

蒸压加气混凝土砌块放射性检测的不确定度评定

徐超 陈静超

宁波市建设检测有限公司

DOI:10.18686/bd.v1i11.1105

[摘要] 本文主要介绍了蒸压加气混凝土砌块抹面放射性检测不确定度评定的必要性,以及不确定度的分析、合成及评定方法。

[关键词] 蒸压加气混凝土砌块;放射性检测;不确定度评定

引言

近年来,随着人们对居住环境装饰装修要求的提高,大量的各类建筑材料用于室内装饰,导致了室内放射性水平的增加,有关建筑材料放射性危害人体健康的问题越来越多,居住环境已经成为人们普遍关注的热点。这一现象引起了各国的高度重视,我国也颁布实施了《建筑材料放射性核素限量》GB 6566-2010的强制性国家标准,规定对于建造各类建筑物所使用的无机非金属类建筑材料,包括掺工业废渣的建筑材料必须进行天然放射性核素镭-226、钍-232和钾-40放射性比活度限量的测定。

蒸压加气混凝土砌块单位体积重量小,保温性能、隔音性能、抗渗性能及耐火性能强,是一种优秀的节能建筑材料,近年来得到了广泛的使用。

标准 GB 6566-2010 第 4.5 条又提出:当样品中镭-226、钍-232、钾-40放射性比活度之和大于 $37\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 时,要求测量不确定度(扩展因子 $k=1$)不大于 20%。

因此,蒸压加气混凝土砌块的放射性核素限量检测很有必要,而对其测量不确定度进行评定尤为重要,是提高检测数据可靠性的保障。

1 测量方法

测量对象:蒸压加气混凝土砌块。

测量依据:《建筑测力放射性核素限量》GB6566-2010。

测量仪器:全自动低本底多道 γ 能谱仪 FYFS-2002F、天平。

测量方法:随机抽取样品两份,每份不少于 2kg。一份封存,另一份作为检验样品。将检验样品破碎,磨细至粒径不大于 0.16mm。将其放入与标准样品几何形态一致的样品盒中,称重 240.0g(精确至 0.1g)、密封、待测。当检验样品中天然放射性衰变链基本达到平衡后,在与标准样品测量条件相同情况下,采用低本底多道 γ 能谱仪对其进行镭-226、钍-232和钾-40比活度测量。

2 数学模型

内照射指数与外照射指数的计算公式如下:

$$I_{\text{Ra}} = \frac{C_{\text{Ra}}}{200}$$

$$I_{\text{r}} = \frac{C_{\text{Ra}}}{370} + \frac{C_{\text{Th}}}{260} + \frac{C_{\text{K}}}{4200}$$

式中:

——内照射指数;

I_{r} ——外照射指数;

C_{Ra} ——建筑材料中天然放射性核素镭-226的放射性比活度($\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$);

C_{Th} ——建筑材料中天然放射性核素钍-232的放射性比活度($\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$);

——建筑材料中天然放射性核素钾-40的放射性比活度($\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$)。

3 不确定度的分析

以某蒸压加气混凝土砌块为例,分析其测量不确定度的分量,主要包括:

(1)A类不确定度

测量重复性引入的不确定度。

(2)B类不确定度

放射性检测仪引入的不确定度;

天平称量引入的不确定度;

人为因素引入的不确定度;

环境因素引入的不确定度。

3.1A类不确定度

测量重复性引入的不确定度,通过统计方法进行确定。将同一批次、同一规格的样品破碎后,分成 12 份试样进行测试,各项指标如表 1 所示:

表 1 12 份试样放射性指标测试结果表

序号	$C_{\text{Ra}} (\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1})$	$C_{\text{Th}} (\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1})$	$(\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1})$	I_{Ra}	I_{r}
1	17.5	41.6	441.4	0.09	0.31
2	21.1	37.8	468.6	0.11	0.31
3	20.1	35.4	473.2	0.10	0.30
4	20.9	38.5	461.1	0.10	0.31
5	21.3	38.4	471.4	0.11	0.32
6	17.5	41.6	441.4	0.09	0.31
7	17.2	40.8	480.9	0.09	0.32
8	19.1	35.4	475.2	0.10	0.30
9	20.6	34.0	399.1	0.10	0.28
10	21.9	34.2	365.3	0.11	0.28
11	22.0	34.5	456.8	0.11	0.30
12	19.4	28.1	366.9	0.10	0.25
平均值	19.9	36.7	441.8	0.10	0.30
标准偏差	1.7	3.9	41.7	0.01	0.02

3.1.1 C_{Ra} 测量重复性引入的不确定度分量

根据 JJF1059.1-2012 第 4.3.2.4 条,在过程参数 S_p 已知

的情况下,由该测量过程对被测量 X 在同一条件下进行 n 次独立重复观测,以算术平均值 \bar{x} 为测量结果,测量结果的 A 类标准不确定按下式计算: $u_A(x)=u(\bar{x})=S_p/\sqrt{n}$ 。在以后的测量中,只要过程受控,则由上述公式可以确定测量任意次时被测量估计值的 A 类标准不确定度。若只测一次,即 $n=1$,则 $u_A(x)=S_p/\sqrt{n}=S_p$ 。

12 份试样平均值 $\bar{x}=19.9 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$,由贝塞尔公式法,标准偏差 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。规范 GB6566-2010 要求实际检测时以单个试样的测量值为测量结果,则其测量结果的标准不确定度应除以 \sqrt{T} ,故 $u_1=s/\sqrt{T}=1.7 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$,因此其相对标准不确定度 $u_1/\bar{C}_{Ra}=8.72\%$ 。

3.1.2 C_{Tn} 测量重复性引入的不确定度分量 u_2

12 份试样平均值 $\bar{x}=36.7 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$,标准偏差 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。根据规范要求,实际检测时以单个试样的测量值为测量结果,故 $u_2=s/\sqrt{T}=3.9 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$,因此其相对标准不确定度 $u_2=u_2/\bar{C}_{Tn}=10.65\%$ 。

3.1.3 C_K 测量重复性引入的不确定度分量 u_3

12 份试样平均值 $\bar{x}=441.8 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$,标准偏差 $\text{Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。根据规范要求,实际检测时以单个试样的测量值为测量结果,故 $u_3=s/\sqrt{T}=41.7 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$,因此其相对标准不确定度 $u_3=u_3/\bar{C}_K=9.43\%$ 。

3.1.4 I_{Ra} 测量重复性引入的不确定度分量

根据 JJF1059.1-2012 第 4.4.2.2 条,当测量模型为 $Y=AX$ $P_1 X_1^{P_1} X_2^{P_2} \dots X_N^{P_N}$ 且各输入量间不相关时,合成标准不确定度按下式

$$\text{计算: } u_0(y)/|y| = \sqrt{\sum_{i=1}^N [P_i u(x_i)/x_i]^2} = \sqrt{\sum_{i=1}^N [P_i u(x_i)]^2}$$

根据数学模型,则内照射指数测量重复性引入的相对标准不确定度为 $u_{i0}=u_{i1}=8.72\%$ 。

3.1.5 I_r 测量重复性引入的不确定度分量

根据 JJF1059.1-2012 第 4.4.2.1 条,当测量模型为 $Y=A_1 X_1 + A_2 X_2 + \dots + A_N X_N$ 且各输入量间不相关时,合成标准不确定度按下式计算: $u_0(y) = \sqrt{\sum_{i=1}^N A_i^2 u(x_i)^2}$ 。

根据数学模型 $I_r = \frac{C_{Ra}}{370} + \frac{C_{Tn}}{260} + \frac{C_K}{4200}$,则外照射指数 I_r 测量重复性引入的标准不确定度 $u_5 = \sqrt{(u_1/370)^2 + (u_2/260)^2 + (u_3/4200)^2} = 0.0186 \text{ Bq}\cdot\text{kg}^{-1}$,则其相对标准不确定度 $u_5(I_r) = u_5/I_r = 6.20\%$ 。

3.2 B 类不确定度

3.2.1 放射性检测仪引入的不确定度分量 u_6

放射性检测仪引入的不确定度,根据提供的检定证书,仪器测量结果的相对扩展不确定度为 10% (扩展因子 $k=2$)。则其相对标准不确定度为 $u_6=10\%/2=5\%$ 。

3.2.2 天平称量引入的不确定度分量

电子天平的分辨力为 $\delta=0.1\text{g}$,则区间半宽度为 $\alpha = \delta/2=0.05\text{g}$,假设可能值在区间内均匀分布,查表得 $k=\sqrt{3}$,因此由天平称量引入的标准不确定度为 $u_7 = \alpha/k = 0.029\text{g}$ 。

又因每次称重为 240.0g,则其相对标准不确定度为 $u_7=0.029/240 \times 100\%=0.01\%$ 。

3.2.3 人为因素引入的不确定度分量

整个试验过程中,人为因素引起的不确定度相对于其他不确定度很小,故取其相对标准不确定度 $u_8=0$ 。

3.2.4 环境因素引入的不确定度分量

由于环境的温湿度对仪器使用也有一定影响,因此取其相对标准不确定度 $u_9=1\%$ 。

统计各不确定度分量,如表 2 所示:

表 2 各不确定度分量汇总表

序号	各不确定度分量的来源	相对标准不确定度
A 类	1 C_{Ra} 测量重复性引入的不确定度分量	8.72%
	2 C_{Tn} 测量重复性引入的不确定度分量	10.65%
	3 C_K 测量重复性引入的不确定度分量	9.43%
	4 I_{Ra} 测量重复性引入的不确定度分量	8.72%
B 类	5 I_r 测量重复性引入的不确定度分量	6.20%
	6 放射性检测仪引入的不确定度分量	5%
	7 天平称量引入的不确定度分量	0.01%
	8 人为因素引入的不确定度分量	
	9 环境因素引入的不确定度分量	1%

4 标准不确定度的合成

4.1 内照射指数的不确定度

内照射指数的不确定度与 u_{i4} 、 u_{i6} 、 u_{i7} 、 u_{i8} 、 u_{i9} 有关,且各分量之间彼此相互独立,因此其相对标准不确定度 $u_{i0} = \sqrt{u_{i4}^2 + u_{i6}^2 + u_{i7}^2 + u_{i8}^2 + u_{i9}^2} = 10.1\%$ 。

4.2 外照射指数 I_r 的不确定度

外照射指数 I_r 的不确定度与 u_{i5} 、 u_{i6} 、 u_{i7} 、 u_{i8} 、 u_{i9} 有关,且各分量之间彼此相互独立,因此其相对标准不确定度 $u_{ir} = \sqrt{u_{i5}^2 + u_{i6}^2 + u_{i7}^2 + u_{i8}^2 + u_{i9}^2} = 8.0\%$ 。

5 扩展不确定度

根据 GB6566-2010 第 4.5 条,扩展因子 $k=1$,故内照射指数 I_{Ra} 的相对扩展不确定度 $U_{i0} = u_{i0} \times k = 10.1\%$,外照射指数 I_r 的相对扩展不确定度 $U_{ir} = u_{ir} \times k = 8.0\%$ 。

6 测量不确定度的报告与表示

建筑材料放射性核素检测测量结果的相对扩展不确定度为:

测量内照射指数时 I_{Ra} , $U_{i0}=10.1\%$, $k=1$;

测量外照射指数时 I_r , $U_{ir}=8.0\%$, $k=1$ 。

7 结束语

测量过程中有许多引起不确定度的来源,如计量器具本身的误差,取样的代表性不够,实际工作条件与标准工作条件不一致,所依据的理论不严密或所采用的测量方法不完善,测量人员的主观因素和操作技术等,因此对测量结果的不确定度评定是非常有必要的。通过对蒸压加气混凝土砌块内外照射指数检测结果的不确定度的分析及评定,其评定结果满足《建筑测力放射性核素限量》GB6566-2010 中规定的测量不确定度不大于 20% 的要求,说明该试验的

论建筑工程施工技术控制要点

周侗

江苏荣泽建设工程有限公司

DOI:10.18686/bd.v1i11.1052

[摘要] 由于社会经济的不断繁荣,建筑行业的发展也越来越迅猛。它是中国支柱产业之一,地位非常重要,但是,在建筑工程施工过程中,还存在着不少问题,这些问题的存在直接影响建筑行业的发展,这篇文章简单的针对建筑工程施工技术控制方面做简单的分析,希望可以给相关从业人员提供一些参考。

[关键词] 建筑工程;施工技术;问题与对策

建筑工程施工的水平随着国内建筑行业的发展而不断的提升,一个工程施工质量的好坏和经济利益的高低是施工单位非常看重的,只有做好建筑工程施工技术控制工作,才能将建筑工程项目质量保持在较高的水平,从而保证企业的利益。

1 探讨建筑工程施工技术要点的重要意义

我国建筑行业的发展随着社会经济的发展而得到了长足的进步,整体行业素质得到了很大的提升,施工技术水平也有了很大的进步,但是,建筑工程是一个工作量芬达,施工过程十分复杂的过程。一般施工周期比较长,投资成本也比较高,这就对施工技术有了更高的要求。因此,在新时期背景下,只有认真的抓好各项建筑工程施工技术的要点,才能有效的保证工程的质量和企业的收益,所以,针对建筑工程施工技术的要点的分析研讨工作是非常重要的。

2 建筑工程项目的施工技术管理要点

2.1 开工前的人力资源管理

施工现场的所有在职人员的技术水平,专业能力,是建筑项目施工的第一生产力,很大程度上影响着工程的质量,效率,造价和安全,因此,首先需要制定合理的,完善的责任制度,选择经验充足,专业素质强的技术负责人加以监督。要积极的针对各个班组的成员展开相关教育培训,同时应根据项目的设计图纸、施工方案与组织计划,具体划分、详细明确各个岗位的职责、职权以及利益,将项目整体的生产水平提升,保证施工技术管理工作的效率、质量。

2.2 加强重视图纸会审

很长时间以来,国内的很多建筑工程项目为了赶时间而着急开工建设,这就使得施工现场的技术人员和管理人员没有办法全面的了解和掌握工程的设计意向,也对工程的具体要求不甚明了。这就直接降低了施工技术管理工作

的效率。因此,在正式考公以前,项目的建设企业,设计单位,监理结构应该共同针对设计图纸进行会审工作,对设计图纸进行全面的分析,深入的了解,认真的掌握施工图纸中的具体操作规程,质量要求,技术要求等等,这样才能保证后续工作的有效性,目的性和规范性。同时,还应该实地对施工现场进行勘察和测量,这样才能充分的掌握项目施工的实际情况,对工程的概况也有了更深入的了解,这样才能进一步的将施工技术和方法改进和完善。

2.3 技术交底的有效实施

技术交底工作对保证工程施工进度和工程质量非常重要,是一项十分重要的工作,我们应该按照质量计划,作业指导书或者技术交底书严格的进行实施,按照组成分部工程的分项工程将施工方案进行进一步细化,施工技术交底工作应该严格遵守分项目工程的要求,以施工方案作为指导,按照施工任务的项目属性和商品属性来进行。以最细微的分享工程为基础,将施工程序和方法把握好,然后将技术交底工作做好。工程部组织设计部门、地产部、物资部及相关单位在工程项目开工前对地盘进行技术交底。地盘经理或技术副总经理在地盘在工程开工前组织各专业工程师向地盘有关技术人员及主要分包单位技术人员进行技术交底。同事,在各个分项目工程施工之前,也应该做好各自的技术交底工作,应该有专门的技术人员负责记录技术交底工作,并且要将文件资料进行存档。

2.4 进一步加强对技术资料的管理

在建筑工程项目的施工过程中,施工进度、质量、成本、安全的管理占首位,对于技术资料的管理方面是相当欠缺的,施工技术资料管理工作对于项目施工具有十分重要的意义,我们必须对这项工作给予足够的重视。针对前期筹划、设计、招标、施工、竣工等多个阶段、环节,在规定的时

检测数据是科学、有效且可靠的。

参考文献:

[1]本刊讯,贵州院《电解锰渣制备蒸压加气混凝土砌块集成关键技术应用研究》项目通过验收[J].墙材革新与建筑节能,2016,(08):48.

[2]苏灿洪.水泥放射性内外照射指数测量结果的不确定度评定[J].福建建材,2016,(12):37-38.

[3]王岩.石膏建筑材料放射性检测结果的不确定度评定[A].天津建材[C].2016,(3):3.