

# CECS21—2000 标准中混凝土不密实区和空洞检测数据处理及判断的探讨

张小琼

(上海同济建设工程质量检测站, 上海 200092)

**摘要:**CECS21—2000 标准中关于混凝土不密实区和空洞检测的数据处理及判断,是建立在声学参数的平均值及标准差在正常范围内的基础上进行的,对于标准差过大或过小时,采用该标准进行判别易导致漏判及误判。通过工程实例的应用,建议 CECS21—2000 标准明确规定标准差的适用范围,而在标准差过大或过小时依据混凝土等级高低和整个工程的声速范围,采用固定临界值进行判别。

**关键词:**超声检测;混凝土;标准差

中图分类号: TG115. 28

文献标志码: A

文章编号: 1000-6656(2013)06-0066-03

## Discussion of the Data Processing and Judgment on the Less Dense Area of Concrete Caving Detection in CECS21:2000 Standards

ZHANG Xiao-Qiong

(Shanghai Tongji Construction Quality Inspection Station, Shanghai 200092, China)

**Abstract:** Data processing and judgment on the less dense area of concrete and cavity detection in CECS21:2000 standards, is based on that the mean value and standard deviation of the acoustic parameters is in the normal range. But the judgment from the standard should easily lead to omission and miscalculation if the standard deviation is too large or too small. Through the application of engineering examples, it is suggested that the scope of standard deviation should be defined in CECS21:2000 standard if standard deviation is too large or too small and fixed critical value should be used to judge the defect according to the concrete grade level and sound velocity range of the project.

**Keywords:** Ultrasonic testing; Concrete; Standard deviation

超声法检测混凝土缺陷是一种检测混凝土强度和缺陷的非破损检验方法,我国自 20 世纪 60 年代初期开始采用超声法检测混凝土表面裂缝的尝试,到 60 年代中期很多单位开展了超声法检测混凝土缺陷的研究和应用。为了统一检验程序和判定缺陷的方法,提高检验结果的可靠性,建设部于 1990 年组织制定并颁布了 CECS21—1990《超声法检测混凝土缺陷技术规程》,并推荐给工程建设有关单位用于混凝土质量监测和检验。在此基础上,吸收国内外超声检测仪器最新成果和超声检测技术的新经验,结合建设工程中混凝土质量控制与检测的实际

需要,1998 年至 1999 年主编单位对该规程进行了修订和补充,由中国工程建设标准化协会批准为 CECS21—2000《超声法检测混凝土缺陷技术规程》(以下简称 CECS21)颁布。CECS21—2000 标准中关于混凝土不密实区和空洞检测的数据处理及判断,是建立在声学参数的平均值及标准差在正常范围内的基础上进行的,对于标准差过大或过小时,采用该标准进行判别易导致漏判及误判。为此,笔者就该标准的数据处理及判断等问题作一探讨。

### 1 CECS21:2000 标准中数据处理及判断方法

混凝土内部缺陷(不密实区和空洞检测)的判断<sup>[1]</sup>均采用概率统计法,主要有:拉依达法、肖维勒法、格拉布斯法和狄克逊法,CECS21 标准中对不密实区和空洞检测的数据处理及异常测点判断采用狄

收稿日期:2013-04-25

作者简介:张小琼(1974—),男,硕士,工程师,主要从事钢结构、混凝土新型无损检测方法研究工作。

克逊法。

### 1.1 狄克逊法原理

该法先将  $n$  个观测值按大小顺序排列:  $X_1 \leq X_2 \leq X_3 \cdots \leq X_n$ , 用极差比进行异常值判别。同样, 以其概率密度函数求出某一置信水平  $\alpha$  统计个数  $n$  的临界值  $f(\alpha, n)$ 。当认为  $X_1$  可疑时, 极差比  $f_0 = (X_2 - X_1) / (X_n - X_1)$ , 若  $f_0 > f(\alpha, n)$ , 则判  $X_1$  为异常值, 予以剔除。当认为  $X_n$  可疑时, 极差比  $f_0 = (X_n - X_{n-1}) / (X_n - X_1)$ , 若  $f_0 > f(\alpha, n)$ , 则判  $X_n$  为异常值, 予以剔除。人们认为此法判别异常值的临界值较宽, 适用于统计数据中含有多个异常值的情况。

### 1.2 异常测点的判断

待测混凝土声学参数的平均值  $m_x$  和标准差  $S_x$  应按下式计算:

$$m_x = \sum X_n / n \quad (1)$$

$$S_x = \sqrt{(\sum X_i^2 - n \cdot m_x^2) / (n - 1)} \quad (2)$$

式中:  $X_i$  为第  $i$  点的声学参数测量值;  $n$  为参与统计的测点数。

将同一测试部分各测点的幅值、声速或主频值由大至小按顺序分别排列, 即  $X_1 \geq X_2 \geq X_3 \cdots \geq X_n \geq X_{n+1}$ , 将排在后面明显小的数据视为可疑, 再将这些可疑数据中最大的一个(假定  $X_n$ )连同其前面的数据计算出  $m_x$  及  $S_x$  值, 并按下式计算异常数据的判断值( $X_0$ )

$$X_0 = m_x - \lambda_1 S_x \quad (3)$$

式中:  $\lambda_1$  为待选参数, 按 CECS21 标准中表 6.3.2 取值。

将判断值( $X_0$ )与可疑数据的最大值( $X_n$ )相比较, 当  $X_n$  小于  $X_0$  时, 则  $X_n$  及排列于其后的各数值均为异常值, 应将  $X_n$  及其后面测值剔除。此时, 判别尚未结束, 排列于  $X_n$  之前的测值中可能还包含有异常数据。因此, 再用  $X_1 \sim X_{n-1}$  进行计算和判别, 直至判不出异常值为止; 当  $X_n$  大于  $X_0$  时, 说明  $X_n$  为正常值, 应再将  $X_{n+1}$  放进去重新进行计算和判别, 依次类推。

## 2 工程检测中遇到的实际问题

江苏某高层建筑, 采用钢管混凝土结构, 混凝土等级 C60。其在浇筑过程中产生离析, 为检测钢管混凝土内部质量, 按 CECS21 标准中测试方法要求, 采用对测方法进行检测。

### 2.1 测试过程

测试前, 先对钢管和内部混凝土间隙的部位采

用环氧注浆, 注浆后, 每根柱布置一个测区, 测点为 81 个, 采用“\*”字型对测, 全程高度的范围进行超声检测, 将 1 m 的高度等分成为 5 圈, 每圈间距 200 mm, 每圈布置 3 对测点, 每米高度采集 15 个数据(测点布置示意图 1), 在每个抽检区采用声时值计算其超声波传播速度; 并且参考超声接收信号波形判断检验钢管混凝土的内部施工质量情况。

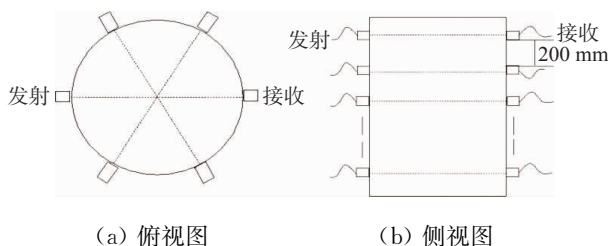


图 1 测点布置示意图

检测采用北京智博联公司生产的 ZBL-U510 型超声波检测仪, 仪器内置程序的判别标准采用 CECS21 标准自动判别。

### 2.2 测试结果

在所检测的钢管柱中, 声速的标准差范围 0.03~0.60 km/s, 以表 1 中 4 组测试数据为例来说明。从仪器判别结果看, 前 2 组因标准差仅 0.03 km/s, 临界值判定声速均在 4.60 km/s 以上, 仪器内置程序按 CECS21 标准判定时, 判定标准过严, 会将正常点判成异常点而导致误判。而后 2 组由于标准差过大, 临界值仅 2.5~3.2 km/s, 判定标准过松, 仪器内置程序按 CECS21 标准会将异常点判成正常点而导致漏判。

表 1 测试数据

序号	km/s				临界值
	声速最大值	声速最小值	声速平均值	标准差	
1	4.79	4.56	4.72	0.03	4.65
2	4.82	4.66	4.75	0.03	4.68
3	4.92	3.24	3.70	0.57	2.45
4	5.06	3.09	4.41	0.60	3.19

### 2.3 实际处理

实际处理过程中, 标准差为 0.03 km/s 的钢管柱体(表 1 中前 2 组数据), 笔者对由 CECS21 标准判别出的异常点进行了抽样取芯验证, 发现芯样的密实性和强度均满足设计要求, 说明标准差较小时 CECS21 标准判定过严, 会将正常点判成异常点, 笔者依据混凝土等级(C60)和整个工程的平均声速, 采用固定临界值 4.5 km/s 进行了判别, 使很多异常点恢复为正常点, 从而避免了误判。对标准差大于

0.2 km/s 的钢管柱体(表 1 中后 2 组数据),同样采用固定临界值 4.5 km/s 进行判别,判别后出现异常点,在异常点部位取芯验证,发现内部混凝土确实存在不密实现象,从而避免了漏判。综上所述,在标准差异常时采用固定临界值判别更接近工程的实际状况。

### 3 改进建议

通过实际应用,针对 CECS21 标准中对混凝土不密实区和空洞检测的数据处理及判断的问题,笔者建议参考 JGJ T23—2011《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》中对按批量检测的构件设置判定条件的方法(当该批构件出现下列情况之一时,该批构件应全部按单个构件检测:当该批构件混凝土强度平均值小于 25 MPa,标准差不大于 4.5 MPa 时;当该批构件混凝土强度平均值不小于 25 MPa 且不大于 60 MPa,标准差大于 5.5 MPa 时),明确规定标准差的适用范围,而在标准差过大或过小时,采用固定临界值进行判断。依据笔者的检测经验,在标准差小于 0.08 km/s 或大于 0.20 km/s 时,可以



(上接第 65 页)

型缺陷。应考虑采用专门的检测技术检测此类缺陷(尤其厚焊缝检测),是否实施该检测技术应写入技术协议中。旧版没有此规定。

(3) 指示评定 新版需要记录最大回波幅度、指示长度(使用验收等级标准规定的方法测定)、指示自身高度(仅在技术协议要求时才测量)、指示特性(如有规定,指示特性应符合 ISO23279 要求)等。旧版没有要求记录指示自身高度及指示特性。

### 16 检测报告

新版取消检验记录内容的规定,检测报告内容增加被检对象温度、检测地点、引用的书面检测工艺规程、母材检测结果、给出指示的类型等,其余与旧版相同。新版取消记录与报告保存年限的规定,旧版规定至少保存 7 a。

### 17 结语

修订后的 GB/T 11345 标准与 1989 版相比,突

依据混凝土等级的高低,采用固定临界值判别: C40 以下采用 4.1~4.3 km/s, C40 以上采用 4.3~4.5 km/s,而具体取值还需同时结合整个工程的平均声速进行选择,使得判别结果更接近工程的实际状况。

### 4 结语

CECS21 标准中关于混凝土不密实区和空洞检测的数据处理及判断,是建立在声学参数的平均值及标准差在一定范围内的基础上进行的,对于标准差过大或过小时,采用该标准判别异常点时易导致漏判及误判。通过工程实例的应用,建议 CECS21 标准明确规定标准差的适用范围,而在标准差过大或过小时应依据混凝土等级高低和整个工程的声速范围,采用固定临界值进行判别更接近工程的实际状况。

#### 参考文献:

- [1] 吴新璇. 混凝土无损检测技术手册[M]. 北京:人民交通出版社,2003.

现出如下特点:

(1) 标准只体现检测技术方面的主要内容,焊缝内部显示的特征等同采用 ISO 23279:2010,(已与新版 GB/T11345 同步提交送审稿),验收等级等同采用 ISO 11666:2010(已与新版 GB/T 11345 同步提交送审稿),不在此标准范围之内。

(2) 标准给出了焊缝超声检测一般规则和要求,更加强调供需双方在检测技术服务合同中应明确规定具体的检测技术和检测要求。

#### 参考文献:

- [1] ISO 17640:2010 Non-destructive testing of welds-Ultrasonic testing-Techniques, testing levels, and assessment[S].  
[2] ISO 23279:2010 Non-destructive testing of welds-Ultrasonic testing-characterization of indications in welds [S].  
[3] ISO 11666:2010 Non-destructive testing of welds-Ultrasonic testing-Acceptance levels[S].

欢迎网上投稿 网址: [www.mat-test.com](http://www.mat-test.com)