

ICS 93 010  
CCS P 66

# 团 标 准

T/JSJTQX 51—2024

## 水泥混凝土内部缺陷 阵列超声法检测技术规程

Technical code for the inspection of internal defects in cement concrete by array ultrasonic testing method

2024-02-28 发布

2024-03-01 实施

江苏省交通企业协会 发布

## 目 次

前 言 .....	错误!未定义书签。
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 检测设备 .....	2
5 检测准备 .....	2
6 检测 .....	4
6.1 参数选择 .....	4
6.2 检测实施 .....	4
7 数据分析判断 .....	4
8 检测报告 .....	7
附 录 A (资料性) 混凝土内部缺陷原始记录表 .....	8
A.1 原始记录表 .....	8

## 前　　言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由江苏省交通企业协会提出并归口。

本文件起草单位：江苏科技大学，江苏省交通工程集团有限公司，中建安装集团有限公司，山东理工大学，东晟兴诚集团有限公司，江苏天润环境建设集团有限公司，江苏邗建集团有限公司，江苏瑞沃建设集团有限公司，河海大学，镇江市港航事业发展中心，苏州市水运工程建设指挥部，扬州三恒建设工程有限公司，苏州交投建设管理有限公司，中铁十一局集团有限公司，扬州市邗江区建筑工程服务中心

本文件主要起草人：张　旋、詹其伟、王安辉、伊海赫、潘志宏、张永胜、李善超、顾维扬、陈若雨、祝飞飞、朱志峰、孙小峰、杨　光、顾佳云、吴　扬、严　锴、杨　果、王　淮、乔雪峰、吴祥、余仁民、张智慧、代清冬、管盈铭、崔　金、王星星、周鹏程、蔡玉菁、崔春银、周　鹏、马馨、邵　雷、彭　毅、储泽伟、周明余、芮雅峰、郝哲昕、陈　锋、陈志中、廖伏建、喻昌东、董婉莹、傅昌皓、胡海涛、王鑫宇、孙新选。

# 水泥混凝土内部缺陷阵列超声法检测技术规程

## 1 范围

本文件规定了阵列超声法检测水泥混凝土内部缺陷的检测设备、检测准备、检测、数据分析判断和检测报告。

本文件适用于公路、水运工程领域水泥混凝土结构内部缺陷的阵列超声法检测。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

本文件无规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**阵列超声法 array ultrasonic testing method**

基于阵列式排布探头实现超声波的发射与接受，并采用相应算法形成混凝土内部图像的方法。

### 3.2

**基准波速度 reference S-wave velocity**

超声波在测试材料中的传播速度，砂浆为2000 km/s~2500 km/s，混凝土为2500 km/s~2800 km/s。

### 3.3

**点扫描 point-scan**

对某一定点进行超声信号的发射与接受。

### 3.4

**面扫描 section-scan**

针对声速方向平行且与构件的被测表面垂直的剖面，将超声波反射信号进行二维平面成像处理。

注：横坐标代表扫查的位移方向，纵坐标代表超声波传播的深度方向。

### 3.5

**体扫描 volume-scan**

针对待测构件表面一定深度范围内体积，将超声波信号进行三维成像处理。

注：横坐标代表扫查的位移方向，纵坐标代表位移垂直方向，竖坐标代表超声波传播的深度方向。

#### 4 检测设备

4.1 阵列超声检测设备应包括主机、探头、扫查装置、软件和附件等，上述各项应成套或单独具有产品出厂合格文件。

4.2 主机换能器产生的超声波频率范围宜为10 kHz~90 kHz，实测频率与标称频率之差应不大于标称频率的5%。

4.3 主机接收器增益范围宜为0 dB ~80 dB。

4.4 主机声时最小分辨率应不大于0.1 μs，传感器脉冲延时宜为6 ms~200 ms，且可调节。

4.5 探头与检测面接触方式应为干耦合方式。探头应为阵列式排布，可支持多组探头扩展以提高单次检测范围。通道数宜不少于8个，每通道传感器数量宜不少于3个。

4.6 主机应具有面扫描和体扫描查看功能，应能存储、调出检测图像，图像显示清晰、稳定，并能将存储的检测数据复制到外部存储空间中。

4.7 阵列超声检测设备操作温度范围宜为-10 °C~50 °C，湿度不宜大于95%。不宜在机械振动和高振幅电噪声干扰环境下使用。

4.8 阵列超声检测设备应定期进行性能指标校准，校准周期由使用单位决定。当仪器固件升级或配件更换后，应校准合格后使用。

#### 5 检测准备

5.1 检测前，宜取得下列有关资料：

- a) 工程名称；
- b) 检测目的与要求；
- c) 混凝土原材料品种和规格；
- d) 混凝土浇筑和养护情况；
- e) 构件尺寸和配筋施工图或钢筋隐蔽图；
- f) 构件外观质量及存在的问题。

5.2 检测前，应编制检测方案。检测方案应至少包含以下内容：

- a) 工程概况、构件设计及施工情况；
- b) 检测依据、目的及委托方要求；
- c) 检测人员及仪器；
- d) 测区选择与测线、测点布置；
- e) 测试方法、步骤及进度。

5.3 检测前，应核查仪器状态。

5.4 混凝土龄期不应小于7 d，构件厚度不宜小于50 mm，超声剪切横波速度应为1000 m/s~4000 m/s。

## 5.5 检测区域应符合下列规定:

- a) 根据检测要求和测试操作条件确定;
- b) 当构件只有一个可测表面时, 即在该可测表面布置测区, 见图1a) 所示。当构件具有两个及以上可测表面时, 应在非平行的两可测表面分别布置测区, 见图1b) 所示;

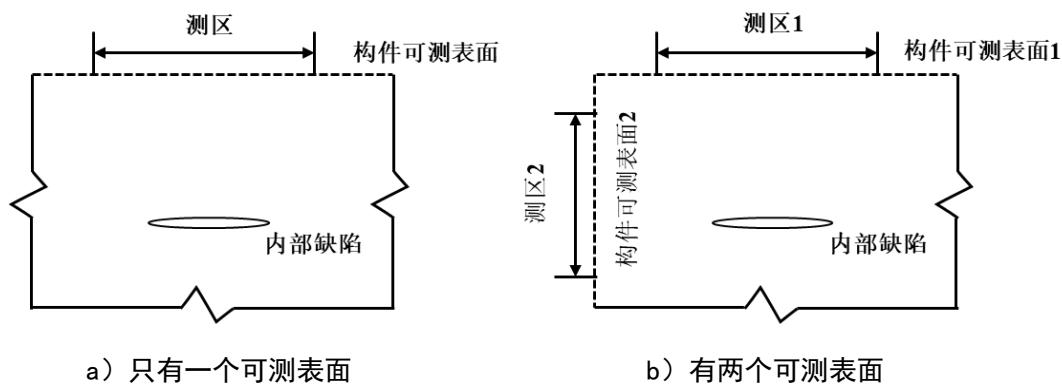


图1 构件表面测区设置示意图

- c) 测区范围距构件边缘最小距离不宜小于50 mm, 见图2所示;

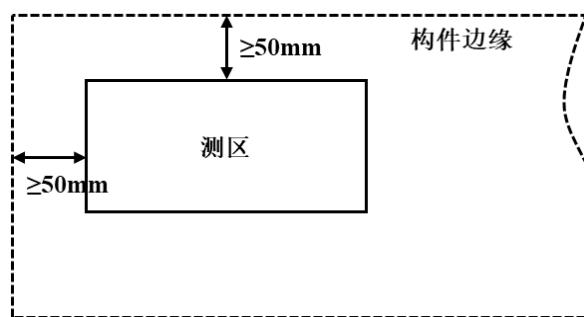


图2 测区范围选择示意图

- d) 测区混凝土表面应为原浆面, 应清洁、平整、干燥, 必要时可采用砂轮磨平或用高强度快凝砂浆抹平。抹平砂浆必须与混凝土粘结良好;
- e) 测区内应至少按照两个不同方向布置测线和测点, 两组测线方向宜垂直分布, 见图3所示;

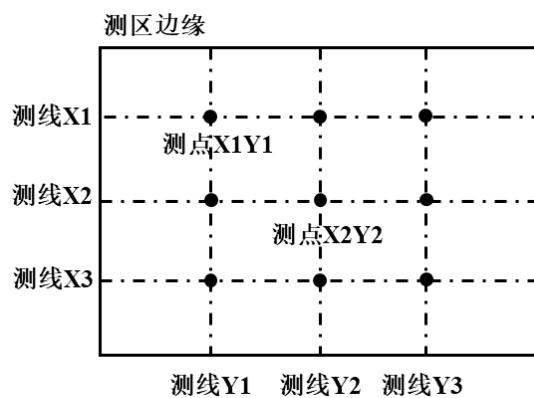
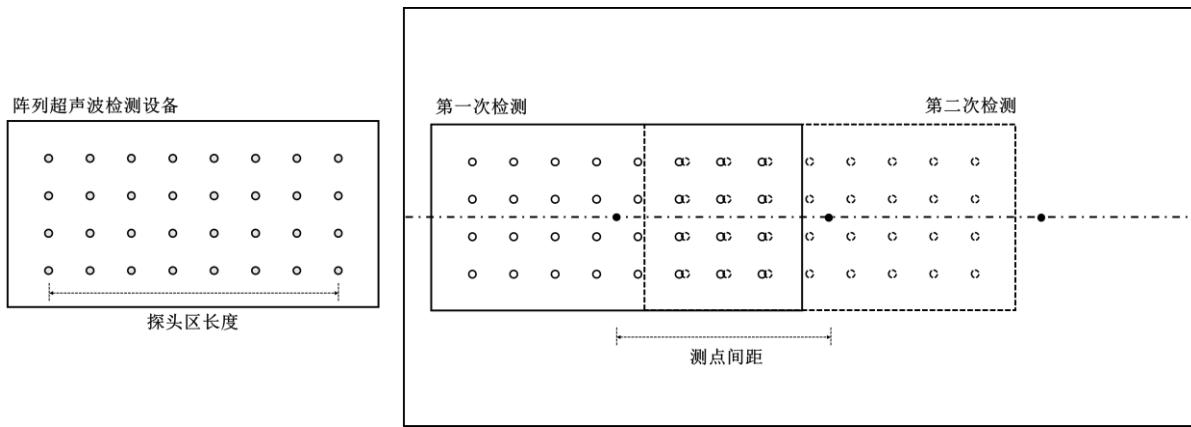


图3 测区内测线和测点的布置示意图

f) 当要求获得某一测线方向连续图像或测区内完整图像时, 探头区长度见图4a), 测线上相邻测点的间距不宜大于探头区长度, 见图4b) 所示。满足测试要求前提下, 宜选择较小测点间距以提高测试精度;



a) 探头区长度

b) 测点间距小于探头区长度

图4 测点间距布置要求示意图

g) 当对某一测区或测线方向图像无连续化要求时, 测点间距可根据检测要求选择。

## 6 检测

### 6.1 参数选择

检测前, 在已知厚度构件上, 通过点扫描确定基准波速度, 检测过程不应再调整。

### 6.2 检测实施

6.2.1 依照检测方案将阵列超声检测设备的硬件及软件置于检测状态, 沿设计测点进行扫查。

6.2.2 测试位置应与预设测点位置吻合良好, 位置偏移不应超过3 mm。

6.2.3 设备检测工作过程中, 应保持设备稳定, 不应人为移动。

6.2.4 扫查过程应保持探点耦合良好, 若耦合不好, 应重新扫查该区域。

6.2.5 检测中出现可疑数据时, 应及时查找原因, 必要时进行复测校核。

6.2.6 检测原始记录可参考附录A填写。

## 7 数据分析判断

7.1 检测完成后, 数据应及时存储, 并导出至软件进行处理和分析。

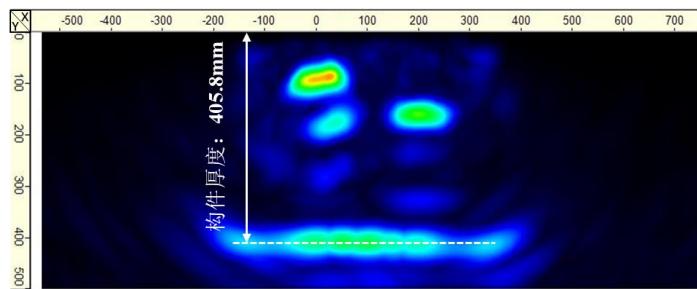
7.2 采用面扫描时, 应集成内各测线检测结果综合判定混凝土内部缺陷位置及范围。

7.3 采用体扫描时, 应集成各可测表面或测试方向检查结果综合判定混凝土内部缺陷位置及范围。

7.4 应通过超声图像中不同颜色显示的区域分析并判定缺陷位置及范围。

7.5 混凝土内部缺陷判断可按以下程序进行:

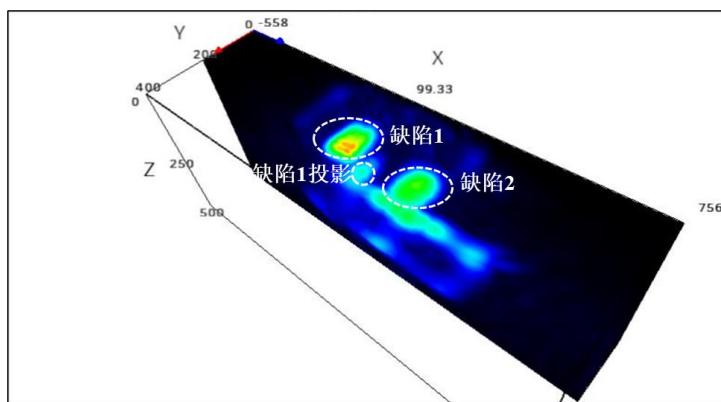
a) 首先，应判断构件实际厚度与检测厚度是否一致，宜选用线扫描模式，见图4所示。若检测厚度与实际厚度不一致，则应重新调整测试参数至二者数值接近；



注：图中 X 坐标代表扫查的位移方向，Y 坐标代表超声波传播的深度方向

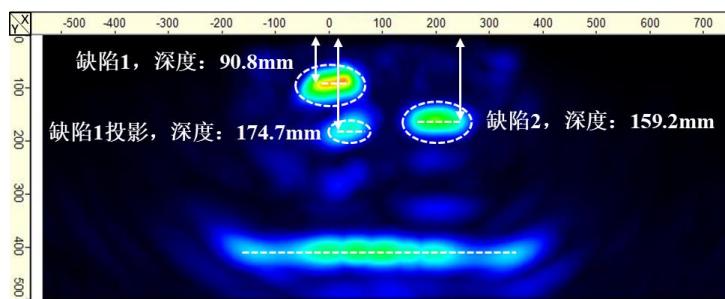
图 4 构件厚度检测结果示意图

b) 其次，应调整参数至图像明亮、清晰，应根据超声图像颜色确定缺陷区域，见图5所示。宜选用面扫描模式图像确定缺陷范围及位置，见图6所示。构件浅部区域伴随出现的缺陷二次投影成像应避免标记为缺陷；



注：X 坐标代表扫查的位移方向，Y 坐标代表位移垂直方向，Z 坐标代表超声波传播的深度方向

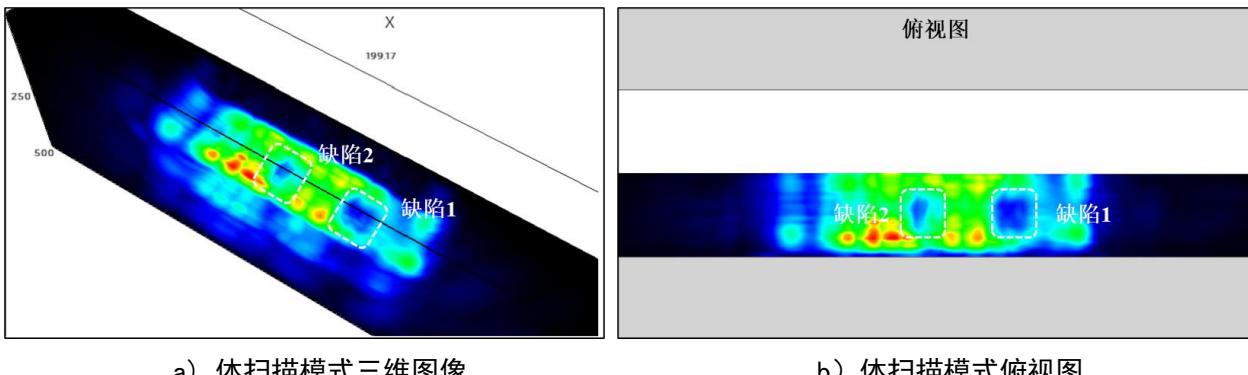
图 5 体扫描模式下缺陷的确定示意图



注：图中 X 坐标代表扫查的位移方向，Y 坐标代表超声波传播的深度方向。缺陷投影深度约为缺陷深度的 2 倍

图 6 面扫描模式下缺陷的确定与测量示意图

c) 当体扫描结果中缺陷图像不显著时，见图7a) 所示，可采用体扫描模式俯视图观察底边缘图像，见图7b) 所示，当图像中存在显著不连续区域时可判断上位可能存在缺陷；



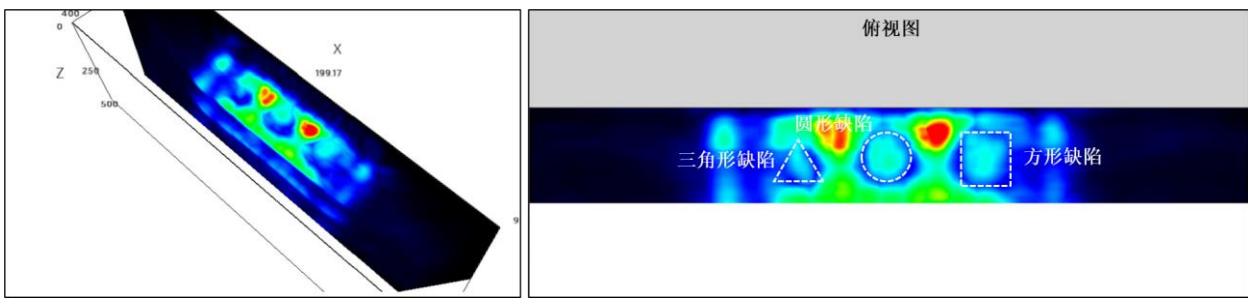
a) 体扫描模式三维图像

b) 体扫描模式俯视图

注：X坐标代表扫查的位移方向，Y坐标代表位移垂直方向，Z坐标代表超声波传播的深度方向。

图7 根据构件底边缘超声图像辅助判断内部缺陷示意图

d) 当体扫描结果中缺陷轮廓差异显著时，见图8a) 所示，可根据检测图像简单判断缺陷形状，见图8b) 所示：



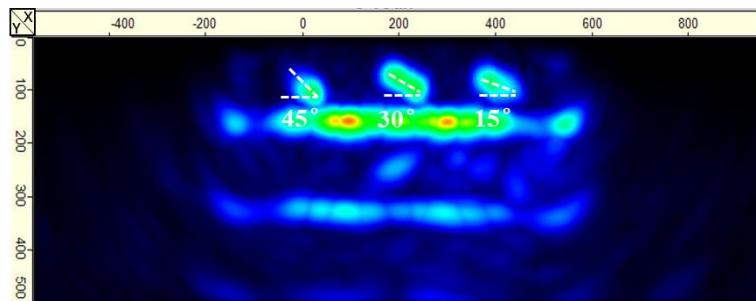
a) 体扫描模式三维图像

b) 体扫描模式俯视图

注：X坐标代表扫查的位移方向，Y坐标代表位移垂直方向，Z坐标代表超声波传播的深度方向。

图8 不同形状内部缺陷的检测结果示意图

e) 可根据检测图像测量缺陷倾角，宜使用面扫描模式，见图9所示。最大倾角不应大于45°；



注：图中X坐标代表扫查的位移方向，Y坐标代表超声波传播的深度方向。

图9 不同形状内部缺陷的检测结果示意图

f) 采用合成孔径聚焦技术（SAFT）分析检测结果时，不宜根据检测图像直接测量缺陷厚度。

#### 7.2.6 对于判断困难区域应进行局部破损法验证。

## 8 检测报告

8.1 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。

8.2 检测报告宜包括但不限于下列内容：

- a) 委托单位名称；
- b) 工程概况（工程名称、结构类型、工程规模、施工日期及现状等）；
- c) 检测目的；
- d) 检测项目、检测方法及检测标准；
- e) 检测仪器名称、型号、校准日期；
- f) 数据采集系统使用的参数；
- g) 检测示意图（测区、测线和测点布置方案）；
- h) 检测结果示意图（所发现的缺陷位置及分布）；
- i) 检测结论；
- j) 检测人员、审核人员和批准人员签字；
- k) 检测日期，报告发布日期；
- l) 检测机构的有效印章。

8.3 检测机构应就委托方对报告提出的异议做出解释或说明。

8.4 检测原始记录和报告应归档留存，确保其具有可追溯性。

附录 A  
(资料性)  
混凝土内部缺陷原始记录表

**A. 1 原始记录表**

混凝土内部缺陷原始记录可参考表A. 1。

**表 A. 1 混凝土内部缺陷原始记录表**

委托编号:

共 页 第 页

工程名称			
委托单位			
检测位置		环境条件	温度:    湿度:
混凝土强度等级		混凝土龄期	
混凝土表面状态		检测依据	
仪器型号		仪器编号	
测试参数		基准波速度 (m/s)	
		数字增益	
		模拟增益	
测区位置选择			
测线、测点布置方案			
测点编号	数据存储编号	数据包名称	备注
记录说明			
检测结论			

检测:

复核:

检测日期: