



团 体 标 准

T/SDHTS 00010—2025

黄泛区管桩复合地基技术规程

Technical code of practice for pipe pile composite foundation in
the Yellow River alluvial plain area

此文本仅供个人学习、研究之用，未经授权，禁止复
制、发行、汇编、翻译或网络传播等，侵权必究

2025-06-27 发布

2025-10-01 实施

山东公路学会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	2
5 管桩复合地基勘察	2
6 管桩复合地基设计	4
7 管桩复合地基施工	7
8 管桩复合地基检测与监测	9
附录 A（规范性） 管桩设计计算参数	11
附录 B（规范性） 管桩复合地基质量检测要求	13

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由山东省路桥集团有限公司提出。

本文件由山东公路学会归口。

本文件起草单位：山东省路桥集团有限公司、山东建筑大学、山东高速集团有限公司、山东高速基础设施建设有限公司、山东高速工程项目管理有限公司、山东金衢设计咨询集团有限公司、山东正润环境科技有限公司。

本文件主要起草人：吴士乾、张思峰、柴健、李文杰、丛炳刚、厉超、林彦军、许展飞、王兴阔、刘乾、王富增、张光桥、孔祥辉、李艳梅、曲妍、邵茂海、管士宁、李书俭、刘超、国彬、马川义、商淑杰、周冲、张进海、江健宏。

黄泛区管桩复合地基技术规程

1 范围

本文件提出了黄泛区预应力混凝土管桩复合地基的勘察、设计、施工、检测及监测要求。

本文件适用于黄泛区预应力混凝土管桩复合地基。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 13476 先张法预应力混凝土管桩

GB 50202 建筑地基基础工程施工质量验收标准

GB/T 50290 土工合成材料应用技术规范

GB/T 50783 复合地基技术规范

JGJ 94 建筑桩基技术规范

JGJ 106 建筑基桩检测技术规范

JGJ/T 406 预应力混凝土管桩技术标准

JT/T 1432.1 公路工程土工合成材料 第1部分：土工格栅

JTG/T D31-02 公路软土地基路堤设计与施工技术细则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

黄泛区 Yellow River alluvial area

受黄河改道影响，在中下游形成的以低液限粉土和含砂粉土为主的特殊地区。

3.2

管桩复合地基 pipe pile composite foundation

由管桩和桩顶垫层共同组成的用于承受和传递上部结构荷载的复合地基。

3.3

土塞效应 plugging effect of pipe pile

管桩沉桩过程中，土体涌入管桩内的土芯对桩端阻力发挥程度的影响效应。

3.4

土塞率 plugging ration of pipe pile

管桩沉桩过程中，土塞高度与管桩贯入深度的比值。

4 基本规定

4.1 管桩复合地基可用于处理黄泛区粉土、粉质黏土、粉砂土、黄土和素填土等软弱地基；当处理液化土、湿陷性黄土、盐渍土、欠固结填土、新近沉积土等特殊土地基时，应符合 JGJ/T 406 的规定。

4.2 预应力混凝土管桩的制作应符合 GB/T 13476 和 JGJ/T 406 的规定。

4.3 管桩复合地基勘察时，应根据土质情况进行相应的原位测试试验。

4.4 管桩复合地基施工前，应通过现场试验确定其适用性和处理效果。

4.5 管桩复合地基施工及使用期间宜对地基沉降进行监测，直至变形达到稳定为止。

5 管桩复合地基勘察

5.1 一般规定

5.1.1 管桩复合地基勘察应调查场地不良地质的类型、成因、分布范围、发展情况和危害程度。

5.1.2 管桩复合地基勘察应查明拟建工程场地地形地貌和工程影响范围内岩土层的类型、分布、工程特性，查明对工程建设有影响的地下埋藏物。

5.1.3 管桩复合地基勘察应分析地下水对管桩复合地基设计、施工和环境的影响，提出相应的预防和处理建议。

5.1.4 现场勘探、室内试验等原始记录、影像资料和工程勘察报告均应归档保存，并应可追溯。

5.2 一般性勘察

5.2.1 一般性勘察宜包括下列内容：

a) 评定桩间土强度、承载力；

b) 评定桩间土、桩端以下沉降计算深度范围内土层的压缩性。

5.2.2 普通地基勘察宜采用钻探和触探以及其他原位测试相结合的方式。

5.2.3 当地层条件复杂或工程有特殊要求时，勘探点间距应适当加密。

5.2.4 钻探深度应根据黄泛区软土的分布厚度及路堤填土高度确定。厚度较薄时，应穿透黄泛区粉土层至主要持力层内 2 m~5 m 或下伏基岩。

5.2.5 对勘探深度范围内的土层，应采用原状土试样进行室内试验或根据土质情况选用有效的原位测试方法进行测试。

5.2.6 对于黄泛区粉土、粉砂土地层，采用标准贯入试验时，宜每 2 m 测试一次。当锤击数达 50 击而贯入深度未达 30 cm 时，可终止试验，记录实际贯入深度，按公式 (1) 换算成 30 cm 贯入深度的标准贯入试验锤击数 N ：

$$N = \frac{30}{\Delta s} n \dots\dots\dots (1)$$

式中：

N ——杆长修正后标准贯入试验锤击数；

Δs —— n 击时的实际贯入度，单位为厘米 (cm)；

n ——标准贯入试验锤击数。

5.3 特殊土勘察

5.3.1 液化土勘察应包括下列内容：

- a) 查明液化土类型、粒径组成、密实程度和状态；
- b) 查明液化土的分布范围、厚度、埋深，评价液化等级；
- c) 查明地下水类型、分布、埋深及变化趋势。

5.3.2 湿陷性黄土勘察应包括下列内容：

- a) 查明湿陷性黄土层的厚度、分布范围及湿陷等级；
- b) 查明地下水类型和补给、径流、排泄条件，地下水位的季节性变化幅度和升降趋势，评估地下水上升的可能性和程度；
- c) 查明黄土的湿陷类型、湿陷系数、自重湿陷系数和湿陷起始压力随深度的变化；
- d) 评价湿陷性对管桩及地基稳定性的影响，提出地基处理和防治措施。

5.3.3 盐渍土勘察应包括下列内容：

- a) 查明盐渍土的成因、分布和特点；
- b) 确定含盐类型、含盐量、盐分分布以及对岩土工程特性的影响；
- c) 查明地下水的类型、埋藏条件、水质、水位及其季节变化，毛细水上升高度；
- d) 评价岩土的可溶性、盐胀性、腐蚀性对管桩及地基稳定性的影响，提出地基处理和防治措施。

6 管桩复合地基设计

6.1 一般规定

- 6.1.1 管桩复合地基应采用桩帽结构，桩帽覆盖率不宜小于 25%，桩帽顶面宜与工作垫层顶面齐平。
- 6.1.2 管桩（帽）顶面与路基土之间应设置碎石、砾石等褥垫层，最大砂石粒径不宜大于 25 mm，垫层厚度宜根据竖向抗压承载力、桩径和桩间距取 300 mm~500 mm。
- 6.1.3 管桩（帽）顶面与路面结构之间的最小填土厚度应符合 JTG/T D31-02 的规定。
- 6.1.4 软土层未完成自重固结或桩帽以下填土厚度较大时，宜先进行固结排水处理或在桩间土设置竖向排水体。
- 6.1.5 既有建（构）筑物附近 9 倍桩径范围内不宜采用管桩加固。
- 6.1.6 管桩复合地基设计内容应包括桩体承载力计算、地基沉降计算和稳定性验算。

6.2 管桩复合地基计算

6.2.1 管桩单桩竖向抗压承载力特征值应通过现场载荷试验确定。设计时根据桩周土、桩端土和土塞抗力，管桩单桩竖向抗压承载力特征值可按公式（2）计算。

$$R_a = \frac{1}{K} Q_{uk} \dots\dots\dots (2)$$

$$Q_{uk} = \left[u_p \sum_{i=1}^n q_{sik} l_i + \kappa_p q_{pk} (A_j + \lambda_p A_{pl}) \right] \cdot \eta_s \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- R_a ——单桩竖向抗压承载力特征值，单位为千牛（kN）；
- K ——安全系数，取 $K=2$ ；
- Q_{uk} ——单桩竖向极限承载力标准值，单位为千牛（kN）；按公式（3）计算；
- u_p ——管桩横截面周长，单位为米（m）；
- q_{sik} ——桩周第 i 层土的极限侧阻力标准值，单位为千帕（kPa）；宜根据当地经验取值，或参考场地单

桥或双桥探头静力触探试验结果，如无经验值时按附录 A 表 A.1 取值；

l_i ——桩周第 i 层土（岩）的厚度，单位为米（m）；

K_p ——管桩土塞效应对管桩端阻力的增强系数；宜根据当地经验取值，如无经验值，持力层淤泥质土、黏性土取 1.0，砂土、粉砂、粉土取 1.2~1.4；

Q_{pk} ——极极限端阻力标准值，单位为千帕（kPa）；宜根据当地经验取值，或根据场地单桥或双桥探头静力触探试验结果，如无经验值时可按表 A.2 取值；

A_j ——管桩桩端净面积，单位为平方米（ m^2 ）， $A_j = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)$ ；

D ——管桩外径，单位为米（m）；

d ——管桩内径，单位为米（m）；

λ_p ——桩端土塞效应系数：当 $h_b/D < 5$ 时， $\lambda_p = 0.16h_b/D$ ；当 $h_b/D \geq 5$ 时， $\lambda_p = 0.8$ ；

h_b ——桩端进入持力层深度，单位为米（m）；

A_{p1} ——管桩敞口面积，单位为平方米（ m^2 ）， $A_{p1} = \frac{\pi}{4}d^2$ ；

η_s ——管桩垂直度折减系数，宜根据当地经验取值，无经验值时可按表 A.3 取值。

6.2.2 管桩复合地基承载力特征值应通过现场载荷试验确定，或综合管桩载荷试验和桩间土地基竖向抗压载荷试验确定。设计时，管桩复合地基承载力特征值可按公式（4）计算。

$$f_{spk} = k_p \mu_p m \frac{R_a}{A} + k_s \mu_s (1-m) f_{sk} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

f_{spk} ——复合地基承载力特征值，单位为千帕（kPa）；

k_p ——复合地基中管桩实际竖向抗压承载力的修正系数，一般取 $k_p = 1.0$ ；

μ_p ——管桩竖向抗压承载力发挥系数，填土路堤和柔性面层堆场下的取值宜小于 1.0；

m ——复合地基置换率， $m = D^2/D_e^2$ ；

D_e ——单根管桩分担的地基处理面积的等效圆直径，单位为米（m）；等边三角形布桩， $D_e = 1.05l$ ；正方形布桩， $D_e = 1.13l$ ；矩形布桩 $D_e = 1.13\sqrt{l_1 l_2}$ ；其中 l ， l_1 ， l_2 分别为桩间距、纵向间距和横向间距；

A ——管桩横截面积，单位为平方米（ m^2 ）， $A = \frac{\pi}{4}D^2$ ；

k_s ——复合地基中桩间土地基实际承载力的修正系数，一般可取 $k_s = 1.0$ ；

μ_s ——桩间土地基承载力发挥系数，填土路堤和柔性面层堆场下可取 1.0；

f_{sk} ——桩间土地基承载力特征值，单位为千帕（kPa），按当地经验取值，无经验值时取天然地基承载力特征值。

6.2.3 管桩范围内桩帽的弯矩可按公式（5）计算，管桩外侧桩帽的弯矩可按公式（6）计算。不配箍筋和抗冲切钢筋的桩帽的抗冲切可按公式（7）计算。

$$M_{c1} = \frac{P_u(\pi b - 2\sqrt{2}D)}{12\pi} \dots\dots\dots (5)$$

$$M_{c2} = \frac{P_u(\pi b - 8d + 4\sqrt{2}D)}{24\pi} \dots\dots\dots (6)$$

$$P_u \frac{4b^2 - \pi(D + 2h_0)^2}{4b^2} \leq 0.7\pi(D + h_0)h_0f_t \dots\dots\dots (7)$$

式中：

M_{c1} ——管桩范围内桩帽的弯矩，单位为千牛米（kN·m）；

P_u ——单桩分担面积内桩帽顶面以上荷载，取单桩分担面积内桩帽以上路堤荷载、单桩竖向极限承载力中的较小值，单位为千牛（kN）；

b ——桩帽边长，单位为米（m）；

M_{c2} ——管桩外侧桩帽的弯矩，单位为千牛米（kN·m）；

h_0 ——桩帽底面至上层钢筋网的距离，单位为米（m）；

f_t ——混凝土轴心抗拉强度设计值，单位为千帕（kPa）。

6.2.4 褥垫层承载力特征值应通过载荷试验确定，褥垫层设计时可按公式（8）计算。

$$f_{skp} = \frac{2Z_n \tan \theta}{S - l - 2Z_n} f_{sk} + n'T_r \left[\frac{\cos \delta \tan^2(45^\circ + \varphi/2)}{Z_n} + \frac{\sin \delta}{S - b - Z_n \tan \theta} \right] \dots\dots\dots (8)$$

式中：

f_{skp} ——褥垫层承载力特征值，单位为千帕（kPa）；

Z_n ——褥垫层厚度，单位为米（m）；

θ ——褥垫层应力扩散角，一般为 $10^\circ \sim 15^\circ$ ；

S ——桩间距，单位为米（m）；

n' ——褥垫层的层数；

T_r ——土工格栅应变为 5% 时对应的土工格栅拉力，单位为千牛每米（kN/m），无相关资料时可通过张拉试验确定；

δ ——土工格栅拉力方向与桩顶水平面的夹角，一般取 $10^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ；

φ ——褥垫层内摩擦角，一般取 $35^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。

6.2.5 管桩复合地基加筋材料的设计抗拉强度应按照 JTG/T D31-02 的规定进行计算。

6.2.6 管桩复合地基的沉降应按照 JTG/T D31-02 的规定进行计算，计算时可不考虑桩间土压缩变形对沉降的影响。

6.2.7 管桩复合地基路堤的稳定性宜按照 JTG/T D31-02 的规定进行验算。

6.3 管桩复合地基布置

6.3.1 管桩复合地基应布置在路堤范围内，排列方式应根据上覆荷载大小和施工条件确定。

6.3.2 管桩中心距不宜小于桩径的 5 倍。

6.3.3 管桩应进入中低压缩性土层，对于粉土、黏性土，管桩进入持力层的深度不宜小于桩径的 2 倍；对于砂土，管桩进入持力层的深度不宜小于桩径的 1.5 倍。

7 管桩复合地基施工

7.1 一般规定

7.1.1 管桩进场前应进行质量检验，符合 JGJ/T 406 的规定。

7.1.2 施工前应编制试桩方案进行试桩试验，确定施工工艺和单桩承载力，试桩数量不应少于 3 根。

7.1.3 地下水位较高时，沉桩施工前应采用降水措施降低地下水位，避免管桩上浮。

7.1.4 沉桩方法应结合试桩及周边环境综合确定采用静压或锤击等方法，合理控制管桩沉桩速度和土塞率。

7.1.5 施工可能对附近建（构）筑物有影响时，宜按照距离被保护建（构）筑物由近到远的顺序沉桩，沿线宜安排多台设备局部对向施工，并加强施工过程监测。

7.1.6 毗邻边坡、基坑等特殊路段管桩施工时，应进行可行性分析，并采取有效措施减少施工机械和挤土效应产生的不利影响。

7.1.7 管桩上浮量超过 10 mm 时，应采取复打或复压措施。

7.2 管桩吊运

7.2.1 管桩吊运应轻起轻放，不应抛掷、碰撞，并符合 JGJ/T 406 的规定。

7.2.2 管桩运输宜采用平板车或驳船，装卸及运输时应采取防止桩滑移与损伤的措施。

7.3 静压法沉桩

7.3.1 压桩机的接地压强不应大于场地地基承载力的 80%，其性能应符合 JGJ/T 406 的规定。

7.3.2 桩身允许抱压压桩力、顶压压桩力可按公式（9）和公式（10）计算：

a) 抱压施工压桩力

$$R_b \leq 0.95 f_c A_j \dots\dots\dots (9)$$

b) 顶压施工压桩力

$$R_d \leq 1.05 R_b \dots\dots\dots (10)$$

式中：

R_b ——桩身允许抱压压桩力，单位为千牛（kN）；

f_c ——桩身混凝土轴心抗压强度设计值，单位为千帕（kPa）；

R_d ——桩身允许顶压压桩力，单位为千牛（kN）。

7.3.3 静压法施工沉桩速度不宜大于 2 m/min。

7.3.4 终压控制标准应根据设计要求、沉桩工艺试验情况、桩端进入持力层情况及压桩动阻力等因素，结合静载荷试验情况确定，并符合 JGJ/T 406 的规定。

7.4 锤击法沉桩

7.4.1 锤击式打桩机械应根据场地条件、工程特点、施工前沉桩工艺试验、管桩截面尺寸及强度、承载力特征值、持力层土性及进入深度等综合选定，宜优先选用液压锤。打桩机的桩架和底盘应具有足够的强度、刚度和稳定性，并应与桩锤相匹配。

7.4.2 锤击法沉桩应设置锤击桩帽，锤击桩帽套筒底面与桩头之间应设置桩垫，锤击桩帽上部直接接触打桩锤的部位应设置锤垫。锤击桩帽、桩垫及锤垫的设置应符合 JGJ/T 406 的规定。

7.4.3 锤击施工对周围建（构）筑物产生不利影响时，应在施工前采用缓冲沟、引孔、隔离等减少振动和挤土影响的措施，必要时应对建（构）筑物进行加固处理。

7.4.4 锤击法沉桩开始锤击时，宜用低能量、低冲程或空锤锤击 3 击~5 击，在确认桩身贯入方向无异常后，再连续锤击。锤击法沉桩施工应符合 JGJ/T 406 的规定。

7.4.5 锤击法沉桩应以达到桩端持力层、最后 3 阵（每阵 10 击）贯入度、最后 1 m 锤击数和总锤击数等作为收锤控制指标，收锤标准应达到下列条件之一：

a) 最后 3 阵贯入度应逐渐递减，每阵贯入度应控制在 20 mm~30 mm；当持力层为较薄的强风化岩层且下卧层为中、微风化岩层时，最后贯入度不应大于 25 mm/10 击；

b) 每根管桩总锤击数不应超过 1800 击, 最后 1 m 锤击数不应超过 200 击。

7.5 管桩接桩及截桩

7.5.1 管桩接桩不应在桩尖接近密实砂土等硬土层时进行。

7.5.2 接桩应符合 JGJ/T 406 的规定, 宜采用焊接、机械连接等方式。

7.5.3 截桩时应采用锯桩器, 不应横向敲击或强行扳拉截桩。

7.6 桩帽及褥垫层施工

7.6.1 桩帽应符合 JTG/T D31-02 的规定, 宜采用正方形水泥混凝土现场浇筑。

7.6.2 桩帽主要施工步骤应包括测量放线、截桩、桩帽底标高测定、控制轴线复检、布设钢筋、支模及标高复检、桩帽混凝土施工、养护和拆模等。

7.6.3 褥垫层施工不应在浸水条件下进行。当地下水位较高时, 应采取措施降低地下水位。

7.6.4 褥垫层摊铺碾压应符合 GB/T 50783 的规定, 铺设时宜在桩顶调平层先铺设双向土工格栅, 再铺设土工布, 然后摊铺碎石、碾压, 最后用土工布和土工格栅反包裹碎石材料, 确保褥垫层结构整体性良好。

7.6.5 土工格栅应符合 JT/T 1432.1 的规定, 宜采用双向钢塑土工格栅。土工格栅需要搭接时, 搭接宽度不宜小于 20 cm, 搭接处宜采用延伸率较小的尼龙绳呈“之”字连接。

7.6.6 土工布应采用防水土工布, 并符合 GB/T 50290 的规定。

8 管桩复合地基检测与监测

8.1 施工质量检测

8.1.1 管桩复合地基质量检测应按分项工程进行抽检, 并符合附录 B 的要求。

8.1.2 管桩的外观质量及尺寸偏差应符合 GB/T 13476 的规定。

8.1.3 管桩桩顶标高和桩位偏差应符合 GB 50202 的规定。

8.1.4 管桩桩身垂直度应符合 JGJ 94 的规定, 垂直度检测宜采用经纬仪法、吊锤线法或滑动测斜仪法。

8.1.5 褥垫层夯填度检测方法及质量标准应符合 GB 50202 的规定。

8.1.6 单桩承载力检测应在管桩桩身质量检验后进行, 检测方法应符合 JGJ 106 的规定, 检测时间符合下列规定:

- a) 砂类土地基应在沉桩施工完成后不少于 10 d;
- b) 粉土、粉质黏土、黏性土地基应在沉桩施工完成后不少于 15 d;
- c) 饱和黏性土地基应在沉桩施工完成后不少于 28 d。

8.2 施工过程监测

8.2.1 管桩沉桩过程应进行管桩沉桩速度、沉桩深度、土塞高度及土塞率监测，并做好资料归档工作。

8.2.2 地下水位较高区域沉桩施工时，应进行超静孔隙水压力监测，监测径向范围不宜小于 9 倍桩径。

8.2.3 路基填筑过程应根据工程实际制定专项监测方案，进行管桩复合地基沉降、桩土荷载分担情况监测。

8.2.4 管桩复合地基工后监测符合下列要求：

- a) 路堤存在稳定性风险的路段应监测路堤沉降和水平位移；
- b) 预测工后沉降超标的路段应监测路堤沉降，桥头路段还应监测桥台位移；
- c) 路堤附近进行开挖、堆载等作业的路段应监测路堤沉降和水平位移；
- d) 开裂路段应检测裂缝宽度、长度、深度、数量等；
- e) 工后监测时间应持续至地基沉降或路基位移稳定时。

附录 A
(规范性)
管桩复合地基设计计算参数

表 A.1~表 A.3 规定了黄泛区管桩复合地基的极限侧摩阻力标准值、极限端阻力标准值和管桩垂直度折减系数。

表 A.1 黄泛区管桩复合地基的极限侧摩阻力标准值

土层名称	土的状态	q_{sik}/kPa
填土	—	22~30
淤泥	—	14~20
淤泥质土	—	22~30
黏性土	$I_L > 1$, 流塑	24~35
	$0.75 \leq I_L \leq 1$, 软塑	35~50
	$0.5 < I_L \leq 0.75$, 可塑	50~70
	$0.25 < I_L \leq 0.50$, 硬可塑	70~86
	$0 < I_L \leq 0.25$, 硬塑	86~98
	$I_L \leq 0$, 坚硬	98~105
粉土	$e > 0.9$, 稍密	26~45
	$0.75 \leq e \leq 0.9$, 中密	45~60
	$e \leq 0.75$, 密实	60~90
粉细砂	$10 \leq N \leq 15$, 稍密	24~48
	$15 < N \leq 30$, 中密	48~66
	$N > 30$, 密实	66~88
中砂	$15 < N \leq 30$, 中密	54~74
	$N > 30$, 密实	74~95
粗砂	$15 < N \leq 30$, 中密	74~95
	$N > 30$, 密实	95~116
全风化软质岩	$30 \leq N \leq 50$	100~120
全风化硬质岩	$30 \leq N \leq 50$	140~160
强风化软质岩	$N_{63.5} > 10$	160~240

注： I_L 为液性指数； e 为孔隙比； N 为杆长修正后标准贯入试验锤击数； $N_{63.5}$ 为重型圆锥动力触探击数。

表 A.2 黄泛区管桩极限端阻力标准值

土层名称	土的状态	q_{pk}/kPa
黏性土	$0.75 \leq I_L \leq 1$, 软塑	210~850
	$0.5 < I_L \leq 0.75$, 可塑	850~1700
	$0.25 < I_L \leq 0.50$, 硬可塑	1700~2500
	$0 < I_L \leq 0.25$, 硬塑	2500~3800

表 A.2 黄泛区管桩极限端阻力标准值（续）

土层名称	土的状态	q_{pk}/kPa
粉土	$0.75 \leq e \leq 0.9$, 中密	950~1700
	$e \leq 0.75$, 密实	1500~2600
粉砂	$10 \leq N \leq 15$, 稍密	1000~1600
	$N > 15$, 中密、密实	1400~2200
细砂	$N > 15$, 中密、密实	2500~4000
中砂	$N > 15$, 中密、密实	4000~6000
粗砂	$N > 15$, 中密、密实	5700~7500
全风化软质岩	$30 \leq N \leq 50$	4000~6000
全风化硬质岩	$30 \leq N \leq 50$	5000~8000
强风化软质岩	$N_{63.5} > 10$	6000~9000

表 A.3 黄泛区管桩垂直度折减系数

管桩垂直度偏差/%	折减系数 η
≤ 0.1	1.00
0.2~0.5	0.95
0.6~1.0	0.90

附录 B
(规范性)
管桩复合地基质量检测要求

表 B.1~表 B.3 规定了管桩外观质量、尺寸偏差、桩顶标高、桩位偏差、桩体垂直度、褥垫层夯填度及单桩承载力检测要求。

表 B.1 外观质量检测要求

序号	项 目	质量要求	检测方法	检测频率
01	粘皮、麻面、蜂窝	局部粘皮和麻面累计面积不应大于桩总外表面的 0.5%；每处粘皮和麻面的深度不应大于 5 mm，且应做有效的修补	目测	≥2%
02	桩身合缝漏浆	漏浆深度不应大于 5 mm，每处漏浆长度不应大于 300 mm，累计长度不应大于长度的 10%，或对称漏浆的搭接长度不应大于 100 mm，且应做有效修补	采用深度游标卡尺测量漏浆深度，精确值 0.1 mm；采用钢卷尺测量漏浆长度，精确到 1 mm	≥2%
03	局部磕损	局部磕损深度不应大于 5 mm，每处面积不应大于 50 cm ² ，且应修补	目测	≥2%
04	内外表面露筋	不准许	目测	≥2%
05	表面裂缝	不应出现环向和纵向裂缝，但龟裂、水纹和内壁浮浆层中的收缩裂纹不在此限	采用 20 倍放大镜测量，精确到 0.01 mm	≥2%
06	桩端面平整度	管桩端面混凝土和预应力钢筋接头不应高出端板平面外观质量要求	用钢直尺立起横放在端板面上缓慢旋转，用塞尺测量最大间隙，精确至 0.1 mm	≥2%
07	断筋、脱头	不准许	目测	≥2%
08	桩套箍凹陷	凹陷深度不应大于 5 mm	采用游标卡尺测量凹陷深度，精确至 1 mm	≥2%
09	内表面混凝土塌落	不准许	目测	≥2%
10	桩头和桩套箍与桩身结合处	漏浆深度不应大于 5 mm，漏浆长度不应大于周长的 1/6，且应做有效修补，不准许出现空洞和蜂窝	采用深度游标卡尺测量漏浆深度，精确值 0.1 mm；采用钢卷尺测量漏浆长度，精确到 1 mm	≥2%
11	桩内壁浮浆	离心成型后内壁浮浆应清除干净	目测	≥2%

表 B.2 尺寸偏差检测要求

序号	项目	允许偏差/mm	检测方法	检测频率
01	长度 L	$\pm 0.5\%L$	用钢卷尺测量, 精确至 1 mm	$\geq 2\%$
02	外径	± 5	用 π 尺在与桩身轴线相垂直的同一网周测量直径; 或用卡尺或钢直尺在与桩身轴线相垂直的同一截面测量相互垂直的两直径, 取其平均值, 精确至 1 mm	$\geq 2\%$
03	壁厚	± 5	用混凝土厚度测定仪或卡尺或钢直尺在与桩身轴线相垂直的同一截面测量相互垂直直径上的 4 个壁厚, 取其平均值, 精确至 1 mm	$\geq 2\%$
04	保护层厚度	+5 0	用混凝土厚度测定仪或卡尺或钢直尺在与桩身轴线相垂直的同一截面测量相互垂直直径上的 4 个壁厚, 取其平均值, 精确至 1 mm	$\geq 2\%$
05	桩尖中心线	< 2	用卡尺或钢直尺在与桩身轴线相垂直的同一截面测量相互垂直直径上的中心距, 取最大差值, 精确至 1 mm	$\geq 2\%$
06	桩端部倾斜	$\leq 0.5\%D$	将直角靠尺的一边紧靠桩身, 另一边与端板紧靠, 测其最大间隙处, 精确至 1 mm	$\geq 2\%$
07	桩身弯曲度	$\leq L/1000$, 且不大于 20	管桩水平放置, 将拉线紧靠桩的两端部, 用钢直尺测量其弯曲处最大距离, 精确至 1 mm	$\geq 2\%$
08	端板端面平面度	≤ 0.5	用钢直尺立起横放在端板面上缓慢旋转, 用塞尺测量最大间隙, 精确至 0.1 mm	$\geq 2\%$

表 B.3 桩顶标高、桩位偏差、桩体垂直度、褥垫层夯填度及单桩承载力检测要求

序号	项目	允许偏差	检测方法	检测频率
01	桩顶标高	± 50 mm	采用水准尺测量, 精确至 1 mm	$\geq 2\%$
02	管桩桩位	$\leq (100+0.01H)$ mm	采用全站仪或钢尺测量, 精确至 1 mm	$\geq 2\%$
03	桩体垂直度	$\leq 1\%$	采用经纬仪测量, 精确至 0.1%	$\geq 2\%$
04	褥垫层夯填度	≤ 0.93	采用水准测量	每 100 m ² ~500 m ² 不少于 1 个测点
05	单桩承载力	不小于设计值	静载试验、高应变法等	不少于总桩数的 0.5%, 且不少于 3 根; 总桩数少于 50 根时, 不少于 2 根
注 1: H 为桩基施工面至设计桩顶的距离, 单位为毫米 (mm)。				
注 2: 夯填度指夯实后的褥垫层厚度与虚铺厚度的比值。				

全国团体标准信息平台

T/SDHTS 00010-2025