

建筑钢结构焊缝超声波检测能力验证计划与技术分析

丁 杰

(上海材料研究所, 上海 200437)

摘 要:介绍了由第三方机构组织的建筑钢结构焊缝超声波检测能力验证计划。该计划测试了 92 家检测机构对相同检测样品进行超声波检测的结果,然后基于稳健统计技术与 Z 比分数,对检测数据进行了技术分析。最后讨论了影响检测结果的因素。

关键词:钢结构焊缝;超声波检测;能力验证

中图分类号: TG115.28

文献标志码: A

文章编号: 1000-6656(2011)04-0061-03

Proficiency Testing Scheme and Technical Analysis of Ultrasonic Testing of Welding Joints in Steel Structure

DING Jie

(Shanghai Research Institute of Materials, Shanghai 200437, China)

Abstract: A proficiency testing scheme of ultrasonic testing of welding joints in steel structure organized by a third part unit has been introduced. A Z-score testing procedure was applied to evaluate the 92 pieces of PT samples, with the investigation of influence factors on the results as well.

Keywords: Steel structure welding; Ultrasonic testing; Proficiency testing

能力验证是实验室外部质量控制的一种手段,是在一定范围内,委托第三方制定统一的实验室间比对方案。参与验证的实验室应用相同的试验方法,检测性能相同及均匀的样品,以获得对应的能力验证参数^[1-2]。某省建设工程质量监督总站为加强对该省区域内检验机构钢结构焊缝超声波检验能力,委托上海材料研究所制定和实施了统一能力验证计划。通过本次能力比对活动,实现以下目的:提高该省工程检测的整体水平;了解实验室间及不同仪器间存在的差异;通过比对,发现、分析并解决实验室存在的问题。

1 试验制备和检测要求

试验所用试板为钢结构中常见的对接焊缝,它由两块同牌号的普通碳素钢焊接而成;钢板由某钢

铁有限公司提供;焊接方法均为二氧化碳气体保护焊。焊接试板尺寸为 200 mm(宽)×300 mm(长),焊缝厚度为 10 和 12 mm。焊缝内部有人工制作的单一模拟缺陷。缺陷的成型方式有埋丝和欠缺气体保护两种。焊接试板制作数量为 6 块。

焊接之前,上海材料研究所对两块钢板进行了超声波检测,确认钢板原材料无缺陷。焊接完成后,上海材料研究所对焊缝样品进行了射线检测,确认焊缝内部存在缺陷。上海材料研究所对焊缝样品进行超声波检测,按照能力验证作业指导书进行检测,给出能力验证参数参考数值,供统计分析之用。要求上海材料研究所分 2 组检测人员分别独立完成检测,所有检测人员为 3 级,确保检测数据的有效性。

检测标准为 GB/T 11345—1989《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》,检测级别为 B 级。能力验证比对参数为 4 个,分别为缺陷精确深度、缺陷当量、缺陷最高波幅基准面距基点水平距离和缺陷指示长度。

收稿日期: 2010-09-16

作者简介: 丁 杰(1979—),女,硕士,工程师,主要从事金属材料及其制品的无损检测技术研究等工作。

2 试验过程

参加能力验证的单位为该省质监总站下属所有具备钢结构焊缝无损检测资质的单位,共有 92 家检测机构,分 5 组进行。能力验证采取现场比对形式。检测单位自行携带超声波探伤仪,要求仪器在有效检定周期之内。参加能力验证的检测人员需提供本人上岗证书(有资质检测机构的检测人员应持本项目岗位合格证)。现场比对时间总计 30 min,其中检测时间为 20 min,报告时间为 10 min。比对报告当场提交。

3 能力验证数据统计方法

本次能力验证的结果采用稳健(Robust)统计技术处理,采用中位值估计样本总体的均值,采用标准化四分位距度量样本数据的发散程度,可减少极端结果对平均值和标准偏差的影响。本比对项目将计算下列样本统计量:

样本数(N)——参加统计分析的检测结果总数。

中位值($Medium$)——上海材料研究所给定试板检测结果。

标准四分位点内距($NormIQR$)——数据集的第 3 四分位数与第 1 四分位数之差称为四分位点内距(IQR), IQR 乘以因子 0.7413 得到标准四分位点内距,它是稳健统计技术处理数据分散程度的度量,相当于正态分布的标准差(SD)。

最大值(Max)——数据集中的最大值。

最小值(Min)——数据集中的最小值。

全距($Range$)——最大值减最小值的差。

单位 Z 比分数(ZB)——衡量某单位能力参数结果值与该能力参数中位值的偏离程度。

$$ZB = \frac{X - \text{中位值}}{\text{标准 } IQR(X)}$$

式中 X 为参加者的结果值。

参加单位的测试结果汇总校对无误后,按稳健统计程序统计出中位值,最后统计出 Z 比分数。每一个能力验证比对参数给出一个 Z 比分数。

每个单位的测试结果统计 Z 比分数绘制成图形,各单位通过图形可方便、直观地了解本单位的测试能力和水平。根据 Z 比分数值将检测单位划分为三个档次: $|Z| \leq 2$ 的数据为满意; $2 < Z \leq 3$ 的数据为可疑; $|Z| > 3$ 的数据为偏离。

对于判定结果为可疑的检测单位,应通知他们仔细认真地检查原因。对于判定结果为偏离的检测

机构,通知他们自查整改。

4 数据分析

若某单位未给出数据或给出的数据明显偏离自然规律,为避免同组其它单位 Z 比分数受其影响,统计时剔除了该数据,该单位该项目 Z 比分数结果显示为 #VALUE!,直接纳入偏离单位范围。统计时,A 组剔除 1 个数据,B 组剔除 2 个数据,D 组剔除 4 个数据,F 组剔除 1 个数据,G 组剔除 2 个数据。具体见表 1。

表 1 剔除偏离自然规律的数据一览

组号	编号	能力参数	数值	剔除原因
A	14	缺陷最高波幅距基 准面 0 点水平距离	3	考试时已明确焊板左 右 10 mm 不进行扫查
		缺陷最高波幅距基 准面 0 点水平距离	空缺	报告上该项空白
B	26	缺陷最高波幅距基 准面 0 点水平距离	6.48	考试时已明确焊板左 右 10 mm 不进行扫查
		缺陷最高波幅距基 准面 0 点水平距离	231	焊接试板长度为 200 mm
D	52	缺陷深度	31.3	焊接试板厚度为 10 mm
		缺陷最高波幅距基 准面 0 点水平距离	2.46	考试时已明确焊板左 右 10 mm 不进行扫查
		缺陷深度	10.9	焊接试板厚度为 10 mm
F	51	缺陷最高波幅距基 准面 0 点水平距离	空缺	报告上该项空白
		缺陷最高波幅距基 准面 0 点水平距离	7	考试时已明确焊板左 右 10 mm 不进行扫查
G	86	缺陷深度	14.9	焊接试板厚度为 12 mm

以 A 组检测结果为例,各能力参数统计如表 2。

5 结论

(1) 该次能力验证基本是成功的。 $Z \leq 3$ 的实验室百分比为 75%。需整改的单位数量为 23 家(Z 比分数在 3 以上和检测参数偏离),故参比单位比例为 25%。

(2) 实际操作中,扫查时应保证一定的检验区域宽度。部分检测人员仅仅沿焊缝边缘扫查,极易导致各项检测能力参数数值偏离。而且个别检测人员未做 DAC 曲线即开始检测,违反操作规程。

(3) 本次能力验证测试的焊缝类型为薄板,指

表2 A组各比对参数Z比分数统计结果

实验室 编号	缺陷深 度/mm	Z 比分数	缺陷 当量	Z 比分数	缺陷最高波幅距基 准面0点水平距离	Z 比分数	缺陷指示 长度/mm	Z 比分数
中位值	8.0	—	2	—	98	—	18	—
1	9.0	1.14	3	0.18	98	0.00	21	0.37
7	8.2	0.23	14	2.19	96	-0.21	10	-0.98
14	8.6	0.68	6	0.73	3	# VALUE!	28	1.23
17	9.5	1.70	-5	-1.28	102	0.42	19	0.12
24	6.5	-1.70	11	1.64	110	1.25	50	3.92
27	10.0	2.27	4	0.36	99	0.10	15	-0.37
31	9.6	1.82	-1	-0.55	102	0.42	24	0.74
36	8.3	0.34	-2	-0.73	90	-0.83	12	-0.74
42	8.0	0.00	10	1.46	95	-0.31	30	1.47
49	7.2	-0.91	0	-0.36	116	1.87	16	-0.25
53	9.8	2.05	3	0.18	95	-0.31	8	-1.23
59	8.1	0.11	2	0.00	90	-0.83	25	0.86
66	8.9	1.02	4	0.36	110	1.25	48	3.68
70	9.6	1.82	1	-0.18	96	-0.21	22	0.49
72	9.2	1.36	0	-0.36	115	1.77	16	-0.25
78	9.0	1.14	9	1.28	110	1.25	19	0.12
82	8.8	0.91	2	0.00	95	-0.31	11	-0.86
87	8.1	0.11	45.4	7.91	100	0.21	15	-0.37
92	8.9	1.02	0.2	-0.33	103	0.52	10	-0.98

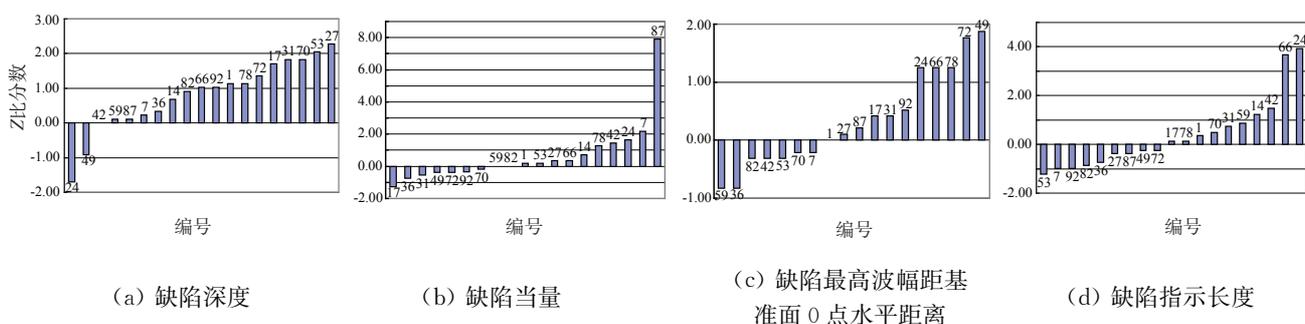


图1 A组能力参数统计

导书依据检测标准要求给出了推荐探头规格。部分检测人员使用了大晶片探头,较易导致各项检测能力参数数值偏离。检测时若未按照指导书操作补偿4dB,直接导致缺陷最高波幅当量数值偏离。

(4) 目前钢结构建筑在全国各地得到了大规模的发展。建筑钢结构无损检测从业人员数量巨大,检测水平良莠不齐。开展行业内检测人员能力验证计划,可以发现检测人员的理论和实践中的不足,对

保障检测工程质量,提高检测单位检测水平方面起到积极的监督作用。

参考文献:

[1] ISO/IEC 17025:2005 检测和校准实验室能力的通用要求[S].
 [2] 中国实验室国家认可委员会. 实验室认可与管理基础指示[M]. 北京:中国计量出版社,2003.