

# 医疗设备维修工艺

曾碧新 郑万挺 蔡志敏 曹国全 陈允玉 主编



科学出版社

# 医疗设备维修工艺

曾碧新 郑万挺 蔡志敏 曹国全 陈允玉 主编

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书以实用为原则,介绍医疗仪器维修的基础知识,并针对医院常用、具有代表性的医疗仪器进行详细阐述,包括血压计、电动吸引器、医用雾化器、医用注射泵、分光光度计、多参数监护仪、全自动酶标仪、化学发光免疫分析仪、人工呼吸机与麻醉机、血液透析设备、普通放射X线设备、CT成像设备、磁共振成像设备、医用电子直线加速器、制冷设备、医用气体设备等仪器的类型、结构、原理、故障现象分析与故障排除、维修方法。本书从实用维修角度介绍,内容深入浅出、条理分明,涵盖的医疗设备种类广,前沿知识容量大。

本书可作为生物医学工程、临床工程、医疗器械制造与维护及相关专业的教材,也可供各级医院、医疗单位从事医疗设备维修、管理等相关工作的医学工程技术人员学习与参考。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

医疗设备维修工艺 / 曾碧新等主编. —北京: 科学出版社, 2017.6  
ISBN 978-7-03-053268-8

I. ①医… II. ①曾… III. ①医疗器械-维修 IV. ①TH77

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第128534号

---

责任编辑: 潘斯斯 / 责任校对: 郭瑞芝  
责任印制: 吴兆东 / 封面设计: 迷底书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

北京厚诚则铭印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2017年6月第一版 开本: 787×1092 1/16

2017年6月第一次印刷 印张: 20 1/4

字数: 462 000

定价: 59.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

## 《医疗设备维修工艺》编委会

主 编 曾碧新 (温州医科大学)  
郑万挺 (温州医科大学)  
蔡志敏 (温州医科大学附属第一医院)  
曹国全 (温州医科大学附属第一医院)  
陈允玉 (温州医科大学附属第一医院)

编 者(按姓氏笔画排序)

金珏斌 (温州医科大学附属第一医院)  
周永强 (温州医科大学附属第一医院)  
周垂柳 (温州医科大学附属第一医院)  
闻彩云 (温州医科大学附属第一医院)  
凌伟丽 (温州医科大学附属第一医院)  
黄少花 (温州医科大学附属第一医院)  
缪 妙 (温州医科大学附属第一医院)

## 前 言

现代医疗设备是综合了机械、电子、计算机、超声、核物理、化学、光学、新材料和传感器等一系列技术的高科技产品。随着我国现代医疗技术的迅猛发展以及医学对现代医疗设备的依赖性越来越强，当前医疗设备在现代诊疗活动中扮演着越来越重要的角色，它明显提高了临床诊治能力和水平，给医院带来了可观的经济效益。

医疗设备在使用中，不可避免地会出现各种故障，影响设备的正常使用。只有正确地分析常见故障，及时准确地维修、维护、保养，才能确保设备的正常使用。医疗设备的正常运转是医院开展医疗业务的重要保证，医疗设备维修工作为临床一线提供有力的技术支持和保障，是医疗设备管理工作中的重要环节，直接关系到医院的发展。医疗设备维修工艺是从事医疗器械生产、维修和销售等工作的高级技术应用型专门人才必须掌握的技术之一。本书编写目的是使广大生物医学工程专业的学生和医疗企事业单位内从事医疗设备维修的技术人员不断提高专业维修技能，解决医疗设备在使用及维修中出现的问题。

本书为生物医学工程、临床工程、医疗器械制造与维护及相关专业的医疗设备维修类课程书籍，由温州医科大学生物医学工程系教师和温州医科大学附属第一医院医学工程处资深工程师根据多年从事医疗设备维修教学的经验体会，联合编著而成，针对性和实用性强，符合行业需求和专业特色，体现了“以生为本，医工融合，注重实践，促进创新”的教学理念。全书围绕各种医疗设备的原理与维修，深入浅出，简明扼要地进行阐述。全书共 18 章，第一章介绍医疗设备的分类、特点及维修需要掌握的基础知识；第二章介绍常用电子元器件的识别和维修工具；第三章至第八章介绍使用面广、故障率高、维修频繁的小型医疗设备，如血压计、电动吸引器、医用雾化器、医用注射泵、分光光度计、多参数监护仪的原理、故障分析及维修方法；第九章至第十二章重点从分析电路、气路、光路、液路等方面的故障入手，全面地介绍较为复杂的大型医疗设备，如全自动酶标仪、化学发光免疫分析仪、人工呼吸机与麻醉机、血液透析设备的原理、故障现象、故障排除；第十三章至第十六章介绍大型放射影像类医疗设备，如普通放射 X 线设备、CT 成像设备、磁共振成像设备、医用电子直线加速器的原理、常见故障现象及检修方法；第十七章介绍医疗设备的制冷原理及维修操作技能、冷却系统的检修与保养；第十八章介绍医用气体系统的设计。书中所介绍的维修方法、故障分析与处理，都是作者多年实践证明和工作经验的积累。希望通过对医院常用的、极具代表性的各种医疗设备原理与故障现象分析和处理的介绍，对读者起到举一反三的效果，指导读者在实际维修工作中对各种医疗设备故障尽快作出准确的判断并有效处理，使医疗设备的使用寿命得到延长。

温州医科大学附属第一医院的闻彩云、凌伟丽、缪妙、周永强、周垂柳、黄少花、

金玉斌等参与了本书的编写、排版和校对等工作。在本书的编写过程中，得到了各级部门和有关专家的关怀、支持与指导，在此表示由衷的感谢和崇高的敬意！

由于作者水平和经验有限，尽管做了很大的努力，书中难免会有缺点和纰漏，敬请广大读者、专家和同行批评指正。

作者

2017年3月于温州

# 目 录

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 前言                      |    |
| 第一章 概论                  | 1  |
| 第一节 医疗设备的分类和特点          | 1  |
| 第二节 医疗设备维修应具备的基础知识和技能   | 6  |
| 第三节 检修故障的一般步骤           | 12 |
| 第四节 检查和判断故障的一般方法        | 14 |
| 第二章 常用电子元器件的识别及维修工具的介绍  | 19 |
| 第一节 电阻器的识别与检测           | 19 |
| 第二节 电容器的识别与检测           | 28 |
| 第三节 电感器的识别与检测           | 35 |
| 第四节 医疗设备维修常用工具的介绍       | 39 |
| 第三章 血压计                 | 45 |
| 第一节 概述                  | 45 |
| 第二节 水银血压计               | 48 |
| 第三节 电子式血压计              | 53 |
| 第四章 电动吸引器               | 56 |
| 第一节 概述                  | 56 |
| 第二节 滑片式电动吸引器            | 56 |
| 第三节 膜片式电动吸引器            | 59 |
| 第四节 电动吸引器常见故障现象与检修      | 60 |
| 第五章 医用雾化器               | 63 |
| 第一节 概述                  | 63 |
| 第二节 医用雾化器结构与原理          | 63 |
| 第三节 医用雾化器故障维修           | 67 |
| 第四节 医用雾化器的日常使用与维护       | 70 |
| 第六章 医用注射泵               | 71 |
| 第一节 概述                  | 71 |
| 第二节 医用注射泵工作原理           | 71 |
| 第三节 医用注射泵的校准            | 73 |
| 第四节 医用注射泵的测试监测报警功能和维护保养 | 75 |
| 第五节 医用注射泵的故障现象与检修       | 76 |

|             |   |     |
|-------------|---|-----|
| <b>第七章</b>  | <b>分光光度计</b> .....                                  | 80  |
|             | 第一节 分光光度计的基本原理和分类.....                              | 80  |
|             | 第二节 分光光度计的基本结构.....                                 | 83  |
|             | 第三节 分光光度计的故障分析处理.....                               | 89  |
| <b>第八章</b>  | <b>多参数监护仪</b> .....                                 | 93  |
|             | 第一节 概述.....   | 93  |
|             | 第二节 多参数监护仪工作原理.....                                 | 93  |
|             | 第三节 多参数监护仪故障维修与维护保养.....                            | 104 |
| <b>第九章</b>  | <b>全自动酶标仪</b> .....                                 | 109 |
|             | 第一节 临床检验仪器的维修特点.....                                | 109 |
|             | 第二节 全自动酶标仪原理和构造.....                                | 114 |
|             | 第三节 全自动酶标仪常见故障处理.....                               | 122 |
| <b>第十章</b>  | <b>化学发光免疫分析仪</b> .....                              | 124 |
|             | 第一节 化学发光原理.....                                     | 124 |
|             | 第二节 化学发光免疫分析仪的构造.....                               | 127 |
|             | 第三节 化学发光免疫分析仪的维护和保养.....                            | 135 |
|             | 第四节 雅培 ARCHITECT i2000SR 型化学发光免疫分析仪常见故障<br>与维修..... | 142 |
| <b>第十一章</b> | <b>人工呼吸机与麻醉机</b> .....                              | 153 |
|             | 第一节 呼吸机基本原理.....                                    | 153 |
|             | 第二节 呼吸机基本构成及功能.....                                 | 156 |
|             | 第三节 呼吸机维护与保养.....                                   | 163 |
|             | 第四节 呼吸机常见故障及维修实例.....                               | 164 |
|             | 第五节 麻醉机基本原理与构造.....                                 | 167 |
|             | 第六节 麻醉机维护与故障排除.....                                 | 170 |
| <b>第十二章</b> | <b>血液透析设备</b> .....                                 | 172 |
|             | 第一节 血液透析的原理.....                                    | 172 |
|             | 第二节 血液透析机的工作原理和结构.....                              | 176 |
|             | 第三节 血液透析机的维护保养及调校.....                              | 186 |
|             | 第四节 血液透析机的维修案例分析.....                               | 191 |
| <b>第十三章</b> | <b>普通放射 X 线设备</b> .....                             | 195 |
|             | 第一节 普通 X 线设备成像原理.....                               | 195 |
|             | 第二节 X 线设备高压部件常见故障举例.....                            | 195 |
|             | 第三节 DR 的基本成像原理.....                                 | 198 |
|             | 第四节 DR 基本结构及功能.....                                 | 200 |
|             | 第五节 DR 设备维护与保养.....                                 | 201 |
|             | 第六节 DR 常见故障及维修实例.....                               | 201 |



|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第十四章 CT 成像设备        | 206 |
| 第一节 CT 基本原理         | 206 |
| 第二节 CT 基本结构及功能      | 209 |
| 第三节 CT 设备维护与保养      | 218 |
| 第四节 CT 常见故障及维修实例    | 221 |
| 第十五章 磁共振成像设备        | 227 |
| 第一节 磁共振成像设备的基本结构    | 227 |
| 第二节 磁共振设备的日常维护及保养   | 239 |
| 第三节 磁共振设备常见故障及维修实例  | 240 |
| 第十六章 医用电子直线加速器      | 249 |
| 第一节 医用电子直线加速器的结构    | 249 |
| 第二节 医用电子直线加速器的加速原理  | 253 |
| 第三节 行波加速结构概述        | 255 |
| 第四节 驻波加速结构概述        | 257 |
| 第五节 医用电子直线加速器的维修保养  | 259 |
| 第六节 医用电子直线加速器维修实例   | 262 |
| 第十七章 制冷技术           | 265 |
| 第一节 概述              | 265 |
| 第二节 医疗设备制冷原理        | 272 |
| 第三节 制冷系统维修操作技能      | 275 |
| 第四节 医疗设备中冷却系统的检修与保养 | 281 |
| 第十八章 医用气体系统         | 285 |
| 第一节 医用气体系统概述        | 285 |
| 第二节 医院常备医用气体系统      | 289 |
| 第三节 医用气体站的具体要求      | 301 |
| 第四节 医用气体设备维护        | 305 |
| 参考文献                | 310 |

# 第一章 概 论

本章讨论医疗设备分类、维修的基本知识技能和一般规律,针对检查和判断故障的一般方法进行较全面的讨论与分析,使初学者建立医疗设备维修初步的感性认识,为今后的工作实践打下基础。

## 第一节 医疗设备的分类和特点

医疗设备是医院医疗行为正常运行的物质基础。随着医疗设备功能的逐渐强大,临床医师无论诊断还是治疗都越来越离不开医疗设备。医疗设备用于临床,但国内外至今没有统一、公认的名称。例如,美国管理法规上称为医学设备(medical device),英国管理法规上称为卫生设备(health equipment),我国目前颁布的《医疗器械监督管理条例》中称为“医疗器械”,并有明确的定义,国内行业内的常用名称还有“医用设备”“医疗设备”等。但各种名称的内涵基本上一致,即用于医学领域中的有显著专业技术特征的物资与装备的总称,包括器械、设备、软件、器具、材料和其他物品。从习惯上,往往将列入固定资产管理范围并具有相对复杂的结构和能完成较复杂功能的医疗器械称为医疗设备。医疗器械中的一些简单的固定资产并不属于本书研究的医疗设备范畴,如基础外科类手术器械、器械台、器械柜等。

医疗设备种类繁多,价值从几十元到几千万元。高价值的正电子发射断层显像/计算机断层扫描仪(positron emission tomography/computed tomography, PET/CT)、直线加速器(linear accelerator)、多排螺旋CT(multi-detector row spiral computed tomography, MDCT)、磁共振成像(magnetic resonance imaging, MRI)仪等,这些设备的体积都较大,需要一两百平方米的机房,有些甚至要一个大的楼层;低价值的只有几十元,如血压计等。有些大型医疗设备,一个高素质的工程师终身为之服务也有可能不能掌握其全部的关键技术;而小型设备又往往不能引起人们的足够重视,认为更换一台就可以了,没有必要作进一步的修理;在对待中档设备的问题上,又不可能用专职专责的人员来进行维护和修理。为了较全面地剖析医疗设备的特点和维修规律,本章首先介绍医疗设备的分类,其次介绍医疗设备的特异性,再次介绍维修仪器的基本步骤和规则,最后对其他相关的问题进行探讨。

### 一、医疗设备的分类

医疗设备可以有很多的分类方法,有以设备的结构特征,即它的结构是以光学结构为主还是以机械结构为主或其他的功能特征为主来进行分类。按设备的功能,医疗设备可分为治疗设备、诊断设备、辅助设备。

### (一) 治疗设备

在医疗活动中，仪器参与的功能起治疗作用，如直线加速器、呼吸机 (respirator)、麻醉机 (anesthetic cequipment)、血液透析机 (hemodialysis machine)、人工心肺机 (artificial heart-lung machine)、高频电刀 (endotherm knife)、手术导航系统 (surgical navigation system)、腹腔镜 (laparoscope)、高压氧舱 (hyperbaric oxygen chamber)、准分子激光器 (excimer laser)、超声碎石机 (ultrasonic lithotrite) 以及理疗科的一些仪器设备等。研制新的治疗设备是当今时代的发展趋势，现代化的大型医院所拥有大型治疗设备越多，其实力就越强。

### (二) 诊断设备

医院中这类设备占大部分，其形式多种多样，依其特征可分为如下几种类型。

#### 1. 影像设备

MRI、计算机断层扫描 (computer tomography, CT)、超声诊断仪 (ultrasonic diagnostic apparatus)、数字化 X 线摄影 (digital radiography, DR)、单光子发射型计算机断层扫描 (single photon emission computed tomography, SPECT)、正电子发射断层扫描 (positron emission tomography, PET) 等。这类设备的特点是在人体器官几乎没有损伤或损伤很少的情况下，对人体内部组织器官的解剖结构或生理特征作出有无疾病的判断。另一更明显的特点就是这类仪器设备在检查前先要对人体施加一个能量，可以是超声波，也可以是 X 线或强磁场等，在外加能量或物质的干预下，人体内一些潜在的参数被激发出来，然后对这些参数进行收集或检测，从而判断人体组织器官有无形态或功能的变化。这就像想知道一个池塘里大概有多少条鱼而不一定要把池塘的水抽干来数鱼有几条一样，可以用撒网等很多方法来间接地知道水中大概有多少条鱼，有多少类型的鱼。这就是所谓的黑箱理论。如图 1-1 所示，对不明物体加入一个又一个不同的激励信号，然后检测输出信号，对一系列输出信号进行分析，就可以间接地知道其黑箱大概是什么。像这种需要外加能量才能获得的信息称为被动信息。

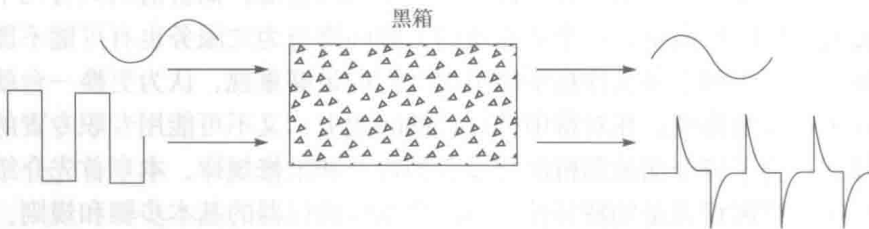


图 1-1 黑箱理论示意图

实际上图 1-1 的黑箱是一个微分电路。

#### 2. 生理仪器

心电图机 (electrocardiogram, ECG)、脑电图机 (electroencephalograph, EEG)、

肌电图机 (electromyograph, EMG)、血压计 (blood-pressure meter)、肺功能仪 (pulmonary function meter), 以及由这些所派生的仪器设备如心电监护仪 (electrocardiogram monitor)、多道生理记录仪 (multi-channel physiology recorder)、24 小时动态心电图 (Holter) 等。这一类仪器的特点是人体中这些信号不需外来干扰, 本来就有, 人们所做的事情就是对这些信号用相应的仪器设备进行比较简单的放大或处理, 这一类仪器所获得的信息称为主动信息。

### 3. 临床检验仪器

临床医学检验是采用各种实验室检查方法和技术, 对来自机体的血液、尿液、粪便以及分泌物和排泄物等标本进行一般性状观察, 理学、化学、免疫学、病原学和显微镜等检查, 为疾病筛查和诊断提供准确的检测结果。

根据临床用途分类, 临床检验仪器可分为以下 8 类。

(1) 分离分析仪器: 离心机 (centrifugal machine)、色谱仪 (chromatograph)、电泳仪 (electrophoresis apparatus) 等。

(2) 临床形态学检测仪器: 显微镜 (microscope)、流式细胞仪 (flow cytometry) 等。

(3) 临床化学分析仪器: 分光光度计 (spectrophotometer)、生化分析仪 (biochemistry analyzer)、尿液分析仪 (urine analyzer) 等。

(4) 临床免疫分析仪器: 酶标仪 (ELISA instrument)、化学发光免疫分析仪 (chemiluminescence immunoassay analyzer) 等。

(5) 临床血液分析仪器: 血细胞分析仪 (hematology analyzer)、血液凝固分析仪 (blood coagulation analyzer) 等。

(6) 临床微生物检测仪器: 血培养检测系统 (blood cultivating detection system)、微生物鉴定和药敏分析系统 (microbial identified and susceptibility system) 等。

(7) 临床基因分析仪器: 聚合酶链反应 (polymerase chain reaction, PCR) 核酸扩增仪、DNA 测序仪 (DNA sequencer) 等。

(8) 其他临床实验仪器。

### 4. 光学设备

光是一种自然现象。因为人们的眼睛接收了物体发射、反射或散射的光, 所以才看到客观世界中斑驳陆离、瞬息万变的景象。眼睛是人类感官中所接收到外界信息量最大的途径。在临床中, 光学设备主要包括以下几类。

(1) 眼科光学仪器: 裂隙灯 (slit lamp)、检眼镜 (ophthalmoscope)、眼底照相机 (fundus camera) 等。

(2) 显微镜: 生物显微镜 (biological microscope)、手术显微镜 (operating microscope) 等。

(3) 内窥镜: 硬式内镜 (rigid endoscope)、纤维内镜 (fiber endoscope)。

(4) 医用激光仪器: 各类眼科激光治疗仪等。

## 5. 其他类型的设备

如看片灯 (negatoscope) 等。

### (三) 治疗和诊断兼顾的设备

有一类设备既可以用来诊断, 又可以用来治疗, 如数字减影血管造影系统 (digital subtraction angiography, DSA) 等。

### (四) 辅助设备

如消毒供应中心的清洗消毒器 (washer-disinfector)、蒸汽灭菌器 (steam sterilizer)、低温等离子灭菌器 (low temperature plasma sterilizer)、病理科的组织脱水机 (tissue processor)、石蜡包埋机 (paraffin embedding machine)、切片机 (microtome) 等。

## 二、医疗设备的特点

由于医疗设备作用于人体, 因此它相对于民用电器在价格上要高得多, 在许多方面有特殊的要求, 综合起来有如下几个方面。

### (一) 安全性

安全性分为患者的安全和医护人员的安全。

#### 1. 患者安全

医疗设备与患者身体密切接触, 而大部分医疗设备都是用 220V 市电。因此就必须对其作特殊的处理。对于电生理仪器 (如心电图机) 必须引入隔离电路; 其仪器的漏电流必须小于  $10\mu\text{A}$ , 对于插入人体内的电极, 其要求更加苛刻。超声对人体的安全阈值为  $100\text{mW}/\text{cm}^2$ , 对于孕妇和小孩, 应该尽可能把超声发射功率调小 (胎儿的声强要小于  $20\text{mW}/\text{cm}^2$ )。CT、X 线机等产生辐射线的设备要经过现场测试, 在保证图像质量的前提下医护人员必须以尽可能少的剂量来照射患者。对于一些治疗仪器的使用更要慎重, 诊断床或治疗床的推进或拉出不能碰到患者, 发射型计算机断层扫描仪 (emission computed tomography, ECT) 检查时注射了放射性核素的患者在一定的时间内要与普通人分离。而心脏起搏等装置的使用更要慎重。

#### 2. 医护人员的安全

患者只接触一次或一段时间后就脱离其可能有危害的环境, 而医护人员则不然, 医护人员和仪器设备是长期共处的, 因此医护人员每次哪怕接受平常患者的万分之一射线也不行。例如,  $^{60}\text{Co}$  机、后装机因为卡源, 而伤及医护人员甚至死亡的例子时有发生。

### (二) 精确性

这一点尤其重要, 精确性是医疗仪器的生命。医生凭借临床检验数据来判断患者的

病情，如果数据出错超过临界值，其结果可想而知。设备不精确的原因主要有两个，一个是仪器本身有缺陷，这就需要对仪器进行维修或校准；另一个是工作人员使用不当。

### （三）方便和可操作性

一切仪器的使用都是为了使患者得到更好诊治。因此 CT 的诊断床，就必须能让患者舒服地躺着，而且诊断床可自由地伸缩。有些仪器设备如 B 型超声诊断仪（B-mode ultrasonic equipment, B 超）、心电图机、X 线机（X-ray apparatus）都可以携带，从而可以方便地获得危重患者的第一手资料。

## 三、医疗设备的结构特征

医疗设备千变万化，那么它们的结构特征到底有没有规律可言呢？人体可以分为消化系统、呼吸系统、神经系统、运动系统等，对于某一特定类别的仪器设备，人们也可以细致地分析它的结构组成，但对于大多数医疗设备怎样分析它们共有的普遍的结构特征呢？

### （一）诊断类医疗设备的构成

从信息的角度来看，可以把诊断设备分为信息的获得、信息的转换、信息的传输、信息的放大、信息的处理、信息的显示、存储和记录，如图 1-2 所示。以 B 超为例，设备通过 B 超探头向人体发射超声脉冲（向人体施加外加能量——超声波），经过人体一系列组织的吸收和作用，反射回来的微弱超声波又进入探头中的压电晶体（信息的获得），完成了声电转换（信息的转换），在探头中的信号非常微弱，要适当地加以放大，然后通过电缆传送到主机内（信息的传输），接下来再进行进一步的放大（信息的放大），并把干扰波和调制波滤除或抑制（信息的处理）。通过扫描转换电路（scan conversion circuit）把超声信号转换成图形信号表露在显示器上用打印机打印出来（信息的显示与存储和记录）。对于一些仪器，其中的某一个或几个环节可能没有或不需，但诊断类或检验类仪器的结构基本上是这样的。



图 1-2 诊断类医疗设备结构框图

### （二）治疗类医疗设备的构成

大部分的治疗仪器是向人体发送某一类型的能量或物质，这类治疗设备的结构特征可以由图 1-3 表达，以直线加速器为例。

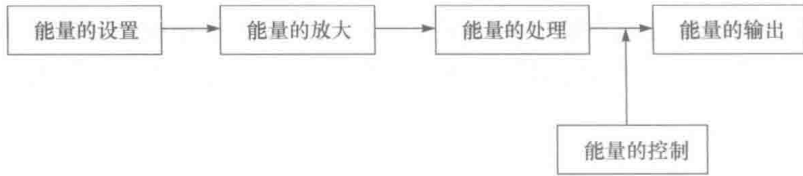


图 1-3 治疗类医疗设备结构框图

## 第二节 医疗设备维修应具备的基础知识和技能

### 一、具备的基础知识

“维修”一词包含有两层意义：维护和修理。

维护是指仪器的性能检测、调整、定期校准与部分元器件的更换工作，以及在运输、存储和使用中的保养工作（如清洁除尘、加油、加水、加气、换电池等）；修理是指仪器设备出现故障后，检查故障和清除故障，使仪器设备达到既定技术指标，恢复正常工作。

维修的分类有两个视角。按维修时间可划分为事后维修、预防性维修；按维修后设备的运行状态划分，可分为不完全维修、完全维修、最小维修、较差维修和最差维修。其中，预防性维修（也称预防性维护）是以预防故障为目的，通过对设备的检查、检测，发现故障征兆，以消除潜在故障或为防止故障发生，使其保持在规定的功能状态所进行的各种维修活动。预防性维修是防止设备故障发生的有效手段，是对故障后果会危及安全和影响任务完成，或导致较大经济损失的关键性设备采用的一种维修方式。

修理是一个非常复杂的脑力和体力的综合活动过程，与跳高运动员是在不断的成功跨越，而最后不能过杆失败刚好相反。设备修理的过程在不断的失败中度过，又在不断的努力下和锲而不舍的坚持下才有可能使设备完好如初。一位高素质的工程师除了对待修理的仪器设备能熟练地掌握和使用，更与本身的维修经验、基础知识的掌握程度、心理素质、维修时的心境，甚至非专业知识有关。因此维修人员不能心急、要耐着性子、甘于寂寞。当然维修人员手头上掌握的资料（电路图、元件手册、仪器使用说明书、同行间的维修文献等）、维修工具是否先进、配件是否齐全等也有极大的关系。总的来说修理人员应具备以下的一些条件。

#### （一）技术资料

##### 1. 技术说明书或维修手册

这两种类型资料一般都记载着仪器设备各部分的技术要求和参数，这是维修时的重要参考依据。只要按要求的指标进行维修，修复后即能达到原技术要求。

一般在这两种资料中还提供一些该机常见故障及其排除方法，尽管有的不完善，但总能提供一些维修方法，对实际修理操作能起一些参考作用。

## 2. 结构图和装配图

结构（框）图标出各单元的相互连接关系，装配图标出各单元的装配位置。通过这两种图可了解仪器设备各部分间的连接方式和位置，为维修带来了很大方便。

## 3. 电路原理图

修理人员只有对仪器设备的电路原理有充分的认识和理解，结合实践经验，才能在修理过程中少走弯路，尽快找出故障所在，并很快予以排除，尤其对那些较为复杂或隐蔽的故障更是如此。

## 4. 印刷电路图

它将电路原理图所用元器件及标号直接印刷在图上，使之一目了然，检查起来十分方便。否则，在查找实物位置、测量元器件性能时将浪费许多时间。

## 5. 元器件明细表

这种表记录着各元件的名称、规格和参数等，可作为维修中更换元器件的指标依据，在有些明细表中还指出了该元件在电路中所起的作用，相同型号的元器件的数量。

## 6. 参考资料

针对一些中大型医疗设备，专业期刊或书籍会有同行的使用心得、维修经验和故障排除的记录。记录中会对某一故障点专门作系统的、详细的描述，甚至还会给出故障前后的波形图和电压参数等。初学者多查阅这些资料，对于提高维修人员的自身功底、积累经验，成为一名合格的维修工程师是很有助益的。这对于形成自己的维修风格和该类论文的撰写也很有好处。

## 7. 网络支持

借助计算机通过网络可以查找相关的信息和资料。

### （二）维修工具和测试仪器

（1）一套小型组合工具，如电烙铁、镊子、剪刀、一字起子、十字起子、尖嘴钳、斜口钳、老虎钳、吸锡器、锉刀等。

（2）万用表，最好是多功能的数字式万用表，可以测量电容量、二极管极性等参数。

（3）示波器是检修中的“眼睛”，用于观察和测试各种单元电路信号的波形及幅度、频率、相位等，最好选用频率 20~100MHz 的双踪示波器。

（4）信号发生器有音频、高频、脉冲、锯齿波信号发生器，也有用于某一特定设备的信号发生器。如用于校正电视机性能的电子圆（电视信号发生器）。

（5）备用电源，仪器设备的某些部件可以独立地进行修理，这就必须有独立的电源供给其工作，有交直流电源和可调的交直流电源，直流电源中有多组的固定或可调



的输出。

### (三) 备件

备用一些常用常见的电阻、电容、电感、二极管、三极管、数字或模拟集成电路、光电器件等对于加快排除和发现故障点、更好更快地修理无疑是必要的。

一些中大型的仪器设备往往是积木式结构，售后服务好的厂家会提供许多容易坏的备板（备用电路板），当怀疑是哪一个部件出现问题时，如果手头上有备板来替代，就可以明显地加快维修的进程。从这个意义上来说，如果手头上的备件越多，仪器设备修理的成功率就越高。

## 二、具备的基本技能

并不是随便什么人都可以从事仪器设备的维修工作。一部钢琴，高明的演奏家可以弹出优美悦耳的乐曲，但如果由门外汉来弹，听到的只能是一片噪声。同样的一台仪器设备由不合格的人员来修理可能越修越糟，故障越搞越大，最后到了不可收拾的地步。只有对设备深刻理解和对维修技术充分掌握的人员才能完成修理任务。维修人员至少应具备如下一些基本要求，并掌握一些基本技能和相应的知识。

### (一) 焊接技能

除了焊接一般分立电子元件，还包括在印刷电路板上焊接集成电路元器件，以及从印刷电路板上取下与替换元器件等。

#### 1. 焊接工具

维修仪器设备常用功率为 20~40W 的内热式电烙铁，要求外壳接地，用三线插头接入 220V 市电时，插座上的地线也必须妥善接地。

焊接集成电路时，采用恒温式电烙铁可以避免元件过热损坏。

拆下损坏元器件时，常用吸锡器、带吸锡器的电烙铁、铜丝纺织带（吸除多余焊锡）、电热吹风枪（用于取下损坏的集成电路）以及专用烙铁头等。

#### 2. 焊锡与焊料

应选用含锡量高、熔化温度较低的一种，以保证锡的流动性好，焊点光滑。焊料常用松香或松香粉溶于乙醇做成的助焊剂等，不得用焊油作为焊料。

#### 3. 焊接要点

焊点或引线应预先刮净氧化物，吃好锡，烙铁头上也应吃锡良好、使锡在焊料的作用下能均匀地焊到焊点上。

焊接场效应管和 MOS 集成电路时要特别当心，不要带电焊接以防止电烙铁漏电或静电影响造成击穿。