

ICS

中国建筑业协会团体标准 团体标准

P

T/CCIAT xxxx— 20xx

装配式混凝土建筑各系统接口 及交付标准

Prefabricated concrete building system interface

and delivery standard

（征求意见稿）

20xx— xx—xx 发布

20xx—xx —xx 实施

中国建筑业协会 发布

中国建筑业协会团体标准

装配式混凝土建筑各系统接口 及交付标准

Prefabricated concrete building system interface
and delivery standard

T/CCIAT xxxx— 20xx

批准部门：中国建筑业协会

施行日期：20xx 年 xx 月 xx 日

中国建筑工业出版社

20xx 北京

前 言

根据中国建筑业协会《关于开展第三批团体标准编制工作的通知》（建协函[2019]49号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语与符号；3. 基本规定；4. 预留预埋；5. 连接；6. 接口；7. 检测验收。

本标准由中国建筑业协会负责管理，由中建三局第一建设工程有限责任公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行过程中，总结实践经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给中建三局第一建设工程有限责任公司（地址：湖北省武汉市东西湖区东吴大道602号；邮政编码：430000）。

本标准主编单位：中国建筑业协会

中建三局第一建设工程有限责任公司

福建璟榕工程建设发展有限公司

本标准参编单位：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	4
3	基本规定	6
4	预留预埋	7
4.1	一般规定	7
4.2	主体结构预埋预留	9
4.3	施工措施预埋预留	11
5	连接	13
5.1	一般规定	13
5.2	套筒灌浆连接	15
5.3	干式连接	16
5.4	环形钢筋扣合体系	18
6	接口	20
6.1	一般规定	20
6.2	结构系统和内装系统间接口	21
6.3	结构系统和外围护系统间接口	23
6.4	结构系统和设备与管线系统间接口	26
6.5	外围护系统和设备与管线系统间接口	28
6.6	外围护系统和内装系统间接口	29
6.7	设备与管线系统和内装系统间接口	31
7	检测验收	34
7.1	一般规定	34
7.2	钢筋套筒灌浆连接节点灌浆饱满度检测	35
7.3	套筒灌浆连接和浆锚搭接连接钢筋锚固长度检测	38
7.4	浆锚搭接连接节点灌浆饱满度检测	38
7.5	竖向预制构件底部接缝内部缺陷检测	39

附录 A 内窥镜法检测套筒灌浆饱满度40

附录 B X 射线法检测灌浆饱满度及套筒内钢筋锚固长度45

附录 C 毛细管注水法检测套筒灌浆饱满度48

附录 D 预埋钢丝拉拔法检测套筒灌浆饱满度52

本标准用词说明55

引用标准名录56

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms And Symbol	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbol	4
3	Basic Requirements	6
4	Reserve Embedded	7
4.1	General Provisions	7
4.2	The Main Structure Is Embedded And Reserved	9
4.3	Construction Measures Are Reserved In Advance	11
5	Connection	13
5.1	General Provisions	13
5.2	Sleeve Grouting Connection	15
5.3	Dry Type Connection	16
5.4	Ring Reinforcement Fastening System	18
6	Interface	20
6.1	General Provisions	20
6.2	Indirect Ports For Structural System And Built-in System	21
6.3	Indirect Opening Of Structural System And Peripheral Guard System	23
6.4	Structural Systems And Indirect Openings Between Equipment And Pipeline Systems	26
6.5	Peripherals And Indirect Openings Between Equipment And Piping Systems	28
6.6	The Peripheral Protection System And The Built-in System Indirect Mouth	29
6.7	Indirect Openings Between Equipment And Pipeline System And Built-in System	31
7	Inspection Acceptance	34
7.1	General Provisions	34
7.2	Grouting Plumpness Test Of Reinforcing Bar Sleeve Joints	35
7.3	Anchorage Length Test Of Reinforcement Bar Of Sleeve Grouting Connection And Grouting Anchor Lap Connection	38
7.4	Grouting Plumpness Test Of Joint Of Grouting Anchor Lap	38
7.5	Inspection Of Internal Defects At Bottom Joints Of Vertical Prefabricated	

Components	39
Appendix A The Plumpness Of Sleeve Grouting Was Detected By Endoscopy	40
Appendix B The Plumpness Of Grouting And The Anchorage Length Of Steel Bar In Sleeve Were Measured By X-ray Method.....	45
Appendix C The Plumpness Of Sleeve Grouting Was Detected By Capillary Water Injection Method	48
Appendix D Grouting Plumpness Of Sleeve Was Tested By Drawing Method Of Embedded Steel Wire	52
Explanation Of Wording In This Technical Code	55
List Of Quoted Standards	56

1 总则

- 1.0.1 为规范装配式混凝土建筑各系统间的连接，促进装配式混凝土建筑各系统的协调推进，做到安全适用、技术先进、经济合理、施工便利、质量可靠，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于装配式混凝土建筑的设计、生产、运输、施工和质量验收。
- 1.0.3 装配式混凝土建筑系统间连接与交付除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语与符号

2.1 术语

2.1.1 钢筋套筒灌浆连接 grout sleeve splicing of rebars

在金属套筒中插入单根带肋钢筋并注入灌浆料拌合物，通过拌合物硬化形成整体并实现传力的钢筋对接连接方式。

2.1.2 钢筋浆锚搭接连接 rebar lapping in grout-filled hole

在预制混凝土构件中预留孔道，在孔道中插入需搭接的钢筋，并灌注水泥基灌浆料而实现的钢筋搭接连接方式。

2.1.3 钢筋连接用灌浆套筒 grout sleeve for rebar splicing

采用铸造工艺或机械加工工艺制造，用于钢筋套筒灌浆连接的金属套筒，简称灌浆套筒。灌浆套筒可分为全灌浆套筒和半灌浆套筒。

2.1.4 混凝土粗糙面 concrete rough surface

预制构件结合面上的凹凸不平或骨料显露的表面。简称粗糙面。

2.1.5 连接 connection

装配式结构构件之间采用安全可靠的间接搭接连接、灌浆套筒连接、机械连接、焊接，通过灌浆料或混凝土现浇形成整体结构。

2.1.6 接口 interface

装配式混凝土建筑各专业之间应利用建筑信息模型技术或各专业的施工方案形成有效的相互协同。

2.1.7 系统 system

装配式建筑中能够独立实现相应的专业功能，但不能独立发挥能力或效益的工程。

2.1.8 工具式模板 tool formwork

针对装配式结构的施工特点，既方便操作、安全可靠、周转率高、拆装方便的专用性模板。

2.1.9 干式连接 dry connection

指采用螺栓连接、机械连接、焊接连接、搭接连接及后张预应力连接等方式进行连接。

2.1.10 缺陷 defect

混凝土结构施工质量不符合规定要求的检验项或检验点。

2.1.11 灌浆饱满度 plumpness of grout

套筒等连接件的灌浆填充密实程度。

2.1.12 管线分离 pipe & wire detached from structure system

以建筑支撑体与填充体分离的 SI 理念为基础，将设备管线与结构系统分离开的设置方式。

2.1.13 干式工法 non-wet construction

采用干作业施工的建造方法。

2.1.14 内装部品 interior decoration part

通过标准化设计、工厂化生产、满足建筑装饰功能要求的可

现场组装的内装模块化单元。

2.1.15 装配式楼地面 prefabricated floor

满足设计要求的内装部品，采用干式工法，在现场装配而成的楼面面层和地面面层。

2.1.16 装配式墙面 prefabricated wall

满足设计要求的内装部品，采用干式工法，在现场装配而成的墙体面层。

2.1.17 装配式吊顶 prefabricated ceiling

满足设计要求的内装部品，采用干式工法，在现场装配而成的吊顶。

2.1.18 集成厨房 integrated kitchen

由工厂生产的楼地面、墙面、吊顶和橱柜、厨房设备及管线等通过设计集成并在现场主要采用干式工法装配而成的厨房。

2.1.19 集成卫生间 integrated bathroom

由工厂生产的楼地面、墙面、吊顶和洁具设备及管线等进行集成设计并在现场主要采用干式工法装配而成的卫生间。

2.2 符号

2.2.1 几何参数

b—套筒出浆口中心至套筒底部的高度；

h1—灌浆料上表面到侧视三维立体测量镜头拍摄端面的垂直距离；

h2—侧视三维立体测量镜头拍摄端面到套筒出浆口中心的

垂直距离；

D2—套筒出浆口直径；

d—连接钢筋的公称直径。

2.2.2 其他

F—套筒灌浆饱满度。

3 基本规定

- 3.0.1 装配式混凝土建筑，应协调建筑、结构、设备、内外装等专业系统接口与交付，编制相互协同的施工方案。
- 3.0.2 装配式混凝土建筑各系统接口宜采用建筑信息模型技术，协同各专业进行全过程的信息化管理。
- 3.0.3 装配式混凝土建筑施工前，应组织设计、生产、施工、管理等单位对设计文件进行图纸会审，确定施工工艺措施。施工单位应准确理解设计图纸的要求掌握细部构造，根据工程特征和相关规定，进行施工复核及验收，编制专项施工方案。
- 3.0.4 装配式混凝土结构构件的连接部位宜设置在结构受力较小的部位，构件尺寸应满足使用功能及标准化要求，并应满足制作、运输、安装及质量控制要求。
- 3.0.5 施工单位应根据装配式混凝土结构工程接口与连接的要求，合理选择和配备专用工具，避免安装时损坏预埋连接件。
- 3.0.6 施工所采用原材料及构配件应符合国家现行有关规范要求，应有明确的进场计划，并应按规定进行施工进场验收。
- 3.0.7 装配式混凝土接口与连接的施工，应采取相应的成品保护措施。

4 预留预埋

4.1 一般规定

4.1.1 预留预埋按应用功能分类如下：

1 用于主体结构预留预埋的：灌浆连接套筒、预留插筋、预留连接用孔洞、保温连接件、键槽、结构安装用锚固钢板（件）等；

2 用于施工措施预留预埋的：支模用穿墙孔、工具式模板连接件、爬架孔、放线孔、水电孔等孔洞、临时固定支撑埋件、现场吊装用吊钉、吊母、吊环等；

3 用于主体结构外各系统（外围护系统、设备与管线系统、内装系统）预留预埋的：幕墙连接件、门窗安装用木砖、线盒、线管、灯盒、水电孔、内装部品连接件、安装孔等。

4.1.2 预埋件（含预埋吊件、管线）的材料、品种、规格、型号应符合设计要求和国家现行相关标准规定：

1 吊钩、吊环以及预埋钢板应采用未经冷加工的 Q235 钢材制作，预制构件的吊环应采用未经冷加工的 HPB300 及钢筋制作。吊装用的螺母、吊杆及配套吊具，应根据相应的产品标准和设计规定选用。钢筋、钢丝和预埋件钢材应有出厂证明书和进厂试验报告单；

2 埋件焊接用焊条应符合现行国家标准《非合金钢及细晶粒钢焊条》GB/T 5117 或《热强钢焊条》GB/T 5118 的规定。焊

条型号应与钢材性能相匹配;。

3 采用钢筋机械连接接头及套筒灌浆连接接头的预制构件,应按国家现行相关标准的规定制作接头试件,试验合格后方可用于构件生产。套筒应由专业公司生产,应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的规定;

4 夹心外墙板中内外叶墙板的拉结件可选用纤维增强塑料或不锈钢材料,其力学性能和耐腐蚀性能均应满足设计要求和国家现行有关标准的规定。拉结件应满足夹心外墙板的节能设计要求;

5 预埋件的防腐防锈应满足现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计规范》GB 50046 和《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定 第1部分:未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 的规定。

4.1.3 预埋件、预留孔洞在设计时应有可靠的加固措施。

4.1.4 预留预埋应按构件设计图纸进行,并满足安全性、耐久性和稳定性要求。

4.1.5 预埋预留件入模安装固定后,应检查:预埋预留件的规格、数量、位置。

4.1.6 预埋预留件应与预制构件可靠连接。预埋预留件应方便与后续安装连接。

4.1.7 构件在运输、存放、安装过程及安装后应做好预埋预留件的成品保护,成品保护可采取包裹、堵塞、封盖等有

效措施，防止对预埋预留件的破损，防止线盒线管、螺栓孔等进入杂物。

- 4.1.8 预埋预留件的外露铁件部分应避免锈蚀，外露塑料、纤维等材料应避免腐蚀性介质的侵蚀，远离火源、热源。

4.2 主体结构预埋预留

I 主控项目

- 4.2.1 灌浆连接套筒、预留插筋、保温连接件应按国家现行有关标准进行进场检验，各项性能符合设计和国家现行有关标准要求。

检查数量：按批检查。

检查方法：检查试验报告。

- 4.2.2 加工预埋预留件材料质量符合国家现行有关标准和设计要求。

检查数量：按批检查。

检查方法：检查材质证明文件。

- 4.2.3 预埋预留的规格、数量、位置应符合设计要求。

检查数量：逐件检查。

检查方法：观察检查；尺量检查。

- 4.2.4 外露保温连接件的外露长度应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：尺量检查。

II 一般项目

4.2.5 灌浆连接套筒、预留孔洞应通畅，无杂物堵塞。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

4.2.6 预埋预留尺寸允许偏差应符合表 4.2.6 规定

表 4.2.6 预埋预留尺寸允许偏差

项目		尺寸允许偏差 (mm)
预留孔	中心线位置	5
	孔尺寸	±5
预留洞	中心线位置	10
	洞口尺寸、深度	±10
预埋件	预埋板中心线位置	5
	预埋板与混凝土面平面高差	0, -5
	预埋螺栓、预埋套筒中心线位置	2
	预埋套筒混凝土面平面高差	0, -5
	木砖与构件平面的中心线位置偏差	20
	木砖与构件表面混凝土高差	0, -10
预留插筋	中心线位置	3
	外露长度	±5
键槽	中心线位置	5
	长度、宽度、深度	±5

4.2.7 外露保温连接件在混凝土中部分应牢固、可靠。

检查数量：全数检查。

检查方法：晃动。

4.3 施工措施预留预埋

I 主控项目

- 4.3.1 加工吊环的材料应符合国家现行有关标准及设计的要求。

检查数量：按批检查。

检查方法：检查材质证明文件。

- 4.3.2 吊环的规格、数量、位置应符合设计要求。

检查数量：逐件检查。

检查方法：观察检查；尺量检查。

- 4.3.3 使用吊环时预制构件的强度应满足设计要求。

检查数量：按批检查。

检查方法：检查混凝土强度试验报告。

- 4.3.4 构件加工预埋预留件材料的质量符合国家现行有关标准和设计要求。

检查数量：按批检查

检查方法：检查材质证明文件。

- 4.3.5 预埋预留的规格、数量、位置应符合设计要求。

检查数量：逐件检查。

检查方法：观察检查；尺量检查。

- 4.3.6 吊装时预制构件的强度应满足设计要求。

检查数量：按批检查。

检查方法：回弹检测。

II 一般项目

4.3.7 吊环切除后混凝土表面的修补应符合相关规范要求

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

4.3.8 预埋预留件（孔洞、水槽）不应有影响使用的破损、污染。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

4.3.9 预埋预留尺寸允许偏差应符合表 4.2.6 规定。

检查数量：抽样检测

检查方法：观察检查；尺量检查。

5 连接

5.1 一般规定

- 5.1.1 预制构件节点及接缝处后浇混凝土强度等级不应低于预制构件的混凝土强度等级；剪力墙结构墙板水平接缝用座浆料的强度应大于被连接构件的混凝土强度等级。
- 5.1.2 装配整体式混凝土结构中，节点及接缝处的纵向钢筋连接宜根据接头受力、施工工艺等要求选用机械连接、套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、焊接连接、绑扎连接等连接方式，并应符合国家现行标准的有关规定。
- 5.1.3 纵向钢筋采用套筒灌浆连接时，应符合下列规定：
- 1 接头应满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 中 I 级接头的性能要求，并应符合国家现行有关标准的规定；
 - 2 预制剪力墙中钢筋接头处套筒外侧钢筋的混凝土保护层厚度不应小于 15mm，预制柱中钢筋接头处套筒外侧箍筋的混凝土保护层厚度不应小于 20mm；
 - 3 套筒之间的净距不应小于 25mm。
- 5.1.4 纵向钢筋采用浆锚搭接连接时，对预留孔成孔工艺、孔道形状和长度、构造要求、灌浆料和被连接钢筋，应进行力学性能以及适用性的试验验证。直径大于 20mm 的钢筋不宜采用浆锚搭接连接，直接承受动力荷载构件的纵

向钢筋不应采用浆锚搭接连接。

5.1.5 预制构件与后浇混凝土、灌浆料、座浆浆材料的结合面应设置粗糙面、键槽，并应符合下列规定：

1 预制板与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面。

2 预制梁与后浇混凝土叠合层之间的结合面应设置粗糙面；预制梁端面应设置键槽且宜设置粗糙面。

3 预制剪力墙的顶部和底部与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面；侧面与后浇混凝土的结合面应设置粗糙面，也可设置键槽；键槽深度 t 不宜小于 20mm，宽度 w 不宜小于深度的 3 倍且不宜大于深度的 10 倍，键槽间距宜等于键槽宽度，键槽端部斜面倾角不宜大于 30° 。

4 预制柱的底部应设置键槽且宜设置粗糙面，键槽应均匀布置，键槽深度不宜小于 30mm，键槽端部斜面倾角不宜大于 30° 。柱顶应设置粗糙面。

5 粗糙面的面积不宜小于结合面的 80%，预制板的粗糙面凹凸深度不应小于 4mm，预制梁端、预制柱端、预制墙端的粗糙面凹凸深度不应小于 6mm。

5.1.6 预制构件纵向钢筋宜在后浇混凝土内直线锚固；当直线锚固长度不足时，可采用弯折、机械锚固方式，并应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 和行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

5.2 套筒灌浆连接

5.2.1 套筒灌浆连接应采用由接头型式检验确定的相匹配的提供单位提供的灌浆套筒、灌浆料，并应符合下列规定：

- 1 灌浆套筒与灌浆料宜在构件生产和施工前同时确定；
- 2 接头提供单位应提交所有应用接头规格的有效型式检验报告，并提供接头制作、安装及现场灌浆施工作业指导书；
- 3 采用半灌浆套筒时，接头提供单位应为套筒生产单位；采用全灌浆套筒时，接头提供单位宜为套筒生产单位，也可为灌浆料生产单位；
- 4 施工单位也可作为接头提供单位独立采购灌浆套筒、灌浆料进行工程应用，但构件生产和施工前应由施工单位完成接头匹配检验；
- 5 灌浆施工中更换灌浆料，则接头提供单位应变更为施工单位，应在灌浆施工前由施工单位委托重新进行所有规格钢筋的接头匹配检验、工艺检验及有关材料进场检验，所有检验均应在施工单位、监理单位见证下制作试件并一次合格；
- 6 接头匹配检验应按接头型式检验要求进行。

5.2.2 钢筋套筒灌浆连接施工应按灌浆施工条件选择灌浆料种类并编制专项施工方案，专项施工方案应包括材料与设备要求、灌浆的施工工艺、灌浆质量管理、安全管理措施等。

5.2.3 半灌浆套筒机械连接端的钢筋丝头加工与灌浆施工的操作

作人员应经过培训后上岗，培训应包括对构件实体灌浆操作的内容。对于半灌浆套筒连接，机械连接端的钢筋丝头加工与连接安装应按接头提供单位的加工、安装技术要求进行，丝头加工操作人员应经专业培训后上岗，且人员应固定。

5.2.4 灌浆施工方式及构件安装应符合下列规定：

- 1 钢筋水平连接时，灌浆套筒应各自独立灌浆；
- 2 竖向构件宜采用连通腔灌浆时，并应合理划分连通灌浆区域，专项施工方案应包括确切的分仓信息和对应构件信息的灌浆施工平面图；每个区域除预留灌浆孔、出浆孔与排气孔外，应形成密闭空腔，不应漏浆；连通灌浆区域内任意两个灌浆套筒间距离不宜超过 1.5m，连通腔内构件底部与下方现浇结构上表面的最小间隙不得小于 10mm；
- 3 竖向预制构件采用坐浆法施工时，构件就位前应设置坐浆层；
- 4 当采用各套筒独立灌浆工艺时，应用封口塞使套筒端部密闭，防止灌浆料流出。

5.3 干式连接

- #### 5.3.1
- 应对连接件、焊缝、螺栓或铆钉等紧固件在不同设计状况下的承载力进行验算，并应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 和《钢结构焊接规范》GB 50661 等的规定。

5.3.2 焊接或螺栓连接的施工应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661、《钢结构工程施工标准》GB 50755、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。采用焊接连接时，应采取防止因连续施焊引起的连接部位混凝土开裂的措施。

【5.3 条文说明】随着装配式建筑的发展，装配整体式混凝土结构体系在国内得到了大面积推广，其中应用最广的就是 5.2 所述的竖向纵筋采用钢筋套筒灌浆连接形式，以及 5.3 所述的占比较小的干式连接。由于钢筋套筒灌浆连接作业质量问题不断爆出，近几年推陈出新的装配整体式混凝土结构体系主要是针对上下预制受力墙板之间的竖向纵筋连接进行了变化，并用后浇混凝土取代套筒灌浆连接。按照应用案例或见诸有关报道出现时间先后，大致有 EVE 装配式空心板叠合剪力墙结构、纵肋叠合混凝土剪力墙结构和预制叠合剪力墙（SPCS），其特点是预留的现浇混凝土由小的通孔扩大为上墙下面一部分以及整面墙，因而其钢筋连接从单根钢筋、环形钢筋、扩展为定型钢筋笼。最新出现的 EMC 系列装配式混凝土结构技术体系，其主要特点是优化了不同功能钢筋配置形式，上下承重构件的竖向纵筋连接采用在波纹管内浇筑现浇混凝土代替了套筒灌浆。鉴于上述提及的新型体系尚未在现行行业标准和国家标准中提及，且完工工程案例的数量较之套筒灌浆连接的数量甚少。待相关体系相对稳定后，再适时进

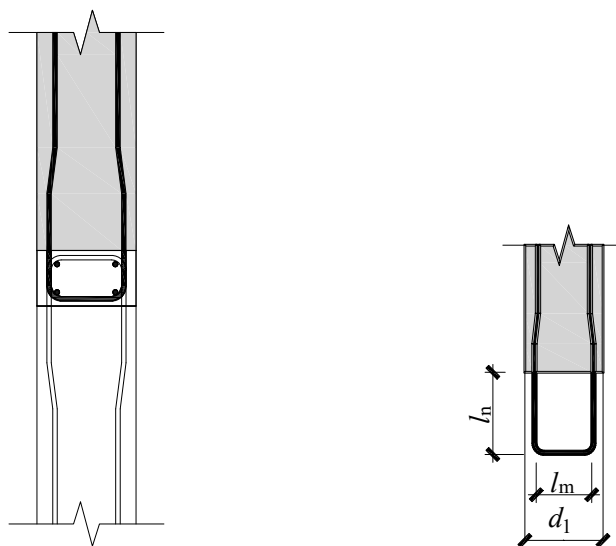
行标准修订，补充完善有关内容。

5.4 环形钢筋扣合连接体系

5.4.1 预制混凝土内、外墙采用环形钢筋扣合连接时，上下层相邻预制环形钢筋混凝土内、外墙的环形钢筋应交错设置，错开距离不宜大于 50mm。

5.4.2 环筋扣合连接的预制混凝土内、外墙上下层节点中（图 5.4.2），单侧受拉钢筋的锚固长度应按下列式计算：

$$l_m + l_n \geq 20d$$



(a) 环筋扣合连接节点

(b) 竖向预留钢接形式

图5.4.2 环筋扣合锚固形式

式中：

l_m ——环筋扣合弯角间直线锚固长度（mm）， $l_m = d_1 - 2c$ ；

l_n ——环筋扣合直筋段锚固长度（mm）， $l_n \geq 8d$ 且不应小于 120mm；

d——连接区域内竖向环形钢筋的最大直径 (mm);

d1——预制环形钢筋混凝土内、外墙的厚度 (mm);

c——预制环形钢筋混凝土内、外墙的钢筋保护层厚度 (mm)。

5.4.3 预制混凝土内、外墙上下层环形钢筋连接时(图 5.4.3),
接缝处水平的扣合连接筋的竖向间距不宜大于 200mm。

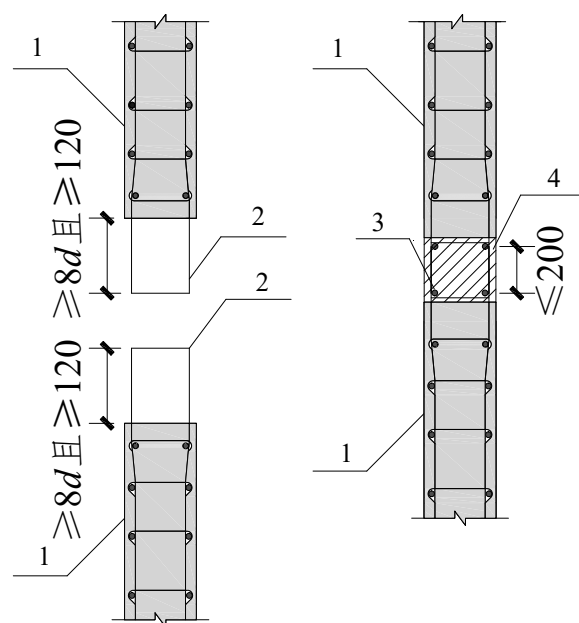


图5.4.3 预制混凝土内、外墙环形钢筋扣合连接

1-预制环形钢筋混凝土内、外墙; 2-环形钢筋; 3-扣合连接筋;

4-暗梁后浇区段

6 接口

6.1 一般规定

6.1.1 装配式混凝土建筑的部品部件应采用标准化、通用化的接口技术，实现互换性，接口应具备调整公差、容错的功能。

6.1.2 标准化接口

1 接口的性能与其所在建筑中的位置有关，确定接口性能指标需综合考虑接口所连接的部品部件性能等。

2 接口形式可按多种方式分类。按连接类型，可分为点连接、线连接和面连接；按所连接部品部件的相互位置关系，可分为并列式和嵌套式；按连接强度，可分为固定（强连接）、可变（弱连接）和自由（铀连接）；按连接技术手段，可分为粘接式、填充式和固定式。

3 接口尺寸应考虑部品部件的制作公差，安装阶段的放线公差、安装公差，使用期间的形变公差等。

6.1.3 装配式混凝土建筑设计应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002 的有关规定，构造节点和部件的接口尺寸宜采用分模数数列 $nM/2$ 、 $nM/5$ 、 $mM/10$ (n 为自然数)。

6.1.4 装配式混凝土建筑的部品部件应采用标准化、通用化的接口技术，实现互换性。接口应具备调整公差、容错的

功能。

6.1.5 设备与管线系统宜选用模块化产品，接口应标准化，并应预留扩展条件。

6.1.6 接口及构造应符合下列规定：

1 结构系统部件、外围护系统部件、内装部品部件和设备管线之间的连接方式应满足安全性和耐久性要求；

2 结构系统与外围护系统宜采用干式工法连接，其接缝宽度应满足结构变形和温度变形的要求；

3 部品部件的构造连接应安全可靠，接口及构造设计应满足施工安装与使用维护的要求；

4 应确定适宜的制作公差和安装公差设计值；

5 设备管线接口应避开预制构件受力较大部位和节点连接区域。

6.2 结构系统和内装系统间接口

6.2.1 结构布置应与建筑功能空间相互协调，宜满足建筑功能空间组合的灵活可变性要求，宜采用大开间、大进深的布置方案。预制构件应与外围护、内装、设备与管线系统的部品部件之间进行协调。

6.2.2 结构系统的设计和建造应考虑内装的需求，宜采用大开间、大进深的结构形式。采用局部结构降板进行同层排水时，应在设计之初结合项目的特征，合理确定降板的位置和高度。

6.2.3 内装系统的施工应与结构系统明确施工界面。

6.2.4 内装设计应与结构系统和外围护系统相关构件的深化设计紧密配合，在设计阶段应明确构件的开洞尺寸及定位位置，并提前做好连接件的预留预埋，预留接口位置应准确到位。需考虑的预留预埋可参照表 6.2.4。

表 6.2.4 与内装系统配合的构件需考虑的预留预埋

部位	项目
墙体	(1) 内装连接需要的埋件； (2) 预留厨房排烟管出口风帽、厨房止回风口； (3) 卫生间止回风口； (4) 空调交换机管道孔、空气净化机管道孔； (5) 预留给水管、同层排水横支管、同层排水座便器的孔洞等。
楼板	(1) 预留内装连接需要的埋件； (2) 楼板应根据设计需求和定位预留排水管出口； (3) 预制楼板底部预埋热水器吊挂螺栓装置、预制楼板底部预埋中央空调主机吊挂螺栓装置等情况，需要考虑预埋加固点。

6.2.5 吊顶系统设计应满足室内净高的需求，并应符合下列规定：

1 宜在预制楼板(梁)内预留吊顶、桥架、管线等安装所需预埋件；

- 2 应在吊顶内设备管线集中部位设置检修口。
- 6.2.6 装配式混凝土建筑的内装部品、室内设备管线与主体结构的连接应符合下列规定：
- 1 在设计阶段宜明确主体结构的开洞尺寸及准确定位；
 - 2 宜采用预留预埋的安装方式；当采用其他安装固定方法时，不应影响预制构件的完整性与结构安全。
- 6.2.7 轻质隔墙系统的墙板接缝处应进行密封处理；隔墙端部与结构系统应有可靠连接。
- 6.2.8 门窗部品收口部位宜采用工厂化门窗套。
- 6.2.9 集成式卫生间采用防水底盘时，防水底盘的固定安装不应破坏结构防水层；防水底盘与壁板、壁板与壁板之间应有可靠连接设计，并保证水密性。

6.3 结构系统和外围护系统间接口

- 6.3.1 装配式混凝土建筑应合理确定外围护系统的设计使用年限，住宅建筑的外围护系统的设计使用年限应与主体结构相协调。
- 6.3.2 外墙板与主体结构的连接应符合下列规定：
- 1 连接节点在保证主体结构整体受力的前提下，应牢固可靠、受力明确、传力简捷、构造合理。
 - 2 连接节点应具有足够的承载力。承载能力极限状态下，连接节点不应发生破坏；当单个连接节点失效时，外墙板不应掉落。

3 连接部位应采用柔性连接方式，连接节点应具有适应主体结构变形的能力。

4 节点设计应便于工厂加工、现场安装就位和调整。

5 连接件的耐久性应满足使用年限要求。

6 抗震设计时，外挂墙板与主体结构的连接节点在墙板平面内应具有不小于主体结构在设防烈度地震作用下弹性层间位移角 3 倍的变形能力。

6.3.3 外挂墙板与主体结构采用点支承连接时，节点构造应符合下列规定：

1 连接点数量和位置应根据外挂墙板形状、尺寸确定，连接点不应少于 4 个，承重连接点不应多于 2 个；

2 在外力作用下，外挂墙板相对主体结构在墙板平面内应能水平滑动或转动；

3 连接件的滑动孔尺寸应根据穿孔螺栓直径、变形能力需求和施工允许偏差等因素确定。

6.3.4 外挂墙板与主体结构采用线支承连接时应符合下列规定：

1 外挂墙板顶部与梁连接，且固定连接区段应避开梁端 1.5 倍梁高长度范围；

2 外挂墙板与梁的结合面应采用粗糙面并设置键槽；接缝处应设置连接钢筋，连接钢筋数量应经过计算确定且钢筋直径不宜小于 10mm，间距不宜大于 200mm； 连接钢筋在外挂墙板和楼

面梁后浇混凝土中的锚固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；

3 外挂墙板的底端应设置不少于 2 个仅对墙板有平面外约束的连接节点；

4 外挂墙板的侧边不应与主体结构连接。

6.3.5 外墙板与主体结构的连接处应设置防止形成热桥的构造措施，应采用燃烧性能等级为 A 级的材料进行封堵，封堵构造的耐火极限不得低于墙体的耐火极限，封堵材料在耐火极限内不得开裂、脱落。

6.3.6 外挂墙板不应跨越主体结构的变形缝。主体结构变形缝两侧的外挂墙板的构造缝应能适应主体结构的变形要求，宜采用柔性连接设计或滑动型连接，并采取易于修复的构造措施。

6.3.7 现场组装骨架外墙骨架应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，并应与主体结构有可靠连接；骨架应进行整体及连接节点验算。

6.3.8 木骨架组合外墙与主体结构之间应采用金属连接件进行连接；

6.3.9 幕墙与主体结构的连接应符合下列规定

1 应具有适应主体结构层间变形的能力；

2 主体结构中连接幕墙的预埋件、锚固件应能承受幕墙传递的荷载和作用，连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于

连接件本身的承载力设计值。

6.3.10 预制外墙中外门窗宜采用企口或预埋件等方法固定，外门窗可采用预装法或后装法，并满足下列要求：

- 1 采用预装法时，外门窗框应在工厂与预制外墙整体成型；
- 2 采用后装法时，预制外墙的门窗洞口应设置预埋件。

6.4 结构系统和设备与管线系统间接口

6.4.1 装配式混凝土建筑的结构设计应与建筑、结构、给排水、供暖、通风和空调、燃气、电气、智能化等各专业的国标要求一致，同步协同进行，并统筹设计、生产、安装和运维各阶段的需求。

6.4.2 装配式工程应满足部品检修更换以及设备管线使用维护的要求，宜采用管线分离技术。

6.4.3 装配式工程的部品选型时应明确关键技术参数。

6.4.4 装配式工程应明确部品各项质量要求，并应包括以下内容：

- 1 应明确部品的产品标准；
- 2 应明确所用材料和构配件进场复验要求，复验要求不得低于现行国家标准的验收要求；
- 3 应明确部品进场的质量验收要求。
- 4 部品部件留置方式、外露形式应符合标准及安装工艺要求。

6.4.5 装配式工程所用的部品与材料在生产、运输、储存和施

工过程中，必须采取有效的成品保护措施，防止损坏和污染环境。

6.4.6 装配式部品部件中预埋预留接口尺寸允许偏差应符合表 6.4.6 规定。

表 6.4.6 预埋预留尺寸允许偏差

项目		尺寸允许偏差 (mm)
预留孔	中心线位置	5
	孔尺寸	±5
预留洞	中心线位置	10
	洞口尺寸、深度	±10
预埋件	预埋板中心线位置	5
	预埋板与混凝土面平面高差	0, -5
	预埋螺栓、预埋套筒中心线位置	2
	预埋套筒混凝土面平面高差	0, -5
	木砖与构件平面的中心线位置偏差	20
	木砖与构件表面混凝土高差	0, -10
预留插筋	中心线位置	3
	外露长度	±5
键槽	中心线位置	5
	长度、宽度、深度	±5

6.5 外围护系统和设备与管线系统间接口

- 6.5.1 装配式混凝土建筑的外围护设计应与建筑、结构、给排水、供暖、通风和空调、燃气、电气、智能化、消防等各专业的国标要求一致，同步协同进行，并统筹设计、生产、安装和运维各阶段的需求。
- 6.5.2 外围护系统的防水、防火、保温等构造及连接方式应符合标准要求，并符合安装工艺水平。
- 6.5.3 应对外围护系统的连接件、螺栓或铆钉、粘接胶等在不同设计状况下的承载力、耐久性进行验算，并应符合现行国家标准的规定。
- 6.5.4 外围护系统中防雷设施、配电设施、电缆电线、照明设施、通风设施、门窗等应符合标准及安装工艺要求
- 1 应明确所用材料和构配件进场复验要求，复验要求不得低于现行国家标准的验收要求；
 - 2 应明确部品进场的质量验收要求。
 - 3 外围护系统连接应可靠，平垫、弹垫齐全，做好防腐防锈处理。
- 6.5.5 外围护系统及其连接接口在生产、运输、储存和施工过程中，必须采取有效的成品保护措施，防止损坏和污染环境。
- 6.5.6 装配式外挂墙板、节点连接件、接缝密封胶等应满足风载、自重、温度应力下的承载力要求，耐久性应符合标

准设计要求。

6.5.7 装配式外挂墙板的预埋件、节点连接钢筋、预留孔的规格数量应满足设计要求。

6.5.8 装配式外挂墙板中预埋预留接口尺寸允许偏差应符合表 6.5.8 规定。

表 6.5.8 预埋预留尺寸允许偏差

项目		允许偏差 (mm)
预留孔洞定位	中心位置偏移	4
	尺寸	+3,0
预留节点连接钢筋	中心位置偏移	3
	外露长度	±5
键槽	中心位置偏移	5
	长度、宽度	+5
预埋件	中心位置偏移	3
	平整度	-3,0
预埋螺栓	中心位置偏移	2
	外露长度	+5,0

6.6 外围护系统和内装系统间接口

6.6.1 装配式外围护系统与内装系统间的接口设计应符合通用性要求。

6.6.2 装配式外围护系统与内装系统间的接口应采用标准化的

连接构造，接口的位置和尺寸应符合模数协调的要求，
并应做到连接合理、拆装方便、使用可靠。

6.6.3 装配式外围护系统与内装系统间的连接构造应符合下列规定：

1 内装系统部品的维修和更换不应影响外围护系统部品的正常使用；

2 外围护系统部品应为内装系统部品预留接口，且接口应相互匹配。

6.6.4 装配式外围护系统与内装系统间的接口连接部位处理应符合下列规定：

1 外围护墙与装配式楼地面相接部位宜设踢脚或墙裙，方便清洁和维护；

2 外围护墙与内隔墙的接缝处应有可靠连接，并进行密封处理；

3 外围护墙与装配式吊顶的连接部位宜采用收边线条或凹槽等方式进行处理；

4 外围护墙与门窗的连接宜采用配套的连接件，连接应牢固；外围护墙与外门窗框材之间的缝隙应填充密实，并宜采用门窗套收边；

5 集成式厨房的固定安装应根据不同外围护墙体设计安装节点、固定方式和构造；橱柜模块与墙面的交接处应风格协调、收口美观；

6 集成式卫生间防水底盘与墙面板之间应有可靠连接设计，并保证水密性；

7 集成式厨房和集成式卫生间墙面板与外门窗洞口的衔接处应做好收边收口处理，满足防水要求。

6.7 设备与管线系统和内装系统间接口

6.7.1 装配式内装系统应结合项目建设条件和项目需求合理确定设备和管线与结构分离的方式，设备和管线的安装与敷设应与室内空间设计相协调。

6.7.2 装配式内装系统设备和管线设计应遵循下列原则：

1 设备与管线系统宜通过综合设计及管线集成技术提高设备与管线系统的集成度；

2 设备和管线不宜敷设在混凝土结构或混凝土垫层内，也不应通过墙体表面开凿或剔凿等方式设置；

3 设备和管线的预留洞口尺寸及位置、插座接口点位应在设计图中明确标注，部品应定位准确；

4 敷设于楼地面的架空层、吊顶空间、装配式隔墙内的空调及通风、给排水、供暖、强弱电等设备与管线应便于检修，检修口宜采用标准化尺寸；

5 设备和管线穿越楼板和墙体时，应采取防水、防火、隔声、密封等措施，防火封堵应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

6.7.3 设备和管线安装应符合设计文件和国家现行标准的规

定，不得影响结构安全性以及部品部件的完整性，并应满足检修更换的要求。

6.7.4 设备和管线的固定装置材料与设备和管线材料应相互配套，且固定装置的耐久年限应长于设备和管线的耐久年限。

6.7.5 敷设于隔墙系统、吊顶系统、架空地板系统等的内部管线应采取可靠措施安装牢固。

6.7.6 集成式厨房和集成式卫生间的设备与管线设计应符合下列规定：

1 给水排水、通风和电气等管道管线应采用标准化接口，且应在接口位置设置检修口；

2 集成式厨房和集成式卫生间内的管道材质和连接方式宜与公共区的管道匹配，当采用不同材质的管道连接时，应有可靠的连接措施。

6.7.7 给水排水管线设计应符合下列规定：

1 给水系统配水管道与部品的接口形式及位置应便于检修更换，并应采取措施避免结构或温度变形对给水管道接口产生影响；

2 给水分水器与用水器具的管道接口应一对一连接；在架空层或吊顶内敷设时，中间不得有连接配件；分水器设置应便于检修；

3 宜采用装配式的管线及其配件连接。

6.7.8 供暖、空调和通风管道设置应符合下列规定:

- 1 敷设于居住建筑隔墙系统、吊顶系统、架空地板系统内的供暖管道不宜有接口和阀门、部件;
- 2 供暖、空调和通风系统管道安装应设置可靠的支撑系统并充分考虑管道伸缩补偿,确保安装安全;
- 3 空调通风管道宜采用工厂预制、现场冷连接工艺。

6.7.9 电气管线设计应符合下列规定:

- 1 电气线缆应采用符合安全和防火要求的敷设方式配线;
- 2 电气线缆应穿金属管或在金属线槽内敷设,线缆在管道或线槽内不宜有接头,如有接头,应放置在接线盒内;
- 3 电气线缆设计在隔墙内布线时,隔墙宜优先选用带穿线管的工厂化生产的墙板。

7 检查验收

7.1 一般规定

- 7.1.1 本章适用于装配整体式混凝土建筑系统接口安装完成后实体连接节点质量检测。
- 7.1.2 装配整体式混凝土建筑系统接口连接节点质量检测包括：灌浆饱满度、钢筋锚固长度、竖向预制构件底部接缝内部缺陷等检测。
- 7.1.3 预制构件的进场质量验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的有关规定。
- 7.1.4 钢筋采用机械连接时，其接头质量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。
- 7.1.5 预制构件采用焊接连接时，钢材焊接的焊缝尺寸应满足设计要求，焊缝质量应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。
- 7.1.6 预制构件采用螺栓连接时，螺栓的材质、规格、拧紧力矩应符合设计要求及现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017 和《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。
- 7.1.7 混凝土建筑系统接口工程验收时，除应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的要求

提供文件和记录外，尚应提供下列文件和记录：

- 1 预制构件、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告；
- 2 预制构件安装施工记录；
- 3 钢筋套筒灌浆、浆锚搭接连接的施工检验记录；
- 4 外墙防水施工质量检验记录；
- 5 装配式工程的其他文件和记录。

7.2 钢筋套筒灌浆连接节点灌浆饱满度检测

7.2.1 套筒灌浆连接节点灌浆饱满度的检测方法包括内窥镜法、X 射线法、毛细管注水法和预埋钢丝拉拔法等。

7.2.2 采用内窥镜法检测时，应选用带尺寸测量功能的内窥镜。内窥镜法分为预成孔内窥镜法、出浆孔道钻孔内窥镜法及套筒壁钻孔内窥镜法，可根据出浆孔道的形状进行选用：

- 1 当出浆孔道为直线形时，可根据实际情况采用预成孔内窥镜法或出浆孔道钻孔内窥镜法，必要时也可采用套筒壁钻孔内窥镜法；

- 2 当出浆孔道为非直线形时，采用套筒壁钻孔内窥镜法。

7.2.3 采用 X 射线法检测套筒灌浆饱满度时，应采用便携式 X 射线探伤仪，被测构件受检区域的厚度不宜大于 200mm，且同一射线路径上不应有两个或两个以上的套筒。当被测构件的检测条件不满足以上要求时，可采用 X 射线局

部破损法。

7.2.4 采用毛细管注水法时，套筒的出浆孔道应为直线形，专用注水管应在灌浆施工前预置在套筒内。

7.2.5 采用预埋钢丝拉拔法时，套筒的出浆孔道应为直线形，预埋钢丝宜在灌浆结束前随封堵塞一同插入出浆孔道并调整就位。

7.2.6 根据出浆孔道的形状、构件受检区域的厚度及套筒的布置方式等检测条件，可参照表 7.2.6 选择合适的套筒灌浆饱满度检测方法。

表 7.2.6 钢筋套筒灌浆连接灌浆饱满度检测方法的选用

检测工况			检测方法	
出浆孔道的形状	构件受检区域的厚度	套筒的布置方式	宜采用	可采用
直线形	$\leq 200\text{mm}$	单排居中或梅花形	预成孔内窥镜法、出浆孔道钻孔内窥镜法	X 射线法、毛细管注水法、预埋钢丝拉拔法
		双排		毛细管注水法、预埋钢丝拉拔法、X 射线局部破损法
	$> 200\text{mm}$	无限定		毛细管注水法、预埋钢丝拉拔法、套筒壁钻孔内窥镜法、X 射线局部破损法

检测工况			检测方法	
出浆孔道的形状	构件受检区域的厚度	套筒的布置方式	宜采用	可采用
非直线形	$\leq 200\text{mm}$	单排居中或梅花形	X 射线法	套筒壁钻孔内窥镜法
	无限定	双排及以上	套筒壁钻孔内窥镜法	X 射线局部破损法

注：表 7.2.6 中所列的检测方法主要适用于竖向预制构件连接节点的灌浆饱满度检测，对于梁类预制构件可参照执行。

7.2.7 采用预成孔内窥镜法、毛细管注水法、预埋钢丝拉拔法时，预埋件的布置数量及位置应符合下列规定：

1 采用钢筋套筒灌浆连接的预制构件，每个构件上应选择不少于 2 个套筒进行预埋件布置，对于设计认为重要的构件或对施工工艺有怀疑的构件，预埋件的布置数量应双倍；

2 对于采用连通腔灌浆的预制构件，每个灌浆仓被布置预埋件的套筒应包含灌浆口处套筒、距离灌浆口套筒最远处的套筒。

7.2.8 现场套筒灌浆饱满度检测应在同一楼层、同一灌浆工艺、同类预制构件中抽取不少于 5 个套筒，取样应具有代表性。

7.2.9 采用内窥镜法对套筒灌浆饱满度进行检测时，应按本标准附录 A 执行。

7.2.10 采用 X 射线法对套筒灌浆饱满度进行检测时，应按本标准附录 B 执行。

7.2.11 采用毛细管注水法对套筒灌浆饱满度进行检测时，应按本标准附录 C 执行。

7.2.12 采用预埋钢丝拉拔法对套筒灌浆饱满度进行检测时，应按本标准附录 D 执行。

7.3 套筒灌浆连接和浆锚搭接连接钢筋锚固长度检测

7.3.1 钢筋套筒灌浆连接钢筋锚固长度可采用内窥镜法、X 射线法进行检测，浆锚搭接连接钢筋锚固长度可采用 X 射线法进行检测。

7.3.2 采用内窥镜法检测钢筋套筒灌浆连接钢筋锚固长度时，应在灌浆施工前检测套筒内钢筋插入长度，灌浆施工后检测套筒灌浆饱满度，综合两次检测结果得到钢筋锚固长度。

7.3.3 采用内窥镜法检测套筒内钢筋插入长度时，应按本规程附录 A 执行。

7.3.4 采用 X 射线法进行检测时，应按本规程附录 B 执行。

7.4 浆锚搭接连接节点灌浆饱满度检测

7.4.1 浆锚搭接连接节点灌浆饱满度可采用内窥镜法、X 射线法进行检测。

7.4.2 现场浆锚搭接连接节点灌浆饱满度检验应在同一楼层、

同一灌浆工艺、同类预制构件中抽取不少于 3 个浆锚管，取样应具有代表性。

7.4.3 采用内窥镜法检测时，应按本规程附录 A 执行。

7.4.4 采用 X 射线法检测时，应按本规程附录 B 执行。

7.5 竖向预制构件底部接缝内部缺陷检测

7.5.1 竖向预制构件底部接缝内部缺陷检测宜采用超声法，超声法所用换能器的辐射端直径不应超过 20mm，工作频率不应低于 250kHz，也不宜高于 750kHz。

7.5.2 采用超声法对竖向预制构件底部接缝内部缺陷进行检测时，灌浆龄期不应低于 7d，宜选用超声对测法，初次测量时测点间距宜选择 100mm，对初次测量后有怀疑的点可在附近加密测点，检测时应避开有机电管线穿过的区域。

7.5.3 采用超声法对竖向预制构件底部接缝内部缺陷进行检测后，必要时可采用局部破损法进行验证。

附录 A 内窥镜法检测套筒灌浆饱满度

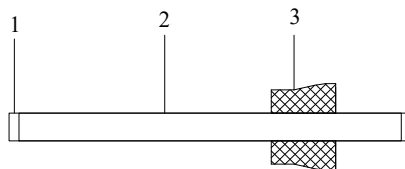
A. 0.1 检测设备及辅助工具包括带尺寸测量功能的内窥镜、刚性套管、钻孔设备，采用预成孔内窥镜法时还需要预成孔装置。

A. 0.2 内窥镜应通过技术鉴定，并应具有产品合格证书和定期计量检定证书。内窥镜应能够实时显示测量镜头与被测物表面选定点之间的距离，且相关配件性能参数应满足下列要求：

- 1 视频内窥探头直径不大于 5mm；
- 2 前视观察镜头直径应与探头直径相同，视角不小于 100° ；
- 3 侧视测量镜头直径应与探头直径相同，视角不小于 55° ，测量范围不小于 5mm-80 mm。

A. 0.3 采用预成孔内窥镜法时需要预成孔装置辅助成孔，预成孔装置为橡胶塞和吸管的组合（图 A. 0.3），且应满足下列要求：

- 1 橡胶塞中部设置有中心孔；
- 2 吸管应具有一定的刚度，直径为 4-6mm，吸管外表面包覆有薄膜，包覆有薄膜的吸管能够通过中心孔穿设在橡胶塞内；
- 3 薄膜位于吸管端部设置有易撕裂部。



1—薄膜；2—吸管；3—橡胶塞

图 A. 0.3 橡胶塞和吸管

A. 0.4 检测前应做好以下工作：

- 1 确定检测设备是否正常；
- 2 确定套筒的品种、规格和位置等。
- 3 根据检测要求及测试条件，确定待测部位。

A. 0.5 准备工作完成之后，进行检测孔道制备，基本步骤如下：

- 1 将包覆有薄膜的吸管穿设在橡胶塞内；
- 2 对预制构件中的套筒进行灌浆施工，待出浆孔道有浆料流出后，将橡胶塞从预制构件表面出浆口塞入出浆孔道进行封堵；

3 待单个预制构件中所有套筒灌浆完成后，开始调整吸管的位置，将吸管的插入段末端调整至与套筒出浆口下方的套筒内壁齐平。

4 待灌浆料硬化后，先将橡胶塞拔出，再将吸管拔出，包覆在吸管上的薄膜被留在对应的出浆孔道内并形成检测孔道。

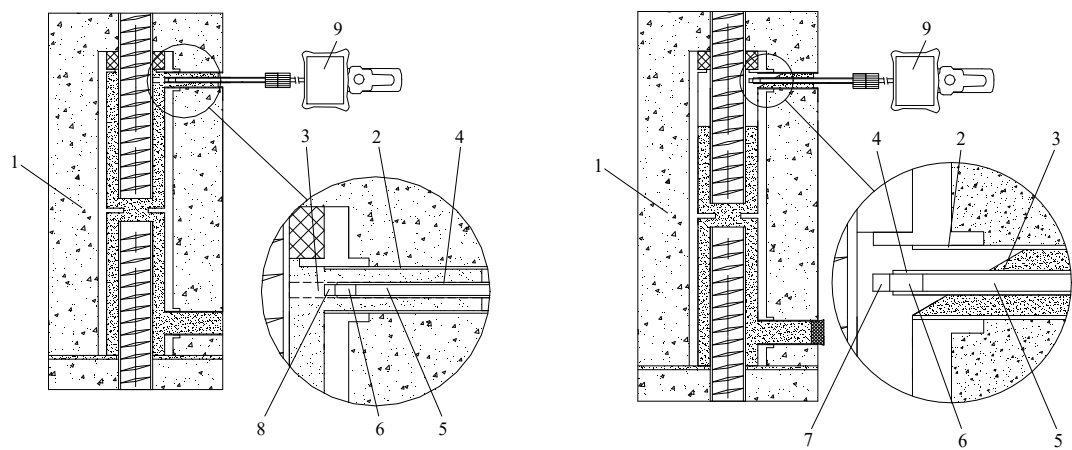
A. 0.6 预成孔内窥镜法检测的基本步骤如下：

1 用辅助工具伸入检测孔道内对检测孔道末端的薄膜进行破膜工作；

2 如果薄膜能够被戳破，先将前视观察镜头安装在探头上并对检测孔道内部进行观察，观察被戳破处内侧的空腔情况，为下一步进行侧视测量做准备；如果薄膜不能被戳破，则使用钻孔设备顺着检测孔道进入至检测孔道末端，而后继续往套筒内部钻孔，并进行孔道清理，完成后将前视观察镜头安装在探头上并对检测孔道内部进行观察（图 A. 0. 6a），判断是否密实，如果密实

则判定灌浆饱满，灌浆饱满度 100%，如果不密实则进行下一步；

3 更换安装侧视三维立体测量镜头，将探头伸入刚性套管并保证侧视三维立体测量镜头伸出刚性套管插入段的末端，然后将刚性套管伸入检测孔道到达套筒内壁与连接钢筋之间的间隙位置往下观测（图 A. 0. 6 b），通过三维立体测量内窥镜得到套筒内灌浆料上表面到侧视三维立体测量镜头拍摄端面之间的垂直距离，根据垂直距离换算得到灌浆饱满度。



（a）饱满情况

（b）不饱满情况

1—预制构件；2—出浆孔道；3—检测孔道；4—刚性套管；5—连接软管；6—探头；7—侧视三维立体测量镜头；8—前视观察镜头；9—内窥镜主机

图 A. 0. 6 内窥镜检测示意图

A. 0. 7 数据处理：

1 半灌浆套筒灌浆饱满度可按式 A. 0. 7-1 计算。

$$F = \frac{b - h_1 - h_2}{8d} \times 100\% \quad (A. 0. 7-1)$$

式中：

F—套筒灌浆饱满度(%)，当F的计算结果大于100%时取100%；

b—套筒出浆口中心至套筒底部的高度(mm)；

h1—灌浆料上表面到侧视三维立体测量镜头拍摄端面的垂直距离(mm)；

h2—侧视三维立体测量镜头拍摄端面到套筒出浆口中心的垂直距离(mm)；

d—连接钢筋的公称直径(mm)。

2 全灌浆套筒灌浆饱满度可按下式计算：

$$F = \frac{8d - (h_1 + h_2 + D_2 / 2)}{8d} \times 100\% \quad (\text{A. 0. 7-2})$$

式中：F—套筒灌浆饱满度(%)，当F的计算结果小于0时取0；

h1—灌浆料上表面到侧视三维立体测量镜头拍摄端面的垂直距离(mm)；

h2—侧视三维立体测量镜头拍摄端面到套筒出浆口中心的垂直距离(mm)；

D2—套筒出浆口直径(mm)；

d—连接钢筋的公称直径(mm)。

A. 0. 8 采用出浆孔道钻孔内窥镜法需使用钻孔设备顺着出浆孔道进行钻孔，步骤如下：

1 每前进20mm-30mm，暂停操作，使用清理设备对检测孔道内的灌浆料碎屑和粉末进行清理；

2 在距离套筒出浆口小于 20mm 时，减缓钻进速度，每前进 3mm-5mm，暂停操作，使用清理设备对检测通道内的灌浆料碎屑和粉末进行清理，观察钻进情况，直至检测孔道贯穿；

3 将三维立体测量内窥镜的侧视测量镜头从检测孔道送入套筒内腔往下观测，测出灌浆缺陷区的长度，再根据灌浆缺陷区的长度换算得到灌浆饱满度，灌浆饱满度具体计算和合格判断方法，参照预成孔内窥镜法。

A. 0.9 采用套筒壁钻孔内窥镜法，应按如下步骤进行：

1 检测前应确定套筒的位置，可根据设计并结合钢筋扫描仪的定位结果来确定；

2 将套筒出浆口高度对应位置外侧的混凝土保护层局部剔除；

3 采用钻孔设备在套筒壁上开孔制作内窥检测孔道；

4 将三维立体测量内窥镜的侧视测量镜头从检测孔道送入套筒内腔往下观测，测出灌浆缺陷区的长度，再根据灌浆缺陷区的长度换算得到灌浆饱满度，灌浆饱满度具体计算和合格判断方法，参照预成孔内窥镜法。

附录 B X 射线法检测灌浆饱满度及套筒内 钢筋锚固长度

B. 0. 1 本方法主要适用于套筒内部灌浆饱满度及钢筋锚固长度的定性检测，当能够有效识别套筒、锚固钢筋轮廓及灌浆料固化液面时，也可进行定量检测。应采用便携式 X 射线探伤仪。

B. 0. 2 进行检测作业时必须采取辐射防护措施，防护措施应符合下列要求：

- 1 辐射防护应符合现行国家标准《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 GB 18871 和《工业 X 射线探伤放射防护要求》 GBZ 117 的有关规定。

- 2 进行 X 射线法作业的检测单位必须具有辐射安全许可证。

- 3 所有从事 X 射线检测的人员在上岗前应进行安全和防护的培训。

B. 0. 3 检测设备除应满足相关标准的规定外，还应符合下列规定：

- 1 便携式 X 射线机的最大管电压不宜低于 250kV；

- 2 控制器（箱）最长延迟开启时间不应低于 180s；

- 3 控制器(箱)与便携式 X 射线机的连接电缆不应短于 20m。

B. 0. 4 套筒灌浆连接节点及浆锚搭接连接节点在检测前应做好以下工作：

- 1 应确保灌浆龄期不低于 7d；

2 应对检测设备及辐射报警装置进行检查，确保所有设备运转正常；。

3 应对检测相关信息进行记录，包括工程名称、构件位置、套筒或浆锚管具体位置、检测人员信息等。

B. 0. 5 检测过程应符合下列规定：

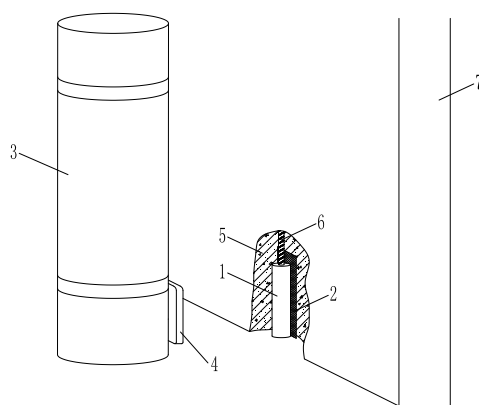
1 根据设备参数及检测工况要求选择合适的透照工艺，必要时可通过试验事先确定各项参数的数值。

2 根据透照工艺放置检测装置。成像装置宜贴紧构件表面，且有效成像区域应覆盖待检测的部位；射线机放置应满足透照时X射线束垂直指向透照区中心，需要时可选用有利于发现缺陷的方向透照。

3 确保检测人员处于安全区域后，开启透照曝光，待曝光完成后，关闭射线机高压，确认检测区域处于安全状态后，取下成像装置。

4 应按照现场操作的实际情况详细记录检测过程的有关信息和数据。

B. 0. 6 当所检测构件成像有困难时，可结合局部破损的方法(图B. 0. 6)剔凿方式可参照进行检测。



1—节点连接件；2—成像装置（工业胶片或 IP 板）；3—发射机；
4—发射机窗口；5—剔凿区域；6—钢筋；7—预制构件

图 B. 0. 6 局部破损检测示意图

B. 0. 7 图像处理应符合下列规定：

1 采用工业胶片成像，暗室处理参数应通过试验确定，并通过专业观片灯观测检测结果；

2 采用 CR 成像或 DR 成像，应通过专业设备软件进行图像处理，并观测检测结果。

B. 0. 8 结果评价应符合下列规定：

1 评片人员应具备相应执业资格。

2 宜优先识别出灌浆料固化液面及锚固钢筋轮廓，必要时可结合黑度值或灰度值进行评价。

3 进行尺寸测量时，还应考虑透射照相的投影关系，对测量数值进行修正。

附录 C 毛细管注水法检测套筒灌浆饱满度

C.0.1 毛细管注水法检测设备及辅助工具应包括专用注水管、压力注水仪和橡胶塞。

C.0.2 专用注水管分为半套筒专用注水管和全套筒专用注水管，相关参数应满足下列要求：

1 专用注水管构造所示包括定位管、预固定材料和毛细管（图 C.0.2）；

2 定位管硬度应为邵氏 A70-90 度，直径应为 5mm；

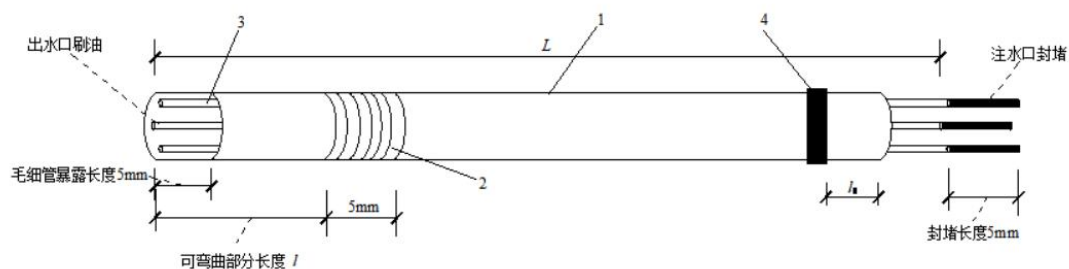
3 半套筒专用注水管的定位管可弯曲部分长度 $L=10 \pm 1\text{mm}$ ；

4 半套筒专用注水管的弯头应能够正常弯曲，弯头长度 $5\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ ；

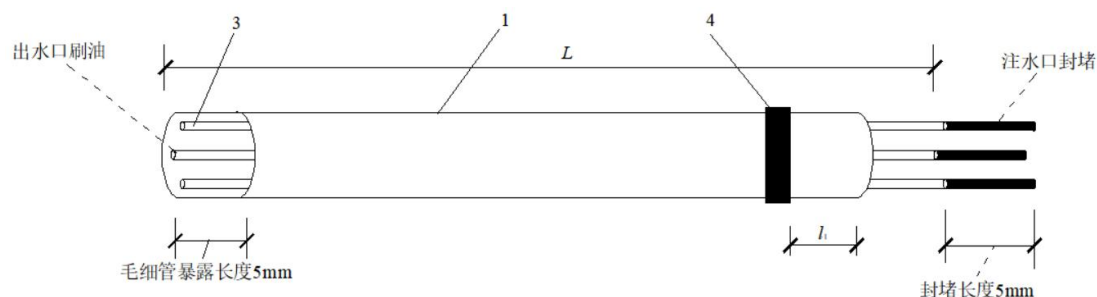
5 全套筒专用注水管的定位管为直管，不可弯曲；

6 预固定材料可将专用注水管预固定于出浆口 PVC 管上部，预固定材料距离定位管右端 11；

7 毛细管内径应为 0.6mm，共三根，毛细管注水口应封堵，封堵长度为 $5 \pm 0.1\text{mm}$ ，在出水口位置将毛细管暴露，便于毛细管与外界灌浆料接触。



(a) 半套筒专用注水管



(b) 全套筒专用注水管

1—定位管；2—弯头；3—毛细管；4—预固定材料

图 C. 0. 2 专用注水管

C. 0. 3 压力注水仪应能够提供注水压力，并记录注水量，压力注水仪量程为 0-10ml，精度为 0.1ml。

C. 0. 4 专用注水管（图 C. 0. 4）应采用橡胶塞固定，橡胶塞应预留孔便于专用注水管穿过，孔径为 5-6mm。



图 C. 0. 4 橡胶塞和专用注水管

C. 0. 5 检测前应做好以下工作：

- 1 确保压力注水仪及专用注水管正常；
- 2 根据套筒类型选择专用注水管；
- 3 根据检测要求及测试条件，确定待测部位。

C. 0. 6 准备工作完成后，对专用注水管进行安装及检测（图 C. 0. 6），步骤为：

- 1 专用注水管出水口浸入润滑油中一分钟，然后将专用注水管通过出浆口 PVC 管伸入套筒内，注水口位于结构外部；
- 2 对于半套筒应采用内窥镜观察，确保专用注水管可弯曲部分向下弯曲；
- 3 通过预固定材料将专用注水管固定于 PVC 管上部，固定完成后，采用内窥镜观察，确保专用注水管可弯曲部分向下弯曲；
- 4 专用注水管固定完成后，套筒开始灌浆，待套筒出浆口均有灌浆料流出，灌浆结束，用橡胶塞封堵出浆口；
- 5 灌浆料终凝之后，将注水口封堵部分剪掉，剪掉后剩余的毛细管从可弯曲定位管端部到毛细管注水口距离不小于 5mm，以便与压力注水仪连接；
- 6 将压力注水仪内吸入 $10\text{ml} \pm 1\text{ml}$ 水，连接毛细管注水口；
- 7 压力注水仪通过压力将水在 5s 内注入毛细管；
- 8 记录每根毛细管的注水量，若注水量大于 2ml 后，仍能够持续注水，则判定毛细管注水异常。
- 9 检测完成后，观察专用注水管是否可以从套筒出浆口取出，若能取出，检查毛细管出水口的状态是否异常。

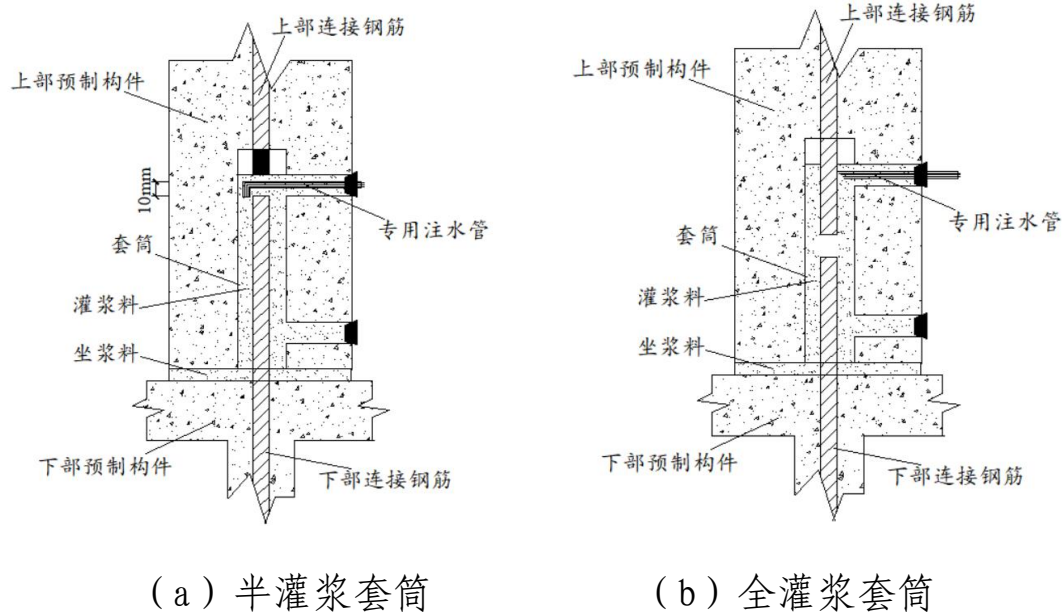


图 C.0.6 灌浆后专用注水管位置示意图

C.0.7 毛细管注水法检测结果的判别应满足以下标准:

- 1 当三根毛细管注水量均小于 2ml 时, 套筒饱满度满足要求;
- 2 当三根毛细管注水量均大于 2ml, 且能持续注水时, 套筒饱满度不满足要求;
- 3 若存在一根或两根毛细管注水量大于 2ml, 且能持续注水, 其余毛细管注水量小于 2ml 时, 套筒内灌浆料上表面在毛细管出水口附近, 可根据套筒型号对灌浆饱满度做进一步判定。

附录 D 预埋钢丝拉拔法检测套筒灌浆饱满度

D. 0. 1 检测仪器、辅助工具及材料应符合下列规定：

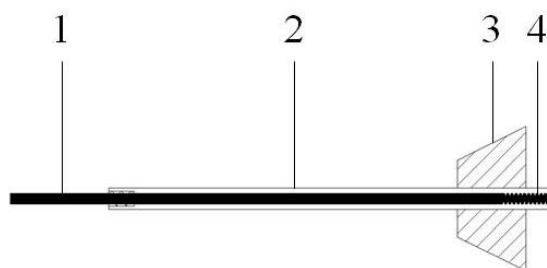
1 拉拔仪量程不宜大于 10kN，最小分辨率单位应为 0. 001kN。

2 专用钢丝（图 D. 0. 1）应采用末端带螺纹段的光圆高强钢丝，抗拉强度不应低于 600MPa，直径应为 $5.0\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$ ，钢丝锚固段长度应为 $30.0\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，拉拔段长度应为 $15\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ ，拉拔段车制螺纹；

3 钢丝在锚固段以外的部分应与灌浆料浆体有效隔离，在钢丝外部设置塑料隔离管；

4 专用钢丝和橡胶塞应集成设计为钢丝组合塞，橡胶塞上钢丝穿过孔的孔径应与钢丝外部塑料隔离管的外径相同；

5 拉拔连接件设有内螺纹套与限位块，内螺纹套与钢丝拉拔段连接，限位块与拉拔仪的 U 型卡具连接。



1—钢丝锚固段；2—钢丝隔离段；3—橡胶塞；4—钢丝拉拔段

图 D. 0. 1 专用钢丝示意图

D. 0. 2 灌浆饱满度检测前应做好下列工作：

1 应检查检测仪器是否正常；

2 应记录工程名称、楼号、楼层、套筒所在构件编号、套筒具体位置、检测人员信息等。

D. 0. 3 采用预埋钢丝拉拔法检测套筒灌浆饱满度时应符合下列规定：

1 根据预制构件表面的套筒出浆口到套筒内靠近出浆口一侧的钢筋表面（或远离出浆口一侧的套筒内壁）的垂直距离，再加上钢丝拉拔段长度确定钢丝总长度，在钢丝拉拔段车制螺纹，并设置钢丝隔离段；

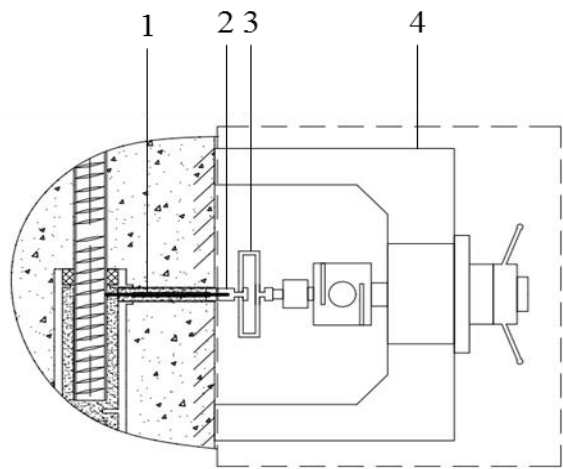
2 对钢丝隔离段一端进行封闭，防止浆料流入隔离段内部，将开设中心孔的橡胶塞套设在钢丝外部塑料隔离管上，并使橡胶塞处于钢丝螺纹段与光圆段的交界位置，制作完成钢丝组合塞；

3 采用连通腔灌浆时，宜选择中间套筒的灌浆口作为连通腔灌浆口，其他套筒的灌浆口和没有预埋钢丝的套筒的出浆口出浆时应及时进行封堵；对于预埋钢丝的套筒，当出浆口出浆时用钢丝组合塞封堵出浆口，随后调整钢丝的插入深度使得钢丝的插入端抵接套筒内的竖直钢筋或套筒内壁（不能继续插入为止）；最后封堵连通腔灌浆口，完成灌浆。对于不具备连通腔灌浆条件的套筒，可采用单独灌浆方式；

4 预埋钢丝的套筒灌浆后采用自然养护方式进行养护；

5 自然养护 3d 后，对预埋钢丝实施拉拔。拉拔时，拉拔仪通过 U 型卡具及拉拔连接件与预埋钢丝对中连接（图 D. 0. 3），连续均匀施加拉拔荷载，速度应控制在 $0.15\text{kN/s} \sim 0.50\text{kN/s}$ ，加

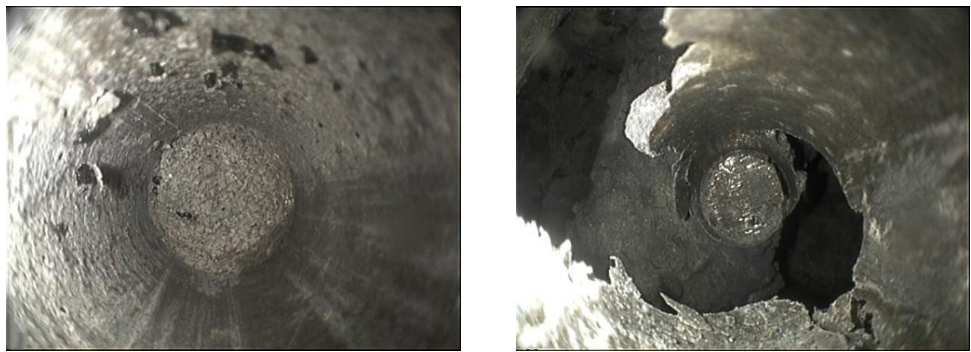
荷至锚固破坏，记录极限拉拔荷载值，精确至 0.01kN。



1—预埋钢丝；2—拉拔连接件；3—U 型卡具；4—拉拔仪

图 D. 0. 3 钢丝拉拔示意图

D. 0. 4 预埋钢丝拉拔法检测结果的判别标准为：取同一批测点极限拉拔荷载中 3 个最大值的平均值，该平均值的 60%记为 a，该平均值的 40%记为 b；如果测点数据高于 a 且不低于 1.5kN，可判断测点对应套筒灌浆饱满；如果测点数据低于 b 或低于 1.0kN，可判断测点对应套筒灌浆不饱满；其他情况应进一步采用内窥镜进行校核，采用内窥镜校核时的判别依据可按图 D. 0. 4 执行。



(a) 饱满情况 (b) 不饱满情况

图 D. 0. 4 采用内窥镜校核时的判别依据

本标准（规范、规程）用词说明

1 为便于在执行本标准（规范、规程）条文时区别对待，对于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样做的，采用“可”。

2 条文中指明必须按其他标准、规范执行的写法为“按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 《建筑模数协调标准》 GB/T 50002
- 《混凝土结构设计规范》 GB 50010
- 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 《钢结构设计标准》 GB 50017
- 《工业建筑防腐蚀设计规范》 GB 50046
- 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 GB 50204
- 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205
- 《钢结构焊接规范》 GB 50661
- 《钢结构工程施工标准》 GB 50755
- 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》 GB 18871
- 《非合金钢及细晶粒钢焊条》 GB/T 5117
- 《热强钢焊条》 GB/T 5118
- 《涂覆涂料前钢材表面处理表面清洁度的目视评定 第 1 部分: 未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面锈蚀等级和处理等级》 GB/T 8923.1
- 《钢筋焊接及验收规程》 JGJ 18
- 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
- 《钢筋锚固板应用技术规程》 JGJ 256
- 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》 JGJ 355
- 《工业 X 射线探伤放射防护要求》 GBZ 117
- 《钢筋连接用灌浆套筒》 JG/T 398