

喷粉桩的应用及施工工艺

吴立鹏 毛献国

【提要】喷粉桩是一种八十年代初开始在我国应用,近年应用范围逐步扩大的深层搅拌桩型。其可用于软土地基加固及作挡土墙。本文介绍了喷粉桩的应用范围、施工工艺及柳州欧维姆建筑机械有限公司新近研制开发的RSF37-5型喷粉桩机的工作原理、主要性能特点和技术参数

关键词 喷粉桩 地基加固 喷粉 承载力

一、概述

1、喷粉桩于70年代在瑞典发明,后在世界各地得到大力推广,并于80年代初开始在我国得到应用,因为喷粉桩有着显著的优点,所以近年在国内应用范围逐步扩大。在日本,喷粉桩应用很广,其施工工法称为DJM(Dry Jet Mixing Method),顾名思义就是干粉搅拌法。

2、喷粉桩属于一种新的深层搅拌桩型,其形成是利用压缩空气向软土地基中注入水泥粉或石灰等粉状加固料,不向地基内注入水分,使其与软弱土混合、压密。通过加固料与软弱土之间的离子交换作用、凝聚作用、化学结合作用等一系列的物理、化学作用,达到加固地基的目的。

3、这种桩具有多种优点:①提高地基承载力(2~3倍)、水稳性,减少沉降量(1/2~2/3);②施工效率高,工期短;③成本大为降低;④施工无振动,比起预制桩施工,噪音大为降低;⑤无环境污染。

二、喷粉桩应用范围

1、喷粉桩加固范围为天然含水量大于30%,小于70%的淤泥质土、粘性土和粉质土地基,当地基土pH值小于4时不宜采用。

2、喷粉桩相对灌注桩和预制桩来说,强度较低(一般小于200kPa),抗剪切能力较差,因此作为复合地基,适用于载荷不大的建筑,如8层以下民用、工业建筑、公路和铁路地基加固、边坡加固以及作防渗、挡土墙等。

3、喷粉桩可采用端承型和摩擦型。

4、喷粉桩作为地基加固使用时,喷粉桩的布置有桩式、格栅式、壁式、块体式,如图1所示。

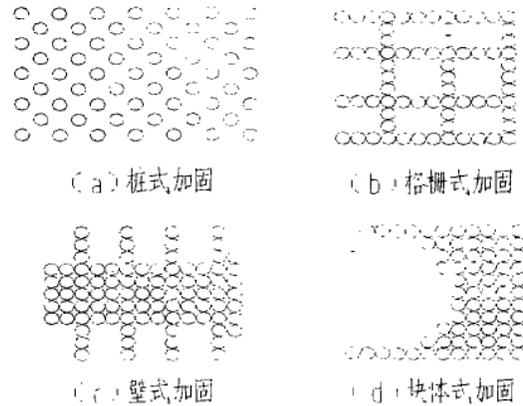


图1

5、喷粉桩作为挡土墙用时,其布置形式如图2所示。

桩与桩之间相交,可防渗。如水平剪力过大,桩的布置形式还可如图3所示。



图2

图3

三、施工机具

喷粉桩的施工机具为喷粉桩机。下面以柳州欧维姆建筑机械有限公司新近开发的RSF37-5型喷粉桩机为例介绍施工机具。

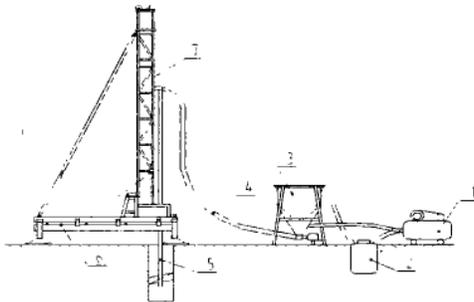
(一)、RSF37-5型喷粉桩机的工作原理及

结构组成

1、RSF37-5型喷粉桩机的工作原理

喷粉桩的基本施工过程是：①钻杆钻进；②钻到设计深度后，钻杆反向旋转提升，同时喷粉；③钻杆提升至离地面0.5m时停止喷粉，成桩。从喷粉桩的成桩过程可知，要形成喷粉桩，必须将加固料喷入土中，并且将加固料和土搅拌均匀。喷粉桩机作为喷粉桩的施工机具，其功能就是为了完成将加固料喷入土中并充分搅拌均匀。喷粉桩机是利用气力输送原理，利用空压机产生压缩空气将加固料从储灰罐通过输送管道、中空钻杆经钻头喷出，并由钻头将喷出的加固料搅拌均匀。为了完成这些动作，喷粉桩机要有喷粉装置、钻杆，以及使钻杆旋转和钻进、提升的传动装置。

2、RSF37-5型喷粉桩机的结构主要由液压步履底架(上底架和下底架)、传动系统、钻具、井架、液压系统、喷粉系统、电气系统等组成。如图4所示。下面分述各系统的功用。



1.空压机 2.大灰罐 3.大灰罐 4.输送管道 5.钻杆
6.液压步履底架 7.井架

图4

(1) 桩机的横纵向移位是通过液压步履底架来达到。液压步履底架分为上底架和下底架，上、下底架之间通过两个横移油缸和一个纵移油缸来连接，通过横纵向油缸的分别往复运动就可以实现主机的横纵向移位。

(2) 桩机的传动系统包括主离合器、五档变速箱、正反档变速箱、转盘、进给减速箱等。传动路线为：

主电机→五档变速箱 → 正反档
变速箱 → 转盘（钻杆旋转）



进给减速箱 → 钻轴总成 → 钻杆钻进

由传动路线可看出，钻杆钻进和旋转的动力均来自主电动机，这是本型桩机的特点之一，目前国内的喷粉桩机传动系统大多都是这样。这种传动方式的优缺点将另文论述，本文不作讨论。

(3) 钻具分为钻杆、钻杆接头、钻头三部分。钻杆又分为3部分：2根各长7.4m的上、中钻杆，1根1m长的下钻杆。钻杆为方型钢管。钻杆接头用于钻杆和钻头以及钻杆之间的连接。钻头有两片螺旋形叶片，钻头尖径向开有喷灰口。钻头的作用是破碎土壤以及均匀搅拌水泥和土。钻具三部分均可拆卸，用时才组装。

(4) 井架高16m多，分为3节。井架主要用于安装导向加减压机构，使钻杆进给和提升。

(5) 液压系统用于控制主机横纵向移位，4个支腿的伸缩以及井架起落等动作。

(6) 喷粉系统由空压机、大灰罐、小灰罐、旋转供料器、电子计量系统、输送管道等组成。其主要功能是利用气力输送原理，用压缩空气将加固料通过输送管道经钻杆从钻头喷出。

a、空压机产生出压缩空气。

b、大小灰罐为储灰用。

c、旋转供料器为星式，安装于大灰罐的落料口处，通过无级变速器可控制供料器叶轮轴的转速，从而使它定量发送加固料。

d、电子计量系统包括3只拉力传感器、监测记录仪。拉力传感器安装于灰罐支架上，灰罐的全部重量由3只传感器承受，传感器随时将灰罐的重量变化测出并通过监测记录仪将数据显示出来，监测记录仪可实时自动监测、显示、记录施工时间、钻进深度、每米桩长喷粉量、单桩总喷粉量。

3、另外配一台灰浆泵还可进行喷浆，使该

桩机成为喷粉、喷浆两用机型。(喷浆工艺与喷粉工艺类似)

(二)、RSF37-5型喷粉桩机的性能特点

- 1、RSF37-5型喷粉桩机底架为液压步履式，能横向、纵向移动机动性较强。
- 2、桩机动力源采用三相异步电动机。
- 3、传动系统为全机械传动，钻杆正反转各设定有5种转速。
- 4、钻杆钻进方式为转盘卡住方钻杆旋转(钻头为螺旋式)，同时通过钻杆顶端连的封闭链条加压钻进。

5、喷粉量是由传感器测定，监测记录仪监测、记录，喷粉速度为机械无级调控。

6、主要技术参数：

成桩直径mm	500 (最大 600)
地基加固深度m	14.5
主电机功率kW	37
灰罐容积m ³	1.3
钻杆转速(进给) r/min	15 25 44 70 108
钻杆转速(提升) r/min	17 29 52 82 126
进给速度m/min	0.228 0.386 0.679 1.081 1.665
提升速度m/min	0.268 0.455 0.800 1.273 1.960

四、喷粉桩的施工工艺

1、施工前应平整场地，桩位画好线，组装好喷粉桩机，检查管路密封及传动系统、电气系统是否正常，并使加固料(水泥或石灰)装满大灰罐。

2、施工过程如图5所示。

通常经过一次喷粉搅拌后需复搅一次，复搅桩长由设计者根据实际情况定。

3、施工中注意事项

为保证桩体质量，施工中以下事项应特别注意：

- (1) 钻头下钻时须随钻随喷气，以免淤泥

堵塞喷气口。

(2) 当钻头提升至离地面0.5m时，应停止喷粉。

(3) 喷粉过程要求一气呵成，不得中断，如有意外中断喷粉时，须复搅1m。

(4) 桩体应自然养护14天后方可开挖。

(5) 桩体上部0.5m高土层应人工开挖，避免汽车等重型机械在其上行走，以免压碎桩头。

1. 打桩位 2. 钻通(同时喷气) 3. 钻提(复搅) 4. 钻提(复搅) 5. 成桩

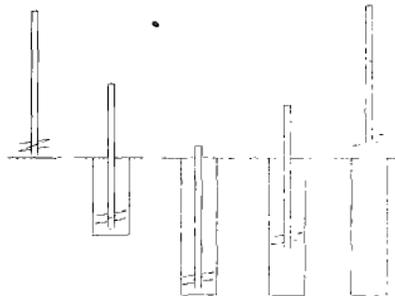


图5

五、结束语

在一般建筑物荷载不大情况下，如在8层以下民用建筑软土地基加固方式中，预制桩、灌注桩成本太高，承载力过剩，而且施工不便，工期长，业主通常难以承受。喷粉桩作为一种新型地基加固桩型，由于具有成本低、工期短的显著优点，其价格性能比较高，该桩型受到业主普遍欢迎。目前在沿海、江淮平原等地基土普遍较软的地区，喷粉桩应用较广。喷粉桩是一种简单可靠的地基加固方法，必将在更大范围内得到推广应用。

参考文献：

铁道部《粉体喷搅法加固软弱土层技术规范》TB10113-96。