

# 注浆加固在填土地基中适用性和要点的探讨

张静学

(中亿丰建设集团股份有限公司, 江苏 苏州 215131)

**摘要:** 本文以采用注浆加固处理的某建筑场地基础为例, 分析了浅部土层的分布情况和工程特性、地下水位情况等注浆条件, 并根据注浆加固后地坪的沉降观测成果对场地内成分有差异填土层的注浆效果进行了分析统计。总结出注浆加固处理方法对性质不同的填土层的适宜性, 并对注浆加固岩土勘察和地基检测的要点进行了建议, 为注浆加固地基基础的安全性提供依据。

**关键词:** 注浆加固; 检测; 静载荷试验; 沉降观测

中图分类号: TU413

文献标识码: A

文章编号: 2096-7195(2020)05-0424-05

## Discussion on applicability and key points of grouting reinforcement in filling foundation

ZHANG Jing-xue

(Zhongyifeng Construction Group Co., Ltd., Suzhou 215131, China)

**Abstract:** Taking the foundation of a building site reinforced by grouting as an example, this paper analyzes comprehensively the distribution of shallow soil layer, engineering characteristics, groundwater level and other grouting conditions. According to the observation results of ground subsidence after grouting reinforcement, the grouting effects of filling soil layer with different components in the site are analyzed and counted. This paper summarizes the suitability of the grouting reinforcement method for filling layers with different properties, and puts forward some suggestions on the key points of geotechnical investigation and foundation detection for the grouting reinforcement.

**Key words:** grouting reinforcement; detection; static load test; subsidence observation

## 0 引言

随着国内岩土工程技术的不断发展进步, 建筑地基处理技术愈加成熟, 如换填法<sup>[1]</sup>、预压法<sup>[2]</sup>、水泥土搅拌法<sup>[3]</sup>、注浆加固等技术, 越来越多的建筑地基采用了地基处理的方法, 并且有很多成功的工程实例, 取得了良好的社会效益。建筑地基处理具有适用性广、快速、经济、效果显著的特点, 但是地基处理后基础的安全性是不可忽视的, 这就需要依据勘察成果选用合适的处理方案, 为建筑物基础的安全提供保障。注浆加固具有施工简便、节省劳力、所用设备简单、施工质量易于保证、加固效果明显、安全可靠、费用较低、经济合理等特点, 受到广泛的应用, 但是该方法也有其局限性, 在加

固填土层时, 因土层的成分差异会出现加固效果不理想的情况, 需要在设计时明确其适用性。本文以某建筑场地采用的注浆加固处理地基为例, 根据注浆工况及在不同成分填土部位的注浆效果, 对比总结, 提出注浆加固在填土地基中适用性和注意要点, 为其他类似注浆项目提供参考依据。

## 1 注浆加固原理和方法

压密注浆<sup>[4]</sup>是利用较高的压力灌入浓度较大的水泥浆或化学浆液, 注浆开始时浆液总是先充填较大的空隙, 然后在较大的压力下渗入土体孔隙。随着土层孔隙水压力升高挤压土体, 直至出现剪切裂缝, 产生劈裂, 浆液随之充填裂缝, 形成浆脉,

使得土体内形成新的网状骨架结构。浆脉在形成过程中由于占据了土体中一部分空间，加上土层内孔隙被浆液所渗透，从而将土体挤密，构成了新的浆脉复合地基，改善了土体的强度和防渗性能，同时也改变了土体物理力学性质，提高了软土地基的承载力。

注浆加固法适用于建筑地基的局部加固处理，适用于砂土、粉土、黏性土和人工填土等地基加固。加固材料可选用水泥浆液、硅化液和碱液等固化剂，苏州地区一般选用水泥浆液。注浆加固设计前，应进行室内浆液配合比试验和现场注浆试验，确定设计参数，检验施工方法和设备。注浆加固应保证加固地基在平面和深度练成一体，满足土体渗透性、地基土的强度和变形的设计要求。注浆加固后的地基变形计算应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》(GB 50007)的有关规定进行。对地基承载力和变形有特殊要求的建筑地基，注浆加固宜与其他地基处理方法联合使用。

## 2 项目概况

### 2.1 一般概况

本建筑物为 1 幢 3F 建筑物，建筑面积为 2 500 m<sup>2</sup>，高度 13.84 m，因拟建建筑物荷载相对较小（基底压力为 60 kPa/m<sup>2</sup>），基础设计为浅埋筏板基础，筏板厚度 700 mm，基础底板底标高 2.20 m。采用注浆加固地基，对浅部填土层及下部主要受力层进行加固处理，以加固处理后的增强体作基础持力层。基础平面布置图如图 1。

### 2.2 工程地质及水文地质条件

根据岩土工程勘察报告结果揭示，场地主要地层自上而下地层参数见表 1，典型工程地质剖面图见图 2，①素填土和①a 夹淤泥素填土分布区详见图 3，其中 A 区为①a 夹淤泥素填土区，B 区为①素填土区。

本场地地下水位埋藏较浅，根据地勘报告，潜水初见水位标高在 2.04 m 左右，潜水稳定水位标高在 2.27 m 左右，基础位于地下水位附近。

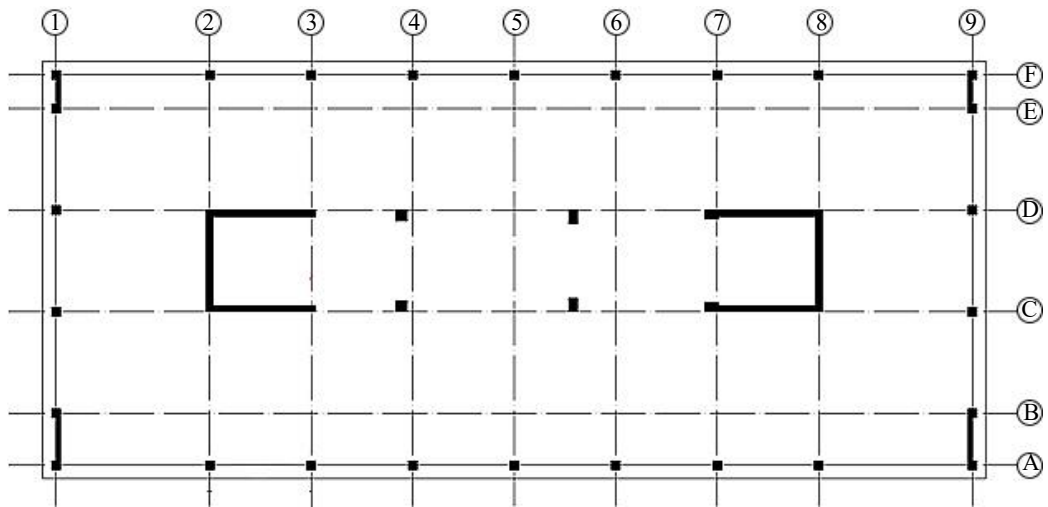


图 1 基础平面布置图

Fig. 1 Foundation layout plan

表 1 场地主要地层情况统计

Tab. 1 Statistics of main strata of the site

层号	土类型	重度/ (kN/m <sup>3</sup> )	黏聚力/ kPa	内摩擦角/°	渗透系数 <i>k</i> / (cm/s)	承载力特征值/ <i>f<sub>ak</sub></i> /kPa
-	素填土	18.4	10.0*	8.0*	2.00×10 <sup>-5</sup>	-
①a	素填土(夹淤泥)	17.5*	8.0*	8.0*	2.00×10 <sup>-5</sup>	-
②-1	粉质黏土	18.4	23.8	13.9	8.00×10 <sup>-6</sup>	70
②-2	淤泥质粉质黏土	17.5	13.5	8.5	2.00×10 <sup>-6</sup>	55
③-1	黏土	19.4	54.2	14.2	5.00×10 <sup>-7</sup>	200

注：\*号为经验值。

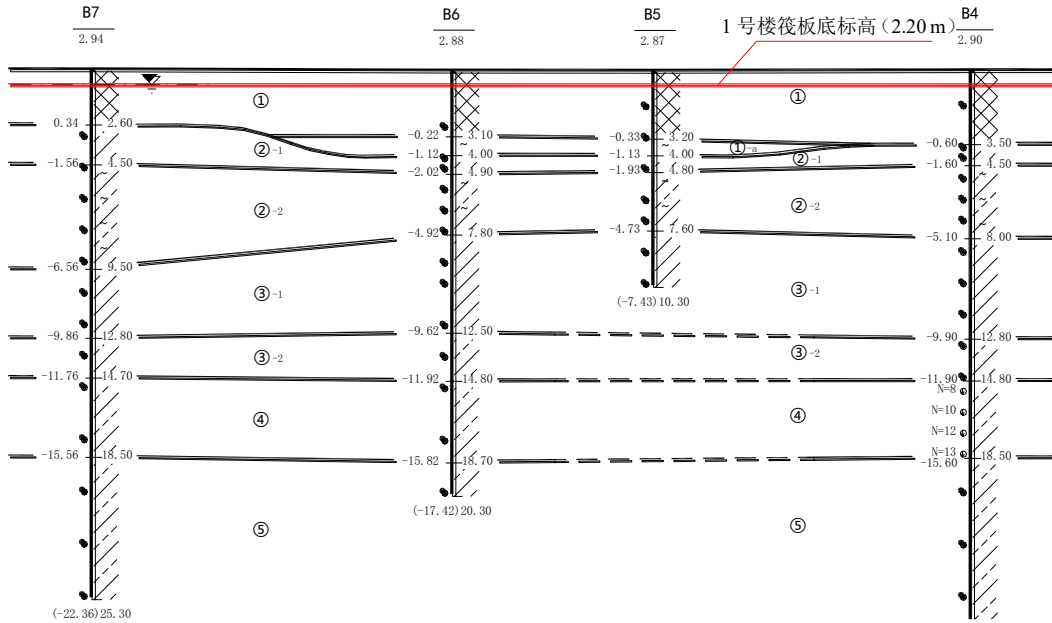


图2 典型剖面图

Fig. 2 Typical geological profiles

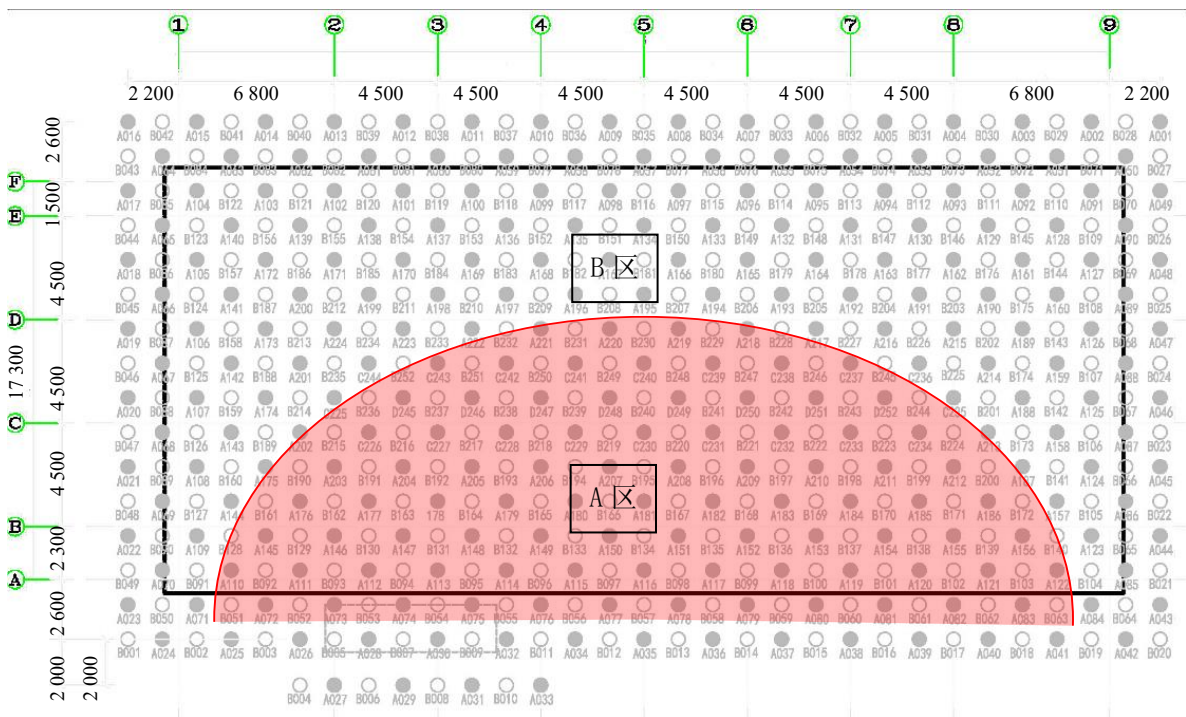


图3 不同填土分区图

Fig. 3 Distribution range of different fill

### 3 注浆设计方案

先期对拟建建筑物区域进行了试注浆，根据试注浆结果，设计注浆范围为长46 m，宽24 m，总面积1 104 m<sup>2</sup>，每边大于基础外边线2 m左右；注浆孔数量均匀分布，共计496个注浆孔，

具体布置方案详见图4；注浆孔孔距1.5 m，孔深7 m，至下部工程特性较好的③<sub>1</sub>黏土层，设计要求注浆加固后的地基承载力特征值为120 kPa，压缩模量≥8 MPa。注浆主剂采用溧阳产濂江牌P.C 32.5R水泥，水泥用量75 kg/m，水灰比0.6，总用量约260 t。设计方案满足规范要求。

### 4 注浆检测

按设计的注浆方案实施后，针对注浆结果在场地中选取 1 号、2 号、3 号测试点进行了检测，检测手段为静载荷试验，静载试验具体位置详见图 5。静载试验结果显示，A 区的填土区 2 号和 3 号点满足设计要求，B 区的 1 号点夹淤泥填土区首次测试未能满足要求。针对上述测试结果，针对 B 区的夹淤泥填土区进行了二次注浆补强后重新进行了静载试验，具体位置见 4 号点和 5 号点，静载结果显

示满足设计要求，详见图 6。

### 5 沉降观测

建筑物建成后，进行了沉降观测，根据观测结果，发现筏板基础已出现不均匀沉降，沉降测量结果详见图 7。

由图 7 显示，筏板南侧最大沉降达 57 mm，北侧最小沉降为 8 mm。上述情况出现以后进行了详细的测量，结论是北侧向南侧倾斜，南侧 A 轴两端向中间倾斜，测量成果如表 2。

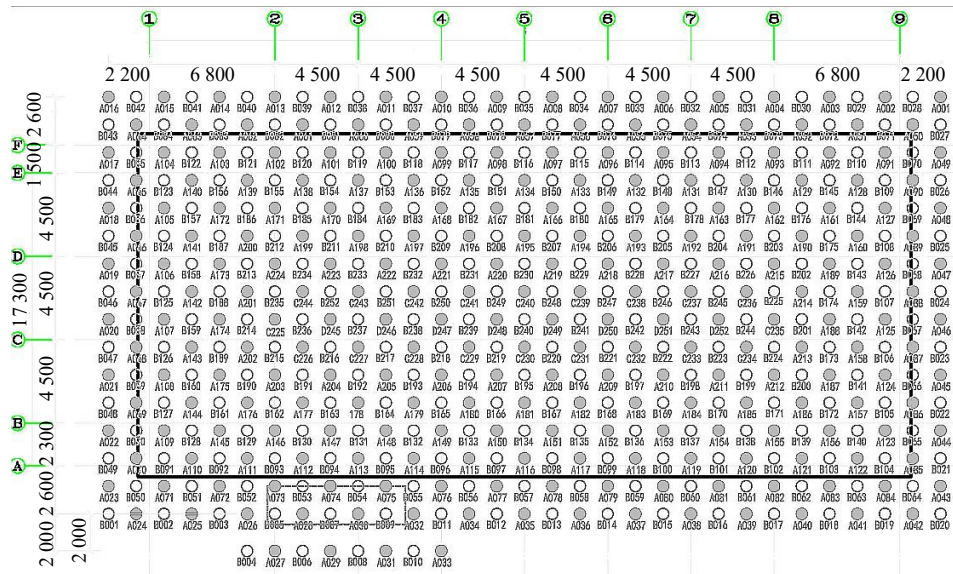


图 4 注浆方案布孔图

Fig. 4 Layout plan of grouting hole

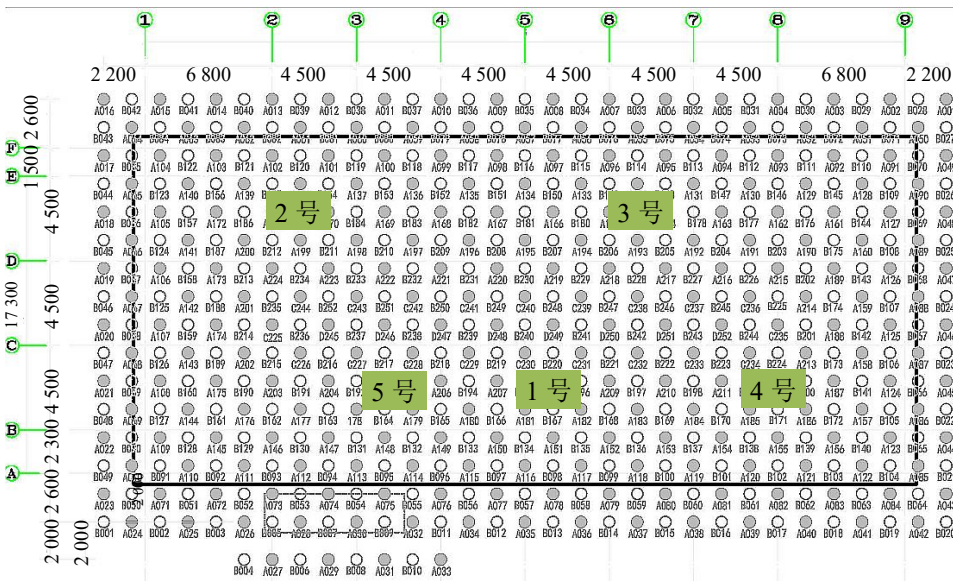


图 5 静载试验测试点位置图

Fig. 5 Location of static load tests

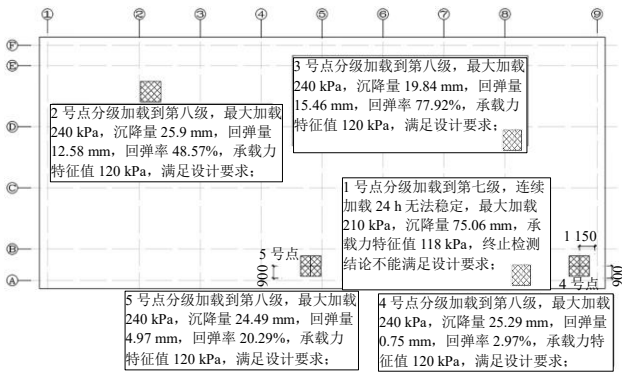


图6 静载试验成果图

Fig. 6 Static load test result diagram

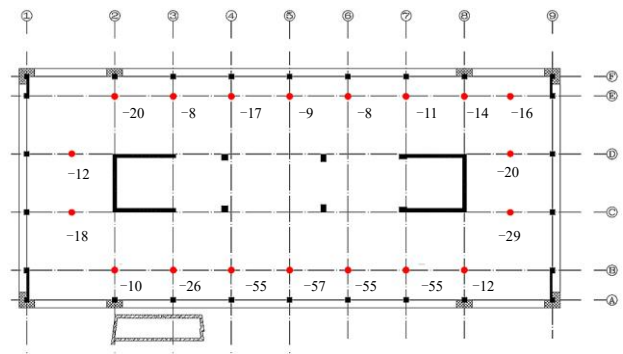


图7 筏板沉降分布

Fig. 7 Distribution of measured settlements of raft

表2 筏板沉降测量结果 (单位: mm)

Tab. 2 Measured settlements of raft (Unit: mm)

轴号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨
⑥	0	6	9	15	18	14	8	1	-6
⑤	3	3	14	5	13	14	8	0	3
④	6	-20	-1	-7	-3	5	-5	10	3
③	10	3	-15	-19	-21	-30	-25	-20	2
②	6	15	-1	-31	-34	-33	-36	-33	-9
①	11	-15	-13	-35	-45	-38	-27	-40	-17

## 6 结论及建议

本文以某建筑物基础注浆为例子, 全面介绍了注浆工况, 包括浅部土层分布情况、工程特性, 地下水位情况等。根据注浆结果, 针对不同土性的注浆效果进行了分析统计, 并对注浆后地坪的沉降进行了观测, 主要总结出了以下要点:

(1) 注浆加固适用于成份较单一的以黏性土为主的素填土层。对于成分复杂的素填土层, 尤其是本文中涉及的夹有一定量淤泥的素填土层, 注浆效果不甚理想, 建议对于夹有淤泥的素填土层注浆时设计时应慎重。

(2) 当采用注浆加固地基处理方案工程, 设计方宜对勘察方提出技术要求, 尤其针对填土层勘察时需细化, 为注浆加固设计和施工提供可靠工程地质依据。

(3) 注浆工程的工后检测建议多种手段相结合, 综合对比后确定注浆加固工程效果可靠性, 为注浆加固地基后的基础安全性提供可靠的保障。

### 参考文献

[1] 张立伟, 纪迎超, 王玉培, 等. 岩土工程勘察中填土地

基的处理与应用[J]. 中国建材科技, 2019, 28(6): 151-152.

ZHANG Li-wei, JI Ying-chao, WANG Yu-pei, et al. Treatment and application of filled soil foundation in geotechnical engineering investigation[J]. China Building Materials Technology, 2019, 28(6): 151-152.

[2] 李景林, 杨杰, 吴春勇, 等. 预压法处理软土地基工后沉降预测分析[J]. 江苏水利, 2017(5): 24-28.

LI Jing-lin, YANG Jie, WU Chun-yong, et al. Prediction and analysis of post-construction settlement of soft soil foundation treated by preloading method[J]. Jiangsu Water Resources, 2017(5): 24-28.

[3] 崔毅. 水泥土搅拌法在地基处理工程中的应用与分析[J]. 科技风, 2011(22): 154-155, 157.

CUI Yi. Application and analysis of cement-soil mixing method in foundation treatment engineering[J]. Technology Wind, 2011(22):154-155, 157.

[4] 徐明杰. 浅议压密注浆在苏州塔园路改造工程中的应用[J]. 内蒙古科技与经济, 2011(7): 92-93.

XU Ming-jie. Discussion on the application of compaction grouting in the modification project of Suzhou tayuan road[J]. Inner Mongolia Technology and Economy, 2011(7): 92-93.