技术工人维修技能速成丛书

零点起步

医疗器械维修速成图解

钱叶斌 主编

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社



需要全本请访问 www.ertongbook.com

零点起步——技术工人维修技能速成丛书

医疗器械维修速成图解

钱叶斌　主编

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

医疗器械维修速成图解/钱叶斌主编. —南京：江苏科学技术出版社，2009.4
（零点起步：技术工人维修技能速成丛书）
ISBN 978-7-5345-6505-2

Ⅰ.医… Ⅱ.钱… Ⅲ.医疗器械—维修—图解
Ⅳ.TH770.7-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 015769 号

医疗器械维修速成图解

主　　编	钱叶斌
责任编辑	汪立亮
特约编辑	赵海娟
责任校对	郝慧华
责任监制	张瑞云
出版发行	江苏科学技术出版社(南京市湖南路 1 号 A 楼，邮编：210009)
网　　址	http://www.pspress.cn
集团地址	凤凰出版传媒集团(南京市湖南路 1 号 A 楼，邮编：210009)
集团网址	凤凰出版传媒网 http://www.ppm.cn
经　　销	江苏省新华发行集团有限公司
照　　排	南京展望文化发展有限公司
印　　刷	盐城市华光印刷厂
开　　本	787mm×1092mm　1/32
印　　张	6.25
字　　数	140 000
版　　次	2009 年 4 月第 1 版
印　　次	2009 年 4 月第 1 次印刷
标准书号	ISBN 978-7-5345-6505-2
定　　价	16.00 元

图书如有印装质量问题，可随时向我社出版科调换。

目　录

第一章　医疗器械维修基础知识……1
第一节　常用医疗器械简介……1
一、　医疗器械基本结构与使用性能……1
二、　常用医疗器械简介……5
第二节　医疗器械维修技巧 ……17
一、　医疗器械维修的技能与注意事项 ……17
二、　医疗器械故障维修思路 ……21
三、　医疗器械故障诊断方法 ……23
四、　医疗器械常用电子元器件的故修 ……31
第三节　医疗器械的日常维护与保养 ……33
一、　医疗器械的一般维护与保养 ……33
二、　常用医疗器械的日常维护与保养 ……35
第二章　心电图机的维修 ……40
第一节　心电图机的结构组成与工作原理……40
一、　心电图机的结构组成 ……40
二、　心电图机的主要性能参数 ……46
三、　心电图机的工作原理 ……47

第二节　心电图机的故障维修 ……49
一、 心电图机的使用与维护 ……49
二、 心电图机的故障维修方法 ……51
三、 心电图机的常见故障维修 ……58
第三节　心电图机的故障维修实例 ……67
一、 主放大电路板故障维修实例 ……67
二、 ECG6151 型心电图机故障维修实 …… 70
三、 ECG6511 型心电图机故障维修实例 ……77
四、 ECG8110K 型心电图机故障维修实例……81
第三章　脑电图机的维修 ……82
第一节 脑电图机的结构组成与工作原理……82
一、 脑电图导联 ……82
二、 脑电图机的结构组成与工作原理 ……86
第二节　脑电图机的故障维修 ……91
一、 脑电图机的故障维修方法 ……91
二、 脑电图机的常见故障维修 ……98
第三节　脑电图机的故障维修实例 ……104

第四章　肌电图机的维修 ……108
第一节　肌电图机的结构组成与工作原理 ……108
一、 诱发肌电图 ……108
二、 肌电图机的结构组成与工作原理……112
第二节　肌电图机的故障维修 ……118
一、 常规肌电图检查方法 ……118
二、 肌电图机的常见故障维修 ……120
第三节　肌电图机的故障维修实例 ……126
第五章　医用 X 线机的维修 ……129
第一节　X 线机的结构组成与工作原理……129
一、 X 线机的结构组成……129
二、 X 线机的电路组成及工作原理……137
第二节　X 线机的故障维修……152
一、 X 线机的故障分类及其原因分析 ……152
二、 X 线机的故障维修方法……156
三、 X 线机的常见故障维修……159
第三节　X 线机的故障维修实例……166
一、 F99Ⅰ型 500mA X 线机故障 ……166
二、 数字化移动式 X 线机故障维 ……169
三、 移动式 X 线机故障维修实 ……170

第六章　B 型超声波诊断设备的维修 ……172
第一节　B 型超声波诊断设备的结构……172
一、 B 型超声诊断仪的结构组成……172
二、 B 型超声诊断设备的工作原理……174
三、 CY140 型机械扇形扫描诊断设备……176
第二节　B 型超声波诊断设备的故障……178
一、 B 型超声波诊断设备的故障维……178
二、 B 型超声波诊断设备的故障维修……182
第三节　B 型超声波诊断设备的故障维……187
一、 SSD120DX 型 B 型超声仪故障维 ……187
二、 SSD190 型 B 型超声仪故障维修 ……189
三、 SSD210 型 B 型超声仪故障维修… ……189

第一章

医疗器械维修基础知识

第一节　常用医疗器械简介

一、医疗器械基本结构与使用性能

1. 医疗器械基本结构

医疗仪器有很多种类，不同的医疗仪器具有不同的功能，它们的工作原理也完全不同。尽管如此，从宏观的角度来看，仪器设备还是有一些共同之处。

对于诊断仪器，需要解决的是如何从体内得到有用的信息，这些信息可以是生物电信号、压力信号或者起对某种能量的吸收程度等，这些信息需要用传感器或电极来获得并转换成电信号。有时也需要外加能量来获取信号，如用电流驱动传感器，或使用光、X 线或超声能量，通过考察这些能量经过被测体后的衰减等进行诊断。这些由传感器或电极获得的信号通常比较弱，而且还可能是非线性的并带有较强的噪声，需要对这样的信号进行预处理，如放大、滤波、线性化等工作。现代医疗设备多由计算机控制，需要将模拟信号转换成数字信号送入计算机进行处理，很多信号处理工作都由计算机软件来完成。鉴于现代计算机的强大功能，通过计算机可以完成人机交互和参数选择、信号曲线和图像显示、医疗仪器之间和与数据库的数据通信等许多功能（图 1－1）。

完成治疗功能的医疗仪器要解决用何种能量以何种途径干预治疗对象的问题，或者用某种方法来暂时或永久地替代人体的某部分功能，对于加入人体的任何能量都不但要进行精确地控制，而且还要进行反馈监测

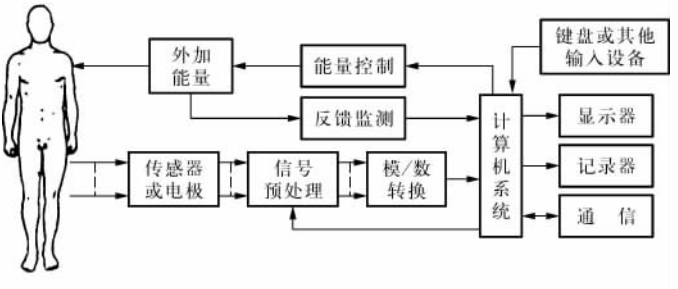


图 1－1　医疗仪器基本结构

以确保安全，有时甚至还需要在治疗过程中对人体的生理状态进行监护，对于这样的治疗设备，也可以用图 1－1 来表示。

根据以上的分析，医疗仪器可以分为以下几个主要部分：

（1）传感器

传感器也就是换能器，将一种能量的信号转换成另一种能量的信号的器件。通常最终是转换成电信号，因为电信号能被比较方便地处理和输入计算机，如测量血压的压力传感器、测量离子浓度的离子传感器、X 线传感器、超声传感器等。电极也可以看作为传感器，它将体内的离子电流转换成金属导体中流动的电子电流。传感器是测量仪器或仪器测量部分的关键部件，直接影响测量的成败。

（2）信号预处理和采集系统

信号预处理也常被称为信号调理（conditioning），主要完成信号的放大、滤波、线性化以及信号的电气隔离等，将传感器获得的信号调整到适合信号采集系统的要求。由于与传感器直接相连，这部分电路常包含有传感器激励驱动电路。信号采集就是将模拟信号转换成能被计算机处理的数字信号。

（3）计算机系统

计算机系统主要完成数字信号处理、数据管理和程序控制等工作。随着主机性能和模/数转换精度的提高，很多在预处理阶段完成的工作可移到数字信号处理阶段完成，有些设备如 CT 等，采用独立的信号处理机设计，以进一步提高信号处理能力。计算机系统作为控制中心，可以协调

和监控仪器设备各子系统的运作，甚至管理患者状态监测和报警系统。

（4）人—机交互系统

人—机交互系统通常由键盘、鼠标、显示装置等组成，有的还带有网络接口，构成现代仪器设备的外在特征。显示装置可以只是显示简单的参数，也可以显示曲线，甚至是图像。很多医疗仪器还具备永久性记录设备，如打印机等。

（5）能量发射系统

很多医疗仪器需要向人体发射能量，如X线成像设备需要向人体组织发射X线，同时接收透过人体而衰减后的能量进行成像，许多利用物理能量进行治疗的设备，如放射治疗设备、激光治疗设备等，主要解决的就是如何有控制地通过一定途径将能量传递到人体的特定部位。能量发射的实际剂量必须要保证准确，这一点不管对于测量还是对于治疗都非常重要。

（6）其他系统

很多医疗仪器还有某些特定的功能模块或系统，如机械传动系统、定位系统、管路系统等，这些系统通常也按照控制系统的指令进行协调运作，如血液透析机主要由管路系统和人工肾组成。

许多普通仪器也都有以上的结构或组成部分，医疗仪器与普通仪器的最大区别是应用的对象：医疗仪器所测量的对象或者信号源，是人体或人体的一个系统，能量发射的对象也同样是人体，甚至还要用仪器替代人体的某一部分功能。医疗仪器的许多特殊之处皆源于此。

2. 医疗器械使用性能

从实际使用的角度看，医疗仪器的性能包括仪器本身的功能、可操作性、正确性、可靠性和安全性等。

（1）功能

医疗仪器通常都是专用设备，每件医疗仪器都有其特定的功能，是否如其所称具有某种功能是选择仪器的关键依据。除了主要功能以外，还会有次要的功能，如心电图机除了能描记心电波形以外，还能检测心率和心律，输入患者姓名和编号。有些设备有不同的功能模块可供选择，使仪器具有不同的功能；也有的仪器可以通过软件增加功能。

（2）可操作性

可操作性是指实际操作是否方便，操纵部件是否灵活，是否需要助手

帮助，按钮开关排列或程序菜单设计是否合理等。现代医疗设备越来越复杂，可选择的参数很多，这一方面促进了医疗服务向个性化方向发展，有助于提高医疗水平，但过多的选择和设置增加操作的复杂性，也增加了误操作的可能性。通常，操作简单明了、操纵手柄小巧灵活的医疗仪器比较受欢迎。

（3）正确性

对于测量设备，测量结果是否正确是非常关键的，这里有很多技术指标可用来判断，它们是：量程、灵敏度、线性、频率响应、信噪比、精确度与准确度、绝对误差与相对误差、精度、重复性等。具有合适技术指标的设备是获得正确测量结果的保证。对于利用物理能量实现治疗的医疗设备而言，如何将准确无误的剂量释放到指定的治疗部位中，也是非常重要的。

（4）可靠性

医疗仪器的可靠性必须非常高，不仅故障率要小，还应该有比较完备的故障监测和报警功能，而且在部分故障状态下仍能保留最基本的功能以保证患者的安全。这一点对抢救设备尤其重要。

（5）安全性

医疗仪器要考虑电气安全、辐射安全、热安全和机械安全等。

以上性能在医疗仪器的设计、制造中非常重要。在医疗仪器的整个使用周期中，保持良好的使用性能，对于保证医疗质量同样非常重要。

3. 医疗器械使用环境

医疗仪器为医疗提供了优良的技术平台，要使仪器能够发挥作用，医疗仪器的使用环境是非常重要的。医疗仪器的使用环境一般是指周围环境、供电及其他支持系统。广义的使用环境应该还包括医疗仪器操作使用人员和维护人员、完备的技术管理制度等，也即医疗仪器使用的软环境。从使用角度而言，仪器的使用环境也是构成使用中仪器的一个重要组成部分。为保证医疗仪器的正常使用，需要医务人员、工程技术人员和管理人员的共同参与和合作。

（1）周围环境

周围环境包括温度、湿度、灰尘或其他有害气体、操作人员的操作空间大小、电磁场干扰等。现代电子仪器都对温度有一定的要求，温度过高

或过低都有可能使电子元器件的工作不正常，湿度过高或者灰尘较多容易造成绝缘失效，温度和湿度对于光学器件和进行化学反应的器件也会产生一些不良的影响，有些气体会造成仪器传感器的误差，对于易燃易爆的气体则更加要小心。电磁场干扰有 50 Hz 工频干扰和电刀等设备引起的高频干扰，有时驱动电梯的电机也会造成干扰，这些干扰应该设法避免。

（2）供电系统

除了部分便携式医疗设备使用电池供电以外，大部分医疗仪器采用交流电供电。医院中合格的供电系统应该是三相五线制，即除了相线和中线（零线）以外还必须要有单独的接地线，在病床周围的所有仪器设备还必须是等电位接地，这对于排除电磁场干扰和电气安全均有好处。手术室等重要科室还应该加装供电监测报警系统和发电机组。对于大电流设备则应单独供电以避免影响其他设备的供电。

（3）其他支持系统

很多医疗仪器需要使用不同的气体，如压缩空气、麻醉气体、氧气、氮气、液氮等，也有一些医疗仪器需要使用蒸馏水或去离子水，这些气源、水源必须能够保质保量供应。

（4）操作使用人员

这是一个关键因素，很多国家规定操作人员必须受过专门的培训并获得专门的证书，才准予操作如呼吸机、体外循环系统、放射治疗设备等。操作人员能否正确地使用医疗仪器，与其所获得的学位和所受的培训、责任感、实际工作经验等都有一定的联系。此外，详尽的操作手册和能否得到及时的技术支持也与能否正确使用医疗仪器有一定的关系。

（5）工程技术人员

他们是对仪器的临床使用提供技术保障，也从事对于操作人员提供及时的现场岗位培训。

二、常用医疗器械简介

（一）心电图机

根据生物电位产生的机理，心脏的活动伴随着电位变化。由于人体的导电性能，心脏的电位变化能够传到身体表面，因此在人体表面适当位置放置电极就可以记录心脏活动的电位变化。心电图（Electrocardiogram，

ECG）就是通过在体表放置电极记录下来的心脏活动过程的电位变化的图形，用来记录心电图的仪器称为心电图机。

1. 心电图机的分类

（1）按记录器分类

记录器是心电图机的描记元件，心电图机常用的记录器有以盘状弹簧为回零力矩的动圈式记录器和位置反馈记录器。

① 动圈式记录器。动圈式记录器的结构原理是由磁钢组成的固定磁路和可转动的线圈。记录器的线圈与心电图机的功率放大器输出端相连，当有心电信号时，功率放大器向线圈输出电流，线圈转动，当线圈的偏转角度与盘状弹簧的回零力矩相同时，停止偏转，从而带动描笔描记出心电图波形。

② 位置反馈记录器。位置反馈记录器是一种不用机械回零弹簧的记录器，特殊的电子电路可起到回零弹簧的作用。机器断电时，位置反馈记录器的记录笔可任意拨动。

（2）按供电方式分类

心电图机放大器要求有比较稳定的直流电源供电，可以采用干电池或可多次充电的蓄电池进行供电的直流供电方式；也可将交流电经变压器、整流器、滤波器、稳压器等组成的交流转换电路转换为直流电供给心电图机工作。

（3）按记录形式分类

心电图机的记录形式有热笔描记式、喷墨水描记式、多点发热打印式等。

（4）按放大器的导联分类

心电图机有单导和多导数种。单导心电图机的心电信号放大通道只有一路，各导联的心电波形要逐个描记；多导心电图机的心电信号放大通道有多路，如三导心电图机就有三路放大器，三个导联的心电信号同时可以得到放大。

（5）按机器功能分类

心电图机按照机械的功能可分为图形描记普通式心电图机（模拟式心电图机）和图形描记与分析诊断功能心电图机（数字式智能化心电图机）。

2. 心电图的临床应用

心脏生理功能与心电图存在着密切的联系，许多心脏生理功能失常可以从心电图波形的改变中反映出来，经过100多年的发展，心电图在临床疾病的诊断中得到了广泛的应用，具有非常重要的作用。

① 分析和鉴别各种心律失常。心电图能精确地诊查心律失常，在第Ⅰ度房室传导阻滞及束支传导阻滞上，心电图是必需的诊断方法。

② 部分冠状循环功能障碍引起的心肌病变，这种心脏病例在体征方面无明显异常，而心电图的改变可能为心脏损害的惟一明确的客观病征，并可通过心电图来观察心肌梗死部位及其发展过程。

③ 判断心脏药物治疗或其他疾病的药物治疗对心脏功能的影响。

④ 指示心脏房室肥大情况，从而协助各种心脏疾病的诊断，如高血压性和肺源性心脏病及先天性心脏病、心瓣膜病等。

⑤ 在心包炎、黏液性水肿、电介质紊乱、血压过低或过高等疾病中，不仅用作诊断而且可追踪疾病发展情况，对治疗过程有极重要的参考价值。

⑥ 在心脏手术及心导管检查时，进行心电图的直接描记以便及时了解心律和心肌功能，指导手术的进行并提醒进行必要的药物处理，对冠心病、急性心肌梗死连续的心电图观察，可及时发现并处理心律失常。

⑦ 心电图与其他生理参数一起检查心脏机械功能情况。

⑧ 心电图还是生理和病理研究时重要的参考资料。

（二）脑电图机

在人的大脑皮层中存在着频繁的电活动，而人正是通过这些电活动来完成各种生理机能的。人的大脑皮层的这种电活动是自发的，其电位可随时间发生变化，我们用电极将这种电位随时间变化的波形提取出来并加以记录，就可以得到脑电图。通过检测并记录人的脑电图就可以对人的大脑及神经系统疾病（如急性中枢神经系统感染、颅内肿瘤占位性病变、脑血管疾病、脑损伤及癫痫等）进行诊断和治疗，而脑电图机（electroencephalograph）即是用来测量脑电信号的生物电放大器。

1. 脑电图的一般性质

脑电图虽然不是正弦波，但可以作为一种以正弦波为主波的波形来分析，所以脑电图波形也可以用周期、振幅和相位等参数来描述，周期、振

幅、相位是脑电图的基本特征，如图 1－2 所示。

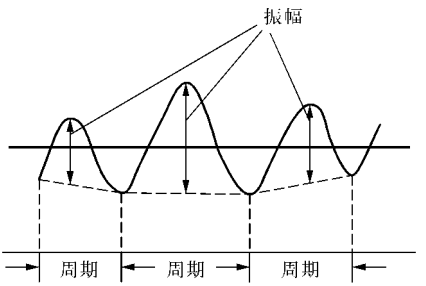


图 1－2　脑电图的周期和振幅

① 周期。脑电图的周期指由一个波谷到下一个波谷的时间间隔或由一个波峰到下一个波峰的时间间隔在基线上的投影。通常把单位时间内出现的正弦波波数(频率)的倒数称为平均周期，正常人脑电频率主要在 8 ~ 12 Hz 范围内。

② 振幅。在脑电图中通常从波峰画一直线使其垂直于基线，由这条直线与前后两个波谷连线的交点到波峰的距离称为脑电图的平均振幅。

③ 相位。脑电图的相位有正相与负相之分，以基线为准，波峰朝上者为负相波，波峰朝下者为正相波。另外，在记录两个部位的脑电波时，其相位差也应予以考虑。当两个波的相位相差 180°时称为相位倒转，如果其相位相差为零，则称为同相。其相位差一般不用度数表示，而把其转换成时间轴距离，以 ms 为单位。

2. 脑电信号的分类

现代脑电图学中，根据频率与振幅的不同将脑电波分 α 波、β 波、θ 波和 δ 波。脑电图的四种基本波形如图 1－3 所示。

① α 波。可在头颅枕部检测到，频率为 8 ~ 13 Hz，振幅为 20 ~ 100 μV，它是节律性脑电波中最明显的波，整个皮层均可产生 α 波。α 波在清醒、安静、闭眼时即可出现，波幅由小到大，再由大到小作规律性变化，呈棱状图形。

② β 波。β 波在额部和颞部最为明显，频率约为 18 ~ 30 Hz，振幅约

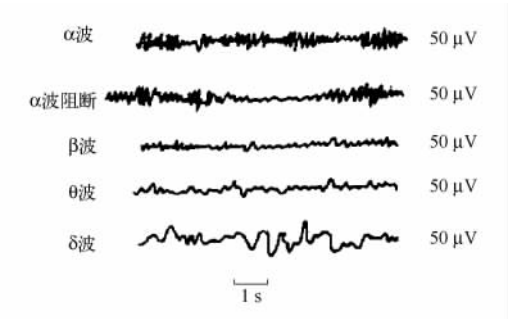


图 1-3　脑电图的四种基本波形

为 5 ~ 20 μV，是一种快波，β 波的出现一般意味着大脑比较兴奋。

③ θ 波。θ 波频率为 4 ~ 7 Hz，振幅约为 10 ~ 50 μV，它是在困倦时，中枢神经系统处于抑制状态时所记录的波形。

④ δ 波。在睡眠、深度麻醉、缺氧或大脑有器质性病变时出现，频率为 1 ~ 3.5 Hz，振幅为 20 ~ 200 μV。

脑电图的波形随生理情况的变化而变化，一般来说，当脑电图由高振幅的慢波变为低振幅的快波时，兴奋过程加强；反过来讲，当低振幅快波转化为高振幅的慢波时，则意味着抑制过程进一步发展。

正常的成年人、儿童、老年人的脑电图均有自己的特点，清醒和睡眠时的脑电图不同，不同疾病患者的脑电图也各不相同，现代脑电图学已经建立起了正常人的脑电图诊断标准和异常脑电图诊断标准。因此，脑电图在临床诊断上有极为重要的价值。

3. 诱发电位基础知识

在上面我们讲过，脑电图记录的是人大脑自发的电位活动，这种自发的脑电信号在临床诊断上有重要的意义。除此之外，如果给机体以某种刺激，也会导致脑电信号的改变，这种电位称为脑诱发电位。根据脑电与刺激之间的时间关系，可将电位分为特异性诱发电位和非特异性诱发电位。所谓非特异性诱发电位是指给予不同刺激时产生的相同的反应，这是一种普通的和暂时的情况；而特异性诱发电位是指在给予刺激后经过一定的潜伏期，在脑的特定区域出现的电位反应，其特点是诱发电位与刺激信号之间有严格的时间关系。非特异性诱发电位幅度比较高，在脑电

图记录中即可发现;特异性诱发电位较小,完全淹没在自发脑电信号中。从其概念可知,非特异诱发电位没有任何特定意义,因此在临床诊断中不具有诊断价值。而特异性诱发电位的形成和出现与特定的刺激有严格的对应关系,因此通过诱发电位可以反映出神经系统的功能与病变。所以在临床上只进行特异性诱发电位的检查,通常我们把特异性诱发电位简称为诱发电位(evoked potential,EP)。诱发电位是指中枢神经系统在感受外在或内在刺激过程中产生的生物电活动,是代表中枢神经系统在特定功能状态下的生物电活动的变化。目前临床上常用的诱发电位有模式翻转视觉诱发电位(pattern reversal visual evoked potential,PR－VEP);脑干听觉诱发电位(brain stem auditory evoked potential,BAEP)和短潜伏期体感诱发电位(short-latency somatosensory evoked potential,SLSEP)。

(1) 视觉诱发电位

视觉诱发电位是指向视网膜给予视觉刺激时,在两侧后头部所记录到的由视觉通路产生的电位变化,其刺激方式是电视机显示的黑白棋盘格翻转刺激,方格大小为 30°视角,对比度至少大于 50%,全视野大小应小于 8°,眼睛固定注视中心,刺激频率为 1 ~2 Hz。

(2) 听觉诱发电位

听觉诱发电位是指给予声音刺激,从头皮上记录到的由听觉通路产生的电位活动,因其电位源于脑干听觉通路,故又称为脑干听觉诱发电位。其刺激源为脉宽 200 μs 的方波电信号,经过换能器转换成短声,其极性依其耳机振动膜片的方向而定,当耳机膜片靠向患者鼓膜时,该刺激为密波短声,反之为疏波短声。临床神经学研究中,常用疏波短声为刺激声,刺激频率为 10 ~15 Hz,强度高于听力阈 60 dB。BAEP 的神经学检查主要采用单耳刺激,这样可避免产生假阴性结果。所谓单耳刺激是指对健耳给予白噪声刺激,以消除骨传导的影响,通常给予对侧掩耳以小于同侧耳刺激声 30 ~40 dB 的白噪声刺激强度。

(3) 体感诱发电位

体感诱发电位是指躯体感觉系统在受外界某一特定刺激(通常是脉冲电流)后的一种生物电活动,它能反映出躯体感觉传导通路神经结构的功能。其刺激方式有恒压器和恒流器两种,恒压刺激器的范围为0 ~1 V,恒流刺激器的输出范围为 0 ~100 mA,刺激强度通常选用感觉阈上 4 倍