

基于模拟发电系统的调压器动态性能测试

刘勇智, 严东超, 李晓勇

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:为解决脱离发电机拖动试验台对调压器动态性能进行测试的问题,设计了基于磁放大器的发电系统模拟器,结合计算机自动测试技术,达到了脱离拖动试验台,也可对调压器进行动态性能测试的目的。试验结果表明:该方法达到了预期目的,验证了设计方案的可行性。

关键词:模拟;发电系统;调压器;动态性能;测试

中图分类号: V242 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2006)04-0026-02

在飞机供电系统中,为使发电机的电压不随转速和负载的不同而改变,必须采用电压调节器(简称调压器)来自动地调节电压,使发电机的输出电压维持恒定。但性能良好的调压器使用一段时间后,其静态和动态性能会发生改变,必须通过模拟飞机发电机的各种运行状态,来对其进行调整 and 性能测试。然而,围绕模拟飞机发电机运行的条件、状态、环境的设备是相当复杂和庞大的,设备投入很高。

国外从上世纪60年代就已开始对脱离发电机拖动试验台对调压器动态性能进行测试这一技术进行探索性研究,国内从上世纪80年代也开始对这一技术进行研究,但目前国内外均未在这一领域取得突破性进展^[1]。

1 总体方案

发电系统模拟器主要由电源部分、控制器(即磁放大器)、整形滤波部分、发电机激磁回路和模拟回路组成。见图1。由115 V, 400 Hz 的单相交流电和 27 V

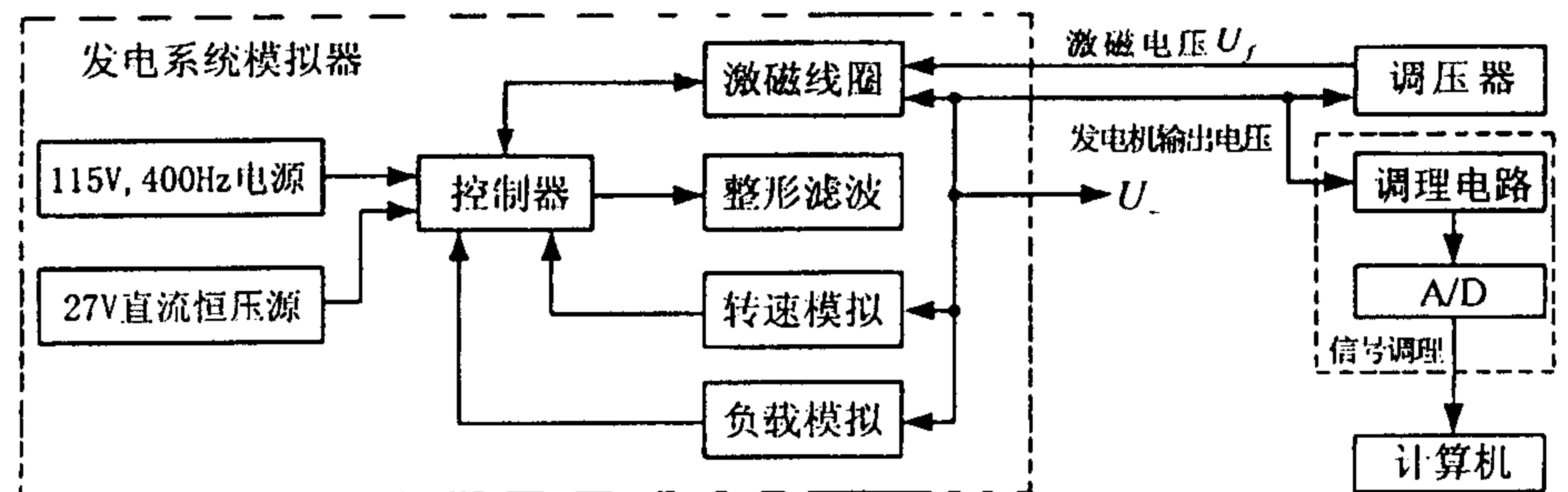


图1 基于模拟发电系统的调压器动态性能测试原理框图

的直流稳压电源供电,通过阻值不同的电阻分别模拟直流发电机不同转速和不同负载对发电机输出电压 U_g 的影响。发电系统模拟器向调压器输出电压 U_g ,同时从调压器输入大小随输出电压 U_g 变化的激磁电压 U_f 。调压器则根据发电系统模拟器输出电压 U_g 的大小调整激磁电压 U_f 或激磁电流的大小 I_f ,以改变发电系统模拟器的输出电压 U_g ,使其不断趋向基准值变化,直到输出电压稳定,动态过程结束^[2]。发电系统模拟器的输出电压 U_g 通过分压器和 A/D 转换器组成的信号调理电路输入计算机,经计算机运算处理,在计算机屏幕上显示发电机电压随时间变化的波形、动态过程所经历的时间以及峰值电压。

2 被测参数的信号调理和显示

本方案中,计算机只需采集一路信号,即模拟器输出的模拟直流发电机输出的直流电压信号。被测信在引入采集电路之前,先要经过信号调理电路,对信号进行整形和适当的电平变换。经过调理的直流电压信号

收稿日期:2005-12-15

基金项目:军队科研基金资助项目

作者简介:刘勇智(1972-),男,湖南涟源人,讲师,主要从事航空电气检测与故障诊断研究;
严东超(1960-),男,江苏无锡人,教授,主要从事航空电气工程研究。

经 A/D 转换后,输入到计算机,计算机程序先对采集到的电压信号进行平滑滤波,然后对经平滑滤波后的发电机输出直流电压信号进行分析、处理并显示。

2.1 直流电压信号的调理

由于本测试系统测试的直流电压的最大值约为 70 V,模数转换芯片的输入电压范围为 ± 10 V,所以输入的电压信号在进入 A/D 采集之前,必须先进行调理。为了滤除直流信号中的非直流分量,调理电路中采用了滤波电容。为了保证测试结果的准确性和稳定性,电阻采用低温漂电阻^[3]。

2.2 动态直流电压信号的滤波和显示

在计算机处理和显示发电机输出电压信号之前,首先应对发电机输出电压信号序列进行平滑滤波^[4]。为了实现编程上的便利,采用简单整系数数字滤波器处理原始序列。设 $x(n)$ 中的一组数据为 $x(i)$, $i = -M, \dots, 0, \dots, M$, 构造一个 p 阶多项式 $f_i = a_0 + a_1 i + a_2 i^2 + \dots + a_p i^p = \sum_{k=0}^p a_k i^k$, $p \leq 2M$ 。

拟合这一组数据。对 $x(n)$ 做数据拟合,实质上是对 $x(n)$ 做滤波。以五点二次多项式拟合为例。有: $S_0 a_0 + S_2 a_2 = F_0$; $S_2 a_0 + S_4 a_2 = F_2$ 。解得 $a_0 = (S_4 F_0 - S_2 F_2) / (S_0 S_4 - S_2^2)$ 。其中 $S_0 = 5$, $S_2 = 10$, $S_4 = 34$, $F_0 = \sum_{i=-2}^2 x(i)$, $F_2 = \sum_{i=-2}^2 i^2 x(i)$ 。即 $a_0 = [-3x(-2) + 12x(-1) + 17x(0) + 12x(1) - 3x(2)] / 35$ 。 a_0 可以看作是一个滤波因子。

$$h(n) = [-3, 12, 17, 12, -3] / 35 \quad (1)$$

在数据 $x(n)$ 上移动这一模板,便可按照式(1)计算出多项式在中心点的值,从而实现对 $x(n)$ 各个点的拟合。这实际上是一个对称的 FIR 滤波器,且系数和为 1,其频率特性 $H(e^{j\omega}) = [17 + 24\cos(\omega) - 6\cos(2\omega)] / 35$,具有低通特性。

给定不同的拟合点数 M 和阶次 p ,可得到相应的各种情况下的 a_0 ,也即滤波因子。实际应用中采用的是七点三次多项式拟合,公式为 $h(n) = [-2, 3, 6, 7, 6, 3, -2] / 21$ 。相应的频率特性 $H(e^{j\omega}) = [7 + 12\cos(\omega) + 6\cos(2\omega) - 4\cos(3\omega)] / 21$ 。滤波后参数序列依次通过比较器,如果参数超过允许范围,一方面使参数进入峰值提取模块,提取出绝对值最大的参数作为峰值参数,另一方面动态开始时刻数值也记录下来。当比较器输出数据小于允许范围后,此时刻最为动态结束时刻,两时刻相减就是动态时间,而绝对值最大的参数即为峰值参数。

图 2、图 3 分别为采用单台发电系统模拟器模拟,模拟由 QF-6 直流发电机和 TY-2 炭片调压器组成的单台发电系统时,对炭片调压器进行动态性能测试时的动态电压波形、动态过程时间和峰值电压显示界面。

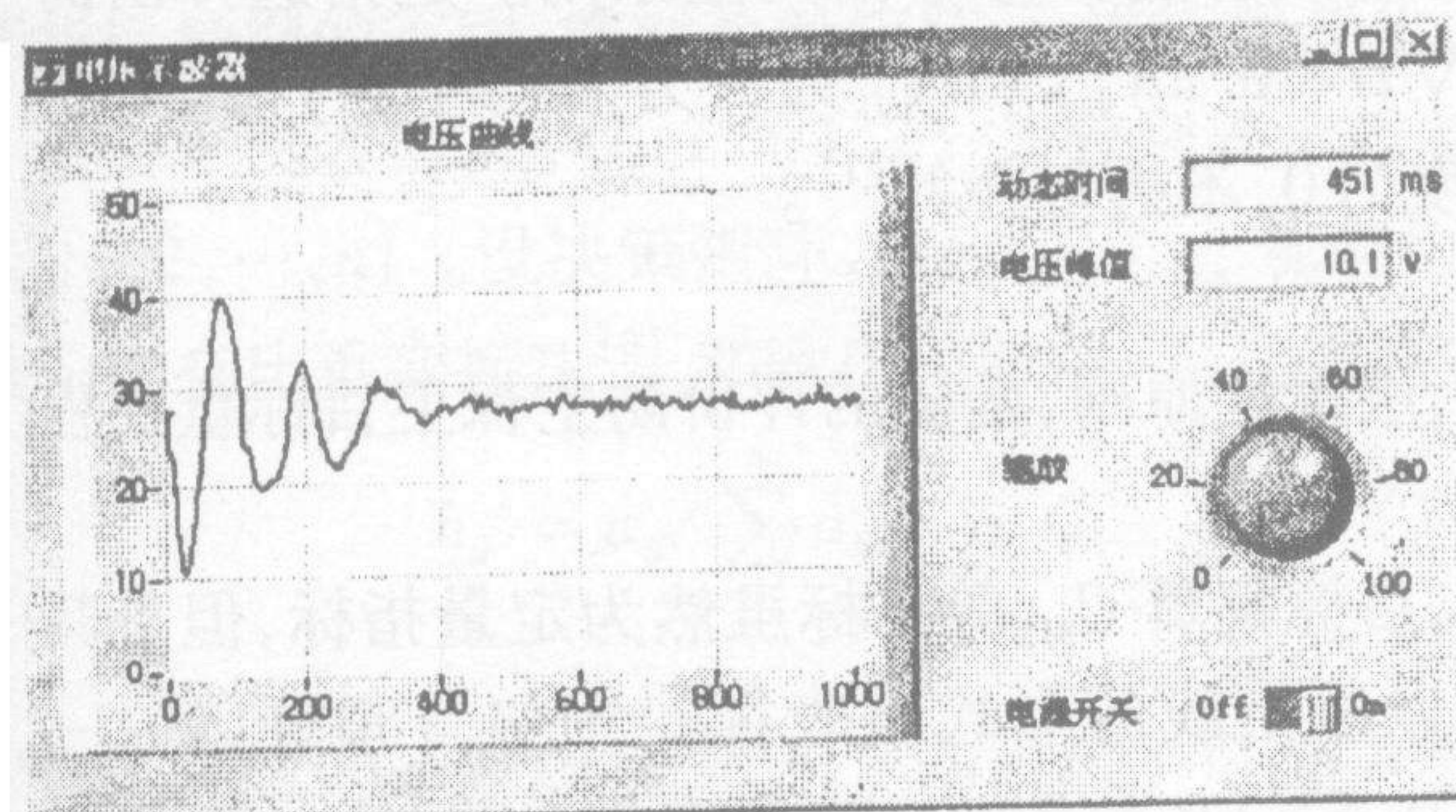


图 2 突加负载时的电压变化波形

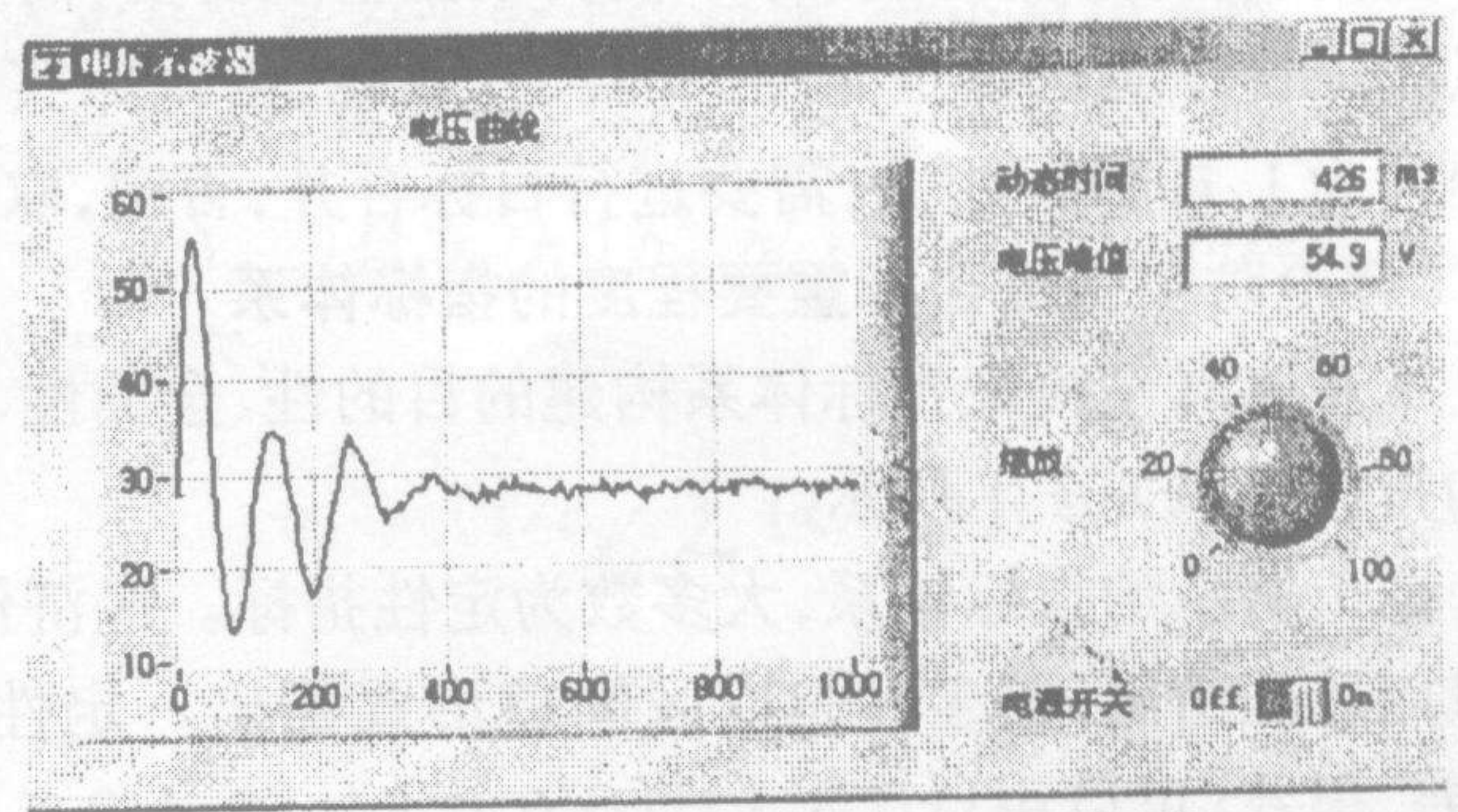


图 3 突卸负载时的电压变化波形

3 结束语

用简单、便携的装置来取代体积庞大的发电机拖动试验台,不仅仅是技术上的一项革新,它具有巨大无比的军事和经济意义,一直是国内外航空维修界所苦苦寻求的。通过对以上设计方案的实验室论证,实测曲线和数据与理论值基本吻合,证明了该设计方案的可行性。但模拟器参数的设计依据还仅是发电系统的典型参数值,且模拟器参数的设计和计算过程复杂,实现模拟器参数的快速、准确确定,还有通用算法的确定、大量的实验室验证等工作要做。

(下转第 35 页)