

ICS:91.100.30

CCS:P22

T/YCST

河南省建设科技协会团体标准

T/YCST 024-2024

预应力混凝土预制桩齿牙式机械连接 技术规程

Technical specification for toothed mechanical connection
of prestressed concrete precast piles

2024-09-30 发布

2024-10-30 实施

河南省建设科技协会 发布

河南省建设科技协会团体标准

预应力混凝土预制桩齿牙式机械连接技术规程

Technical specification for toothed mechanical connection
of prestressed concrete precast piles

T/YCST024-2024

主编单位：郑州大学

湖北捷固筑工科技有限公司

河南省京武高速公路有限公司

批准单位：河南省建设科技协会

施行日期：2024 年 09 月 30 日

河南省建设科技协会文件

豫建科协〔2024〕40号

河南省建设科技协会

关于发布团体标准《预应力混凝土预制桩齿牙式机械连接技术规程》的公告

现批准由郑州大学、湖北捷固筑工科技有限公司、河南省京武高速公路有限公司主编的《预应力混凝土预制桩齿牙式机械连接技术规程》为河南省建设科技协会团体标准，在国家标准化信息平台予以公开，标准编号为：T/YCST024-2024，自2024年9月30日起在我省施行。

现予公告。

河南省建设科技协会

2024年9月30日

前 言

根据河南省建设科技协会《关于决定下达 2024 年第一批团体标准制定计划的通知》(豫建科协[2024]13 号)的要求,编制组在广泛调查研究,认真总结工程实践经验,并在广泛征求意见的基础上制定本规程。

本规程主要技术内容包括:总则、术语和符号、基本规定、设计、施工、检验等。

本规程的发布机构提请注意,本规程可能涉及第 3.0.3 条和附录 A 与[一种具有齿牙的机械接头及预制混凝土桩](专利号:ZL 202222134877.2)、[一种机械接头及预制混凝土桩](专利号:ZL 202320289608.5),附录 D 与[钢筋连接调整螺母、组件及预制桩和基础承台连接结构](专利号:ZL 202122548127.5)相关专利的使用。

本规程的发布机构对于上述专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

以上专利的持有人已向本规程的发布机构承诺,专利权人愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下,就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本规程的发布机构备案。

请注意除上述专利外,本规程的内容仍可能直接或间接涉及其他专利,本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由河南省建设科技协会负责管理,由郑州大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,请寄郑州大学综合设计研究院有限公司(地址:郑州市文化路 97 号郑州大学综合设计研究院,邮政编码:450002;电子邮箱:zzdx709@163.com)。

本规程主编单位:郑州大学

湖北捷固筑工科技有限公司

河南省京武高速公路有限公司

本规程参编单位:郑州大学综合设计研究院有限公司

黄淮学院

辽宁恒锦建材有限公司

辽宁地矿中浙桩业有限公司

福清市大业管桩有限公司

黄河科技学院

郑州城建集团投资有限公司

湖北鹏程规划建筑设计有限公司

河南省城乡规划设计研究总院股份有限公司

河北全通建材有限公司

中铁十五局集团有限公司
天津市金鹏管桩制造有限公司
江苏大力神新型建材有限公司
曲靖易尔泰建材有限公司
河南邦华建筑基础工程有限公司
河南创越建设工程有限公司
河南双建科技发展股份有限公司
河南雅全建设工程有限公司

主要起草人：周同和 赵梦尧 高 伟 靳九贵 戚佳飞
黎广前 马春锋 梁峰铭 王会龙 周德红
李 晴 李 华 王丰收 石 磊 魏 兴
郑华民 杜清岭 陈东杰 陈大治 吴官正
赵四维 苏万洲 冯顺利 杨春院 张 浩
孔 进 刘 欣 谭 武 段玉明 朱 翔
王世博 王柏鑫 杨 凯 仇元淼 杨俊杰
郑亚龙

主要审查人：解 伟 李建民 谢继义 蔡黎明 白召军
吴纪东 许录明

目 次

1 总 则.....	1
2 术语和符号.....	2
2.1 术语.....	2
2.2 符号.....	2
3 基本规定.....	4
4 设 计.....	5
5 施 工.....	7
6 检 验.....	9
6.1 进场检验.....	9
6.2 施工质量检验.....	9
附录 A 齿牙式机械连接构造.....	10
附录 B 部件加工与检验.....	14
附录 C 连接接头最小受拉受弯承载力设计值.....	16
附录 D 桩与承台锚固钢筋转换连接.....	21
用词说明.....	23
引用标准名录.....	24
附：条文说明.....	25

Contents

1	General provisions.....	1
2	Terms and symbols.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	2
3	Basic requirements.....	4
4	Design.....	5
5	Construction.....	7
6	Quality inspection.....	9
6.1	Admission inspection.....	9
6.2	Construction quality inspection.....	9
Appendix A	Structure of toothed mechanical connection.....	10
Appendix B	Requirement for components processing.....	14
Appendix C	Design value of minimum tensile and flexural capacity of joint.....	16
Appendix D	Conversion joint of anchor steel bar between pile and cap.....	21
	Explanation of wording.....	23
	List of quoted standards.....	24
	Addition: Explanation of provisions.....	25

1 总 则

1.0.1 为规程预应力混凝土预制桩齿牙式机械连接的技术要求，做到安全适用、保证质量、技术先进、经济合理、保护环境，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于预应力混凝土预制桩之间、预制桩与承台基础采用齿牙式机械连接的设计、施工和检验。

1.0.3 预应力混凝土预制桩齿牙式机械连接技术除应符合本规程规定外，尚应符合国家现行有关标准和河南省建设科技协会现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 齿牙式机械连接 toothed mechanical connection

利用预应力混凝土预制桩端板上张拉螺栓孔螺纹拧固，通过定位插杆和限位卡套定位插接，由限位卡套回抱定位插杆齿牙锥面，弹簧环抱限位卡套外圈的预制桩连接技术。

2.1.2 端板 end plate

预应力混凝土预制桩两端用于生产中预应力筋张拉锚固和施工中桩连接的钢板。

2.1.3 上节桩端板预埋牙 pre-embedded teeth in the end plate of the upper pile segment

预留在上节桩端板张拉螺栓孔和混凝土内，用于插入下节桩端板预留孔内的螺纹牙。

2.1.4 下节桩端板预留孔 pre-embedded hole in end plate of the lower pile segment

预留于下节桩端板张拉螺栓孔下的限位卡套组件容纳腔。

2.1.5 定位插杆 positioning insert rod

与上节桩下端端板上张拉螺栓孔螺纹拧固，且能通过齿牙定位夹持的部件。

2.1.6 限位卡套组件 module of limit sleeve

与下节桩上端端板张拉螺栓孔螺纹拧固，置于下节桩端板预埋孔内，且能通过齿牙定位、水平固定的部件，包括限位卡套、挡片、弹簧。

2.2 符号

2.2.1 抗力和材料性能

f_v ——齿牙式接头抗剪强度设计值；

M ——齿牙式接头受弯承载力设计值；

N ——齿牙式接头受拉承载力设计值；

N_o ——单组齿牙式接头受拉承载力设计值；

N_{ou} ——单组齿牙式接头受拉承载力极限值；

V ——齿牙式接头受剪承载力设计值。

2.2.2 几何参数

B ——方桩边长；

B_o ——方桩端板边长；

D ——管桩外径；

D_o ——管桩端板外径；

D_p ——端板锚固孔分布圆直径；

d ——空心方桩或管桩内径；

t ——管桩壁厚；

t_s ——端板厚度。

2.2.3 其他

n ——齿牙式接头数量。

3 基本规定

3.0.1 齿牙式机械连接适用抗震设防烈度为 8 度及以下地区的预应力混凝土预制桩基础工程，符合下列条件之一时，预制桩之间的连接宜采用齿牙式机械连接：

- 1 中、强腐蚀环境下的预应力混凝土预制桩基础；
- 2 群桩施工挤土效应明显；
- 3 施工环境温度低于 0°C，或采用焊接连接不能保证连接质量。

3.0.2 预制桩齿牙式机械连接可用于两端设置端板和螺栓孔的预制混凝土管桩、矩形空心桩和实心桩的连接，也可用于混凝土预制桩与基础连接的锚固钢筋接头转换，以及预应力锚杆和预应力混凝土灌注桩张拉钢筋与基础的连接。

3.0.3 齿牙式机械连接部件应包括上节桩端板预埋牙、下节桩端板预埋孔，以及预应力混凝土预制桩和定位插杆、限位卡套组件。

3.0.4 齿牙式机械连接构造应符合本规程附录 A 的规定，齿牙式机械连接部件材料、加工、制作、质量检验，应符合本规程附录 B 的规定。

3.0.5 预应力混凝土预制桩齿牙式机械连接接头的轴心受拉、受压、受弯、抗剪承载力不应小于连接桩中的较小值。轴心受拉、受弯承载力设计值，不应小于本规程附录 C 的规定值。单组齿牙式接头轴心受拉承载力值 (N_0) 不应小于 115kN，轴心受拉承载力极限值 (N_{ou}) 不应小于 160kN。

3.0.6 采用齿牙式机械连接技术的预应力混凝土预制桩，配桩数量不宜超过 4 节。

3.0.7 预制桩采用焊接作为辅助连接时，连接节点的设计除应符合本规程设计构造的规定外，尚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。

3.0.8 预应力混凝土预制桩齿牙式机械连接接头的部件生产、施工应进行质量检验。

4 设 计

4.0.1 预应力混凝土预制桩基础工程的设计，应综合桩基础受力特征、地质条件与使用条件，通过技术经济比较，选用合适的连接方式及辅助连接措施。

4.0.2 预制混凝土管桩齿牙式连接技术用于预应力混凝土预制桩与基础锚固钢筋转换连接时，应符合本规程附录 D 的规定。

4.0.3 预制混凝土管桩、矩形空心方桩和实心方桩，采用齿牙式机械连接接头时，上节桩端板预埋牙和下节桩端板预埋孔数量应与张拉螺栓孔数量一致，每根桩的接头数量不宜大于 3 个。

4.0.4 预应力混凝土预制桩齿牙式机械连接设计应根据需要，进行接头的轴心受拉及抗剪承载力等的验算。有抗弯要求时，齿牙式机械连接接头应满布。

4.0.5 齿牙式接头的受拉承载力可按下式进行验算：

$$N \leq n N_0 \quad (4.0.5)$$

式中： N ——齿牙式接头受拉承载力设计值（kN）；

n ——齿牙式接头数量；

N_0 ——单组齿牙式接头受拉承载力设计值（kN）。

4.0.6 齿牙式接头的受剪承载力应按下式进行验算：

$$V \leq 0.7n \frac{\pi}{4} d_0^2 f_v \quad (4.0.6)$$

式中： V ——齿牙式接头受剪承载力设计值（N）；

n ——齿牙式接头数量；

d_0 ——定位插杆公称外径（mm）；

f_v ——定位插杆抗剪强度设计值（N/mm²）。

4.0.7 预应力混凝土预制桩齿牙式机械连接接头处应采用环氧树脂粘结胶填充，强腐蚀环境下尚宜采用加焊端板的连接形式。环氧树脂粘结胶的产品性能应符合下列规定：

1 机械性能：粘接胶固化 7d 后的胶体抗压强度不应小于桩身混凝土设计强度，试验方法应符合现行行业标准《环氧树脂砂浆技术规程》DL/T5193 的规定；

2 施工性能：粘结胶 2mm 薄层厚度初固化时间 23℃ 不应大于 6 小时。当施工温度低于 5℃时，宜采取加热措施对环氧树脂、固化剂进行加热，加热温度宜为 25℃~30℃。

3 粘接接性：与混凝土的正拉粘结强度不应小于 2.5MPa，试验方法应符合现行国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB50728 的规定。

4 长期使用性能：应按设计使用年限不应低于 50 年的要求，通过湿热老化能力的检验和耐长期应力能力的检验，试验方法按《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB50728 的有关规定进行。

5 施 工

5.0.1 施工单位应根据设计桩型、土层条件、承载力设计要求等，结合齿牙式机械连接技术的特点制定合理的施工方案。配桩方案应满足桩节最大限值的要求，同一项工程宜选用相同类型的齿牙式机械连接技术。

5.0.2 各桩节端板宜采用同一规格、同一型号的产品，齿牙式机械连接限位卡套组件应置于下节桩端板。当上下节桩端板规格、型号不一致时，应通过验算后确定适用性。

5.0.3 预埋牙、预留孔的保护与清理应符合下列规定：

- 1 预埋牙、预留孔均应设置防尘扣；
- 2 接桩施工前，应用钢丝刷清理上、下节桩对接端板端面的油污、灰尘、锈迹。

5.0.4 接桩施工及顺序应符合下列规定：

- 1 接桩施工时，下节桩露出地面的高度宜为 0.8m；
- 2 提升上节桩至可操作高度后，应校准上、下桩对接孔位置；
- 3 安装上节桩端板预埋牙前，应进行端板表面清洁，清理完成后应剔除上节桩端板预埋牙和下节桩端板预留孔内的防尘扣；
- 4 定位插杆应采用专用工具逐根旋入上节桩端板预埋牙内，并检查定位插杆的高度；
- 5 下节桩端板限位卡套组件内应涂抹或注满环氧树脂粘结胶；
- 6 重新校准连接孔位置后，应将上节桩落下插接连接，并应加压使上下节桩的端板完全贴合。

5.0.5 环氧树脂粘结胶的施工应符合下列规定：

- 1 环氧树脂和固化剂掺入顺序、配比及适用温度等应符合产品说明书的规定；
- 2 环氧树脂和固化剂双组分应充分搅拌、混合均匀，并应消除气泡；
- 3 将搅拌均匀的胶体迅速倒入下节桩端板限位卡套组件时，应以胶体溢出为宜，端板表面应满涂厚度应为 3mm~4mm，并用锯齿刮板均匀刮平，涂抹时间不宜超过 3min；
- 4 当采用端板加焊的连接形式时，可仅在下节桩端板限位卡套组件和端板主筋锚孔、槽内注满环氧树脂粘结胶。

5 当施工温度低于 5°C 时，宜采取加热措施，加热温度宜为 25°C~30°C。

5.0.6 桩身垂直度偏差不应大于 1/200，质量控制应符合现行国家标准《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202 的有关规定。

6 检 验

6.1 进场检验

6.1.1 应进行齿牙式机械连接部件外观质量检查。检查内容应包括：桩内预留孔、预埋牙数量及规格、尺寸，定位插杆、限位卡套组件以及环氧树脂粘结胶的出厂合格证、上节桩端板预埋牙、下节桩端板限位卡套组件的生产、安装尺寸的出厂合格证明。检查数量应为 100%。

6.1.2 应检查并确认上、下节桩端板张拉螺栓孔数相对应，检查数量应为 100%。

6.1.3 进入施工现场的预应力混凝土预制桩，应按批次抽样检查外观质量，规格、尺寸应满足设计文件的要求。检查方法为检查出厂合格证，钢尺测量。

6.1.4 应对进入施工现场的环氧树脂粘结胶质量进行检查，检查内容应包括：出厂合格证、包装质量以及出厂日期等。

6.2 施工质量检验

6.2.1 应进行预应力混凝土预制桩齿牙式机械连接质量检验，检验内容应包括下列内容：

- 1 接头处环氧树脂粘结胶涂抹、灌注情况；
- 2 工程桩施工垂直度、入土深度、倾斜等指标；
- 3 接头端板加焊时应进行焊接质量检查；
- 4 上下桩贴紧情况。

6.2.2 接头处环氧树脂粘结胶涂抹、灌注施工质量检查，应采用旁站方法，并留存现场影像资料。检验数量应为 100%。

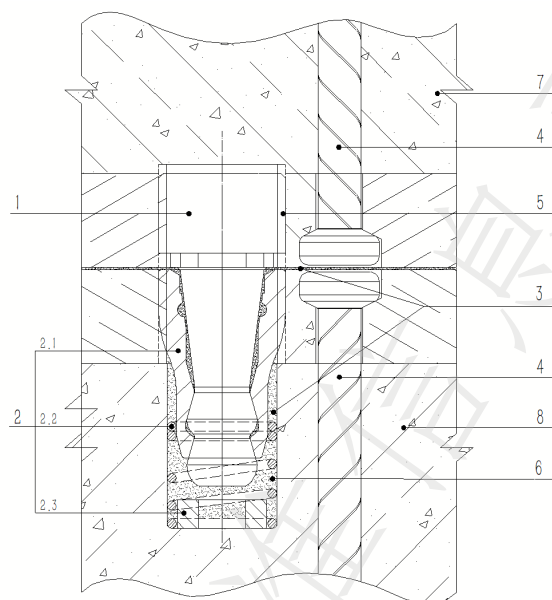
6.2.3 接头端板加焊质量检查应按现行行业标准《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406 的有关规定执行。

6.2.4 上下桩贴紧质量检查可采用光线透视法，检查数量应为 100%。

6.2.5 工程桩的施工垂直度、入土深度、倾斜、桩身质量及单桩承载力检验方法及数量，应按现行国家标准《建筑地基基础施工质量验收标准》GB 50202 的有关规定执行。

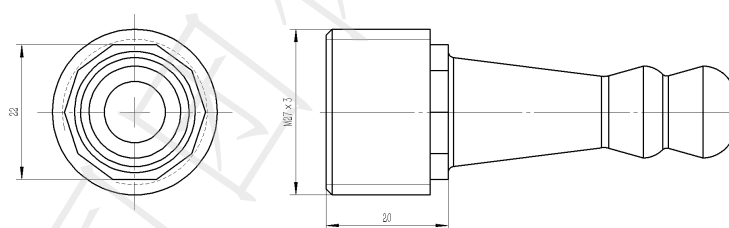
附录 A 齿牙式机械连接构造

A.0.1 齿牙式机械连接构造 (图 A.0.1-1) 应包括定位插杆 (图 A.0.1-2)、限位卡套组件 (图 A.0.1-3~图 A.0.1-5)、下节桩端板预留孔和上节桩端板预埋牙等。



1—定位插杆；2.1—限位卡套；2.2—弹簧；2.3—挡片；3—环氧树脂粘结胶；4—预应力钢棒；
5—上节桩端板预埋牙（端板螺栓孔左旋）；6—下节桩端板预埋孔（端板螺栓孔右旋）；
7—上节桩；8—下节桩

图 A.0.1-1 齿牙式机械连接大样示意图



(a) 定位插杆



(b) 定位插杆三维图

图 A.0.1-2 定位插杆示意图

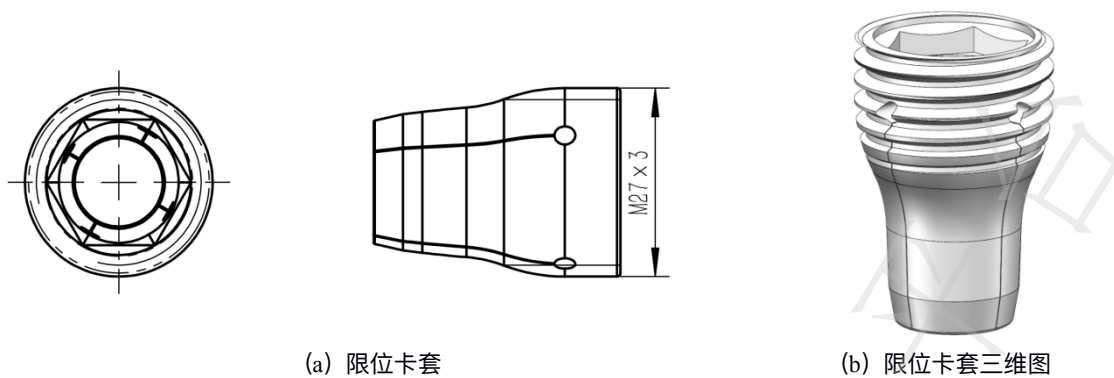


图 A.0.1-3 限位卡套示意图

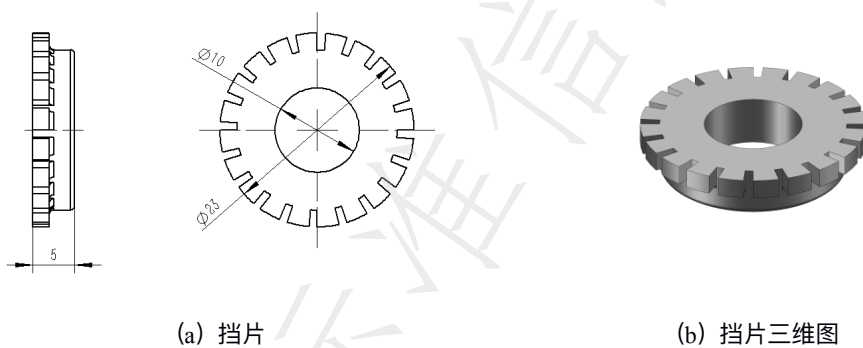


图 A.0.1-4 挡片示意图

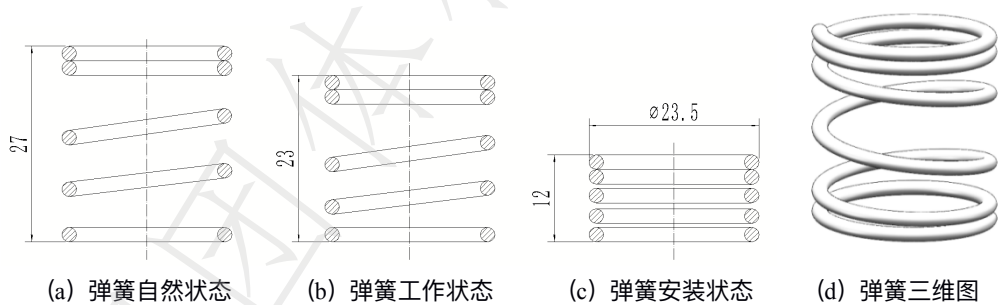


图 A.0.1-5 弹簧示意图

A.0.2 下节桩端板预埋孔及限位卡套组件安装 (图 A.0.2) 应符合下列规定:

- 1 预留孔深度不应小于 55mm;
- 2 预埋孔设置螺纹深度不应小于 18mm, 螺纹尺寸应为 M27×3mm;
- 3 限位卡套端部应与预制桩端板端面平齐。

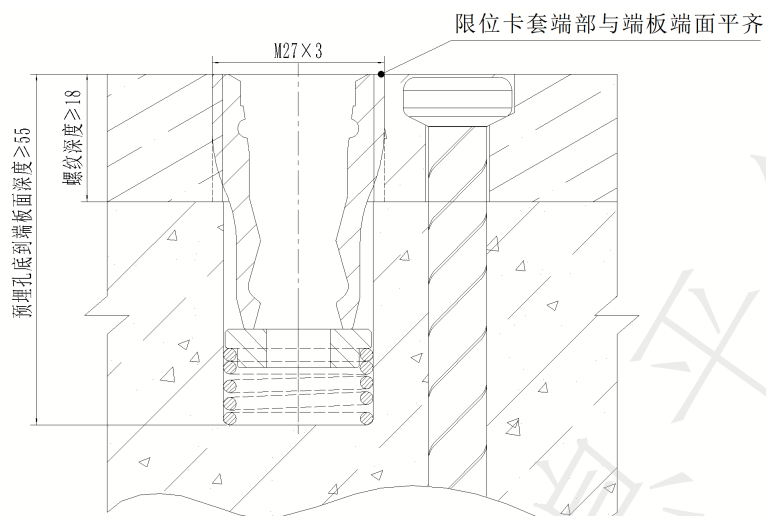


图 A.0.2 下节桩端板预埋孔示意图

A.0.3 上节桩端板预埋牙、定位插杆安装 (图 A.0.3-1、图 A.0.3-2) 应符合下列规定:

- 1 上节桩端板和桩身混凝土预埋牙深度不应小于 22mm, 螺纹尺寸应为 M27×3mm;
- 2 定位插杆螺栓端应完全旋入端板面。

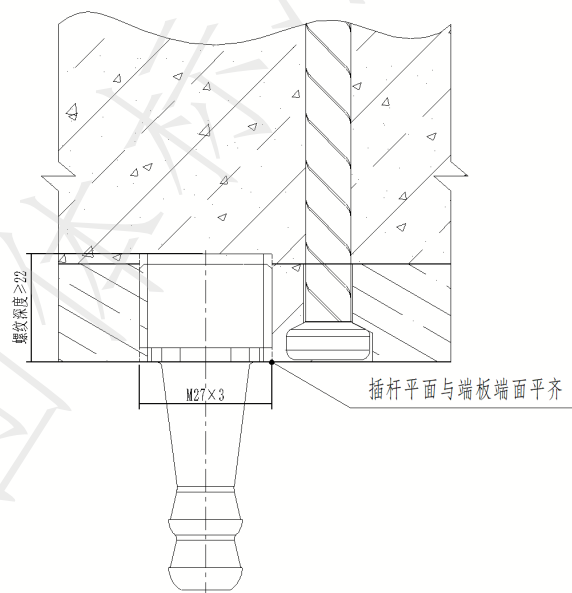
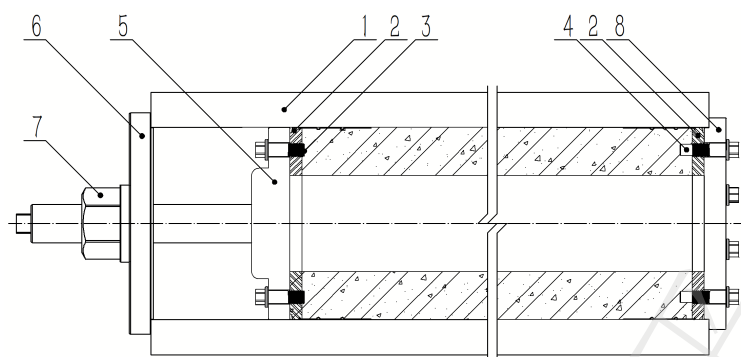


图 A.0.3-1 上节桩端板预埋牙



1—管桩外模；2—端头板；3—预埋牙螺栓；4—预埋孔螺栓；5—张拉板；6—封头板；7—张拉螺母；8—尾板

图 A.0.3-2 预埋牙与预留孔装配示意图

附录 B 部件加工与检验

B.1 加工

B.1.1 齿牙式机械连接部件材料，应符合下列规定：

1 端板的材料及加工应符合现行行业标准《先张法预应力混凝土管桩用端板》JC/T 947 及《预应力离心混凝土空心方桩用端板》JC/T 2239 的有关规定。

2 定位插杆、限位卡套应采用 40Cr 钢，弹簧应采用 65Mn 弹簧钢，挡片宜采用尼龙材料，机械性能应符合现行国家标准《优质碳素结构钢》GB/T 699 的有关规定。

B.1.2 定位插杆、限位卡套热处理后洛氏硬度不应小于 42HRC~45HRC；弹簧热处理后，洛氏硬度不应小于 40HRC~42HRC。

B.1.3 部件加工精度应按现行国家标准《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》GB/T 1804 最粗级 V 的规定执行。

B.1.4 定位插杆、限位卡套、挡片的表面损伤应符合下列规定：

- 1 磕碰深度不应大于 0.5mm；
- 2 伤痕面积不应大于 10mm²；
- 3 同一面上损伤不应超过 3 处。

B.1.5 与预应力混凝土预制桩连接的配套加工，应符合下列规定：

1 下节桩端板预留孔、限位卡套组件和上节桩端板预埋牙，应在预应力混凝土预制桩生产时完成制作和安装；

2 预制桩成品入库前，应对桩端板张拉螺栓孔用 M27×3mm 丝锥套丝、风吹清理后在下节桩端板预留孔容纳腔内用专用工具预先安装限位卡套组件，并在上节桩端板预埋牙和限位卡套上安装塑料防尘扣。

B.1.6 齿牙式机械连接部件、与预应力混凝土预制桩配套加工成品，应在检验合格后，出具产品出厂合格证；出厂合格证应包括下列内容：

- 1 部品及接头的外观尺寸；
- 2 产品执行标准名称及编号；
- 3 部品性能测试值；
- 4 部品加工及成品制造厂厂名、日期、出厂日期；
- 5 检验员签名或盖章。

B.2 检验

B.2.1 齿牙式机械连接部件应进行出厂检验，并出具相应的检验报告。

B.2.2 出厂检验宜采用抽样检验，数量应按每批次随机抽取 3 套，以单组零件配套为基数，每批次数不应大于 3000 套。

B.2.3 部品检验的合格标准，以及检验批不合格部品的处理应符合下列规定：

- 1 当材料抽验批中有不合格项目时，则受检批次部件应判定为不合格；
- 2 热处理后部品检验批出现不合格项目时，受检批部件应进行返工，直至达到合格标准；
- 3 部品加工精度、尺寸、表面损伤抽查样本中，样本的 90%以上应符合本规程第 B.1.3 条、第 B.1.4 条的规定，且最大偏差不得超过允许偏差的 1.5 倍，否则应判定为不合格；
- 4 部品加工精度、尺寸、表面损伤检验批不合格的，可选择合格品使用。

附录 C 连接接头最小受拉受弯承载力设计值

C.0.1 预应力高强混凝土管桩（PHC）齿牙式机械接头受拉、受弯承载力设计值应符合表 C.0.1 的规定。

表 C.0.1 PHC 管桩齿牙式机械接头受拉、受弯承载力设计值

预制桩 代号	管桩外径 D (mm)	管桩壁厚 t (mm)	管桩型号	齿牙式接头轴心受拉 承载力设计值 N (kN)	齿牙式接头 受弯承载力设计值 M (kN·m)
PHC	300	70	A	204	26
			AB	326	40
			B	435	51
			C	612	65
	400	95	A	381	64
			AB	536	88
			B	765	119
			C	995	145
	500	100	A	598	132
			AB	842	178
			B	1169	233
			C	1381	264
		125	A	653	136
			AB	918	186
			B	1275	245
			C	1594	290
	600	110	A	762	206
			AB	1071	281
			B	1488	369
			C	1806	428
		130	A	870	227
			AB	1224	309
			B	1700	407
			C	2125	482
	700	110	A	918	299
			AB	1306	410
			B	1836	543
			C	2550	689
		130	A	995	315
			AB	1414	434
			B	1989	578
			C	2763	738
	800	110	A	1148	434
			AB	1594	582

		130	B	2295	782
			C	3188	983
			A	1244	454
			AB	1700	610
			B	2448	827
			C	3400	1051
	1000	130	A	1741	831
			AB	2448	1123
			B	3400	1465
	1200	150	A	2295	1327
			AB	3188	1781
			B	4781	2481

C.0.2 预应力混凝土管桩（PC）齿牙式机械接头受拉、受弯承载力设计值应符合表 C.0.2 的规定。

表 C.0.2 PC 管桩齿牙式机械接头受拉、受弯承载力设计值

预制桩 代号	管桩外径 D (mm)	管桩壁厚 t (mm)	管桩型号	齿牙式接头轴心受拉 承载力设计值 N (kN)	齿牙式接头 受弯承载力设计值 M (kN·m)
PC	300	70	A	204	26
			AB	326	39
			B	435	48
			C	612	60
	400	95	A	381	63
			AB	536	85
			B	842	121
			C	995	135
	500	100	A	598	129
			AB	842	172
			B	1169	220
			C	1488	256
		125	A	653	134
			AB	918	180
			B	1275	233
			C	1594	270
	600	110	A	762	203
			AB	1071	272
			B	1488	350
			C	2019	426
		130	A	870	223
			AB	1224	299
			B	1700	386
			C	2231	461

	700	110	A	995	315
			AB	1414	423
			B	1989	542
			C	2763	656
		130	A	1071	331
			AB	1523	447
			B	2142	579
			C	2975	708
	800	110	A	1224	450
			AB	1700	591
			B	2448	767
			C	3400	919
		130	A	1301	470
			AB	1806	622
			B	2601	817
			C	3613	994
	1000	130	A	1836	852
			AB	2550	1117
			B	3400	1379
	1200	150	A	2448	1378
			AB	3400	1814
			B	5100	2432

C.0.3 预应力高强混凝土空心方桩（PHS）齿牙式机械接头受拉、受弯承载力设计值应符合表 C.0.3 的规定。

表 C.0.3 PHS 空心方桩齿牙式机械接头受拉、受弯承载力设计值

预制桩 代号	边长 B (mm)	内径 D (mm)	型号	齿牙式接头轴心受拉 承载力设计值 N (kN)	齿牙式接头 受弯承载力设计值 M (kN·m)
PHS	300	160	A	322	37
			AB	515	59
	350	190	A	515	69
			AB	724	97
	400	250	A	515	83
			AB	724	117
	450	250	A	722	140
			AB	1085	197
			B	1508	273
	500	300	A	722	159
			AB	1085	224
			B	1508	311
	550	350	A	1029	239
			AB	1447	336
			B	2010	464

	550	310	A	1029	239
			AB	1447	336
			B	2010	464
	600	400	A	1286	332
			AB	1809	466
			B	2513	629
		360	A	1286	332
			AB	1809	466
			B	2513	629
	650	410	A	1544	437
			AB	2171	613
			B	3015	817
	700	440	A	1544	476
			AB	2171	668
			B	3015	901

C.0.4 预应力混凝土空心方桩（PS）齿牙式机械接头受拉、受弯承载力设计值应符合表 C.0.4 的规定。

表 C.0.4 PS 空心方桩齿牙式机械接头受拉、受弯承载力设计值

预制桩 代号	边长 B (mm)	内径 D (mm)	型号	齿牙式接头轴心受拉 承载力设计值 N (kN)	齿牙式接头 受弯承载力设计值 M (kN·m)
PHS	300	160	A	37	322
			AB	59	515
	350	190	A	69	515
			AB	97	724
	400	250	A	83	515
			AB	117	724
	450	250	A	140	772
			AB	197	1085
			B	266	1508
	500	300	A	159	772
			AB	224	1085
			B	310	1508
	550	350	A	239	1029
			AB	336	1447
			B	446	2010
	600	400	A	332	1286
			AB	459	1809
			B	600	2513
	650	410	A	437	1544
			AB	597	2171
			B	781	3015
	700	440	A	476	1544

			AB	655	2171
			B	871	3015

C.0.5 预应力混凝土方桩（YZH）齿牙式机械接头受拉、受弯承载力设计值应符合表 C.0.5 的规定。

表 C.0.5 YZH 方桩齿牙式机械接头受拉、受弯承载力设计值

预制桩 代号	边长 B (mm)	型号	齿牙式接头轴心受拉承 力设计值 N (kN)	齿牙式接头 受弯承载力设计值 M (kN·m)
YZH	250	A	306	36.1
		B	424	47.5
	300	A	433	57.7
		B	611	76.9
	350	A	611	95.7
		B	848	125.4
	400	A	917	159.9
		B	1272	207.6
	450	A	917	187.3
		B	1272	246.7
	500	A	1223	274.8
		B	1696	360.5
	550	A	1529	376.8
		B	2120	493.6
	600	A	1834	493.4
		B	2544	646.1

附录 D 桩与承台锚固钢筋转换连接

D.0.1 预应力混凝土预制桩齿牙式连接技术应用于桩与承台锚固钢筋转换连接时，宜采用下列形式（图 D.0.1）：

- 1 锚固钢筋与预制桩端板连接。锚固钢筋与端板应通过调整螺母连接，调整螺母应固定于端板螺栓孔上；
- 2 锚固钢筋与预制桩内预留螺母连接。锚固钢筋与预留张拉螺母应通过调整螺母连接，调整螺母应固定于预留螺母内；
- 3 锚固钢筋与预制桩预应力钢棒连接。锚固钢筋与预应力钢棒应通过调整螺母、转换螺母及锚固卡片连接。

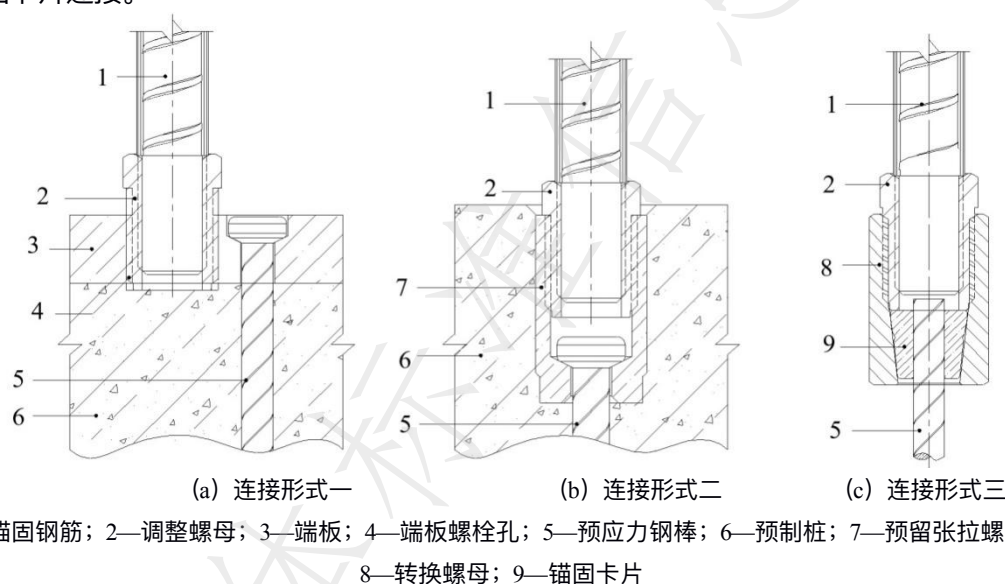


图 D.0.1 桩与承台锚固钢筋转换连接形式

D.0.2 锚固钢筋连接转换接头各部件规格（图 D.0.2）应符合下列规定：

- 1 调整螺母的规格、型号，应符合表 D.0.2-1 的规定；
- 2 转换螺母及锚固卡片的规格、型号，应符合表 D.0.2-2 的规定。

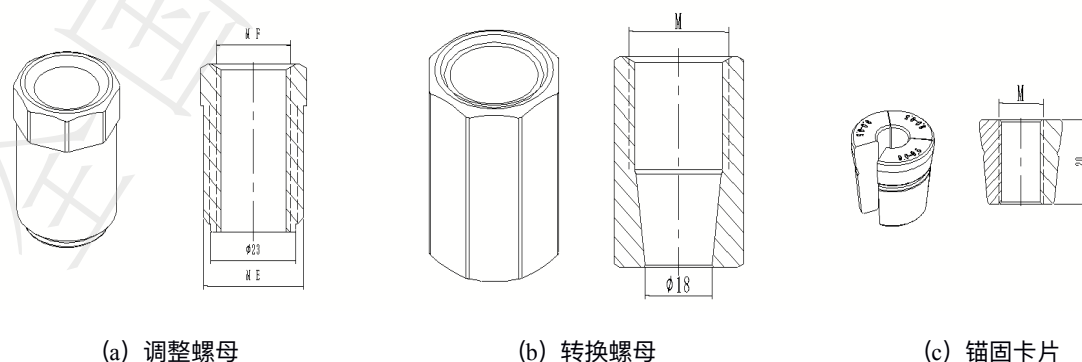


图 D.0.2 桩与承台锚固钢筋转换连接接头部件

表 D.0.2-1 调整螺母规格与型号

产品名称	调整螺母					
适用范围	预制桩端板连接			张拉螺母连接、转换螺母连接		
产品型号	TZLM-0316	TZLM-0318	TZLM-0320	TZLM-0216	TZLM-0218	TZLM-0220
外螺纹 ME	M27×3	M27×3	M27×3	M27×2	M27×2	M27×2
内螺纹 MF	M16×2	M18×2.5	M20×2.5	M16×2	M18×2.5	M20×2.5

注：表中尺寸以 mm 计。

表 D.0.2-2 转换螺母及锚固卡片规格与型号

产品名称	转换螺母	锚固卡片	锚固卡片	锚固卡片	锚固卡片
产品型号	ZHLM-2702	MGKP-071	MGKP-090	MGKP-107	MGKP-126
螺纹尺寸 M	M27×2	M8×1	M10×1.5	M12×1.5	M14×1.5
适用钢棒直径	7.1-12.6	7.1	9.0	10.71	12.6

注：表中尺寸以 mm 计。

D.0.3 承台锚固钢筋一端应加工成螺纹牙，螺纹拧入调整螺母深度不应小于锚固钢筋直径，安装时的扭矩应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的有关规定；承台内锚固长度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定，且不宜小于锚固钢筋直径的 45 倍。

D.0.4 机械连接接头部件材料，应符合下列规定：

1 调整螺母、转换螺母应采用 45# 钢，锚固卡片应采用 20CrMo 钢；机械性能应符合现行国家标准《优质碳素结构钢》GB/T 699 的有关规定；调整螺母、转换螺母热处理后，硬度应达 38HRC~42HRC；锚固卡片热处理后，硬度应达 50HRC~55HRC。

2 调整螺母、转换螺母、锚固卡片的表面损伤应符合本规程第 B.1.4 条的规定。

3 部件加工精度应符合现行国家标准《一般公差未注公差的线性和角度尺寸的公差》GB/T 1804 的有关规定。

D.0.5 锚固钢筋与预制桩的机械连接受拉承载力，应符合设计文件的规定。

用词说明

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:
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 表示有选择,在一定条件下可以这么做的,采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《建筑地基基础设计规范》GB 50007

《混凝土结构设计规范》GB 50010

《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB 50202

《优质碳素结构钢》GB/T 699

《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》GB/T 1804

《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107

《预应力混凝土管桩技术标准》JGJ/T 406

《环氧乙烯基酯树脂》HG/T 5876

《先张法预应力混凝土管桩用端板》JC/T 947

《预应力离心混凝土空心方桩用端板》JC/T 2239

河南省建设科技协会标准

预应力混凝土预制桩齿牙式机械连接技术规程

T/YCST 024—2024

条 文 说 明

制定说明

本规程制定过程中，编制组进行了国内外预制桩机械连接技术的调查研究，总结了我国工程建设中预制桩齿牙式机械连接技术的实践经验，同时参考了国内外先进技术法规、技术标准，通过试验、工程验证及征求意见，取得了本规程的有关重要技术参数。

本规程编制以指标准确、技术合理、适用性广泛为原则，以调研和实际应用情况统计分析为基础，对重要技术指标的提出做到有据可依。

为便于广大技术和管理人员在使用本规程时能正确理解条文，按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。

本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握正文规定时参考。

目 次

1 总 则.....	28
2 术语和符号.....	29
2.1 术语.....	29
3 基本规定.....	30
4 设 计.....	32
5 施 工.....	33
6 检验与验收.....	35
6.1 产品质量检验.....	35
6.2 施工质量检验.....	35
附录 B 部件加工与检验.....	36

1 总 则

1.0.1 本规程在总结了目前国内外预应力混凝土预制桩机械连接的应用情况的基础上，选定了质量可靠，适应性强，工艺先进，结构简单，生产、施工操作快捷的齿牙式机械连接技术。

1.0.3 尚应符合的国家现行标准包括：《先张法预应力混凝土管桩》GB 13476、《预应力混凝土空心方桩》JG/T 197、《预制钢筋混凝土方桩》JC/T 934、《建筑桩基技术规范》JGJ 94、《建筑地基基础设计规范》GB 50007 等。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.3、2.1.4 上节预应力混凝土预制桩下端的端板，称上节桩端板预埋牙；下节预应力混凝土预制桩上端的端板张拉螺栓孔下设预埋孔的，称下节桩端板预埋孔。

2.1.5 定位插杆一端加工成 M27×3 螺纹牙，称为上端板拧固端；另一端加工成圆柱锥体齿牙，称为导向紧固部。

2.1.6 限位卡套组件是由限位卡套、挡片、弹簧组成的部件，安装下节桩端板张拉螺栓孔和预埋孔容纳腔内，且能通过限位套回抱定位插杆齿牙锥面，弹簧环抱限位卡套外圈的组件。

限位卡套一端加工成 M27×3 螺纹牙，称为下节桩端板拧固端，另一端加工成锥形与定位插杆齿牙部卡接，称为限位固定部。

挡片加工成圆柱帽状，用于阻挡压缩弹簧，定位插杆插入后顶破挡片，使弹簧回弹环抱限位卡套。

3 基本规定

3.0.1 预应力混凝土预制桩基础符合该条情况下宜采用机械连接的原因是：

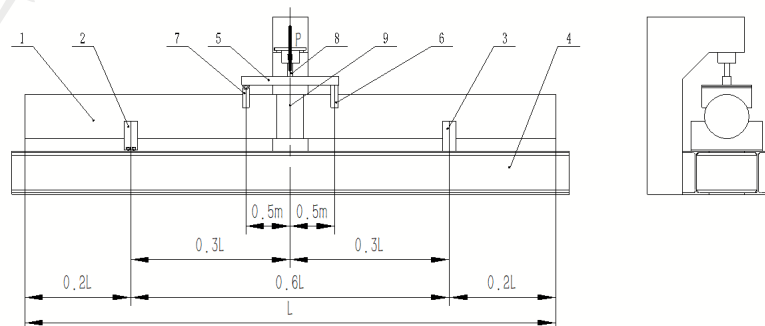
1 现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 中规定“当基础处于侵蚀性环境或受温度响时，尚应符合国现行的有关强制性规范的规定，采取相应的防护措施”。国家标准将工程中防腐蚀的问题放在非常重要的章节中提出来，表明了对防腐蚀问题的重视。预应力混凝土预制桩采用焊接法，对接头焊缝按规范要求作刷涂料防锈处理，但如果涂在桩身和接头上的防锈漆未经干固，在沉桩过程中会被土体摩擦破坏。齿牙式机械连接可解决上述问题，满足防腐蚀要求，可用于水土腐蚀性等级为强、中、弱的环境中。

3 预应力混凝土预制桩基为抗拔桩时，如采用焊接连接，焊缝质量受到操作环境、焊工技术素质、施工速度、焊缝检测和监管力度等诸多因素影响，难以保证，根据现行行业标准《建筑桩基技术规范》JGJ 94 的规定，接头焊接层数不得少于两层，焊接后应自然冷却 8min。如果焊接没有对称进行且焊缝达不到连续、饱满，自然冷却时间不到 8min 即进行锤打或沉桩，未冷却的焊缝在遇到地下水或在锤打过程中容易出现开裂脱焊；抗拔桩采用齿牙式机械连接，其连接质量得到保障。

3.0.5 齿牙式接头受弯承载力试验参考现行国家标准《先张法预应力混凝土管桩》GB 13476 中管桩抗弯试验进行，试验要求如下：

1 使用抗弯试验架对称加载装置，将连接好的预应力混凝土预制桩平放，加载力 P 的方向与桩中线垂直，如图 1 所示。

2 两节桩连接后，应使齿牙式机械连接接头处位于跨中处，如图 1 所示。



1—桩节；2—滚动支座；3—固定支座；4—支墩；5—分配梁；6—分配梁固定支架；

7—分配梁滚动支架；8—压力缸；9—齿牙式机械连接

图1 管桩齿牙式接头受弯承载力试验示意图

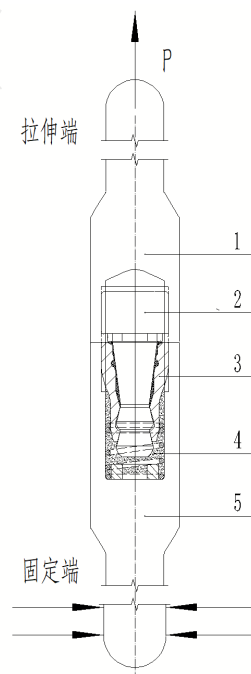
3 试验时的选用桩长、加载程序及弯距计算公式可参照国家现行标准《先张法预应力混凝土管桩》GB 13476 中的有关规定。

4 预应力混凝土预制桩机械连接的极限抗弯可参照国家现行标准《先张法预应力混凝土管桩》GB 13476,《预应力混凝土空心方桩》JG/T 197、《预制钢筋混凝土方桩》JC/T 934 中规定相应的数值。

5 预应力混凝土预制桩机械连接抗弯极限承载力的确定原则为当加载产生的弯矩达到预应力混凝土预制桩桩身极限弯矩时,机械连接接头未破坏。

单组齿牙式楔卡机械接头轴心受拉承载力是依据单组齿牙式楔卡机械接头轴心受拉试验得出,在进行受拉试验时,带有连接牙的拉拔夹具-1 和拉拔夹具-2 应与试验设备连接且固定,定位插杆插入限位卡套内并通过弹簧回弹使齿牙式楔卡填充固定(如图2所示);其受力情况与限位卡套和定位插杆拧固在端板上的实际受力情况一致。

对拉拔夹具加载拉拔力 P ,如图2所示。加载力 P 的方向与定位插杆轴线一致,且垂直向上。定位插杆和限位卡套组件的极限拉力不得少于 160kN,且钢棒被拉断。



1—拉拔夹具；2—定位插杆；3—限位卡套组件；4—环氧树脂粘胶剂；5—拉拔夹具

图2 单组齿牙式机械接头受拉试验示意图

4 设 计

4.0.4 本规程采用的机械接头定位插杆强度在设计计算中可替换 12.6mm 的钢棒, 在受拉和受剪承载力验算时, 可根据实际荷载确定齿牙式接头的数量。对于受压, 预应力混凝土预制桩机械连接接头在压紧并填充环氧树脂粘结胶后, 受压荷载主要靠端板传递, 机械连接接头的受压无需验算。对于受弯承载力, 理论上机械连接受拉区设置齿牙式接头后, 机械连接处的抗弯承载力可满足管桩抗弯要求, 但在实际桩基工程中, 基础弯矩方向无法准确确定, 为了安全起见, 本条要求在预应力混凝土预制桩有抗弯要求时齿牙式机械接头应满布。

5 施 工

5.0.1 在预应力混凝土预制桩基础施工前，应编制有针对性施工方案，工程人员应通过参阅地质勘探资料和设计的要求做好配桩计划，这是实施工程进度计划和节约成本的手段。

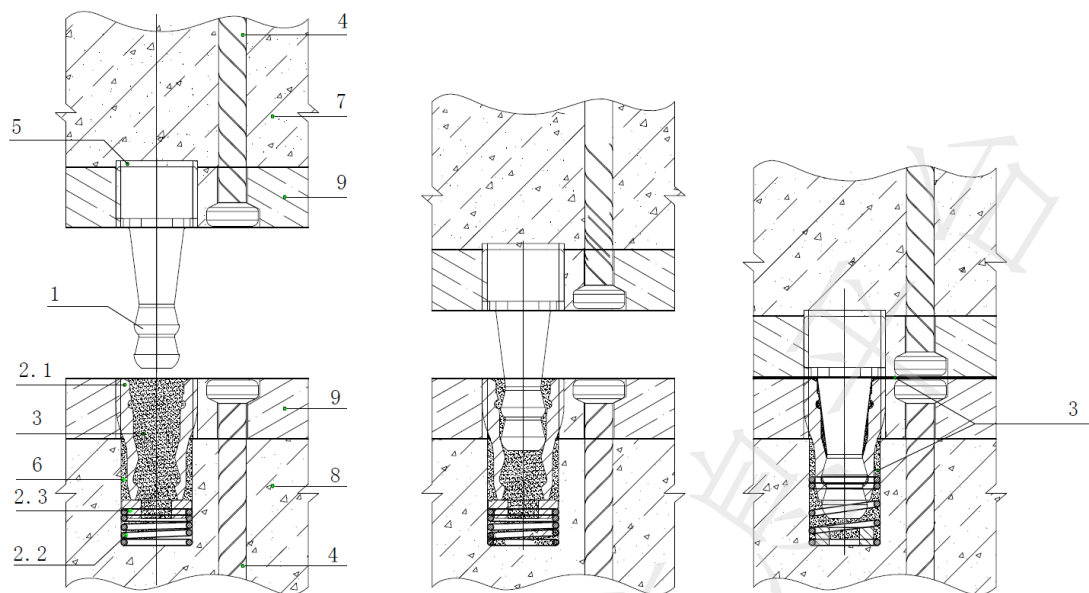
5.0.2 使用机械连接接桩，下节桩端板带有限位卡套组件的预埋孔向上，避免上、下方向错误造成环氧树脂粘结胶无法通过限位卡套灌入下节桩端板预埋孔内，影响桩接头结构的整体性。

第一节桩上端有预留于端板螺栓孔下的容纳腔，此处应用环氧树脂粘结胶通过插接过程挤压填充，否则，桩与接头之间混凝土形成空洞影响桩的整体性和承压、抗弯、抗剪力；上节桩下端的端板有深度大于或等于 22mm 的 M27×3 的螺纹牙，端板张拉螺栓孔螺纹拧固部长度为 22mm，如深度不够，会造成上、下接头端板无法贴合，产生施工时，局部受力。配桩时必须认真核准。

5.0.4 本条为接桩程序的操作要求。为了保护端板螺栓孔不受运输和施工过程中砂土等杂物的堵塞、污染，故预应力混凝土预制桩在生产后，入库时已经在端板螺栓孔上填塞塑料防尘扣，接桩前应用刷子把桩端端板清理干净后剔除塑料防尘扣，使接桩能迅速完成。

齿牙式机械连接需与环氧树脂粘结胶结合使用，环氧树脂胶注入下节桩端板预埋孔内，桩端全截面用环氧树脂胶胶接、封闭时，严禁焊接；如需加强抗弯、抗剪性能采用焊接与机械复合连接时，环氧树脂胶只能注入下节桩端板预埋孔、主筋锚固孔、槽内，防止因电焊火花直接接触环氧树脂产生燃烧，失去机械接头胶固接、防腐效果。

机械连接施工流程图如下：



(a) 校准上下节对接孔

(b) 插入限位卡套

(c) 上下节桩对接

1—定位插杆；2.1—限位卡套；2.2—弹簧；2.3—挡片；3—环氧树脂粘结胶；4—预应力钢棒；5—上节桩端板预埋牙；6—下节桩端板预埋孔；7—上节桩；8—下节桩；9—端板

图3 齿牙式机械连接施工流程

5.0.5 粘结胶搅拌时间一般控制在 5min 以内，搅拌均匀后应尽快完成注入、涂抹与接桩施工，避免搅拌后的粘结胶变稠、凝结而失去施工性能。

6 检验与验收

6.1 进场检验

6.1.1 工程验收所提交的资料，除机械连接部件和环氧树脂质量合格证外，其他均与预应力混凝土预制桩基础工程的要求是一致的。

6.1.3 机械连接只是预应力混凝土预制桩基础工程施工其中的一个工序，对预应力混凝土预制桩生产及预应力混凝土预制桩基础施工的质量检查与验收，应符合国家的有关标准，涉及预埋孔、牙的须按本规程执行。

6.2 施工质量检验

6.2.5 预应力混凝土预制桩施工后，现行行业标准《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 规定对预应力混凝土预制桩桩身完整性验收检测，当采用低应变法检测桩身完整性时，接头处环氧树脂粘结胶会影响检测波在接桩面的传导，易引起接头处完整性的误判，但环氧树脂粘结胶不影响桩身及连接部件。此时，若桩承载力满足要求，则可判定接头处完整，桩身符合完整性要求，或在检测时确定桩的实际接头位置，接头不作为缺陷点统计。

附录 B 部件加工与检验

B.1.2 金属材料洛氏硬度试验参照现行国家标准《金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分：试验方法》GB/T 230.1 及其他现行相关标准的规定执行。