

LGZ - 25 型全液压螺杆桩钻机的研制与应用

侯庆国

(山东省地质探矿机械厂, 山东 济南 250014)

摘要: 螺杆桩是一种承载力高、成本低、施工效率高、无污染的新桩型, 新研制的 LGZ - 25 型全液压螺杆桩钻机满足了螺杆桩独特的施工工艺要求。结合实际工程实例, 介绍了钻机的结构、技术参数、工作原理以及应用效果。

关键词: 螺杆桩; 承载力; 钻机; 螺杆钻具; 定比传动

中图分类号: P634.3⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672 - 7428(2010)08 - 0037 - 04

Development and Application of LGZ - 25 Full Hydraulic Screw Pile Drilling Rig/HOU Qing-guo (Shandong Geological Prospecting Machinery Plant, Jinan Shandong 250014, China)

Abstract: The screw pile is a new type pile with high bearing capacity, low cost, high construction efficiency and non-pollution. The newly developed LGZ - 25 full hydraulic screw drilling rig satisfies the special technological requirement of screw pile. The paper introduced the drilling rig about its structure, technical parameters, working principle and the application effect.

Key words: screw pile; bearing capacity; drilling rig; screw drilling tool; constant ratio transmission

螺杆桩是桩的外部具有等螺距梯形螺纹的螺杆状混凝土灌注桩, 根据桩上螺纹的长度不同, 螺杆桩又可分为全螺杆桩、半螺杆桩两种, 螺杆桩的成桩方法是使用特殊螺杆桩钻具, 旋转挤压入土形成螺纹孔, 在将钻具旋出螺纹孔的同时向孔内泵压混凝土形成螺杆桩。

螺杆桩采用了变截面的构造形状, 成桩过程中钻具对桩侧土体有挤压、加密作用, 成桩后桩侧土体成螺母状, 与螺杆状的桩体紧密咬合, 桩的承载力为侧阻力(摩阻力) + 螺纹的剪切力 + 桩端的端承力组成。因此螺杆桩具有承载力高, 成本低, 施工不取土、不排浆、无污染、低噪声, 被国家建设部列为 2005 年科技成果推广项目。

由于螺杆桩独特的成桩方法, 对施工钻机提出了特殊的性能要求: 螺杆钻具的旋转速度与给进速度必须具有稳定的定比例传动关系, 才能形成等螺距的螺纹孔, 并能在不破坏螺纹孔的条件下将钻具旋出; 不同直径的螺杆桩其螺距也不同, 因此钻机的回转速度和给进速度应能无级调速, 才能实现不同转速与不同螺距的任意匹配; 钻机也必须具有足够的输出扭矩和加、减压能力, 才能将钻具旋转挤压进土层, 在不排土的情况下形成螺纹孔。

针对螺杆桩上述施工工艺的要求。我厂与山东中阔螺杆桩技术有限公司合作, 经过近一年的设计

研制, 于 2010 年初成功推出 LGZ - 25 型全液压螺杆桩钻机, 专用于各种螺杆桩的施工, 也可用于长螺旋 CFG 桩的施工。

1 钻机的主要结构及工作原理

LGZ - 25 型全液压螺杆桩钻机主要由动力头、滑板、钻塔、主卷扬机、操作室、液动力站、工具卷扬机、钻机底盘、履带底盘、工形键滑移主动钻杆、螺杆钻具等部分组成。钻机的结构如图 1 所示, 主要部分的结构及工作原理简述如下。

1.1 动力头

动力头是钻机回转输出机构, 由 2 台液压变量马达并联驱动, 液压马达先通过三级行星减速机进行大传动比减速, 再通过一级齿轮减速驱动动力头输出轴转动, 总传动比 $i = 386 \times 2$, 实现了动力头的大扭矩输出。动力头输出轴的内孔为特殊设计的内花键孔, 与主动钻杆啮合向外输出回转扭矩和轴向力。

1.2 钻塔

钻塔的塔身为矩形箱式结构, 由高强度结构钢板组焊而成, 塔身两侧焊有矩形导轨, 钻塔的顶部和底部安装滑轮组, 钻塔通过液压油缸起落, 工作时用塔撑固定, 通过调节塔撑的长度可调节钻塔前后方向的垂直度。

收稿日期: 2010 - 07 - 13

作者简介: 侯庆国(1955 -), 男(汉族), 山东济南人, 山东省地质探矿机械厂总工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程机械设计和技术管理工作, 山东省济南市燕子山路 2 - 2 号, hqg108@163.com。

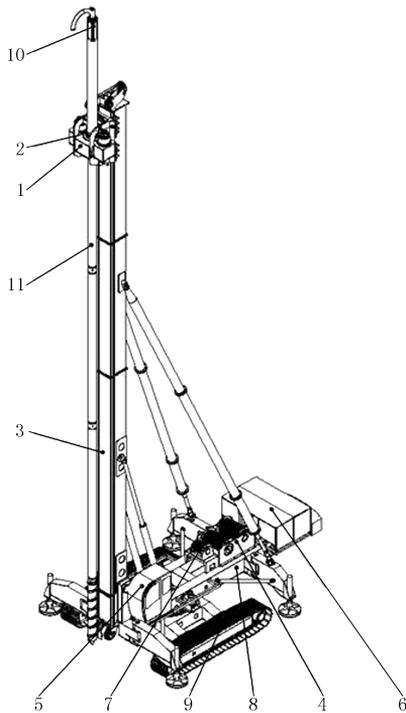


图1 钻机结构示意图

1—动力头;2—滑板;3—钻塔;4—主卷扬机;5—操作室;6—液压动力站;7—工具卷扬机;8—钻机底盘;9—履带底盘;10—工形键滑移主动钻杆;11—螺杆钻具

1.3 滑板

滑板为焊接结构件,滑板上下两端安装滑轮,滑板前部通过销轴联接动力头,滑板体后部安装导轨卡瓦,与钻塔导轨联接,可沿钻塔导轨上下移动。

1.4 主卷扬机

主卷扬机为A、B双卷筒结构,液压马达通过三级行星减速机驱动其中的A卷筒传动,A卷筒与B卷筒通过一对相同齿数的齿轮啮合,A卷筒与B卷筒以相同转速、相反方向同步转动,主卷扬机的A、B两个卷筒分别缠绕a、b两根钢丝绳。

1.5 动力头的给进原理

动力头的给进是由主卷扬机驱动的,其工作原理为:主卷扬机A卷筒上的a钢丝绳先穿过钻塔顶部的滑轮后下行,绕过滑板上部的滑轮后再上行,绳端固定在钻塔顶部;B卷筒上的b钢丝绳则先穿过钻塔底部的滑轮后上行,绕过滑板下部的滑轮后再下行,绳端固定在钻塔底部;这样由主卷扬机、钻塔上下滑轮和滑板上下滑轮组成一个增力给进移动机构,见图2。主卷扬机正转时,A卷筒收绳带动滑板即动力头上升,B卷筒则放绳,主卷扬机反转时则动力头下降。

1.6 动力头的回转与给进实现定比例传动的工作原理

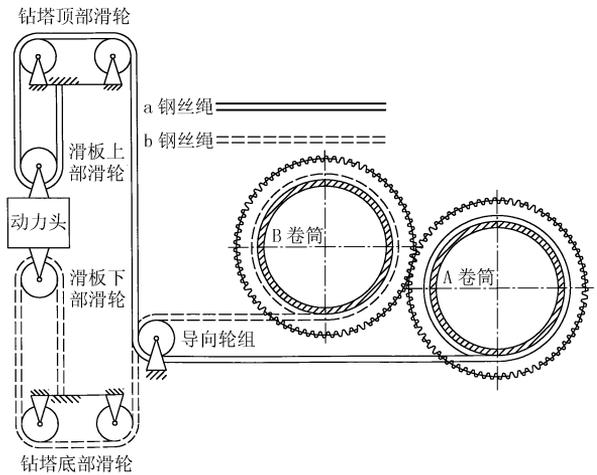


图2 增力给进移动机构示意图

动力头驱动马达和主卷扬机驱动马达分别与钻机液压动力站中的2台变量液压泵组成2个独立的容积调速传动回路,使动力头的输出转速和主卷扬机的给进速度都实现了大范围的无级调速,2个容积调速传动回路的调速由2个电磁比例阀控制,可通过电位器分别独立调节动力头的输出转速和主卷扬机的给进速度。动力头的输出转速和主卷扬机的给进速度通过测速传感器检测,在数字显示器上实时显示,因此根据显示器显示的动力头回转速度和螺杆桩的螺距,可以方便地计算和调节出动力头相应的给进速度,使动力头的回转速度与给进速度形成定比例传动。采用PLC可编程逻辑控制器可以实现定比例传动的自动控制。由于液压容积调速具有很好的刚性,液压马达输出扭矩的变化不影响输出转速,因此定比例传动具有很好的稳定性。

1.7 工形键滑移主动钻杆

LGZ-25型全液压螺杆桩钻机的最大施工深度设计为26m,按常规实现26m的施工深度,钻塔的高度要接近30m。钻塔过高会对整机的结构强度、质量和稳定性都有不利影响,为解决该问题,设计了工形键滑移主动钻杆,该主动钻杆可以传递回转扭矩,也可传递轴向加、减压力,同时主动钻杆还可以在动力头的输出轴内轴向滑移5.5m。该工形键滑移主动钻杆的使用使钻机在塔高23.2m的情况下,可以施工26m深的钻孔,钻塔高度降低了5.5m,有效地提高了整机的强度、稳定性,减轻了整机质量。

1.8 底盘

该钻机配有液压履带底盘和液压驱动的回转支承,使钻机在施工现场有很好的机动性,移动孔位和对准孔位方便,钻机底盘上设有4个液压油缸支腿,

通过4个支腿可以调节钻塔的垂直度,并增加了钻机的稳定性,使用4个支腿也可以实现钻机自行装卸车。

1.9 螺杆钻具

螺杆钻具主要由钻头、螺纹钻杆、光钻杆等组成,使用内、外六方接头连接,钻具内设有内管,作为输送混凝土的通道。

1.10 操作室

钻机的操作和控制全部集中在操作室内,通过观察压力表、电流表、电压表、动力头转速表和给进转速表可以随时了解钻机的运转情况。

2 钻机的主要技术参数

钻孔直径400~500 mm,钻孔深度26 m,动力头转速1.5~5.5 r/min,动力头输出扭矩350 kN·m,动力头行程21.3 m,主动钻杆行程5.5 m,主卷扬提升能力400 kN,主卷扬加压能力300 kN,主卷扬升降速度0.35~5.5 m/min,工具卷扬提升能力50 kN(单绳),钻机配备功率90 kW+37 kW+5.5 kW,履带轨距4600 mm,履带轴距4600 mm,履带板宽度800 mm,履带行走速度0.2~0.7 km/h,钻机爬坡能力(部分解体后)20°,钻机运输尺寸(部分解体后)13000 mm×2800 mm×3400 mm(长×高×宽),钻机质量70 t。

3 钻机的应用效果

2010年1月, LGZ-25型全液压螺杆桩钻机在山东省博兴县瑞苑小区工程进行了施工。

3.1 工程概况

该工程场地位于博兴县博城三路北侧,是一住宅小区,小区内建住宅楼3栋,框架结构,地上17层,地下1层,总建筑面积3万多平方米。设计桩型为半螺杆桩,桩径500 mm,桩长18.5 m,其中桩的下部为螺杆型,螺纹长度12 m,螺纹外径500 mm,螺纹内径380 mm,螺距500 mm,螺纹牙形为梯形,桩的上部为圆柱型,直径500 mm,长度6.5 m。设计桩位753个,桩间距1.75 m。

3.2 地质概况

该建筑场地为河湖相沉积平原,地下水的类型为第四系孔隙潜水,水位埋深平均值为2.17 m,场区地层均为弱透水层。该场地的土层根据结构及物理力学性质共分为8层,各土层的岩土工程特性及物理力学性质指标简述如下:

①杂填土,平均厚度0.92 m;

②粘土,棕褐色,夹薄层粉土,干强度及韧性高,平均厚度2.2 m,平均埋深3.12 m,含水率 $w=32.5%$,孔隙比 $e=0.949$,压缩模量 $E_s=3.95$ MPa,标准贯入试验平均击数 $N=4.0$ 击;

③粉土,黄褐色,中密~稍密,干强度及韧性低,平均厚度2.52 m,平均埋深5.64 m,含水率 $w=26.4%$,孔隙比 $e=0.740$,压缩模量 $E_s=11.85$ MPa,标准贯入试验平均击数 $N=9.8$ 击;

④粉土,灰黄色,可塑~软塑,干强度及韧性中等,平均厚度6.75 m,平均埋深12.4 m,含水率 $w=25.2%$,孔隙比 $e=0.719$,压缩模量 $E_s=4.74$ MPa,标准贯入试验平均击数 $N=5.4$ 击;

⑤粉土,灰黄色,中密~稍密,干强度及韧性低,平均厚度3.02 m,平均埋深15.41 m,含水率 $w=22.7%$,孔隙比 $e=0.641$,压缩模量 $E_s=7.49$ MPa,标准贯入试验平均击数 $N=9.6$ 击;

⑥粉质粘土,灰色,可塑,干强度及韧性中等~高,平均厚度1.79 m,平均埋深17.25 m,含水率 $w=22.0%$,孔隙比 $e=0.635$,压缩模量 $E_s=5.21$ MPa,标准贯入试验平均击数 $N=6.8$ 击;

⑦粉土,黄褐色,密实,干强度及韧性低,平均厚度3.35 m,平均埋深20.6 m,含水率 $w=22.1%$,孔隙比 $e=0.635$,压缩模量 $E_s=9.05$ MPa,标准贯入试验平均击数 $N=27.5$ 击;

⑧粉砂,黄褐色,密实,干强度及韧性低,平均厚度9.60 m,平均埋深30.17 m,标准贯入试验平均击数 $N=52.0$ 击。

3.3 施工设备

LGZ-25型全液压螺杆桩钻机1台;Ø500 mm螺杆钻具1套,总长度22 m;HBT60型混凝土输送泵;380 V、200 kVA变压器1台。

3.4 设备安装及人员配备

使用75 mm²截面的铜芯电缆将钻机与变压器连接,将钻机钻塔联接好,启动钻机竖起钻塔,用塔撑固定钻塔,将钻机主卷扬机的a、b两根钢丝绳在钻塔上安装紧固好,将主动钻杆插入钻机动力头输出轴的内花键孔,用输送混凝土的高压胶管将混凝土输送泵出浆口与主动钻杆上部的回转接头联接,将螺杆钻具与主动钻杆下部的六方接头联接。将钻具对准孔位,使用4个液压支腿将钻塔调垂直后可进行钻孔施工。

该钻机共配备人员14人。其中机长1人,施工技术员1人,钻机操作手2人,辅助生产工人8人,混凝土输送泵操作手2人,操作手和工人分为2班,

每班钻机操作手1人,辅助生产工人4人,混凝土输送泵操作手1人,12 h工作制,钻机24 h连续工作。

3.5 钻机运转情况

钻机运转情况及使用参数如下:动力头回转速度3~3.5 r/min,动力头相应的给进速度为1.5~1.75 m/min,动力头正转、加压给进把螺杆钻具钻进至18.5 m深度,随后动力头反转,并改为减压给进,将螺杆钻具反向旋转离开孔底,同时启动混凝土输送泵将混凝土压灌入孔内。当螺杆钻具的钻头旋升到离孔底12 m的高度时,半螺杆桩的有螺纹部分灌注完成,此时将螺杆钻具正转,并继续提升钻具,将螺纹孔的螺纹扫掉,形成上部无螺纹的圆柱桩(半螺杆桩的结构见图3)。完成一根长18.5 m半螺杆桩的施工时间24 min左右。



图4 螺杆桩钻机施工现场

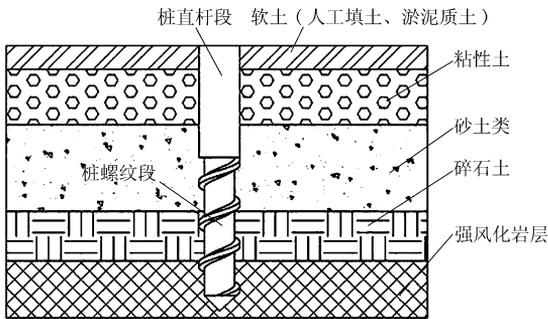


图3 螺杆桩结构示意图

该工程完成753根半螺杆桩,累计工作日29天,累计完成总工作量13930.5延米,平均每天完成26根,工作量481延米,最高一天完成44根,工作量814延米。钻机累计运转近700 h,未发生大的故障,钻机维修保养时间累计不足4 h,钻机运转期间累计耗电量31200 kWh,平均每米工作量耗电约2.24 kWh。施工现场见图4。

3.6 施工效果

由山东省滨州市建设工程质量检测站对该工程的半螺杆桩进行了单桩竖向抗压静载荷试验,检测了S1、S2、S3三根桩,单桩竖向抗压极限承载力分别为1530、1700、1700 kN。其中S1桩由于桩顶砼开裂,载荷无法维持,极限承载力没能测出最大值。

4 结语

LGZ-25型全液压螺杆桩钻机通过该工程的实际应用,验证了钻机的使用性能完全能满足螺杆桩的施工工艺要求,具有操作方便、性能可靠、安全性好、能力强、效率高等特点。钻机在结构设计上有多处技术创新,已向国家申报了多项发明和实用新型专利。螺杆桩作为一种高承载、低成本、沉降小、抗震性好的新桩型,又具有施工工期短、不排土、不排浆、无污染、低噪声,成桩质量不受地下水影响,适用范围广等特点,在性能优良的施工设备的支撑下,必将有更好的推广应用前景。

参考文献:

- [1] 阎明礼,张东刚. CFG桩复合地基技术及工程实践[M]. 北京:中国水利水电出版社,2001.
- [2] 方崇,张信贵,彭桂皎. 对新型螺杆灌注桩的受力特征与破坏性状的探讨[J]. 岩土工程技术,2006,20(6):316-319.
- [3] 闭历平,方崇,张信贵. 新型螺杆灌注桩的施工工艺与质量控制措施[J]. 西部探矿工程,2006,18(12):15-16.
- [4] 周红军. CFG桩复合地基在河北廊坊地区的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(6):55-57.
- [5] 张伟,彭振斌,李志平. 螺杆桩在地基处理中的应用[J]. 岩土工程界,2007,10(11):38-39.

汛期地灾监测又添新利器 地灾光纤传感技术获两项国家专利

国土资源网2010-07-26消息 近日,由中国地调局水环地调中心承担的“十一五”国家科技支撑计划课题《地质灾害监测光纤传感技术应用研究》顺利通过验收,并获“滑坡裂缝监测用光纤光栅传感装置”和“光纤光栅实验标定工作台”两项国家实用新型专利。

该课题科研人员经过4年的攻关,成功研制出了具有我国自主知识产权的光纤光栅监测解调仪和分布式光纤传感监测系统,其技

术性能达到国际同类技术产品水平,为我国开展地质灾害监测光纤传感技术研究奠定了基础。

据了解,该课题立足于解决突发性地质灾害的监测技术问题,结合国土资源大调查项目开展大量研究工作,并进行了野外应用,取得了一系列成果。这项地质灾害监测光纤传感技术可进行连续分布监测,监测长度可达几十千米,较适用于大型地质灾害体监测。