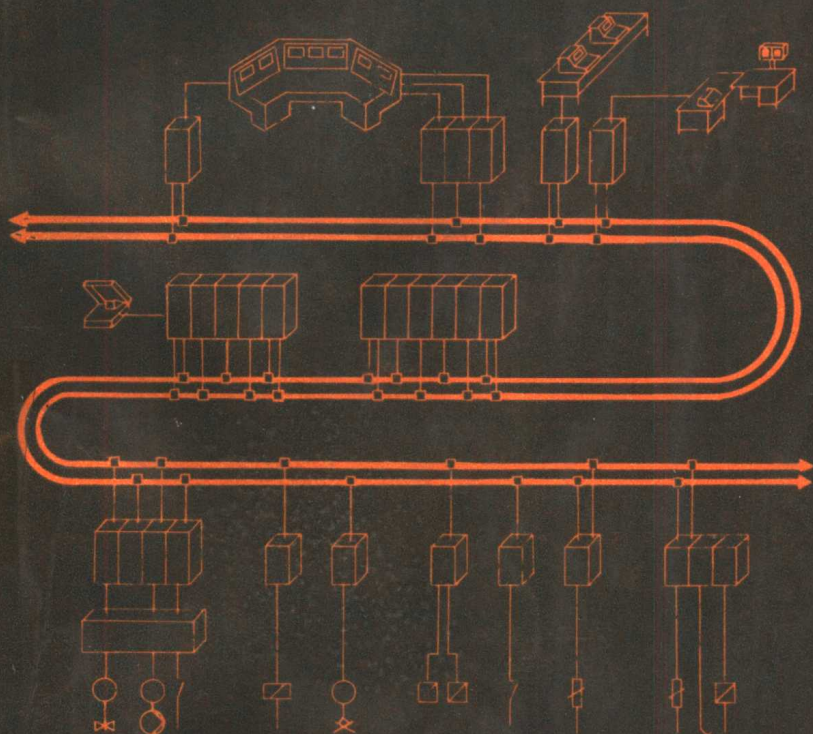


微机分散控制译文集

周 慧 南 陈 允 济 谢 传 镛 译



微机分散控制译文集

周 慧 南 陈 允 济 谢 传 镛 译

水 利 电 力 出 版 社

内 容 提 要

自70年代微处理机问世以来,它在工业生产过程自动控制上的应用已日益广泛。目前,在电力、冶金、化工、石油、轻工等部门中,也已开始使用微机进行分散式的控制,其势十分迅猛。为使读者了解微机分散控制的技术内容和国外应用的现况,译者在广泛收集国外资料的基础上,经过筛选,将其中较有参考价值的十篇专论译出,汇集成本书。这些文章主要介绍了NETWORK 90, PROCONTROL P、K, MAX 1等机型及其系统,还报导了国外电站中的应用实例,对从事自动化工作的人员有学习借鉴价值。

微机分散控制译文集

周慧南 陈允济 谢传镛 译

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

水利电力出版社印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 9.375印张 206千字

1989年3月第一版 1989年3月北京第一次印刷

印数0001—1710册 定价2.45元

ISBN 7-120-00330-5/TP·8

前 言

近年来，微处理器和微型计算机的应用发展十分迅速，已深入到工业部门的各个领域，火力发电厂自动化也不例外。微处理器和微型计算机在世界上一些发达国家的电厂自动化中已日益得到普遍应用，其中以美国发展得最快。近几年来新建机组大多采用了以微处理器为基础的装置和系统，其中大多采用了先进的、功能强的分散式数字控制系统，这种系统代表了80年代工业过程控制的一个重要发展方向。此外，在老机组自动化的改造方面，也应用了微机自动装置。在国内，有的电厂已经部分地引进或准备成套引进数字分散控制系统；也有些单位正在进行这方面的研制和开发工作。

为了使从事火电厂自动化工作的科技人员及时了解和掌握国外的有关近况并作为借鉴，我们编译了这本译文集。全书共十篇，选材于1982~1985年期间美国、英国、瑞士等国的学术会议论文和控制系统制造公司的资料。选材时注意了先进性和实用性。主要内容为：以微处理器为基础的数字控制系统的组成、功能和特点，软、硬件的构成和技术要求，以及系统应用中的一些有关问题。

本书第一、六篇及第十篇的第一部分由陈允济同志翻译，第七、八篇及第十篇的第二部分由谢传镛同志翻译，第二、三、四、五、九篇由周慧南同志翻译；郭豫笃同志对全部译文做了审校。

由于译者水平有限，书中错误与不当之处在所难免，敬请批评指正。

译者于水利电力部西安热工研究所

1986年10月

目 录

前 言

第一篇	微处理器在汽轮发电机组检测和控制中的应用	(1)
第二篇	电厂分散式直接数字控制系统硬件、软件的设计和 技术条件	(21)
第三篇	直接数字控制 (DDC) 应用于电厂的工程 问题	(39)
第四篇	微处理器、数据公路构成明天的控制系统	(62)
第五篇	应用于电厂锅炉的分散式数字控制系统	(90)
第六篇	PROCONTROL P——一种现代的电厂 控制与监视系统	(115)
第七篇	PROCONTROL P 在汽轮机和锅炉保护 中的应用	(141)
第八篇	泰国玛莫 (Mae Moh) 燃煤电厂汽包锅炉燃烧器 的 PROCONTROL P 与 K 控制系统	(159)
第九篇	MAX 1 分散式数字控制系统	(176)
第一部分	MAX 1 分散式过程控制系统概况 (节译)	176
第二部分	552 控制器	179
第三部分	算法	204
第四部分	运行员站 (节译)	206
第五部分	数据公路	230

第十篇 NETWORK 90分散式数字控制系统..... (238)

第一部分 现代电厂中以微处理器为基础的分散控制系统
(节译)238

第二部分 NETWORK 90系统的特点、功能和性能
(节译)263

第一篇 微处理器在汽轮发电机组 检测和控制中的应用

A. 沃尔滕 PAL, 哈姆 NEI 帕尔森公司

摘 要

近几年来, 随着价格低廉的微处理器的采用, 数字技术应用于现代汽轮发电机组的控制器, 以改进控制的功能和完整性, 已经得到发展。

然而, 汽轮发电机组的检测和控制的某些领域仍主要依靠众所周知的继电式逻辑和气动系统, 在适当的时候它们也可能被数字系统所取代。

应用工作已集中在一些选定的检测和控制领域, 在这些领域中微处理器技术显得特别适用。所采用的原则是, 硬件使用标准系列的模件。这样, 在大量地分散应用时可减少对备件数量的要求。

这里叙述的系统包括汽轮机超速时的跳闸系统、加速度敏感检测器、速度监视系统、汽轮机转子热应力计算装置、汽轮机监控设备、自动升速和加负荷系统, 以及用于新设备上和老设备改造上的各种形式的电液调速系统。

一、前 言

现代汽轮发电机组的运行, 依靠许多复杂的检测仪表和控制系统。然而控制回路的技术等级还是有差别的。例如汽

轮机的调速器，目前已与现代电子、电液技术相结合，而其他一些，如发电机的冷却系统，可能仍依靠继电式逻辑和气动控制。此外，严格属于汽机车间的一些其它功能，如自动升速，则相当复杂，它常常是用高一级的系统，例如厂级计算机来完成的。

将来，其中的某些功能完全有可能受益于过程控制领域的最新发展成果。基于微处理器的分散控制系统可以完整地自主地用于一些单独的控制器，同时依靠远方监控网络，它也能呈现出中央计算机具有的所有能力和灵活性。然而，还有一些对汽轮发电机组很特殊的检测与控制功能，不可能用标准范围内的工业硬件来满足。在本文中我们主要涉及这些领域。

数字技术应用于汽轮发电机组专门的功能控制并不是新的，在十多年前就已首先将其引入调速系统^[1]。然而，在70年代后半期，微处理器的广泛生产，导致了数字技术应用于调速方面^[2]并在扩展的基础上用于电压调整^[3]。诚然，实际上目前在英国安装微处理器调速系统的很少，但却有充分的迹象表明，微处理器至少在几个外国公司建造的电厂中不久将成为普遍的事物^[4]。

过去的十年，控制技术（例如优化）已有很大的发展，这是利用了目前计算机计算能力的提高。然而，应当区分以下两种情况：临时使用微处理器以进行汽轮发电机组控制系统的科学研究，以及那些正式使用微处理器，以达到良好运行可靠性的工程设计或设计研究。后者要求合适的、有冗余性能的结构^[5]，也可能包含各种形式的软件结构，以提供容错能力^[6]。从更为广泛的意义上说，容错计算的方法论在过去十年内已广泛地引起注意^[7]，虽然应当指出，许多

基本概念可能并不是新的。某些技术早已应用于模拟控制的领域^[8]，更新的发展^[9]则为数字控制的应用提供了明确的方向。

显然，预期在不久的将来，汽轮发电机组可有日益增多的以微处理器为基础的仪表和控制系统。这种系统的主要特点是降低了费用，显著地增加了控制的可靠性、准确性和灵活性。然而，主设备的寿命通常定为30至40年，可以预期，已运行了几年的大量的现有电厂不会从这些发展中受益。在这种情况下，于适当的时候考虑一些设备更新或对老设备进行改造是有利的。

二、电厂改造的考虑

实现电厂改造时，首先要定义工作范围。电厂的个别部分和区域应考虑其技术改进的实际增益是合算的。同时还要记住，可能需要对某些比较广泛或分不清的问题作量化的工作。

各种因素影响的轻重变化很大，这决定于运行单位的政策和习惯，但一般有如下几点：

- (1) 预期能减少非计划停运次数。
- (2) 能实现更有效或更经济的控制模式。
- (3) 能减少例行或非计划的维修次数。
- (4) 使安全性得到改进。
- (5) 任何能提高全面自动化程度的步骤都会减少对人员的要求。
- (6) 能补偿本地区熟练的维护或运行人员的不足。

在技术水平的提高方面，任何改进都可归为以下两大类之一：

(1) 代替一种现在认为不完善的功能;

(2) 提供一种以前没有的功能。

离心式调速器是功能不完善的一个例子。它在长期运行后会出现顽固的不稳定问题。这种情况明显地反映在运行问题中或反映在较高的维护费用上。

更经常的是,某种运行性能在交付运行的初期很可能是满意的,但以后就不是这样了。对此,新的电厂是不能接受的。在这方面可以找到许多例子,例如机械式调速系统的变差和死行程以及在全负荷范围内的增量不等率。自从电液调速系统出现后,显然在这些方面较容易得到好的性能,人们的看法也随之改变。在某些情况下,采用传统技术已被证明难于保持良好的长期性能,液压加速度检测器(HAD)就是这一可以改进的项目(见四之2节)。

如果我们考虑以后开发新功能,那么,还是把它改变成将来有灵活性的、以软件为基础的技术更为恰当。这种技术既能满足近期的要求,又能满足长期发展的要求,而同时价格又非常合理。例如,同其他控制器或高一级的计算机为基础的系统之间的接口就变得特别容易。更直接的是,几乎不付额外代价便可提供一些附加功能,例如在一台电液调速器上选择各种升速或加负荷的速率。

改进电厂总效率的需要是推动某些改进的初始动力。从一定意义上说,目前认为合适的一种控制模式是“机跟炉”;而对于工业抽汽汽轮机,使流到凝汽器中的蒸汽量最小也许是很重要的。

进一步的问题是动力系统的稳定性。在某一种情况下,作为对现有电液调速系统的改进,用不连续的控制模式证明有许多优点^[10]。另一方面,评价汽轮机转子的热应力已引

起愈来愈大的兴趣，特别是联系到希望延长旧电厂的运行寿命或要从带基本负荷改变为两班制运行。

三、电子系统的设计特点

在所有叙述过的各种改造中，使用的电子系统都设计成具有高集成度，专用于电厂或类似环境的控制。它有强有力的TEXAS TMS9900系列集成电路，也包括许多专门为汽轮发电机组控制而设计的特殊硬件外部设备。值得特别注意的是带有齿轮和探头的快速高精度转速测量系统^[11]以及蒸汽阀门控制放大器^[12]。

处理器和存储器模件构成一个坚固的设备。它能单独起作用，也具有各种固有的性能，可用于三选二冗余（TMR = Triplex Modular Redundant）控制系统中。并行母线链路用来同外部设备通信，而可靠的串行链路为通道的协调和故障检测提供通道间的通信。在TMR系统的关键点上采用3选2表决。图1.1表示了这种系统的典型图。

利用以微处理器为基础的技术，使得用最少量的不同硬件模件即可满足大范围的控制要求，也允许在交付使用后改变控制逻辑。同时，系统是基于使用只读存储器的，所以在正常运行时不需由运行人员再编程序。事实上，已做了各种努力，为运行人员提供的系统是简单而常规的。

采用了模件后，需要的备件少，在设备中又有了一些较高级的自动故障检测系统，加上很方便地更换模件，所以使维护特别轻松。

四、改进的范围

发展上述微处理器系统的本来目的，是为80年代新电厂

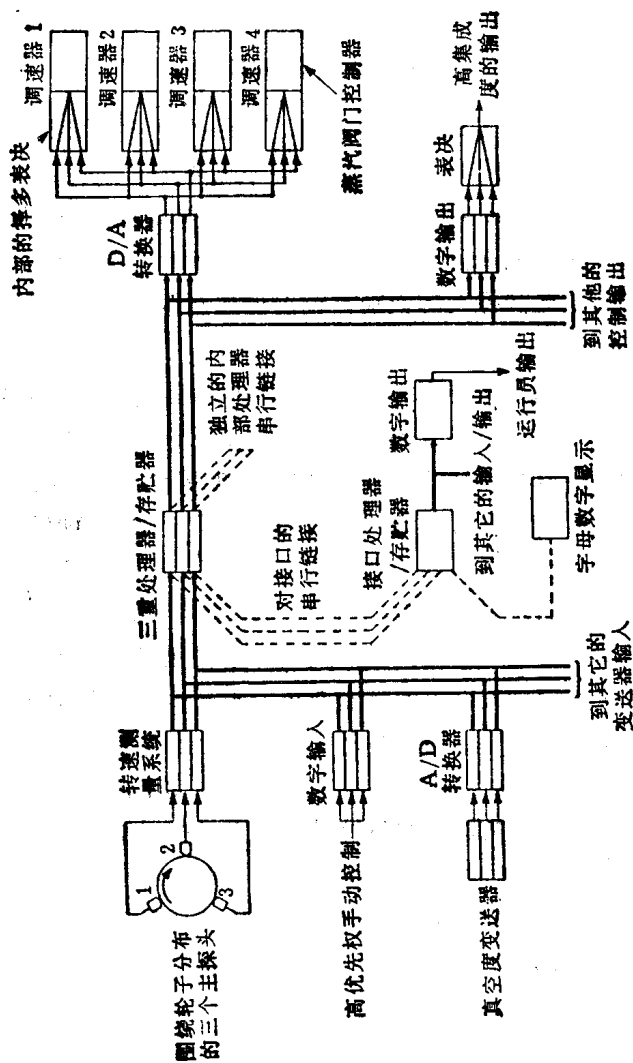


图 1.1 总控制系统的冗余技术方案

中的机组引入电液调速器。但由于其固有的灵活性以及价格低廉的趋向，所以目前在新、老电厂中其他一些地方也应用它。

可靠性和容错能力等特点使这种设备十分适合于汽轮发电机组的应用。这些已在其他地方^[2,5]被深入研究了，同时还列出了引入微处理器技术后可最终获益的较完整的应用范围清单^[5]。这些应用中的某些方面已得到认真的研究，或者已提供设备，或者在不久的将来可提供设备。下面叙述这些方面的内容：

1. 超速跳闸系统

这个设备专门针对锅炉给水泵或难于安装常规离心螺栓的小汽轮机。然而，它也在那些原有超速跳闸系统的反应速度或设定精度不合适的较大的汽轮机中作为后备装置或独立装置使用。

超速跳闸有标准的TMR布置。图1.2表示了它的简化方块图，图中装有三个探头的一个齿轮将信号供给三个独立的硬件——速度测量模件。每一模件上装有一个已编程硬件（hardware-programmed）的速度检测器，它也同探头输入连锁，以做到故障安全（failure-to-safety）。输出可以在内部表决，或单独供给外部逻辑去判断。

为了提供由运行人员起动的自动试验过程，装有一块处理模件，但它对跳闸装置的运行不起功能部件的作用。然而它大大加强了信息显示，连续读出中间速度值，在给出结果前显示试验的进程，并用简单的英文提供有助于模件更换、维护的一系列出错信息。

2. 加速度灵敏检测器

这种设备用作液压加速度装置（HAD）的电子替代品。

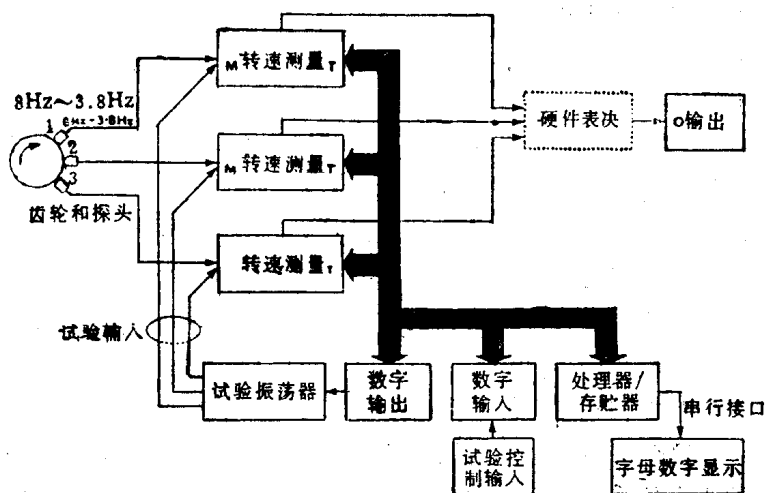


图 1.2 “三选二”超速检测器

HAD 在形式上是完全液压/机械的，为了尽量减小甩全负荷时转速的升高，靠测量传统的调速系统中导向阀中油压的迅速变化来动作。这样，在保持长期的准确性上就产生问题。采用以数字技术为基础的电子系统后，这一问题可以减轻。在标准形式中，单通道系统是合适的；如有必要，可提供 TMR（三选二）系统。

从装在轴上的齿轮和探头系统来的信号供给硬件速度测量模块，然后送到微处理器，在那里计算逐次的速度值并用来确定加速度。假使加速度超过限定值并持续了一定的时间，则给出一个输出信号。系统可自动进行试验。

3. 速度监视系统

就硬件而言，它同上面（四之 2）的设备只有很小的差别，这是一个以软件为基础的系统应用其灵活性的良好实

例。这里叙述的许多普通应用中的速度测量技术有 0.1% 的精确度和约 0.01s 的刷新率。这是一个自适应系统，它在每个逐次的测量中选择它取信号的齿数，以使在 20~4000r/min 范围内大致保持刷新率为常数。

又一种应用已被提出，它要求的精确度高于 0.001%，但放慢了测量速度。由此发展了一种测量算法，它把许多相继的速度测量值储存起来，以得到如要求的增强了的分辨率。在已经开发的系统中采用了 40 个相继的测量值。晶体的固有基准精确度不能保证任何超过这个限值的精度。

这个系统还要向高一级的计算机系统提供轴转速的精确测量值。用适当规格的串行链路来传送数据，如图 1.3 所示。

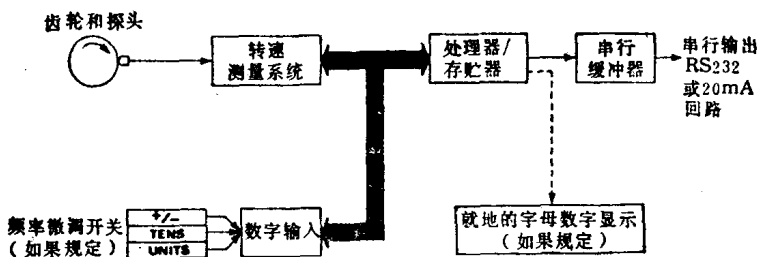


图 1.3 高分辨转速测量

4. 汽轮机转子热应力计算器

关于确定汽轮发电机组的升速和加负荷速率，现在的做法是以测量初始的金属温度为基础，整个起动顺序是预先安排的，即使其热应力在容许范围内。近几年内，在实时基础上用电厂的计算机或专用的小型计算机计算当时的热应力的技术已经建立。然而，现在可以用一个微处理器系统来完成同样的功能。

用仪器测定高压和中压汽轮机转子的最关键部位的热应力。在每一汽缸上装4个热电偶，在尽可能接近内表面的进汽环室处读出汽轮机内缸的温度。一个局部的专有数据采集系统同时提供冷接点补偿和对沿一条串行信息通道传送的输入进行编组。这是通过标准微处理器/存储器模块的一个串行端口接收的。计算出来的应力，以容许值的百分比表示，显示形式可以是模拟的或是数字的。

每一汽缸用4个热电偶提供了对这类测量中经常碰到的从分散数中求取平均数的手段，用表决算法最多能抛弃同平均值的差别超过一定量的两个热电偶值。

5. 汽轮机监控设备

用以微处理器为基础的系统代替现有的模拟电子模块来监视汽轮机轴的机械状态是容易的、完备的一种自然发展。这种系统目前正在发展中，可监督轴的振动、偏心、胀差等，能报警和保持被监视的工况并和自动升速和加负荷系统一起使用。

为了最大程度地增加互换性和降低价格，和每一测量通道有关的处理器模块要经一个双线串行环同主处理器通信，使启动程序能在一开始便把“增益”、“报警级别”等从主处理器装入指定的通道处理器中。为了在视屏显示器VDU上进行显示，从通道到主处理器的处理数据的通信使用相同的串行链路，带有所需要的规约安排。

这样，每一通道的处理器是相同的。为了便于更换故障通道，识别个别通道的功能归属于主处理器。

6. 自动升速和加负荷系统

现在作为新设备或作为改装设备，在具有常规的机械调速或电液调速的各种汽轮机上都可采用这种系统。它代替现

已陈旧了的硬接线设备。升速和加负荷过程的一般形式对各种系统是共同的，设备的可用范围、输入参数的数量和输出控制信号的性质自然将随不同的具体装置而变化。

作为大型汽轮机的独立 ARU(AUTOMATIC RUN-UP)系统，在一个单间的机柜中电子设备约占据了 3 ft6in (1.07m) 的垂直高度。这个空间的一半以上用于操作员的显示和模拟屏，因此同以前有五间机柜的过时设备相比是很有利的。在同时使用一台电液调速器作为自动升速设备的一部分的情况下，有可能将许多功能结合到一个硬件组中，这样可减小初始的及备件需要的投资。

系统的布置，是当接口信号故障或消失时能自动将控制转成手动方式。因此，除了热电偶用 TMR 布置外，所有的自动升速和加负荷系统都用单通道硬件系统。图 1.4 的流程图表示自动升速和加负荷系统的一般形式。在下面各节中较详细地叙述各个步骤。

(1) 起动前的检查

起动前系统进行自检查，确认某些电厂条件得到满足。虽然在任何检查项目中安排了旁路，以增加在传感器故障情况下的可用率，下面的“状态 1”清单的参数对一台典型的大型汽轮机是必须遵循的：

轴承油压符合要求；

接上盘车装置；

紧急跳闸销子复位；

事故截断阀 ESV (Emergency Stop Valve) 完全打开；

宽范围调速器复位；

窄范围调速器复位；