

人工挖孔灌注桩的常见质量问题的防治与补救

摘要：人工挖孔桩的适用范围比较广，在高层建筑中比较常见。但对于地质条件十分复杂的地区，在不可能对每条桩均进行超前钻探的情况下，以及人工挖孔灌注桩施工中常遇到的质量问题的防治与补救。在此进行较为详细的论述。

关键词：人工挖孔桩，优点，适用范围，常见质量问题，防治与补救

一，工程概况

（中国）地产在广州市新城的工程为十二幢十九层到二十二层的高层，加上九幢八到十层的多层商品楼，配以大规模的外环境人文景观，占地一百五十亩。地下室二层，基坑支护为八米深。采用了人工挖孔桩，数量为一千零八孔。由坑底往下挖桩最深三十二米，最浅十三米。桩径由 1000mm——2200mm 不等。该地区土质为珠江三角洲文化期前沉积的一般粘性土，地下水位低，对人工挖孔桩的施工还是比较有利的，但是基底岩层变化十分复杂，相邻不足四米的桩孔，相同终孔标准，其深度相差达六米多。当时反复三次增加超前钻，总数量已达七百多条，因工期的紧迫以及成本的考虑，未可能每条桩都进行超前钻，只是由广东省工勘院的高工和专业监理工程师会同香港的结构设计师根据邻近桩孔超前钻的结果及先期的地质勘探资料结合现场开挖的岩样来判定终孔。完工后，依法对工程进行随机抽芯检查。主要对象与已有超前钻的桩错开，第一次抽了三十一条，结果有一条桩的持力层有问题，在三米厚的微风化基底下出现了 5 米厚的中风化，经设计验算不能满足要求。所以又加多了六十条桩作抽芯检测，最后查明共有三条相邻的桩 397#、402#、408#存在基底有夹层的情况。对此，建设单位数次举行了由设计，监理，施工单位，地质勘探单位的地质专家参加的研讨会。在不改变上部结构的设计，不影响结构安全的前提下，大家分析得出了三种补救方法：

（一）.爆破原桩，清除炮碴，在原桩位继续往下挖，直到已探明的能满足要求的深度终孔浇灌砼成桩，

（二）保留原桩不动，修改承台，在原桩旁重新挖三个桩到能满足要求的深度
还有一种相对来说既经济又快捷的方案，即保留原桩不动,将基底软弱层注浆补强.

二，该工程采用人工挖孔桩的投资分析

桩基础常用的有预制桩和现场灌注桩二种，而灌注桩又主要有人工挖孔桩，钻孔桩，打拔管桩，其三者的主要优缺点见下表：

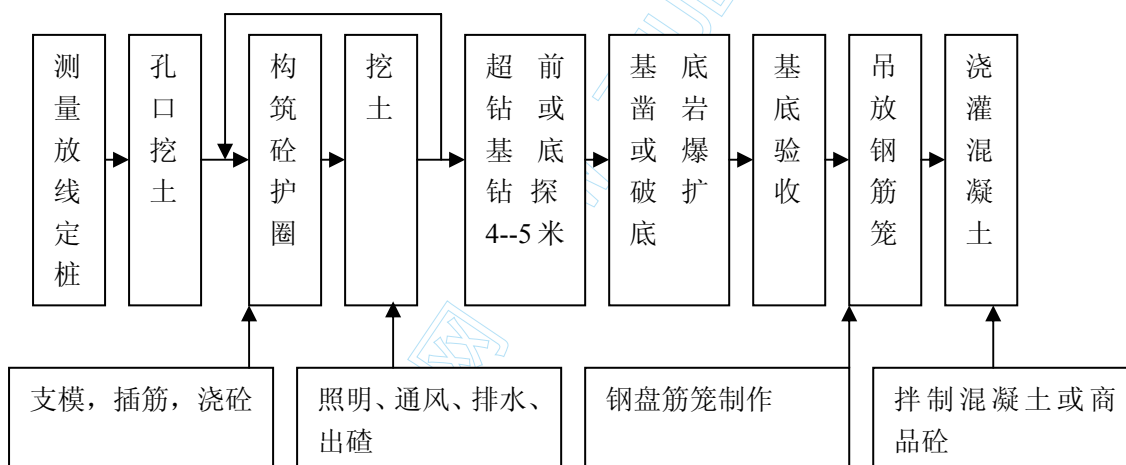
人 工 挖 孔 灌 注 桩	优点主要有施工方法简便，质量检查方便，对质量要求容易保证。单桩承载力高，土方处理容易，无噪声、无振动、无挤土影响，施工设备简单，可多根桩同时施工	缺点有人工挖孔容易发生事故，对砂层的土质施工困难。成孔速度较慢。
------------------	--	----------------------------------

续上表

钻孔灌注桩	优点主要有无噪声、无振动、无挤土影响，钢材最省，可完成大直径大深度的单桩，可配合逆筑法施工	缺点主要有成孔速度慢，采用泥浆护壁时，废泥浆处理麻烦，桩身强度比混凝土预制桩低，质量难以保证，目前检测工作麻烦。
打拔管灌注桩	打拔管桩施工速度快，施工人员安全，桩管贯穿土层的能力强，单桩承载力高，材料强度高。	缺点主要有：其施工过程中有挤土影响，噪声很大，桩截面有限，价格较贵，成桩质量难以保证，检测较困难。

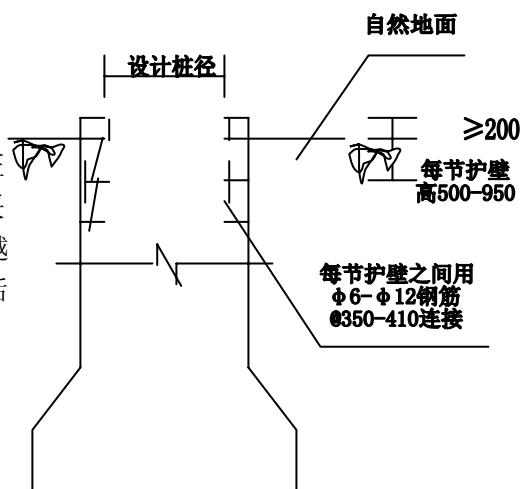
在目前的高层民用建筑中常用的还属人工挖孔灌注桩。它的适用范围如下：

- 1 严格限制噪声，振动和挤土影响的地方，
 - 2 有各种成孔方法，可在各种地质土层中施工，
 - 3 持力层起伏变化大的地区
 - 4 有多层地下室的高层建筑采用逆筑法施工时；
- 其工艺流程如下：



当地下水位较高时，且夹有较厚细砂土层时用构筑砼护圈的方法难以拦阻流沙时，为保证工程质量，工程进度和挖掘人员的安全，可采用打入与桩径相同的钢套管护壁，钢套管穿越粉细砂层，进入强风化，然后挖土到套管底后再扩底成桩。

（桩孔护壁大样见右图）



挖孔桩施工中常见的质量问题及其处理方法：

	常见问题	产生原因	避免方法
一	涌沙，涌泥	地下水位高，土层中夹有粉细砂或淤泥质土层 缺少有效的护壁阻拦措施	人工降低地下水位，尽可能降到设计桩底标高以下 沉设钢套管以阻挡流沙，流泥。
二	沉渣过厚 (大于10CM)	地下水位高，降水不够，清孔后地下水渗入时夹带泥沙沉积， 吊置或现场焊制钢筋笼和浇砼下串筒时碰撞孔壁使孔底泥沙增厚 孔口周围积土未及时清理落入孔中 清孔后因故未及时浇筑使孔底岩石风化第二次浇灌前清底不彻底	人工降低地下水位至设计桩底之下,将孔周余泥及时清理干净,防止碰撞而落入孔底,如隔长时间不浇砼,则在浇灌前须彻底清除孔底风化岩的残积物.
三	桩基底岩层有夹层	基岩地层较复杂在不厚的微风化岩层下夹有破碎带或夹有中风化甚至强风化岩层	每孔终孔前均作超前钻探.
四	桩身砼质量有缺陷	浇灌时串筒安装不符合要求,筒下口离桩底超过 2 米甚或未安装 孔内有地下水渗出,浇灌时不连续,每次量少且间隔时间长 砼配合比不当 振捣不良	严格按施工操作规程操作,浇砼前计算好砼需求量,作好供应计划,确保连续浇灌的砼供应
五	桩孔歪斜	开挖时未严格控制垂直度 孔成后,迟迟未浇灌砼孔壁变形 周围有外力扰动致使孔壁变形	每节护壁装模浇砼前均吊线校正垂直度,成孔后及时浇砼.

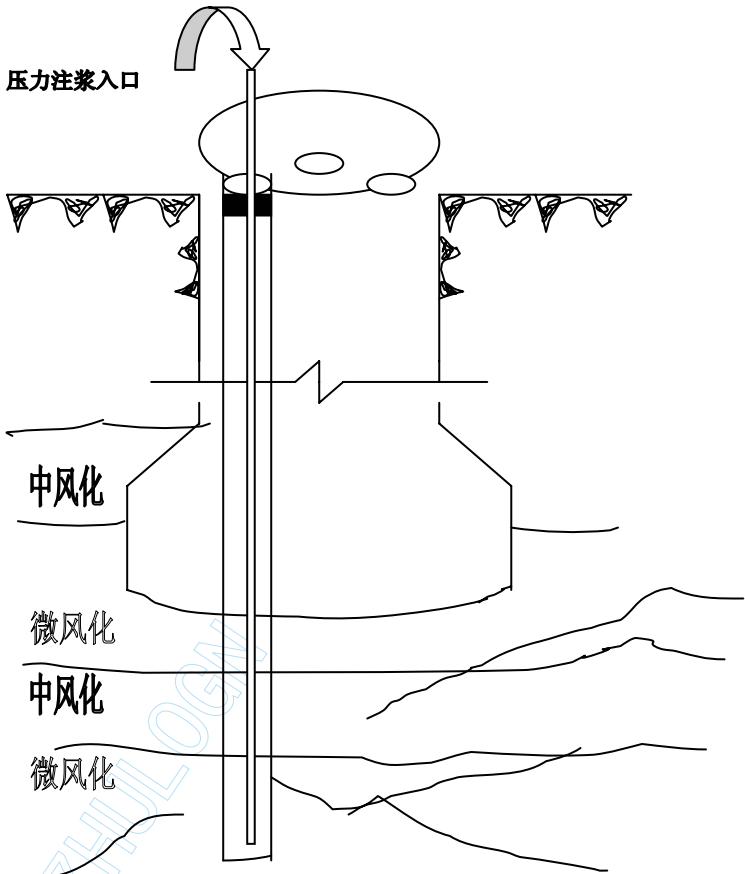
三，注浆补强技术措施及其过程

这里以 397#桩为例详细谈谈第三条“桩基岩层有夹层”的补救措施,该桩直径 2000mm,扩大头直径 3M。设计单桩承载力 22172KN,持力层要求为微风化岩,已挖深度 18M,其下夹中风化层五米厚,要挖到最下层微风化则还要挖深八米。

从下图可以看出，设计要求单桩承载值为 22172KN，能满足要求的微风化岩层只有 3m 厚，其下为 5m 深，天然抗压强度为 8MPa 的中风化岩层。采取基底注浆补强中风化的方案，抽芯时已对桩芯钻取了三个直径为 110mm，深达中风化下微风化岩层（六米）的圆孔，如右下图所示。

从三个超前钻孔中加压注水泥浆，利用岩层的天然裂隙将中风化岩层加强，使其强度增加，从而提高其承载力。
(加上岩层柱状图)

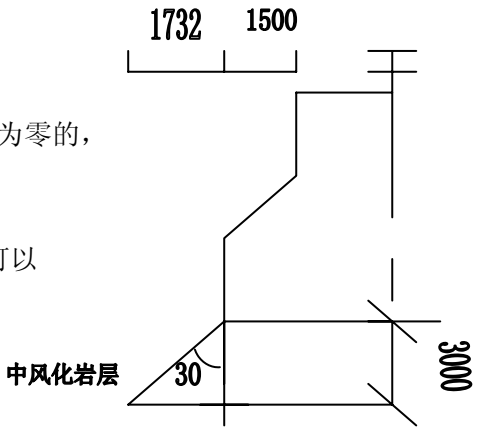
层序	柱状图	岩土描述	力学数据
1	架空	架空	
2		微风化	15.8mpa
3		中风化裂隙较发育	8mpa
4		微风化	21.2mpa



对于其下为卵石层的在文献[1]中已有详尽的论述，这里主要是讨论中风化岩层中注浆是否可以达到要求，

经验算-----插入验算过程-----

应力分布是以与竖直成 30 度夹角向下渐渐分散为零的，
那么 $ARCTG30 \times 3000 = 1732$ (MM)
 $1732 + 1500 = 3232$ (MM)
即 3 米以下半径 3.232 米以外的中风化已经是可以承受设计的荷载了。



得知需要将桩底 3 米深以内半径 3.23m 之内的中风化由其自然强度 8mpa 提高至 15mpa，具体步骤如下：

- 1 将 $\phi 15$ 的塑料注浆管插入孔底，
- 2 用比桩芯砼高一级的添有早强剂的 C35 砼封堵抽芯钻孔.
- 3 养护封孔砼,待其强度达到 80%
- 4 用三台三缸卧式压力注浆泵往孔内注入配制好的加了早强剂的水泥浆,待压力达到-----时终止,这是孔内也充满了水泥浆.，此次注浆用掉水泥 5 吨。
- 5,待到 7 天后,在另外位置再抽取三孔岩样,抗压试验结果显示其强度达到了-----KPA.换算成 30 天强度,可以满足设计要求了，
- 竣工后,依法对其进行动态及静载试验,结果达到了设计要求.

四,结束语

综合来说,这种方法比较前二种方法具有工期短,人工少,成本低,影响小的优点。

如果另外挖一条桩达到设计要求的微风化岩层则桩深需要 27 米,每天一米则要二十柒天,再加上桩芯浇砼一天,加上砼的养护期则更长,至少需人工 150 工日., 而采用注浆补强则只需人工 15 个工日, 10 天轻松搞掂。

在材料方面,重新挖一条桩需要砼 95 立方米。挖土包括护壁则超百方,加上空压设备,凿岩石的风炮,爆破等,井底照明及空气检测,浇灌砼时所需的振动器,砼泵送设备,井架绳索提升工具等诸多设备,土方挖运等一条桩的返工成本可达八万以上。而注浆补强则只需 5 千余元。所以这个经济效益和社会效益都是十分显著的,成本分析见下表所示

	重 新 挖 桩	注 浆 补 强
挖土石方 (立方)	120	0
钢材 (吨)	2. 2	0
混凝土 (立方)	98	0
水泥 (吨)	38	5
人工 (工日)	150	15
工期 (日历天)	30	10
总金额 (元)	80000	5000
机械	多种较大型设备,空压机,风炮,砼泵送机,振动器,井架绳子等	只需三台注浆机加上几十米塑料管

五, 参考文献:《高层建筑施工手册第二版》同济大学出版社。

注: [1]为《建筑技术》 2003.2 期 111 页洛河和伊河二处桥梁桩试验。作者姚勇