

交流发电机测试：

老科学的新课题：使用双通道 190 II 系列
ScopeMeter 便携式示波器



测试功能
案例分析

工具：Fluke ScopeMeter® 测试工具

测试者：Andy Wendt, Kelly Aerospace 技术专家

测试：纹波电压和脉冲直流电压波形分析——
形状、持续时间和幅值

对于 Kelly Aerospace 的技术专家 Andy Wendt 而言，示波器是一种查找快发事件的工具。“我们在产品开发中使用示波器，这种应用中仅仅知道信号具有一个电压尖峰是不够的。脉冲的持续事件可能为 0.5 毫秒。我们必须分析脉冲，了解尖峰的形状、持续时间及其幅值。

Kelly Aerospace 是一家为专用航空 OEM 和二级市场客户提供子系统的供应商，交流发电机就是这些子系统中的一个部件。Wendt 的一个主要关注点是纹波电压（整流的一个副产品）和过程中发生的电压尖峰。“如果您观察 12 V 系统的交流发电机的定子输出，稳压通常为 14.4 V。在 24 V 系统中，稳压通常为 28.8 V。但是您将发现纹波的“峰值”超出了这些限值——高达 30 V，低至 26 V。”Wendt 介绍说。随后他又补充说，纹波可衰减。

“它大约是脉冲支流信号，示波器是真正能观察到它的唯一工具。”Wendt 说：“我们能利用数字万用表测量其平均值，或者真有效值。但是如果要观察给定时间内发生的现象，示波器是唯一能够胜任的工具。”

技术应用文章

交流发电机特性分析

对于 Wendt 来说，调节交流发电机的输出是一门科学艺术。在某种程度上，这是因为航空交流发电机必须符合两项差异非常大的特性。当飞行器空转时，如登机或着陆时，交流发电机需要在低发动机转速 (RPM) 下产生大电流输出，因为在低 RPM 时，所有的飞行器系统可能都在运行。“在地面时，通常主要使用空调。到达高处时，环境空气非常冷，然后您可能切换至为照明或舱内的其他系统供电。但是，在地面，当飞行员需要进行照明和空调时，这种情况对交流发电机的负载就非常大。”

交流发电机概览

磁场部分，或转子，是交流发电机的转动部件。当直流电流施加到磁场时，交流发电机轴旋转，磁场扫描定子绕组磁场线，在定子输出端子上感应一个交流电流。该交流电流被整流器模块转换为直流电流，送至 B+ 端子，为外部负载供电。

正常工作时，一个电压调节器监测 B+ 端子电压水平，并自动调节磁场电流 (F1 端子)，以便当负载电流变化时在 B+ 端子上维持电压恒定。

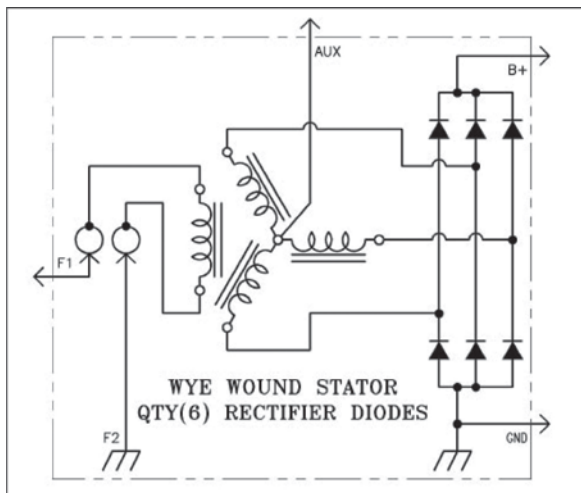
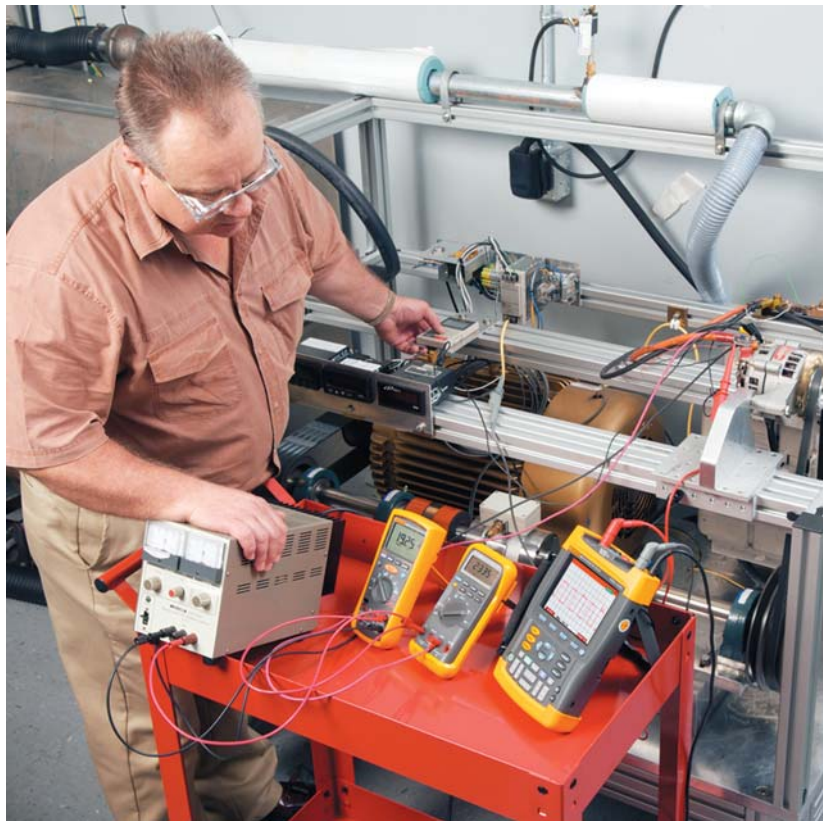


图 1



此处应为标题而非照片 1

在非商业飞行器的机载系统中，机身总线——用于分配整个机身内的电功率——标称值为 12 V 或 24 V，单个交流发电机用于驱动这些系统。

Wendt 的目标是找出在低和高引擎 RPM 下均能满足机载系统电力要求的交流发电机输出特性。“这就是产品开发。我可能有半打性能各异的定子，我需要确定是否其中哪些定子产生的输出比其他更纯净。并且我需要确定应该使用哪种类型的滤波器来控制最终发电机设计中产生的电压尖峰。”他介绍说，回报来自于理解透彻的发电机绕组配置，以及利用 ScopeMeter 测试工具进行全面测试，优化性能。“通过原型定子的实验室测试，我已经看到性能提升包括输出电流提高了 27%，效率提高了 15%。对拥有专利的原型交流发电机的测试结果表明输出电流提高了 64%。”

Wendt 的原型被全部按照技术指标缠绕了。“我可能缠绕一个，测量在该定子的一个槽内可获得的圆密耳，然后确定我能使用什么规格的导线，以获得特定数量的匝数。然后我会再缠绕一个少 1、2 匝线圈的定子，但是采用更大直径的导线；这种配置将能够提供高得多的输出电流。”Wendt 解释说，该过程会造成“接入 RPM”提高，也就是交流发电机开始产生足以对电池充电的电压时的最低转速。这是所不希望的。他的目标是在低 RPM 产生功率，但是在改变定子的转速时，也形成了交流发电机很可能产生电压尖峰的条件。

重复或随机事件触发

如 Wendt 所述，他可能在输出信号中发现重复发生或随机的异常现象，异常的性质将决定他解决故障的方法。

“在实验室，我制作了一个测试台，有一个带变频驱动的三相电机，所以我们可以控制驱动交流发电机的 RPM。”我将一块反光带粘在交流发电机轴的皮带轮上，我有一个光转速传感器，我用来为示波表提供触发信号。然后我就能观察来自于整流器模块的纹波。如果观察到每次发生位置严格相同的事件，则意味着我发现了我称之为可预测性事件的现象。如果异常现象的发生不可预测，我将检查随机事件，就不在采用轴触发，而是采用尖峰本身触发。

Wendt 利用自己的排障经验总结出一个技巧：“我在 ScopeMeter 上调整触发电平，直到看不到任何轨迹，然后将 ScopeMeter 设置为测量单条轨迹并保持。然后保持降低触发电平，直到开始看到轨迹。按照这种方式，我能识别出低于该触发电平的全部尖峰。”这种方法可帮助他隔离异常源。对于每条相关信号轨迹，他都 将数据保存为一个.csv 文件，并将其导出至电子表格，用于绘制曲线、计算和报告。

Wendt 补充说，ScopeMeter 测试工具已经帮助 Kelly Aerospace 公司调整了交流发电机绕组配置，使其在空闲和飞行过程中都具有最优的功率曲线。他说，低引擎 RPM 驱动相对较快的交流发电机时也会产生高“轮径比”。随着引擎 RPM 的增大，交流发电机 RPM 可能超过能够产生最大效率的转速。“最优效率和空闲性能之间，”他说：“必然要进行相互妥协。更高的效率会降低引擎负载，延长皮带寿命，获得所有飞机构件的圣杯——更高的效率、更轻的重量。”利用新双通道 190 II 系列 ScopeMeter 便携式示波器，就有可能测量 V/Hz 比，这是采用变频驱动时一个非常重要的比值参数，因为它决定 VFD 的效率。



通过调整 ScopeMeter® 测试工具的触发电平，技术人员可进一步隔离尖峰根源。

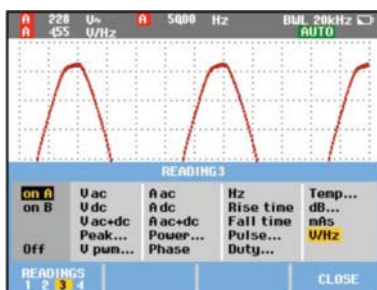


图2. 选择在输入A上进行V/Hz比值测量。

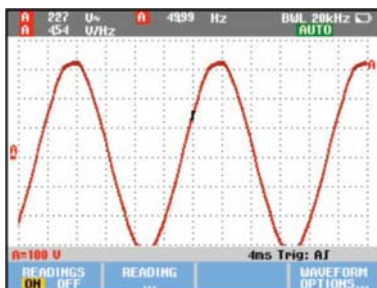


图3. 测量 Vpwm 和 Hz，显示 V/Hz 比值。

纹波电压是经过交流电压整流和滤波后的直流电压上的一种小而规则的变动。如果纹波电压过大，通常采用旁路电容将其降低。

福禄克，助您与时代同步！

中文网址: www.fluke.com.cn
英文网址: www.fluke.com

福禄克中国客户服务中心热线: 400-810-3435

- | | |
|--------------------------|-----------------------|
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司北京分公司 | 电话: (010)57351300 |
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司上海分公司 | 电话: (021)61286200 |
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司重庆分公司 | 电话: (023)86859655 |
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司广州分公司 | 电话: (020)38795800 |
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司沈阳分公司 | 电话: (024)22813668/9/0 |
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司深圳分公司 | 电话: (0755)83680050 |
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司武汉分公司 | 电话: (027)85743386 |
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司济南分公司 | 电话: (0531)86121729 |
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司成都分公司 | 电话: (028)85268810 |
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司西安分公司 | 电话: (029)88376090 |
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司南京联络员 | 电话: (025)84731287 |
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司新疆联络员 | 电话: (0991)3628551 |
| 北京福禄克世禄仪器维修和服务有限公司 | 电话: 400-810-3435 转 3 |
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司上海维修中心 | 电话: (021)54402301 |
| 福禄克测试仪器(上海)有限公司深圳第一特约维修点 | 电话: (0755)86337229 |

