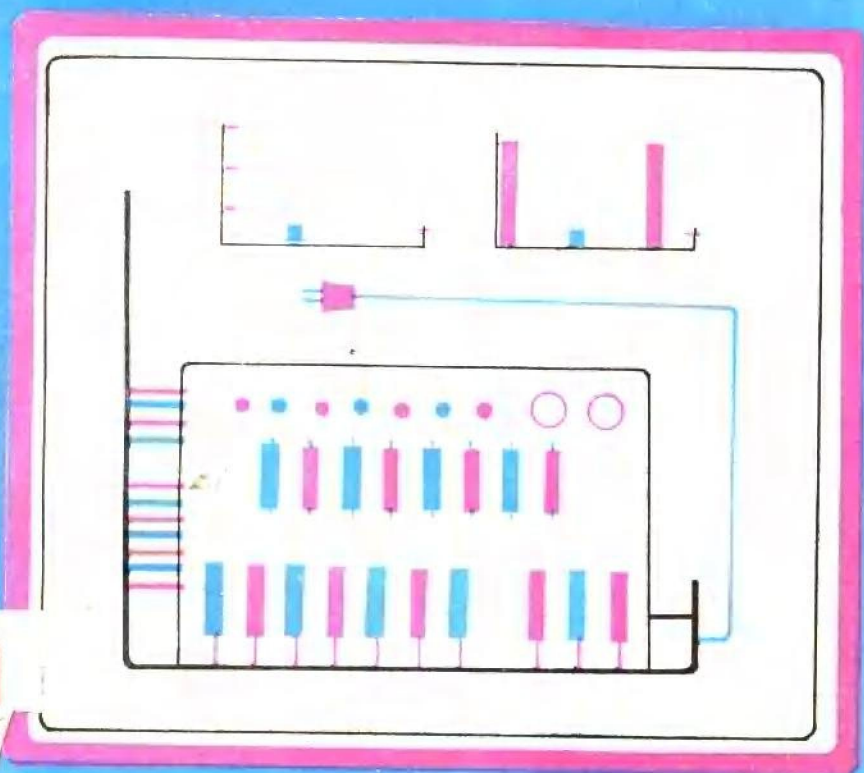


# 电子整机装配 技术图解

〔日〕秋元利夫 著



黑龙江科学技术出版社

## 内 容 简 介

本书系根据日本1979年出版的《図解電子機器の実装技術入門》一书译出。

全书共八章。作者凭借多年的实际经验，从生产工艺和生产技术角度出发，以图解的形式叙述了装配电子整机的全部工艺过程和操作 方法。书中列举的大量数据具有一定的规范性，对提高产品的可靠性具有很高的实用价值。

本书可供从事电子整机的装配工人、工艺人员以及业余无线电爱好者使用；亦可作电子技工学校 and 中等专业学校的教学参考书，以及电子 整机装配工厂工人培训教材。

封面设计：吴松涛

## 电子整机装配技术图解

〔日〕秋元利夫 著

邹秀兰 译

陈立坚 校

---

黑龙江科学技术出版社出版

（哈尔滨市南岗区建设街35号）

哈尔滨印刷二厂印刷·黑龙江省新华书店发行

开本850×1168毫米1/32·印张5.375·字数120千

1985年3月第一版·1985年3月第一次印刷

印数：1—25,435

---

书号：15217·145      定价：1.30元

## 译 者 前 言

提高电子整机装配工人和工艺人员的技术水平，是保证电子产品可靠性、赢得用户信誉的关键。它已成为当今电子工业中重要的生产技术课题之一。为此，我们翻译了日本秋元利夫所著的《图解電子機器の実装技術入門》一书。

本书是作者在电子整机制造工厂多年的经验总结，他从实用角度出发，以图解形式系统地叙述了装配计划和准备作业、印制板装配、底板安装、线材末端处理、束线制作、布线和接线、总装自检等装配电子整机的全部工艺过程和操作方法。书中还列举了大量图表数据，具有很高的实用价值。

根据我国实际情况，本书在翻译过程中曾由译者作了部分删节。

全书经中国电子学会理事、黑龙江省电子学会副理事长、高级工程师王方同志审阅定稿；同时还得到了黑龙江省电子技术情报站领导和同志们的大力支持，在此谨致以衷心的感谢。

由于水平所限，本书肯定有许多不当之处，敬请读者批评指正。

# 目 录

|                        |        |
|------------------------|--------|
| 第 1 章 装配计划和作业准备        | ( 1 )  |
| 1.1 技术水平               | ( 1 )  |
| 1.2 制定操作顺序的方法          | ( 4 )  |
| 1.3 元器件的分类要点           | ( 6 )  |
| 1.4 操作台                | ( 11 ) |
| 1.5 安装工具               | ( 14 ) |
| 第 2 章 印制板的装配           | ( 19 ) |
| 2.1 印制板图型和装配图的画法       | ( 19 ) |
| 1. 绘制印制板图型和装配图的顺序      | ( 19 ) |
| 2. 绘制高频电路图型和装配图的顺序     | ( 24 ) |
| 2.2 印制板上元器件的安装和焊接      | ( 26 ) |
| 1. 元器件的安装方向            | ( 26 ) |
| 2. 元器件的安装方法            | ( 27 ) |
| 3. 印制板上的焊接             | ( 42 ) |
| 第 3 章 底板安装与总装          | ( 56 ) |
| 3.1 紧固螺丝操作             | ( 56 ) |
| 1. 安装整机时使用的螺丝种类        | ( 56 ) |
| 2. 紧固螺丝的要点             | ( 60 ) |
| 3.2 紧固主要元器件的螺丝         | ( 69 ) |
| 第 4 章 线材的末端处理和同轴软线插座安装 | ( 80 ) |
| 4.1 线材的末端处理方法          | ( 80 ) |
| 1. 耐热塑料电线的末端处理         | ( 80 ) |

|                                                 |         |
|-------------------------------------------------|---------|
| 2. 屏蔽线及高频同轴软线的末端处理·····                         | ( 82 )  |
| 3. 编织屏蔽线的末端处理·····                              | ( 84 )  |
| 4. 横绕屏蔽线的末端处理·····                              | ( 88 )  |
| 5. 屏蔽线头的末端处理·····                               | ( 90 )  |
| 6. 高频同轴软线的末端处理·····                             | ( 91 )  |
| 4·2 同轴插座—软线的安装方法·····                           | ( 95 )  |
| 1. 同轴插座—软线的安装要点·····                            | ( 95 )  |
| 2. CN CO <sub>2</sub> 型和N型同轴插座—<br>软线的安装顺序····· | ( 98 )  |
| <b>第 5 章 束 线</b> ·····                          | ( 101 ) |
| 5·1 配线的颜色区别和实例·····                             | ( 101 ) |
| 1. 颜色区别的原则·····                                 | ( 102 ) |
| 2. 使用混色线和双色线的目的·····                            | ( 102 ) |
| 5·2 束线图的画法·····                                 | ( 103 ) |
| 1. 束线设计要点·····                                  | ( 103 ) |
| 2. 绘制束线图和材料表的要点·····                            | ( 103 ) |
| 5·3 束线的制作方法·····                                | ( 112 ) |
| 1. 束线的系法·····                                   | ( 112 ) |
| 2. 束线连续系结的实例·····                               | ( 114 ) |
| 3. 省工的制作束线实例·····                               | ( 118 ) |
| <b>第 6 章 配线与接线</b> ·····                        | ( 121 ) |
| 6·1 配线要点·····                                   | ( 121 ) |
| 1. 配线操作要点·····                                  | ( 121 ) |
| 2. 配线顺序要点·····                                  | ( 122 ) |
| 3. 线的扎法·····                                    | ( 123 ) |
| 6·2 焊接要领与管理方法·····                              | ( 124 ) |

|                            |         |
|----------------------------|---------|
| 1. 焊接要领·····               | ( 124 ) |
| 2. 电烙铁的管理·····             | ( 129 ) |
| 6 • 3 金属线叠绕连接要点·····       | ( 132 ) |
| 1. 金属线叠绕连接要点·····          | ( 132 ) |
| 2. 金属线叠绕连接机的维修与管理·····     | ( 136 ) |
| 第 7 章 自检与工时的估算方法·····      | ( 138 ) |
| 7 • 1 安装调整与自检的要点·····      | ( 138 ) |
| 1. 安装说明的先后顺序·····          | ( 138 ) |
| 2. 安装缺点 (严重、一般) 的辨别方法····· | ( 139 ) |
| 3. 自检要点·····               | ( 140 ) |
| 7 • 2 工时的估算方法·····         | ( 143 ) |
| 第 8 章 装配实例·····            | ( 150 ) |
| 8 • 1 总体安装工序·····          | ( 150 ) |
| 1. 编制安装工序及其流程方案·····       | ( 150 ) |
| 2. 概算安装时间·····             | ( 151 ) |
| 8 • 2 安装实例·····            | ( 153 ) |
| 1. 束线制作·····               | ( 153 ) |
| 2. 印制板装配·····              | ( 153 ) |
| 3. 底板安装·····               | ( 159 ) |
| 4. 总装配线·····               | ( 160 ) |

# 第1章 装配计划和作业准备

在进入电子世界的今天，电子整机产品已深入到国民经济各个领域和每个家庭之中。这里所说的电子整机产品，包括两大类：一类是指家用电子产品，如收音机、录音机、电视机、电子计算器和电子表等；另一类是指工业电子产品，如工业用电子仪器、通讯设备和电子计算机等。

目前世界各国，特别是一些工业发达国家，从工厂到家庭，从专职的熟练工人、技术人员到业余无线电爱好者，到处可以看到他们装配的电子产品，普及率之高，前所未有。随着技术的进步，过去花费几百小时能装成的产品，现在仅几个小时就能完成。

然而，在从事电子整机装配的人员当中，由于基础知识贫乏和技术水平不高，则往往出现很多次品，虽然设计的产品可靠性很高，却因装配质量不好而失去信誉，给用户带来不便。

通常，一旦装配出不合格产品，单靠在检查过程中百分之百地发现，可以说是不可能的。要装配高质量的产品，即便是简易产品，也必须具有一定的技术水平，这是首要条件。

一个优秀工人和技术人员，要想在短时间内装配出高质量的产品，关键问题是在着手装配的阶段，切实地制定出装配计划和做好准备工作。如果装配计划和准备工作充分，也就算完成了整个作业的百分之三十。

本章将阐明什么是装配电子整机的关键作业和技能，并围绕着装配计划和准备作业叙述主要的操作顺序、元器件分类、安装工具以及操作台等。

## 1.1 技术水平

电子整机装配技能是衡量电子装配工人和技术人员水平高低的标志。表1.1列举了日本高中毕业生学习各种技能所需要的年限。当然有些人要比表中的速度进步快些，但也有后进的，这只是一般情况。此表可以作为提高工人、技术人员技术水平的目标，也可以用来考核现场装配人员和中小企业经营者的实际水平。

表1.1 技术人员欲达程度和学习年限

| 技术<br>水平 | 技术人员的具体程度                                            | 人 员                  | 掌握技术的平均年数 |
|----------|------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| A        | 国家审定有资格者，可管理、监督安装作业人员                                | · 中小企业个人经营者          |           |
| B        | 国家审定1级装配技术人员                                         | · 管理监督人员             |           |
| C        | 国家审定2级装配技术人员                                         | · 现场指导人员<br>· 熟练技术人员 |           |
| D        | 在接受监督人员下达的安装任务后，如果一般规模的装配工时在(100小时以下)，个人可完成安装任务的技术人员 | · 高级操作者              |           |
| E        | 在接受监督人员下达的安装任务后，如果小规模规模的装配工时在(10小时以下)个人可完成的装配技术人员    | · 中级操作者              |           |
| F        | 能够胜任单项操作(例如：底板安装、接插电缆、束线等)人员                         | · 初级操作者              |           |
| G        | 实习人员                                                 | · 见习人员               |           |



表1.2 电子整机装配时的关键作业和技能

| 电子整机装配工序   | 装配时的关键作业及技术、知识       | 装配技术水平及掌握的技术、知识 |   |   |   |   |   |   |
|------------|----------------------|-----------------|---|---|---|---|---|---|
|            |                      | A               | B | C | D | E | F | G |
| 装配计划与准备工作  | — 1. 制定作业顺序          | —               | — | — | — | — | — | — |
|            | — 2. 工时估算方法          | ○               | ○ | ○ | ○ | — | — | — |
|            | — 3. 元器件分类           | ○               | ○ | ○ | — | — | — | — |
|            | — 4. 电子元器件及符号标记      | ○               | ○ | ○ | ○ | ○ | — | — |
|            | — 5. 电子元器件的颜色表示      | ○               | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
|            | — 6. 标准作业台           | ○               | ○ | ○ | ○ | — | — | — |
|            | — 7. 必需的安装工具         | ○               | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 印制板装配      | — 8. 印制板图型和装配图的画法    | ○               | ○ | ○ | — | — | — | — |
|            | — 9. 往印制板上安装、焊接元器件   | ○               | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | — |
| 底板安装       | — 10. 紧固螺丝操作         | ○               | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | — |
|            | — 11. 主要元器件的螺丝紧固     | ○               | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | — |
| ← 线材加工     | ← 12. 线材端头的处理方法      | ○               | ○ | ○ | ○ | ○ | — | — |
| ← 同轴接插电缆安装 | ← 13. 同轴接插电缆的安装方法    | ○               | ○ | ○ | ○ | ○ | — | — |
| 束 线        | — 14. 配线色别与实例        | ○               | ○ | ○ | ○ | ○ | — | — |
|            | — 15. 束线图的画法         | ○               | ○ | ○ | ○ | — | — | — |
|            | — 16. 束线的作法          | ○               | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 布线 (包括接线)  | — 17. 布线要点           | ○               | ○ | ○ | ※ | ※ | ※ | ※ |
|            | — 18. 焊接要点与管理方法      | ○               | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
|            | — 19. 金属线叠绕连接要点与管理方法 | ○               | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 总 装        | — 20. 压接接线端的连接       | ○               | ○ | ○ | ○ | — | — | — |
| 装配调整       | — 21. 安装调整与自检要点      | —               | — | — | — | — | — | — |
|            | — 22. 检查电子元器件的简单方法   | —               | — | — | — | — | — | — |
| 自 检        |                      | —               | — | — | — | — | — | — |

※标记为单一工种  
工人需掌握的技术

表 1·2 列出了装配电子整机时必要的关键作业和技能。可以看出，作业内容不同，它所要求的技术水平也不同，装配的技术水平和必需掌握的技能密切相关。

## 1·2 制定操作顺序的方法

电子整机的装配工序与操作内容，虽然因整机的种类、规模、构造等不同而有所差异，但基本工序要素是不变的。不论是家电产品还是工业产品，基本工序要素和操作顺序都是一样。只有理解了这些基本要素，才能对产品作出最佳的工序设计，制定出切实可行的操作顺序。

最佳的装配线可以说是各工序要素的有效配合。工序要素主要有下列 8 项：

1. 装配的准备作业
2. 印制板（印刷电路板）装配
3. 底板安装
4. 束线
5. 布线和连线
6. 总装
7. 总调
8. 自检

此外，有些整机产品，在准备作业前还要作线材加工和连接电缆的装配。

当把图纸和元器件拿到手里时，就要进行构思，在脑中产生欲完成的整机产品。如果整机很小，仅一张装配图，那就容易多了；如果整机很大，就要分成几个部分安装，在构思出完整的整

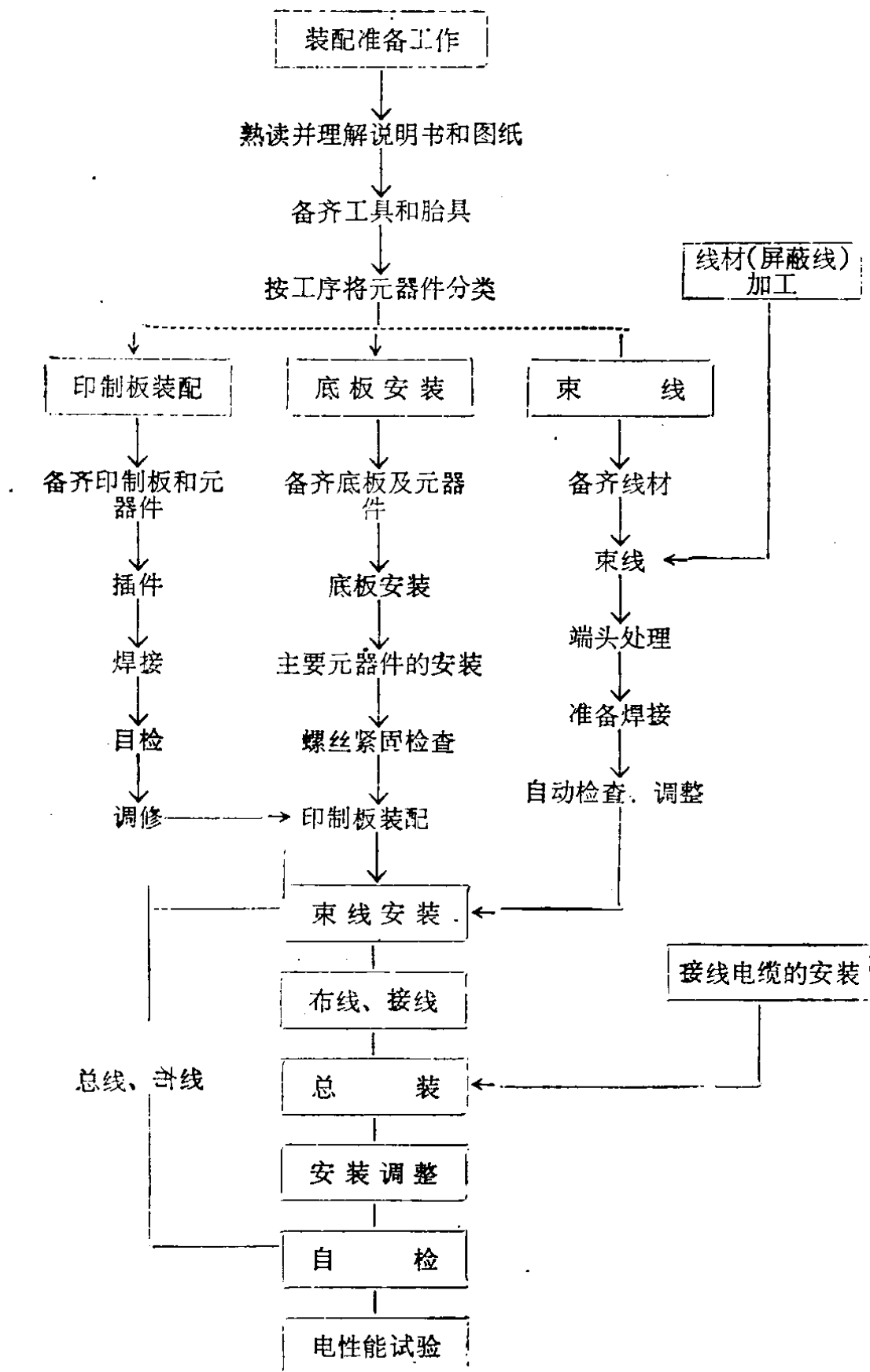


图1.1 装配工序与操作顺序图

机时，先将最容易制作且有效的装配作业写在纸上。例如，如果装配一台，可以按所列 8 项工序要素直接进行；如果装配数台，可并行装配印制板、底板和束线，但以流水作业为上策，按本厂拥有的人数，操作者的技术水平组成班组进行生产。

在操作顺序方面，重要的是在各个工序阶段，往底板和印制板上安装机械零件和电子元器件时，是否费工时的问题。例如，在底板安装阶段，用螺丝将元器件固定在底板上是比较容易的。连接束线，无论是单根束线还是一把束线，在底板上用螺丝固定也还是比较简单的。明瞭这一点，就能够缩短百分之二十以上的装配工时。

图1·1表示装配工序和操作顺序图。当整机尺寸很大、底板很多时，可考虑几种并行或串行的装配形式。

### 1·3 元器件的分类要点

在装配电子整机的准备工作中，最重要的作业是将元器件进行分类。对于初学者来说，大多是边装配边分类元器件。这样不仅浪费时间，而且也容易装错。如果能切实地将元器件事先分类，那么就不致于发生元器件装错现象，还能提高装配整机的速度和质量，这是最重要的一点。

图1·2表示了装配准备作业的顺序。

图1·3表示装配元器件和材料按作业不同的分类图。

#### 1. 分类的顺序

- 1) 备齐电路图、印刷电路板装配图、底板安装图和元器件表。
- 2) 在印刷电路板装配、底板安装、总装的布线等工序上，

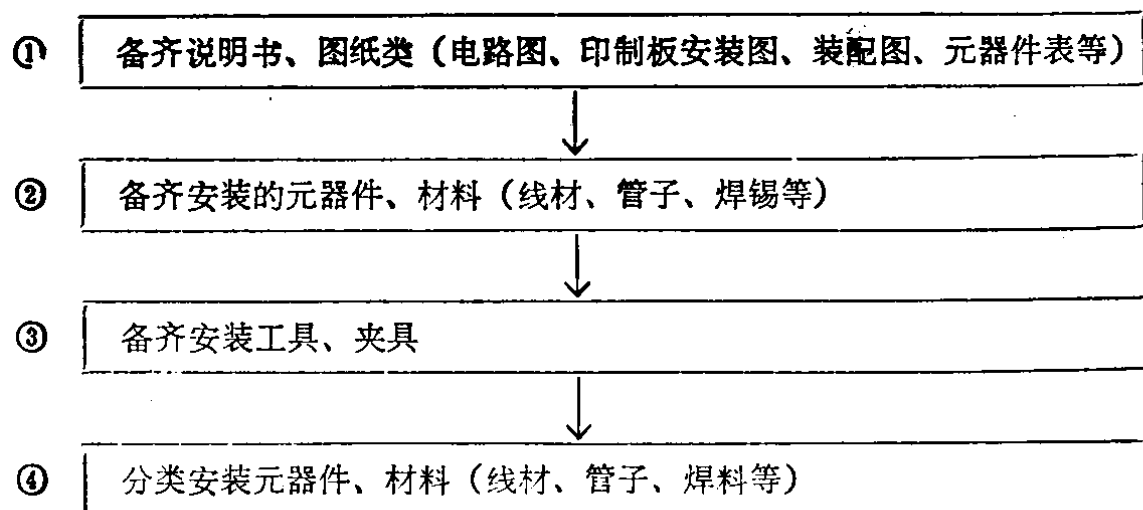


图1·2 装配准备工作的顺序

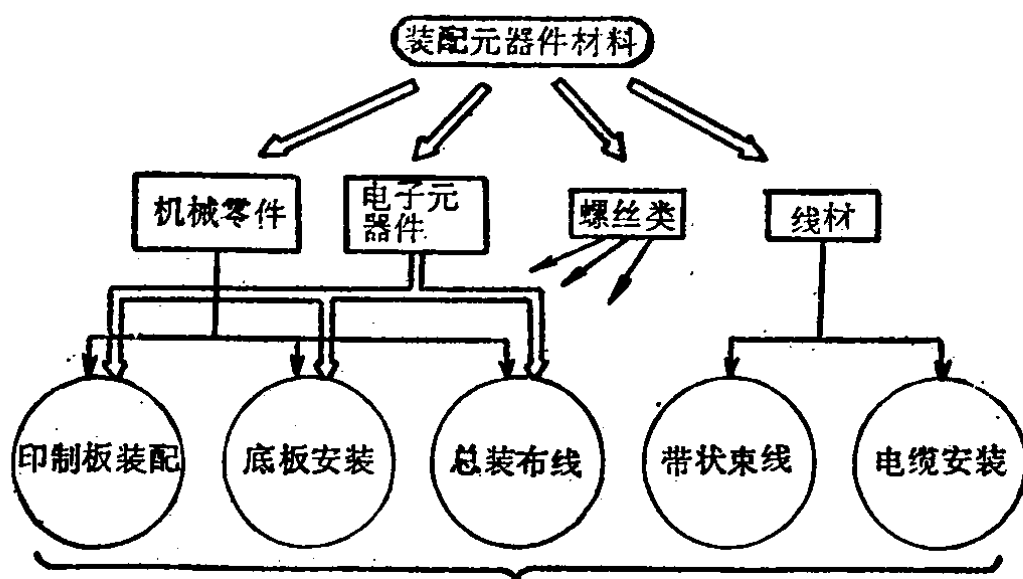


图1·3 元器件和材料按不同作业的分类图

用颜色或记号标记，将零件表中的机械零件进行分类。

3) 同样地将元器件表中的元器件用记号进行分类。

4) 将元器件和零件分类后，在操作台上将它们按装配工序进行分类。

电子元器件使用2~3cm厚的橡皮垫和20×30cm的泡沫苯乙烯板，按安装顺序插上元器件的引线 and 接线端。如果将它们也分

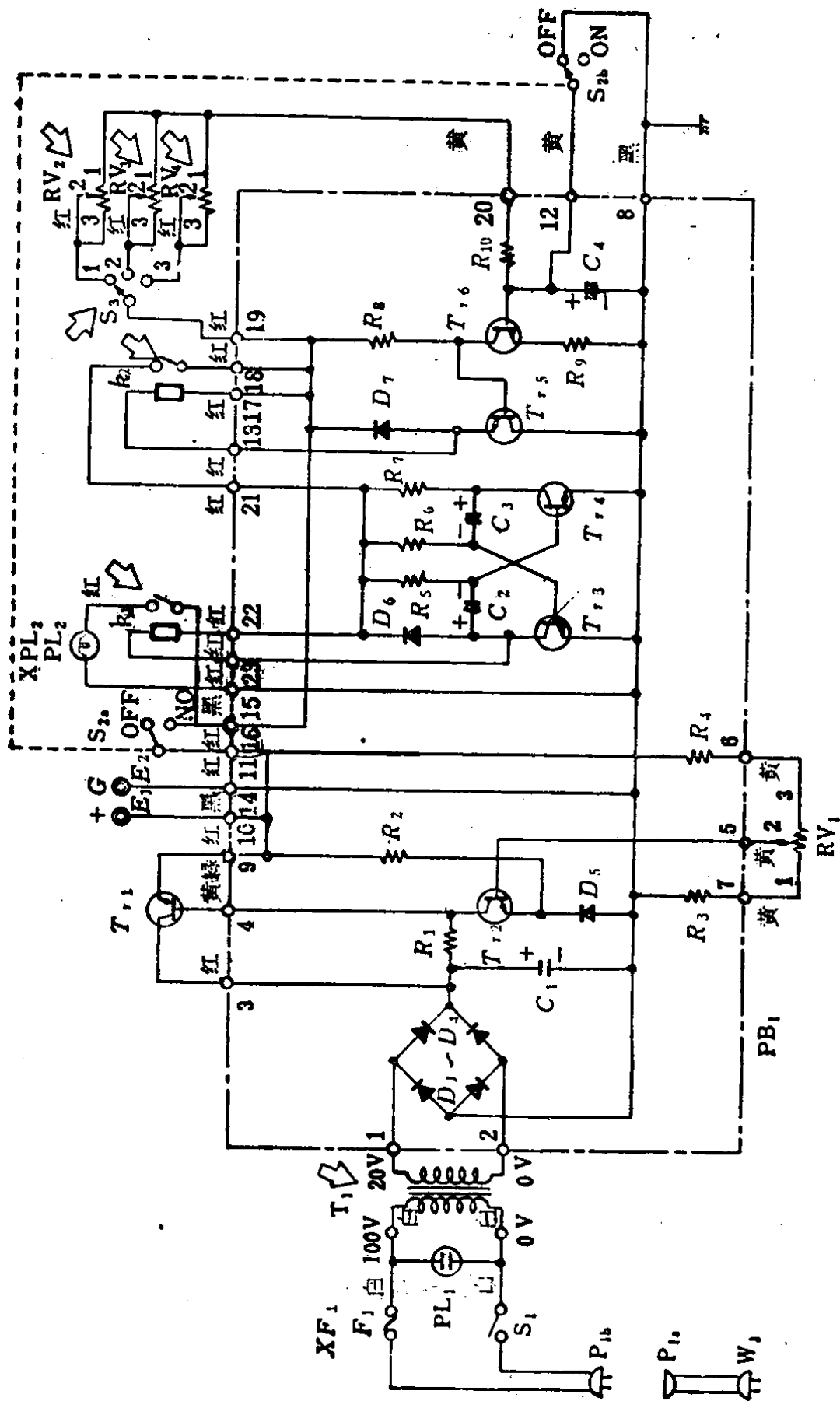


图1·4 电路中元器件的分类(以报警显示器电路图为例)

注: 1.  $\Rightarrow$  记号表示和束线一块安装在底板上的主要元器件; 2. 点划线上的数字表示装在印制板上的元器件号码。  
3. 虚线表示联动。

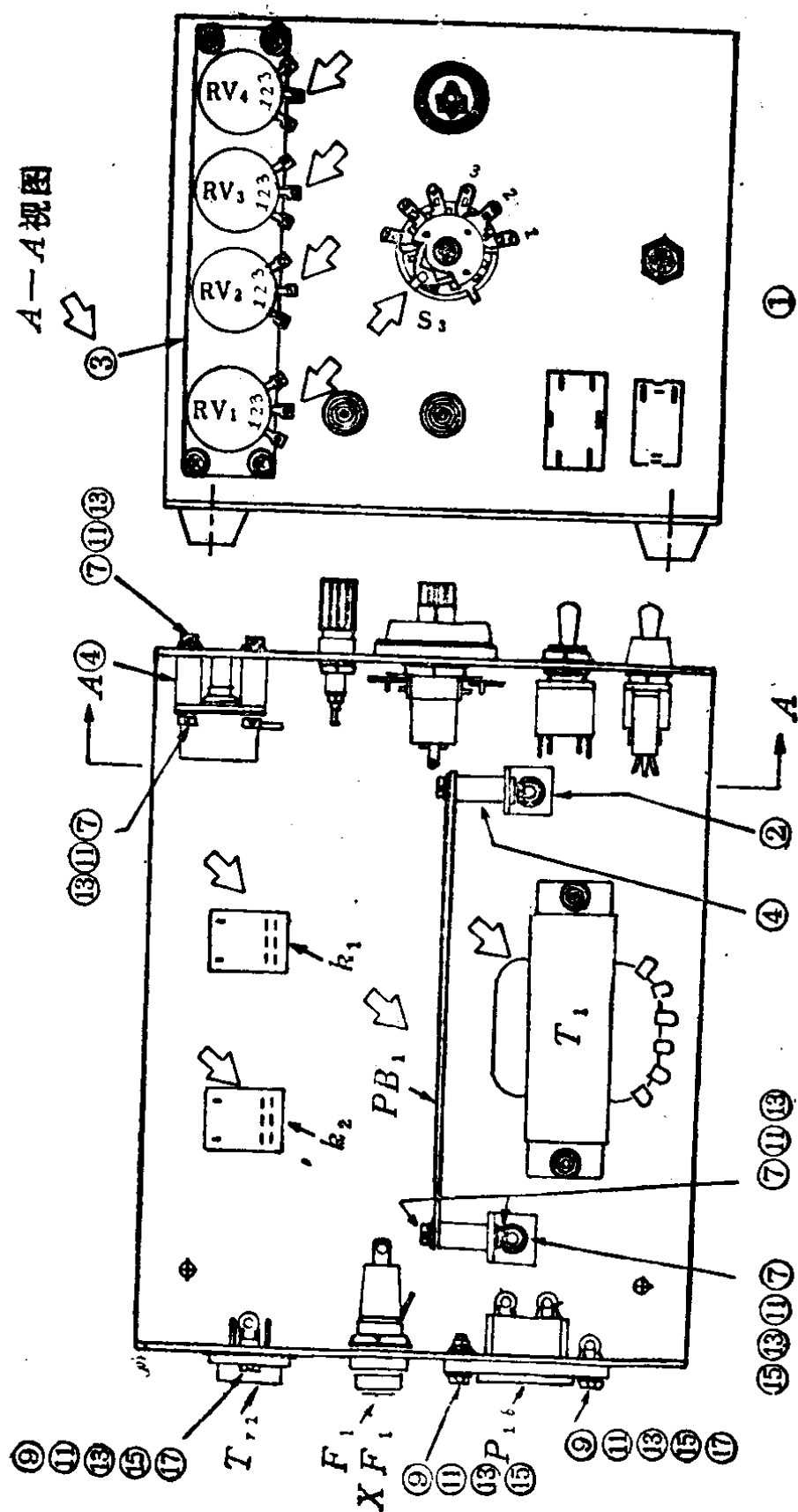


图1.5 安装图中部件和零件的分类

注: 1. ⇨ 记号表示和束线一块安装在底板上的主要零部件; 2. 无记号的是直接安装在底板上的主要零部件。

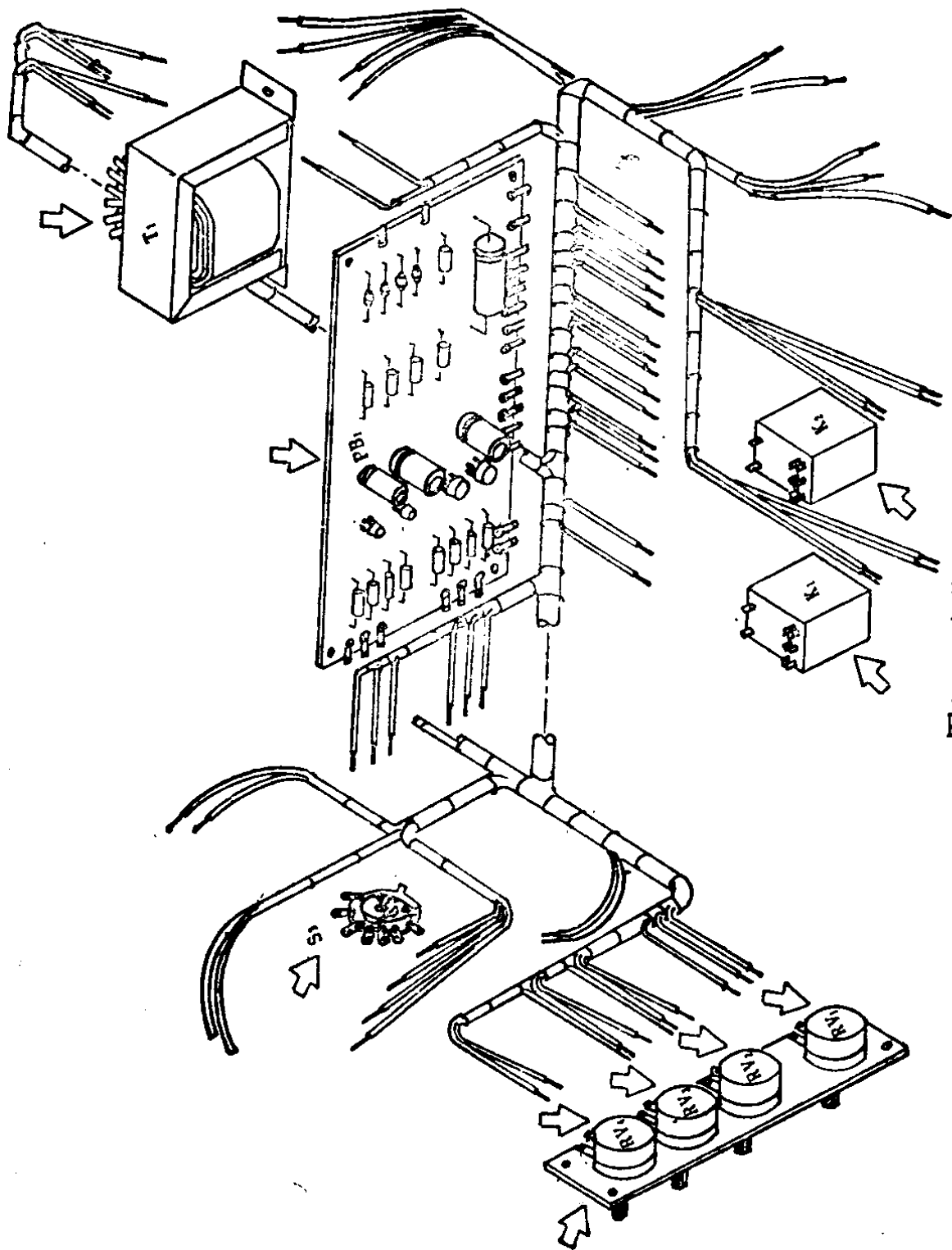


图1·6 立体图中元器件分类

注：1. ⇨记号表示和束线一块安装在基板上的主要元器件。



类，则对搬运更为方便，不会引起损坏和丢失。

5) 在元器件和零件中，当预先把安装束线编成把线时，特别要将用于底板安装上的主要元器件和零件区分出来。图 1·4～1·6中带有 $\triangleleft$ 记号的即是这一类元器件和零件。

## 2. 批量生产中元器件的分类

在批量生产中，一般按流水作业进行组装。元器件的分类，通常是以分配的形式分给每个操作者。因此必须对整个装配工序进行操作内容分析，定出分担作业及每道工序之间的衔接内容。其次，每个分担作业要进行元器件分类，使操作的难易基本一致，适当配备操作人员。这时待操作人员所分担的作业时间均衡后，再调整工作量。以平均每人安装 3～5 个元器件为宜。对于最关键的重复作业，一定要记在心上。

# 1·4 操 作 台

操作台是提高操作效率、保证舒适操作的重要条件之一。对操作台的要求如下：

- 1) 应能宜于配置工具、元器件和材料；
- 2) 应该效率高，使人长期操作时不易疲劳；
- 3) 应能保证准确、干净利落地进行操作。

在此，合理地确定操作台的尺寸是很重要的，应以左右手作业范围再加大一些宽度为准来决定尺寸。但必须以操作人员的工作面为中心进行设计。装配产品的大小若是差别太大，就会使人疲劳、降低生产效率。

操作人员的最佳作业范围如下：一般的姿势是胳膊自然垂下，以肘关节为中心，动作的范围是一般作业范围；从这个范围