

高压脉冲放电技术成桩法

李冬霜¹, 王茂森¹, A. Ю. ЮШКОВ²

(1. 吉林大学建设工程学院, 吉林 长春 130026; 2. 托木斯克理工大学, 俄罗斯 托木斯克 634034)

摘要: 主要介绍了高压脉冲放电技术的发展现状、成桩机理、成桩特点以及成桩的新工艺。该成桩方法具有高的承载能力和经济效益, 具有其它桩所不具有的优点。还对其成桩技术的应用前景进行了展望。

关键词: 桩; 高压脉冲; 成桩机理; 成桩新工艺

中图分类号: TU473 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2011)04-0078-02

High-voltage Pulse Discharge in Pile Foundation Engineering/LI Dong-shuang¹, WANG Mao-sen¹, Anatoly Yushkov²
(1. College of Construction Engineering, Jilin University, Changchun Jilin 130026, China; 2. Tomsk Polytechnic University, Tomsk 634034, Russia)

Abstract: This paper introduces the development status of high-voltage pulse discharge technology and describes the mechanism, characteristics and new process of pile formation. This pile formation method has special advantages with high bearing capacity and economic benefits, and the application prospect was discussed.

Key words: pile; high-voltage pulse; pile formation mechanism; new process of pile formation

0 引言

目前, 桩基已经成为中国工程建设中最主要的基础形式之一, 已经具有各种各样的成桩方法, 且成桩工艺也比较成熟。但是为了降低桩基造价, 改善成桩质量, 工程设计人员试图利用小的经济投入使桩发挥更高的承载力。为此进行了许多实验研究, 发明了各种类型的桩。目前的成桩工艺大多是人工挖扩、机械挤扩、冲扩、爆扩等。这些成桩工艺都存在着一定的技术困难和经济不合理性。为此, 笔者介绍一种俄罗斯正在研究和应用的新的成桩方法——利用高压脉冲放电成桩法。笔者认为, 目前应用高压脉冲放电技术成桩是现在最有前景的成桩方法之一。该方法能够使桩形成一定的几何形状(在地基中沿长度方向桩身加宽, 挤密桩底和桩周土体), 最主要的是它可大幅度地提高桩的承载力。这种成桩技术目前在中国的研究还很少, 吉林大学建设工程学院已从俄罗斯引进该技术及实验设备并正准备深入研究该成桩技术, 给中国桩基企业的发展和上升提供良好的空间。

1 高压脉冲放电技术成桩的发展现状

虽然在 18 世纪就有人提出了高压放电技术能够产生机械功的性能, 但是在 20 世纪才得到学者们的关注。首先, 苏联 Фаре́ль 教授在 1952 年, Мазов

和 Мейер 教授在 1955 年提出了高压放电技术可以在地学中应用。这个观点的提出和宣传促使了该技术的广泛推广, 并开始受到广大学者的关注。20 世纪 50 年代末, 苏联的 Г. М. Ломизе 教授将其用于饱和砂土的密实。1967 ~ 1969 年, Лейн 和 Пристли 又一次证实了液体中放电还能够拥有破坏力这样一个事实。70 年代末和 80 年代初, 在列宁格勒, 在 В. М. Улицкого 和 Г. Н. Ясевича 教授的领导下研究出应用“高压脉冲放电技术”成桩工艺的基本原理。此后高压脉冲放电技术在俄罗斯正式进入研究与应用领域。至今, 俄罗斯已经利用该成桩技术完成多个工程项目, 其中包括“全俄戏剧协会大楼、古老的中心商城”的基础, 据不完全统计, 成桩数量已上万根^[1,2]。由此可见, 该技术具有广阔的应用前景, 中国很有必要对该成桩技术进行研究。

2 高压脉冲放电技术成桩机理

2.1 成桩机理

高压脉冲放电成桩实质是将电能转化为其他形式的能量, 如机械波能、热能等。它是以“液电效应”为基础的。所谓液电效应, 是电容器通入高压后置于水中的两电极间隙会发生脉冲放电, 在放电通道内产生巨大冲击波和强烈辐射^[3]。其原理参见图 1。

接通高压电源 1, 通过整流器 2 向电容器 3 充

收稿日期: 2010-10-16; 修回日期: 2011-03-23

基金项目: 吉林大学研究生创新基金资助项目(20111040)

作者简介: 李冬霜(1983-), 男(汉族), 黑龙江人, 吉林大学硕士研究生在读, 岩土工程专业, 主要从事高压脉冲放电成桩新技术研究及土建、公路、铁路施工地质勘察工作, 吉林省长春市吉林大学建设工程学院 2008 级硕士, caulds@126.com。

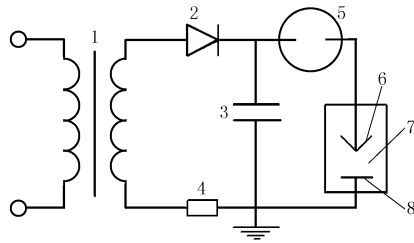


图1 脉冲放电原理图

1—高压变压器;2—整流器;3—电容;4—保护电阻;5—隔离间隙(放电开关);6—电势电极;7—放电间隙(充满液体);8—接地电极

电,当电容器3电压上升到两极间隙7击穿电压时,即放电间隙被击穿,此时,电容器迅速把贮存的高密度能量瞬间释放,释放的能量高达 10^3 kJ,这个过程类似于炸药爆炸的过程。这个过程首先将电能转化为热能,通道中物质快速升温,温度高达 $(10 \sim 40) \times 10^3$ K,通道中的水迅速汽化、膨胀并引起爆炸,结果导致通道内产生巨大冲击压力,可高达 10^5 个大气压,并通过液相介质将其压力传给作用对象。

2.2 脉冲放电成桩的特点

高压脉冲方法的应用是现在最有前景的解决灌注桩的质量改善问题的方法之一,为了这种方法的应用,专门生产了电物理设备。该方法保证了大的桩截面的生成,同时使桩底和桩周土体密实,最主要的是增大了桩的承载能力。现在电动液压方法在工业上已经有成功的例子。

成桩方法的本质归结为,在钻孔的不同深度在大功率的高压脉冲放电下产生冲击荷载,将液态混凝土不断打入桩周土中并加扩其径向尺寸,密实土体。和任何一种其他传统方法相比,它具有高的承载能力,具有高效率的工艺流程和最好的经济指标。脉冲放电成桩具有很多优点,例如,可以扩大桩身的任意部位,避免了使用大型机械扩孔,即使很小的空间也可以完成工作;无环境污染,无噪声,符合环保要求;可以大幅度提高桩的承载能力,成本却可降低50%;可以挤密桩周土体,使其密实;增强混凝土活性,提高其凝结后强度等等。正因如此,该技术开始引起人们的重视和研究,当然,至今对它的研究还不是很多,还需要进一步完善和研究。

3 高压脉冲放电技术成桩新工艺

脉冲放电成桩包括以下工序:首先用普通方法成孔,向孔内浇注混凝土,在电压 $5 \sim 15$ kV,单脉冲能量 100 kJ时,在混凝土砂浆中脉冲放电。此时挤密混凝土时放电区周围形成空区,用新的混凝土填

满。由于放电时孔中会产生冲击压力,会使孔周土壤密实和孔封闭区膨胀。放电数量根据设计要求的半径确定,每处放电的平均数量为 $10 \sim 50$ 次。放电完成后提升放电设备到新的设计高度和重复其工序。待放电工作全部完成,取出放电设备,将钢筋笼安装入孔中,这就形成了承载力很高的桩基。

根据俄罗斯制造此类桩的实验结果分析表明(实验所成桩形见图2),高压脉冲放电技术成桩的单桩承载力比已有的类型的桩的承载力要高,包括钢筋混凝土灌注桩。取出的桩证实放电对混凝土混合物和周围土强度特性有正面影响,除此之外,发现混凝土能快速的凝固,能够解决对已有建筑物基础的加固及维修等复杂问题^[4]。



图2 俄罗斯脉冲放电成桩实验照片

4 结语

桩基工程已经获得较大发展,在快速发展的21世纪,它必将获得更大发展。然而,桩基工程所具有的复杂性,使得成桩方法不断改进,不断出现新方法。而本文介绍的高压脉冲放电技术必将成为得以推广的成桩技术之一。该技术在俄罗斯已经基本成熟。在中国虽然脉冲放电技术的应用也比较广泛,但用其成桩的研究还很少见,吉林大学建设工程学院将和俄方保持密切联系和学术交流,进一步深入研究高压脉冲放电成桩技术。相信该成桩技术必将在中国得到推广应用。

参考文献:

- [1] Наугольных К. А., Рой М. А. Электрический разряд в воде [M]. - М.: Наука, 1971.
- [2] Тер-Мартirosян З. Г., Буданов А. А., Еремин В. Я. О. повышении несущей способности свай, изготавливаемых по разрядно-импульсной технологии. Информационный научно-технический журнал [J]. строительство материалы оборудование, технологии век. 2004, (1): 60-67.
- [3] Юткин Л. А. Электрогидравлический эффект и его применение в промышленности [M]. Л.: Машиностроение, 1986.
- [4] Юшков, Анатолий Юрьевич. Исследование формирования набивных свай импульсными разрядами [D]. дисс. . . канд. Техн. наук. Томск, 2004.