

DIANGONG DIANZI JICHU SHIXUN

电工电子基础实训

主编 傅贵兴



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

电工电子基础实训

主 编 傅贵兴

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内 容 提 要

本书共分为七章,第一章介绍电工基本操作;第二章介绍常用电工仪器仪表;第三章介绍常用元器件的识别与选择;第四章为常用电气线路安装实训;第五章为晶闸管电路实训;第六章为基本电子电路安装实训;第七章为异步电动机拆装与检修实训。本书图文并茂,内容精练,实用性强。

本书可作为机电类高职高专学生、非电类工科生的教材,也可作为成人教育、企业职工技术培训及自学用书。

----- 图书在版编目(CIP)数据

电工电子基础实训 / 傅贵兴主编. —成都:西南交通大学出版社, 2009.3
ISBN 978-7-5643-0205-4

I. 电… II. 傅… III. ①电工技术—高等学校:技术学校—教材②电子技术—高等学校:技术学校—教材 IV. TM
TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第024552号

电工电子基础实训

主编 傅贵兴

*

责任编辑 张 波

特邀编辑 李芳芳

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段111号 邮政编码:610031 发行部电话:028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川森林印务有限责任公司印刷

*

成品尺寸:170 mm×230 mm 印张:9.75

字数:175千字 印数:1—3 000册

2009年3月第1版 2009年3月第1次印刷

ISBN 978-7-5643-0205-4

定价:18.00元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话:028-87600562

前 言

本书是根据企业生产对职业人员的岗位能力要求,并按教育部新制定的高等职业教育培养目标和规格的有关文件精神及电工电子技术课程的教学基本要求而编写的。

本书编写按实训基本能力要求、能力提高训练进行,安排上由浅入深、由易到难,逐级推进,坚持必须、够用原则,采用讲练结合,以技能操作为主,体现职业教育特点。

本书按模块方式进行编写,便于组织教学,除电工基本操作、常用电工仪器仪表、常用元器件识别与选择基础模块外,其余模块独立成章,教学时可根据不同的教学情况进行取舍。

电工电子基础实训在内容选取上力求少而精,将技能训练与兴趣培养有机结合,因此本书在内容安排与选择上紧密结合生产、生活实际,有助于学生学以致用,触类旁通。

为了使学生在实训之后便于消化吸收,本书在各章后还安排了适量的思考题。在有的实训项目后面还给出了考核项目和评分依据,便于掌握学生的学习情况和技能程度。

本书是《电工电子基础》的配套教材,以技能培养为主,强调学生的动手能力。有些知识点学生可以通过自学完成。

参加本书编写的有曾鹏、郑骊、傅贵兴。由傅贵兴任主编,全书由傅贵兴统稿。

本书由王甫茂担任主审,在编写过程中企业专家喻曹宾对本书也提出了宝贵的意见,同时也得到了各参编人员所在院校的大力支持,在此一并表示感谢。

限于编者水平,书中遗漏和不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 2 月

目 录

第 1 章 电工基本操作	1
1.1 常用电工工具的使用方法	1
1.2 导线的连接与绝缘的恢复	6
1.3 焊接工具及工艺	11
思考题	19
第 2 章 常用电工仪器仪表	20
2.1 电流表和电压表的使用	20
2.2 电度表与功率表应用实训	24
2.3 万用表的应用实训	29
2.4 示波器应用实训	39
2.5 兆欧表的选择与使用	43
思考题	46
第 3 章 常用元器件的识别与选择	47
3.1 电阻器	47
3.2 电容器	52
3.3 电感器	57
3.4 变压器	59
3.5 交流接触器	63
3.6 半导体二极管	67
3.7 半导体三极管	69
思考题	73
第 4 章 常用电气线路安装实训	74
4.1 照明电路的安装与检修	74
4.2 电动机点动、单向连续运转线路的安装	86

4.3 电动机正、反转控制线路安装实训	92
4.4 低压配电箱安装实训	96
思考题	99
第 5 章 晶闸管电路	100
5.1 晶闸管元件的简易测试及导通关断试验	100
5.2 单相半波可控整流电路研究	103
5.3 单相桥式半控整流电路研究	105
5.4 单结晶体管触发电路安装、调试	107
5.5 单相交流调压电路研究	110
思考题	112
第 6 章 基本电子电路安装实训	113
6.1 直流稳压电源的设计制作	113
6.2 抢答器设计制作实训	118
6.3 彩灯控制器设计制作	122
6.4 自动洗手节水器	125
思考题	130
第 7 章 异步电动机拆装与检修实训	131
7.1 三相异步电动机拆卸与装配	131
7.2 三相异步电动机定子绕组首尾端的判别	137
7.3 三相异步电动机定子单层绕组的嵌线	140
7.4 单相异步电动机的检修	144
思考题	149
参考文献	150

第1章 电工基本操作

1.1 常用电工工具的使用方法

【技能目标】

- (1) 熟悉电工工具名称、用途；
- (2) 掌握电工工具的使用方法和维护；
- (3) 了解电工工具使用中的注意事项。

【实训器材】

电笔；起子；钢丝钳；尖嘴钳；断线钳；剥线钳；电工刀；活络扳手；冲击钻；导线若干。

1.1.1 实训内容

1. 验电器

验电器是检验导线和电气设备是否带电的一种常用工具。日常用的有钢笔式和螺丝刀式低压验电器，又称测电笔，简称电笔，其结构如图 1.1 所示。



图 1.1 低压验电器结构

使用方法：按照图 1.2 所示的正确方法握笔，使用时手指接触电笔尾部的金属体，使氖管小窗背光朝向自己。

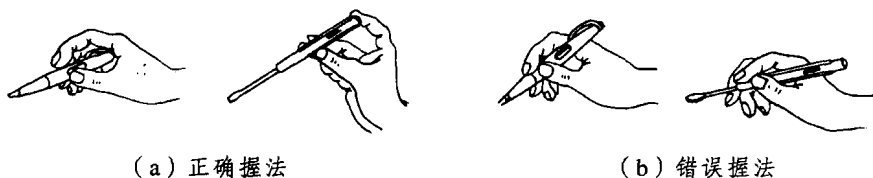


图 1.2 验电器使用

使用注意事项:

- ① 使用前应在确定有电源处测试, 确认验电器良好方可使用。
- ② 使用时, 应使验电器逐渐靠近被测物体, 直至氖管发亮; 只有在氖管不发亮时, 才可与被测物体直接接触。
- ③ 低压验电器检测电压的范围为 $60 \sim 500 \text{ V}$ 。

生产实训内容:

(1) 区别相线与零线。在交流电路中, 当验电器触及导线时, 氖管发亮的即是相线, 正常情况下, 零线是不会使氖管发亮的。

(2) 识别相线碰壳。用验电器触及电机、变压器等电气设备外壳, 若氖管发亮, 则说明该设备相线有碰壳现象。如果壳体上有良好的接地装置, 氖管是不会发亮的。

(3) 识别相线接地。用验电器触及三相三线制星形接法的交流电路时, 有两根比通常稍亮, 而另一根的亮度较暗, 说明较暗的相线有接地现象, 但不太严重。如果两根相线很亮, 而另一根不亮, 则这一相有接地现象。

2. 螺钉旋具

螺钉旋具又称旋凿或起子, 它是一种紧固或拆卸螺钉的工具。螺钉旋具的式样和规格很多, 按头部形状不同可分为一字形和十字形两种。

电工通常必备的一字形螺钉旋具是 50 mm 和 150 mm 两种。

十字形螺钉旋具专供紧固或拆卸十字槽的螺钉, 常用的规格有 4 个, I 号适用于直径为 $2 \sim 2.5 \text{ mm}$ 的螺钉, II 号为 $3 \sim 5 \text{ mm}$ 的螺钉, III 号为 $6 \sim 8 \text{ mm}$ 的螺钉, IV 号为 $10 \sim 12 \text{ mm}$ 的螺钉。

使用注意事项:

- ① 电工不可使用金属杆直通柄顶的螺钉旋具, 否则使用时很容易造成触电事故。
- ② 使用螺钉旋具紧固或拆卸带电的螺钉时, 手不得触及螺丝刀的金属杆, 以免发生触电事故。

③ 为了避免螺钉旋具的金属杆触及皮肤或邻近带电体，应在金属杆上穿套绝缘管。

生产实训内容：

(1) 大螺钉旋具的使用。大螺钉旋具一般用来紧固较大的螺钉。使用时，除大拇指、食指和中指要夹住握柄外，手掌还要顶住柄的末端，这样可防止旋转时螺钉旋具滑脱。

(2) 小螺钉旋具的使用。小螺钉旋具一般用来紧固电气装置接线桩头上的小螺钉，使用时，可用大拇指和中指夹着握柄，用食指顶住柄的末端捻旋。

(3) 较长螺钉旋具的使用。可用右手压紧并转动手柄，左手握住螺钉旋具的中间部分，以使螺丝刀不致滑脱，此时左手不得放在螺钉的周围，以免螺丝刀滑出时将手划破。

(4) 螺钉旋具旋紧木螺钉的练习。分别用 50 mm，150 mm 螺钉旋具在木配电板上作旋紧木螺钉的练习。

3. 钢丝钳

钢丝钳又叫平口钳。电工钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成，钳头由钳口、齿口、刀口、侧口四部分组成，如图 1.3 (a) 所示。钳口用来弯铰或钳夹导线线头；齿口用来紧固或起松螺母；刀口用来剪切导线或剖削导线绝缘层；侧口用来侧切电线线芯、钢丝或铅丝等较硬金属。

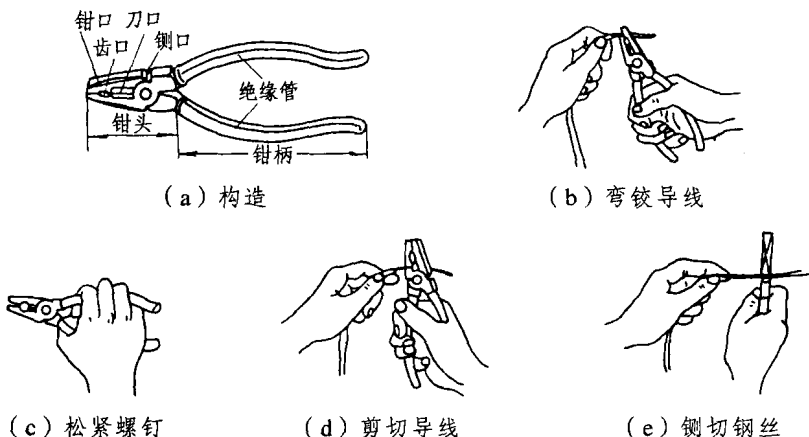


图 1.3 电工钢丝钳的构造和使用

使用注意事项：

① 使用电工钢丝钳之前，应检查绝缘柄的绝缘是否完好，如果损坏，进

行带电操作时会发生触电事故。

② 用钢丝钳剪切带电导线时，不得用刀口同时剪切相线和零线，或同时剪切两根相线，以免发生短路故障。

生产实训内容：

- ① 按图 1.3 (b) 方法做弯较导线练习。
- ② 按图 1.3 (d) 方法做剪切导线练习。
- ③ 按图 1.3 (e) 方法做侧切钢丝练习。

4. 尖嘴钳

尖嘴钳的主要用途有：

- ① 刀口部能剪断细小金属丝。
- ② 尖嘴钳能夹持较小螺钉、垫圈、导线等元件。
- ③ 尖嘴钳能将单股导线弯成一定圆弧的接线端子。

生产实训内容：

将直径为 1~2 mm 的单股导线弯成一定圆弧的接线端子。

5. 断线钳

断线钳又称斜口钳，是专供剪断较粗的金属丝、线材及电线电缆时使用的。

6. 剥线钳

剥线钳的使用方法：

使用时，将要剥削的绝缘长度用标尺定好以后，即可把导线放入相应的刃口中，用手将钳柄一握，导线的绝缘层即被割破且自动弹出。

生产实训内容：

用剥线钳对废旧电线进行剥削练习。

7. 电工刀

电工刀是用来剖削电线线头、切割木台缺口、削制木楔的专用工具。

电工刀的使用方法：

使用时，应将刀口朝外剖削。剖削导线绝缘层时，应使刀面与导线成较小的锐角，以免割伤导线芯。

使用注意事项:

- ① 使用电工刀时应注意避免伤手。
- ② 电工刀用毕,应随即将刀身折进刀柄。
- ③ 电工刀刀柄是无绝缘保护的,不能在带电导线或器材上剖削,以免触电。

生产实训内容:

用电工刀对废旧塑料单芯硬线做剖削练习(要求:逐渐做到不剖伤芯线)。

8. 活络扳手

活络扳手又称活络扳头,是用来紧固和起松螺母的一种专用工具。

活络扳手的使用方法及注意事项:

- ① 扳动大螺母时,需用较大力矩,手应握在柄端处。
- ② 扳动较小螺母时,需用力矩不大,但螺母过小易造成扳唇打滑,故手应握在接近头部的地方,可随时调节蜗轮,收紧活络扳唇,防止打滑。
- ③ 活络扳手不可反用,以免损坏活络扳唇,也不可用钢管接长手柄来施加较大的扳拧力矩。

- ④ 活络扳手不得当作撬棒或手锤使用。

生产实训内容:

用活络扳手在螺母上做旋紧或旋松训练。

9. 冲击钻

冲击钻的主要用途:

- (1) 作为普通电钻用。用时把调节开关调到标记为“钻”的位置,即可作电钻使用。
- (2) 作为冲击钻用。用时把调节开关调到标记为“锤”的位置,即可用来冲打砌块和砖墙等木楔孔和导线的穿墙孔,通常可冲打直径为6~16 mm的圆孔。

生产实训内容:

- ① 冲击钻作普通电钻练习。
- ② 冲击钻作冲打废砖墙练习和冲打水泥墙练习。

1.1.2 考 核

根据所学内容,将电工工具知识记于表1.1中。

表 1.1 电工工具考核表

工具名称	规格型号	基本构造	使用方法摘要	得分	备注

1.2 导线的连接与绝缘的恢复

【技能目标】

- (1) 学会用电工刀或钢丝钳来剖削导线的绝缘层；
- (2) 掌握单股导线的直接连接、T 字分支连接；
- (3) 掌握多股导线的直接连接、T 字分支连接；
- (4) 掌握导线绝缘层的恢复。

【实训器材】

钢丝钳；尖嘴钳；断线钳；剥线钳；电工刀；单股和多股导线若干；黄蜡带；涤纶薄膜带和黑胶带。

1.2.1 实训内容

1. 导线线头绝缘层的剖削

- (1) 塑料硬线绝缘层的剖削。

芯线截面为 4 mm^2 及以下的塑料硬线，一般用钢丝钳进行剖削。方法如下：

① 用左手捏住电线，根据线头所需长度，用钢丝钳口切割绝缘层，但不可切入芯线。

② 用右手握住钢丝钳头部用力向外勒去塑料绝缘层，如图 1.4 所示。

③ 剖削出的芯线应保持完整无损，如损伤较大，则应重新剖削。



图 1.4 用钢丝钳剖削塑料硬线绝缘层

芯线截面大于 4 mm^2 的塑料硬线, 可用电工刀来剖削绝缘层。方法如下:

① 用电工刀以 45° 倾斜角切入塑料层但不可切入芯线, 接着刀面与芯线保持 15° 角左右, 用力向线端推削。

② 削去上面一层塑料绝缘, 将下面的塑料绝缘层向后扳翻, 用电工刀齐根切去, 如图 1.5 所示。

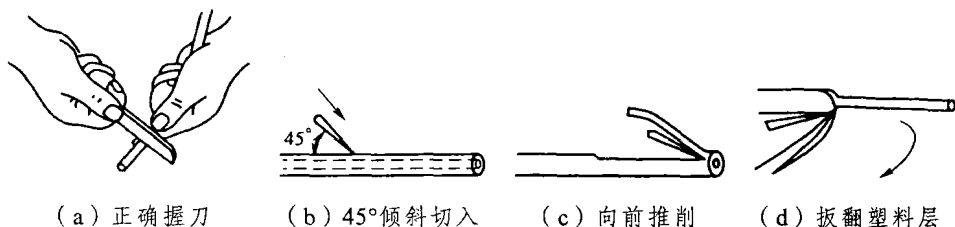


图 1.5 用电工刀剖削塑料硬线绝缘层

(2) 塑料软线绝缘层的剖削。塑料软线绝缘层只能用剥线钳或钢丝钳剖削, 不可用电工刀剖削, 其剖削方法同钢丝钳剖削法。

(3) 塑料护套线绝缘层的剖削。塑料护套线绝缘层必须用电工刀来剖削, 其剖削方法如图 1.6 所示。

- ① 按所需长度用电工刀刀尖对准芯线在缝隙间划开护套层。
- ② 剥削护套层, 露出芯线。
- ③ 在距离护套层约 10 mm 处, 用电工刀以 45° 角倾斜切入绝缘层, 其剖削方法同塑料硬线剖削法。



图 1.6 电工刀剖削塑料护套线绝缘层

(4) 生产实训:

- ① 用电工刀作剖削废塑料硬线、塑料护套线绝缘层练习。
- ② 用钢丝钳作剖削塑料硬线和塑料软线绝缘层练习。

(5) 注意事项:

- ① 用电工刀剖削时, 刀口应向外, 并注意安全, 以防伤手。

② 用电工刀或钢丝钳剖削导线绝缘层时，不得损伤芯线。若损伤较多，则应重新剖削。

2. 导线的连接

(1) 单股铝芯导线的直接连接，如图 1.7 所示。

- ① 将两根导线头的绝缘层去除后，作 X 形相交，互相绞绕 1~2 圈。
- ② 扳直两线头，将每个线头在芯线上紧贴并绕 6~8 圈。
- ③ 剪去余下的芯线，并钳平芯线的末端。

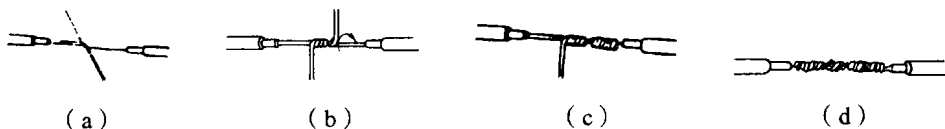


图 1.7 单股铝芯导线的直接连接

(2) 单股铝芯导线的 T 字分支连接：

① 将支路芯线的线头与干线十字相交，使支路芯线根部留出约 3~5 mm，然后按顺时针方向缠绕支路芯线，缠绕 6~8 圈后，用钢丝钳切去余下的芯线，并钳平芯线末端。

② 较小截面 ($\leq 6 \text{ mm}^2$) 芯线可如图 1.8 所示方法环绕成结状，再把支路芯线线头抽紧扳直，紧密地缠绕 6~8 圈，剪去多余芯线，钳平切口毛刺。

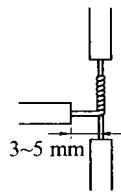


图 1.8 单股铝芯导线 T 字分支连接

(3) 7 股铝芯导线的直接连接：

① 将线头绝缘层削除，将裸露的芯线在距绝缘层的 1/3 处绞紧，其余长度线头散开形成伞骨状，并将每股芯线拉直，如图 1.9 (a) 所示。

② 将两线头对叉后顺芯线向两边捏平，如图 1.9 (b), (c) 所示。

③ 在一端的 7 股芯线按 2, 2, 3 股分成三组，接着把第一组的 2 股芯线扳起，垂直于芯线并按顺时针方向缠绕两圈后，弯成直角，贴紧芯线，如图 1.9 (d), (e) 所示。

④ 再拿出第二组的 2 股芯线如前法缠绕，如图 1.9 (f) 所示。

⑤ 将第三组的 3 股芯线扳直，按顺时针方向密绕至线头根部。切去每组多余的芯线，钳平线端，如图 1.9 (g), (h) 所示。

⑥ 另一端重复上述过程绕成。

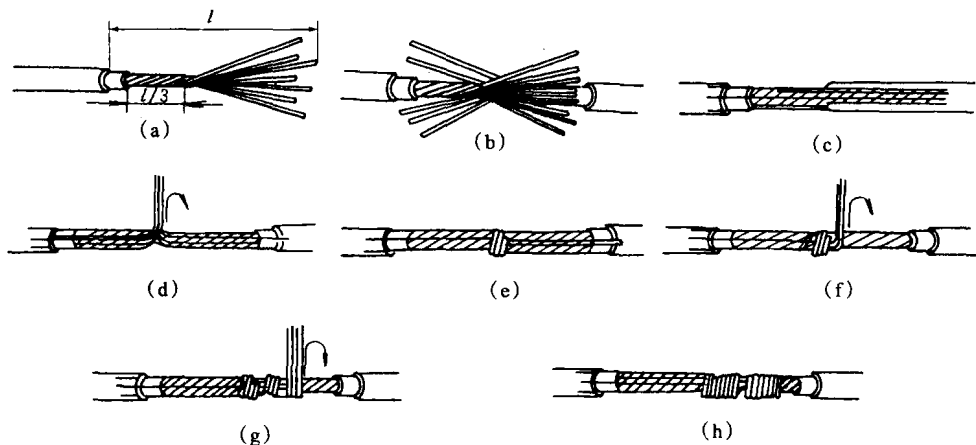


图 1.9 7 股铝芯导线的直接连接

(4) 7 股铝芯导线的 T 字分支连接:

如图 1.10 所示, 线头去绝缘层后, 将靠近绝缘层的 $1/8$ 处根部绞紧, 其余芯线分散成两组。一组 4 股芯线插入干线中间, 另一组 3 股芯线在干线一边按顺时针紧紧缠绕 4 圈, 剪去余端, 钳平切口。插入干线的 4 股芯线用同样方法缠绕 3 圈后, 剪去余端, 钳平切口。

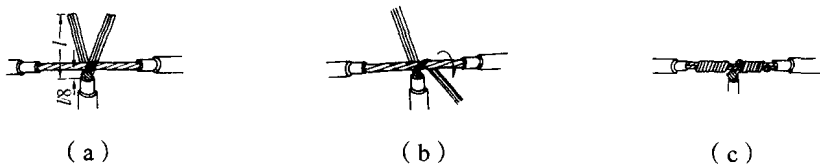


图 1.10 7 股铝芯导线的 T 字分支连接

(5) 生产实训:

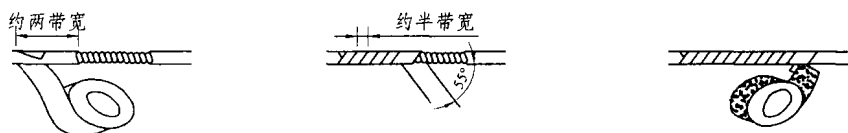
- ① 两根长 0.3 m 的 BV 2.5 mm² (1/1.76 mm) 塑料铝芯线作直接连接。
- ② 两根长 0.3 m 的 BV 2.5 mm² (1/1.76 mm) 塑料铝芯线作 T 字分支连接。
- ③ 两根长 0.3 m 的 BV 10 mm² (7/1.33 mm) 塑料铝芯线作直接连接。
- ④ 两根长 0.3 m 的 BV 10 mm² (7/1.33 mm) 塑料铝芯线作 T 字分支连接。

(6) 实训要求:

- ① 剖削导线绝缘层时, 芯线不能损伤。
- ② 导线缠绕方法要正确。
- ③ 导线缠绕后要平直、整齐和紧密。

3. 导线绝缘层的恢复

(1) 绝缘带的包缠方法。用绝缘带从线头的绝缘层上开始, 采用 1/2 迭包方法包至另一线头绝缘处, 再包 3~4 圈, 如图 1.11 (a) 所示。缠绕时, 先包缠黄蜡带 (或涤纶薄膜带), 然后再包黑胶带, 如图 1.11 (c) 所示。



(a) 黄蜡带包缠始端 (b) 黑胶带接于黄蜡带尾端 (c) 用斜叠法包缠黑胶带

图 1.11 绝缘带的包缠

(2) 注意事项:

① 用在 380 V 线路上, 必须先包缠 1~2 层黄蜡带, 然后再包缠一层黑胶带。

② 用在 220 V 线路上, 先包缠一层黄蜡带, 然后再包一层黑胶带, 也可只包缠两层黑胶带。

③ 绝缘带包绕时, 不能过疏, 更不能露出芯线, 以免造成触电或短路事故。

④ 绝缘带平时不可放在温度过高的地方, 也不可浸染油类。

1.2.2 考 核

(1) 考核内容:

① 两根长 0.3 m 的 BV 16 mm² (1/1.7 mm) 塑料铝芯线作直接连接。

② 恢复绝缘层。

(2) 考核步骤:

① 剖削绝缘层; ② 直接连接; ③ 恢复绝缘层。

(3) 成绩评定。按表 1.2 的评定标准做出成绩评定。

表 1.2 考核及评定标准

项目内容	配分	评 定 标 准	扣分	得分
绝缘导线剖削	20	1. 导线剖削方法不正确扣 5 分 2. 导线损伤 (刀伤、钳伤) 每个扣 3 分		

续表 1.2

项目内容	配分	评 定 标 准	扣分	得分
导线直接连接	60	1. 导线缠绕方法不正确扣 25 分 2. 导线缠绕不整齐扣 15 分 3. 导线连接不紧、不平直、不圆： ① 最大处直径 $>14\text{mm}$ 扣 10 分，每超 0.5mm 加扣 5 分 ② 导线不平直 $>2\text{mm}$ 扣 5 分 ③ 同一断面两次测量直径差 $>2\text{mm}$ 扣 5 分		
恢复绝缘层	20	1. 包缠方法不正确扣 10 分 2. 渗水：渗入内层绝缘扣 15 分		

1.3 焊接工具及工艺

1.3.1 焊接工具

电子产品装配焊接常用的工具有旋具、钳子、镊子、烙铁和扳手等。将元器件焊接到印制板上使用的工具主要是烙铁和镊子。

1. 电烙铁

电烙铁是手工焊接的主要工具，其基本结构是由发热部分、储热部分和手柄部分组成的。烙铁芯是电烙铁的发热部件，它将电热丝平行地绕制在一根空心瓷管上，层间由云母片绝缘，电热丝的两头与两根交流电源线连接。烙铁头由紫铜材料制成，其作用是储存热量，它的温度比被焊物体的温度要高得多。烙铁的温度与烙铁头的体积、形状、长短等均有一定关系。若烙铁头的体积越大，保持温度的时间就越长。

电烙铁把电能转换为热能对焊接点部位的金属进行加热，同时熔化焊锡，使熔融的焊锡与被焊金属形成合金，冷却后形成牢固的连接。

1) 电烙铁的种类

经常使用的电烙铁有外热式电烙铁、内热式电烙铁和恒温式电烙铁等。

(1) 外热式电烙铁。由于发热的烙铁芯安装在烙铁头的外部，故称为外热式电烙铁，它由烙铁头、烙铁芯、外壳、木柄、电源线等组成，如图 1.12 所示。