计算机逻辑结构

山东电子学会

一九八二年六月

序　言

《计算机逻辑结构》是一本介绍计算机结构的教材，它用深入浅出的方式从计算机系统结构、传统计算机级、微程序级、操作系统计算机级、汇编语言级、到多级计算机，系统地叙述了第三代电子计算机的发展过程和设计思想，随着电子计算机科学的的迅速发展，以往只教学生们就某个机型编写程序的时代已经过去了，必须介绍更多有关计算机结构的新知识，这些知识仅在几年以前还属于研究阶段，例如，分段虚拟存贮，平行处理，微程序，自行虚拟化计算机等问题，本书试图满足这些要求当然，更新的研究成果又在不断出现了。但本书仍然是一本较好的基础教材。

学习本书的唯一先决条件是：对计算机科学应有一点入门知识或实践经验，同时也应该懂一点使用FORTRAN，COBOL，或PL等高级语言编程序的知识。它可以作为大学教材使用，也可以作为广大科技工作者，设计人员学习电子计算机的参考读物。

译者文笔流畅，增加了读者学习兴趣，这本书的出版，为四个现代化建设中最关键的一门科学，电子计算机，提供了学习工具，它是值得欢迎和推荐的。

王运丰

1981年8月10日于北京

目　录

第三章 常规机四层

第六章 汇编语言层

第一章 概述

数字计算机是利用赋于它的执行指令代替人解决问题的一种机器。描述如何解决相应问题的指令序列称之为程序。每条指令由电子电路直接执行。通常将指令分为三类：

运算型指令：如两数相加；

逻辑型指令：如判断一个数是否为全0；

传送型指令：把信息从存贮器的一部分传到另一部分。

计算机由基本指令组成语言，利用这种语言进行人机通信。这样的语言称之为机器语言。

在设计一种新的计算机过程中，设计人员首先要决定在机器语言中包括那些指令。在满足要求的情况下，指令力求尽量简单。机器语言越简单，硬件造价越低廉，维护也越方便。但是要用简单的机器语言解决实际问题需要做大量的复杂而繁琐的工作。为了解决这个矛盾，人们设计了一种新的语言。利用这种语言解决问题比用机器语言更方便。机器语言称为L_1，而这种新的语言称为L_2。

用语言L_2写的程序有不同的执行方法：第一种方法是把程序逐条变成L_1指令序列，而后由计算机执行L_1程序，这种技术称为“翻译”；另一种方法是用L_1写出程序，把L_2程序做为它的输入信息，每条L_2指令都用一组等价的L_1指令序列来执行，边翻译边执行，这种方法称为解释法，用L_1写的程序称为解释程序。

翻译法和解释法是十分相似的，其相似之处是：L_2指令都要用L_1指令序列来执行；其不同之处是：在翻译法中，全部L_2程序都首先转换成L_1程序，这样L_2程序就不使用了。

而运执行新的L_1程序就行了。在解释法中每条L_2指令被检查和译码后就要直接执行。这两种方法都得到广泛的应用。

为了方便起见，我们可以不考虑翻译和解释的过程而假设存在一种虚拟机四，它的机四语言是L_2。如果这种机四可以廉价创造成功，就不需要再有L_1，可以把执行L_1程序的机四取消。人们可以写出由计算机直接执行的L_2程序。如果直接执行这种程序因耗费太大而无法实现，就可以通过翻译法或解释法由直接执行L_1程序的机四来完成。虚拟机四是一种假想的而又能实现假想效果的机四。

在实际应用中发现L_2语言与L_1语言相比并没有太大的差别。用L_2语言仍然达不到方便地表达程序人员意图的要求，这就促使人们进行新的探索，创造一种新的语言，它比起语言L_2来更接近于人、而不接近机四。这第三种语言我们称为L_3。人们可以用语言L_3写程序，如同机四语言是L_3的计算机真正存在一样。L_3程序可以翻译成L_2程序，或者由翻译员写成L_2后执行之。

这样我们就发明了一个语言系列，每一种语言都比它先前的语言对人更方便更合适，每一种语言又以它先前的语言做为基础。按语言系列就形成了计算机的分层结构。如图1—1所示。底部的语言最简单，顶部的语言最复杂。

1.1 语言、层次和虚拟计算机

语言和虚拟机四之间存在着重要的关系。每种机四都对应于一定的机四语言，这些语言由全部机四指令组成。机四材就行这些指令。反之，语言也决定机四，机四必须能执行用某种语言写成的全部程序。然而，一些由语言决定的机四太复杂，甚至不能用电子线路直接构成。尽管如此，我们仍然假定这种机四的存在，这种机四就是虚拟计算机。以PL/I，ALGOL68或COBOL为机四语言的机四是十分复杂的，或许在最近几年

内也会变成现实。

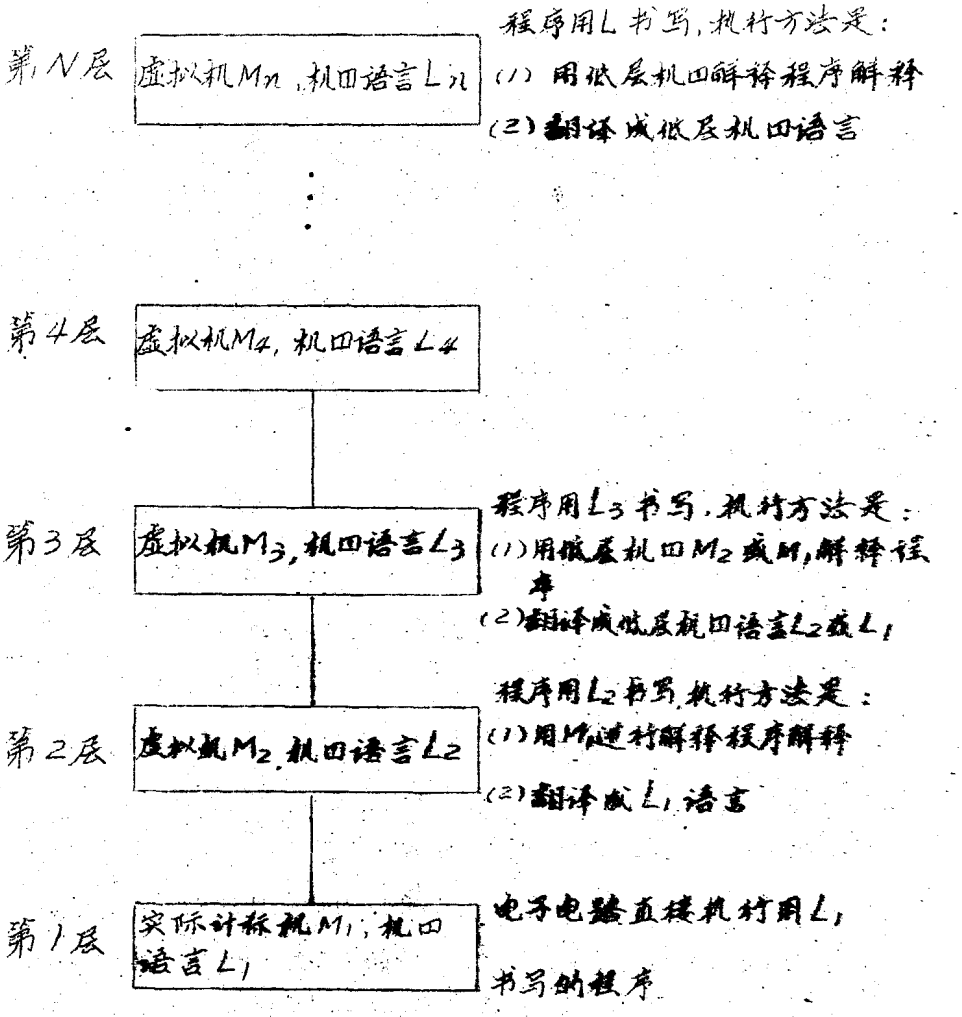

图 1-1 多层机

N层计算机可以认为由N种不同的虚拟机四所组成，每层机四都有自己的机四语言。为了描叙机四的性能，我们将被要用到"层次"和虚拟机四的术语。只有用L_1语言写成的程序才能直接由电子线路所执行，而并不需要使用翻译和解释方式。用L_2、L_3……L_N写成的程序必须用解释或翻译的方法在低

层机四上运行。

用N层虚拟机四编写程序的人员可以不管低层的解释或翻译过程。无论低层机四用何种方式来执行，在它们看来都达到了执行程序的同样效果。

但是对于计称机设计者或研究人员来说仅了解N层计称机的最高层是远远不够的，必须清楚计称机的实际工作过程，分析每层虚拟机四的功能和特点。本书的重点就是研究建造多层计称机的概念和技术。用分层结构的方法来研究计称机，这对了解计称机的原理和工作过程是十分有利的。用这种方法从事设计也会创造出性能良好的机四。

1.2 现代多层计称机

现代计称机由两层或多层组成。如图1—2所示的五层机四系统並非罕见。市场上销售的许多计称机的第一层就指令系统和总体结构来说有很多共同之处。严格说来，两种机四语言不同的计称机，其第一层也不一样，但它们有许多共性存在，虽然它们已经明确定义了，但仍能使我们抽象出共同的特征进行讨论。例如，各种机四一般都有20～30种以上的指令，大多数指令是传送型指令，少数是测试型指令，这层机四称为"微程序级"，解释程序称为"微程序"，这层机四是第一层，它是建造其它各层的基础。这层指令由计称机电子线路直接执行。

第一层机四有一种或多种翻译程序。每种翻译程序都规定了它自己的第二层语言（虚拟机四的机四语言）。第二层机四也有许多共同之处，不同厂家生产的计称机，第二层机四的相同之处多于它们之间的不同之处。在本写中我们称机四的第二层为常规机四层。

计算机生产厂家，为了推销机四，都要出版一本"机四语言参考手册"，这种手册所讲的就是第二层虚拟机四，而不是第一层实际机四。这里所谈到的机四指令系统是由微程序用解释的方式来执行的，而不是由指令化的硬件来执行的。如果生产厂家对于他们的一种机四提供了能解释两类第二层语言的能力，就需要提供两种机四语言参考手册，分别对两种解释程序进行说明。

应当注意，有些机四，特别是老的机四没有微程序层，在这些机四中常规机四指令直接由电子线路来执行，不需要进行解释，因此，常规机四层是第一层而不是第二层。尽管如此，我们仍然把常规机四层看作是第二层而不管上述的特例。

第三层通常是混合层。第三层语言中所用到的大多数指令在第二层语言中也用到（没有任何理由规定一种指令仅能被一层语言应用而不能被另一层语言应用）。此外，在这一层中还有一些新的指令，不同的存贮四结构，能够进行两道或多道程序并行操作，以及其它各种特征。第三层语言比第二层或第一层有更多的变异性。

用第二层解释程序来执行的第三层语言所增加的新设备，因历史的原因，这种新设备称为操作系统。操作系统是用户与计算机之间的接口。用户通过操作系统使用计算机，因此，操作系统是方便用户提高计算机利用率，加快计算机响应速度的一种软件。其主要功能是管理中央处理机、内存、外部设备和信息，控制作业的运行，以及处理中断等。此外，各种子系统（编译程序、编辑程序、装配程序）和应用程序都在操作系统控制下运行。在第三层中，与第二层相同的指令直接由微程序来执行，而不通过操作系统。换句话说，在第三层语言中，有些由操作系统解释程序执行，有些由微程序直接执行。我们称第三层为"操作系统机四层"

第三层和第四层之间有根本性变化。最低的三层机四通常不

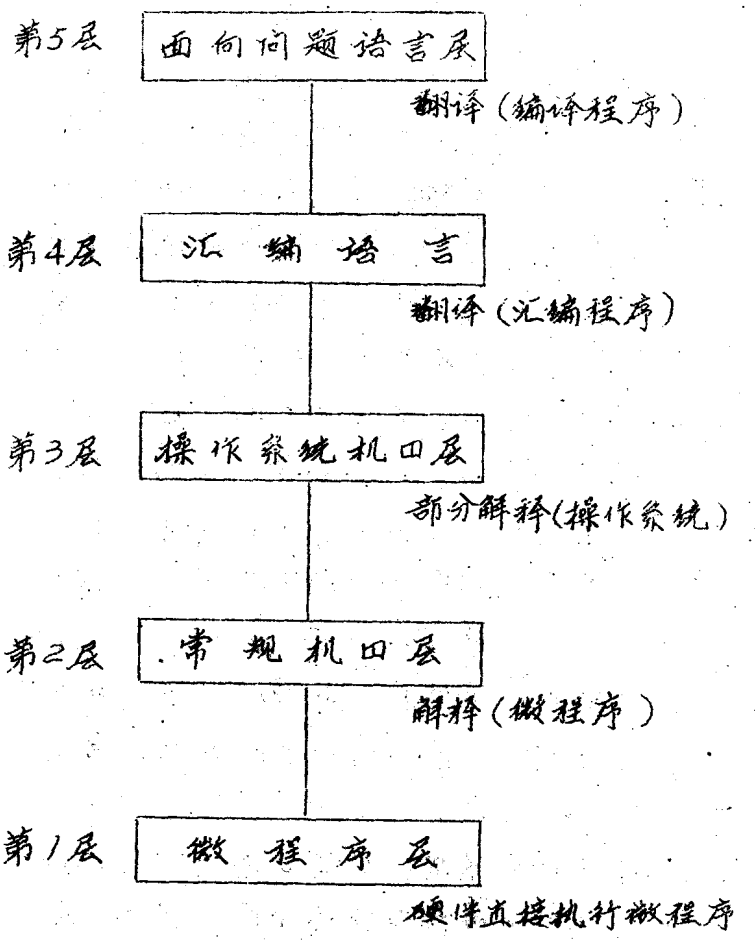

图 1—2 现代计算机的五层结构。每层都由它下面的一层支持，括号内是支持程序的名称。

是程序人员解决问题的平台。程序人员需要的是以解释程序和翻译程序为基础的更高层。解释程序和翻译程序是系统程序人员书写的，它们各具特点并能完成新的虚拟层。程序人员真正用来解决问题的是第四层或更高层的机四。

第四层机四中有方法上的变化，这种方法可以对高层计算机有所帮助。虽然也有例外，但一般说来都通过翻译程序来执行，