

天津市工程建设标准

钻孔灌注桩成孔、地下连续墙成槽检测技术规程

Technical Specification for the Testing of the Drilling Hole of Cast-in-place Pile
and the Groove of Diaphragm Wall

DB 29-112-2004

J 10497-2005

2005-01-10 发布

2005-02-01 实施

天津市建设管理委员会

天津市工程建设标准
钻孔灌注桩成孔、地下连续墙成槽检测技术规程

Technical Specification for the Testing of the Drilling Hole of Cast-in-place Pile
and the Groove of Diaphragm Wall

DB 29-112-2004

J 10497-2005

主编单位：天津市地质工程勘察院

批准部门：天津市建设管理委员会

施行日期：2005 年 2 月 1 日

2005 天 津

前 言

地基基础工程中，钻孔灌注桩成孔、地下连续墙成槽作为主要的施工工序之一，目前国家、行业及地方的施工验收规范中，均明确要求对其进行质量检测。

本规程根据天津市建设管理委员会建科教〔2004〕第 852 号文的要求，并参照了现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》（GB 50300）、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB 50202）的有关规定，参考了《建筑基桩检测技术规范》（JGJ 106）、《建筑桩基技术规范》（JGJ 94）和天津市工程建设标准《岩土工程技术规范》（DB 29-20）、《建筑基桩检测技术规程》（DB 29-38）、《挤扩灌注桩技术规程》（DB 29-65）及上海市工程建设规范《地基基础设计规范》（DGJ 08-11）、《陕西省建设工程人工地基工程质量检测技术规程补充规定》等的相关条文，由天津市地质工程勘察院、天津市金海技术开发公司、天津大学建工学院及上海昌吉地质仪器有限公司，总结多年来的工程实践经验及科研成果编制完成。

本规程共分 6 章，分别是总则、术语及主要符号、基本规定、超声波法、接触式仪器组合法及检测报告。

为提高规程质量，请各单位在执行本规程过程中，注意总结经验，积累资料，及时将使用过程中发现的问题和修改完善的意见及建议，反馈给天津市地质工程勘察院（地址：天津市南开区红旗南路 261 号，邮政编码：300191），以便今后修订时参考。

本规程的主编单位、参编单位、主要起草人名单如下：

主编单位： 天津市地质工程勘察院

参编单位： 天津市金海技术开发公司
天津大学建工学院
上海昌吉地质仪器有限公司

主要起草人： 王献敏 戴 斌 陈福兴 顾晓鲁 张连存 杨笑光
(以下按姓氏笔画排序)

王士国 刘俊起 刘 杰 齐 波 李永忠 李凤青
邹立春 张百鸣 张俊红 郑依依 周相国 郝金山
赵福霞 赵 存 高梓旺 徐品焕 徐 超 聂瑞平

目 次

- 1 总则
- 2 术语及主要符号
 - 2.1 术语
 - 2.2 主要符号
- 3 基本规定
 - 3.1 检测机构
 - 3.2 检测仪器设备
 - 3.3 检测数量
 - 3.4 检测抽样原则
 - 3.5 检测前准备
 - 3.6 重复检测与扩大检测
- 4 超声波法
 - 4.1 一般规定
 - 4.2 检测仪器设备
 - 4.3 检测前准备
 - 4.4 钻孔灌注桩成孔检测
 - 4.5 地下连续墙成槽检测
 - 4.6 检测数据的处理
- 5 接触式仪器组合法
 - 5.1 一般规定
 - 5.2 检测仪器设备
 - 5.3 钻孔灌注桩成孔孔径检测
 - 5.4 钻孔灌注桩成孔垂直度检测
 - 5.5 沉渣厚度检测
- 6 检测报告
- 附录 A 泥浆性能指标
- 附录 B 伞形孔径仪标定方法
- 附录 C 专用测斜仪标定方法
- 附录 D 规程用词说明
- 条文说明

1 总 则

1.0.1 为规范我市工程建设中，钻孔灌注桩成孔、地下连续墙成槽检测的方法和技术，做到技术先进、安全适用、经济合理、有效控制质量，保护环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于本市建筑和市政工程中的钻孔灌注桩成孔及地下连续墙成槽检测。

1.0.3 本规程涉及的成孔成槽检测内容为孔（槽）壁垂直度、孔径（槽宽）、孔（槽）深及沉渣厚度。本规程涉及的检测方法为超声波法及接触式仪器组合法。

1.0.4 在天津市范围内进行的钻孔灌注桩成孔、地下连续墙成槽检测工作，除应执行本规程外，尚应符合国家、行业和天津市现行标准中的有关规定。

2 术语及主要符号

2.1 术语

2.1.1 钻孔灌注桩 Cast-in-place Pile

采用泥浆护壁钻进（包括旋挖、冲）成孔，吊入钢筋笼灌注混凝土形成的柱状构筑物。包括等直径钻孔灌注桩、挤扩灌注桩及扩底灌注桩。

2.1.2 地下连续墙 Diaphragm Wall

使用专用挖槽机具，在泥浆护壁的条件下，开挖具有一定长度、宽度与深度的槽段，安放钢筋笼，灌注混凝土，连接各槽段，形成一道连续的地下钢筋混凝土墙体。

2.1.3 挤扩灌注桩 Cast-in-situ Pile with Expanded Branches and Plates

也称支盘桩，是在等直径钻孔中下入挤扩设备，在桩身不同部位挤压出岔腔或近似圆锥盘状的扩大腔体后，安放钢筋笼灌注混凝土，形成由桩身与扩径体共同承载的灌注桩。

2.1.4 导墙 guide-wall

地下连续墙施工前，沿拟建地下连续墙两侧修筑的，具有足够强度、刚度的，外型尺寸具有规范精度的，两道平行于连续墙中心轴线的临时构筑物。

2.1.5 试成孔（槽）Experimental Drilling Hole of Cast-in-place Pile or Groove of Diaphragm Wall

钻孔灌注桩（地下连续墙）在施工前，为核对地层资料及检验所选设备、施工工艺及技术要求是否合适而进行的试验性成孔成槽。

2.1.6 沉渣 Sediment

钻孔灌注桩成孔或地下连续墙成槽后，淤积于孔（槽）底部的非原状沉淀物。

2.1.7 超声波法成孔（槽）检测 Ultrasonic method

采用超声波探头垂直连续测量各深度不同方向的孔径（槽宽），根据由记录仪同步绘制出各方向孔（槽）壁形态的记录图，判定孔径（槽宽）、孔（槽）深、孔（槽）壁垂直度。

2.1.8 接触式仪器组合法成孔检测 instruments contactually inspection method

系用伞形孔径仪、专用测斜仪、沉渣测定仪或其他有效的沉渣检测工具来检测钻孔灌注桩成孔孔径、孔垂直度及沉渣厚度的检测方法

2.2 主要符号

- c —超声波在泥浆介质中传播的速度(m/s);
 D_0 —伞形孔径仪起始孔径 (m);
 d —钻孔灌注桩实测孔径 (地下连续墙实测槽宽) 或钻具内径 (mm);
 d_0 —护筒直径或导墙宽度 (m);
 d' —两方向相反换能器的发射 (接收) 面之间的距离 (m);
 E —桩孔 (槽段) 偏心距(m);
 h_i —第 i 段测斜点距(m);
 I —伞形孔径仪恒定电流源电流 (A);
 K —桩孔 (槽段) 垂直度;
 k —伞形孔径仪仪器常数 (m/Ω);
 L —实测孔 (槽) 深度 (m);
 t_i —超声波声时测量值 (s);
 θ —测斜顶角 (°);
 ϕ —测斜探头或扶正器外径(m);
 ΔV —伞形孔径仪信号电位差 (V)。

3 基本规定

3.1 检测机构

3.1.1 检测机构应通过省级以上计量行政主管部门的计量认证。

3.2 检测仪器设备

3.2.1 检测仪器设备必须是具有计量器具生产许可证的厂家生产的合格产品, 并在标定有效期内使用。

3.2.2 检测仪器设备应具有良好的稳定性及绝缘性, 且应具备检测工作所必须的防尘、防潮、防震等功能, 并能在-10~+40℃温度范围内正常工作。

3.3 检测数量

3.3.1 等直径钻孔灌注桩的成孔检测数量应不少于总桩孔数的 20%, 且不少于 10 个桩孔, 柱下三桩或三桩以下承台桩孔的成孔检测数量应不少于 1 个桩孔。

3.3.2 挤扩灌注桩的成孔检测数量应不少于总桩孔数的 30%，且不少于 20 个桩孔，柱下三桩或三桩以下承台桩孔的成孔检测应不少于 1 个桩孔，市政桥梁基础桩孔应 100%检测。

3.3.3 地下连续墙重要结构每槽段都应进行成槽检测，一般结构的成槽检测可抽测总槽段数的 20%。

3.3.4 试成孔（槽）及静载试验桩孔应全部进行成孔（槽）检测。

3.4 检测抽样原则

3.4.1 检测孔（槽）位应按下列原则确定：

- 1 对施工质量有疑问的孔（槽）；
- 2 不同机台或采用不同工艺开始施工的 2 个孔（槽）；
- 3 水平方向地层性质差异大或容易发生偏斜、坍塌、缩径等不利于施工区段内的孔（槽）；
- 4 设计认为重要结构部位的桩孔；
- 5 地下连续墙墙体转角处；
- 6 无自纠偏装置成槽机械施工的槽段；
- 7 随机抽样，基本均匀分布。

3.5 检测前准备

3.5.1 检测前应具备并熟悉下列资料：

- 1 委托方和设计方的检测要求；
- 2 岩土工程勘察资料、桩（墙）设计资料及桩（墙）平面布置图；
- 3 相关的成孔（槽）工艺资料。

3.5.2 检测前，应踏勘施工现场，编制检测方案。

3.6 重复检测与扩大检测

3.6.1 现场每孔（槽）检测完后，应及时向有关部门提供检测结果。

3.6.2 成孔（槽）质量检验标准，应符合《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB 50202）表 5.6.4-2 及现行各标准中的相关规定。当检测结果不满足检验标准规定时，应立即通知有关部门，经处理后进行重复检测，直至符合要求。

3.6.3 等直径钻孔灌注桩成孔及一般结构的地下连续墙成槽检测出现连续 3 个孔（槽）复测，或在检测过程中有问题的孔（槽）数量大于已检测数量的 30%时，应扩大检测，数量可根据实际情况确定。挤扩灌注桩及扩底灌注桩成孔检测，当出现 3.6.2 条中的情况时，除进行复测外，尚应按 1:3 的比例扩大检测。

4 超声波法

4.1 一般规定

- 4.1.1 本方法适用于检测泥浆护壁钻孔灌注桩孔及地下连续墙槽段的垂直度、孔径（槽宽）及孔（槽）深。
- 4.1.2 被检测孔径（槽宽）应不小于 0.5m，不大于 5.0m。
- 4.1.3 超声波法检测时，孔（槽）内泥浆性能应满足附录 A 的要求。
- 4.1.4 检测中应采取有效手段，保证检测信号清晰有效。
- 4.1.5 检测中探头升降速度不宜大于 10m/min。

4.2 检测仪器设备

- 4.2.1 超声波法检测仪器设备应符合下列规定：
 - 1 孔径（槽宽）检测精度不底于 0.2%；
 - 2 孔（槽）深度检测精度不底于 0.3%；
 - 3 测量系统为超声波脉冲系统；
 - 4 超声波工作频率应满足检测精度要求；
 - 5 脉冲重复频率应满足检测精度要求；
 - 6 检测通道应至少二通道；
 - 7 记录方式为模拟式或数字式；
 - 8 具有自校功能。

4.3 检测前准备

- 4.3.1 超声波法检测仪器进入现场前应利用自校程序进行自校，每孔测试前应利用护筒直径或导墙的宽度作为标准距离标定仪器系统。标定应至少进行 2 次。
- 4.3.2 标定完成后应及时锁定标定旋钮，在该孔（槽）的检测过程中不得变动。

4.4 钻孔灌注桩成孔检测

- 4.4.1 超声波法成孔检测，应在钻孔清孔完毕，孔中泥浆内气泡基本消散后进行。
- 4.4.2 仪器探头宜对准护筒中心。
- 4.4.3 检测宜自孔口至孔底或自孔底至孔口连续进行。
- 4.4.4 应正交 $x-x'$ 、 $y-y'$ 二方向检测，直径大于 4m 的桩孔、支盘桩孔、试成孔及静载荷试桩孔应增加检测方位。
- 4.4.5 应标明检测剖面 $x-x'$ 、 $y-y'$ 等走向与实际方位的关系。
- 4.4.6 试成孔完成后 24 小时内等间隔检测不宜少于 4 次，每次应定向检测。

4.4.7 挤扩灌注桩的试成孔或最初施工的 2 个工程桩孔，成孔后 1 小时内等间隔检测不宜少于 3 次，每次应定向检测。

4.5 地下连续墙成槽检测

4.5.1 地下连续墙成槽检测应在清槽完毕，相邻槽段接头拔出，泥浆内气泡基本消散后进行。

4.5.2 仪器探头宜对准导墙中心轴线，用于检测的一组探头超声波发射面应与导墙平行。

4.5.3 一般二方向检测，在两槽段端头连接部位可做三方向检测。

4.5.4 检测宜自槽底至槽口连续进行。

4.5.5 应标明检测断面 x-x' 在槽段平面图的具体位置。

4.6 检测数据的处理

4.6.1 超声波在泥浆介质中传播速度可按下式计算：

$$c = 2(d_0 - d') / (t_1 + t_2) \quad (4.6.1)$$

式中： c —超声波在泥浆介质中传播的速度(m/s)；

d_0 —护筒直径或导墙宽度 (m)；

d' —两方向相反换能器的发射 (接收) 面之间的距离 (m)；

t_1 、 t_2 —对称探头的实测声时 (s)。

4.6.2 孔径 (槽宽) d 可按下式计算：

$$d = d' + c \cdot (t_1 + t_2) / 2 \quad (4.6.2)$$

式中： d —实测孔径或槽宽 (m)；

c —超声波在泥浆介质中传播的速度(m/s)；

d' —两方向相反换能器的发射 (接收) 面之间的距离 (m)；

t_1 、 t_2 —对称探头的实测声时 (s)。

4.6.3 孔 (槽) 垂直度 K 可按下式计算：

$$K = (E/L) \times 100\% \quad (4.6.3)$$

式中： E —孔 (槽) 的偏心距(m)；

L —实测孔 (槽) 深度(m)。

4.6.4 现场检测记录图应满足下列要求：

- 1 有明显的刻度标记，能准确显示任何深度截面的孔径 (槽宽) 及孔 (槽) 壁的形状；
- 2 标记检测时间、设计孔径 (槽宽)、检测方向及孔 (槽) 底深度。

4.6.7 记录图纵横比例尺，应根据设计孔径 (槽宽) 及孔 (槽) 深合理设定，并应满足分析精度需要。

5 接触式仪器组合法

5.1 一般规定

5.1.1 本方法适用于检测钻孔灌注桩成孔的孔径、孔深、垂直度，及钻孔灌注桩成孔、地下连续墙成槽的沉渣厚度。

5.1.2 检测设备应由伞形孔径仪、专用测斜仪及沉渣测定仪组成。

5.2 检测仪器设备

5.2.1 接触式仪器组合法采用的各种仪器设备，应具备标定装置。标定装置应经国家法定计量检测机构检定合格。

5.2.2 伞形孔径仪应符合下列规定：

1 被测孔径小于 1.2m 时，孔径检测误差 $\leq\pm 15\text{mm}$ ，被测孔径大于等于 1.2m 时，孔径检测误差 $\leq\pm 25\text{mm}$ ；

2 孔深检测精度不底于 0.3%；

3 探头绝缘性能不小于 $100\text{M}\Omega / 500\text{V}$ ，在潮湿情况下不小于 $2\text{M}\Omega / 500\text{V}$ 。

5.2.3 专用测斜仪应符合下列规定：

1 顶角测量范围： $0^\circ \sim 10^\circ$ ；

2 顶角测量误差： $\leq\pm 10'$ ；

3 分辨率不底于 $36''$ ；

4 孔深检测精度不底于 0.3%。

5.2.4 沉渣测定仪应符合下列规定：

1 满足本规程第 3 章 3.2 节的规定，可以是根据不同方法原理检测沉渣厚度的相关仪器或检测工具；

2 检测精度满足评价要求。

5.3 钻孔灌注桩成孔孔径检测

5.3.1 接触式仪器组合法钻孔灌注桩成孔孔径检测，应在钻孔清孔完毕后进行。

5.3.2 伞形孔径仪进入现场检测前应进行标定，标定应按照附录 B 的要求进行。标定完毕后恒定电流源电流和量程，仪器常数及起始孔径在检测过程中不得变动。

5.3.3 检测前应校正好自动记录仪的走纸与孔口滑轮的同步关系。

5.3.4 检测前应将深度起算面与钻孔钻进深度起算面对齐，以此计算孔深。

5.3.5 孔径检测应自孔底向孔口连续进行。

5.3.6 检测中探头应匀速上提，提升速度应不大于 $10\text{m}/\text{min}$ 。孔径变化较大处，应降低探头提升速度。

5.3.7 检测结束时，应根据孔口护筒直径的检测结果，再次标定仪器的测量误差，必要时应

重新标定后再次检测。

5.3.8 孔径记录图应满足下列要求：

- 1 有明显孔径及深度的刻度标记，能准确显示任何深度截面的孔径；
- 2 有设计孔径基准线、基准零线及同步记录深度标记；
- 3 记录图纵横比例尺，应根据设计孔径及孔深合理设定，并应满足分析精度需要。

5.3.9 孔径 d 可按下式计算：

$$d = D_0 + k \times \Delta V / I \quad (5.3.9)$$

式中： D_0 —起始孔径 (m)；

k —仪器常数 (m/Ω)；

ΔV —信号电位差 (V)；

I —恒定电流源电流 (A)。

5.4 钻孔灌注桩成孔垂直度检测

5.4.1 接触式仪器组合法钻孔灌注桩成孔垂直度检测应采用顶角测量方法。

5.4.2 专用测斜仪进入现场检测前应进行标定，标定应按照附录 C 的要求进行。

5.4.3 桩孔垂直度检测通常可在钻孔内直接进行，大直径桩孔的垂直度检测宜在一次清孔完毕后，在未提钻的钻具内进行。

5.4.4 钻孔内直接测斜应外加扶正器，宜在孔径检测完成后进行。

5.4.5 应根据孔径检测结果合理选择不同直径的扶正器。

5.4.6 桩孔垂直度检测应避开明显扩径段。

5.4.7 检测前应进行孔口校零。

5.4.8 应自孔口向下分段检测，测点距不宜大于 5m，在顶角变化较大处加密检测点数。必要时重复检测。

5.4.9 桩孔垂直度 K 可按下式计算：

$$K = (E/L) \times 100\% \quad (5.4.9-1)$$

$$E = d/2 - \phi/2 + \sum h_i \times \sin[(\theta_i + \theta_{i-1})/2] \quad (5.4.9-2)$$

式中： E —桩孔偏心距(m)；

L —实测桩孔深度(m)；

d —孔径或钻具内径(m)；

ϕ —测斜探头或扶正器外径(m)；

h_i —第 i 段测点距(m)；

θ_i —第 i 测点实测顶角 (°)；

θ_{i-1} —第 $i-1$ 测点实测顶角 (°)。

5.5 沉渣厚度检测

5.5.1 接触式仪器组合法钻孔灌注桩成孔、地下连续墙成槽的沉渣厚度检测，宜在清孔清槽

完毕后，灌注混凝土前进行。

5.5.2 沉渣厚度检测应至少进行 3 次，取 3 次检测数据的平均值为最终检测结果。

6 检测报告

6.0.1 每孔（槽）检测完毕应及时填写现场检测结果表。现场检测结果表应包括以下内容：

- 1 工程名称及桩孔（槽段）编号；
- 2 孔（槽）设计参数；
- 3 检测方法；
- 4 检测仪器设备型号及现场仪器标定结果；
- 5 各项检测内容的检测结果及偏差；
- 6 成孔（槽）质量评定。

6.0.2 检测报告应有以下内容：

- 1 检测人员、报告编写人员及审核审批人员的签字以及建设、设计、施工、监理等责任主体的全称；
- 2 前言或概况：包括工程名称、建筑规模、地点、基础类型、施工工艺、检测依据的规范、总工程桩（槽段）数、检测内容、数量、精度及检测时间；
- 3 地质情况：地层的工程地质特性；
- 4 仪器设备：型号、编号、室内自检过程及结果，现场标定过程及结果；
- 5 仪器工作原理及检测过程：检测参数设置及检测过程叙述；
- 6 检测结果：列表叙述所有被测桩孔（槽段）的检测结果；
- 7 结论：根据检测结果对所测孔（槽）质量进行评价；
- 8 附图附表：包括桩位（槽段）平面布置图、每桩孔（槽段）的测试记录图和现场检测记录表及典型地质柱状图等。

附录 A 泥浆性能指标

A.0.1 采用超声波法检测时，孔（槽）内泥浆性能指标应符合表 A.0.1 中各项要求。

表 A.0.1 泥浆性能指标

项目	性能指标
重度	<12.0 (kN/m ³)
粘度	18-25(s)
含砂量	<4%

附录 B 伞形孔径仪标定方法

B.0.1 伞形孔径仪的标定应在专用标定架上进行。标定架应定期送交计量检测机构检定。

B.0.2 标定架刻度误差应 $\leq \pm 1\text{mm}$ 。

B.0.3 具体标定方法如下：

1 连接孔径仪，打开电源，确认设备工作正常；

2 按从小到大，从大到小的顺序，分别将四条测臂置于标定架不同直径 D 的刻度点，记录仪器每次测量值 d ；

3 将各次的直径~测量值数据组，按最小二乘法拟合出 $D \sim d$ 的线性方程：

$$d = D_0 + k \times D \quad (\text{B.0.3})$$

式中： k —斜率（仪器常数）；

D_0 —截距（起始孔径）。

4 将方程求出的仪器常数及起始孔径输入记录仪；

5 将测臂置于标定架不同直径刻度点 3 次，分别记录各次仪器测量值；

6 将上述 3 次标准直径分别代入线性方程，计算出方程的测量值；

7 对应不同标准直径，比较方程测量值与仪器测量值的差值。

B.0.4 根据上述标定的结果，若仪器测量值与方程测量值之差满足规范精度要求，表明仪器正常，可以进行检测。否则需重新标定确定仪器常数及起始孔径，若精度仍不满足要求，仪器必须返厂维修。

附录 C 专用测斜仪标定方法

C.0.1 专用测斜仪应在专用校验台上标定，校验台应定期送交计量检测机构检定合格。

C.0.2 校验台应安放在四周空旷、半径 2m 范围内没有磁性材料的场所。

C.0.3 校验台倾角误差应 $\leq \pm 30'$ 。

C.0.4 标定操作步骤如下：

1 采用 2"精度经纬仪将校验台调准到垂直轴铅垂位置；

2 用测角器校正校验台上顶角刻度盘；

3 将测斜仪安置于校验台，任意选择一个倾角（ $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$ 范围内）进行测试，记录仪器输出顶角值，重复进行 2 次。

C.0.5 若每组测试结果的精度均满足规范的要求，表明仪器正常，可以进行检测。否则需重新标定，若精度仍不满足要求，设备必须返厂维修。

附录 D 规程用词说明

D.0.1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

D.0.2 条文中指明必须按其它有关标准和规范执行时，写法为“应按……执行”或“应符合……的要求（或规定）”。非必须按所指定的标准规范，写法为“可参照……的要求（或规定）”。

天津市工程建设标准

钻孔灌注桩成孔、地下连续墙成槽检测技术规程

Technical Specification for the Testing of the Drilling Hole of Cast-in-place Pile
and the Groove of Diaphragm Wall

DB 29-112-2004

J 10497-2005

条文说明

目 次

- 1 总则
- 2 术语及主要符号
 - 2.1 术语
- 3 基本规定
 - 3.1 检测机构
 - 3.3 检测数量
 - 3.4 检测抽样原则
 - 3.5 检测前准备
 - 3.6 重复检测与扩大检测
- 4 超声波法
 - 4.1 一般规定
 - 4.3 检测前准备
 - 4.4 钻孔灌注桩成孔检测
 - 4.5 地下连续墙成槽检测
- 5 接触式仪器组合法
 - 5.1 一般规定
 - 5.2 检测仪器设备
 - 5.3 钻孔灌注桩成孔孔径检测
 - 5.4 钻孔灌注桩成孔垂直度检测
- 6 检测报告

1 总 则

1.0.1 钻孔灌注桩及地下连续墙的质量问题，主要有成孔成槽质量及桩身墙体质量两方面。其中桩身墙体质量问题，除应严格要求按施工规范进行水下混凝土浇注外，近年来工程设计中，针对钻孔灌注桩均要求广泛采用动测方法进行检测，地下连续墙在开挖后要求对墙体定位、混凝土密实度等进行检测，对确保桩身墙体质量起到了积极的作用。但如何保证在各种不同的地质条件下成孔成槽质量问题，目前无论是施工部门还是设计部门，尚缺少应有的重视和有效措施。特别是在本市新兴的高承载力异型钻孔灌注桩，如挤扩灌注桩等，在施工工艺尚未完全成熟的情况下，如何有效控制成孔质量，确保工程安全，就尤其重要。基于如何解决上述问题成为本规程编制的主要目的。其一，作为第三方检测，可以有效地控制成孔（成槽）施工质量。其二，规范本市钻孔灌注桩成孔、地下连续墙成槽检测的方法和技术。其三，钻孔灌注桩成孔、地下连续墙成槽检测可以成为指导施工的主要辅助手段。

1.0.2 本规程主要针对我市建筑和市政工程中的钻孔灌注桩成孔及地下连续墙成槽检测，其他如交通、铁路、港口等类似的基础工程成孔（成槽）检测也可参照本规程执行。

1.0.3 在考察了本市钻孔灌注桩及地下连续墙的种类、设计要求、适用范围、施工工艺及施工状况等各种因素后，遵照国家、行业及本市的各相关施工质量验收标准，确定孔（槽）壁垂直度、孔径（槽宽）、孔（槽）深及沉渣厚度为本规程的检测内容。超声波法及接触式仪器组合法中伞形孔径仪、专用测斜仪是目前国内成孔成槽检测精度最高，运用较为广泛而且技术较为成熟的检测方法。

2 术语、主要符号

2.1 术语

2.1.7 从定性上讲，沉渣可以定义为钻孔灌注桩成孔或地下连续墙成槽后，淤积于孔（槽）底部的非原状沉淀物。从定量上准确区分沉渣和下部原状地层，目前还有一定难度。所以对于沉渣厚度的检测，实际上是利用有效的沉渣测定仪或其他检测工具，检测估算沉渣厚度。

3 基本规定

3.1 检测机构

3.1.1 根据中华人民共和国计量法第二十二条的规定“为社会提供公证数据的产品质量检验机构，必须经省级以上人民政府计量行政部门对其检定测试的能力和可靠性考核合格。”如果检测机构未能通过计量认证考核，其提供的数据和成果报告不具备法律效力。

3.3 检测数量

3.3.1~3.3.3 为确切反映成孔（槽）质量，检测数量应有一定的比例，具体数量应根据建筑物的重要性、地基基础等级、地质条件复杂程度等因素确定。等直径钻孔灌注桩成孔抽测数量的规定，是参照了《建筑基桩检测技术规范》（JGJ 106）中 3.3.4 条第 1 款及第 2 款中其他桩基工程桩身完整性质量检测抽测数量的规定。挤扩灌注桩成孔抽测数量的规定，遵循了天津市工程建设标准《挤扩灌注桩技术规程》（DB 29-65）中 6.1.3 条的相关规定，当采用挤扩灌注桩做为市政桥梁基桩时，其成孔应 100% 检测。

3.3.4 目前天津市规范没有明确要求对试成孔及静载试验桩孔进行检测，本规程参考了上海市《地基基础设计规范》（DGJ08-11）中 13.5.1 条及 14.2.3 条第 7 款的内容，其中 13.5.1 条规定“钻孔灌注桩施工前，必须进行试成孔。数量不少于两个，以便核对地质资料，检验所选设备、施工工艺及技术要求是否合适。如测得的孔径、垂直度、孔壁稳定和回淤等现场实测指标不符合设计要求时，应拟定补救技术措施或重新考虑施工工艺。”，其 14.2.3 条第 7 款规定“对于灌注桩的试桩，在成孔后进行混凝土浇注前，必须进行孔径、孔深、沉渣及垂直度检测，其充盈系数必须控制在有关规范规定的范围内，没有代表性的桩不应作为试桩；在检测报告中，应注明试桩的成桩方法、孔径曲线和计算充盈系数。”

3.4 检测抽样原则

3.4.1 本条第 2 款规定不同机台或采用不同工艺开始施工的 2 个孔（槽）应进行检测，主要是因为考虑到在施工开始时，施工单位对场地地层条件不完全熟悉，预定的施工工艺可能不尽合理，或各机台施工水平可能参差不齐，通过对其开始施工的 2 个孔（槽）进行检测，了解施工质量，有助于改进工艺，提高质量，完善施工管理。在了解了工程地质状况后，应加强对各种不利于施工或容易产生质量事故（容易发生偏斜、坍塌、扩缩径等）区域内孔（槽）的检测，目的为确保工程质量，进一步改进施工工艺。

3.5 检测前准备

3.5.1 测试前所需要具备的资料，对检测工作意义重大。通过了解委托人的委托内容及设计人的检测要求，便可明确检测目的、检测内容、检测精度及检测数量，检测机构可因此确定适用的检测方法及手段来完成检测任务；了解岩土工程勘察资料可以知道哪些地层或地段不利于施工或容易发生质量事故，分布在桩（墙）位图的哪些位置；了解相关的成孔（槽）工艺资料，可以预计在检测中会出现哪些问题，采取何种检测方法可以避免或解决，如何更好地提高检测质量等等。

3.5.2 在具备了 3.5.1 条规定的资料后，应对施工现场进行踏勘，了解施工进度及现场的施工环境，通过与现场监理工程师的详细协商，确定检测方案，包括检测步骤，分步实施的具体安排等。

3.6 重复检测与扩大检测

3.6.1 成孔成槽检测结果符合有关要求，按照施工要求，需及时浇灌混凝土以保证成桩（墙）质量。因此，在现场及时提供检测结果是十分必要的。

3.6.2 重复检测有两种情况，一种是检测过程中正常抽检某段深度的检测结果；一种是发现检测结果不符合相关规定，经处理后，进行再次全程检测，本条系指后一种情况。

4 超声波法

4.1 一般规定

4.1.1 超声波法成孔成槽检测时，检测探头悬浮于泥浆中，与孔（槽）壁不发生接触，属非接触式检测方法。本规程未将沉渣厚度列入超声波法成孔成槽检测内容，但可以利用设计孔（槽）深与实测孔（槽）深之差，间接估算孔（槽）底沉渣的厚度，但精度相对较低。

4.1.2 目前天津市最大钻孔灌注桩桩径及地下连续墙宽均未超过 5.0m，故规定被检测孔径（槽宽）不大于 5.0m。按照目前的仪器性能，最大检测孔径可以达到 16.0m。

4.1.3 泥浆是超声波传播的介质，泥浆的重度、粘度、及含砂量等指标直接影响超声波的传播性能。以往曾经出现泥浆过稠，将探头完全封闭，造成根本没有检测信号的现象，因此，检测时孔（槽）内泥浆性能应满足仪器使用的要求。

4.1.4 检测中，有时会出现记录信号模糊断续及空白，原因有多种，可能是仪器升降速度过快，因为超声波探头每分钟重复频率是固定的，探头行进过快，相当于拉长了测点的间距，降低了分辨精度；可能局部深度范围内泥浆过稠，而探头超声波发射功率小，或灵敏度低造成反射信号弱；可能泥浆中气泡屏蔽了超声波；可能泥浆中存在悬浮物导致超声波的散射等等。因此，可以采用降低探头升降速度，或增大灵敏度及发射功率，检查不同深度泥浆的性能指标等手段，保证检测精度。

4.3 检测前准备

4.3.2 为避免出现不真实的检测结果，标定旋钮在检测过程中不得变动。

4.4 钻孔灌注桩成孔检测

4.4.2 探头若偏离护筒中心，一般情况下实际检测的是桩孔二个正交弦断面的弦长。所以检测中探头越接近中心，孔径检测误差越小。另外，超声波探头发射面外侧 200mm 距离范围内为超声波法检测盲区，对于小直径钻孔灌注桩桩孔检测，探头若偏离护筒中心较远，可能会因为桩孔较小的偏斜，导致探头进入盲区而无法检测。

4.4.4 根据其他地区的检测经验，直径大于 4m 的桩孔非轴对称孔径变化现象出现的机会，较一般直径的桩孔要多。另外，根据支盘桩以往的检测经验，有时会出现局部盘高或盘径变小的现象，所以应该增加检测方位，全面了解孔壁变化。而对于一般等直径钻孔灌注桩桩孔检测，正交二方向也就可以满足要求。

4.4.5 一旦发现非轴对称缺陷，可以通过检测方向与实际方位的关系，确定缺陷的具体位置。

4.4.6 定向检测是指在每次检测中，固定检测剖面 $x-x'$ 、 $y-y'$ 等的实际方位。

4.5 地下连续墙成槽检测

4.5.3 地下连续墙施工中施工接头非常重要，若接头拔出过早，混凝土未完全凝固，便容易侧向鼓出，造成相邻槽段施工困难的事故，所以必要时应对槽段端头部位进行检测。接头拔出后，便于和槽段体前后一起检测。

5 接触式仪器组合法

5.1 一般规定

5.1.2 接触式仪器组合法，系采用伞形孔径仪、专用测斜仪及沉渣测定仪分别检测成孔孔径、垂直度及沉渣厚度，是由多种仪器设备组合形成的检测系统。相对于超声波法，采用接触式仪器组合法检测时，各种仪器的检测探头必须保持对孔壁或孔底的接触，属于接触式检测方法。

5.2 检测仪器设备

5.2.2~5.2.3 对于孔深检测，井口绞车的滑轮在长时间使用后，会因磨损造成轮径变小，垂吊探头的电缆因长期张拉会变形，均给深度检测带来误差。为此应定期将由井口滑轮、电缆及记录仪组成的深度检测系统送交计量检测机构进行系统检定，修正采集系统中的孔深系数，以保证检测精度。

5.2.4 根据现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202)，沉渣厚度可以采用沉渣仪或重锤测量，目前国内已经出现了多种沉渣厚度测定方法，主要有测锤法、电阻率法、电容法、声波法等。本规程规定只要是具有计量器具生产许可证的厂家生产的合格产品，并能在标定有效期内使用，其检测精度能够满足沉渣厚度的评价要求的仪器设备或工具，均可用于沉渣厚度检测。

5.3 钻孔灌注桩成孔孔径检测

伞形孔径仪桩孔直径检测结果，是探头 4 个测臂各自检测结果的平均值，对于非轴对称孔径变化桩孔的检测存在一定误差。

5.4 钻孔灌注桩成孔垂直度检测

5.4.3 在钻具内进行垂直度检测，应在清孔完毕后，提钻前进行。顺钻具内管将测斜探头放至钻头上部的某一相对固定的位置，通过提升钻头，在不同孔深位置进行检测直至孔口。

5.4.4~5.4.6 由于测斜探头外径很小，在钻孔内直接测斜会存在较大的检测盲区，此时应外加扶正器。在孔径检测完成后，了解了实际孔径的变化情况，可以合理选择扶正器，避免出现扶正器过小或过大。另外由于无法对桩孔明显扩径段进行测斜，通过孔径检测结果就可以避开，避免出现虚假的测斜结果。

5.4.7 模拟式测斜仪为电桥平衡式读数，先要检查电缆补偿，再孔口校零，下放测量过程中，注意检查刻度盘红线，如果漂移，则应检查绝缘性，重新检测。数字式测斜仪也应孔口校零，只有待其稳定后才能取值，不然检测过程会出现负值。

5.4.8 测斜应自孔口向下进行检测，反之就有可能因探头受到电缆的牵引而无法完全接触孔壁，使顶角检测值偏小产生误差。若桩孔垂直度检测超标，为保证检测精度，应该重复检测，二次检测结果误差应小于 1%，否则应查明原因，再次检测，可以取其中二次误差小于 1% 的检测结果的平均值作为最终检测结果。三次检测结果误差均大于 1%，仪器设备应重新标定。

6 检测报告

6.0.1 钻孔灌注桩成孔、地下连续墙成槽检测属第三方检测，由于工程需要，现场应及时提交检测结果，因此作为最终检测结果的检测结果表中，应该有现场检测人员的亲笔签字，代表检测机构对检测结果负责，否则无效。为了保证检测结果的准确无误，检测结果表除了有一名检测人员签字以外，需要有其他检测人员校核签名。

6.0.2 检测报告的内容，应便于有关部门对检测工作的技术质量进行监督和检查，有利于检测质量控制。每次检测是一次提高检测水平的机会，检测机构应注意资料积累，经验总结，在不断提高自身检测技术水平的时候，不断发展完善检测技术及方法。