

# 超声波透射法在后插钢筋笼工艺中的应用

张 都 张超文

中航勘察设计研究院有限公司 北京 100098

**摘 要：**超声波透射法以精度高、限制少、效率高等优点广泛应用在工程实际中，然而，由于施工中无法确保声测管的完整性，达不到检测技术要求，导致声波透射法在后插钢筋笼工艺中的应用甚少，本文结合北京某工程桩基项目，阐述钢筋笼整体吊装技术及声测管施工质量控制措施，分析声波透射法检测结果，证明了超声波透射检测法可以在“长螺旋钻机成孔，压灌混凝土，倒插钢筋笼”施工工艺中成功应用。

**关键词：**声波透射法；后插钢筋笼；质量控制

## 前言

钻孔灌注桩是基础工程中最基本、最普遍的一种深基础，技术成熟，操作简便，设备投入不大。因此，被广泛应用在房屋建筑、铁路及桥梁等各种基础设施建设中。常见的桩基检测方法主要有：钻芯法检测、超声波透射法检测、低应变法检测<sup>[1]</sup>。其中声波透射法作为大直径灌注桩常用的一种无损检测方法，由于其具有测试结果精度高，不受桩长、长径比的限制，比传统检测方法效率高等优点，因而在工程实践中得到了大量的应用<sup>[2]</sup>。然而，声波透射检测法在“长螺旋钻机成孔，压灌混凝土，倒插钢筋笼”施工工艺中极少应用，主要原因：（1）后插钢筋笼工艺中，钢筋笼及声测管必须采用一次整体起吊法，对于总长度超过20m的钢筋笼及声测管，在起吊过程中易发生弯折；（2）成型的钢筋笼在插入混凝土过程中，由于受混凝土阻力影响，声测管易造成脱落；（3）成型钢筋笼在插入混凝土过程中，由于受混凝土压力影响，声测管连

接薄弱处易发生开裂。

本文结合北京某工程桩基项目，阐述钢筋笼整体吊装技术及施工质量控制措施，介绍声波透射法在“长螺旋钻机成孔，压灌混凝土，倒插钢筋笼”施工工艺中的实际应用，以期能为声波透射法在该工艺的施工中提供有益参考。

## 1 工程概况

本工程为北京某养老中心桩基施工项目，主体为框架剪力墙结构，基础形式为桩基础，采用机械成孔钢筋混凝土灌注桩，桩身混凝土强度等级为C30，桩径为800mm，保护层厚度55mm，桩长设计深度为23m~28m，钢筋笼长度为23.6m~28.6m，每个钢筋笼内侧埋设2根声测管，钢筋笼配筋详图见图1，桩端进入持力层复成分砾岩不小于1m。桩数共计202根，根据设计要求声波透射法抽检桩数量为23根，抽检率为11.4%。

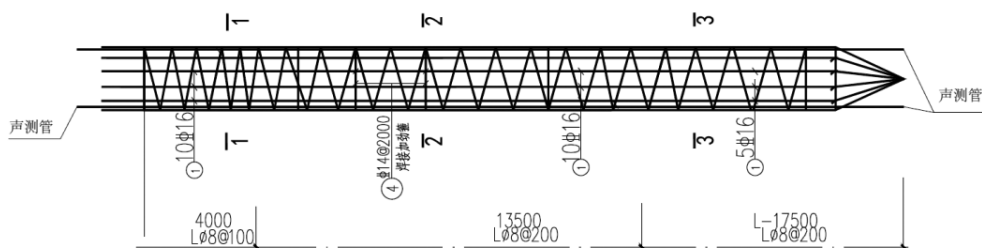


图1 钢筋笼配筋详图

## 2 施工方法

### 2.1 施工工艺

**通讯作者：**姓名：张都，性别：男，民族：汉族，出生年月：1990年5月，籍贯：山东枣庄，单位：中航勘察设计研究院有限公司，职位：无，学历：硕士研究生，职称：工程师，研究方向：岩土工程设计及施工领域等研究，邮箱：841520964@qq.com

本工程选择采用“长螺旋钻机成孔，压灌混凝土，倒插钢筋笼”施工工艺。

施工工序：放桩位线→钢筋笼制作→钻机就位→技术人员复测→成孔→压灌混凝土→后插钢筋笼→养护→试验。

### 2.2 施工材料

#### 2.2.1 混凝土：C30；

2.2.2 钢筋：主筋C16（其中1-1、2-2截面为10C16均匀布置；3-3截面为5C16均匀布置）、加劲箍C14@2000mm、螺旋箍筋A8@200mm（顶部自桩顶标高算起4.0m范围加密A8@100mm）；

2.2.3 声测管：无缝钢管，声测管直径50mm，壁厚3mm，每节管长8m；

2.2.4 槽钢：100\*48\*5.3mm，总长度不小于钢筋笼长；

### 2.3 吊装技术

2.3.1 在槽钢两侧翼板分别钻孔打眼，贴近钢筋笼一侧翼板每隔2m设置一个孔，另一侧在槽钢中间及距两头端部4m位置各设置一个孔；

2.3.2 先用短钢丝绳、吊钩分别穿过钻孔将成型的钢筋笼与槽钢连接（连接点设在钢筋笼主筋上，切勿与螺

旋箍筋连接），然后将槽钢上另一侧的3个钻孔作为起重机吊点，用长钢丝绳、挂钩连接槽钢后，启动起重机主钩缓慢平稳起吊钢筋笼，见图2、图3。

2.3.3 钢筋笼离地1m后，将振动锤缓慢居中插入钢筋笼内侧，避免振锤碰撞声测管；

2.3.4 振动锤成功插入钢筋笼后，将振动锤及钢筋笼整体下放到地面，卸下槽钢，重新将起重机吊点设在振动锤上，然后通过振动锤水平起吊钢筋笼，起吊受力点切勿放在钢筋笼上；

2.3.5 通过调节吊车主、副钩将振动锤与钢筋笼直立垂直于地面<sup>[3]</sup>，立稳之后，将钢筋笼移至孔口附近；

2.3.6 待混凝土浇筑完成后，下放钢筋笼并利用振动锤将钢筋笼振动至设计标高。

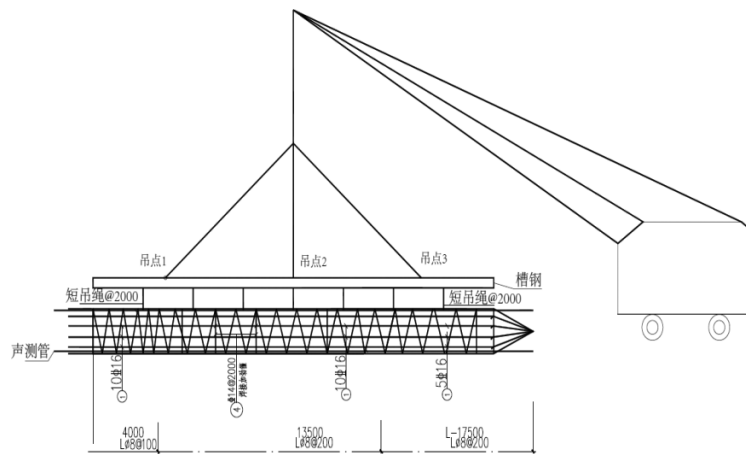


图2 钢筋笼水平起吊示意图



图3 钢筋笼起吊现场施工图

### 3 声测管质量控制措施

超声波透射法检测对声测管主要要求是：测管密封不渗浆；测管连接牢固不脱开；管体竖直不变形、不弯折；管内畅通没有异物<sup>[4]</sup>。

施工中通过以下措施进行质量控制：

3.1 声测管在正式安装前，必须先对声测管材料完好性进行仔细检查，确保材料无损坏；

3.2 钢筋笼加工完成后，开始安装声测管，安装时注

意各节管连接正确性，避免管头、管尾连接错误；

3.3 声测管采用螺纹连接，连接长度至少要达到10 cm，连接过程中保证丝扣拧到位，并用管钳拧紧，确保声测管密封，不发生渗漏现象；

3.4 声测管应安装在钢筋笼内侧，每隔2m用双股铁丝绑定在主筋与加劲箍连接处，每个铁丝绑扎点中间位置可采用尼龙扎带绑扎在主筋上，绑扎必须牢固，确保声测管顺直和牢靠，严禁采用点焊；

3.5 每个钢筋笼埋设2根声测管，声测管沿桩截面钢筋笼内侧呈对称形状布置并埋设至桩底，声测管下端封闭、上端加盖、管内无异物；

3.6 钢筋笼起吊时，将槽钢与钢筋笼进行挂钩连接，将吊车吊点设在槽钢上，采用“扁担”式一次整体起吊，确保钢筋笼及声测管不发生弯折；

3.7 振锤套入钢筋笼时，尽可能缓慢居中，避免振锤碰撞两侧声测管；

3.8 钢筋笼及声测管下放时速度要慢，注意观察声测管连接点，发现声测管变形及脱落等情况应停止下放；

3.9 钢筋笼下放到位后，应立即拧开声测管上口密封盖，下放测绳检查声测管是否被混凝土堵塞，如果堵塞，则把细水管插入到声测管里堵塞的位置，注入清水，通过循环将渗进的水泥浆在凝固前稀浆导出，若无堵塞，则重新将声测管上口密封盖盖好，避免异物进入管内<sup>[5]</sup>；

3.10 声测管的上端应高于桩顶表面（含桩头保护层）且同一根桩的声测管外露高度相同，外露声测管应做好简易标记，避免声测管遭到破坏。

#### 4 检测方法及检测结果

##### 4.1 检测方法及原理

本工程超声波透射测试装置采用平测法，平测法是将发射和接收两换能器始终保持在同一标高上进行测试，通过平测可知道缺陷在垂直方向上的区域大小和严重程度，声波检测示意图见图4，检测前应冲洗声测管，以保证换能器在全程范围内升降顺畅，同时防止声测管中的浑浊水加大声波衰减和延长时间，给声波检测结果带来误差。

基本原理：由超声脉冲发射源在砼内激发高频弹性

脉冲波，并用高精度的接收系统记录该脉冲波在砼内传播过程中表现的波动特征。当砼内存在不连续或破损界面时，缺陷面形成波阻抗界面，波到达该界面时，产生波的透射和反射，使接收到的透射能量明显降低；当砼内存在松散、蜂窝、孔洞等严重缺陷时，将产生波的散射和绕射。根据波的初至到达时间和波的能量衰减特征、频率变化及波形畸变程度等特性，可以获得测区范围内的超声波动特征，经过处理分析就能判别测区内砼的内部存在缺陷大小及空间位置。

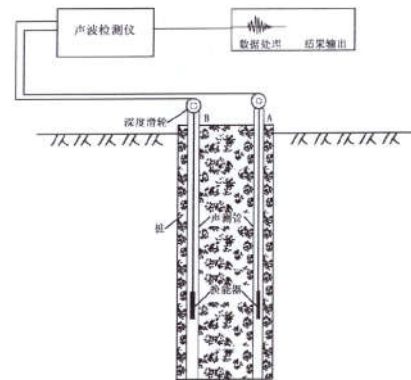


图4 声波透射法检测示意图

##### 4.2 检测结果

表1 声波透射法桩身质量完整性检测 results 表

桩号	桩径 (mm)	设计桩长 (m)	测试深度 (m)	剖面	实测声速 (km/s)		声速变异系数 (%)	实测声幅 (dB)		桩身类别
					平均	临界		平均	临界	
2	800	27.60	27.60	AB	4.309	4.161	1.1	99.7	93.7	I
7	800	27.60	27.50	AB	4.408	4.230	1.8	99.6	93.6	I
8	800	24.20	24.20	AB	4.714	4.370	3.0	98.8	92.8	I
11	800	24.20	24.20	AB	4.406	3.924	5.2	96.5	90.5	I
25	800	25.20	25.20	AB	4.547	4.323	1.9	108.1	102.1	I
35	800	25.00	25.00	AB	4.283	4.114	1.2	103.6	97.6	I
38	800	24.30	24.30	AB	3.616	3.239	4.3	91.1	85.1	I
39	800	25.20	25.20	AB	4.374	4.192	1.6	108.3	102.3	I
40	800	24.20	24.20	AB	4.561	4.330	2.1	97.8	91.8	I
44	800	25.00	25.00	AB	4.325	4.102	1.9	96.9	90.9	I
51	800	25.20	25.10	AB	4.306	4.135	1.1	99.7	93.7	I
52	800	25.30	25.30	AB	4.401	4.204	1.7	99.5	93.5	I
56	800	24.30	24.30	AB	3.462	3.080	4.7	91.6	85.6	I
62	800	24.30	24.30	AB	4.755	4.410	3.0	98.5	92.5	I
76	800	24.20	24.20	AB	3.717	3.306	4.9	88.6	82.6	I
77	800	23.80	23.70	AB	3.305	2.982	4.0	93.4	87.4	I
86	800	23.20	23.10	AB	4.571	4.132	3.9	101.0	95.0	I
107	800	23.40	23.40	AB	4.284	4.144	1.1	103.5	97.5	I
116	800	23.60	23.60	AB	4.727	4.512	1.9	90.8	84.8	I

续表:

桩号	桩径 (mm)	设计桩长 (m)	测试深度 (m)	剖面	实测声速 (km/s)		声速变异系数 (%)	实测声幅 (dB)		桩身类别
					平均	临界		平均	临界	
119	800	23.60	23.60	AB	4.552	4.222	3.1	98.6	92.6	I
126	800	23.50	23.45	AB	4.588	4.242	3.3	98.6	92.6	I
130	800	23.40	23.40	AB	4.480	4.072	4.1	102.0	96.0	I
140	800	23.20	23.20	AB	4.691	4.389	2.8	101.9	95.9	I

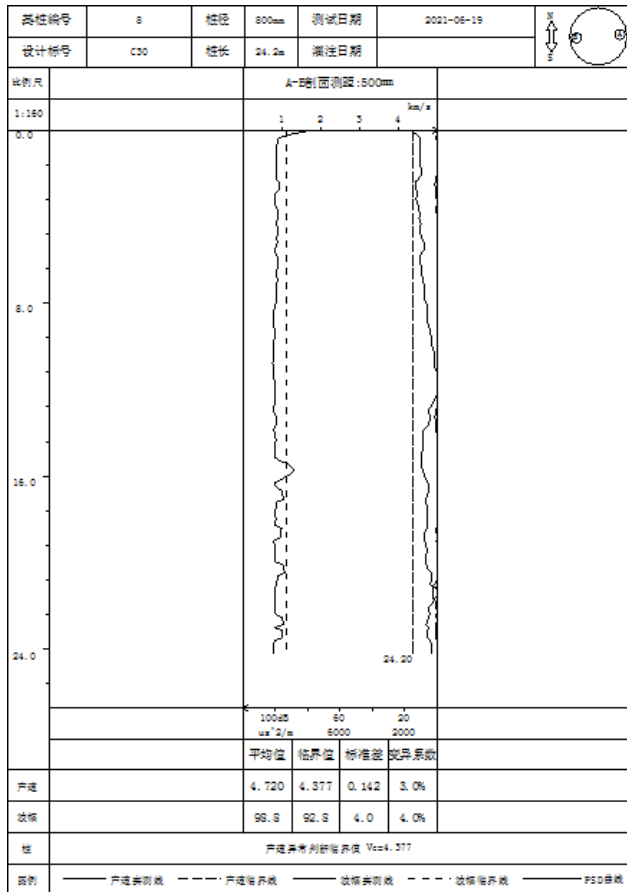


图5 声波透射桩基完整性检测附图

从检测结果可以看出23根桩均为I类桩, 桩身完整, 各项指标(声速、声幅)均正常, 实测值均高于临

界值(见表1), 表明桩身介质均匀, 桩身密实, 无夹泥、沉渣、断桩等问题;

从图5中可以看出检测桩声速、声幅无显著变化, 桩身完整性良好, 无显著缺陷情况。

### 5 结束语

结合北京某工程桩基项目, 证明了声波透射法完全可以在“长螺旋钻机成孔, 压灌混凝土, 倒插钢筋笼”施工工艺中成功应用, 通过上述钢筋笼整体吊装技术及声测管质量控制措施可以看出, 为保证施工及检测成功率, 施工中需确保声测管从材质、外观质量检查、声测管安装、声测管绑扎、声测管起吊、声测管下放及声测管保护等环节严格控制。

### 参考文献

- [1] 王鹏, 樊勇等. 钻孔灌注桩的超声波检测技术应用[J]. 淮阴工学院学报. 2016.
- [2] 贾颜康, 李维珍等. 声波透射法在钻孔灌注桩检测中的应用[J]. 成果与应用. 2016.
- [3] 年夫桃, 袁俊等. 钻孔灌注桩钢筋笼吊装施工技术[C]. 第二十六届华东六省一市土木建筑工程技术交流会议论文. 2020.
- [4] 高烁亮. 浅谈桩基声测管施工技术[J]. 工程技术. 2011.
- [5] 赵荣高. 浅析钻孔灌注桩中声测管埋设要点、常见故障及预防措施[J]. 企业技术开发. 2009.