

ICS 93.020

P22

备案号:

DB32

江苏省地方标准

DB32/T 3218—2017

公路工程控制模量桩复合地基技术规范

Technical specification for controlled modulus columns rigid composite foundation

2017-05-05 发布

2017-06-05 实施

江苏省质量技术监督局 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 总则 2

5 设计 2

 5.1 一般规定 2

 5.2 材料 2

 5.3 设计计算 3

6 施工 7

 6.1 一般规定 7

 6.2 施工过程 8

7 质量检验及工程验收 10

 7.1 成桩质量检验 10

 7.2 桩身质量检测 10

 7.3 工程质量验收 10

附录 A（规范性附录）控制模量桩施工原始记录表..... 12

前 言

本标准按照GB/T1.1—2009给出的规则起草。

本标准由江苏省交通运输厅提出并归口。

本标准起草单位：江苏省交通工程建设局、中设设计集团股份有限公司、东南大学。

本标准主要起草人：缪林昌，赵 飏，王 非，林 飞，陈 功，景 春，张继周，陈加富，张健康，岳红宇，张成相，蒋益飞。

公路工程控制模量桩复合地基技术规程

1 范围

本标准规定了公路工程控制模量桩复合地基的设计、施工、质量检验及工程验收。
本标准适用于公路工程中的软土地基处理，其他工程的软土地基处理可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

- GB50007 建筑地基基础设计规范
- GB50010 混凝土结构设计规范
- JGJ 46 建筑机械使用安全技术规程
- JGJ 59 建筑施工安全检查标准
- JGJ 106 建筑基桩检测技术规范
- JTG D62 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
- JTG E40 施工现场临时用电安全技术规范
- 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

控制模量桩 **controlled modulus columns (CMC)**
按桩身弹性模量设计，控制复合地基变形的承载体。

3.2

控制模量桩复合地基 **CMC rigid composite foundation**
由控制模量桩与土体共同承担上部荷载的复合地基。

3.3

变形控制功能性设计 **deformation control performance-based design**
根据工程变形控制要求进行针对性设计，以此确定桩身强度、桩长、桩间距、桩帽、格栅等参数的设计方法。

3.4

褥垫层 **cushion**
指设置于路堤和桩之间用以调整桩土应力比、解决复合地基不均匀沉降的传力层。

3.5

充盈系数 **filling coefficient**
指控制模量桩施工时实际喷送混凝土数量与按桩孔计算的所需混凝土数量之比。

4 总则

4.1 在当前保护自然环境、节能减排的社会背景下，为积极推广控制模量桩复合地基技术，特制定本规程。

4.2 本规程适合于直径为 350 mm~500 mm 的控制模量桩复合地基。

5 设计

5.1 一般规定

5.1.1 控制模量桩适用于处理淤泥、淤泥质土、粉土、软黏性土、松散砂土及多层次深厚软土等软弱地基。

5.1.2 控制模量桩采用带压平衡螺旋钻进技术，处理的最大深度可达 35 m。

5.1.3 控制模量桩复合地基采用控制变形的功能性设计，在设计时应综合工程对沉降控制的要求和场地的工程地质条件，针对性地设计桩身材料强度、桩长、桩间距、桩帽等参数，保证复合地基达到最经济有效的目的。

5.1.4 在控制模量桩复合地基设计前，应具备如下基本资料：

- a) 施工场地的岩土工程勘察资料，内容应符合国家及行业现行相关标准的要求，内容包括：
 - 场地工程钻孔位置图、工程地质剖面图；
 - 场地工程地质条件及各土层物理力学指标、承载力特征值；
 - 水文地质资料，包括地下水类型、水位标高或埋深、地下水的腐蚀性状等；
 - 施工场地的抗震设计条件，包括场地土的类型、场地类别、地基土的液化判别。
- b) 施工场地与环境条件的有关资料，内容包括：
 - 工程场地总平面图，包括交通设施、高压架空线、地下管线和地下构建筑物分布图等；
 - 相邻建（构）筑物的安全等级、基础型式、埋设深度、总平面图、基础平面及剖面图等。
- c) 施工条件的相关资料，内容包括：
 - 控制模量桩钻机及动力条件；
 - 钻机及混凝土泵车的进出场条件；
 - 水、电及混凝土拌合站的供应条件等。

5.2 材料

5.2.1 材料要求

- a) 水泥：采用 42.5 的矿渣硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥；
- b) 砂：中砂或粗砂，含泥量不大于 5%；
- c) 石子：卵石或碎石，粒径 5 mm~25 mm，含泥量不大于 2%；
- d) 外加剂、掺合料：根据施工需要按试验确定。

5.2.2 桩身所用的混凝土强度等级不低于 C15。现场施工混凝土的可泵性必须考虑坍落度、水泥用量、颗粒级配、水灰比及外加剂的品种与参量等因素的影响。泵送混凝土的坍落度应根据泵送的高度和距离确定。

5.2.3 混凝土强度标准值和设计值应符合 GB50010 的相关规定。

5.2.4 桩顶褥垫层材料宜用级配砂石等，加筋材料可选用土工格栅、土工编织物等，格栅的抗拉强度不低于 50 kN/m，延伸率应小于 10%。

5.2.5 在提钻成桩至指定标高，钻头出孔后，根据设计文件要求在桩端对称预埋 4-6 根钢筋，便于和桩帽的配筋捆绑连接。

5.3 设计计算

5.3.1 控制模量桩复合地基设计按照变形控制要求进行功能设计，同时需满足承载力的设计要求。对用于路堤、堆场工程的复合地基和位于坡地岸边段需进行稳定性验算，稳定性验算方法按照 JTG/T D31-02 执行。

5.3.2 控制模量桩除在基础范围内布置外，在路堤拓宽工程中，应在坡脚线外增设一排桩。

5.3.3 控制模量桩的直径可根据工程要求和地质条件，以及施工机械设备条件确定。

5.3.4 控制模量桩复合地基在高速公路路堤工程中应配合土工格栅联合使用，利用土工格栅的拉力进一步调节桩土所承担的应力，充分发挥复合地基中刚性桩的承载能力。

5.3.5 根据工程对于差异沉降的控制要求，控制模量桩的桩间净距可以按照如下方法确定：

如工程要求桩土差异沉降（桩顶与桩间土之间的沉降差）为 s_0 ，则 s_0 与桩间净距 b 之间的关系为：

$$\varepsilon = 2\Omega\{\pi - \arcsin[1/(2\Omega)]\} - 1 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$b = 2s_0(2\Omega + \sqrt{4\Omega^2 - 1}) \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

ε ——土工格栅的最大拉应变，取 6%

b ——桩间净距（相邻桩的桩帽间的距离）（m）；

s_0 ——工程要求控制的桩土间差异沉降（m），一般设定 $s_0 \leq 50\text{mm}$ ；

Ω ——无量纲参数，取值不小于 0.9。

依据桩土差异沉降的控制要求，确定桩间净距 b 。

5.3.6 控制模量桩的桩长可以按照如下方法确定：

根据桩顶上方土体中土拱效应的发展规律，单位长度桩顶荷载 Q_p 与桩长 L 之间存在如下关系：

$$L = \frac{F_s(2\tau H + \gamma H b_c)}{\pi D_p f_z} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

L ——控制模量桩桩长（m）；

F_s ——安全系数，一般取 2；

Q_p ——桩顶最大荷载（kPa）， $Q_p = (2\tau H + \gamma H b_c)$ ；

D_p ——控制模量桩直径（m）；

f_z ——桩侧极限摩阻力，在层状地基中可取厚度加权平均值（kPa）；

H ——桩顶上方土层的厚度（m）；

τ ——桩顶上方填土的抗剪强度（kPa）；

γ ——填土的重度（ $\text{kN}\cdot\text{m}^{-3}$ ）；

b_c ——桩帽的宽度（m）。

a) 正方形布桩时：

$$S = \sqrt{\pi D_p L f_z / (\gamma H)} \quad \dots\dots\dots (4)$$

b) 梅花形布桩时：

$$S = \sqrt{\pi D_p L f_z / (0.433 \gamma H)} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

S ——桩间距（m）；其余参数物理意义与式（3）相同；

综合式（1）至式（5）可以确定控制模量桩的桩长和桩间距。

5.3.7 控制模量桩的模量可以按照如下方法确定：

$$E_p = \frac{f_s \pi D_p L^2 - Q_p L}{A_p (s_0 - \frac{\sigma_v L}{E_s})} \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- σ_v ——桩间土的竖向应力（kPa），可以根据桩土应力比 n （一般取 20）求得；
- E_s ——桩间土的压缩模量（MPa）；
- A_p ——桩身截面积（ m^2 ）；
- E_p ——桩身弹性模量（MPa）。

其他参数的物理意义与上文相同。根据式（6），结合地质条件和工程对于差异沉降的控制要求可以确定控制模量桩的弹性模量，根据模量可以确定混凝土的强度等级。弹性模量与混凝土的强度等级有表 1 所示对应关系：

表 1 混凝土强度等级对应的弹性模量

混凝土强度等级	C15	C20	C25	C30	C35	C40	C45	C50
弹性模量 $\times 10^6$ kPa	2.20	2.55	2.80	3.00	3.15	3.25	3.35	3.45

5.3.8 桩帽设计及安全性验算

桩帽的破坏形式分为冲切破坏和弯拉破坏，由于在桩帽与桩交接处存在应力集中，当桩帽顶部荷载较大时容易造成桩帽破坏。应根据桩帽及控制模量桩的尺寸及桩帽顶部的荷载对桩帽进行配筋计算和安全性验算。

a) 冲切破坏

类似于桩下单独扩展基础，桩与桩帽相连接处局部受压，若桩帽结构高度不足则容易产生冲切破坏，沿桩边处产生近似于 45° 方向斜拉裂缝，形成冲切锥体。抗冲切验算的基本原则是：基础冲切面以外地基净反力产生的冲切力，应小于基础可能冲切面（即冲切角锥体）上的混凝土抵抗冲切抗力，参见图 1。

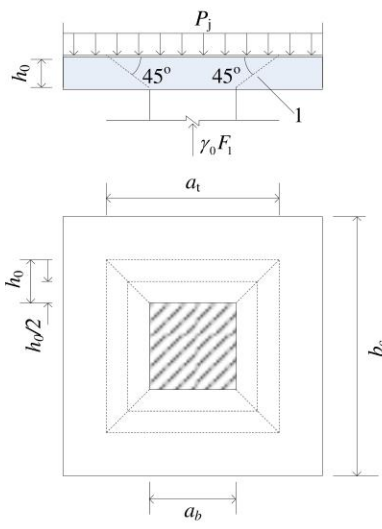


图 1 桩帽冲切验算示意图

控制模量桩桩帽结构的冲切角锥体抵抗冲切验算按照 JTG D62 执行。当不满足要求时，可适当增加桩帽高度后重新验算，或增设弯起抗冲切配筋，直到满足验算要求为止。

当桩帽未配置抗冲切钢筋时：

$$h_0 \geq \frac{F_l}{0.7\beta_h f_{td} u_m} \dots\dots\dots (7)$$

$$a_t = a_b + 2h_0$$

$$p_j = \frac{P_p}{b_c^2}$$

$$u_m = 2(a_t + a_b) = 4(a_b + h_0) \dots\dots\dots (8)$$

$$F_l = \chi p_j [b_c^2 - a_t^2] \dots\dots\dots (9)$$

当桩帽配置抗冲切钢筋时：

$$F_l \leq 0.35\beta_h f_{td} u_m h_0 + 0.75 f_{sv} A_{svu} \dots\dots\dots (10)$$

式中：

β_h ——基础受冲切承载力截面高度尺寸影响系数，当 $h \leq 300$ mm 时， β_h 取 1.0，当 $h \geq 800$ mm 时， β_h 取 0.85，其按线性内插法取值；

f_{td} ——混凝土轴心抗拉强度设计值（MPa）；

h_0 ——基础冲切破坏锥体的有效高度（m）；

u_m ——冲切破坏锥体 $h_0/2$ 高度处的计算周长（m）；

a_t ——桩帽顶面冲切破坏锥体测斜截面的上边长（m）；

a_b ——冲切破坏锥体斜截面在桩帽底面下边长 $a_b = 0.8d_p$ ， d_p 为控制模量桩直径（m）；

F_l ——相当于荷载效应基本组合时，作用于桩帽顶面的冲切荷载作用效应的设计值（kPa）；

χ ——桩帽顶面应力作用效应的应力提高系数，可取 1.2；

f_{sv} ——箍筋抗拉强度设计值（MPa）；

A_{svu} ——与冲切破坏锥体斜截面相交的全部箍筋截面积（m²）。

b) 弯拉破坏

在轴心荷载或单向偏心荷载作用下，对于矩形基础，当台阶的宽高比小于或等于 2.5 和偏心距小于或等于 1/6 基础宽度时，参见图 2。任意截面和的弯矩可按基底总反力，采用式（11）计算。

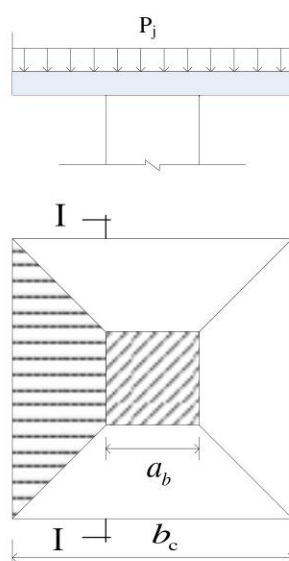


图 2 矩形基础底板弯矩计算

$$a_l = \frac{b_c - a_b}{2}$$

$$M_l = \eta \frac{p_j}{6} a_l^2 (2b_c + a_b) \dots\dots\dots (11)$$

式中:

M_l ——疏桩桩边截面 I-I 处, 相应于荷载效应基本组合时的弯矩设计值 (kN·m);

a_l ——桩边截面 I-I 至桩帽底边缘处的距离 (m);

b_c ——桩帽底面的边长 (m);

η ——桩帽顶面应力作用效应的弯矩提高系数, 可取 1.2。

弯矩确定后, 取 $0.9h_0$ 为截面内力矩臂的近似值, 可以按式 (12) 计算桩帽结构顶面的双向配筋面积 A_s :

$$A_s = \frac{M_l}{0.9f_y h_0} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

f_y ——钢筋抗拉强度设计值 (MPa)。

根据 JTG D62 规定, 承台可不进行裂缝宽度和挠曲验算。

c) 桩帽的大小

桩帽大小与桩间距相关, 桩间距小于 2.5 m 时桩帽宽建议 1.1 m~1.2 m, 桩间距介于 2.5 m~3.0 m 时桩帽宽建议 1.3 m~1.4 m, 桩间距大于 3.0 m 时桩帽宽建议 1.5 m~1.6 m, 或根据变形控制要求验算确定。

5.3.9 土工格栅与参数的确定

土工格栅的选用: 新建路堤, 选用双向土工格栅, 加宽工程选用单向土工格栅。

土工格栅的相关参数可按如下方法确定:

土工格栅中的拉应力为:

$$T = \sigma_v b \Omega \dots\dots\dots (13)$$

式中:

T ——土工格栅中的拉应力 (kN);

σ_v ——作用在土工格栅上的竖向应力 (kPa)。

则土工格栅的拉应力刚度 J 为:

$$J = \frac{T}{\varepsilon} \dots\dots\dots (14)$$

式中:

J ——土工格栅的拉应力刚度 (kN/m);

ε ——土工格栅的拉应变, 在本规程取值为 6%。

土工格栅的弹性模量 E_r 为:

$$E_r = \frac{J}{t} \dots\dots\dots (15)$$

式中:

E_r ——土工格栅的弹性模量 (kPa);

t ——土工格栅的厚度 (mm)。

5.3.10 控制模量桩复合地基沉降计算方法

a) 桩体压缩变形

$$s_p = \frac{Q_p L}{A_p E_p} - \frac{D_p f_s \pi L^2}{A_p E_p} \dots\dots\dots (16)$$

式中：
 s_p ——桩体压缩变形（mm），其他参数的物理意义与式（6）相同。

b) 加固区桩间土沉降

$$s = \sum_{i=1}^m m_{vi} \Delta P_i \Delta h_i \dots\dots\dots (17)$$

式中：
 s ——加固区桩间土沉降量（mm）；
 m ——地基变形计算深度范围内所划分的土层数，层面和地下水面应为分层面，分层厚度不应大于 2 m；
 Δh_i ——各土层分层厚度（m）；
 ΔP_i ——各土层的附加应力平均值（kPa）；
 m_{vi} ——第 i 层土的体积压缩系数（MPa⁻¹）。

6 施工

6.1 一般规定

6.1.1 控制模量桩施工前应具备如下资料：

- a) 工程地质勘察报告；
- b) 设计文件；
- c) 施工现场的地理位置及相邻建筑、道路、管线、高压输电线、构筑物、边坡等相关资料。

6.1.2 控制模量桩施工应具备的条件：

- a) 施工现场通电、通水及道路通畅；
- b) 施工场地平整，场地地基承载力应满足桩机施工的要求；
- c) 落实场地相邻的建筑物、道路、管线、高压输电线、构筑物、边坡等的保护措施。

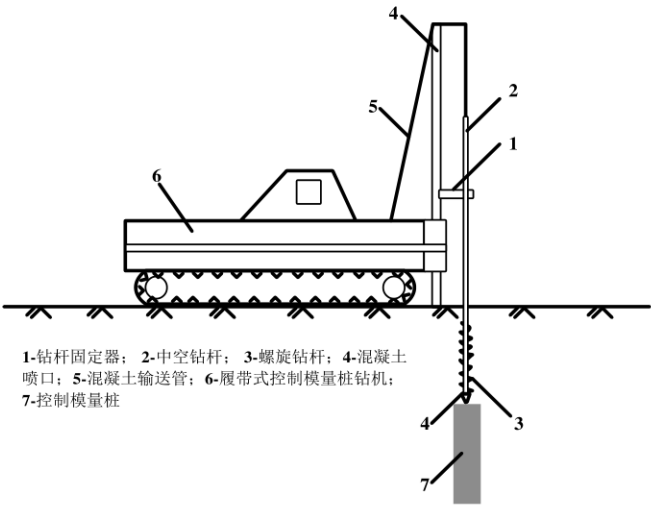


图 3 控制模量桩施工设备示意图

6.1.3 主要机具

- a) 控制模量桩整套施工设备如图 3 所示，包括 6 个部分：钻杆固定器、中空钻杆、螺旋钻杆、混凝土喷口、混凝土输送管、履带式控制模量桩钻机；
- b) 混凝土拌合站、混凝土罐车和混凝土泵送设备。

6.1.4 控制模量桩施工工艺流程

- a) 控制模量桩螺旋钻孔、管内泵压混凝土喷浆成桩，适用于粘性土、粉土、砂土，以及对噪声或泥浆污染控制要求严格的场地；
- b) 施工前应按设计控制模量桩桩体强度要求由实验室进行材料配合比试验，施工时按配合比配置混凝土；控制模量桩螺旋钻孔、管内泵压混凝土成桩施工的坍落度宜为 160 mm~200 mm；
- c) 控制模量桩螺旋钻孔、管内泵压混凝土成桩施工在钻至设计深度后，应准确掌握提拔钻杆时间，混凝土泵送量应与提钻速度相协调，遇到饱和砂土或饱和粉土层，不得停泵待料，桩体施工时提钻速度应按匀速控制，提升速度在软弱土层内的提钻速度宜为 0.8 m/min~1.0 m/min，在松散或稍密砂土层内宜为 1.0 m/min~1.2 m/min，在软硬交替处，应降低提钻速度，不宜大于 1.0 m/min，并停提 10 s；或者试验确定；如遇淤泥质土，提钻速度应适当放慢；
- d) 当螺旋钻进到设计深度时，应反螺旋上提 0.2 m~0.3 m 左右进行压力喷注混凝土浆料；为防止螺旋钻进时有地基土堵塞喷浆孔，在钻进过程中钻杆内应充满混凝土浆液，采用混凝土带压平衡进行调节控制；
- e) 施工桩顶标高应高出设计桩顶标高 0.2 m~0.3 m；
- f) 成桩过程中，应抽样制作混凝土试块，每台机械一天应做一组试块（3 块边长为 150 mm 的立方体），标准养护，测定其立方体抗压强度。

6.2 施工过程

6.2.1 控制模量桩施工工艺流程见图 4 所示。

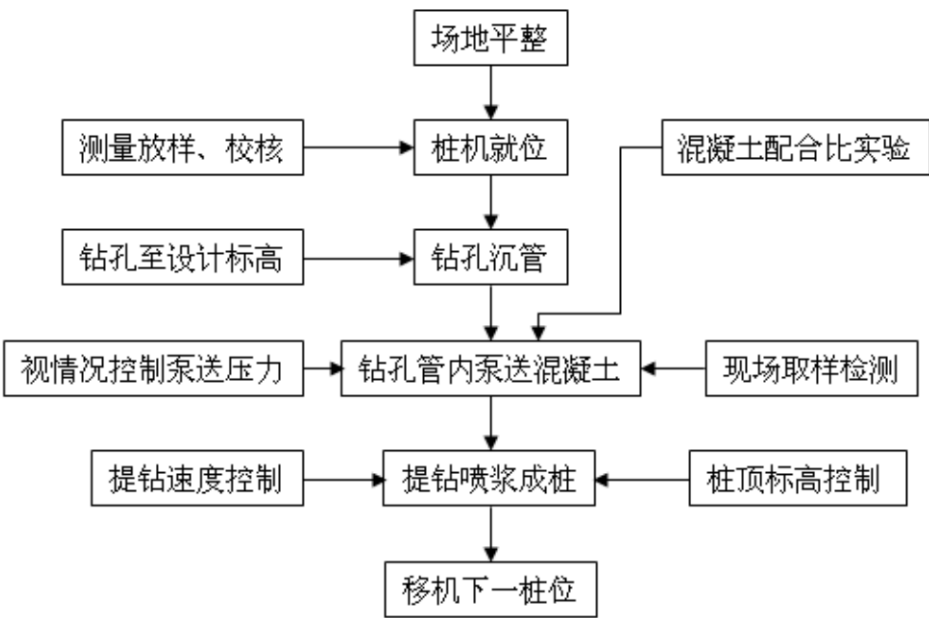


图 4 控制模量桩施工工艺流程

6.2.2 单根桩成桩施工工艺

- a) 施工前根据桩位图设置好桩位；

- b) 钻机就位，保持平整、稳固，在机架或钻杆上设置标尺，以便观察和记录孔深；
- c) 下放钻杆，使钻头对准桩位点，调整钻杆垂直度，然后启动钻机带压钻孔，达到设计深度后空转清土，在喷注前不得提钻；
- d) 成孔后，钻杆预提 200 mm 左右，然后启动输送泵送灌注混凝土，边喷注混凝土边提钻杆，提升速度要与泵送速度相适应，喷注时根据泵送量及时调整提速，直至成桩。现场拌制混凝土时，中间可停止提钻等待搅拌机拌制混凝土，但等待时间应远小于混凝土的初凝时间。若因意外情况出现等待时间大于初凝时间，则应重新钻孔成桩；
- e) 清理孔口，封护桩顶。按施工顺序放下一个桩位，移动桩机进行下一根桩的施工。

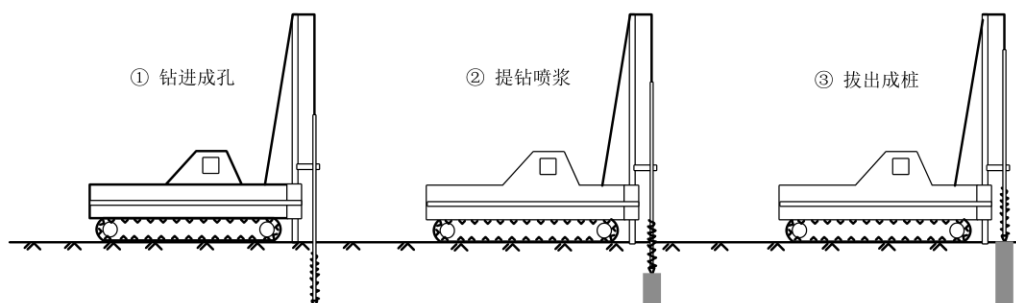


图 5 控制模量桩施工过程

6.2.3 成桩顺序应符合下列规定

- a) 如桩基较密集且离建（构）筑物较远，施工场地较开阔，宜从中间向外进行；
- b) 如桩基较密集且场地较长，宜从中间向两端进行；
- c) 若桩较密集且一侧靠近建（构）筑物，宜从靠近建（构）筑物一侧由近向远进行；
- d) 根据桩的长短，宜先长后短；根据桩径大小，宜先大后小；
- e) 靠近边坡的地段，应从靠近边坡向远离边坡方向进行。在边坡坡肩施工应采取可靠的防护措施，防止边坡失稳，保证机械的施工安全；
- f) 如施工场地上方遇有高压线路需要避开，不得小于安全距离。

6.2.4 桩身混凝土喷注应符合下列规定

- a) 混凝土的制作、用料标准应符合国家现行有关标准的要求。混凝土施工配合比应由实验室根据 CMC 桩设计强度等级确定。混凝土坍落度宜为 160 mm~200 mm；
- b) 钻孔至设计标高后应迅速泵压喷送混凝土，泵送混凝土应连续进行，CMC 桩实际喷注量的充盈系数不宜小于 1.0。

6.2.5 提钻泵送喷注成桩应符合下列规定

- a) 在软弱土层内的提钻速度宜为 0.8 m/min~1.0 m/min，在松散或稍密砂土层内宜为 1.0 m/min~1.2 m/min，在软硬交替处，应降低提钻速度，不宜大于 1.0 m/min，并停提 10 s；可试验确定；
- b) 管腔内灌满混凝土后，施加较低的泵送喷浆压力（一般不超过 1.0 MPa）后即可提钻，边提边泵送喷注，每提 1 m 应停提 5 s~10 s，如此反复，直至钻杆全部拔出；
- c) 在提钻过程中应根据土层的实际情况二次添加混凝土，以满足桩顶混凝土标高；
- d) 距离桩顶 5.0 m 时宜一次性成桩。

6.2.6 待低应变检测桩身混凝土质量后，采用与桩身同强度等级的混凝土浇注桩帽。

6.2.7 在施工过程中应及时做好施工记录，及时办理汇总、验交、签证等手续。

6.2.8 施工安全生产应符合下列规定：

- a) 施工现场临时用电按照 JTG E40 执行；

- b) 施工机械安全生产按照 JGJ 46 执行;
- c) 施工现场安全生产按照 JGJ 59 执行。

6.2.9 打桩过程应按本规程附录 A 中表格的要求做好记录。

7 质量检验及工程验收

7.1 成桩质量检验

7.1.1 控制模量桩质量检验应包括成孔、混凝土拌制及泵压混合料等过程的检查,并应按下列规定填写质量检查记录:

- a) 混凝土拌制应对原材料质量和计量、混凝土配合比、坍落度以及混凝土强度等级进行检查;
- b) 钻孔前应检查桩位的放样偏差,其允许偏差值为 ± 20 mm;
- c) 钻孔过程中应检查钻杆的垂直度;
- d) 泵压混凝土前应对钻杆垂直度、钻深情况进行认真检查;
- e) 混凝土喷注应检查混凝土充盈系数、桩顶标高和提钻速度。

7.1.2 控制模量桩桩位、桩径、垂直度偏差应按本规程表 2 的规定进行检验。

表 2 控制模量桩质量检验标准

项次	检查项目		允许偏差或允许值	检查方法
1	桩长		+300 mm	测桩管长度,查施工记录
2	混凝土充盈系数		>1	检查每根桩的实际灌注量
3	桩体质量检验		本规程第 7.2	应符合本规程第 7.2 要求
4	混凝土强度		设计要求	试块报告或切割取样送检
5	承载力		设计要求	应符合现行规程要求
6	桩位		200 mm	开挖后量桩中心
7	垂直度		<1%	测桩垂直度
8	桩径		-20 mm	开挖后实测桩头直径
9	桩顶标高		+30 mm~-50 mm	需扣除桩顶劣质桩体
10	提钻速度	软弱土层	0.6 m/min~0.8 m/min	测量机头上升距离和时间
		其他土层	1.0 m/min~1.2 m/min	

7.1.3 每个台班应留置不少于 3 组混凝土试块。

7.2 桩身质量检测

7.2.1 成桩质量完整性检测按照 JGJ 106 执行。桩身混凝土达到龄期后,宜采用低应变检测桩身混凝土质量,检测数量不得少于总桩数的 15%。对设计等级为甲级或地质条件复杂、成桩质量可靠性低的工程桩,抽检数量不得少于总桩数的 30%。

7.2.2 对一般工程可在成桩 28 d 后进行单桩静载荷试验,对地质条件复杂、成桩质量可靠性低的工程桩,应采用单桩复合地基静载荷试验方法进行检测。检测数量宜为总桩数的 3%,且每单项工程不得少于 3 根。静载试验相关要求按照 GB50007 执行。

7.3 工程质量验收

7.3.1 当桩顶设计标高与施工场地标高相近时,工程的验收应待成桩完毕后进行。

7.3.2 控制模量桩构成桩基子分部工程的一个分项工程,其检验批原则上按相同机械、相同规格的桩、轴线等来划分。检验批按主控项目和一般项目验收。

7.3.3 控制模量桩桩基的分项、子分部工程质量验收应提供下列资料:

- a) 工程地质勘测报告、桩基施工图、图纸会审及设计交底、设计变更等;

- b) 原材料的质量合格证和复检报告;
- c) 桩位测量放线图, 包括工程桩位线复核签证单;
- d) 混凝土试块试验报告;
- e) 施工记录及隐蔽工程验收报告;
- f) 监督抽检资料;
- g) 桩体质量检测报告;
- h) 单桩承载力检测报告;
- i) 基础开挖至设计标高的基桩竣工平面图;
- j) 工程质量事故及事故调查处理资料。

附录 A
(规范性附录)
控制模量桩施工原始记录表

承包单位: _____ 监理单位: _____
合 同 号: _____ 编 号: _____

单位工程			分项工程			施工日期		
分部工程			桩号部位			记录日期		
地面标高(m)		桩机类型		设计桩长(m)		设计桩径(mm)		
设计混凝土等级		坍落度(mm)						
桩编号								
钻孔扭矩(kN·m)								
钻孔时间(h: min)	开始							
	间休							
	结束							
	总计							
最后贯入度(mm/min)								
施工桩长(m)								
泵送压力(MPa)								
泵送混凝土数量(m ³)	第一次							
	加灌							
	总计							
提钻扭矩(kN·m)								
提钻时间(h: min)	开始							
	间休							
	结束							
	总计							
桩顶距设计标高距离(m)								
桩倾斜度(°)								
充盈系数								
桩径(mm)								
桩中心偏差(mm)								
现场监理 日 期			施工负责 日 期		记录员 日 期		质检员 日 期	