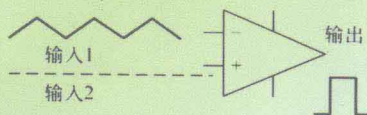
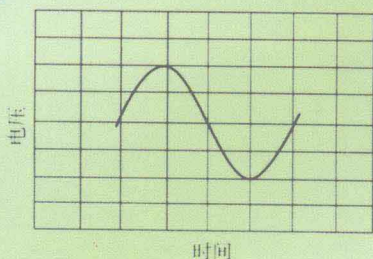
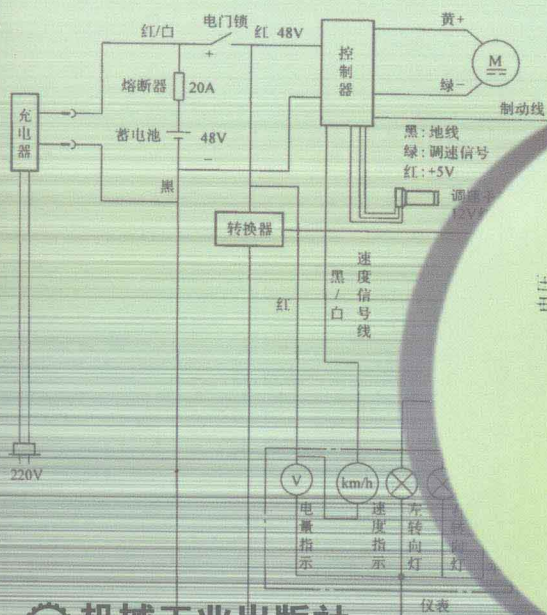


电动自行车实用维修技术丛书

电动自行车 电路维修 从入门到精通

吴文琳 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电动自行车实用维修技术丛书

电动自行车电路维修 从入门到精通

吴文琳 主编



机械工业出版社

本书系统介绍了电动自行车电路基本知识和电路图的识读技巧；简单介绍了电动自行车整车、控制器和充电器的电路组成与原理；详细介绍了电子元器件识别与检测技术，常用电路检修工具、仪器的使用方法，电路的检测及故障检修技术；并精选了大量维修实例，触类旁通，举一反三，可达到事半功倍的效果。

附录中附有常用集成电路、晶体管的型号规格和代换资料，便于读者查阅使用。

本书内容简明易懂，具有很强的针对性和实用性，非常适合广大电动自行车维修人员入门和提高，也可供有关技术人员及大中专、技校师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

电动自行车电路维修从入门到精通/吴文琳主编.

—北京：机械工业出版社，2008.9

（电动自行车实用维修技术丛书）

ISBN 978 - 7 - 111 - 25094 - 4

I. 电… II. 吴… III. 电动自行车 - 电子电路 - 维修
IV. U484.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 140754 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：齐福江 版式设计：霍永明

责任校对：张莉娟 责任印制：邓 博

北京京丰印刷厂印刷

2009 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm × 239mm · 14.5 印张 · 293 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978 - 7 - 111 - 25094 - 4

定价：26.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

销售服务热线电话：（010）68326294

购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：（010）88379771

封面无防伪标均为盗版

前 言

电动自行车以其方便快捷、绿色环保、高效节能而深受人们的青睐，选择电动自行车作为代步工具的人越来越多。由于电动自行车新车型不断推出，维修资料欠缺，尤其是电动自行车电路的维修资料更为突出。为了满足广大维修人员的迫切需要，我们编写了这本《电动自行车电路维修从入门到精通》。通过学习本书，您可以快捷轻松地掌握电动自行车电路的维修技能。

本书系统介绍了电动自行车电路基本知识和电路图的识读技巧，简单介绍了电动自行车整车、控制器和充电器的电路组成与原理，详细介绍了电路的检测及故障检修技术，介绍了电子元器件识别与检测技术，常用电路检修工具、仪器的使用方法，并精选了大量维修实例，触类旁通，举一反三，可达到事半功倍的效果。

附录中附有常用集成电路、晶体管的型号规格和代换资料，便于读者查阅。

本书电路图中电阻 R、电容 C、电压的缺省单位分别是“ Ω ”、“ μF ”和“V”，如电容“47/50”是指 $47\mu\text{F}$ 、50V。

本书图文并茂、通俗易懂，具有针对性和实用性，非常适合广大电动自行车维修人员的入门和提高，也可供有关技术人员及大中专、技校师生参考。

本书由吴文琳主编，参加编写的还有王金星、刘一洪、王伟、贺明、孙梅、刘荣、李明、孙飞、林红、肖建忠、王一平、刘三洪、李清等。

本书在编写过程中参考了部分文献资料，并得到许多同行的帮助，书中照片由潘春荣同志摄影，在此一并向他们表示感谢。

由于编者水平有限，书中错漏之处在所难免，恳请专家和读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 电动自行车电路检修基本知识	1
第一节 电动自行车电路检修常用工具、仪器及使用注意事项	1
一、电路检修常用工具及仪器	1
二、电路检修常用工具、仪器的使用方法及注意事项	4
第二节 电子技术基本知识	11
一、电子元器件的识别与检测	11
二、基础单元电路	35
第三节 电动自行车电路图的类型和特点	43
一、电路图的类型	45
二、电路图的特点	48
第四节 电动自行车电路图图形符号与文字符号	49
一、电气电路图图形符号与名称	49
二、数字电路图图形符号与名称	51
第五节 电动自行车电路图的识读技巧	52
一、电路图识读的要领及应注意的问题	52
二、电子电路图的识读方法	55
第二章 电动自行车电路分析	67
第一节 电动自行车整车电路分析	67
一、整车电路的组成	67
二、整车电路分析	68
三、典型整车电气原理图	71
第二节 电动自行车控制器电路分析	74
一、控制器的组成	74
二、控制器的分类及工作原理	76
三、控制器的电路分析	78
四、典型控制器的电路分析	92
第三节 电动自行车充电器电路分析	104
一、充电器的命名和分类	104
二、充电器的组成与工作原理	105
三、充电器电路分析	108



四、典型充电器电路分析	116
第三章 电动自行车电路的检修	126
第一节 电动自行车电路检修方法与元器件更换	126
一、电路检修常用方法	126
二、元器件的更换	128
第二节 电动自行车整车电路的检测与维修	130
一、整车电路故障的检测	130
二、整车电路故障的检修	134
三、常见整车电路故障的诊断与排除	138
第三节 电动自行车控制器电路的检修	141
一、控制器故障的检测与代换	141
二、控制器电路的检修	146
三、控制器故障的诊断与排除	158
四、控制器常见故障的诊断与排除	162
第四节 电动自行车充电器电路的检修	164
一、充电器的检测与代换	164
二、充电器故障的检修	169
三、典型充电器电路的检修	172
四、充电器常见故障的诊断与排除	184
第四章 电动自行车电路检修实例精选	186
一、整车电路检修	186
实例 1 永久电动自行车通电后电动机抖动, 不能正常行走	186
实例 2 大陆鸽电动自行车加电后无刷电动机不转动	186
实例 3 新日电动自行车打开电源锁后, 无刷电动机不转	187
实例 4 新日电动自行车有刷电动机不转	187
实例 5 绿源电动自行车更换调速转把后, 出现“飞车”现象	188
实例 6 绿源电动自行车更换新的调速把后, 车轮高速旋转	188
实例 7 凤凰电动自行车转动调速转把时, 电动机开始转动时忽快忽慢, 后来无法转动, 但仪表内的电源指示灯却能正常发光	188
实例 8 凤凰电动自行车在行驶中突然“飞车”	189
实例 9 大陆鸽电动自行车的电动机时转时停	190
实例 10 新飞电动自行车制动闸把断电开关无反应	190
实例 11 阿米尼电动自行车电喇叭不响	191
实例 12 世纪星电动自行车转向灯全不亮	191
实例 13 都市阳光电动自行车左转向灯不闪	191
实例 14 星月电动自行车转向灯和转向指示灯都不亮	192
实例 15 新日电动自行车转向灯不亮	192



实例 16	飞鸽电动自行车行驶时, 打开转向开关, 熔断器就会烧毁	192
实例 17	邦德·富士达电动自行车照明灯暗淡	193
实例 18	飞鸽电动自行车夜行灯不亮	193
实例 19	都市阳光电动自行车握紧闸把制动时, 制动灯不亮	193
实例 20	新飞电动自行车控制型显示仪表不显示	194
二、控制器电路的检修	194
实例 21	凤凰电动自行车电动机反转	194
实例 22	凤凰电动自行车电动机不转	195
实例 23	凤凰电动自行车有刷电动机不能启动	195
实例 24	新晨之光电动自行车接通电源锁后, 整车无反应	195
实例 25	新晨之光电动自行车接通电源锁后, 有供电显示, 但电动机不转	195
实例 26	邦德·富士达电动自行车打开电源锁后, 仪表电源灯亮, 但转动调速转把时, 电动机不转	196
实例 27	邦德·富士达电动自行车换新的蓄电池后, 转动调速转把, 车轮不转	196
实例 28	飞鸽电动自行车行驶途中抛锚后, 电动机无法运转	196
实例 29	新宇田电动自行车, 电动机高速运转且不可控	197
实例 30	天津追风鸟电动自行车车速过快(一)	197
实例 31	天津追风鸟电动自行车车速过快(二)	197
实例 32	采用 WML36-180G 型无刷控制器的电动自行车, 电动机运转时而正常, 时而不正常, 通电后电动机抖动	197
实例 33	大陆鸽电动自行车电动机不转动	198
实例 34	永久电动自行车打开电源锁后, 车轮转动缓慢	198
实例 35	英克莱电动自行车电动机转动时忽快忽慢	198
实例 36	金泰美电动自行车行驶中突然动力下降, 并伴有焦糊味	199
实例 37	宝鸟电动自行车电源指示灯亮, 电动机不转, 不能骑行	199
三、充电器电路检修	200
实例 38	天津 KCB602B 型充电器充电时, 发光二极管微亮, 不能充电	200
实例 39	天津 KCB602 B 型充电器接上电源后, 红、绿指示灯亮一下随即熄灭	200
实例 40	电动自行车的 AC-DC 变换式充电器不能充电	201
实例 41	电动自行车 AC-DC 变换式充电器充电时指示灯不亮, 充不进电	201
实例 42	电动自行车 AC-DC 变换式充电器出现时好时坏	203
实例 43	电动自行车 AC-DC 变换式充电器充电时, 红、绿指示灯一亮即熄	204
实例 44	电动自行车 KGC2403 型充电器充电时严重发热, 并伴有异常响声	204
实例 45	天能牌充电器输出电压过高	206
实例 46	电动自行车天能 TN-1C 型充电器接通电源后, 指示灯不亮	206



附录	209
附录 A 电动自行车常用集成电路	209
附录 B 电动自行车常用晶体管与代换	217
参考文献	221

第一章 电动自行车电路检修基本知识

第一节 电动自行车电路检修常用工具、仪器及使用注意事项

一、电路检修常用工具及仪器

电动自行车常用电路检修工具有：跨接线、电烙铁、螺钉旋具（俗称螺丝刀）、镊子、钳子和热风枪、拆焊台；常用的仪器有万用表、示波器、稳压电源。现分别介绍一些主要的检修工具及仪器。

1. 常用检修工具

(1) 跨接线

跨接线就是一段多股导线，两端分别接有鳄鱼夹或不同形式的插头。跨接线用来替代被怀疑有断路故障的导线，也可以在不需某部件的功能时，用跨接线将其短路，以检查部件的工作情况。

使用跨接线应注意的事项如下。

①用跨接线将电源电压加至试验部件之前，必须确认被测部件的电源电压规定值。否则将36V或24V直接加在5V用电设备上，则可能导致用电设备损坏。

②跨接线不可将被测部件“+”端子与搭铁直接跨接，以免造成电源短路。

(2) 螺钉旋具

准备多种规格的一字螺钉旋具、十字螺钉旋具和应用较多的米字螺钉旋具，最好是选择带有磁性头的产品，方便各种螺钉的拆卸。在拆卸时，应根据螺钉大小选择适当的工具，以免拧毛螺钉头，带来不必要的麻烦。

(3) 镊子和钳子

镊子是用来送引线、钳引脚的，是焊接操作时的辅助工具。它不仅可以帮助方便焊接，而且可以帮助散热。镊子张口要适度，弹性适中。

钳子通常有斜嘴、尖嘴等不同种类。斜嘴钳主要用于剪引线和组件引脚等，尖嘴钳子用于修整组件引脚外形。

(4) 刀片和尖针

刀片用来切割铜箔线路。在修理中，经常需要将某个组件或元件电路脱开，此时可焊下元器件，但是这样操作既麻烦又容易损坏线路板，采用刀片切断相关铜箔线路的方法省事，创伤很小。刀片刀刃要锋利，以免将铜箔线路搞成起皮状态。

尖针是用来穿孔的。当从线路板上拆下元器件后，引脚就往往被焊锡堵住，再



装新组件就很不方便。此时，可用烙铁熔化孔中焊锡，再用尖针穿过引脚小孔。尖针最好用不沾锡的材质制作，一般可用医用针头或大一点的钢针来制作。

(5) 电烙铁

电烙铁有外热式和内热式两种，如图 1-1 所示。烙铁以 20W 内热式电烙式比较好。另外还要准备一把吸锡烙铁，用来拆卸集成电路，排电阻等引脚较多的组件。

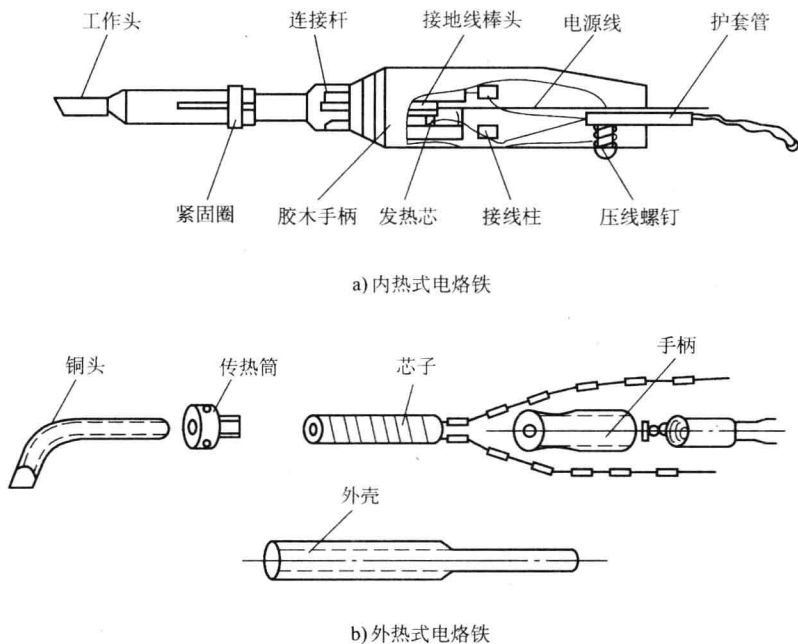


图 1-1 电烙铁的结构

内热式电烙铁是直接把发热组件（发热丝）插入烙铁铜头空腔内加热的，这样发热组件可直接把热量完全传到烙铁头上，传热速度要快些，热量的损失也小些。

(6) 吸锡器

吸锡器的作用主要是把电路板上已熔化的焊锡吸走，使元器件引脚与电路板上的焊点脱开。使用吸锡器可以很方便地拆解引脚比较多的元器件（如集成电路、开关变压器、开关管等），而又不伤害电路板上的铜箔。

(7) 集成电路、贴片元件拆卸工具

对应用较多表面安装的贴片组件及集成电路，应采用热风枪拆焊台专用工具，才能方便地取下。热风枪的主要部件是电热丝和气泵，配有温度调节和气流调节旋钮，如图 1-2 所示。

(8) 测电笔

测电笔又称电笔，用来检测交流电的低压线路和电气设备是否带电，检测电压范围为 60 ~ 500V。它有钢笔式和螺钉旋具式两种。

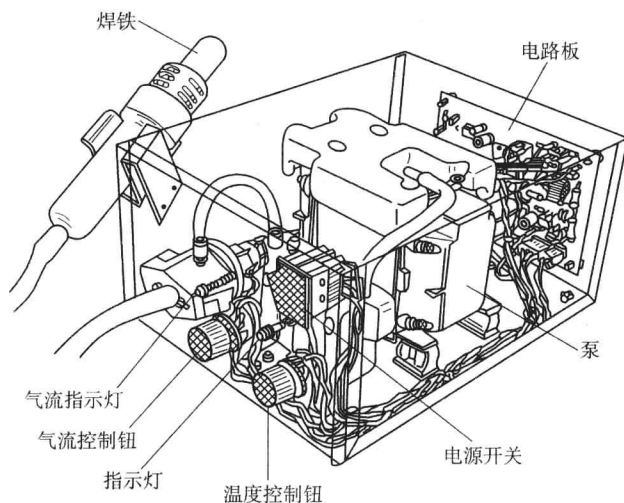


图 1-2 热风枪的内部结构

2. 常用检修仪器

(1) 万用表

万用表是一种能测量多路电量参数且多量程的便携式仪表。常用万用表有模拟式（指针式）和数字式两种。

数字式万用表主要由数字电压表、测量电路、量程转换开关等组成。其中测量电路能将待测电量和电参量转换为毫伏级的直流电压，供数字电压基本表显示待测量。当量程转换开关置于不同的位置时，可组成不同的测量电路。

万用表使用操作中应注意的事项如下：

①万用表主要有指针式万用表和数字式万用表两种。近年来又有带有液晶显示的万用表。数字式万用表因其输入阻抗高，显示直观，清晰易读，成为普遍采用的检测仪器。

②对于数字万用表而言，表笔的反正没有什么大的影响；只是接反的情况下，对于电压的测量，其显示值的前面会多一个“-”号。

(2) 示波器

示波器用来观察信号的波形。采用示波器对信号波形进行分析，可以发现一些常规测量发现不了的问题，直接了解电路的工作状态，解决了万用表对一些脉冲信号及交变信号无法测量或测量不准的局限性。用示波器可直观地反映信号的波形，并能定量地测出电信号的各种参数，如频率、周期、幅度、直流电位等。目前，电气维修时常用示波器的工作频率为 20 ~ 100MHz。

(3) 直流稳压电源

直流稳压电源在维修控制器时为它提供稳定的直流供电电压，便于对控制器进



行测试和维修。目前，直流稳压电源型号较多，但功能基本一致。通常维修控制器时采用直流电压在 0 ~ 50V 可调的直流电源即可。

注意：由于直流稳压电源可为各类控制器、转把维修时提供工作电源，所以在接入控制器、转把前应先了解输出的电压值，然后调节好稳压电源的输出电压，以免控制器、转把等部件被过高的电压损坏。

为控制器、转把等供电时要先接电源负极，后接电源正极。拆下电源接口时，要先拆电源正极，后拆电源负极。

(4) 无刷电动机检测仪

无刷电动机检测仪不仅可辨别无刷电动机的相位是 60° 还是 120° ，还可快速检测出助力传感器、闸把内和电动机内的霍尔组件是否正常。

1) 对霍尔组件的检测。检测时，将霍尔组件的 1 脚接仪器的红线（5V 供电），2 脚接仪器的黑线（地线），3 脚可任意接黄、绿、蓝线，然后用一磁铁正、反面靠近霍尔组件，指示灯在改变磁场的 N、S 极后发光有变化（闪动），则说明被测的霍尔组件正常；否则需要更换。

2) 对电动机的检测。将仪器与电动机霍尔线对接好，慢慢转动电动机，观察仪器面板指示灯的变化，进行故障部位的判断。如电源指示灯闪烁发光，说明电动机内至少有一个霍尔组件对地短路。如霍尔检测指示灯不能按一定频率闪烁发光，说明霍尔组件异常，需要更换。如确认 3 个霍尔组件正常后，在转电动机时 3 个指示灯在几秒钟内都灭或都亮，则说明电动机的相位是 60° ；如始终有一两个指示灯亮，则为 120° 。

3) 对助力传感器的检测。将助力传感器红线接仪器的红线，黑线接仪器的黑线，剩下的一根线可随便接在黄、绿、蓝中的任何一根线上，转动脚踏板时指示灯发光有变化，说明助力器正常，否则说明助力器异常。

4) 对电子闸把的检测。将电子闸把的红线接仪器红线，黑线接仪器的黑线，剩下的一根线可以随便接黄、绿、蓝中的任何一根线，进行制动操作时，指示灯发光有变化，说明闸把内的开关型霍尔组件正常，否则说明线断或霍尔组件异常。

二、电路检修常用工具、仪器的使用方法及注意事项

1. 电烙铁及热风枪

目前，电动自行车印制电路板大多采用表面贴装组件，并且使用的芯片也越来越多，不便于焊接。现介绍表面贴装组件、芯片和大功率器件的焊接技巧。

(1) 焊接的准备

1) 选择好焊接工具。焊接工具主要是电烙铁，最好选用恒温电烙铁，如无恒温烙铁，可选用 20W 内热式或 25W 外热式烙铁。内热式的最大不能超过 25W，外热式的最大不能超过 30W。电烙铁必须可靠接地，注意其烙铁头的尖部都应较细，宽度不能大于 1mm。

2) 助焊剂的选择。助焊剂可选用松香，切不可用腐蚀性强的焊锡膏助焊。



3) 焊锡的选择。焊锡一定选用低熔点的内部夹有松香的进口焊锡丝, 一般选择直径为 $0.8 \sim 1\text{mm}$ 的为好。

如果组件的引脚密集纤细, 则焊锡可以选用更细一些的产品, 品质良好的焊锡丝焊出的焊接点圆润、光滑、牢固。

另外, 应准备一把尖嘴镊子用来夹持、固定芯片以及检查电路。对于镊子没有特殊的要求, 要弹性好, 大小适中, 直头、弯头都可以。

(2) 贴片件和芯片拆卸焊接方法

1) 拆卸焊接的方法。贴片式电阻器、电容器的基片大多采用陶瓷材料制作, 这种材料受碰撞易破裂, 因此在拆卸、焊接时应掌握控温、预热、轻触等技巧。“控温”是指焊接温度应控制在 $200 \sim 250^{\circ}\text{C}$ 。“预热”是指将待焊接的组件先放在 100°C 左右的环境里预热 $1 \sim 2\text{min}$, 防止组件突然受热膨胀损坏。“轻触”是指操作时烙铁头应先对印制电路板的焊点或导带加热, 尽量不要碰到组件。另外, 还要控制每次焊接时间在 3s 左右, 焊接完毕后让电路板在常温下自然冷却。以上方法和技巧同样适用于贴片式晶体二极管、三极管的焊接。

贴片式集成电路的引脚数最多, 间距窄, 硬度小, 如果焊接温度不当, 极易造成引脚把焊锡短路、虚焊, 或印制线路铜箔脱离印制电路板等故障。具体方法如下:

①拆焊贴片芯片时可用吸锡枪或锡线将引脚焊锡吸空吸净, 切忌强拔。也可采用两把烙铁对芯片的两排引脚同时加热后, 用螺钉旋具迅速拔下。

②拆焊贴片芯片时, 在引脚上多熔一些松香熔满焊锡(叫堆焊), 用烙铁轮流在芯片两排引脚上加热, 直到芯片完全松动, 然后移动芯片, 切忌硬撬。

③加热时间不能过长, 以免损坏芯片。

④用烙铁头配合吸锡器将集成电路引脚锡全部吸除后, 用尖嘴镊子轻轻插入集成电路板底部, 一边用烙铁加热, 一边由镊子逐个轻轻提起集成电路引脚, 使集成电路引脚逐渐与印制电路板脱离。用镊子提起集成电路时, 一定要随烙铁加热的部位同步进行, 防止操之过急将芯片损坏。

⑤仪表或单片机的芯片通常有保护漆保护, 应先用烙铁加热保护漆, 再用刀片或镊子将保护漆轻轻刮干净后再拆芯片。

对于引脚数目较多的芯片, 以上的方法就不适用了, 尤其是对于一些 PLCC 封装的芯片, 因普通烙铁无法直接接触到其焊接点, 只能使用热风枪拆焊台。

在选购热风枪拆焊台时, 应选择噪声小, 耐高温, 防静电, 温度能够恒定控制, 快速脉冲启动升温, 气流稳定输出的产品。

热风枪拆焊台有多种附件可以选择, 针对不同封装的芯片, 可以选择不同的喷嘴, 从而更好地完成拆卸焊接工作。

2) 焊接方法。换入新集成电路前要将原集成电路留下的焊锡全部清除, 保证焊盘的平整清洁。然后将待焊集成电路引脚用细砂纸打磨清洁, 如有必要, 对其引脚进行搪锡处理。



首先，焊接之前应在印制电路板上涂上助焊剂，以免印制电路板铜箔吃锡不良或表面氧化而造成不易焊接，集成电路一般不需涂助焊剂。用镊子仔细地将芯片引脚与印制电路板的焊盘对齐，注意其放置方向应正确。把烙铁的温度调到 250℃ 左右，将烙铁头沾上少量的焊锡，用镊子向下按住已对准位置的芯片，在其对角位置的引脚上加少量助焊剂，迅速焊接这两只引脚，将芯片固定。再次检查芯片的位置是否对准，如有必要可进行调整或拆除并重新对准。

在焊接芯片其余引脚时，一只手持烙铁给集成电路引脚加热，另一只手将焊锡丝送往加热引脚焊接，直到焊锡流入引脚下面。在焊接时要保持烙铁头与被焊引脚平行，防止因焊锡过量发生引脚间搭铁。

所有引脚均焊接完毕后，用助焊剂再次浸湿引脚以便清除多余的焊锡，消除短路和搭接，用镊子检查是否有虚焊。检查后，清除残留助焊剂。常用方法是用硬毛刷沾上酒精沿引脚方向仔细擦拭，直到助焊剂擦净为止。也可用镊子夹持沾有清洗剂的脱脂棉球进行擦拭。

由于贴片阻容组件相对容易焊接，可以先在一个焊点上锡，然后放上组件的一端，用镊子夹住组件，在焊上这端后，再检查是否正确。如果正确，可接着焊上另外一端。

在检修有水气腐蚀或烧蚀电路板故障前，宜先用毛刷蘸无水酒清洗印制电路板，清除板上灰尘、氧化特等杂物，并仔细观察原电路板是否存在虚焊或焊渣短路等现象，及早发现故障点进行检修。

在拆焊和焊接 SMD（贴片组件）组件时应注意的事项如下：

①焊接时间不能过长，以免损坏芯片。

②电烙铁长期高温易氧化不沾锡，应常用湿布或浸水海棉擦拭电烙铁头以保持其清洁。

③焊接时应靠锡来传热，切忌用烙铁头对芯片加热。

④焊接点凝固前不要移动或振动芯片。应用镊子固定。

⑤大部分的电路板为了防止水气的影响，会对电路板进行保护处理，这时候电路板上通常会有一层保护漆，应先用烙铁或电吹风将保护漆加热到 70 ~ 80℃ 左右，然后用一字螺钉旋具轻轻剥开，再进行相应操作。

⑥在使用热风枪拆焊台时，根据组件的大小来选择喷嘴，一般的组件用 1124 或 1125 喷嘴就可以；而引脚较多和面积较大的组件，要选择其他规格的喷嘴。对拆焊的组件涂上助焊剂。

使用时，应正确调节温度和气流调节旋钮，使温度和气流适当。如吹焊电阻、电容、晶体管等小元器件时，温度一般调到 2 ~ 3 档，气流调到 1 ~ 2 档；吹焊集成电路时，温度一般调到 3 ~ 5 档，气流调到 2 ~ 3 档。将喷嘴对准所拆元器件，等焊锡熔化后再用镊子取下元器件。

由于热风枪型号较多，拆焊的元器件耐热情况也各不相同，所以热风枪的温度



和气流节的调节可根据具体情况而定。

(3) 大功率器件拆焊方法

拆卸电动自行车电路的大功率器件时,应将 MOS 管或三端稳压管的引脚剪断,然后用电烙铁分别将它们的引脚焊下,以避免拆卸大功率器件时损坏印制电路板的焊盘。

1) 拆卸场效应晶体管时应注意事项

①拆装场效应晶体管时,必须在关断电源的情况下进行。不允许在未断电时,将管子插入电路或从电路中拔出管子,以确保人身安全。

②焊接用的仪器仪表、工作台、电烙铁必须有良好的接地。

③在组件架上取下管子时,应以适当的方式确保人体接地(如采用接地环)。

④在焊接前应把印制电路板的电源线与地线短接,焊接完毕后才分开。

2) 安装场效应晶体管时应注意事项

①安装场效应晶体管时,应尽量远离发热组件,以防止受热损坏。

②防止管件振动,安装时应将管子紧固起来。

③在弯曲引脚时,应在大于管子根部尺寸 5mm 以上处进行,以防止将引脚折断而引起漏气。

④MOS 场效应晶体管各引脚的焊接顺序是漏极、源极、栅极;拆卸时的顺序相反。为了防止管子击穿,在接入电路时,必须将管子各引线短接,焊接完毕再将短接材料去掉。

⑤印制电路板在装机之前,应用接地线的夹子碰一下机器的各接线端子,然后把印制电路板接上去。

⑥对于功率型场效应晶体管,由于在高负荷条件下运行,为了保持良好的散热条件,在安装时,必须按照管子外形设计足够散热片,以确保壳体温度不超过额定值,使器件能长期稳定工作。

⑦MOS 场效应晶体管的栅极在允许条件下,最好接入保护晶体二极管,以防止场效应晶体管栅极击穿。

3) 集成电路和大功率器件的焊接方法

焊接电动自行车集成电路和大功率器件时,应先将拆卸过的电路板进行清洁,去掉焊渣,露出焊盘孔,然后将集成电路和大功率器件插入相应的位置。检查无误后,用电烙铁焊好。

焊接时应注意以下事项:

①使用的电烙铁功率不宜过大,一般应在 25 ~ 30W,以防止损坏电路板。

②在焊接时,最好一次性焊接好,以保证焊接质量。

③电烙铁不要在某一引脚上停留时间太长,以免热量传到组件内部而导致内部电路损坏。

(4) 印制电路板的焊接



印制电路板是用粘合剂把铜箔压粘在绝缘板上制成的，它有单面敷铜箔和双面敷铜箔两种。在焊接中如果温度过高，时间过长，会使印制电路板起泡、变形，甚至使铜箔翘起，只有严格控制焊接的温度和时间才能保证焊接质量。

首先是要保证被焊件和印制电路板铜箔表面的清洁。元器件在向印制电路板上安装和焊接前，应先对其引线进行成形加工。在印制电路板上安装组件时要求高低整齐，组件规格标记方向一致，有极性的要注意安装方向。组件安装在印制电路板上后，要将多余引线剪掉，一般有两种方法：一种是先焊后剪，采用这种方法时千万不要把焊点剪去一部分，以免降低焊点的机构强度；另一种是先剪后焊，采用此种方法时，剪后引线长度为 $1.5 \sim 2.5\text{mm}$ ，焊接后，引线露出焊点的长度为 $0.5 \sim 1\text{mm}$ 。

印制电路板焊接时，右手操作电烙铁，左手拿松香焊锡丝，两手对准焊接点同时操作，即将烙铁头和焊锡丝同时接触焊接点，在焊锡熔化到适量和焊点粘锡充分的情况下，要迅速移开焊丝并拿开电烙铁，注意移开焊锡丝的时间不要迟于拿开电烙铁的时间。印制电路板焊接中每点的焊接时间控制在 $2 \sim 3\text{s}$ 为宜，如果在此时间内没有焊好，烙铁头也应先移开，重新清洁焊点后，可再次焊接。

印制电路板焊接中一般是先焊小型元器件，后焊大型元器件；先焊阻容组件，后焊半导体器件。

2. 测电笔

使用测电笔应注意的事项如下：

1) 使用前，一定要在有电的电源上试验，以鉴定测电笔是否完好。测电笔完好方可使用。

2) 手应触及测电笔尾部的金属体才能构成回路，氖管才会发光；否则，极容易发生误判。

3) 低压测电笔前端应加护套，只能露出 10mm 左右作测试用；否则易引起相线之间及相线对地短路。

4) 测电笔的氖管亮度较低，应避光，以防误判。

5) 螺钉旋具式测电笔的刀体探头只能承受很小的转矩，不可作一般的螺钉旋具使用，否则会损坏测电笔。

3. 万用表

(1) 使用万用表应注意事项

1) 测量电流与电压时不能选错档位，千万不能用电流档去测电压。如果误用电阻档或电流档去测量电压，就极易烧坏万用表。万用表不用时，最好将档位拨至交流电压最高档，以免因使用不当而损坏。

2) 测量直流电压和直流电流时，注意“+”、“-”极性不能搞错。如发现指针开始反转，应立即调换表笔，以免损坏表针和表头，用此法可以用来判断蓄电池的正极与负极。



3) 如果不知道被测电压或电流的大小, 应先选用最高档试测, 而后再回拨到合适的档位来测试, 以免表针偏转过大而损坏表针和表头。所选的档位愈靠近被测值, 测量结果就愈准确。

4) 测量电阻时, 不要用手触及组件裸露的两端(或两只表笔的金属部分), 以免人体电阻与被测电阻相并联而使测量结果不准确。

5) 测量电阻时, 如果将两只表笔短接, 欧姆调零旋钮至最大位置, 指针仍达不到零位, 则这种现象通常是由于表内电池电量不足造成的, 应换上新电池方能准确测量。

用万用表测电阻时, 红表笔接的是万用表内电池负极方向, 黑表笔接的是万用表内电池正极方向。

(2) 数字万用表的使用方法

1) 电阻的测量

①将表笔分别插进“COM”和“V/ Ω /Hz”孔中, 将档位旋钮调至欧姆档所需要的量程, 打开电源锁。测电阻时无需调零, 可直接测量。

②选择量程。根据被测电路所估计的电阻值进行量程选择。

③将黑、红表笔分别接在被测电阻两端(不分极性), 此时显示屏上即可显示被测电阻的阻值。注意: 如显示屏显示“1”, 表示断路(即电阻为无穷大); 如显示屏显示“0.00”, 说明短路(即电阻为零)。

2) 直流电压的测量

①将红表笔插进“V/ Ω /Hz”孔中, 黑表笔插进“COM”孔中。

②根据被测电路所估计的直流电压值, 在DCV或~V档位范围内选取量程。然后, 将红表笔接电源正极或高电位端, 黑表笔接电源负极或低电位端, 使表笔与被测电路接触点接触稳定, 其电压数值可以在显示屏上直接读出。如显示屏显示“1”, 则说明量程较小, 应适当增大量程进行检查。如数值左侧出现“-”, 则说明表笔极性与电源极性相反, 此时黑表笔所接的是电源的负极。

3) 交流电压的测量。测量交流电压时, 应将档位旋钮至“V”处所需量程, 表笔插孔与测量直流电压时相同。测量方法与直流电压的测量方法相同, 但交流电压的测量无极性区别。

4) 直流电流的测量。将黑表笔插入“COM”孔, 如测量小于200mA的电流, 可将红表笔插入“200mA”插孔, 然后把档位旋钮旋至直流200mA档。如测量大于200mA的电流, 可将红表笔插入“10A”档。

将万用表串联在电路中, 此时显示屏上的数值即被测电路中的直流值。如显示“1”, 应加大量程; 如显示数字左侧出现“-”, 则说明电流由红表笔流出万用表。

5) 交流电压的测。交流电压的测量与直流电压的测量方法基本相同, 不同的是测量交流电压时, 档位要调至交流档。

6) “ \rightarrow ”档的使用。该档用来测量二极管和电路通断情况。对于二极管的测