

T/CECS XXXX -2020

**中国工程建设协会标准**

双旋灌注桩技术规程

Technical specification for rotary churning & screw pile

（征求意见稿）

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

双旋灌注桩技术规程

Technical specification for rotary churning & screw pile

（征求意见稿）

T/CECS XXXX -2020

主编单位：辽宁伟业岩土科技有限公司

福建省建筑科学研究院有限责任公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：

2020年北京

**前言**

本规程根据中国工程建设标准化协会《关于印发2017年第一批工程建设协会标准制订、修订计划的通知》（建标协字[2017] 014号）的要求，经广泛调查研究，结合我国实际情况，参考国内外先进标准基础上编制。在广泛征求意见后，编制组对具体内容进行了反复讨论、协商和修改，最后经审查定稿。

本规程共分6章和1个附录，主要技术内容包括：1总则；2术语；3基本规定；4设计；5施工；6检验与验收。

本标准涉及下列专利：“旋喷扩径螺旋挤土组合灌注桩及其成桩方法（专利号：ZL 201210159584.8）”、等相关专利，应按国家有关规定与有效专利技术持有人协商解决。本协会对于相关专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

本规程由中国工程建设标准化协会负责管理，由辽宁伟业岩土科技有限公司负责条文的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送辽宁伟业岩土科技有限公司（地址：辽宁省阜新市细河区东风路西段122-15号，邮编：123000，邮箱：wqwbst@163.co m），以便今后修订时参考。

本规程主编单位：辽宁伟业岩土科技有限公司

福建省建筑科学研究院有限责任公司

本规程参编单位：

本规程主要起草人员：

本规程主要审查人员：

**目 次**

[1 总则 1](#_Toc30014896)

[2 术语和符号 2](#_Toc30014897)

[2.1术语 2](#_Toc30014898)

[2.2符号 2](#_Toc30014899)

[3 基本规定 4](#_Toc30014900)

[4 设计 5](#_Toc30014901)

[4.1一般规定 5](#_Toc30014902)

[4.2 桩基计算 6](#_Toc30014903)

[4.3构造要求 10](#_Toc30014904)

[5 施工 11](#_Toc30014905)

[5.1 一般规定 11](#_Toc30014906)

[5.2 成孔与灌浆 12](#_Toc30014907)

[5.3 钢筋笼制作及植入 14](#_Toc30014908)

[6 检验与验收 15](#_Toc30014909)

[6.1 施工前检验 15](#_Toc30014910)

[6.2 施工过程检验 15](#_Toc30014911)

[6.3 施工后检验 16](#_Toc30014912)

[6.4 工程验收 17](#_Toc30014913)

[附录A 双旋灌注桩施工记录表 19](#_Toc30014914)

[本规程用词说明 20](#_Toc30014915)

[引用标准名录 21](#_Toc30014916)

[附：条文说明 22](#_Toc30014917)

**Contents**

[1 General provisions 1](#_Toc30012014)

[2 Terms and symbols 2](#_Toc30012015)

[2.1 Terms 2](#_Toc30012016)

[2.2 Principal symbols 2](#_Toc30012017)

[3 Basic requirements 4](#_Toc30012018)

[4 Design 5](#_Toc30012019)

[4.1 General Requirements 5](#_Toc30012020)

[4.2 Calculation of Piles Foundation 6](#_Toc30012021)

[4.3Detailed Requirements 10](#_Toc30012022)

[5 Comstruction 11](#_Toc30012023)

[5.1 General Requirements 11](#_Toc30012024)

[5.2 Hole Forming and Concrete Grouting 12](#_Toc30012025)

[5.3 Fabrication of Steel Reinforcement Cage and Implantation 14](#_Toc30012026)

[6 Inspection and Acceptance 15](#_Toc30012027)

[6.1 Inspection before Construction 15](#_Toc30012028)

[6.2 Inspection of the Construction Process 15](#_Toc30012029)

[6.3 Inspection after Construction 16](#_Toc30012030)

[6.4 Construction Acceptance 17](#_Toc30012031)

[Appendis A Construction Record of rotary churning & screw pile 19](#_Toc30012032)

[Explanation of wording in this specification 20](#_Toc30014915)

[List of quoted standards 21](#_Toc30014916)

[Addition：Explanation of provisions 22](#_Toc30014917)

# 1 总则

1.0.1 为在双旋灌注桩应用中做到安全适用、经济合理、保证质量、保护环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于建筑工程双旋灌注桩的设计、施工、检验及验收。

1.0.3 双旋灌注桩的设计与施工，应坚持因地制宜、就地取材、保护环境、节约资源和提高效率的原则；应综合考虑工程地质与水文地质条件、上部结构类型和荷载特征、施工技术及环境条件等因素，强化施工过程质量控制和管理，保证施工质量。

1.0.4 双旋灌注桩的设计、施工、检验及验收时，除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术语和符号

## 2.1术语

2.1.1 双旋灌注桩

双旋灌注桩是旋喷扩径螺旋挤土组合灌注桩的简称，它是通过竖向高压射流和螺旋组合钻具协同钻进成孔，横向高压射流旋喷扩径，提升钻具同时压灌混凝土形成的一种新型桩。

2.1.2 桩径

双旋灌注桩螺压灌混凝土形成的桩身混凝土区域直径，不包含高压射流旋喷扩径形成的水泥土区域。

## 2.2符号

$Q\_{uk}$——双旋灌注桩单桩竖向抗压承载力标准值（kN）；

*u*——双旋灌注桩桩身周长（m）；

$l\_{i}$——双旋灌注桩段第*i*土层厚度（m）；

*Ap*——双旋灌注桩桩身截面积（m2）；

$q\_{sik}$——双旋灌注桩第*i*土层未作旋喷处理时的极限侧阻力标准值（kPa）；

$ξ\_{i}$——双旋灌注桩第*i*土层经旋喷处理后等效极限侧阻力标准值相对于未作旋喷处理时极限侧阻力标准值的增强系数；

$q\_{pk}$——双旋灌注桩端土未作旋喷处理时的极限端阻力标准值（kPa）；

 $η$——双旋灌注桩桩端经旋喷处理后等效极限端阻力标准值相对于未作旋喷处理时极限端阻力标准值的增强系数；

*N*——相应于作用基本组合时作用于双旋灌注桩某位置的竖向压力设计值（kN）；

$f\_{c}$——桩身混凝土轴心抗压强度设计值（kPa）；

$f\_{y}^{'}$——纵向主筋抗压强度设计值（kPa）；

$A\_{s}^{'}$——纵向主筋截面积（m2）；

$ψ\_{c}$——成桩工艺系数；

$T\_{uk}$——群桩呈非整体破坏时双旋灌注桩单桩竖向抗拔承载力标准值（kN）；

$λ$ ——抗拔系数；

$T\_{gk}$——群桩呈整体破坏时双旋灌注桩单桩竖向抗拔承载力标准值（kN）；

$U$——桩群外围周长（m）；

*n*——群桩的桩数。

# 3 基本规定

3.0.1 双旋灌注桩适用于一般黏性土、粉土、砂土、碎石土、残积土及强风化岩等土层。对于其他土层，应通过成桩试验和载荷试验确定其适应性。

3.0.2 双旋灌注桩应符合桩基承载力、桩基稳定性、变形及耐久性等规定。

3.0.3 双旋灌注桩桩径及桩长的设计应考虑设备施工能力，桩径宜为400mm-1000mm，桩长不宜大于30m。

3.0.4 双旋灌注桩可作为桩基础的基桩、复合地基的单桩竖向增强体及支护结构的支护桩。

3.0.5 在施工图设计与工程桩施工前，宜进行成桩试验和载荷试验。试桩数量不宜少于3根 。

# 4 设计

##

4.1.1 双旋灌注桩设计应具备下列资料：

  1 岩土工程勘察报告；

 2 建筑场地与环境条件的有关资料；

 3 建筑高度、结构类型、荷载条件、地基变形控制要求等上部结构设计要求；

 4 设备施工能力及施工条件的有关资料。

4.1.2 双旋灌注桩的设计选型应符合下列规定：

1 双旋灌注桩的长度应根据上部结构对承载力和变形的要求确定；为提高抗滑稳定性而设置的双旋灌注桩，其桩底标高应低于处理后最危险滑动面以下2m；

2 应选择承载力和压缩模量高的土层作为双旋灌注桩桩端持力层；桩端全截面进入持力层的深度，对黏性土层、粉土层不宜小于2.0倍桩径；砂土层、全风化岩层不宜小于1.5倍桩径；碎石类土、强风化岩层不易小于1.0倍桩径。当存在软弱下卧层时，桩端以下持力层厚度不宜小于3.0倍桩径；

3 地基中有多层坚硬土层时，可采用长桩与短桩组合的桩基设计方案；

4 浅部存在软土、欠固结土、湿陷性黄土、可液化土时，宜先采用预压、压实、夯实、挤密等方法处理浅层地基，再采用双旋灌注桩基础；当双旋灌注桩挤土及固结效应能减低或消除黄土湿陷性、砂土和粉土液化时，也可直接使用双旋灌注桩基础。

4.1.3 双旋灌注桩布桩桩间距不宜小于3.0倍桩径，且不宜小于1.5米。在含水量较高的黏性土中满堂布置双旋灌注桩时宜增加桩间距或采取其他减小挤土效应的措施。

4.1.4 双旋灌注桩可以对整根桩做旋喷处理，也可以只对部分长度进行旋喷处理；当仅对桩身上部进行旋喷处理时，桩基应进入相对较硬的持力层；仅对部分桩身旋喷处理时，旋喷段的长度不宜小于5倍桩身直径。

## 4.2 桩基计算

4.2.1 双旋灌注桩设计时，所采用的作用效应与相应的抗力限值应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94的有关规定。

4.2.2 双旋灌注桩桩基设计等级应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94的规定确定。

4.2.3 双旋灌注桩单桩竖向抗压承载力标准值宜根据单桩竖向抗压载荷试验确定，试验方法可参照现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106执行；设计等级为乙级及以下时，可按公式4.2.3-1确定：

$Q\_{uk}=u\sum\_{}^{}ξ\_{i}q\_{sik}l\_{i}+ηq\_{pk}A\_{p}$ 4.2.3-1

$Q\_{uk}$——双旋灌注桩单桩竖向抗压承载力标准值（kN）；

*u*——双旋灌注桩桩身周长（m）；

$l\_{i}$——双旋灌注桩段第*i*土层厚度（m）；

*Ap*——双旋灌注桩桩身截面积（m2）；

$q\_{sik}$——双旋灌注桩第*i*土层未作旋喷处理时的极限侧阻力标准值（kPa），宜根据试验资料和地区经验取值。当缺乏经验时，可按表4.2.3-1确定；

$ξ\_{i}$——双旋灌注桩第*i*土层经旋喷处理后等效极限侧阻力标准值相对于未作旋喷处理时极限侧阻力标准值的增强系数，宜根据试验资料和地区经验取值。当缺乏经验时，未旋喷处理段可取1.0，旋喷处理段可按表4.2.3-2确定；

$q\_{pk}$——双旋灌注桩端土未作旋喷处理时的极限端阻力标准值（kPa），宜根据试验资料和地区经验取值。当缺乏经验时，可按表4.2.3-3确定；

 $η$——双旋灌注桩桩端经旋喷处理后等效极限端阻力标准值相对于未作旋喷处理时极限端阻力标准值的增强系数，宜根据试验资料和地区经验取值。当缺乏经验时，未旋喷处理段可取1.0，旋喷处理段可按表4.2.3-2确定。

表4.2.3-1 双旋灌注桩未作旋喷处理时的极限侧阻力标准值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 土的名称 | 土的状态 | 极限侧阻力标准值(kPa) |
| 黏性土 | 流塑 | *I*L>1 | 21~39 |
| 软塑 | 0.75<*I*L≤1.00 | 38~55 |
| 可塑 | 0.50<*I*L≤0.75 | 53~69 |
| 硬可塑 | 0.25<*I*L≤0.50 | 66~86 |
| 硬塑 | 0.00<*I*L≤0.25 | 82~98 |
| 坚硬 | *I*L≤0.00 | 94~109 |
| 粉土 | 稍密 | *e*>0.90 | 24~44 |
| 中密 | 0.75< *e*≤0.90 | 42~65 |
| 密实 | *e*≤0.75 | 62~86 |
| 粉细砂 | 稍密 | 10< *N*≤15 | 22~48 |
| 中密 | 15< *N*≤30 | 46~67 |
| 密实 | *N*>30 | 64~90 |
| 中砂 | 中密 | 15< *N*≤30 | 53~76 |
| 密实 | *N*>30 | 72~99 |
| 粗砂 | 中密 | 15< *N*≤30 | 76~103 |
| 密实 | *N*>30 | 98~126 |
| 砾砂 | 稍密 | 5< *N*63.5≤10 | 60~105 |
| 中密、密实 | *N*63.5>10 | 112~137 |
| 圆砾、角砾 | 中密、密实 | *N*63.5>10 | 135~158 |
| 碎石、卵石 | 中密、密实 | *N*63.5>10 | 150~179 |
| 全风化软质岩 |  | 30< *N*≤50 | 80~105 |
| 全风化硬质岩 |  | 30< *N*≤50 | 120~157 |
| 强风化软质岩 |  | *N*63.5>10 | 140~231 |
| 强风化硬质岩 |  | *N*63.5>10 | 160~273 |

注：1 *I*L为液性指数，*e*为孔隙比；

2 *N*为标准贯入击数，*N*63.5为重型动力触探击数；

3 软质岩、硬质岩指其母岩分别为*f*rk≤15MPa、*f*rk≥30MPa的岩石。

表4.2.3-2极限侧阻力标准值、极限端阻力标准值的增强系数

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 土层名称 | 淤泥淤泥质土 | 黏性土粉土 | 粉细砂 | 中砂 | 粗砂砾砂 | 圆砾、角砾碎石、卵石 | 全风化岩强风化岩 |
| $$ξ\_{i}$$ | 1.2~1.3 | 1.4~1.8 | 1.6~2.0 | 1.7~2.1 | 2.0~2.5 | 2.4~3.0 | 1.4~1.8 |
| $$η$$ |  | 1.3~1.5 | 1.9~2.2 | 2.1~2.4 | 2.4~2.8 | 2.6~3.2 | 1.6~1.9 |

表4.2.3-3双旋灌注桩端土未作旋喷处理时的极限端阻力标准值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 土的名称 | 土的状态 | 极限端阻力标准值(kPa) |
| 5≤*l*<10 | 10≤*l*<15 | *l*≥15 |
| 黏性土 | 软塑 | 0.75<*I*L≤1.00 | 200~420 | 400~735 | 700~998 |
| 可塑 | 0.50<*I*L≤0.75 | 500~735 | 800~1155 | 1000~1680 |
| 硬可塑 | 0.25<*I*L≤0.50 | 850~1155 | 1500~1785 | 1700~1995 |
| 硬塑 | 0.00<*I*L≤0.25 | 1600~1890 | 2200~2520 | 2600~2940 |
| 粉土 | 中密 | 0.75< *e*≤0.90 | 800~1260 | 1200~1470 | 1400~1680 |
| 密实 | *e*≤0.75 | 1200~1785 | 1400~1995 | 1600~2205 |
| 粉砂 | 稍密 | 10< *N*≤15 | 500~998 | 1300~1680 | 1500~1785 |
| 中密、密实 | *N*>15 | 900~1050 | 1700~1995 |
| 细砂 | 中密、密实 | *N*>15 | 1200~1680 | 2000~2520 | 2400~2835 |
| 中砂 | 中密、密实 | *N*>15 | 1800~2520 | 2800~3990 | 3600~4620 |
| 粗砂 | 中密、密实 | *N*>15 | 2900~3780 | 4000~4830 | 4600~5460 |
| 砾砂 | 中密、密实 | *N*63.5>10 | 3500~5250 |
| 圆砾、角砾 | 中密、密实 | *N*63.5>10 | 4000~5775 |
| 碎石、卵石 | 中密、密实 | *N*63.5>10 | 4500~6825 |
| 全风化软质岩 |  | 30< *N*≤50 | 1200~2100 |
| 全风化硬质岩 |  | 30< *N*≤50 | 1400~2520 |
| 强风化软质岩 |  | *N*63.5>10 | 1600~2730 |
| 强风化硬质岩 |  | *N*63.5>10 | 2000~3150 |

4.2.4 当双旋灌注桩持力层下受力范围内存在软弱下卧层时，应按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94的有关规定进行软弱下卧层承载力验算。

4.2.5 双旋灌注桩正截面受压承载力应符合下列公式规定：

1 当桩顶以下5D范围内的桩身螺旋式箍筋间距不大于100mm时：

$N\leq ψ\_{c}f\_{c}A\_{p}+0.9f\_{y}^{'}A\_{s}^{'}$ 4.2.5-1

1. 当桩身配筋不符合第1款规定时：

$N\leq ψ\_{c}f\_{c}A\_{p}$ 4.2.5-2

式中：

*N*——相应于作用基本组合时作用于双旋灌注桩某位置的竖向压力设计值（kN）；

$f\_{c}$——桩身混凝土轴心抗压强度设计值（kPa）；

$f\_{y}^{'}$——纵向主筋抗压强度设计值（kPa）；

$A\_{s}^{'}$——纵向主筋截面积（m2）；

$ψ\_{c}$——成桩工艺系数，可取0.7-0.9，挤土效应明显时取低值，挤土效应不明显时取高值。

4.2.6 双旋灌注桩单桩竖向抗拔承载力标准值宜根据单桩竖向抗拔载荷试验确定，试验方法可参照现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106执行；设计等级为乙级及以下时，可按公式4.2.6-1、4.2.6-2确定：

1.群桩呈非整体破坏，单桩竖向抗拔承载力标准值可按下式确定：

$T\_{uk}=u\sum\_{}^{}λξ\_{i}q\_{sik}l\_{i}$ 4.2.6-1

式中：

$T\_{uk}$——群桩呈非整体破坏时双旋灌注桩单桩竖向抗拔承载力标准值（kN）；

$λ$ ——双旋灌注桩抗拔系数，宜根据试验资料和地区经验取值。当缺乏经验时，可取0.60-0.85，砂性土取低值、黏性土取高值。

3.群桩呈整体破坏时，单桩竖向抗拔力标准值可按下式估算：

$T\_{gk}=(U∑λq\_{sik}l\_{i})/n$ 4.2.6-2

式中：

$T\_{gk}$——群桩呈整体破坏时双旋灌注桩单桩竖向抗拔承载力标准值（kN）；

$U$——桩群外围周长（m）；

*n*——群桩的桩数。

4.2.7 双旋灌注桩的单桩水平承载力特征值应根据现场水平荷载试验确定。

4.2.8 双旋灌注桩基最终沉降变形的计算可采用等效作用分层总和法按现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ94执行。双旋灌注桩基沉降变形的计算值不应大于桩基沉降变形允许值。

## 4.3构造要求

4.3.1 对于存在负摩阻力的桩，中性点以上部分不应进行旋喷处理。

4.3.2 双旋灌注桩用于桩基础基桩时应符合下列规定：

1 双旋灌注桩应穿透软弱土层；

2 桩身混凝土强度等级不应小于C30；

3 主筋混凝土保护层厚度不宜小于30mm；

4 桩身配筋按计算确定，对竖向承压桩，配筋率不小于0.35%，配筋长度应穿过软弱土层，并不应小于2/3桩长；对抗拔桩应通长配筋；承受水平力桩的配筋率不小于0.65%；

5 桩身应与承台连接，桩顶嵌入承台的长度不宜小于50mm，对于大直径桩不宜小于100mm；承台的设计应按现行国家标准 《建筑地基基础设计规范》GB50007的规定执行。

4.3.3 当双旋灌注桩设计为复合地基增强体时，桩身可不配钢筋。复合地基设计应按现行行业标准《建筑地基处理技术规范》JGJ79的有关规定执行。

4.3.4 当双旋灌注桩用于支护结构时可以相互咬合形成止水帷幕。对碎石土、杂填土、泥炭质土或地下水流速较大时，宜通过试验确定双旋灌注桩止水帷幕的适用性。支护结构设计应按现行行业标准《建筑基坑支护技术规范》JGJ120 的有关规定执行。

4.3.5 双旋灌注桩止水帷幕的施工作业顺序应采用隔桩分序方式，相邻桩的施工间隔时间不宜小于24h。

# 5 施工

## 5.1 一般规定

5.1.1 双旋灌注桩施工前，应完成下列准备工作：

1. 调查施工区域及毗邻区域内的地下管线及建（构）筑物受施工影响的情况，并提出相应的安全措施；
2. 清理施工场区内影响施工的高空及地下障碍物，遇高空高压线应做好安全防护；
3. 平整场地。施工场地的地面应平整，排水通畅，承压能力应满足施工机械和材料运输堆放的要求；
4. 在不受施工影响的位置设置控制点及轴线定位点；
5. 搭建施工的临时设施，且水、电、道路、排水等满足施工要求；
6. 向施工人员作技术交底；
7. 对防汛有影响的工程，汛期施工时，应执行防汛工作的有关规定。

5.1.2 双旋灌注桩施工前，应具备下列文件和资料：

1.施工场地的地质勘察报告；

2.桩的施工图设计文件及设计交底、图纸会审记录；

3.经审查批准的施工组织设计或施工方案；

4.施工区域四周影响范围内的建(构)筑物、地下管线、高空线路、市政道路等相关资料和详实位置；

5.水泥、砂 、石、钢材等原材料的产品合格证书及抽样送检报告；

6.主要施工设备的技术性能资料。

5.1.3 应进行不少于3根桩的试桩，以核对地质资料的正确性、检验施工机械选用的合理性，并确定施工控制参数。

5.1.4 施工前应检查施工机械设备的工作性能及各种计量装置的完好程度。

5.1.5 施工场地应满足施工机械行走安全的要求，且作业面标高宜高于设计桩顶标高500mm。

5.1.6 双旋灌注桩单排桩的桩位允许偏差应为±10mm，群桩的桩位允许偏差应为±20mm，垂直度允许偏差应为1%。

5.1.7 施工时，每根桩应由专职记录员实时做好施工记录并由当班监理人员验证签名，施工记录可参照附录A。

## 5.2 成孔与灌浆

5.2.1 桩点位应设有不易破坏的明显标记，并应在施工时进行桩位复核。

5.2.2 双旋灌注桩施工顺序应根据专项施工方案、试桩结果、施工图纸及场地实际情况确定，并应符合下列规定：

1 施工顺序应考虑桩间距、地质和周围建筑物的情况，按流水法分区施工；

2 较密集的布桩宜采取从中间向四周成排推进；

3 当靠近既有建筑物时，宜从毗邻建筑物的一侧开始由近及远施工；

4 宜先长后短、先低后高施工；

5 当桩距较小且地下有松散砂层时，应采取跳跃式施工，或采用控制凝固时间间隔施工。

5.2.3 钻进成孔应符合下列规定：

1 桩机就位应调直、调平并稳固；

2 钻孔开始前，应关闭钻头阀门；钻孔开始时钻进应先慢后快；过程中保持匀速下钻，当钻至设计深度后停钻；

3 提钻过程应保持匀速；软土层施工的提钻速度应放慢；提钻应连续进行。

5.2.4 当遇到卡钻、钻机摇晃、偏斜或发生异常声响时，应立即停钻，并采取相应措施。

5.2.5 桩长不能满足设计要求时，应停止施工。由监理或建设单位组织勘察、设计、施工等单位人员共同查找原因，提出解决方案，并形成文件资料。

5.2.6 施工过程中应对地质情况进行复查；当实际地质情况与勘察报告不符、可能影响单桩承载力时，应对地质补充勘察。

5.2.7 高压浆液旋喷作业应符合下列规定：

1 高压浆液的压力应大于20MPa，流量应大于30L/min；

2 钻杆的钻进速度不宜大于0.5m/min；

3 浆液宜采用强度为42.5级的普通硅酸盐水泥，可根据需要加入外加剂和掺合料，其用量应通过试验确定；

4 水泥浆液的水灰比宜为0.5-1.2；

5 在旋喷作业过程中出现压力骤然下降或者上升时，应及时采取措施并查明原因。

5.2.8 混凝土灌注应符合下列规定：

1 混凝土宜采用预拌混凝土，初凝时间宜大于6h，采取泵送施工；

2 混凝土细骨料宜采用中砂，粗骨料宜采用连续级配，最大粒径不宜大于30mm；

3 混凝土拌合物扩展度应大于 500mm，坍落度应控制在160mm-220mm；

4 混凝土泵料斗内的混凝土面高于料斗底面的高度不应小于400mm；

5 每根桩的混凝土应连续浇筑，且泵送混凝土速度与提钻速度相匹配；

6 混凝土压灌过程中应保持钻具排气孔通畅；

7 混凝土浇筑超灌高度不应小于300mm，并防止孔口土混入；

8 混凝土压灌的充盈系数应大于1.0；

9 混凝土质量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164的相关规定。

5.2.9 泵送混凝土至孔底并加压后方可提钻，严禁先提钻后泵送混凝土。

5.2.10 钻机提钻时，应配备专职人员同步清除钻杆螺旋叶片间的泥土，不得带泥上提。

5.2.11 混凝土达到设计强度后，剔除桩头浮渣；高于桩顶设计标高20mm范围内应人工凿平。

## 5.3 钢筋笼制作及植入

5.3.1 钢筋笼宜整体制作，底部应制成锥型，且应设置加强钢筋

5.3.2 钢筋笼采用后置式安装，搬运和吊装时，应防止变形。

5.3.3 钢筋笼植入施工时，应采取措施保证钢筋笼的垂直度、中心位置、保护层厚度、置入深度，并利用施工机械的震动设施，振捣密实混凝土。

5.3.4 钢筋笼应连续下放，不宜停顿，如自重植入困难时可用振动装置激振；应在混凝土初凝前完成钢筋笼植入工作。

# 6 检验与验收

## 6.1 施工前检验

6.1.1 应对水泥浆的原材料质量、水灰比等进行检查。

6.1.2 应对混凝土拌合物原材料质量、混凝土配合比、坍落度等进行检查。

6.1.3 应对钢筋笼的钢筋规格、焊条规格、品种、焊口规格、焊缝长度、焊缝外观和质量、主筋和箍筋的制作偏差等进行检查；钢筋笼制作应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18和《钢筋机械连接技术规程》JGJ107的有关规定，并符合表 6.1.3的规定：

表6.1.3 钢筋笼制作与安装允许偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | 允许偏差（mm） | 检验数量 | 检验方法 |
| 主筋间距 | ±10 | 每个钢筋笼不少于5处 | 尺量 |
| 箍筋间距 | ±20 | 每个钢筋笼不少于5处 | 尺量 |
| 钢筋笼直径 | ±10 | 全数检验 | 尺量 |
| 钢筋笼长度 | ±100 | 全数检验 | 尺量 |

6.1.4 施工前应对成桩机械的性能及其适用性进行检验。

6.1.5 施工前应严格对桩位进行检验。

## 6.2 施工过程检验

6.2.1 应检查桩位的放样偏差，群桩允许偏差应为 ±20 mm，单排桩允许偏差应为±10mm；桩机就位垂直度偏差不应大于1%。

6.2.2 灌注混凝土前应对成孔的中心位置、孔深、垂直度进行检验。

6.2.3 每 50m3的同配合比混凝土强度检验不得少于1组，每工作班相同配合比混凝土强度检验不得少于1组，并应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202的有关规定。

6.2.4 混凝土灌注应检查单桩灌注方量与灌注完成时间。

6.2.5 施工过程中应监测施工对周围环境的影响。监测应符合下列规定：

1. 应根据施工组织方案检查工程桩的施工顺序；
2. 当施工挤土可能危及周边的建（构）筑物的安全时，应对周边建（构）筑物的变形和裂缝情况进行监测；
3. 对挤土效应明显或大面积的群桩基础，应抽样检测已施工桩的桩顶上浮量和偏位值，工程桩的监测数量不得少于1%且不少于10根。

## 6.3 施工后检验

6.3.1 承台施工前应对桩径、桩顶标高、桩位偏差、钢筋笼标高、混凝土保护层厚度等进行检测，检测结果应符合表6.3.1的有关规定。

6.3.2 桩基础应对单桩承载力和桩身完整性进行抽样检测，检测数量、方法及结果评价应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106的有关规定。

6.3.3 复合地基应对单桩承载力、复合地基承载力和桩身完整性进行抽样检测，检测数量、方法及结果评价应符合现行行业标准《建筑地基检测技术规范》JGJ340的有关规定。

6.3.4 支护结构应对桩身完整性进行抽样检测，检测数量应符合现行行业标准《建筑基坑支护技术规程》JGJ120的有关规定，检测方法及结果评价应符合现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106的有关规定。

6.3.5 对设计要求消除地基液化、湿陷性的，应进行桩间土的液化、湿陷性检验。

6.3.6 当基坑支护结构中使用双旋灌注桩时，宜对双旋灌注桩的挠度进行监测，监测应符合现行国家标准《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497的有关规定。

表6.3.1 双旋灌注桩质量检验标准

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 序号 | 检验项目 | 允许值或允许偏差 | 检验方法 |
| 主控项目 | 1 | 承载力 | 不小于设计值 | 《建筑基桩检测技术规范》JGJ106的有关规定 |
| 2 | 混凝土强度 | 不小于设计值 | 预留试块、钻芯法 |
| 3 | 桩长 | 不小于设计值 | 施工中量钻杆长度施工后钻芯法 |
| 4 | 水泥用量 | 不小于设计值 | 查看流量表 |
| 5 | 桩身完整性 | 《建筑基桩检测技术规范》JGJ106的有关规定 |
| 一般项目 | 1 | 桩位 | 不大于70mm | 钢尺或全站仪测量 |
| 2 | 桩径 | 不小于设计值 | 钢尺量 |
| 3 | 垂直度 | 不大于1% | 经纬仪测量、查看钻机水平尺 |
| 4 | 混凝土塌落度 | 160~220mm | 塌落度仪测量 |
| 5 | 充盈系数 | 不小于1.0 | 实际灌注量与理论灌注量之比 |
| 6 | 桩顶标高 | -50~+30 | 水准仪测量 |
| 7 | 钢筋笼标高 |  ±100mm | 水准仪测量 |
| 8 | 保护层厚度 | ±20mm | 钢尺量 |
| 9 | 水灰比 | 设计值 | 用水量与水泥用量之比 |
| 10 | 旋喷压力 | 不小于设计值 | 检查压力表读数 |
| 11 | 钻进速度 | 不大于设计值 | 测量钻进进尺和时间 |

## 6.4 工程验收

6.4.1 当桩顶设计标高与施工场地标高相近时，应在施工完毕后进行验收；当桩顶设计标高低于施工场地标高时，应待开挖到设计标高后进行验收。

6.4.2 验收应在施工单位自检合格的基础上进行，并应具备下列验收资料：

1 岩土工程勘察报告；

2 桩基施工图、图纸会审纪要、设计变更单及材料代用通知单等；

3 经审定的施工组织设计、施工方案及执行中的变更单；

4 桩位测量放线图，包括工程桩位线复核签证单；

5 原材料的质量合格和质量鉴定书；

6 施工记录（包括桩位编号图）及隐蔽工程验收文件；

7 成桩质量检查报告；

8 桩基工程竣工图；

9 桩顶标高、桩位偏差和垂直度偏差检测结果；

10 单桩承载力检测报告、桩身完整性检测报告，对复合地基还应有复合地基承载力检测报告；

11 监测资料；

12 施工技术措施记录；

13 发生质量事故时的处理记录（如有）；

14 其他有必要提供的文件和记录。

# 附录A 双旋灌注桩施工记录表

表A 双旋灌注桩施工记录表

施工单位： 工程名称：

施工部位： 设计桩长： 设计桩径：

喷嘴数量、方位、直径： 水泥品种及标号： 水灰比： 混凝土塌落度：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 桩号 | 钻孔时间 | 旋转速度（r/min） | 钻进速度（m/min） | 压力（MPa） | 水泥用量（kg） | 入土深度（m） | 泵送时间 | 投料量（m3） | 地面标高（m） | 空孔高度（m） | 成桩长度（m） | 备注 |
| 起 | 止 | 起 | 止 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

记录： 班组长： 技术负责人： 监理： 日期： 年 月 日

# 本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对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，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 本规程中指明按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

1《建筑桩基技术规范》JGJ94

2《建筑基桩检测技术规范》JGJ106

3《建筑地基基础设计规范》GB50007

4《建筑地基处理技术规范》JGJ79

5《建筑基坑支护技术规范》JGJ120

6《混凝土质量控制标准》GB 50164

7《钢筋焊接及验收规程》JGJ18

8《钢筋机械连接技术规程》JGJ107

9《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB50202

10《建筑地基检测技术规范》JGJ340

11《建筑基坑工程监测技术规范》GB50497



T/CECS XXXX -2020

**中国工程建设协会标准**

双旋灌注桩技术规程

Technical specification for rotary churning & screw pile

# 条文说明

2020 北京

制定说明

本规程编制过程中，编制组进行了广泛和深入的调查研究，总结了已有的工程经验，同时参考了国内外相关的先进技术标准，结合试验研究，取得了大量重要技术参数。

为便于广大建筑工程设计、施工、监理、检测等人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《双旋灌注桩技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中须注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

**目次**

[1 总则 25](#_Toc30112848)

[2.1术语 26](#_Toc30112849)

[3 基本规定 27](#_Toc30112850)

[4 设计 28](#_Toc30112851)

[4.1一般规定 28](#_Toc30112852)

[4.2 桩基计算 28](#_Toc30112853)

[4.3构造要求 29](#_Toc30112854)

[**5 施工** 31](#_Toc30112855)

[5.1 一般规定 31](#_Toc30112856)

[5.2 成孔与灌浆 31](#_Toc30112857)

[5.3 钢筋笼制作及植入 33](#_Toc30112858)

[**6 检验与验收** 34](#_Toc30112859)

[6.3 施工后检验 34](#_Toc30112860)

# 1 总则

1.0.1 双旋灌注桩是一种新型桩。该工艺利用钻头端部竖向喷嘴高压射流可以达到切割土体、超前乳化、冷却钻头、减小阻力的效果，可实现减小扭矩、提升钻进速度，从而提高成桩效率；利用横向喷嘴高压旋喷射流可以形成一定厚度的水泥土固结加固层，最终形成的混凝土压灌桩与水泥土固结加固层在界面处交错相融，黏结紧密，实现了加固桩周土层、增大桩侧阻力，从而提高单桩承载力。通过单桩静载试验验证，在相同条件下将双旋灌注桩与普通长螺旋钻孔灌注桩相比，其竖向承载力提高达20%以上。

目前该施工工艺已经在辽宁、山东、河北、广西等省份推广应用，取得很好的经济和社会效益。但是目前国家没有相应的规范或标准来规范和指导双旋灌注桩的设计、施工、检验和验收，故编制本规程。

1.0.2 本规程适用于建筑工程双旋灌注桩的设计、施工、检验及验收。公路、铁路、水利和市政工程可结合工程的实际特点采用本规程双旋灌注桩的设计、施工、检验和验收方法。

1.0.3 全国各地区地基土千差万别，即使同一地质条件下地基土的物理力学性质指标也有较大的离散性，因此必须坚持因地制宜、就地取材的原则。设计、施工人员应根据工程的地质条件、结构类型和长期荷载作用下的工作状况来优化设计方案，加强施工质量管理，以提高产品质量。

**2 术语和符号**

## 2.1术语

2.1.1 除水泥浆液以外，也可以采用其他具有加固作用的化学浆液。

2.1.2 桩周旋喷扩径形成的水泥土区域，其相对强度较低，且边界模糊。因此不作为桩身考虑，将其视为对桩周土的加固处理。

# 3 基本规定

3.0.1 双旋灌注桩施工工艺本质上包含螺旋钻进和高压旋喷两种工艺，因此在考虑其适用性时必须兼顾这两种工艺。考虑钻头端部竖向喷嘴高压射流可以达到切割土体、超前乳化、冷却钻头、减小阻力的效果，双旋灌注桩可以适用于一些传统长螺旋桩难以钻进的土层；同时，由于仅将桩周旋喷扩径形成的水泥土区域视为对桩周土的加固处理，较少硬性的加固指标限定，双旋灌注桩也可以适用于一些高压旋喷桩难以成型的土层。

3.0.2 双旋灌注桩桩周旋喷扩径形成的水泥土区域对桩身有一定的保护作用，因此其耐久性要优于传统长螺旋桩。

3.0.3 双旋灌注桩桩长受钻机塔架高度限制，设备的施工能力制约更长桩长的实现。

3.0.4 双旋灌注桩在桩周旋喷扩径形成水泥土区域，因而在作为支护结构时具有较好的止水作用。

3.0.5 成桩试验的目的有：验证地层条件适应性；确定成桩过程中的浆液压力、水灰比、钻进速度、旋转速度等工艺参数。

成桩试验应选择具有代表性的场地、直径和桩长。

双旋灌注桩作为一种新型桩，应在工程桩正式施工前进行载荷试验，确定其极限承载力，为设计人员提供足够的设计依据。

# 4 设计

## **4.1一般规定**

4.1.1 岩土工程勘察资料应包括按两种极限状态进行桩基设计所需要的岩土技术参数、对建筑场地不良地质作用的评价结论及其防治方案、抗浮设防水位建议值等岩土工程评价内容。岩土技术参数，是用与桩基承载力、沉降变形计算及稳定性验算的各岩土层物理力学指标的统称，包括室内土工试验成果指标、原位测试成果指标。

设计时应对勘察报告提供的评价与建议进行分析研究，针对不同方案进行技术经济对比与优化，择优选取。

4.1.2 双旋灌注桩具有一定的挤土效应，同时在桩周旋喷扩径形成水泥土区域，可以起到减低或消除黄土湿陷性、砂土和粉土液化的作用。具体效果应通过桩间土的标准贯入试验等方法判定。

4.1.3 1 双旋灌注桩用于支护结构时，最小中心距不受本条限制。

 2 双旋灌注桩属于挤土桩，含水量较高的黏性土中施工时，其影响范围大于其他土层，尤其是满堂布桩时，挤土效应影响更大。此时应增大桩间距或先引孔排土再施工等减小挤土效应的措施，防止发生断桩等问题。

4.1.4 高压旋喷对桩周土的加固作用在部分土层中效果较好， 而在部分土层中效果不够明显。为了避免浪费，实现最佳经济效益，可以选择效果明显的土层进行旋喷处理。当旋喷处理范围过小时，无法达到预期目的，故有此规定。

## **4.2 桩基计算**

4.2.1~4.2.2 作用效应等内容《建筑桩基技术规范》JGJ94已有详尽规定，此处不再赘诉。

4.2.3 双旋灌注桩单桩竖向抗压承载力标准值的估算方法，采用广大岩土工程师较为熟悉的经验参数法。该法的关键，是土的极限侧阻力、极限端阻力经验值的取值问题。

双旋灌注桩本质是桩周土经过高压旋喷处理的灌注桩，故双旋灌注桩单桩竖向抗压承载力标准值的确定可以简化为灌注桩的极限侧阻力、极限端阻力值和桩周土高压旋喷处理带来的增强系数的确定。

在正常合理的施工工艺和技术要求下，双旋灌注桩未经高压旋喷处理时，桩底无沉渣和虚土、桩侧无泥皮，其桩侧、桩底土体的性状与干作业钻孔桩类似；同时，由于灌桩时较高的泵送压力，桩体混凝土与桩端、桩侧土体的接触较干作业钻孔桩更为紧密。综上，双旋灌注桩未经高压旋喷处理时极限侧阻力、极限端阻力值以干作业钻孔桩的经验值为基础，再考虑施工工艺的影响做一定的调整。

桩周土高压旋喷处理带来的增强系数与钻孔灌注桩的后注浆处理有一定的相似之处，可以看作是一种“预注浆”。但二者也有显著差别：高压旋喷处理的影响范围更大，所形成的水泥土的厚度和均匀性均大于后注浆处理。所以，双旋灌注桩桩周土高压旋喷处理带来的增强系数参考后注浆的增强系数，同时考虑施工工艺的影响做一定的调整。

编制组将本规程双旋灌注桩单桩竖向抗压承载力标准值估算公式与双旋灌注桩单桩竖向抗压静载试验成果进行了对比，结果显示试验实测值略大于计算值。可见该公式用于估算双旋灌注桩单桩竖向抗压承载力时具有一定的安全储备。

4.2.5 双旋灌注桩正截面受压承载力的计算仅考虑双旋灌注桩螺压灌混凝土形成的桩身混凝土区域，不包含高压射流旋喷扩径形成的水泥土区域。

4.2.6 双旋灌注桩作为抗拔桩时，宜对桩底部分做旋喷处理，或对整根桩做旋喷处理。

4.3构造要求

4.3.1 对于存在负摩阻力的桩，中性点以上部分为负摩阻力。如对这部分进行旋喷处理，将使负摩阻力值增大。

4.3.2 1 由于双旋灌注桩单桩竖向抗压承载力值较大，为确保桩身质量，故规定其桩身混凝土强度等级不应小于C30；

 2 双旋灌注桩桩周旋喷扩径形成的水泥土区域对桩身有一定的保护作用，因此对其主筋保护层厚度要求较低。

**5 施工**

5.1 一般规定

5.1.1 1 为保证双旋灌注桩正常施工，施工用的供水、供电、道路、排水、临时房屋等临时设施必须在开工前准备完毕。建筑场地应平整、密实，无地下和空中障碍物，地基承载力满足施工机械行走、作业的要求。

 2 基桩轴线的控制点应设置在位置稳定、易于长期保存的位置。当有工作基点时，应定期将其与基准点进行联测。

5.1.2 1 土层对桩基施工的影响较大，为保证施工质量和施工进度，在施工前必须掌握该区域土层的性状和分布情况。

 2 双旋灌注桩属于挤土桩，施工会影响临近的建（构）筑物。所以施工以前必须掌握临近建（构）筑物的状况，以评估施工可能造成的影响，必要时采取相应的保护措施。

5.1.3 试验性施工的目的是验证所选机械的适用性、地质条件的符合性，同时确定合理的施工工艺参数，如旋转速度、钻进速度、旋喷压力等。

试验性施工时应详细记录施工的各类参数值与不同地层、深度的对应关系，并采用开挖、取芯等方法检验成桩质量，以为设计和施工提供详尽的参考资料。

5.1.4 本条规定的目的是在施工前通过对施工机械及其配套设施的试运行和对其工作参数的标定，确定设备能够正常运转且参数满足施工要求。

5.1.6 桩点位标志物应避免因施工而破坏。如在施工中标志物遭到破坏则应重新复测定位。

5.2 成孔与灌浆

5.2.2 1 双旋灌注桩属于挤土桩，施工时应注意施工顺序的合理安排，避免因施工导致先期施工桩基受挤压变型破坏，或者影响临近的建（构）筑物。

 2 当间距较小且地下有软弱土层或松散砂层时，应跳跃施工或控制时间间隔施工，避免旋喷时桩孔见串浆。

5.2.4 钻进过程中如难以钻进，应缓慢进尺。如仍难以钻进，则应考虑更换钻头、提高竖向喷射压力、或者更换大功率钻机。如强行钻进，易导致桩位偏差、桩身倾斜甚至钻杆拧断。

5.2.5~5.2.6 双旋灌注桩应按设计控制成孔深度。但由于勘察孔位与桩基布置并不一一对应，施工时经常遇到实际地质与勘察资料不符的情况。此时应会同相关各方，调整方案。

5.2.7 1 水泥浆液的水灰比越小，旋喷处理的水泥土强度越高。但在实际施工中水灰比太小时喷射困难，故取水灰比为0.5-1.2。

 2 压力异常的几种可能情况为：1）流变不变而压力骤降，可能有泄露，应检查各部位的密封性能；2）压力陡增而流量变小，可能系喷嘴堵塞，应疏通喷嘴；3）压力不稳定，可能是注浆泵内进入空气或硬质颗粒物。

5.2.8 1 若混凝土初凝时间太短，可能在运输或者泵送过程中出现初凝，影响桩身质量。

2 连续级配的粗骨料堆积相对紧密，孔隙率较小，有利于提高混凝土拌合物性能和混凝土力学性能。粗骨料最大粒径规定主要考虑混凝土泵送施工工艺特点。

3 混凝土塌落度太大容易导致混凝土拌合物离析，太小则流动性差，容易造成堵管。

4混凝土泵料斗内的混凝土面高于料斗底面的高度不应小于400mm，此项规定主要目的是保证供料的连续性，避免出现断桩、缩颈或混凝土不密实等质量问题。

5混凝土压灌过程中停机待料或提钻太快容易导致断桩、缩颈或混凝土不密实等质量问题。

6 保持钻具排气孔通畅是为了确保混凝土压灌的顺畅进行。气孔堵塞则气压增大容易造成压灌不连续，影响桩身质量。

5.2.9 先提钻后泵送混凝土容易造成桩端混凝土不密实或产生空洞，从而影响桩端承载力的发挥。

5.2.10 禁止带泥提钻是为了避免泥土高空掉落，影响施工安全。

5.3 钢筋笼制作及植入

5.3.2 钢筋笼运输应保证其平直无扭曲。长度大于6m的钢筋笼吊装时宜采用多点起吊。

5.3.3 植入钢筋笼前应清理孔位周围的打桩弃土和冒浆，以便找准孔位，同时避免钢筋笼带泥进入桩身。

保证钢筋笼的垂直度、中心位置不仅时成桩质量的要求，也是钢筋笼成功植入的关键。如二者之一出现偏差，都有可能造成钢筋笼无法顺利植入。

**6 检验与验收**

施工质量检验应分阶段并贯穿施工的全过程。施工质量检验的实施细则应包括：检验对象、检验项目、检验批次、检验频率、检验方法、检验设备、检验人员、检验时机、质量判别标准、检验记录等。

6.3 施工后检验

6.3.2 现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ106以强制条文规定工程桩应进行承载力和完整性检测。

静载试验是最为直观的确定承载力的方法，故本规程规定采用静载试验进行工程桩的单桩承载力检验。抗拔桩承载力检验前，应估算最大试验荷载是否超过钢筋抗拉强度设计值。

桩身完整性检验首选快速、经济的低应变法。当长径比过大或桩长过长等原因导致低应变法不能全面评价基桩完整性时，应采用钻芯法保证全面准确的判定。