

带钢冷连轧机过程控制
计算机及应用程序设计

现代钢铁 工业技术

带钢冷连轧机过程控制 计算机及应用程序设计

李庆尧 杨弘鸣 编著

冶金工业出版社

384668

153247
L62
现代钢铁工业技术

带钢冷连轧机过程控制 计算机及应用软件设计

李庆尧 杨弘鸣 编著



冶金工业出版社

内 容 简 介

本书按照软件工程的方法,比较系统地介绍了冷连轧机过程控制计算机系统应用软件的设计和开发全过程;详细地描述了采用过程计算机实现全连续式带钢冷连轧机的生产工艺过程自动化的方法。全书共分7章。第1章介绍过程控制计算机系统的一般设计与开发涉及的问题和方法;第2章阐述用户需求的分析和形成需求说明书的方法与步骤;第3章介绍系统设计的结构化设计的基本概念和构造应用程序系统的设计技术;第4章及第5章以实例介绍组成应用软件的各程序模块的功能划分;第6章比较详细地介绍了应用程序编制的过程和方法;第7章介绍了应用软件的系统测试与试车。

本书适用于从事带钢冷轧机过程控制或实时性较强的生产过程控制应用软件设计与开发人员,也可供带钢冷轧工艺、电气传动和自动化仪表等专业人员参考。

7158/11

图书在版编目 (CIP) 数据

带钢冷连轧机过程控制计算机及应用程序设计/李庆尧, 杨弘鸣编著. —北京: 冶金工业出版社, 1995. 8

(现代钢铁工业技术)

ISBN 7-5024-1722-2

1. 带… I. ①李… ②杨… II. ①带材轧机: 冷轧机-过程控制机②过程控制软件-程序设计-带材轧机: 冷轧机
N. TG334.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 07672 号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

北京万兴印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

1995 年 10 月第 1 版, 1995 年 10 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 20.25 印张; 475 千字; 311 页; 1-1000 册

29.50 元

前 言

由过程控制计算机组成的生产过程自动化系统,已经成为现代化钢铁工业的主要特征。带钢冷连轧机的生产工艺要求过程控制计算机系统具有快速性、高精度及精确的材料跟踪等控制功能。

近 20 年来,我国已经从国外引进并投产了两套大型的带钢冷连轧厂及其计算机系统。本书所写的内容是笔者参加这两项工程建设过程工作的总结。书中有不少篇幅谈及软件开发方法方面的知识和问题,只是出于理解和消化引进技术的需要,而不是要用软件工程方法去从头设计与开发新的应用程序系统。因此,本书的重点是运用软件工程方法学的原则和方法,剖析引进的过程计算机应用软件的设计与开发技术,加深对应用软件二次开发的认识。只要我们对引进的技术认真地消化好,就能移植和发展,就能在此基础上走出我们自己的路。这可能是一条自行开发我国过程控制计算机技术的捷径。

书中在叙述方法论之后,都在随后的章节里,以 1989 年投产的 2030mm 带钢冷连轧厂的全连续式带钢冷连轧机的过程控制计算机系统为实例做详细说明,希望能使这部分材料作为设计同类型的,或类似生产过程的过程控制应用软件系统可供选用的逻辑原型。

全书共分 7 章:第 1 章,介绍过程自动化的基本概念、内容和方法,并对过程自动化系统在现场的系统调试与试车做了概括地说明;第 2 章从需求分析的任务和原则方法谈起,以具体的需求说明书实例体现需求分析的结果;第 3 章比较详尽地介绍了结构化、模块化的设计方法,并以实例说明在过程控制应用程序中的运用,同时介绍了程序的评价问题;第 4、5 章,详细地介绍了全连续式带钢冷连轧机过程控制应用软件的系统结构和主要程序模块功能;第 6 章详细地介绍程序编制的原则和方法,并以冷连轧机中具有代表性的带钢厚度自动调节程序模块的功能、结构、程序流程图以及部分源程序,形成应用软件说明书的模式;第 7 章介绍软件调试的一般方法及全连续式带钢冷连轧机过程计算机系统现场的系统调试与试车过程的内容与方法。

本书第 1、2、3、4 章及第 5 章的 5.2 节、第 6 章由李庆尧编写,第 5 章的 5.1 及 5.3 节和第 7 章由杨弘鸣编写。本书由肖书国、刘少强和颜立平三位高级工程师审稿。

本书在编写过程中,得到了武汉钢铁设计研究院院领导、技术处、宝钢工程设计和宝钢自动化部的同志们热情帮助和支持,同时王玉梅、史炎丽同志也给予了很大帮助,在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限,不妥之处望广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 导论

1.1 概述	(1)
1.1.1 发展过程自动化的要求	(1)
1.1.2 过程计算机及其应用	(3)
1.2 过程计算机的系统软件	(6)
1.2.1 操作系统	(6)
1.2.2 面向过程控制的程序语言	(11)
1.2.3 汇编程序语言 ASS-300	(12)
1.2.4 程序翻译	(33)
1.2.5 程序测试	(33)
1.3 过程自动化系统的内容与方法	(33)
1.3.1 系统设计	(33)
1.3.2 自动化方法	(34)
1.3.3 系统调试与试生产	(41)
1.4 全连续式带钢冷连轧机生产工艺系统	(47)
1.4.1 生产工艺过程及过程数据检测	(48)
1.4.2 过程自动化系统概述	(50)

第 2 章 需求分析与说明

2.1 需求分析与说明阶段的基本概念	(55)
2.2 需求分析与说明阶段的方法和步骤	(55)
2.3 全连续式带钢冷连轧机的过程控制功能概述	(56)
2.3.1 过程控制计算机系统的功能层次	(56)
2.3.2 轧机全连续式操作的前提条件	(57)
2.3.3 轧机生产过程自动化概要	(57)
2.3.4 轧机过程控制最佳化	(59)
2.4 过程最佳化级的软件功能	(60)
2.4.1 钢卷数据	(60)
2.4.2 轧制程序计算	(61)
2.4.3 轧辊数据输入	(63)
2.4.4 记录报表与画面	(64)
2.5 过程控制级的软件功能	(65)
2.5.1 过程数据显示	(65)

2.5.2	传动控制、设定值输出、控制器切换	(66)
2.5.3	测量值收集	(66)
2.5.4	焊缝跟踪	(66)
2.5.5	自动制动	(66)
2.5.6	行程控制	(67)
2.5.7	全连续冷连轧机进口侧及出口侧带钢定位	(67)
2.5.8	焊接监视	(67)
2.5.9	活套监视	(67)
2.5.10	主令速度	(67)
2.5.11	带钢映像	(68)
2.5.12	液压压下控制、压下校准	(68)
2.5.13	轧制线调整	(69)
2.5.14	厚度自动调节	(69)
2.5.15	带钢厚度偏差分级	(70)
2.5.16	轧辊数据输入	(70)
2.5.17	带钢板形控制	(70)
2.6	过程控制显示终端的配置及其主要功能	(70)
2.6.1	进口段 PCT	(71)
2.6.2	称重装置处的 PCT	(71)
2.6.3	主操作台的 PCT	(71)
2.7	系统软件及应用软件供货介质	(72)
2.7.1	系统软件	(72)
2.7.2	应用软件的存贮介质	(72)

第 3 章 系统设计方法

3.1	基本概念	(73)
3.2	应用软件设计的原则	(74)
3.2.1	结构化设计的基本概念	(74)
3.2.2	结构化设计的理论基础	(76)
3.2.3	结构化设计技术	(82)
3.3	过程控制软件系统结构	(88)
3.3.1	构造应用软件系统的基本思想	(88)
3.3.2	应用软件系统的模块划分与模块间通信	(88)

第 4 章 过程最佳化级的功能

4.1	过程控制显示终端 (PCT) 的功能	(97)
4.2	带钢跟踪	(104)

4.2.1 钢卷数据输入与显示	(105)
4.2.2 机组内带钢的跟踪	(105)
4.2.3 带钢跟踪系统数据流图	(115)
4.3 轧制程序计算	(116)
4.3.1 轧制程序计算程序系统	(116)
4.3.2 轧制程序计算的设定计算类型	(117)
4.3.3 轧制程序计算的功能结构图	(118)
4.4 轧制规范	(118)
4.4.1 数据、规程、规范的准备	(118)
4.4.2 轧制规范数据准备的数据流图	(122)
4.5 设定值计算与数学模型	(123)
4.5.1 设定值计算需要的基本数据及其定义	(124)
4.5.2 数学模型	(127)
4.5.3 数学模型中应用的缩写符说明	(130)
4.5.4 设定值计算程序流程图	(131)
4.6 设定值输出	(131)
4.7 数学模型自适应	(134)
4.8 数学模型自学习	(136)
4.9 测量值收集	(139)
4.10 测量值加工	(141)
4.10.1 测量值加工程序模块的功能	(141)
4.10.2 测量值加工使用的计算公式	(142)
4.11 事故处理	(143)
4.12 轧辊数据	(144)
4.13 数据通讯电文, 显示画面, 生产过程记录及过程输入输出	(144)
4.13.1 数据通讯电文	(144)
4.13.2 显示画面	(146)
4.13.3 生产过程记录	(147)
4.13.4 过程输入输出	(147)

第5章 过程控制级冷连轧计算机

5.1 过程控制级冷连轧机进口段过程计算机	(150)
5.1.1 数据输入和数据输出	(150)
5.1.2 设定值预给定程序 SOVE	(153)
5.1.3 设定值接收 SUEB	(157)
5.1.4 测量值收集 MEER 和测量值处理 MEVE	(158)
5.1.5 焊缝跟踪 SNAV	(160)
5.1.6 自动制动 BRAU	(163)

5.1.7 定位程序 POSI	(167)
5.1.8 焊缝监视 SNUW	(173)
5.1.9 带钢活套监视 BASP	(174)
5.1.10 运行控制和主令速度预给定	(177)
5.1.11 行程调节 WERE	(180)
5.2 过程控制级的冷连轧机过程控制计算机	(182)
5.2.1 数据输入与数据输出	(183)
5.2.2 设定值输出与传输	(184)
5.2.3 测量值收集与测量值加工	(188)
5.2.4 带钢映象	(191)
5.2.5 自动制动	(196)
5.2.6 行程控制、位置调节及定位控制	(198)
5.2.7 液压压下控制及轧制线调整	(202)
5.2.8 厚度自动调节	(205)
5.2.9 调节器切换	(218)
5.2.10 运行控制及主令速度设定	(225)
5.3 带钢板形控制计算机	(231)
5.3.1 功能说明	(232)
5.3.2 板形调节过程	(234)
5.3.3 板形控制各环节的匹配	(235)
5.3.4 设定值预给定	(236)
5.3.5 与过程 I/O 单元的接口	(237)

第 6 章 程序编制

6.1 构造应用软件结构的原则	(238)
6.1.1 主程序结构	(238)
6.1.2 程序特征标识	(239)
6.1.3 主程序	(239)
6.1.4 程序段	(239)
6.1.5 子程序	(240)
6.1.6 参数输入	(241)
6.2 程序编制涉及的主要问题	(242)
6.2.1 概念	(242)
6.2.2 存储空间分配	(243)
6.2.3 程序模块的分析	(243)
6.2.4 标准化	(246)
6.2.5 编码	(246)
6.2.6 系统测试	(248)

6.3 程序编制实例	(248)
6.3.1 程序特征	(248)
6.3.2 技术说明	(249)
6.3.3 接口	(251)
6.3.4 程序说明	(256)
6.3.5 程序流程图	(258)
6.3.6 程序单	(280)

第 7 章 系统测试与试车

7.1 应用软件的测试	(293)
7.1.1 模块测试	(293)
7.1.2 集成测试	(295)
7.1.3 系统测试	(296)
7.2 测试工具	(297)
7.2.1 监视	(298)
7.2.2 过程模拟程序 PROSI	(300)
7.2.3 测试程序 TEST	(302)
7.2.4 在线监视程序 OL30R	(305)
7.2.5 操作	(305)
7.3 试车	(306)
7.3.1 系统的恢复与开通	(307)
7.3.2 局部区域或设备的预试车	(308)
7.3.3 负荷试车	(308)
参考文献	

第1章 导 论

1.1 概 述

1.1.1 发展过程自动化的要求

1.1.1.1 过程自动化的本质和目的

仅把替代人的活动理解为自动化,不能认为这是对它本质的认识。“自动机”是个人造的系统,对于可能发生的各种动作,基于输入量与系统内部状态联系,由自动的程序运行获取输出量的抉择过程,这就是自动化。

在技术系统中,能量转换、材料加工、加工工业、采矿、交通以及测量与试验方法等运行动作统称为“过程”;这些活动也是已给定的过程自动化的目的。在这些过程里,有多种类型输入量,适时地进行加工,获得合理的可以接受的结果。这个结果也就是过程自动化的目的,它受人类社会发展日益增长的需求和技术进步所制约和进化。满足这些需求是发展自动化技术的动力和任务。

人类劳动形成规律性的行为,表现为对事物的观察、思考和处理,这是启发人们以自动机完全代替执行这些功能的人类劳动的出发点。这种知识与人类自身发展一样源远流长以至延续到现代生产工艺过程。测量技术、数据处理技术和动力技术这些现代化手段是人类的感知、理解和劳动创造的财富。从自动化的定义确定了这些手段是构成自动化系统的基本要素。

根据需求任务构造自动化系统,事先需要研究、思考和确定从过程获取各种类型的实际参数,以什么样的方式和方法对输入参数进行加工和干预过程,从而达到预计的目标。

现代控制理论及计算机技术的发展,为实现生产过程自动化提供了日益完善的方法和手段。由于生产率不断提高,产品质量的要求日趋严格,为了满足生产的需要,大规模地采用价格昂贵的生产设备和过程自动化系统。从而促使人们构造能充分地发挥整体系统的效能,操作方便、运行可靠、便于维护、投资合理的生产过程自动化系统的层次结构。图1-1所示为带钢冷连轧的全厂生产过程自动化系统的层次结构。

1.1.1.2 自动化系统的可观测性与可控性

实现生产过程自动化,构成这个系统中的设备,必须满足一系列的条件。其先决条件是运行过程各阶段的可观测性,也就是在运行过程中各个确定状态总可以通过其测量值和信息进行识别,而识别的目的在于经过控制系统达到预期的控制目标。因此,还必须对生产过程起决定性作用的过程参数具有可控性,也就是通过控制运行过程中的某些过程参数,达到预定的目标。定量地确定上述过程参数对系统的影响,要预先经过详细地研究。

构造过程自动化系统主要功能的精确性愈高,越要求掌握更多而详尽的过程特性资料,收集更多的干预过程和控制效果的材料。这就是说,要求系统的确定性。采用物理的、化学的关系式,或者是数学模型,描述生产过程及控制机理是系统的确定性要求较完美的表

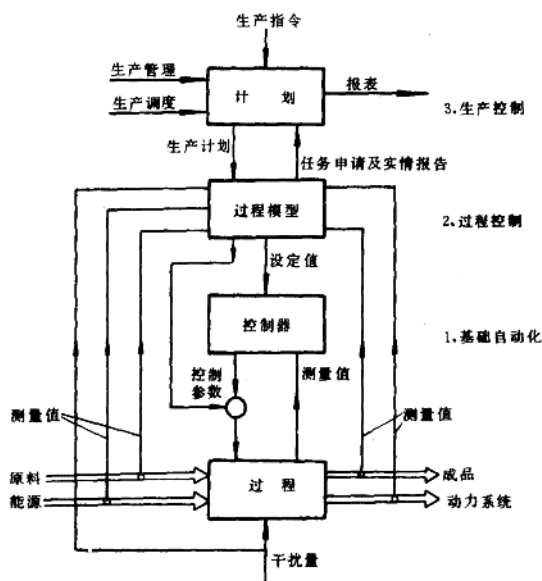


图 1-1 冷连轧机生产过程自动化系统层次结构

述方法。

系统干预与控制结果的时间关系描述过程的动态特性，它是过程的基本特性。按预定的时间达到控制目标是自动化系统常见的任务，由此涉及到系统的动态特性。若在制定自动化系统的主要任务时，因为资料不全，设计不精确，使系统的控制结果与目标产生偏差，可导致系统不稳定或者是延长调节时间。设计自动化系统要满足预期的控制指标，同时也要考虑系统操作的灵活性和上下级系统的要求：研究手动操作的条件；在自动工作时，监视系统运行状况，保证系统正常运行；在设计中注意地研究因不当的手动干预所引起的异常后果。这涉及到计算机系统以外的测量值发送器、信号报警装置以及调节与控制系统的配置问题。

1.1.1.3 对自动化手段的要求

自动化手段是组成自动化系统的全部设备的总称，它们担负着收集与处理过程状态参数，判定决策和干预过程运行。随着过程自动化技术的发展，过程状态参数的收集量成倍地增加，对其处理更为复杂，判定决策和干预过程的参数也大量地增加。高可靠性的系统要求对过程参数的检测要精确，处理及时，实时地控制过程的状态。同时，向操作人员传送重要的工艺参数和生产过程变迁的信息，为操作人员提供进行校正干预和对过程发送命令的可能性。

如果设计的时候能正确无误地理解控制对象，做出精确的控制功能，就能实现既定目标。但是，由于过程的类型和要求的复杂性，不可能对其机理做到完善的描述。因此，可以把系统设计成开放型，给系统和过程之间提供改进的接口。这样的系统，以其控制功能达到确定的控制目的，以其系统结构的开放型获得系统的可维护性。对于分阶段实施的过

程自动化系统,具有这种特性尤为重要。

过程的类型和要求尽管很复杂与特性各异,但是构成自动化系统的基本操作在数量上是有限的。根据系统设计的既定目标,从基本操作集里,选出基本操作子集构造满足专有特性的系统结构,达到预期目的。

自动化系统要有足够的存贮数据和指令的能力,其工作方式和控制功能取决于设计决策,而以往类似任务的经验、各类型的数据和算法等都为设计决策提供可靠的依据。系统也要有详细地记录偶发事件及追述事件发生经历的功能。

自动化系统也有可能由彼此相距较远分散的各个自动化设备组成。为了充分利用系统中的软件和硬件资源,就必须有远距离传输控制信息和数据的功能,协调控制系统中的控制流和数据流。

1.1.2 过程计算机及其应用

1.1.2.1 过程自动化系统的发展

应用过程计算机实现过程自动化经过了三个主要发展阶段。第一阶段组成系统的设备单元主要是一些专用设备,如测量值变换器、调节器、执行单元、限值发送器、显示器及逻辑单元等。根据任务的需求,用这些单元组合成控制系统。这种通过基本单元适宜地组合使之所有控制任务相匹配的方法,在设计和单元连接以及调试时要耗费很高的代价。另外,为完成典型任务,基本单元多次重复(与采用软件技术比较而言,这是对硬件资源的浪费)。

第二阶段是以专用子系统为单元连接成自动化系统。这些子系统如测量值监视系统、遥测系统、信号系统以及控制系统等,这些子系统是由一些可扩展的模块按照设计方案连接而成。例如一个测量值监视子系统可包括有测量值顺序扫描装置、模拟——数字变换器、比较器和输出打字机等。设计人员只要确定测量点的数量和量程范围等主要参数就可以了,进一步的工作由系统设计完成。这种系统存在的问题是子系统内部模块的改变和系统组成单元中子系统的变化,都会涉及系统整体。

第三阶段是以过程计算机为核心单元的过程自动化系统。它从硬件和软件系统两个方面综合了前两阶段的优点,克服了其缺点和不足,使过程自动化技术发生质的飞跃。

1.1.2.2 过程计算机的硬件结构

中央处理机是过程计算机的核心,可灵活应变操作自如的“神经中枢”。其工作方式与专用设备或专用子系统所构成的自动化系统根本不同,它根据各种不同的控制任务,以不同的基本控制步(指令)序列的快速运行达到控制目标。我们把这些基本控制步序列叫做程序。一个过程计算机系统拥有很多程序和数据,系统运行时各种数据类型、运算中间结果及结果等都要存贮在系统的主存贮器或外存贮器中。按照生产工艺过程的运行顺序,过程计算机进行控制生产过程状态用的设定计算,及时准确地给下级控制系统输出控制参数,执行预定的动作。按过程运行的节拍收集过程的实际参数,经过过程计算机再次运算使过程控制模型优化,从而不断地使系统的控制功能最佳化。过程计算机也担负一些开环和闭环的直接数字控制任务。这就是由过程计算机为核心单元的实现过程自动化的第三阶段的主要标志。

一套过程计算机系统包括有由主存贮器、运算器和控制器所组成的中央处理机,中央处理机控制过程计算机系统的所有单元。过程计算机除了通用计算机具有的标准外部设

备, 诸如外存贮器(磁盘机、磁带机等)、操作打字机、输出打字机、快速打印机、软磁盘机及图像显示与操作显示终端等, 还有与生产过程和下级控制系统作接口的过程外围设备(数字量输入、数字量输出、脉冲量输入及输出以及模拟量输入与输出等), 把过程参数的测量与收集, 生产过程的调节与控制直接连接起来, 形成对生产过程进行实时操作的过程自动化系统。

图 1-2 所示为过程计算机系统结构图。

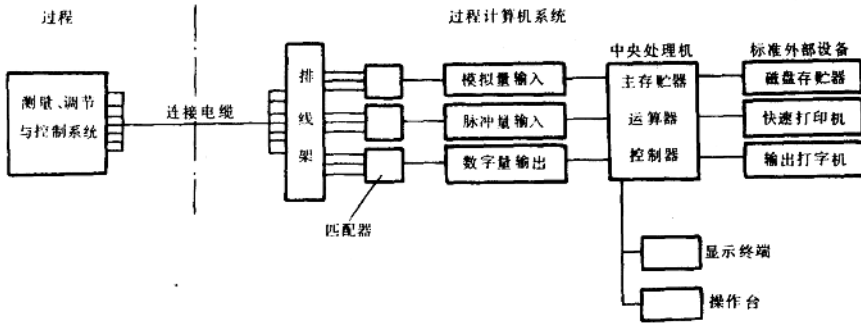


图 1-2 过程计算机系统结构

1.1.2.3 实时操作

过程计算机有很多任务总在不断循环的工作, 由此决定了存贮在主存储器中支持哪些任务的程序运行方式。一般, 在试车结束后除非停止生产需要扩充和改变任务, 不会再因为控制功能的需要增加程序。

工艺过程的特性及操作规律, 决定了过程计算机处理任务的时间特性。过程控制任务是按绝对的或是相对的时间起动和停止, 与过程运行中产生的事件有关。事件发生的时刻是不知道或不能准确知道的。在很多情况下, 系统对过程发生的事件响应到对过程的应答之间仅允许极其短暂的时间, 也就是说, 处理任务必须尽可能快, 做到从事件发生到终止这短暂的时间间隔内, 系统以数据方式给过程准确而及时地应答。这种在过程和程序间交互作用, 并在相对或绝对时间关系上的同步, 叫做实时操作。

从过程中同时发生多个事件而引发多任务并行处理, 这是过程自动化系统经常性的问题。这是实时操作的另一个重要方面, 解决的对策是为这些任务, 即应用程序安排优先级。过程计算机的任务调度总是先处理当前优先级最高的任务。

在具有较低优先级的任务处理过程中出现较高优先级的事件时, 则前者被较高优先级的任务所中断。一旦在优先级的序列中轮到较低优先级任务时, 将从中断点继续运行。由此保证同时或交替地按事件优先级顺序取得该事件响应后的结果。

1.1.2.4 程序类型

过程计算机的程序可划分为四种基本类型。第一种类型程序是承担对应用环境所需要的应用程序的运行进行监视、协调和控制任务的程序。过程计算机对第一种类型程序的要求超过了通用计算机, 在很多方面成为通用计算机解决新任务的方向。

第二种是面向应用任务的程序。这类程序中不仅有过程自动化系统通常具有的测量、调节与控制 and 最佳化等应用程序系统, 而且还有根据用户需要特殊裁剪的程序。这种类型的

程序，在过程与系统之间解决实时操作，在过程控制程序之间解决互斥与同步。

第三种类型程序是用于测试过程计算机系统的功能要求，保证系统运行故障时能自动地、迅速地再起动，使系统恢复正常运行等测试操作性程序。这类程序有快速检测系统故障，并及时地输出出错报告的功能，从而提高过程计算机系统的利用率，提高过程的安全和可用性。

第四种类型程序是软件开发工具，是支持计算机软件的开发、维护、模拟、移植和管理的程序系统。这种程序系统为软件设计与开发人员和用户提供很大的方便，同时可提高工作效率和软件质量。

1.1.2.5 利用率

在过程自动化系统中应用计算机技术具有很多优点，但是由于大量的任务处理都集中在过程计算机里，带来了运行安全性的问题。当过程计算机主要用于直接数字控制时，这个问题尤为突出。如果没有特殊的预防措施，过程计算机发生故障将导致整个生产过程运行停止。为此，寻求系统安全与可靠是提高过程自动化系统利用率的途径。应用冗余技术、快速出错识别与故障排除以及精细地设计硬件系统结构等，都是当前提高系统利用率的有效方法。

1.1.2.6 过程计算机的应用类型

过程计算机的应用类型按过程计算机与过程的连接方式和任务设置划分为间接过程连接和直接过程连接两种。间接过程连接不仅数据输入，连数据输出都要以人为中介参加过程计算机与过程之间的数据传输。这种方式适用于非实时性操作，例如利用过程计算机考核过程控制数学模型及策略，设置各种参数，测试和验证预期结果等。对于那些任务处理的运行时间比较少，而且无严格的时限，为了节省过程参数测量和执行系统的投资，采用间接过程连接方式是合理的。

过程计算机的过程数据输入或输出不经过人为中介进行传输的连接方式叫做开环直接过程连接。这种连接方式多用在过程计算机的数据输出侧经过人为媒介通知给过程，而过程数据输入采用自动收集。计算机输出给过程的数据首先要经过人确认或做某些修正后，把这些数据再送给下级自动化系统或过程。这种连接方式往往是向闭环过程连接方式的过渡措施。为了积累经验及保证安全可靠，人作为系统中“有经验的滤波器”参与工作，直到不再需要这种中介的干预，完全能由过程计算机所代替为止。

闭环直接过程连接方式的自动化系统中，人不再是其中的一个中介环节，但是并不排除人对系统运行的干预，输入或修正控制参数影响系统运行状态。系统的可控性是构成这种连接方式自动化系统的过程控制及最佳化的首要条件。

控制方式可划分为两种类型：第一种类型是通过计算机使执行系统按照已知算法或策略（规范）进行操作，达到规定的过程状态目标为止；第二种类型是过程计算机用过程数学模型计算设定参数，把这些预设值输出给下级执行系统，使生产过程状态达到预期结果。这里涉及现代控制理论中有关过程识别及过程描述的许多工作。

过程计算机的任务设置可划分为三种基本任务：第一个任务是过程数据监视和分析（评价）。通过对过程数据的监视，掌握过程状态，对数据进行记录，出现越限状态输出报警或预示信息。过程数据分析（或评价）包括求平均值，标准误差计算、统计计算以及过程特征数据识别等。第二个任务是对生产过程进行控制与调节。过程计算机在自动化系统

中的主要任务是跟踪物料流,利用数学模型做设定值计算,系统运行控制与联锁以及整个过程自动化系统的协调管理等。第三个任务,是自动化系统的最佳化的问题。这是个比较困难的任务,解决这类问题需要丰富的工艺和控制理论知识。

1.1.2.7 系统设计的设计过程

对用户提出的关于生产过程自动化的要求进行了需求分析后,将开始系统设计。通过系统设计要确定过程计算机的任务,过程自动化解决问题的方法,过程计算机系统结构,硬件设置以及程序构成。要完成这些任务,首先要对过程控制任务的对象进行研究,尽可能深入的掌握工艺过程。在有些情况下,可利用可移动式计算机系统或者是利用计算中心的设施,对类似的生产过程进行试验,验证应用过程计算机解决某项过程自动化任务的可用性,随之即可开始设计工作。

在系统设计和设计的过程中,应注意解决如下一些问题:

过程计算机除了必须具有过程控制任务所要求的运算和操作能力外,还应具备商用和科学计算的能力,能解决计算中心的一些任务。但是过程控制任务应具备的功能是主要的。按任务设置,选用小型的通用计算机和过程计算机往往比选用大型的计算机要便宜,性能价格比较高。因此在确定计算机规模时,要很好地研究任务的性质,根据任务处理的需求选取机型和计算机之间的分工(如果任务比较多,有商务和科学计算,也有过程控制任务)。过程计算机要24小时不间断地运行,对可用性要求很高,如果处理性质不同的任务采用一种机型,将随着用户数量(任务)和计算机规模的增大降低其可用性。

在过程计算机各系列产品中,一个系列产品的处理能力彼此是协调的,即在这个过程计算机家族里是向上兼容的,往往在一定条件下也向下兼容。可以理解为较小规格的计算机的程序可在较大规格计算机里运行,在一定条件下,相反的情况也能运行。在确定过程计算机的中央处理机的能力时,要预计到将来任务的扩充,软件开发工具的增加等因素,要给中央处理机留有足够的余量。否则将来由于上述原因更换较大规格的中央处理机势必中断生产。

过程自动化系统的硬件费用比较容易计算,而软件费用在设计期间只能估算。软件总体复杂程度部分地决定了过程计算机使用的灵活性,愈改善复杂程度,程序系统使用灵活性愈减小,而改善系统的灵活性投入系统设计的费用要增高。

过程计算机系统设计是理论联系实际,设计者与用户密切合作的结果。用户希望能得到高水平的应用性能,设计者要达到需求分析追求的目标。解决这项复杂任务本身要求设计者和用户在整个计算机系统的设计与开发过程中紧密合作,必须有这种共识,并且要有相应的组织措施予以保证。

1.2 过程计算机的系统软件

过程计算机的系统软件包括多种程序系统,在这节里仅就与过程控制功能密切相关的部分进行说明。

1.2.1 操作系统

1.2.1.1 操作系统的概念

操作系统是由计算机设置的确定规模的标准程序和程序系统构成,它不依赖于不同的

应用场合，一般均由计算机制造厂提供用户使用。计算机装备了操作系统，能够根据用户的需要扩充计算机系统的硬件结构和程序系统结构，合理地、更方便地适应专门的需要。用户的硬件系统配置和功能需求，决定操作系统方案和程序系统。根据硬件系统配置和组成专用操作系统需要的程序模块生成实用的操作系统。由这样的系统管理用户计算机系统中的硬件和软件资源，合理地协调和调度程序流和数据流，达到充分利用过程自动化系统的硬件资源和软件资源。

1.2.1.2 操作系统的任务

操作系统的可操作性是操作系统第一个基本功能，即计算机的“可操作性”。操作人员可以用简便的方法和计算机通信，例如通过操作打字机的标准键盘或者是显示终端的功能键盘打入字符数字串起动所期望的响应，这些字符数字串对操作设备而言叫做“操作命令”。

程序的输入和起动是必备的操作功能。这里有程序编辑、翻译后的输入和已存在外部数据载体中程序的输入，他们都要通过操作系统相关的命令操作起动相应的输入功能，输入后的程序起动也是这样。这种操作功能叫做装载或程序准备就绪。根据需要操作系统可以有存贮空间管理，程序装载时自动分配主存贮器和外存贮器空间，或者是需要用户拟定等功能。

操作系统为用户装载程序及其起动提供了多种方案。也为用户编制应用程序系统获得操作系统支持的操作功能接口，形成友好的操作环境。

应用程序与计算机系统外部设备的通信只能通过“调用操作系统”完成。调用命令的参数根据具体的应用要求，由使用者确定。在调用过程中使用那个输入输出通道按系统生成时规定由操作系统自动地运行，无需用户参予。

大部分外部单元的这种操作的执行时间比较长，所以管这种操作叫做“长操作”，这样操作的调用叫“长调用”。应用程序与外部单元通信只需在程序中起动调用命令，外部单元随之而来的操作任务无需程序干预，由操作系统去管理，只当外部单元任务完成后操作系统才把控制交由应用程序在调用外部单元命令中断的位置继续运行。对于操作系统而言，接收用户程序的“长调用”按调用命令中的参数执行外部单元操作，操作任务结束“等候完成”信息，返回用户程序执行调用命令时的断点处交由用户程序继续工作。

上面说的是应用程序和外部单元之间的通信系统操作的基本情况，没有明确地提出多个应用程序使用公用外部单元这种最一般的应用条件。在这种情况下，将出现多个程序要求并行处理的问题，即并发处理的控制问题。正在运行中的程序由于操作系统的“等候完成”命令。必须到外部单元返回完成任务的信息后停止工作，另外的一个程序才能活动。由于计算机处理速度很快，对用户来说好似这两个程序在并行的工作着，事实上他们在操作系统控制下彼此交替的工作。但是，对于等候运行的另一些程序究竟选中哪个程序运行？最简单地解决方法是给每个程序安排固定的优先级。操作系统的控制程序总是把运行的权力交给当前等候序列中优先级最高的程序。依此调度各个程序的运行。

操作系统的控制程序要管理许多程序，必须掌握多个程序同时使用一台外部单元的状态。例如请求使用一台输出打字机，操作系统把那些申请使用输出打字机的“用户”暂存到排队链中，按照进入排队链的先后顺序或者是调用程序（“用户”）的优先级占用被申请的设备。操作系统对于多个程序之间的通信及运行的调度也是采用这样的协调控制方法。

1.2.1.3 操作系统的结构

A 组织程序

组织程序的任务 组织程序是组成操作系统的核心部分。它控制程序与外部单元之间的协调运行和整个系统的操作,保证在各种条件下,过程计算机系统和实时任务的运行处于最佳状态。对并发程序的处理是组织程序的协调管理任务,处理并发程序可划分为第一类、第二类两种类型。

第一类并发处理 在计算机系统内各个程序和各种类型数据占用中央处理机运行时间是离散的,对某个资源的占用是顺序进行的。例如多个程序要对主存贮器存取数据,仅能依先后次序进行,即在某个时间间隔里只能有一个任务去存取数据。这种程序间依次先后和交替的运行过程,表现为“时间迁移技术”处理多个程序并行运行的问题,这样的处理策略就叫做并发处理。

对计算机系统中外部单元的请求和操作涉及对主存贮器的存取,其存取周期由硬件协调。由哪个用户程序取得存取数据,由这些程序的优先级决定,把主存贮器的存取周期分配给优先级最高的程序控制数据的传输。

第二类并发处理 如何实现外部单元的数据传输与程序的控制进程之间的并行操作,是第一类并发处理基础上更深层次的问题。这是操作系统的组织程序协调多个程序的并发处理任务,即所谓“第二类并发处理”。

对“长操作”类型的数据传输,程序起动数据传输,把任务分派给某个外部单元,由外部单元进行任务处理,工作完成后给控制它起动的那个程序返回任务结束的信息。在起动了某台外部单元,直到其任务结束的这段时间间隔里,外部单元独立进行工作,不由调用程序干预。因此,组织程序把这段空闲时间分配给其它当前优先级高的等候程序进行。

多个程序并发运行要注意计算机的利用率。因此,在设计中要仔细安排,尽量限制程序间的短促时间迁移以提高利用率。要求设计者对组织程序有深层次的知识,哪些程序请求哪些外部单元操作并何时结束这种操作;组织程序记下哪些程序等候控制,即它们将由哪些外部操作起动投入运行,哪些程序等候外操作结束。实现用户的要求是用操作系统提供的调用命令和组织程序通信的。这种组织程序的调用命令是以特殊形式的跳转指令构成的(如同子程序跳转)。在组织程序里给出返回地址和一系列输入参数,例如与设备有关的数据、操作类型、字段地址等等。最简单的组织调用有如下功能:起动程序;结束程序;请求外部通信和等候外部通信结束。

组织程序控制多个程序和外部单元的并发处理过程见图 1-3。通过组织程序对程序和外部单元的调度和它们的时间迁移关系,可以使我们对并发处理的概念加深理解。

对图 1-3 中的时间顺序动作做如下说明:

- 0 程序起动。
- 1 程序 1 发出起动程序 2 的调用命令;但是由于程序 1 的优先级较高仍继续运行。
- 2 程序 1 调用外部单元 1。外部单元此刻空闲投入运行。
- 3 程序 1 等候外部单元 1,外部单元 1 还没结束任务,程序 1 被中断而由组织程序起动程序 2。
- 4 程序 2 调用外部单元 1,而外部单元 1 仍在继续工作,该调用进入等候队列排队,程序 2 继续运行。