

QRP 套件制作要领

荣新华 BD6CR

QRP 套件的制作是 QRP 活动（小功率业余无线电通信活动）的重要内容之一，也是业余无线电活动重要的乐趣来源。使用亲自制作的 QRP 电台成功进行业余无线电通信是一件值得自豪的事。在业余无线电活动活跃的一些西方国家，有一些爱好者成立了 QRP 套件公司，专门向 QRP 爱好者提供套件。套件制作（Kit Building）相应地成为许多 QRP 爱好者钟爱的项目。本次活动的配套套件 Ezkit D-10 就是一种中等难度的 QRP 套件。

QRP 套件的构成

一个完整的 QRP 套件一般包括印刷电路板、所有电子元件、机壳和五金件、套件安装说明书等。

QRP 套件中的印刷电路板通常是穿孔安装的双面板。双面板由元件层（顶层）和焊接层（底层）构成。元件层上通常有印字（丝印层），印字标明了元件的外形、标号、引脚的排列（元件的极性）等信息。元件则从元件层通过焊盘插向焊接层，在焊接层进行焊接。在双面板上，除了焊盘，还有一种孔称为过孔（金属化孔），用于顶层和底层间走线的电气连接，不用于焊接元件。其实大多数焊盘都是多层焊盘，也起到过孔的作用。在电路板的四周通常有 4 个大孔，称为安装孔，用于把电路板安装固定到机壳内。电路板上除了一般的走线外，通常还会见到大面积接地，大面积接地通常应与电源负相连，并通过安装螺丝连接金属机壳，使机壳起到屏蔽的作用。

电子元件一般分两个部分，电路板元件和面板元件。电路板元件通常有电阻、电容、电感、变压器、二极管、三极管、集成电路等。面板元件通常包括电位器、插座、开关、仪表等。

机壳和五金件用于面板元件和电路板的固定。

套件安装说明书的主要内容一般包括电路框图、原理图、印刷电路板图、电路工作原理介绍、元件清单和识别方法、详细安装步骤、详细调试方法（包括电路的调试数据，如测试点的参考电压等信息）、套件的使用方法、常见问题的解决方法等。

QRP 套件安装步骤

尽管每个爱好者都迫不及待地希望尽快使 QRP 套件工作起来，但是过于急进往往意味着失败。如果有人告诉你他用三个小时做好了一个套件，那他是侥幸的冒险者。对于初学者来说，不管电路看起来有多简单，耐心下来，按照下面的步骤一步步做能有效提高制作成功率。

拿到套件的第一件事不是热电烙铁，而是仔细阅读说明书。第一遍浏览说明书的结构，看看内容是否完整，是不是有的内容过于简单，大概看看可能的疑惑会在哪里，需要作什么

准备（包括准备什么调试设备、需要什么制作基础），如果没有准备好，应立即作准备，比如，如觉得自己的焊接技术不过关，可以找一块废电路板进行焊接练习。第二遍根据电路原理图和电路工作原理介绍理解电路是怎么工作的，掌握各电路模块之间的逻辑关系，熟悉信号的走向，如说明书中没有给出电路框图，应自己画一个出来备用。

第二是元件的识别、检查和测试。良好组织的套件会将元件分类，如果你的套件各种元件混在一起，也不要担心。找出说明书中元件清单和识别方法的部分，首先将元件分类，对元件一一识别，然后确认套件中包含清单中所有元件，如果缺少，应立即联系套件提供商或自己想办法补齐，接着用手头的仪表（最基本的是万用表）一一检测元件是否正常，关键元件（如谐振回路元件）的参数是否有严重偏离，找准元件的引脚排列和极性，特别是找对三极管的引脚排列。一般套件中出现元件质量问题的情况不太多，但是只要一个元件质量不过关就可能造成整个电路不工作甚至导致其它元件损坏，另外焊前检测比焊后在线检测要准确得多，也不用拆焊元件。多次拆焊元件容易引起电路板损坏。

第三是制订电路模块的安装次序。一种被广泛接受并被验证为有效的安装方法是模块化安装方法，也就是说分模块安装电子元件，然后进行必要的测试，确保该模块工作基本正常后才进行下一个模块的安装。这种安装方法要求制订合理的安装次序，一般的次序是电源部分、收发切换和其它共用部分、接收的本振、接收的低频放大和滤波部分、接收的差拍混频部分、接收的中频放大和滤波部分（如有）、接收的混频部分（如有）、接收的高频部分、天线的滤波器部分、接收的其它附加电路、发射信号产生部分、发射信号混频器、发射信号的缓冲、驱动、功率放大器部分、其它附加电路。总的原则是先安装共用支撑部分，后分级安装接收和发射部分，归根结底是为了方便每一步的模块测试。

第四是焊接工具的准备。至少要准备 25W 左右电烙铁一支、用于清洁烙铁头的湿海绵（或湿布）一块、0.8mm 或 1mm 的焊锡丝若干、镊子一把、剪线钳一把、吸锡器一支（拆焊时配合烙铁吸去焊盘孔中残留的焊锡，方便再次安装元件）。由于是套件安装，我们不推荐用烙铁先吃锡再焊接的方法。目前电子元件引脚的可焊性一般都很好，不用事先处理，但是如元件被氧化严重，则应事先刮去氧化层并上锡。焊接元件第一步是插入元件，让元件尽量贴近电路板（尽可能把元件引脚留短），把元件引脚在焊接面弯折大约 45 度，这样翻过电路板焊接时元件不会掉离。第二步，把烙铁头同时加热焊盘和元件引脚大约 2 秒（要稍用力），点上适量的焊锡丝，待焊锡充分覆盖焊盘，形成一个漂亮的圆锥后迅速将焊锡丝撤去，接着撤去电烙铁。第三步，待焊锡冷却后用剪线钳剪去多余的元件引脚。电烙铁加热的时间不要超过 5 秒，如一次无法焊接好，可稍等待冷却后再进行修补。拆焊元件时应同时加热元件的所有引脚，然后用镊子拔出，如引脚比较多，可借助于吸锡器。拆焊元件切忌用力过猛，以免引起元件机械损坏。

第五是元件的焊接。参考说明书上的推荐的安装步骤或采用自己制订的安装次序分模块安装元件。在每个模块的安装过程中，应注意从低到高的安装次序，首先安装卧式的电阻，然后是瓷片电容，再是二极管、三极管等。安装过程中要再次确认有极性元件的引脚排列。安装完毕检查是否存在短路，然后进行模块测试，这要求制作者对各模块的功能和各信号走向有深刻的了解，因此前面的电路分析是非常必要的。有的时候为了进行模块的测试，可能会另外添加一些元件或另外输入测试信号，因为有些模块是互相关联的，单一模块可能无法发挥其应有功能。

第六是电路的整体加电调试（Smoke Test）。要求我们事先仔细阅读说明书上关于电路调试的部分，准备好所有的调试设备和仪器。用导线暂时连接好所有面板安装的元件，天线端一定要连接 50 欧姆假负载。在加电以前再次详细检查电路板，确认不存在短路，确认电源极性正确后加电。开始用较低的电压（如正常电压的 60%），确认没有元件严重发烫等异常情况慢慢加压到正常。按照调试步骤一一确认电路是否正常工作，这个过程中要随时监

测整体电流和元件严重发烫等状况，一旦发现应立即断开电源。初步调试通过后，要进行至少 24 小时的考机，以便观测电路的长期特性。特别是发射的功率放大器部分，要确保长时间（如连续半小时）间歇发射无热跑脱（Thermal Runaway）现象，即由于过热导致三极管增益增加，而增益增加会消耗更多电流，更加过热，最终导致管子烧毁。

第七是机壳的安装。把调试完成的电路板用螺丝固定在机壳内，安装好所有面板元件，电路板与面板元件间用导线作永久性焊接。天线插座的连接应采用同轴电缆。其它导线的走线要遵循弱信号与弱信号线一起，强信号与强信号一起，输入与输出远离的原则，以免造成互相干扰甚至自激。要将电路板的地与机壳妥善连接，以便良好屏蔽。

第八是 QRP 电台的架设与实际使用。实践是检验真理的唯一标准。把制作完成的 QRP 套件用于实际的业余无线电通信，让对方评价你机器的实际效果，并充分接受对你的赞美吧！为此，你可能需要专门架设一副谐振在工作频率的天线，或者用天线调谐器将不谐振的天线匹配到你的 QRP 机器。注意，反射功率过大（驻波比过大）的天线可能引起发射管的损坏。

第九是回顾总结。总结通过这个套件制作过程得到的收获，回想碰到困难并解决困难的过程。另外，一个套件的电路往往存在可以改进的地方，试着动手作一些小改进？这个过程可以使我们的技能获得很大的提高。

如果你不够幸运

一帆风顺的套件制作是可能的，但未必是最好的结果，因为你将失去许多宝贵的调试经验。如果你不够幸运，未能一次成功，甚至在 Smoke Test 中烧出很多 Smoke（烟），也不用慌张。

参阅说明书中常见问题的解决方法部分，检查自己的板子是否存在同样的问题。根据经验，造成失败的 80% 的可能是存在虚焊或短路，因此在怀疑元件损坏前再次用放大镜检查焊点质量，对存在怀疑的焊点一一补焊。另外的常见问题是有极性元件（特别是三极管或场效应管）的引脚装反，电源极性加反，这些问题很容易造成元件损坏或冒烟。用万用表在线检查各引脚电压是否正常，然后再考虑拆焊。

如果没有发射功率，未必是故障。当末级放大器为 C 类或 D 类放大器，而推动级又送不出足够的功率，末级可能不工作而没有发射功率。应调整前级的选频回路，并把驱动功率调节电位器（如有）调到最大。为了确定在哪一级出的故障，我常用收音机（甚至收音机）听每级的输出信号。还有一种方法是用万用表量推动和功放管发射极的负压，如果有负压，说明有一定的高频功率。

如果接收的灵敏度不够高，可找个信号发生器从高频到低频部分逐一调整选频回路。本振幅度过小也可能造成该问题。如没有信号发生器，可以自己用晶体搭一个振荡器或者使用收音机的本振泄漏信号。

如果发现整机电流过分偏大，元件烫手，接收时存在啸叫，则可能存在自激。首先要检查退耦元件，包括高频退耦电容（一般是 103 瓷片电容）、低频退耦电容、高频扼流圈是否正常。然后用一个电容在信号通路上逐一对地短接，找出造成自激的电路级，然后再想办法解决。如果有必要，可以考虑对关键电路级加屏蔽罩等方法。

当你束手无策时，你可以：

- 向套件电路设计者请求帮助
- 与其他套件制作者讨论
- 找更好的仪器帮助调试
- 找当地的高手帮忙
- 或者通过因特网向“火腿”们寻求帮助，如 chinaham-tech 邮件列表，订阅方法是

向 chinaham-tech-subscribe@hellocq.net 发一个空邮件，或者哈罗 CQ 论坛的 QRP 与 DIY 版，地址是 <http://www.hellocq.net/forum/forumdisplay.php?s=&forumid=8>。

结束语

本文从总体上给出了 QRP 电台套件制作的一些要领，实际制作过程中碰到的问题可能千奇百怪，不尽相同。QRP 套件制作与其它电子制作一样，是一个渐进的过程。开始阶段碰到一些困难甚至经历失败并不可怕，每个高手都曾经失败过，但是只要不轻言放弃，坚持下去，相信你很快也能成为一位高手。