

专 科 教 材

# 医用电子仪器

(上 册)

中国人民解放军总后勤部卫生部

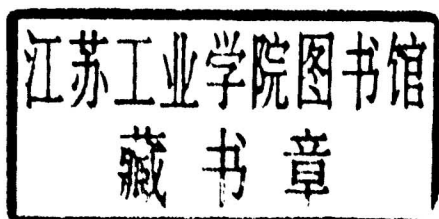
一九七四年十二月

专 科 教 材

# 医 用 电 子 仪 器

(上 册)

电 子 学 与 心 电 图 机



总 后 勤 部 卫 生 部

一 九 七 四 年 十 二 月

**专 科 教 材**  
**医 用 电 子 仪 器**  
(上 册)

中国人民解放军总后勤部卫生部  
中国人民解放军战士出版社出版发行  
中国人民解放军第七二一九工厂印刷

\*

开本: 787×1092毫米1/16 印张18 3/4 插图37 字数460千字  
1974年 12 月 第 1 版(北京)  
1974年 12 月第 1 次印刷

# 毛 主 席 语 录

领导我们事业的核心力量是中国共产党。

指导我们思想的理论基础是马克思列宁主义。

我们应该谦虚，谨慎，戒骄，戒躁，全心全意地为中国人民服务。

知识的问题是一个科学问题，来不得半点的虚伪和骄傲，决定地需要的倒是其反面——诚实和谦逊的态度。

我们能够学会我们原来不懂的东西。我们不但善于破坏一个旧世界，我们还将建设一个新世界。

中国是一个大国，但是现在还很穷，要使中国富起来，需要几十年时间。几十年以后也需要执行勤俭的原则，但是特别要提倡勤俭，特别要注意节约的，是在目前这几十年内，是在目前这几个五年计划的时期内。

学习有两种态度。一种是教条主义的态度，不管我国情况，适用的和不适用的，一起搬来。这种态度不好。另一种态度，学习的时候用脑筋想一下，学那些和我国情况相适合的东西，即吸取对我们有益的经验，我们需要的是这样一种态度。

# 前 言

遵照伟大领袖毛主席关于军队要严格训练和“勤俭建国”、“厉行节约”的教导，为加强技术训练，提高检修质量，充分发挥现有医疗器械装备的效能，更好地为全军指战员健康服务。我部组织京字八二七部队医疗器械检修所编写了这套教材，供全军药工人员、器械检修人员的培训和工作参考用。

由于教材涉及的范围较广，编写时间仓促，经验不足，如有不妥之处，希望同志们提出批评和修改意见。

总后勤部卫生部

一九七三年十月二十九日

# 目 录

## 医 用 电 子 学 部 分

|                                   |        |
|-----------------------------------|--------|
| 第一章 绪论 .....                      | ( 1 )  |
| §1—1 电子学的概念和内容 .....              | ( 1 )  |
| §1—2 电子学在医学方面的应用 .....            | ( 1 )  |
| 第二章 整流元件和整流电路 .....               | ( 2 )  |
| §2—1 概述 .....                     | ( 2 )  |
| 一、交流电与直流电 .....                   | ( 2 )  |
| 二、整流器的结构和分类 .....                 | ( 2 )  |
| §2—2 热阴极真空二极管 .....               | ( 3 )  |
| 一、电子发射 .....                      | ( 3 )  |
| 二、阴极的材料和结构 .....                  | ( 3 )  |
| 三、热阴极真空二极管的构造和工作原理 .....          | ( 4 )  |
| 四、真空二极管的空间电荷作用和伏安特性 .....         | ( 5 )  |
| 1. 空间电荷作用 .....                   | ( 5 )  |
| 2. 二极管的伏安特性 .....                 | ( 6 )  |
| 五、真空二极管的参数 .....                  | ( 7 )  |
| §2—3 热阴极充气二极管 .....               | ( 8 )  |
| 一、充气管(离子管)的特点 .....               | ( 8 )  |
| 二、气体的电离和激励 .....                  | ( 8 )  |
| 三、充气二极管的构造 .....                  | ( 9 )  |
| 四、充气二极管的伏安特性 .....                | ( 10 ) |
| §2—4 整流电路 .....                   | ( 11 ) |
| 一、单相半波整流电路 .....                  | ( 11 ) |
| 二、单相全波整流电路 .....                  | ( 12 ) |
| 三、单相桥式全波整流电路 .....                | ( 13 ) |
| 四、带电容滤波和单相半波整流电路 .....            | ( 13 ) |
| 五、纯电感滤波和 $\Gamma$ 型滤波器的整流电路 ..... | ( 14 ) |
| 六、 $\Pi$ 型滤波器及RC滤波器的整流电路 .....    | ( 14 ) |
| 七、倍压整流电路 .....                    | ( 15 ) |
| 八、几种单相整流电路及滤波电路的比较 .....          | ( 16 ) |
| 第三章 电子管 .....                     | ( 18 ) |
| §3—1 三极管 .....                    | ( 18 ) |
| 一、构造 .....                        | ( 18 ) |

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| 二、栅极的作用和三极管空间电位分布 .....              | ( 18 ) |
| 三、三极管的等效电压与二分之三次方定律 .....            | ( 19 ) |
| 四、三极管的静态特性曲线 .....                   | ( 20 ) |
| 1. 三极管的阳极特性曲线 ( $I_a-U_a$ ) .....    | ( 20 ) |
| 2. 三极管的阳栅特性曲线 ( $I_a-U_{g1}$ ) ..... | ( 21 ) |
| 五、三极管的参数 .....                       | ( 21 ) |
| 1. 灯丝电压和灯丝电流 .....                   | ( 21 ) |
| 2. 放大系数 ( $\mu$ ) .....              | ( 21 ) |
| 3. 跨导或互导 ( $S$ ) .....               | ( 22 ) |
| 4. 管内阻 ( $R_i$ ) .....               | ( 22 ) |
| 5. 渗透率 ( $D$ ) .....                 | ( 22 ) |
| 六、几种参数的关系 .....                      | ( 23 ) |
| 七、从静态特性曲线上求电子管的参数的方法 .....           | ( 23 ) |
| 八、三极管的极间电容和输入阻抗 .....                | ( 24 ) |
| §3—2 四极管 .....                       | ( 24 ) |
| 一、四极管的构造 .....                       | ( 25 ) |
| 二、屏栅极的作用 .....                       | ( 25 ) |
| 三、四极管的特性曲线和负阻效应 .....                | ( 25 ) |
| §3—3 五极管 .....                       | ( 27 ) |
| 一、五极管的构造 .....                       | ( 27 ) |
| 二、五极管中抑制栅极的作用 .....                  | ( 27 ) |
| 三、五极管的特性曲线 .....                     | ( 27 ) |
| 四、五极管的参数 .....                       | ( 28 ) |
| §3—4 束射四极管 .....                     | ( 29 ) |
| 一、束射四极管在构造上的特点 .....                 | ( 29 ) |
| 二、束射四极管的主要用途 .....                   | ( 30 ) |
| §3—5 复合电子管 .....                     | ( 30 ) |
| 第四章 电子管放大器 .....                     | ( 32 ) |
| §4—1 放大器的应用和分类 .....                 | ( 32 ) |
| 一、按放大器的用途分类 .....                    | ( 32 ) |
| 二、按放大器的工作频率分类 .....                  | ( 32 ) |
| 三、按电子管工作点分类 .....                    | ( 32 ) |
| 四、按放大器级数分类 .....                     | ( 33 ) |
| 五、按耦合方式分类 .....                      | ( 33 ) |
| §4—2 电子管放大器的工作原理 .....               | ( 33 ) |
| 一、三极管栅极没有信号输入的放大电路 .....             | ( 33 ) |
| 二、三极管栅极输入正弦信号的放大电路 .....             | ( 34 ) |
| 三、三极管放大电路的放大倍数 .....                 | ( 36 ) |
| §4—3 放大器的畸变 .....                    | ( 37 ) |
| 一、幅度畸变 .....                         | ( 37 ) |
| 二、频率畸变和相位畸变 .....                    | ( 38 ) |
| §4—4 放大器的效率 .....                    | ( 38 ) |
| §4—5 低频电压放大器 .....                   | ( 39 ) |

|                              |               |
|------------------------------|---------------|
| 一、阻容耦合三极管放大器 .....           | ( 39 )        |
| 二、阻容耦合五极管放大器 .....           | ( 40 )        |
| 三、阻容耦合放大器的频应特性 .....         | ( 41 )        |
| 四、变压器耦合放大器 .....             | ( 42 )        |
| §4—6 低频功率放大器 .....           | ( 42 )        |
| 一、单边功率放大器 .....              | ( 43 )        |
| 二、推挽功率放大器 .....              | ( 44 )        |
| <b>第五章 倒相器 .....</b>         | <b>( 48 )</b> |
| §5—1 概述 .....                | ( 48 )        |
| §5—2 双管倒相器 .....             | ( 48 )        |
| §5—3 单管倒相器 .....             | ( 49 )        |
| <b>第六章 反馈放大器 .....</b>       | <b>( 50 )</b> |
| §6—1 概述 .....                | ( 50 )        |
| §6—2 串联式电压反馈放大电路 .....       | ( 50 )        |
| 一、方块图 .....                  | ( 50 )        |
| 二、串联式电压负反馈放大电路 .....         | ( 50 )        |
| 三、串联式电压正反馈放大电路 .....         | ( 51 )        |
| 四、如何得到正反馈和负反馈 .....          | ( 52 )        |
| §6—3 并联式电压反馈放大电路 .....       | ( 52 )        |
| 一、并联式电压负反馈放大电路 .....         | ( 52 )        |
| 二、并联式电压正反馈放大电路 .....         | ( 52 )        |
| §6—4 电流负反馈放大电路 .....         | ( 52 )        |
| <b>第七章 电子管振荡器 .....</b>      | <b>( 54 )</b> |
| §7—1 机械振荡和电的振荡 .....         | ( 54 )        |
| 一、机械振荡 .....                 | ( 54 )        |
| 二、电的振荡 .....                 | ( 54 )        |
| §7—2 自由振荡的振幅和频率 .....        | ( 56 )        |
| §7—3 阻尼振荡和等幅振荡 .....         | ( 56 )        |
| §7—4 强迫振荡和谐振 .....           | ( 57 )        |
| §7—5 串联谐振和并联谐振 .....         | ( 58 )        |
| 一、串联谐振 .....                 | ( 58 )        |
| 二、并联谐振 .....                 | ( 58 )        |
| 1. 电阻电路中的向量关系 .....          | ( 58 )        |
| 2. 电感电路中的向量关系 .....          | ( 59 )        |
| 3. 电容电路中的向量关系 .....          | ( 59 )        |
| 4. 纯电容电感的并联谐振 .....          | ( 60 )        |
| 5. 实际的电流谐振 .....             | ( 60 )        |
| §7—6 电子管振荡器的基本原理 .....       | ( 61 )        |
| §7—7 他激电子管振荡器和自激电子管振荡器 ..... | ( 63 )        |



|                             |               |
|-----------------------------|---------------|
| §7—8 调阳电感反馈式振荡器 .....       | ( 63 )        |
| 一、调阳电感反馈式振荡器的电路 .....       | ( 63 )        |
| 二、电路的工作过程 .....             | ( 63 )        |
| 三、振荡器中自给栅偏压的产生 .....        | ( 64 )        |
| 四、自给栅偏压的优点 .....            | ( 64 )        |
| §7—9 调栅电感反馈式振荡器 .....       | ( 64 )        |
| 一、工作情形 .....                | ( 64 )        |
| 二、调栅式振荡器的优点 .....           | ( 65 )        |
| §7—10 调阳调栅电容反馈式振荡器 .....    | ( 65 )        |
| §7—11 电感三点式振荡器 .....        | ( 66 )        |
| §7—12 电容三点式振荡器 .....        | ( 67 )        |
| §7—13 推挽振荡器 .....           | ( 67 )        |
| 一、推挽振荡器的电路 .....            | ( 67 )        |
| 二、电路工作过程 .....              | ( 68 )        |
| 三、并联式推挽振荡器 .....            | ( 69 )        |
| 四、推挽式振荡器的优点 .....           | ( 69 )        |
| <b>第八章 脉冲电路的基本知识 .....</b>  | <b>( 70 )</b> |
| §8—1 脉冲电的应用和基本概念 .....      | ( 70 )        |
| §8—2 RC电路的过渡过程 .....        | ( 71 )        |
| §8—3 微分电路和积分电路 .....        | ( 73 )        |
| §8—4 限幅器 .....              | ( 73 )        |
| 一、限幅的概念 .....               | ( 73 )        |
| 二、二极管限幅的作用 .....            | ( 74 )        |
| 三、双向限幅器 .....               | ( 75 )        |
| §8—5 多谐振荡器 (自激式多谐振荡器) ..... | ( 75 )        |
| §8—6 触发电路 (他激式多谐振荡器) .....  | ( 78 )        |
| 一、单稳触发电路 .....              | ( 78 )        |
| 1. 板栅耦合式单稳触发电路 .....        | ( 78 )        |
| 2. 阴极电阻耦合式单稳触发电路 .....      | ( 79 )        |
| 二、双稳触发器 .....               | ( 80 )        |
| 三、双管输入的双稳触发器 .....          | ( 81 )        |
| <b>第九章 半导体的基本知识 .....</b>   | <b>( 82 )</b> |
| §9—1 半导体的结构及导电性能 .....      | ( 82 )        |
| 一、半导体的结构及空穴的形成 .....        | ( 82 )        |
| 二、半导体的导电性能 .....            | ( 82 )        |
| 三、N型半导体和P型半导体 .....         | ( 83 )        |
| §9—2 P—N结的形成及其单向导电性 .....   | ( 84 )        |
| 一、P—N结的形成 .....             | ( 84 )        |
| 二、P—N结的单向导电性 .....          | ( 84 )        |
| §9—3 半导体二极管的伏安特性 .....      | ( 85 )        |
| §9—4 半导体二极管的构造和类型 .....     | ( 86 )        |

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| 一、点接触型二极管 .....                       | ( 86 )     |
| 二、面结合型二极管 .....                       | ( 86 )     |
| §9—5 半导体二极管的参数 .....                  | ( 86 )     |
| 1. 最高反向工作电压 .....                     | ( 87 )     |
| 2. 反向击穿电压 .....                       | ( 87 )     |
| 3. 最大整流电流 .....                       | ( 87 )     |
| 4. 最高反向电压 .....                       | ( 87 )     |
| 5. 正向压降 .....                         | ( 87 )     |
| 6. 最高使用温度 .....                       | ( 87 )     |
| 7. 最高工作频率 .....                       | ( 87 )     |
| 8. 结电容 .....                          | ( 87 )     |
| §9—6 半导体器材的命名法 .....                  | ( 87 )     |
| 1. 命名法的基本原则 .....                     | ( 87 )     |
| 2. 第二部分表示材料和极性的规定 .....               | ( 87 )     |
| 3. 第三部分表示半导体类型的规定 .....               | ( 87 )     |
| 4. 举例 .....                           | ( 88 )     |
| §9—7 半导体二极管的使用和简易测试方法 .....           | ( 88 )     |
| 一、二极管的串并联使用 .....                     | ( 88 )     |
| 二、半导体二极管的简易测试法 .....                  | ( 88 )     |
| <br>第十章 半导体三极管 .....                  | <br>( 90 ) |
| §10—1 面结合型半导体三极管 .....                | ( 90 )     |
| 一、P—N结在反向电压作用下的现象 .....               | ( 90 )     |
| 二、P—N结在正向电压作用下的现象 .....               | ( 91 )     |
| 三、如何将两个P—N结, 构成半导体三极管 .....           | ( 91 )     |
| 四、利用右边PN结回路中的大电阻取得大压降, 而得到放大 .....    | ( 92 )     |
| §10—2 半导体三极管的结构 .....                 | ( 92 )     |
| 一、面结合型三极管的结构 .....                    | ( 92 )     |
| 二、点接触型三极管的结构 .....                    | ( 93 )     |
| 三、其他类型的半导体三极管 .....                   | ( 93 )     |
| §10—3 半导体三极管各电极电流的分配关系及放大电路 .....     | ( 93 )     |
| 一、各电极间的电流分配 .....                     | ( 93 )     |
| 二、共基极电路的电流放大倍数和电压放大倍数 .....           | ( 94 )     |
| 三、共发射极电路的电流放大倍数 .....                 | ( 95 )     |
| §10—4 半导体三极管的三种接法 .....               | ( 96 )     |
| §10—5 半导体三极管的静态特性曲线 .....             | ( 97 )     |
| 一、输出特性 ( $I_c-U_c$ ) 曲线的分析 .....      | ( 97 )     |
| 二、输入特性曲线 ( $I_b-U_b$ ) .....          | ( 98 )     |
| §10—6 半导体三极管的参数 .....                 | ( 98 )     |
| 1. 集电极、发射极反向击穿电压 ( $BV_{ceo}$ ) ..... | ( 98 )     |
| 2. 集电极—基极反向击穿电压 ( $BV_{cbo}$ ) .....  | ( 98 )     |
| 3. 发射极—基极反向击穿电压 ( $BV_{ebo}$ ) .....  | ( 98 )     |
| 4. 集电极最大允许电流 ( $I_{cm}$ ) .....       | ( 98 )     |
| 5. 集电极最大耗散功率 ( $P_{cm}$ ) .....       | ( 98 )     |

|                                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| 6. 电流放大倍数 ( $H_{fe}$ 或 $\beta$ )     | ( 98 )  |
| 7. 发射极开路, 集电极—基极反向截止电流 ( $I_{cbo}$ ) | ( 99 )  |
| 8. 集电极开路, 发射极—基极反向截止电流 ( $I_{ebo}$ ) | ( 99 )  |
| 9. 基极开路, 集电极—发射极反向截止电流 ( $I_{ceo}$ ) | ( 99 )  |
| 10. 共射电路的输入阻抗 ( $h_{ie}$ )           | ( 99 )  |
| 11. 共射电路的截止频率 ( $f_{\beta}$ )        | ( 99 )  |
| 12. 特征频率 ( $f_T$ )                   | ( 99 )  |
| 13. 最高结温 ( $T_{im}$ )                | ( 99 )  |
| §10—7 半导体三极管的使用要求和简易测试方法             | ( 99 )  |
| 一、半导体管使用中注意事项                        | ( 99 )  |
| 二、对半导体三极管外形和极性的了解                    | ( 100 ) |
| 1. 小功率三极管的外形和极性的国家标准                 | ( 100 ) |
| 2. 大功率三极管的外形和极性的国家标准                 | ( 101 ) |
| 三、半导体三极管极性和好坏的简易测试法                  | ( 102 ) |
| 1. 基极的确定, 和PNP与NPN管的分辨               | ( 102 ) |
| 2. 发射极和集电极的分辨                        | ( 103 ) |
| 3. 半导体三极管好坏的测定                       | ( 103 ) |
| 4. 半导体三极管放大倍数的简易测试法                  | ( 104 ) |

## 心 电 图 机 部 分

### 第一章 生理电子诊断仪器的基本知识 ( 107 )

#### §1—1 生理电作为医学诊断的基本原理 ( 107 )

#### §1—2 生理电子诊断仪器的分类和基本要求 ( 107 )

### 第二章 生理电放大器 ( 108 )

#### §2—1 生理电放大器的特殊问题 ( 108 )

##### 一、静态工作点的漂移问题 ( 108 )

##### 二、噪音 ( 108 )

##### 三、偏压的给法 ( 109 )

##### 四、干扰 ( 110 )

#### §2—2 负反馈差动放大电路 ( 110 )

##### 一、同相信号得到抑制, 异相信号得到放大的工作原理 ( 110 )

##### 二、分差比的定义和提高分差比能力的措施 ( 112 )

### 第三章 生理电子诊断仪器的直流稳压电源 ( 114 )

#### §3—1 概述 ( 114 )

#### §3—2 辉光管稳压器 ( 114 )

#### §3—3 辉光管稳压电路 ( 115 )

#### §3—4 电子管稳压器 ( 116 )

##### 一、电路中各个元件的作用 ( 116 )

##### 二、稳压工作过程 ( 116 )

|                               |                |
|-------------------------------|----------------|
| 三、稳定输出电压的调节 .....             | ( 117 )        |
| §3—5 半导体稳压管的简单稳压电路 .....      | ( 117 )        |
| §3—6 半导体稳压电路 .....            | ( 117 )        |
| <b>第四章 心电图的应用 .....</b>       | <b>( 119 )</b> |
| §4—1 心电图的应用 .....             | ( 119 )        |
| §4—2 心电图的导联 .....             | ( 120 )        |
| 一、标准导联 .....                  | ( 120 )        |
| 二、胸导联 .....                   | ( 120 )        |
| 三、单极肢体导联和单极肢体加压导联 .....       | ( 122 )        |
| <b>第五章 一般心电图机的构造原理 .....</b>  | <b>( 123 )</b> |
| §5—1 一般心电图机的构造 .....          | ( 123 )        |
| §5—2 导程线和导程选择器 .....          | ( 124 )        |
| 一、导程线的结构 .....                | ( 124 )        |
| 二、导程选择器 .....                 | ( 125 )        |
| 三、前级放大器的结构 .....              | ( 125 )        |
| 四、常见的几种前置放大电路 .....           | ( 126 )        |
| 五、毫伏标准信号源及加入方法 .....          | ( 129 )        |
| 六、增益调节方法 .....                | ( 131 )        |
| 七、基线调节电路 .....                | ( 134 )        |
| 八、记录电流计 .....                 | ( 136 )        |
| 九、功率放大器 .....                 | ( 140 )        |
| 十、记录笔浮漂用振荡电路 .....            | ( 140 )        |
| 十一、去干扰滤波电路 .....              | ( 141 )        |
| 十二、走纸传动装置 .....               | ( 142 )        |
| <b>第六章 心电图机的性能和试验方法 .....</b> | <b>( 144 )</b> |
| §6—1 增益(灵敏度) .....            | ( 144 )        |
| §6—2 噪音和漂移 .....              | ( 144 )        |
| §6—3 阻尼 .....                 | ( 145 )        |
| §6—4 分差比 .....                | ( 146 )        |
| §6—5 放大器的对称性 .....            | ( 147 )        |
| 一、对称性的定义 .....                | ( 147 )        |
| 二、试验方法 .....                  | ( 147 )        |
| §6—6 时间常数 .....               | ( 148 )        |
| 一、时间常数的定义 .....               | ( 148 )        |
| 二、时间常数的试验方法 .....             | ( 148 )        |
| §6—7 记录速度 .....               | ( 149 )        |
| §6—8 频率响应特性 .....             | ( 149 )        |
| <b>第七章 常用的几种心电图机的介绍 .....</b> | <b>( 151 )</b> |
| §7—1 国产7121A型心电图机(改进型) .....  | ( 151 )        |

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| 一、仪器结构 .....                 | ( 151 ) |
| 二、技术规格 .....                 | ( 151 ) |
| 三、工作原理 .....                 | ( 152 ) |
| 四、使用前注意事项 .....              | ( 154 ) |
| 五、使用说明 .....                 | ( 154 ) |
| 六、改进的7121A型心电图机的有关改进项目 ..... | ( 157 ) |
| §7—2 老式7121A型心电图机的补充介绍 ..... | ( 158 ) |
| 一、输入端采用高输入阻抗 .....           | ( 158 ) |
| 二、前级板阴电桥调整平衡输出的电路 .....      | ( 158 ) |
| 三、降低五极管放大噪音的措施 .....         | ( 160 ) |
| §7—3 国产409型心电图机的介绍 .....     | ( 160 ) |
| 一、结构 .....                   | ( 160 ) |
| 二、电路分析 .....                 | ( 160 ) |
| §7—4 国产STR—11型心电图机 .....     | ( 161 ) |
| §7—5 国产63B型心电图机 .....        | ( 162 ) |
| 一、概况和结构 .....                | ( 162 ) |
| 二、线路分析 .....                 | ( 163 ) |
| §7—6 国产68722型心电图机 .....      | ( 165 ) |
| 一、概况和结构 .....                | ( 165 ) |
| 二、工作原理及电路分析 .....            | ( 167 ) |
| 三、技术指标 .....                 | ( 170 ) |
| 四、使用说明 .....                 | ( 171 ) |
| §7—7 晶体管稳压供电灯丝式心电图机 .....    | ( 173 ) |
| 一、概况 .....                   | ( 173 ) |
| 二、工作原理和电路分析 .....            | ( 173 ) |

## 第八章 心电图机的使用方法 .....

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| §8—1 心电图机的维护 .....          | ( 175 ) |
| 一、心电图机的妥善贮存 .....           | ( 175 ) |
| 二、防震 .....                  | ( 175 ) |
| 三、带有储电池的心电图机，防止储电池的变质 ..... | ( 175 ) |
| 四、导程线的维护 .....              | ( 175 ) |
| 五、使用中防止部件的损坏 .....          | ( 175 ) |
| 六、检修中防止标准电池的损坏 .....        | ( 176 ) |
| §8—2 如何做好心电图的描记 .....       | ( 176 ) |
| 一、机器的正确使用 .....             | ( 176 ) |
| 二、电极的妥善处理 .....             | ( 177 ) |
| 三、病人的配合问题 .....             | ( 178 ) |
| 四、要有良好的地线 .....             | ( 179 ) |

## 第九章 心电图机的修理方法 .....

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| §9—1 概述 .....              | ( 180 ) |
| §9—2 修理工作中的三个步骤和基本方法 ..... | ( 180 ) |

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| 一、收集了解机器故障的现象特征,并作出故障范围的初步判断 ..... | ( 180 ) |
| 二、对机器故障发生部位和故障原因的确定 .....          | ( 180 ) |
| 三、解决排除故障修复机器的几个原则方法 .....          | ( 183 ) |
| §9—3 心电图机常见故障的分析和修理方法 .....        | ( 184 ) |
| 一、标准信号没有输出 .....                   | ( 184 ) |
| 二、标准信号输出不足 .....                   | ( 185 ) |
| 三、基线漂移 .....                       | ( 185 ) |
| 四、干扰 .....                         | ( 186 ) |
| 五、做不出心电图来 .....                    | ( 187 ) |
| 六、基线偏向一端失调或调节范围太小 .....            | ( 187 ) |
| 七、记录振幅对称性差别大 .....                 | ( 188 ) |
| 八、阻尼过大或过小 .....                    | ( 188 ) |
| 九、描记心电图失真 .....                    | ( 189 ) |
| 十、记录纸传动的故障 .....                   | ( 189 ) |
| §9—4 7121A型心电图机的修理举例 .....         | ( 190 ) |
| 一、7121A型(老式)心电图机各级的正常工作电压 .....    | ( 190 ) |
| 二、打标准信号时没有输出 .....                 | ( 191 ) |
| 三、打标准信号时输出幅度不足 .....               | ( 191 ) |
| 四、基线漂移 .....                       | ( 192 ) |
| 五、干扰 .....                         | ( 192 ) |
| 六、划笔偏转失灵 .....                     | ( 193 ) |
| 七、传动走纸装置中的故障 .....                 | ( 194 ) |
| 八、划笔笔迹不整齐带有毛刺 .....                | ( 194 ) |
| 九、其他故障 .....                       | ( 194 ) |
| §9—5 409型心电图机的检修和改装 .....          | ( 195 ) |
| 一、409型心电图机的检修和正常参数 .....           | ( 195 ) |
| 二、409型心电图机干扰的主要来源 .....            | ( 195 ) |
| 三、409型心电图机前级和第二级管不平衡所引起的故障 .....   | ( 197 ) |
| 四、409型心电图机的改装尝试 .....              | ( 197 ) |
| §9—6 国产68722型心电图机的修理 .....         | ( 198 ) |
| 一、68722型心电图机的技术参数 .....            | ( 198 ) |
| 二、电子管和半导体管的管脚介绍 .....              | ( 200 ) |
| 三、68722型心电图机常见故障和产生原因 .....        | ( 201 ) |
| §9—7 RS-100DH型心电图机的检修 .....        | ( 202 ) |
| 一、机器的正常工作参数 .....                  | ( 202 ) |
| 二、机器的检修方法 .....                    | ( 204 ) |
| §9—8 RS-200型双导心电图机的检修 .....        | ( 231 ) |
| §9—9 MC-2TR型心电图机的结构和检修 .....       | ( 260 ) |
| 附录: 各种心电图机线路图                      |         |

# 第一章 绪 论

## § 1—1 电子学的概念和内容

用各种不同的电子器件连接成许多不同的电子线路，以应用于无线电通讯和工农业等各个生产部门。专门研究用电子器件（如电子管晶体管等）构成的各种电子线路的科学，称为电子学。电子学有无线电电子学和工业电子学。医用电子学是属于工业电子学其中的一种。本书主要是讲医用电子学的一些基础知识。

电子学的主要内容包括有整流元件和整流电路，电子管和放大电路、振荡电路、脉冲电路、晶体管和晶体管电路等部分。我们在此书中主要也是讲这些内容。

## § 1—2 电子学在医学方面的应用

从四十年代底五十年代初，电子学已应用到医学上。到六十年代应用的就非常广泛。医学诊断上治疗上都已普遍应用。例如在医学诊断上，检查心脏有心电图机、心音图机，检查头部疾病有脑电图机、脑血流图机。检查肝及其他部位疾病有超声波诊断仪。检查全身各部位疾病有X射线诊断机等。在治疗上，有超短波电疗机、中波电疗机，脉冲电治疗机等。电子学在医学的各个部门都已普遍应用。在内科、外科、理疗、放射、化验、中医针灸等各科室都已应用。因此，对于维修保养使用医疗电子仪器的医务人员和技术人员来说，学习好电子学是非常必要的基础课。

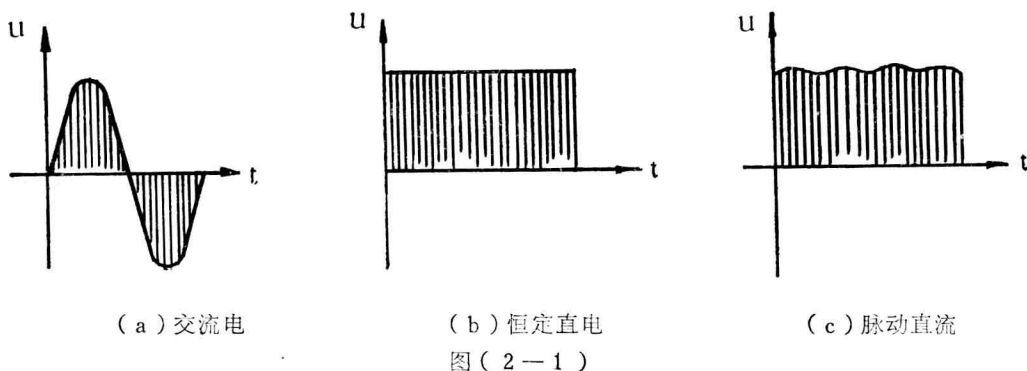
## 第二章 整流元件和整流电路

### § 2—1 概 述

#### 一、交流电与直流电

现代日常用电及工业上各种机器仪器用电,可分为交流电和直流电。交流电即它的电动势和它的电流方向、电流强度,随时间作周期性变化的交变电源。例如我们日常所用的电源是50周/秒变化的交流电。直流电即它的电动势和它的电流方向不随时间而变化的电源。直流电有恒定直流和脉动直流。(见图2—1)

工业电子仪器和医用电子仪器,都需在直流供电下才能进行工作,直流供电就成了电子工程中及其他设备中所必不可少的。但是发电厂所生产的大都是交流电,80%的电量用于工农业动力及照明用电,20%的电量用于直流供电的设备中。直流供电的设备用电量虽少,但是用处是非常广泛,各种机器仪器种类繁多都需直流电,电力的生产与用电上存在着矛盾。因此就需要将交流电转变为直流电来解决这个矛盾。整流器就是将交流电转变为直流电的转换器。



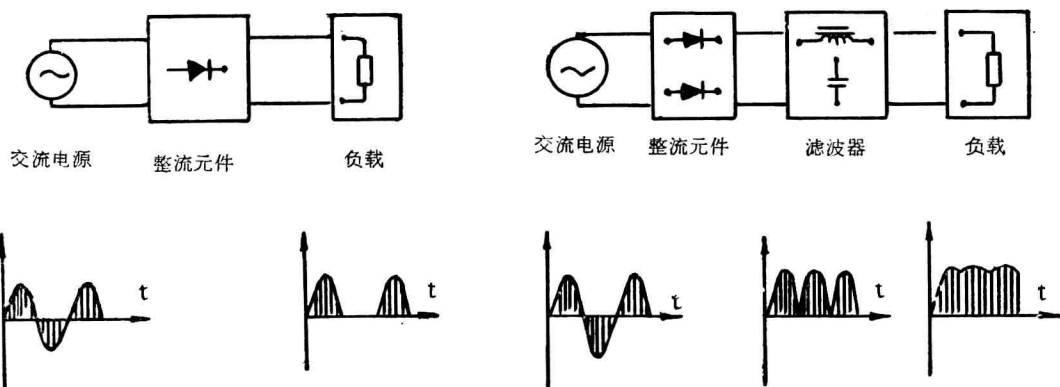
#### 二、整流器的结构和分类

整流是一种把能量由交变形式转换为直流形式的过程。因此它的结构是,输入端接交流电源,输出端接要求直流供电的负载,中间至少要有一个整流元件。这个整流元件可由氧化铜整流器、矽整流器、真空二极管充气二极管或半导体二极管来担任。同时根据负载对直流成份的要求不同,可以将整流元件连接成不同的整流电路和增加滤波元件。

图(2—2a)标示着用二个整流元件或四个整流元件组成的半波整流过程,(b)图标示着用两只整流元件或四只整流元件并装有滤波器的全波整流过程与波形。

根据使用要求不同,整流器可分为半波整流和全波整流。根据电源相数可分为单相整流和多相整流(也包括半波和全波)。根据整流的直流电压稳定程度不同,可分为不控整流和可控整流。在我们医用电子仪器中主要是使用单相全波不控整流器。在本章中谈到的是电子管不控整流器。关于用半导体二极管作整流的问题在晶体管章节谈到,其整流的工作原理是相同的。





(a) 简单的半波整流过程与波形

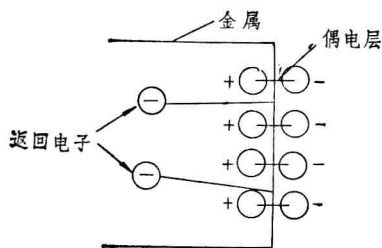
(b) 全波整流并装有滤波装置的过程与波形

图(2-2) 半波及全波整流过程及波形

## § 2—2 热阴极真空二极管

### 一、电子发射

电子从物体表面逸出的现象称为电子发射。在一般情况下,金属中的电子是不能离开表面的,因为金属表面上有一层偶电层,这层偶电层具有一种排斥力( $F$ )能使内部具有原始能量的电子返回金属内部。此时金属表面好似电子反光镜一样见图(2-3)。这个偶电层的形成,是金属中有个别电子,偶然具有很大能量,沿界面向外有足够大的速度从表面跑出,但不能离开,因此附在金属表面的一层电子与金属内部的界面正电荷结成偶电层,这就是偶电层的形成。



图(2-3) 偶电层的形成

电子发射必须使金属中的电子具有大于偶电层排斥力( $F$ )的能量才能逸出。需要外加能力刚好可使电子逸出表面的功能,就称为逸出功。根据外加能量的不同,电子发射可分为几种形式:

① 热电子发射:靠提高金属的温度,使电子获得额外热能,克服逸出功,使电子发射出来。

② 场致发射:在金属表面的附近加一电场,由于电场作用力,使电子得到发射。

③ 光电发射:在某些物质表面上照射光线,使内部电子得到光能,得到发射。

④ 二次电子发射:由具有一定动能的电子撞击在金属表面上使金属中的电子具有动能,得到发射,所以叫二次电子发射。

热阴极真空二极管的阴极上发射电子是采用灯丝加温的方法而得到的,因此叫热阴极真空二极管。

### 二、阴极的材料和结构

二极管和其他电子管的阴极的主要任务,是担负发射电子。它发射电子有直热式和间热式两种。直热式阴极就是加热体本身又作为发射电子的阴极,即加热灯丝和阴极合为一体。它