结构设计理念。从图 12 可以看出,设备的旋扩臂从上下两个方向同时运动,整个旋扩臂的顶点轨迹在同一个水平面上,保证了上下两部分腔体的对称性。如图 12 所示,竖向虚线代表孔壁,竖向实线代表旋扩设备的边界线。DX 桩整个旋扩过程中,旋扩臂的运动轨迹包络线是一条曲线,亦即成腔后承力盘与桩身的交界面为曲线渐变过渡,这样可以防止应

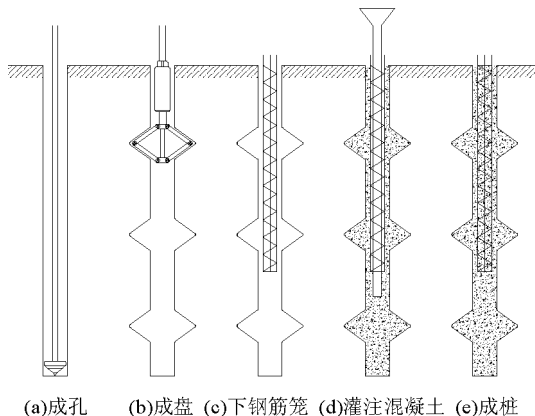


图 11 DX 桩的施工流程图

Fig. 11 Flowchart of DX pile construction

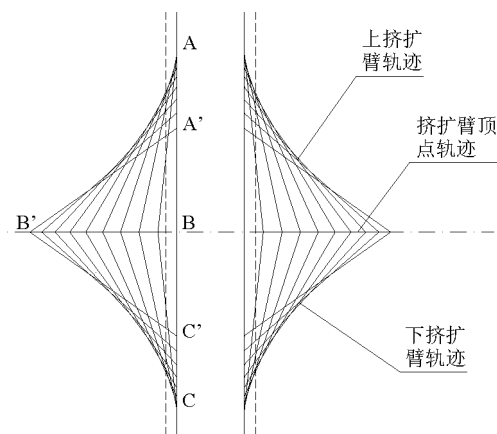


图 12 旋扩臂的运动轨迹图

Fig. 12 Traces of the rotary extruding-expanding arm

力集中,对该处的受力是非常有利的。

旋扩臂的打开是一个近似的对数螺旋渐开线,如图 13 所示,旋扩臂上的碾压切刀始终压在土体中,这样确保了土体不会坍塌。碾压切刀工作时所形成的包络线是逐渐打开的、上下对称的立体锥状回转体。

4.3 旋挖挤扩装置的类型

目前该设备可根据土层选择适合的切刀,采用切削碾压或纯切削的方式,这样就大大提高旋扩的质量和效率。对于一般土体,通常采用碾压旋扩与切削碾压旋扩相结合的方式,挤扩臂正向旋转,切刀的刀口对土体进行少量切削,同时切刀的外弧面对土体进行碾压;反转时,切刀的外弧面对土体进行碾压旋扩,不进行切削。对于标贯值 N 大于 40 的土体由于本身十分密实,则通常以切削旋扩为主,见图 14。

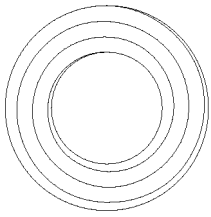


图 13 旋扩臂的打开轨迹

Fig. 13 The trace of the rotary extruding-arms while opening

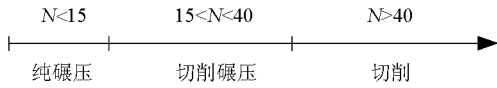


图 14 不同土层适用的旋扩方法

Fig. 14 Methods using in different soils

4.3.1 切削碾压施工工艺

此工艺适用于粘性土、粉土、粉质粘土和标贯击数 $N < 40$ 的粉砂、砂土等土体。具体工作机理如下:

1) 切削碾压。当碾压切刀正向旋转时,旋扩臂沿水平方向逐渐打开,旋扩臂上的碾压切刀压入土体后,刀口对土体进行切削,如图 15 所示;同时,由于在平面上碾压切刀的外弧面高出刀口,因此在旋扩臂旋转时外弧面紧接着对土体进行碾压。

2) 碾压。当旋扩臂反向旋转时,碾压切刀的外弧面对土体进行碾压,三对旋扩臂上的碾压切刀如同三对抹子,对土体进行多次碾压。尤其是在泥浆护壁成孔时,旋扩臂把泥浆压入砂层或土层,使砂层和土层形成较密实的保护层,腔体不易坍塌。

对于上述土层,合理选择切削碾压和碾压的组合能达到更理想的效果。

4.3.2 切削工艺

当需要扩孔的土层为强风化岩层、残积土或密实的砂层($N_{63.5}$ 大于 40 击)时,应选择旋转切削方法。因为上述土体密实,结构稳定,要继续对土体进行挤压就可能发生“剪胀”,反而削弱了土体强度。具体工作机理如下:

选择外弧面最高点在刀口处的切刀,施工时切刀与土体的角度成锐角。正向旋转只对土体进行切削,反转时可以对土体进行碾压(见图 16)。对于这些密实的土体,宜采用切削工艺。

5 结语

综上所述,DX 桩技术通过十几年来来的理论研

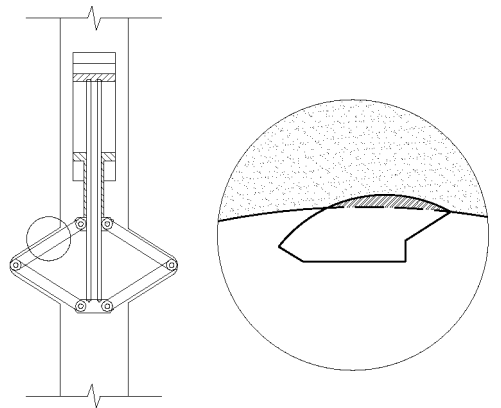


图 15 切削碾压的施工俯视图

Fig. 15 Top view of the cutting-rolling construction

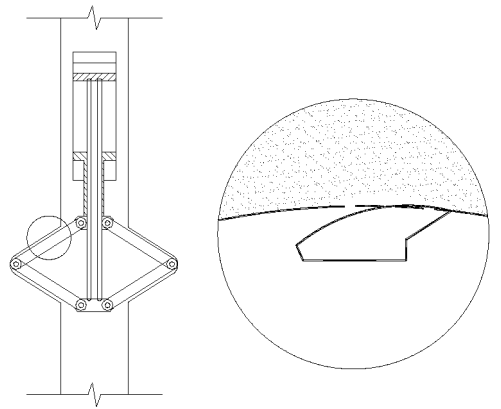


图 16 切削施工俯视图

Fig. 16 Top view of the cutting construction

究、设备研发和工程实践,该技术在全国各地得到广泛的应用,得到业界一致赞许,并相继制定出天津、河北、山东、陕西、江苏 5 省市的地方标准。2009 年 10 月,中华人民共和国住房和城乡建设部颁布了 DX 桩《三岔双向挤扩灌注桩设计规程》(JGJ171 - 2009) 国家行业标准,该标准为强制性标准。标准审定会专家认为:“DX 桩技术可靠、承载力高、质量可控、节能环保、技术成熟,具有较高的科学性和突出的创新性,该标准达到国际领先水平”。

随着国家行业标准的颁布,将为今后更好的普及应用该项技术奠定更坚实的基础。在当前建筑业高速发展的今天,DX 桩的广泛应用,为建筑安全、节能减排、节约材料、降低成本产生巨大的社会效益,愿 DX 桩打下最坚实的基础,为祖国和世界的建设作出重大的贡献!

参考文献

[1] 贺德新,沈保汉. DX 挤扩装置及 DX 多节挤扩桩的应用[J]. 工业建筑,2001,31(1):27-31.

[2] 沈保汉,贺德新,陈 轮,等. DX 多节挤扩灌注桩[J]. 岩土工程界,2002,5(4):30-35.

[3] 沈保汉,贺德新,刘振亮,等. DX 多节挤扩桩的产生及特点[J]. 工业建筑,2004,34(3):1-4,8.

Introduction of equipment and engineering methods of DX pile technology

He Dexin

(Beijing Zhongkuo Foundation Technology Co., Ltd, Beijing 100097, China)

[**Abstract**] This paper introduced the developing process of DX pile technology in theory research, equipment and engineering methods and practices. From the invention of the DX extruding-expanding rig, the drilling-extruding-cleaning rig, to the rotary extruding-expanding rig, DX pile technology achieved great progress and development.

[**Key words**] DX pile; extruding-expanding; rotary extruding-expanding; cutting-rolling