

# 小直径灌注桩旋挖成孔工艺

郝长明

(北京东方新星石化工程股份有限公司,北京 100070)

**摘要:**由于旋挖钻机结构的特殊性,不便于小直径钻孔灌注桩。设计了一套解决问题的新技术——小直径灌注桩旋挖成孔工法。此项新技术包含了自行设计的XFK600防扩钻头、特别的工艺参数、双护筒保浆技术等。试验研究成功后,已广泛应用于多个重大工程项目。介绍了该技术的创新内容、关键技术及其试验应用效果。

**关键词:**旋挖钻机;小直径灌注桩;钻头;长护筒;充盈系数

**中图分类号:**TU473.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2014)04-0076-03

**Rotary Holing Technology for Small Diameter Bored Pile/HAO Chang-ming** (Beijing New Oriental Star Petrochemical Engineering Co., Ltd., Beijing 100070, China)

**Abstract:** Because of the special structure, the rotary drilling rig is not suitable for small diameter bored piles. Aiming at this problem, a new technology of rotary holing for small diameter bored pile has been developed, which contains the self-designed XFK600 non-dilated bit, special technological parameters and mud protecting by tube with steel liner. This technology has been widely used in many large projects after successful experimental study. The paper introduces the technical innovation, key technologies and application effects.

**Key words:** rotary drilling rig; small diameter bored piles; bit; long protecting tube; filling coefficient

## 0 引言

过去,在房建项目上常见 $\varnothing 600$ 、 $\varnothing 500$  mm这样的小直径钻孔灌注桩,只是工程量不太大,使用旧式机械设备施工,进度、环保等方面虽有很大问题,尚可完成施工。现在房建规模扩大,桩的数量增多了,工业项目桩的数量更是大得惊人——电厂、炼化项目、油库、煤化油、煤化工、化工项目、金属冶炼、港口等等,如果使用灌注桩,往往多是 $\varnothing 600$  mm的,其它直径的很少见。桩的数量几千个,甚至几万个。假如使用旧式设备不可能在工地上摆满设备,故而也不可能按期完工;文明施工、环保要求很难达标;工程质量和人员安全也不易得到保障,这方面的教训是很多的。

近年来,旋挖钻机在建筑市场上得到广泛运用。在公路铁路的桥梁建设项目上可以说是非它莫属。铁路桥梁以 $\varnothing 1000$  mm和 $\varnothing 1250$  mm桩居多,公路桥梁多采用 $\varnothing 1200$ 、 $\varnothing 1500$  mm桩。 $\varnothing 1600$ 、 $\varnothing 1800$ 、 $\varnothing 2000$ 、 $\varnothing 2500$  mm也时常采用。桩长50 m左右最为常见,也有长达百米的。由于采用了清洁高效的旋挖钻机,桩基工程变得轻而易举。但旋挖钻机往往避开直径 $< 600$  mm的钻孔——不仅效率低,成孔质量难以保证,超灌,安全隐患突出。

针对上述问题,我公司改进机具和工艺,进行有益的探索,形成了一套全新的小直径桩基施工技术。

## 1 旋挖钻机用于小直径桩孔施工存在的问题

(1) 钻杆粗、钻孔小,正常起下钻会导致护孔泥浆液面巨大起伏,按常规工艺不能迅速补浆,导致塌孔。

(2) 钻头太小,无法内置泥浆通道,起下钻时钻头与孔壁间泥浆流速很快,冲刷孔壁。导致扩孔和塌孔。

(3) 由于没有内置泥浆通道,起钻时大力抽吸孔底,造成扩孔。

(4) 钻头桶体直径太小,倒土困难,如果使用两瓣钻头,加压状态两瓣钻头本体不同步扭曲,致使充盈系数进一步加大。

目前国内外均无解决此类问题的特别钻具和工艺。

我公司主要服务于石化工程建设,电厂、煤化油、煤化工、化工、金属冶炼、港口等,遇到的小直径钻孔灌注桩工程特别多,达到工程总量的80%以上。因此,上述问题能否妥善解决对企业的效益具有重大影响。

## 2 小直径旋挖成孔工艺的创新内容及关键技术

### 2.1 XFK600防扩钻头

减小钻头桶体的尺寸。以最为常见的 $\varnothing 600$

收稿日期:2013-11-22;修回日期:2014-03-13

作者简介:郝长明(1957-),男(汉族),河南人,北京东方新星石化工程股份有限公司高级工程师,勘探机械专业,从事工程钻机及施工机具、工法的设计研究工作,河北省保定市朝阳北大街429号新星石化工程公司(071051),425468113@qq.com。

mm 桩为例,将钻头的桶体由  $\text{Ø}560\text{ mm}$  减小至  $\text{Ø}500\text{ mm}$ ,增大通浆截面,降低泥浆流速。适当增大钻头径向出刃并加装侧刀,用于保径。调整加装钻齿的犁板角度和形状,方便进土。见图 1。

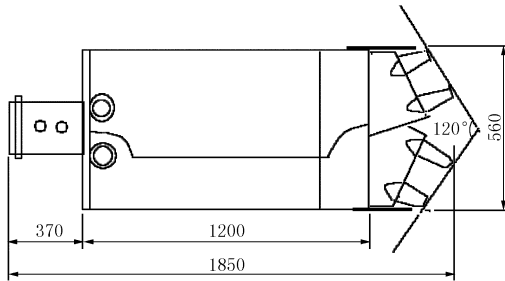


图 1 XFK600 防扩钻头

将两瓣钻头的钻齿由平面分布改为锥面分布,使加压过程中钻头本体受到巨大抱紧力,消除不规则扭曲变形效应,改善导向性能,提高钻孔精度。

通过以上研发创新,提高钻孔质量,消除安全隐患,降低充盈系数。 $\text{Ø}600\text{ mm}$  钻孔灌注桩充盈系数控制在 1.15 以下。

在试验的过程中,调整了钻齿的切削角度,由  $150^\circ$  改为  $110^\circ$ ,进一步增大了钻进过程中两瓣钻头趋于抱紧的力量。

### 2.2 优化钻进工艺

平稳起下钻,绳速控制在  $10\text{ m/min}$  左右;精确控制每个钻进回次进尺深度,通过计算得出钻头容积为  $0.2\text{ m}^3$ ,每一回次进尺深度  $\geq 60\text{ cm}$ ;在护筒之外套装大直径的薄壁护筒,聚积下钻时溢出的泥浆,起钻时泥浆自然流进孔内,解决了补浆迟缓和补浆不均匀的问题。见图 2。

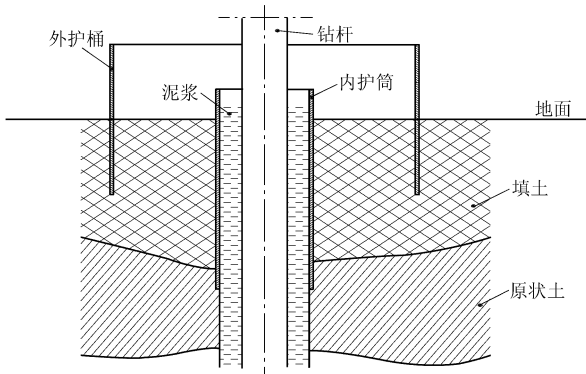


图 2 钻进补浆示意图

在旋挖钻机作业前向护筒内先注入一定量泥浆。随着旋挖成孔不断补充,保持泥浆面的高度,以保证每次提钻时泥浆能迅速回流。有效减弱了孔内负压的形成,同时避免桩孔上部裸露,减小了桩孔坍塌的可能。

由于打桩区域常在填土区,为保证开孔质量,往往会设置成桩护桶,其直径与设计要求的桩径匹配,与上述大护筒组成的双护筒设施(图 3),充分发挥了泥浆的作用,解决了补浆迟缓的问题。



图 3 双护筒设施

### 3 应用实例

福建省泉州市炼化一体化 C4 联合装置  $\text{Ø}600\text{ mm}$  钻孔灌注桩工程,选用 SD-10 型旋挖钻机施工。

工程地质条件如图 4 所示。

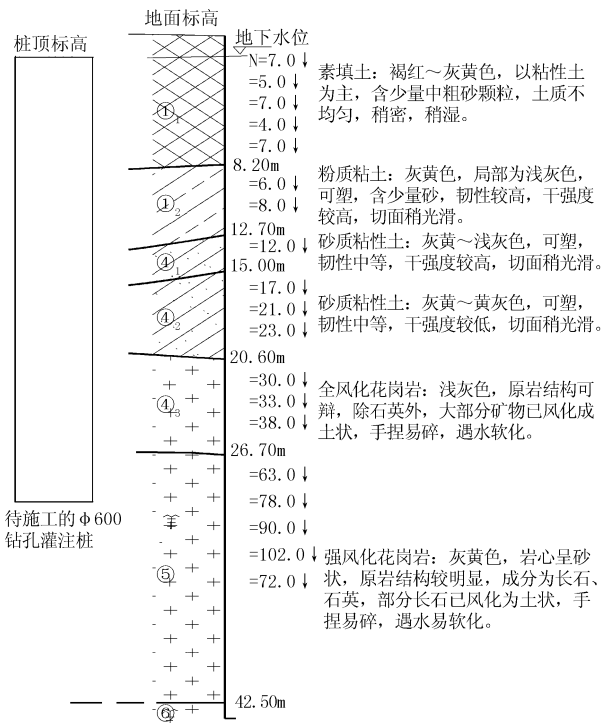


图 4 工程地质剖面图

新旧钻头充盈系数对比见表 1。

在地质条件相同条件下,使用旧钻头 3 个钻孔平均充盈系数 1.43;使用新钻头 4 个钻孔平均充盈系数为 1.178,充盈系数大幅度降低,同时钻孔质量提高,塌孔的危险性降低,但充盈系数降至 1.15 以下的目标并未达到。

经过分析地质资料和研究灌注桩记录认识到,上

表1 新旧钻头充盈系数对比

钻头	日期	桩号	孔深 /m	理论灌注量 /m <sup>3</sup>	实际灌注量 /m <sup>3</sup>	充盈系数	备注
旧钻头	9-12	258	31.00	8.76	13.00	1.48	7~8 m 遇见岩石
	9-12	259	31.00	8.76	12.50	1.42	0~7 m 回填土
	9-13	266	30.50	8.62	12.00	1.40	0~8 m 回填土
新钻头	9-14	110	29.50	8.35	10.00	1.20	
	9-16	111	27.00	7.63	9.00	1.18	0~8 m 回填,有石块、砖瓦建筑垃圾
	9-18	117	27.50	7.78	9.41	1.21	
	9-18	125	29.00	8.20	10.00	1.12	

部0~8 m 为回填土,且含水量大,易塌孔,特别5~8 m 处局部含有建筑垃圾,个别大毛石。在回填土比较松软以及存在大块石头的区域,靠改进钻头难以解决问题。对于这样的地层,无论大直径钻孔还是小直径钻孔,采用哪种钻头都无法完全解决充盈系数问题,只能通过下长护筒的方法解决问题。

钻进之前下长护筒,穿过有石块、建筑垃圾的松散填土层。应用效果见表2。

表2 下长护筒工艺后的充盈系数

日期	桩号	孔深 /m	理论灌注量 /m <sup>3</sup>	实际灌注量 /m <sup>3</sup>	充盈系数	备注
9-21	128	31	8.76	10.249	1.17	
9-21	129	31	8.76	9.636	1.10	0~8 m 回填,有石块、砖瓦建筑垃圾
9-22	133	31	8.76	10.340	1.18	
9-22	135	31	8.76	9.811	1.12	

从表2看出,4个钻孔平均充盈系数为1.1425。达到充盈系数降至1.15的目标。

#### 4 结语

(1)该项全新的小直径旋挖成孔工艺关键技术为:使用自行设计的XFK600防扩钻头,绳速控制在10 m/min左右,每钻不超过60 cm,在护筒之外套装大直径的薄壁护筒。小直径灌注桩旋挖成孔工法被评为中国石化集团优秀工法。

(上接第66页)

活塞配气行程,可实现正反冲击切换,有效地解决了土层、砂卵石层等松散地层提钻遇卡及防埋的问题。

#### 参考文献:

- [1] 楼日新.复杂地层潜孔锤跟管钻进技术研究[D].四川成都:成都理工大学,2007.2-4.
- [2] 陈晨.岩土工程施工[M].吉林长春:吉林大学出版社,2004.179-184.
- [3] 曹品鲁.潜孔锤冲击挤密钻进机理及挤密钻头的设计与实验

(2)试验数据表明,该技术应用于工程项目可以大幅度降低充盈系数,使充盈系数达到预设目标1.15以下。同时钻孔质量提高,塌孔的危险性降低。

(3)稀软、特别松散,以及填有大块石的地层需采用其他技术措施,如钻进之前下长护筒。

(4)该项技术的3个部分是一个有机的整体,不能有所偏废。如武汉乙烯试桩工程为粘土砂土互层,上部土层性状良好,使用XFK600钻头,该工程的粉砂层的充盈系数仅1.05左右,效果十分理想。但由于没使用双护筒的保浆技术,②层粘土(Q<sub>4</sub><sup>al</sup>)却垮塌严重。增设双护筒以后效果非常显著。如果综合、完整地运用本项技术,不仅可以消除安全隐患,充盈系数达到预设目标,质量得到大幅提高,还有助于环保达标,施工效率也会提高。

(5)该技术已推广应用于福建炼油乙烯C4联合装置、福建炼油乙烯40万t/年聚丙烯装置、福建炼油乙烯气电联合装置、神华包头煤制烯烃装置、武汉乙烯项目、重庆醋酸乙烯项目、安庆炼化一体化项目等大量重大工程,取得了很好的社会效益和经济效益。

#### 参考文献:

- [1] 段新胜,顾湘.桩基工程[M].湖北武汉:中国地质大学出版社,2005.
- [2] 宋翔雁.现代基础处理用钻掘设备[J].岩土钻掘工程,1999,17(6).
- [3] 黄志文.大型旋挖钻机设计中几个问题的讨论[J].建筑工程,2010,(15).
- [4] 周红军.旋挖钻进技术适用性的初步研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(8):39-45.
- [5] 王文明.软土地区提高旋挖钻机成孔质量的措施[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2013,40(9):68-71.
- [6] 杨明星,王丽仙.旋挖钻孔低粘降失水泥浆配制应用技术[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2012,39(2):64-66.

研究[D].吉林长春:吉林大学,2007.1-6.

- [4] 马利东,隆威,苏冬九.CJ-130型双向气动潜孔锤的研制[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(1):31-33.
- [5] 郑治川,邓洪超,卢文阁.冲击回转挤压成孔方法及凸轮型挤压钻头[J].探矿工程,1999,(4):8-10.
- [6] Voelkel Gerhard. Drilling Ram Device Having a Pneumatic Drive and a Hydraulic Reversal of the Movement Direction: European Patent Applied, WO2011023350[P].2011-03-03.
- [7] 黄润秋,徐则民.西南典型城市环境地质问题与城市规划[J].中国地质,2007,(10):894-960.