

中华人民共和国行业标准

水下挤密砂桩施工质量检测标准

JTS 261—2019

主编单位：中交上海三航科学研究所有限公司

批准部门：中华人民共和国交通运输部

施行日期：2019年8月15日

人民交通出版社股份有限公司

2019 · 北京

交通运输部关于发布《水下挤密砂桩 施工质量检测标准》的公告

2019 年第 47 号

《水下挤密砂桩施工质量检测标准》为水运工程强制性行业标准，标准代码为 JTS 261—2019，现予发布，自 2019 年 8 月 15 日起施行，由交通运输部水运局负责管理和解释。

特此公告。

中华人民共和国交通运输部

2019 年 6 月 24 日

制定说明

本标准是根据“交通运输部关于下达 2013 年度水运工程标准编制计划的通知”(交水发〔2013〕462 号)的要求,由交通运输部水运局组织有关单位制定。本标准是在对国内外水下挤密砂桩质量检测系统调研的基础上,经广泛征求意见、反复修改而成。

近年来,水下挤密砂桩已在我国多项水运工程建设项目中获得应用,取得了一定的工程建设经验,为适应我国水运工程建设发展的需要,特编制本标准。

本标准共分 7 章和 4 个附录,并附条文说明,主要技术内容包括原材料检测、桩体检测、桩间土检测和复合地基载荷试验。

本标准主编单位为中交上海三航科学研究所有限公司,参编单位为中交第三航务工程局有限公司、中交天津港湾工程研究所有限公司、中交第一航务工程局有限公司。本标准编写人员分工如下:

- 1 总则:周国然 尹海卿
 - 2 术语:周国然 吴心怡
 - 3 基本规定:邱 松 李树奇 梁 萌
 - 4 原材料检测:吴心怡 蒋 健 陈煜森
 - 5 桩体检测:张 曦 蒋 健 吴心怡
 - 6 桩间土检测:张 曦 蒋 健 陈煜森
 - 7 复合地基载荷试验:张 曦 蒋 健 陈煜森
- 附录 A:蒋 健 陈煜森 吴心怡
附录 B:张 曦 吴心怡
附录 C:张 曦 蒋 健 陈煜森
附录 D:张 曦 吴心怡

本标准于 2018 年 5 月 10 日通过部审,于 2019 年 6 月 24 日发布,自 2019 年 8 月 15 日起施行。

本标准由交通运输部水运局负责管理和解释。各单位在执行过程中发现的问题和意见,请及时函告交通运输部水运局(地址:北京市建国门内大街 11 号,交通运输部水运局技术管理处,邮政编码:100736)和本标准管理组(地址:上海市徐汇区肇嘉浜路 829 号,中交上海三航科学研究所有限公司,邮政编码:200032,邮箱:yantusuo@sina.com),以便修订时参考。

目次

1 总则	(1)
2 术语	(2)
3 基本规定	(3)
4 原材料检测	(4)
5 桩体检测	(5)
6 桩间土检测	(7)
7 复合地基载荷试验	(9)
附录 A 检测报告格式	(12)
附录 B 标准贯入试验原始记录表格式	(13)
附录 C 圆锥动力触探试验原始记录表格式	(14)
附录 D 本标准用词说明	(15)
引用标准名录	(16)
附加说明 本标准主编单位、参编单位、主要起草人、主要审查人、总校人员 和管理组人员名单	(17)
条文说明	(19)

1 总 则

1.0.1 为统一水下挤密砂桩的质量检测的方法和技术要求，保障水下挤密砂桩施工质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于水运工程水下挤密砂桩的质量检测。

1.0.3 水下挤密砂桩的质量检测除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 水下挤密砂桩 Marine Sand Compaction Pile

利用专用船舶,采用振动桩套管、管内加压、回打桩套管等特殊工艺,将砂料压入水下地基形成的密实散体桩。

2.0.2 挤密砂桩复合地基 Composite Foundation with Sand Compaction Pile

采用挤密砂桩加固后,由桩体和桩间土体组成的地基。

2.0.3 复合地基载荷试验 Composite Foundation Load Test

使用刚性承压板逐级加荷,测定某一置换率下复合地基各级荷载下的沉降量,以确定复合地基承载力与变形特性的试验。

3 基本规定

3.0.1 水下挤密砂桩施工应对原材料、桩体、桩间土、复合地基等进行质量检测。

3.0.2 桩间土、复合地基承载力检测应在施工后间隔一定时间进行，黏性土地基间隔时间不应少于 28d；粉土地基间隔时间不应少于 14d；砂土地基间隔时间不应少于 7d。

3.0.3 桩体密实度的检测可在桩体施工完成后立即进行。

3.0.4 检测方法及设备应根据检测方法的特点和适用范围，综合考虑检测要求和现场地质、水文、气象条件等因素进行选择。

3.0.5 检测前应获得下列资料：

- (1) 检测要求；
- (2) 工程水文、地质资料；
- (3) 设计要求及施工图纸；
- (4) 施工设备、方法与施工记录；
- (5) 现场周边环境有关资料。

3.0.6 检测实施前应编制检测方案。检测方案应包括下列内容：

- (1) 工程概况；
- (2) 检测目的和要求；
- (3) 检测内容；
- (4) 检测依据；
- (5) 检测方法；
- (6) 仪器设备配置；
- (7) 人员配备；
- (8) 进度计划；
- (9) 质量、安全和环保措施。

3.0.7 检测仪器设备应在计量检定或校准周期的有效期内。

3.0.8 检测数据应如实记录，并应由相关人员签字，当记录错误时应杠改并签字确认。采用自动化采集设备时，采集与记录系统处理软件应具备自动存储数据、参数的检查与改正等功能。

3.0.9 检测报告应包括工程概况、依据的标准、试验检测结果、结论等，并应使用法定计量单位。检测报告格式可参照附录 A 执行。

4 原材料检测

4.0.1 砂料应进行颗粒级配、含泥量的检测。

4.0.2 砂料的颗粒级配、含泥量宜通过颗粒分析试验进行检测。颗粒分析试验应按现行行业标准《水运工程岩土勘察规范》(JTS 133)的有关规定执行。

4.0.3 砂料检测批次应按每 5000m^3 取一组试样。当砂料来源地发生变化时,应按新的检测批次取样送检。

5 桩体检测

5.0.1 水下挤密砂桩桩体密实度和完整性的检测宜采用标准贯入试验、重型圆锥动力触探试验或超重型圆锥动力触探试验方法，有条件时也可采用静力触探试验方法。

5.0.2 水下挤密砂桩桩体密实度检测数量不得少于总桩数的 0.5%~1%，且不得少于 3 根，并应符合下列规定。

5.0.2.1 桩径、桩间距、桩长、砂料不同时，应分别检测。

5.0.2.2 施工设备不同时，应分别检测。

5.0.2.3 施工期间，宜按每 30000m³用砂量检测一次。

5.0.3 水下挤密砂桩桩体检测的定位宜选在桩的中心。

5.0.4 当采用标准贯入试验检测桩体密实度时，标准贯入试验的操作应符合下列规定。

5.0.4.1 标准贯入试验宜利用砂桩船作为检测平台，砂桩船应具有良好的锚泊系统和定位系统。

5.0.4.2 采用浮式平台进行标准贯入试验时，贯入度量测基面应不受平台晃动的影响。

5.0.4.3 探杆垂直度不应大于 1%。

5.0.4.4 标准贯入试验成孔宜采用回转钻进，并保持孔壁稳定，孔底的废土高度不得大于 5cm。下放贯入器时不得冲击孔底。

5.0.4.5 贯入器打入桩体中 15cm 后，应开始记录每打入 10cm 的锤击数，应以累计打入 30cm 的锤击数为标准贯入试验锤击数。当锤击数已达 50 击，而贯入深度未达 30cm 时，可按式 (5.0.4) 换算成相当于 30cm 的标准贯入试验锤击数 N 并终止试验。

$$N = 30 \times 50 / \Delta S \quad (5.0.4)$$

式中 N ——标准贯入试验击数；

ΔS ——50 击时的贯入深度 (cm)。

5.0.5 汇编标准贯入试验成果数据表时，可按测试深度标注于钻孔柱状图或工程地质剖面图上，也可绘制单孔标准贯入试验击数 N 与深度关系曲线或直方图。标准贯入试验数据可按附录 B 的格式进行记录。

5.0.6 当采用圆锥动力触探试验检测桩体密实度和完整性时，圆锥动力触探试验的操作应符合下列规定。

5.0.6.1 所有连接部件应连接紧密，并采用自动落锤装置。

5.0.6.2 触探杆垂直度不应大于 1%，锤击贯入应连续进行，应防止锤击偏心、探杆倾斜和侧向晃动，保持探杆垂直度；锤击速率宜为 15 击/min ~ 30 击/min。水上试验发生导向杆与探杆晃动及锤击偏心时，应停止试验。

5.0.6.3 每贯入 1m, 宜将探杆转动一圈半; 连续贯入深度大于 10m 时, 每贯入 20cm 宜转动探杆一圈半。

5.0.6.4 水域钻孔采用浮式平台时, 贯入度量测基面不应受平台晃动的影响。

5.0.6.5 重型圆锥动力触探, 当连续三次 $N_{63.5}$ 大于 50 击时, 可停止试验或改用超重型圆锥动力触探。

5.0.6.6 探头直径磨损不应大于 2mm, 锥尖高度磨损不应大于 5mm。

5.0.7 桩体圆锥动力触探试验应绘制锤击数与贯入深度关系曲线。圆锥动力触探试验数据可按附录 C 的格式进行记录。

6 桩间土检测

6.0.1 水下挤密砂桩桩间土的处理效果检测宜采用十字板剪切、静力触探、标准贯入试验等原位测试方法，也可采用钻孔取样进行室内土工试验方法。

6.0.2 桩间土检测数量应根据设计要求确定。

6.0.3 水下挤密砂桩桩间土检测的部位宜选在相邻桩的几何中心。

6.0.4 当水下挤密砂桩桩间土采用十字板剪切试验进行检测时，宜采用电测式十字板剪切仪进行，主要技术要求应符合下列规定。

6.0.4.1 试验宜在固定的勘探平台上进行，当水深大于 10m 时，可采用多重套管。

6.0.4.2 十字板剪切试验前，应对测力用的扭力传感器以及配套使用的仪器、电缆一同进行校准。校准工作宜在 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的室温环境中进行。

6.0.4.3 十字板剪切速率应以 10s 转动 1° 为标准，峰值读数或稳定读数宜在 3min ~ 10min 内出现，试验出现峰值后应再继续剪切 1min。试验的剪切强度峰值或稳定值测试完成后，应顺扭转方向连续转动探杆 6 圈，测定重塑土的不排水抗剪强度。

6.0.5 电测式十字板剪切试验操作应符合下列规定。

6.0.5.1 贯入主机安装后应保持水平，并能提供满足最大试验深度的反力。探杆夹持器应牢固夹持探杆，不得产生相对转动。

6.0.5.2 电测式十字板的扭力传感器及连接导线的绝缘电阻不应小于 $300\text{M}\Omega$ 。

6.0.5.3 试验结束后，应将十字板头拔出地面，及时记录仪表零漂读数。

6.0.6 十字板剪切试验数据处理应符合下列规定。

6.0.6.1 应对实测原始数据进行检查、校核，并判别有无异常。

6.0.6.2 应计算各试验点原状土的不排水抗剪强度，并提供分层统计值。

6.0.6.3 应绘制单孔十字板剪切试验不排水抗剪峰值强度随深度的变化曲线，必要时绘制抗剪强度与扭转角的关系曲线。

6.0.6.4 饱和软黏性土不排水抗剪强度可按式 (6.0.6) 计算。

$$c_u = K \cdot \xi \cdot R_y \quad (6.0.6)$$

式中 c_u ——原状土的不排水抗剪强度 (kPa)；

K ——十字板板头常数，对 $50\text{mm} \times 100\text{mm}$ 板头， K 为 2183.8034m^{-3} ；对 $75\text{mm} \times 150\text{mm}$ 板头， K 为 647.0528m^{-3} ；

ξ ——传感器标定系数 ($\text{kN} \cdot \text{m}/\text{mV}$ 或 $\text{kN} \cdot \text{m}/\mu\text{e}$)；

R_y ——原状土剪切破坏时的读数 (mV 或 μe)。

6.0.7 当水下挤密砂桩桩间土采用静力触探试验进行检测时，应符合下列规定。

6.0.7.1 测力传感器及其连接导线的绝缘电阻不应小于 $500\text{M}\Omega$ 。

6.0.7.2 静力触探宜在固定平台上或采用水下静探设备进行。静力触探平台抗风浪能力应满足试验作业与安全的要求。

6.0.8 静力触探试验操作应符合下列规定。

6.0.8.1 勘探平台上的静力触探机与水下静力触探设备安装应水平, 并应能提供确保静探杆贯入与拔起时的垂直度以及静探机座稳定的反力。

6.0.8.2 静探贯入深度大于 30m 时, 孔内应下套管, 也可配置具有测斜能力的探头, 量测触探孔的偏斜角, 校正土层界线的深度。

6.0.8.3 静力触探应采用多重套管, 外套管直径应满足抗水流、风浪和多重套管变径的要求, 宜大于 146mm, 套管变径应根据静探孔的要求和工况条件确定, 套管上端应固定在作业平台上, 套管下端的入土深度应能保证静探作业顺利进行。

6.0.8.4 将单桥或双桥探头贯入泥面下 1m 左右时, 应上提探头 5cm~10cm, 使探头传感器处于不受力状态; 应在仪器零位基本稳定后, 将仪器调零或记录初始读数, 再进行正常连续贯入触探试验。

6.0.8.5 测试时应以 (1.2 ± 0.3) m/min 的速率连续贯入。

6.0.8.6 孔压静力触探试验的探头应在入水前保持饱和状态, 在试验的整个过程中不得上提探头。当在预设深度进行孔压消散试验, 量测停止贯入后不同时间的孔压值时, 不应松动探杆。

6.0.8.7 静力触探试验点与最近的已有其他勘探点的间距不应小于已有勘探点孔径的 25 倍, 且不应小于 2m。

6.0.9 静力触探试验成果分析应符合下列规定。

6.0.9.1 应依据探头的类型绘制下列相应的试验曲线:

(1) 单桥探头绘制比贯入阻力与深度的关系曲线 ($P_s \sim h$ 曲线);

(2) 双桥探头分别绘制锥头阻力、侧壁摩阻力、摩阻比与深度的关系曲线 ($q_c \sim h$ 、 $f_s \sim h$ 、 $R_f \sim h$ 曲线);

(3) 孔压探头分别绘制孔隙水压力、真锥头阻力、真侧壁摩阻力、静探孔压系数与深度的关系曲线 ($u_t \sim h$ 、 $q_t \sim h$ 、 $f_t \sim h$ 、 $B_q \sim h$ 曲线), 以及孔压消散过程时刻的孔隙水压力与孔压消散过程时刻的对数的关系曲线 ($u_t \sim \lg t$ 曲线)。

6.0.9.2 成果分析应根据静力触探贯入曲线的线型特征, 统计计算单孔各土层的比贯入阻力和锥头阻力、侧壁摩阻力等测试值, 以及各土层测试值的场地平均值或加权平均值。

6.0.10 当水下挤密砂桩桩间土采用标准贯入试验进行检测时, 应符合第 5.0.4 条和第 5.0.5 条的规定。

6.0.11 当水下挤密砂桩桩间土采用钻孔取样进行室内土工试验时, 应按现行行业标准《水运工程岩土勘察规范》(JTS133) 的有关规定执行。

7 复合地基载荷试验

7.0.1 水下挤密砂桩复合地基承载力检测宜采用载荷试验。

7.0.2 水下挤密砂桩复合地基载荷试验宜采用锚桩式水下载荷试验方法。锚桩式水下载荷板的试验系统由加载系统、反力系统、基准系统等组成，如图 7.0.2 所示。

7.0.3 载荷试验点的选择应具有代表性。承压板底面高程应与桩顶设计高程相适应，宜在承压板下铺设 100mm~150mm 的砂垫层或碎石垫层找平，并尽快安装试验设备。

7.0.4 载荷试验设备应符合下列规定。

7.0.4.1 承压板应具有足够刚度。复合地基载荷试验的承压板可采用方形、矩形或圆形，尺寸按实际桩数所分担的处理面积确定。承压板中心应与荷载作用点相重合。

7.0.4.2 荷载测量可采用设置在千斤顶上的荷重传感器直接测定，也可采用并联于千斤顶油路的压力表或压力传感器测定油压换算。传感器的测量误差不应大于 1%，压力表精度应优于或等于 0.4 级。

7.0.4.3 承压板的沉降可采用千分表或电测位移计测量，精度不应低于 $\pm 0.01\text{mm}$ 。基准桩与锚桩的间距不应小于锚桩直径的 3 倍。基准桩与承压板边间距不应小于承压板直径或宽度，且不应小于 3m。可将承压板四个角点用刚性杆引出至平台上进行承压板沉降的测量，并取平均值作为承压板的沉降。

7.0.4.4 锚桩反力系统可提供的最大反力不得小于预估最大加载量的 1.3 倍。锚桩的净间距不应小于承压板直径或宽度的 3 倍。

7.0.5 载荷试验过程应符合下列规定。

7.0.5.1 载荷试验加荷方式应采用分级维持荷载沉降相对稳定法，加荷等级宜取 8~12 级，且不应少于 8 级。荷载量测精度不应低于施加的最大荷载的 $\pm 1\%$ 。最大加荷量不应小于设计要求承载力对应荷载的 2 倍。为设计提供承载力依据时，应加荷至破坏。加载前宜进行预加载，预加载不应大于最大加荷量的 5%。

7.0.5.2 每级荷载施加后，应间隔 5min、5min、10min、10min、15min、15min 分别测读一次沉降，以后宜每间隔 30min 测读一次沉降。当承压板沉降达到相对稳定标准时，即可施加下一级荷载。

7.0.5.3 承压板沉降相对稳定标准宜采用每小时沉降量不大于 0.25mm，稳定后可施加下一级荷载。

7.0.5.4 载荷试验过程中，当出现下列现象之一时，可终止加荷：

- (1) 沉降量急剧增大，荷载-沉降曲线出现明显陡降；
- (2) 在某一级荷载下，24h 内沉降速率不能达到相对稳定标准；
- (3) 总沉降量大于承压板直径或宽度的 1/12；

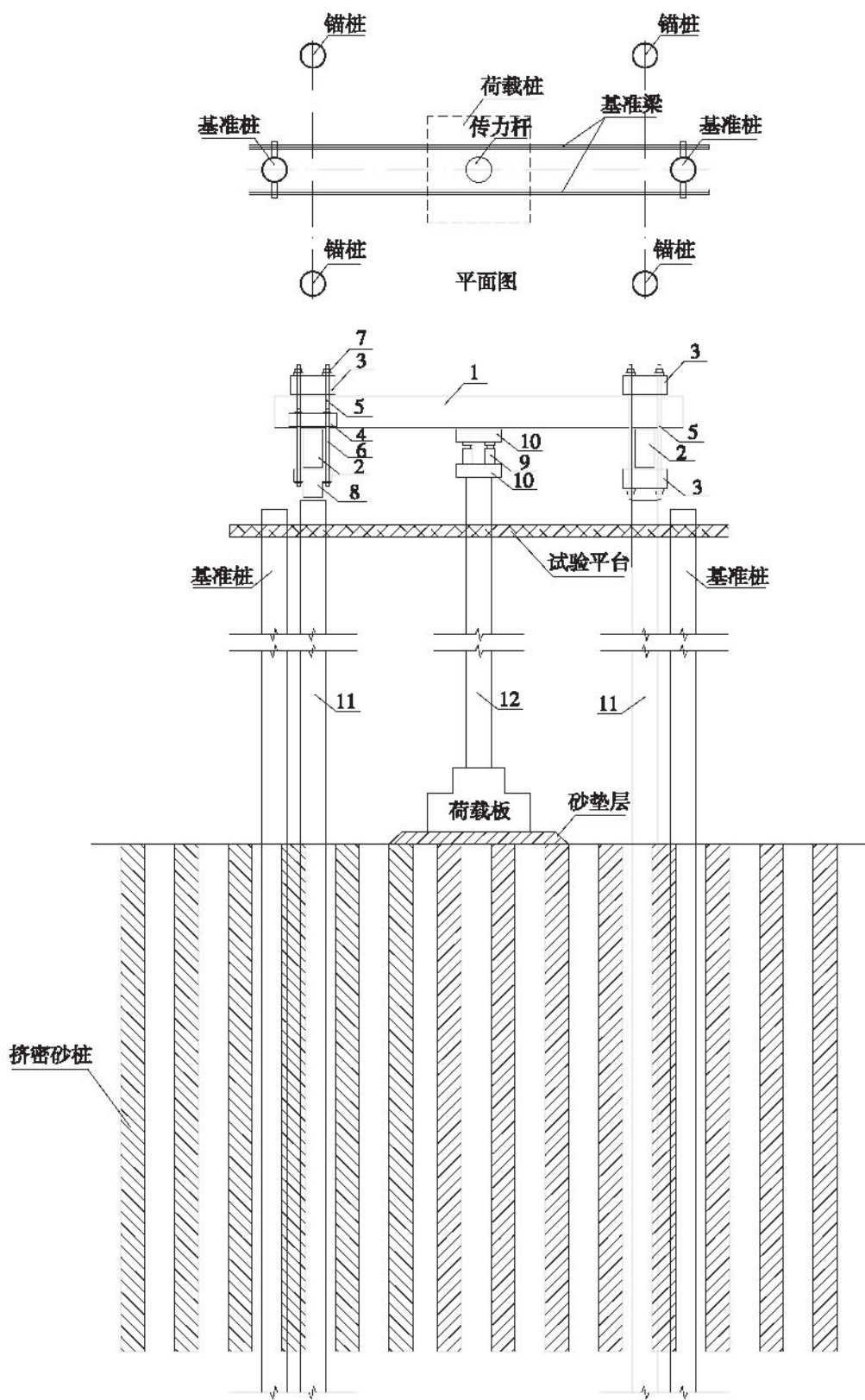


图 7.0.2 锚桩式水下载荷板试验系统示意图

- 1-主梁; 2-边梁; 3-主边梁连接架; 4-边梁锚桩连接器; 5-拉杆; 6-拉杆; 7-螺帽; 8-锚桩帽; 9-千斤顶; 10-大圆盘;
11-锚桩; 12-传力杆

(4) 总加荷量已达到控制值, 并达到相对稳定标准。

7.0.5.5 观测回弹值时, 每级卸荷量为加荷增量的 2 倍, 应每隔 30min 测读一次, 每级荷载持续 1h; 荷载全部卸除后应继续观测 3h, 测读时间间隔为 30min。

7.0.6 载荷试验资料的整理应符合下列规定。

7.0.6.1 应绘制荷载与沉降曲线、各级荷载下沉降与时间或时间对数曲线。

7.0.6.2 地基极限承载力可按下列方法确定:

(1) $P \sim S$ 曲线出现明显陡降段时, 取陡降段起始点对应的荷载作为极限承载力;

(2) 在某级荷载下, 24h 沉降不稳定时, 取前一级荷载作为极限承载力。

7.0.6.3 地基容许承载力可按下列方法确定:

(1) 当在 $P \sim S$ 曲线上存在明显的直线段时, 取比例界限 P_0 值作为容许承载力;

(2) 当极限荷载小于对应比例极限荷载值的 2 倍时, 取极限荷载值除以 2 作为容许承载力;

(3) 当在 $P \sim S$ 曲线上没有明显的直线段时, 可按相对变形值确定容许承载力。可取载荷试验承压板的沉降量与承压板宽度或直径的比值等于 0.01~0.015 所对应的压力作为容许承载力, 当承压板宽度或直径大于 2m 时, 按 2m 计算。对有经验的地区, 可按当地经验确定相对变形值。

附录 A 检测报告格式

A.0.1 检测报告的封面和扉页应包括下列内容。

A.0.1.1 封面应包括报告标题、工程名称、报告编号、检测单位名称、检测资质证书的编号及出具报告日期。

A.0.1.2 扉页应包括检测项目负责人、主要检测人员、报告编写人、审核人和技术负责人的签名。

A.0.2 检测报告封面应加盖计量认证章、资质专用章、报告专用章，检测结论页及报告骑缝均应加盖检测单位报告专用章。

A.0.3 检测报告可参考下列格式：

1 概述

- (1) 建设、委托、设计、监理和施工单位名称
- (2) 工程名称、工程地点、检测目的和检测日期
- (3) 水下挤密砂桩设计与施工概况

2 场地工程地质条件

- (1) 勘察单位名称
- (2) 工程地质概况

3 编制依据

4 检测项目、检测方法与测点布置

5 检测仪器、设备

- (1) 仪器生产厂商、型号及编号
- (2) 仪器检定证书编号及有效期

6 检测成果

- (1) 主要数据与图表
- (2) 数据分析

7 检测结论及建议

附录 B 标准贯入试验原始记录表格式

表 B.0.1 标准贯入试验记录表

合同编号_____

第____页 共____页

工程名称_____

地基类型_____

钻孔编号_____

钻孔坐标及高程_____

试验日期_____

潮 位_____

仪器设备编号_____

标定时间_____

序号	试验深度 (m)	贯入度 Δ (cm)			对应于 Δ_i 的击数 N_i			实测击数 N (击/30cm)	探杆长度 (m)	土层定名 及描述	备注
		Δ_1	Δ_2	Δ_3	N_1	N_2	N_3				
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											

项目负责人:

校对:

检测:

附录 C 圆锥动力触探试验原始记录表格式

表 C.0.1 重型圆锥动力触探试验记录表

合同编号_____第____页 共____页
 工程名称_____地基类型_____
 钻孔编号_____钻孔坐标及高程_____
 试验日期_____潮 位_____
 仪器设备编号_____标定时间_____

探杆总长 (m)	试验深度 (m)	贯入度 (cm)	锤击数 n (击)	$N_{63.5} = n \times 10 / \Delta s$ (击/10cm)	土层定名及描述	备注

项目负责人:

校对:

检测:

表 C.0.2 超重型圆锥动力触探试验记录表

合同编号_____第____页 共____页
 工程名称_____地基类型_____
 钻孔编号_____钻孔坐标及高程_____
 试验日期_____潮 位_____
 仪器设备编号_____标定时间_____

探杆总长 (m)	试验深度 (m)	贯入度 (cm)	锤击数 n (击)	$N_{120} = n \times 10 / \Delta s$ (击/10cm)	土层定名及描述	备注

项目负责人:

校对:

检测:

附录 D 本标准用词说明

为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度的用词说明如下：

- (1) 表示很严格，非这样做不可的，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，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，在条件允许时首先这样做的，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- (4) 表示允许选择，在一定条件下可以这样做的采用“可”。

引用标准名录

1. 《水运工程岩土勘察规范》(JTS 133)

附加说明

本标准主编单位、参编单位、主要起草人、 主要审查人、总校人员和管理组人员名单

主 编 单 位：中交上海三航科学研究院有限公司

参 编 单 位：中交第三航务工程局有限公司

中交天津港湾工程研究院有限公司

中交第一航务工程局有限公司

主要起草人：周国然（中交上海三航科学研究院有限公司）

尹海卿（中交第三航务工程局有限公司）

（以下按姓氏笔画为序）

李树奇（中交天津港湾工程研究院有限公司）

吴心怡（中交上海三航科学研究院有限公司）

邱 松（中交上海三航科学研究院有限公司）

张 曦（中交上海三航科学研究院有限公司）

陈煜森（中交上海三航科学研究院有限公司）

梁 萌（中交第一航务工程局有限公司）

蒋 健（中交上海三航科学研究院有限公司）

主要审查人：姜明宝

（以下按姓氏笔画为序）

方爱东、叶国良、吕 黄、许廷兴、苏林王、李一勇、

沈达怡、张树仁、程泽坤

总 校 人 员：刘国辉、吴敦龙、董 方、李荣庆、檀会春、田 琦、

时蓓玲、林佑高、刘 璐、谢锦波、张 曦

管理组人员：周国然（中交上海三航科学研究院有限公司）

吴 锋（中交上海三航科学研究院有限公司）

张 曦（中交上海三航科学研究院有限公司）

蒋 健（中交上海三航科学研究院有限公司）

中华人民共和国行业标准

水下挤密砂桩施工质量检测标准

JTS 261—2019

条文说明

目 次

3	基本规定	(23)
5	桩体检测	(24)
6	桩间土检测	(25)
7	复合地基载荷试验	(26)

3 基本规定

3.0.3 根据专题研究和工程经验，桩体密实度受时间影响较小，因此本条规定桩体施工完成后即可进行桩体密实度检测。此外对低置换率挤密砂桩水上精确定位比较困难，桩体施工完成后直接利用施工船实施检测有利于被检测桩体的定位。

5 桩 体 检 测

5.0.2 在检测时通常按照分区、分批的原则检测。本条提出了根据桩径、桩间距、桩长等设计参数和施工设备的分区方法。

5.0.3 由于水上定位时，不能直接观察到桩体顶面，一般借助于卫星定位系统进行定位。本条建议将检测位置定位在桩中心能减少检测过程中由于垂直度和定位的偏差造成检测孔偏出桩体。

6 桩间土检测

6.0.1 目前国内水域静力触探试验，基本上多在水上固定勘探与试桩平台或搁浅的勘探船上进行，水下静力触探尚未普及。国外水下静力触探技术及设备已较为成熟，按其工艺可分为海床静探（Seabed CPT）和井下静探（Downhole CPT）。海床静探是把静探机潜入水底作业，以水底泥面为基准，将探头及探杆直接连续地贯入土层中，这种工艺和设备一般在水深不大于 30m 的港口、航道等工程勘察中应用。井下静探的工艺特点是采用钻探与静力触探相结合的推进方式，探头通过置于钻孔内的管内锥探总成加压贯入钻孔底部的土层，单次可贯入 1m，每回次共贯入 3m，钻探主要是为下一次的触探清除探头已触探经过的土层，这种静探工艺方法对于孔深较大的勘探孔来说，不能通过一次连续贯入或几次贯入完成，难以保证触探过程的连续性与完整性。随着我国工程勘探技术的发展，海床静探将成为今后的主要发展趋势。

6.0.4 目前我国常用的十字板剪切仪主要分为机械式和电测式。水下十字板剪切试验一般在水上固定勘探平台上或勘探船、筏上进行。由于水上固定勘探平台使用成本高，通常采用勘探船进行试验，把机械式或电测式十字板剪切仪连接在入土固定并与勘探船脱开的套管上，把套管作为支架进行试验。已有研究证明，水下十字板剪切试验时，采用电测式比机械式更为准确，因而本条建议采用电测式。

7 复合地基载荷试验

7.0.2 载荷试验除采用锚桩提供反力外，也有采用重物堆载提供反力、千斤顶加荷的方式，但该方法受风浪、水流的影响大，安全保证要求高。采用锚桩反力系统，受水流及潮位影响较小，最大程度上消除波流荷载对试验结果的影响，具有较大优越性。因此本条推荐采用锚桩式水下载荷试验方法。

7.0.3 由于水下挤密砂桩的载荷试验成本较高，条文中并未对试验点个数做出明确规定，通常根据工程的重要性及地质条件的复杂性综合确定。条文推荐载荷试验设备安装过程中，试验面整平并铺设中、粗砂作为砂垫层的目的是使承压板与试验面有良好接触，减小偏心荷载。

7.0.4.3 考虑到水下直接测读承压板的沉降量难度较大，因此本条规定可采用间接测读的方法，通过将承压板四个角点用刚性杆引出进行测读。参照《建筑地基检测技术规范》(JGJ 340—2015) 中试坑底面宽度或直径不应小于承压板宽度或直径 3 倍的要求，条文中规定，基准桩与承压板边间距不应小于承压板宽度或直径的 1 倍。

7.0.5.3 由于水下挤密砂桩载荷试验一般为水上作业，受风浪、水流影响较大，相对于陆上的载荷试验较难稳定，所以条文中将稳定标准适当放宽。借鉴在洋山深水港和港珠澳大桥工程中进行的挤密砂桩复合地基的水下载荷试验，试验中把每小时沉降量不超过 0.25mm 作为相对稳定标准。

7.0.6 条文中分别给出了地基极限承载力和地基容许承载力的确定方法，根据工程需要选用。