



电力系统 Transputer 自适应稳定控制

王海风 韩祯祥

(浙江大学电机系, 杭州 310027)

Hogg B. W.

(The University of Belfast)

摘 要

本文提出了一种基于多个快速平行处理器——Transputer 而实现的电力系统自适应稳定控制器。文中介绍了这种自适应稳定器实现的硬件、软件系统及实验室动态模拟试验结果。

关键词: 自适应控制, 电力系统稳定控制, Transputer 控制, 电力系统稳定器 (PSS)。

1 引言

将自适应控制的概念与理论应用于电力系统稳定器 (PSS) 的设计, 是提高电力系统稳定控制鲁棒性的有效方案之一^{[1][2]}。但是, 电力系统是一个非线性系统, 其动态过程快, 这给用微机实现复杂的自适应控制算法带来一定的困难, 要求微机具有较强的实时处理能力, 以实现在线控制。为此, 本文的工作采用一种近年来新兴的平行微处理器 (Transputer), 建立一套相应的 Transputer 硬件及软件系统, 实现了一种电力系统鲁棒自适应稳定器, 并在实验室动态模型上进行了多种试验, 其结果表明: 这种 Transputer 自适应稳定控制器的工作速度满足电力系统实时稳定控制的要求, 能在较大电力系统运行范围内提高电力系统的稳定性。

2 Transputer 自适应稳定控制器

在文献[1]中, 作者提出了一种自适应电力系统稳定器, 它由“估计”和“控制”二个基本环节组成。其工作原理为, 在每一个自适应控制周期 (ACP) 内, 稳定器“控制”参数不调节, 而“估计”环节根据采样数据, 使用曲线拟合方法, 估计出电力系统中发生振荡的频率阻尼 ξ_t , 与设计值 ξ_t^* 比较, 如果 $\xi_t < \xi_t^*$, 表明振荡阻尼不足, 指示“控制”环节在下一个 ACP 起始时刻调整一次参数。这样, 在不同的 ACP 上, 形成了一种递推自适应算法, 以使稳定器能向系统提供足够的振荡阻尼, 提高电力系统的稳定性。

这种自适应稳定器与一般的基于 STR 技术设计的自适应电力系统控制方案^[2]相比, 其特点不仅仅在于它不是通过在线辨识非线性电力系统的假设线性 ARMA 模型参数, 而是估计振荡参数, 来实现自适应稳定控制; 更重要的是在每一个 ACP 内, “估计”与“控制”二个环节是并行工作的, 这就为使用平行微处理器来实现较高工作速度的控制器, 提供了极大的方便。

图 1 为由 Transputer 实现的这一电力系统自适应稳定器的硬件及软件系统。其工作原理为: 68020 母板由一 Intel 8751 触发, 每约 1.67ms 将 A/D 口读入的采样数据写入 DMA(Direct Memory Access) 一次, 并同时为 DMA 中的标志置 1 状态。此时, Transputer 1 中的“输入转换程序”并行工作, 它持续监视着标志的状态, 当其为 1 时, 即从 DMA 中读入采样数据, 读入完成后, 将标志置 0, 进入监视和等待。而“输入转换程序”读入采样数据后, 将其转换成标准的输入采样信号, 这包括信号大小的标准化及使用循环语句, 按自适应稳定控制所需的采样频率, 向 Transputer 2 送入采样信号。

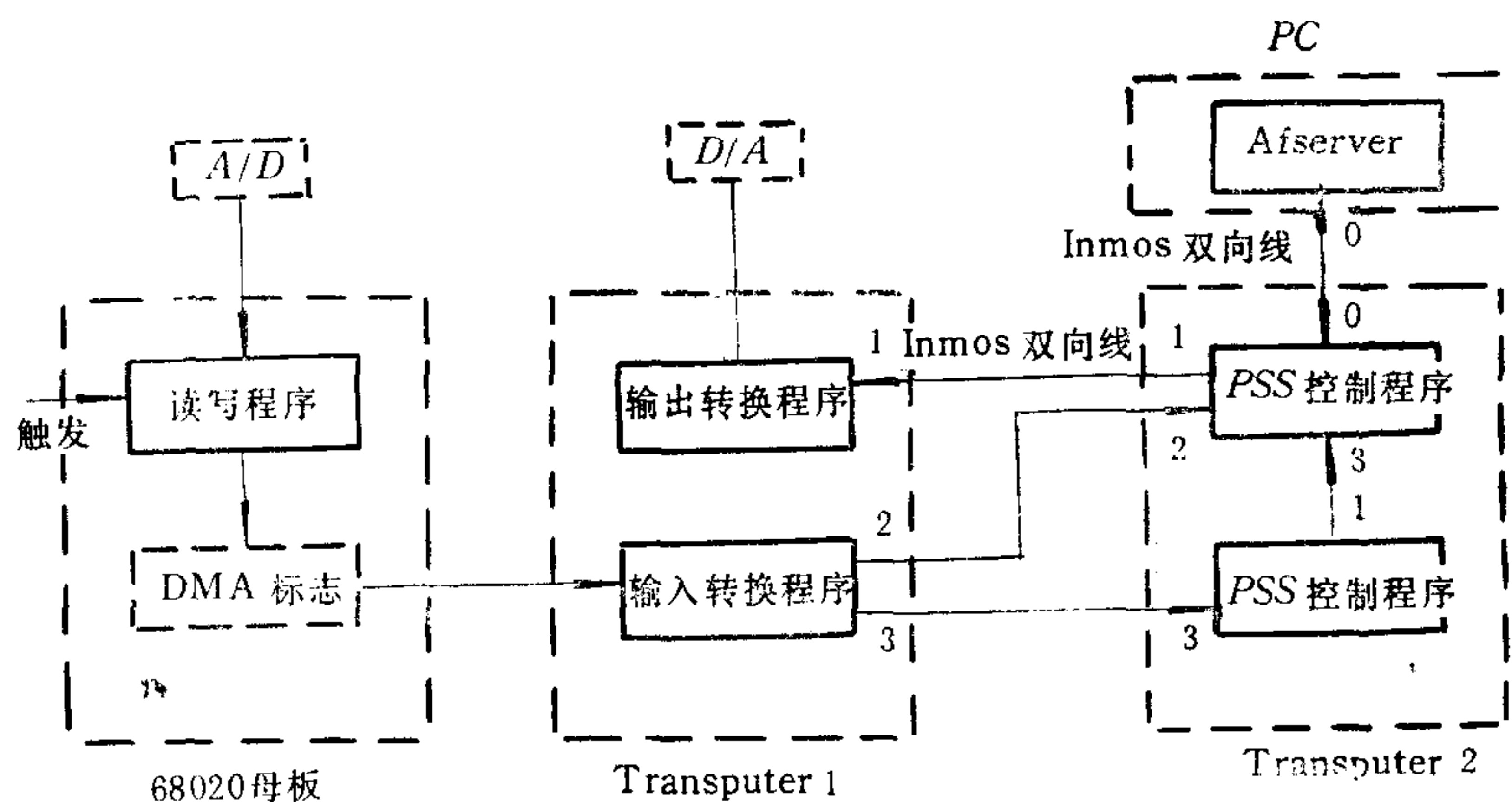


图 1 实现自适应稳定器的 Transputer 硬、软件系统组成图

Transputer 2 中的 PSS 控制程序, 使用从接口 2 获得的采样信号, 按 PSS 控制规律计算出控制信号, 送入“输出转换程序”, 转换成适于 D/A 的数字信号。同时, PSS 估计程序并行工作, 保持对采样信号的监视。当判断出系统中发生振荡后, 即执行“估计”运算, 得到振荡参数的估计值, 并判断 $\xi_s < \xi_s^*$, 当判断成立时, 向 PSS 控制程序输出 PSS 参数调整值。这一过程的时间整定为一个 ACP, 然后进入下一个 ACP。

由上述可见: (1) 在实现的自适应稳定控制中, “控制”与“估计”是并行工作的, 这样, 可以大大提高在线控制速度; (2) 输入转换程序与估计程序并行工作, 这使得可采用高级的测量算法, 使之更加精确。另外, Afservice 程序服务于 Transputer 的程序通信, 它在 PC 机上与 Transputer 程序并行工作。

3 动模实验

实验室动模系统如图 2 所示。一台 3KVA 发电机由一台直流电动机驱动, 通过变压器及人工模拟输电线接到实验室母线上。用模拟电路模拟调速器及汽轮机的动态特性,

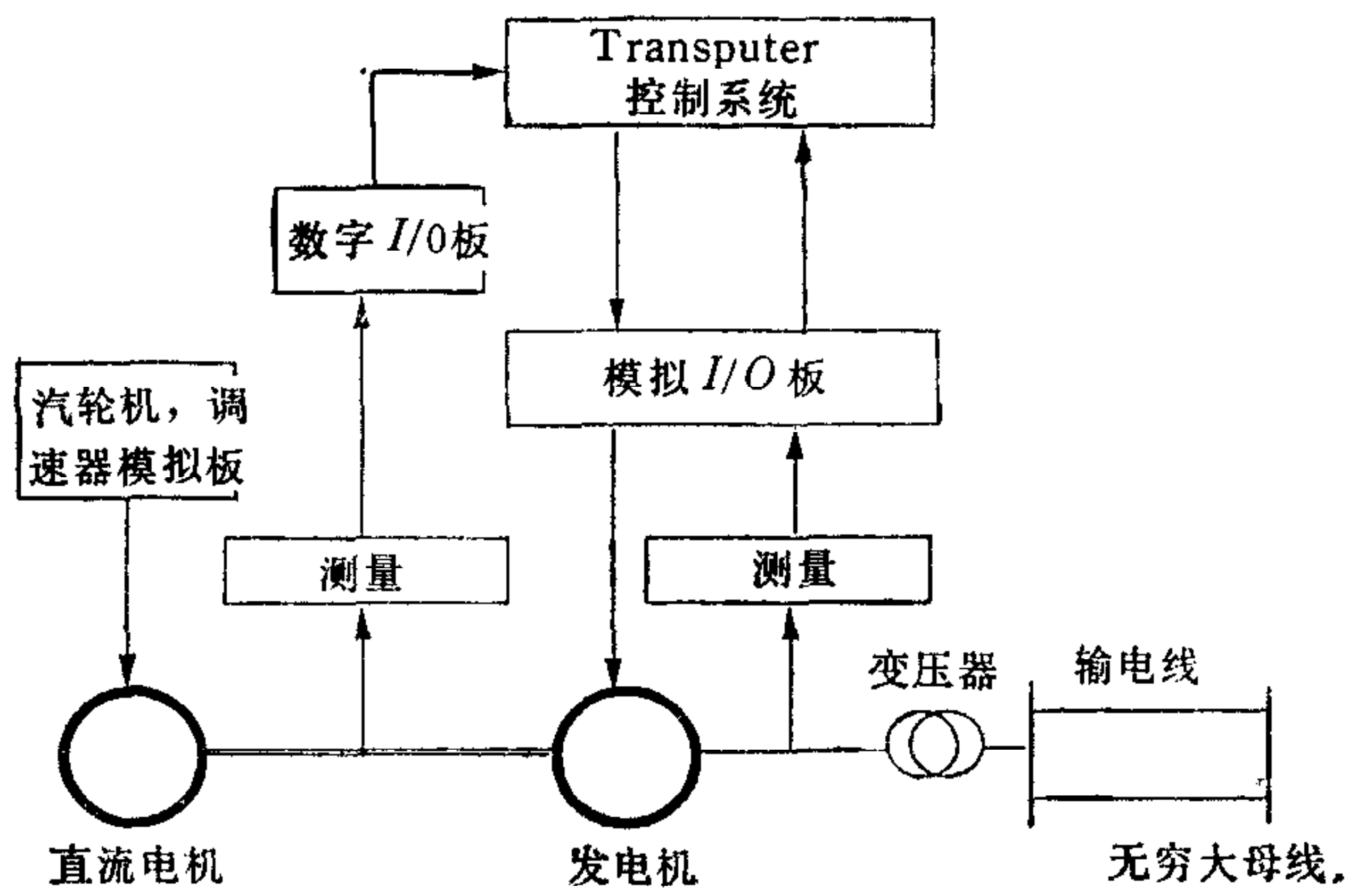
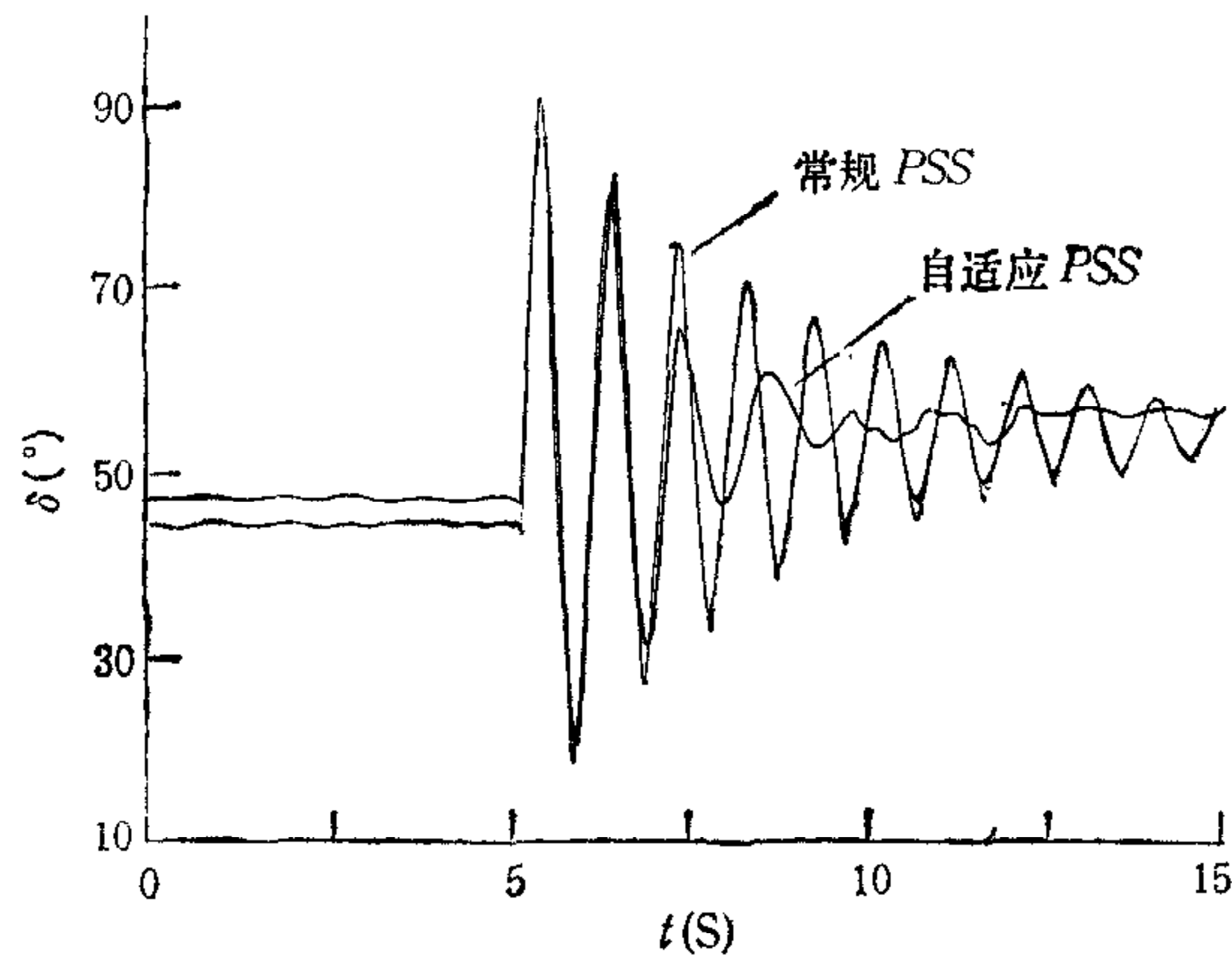
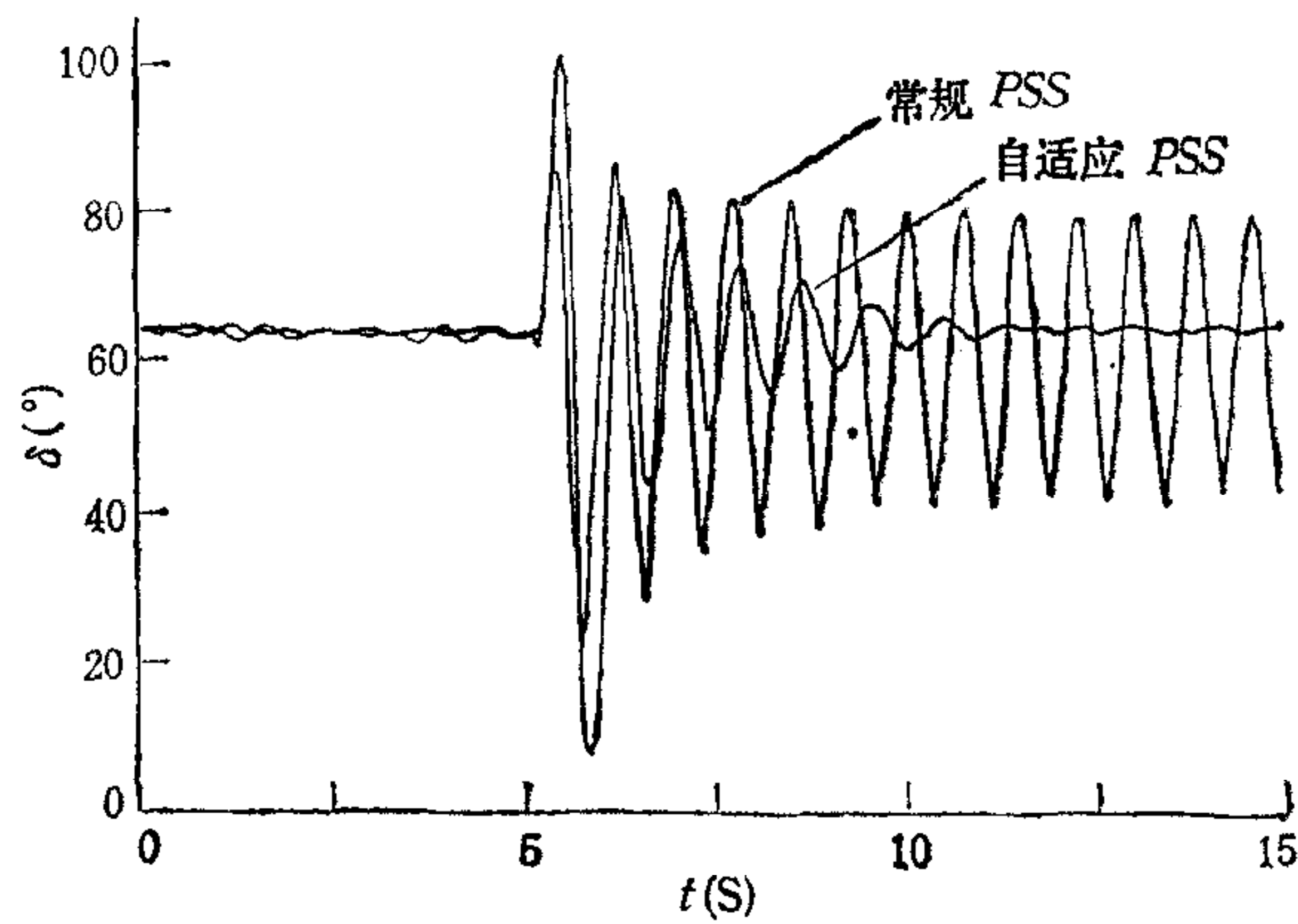


图 2 实验室动模系统图



(a)



(b)

图 3 试验结果(发电机的功率角振荡)

给出直流机电枢电流控制,用以模拟原动机。发电机端电流和电压测量由三相变压器及放大器组成,测量量送入模拟 A/D,转换成数字信号。发电机转子轴信号测量由一光学传感器触发一个 1MHz 时钟,输出测量的数字信号,通过一块数字 I/O 板,送入 Transputer 在线控制系统。

在此动模系统上,对图 1 所示电力系统自适应 Transputer 稳定器,进行了各种大、小干扰下的控制性能试验,结果令人十分满意。由于篇幅限制,这里仅列出一项试验及结果。

在动模系统上的典型运行工况为 $P_1 = 0.7\text{p.u.}$ (发电机输出的有功功率), $Q_1 = 0.1\text{p.u.}$ (发电机输出的无功功率),将设计的自适应稳器(初始参数:采样速率为 20ms,ACP 为 1s)及一常规稳定器分别投入动模系统,以比较其控制性能及效果。

1) 动模系统约运行 15s,在约 5s 时,发电机变压器的输出端发生三相接地短路,60ms 后,系统自动切除一回线路,短路消除,系统进入单回线输电的运行方式,试验结果如图 3a 所示。可见,自适应稳定器对系统运行方式改变的鲁棒性优于常规稳定器。

2) 系统运行工况变化到 $P_1 = 0.85\text{p.u.}$, $Q_1 = 0.09\text{p.u.}$,动模系统运行约 15s,在约 5s 时,发电机变压器输出端发生三相接地短路,60ms 后短路消除。试验结果如图 3b 所示。可见,自适应稳定器对系统运行工况的改变也具有较好的鲁棒性。

参 考 文 献

- [1] 王海风,韩祯祥, B. W. Hogg, 自适应电力系统稳定器设计的频域方法,中国电机工程学报, 6(1992).
 [2] Wu, Q. H., Hogg, B. W., Self-tuning Control for Turbo-generator in Multimachine Power Systems, IEE Proc. Pt. C, 2(1990).

TRANSPUTER ADAPTIVE STABILITY CONTROL OF POWER SYSTEMS

WANG HAIFENG HAN ZHENXIANG

(Department of Electrical Engineering, Zhejiang University Hangzhou 310027)

B. W. HOGG

(The Queen's University of Belfast, U. K.)

ABSTRACT

This paper proposed an adaptive stabilizer for power systems, which was implemented based on a multi-transputer system. The hardware system of the transputer adaptive stabilizer and the results of laboratory tests are presented in the paper.

Key words: adaptive control; stability control of power systems; transputer control; power system stabilizer (PSS).