

**T/CECS \*\*\*\*-2024**

中国工程建设标准化协会标准

双静压管桩技术规程

Technical standard for double jacked-in spun concrete pile

中国计划出版社

**中国工程建设标准化协会标准**

双静压管桩技术规程

Technical standard for double jacked-in

spun concrete pile

**T/CECS \*\*\*\*-2024**

主编单位：中国工程建设标准化协会

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2024 年 \* 月 \* 日

中国计划出版社

**前** **言**

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2022年第一批协会标准制订、修订计划>的通知》(建标协字〔2022〕13号)的要求，编制组经理论分析及试验研究，认真总结双静压管桩的工程经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分7章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、材料、勘察和设计、施工、检测和验收等。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会归口管理，由吉林省广建工程设计咨询有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中，如有意见或建议，请将有关资料和建议寄送解释单位(地址：吉林省长春市南关区人民大街12166号，吉商大厦B座1101室，邮编：130022,邮箱：yzr117@qq.com)，以供修订时参考。

**主 编 单 位：**吉林省广建工程设计咨询有限公司

目 次

[1 总则 （1](#_Toc17005)）

[2 术 语 （2](#_Toc16841)）

[3 基本规定 （3](#_Toc30647)）

[4 材料 （4](#_Toc14698)）

[4.1 管桩 （4](#_Toc23521)）

[4.2 桩尖 （4](#_Toc30678)）

[4.3 压桩器 （5](#_Toc12508)）

[5 勘察和设计 （6](#_Toc23115)）

[5.1 勘察 （6](#_Toc12012)）

[5.2 设计 （7](#_Toc4847)）

[6 施工 （9](#_Toc798)）

[6.1 一般规定 （9](#_Toc22551)）

[6.2 施工准备 （9](#_Toc14861)）

[6.3 施工要点 （10](#_Toc15678)）

[7 检测和验收 （12](#_Toc5475)）

[附录 A JD-S专用压桩器示意图 （13](#_Toc20321)）

[附录 B JD-S桩用组合桩尖示意图 （14](#_Toc28697)）

[附录 C JD-S桩连接接头示意图 （15](#_Toc23045)）

[制定说明 （16](#_Toc27552)）

[本文标准用词说明 （17](#_Toc27552)）

[引用标准名录 （17](#_Toc27552)）

附：条文说明 （20）

**Contents**

1 General provisions ………………………………………………………………………….([1)](#bookmark1)

2 Terms ……………………………...………………………………………………………(2)

3 Basic requirements …………………………………………………………………………(3)

4 Material……………………………………………………………………………………...(4)

4.1 Spun concrete pile…………………………………………………………………….(4)

4.2 Pile tip.………………………………………………………………………………...(4)

4.3 Special Pile feeder…………………………………………………………………….(5)

5 Survey and design.…………………………………………………………………(6)

5.1 Survey.……………………………………………………………………………(6)

5.2 Design.……………………………………………………………………………(7)

6 Construction.………………………………………………………………………….(9)

6.1 General requirements ………………………………………………………...(9)

6.2 Preparation for construction ……………………………………………….(9)

6.3 Construction points.…………………………………………………………(10)

7 Inspection and acceptance ………………………………………………………………(12)

Appendix A Schematic diagram of the special pile feeder..…………………………...…(13)

Appendix B Schematic diagram of the combined pile tip..………………………………(14)

Appendix C Schematic diagram of JD-S pile connection joints.………………………..…(15)

Explanation of wording ……………………………………………………………………(17)

List of quoted standards ………………………………………………………………...…(17)

Addition:Explanation of provisions …………………………………………………….…(20)

# 1 总则

**1.0.1** 为了贯彻执行国家的技术经济政策，使双静压管桩的勘察、设计、施工、检测和验收做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于抗震设防烈度8度及以下、采用双静压管桩法施工的管桩基础。

**1.0.3** 双静压管桩的勘察、设计、施工、检测和验收，除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

# 2 术语

**2.0.1** 双静压管桩法 double jacked-in technology

利用专用压桩器在管桩桩顶和桩端同时施压，将管桩压入地基中的一种施工工法。

**2.0.2** 双静压管桩 double jacked-in spun concrete pile

采用双静压管桩法施工的工程桩。简称：JD-S桩。

**2.0.3** 专用压桩器 special pile feeder

JD-S桩施工用的核心装置，简图见附录A，主要由一个较大直径的外管、较小直径的内压杆以及顶部驱动内压杆的液压油缸组成。

**2.0.4** 内压杆 inner slim rod

压桩时置于桩管内，由顶部的专用压桩器液压油缸驱动，将压力传至桩尖的钢杆。

**2.0.5** 组合桩尖 composite pile tips

上段带肋圆柱形、下段倒圆锥形的钢-混凝土组合的桩尖，见附录B。

**2.0.6** 钢桩尖 steel pile tips

为十字形钢桩尖或圆形钢板桩尖。

**2.0.7** 先期压桩力 prior final-pressure

专用压桩器压桩前的抱压压桩力。

**2.0.8** 后期终压力 later final-pressure

专用压桩器完成压桩的终压力。

**2.0.9** 内压力 inner rod pressure

专用压桩器压管桩时，内压杆承受的压力。

**2.0.10** 外压力 top pressure

专用压桩器压管桩时，管桩承受的压力。

# 3 基本规定

**3.0.1** 双静压管桩的桩端持力层应为强风化、中风化岩层或碎石类土、中密及密实砂层等坚硬土层。

**3.0.2** 持力层埋深从承台底面算起不宜大于26m。

**3.0.3** 双静压管桩适用的单桩竖向抗压承载力特征值Ra为1500kN～2000kN。

**3.0.4** 双静压管桩的施工场地土应具有满足桩机正常运行所要求的承载力。

**3.0.5** 双静压管桩的设计、施工、检测和验收，应符合现行行业标准《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406的有关规定。

# 4 材料

## 4.1 管桩

**4.1.1** JD-S桩使用的管桩应符合现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB 13476的有关规定，采用外径400mm壁厚95mm的PHC桩。

**4.1.2** 管桩内壁浮浆厚度应小于10mm。

**4.1.3** JD-S桩使用的管桩型号为AB型及以上桩型，桩身混凝土强度等级不低于C80。

**4.1.4** JD-S桩可接桩加长，接桩后桩长可达26m。需要接桩时，首节桩采用实心预应力高强混凝土圆桩或采用强度等级不低于C50的混凝土对PHC桩灌芯处理，形成实心桩。

## 4.2 桩尖

**4.2.1** JD-S桩应设桩尖。

**4.2.2** JD-S桩可采用组合桩尖或钢桩尖。

**4.2.3** 组合桩尖的钢筒应为钢板卷压成圆柱状， 接缝处应焊接并整圆。钢筒材质可采用Q235、混凝土强度等级不低于C45。

**4.2.4** 钢桩尖可采用十字形钢桩尖或圆形钢板桩尖。十字形钢桩尖见国家建筑标准设计图集《预应力混凝土管桩》10G409；圆形钢板桩尖厚度不宜大于30mm、不应小于20mm，直径宜取380mm，不宜大于400mm、不应小于350mm。钢桩尖材质可采用Q235。

## 4.3 压桩器

**4.3.1** 压桩器应能承受不低于5000kN的抱压沉桩力，顶部油缸的活塞直径应与桩机压桩油缸的活塞直径匹配，使顶部油缸活塞传递给内压杆的压桩力符合预期。

**4.3.2** 与压桩器相连的内压杆可采用壁厚不小于40mm的空心钢管或实心钢杆，直径宜比管桩内壁理论直径小20mm~30mm，钢材强度等级不低于Q390。

# 5 勘察和设计

## 5.1 勘察

**5.1.1** 勘探孔深度应符合下列规定：

**1** 以中风化岩层为桩端持力层时，勘探孔深度进入中风化岩层的深度不宜小于2m；

**2** 以强风化岩层、碎石土层或中密、密实砂层为桩端持力层时，勘探孔深度宜达到其下面更坚硬的土层顶面；当风化岩层、碎石层或中密、密实砂层厚度很大时，勘探孔进入预计桩端持力层的深度不应小于3m。

**5.1.2** 标准贯入试验应符合下列要求：

**1** 以下土层或岩层均应进行标准贯入试验：中密~密实砂层、硬塑~坚硬粘土层、残积土、全风化岩、强风化岩等；

**2** 各类土层标准贯入试验点的竖向间隔不应大于2m；拟作为桩端持力层的岩层，间隔不应大于1m；

**3** 拟作为桩端持力层的岩层，当修正后的标贯锤击数已达70击而贯入深度不足100mm时，可终止标准贯入试验。

**5.1.3** 按修正后的标准贯入锤击数*N*判断风化岩的风化程度可参考下式：

全风化岩：30≤*N*＜50；

强风化岩：50≤*N*＜100；

中风化岩：*N*≥100。

**5.1.4** 当估算桩端持力层为中风化岩、碎石土、密实中粗砂层等类似的坚硬土层的单桩竖向抗压承载力时，桩的极限端阻力标准值可取30MPa~35MPa；桩侧为中风化岩时的极限侧阻力标准值可取200kPa~250kPa。

**5.1.5** JD-S桩的勘察除应符合本节规定外，尚应符合现行国家标准《工程勘察通用规范》GB 55017、《岩土工程勘察规范》GB 50021的有关规定。

## 5.2 设计

**5.2.1** JD-S桩的设计，应根据岩土工程勘察资料、基础设计等级，综合考虑结构类型、施工条件、工程造价及使用要求等因素，做到因地制宜、方案优化。

**5.2.2** 桩的竖向抗压极限承载力标准值应根据试桩确定。单桩竖向抗压极限承载力标准值不宜超过3600kN、不应超过4000kN。

**5.2.3** 先期压桩力不宜超过3000kN；后期终压力不宜超过4500kN。其中，内压力不宜超过1500kN，外压力不宜超过3000kN。以上压力数据应在设计文件中说明。

**5.2.4** JD-S桩最小中心距离宜满足现行行业标准《桩基技术规范》JGJ 94中关于挤土桩的要求。对单排桩等桩数较少的情况，最小中心距可适当减小，但不宜小于3倍桩径*D*。桩中心距小于3.5*D*时，宜进行现场试桩以评估挤土效应的影响，或采取引孔、跳打等减小挤土影响的措施。采取跳打措施时，相邻桩的施工间隔不宜少于三天、不应少于两天。

**5.2.5** JD-S桩的成桩工艺系数*ψC*可取0.80。

**5.2.6** 有效桩长超过14m时可接桩，接桩应符合下列要求：

**1** 首节桩采用实心桩或芯孔内填强度等级不低于C50混凝土的PHC桩；

**2**  接桩应采取避免上下节桩应力集中的措施，且应保证桩身的连续性；

**3** 总桩长不宜超过26m。

**5.2.7** JD-S桩的设计除应符合本节规定外，尚应符合现行国家标准《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003、《建筑地基基础设计规范》GB 50007及行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94的有关规定。

# 6 施工

## 6.1 一般规定

**6.1.1** JD-S桩施工前应具备下列文件和资料：

**1** 建筑场地的工程地质及必要的水文地质资料；

**2** 桩基础的施工图纸及会审纪要；

**3** 施工组织设计或施工方案；

**4**  桩机及其配套设备的技术性能资料；

**5**  桩机的质量检验合格证；

**6**  压桩器的技术性能等资料。

**6.1.2** JD-S 桩施工可能影响附近管线、建(构)筑物的正常使用和安全时，应采取有效措施减少或消除影响。必要时，应对这些管线、建(构)筑物进行监测。

**6.1.3** 经试桩确定承载力、施工工艺参数后，方可施工JD-S桩。

**6.1.4** JD-S桩的施工除应符合本章规定外，尚应符合现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406、《静压桩施工技术规程》 JGJ/T 394及《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81的有关规定。

## 6.2 施工准备

**6.2.1** 根据地质勘察报告及设计要求，合理选择桩机型号及数量、压桩器长度及油缸直径、内压杆长度；采用施工JD-S桩的静压桩机时，应合理配置配重。

**6.2.2** 施工JD-S桩的抱压式静压桩机宜设桩架。

**6.2.3** 压桩器垂直度允许偏差不应超过0.5%，压桩器上应设置控制深度的标尺。内压杆可采用外径为180mm、壁厚不小于40mm、材质为Q390的厚壁无缝钢管。

**6.2.4** 应提前准备好桩尖。当采用钢桩尖时，压桩前应将管桩与钢桩尖焊好。

**6.2.5** 应预先确定桩机进场路线，进场组装后应先试运转。

**6.2.6** 应查清施工场地及周边区域内的地下与地上管线、地下建(构)筑物及障碍物，清除场地内影响施工的高空、地面及地下障碍物。

**6.2.7** 施工场地地面应平整、排水通畅，坡度不宜大于1%；场地土的承压能力应满足桩机正常运行的要求。

**6.2.8** 在不受施工影响的地方设置坐标、高程控制点及轴线定位点。

**6.2.9** 编制施工组织设计或施工方案，会审施工图纸。

**6.2.10** 供电、临设房屋等应满足施工要求。

**6.2.12** 施工前应向施工操作人员做好安全技术交底。

## 6.3 施工要点

**6.3.1** 桩机就位后须稳固、调平，确保施工过程中不发生倾斜和偏移，应作好深度观测、内压力、外压力等施工记录。

**6.3.2** 组合桩尖放在桩点上的偏差不宜大于50mm，不应大于100mm。

**6.3.3** 用压桩器压桩时，管桩顶面应放置衬垫。

**6.3.4** 应控制管桩的垂直度和压桩器与管桩顶面接触的接触度，肉眼看到的接触度应为全接触。

**6.3.5** 送桩前，管桩露出地面的高度不宜超过3m，不应超过4.0m。

**6.3.6** 用压桩器送桩前，应控制对管桩的夹持力和压桩力，先期压桩力不宜超过3000kN；用压桩器送桩后，后期终压力不宜超过4500kN。其中，内压力不宜超过1500kN，外压力不宜超过3000kN。

**6.3.7** 管桩顶面入土后到静压结束前，不得上提压桩器。

**6.3.8** 压桩应以终压力控制为主，标高控制为辅；后期终压力不得低于设计要求。达到后期终压力后应复压，复压次数不宜少于三次。

**6.3.9** 中心距小于3.5*D*(*D*为管桩外径)的桩宜采取跳打或引孔等措施减小挤土效应的影响，采取跳打措施时，跳打的时间间隔不宜少于三天、不应少于两天。

**6.3.10** 应监控施工完的JD-S桩的上浮量，如有明显上浮，应采取复压等措施。

**6.3.11** 压桩顺序宜符合下列规定：

**1** 对于密集桩群，自中间向两个方向或四周对称施工；

**2** 当一侧毗邻建筑物时，由毗邻建筑处向远离建筑方向施工；

**3** 根据基础的设计标高，宜先深后浅；

**4** 持力层深度变化较大时，宜先施工长桩后施工短桩；

**5**  宜先施工场地局部有硬夹层的区域；

**6.3.12** 施工大面积密集桩群时，应加强对邻近建筑物、地下管线的监测。如果发现异常情况，应找出原因并根据需要采取相应措施后再继续压桩。

**6.3.13** 当地表层遇有大块石头、混凝土块等回填物时，应先清除大块坚硬回填物再施工。

**6.3.14** 接桩应确保首节桩桩端平整，上节桩桩身竖直时，下部端板与首节桩端板尽量平行，必要时可旋转上节桩桩身重新就位。

7 检测和验收

**7.0.1** JD-S桩桩身完整性检验可采用低应变动测法。

**7.0.2** 静载试验时，未截桩的桩顶面上应放置衬垫，截桩的桩头应做加固处理。

**7.0.3** 加载装置的传力柱所用钢管直径宜为325mm或377mm，壁厚不小于20mm，传力柱及其钢端板或钢垫板等均应有足够的强度、刚度及制作精度，钢端板或钢垫板宜与管桩同直径、厚度不小于20mm。

**7.0.4** 不应采用工程桩作静载试验时的锚桩。

**7.0.5** JD-S桩的检测和验收除应符合本章规定外，尚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》GB 50202及行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106的有关规定。

# 附录A JD-S 专用压桩器示意图



图A.0.1 JD-S专用压桩器示意图

1 连接桩机油路；2 油缸；3 活塞；4 外套管；5 内压杆；6 管桩；7 桩尖

# 附录 B JD-S桩用组合桩尖示意图



1. 组合桩尖 (b)薄壁钢筒

图B.0.1 JD-S桩用组合桩尖示意图

1 薄壁钢筒；2 混凝土

# 附录 C 推荐的JD-S桩接桩构造示意图

![MDG]S@@[3AMG`7HWPCNWJ4I]()

图C.0.1 接桩构造示意图

1 上节管桩；2 上节桩端板；3 焊缝；4 空心钢管；5 干硬性砂浆；6 首节桩端板；7 首节桩

# 本标准用词说明

**1** 为便于在执行本标准条文时区别对待，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：

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，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

**4)**表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

**2** 条文中指明应按其它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

本导则引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本导则；不注日期的，其最新版适用于本导则。

《建筑地基基础设计规范》GB 50007

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《岩土工程勘察规范》GB 50021

《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202

《建筑与市政地基基础通用规范》GB 55003

《工程勘察通用规范》GB 55017

《先张法预应力混凝土管桩》GB 13476

《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81

《建筑桩基技术规范》JGJ 94

《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106

《静压桩施工技术规程》JGJ/T 394

《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406

**中国工程建设标准化协会标准**

**双静压管桩技术标准**

**T/CECS \*\*\*\*-2024**

**条文说明**

**制定说明**

《双静压管桩技术标准》制定过程中，编制组进行了双静压管桩的勘察、设计、施工、检测和验收的调查研究，总结了我国双静压管桩的实践经验，同时参考了国内外先进技术法规、技术标准，通过大量工程实践取得了双静压管桩的勘察、设计、施工、检测和验收技术参数。

随着城市地下空间的不断发展，工程建设环境愈加复杂，且全国各地地质差异较大，对双静压管桩的勘察、设计、施工和检测技术提出了更高的要求。本标准适用于抗震设防烈度8度及以下、采用双静压管桩法施工的管桩基础。

为便于广大技术和管理人员在使用《双静压管桩技术标准》时能正确理解和执行条款规定，《双静压管桩技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了《双静压管桩技术标准》的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

[1 总则 （21](#_Toc28430)）

[3 基本规定 （22](#_Toc9976)）

[4 材料 （23](#_Toc22508)）

[4.1 管桩 （23](#_Toc15467)）

[4.2 桩尖 (24](#_Toc25739)）

[5 勘察和设计 (25](#_Toc30784))

[5.2 设计 (25](#_Toc12821))

[6 施工 (2](#_Toc6703)9)

[6.1 一般规定 (2](#_Toc965)9)

[6.2 施工准备 (2](#_Toc31043)9)

[6.3 施工 (28](#_Toc31288))

[7 检测和验收 (29](#_Toc10875))

**Contents**

1 General provisions ……………………………………………………… ([23)](#bookmark1)

3 Basic requirements ………………………………………………………(24)

4 Material ……………………………………………………………………………(25)

4.1 Pipe piles …………………………………………………………………(25)

4.2 Pile tip ……………………………………………………………………(26)

5 Survey and design ……………………………………………………………(27)

5.2 Design………………………………………………………………………………(27)

6 Construction ……………………………………………………………………(29)

6.1 General requirements ……………………………………………(29)

6.2 Preparation for construction ………………………………(29)

6.3 Construction points ………………………………………………(30)

7 Inspection and acceptance ……………………………………………(31)

# 1 总则

**1.0.1** JD-S桩是现有静压管桩施工方法的拓展和技术的提升。与现有静压管桩施工方法和技术相比，一方面，JD-S桩的后期终压力值更大、穿透力更强、桩端阻力与桩的承载力更高；另一方面，虽然后期终压力值大了，但压桩过程中施加到管桩上的压力和夹持力却小了，这样，桩身损伤更小、桩身质量更好。该技术符合国家节能减排、节材环保等产业政策。为推广应用该技术，保证工程安全和质量，制定本标准。

**1.0.2** 双静压管桩采用特制的压桩器及内压杆，在抱压压桩器顶压管桩的同时，将部分沉桩压力通过置于空心的内压杆传递给桩尖，以达到在不提高桩身压力、不降低桩身质量的前提下，大幅度提高沉桩终压力及单桩承载力的效果。设防烈度8度以上时，对桩基础的水平抗剪承载力要求较高。双静压管桩减少了桩数，使得高烈度 区桩基础的水平抗剪问题更为突出，故不宜在高烈度区采用。

# 3 基本规定

**3.0.1** 双静压管桩属端承型桩，以坚硬土层作持力层能较好地发挥双静压管桩的优势。

**3.0.2** 目前双静压管桩技术的试验研究只针对外径400mm壁厚95mm的PHC管桩，尚未涉及其它规格的空心桩。从技术的可行性来看，其它规格的空心桩同样适用。因定制的400mm直径管桩单节最大长度14m，而首节桩对桩身承载力要求较高，需采用实心桩或对PHC桩采用高强混凝土灌芯处理，单节长度不宜超过12m；另外，接桩次数较多时，接头很难保证高压力下桩身传力的可靠性，目前编制组完成了单次接桩的试验和工程实践，效果较好，故做此规定。

**3.0.3** 普通的PHC 400AB95管桩竖向抗压承载力特征值一般为1000kN~1300kN，双静压管桩技术可提高竖向抗压承载力，但受限于桩身承载力，其竖向抗压承载力特征值最高不超过2000kN。而低于1500kN时，竖向抗压承载力提高幅度有限，双静压管桩技术的经济性并不明显，故除需要较高终压力以解决硬夹层穿透等情况外，推荐双静压管桩的单桩竖向抗压承载力特征值不低于1500kN。

**3.0.4** 双静压管桩采用静压桩机配合专用压桩器施工，因后期终压力较高，桩机配重要求也较高，为防止陷机等问题，故要求施工场地有必要的承载力，以满足5000kN以上静压桩机的承载要求。

# 4 材料

## 4.1 管桩

**4.1.1** 由于外径小于400mm的PHC管桩内径过小，只能采用较细的内压杆。小直径内压杆承压能力过低，不能显著减小桩顶压力，且外径小于400mm 的管桩桩身承载力较低，失去了采用JD-S桩的意义。对于外径大于400mm的PHC管桩，要提高其承载力往往需要较大的后期终压力，对桩工机械的配重要求高，对桩基施工的场地要求也高，应用JD-S桩时应慎重。目前JD-S桩只做了外径400mm、壁厚95mm的PHC管桩的试验研究及工程实践，尚未做其它规格的管桩的研究。

**4.1.2** 管桩加工制作时，应严格控制内壁浮浆厚度，浮浆厚度大于10mm将不能保证内压杆顺畅穿入管桩。

**4.1.4**  由于PHC管桩因预应力筋的张拉等原因，会对管桩端板的水平度会造成一定程度的影响，导致管桩端板与桩身轴线不完全垂直。在普通管桩上下节桩连接时，因管桩压桩力不大，桩端板不平行导致的应力集中并不会产生严重后果；双静压管桩因后期终压力大，应采取措施避免桩端板不平行导致的应力集中，同时应保证接头处的桩身连续性。

**1** 推荐的接桩方法是采用干硬性砂浆形成褥垫以减轻上、下两节管桩端板不平行的应力集中，使上节桩传来的力均匀传递到下节桩；同时在端板外周内弧处焊接细直径钢管，以保证桩身的连续完整性，协调周边焊缝和内部干硬性砂浆之间由于竖向抗压刚度不同而导致的应力集中；

**2** 细直径钢管的直径可取10mm，壁厚2mm~3mm。连接钢管与管桩的端板之间采用二氧化碳气体保护焊连接，焊缝尺寸为3mm。

**3** 干硬性水泥砂浆的配合比采用水泥：砂子：水=1:1:0.27；当加水量较大时，干硬性砂浆在受到荷载作用时易于流动，无法承担由上节管桩传来的荷载，导致荷载直接由细直径钢管承担，在未达到预期荷载之前连接接头将随着细直径钢管被压扁周边产生应力集中而破坏；当加水量过低时，砂浆太干导致其流动性差，无法垫平管桩端板以均匀传递荷载。

## 4.2 桩尖

**4.2.1** JD-S桩需通过内压杆将部分压力传至桩端，设置桩尖的目的在于先期静压沉桩时阻止泥沙进入桩管，后期静压时内压杆传递压力至桩尖，在不提高桩身压力的前提下提高后期终压力。

**4.2.2** 组合桩尖采用混凝土外包钢筒的圆柱形，采用钢板外包可防止桩尖错位，且在桩尖承受竖向压力时，外包钢筒对桩尖混凝土形成围压，使桩尖混凝土处于三向受压状态，加强桩尖。

**4.2.3** 十字形钢桩尖能提高桩端穿透能力，且能承担内压杆压力，符合JD-S桩对桩尖的要求。限定圆形钢板桩尖厚度的目的在于提 高其刚度与承载力，避免桩尖在高压力作用下变形、损坏； 为避免内压杆受压后导致桩身受拉，故限定圆形钢板桩尖的直径不宜太小。

# 5 勘察和设计

## 5.2 设计

**5.2.2** 目前JD-S桩的试验研究成果，单桩极限承载力标准值达到或超过4000kN，综合考虑桩身强度、后期终压力，为安全起见作此规定。

**5.2.3** JD-S桩的研究工作，目前只做到了本条规定的终压力、内压力和外压力。限制先期压桩力的目的是减少抱压沉桩对管桩的损伤；限制内压杆压力以保护内压杆不至于产生永久侧弯，同时保证桩管对内压杆稳定承载力的有效支撑。超过本条规定的终压力、内压力和外压力的，需经专门的试验验证后方可应用于实际工程。试验结果表明，后期终压力达到4500kN且复压次数不少于三次时，单桩竖向抗压极限承载力标准值可超过4000kN。

**5.2.4** JD-S桩现场试验表明，单排布桩在少量桩距仅2.5*D*的情况下，桩端进入强风化泥岩等坚硬持 力层，且桩长不超过14m时，挤土效应并不明显，对JD-S桩的竖向抗压承载力基本无影响。建议JD-S桩的最小中心距可采用表5.2.5的规定，当桩长超过14m时仍应慎重。

表5.2.5 JD-S桩的最小中心距表(D为管桩外径)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 桩基情况 | 最小中心距 |
| 1 | 2桩承台 | 3.0***D*** |
| 2 | 3桩承台或多于2桩的单排桩条形承台 | 3.0***D*** |
| 3 | 4-6桩承台或两排桩条形承台 | 3.5***D*** |
| 4 | 7-9桩承台 | 4.0***D*** |
| 5 | 多于9桩承台或大面积群桩 | 4.5***D*** |

**5.2.5** JD-S桩施工过程中，由于送桩前控制了先期压桩力，减小对管桩的夹持力和压桩力，后期终压力主要为顶压，且不超过先期压桩力，因此，JD-S桩沉桩工艺对桩身损伤较小，成桩工艺系数较高，依据试验研究成果并参照《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《预应力混凝土管桩技术标准》 JGJ/T 406，确定了JD-S桩的成桩工艺系数。

# 6 施工

## 6.1 一般规定

**6.1.1** JD-S桩的施工工序主要包括：（1）静压桩机就位；（2）采用钢桩尖时，先把钢桩尖焊在管桩下端板下，然后管桩就位；采用组合桩尖时，先把组合桩尖放在桩点上，然后管桩与组合桩尖对位并压到组合桩尖上；（3）按常规方法静压管桩，达到先期压桩力后再用专用压桩器静压管桩，达到后期终压力并复压后结束。此处的“双”字，体现了两方面含义：（1）从施工顺序看，静压分先期、后期；（2）从压力施加部位看，后期终压力的部分压力从顶部施加给了管桩，部分压力通过内压杆施加在桩尖上。

**6.1.2** JD-S桩为挤土桩，在工程桩数量较多、间距较小、场地土透水性较低等易产生挤土效应的情况下，需注意挤土的负面影响。

## 6.2 施工准备

**6.2.2** 在连续施工JD-S桩时，施工工艺要求反复就位、移开专用压桩器，因压桩器长度大，装卸工序较复杂，增加了沉桩所需的劳动强 度和时间。静压桩机设桩架可将压桩器悬挂在桩架上，避免了压桩器、内压杆的反复装卸，利于提高JD-S桩的施工效率。

**6.2.3** 外径400mm的PHC管桩，理论壁厚95mm，空心理论直径210mm，考虑到管桩内壁不可避免的要有浮浆，如果内压杆外径大于180mm的话，内压杆可能无法顺利穿入管桩空心内，故对内压杆外径提出不宜大于180mm的要求。内压杆壁厚不宜小于40mm，以提高其耐反复静压的稳定承载力。

## 6.3 施工

**6.3.3** 用压桩器压桩时，因管桩顶面不能完全水平，在管桩顶面应放置衬垫可减小因不均匀受压可能造成的桩头局部损坏或爆桩。

**6.3.5** 先期抱压沉桩宜控制管桩顶面露出地面的高度，如高度超过3m，压桩器夹持高度将减小；如果管桩顶面露出地面的高度超过4.0m，压桩器将无法由抱压式桩机夹持，导致压桩器可能用不上，JD-S桩的沉桩工艺无法继续。

**6.3.6** 送桩前控制对管桩的夹持力和压桩力，以避免或减轻对管桩的损伤，保证管桩质量，提高成桩工艺系数和桩身承载力。JD-S桩的研究工作，目前只做到了本条规定的终压力、内压力和外压力。超过本条规定的终压力、内压力和外压力的，需经专门的试验验证后方可应用于实际工程。

**6.3.7** 如果送桩过程中上提压桩器，将导致管桩顶面不均匀落土，再用压桩器压桩时，因管桩桩头不均匀受压，极有可能导致管桩桩头提前压碎，无法达到预期的后期终压力，将降低JD-S桩的承载力。

**6.3.14**  接桩时上下端板是否平行将严重影响接头传力，平行时端板间隙一致，易于实现均匀传力，故要求双静压管桩接桩时校核桩端板的平行度，通过观察上下节桩竖直状态下，端板周边的间隙来判断。必要时提起上节桩旋转角度重新就位。

# 7 检测和验收

**7.0.2** 静载试验时，JD-S桩的破坏一般为桩身压坏，以桩头破坏为主。为避免桩头处理不当导致试验结果失真，作此规定。

**7.0.3** 静载试验时，为避免传立柱钢管直径过小、钢端板或钢垫板厚度不足等原因导致钢端板或垫板变形，桩头受压不均导致桩头破坏，使试验结果失真，作此规定。钢端板或钢垫板直径如果大于管桩直径，传立柱及其钢端板或钢垫板与管桩难以几何对中。