



中华人民共和国国家标准

GB/T 4797.7—2008/IEC 60721-2-6:1990

电工电子产品环境条件分类 自然环境条件 地震振动和冲击

Classification of environmental conditions of electric and electronic products—
Environmental conditions appearing in nature—Earthquake vibration and shock

(IEC 60721-2-6:1990, Classification of environmental conditions—
Part 2: Environmental conditions appearing in nature—
Earthquake vibration and shock, IDT)

2008-12-30 发布

2009-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围和目的	1
2 规范性引用文件	1
3 概述	1
4 地震等级	2
5 用响应谱对地震环境的描述	3
6 地震区划图	4

前 言

GB/T 4797 目前包括以下 8 个部分:

- GB/T 4797.1 电工电子产品自然环境条件 温度和湿度
- GB/T 4797.2 电工电子产品自然环境条件 第 2 部分:海拔与气压、水深与水压
- GB/T 4797.3 电工电子产品自然环境条件 生物
- GB/T 4797.4 电工电子产品自然环境条件 太阳辐射和温度
- GB/T 4797.5 电工电子产品环境条件分类 自然环境条件 降水和风
- GB/T 4797.6 电工电子产品自然环境条件 尘、沙、盐雾
- GB/T 4797.7 电工电子产品环境条件分类 自然环境条件 地震振动和冲击
- GB/T 4797.8 电工电子产品环境条件分类 自然环境条件 火灾暴露

本部分是 GB/T 4797 的第 7 部分。

本部分等同采用 IEC 60721-2-6:1990《环境条件分类 第 2 部分:天然地震振动和冲击中的环境条件》。

为了便于使用,本部分做了下列编辑性修改:

- 删除了国际标准的前言;
- 增加了国家标准前言;
- 将国际标准的引言转换为本部分的引言;
- “IEC 721 的本部分”一词改为“GB/T 4797 的本部分”或“本部分”;
- 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”。

本部分由全国电工电子产品环境条件与环境试验标准化技术委员会(SAC/TC 8)提出并归口。

本部分起草单位:广州大学、广州电器科学研究院、苏州试验仪器总厂、苏州东菱振动试验仪器有限公司和中国船舶重工集团公司第七〇四研究所。

本部分主要起草人:徐忠根、颜景莲、胡新华、江运泰、钱昭俊、吴鹏飞、徐立义。

引 言

GB/T 4797 的本部分作为产品选择适当的地震参数严酷等级时的背景材料。采用 GB/T 4796 的严酷等级。

更详细资料可参阅专业文献,如 ISO 6258:1985,核电厂抗震设计。

电工电子产品环境条件分类

自然环境条件 地震振动和冲击

1 范围和目的

GB/T 4797 的本部分给出了关于天然地震振动和冲击下的环境条件。

其目的是定义地震的一些基本特性和特征量,以给在贮存和使用过程中可能会遭受这些条件的产品提供背景材料。仅给出了地面条件的加速度。对结构条件有所提及,但是仅限于一般条件的描述。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 4797 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 4796—2008 电工电子产品环境条件分类 第1部分:环境参数及其严酷程度(IEC 60721-1:2002,IDT)

3 概述

地震带来的影响是振动,而振动可以通过随机过程模拟。该振动会对产品产生影响,并对产品产生多种方式的应力。

本部分旨在提供地震的信息,以及产品在地震期间的动力学性能。本部分给出的数值都是典型示例,不应作为标准值。

3.1 地震振动的起源和传播

当应力积累到足以导致破坏地壳的程度时,就会发生地震。这些不稳定因素存在于地震活跃区,这些地区跟一些地理因素相关,如海槽、海脊、山脊、火山、海沟、构造断层等。

突然断裂释放出的势能会从震源以三种不同速度的基波形式向外传播:

- 纵波,在传播方向上使岩石挤压或者扩张;
- 横波,垂直于传播方向上使岩石受扭转剪切;
- 面波,是前面两种波的组合,受地面条件限制。

3.2 地震振动的特性

地震产生随机地面运动,该运动具有同时发生但统计意义上相互独立的水平和竖向两部分分量的特点。中等的地震可以持续 15 s~30 s,强烈的可以持续 60 s~120 s。一般来说,具有最大地面加速度的强部可达 10 s。典型的宽带随机振动在频率 1 Hz~35 Hz 内具有最大能量,频率在 1 Hz~10 Hz 的地震对产品更具破坏性。通常假定,在 3.5 Hz 以下地面运动的竖向分量为水平运动的 67%~100%,在 3.5 Hz 以上等于水平运动。

注:最大加速度通常用于描述针对特定场地的地震强度。

3.3 地基上的产品

描述地面运动的典型宽带谱以多频激励为主。对于安装在地基上的产品,地面运动(包括水平和竖向)的振动有可能被放大。对于任何给定的地面运动,放大程度取决于系统(土壤、基础和产物)振动的特征频率以及阻尼特性。

3.4 建筑和结构内的产品

地面运动(主要是水平运动)可通过作为中间的建筑结构而被过滤和放大以产生楼面的变幅正弦振动。描述建筑物楼面运动的典型窄带谱以单频激励为主。安装于建筑物楼面上产品的加速度可能会达到地面加速度的若干倍,这取决于系统的阻尼比以及振动的特征频率。放大程度和带宽取决于每个建筑物以及产品结构的动力学特性。对频率为 5 Hz~8 Hz 的振动敏感的产品最易受影响。

4 地震等级

按地震学,地震按照其烈度或震级不同进行分级。

地震烈度[例如,修正的 MSK 震级或者 MERCALLI-CANNICANI-SIEBERG(麦加利震级)等级]都是根据经验确定的,按其影响来划分地震烈度等级(参考表 1)。

地震震级(例如里氏震级)基于记录的数据进行确定,并用以评定震源释放的地震能量。

这些等级可大体对应地面加速度的某些数值,由此而得到的试验数据是有限的。

里氏(RICHTER)震级跟地面加速度的近似关系在表 1 中给出。表 1 中给出的加速度量值是针对地面条件。考虑以下因素,产品的加速度量值跟里氏震级之间只能给出近似关系:

- 土壤和岩石条件(包括饱和水);
- 离震中的距离;
- 结构或产品基础的情况。

地震烈度跟地震震级之间的近似关系如表 2 所示,表中列出了里氏震级且跟表 1 对齐。应注意该关系会受到以下因素的影响:

- 场地的土壤和岩石条件;
- 震源深度;
- 地震作用持续时间。

表 1 地震烈度

麦加利修正烈度		近似加速度值 m/s ²	地震分区 (见注)
1	人无感觉	2	0
2	静止的或上部楼层的人有感觉		
3	悬挂物摆动 灯光抖动		
4	如同在重型卡车中受到的振动 窗户和器皿咯噔作响 静止的汽车摇晃		1
5	在室外的人有感觉 睡着的人惊醒 小物件跌落 镜框移动		
6	人人都有感觉 家具移位 破坏:玻璃破碎,货物从柜中跌落,墙灰裂开		

表 2 近似的里氏震级

0-2
1-2
2-3
3-4
4-5
5-6

表 1 (续)

麦加利修正烈度		近似加 速度值 m/s ²	地震分区 (见注)
7	行驶的车中能感觉到 站立不稳 教堂钟敲响 破坏:烟囱和建筑装饰破裂, 粉刷脱落,家具破裂,大面积墙灰和砖墙 开裂,部分土砖房倒塌	3	2
8	行驶的车失控 树枝断裂 饱和土开裂 倒塌:高架水箱,纪念碑,砌体房屋 中等到严重程度破坏:砖结构房屋(未与 地基固结),灌溉工程,岸堤		
9	饱和土“喷砂冒水” 山体滑坡,地表开裂 破坏:无配筋砖砌体墙 中等到严重程度破坏:配筋不足的钢筋混 凝土结构,地下管道	5	3和4
10	大范围塌方和土壤破坏 破坏:桥梁,管道,部分钢筋混凝土结构 中等到严重程度破坏:大部分建筑物,大 坝,铁轨		
11	永久性地表扭曲		
12	几乎所有东西破坏		
注:指定的地震区域表示在50年里预期发生的地震等级(见图5)。			

表 2 (续)

5-7
6-8
7-9
8或8以上

5 用响应谱对地震环境的描述

5.1 响应谱

响应谱法是普遍接受的专门用于试验对地震环境的设计描述方法。在响应谱中,某一族振荡器的最大响应(每个振荡器都有其对应的单一自由度和固定的粘滞阻尼),以振动的特征频率的函数表达,而这些振荡是由地震引起的地面运动加速度造成的(可以看出,响应谱不是真正意义上地面振动的谱)。

图1中给出了一真实地震的加速度记录例子(自然时间历程)。

图2表示响应谱的模型。它记录了在固定特征频率 $f_{ri}(i=1\sim n)$ 和常阻尼的振荡器的初始振幅的响应。在特征频率激励更长和更强下,该振荡器振幅会更大。

5.2 基本响应谱

如果记录了在地震中某处和其附近地面运动时间历程数据,就用它来建立响应谱。通过控制形状变化,来导出反应地震激励的基本响应谱。

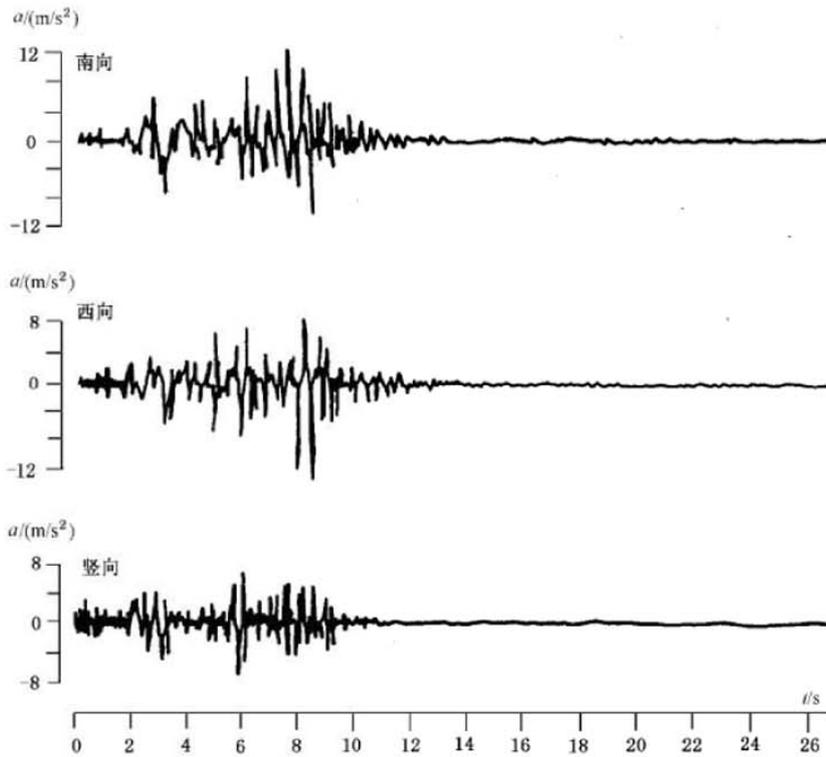
从不同地震中确定的大量有代表性的基本响应谱可以描述某区域或地区预期地震应力。

5.3 规定响应谱

基本响应谱的包络曲线定义为规定响应谱,因为它标志着某一给定地点或区域发生地震时规定的振动极限。某一场地上产品的不同安装方法可能会导致需要对响应谱进行不同的修正,该修正取决于它们的支撑物(建筑物,楼板,机壳等等)。该谱(图4)表示了试验中频率、幅值(位移、速度或加速度)和阻尼之间的关系。

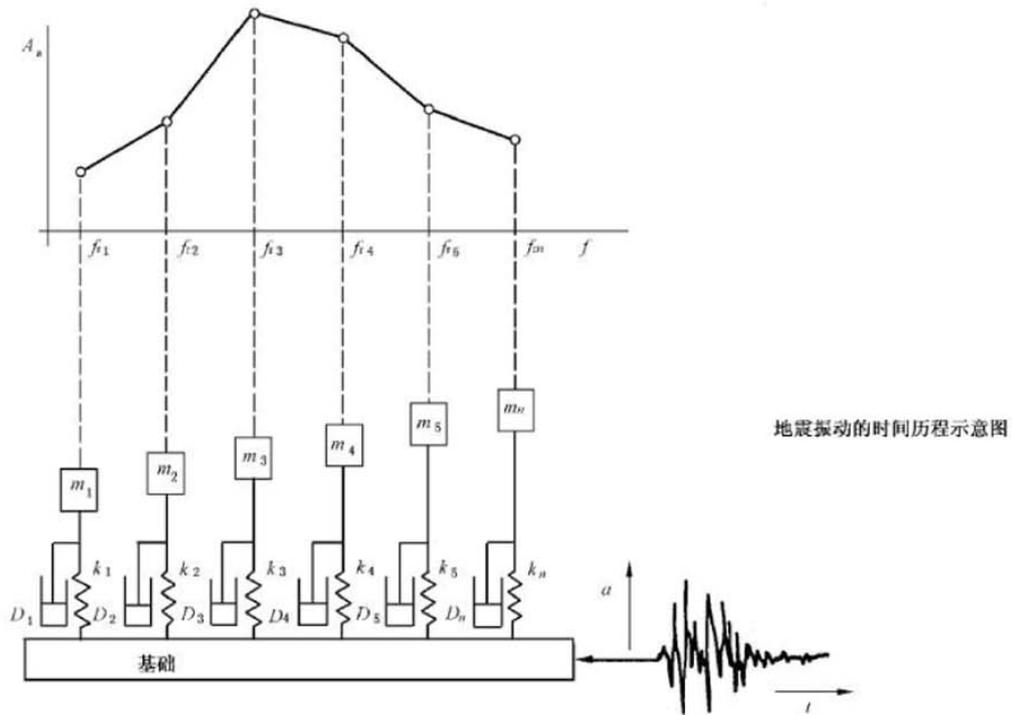
6 地震区划图

表1列出地震活动的不同区域在世界地图上的分布如图5所示。



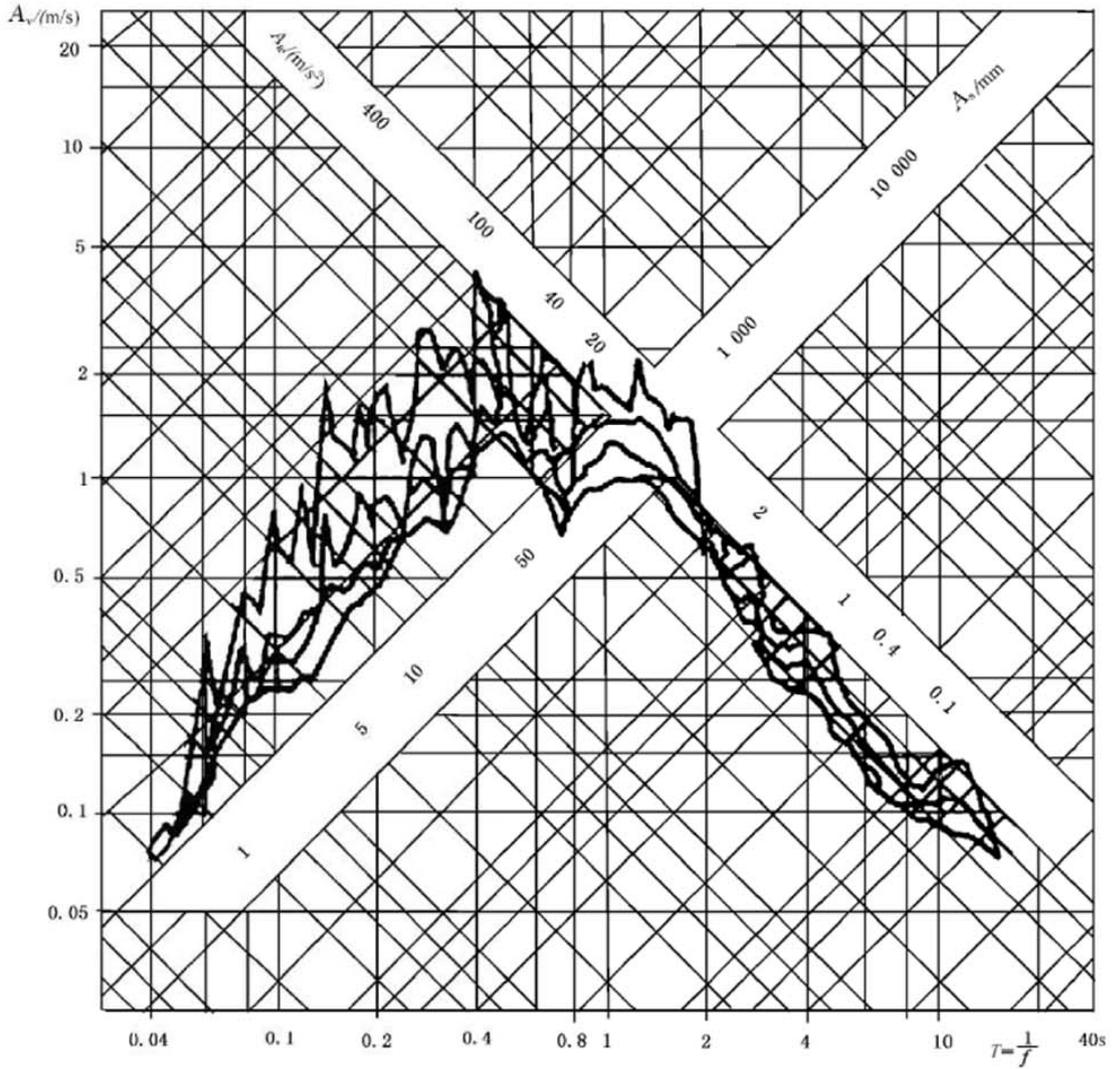
a ——加速度;
 t ——时间。

图1 圣费尔南多谷地地震加速度记录(1971)



- α ——初始加速度幅值；
- A_a ——响应加速度幅值；
- D_i ——阻尼；
- f_{ni} ——不同振荡器的自然频率；
- f ——频率；
- k_i ——刚度；
- m_i ——质量；
- t ——时间。

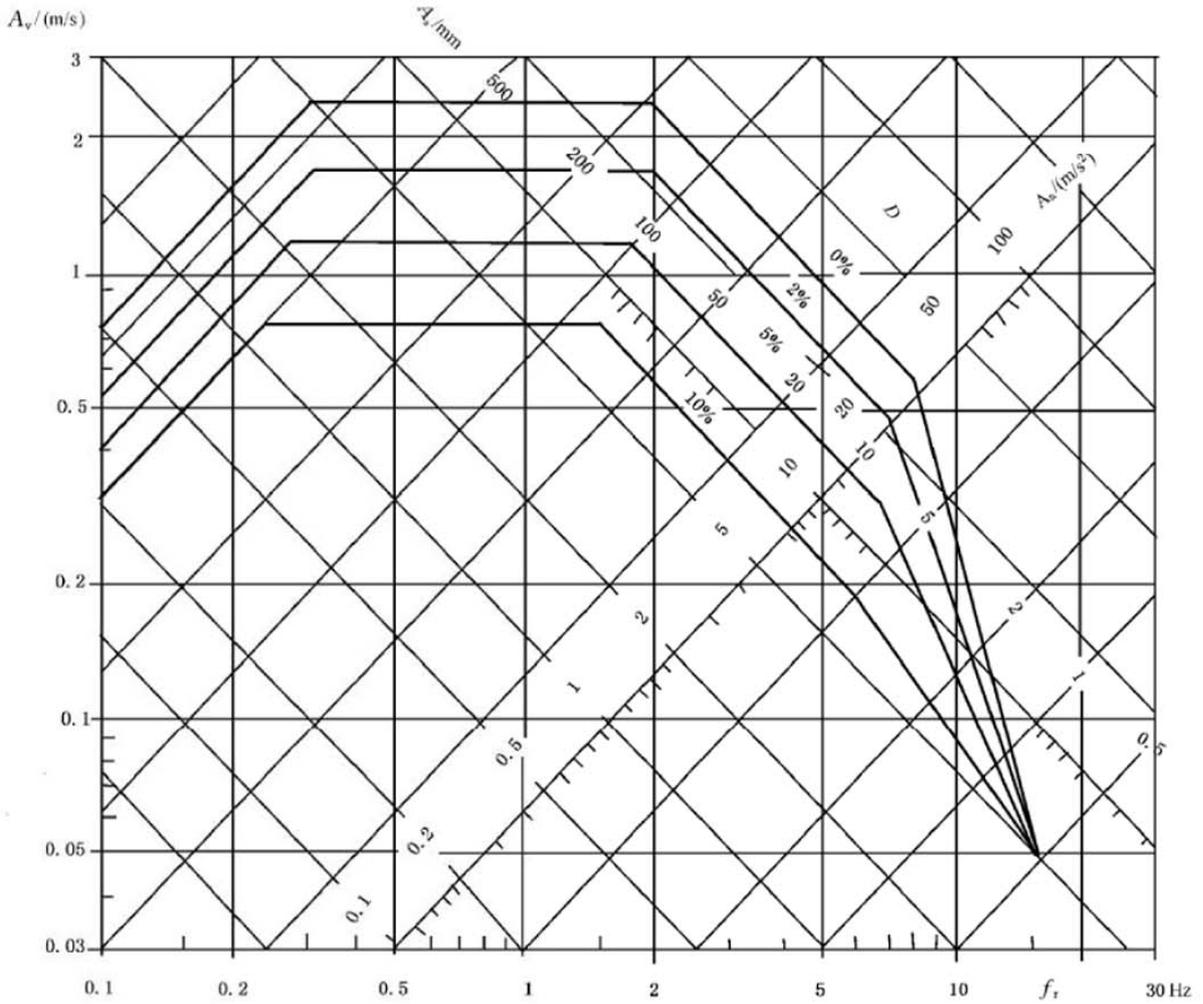
图 2 构成基本响应谱的模型



A_a ——响应加速度幅值；
 A_s ——响应位移幅值；
 A_v ——响应速度幅值；
 f ——频率；
 T ——周期(频率的倒数)。

注：图3和图4中速度、加速度和位移之间的关系在低阻尼情况下是有效的。它是近似的，适用于相对速度响应、绝对加速度响应和相对位移响应之间的对比。

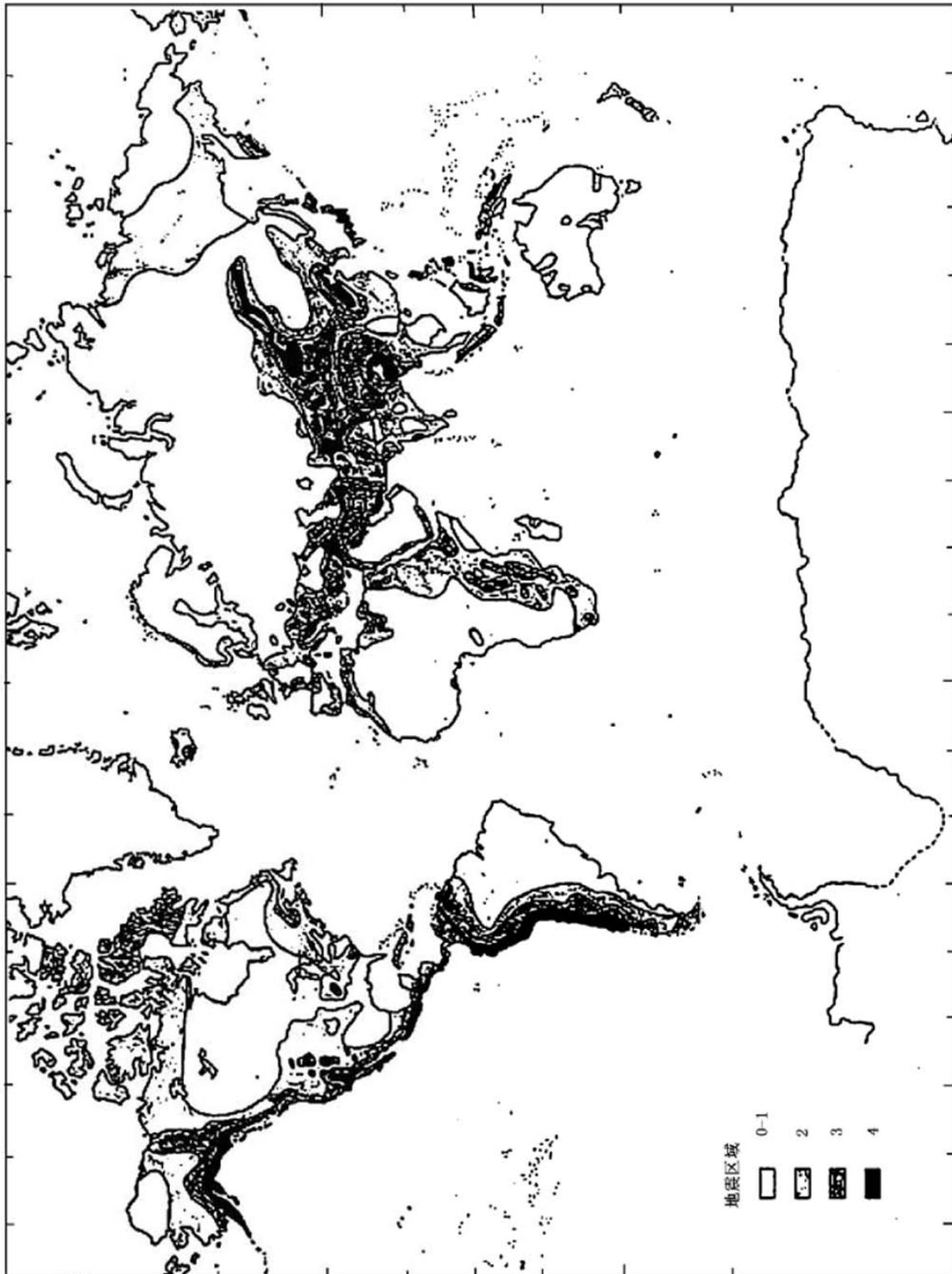
图3 阻尼为0.2%、5%和10%的圣费尔南多谷地震(1971,图1)的基本响应谱(曲线从上到下)



A_a ——响应加速度幅值；
 A_s ——响应位移幅值；
 A_v ——响应速度幅值；
 f_r ——频率。

注：图 3 和图 4 中速度、加速度和位移之间的关系在低阻尼情况下是有效的。它是近似的，适用于相对速度响应、绝对加速度响应和相对位移响应之间的对比。

图 4 规定响应谱示例



(由 W. 霍普(Hoppe)先生提供 来源:自然灾害的世界地图,慕尼黑再保险公司,1978)

图 5 地震活动区划图