

电子设备装配工艺

陆富根 编写

贵州人民出版社

封面设计 邹 刚

技术设计 荀新馨

电子设备装配工艺

陆富根 编写

贵州人民出版社出版

(贵阳市延安中路5号)

出版局印刷服务公司印刷 贵州省新华书店发行

787×1092毫米 32开本 9.625印张 203千字

印数 1—3,050

1982年4月第1版 1982年4月第1次印刷

书号, 15115·138

定价: 0.88元

目 录

前 言

第一章 电子设备装配的基本知识.....	(1)
§ 1-1 电子设备装配工作的重要性	(1)
§ 1-2 装配的步骤及一般要求	(2)
§ 1-3 工具的使用和维护	(12)
§ 1-4 文明生产及安全技术	(18)
第二章 机械装配工艺.....	(25)
§ 2-1 螺钉连接	(25)
§ 2-2 铆接	(41)
§ 2-3 胶接	(75)
第三章 电气安装的准备工艺.....	(94)
§ 3-1 安装用导线及导线加工	(94)
§ 3-2 屏蔽导线的端头加工.....	(110)
§ 3-3 同轴射频电缆加工.....	(120)
§ 3-4 元件的加工.....	(131)
§ 3-5 做标记.....	(135)
第四章 线束的制作及安装	(144)
§ 4-1 样板的制作.....	(144)

§ 4-2	线束的绑扎·····	(146)
§ 4-3	用扎线扣绑扎线束·····	(159)
§ 4-4	线束的胶接工艺·····	(161)
§ 4-5	线束的安装·····	(162)
第五章 电缆的制造工艺 ·····		(165)
§ 5-1	连接电缆的制作·····	(165)
§ 5-2	高频电缆的制作·····	(188)
第六章 导线及元件的安装 ·····		(195)
§ 6-1	导线及元件与接点的连接·····	(195)
§ 6-2	导线及元件的安装·····	(203)
第七章 焊接工艺 ·····		(207)
§ 7-1	锡焊的基本概念·····	(208)
§ 7-2	电烙铁的使用·····	(211)
§ 7-3	焊料·····	(216)
§ 7-4	焊剂·····	(224)
§ 7-5	焊接要点·····	(236)
§ 7-6	接点的焊接·····	(245)
§ 7-7	印刷电路板的安装及焊接·····	(253)
第八章 电子设备装配质量的检验 ·····		(273)
§ 8-1	质量检验在装配中的意义·····	(273)
§ 8-2	装配检验的步骤·····	(275)

第九章 装配工艺文件的编制	(285)
§9-1 工艺文件的作用	(285)
§9-2 编制工艺文件所需要的技术资料	(287)
§9-3 装配工艺文件的编制	(289)
 参考书目	(300)

第一章 电子设备装配的基本知识

§1-1 电子设备装配工作的重要性

装配工作是电子设备制造过程中一个极其重要的环节，它的工作量约占整个制造过程中总工作量的30%左右。装配工作的正确与否直接影响电子设备的质量、可靠性及使用寿命，对提高劳动生产率和节约原材料有着重大意义。

在装配工作中，拧一个螺丝钉、绕一个线头、焊一个焊点、装一个零件，做好做坏，都直接与产品质量有关。因此，要尽可能保证质量，认真、细致地进行装配工作。

电子设备的装配工作与其他机械设备的装配工作一样，都要根据既定的装配工艺程序，按照设计装配图和接线图，将各零、部、组件和电路元器件按一定的精度标准、技术要求、装配顺序装配在一起，再用导线把电路上的各种零、部、组件和元器件相互连接起来。

一台完善、优质、使用可靠的电子设备，除了要有先进的线路设计、合理的结构设计并采用优质可靠的电子元器件及原材料以外，如何制定合理、正确、先进的装配方法，装配工如何根据既定的装配程序，认真、细致地进行装配工作，是极其重要的。

电子设备装配工作的内容包括：机械装配（即钳工装配，简称钳装）、电气安装和装配后的质量检验。在一般情况下，部件、组件和整机装配都应首先进行机械装配，电气安装应在检验过机械装配质量之后进行。

良好的电接触，是保证产品质量和可靠性的一个重要因素。生产实践证明，电子产品发生的故障，一般都跟电气安装的质量密切相关。例如：焊接时出现假焊、虚焊、错焊和漏焊，就会造成接线松脱、接点短路或开路；高频装置中走线的形式和位置都有严格规定，如果接线太长，布线不合理，就会造成高频电路工作不正常。因此，要使装配出来的产品达到预期的性能要求，就要特别注意装配质量。

为了保证产品具有可靠的电气性能，必须从电气安装的准备工作（如导线线头的加工处理，电子元器件引出线的加工，接点的焊接等）着手，紧紧抓住每一个细小的生产环节。从表面看，电气安装的准备工作是一项简单易行、技术性不强的工作，很容易被忽视。其实，准备工作的各道工序如加工处理不慎，就会造成接点虚（假）焊、接触不良、甚至断损脱落；其次，接点的机械固定不良、焊接工作做得不好也会导致故障发生。

§1-2 装配的步骤及一般要求

装配工作是一项复杂而又细致的工作。在装配时，必须按照有关工艺要求逐步地进行，不能任意打乱装配次序。同时，应符合机械装配和电气安装的各项技术要求。

为了保证产品的装配质量，提高劳动生产率，优质高效地完成安装任务，达到较高的经济指标，装配工艺人员应在分析产品设计资料的基础上，掌握产品的性能，熟悉各零、部件的装配位置和工作原理以后，制定一套合理的装配工艺程序，并明确各种技术规范。装配工人必须严格按照工艺程序和技术规范认真、细致地进行操作，以保证产品的装配质量。不同的产品结构，装配时各有其特点，但基本的装配步骤及工艺要求则是相同的。这一节将着重介绍电子设备装配工作的步骤和装配工艺的总技术要求。

一、装配工作的步骤

装配工作可归纳为装配前的技术和生产准备及装配工作操作程序两个方面的内容。

（一）装配前的技术和生产准备

1. 装配前的技术准备：

主要是指消化图纸资料和工艺文件等。这是装配工人提高产品质量和操作效率的重要步骤。技术准备的主要内容是了解和熟悉部件、整机的设计图纸、技术条件及工艺文件等。在消化资料的基础上，对照装配图和实物（标准样件或样机），详细研究零件的结合形式、装配程序，记牢零部件的作用原理和装配位置，熟悉和掌握部件、组件、整机的结构特点，各零、部、组件相互连接关系，元器件、部件的排列情况及电气连接的情况等。

2. 生产准备：

（1）工具、夹具和量具的准备

装配工在装配前，必须事先将装配时需用的各种工具（包括标准工具和专用工具）、夹具和量具准备好；熟练掌握各种工具、夹具和量具的使用方法并采取必要的安全措施，然后再开始进行装配。

（2）领料

根据工艺文件中的配套明细表，领取所需的全部零件、紧固件、元器件、部件、组件以及装配过程中所需的各种辅助材料（如溶剂、胶液、漆等）。

（二）装配操作程序

电子设备的装配工作都可以分成部件装配、组件装配和整机装配。无论是部件、组件或整机装配，在一般情况下总是先进行机械装配，后进行电气安装。

装配工作操作程序如下：

1. 零部件的清理

用溶剂（航空汽油或无水酒精）将领来的零部件清洗干净，在室温下晾干。

2. 准备工艺

在这一工艺过程中，装配工主要完成元器件引出线的校直、刮头、搪锡和打印标记；导线开线、剥头、捻头、搪锡和打印标记；电缆开线、切割绝缘层、搪锡和导线束的绑扎等。

3. 机械装配

把单个零件和单个部件用适当的工艺方法装配成具有一定功能的结构形式。机械装配中，主要有螺钉连接、铆接、锡焊和胶结等操作工艺。

4. 电气安装

机械装配的质量经检验完全符合技术要求以后，再进行电气安装。在这一工艺过程中主要完成电子元器件安装和电路接线，并用锡焊固定各连接点。

5. 整理

装配工作结束以后，应将连接的导线、元器件和零件进行整理。整理时，歪斜的元器件应扶直排列整齐；焊接点的焊剂残渣，应用航空汽油或无水酒精清洗干净；机内的多余物应清除掉。最后经质量检验送调试。

二、电子设备装配工艺总技术要求

电子设备装配工艺总技术要求分为机械装配和电气安装两个方面的内容，现介绍如下：

（一）机械装配的技术要求

1. 零部件的清洗

（1）在装配前所有制件均应仔细地用有机溶剂或机械加工方法清除脏物及油污。电气绝缘材料及经油漆涂覆的金属制件不能采用可溶解其表面的溶剂进行清洗；电镀的金属制件特别是镀银件不应采用机械加工的清理方法，一般用航空汽油或无水酒精进行清洗。

（2）经清洗或清理后的零部件表面不得有裂纹、凹陷、压伤、划痕、变质以及影响产品机械、电气性能的破坏性损伤。

（3）零部件，特别是高频线路用的金属零件上因机械加工而产生的切屑、毛刺应清除干净。

(4) 为了提高生产效率,在大批量生产时可以用超声波清洗机清洗小零件。

2. 螺钉连接

(1) 在用螺钉紧固时,应垫好平垫圈及弹簧垫圈,锁紧后弹簧垫圈不应有裂纹。

(2) 螺钉紧固件应平稳地固定,不应有歪斜、滑牙和螺纹损伤等;连接后应牢固地锁紧。

(3) 不用平垫圈和弹簧垫圈时,应在螺纹部位涂胶 Q98-1 后再紧固连接,防止螺钉松动。

(4) 拧紧螺纹零件时,应按一定的顺序,对称地或交叉地分步拧紧,用力均匀,避免零件发生变形和接触不良现象。

(5) 拧紧螺钉螺母时,应选择正确合适的工具(扳手、起子);起子头部的厚度不应小于螺钉槽口宽度的 $\frac{2}{3}$;螺钉槽口不应有拧伤。

(6) 沉头螺钉在拧紧以后,其端头应与装配件表面齐平(允许略低),凹陷深度不应大于0.2毫米。

3. 铆钉连接

(1) 铆接件应牢固地安置在垫铁上,铆接后不应松动和歪斜。

(2) 埋头铆钉铆接后其端面应与装配表面齐平(允许略低于),凹陷深度不应大于0.2毫米。

(3) 空心铆钉翻边后应牢固,翻边处不得有裂纹。

(4) 螺纹衬套和铆装螺母等,在扩铆和翻边后不允许有裂纹;拧入螺钉时不应松动。

(5) 活动铆接的两铆接件应转动灵活而不松动。

4. 胶接及其他

(1) 装在表头、表盖、法兰盘、密封盖等下面的橡皮圈、毛毡及衬套均应紧贴在安装部位上，不应有裂缝、皱纹或翘曲。

(2) 用胶液胶合的零件表面，应除去多余的胶液；胶接零件应平整、牢固，无翘起、皱纹等。

(3) 胶木化处理过的零件，在机械装配过程中不允许有损伤，应防止胶木漆层脱落。

(4) 控制旋钮应紧固牢靠，锥端紧定螺钉不应突出旋钮的外表面。

(5) 所有接插件装配应接触可靠，不允许有变形。

(6) 所有机柜装配应抽插顺利，并且有良好的互换性。

(7) 所有电真空器件插入位置应准确无误。

(二) 电气安装的工艺要求

电气安装应保证产品电气性能可靠、外形整齐、美观、一致性好。电气安装的工艺要求可分以下几个方面。

1. 电气安装的一般要求

(1) 进行电气安装时，应符合该电子设备专用技术条件、设计图纸及工艺文件的要求。

(2) 为了保证电气安装的质量和安装形式的一致，根据需要可制作样件或样机。

(3) 电气安装所用的材料、元器件、零部件和整件均应有合格证明；对某些元器件应严格按照有关文件的要求进行筛选。

(4) 装接时所有的元器件，应力求方向一致、整齐美

观，装配时使元器件的型号，标称数值，标记符号向外，便于察看；元器件的排列应按水平或垂直方向布置，也可布置成一定角度，但布置的角度要求一致。

(5) 电气安装过程中一般不再进行机械加工，如果必须进行机械加工时（如钻孔、攻丝等），应采取相应的措施，不损伤附近零部件，并将切屑和其他杂物清除干净。

(6) 元器件引出线、导线芯线与接头连接线必须有机械固定（即绕头），使焊接件间紧密接触，然后再进行焊接。

(7) 每一个接点上焊接的导线，一般不得超过三根（包括元器件引线）；每一个螺钉上最多允许紧固三个焊片；印刷电路板上每一个棒接孔只允许焊接一根引线。

(8) 接点上的连接导线不允许拉紧，所有接线焊接必须有一定的活动余量；有相对运动的接点间采用软导线；接往活动元件或可拆卸元件的导线，应留有足够的活动余量。

(9) 跨接裸线与壳体或其他带电部位的距离小于5毫米时，应套绝缘套管或采取其他措施；绝缘套管不允许有裂纹、烫伤；套管的活动余量不得超过2毫米。

(10) 含硫的橡胶导线或零件一般不得靠近镀银件和银制零件。

(11) 元器件引出线、裸导线不应有切痕钳伤；多股导线芯线不应断股。

(12) 电气安装完毕，对电气元件的排列及导线的位置和型式要进行整理，并将产品内部的多余物清除干净。

2. 电气安装准备工艺的要求

(1) 元器件的引出线首先要进行校直，表面的氧化膜应去除。

(2) 清理好的元器件引出线应进行热浸锡，经过热浸锡的元器件应保证引出线平滑光亮、无锡瘤、清洁。

(3) 元器件引出线在装配前应先弯曲，一般在离元器件主体大于3毫米处进行弯曲，弯曲半径不小于1.5毫米。

(4) 导线剥头不得损伤芯线。

(5) 去除端头绝缘层的多股芯线，应按原方向捻合，芯线捻头应均匀一致，不允许捻伤或捻断芯线。

(6) 导线头和捻头后的多股芯线应搪锡，搪锡不应烫伤绝缘层；搪锡后应清洗干净。

(7) 元器件和导线应打印标记，同一类元器件和导线标记的字体大小、方向、位置应一致，同时应保证字体清晰无错、整齐美观。

3. 线束和电缆制作的要求

(1) 在不产生相互干扰的情况下，同一电路中，同一方向的导线和屏蔽线，均应扎成线束；屏蔽导线和非屏蔽导线捆扎在一起时，屏蔽导线应在下面走线；在线束中引出分支时应尽量减少交叉；在高频电路中，走线应尽量减短，不采用结扎形式；载交流电源的灯丝导线应相互绞合后扎在线束内。

(2) 线束绑扎时，以扎紧为宜，但不允许勒伤导线绝缘层；首尾扎结处，应涂胶 Q98-1。

(3) 线束直线部分的扎结距离，按线束直径大小确定；一般规定为线束直径的1—2倍，但最小不少于10毫米；同一线束内的扎结距离应均匀一致。

(4) 线束内的导线每端应留1—3次重焊备用长度；不允许用几段导线连成一根使用；高频导线可不留备用长度。

(5) 根据需要线束内可留有备用导线；备用导线的长度应比工作导线长20—30毫米，其端头应绝缘或焊在空脚焊片上，备用导线的截面积应和线束中最大导线截面积相同。

(6) 为了防止线束损伤和受潮起见，可在线束的全长上或需要的长度上采取保护措施。

(7) 成组电缆的外层套管应松紧适宜。

(8) 同轴射频电缆在加工时应消除内应力。没有特殊要求时，可将电缆线展开，在室温下存放24小时即可。

(9) 同轴电缆芯线和屏蔽层加工好以后应搪锡；为防止内绝缘层烫伤，可采取散热措施。

4. 元器件安装的要求

(1) 元器件固定后，端部到焊片的距离应为10—15毫米；元器件引出线不允许拉得过紧，如果元器件安装位置受限制，引出线可以弯曲成一定形状。

(2) 不允许用接长元器件引出线的办法进行安装。

(3) 元器件安装时，应尽可能使其型号、标称值、标记等易于察看，方向也应尽量一致。

(4) 元器件和元器件、接点和接点、元器件和接点之间的最小距离跟工作电压有关，一般为4—10毫米；当元器件的带电部位与机壳或其他带电部位间的距离小于2毫米时，应套上绝缘套管；多接点的器件，如各种接插件、继电器等，一般应在接点处套上绝缘套管，套管长度应高出接点3毫米。

(5) 印刷电路板上元器件的引出线或壳体至印刷电路板边缘的距离不得小于5毫米。

(6) 所有元器件安装在印刷电路板上后，不允许产生

安装应力，或使印刷电路板变形。

(7) 使用单面敷铜印刷电路板，元件一般应紧贴底板固定；使用双面敷铜印刷电路板，元件应离开底板3—5毫米固定。

(8) 元器件引出线穿过印刷电路板的孔弯曲紧贴板面时，其弯曲长度为2—3毫米；元器件在印刷电路板上插焊时，引出线的伸出高度为1—1.5毫米。

(9) 较重、较大的元器件，在印刷电路板上安装时，可用适当的工艺方法采取机械固定。

5. 焊接要求

(1) 应根据被焊零件的大小、形状，选择大小和形状不同的烙铁头。一般可用45瓦或75瓦电烙铁进行焊接；焊接晶体管、固体组件等小型元器件，一般可选用25瓦，最大不大于45瓦或内热式电烙铁。电烙铁的地线应可靠接地。

(2) 焊料一般应选用 H1SnPb39 或 H1SnPb58-2；焊接晶体管、固体组件或超小型元件时应选用 H1SnPb39 或其他低熔点焊料。

(3) 焊接时，一般应采用无酸焊剂（松香或松香酒精焊剂），用量应适当。

(4) 焊点要尽量一次焊成，焊接时间为3—5秒钟；印刷电路板、固体组件及其它受热易损元器件的焊接时间不超过3秒钟，必要时应采取散热措施；需要重焊的焊点应待冷却后再焊。

(5) 焊接时不允许将焊料、焊剂滴溅在元器件或其它部位上；不允许烫伤元器件或导线的绝缘层。

(6) 焊接完毕后，各焊点应用无水酒精或航空汽油清

洗干净，但禁止将印刷电路板浸入清洗液中刷洗。

(7) 焊点应光洁、牢固，无气孔、毛刺、锡瘤和虚焊；焊点上的焊料应均匀并略显引出线轮廓；焊点应呈现金属光泽，不应发白或发灰；焊点处应无脏污现象。

上面谈到的是机械装配和电气安装的技术要求，看起来似乎很严格，难于达到，其实，并不如此。只要我们能遵守装配工作中的操作规程，切实练好基本功，严格掌握技术标准，树立高度的责任心和老老实实的科学态度，并反复实践，认真总结经验，交流操作技术，就能逐步地掌握装配工作的规律，成为装配工作的主人，确保装配工作的质量。

§1-3 工具的使用和维护

各种装配工具都各自有其专门的用途和特性，如能正确选择，使用时不仅得心应手，而且可提高效能。同时，应注意维护、保养，以延长其使用寿命。

装配工作，也象其他工作（如钳工、电工、铣工等）一样，需要一定的工具。各种工具有它专门的用途和特性。装配工作的质量不仅取决于装配技术的熟练与否，在一定程度上也取决于装配工具的合理性。“工欲善其事，必先利其器”就是说的这个道理。因此，装配工作必须备有一套合适的工具。正确地维护和合理地使用工具可以提高装配工作的效率和产品质量。

电子产品装配常用的工具有：电烙铁、尖头钳、平口钳、斜口钳、镊子、剪刀、起子（大中小各一把）、钢皮尺、