

Rechnergesteuerte
Vermittlungssysteme

Peter R. Gerke
Springer-Verlag 1972

内 容 提 要

本书简要而系统地介绍了有关计算机控制的电话交换机（即程控交换机）的基础知识。叙述由浅入深，通俗易懂。全书共分三个部分：第一部分由第1章和第2章组成，作为全书的引述和基本技术知识；第二部分由第3章至第5章组成，介绍了交换机的交换接续网（包括空分交换、PAM交换、PCM交换）以及数字网的概念；第三部分由第6章至第10章组成，着重介绍控制原理以及中继和信号接口，并对模型机的硬件和软件进行了分析介绍。在叙述程序设计时，列举有以汇编语言编写的程序。

本书可供交换专业或其他有关专业的科技人员、工人和管理干部的参考，也可作为通信院校相关专业的学生的学习参考书。

计算机控制电话交换机入门

〔德〕P·R·盖尔克 著

嵇兆钧 许子平 节译

*

人民邮电出版社出版

北京东长安街27号

天津新华印刷一厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

开本：787×1092 1/32 1981年7月第一版

印张：4 16/32 页数：72 1981年7月天津第一次印刷

字数：102 千字 印数：1—4,800册

统一书号：15045·总2503—有5212

定 价：0.38 元

出 版 说 明

计算机控制的电话交换机习惯上叫做程控电子交换机。随着我国通信事业的发展,程控电子交换机的研制和发展已经提到日程上来了。为了普及这方面的知识,让更多的读者了解计算机是怎样控制电话交换机的,我们决定翻译出版这本书。这本书是程控电子交换机的简明易懂的入门书,对于读者了解程控电子交换机的基本工作原理和总体概念会有一定的帮助。

本书原著发表于1972年,近年来由于程控交换技术不断取得了新的进展,故在本书的翻译过程中,对原著中某些较老的内容、叙述起点较远的内容以及有些感到赘述的内容,都作了删节。其中第一章的内容与主题联系不紧密,删略较多;原著第11章以后介绍的№1ESS等电子交换机实例,由于内容过于简单,加以目前又有新型程控电子交换机问世,故在译文中决定略去。此外,原著中有些不适合我国习惯的用语或某些欠妥之处,也作了修订。经过精简的译文,不仅对全书的完整性没有影响,而且内容更加精练,主题突出,重点明确,使读者更易掌握要领。

精简后的译文共分三部分:第一部分为全书的引述,内容包括阅读本书必要的基础知识;第二部分介绍了交换机的交换接续网络以及数字网的概念,特别是关于PCM交换和数字网

的基本知识，对了解近代程控电子交换机普遍采用的 PCM 交换原理是有帮助的；第三部分着重介绍控制原理以及中继和信号接口，并对模型机的硬件和软件进行了分析介绍。在叙述程序设计时，列举有以汇编语言编写的程序。通过这些介绍，可以了解程控交换的基本原理，初步建立起计算机控制电话交换机的总体概念。

本书由嵇兆钧、许子平同志翻译，并由嵇兆钧同志负责全书的审定、删节和注释工作。

1980.5

前 言

自动电话交换机问世至今已有80年了。在电话通信自动化方面，联邦德国可以作为达到高水平的一个例子：国内电话网已经全部实现自动拨号通信，在国际接续中，已有95%的接续实现用户自动拨号。不过，在所有这些自动通信中，多数是采用“老式的”交换原理来实现的（在交换机中使用了机电制的选择器和继电器）。对此，近十余年来，通信管理部门和通信工业部门已经组织研究和探索了新的技术途径，即引用电子计算机进行数据处理，可以成为提高交换机效能的一种重要途径。如今，已有条件把这一领域内至今所做的工作加以归纳、整理，并介绍给更为广泛的感兴趣的专业人员和科研人员。

这就是本书的任务。书中在介绍计算机控制的交换机时，谈及了有关的一般交换概念（姑且假定有的读者缺乏交换技术方面的基础知识）。本书将有利于初学者入门；对于从事程控交换技术工作的人员，也可作为一本参考书。此外，但愿本书能促进大学生们向这个令人产生兴趣的新技术领域进军。

我要感谢西门子公司同行们，他们对本书提出的善意而有益的意见，有助于本书的完善。

皮德尔·盖尔克

1972年春，格莱番芬

目 录

I、引述和总说	1
1. 引述	1
2. 交换技术基础	2
2.1 呼损分配	2
2.2 信息的传递	5
2.3 交换方式	6
2.4 电路交换原理	8
2.5 交换机的控制原理	13
II、话路接续网络和时分交换	19
3. 空分制话路接续网络	19
3.1 组群结构	19
3.2 链路选择的方法	22
3.3 空分接线器的驱动和释放	27
4. PAM时分交换	30
4.1 基本原理	30
4.2 组群	33
4.3 一些控制上的特点	34
5. PCM时分交换和数字网	39
5.1 基本概念	39
5.2 PCM的网同步	43
5.3 PCM时分交换的方法	43
5.4 信号方式的方案	54

5.5 数字网的展望	55
II、控制系统和交换机外围设备的接口	56
6. 控制集中化的问题	56
6.1 概述	56
6.2 中央控制设备的有效利用率	56
6.3 可靠性	61
7. 接口设备	73
7.1 问题的提出	73
7.2 信息的收集和信号的分配	75
7.3 中继器与接口设备的关系	80
8. 程序控制系统的组成	82
8.1 控制系统的原理	84
8.2 计算机的结构	88
8.3 存贮器	99
8.4 联线方式和联线系统	104
8.5 维护使用方面的考虑	106
9. 程控电子交换机的程序设计	108
9.1 基本原理	108
9.2 交换接续过程的特点	115
9.3 程序的结构	116
9.4 程序的种类	124
9.5 存贮器的配置	125
10. 信号方式	125
10.1 一些基本考虑	125
10.2 程控电子交换机对于非公共信道的信号方式的配合	128
10.3 公共信道的信号方式	131

I. 引述和总说

1. 引述

通信，就是在通信参加者之间交换信息。

图1·1表示了一个通信系统的组成。连接在通信网内的用户，可以进行人-人、机-机或人-机通信。

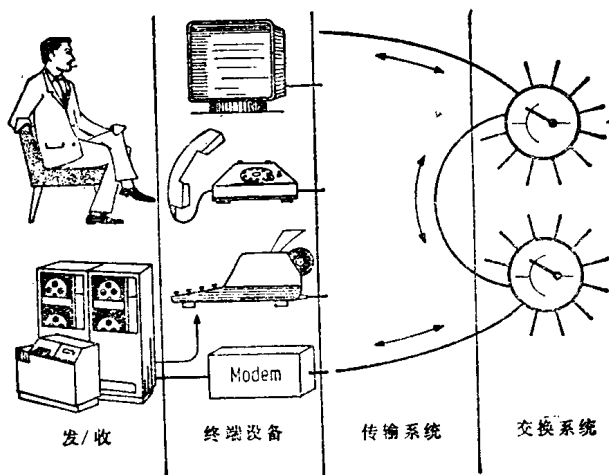


图 1·1 通信系统的组成

对于近代通信系统的效能以及通信对发展经济和文化所起的积极作用，有些人还不够重视，这种认识确实是必须要加以纠正的。

电话通信网是应用最广泛的一种通信网。

采用计算机控制的交换机^①，可使新的通信系统容量增大，功能较为复杂。同时，也带来了可靠性的问题。通过使用较可靠的元件和对控制设备的冗余配置，能够达到较高的可靠性。根据近代半导体技术的发展趋向，人们将可利用规模越来越大和线路越来越复杂的集成电路来满足提高可靠性的需要。达到必要的可靠性，是研究和发展现代通信系统的一个极为重要而又十分艰巨的任务。

2. 交换技术基础

本书讨论的内容涉及到今后通信系统中的交换机的特点。为此，首先就一般的、基本的原理加以说明，以便于以后的讨论。

2.1 呼损分配

交换机的一项重要任务，就是把呼叫所需方向的话务量分配到相应的出线线群并予以疏通。由于经济上的原因，在负荷的高峰时间内，即在所谓忙时内，不能按照“来者不拒”的要求来配备出线数。因此将出现等待时间，或者出现呼损 B 。在大多数情况下，呼损被定义为损失的呼叫次数 C_v 与来到的呼叫次数 C_A 之比：

$$B = \frac{C_v}{C_A}$$

图2.1表示了一个呼损分配的例子，其中 A 用户呼叫 B 用户

① 计算机控制的电话交换机即存贮程序控制电子交换机，简称程控交换机。

——译注

的接续是通过两个交换局 V_1 和 V_2 以及这两个交换局之间的中继线 K_V 连通的。

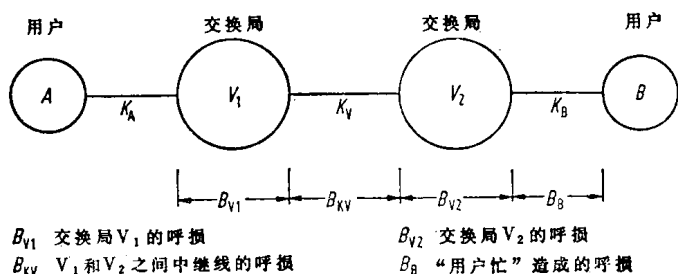


图 2·1 呼损分配 (示例)

用户 A 和第一个交换局 V_1 之间的用户线 K_A ，不会出现呼损，这是因为每一用户线固定地对应于每一个用户。交换局 V_1 和 V_2 是通过中继线群 K_V 彼此连接起来的，该中继线群中的每一条中继线都可供 A 用户使用，交换机可以从中选用一条中继线。这里，交换机内部的呼损可以保持为很小的数值（譬如说是0.1%）而不需要付出多大的代价。中继线群 K_V 的呼损允许大一些。例如，如果 V_1 和 V_2 之间建有直达路由，而且还可以通过另外的迂回路由接到 V_2 ，则该直达路由的呼损可以设计成5%，或者更大些。这样做的好处是，中继线可以具有良好的负荷能力。如果中继线群 K_V 为唯一的路由或者是最终路由，则呼损应不大于1%。

交换局 V_2 的任务是在确定的入线端和出线端之间进行交换， B 用户的用户线就连在出线端。对于这种确定的入线和出线之间的接续，呼损可能是比较高的，譬如说是2%（为的是使交换机的费用较为便宜）。此外，倘使把连接 B 用户的用户

线的呼损计算进去，则因存在“用户忙”而使呼损常常高达20%，甚至还会更高一些。使管理部门关心的是，不要由于经常遇到“用户忙”造成网内增加不必要的负荷^①。

当呼损值足够小时，从A到B的全程呼损等于各段呼损之和^[1.2]。

交换机的另一个重要参数是出线的利用度 K 。图2·2给出了一个例子（用以说明出线利用率取决于利用度 K ）。如果出线线群由40条出线组成，呼损值定为 $B = 1\%$ ，则当利用度 $K = 10$ 时，线群中的每条出线的平均利用率为56%，当 $K = 40$ 时，亦即在本例情况下为全利用度时，利用率可达到73%。

若用所能负荷的话务量来表示利用率，就是“爱尔兰”（Erl）。如果我们取呼损为 $B = 5\%$ ， $K = 10$ ，则每线平均负荷0.67Erl；而当 $K = 40$ 时，每线平均负荷0.87Erl。这些平

均负荷能力的数值是在一定的条件下才是适宜的。这里不打算再讨论这些条件了。

考虑到话务疏通能力，应对电话交换局提出下列要求：

- 交换接续时不要超过预定的呼损；
- 出线的利用度要尽可能大。

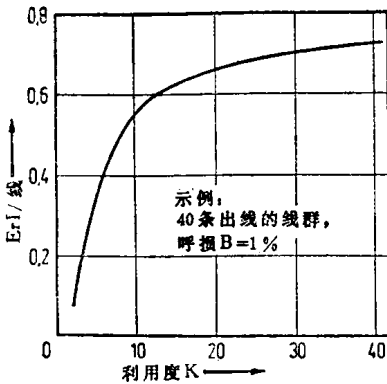


图 2·2 出线利用率与利用度 K 的关系

① 进一步说，在程控电子交换机中，等待呼叫、遇忙回叫等新的服务性能，都是减少被叫忙的有效措施。

——译注

2.2 信息的传递

交换局在分配信息方面的功能，从根本上说，取决于信息本身的构成。就信息传递的方式而言，原理上有以下区别：

a) 模拟信号

这种信号随着时间连续地变化。图2.3表示了这类例子。信号在幅度上（图2.3 a）或脉冲持续时间上（图2.3 b）或脉冲相位上（2.3 c），都可以是连续变化的。

b) 数字信号或数字化的信号

这类信号的幅值是按严格的离散值，随着时间变化的。离散值可以是多级的（图2.4 a），也可以只取1或0（图2.4 b）。

后一种形式的数字信号，其优点是适合于交换系统的控

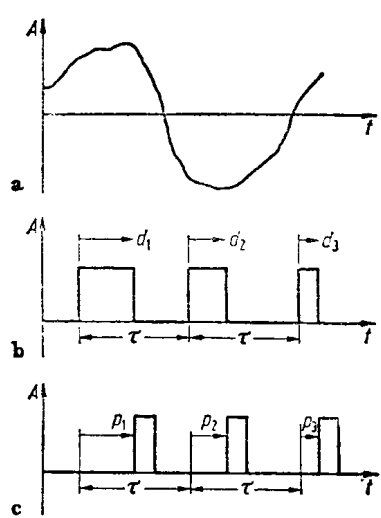


图 2.3 模拟信号

- a) 幅值 A 是连续变化的
- b) 脉冲持续时间 d 是连续变化的
- c) 相位 p 是连续变化的

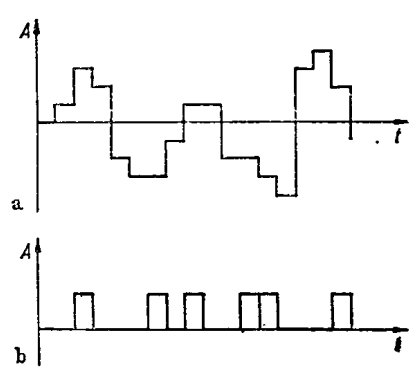


图 2.4 数字信号

- a) 多离散值的数字信号
- b) 用1和0表示的数字信号

制，即交换系统对数字信号同样是在二进制的基础上进行处理的。至于为什么具有这样的优点，将在2·3(b)节中讨论。

2·3 交换方式

由上面的讨论，可以引出两种基本的交换方式：

a) 电路交换 (图2·5)。这种交换方式的特征是，在每次接续过程中，都有某条连接在话路接续网络内的电路 (或中继线) 被固定地分配给该次接续使用。这些电路 (或中继线) 是通过相应的接口电路接入交换机的，并通过接口电路使交换机可以收取控制信号，以及把用于控制下一个接续段的控制信号送出去。如前所述，电路交换的话路网络要按照规定的呼损进行设计。

电路交换可以使用于各种信息形式和各种通信方式。对于话音通信，信息的分配和信息的汇总，可采用模拟的也可以采用数字的信息形式。电路交换的话路网络，原则上是没有什么损耗的，换言之，按电路交换方式交换的信息，不会影响信息的带宽、传输速度及其编码方式。

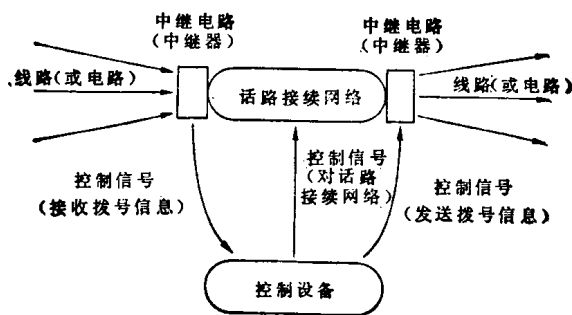


图 2·5 电路交换的原理

b) 信息交换 (图2·6)

进行信息交换时, 要通过控制设备先把入线上的信息全部收存下来, 然后再把信息分配到出线上去。

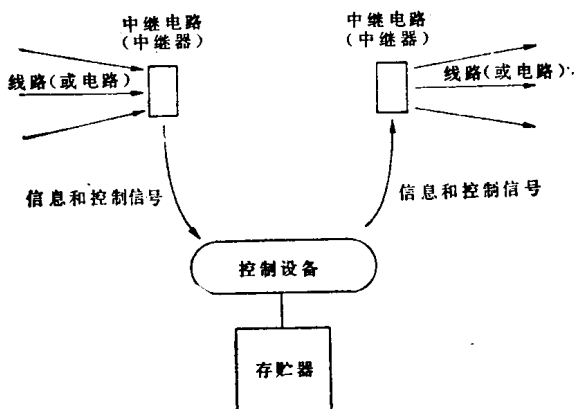


图 2·6 信息交换 (存贮—转发) 的原理

如果所需方向的所有出线都被占用, 控制设备能够把全部信息存放在穿孔纸带或磁带上进行中间存贮。这种交换机构成了一种存贮—转发的待接系统, 其出线的负荷能力高于明显损失制接续系统中的出线的负荷能力。譬如说, 如果平均等待时间是与信息传递的平均时长相适应的话, 则一个具有10条出线的线群, 每线就有可能负荷 $0.9Erl$ [2.2]。实际上, 在出线的负荷能力、等待的时间及其相应的存贮设备的费用之间[2.3]应该精心地使它们得到兼顾。

如前所述, 信息交换由于采用二进制的工作方式, 因而控制设备适合于专门处理二进制信息, 特别适合于处理数据。这就形成了一种引人注目的通信手段: 在考虑到信息处理的优先

级、信息传递的速度的条件下，信息可以一发多收，并采用与各该终端设备相适应的格式与编码方式。当然，由于具有等待时间，信息交换并不适用于直接的会话通信。在开放数据业务时，为了对付干扰和减少传输差错，发端设备应在必要时按字块重发。

2.4 电路交换原理

按照电路交换的特点，在一次接续的持续时间内，总是占用着某条电路。具体实现电路交换可以有不同的原理。至于电路交换的分类，首先应考虑究竟是采用“2线”交换还是采用“4线”交换。信息在传输通路中是需要进行放大的，基于稳定度方面的考虑，对于通信的发送方向和接收方向希望利用分开的电路来传送。理想的情况是（特别是考虑到今后的通信发展）4线接续将延伸到通信系统的终端设备。

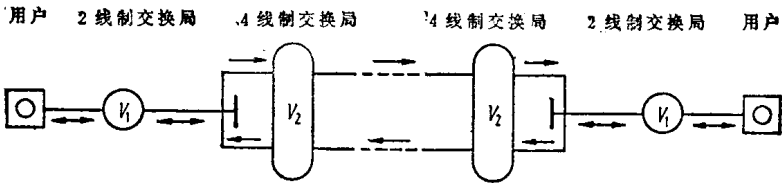


图 2.7 2线制和4线制的电路交换

然而，可惜的是，由于费用方面的原因，目前在终端网内，一般仍采用2线交换的方式。图2.7表示了这种考虑，即处在2线终端网内的交换局 V_1 采用了2线接续，而在高一级的长途通信网中，传输和交换都采用了4线制(V_2)。

2.4.1 空分接线器 (图2.8)

按“空分原理”组成的接线器，在接续的持续时间内，由交换机把入线通过接点（交叉点）与出线相连。

通常，人们把一定数量的交叉点组成一个结构单位，即选择器或接线器。接线器的接点要经受的动作次数是很多的。由于对质量和可靠性方面的要求越来越高，现在都把接点封装在保护气体中工作。在图2.9中，列举了一些密封接点的产品。

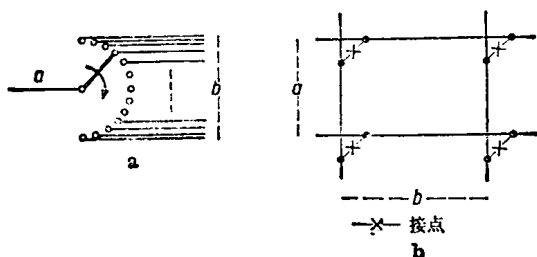


图 2.8 空分接线器基本单位

a) 步进制或旋转制选择器

b) 纵横制或矩阵交叉点接线器

采用电子元件构成交叉点，早已有所应用。其中，由于半导体元件能够做成大规模集成电路，现已成为金属接点的竞争对手。半导体元件在体积上大大缩小了金属接点所需要的空间；不过，在电气性能上（导通电阻和阻断电阻）、成本上以及坚固程度方面（耐过压的能力），还比不过金属接点。

2.4.2 时分接线器

按时分原理做成的时分接线器是以香农 (Shannon) 的抽样定理为基础的。根据这个定理，一个连续波形可以通过规

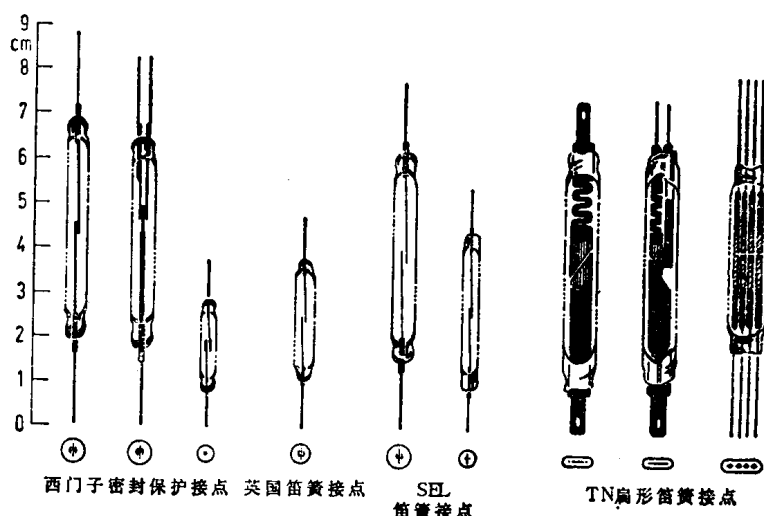


图 2-9 一些密封接点产品

定的时间间隔抽取的样本序列来加以准确的描述。这里，抽样频率 f_P 必须满足下列关系式

$$f_P > 2f_{\max}$$

这里， $f_{\max}$ 为信号最高频率。在电话网中， $f_{\max} = 3.4\text{KHz}$ 。作为抽样频率 f_P ，人们往往愿意选用 8KHz ，或者由于技术上的原因而采用 10KHz 。

时分复用的交换原理，如图 2-10 所示。其中，用户 A_1 与用户 B_1 、用户 A_2 与用户 B_2 建立了接续。这些接续是通过一条“时分复用总线”完成的（所有有关的用户都被连接到这一总线上）。每个接续在时分复用总线上占有一个确定的时隙。

图 2-11 表示了抽样的时间序列。在 125微秒 的周期内（相当于取样频率为 8KHz ），每个用户被依次地接通一个短暂的时间。经过低通滤波器又恢复为原来的话音信号的频带，然后

送往用户线。

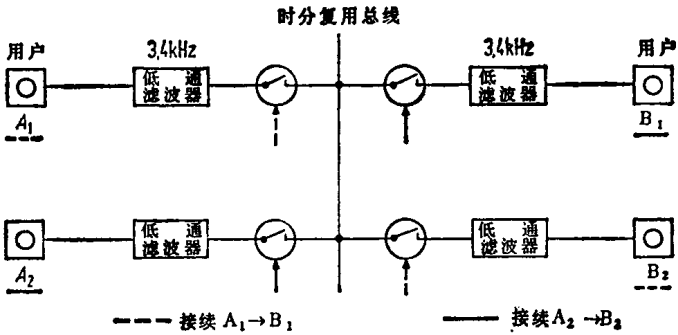


图 2·10 时分复用交换原理

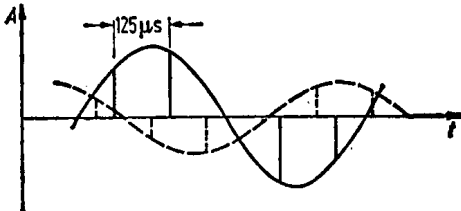


图 2·11 时分复用交换的时间分解图

实际上，要在125微秒的周期之内划分出超过100个时间间隔是比较困难的。这意味着，通过一根时分复用总线所建立的接续一般不超过100个^①。原因是很清楚的，为了把串话限制到足够小的限度，应使时分复用总线上做到没有电荷积累，以避免迟延到下一个话音相位上去。需要进一步考虑的问题还在于信号的能量：通过抽样，只能把原先信号能量中的一小部分

① 为了提高时分复用交换设备的交换能力，数字选组级需要采用诸如 T-S-T（时-空-时）之类的结构。——译注