重庆市工程建设标准

# 装配式混凝土建筑结构检测技术标准

**Technical standard for inspection of precastconcrete structure**

**DBJ50/T-531-2025**

主编单位：重庆市建筑科学研究院有限公司
重庆市住房和城乡建设技术发展中心
批准部门：重庆市住房和城乡建设委员会
施行日期：2025年12月1日

2025 重 庆

重庆工程建设

重庆工程建设

# 重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标〔2025〕33 号

# 重庆市住房和城乡建设委员会关于发布《装配式混凝土建筑结构检测技术标准》的通知

各区县(自治县)住房城乡建委,两江新区、重庆高新区建设局,万盛经开区住房城乡建设局、双桥经开区建设局、经开区生态环境建管局,有关单位:

现批准《装配式混凝土建筑结构检测技术标准》为我市工程建设地方标准,编号为 DBJ50/T-531-2025,自 2025 年 12 月 1 日起施行。标准文本可在标准备案后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,重庆市建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容解释。

**重庆市住房和城乡建设委员会**

2025 年 9 月 4 日

重庆工程建设

重庆工程建设

# 前　言

根据重庆市城乡建设委员会《关于下达2013年度重庆市工程建设标准制定修订项目计划的通知》(渝建〔2013〕305号)文件要求,编制组经广泛调查研究,总结工程实践经验,参考有关国家标准,并在广泛充分征求意见的基础上,制定本标准。

本标准的主要技术内容是:1.总则;2.术语和符号;3.基本规定;4.材料与配件质量检测;5.预制构件检测;6.结构构件连接检测;7.结构实体检测。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,重庆市建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在本标准执行过程中,请各单位注意收集资料,总结经验,并将有关意见和建议反馈给重庆市建筑科学研究院有限公司(地址:重庆市渝中区长江二路221号重庆建科大厦,邮编:400016,电话:023-63862582),以便今后修订时参考。

重庆工程建设

本标准主编单位、参编单位、主要起草人员和主要审查人员：

**主 编 单 位：**重庆市建筑科学研究院有限公司
重庆市住房和城乡建设技术发展中心

**参 编 单 位：**重庆市住房和城乡建设工程质量安全总站
重庆市建设工程质量检验测试中心有限公司
重庆设计集团有限公司
重庆建筑工程职业学院
重庆聚源建设工程质量检测有限公司
秀山华信国有资产经营有限公司
重庆科技大学
重庆市城镇排水事务中心
重庆工贸职业技术学院
北京中建建筑科学研究院有限公司
重庆大学
重庆经济技术开发区建设服务中心
重庆建工第十一建筑工程有限责任公司
重庆建工住宅建设有限公司
重庆智恒检验检测有限公司

**主要起草人员：**曹淑上　张京街　冉龙彬　王耀伟　关志鹏
练永盛　程振宇　杨顺涛　李　伟　冯德安
王永合　张　超　焦　扬　罗　钧　余汶骏
张银会　王　健　孙　毅　白久林　马爱霞
王腾飞　张　意　高　峰　张　清　彭　红
李志坤　田彬亢　贾传果　叶建雄　张　由
黄春蕾　徐馥琛　邹　勇　袁　江　李　康
张峰瑞　徐月龙　钱　渝　代世清　徐　杰
舒子豪　吴酌汛　李骏毅　姜明旭　姜子航
胡佳勇

**主要审查人员：**徐　革　陈　岳　杨经纬　全学友　张兰芳
唐　毅　江世永

# 目　次

1　总则 …… 1
2　术语和符号 …… 2
2.1　术语 …… 2
2.2　符号 …… 3
3　基本规定 …… 6
3.1　检测分类和范围 …… 6
3.2　检测工作基本要求 …… 7
3.3　抽样方法与判定 …… 8
3.4　检测报告 …… 16
4　材料与配件质量检测 …… 17
4.1　一般规定 …… 17
4.2　材料 …… 17
4.3　配件 …… 18
5　预制构件检测 …… 20
5.1　一般规定 …… 20
5.2　预制构件缺陷 …… 21
5.3　尺寸偏差与变形 …… 23
5.4　混凝土粗糙面质量 …… 25
5.5　混凝土抗压强度 …… 26
5.6　预制构件结构性能检验 …… 27
6　结构构件连接检测 …… 29
6.1　一般规定 …… 29
6.2　套筒灌浆连接 …… 31
6.3　浆锚搭接连接 …… 33

6.4 水平叠合构件连接 …… 34
6.5 竖向叠合构件连接 …… 35
6.6 预制构件接缝连接 …… 36
7 结构实体检测 …… 37
7.1 一般规定 …… 37
7.2 实体检验 …… 37
7.3 静载检验和动力测试 …… 40
附录 A 拉拔法检测预制构件预埋连接件锚固抗拔力 …… 42
附录 B 预制构件混凝土粗糙面凹凸深度检测方法 …… 44
附录 C 钢筋套筒灌浆连接检测方法 …… 47
附录 D 冲击回波法 …… 63
附录 E 拉脱法检测结合面混凝土抗拉强度 …… 65
本标准用词说明 …… 68
引用标准名录 …… 69
条文说明 …… 71

重庆工程建设

# Contents


1 General provisions ····· 1
2 Terms and symbols ····· 2
2.1 Terms ····· 2
2.2 Symbols ····· 3
3 Basic requirements ····· 6
3.1 Classification and scope of inspection ····· 6
3.2 General provisions of inspection ····· 7
3.3 Sampling methods and evaluation ····· 8
3.4 Reprot of inspection ····· 16
4 Inspection of materials and accessories ····· 17
4.1 General requirements ····· 17
4.2 Materials ····· 17
4.3 Accessories ····· 18
5 Inspection of prefabricated components ····· 20
5.1 General requirements ····· 20
5.2 Defects of prefabricated components ····· 21
5.3 Dimensional deviation and deformation ····· 23
5.4 Materials rough surface quality of concrete ····· 25
5.5 Concrete compression strength ····· 26
5.6 Structural performance inspection of prefabricated components ····· 27
6 Inspection of structural component connections ····· 29
6.1 General requirements ····· 29
6.2 Grout sleeve splicing of rebars ····· 31

6.3 Rebar lapping in grout-filled hole ····· 33
6.4 Connection of horizontal composite components ····· 34
6.5 Connection of vertical composite components ····· 35
6.6 Connection of precast component assembly joint ··· 36
7 Inspection of structural entity ····· 37
7.1 General requirements ····· 37
7.2 Entitative inspection ····· 37
7.3 Statically loading test and dynamically loading test ····· 40
Appendix A Pull out method for inspecting anchorage resistance of embedded connectors ····· 42
Appendix B Method for inspecting surface roughness of precast concrete component ····· 44
Appendix C Method for inspecting quality of grout sleeve splicing of rebar ····· 47
Appendix D Impact echo method ····· 63
Appendix E Pull-off test method for determining tensile strength of bonded interface concrete ····· 65
Explanation of Wording in this standard ····· 68
List of quoted standards ····· 69
Explanation of provisions ····· 71

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范装配式混凝土建筑结构检测方法，做到安全适用、技术先进、数据可靠、便于操作，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于重庆市新建、改建、扩建和既有装配式混凝土建筑结构工程质量和结构性能的检测。

**1.0.3** 装配式混凝土建筑结构检测除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

重庆工程建设

# 2 术语和符号

## 2.1 术 语

**2.1.1** 装配式混凝土建筑 assembled building with concrete structure

建筑的结构系统由混凝土部件(预制构件)构成的装配式建筑。

**2.1.2** 装配式混凝土结构 precast concrete structure

由预制混凝土构件通过可靠的连接方式装配而成的混凝土结构。

**2.1.3** 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。

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

在预制构件中预留孔道,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。

**2.1.5** 水平锚环灌浆连接 horizontal grouted anchor ring connection

同一楼层预制墙板拼接处设置后浇段,预制墙板侧边甩出钢筋锚环并在后浇段内相互交叠而实现的预制墙板竖缝连接方式。

**2.1.6** 灌浆饱满性 fullness of grouting

钢筋套筒灌浆连接或浆锚搭接连接灌浆结束并稳定后,套筒或孔道内水泥基灌浆料液面到达出浆口的程度。

**2.1.7** 预埋钢丝拉拔法 embedded steel wire drawing method

灌浆前在套筒出浆口预埋钢丝,灌浆料凝固一定时间后对预

埋钢丝进行拉拔，通过拉拔荷载值判断灌浆饱满性的方法。

**2.1.8** 预埋传感器法 embedded sensor method

灌浆前在套筒出浆口预埋传感器，灌浆过程中或灌浆结束一定时间后，通过阻尼振动传感器数据采集系统获得的波形判断灌浆饱满性的方法。

**2.1.9** 冲击回波法 impact echo method

通过冲击方式产生瞬态冲击弹性波并接受冲击弹性波信号，通过分析冲击弹性波及其回波的波速、波形和主频频率等参数的变化，来检测缺陷的方法。

**2.1.10** X射线成像法 X-ray radiography method

采用X射线透照混凝土构件，并直接在图像接收装置上成像，用于观测灌浆套筒或灌浆孔道内部灌浆缺陷的方法。

**2.1.11** 气测法 barometric volumetry

通过测量压强变化，采用理想气体状态方程计算钢筋套筒内空腔体积，用于检测套筒内灌浆饱满性的方法。

## 2.2 符 号

**2.2.1** 几何参数

$\mu$ ——凹凸深度平均值；

$x_i$ ——各测区所测有效凹凸深度；

$A_s$ ——截面面积；

$A_{r,i}$ ——第 $i$ 个测量区域内粗糙面的面积；

$A_i$ ——第 $i$ 个测量区域的结合面面积；

$L_0$ ——设计锚固长度；

$b$ ——套筒出浆口中心至套筒底部的高度；

$b_1$ ——套筒出浆口中心至套筒中部预制端钢筋限位点的高度；

$h_1$ ——灌浆料上表面到侧视测量镜头拍摄端面的垂直距离；

$h_2$——侧视测量镜头拍摄端面到套筒出浆口中心的垂直距离；

$d$——出浆孔内径；

$l$——出浆孔长度；

$l_{p1}$——出浆孔内灌浆料立面到构件表面长度；

$V_{min}$——套筒最小灌浆体积；

$V_T$——套筒理论空腔容积；

$V_S$——灌浆套筒实测空腔体积；

$V_P$——出浆孔空腔体积；

$D$——芯样直径。

**2.2.2** 力学参数

$F$——预埋连接件锚固抗拔力检验荷载；

$f$——抗拉强度；

$f_{e1}$、$f_{e2}$、$f_m$——结合面抗拉强度推定上限值、下限值、平均值；

$f_i$——第 $i$ 个结合面抗拉强度值；

$f_{yk}$——材料屈服强度标准值；

$P$——极限拉拔荷载值。

**2.2.3** 物理参数

$m_1$——未注水时密封后测试套筒的质量；

$m_2$——注水达到套筒最小灌浆体积时测试套筒的质量；

$m_3$——注满水时测试套筒的质量；

$\rho$——测试温度下水的密度。

**2.2.4** 计算系数及其他

$CV$——凹凸深度变异系数；

$N$——每个粗糙面各测区所测有效凹凸深度总数；

$\varphi$——出浆孔内灌浆料形态体积影响系数；

$n$——构件数量.结合面抗拉强度测点数；

$k$——0.5 分位值的推定系数；

$\delta_r$——回归方程的强度值平均相对误差；

$e_r$ ——回归方程的强度值相对标准差；

$\omega$ ——套筒灌浆饱满程度；

$\omega_{min}$ ——套筒灌浆允许最小饱满程度；

$s$ ——结合面抗拉强度标准差；

$k_1$、$k_2$ ——推定系数。

重庆工程建设

# 3 基本规定

## 3.1 检测分类和范围

**3.1.1** 装配式混凝土建筑结构的检测分为工程质量检测和结构性能检测。工程质量检测应对检测结果进行符合性判定，结构性能检测应为结构性能评定提供真实、可靠、有效的数据和检测结论。

**3.1.2** 装配式混凝土建筑结构存在下列情况时，应进行工程质量检测：

**1** 涉及主体结构工程质量和安全的材料、构件和连接的检验数量不足或有关检验资料缺失；

**2** 工程安装施工过程中使用的结构材料、配件及预制构件质量检测；

**3** 材料与部件的驻厂检验或进场检验缺失，或对其检验结果存在争议；

**4** 施工质量的抽样检测结果达不到设计或施工验收规范要求；

**5** 对工程质量存有怀疑或争议；

**6** 发生工程质量事故，需要通过检测分析事故原因及事故对结构安全或可靠性的影响；

**7** 工程质量保险要求实施的检测；

**8** 相关标准规定及建设行政主管部门要求的工程质量检测。

**3.1.3** 装配式混凝土建筑结构存在下列情况时，应进行结构性能检测：

1 建筑改变用途、改造、加层或扩建；

2 建筑结构遭受灾害或受到环境侵蚀等影响；

3 发现影响结构安全的紧急情况或特殊问题；

4 建筑结构达到设计工作年限需继续使用；

5 相关法规、标准规定的及建设行政主管部门要求的结构性能检测、鉴定。

## 3.2 检测工作基本要求

**3.2.1** 装配式混凝土建筑结构检测前应进行现场调查和资料调查，现场调查和资料调查应包括下列内容：

1 收集被检测结构的工程地质勘察报告、竣工图或设计施工图、施工质量验收记录等资料；

2 收集被检测结构使用期间的维修、检测、评定、加固和改造等资料；

3 调查被检测结构的缺陷、损伤、维修和加固等实际状况；

4 调查被检测结构环境、用途或荷载等的实际状况；

5 向有关人员调查委托检测的原因以及资料调查和现场调查未能显现的问题。

**3.2.2** 装配式混凝土建筑结构的检测应依据委托方提出的检测目的和要求、资料调查和现场调查情况编制检测方案，检测方案宜包括下列内容：

1 工程概况或结构概况；

2 检测目的和依据；

3 检测人员和仪器设备；

4 检测项目、检测方法以及抽样数量；

5 检测工作计划；

6 相关委托方配合工作；

7 安全环保措施及相关管理制度。

**3.2.3** 装配式混凝土建筑结构检测所使用的仪器设备应满足检测项目的要求，检测时仪器设备应在检定或校准周期内，并处于正常状态。

**3.2.4** 当发现检测数据数量不足或检测数据出现异常时，应补充检测或重新检测。

**3.2.5** 检测工作结束后，应及时对检测造成的构件局部损伤进行修补。

## 3.3 抽样方法与判定

**3.3.1** 装配式混凝土建筑结构检测应根据检测目的、检测项目、结构状况和现场条件选择适用的检测方法和抽样方式，抽样方式可采用全数检测或抽样检测。抽样检测宜采用随机抽样，不具备随机抽样条件时可按合同双方约定的方法抽样。

**3.3.2** 有下列项目或情况的检测时，宜采用全数检测的方式：

1 结构体系的构件布置核查；

2 外观缺陷或结构损伤的检测；

3 受检范围较小、构件或连接数量较少时；

4 构件或连接的质量状况差异性较大时。

**3.3.3** 有下列情况时，检测对象可为单个构件、节点或部分构件、节点，但检测结论不得扩大到未检测的构件、节点或范围：

1 委托方指定检测对象或范围；

2 环境侵蚀或火灾、爆炸、高温以及人为因素等造成部分结构、构件或节点的损伤；

3 局部安全性鉴定时的结构性能检测。

**3.3.4** 批量检测可根据检测项目的实际情况采取计数抽样方法、计量抽样方法或分层计量抽样方法。

**3.3.5** 计数抽样时检测批的最小样本容量宜按表 3.3.5 规定的数量进行一次或二次随机抽样，分层计量抽样时检验批中受检构

件的最少数量可按表 3.3.5 的规定确定。

**表 3.3.5　检测批的最小样本容量**

| 检测批的容量 | 检测类别和样本最小容量 | | | 检测批的容量 | 检测类别和样本最小容量 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | | A | B | C |
| 3～8 | 2 | 2 | 3 | 91～150 | 8 | 20 | 32 |
| 9～15 | 2 | 3 | 5 | 151～280 | 13 | 32 | 50 |
| 16～25 | 3 | 5 | 8 | 281～500 | 20 | 50 | 80 |
| 26～50 | 5 | 8 | 13 | 501～1200 | 32 | 80 | 125 |
| 51～90 | 5 | 13 | 20 | 1201～3200 | 50 | 125 | 200 |

注：1　检测类别 A 适用于一般项目施工质量的检测；可用于既有结构的一般项目检测；

2　检测类别 B 适用于主控项目施工质量的检测；可用于既有结构的重要项目检测；

3　检测类别 C 适用于结构工程施工的质量检测或复检；可用于存在问题较多既有结构的检测。

**3.3.6**　工程质量检测计数抽样检测批的符合性判定应符合下列规定：

**1**　主控项目或重要项目计数抽样检测批的符合性判定应符合下列规定：

**1**）正常一次抽样应按表 3.3.6-1 的规定进行符合性判定；

**表 3.3.6-1　主控项目正常一次性抽样的判定**

| 样本容量 | 符合性判定数 | 不符合判定数 | 样本容量 | 符合性判定数 | 不符合判定数 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2～5 | 0 | 1 | 80 | 7 | 8 |
| 8～13 | 1 | 2 | 125 | 10 | 11 |
| 20 | 2 | 3 | 200 | 15 | 16 |
| 32 | 3 | 4 | ＞315 | 22 | 23 |
| 50 | 4 | 5 | — | — | — |

**2**）正常二次抽样应按表 3.3.6-2 的规定进行符合性判定。

**表 3.3.6-2　主控项目正常二次性抽样的判定**

| 抽样次数与样本容量 | 符合性判定数 | 不符合判定数 | 抽样次数与样本容量 | 符合性判定数 | 不符合判定数 |
|---|---|---|---|---|---|
| (1)2～6 | 0 | 1 | (1)50<br>(2)100 | 3<br>8 | 6<br>9 |
| (1)5<br>(2)10 | 0<br>1 | 2<br>2 | (1)80<br>(2)160 | 5<br>12 | 9<br>13 |
| (1)8<br>(2)16 | 0<br>1 | 2<br>2 | (1)125<br>(2)250 | 7<br>18 | 11<br>19 |
| (1)13<br>(2)26 | 0<br>3 | 3<br>4 | (1)200<br>(2)400 | 11<br>27 | 16<br>28 |
| (1)20<br>(2)40 | 1<br>3 | 3<br>4 | (1)315<br>(2)630 | 18<br>41 | 23<br>42 |
| (1)32<br>(2)64 | 2<br>5 | 4<br>6 | — | — | — |

注：(1)和(2)表示抽样次数，(2)对应的样本容量为两次抽样的累计数量。

**2**　一般项目计数抽样检测批的符合性判定应符合下列规定：

**1**）正常一次抽样应按表 3.3.6-3 的规定进行符合性判定；

**表 3.3.6-3　一般项目正常一次性抽样的判定**

| 样本容量 | 符合性判定数 | 不符合判定数 | 样本容量 | 符合性判定数 | 不符合判定数 |
|---|---|---|---|---|---|
| 2～5 | 1 | 2 | 32 | 7 | 8 |
| 8 | 2 | 3 | 50 | 10 | 11 |
| 13 | 3 | 4 | 80 | 14 | 15 |
| 20 | 5 | 6 | ≥125 | 21 | 22 |

**2**）正常二次抽样应按表 3.3.6-4 的规定进行符合性判定。

**表 3.3.6-4　一般项目正常二次性抽样的判定**

| 抽样次数 | 样本容量 | 符合性判定数 | 不符合判定数 | 抽样次数 | 样本容量 | 符合性判定数 | 不符合判定数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1) | 2 | 0 | 2 | (1) | 80 | 11 | 16 |
| (2) | 4 | 1 | 2 | (2) | 160 | 26 | 27 |

续表3.3.6-4

| 抽样次数 | 样本容量 | 符合性判定数 | 不符合判定数 | 抽样次数 | 样本容量 | 符合性判定数 | 不符合判定数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (1)<br>(2) | 3<br>6 | 0<br>1 | 2<br>2 | (1)<br>(2) | 125<br>250 | 11<br>26 | 16<br>27 |
| (1)<br>(2) | 5<br>10 | 0<br>3 | 3<br>4 | (1)<br>(2) | 200<br>400 | 11<br>26 | 16<br>27 |
| (1)<br>(2) | 8<br>16 | 1<br>4 | 3<br>5 | (1)<br>(2) | 315<br>630 | 11<br>26 | 16<br>27 |
| (1)<br>(2) | 13<br>26 | 2<br>6 | 5<br>7 | (1)<br>(2) | 500<br>1000 | 11<br>26 | 16<br>27 |
| (1)<br>(2) | 20<br>40 | 3<br>9 | 6<br>10 | (1)<br>(2) | 800<br>1600 | 11<br>26 | 16<br>27 |
| (1)<br>(2) | 32<br>64 | 5<br>12 | 9<br>13 | (1)<br>(2) | 1250<br>2500 | 11<br>26 | 16<br>27 |
| (1)<br>(2) | 50<br>100 | 7<br>18 | 11<br>19 | (1)<br>(2) | 2000<br>4000 | 11<br>26 | 16<br>27 |

注：(1)和(2)表示抽样次数，(2)对应的样本容量为两次抽样的累计数量。

**3.3.7** 材料强度计量抽样检测批的检测结果宜提供推定区间；推定区间的置信度宜为 0.90，错判概率和漏判概率均宜为 0.05。推定区间的置信度也可为 0.85，漏判概率宜为 0.10，错判概率宜为 0.05。

**3.3.8** 结构材料强度计量抽样检测批推定区间的上限值与下限值之差值，不宜大于材料相邻强度等级的差值和推定区间上限值与下限值算术平均值的 10%两者中的较大值。

**3.3.9** 当检测批的检测结果不能满足本标准第 3.3.7 条和第 3.3.8 条的要求时，可提供单个构件的检测结果。

**3.3.10** 检验批标准差未知时，材料强度计量抽样检测批 0.5 分位值的推定区间上限值和下限值可按下列公式计算：

$$\mu_1 = m + ks \qquad (3.3.10\text{-}1)$$

$$\mu_2 = m - ks \qquad (3.3.10\text{-}2)$$

式中：$\mu_1$——0.5 分位值推定区间的上限值；

$\mu_2$ ——0.5 分位值推定区间的下限值；

$m$ ——样本平均值；

$s$ ——样本标准差；

$k$ ——推定系数，应符合表 3.3.10 的规定。

**表 3.3.10　0.5 分位值标准差未知时推定区间上限值和下限值系数**

| 样本容量 | 0.5 分位值 | |
|---|---|---|
| | $k(0.05)$ | $k(0.1)$ |
| 5 | 0.953 | 0.686 |
| 6 | 0.823 | 0.603 |
| 7 | 0.734 | 0.544 |
| 8 | 0.670 | 0.500 |
| 9 | 0.620 | 0.466 |
| 10 | 0.580 | 0.437 |
| 11 | 0.546 | 0.414 |
| 12 | 0.518 | 0.394 |
| 13 | 0.494 | 0.376 |
| 14 | 0.473 | 0.361 |
| 15 | 0.455 | 0.347 |
| 16 | 0.438 | 0.335 |
| 17 | 0.423 | 0.324 |
| 18 | 0.410 | 0.314 |
| 19 | 0.398 | 0.305 |
| 20 | 0.387 | 0.297 |
| 21 | 0.376 | 0.289 |
| 22 | 0.367 | 0.282 |
| 23 | 0.358 | 0.276 |
| 24 | 0.350 | 0.269 |
| 25 | 0.342 | 0.264 |
| 26 | 0.335 | 0.258 |
| 27 | 0.328 | 0.253 |
| 28 | 0.322 | 0.248 |
| 29 | 0.316 | 0.244 |
| 30 | 0.310 | 0.239 |

重庆工程建设

**续表3.3.10**

| 样本容量 | 0.5 分位值 | |
|---|---|---|
| | $k(0.05)$ | $k(0.1)$ |
| 31 | 0.305 | 0.235 |
| 32 | 0.300 | 0.231 |
| 33 | 0.295 | 0.228 |
| 34 | 0.290 | 0.224 |
| 35 | 0.286 | 0.221 |
| 36 | 0.282 | 0.218 |
| 37 | 0.276 | 0.215 |
| 38 | 0.274 | 0.212 |
| 39 | 0.270 | 0.209 |
| 40 | 0.266 | 0.206 |
| 41 | 0.263 | 0.204 |
| 42 | 0.260 | 0.201 |
| 43 | 0.257 | 0.199 |
| 44 | 0.253 | 0.196 |
| 45 | 0.250 | 0.194 |
| 46 | 0.248 | 0.192 |
| 47 | 0.245 | 0.190 |
| 48 | 0.242 | 0.188 |
| 49 | 0.240 | 0.186 |
| 50 | 0.237 | 0.184 |
| 60 | 0.216 | 0.167 |
| 70 | 0.199 | 0.155 |
| 80 | 0.186 | 0.144 |
| 90 | 0.175 | 0.136 |
| 100 | 0.166 | 0.129 |
| 110 | 0.158 | 0.123 |
| 120 | 0.151 | 0.118 |

**3.3.11** 检验批标准差未知时，材料强度计量抽样检测批具有95%保证率标准值的推定区间上限值和下限值可按下列公式计算：

$$x_{k,1}=m+k_1 s \qquad (3.3.12\text{-}1)$$

$$x_{k,2}=m-k_2 s \qquad (3.3.12\text{-}2)$$

式中：$x_{k,1}$——标准值推定区间的上限值；

$x_{k,2}$——标准值推定区间的下限值；

$m$——样本平均值；

$k_1$，$k_2$——推定系数，应符合表 3.3.11 的规定。

**表 3.3.11　0.05 分位值标准差未知时推定区间上限值和下限值系数**

| 样本容量 | 0.05 分位值 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $k_1(0.05)$ | $k_2(0.05)$ | $k_1(0.1)$ | $k_2(0.1)$ |
| 5 | 0.818 | 4.203 | 0.982 | 3.400 |
| 6 | 0.875 | 3.708 | 1.028 | 3.092 |
| 7 | 0.920 | 3.399 | 1.065 | 2.894 |
| 8 | 0.958 | 3.187 | 1.096 | 2.754 |
| 9 | 0.990 | 3.031 | 1.122 | 2.650 |
| 10 | 1.017 | 2.911 | 1.144 | 2.568 |
| 11 | 1.041 | 2.815 | 1.163 | 2.503 |
| 12 | 1.062 | 2.736 | 1.180 | 2.448 |
| 13 | 1.081 | 2.671 | 1.196 | 2.402 |
| 14 | 1.098 | 2.614 | 1.210 | 2.363 |
| 15 | 1.114 | 2.566 | 1.222 | 2.329 |
| 16 | 1.128 | 2.524 | 1.234 | 2.299 |
| 17 | 1.141 | 2.486 | 1.244 | 2.272 |
| 18 | 1.153 | 2.453 | 1.254 | 2.249 |
| 19 | 1.164 | 2.423 | 1.263 | 2.227 |
| 20 | 1.175 | 2.396 | 1.271 | 2.208 |
| 21 | 1.184 | 2.371 | 1.279 | 2.190 |
| 22 | 1.193 | 2.349 | 1.286 | 2.174 |
| 23 | 1.202 | 2.328 | 1.293 | 2.159 |
| 24 | 1.210 | 2.309 | 1.300 | 2.145 |
| 25 | 1.217 | 2.292 | 1.306 | 2.132 |
| 26 | 1.225 | 2.275 | 1.311 | 2.120 |
| 27 | 1.231 | 2.260 | 1.317 | 2.109 |
| 28 | 1.238 | 2.246 | 1.322 | 2.099 |
| 29 | 1.244 | 2.232 | 1.327 | 2.089 |
| 30 | 1.250 | 2.220 | 1.332 | 2.080 |

续表3.3.11

| 样本容量 | 0.05 分位值 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $k_1(0.05)$ | $k_2(0.05)$ | $k_1(0.1)$ | $k_2(0.1)$ |
| 31 | 1.255 | 2.208 | 1.336 | 2.071 |
| 32 | 1.261 | 2.197 | 1.341 | 2.063 |
| 33 | 1.266 | 2.186 | 1.345 | 2.055 |
| 34 | 1.271 | 2.176 | 1.349 | 2.048 |
| 35 | 1.276 | 2.167 | 1.352 | 2.041 |
| 36 | 1.280 | 2.158 | 1.356 | 2.034 |
| 37 | 1.284 | 2.149 | 1.360 | 2.028 |
| 38 | 1.289 | 2.141 | 1.363 | 2.022 |
| 39 | 1.293 | 2.133 | 1.366 | 2.016 |
| 40 | 1.297 | 2.125 | 1.369 | 2.010 |
| 41 | 1.300 | 2.118 | 1.372 | 2.005 |
| 42 | 1.304 | 2.111 | 1.375 | 2.000 |
| 43 | 1.308 | 2.105 | 1.378 | 1.995 |
| 44 | 1.311 | 2.098 | 1.381 | 1.990 |
| 45 | 1.314 | 2.092 | 1.383 | 1.986 |
| 46 | 1.317 | 2.086 | 1.386 | 1.981 |
| 47 | 1.321 | 2.081 | 1.389 | 1.977 |
| 48 | 1.324 | 2.075 | 1.391 | 1.973 |
| 49 | 1.327 | 2.070 | 1.393 | 1.969 |
| 50 | 1.329 | 2.065 | 1.396 | 1.965 |
| 60 | 1.354 | 2.022 | 1.415 | 1.933 |
| 70 | 1.374 | 1.990 | 1.431 | 1.909 |
| 80 | 1.390 | 1.964 | 1.444 | 1.890 |
| 90 | 1.403 | 1.944 | 1.454 | 1.874 |
| 100 | 1.414 | 1.927 | 1.463 | 1.861 |
| 110 | 1.424 | 1.912 | 1.471 | 1.850 |
| 120 | 1.433 | 1.899 | 1.478 | 1.841 |

**3.3.12** 计量抽样检测批的判定，当设计要求相应数值不大于推定上限值时，可判定为符合设计要求；当设计要求相应数值大于推定上限值时，可判定为低于设计要求。

**3.3.13** 为验收实施的装配式混凝土建筑结构检测的检验批划

分、检测数量和符合性判定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 和现行重庆市标准《装配式混凝土建筑结构工程施工及质量验收标准》DBJ50T-192 的规定。

## 3.4 检测报告

**3.4.1** 检测报告应结论明确、用词规范、文字简练，对于容易混淆的术语和概念应以文字解释或图例、图像说明。

**3.4.2** 装配式混凝土建筑结构检测数据计算分析工作完成后应及时提交检测报告，检测报告应包括下列内容：

1 工程概况；

2 检测目的和依据；

3 检测人员和仪器设备；

4 检测项目、检测方法、抽样数量及检测位置；

5 检测项目的检测数据、汇总结果、检测结果、检测结论；

6 检测日期，报告完成日期；

7 主检、审核和批准人员签名以及检测机构有效印章等。

**3.4.3** 检测机构应就委托方对报告提出的异议做出解释或说明。

重庆工程建设

# 4 材料与配件质量检测

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 装配式混凝土建筑结构工程安装施工过程中使用材料的检测包括混凝土、钢筋、钢绞线、钢材、灌浆料、座浆料、焊接材料的检测。

**4.1.2** 装配式混凝土建筑结构工程安装施工过程中使用配件的检测包括灌浆套筒、钢筋机械连接用套筒、金属波纹管、夹芯保温叠合剪力墙连接件、钢筋锚固板、紧固件以及预应力筋用锚具、夹具和连接器的检测。

## 4.2 材 料

**4.2.1** 混凝土的原材料、力学性能、长期性能和耐久性能以及氯离子含量的检测应符合下列规定：

**1** 混凝土中的水泥、粗细骨料、外加剂、掺合料等原材料的检测方法应符合现行国家及行业标准的规定；

**2** 混凝土力学性能的检测方法应符合现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的规定；

**3** 混凝土长期性能和耐久性能的检测方法应符合现行国家标准《混凝土长期性能和耐久性能检测》GB/T 50082 的规定；

**4** 混凝土拌合物氯离子含量的检测方法应符合现行行业标准《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322 的规定；硬化混凝土氯离子含量的检测方法应符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 和行业标准《混凝土中氯离子含量检测

技术规程》JGJ/T 322 的规定；

5　叠合剪力墙空腔内自密实混凝土的检测应符合现行行业标准《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283 的规定。

**4.2.2**　钢筋力学性能、工艺性能和重量偏差等项目的检测方法应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1、《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2 和《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788 的规定。

**4.2.3**　钢绞线力学性能的检测方法应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的规定。

**4.2.4**　钢材力学性能的检测方法应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定。

**4.2.5**　灌浆料的检测应符合下列规定：

1　钢筋套筒灌浆连接用套筒灌浆料的检测应符合现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 和《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的规定；

2　钢筋浆锚搭接连接和水平锚环灌浆连接用水泥基灌浆料的检测应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 的规定。

**4.2.6**　座浆料的检测应符合现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的规定。

**4.2.7**　焊接材料的检测方法应符合现行国家标准《钢结构工程质量施工验收标准》GB 50205 的规定。

## 4.3　配　件

**4.3.1**　钢筋套筒灌浆连接用灌浆套筒的检测应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 和《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的规定。

**4.3.2**　钢筋机械连接用套筒的检测应符合现行行业标准《钢筋

机械连接用套筒》JG/T 163 的规定。

**4.3.3** 钢筋浆锚搭接连接用金属波纹管的检测应符合现行行业标准《预应力混凝土用金属波纹管》JG/T 225 的规定。

**4.3.4** 夹芯保温叠合剪力墙连接件的检测应符合下列规定：

**1** 夹芯保温叠合剪力墙纤维增强塑料连接件的检测应符合现行行业标准《预制保温墙体用纤维增强塑料连接件》JG/T 561 的规定；

**2** 夹芯保温叠合剪力墙金属连接件的检测应符合现行国家标准《金属材料拉伸试验第 1 部分：室温试验方法》GB/T 228.1 和《金属材料线材和铆钉剪切试验方法》GB/T 6400 的规定。

**4.3.5** 钢筋锚固板检测应符合现行行业标准《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256 的规定。

**4.3.6** 紧固件的检测方法应符合现行国家标准《钢结构工程质量施工验收标准》GB 50205 的规定。

**4.3.7** 预应力筋用锚具、夹具和连接器性能检验应符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 的规定。

**4.3.8** 钢筋套筒灌浆连接接头的型式检验、匹配检验、工艺检验，应按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 和《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的规定执行。

**4.3.9** 可调组合钢筋接头、轴向冷挤压钢筋接头等其他连接材料，除应符合国家现行标准规定外，其单向拉伸试验、高应力反复拉压试验、大变形反复拉压试验所检验的项目均应满足《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 中规定的“I”级型式检验性能要求。

# 5 预制构件检测

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 装配式混凝土建筑结构预制构件检测包括预制柱、墙、梁、板和楼梯的检测。

**5.1.2** 装配式混凝土建筑结构预制构件的检测项目包括预制构件标识、外观质量缺陷、内部缺陷、尺寸偏差与变形、混凝土粗糙面质量、预埋连接件锚固抗拔力、受力钢筋数量、钢筋间距、保护层厚度、混凝土抗压强度、结构性能检验和饰面砖粘接强度检测等。

**5.1.3** 预制构件标识检测内容包括工程名称、构件名称、构件规格与编号、制作日期、合格状态、生产单位等基本信息的完整性，以及监理单位的确认信息等。预制构件标识应进行全数检测，可采用手持设备扫描或目视的方法进行检测。

**5.1.4** 预制构件预埋连接件锚固抗拔力检测方法应按本标准附录A执行。

**5.1.5** 预制构件受力钢筋数量、钢筋间距、保护层厚度等的检测方法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、《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784的规定。

**5.1.6** 带饰面砖的预制墙板构件进场时，应对饰面砖粘结强度进行复检。饰面砖粘结强度检测方法和评定方法应符合现行行业标准《建筑工程饰面砖粘结强度检验标准》JGJ/T 110的规定。

## 5.2 预制构件缺陷

**5.2.1** 预制构件缺陷检测包括外观质量缺陷和内部缺陷检测。外观质量缺陷检测包括露筋、蜂窝、孔洞、夹渣、疏松、裂缝、连接部位缺陷、外形缺陷、外表缺陷检测等内容；内部缺陷检测包括内部不密实区和裂缝深度检测。

**5.2.2** 外观质量缺陷宜对受检范围内构件外观缺陷进行全数检查；当不具备全数检查条件时，应注明未检查的构件或区域。

**5.2.3** 外观质量缺陷的检测方法宜符合下列规定：

**1** 露筋长度可采用直尺或卷尺量测；

**2** 孔洞深度可采用直尺或卷尺量测，孔洞直径可采用游标卡尺量测；

**3** 夹渣深度可采用剔凿法或超声法检测；

**4** 蜂窝和疏松的位置和范围可采用直尺或卷尺量测，当委托方有要求时，蜂窝深度量测可采用剔凿、成孔等方法；

**5** 表面裂缝的最大宽度可采用裂缝专用测量仪器量测，表面裂缝长度可采用直尺或卷尺量测；裂缝深度，可采用超声法检测，必要时可钻取芯样进行验证；

**6** 连接部位缺陷可采用观察或剔凿法检测；

**7** 外形缺陷和外表缺陷的位置和范围可采用直尺或卷尺测量。

**5.2.4** 预制构件外观质量缺陷，应根据其对结构性能和使用功能影响的严重程度按表 5.2.4 确定。

**表 5.2.4 预制构件外观质量缺陷**

| 名称 | 现象 | 严重缺陷 | 一般缺陷 |
| --- | --- | --- | --- |
| 露筋 | 构件内钢筋未被混凝土包裹而外露 | 纵向受力钢筋有露筋 | 其他钢筋有少量露筋 |

续表5.2.4

| 名称 | 现象 | 严重缺陷 | 一般缺陷 |
| --- | --- | --- | --- |
| 蜂窝 | 混凝土表面缺少水泥浆而形成石子外露 | 构件主要受力部位有蜂窝 | 其他部位有少量蜂窝 |
| 孔洞 | 混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度 | 构件主要受力部位有孔洞 | 其他部位有少量孔洞 |
| 夹渣 | 混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度 | 构件主要受力部位有夹渣 | 其他部位有少量夹渣 |
| 疏松 | 混凝土中局部不密实 | 构件主要受力部位有疏松 | 其他部位有少量疏松 |
| 裂缝 | 缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部 | 构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝 | 其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝 |
| 连接部位缺陷 | 构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连接件松动，插筋严重锈蚀、弯曲，灌浆套筒堵塞、偏位、破损等 | 连接部位有影响结构传力性能的缺陷 | 连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷 |
| 外形缺陷 | 缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞出凸肋等 | 清水混凝土构件内有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷 | 其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷 |
| 外表缺陷 | 构件表面麻面、掉皮起砂、沾污等 | 具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷 | 其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷 |

**5.2.5** 对怀疑存在内部缺陷的构件或区域，宜进行全数检测，当不具备全数检测条件时，可根据约定抽样原则选择下列构件或部位进行检测：

**1** 重要的构件或部位；

**2** 外观缺陷严重的构件或部位。

**5.2.6** 内部缺陷检测的检测方法应符合现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 的规定。

## 5.3 尺寸偏差与变形

**5.3.1** 尺寸偏差与变形检测包括预制构件尺寸及预留孔洞、预埋件、预留插筋、键槽位置等内容。

**5.3.2** 按批量对预制构件尺寸偏差与变形进行检测时，应将同一楼层、结构缝或施工段中设计截面尺寸相同的同类型构件划为同一检验批，在检验批中随机选取构件，并按本标准第3.3.5条的有关规定确定受检构件数量。

**5.3.3** 尺寸偏差与变形的检验方法和允许偏差应符合表5.3.3的规定。预制构件有粗糙面时，与预留构件粗糙面相关的尺寸允许偏差可放宽1.5倍。

**表5.3.3 预制构件外形尺寸与变形允许偏差及检验方法**

| 检查项目 | | | 允许偏差(mm) | 检验方法 |
|---|---|---|---|---|
| 长度 | 楼板、梁、柱、桁架 | <12m | ±5 | 用尺量两端及中部，取其中偏差绝对值较大值 |
| | | ≥12m且<18m | ±10 | |
| | | ≥18m | ±20 | |
| | 墙板 | | ±4 | |
| 宽度 | 楼板、梁、柱、桁架 | | ±5 | 用尺量两端及中部，取其中偏差绝对值较大值 |
| | 墙板 | | ±4 | |
| 高(厚)度 | 楼板、梁、柱、桁架 | | ±5 | 楼板和墙板厚度用尺量板四角和四边中部位置共8处，取其中偏差绝对值较大值；<br>梁柱和桁架高度用尺量两端及中部，取其中偏差绝对值较大值 |
| | 墙板 | | ±3 | |
| 对角线差 | 楼板 | | 6 | 在构件表面，用尺量测两对角线的长度，取其绝对值的差值 |
| | 墙板 | | 5 | |

**续表5.3.3**

| 检查项目 | | 允许偏差（mm） | 检验方法 |
|---|---|---|---|
| 表面平整度 | 楼板、墙板内表面，梁、柱、桁架表面 | 4 | 用2m靠尺安放在构件表面上，用楔形塞尺量测靠尺与表面之间的最大缝隙 |
| | 楼板、墙板外表面 | 3 | |
| 挠度变形 | 梁、板设计起拱 | ±10 | 拉线，钢尺量最大弯曲处 |
| | 梁、板下垂 | 0 | |
| 侧向弯曲 | 楼板、梁、柱 | $L/750$ 且≤20mm | 拉线，钢尺量最大弯曲处 |
| | 墙板、桁架 | $L/1000$ 且≤20mm | |
| 扭翘 | 楼板 | $L/750$ | 四对角拉两条线，量测两线交点之间的距离，其值的2倍为扭翘值 |
| | 墙板 | $L/1000$ | |
| 预埋件 | 预埋钢板中心线位置 | 5 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| | 预埋螺栓中心线位置 | 2 | |
| | 预埋钢板平面高差 | 0，−5 | 用尺紧靠在预埋件上，用楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙 |
| | 预埋螺栓外露长度 | +10，−5 | 用尺量 |
| 预留孔 | 中心线位置 | 5 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| | 孔尺寸 | ±5 | 用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值 |
| 预留洞 | 中心线位置 | 5 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| | 洞口尺寸、深度 | ±5 | 用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值 |
| 预留插筋 | 中心线位置 | 3 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置，取其中较大值 |
| | 外露长度 | ±5 | 用尺量 |

续表5.3.3

| 检查项目 | | 允许偏差(mm) | 检验方法 |
|---|---|---|---|
| 吊环、木砖 | 中心线位置 | 10 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置,取其中较大值 |
| | 留出高度 | 0,−10 | 用尺量 |
| 桁架钢筋 | 高度 | +5,0 | 用尺量 |
| 键槽 | 中心线位置 | 5 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置,取其中较大值 |
| | 长度、宽度、深度 | ±5 | 用尺量 |
| 灌浆套筒 | 中心线位置 | 2 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置,取其中较大值 |
| | 平面高差 | 0,−5 | 用尺紧靠在预埋件上,用楔形塞尺量测预埋件平面与混凝土面的最大缝隙 |
| 连接钢筋 | 中心线位置 | 2 | 用尺量测纵横两个方向的中心线位置,取其中较大值 |
| | 外露长度 | +10,0 | 用尺量 |

## 5.4 混凝土粗糙面质量

**5.4.1** 预制构件混凝土粗糙面质量检测包括粗糙面凹凸深度、粗糙面与结合面面积比检测等内容。

**5.4.2** 按批量对预制构件粗糙面质量进行检测时,宜按构件类型、生产批次、粗糙面成型工艺等划分检测批,检测批最小样本容量的确定应符合本标准第3.3.5条的有关规定。

**5.4.3** 粗糙面凹凸深度检测的检测方法可按本标准附录B执行。

**5.4.4** 粗糙面及结合面的长度和宽度可采用直尺或卷尺量测,精确至1mm,根据检测结果按下式计算粗糙面与结合面面积比:

$$\zeta=\frac{\sum_{i=1}^{N}A_{r,i}}{\sum_{i=1}^{N}A_i} \tag{5.4.4}$$

式中：$\zeta$——混凝土粗糙面与结合面面积比；

$A_{r,i}$——第 $i$ 个测量区域内粗糙面的面积($mm^2$)；

$A_i$——第 $i$ 个测量区域的结合面面积($mm^2$)。

**5.4.5** 粗糙面与结合面面积比应符合设计要求，且不宜小于80%。

## 5.5 混凝土抗压强度

**5.5.1** 预制构件混凝土抗压强度检测应提供混凝土在检测龄期相当于边长为150mm立方体试件抗压强度特征值的推定值。

**5.5.2** 预制混凝土构件混凝土抗压强度可采用回弹法、超声-回弹综合法、后装拔出法、后锚固法等间接法进行现场检测。当具备钻芯法检测条件时，宜采用钻芯法对间接法检测结果进行修正或验证。采用回弹法时，应符合现行行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23的规定；采用超声-回弹综合法和后装拔出法时，应符合现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784的规定；采用后锚固法时，应符合现行行业标准《后锚固法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 208的规定；采用钻芯法进行修正或验证时，应符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344和行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384的规定。

**5.5.3** 采用回弹法检测预制构件的混凝土抗压强度时，应对可能产生颤动的薄壁、小型构件采取固定措施；当构件浇筑侧面不具备检测条件时，可按现行重庆市标准《混凝土抗压强度检测技术标准》DBJ50/T-195规定的相关方法进行检测。

**5.5.4** 按批量对预制构件混凝土抗压强度进行检测时，宜将构件生产工艺、混凝土强度等级和养护条件相同且龄期相近的同类

构件划分为同一检测批，并宜采取分层计量抽样方法。检验批受检构件数量按相应的检测技术规程的规定或本标准第 3.3.5 条的有关规定确定。

## 5.6 预制构件结构性能检验

**5.6.1** 专业企业生产的预制构件进场时，预制构件结构性能检验应符合下列规定：

**1** 梁板类简支受弯预制构件进场时应进行结构性能检验，并应符合下列规定：

**1）** 结构性能检验应符合国家现行有关标准的规定及设计的要求，检验要求和试验方法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 的规定；

**2）** 钢筋混凝土构件和允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和裂缝宽度检验；不允许出现裂缝的预应力混凝土构件应进行承载力、挠度和抗裂检验；

**3）** 对大型构件及有可靠应用经验的构件，可只进行裂缝宽度、抗裂和挠度检验；

**4）** 对使用数量较少的构件，当能提供可靠依据时，可不进行结构性能检验；

**5）** 对多个工程共同使用的同类型预制构件，结构性能检验可共同委托，其结果对多个工程共同有效。

**2** 对于不可单独使用的叠合板预制底板，可不进行结构性能检验。对叠合梁构件，是否进行结构性能检验以及结构性能检验的方式应根据设计要求确定；

**3** 对本条第 1、2 款之外的其他预制构件，除设计有专门要求外，进场时可不做结构性能检验。

**5.6.2** 对进场时不做结构性能检验且无驻厂监造的预制构件，进场时应每批抽取构件数量的 2%且不少于 5 个构件，对其主要受力钢筋数量、钢筋规格、钢筋间距、混凝土保护层厚度、混凝土强度等进行预制构件的实体检验。

重庆工程建设

# 6 结构构件连接检测

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 装配式混凝土建筑结构预制构件连接检测包括套筒灌浆连接、浆锚搭接连接、水平叠合构件连接、竖向叠合构件连接、构件接缝连接等的检测。

**6.1.2** 装配式混凝土建筑结构构件连接检测各检测项目的检测方法可按表 6.1.2 选择。

**表 6.1.2 结构构件连接检测各检测项目的检测方法选择**

| 序号 | 检测对象 | 检测参数 | 检测方法 | 检测依据 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 套筒灌浆连接 | 灌浆饱满性 | 预埋传感器法 | 本标准 附录 C C.1 |
| | | | 预埋钢丝拉拔法 | 本标准 附录 C C.2 |
| | | | 内窥镜法 | 本标准 附录 C C.3 |
| | | | X 射线成像法 | 本标准 附录 C C.4 |
| | | | 气测法 | 本标准 附录 C C.5 |
| 2 | | 钢筋插入长度 | 内窥镜法 | 本标准 附录 C C.3 |
| | | | X 射线成像法 | 本标准 附录 C C.4 |
| 3 | | 灌浆料实体强度 | 回弹法 | 《装配式混凝土结构检测标准》T/CECS 1189 |
| | | | 取样法 | 《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344、《取样法检测钢筋连接用套筒灌浆料抗压强度技术规程》T/CECS 726 |

续表6.1.2

| 序号 | 检测对象 | 检测参数 | 检测方法 | 检测依据 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 4 | 浆锚搭接连接 | 灌浆饱满性 | 冲击回波法 | 本标准 附录D |
| | | | 超声法 | 《超声法检测混凝土缺陷技术规程》T/CECS 21 |
| | | | X射线成像法 | 本标准 附录C C.4 |
| 5 | | 钢筋插入长度 | X射线成像法 | 本标准 附录C C.4 |
| 6 | | 灌浆料实体强度 | 回弹法 | 《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344、《装配式混凝土结构检测标准》T/CECS 1189 |
| | | | 取样法 | 《建筑结构检测技术标准》GB/T50344、《装配式混凝土结构检测标准》T/CECS 1189 |
| 7 | 水平叠合构件 | 结合面缺陷 | 超声对测法 | 《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 |
| | | | 冲击回波法 | 本标准 附录D |
| | | | 雷达法 | 《雷达法检测混凝土结构技术标准》JGJ/T 456 |
| 8 | | 结合面混凝土粘结强度 | 拉脱法 | 本标准 附录E |
| 9 | 竖向叠合构件 | 空腔内现浇混凝土抗压强度 | 钻芯法 | 《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384 |
| 10 | | 空腔内现浇混凝土缺陷 | 超声对测法 | 《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784 |
| | | | 冲击回波法 | 本标准 附录E |
| | | | 雷达法 | 《雷达法检测混凝土结构技术标准》JGJ/T 456 |

续表6.1.2

| 序号 | 检测对象 | 检测参数 | 检测方法 | 检测依据 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 11 | 构件接缝 | 预制竖向承重构件底部接缝内部缺陷 | 超声法 | 本标准 第6.6节 |
| 12 | | 预制外墙板接缝密封胶外观质量 | 观察或尺量 | |
| 13 | | 预制外墙板接缝防水性能 | 现场淋水试验 | 《建筑防水工程现场检测技术规范》JGJ/T 299 |

**6.1.3** 外挂墙板与主体结构连接的检测应重点对连接方式、连接构造、连接牢靠性以及连接处的缺陷和病害等进行检测，连接构造应符合设计要求。

## 6.2 套筒灌浆连接

**6.2.1** 套筒灌浆连接的检测项目包括接头试件抗拉强度、灌浆饱满性、钢筋插入长度和灌浆料实体强度。

**6.2.2** 套筒灌浆施工中，应采用实际应用的灌浆套筒、灌浆料制作平行加工对中连接接头试件，进行抗拉强度检验，并符合下列规定：

**1** 不超过四个楼层的同一批号、同一类型、同一强度等级、同一规格的接头试件，不超过1000个为一批，每批制作3个对中连接接头试件；

**2** 套筒灌浆连接接头的实测极限抗拉强度不应小于连接钢筋的抗拉强度标准值，且接头破坏应位于套筒外的连接钢筋；

**3** 接头试件抗拉强度检测方法应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355的规定。

**6.2.3** 套筒灌浆连接的灌浆饱满性检测可采用预埋传感器法、预埋钢丝拉拔法、内窥镜法、X射线成像法、气测法等方法，各检测方法应按本标准附录C执行，并应符合下列规定：

1　套筒灌浆饱满性检测时，应根据检测目的、检测条件选择适宜的检测方法；

2　套筒灌浆饱满性各检测方法的检测时间和检测要求应满足表 6.2.3 的要求；

**表 6.2.3　套筒灌浆饱满性检测方法的检测时间和检测要求**

| 检测方法 | 检测时间 | 检测要求 |
| --- | --- | --- |
| 预埋传感器法 | 事先预埋阻尼振动传感器，灌浆结束后 5min～8min 检测 | 当检测套筒灌浆不饱满时，应立即进行二次灌浆 |
| 预埋钢丝拉拔法 | 事先预埋光圆高强不锈钢钢丝，灌浆结束后不少于 3 天检测 | 钢丝拉拔前应避免受到扰动 |
| 内窥镜法 | 灌浆结束后不少于 3 天检测 | 钻孔时应避免损伤套筒内部钢筋 |
| X 射线成像法 | 灌浆结束后不少于 7 天检测 | 现场做好 X 射线防护工作 |
| 气测法 | 灌浆结束灌浆料初凝后检测 | 保持出浆口整洁平齐，便于密封 |

3　当对预埋钢丝拉拔法、预埋传感器法、X 射线成像法和气测法检测结果有疑问时，应采用钻孔内窥镜法进行验证。

**6.2.4**　套筒灌浆连接的钢筋插入长度可采用内窥镜法、X 射线成像法进行检测，检测方法按本标准附录 C 执行。

**6.2.5**　套筒灌浆连接的灌浆料实体强度可采用回弹法或取样法进行检测，并应符合下列规定：

1　采用回弹法检测灌浆料实体强度时，可按现行协会标准《装配式混凝土结构检测标准》T/CECS 1189 的适用方法执行；

2　采用取样法检测灌浆料实体强度时，可在注浆口和出浆口取出圆柱体试样进行劈裂抗拉强度或抗压强度的测试，并应符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的有关规定；取样法检测灌浆料实体强度可按现行协会标准《取样法检测钢筋连接用套筒灌浆料抗压强度技术规程》T/CECS 726 的适用方法执行。

**6.2.6**　当施工过程中灌浆料抗压强度、灌浆饱满性、灌浆套筒内

钢筋插入长度不符合要求时的接头试件型式检验应符合下列规定：

1 灌浆施工完成后的灌浆饱满性实体检验结果不符合要求，且无法返工、返修时，可按实际灌浆饱满度制作接头试件进行型式检验；

2 灌浆套筒内钢筋插入长度不符合要求时，可按钢筋实际插入长度制作接头试件进行型式检验；

3 灌浆料抗压强度不合格时，可按灌浆料实际抗压强度制作接头试件进行型式检验；

4 接头试件型式检验方法应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的规定。

## 6.3 浆锚搭接连接

**6.3.1** 浆锚搭接连接的检测项目包括灌浆饱满性、钢筋插入长度和灌浆料实体强度。

**6.3.2** 浆锚搭接连接的灌浆饱满性可采用冲击回波法、超声法和 X 射线成像法进行检测，检测时应符合下列规定：

1 采用冲击回波法检测时，测点布置前应先确定浆锚孔道的位置，并应符合本标准附录 D 的规定。当对冲击回波法的检测结果有疑问时，应结合局部破损进行验证；

2 对于无波纹管的浆锚搭接可采用超声法进行检测并结合局部破损验证；检测时，测点宜采用对测法和斜侧法，测点范围应覆盖浆锚孔道，测点间距不应大于 30mm，并应符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的规定。超声法检测灌浆饱满性可按现行协会标准《超声法检测混凝土缺陷技术规程》T/CECS 2 的适用方法执行；

3 当被测构件受检区域的厚度不大于 250mm 且同一射线路径上只有一个浆锚孔道时，可采用 X 射线成像法。采用 X 射线成像法检测时，可参照本标准附录 C 的规定执行。

**6.3.3** 浆锚搭接连接的钢筋插入长度可采用X射线成像法进行检测，检测方法参照本标准附录C执行。

**6.3.4** 当对浆锚搭接连接的灌浆料强度有疑义或有检测要求时，可采用回弹法或取样法进行检测，检测方法应符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344的规定，并应符合下列规定：

**1** 采用回弹法进行检测时，对灌浆口等部位应进行回弹测试，并应使用同条件试块抗压强度检测结果对回弹结果进行修正；回弹法检测灌浆料实体强度可按现行协会标准《装配式混凝土结构检测标准》T/CECS 1189的适用方法执行；

**2** 采用取样法进行检测时，可在注浆口和出浆口等部位钻取小直径芯样，进行劈裂抗拉强度或抗压强度测试，并应符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344的规定；取样法检测灌浆料实体强度可按现行协会标准《装配式混凝土结构检测标准》T/CECS 1189的适用方法执行。

## 6.4 水平叠合构件连接

**6.4.1** 水平叠合构件连接的检测项目包括结合面缺陷和结合面混凝土粘结强度。

**6.4.2** 按批量对结合面缺陷进行检测时，可将同一楼层、同一施工条件、同类构件或同类部位划分为一个检测批，检测批的最小样本容量应符合本标准第3.3.5条的规定。

**6.4.3** 水平叠合构件结合面缺陷检测可采用超声对测法、冲击回波法或雷达法进行检测，并应符合下列规定：

**1** 检测时，混凝土表面应平整、清洁、干燥，且不应有蜂窝、孔洞、疏松、浮浆、凸起等外观质量缺陷；

**2** 采用超声对测法检测时，宜符合现行国家标准《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784的规定；

3　采用冲击回波法检测时，应符合本标准附录 D 及现行行业标准《冲击回波法检测混凝土缺陷技术规程》JGJ/T 411 的规定；

4　采用雷达法检测时，应符合现行行业标准《雷达法检测混凝土结构技术标准》JGJ/T 456 的规定；

5　当检测结果存在争议时，可采用局部破损方法进行验证。

**6.4.4**　水平叠合构件结合面混凝土粘结强度可采用下列方法进行检测：

1　采用拉脱法检测结合面混凝土的抗拉强度；

2　采用钻芯法检测结合面混凝土的劈裂抗拉强度。

**6.4.5**　采用拉脱法检测水平叠合构件结合面混凝土的抗拉强度时，检测方法应按本标准附录 E 的规定执行；采用钻芯法检测结合面混凝土的劈裂抗拉强度时，检测方法应符合现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384 的规定。

## 6.5　竖向叠合构件连接

**6.5.1**　竖向叠合构件连接的检测项目包括空腔内现浇混凝土缺陷和空腔内现浇混凝土抗压强度。

**6.5.2**　竖向叠合构件空腔内现浇混凝土缺陷检测，应重点选取重要结构部位或怀疑存在缺陷部位的构件。施工与竣工验收阶段的竖向叠合构件空腔内现浇混凝土缺陷检测，构件抽样数量宜符合下列规定：

1　装配式混凝土建筑结构首层，不少于竖向叠合构件总数的 20%，且不少于 2 个；

2　其他楼层不少于竖向叠合构件总数的 10%，且不少于 1 个。

**6.5.3**　竖向叠合构件空腔内现浇混凝土缺陷可采用超声对测法、冲击回波法或雷达法检测，必要时可采用局部破损法对检测结果进行验证。

**6.5.4**　竖向叠合构件空腔内现浇混凝土抗压强度可采用钻芯法

进行检测，检测方法应符合现行行业标准《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384 的规定。

## 6.6 预制构件接缝连接

**6.6.1** 预制构件接缝连接的检测项目包括预制竖向承重构件底部接缝内部缺陷、预制外墙板接缝密封胶外观质量和接缝防水性能。

**6.6.2** 当钢筋套筒灌浆连接或钢筋浆锚搭接连接的灌浆严重不饱满时，宜对预制竖向承重构件底部接缝内部缺陷进行检测。

**6.6.3** 预制竖向承重构件底部接缝内部缺陷检测可采用超声法检测，并符合下列规定：

**1** 底部接缝灌浆龄期不应低于 7d；

**2** 检测时采用的换能器辐射端直径不应超过 20mm，工作频率不宜低于 250kHz；

**3** 宜选用对测法检测，初次测量时测点间距宜选择 100mm，对初次测量后有怀疑的点位可在附近加密测点；

**4** 检测时应避开机电管线穿过的区域；

**5** 必要时可采用局部破损法进行验证。

**6.6.4** 预制外墙板接缝密封胶外观质量检测应包括气泡、结块、析出物、开裂、脱落、表面平整度、注胶宽度、注胶厚度等，可用观察或尺量的方法进行检测。

**6.6.5** 预制外墙板接缝防水性能应采用现场淋水试验进行检测，每个检验批的抽查位置应为相邻两层 4 块墙板形成的水平和竖向十字接缝区域，面积不得少于 $10m^2$，检测方法应符合现行行业标准《建筑防水工程现场检测技术规范》JGJ/T 299 的规定。

**6.6.6** 预制外墙板接缝防水性能淋水试验发现渗漏现象时，应记录渗漏具体部位和时间，并判定该测区及检测单元不合格。

# 7 结构实体检测

## 7.1 一般规定

**7.1.1** 装配式混凝土建筑结构实体检测包括实体检验、结构体系和构造核查、结构变形检测与监测、静载检验和动力测试等项目。

**7.1.2** 装配式混凝土建筑结构体系和构造核查应依据设计要求及有关标准的规定对实际情况进行核对，并重点对预制构件的布置和连接方式以及结构整体性措施进行核对。

**7.1.3** 装配式混凝土建筑结构变形检测和监测包括结构沉降、倾斜和位移等，可按现行国家标准《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982 和行业标准《建筑变形测量规范》JGJ 8 的适用方法进行检测。采用免棱镜全站仪法进行倾斜检测时，宜符合现行国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的规定。

## 7.2 实体检验

**7.2.1** 对涉及装配式混凝土建筑结构安全的有代表性的部位应进行结构实体检验，结构实体检验应包括混凝土强度、钢筋保护层厚度、结构位置与尺寸偏差、套筒灌浆饱满性以及工程合同约定的项目，必要时可检验其他项目。

**7.2.2** 结构实体混凝土强度应按不同强度等级分别检验，检验方法宜采用同条件养护试件方法；当未取得同条件养护试件强度或同条件养护试件强度不符合要求时，可采用回弹-取芯法进行检验。结构实体混凝土同条件养护试件方法和回弹-取芯法强度检验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 的规定。

**7.2.3** 结构实体钢筋保护层厚度检验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 的规定。

**7.2.4** 结构位置与尺寸偏差实体检验构件的选取应均匀分布，并应符合下列规定：

1 梁、柱应抽取构件数量的 1%，且不应少于 3 个构件；

2 墙、板应按有代表性的自然间抽取 1%，且不应少于 3 间；

3 层高应按有代表性的自然间抽查 1%，且不应少于 3 间。

**7.2.5** 对选定的结构位置与尺寸偏差实体检验构件，检验项目及检验方法应符合表 7.2.5 的规定，并精确至 1mm。

**表 7.2.5 结构位置与尺寸偏差检验项目及检验方法**

| 检验项目 | 检验方法 |
|---|---|
| 柱截面尺寸 | 选取柱的一边量测柱中部、下部及其他部位，取 3 点平均值 |
| 柱垂直度 | 沿两个方向分别量测，取较大值 |
| 墙厚 | 墙身中部量测 3 点，取平均值；测点间距不应小于 1m |
| 梁高 | 量测一侧边跨中及两个距离支座 0.1m 处，取 3 点平均值；量测值可取腹板高度加上此处楼板的实测厚度 |
| 板厚 | 悬挑板取距离支座 0.1m 处，沿宽度方向取包括中心位置在内的随机 3 点取平均值；其他楼板，在同一对角线上量测中间及距离两端各 0.1m 处，取 3 点平均值 |
| 层高 | 与板厚测点相同，量测板顶至上层楼板板底净高，层高量测值为净高与板厚之和，取 3 点平均值 |

**7.2.6** 结构位置与尺寸偏差检验的允许偏差应符合表 7.2.6 的规定。

**表 7.2.6 结构位置与尺寸偏差检验的允许偏差**

| 项目 | | 允许偏差(mm) |
|---|---|---|
| 柱截面尺寸 | 现浇柱 | +10，−5 |
| | 预制柱 | ±5 |

续表7.2.6

| 项目 | | | 允许偏差(mm) |
|---|---|---|---|
| 柱垂直度 | 现浇柱 | ≤6m | 10 |
| | | >6m | 12 |
| | 预制柱 | ≤6m | 5 |
| | | >6m | 10 |
| 墙厚 | 现浇墙 | | +10,-5 |
| | 预制墙 | | ±4 |
| 梁高 | 现浇梁、叠合梁 | | +10,-5 |
| | 预制梁 | | ±5 |
| 板厚 | 现浇板、叠合板 | | +10,-5 |
| | 预制板 | | ±5 |
| 层高 | 现浇结构、装配式混凝土结构 | | ±10 |

**7.2.7** 结构实体位置与尺寸偏差项目应分别进行验收，并应符合下列规定：

**1** 当检验项目的合格率为80%及以上时，可判为合格；

**2** 当检验项目的合格率小于80%但不小于70%时，可再抽取相同数量的构件进行检验；当按两次抽样总和计算的合格率为80%及以上时，仍可判为合格。

**7.2.8** 套筒灌浆饱满性实体检验，抽样数量应符合下列规定：

**1** 现浇与预制转换层应抽取预制构件数不少于5件且不少于15个灌浆套筒，每个灌浆套筒检查1个点；

**2** 其他楼层如施工记录、灌浆施工质量检查记录、影像资料齐全并可证明施工质量，且100%灌浆套筒已按规定进行监测，可不进行灌浆饱满性实体抽检，否则应参照转换层要求进行抽检。

**7.2.9** 套筒灌浆饱满性实体检验应以所检部位的饱满性没有缺陷判定为合格。

## 7.3 静载检验和动力测试

**7.3.1** 下列装配式混凝土建筑结构宜进行静载检验：

**1** 怀疑有质量问题需进行结构性能检验；

**2** 改建、扩建再设计前，需要通过试验确定设计参数的系统检验；

**3** 资料不全、情况复杂或存在明显缺陷，需进行结构性能评估；

**4** 采用新结构、新材料、新工艺的结构或难以进行理论分析的复杂结构，需通过试验对计算模型或设计参数进行复核、验证或研究其结构性能和设计方法。

**7.3.2** 静载检验构件应按约定抽样原则从结构实体中选取，选取时应综合考虑下列因素：

**1** 该构件计算受力最不利；

**2** 该构件施工或连接质量较差、缺陷较多或病害及损伤较严重；

**3** 便于搭设脚手架、设置测点或实施加载。

**7.3.3** 静载检验应按现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152 的规定执行，并应符合下列规定：

**1** 静载检验的检验装置、荷载布置和测试方法等应根据设计要求和构件的实际情况综合确定；

**2** 静载检验的荷载应通过计算分析确定，在分析结构构件的变形和承载力时，宜使用尺寸参数和材料参数的实际数值。对于特定的构件，应对计算公式进行符合实际情况的调整；

**3** 静载检验的检验方案应预判结构可能出现的变形、损伤、破坏，重点检查、观测预制构件连结节点处的变形和损伤，并应制定相关的应急预案。

**7.3.4** 对大跨、超高、对振动有特殊要求的装配式混凝土建筑结

构或当动力特性对结构的可靠性评估起重要作用时，宜进行结构动力特性测试。

**7.3.5** 装配式混凝土建筑结构的动力测试项目宜包括结构动力特性测试和结构动力响应检测，动力测试应按现行国家标准《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152 和《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的规定执行，并应符合下列规定：

**1** 动力测试所采用的仪器设备的灵敏度、分辨率、频率范围和幅值范围等技术指标应满足被测结构动力特性范围的要求；

**2** 动力特性测试宜选用脉动试验法，也可选用初位移等其他激振方法；

**3** 动力响应检测宜选用可稳定再现的动荷载作为检验荷载，测点布置应结合结构形式综合确定，并宜避开振型的节点。

重庆工程建设

# 附录 A　拉拔法检测预制构件预埋连接件锚固抗拔力

**A.0.1**　预制构件预埋连接件锚固抗拔力检测设备宜采用专业拉拔仪，拉拔仪应配有合适的连接装置，并应符合下列要求：

**1**　检验荷载应大于设备量程的 20%且不超过设备量程的 80%；

**2**　设备应能连续、平稳、速度可控地运行，测力系统测量允许偏差为全量程的±2%；设备的液压加荷系统持荷时间不超过 5min 时，其降荷值不应大于 5%；

**3**　当加载设备出现异常情况经维修后，应重新送法定机构进行检定。

**A.0.2**　检测前的准备工作应包括以下内容：

**1**　确定检测数量：同一类型构件进场应按不超过 1000 件为一批，每批应随机抽取不少于 3 个构件进行检测，每个构件应检测 3 个连接件，数量不足 3 个时应全数检测；

**2**　检查检测设备状态；

**3**　确定检验荷载：

**1**）夹心墙板连接件的检验荷载宜由设计单位提供，也可根据相关材料的力学性能计算得到，计算公式见式（A.0.2-1）；

$$F=0.9f_{yk}A_s \qquad (A.0.2\text{-}1)$$

式中：$F$ ——检验荷载（kN），精确至 0.1kN；

$f_{yk}$ ——材料屈服强度标准值（MPa）；

$A_s$ ——截面面积（$mm^2$）。

**2**）吊装连接件的检验荷载宜由设计单位提供。

4　记录工程名称、楼号、楼层、连接件种类、连接件具体位置、检测人员信息等；

5　检查预制构件混凝土强度是否达到设计要求、混凝土表面平整度是否满足检验要求；

6　描绘测点布置示意图，并在构件上做相应标注，与记录一一对应。

**A.0.3**　检测时应按以下规定执行：

1　预制构件预埋连接件锚固抗拔力采用拉拔法进行检测，宜采用非破坏性方法，如设计有特殊要求可采用破坏性方法；

2　检测前应根据连接件的形式选用适当的试验加载和支撑装置，并保证所施加的拉伸荷载与预埋件实际受力状态保持一致，且不改变可能的破坏形态；

3　对夹芯墙板连接件锚固抗拔力检测时，应选取有代表性的预埋连接件进行检测。相邻两个被测连接件的间距不应小于300mm，被测连接件距构件边缘不应小于150mm；

4　预制构件预埋件的抗拔力试验可采用连续加载或分级加载。试验过程中，若采用连续加载，施加力应连续、均匀，加载速度应控制在2min～3min内加荷至规定的检验荷载或样品破坏；若采用分级加载，以预计检验荷载的10%为一级，逐级加荷，每级荷载保持2min，至检验荷载或样品破坏；

5　加载至检验荷载后，应通过设备稳压或人工补压的方式维持检验荷载2min；

6　检验时，应采取有效措施防止试验装置脱落。

**A.0.4**　检测结果合格评价应符合下列规定：

1　在检验荷载作用下2min，以混凝土基材无裂缝、破坏或连接件滑移等破坏现象出现为合格；

2　当构件所抽检的连接件锚固抗拔力全部合格时，则该构件应判定为合格。

# 附录 B　预制构件混凝土粗糙面凹凸深度检测方法

**B.0.1**　预制构件混凝土粗糙面凹凸深度可采用测深尺和透明多孔基准板进行检测，检测时采用的仪器、辅助工具及材料宜符合下列规定：

**1**　测深尺可用数显深度尺或数显游标卡尺，测深尺量程不宜小于 15mm，最小分辨率单位不应大于 0.01mm；

**2**　透明多孔基准板宜为硬质塑料板，厚度应为 5.0mm±0.1mm，孔径应为 3.0mm±0.1mm，孔距应为 10.0mm±0.5mm。

**B.0.2**　预制构件混凝土粗糙面凹凸深度检测前应检查仪器设备状态，并应记录工程名称、楼号、楼层、构件编号、检测人员信息等。

**B.0.3**　预制构件混凝土粗糙面检测的测区应为长方形，并避开有明显突出棱角的区域，每个粗糙面的测区数量及划分应符合下列规定：

**1**　对预制混凝土叠合楼板和叠合梁，测区数量不应少于 8 个，每个测区面积宜为 $0.020m^2$～$0.050m^2$，相邻两测区中心间距对楼板和梁不宜小于粗糙面长边的 1/12；

**2**　对预制混凝土梁端和柱端，测区数量不应少于 2 个，每个测区面积宜为 $0.005m^2$～$0.030m^2$，相邻两测区中心间距不宜小于粗糙面长边的 1/3；

**3**　当透明多孔基准板位于测区中心时，测区边缘到透明多孔基准板相应边缘的距离不应小于 1 倍透明多孔基准板孔距。

**B.0.4**　预制构件混凝土粗糙面凹凸深度检测（图 B.0.4）时应符合下列规定：

**1**　透明多孔基准板应紧贴测区内粗糙面，测深尺的测量面

应紧贴透明多孔基准板表面，测深尺与透明多孔基准板应保持垂直；

**2** 测深尺的探针应穿过透明多孔基准板的孔洞测量凹面最低点深度，凹凸深度应为测深尺的读数与透明多孔基准板厚度的差值；

**3** 在对每个测区进行测量时，透明多孔基准板应设置于凹面较为集中区域；

**4** 每个测区内测得的不同位置的凹凸深度数据不应少于 16 个，剔除 3 个最大值和 3 个最小值后的数据可视为有效凹凸深度数据。

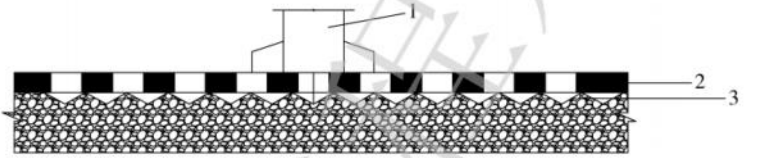



**图 B.0.4 预制构件混凝土粗糙面检测示意图**

1—测深尺(局部)；2—透明多孔基准板；3—预制构件混凝土粗糙面

**B.0.5** 预制构件混凝土粗糙面凹凸深度评价指标应按下式计算：

$$\mu=\frac{\sum_{i=1}^{N}x_i}{N} \tag{B.0.5-1}$$

$$CV=\frac{\sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}(x_i-\mu)^2}}{\mu} \tag{B.0.5-2}$$

式中：$\mu$ ——凹凸深度平均值(mm)，精确至 0.1mm；

$CV$ ——凹凸深度变异系数，精确至 0.01；

$x_i$ ——各测区所测有效凹凸深度(mm)；

$N$ ——每个粗糙面各测区所测有效凹凸深度总数。

**B.0.6** 预制构件混凝土粗糙面应按单个构件评定，当凹凸深度平均值 $\mu$ 和凹凸深度变异系数 $CV$ 同时满足下列条件时，可评定预制构件混凝土粗糙面凹凸深度合格：

**1** 对预制混凝土叠合板和叠合梁：

$$\mu \geqslant 4.0 \tag{B.0.6-1}$$

$$CV \leqslant 0.4 \tag{B.0.6-2}$$

**2** 对预制混凝土梁端和柱端：

$$\mu \geqslant 6.0 \tag{B.0.6-3}$$

$$CV \leqslant 0.4 \tag{B.0.6-4}$$

重庆工程建设

# 附录 C　钢筋套筒灌浆连接检测方法

## C.1　预埋传感器法

**C.1.1**　检测仪器、辅助工具及材料应符合下列规定：

**1**　灌浆饱满性检测仪幅值线性度应每 10.0dB 不超过±1.0dB，频带宽度应在 10kHz～100kHz 之间；

**2**　传感器宜采用阻尼振动传感器(图 C.1.1)，其端头核心元件直径不应大于 10.0mm，与端头核心元件相连的钢丝直径应为 2.0mm～3.0m；

**3**　传感器和橡胶塞应集成设计，橡胶塞上钢丝孔的孔径应与钢丝直径相同，排气孔的孔径不应小于 3.0mm。

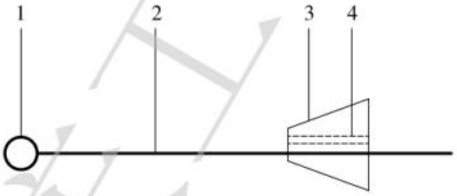



**图 C.1.1　传感器示意图**

1—端头核心元件；2—钢丝(一端与端头核心元件相连，另一端与灌浆饱满性检测仪相连)；3—橡胶塞；4—排气孔

**C.1.2**　灌浆饱满性检测前应检查检测仪器状态，并应记录工程名称、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。

**C.1.3**　采用预埋传感器法检测套筒灌浆饱满性时应符合下列规定：

**1**　传感器应设置于套筒的出浆口，钢丝应与钢筋连接方向

保持垂直；对于全灌浆套筒连接，端头核心元件应伸至套筒内靠近出浆口一侧的钢筋表面位置；对于半灌浆套筒连接，端头核心元件应伸至套筒内靠近远端套筒内壁位置；

**2** 传感器就位时，自带橡胶塞的排气孔应位于正上方；橡胶塞应在出浆口紧固到位，出浆时不应被冲出；橡胶塞上的排气孔应保持畅通；

**3** 灌浆过程中，可将灌浆饱满性检测仪与传感器相连，实时监测传感器的波形和振动能量值；灌浆结束 5min 后，再次通过灌浆饱满性检测仪检测传感器的波形和振动能量值，并做好记录。

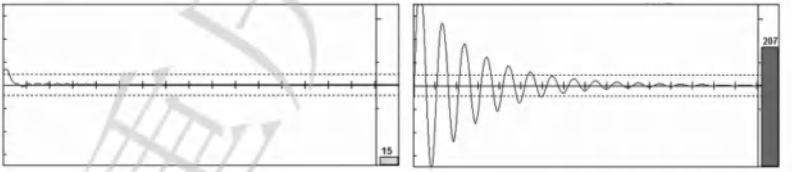
**C.1.4** 预埋传感器法可用于套筒单独灌浆和连通腔灌浆等方式的灌浆饱满性检测；当采用连通腔灌浆方式时，应符合下列规定：

**1** 宜选择中间套筒的灌浆口作为连通腔灌浆口，距离灌浆口最远的套筒宜预埋传感器；其他套筒的灌浆口和没有预埋传感器的套筒的出浆口出浆时应及时进行封堵；

**2** 对于预埋传感器的套筒，当传感器自带橡胶塞的排气孔有灌浆料流出时应采用细木棒封堵排气孔；

**3** 连通腔灌浆口应在灌浆完成后迅速封堵。

**C.1.5** 套筒灌浆饱满性应根据灌浆饱满性检测仪输出的波形和振动能量值(图 C.1.5)判断，灌浆饱满判断的阈值宜根据平行试件模拟漏浆后测得的能量值确定，且不宜大于 150。




(a) 饱满情况　　(b) 不饱满情况

**图 C.1.5 灌浆饱满性检测仪输出的波形和振动能量值**

**C.1.6** 对判断灌浆不饱满的套筒应立即进行补灌处理，并应符合下列规定：

1　对于连通腔灌浆方式，宜优先从原连通腔灌浆口进行补灌；从原连通腔灌浆口补灌效果不佳时，可从不饱满套筒的灌浆口进行补灌；

2　对于单独灌浆方式，可从不饱满套筒的灌浆口进行补灌；

3　补灌后应对原灌浆不饱满套筒的灌浆饱满性进行复测，直至灌浆饱满。

## C.2　预埋钢丝拉拔法

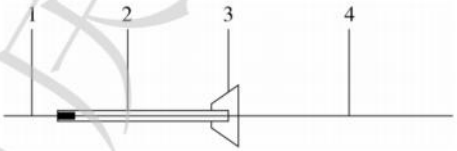
**C.2.1**　检测仪器、辅助工具及材料应符合下列规定：

1　拉拔仪量程不宜小于5kN，且不宜大于15kN，最小分辨率单位不应大于0.01kN；

2　钢丝（图C.2.1）应采用光圆高强不锈钢钢丝，抗拉强度不应低于600MPa，直径应为5.0mm±0.1mm，端头锚固长度应为30.0mm±0.5mm；

3　钢丝和橡胶塞应集成设计，橡胶塞上钢丝孔的孔径应与钢丝直径相同；

4　钢丝在锚固段与橡胶塞之间的部分应与灌浆料浆体有效隔离。




**图C.2.1　钢丝示意图**

1—钢丝锚固段；2—钢丝隔离段；3—橡胶塞；4—钢丝拉拔段

**C.2.2**　灌浆饱满性检测前应检查检测仪器状态，并应记录工程名称、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。

**C.2.3**　采用预埋钢丝拉拔法检测套筒灌浆饱满性时应符合下列

规定：

1　钢丝应设置于套筒的出浆孔，并与钢筋连接方向保持垂直，其端部应到达套筒内靠近出浆孔一侧的钢筋表面位置；钢丝有效隔离长度和橡胶塞在钢丝上的位置，应根据套筒出浆口与套筒内靠近出浆孔一侧的钢筋表面的垂直净距确定；

2　橡胶塞与出浆口之间应留有一定空隙，当出浆口出浆时，应及时用橡胶塞封堵出浆口；

3　套筒灌浆后应做好现场防护工作，预埋钢丝不应被损坏；

4　预埋钢丝实施拉拔时的灌浆料自然养护时间不应少于3d；

5　拉拔时，拉拔仪应与预埋钢丝对中连接，拉拔荷载应连续均匀施加，速度应控制在0.15kN/s～0.50kN/s；钢丝被完全拔出后，应记录极限拉拔荷载值，数值应精确至0.1kN。

**C.2.4**　预埋钢丝拉拔法可用于套筒单独灌浆和连通腔灌浆等方式的灌浆饱满性检测；当采用连通腔灌浆方式时，应符合下列规定：

1　宜选择中间套筒的灌浆口作为连通腔灌浆口，距离灌浆口最远的套筒宜预埋钢丝；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；

2　对于预埋钢丝的套筒，当出浆口出浆时用钢丝自带橡胶塞封堵出浆口；

3　连通腔灌浆口应在灌浆完成后迅速封堵。

**C.2.5**　测点实测极限拉拔荷载值 $P$ 同时符合下列条件时，可判断测点对应套筒灌浆饱满：

$$P \geqslant 60\% \times \left(\frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}\right) \qquad \text{(C.2.5-1)}$$

$$P \geqslant 1.5 \qquad \text{(C.2.5-2)}$$

测点实测极限拉拔荷载值 $P$ 符合下列条件之一时，可判断测点对应套筒灌浆不饱满：

$$P < 40\% \times \left(\frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}\right) \qquad \text{(C.2.5-3)}$$

$$P < 1.0 \qquad \text{(C.2.5-4)}$$

式中：$P_1$、$P_2$、$P_3$——分别为同一批测点极限拉拔荷载中3个最大值(kN)；

$P$——对应测点极限拉拔荷载值(kN)。

## C.3 内窥镜法检测套筒内灌浆饱满性和钢筋插入长度

**C.3.1** 检测仪器及辅助工具包括内窥镜、钻孔设备、气吹等，并应符合下列规定：

**1** 内窥镜宜带有尺寸测量功能，测量允许误差不应大于量程的±2%；

**2** 内窥镜探头的直径不宜大于6mm，前视探头在平直状态下导向弯曲度不宜小于120°；

**3** 内窥镜宜采用非接触式测量技术，侧视测量可采用侧视探头配合落球式测量尺的方式，侧视探头与落球式测量尺的整体外径不宜大于9mm；

**4** 内窥镜的有效量程不宜小于80mm；

**5** 钻孔设备宜配备石工钻头和金工钻头，钻头的直径应为6mm～10mm，长度不宜小于150mm；

**6** 探头定位装置由刚性套管与橡胶塞组成，刚性套管的内径应与内窥镜探头的直径相同，刚性套管的外径应与橡胶塞上刚性套管穿过孔的孔径相等。

**C.3.2** 检测前应做好下列工作：

**1** 检查检测仪器是否正常；

**2** 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。

**C.3.3** 出浆孔道钻孔内窥镜法的检测孔道，应按如下步骤制作：

1　使用钻孔设备配以石工钻头沿着出浆孔道进行钻孔，首次钻入深度为 20mm～30mm，并将出浆孔道全截面的灌浆料击碎并清理，以便检测时能在预制构件出浆口安装探头定位装置中的橡胶塞；

2　继续钻入，钻孔直径 6mm～10mm，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；

3　在距离套筒出浆口小于 20mm 时，减缓钻进速度，每前进约 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，直至达到套筒内腔。

**C.3.4**　套筒壁钻孔内窥镜法的检测孔道，应按如下步骤制作：

1　结合设计资料，使用钢筋扫描仪精确定位套筒的位置；

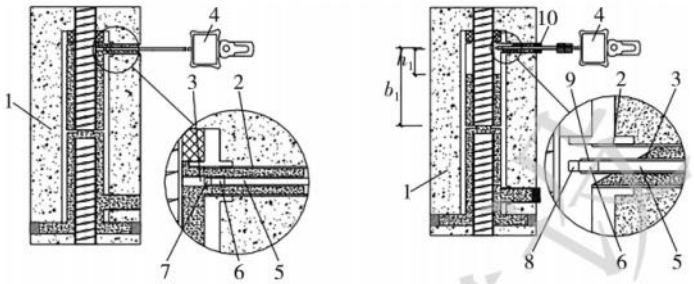
2　确定钻孔位置，使用钻孔设备配以石工钻头钻透混凝土保护层；

3　使用钻孔设备先配以金工钻头在套筒壁上开孔，然后更换为石工钻头继续钻入套筒内腔 4mm～6mm。

**C.3.5**　采用内窥镜法检测套筒灌浆饱满性时应符合下列规定：

1　先将内窥镜的前视探头伸入检测孔道进行观察(图 C.3.5a)，判断检测孔道末端周边的灌浆料是否密实，若密实则判定灌浆饱满，若不密实则进行下一步骤；

2　再将内窥镜的侧视探头，在探头定位装置的辅助下从预制构件出浆口中心伸入检测孔道，或直接从套筒壁钻孔位置伸入检测孔道，到达套筒内腔后往下观测得到灌浆料上表面到侧视测量镜头拍摄端面之间的垂直距离(图 C.3.5b)，结合套筒尺寸计算灌浆饱满程度。




（a）饱满　　（b）不饱满

**图 C.3.5　灌浆饱满性检测示意图**

1—预制构件；2—出浆孔道；3—检测孔道；4—内窥镜；5—连接软管；6—内窥镜探头；7—前视观察镜头；8—侧视测量镜头；9—刚性套管；10—橡胶塞

**C.3.6**　当套筒灌浆缺陷长度小于1倍连接钢筋直径时，可判定单个套筒灌浆饱满性为合格，否则判定为不合格，此时套筒灌浆饱满程度计算应符合下列规定：

**1**　半灌浆套筒灌浆饱满程度应按式(C.3.6-1)计算：

$$\omega=\frac{b-h_1-h_2}{L_0}\times 100\% \qquad \text{(C.3.6-1)}$$

式中：$L_0$——设计锚固长度(mm)；

$\omega$——套筒灌浆饱满程度(%)，当 $\omega$ 的计算结果大于100%时按100%计，精确至1%；

$b$——套筒出浆口中心至套筒底部的高度(mm)；

$h_1$——灌浆料上表面到侧视测量镜头拍摄端面的垂直距离(mm)，精确至1mm；

$h_2$——侧视测量镜头拍摄端面到套筒出浆口中心的垂直距离(mm)，精确至1mm。

**2**　当全灌浆套筒的内腔顶部存在灌浆缺陷区时，全灌浆套筒灌浆饱满程度应按式(C.3.6-2)计算：

$$\omega=\frac{b_1-h_1-h_2}{L_0}\times 100\% \qquad \text{(C.3.6-2)}$$

式中：$b_1$——套筒出浆口中心至套筒中部预制端钢筋限位点的高度（mm）。

**C.3.7** 内窥镜法检测套筒内钢筋插入长度的时间，应在预制构件现场拼接完成后、套筒灌浆施工前。

**C.3.8** 采用内窥镜法检测半灌浆套筒内钢筋插入长度时，应符合下列规定：

**1** 采用辅助工具从出浆孔道底部水平捣入，快速判断连接钢筋插入段末端与套筒出浆口底部的相对位置；

**2** 若步骤1的初判结果为连接钢筋插入段末端在套筒出浆口底部以上（图C.3.8a），则进行下列操作：

1）将带有前视测量镜头的内窥镜探头，在探头定位装置的辅助下伸入出浆孔道；

2）选择合适的位置使得成像清晰，拍摄图像；

3）观察图像，若连接钢筋插入段末端超过套筒出浆口顶部，可直接判定钢筋插入长度满足要求，插入长度按“大于套筒出浆口顶部高度值”记录；

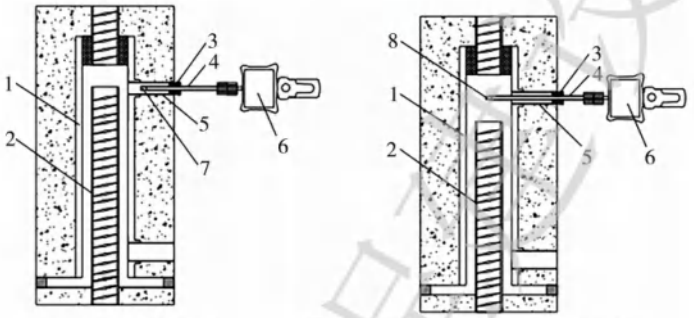
4）若连接钢筋插入段末端未超过套筒出浆口顶部，则选择图像上套筒出浆口位于水平方向上最左侧端点、最右侧端点以及同一水平面上的出浆孔道内任一点，将选择的三个点形成的平面定义为基准平面，接着将第四个点定位在连接钢筋插入段末端，通过测量连接钢筋插入段末端到基准平面的相对距离，计算得到连接钢筋的插入长度。

**3** 若步骤1的初判结果为连接钢筋插入段末端在套筒出浆口底部以下（图C.3.8b），则进行下列操作：

1）将带有侧视测量镜头的内窥镜探头，在探头定位装置的辅助下伸入出浆孔道并到达套筒内腔；

2）采用侧视测量镜头垂直向下观察并拍摄套筒内部的图像，图像中应包含连接钢筋插入段末端；

3）测量侧视镜头拍摄端面与连接钢筋插入段末端表面选定点之间垂直距离，再根据镜头拍摄端面与套筒出浆口中心的垂直距离及套筒出浆口中心的高度计算得到连接钢筋的插入长度。




（a）前视镜头测量　　（b）测视镜头测量

**图 C.3.8　半灌浆套筒钢筋插入长度检测示意图**

1—套筒；2—安装端连接钢筋；3—橡胶塞；4—刚性套管；5—出浆孔道；6—内窥镜；7—前视测量镜头；8—测视测量镜头

**C.3.9**　采用内窥镜法检测全灌浆套筒内钢筋插入长度时，应符合下列规定：

**1**　将带有前视测量镜头的内窥镜探头直接伸入出浆孔道，在出浆孔道与套筒的交接位置斜向下弯曲，利用预制端连接钢筋与套筒内壁之间的间隙继续向下推进伸入（图 C.3.9）；

**2**　控制探头导向弯曲寻找成像位置，对套筒中部的限位挡卡以及限位挡卡下方的安装端连接钢筋进行成像，当选择位置的成像清晰时，拍摄得到图像；

**3**　选择图像中限位挡卡上表面的三个点，将选择的三个点形成的平面定义为基准平面，接着将第四个点定位在安装端连接钢筋插入段的末端，计算钢筋末端到基准平面的垂直距离，再根据限位挡卡上表面的高度位置计算得到安装端连接钢筋的插入长度。

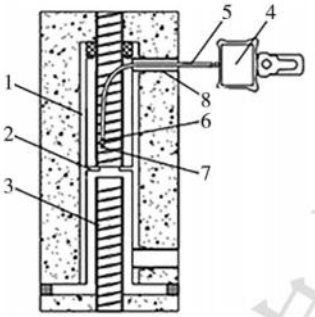



**图 C.3.9　全灌浆套筒钢筋插入长度检测示意图**

1—套筒；2—限位挡卡；3—安装端连接钢筋；4—内窥镜；5—连接软管；6—内窥镜探头；7—前视测量镜头；8—出浆孔道

## C.4　X射线成像法检测套筒内灌浆饱满性及钢筋锚固长度

**C.4.1**　本方法主要适用于套筒内部灌浆饱满性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。

**C.4.2**　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**　进行X射线成像法作业的检测单位必须具有辐射安全许可证；

**2**　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；

**3**　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《工业探伤放射防护标准》GBZ 117的有关规定。

**C.4.3**　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。

**C.4.4** 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** 确保灌浆龄期不低于 7d；

**2** 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** 对检测工作相关信息进行记录，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。

**C.4.5** 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** 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。

**C.4.6** 当所检测构件成像有困难时，可采用局部破损的方式进行检测，破损方式可参照图 C.4.6。

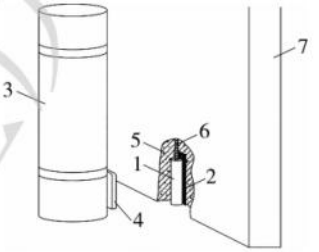



**图 C.4.6 局部破损方式示意图**

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

**C.4.7** 图像处理应符合下列规定：

**1** 评片人员应持有相关行业或者专业组织颁发的2(Ⅱ)级或以上射线检测资格证书；

**2** 采用工业胶片成像，暗室处理参数应通过试验确定，并通过专业观片灯评定检测结果。采用CR成像或DR成像，应通过专业设备软件进行图像处理，并评定检测结果；

**3** 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；

**4** 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。

## C.5 气测法检测套筒内灌浆饱满性

**C.5.1** 本方法检测套筒内灌浆饱满性应分别开展实验室量测和现场检测两项工作。

**C.5.2** 实验室量测应根据委托方提供的与检测点位同品牌、同型号、同批次的一组3个测试套筒，按以下步骤量测、计算每个测试套筒的允许最小饱满程度，并取其测量结果的平均值作为该组测试套筒的允许最小饱满程度。

**1** 截取公称直径与构件钢筋相同、长度为公称直径8倍的钢筋置于测试套筒内，将测试套筒底部、出浆孔和灌浆孔密封，测量并记录此时测试套筒的质量 $m_1$；

**2** 向套筒内注水，测量套筒最小灌浆体积 $V_{min}$(图C.5.2-1)。对于半灌浆套筒，当注水液面与套筒内钢筋上表面平齐时停止注水；对于全灌浆套筒，当注水液面到达预制端钢筋公称直径的8倍时停止注水。测量并记录此时测试套筒的质量 $m_2$；

**3** 向套筒内继续注水，直至灌满套筒内空腔，测量套筒理论空腔容积 $V_T$(图C.5.2-2)。测量并记录测试套筒注满水后的质量 $m_3$；

4 记录试验室温度 $T$；

5 按下列公式计算套筒的允许最小饱满程度 $\omega_{\min}$：

$$\omega_{\min}=\frac{V_{\min}}{V_T}\times 100\% \qquad (C.5.3\text{-}1)$$

$$V_{\min}=\frac{m_2-m_1}{\rho} \qquad (C.5.3\text{-}2)$$

$$V_T=\frac{m_3-m_1}{\rho} \qquad (C.5.3\text{-}3)$$

式中：$\omega_{\min}$ ——套筒灌浆允许最小饱满程度；

$V_{\min}$ ——套筒最小灌浆体积(mL)，精确至 0.1mL；

$V_T$ ——套筒理论空腔容积(mL)，精确至 0.1mL；

$m_1$ ——未注水时密封后测试套筒的质量(g)，精确至 0.1g；

$m_2$ ——注水达到套筒最小灌浆体积时测试套筒的质量(g)，精确至 0.1g；

$m_3$ ——注满水时测试套筒的质量(g)，精确至 0.1g；

$\rho$ ——测试温度下水的密度(g/ml)，精确至 0.1g/ml。

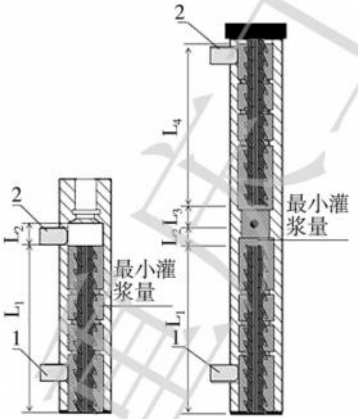



图 C.5.2-1 最小灌浆体积测量

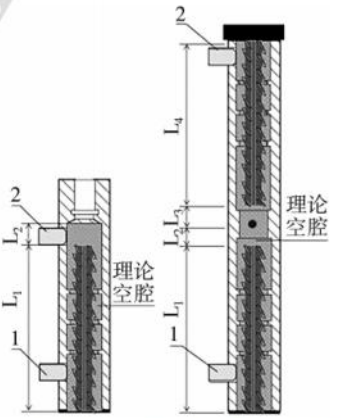



图 C.5.2-2 理论空腔容积测量

1—注浆孔处胶塞；2—排浆孔处胶塞

$L_1$—注浆端锚固长度；$L_2$—装配端预留钢筋安装调整长度；

$L_3$—预制端预留钢筋安装调整长度；$L_4$—排浆端锚固长度

**C.5.3** 现场检测所需仪器及辅助工具包括气测法套筒灌浆饱满性检测仪、钻孔设备、清孔设备、硅胶套等，并应符合下列规定：

**1** 气测法套筒灌浆饱满性检测仪的量程不宜小于500mL，精度不应低于0.1mL；

**2** 钻孔设备的钻头直径不应大于6mm；

**3** 清孔设备可采用洗耳球或小型吸尘器；

**4** 气测法套筒灌浆饱满性检测仪的探头应配合硅胶套使用，硅胶套破损时应及时更换。

**C.5.4** 现场检测前应做好下列工作：

**1** 检查检测仪器是否正常，并使用配备的标定容器对检测仪器进行标定；

**2** 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。

**C.5.5** 现场检测时应符合下列规定：

**1** 根据需求可对出浆孔进行钻孔并进行清孔处理，清理出浆口表面使其平整；

**2** 拍照记录出浆孔内浆料形态；

**3** 用游标卡尺测量出浆孔内径 $d$、出浆孔长度 $l$、出浆管内灌浆料立面到构件表面长度 $L_{p1}$；

**4** 选择适合的探头，确保探头与出浆管密闭不漏气；

**5** 检测前先将气测法套筒灌浆饱满性检测仪归零，然后用探头堵住出浆口进行检测，检测过程中应保证探头始终密封住出浆口，直至检测仪读数稳定；

**6** 每个检测点应检测三次，检测结果中最大值和最小值与中间值的偏差不应大于15%，否则应重新检测；

**7** 检测过程中，如发生仪器气压迟缓下降或上升等异常情况，应停止检测，查明原因再进行检测。

**C.5.6** 灌浆套筒实测饱满程度 $\omega$ 应按下列公式计算：

$$\omega=\left(1-\frac{V_S-V_P}{V_T}\right)\times 100\% \qquad (C.5.7\text{-}1)$$

$$V_P=\pi\left(\frac{d}{2}\right)^2\cdot l_{pl}+\varphi\left(\frac{d}{2}\right)^2\cdot(l-l_{pl}) \qquad (C.5.7\text{-}2)$$

式中：$\omega$ ——灌浆套筒实测饱满程度；

$V_S$ ——灌浆套筒实测空腔体积(mL)，精确至 0.1mL；

$V_P$ ——出浆孔空腔体积(mL)，精确至 0.1mL；

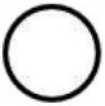
$d$ ——出浆孔内径(mm)；

$l$ ——出浆孔长度(mm)；

$l_{pl}$ ——出浆孔内灌浆料立面到构件表面长度(mm)；

$\varphi$ ——出浆孔内灌浆料形态体积影响系数，按本标准表 C.5.7 的规定取用。

**表 C.5.7　出浆孔内灌浆料形态体积影响系数 $\varphi$**

| 出浆孔内灌浆料状态 | 示意图 | 出浆管内液面形态 | 出浆孔内浆料形态体积影响系数 $\varphi$ |
|---|---|---|---|
| 完全填充 | | — | 0 |
| 优弧弓形填充 | | 平液面 | 0.61 |
| | | 斜液面 | 2.00 |
| 半圆形填充 | | 平液面 | 1.57 |
| | | 斜液面 | 2.47 |
| 劣弧弓形填充 | | 平液面 | 2.53 |
| | | 斜液面 | 2.88 |
| 管内无灌浆料 |  | — | 3.14 |

**C.5.7** 当灌浆套筒实测饱满程度 $\omega$ 大于等于最小饱满程度 $\omega_{min}$ 时，套筒灌浆饱满程度应判定为合格；当 $\omega$ 小于 $\omega_{min}$ 时，应判定为不合格。

重庆工程建设

# 附录 D　冲击回波法

**D.0.1**　检测仪器、辅助工具及材料应符合下列规定：

**1**　冲击回波仪应配置钢球型冲击器或电磁激振的圆柱型冲击器；

**2**　冲击回波仪应配置测量表面振动的宽频带接受传感器，可为速度传感器或加速度传感器，带宽宜为 800Hz～100kHz；

**3**　数据采集仪宜具备信号放大功能，且增益可调；

**4**　数据采集仪宜配有不少于 2 通道的模/数转换器，转换精度不应低于物理 24 位，采样频率不应低于 1000kHz，且采样点数可调；

**5**　冲击回波仪系统噪声应小于 50pV；

**6**　仪器应能实时显示冲击时传感器的输出时域信号，并应具有频率幅值谱分析功能。

**D.0.2**　冲击回波仪工作环境温度宜为 0℃～40℃，不宜在机械振动和高振幅电噪声干扰环境下使用。

**D.0.3**　检测前应检查检测仪器状况，并应记录工程名称、楼号、楼层、检测项目所在构件编号、检测人员信息、设备参数（激振方式、传感器型号）等。

**D.0.4**　受检构件测区外缘距构件的变截面或侧表面的最小距离，应大于沿冲击方向的构件厚度；测区范围应大于预估缺陷的区域，并应有进行对比的同条件正常混凝土部位。

**D.0.5**　检测部位混凝土表面应清洁、平整。

**D.0.6**　当采用单点式冲击回波仪检测时，应符合下列规定：

**1**　每个测区的测点，应按等间距网格状布置，测点数量不应少于 20 个；

**2** 冲击点位置与传感器的间距应小于所测构件实际厚度的40%；

**3** 采集信息和激振信息应根据结构尺寸和类型确定。

**D.0.7** 采用冲击回波法检测浆锚搭接灌浆饱满性时宜符合下列规定：

**1** 测线宜垂直于套筒或浆锚孔道走向布置；当有双层套筒或浆锚孔道时，宜从两个侧面进行检测；

**2** 测线上各测点的间距应小于套管或浆锚孔道直径的1/2，宜为2cm～5cm；冲击点和接收器间的距离宜小于测点的间距；

**3** 现场检测宜在灌浆7d后进行；

**4** 当灌浆处测点的测试信号频率峰值与正常混凝土部位频率峰值基本相同，且仅出现一个与构件尺寸对应的频率峰值 $f$，或向低频轻微漂移并出现另一个高频峰值 $f_c$，可判断套筒内灌浆密实；

**5** 当灌浆处测点的测试信号频率峰值明显小于正常混凝土部位的频率峰值，或向低频明显漂移并出现另一个高频峰值，可判断套筒内灌浆不密实。

**D.0.8** 用冲击回波法检测新老混凝土结合面的缺陷，应符合下列规定：

**1** 结合面上部混凝土层厚度不应超过检测仪器的检测厚度范围；

**2** 测试面宜平行于结合面；

**3** 瞬时应力波的反射时间明显长于无缺陷区域，或综合分析得出的测试构件厚度为表层结构厚度时，可判断结合面分层、空鼓。

**D.0.9** 冲击回波法的应用除应符合本标准规定外，尚应符合现行行业标准《冲击回波法检测混凝土缺陷技术规程》JGJ/T 411的规定。

# 附录 E　拉脱法检测结合面混凝土抗拉强度

**E.0.1**　本方法适用于结合面与检测面平行的构件或结构部位的结合面混凝土抗拉强度现场检测。

**E.0.2**　结合面混凝土抗拉强度现场检测应在二次浇筑的混凝土龄期大于 28 天后进行。

**E.0.3**　结合面混凝土抗拉强度的检测装置应由钻芯机、钻头、拉拔仪等组成。

**E.0.4**　结合面混凝土抗拉强度检测的测点布置应符合下列规定：

**1**　测点应布置在结构或者构件受力较小处，且检测后不影响构件或结构的使用；

**2**　测点选择应确保检测时拉拔仪的施力方向垂直于混凝土结合面；

**3**　测点选择应避开钢筋、预埋件和预埋管线；

**4**　测点应清洁、干燥、密实，不应有接缝，并应避开蜂窝、麻面等有外观质量缺陷的部位。

**E.0.5**　结合面混凝土抗拉强度检测应符合下列规定：

**1**　制样的直径宜为 100mm，且不应小于 70mm，制样深度宜大于结合面深度，且距离结合面不宜大于 15mm；

**2**　制样完成后，应及时冲洗试件表面泥浆；

**3**　试验前制样应处于干燥状态，拉拔仪应先清零，调整夹头夹紧试件端部；

**4**　连续均匀加荷，加荷速率宜为 1.5kN/min～2.0kN/min，当试件断裂时，记录破坏时的荷载值和破坏形态；

**5**　若试件在混凝土结合面处断裂，采用游标卡尺测量结合面处试件在两个相互垂直方向的直径；

6　检测留下的孔洞应及时采用同强度等级或高一个强度等级的细石混凝土进行修补。

**E.0.6**　结合面抗拉强度的检测结果可按下列规定确定：

1　芯样破断面位于非结合面处，可给出结合面抗拉强度不低于后浇混凝土、预制混凝土抗拉强度的结论；

2　芯样破断面位于结合面处，可按 E.0.7 条计算推定结合面抗拉强度。

**E.0.7**　芯样破断面位于结合面处时，抗拉强度值应按式(E.0.7)计算：

$$f=\frac{4P}{\pi D^2} \tag{E.0.7}$$

式中：$f$ ——抗拉强度(MPa)，精确至 0.01MPa；

$P$ ——芯样破坏时的极限荷载值(N)，精确至 0.01kN；

$D$ ——芯样直径(mm)，精确至 0.01mm。

**E.0.8**　按检测批推定结合面抗拉强度时，应符合下列规定：

1　按检测批推定结合面抗拉强度时，试件数量不宜低于 15 个；

2　检测批的结合面抗拉强度推定值应计算推定区间，推定区间的上限值和下限值应按下列公式计算：

$$f_{e1}=f_m-k_1 s \tag{E.0.8-1}$$

$$f_{e2}=f_m-k_2 s \tag{E.0.8-2}$$

$$f_m=\frac{\sum_{i=1}^{n} f_i}{n} \tag{E.0.8-3}$$

$$s=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(f_i-f_m)^2}{n-1}} \tag{E.0.8-4}$$

式中：$f_{e1}$ ——结合面抗拉强度推定上限值(MPa)，精确至 0.1MPa；

$f_{e2}$ ——结合面抗拉强度推定下限值(MPa)，精确至 0.1MPa；

$f_m$ ——结合面抗拉强度平均值(MPa)，精确至 0.1MPa；

$s$ ——结合面抗拉强度标准差(MPa)，精确至 0.01MPa；

$f_i$ ——第 $i$ 个结合面抗拉强度值(MPa),精确至 0.1MPa;

$k_1$、$k_2$ ——推定系数,应符合表 3.3.11 的规定;

$n$ ——结合面抗拉强度测点数。

**3** $f_{e1}$ 和 $f_{e2}$ 所构成推定区间的置信度宜为 0.90,$f_{e1}$ 和 $f_{e2}$ 之间的差值不宜大于 $0.15f_m$;

**4** 当 $f_{e1}$ 和 $f_{e2}$ 之间的差值大于 $0.15f_m$ 时,可适当增加样本容量或重新划分检测批进行补充检测,直至满足本条第 3 款规定;

**5** 当满足本条第 3 款规定时,宜以推定上限值 $f_{e1}$ 作为检测批结合面抗拉强度推定值;

**6** 当不具备本条第 4 款条件时,不宜进行批量推定,仅给出各测点结合面抗拉强度值。

**E.0.9** 在确定检测批结合面抗拉强度推定值时,可剔除样本中的异常值。剔除规则应按现行国家标准《数据的统计处理和解释正态样本离群值的判断和处理》GB/T 4883 的有关规定执行。

重庆工程建设

# 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**）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

重庆工程建设

# 引用标准名录

1 《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》GB 18871

2 《混凝土结构设计规范》GB 50010

3 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204

4 《钢结构工程质量施工验收标准》GB 50205

5 《建筑结构施工质量验收统一标准》GB 50300

6 《建筑与桥梁结构监测技术规范》GB 50982

7 《金属材料拉伸试验第1部分:室温试验方法》GB/T 228.1

8 《碳素结构钢》GB/T 700

9 《钢筋混凝土用钢第1部分:热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1

10 《钢筋混凝土用钢第2部分:热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2

11 《低合金高强度结构钢》GB/T 1591

12 《数据的统计处理和解释正态样本离群值的判断和处理》GB/T 4883

13 《正态分布完全样本可靠度置信下限》GB/T 4885

14 《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224

15 《金属材料线材和铆钉剪切试验方法》GB/T 6400

16 《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788

17 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370

18 《水泥胶砂强度检验方法(ISO法)》GB/T 17671

19 《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081

20 《混凝土长期性能和耐久性能检测》GB/T 50082

21 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107

22 《混凝土结构试验方法标准》GB/T 50152

23 《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344

24 《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448

25 《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784

26 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231

27 《工业探伤放射防护标准》GBZ 117

28 《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1

29 《建筑变形测量规范》JGJ 8

30 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107

31 《钢筋锚固板应用技术规程》JGJ 256

32 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355

33 《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23

34 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70

35 《钢筋机械连接用套筒》JG/T 163

36 《后锚固法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 208

37 《自密实混凝土应用技术规程》JGJ/T 283

38 《建筑防水工程现场检测技术规范》JGJ/T 299

39 《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322

40 《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384

41 《预应力混凝土用金属波纹管》JG/T 225

42 《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398

43 《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408

44 《冲击回波法检测混凝土缺陷技术规程》JGJ/T 411

45 《雷达法检测混凝土结构技术标准》JGJ/T 456

46 《预制保温墙体用纤维增强塑料连接件》JG/T 561

47 《装配式混凝土建筑结构工程施工及质量验收标准》DBJ50T-192

48 《混凝土抗压强度检测技术标准》DBJ50/T-195

49 《装配式混凝土建筑设计标准》DBJ50/T-429

50 《超声法检测混凝土缺陷技术规程》T/CECS 21

51 《取样法检测钢筋连接用套筒灌浆料抗压强度技术规程》T/CECS 726

52 《装配式混凝土结构检测标准》T/CECS 1189

重庆市工程建设标准

# 装配式混凝土建筑结构检测技术标准

DBJ50/T-531-2025

## 条文说明

重庆工程建设

2025 重 庆

重庆工程建设

# 目　次

1　总则 …… 75
3　基本规定 …… 76
3.1　检测分类和范围 …… 76
3.2　检测工作基本要求 …… 76
3.3　抽样方法与判定 …… 76
3.4　检测报告 …… 79
4　材料与配件质量检测 …… 80
4.1　一般规定 …… 80
5　预制构件检测 …… 81
5.1　一般规定 …… 81
5.2　预制构件缺陷 …… 81
5.3　尺寸偏差与变形 …… 81
5.4　混凝土粗糙面质量 …… 82
5.5　混凝土抗压强度 …… 82
5.6　预制构件结构性能检验 …… 82
6　结构构件连接检测 …… 84
6.2　套筒灌浆连接 …… 84
6.3　浆锚搭接连接 …… 86
6.4　水平叠合构件连接 …… 87
6.5　竖向叠合构件连接 …… 87
6.6　预制构件接缝连接 …… 88
7　结构实体检测 …… 89
7.1　一般规定 …… 89
7.2　实体检验 …… 89

7.3　静载检验和动力测试 …… 91
附录 C　钢筋套筒灌浆连接检测方法 …… 92
附录 E　拉脱法检测结合面混凝土抗拉强度 …… 93

重庆工程建设

# 1 总 则

**1.0.2** 本条规定了本标准的适用范围。本标准主要适用于重庆市新建、改建、扩建和既有装配式混凝土建筑结构施工及验收阶段的工程质量检测及使用期间的结构性能检测，预制构件工厂生产阶段的检测应按现行有关国家标准或行业标准执行。

重庆工程建设

# 3 基本规定

## 3.1 检测分类和范围

**3.1.1** 本标准涉及的装配式混凝土建筑结构的工程质量检测和结构性能检测内容主要是针对主体结构的检测，不含外围护系统、设备与管线系统、装饰装修系统等的检测。

**3.1.2** 本条规定了装配式混凝土建筑结构应进行工程质量检测的情况，未按规定进行施工质量验收的装配式混凝土建筑结构也应进行工程质量检测。

**3.1.3** 本条规定了装配式混凝土建筑结构应进行结构性能检测的情况，结构性能检测应为结构性能评定提供检测数据支撑。

## 3.2 检测工作基本要求

**3.2.1** 本条规定了装配式混凝土建筑结构检测工作实施前的基本要求。检测前的资料调查和现场调查不仅有利于制定检测方案，而且有助于确定检测的项目和重点。

## 3.3 抽样方法与判定

**3.3.1** 装配式混凝土建筑结构检测方法的选取，主要强调检测方法的适用性问题。结构工程质量的检测宜选用现行国家有关标准规定的直接测试方法；当选用现行国家有关标准规定的间接测试方法时，宜用直接测试方法测试结果对间接测试方法测试结果进行修正。直接测试方法对间接测试方法的修正宜符合现行

国家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的有关规定。

**3.3.2** 本条规定了宜进行全数检测的情况，全数检测并非是对整个工程的全部构件或连接进行检测，而是对检测批内的全部构件或连接。对于结构体系的构件布置、外观质量和损伤，需要全数核查或检查；当检测批内构件或连接数量少于 5 个时，宜进行全数检测；当检测过程中发现检测指标或参数的变异性较大，无法按检测批进行评定或推定时，宜考虑重新划分检测批或进行全数检测。

**3.3.4** 对于计量抽样的检测项目，检测结果需要给出检测指标的推定值，各专项检测技术均有抽样数量的取值规定，应按照本标准或现行国家和行业标准的有关规定确定检测数量；对于计数抽样的检测项目，可根据本标准 3.3.5 条的要求确定检测数量。装配式混凝土建筑结构材料和配件检测的检测批划分和抽样数量应按现行有关标准的规定执行。

**3.3.5** 本条规定了按检测批检测时计数检测项目随机抽样的最小样本容量，该容量不是最佳的样本容量，实际检测时可根据具体情况和相应技术规程的规定确定样本容量，但样本容量不宜小于表 3.3.5 的规定值。A 类检测适用于建筑工程一般项目施工质量的自检，B 类检测适用于建筑工程主控项目施工质量的合格性检验。对于第三方检测机构所实施的检测，可根据具体情况取大于工程参建方合格检验的数量，例如，按照 B 类的最小样本容量对结构工程一般项目的施工质量进行检测，按照 C 类的最小样本容量对结构工程主控项目的施工质量进行检测。虽然既有结构性能的检测不需要进行符合性判定，但是采取表 3.3.5 中规定的最小样本容量，有利于检测结论的合理使用。第三方检测机构所实施的检测通常可以采用一次性抽样的方案。既有结构的一般项目对应于施工质量的一般项目，重要项目对应于主控项目，存在问题较多时应加大抽查数量，必要时可以采取全数检测的方法。当检测批容量超过表 3.3.5 中所列的数值时，可参照现行国

家标准《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344 的有关规定取值。

**3.3.7** 根据计量抽样检测的原理，随机抽样不能得到计量检测被推定参数的准确数值，只能得到被推定参数的估计值，因此推定结果应该是一个区间。本条的规定与现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定是一致的。推定区间实际上是被推定参数的接收区间。本条提出的错判概率和漏判概率与计数抽样检测的情况相同，都是考虑了样本不完备性引起的检测结果的不定性；没有考虑检测方法偏差的不定性。

**3.3.8** 本条对计量抽样检测批的推定区间进行了限制，在置信度相同的前提下，推定区间越小，推定结果的不定性越小，检测机构和被检测方承担的风险也相应减小。样本的标准差和样本容量决定了推定区间的大小，因此减小样本的标准差或增加样本的容量是减小检测结果不定性的措施。对于无损检测方法来说，增加样本容量相对容易实现，对于局部破损的取样检测方法和原位检测方法来说，增加样本容量相对难于实现。

**3.3.9** 本条规定主要针对结构工程质量的检测，对于既有结构可以采取其他的措施解决标准差过大和难于增大样本容量的问题。

**3.3.10** 表 3.3.10 选自现行国家标准《正态分布完全样本可靠度置信下限》GB/T 4885。当错判概率和漏判概率均为 0.05 时，推定系数 $k$ 应选取表 3.3.10 中 $k(0.05)$ 一栏对应的数值。此时推定区间的置信度为 0.90，也就是检测批材料强度实际的均值 $\mu$ 落入该区间的概率约为 0.9。推定区间的上限值 $\mu_1$，虽然对于工程建设方来说是宽松的合格判定值，但检测批材料强度的均值 $\mu$ 依然有大于 $\mu_1$ 的可能，其概率约为 5%，也就是错判概率。国际上通行的合格判定规则是，给定检测结果的平均值 $m$ 同时给出上、下值，并称之为测量结果的不确定性。本标准与国际标准不同之处在于：(1)对于结构工程质量的检测，要求用直接测试方法的测试结果对间接测试方法的测试结果进行修正，用于减小测试方法带来的测试结果的不确定性；(2)要求对样本容量进行控制，

用于减小样本不完备性带来的不确定性。采取这两项措施既有利于检测机构规避风险，又体现了结构工程质量检测的公正性。但是对于既有结构的检测有时很难进行直接法的修正，检测数量也受到限制，此时通过协商后，可选取推定区间的下限值 $\mu_2$ 作为推定值。推定区间的下限值，对于检测机构来说是相对保守的推定值，对于既有结构用户来说是偏于安全的推定值。

**3.3.11** 正态分布随机变量具有 95%保证率的标准值也是 0.05 分位值。当推定区间的置信度为 0.90 且错判概率和漏判概率均为 0.05 时，推定系数为表 3.3.11 中对应于(0.05)的 $k_1$ 和 $k_2$ 值。例如样本容量 $n=30$，$k_1=1.250$，$k_2=2.220$。这一方法与现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 关于标准差已知时的评定原理相同。当推定区间的置信度为 0.85 且错判概率为 0.05 而漏判概率为 0.10 时，上限推定系数取 $k_1$(0.05)栏中的相应的数值，下限推定系数取 $k_2$(0.1)栏中相应的数值。例如样本容量 $n=30$，$k_1=1.250$，$k_2=2.080$。

**3.3.12** 本条提供了符合性判定的方法。例如，混凝土立方体抗压强度推定区间为 17.8MPa～22.5MPa，当设计要求的 $f_{cu,k}$ 为 20MPa 混凝土时，可判为立方体抗压强度满足设计要求，当设计要求的 $f_{cu,k}$ 为 25MPa 时，可判为低于设计要求。

## 3.4 检测报告

**3.4.2** 本条规定了装配式混凝土建筑结构检测报告的相关要求。装配式混凝土建筑结构工程质量的检测报告应做出所检测项目与设计文件要求的符合性判定，既有结构性能的检测报告应给出所检测项目的检测结论。

# 4 材料与配件质量检测

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 当前国内现行标准对“座浆料”的命名存在差异，本标准中的连接材料“座浆料”，在其他标准中也被称为“坐浆料”。

重庆工程建设

# 5 预制构件检测

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 本标准中预制构件仅指规定范围内的预制混凝土构件。预制阳台板和悬挑空调板等预制构件的检测可参照本标准的适用方法执行。

**5.1.4** 本条所指预制构件预埋连接件包括吊装连接件和夹芯墙板连接件。吊装连接件包括吊环、吊钉和提升套筒等连接件。夹芯墙板连接件包括金属夹芯墙板连接件和纤维增强塑料夹芯墙板连接件等。

## 5.2 预制构件缺陷

**5.2.3** 对检查发现的露筋、蜂窝、孔洞、夹渣、疏松和裂缝质量缺陷以及麻面、掉皮、起砂等外表缺陷应进行测定和记录，对于缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平、飞边凸肋等外形缺陷要记录其位置。

**5.2.6** 混凝土构件内部缺陷检测可采用超声法、冲击回波法和电磁波法等非破损检测方法，必要时应通过钻取混凝土芯样或剔凿进行验证。

## 5.3 尺寸偏差与变形

**5.3.1** 预制构件上的预埋件、预留插筋、预留孔洞、预埋管线的位置及尺寸准确对于保证预制构件的顺利安装至关重要，应确保满足设计要求。

## 5.4 混凝土粗糙面质量

**5.4.3** 混凝土粗糙面凹凸深度可按本标准附录B进行检测，但受操作空间限制，本方法不适用于双面叠合剪力墙内表面粗糙度测量。

**5.4.4** 混凝土粗糙面与结合面面积比检测时，应测量粗糙面外边缘尺寸，结合面尺寸可按照构件截面尺寸进行测量。当预制构件结合面或粗糙面外形不规则时，可将检测区域划分为若干个规则分区分别进行尺寸测量和面积计算。

## 5.5 混凝土抗压强度

**5.5.3** 回弹法检测时，预制构件易发生位置移动和转动，薄壁构件还易发生颤动，必要时应采取措施限制构件的移动、转动和颤动；还应了解预制构件的生产工艺（平模工艺或立模工艺），应准确识别混凝土的浇筑侧面、浇筑表面和浇筑底面。对常见的叠合板等薄壁构件，可在现场施工前，采取局部浇筑混凝土的方式以增加截面厚度，或对测区位置进行固定、避免颤动，再实施检测；也可将预制构件安装并待后浇混凝土施工完成后，再实施检测。

**5.5.4** 批量检测混凝土抗压强度时，首先需要划分检验批和确定检验批容量。考虑混凝土结构的实际情况并适应检测中的习惯做法，采取分层抽样方法，先抽取构件，再布置测区。在检测方法有效的前提下，检测结果的准确性仅与标准差和样本容量有关。尽管如此，为了避免过大划分检验批，导致抽样比例过小的情况，增加了最小样本容量要求。

## 5.6 预制构件结构性能检验

**5.6.1** “大型构件”一般指跨度大于18m的构件；“可靠应用经

验”指该单位生产的标准构件在其他工程已多次应用，如预制楼梯、预制空心板、预制双 T 板等。

重庆工程建设

# 6 结构构件连接检测

## 6.2 套筒灌浆连接

**6.2.1** 根据钢筋套筒灌浆连接的原理和接头性能的影响因素，钢筋有效锚固长度和灌浆料强度影响钢筋接头受力性能，其中，钢筋有效锚固长度取决于钢筋插入长度和套筒灌浆饱满程度。当前国内现行标准对该检测参数命名存在差异，本标准中的检测参数“灌浆饱满性”在其他标准中也被称为“灌浆饱满度”。

**6.2.3** 本条所列的套筒灌浆饱满性检测方法主要适用于竖向预制构件连接节点的灌浆饱满性检测，对于梁类预制构件可参照执行。

内窥镜法现场钻孔分为出浆孔道钻孔及套筒壁钻孔，应根据出浆孔道的形状选用，套筒灌浆饱满性检测宜选用带尺寸测量功能的内窥镜；在未灌满或者漏浆情况下，由于重力作用，流动灌浆料的液面会低于套筒出浆口。根据这一特征，在套筒出浆口高度位置制备内窥检测孔道，可检测套筒顶部灌浆的饱满情况。当套筒的出浆孔道为直线形时，可通过沿出浆孔道钻孔形成孔道；当套筒的出浆孔道为非直线形时，可先钻透混凝土保护层，然后在套筒壁上钻孔形成孔道。

气测法是利用理想气体状态方程，通过测量压强变化，计算套筒灌浆后剩余空腔体积，换算套筒灌浆饱满程度的方法，适用于装配式混凝土结构套筒灌浆饱满程度施工质量控制和评定。该方法思路于 2019 年由国内部分专家率先提出，目前已经有较好的工程应用技术研究基础。本标准编制时针对重庆市的技术可行性与落地性开展了相关研究工作，并在重庆市江北区观音桥组团 I 分区 I08-3 地块等项目中实施了工程应用验证。

待测构件不同的检测条件会影响套筒灌浆饱满性检测方法的适宜性，可根据出浆孔道形状、构件厚度及套筒布置方式等现场情况，按表1选择检测方法。由于便携式X射线机的穿透能力有限，对混凝土材料而言，最大穿透厚度在250mm左右，为了保证检测质量，实际检测时的穿透厚度不宜大于200mm。构件进行局部破损后，射线穿透厚度变小，故X射线成像法的适用范围可适当扩大。

**表1　套筒灌浆饱满性检测方法选用表**

| 孔道形状 | 构件厚度 | 套筒布置方式 | 宜采用检测方法 | 可采用检测方法 |
|---|---|---|---|---|
| 直线形 | ≤200mm | 单排居中或梅花形 | 内窥镜法、气测法（出浆孔道钻孔） | X射线成像法 |
| | | 双排 | | X射线成像法（局部破损） |
| | >200mm | 无限定 | | 内窥镜法（套筒壁钻孔）、X射线成像法（局部破损） |
| 非直线形 | ≤200mm | 单排居中或梅花形 | X射线成像法、气测法（出浆孔道钻孔） | 内窥镜法（套筒壁钻孔） |
| | 无限定 | 双排及以上 | 内窥镜法（套筒壁钻孔）气测法（出浆孔道钻孔） | X射线成像法（局部破损） |

**6.2.4**　钢筋插入长度是指预留插筋进入套筒内的长度。钢筋锚固长度是由套筒内钢筋插入长度及灌浆饱满情况共同决定的。内窥镜法检测套筒内钢筋插入长度是利用套筒尺寸精度高的特点，将测量钢筋插入长度转化为测量钢筋插入段末端与套筒内已知参照点的相对距离，通过带尺寸测量功能的内窥镜准确测量上述相对距离，从而计算出钢筋插入长度。

当前国内现行标准对该检测参数命名存在差异，本标准中的检测参数“钢筋插入长度”在其他标准中也被称为“钢筋外露长度”；本标准中的“钢筋锚固长度”在其他标准中也被称为“钢筋埋置深度”。

**6.2.5**　取样法检测灌浆料实体强度时，可采用小直径芯样进行

检测，在施工前就制定浆料强度检测方案，并对方案涉及的套筒采取额外的附加措施，确保灌浆料试块后期截取方便。试验时，根据同条件养护的标准试块和小直径试块的强度换算关系，对小直径试块抗压强度结果进行修正，推定浆料实体强度。当有条件成型 40mm×40mm×160mm 的试件时，也可按《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的要求进行检测。

**6.2.6** 当施工过程中灌浆料抗压强度、灌浆接头抗拉强度、灌浆饱满性、灌浆套筒内钢筋插入长度不符合要求时，应按下列规定进行处理：

**1** 对于灌浆饱满性不符合要求的情况，应进行原因分析，改进施工工艺，可委托具有相应资质的检测单位按实际灌浆饱满程度制作接头试件，并按型式检验要求检验，当满足补灌条件时，也可采取补灌处理；

**2** 对于灌浆套筒内钢筋插入长度不符合要求的情况，可委托具有相应资质的检测单位按钢筋实际插入长度制作接头试件按型式检验要求检验；

**3** 对于灌浆料抗压强度不合格的情况，当满足灌浆料强度实体检验条件时，可委托具有相应资质的检测单位进行灌浆料实体强度检验；当不满足灌浆料强度实体检验条件或实体强度检验仍不合格时，可委托具有相应资质的检测单位按灌浆料实际抗压强度制作接头试件按型式检验要求检验；

**4** 对于灌浆接头性能不合格的情况，可根据实际抗拉强度和变形性能，由设计单位进行核算。当检验或设计复核仍不合格时，应返修加固处理；无法进行返修加固时，可切除、拆除构件后重新安装构件并灌浆施工，也可采用现浇的方式重新完成构件施工。

## 6.3 浆锚搭接连接

**6.3.2** 根据试验研究结果，较小的灌浆缺陷对连接的性能影响

可忽略不计，故可采用冲击回波法进行检测，识别出较大的缺陷，尤其是针对漏灌的施工质量问题。

当前国内现行标准对该检测参数命名存在差异，本标准中的检测参数“浆锚搭接连接灌浆饱满性”在其他标准中也被称为“灌浆内部缺陷”。

**6.3.3** 由于钢筋浆锚搭接连接的出浆口构造做法特殊，内窥镜法尚不适用于浆锚搭接连接钢筋插入长度检测。

## 6.4 水平叠合构件连接

**6.4.3** 水平叠合构件包括叠合梁和叠合板，水平叠合构件结合面缺陷以夹有杂物较为常见，检测方法一般采用超声波、冲击回波、雷达波等无损检测方法，均要求混凝土表面平整、清洁、干燥。结合面缺陷检测方法选择时应注意各方法的使用条件，如超声对测法不适用于只有一个可侧面时的构件，雷达法不适用于结构内部钢筋分布较密或存在电磁环境干扰的部位，超声对测法不适用于有夹心保温、外保温或外饰面的部位。

**6.4.5** 水平叠合构件结合面混凝土抗拉强度检测主要考虑结合面处理不规范，影响混凝土二次施工的结合面粘结质量。

## 6.5 竖向叠合构件连接

**6.5.1** 本标准中竖向叠合构件包括双面叠合剪力墙与预制空心柱，其中预制空心柱是指安装就位后需在空腔内浇筑混凝土，并通过必要的构造措施使空腔柱与现浇混凝土形成整体，共同承受竖向和水平荷载作用的预制空心柱，而非可作为独立预制构件直接安装使用，无后续现浇结合的预制空心柱。

**6.5.3** 双面叠合剪力墙与预制空心柱易出现空腔内现浇混凝土脱粘、漏灌、不密实、空洞、夹杂等质量问题，其中以脱粘较为常

见，可采用超声对测法、冲击回波法或雷达法检测。

**6.5.4** 当竖向叠合构件空腔内现浇混凝土预留试块的抗压强度不合格时，可采用钻芯法检测空腔内现浇混凝土的抗压强度。采用钻芯法检测后，应及时对局部破损部位进行修复。

## 6.6 预制构件接缝连接

**6.6.1** 当前国内现行标准对该检测参数命名存在差异，本标准中的检测参数“预制竖向承重构件底部接缝灌浆质量”在其他标准中也被称为“竖向预制构件底部接缝内部缺陷”或“预制剪力墙底部灌浆饱满性”。

**6.6.3** 小直径、高频率换能器是一种改进型换能器，能较好地适应竖向预制构件底部接缝的构造特点，该方法主要适用于预制剪力墙底部接缝内部缺陷检测。对于预制柱底部接缝内部缺陷检测，超声测距不宜大于 800mm。试验结果表明，当超声测距大于 800mm 时，提高换能器的工作频率会导致超声波明显衰减，首波采集困难。对于预制夹心保温剪力墙底部接缝内部缺陷检测，本方法尚不适用。

**6.6.6** 渗漏时间反映外墙板接缝缺陷的严重程度，因此需进行记录。

# 7 结构实体检测

## 7.1 一般规定

**7.1.2** 本条规定了装配式混凝土建筑结构体系的构件布置和构造核查的方法。所谓核查就是对照设计要求或有关标准的规定对构件布置和构造予以确认。

**7.1.6** 为监控装配式建筑在施工和使用期间的安全，了解其变形特征，为工程设计、施工、运维和科研积累资料，应按《建筑变形测量规范》JGJ 8 等相关标准的要求进行沉降和倾斜变形监测。有条件时，宜对大跨和高层装配式混凝土建筑结构建立较完善的施工和使用期间的智能监测。

## 7.2 实体检验

**7.2.1** 本条规定了装配式混凝土建筑结构实体检验的部位和项目。根据现行国家标准《建筑结构施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定，在混凝土结构子分部工程验收前应进行结构实体检验。结构实体检验的范围仅限于涉及结构安全的重要部位，是在相应分项工程验收合格的基础上对重要项目进行的验证性检验，其目的是为了强化混凝土结构的施工质量验收，真实地反映结构混凝土强度、钢筋保护层厚度、结构位置与尺寸偏差等质量指标，确保结构安全。

装配式混凝土建筑结构实体检验应包括混凝土强度、钢筋保护层厚度、结构位置与尺寸偏差、套筒灌浆连接及工程合同约定的项目，必要时还可对浆锚搭接连接、叠合构件连接和构件接缝

连接等项目进行检测，检测方法可采用本标准第 6 章规定的适用方法。

**7.2.2** 回弹-取芯法仅适用于本标准规定的混凝土强度实体检验，不可扩大范围使用。结构实体混凝土强度检验应按不同强度等级分别检验，应优先选用同条件养护试件方法检验结构实体混凝土强度。当未取得同条件养护试件强度或同条件养护试件强度检验不符合要求时，可采用回弹-取芯的方法进行检验。

**7.2.4** 本条提出了选取结构位置与尺寸偏差结构实体检验构件的抽样原则。本条为混凝土结构子分部工程验收时进行的结构实体位置与尺寸偏差抽检，故抽样比例与数量要求远小于现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 规定的现浇分项工程检验批和装配式结构分项工程检验批验收要求。

**7.2.5** 本条规定的是装配式混凝土结构分项工程验收后，在混凝土结构子分部验收阶段进行的抽检，故仅选择柱截面尺寸、柱垂直度、墙厚、梁高、板厚、层高等 6 个主要指标进行检验。墙厚、板厚、层高的检验可利用楼板开洞处尺量，也可采用专用检测仪器进行检测；如需要，也可采用破损方法人工开洞后尺量，但应对开洞墙、楼板及时修补。

**7.2.7** 本条明确规定了结构实体位置与尺寸偏差检验的合格率应达到 80%及以上。考虑到实际工程中可能出现的较大偏差以及抽样检验的偶然性，当一次检测结果的合格率小于 80%但不小于 70%时，可再次抽样，并按两次抽样总和的检验结果进行判定。

**7.2.8** 对于现浇与预制转换层，存在质量隐患的可能性较大，故规定采用局部钻孔后内窥方式进行灌浆饱满性实体抽检，钻孔的部位可为出浆孔或套筒壁，检验可由监理单位组织施工单位实施。灌浆饱满性实体检验也可采用其他可靠方法，具体实施单位根据检验方法需要确定。

对于其他楼层，如施工记录、灌浆施工质量检查记录、影像资料齐全并可证明施工质量，且灌浆套筒 100%按现行行业标准《钢

筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 的有关规定采用方便观察且有补浆功能的器具或其他可靠手段对灌浆饱满性进行监测，可不进行实体抽检，否则应参照转换层要求进行抽检。

当灌浆饱满性检验结果为不饱满时，应进行灌浆饱满程度的检测，为灌浆不饱满的处理方案提供依据。

## 7.3 静载检验和动力测试

**7.3.2** 结构性能静载实验一般不能实现批量检测，只能对单个构件进行检测，有时单个构件的试验结果又作为该类构件进行处理的依据，因此，试验构件的选取宜在结构现状检查的基础上，按照约定抽样原则选取并应使最不利构件得到检验。

**7.3.3** 结构构件性能检验是在结构实体上进行的，由于受检结构和构件性能的不确定性，结构构件性能检验存在一定的风险，结构构件性能检验不仅可能造成受检构件的破坏，而且也可能造成相邻构件甚至整个结构的坍塌。因此，要求制定详尽的试验方案和具备实际经验的结构工程师现场指导。

**7.3.5** 结构动力特性包括自振频率、振型和阻尼系数等，这些参数是结构自身的动力特性参数，结构损伤可以通过这些模态参数进行识别。结构动力响应包括位移、速度、加速度、内力等参数，结构动力响应不仅与结构自身状况有关，也与外加动力荷载有关。

# 附录 C　钢筋套筒灌浆连接检测方法

## C.3　内窥镜法检测套筒内灌浆饱满性和钢筋插入长度

**C.3.4**　在套筒壁上首次钻孔的直径不宜大于 6mm，钻孔后采用前视探头观察套筒内部是否灌浆饱满。对于灌浆不饱满的套筒，当采用具备非接触式测量技术的侧视探头测量灌浆缺陷时，通常不需要进行扩孔；当采用侧视探头配合落球式测量尺的方式进行灌浆缺陷测量时，可采用 10mm 的钻头进行扩孔，扩孔后的孔道可满足检测及后期补灌整治的要求。

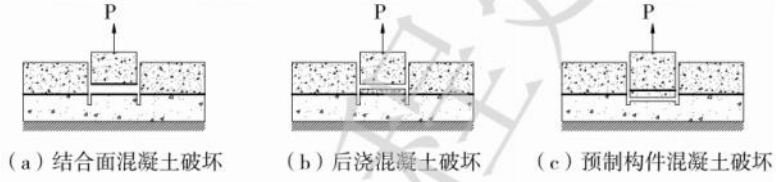
## C.4　X 射线成像法检测套筒内灌浆饱满性及钢筋锚固长度

**C.4.7**　射线评片具有一定程度上的主观性，为保证检测结果的客观公正性，评片人员应具备相应执业资格。有效识别灌浆料固化液面及锚固钢筋轮廓，即可分别推导出灌浆饱满性及钢筋锚固长度。一般而言，锚固钢筋轮廓较易识别，而在部分情况下，灌浆料固化液面可能存在无法清晰成像的情况，这个时候可固定透照工艺及暗室处理参数，通过试验分别得出特定工况下浆料部分和空腔部分的黑度值范围或灰度值范围，作为检测结果评价的参考。根据投影关系，成像结果相较于实际尺寸会有一定程度的放大，当需要进行尺寸测量时，必须考虑到这种效应。可将射线发射源视作点光源，并根据焦距 f（射线源与目标物的距离）及焦距 F（射线源与成像装置的距离），通过比例关系对测量数值进行修正。

# 附录 E　拉脱法检测结合面混凝土抗拉强度

**E.0.1**　结合面抗拉强度的现场检测主要针对叠合墙、叠合板，检测二次浇筑施工的混凝土与预制构件的粘结强度。

**E.0.5**　以混凝土叠合楼板为例，因芯样钻取深度未贯穿结合面或者芯样钻取深度过深造成预制混凝土贯穿性破坏的试验结果不能作为评定依据，其他三类正常的破坏形态见图 1。




（a）结合面混凝土破坏　（b）后浇混凝土破坏　（c）预制构件混凝土破坏

**图 1　混凝土结合面破坏形态示意图**