

LIMA

劉 成

Sales Engineer

S.Z.Mobile:136-8239-6505

MSN:szlima@hotmail.com

QQ:778174600

AVAGO 光耦一级代理商
TECHNOLOGIES

利瑪電子(新加坡)有限公司

Add:深圳市華強北電子科技大廈A座3908室

Tel:0755-8250 8350 Fax:0755-8836 4656

E-mail:lima@limaic.com

Website:www.limaic.com

Optocoupler
World



《变频器维修与应用》

最近维修一台三菱 A540-55K 变频器，是一位维修新手维修不好才拿到我们这里来，这台机本来是坏了一个模块，换好模块后，这位新手想测量驱动是否正常，把模块触发线拔掉，结果一通电就跳闸，检查后发现又烧掉一个模块！他想很久都弄不明白为什么会这样！原来 IGBT 模块的触发端在触发线拔掉后有可能留有少量电压，此时模块处于半导通状态，一通电就因短路而烧坏，GTR 模块没有这特性，才可这样测试！

我们维修不少三菱 A240-22K 变频器，都是坏模块！原因是保养不好，如散热器尘多堵塞、电路板太脏、散热硅脂失效等，这变频器的输出模块（PM100CSM120）是一体化模块，就是坏一路也要整个换掉，维修价格高！好的模块也难找！如果你的变频器还没坏，则要多加小心保养！特别是这几天天气炎热！

最近维修一台安川 616G5-55KW 变频器，损坏严重，其原来是有一个快熔断了（三相各有一个快熔），电工可能是没有经验，没有检查模块是否有问题，又一时找不到快熔，就用一条铜线代替，开机后发出一声巨响，两个模块炸裂，吸收回路坏，推动板也无法维修，换新板，造成重大损失！按我们经验，如果快熔断则模块大多有问题，但模块坏快熔不一定断！铜线代替快熔的做法我们已见过不少次！

我们发现经常有人在把三菱 A240-5.5KW 变频器换成 A540-5.5KW 时把 A540-5.5KW“N”线接地！一送电变频器就发出巨响！变频器损坏严重！一方面是 A540-5.5KW 的“N”线与 A240-5.5KW 变频器的地线的位置相似！

利瑪電子: AVAGO 光耦
一级代理商

有的电工没看清楚就把地线接上去；有的电工则误认为“N”线就是地线！请三菱变频器用户小心接线！（广州通达变频器元配件及维修中心 <http://LCF680707.ebigchina.com> 020-88281886.中文网址“广州通达变频器”）

很多人打来电话问到外观一样的模块怎样测出其电流的大小，其实很简单，只要用电容表，测出模块 G-E 或 C-E 结的电容量，电流大的电容量也大！注意要在同类型的模块中比较！

有一位电工打来电话，说他在给变频器试机时发现变频器输出电压有 1000 多伏（输入 380V），问是否是变频器故障？是否会烧电机？他还不明白变频器只会降压，不会升压！！原来他是用数字万用表测量，由于变频器输出电压是高频载波，普通没防干扰的数字表在这里测量是很不准！

有此粗心的电工在给三菱 A540 变频器的辅助电源（R1、T1）接线时没有拿掉短接片，结果在把变频器烧掉后还弄不明白其道理，原来当短接片没拿掉时，变频器内部 R 与 R1、T 与 T1 是已连在一起，电工以为从 R、T 引来两条线没有分别，结果把 R 接到 S1、T 接到 R1，造成相间短路，由于 R 与 R1、T 与 T1 的连线是通过电源板的中间层，结果把电源板烧掉，爆开成两层！一般情况下没必要接辅助电源（R1、T1）！

有的维修新手在维修变频器时不懂利用假负载，一当驱动有故障，烧掉模块后就说模块质量不好！假负载就是用一个几百欧的电阻（电灯泡也可以），串在主回路上，如有快熔就把它拿掉，装上电阻；没有快熔则可在主回上任何地方断开，串上这电阻！这个电阻起到限流作用，当模块有短路时也不会把模块烧掉，等开机后测量变频器输出正常，才把这假负载撤掉！！

很多工厂供电是发电机发电，当发电机有故障时，输出高压电常把变频器及电子仪器烧坏！这种情况是我们经常见过的，去年深圳就有一家拉丝厂一次就坏了二十几台 30KW 变频器，停产十几天，造成重大损失，工厂在发电机搞了很多保护方法可效果不太明显！后来我们想了一个被动的保护方法，就是在变频器或仪器的输入端的空气开关上加了压敏电阻（380V 用 821K，220V 471K），这样当有高压电时压敏就会短路，空气开关跳闸，保护了

变频器，变频器故障率大大减小，压敏电阻很便宜，这个方法可说是花小钱办大事！

并联（三相是三角接法）的压敏电阻瓦数大小没有严格要求，输入电流大的则选取的压敏电阻相对大一点（或几个并联）！当压敏电阻发生作用时它是完全短路！这时也要求你的空气开关质量好，反应快！保护电流也不要太大！接的地方当然是空气开关的输出端！

今天有的朋友打来电话，说到压敏电阻问题，他问到有的变频器里面输入端也有压敏电阻，也应该有保护作用！但根据我们修过的变频器的实际情况来看，轻伤的就只烧断电路板的铜线，重伤的就烧坏整流模块，开关电源，CPU 板，电容，造成重伤的原因可能是当压敏电阻短路爆炸时它的金属碎片到处飞；爆炸时发出强大的静电及电磁波（很象雷击）；烧断电路板的铜线使空气开关不动作。所以在变频器外面另加压敏电阻情况就好很多！

顺德一家针织厂的一个电工被老板加奖 2000 元，原因就是受到我们的启示，用压敏电阻保住很多变频器及针织机械的电子板！可见效果是明显的！！

有的人买模块时要求型号一字不差！其实完全没必要这样，如模块 7MBR25NF-120 与 7MBR25NE-120 的参数是一样的，前者只多了四个定位脚！由于 IGBT 模块的驱动是电压控制，有更好的互换性，只要耐压、电流参数一样，不同型号的 IGBT 模块很多是可互换！有的安装尺寸不同的还可另钻孔！GTR 模块则还需要考虑其放大倍数，互换性差一点！我们维修变频器那么便宜就是充分利用模块的互换性，避开用市场上热销的模块，不然模块价格高或难找到！

怎样选购模块：维修变频器，判定模块的质量也是关键！首先你要看模块是否被拆开过（看外观痕迹），现在有很多模块是维修过的，参数正常但质量很差！耐压值是最重要的参数，可用耐压表测量，输入 380V 的变频

器的输出模块耐压值要大于 1000V, 220V 则要 600V! 电流则可用电容表来比较判定大小! IGBT 模块还可以用指针式万用表 10K 档检测其是否能动作, 用指针 (黑—红) 去触发模块的 G—E, 可使模块 C—E 导通, 当 G—E 短接时则 C—E 关闭! 这方法是最简单最基本的测量方法, 是维修新手可以做到的, 专业的可不是这样测量! (广州通达变频器元配件及维修中心 <http://LCF680707.ebigchina.com> 020-88281886)

不少人维修变频器更换的模块没几天又坏掉, 弄不清原因就拿到我们这里来, 原来是有的螺丝没拧紧! 看起来好象是小事, 但对变频器却是致命的! 我们发现, 有很多变频器当装在有震动的设备上 (如工业洗衣机、机床等) 运行一段时间后, 其主回路的连接螺丝和模块的紧固螺丝容易松动, 此时最先损坏一般是模块, 如果换了模块后没有紧固其它螺丝, 则模块很快坏掉, 就埋怨模块质量不好! 也特别强调不要把变频器装在有震动的设备上, 不然多好的变频器可能很快就坏了!

我们经常看到有的维修高手过于自信, 维修变频器不用假负载, 觉得太麻烦, 结果还是有烧模块的可能! 如果用假负载, 几乎可做到万无一失! 除非你买的是假模块!!

很多人搞不清富士 G9-5.5KW 变频器整流模块 CVM40CD120 的结构, 在这里简单说一下:

整流部分: R、S、T、A (+)、N- (-)

充电可控硅: A、P1、Gth (触发)

制动管: DB、N-、G7 (触发); DB、B+ 是其续流二极管

电源开关管: D8、S8、G8

热敏电阻: Th1、Th2

山肯 MF 系列有一个通病, 就是有时会显示“Erc”故障, 这时可进行下列操作: 打开参数 90, 写入“7831”, 这时变频器显示“PASS”, 写入“变频器容量数”, 再把参数恢复出厂值 (参数 36=1)!

变频器容量数：2.2KW - 23 3.7KW-24 7.5KW-26

15KW-28 22KW-30 30KW-31

45KW-33 75KW-35 110KW-37

其它功率类推！

有的人为了提高电机的转矩，常把变频器的转矩提升参数（或最低输出电压）调到很高！这样变频器的启动电流会很大，经常跳“过流”，也容易损坏模块！转矩提升应适当，可慢慢调上去并观察电流大小，负载大的最好用“矢量控制”，这时变频器能自动地输出最大转矩，变频器要进行“调谐（自学习）”，但真正有此功能的变频器并不多！更不能调低基本频率，国内电机设计基本频率是 50HZ，当变频器的基本频率调小后，虽然可提高转矩，但电流急升，对变频器及电机都会造成伤害！！

有的人没有给变频器的电源输入端安装空气开关，一当模块损坏，则电路板烧毁严重！甚至无法维修！特别是变频器里面不带熔断器的几个品牌更是这样！熔断器的电流也不能选太大！质量要好一点！

富士 G9 变频器 3.7KW-7.5KW 有一个共同的问题:其散热风扇功率大,转速高,当在尘多的工作环境中寿命会比较短!当风扇坏了以后变频器也不会马上跳“过热”保护（可能是保护温度值设置太高）,这时整个变频器的内部温度很高，使到驱动电路及电源电路的小电容容易老化，通常是开关电源最先停止工作！变频器没有显示！！这时候应把风扇及电源电路的二个小电容换掉就可以使变频器恢复正常！最好也把驱动电路的电容也换掉！！

由于变频器是相对比较贵重的设备，不同牌子的价格差别又大，故障率又高，所以有的人在选购变频器时大伤脑筋！我们认为，当变频器是否正常运行对你的生产影响很大；当你的配套设备是卖到很远的地方；当你不想经常给机修工找麻烦！你还是用性能好的、价格高的名牌变频器！但也并非所有名牌都适合你使用！有的名牌变频器很娇气(怕湿、怕尘)，要有好的环境才有好的质量！如果你的电机运行比较平稳，不用急停车，负载轻，

电源电压稳定，变频器工作环境好，有故障也不影响生产，两年内坏包换新机，维修服务部又近，为了节省开支，你不妨考虑买一台价格比较低，名气过得去的变频器！

有的人在调试变频器时没有顾及变频器的“感受”！只根据生产需要把加减速时间调至 1 秒以下，变频器经常坏,当加速太快时，电机电流大，性能好的变频器会自动限制输出电流，延长加速时间，性能差的变频器会因为电流大而减小寿命！加速时间最好不少于 2 秒。当减速太快时，变频器在停车时会受电机反电动势冲击，模块也容易损坏！电机要急停的最好用上刹车单元，不然就延长减速时间或采用自由停车方式，特别是惯性非常大的大风机，减速时间一般要几分钟！

最近有两个工厂各坏一台 75KW 变频器，都是坏一个模块，可有一台模块的价格只有 1300 元（整台机共 6 个模块），可另一台的模块报价是 23000 元（一体化模块），所以购买变频器时你必须考虑以后维修的问题！

经常发现有的人买模块回去自己修变频器时没有在模块底面涂上散热硅胶，这样模块的热量不能很好传给散热器，会因温度太高而烧毁！更不能涂麦乳胶（有的人是这样做），其作用相反！

不少人维修变频器更换的模块没几天又坏掉，弄不清原因就拿到我们这里来，原来是有的螺丝没拧紧！看起来好象是小事，但对变频器却是致命的！我们发现，有很多变频器当装在有震动的设备上（如工业洗衣机、机床等）运行一段时间后，其主回路的连接螺丝和模块的紧固螺丝容易松动，此时最先损坏一般是模块，如果换了模块后没有紧固其它螺丝，则模块很快坏掉，就埋怨模块质量不好！也特别强调不要把变频器装在有震动的设备上，不然多好的变频器可能很快就坏了！

有的人为了提高电机的转矩，常把变频器的转矩提升参数（或最低输出电压）调到很高！这样变频器的启动电流会很大，经常跳“过流”，也容易损坏模块！转矩提升应适当，可慢慢调上去并观察电流大小，负载大的最好用“矢量控制”，这时变频器能自动地输出最大转矩，变频器要进行“调谐（自学习）”，但真正有此功能的变频器并

不多！更不能调低基本频率，国内电机设计基本频率是 50HZ，当变频器的基本频率调小后，虽然可提高转矩，但电流急升，对变频器及电机都会造成伤害！

我们的模块在卖出前是经严格测试！始终有一些不讲信用的人在把模块损坏后才要求退货，这是我们不能接受的！我们的退货条件是要求在装机前且在一个月之内！如果卖出的模块要我们保用，则要把变频器送给我们维修并收取合理的人工费！

如果你的车间同一个角落有很多变频器；如果你是啤酒厂、饮料厂（环境潮湿）；如果你是化工厂、陶瓷厂（尘多）；如果你是锅炉车间（温度高），你最好能把变频器安装在有空调的房间里，可以收到意想不到的效果，可大大降低变频器的故障率！大大延长变频器的寿命！

我们在维修大量变频器后发现变频器一个共同的特点，就是如果变频器的开关电源供电不是直接从主回路的滤波电容供给，而是从输入端就与主回路分开独立供给，如果电源是 380V 的则最好变压成 220V（整流）再供给开关电源，虽然这样变频器会复杂点，但其故障率会大大降低！因为很大部分变频器故障与开关电源有关系！当变频器在运行时其主回路直流电压很多时候是不稳定的，如果开关电源供电是从主回路的滤波电容供给时，开关电源就容易坏！希望变频器设计者能注意到这问题！

工厂的地线很少断，但断了以后没使人触电却烧毁了变频器！有一个啤酒厂同时损坏十几丹佛斯变频器，现象是主板接线端子出现强电打火，烧坏主板。经现场调查，是由于有一个电机漏电，工厂的地线也刚好生锈断掉，强电经变频器地线反串入变频器主板！地线对防雷也很重要，如果电工有空不妨请他检查一下地线是否快断了！

很多人打来电话，说维修变频器用假负载保住了他们不少模块，因为维修新手一般不知道这样做，现在电灯一亮就说明原来又要坏模块了，但假负载的接法也要注意几个问题：

1) 要接在电容与模块之间，不是接在整流与电容之间，因为电容放电就足以烧坏模块。

2) 当开关电源供电是经过快熔时（如富士 G9-11KW），就不能把假负载放在快熔上，不然送电后灯泡会亮，开关电源有时不工作！

3) 假负载也要接在直流电压检测点后面，这样当变频器输出不正常电灯亮时，变频器就不会跳“低压”，你才可检查是哪一路输出有故障！

很多人打来电话说想到我们这里学维修变频器，但我们觉得学维修变频器并不是一下子能学到的，只要你能把握几个要点，在长年累月中实践，多上来这里想信你也可学到不少东西！我们也会把知道的东西与大家在这里一起探讨！

最近好的二手模块比较难找！假货（或维修过的）却很多，特别是价格比较高的三菱、富士模块！

一体化变频器质量问题：现在有几个品牌的小功率变频器是一体化设计（输出模块、电源、推动电路固封在一起），这样只要模块有一点小故障也难以维修，换模块价格又很高（接近机价），所以只好报废！经常看到工厂的维修车间放着一大堆这样的变频器！所以希望变频器厂家在生产一体化变频器时更要关注其质量问题，充分考虑客户在使用变频器出现的各种不正常情况，对经常损坏的部分应提高其安全系数！要给代理商提供充足的配件以便能及时维修损坏的变频器！

从变频器的硬件可初步判断其性能：很多人搞不清变频器价格为什么差别这么大，就是同一个牌子也有各个型号价格差别也很大，其中硬件的差别是一个主要的原因，如有的 3.7KW 变频器用的是 25A 模块，有的只用 15A 模块；有的 11KW 用 75A 模块，有的只用 50A 模块（都是通用型变频器的比较），电容量也相应减少，主板、驱动板电路简单，保护功能少，变频器容易坏！对于一些运行平稳、负载轻、简单调速的电机，用那些材料缩水的变频器倒没关系；如果是用在负载重、速度变化快、经常急刹车的电机，那你最好就不要贪便宜，否则得不偿失！

关于变频供水“一拖几”要注意的几个问题：

1) 切换过程不能在变频器有输出时断开电机线，因为断开电感性负载时，其会产生反电动势高压，对变频器有冲击。而是让变频器惯性停车，变频器会马上停止输出再进行切换！更不能在变频器有输出时接上电机！

2) 不管是否在电机停下来才切换，切换电流有可能同样大（相位关系），所以大功率电机则最好是让其先停下来再用软启动器启动，等以后变频器相对便宜时可用“一拖一”形式，很多合资厂已把变频器当软启动器用！

3) 接触器经常动作，寿命短，如果触点打火或烧熔在一起，则容易损坏变频器，而且通常损坏严重！所以要用质量好的接触器。

由于多种原因，恒压供水的变频器故障率相对比较高，当我们维修好变频器，一般都要到现场检查一下其切换是否有问题，不然变频器可能很快又拿回来！

关于模块的容量问题:按理论计算,3.7KW的变频器用15A的模块就够了(控制性能好的变频器模块可用小一点的容量),问题是余量太小,当变频器有点过载就很容易坏模块(变频器都来不及保护),而且通常损坏严重,驱动板、整流模块都坏掉!所以有可能同一个牌子的变频器在一个厂很少坏,但在另一个厂却坏很多,就因为后者变频器负载比较重!

1)在什么情况下整流模块会炸:如果只坏整流的,通常是由于电源电压波动大,有瞬间高压输入到变频器,380V输入的变频器的整流模块耐压值一般是1600V,所以能把整流模块击穿的电压是很高的;另外当整流模块后面的负载(如滤波电容、输出模块)发生短路,由于电流太大也可烧坏整流模块,所以在变频器输入端装上空气开关是很有必要的!

2) 电容器出现问题会导致哪些故障:是指滤波电容吧!其容量变小会使变频器主回路直流电压不稳定,容易坏模块,变频器经常跳“低压”故障。

3) 制动器在什么情况下会损坏:可能是制动电流设置太大或控制失灵(电路板尘多)。

关于变频器主板故障:变频器最怕就是坏主板，一般是难以维修，换板价格又高，有的坏主板是某个型号变频器的通病（设计有问题），有的则有其它原因，如环境温度高（如锅炉车间）；静电多（如纺织厂）；干扰大（如附近有经常动作的接触器）；有时模块爆炸，强大的电磁波可损坏主板；被雷击中也一样；有的是开关电源故障烧坏主板。当变频器出现主板故障时，有的显示通讯故障；有的显示正常但没有输出；有的一开机就是最大输出，不受控制。可将参数恢复出厂值一次，如果这样无效或参数都打不开，则一般要换板！

IGBT 模块可以用指针式万用表 10K 档检测其是否能动作，用指针（黑—红）去触发模块的 G—E，可使模块 C—E 导通，当 G—E 短接时则 C—E 关闭！！测耐压值可用晶体管参数测试仪，并且要短接触发端 G-E 才能测 C-E 的耐压值！

关于变频器干扰问题:变频器在运行时就好像一台功率强劲的干扰器，干扰的源头就在输出模块的 6 个 IGBT 管上，有的变频器开关电源也会造成一定的干扰，电源线及电机线就是干扰器的天线，地线接地不良则干扰信号也可通过接在外壳的地线发出去，线路越长则干扰范围就越大，不仅干扰周围的电子设备，也可干扰变频器本身！有的变频器在防止干扰信号辐射及输入下了一定的工夫，变频器不会经常误动作，一些偷工减料的变频器则有时因干扰问题令你头痛！如果你的控制系在使用变频器的同时还有一些靠模拟信号、脉冲信号通讯的电子设备，如电脑，人机界面、感应器等，你在选购变频器及布线时就要很小心。防干扰有很多措施，如加电抗器、滤波器、控制线加磁环，用屏蔽线（没有屏蔽线的要把控制线绞在一起）、变频器放在铁柜里（变频器是铁壳比较好），进出电源线套在铁管里，控制线不要与电源线一起走线，布线纵横有序、调低载波频率、接地良好，很多变频器控制线公共端并不能接地（很多人接了）！检查变频器对周围干扰有多大也很简单，请你带上一个小收音机！防止变频器干扰有时是一个复杂的问题，还要结合现场情况，有时搞了几天都没搞好！有时搞好了还不明原因！

变频器维修实例:安川 616G5 显示“GF”故障:有一客户安川 616G5 变频器在运行 10 分钟后显示“GF”故障，按说明书所说是电机对地故障，原理是变频器检测到输出有一相过流，但客户换了电机、输出模块、电流互感器都

没用！只好送到我们这里来，由于我们的配件比较多，马上就可通过换板确定是主板检测有故障，实际输出都正常。所以变频器在本身检测回路出现问题时（有的是受干扰）就会出现虚报故障的现象，维修者应注意这问题，使自己少走弯路！显示“GF”故障的安川变频器最后也只能换主板！

用互感器与指针式的电流表测出的电流值不同应该是变频器输出端吧！指针式的电流表设计比较简单，只适用于 50HZ，防高频干扰性能差，用在测量变频器输出只可判定三相是否平衡，数值则不准！

很多人打来电话，说到富士 G9 变频器没显示确实是开关电源小电容 22u/35v 老化所致！并且自己维修好了，节省不少维修费（以前要外送维修）！

请不要用压缩空气吹变频器:今天东莞一家塑料厂送一台 F540-110KW 变频器来维修，原因是电工用压缩空气给变频器吹尘，压缩空气一般含有水气，加上变频器尘比较多，开机后变频器没显示，经检查电路板有短路而损坏电源！给变频器吹尘最好用电吹风！

没有经验的代价:浙江有一家厂的三菱 A540-22KW 变频器没有显示，电源有工作，电工就从另一台拆下主板试，还是没显示，又装回去，发现主板已坏了！后来才发现主板坏是电源不正常所致！所以维修变频器最好能找出真正故障原因，这样才能减少不必要的损失！

奇怪的变频器故障:佛山市有一家包装材料厂用了 20 多台安川 6166G-5.5KW 变频器,可运行不到一年就不

断出现烧模块现象,而且一直都查不出原因,虽然厂家可以给保修,但严重影响生产,成为老板一大心病.后来老板打电话来问起这问题,我们决定到现场看一下,经过仔细检查后我们才发现问题就出在变频器装在震荡很大的生产线上,紧固模块的螺丝大多松了!这样由于模块散热不好而烧掉!其实变频器说明书都有强调这问题,只不过很多人不知道其后果而没有去关注!

关于主板互换问题:有几个品牌变频器（如三菱、富士）由于其检测回路与主板的通讯值大小是一样的，所以其功率不同的同型号主板是能通用的，只不过电压、电流值要按出厂值设置，如 3.7KW 主板用在 30KW 上,电机电流值只能设 9A 而不是 66A.此时变频器显示电流值也不是真实值(按比例缩小),但其过流、过载保护功能完全一样！有的则要改写容量码！但当你不知密码或容量码时则无法使用，变频器会显示容量故障！

关于高速电机的基频:有的人在给高速电机装上变频器后，发现变频器经常显示过流，电机容易烧掉！经检查后发现其没有把基频参数调好，因为变频器基频的出厂设置是 50HZ，如果用在基频是 400HZ 的高速电机上，变频器会因为在低频时输出电压太高而造成电机电流太大！

空气开关不能拿来当开关:昨天广州某塑料厂一台 30KW 变频器的空气开关跳闸，电工没查清楚就合上它，结果发出巨响，空气开关被炸烂！虽然没造成伤害，但电工吓坏了！经检查，变频器输出模块完全短路（变频器没有快熔）。空气开关的名字起得不太恰当，科学一点应叫断路器，但我看过很多电工通常拿来当开关用，这是相当危险的！

关于维修过的模块:经常有人打来电话，说自己维修变频器时买了维修过的模块，不只损失金钱、信誉，还使变频器损坏更严重！更维维修！由于维修过的模块测量值完全正常，所以没经验的人是很难辨识！现在好的旧模块确实是很难找，很多型号的模块坏了我们只能用新模块更换！

给模块测耐压值时要注意:用耐压表给 IGBT 模块测量耐压值时一定要同时短接各触发端 G-E, 否则不但测不到耐压值, 也有可能把模块烧坏了! 因为如果 G-E 有残余电压, 这时 C-E 是半导通的!

关于富士 G7 变频器的一个通病:当富士 G7 变频器的电流互感器有故障时, 一送电(未启动)就显示“OC”或“Err”, 通常只坏一个电流互感器, 你可轮流拨去一个再送电看是否正常, 哪一个坏就不接上, 非矢量控制的变频器用两个输出电流互感器都可以!

关于维修变频器要注意的一些问题: 经常有一些工厂自己维修变频器, 烧坏了几次模块都弄不好才送到我们这里来, 因为电工没经验, 查到那个模块坏就换那个, 根本就没查明为什么会烧模块, 模块烧坏大多数与驱动不正常有关系, 但驱动电路中比较容易老化或受伤小元件(小电容、光耦、稳压管)普通电工是比较难检测出来, 能全都换新的是最好不过! 维修变频器时还要对其作整体保养下: 电路板尘多就用酒精清洗, 吹干后再喷绝缘漆; 散热器的铝片也要除尘, 散热风扇坏了或有响声就换新的; 滤波电容容量降低 20%也要换(一般不超过 8 年); 所有主回路联接螺丝再拧紧一下。(广州通达变频器元配件及维修中心 <http://LCF680707.ebigchina.com> 020-88281886.)

关于拆装贴片集成: 有的人拆装贴片集成块时经常由于电烙铁温度太高而使其损坏或性能下降, 拆集成块之前可在集成块上贴一小片沾着水或酒精的纸作散热用, 效果不错!

关于充电接触器对变频器产生的干扰: 在维修很多通讯故障的变频器后, 我们发现大功率变频器里面的充电接触器与这故障有很大关系! 当变频器显示通讯故障或经常误报警时, 通常的解决办法是把变频器的参数恢复出厂值就可以, 但变频器在运行一段时间后这问题又出现! 后来我们在充电接触器线圈(控制端)并上一个滤波器,

收到明显效果！同样道理，在变频器附近的接触器也会对变频器产生干扰，如果接触器经常动作则更应加上滤波器！

关于松香在焊锡时的应用：有的维修新手在拆装电子元件时没有用到松香，焊点的外观很粗糙，很难看！而且容易造成虚焊！松香的作用是帮助去掉氧化皮，防止虚焊。有的锡丝里虽有松香，但还是不够。有了松香的帮助，你可做到让别人看不出更换哪些元件。松香在卖电烙铁的电子商店一般能买到！

维修与教训：在我们这里购买模块给自己维修变频器的维修新手，有很大部分人的结果是没修好而且把模块搞坏！如果你对维修变频器没有什么经验，则风险会大一点，不但模块没了而且变频器损坏更严重！想学维变频器最好先维修小功率的！变频器烧掉模块时通常会损坏驱动电路，而修好驱动电路是维修变频器的重点及难点！一方面是一些损伤的元件难以用万用表测出，另一方面是有的驱动电路的小元件不容易买到（最好是从另一同型号的板拆）！

关于贴片三极管的替代件：维修变频器经常碰到驱动电路的小贴片三极管烧坏（如富士 G9、安川 616G5），市面上难以买到，可用 A950 及 C1815 小三极管顶替，不过你要分清贴片三极管哪个是 NPN、PNP！

今天是星期天，早上 4 点钟我接到一个电话，说有一个电梯用的安川 616G5-22KW 变频器有故障，显示“UV”，要求马上帮忙维修，因为电梯比较急用！找了很多公司都找不到人，最后才找到我们这里！我们也急客户所急，立即进行检修，发现只是充电电阻断了！马上就修好了，所以维修电梯的如果懂一点变频器的原理，这小问题完全可自己解决。客户也对我们的服务态度表示赞赏，但这个是我们对客户永远的承诺！

电解电容是比较容易老化的元件，老化的一个特征是容量降低，如果你身边没有电容表测量，你可用比较法测量，另拿一个容量相同（耐压可以不同）的电容来比较，用指针万用表的电阻档测量电容的电阻，万用表的指针会摆动一个角度，容量越大这角度就越大！第二次测量时要把电容放电（两个脚短路一下）！

关于用光耦 PC929 作驱动的电路特点：因为这电路带有反馈检测回路，就是分别从输出三相（Eu、Ev、Ew）取回信号与驱动信号进行比较，当检测到变频器输出不正常时，则通过一个光耦向主板发出一个高电平信号，变频器马上切断驱动信号并显示“过流”或“IGBT 短路”故障，这个保护相当快，有这电路的变频器不太容易烧模块，但问题是当这变频器的驱动元件性能不稳定，如小电容、光耦老化、开关电源有轻微不正常而影响驱动工作时，变频器总是误报警（SC），由于故障不明显，有时要检查大半天才找出原因，所以用 PC929 作驱动时一定要保证驱动电路小元件的质量，不然变频器使用一段时间后会现这通病！我看过有几个牌子的变频器就是这样的！

很多人打来电话，说到安川 616G5（616P5）-22KW 以上功率的变频器，有时会跳“OH1”故障，变频器不能运行，按说明书检查了风扇及变频器的温度、电流都是正常的，弄不清是什么原因！其实是位于变频器里面（模块上头）的一个三线（带有检测线）风扇坏了，有时这风扇能运转但尘多也会使变频器显示这故障！由于变频器散热器的风扇是正常的，一般人又不知变频器里面还有这风扇！造成很多人的迷惑！所以请安川公司应在说明书里面讲清楚点，告知客户碰到这问题应先检查变频器里面（而不是外面所看到的）的风扇！

很多人在计算变频器（节能用）的投资回收期时，没有把变频器寿命成本及维修成本很好地算上去！不同品牌变频器的使用寿命差别很大，有的使用 5-6 年后才第一次维修，有的刚过保修期就开始要频繁的维修！有的性能差的变频器一损坏就几乎没维修价值！变频器有故障一般都是模块烧坏，而这模块价钱通常不低！维修费会使你大吃一惊！所以在选购变频器时品牌及维修是要重点考虑的问题！

松下 DV-707 变频器开关电源没安装保险管，一当开关管损坏短路时，经常也把开关电源变压器初级线圈烧断，这变压器不容易找到，价格又高!为了保护变压器，我们的做法是在电路板上切断开关管与初级线圈的回路，在切口焊上一个保险管（1A）或一个 $(0.6-1)\Omega/0.25W$ 的电阻,这样如果开关管短路,变压器也平安无事!

维修变频器的电路板时，由于拆装元件，原来电路板的绝缘漆受到破坏，很多人修好变频器后没有在电路板上再喷一下绝缘漆，结果当电路板受潮或尘多，则其容易又出故障！特别是开关电源等强电部分！没有绝缘漆也可用松香溶于酒精刷到电路板上，再用电吹风吹干！

最近又有很多变频器被雷电光顾，损坏严重！大多主板也坏掉，会被雷光顾的变频器多数是没接地或接地不良！当老板看到维修报价单才知道地线的重要性！检查地线接地是否良好也很简单，用一个 100W/220V 的灯泡接到相线与地线试一下，看其亮度就知道！

刚维修一台电梯用的安川 616G5-22KW 变频器，由于散热风扇短路而烧坏 380/220 变压器，这变压器不仅难找而且要整台机拆散才能换（装在最底层，拆下来很麻烦），变频器也比较急用！由于这变压器只单独给风扇供 220V 电压，我们干脆把这变压器取消，直接从外面供 220V 的电压给风扇，这也是一个应急的办法！

有的变频器防干扰能力比较差，运行一段时间后经常出现误报警动作（如过流、过载，过压等），有的则启动不了或无故停车，这是由于通讯程序出错所致！这时可把变频器的参数恢复出厂值，“参数恢复出厂值”好像是“百灵丹”！维修变频器经常用到！干扰有时也可使变频器显示通讯故障，参数都打不开，通常是寄存器坏了，如果换了寄存器还不行则可能要换主板！

现在有很多人生产变频器带有一种“沉船意识”！想捞一把就走人！生产的变频器偷工减料，能顶住一年就万事大吉！甚至有的用旧模块或次品模块装机！

变频器有几个元件更换时完全没必要找原型号的，不然有时很难买到，给自己维修变频器带来麻烦，如整流模块、接触器、充电电阻、滤波电容、快熔、散热风扇！只要有位置安装，参数接近都没问题，安装螺丝孔不同可另钻孔，整流模块、接触器、充电电阻就是用国产的都可用（性能要求不高）！充电电阻的阻值可以选用比原来大点而功率小点（体形小点容易安装）都不影响变频器的启动！滤波电容、快熔、散热风扇则最好找名牌的，这样不容易坏！

关于用光耦 PC929 作驱动的变频器启动显示“SC”的处理方法：

如果换了烧坏的模块后还有这问题，则有可能是变频器的驱动元件有损坏或性能不稳定，如小电容、稳压管、光耦、开关电源有不正常，但由于启动就跳故障，没办法进行信号跟踪检查，这时可把“SC”报警光耦的输入端短接（如安川 616G5-7.5KW 的光耦 PS10；15KW 的光耦 PS4），这样变频器虽然可运行起来，但其失去对模块的保护，所以一定要装有假负载作保护！维修好以后不要忘记把“SC”报警光耦的输入端短接去除！

有的人为了省钱，自己买了维修过的模块修变频器，结果把变频器炸到面目全非！这情况在我们这里几乎天天碰到，现在好的旧模块是比较难找到，所以就是有，其价格也不会便宜！最可恨的是那些制造假模块的人，其赚到只是一点小钱，却令别人造成重大损失！

有的电工搞不清楚“线电压”及“相电压”，本来有一台 380V 输入的变频器坏了，他认为 380V 的相电压是

220V，所以他购货单上写明“三相 220V 输入的变频器”，变频器买回来通电后发出巨响！这情况变频器新手最易发生，我就见过三次！

“380V 输入”是指在国内（中国大陆）的线电压！由于相电压各国家有所不同，只要符合变频器输入电压要求，在日本接“线电压”220V 的变频器，来到中国就只能接“相电压”220V 了！三相的电压是指“线电压”，而不是“相电压”！上面我所说到的电工可不是普通电工，而是香港过来的一位高级电气工程师，可能去的国家太多，不小心搞错，所以有的问题在书本中看起来是小事，可在实际中可能是大事！

快容大多数是装在大电解电容的后面，有极少数变频器是装在输入端，这样的作用不大，因为只要大电容里面的电能就足以使变频器在模块短路时发生爆炸！

压敏电阻很少变频器有装在直流回路上（这是第一道“过压”防线，应尽量靠输入端装），如果装在直流回路上则最好装在快熔后面！

维修变频器时，经常碰到有的模块（如 7MBI25NE-120）只坏整流部分，我们的处理方法是把模块的输入脚 R、S、T 剪断，另加装一个整流模块，这样维修虽然比较麻烦，但大大节省维修成本，现在好的二手模块 7MBI25NE-120 价格要在 380 元左右，但我们维修因坏这模块的变频器的维修价是 400 元（如三菱 A044-3.7K、安川 616G5-3.7K），使我们在变频器维修价方面有很大的竞争力！

有一位电工在我们这里买模块维修富士 G9-15K 变频器，修了两次都没修好，奇怪是每次都可以用十几天，后来送到我们这里修，经仔细检查，发现驱动电路有一个小电容有漏电现象，电阻有 100K 左右（正常是无穷大），因为电阻还比较大，在电路板上是比较难查出，当时这一路也没烧坏其它元件，所以这位电工就没去注意这电容！

G9 系列变频器驱动电路的小电容在模块烧坏时是比较容易损坏，很多人也因为没注意这问题而烧了不少模块，我们现在的做法是把驱动电路的小电容全部拆下来测一下是否漏电及其电容量。

IGBT 模块烧坏大多情况下会损坏驱动电路的元件，最容易坏是稳压管，光耦；反过来，如果驱动电路的元件有问题（如小电容漏水，PC923 老化），也会导致 IGBT 模块烧坏或变频器输出电压不平衡！检查驱动电路是否有问题，可在没通电时比较一下各路触发端电阻是不是一致，通电时可比较一下开机后触发端的电压波形（但有的变频器不装模块开不了机），这时最好装有假负载，防止检查时误碰触发端其它线路引起模块烧毁！

变频器过压保护只是停止输出，不能保护本身不烧毁！当压敏电阻烧通时，这时要求空气开关动作，否则变频器其它元件也会烧掉！

变频器使用时对其它电子设备的干扰是一个头痛的问题，如果你是第一次使用，又不知道是否造成干扰，你可向代理商说明情况并请其负责给你安装，一切正常后再付款。在使用大量变频器后，我们总结出干扰比较小的变频器有一个共同特点，如变频器外壳是铁板、内置电抗器、多层电路板、开关电源的开关管为普通三极管（非场效应管）、输出模块为 GTR 模块（现在的新变频器已找不到）。这些特点的代表作是丹佛斯及安川变频器的某些型号。防干扰当然也与你的电源线及控制线的布线是否合理有关系！

我们维修不少电梯用的变频器，发现很多故障是因为其工作环境温度高而使元件容易老化造成的，由于电梯变频器安装在大楼的最顶层的控制室，经常在夏天受太阳的暴晒，加上变频器本身及制动电阻的发热，使控制室内温度非常高，工作环境温度高会缩短电子元件的使用寿命！变频器在这方面更明显，所以电梯控制室在设计时除了通风问题还要注意隔热，有可能的配空调机，安装变频器的电柜在夏天如果发现其内部温度很高时，应把电柜门打开，我见过很多厂家的电柜设计实在太小了！刚好可装上变频器！而且没安装散热风扇！

很多人打来电话，说其三菱 E540-0.75KW 至 3.7KW 变频器显著“E7”故障，说明书说是 CPU 板坏，想买这个板，但其实是模块里的通讯电路出问题，由于这模块是一体化模块，不能维修，只能整个模块换掉或换新变频器！

三菱 A540-7.5/5.5KW 换模块时用假负载的接线方法:由于这变频器没装快熔,维修时用假负载的接线比较麻烦,我们的处理方法是:紧固好模块 7MBI50-120,从 P 端引出一条电线,在 P 端贴上两三层电工胶布,使其与电路板隔开,把驱动板装上,这时除 P 端外其它都装上螺丝,假负载(灯炮)就装在这引出线与变频器接线端的 P1 端之间.用 5HZ 开机,测量输出电压平衡后,关掉电源,滤波电容放电,松一松驱动板的螺丝,用力把引出线拉出来(不用拿掉驱动板),把 P 端的电工胶布弄破,直接装上螺丝就可以!这型号变频器不装模块是无法开机(跳故障),不能在装模块前观察驱动电路波形,如果不是这样做,则有时很容易烧模块!

经常发现有的维修新手在维修变频器时个别螺丝忘记拧紧，如模块的紧固螺丝、主回路的联接螺丝，这对变频器是致命的！装上模块后最好按电流走向顺序拧紧主回路上的螺丝，并重复检查，最后抖一下变频器，看看是否有螺丝丢在里面。

关于变频器的几点补充说明：

- 1.变频器只会降压,不能升压。
- 2.变频器本身不是节能器,其节能是建立在原来不能调速造成浪费电能的基础上。
- 3.变频器是一部电磁干扰器。

- 4.变频器 IGBT 模块、主控板无法大规模国产化，价格居高不下。
- 5.是否偷工减料的变频器成本差别很大,使用寿命差别很大。
- 6.变频器要求供电电源质量要比较好。
- 7.变频器的寿命并非无限,风扇及电解电容最先老化。
- 8.变频器是强电及弱电的结合体，主板电路精密，工作环境差及保养不好则故障率高。

风机类变频器使用要注意几个问题：

- 1) 减速时间不能太短，一般要 3-5 分钟。
- 2) 不要采用“自由停车”及“自动复位”功能，除非你设置了“速度跟踪”功能。
- 3) 如果没设置“速度跟踪”功能，就不能在风机还在惯性转动时启动变频器。
- 4) 输入电压更要求稳定。
- 5) 电机三相电流要求比较平衡，电机轴承不能有问题。

很多维修新手经常在拆模块时把电路板也拆坏了，变频器的电路板比较精细，弄坏电路板会带来很多麻烦，有时甚至由于焊接不良而容易烧坏模块，如果确定是模块坏了，我们通常的做法是把模块从电路板上锯出来，再把模块的焊脚逐个清理掉，这样电路板就完好无损！

最近又有很多人打电话来，说其恒压供水的变频器被雷电打坏了，大多主板也坏了，损失惨重！有条件的应多检查避雷措施是否正常，变频器地线是否接地良好，有可能的在打雷期间切断变频器电源，但这个大多数人做不到！

很多变频器在散热风扇坏了以后，也不会跳“过热”保护，直到模块烧坏，大多风扇是因为被灰尘堵塞而损

坏的，所以如果能定期为变频器清尘及检查风扇是否正常是一项很有价值的工作，但很少工厂有这样做，变频器能使用则没人理它！变频器如果能用上有自检测功能的散热风扇（三线风扇），则可防止上面的问题，但很少变频器有用到！三线风扇在有少量的灰尘卡住它而降低其转速时，其就会发出报警信号，这样就不致变频器发热而烧模块，所以这功能在实际中是相当有用的！（广州通达变频器元配件及维修中心 <http://LCF680707.ebigchina.com> 020-88281886.）

变频器如果不用停放在车间里，往往是老鼠的活动的好去处，而且经常咬断变频器里面的电线，通电后有可能发生短路而把变频器烧毁，这也是我们经常碰到的，有可能的装上防鼠铁丝网。

变频器里用的 IPM 本身有短路保护功能,所以很多用 IPM 模块的变频器的电容到 IPM 之间就没用到快熔，但我觉得两者的保护功能还是不能互相代替，两者都有比较完美，因为我们看过有的没有快熔的变频器有时 IPM 模块炸到粉碎，发出的强电磁波也可能弄坏主控板。

安川 616G5-18.5KW(或以上)变频器有一个辅助电源，其作用是把输入端 R、S 的电压通过一个变压器变压成 220V 供给散热风扇及接触器，这辅助电源的电压要看实际输入电压而选档（380V、400V、440V、460V），有很多人选取了 380V 档，但其工厂的电压有时却超过 400V，造成变频器里的散热风扇、接触器及变压器容易烧坏，我们已修过不少这样的故障。比较安全的做法是选取 400V 档，这样当实际输入电压只有 380V 也不影响变频器的工作！

在论坛经常见到有人提出以前网友提过的问题，其实在发帖子前可先利用本论坛的搜索功能，网站可帮你查出以前是否有人提出相同的问题，方法是把你提出问题的主要词语进行搜索。如“616G 变频器显示 SC”。

经常看到有的进口生产线由于有变频器烧坏，没有配件而无法及时维修，造成停产事故，进口生产线上的变频器有的不是很常见，维修配件不好找，国内也没有代理商，变频器的控制线路复杂，想换成其它牌子的变频器也不容易做到。

变频器是生产线中最容易损坏的部件，工厂的电工平时除了多对其保养好，还要弄清楚是否有变频器的代理商、维修商、改用其它变频器是否方便（如何接线及调参数）。

生产线上的变频器要设置的参数比较多，大多数变频器只是坏模块，最快捷的换变频器方法是买一个同型号的变频器并把原来的主板换过来，这样就不用再设参数。

经常有人在调试三菱变频器时打来求助电话，说其是用 4-20mA 信号来控制变频器的输出频率，确定没接错线，但变频器没反应，原来他们都是没短接端子 AU-SD，要使三菱变频器的电流模拟量输入信号有效，是必须短接端子 AU-SD！三菱 E 系列变频器没这端子，则要用一个多功能端子改名为“AU”，再与“SD”短接！三菱变频器的这个问题使很多人一开始调不好变频器，有的人虽说调过，但下次又忘了！

很多人维修变频器时并没有示波器观测各信号波形，对于轻微的触发信号不正常难以发现（变频器空载正常），这时可用一部收录机，收听变频器运行时发出的噪音，是比正常的噪音要尖叫点，不过这只是粗略的比较，而且要靠经验，平时可听听正常变频器的噪音，从变频器的输出端引一条电线靠近收音机的天线，收到的噪音会明显点！

一般开关电源有短路保护，所以短路处不会发热，用手摸不出来，如果用万用表都查不到，则要把开关电源中怀疑有短路的负载断开（拿掉整流二极管），再看开关电源是否正常来判断。

如果知道+24V 负载有短路但又查不出是哪个地方，这时可外接+24V 电源让短路处发热来查出，但+24V

要串一个几欧的电阻防止过流！

维修安川 616G5 变频器的开关电源，开关管 QM5HL-24H（不能用 QM5HG-24H 代替）及变压器市面上是难以买到的，这时开关管可用 D1433 代替，变压器虽然很多组抽头，但每组都很少线圈，自己绕也很容易，我们都是这样做的！注意各绕组的方向要与原来一样！

IGBT 模块如果厂家不同、型号不同，其触发脚 G-E（或 C-E 结）电容量都不同，维修过的模块很难用到原型号的 IGBT 管，所以只要比较一下模块的 G-E（或 C-E 结）电容量，基本可比较直观地判断是否是维修过的模块，现在造假工艺比较好，已很难从外观来辨别！

如果大家想查某一个模块的参数，可把模块的型号在“<http://www.google.com/intl/zh-CN/>”网站搜索。大多数模块是可查到！

很多人打来电话，说到自己想搞点变频器维修，但苦于找不到三相电源，其实维修变频器不需要三相电源，用一个单相 220/380 变压器（200VA 左右）就可以了，带动空载 110KW 变频器都没事，有个别牌子变频器（日立、丹佛斯、施耐德）有输入缺相保护功能，可在电路板上取消这功能。维修好的变频器也不必试满负载（有条件当然比较好），只要试一下小电机，测量输出电压、电流是否平衡，听听电机的声音是否正常就可以了。

又有人把 200KW 变频器“N”线接地，送电后变频器发出巨响，空气开关也不动作，变频器炸黑了。烧了变频器才来这里看到上面的帖子。接线图在说明书里已很清楚，这样用户要负全责。如果自己不太熟悉变频器，可

请代理商包安装调试。

当变频器输出电压不平衡，一般没有经验是很难判定是哪路驱动有问题，这时可启动变频器 3HZ，用万用表+500V 档分别测：P-U、P-V、P-W 及 U-N、V-N、W-N 的电压值，这 6 路电压这时也会不一样，那一路偏高则这一路有问题，其原理大家可自己画图分析一下。这里 P、N 是直流回路正、负端，U、V、W 是输出端。

今天又见到有的人用压缩空气给变频器清尘时把变频器主板弄坏，可能是把脏东西吹到主板上引起短路而搞坏的，压缩空气通常带有水份，而且风力太大，最好用电吹风，没有经验的就不要去清理电路板，只清理风扇及散热铝片的尘就可以了。

模块 7MBI50N-120 针脚的排列是：

Gw Ew（空） Gv Ev（空） Gu Eu （空） Gx E Gy E Gz E Gb

Gx、Gy、Gz 分别是 U、V、W 的负端触发脚，Gb 是制动管的触发脚。

用指针万用表 10K 档的指针去触发 Gw Ew （黑笔碰 Gw，红笔碰 Ew），则 P 到 W 可导通，当 Gw Ew 短路，P 到 W 则关闭（同样用 10K 档测）。

其它各管同理。

高价的教训：今天深圳又有一位老兄在检测变频器时与上面第一条帖子的情况一样，也是三菱 A540-55K 变频器，在没有插上模块触发线时给变频器通电，三个 IGBT 模块全部烧坏，造成重大损失。如果想学维修变频器，最好先不要去修大功率的！

维修变频器经常要把参数恢复出厂值，但很多人不知日立 J300 变频器的参数恢复出厂值的操作方法，其方法是要把一个多功能端子改名为“初始化”功能（参数 C0-C7），然后把这端子与公共端“CM1”（或 P24）短接，再把变频器关电后送电就可以。如要把端子“7”改为“初始化”功能，则把参数 C6 设为“7”。

国内外对“N”的不同定义导致不少电工因接错线而烧坏变频器，国内的“N”是指三相电源的零线，有的电工也认为其就是地线，国外变频器则把“N”定义为直流回路的负端，这使很多太自信（没仔细看说明书）的电工中招，如果变频器输入端的空气开关跳闸不灵敏，变频器通常烧毁严重，也希望变频器厂家能把在国内使用的变频器的“P、N”端改标为“+、-”端。（广州通达变频器元配件及维修中心 <http://LCF680707.ebigchina.com> 小灵通：020-88281886.）

三线风扇的重要作用：

我们发现很多变频器当散热风扇坏了也不会跳“过热”故障，直到功率模块烧毁，如果是三线风扇则不存在这问题，当风扇坏了变频器会报警，但这要增加控制电路，反过来说，有三线风扇的变频器性能会更好一点！

变频器烧坏模块时驱动板通常也会损坏，维修驱动板有时要花很多时间，所以对于常用的变频器（安川 616G5、三菱 A540），我们都备有其好的驱动板，如果变频器是比较急用（如电梯用的变频器），我们就先整个板

换下来，以后有空才修好，这样修好一台变频器有时不用半个小时。

检修大功率变频器，当其大容量的滤波电容充满电时，对人及变频器是相当危险的！我们的做法是把这些滤波电容断开（断开正负其中一端就可以），另装小电容（几百微法）代替，380V 的变频器要用两个串，这时假负载装在小电容前面都没关系！因小电容的电量难以烧毁模块！

很多搞变频器维修的都没有耐压表及电容表，现在大多二手 IGBT 模块存在问题是耐压不够或是假模块，而用这两表基本可以检查出来，所以维修变频器最好拥有这两个表，价格也不高，电子商场一般有卖！