

中国数字地震观测网络技术规程

JSGC—01

中国数字测震台网 技术规程

Stipulation on China Digital Seismograph Network

中国地震局



地震出版社

中国数字地震观测网络技术规程

JSGC-01

中国数字测震台网技术规程

Stipulation on China Digital Seismograph Network

中国地震局

地震出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国数字地震观测网络技术规程/中国地震局. —北京: 地震出版社, 2005.9

ISBN 7-5028-2729-3

I. 中… II. 中… III. 计算机网络—应用—地震—观测—规程—中国 IV. P315.69-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 091861 号

地震版 XT200500123

中国数字测震台网技术规程

中国地震局

责任编辑: 薛广盈

责任校对: 王花芝

出版发行: 地震出版社

北京民族学院南路 9 号

邮编: 100081

发行部: 68423031 68467993

传真: 88421706

门市部: 68467991

传真: 68467991

总编室: 68462709 68423029

传真: 68467972

E-mail: seis@ht.rol.cn.net

经销: 全国各地新华书店

印刷: 北京地大彩印厂

版 (印) 次: 2005 年 9 月第一版 2005 年 9 月第一次印刷

开本: 787×1092 1/16

字数: 698 千字

印张: 35.75

印数: 0001~1000

书号: ISBN 7-5028-2729-3/P·1256 (3360)

定价: 90.00 元 (全套)

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

前 言

本规程是为了规范“中国数字地震观测网络”项目“中国数字测震台网”分项目实施和试运行的技术、内容和方法制定的。

本规程共有 7 个附录，其中附录 A 至附录 D 为规范性附录，附录 E 至附录 G 为资料性附录。

本规程由地壳运动监测工程研究中心组织起草。

本规程主要起草人：杨太克、徐平、刘瑞丰、陈书清、高景春、刘维克、郑重、周华根、吕金水、吕志勇、赵建和、何少林、韩磊、黄文辉、关晶波、余书明、王飞。

目 录

1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 台址勘选	4
5 台站建设	5
6 专用设备技术要求与测试	9
7 专用设备安装	13
8 数据处理与服务	16
9 台网试运行	23
附录 A (规范性附录) 地震计的技术要求	29
附录 B (规范性附录) 数据采集器的技术要求	35
附录 C (规范性附录) 数字测震台网基本情况	37
附录 D (规范性附录) 试运行上报表	38
附录 E (资料性附录) 台址勘选测试设备和步骤	41
附录 F (资料性附录) 台站勘选测试数据处理	43
附录 G (资料性附录) 台阵勘选测试数据处理	44
参考文献	45

1 适用范围

本规程规定了中国数字测震台网基本术语、工程实施、设备通信接口、运行功能、数据处理、试运行的工作内容、技术方法、技术要求及成果表达形式。

本规程适用于“中国数字地震观测网络”项目“中国数字测震台网”分项目建设工程。

2 规范性引用文件

下列文件或标准所包含的条文，通过在本规程中引用而构成本规程的条文。本规程颁布时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本规程的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB/T 18207.1—2000 防震减灾术语
- GB/T 19531.1—2004 地震台站观测环境技术要求
- GB 17740—1999 地震震级的规定
- GB50057—94 建筑物防雷设计规范
- GB/T 6587.1—1986 电子测量仪器
- DB/T 1—2000 地震行业标准体系表
- DB/T 11.1—2000 地震数据分类与代码
- DB/T 2—2003 地震波形数据交换格式
- DB/T 4—2003 地震台站代码
- DB/T 13—2000 地震计接口
- 《中华人民共和国防震减灾法》第八届全国人民代表大会，1997 年
- 《地震监测管理条例》中华人民共和国国务院，2004 年
- 《地震及前兆数字观测技术规范》（试行）中国地震局，2001 年
- 《遥测地震台网观测技术规范》国家地震局科技监测司，1991 年

3 术语和定义

3.1 国家数字测震台站

国家数字测震台站的功能是监测我国境内及全球大尺度范围的地震活动。

国家数字测震台站应配置有甚宽频带或超宽频带数字地震观测系统。

3.2 国家数字测震台网中心

国家级和区域级数字测震台站以及流动观测地震数据的收集和转发、地震速报、分析处理和提供数据服务的中心。

国家数字测震台网中心应配置有数据接收汇集、数据分析处理、数据存储及数据服务等技术系统。

3.3 区域数字测震台站

区域数字测震台站的功能是监测一定区域的地震活动和火山活动。

区域数字测震台站应配置有宽频带数字地震观测系统，部分台站因条件特殊，可配置短周期或甚宽频带数字地震观测系统。

3.4 区域数字测震台网部

区域级数字测震台站、相邻区域数字测震台站、流动观测地震数据的收集和转发、地震速报、分析处理和提供数据服务的中心。

区域数字测震台网部应配置有数据接收汇集、数据分析处理、数据存储及数据服务等技术系统。

3.5 应急流动数字测震台网

应急流动数字测震台网的功能是大震前的前震观测和震后地震活动监测。

应急流动数字测震台网应配置有宽频带或短周期数字地震观测仪器。

3.6 科学台阵

科学台阵的功能是探测地球内部结构，开展各种规模地球科学研究的野外观测和试验。

科学台阵应配置有甚宽频带、宽频带或短周期数字地震仪器。

3.7 小孔径测震台阵

小孔径测震台阵由在几千米至几十千米地区内以一定几何形状排列的地震计系统、数据传输系统和数据处理系统组成，用于监测微弱地震信号，提高一定距离范围的地震

监测能力。

小孔径测震台阵配有甚宽频带或短周期数字地震观测仪器。

3.8 地震观测

对地震或地震前兆进行观察与测量。

3.9 测震观测对象

测震观测对象是地表质点的运动（包括地动位移、地动速度和地动加速度）。

3.10 地震活动性

一定时间、空间范围内发生的地震在强度、频度、时间和空间等方面的分布规律和特征。

3.11 地震计

用于直接检测地振动的仪器。

3.12 数据采集器

使地震计输出的信号数字化的仪器。

3.13 信号与噪声

信号是指地震波的振动信号。

噪声指环境噪声、通信线路噪声和仪器噪声。

3.14 地震仪器标定

测定地震仪器参数，并检验地震仪的工作性能是否满足要求。

3.15 观测环境

观测点附近的可能产生环境噪声的源的分布，政府部门的发展规划及交通、通信和地质背景情况。

4 台址遴选

4.1 观测环境

4.1.1 基本环境技术要求

台址观测环境技术要求必须符合 GB/T 19531.1—2004《地震台站观测环境技术要求》第 1 部分：测震 的规定。

4.1.2 台站位置

a) 国家数字测震台站依本项目立项建议书及可行性报告中初定台站地理位置的经纬度参数，新建台站位置与相邻台的间距误差不超过 20%。

b) 区域数字测震台依本项目立项建议书及可行性报告中初定台站地理位置的经纬度参数，新建台位置与相邻台站的间距误差不超过 15%。

4.1.3 小孔径台阵

a) 台阵布设区域应尽可能选择在平坦的地区。

b) 台阵布设区域尽可能处于同一地质构造单元。

c) 台阵布设区域及周边没有能被两个以上子台记录到的干扰源。

d) 台址应选具备专线埋设或无线传输条件的地方。

4.2 场地测试

4.2.1 测试设备和测试步骤

测试设备和测试步骤执行 GB/T 19531.1—2004 A.2 观测设备、 A.3 观测方法。具体可以按照附录 E 的要求进行。

4.2.2 测试数据处理

测试数据处理执行 GB/T 19531.1—2004 A.4 测试结果的分析与处理。具体可按照附录 F 的要求进行。

要求非天然地震事件发生频度 N (次数/小时) $N < 0.05$ 为优, $0.05 \leq N \leq 0.1$ 为良, 并且非天然地震事件持续时间占记录时间的百分比 $R < 1\%$ 。

静态地脉动噪声功率谱密度在整个观测期间内的平均值在 1~20Hz 频带内高出 NLNM 不到 60dB, 有条件地区可测量低频 (0.01~0.1Hz) 平均噪声功率谱密度, 应以不高于 NLNM 噪声水平 40dB 为宜。

静态地脉动噪声有效值:

a) 短周期: 速度噪声有效值应小于 $1 \times 10^{-7} \text{m/s}$ 。

b) 井下台：速度噪声有效值应小于 $5 \times 10^{-6} \text{m/s}$ （地面测量）。

c) 甚宽带：加速度噪声有效值应小于 $2 \times 10^{-9} \text{m/s}^2$ 。

4.2.3 台阵波形数据预处理

按照附录 G 的要求进行。

4.2.4 遴选报告

经过遴选、测试和计算，编写遴选报告，报告必须包括：

a) 遴选台址点位总表，标出所有遴选地点的地图。

b) 分节逐个对勘址地点进行讨论，其中每节包括：综合描述候选点位的交通条件、供电和通信条件、安全条件、施工条件、气象条件，并按很适合、一般适合和不适合分类评价。

c) 站点地质构造环境（文字和图），井下台还应提供纵剖面情况（柱状图）等资料。

d) 传输信道分析测试结果。

e) 场地测试处理结果表述，遴选时间和人员名单。

f) 工程设计中对台站设计要求的有关图件。

g) 综合条件和测试结果，台址总体评价意见。

h) 原始波形记录数据（以附件方式，光盘介质）。

5 台站建设

5.1 基建要求

5.1.1 观测室建设

观测室应按工程设计方案要求实施，面积一般不小于 20 m^2 ，空调、供电及布局应与前兆观测仪器系统、信息节点综合考虑。

5.1.2 摆房建设

5.1.2.1 甚宽频带地震计

a) 甚宽频带地震计摆房应按报批的设计方案施工。

b) 地表型摆房应有不少于 1 道保温防潮密封隔离间或隔离带，半地下室摆房、山洞摆房不少于 2 道保温防潮密封隔离间或隔离带。

c) 摆房室内湿度应小于 90%；扰动气流速度低于 3.0 km/h ，温度变化小于 1°C/d 和 10°C/a ，室内应有温、湿度观测装置。

5.1.2.2 宽频带地震计

a) 宽频带地震计摆房设有保温防潮密封隔离间或隔离带。

b) 摆房室内湿度小于 95%；扰动气流速度低于 5.0 km/h ，温度变化小于 2°C/d

和 15°C/a 。

5.1.2.3 短周期地震计

摆房室内湿度小于 95%。

5.1.2.4 井下地震计

a) 必须有完整的井孔技术资料：地理位置图、柱状纵剖面图、深度、倾斜度、井内有无异物等资料报告。

b) 井口须严格加固密封，谨防井口破坏或掉入异物。

c) 摆房建设视井口位置确定并须满足地震计下井安装条件。

5.1.3 台基建设

a) 地震计直接安装在基岩上时，基岩台基磨平面积不小于 $0.3\text{m} \times 0.3\text{m}$ ，保证地震计的正常安装操作。

b) 摆墩结构和建设依据《地震及前兆数字观测技术规范》中“地震观测”第二节第 19、20、21 条相关要求。

5.2 综合防雷系统

5.2.1 建筑避雷

观测室应按建筑 GB50011—2001 中规定乙类建筑抗震设防标准设计和建设；按 GB50057—94 中规定的第三类防雷建筑物要求设计避雷系统。

5.2.2 供电线路避雷

台站供电线路避雷输入端应采用两级及以上避雷方式，安装三相电源避雷器和单相电源避雷器。

避雷接地电阻小于 4Ω 。避雷器接地接触良好，保持长期无灰尘脏物，不易受腐蚀。

供电电缆入室前 15m 须用铠装电缆埋地或者用金属套管屏蔽（金属套管必须接地良好）。

5.2.3 传输线路避雷

数据传输线路（包括数据传输专线、网络线路、GPS 天线馈线、无线设备馈线）上应安装相应信号避雷器。

避雷接地电阻小于 4Ω 。避雷器接地接触良好，保持长期无灰尘脏物，不易受腐蚀。

传输线室外部分长度大于 15m 时，应加装屏蔽接地套管或挖沟埋地。

5.2.4 仪器避雷与接地

仪器应严格按安装手册要求采取相应的避雷措施。

仪器外壳以及设备放置机箱需与电源地可靠连接。

5.3 供电系统

5.3.1 交流供电模式

交流供电模式的框图见图 5.1（发电机为可选设备）

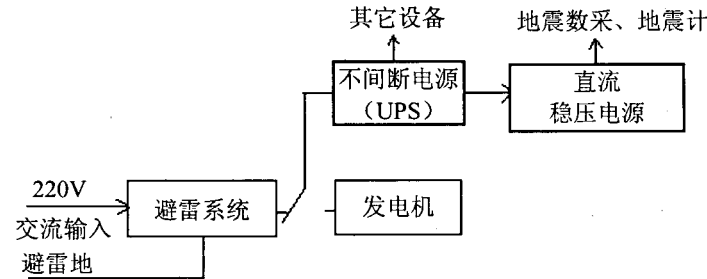


图 5.1 交流供电模式的框图

各设备间需连接可靠，符合安装手册有关要求。

不间断电源 (UPS) 功率一般不小于台站测震系统总功率的 2 倍，蓄电池组可以提供 4 小时以上供电储备。

5.3.2 直流供电模式

直流供电模式的框图见图 5.2。

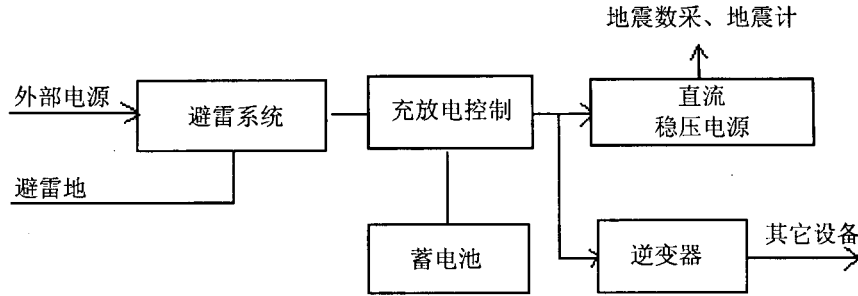


图 5.2 直流供电模式的框图

充放电控制器须与外部电源相配套，能够有效防止蓄电池的过充和过放电。

蓄电池可以提供台站测震系统 4 小时以上供电储备。

5.4 数据传输系统

5.4.1 数据传输链路

5.4.1.1 卫星地球站 (VSAT)

使用卫星地球站，通过中国地震局卫星数据通信网进行观测数据传输。

卫星地球站使用中国地震局核定的通信频率,并需要事先取得地方无线电管理部门和行业无线电管理办公室的批准。

卫星地球站设备安装应在中国地震台网中心技术部门指导下,严格按设备使用手册进行操作。

卫星信道误码率需优于 10^{-6} 。

5.4.1.2 专用无线传输

专用无线传输包括短波、超短波及扩频微波等,信道方式分为单工(FEC)传输与双工(半双工或全双工)传输。

短波数字电台、超短波数字电台必须使用中国地震局核定的专用通信频率,扩频微波需使用国家无线电管理部门许可的频率。使用专用无线传输需要事先取得地方无线电管理部门和行业无线电管理办公室的批准。

专用无线传输设备安装必须严格按使用手册,天线架设位置应满足视距传输条件及所在地区的抗风加固要求(一般要求生存风力不小于 11 级,工作风力不小于 8 级)。

专用无线传输信道误码率需优于 10^{-6} 。

5.4.1.3 数据专线

数据专线包括向电信运营部门租用的模拟和数字专线。

使用数据专线进行观测数据实时传输,应符合建设总体方案设计要求并满足当地通信条件。

按照电信部门规约及使用手册,完成专线通信设备安装与参数设定。

数据专线传输信道误码率需优于 10^{-7} 。

5.4.1.4 公共无线网络

无信息节点的台站可采用公共无线网络(GPRS 或 CDMA)传输实时观测数据,并应符合建设总体方案设计要求。

使用公共无线网络,需具备不少于 20s 的数据缓存及重传能力。

使用公共无线网络,需进行连续 24 小时传输测试,误码率应优于 10^{-6} 。

5.4.1.5 地震信息网络

在具备信息节点功能的台站,观测数据传输使用地震信息网络的统一信道,应与台站信息节点集成建设统一设计,IP 地址遵循中国数字地震观测网络统一规划,符合综合台站设计方案要求。

使用地震信息网络,需具备不少于 20s 的数据缓存及重传能力。

使用地震信息网络,需进行连续 24 小时传输测试,误码率应优于 10^{-6} 。

5.4.2 传输接口标准

指数据采集器及台网中心(部)数据接收汇集系统与数据传输设备间连接时所适用

的数据接口标准。

5.4.2.1 串行接口标准

串行接口标准需遵循 EIA RS-232C 串行接口标准。可根据数据传输设备实际情况采用异步串行通信或同步串行通信。

5.4.2.2 网络接口标准

网络接口标准需遵循 IEEE10/100Base-T 接口标准，接口支持 IEEE802.3 协议簇。

5.5 提交台站建设报告

台站建设完成后需向项目承建单位提交“台站建设报告”。

6 专用设备技术要求与测试

6.1 技术指标

6.1.1 地震计分类

地震计按照记录的地动参数可划分为速度型、加速度型地震计；按频带分为短周期地震计、宽带地震计、甚宽带地震计、超宽带地震计；按照使用方式分为地表型地震计、井下型地震计。

6.1.2 地震计的通用技术指标

应该满足 DB/T 13—2000《地震计接口》的要求，或与 DB/T13—2000 兼容，并具有对地震计监控的端口与引线。主要技术指标见附录 A。

6.1.3 地震数据采集器分类

按照通道数量分为单通道、三通道、六通道和九通道；按照分辨率分为 16 位、24 位数据采集器；按照使用方式分为固定数据采集器和流动数据采集器。

6.1.4 24 位数据采集器的技术指标

24 位数据采集器的主要技术指标见附录 B。

6.2 测试方法

6.2.1 地震计技术指标的测试方法

地震计专业技术指标主要包括地震计的灵敏度、频率特性、动态范围、失真度、寄生振荡频率以及标定线圈灵敏度等。使用三轴振动台配合经严格测试的数据采集器进行测试。

地震计动态范围测试需要在台站进行（背景噪声尽可能低）。

6.2.1.1 幅频特性和相频特性测试

幅频特性和相频特性测试可采用振动台测试。振动台输入信号由第二台同型号同参数数据采集器记录（或者同一台数据采集器其它通道）。信号连接示意图，见图 6.1。

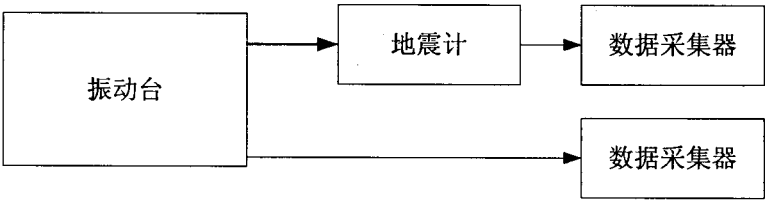


图 6.1 幅频特性和相频特性测试信号连接示意图

测试频点的选择范围见表 6.1。测试频点需覆盖地震计通频带和邻近阻带，频点适当分配并在通带边缘加密。

表 6.1 测试频点的选择范围

地震计类型	输入量	起始频率/Hz	终止频率/Hz	说 明
甚宽带地震计	速度	0.007	60	视振动台情况决定
宽带地震计	速度	0.015	60	
短周期地震计	速度	0.2	60	
加速度计	加速度	0.2	60	
井下地震计	速度	取决于频带	60	封装前测试

振动台激发的原始信号和经地震计转换的输出均由数据采集器记录。幅频特性由数据采集器记录振幅绘图得到，相频特性采用相关法计算。

6.2.1.2 地震计线性度和灵敏度测试

线性度和灵敏度采用振动台测试。由振动台向地震计输入周期 1Hz，幅度从 90%满幅开始，依次降低 4 倍至高于环境噪声水平 100 倍， $A_i=A_0, A_1, \cdots, A_{10}$ ，除加速度计外均输入速度量，经数据采集器记录并按照实测数据采集器灵敏度折合成地震计输出电压值 $V_0, V_1, \cdots, V_{10}$ ，分别计算电压灵敏度 V_i/A_i 。

地震计实测电压灵敏度=mean (V_i/A_i)

以电压灵敏度最大偏差作为实测线性度指标。

6.2.1.3 地震计失真度测试

失真度采用振动台测试。使用频域方法，分别从各个通道输入峰峰值约为最大输入幅值 90%的正弦信号，得到该通道输出波形，采用频谱分析方法，取最大旁瓣和主瓣之

间的比值作为非线性失真。非线性失真度结果需转换为分贝（dB）。测试的输入信号频率见表 6.2。

表 6.2 测试的输入信号频率

地震计类型	输入量	频率/Hz	说 明
甚宽带地震计	速度	0.1, 1, 10	
宽带地震计	速度	0.1, 1, 10	
短周期地震计	速度	1, 5, 20	
加速度计	加速度	10, 20, 40	
井下地震计	速度	取决于频带	封装前测试

6.2.1.4 横向抑制比测试

横向抑制比采用振动台测试。分别对垂直和两个水平向输入频率为 1Hz，峰峰值为地震计最大输入幅值 90%的正弦信号，通过数据采集器记录每一通道的输出幅度，以三个通道间 1Hz 信号振幅谱分贝（dB）值的最大差值作为横向抑制比。

6.2.1.5 标定线圈灵敏度测试

使用数据采集器测试标定线圈灵敏度。由数据采集器发出一系列不同幅度的标定信号（至少 5 个不同幅度），按照数据采集器标定信号灵敏度输出值折合电流值，数据采集器记录并计算地震计输出电压，采用测试地震计灵敏度的计算方法计算标定信号电流灵敏度。输入信号频率如表 6.3。

表 6.3 标定线圈灵敏度测试输入信号频率

地震计类型	输入量	频率/Hz	说 明
甚宽带地震计	速度	0.1, 1, 10	
宽带地震计	速度	0.1, 1, 10	
短周期地震计	速度	1, 5, 20	
加速度计	加速度	10, 20, 40	
井下地震计	速度	取决于频带	封装前测试

6.2.1.6 最低寄生共振频率测试

使用振动台测试最低寄生共振频率。以扫频方式，输入频率 50Hz 起，到至少 120Hz，保持振动台速度振幅不变，用超低频示波器监视地震计输出信号，寻找共振峰，以第一个共振峰的频率为最低寄生振荡频率。

6.2.1.7 动态范围测试

在一个经过严格选取的低噪声基准地震台,用同性能的地震计同方向对地噪声进行实际对比观测试验。记录最安静时段(如午夜至凌晨4点)地脉动噪声,对记录到的地脉动信号进行相干性分析,计算地震计动态范围。

6.2.1.8 环境技术指标

温度和湿度试验时序按照 GB6587.2—86 和 GB6587.3—86 规定进行。工作温度范围内热平衡结束后利用数据采集器发送正弦标定信号进行地震计标定。

6.2.2 数据采集器的测试

6.2.2.1 系统噪声和动态范围测试

采样率 50sps, 关闭高通滤波器, 输入端短路, 记录足够长度的噪声信号, 计算噪声信号 rms, 作为系统噪声水平。动态范围依据系统噪声测试结果计算。

6.2.2.2 线性度和电压灵敏度测试

采样率 50sps, 关闭高通滤波器, 从各道输入幅值为满刻度值 $\pm 90\%$, $\pm (1/2)^{2n}$ ($n=1 \sim 10$) 的直流电压 $V_i = V_0, V_1, \dots, V_{20}$, 测量记录器输出电压值 $n_i = n_0, n_1, \dots, n_{20}$ 。

数据采集器电压灵敏度 = $\text{mean}(V_i/n_i)$

以不同输入电压下实测电压灵敏度的最大偏差作为线性度。

6.2.2.3 互调失真测试

采用双音法测试(频率 A 1.0Hz, 频率 B 1.1Hz)。采样率 50sps, 相加幅值为最大输入信号。数据处理后给出 SFDR 值和对应频率。

6.2.2.4 路际串扰测试

采样率 50sps, 分别从各个通道输入峰峰值为最大输入幅值的正弦信号, 得到该通道输出幅度 A_0 , 同时记录其它通道的噪声输出 A_x , 以其间同频率信号振幅谱分贝(dB)值的最大差值作为路际串扰结果。

6.2.2.5 频率响应测试

采样率 100sps, 分别从各个通道输入峰峰值为最大输入幅值 90%的正弦波, 频率变化范围覆盖数据采集器工作频带和邻近阻带(频率 0.02, 0.1, 1, 2, 5, 10, 20, 40, 60, 79, 84, 92Hz), 记录输出波形, 计算归一化幅值, 画出幅频特性曲线。

6.2.2.6 标定电流输出测试

测试数据采集器输出的标定电流灵敏度, 频率准确性。串连电阻值为地震计标定线圈实际输出阻抗。电流值和信号频率由数字电压表和频率计(或示波器)进行记录。

6.2.2.7 记录器功耗测试

依次记录数据采集器在待机, GPS 工作和休眠、存储器工作和休眠时的工作电流,