

ICS 91.120.25

P 15

备案号:

DB

中华人民共和国地震行业标准

DB/T XXXXX—XXXX

仪器地震烈度计算

Calculation code for insrumental seismic intensity

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

(征求意见稿)

(本稿完成日期: 2016 年 10 月 19 日)

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国地震局

发布

目 次

前言 II

引言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 符号和缩略语 2

5 仪器地震烈度计算流程 2

6 地震记录选取和处理 3

7 仪器地震烈度计算方法及等级划分 4

参考文献 7

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国地震局提出。

本标准由全国地震标准化技术委员会（SAC/TC 225）归口。

本标准起草单位：中国地震局工程力学研究所、福建省地震局、中国地震局地球物理研究所等。

本标准主要起草人：

引 言

地震烈度是地震引起的地面震动及其影响的强弱程度。随着地震观测技术的发展，目前已经能够利用地震观测仪器采集地震动记录，再按照一定的流程和方法对地震动记录数据进行选取、处理、计算后得到仪器地震烈度。

仪器地震烈度计算是地震烈度速报的基础，可为灾情快速判断、地震应急救援决策和行动、工程抢险修复决策等提供科学依据。规范仪器地震烈度的计算流程和方法，对于科学有效地开展地震烈度速报相关工作具有重大意义。

本标准为现行GB/T 17742—2008《中国地震烈度表》中的地震烈度的定义的拓展。

仪器地震烈度计算

1 范围

本标准规定了仪器地震烈度的计算流程、地震动记录的选取和处理、仪器地震烈度计算方法及等级划分。

本规程适用于地震烈度速报中仪器地震烈度的计算。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

DB/T 59-2015 地震观测仪器进网技术要求 地震烈度仪

DB/T 60-2015 地震台站建设规范 地震烈度速报与预警台站

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地震烈度 seismic intensity

地震引起的地面震动及其影响的强弱程度。

[GB/T 17742-2008，定义2.1]

3.2

地震动 ground motion

地震引起的地面运动。

[GB/T 18207.2-2005，定义6.1.1]

3.3

仪器地震烈度 instrumental seismic intensity

由地震观测仪器获取的地震动记录计算得到的地震烈度。

[DB/T 59-2015，定义3.1.1]

3.4

地震动加速度峰值 peak of ground acceleration

地震动过程中，质点运动加速度绝对值的最大值，用*PGA*表示。

3.5 地震动速度峰值 peak of ground velocity

地震动过程中，质点运动速度绝对值的最大值，用PGV表示。

4 符号和缩略语

下列符号和缩略语适用于本文件。

E-W ——东西方向

N-S ——北南方向

U-D ——竖直方向

PGA ——三方向合成加速度、两水平方向合成加速度或单水平方向加速度记录地震动加速度峰值，单位为米每平方秒（m/s²）

PGV ——三方向合成速度、两水平方向合成速度或单水平方向速度记录的地震动速度峰值，单位为米每秒（m/s）

I_I ——仪器地震烈度计算值

I_{PGA} ——应用加速度峰值得到的仪器地震烈度计算值

I_{PGV} ——应用速度峰值得到的仪器地震烈度计算值

5 仪器地震烈度计算流程

按照图 1 流程计算仪器地震烈度。

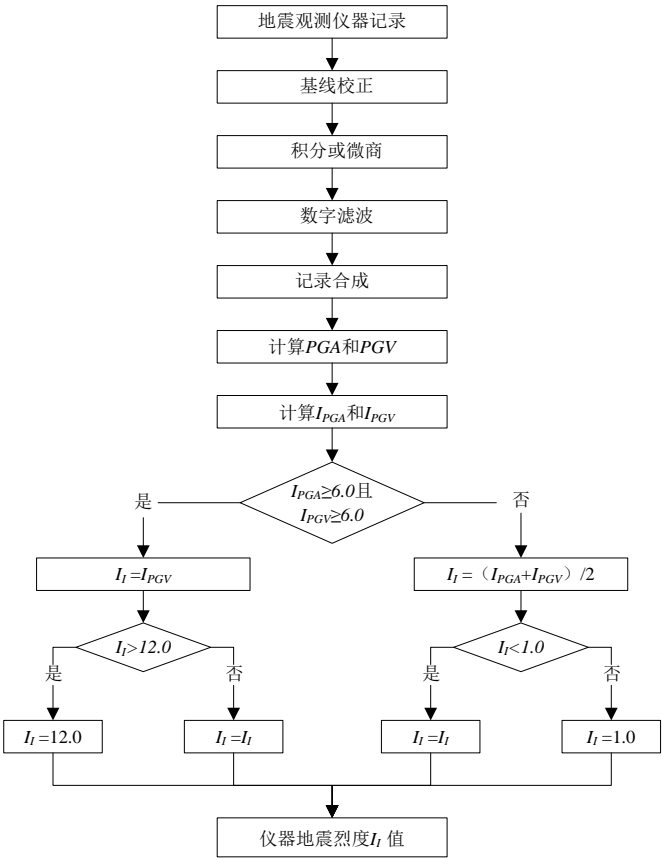


图1 仪器地震烈度计算流程图

6 地震动记录的选取和处理

6.1 地震动记录选取

6.1.1 获取地震动记录所用观测仪器的技术要求应符合 DB/T 59 的规定，仪器频带范围应满足：低频截止频率应小于 0.1Hz，高频截止频率应大于 10Hz。

6.1.2 获取地震动记录所用观测仪器的选址应符合 DB/T 60 的规定。

6.1.3 获取地震动记录所用观测仪器应为三方向（E-W、N-S、U-D），条件不具备时可为两水平方向（E-W、N-S）或单水平方向。

6.2 地震动记录处理

6.2.1 基线校正

选取的记录应进行基线校正处理，宜采用记录时间过程减去地震事件前记录的平均值，事前记录时间长度宜为10s。

6.2.2 积分或微商

6.2.2.1 地震动记录为加速度时应采用对时间进行积分等方法得到速度记录。

6.2.2.2 地震动记录为速度时应采用对时间进行微商等方法得到加速度记录。

6.2.3 数字滤波

6.2.3.1 地震动加速度和速度记录的每个分向均应采用数字滤波器进行 0.1 Hz~10 Hz 带通滤波。

6.2.3.2 滤波器通带波纹应小于 0.5 dB，滤波器带外衰减应大于 12 dB 每倍频程。

6.2.4 记录合成

6.2.4.1 采用公式（1）计算三方向合成加速度记录。

$$a(t_i) = \sqrt{a(t_i)_{E-W}^2 + a(t_i)_{N-S}^2 + a(t_i)_{U-D}^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$a(t_i)$ —— t_i 时刻点合成加速度记录，单位为米每平方秒（m/s²）；

$a(t_i)_{E-W}$ —— t_i 时刻点滤波后东西向加速度记录，单位为米每平方秒（m/s²）；

$a(t_i)_{N-S}$ —— t_i 时刻点滤波后东西向加速度记录，单位为米每平方秒（m/s²）；

$a(t_i)_{U-D}$ —— t_i 时刻点滤波后垂直向加速度记录，单位为米每平方秒（m/s²）。

6.2.4.2 采用公式（2）计算三方向合成速度记录。

$$v(t_i) = \sqrt{v(t_i)_{E-W}^2 + v(t_i)_{N-S}^2 + v(t_i)_{U-D}^2} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$v(t_i)$ —— t_i 时刻点合成速度记录，单位为米每秒（m/s）；

$v(t_i)_{E-W}$ —— t_i 时刻点滤波后东西向速度记录，单位为米每秒（m/s）；

$v(t_i)_{N-S}$ —— t_i 时刻点滤波后东西向速度记录，单位为米每秒（m/s）；

$v(t_i)_{U-D}$ —— t_i 时刻点滤波后垂直向加速度记录，单位为米每秒（m/s）。

6.2.4.3 如记录仅为两水平方向记录,公式(1)中 $a(t_i)_{U-D}$ 及公式(2)中 $v(t_i)_{U-D}$ 均应设置为零。

6.2.4.4 如记录仅为单水平方向记录,取记录的绝对值。

6.2.5 计算 PGA 和 PGV

采用公式(3)计算地震动加速度峰值,采用公式(4)计算地震动速度峰值。

$$PGA = \max[a(t_i)] \dots\dots\dots (3)$$

$$PGV = \max[v(t_i)] \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$a(t_i)$ —— t_i 时刻点合成加速度记录,单位为米每平方秒(m/s^2);

$v(t_i)$ —— t_i 时刻点合成速度记录,单位为米每秒(m/s)。

7 仪器地震烈度计算方法及等级划分

7.1 计算 I_{PGA} 和 I_{PGV}

采用公式(5)计算 I_{PGA} ,采用公式(6)计算 I_{PGV} 。

$$I_{PGA} = \begin{cases} 3.17\log_{10}(PGA) + 6.59 & \text{三方向合成}PGA \\ 3.20\log_{10}(PGA) + 6.59 & \text{二水平方向合成}PGA \dots\dots\dots (5) \\ 3.23\log_{10}(PGA) + 6.82 & \text{单水平方向}PGA \end{cases}$$

$$I_{PGV} = \begin{cases} 3.17\log_{10}(PGV) + 9.77 & \text{三方向合成}PGV \\ 3.20\log_{10}(PGV) + 9.78 & \text{二水平方向合成}PGV \dots\dots\dots (6) \\ 3.23\log_{10}(PGV) + 10.21 & \text{单水平方向}PGV \end{cases}$$

7.2 计算 I_I

采用公式(7)计算 I_I ,计算结果取小数点后一位有效数字,如 I_I 小于1.0时取1.0,如 I_I 大于12.0取12.0。

$$I_I = \begin{cases} I_{PGV} & I_{PGA} \geq 6.0 \text{ 且 } I_{PGV} \geq 6.0 \\ (I_{PGA} + I_{PGV})/2 & I_{PGA} < 6.0 \text{ 或 } I_{PGV} < 6.0 \dots\dots\dots (7) \end{cases}$$

7.3 仪器地震烈度等级划分

7.3.1 仪器地震烈度用 I 表示,共分12级,每级分别用阿拉伯数字1、2、3、4、5、6、7、8、9、10、11和12表示。

7.3.2 仪器地震烈度 I 为地震仪器烈度计算值 I_I 四舍五入取整后的数值。

7.3.3 仪器地震烈度等级划分方法见表1。

表1 仪器地震烈度表与地震动峰值对应表

仪器地震烈度 I	仪器地震烈度计算值 I_L 数值及范围	PGA 数值及范围 (m/s^2)			PGV 数值及范围 (m/s)		
		三方向合成	二水平方向合成	单水平方向	三方向合成	二水平方向合成	单水平方向
1	$0 < I_L < 1.5$	1.80×10^{-2} ($< 2.57 \times 10^{-2}$)	1.80×10^{-2} ($< 2.57 \times 10^{-2}$)	1.57×10^{-2} ($< 2.24 \times 10^{-2}$)	1.21×10^{-3} ($< 1.77 \times 10^{-3}$)	1.10×10^{-3} ($< 1.60 \times 10^{-3}$)	1.10×10^{-3} ($< 1.59 \times 10^{-3}$)
2	$1.5 \leq I_L < 2.5$	3.69×10^{-2} ($2.58 \times 10^{-2} \sim 5.28 \times 10^{-2}$)	3.69×10^{-2} ($2.58 \times 10^{-2} \sim 5.28 \times 10^{-2}$)	3.20×10^{-2} ($2.25 \times 10^{-2} \sim 4.58 \times 10^{-2}$)	2.59×10^{-3} ($1.78 \times 10^{-3} \sim 3.81 \times 10^{-3}$)	2.37×10^{-3} ($1.61 \times 10^{-3} \sim 3.49 \times 10^{-3}$)	2.30×10^{-3} ($1.60 \times 10^{-3} \sim 3.33 \times 10^{-3}$)
3	$2.5 \leq I_L < 3.5$	7.57×10^{-2} ($5.29 \times 10^{-2} \sim 1.08 \times 10^{-1}$)	7.57×10^{-2} ($5.29 \times 10^{-2} \sim 1.08 \times 10^{-1}$)	6.54×10^{-2} ($4.59 \times 10^{-2} \sim 9.34 \times 10^{-2}$)	5.58×10^{-3} ($3.82 \times 10^{-3} \sim 8.19 \times 10^{-3}$)	5.15×10^{-3} ($3.50 \times 10^{-3} \sim 7.59 \times 10^{-3}$)	4.82×10^{-3} ($3.34 \times 10^{-3} \sim 6.97 \times 10^{-3}$)
4	$3.5 \leq I_L < 4.5$	1.55×10^{-1} ($1.09 \times 10^{-1} \sim 2.22 \times 10^{-1}$)	1.55×10^{-1} ($1.09 \times 10^{-1} \sim 2.22 \times 10^{-1}$)	1.33×10^{-1} ($9.35 \times 10^{-2} \sim 1.91 \times 10^{-1}$)	1.20×10^{-2} ($8.20 \times 10^{-3} \sim 1.76 \times 10^{-2}$)	1.12×10^{-2} ($7.80 \times 10^{-3} \sim 1.65 \times 10^{-2}$)	1.01×10^{-2} ($6.98 \times 10^{-3} \sim 1.46 \times 10^{-2}$)
5	$4.5 \leq I_L < 5.5$	3.19×10^{-1} ($2.23 \times 10^{-1} \sim 4.56 \times 10^{-1}$)	3.19×10^{-1} ($2.23 \times 10^{-1} \sim 4.56 \times 10^{-1}$)	2.72×10^{-1} ($1.92 \times 10^{-1} \sim 3.89 \times 10^{-1}$)	2.59×10^{-2} ($1.77 \times 10^{-2} \sim 3.80 \times 10^{-2}$)	2.43×10^{-2} ($1.66 \times 10^{-2} \sim 3.59 \times 10^{-2}$)	2.12×10^{-2} ($1.47 \times 10^{-2} \sim 3.07 \times 10^{-2}$)
6	$5.5 \leq I_L < 6.5$	6.53×10^{-1} ($4.57 \times 10^{-1} \sim 9.36 \times 10^{-1}$)	6.53×10^{-1} ($4.57 \times 10^{-1} \sim 9.36 \times 10^{-1}$)	5.56×10^{-1} ($3.90 \times 10^{-1} \sim 7.94 \times 10^{-1}$)	5.57×10^{-2} ($3.81 \times 10^{-2} \sim 8.17 \times 10^{-2}$)	5.29×10^{-2} ($3.60 \times 10^{-2} \sim 7.81 \times 10^{-2}$)	4.44×10^{-2} ($3.08 \times 10^{-2} \sim 6.43 \times 10^{-2}$)
7	$6.5 \leq I_L < 7.5$	1.35 ($9.37 \times 10^{-1} \sim 1.94$)	1.34 ($9.37 \times 10^{-1} \sim 1.92$)	1.13 ($7.95 \times 10^{-1} \sim 1.62$)	1.20×10^{-1} ($8.18 \times 10^{-2} \sim 1.76 \times 10^{-1}$)	1.15×10^{-1} ($7.82 \times 10^{-2} \sim 1.70 \times 10^{-1}$)	9.31×10^{-2} ($6.44 \times 10^{-2} \sim 1.35 \times 10^{-1}$)
8	$7.5 \leq I_L < 8.5$	2.79 ($1.95 \sim 4.01$)	2.75 ($1.93 \sim 3.94$)	2.31 ($1.63 \sim 3.31$)	2.58×10^{-1} ($1.77 \times 10^{-1} \sim 3.78 \times 10^{-1}$)	2.50×10^{-1} ($1.71 \times 10^{-1} \sim 3.69 \times 10^{-1}$)	1.95×10^{-1} ($1.36 \times 10^{-1} \sim 2.83 \times 10^{-1}$)
9	$8.5 \leq I_L < 9.5$	5.77 ($4.02 \sim 8.30$)	5.64 ($3.95 \sim 8.08$)	4.72 ($3.32 \sim 6.75$)	5.55×10^{-1} ($3.79 \times 10^{-1} \sim 8.14 \times 10^{-1}$)	5.44×10^{-1} ($3.70 \times 10^{-1} \sim 8.03 \times 10^{-1}$)	4.09×10^{-1} ($2.84 \times 10^{-1} \sim 5.92 \times 10^{-1}$)

表 1（续）

仪器地震烈度 <i>I</i>	仪器地震烈度计算值 <i>I_I</i> 数值及范围	<i>PGA</i> 数值及范围 (m/s ²)			<i>PGV</i> 数值及范围 (m/s)		
		三方向合成	二水平方向合成	单水平方向	三方向合成	二水平方向合成	单水平方向
10	$9.5 \leq I_I < 10.5$	1.19×10^1 ($8.31 \sim 1.72 \times 10^1$)	1.16×10^1 ($8.09 \sim 1.66 \times 10^1$)	9.64 ($6.76 \sim 1.38 \times 10^1$)	1.19 ($8.15 \times 10^{-1} \sim 1.75$)	1.18 ($8.04 \times 10^{-1} \sim 1.75$)	8.58×10^{-1} ($5.93 \times 10^{-1} \sim 1.24$)
11	$10.5 \leq I_I < 11.5$	2.47×10^1 ($1.73 \times 10^1 \sim 3.55 \times 10^1$)	2.38×10^1 ($1.67 \times 10^1 \sim 3.40 \times 10^1$)	1.97×10^1 ($1.39 \times 10^1 \sim 2.81 \times 10^1$)	2.57 (1.76~3.77)	2.57 (1.76~3.77)	1.80 (1.24~2.60)
12	$11.5 \leq I_I$	$> 3.55 \times 10^1$	$> 3.40 \times 10^1$	$> 2.81 \times 10^1$	> 3.77	> 3.77	> 2.60
注1： <i>PGA</i> 数值由公式（3）计算得出，括弧内给出的是变动范围，可供仅有 <i>PGA</i> 时参考。							
注2： <i>PGV</i> 数值由公式（4）计算得出，括弧内给出的是变动范围，可供仅有 <i>PGV</i> 时参考。							

参 考 文 献

- [1] GB/T 17742 中国地震烈度表
 - [2] GB/T 18207.1-2008 防震减灾术语 第1部分：基本术语
 - [3] GB/T 18207.2-2005 防震减灾术语 第2部分：专业术语
 - [4] DB/T 59-2015 地震观测仪器进网技术要求 地震烈度仪
 - [5] DB/T 60-2015 地震台站建设规范地震台站建设规范 地震烈度速报与预警台站
-