

| 中等职业教育规划教材 |

电子整机装配实习



白秉旭◎主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

电子整机装配实习/白秉旭主编. —北京: 人民邮电出版社, 2008. 6

中等职业教育规划教材

ISBN 978-7-115-17661-5

I. 电… II. 白… III. 电子设备—装配—专业学校—教材 IV. TN05

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 021408 号

内 容 提 要

本书根据中等职业学校电子电器类专业要求, 并参考了有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写而成。

全书共分为 8 个模块。前 7 个模块分别讲述了常用电子材料、常用元器件、电子产品技术文件 and 安全文明生产、常用装配工具和仪器、焊接工艺、整机装配工艺、整机调试与检修等内容。模块八包含 12 个实训, 学生可通过这 12 个实训提高操作技能, 为今后在工作岗位上实际操作打下良好的基础。

本书是中等职业学校电子电器类专业教材, 也可供学生自学使用。

中等职业教育规划教材

电子整机装配实习

◆ 主 编 白秉旭

责任编辑 曾 斌

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

三河市海波印务有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本: 787×1092 1/16

印张: 14.5

字数: 329 千字

2008 年 6 月第 1 版

印数: 1-4 000 册

2008 年 6 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17661-5/TN

定价: 24.00 元

读者服务热线: (010) 67170985 印装质量热线: (010) 67129223

反盗版热线: (010) 67171154

前言

“职业教育即为就业教育”的认识深入人心,“以就业为导向,以能力为本位,以训练为主线”的职业教育课程改革正如火如荼地进行。为了贯彻上述精神,本教材在编写时突出了以下特点。

(1)本课程是一门综合性、实践性较强的课程。在教材编写过程中坚持理论联系实际,注重针对性,以提高学生的实际动手能力、综合应用能力和岗位适应能力。

(2)随着电子技术的飞速发展,电子产品从原材料采购、生产检验、包装到成品的制造过程也发生着日新月异的变化。本课程适时追踪新的变革,力求结合新的生产实际,反映新知识、新工艺、新方法和新技术。

(3)本教材规范精练,文字简练,配图精美,电气图形、标点符号符合国家标准,确保教材内容的准确性、严密性和科学性。

本教材分为基础知识和实践训练两个部分。基础知识共7个模块,简要介绍电子整机装配过程中常用的材料、元器件、技术文件管理体系及各类组装工艺等;实践训练共安排12个实训项目,其中实训1~9为基本训练,实训10~12为单元电路和整机实训,由浅入深,利于教学。

本教材适用于三年制中等职业学校电子类专业学生,教学课时为130学时。其中理论与实训课时分配比例如下:

课时分配表

内容		课时数
绪论		
模块一	常用电子材料	6
模块二	常用元器件	6
模块三	电子产品技术文件和安全文明生产	6
模块四	常用装配工具和仪器	6
模块五	焊接工艺	12
模块六	整机装配工艺	10
模块七	整机调试与检修	8
小计		54
模块八	实践训练	
	实训1 电阻器标称值判读及实际值检测	2
	实训2 电容器标称值判读及电容量比较	2
	实训3 晶体二极管和三极管的简单测试	2
实训4 万用表的使用		2

续表

内容		课时数
	* 实训 5 晶体管特性图示仪的使用	2
	实训 6 示波器的使用	2
	实训 7 导线、屏蔽线、电缆线的端头加工	2
	实训 8 手工焊接法	10
	实训 9 印制电路板制作	8
	实训 10 组装直流稳压电源	12
	实训 11 组装 OTL 低频功率放大器	12
	实训 12 整机装配实例	20
	小计	76
总计		130

本教材由白秉旭主编并统稿。白秉旭编写了绪论、模块一、附录和实训 9、10、11；鲁堂政编写了模块二、模块三和实训 5、6、12；吴建生编写了模块四、模块五和实训 4、7、8；夏和福编写了模块六、模块七和实训 1、2、3。

由于新技术不断出现，加之作者认识水平有限，书中不妥之处在所难免，希望广大读者批评指正。

编者

2008.1

目 录

绪论	1
----------	---

模块一 常用电子材料	5
------------------	---

项目一 线材	6
--------------	---

活动一 线材的分类	6
-----------------	---

活动二 常用导线的主要参数	7
---------------------	---

活动三 线材的选用	7
-----------------	---

项目二 绝缘材料	8
----------------	---

活动一 绝缘材料的分类	8
-------------------	---

活动二 绝缘材料的性能指标	9
---------------------	---

活动三 常用绝缘材料的用途	9
---------------------	---

*项目三 磁性材料	10
-----------------	----

活动一 磁性材料分类	10
------------------	----

活动二 磁性材料的用途	12
-------------------	----

项目四 印刷电路板(PCB)	13
----------------------	----

活动一 敷铜板	13
---------------	----

活动二 印刷电路板的特点及分类	14
-----------------------	----

活动三 印刷电路板的生产工艺	14
----------------------	----

项目五 化学辅料	15
----------------	----

活动一 粘合剂	15
---------------	----

活动二 漆料	16
--------------	----

小结	17
----------	----

模块二 常用元器件	18
-----------------	----

项目一 无源元件	19
----------------	----



活动一 电阻元件	19
活动二 电容元件	26
活动三 电感元件	29
项目二 半导体器件	34
活动一 半导体分立器件	34
活动二 集成电路	40
* 项目三 其他常用器件	42
活动一 继电器	42
活动二 电声器件	44
活动三 开关和接插件	45
* 活动四 光电耦合器	47
小结	47
模块三 电子产品技术文件和安全文明生产	49
项目一 电子产品技术文件概述	50
项目二 设计文件	50
活动一 设计文件种类	50
活动二 设计文件的编制要求	51
活动三 电子整机设计文件简介	52
项目三 工艺文件	53
活动一 工艺文件的种类和作用	53
活动二 工艺文件的编制要求	54
活动三 工艺文件的格式	54
* 项目四 质量管理体系及强制认证	64
活动一 国际质量管理和保证标准认证(ISO9000)	64
活动二 国际环境管理体系(EMS)认证(ISO14000)	65
活动三 中国强制性产品认证(CCC)	68
项目五 安全文明生产	69
活动一 安全生产	69
活动二 文明生产	69
小结	70



模块四 常用装配工具和仪器	71
项目一 常用装配工具	72
活动一 常用手工工具	72
活动二 常见的专用设备	79
项目二 常用检测仪器仪表	81
活动一 万用表	81
* 活动二 晶体管特性图示仪	83
活动三 信号发生器	89
活动四 示波器	92
小结	97
 模块五 焊接工艺	99
项目一 手工焊接工艺	100
活动一 焊料与焊剂	100
活动二 焊接工具的选用	101
活动三 影响焊接质量的因素	101
活动四 手工焊接的工艺流程和方法	103
活动五 导线和接线端子的焊接	106
活动六 印刷电路板上的焊接	107
项目二 自动焊接技术简介	108
活动一 波峰焊接技术	108
活动二 二次焊接工艺简介	110
项目三 焊接质量分析及拆焊	111
活动一 焊接质量分析	111
活动二 拆焊	113
项目四 表面安装技术	115
活动一 概述	115
活动二 表面安装元器件	116
活动三 表面安装工艺流程	116
* 项目五 微组装技术	117
活动一 柱栅阵列封装	118





活动二 球栅阵列封装	118
活动三 芯片规模封装	119
活动四 芯片直接贴装技术	119
活动五 系统集成技术	119
小结	120

模块六 整机装配工艺

项目一 整机装配工艺概述	122
活动一 电子整机结构特点	122
活动二 电子整机装配的工艺原则和基本要求	122
项目二 总装前准备工序中的加工工艺	122
活动一 元器件的分类和筛选	123
活动二 元器件引线成形	124
活动三 普通导线和屏蔽导线的端头处理	126
活动四 电缆加工	129
活动五 线扎成形加工	134
活动六 印刷电路板的加工	138
项目三 总装前部件装配工艺	139
活动一 印刷电路板装配工艺	139
活动二 其他部件的装配工艺	140
项目四 整机总装工艺	144
活动一 整机总装的工艺流程和原则	145
活动二 总装操作对整机性能的影响	146
小结	147

模块七 整机调试与检修

项目一 整机调试	149
活动一 整机调试的内容和分类	149
活动二 整机调试的一般程序和方法	149
活动三 调试示例	151
项目二 整机检验	156
活动一 整机检验目的和分类	156



活动二 整机检验的一般程序和方法	157
活动三 整机检验示例	159
项目三 整机包装	161
活动一 产品包装种类和作用	161
活动二 包装材料和要求	161
活动三 整机包装工艺与注意事项	162
小结	163

模块八 实践训练

实训1 电阻器标称值判读及实际值检测	165
实训2 电容器标称值判读及电容量比较	167
实训3 晶体二极管和三极管的简单测试	169
实训4 万用表的使用	171
*实训5 晶体管特性图示仪的使用	173
实训6 示波器的使用	175
实训7 导线和电缆线的加工	176
实训8 手工焊接法	178
实训9 印刷电路板制作	180
实训10 直流稳压电源的安装与调试	181
实训11 组装 OTL 低频功率放大器	192
实训12 整机装配实例	198

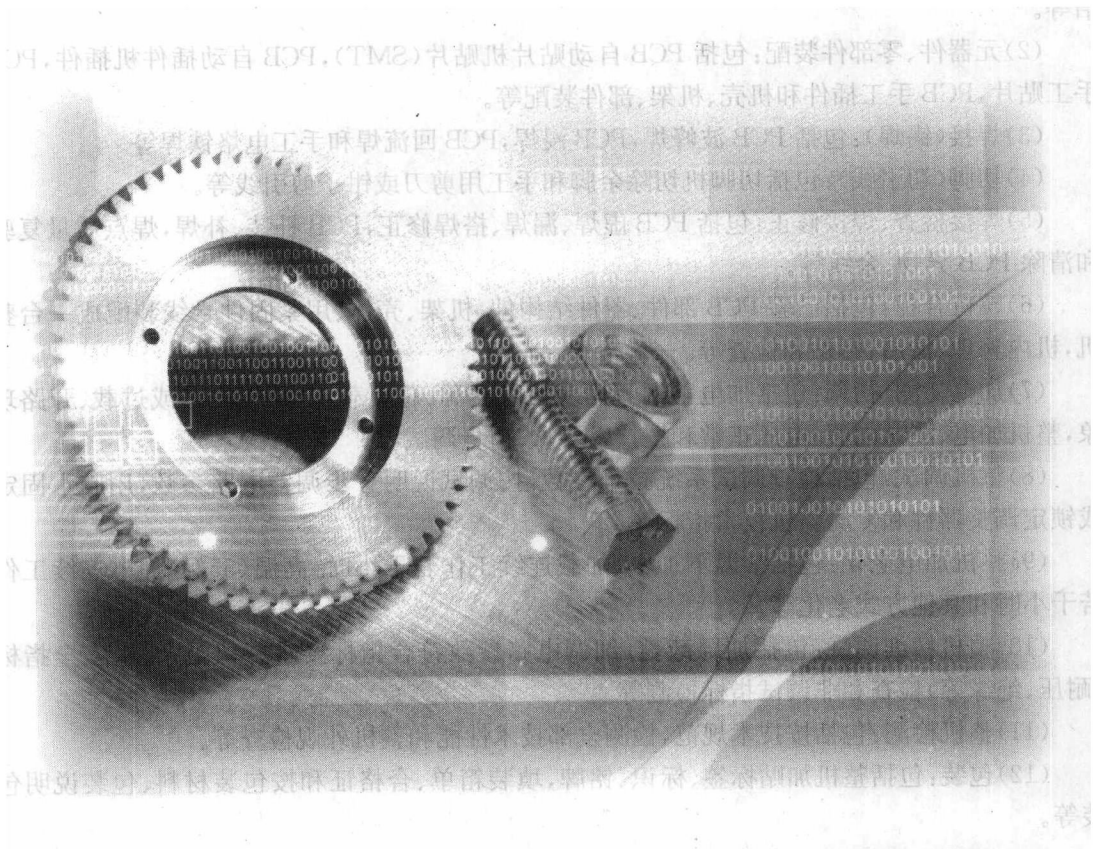
附录

附录 A 中华人民共和国行业标准代号	213
附录 B 常用集成电路引脚识别	215
附录 C 电线电缆型号命名方法及导线颜色的选用	218
参考文献	220





绪论





一、电子整机装配的概念

电子整机是指电子元器件及其他材料按照设计要求组装成的具有一定功能的电子设备。如收录机、电视机、DVD、手机等。

电子整机的制造经历了电子管、晶体管和集成电路时代,整机的结构向轻、薄、小的方向发展。第一台 30t 重的 ENIAC 计算机的性能远不如现在的超薄型笔记本电脑。目前单片 IC 可集成上亿个元器件。

电子整机装配技术是一门知识性、创造性、实用性很强的技术,主要包含了电子材料与元器件技术、PCB 技术、总装配技术、焊接技术、整机性能调试及电子测量技术等。在电子整机装配过程中,生产方式的选择、工具设备的选用、加工的手段和步骤、操作方法和要求等内容统称为电子整机装配工艺。

二、电子整机装配的流程

电子整机装配过程一般分为下列工序。

(1)准备工序:包括元器件引线成形、导线加工、线圈绕制、组合件加工和浸锡、表面清洁等。

(2)元器件、零部件装配:包括 PCB 自动贴片机贴片(SMT),PCB 自动插件机插件,PCB 手工贴片,PCB 手工插件和机壳、机架、部件装配等。

(3)焊接(锡焊):包括 PCB 波峰焊,PCB 浸焊,PCB 回流焊和手工电烙铁焊等。

(4)切脚(切引线):包括切脚机切除余脚和手工用剪刀或钳子剪引线等。

(5)焊接检查、焊接修正:包括 PCB 虚焊、漏焊、搭焊修正,PCB 补装、补焊,焊点质量复验和清除 PCB 异物、余线等。

(6)整机合拢:包括已验 PCB 部件、器件结构件、机架、壳体、用紧固件导线装配成一台整机,机内整理、清洁、标贴和检查等。

(7)加电初测、初调:包括加电前用万用表检查电源、总负载,电路无短路或过载、开路现象,整机加电、测试电流、电压正常和按技术要求、初步调试等。

(8)整机调试:包括检查调试系统技术参数,按调试说明分步调整电路参数,用胶水固定或锁定调整器件和复测整机技术指标等。

(9)整机加电老化:包括常温下加电、加载连续工作若干小时,高温(55℃)加电连续工作若干小时和其他方式老化等。

(10)整机精细调试:包括加屏蔽盖,细调电路参数符合指标要求并留足余量,安全指标(耐压、绝缘等)检查和非调试指标检测等。

(11)整机检测:包括按技术规范,检测全部技术性能和整机外观检查等。

(12)包装:包括整机加贴标签、标识、铭牌,填装箱单、合格证和按包装材料、包装说明包装等。

三、电子整机装配工艺的发展

随着科学技术的不断进步,特别是自动化技术的广泛应用和新材料的出现,电子整机制造技术有了很大的发展。主要体现在下列几项关键技术。

(1)SMT 表面贴装技术。



表面贴装技术是将电子元器件直接贴装在印刷电路板上的装接技术。在电子工业生产中,SMT 实际上是包括表面安装元件(SMC)、表面安装器件(SMD)、表面安装电路板(SMB)、元器件贴装设备及焊接测试等技术在内的一整套完整的工艺技术的统称。SMT 的主要优点是高密度、高可靠、高性能、高效率 and 低成本,在微机、手机等电子产品中得到广泛应用。

(2)ESD(静电放电)防护技术。

由于现在大量采用 MOS 集成电路及 MOS 器件,在无防护情况下,易被人体带的静电和空气中的静电击伤、损毁,严重影响电子产品的可靠性。防静电技术已成为当今电子整机装配中一项不可缺少的技术。

防静电的措施主要有建立一个二级标准接地网,工作台面铺设防静电台垫,地面涂防静电漆,操作人员着防静电服,佩带防静电手腕、手套,使用防静电电烙铁等。

(3)电子整机自动调试技术。

随着电子技术的飞速发展,产品功能越来越强,品种越来越多,更新换代越来越快,体积越来越小,传统人工测试越来越难适应。自动测试技术应运而生,由静态测试到动态测试,由初级故障检测到高级组合测试,软硬并驾齐驱,大大提高了检测效率,自动测试过程示意图如图 0.1 所示。自动调试技术主要有如下几种。

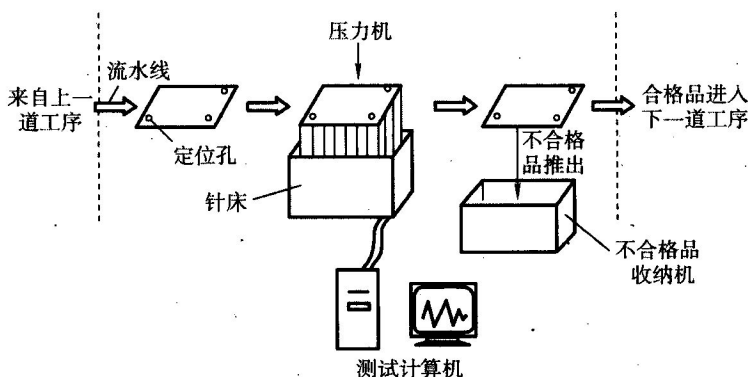


图 0.1 自动测试过程示意图

①MDA(故障缺陷分析):它是针对焊点和模拟元器件的检测方法。一般用于技术较简单、可靠性要求一般的产品。

②ICT(在线电路测试):它是以电路板的设计指标为判断测试结果的依据,故障分析准确率高,适用技术复杂、功能先进、可靠性要求高的产品。

③FT(功能测试):它是一种高级的组合测试系统,除能完成 MDA 和 ICT 所有功能外,还可对整个电路或电路群进行功能测试。这种系统适用于技术更先进、要求更高的产品。

(4)计算机辅助工艺过程设计(CAPP)。

CAPP 是利用计算机来进行零件加工工艺过程的制定,把毛坯加工成工程图纸上所要求的零件。它是通过向计算机输入被加工零件的几何信息和工艺信息,由计算机自动输出零件的工艺路线和工序内容等工艺条件的过程。CAPP 不仅适用机械工艺过程,也适用电子整机



装配工艺过程。

四、课程性质及任务

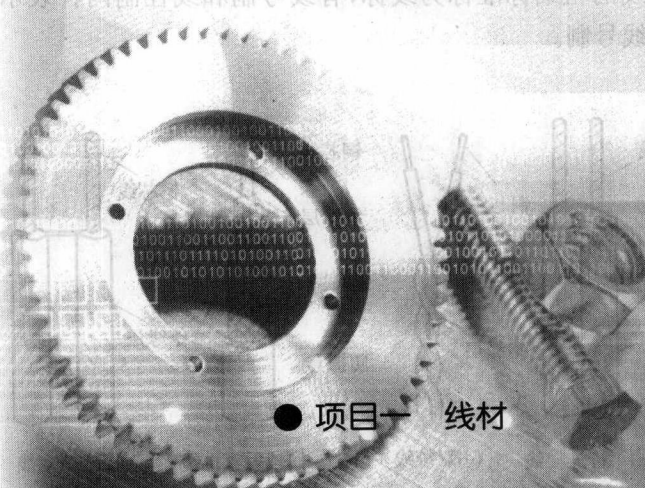
本课程是电子技术专业的一门主干课程,具有知识面广、综合性高、实践性强的特点。学习过程中,应注意以下几点。

- (1)了解整机的结构。平时可多观察像收音机、电视机等常见到的整机,多思考。
- (2)多参观电子工厂,亲身体验整机装配工艺流程。
- (3)加强动手操作,认真完成书中的实训内容。

总之,要掌握好本课程,必须理论联系实际,勤动手,多思考。

模块一

常用电子材料

- 
- 项目一 线材
 - 项目二 绝缘材料
 - * 项目三 磁性材料
 - 项目四 印刷电路板(PCB)
 - 项目五 化学辅料



项目一 线材

活动一 线材的分类

常用的线材分为电线和电缆两大类,一般又分为裸线、电磁线、绝缘电线和通信电缆4类。

1. 电线电缆

如图 1.1 所示,电线由芯线和绝缘体组成。电缆一般由芯线、绝缘层、屏蔽层和护套组成。芯线的材料主要是铜或铝。导线的粗细标准称为线标,有线号制和线径制两种表示法。我国采用线径制,而英、美等国采用线号制。

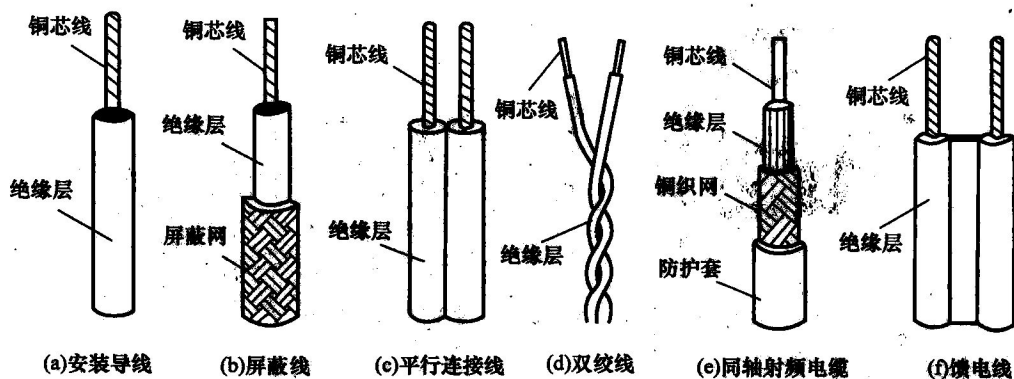


图 1.1 常用导线实物图

2. 电磁线

电磁线是指有绝缘层的圆形或扁形线。绝缘方式现在一般采用导线表面涂漆,此线俗称“漆包线”。主要用于绕制电机、变压器和电感线圈的绕组。常用漆包线的型号见表 1.1。

3. 扁平电缆及馈线

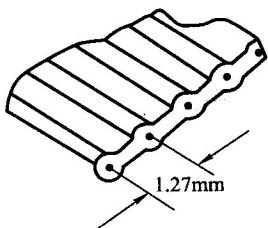
扁平电缆又称为排线,一般用于数字电路中。它可解决连线成组出现的情况,使用方便,不容易产生导线错位。使用较多的排线是单根导线为 7×0.1 、外皮为聚氯乙烯的多股线,如图 1.2 所示。



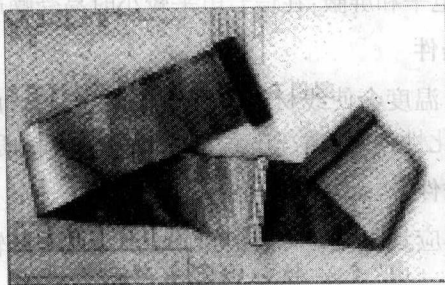
表 1.1

常用漆包线的型号

型号	名称	主要特性及用途
QZ-1	聚酯漆包圆铜线	用于中小型电机、电气仪表等的绕组,机械强度较高,耐温 130℃以下,抗溶剂性能好
QST	单丝漆包圆铜线	用于电机、电气仪表等的绕组
QZB	高强度漆包扁铜线	用途同 QZ-1,特点是槽满率高
QJST	高频绕组线	用于高频绕组线



(a)扁平电缆示意图



(b)已接好的扁平电缆组件

图 1.2 扁平电缆

活动二

常用导线的主要参数

1. 最高耐压和绝缘性能

随着所加电压的升高,导线绝缘层的绝缘电阻会下降,如果电压过高就会导致绝缘层击穿。导线的工作电压应该为标志电压的 $1/5 \sim 1/3$ 。

2. 安全电流量

安全电流量一般是指铜芯线在环境温度为 25℃、载流芯温度为 70℃的条件下架高敷设的电流量。一般情况下,电流量按 $4\text{A}/\text{mm}^2$ 估算。各种截面积和线径的导线所允许通过的电流值见表 1.2。

表 1.2

各种截面积和线径的导线所允许通过的电流值

截面积/ mm^2	0.10	0.24	0.58	0.92	2.06	3.30	4.34	6.38	8.04	9.62	13.2	21.2
线径/mm	0.35	0.55	0.86	1.08	1.62	2.05	2.35	2.85	3.20	3.50	4.10	5.20
电流值/A	0.38	0.95	2.32	3.66	8.24	13.2	17.4	25.6	32.2	38.4	52.8	84.9

活动三

线材的选用

线材的选用应从电路条件、环境条件和机械条件等方面考虑。



1. 电路条件

- (1) 允许电流: 允许电流是指常温下的电流值。导线的允许电流应大于电路工作的最大电流。
- (2) 导线电阻的压降: 导线较长时, 采用直径大的电线, 减小电阻对电压的影响。
- (3) 额定电压和绝缘性: 在使用时, 电路的最大电压应低于电线的额定电压。
- (4) 使用频率: 随着频率的升高、导线的分布参数及集肤效应的影响增大, 应选用合适频率的线材。
- (5) 特性阻抗: 在高频时, 应特别注意阻抗匹配, 否则会产生反射波, 破坏传输的信号。特性阻抗有 50Ω 和 75Ω 两种, 国际上优选 50Ω 。

- (6) 信号电平 and 屏蔽: 在信号电平较小时易受噪声信号的干扰, 常采用屏蔽线来克服干扰。

2. 环境条件

- (1) 温度: 温度会使线材绝缘层变软、变硬而造成短路。
- (2) 耐电化性: 一般情况下线材不要与化学物质、日光直接接触。

3. 机械条件

所选线材应具备抗拉伸、耐磨和柔软性且质量轻、抗振动等特性。



项目二 绝缘材料

电阻率大于 $10^9 \Omega \cdot \text{cm}$ 的物质称为绝缘材料, 它在直流电压作用下产生极微小的电流。绝缘材料在强电场的作用下会发生击穿现象, 失去绝缘特性。绝缘材料在正常工作的情况下, 也会逐渐“老化”而失去绝缘性能。

活动一 绝缘材料的分类

绝缘材料的类型很多, 常用绝缘材料按其化学性质不同可分为: 无机绝缘材料、有机绝缘材料和混合绝缘材料。

3 种绝缘材料的比较见表 1.3。

表 1.3

3 种绝缘材料的比较

种类	绝缘材料	用途
无机绝缘材料	云母、石棉、大理石、瓷器、玻璃、硫磺	电机、电器绕组绝缘, 开关的底板、绝缘子
有机绝缘材料	虫胶、树脂、橡胶、棉纱、纸、麻、蚕丝、人造丝	制造绝缘漆、绕组导线的被覆绝缘物
混合绝缘材料	塑料、电木、有机玻璃	电线电缆的护套和套管、电器的底座、外壳

绝缘材料按用途可分为介质材料、装置材料、浸渍材料和涂覆材料等。如陶瓷、玻璃、塑料膜、云母、电容纸、酚醛树脂等。

绝缘材料按物质形态可分为气体绝缘物、液体绝缘物和固体绝缘物, 分别如空气、氮气、氢气等; 电容油、开关油、变压器油等; 电容器纸、聚苯乙烯、云母、陶瓷、玻璃等。