

实验室仪器 使用与维护 手册

《实验室仪器使用与维护手册》编审委员会 编

机械工业出版社

实验室仪器使用与维护手册

《实验室仪器使用与维护手册》

编审委员会 编

机械工业出版社

(京)新登字054号

本手册是由中国仪器仪表学会实验室仪器学会,组织全国实验室仪器行业方面的一些有代表性的科研、生产单位和部分高等院校的专家、教授编写而成。它全面系统地介绍了实验室仪器的分类、特点,实验室的建设以及实验室及其仪器的管理和使用条件等基础知识,同时也具体详细地介绍了仪器的结构、原理、性能、技术参数、生产厂家,而重点地介绍了仪器的正确安装、使用与维护,仪器产生故障的原因及排除方法等,是一本既有基础理论,又有丰富使用与维护经验的广大科技工作者、工程技术人员及有关实验人员必备的工具书。

实验室仪器使用与维护手册

《实验室仪器使用与维护手册》编审委员会 编

责任编辑:高金生 版式设计:霍永明

封面设计:方 芬 责任校对:高金生

责任印制:卢子祥

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

北京交通印务实业公司印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 787×1092¹/₁₆·印张51¹/₄·插页2·字数 1594千字

1994年4月北京第1版·1994年4月北京第1次印刷

印数 0 001—2 900·定价:56.50元

ISBN 7-111-03649-2/TH·457

《实验室仪器使用与维护手册》

编审委员会单位

中国仪器仪表学会实验室仪器学会
北京光通信公司
燕山大学
大连铁道学院
洛阳工学院
清华大学
大连理工大学
中国计量科学研究院
机械电子工业部兵器科学技术情报研究所

《实验室仪器使用与维护手册》

主编 主审

责任主编及作者名单

主 编 刘瑞复 史锦珊 田大超 王玉田 赵凤洲
主 审 杜文升
第一篇 责任主编 刘瑞复
第一、二、三章 刘瑞复 曾 夏
第四章 鲁磊
第二篇 责任主编 裴玉基
第一章 裴玉基
第二章 宋永峰
第三篇 责任主编 张艳
第一、四、五章 李宽亮
第二、三、六、七章 张艳
第四篇 责任主编 王家龙
第一、二、三、四章 王家龙
第五章 余永茂

IV

第六章 周鹤山

第五篇 责任主编 王玉田 史锦珊

第一、二、三、四章 王玉田 王莉田 王珏

第五、六章 史锦珊

第六篇 责任主编 李桂华 田大超

第一章 李桂华

第二章 许士斌

第三章 孙树东

第四章 吴晓媛

第五章 王平一

第六章 丁镇生

第七篇 责任主编 李孟源

第一、三、四、五章 李孟源 徐国富

第二章 成述长

第八篇 责任主编 田大超

第一章 田大超

第二、三章 张汉生

第九篇 责任主编 余笃武

第一章 余笃武

第二、三章 梁希超

第十篇 责任主编 田大超

第一、二、三、四章 杨宝清

第十一篇 责任主编 任宽玉

第一章 孙国富

第二、三章 任宽玉

第四章 黄彬

第五章 李平

前 言

实验室仪器仪表是当今世界正在迅速崛起的新兴行业，它是检测产品性能和质量必备工具，是开展工农业生产、开发和节约能源、提高经济效益的重要技术工具，也是科学实验和教学实验所需仪器设备的重要组成部分。它广泛地应用于国民经济的各个领域，在现代化建设中起着非常重要的作用。

仪器仪表具有技术高度密集、综合多种技术、对新技术特别敏感和产品更新换代快等特点，因此科学技术进步对仪器仪表工业有着十分重要的影响，而仪器仪表的开发又是促进科学技术进步的重要技术手段。

实验室仪器在仪器仪表行业里又占有极其重要的地位，它不仅包括了仪器仪表的全部特点，而且还是科学实验的基础。尤其是在当今的信息社会中，由于新技术革命所产生的新技术群，如信息技术、微电子技术、材料科学、能源技术、海洋学、生物科学、航天技术和核技术等，都是以群体的形式出现的，这些新技术群促进了实验室仪器朝着以下五个方面发展。

1. 智能化：广泛采用微电子技术和计算机技术，向智能化和自动化方面发展，仪器功能扩大，精度提高，体积小，稳定可靠。

2. 传感器和检测仪表相结合：大大扩大了仪器仪表的功能和应用范围。

3. 标准化：广泛采用标准化、模块化、组合化设计，组织专业化生产，缩短新产品的开发周期和降低生产成本取得明显的效果。

4. 机电一体化：采用机械与电子技术相结合的产品，经济效益明显提高。

5. 新工艺新材料的利用：由于利用了新工艺、新材料和新元器件，使我国实验室仪器朝着更高层次发展。

众所周知，现代科学技术是以实验室为基础的，而实验室仪器又是科学实验的基础。实验室经过恢复整顿、充实提高，目前已进入了新的阶段，我国建立了若干个对国内外开放的国家级科研重点实验室，目前实验室已发展成为一个大规模的复杂系统。如何合理地布局和建设实验室，如何提高实验室和仪器仪表的投资效益，如何正确使用与维护实验室仪器仪表和设备等等，是当前极其重要的任务，为此我们组织编写了《实验室仪器使用与维护手册》，献给我国正在迅速发展的实验室仪器行业，以满足广大科学工作者、工程技术人员、高校师生及有关人员的需要。

根据我国国情和实验室仪器行业划分概况，《实验室仪器使用与维护手册》共分十一篇，其内容为：

第一篇 基础篇 包括实验室仪器分类、特点，实验室仪器的管理，传感器与实验室仪器的接口电路，标准量具。

第二篇 常规实验室仪器及设备

第三篇 分析仪器

第四篇 环境试验设备

V

第五篇 电子测量仪器

第六篇 振动与噪声仪器

第七篇 动力机械测试仪器

第八篇 应力、应变仪及智能化仪表

第九篇 铸造测试仪器

第十篇 无损检测设备及仪器

第十一篇 力学实验仪器及试验机

本手册在编写过程中得到作者单位领导的大力支持和鼓励,一些专家学者提出了许多宝贵建议,在此一并表示感谢。

由于手册涉及的知识面很广,而我们的水平有限,经验不足,错误和不当之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

刘瑞复

1992.12

目 录

前言

第一篇 基 础 篇

第一章 实验室仪器的分类及作用..... 1

第一节 实验室仪器的特点与分类..... 1

一、实验室仪器的发展趋势..... 1

二、实验室仪器和其他科学仪器的定义..... 3

三、实验室仪器的分类..... 3

第二节 实验室的发展和管理..... 4

一、实验室的发展过程..... 4

二、实验室在四化建设中的作用..... 4

三、人在使用实验室仪器中的作用..... 5

四、实验室仪器的技术管理..... 10

五、实验室技术队伍的建设..... 12

第二章 对实验室及工作人员的基本要求..... 13

第一节 实验设备和物质管理..... 13

一、实验设备在实验室中的地位 and 作用..... 13

二、实验设备的管理..... 13

三、实验物质的管理..... 14

第二节 实验室的环境保护和安全防护..... 14

一、实验室的环境保护..... 14

二、实验室的安全防护..... 15

三、安全操作守则..... 15

第三节 合理使用仪器与获得精确数据的关系..... 16

一、测量系统的设计原则..... 16

二、测量系统的建立与测试仪器的选择..... 17

三、测量链的形成与误差分析..... 24

四、测量结果的评定与正确使用仪器的关系..... 26

五、测量系统故障的排除方法..... 31

六、测量和社会、企业的关系..... 33

第四节 现代化实验室的建设与对外科技服务..... 35

一、系统工程方法在实验室中的应用..... 36

二、电子计算机在实验室管理中的应

用..... 37

三、信息在实验工作中的应用..... 38

四、开展大型实验室间的技术协作..... 39

第三章 物理参数探测方法的基本知识..... 40

第一节 传感器与实验室仪器..... 40

一、传感器的基本类型及其应用范围..... 40

二、传感器特性..... 51

三、传感器对使用条件的要求..... 65

四、传感器与实验室仪器的接口..... 65

五、设计接口的基本问题..... 65

第二节 放大器和信号转换技术..... 78

一、概述..... 78

二、运算放大器..... 78

三、测量放大器..... 81

四、接口电路放大器..... 91

五、隔离放大器..... 92

第三节 偏置与线性化..... 96

一、偏置..... 96

二、非线性和线性化的基本概念..... 96

三、典型的非线性校正实例..... 101

第四章 标准量具..... 105

第一节 标准电池、电压、电流..... 105

一、标准电池..... 105

二、直流标准源..... 108

三、电学量具的基础知识..... 108

第二节 标准电阻、电感、电容..... 109

一、标准电阻..... 109

二、标准电容..... 113

三、标准电感..... 115

第三节 标准长度..... 117

一、标准长度的定义..... 117

二、长度计量器具的分类..... 117

三、标准长度的传递及其维护..... 118

第四节 标准质量及物质的量..... 118

一、质量	118
二、物质的量	119
第五节 标准时间和频率	121
一、时间单位的定义及其物理复现	121
二、频率标准及其主要特性	122
三、时间频率量值的传递	122
第六节 热力学温度	123

一、热力学温度和国际温标	123
二、标准测温仪器	123
三、温标的传递	124
第七节 发光强度	124
一、发光强度的定义、单位及其复现	124
二、发光强度标准灯	125

第二篇 常规实验室仪器及设备

第一章 天平	127
第一节 天平的概述和分类	127
一、天平的概述	127
二、天平的分类	128
第二节 天平的计量性能	129
一、天平的稳定性	129
二、天平的正确性	130
三、天平的灵敏度	131
四、天平示值的不变性	131
五、天平的计量性能之间的关系	132
第三节 天平的结构及产品简介	132
一、机械天平结构	132
二、电子天平结构	135
三、国产天平产品简介	136
四、国外天平产品简介	136
第四节 天平的安装	156
一、安装前的准备	156
二、国产机械天平的安装	156
三、国产电子天平的安装	159
四、国外电子天平的安装	160
第五节 天平的使用与保养	161
一、天平的使用	161
二、天平的维护与保养	162
第六节 天平的一般故障和简易调修	163
一、机械天平的一般故障和简易调修	163
二、电子天平的一般故障和简易调修	168

第七节 天平的检定	171
一、天平的精确度类别	171
二、天平的计量性能及技术要求	172
三、天平的检定方法和检定周期	174
第二章 热分析仪器	177
第一节 原理与结构	177
一、差热仪	177
二、差示扫描热量计	177
三、常规热天平	177
四、热机械分析仪	178
五、微机化热分析仪器	178
第二节 主要技术性能	179
一、温度范围	179
二、升温速率及程序方式	179
三、热分析量程	179
四、气氛	179
五、试样量	179
六、实用性指标	179
七、自动化程度及数据处理功能	180
第三节 应用技术	180
一、特征温度测量及其标准	180
二、被测物理量的测量	181
三、应用实例	182
第四节 使用与维修	184
一、使用	184
二、维修	185

第三篇 分 析 仪 器

第一章 分光光度计	187
第一节 概述	187
第二节 分类及特点	187
一、仪器结构部件的分类及特点	187
二、仪器的分类及其特点	189
第三节 国内外常用分光光度计的型号	

和性能	190
第四节 安装与调试	195
一、仪器的安装	195
二、仪器的调试	196
第五节 仪器使用与维护	196
一、日常使用与维护通则	196

二、国产分光光度计的使用与维护.....	197	三、仪器的维护.....	227
第二章 发射光谱仪.....	200	第五章 气体分析仪器.....	228
第一节 概述.....	200	第一节 红外碳硫测定仪.....	228
第二节 分类及特点.....	200	一、用途.....	228
一、仪器结构部件的分类及特点.....	200	二、工作原理.....	228
二、仪器的分类及特点.....	206	三、仪器的结构与作用.....	228
第三节 仪器的使用与维护.....	206	四、仪器的分类及其主要技术指标.....	229
一、日常使用与维护通则.....	206	五、仪器的使用与维护.....	229
二、7503B型光电直读光谱仪的使用 与维护.....	208	第二节 热导式氢氧氮测定仪.....	234
第三章 原子吸收光谱仪.....	210	一、用途.....	234
第一节 概述.....	210	二、工作原理.....	234
第二节 分类及特点.....	210	三、仪器的结构与作用.....	234
一、仪器的结构及特点.....	210	四、仪器的分类及主要技术指标.....	235
二、仪器的分类及特点.....	215	五、仪器的使用与维护.....	235
第三节 仪器的使用与维护.....	217	第六章 电化学仪器.....	238
一、安全使用与常规维护通则.....	217	第一节 概述.....	238
二、WFX-1E2型原子吸收光谱仪的 使用与维护.....	219	第二节 分类及特点.....	238
第四章 荧光光度计.....	223	一、电位测定仪.....	238
第一节 概述.....	223	二、电导测定仪.....	240
一、荧光光度分析法.....	223	三、库仑测定仪.....	241
二、原子荧光分析法.....	223	四、极谱仪.....	242
三、X射线荧光光谱分析法.....	223	第三节 仪器的使用与维护.....	244
第二节 分类及结构.....	224	第七章 其他仪器.....	246
一、荧光光度计.....	224	第一节 酸度计.....	246
二、原子荧光光度计(原子荧光光谱 仪).....	224	一、概述.....	246
三、X射线荧光光谱仪.....	226	二、类型及特点.....	246
第三节 仪器使用与维护.....	226	三、仪器的使用与维护.....	247
一、实验室的条件与要求.....	227	第二节 粘度计.....	250
二、使用须知.....	227	一、概述.....	250
		二、类型及特点.....	250
		三、仪器的使用与维护.....	251

第四篇 环境试验设备

第一章 环境试验设备概况.....	255	二、美国的环境试验设备现状.....	259
第一节 环境试验技术和发展概况.....	255	三、德国的环境试验设备现状.....	259
一、环境试验技术及其发展.....	255	四、我国的环境试验设备现状.....	259
二、环境试验设备.....	255	第二章 干燥设备和温度试验设备.....	260
三、环境试验室.....	256	第一节 干燥设备.....	260
四、环境试验设备的选型及使用要求.....	256	一、电热干燥箱.....	260
第二节 国内外环境试验设备概况.....	258	二、电热鼓风干燥箱.....	262
一、日本的环境试验设备现状.....	258	三、电热密闭干燥箱.....	263

第二节 温度试验设备.....	264	第四节 防护试验设备.....	296
一、高温试验箱.....	264	一、砂尘试验设备.....	296
二、低温试验箱.....	265	二、雨淋试验设备.....	297
三、高低温试验箱.....	267	第五章 实验室离心机.....	299
四、培养箱.....	268	一、实验室离心机概述.....	299
第三章 气候环境试验设备.....	271	二、实验室离心机的定义和分类.....	299
第一节 湿热试验设备.....	271	三、实验室离心机的应用.....	299
一、恒定湿热试验设备.....	271	四、低速离心机.....	299
二、霉菌试验设备.....	272	五、高速离心机.....	300
三、防锈油脂湿热试验设备.....	273	六、高速离心机的维护.....	301
四、快速凝露腐蚀试验箱.....	275	第六章 实验室超速离心机及其应	
第二节 腐蚀试验设备.....	276	用.....	302
一、盐雾腐蚀试验设备.....	276	第一节 超速离心机.....	302
二、化工气体腐蚀试验设备.....	278	一、超速离心机的基本结构.....	302
三、二氧化硫腐蚀试验设备.....	279	二、超速离心机的技术指标和性能.....	303
第四章 老化试验和综合环境试验		第二节 超速离心技术及其应用.....	304
设备.....	281	一、颗粒沉降理论.....	304
第一节 老化试验设备.....	281	二、转头的相对离心力场.....	304
一、热老化试验箱.....	281	三、离心分离技术.....	304
二、光老化试验设备.....	283	四、超离心技术的应用.....	308
第二节 综合环境试验设备.....	286	第三节 离心机转头的维护及保养.....	312
一、高低温低气压试验设备.....	286	一、转头的 K 、 K' 因子.....	312
二、高低温低气压湿热综合试验设备.....	287	二、转头材料的性质.....	313
三、高低温振动试验设备.....	288	三、离心管.....	313
四、温湿振动试验设备.....	290	四、转头损坏的原因.....	313
五、高低温低气压振动试验设备.....	292	五、转头的寿命.....	315
第三节 人工气候试验设备.....	294	六、转头的使用与保养.....	315
一、用途和使用范围.....	294	第四节 超速离心机的操作与维护.....	316
二、结构原理.....	294	一、对离心机实验室的要求.....	316
三、技术指标和使用方法.....	295	二、离心机的安装与调试.....	316
四、常见故障与维护.....	295	三、离心机的操作与维护.....	316
第五篇 电子测量仪器			
第一章 电子仪器概述.....	319	第三节 电子测量技术.....	324
第一节 电子仪器对实验室的基本要求.....	319	一、使用范围的扩展.....	324
一、环境条件.....	319	二、输入阻抗对测量结果的影响.....	325
二、供电电源.....	319	三、提高测量精度的基本方法.....	327
三、日常维护.....	320	四、测量结果的图解处理.....	329
第二节 电子仪器使用规则.....	320	第二章 电压和电流测量仪器.....	330
一、使用注意事项.....	320	第一节 电压和电流测量仪器的分类和	
二、测量系统组成方法.....	321	用途.....	330
三、电子测量实验中的干扰及其抑制.....	321	一、分类.....	330

二、用途.....	330	第三节 XFG-7型高频信号发生器.....	374
第二节 数字电压表.....	330	一、特点和用途.....	374
一、PZ-8型电压反馈逐次渐近比较式数字电压表.....	330	二、主要技术指标.....	374
二、DYJ-2A 斜坡式电压-时间转换型数字电压表.....	337	三、工作原理.....	374
三、DS-18型双积分式数字电压表.....	340	四、使用与维护.....	375
四、数字电压表的选型.....	346	第四节 XFC-6型标准信号发生器	377
第三节 PF5型数字万用表.....	346	一、特点和用途.....	377
一、概述.....	346	二、主要技术指标.....	377
二、工作原理.....	347	三、工作原理.....	377
三、技术指标.....	348	四、使用与维护.....	378
四、使用方法.....	349	五、高频和标准信号发生器的选型.....	381
五、复校.....	349	第五节 脉冲信号发生器.....	382
六、数字万用表的选型.....	349	一、XC-2C 型脉冲信号发生器的特点 ..	382
第三章 频率、时间和相位测量仪器.....	355	二、主要技术指标.....	382
第一节 概述.....	355	三、工作原理.....	382
一、根据频率的定义进行测量.....	355	四、使用和维护.....	384
二、用比较法测量.....	355	五、脉冲信号发生器的选型.....	387
三、利用电路的频率响应特性进行测量.....	355	第六节 函数发生器.....	387
第二节 E-312型数字频率计.....	355	一、S101型函数发生器工作原理.....	387
一、工作原理及结构.....	355	二、主要技术指标.....	388
二、主要技术指标.....	358	三、使用说明及注意事项.....	388
三、频率测量范围的扩展.....	359	四、函数发生器的选型.....	388
四、电子计数器测量误差.....	360	第七节 频率合成器.....	390
五、使用和维护.....	361	一、直接频率合成原理.....	390
六、频率测量仪器的选型.....	362	二、间接频率合成原理.....	390
第三节 相位测量仪器.....	365	三、频率合成器的正确使用方法.....	391
一、相位差测量的基本原理和分类.....	365	四、频率合成器的选型.....	392
二、数字相位计的选型.....	367	第八节 噪声发生器.....	392
第四章 信号发生器	368	一、噪声信号发生器工作原理.....	392
第一节 概述.....	368	二、伪随机信号发生器.....	393
一、信号发生器的分类和特点.....	368	三、噪声发生器的选型.....	394
二、产生正弦振荡的基本方法.....	368	第五章 电子示波器	396
三、常用术语.....	369	第一节 电子示波器导论.....	396
第二节 XD-1型低频信号发生器	369	一、示波器的功用.....	396
一、特点和用途.....	369	二、示波器的分类.....	396
二、主要技术指标.....	370	三、电子射线示波管及波形显示和同步原理.....	397
三、工作原理.....	370	第二节 通用示波器.....	399
四、使用与维护.....	372	一、SB-10型普通示波器.....	399
五、低频和超高频信号发生器选型.....	372	二、SBT-5型同步示波器	401
		三、SR8型二踪示波器	404
		四、SBM-10A型多用示波器	407
		五、通用示波器的选型.....	412

第三节 取样示波器.....	412	二、逻辑分析仪的工作原理.....	433
一、取样示波器的特点.....	412	三、逻辑分析仪的使用.....	435
二、取样技术.....	413	四、SL256型逻辑示波器.....	436
三、取样示波器结构原理.....	414	五、逻辑分析仪的选型.....	439
四、取样示波器的选型.....	414	第三节 频率特性测试仪器.....	441
第四节 存储示波器.....	415	一、特点和用途.....	441
一、存储示波器的特点.....	415	二、模拟式频率特性测试仪的工作原	
二、模拟存储示波器.....	415	理.....	441
三、数字存储示波器.....	417	三、BT-3型频率特性测试仪	443
四、存储示波器的选型.....	419	四、数字式频率特性测试仪的工作原	
第五节 晶体管特性图示仪.....	419	理.....	445
一、特点和基本工作原理.....	419	五、1172型超低频频响分析仪.....	445
二、JT-1型晶体管特性图示仪	422	六、1250型频率响应分析仪.....	447
三、晶体管特性图示仪的选型.....	423	七、1191频率响应分析系统.....	448
第六章 信号分析和网络测试仪器	425	八、频率特性测试仪的选型.....	448
第一节 频谱分析仪.....	425	第四节 FFT 算法综合测试仪.....	450
一、概述.....	425	一、特点、分类和用途.....	450
二、模拟式频谱分析仪.....	425	二、测量理论基础概述.....	450
三、数字式频谱分析仪.....	429	三、7T08型信号分析仪	451
四、频谱分析仪的使用.....	430	四、HP5423A 结构动态分析仪	453
五、频谱分析仪的选型.....	433	五、综合测试仪使用注意事项.....	456
第二节 逻辑分析仪.....	433	六、综合测试仪的选型.....	457
一、逻辑分析仪的特点.....	433	参考文献	457

第六篇 振动与噪声仪器

第一章 振动测试仪器检定与		第五节 振动台的检定与校准.....	467
校准	459	一、校准振动台.....	467
第一节 振动测试概述.....	459	二、机械式振动试验台.....	469
一、振动的类型及其测试的基本内容.....	459	三、电动式振动试验台.....	470
二、常用振动试验系统.....	460	第二章 测振仪器的选用与维修	472
三、振动允许值.....	461	第一节 测振传感器的使用及常见故障	
第二节 测振仪器的检定内容和方法.....	461	处理.....	472
一、通常情况下测振仪器的检定和校准...	461	一、测振传感器的分类与适用范围.....	472
二、基本检定内容.....	461	二、测振传感器的安装与固定.....	472
三、常用检定方法.....	462	三、测振传感器的使用、维护及注意	
四、测振仪器的分部标定与系统标定.....	462	事项.....	473
第三节 振动传感器的检定与校准.....	463	四、测振传感器常见故障及其处理.....	475
一、标准传感器.....	463	第二节 测振放大器的使用及注意事项.....	475
二、压电加速度计.....	463	一、微积分放大器和载波放大器.....	475
三、力传感器.....	464	二、电压放大器与电荷放大器.....	476
第四节 测振仪器的检定与校准.....	465	三、测振放大器常见故障及其处理.....	476
一、电荷放大器.....	465	第三节 测振仪器的合理选用及配套.....	477
二、测振仪.....	466	一、测振系统的合理选配.....	477

二、现场测量中应考虑的若干问题	477
第四节 常用记录器的使用与维护	478
一、记录器分类与适用范围	478
二、常用记录器的使用与注意事项	478
三、记录器常见故障及其处理	480
第三章 激振设备与环境振动试验	482
第一节 机械式振动台与激振器	482
一、离心式机械振动台与激振器	482
二、机械式振动台主要工作特性	483
三、机械振动台的优缺点	484
第二节 电动式振动台和激振器	484
一、电动式振动台的结构及特点	484
二、主要工作特性	484
三、激振器	488
第三节 电液式振动台	492
一、结构形式及特点	492
二、主要工作特性	492
第四节 振动台的安装和维护保养	494
一、振动台的安装	494
二、振动台的维护保养	494
第五节 环境振动试验	494
一、环境振动试验标准	494
二、环境振动试验方法	495
第四章 振动信号分析仪的选用与保养	496
第一节 振动分析的主要内容及目的	496
一、振动分析的内容	496
二、振动分析仪的基本组成及功能	496
三、振动分析的工程应用	497
第二节 频谱分析仪性能选用及维护	498
一、常见频谱分析仪	498
二、频谱分析仪的选用	498
三、频谱分析仪维护中的注意事项	501
第三节 结构动态分析仪的选用与保养	502
一、结构动态分析仪的选用	502
二、结构动态分析仪保养中的几个问题	502
第四节 振动分析仪的工作参数选择与分析注意事项	503
一、分析前的数据准备	503
二、怎样正确选择振动分析仪的工作参数	503
三、分析注意事项	505

第五章 应用微处理机分析振动信号	506
第一节 数据转换器的性能及选用	506
一、数据转换器的特性与分析信号的关系	506
二、数据转换器的特性与价格的关系	509
三、如何选配微处理机的数据转换器	510
第二节 信号处理技术在振动分析中的应用	511
一、利用数字计算对振动信号预处理	511
二、利用快速傅里叶变换进行振动信号的相关分析和谱分析	512
三、利用参数识别方法分析结构固有特征	512
四、机械设备的故障诊断及特征分析	513
第三节 常用振动分析软件介绍	514
一、数字信号处理程序库	514
二、振动数字信号处理程序库	515
三、模态分析软件包	515
第六章 噪声仪器的选用与维护	516
第一节 噪声测试系统及其选用	516
一、基本测量系统	516
二、便携式测量仪器	516
三、实验室测量系统	517
四、实时分析系统	518
五、传声器、仪器附件的选用	518
第二节 声级计的检验和校正	520
一、灵敏度的检验和校正	520
二、频率响应的检验和校正	520
三、表头线路的检验和校正	520
四、本机噪声的检验与校正	520
五、传声器灵敏度的检验和校正	521
六、滤波器和计权网络的检验和校正	521
第三节 噪声测试系统使用注意事项与维护	521
一、测量程序	521
二、校准	522
三、背景噪声与反射的影响	522
四、维护保养	523
第四节 噪声评价标准	524
一、常用的噪声评价量与测试量及其计算	524
二、噪声危害与允许标准	526

三、用噪声评价数 N 表示的噪声标准.....	528	参考文献	530
---------------------------	-----	------------	-----

第七篇 动力机械测试仪器

第一章 扭矩仪.....	531	二、主要技术参数.....	557
第一节 扭矩测量仪器.....	531	三、使用与保养.....	558
一、扭矩及扭矩测量原理.....	531	四、可动闸套式水力测功器.....	559
二、扭矩仪的类型与特点.....	532	第三节 直流电力测功器.....	560
三、扭矩仪的选择与使用范围.....	532	一、结构与工作原理.....	560
四、扭矩仪的标定与校准.....	535	二、类型与特性.....	561
第二节 应变式扭矩仪.....	536	三、使用与维护.....	562
一、工作原理.....	536	第四节 电涡流测功器.....	564
二、应变式扭矩传感器.....	537	一、电涡流测功器的工作原理.....	564
三、集流环及其使用.....	538	二、电涡流测功器系列及其技术参数.....	564
第三节 相位扭矩测量仪.....	540	三、电涡流测功器的安装.....	564
一、相位差式扭矩传感器工作原理.....	540	四、电涡流测功器的维护.....	567
二、相位数字扭矩测量仪.....	541	第五节 电力测功仪.....	567
三、数字扭矩仪的使用与维护.....	542	一、性能及参数.....	567
四、常见故障及维修.....	544	二、测功仪的使用与维护.....	568
第二章 转速仪.....	545	第四章 油耗仪.....	569
第一节 概述.....	545	第一节 油耗测量装置.....	569
一、转速仪的类型与特点.....	545	一、燃油消耗量及其测量.....	569
二、转速仪的选择.....	545	二、油耗测量装置的类型与特点.....	569
三、转速仪的检定.....	545	三、油耗仪的选择与使用范围.....	569
第二节 离心式转速表.....	546	四、油耗仪的标定.....	569
一、工作原理.....	546	第二节 容积式油耗仪.....	570
二、国产离心式转速表的类型及特性.....	547	一、容积式油耗仪.....	570
三、使用及维护.....	547	二、油耗仪使用.....	571
第三节 数字式转速表.....	548	第三节 数字式油耗自动测量仪.....	571
一、数字式转速表的类型及特点.....	548	一、重量式油耗仪.....	572
二、测速传感器.....	548	二、YHCS-1型的使用与维护.....	572
三、使用注意事项.....	549	三、SYZZ型数字式油耗转速自动 测量仪.....	574
第四节 频闪式测速仪.....	551	第五章 发动机台架试验装置.....	577
一、频闪测速原理.....	551	第一节 机械效率测量仪.....	577
二、频闪测速的特点.....	552	一、机械效率测定方法.....	577
三、使用与维护.....	552	二、特点与主要性能.....	578
第三章 测功器.....	555	三、使用与维护.....	578
第一节 轴功率测定装置.....	555	第二节 气电示功器.....	579
一、轴功率及其测量原理.....	555	一、气电示功器工作原理.....	579
二、轴功率测定装置的类型与特点.....	555	二、使用与维护注意事项.....	579
三、测功器的选择与使用范围.....	556	第三节 数字电子示功仪.....	580
第二节 水力测功器.....	556	一、结构及工作原理.....	580
一、概述.....	556		

二、使用与维护	581
第四节 综合测试分析仪	582
一、工作原理	582
二、主要性能参数	583
三、使用与维护	583

第五节 工况监测与台架自动测功装置	583
一、台架自动测功装置	583
二、发动机工况监测系统	584
参考文献	586

第八篇 应力、应变仪及智能化仪表

第一章 应变仪	587
第一节 应变仪的工作原理及基本电路	587
一、应变仪的工作原理	587
二、应变仪的分类	588
三、应变仪的基本电路	588
四、应变仪的主要技术指标	593
五、应变仪的使用原则	593
第二节 应变仪故障检查及其处理	596
一、故障检查方法	596
二、静态电阻应变仪常见故障的处理	597
三、动态电阻应变仪常见故障的处理	597
第三节 应变仪的调试、标定与校准	607
一、维修、调试常用仪器仪表	607
二、标定与校准装置	608
三、调试、校验项目	610
四、调试实例	612
第二章 智能化仪表	618
第一节 智能化仪表的功能	618
一、扩大仪器的测量功能, 实现多功 能多参数测试	618
二、仪器具有校准功能, 提高测量精 度	618
三、测量过程自动化	618
四、增加诊断功能提高了仪器可靠性	618
五、提高仪表的适应性	619
第二节 智能化仪器系统	619
一、智能化仪器系统的工作原理	619
二、可编程序测试系统	620
第三节 多微处理器数据采集系统	622

一、系统的特点和工作原理	622
二、应用	623
第四节 智能化应变仪测试系统	626
一、应变仪与微机接口	626
二、应变仪与微机接口应用实例	626
三、应变测试的数据采集与处理系统	628
四、数据的采集与处理装置	632
五、智能化仪表的发展趋势	634
第三章 智能化仪器系统的设计与 抗干扰问题	635
第一节 智能化仪器系统的设计基础	635
一、设计的内容及步骤	635
二、智能化仪器系统的调试与性能测 定	635
三、设计文件的编制	635
四、智能化仪器总体设计的构思	635
第二节 微机的组成与系统的分类	636
一、组成方式	636
二、微机系统的分类	637
第三节 智能化仪器系统的抗干扰问题	638
一、干扰的来源和传播途径	638
二、抗干扰的措施	638
第四节 智能应变仪	640
一、3530数据集录器	640
二、可编程数据集录器	641
三、YT-20静态应变测量处理装置	643
四、DPU-100自动多点数字应变仪	647
五、YJ型及YD型应变仪智能化原 理与应用	647
参考文献	651

第九篇 铸造测试仪器

第一章 造型材料测试仪器	653
第一节 造型原材料测试仪器	653
一、概述	653
二、含水量测试仪器	653

三、含泥量测试仪器	656
四、原砂颗粒组成测试仪器	659
五、其他原材料测试仪器	661
第二节 型(芯)砂常温性能测试仪器	666

一、概述.....	666
二、SHN型碾轮式混砂机	666
三、SHQ- $\frac{3}{8}$ 型强碾式混砂机	667
四、SAC 型锤击式制样机	669
五、SAY 型液压制样机	671
六、STZ 型直读式透气性测定仪	673
七、STD 型电动透气性测定仪	675
八、SWY 型液压强度试验机.....	677
九、SRQ 型破碎指数测定仪	680
第三节 型(芯)砂高温性能测试仪器.....	681
一、概述.....	681
二、型砂激热试验仪.....	681
三、SLR 型型砂热湿拉强度试验仪	684
四、SQR 型型砂热压应力试验仪	687
五、SFL 型造型材料发气性测定仪	690
六、SQW-2型型砂高温性能试验仪	693
第二章 熔炼及合金铸造性能测试仪 器.....	702
第一节 冲天炉熔化过程用测试仪器.....	702
一、风压风量测定仪.....	702
二、料位测定仪.....	705
三、温度测定仪.....	707
四、炉前成分测定仪.....	709
五、冲天炉熔化过程综合参数测定仪.....	715
第二节 合金铸造性能测试仪器.....	719
一、ZSD 型铸造合金线收缩仪	719
二、ZQL 型铸造合金热裂倾向性测 试仪.....	721
三、ZQD 型铸造合金动态应力测定 仪.....	722
第三章 特种铸造及铸件质量检测 仪器.....	725
第一节 特种铸造测试仪.....	725
一、熔模铸造用测试仪.....	725
二、压铸及低压铸造测试仪.....	730
第二节 铸件质量检测仪.....	734
一、XQS 型球化率分选仪	734
二、JCD 型铸件表面粗糙度测定仪	736
参考文献	737
第十篇 无损检测设备及仪器	
第一章 超声检测仪器	739
第一节 超声检测.....	739
一、超声检测的基本原理.....	739
二、超声波的发生、接收和探头.....	739
三、超声检测系统.....	740
四、超声检测中的试块.....	741
第二节 超声检测仪器.....	742
一、超声检测仪器分类.....	742
二、超声检测仪器的主要性能参数.....	743
三、A 型显示脉冲反射式超声波探伤 仪.....	748
四、超声检测仪器的调节与使用.....	755
五、超声检测仪器的维护和检修.....	756
第二章 射线检测仪器	757
第一节 射线检测.....	757
一、射线检测的基本原理.....	757
二、X 射线的产生及 X 射线谱	757
三、X 射线检测方法及其设备	758
第二节 射线检测仪器.....	761
一、X 射线机的结构和分类	761
二、X 射线机的主要性能要求	765
三、射线检测仪器的使用与维护.....	765
第三章 磁粉检测设备.....	770
第一节 磁粉检测.....	770
一、磁粉探伤的基本原理.....	770
二、磁粉和磁悬液.....	770
三、灵敏度试片和试块.....	771
第二节 磁粉检测设备.....	771
一、磁粉探伤机.....	771
二、磁化的方法及设备.....	773
三、部分国产磁粉探伤机主要技术指 标.....	775
四、磁粉检测设备的使用与维护.....	777
第四章 涡流检测仪器	778
第一节 涡流检测.....	778
一、涡流检测的基本原理.....	778
二、涡流检测线圈.....	778
三、涡流检测中的对比试件.....	779
第二节 涡流检测仪器.....	780
一、涡流检测仪器的基本组成.....	780
二、涡流探伤仪.....	780
三、部分国内外涡流检测仪的主要技	