

1. 高压喷射注浆地基简介

高压喷射注浆法是 20 世纪 60 年代后期由日本最先提出的，我国在 70 年代开始用于桥墩、房屋等地基处理。它是利用钻机将带有特殊喷嘴的注浆管钻进至土层的预定位置后，以 20MPa 左右的高压将加固用浆液（一般为水泥浆）从喷嘴水平喷入土体，使喷流射程内的土体在高压喷射流的冲击力、离心力和重力等作用下与浆液充分搅拌混合，与此同时钻杆低速徐徐提升，待浆液胶结硬化后便在地基中形成一个具有一定形状和强度的固结体，从而使地基得到加固。

高压喷射注浆法按喷射方向和形成固体的形状可分为旋转喷射、定向喷射和摆动喷射三种。旋转喷射时，喷嘴边喷边旋转和提升，固结体呈圆柱状，称为旋喷法，主要用于加固地基；定向喷射的喷嘴边喷边提升，其固结体呈壁状；摆动喷射的喷嘴边喷边摆动和提升，固结体呈扇状。后两种方法常用于基坑防渗和边坡稳定等工程。这里着重介绍旋喷法。

高压喷射注浆法适用范围广，施工简单，固结体形状可以控制，即刻垂直喷射亦可倾斜或水平喷射，设备简单，管理方便、无公害，料源充足，价格低廉，并有较好的耐久性，可用于永久性工程。

高压喷射注浆主要适用于软弱土层，如第四纪的冲（洪）积层、残积层及人工填土等。在砂类土、粘性土、黄土和淤泥中都能进行喷射加固，效果较好。但对于砾石直径过大、砾石含量过多及含有大量纤维质的腐殖土，喷射质量较差，强度较高的粘性土中喷射直径受到限制。

高压喷射注浆法主要用途是加固与防渗，在各类工程建设中，因其简单的设备及独特的施工方法，可以解决其他工法无法解决的难题，目前普遍应用于：提高地基承载力，较少沉降变形；已有建筑地基补强、基础托换及扶正纠偏；土层旋喷锚杆；支挡与防渗；固化流砂防止砂土液化；射水松土拔钢板桩等各类工程项目中。

一、旋喷法的类型

旋喷法根据使用机具设备和基本工艺的不同可分为单管法（浆液管）、二重管法（浆液管和气管）、三重管法（浆液管、气管和水管）和多重管法（水管、气管、浆液管和抽泥浆管等）。

1、单管法

用一根单管将高压水泥浆液这种单一介质作为喷射流，由于高压浆液的喷射力在土中衰减较大，破碎土的射程较短，因而成桩直径较小，一般为 0.3~0.8m。

2、二重管法

用同轴双通道的二重注浆管复合喷射高压水泥浆和压缩空气两种介质，在浆液外围包裹着一圈空气流成为复合喷射流，成桩直径在 1.0m 左右。

3、三重管法

用同轴三重注浆管复合喷射高压水流、压缩空气及水泥浆液，由于高压水流的作用，使地基中一部分土粒随着水、气排出地面，高压浆流随之填充空隙。其成桩直径较大，一般有 1.0~2.0m，但成桩强度较低，约为 0.9~1.2MPa。

二、显著特点

1、能利用小直径钻孔旋喷成大直径固结体，可显著提高地基的抗剪强度，改善土的变形性质，使地基在上部结构的荷载作用下，不产生破坏和较大沉降，加固效果较好；

2、可通过调节喷嘴的旋喷速度、提升速度、喷射压力和喷浆量，旋喷成各种形状的桩体，并获得所需要的强度；

3、可用于已有建筑物的地基加固而不扰动附近土体，施工噪声低，振动小；

4、设备简单轻便，施工机械化程度高，操作简便，速度快，效率高，成本低。

三、适用范围

高压喷射注浆法适用于碎石土、砂土、粘性土、粉土、湿陷性黄土、淤泥、淤泥质土、人工填土等地基的加固；可用于既有建筑和新建筑的地基处理、基坑底部加固防止管涌与隆起、深基坑侧壁挡土或挡水、坝的加固等工程。但对于砾石粒径过大的土、坚硬粘性土、含腐殖质过多或对水泥有严重腐蚀性的土以及地下水流过大、喷射浆液无法在注浆管周围凝聚的地基土加固效果较差，不宜采用。

四、施工设备及材料

高压喷射注浆法主要机具设备包括：钻机、高压泵、浆液搅拌器等；辅助设备包括操纵控制系统、高压管路系统、压力流量仪表、材料储存、运输系统以及各种管材、阀门、接头安全设施等。

旋喷使用的水泥应采用强度等级为 32.5Mpa 的普通硅酸盐水泥，要求新鲜无结块。水灰比一般控制在 1:1~1.5:1，稠度过小，对强度有影响；稠度过大，浆液流动缓慢，喷嘴易堵塞，影响施工进度。为防止除浆液离析，通常加入水泥用量 3% 的陶土和 0.9% 的碱。浆液宜在旋喷前 1h 以内配制。