

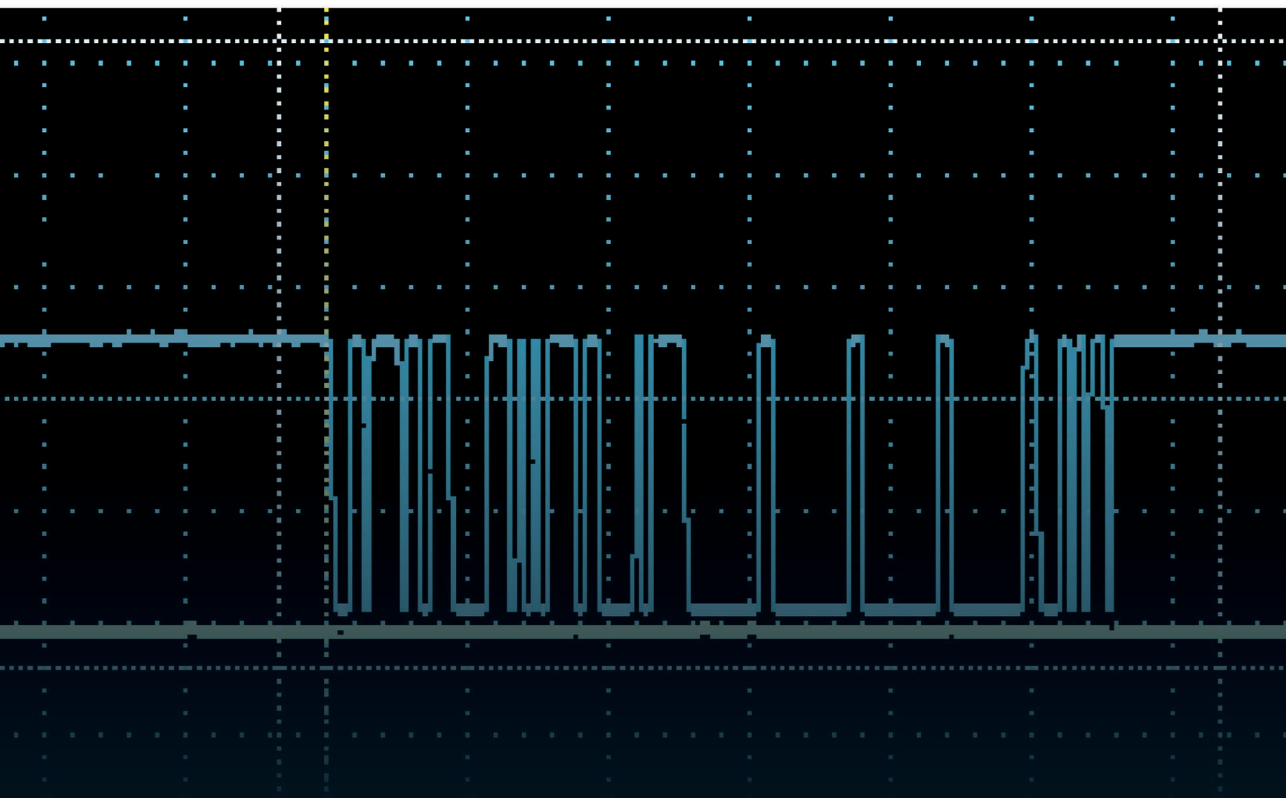


内容全面 权威性高 实例经典

用思维导图

学汽车示波器的使用

杨增雨 主编



辽宁科学技术出版社



杨增雨

从事汽车维修行业 30 余年

河北省辛集市明雨轿车维修站经理

在专业杂志上发表过多篇技术文章

《汽车维修技师》杂志资深作者

曾出版《轿车电气维修案例精选》《用思维导图学汽车万用表》《用思维导图学尾气分析仪使用》《70图讲透汽车电子电路》等图书

2017 年第二届全国汽车诊断师大赛总决赛第 5 名

用思维导图学修车第一人

用思维导图学汽车示波器的使用

杨增雨 主编

辽宁科学技术出版社

· 沈 阳 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

用思维导图学汽车示波器的使用 / 杨增雨主编. — 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2019.11

ISBN 978-7-5591-1242-2

I. ①用… II. ①杨… III. ①汽车—示波器—使用方法 IV. ①U467

中国版本图书馆CIP数据核字 (2019) 第142546号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路25号 邮编: 110003)

印刷者: 辽宁新华印务有限公司

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 165mm × 235mm

印 张: 20

字 数: 300千字

出版时间: 2019年11月第1版

印刷时间: 2019年11月第1次印刷

责任编辑: 吕焕亮

封面设计: 刘克江

责任校对: 李 霞

书 号: ISBN 978-7-5591-1242-2

定 价: 138.00 元 (赠光盘)

编辑热线: 024-23284373

邮购热线: 024-23284626

序——我与汽车示波器的故事

我是从 1998 年开始使用汽车示波器的，当时在北京理工大学参加了汽车新技术培训后，买了一台福禄克 98 型示波器，用于汽车电控系统故障诊断。记得那时，听朱军老师讲课，做课前统计，全国参加培训的到场人员有 300 多人，只有三家修理厂有示波器，很幸运的是其中有我们一家。

时间到了 2019 年的今天，也实在没有想到，20 多年过去了，我还在用示波器排除故障，并且，几个月之前，在北京给大家做培训时发现，大多数修理厂仍然还没有示波器。

示波器为什么还没有普及？示波器是一台很好用的设备，并且极大地提高了维修工作中的诊断效率。还有些修理厂有示波器，但不会用，让它躺在库房里“睡觉”，这太浪费了吧！更多的人则是感觉它很神秘，怕买了不会用。

在朱军老师的课堂上，他问我：“你用示波器的感受是什么？”

我回答说：“我用示波器排除了一辆丰田佳美的点火系统故障，故障原因是火花塞间隙过大。我换完火花塞后，用示波器检测点火次级波形，发现击穿电压明显变低了。以前我修车只用万用表，没有办法去检测高压及瞬间变化的信号。用示波器后，对自己的维修是否有效，有了明确的判断结果。”

在后来的工作中发现，其实更大的收获并不仅仅是在提高诊断效率上，而是加深了自己对汽车电子控制系统的理解。为什么这样说呢？因为如果没有示波器理论，光凭想象，永远无法理解信号到底是怎样变化的；仅仅了解，有时是无法掌握真正的技能。当条件不具备时，我们只能低效率地去猜想、去排除，这样我们所浪费在诊断上的时间与代价，远远超过示波器的价值。示波器为我

们带来的不仅是眼前效率的提高，更重要的是让我们养成用理论去分析故障，再做出科学判断的工作习惯。

示波器一点都不神秘，只要我们用心学，一定能学会，但肯定需要一个过程。对于我们大家来讲，如果没有人教的话，这个过程可能是比较难的一件事。因为我们在职的维修人员已经形成了自己的工作习惯，在使用示波器的初期，往往不会提高效率，而会“降低效率”，但这只是暂时的。就像我们学习打字一样，如果你想高效，就下定决心练会五笔，花几个月的时间学会了，一辈子受益。现在离了电脑，叫电脑盲。而我们维修人员，离了电脑就等于被技术时代淘汰。因为现在的汽车技术不仅是原来的信息量了，各种资料的信息量爆炸式增长，我们如果不会利用电脑来学习、工作，很快就会被淘汰。

学习示波器不需要太多的高深知识，需要的仅仅是我们初中物理知识，再加上你的用心就可以学会，并且可以极大地提高工作效率。还不快点来学习示波器的使用，难道你真的不想实现技术梦想了吗？

目前市场上，我们看到的关于汽车维修的书中，很少有关于示波器的，即使有，也是原来旧书的翻版，没有多少新的内容。因为我所在的县级市，我所接触到的车型，跟现在市面上的高级、新型轿车相比，车型落后，自己也感觉写出来的东西怕不能解决维修中遇到的问题。后来发现，这个担心是不必要的，因为示波器解决的问题是不分新旧车型的，因为越是新车型，应用的电子控制技术越多，越需要用示波器来诊断。

为了避免把书写成高难的纯理论教材，我们收集了大量的实际维修案例，通过案例了解示波器的实用性，可以让你能看进去，进而看得懂。借助思维导图这个思维工具的帮助，可以让你在书中任意“畅游”，都能清晰知道自己学习的进度。形象地比喻一下，你头脑当中的技术就是一棵树，这棵树的每一片叶子就是一个知识点、技能点，树枝和树叶的多少就是技术人员之间的差异。

我想通过这种创新的写作方式，让看起来高深莫测的示波器普及到每一个修理厂，用思维导图来学习示波器的使用是一种好方法。因为思维导图本来就是以图形的形式思考问题，而示波器也是以图形的形式分析故障。这样是不是

能够让一些内容更好理解，加上色彩后是不是能更强烈地刺激我们的大脑，达到快速、高效地掌握这门技术，达到深入理解电子控制系统工作原理的目的。

本书在编写的过程中，得到邓忠、高杰山、杨国兴老师的指点，在此表示感谢！另外，参与编写的人员还有高玉良、梁雅琪、吴翔宇、李达、魏佳宜、梁博郡、董腾达、刘科委、穆伟业、吴泽美、罗小朝、冯亚恩、陈曦村、杨增霄、崔曙光、张兰允、张冬雪、张建显、冯向前、魏欢欢、李晓、冯琛、王艳、李展、杨爽、梁涛、魏强、高少峰、温朋达、钱友旭、王阳、李少锋、张兰须、赵昌建、刘丰、郭宗晓、温朋睦、郑子夺、谢宇航、李梦霖、马成帅、张彤、杨云喆、董金政、赵佳乐、李锦焯。书中通过大量的案例和视频，为你讲解、演示用示波器排除故障的思路与方法，其中的案例全部为原创，这是一笔非常宝贵的财富，我愿拿出来与你分享！

本书共收集大约 240 张图片，其中思维导图约 60 张，示波器典型故障波形图约 140 张以及其他实物照片。

每张导图都记录着一次思维路径，每张波形图代表一个典型故障。

图 1 是用思维导图做出的本书大纲。

杨增雨

2019 年 3 月 29 日



图 1

目 录

1 认识示波器	1
1.1 打开从万用表到示波器的大门	1
1.2 认识汽车专用示波器	3
1.3 示波器的工作原理	5
1.4 通过面板与示波器进行交流互动	7
1.5 如何快速掌握示波器的使用?	11
1.6 想乘凉先栽树——时间、频率和周期	24
1.7 专业示波器使用前的设置	27
1.8 直接测量和间接感应测量	31
1.9 把精彩瞬间留下——波形存储数据的处理和输出	35
1.10 使用示波器的 20 条注意事项	36
2 电子元件的检测要点	39
2.1 汽车电气元件的分类	39
2.2 电阻型元件	44
2.3 电感型元件的特性与示波器的测量要点	46
2.4 电容型元件	50
2.5 用示波器检测供电元件	54
2.6 半导体元件的检测要点	56
2.7 电化学传感器的检测要点	59

3 用示波器诊断车身故障	63
3.1 如何用示波器诊断充电系统故障?	63
3.2 如何用示波器诊断蓄电池电流传感器?	67
3.3 如何用示波器诊断 ABS 系统故障?	69
3.4 如何用示波器诊断空调压力传感器故障?	72
3.5 如何用示波器诊断空调外界温度传感器故障?	75
3.6 如何用示波器诊断超声波距离传感器故障?	79
3.7 如何用示波器诊断车速传感器故障?	83
3.8 如何用示波器诊断车速表不走故障?	86
3.9 如何用示波器诊断水温传感器故障?	93
3.10 如何用示波器诊断机油液位传感器故障?	96
3.11 如何用示波器诊断汽油油位传感器故障?	97
4 用示波器检测发动机电控系统传感器	101
4.1 与解码器配合检测空气流量传感器	101
4.2 如何用示波器检测进气压力传感器?	103
4.3 如何用示波器检测节气门位置传感器?	106
4.4 如何用示波器检测水温传感器?	108
4.5 如何用示波器检测曲轴位置传感器?	115
4.6 如何用示波器检测氧传感器?	120
4.7 如何用示波器检测爆震传感器?	123
4.8 如何用示波器检测加速踏板位置传感器?	126
4.9 发动机电控系统正时信号三要素	129
4.10 如何用示波器检测凸轮轴位置传感器?	134
5 用示波器检测执行器	138
5.1 用示波器诊断占空比调节怠速阀	138

5.2	喷油脉宽波形分析	140
5.3	点火线圈驱动形式分类	142
5.4	点火线圈初级波形分析	143
5.5	点火线圈次级波形分析	146
6	示波器检测电子控制单元案例	150
6.1	控制单元内部工作原理	150
6.2	电子控制单元的检测要点	151
6.3	大众速腾发动机不着车	152
6.4	捷达发动机电脑维修	155
6.5	尼桑骐达 ABS 电脑维修	159
6.6	尼桑 350Z 不着车	161
6.7	帕萨特 B5 发动机电脑损坏	169
6.8	桑塔纳新秀发动机电脑屡次损坏	171
6.9	长安悦翔 V7 发动机缺缸且冒蓝烟	174
6.10	别克君越前氧传感器加热电路故障	176
7	示波器应用实战 19 例	178
8	网络通信类故障	235
8.1	网络故障的基础知识	235
8.2	LIN 通信线的特点与故障处理	239
8.3	车辆通信系统发展史与不通信故障检测要点	243
8.4	网络拓扑图的学习	248
8.5	OBD 信号监听器	252
8.6	雪佛兰车系网络故障特点	255
8.7	终端电阻的概念及应用	258

8.8	2012 年马自达 6 左前门电动玻璃开关无法控制其他门	261
8.9	2017 年福睿斯倾翻后不着车	264
8.10	汽车电控系统网络故障总结	269
9	示波器的拓展应用	271
9.1	通过进气压力波形诊断发动机缺缸故障	271
9.2	用示波器判断发动机机械正时是否错位	273
9.3	用示波器诊断节温器是否正常	277
9.4	传感器模拟器与信号发生器	278
9.5	如何“看”到噪音在哪个位置?	281
9.6	超声波探头的检测与思考	286
10	总结	289
10.1	示波器测量时的接线方法	289
10.2	示波器的分类与技术参数	292
10.3	示波器使用中的常见问题	294
10.4	示波器使用进阶	297
10.5	汽车电子电路立体学习法	301
10.6	建立良好的工作习惯	303
10.7	软件引发的故障你注意到了没有?	305
10.8	让我们能看到“电”的第六感观	308

1 认识示波器

▶ 1.1 打开从万用表到示波器的大门

当你打开本书时，恭喜你打开了两扇大门，一扇是通往汽车电子电路维修的大门，另一扇是通往高效学习的大门——思维导图。我从事汽车维修 30 年了，其中汽车电子电路维修也将近 20 年了，自从有了示波器，就如长了一双火眼金睛一样，可以“看”到故障的本质，准确而高效地找到故障原因。

本书利用思维导图这种思维工具，为大家讲解 MT3500 型示波器在汽车电子电路维修中的应用。思维导图是一种思维工具，它可以提高我们的思维效率，对复杂的技术问题进行整理，使之更加清晰、有条理。我是全国用思维导图学修车第一人，在本书中大量应用思维导图对技术问题进行分析 and 总结。

刚开始接触电路维修工作，大家都是从万用表开始，通过万用表的使用，我们在大脑中建立了电压、电阻和电流的概念，我们排除电路故障要以欧姆定律为理论基础，进行检测、分析、判断，根据我们的判断进行相应维修，最后才能排除故障。随着经验不断的积累，不断加深对电路知识的理解，会逐步建立功率的概念。以上知识点基本就够用了。

汽车上的点火系统比较特殊，它是一种特殊的电路，它是利用电感储能，再通过变压器的升压作用，将 12V 的电压升到接近 10000V 的高压，在火花塞电极间放电，产生电火花点燃混合气，汽油在气缸内部的燃烧。从电路上讲，点火系统属于高压脉冲电路，由于高电压和快速变化这两个特点，万用表是无法直接测量点火系统故障的。

只有汽车专用示波器才能实现次级点火高压的测量。通过使用汽车示波器，可以让我们加深对“击穿”这种物理现象的理解，即“击穿”发生时先是一个能量积累的过程，当电压升高到足够高时才能击穿混合气，这个积累过程实际上涉及电容和电感两种电路原理。

示波器不仅仅可用来测量点火系统，还可以测量更多快速变化的电信号，比如喷油脉宽等。虽然解码器的数据流中，也有喷油脉宽的显示数据，但它的刷新速度比较慢，并且是经过发动机电脑计算后输出的，所以有时会与实际值存在一定误差。如果想要精确测量，只有示波器才能完成这方面的工作。

“电”是看不见摸不着的，但有了万用表，可以让我们间接意识到电的存在，这种感受是要不断地想象，但电的快速变化没有办法通过万用表“看”到。对于复杂的电子信号，只有示波器可以让我们直观“看”到电信号，并且属于“火眼金睛”，无论变化多么快的信号，它都能进行识别。新型数据存储示波器还具有神奇的“定身法”，它可以将瞬息万变的电信号“冻结”，让时间“凝固”，这样我们可以慢慢进行分析，这就是数字示波器的功能之一——冻结图像。

经常使用示波器，有利于提高诊断效率和诊断准确性。示波器不但可以看到快速变化的电信号，还可以加深对数据的理解。经验和理论相互验证与促进，如果我们仅使用万用表而不使用示波器，对于汽车电子电路中快速变化的信号，就不能准确理解，更不能科学分析相关故障。因为快速变化的信号与普通电路的工作规律有很大的区别，这些检测和分析故障的技能，只能建立在实践的基础上，才能掌握。

通过示波器的使用，可以让大脑的思维得到拓展，将知识通过实践得到验证，同时总结多次工作实践可以得到宝贵的经验，再通过经验可以进一步加深对理论知识的理解。有时复杂的问题是要经过好几个轮回。示波器使用起来给我们带来的最大好处就是通过分析波形，让电信号以形象化进行思维，这样既轻松，又快捷，实现对复杂电路的检测与分析。将以上内容用思维导图加以总结，如图 1-1 所示。



图 1-1

▶ 1.2 认识汽车专用示波器

示波器本来不分汽车专用示波器，所谓专用示波器其实是带“傻瓜”菜单的示波器。示波器在使用时跟万用表一样，需要根据被测量的电信号的电压和频率做一个估算，然后选择合适的量程。而一般汽车维修人员不具备电子电路维修人员的专业程度，在某些测量项目中设置示波器有一定难度。为了方便汽车维修人员，汽车专用示波器专门设计了用于汽车电子信号检测的快捷菜单，具备这种功能的示波器就是汽车专用示波器。

我们先来认识示波器，如 MT3500 型汽车专用示波器，如图 1-2 所示。

我们检测人员想测量汽车上的电子信号，比如测量喷油脉宽，通过示波器上的菜单可以进入设置，进入到纵向每格电压为 10V、横向每格时间为 2ms，这样的设置适合大多数车辆的喷油脉宽检测，可以看到比较合适的波形。如果你熟练掌握了相关的计算，那也可以直接进入示波器的菜单，自己动手选择合适的量程。

示波器之所以能让我们看到电子信号的波形，它的工作原理是怎样的？我们掌握示波器的使用前，一定要先掌握万用表的使用，这样在万用表使用的基



图 1-2

础上，理解时间与频率的概念，才能更快地接受示波器的基本理论。

万用表只能显示当前的电压值，随时间连续快速变化的电子信号无法用万用表来精确检测，万用表的检测速度仅为每秒 1 次。

示波器的工作原理就是把电压信号变成一个点一个点的图像，再在时间轴上进行连接，将电压和时基设置好以后，这个屏幕就代表一段时间内信号的扫描窗口，通常电子信号的变化是有规律的重复变化，比如点火脉冲。我们要了解的是这个信号电压在时间轴上的变化规律，示波器可以快速地对被测量信号电压进行取样检测，然后连接成一条连续变化的曲线。也就是说，示波器由于其本身工作频率的限制，并不是达到连续检测信号，只是快到一定程度，对于我们来说就近似于连续变化了。

实际上，整个示波器的学习过程中，就是在我们大脑中建立快速变化的信号电压变化规律的图像，通过对信号电压曲线进行分析，得出一定的结果，来进行故障诊断。从理论上讲，需要的是交流电路的知识和电子电路的知识。

所有的电子电路几乎都由这 4 类元件组成：电阻、电容、电感和半导体。其他的一些元件数量非常少，比如晶体振荡元件等。所以，学习电子电路基础是学习示波器不可跨越的一个门槛。

什么是汽车专用示波器？它是一台能够专门用于汽车电子控制系统的专用

诊断设备，它可以为我们呈现快速变化的汽车电子信号电压变化曲线，并且可以记录下这些复杂的信号波形。

► 1.3 示波器的工作原理

说起示波器的工作原理，因为它是一套高深并且专业的知识，讲上十天半月的都讲不完。我们不是搞电子设计的，也没有必要从内部电子元件工作原理上进行学习，但是作为汽车维修人员，解决好奇心的方法就是动手拆，虽然搞不太明白，但可以了解其大致结构，了解一下与我们相关的使用方面的问题就可以了。

拆开示波器的外壳，我们看一下里面的结构，如图 1-3 所示。

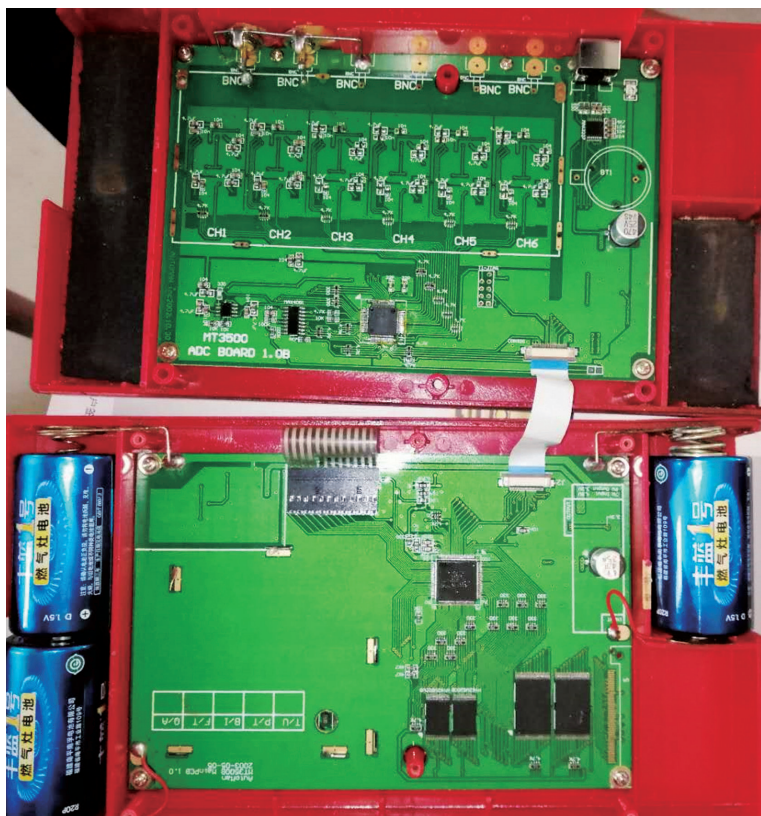


图 1-3