

电子设备装配技术

电子设备装配技术

[日] 田中 和吉 著

电子工业部工艺研究所 译

国

612

69

社

国防工业出版社

73.612
169

电子设备装配技术

(日)田中和吉 著

电子工业部工艺研究所 译



国防工业出版社

8810712

内 容 简 介

本书以紧固作业、布线作业和锡焊作业为重点，系统地介绍了电子设备装配的各种作业，并通过大量图表，深入浅出地阐述了各种作业的原理、操作、使用的设备、工具及保养、材料、作业质量检验等。内容通俗易懂，是一本入门性读物。

本书可供从事电子设备装配工作的工人、技术人员阅读，也可作为中等专业学校、技工学校的教学用书。

DT16/12

電子機器の組立配線技術

田中和吉 著

視合電子出版社

•
电子设备装配技术

(日)田中和吉 著

电子工业部工艺研究所 译

•
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

北京昌平长城印刷厂印装

787×1092 1/16 印张11¹/₂ 261千字

1988年6月第一版 1988年6月第一次印刷 印数: 8,001—6,000册

ISBN 7-118-00173-2/TN32 定价: 3.65元

译 者 的 话

当代科学技术一个重要的发展趋势是：电子技术的应用领域不断扩大，电子设备的使用环境日益恶劣，因而，对电子设备的可靠性提出了越来越高的要求。

电子设备的装配技术，是直接影响电子设备可靠性的关键因素之一，往往由于一个焊点不合格，使一台电子设备的性能不稳定，甚至使整个电子装置系统失效，造成极为严重的后果。因此，系统地研究并提高电子设备的装配技术，就成为提高电子设备可靠性的重要手段之一。

电子设备装配技术涉及到的技术领域比较广泛，对其中每道工序的要求，又十分严格和细致。本书以保证电子设备的质量为中心，比较全面系统地总结了日本在电子设备装配技术方面的实践，对主要工序进行了理论分析，阐明了作业要领，并提出了作业质量标准及其检验方法。为此，我们翻译了此书，对提高电子设备的装配技术水平有一定的帮助。

参加本书翻译的有朱云鹤、姚军等同志，最后由程章、朱云鹤两同志进行校对加工。由于译者水平有限，书中一定有不少错误，恳请读者批评指正。

目 录

1. 前言	1	3.3 布线用束线的线头处理	45
2. 装配	3	3.3.1 剥除被覆的方法	45
2.1 准备	3	3.3.2 预挂锡	47
2.2 铆接作业	3	3.3.3 线头处理实例	48
2.2.1 弹压机铆接法	4	4. 布线	50
2.2.2 管状零件的铆接	5	4.1 布线用线材	50
2.2.3 塑料铆钉	7	4.1.1 导体	51
2.2.4 孔眼和焊片	7	4.1.2 绝缘体	54
2.3 压入作业	8	4.1.3 电线的种类	58
2.3.1 中继端子	8	4.1.4 电线的许用电流和安全电流	63
2.3.2 特殊的压入螺母	8	4.1.5 绝缘套管	63
2.4 螺钉紧固作业	9	4.2 电气零件的端子	66
2.4.1 螺钉的扭矩	9	4.2.1 端子分类	66
2.4.2 螺钉的种类	10	4.2.2 引线	67
2.4.3 紧固螺钉用的工具	13	4.3 印制电路板	69
2.4.4 零部件紧固法	15	4.3.1 印制电路板的入门知识	70
2.4.5 螺钉最佳紧固转矩	17	4.3.2 铜箔叠层板的选定	73
2.4.6 螺钉的紧固法	20	4.4 印制电路板零件装配作业	75
2.4.7 螺钉松动的原因	22	4.4.1 零件的标记方法	75
2.4.8 防止螺钉松动	23	4.4.2 零件引线的预处理	78
2.4.9 新的螺钉头部紧固方案	25	4.4.3 在印制电路板上插装零件的原则	80
2.4.10 螺栓预紧力的确定	26	4.4.4 插装零件引线的弯曲	82
2.5 粘接作业	29	4.5 面板、机架的装配作业	83
2.5.1 粘接机理	29	4.5.1 一般设备的装配顺序	83
2.5.2 胶粘剂的分类	31	4.5.2 色标布线	84
2.5.3 胶粘剂的选择	32	4.5.3 布线图和布线表	85
2.5.4 粘接方法	33	4.6 布线作业	85
2.5.5 胶粘剂的管理	34	4.6.1 布线的基本要求	85
2.6 标记作业	35	4.6.2 布线作业的注意事项	86
2.6.1 标记	35	4.6.3 线束布线	86
2.6.2 标记的种类	36	4.6.4 捷联线布线	87
2.6.3 盖印作业的顺序	37	4.6.5 布线作业的顺序	88
3. 束线作业	38	4.6.6 缠线作业	89
3.1 结扎方法的分类	38	5. 锡焊的基础知识	91
3.2 束线	38	5.1 连接方法的分类	91
3.2.1 优点	38	5.2 锡焊的定义	92
3.2.2 束线的制作方法	39	5.3 接合机理的一般理论	92
3.2.3 束线用的设备和工具	43	5.3.1 润湿 (Wetting)	92
3.2.4 扎线用的辅助材料	44	5.3.2 扩散 (Diffusion) 理论	94

5.3.3 扩散的分类	94	7.4.2 指触检验	145
5.3.4 产生在界面层的合金	96	7.5 普通布线的缺陷举例及其原因	145
5.3.5 界面层的结晶及凝固	100	7.5.1 锡焊缺陷	145
5.4 焊锡和助焊剂	100	7.5.2 其它缺陷	146
5.4.1 锡-铅系焊锡	100	7.6 缺陷的修补方法	147
5.4.2 其它焊锡	109	7.7 印制电路板布线的缺陷举例及其原因	147
5.4.3 助焊剂	112	7.7.1 锡焊缺陷	147
5.4.4 焊锡的制造方法	115	7.7.2 其它缺陷	149
5.5 加热设备	115	8. 绕接、压接、熔接	150
5.5.1 电烙铁	116	8.1 绕接连接 (Wrapped Connection)	150
5.5.2 浸焊槽	119	8.1.1 绕接的原理	151
5.5.3 红外线锡焊炉	120	8.1.2 绕接连接的可靠性	152
5.5.4 炭极加热锡焊机	121	8.1.3 绕接的特点	154
5.5.5 超声波电烙铁	122	8.1.4 线材和端子	155
5.5.6 混合电路用的重熔锡焊装置	124	8.1.5 绕接工具	156
5.6 加热的最佳条件	125	8.1.6 卷绕作业	157
5.6.1 加热温度与接合强度	125	8.1.7 绕接的质量管理	159
5.6.2 接合体的温度上升	126	8.1.8 操作者的管理与培训	161
5.6.3 烙铁的修理	127	8.2 压接连接	162
6. 锡焊作业	128	8.2.1 压接机理	162
6.1 锡焊的主要工序	129	8.2.2 压接连接的定义	163
6.2 锡焊作业的内容	130	8.2.3 压接端子的特点	163
6.2.1 端子布线	130	8.2.4 端子的种类	164
6.2.2 加热	131	8.2.5 工具的分类	164
6.2.3 锡焊	131	8.2.6 工具的保养与检查	165
6.2.4 锡焊后的检验和后处理	132	8.2.7 压接作业	166
6.3 插入锡焊 (管状端子)	133	8.2.8 压接连接的检查	167
6.4 印制电路板的锡焊	134	8.2.9 工具的校正	168
6.4.1 电烙铁焊法	134	8.3 熔接连接	168
6.4.2 焊锡槽浸焊	136	8.3.1 电阻焊	169
6.4.3 自动锡焊机	139	8.3.2 点焊	171
7. 锡焊的检验	144	8.3.3 脉冲锡焊技术	172
7.1 检验的目的	144	8.3.4 冲击焊法	174
7.2 检验项目	144	8.3.5 其它熔接方法	175
7.3 检验方法	144	参考文献	176
7.4 检验内容	145		
7.4.1 目视检验	145		

1. 前 言

通常我们所说的电子设备有电子计算机、电子交换机和电子导航装置；小型的有电子手表、照相机用的电子曝光表、家用的电子灶、电子壶等等，举不胜举。各种通讯设备和电视机、收音机等家用电器虽然没有冠以“电子”这个字眼，实际上也是电子设备。

电子设备已渗透到日常生活中，成为人们生活不可缺少的必需品。电视广播，除我们家庭里的电视机外，还要通过电视台的很多电子设备，才能从荧光屏上看到图像。国外新闻等要通过人造卫星转播。电话也要通过各种交换机和微波装置，才能使国内外线路接通。把信件从信箱收集起来，经机器分类整理后，分送到各个家庭，也要用到电子设备。此外，还有无数的电子设备，在我们看得见和看不见的地方日以继夜地工作着。

这些被广泛使用的电子设备，尽管形状、功能各不相同，但只要看一下它们的装配顺序和作业内容就不难看到，它们都是由一些基本的结构体和具有某些功能的电路元件所组成。用一定的方法，把各种电路元件安装在结构体上，然后将它们互相连接起来，就制成了一部电子设备。

因此，可以根据电子设备各制造阶段的作业内容，将这一过程分为若干基本工序和作业。其中有装配作业、布线作业、连接作业等。通过这些作业制造出电子产品。同时，在制造过程中，还要利用精湛的技术技巧，采用多种新的工艺方法。

这些作业可大致分为：（1）框架作业；（2）装配作业；（3）螺钉紧固作业；（4）标记作业；（5）束线作业；（6）布线作业；（7）连接作业等。这些作业之间还需要很好的衔接。

图 1.1 示出了电子设备和人们日常生活有怎样的关系。身边的电视机、收音机和交通、警防、消防、医院以至人眼睛看不见的地方都有很多电子设备在工作着。可以毫不夸张地说，没有电子设备，就没有现代化的舒适生活。

所谓装配，就是把各种零部件和电子元件，按规定的方法，精密地组合或接合起来的工艺过程。通过装配，最终制造出所需的电子产品。

最基本的连接是把两个零件接合成一体，其方法可以分成以下四类：

（1）两个零件的自由接合：（a）压入、（b）锥形嵌入、（c）铆接、（d）螺纹旋入。

（2）施加热能使两个零件接合：（a）热压、（b）点焊、（c）热封装、（d）热扩散、（e）锡焊、（f）钎焊、（g）电弧焊等。

（3）用其他材料使两个零件接合：（a）锡焊、（b）钎焊、（c）电弧焊、（d）粘接等。

（4）用其他零件使两个零件接合：（a）螺钉紧固、（b）螺母紧固、（c）铆钉接合、（d）销钉固定等。

由此可见，布线和连接作业，从广义上讲都属于装配。为了方便，本书分别以结构件的装配作业和用导体连接电子元件、电器元件的布线作业来叙述。

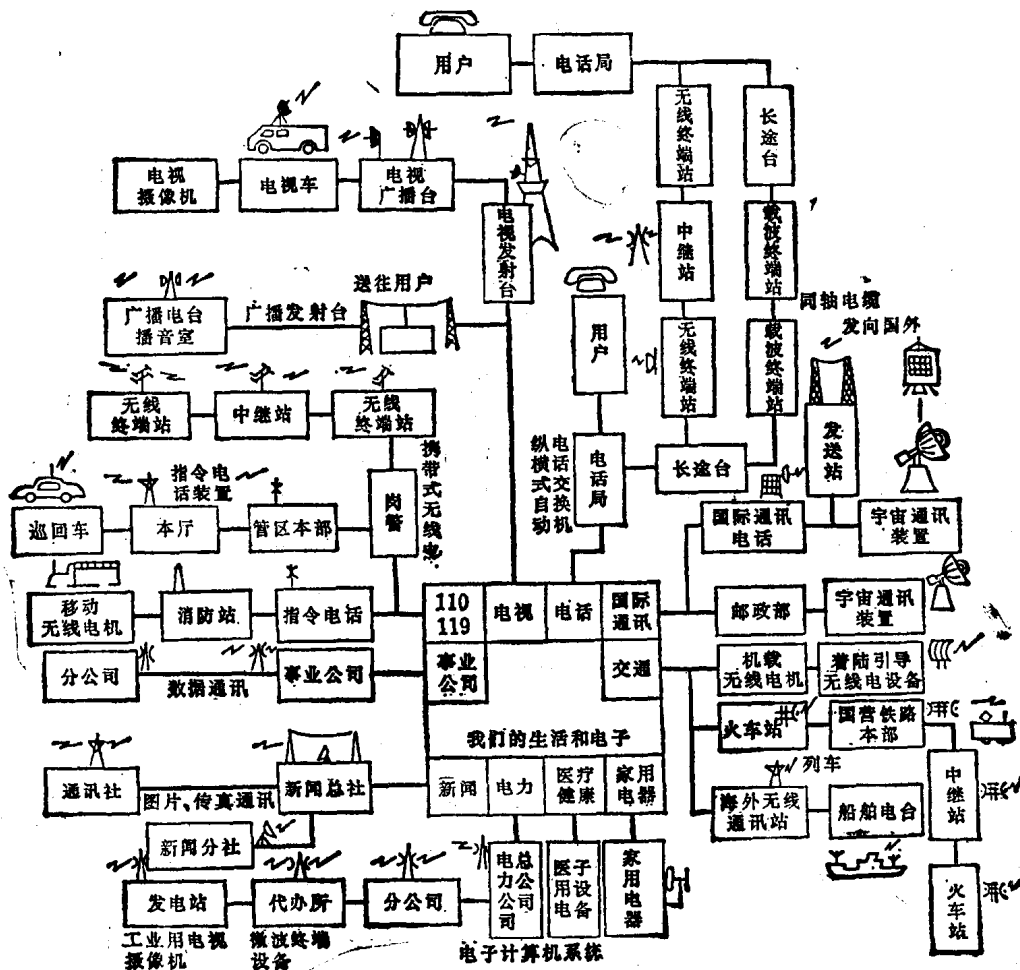


图1.1 人们生活和电子设备的关系

各种电子设备按其各自的功能，可制成不同的形状和尺寸，但从工艺过程来看，它们都是通过上述标准作业的组合而制成的。所以，只要运用这些通用的作业，就可以在制作电子设备的过程中进行装配和布线，制作出所需要的电子设备。

下面将叙述这些通用的标准作业方法程序以及注意事项等，同时介绍与其有关的实验结果和文献。为了加深理解，尽量采用插图和照片加以说明。

2. 装 配

要想高效地制造出合格产品，必须有相应的思想准备和严谨的工作态度。下面扼要地说明作业前的准备事项。

2.1 准 备

(1) 思想准备 思想准备很重要，做任何工作都一样，如果没有严肃认真的态度是做不好的。在装配电子产品时，更要有绝对不出现废品的决心和信心。这就要求严格按照图纸和工艺说明书一丝不苟地进行操作，同时不断进行检验，以防出现差错。

(2) 工作场地清整 再一个重要问题是清整好自己周围的工作场地。公司举办装配布线竞赛时，人们共同的感觉是优胜者都把零件和工具整理得有条不紊，而后才开始工作。他们已养成了这样的习惯。工作场地的整理不仅对制造优质产品和提高生产效率，而且对安全生产都是必要的。

(3) 精心看图 设计内容经常改进和完善，因而现场使用的图纸也不断地变更或订正。设计者新的构思虽在图纸上表示出来，但装配工人如不认真看图，也不能制造出合格的产品。严格按照图纸加工，才能保证质量，也便于进行质量管理。装配工人看图时，必须充分注意以下几点：

- (a) 首先要认准图纸的版次。
- (b) 要能从看装配图和零件图在脑子里形成立体图形。
- (c) 要弄清装配上的关键问题所在，并应弄清图纸备注栏内应注意的事项。
- (d) 弄清指定的装配精度（允许误差）。
- (e) 弄清必须使用的工夹具和测量仪器。
- (f) 选择最佳装配程序。

2.2 铆 接 作 业

所说的“铆接作业”包括把柱形端子和铆钉铆在印刷电路板上，把针形端子装在端子上，或把板金零件相互铆接在一起等的作业。这些作业多是在局部组装、电路连接和前期作业阶段进行。

铆接作业法可分为下列三种类型：

(1) 弹压机铆接法 这是一种通过机械主轴上下运动，向铆接部分施加击打的方法（参见图 2.1）。

(2) 铆接机铆接法 这种方法是通过铆接机主轴边旋转边上下运动，向铆接部分施加击打的方法（参见图 2.2）。

(3) 手工铆接法 这是一种利用冲头样的工具和铆头，向铆接部分施加击打的手工作业法。

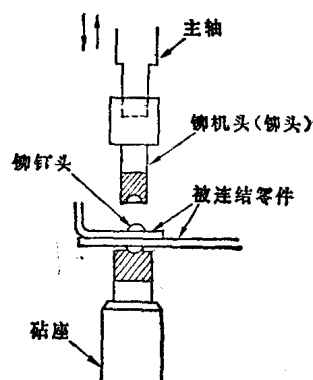


图2.1 弹压机铆接

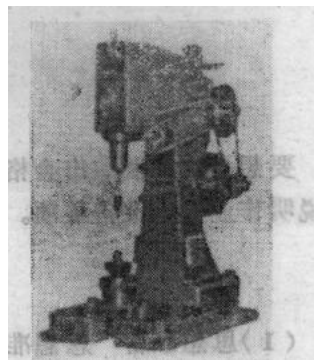
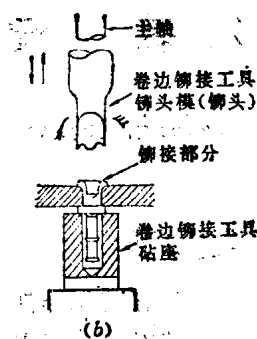
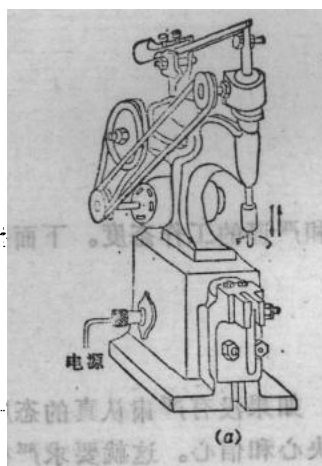


图2.2 铆接机铆接
(a)外观图 (b)工具详图 (c)照片

2.2.1 弹压机铆接法

这种方法是使用图2.1所示的弹压机 (Solid Shank Rivet) 进行铆接的方法，主要用于实心铆钉的铆接。

实心铆钉用于永久性连接，它是典型的机械连接零件。因此，在进行作业时，必须注意铆打成形的铆钉头部，不能产生妨碍永久性连接的缺陷。

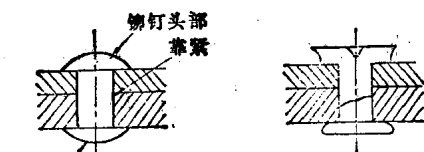
(1) 铆钉的铆接方法 图2.3(a)所示的是铆钉的基本铆接法。其他还有图2.3(b)(c)(d)所示的几种方法。这些都是施以不大的力而获得作业性好和强固的连接力的方法。如图2.4所示，以强力缓慢地加压时会使铆钉中部鼓胀，而用不大的力多次击打，则可使表面延展。这就是铆接工艺所要求的基本效果。

(2) 铆头形状 标准的铆头形状示于图2.5。其几何尺寸在下列的范围内是合适的：

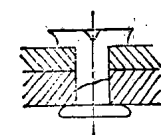
(a) 铆头直径 $D = 1.5D_1 \sim 2D_1$

(b) 铆头高度 $H = \frac{D_1}{3} \sim D_1$

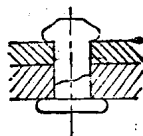
(3) 空心铆钉 空心铆钉是带有管状孔的小型铆钉，也叫做管状铆钉。它的铆接方



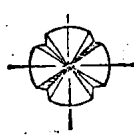
(a) 基本铆接法实例



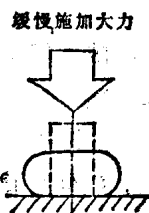
(b) 中心冲孔和压扁



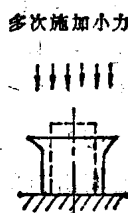
(c) 铆侧面



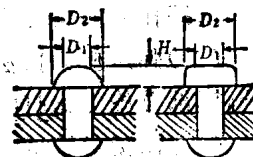
(d) 切成十字



(a) 强力



(b) 非强力



D_1 : 铆钉杆直径

D_2 : 铆合头直径

H : 铆合头高度

图2.3 铆接的方法

图2.4 力与铆接效果

图2.5 标准的铆头形状

法是扩展压铆铆钉尾端（见图 2.6），其优点是铆接力小，容易对准铆接机中心。

(a) 形状 这种铆钉的形状，如图 2.7 所示，有半空心 and 全空心两种。半空心铆钉最常用，空心部分的长度约为公称直径的 0.9 倍。全空心铆钉，整个铆钉是空心的或空心部分比较长。用于软材料的铆接，铆接时，要用铆钉尾端在软质材料上开口，而后铆成星形（星形铆合）。

图 2.8 示出铆钉的长度和铆接状态。在使用小直径铆钉时，铆钉长度要超出材料厚度的 1.00~3.00mm。

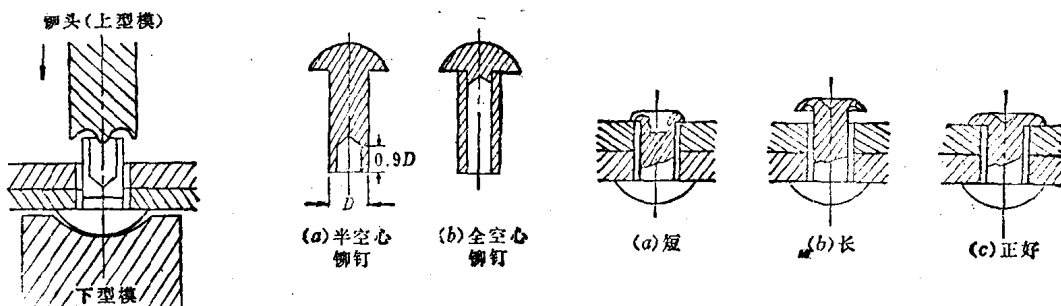


图2.6 空心铆钉的铆接

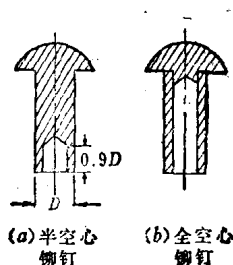


图2.7 空心铆钉

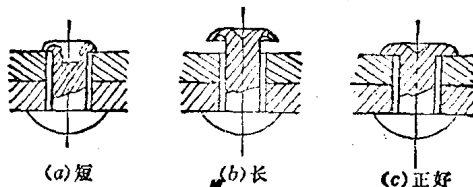


图2.8 空心铆钉的长度和铆接状态

(b) 铆钉材料 这种铆钉材料有铁、黄铜和铝，最常用的是镀镍黄铜。

(4) 实心铆钉 实心铆钉已纳入日本工业标准（JIS），通常所使用的这类铆钉，其头部是经冷塑性加工成型的铆钉。

铆钉按所用的材料有钢铆钉、黄铜铆钉、铜铆钉和铝铆钉等。必须注意因正火状态超出了铆钉材料所允许的范围，会造成材质变异。另外，从使用要求，可进行各种电镀处理。但是问题是在许多情况下会产生镀层剥落，所以只有经过试铆或使用铝铆钉等，才能防止重大事故的发生。

铆钉的形状如图 2.9 所示。普遍使用小球面头铆钉。沉头铆钉用于避免头部凸出的地方。扁平头铆钉的头部高度（ H ）较小，用于薄板和高度受到限制的地方。

此外，用作负荷重的铆钉，还有公称直径较大的球面头铆钉和盘头铆钉。

(5) 铆接质量良好的铆钉。

(a) 头部不破裂。

(b) 不变形。

(c) 不偏心。

(d) 接触紧密。

(e) 钉杆胀等缺点在允许限度内。

(6) 沉头铆钉 对沉头铆钉还有以下要求：

(a) 头部不能突出过多；

(b) 不能埋入过多；

(c) 沉头和沉孔的角度要一致。

图2.10示出了铆接缺陷实例。

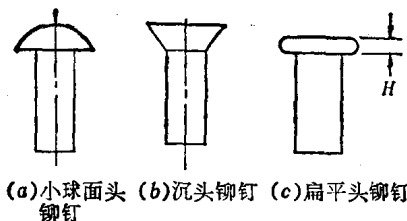


图2.9 铆钉的形状

2.2.2 管状零件的铆接

(1) 铆接用途 使用图 2.2 所示的机械，可以铆接接线柱无柱、端子、端眼、金属

8810712

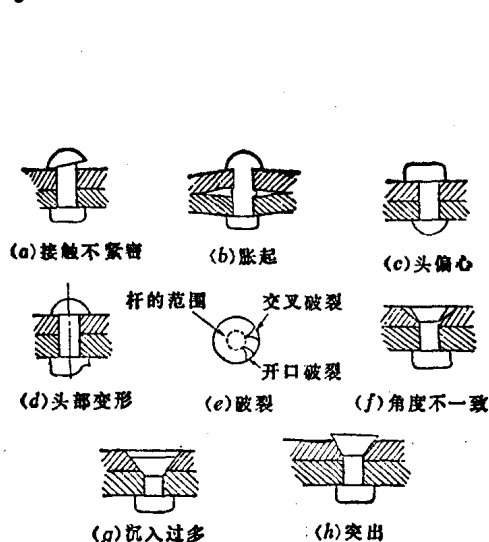


图2.10 铆钉的铆接缺陷实例

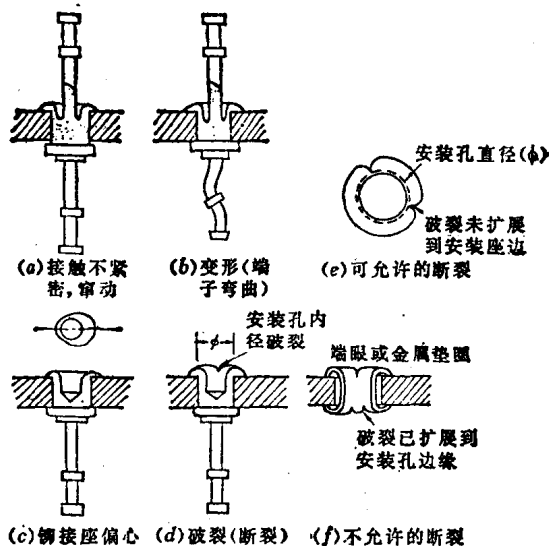


图2.11 管状零件的铆接缺陷实例

垫圈和管状铆钉等。这些零件分别用于以下情况：

- (a) 管状铆钉作连接零件用。
- (b) 金属垫圈主要是安装在底板上保护电线用。
- (c) 接线柱安装在端子板或印制电路板上，作中继端子用。

(2) 铆接缺陷实例 铆接管状零件时，要防止出现如图 2.11 所示的铆接缺陷，即要做到：

- (a) 无破裂；
- (b) 无偏心；
- (c) 接触紧密、无窜动；
- (d) 无歪斜变形等。

不超过允许限度内的上述缺陷，铆接才能牢固。

(3) 特殊的铆接方法 在某些特殊情况下铆接零件，应按图 2.12 所示的方法进行，否则锡焊后会发生焊锡破裂现象，对此必须特别注意。

不但上述(1)(c)接线柱，就是端眼等用锡焊在印制电路板上安装时，如果不按图 2.12 所示的方法进行铆接，往往在铆接后发生焊锡破裂。对此不可掉以轻心。

在美国军用标准(MIL)和美国宇航局(NASA)标准的铆接方法中，还规定铆接要有一定角度(对可靠性要求高的产品和双面有电路的印制电路板进行互相连接时，要尽量避免使用无柱端子、端眼和铆钉柱等)。采用图 2.13 所示的简单机械，对这些零件进行铆接是方便的。

如果在铆接座周围留一间隙，使锡焊时造成良好的焊锡漫流，就可以获得完好的无气孔的连接。另外铆接座靠得过紧，也会使铜箔电路受到过大的击打，产生应力，电路容

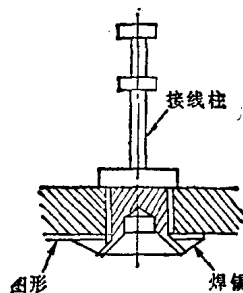


图2.12 特殊铆接实例

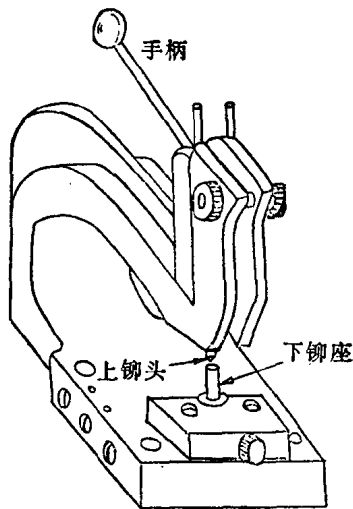


图2.13 在端子板上铆接柱形端子的工具

易剥落。

在双面印制电路板上，两面电路进行相互连接时，其端子处的铆接断裂以不造成其它重大缺陷为限。

2.2.3 塑料铆钉

塑料铆钉的连接，不是利用铆打成型的头部，而是利用塑料固有的弹性变形进行连接的。图 2.14 示出了塑料铆钉及其使用实例。

(1) 特点 塑料铆钉使用在对机械强度要求不高，而且振动较小的地方。其特点如下：

- (a) 可以单面操作；
- (b) 操作无噪音；
- (c) 对电绝缘；
- (d) 不生锈；
- (e) 不损伤零件。

(2) 材料 塑料铆钉的材料常用尼龙，也有用聚乙烯、聚丙烯、缩醛树脂等的。

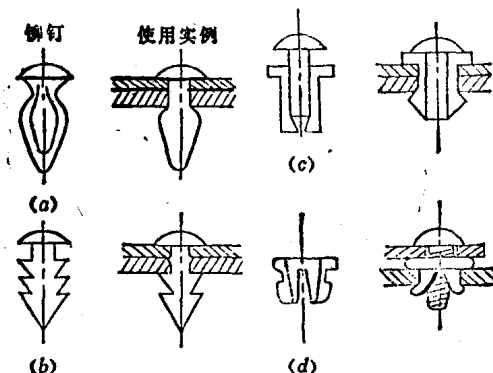


图2.14 塑料铆钉及其使用实例

2.2.4 孔眼和焊片

(1) 孔眼 由于这种铆钉的环状象鸽子眼睛，所以叫做孔眼。孔眼穿过零件孔进行铆接，有以下几种用途：

- (a) 增加零件孔的机械强度。
- (b) 防止零件孔周围铜箔等剥落。
- (c) 零件通过铆接相互连接起来。
- (d) 使零件的表里两面相通导电（在这种情况下进行锡焊时，必须注意破裂）。

孔眼的种类有圆形、方形和盲孔孔眼等。一般使用圆形孔眼。方形孔眼和盲孔孔眼分别用于防止转动的部位和孔眼需要闭合的部位（见图 2.15）。孔眼既可单个使用，也可和端子板等作在一起使用。

(2) 焊片 焊片（片状平板形）在日本工业标准 (JIS) 中规定有 7 种。但一般使用最多的是叫作圆形焊片的 ET 型和标准外的卵形焊片。

图 2.16 示出了圆形和卵形焊片。表 2.1 是焊片的标准尺寸，一般还给出所用的紧固螺钉直径。接线片用于机壳承接地线时，螺钉穿过其大孔 (D) 用以固定，其小孔 (d) 用以绑扎连接电线。

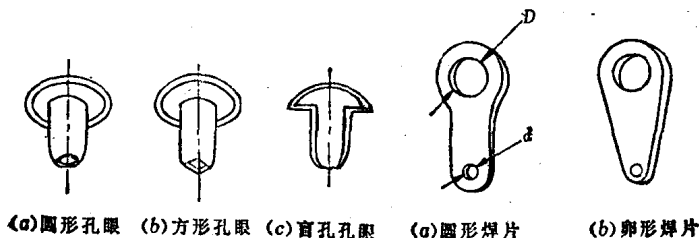


图2.15 各种孔眼

图2.16 焊片

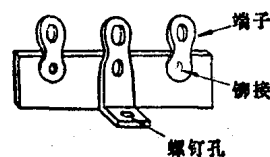


图2.17 焊片端子

表2.1 焊片(ET型端子)的尺寸

螺钉孔直径 D	绑线孔直径 d	紧固用小螺钉 公称直径	使用导线 的直径	螺钉孔直径 D	绑线孔直径 d	紧固用小螺钉 公称直径	使用导线 的直径
2.3	1.5	2.0	1.2	3.3	2.0	3.0	1.6
2.6	1.5	2.3	1.2	4.5	2.0	4.0	1.6
2.9	1.5	2.6	1.2	5.5	2.0	5.0	1.6

摘自日本工业标准(JIS), 单位: mm。

此外, 也有把焊片安装在绝缘板上, 作为焊片板, 用作中继端子板, 图2.17是采用接线片的中继端子, 并将其铆接在绝缘板上, 用以绑扎电线或零件的引线, 而后焊接固定。中间的端子用螺钉固定, 以备电路接地时使用。

这种端子根据其数目而称做IL3P或者IL4P。这种焊片式端子板是一种结构简单的电器部件, 用作中继端子, 有很高的实用价值, 所以被广泛采用。

2.3 压入作业

压入作业常用于以下两种情况: (1)把具有树脂类绝缘物的中继端子压入薄壁底架上; (2)在薄壁底架上攻出的螺纹强度不够时, 用特殊压入螺母作螺纹座, 以便更有效地紧固。

2.3.1 中继端子

把具有氟树脂类绝缘体的各种中继端子压入薄壁金属架上时, 如用机械压力, 则绝缘体会发生变形, 以至固定不牢, 容易脱落, 所以常把端子放在干冰中, 加以冷却收

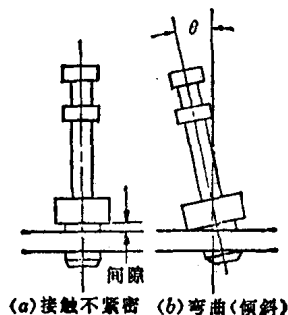


图2.18 中继端子压入

缺陷实例

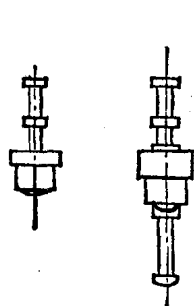


图2.19 压入端子

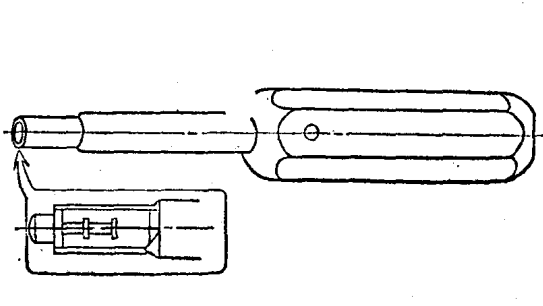


图2.20 压入工具

缩, 而后进行压入。

在压入中继端子时, 要防止出现如图2.18所示的接触不紧密或弯曲现象。图2.19是压入端子, 图2.20是压入工具。

2.3.2 特殊的压入螺母

在薄金属板上攻丝, 而攻出的螺纹强度又不够时, 可使用特制的压入螺母作螺纹座, 以增强紧固强度。

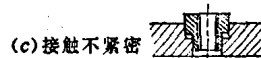
在金属板上压入这种螺母时, 要防止金属板和螺母之间



(a) 正确配置



(b) 不理想的配置



(c) 接触不紧密

图2.21 特殊的压入螺母

接触不紧密现象产生。在同一面上压入许多这种螺母时,为了外形美观,希望尽量象图2.21那样,使压入螺母方向一致。

2.4 螺钉紧固作业

在整机装配中,机械零件和电气元件在结构件上的安装,几乎都要使用螺钉和螺母。其装配顺序取决于结构件的大小、零件安装密度及随后的布线作业等等。一般地说,安装在机器面板和背面的零件,在内部多用螺钉紧固。

组装的顺序是先安装这些零部件,接着把已装配好的印刷电路板、电源变压器、各种开关等装在底架上,而后进行布线。

然而束线布线时,也可在安装前,先对插座或端子等布线进行锡焊,而后再安装(这是因为零件密度高时,先安装后布线和锡焊是很困难的)。

对上述两种安装顺序的选择,应在充分地研究它们的操作性和经济性后,再作出决定。怕热或怕机械振动的零件,应尽量在机器装配、布线要结束时安装,以免发生劣化或损伤。因此,变压器或其他重量大的部件,也应尽量后安装,以减轻作业中的劳动程度。下面叙述零件在安装中的螺钉紧固问题。

2.4.1 螺钉的扭矩

为了说明图2.22(a)上螺纹牙的作用,用图2.22(b)所示的使用于手动压力机中的螺纹来研究斜螺纹的扭矩。

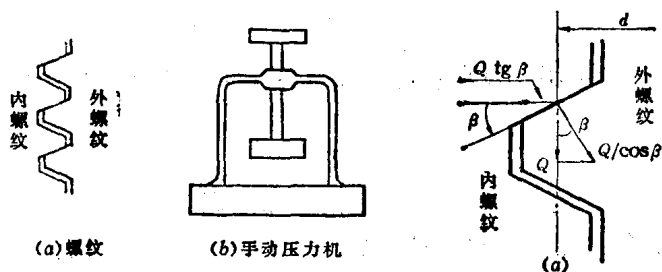


图2.22 螺纹的作用说明图

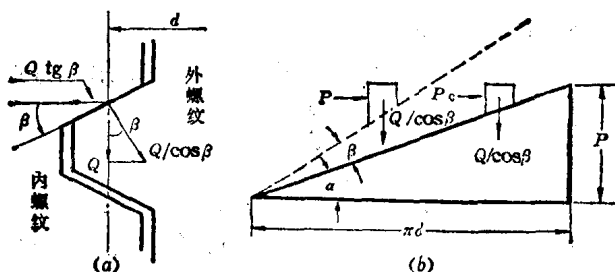


图2.23 扭矩说明图

在图2.23中设定

Q : 作用在螺纹上的轴向力 (kg);

d : 螺纹的中径 = (螺纹牙顶直径 + 螺纹牙底直径) $\times 1/2$ (cm);

P : 导程 = 螺距 $\times$ 多头螺纹的头数;

α : 螺旋角;

β : 螺纹作用面倾角;

ρ : 摩擦角;

μ : 摩擦系数 = $\tan \rho$;

M : 螺纹的扭矩 (kg-cm)。

则

(1) 克服摩擦而扭紧螺纹时, 其扭矩为:

$$M = \frac{Qd}{2 \cos \beta} \cdot \tan(\alpha + \rho) = \frac{Qd}{2 \cos \beta} \cdot \frac{P + \mu \pi d}{\pi d - \mu P} \quad (2.1)$$

(2) 螺纹自由旋转时, 其扭矩为:

$$M = \frac{Qd}{2 \cos \beta} \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \rho) = \frac{Qd}{2 \cos \beta} \cdot \frac{P - \mu \pi d}{\pi d + \mu P} \quad (2.2)$$

当 $\mu \pi d < P$ 时, 螺纹必然倒退, 所以紧固螺纹必须使 $\mu \pi d > P$ 。

因为方形螺纹的 $\beta = 0^\circ$, 所以上式中的 $\cos \beta = 1$ 。从以上可清楚地看出, β 值越小, M 值就越小, 所以紧固用螺纹要增大 β 值, 传动用螺纹要减小 β 值。

对应于 β 值不同的螺纹的 $\frac{1}{\cos \beta}$ 值列于表 2.2。

表 2.2 各种螺纹的工作面倾角

螺 纹 种 类	方 形 螺 纹	锯齿形螺纹	梯 形 螺 纹		威 氏 螺 纹	公 制 螺 纹
β	0°	3°	$\frac{29^\circ}{2}$	$\frac{30^\circ}{2}$	$\frac{55^\circ}{2}$	$\frac{60^\circ}{2}$
$\frac{1}{\cos \beta}$	1	1.00137	1.0329	1.0353	1.1274	1.1547

2.4.2 螺钉的种类

螺钉种类繁多, 所以在选用时, 必须根据各自的使用目的, 充分地利用各种螺钉的特性。下面叙述在电子设备装配中使用的紧固螺钉。

(1) 螺纹牙型的分类 螺纹有(1)公制螺纹和(2)尤氏螺纹(美制)等。一般都使用公制螺纹。这些螺纹的牙型和螺距均不相同, 使用时必须注意。日本工业标准(JIS)规定的精度有1级、2级和3级等。从国际通用性考虑, 目前常用国际标准化组织(ISO)规定的螺纹。

下面列举较常用的主要螺纹牙型。

(a) 普通螺纹 其直径和螺距的组合最为一般, 是常用的三角形螺纹。

(b) 细牙系列螺纹 其螺距与直径之比, 比普通螺纹小, 是这类螺纹牙型系列的总称。

(c) 公制螺纹 其螺纹直径和螺距用毫米表示, 其螺纹牙型角为 60° , 形状为三角形, 属于国际标准化组织(ISO)制定的系列。

(d) 英制螺纹 其螺距是以25.4毫米内的牙数来表示的; 牙型为三角形。ISO 英制螺纹系统和威氏螺纹等都属于这种螺纹。

(e) 公制普通螺纹 是公制螺纹中的普通螺纹(见JIS-B-0205)。

(f) 公制细牙系列螺纹 螺距比普通公制螺纹小。在JIS中有公制细牙螺纹, 公制特细牙螺纹, 2 mm螺距螺纹, 0.5 mm螺距螺纹四个系列(见JIS-B-0207)。表2.3示出了公制普通螺纹和细牙螺纹的螺距值。

(g) 尤氏普通螺纹 是美国、英国、加拿大三国因军事上的需要, 共同协议共同制造的普通英寸螺纹, 螺纹牙型角为 60° 。基本牙型与美制普通螺纹几乎一样, 只是公差不同, 但是有互换性(见JIS-B-0206)。

(h) 尤氏细牙螺纹 基本牙型与尤氏普通螺纹一样, 只是螺距对直径之比较小(见JIS-B-0208)。

表2.3 公制普通螺纹和细牙螺纹的螺距

普通螺纹		细牙螺纹		普通螺纹		细牙螺纹	
螺纹名称	螺距	螺纹名称	螺距	螺纹名称	螺距	螺纹名称	螺距
(d)	(p)	(d)	(p)	(d)	(p)	(d)	(p)
M1	0.25	M1×0.2	0.2	M2.6	0.45		
M1.1	0.25	M1.1×0.2	0.2	M3×0.5	0.5	M3×0.35	0.35
M1.2	0.25	M1.2×0.2	0.2	M3.5	0.6	M3.5×0.35	0.35
M1.4	0.3	M1.4×0.2	0.2	M4×0.7	0.7	M4×0.5	0.5
M1.6	0.35	M1.6×0.2	0.2	M4.5	0.75	M4.5×0.5	0.5
M1.7	0.35			M5×0.8	0.8	M5×0.5	0.5
M1.8	0.35	M1.8×0.2	0.2			M5.5×0.5	0.5
M2	0.4	M2×0.25	0.25	M6	1	M6×0.75	0.75
M2.2	0.45	M2.2×0.25	0.25	M7	1	M7×0.75	0.75
M2.3	0.4			M8	1.25	M8×1	0.75
M2.5	0.45	M2.5×0.35	0.35			M8×0.75	1

注：摘自 JIS，单位：mm。

(i) 威氏普通螺纹 以美国约瑟·威氏 (Joseph Whitworth) 的建议表为基础而制定的标准，系普通的英制螺纹 (见 JIS-B-0206)。

(j) 威氏细牙螺纹 基本牙型和威氏普通螺纹相同，只是螺距对直径之比较小。在 JIS 中有 1 号威氏细牙螺纹和 2 号威氏细牙螺纹系列 (见 JIS-B-0208)。

(k) ISO 公制螺纹 是 ISO (International Organization for Standardization) 规定的公制螺纹的基本牙型。螺母、螺栓用的设计牙型，在直径为 1~300 mm 的范围内，其直径与螺距为一般组合；在直径为 0.25~39 mm 的范围内，螺栓、螺母的直径是 ISO 制定的推荐标准 (见 ISO-R-68、R-261、R-262)。

(l) ISO 英制螺纹 是 ISO 规定的英制螺纹的基本牙型。螺母、螺栓用设计牙型，在直径为 0.06~6 in 范围内，直径和螺距为一般组合；在直径为 0.06~4 in 的范围内，螺栓、螺母用的直径作为 ISO 的推荐标准作了规定，其内容和尤氏螺纹系统相同 (见 ISO-R-68、R-263)。

(m) 美制普通螺纹 是牙型角为 60° 的普通英制螺纹，由美国惠利姆·赛勒 (William Sellers) 发明的，所以叫赛勒螺纹，并编入美国标准。

(n) 美制细牙螺纹 基本牙型和美制普通螺纹相同，只是螺距对直径之比较小。

(2) 小螺钉 公称直径在 8 mm 以下的螺钉叫做小螺钉，根据头部形状分类如下：

(a) 螺钉头部的形状 分为 (1) 蘑菇头小螺钉、(2) 半圆头小螺钉、(3) 沉头小螺钉、(4) 半沉头小螺钉、(5) 扁圆头小螺钉、(6) 带边小螺钉、(7) 柱头小螺钉和 (8) 圆形柱头小螺钉八种。其中 (2)、(7)、(8) 几乎不使用。图 2.24 所示系公制普通螺纹的标准牙型。图 2.25 示出了小螺钉的种类及小螺钉的断面和长度 l ，定位螺钉附在图 2.25 的右下方。

小螺钉和定位螺钉的尾端形状，如图 2.26 上所示的八种。

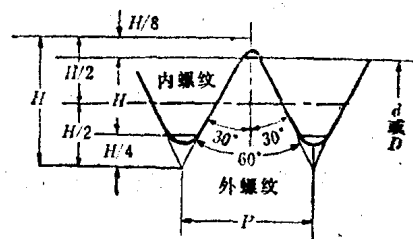


图 2.24 公制普通螺纹的标准牙型