

电子技术培训教材

接插件工艺学

电子元器件专业技术培训教材编写组



电子工业出版社

内 容 简 介

本书主要介绍接插件的接触原理、结构形式、特性参数、装配技术,包括 钳工、焊接、密封、灌封、电测、包装、贮存等,全书共十二章,每章末附有思考题。

本书深入浅出,可作为电子工业接插件工人的技术培训和管理部门的业务进修用书,也可作为技工学校、职业高中的教材和中等专业学校学校的参考书。

接 插 件 工 艺 学

电子元器件专业技术培训教材编写组

责任编辑:龚兰方

*

电子工业出版社出版发行(北京市万寿路)

山东电子工业印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 1/32 印张: 6.125 字数: 137,0千字

1985年6月第1版 1986年7月第1次印刷

印数: 3000册 定价: 1.20元

统一书号: 15290·33

出版说明

为了更好地落实中共中央、国务院《关于加强职工教育工作的决定》，提高电子工业职工技术素质，按照电子工业部的统一分工，参照部颁《电子工业元器件、机电组件、电表专业工人初级技术理论教学计划、教学大纲》并考虑到企业管理现代化对管理干部的要求，由电子工业部元器件工业管理局组织有关单位编写了《磁学知识》、《铁氧体工艺》、《永磁合金工艺》、《磁性材料及器件测量》、《实用电子陶瓷》(上、下册)、《电阻器与电位器》、《微电机原理及工艺》(上、下册)、《电声器件》、《电子敏感元件》、《继电器技术基础》、《接插件工艺学》、《电容器》、《压电石英晶体及元器件》、《化学电源》(上、下册)和《物理电源》共十八册专业技术培训统编教材。这套教材可作为电子工业工人的技术培训和管理人员的业务进修用书，也可作为技工学校、职业高中的教材和中等专业学校的参考书。

这套教材由董元昌、王乃增、陈兴信、刘联宝、杨臣华、张熙、池玉清、展发祥、张志远、丁光未、焦桐顺、王志昌等同志组成编委会，负责组稿和技术协调。董元昌同志任主任，王乃增、张志远、丁光未同志任副主任。在编写过程中，我们力求在内容上适合电子工业职工技术培训的需要，文字叙述上简明扼要、通俗易懂。但由于电子元器件和机电组件门类杂，专业多，涉及科学技术知识十分广泛，加之时间仓促，书中难免有不足之处，恳切希望广大读者提出宝贵意见。

《接插件工艺学》由陈周成编写第一、二、三章，钱福

民、田贵成等编写以后各章；唐东岱、吴永恒担任主审，吕佩芬、杨学成参加了部分审稿工作。

本书编写过程中得到国营796厂、851厂、853厂、855厂，上海无线电9厂、16厂，镇江接插件总厂（包括各分厂），济南无线电9厂、10厂，青岛无线电元件一厂等单位以及不少同志的支持和帮助，在此表示感谢。

电子工业部元器件工业管
理局技术培训教材编委会

一九八四年十二月

概 述

接插件是通过一定的机械动作来完成电气连接或切断的机电组件。它的主要功能有：

- (1) 传输信号或输送电能；
- (2) 接通电路或切断电路。

接插件包括各种连接器、开关、管座、接线柱等。它广泛应用于各种电子设备和电气设备，包括电子技术的各个领域，工频、低频和高频的各种电路。它的品种多，门类广，技术发展速度快，更新换代周期短。

接插件不但要能完成准确的机械动作，还要满足应用的电气性能。因此，接插件的质量和可靠性直接影响到整个电子系统或设备的性能。其中，接触和绝缘问题尤为重要。接触不良，不仅影响信号或电能的正常传送，也是噪声的一个重要来源；绝缘不良，会引起电路之间的串漏、干扰、甚至击穿，造成人员和设备的伤损。

接插件的生产，除包括一般机械制造的基本过程外，还有它本身的一系列特点。本书只介绍接插件的基本零件制造和装配中独具特点的部分。并用前四章介绍接插件的基本知识，以有助于对工艺问题的了解。

本书的取材，主要立足于国内各专业企业的成功经验。由于对全国各接插件企业的资料收集不全，和限于编者的水平，书中难免有错误和不当之处，希望得到读者和同行的批评指正。

目 录

概 述

第一章 电接触的基本概念	1
第一节 接触电阻的一般概念	1
第二节 接触对的接触电阻	2
第三节 影响接触电阻的因素	4
第四节 接触材料	6
第五节 电镀接触材料	9
第六节 接触对的基本形式	12
第七节 接触对发热	14
第八节 影响接触对电性能的主要因素	15
第九节 接触材料的发展趋势	18
第二章 接插件的分类和主要技术参数	20
第一节 接插件的使用环境	20
第二节 接插件的分类	21
第三节 接插件的基本参数	21
第三章 连接器的基本结构	28
第一节 连接器的分类	28
第二节 连接器的接触对	31
第三节 连接器的绝缘体	43
第四节 外壳	46
第五节 圆形连接器	50
第六节 矩形连接器	55
第七节 印制电路板连接器	56
第八节 带状电缆连接器	57

第九节 高频连接器	58
第十节 无插拔力连接器	58
第十一节 光导纤维连接器	61
第四章 开关和其他接插件的基本结构	63
第一节 开关的基本结构	63
第二节 旋转式开关	67
第三节 拨动式开关	69
第四节 掀压式开关	70
第五节 推移式开关	74
第六节 双列直插式开关	75
第七节 其他类接插件的基本结构	75
第五章 环境条件对接插件的影响	79
第一节 外界因素对接插件的影响	79
第二节 动态机械作用对接插件的影响	83
第三节 接插件的可靠性	83
第六章 接插件零件制造工艺	87
第一节 接触零件制造工艺	87
第二节 金属外壳零件制造工艺	92
第三节 弹簧制造工艺	95
第四节 绝缘零件制造工艺	100
第七章 装配中的连接	103
第一节 浸锡和焊接	103
第二节 粘接	107
第三节 螺纹连接	121
第四节 弹性挡圈连接	124
第五节 铆接	125
第六节 活动连接	131
第八章 密封和灌封	133
第一节 密封	133

第二节	灌封	136
第九章	装配基础知识	138
第一节	装配工艺概述	138
第二节	装配尺寸链的概念	141
第三节	装配的类型和组织形式	143
第四节	装配前的准备工作	144
第五节	打印标志	149
第六节	成品包装	152
第十章	部件装配	158
第十一章	典型产品装配工艺	163
第一节	2CXM型密封连接器装配	163
第二节	CA型矩形连接器装配	169
第三节	KN1型钮子开关装配	173
第四节	开关自动装配机	174
第十二章	测试仪表及检测方法	176
第一节	机械性能的检测仪器和检测方法	176
第二节	接触电阻检测	181
第三节	绝缘电阻检测	183
第四节	抗电强度检测	185

第一章 电接触的基本概念

接插件的功能是通过机械动作来完成电路的通断,因此,电接触和电绝缘是它的两个基本的性能。本章叙述接插件的电接触原理。

第一节 接触电阻的一般概念

一、连接

导体间以电接触为目的的连接,可分为固定连接和可动连接(活动连接)。

(1) **固定连接** 是指在工作中接触面不分离的连接。例如导体间用螺钉紧固、铆接、焊接、压接、绕接及用导电胶粘接等。固定连接的接触面,在长期工作中始终受到机械力或其他因素的约束,不易产生变化,是比较稳定的接触形式,多用于接触件端部与外导线的连接,或内部导电元件之间的连接。

(2) **可动连接** 是指在工作中接触面可按需要而接触、换接或分断的连接。例如连接器,当插头和插座连接时,接触对便接触;当插头和插座分离时,接触对便断开。又如开关,其动触头和静触头随开关机构的动作而通断。可动连接在工作中受多种因素影响,接触性能的变化比固定连接复杂得多。

二、导体接触和接触电阻

两个导体在机械力的作用下互相连接，如果接触部位是清洁的，电流便可从一个导体流到另一导体，这种连接叫做“电接触”，简称“接触”。两导体连接时互相覆盖并有电流流过的那部分面积叫“接触面”。两个以接触功能为目的的导体叫“接触对”。接触对中的任一导体叫“接触体”。

接触电阻是指两个接触体在接触面产生的电阻，可用仪表测量出来，单位为欧姆、毫欧和微欧。它是接触材料最基本的性能参数，也代表了接触对中最主要的电接触特性。接触对的工作是否可靠，本质上就是接触部位的电阻是否稳定。

第二节 接触对的接触电阻

大量实验研究发现，接触对的接触电阻是由两种电阻构成的，分别称为收缩电阻和薄膜电阻。

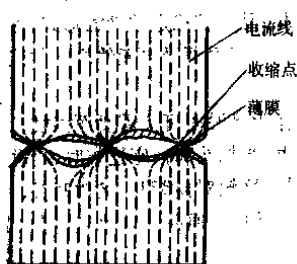


图 1-1 接触面的微观结构

一、收缩电阻

导体的接触面，不管经过多么细致的研磨和抛光，微观上总有许多凸出和凹进的部分。两个导体之间只有凸出部分的顶端能够接触，电流仅从少数接触点流过，形成收缩状的电流线，如

图1-1所示。真正接触的面积比视在接触面小得多，使接触处的电阻突然增大。由此产生的电阻叫收缩电阻。

二、薄膜电阻

导体的接触面会生成两种薄膜：粘着薄膜和晦暗薄膜。它们对接触电阻有直接关系。

粘着薄膜是由氧分子或其他气体分子在接触材料表面上的物理吸附形成的一种薄膜。任何清洁的金属(包括金和铂族金属)表面，只要曝露大气很短时间，就能产生这种气体分子吸附层。它与金属之间只是物理结合，只能承受很小的压力，接触压力稍大即被压破。因此粘着薄膜对接触电阻影响较小。

晦暗薄膜则不同，它是气体原子和金属原子的化学结合，是一种化学吸附。接触材料表面的各种氧化物、硫化物都是晦暗薄膜。它与金属的结合力很强，在较大的压力下仍不破裂。同时，它具有较高的电阻率，如氧化镍膜的电阻率达 10^{11} 欧·毫米²/米，氧化铜膜的电阻率达 2×10^8 欧·毫米²/米。晦暗薄膜的薄膜电阻要比收缩电阻大好多倍，且与薄膜厚度大体上成正比，是影响接触电阻的主要因素。

接触对接触时，如果接触压力很小，薄膜没有压破，接触电阻主要由薄膜电阻决定；当接触压力增大到足以压破晦暗薄膜时，接触面间形成金属的直接接触，这时收缩电阻起主要作用，接触电阻下降到一个稳定值。因此，接触电阻与接触压力的大小有关。

第三节 影响接触电阻的因素

实验证明，接触对之间的接触电阻主要受以下几个因素的影响：

一、材料的物理性能

接触对之间的接触电阻与接触材料的电阻率有密切关系，在其他条件相同时，电阻率高的材料，其接触电阻也高。

接触电阻还和材料的硬度有关，同种材料，在相同接触条件下，硬度较高的状态比硬度较低的状态接触电阻高。

二、接触压力

图1-2表明，接触电阻随接触压力增加而减小。这是因为

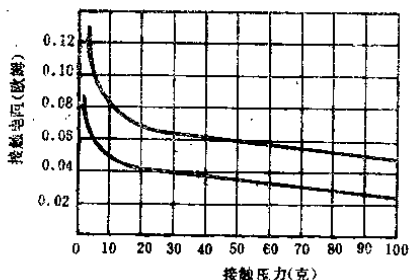


图 1-2 接触电阻和接触压力的关系
材料：PdIr18 直径： $\phi 1.0$ 毫米

为触头受压力作用会产生弹性或塑性形变，使接触面上凸起的面积扩大。同时，晦暗薄膜也因压力增大而被压破。

三、几何形状

(1) 触头曲率半径 一般在相同压力下，触头曲率半径大则接触面积大，接触电阻小。但如果接触压力很小，又用面接触形式，则分配到每个凸起接触点的压力太小，接触电阻反而增大。所以，触头压力很小的接插件和小容量的触头，多用点-点接触或点-面接触形式，较大容量的触头则多采用线接触或面接触形式。

(2) 表面光洁度 触头表面光洁度越差，越容易污染和生成晦暗薄膜，接触电阻越大。通常，容量小和用在低电压下的触头，光洁度的要求较高；容量大和接触压力较高的触头，光洁度的要求略低一些。

四、接触电流和通电流的时间

接触电阻在一定范围内受接触电流大小的影响。当接触电流较小时，接触电阻较大，随着电流增加，接触电阻逐渐下降并趋于稳定。如果电流及接触压力不变，随着接触时间的延长，接触电阻会略微减小并趋于稳定。上述两种变化的量都是很小的。

五、其他因素

除前述各因素外，接触材料的化学稳定性、抗电侵蚀性、

抗磨性等也影响接触电阻的大小和稳定性。

上述各因素中，以接触压力的影响最大，压力在5克以下，其微小的变化将使接触电阻产生很大的波动。因此，使用中将根据具体情况，选择稳定的接触压力，使接触对在外界条件影响下，即使磨损到一定程度时，仍能保持良好的接触。

第四节 接 触 材 料

接触材料应满足接插件结构和工艺所提出的下列要求：

- ① 有较高的导电率和导热率；
- ② 有较好的耐电侵蚀性；
- ③ 有较好的机械耐磨性；
- ④ 对周围环境有良好的化学稳定性；
- ⑤ 有良好的工艺性和经济性。

接触材料可分为纯金属和合金两类。

一、纯金属

(1) 铝 铝有良好的导电性和导热性，但表面易氧化生成不导电的氧化膜，熔点低，易受电弧侵蚀。只能用于要求不高的固定连接。铝的比重小，有较好的工艺性，常用作外壳。

(2) 铜 铜有良好的导电性和导热性，工艺性好，易于加工，广泛用作触头材料。但铜不耐磨，缺乏弹性，在电弧作用下生成不导电的氧化膜，所以纯铜多用作接触件的基底材料，而用电镀贵金属层起接触作用。

(3) 银 银具有高的导电性和导热性，其氧化物易被电

流加热而自动清除。所以可工作在较高的工作温度。银的氧化膜和硫化膜易被压破和磨掉。银的工艺性较好，易于切削和冷加工，是高质量的接触材料。

(4) 金 导电率和导热率略低于银和铜，在大气中不氧化，也不生成硫化膜。金的硬度不高，抗熔焊性低，价格昂贵，多用作接触零件的电镀层。

(5) 铂 铂在空气中不形成氧化膜和硫化膜，在贵金属中，铂的电阻率较高，导热率较低，一般是用它的合金来制造触头。

(6) 钼 电阻率和导热率与铂相近，硬度不高，可用但冷作硬化工艺使之提高。钼不生成硫化膜，但会缓慢氧化。其价格比铂低，常用作铂的代用品。

(7) 钨 性能与铂相近，具有很高的耐热性和耐腐蚀性，用作触头时不会发生熔焊。

(8) 镍 熔点较高，室温下不会氧化，电阻率略高，广泛用作接触零件的电镀层金属。

表1-1列出了部分接触材料的特性。

在选用两种金属组成接触对或导电连接时，必须注意两种金属的相容性，即它们组成的导电连接不会引起电化学腐蚀。两种不同的金属连接在一起时，就形成有一定电位差的电化对，当水分在接触面上凝聚时（总含有一定的酸碱成分），电化对便象原电池那样不断作用，使负极受到严重腐蚀。电化对的电位差与电极金属在电化序列中的位置有关，两种金属在电化序列中相距越远，它们之间的电位差越大，电化学腐蚀越严重。

表 1-1 用作接触材料的纯金属的特性

金 属	化 学 符 号	20℃时 的密度 克/厘米 ³	熔 点 (℃)	气 化 点 (℃)	20℃时 导热率 瓦 (厘米·℃)	20℃时 电阻率 (欧·米)	退火状态硬度 (公斤/毫米 ²)		最小电 弧电压 (伏)	最小电 弧电流 (安)	氧化倾向	
							莫氏	维氏				
铂	Pt	21.4	1773	4200	0.7	11×10^{-8}	4.3	50	39	17.5	0.9	不氧化
铱	Ir	22.4	2454	4850	0.59	5.5×10^{-8}	6.5	170	420	—	—	800℃开始氧化
钯	Pd	12	1555	3800	0.71	10.8×10^{-8}	4.8	60	63	—	0.6	400℃开始氧化
铑	Rh	12.4	1866	4000	0.83	4.5×10^{-8}	6	100	—	—	—	600℃开始氧化
金	Au	19.3	1063	2570	3.12	2.2×10^{-8}	2.5	20	23	15	0.4	不氧化
银	Ag	10.5	961	2177	4.16	1.65×10^{-8}	2.7	25	23	12	0.45	不氧化
铜	Cu	8.95	1083	2595	4.1	1.75×10^{-8}	3	35	—	13	0.45	易氧化
镍	Ni	8.9	1455	3080	0.8	8×10^{-8}	5	65	—	14	0.5	—
钨	W	19.3	3390	4830	1.9	5.5×10^{-8}	—	350	—	—	—	—

二、合金

纯金属的性质很难作重大改善，只有用不同金属制成合金，才能获得优良的接触材料。

(1) 铜合金 主要指黄铜和青铜，它们具有较高的机械强度和弹性，有较高的导电能力。但表面易受腐蚀和产生晦暗薄膜，所以不能直接作为接触材料，常作基底材料，表面需电镀接触金属材料。

(2) 银合金 如银铜、银金、银镁镍等合金。其导电能力与银相近，但机械性能、耐污染能力、耐弧性等有明显改善。

(3) 金合金 有较好的耐磨性，多用作电镀接触材料。

(4) 钽合金 钽铍合金在小电流触头上应用较广，具有较好的耐腐蚀性。

(5) 铂合金 铂铱合金不易生弧，抗电侵蚀性好，但价格昂贵，多用于精密仪表。

表1-2列出了部分用作接触材料的合金的特性。

还有一种叫金属陶瓷的材料，它具有纯金属和合金所不具有的性能，如低电阻率，适中的导热率，良好的耐热性和耐弧性。常见的金属陶瓷材料有银-氧化镉、铜-钨、银-钨、银-石墨等。它们可用冲制等方法制成触头，多用于强电流负荷中。

第五节 电镀接触材料

接触材料大部分属于贵金属，而实际上接触零件主要是