团 体 标 准

《装配式混凝土结构现浇结合面连接检测技术规程》

（征求意见稿）

编制说明

标准起草工作组

2024年11月

# 一、工作简况

1、任务来源

为了对装配式混凝土结构现浇结合面连接检测的基本要求、检测设备、测点布置、检测及判定的技术要求进行控制，在推广应用施工工艺的同时，使装配式混凝土结构现浇结合面连接检测质量得以保证。依据《中华人民标准化法》以及《团体标准管理规定》相关规定，中国中小企业协会决定制定《装配式混凝土结构现浇结合面连接检测技术规程》团体标准，满足企业及各方对装配式混凝土结构现浇结合面连接检测程序与操作的实际需求，推动相关技术创新，促进行业健康快速发展。

2、制定背景

目前的预制装配式住宅结构体系主要包括装配式框架结构、装配式剪力墙结构和装配式框剪结构。由于装配式混凝土结构的施工工艺特点，结构中存在大量的接缝，且接缝往往处于结构受力较大或较复杂的部位，因此接缝的性能对结构的承载力、刚度都会有很大的影响。《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1中也指出，“装配式结构成败的关键在于预制构件之间，以及预制构件与现浇和后浇混凝土之间的连接技术。”目前预制构件之间，以及预制构件与现浇和后浇混凝土之间的连接方式主要是焊接、螺栓连接和混凝土整体连接。其中，焊接是通过焊接构件预留铁件连接钢板或钢筋，螺栓连接是通过螺栓将预埋铁件相连，混凝土整体连接则是通过连接附加钢筋并后浇混凝土将构件连成一体，相较于螺栓连接其对精度要求较低。受我国现有标准限制，目前应用较广的装配式混凝土工业化建筑体系主要为等同现浇的湿连接形式，但存在着施工工艺繁杂，施工功效低，施工质量不易保证等问题，因此亟待提升湿式节点混凝土结合面性能，克服当前湿式连接节点构造与施工存在的盲目性、经验性、工艺复杂性等弊端，填补国内该领域的空白。

为保证装配式混凝土结构现浇结合面施工质量，应重视现浇结合面连接检测技术的应用。基于此，制定装配式混凝土结构现浇结合面连接检测技术规程，能够引导和规范装配式混凝土结构现浇结合面施工技术的应用，减少装配式混凝土结构现浇结合面施工缺陷出现几率，对提升预制构件的连接构造和质量保证、提高施工效率具有应用价值和实际意义。

3、起草过程

3.1 标准研制阶段

2024年7月，依据《中华人民共和国标准化法》、《国务院关于深化标准化工作改革方案》等文件的要求，按照中国中小企业协会团体标准的制修订程序组织有关技术人员成立标准起草工作组，确定标准名称为《装配式混凝土结构现浇结合面连接检测技术规程》。

2024年9月，标准起草工作组收集、整理相关标准化资料、专业文献等，为本文件的编制提供参考，并通过企业调研，了解企业实际生产情况，经成分分析、研讨、论证后编写完成《装配式混凝土结构现浇结合面连接检测技术规程》初稿和立项申请书。

3.2 标准立项阶段

2024年11日，中国中小企业协会正式发布了《装配式混凝土结构现浇结合面连接检测技术规程》团体标准立项通知，并在全国团体标准信息平台进行公示。

3.3 标准起草阶段

2024年11月，就标准初稿，标准起草工作组成员通过相关信息化手段进行多次内容讨论和交流，并向相关单位和专家咨询，在广泛听取各方意见和充分论证的基础上，对标准初稿中做了修改。

3.4 征求意见阶段

……

3.5 技术审查阶段

……

# 二、编制原则和主要内容

1、编制原则

在标准制定过程中，标准起草工作组按照GB/T 1.1-2020 给出的规则编写，主要遵循以下原则：

（1）协调性: 保证标准与国内现行国家标准、行业标准协调一致。

（2）规范性：严格按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》给出的规则起草，保证标准的编写质量。

（3）适用性：结合产品生产企业管理实践和产品的主要环境影响，提出对企业产品的具体质量要求和生产经营规范。

2、主要内容及其确定依据

2.1 范围

本文件规定了装配式混凝土结构现浇结合面连接检测的基本要求、检测设备、测点布置、检测及判定等的技术要求。

本文件适用于装配式混凝土结构现浇结合面连接中的结合面混凝土正拉粘结强度、混凝土内部结合面连接缺陷、竖向构件底部接缝内部缺陷的检测。

2.2基本要求

2.2.1一般要求

混凝土现浇结合面连接的检测项目应包括结合面混凝土正拉粘结强度、混凝土内部结合面连接缺陷和竖向构件底部接缝内部缺陷。

对混凝土内部结合面连接缺陷进行无损检测时，混凝土测试表面应平整、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。当表面不平时，应打磨平整。

对混凝土内部结合面连接缺陷和竖向构件底部接缝内部缺陷进行检测时，宜将同一楼层、同一施工条件、同类构件或同类部位划分为一个检测批，当专项检测技术未规定具体抽样方法时，按检测批最小样本容量随机抽样。

2.2.2检测程序

现场检测工作结束后，应及时修复因检测造成的结构或构件的局部损伤。

当发现检测样本数量不足或检测数据出现异常时，应补充检测或重新检测。

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进行说明。

2.2.3抽样方法与判定规则

装配式混凝土结构结合面连接的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抽样方式，宜采用全数检测或抽样检测。抽样检测宜采用随机抽样，当不具备随机抽样条件时宜按合同双方约定的方法抽样。

对于计量抽样检测的项目，检测批的抽样数量应满足检测方法要求的最小样本容量。

2.3结合面混凝土正拉粘结强度

2.3.1一般规定

结合面混凝土正拉粘结强度的现场检测，应选择结合面与检测面平行的构件或结构部位。

检测宜在现场浇筑混凝土的养护等效龄期大于600℃·d后进行。

2.3.2检测设备

检测设备应包括钻芯机、钻头和拉拔仪等。钻芯机及钻头应符合《钻芯法检测混凝土强度技术规程》JGJ/T 384的有关规定。

2.3.3测点布置

测点选择应有代表性，且应确保拉拔仪的施力方向垂直于混凝土结合面；

检测部位应在结构或构件受力较小处，且检测后不影响构件或结构的使用。

2.3.4检测

现场钻芯操作应符合下列规定：

a)钻芯机应安放平稳，固定牢靠；

b)用于冷却钻头和排除混凝土碎屑的冷却水流量宜为3L/min~5L/min；

c)钻进时应匀速施力；

d)应避开钢筋、预埋件和预埋管线，钢筋探测仪最大探测深度不应小于60mm，探测位置偏差不宜大于3mm；

e)应遵守相关安全生产和劳动保护的规定。

结合面混凝土正拉粘结强度检测应符合下列规定：

a)芯样直径宜为100mm，且不应小于70mm，钻取深度应大于结合面深度且距离结合面不宜大于15mm；

b)钻样完成后，应冲洗试件表面泥浆，确保加载作用部位的清洁；

c)加载时试件应处于干燥状态；

d)拉拔力应与芯样试件同轴，应连续均匀加荷，加荷速率宜为1500N/min~2000N/min，应记录抗拉破坏时的荷载值和破坏形态；

e)应在两个相互垂直方向测量芯样试件破断面的直径；

f)检测留下的孔洞应采用高一个强度等级的细石微膨胀混凝土进行修复。

2.3.5判定

按检测批判定结合面混凝土正拉粘结强度时，应符合下列规定：

a)宜将粗糙面特征相近、施工处理与浇筑工艺相同、混凝土设计强度等级相同、龄期相近、所处方向相同的结合面划分为同一检测批；

b)测点数量不宜少于15个，且不应少于10个；

c)当试件破断面均位于非结合面处时，宜判定结合面正拉粘结强度不低于后浇混凝土或预制构件混凝土的抗拉强度；

d)结合面混凝土正拉粘结强度的推定值宜取试件破断面位于结合面处各测点正拉粘结强度平均值。

在确定检测批结合面正拉粘结强度推定值时，宜剔除样本中的异常值。剔除规则应符合《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。

2.4混凝土内部结合面连接缺陷

2.4.1一般规定

混凝土内部缺陷检测结果应包括测点位置、网格布置、外观质量、缺陷的位置与大小等信息。

根据现场检测条件和内部钢筋配置情况，混凝土内部结合面连接缺陷检测方法的选择应符合下列规定：

a)当具有2个相互平行的测试面时，宜采用阵列超声法、冲击回波法或雷达法进行检测；

b)当仅具有1个可测面时，宜采用阵列超声法、冲击回波法或雷达法进行单面检测；

c)当结构内部钢筋分布较密或存在电磁环境干扰时，宜采用阵列超声法或冲击回波法进行检测；

d)重要的工程或部位，宜采用2种或2种以上检测方法，当检测结果存在争议时，宜采用破损方法进行验证。

测区布置应符合下列规定：

a)所检构件的测区宜布置在钢筋搭接区域；

b)每个构件应布置至少1个测区，且应包含至少1处浇筑孔道或测区面积不应小于0.8m²。

2.4.2检测设备

阵列超声法检测宜采用阵列式多探头超声设备，阵列式多探头超声设备应符合下列规定：

a)设备由主机、阵列式排布的超声探头和分析软件等组成；

b)仪器应具备扫描成像、波形及图像实时查看、原始数据保存和导出等功能；

c)探头宜采用干耦合式换能器，探头数量不宜少于24个。

冲击回波法检测宜采用单点式或扫描式冲击回波仪，冲击回波仪应符合下列规定：

a)应配置钢球型冲击器或电磁激振的圆柱型冲击器；

b)应配置测量表面振动的宽频带接收传感器，宜为位移传感器或加速度传感器，带宽宜为800Hz~100kHz；

c)数据采集仪宜具备信号放大功能，且增益可调；

d)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16位，采样频率不应低于100kHz且采样点数可调；

e)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；

f)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；

g)冲击回波仪应定期进行校准，周期不宜超过1年。

雷达法检测宜采用雷达检测系统，雷达检测系统应符合下列规定：

a)雷达检测系统应具有图像表示的功能，宜具有快速形成图像的功能。

b)雷达检测系统应提供天线布置形式和天线极化方向及辐射角度等参数；

c)由雷达天线、雷达主机等组成的雷达检测系统。

2.4.3测点布置

阵列超声法检测时测区、测线及测点布置应符合下列规定：

a)待测混凝土表面不应有抹灰、饰面等装饰层，并应避开存在蜂窝、麻面、裂缝等外观缺陷的区域，当表面不平整时宜进行磨平处理；

b)测区的布置和大小应覆盖怀疑存在缺陷的全部范围，测区与被测构件边缘的距离、测试深度应满足仪器设备的使用要求；

c)测线宜沿测区的长度方向布置，测点宜在测线上均匀连续布置，测线间距不宜大于探头区宽度与探头行距之差，测点间距不宜大于探头区长度与探头列距之差；

d)应对测区、测线和测点进行编号，并应记录所在位置。

冲击回波法检测时测区、测线及测点布置应符合下列规定：

a)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；

b)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，测区应标明各自的编号和位置。

雷达法检测缺陷检测时，被检测区域应同时满足以下条件：

a)被检测区域至少有一个相对平整的检测面；

b)缺陷检测时，布置的测线范围宜覆盖缺陷怀疑区域。

2.4.4检测

采用阵列超声法检测混凝土内部缺陷时，应符合下列规定：

a)当检测因混凝土收缩形成的内部缺陷时，混凝土养护龄期不宜小于28d；其他情况下，混凝土养护龄期不宜小于7d；

b)不应在机械振动和高振幅电噪声干扰环境下使用；

c)检测前应对所测试的混凝土进行波速标定，调试仪器的工作频率、增益等参数；

d)应沿测线的单一方向对各测点进行依次测试；

e)检测时，应将仪器探头区中心对准测点，各探头应紧贴混凝土表面，启动仪器进行扫描，应记录测点位置并保存超声测试数据；

f)当对检测结果有怀疑时，宜进行复测或采用破损方法进行验证。

采用单点式冲击回波仪检测时，应符合下列规定：

a)每个测区的测点，应按等间距网格状布置，且不应少于20个测点；

b)应标明测点的编号和位置；

c)传感器和混凝土测试表面应处于良好的耦合状态；

d)冲击点位置与传感器的间距应小于设计厚度的0.4倍；

e)当检测面有沟槽或表面裂纹时，传感器和冲击器应位于沟槽或表面裂纹同侧。

采用扫描式冲击回波仪检测时，应符合下列规定：

a)测线的位置和测线网格的疏密应根据预估缺陷的位置和大小确定。对于预应力混凝土构件孔道灌浆缺陷，宜垂直于预应力孔道的走向进行检测；对于隧道衬砌背后注浆缺陷，宜沿隧道纵向与环向分别布置测线进行检测。测线的布置不应横跨沟槽或表面裂纹。

b)扫描器应紧贴混凝土表面匀速滚动，移动速率不宜大于0.1m/s。

采用雷达法检测混凝土内部缺陷时，应符合下列规定：

a)应根据被测目标物的尺寸建立测区坐标系统，确定测区对应的测线条数及间距，并应对测线依次编号；测区对应的测线布置应计入边界效应的影响；

b)应根据检测要求，确定合适的天线频率、通道个数；应根据检测条件设置时窗、采样点数、水平间隔、增益等参数，雷达采集系统应处于正常工作状态；

c)采集系统正常工作后，应测试采集的数据是否可以正确存储到指定的设备，正确后进行正式测试；

d)在进行混凝土结构内部缺陷检测前，应先行检测干扰钢筋的分布情况；布置测线时应计入干扰钢筋对检测的影响，测线的投影与干扰钢筋的走向不宜重合；

e)数据采集过程中，天线应沿测线方向匀速移动，应同步绘制雷达测线图，记录被测目标物的名称、位置及测线编号，并应标记测线经过的物体；

f)数据采集时，同类测线的数据采集方向宜一致。

g)检测过程中，对疑似缺陷区域应进行测线加密，重复检测，通过多条测线数据结合进行解释，必要时宜使用三维成像技术进行网格状扫描。

2.4.5判定

采用阵列超声法检测混凝土内部缺陷时，混凝土内部缺陷的判定应符合下列规定：

a)采用单点测试时，超声图像中存在除底面反射外的其他反射信号，则判定所检测点存在疑似缺陷；

b)采用网格测试时，在所合成的三维图像中存在除底面反射外的其他反射信号，则判定所检区域存在疑似缺陷；

c)根据设计图纸或经现场验证，存在疑似缺陷的位置未见钢筋、钢材或预埋管线时，则判定所检位置存在缺陷；

d)根据反射点位置和反射区域大小确定缺陷的位置和大小。

采用冲击回波法检测混凝土内部缺陷时，混凝土内部缺陷的判定应满足《冲击回波法检测混凝土缺陷技术规程》JGJ/T 411的要求，并应符合下列规定：

a)板状构件新旧混凝土和钢-混组合结构构件的结合面分层空鼓检测，宜根据时域信号分析判定。

b)混凝土结合面缺陷测试时，测试面宜平行于结合面。

c)凝土结合面缺陷判定，应标识典型空鼓部位，绘制空鼓分布示意图，计算空鼓区域比例。

采用雷达法检测混凝土内部缺陷时，混凝土内部缺陷的判定应满足《雷达法检测混凝土结构技术标准》JGJ/T 456的要求，并应符合下列规定：

a)将检测到缺陷的单张雷达图像和典型的经过验证的缺陷雷达图像进行比对分析，初步判断缺陷的性质、位置和埋深；

b)通过比对分析目标物上方多条相邻测线的雷达图像判定结果；

c)必要时选取部分待判定的缺陷部位采取钻芯方法进行验证；

d)对单张雷达图中钢筋和缺陷，应利用单道波形图与雷达剖面图相结合的方法进行识别。

e)应根据缺陷的位置、分布，并参照雷达测线图，绘制检测区域总平面图、检测区域缺陷平面图；有实际需要时，应在图上详细标注缺陷空间位置参数。

2.5竖向构件底部接缝内部缺陷

2.5.1一般规定

当钢筋套筒灌浆连接的灌浆严重不饱满时，应对竖向构件底部接缝内部缺陷进行检测。

竖向构件底部接缝内部缺陷应采用超声法检测，宜采用微破损方法进行验证。

2.5.2检测设备

用于混凝土的超声波检测仪分为下列两类：

a)模拟式：接收信号为连续模拟量，宜由时域波形信号测读声学参数；

b)数字式：接收信号转化为离散数字量，具有采集、储存数字信号、测读声学参数和对数字信号处理的智能化功能。

超声波检测仪应满足下列要求：

a)具有波形清晰、显示稳定的示波装置；

b)声时最小分度为0.1μs；

c)具有最小分度为1dB的衰减系统；

d)接收放大器频响范围10~500kHz，总增益不小于80dB，接收灵敏度（在信噪比为3:1时）不大于50μV；

e)电源电压波动范围在标称值±10％的情况下能正常工作；

f)连续正常工作时间不少于4h。

对于模拟式超声波检测仪还应满足下列要求：

a)具有手动游标和自动整形两种声时读数功能；

b)数字显示稳定。声时调节在20~30μs范围，连续1h，数字变化不大于±0.2μs。

对于数字式超声波检测仪还应满足下列要求：

a)具有手动游标测读和自动测读方式。当自动测读测试条件下，1h内每隔5min测读一次声时的差异应不大于±2个采样点；

b)波形显示幅度分辨率应不低于1/256，并具有可显示、存储和输出打印数字化波形的功能，波形最大存储长度不宜小于4k bytes；

c)自动测读方式下，在显示的波形上应有光标指示声时、波幅的测读位置；

d)宜具有幅度谱分析功能（FFT功能）。

2.5.3测点布置

测被测部位应具有可进行检测的测试面，并保证测线能穿过被检测区域；

测试范围应大于有怀疑的区域，使测试范围内具有同条件的正常混凝土。

总测点数不应少于30个，且其中同条件的正常混凝土的对比用测点数不应少于总测点数的60%,且不少于20个。

检测结合面质量时应根据结合面位置确定测试部位，被测部位应具有使声波垂直或斜穿过结合面的测试条件。

2.5.4检测

宜采用超声对测法，所用换能器的辐射端直径不应大于20mm，工作频率宜为250kHz~750kHz；

检测时座浆料或灌浆料的龄期不宜小于7d，并应避开机电管线穿过的区域；

应根据检测要求和现场操作条件，确定缺陷测试部位(简称测位)；

初次检测时的测点间距宜为100mm，经初次检测怀疑存在缺陷的点位，宜在附近加密测点，必要时宜采用局部破损的方式进行验证；

当接缝具有2对相互平行的测试面时，宜在2个方向分别进行检测；

当底部接缝平面为圆形时，测点宜经圆心处作径向对测布置。

2.5.5判定

缺陷判定应符合《混凝土结构现场检测技术标准》GB/T 50784的有关规定。

# 三、涉及专利的有关说明

本文件不涉及专利及知识产权问题。

# 四、采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国内同类标准水平的对比情况

本文件为首次自主制定，不涉及国际国外标准采标情况。国内与之相关的标准及文献如下：

GB/T 4883 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 50784 混凝土结构现场检测技术标准

JGJ/T 384 钻芯法检测混凝土强度技术规程

JGJ/T 411 冲击回波法检测混凝土缺陷技术规程

JGJ/T 456 雷达法检测混凝土结构技术标准

# 五、与有法律、行政法规和相关标准的关系

本文件与相关法律、法规、规章及相关标准协调一致，没有冲突。

# 六、重大分歧意见的处理经过和依据

本文件在制定过程中未出现重大分歧意见。

# 七、实施标准的要求和措施建议

本文件发布后，应向相关企业进行宣传、贯彻，推荐执行该文件。

# 八、其他应予说明的事项

无。