

研究简报

水电站发电机组动态特性的在线辨识*

钟延炯 李白男

(北京钢铁学院)

沈善德 言茂松¹⁾

(清华大学)

摘要

本文介绍了在某水电站发电机组处于不同运行方式下在线辨识的试验结果。试验结果表明,应用伪随机信号相关仪在电力系统中进行在线辨识是安全可行的,并且看出单台发电机组的动态特性与电力系统的结构和潮流有关。

一、概述

某水电站拥有 72.5 兆瓦水轮发电机组 9 台,在线辨识试验是在其中一台机组上进行的,电力系统结构图如图 1 所示。运行方式分为,线路传输功率 5 兆瓦(双线)和 150 兆瓦(单线)两种。试验目的是,在上述运行方式下辨识发电机组的励磁—发电机端电压系统的动态特性^[4]。

水轮发电机由可控硅励磁电源供电,如图 2 所示。由于励磁供电的调节电路部分无

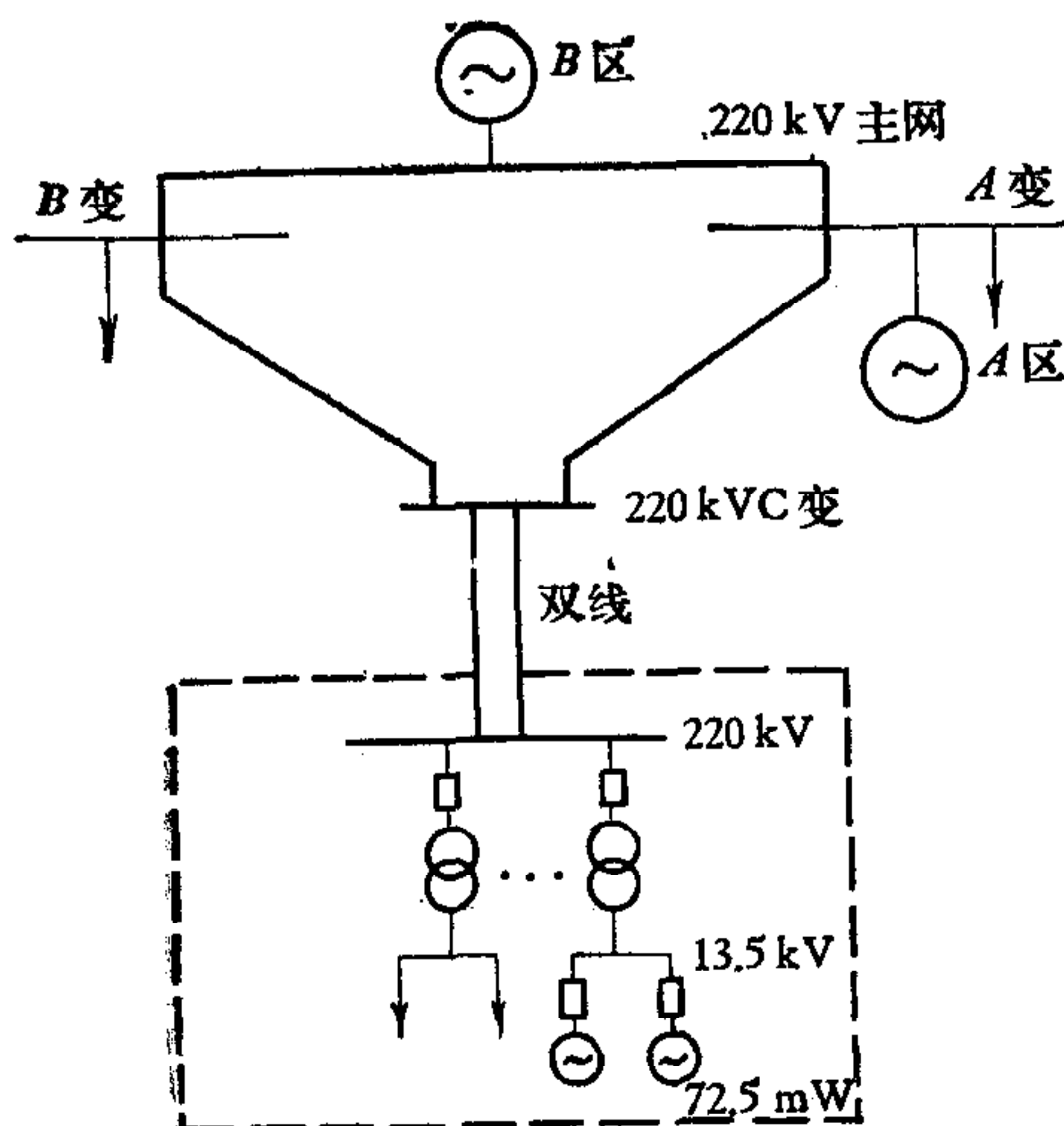


图1 电力系统简图

求和运算放大器,试验信号不便于直接输入,因此以调节电路中一段电阻短路或开路的方式来改变输入量,图2中干簧继电器J(装在伪随机信号相关仪内)专为此而设置。继电器的开闭由伪随机二位式序列(PRBS)控制,由于被测系统动态过程较慢,试验信号钟周期 Δt 在0.25秒至0.53秒左右,干簧继电器动作时间为0.9毫秒,因而由它带来的误差可以忽略不计。

发电机端电压取自一个六相整流器,由于整流变压器结构不对称,造成输出电压纹波较大。为减少纹波影响,系统输出串接了一个低通滤波器。

电力系统是一个要求连续稳定的动态系

* 本文于1979年12月8日收到。

¹⁾ 黄益庄、张元骥(清华大学)、赵开群(北京钢铁学院)等参加了现场试验和动态模拟试验工作。

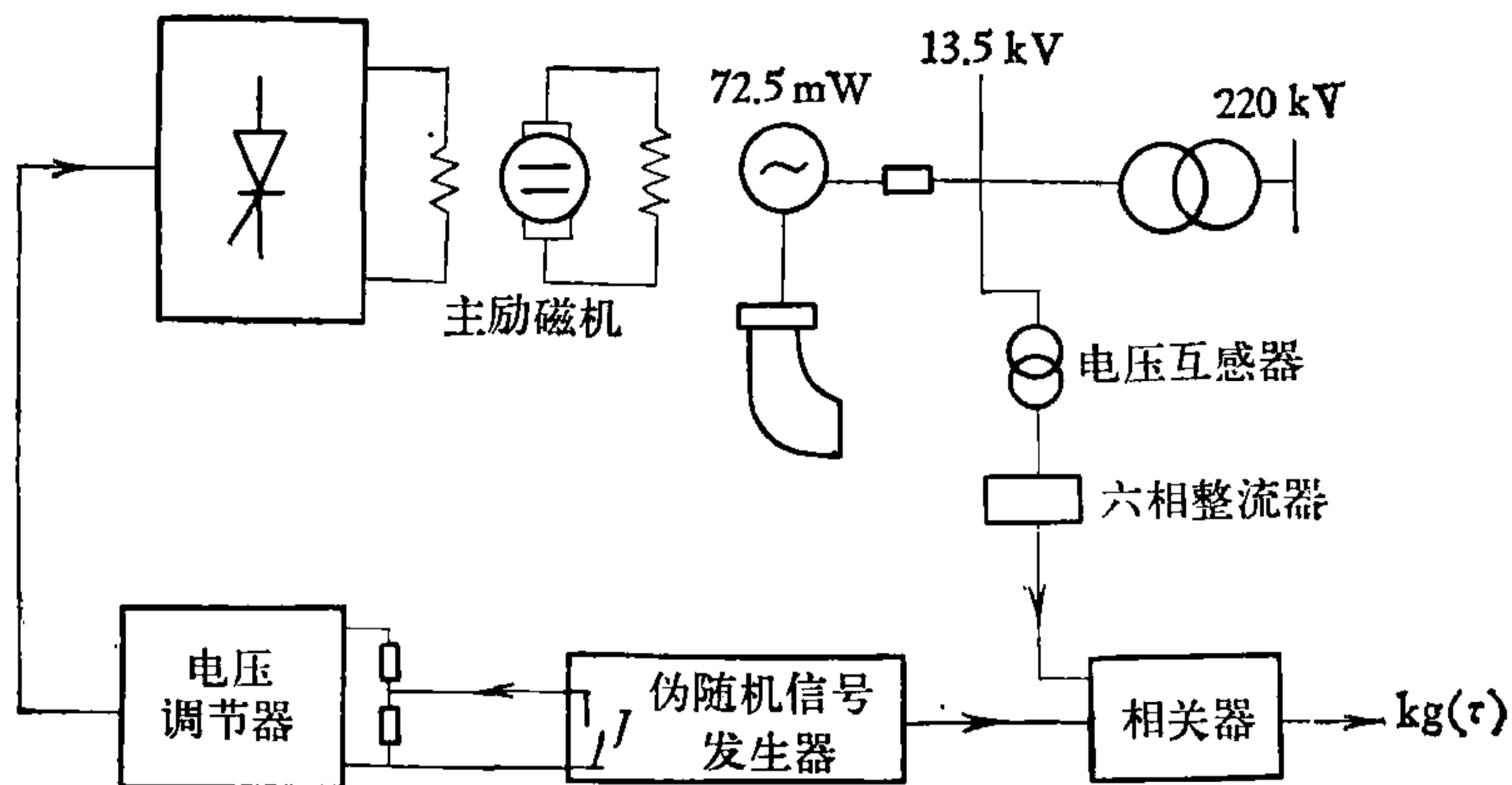


图2 试验线路

统。因此，在线试验首要一点就是试验信号电平尽可能低。试验中，信号 (PRBS)^[1] 电平为发电机输出端电压的 0.43%，相应的系统被扰输出见图 3。试验过程中，电力系统仍处于正常运行状态，除发电机无功功率 Q 略有摆动外未出现不利影响。

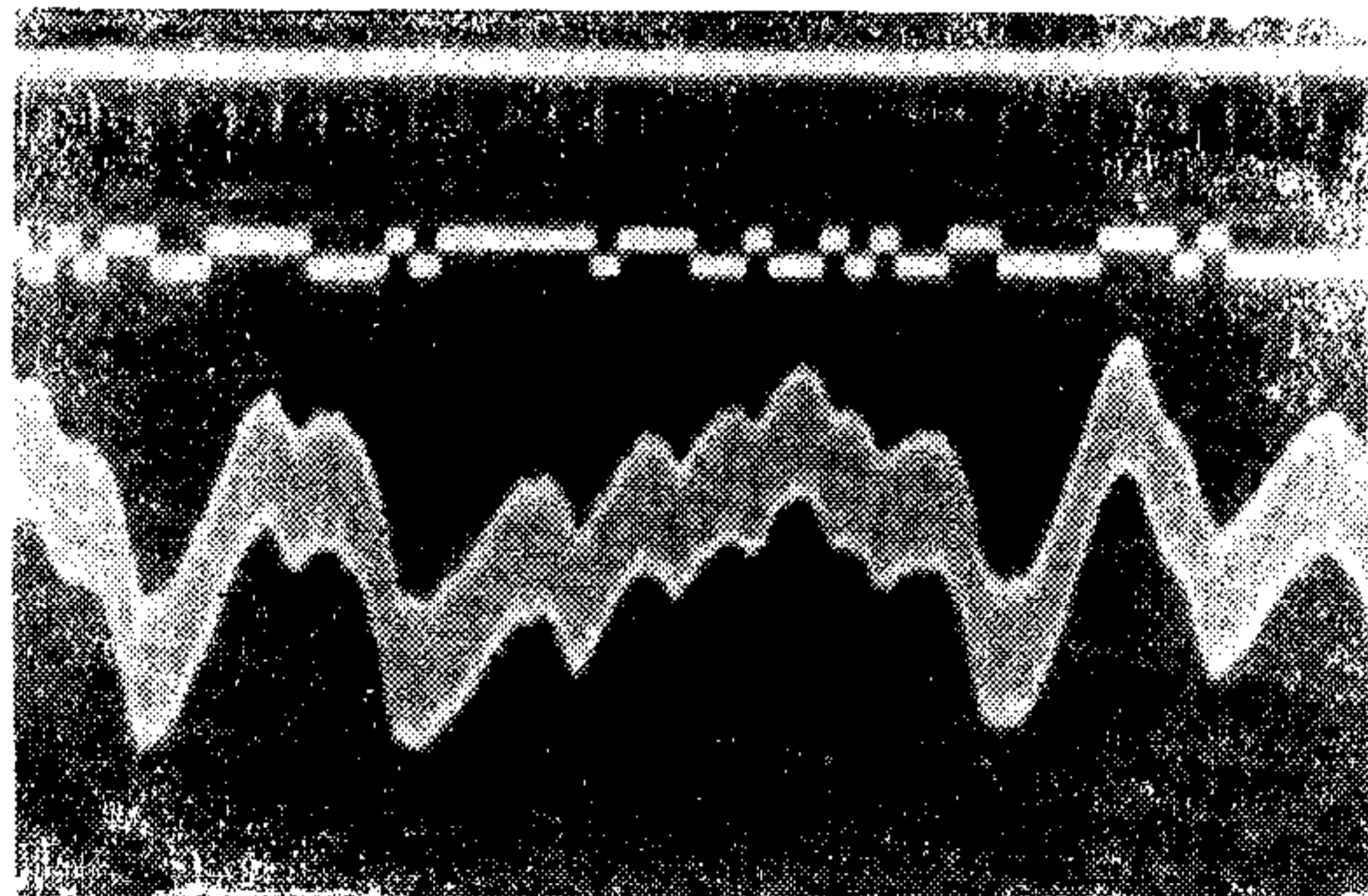


图3 伪随机信号及系统被扰输出波形(时标为1秒)

二、在线辨识试验^[1,3]

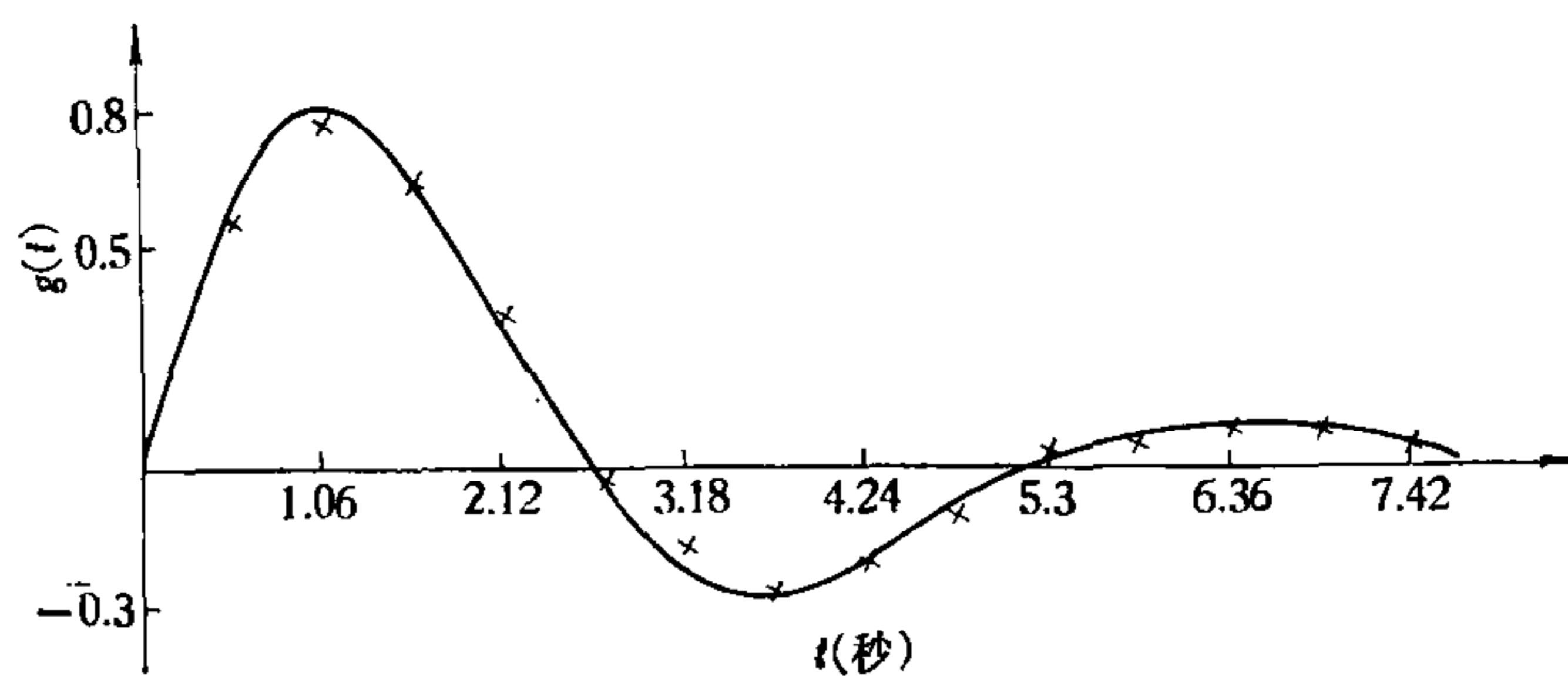
1. 线路传输功率 5 兆瓦(双线输电)

1) 试验信号 (PRBS) 参数。 $a = 0.43\% \times$ 发电机端电压, $\Delta t = 0.53$ 秒, $N = 31$, $q = 4$. 序列类: 逆重复 m 序列^[2]. 加权方式: 1, 3, 3, 1^[3]. (符号: a ——电平, Δt ——钟周期, N ——序列长度, q ——重复周期数. 以下同.)

2) 系统运行参数 220kV 输电线双线运行. 线路传输功率: $P = 5$ 兆瓦, $Q = 55$ 兆乏. 全厂总功率: $\Sigma P = 170$ 兆瓦, $\Sigma Q = 210$ 兆乏. 测试发电机: $P = 50$ 兆瓦, $Q = 30$ 兆乏. 可控硅励磁调节器投入.

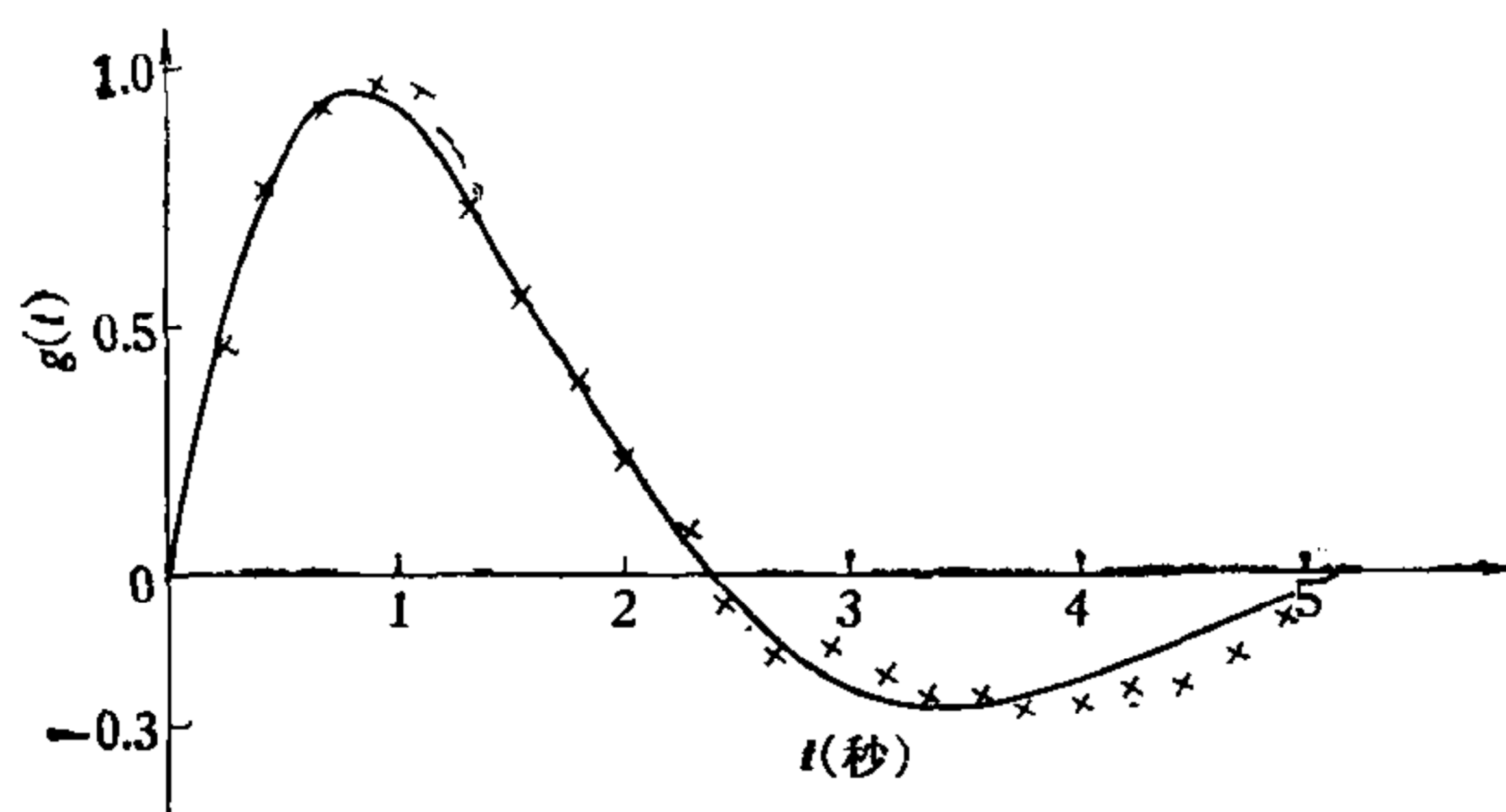
3) 辨识结果 实测发电机励磁-端电压系统的脉冲响应曲线如图 4 中“×”所示. 用三阶模型拟合, 所得传递函数为:

$$G(s) = \frac{0.0077s^2 + 1.309s + 6.355}{s^3 + 4.855s^2 + 4.954s + 6.575}$$

图 4 线路传输功率 5 兆瓦时的脉冲响应 $g(t)$

2. 线路传输功率 150 兆瓦 (单线输电)

1) 试验信号 (PRBS) 参数. $\Delta t = 0.25$ 秒, 其它参数同 1.

图 5 线路传输功率 150 兆瓦时的脉冲响应 $g(t)$

2) 系统运行参数. 220kv 输电线单线运行. 线路传输功率: $P = 150$ 兆瓦, $Q = 84$ 兆乏. 全厂总功率: $\Sigma P = 224$ 兆瓦, $\Sigma Q = 22.8$ 兆乏. 测试发电机: $P = 28$ 兆瓦, $Q = 36$ 兆乏. 可控硅励磁调节器投入.

3) 辨识结果. 实测发电机励磁一端电压系统的脉冲响应曲线如图 5 中“×”所示. 用三阶模型拟合, 所得传递函数为:

$$G(s) = \frac{-0.0296s^2 + 2.465s + 1.456}{s^3 + 2.17s^2 + 2.368s + 1.35}$$

三、结 论

(1) 应用伪随机信号相关仪对电力系统进行在线辨识是可行的, 安全的. 它的极低的信号电平对电力系统不会产生不良影响.

(2) 在二种运行方式下得到的不同的动态特性看出, 与电网并联运行的单台发电机的动态特性, 不但与电网结构、调节系统参数有关, 而且与电力系统潮流有关. 这个问题还有待于进一步研究和试验.

本次试验规模较大, 涉及整个华东电网的调度. 由于华东电管局章冰平、徐德生, 华东电管局中心试验研究所刘维烈, 电厂王林森、吴明扣、林干川、李玉生等大力协助和支持,

使得整个试验按时顺利进行。在此,向上述各同志表示感谢。

参 考 文 献

- [1] 戴维斯, W. D. T. 著,潘裕焕译,自适应控制的系统识别,科学出版社(1977)。
- [2] 钟延炯,逆重复 m 序列及系统辨识,自动化学报,5 (1979), No. 2.
- [3] 李白男、钟延炯,多功能伪随机信号相关仪及冷轧机控制系统的在线辨识,自动化学报,5 (1979), No. 1.
- [4] Evans, F. J., Ngo, Y. H. and Outhred, H. R., The On-Line Digital and Optimal Control of Generator Excitation Systems, CIGRE (1972),32—05.

ON-LINE IDENTIFICATION OF A GENERATOR DYNAMICS IN A HYDROELECTRIC STATION

ZHONG YAN-JIONG LI BAI-NAN

(Beijing Institute of Iron and Steel Technology)

SHEN SHAN-DE YAN MAO-SONG

(Qinghua University)

ABSTRACT

This paper deals with the on-line identification test of a generator dynamics in a hydroelectric power station at different operating modes. The results of the test show that application of the PRBS-correlator for on-line identification in a power system is safe and suitable, and that the dynamics of single generator is related to the structure of the power system and load flow within the system.

编辑部启事

本编辑部尚存有少量5卷(1979)1—4期《自动化学报》,有需要者请速与编辑部联系,按银行帐号寄款。

编辑部地址:北京中关村中国科学院自动化所转

——本刊编辑部——