



地震台站 仪器的使 用与维修

国家地震局兰州地震研究所编

青
海
人
民
出
版
社

地震台站仪器的使用与维修

国家地震局兰州地震研究所编

青海人民出版社

内 容 提 要

本书介绍目前我国地震台站普遍使用的50余种仪器设备（包括各种测震仪器、前兆观测仪器、传声仪器，常用的辅助设备和检测设备）的安装使用方法，标定方法，日常维护及常见故障检修的实用经验；载录了一些实用的技术参数和检测数据；汇编、整理了各种仪器设备的电路图及一些印刷电路板图，原理框图和波形图；同时也简略叙述了各种仪器的用途、性能和工作原理。

全书正文按仪器类型共分为八章。文字深入浅出，通俗明了。另附《地震台站仪器设备图册》一本。这是一本实用的技术资料和经验总结性的电子技术参考书，为地震台站观测和仪器维修人员提供了丰富的实践经验，为地震系统的电子技术人员提供了较全面的技术资料，也可作为仪器检修技术培训教材，或有关院校师生和石油、地质工作者参考。

地震台站仪器的使用与维修

国家地震局兰州地震研究所编

*

青海人民出版社出版

（西宁市西关大街96号）

青海省新华书店发行 兰州八一印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/16 印张：35 字数：873,000

1985年4月第1版 1985年4月第1次印刷

印数：0,001—3,300

统一书号：13097·54 定价：4.70元

前 言

为了提高地震观测仪器设备的使用水平，提高观测质量，我们编写了《地震台站仪器的使用与维修》一书。

在编写时，我们听取了很多同志的建议和希望：在文字叙述上，力求深入浅出，简明通俗；在内容上，为了给台站观测、维修人员提供实用的学习材料，总结了很多同志多年来的实践经验，介绍了实际操作技术和仪器维护、检修方法；为了给地震系统的电子技术工作者提供较全面的技术资料，又整理、汇编了一本《地震台站仪器设备图册》，其中包括50多种仪器、设备的电路图及一些印刷电路板图、原理框图和波形图。同时，在书中还编入了一些实用的技术参数和检测数据；为了给技术培训提供教材，还叙述了各种仪器的用途、技术性能、工作原理和电路分析。在章节安排上，以观测方法进行分类，有些设备，如稳压电源、示波器虽属通用仪器，但仍作为台站仪器配备，安排在各相应的章节中，以便应用时查检。

需要指出的是，关于768传输仪器，虽然使用时间不长，我们的经验也不多，但由于这类仪器比较先进，考虑到资料的完整性和便于实际应用，也将有关内容作为附录编入本书。

本书经过反复审定修改即将出版。然而，由于我们在仪器维修使用方面经验的限制，以及写作能力的限制，此书不是也不可能是完美无瑕的。因此，盼望读者多提批评意见，以便改进。

参加本书编写的有郭善义、胡启昌、高香珍、韩有珍、赵仪全五同志。

在书稿审定、修改过程中曾得到刘多域、李基才、石特临和兰州地震研究所传输计算室的黄原璞、王燕成等同志的支持帮助，以及多方（包括原仪器设计者）的协助，在此一并致谢。

编 者

目 录

第一章 测震仪器	1
第一节 几种短周期地震仪的有关技术数据	1
一、 581型微震仪	1
二、 62型和63A型地震仪	1
三、 64型地震仪	2
四、 65型地震仪	3
五、 维开克型振动仪	3
第二节 67型微震仪放大器	4
一、 主要技术指标	4
二、 仪器工作原理	4
三、 使用方法	8
四、 常见故障及检修方法	9
第三节 DD—1型短周期地震仪	10
一、 DD—1型短周期地震仪的主要性能	10
二、 DD—1型短周期地震仪的安装	11
三、 DS—1型短周期拾震器	12
四、 DJ—1型地震记录仪	14
第四节 基式地震仪及其电流计	24
一、 基式地震仪有关参数	24
二、 基式地震仪电流计参数	24
第五节 DK—1型宽频带地震仪	25
一、 KS—1型中长周期拾震器	25
二、 DJ—1A型地震记录仪	29
第六节 513型中强地震仪和QZY型强震加速仪简介	35
一、 513型中强地震仪的结构和性能	35
二、 QZY型强震加速仪介绍	36
第七节 763型长周期地震仪的性能和参数	39
第八节 时分号控制及对时装置	41
一、 可见记录的时分号电路及对时装置	41
二、 光记录的供电、对时和时分号控制装置	41
第九节 报警器及灯光增强	42
一、 YDJ—1型烟记录地震仪报警器	43
二、 GDJ—1型光记录地震仪增光报警器	45
二、 GDJ—A型光记录地震仪报警器和电源	46
	1

第十节 SY型晶体管石英钟	52
一、 技术条件	52
二、 基本组成和工作原理	52
三、 使用方法	53
四、 日常维护	54
五、 常见故障及检修方法	54
第十一节 地震仪架设时应注意的问题	57
一、 仪器室的布局与应注意的问题	57
二、 地震仪的方向	58
三、 防潮问题	59
第十二节 XD8A超低频信号发生器	59
一、 主要技术特性	59
二、 工作原理	60
三、 使用和维护	62
四、 常见故障与修理	62
第十三节 SBD—6型超低频双线示波器	64
一、 主要技术特性	64
二、 工作原理	65
三、 使用方法	66
四、 维护与调整	68
第十四节 DS—1型超低频峰值电压表	72
一、 主要技术特性	72
二、 工作原理及电路介绍	73
三、 结构特征	74
四、 使用和维修	75
第十五节 701—5型测震放大器	76
一、 主要技术指标	77
二、 结构及原理简介	77
三、 使用方法	79
四、 仪器故障分析及维修	80
第十六节 CBY—2—FM型磁带记录地震仪（调制器）	80
一、 概述	80
二、 技术要求	80
三、 原理说明	81
四、 使用与调整	81
五、 检测	83
六、 常见故障与维修	88
 第二章 地电观测仪器及设备	 89

第一节 DDC—2 A电子自动补偿仪	89
一、 工作原理及电路简介	89
二、 DDC—2 A测量仪的调整方法	91
三、 常见故障及维修	93
第二节 PZ 8 型直流数字电压表	93
一、 主要技术性能	93
二、 使用程序	95
三、 工作原理及电路介绍	95
第三节 2 A可控硅稳流电源	107
一、 主要技术指标	107
二、 2 A稳流源原理说明	108
三、 使用方法及注意事项	109
四、 常见故障及排除方法	109
第四节 WJ·3 型 (5 A) 稳流电源	110
一、 技术规范	110
二、 电路结构及工作原理	111
三、 使用方法及注意事项	112
四、 常见故障的排除与维修	113
第五节 LY 4 型数字打印机	114
一、 技术指标	115
二、 工作原理及单元电路介绍	115
三、 使用方法及工作条件	123
四、 常见故障及排除方法	124
五、 保养与存放	128
第六节 VOE_s▲1871P_D数字打印计算器	128
一、 技术特性	129
二、 各按键和开关的功能	129
三、 使用注意事项	130
第七节 AC 9 型直流复射式检流计	131
一、 技术性能	131
二、 工作原理及结构概述	131
三、 使用、检修及注意事项	132
第八节 UJ—25型高电势直流电位差计	135
一、 技术指标	135
二、 工作原理	136
三、 结构及作用	138
四、 使用方法	138
五、 故障排除及维护	141
第九节 SBE—20型二踪示波器	142

一、	技术指标及工作条件	142
二、	控制器及使用	143
三、	电路原理介绍	146
四、	维护和修理	149

第三章 水化观测仪器 151

第一节	FD—105型静电计	151
一、	仪器性能和检查方法	151
二、	仪器结构及工作原理	152
三、	FD—105型静电计安装和调试	155
四、	仪器故障及其排除	156
五、	日常维护	157
六、	更换石英丝的方法	158
第二节	FD—105K射气仪	158
一、	主要技术性能	158
二、	仪器结构和工作原理	158
三、	使用方法及日常维护	160
四、	故障及排除	162
第三节	FD—125型室内钍氡分析器	163
一、	技术性能	163
二、	工作原理	164
三、	仪器结构	165
四、	使用方法	165
五、	常见故障及排除	167
第四节	FH—408自动定标器	167
一、	主要技术指标	168
二、	仪器工作原理简介	168
三、	单元线路介绍	169
四、	仪器工作状态检查方法	176
五、	常见故障与检修	176
第五节	JZD—1型自动测氧仪	178
一、	技术指标	178
二、	工作原理和单元电路介绍	178
三、	使用方法	180
四、	日常维护	181
五、	故障及排除	181
第六节	深水温度计	182
一、	技术指标	182

二、	工作原理	182
三、	使用方法及注意事项	183
四、	日常维护及检修	183
第七节	红旗—1型自记水位计	184
一、	仪器结构及工作原理	184
二、	主要技术特性	184
三、	使用说明	185
四、	机械钟使用要求	185
五、	记录资料的整理	186
六、	调节方法	186
第八节	SWG—1型水位跟踪器	187
一、	主要技术特性	187
二、	仪器工作原理和简要结构	187
三、	仪器主要技术参数的检查和调节	189
四、	仪器的使用和维护	190
第四章	地磁观测仪器	192
第一节	QHXC—75型核子旋进式磁力仪	192
一、	技术性能	192
二、	工作原理及电路介绍	192
三、	仪器的调整和使用方法	194
四、	常见故障与排除	198
五、	使用注意事项	200
第二节	CHD—6型核子旋进式磁力仪	200
一、	主要技术性能	201
二、	工作原理	201
三、	电路介绍	203
四、	使用方法	210
五、	使用注意事项	211
六、	故障检查与可能原因	212
七、	主要性能测试方法	213
第三节	CHD 5—72型核子旋进式磁力仪	218
一、	主要技术性能	218
二、	电路介绍	218
三、	使用方法及注意事项	222
四、	故障及检修	224
第四节	地磁配电盘	226
一、	使用方法	227

二、	记录灯报警器的使用方法	228
三、	使用注意事项	228

第五章 地应力观测仪器 229

第一节	LQJ—2型精密电感电桥	229
一、	电桥的主要技术特性	229
二、	电桥工作原理	230
三、	电桥使用方法	231
四、	测量注意事项	232
附一、	XFS—10型固定频率发生器	232
一、	主要技术特性	233
二、	工作原理及电路介绍	233
三、	仪器结构	234
四、	使用方法	234
附二、	零值指示器	234
一、	主要技术特性	235
二、	工作原理	235
三、	结构	236
四、	使用方法	236
附三、	仪器的维修和联机使用注意事项	237
第二节	4103型压磁应力仪	238
一、	主要技术性能	238
二、	工作原理及电路说明	239
三、	使用方法	241
四、	使用注意事项与维护	241
五、	常见故障分析与排除	242
六、	单元电路调试方法与参考数据	243
第三节	CLI—69型电感应力仪	255
一、	主要技术指标	255
二、	仪器结构及电路介绍	255
三、	仪器安装和使用注意事项	256
第四节	BS 2型失真度测量仪	257
一、	技术特性	257
二、	电路介绍	258
三、	使用方法	260
四、	日常维护及检修	261
第五节	E312型电子计数式频率计	264
一、	概述	264

二、	技术指标	264
三、	电路介绍	265
四、	使用方法及注意事项	270
五、	常见故障及其维修	272
第六节	VR—303型电子交流稳压器	277
一、	技术性能	277
二、	工作原理	277
三、	使用说明	277
四、	日常维护和修理	278

第六章 重力和地倾斜观测仪器 279

第一节	SQ—70型石英水平摆式倾斜仪	279
一、	工作原理	279
二、	仪器的安装与调节	281
三、	日常维护及注意事项	283
四、	仪器的检修	283
第二节	GS型重力仪	284
一、	GS型重力仪主要性能	284
二、	GS型重力仪的结构及其作用	285
三、	主要部件的调整、修理和主要量的测定	288
四、	观测条件	292
五、	操作简则和测量程序	293
六、	常见故障排除及注意事项	295
第三节	沃尔登重力仪	296
一、	概述	296
二、	主要调节器介绍	297
三、	使用与调整方法	297
四、	常见故障及检修方法	301
第四节	WYJ—45型晶体管稳压电源	302
一、	主要技术性能	302
二、	工作原理	303
三、	使用注意事项	305
四、	使用方法	305
第五节	WYJ—30型晶体管稳压电源	307
一、	单机技术性能	307
二、	工作原理	308
三、	使用注意事项	310
四、	使用方法	310

附: WY J—15型晶体管稳压电源	313
第七章 数字传输前兆仪器	314
第一节 数字水氧仪	314
一、 技术指标	314
二、 工作原理及单元电路介绍	315
三、 使用方法	317
四、 常见故障及其排除方法	318
第二节 PZ40型数字地电仪	319
一、 主要技术指标	319
二、 基本工作原理	321
三、 电路说明	323
四、 使用说明	331
五、 维修	335
第三节 768—14ZZ₃型数字传输温湿压仪	336
一、 仪器主要技术性能	336
二、 工作原理	337
三、 使用说明	340
四、 安装和维护	341
第八章 辅助设备	343
第一节 GB—9B型电子管毫伏表	343
一、 使用条件	343
二、 主要技术指标	343
三、 仪器结构	344
四、 电路介绍及工作过程	344
五、 使用说明	344
六、 电子管工作点参考数据	345
七、 元器件表	345
第二节 兆欧表	346
一、 主要性能及电路介绍	347
二、 使用说明及注意事项	347
第三节 500型万用电表	348
一、 主要性能	348
二、 结构特点	349
三、 使用方法	349
四、 使用注意事项	350

五、	万用电表的故障检修	351
六、	万用电表的调整	353
第四节	黑白电视机	353
一、	使用调节方法	353
二、	电视机的日常维护	355
三、	常见故障的判断和检查方法	357
第五节	录音机	361
一、	使用常识及日常维护	361
二、	磁带的使用和保存	362
三、	录音机常见故障与检修	362
第六节	晶体管收音机	364
一、	使用注意事项	364
二、	收音机故障检修和调整	364
第七节	袖珍电子计算器	366
一、	袖珍计算器的种类	366
二、	袖珍计算器使用方法	367
三、	计算器的维护和保养	368
四、	计算器容易出故障的部位	369
附:	CASIO fx—140型计算器使用介绍	369
第八节	JT—1型晶体管特性图示仪	376
一、	概述	376
二、	电路结构简述	376
三、	使用说明	379
四、	维修与校正	387

附录 I 768模拟传输仪器 392

第一节	PTY—8地震遥测设备	392
一、	概述	392
二、	PTY—8发送机	394
三、	PTY—8收讯机	405
四、	PTY—8地震遥测仪系统联调	418
五、	收与发联传中的故障判断	419
第二节	768六笔记录器	423
一、	工作原理及电路介绍	423
二、	机械传动原理	430
三、	使用与调校	432
四、	维护修理及故障分析	436
第三节	768遥控装置	439

一、	用途及技术指标	439
二、	768遥控装置发送机	440
三、	768遥控装置接收机	449

附录Ⅱ 768数字传输仪器 456

第一节	768多路数字化地震遥测设备（简称大动态）	456
一、	工作原理	457
二、	B型仪器的主要技术指标	458
第二节	768多路数字化地震遥测设备发送机	459
一、	发送机的组成和工作原理	459
二、	单元电路介绍	460
第三节	768多路数字化地震遥测设备接收机（简称接收机）	479
一、	接收机的组成和工作原理	479
二、	单元线路介绍	480
第四节	接收机的模拟输出电路	485
一、	电路的组成及其工作原理	485
二、	单元电路介绍	486
第五节	768多路数字化地震遥测设备的使用方法	499
一、	仪器结构	499
二、	使用方法	500
三、	调试	503
四、	主要技术指标的测试	504
五、	故障检查	506
第六节	768地震前兆遥测设备（简称PCM）	507
一、	主要技术指标	507
二、	发送机工作原理	509
三、	接收机工作原理	513
四、	使用方法	518
第七节	768单路无线地震遥测设备	519
一、	发送机工作原理	520
二、	接收机工作原理	528
三、	发送机的使用方法	531
四、	接收机的使用方法	531
五、	室内检查	532
六、	野外安装	532
七、	注意事项	533
八、	常见故障与维修	533

第一章 测震仪器

在地震台站，所使用的测震仪器都是记录地动位移的仪器。测震仪器的主要组成有：摆、阻尼器、换能器、放大器、记录器、记时器和增光报警装置。其中摆、阻尼器和换能器也统称为拾震器，是采用电磁转换原理的机械结构；放大器、记时（或校时）器和增光报警装置属于电子仪器。

测震仪器有记录近震和地方震的短周期地震仪，如短周期电流计地震仪、64型地震仪、67型地震仪；记录远震的基式地震仪；记录中强震的513地震仪和大动态地震仪。

从记录方式上又分有光记录和可见记录（熏烟记录和墨水记录）两大类。

本章除讲述拾震器的有关参数外，着重叙述电子仪器部分的工作原理、技术性能、使用方法和常见故障修理等方面，同时也对测震仪器安装、调试、标定和维护等操作技术作一介绍。

第一节 几种短周期地震仪

的有关技术数据

一、581型微震仪

581型微震仪的拾震器采用维开克型振动仪，用电子管放大器放大和用记录笔进行记录。是一种短周期地震仪。581微震仪整套仪器基本参数为：

摆的固有周期 $T_1 = 1.4S$

阻尼常数 $D_1 = 0.4S$

阻容耦合放大器的时间常数 $\tau_2 = 0.25S$

记录笔的固有周期 $T_3 = 0.17S$

阻尼常数 $D_3 = 5$

整套仪器的最大放大倍数为20000倍。

二、62型和63A型地震仪

62型地震仪是在基式地震仪的基础上改制的一种专门记录较弱地震体波群诸震相的电流计记录地震仪。仪器的基本参数为：

摆的固有周期 $T_1 = 2.8S (1.0S)$

阻尼常数 $D_1 = 0.65$ (0.5)
 电流计固有周期 $T_2 = 0.6S$ (0.5S)
 阻尼常数 $D_2 = 1.5$ (1.5)
 耦合系数 $\sigma^2 = 0.3$ (0.3)
 最大放大倍数约24000倍 (300000倍)。
 括号内的数据是63年以后采用的。
 63A型地震仪的拾震器、记录笔和581型微震仪基本相同，只是改用了晶体管放大器。

三、64型地震仪

64型地震仪是一种多种记录方式的短周期地震仪，主要用作记录近震和地方性地震。它具有较高的灵敏度，对于200公里以内的地方性微弱地震及1000公里左右的较远的弱震都能较好的反映。64型地震仪接64型电流计和照相记录器可进行照相记录；配接63A型或67型晶体管放大器及63A型记录笔，可作烟纸记录。

1. 64型摆的技术数据

项 目	水 平 向 拾 震 器	竖 直 向 拾 震 器
转动惯量 (g·cm ²)	5.0×10 ⁵	13.0×10 ⁵
折合摆长 (cm)	10.5	14.9
指示摆长 (cm)	24.0	26.5
摆 杆 长 (cm)	29.1	30.7

2. 64型拾震器的换能器、阻尼器线圈参考技术数据

表 1—1

线圈绕组		第 一 个 线 圈 框				第 二 个 线 圈 框		
		基准台记录用		区域台记录用		I	I	II
		I	II	I	I	I	I	II
主要用途		配晶体 管放大	备用标定	配晶体管放大		阻 尼	中强震记录	配电流计用
匝 数 (N)		2700	1100	2500	2500	800	20	800
线 径 (mm)		0.04	0.1	0.05		0.1	0.1	0.1
电阻值 (欧)		4.5K	200—300	2.4~2.5K	2.5~2.6K	150~250	10~20	150~250
电动常数 (CGSM)	水平	31	13	57		9.2	0.23	9.2
	竖直	34	14	63		10	0.25	10
拾震器输出 电压灵敏度 (V/C _m ·s)	水平	3.0	1.2	5.4		0.88	0.022	0.88
	竖直	2.3	0.94	4.2		0.67	0.017	0.67

3. 64型电流计的有关技术数据

固有周期 $T_2 = 1.0 \times 10^{-1} \text{S}$ ($f = 10 \text{Hz}$)

线圈的中肯阻尼电阻 $\alpha_2 = (1.5 \sim 2.0) \times 10^3 (\Omega)$

线圈电流灵敏度 $P_2 = (0.7 \sim 1.0) \times 10^{-8} \text{A} \cdot \text{m/mm}$

线圈内阻 $\gamma_g = 100 \sim 200 \Omega$

电流计转动惯量 $J_2 = (5 \sim 8) \times 10^{-6} \text{g} \cdot \text{cm}^2$

4. 63A型记录笔的基本参数

固有周期 $T_3 = 0.14 \text{S}$

阻尼常数 $D_3 = 2 \sim 3$

框架中心到转动轴的距离 $L_3 \approx 12 \text{cm}$

笔杆长度 $A_3 = 10.5 \text{cm}$

线圈匝数 $N_3 = 2 \times 2000 \text{匝}$

线圈内阻 $\gamma_3 = 2 \times 1.2 \text{K} \Omega$

磁系统空隙的磁强 $H_3 \approx 4.0 \times 10^3$ 奥斯特。

5. 振子型记录笔基本参数

固有周期 $T_3 = 0.2 \text{S}$

阻尼常数 $D_3 > 5$ (线圈外接电阻为零)

电流灵敏度 $P_3 \approx 14 \text{mm/mA}$

线圈中心到笔尖距离 $L_3 \approx 15 \text{cm}$

线圈匝数 $N_3 = 2500 \text{匝}$

线径 $\phi = 0.04 \text{mm}$

线圈内阻 $\gamma_3 = 2.8 \text{K} \Omega$

磁系空隙磁强 $H_3 = 6.0 \times 10^3$ 奥斯特。

四、65型地震仪

65型地震仪是一种短周期地震仪，主要用作微弱地震观测和工程振动等方面的测量。地震台上使用的整套65型地震仪包括65型拾震器、67型放大器和63A型记录笔，进行烟纸记录。

65型拾震器摆的转动惯量为 $3.8 \times 10^4 \text{g} \cdot \text{cm}^2$ ；折合摆长为 6.3cm ，指示摆长为 12.2cm ，正常工作时拾震器的固有周期为 $T_1 = 1.0 \text{S}$ ，阻尼常数 $D_1 = 0.5$ 。65型拾震器与线圈的技术参数如下页表1—2所示。

五、维开克型振动仪

维开克型振动仪也是一种短周期的仪器。它与振子或示波器配合，可进行照相记录；与67型放大器和63A型记录笔配合，可进行烟纸记录。

在作照相记录时，换能器线圈用线径 0.1 毫米的漆色铜线绕 $500 \sim 550$ 匝，电阻约 $90 \sim 100 \Omega$ ，在作烟纸记录时，线圈用线径 $0.04 \sim 0.05 \text{mm}$ 漆色铜线绕 $3000 \sim 4000$ 匝，电阻为 2.7 或