

常用医疗仪器 原理与维修

吴新文 石庆林 主编

人民军医出版社

CHANGYONG YILIAO YIQI
YUANLI YU WEIXIU

CHANGYONG YILIAO YIQI
YUANLI YU WEIXIU

(京)新登字 128 号

图书在版编目(CIP)数据

常用医疗仪器原理与维修/吴新义,石庆林编著. —北京:人民军医出版社,1998.1
ISBN 7-80020-678-5

I. 常… II. ①吴… ②石… III. ①医疗器械-应用②医疗器械-维修 IV. R197.39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 08398 号

人民军医出版社出版
(北京市复兴路 22 号甲 3 号)
(邮政编码:100842 电话:68222916)
人民军医出版社激光照排中心排版
北京京海印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所发行

*

开本:787×1092mm 1/16·印张:32.75 8 开插图 7·字数:807 千字

1998 年 1 月第 1 版 1998 年 1 月(北京)第 1 次印刷

印数:1~4000 定价:66.00 元

ISBN 7-80020-678-5/R·609

〔科技新书目:434—116⑥〕

(购买本社图书,凡有缺、倒、脱页者,本社负责调换)

编委会人员名单

主任 傅 征
委员 袁天锡 袁永林 尹永祥 陈汝泉

编著者名单

主 编 吴新义 石庆林
副主编 丁柏松 文 俭 任国荃
审 阅 宋贵芳 杨颜琴
编著者 (以姓氏笔画为序)
丁柏松 王朝捷 石庆林 孙喜文
刘晓军 李祖江 张玉林 宋国敏
何保新 赵庚辛 赵西海 贺 磊
郭海林 常 军

内 容 提 要

本书以常用医疗仪器的维修技术为主,重点介绍了电生理仪器、B超诊断仪器、检验仪器、X线机、电冰箱、呼吸机、麻醉机、理疗机、口腔科设备及手术设备等常用医疗仪器的构造、类型、工作原理及故障分析和维修方法。作者均为从事医疗仪器管理与维修多年、有丰富实践经验的专家。内容紧密结合医疗单位实际,又兼顾了医疗仪器的发展趋势,具有先进性和实用性。适于各级医疗单位以及医疗器械维修、供应、管理等部门的相关技术人员阅读。

责任编辑 张建平 冯江东

前 言

为提高医疗仪器维修技术及管理水平,我们根据部队医疗单位常规医疗仪器装备范围及特点,编写了这本《常用医疗仪器原理与维修》。它结合部队医疗单位医疗仪器设备的实际情况,较全面系统地阐述了医疗仪器的原理、维修、保养及使用管理。本书以常规维修技术为主,着重介绍了电生理仪器、B超诊断仪器、检验仪器、医用X线诊断仪器、电冰箱、呼吸机及麻醉机、口腔科设备及手术设备等。

本书作者均为从事医疗仪器管理及维修多年、经验丰富的专家。他们在编写过程中,根据国内外医疗仪器更新换代及发展的现状,查阅了大量技术资料,使本书内容具有较强的先进性和实用性。本书着重讲述整机结构、基本原理、维修方法、维护保养要点、注意事项、技术指标等内容。

本书是在解放军总后勤部卫生部举办的医疗卫生装备维修培训班讲义的基础上,经过充实、修改而成,既是医疗器械维修培训班的较好教材,也可作为医院、医疗器械修理所、医疗器械供应管理部门、医疗器械专业学校、医疗仪器维修爱好者的自学材料及参考书。

本书编写过程中,得到了有关领导及许多同志的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。由于我们编写水平有限,缺乏经验,加之时间仓促,又因医疗器械产品繁多,更新换代改型快,维修管理技术复杂,书中难免有疏漏之处,我们诚恳地期望得到广大读者和同行的批评指正,以便再版时修改和完善。

编 者

1997年3月

目 录

第一章 心电图机	(1)
第一节 心电图机的主要结构	(3)
第二节 心电图机的主要技术指标	(5)
第三节 XQ—1A 型心电图机	(8)
第四节 ECG—5151 型心电图机	(16)
第五节 ECG—6511 型心电图机	(34)
第六节 心电图机的常见故障及分析方法	(56)
第七节 68722 型和 XDH—2 型心电图机的检修	(58)
第二章 脑电图机	(63)
第一节 ND—82B 型脑电图机简介	(63)
第二节 ND—82B 型脑电图机的工作原理	(68)
第三节 ND—82B 型脑电图机的调整和维修方法	(76)
第四节 ND—161 型脑电图机简介	(83)
第五节 ND—161 型脑电图机的工作原理	(88)
第六节 ND—161 型脑电图机的调整和维修方法	(100)
第七节 EEG—7300 系列脑电图机简介	(101)
第三章 理疗机	(111)
第一节 超声波治疗机	(111)
第二节 超短波治疗机	(128)
第三节 磁疗机	(135)
第四节 干扰电治疗机	(139)
第四章 B 型超声波诊断仪	(145)
第一节 医学超声的声学基础	(145)
第二节 SSD—210DX I 型 B 超诊断仪简介	(149)
第三节 检修 B 超诊断仪的一般手段和方法	(155)
第五章 光电比色计	(189)
第一节 比色分析的基本理论	(189)
第二节 光电比色计的基本结构	(193)
第三节 GD811 连续式比色计的工作原理及维修	(203)
第六章 ISP 半自动生化分析仪	(211)
第一节 概述	(211)

第二节 电路分析·····	(216)
第三节 使用方法·····	(225)
第七章 分光光度计 ·····	(231)
第一节 单色器·····	(232)
第二节 721 型分光光度计 ·····	(239)
第八章 电泳仪 ·····	(253)
第一节 电泳原理及电泳仪的结构·····	(253)
第二节 DY-W ₂ 型中压电泳仪 ·····	(256)
第三节 其它电泳仪简介·····	(260)
第九章 医用 X 线诊断机 ·····	(263)
第一节 概述·····	(263)
第二节 X 线的物理基础·····	(264)
第三节 X 线诊断机的基本组成和分类·····	(266)
第四节 X 线发生装置的主要元件及电路·····	(268)
第五节 常用国产 X 线机电路分析 ·····	(291)
第六节 X 线机的故障与维修·····	(339)
第十章 电冰箱 ·····	(367)
第一节 制冷原理·····	(367)
第二节 电冰箱的构造·····	(379)
第三节 电冰箱的常见故障及维修·····	(397)
第十一章 呼吸机 ·····	(423)
第一节 概述·····	(423)
第二节 呼吸机制·····	(425)
第三节 呼吸机的气体切换形式·····	(428)
第四节 医用空气压缩机·····	(432)
第五节 SC-Z 型电动呼吸机 ·····	(434)
第六节 全能呼吸机气路分析·····	(438)
第十二章 麻醉机 ·····	(443)
第一节 麻醉机常用的几种麻醉药·····	(443)
第二节 麻醉机的主要部件·····	(444)
第三节 麻醉回路·····	(447)
第四节 常用麻醉机·····	(449)
第十三章 口腔科设备 ·····	(451)
第一节 牙科治疗设备·····	(451)
第二节 YKZ—4B 型牙科综合治疗机 ·····	(452)
第三节 S2301—Ⅰ型牙科综合治疗机 ·····	(461)
第四节 307—2 型牙科台式电钻机 ·····	(473)
第五节 YK—4 型高速涡轮牙钻机 ·····	(476)
[附录] 几种牙科治疗机电路和气、水系统原理图 ·····	(485)

第十四章 手术设备	(493)
第一节 手术无影灯.....	(493)
第二节 综合手术床.....	(496)
第十五章 医疗仪器的检修和使用管理	(501)
第一节 医疗仪器的检修管理.....	(501)
第二节 医疗仪器的使用管理.....	(502)
[附录 1] 国内主要医疗仪器生产单位简介	(504)
[附录 2] 国内主要医疗仪器维修单位简介	(526)

第一章 心电图机

心

脏是人体血液循环的动力装置。由于心脏不断地进行着有节奏的收缩和舒张活动，血液在封闭的循环系统中不停地流动，使生命得以维持。心脏搏动之前，心肌首先发生激动，在激动的过程中产生心肌细胞除极与复极的电偶作用，即产生了微弱的心动电流，这种电现象对正常心脏来说，其方向、频率、强度是有规律的。心电图机就是描记心肌细胞活动电信号的仪器。心电图对诊断心血管方面的疾病具有重要意义。由于其诊断可靠，操作简便，对病人无损伤，故在临床上得到广泛应用。

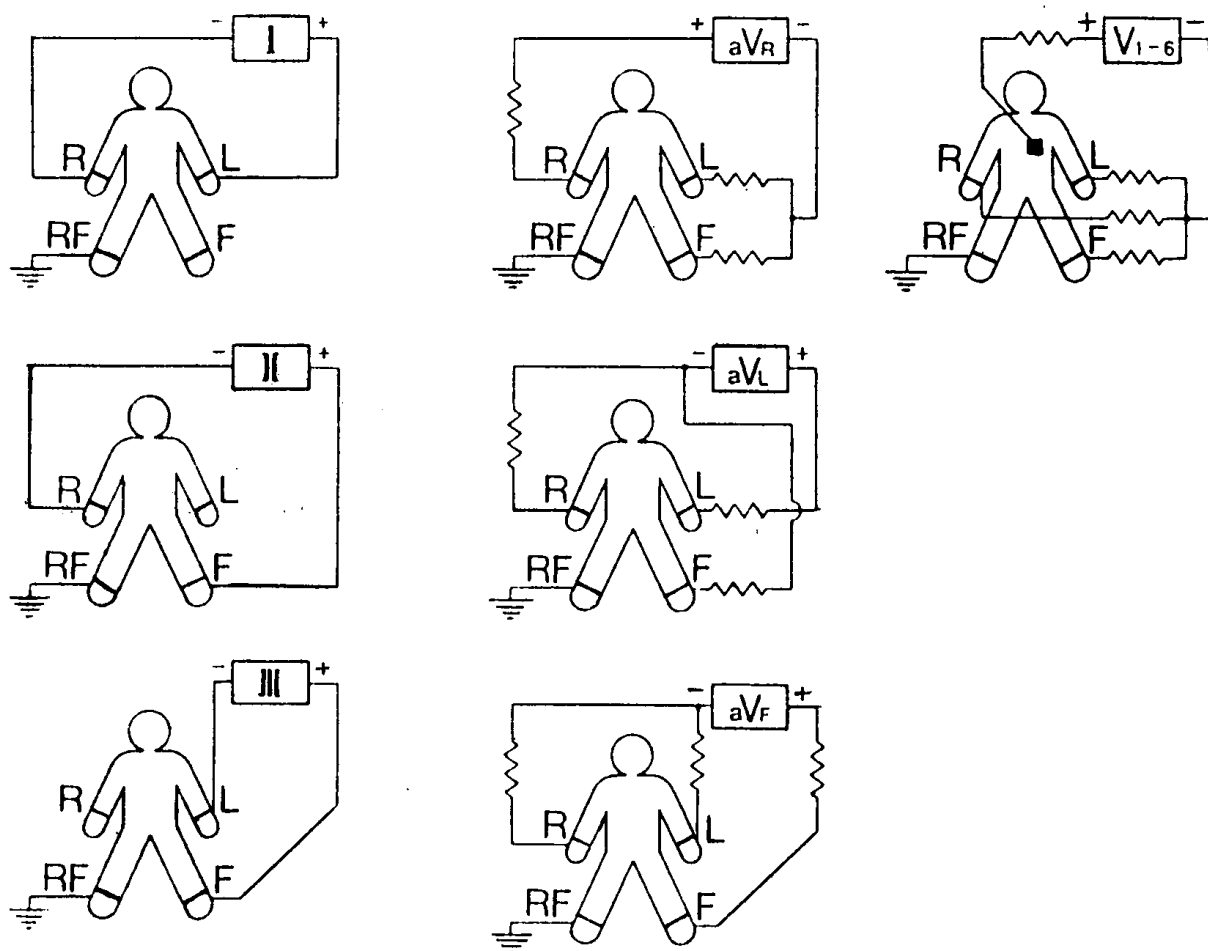


图 1-1 12 标准导联组合示意图

(1)心电图导联的组合方法:一般心电图机设有12个导联,即标准双极性肢体导联(I、II、III)、单极加压肢体导联(aVR、aVL、aVF)和单极胸导联($V_1 \sim V_6$)。由于这12种导联的心电信号通常能反映出人体心脏某些特定部位的健康状况,在临床诊断上具有重要意义,所以一直沿用下来。12标准导联的组合如图1-1所示。

胸导联的电极联接部位如图1-2所示,电极安装部位如下: V_1 :胸骨右缘第四肋间隙; V_2 :胸骨左缘第四肋间隙; V_3 : V_2 与 V_4 之间; V_4 :左第五肋间隙锁骨中线处; V_5 :左腋前线与 V_4 同一平面; V_6 :左腋中线与 V_4 同一平面。

除了12标准导联的心电图,还有一种双极胸导联心电图。双极胸导联心电图是测定人体胸部某些特定部位与爱氏三角形某一顶点之间的心电电位差。胸部与右手之间的心电电位差记作CR,胸部与左手之间的心电电位差记作CL,胸部与左脚之间的心电电位差记作CF,那么双极胸导联组合原理可由下式表达:

$$CR = U_{cn} - UR$$

$$CL = U_{cn} - UL$$

$$CF = U_{cn} - UF$$

其中 U_{cn} 为胸部电极 $C_1 \sim C_6$ 连接处的心电电位; UR 、 UL 、 UF 分别为传导到爱氏三角形三个顶点上的心电电位。由于胸部电极有多个,因此可组成多种双极胸导联。双极胸导联在临床上应用较少。这种导联法的临床意义还有待于医务工作者探索和研究。

正确地连接导联电极所获得的心电图,通常能说明心脏每一部位的病理变化情况。各种心电导联与心脏各部位的对应关系如图1-3所示。

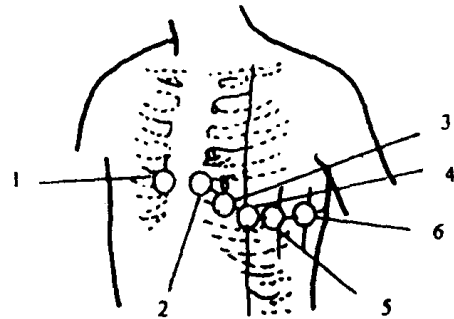


图 1-2 胸导联的电极联接部位

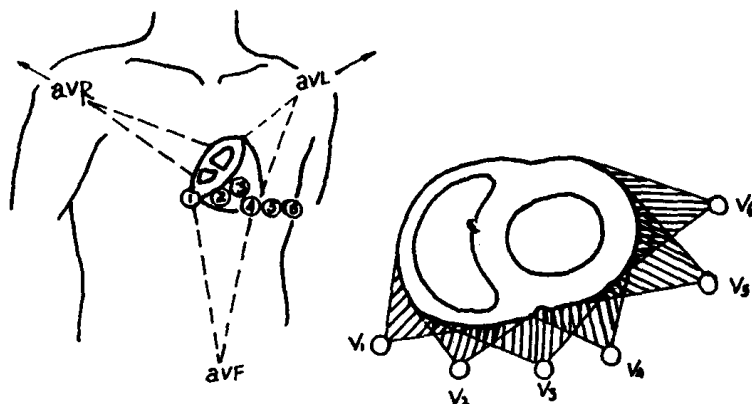


图 1-3 心电导联与心脏部位的关系图

各导联所反映的心脏部位不同,如:I、aVL:左心室前壁;II、III、aVF:心室后壁;aVR:心室腔; V_1 、 V_2 :右心室前壁; V_3 :心室隔膜; V_5 、 V_6 :左心室侧壁。如果一个人右心室有明显不正

常,那么他的心电图可能在 V_1 和 V_2 上发现问题,这两导的心电图会发生异常;一个冠状动脉硬化并患有高血压症的患者,如果晚期影响到左心室的健康时,其病变的情况就可能在 V_5 和 V_6 两导的心电图上反映出来。由此看来,正确地安装导联电极,对于临床诊断获取有意义的心电图是非常重要的。

(2)心电图机的分类:①从电源供给方面分类:包括交流电心电图机、直流电心电图机、交直流两用(可充电式)心电图机;②从采用放大器元件分类:有电子管式、全晶体管式、集成电路式、大规模集成电路式;③从记录器形式分类(又称笔马达或电流计):包括动铁式电流计、动圈式电流计、位置反馈式心电图机;④从记录笔形式分类:包括热笔发热描记式、喷墨水描记式、多点发热打印式、阴极示波管扫描式、液晶显示式,老式的还有感光式、刀刮式、高压放电式(电弧式)、自来水笔式;⑤从描记笔数量分类:有单导、三导、多导式心电图机,新产品还有做几导由使用人员随时可选式;⑥从自动化程度分类:分为手动式、自动式、全自动解析式心电图机等。

第一节 心电图机的主要结构

一般心电图机主要由导联输入部分、前置放大器、电压放大器(又称中间放大器)、功率放大器、记录器、1mV 标压发生器、电源供给电路、热笔加热电路、走纸部分等构成。现将各部分做一个简单介绍。

一、输入部分

输入部分除电极以外,还包括导联线、导联选择开关、高频滤波等。

(一)导联线

导联线的作用是将电极上获得的心电信号送到放大器输入端,分别为红、白、黄、蓝、黑 5 根导联线,即四个肢体和胸部各 1 根,有的心电图机胸导联线有 6 根,分别各有一个带吸球的胸电极,使用时全部一次吸在胸部相应的部位上,然后转换导联选择开关即可切换成各种胸导联。因为电极获取心电信号仅有几个毫伏,故导联线必须使用屏蔽线,以减少电磁感应引起的干扰。

由电极拾取的心电信号,通过导联线首先传输到心电图机的第一级放大器即输入缓冲放大器。缓冲放大器的目的主要是为了提高电路的输入阻抗,减少心电信号衰减和匹配失真,对电压增益一般要求不高。心电信号由人体传导到心电图机的输入电路,其中要经过人体内阻、电极与皮肤接触电阻以及输入电路的平衡电阻等因素的衰减。如果放大器的输入阻抗很低,那么心电信号经过串联在信号通路里的上述几种电阻衰减之后,最后在放大器的输入阻抗上得到的被放大的有效信号电压就会降低。由于人体电阻和皮肤与电极的接触电阻分散性很大,输入阻抗过低还会造成心电信号失真。如果输入阻抗较高,就会避免上述因素的不良影响。

(二)导联选择开关

它的作用是将同时连接于人体的 5 个以上电极的导联线按需要切换成某一个导联。这种开关一般有三种,第一种是圆形波段开关,第二种是琴键开关,第三种是触摸开关。波段开关一般是多层单刀多掷(式)。琴键开关也有多刀多掷(式),它有两种类型:一种是自锁式,每一个琴

键的按下和跳起与别的键无关;另一种是互锁式,依靠按下的键推动一个卡片,卡住某一键,别的键则正好不被卡住而被弹簧弹起。用琴键开关的优点是可以任选一个导联,而不象圆形波段开关那样需作顺序切换。

二、前置放大器

心电图机对前置放大器的要求主要有:

(一)高输入阻抗

由于各电极与皮肤间的接触电阻有不同而使输入到前置放大器的信号源内阻也有变化,而且信号源的内阻本身也较高,所以就要求前置放大器具有高输入电阻,否则所测信号就会产生极大的误差,同时也降低了抗干扰能力。

(二)高抗干扰能力

因心电图机是一个高灵敏度、高输入阻抗的放大装置,容易受到机外各种电磁信号的干扰,尤其是市电 50Hz 交流电的干扰,因为它的频率在心电图机放大器的频率范围之内,因此,前置放大器必须具有高抗干扰能力,才能把干扰信号抑制掉。

(三)低零点漂移

前置放大器的零点漂移主要由温度引起,而且对整机影响量大,因为这种漂移经中间级、功率级放大后漂移也被放大,因此要求前置放大器因温度而引起的零点漂移越小越好。

(四)低噪声

由于前置放大器为心电放大的第一级,而输入的心电信号又十分微弱,这就要求前置放大器本身噪声比心电信号更微弱,才能把心电信号检测出来(一般要求把放大器产生的噪声折算到输入端必须小于 $15\mu\text{Vp-p}$),否则描记的心电信号可能被噪声所淹没。

三、1mV 标准信号发生器

这是心电图机内部产生的标准 1mV 幅度信号的装置,为给描记的心电波作幅度定标,即在描记心电图之前记录下此信号,与以后描记的心电图形的幅度相比较,借以测量心电信号各波的强度,在调试心电图机时通过微调使前置放大器输入 1mV 标准电压时在记录器描记出 1cm 幅度高的波形。1mV 标准信号一般设计在前置放大器中,产生的方法有两种,一种是用标准电池分压器取得,另一种是采用机器内部直流电源分压取得。

四、电压放大器

电压放大器又称为中间放大器,它的任务是将前置放大后的心电信号进行电压放大,以推动后级放大器工作。一般心电图机在中间放大器中采用隔断直流即 RC 耦合电路,双 T 型滤波电路消除 50Hz 市电干扰、基线移位控制、增益调节、封闭电路等。电压放大器多采用恒流源式对称差分放大电路。

五、功率放大器

电压放大器的信号电流和功率都很小,功率放大器就是将电压放大器的电压信号变换为电流和功率信号去推动记录器使其偏转,在记录纸上描记出心电信号来。功率放大器多采用对称式互补射级输出器单端推挽放大电路。

六、记录器

记录器是将电信号转换成机械运动的装置。心电信号经心电图机导联选择以及心电放大器放大后,驱动记录器,使之转角随心电信号变化而变化,在转轴上固定一支记录笔,笔也随之摆动,从而在记录纸上描记出随时间变化的心电图曲线来。

七、走纸传动装置

走纸传动装置的作用是使记录纸按要求随时间作匀速运动,使记录下的心电波形的时间呈线性,一般心电图机记录纸的传动是依靠一个微型电动机和一套传动齿轮来推动的。走纸速度一般为 25mm/s 和 50mm/s 两种,两种速度可以通过改变快慢齿轮来实现,若采用的是直流电机,则可改变其工作电流来实现。每种速度必须保持恒定,因此,传动装置中采用了稳速及变速电路。

第二节 心电图机的主要技术指标

心电图机的质量如何是由很多技术参数决定的。我国 JJG544—88 规程主要技术指标,是根据我国生产、应用的具体情况制定的。熟悉技术指标,并理解其内含,对使用、调整、维修心电图机是很必要的。

一、心电图机的技术指标

- (1)机内定标电压:直流 1mV,误差不大于 $\pm 5\%$ 。
- (2)耐极化电压:施加 $\pm 300\text{mV}$ 模拟极化电压其灵敏度变化不大于 $\pm 5\%$ 。
- (3)灵敏度转换:应具备 $\times 1/2$ 、 $\times 1$ 、 $\times 2$ 三档,各档转换误差不大于 $\pm 5\%$ 。
- (4)灵敏阈(小信号记录分辨力):不大于 $20\mu\text{V}_{\text{p-p}}$ 。
- (5)噪声电平:由于元器件的热噪声引起,折合到输入端的噪声电平不大于 $15\mu\text{V}_{\text{p-p}}$ 。
- (6)记录(走纸)速度:25mm/s、50mm/s 两档,误差不大于 $\pm 5\%$ 。
- (7)滞后:记录系统引起的机械滞后不大于 $\pm 0.5\text{mm}$ 。
- (8)时间常数:不小于 3.2s。
- (9)幅频特性(频响范围):频率在 1~75Hz 范围变化时,记录幅度变化应在 7.1~10.5mm 范围之内,用分贝数表示即在 $-3.0\text{dB} \sim +0.4\text{dB}$ 范围之内。
- (10)输入阻抗:不小于 $2.5\text{M}\Omega$ 。
- (11)共模抑制比(CMRR):不小于 89dB。
- (12)移位非线性:描笔在 $\pm 20\text{mm}$ 范围内偏转,其移位非线性不大于 $\pm 10\%$ 。
- (13)基线漂移:不大于 1mm/10s。
- (14)输入回路电流:各导联的输入回路电流不大于 $0.1\mu\text{A}$ 。
- (15)道间干扰:多道(导)心电图机由于道间干扰而产生的描笔记录幅度不大于 0.5mm。
- (16)电源泄漏电流:小于 $100\mu\text{A}$ 。

二、心电图机技术指标的检验方法

在对心电图机的各项技术指标进行检验之前,应首先调整好阻尼。阻尼过大过小,都会造成心电信号记录波形的失真,阻尼正常才会保障记录波形的逼真度,也才能保障检验结果的准确性。阻尼调整方法如下:

将心电图机记录速度置 25mm/s,灵敏度选择开关置×1(10mm/mV)档,描笔调至记录纸的中心位置,然后启动记录开关(以下简称上述条件为标准记录条件)。以每秒 2~3 次的频率重复按动心电图机上的定标开关,调整增益,使记录波形幅度为 10mm,同时调节描笔阻尼电位器,使记录波形的阻尼适中。当阻尼调整正常后,在检验过程中不应再随意调整阻尼。由标准信号源输出标准 1mV 定标信号(误差小于±1%)加入心电图机的第 I 导联,在标准记录条件下,由第 I 导联记录外输入的定标信号,调整心电图机增益,使描笔记录的信号幅度为 10mm。之后,导联选择开关置机内定标位置(1mV TEST),重复按动标压开关,记录定标信号波形幅度记为 H_1 , H_1 应在 9.5~10.5mm 范围之内。定标电压的相对误差由下式计算:

$$\delta u = \frac{H_1 - 10}{10} \times 100\% \leq \pm 5\%$$

三、心电图机主要技术指标的内涵

(一)输入阻抗

心电图机的输入阻抗即为第一级放大器(前置放大器)的输入电阻,一般要求大于 2.5 MΩ,这样可减少本身就很弱的心电信号的损失,以及因电极接触电阻不同而引起的波形失真等。

(二)灵敏度

心电图机的灵敏度是指输入 1mV 电压时,描笔偏转的幅度有多少毫米,通常用 mm/mV 表示,它反映了整机放大器放大倍数的大小。心电图机的标准灵敏度为 10mm/mV,一般要求心电图机的最大灵敏度大于 15mm/mV,并且连续可调,才能满足各种心电测量。

(三)噪声

这里指的是心电图机内部元器件工作时,由于电子热运动等产生的噪声,不是因使用不当外来干扰形成的噪声,这种噪声使心电图机在没有输入信号时仍有微小杂乱波输出,这种噪声如果过大,不但影响图形美观,而且还影响心电波的正常性,因此要求噪声越小越好,在描记的曲线中应看不出噪声波形。噪声的大小可以用折合到输入端的作用大小来计算,一般要求低于相当于输入端加入几微伏至几十微伏以下信号的作用。

(四)时间常数

当加入直流信号时,心电图机描记出的信号幅度值将随时间增加而逐渐下降,时间常数是指在直流输入时,输出幅度自 100%下降到 37%左右所需的时间,这个指标一般要求大于 3.2s,若过小,幅值就下降过快,甚至会使输入信号为方波信号时输出信号变成尖脉冲,这就不能反映心电波形的真实情况。

(五)线性

线性是指输入信号幅度变化时,输出信号应与输入信号成正比变化,如当心电图机处于 10mm/mV 标准灵敏度情况时,给心电图机分别输入 0.1mV、0.2mV、0.3mV……不同的幅值

信号时,如果输出描记下来的信号高度分别为 1mm、2mm、3mm……,则说明心电图机线性误差为零,实际上由于心电放大器非线性失真等原因,心电图总是存在一定线性误差,例如输入为 0.5mV 时,输出描笔描出 4mm 的高度,则误差为

$$\frac{5\text{mm}-4\text{mm}}{5\text{mm}}=20\%$$

这种线性误差越小,说明非线性失真越好。

(六)耐极化电压

尽管心电图机使用的电极已经采用了特殊材料,但是由于温度的变化以及电场和磁场的影响,电极仍产生极化电压,一般在 300mV 左右,这样就要求心电图机要有一个不受极化电压影响的放大器和记录装置。

(七)灵敏阈

灵敏阈又称最小灵敏度,因为心电信号是非常微小的,为了使心电图机能够把微小信号能够真实地描记出来,能描记的最小信号值,称灵敏阈值,要求不大于 $20\mu\text{V}_{\text{p-p}}$ 。

(八)滞后

滞后又称回零特性,为了使心电图机能够将心电信号不失真地描记出来,就要求心电图机的放大器、记录器有一种特殊功能就是回零特性好,也就是说描记的信号能克服机械性能不良影响,不变形地记录出来。

(九)移位非线性

为了使心电图机真实的描记出心电信号,要求心电图机的记录笔不论在中间位置还是在偏上 15mm 或偏下 15mm,都要真实地记录出心电信号来。

(十)基线漂移

心电图机的基线应该是稳定的。

(十一)辨差比

辨差比的定义与差分放大器的共模抑制比的定义相似,不同之处在于心电图机的辨差比是指整机的差模放大倍数 $K_{\text{差}}$ (差模的心电信号放大倍数)与共模放大倍数 $K_{\text{共}}$ (干扰、噪声信号的放大倍数)之比,即

$$\text{辨差比} = \frac{K_{\text{差}}}{K_{\text{共}}}$$

一般要求大于 89dB。由于心电图机采用了高质量的差分放大器,故这一指标均能满足要求。

(十二)阻尼

在心电图机中,阻尼是指用以控制记录器产生自身振荡的作用力,这种作用力使用得当将阻止记录器按它本身的振荡频率运动,使记录器描记的心电波形不变形,否则记录下的波形出现失真,造成伪差。阻尼过大、过小、适中三种情况下描下的定标波形如图 1-4 所示。

阻尼过大时,定标波前沿时间增加,可使心电图 R 波变钝,小的 S 波甚至消失,ST 波变为有弧形状等;阻尼过小时,定标波出现明显过冲现象,记录器自身振荡影响心电图 R 波和 S 波的描记,使它

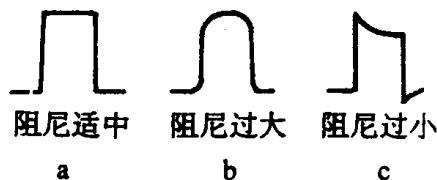


图 1-4 心电图机描记阻尼大小波形

们增高或加深等。在描记心电图之前,调节阻尼电位器,使之处于阻尼适中状态。

(十三)频率响应

在心电图机输入相同的幅值信号时,测其输出信号随频率变化的关系称为频率响应。这种频率响应主要取决于心电图机放大器和记录器的频率响应(频响应越宽越好)。一般心电放大器的设计上比较容易满足频宽要求,而记录器就要困难的多。

(十四)走纸速度

由传动装置控制记录纸运动的速度称为心电图机的走纸速度。由于心电图记录在纸上,时间间隔用横坐标表示,因此走纸速度的准确性就直接影响到所测量波形的时间间隔的准确性。这就要求走纸速度均匀。在常用的 25mm/s 和 50mm/s 两档走纸速度中,误差均不应大于 $\pm 5\%$ 。

(十五)电源泄漏电流

为了保障操作者和病人的安全,要求心电图机工作时具有良好的绝缘性能,即使在使用多年或大修以后,其绝缘性能也不能降低,应当满足电源输入时机箱的绝缘电阻应不小于 $20M\Omega$,泄漏电流小于 $100\mu A$ 。

第三节 XQ-1A 型心电图机

XQ-1A 型心电图机是上海医用电子仪器厂在本厂生产的 68722 型、XD-4 型和 XD-2 型心电图机的基础上综合其优点生产出来的一种全晶体管式心电图机。将此型号机器的工作原理分析一下,对了解国产大部分心电图机和国外的产品也是很有益处的。图 1-5 和图 1-6 分别为该机的方框图和原理图。

一、输入部分

输入部分包括导联线、导联选择开关、高频滤波电路。

(一)导联线

导联线一共有 7 根,分别称为右手 RA、左手 LA、左腿 LL、右腿 RL、胸 1CH₁、胸 2CH₂、胸 3CH₃。它的作用是把从电极上得到的微弱心电信号传送给导联选择开关。本机胸导联设有 3 个,分别由 CH₁~CH₃ 引入。各导联线均采用屏蔽电缆线。

(二)高频滤波电路

高频滤波电路的作用是阻止高频信号输入放大器,同时又不影响心电信号的输入。

有时在心电图机周围存在着电台、电视台、短波电疗机、高频电刀及用电量大的设备(如 X 线机)的“通”和“断”瞬间,都将产生较强的高频信号的干扰。为了减少干扰,可采取许多措施,如心电图机机壳接地等。在心电图机电路上设计高频滤波电路,这也是减少高频干扰的有效方法。

高频滤波电路由 W_1 、 R_{10} 、 C_1 、 R_{12} 和 R_{11} 、 C_2 、 R_{13} 组成对称的 RC 低通滤波电路,由于心电信号频率很低(大部分在 0.1~50Hz),故 C_1 、 C_2 的容抗很大,侧输给 BG₁、BG₂ 的信号损失极小;但高频干扰信号频率很高,多在 1MHz 以上,故 C_1 、 C_2 的容抗很低,比 $(W_1 + R_{10})$ 和 R_{11} 低得多。根据分压原理,输给 BG₁、BG₂ 的信号就十分微弱,即高频信号被 C_1 、 C_2 “旁路”掉了,从而起

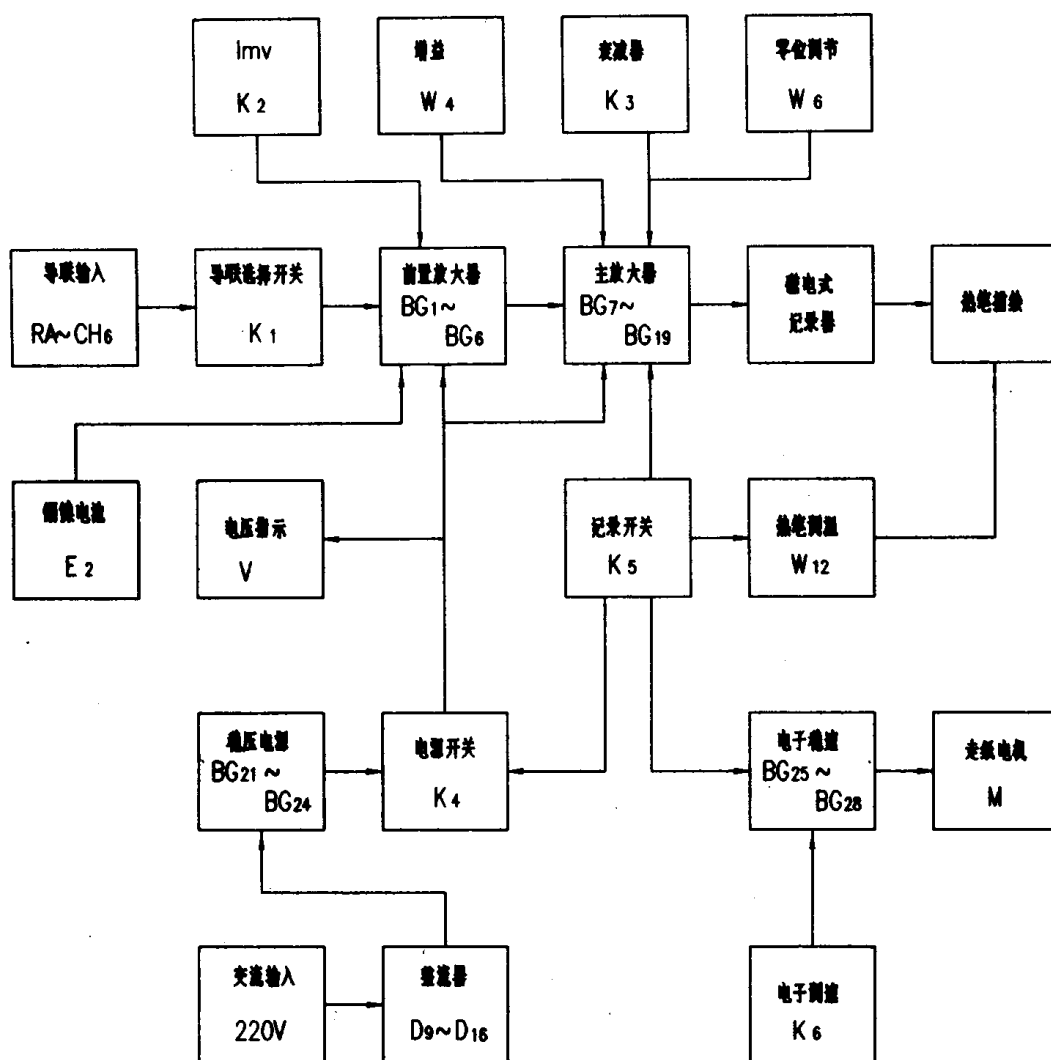


图 1-5 XQ-1A 型心电图机工作原理方框图

到了高频滤波的作用。

W_1 主要是为了平衡电极和皮肤的接触电阻而加入的,防止因接触电阻不平衡而使后面差分放大的共模抑制比降低。

$W_1 + R_{10} \cdot R_{11}$ 的作用还有:当有高压意外地碰到电极时,阻止高压进入仪器,防止仪器因此受损;当仪器本身带上高压时,又可阻止大电流通过病人,以保护病人的安全。

(三)导联选择开关

为方便描记各导联心电图,工作时将所有电极同时安放在人体相应部位上。由于本机是单通道输入、放大、记录,不可能同时将接收到的几个导联的信号同时输入、放大、记录,为此,采用导联选择开关依次选出所需要的导联,导联选择开关由 K_1 的前 4 层完成,第 5 层另作它用(后面将介绍)。 K_1 是五刀十一位波段开关,5 层分别用 K_{1a} 、 K_{1b} 、 K_{1c} 、 K_{1d} 、 K_{1e} 来表示。第 1 层的刀作为正刀(正极),经可变电位器 W_1 、电阻 R_{10} 输给前置放大器 BG_2 栅极。例如当拨至“0”时,不难看出正刀和负刀均接地,此时心电图机无信号输入,即为“0”导联,一般在此位进行校验机器。