

无线电设备装配和 安装的机械化和 自动化

[苏]M.Γ. 帕尔涅斯 著

俞肇基 杨耀祖 等译

林毓西 吴捷 校

国防工业出版社

内 容 简 介

本书主要介绍无线电电子设备的装配原理；不可拆卸和可拆卸联接的装配方法；无线电电子设备非标准元件的加工机械化和自动化；印刷电路分立元件的装配机械化和自动化；各种焊接方法；微电路组装的机械化和自动化以及仓库运输和检验工作的机械化和自动化。本书可供电子工业和仪表制造工业的广大科研、设计和生产人员参考。也可供大专院校师生阅读。

МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ
СБОРКИ И МОНТАЖА РАДИОАППАРАТУРЫ

М. Г. ПАРНЕС
ЭНЕРГИЯ 1975

*

无线电设备装配和安装的机械化和自动化

〔苏〕М. Г. 帕尔涅斯 著

俞肇基 杨耀祖 等译
林毓西 吴捷 校

*

国防工业出版社出版

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
国防工业出版社印刷厂印装

*

787×1092¹/₁₆ 印张18 416千字

1984年3月第一版 1984年3月第一次印刷 印数：0,001—6,000册

统一书号：15034·2594 定价：1.85元

原 序

无线电电子学是基于本世纪科学技术进步的一门科学。正是科学技术进步保证了无线电电子学的迅速发展和应用到各个部门。

无线电电子产品的品种发展得极其迅速，但是，仍难以满足许多部门的要求，也正是这一点给专业化生产带来了困难。无线电电子产品的生命力非常短暂，往往是还未掌握批量生产，就已经过时。

在这些问题中，首先要解决的是，占总生产劳动量很大的无线电电子产品的装配和安装问题。

不仅在生产无线电电子产品的工厂中，有大量的装配和安装工作，而且在仪器制造、电子计算机、自动化设备、通信设备等生产部门的企业中，装配安装工作量也是很大的。但是，就装配安装工作机械化、自动化的理论和实践来说，无线电电子产品的制造工厂远远落后于机器和机床制造等部门。

在国外和苏联的技术文献中，关于无线电电子产品装配机械化和自动化问题，至今还介绍得很少。

本书旨在解决这一问题。因为，本书是这方面的第一本综合性书籍，所以，主要任务是系统介绍最适用的各种装配安装机械化和自动化的设备。

遗憾的是，还未能详细介绍一些设备，以及把一些插图压缩到最低限度。书中还缺少自动机的工作图表，这也是本书的一个缺点。

书中的理论部分是一些辅助章节。插入这些章节是，为了使设备研制人员能有效地将他们应用到手工劳动量很大的无线电电子产品的装配安装中去。

例如，虽然目前已有新的观点，但是书中所应用的Г.А.沙乌明的劳动生产率理论还是能满足要求的。

显然，本书还可能有其他许多不足之处，但是，根据自身的经验，系统和全面总结了国内外文献资料，阐述了各种问题，并制定了工艺原则。

最后欢迎广大读者提出批评意见。

目 录

第一章 安装装配工作的一般原理	1
1-1 建立安装装配过程的基本原则	1
1-2 安装装配工艺过程的制定、分类和装配设备的组合问题	4
1-3 装配的定位问题	13
1-4 无线电设备装配和安装流水生产总体模型的形成和构造方法	21
第二章 不可拆联接的压力装配法	29
2-1 概述和计算	29
2-2 铆合、卷边、机械化手动工具、固定式压力机	32
2-3 机械化组合压床	35
2-4 半自动机和铆接、卷边组合头	36
2-5 用于压力装配的自动机	45
2-6 用压力的联接装配	48
2-7 用模压法固定联接的装配	50
第三章 可拆卸的螺纹联接的装配	55
3-1 联轴节的选择、螺纹联接定位的某些问题、上紧力矩的计算	55
3-2 任意手动移动的机械化装配工具	59
3-3 传动装置在外部的机械化装配工具	61
3-4 卧式及立式单轴固定装配工具	64
3-5 多轴装置	66
3-6 便携式螺丝拧紧机的紧固卡爪的机械化和自动化	67
3-7 固定式自动和半自动螺纹装配装置	71
3-8 零件的预装配机	78
第四章 无线电设备的非标准元件的加工机械化和自动化基础	81
4-1 讨论对象的选择	81
4-2 绕线工艺对线圈电气参数的影响	81
4-3 缠绕导线的张力对线圈电气参数的影响的实验研究	88
4-4 多层线圈占空系数的研究	89
4-5 绕线自动化	93
第五章 无线电设备立体布线的机械化和自动化	101
5-1 概述	101
5-2 导线的布线准备	101
5-3 导线定长切断	102
5-4 导线线头绝缘层的剥离	107
5-5 定长切断和绝缘层的剥离	112
5-6 导线的绞合	118
5-7 安装线已剥线头的修整和成形	123

5-8	导线打标记	128
5-9	导线布线准备工作的自动化	129
5-10	线扎装配的机械化和自动化	130
5-11	无线电元件安装的准备	136
5-12	无线电元件引线沾锡过程的机械化	141
5-13	电缆线扎扎线工作的机械化	143
第六章 印刷电路板分立元件装配和组件制作的机械化和自动化		146
6-1	概述	146
6-2	按工序的准备	147
6-3	全面准备	148
6-4	用于将元件加工、插装和预固定在印刷电路板上的组合式自动插装头	151
6-5	印刷电路板孔的加工	162
6-6	印刷电路板分立元件装配的自动化	169
第七章 钎焊、焊接、铰结、粘合等固定联结方法		171
7-1	确定钎焊设备参数的物理前提	171
7-2	钎焊	174
7-3	接触焊	181
7-4	组焊	181
7-5	散热	186
7-6	印刷电路板的消焊	187
7-7	其他焊接方法	187
7-8	焊接	188
7-9	电子束和激光焊接	191
7-10	热补偿焊	193
7-11	冷焊	194
7-12	超声焊	195
7-13	绞结和销钉联结	197
7-14	对固定结合可靠性的评价	198
7-15	粘合	199
第八章 微型电路的组装自动化及其发展趋向		201
8-1	现代微型化的基本方向、工艺原理和前景	201
8-2	把定向芯片和基片送往装配工位的送料自动化	202
8-3	芯片与基片对准的自动化	207
8-4	芯片在基片上的固定(安装方法)	209
8-5	混合集成电路组装的完全自动化	211
8-6	集成电路插件装配系统	215
第九章 完全自动化的科学原理		217
9-1	基本状况	217
9-2	评价新技术的准则和提高劳动生产率的途径	217
9-3	工作机、自动机和自动线的生产率	223
9-4	生产过程机械化和自动化的经济效果	228
9-5	无线电设备装配过程机械化和自动化的特点	234
9-6	生产完全自动化的发展前景	235

第十章 装配和仓库运输的综合机械化与自动化	236
10-1 概述	236
10-2 装配工作的传送带式流水线、它的计算、可靠性研究和实例	236
10-3 电视机生产中的传送、装配等工序（装配、焊接、运输、包装） 相结合的实例	249
10-4 仓库运输工作的机械化和自动化	254
10-5 零件库房贮备自动寻查和检验用的电子装置	261
第十一章 电子设备检验的机械化和自动化	264
11-1 检验的目的	264
11-2 对导线连接的正确性及是否符合电气线路图的检查	264
11-3 检验接线是否符合电气标准卡	273
11-4 功能部件和逻辑电路的检验和调整装置	276
11-5 电子设备工作温度状态的检验	279

第一章 安装装配工作的一般原理

1-1 建立安装装配过程的基本原则

装配是将零件联结成装配单元、部件、复合体、系统和成品的各种工序的总合。

电气安装是电气连接工序的总合，它使装入装配单元、部件、复合体、系统和成品的元件，按原理图或电气安装图实现电气连接。

最简单的安装装配元件是零件（无线电元件）。较复杂的元件是两个或多个零件相互连接在一起的装配单元（借助于可卸连接或永久连接）。对于装配单元来说，重要的是，它应与系统中的其它元件分开装配。直接装入成品的装配单元叫做组件。

在构成组件之前的所有其它装配单元是不同序列的分组件（装入组件的分组件是第一序列，而装入分组件的是第二序列）。

成品通过建立装配组成图划分为各个装配元件。最通用的装配组成图是带基础零件的装配组成图和扇形图。这种图（图 1-1）表明装配由哪些零件和装配单元形成。图中零件用两个数字表示（例如 3-2），并且由零件表明装配单元（例如 *сб.2-1*），组件（例如 *сб.2*）。

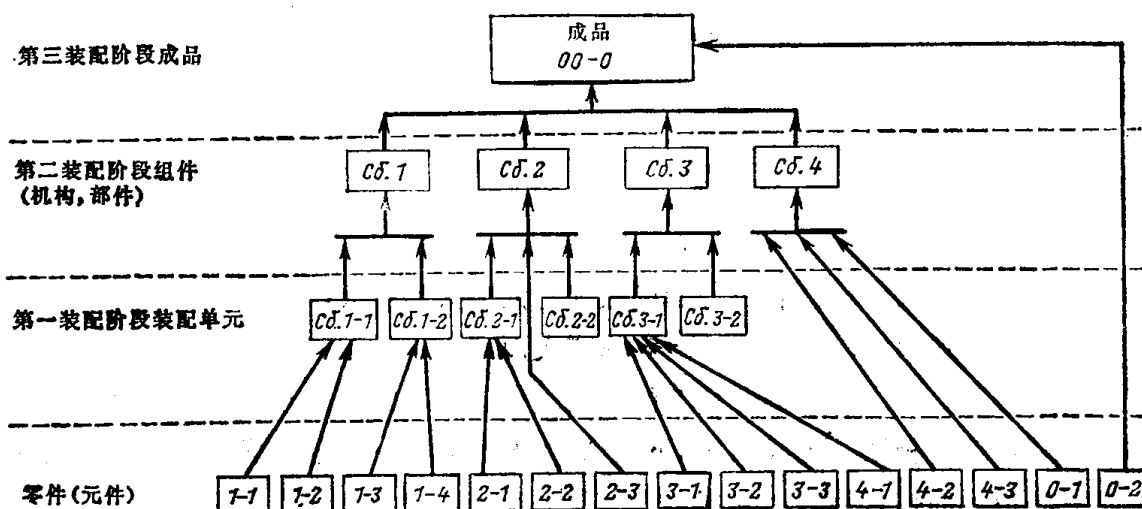


图1-1 扇形装配图

安装和装配无线电设备时，在大多数情况下，基础零件是底板、底座等，装配即由此开始。图中箭头表示零件和装配单元的运送方向。装配复杂的无线电设备时，则采用合并的装配图，这种装配图仅包括组件和直接进入成品的零件以及各组件的展开图。装配图应保证电气、物理和尺寸的互换性，这种保证可通过相应的计算（首先是尺寸链和电路的计算）来实现。

在无线电设备的设计、工艺准备和制造各个阶段，必须确定与其他尺寸和公差在功能

上有联系的允许公差和尺寸。

尺寸计算的目的是根据事先给定的其它尺寸参数来确定一些尺寸的参数，前者以一定的关系与主要尺寸相联系^[8,10]。

尺寸装配链闭合环节的方程式：

$$z = \varphi(A_1, A_2, \dots, A_k, \dots, A_n) \quad (1-1)$$

式中 A_k ——组成尺寸。

在一般情况下，

$$f(z, A_1, A_2, \dots, A_n) = 0 \quad (1-2)$$

式(1-2)中的函数关系随尺寸链的形式(线性、平面、空间)、所定尺寸的目的和相接零件之几何关系而异。

一般采用方程式(1-1)，当分析线性尺寸装配链时，该方程式可导致如下形式：

$$z = \sum_{i=1}^n A_i \quad (1-3)$$

这里采用代数和的形式(考虑到每个尺寸的符号)。尺寸额定(平均)值的方程式为：

$$f(z_{\text{额定}}, A_{1\text{额定}}, \dots, A_{n\text{额定}}) = 0 \quad (1-4)$$

$$z_{\text{额定}} = \varphi(A_{1\text{额定}}, \dots, A_{n\text{额定}}) \quad (1-5)$$

$$z_{\text{额定}} = \sum_{i=1}^n A_{i\text{额定}} \quad (1-6)$$

对线性尺寸链的情况，要将所求尺寸的平均值代入(1-4)和(1-6)。这时，极限尺寸的方程式为：

$$z_{\text{最大}} = \sum_{i=1}^k (a_i)_{\text{最大}} - \sum_{i=1}^s (a_i)_{\text{最小}} \quad (1-7)$$

$$z_{\text{最小}} = \sum_{i=1}^k (a_i)_{\text{最小}} - \sum_{i=1}^s (a_i)_{\text{最大}} \quad (1-8)$$

式中 a_i ——增大的尺寸、闭合尺寸的函数随它的增大而变大；

a_i ——减小的尺寸，闭合尺寸随它的增大而减小。

计算尺寸链时，必须确定闭合环节的偏差(也就是实际参数与额定参数之差)。每种尺寸都有两个容许偏差极限：上限 Δ_s 和下限 Δ_n 。函数全微分确定其精确至二阶微量的微小增量。这时，最后的增量为：

$$\Delta z = \frac{\partial z}{\partial A_1} \Delta A_1 + \frac{\partial z}{\partial A_2} \Delta A_2 + \dots + \frac{\partial z}{\partial A_n} \Delta A_n \quad (1-9)$$

如已知正偏导数 $\partial z / \partial a_i$ 相应于 a_i 的增大，而负偏导数相应于 a_i 的减小，则可得闭合环节的上偏差和下偏差方程：

$$\Delta_s z = \sum_{i=1}^k \frac{\partial z}{\partial a_i} \Delta_s a_i + \sum_{i=1}^s \frac{\partial z}{\partial a_i} \Delta_n a_i \quad (1-10)$$

$$\Delta_n z = \sum_{i=1}^k \frac{\partial z}{\partial a_i} \Delta_n a_i + \sum_{i=1}^s \frac{\partial z}{\partial a_i} \Delta_s a_i \quad (1-11)$$

这些公式是近似的，且公差大时，不会产生过大的误差。

对于线性尺寸链，这些公式可简化为：

$$\Delta_z = \sum_{i=1}^k \Delta_i a_i - \sum_{i=1}^s \Delta_i a_i \quad (1-12)$$

$$\Delta_z = \sum_{i=1}^k \Delta_i a_i - \sum_{i=1}^s \Delta_i a_i \quad (1-13)$$

如已知公差是参数最大值和最小值之差，则可得闭合环节公差的表达式：

$$\delta_z = \sum_{i=1}^n \left| \frac{\partial z}{\partial A_i} \right| \delta A_i \quad (1-14)$$

运用上述公式可以计算装配尺寸链，但是，由于对公差的要求较严，所以，这种按最大和最小值来计算极限偏差的方法应用不广。另一种计算方法是概率法。这种方法考虑了相应环节的偏差分布规律，因此，可以大大扩大无线电设备尺寸装配链之闭合元件的公差范围。

闭合环节尺寸的均方根偏差等于：

$$\sigma_z = \frac{1}{K_z} \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2 \delta_i^2} \quad (1-15)$$

式中 K_z ——闭合环节的相对分布系数（与 K_i 一样，根据闭合环节和组成环节的分布规律而定）；

K_i ——组成环节的相对分布系数，按 $K_i = \lambda_i / \lambda_0$ ， $\lambda_i = \sigma_i / \delta_i$ ， $\lambda_0 = \sigma_0 / \delta_i$ 确定；

λ_i ——第 i 个组成环节的相对分布；

λ_0 ——闭合环节按具有分组中心的高斯分布律的相对分布，分组与平均公差带重合，其值为 $\sigma_0 = 1/3 \delta_i$ 。例如，电路误差可能是由于其参数的偏差和电源的不稳定而引起的。

电路各元件的误差是引起安装误差的因素。

电路可能有方法误差，即使在正确施工情况下，也只能近似地复现给定的功能。

电路的误差 ΔU 就是电路的输出电压 U 和理想电路的输出电压 U_0 之差，此时两种电路的输入参数相等，

$$\Delta U = U - U_0 \quad (1-16)$$

理想电路的输出电压，

$$U_0 = E_0 \varphi_0(q_1, q_2, \dots, q_n) \quad (1-17)$$

式中 q_1, q_2, \dots, q_n ——电路参数；

E_0 ——电源电压；

φ_0 ——传输函数。

由于参数的误差，实际电路的输出电压为：

$$U = (E_0 + \Delta E) \varphi(q_1 + \Delta q_1, \dots, q_n + \Delta q_n) \quad (1-18)$$

电路误差 ΔU 可按精确至二阶微量计算:

$$\Delta U = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial U_0}{\partial q_i} \right) \Delta q_i + \frac{\partial U_0}{\partial E} \Delta E \quad (1-19)$$

当由于安装上的误差引起电路误差时:

$$\Delta U = (U'_0 - U_0) + E_0 \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial \varphi}{\partial q_i} \right) \Delta q_i + \frac{\partial U_0}{\partial E} \Delta E \quad (1-20)$$

式中第一项表示由于偏离正确的电路而引起的输出电压的误差。第二项表示由于电路参数的偏差而引起的误差。第三项则表示电源电压引起的误差。

实际上, 互换的方法有五种: 完全互换、不完全互换、分组互换、选配和调节。

当采用完全互换法时, 必须保证尺寸链的闭合环节的必要精度, 使得其它环节不必作任何选择(或更换)而进入这一尺寸链。不完全互换法的特征是, 当尺寸链不是全部环节, 而是大部分环节需要更换时, 仍能保持尺寸链的闭合环节所要求的精度。

分组互换可使闭合环节达到所要求的精度, 其方法是装入预先分好类的一组组成环节。

选配法是利用改变一个环节的的尺寸的方法使闭合环节达到所要求的精度。

调节法是利用改变事先经过选择的补偿环节的的尺寸的方法, 使闭合环节达到所要求的精度。

究竟选择哪一种互换方法, 要视生产经济指标的条件而定。

在计算功能互换时, 上述各点不仅适用于尺寸链的几何特性, 而且也适用于所装配的无线电设备的任何输出特性。

1-2 安装装配工艺过程的制定、分类 和装配设备的组合问题

结构工艺的特点和分类表的制定 装配过程自动化方面积累的经验应系统地应用于安装装配工作的全盘机械化和自动化的规划中, 这是最有效的一种形式。

安装装配工艺过程的标准化以及根据标准的和分组的安装装配工艺过程而进行的机械化和自动化的标准设备的设计, 都必须建立在这一规划的基础上^[31], 这是装配安装工作标准化思想的一种发展。

安装装配工艺过程标准化的前提是, 对无线电设备的零件、元件、部件和组件的不同结构和尺寸进行分类, 以及对需要解决的各种技术问题的综合, 以避免在制定安装装配工艺过程时, 逐个处理。

分类——这是标准化工作的第一阶段, 它主要是确定类型、结构和工艺的特征(联结方式, 装配部件的复杂程度, 外形尺寸, 结构和电气特性等等)。分类时还应考虑到生产条件(生产大纲和生产期限)。

当由于无线电设备生产多变, 而元件、部件和组件不足以达到应有的统一化和标准化时, 应考虑它们的结构和电气特性的传统性。

这种传统性为我们制定标准和分组装配安装工艺过程提供了可能。

标准化问题以及与此相关的标准装配工艺过程的分类问题，都是十分重要的。在〔9, 50〕中全面地探讨了这些问题，书中详细地研究了制订分类表的结构工艺特征、编码原则、标准装配工艺过程（包括分组装配工艺过程），零部件的标准化和统一化的问题。

工艺过程的标准化 我们扼要地提一下有关标准化这个极为重要的问题和制订装配、安装工艺过程的分组方法，后者的目的是为了采用最先进的工艺，以及确立被装配的零件和无线电元件在分组上的工艺和组织共性。这些问题已由苏联科学家，特别是 A. П. 索柯洛夫斯基完全解决。标准化工作^{〔34〕}包括拟定标准化基本构思的方法的制订，标准工艺过程的确定方法，在不同生产条件下运用标准化方法以及在标准化的基础上解决各个的生产任务的方法。

标准化的具体方法是把已选定的标准化方向和所采用的分类系统结合起来。有时（图 1-2, a）这些结合还要涉及到一些附加条件^{〔10〕}。

根据参考文献〔48〕，在表 1-1 中列出了建议用于装配过程的各种分类系统，标准化的方向和方法。

无线电设备的标准安装装配工艺过程，是一类组件的多个部分的图示式的原理性的装配过程，它包括过程的下列要素：基础零件（例如，线路板）的安装方法，其它元件的位置、操作程序、设备和工艺装备的型号，工作条件、给定产量的近似劳动量。

按照这一标准化过程制定出适用于具体生产条件的给定一类组件的任何一部分的具体装配过程。

标准工艺过程分两种方案。第一种为远景方案。这是根据科学和生产上的最新成就拟订的最理想的工艺过程（作为订购现代设备的依据）。第二种为可直接应用的生产方案。这是基于总结在采用机械化和自动化装配安装工作方面所积累的先进的工厂的经验，包括用于可拆和不可拆装配、在印制线路板上装配分立元件和布线等等方面的装配安装设备的配置等。

安装装配工作的工艺过程加工和装配过程的标准化列于规格化的元件工艺中，它包括结构规格化各个阶段（图 1-2, b）。各种标准化的方法是相互联系的。这种联系基于三个主要方向：初步规格化（过程的任何一种因素）；各种操作的规格化以及一些确定对象（例如设备、工艺装备和检验设备）的初步规格化。

根据方法的复杂程度、工艺过程的标准化可分为简单的、有条件地简单的（按操作的标准化）和复杂的三类。

像安装时一样，属于第一类标准化的有：安装元件不需要先统一的直接标准化方法；标准结构元件的组合法以及基于零件和组件结构规格化或基于基础零件工艺装备之共性的方法。

属于第二类标准化的是，与零件和无线电组件联接法有关的标准化方法，以及适用于各类不同装配元件的一般工艺准则的应用方法和根据一些标准操作来建立各种工艺路线的方法。

属于第三类的是，生产过程各要素的复杂标准化方法以及被装配零件和无线电元件的附加标准化方法。

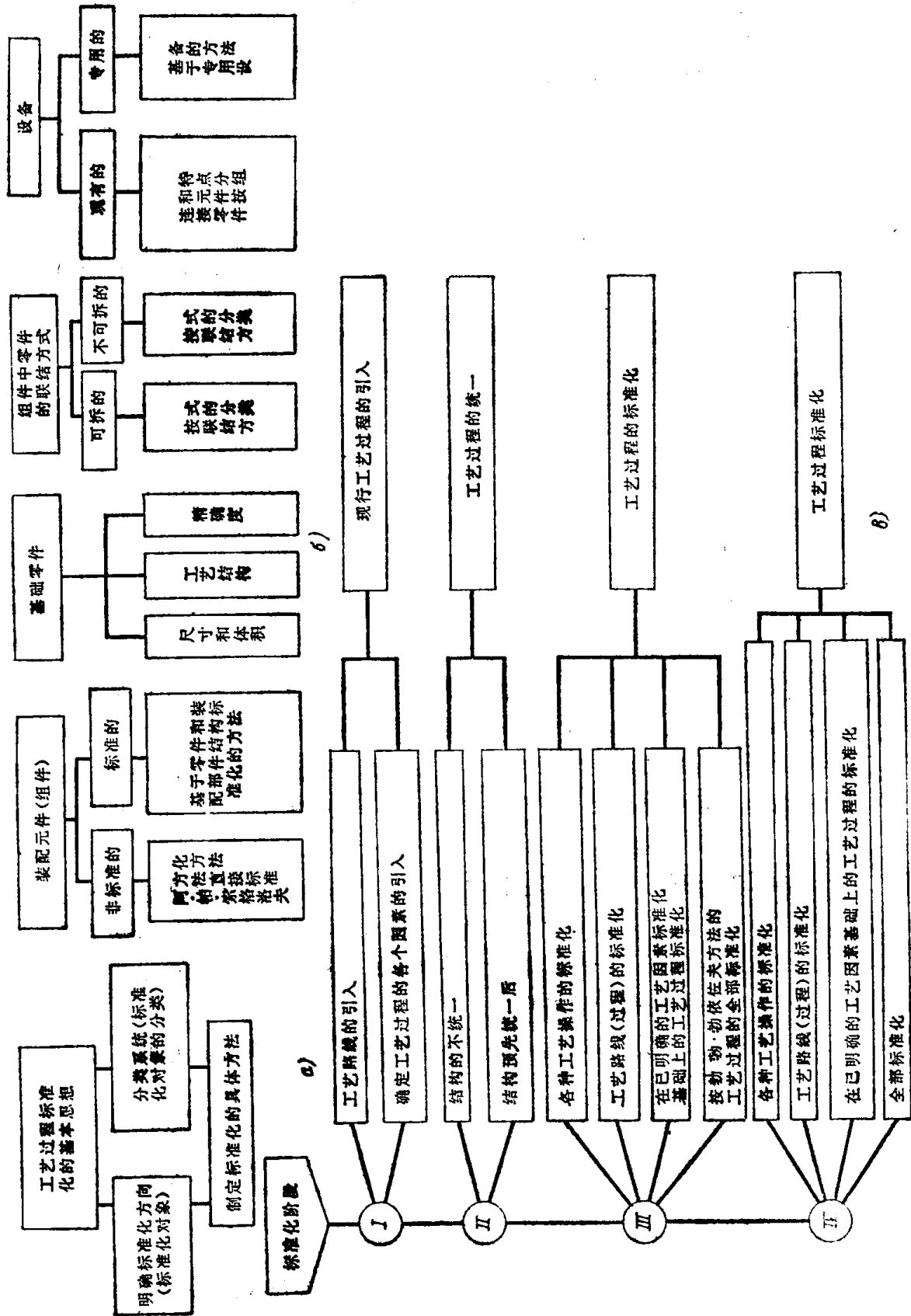


图1-2 安装和装配过程标准化的简单方法示意图; 6—工艺过程标准化顺序示意图。

表 1-1

分 类 系 统			标 准 化 方 向			
分类项目	系 统 的 基 础	符 号	标准的结构 元件的组合	工艺工序	具 体 的 装 配 元 件	装 配 元 件 的 等 级
			T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
装配零件的联接面	表面元素	K ₁	—	—	T ₃ K ₁	—
	结构和工艺表面	K ₂	—	T ₂ K ₂	T ₃ K ₂	—
	标准结构元件的组合	K ₃	T ₁ K ₃	—	—	—
	零件的组合	K ₄	—	—	—	—
工艺过程	工艺	K ₅	—	T ₂ K ₅	T ₃ K ₅	
	工艺通道	K ₆	—	T ₂ K ₆	T ₃ K ₆	
基础零件	尺寸和体积	K ₇	T ₁ K ₇	T ₂ K ₇	T ₃ K ₇	T ₄ K ₇
	工艺布置	K ₈	T ₁ K ₈	T ₂ K ₈	T ₃ K ₈	T ₄ K ₈
	精确度	K ₉	T ₁ K ₉	T ₂ K ₉	T ₃ K ₉	T ₄ K ₉
按工艺任务装配 元件及其零件	工艺任务	K ₁₀	—	T ₂	T ₃ K ₁₀	—
	工艺相似性	K ₁₁	—	—	T ₃ K ₁₁	T ₄ K ₁₁
按结构特性装配 元件及其零件	结构特性	K ₁₂	—	—	T ₃ K ₁₂	—
	结构用途和工艺过程的共性	K ₁₃	—	—	T ₃ K ₁₃	—

这样，根据现行的分类标准，每一种简单的标准化方法（图1-2，6）取决于一种因素，而复杂的标准化方法则取决于几种因素。

分组的安装和装配工艺过程 分组是基于为完成安装装配工序而采用同一种型号的设备的可能性。在无线电设备的生产中，特别是小批量生产专用设备时，分组安装装配工艺过程得到最广泛的应用。它们的实质是，在制定和应用这些工艺过程时，尽可能采用大批和大量生产的方法，也就是采用流水线、半自动的、甚至全自动的设备。

在采用 C. II. 米特洛万诺夫制定的分组法时^[81]，首先要对装配元件进行分类。与制订工艺过程标准化所采用的分类不同，装配元件的分类范围较窄，即只根据安装和装配工序的种类以及设备和装置的原有性质来划分。将每一类需要安装和装配的元件划分成组。分类的目的在于，将需要用同一种设备的元件（例如，一定尺寸范围的带轴向引线的无线电元件）划分出来。这里，组是基本的工艺单元。

分组时应考虑下列各点：基础零件和元件的尺寸；联结方法和所要求的精确度；实现这些联结的工艺；完成这一工艺过程所采用的设备和装置的特性；检验装置以及工艺过程的经济性。

按工艺过程的种类、安装装配元件可分为以下三类：第一类是在一台设备上可以完成一个装配安装循环的；第二类是一个循环不能结束安装和装配的，即部分零件和元件需要先通过一道工序进行基本的结合，然后再通过其它的工序，将其装入其它组件，或者它们的装配和安装要按照单独的过程来完成。第三类零件和元件是，它们的装配安装循环需要根据总的工艺路线采用不同的设备并进行多道工序的。

在第一类和第三类情况下，安装和装配工作都是在按工序顺序排列的设备上进行的，每道工序都利用组装工夹具，这些工夹具稍加调整，即可进行成批安装和装配。这就为组

表 1-2

分组方法的主要方向	单用途流水线		多用途		流水线	
	一种工序的一个工位	几种工序 固定一个工位	连续流水线	断续流水线	设备重调	设备不重调
	一种工序的一个工位	几种工序 固定一个工位	连续流水线	断续流水线	设备重调	设备不重调
全面统一 按各种部件和组件之整个装配过程，对工艺路线和工设备进行统一	—	—	1. 是形成流水线的基础。 2. 减少更换对象时，由于待料及产成品积压而造成的损失。 3. 减少批量大小，提高工作的节奏和经济性	1. 是形成流水线的基础。 2. 减少重调套件时间。 3. 部件循环生产，装配的节拍和未完成的生和提高效率	1. 是形成流水线的基础。 2. 减少重调套件时间。 3. 部件循环生产，装配的节拍和未完成的生和提高效率	1. 是形成流水线的基础。 2. 减少到一个大件（减少生产、废品、积压、和成品的数量。 3. 提高劳动生产率、节奏和效率
水平统一 个别操作，装备和其对于各种装配元件的工装的统一	1. 利用流水线的工作来保证工位的供料。 2. 减少重调工作间的经济性	—	在每一个周转期内，借流水线的工位获得有效的供料	—	—	—
垂直统一 操作和其对于单一部件的工装的统一	—	1. 是形成流水线的。 2. 保证在几个工序上完成几种工序。 3. 减少重调工作间的节拍	保证在单一工位上有效的进行几个相近或不相近的工艺路线	—	—	—

织组装流水线创造了条件。这种流水线应用到一些个别的工序上（第二种情况），就可以改善劳动条件。装配元件经分类和分组后，就可确定适用于同一组内任何一个组件或装配单元的分组工艺过程，这种工艺过程不会过于偏离总的工艺线路（表1-2）^[40]。在确定最佳工艺过程的同时，应统一装配元件的零件；设计分组的工装设备；确定工序的机械化和自动化的方向。

当然，确定分组工艺过程要求有较详细的和全面的指导性资料，这些资料列在专门文献[31、34]中。

装配设备的联结 装配自动化有三个发展方向：部份自动装配；个别分部件和部件的自动装配；整个成品的自动装配。目前，前两种自动化已得到了较大的发展。

装配工艺自动化由以下工序组成：将需装配的零件送至装配工位；装配件和工位的相互定位；它们的联接和零件固定（如果需要的话），最后，将装配好的分部件或部件送至下一道工序。在装配过程的自动化中，最困难的是前两道工序。这是因为装配件具有完全不同的几何形状，而且每一种装配件都需要有它们自己专用的进给和定位机构。

因为在装配自动机上的工具具有较高的稳定性，所以，几乎不需要进行调整和更换^[43]。尽管装配自动机在更换、安装和调整工具方面具有较小的第二类损失（见第九章），它仍被广泛应用在机器制造和仪表制造工业部门的自动线、自动化工段和自动化车间以及备料和加工上，而很少应用于装配方面。

自动装配机和自动装配线与装配件的质量的关系极为密切。例如，如果一个部件由8个零件组成，其装配时间为5秒，当零件的废品率为0.5%时，自动装配线每隔2分钟就要停机一次^[43]，这时，85%的停机都是通过检测装置检查出来的废品所造成的。由此可见，很好地发展检测工作和及时分选不合格的零件是自动装配机连续、精确工作的保证。

目前，自动装配机有三种类型：单工位、多工位和自动线。

装配自动线的最大特点是工位组合机构的与众不同。在装配自动线上，工位机构比在装配自动机上的具有更大的独立性。装配自动机的结构形式主要有两种：直线式和转盘式。至于自动线，则一般有按折线行进的直线式和环行式两种^[43]。也有采用之字形的自动线，这种自动线由数段直线组成，并在相邻两段之间以一定的角度安装有转盘。

由于每个工位上的工序数较少，所以，装配自动线不仅可提高劳动生产率，还可以提高装配过程的可靠性。

由标准部件组成的自动装配设备能保证其结构的可逆性，以及在部份更换产品时能反复应用于各种不同的排列中。这种设备的特点是，它具有快速而易于调整的部件，可更换的动力头调整套、可更换的心轴、动力转台等。

零件机械加工时所采用的这种方案的经验（这里，组合度特别高）表明，机床、自动机和自动线的元件（包括电气、液压和气动设备）标准化水平可达80%以上。根据这一原理而设计的装配设备中考虑了被装配的成品分类和制造工艺过程的标准化；设备的标准工作、设备辅助和预备运动的制订；设备的标准布局 and 标准化构件的制订。

被装配的成品分类后，就可以明确安装工序的特点，确定所要求的典型的运动路线图。因此，在无线电和仪表工业生产中，创造各种组合装配机能最充分地满足装配自动化的需要。我国和外国许多企业已沿着这一方向前进。

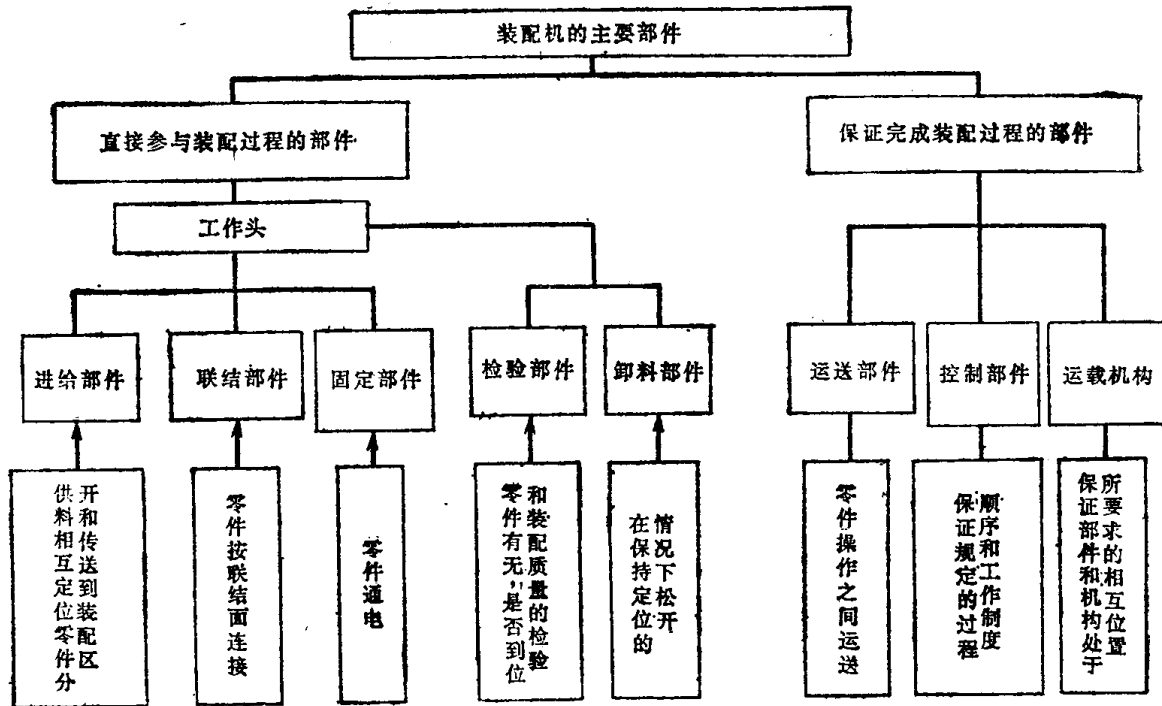


图1-3 装配机主要部件的分类

组合装配机 在建立组合装配机时，要求广泛地集中生产各种标准部件，在这种情况下，必须在全面周密考虑的基础上，按功能—工艺特征对这些部件进行分类。由И. М. 舒拉依别尔提出的分类法是很有意义的^[1,58]，这种分类法可作为一个范例，已如上所述（图1-3）。

应该考虑到，在这种情况下，由于装配过程的内容、特点和物理实质截然不同，标准的解决办法就显得极为复杂。为了有效地利用有限的机械化和自动化标准设备，装配工艺过程、装配设备以及装配件本身的标准必须建立在分类的基础上。

国内外有关装配机的组合的经验^[21]表明，基础部件很少需要重新调整，因此，也正是应该以这些部件作为组合的基础；而传送部件的稳定性最高，所以可用作工作机构的运动源。

实践证明了这些结论^[60,58]。因此，在这一基础上，出现了一批以传送部件和床身为基础的组合型自动机（图1-4, a）。传送部件的分配轴使工作台回转和推动竖杆，此竖杆通过回转联轴节把运动传给执行机构（工作头）。这一分配轴上还装有一些凸轮，用以控制电路，检验系统和动力系统。

可以使用组合传送装置和其他类型的装置，例如水平或垂直布置的三星式的水平—闭合传送装置（紧固零件用的复位机构）^[68]。

采用基础复合组件可大大简化装配机部件的配置和接合。但是，工作头仍然是装配机的重要机构。工作头可分为三种（图1-3）：进料、联结和固定。

根据统计分析，全苏管材科学研究所研制了一些用于仪表制造的组合装配机的标准工作头，并已应用于无线电电子工业生产中。在确定多轴上紧螺丝工作头的结构和特性时，利用了紧固件的适用性和接合数的统计分析（图1-4, б）。从分析可以看出，一般都使用螺纹联接的偶数，同时，单头螺纹和双头螺纹联接的部件应用最广。基于上述情况，在产

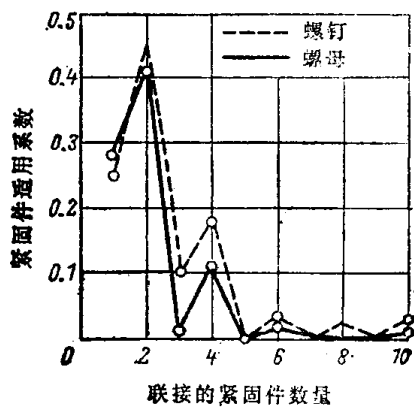
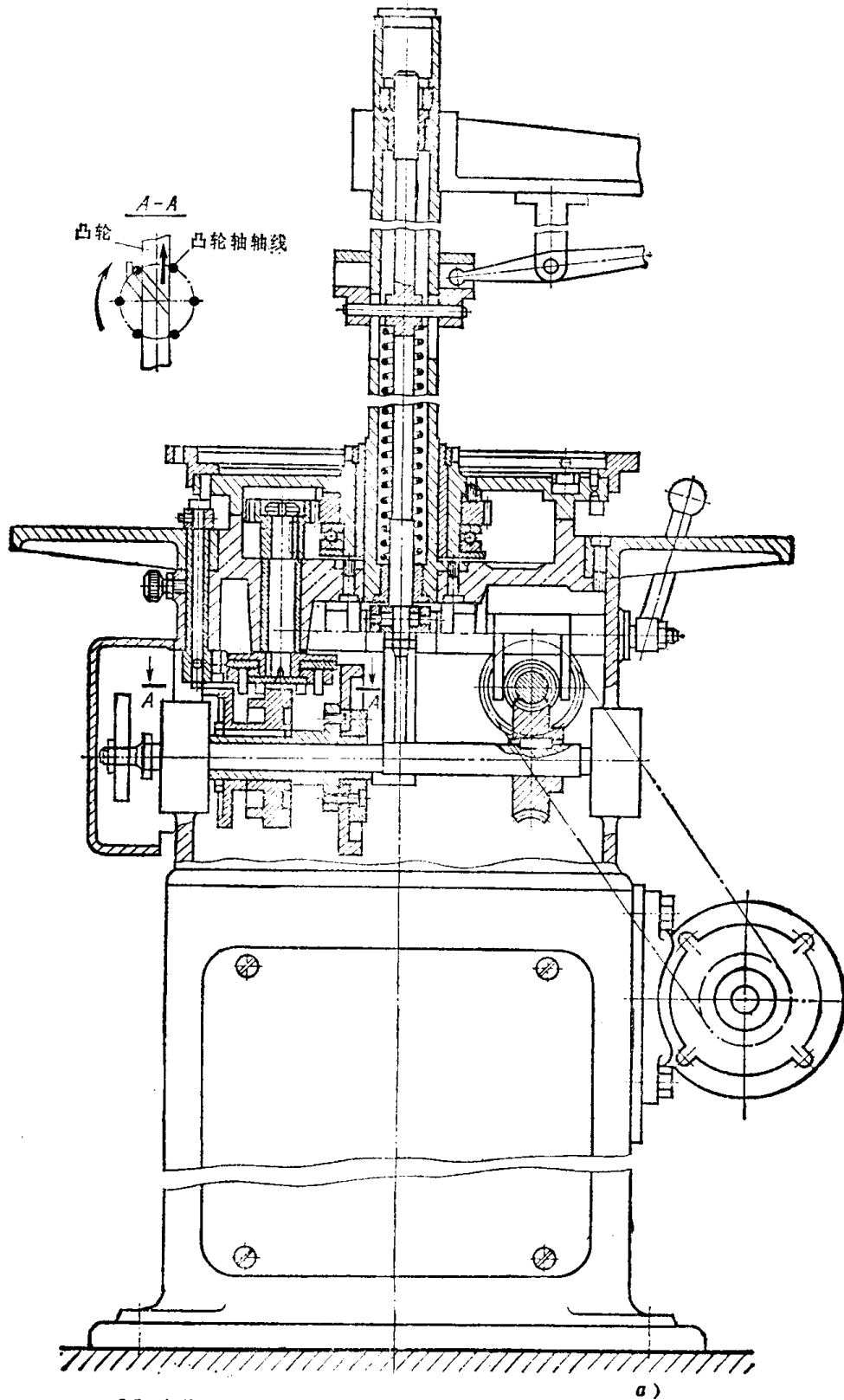


图1-4 组合机的图解

a) 由组合元件装成的自动化,
b) 联接的紧固件适用曲线。