

# 装配式混凝土结构套筒连接技术研究综述

窦宝祺, 董锦坤

辽宁工业大学土木建筑工程学院, 辽宁 锦州

收稿日期: 2026年3月22日; 录用日期: 2026年4月12日; 发布日期: 2026年4月24日

## 摘要

套筒连接技术是保障装配式混凝土结构整体性与可靠性的关键, 基于国内外相关文献分析, 对学者们做出的连接技术按照连接工作原理将套筒连接划分为灌浆型、机械咬合型、组合型及群套筒并联连接四类, 探讨不同连接的构造特性、力学性能和抗震性能等。指出当前研究存在的不足, 提出针对性的未来研究方向, 为装配式混凝土结构套筒连接技术的优化升级与工程应用提供参考。

## 关键词

套筒连接, 装配式, 工作原理

# A Review of Sleeve Connection Technology in Prefabricated Concrete Structures

Baoqi Dou, Jinkun Dong

School of Civil Engineering and Architecture, Liaoning University of Technology, Jinzhou Liaoning

Received: March 22, 2026; accepted: April 12, 2026; published: April 24, 2026

## Abstract

The sleeve connection technology is crucial for ensuring the integrity and reliability of prefabricated concrete structures. Based on an analysis of relevant domestic and international literature, scholars have classified sleeve connections into four types according to their working principles: grouted, mechanically interlocked, hybrid, and parallel group sleeve connections. The study explores the structural characteristics, mechanical performance, and seismic behavior of these different connection types. It identifies existing research gaps and proposes targeted future research directions, providing a reference for the optimization, upgrading, and engineering application of sleeve connection technology in prefabricated concrete structures.

## Keywords

### Sleeve Connection, Prefabricated, Working Principle

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

装配式混凝土结构以其高效施工、绿色低碳等优势,已成为建筑工业化发展的核心方向,而套筒连接凭借其连接可靠、施工便捷和成本较低等优点被广泛关注,套筒的性能优劣决定了结构整体的安全性。从早期传统灌浆套筒到新型机械连接形式,套筒连接技术的更新始终是行业的研究热点。

目前,套筒连接技术已经有了更多种类并应用在更多场景,包括梁柱节点、预制桥墩、剪力墙等重要部位,还有灌浆型、机械型、组合型等其它形式。现在装配式结构越来越多地用在地震烈度高,环境复杂的地区,现有的技术在极端荷载适应能力、长期性能稳定性以及施工质量控制等方面还存在一些不足。本文基于连接工作原理对套筒连接技术进行整理,综述各类连接的构造特点和性能表现。

## 2. 套筒连接技术分类

不同套筒连接技术的传力机制不同,根据现有的研究成果和工程应用,按照连接工作原理可以分为灌浆型、机械咬合型、组合型及群套筒并联连接四大类。这四类连接通过不同的传力路径实现构件间的连接,能够适应不同结构场景与性能需求,本文将围绕四类连接进行详细论述。

## 3. 套筒连接技术研究现状

### 3.1. 灌浆型套筒连接

灌浆型套筒连接依靠灌浆料与钢筋、套筒内壁的粘结咬合作用进行传力,目前应用最广泛,还可以细分为全灌浆、半灌浆、双灌浆及UHPC(Ultra-high Performance Concrete)基重力式等形式,具有连接刚度大、整体性强的优势,但施工质量对性能影响显著。

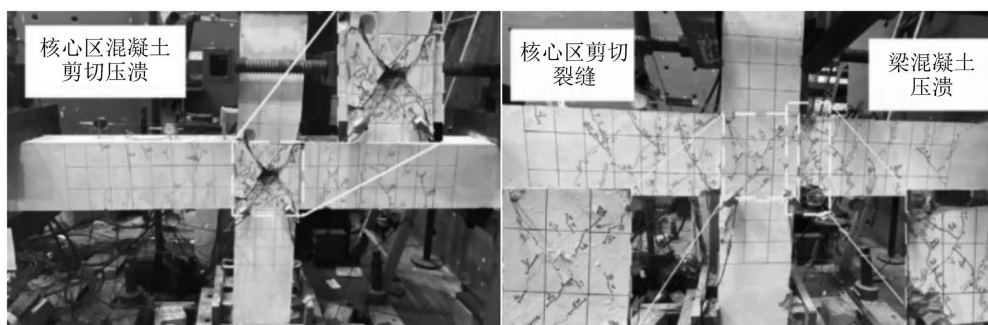


Figure 1. Failure modes of cast-in-situ specimens and prefabricated joints

图 1. 现浇试件和装配式节点破坏形态

刘洪涛等人[1]对核心区灌浆套筒连接的装配式梁柱节点开展低周往复荷载试验,对比了新型装配式梁柱节点和现浇梁柱节点在承载力、位移延性以及核心区剪切变形上的差异,并探讨了灌浆套筒数量和

剪跨比对梁柱节点抗剪性能的影响。结果表明：新型装配式梁柱节点的承载力及位移延性能力略优于现浇梁柱节点。灌浆套筒可有效减小核心区剪切变形、延缓混凝土塑性发展，提升节点核心区抗损伤能力，节点的破坏形态随着剪跨比的减小由核心区破坏转变为了梁端破坏。对于低剪跨比的试件可适当减少核心区灌浆套筒的数量来节省造价，现浇试件破坏形态与装配式节点破坏形态如图 1 所示。

Tang 等人[2]通过实验和数值模拟，分析了全灌浆和半灌浆套筒连接对预制 L 形剪力墙抗震性能的影响，结果表明：灌浆套筒的施工缺陷率达到 26.7%，这些缺陷包括灌浆材料的强度不足、连接钢筋的锚固长度不够和灌浆不密实等问题，在冬季施工中更容易发生。

Fan 等人[3]提出了一种基于超高性能混凝土(UHPC)的重力式连接方法，通过单轴拉伸和循环加载物理实验，研究了新连接方法的力学性能。结果表明：相比于传统灌浆套筒连接，该连接方法的性能更优，还减少了钢筋所需的锚固长度。相比于单轴拉伸试验，循环加载会降低连接的粘结性能，使所需的锚固长度从 5.5 d 增加到 6.5 d。该研究还阐述了新连接的粘结破坏应力机制，其极限粘结强度的公式如下式所示：

$$\tau_u = f(c, d, l_a, f_{cu})$$

$\tau_u$  为连接的极限粘结强度， $c$  为钢筋和套筒之间的灌浆厚度， $d$  为钢筋直径， $l_a$  为钢筋的锚固长度， $f_{cu}$  为 UHPC 灌浆材料的抗压强度。

Zhang 等人[4]对高温环境下半灌浆套筒连接的拉伸性能展开研究。在不同温度下，对 12 个半灌浆套筒连接件和 12 根单钢筋试件进行了静力拉伸试验，结果表明：温度变化对半灌浆套筒连接的拉伸性能具有直接影响。半灌浆套筒连接存在两种破坏模式，分别是钢筋断裂和粘结失效导致的钢筋拔出。试件的整体力学性能与单根钢筋相近。随着温度的上升，破坏模式及钢筋的断裂位置可能会发生相应改变。在室温或低温下满足要求的粘结长度，在 600℃时无法满足，因此对粘结长度提出建议，防止高温状况下因粘结失效导致钢筋从灌浆料中拔出。

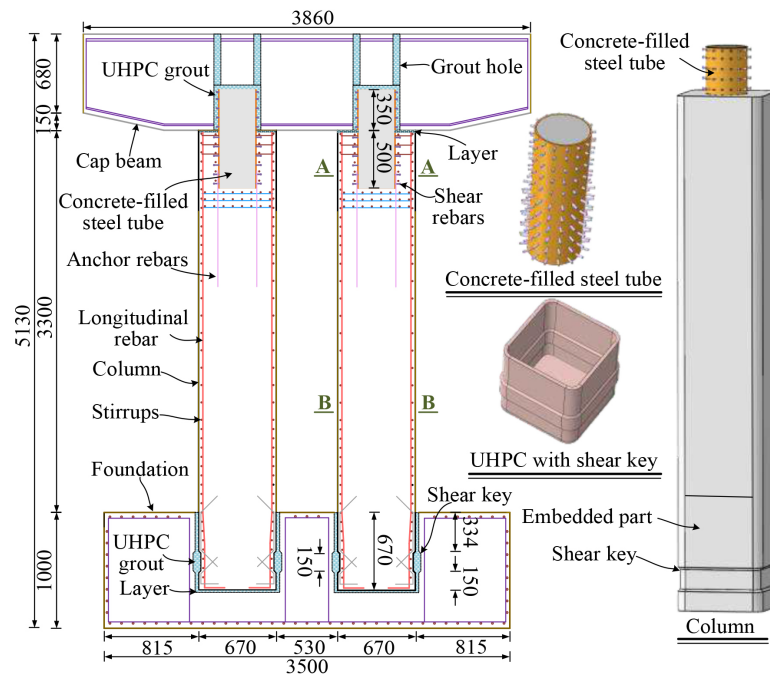


Figure 2. UHPC filled sleeve connected double column bridge pier system  
图 2. UHPC 填充套筒连接双柱式桥墩系统

Naito等人[5]研究了半灌浆套筒连接的受拉性能, 该连接由螺纹端和灌浆套筒端组成, 通过对 15 个钢筋半灌浆套筒接头进行静拉伸试验, 分析了钢筋直径、套筒尺寸和钢筋偏移量等参数。结果表明: 试件主要呈现出钢筋拉伸断裂、粘结失效导致的钢筋拔出、螺纹剪切失效三种破坏形式。并构建了体现套筒约束作用的粘结失效分析模型, 该模型计算结果与实验数据具有较高的一致性。还针对防止过早螺纹失效提出了相应的设计优化方法。

张广达等人[6]提出了一种新型的 UHPC 填充套筒连接双柱式桥墩系统, 用于加速桥梁建设, 如图 2 所示。对三种不同的连接形式——新型套筒连接、普通灌浆波纹管连接和现浇连接的 1:3 比例双柱式桥墩试件进行拟静力试验, 建立相应的数值分析模型。研究发现, 所有三种连接形式的双柱式桥墩都表现出良好的抗震性能, 破坏模式均为纵向钢筋断裂。与另外两种连接形式相比, 套筒连接的桥墩残余位移较小, 损伤主要集中在桥墩底部, 这有利于震后快速修复和通车。

袁文婷等人[7]研究了腐蚀对灌浆套筒连接力学性能的影响, 通过对 25 个灌浆套筒进行加速腐蚀和单调拉伸试验, 考察其腐蚀程度、钢筋偏心距以及钢筋和套筒尺寸等变量。结果表明: 腐蚀会导致灌浆套筒连接的破坏模式由钢筋断裂转变为套筒断裂, 且套筒的纵向和周向应变增加, 强度、变形能力和耗能能力降低。钢筋偏心距导致周向应变分布不均匀。在腐蚀环境下, 灌浆套筒连接的性能会随时间减弱。腐蚀灌浆套筒连接在不同腐蚀程度下的试验样品如图 3 所示。

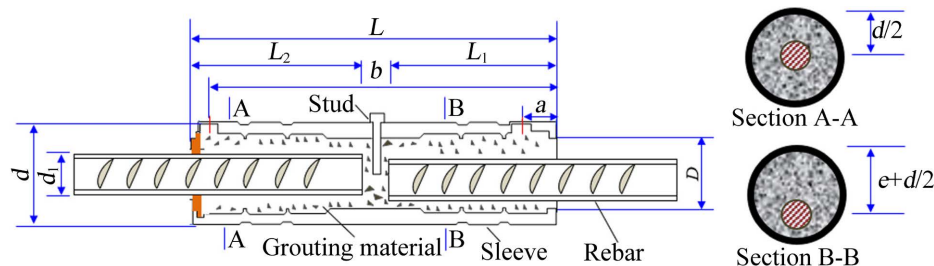


Figure 3. Test sample for corrosion grouting sleeve connection  
图 3. 腐蚀灌浆套筒连接的试验样品

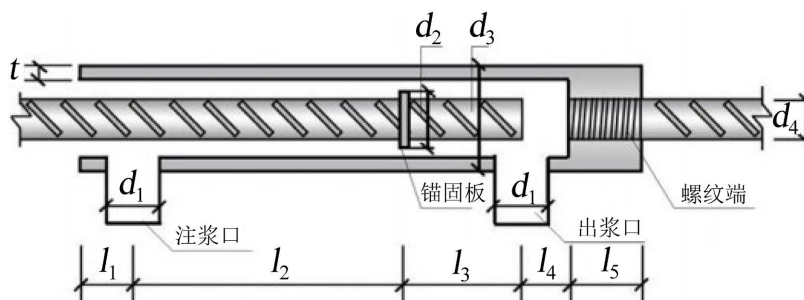


Figure 4. Half grouted sleeve structure (d: diameter, l: length)  
图 4. 半灌浆套筒结构(d: 直径, l: 长度)

Sakata 等人[8]采用数值模拟方法, 对配有双灌浆套筒的新型装配梁柱快速连接节点开展结构性能研究。分析过程中考虑预制混凝土与灌浆料的界面接触状态和过渡钢筋的应变渗透。通过理论分析, 对该连接形式的承载力进行预测, 并将有限元结果与试验数据进行对比验证。结果表明: 无突出梁节点中钢筋的最大应力比有突出梁节点大约高 15.0%, 而当短套筒完全置于节点核心区域时, 节点锚固钢筋的最大应力降低约 87.0%。随着突出梁长度的增加, 最大裂缝宽度先迅速下降, 然后缓慢下降, 转折点为短套筒长度的 1.36 倍, 当突出梁长度与短套筒长度相等时, 承载能力达到最高。随着灌浆砂浆厚度的增加,

过渡钢筋的最大应力先迅速降低, 然后缓慢降低, 拐点为 5 cm。过渡钢筋偏心距的变化导致无突出梁节点的承载能力变化约 3%。理论预测与数值结果吻合良好, 可用于实际工程设计。

夏落和王金贵[9]设计了一种新型半灌浆套筒结构, 如图 4 所示。该新型半灌浆套筒在灌浆端增设锚固板并与钢筋焊接, 通过装配与灌浆强化钢筋与灌浆料的咬合作用, 提升了连接性能。采用正交试验得到灌浆料最优配合比: 胶砂比 0.9, 硅粉用量 6%, 减水剂用量 0.6%, HCSA (High Performance Calcium Sulpho Aluminate)膨胀剂掺量 8%, 粉煤灰掺量 5%。拉伸试验表明, 接头性能满足 I 级标准。

高强[10]提出一种适用于装配式框架结构梁柱节点小空间施工的分体式全灌浆套筒, 解决了传统梁钢筋连接难题。结果表明: 该套筒可减小安装空间, 实现构件标准化, 提升生产与施工效率, 为装配式框架结构梁柱节点提供了高效可靠的连接方案。

### 3.2. 机械咬合型套筒连接

机械咬合型套筒连接不需要灌浆料, 直接通过螺栓、法兰、盲栓等机械结构传力, 施工便捷, 可以拆换, 适用于模块化结构、钢管混凝土柱等特殊场景。

钟昌军等人[11]提出了一种基于模块化建筑技术的新型可移动模块化体育馆, 旨在满足人们的运动需求。针对屋顶巨大荷载对模块单元及其连接节点性能提出的更高要求, 作者们设计了一种采用内套筒和螺栓连接的新型连接节点, 用于连接模块单元的上下柱和上下梁, 以提高整体性能。套筒全螺栓交叉连接节点结构示意图如图 5 所示。通过实验和模拟评估了连接节点的力学性能, 结果表明: 焊接质量决定了连接的梁向承载力, 但对柱向承载力影响较小; 由于内套筒与模块化柱之间的初始间隙, 内套筒难以提高节点的初始刚度和梁向承载力; 加劲肋的约束作用导致内套筒变形, 使其承载力提高了 91%; 内套筒提高了节点的柱向承载力和变形能力, 使其承载力提升至 135%。

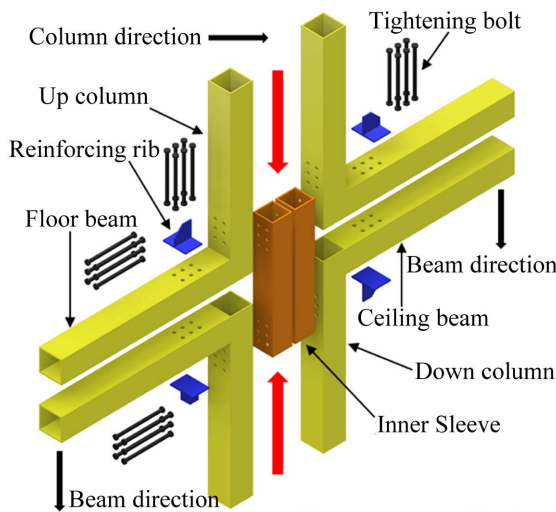
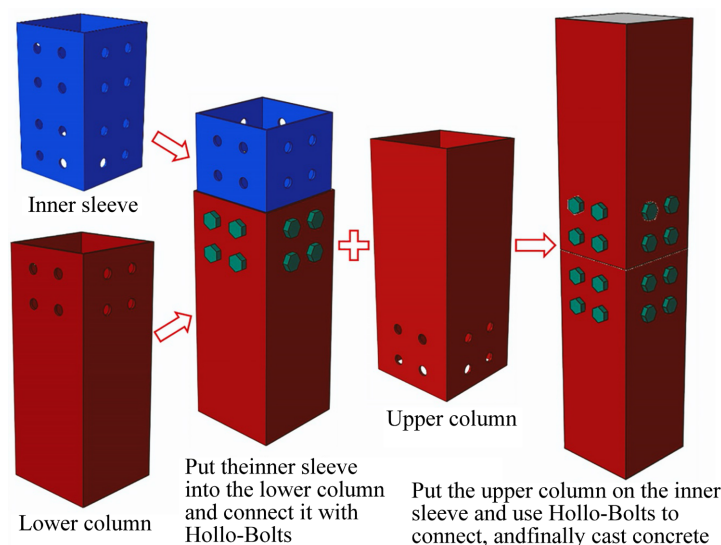


Figure 5. Schematic diagram of the cross connection node structure of sleeve full bolt  
图 5. 套筒全螺栓交叉连接节点结构示意图

Kazeroon 等人[12]提出了一种带有螺栓法兰连接的可拆卸和可更换钢筋混凝土柱 DRCC (Demountable Reinforced Concrete Column), 旨在结构功能改变或地震损坏时实现 RC 柱的拆卸和更换。通过对 9 个 DRCC 试件和 1 个现浇试件进行偏心受压试验并建立有限元模型, 分析了破坏模式、承载力、变形能力及应变分布。结果表明: DRCC 试件与现浇试件破坏形态一致, 均为受拉钢筋屈服、受压混凝土压碎。法兰厚度显著影响连接承载力与转动刚度, 法兰厚度小易产生塑性, 而其他试件的法兰板和螺栓没有出

现明显变形, 这有利于构件的拆卸和更换。DRCC 试件的承载力略低于现浇试件, 但变形能力更优。

Brian 等人[13]的研究提出了一种采用内套筒和盲栓连接上下钢管混凝土柱的可拆卸连接, 连接节点示意图如图 6 所示。通过对六个试件进行抗震性能研究, 分析了轴压比、内套筒长度和连接位置等参数的影响。结果表明: 该连接具有良好的延性性能, 且在服役荷载作用后拆卸和重新组装对连接的抗震性能没有显著影响。



**Figure 6.** Schematic diagram of connection nodes for concrete filled steel pipe columns connected by blind bolts  
**图 6.** 采用盲栓连接的混凝土填充钢管柱的连接节点示意图

### 3.3. 组合型套筒连接

组合型套筒连接结合了灌浆作用与材料增强或机械辅助传力机制, 同时具备承载力与耐久性提升需求。

马福栋等人[14]针对灌浆套筒连接的工程缺陷, 提出钢筋搭接后浇 UHPC 的装配整体式梁柱节点形式, 通过拟静力试验探究其抗震性能。结果表明: 该连接形式的可行, 发现 UHPC 将节点核心区受剪承载力提升 38.1%, 核心区箍筋与钢纤维掺量的增加能增强节点耐损伤能力与抗震性能, 且现行规范对 UHPC 节点抗剪承载力的计算存在偏差, 基于 UHPC 拉压强度关系修正后的 ACI 318-19 规范计算方法更具准确性与保守性, 为 UHPC 在装配式节点连接中的应用提供了试验与理论支撑。

辛光涛等人[15]对受力筋灌浆套筒连接装配式混凝土桥墩的抗震加固方法展开研究, 通过 1/6 缩尺模型振动台试验, 提出了一种采用碳纤维复合材料 - 外置金属耗能装置(CFRP-EMD, Carbon Fiber Reinforced Polymer-External Metallic Dissipater)的组合加固方式, 示意图如图 7 所示, 即在墩身 CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer)加固基础上, 于桥墩 - 承台灌浆套筒连接处增设外置金属耗能装置。研究发现, 地震作用下桥墩易出现墩身开裂、接缝开合及混凝土压碎剥落等损伤, 增设预应力筋可以提升刚度与自复位能力。结果表明: CFRP-EMD 加固可显著提高构件刚度、变形性能与耗能能力, 其加固方法可为装配式混凝土桥墩抗震加固提供依据。

董晔旭等人[16]针对灌浆套筒连接装配式混凝土桥墩抗震加固方法欠缺的问题, 提出 CFRP-外置耗能钢筋组合加固方式。结果表明: 该组合加固方式可提升桥墩自振频率与抗侧移刚度, 减缓刚度退化速率, 降低墩顶位移, 通过 CFRP 材料增强与外置耗能钢筋机械辅助传力、耗能的协同作用, 有效提升了

灌浆套筒连接桥墩的承载力与抗震耐久性, 验证了组合型加固措施在灌浆套筒连接结构中的应用有效性。

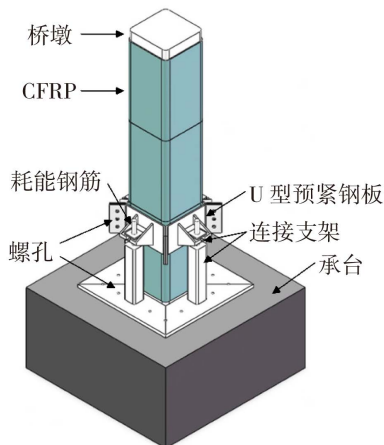


Figure 7. Schematic diagram of CFRP-EMD  
图 7. 碳纤维复合材料 - 外置金属耗能装置示意图

### 3.4. 群套筒并联连接

群套筒并联连接通过多个套筒密集排布协同受力, 不同于传统单套筒在空间受限部位的局限性, 专门为解决剪力墙等钢筋密集区域的连接。

陈璟毅[17]通过水平连接管整合多排套筒并配套专用钢板隔浆板解决灌浆堵塞问题, 制定了适配不同结构的双排、多排套筒并联及分组安置工艺, 并在装配式桥梁预制墩柱工程中成功应用, 结果表明: 该技术依靠套筒密集排布的协同受力, 相比于传统单套筒的空间应用局限, 精简了灌浆构造的同时提升了预制构件的连接性能与耐久性。

孙雁玲[18]采用多排套筒并联布置方式, 如图 8 所示, 简化了灌浆通道和出浆口, 并提升预制构件的整体性与耐久性。结果表明: 合理地设置隔浆板能够有效保证灌浆质量, 该布置方式可以缩短灌浆时间, 还能减少材料用量, 优化了构件外观并增强墩柱结构稳定性。

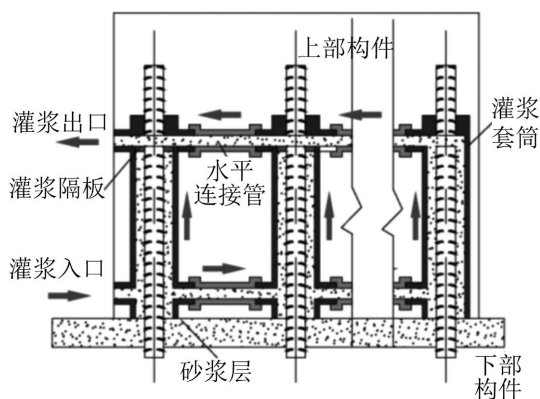


Figure 8. Multiple rows of steel bar sleeves connected in parallel  
图 8. 多排钢筋套筒并联连接

为了能直观地对比以上四类套筒连接技术在力学性能、工程特性、适用场景及经济成本等方面的差异, 综合前文综述的国内外试验研究成果与国内装配式建筑市场行情, 将四类套筒连接技术的关键

性能指标、工程优劣势、典型应用范围及单接头综合成本整理汇总, 如表 1 所示。

**Table 1.** Comprehensive performance summary table of four types of sleeve connection techniques for prefabricated concrete structures

**表 1.** 装配式混凝土结构四类套筒连接技术综合性能汇总表

连接类型	核心力学性能区间	核心优点	核心局限性	典型适用范围	单接头综合成本估算
灌浆套筒连接	抗拉性能与现浇钢筋接头相近, 高质量的接头可以实现钢筋延性断裂; 拟静力试验位移延性系数为 3.0~5.5; 典型破坏模式为钢筋延性断裂、灌浆粘结失效钢筋拔出、螺纹剪切失效	应用技术最成熟, 连接刚度大、整体性强, 对钢筋加工精度要求低, 适用场景广	施工质量对性能影响显著, 灌浆不密实等缺陷率高, 高温、腐蚀等极端环境下力学性能与耐久性衰减明显	装配式框架梁柱节点、预制剪力墙、预制桥墩等绝大多数常规装配式混凝土结构	35~62 元/个, 中等成本水平
机械咬合型套筒连接	承载力略低于现浇试件, 参数达标时可实现与现浇构件一致的破坏形态; 拟静力试验位移延性系数为 3.5~6.0; 典型破坏模式为受拉钢筋屈服、受压混凝土压碎、法兰板塑性变形、螺栓剪切失效	无灌浆料与养护周期, 施工便捷、现场湿作业少, 可拆换、可重复装配, 拆卸重组后抗震性能无显著衰减	节点构造与部件尺寸对承载力、刚度影响大, 对构件加工与安装精度要求高, 主材成本偏高	模块化建筑、钢管混凝土柱、可拆卸结构、应急抢修工程	48~80 元/个, 中等偏高水平
组合型套筒连接	承载力显著优于常规灌浆套筒, UHPC 增强节点核心区受剪承载力最高可提升 38.1%; 拟静力试验位移延性系数为 4.0~6.5; 典型破坏模式为钢筋延性断裂、外置耗能装置屈服耗能, 主体结构无严重损伤	融合灌浆粘结与材料或机械增强双机制, 承载力、抗震性能、耐损伤能力大幅提升, 兼具整体性与耗能能力	施工工序复杂, 对多工艺协同施工要求高, 综合成本高, 部分工艺的工程案例较少	高烈度地震区装配式结构、既有套筒连接结构抗震加固、大跨度重载装配式构件	85~125 元/个, 高水平
群套筒并联连接	单接头力学性能与常规灌浆套筒一致, 多套筒协同受力可保证构件整体受力均匀性; 拟静力试验位移延性系数为 3.2~5.2; 典型破坏模式为钢筋延性断裂、局部套筒灌浆粘结失效、连通管串浆导致的整体性破坏	解决钢筋密集区单套筒施工难题, 简化灌浆构造, 缩短施工工期, 减少灌浆材料用量, 单接头均摊成本低	对隔浆板设置、连通管排布精度要求高, 易出现串浆、灌浆盲区等问题, 场景适配性较窄	装配式剪力墙、预制墩柱等钢筋密集、多排钢筋同步连接的构件	30~53 元/个, 中等偏低水平

## 4. 结论与展望

### 4.1. 结论

本文对国内外装配式混凝土结构套筒连接技术的研究进行了综述, 主要阐述了按工作原理划分的四类套筒连接技术的构造特性、力学性能和抗震性能等方面的研究进展。分析了各类套筒连接技术的优势和局限性:

- 1) 灌浆型套筒连接的应用范围最广, 连接刚度大、整体性强, 但施工质量对性能的影响比较显著, 尤其是在极端环境会降低其力学性能与耐久性。
- 2) 机械咬合型套筒连接不需要灌浆料, 施工便捷且可拆换, 适用于特殊工程场景, 但节点设计形式和部件尺寸对承载力和刚度影响较大。
- 3) 组合型套筒连接结合了灌浆与机械辅助传力的优势, 大幅提升了结构的承载力和抗震能力, 但是对于部分组合工艺的施工协同性要求较高。
- 4) 群套筒并联连接解决了钢筋密集区域的连接难题, 简化了灌浆构造并提升施工效率, 但需设置好

隔浆板等配件以保障灌浆施工质量。

## 4.2. 展望

1) 通过归纳总结国内外学者近些年研究成果发现, 有关机械咬合型、组合型及群套筒并联连接研究相对不足, 可以采用试验与数值模拟结合的方法, 研发适用于模块化建筑、钢管混凝土、剪力墙钢筋密集区等特殊场景的专用套筒构造。

2) 针对单个因素对套筒连接性能影响的研究较为深入, 但同时考虑高温、腐蚀、疲劳荷载等多因素耦合作用下的套筒连接长期性能研究较少, 建议开展加速老化试验与原位监测, 结合微观测试与本构建模劣化机理, 可以通过人工环境模拟极端条件分析界面粘结劣化规律, 基于监测与试验结果, 建立多场耦合下的本构模型与寿命预测方法。

3) 现有的研究中, 套筒连接的施工质量控制多依赖人工操作, 施工缺陷率较高, 因此后续的研究重点是研发套筒连接施工的专用设备和实时监测技术, 保证连接性能的同时提高施工效率和质量, 结合工艺试验、设备研发与传感技术, 开发专用施工装备与实时监测技术。

4) 目前研究有关组合型套筒施工协同性要求高的问题, 可以采用拟静力、动力试验与理论推导, 研究灌浆与机械协同传力机制。通过加载试验测试力学性能, 量化各个传力路径的荷载分配, 建立承载力计算模型与优化设计方法, 验证施工协同性并提出工艺要点, 提升工程的适用性与稳定性。

## 参考文献

- [1] 刘洪涛, 陈嘉豪, 孔鹏超, 等. 基于套筒增强效应的梁柱节点抗剪性能与承载力计算方法[J]. 振动与冲击, 2025, 44(22): 193-206.
- [2] Tang, H., Tan, H., Zhang, J., Yang, Y. and Yao, Y. (2024) Study on Seismic Behavior of Prefabricated Shear Wall with Pressed Cone Sleeves (PCSs). *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, **184**, Article ID: 108824. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2024.108824>
- [3] Fan, W., Su, H., He, Y., Sun, W. and Shao, X. (2022) Experimental Investigation on UHPC-Based Gravity-Type Half Grouted Sleeve Connections under Tensile and Cyclic Loadings. *Journal of Building Engineering*, **61**, Article ID: 105284. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.105284>
- [4] Zhang, W., Deng, X., Zhang, J. and Yi, W. (2018) Tensile Behavior of Half Grouted Sleeve Connection at Elevated Temperatures. *Construction and Building Materials*, **176**, 259-270. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.05.027>
- [5] Yuan, H., Zhenggen, Z., Naito, C.J. and Weijian, Y. (2017) Tensile Behavior of Half Grouted Sleeve Connections: Experimental Study and Analytical Modeling. *Construction and Building Materials*, **152**, 96-104. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.06.154>
- [6] Zhang, G., Su, S., Han, Q., Xu, K., Li, Z. and Du, X. (2023) Experimental and Numerical Investigation of Seismic Performance of Prefabricated Double-Column Piers Used in Accelerated Bridge Construction. *Engineering Structures*, **293**, Article ID: 116688. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.116688>
- [7] Yuan, W., Wang, Y., Dong, Z. and Fang, Q. (2024) Experimental Study on Mechanical Properties of Corroded Grouted Sleeve Splice. *Construction and Building Materials*, **412**, Article ID: 134797. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.134797>
- [8] Lu, Z., Wu, B., Sakata, H., Huang, J. and Zhang, M. (2023) Mechanical Performance of Prefabricated Concrete Beam-Column Joints with Double-Grouted Sleeve Connectors: A Numerical and Theoretical Study. *Structures*, **56**, Article ID: 104870. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.07.060>
- [9] 夏落, 王金贵. 装配式混凝土结构节点半灌浆套筒连接性能试验与分析[J]. 建筑与预算, 2024(3): 22-24.
- [10] 高强. 分体式全灌浆套筒连接在装配式框架结构梁柱节点中的应用[J]. 建筑结构, 2024, 54(14): 114-118.
- [11] Zhong, C., Aslani, F., Feng, R., Li, H. and Huang, Y. (2024) Mechanical Performance Study of a Novel Modular Gymnasium Inner Sleeve All-Bolt Cross Connection Joint—Part I: Experiments and Finite Element Modeling. *Thin-Walled Structures*, **195**, Article ID: 111422. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2023.111422>
- [12] Zhang, Q., Men, J., Wang, J., Qiao, D., Wu, X., Kazeroon, R.A., et al. (2024) Behavior and Design of Demountable and Replaceable RC Columns with Bolted Flange Connections under Eccentric Compression. *Engineering Structures*, **310**, Article ID: 118138. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2024.118138>

- 
- [13] Gan, D., Zhang, Y., Zhou, X., Ba, Z., Li, D., Hou, Z., *et al.* (2023) Seismic Performance of Concrete-Filled Steel Tubular Column Connections Using Blind Bolts. *Journal of Constructional Steel Research*, **207**, Article ID: 107947. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2023.107947>
- [14] 马福栋, 邓明科, 杨勇. 超高性能混凝土装配整体式框架梁柱节点抗震性能研究[J]. 工程力学, 2021, 38(10): 90-102.
- [15] 辛光涛, 王瑾, 许维炳, 等. CFRP-EMD 加固灌浆套筒连接装配式桥墩振动台试验[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2023, 55(9): 63-71.
- [16] 董晔旭, 许维炳, 王瑾, 等. 灌浆套筒连接装配式混凝土桥墩 CFRP-外置耗能钢筋组合加固效果研究[J]. 石家庄铁道大学学报(自然科学版), 2021, 34(3): 15-21, 50.
- [17] 陈璟毅. 预制装配式混凝土构件密集套筒并联连接技术[J]. 有色金属设计, 2021, 48(4): 47-49.
- [18] 孙雁琳. 构件密集套筒并联连接技术在预制装配式混凝土施工中的应用[J]. 中国建筑金属构, 2022(6): 44-46.