



实用测量器具维修技术

声学计量器具 使用与维修

辽宁省计量科学研究院 组编

中国计量出版社

71173
D85

声学计量器具使用与维修

辽宁省计量科学研究院 组编

主 编 段军阳

副主编 黄 涛

编 著 李 明 刘 刚 张文美

中国计量出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

声学计量器具使用与维修/辽宁省计量科学研究院组编.
—北京:中国计量出版社, 2002. 11

(实用测量器具维修技术)

ISBN 7-5026-1683-7

I. 声… II. 辽… III. ①声学计量基准器—使用②声学计
量基准器—维修 IV. TH73

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 079215 号

内 容 提 要

本书主要介绍了常用声学计量器具的修理知识, 同时对这类声学
计量器具的工作原理、结构原理及技术性能等进行了简要介绍。

本书共分 10 章, 阐述了模拟式声级计、数字普通声级计、其他类
声学测量仪及超声诊断仪的基本原理与分类、结构特性、系统电源电
路、整机调试、仪器的正确使用及维修方法; 对仪器使用中的故障现
象及故障产生原因进行了分析, 介绍了排除故障的方法。

本书可作为计量检测人员及计量器具销售、使用人员在修理各类
声级计和医用超声诊断仪时阅读参考。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

E-mail jilxb@263.net.cn

北京迪鑫印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*

850mm×1168mm 32 开本 印张 5.875 字数 139 千字

2003 年 1 月第 1 版 2003 年 1 月第 1 次印刷

*

印数 1—3 000 定价: 15.00 元

目 录

第一章 声级计概述

- 第一节 声级计的基本原理 (1)
- 第二节 声级计的基本结构及分类 (2)
 - 一、声级计的基本结构/2
 - 二、声级计的分类/6
- 第三节 声级计的校准与维护 (8)
 - 一、声级计使用前的校准/8
 - 二、声级计的日常维护/11
 - 三、声级计的使用及注意事项/12

第二章 模拟式声级计

- 第一节 ND10 型和 ND12 型普通声级计 (14)
 - 一、工作原理/14
 - 二、主要零部件/14
 - 三、仪器的常见故障及排除方法/18
- 第二节 精密声级计 (21)
 - 一、工作原理/21
 - 二、主要零部件/22
 - 三、结构特征/29
 - 四、主要技术性能/30
 - 五、仪器正确使用及维护/32

六、仪器的常见故障及排除方法/32

第三节 精密脉冲声级计 (37)

一、工作原理/38

二、主要零部件/38

三、结构特征/44

四、主要技术性能/45

五、仪器的正确使用及维护/47

六、仪器的常见故障及排除方法/48

第三章 数字普通声级计

一、工作原理/51

二、主要零部件/51

三、仪器的常见故障及排除方法/54

第四章 其他类声学测量仪

第一节 滤波器 (55)

一、工作原理/55

二、主要技术性能指标/57

三、倍频程滤波器及其特性曲线的调整/58

四、仪器的常见故障及排除方法/62

第二节 标准声源 (64)

一、标准声源的一般介绍/64

二、ND9 型声级标准器/65

三、ND9 型声级计校准器的一般维护/66

四、活塞发生器/67

第五章 超声诊断仪概述

第一节 超声诊断理论基础 (72)

一、超声波的特性/72

二、超声波的产生/73	
三、超声的传播与衰减/73	
四、超声场/75	
五、超声多普勒效应/76	
第二节 超声诊断仪分类	(76)

第六章 B 型超声诊断仪的基本原理与性能指标

第一节 B 型超声诊断仪的基本原理与分类	(78)
一、手动式 B 型超声诊断仪/78	
二、高速机械扇形扫描 B 型超声诊断仪/79	
三、高速电子线性扫描 B 型超声诊断仪/80	
四、高速电子扇形扫描 (相控阵) B 型超声诊断仪/81	
第二节 B 型超声诊断仪的性能指标	(82)
一、技术参数/82	
二、使用参数/87	

第七章 医用超声诊断仪的结构特性

第一节 医用超声探头	(90)
一、压电振子的频率特性/90	
二、医用超声探头的主要特性/90	
三、医用超声探头的分类/93	
第二节 波束控制与脉冲产生电路	(93)
一、多振元组合发射的意义/93	
二、发射波束扫描方式/94	
三、波束控制电路基本构成与简要工作原理/95	
四、发射聚焦电路/96	
五、动态电子聚焦/97	
六、发射多路转换开关/97	

- 七、发射脉冲产生电路/98
- 八、二极管开关电路和二极管开关控制电路/98
- 第三节 B型超声诊断仪回波接收和预处理电路 (98)
 - 一、接收系统的组成/98
 - 二、基本结构/100
- 第四节 数字扫描变换器 (101)
 - 一、DSC的一般原理/101
 - 二、DSC的组成和基本工作原理/102
 - 三、DSC的主要技术指标/103
- 第五节 超声数字图像处理 (104)

第八章 系统电源电路

- 第一节 额定参数 (105)
- 第二节 特性和技术说明 (106)
- 第三节 电路组成与工作原理 (108)
 - 一、电路组成/108
 - 二、电路工作原理/108

第九章 整机调试

- 第一节 概述 (111)
- 第二节 电源的调试 (111)
 - 一、输出电压的校正/111
 - 二、过流校正/112
- 第三节 主机电路的调试 (113)
 - 一、TC板的调试/113
 - 二、RV板的调试/115
 - 三、CPU板的调试/119
 - 四、MEM板的调试/121

第十章 B 型超声诊断仪的维修

第一节 开展维修工作的准备	(123)
第二节 B 型超声诊断仪的维护	(125)
一、仪器的正确使用与日常维护/125	
二、仪器维护的基本方法/126	
三、仪器维护注意事项/127	
第三节 MIL 符号及其用法	(128)
一、MIL 符号的基本考虑方法/128	
二、MIL 符号的表示/130	
三、MIL 符号使用注意事项/130	
第四节 超声诊断仪的故障检查	(130)
一、故障检查的基本步骤与基本方法/131	
二、故障检查的实际操作/139	
三、电源部分的故障检查/148	
四、显示电路的故障检查/154	
五、脉冲控制电路的故障检查/158	
六、扫描电路的故障检查/159	
七、标志电路的故障检查/161	
八、高频脉冲发射电路的故障检查/162	
九、接收放大电路的故障检查/163	
十、心电图心音图部分的故障检查/165	

第十一章 精密超声诊断仪的具体维修方法

第一节 电源电路的故障检查	(167)
第二节 超声与系统控制电路故障检查	(168)
参考文献	(178)

声级计概述

第一节 声级计的基本原理

声级计（噪声计）是预加校准的，包括传声器、放大器、衰减器、适当计权网络和具有规定动态特性的指示仪表的仪器，被用以测量噪声的声级。随着现代科技水平的发展和电子技术的提高，声级计由指针式、大型化，朝着小型化、数字化、多功能、快速测量方向发展。

声级计是电子仪器，它不同于电压表、频率计这样的客观电子仪表。通过电容传声器把声信号转化成电信号时，模拟了人耳对声波反应速度的时间特性和对高低频有不同灵敏度的频率特性，以及不同响度时改变频率特性的强度特性。因此说，声级计是一台“主观性”的电子仪器。

被测量的声音信号被传声器接收，传声器将声信号变成电信号，微小的电信号经前置放大器送到输入衰减器和输入放大器，放大器将微小电信号放大，衰减器对较大的输入信号加以衰减，使其在指示器上获得适当的指示，也使测量量程扩大。计权网络对通过的信号进行频率滤波，使声级计的整机频率响应符合一定频率计权特性的要求，以便能测量声级。信号再经输出衰减器和输出放大器后送到检波器进行检波，交流信号变成直流信号，并由指示器以“dB”指示出来，检波器还使声级计具有“快”、“慢”、“脉冲”或“保持”等时间计权（电表阻

尼)特性。电源部分将交流市电或电池电压进行变换,供给声级计各部分所需要的电源电压。

在声测量的过程中,测量包括声级、声压级、频率以及声功率、声强等多项指标。其中尤以声级这一指标最为关键,上述描述声的指标除频率外,均与声级有关或可由声级导出。声级也称“计权声级”,声级计上以分贝表示的读数,即为声场中某一点的声级。声级计读数是相应于全部可听声频率范围内按规定频率计权和积分时间而测得的声压级。计权方法是根据人耳对各种频率声音的不同灵敏度拟定的。由于人耳的灵敏度特性受声强的影响很大,因此国际上采用的声级计计权特性有A、B、C、D等4种计权网络,用它们测得的声压级分别称为“A声级”、“B声级”、“C声级”和“D声级”,单位是分贝(符号dB)。

声级计(噪声计)作为声学测量中最基本而又最常用的仪器,用于测量和分析声音的声压级或声级。它不仅应用在声学理论研究和电声学测量中,而且已经广泛应用于环境保护、机器制造、医疗卫生、建筑设计、卫生防疫、交通运输及国防工程各个领域,并被列入国家强制检定的计量器具。

第二节 声级计的基本结构及分类

一、声级计的基本结构

声级计包括传声器、放大器、衰减器、计权网络、检波器和具有规定动态特性的指示仪表以及电源等部分。有的声级计其内部本身具有滤波器功能部分,基本是倍频程滤波器,当功能键拨在滤波器功能上时,即可直接进行声音的频谱分析,使用也较为方便。有的声级计还具有“外接滤波器”插孔,用来与其他滤波器连接进行频谱分析。“放大器输出”插孔输出交流

信号,用来使声级计与其他仪器配合使用,例如与声级记录仪或磁带记录仪连用,以进行测量的自动记录,与示波器连用,观察被测信号的波形等等。

1. 传声器

传声器又称为话筒,是一种声电换能器,用来把被测声信号换成电信号。在声级计中使用的传声器要求它的频率范围宽、频率响应平直、失真小、动态范围大、尤其是稳定性要好。按照换能原理和结构的不同,传声器可分为3种:电动式传声器、压电传声器和电容传声器。电容传声器具有频率范围宽、频率响应平直、灵敏度变化小、长时间稳定性好等优点,常用于精密声级计和标准声级计中,也是现在声学测量中应用最多的传声器。电容传声器的特点是内阻高,使用时需要用阻抗变换器与后面的衰减器和放大器匹配,而且要加极化电压才能正常工作。

2. 前置放大器(阻抗变换器)

电容传声器的一个缺点是内阻比较高,它的电容量一般只有几十皮法(pF),甚至几个皮法,如果与它连接的放大器输入电容量可以与之比拟,就会降低传声器的灵敏度;如果放大器输入电阻太低,则电容传声器在低频时灵敏度会降低,也就是说频率范围受到了限制。因此,在声级计中需要使用前置放大器。前置放大器又叫输入级,它本身不起放大作用,电压增益小于并接近等于1,它只是起阻抗变换作用,因此又称为阻抗变换器。

3. 放大器

电容传声器把声音信号变成电信号,这个电信号一般是很微弱的,不足以使指示器产生指示,因此需要用放大器把电信号加以放大。声级计中的放大器要求有一定的放大量、一定的动态范围、较宽的频率范围和小非线性失真(不大于1%)

等等。声级计一般采用2~3组放大器,各组放大器的前面一般都接有衰减器。

4. 衰减器

声级计不仅要测量微弱信号,也要测量较强的信号,也就是要有较大的测量范围,例如要测量25~140 dB范围声级。声级计的检波器和指示器不可能有这么宽的量程范围,因此要采用衰减器。如果指示器量程范围为-10~+10 dB,则衰减器的总衰减量为100 dB,而且衰减器以10 dB分挡,即30, 40, 50, ..., 130 dB共11挡。为了提高信噪比,我们将衰减器分为输入衰减器和输出衰减器两部分,输出衰减器接在第一组放大器和第二组放大器之间,而且在一般测量时,使输出衰减器尽量处在最大衰减位置。

衰减器可以采用电容分压形式,也可以采用电阻分压形式;可以是串联,也可以是T型衰减器。在声级计中一般都采用电阻串联形式,这种形式比较简单方便,而且由于频率不高,一般不须要进行频率补偿。

5. 指示器

声级计测量的结果是在指示器上指示出来。指示器分为模拟指示器和数字指示器。模拟指示器中又有电表指示和利用发光二极管或指示灯的声级灯指示。在大多数声级计中,都是使用直流电表作为测量指示器。在一些袖珍式声级计中,使用发光二极管作为指示器。测量时,发光二极管顺序轮流发光,相当于电表指针的摆动。一般每只发光二极管代表1 dB刻度,这样如果要指示0~15 dB范围,就要用16只发光二极管。发光二极管的顺序发光就表示了测量声级的大小。在有些声级计中使用数字指示器,用数字直接显示出测量结果。

6. 计权网络

声级计中的计权网络是一组根据一定要求进行频率滤波的电路网络，通过它声级计能够进行声级（又称计权声压级）测量。声级计至少要有 A、B 或 C 3 种计权网络中的一种。由于 A 声级应用最广泛，因此声级计中都具有 A 计权网络，有的还具有 B 和 C 计权网络。也有的声级计还具有“线性”频率响应，这时声级计在一定频率范围内的频率响应是平直的，也就是不随频率变化而变化，线性响应用来测量声音的声压级（非计权声压级）。为了测量航空噪声，有的声级计还具有“D”计权网络。

声级计的计权特性已经由国际电工委员会进行标准化。在 IEC651《声级计》、IEC537《用于航空噪声测量的频率计权（D 计权）》标准和国家标准 GB3785—83《声级计电、声性能及测试方法》中规定了 A、B、C 和 D 计权特性的要求，对于不同类型的声级计规定了不同的公差，这些公差适用于所有频率计权特性及“线性”响应。

7. 检波电路

检波电路用来将放大器输出的交流信号检波（整流）成直流信号，以便在指示器上获得适当的指示。一般是用峰值、平均值和有效值来表示信号的大小。为了测量不同的值，相应有不同的检波电路如峰值、平均值和近似有效值检波电路。

在声级测量中，用得最多的是有效值，因为有效值决定了声信号的功率。所以除非另外说明，一般都是测量有效值。只是在某些场合，也测量信号的峰值和平均值，例如要测量冲击信号的幅度或者考虑放大器是否会出现过载时，就需要测量峰值。

8. 电源

对于便携式声级计，为了便于现场测量，要求用电池供电；

实验室用台式声级计一般使用交流市电供电。声级计除供给电容传声器极化电压外,另外各部分还需要不同的工作电压和电流。因此,需要把电池电压变换成各种电压,一般采用直流变换器。直流变换器首先由振荡器把直流电压变成交流电压,通过变压器变压,然后再由整流电路整流成所需要的各种直流电压。为了保证输出电压稳定,通过负反馈电路控制调整管或直接控制加到振荡器的电压,这样当电池在使用中电压降低、负载不同及环境变化时,输出电压保持不变,从而保证了声级计各部分正常工作。

由于极化电压所需电压较高,电流消耗却几乎为0,因此多采用倍压电路。考虑到极化电压直接影响传声器的灵敏度,因此往往单独进行稳压。有的声级计还使用变换器的交流信号作为内部电校准信号,但是这种校准信号的频率是不稳定的,而且包含有较多的谐波成分,当使用不同计权网络时,校准的指示值相差很大,因此仅仅适用于具有“线性”或“C”计权特性的声级计。为了避免这一缺点,有的声级计,尤其是只具有“A”计权网络的声级计,由内部的另一振荡器产生1000 Hz正弦信号作为校准信号,这种校准信号对于A、B、C和D计权及“线性”都能进行校准,并得到相同的指示。这种校准信号的幅度比较稳定,非线性失真小,频率误差也小。

二、声级计的分类

为了使世界各国生产的声级计的测量结果互相可以比较,国际电工委员会(IEC)制定了声级计的有关标准,并推荐各国采用。1979年5月在斯德哥尔摩通过了IEC651《声级计》标准,这个标准统一并取代了以前公布的IEC123, IEC179, IEC179A等几个标准。我国有关声级计的国家标准是GB3785—83《声级计电、声性能及测试方法》,它与IEC标准的主要要求

是一致的。声级计按其用途可以分为一般声级计、车辆噪声计、脉冲声级计、积分声级计、噪声暴露计（噪声剂量计）和统计声级计；按其体积大小可分为台式声级计、便携式声级计和袖珍式声级计；按其指示方式可分为模拟指示（电表指针式、声级灯）和数字显示声级计；按其精度可分为：0 型声级计（测量放大器）作为标准声级计，1 型声级计作为实验室研究用精密声级计，2 型声级计作为一般用途的普通型声级计，3 型声级计作为噪声监测的普及型声级计等 4 种类型。

1. 普通声级计

一般把精度等级为 2、3 型的声级计称作普通声级计。2 型声级计仅适合于一般测量使用；3 型声级计主要用于现场噪声普查。普通型声级计一般仅有 A 计权或 A、C 计权。其技术要求中心值的允许公差较宽。

2. 精密声级计

把精度等级为 0 型和 1 型的声级计称为精密声级计。0 型声级计用作实验室参考标准；1 型声级计供实验室及声学环境能够严格控制的场所使用。其技术要求中心值的允许公差较窄。

3. 脉冲声级计

脉冲声级计具有一般声级计的全部性能，同时还有一些用于测量脉冲声的特殊功能，例如脉冲时间计权特性、高峰值因数容量、输入及输出过载指示等等。有的脉冲声级计中还具有用于航空噪声测量的 D 计权网络，可用于测量飞机的噪声。

4. 积分声级计

积分声级计能够以数字形式直接显示出某一测量时间内被测噪声的等效连续声级。积分声级计还能显示声暴露级 L_{AX} 。

5. 噪声剂量计

噪声剂量计是用于噪声环境中测量人们噪声暴露量的数显式声学仪器。

6. 数字声级计

数字声级计是一种直接用数字显示测量结果的声级计，它不仅具有读数直观、准确等优点，同时通过 BCD 编码输出可以配合其他分析处理仪器和电子计算机进行信号处理。

7. 滤波器

滤波器是把信号中各分量按频率加以分离的设备，滤波器能使一个或几个频带中的信号分量通过时基本上不受衰减，对其他频带中的分量则加以衰减。

8. 声校准器

声校准器是一种标准计量器具，当把声耦合到传声器上时，能产生一定频率和声压级。主要用来测定传声器的声压灵敏度；校准声级计或电声测量装置的声级。目前国内常用的声校准器主要有活塞发声器和声级校准器两种。

第三节 声级计的校准与维护

一、声级计使用前的校准

正确使用声级计可以减小测量误差，保证测量结果的准确性，同时减少机器的损坏，延长机器的使用寿命。不同型号的声级计具有各自的功能特点，同时也具有相同的使用方法，使

用前的校准是共同的要求。

在校准前我们应当先检查电源情况，对 ND10、ND12 型声级计只要接通电源开关，按下电池检查开关，表针应指示在“电池检查”红色刻度线之内，当低于这个刻度线就表示电池电压过低，需要更换；对于 HS5633 声级计在显示的数字中，如果个位与十位之间出现“:”，则表示电池电压过低，需立即更换；对于 ND2 和 ND6 声级计在接通电源开关后、功能键旋钮置于电池检查位置，表针也应指示在“电池检查”红色刻度线之内。在使用的过程中也要经常注意电池电压，以免在电池电压太低的情况下使用，影响测量的准确性。

声级计的校准有两种方法，一种是用内部电信号进行灵敏度校准，另一种方法是使用标准声源进行绝对声压级校准，第二种方法校准的准确性高，是我们经常采用的方法。需要指出的是当用内部电信号校准时，仅仅校准了放大器及检波指示器的灵敏度，其电容传声器没有被校准，而且校准的准确性不如声学校准。

1. 电气校准

声级计内部设计了一个恒幅的电信号送到第一级放大器的输入端，因而在指示器上就应该有一个固定的读数，如果这个读数变化了，这表示放大器的放大量改变了，需要重新校到原来的读数位置上，此时如果参考传声器的修正值 K 进行调整，声级计就处在准确的工作状态了。由于声级计内部提供的恒幅电信号具有不同的频率，当频率为 1000 Hz 时，校准工作与计权网络无关；当频率不是 1000 Hz 时，校准工作要依照说明书的要求进行，一般选择“线性”和“C 计权”挡位。

对于国营红声器材厂的 ND10 型、ND12 型声级计，在进行电校准时先按下电源开关，检查电池电压，再按下 C 计权按键，量程旋钮放在“▼”位置上，此时指针应指示在表头的“▼”