



第三部分

电话交换系统

段鹏瑞

北京邮电大学 计算机学院



主要内容

电话交换基础

➤ *电话通信的基本原理*

程控数字交换机的系统结构

接口电路

➤ *用户电路*

➤ *中继电路*

数字交换网络-话路建立



主要内容

控制系统

- 控制系统的结构方式
- 多处理机的分担方式
- 多处理机的通信方式

程控交换软件技术

- 程控交换软件系统
- 呼叫处理的基本原理
- 交换技术基础

电话通信网



1、电话交换基础

(1) 电话通信的基本原理



1875年6月2日贝尔和沃森发明了电话
(原始的电磁式电话)

1877年爱迪生发明了碳精式送话器
+手柄+呼叫设备(电铃)+手摇发电机+干电池
(磁石式电话机)

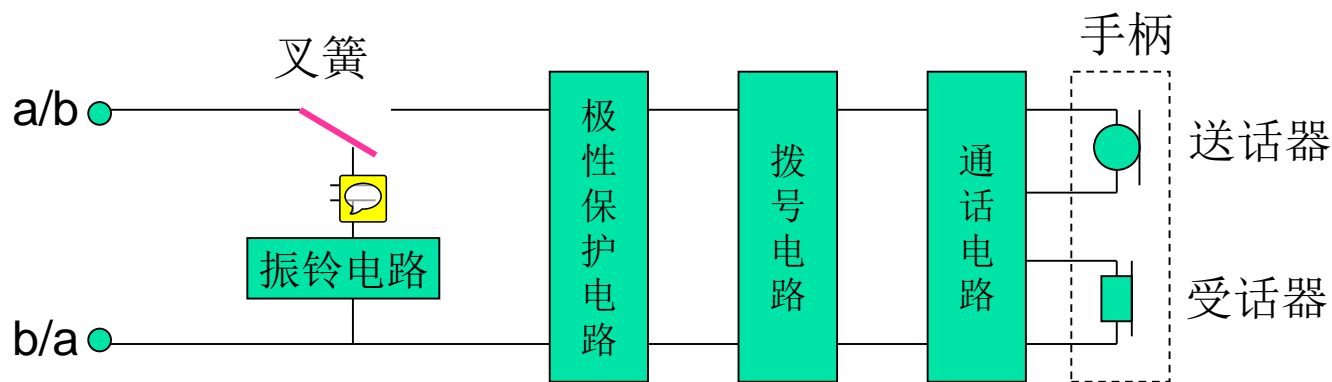
1882年出现了共电式电话机
(没有手摇发电机和干电池, 通话所用电源由交换机供给)

自动电话机-拨号盘电话机

电子电话机-按键式电话机



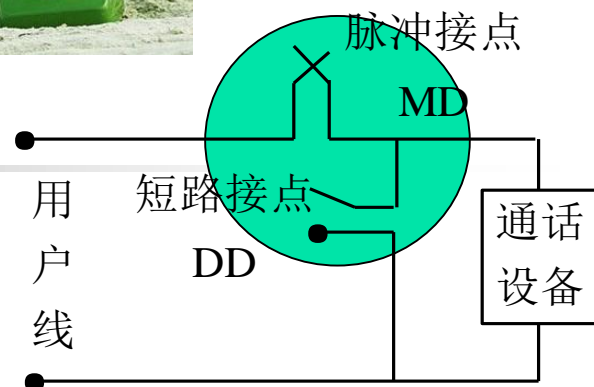
电话机原理



电话原理图

- 转换设备
 - 叉簧
- 信令设备
 - 振铃、拨号
- 通话设备
 - 送话、受话、2/4变换、消侧音

脉冲式 与 音频式



- 直流脉冲表示的十进制数字
- 拨号盘的指标要求
 - 脉冲速度8~14个/秒，断续比1.3:1 ~ 2.5:1， 位间隔 $\geq 350\text{ms}$ 。
- 每个号码用两个四中取一的不同音频组合表示，通过DTMF发号器发送。



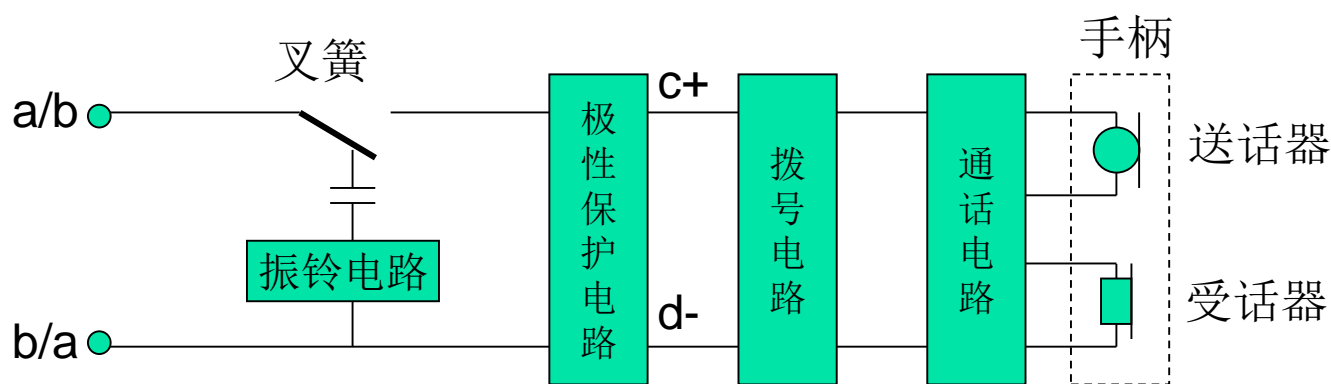
	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D



振铃电路

- 机械
 - 用户线上送来的**25HZ** 交流铃流进行振铃
- 电子
 - 将**25HZ** 交流变换为直流信号，驱动蜂鸣器

电话机原理



电话原理图

- 电源 ？
- **极性保护**：交换机向用户提供直流电，该电路保证：无论外部a、b线极性如何，内部电路c、d的极性固定

你用过吗？

程控交换机的用户补充业务

缩位拨号

热线服务

呼出限制

免打扰服务

查找恶意呼叫

闹钟服务

截接服务

缺席用户服务

遇忙回叫

无条件呼叫前转

遇忙呼叫前转

无应答呼叫前转

呼叫等待

三方通话

会议电话

主叫号码显示等

业务	登记	撤消	应用
追查恶意呼叫	电话局登记		R键，*33#
缩位拨号	*51*MN*PQABCD#	#51*MN#	**MN
热线服务 	*52*PQABCD#	#52#	免拨号，5s接
呼出限制	*54*KSSSS#	#54*KSSSS#	
闹钟服务	*55*H1H2M1M2#	#55#	
免打扰服务	*56#	#56#	
转移呼叫	*57*PQABCD#	#57#	
呼叫等待	*58#	#58#	
缺席用户服务	*50#	#50#	
遇忙寄存呼叫	R键，*53#	#53#	



我国程控交换技术的发展

□ 引进交换机

**AXE10, FETEX-150, E10B, 5ESS、 NEAX61 、
EWSD**

□ 引进生产线

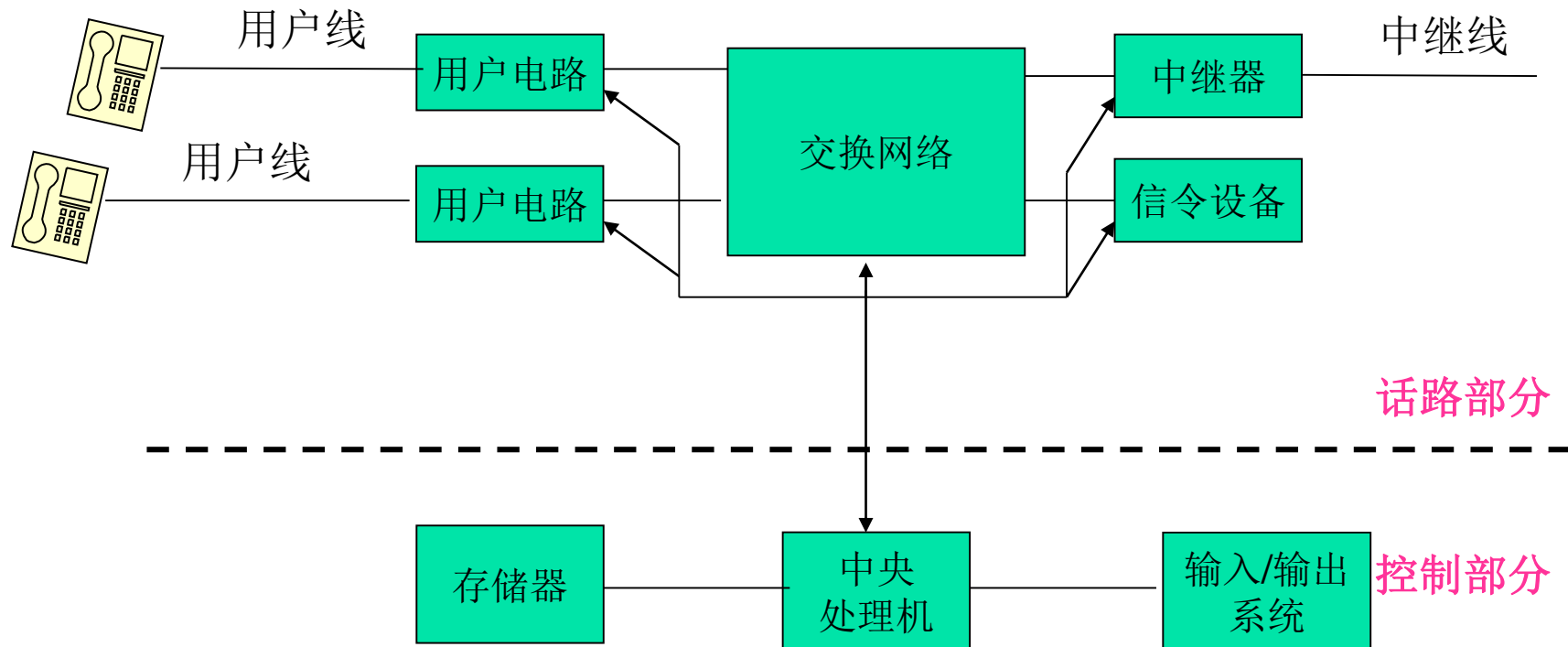
上海: **S1240**, 北京: **EWSD**, 天津: **NEAX61**

□ 自行研制

巨龙**HJD-04**, 大唐**SP30**, 华为**C&C08**, 中兴**ZXJ10**

程控交换机的基本组成

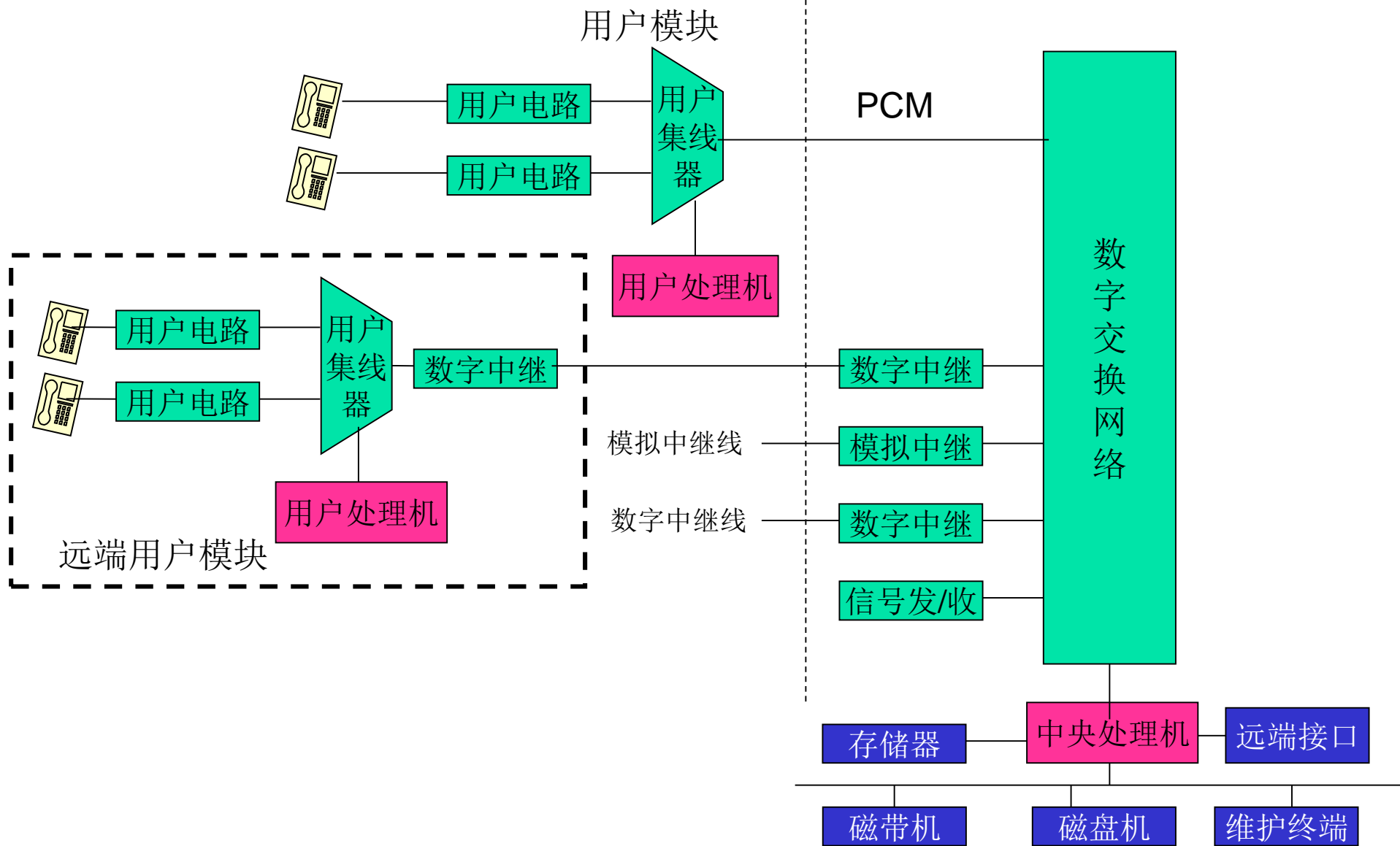
- 由话路部分和控制部分组成

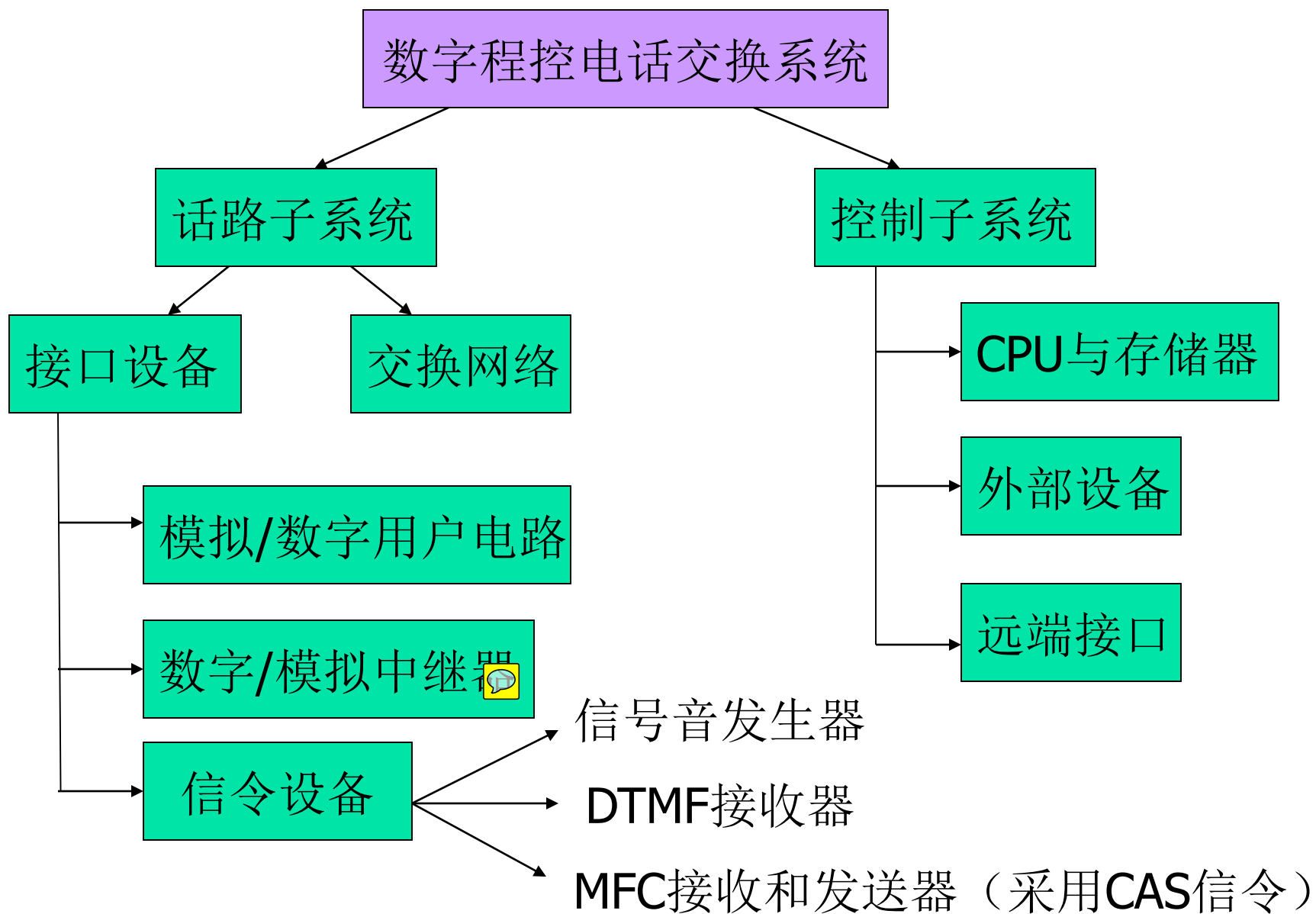




2、程控数字交换机的系统结构

程控交换机的系统结构图







几个概念

接口设备：是实现数字交换系统和外围环境的接口。

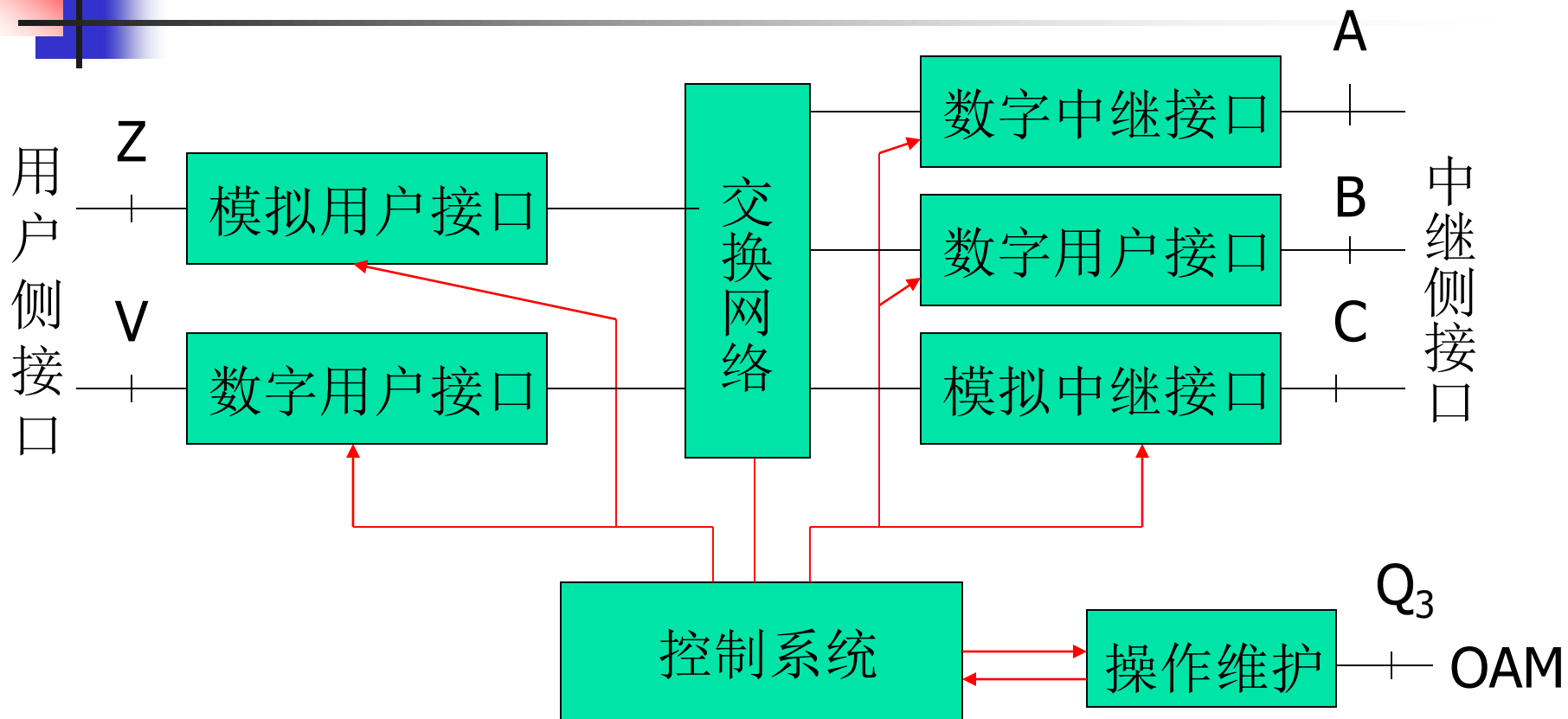
远端接口：是到集中维护操作中心、网管中心、计费中心等的数据传送接口。

用户集中级：完成话务集中功能，集中比一般为**2:1**到**8:1**一般为单**T**交换网络。

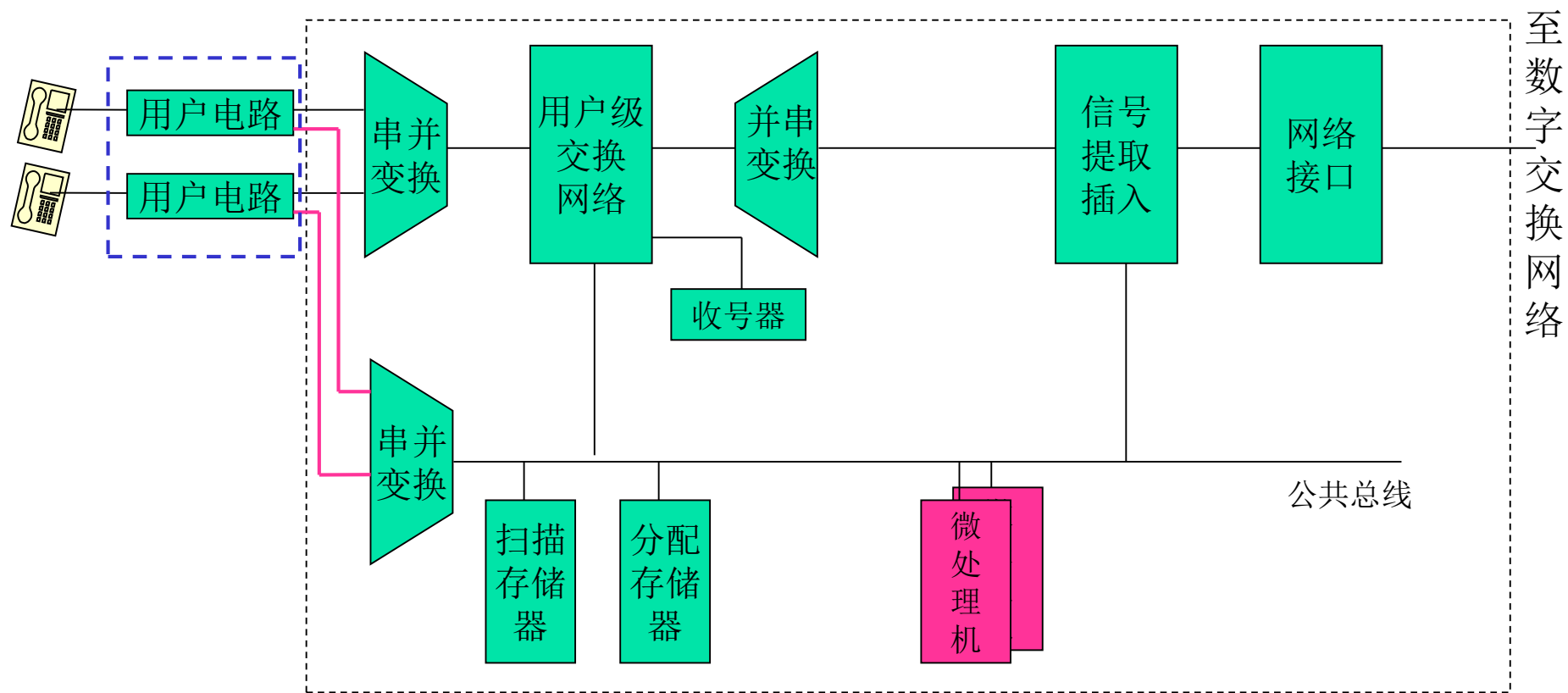
用户模块：用户集中级+用户电路

远端模块：设置在远端的用户模块。

数字交换系统接口类型

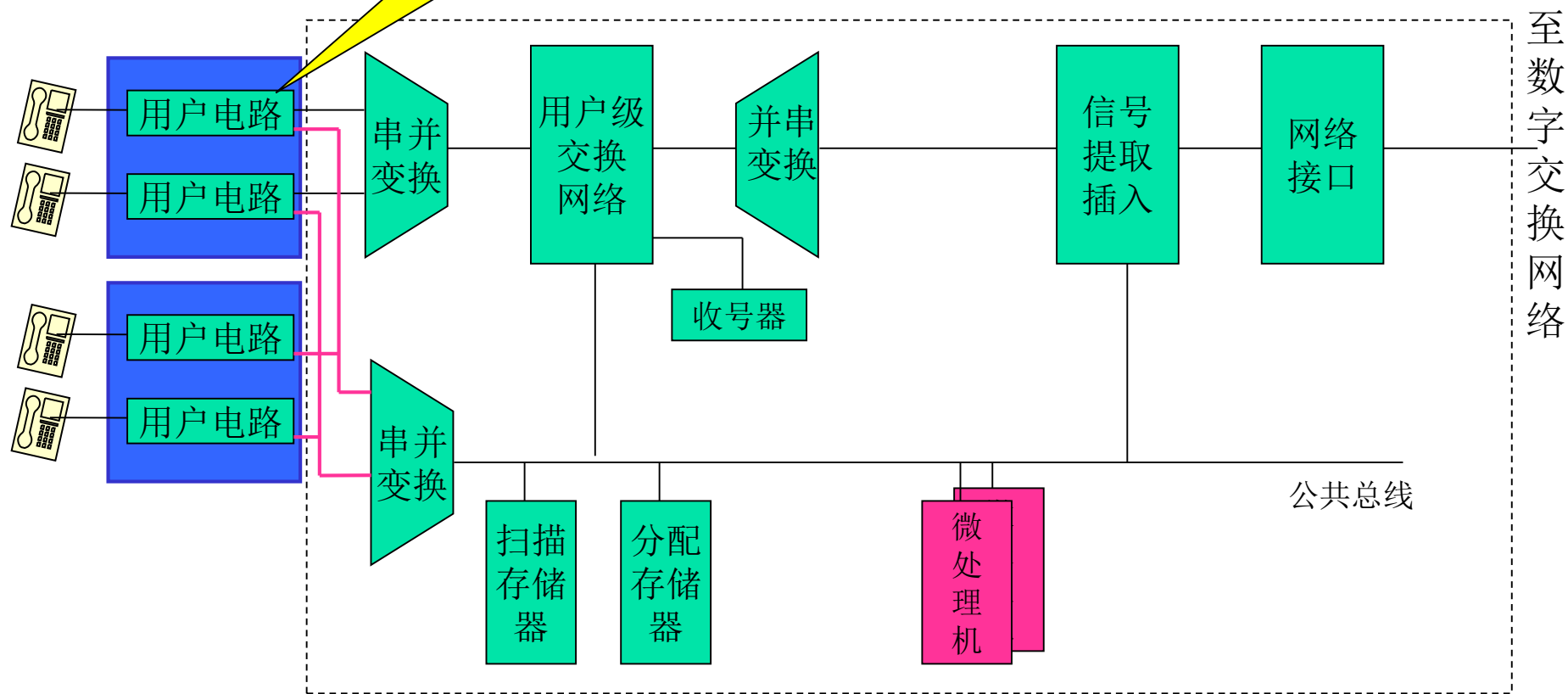


用户模块



用户模块

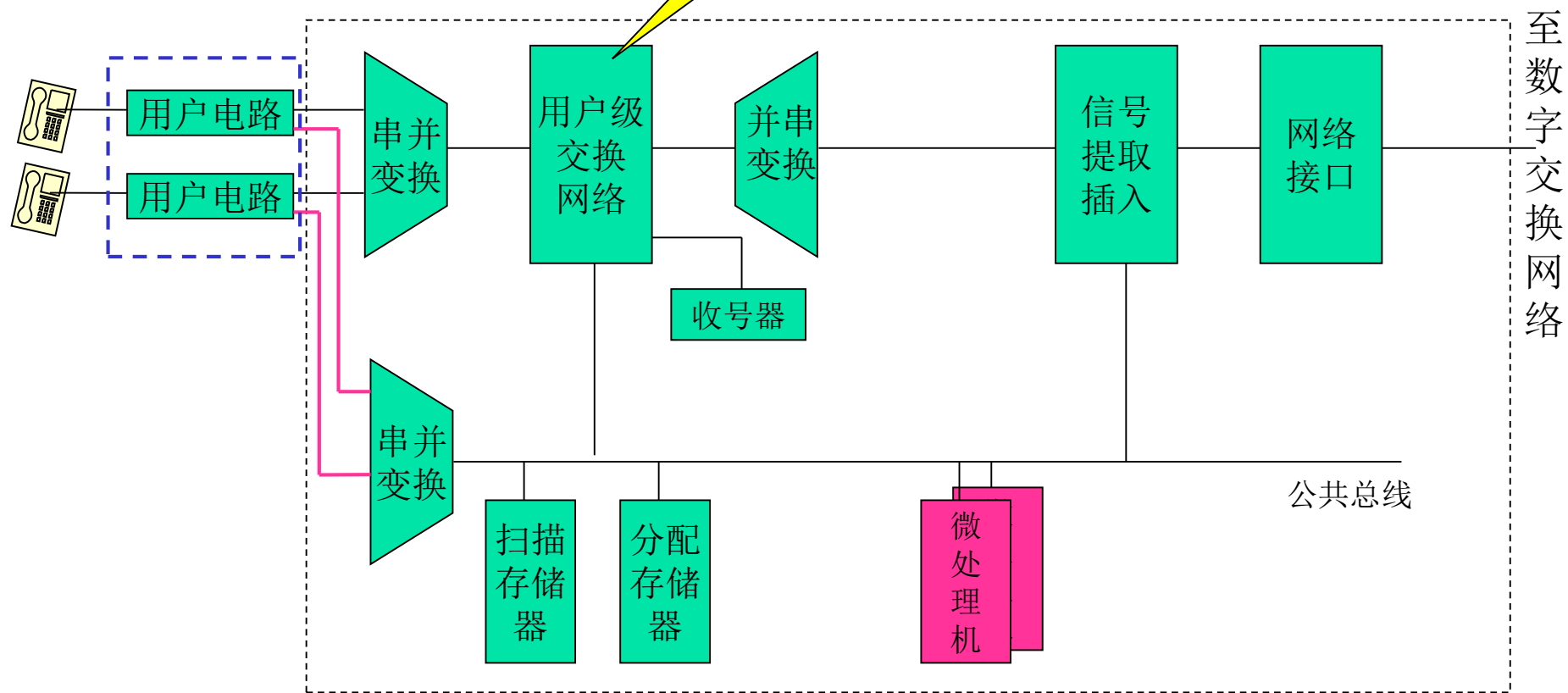
每个电话用户对应一个用户电路。
一块用户电路板包含多个用户电路



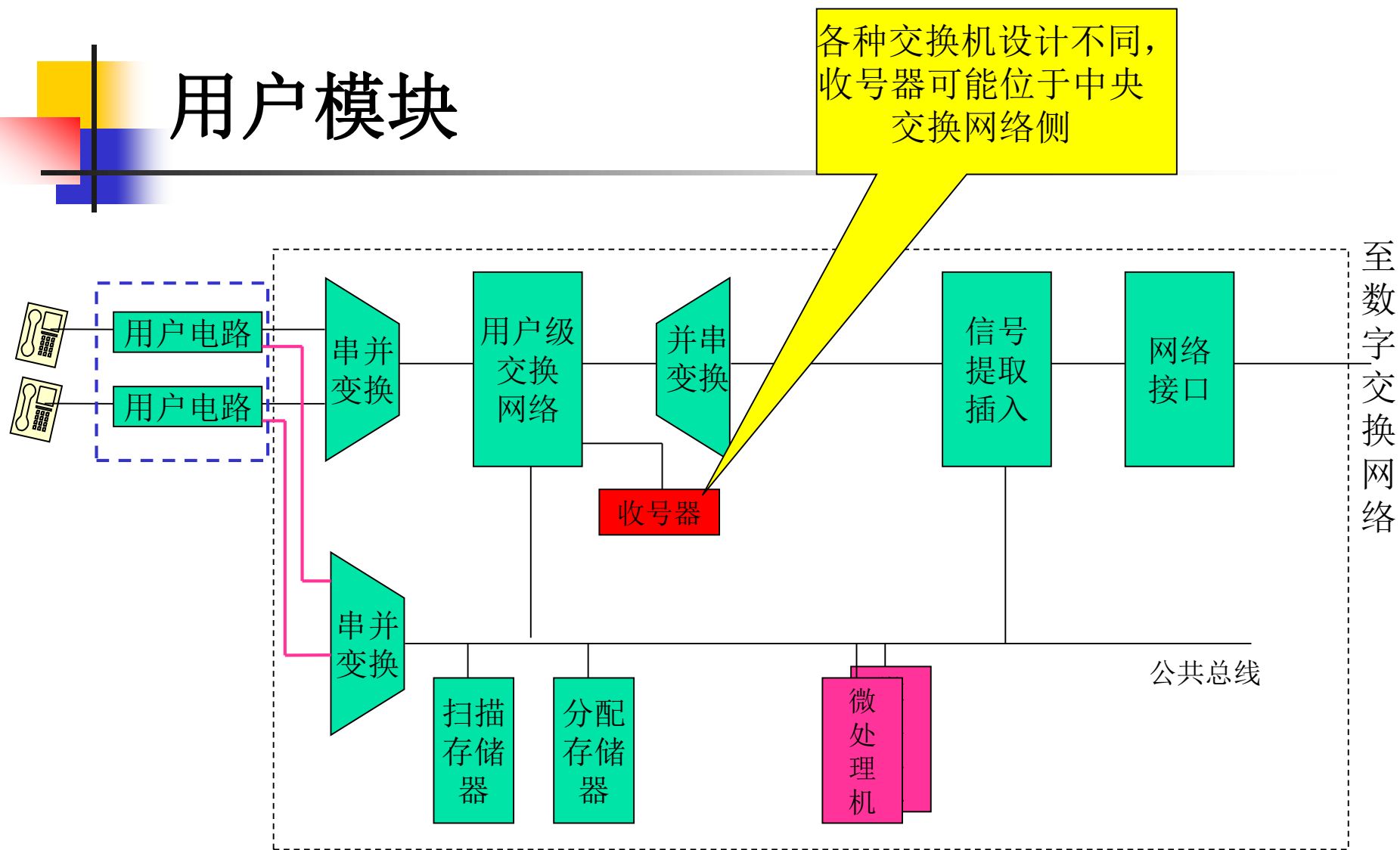
至数字交换网络

用户模块

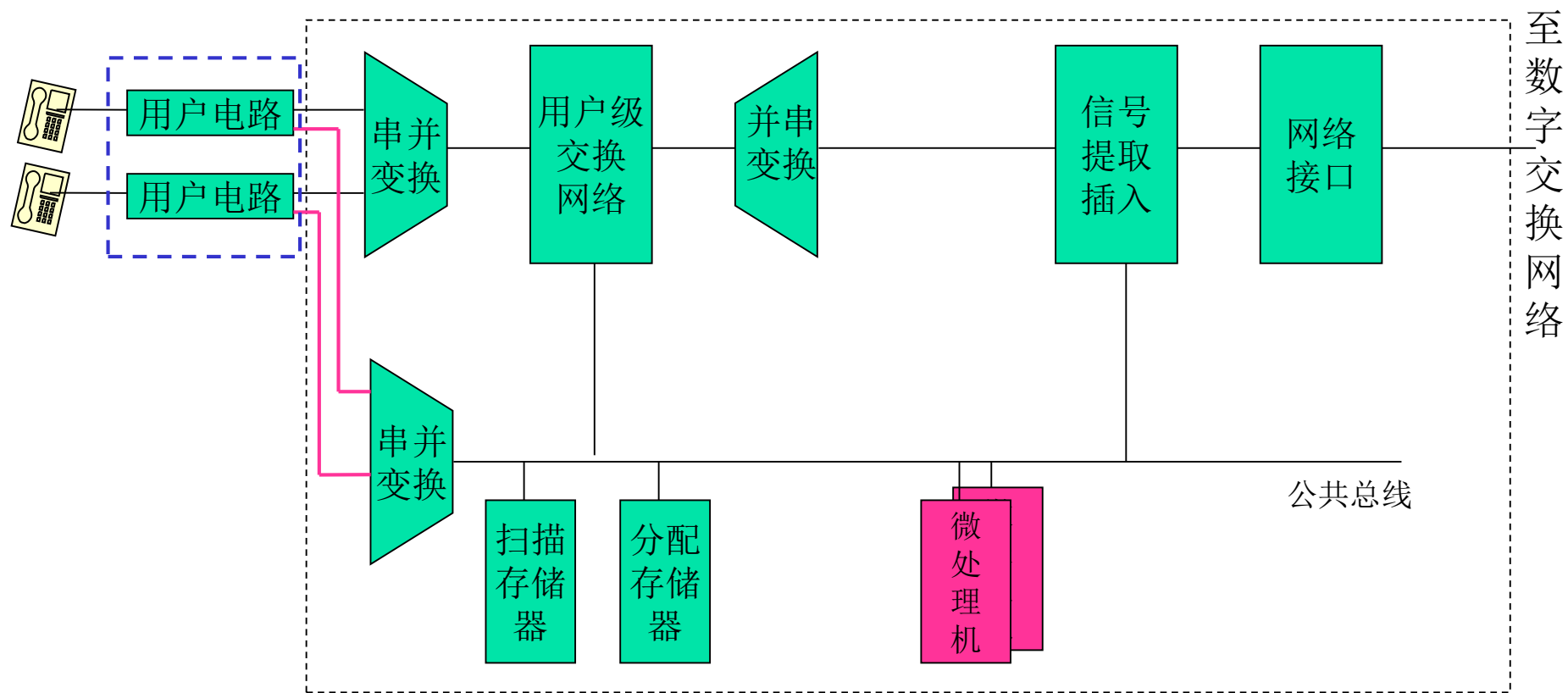
T接线器，
集中话务，
连接收号器



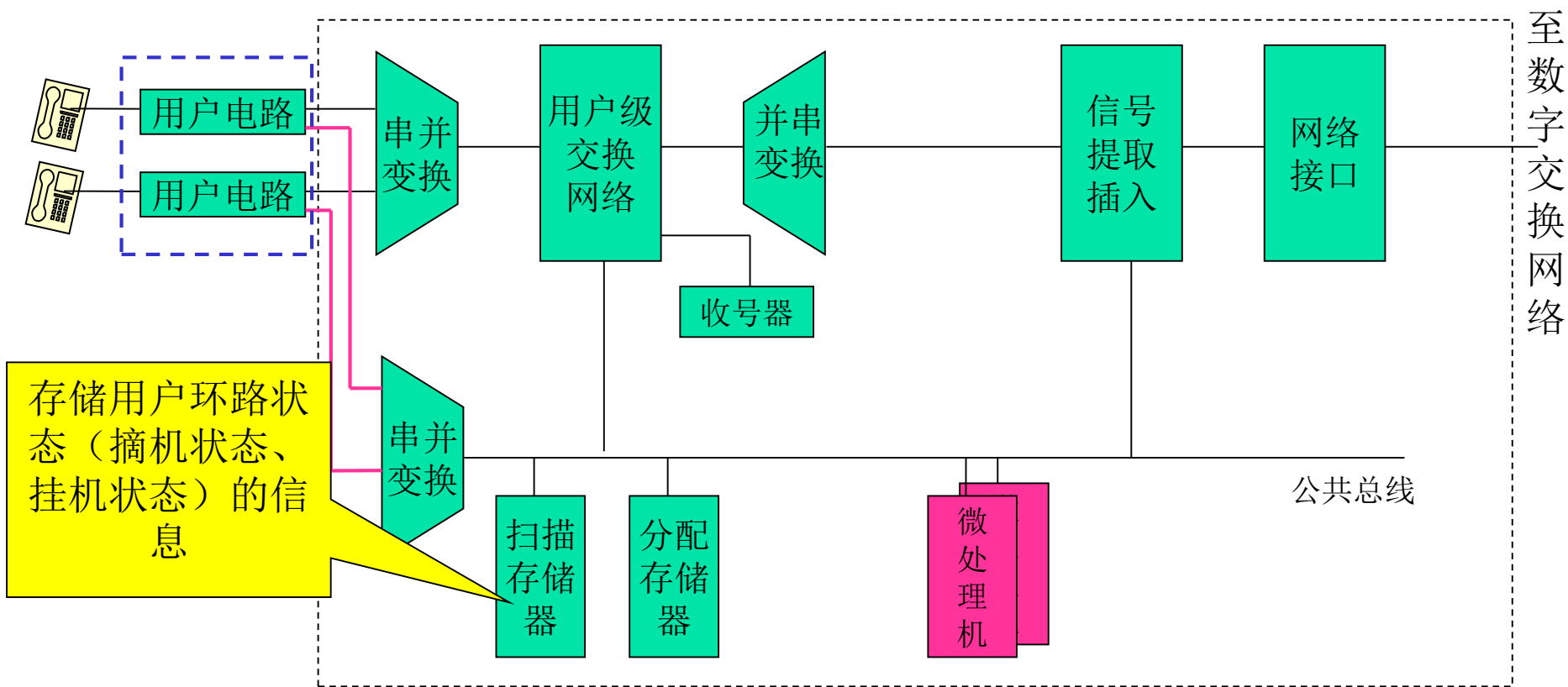
用户模块



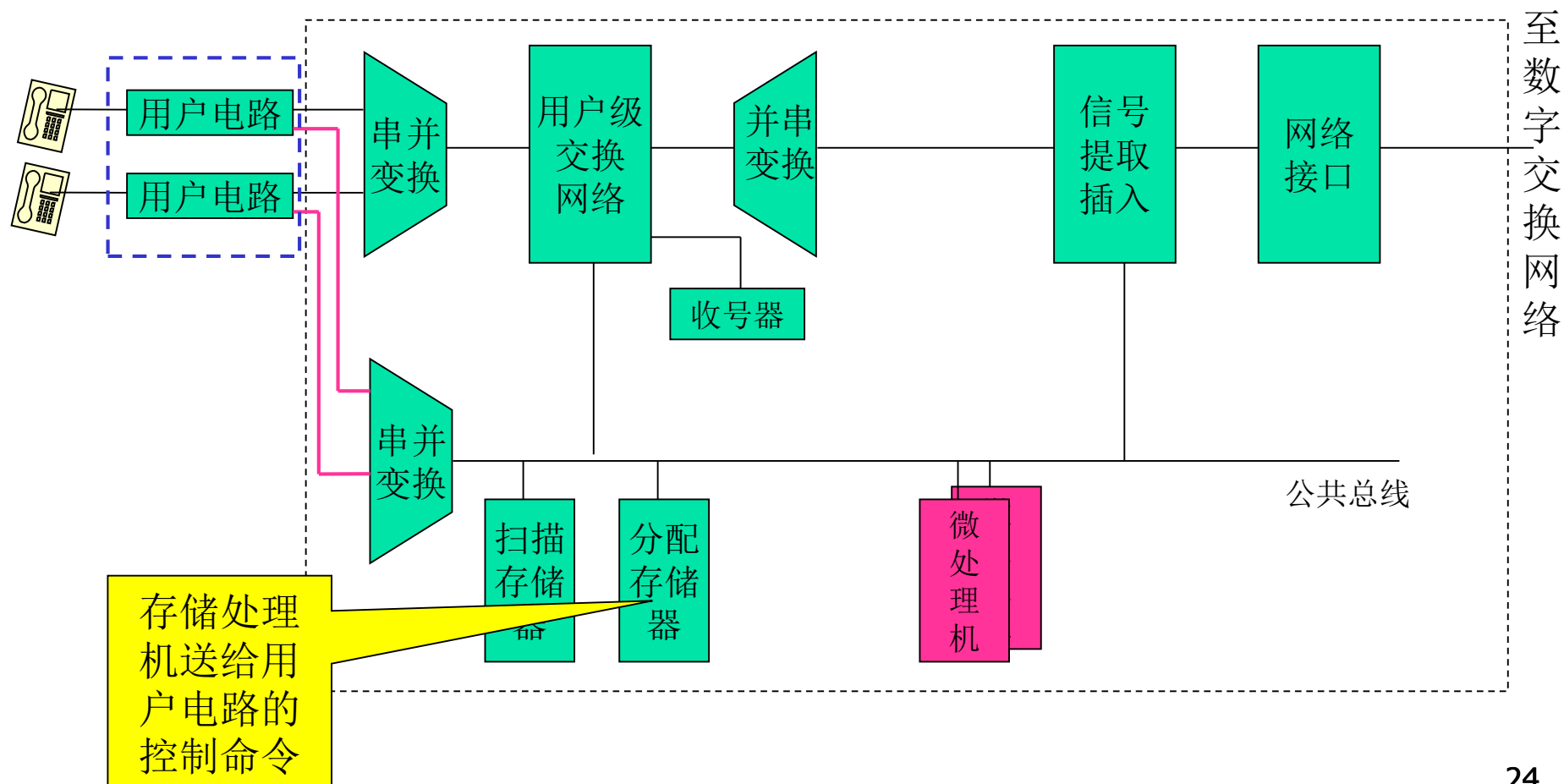
用户模块



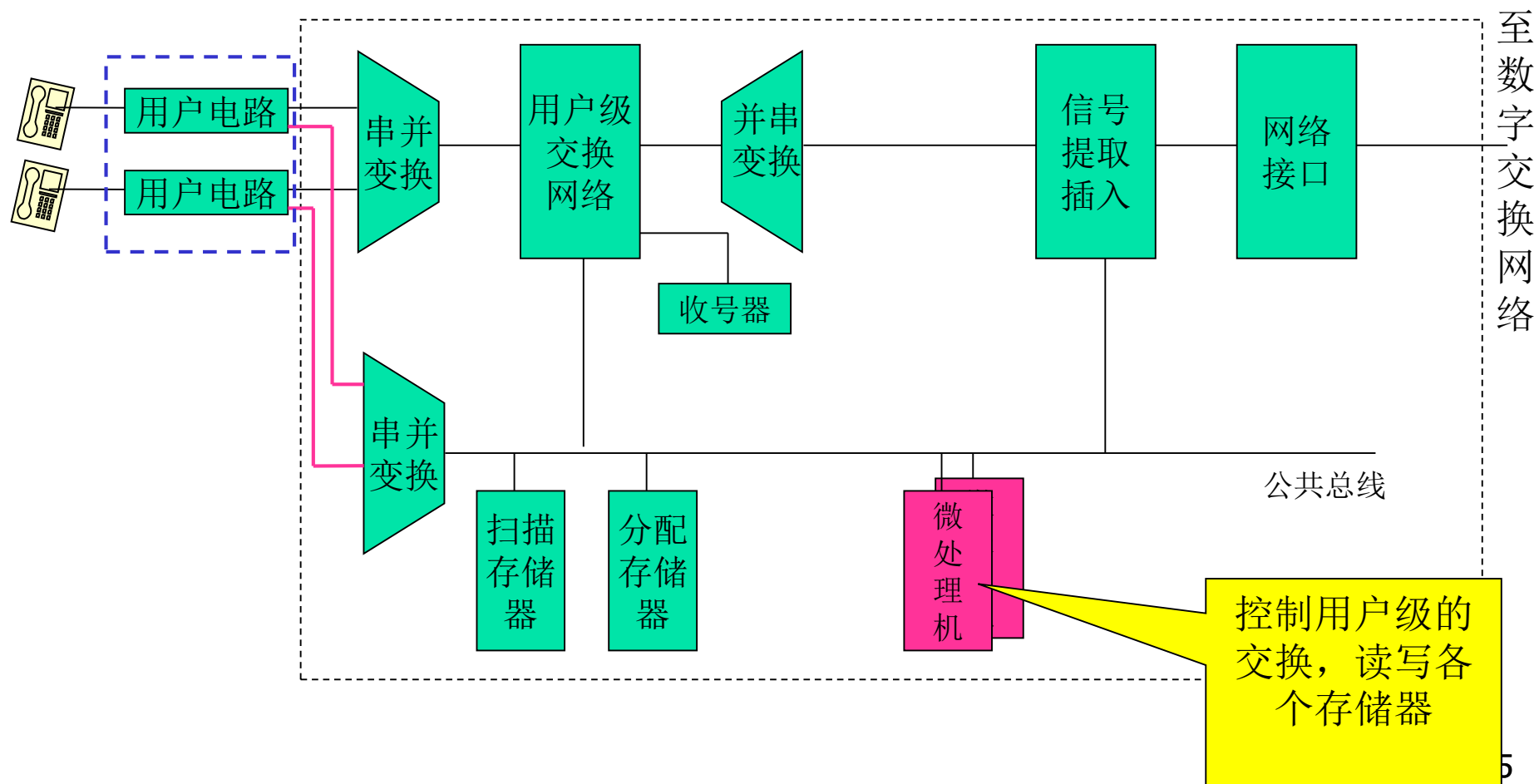
用户模块



用户模块



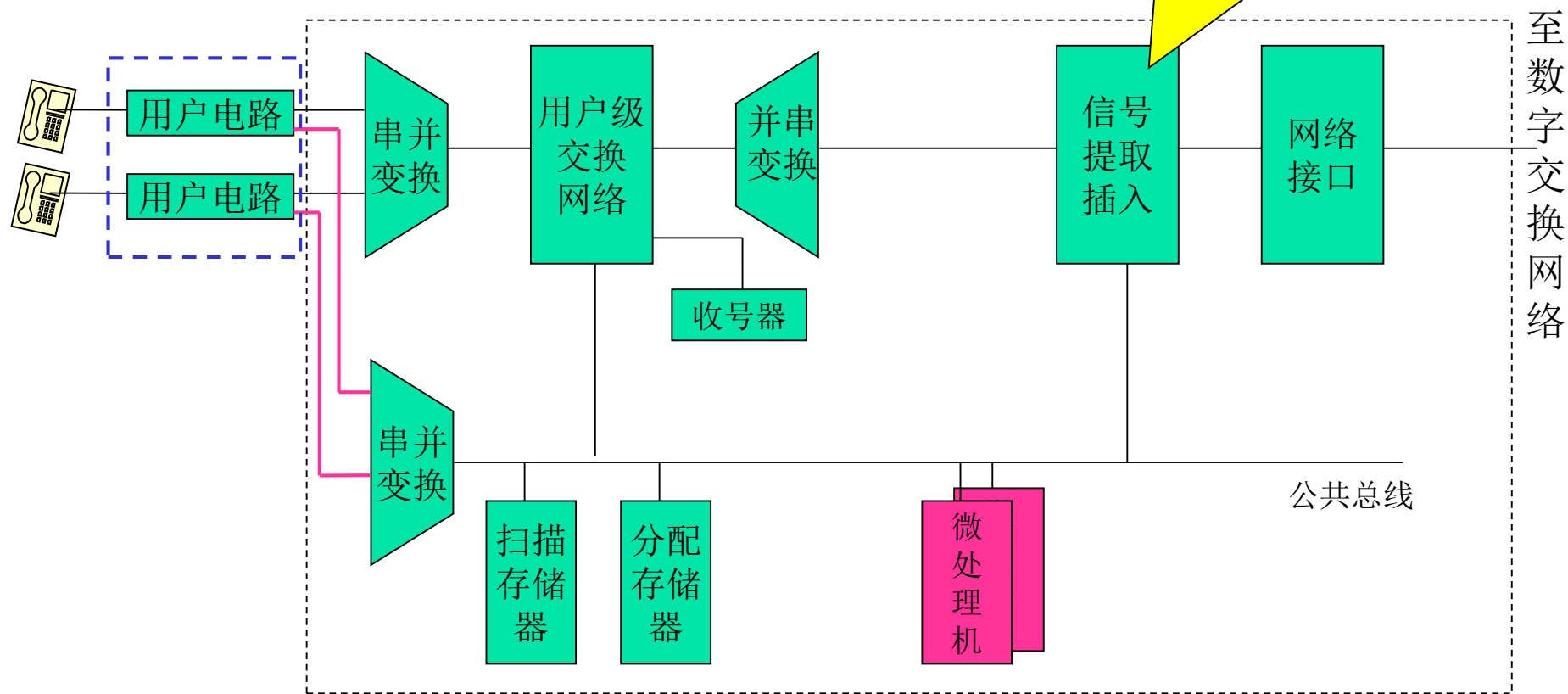
用户模块



用户模块

提取接收中央处理机发来的信息

插入送给中央处理机的信息





用户模块

- 用户模块组成
 - 用户级交换网络
 - T接线器，集中话务，连接收号器
 - 扫描存储器
 - 存储用户环路状态（摘机状态、挂机状态）的信息
 - 分配存储器
 - 存储处理机送给用户电路的控制命令
 - 微处理机
 - 控制用户级的交换 读写各个存储器
 - 信号提取插入电路
 - 提取接收中央处理机发来的信息
 - 插入送给中央处理机的信息
 - 用户电路



主要内容

电话交换基础

➤ *电话通信的基本原理*

程控数字交换机的系统结构



接口电路

➤ *用户电路*

➤ *中继电路*

数字交换网络-话路建立



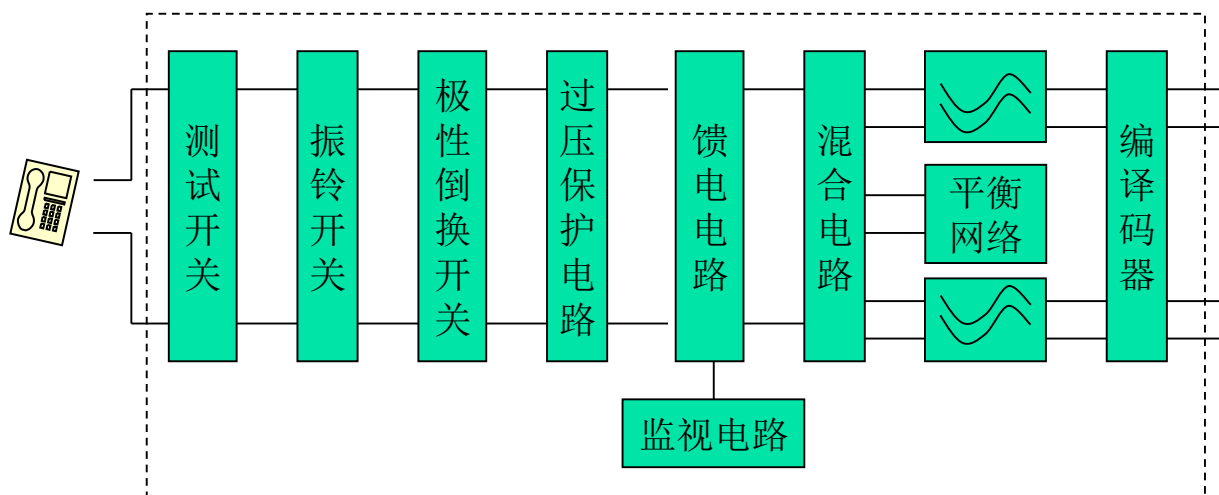
3、接口电路

(1) 用户电路

- 用户电路

- 模拟用户电路

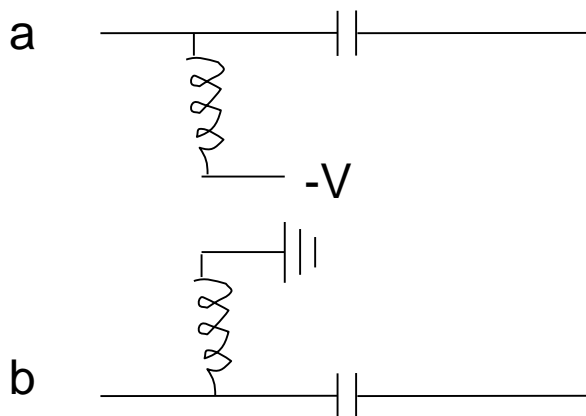
- 馈电
 - 过压保护
 - 振铃控制
 - 监视
 - 编译码和滤波
 - 混合电路
 - 测试



模拟用户电路功能图

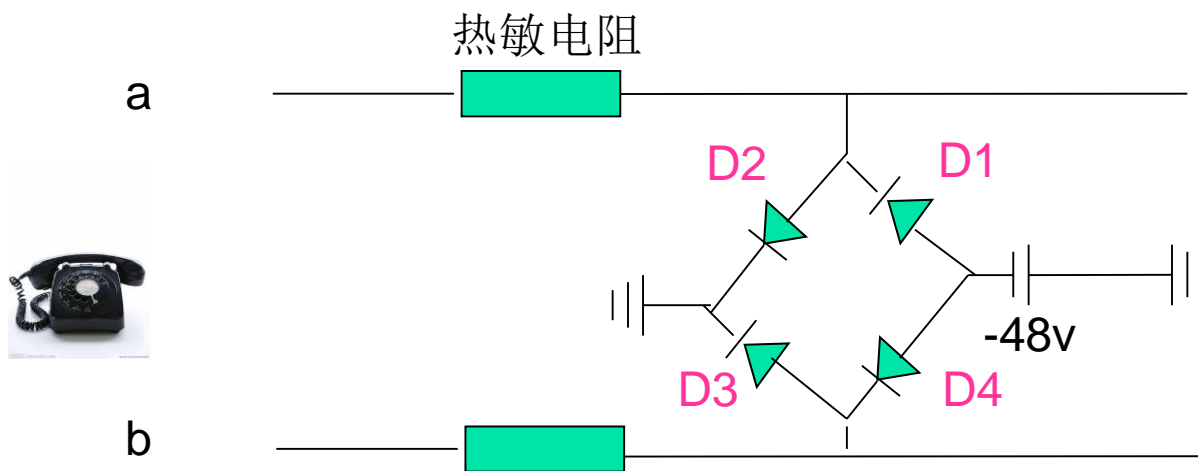
模拟用户电路功能

- 用户电路功能（1）—馈电
 - 向用户提供直流馈电电流
 - 馈电电压-48V
 - 电容的特性：“隔直流，通交流”
 - 电感的特性：“隔交流，通直流”



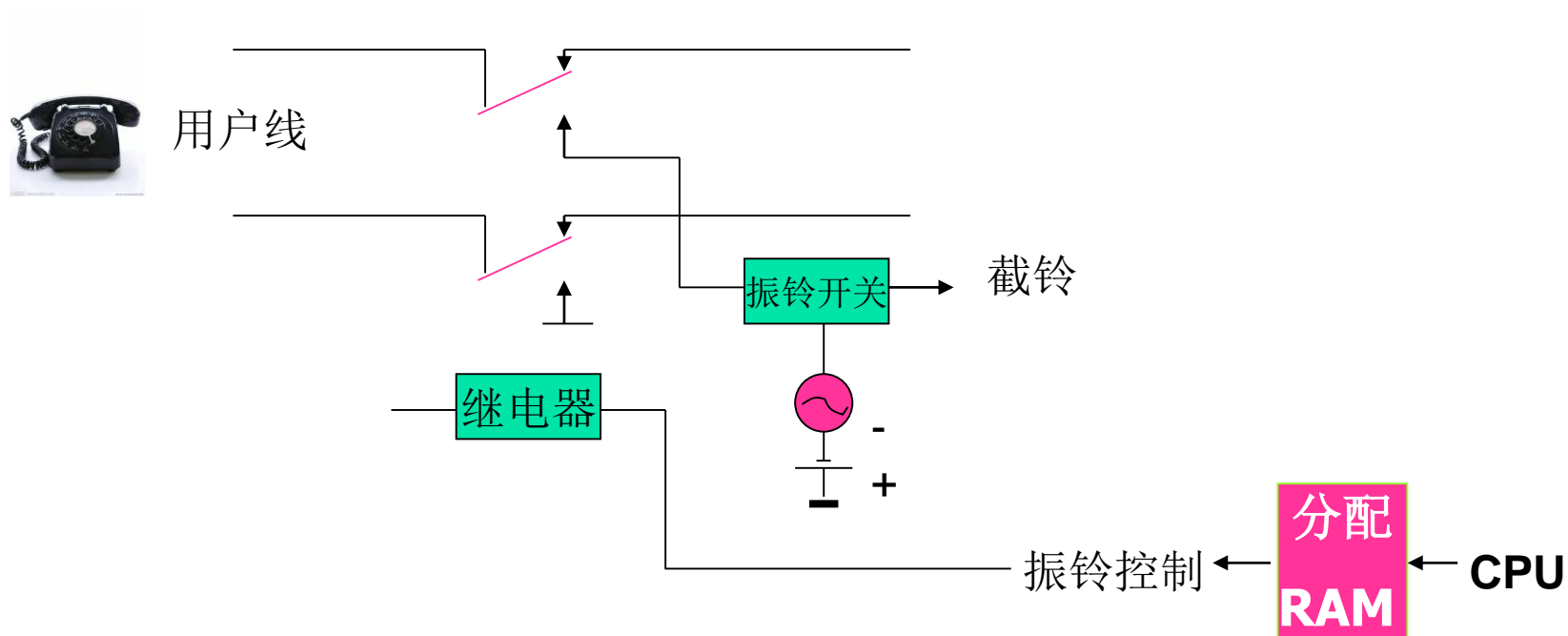
模拟用户电路功能

- 用户电路功能（2）——过压保护
 - 通过桥式箝位电路，限制**ab**线上的内线电压在**0~-48V**之间



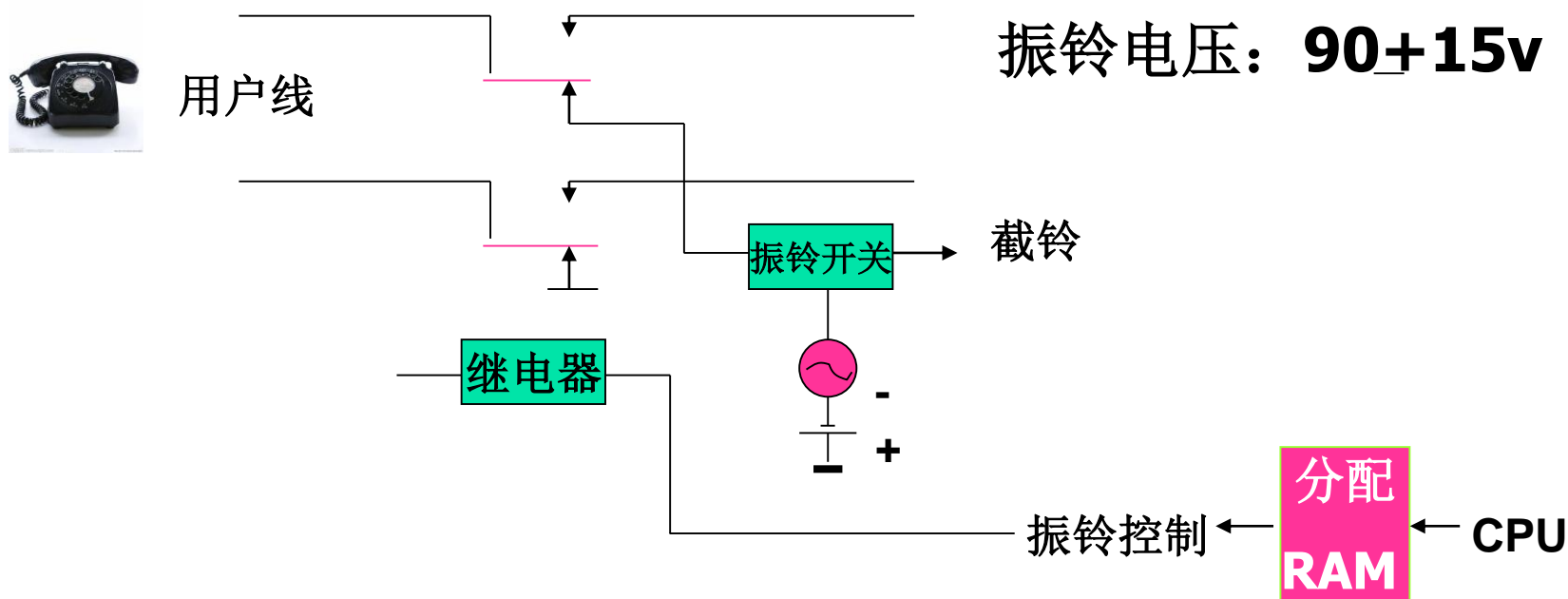
模拟用户电路功能

- 用户电路功能（3）——振铃控制
 - 通过分配存储器中的命令控制信息，进行振铃动作



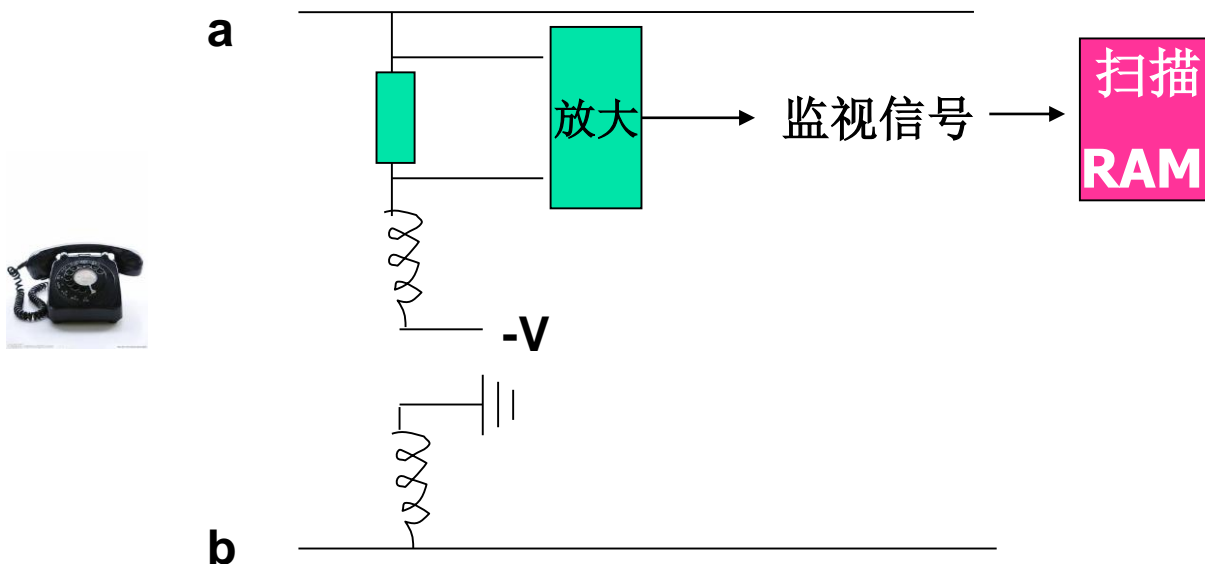
模拟用户电路功能

- 用户电路功能（3）——振铃控制
 - 通过分配存储器中的命令控制信息，进行振铃动作



模拟用户电路功能

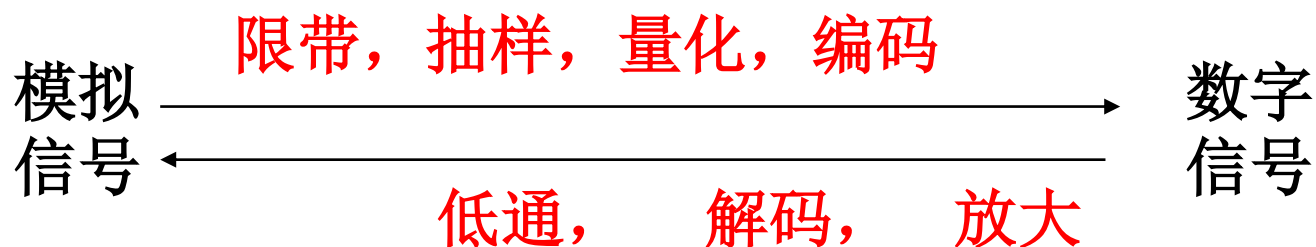
- 用户电路功能（4）—监视
 - 监视用户环路的通断状态，判定用户的摘挂机状态





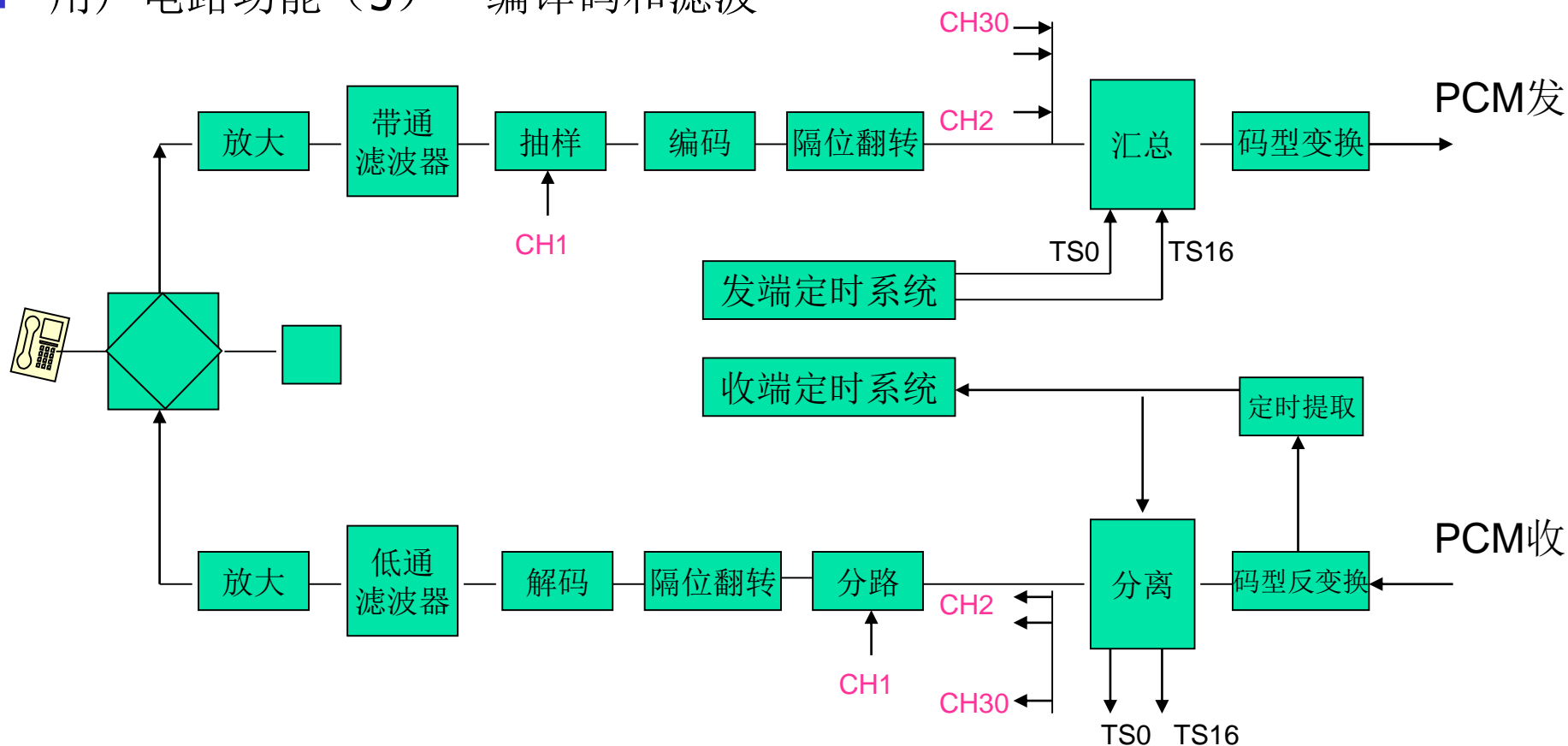
模拟用户电路功能

- 用户电路功能（5）——编译码和滤波



模拟用户电路功能

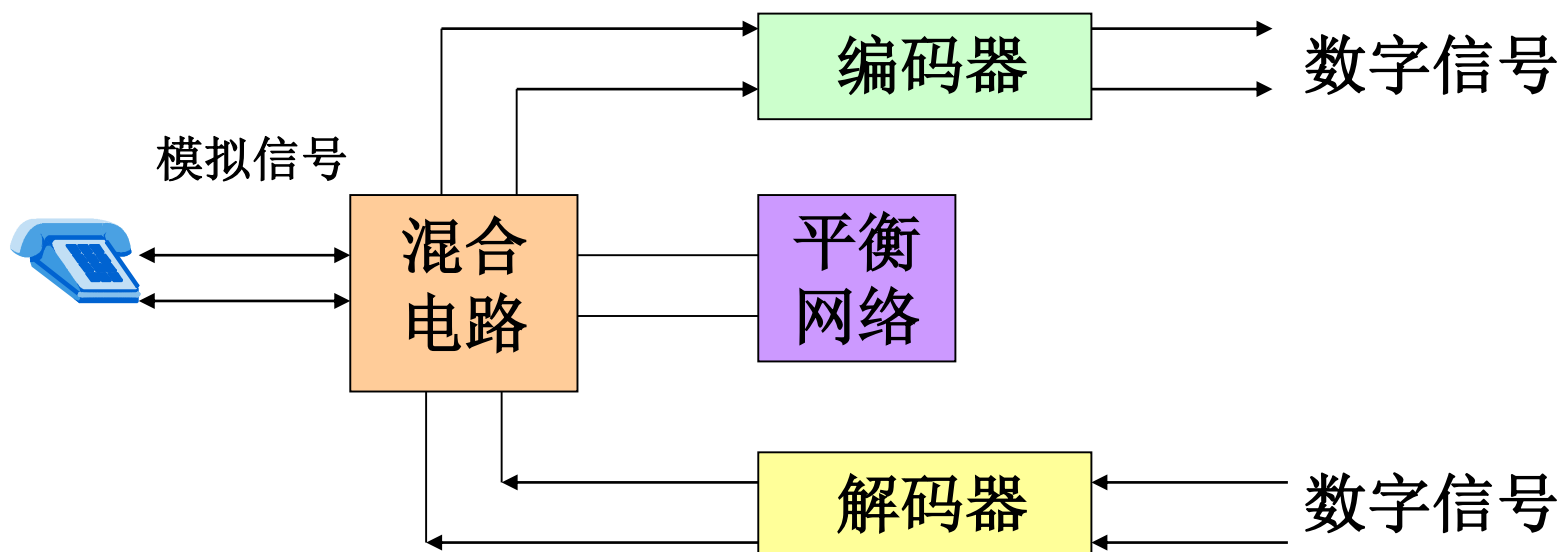
■ 用户电路功能（5）——编译码和滤波



模拟用户电路功能

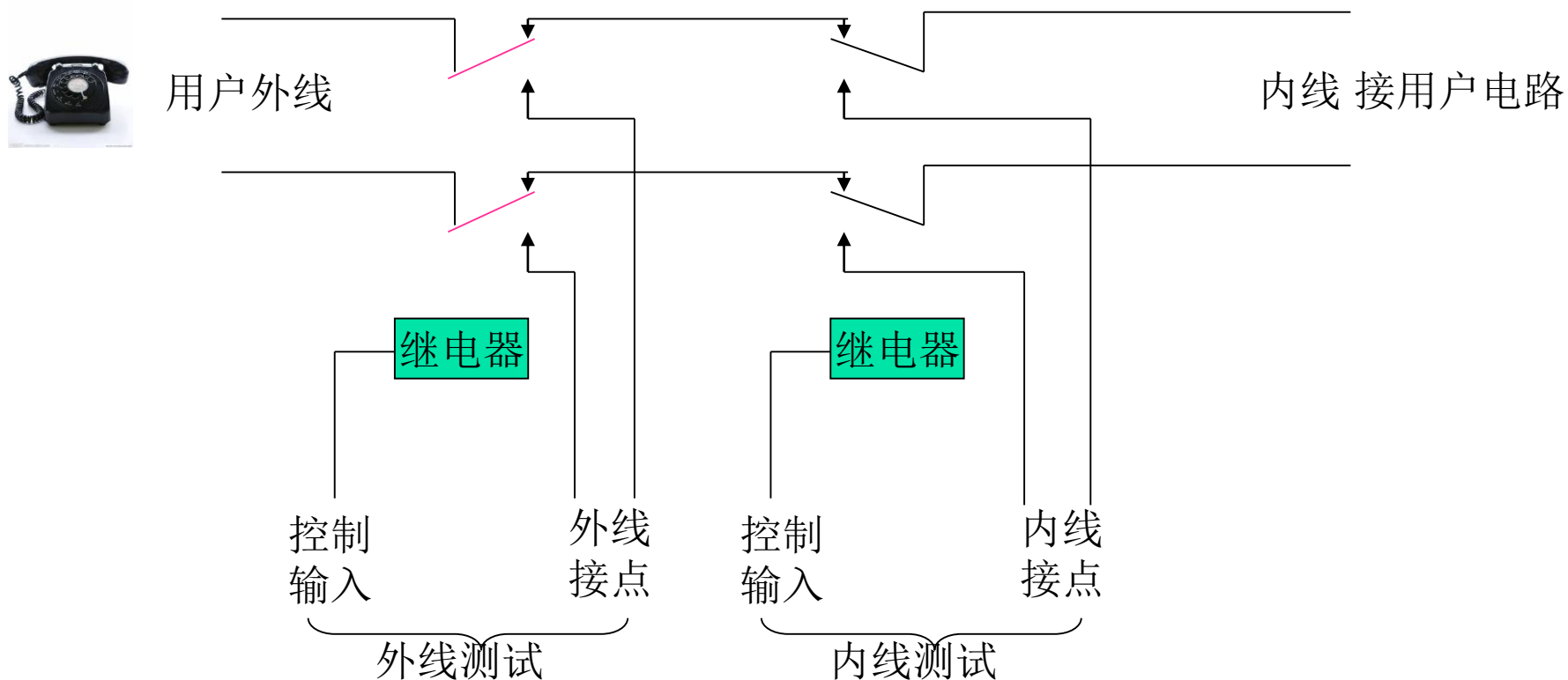
■ 用户电路功能（6）—混合电路

完成二线到四线的转换功能。



模拟用户电路功能

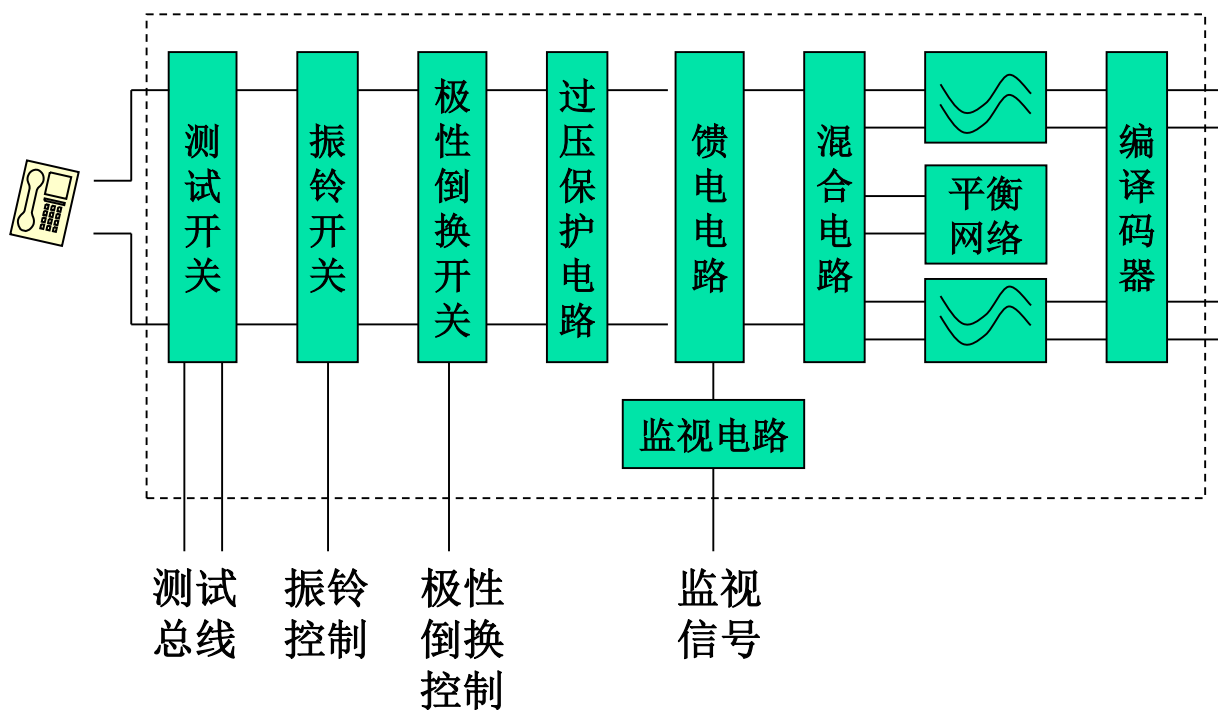
■ 用户电路功能（7）—测试



模拟用户电路

■ 模拟用户电路

模拟用户电路功能图



模拟用户电路功能

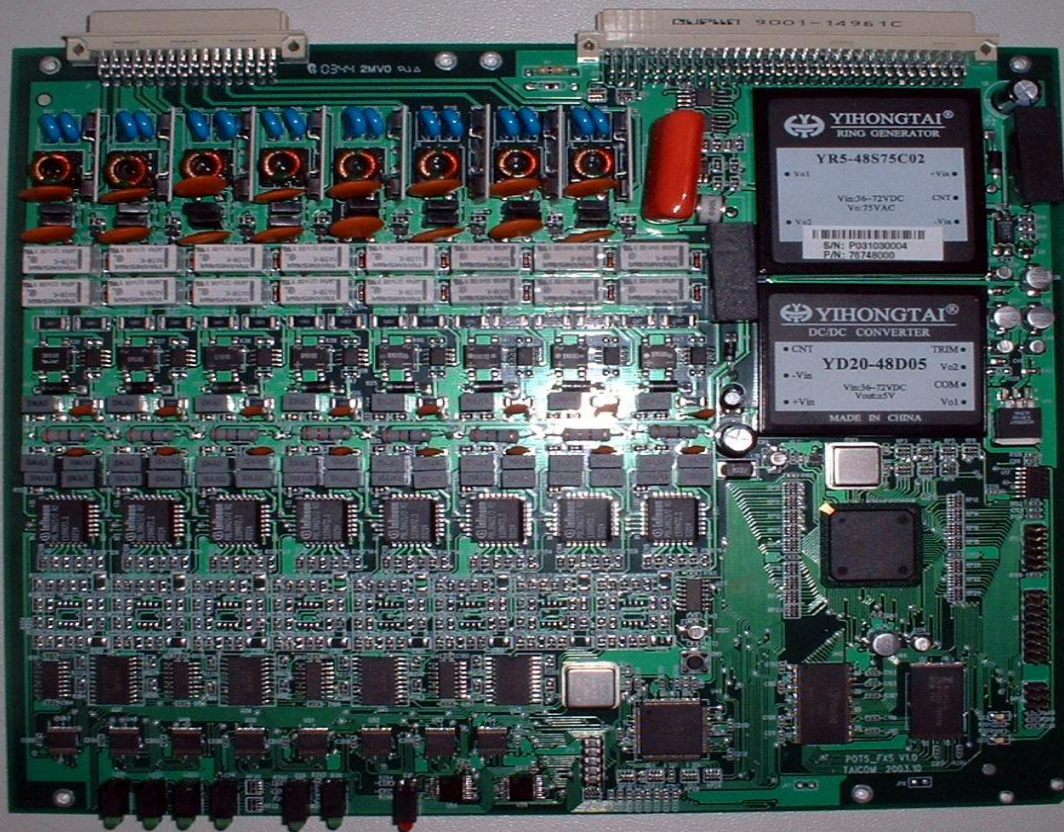
■ 模拟用户电路

- 馈电
- 过压保护
- 振铃控制
- 监视
- 编译码和滤波
- 混合电路
- 测试

BORSCHT

- 主叫号码显示 (**FSK**)
- 极性倒换 (反转)
- 计费脉冲发送 (**12KHz、16KHz**)

模拟用户电路板举例

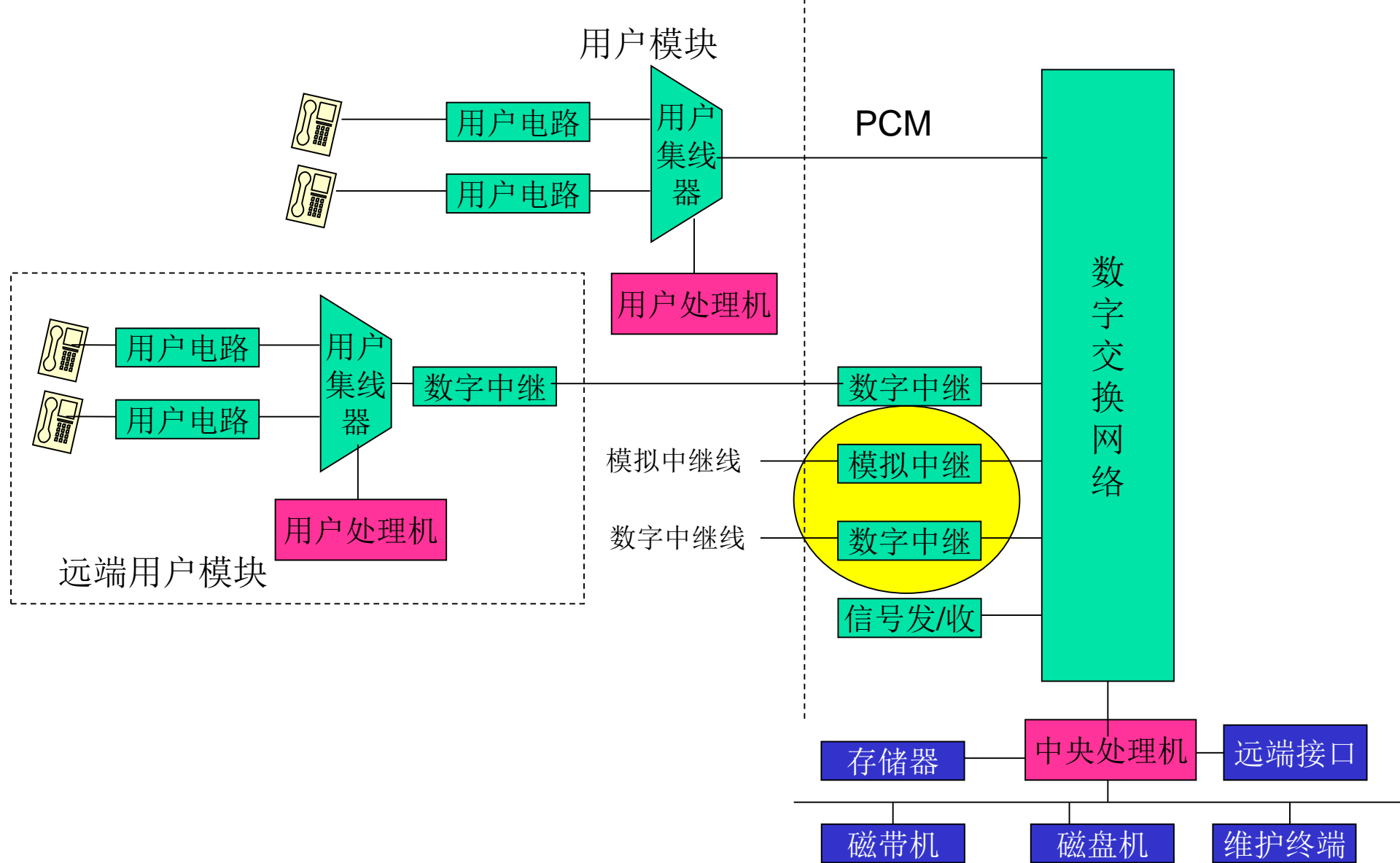




录像

- 有何不同？

程控交换机的系统结构

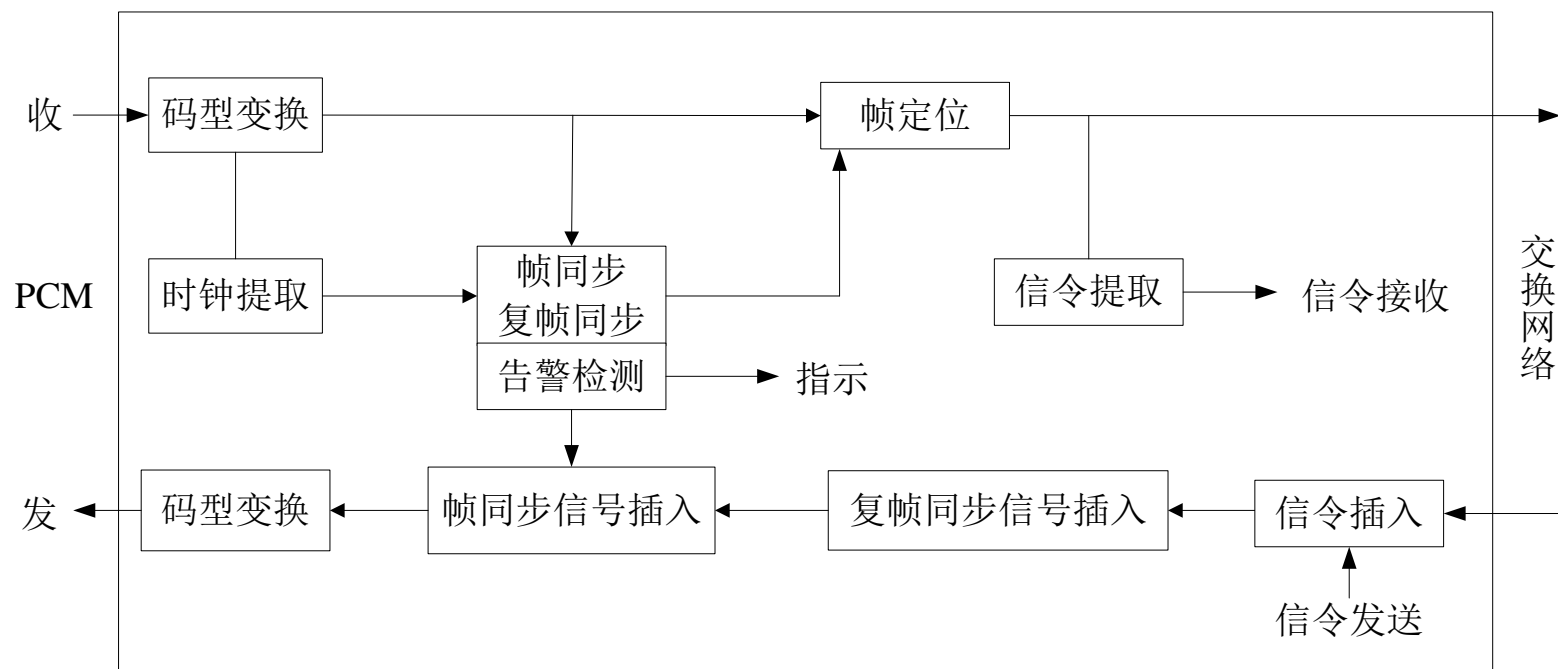




(2) 中继电路

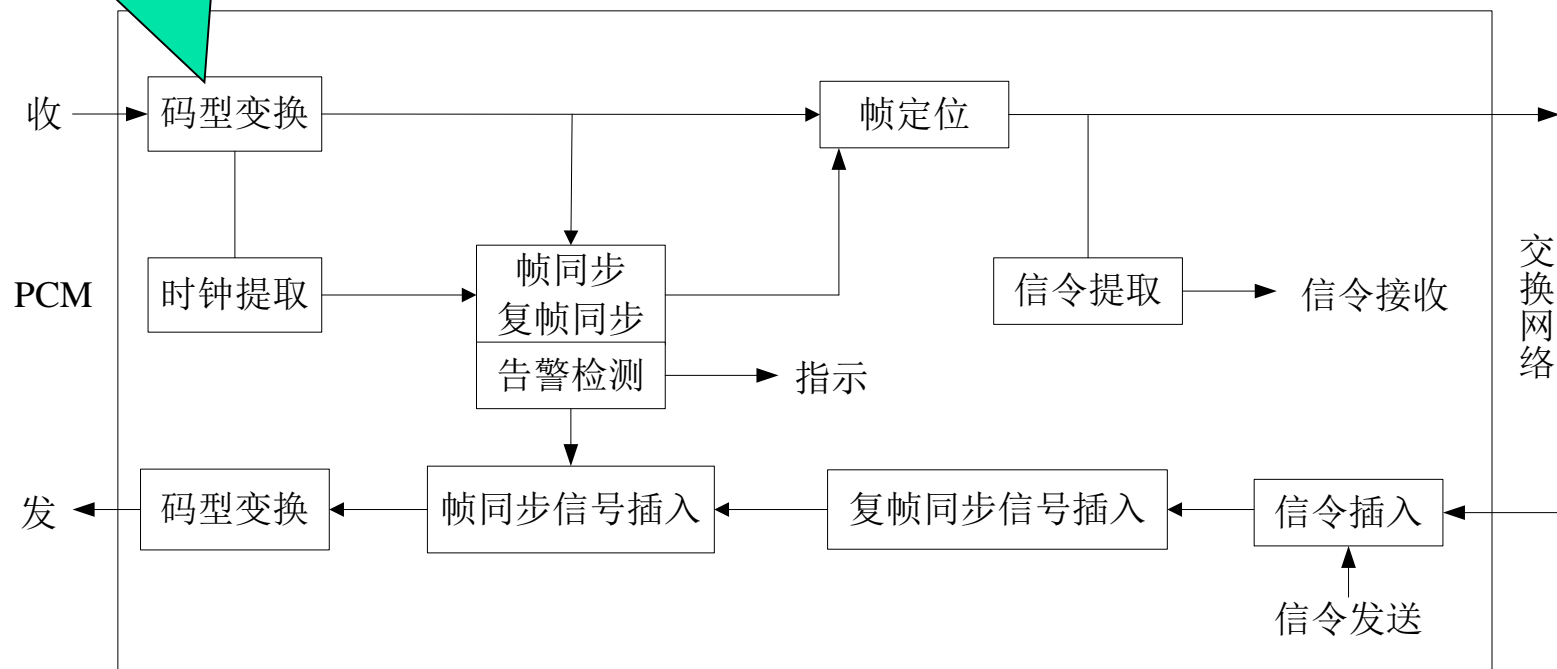
- 数字中继器：是连接数字局间中继线的接口电路，用于与数字交换局或远端模块的连接。

数字中继电路基本功能框图

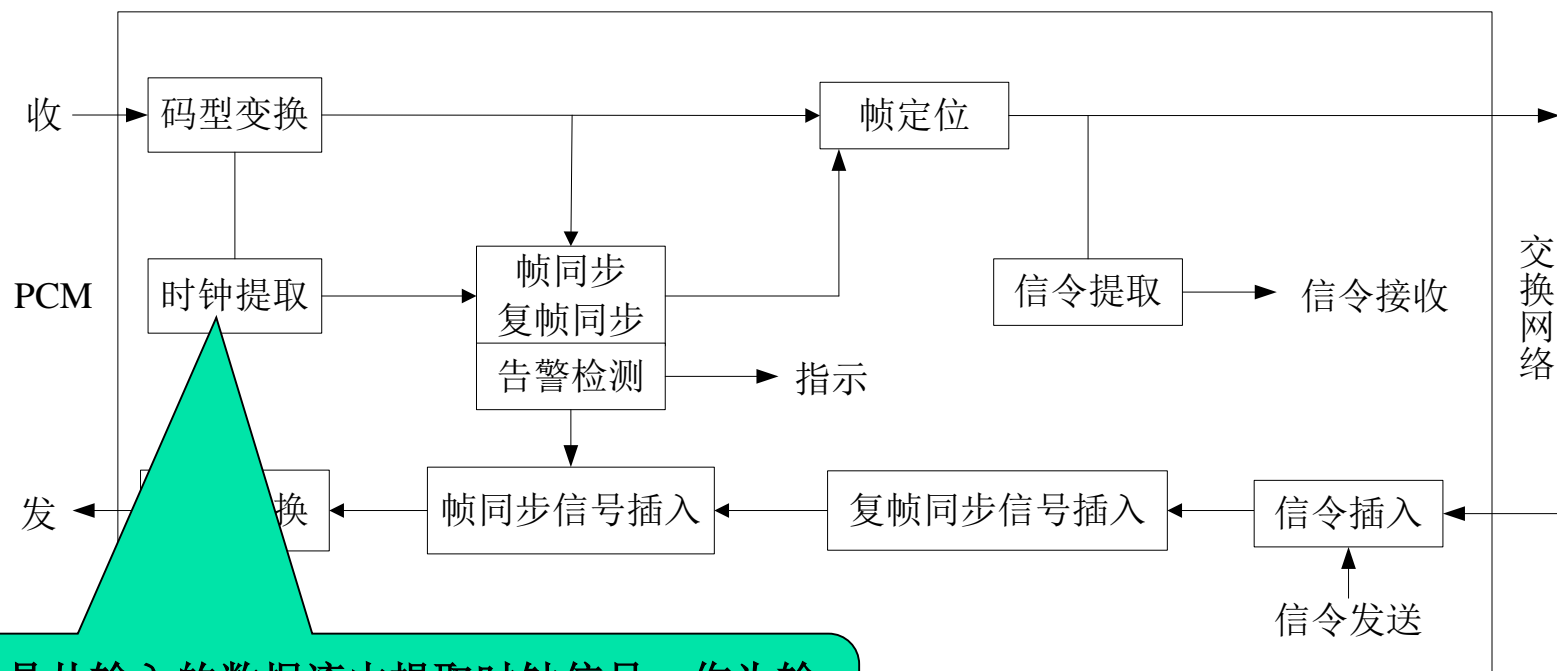


数字中继电路基本功能框图

(NRZ) 单极性不归零码 与
HDB3 (高密度双极性码) 的转换



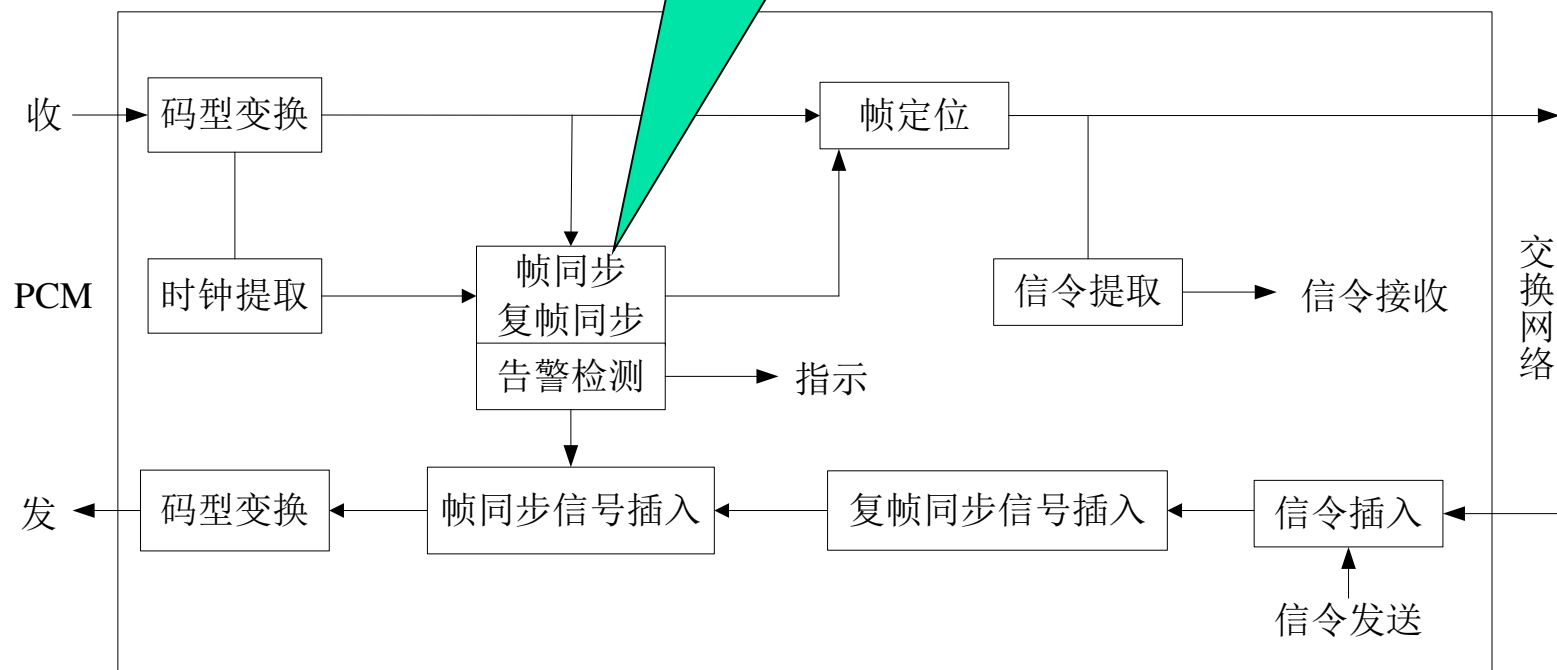
数字中继电路基本功能框图



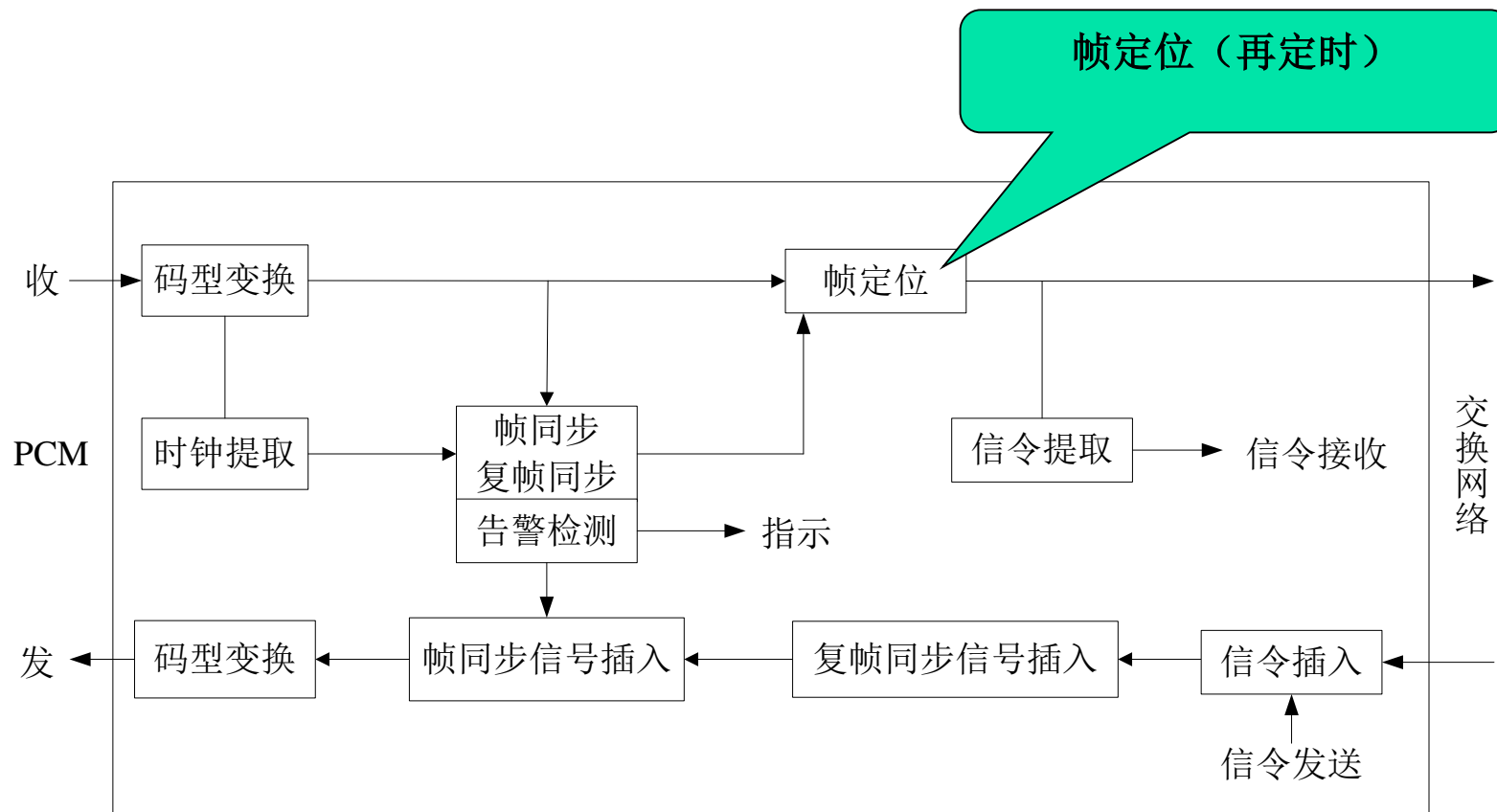
就是从输入的数据流中提取时钟信号，作为输入数据流的基准时钟。同时该时钟信号还用来作为本端系统时钟的外部参考时钟源。

数字中继电路性能框图

就是从接收的数据流中搜索并识别到同步码，以确定一帧的开始，以便接收端的帧结构排列和发送端的完全一致。



数字中继电路基本功能框图

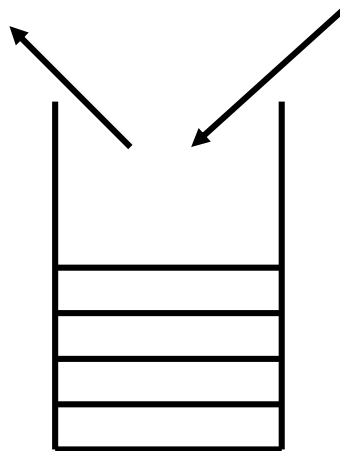




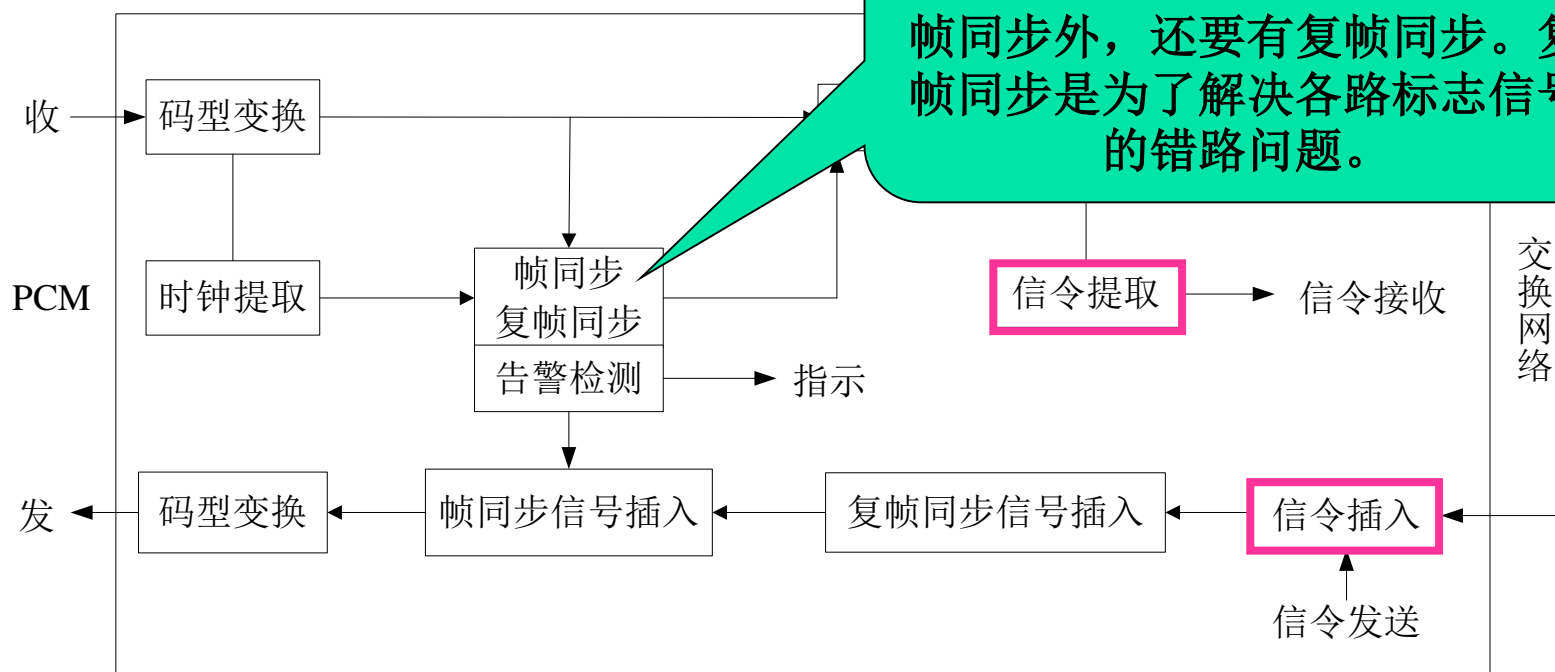
■ 帧定位（再定时）

以本局时钟读出码流

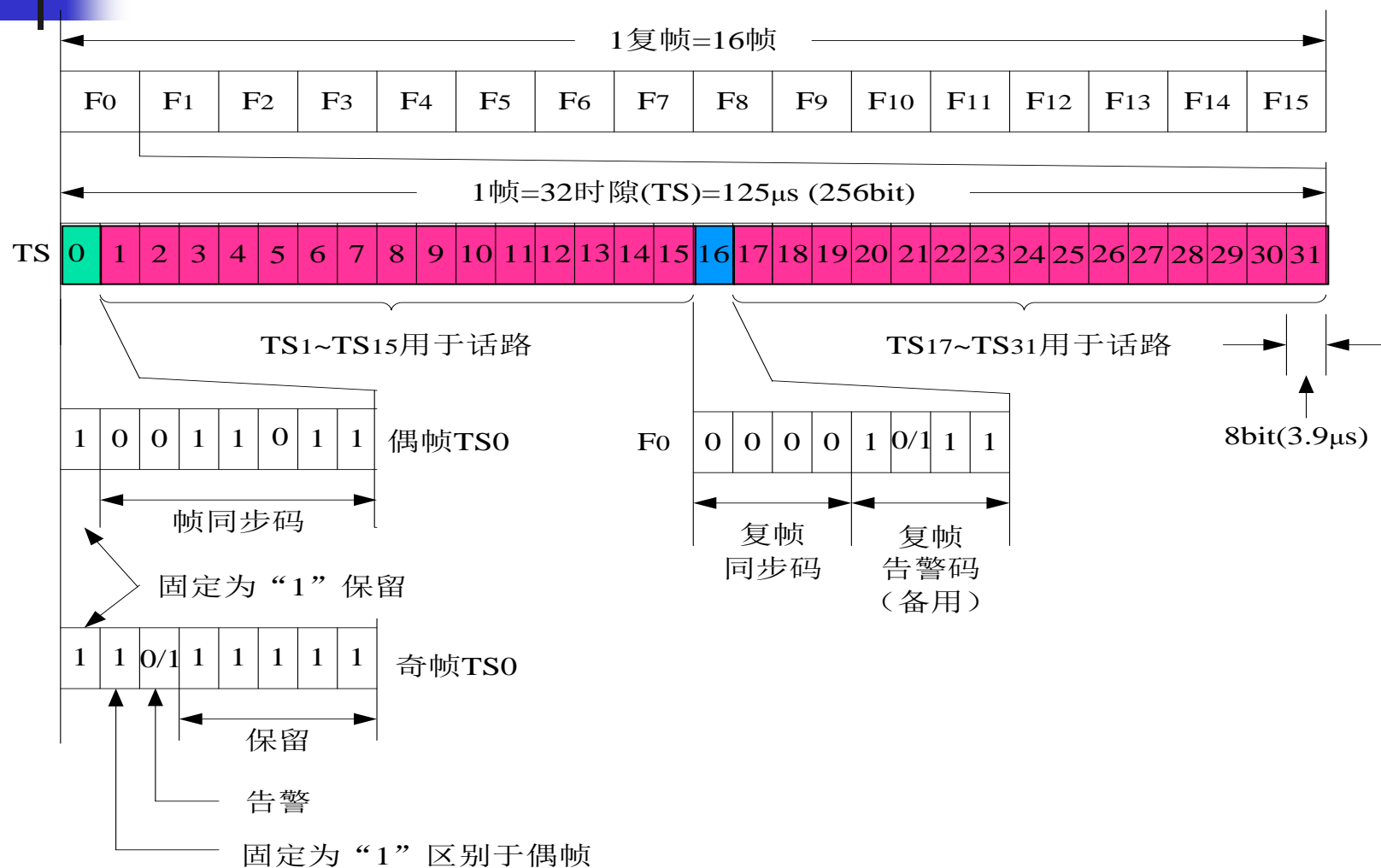
以线路上时钟写入输入码流



数字中继电路基本功能框图



帧同步码和复帧同步码

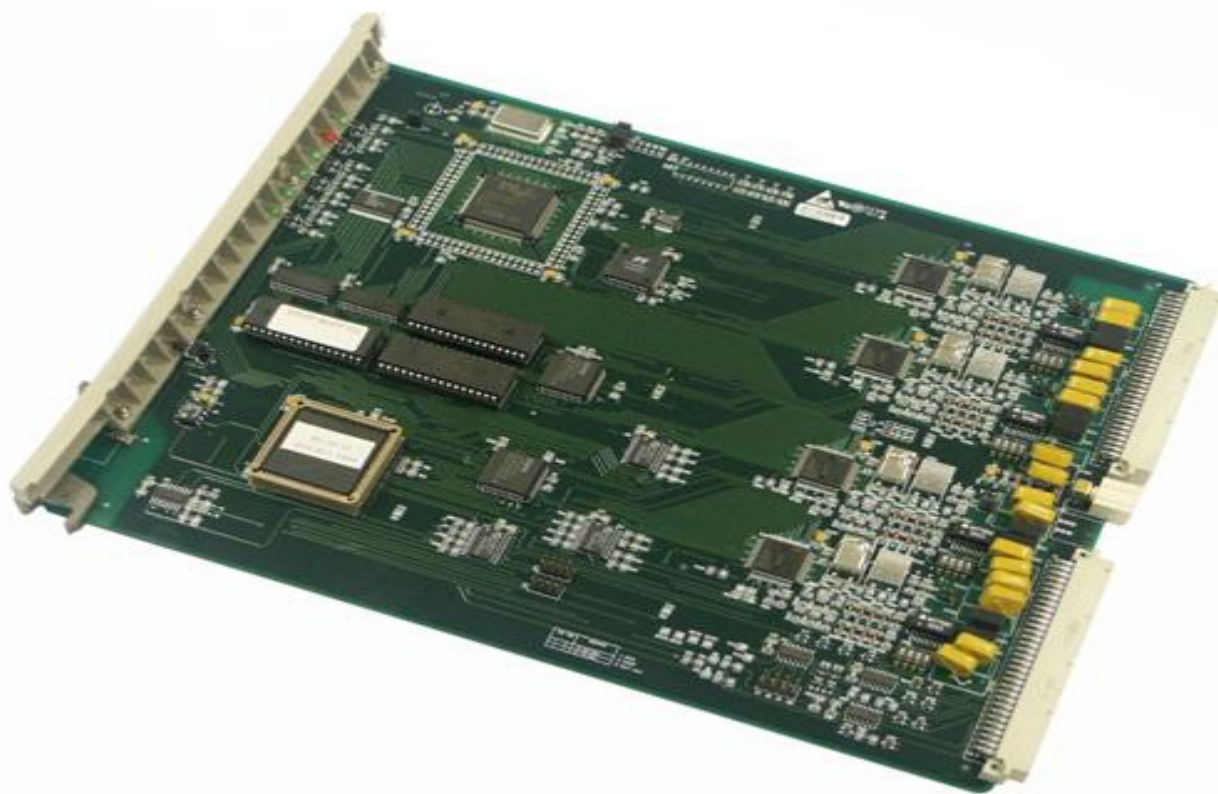




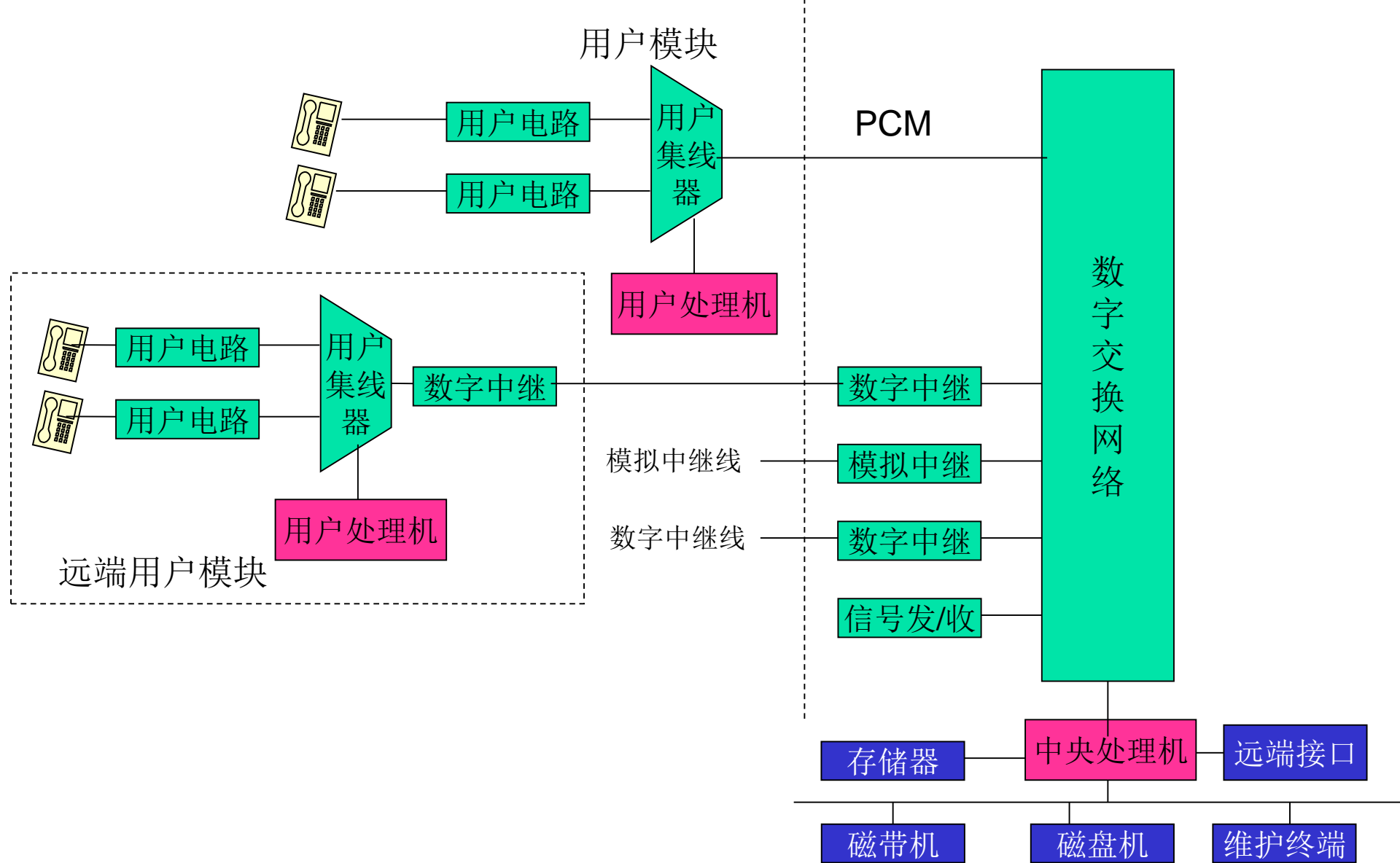
(2) 中继电路

- 数字中继器：是连接数字局间中继线的接口电路，用于与数字交换局或远端模块的连接。
 - E1 32TS 2.048Mbit/s
 - T1 24TS 1.544Mbit/s
 - 2次群、3次群

数字中继电路板举例



程控交换机的系统结构



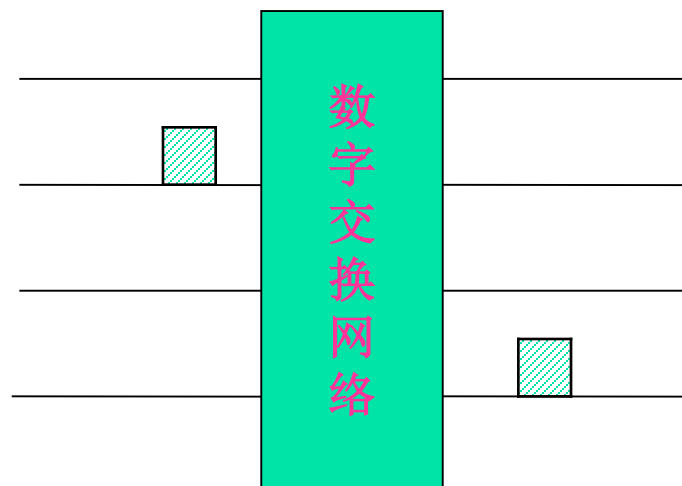
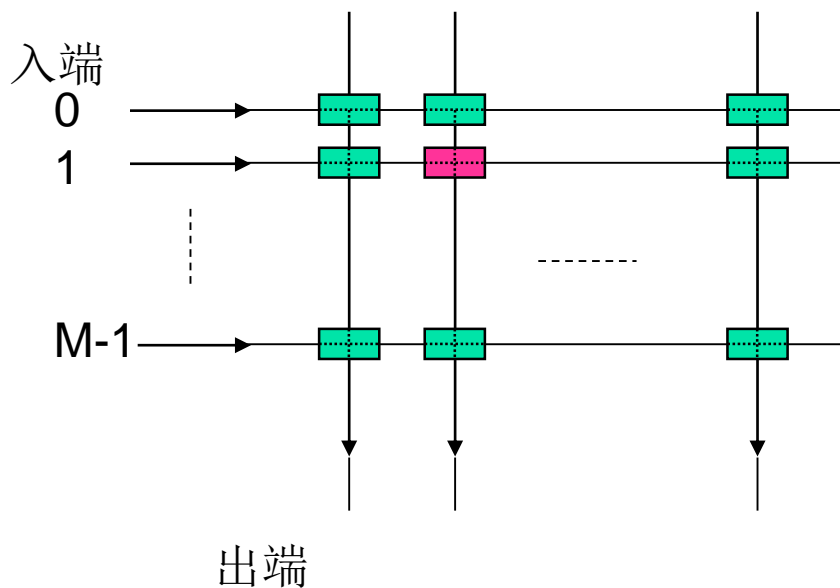


4、数字交换网络-话路建立

数字交换网络

■ 基本功能

- 实现任意两个用户之间的交换：任意母线任意时隙之间的交换
- 数字交换网络不仅要有空分交换的能力，还应具有时分交换的能力



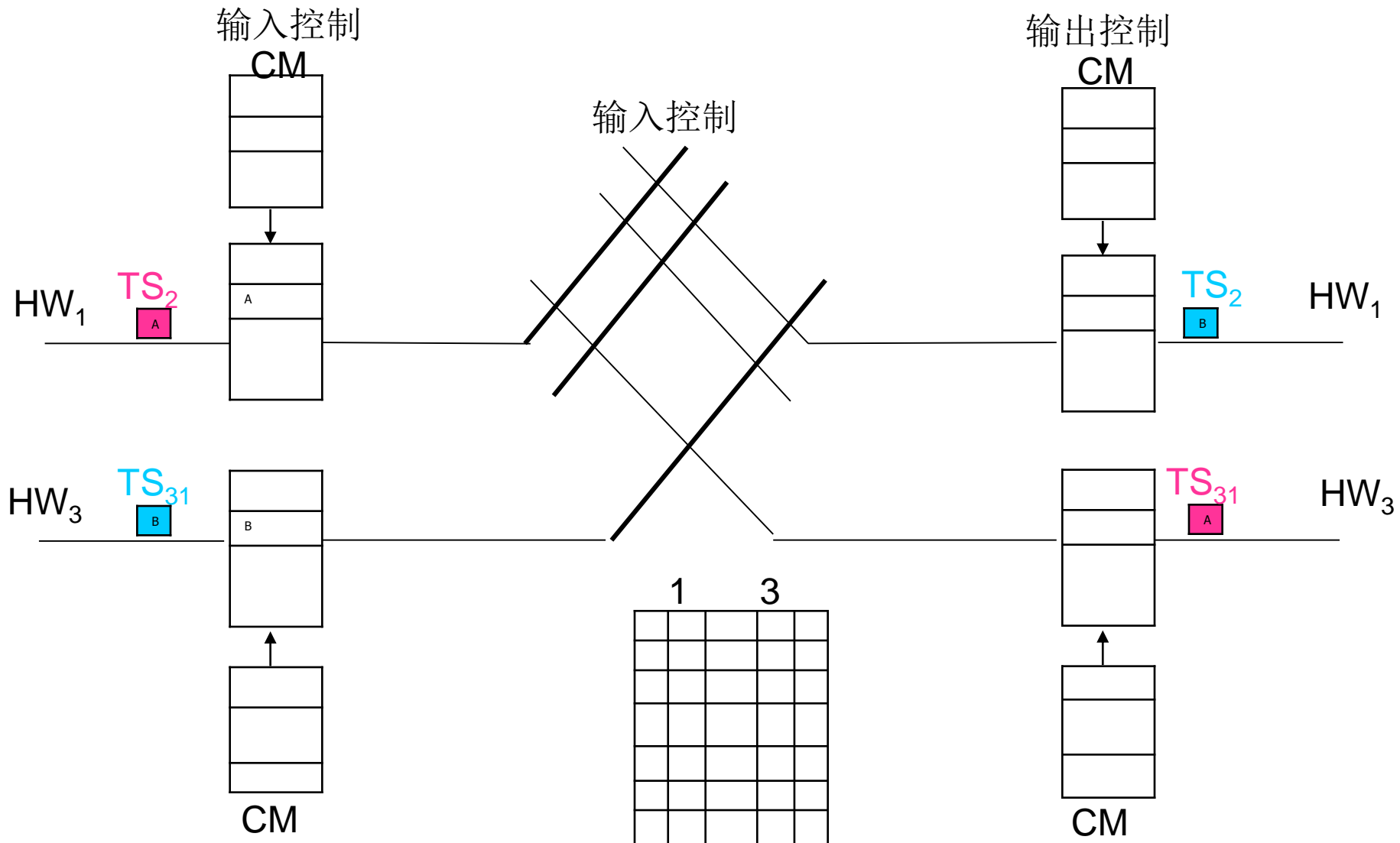


数字交换网络

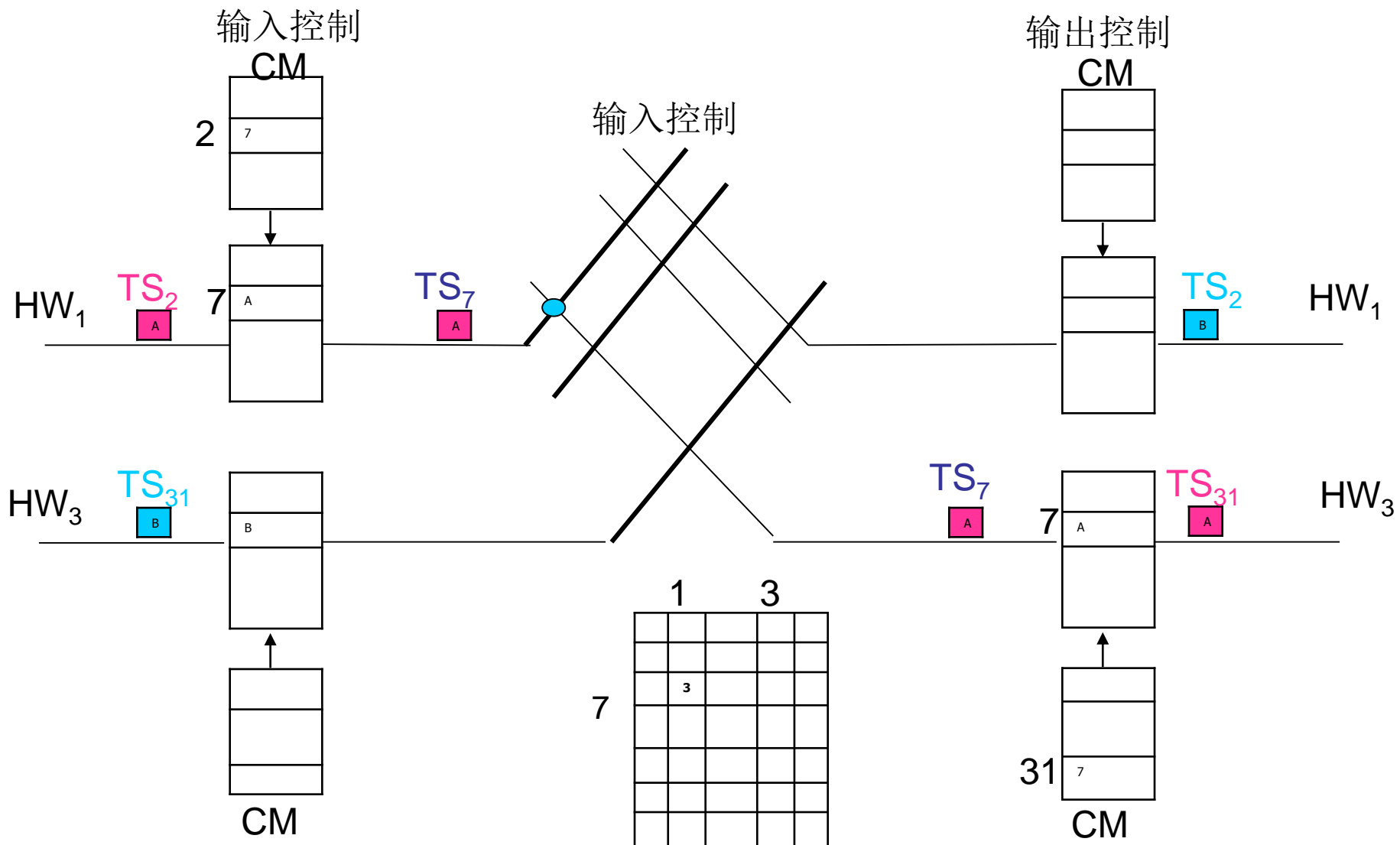
- 数字交换网络的构造方法
 - 开关阵列、共享存储器、共享总线等类型，及其组合、级连网络
 - 同时结合电话交换的业务特点，在交换网络的控制方式上又有其具体特点。

- 时间(**T**)接线器
 - 实现一条母线上的时隙交换
- 空间(**S**)接线器
 - 实现一个时隙内任意母线间的交换。
- **T-S-T**组合交换网络
- **T**复接网络
- 数字交换单元**DSE**

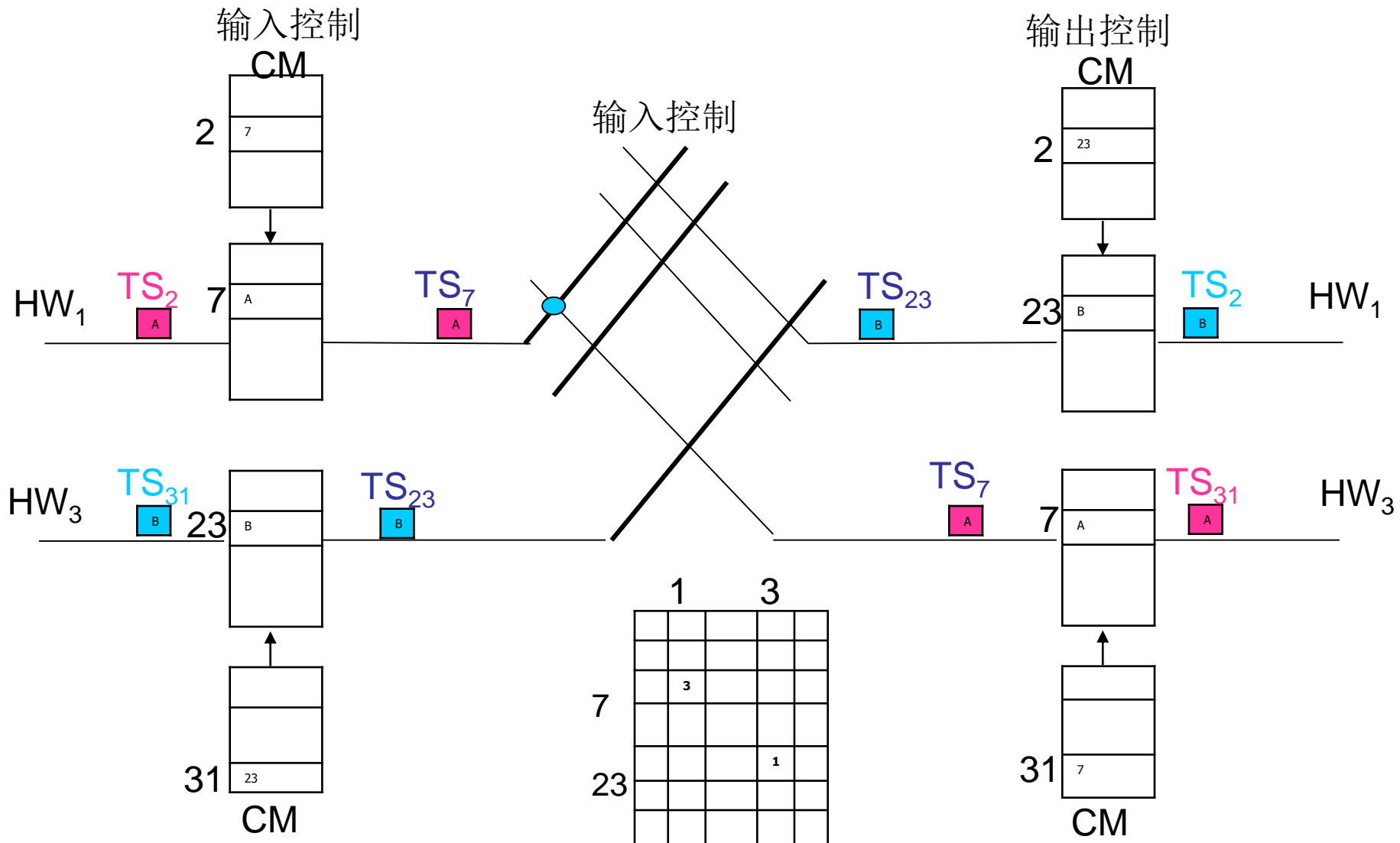
TST



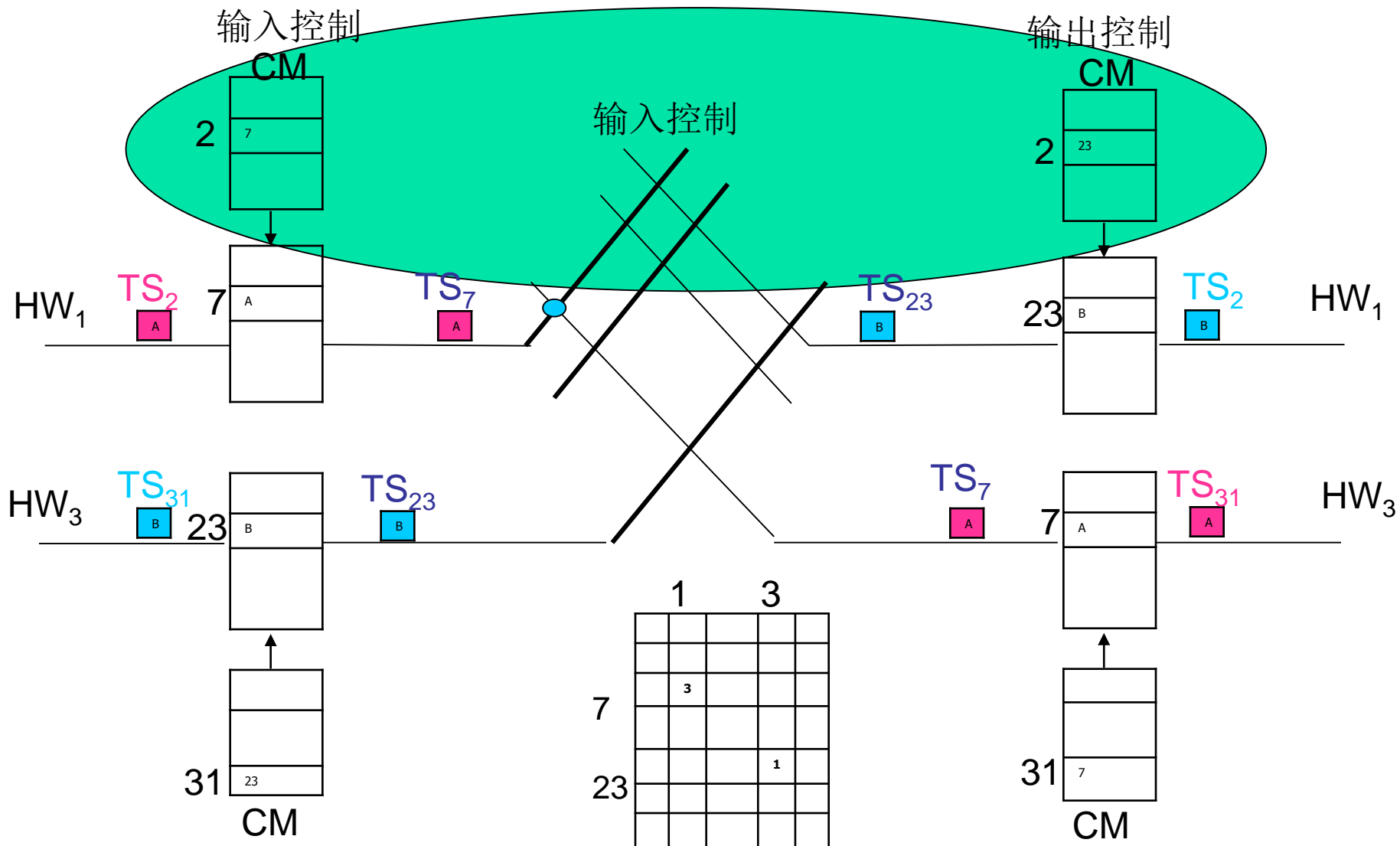
TST



TST



TST

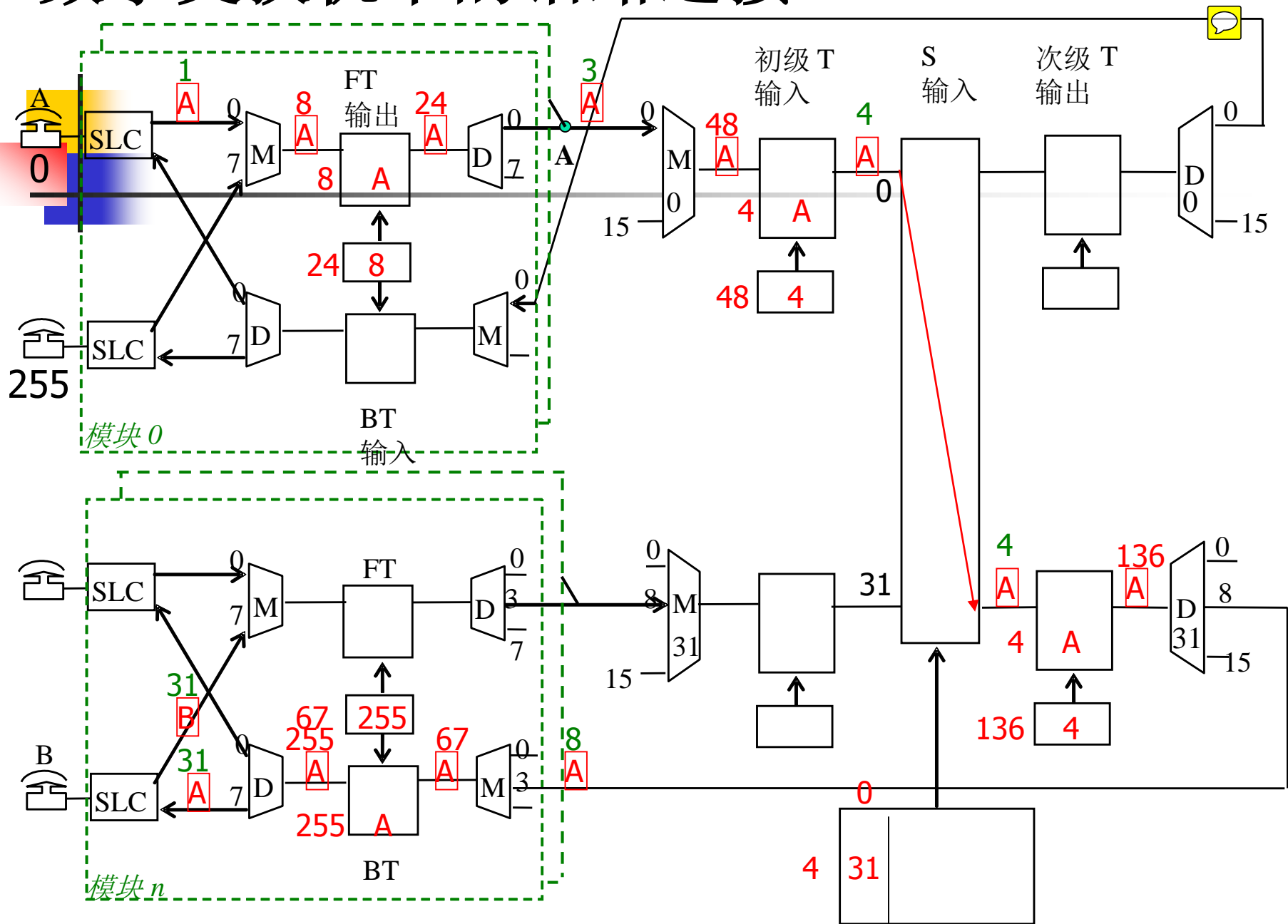




数字交换机中的话路连接——说明

- 每个用户模块连接256个用户，内部提供8条HW，32TS/HW（即256*256）的交换
- 所有模块（包括用户模块/中继模块/信号音源）连接到TST的中央交换网络，支持16K*16K的交换（每个T支持512*512交换）。用户模块采用复接方式接入TST(A为复接点)，实现话务集中
- 用户A接至模块0的HW0TS1，用户B接至模块n的HW7TS31（双向都使用该时隙）
- 系统为用户A选择模块0的空闲时隙HW0TS3（双向），模块0的HW0固定连接到M0的HW0；为用户B选择模块n的空闲时隙HW3TS8（双向），模块n的HW3固定连接到M31的HW8
- A→B连接时，TST网络使用内部时隙ITS4；B→A连接时，使用反相法选择内部时隙

数字交换机中的话路连接





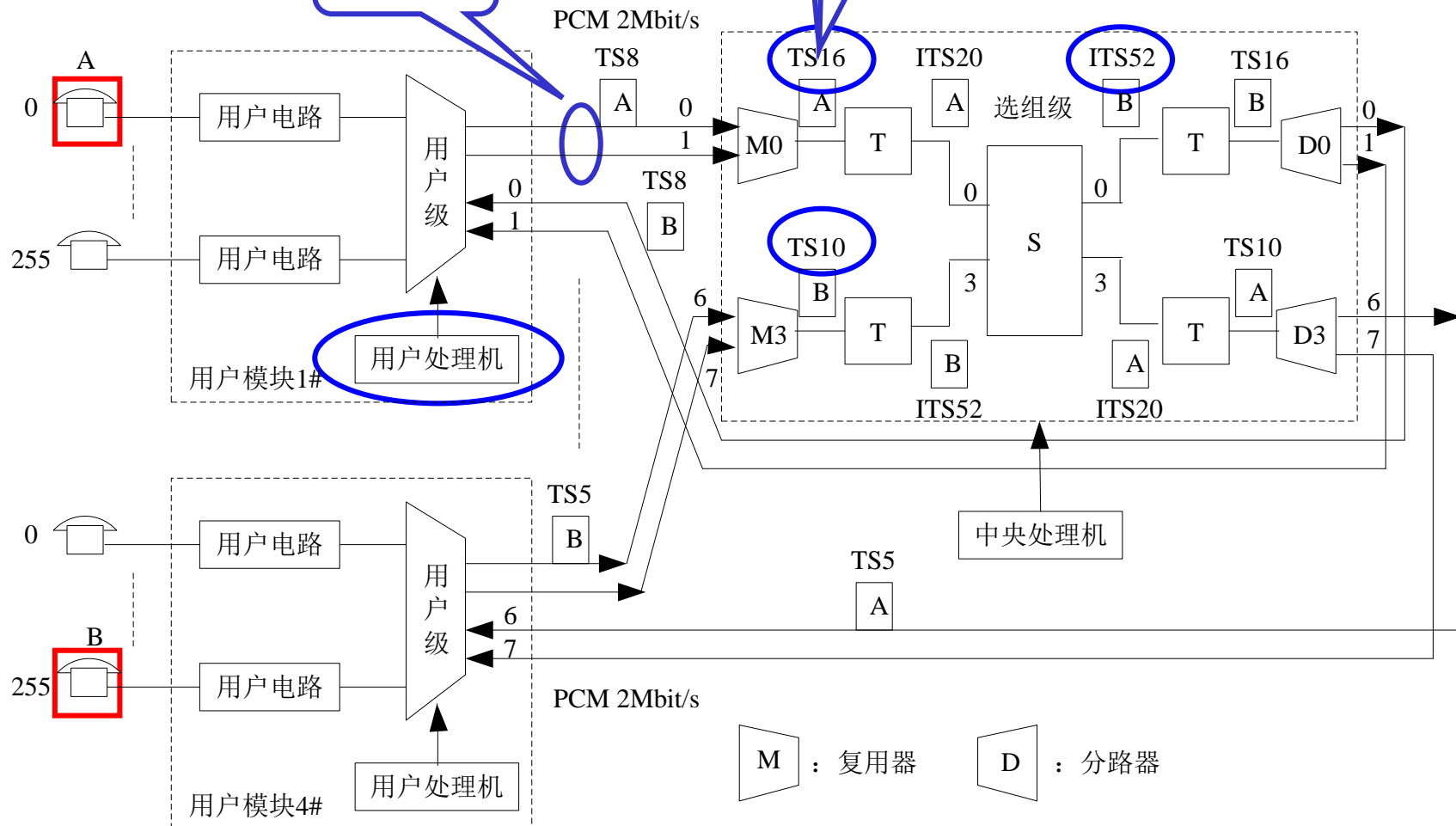
作业

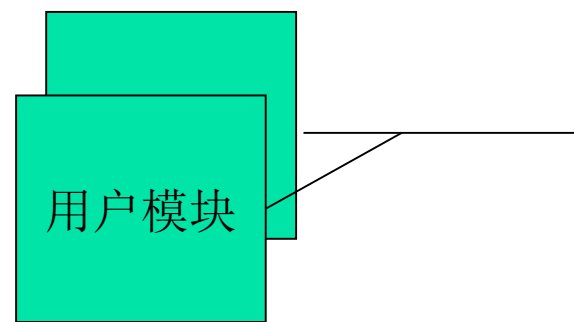
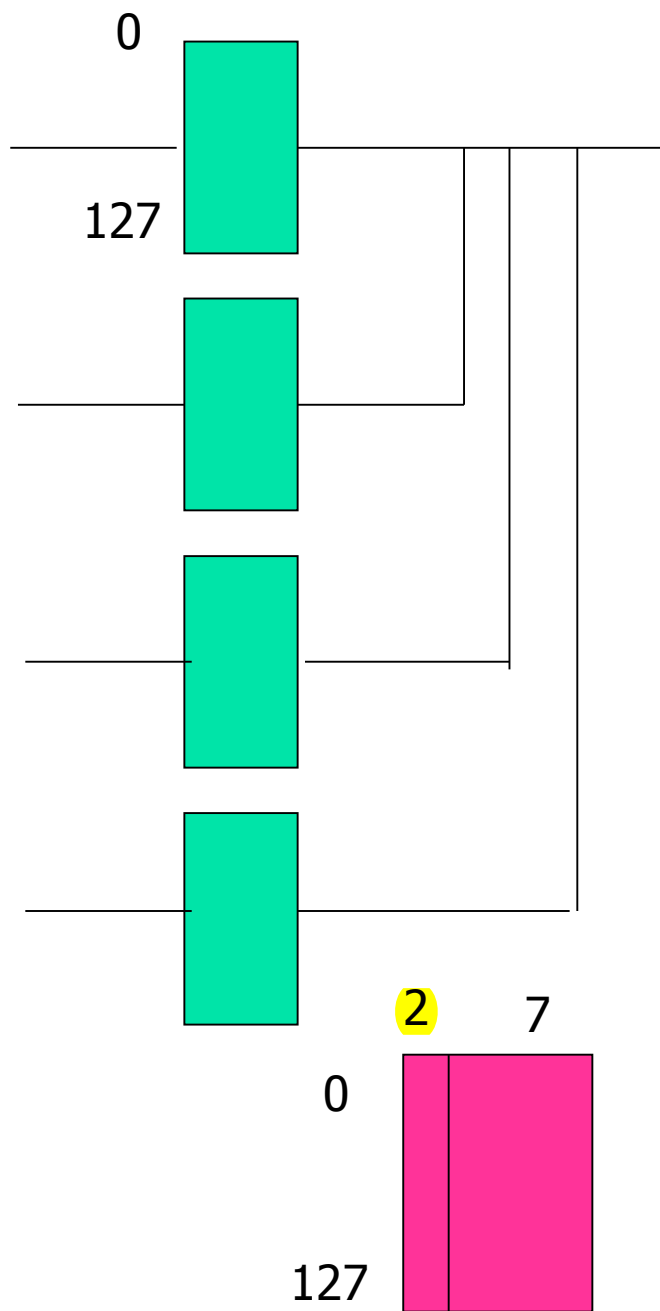
- 画出**B→A**连接时的话路连接图，标出相关模块和**TST**网络的各个存贮器（**SM**和**CM**）的内容。

话路建立

4Mbit/s

1:4



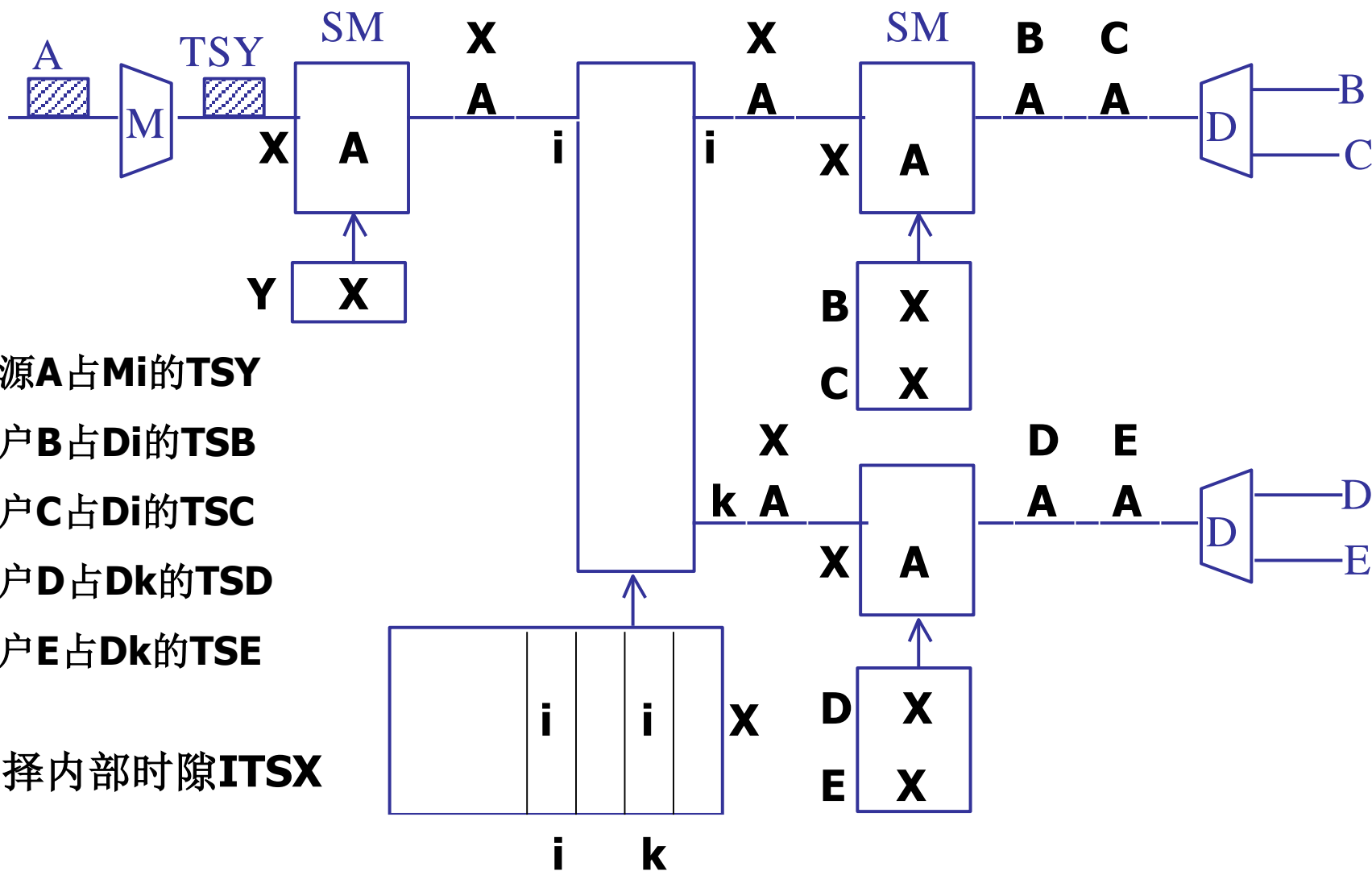


广播在数字交换网络中的实现

初级 T(输入控制)

S(输出控制)

次级 T(输出控制)



音源A占Mi的TSY

用户B占Di的TSB

用户C占Di的TSC

用户D占Dk的TSD

用户E占Dk的TSE

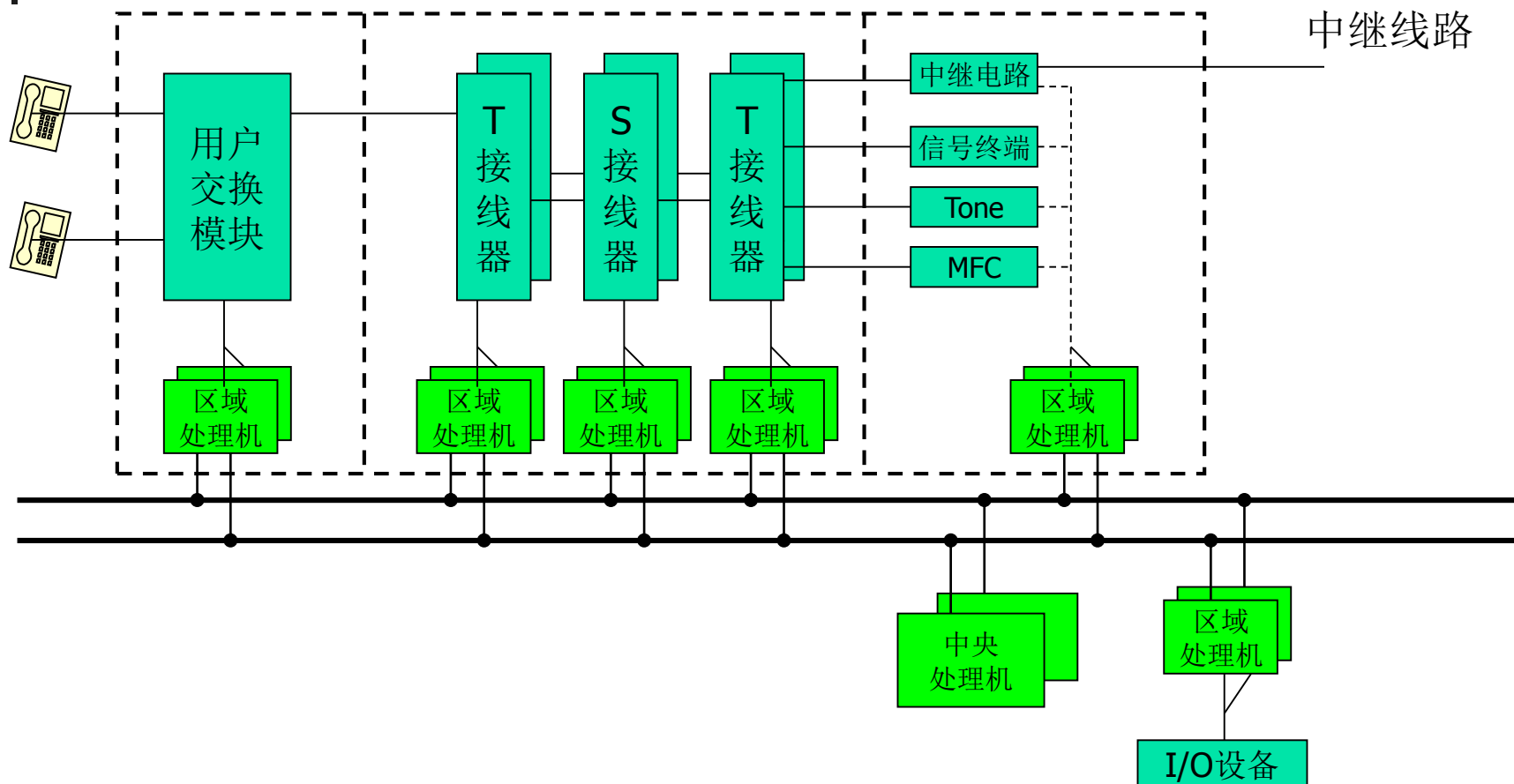
选择内部时隙ITSX



数字交换网络

- 各种交换机的交换网络
 - 爱立信Ericsson AXE-10
 - 华为 C&C08
 - 上海贝尔 S-1240

爱立信Ericsson AXE-10

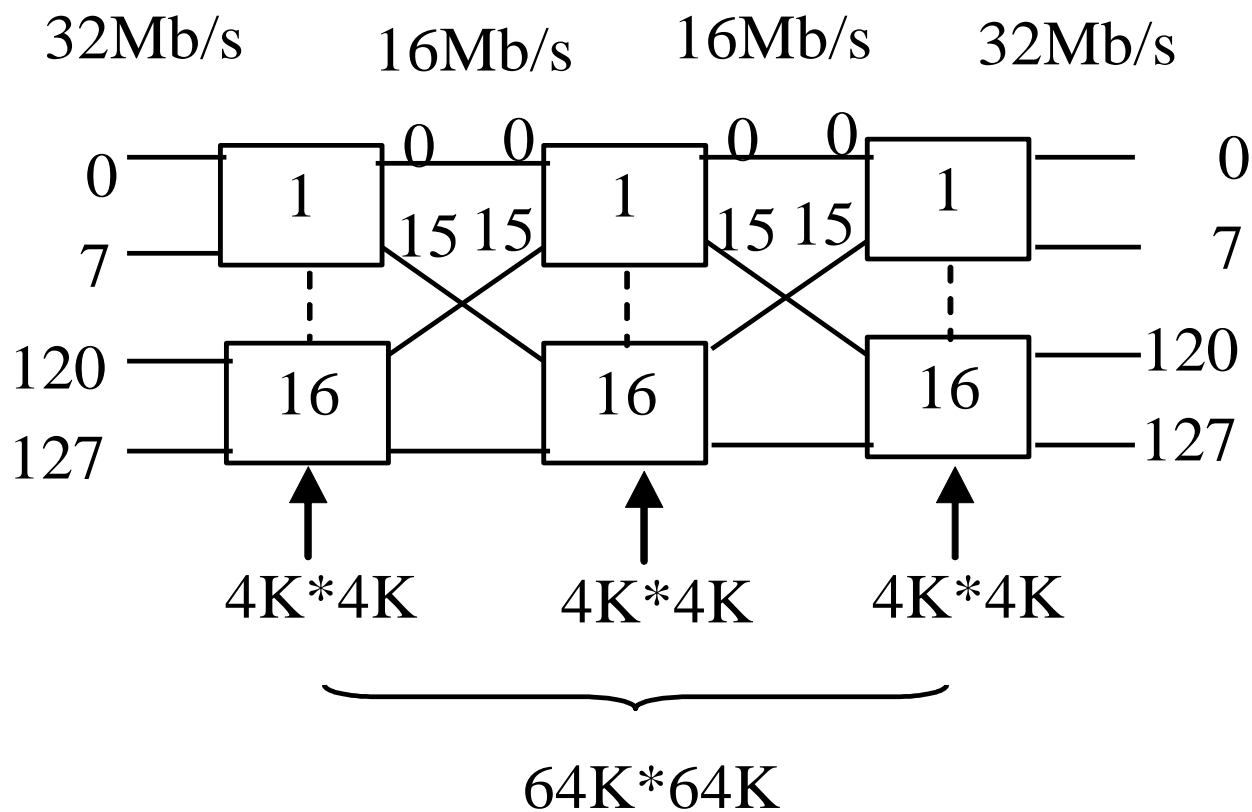




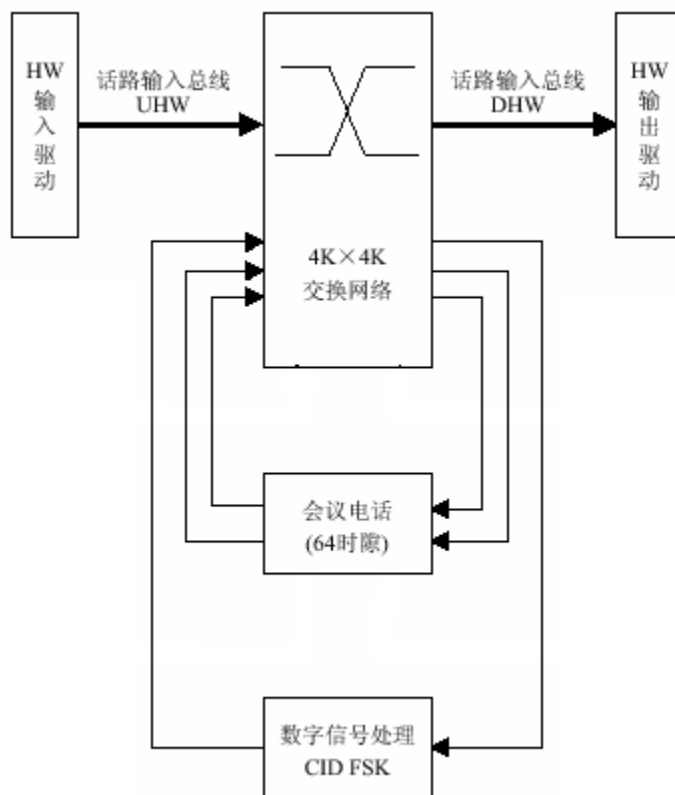
华为 C&C08

- 分布式T网结构。交换网络采用**64k * 64k** 的T网，由模块内交换网络和中心交换网络组成
- SM的模块内交换网络**NET**结构
 - **4K*4K**
- 中心交换网络**CNET**结构
 - **64K*64K** 的T网 T型级连

中心交换网络----T级连型交换网络

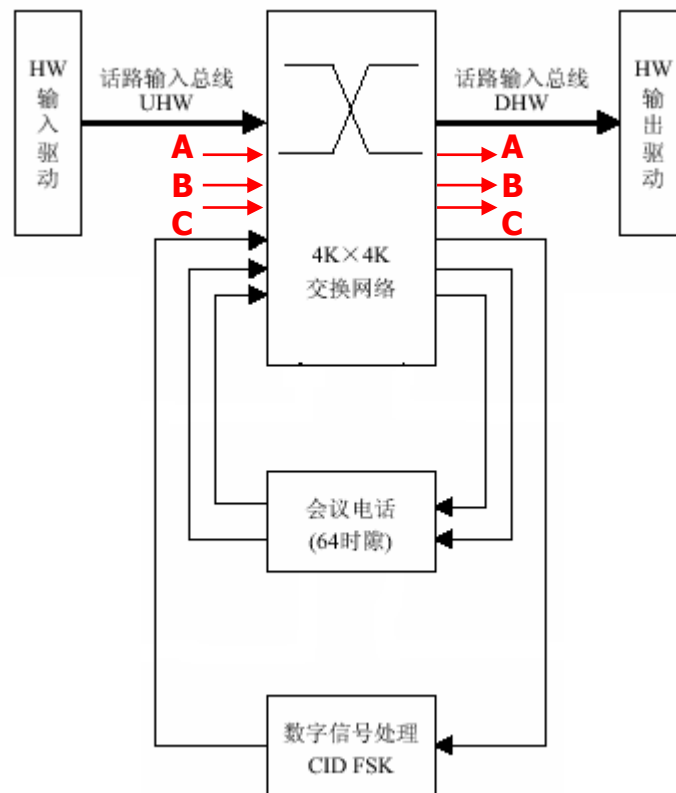
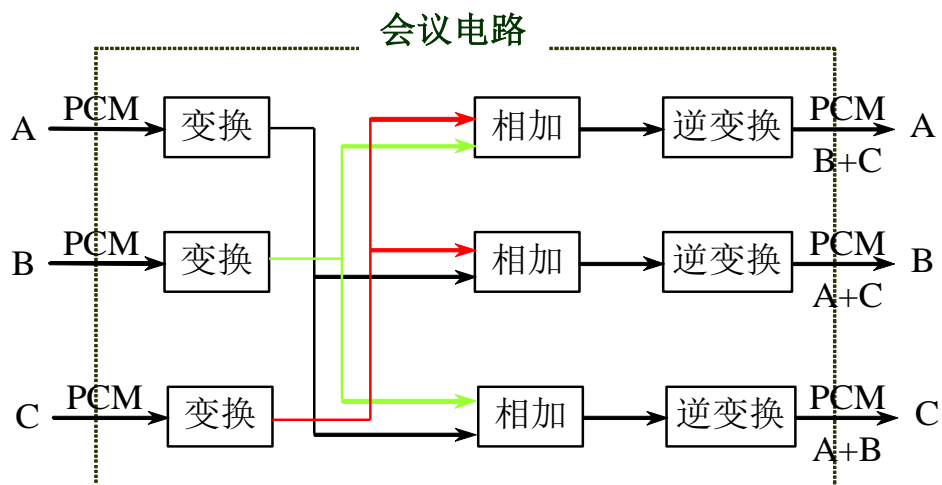


SM的模块内交换网络

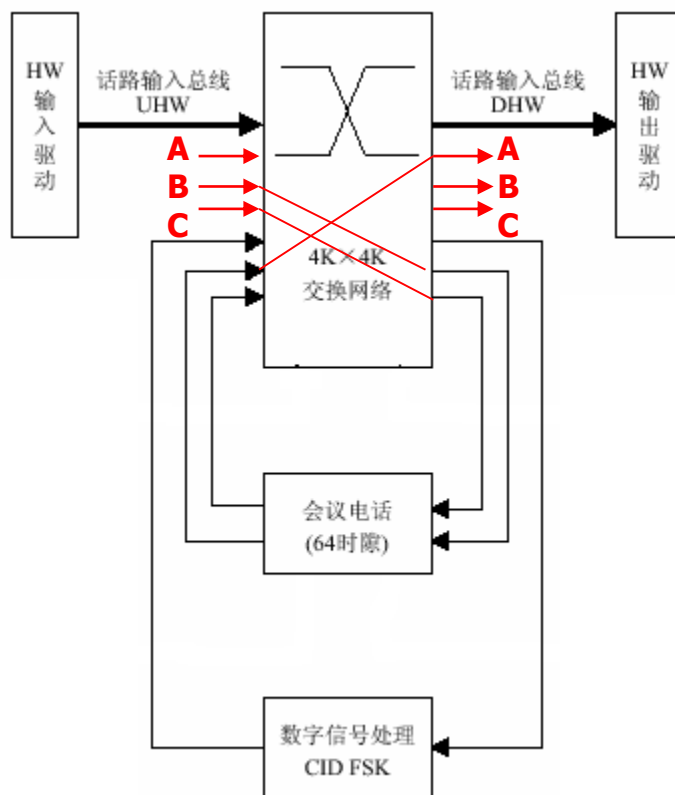


会议电话

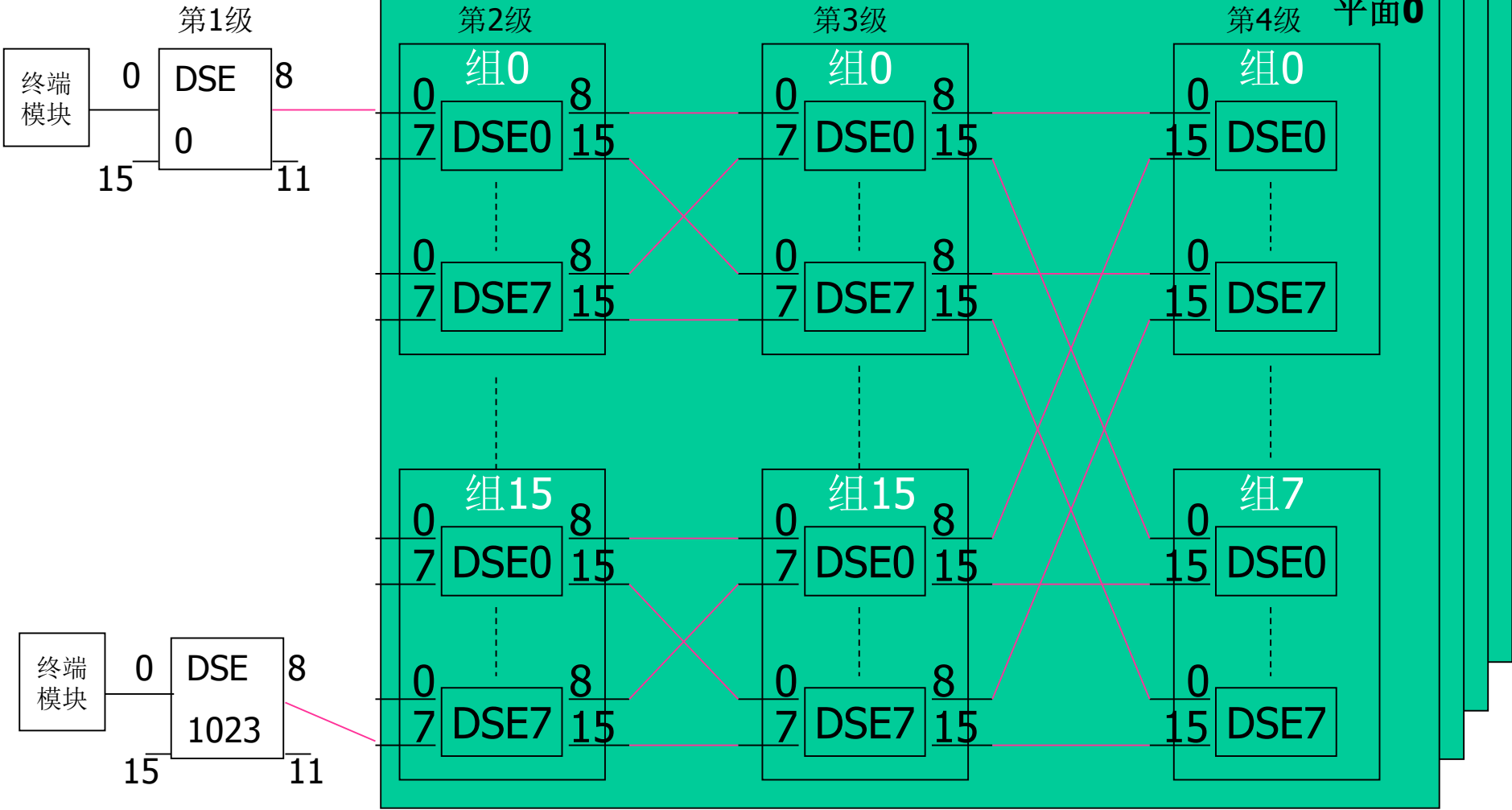
A 如何得到**B**和**C**的语音信号？



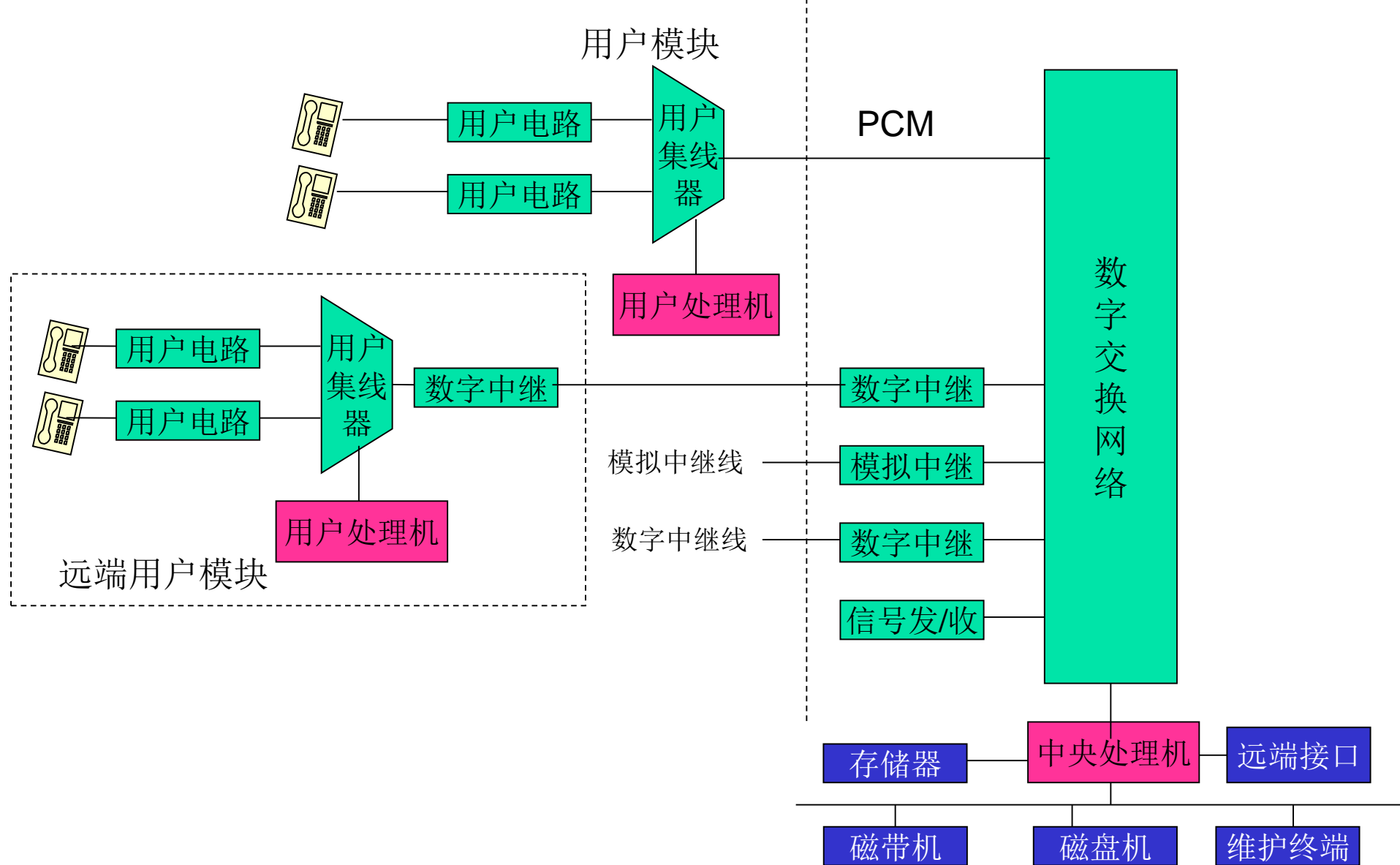
SM的模块内交换网络



总线单元级连交换网络



程控交换机的系统结构





5、控制系统



对控制系统的要求

- 呼叫处理能力

在满足服务质量的前提下，并发的处理多个用户的呼叫

- 可靠性高

程控交换机系统中断的指标是20年内系统中断时间不得超过1小时

- 适应性

能适应技术的发展



(1) 控制系统的结构方式

体现在功能、资源和设备的关系上

- 集中控制
 - 任一设备可以到达所有的功能和资源
- 分散控制
 - 每一设备分别到达部分功能和资源



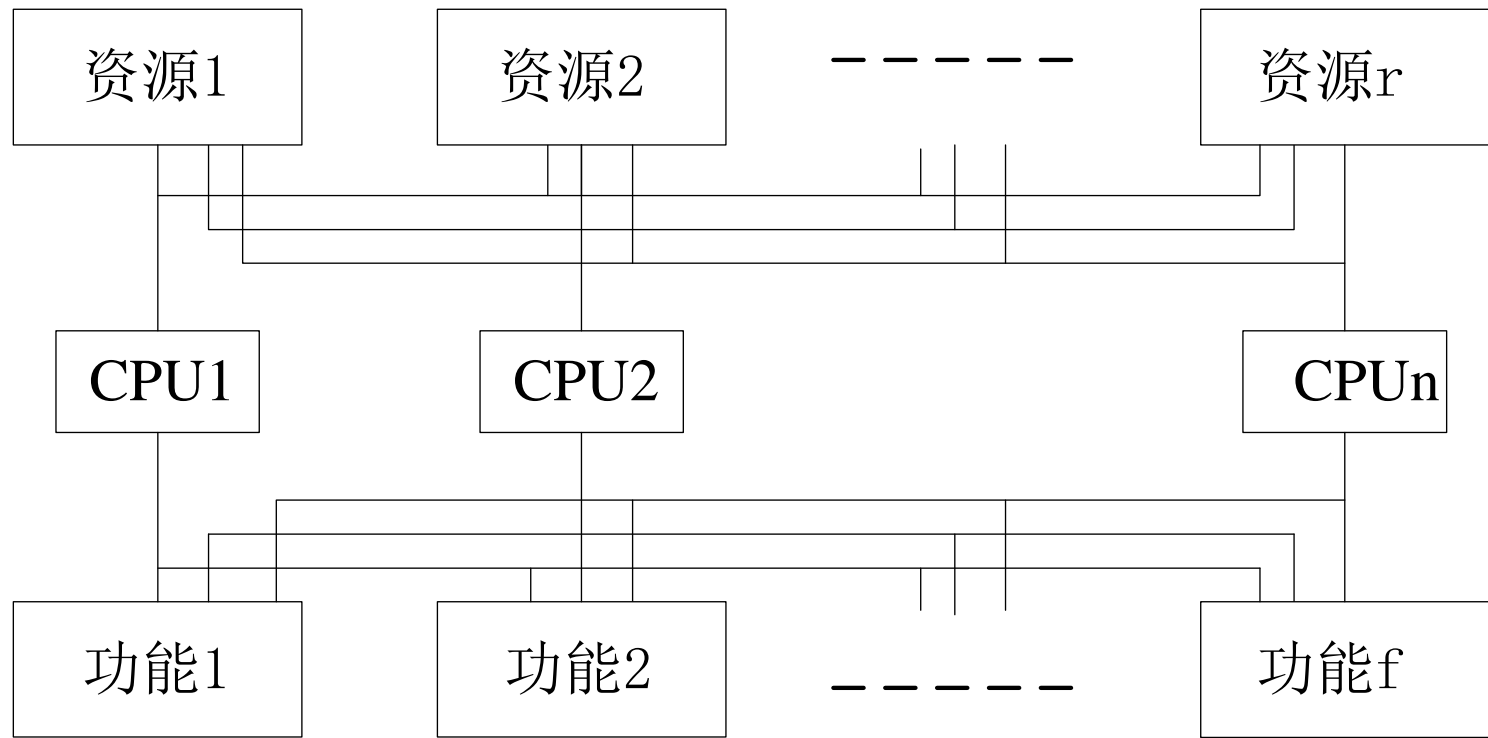
集中控制

集中控制是指处理机可以对交换系统内的所有功能及资源实施统一控制。该控制系统可以由多个处理机构成，每一个处理机均可控制整个系统的正常运作。

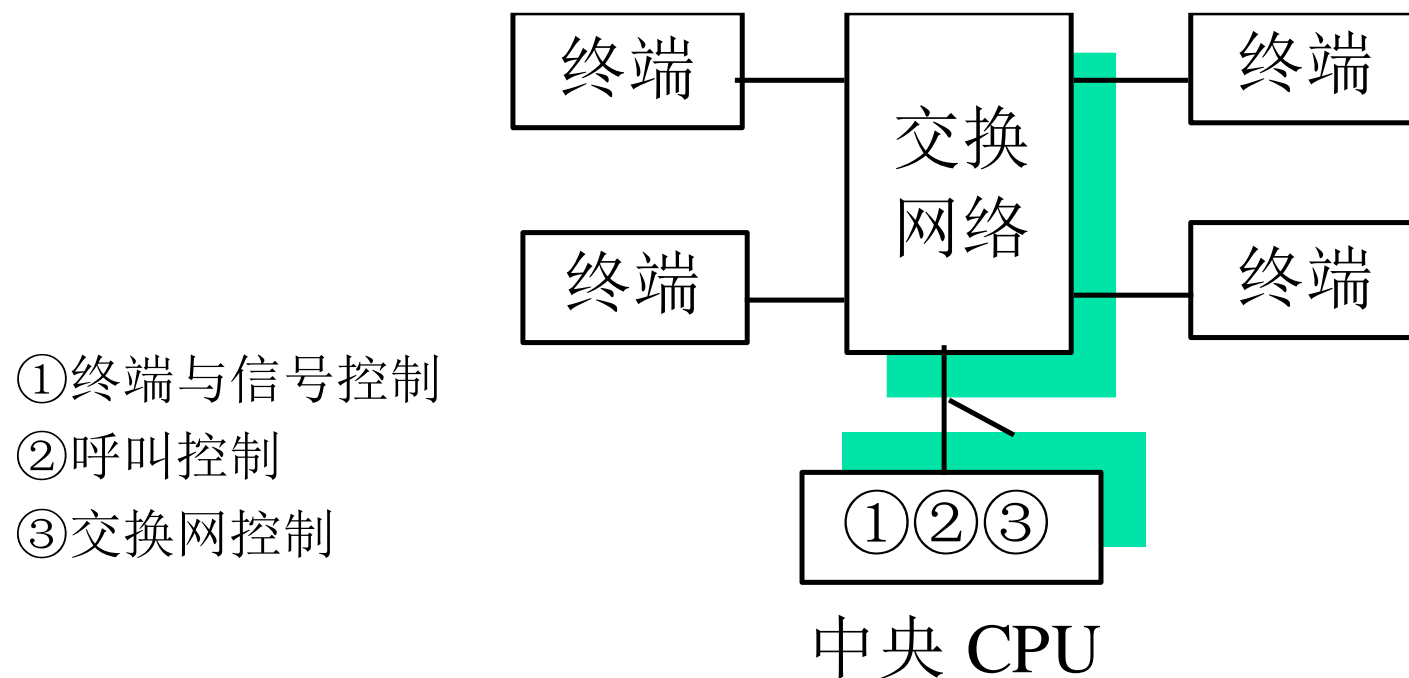
集中控制方式具有以下特点：

- 处理机直接控制所有功能的完成和资源的使用，控制关系简单，处理机间通信接口简单。
- 每台处理机上运行的应用软件包含了对交换机所有功能的处理，因而单个处理机上的应用软件复杂、庞大。
- 处理机集中完成所有功能，一旦处理机系统出现故障，整个控制系统失效，因而系统可靠性较低。

集中控制-----任一设备可以到达所有的功能和资源



集中控制方式



例如：小型交换设备



分散控制

分散控制是指对交换机所有功能的完成和资源使用的控制是由多个处理机分担完成的，即每个处理机只完成交换机的部分功能及控制部分资源。

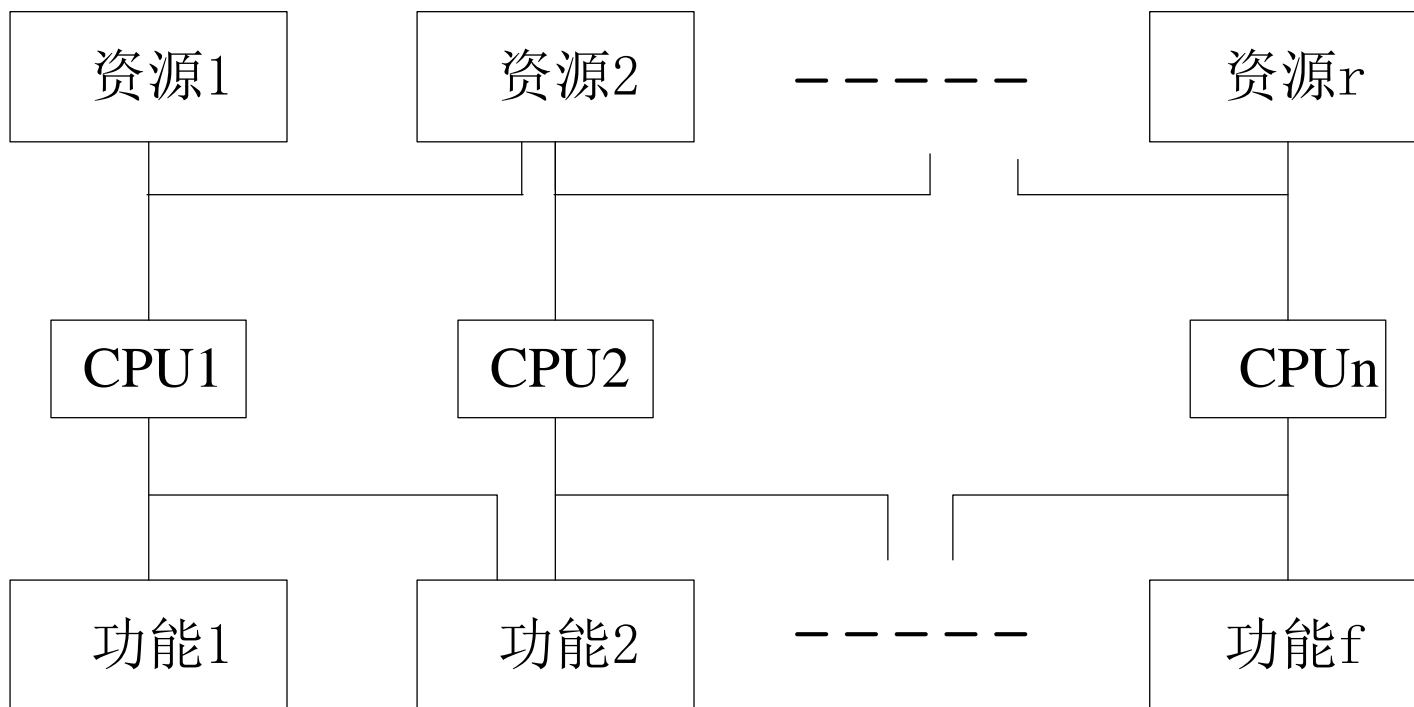
1) 全分散控制

采用全分散控制方式的控制系统，其多个处理机之间独立工作，分别完成不同的功能和对不同的资源实施控制，这些处理机之间不分等级，不存在控制与被控制关系，各处理机有自主能力。

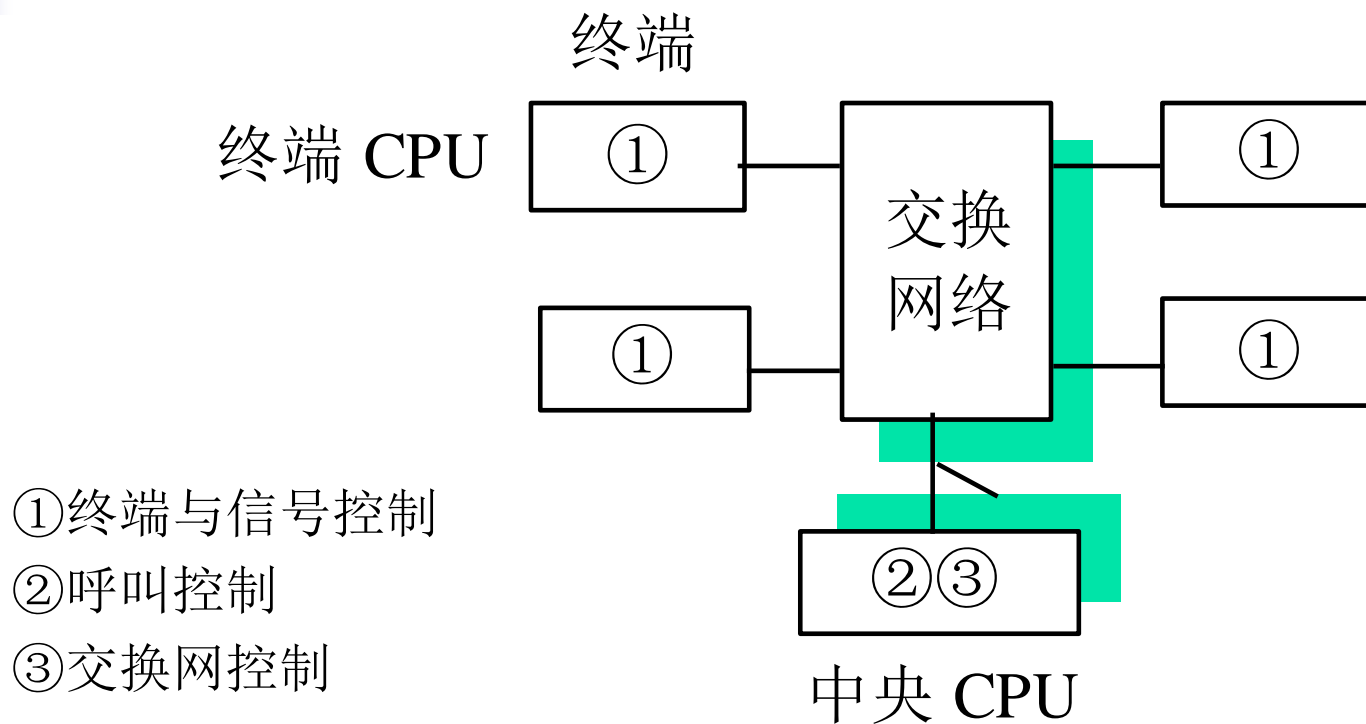
2) 分级分散控制

就是控制系统由多个处理机构成，各处理机分别完成不同的功能和对不同的资源实施控制，处理机之间是分等级的，高级别的处理机控制低级别的，协同完成整个系统的功能。

分散控制----每一设备分别到达部分功能和资源

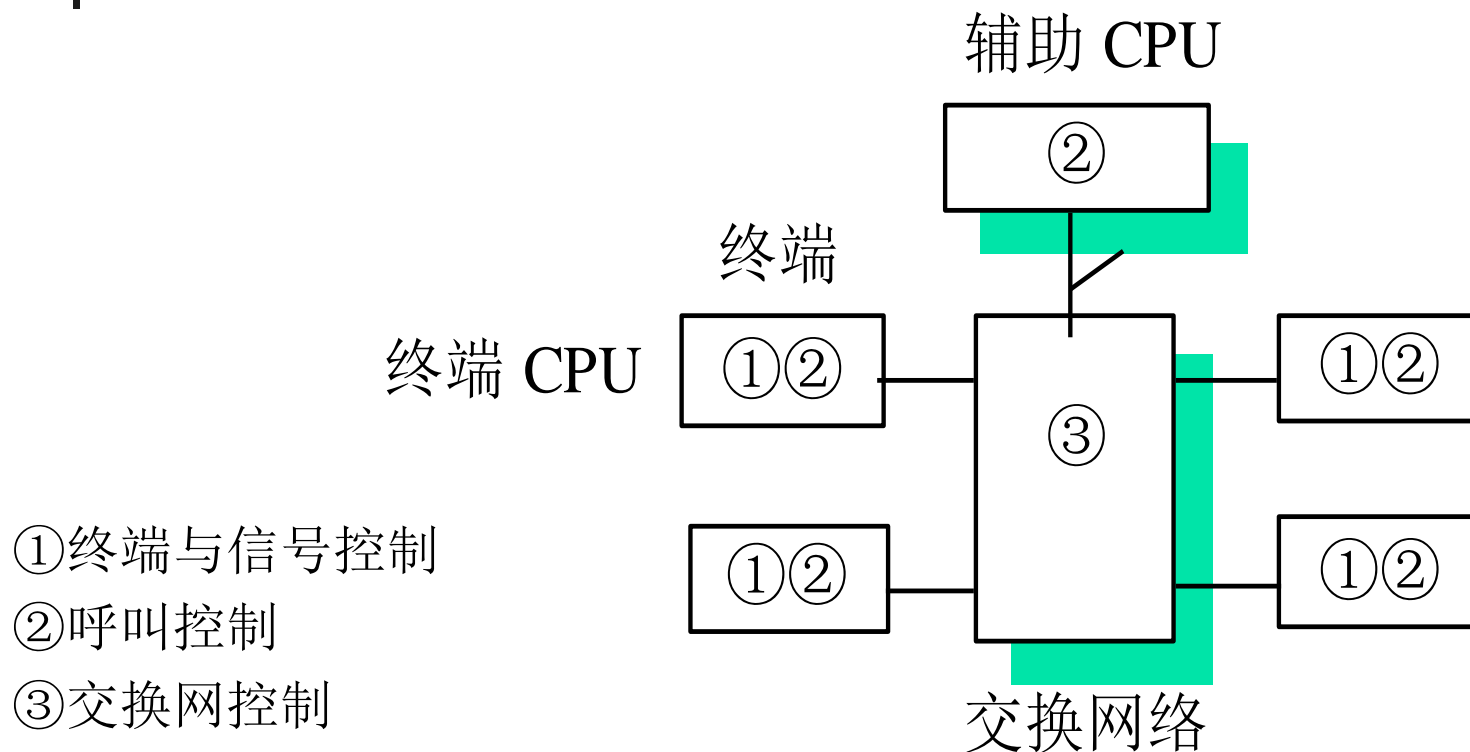


分级控制方式



例如：**FETEX150**（3级），**AXE10**（2级）

全分散控制方式



例如: **S1240**



全分散控制方式的特点

- 各处理机处于同一级别。
- 每台处理机只完成部分功能，这就要求各处理机要协调配合共同完成整个系统的功能，因而各处理机之间通信接口较复杂。
- 每台处理机上运行的应用软件只完成该处理机所承担的功能，故单个处理机上的应用软件相对简单。
- 功能分散在不同的处理机上完成，某个或某些处理机出现故障，一般不会导致整个控制系统失效，因而系统可靠性比较高。
- 系统具有较好的扩充能力。



程控交换机的控制方式

- 控制方式分成以下三类：
 - 集中控制
 - 分级控制
 - 全分散控制



（2）多处理器的工作方式

程控交换机控制系统的多处理器之间的工作方式主要有三种：**功能分担方式、话务分担方式和冗余方式。**

其中冗余方式按照配置备用处理机数量和方法的不同，可分为以下两种：

双机冗余配置、 $N+m$ 冗余配置

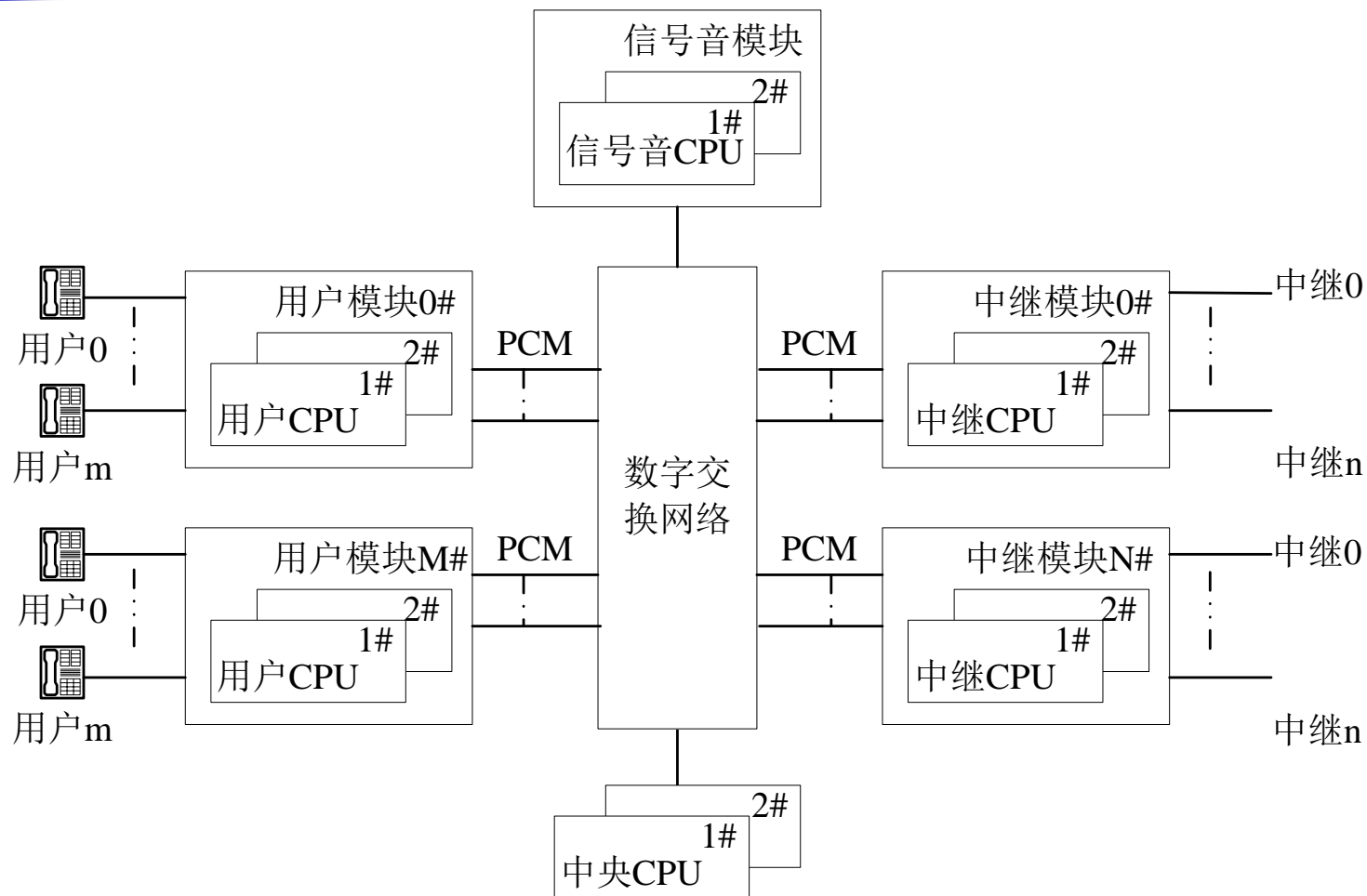


（2）多处理机的工作方式

- 功能分担
 - 不同的处理机完成不同的功能
 - 提高整个系统的适应性，完成不同功能的处理机可以有不同的配置；模块可以按需配置

- 负荷分担（话务分担）
 - 每台处理机完成一部分话务处理功能
 - 提高BHCA ，提高可靠性

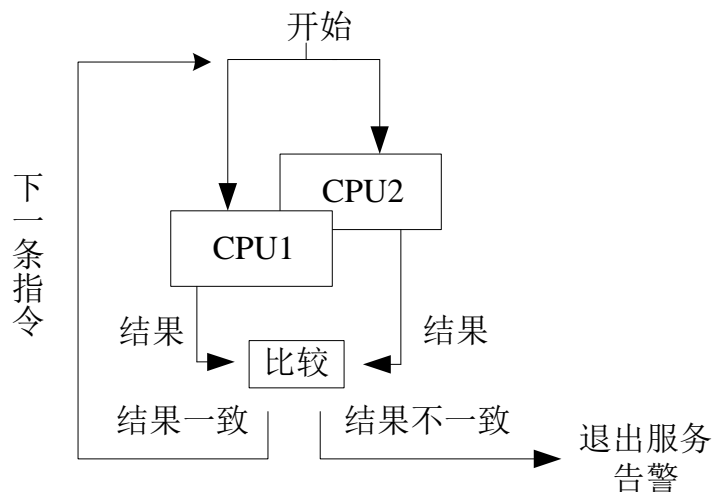
多处理机工作方式举例



冗余方式和故障处理

■ 同步方式

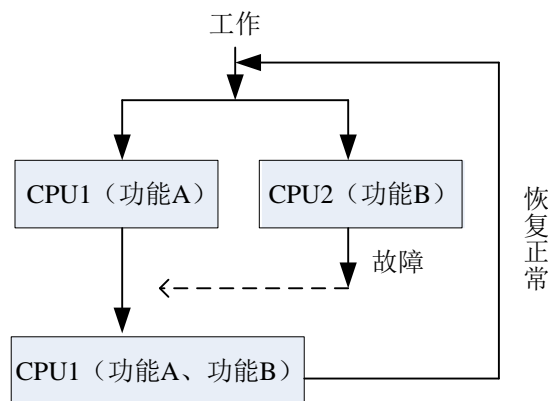
主备机同时接收外部事件，同时处理，并比较处理结果。结果相同时，由主用机发命令；结果不同时，双机均进行自检。若主机故障，则进行主备切换；若备机故障，则备机脱机检修；若都无故障，则保持原状态。这种方式可以保证切换时不损失任何呼叫，但技术复杂。



冗余方式和故障处理

■ 互助方式

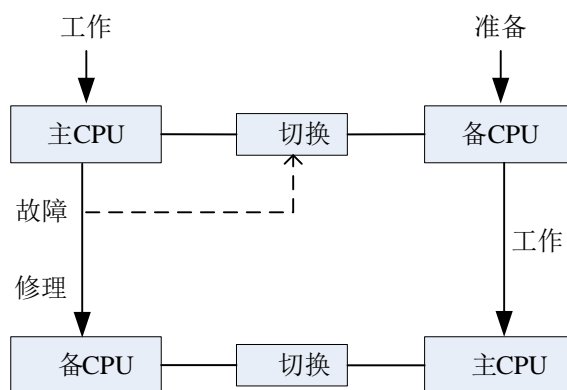
正常工作时，双机按话务分担方式工作，当一个处理机故障时，另一个处理机接管全部业务。这种方式可以保证故障时通话状态的呼叫不损失，但故障时单机的话务负荷比较高。



冗余方式和故障处理

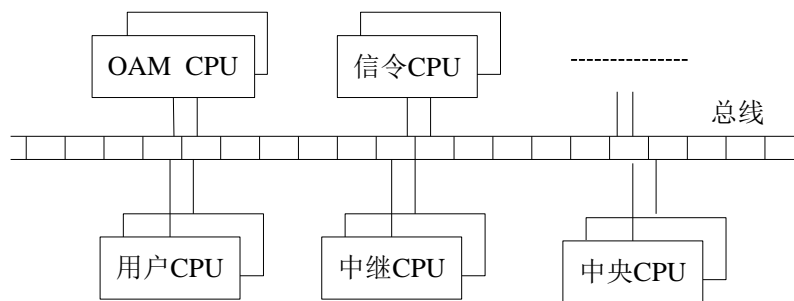
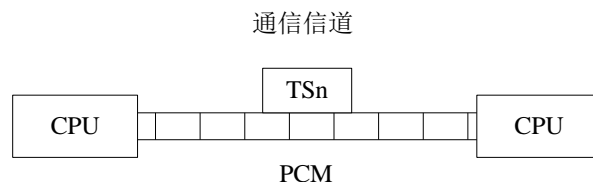
■ 热备用方式

正常工作时，由主机负责全部话务，并随时将呼叫数据送给备用机，备用机不处理任何呼叫；主用机故障时，进行主备机切换，备用机接管全部话务，并根据已有的呼叫数据保证一部分呼叫不损失。

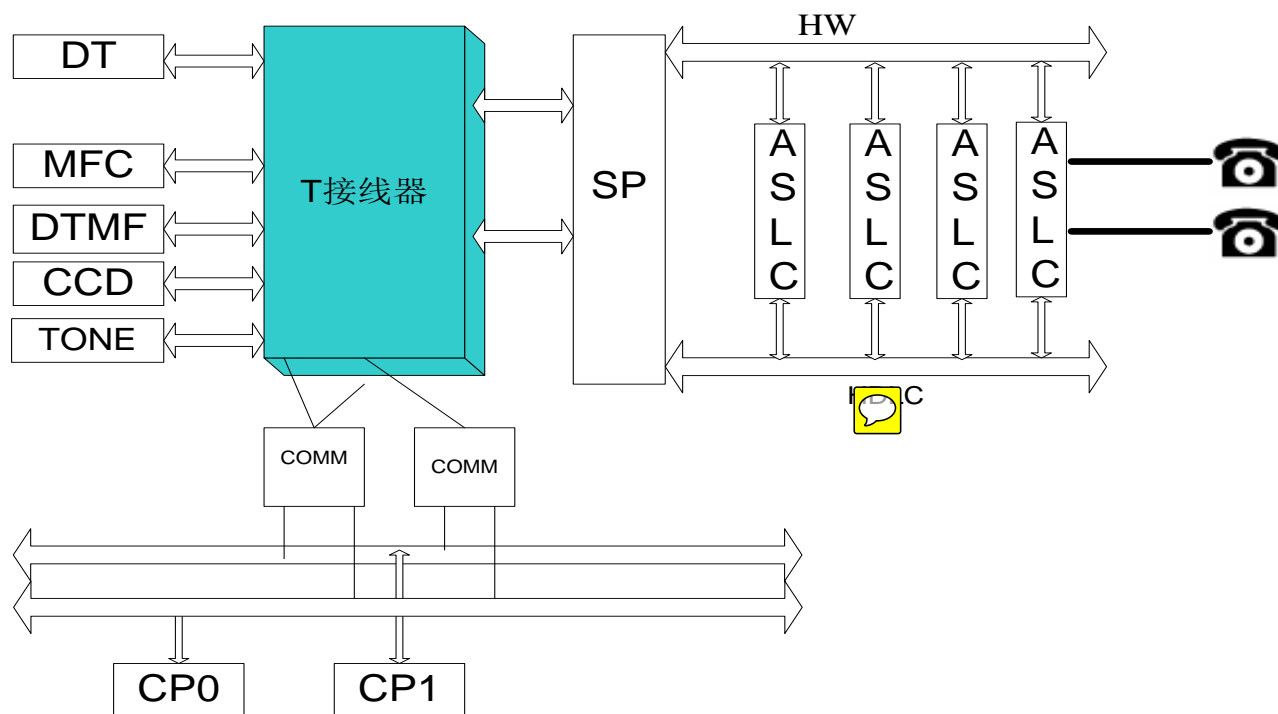


(3) 处理机间的通信方式

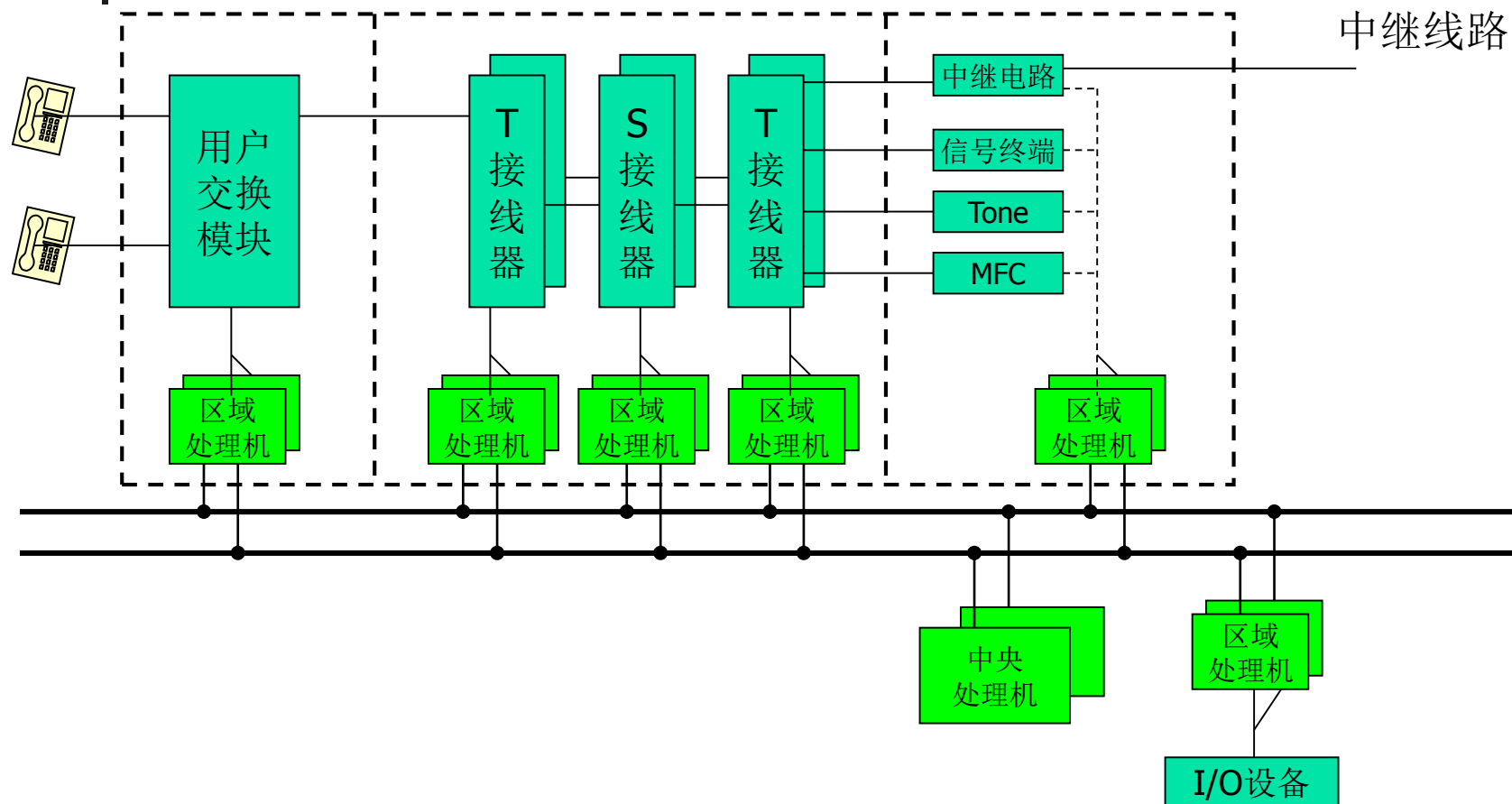
- 利用**PCM**信道
 - 固定时隙
 - 任意时隙
 - 特点
 - 系统结构简单
 - 占用话路资源，通信通路带宽小
- 建立专用的计算机网络
 - 总线型
 - 环网



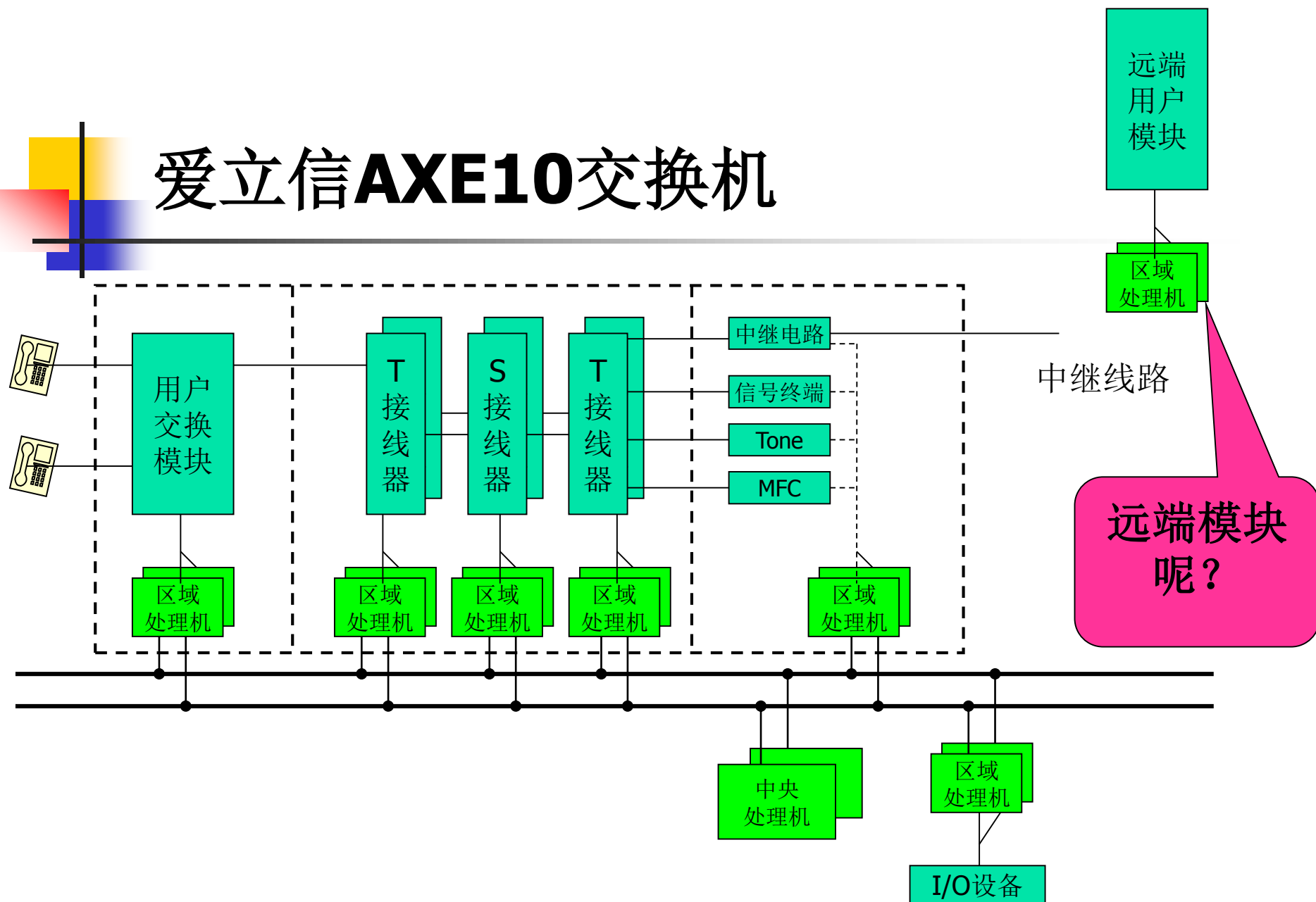
中兴ZXJ10交换机



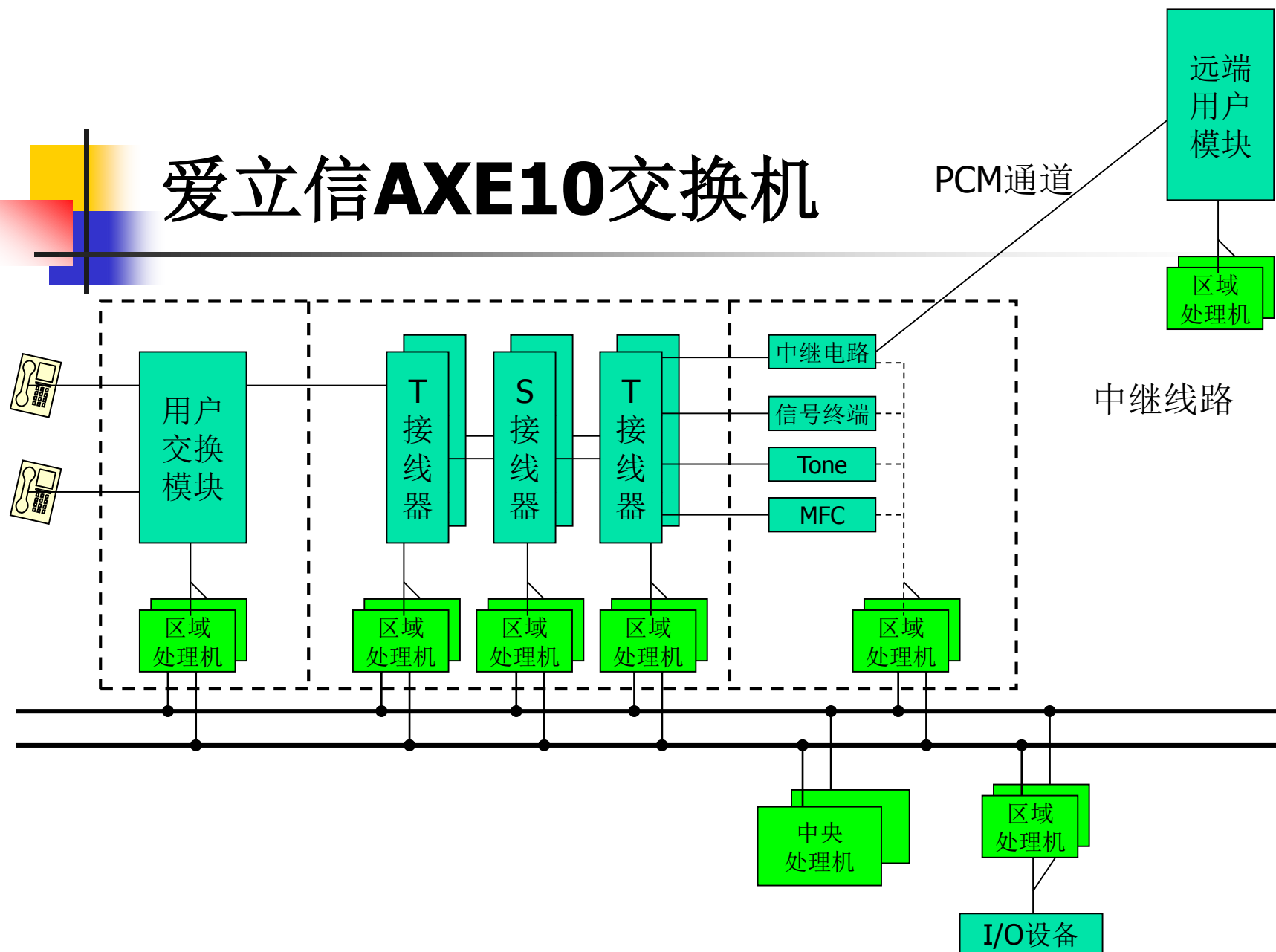
爱立信AXE10交换机



爱立信AXE10交换机



爱立信AXE10交换机





主要内容

电话交换基础

程控数字交换机的系统结构

接口电路

数字交换网络-话路建立

控制系统



程控交换软件技术

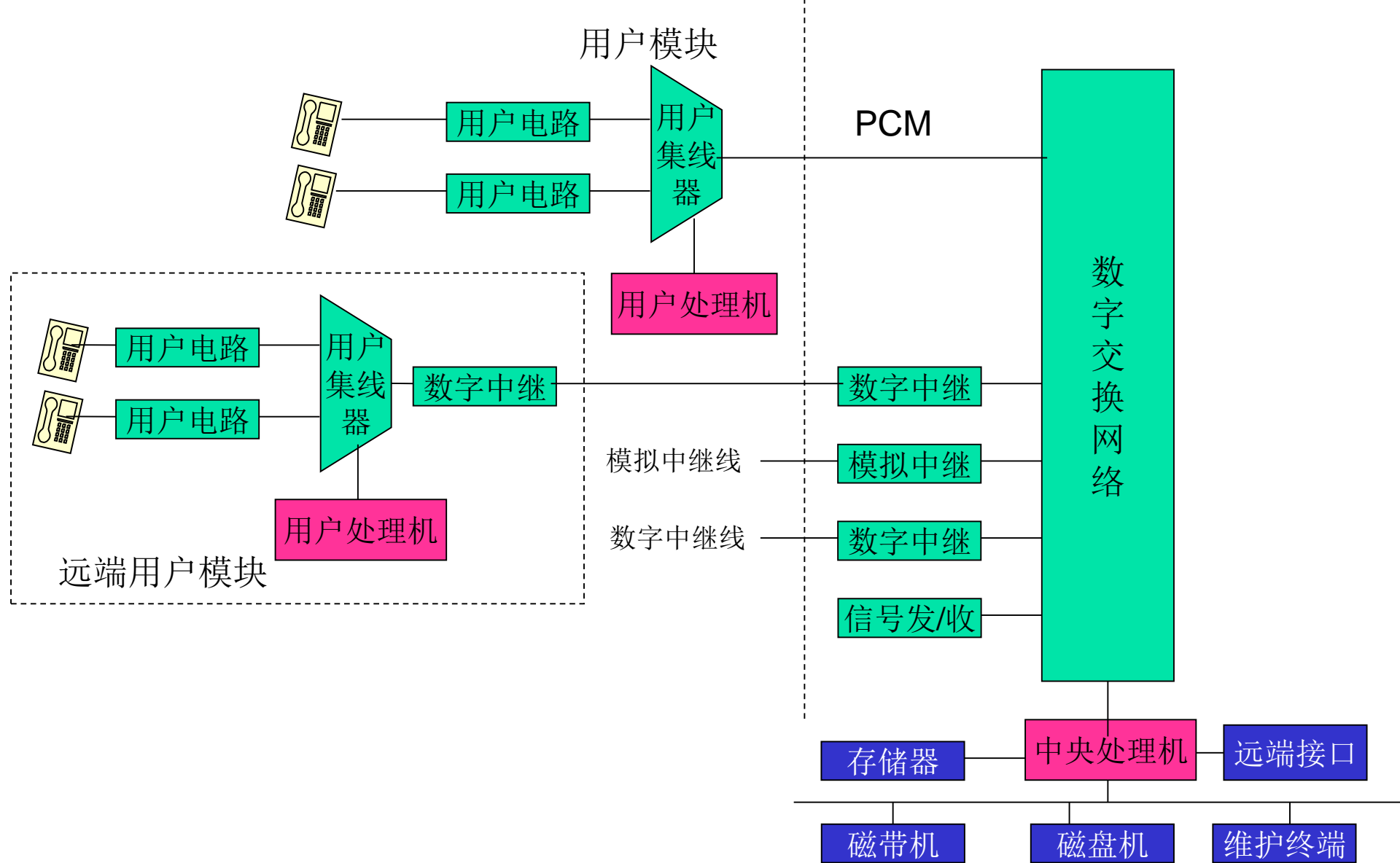
- 程控交换软件系统
- 呼叫处理的基本原理
- 交换技术基础

电话通信网



6、程控交换软件技术

程控交换机的系统结构



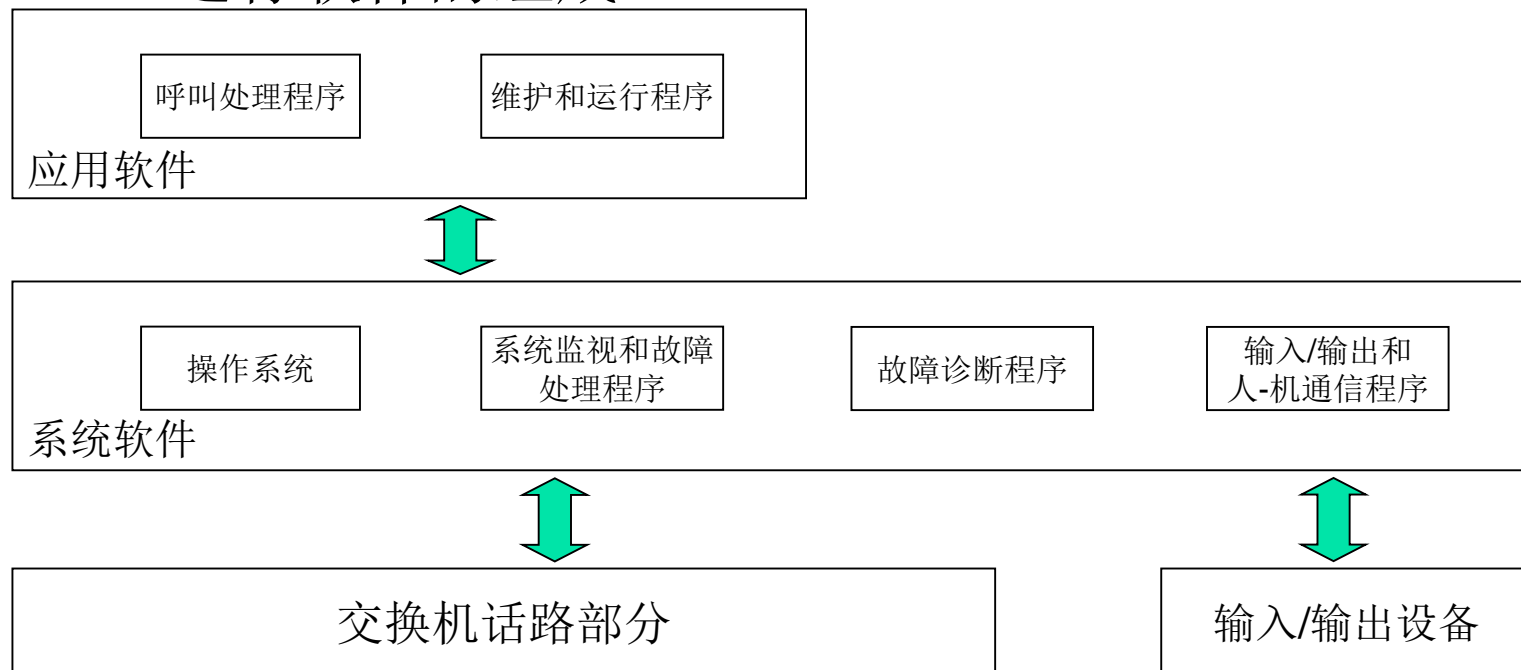


程控交换机的运行软件

- 程控交换机运行软件的任务
 - 呼叫处理
 - 管理和维护
 - 系统的安全运行和保护功能
 - 网络管理
- 对运行软件的要求
 - 实时性
 - 并发性
 - 业务的不间断性

程控交换机的运行软件

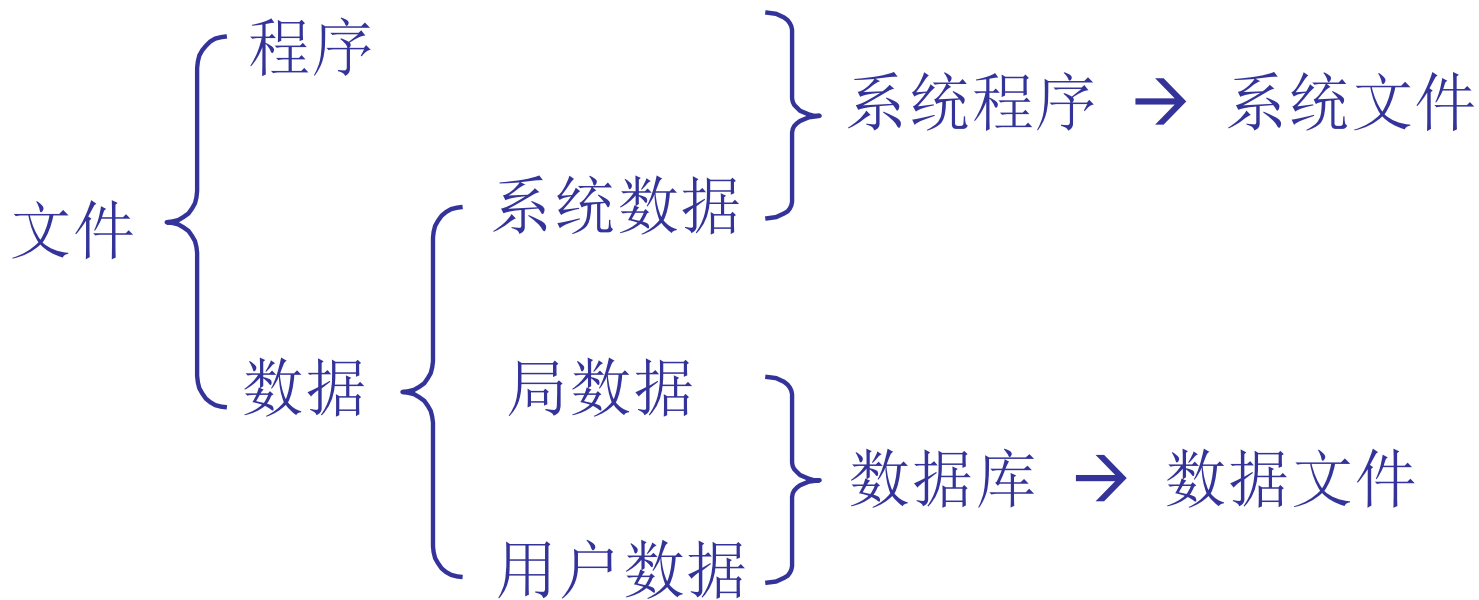
■ 运行软件的组成





文件结构

通信软件的重要特点是——程序与数据分开





局数据

- 公用硬件配置情况：出/入中继、信号设备、收号器等
的数量、类别、机内位置
- 公用设备的忙闲情况
- 局间环境参数：局向数，每局向的出入中继数和类别
- 迂回路由设置：出、入局迂回路由表
- 各种号码：本地编号计划、字冠长度、本局局号
- 交换机类别：市话、长话、汇接
- 复原方式
- 计费信息：计费方式、费率
- 接用户交换机情况
- 特服和新业务提供情况
- 话务量、接通率等统计数据和计费数据

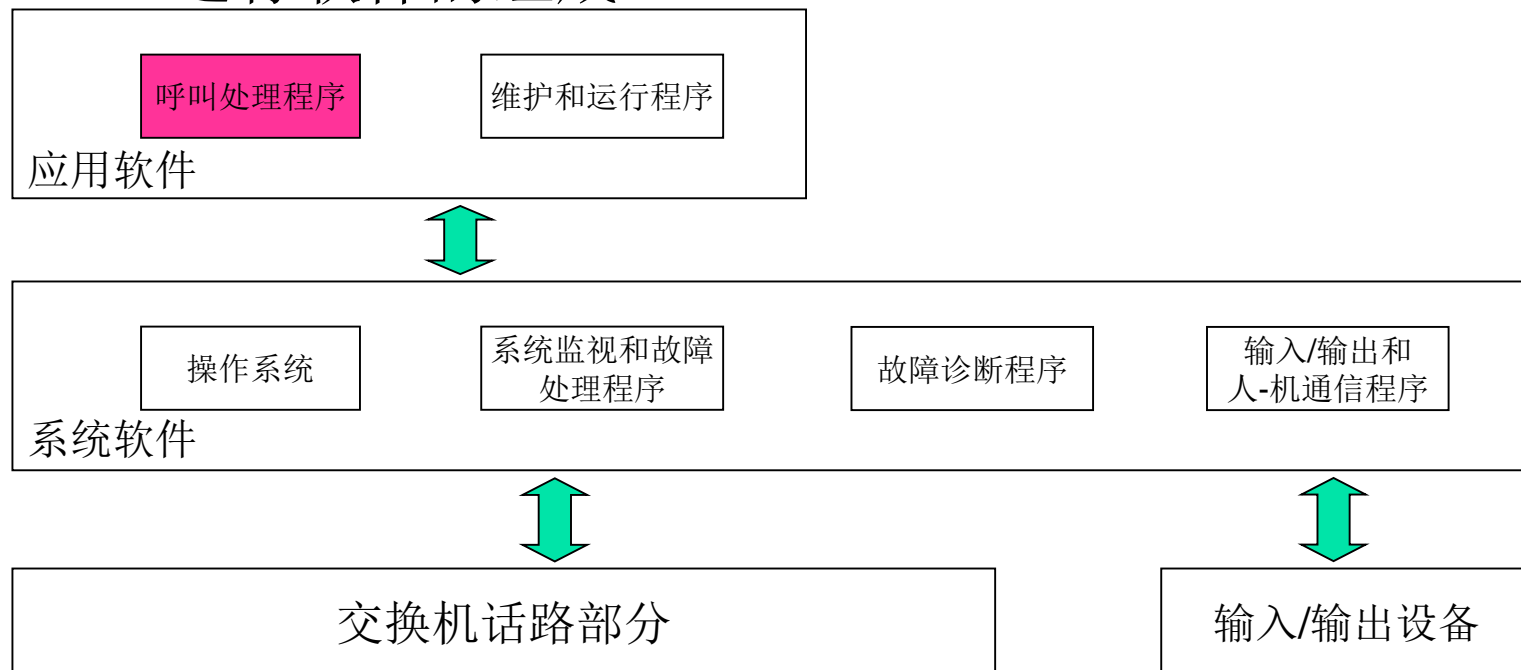


用户数据

- 用户情况：普通正常、呼出拒绝、呼入拒绝、临时接通
- 用户类别：单线用户、**PABX**用户、公用电话、数据传真用户
- 话机类别：脉冲/**DTMF**
- 出局权限类别：禁止呼出、限本地、限国内、限国际
- 新业务权限和已登记的新业务
- 计费类别：专用计数器、定期、立即、营业厅、免费
- 费率等级
- 各种号码：电话簿号码、机内设备号、母线时隙号、密码
- 用户状态数据：忙、闲、闭锁、测试维修
- 其他临时数据：呼叫状态、拨号脉冲计数、已收号码、使用话路等

程控交换机的运行软件

■ 运行软件的组成

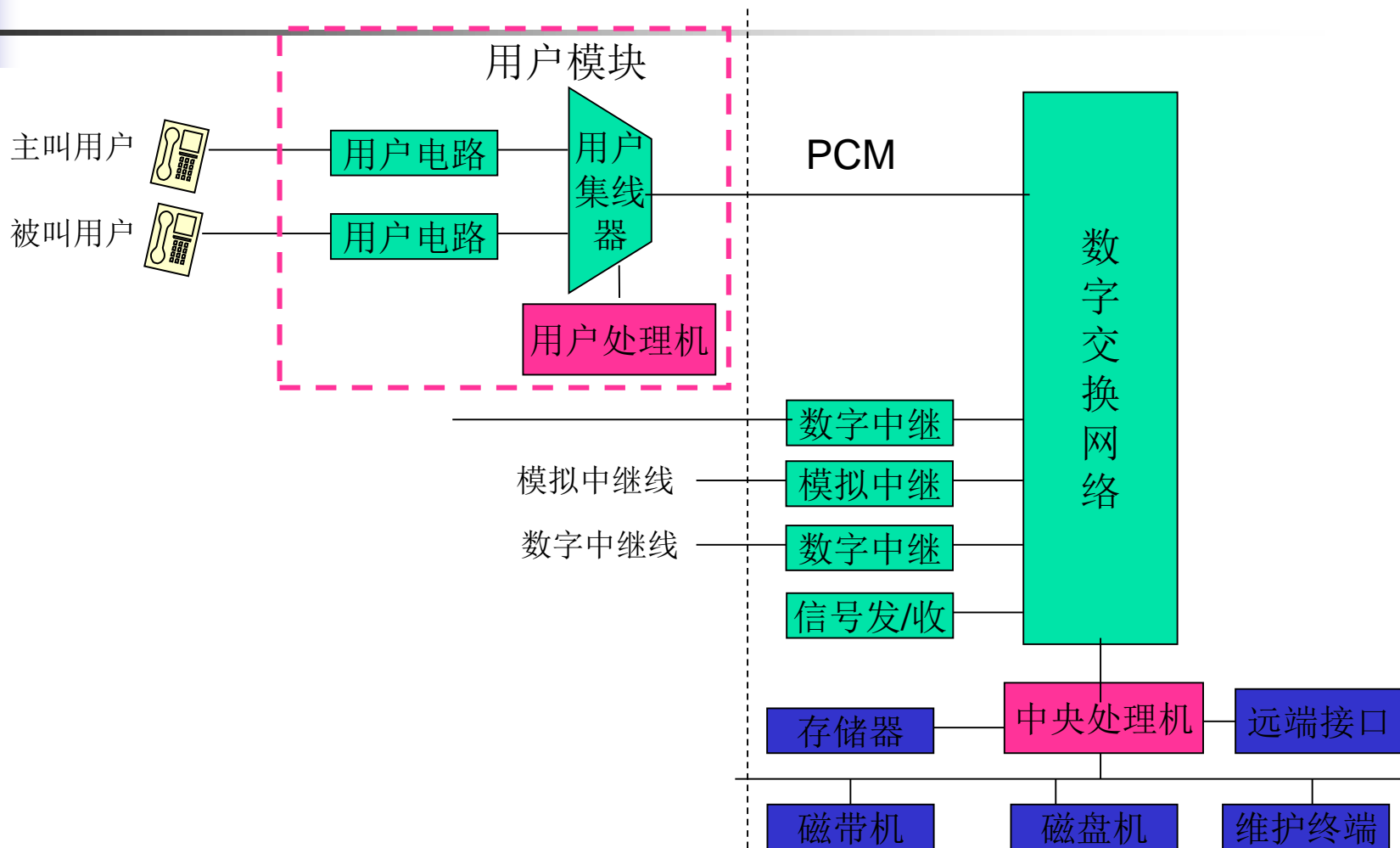




呼叫处理的基本原理

- (1) 呼叫处理的特点
- (2) 用**SDL**图表示的呼叫处理的过程
- (3) 输入处理
- (4) 分析处理
- (5) 任务执行与输出处理

局内呼叫处理示意

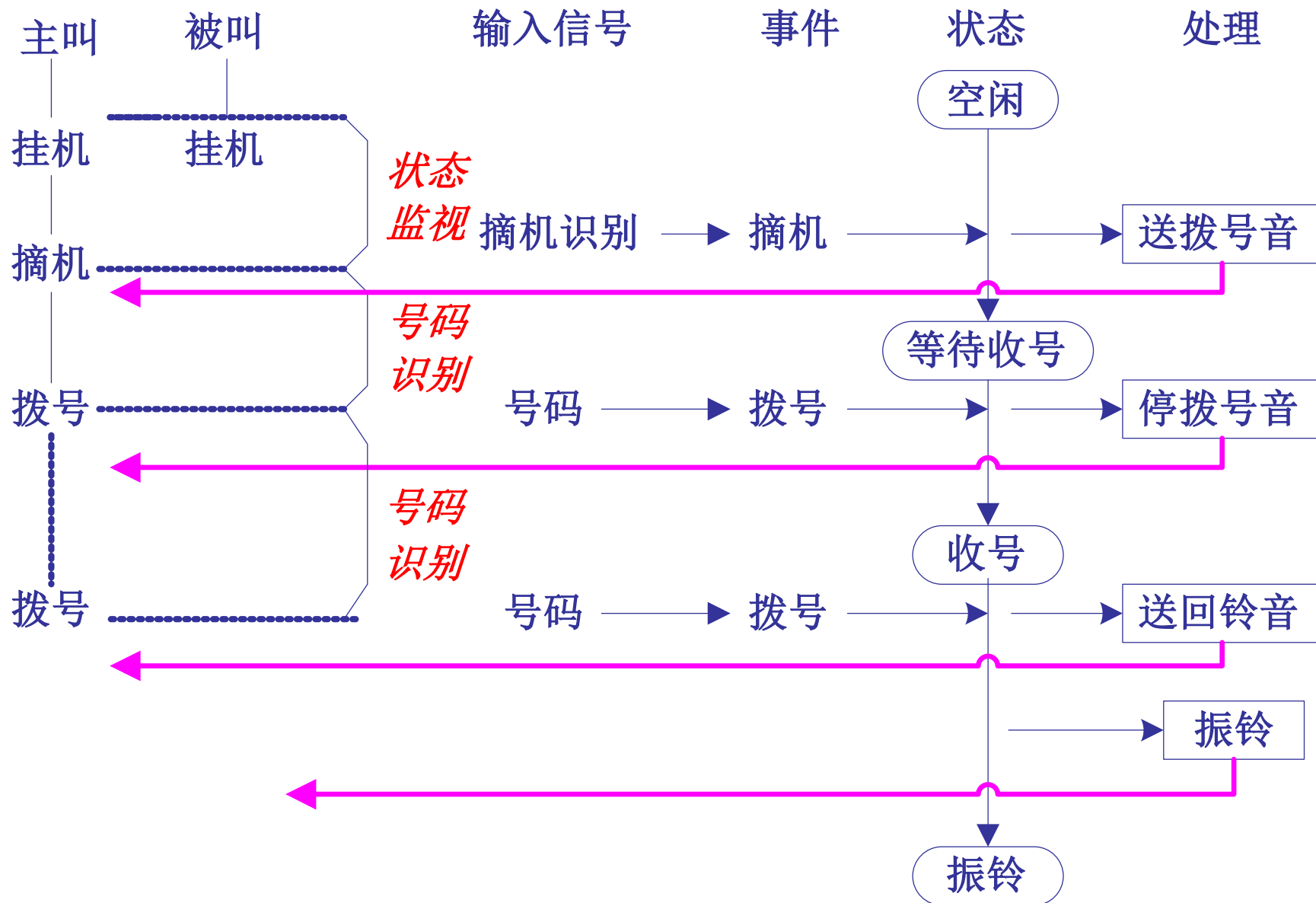




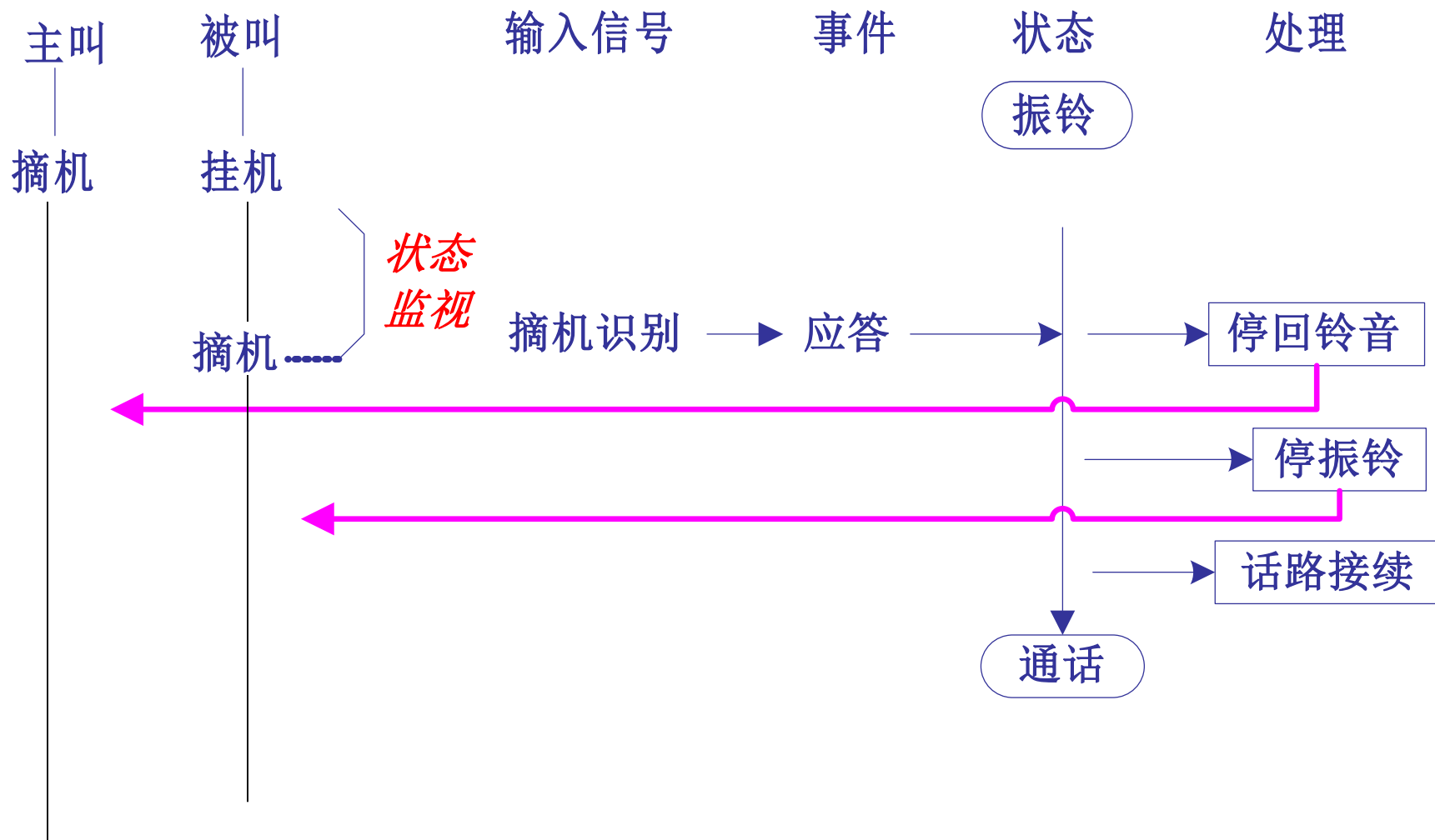
一个呼叫的处理过程

- 1) 主叫用户摘机呼叫**
- 2) 送拨号音, 准备收号**
- 3) 收号**
- 4) 号码分析**
- 5) 接至被叫用户**
- 6) 向被叫用户振铃**
- 7) 被叫应答和通话**
- 8) 主叫先挂机, 通话结束**
- 9) 被叫先挂机, 通话结束**

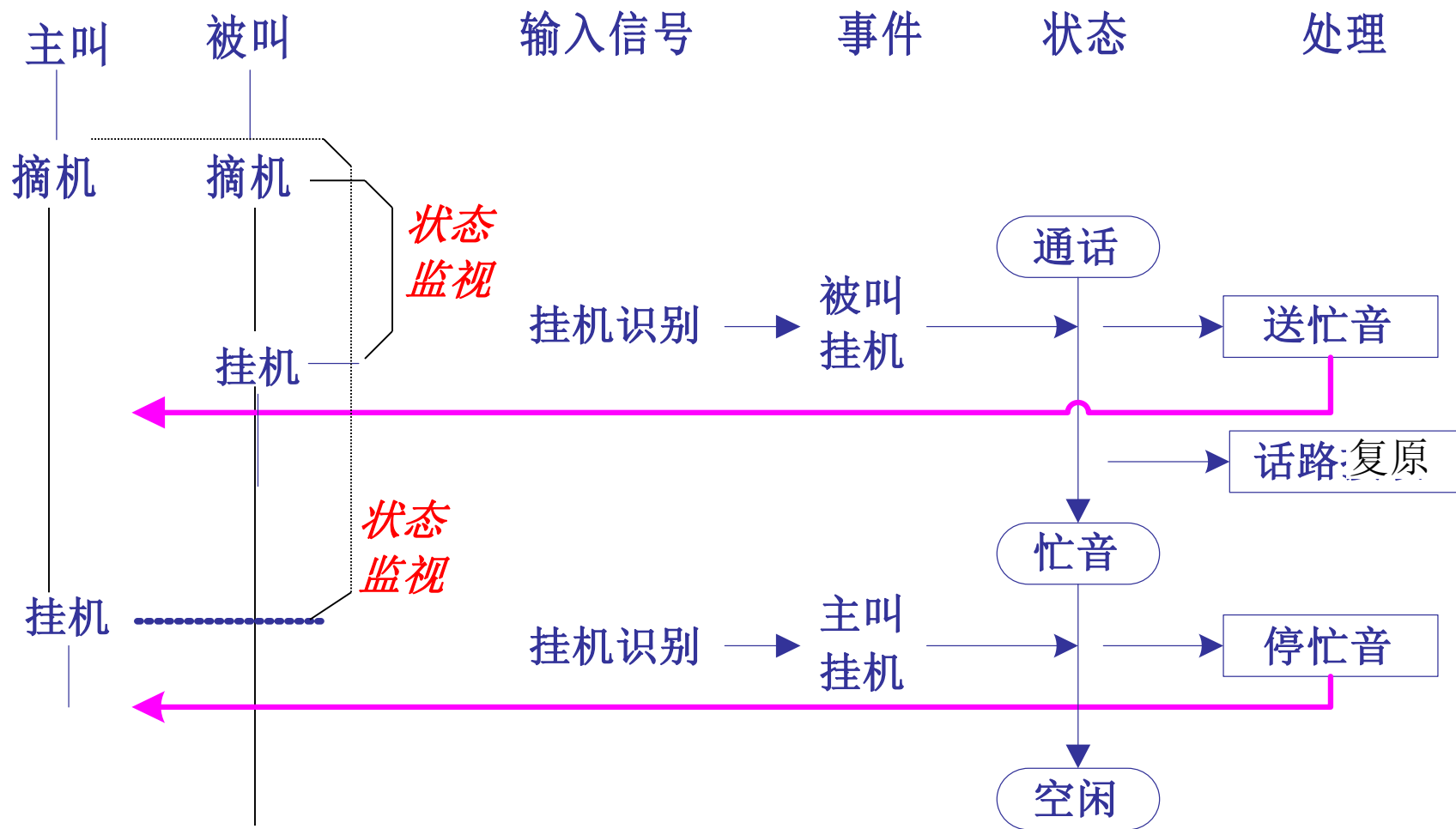
局内呼叫接续示意图（1）



局内呼叫接续示意图 (2)



局内呼叫接续示意图 (3)





呼叫处理的特点

□ 一个本局呼叫的基本处理过程

一个呼叫处理的过程可以分为几个阶段，每个阶段对应一个稳定的状态，在每个稳定状态下，只有当交换机检测到输入信号时，才进行分析处理和任务执行，任务执行的结果往往要产生一些输出信号，然后跃迁到另一个稳定的状态，如此反复。



呼叫处理的特点

- ❑ 整个呼叫处理过程可分为若干个阶段，每个阶段可以用一个稳定的状态来表示；
- ❑ 整个呼叫处理的过程就是在一个稳定状态下，处理机监视、识别输入信号，进行分析处理，执行任务和输出命令，然后跃迁到下一个稳定状态的循环过程；
- ❑ 两个稳定的状态之间要执行各种处理；
- ❑ 在一个稳定状态下，若没有输入信号，状态不会迁移；
- ❑ 相同的输入信号在不同的状态下会有不同的处理，并迁移到不同的状态；
- ❑ 在同一状态下，对不同输入信号的处理是不同的；



MSC与SDL

- MSC用于描述系统功能接口描述

- SDL用于系统功能的设计

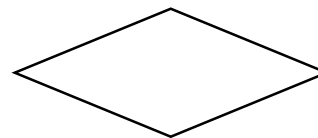
SDL (Specification and Description Language) 是ITU-T提出的一种形式化描述语言，由**Z.100**建议定义。

SDL图形化表示常用符号

状态



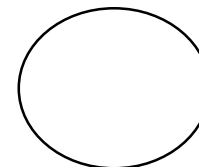
判断



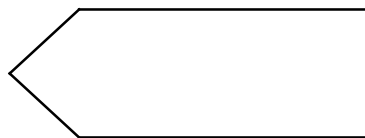
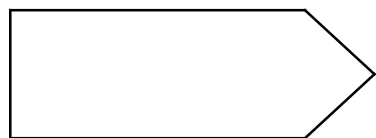
输入



连接



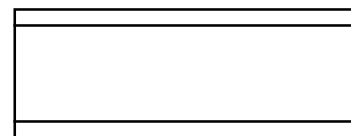
输出

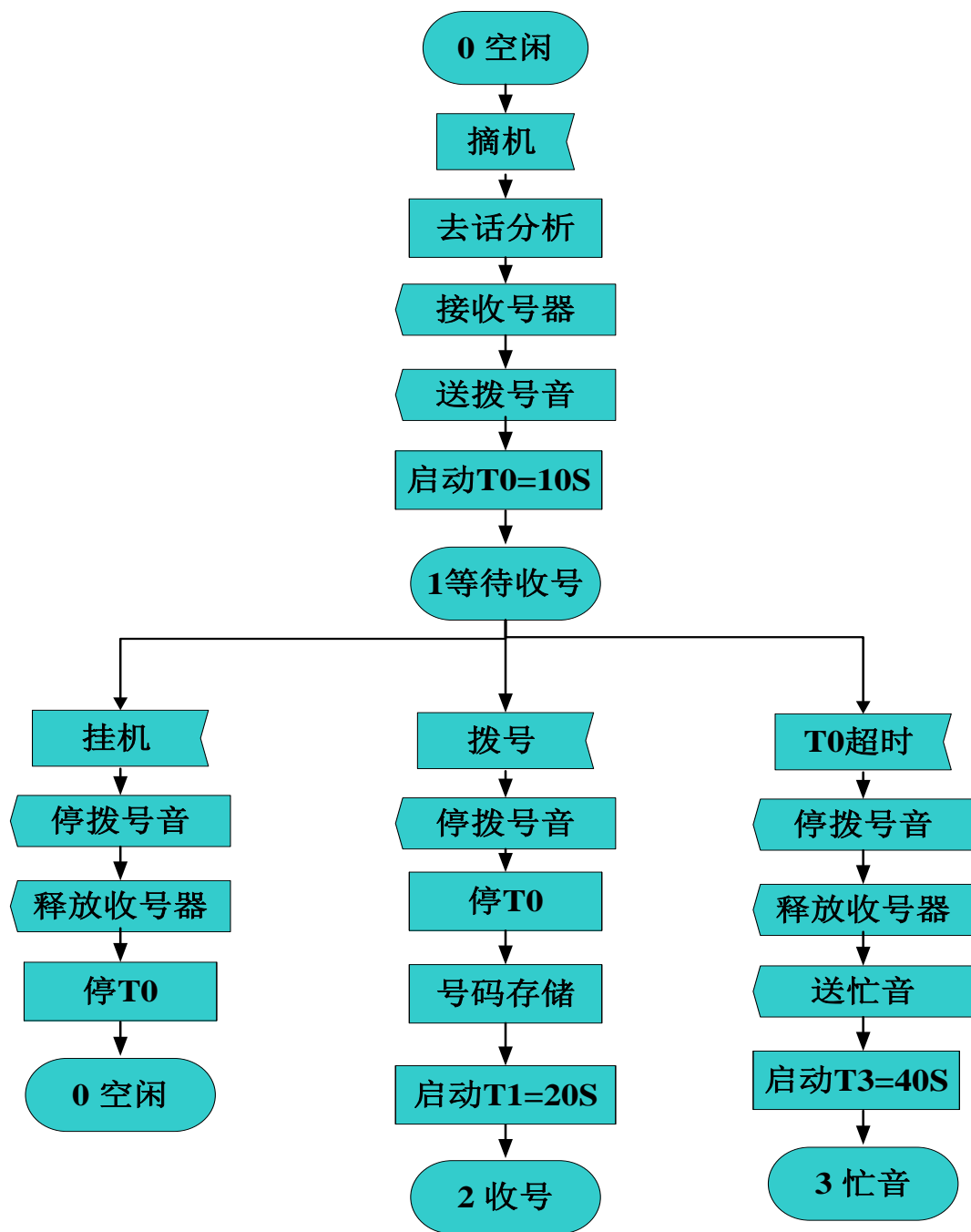


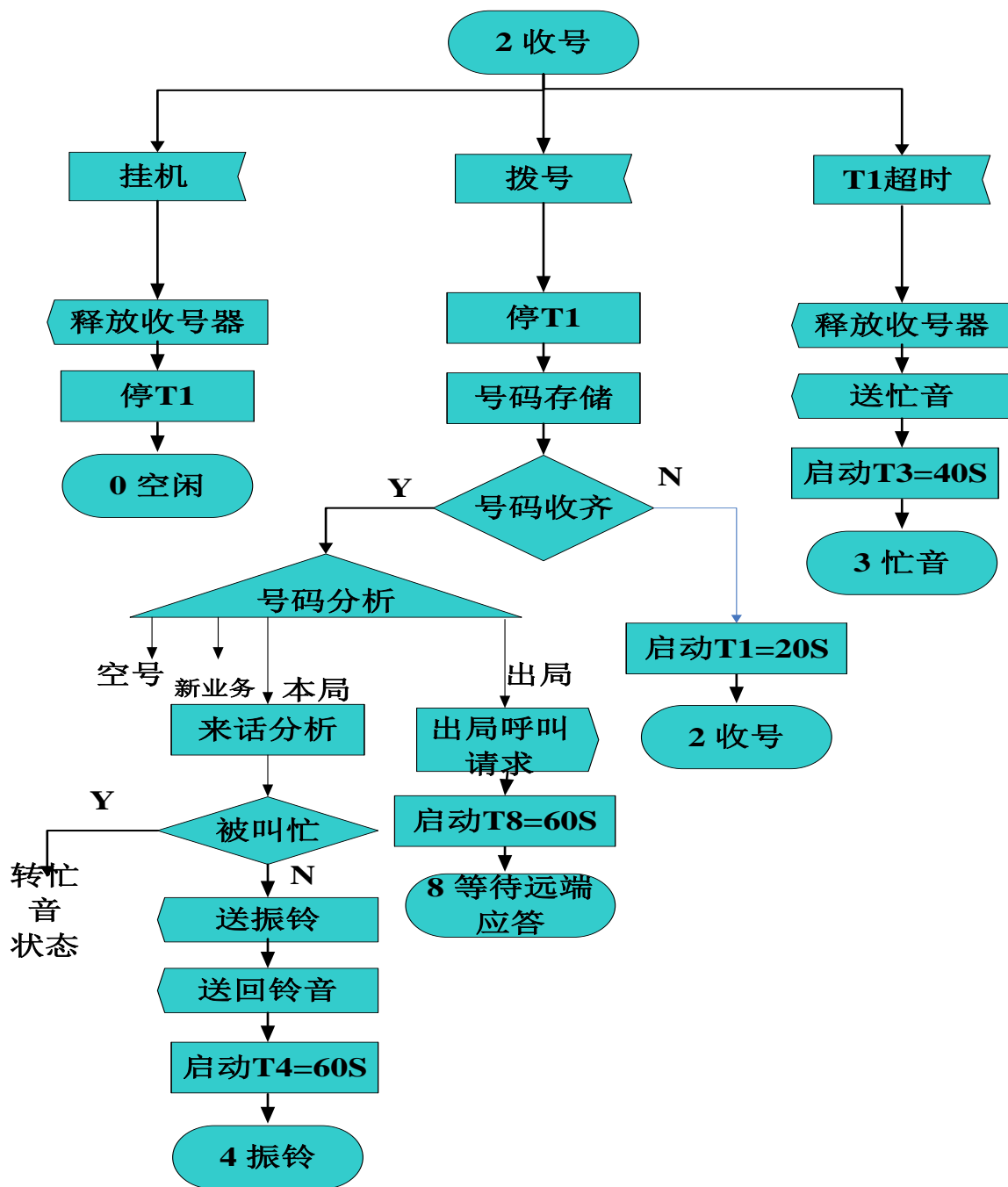
任务

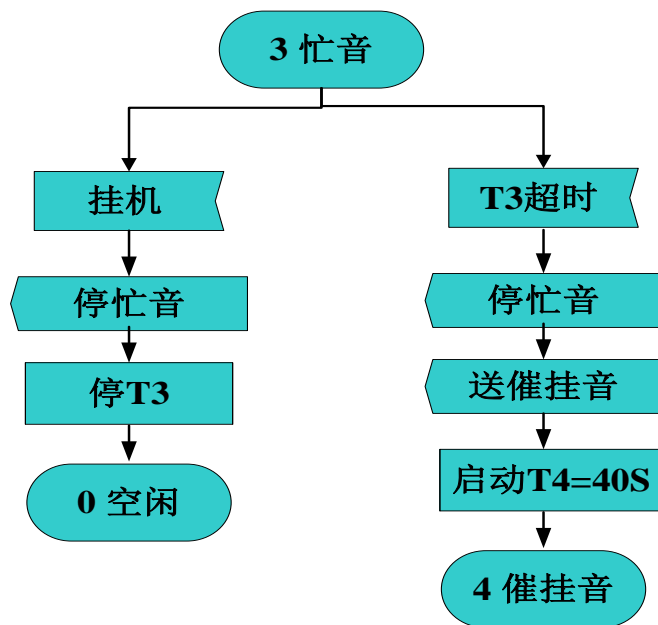
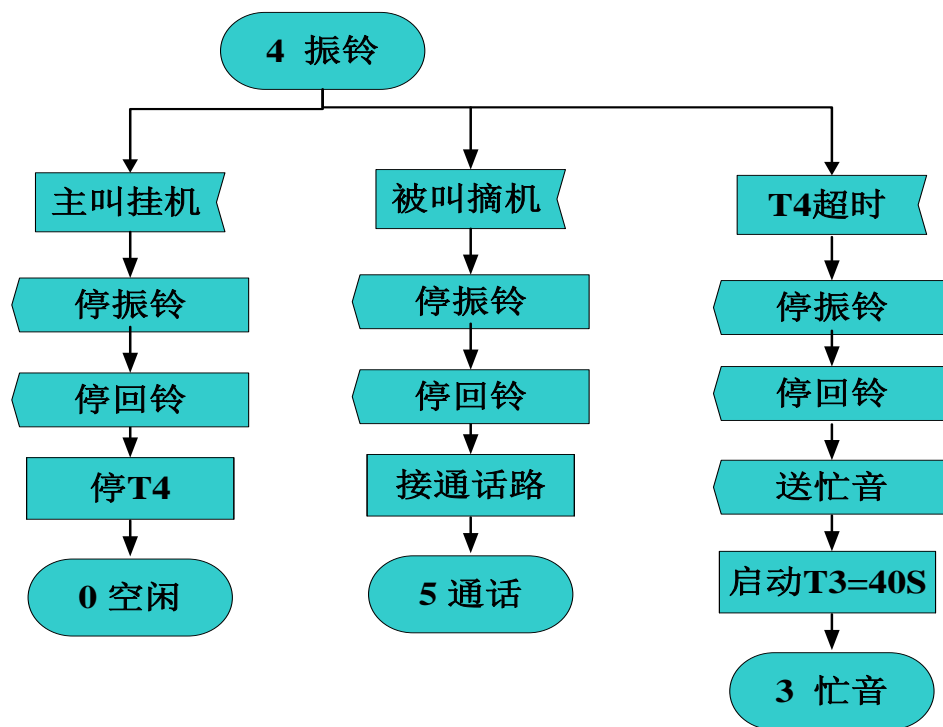


进程创建











呼叫处理过程

- 输入处理（数据采集部分）
 - 识别并接收外部输入的处理请求和信号，生成事件
- 分析处理（内部数据处理部分）
 - 根据目前状态和输入信号进行分析、判别，决定下一步任务
- 内部任务执行与输出处理（输出命令部分）
 - 根据分析结果，发布控制命令



输入处理

- 对用户线、中继线、信令设备进行监视、检测并进行识别，生成相应事件放入队列，以便其他程序取用。大多数属于周期级的程序。包括：
 - 用户线状态扫描
 - 按钮拨号**DTMF**信号
 - 接收拨号脉冲
 - 中继线线路信号扫描
 - 接收多频**MFC**信号和**NO.7**信号
 - 接收操作控制台的消息以及机间通信消息的接收

用户线状态扫描

- 用户线的状态
 - 挂机状态时用户线的直流回路断开，摘机状态时用户线的直流回路接通。
 - 用 ‘0’ 表示续，用 ‘1’ 表示断
- 扫描目的
 - 及时响应用户的动作
 - 摘机动作：线路状态 ‘1’ \rightarrow ‘0’
 - 挂机动作：线路状态 ‘0’ \rightarrow ‘1’
- 扫描周期
 - 200ms
- 群处理扫描
 - 提高效率



用户线扫描原理

用户线状态

挂机 1

摘机 0

挂机 1

200ms周期

↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑ ↑

这次扫描结果

1 1 1 0 0 0 0 1 1

前次扫描结果

1 1 1 1 0 0 0 0 1 1

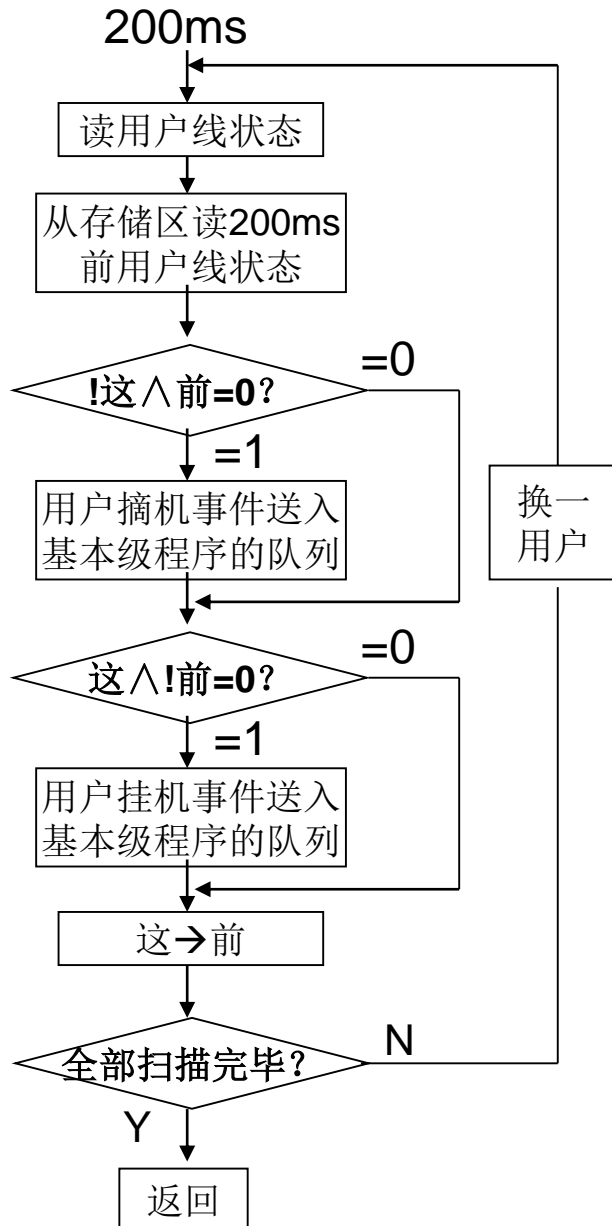
(!这) ∧ 前 = 摘

0 0 0 1 0 0 0 0 0

这 ∧ (!前) = 挂

0 0 0 0 0 0 0 1 0

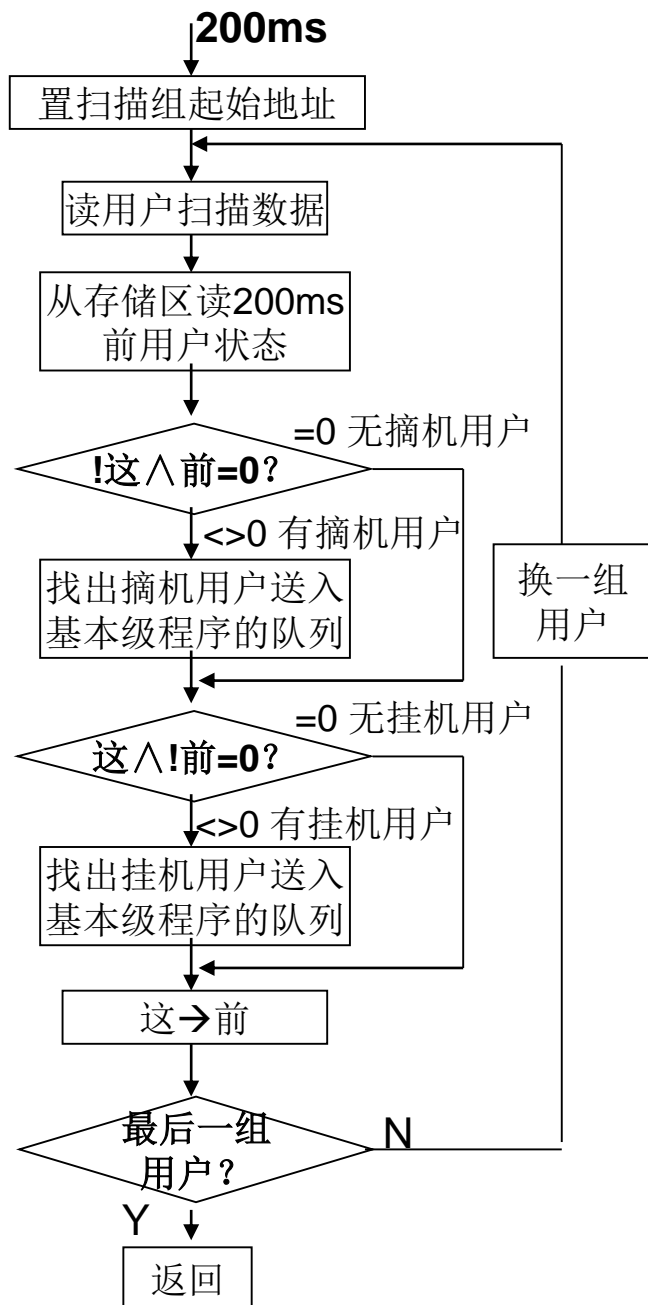
用户摘、挂机识别程序流程





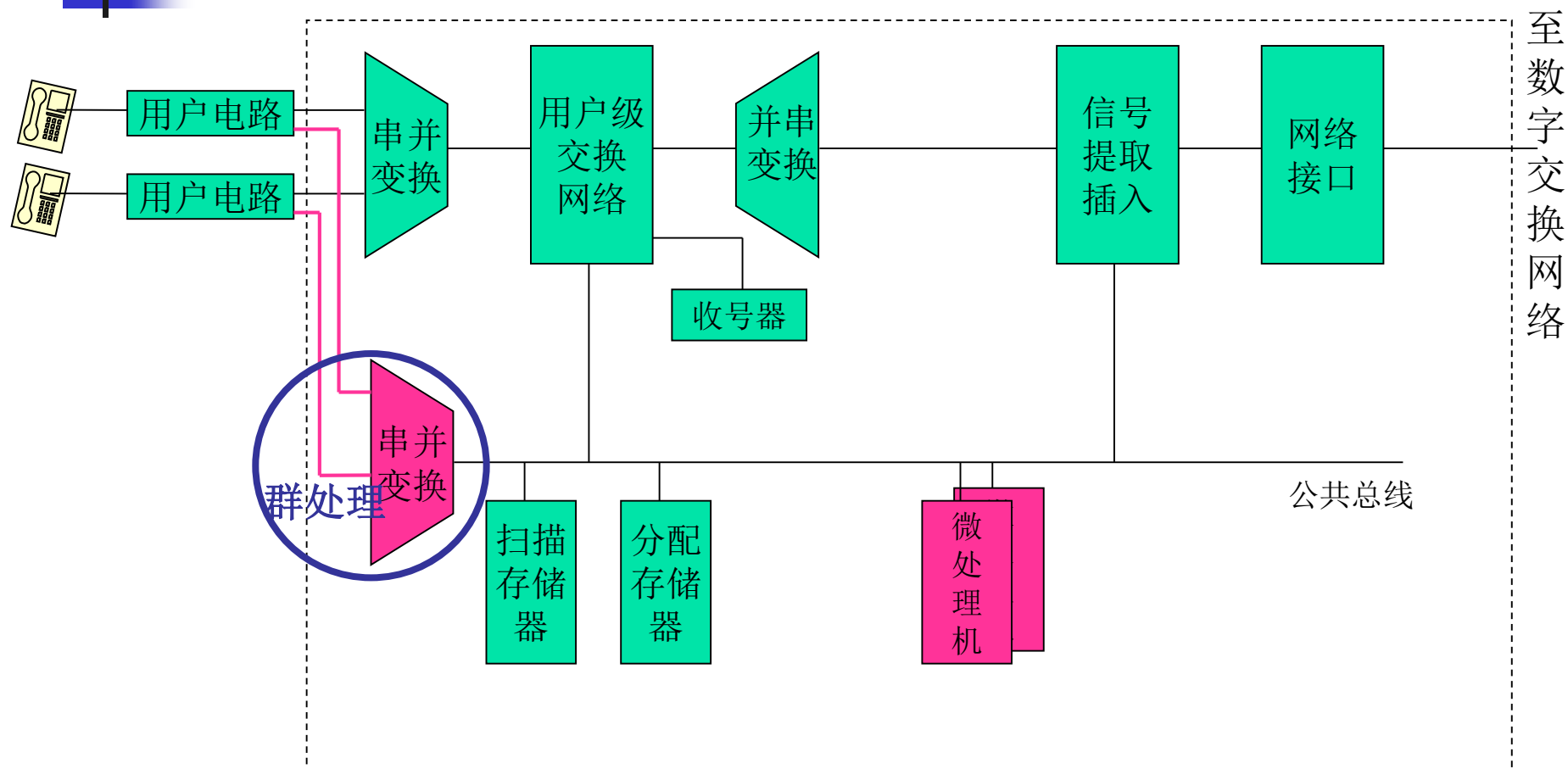
群处理扫描

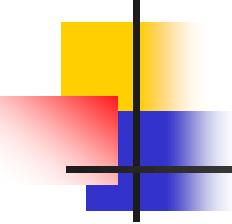
	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
这次扫描结果	1	1	0	1	1	1	1	0
前次扫描结果	0	1	1	1	1	1	1	1
$(!这) \wedge 前 = 摘$	0	0	1	0	0	0	0	1
$这 \wedge (!前) = 挂$	1	0	0	0	0	0	0	0



按组识别用户摘、挂机流程

话路部分





脉冲拨号号码的接收

- 脉冲识别
- 位间隔识别



DTMF音频信号的接收

	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D



DTMF音频信号的接收

- DTMF收号器
 - 输出数据：SP（1bit） 0：有号； 1：无号
 Q1~Q4（4bits）表示BCD号码
- 扫描原理
 - 识别来号事件，并读取号码。
 - 来号：SP状态“无号”（1）→“有号”（0）；
- 扫描周期
 - 16~20ms
- 群处理扫描
 - 提高效率



输入处理

- 对用户线、中继线、信令设备进行监视、检测并进行识别，生成相应事件放入队列，以便其他程序取用。大多数属于周期级的程序。包括：
 - 用户线状态扫描
 - 按钮拨号**DTMF**信号
 - 接收拨号脉冲
 - 中继线线路信号扫描
 - 接收多频**MFC**信号和**NO.7**信号
 - 接收操作控制台的消息以及机间通信消息的接收

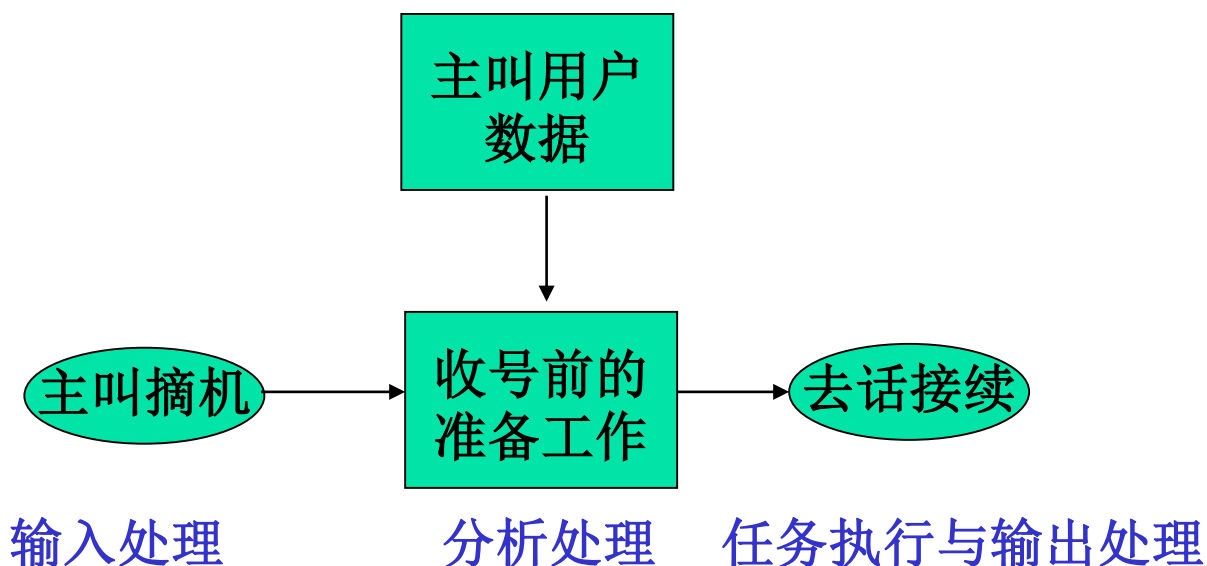


分析处理

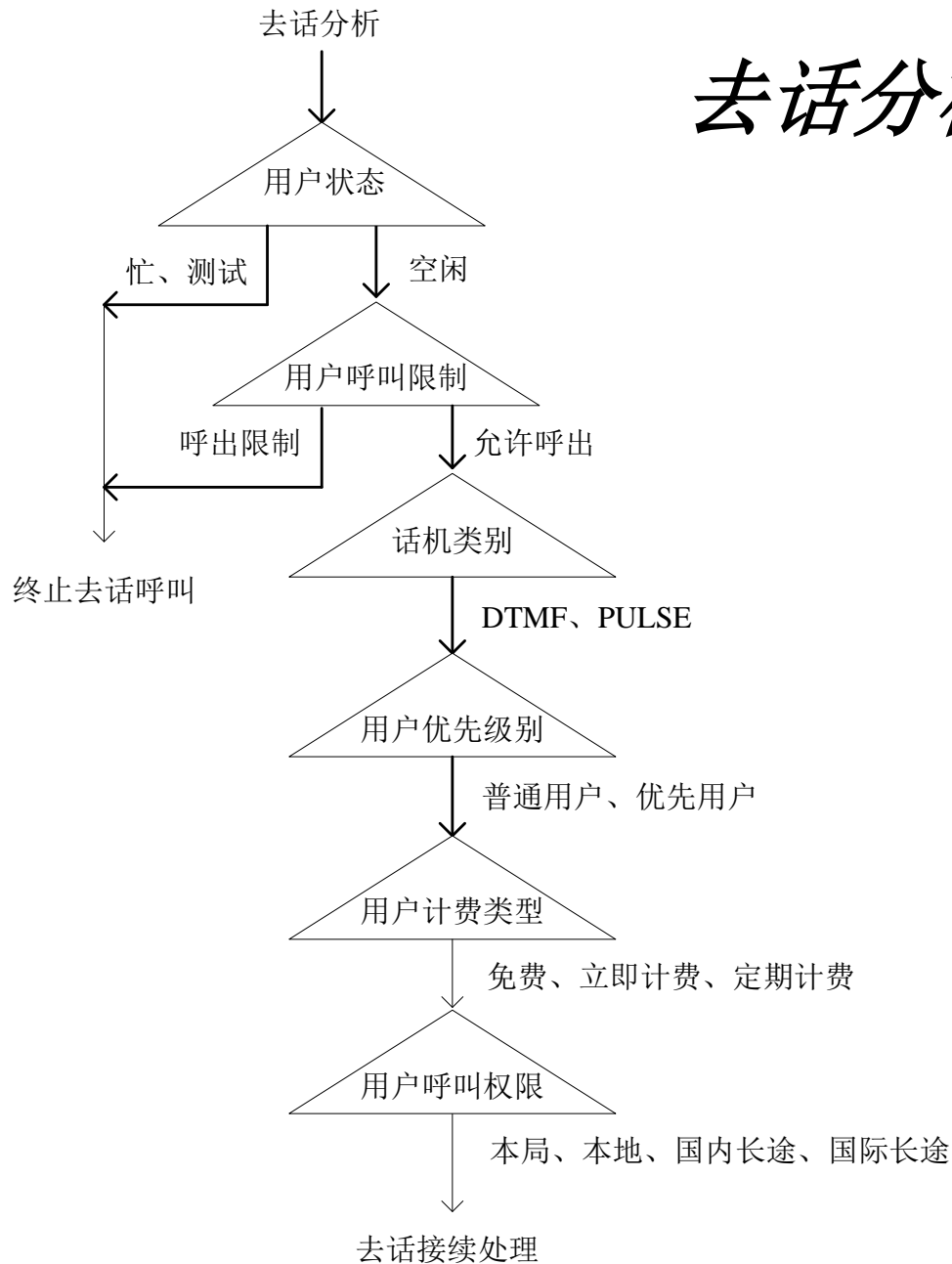
- 分析处理就是对各种信息（当前状态、输入信息、用户数据、可用资源等）进行分析，以确定下一步要执行的任务和进行的输出处理。分析处理由分析处理程序来完成，它属于基本级程序。按照要分析的信息，分析处理具体可分为：
 - 去话分析
 - 号码分析
 - 来话分析
 - 状态分析

去话分析

输入处理的摘挂机扫描程序检测到用户摘机信号后，交换机要根据用户数据进行一系列的分析，然后决定下一步的接续动作。我们将这种在主叫用户摘机发起呼叫时所进行的分析叫做去话分析，去话分析基于主叫用户数据，去话分析的结果决定下一步任务的执行和输出处理操作。

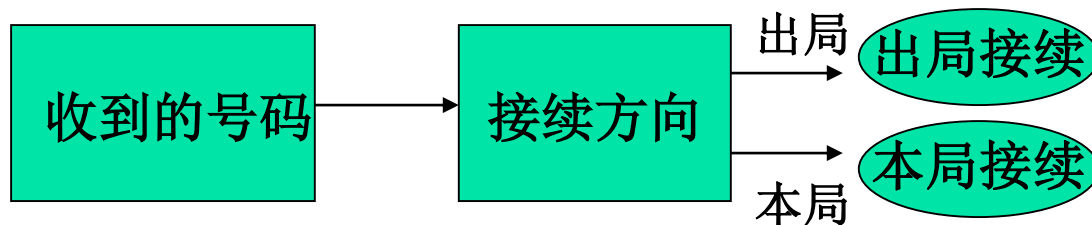


去话分析的一般流程



号码分析

号码分析是在收到用户的拨号号码时所进行的分析处理，其分析的数据来源就是用户所拨的号码。交换机可从用户线上直接接收号码，也可从中继线上接收它局传送来的号码。号码分析的目的是确定接续方向和应收号码的长度，以及下一步要执行的任务。



输入处理

分析程序

任务执行与输出处理



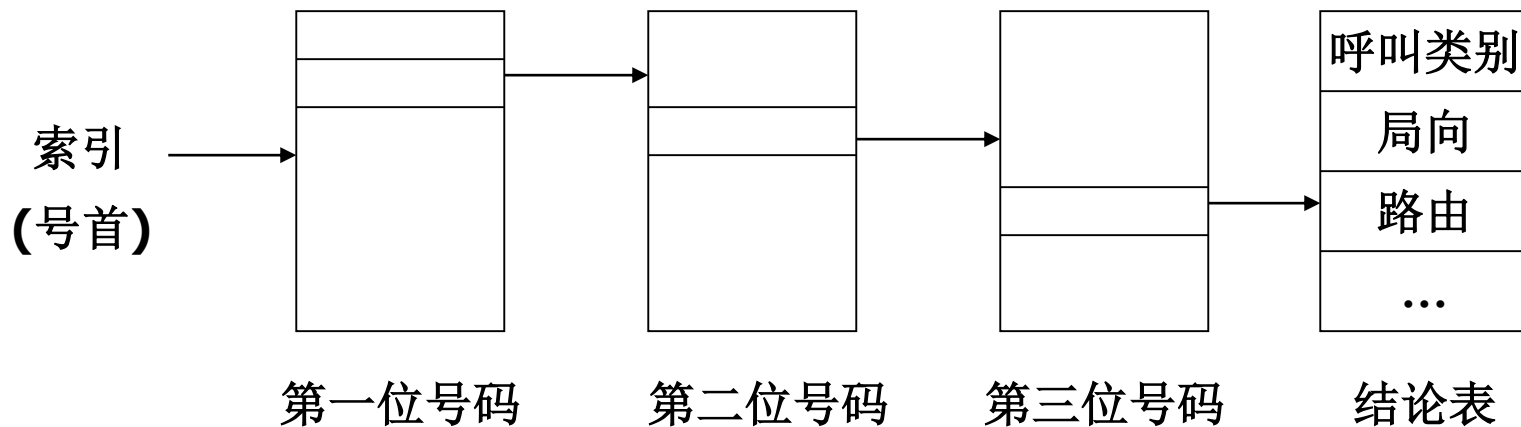
号码分析

号码分析可分为二步：**号首分析**、**号码翻译**

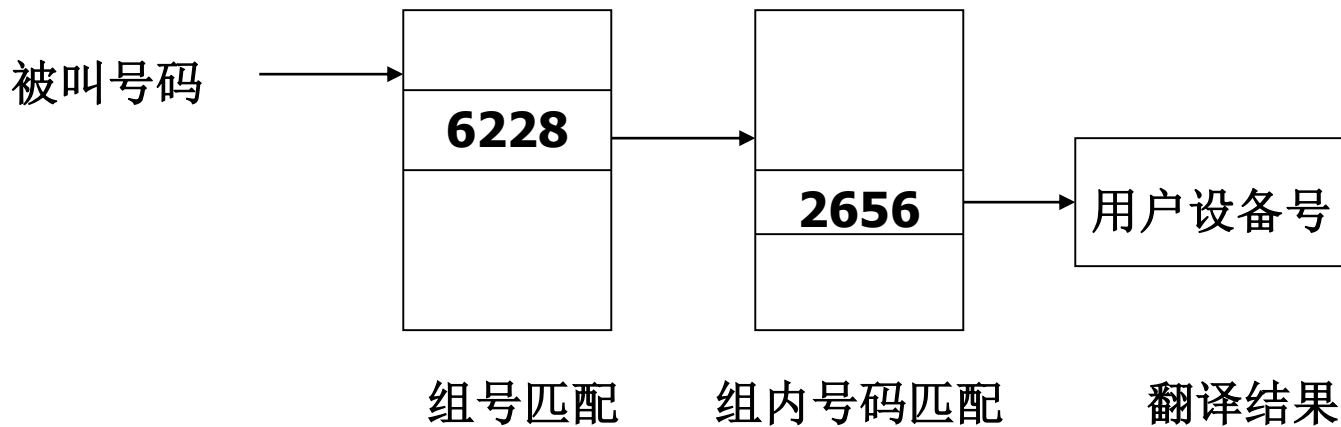
交换机接收到用户所拨的号码后，首先进行的分析就是号首分析。号首分析是对用户所收到的前几位号码的分析，一般为**1~3**位，以判定呼叫的接续类型，获取应收号长和路由等信息。

号码翻译是接收到全部被叫号码后所进行的分析处理，它通过接收到的被叫号码来找到对应的被叫用户。每个用户在交换机内都具有唯一的标识，通常称之为用户设备号，通过被叫号码找到对应的被叫用户，实际上就是要确定被叫用户的用户设备号，从而确定其实际所处的物理端口。

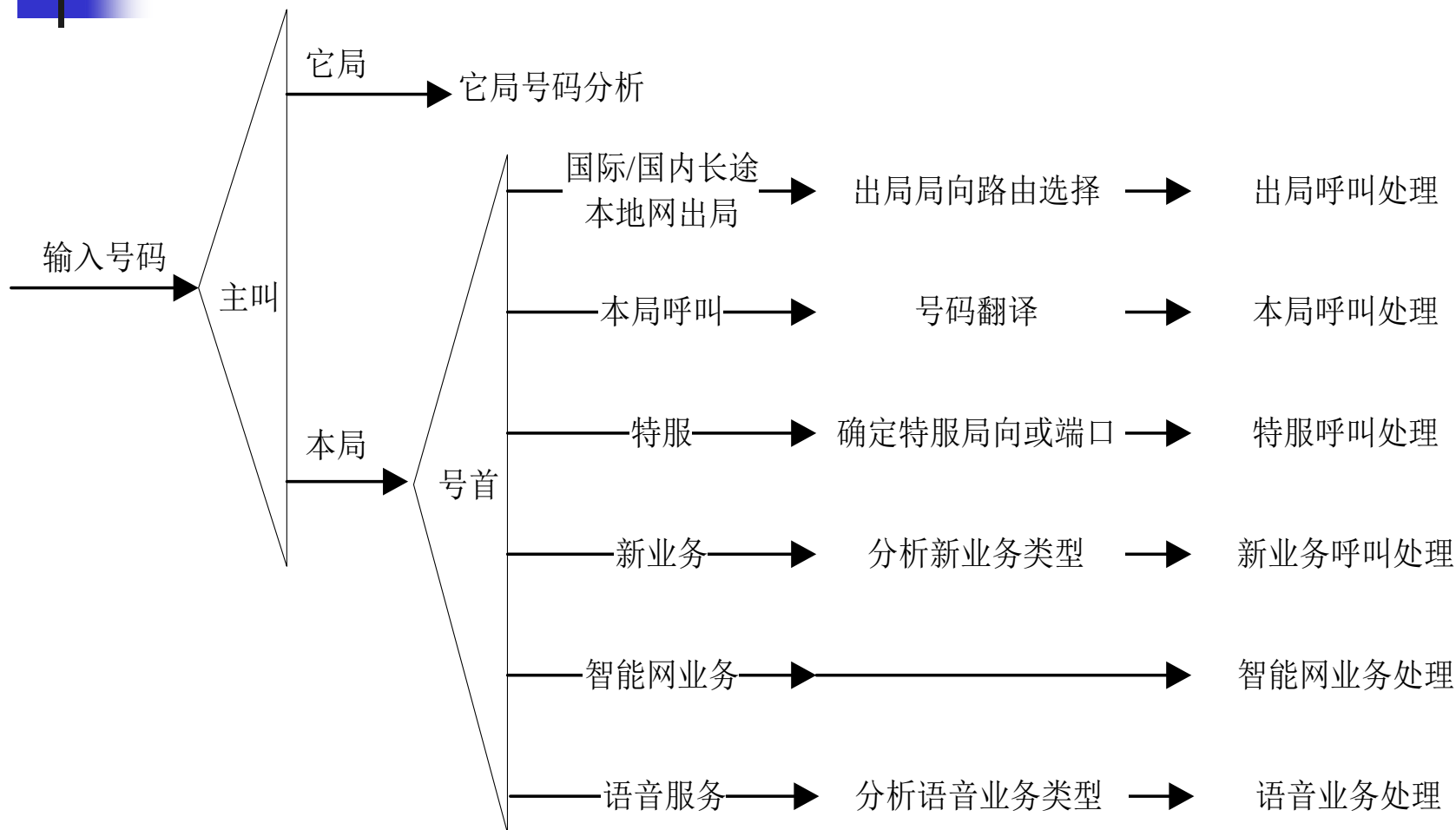
号码预译



地址翻译

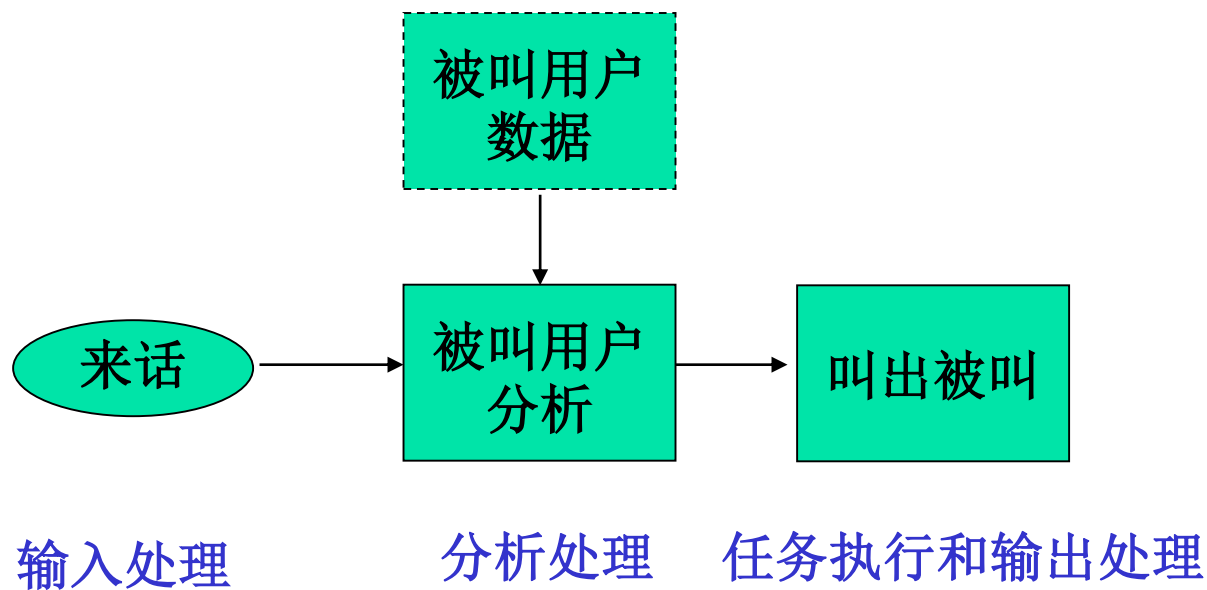


号码分析及相应任务的执行

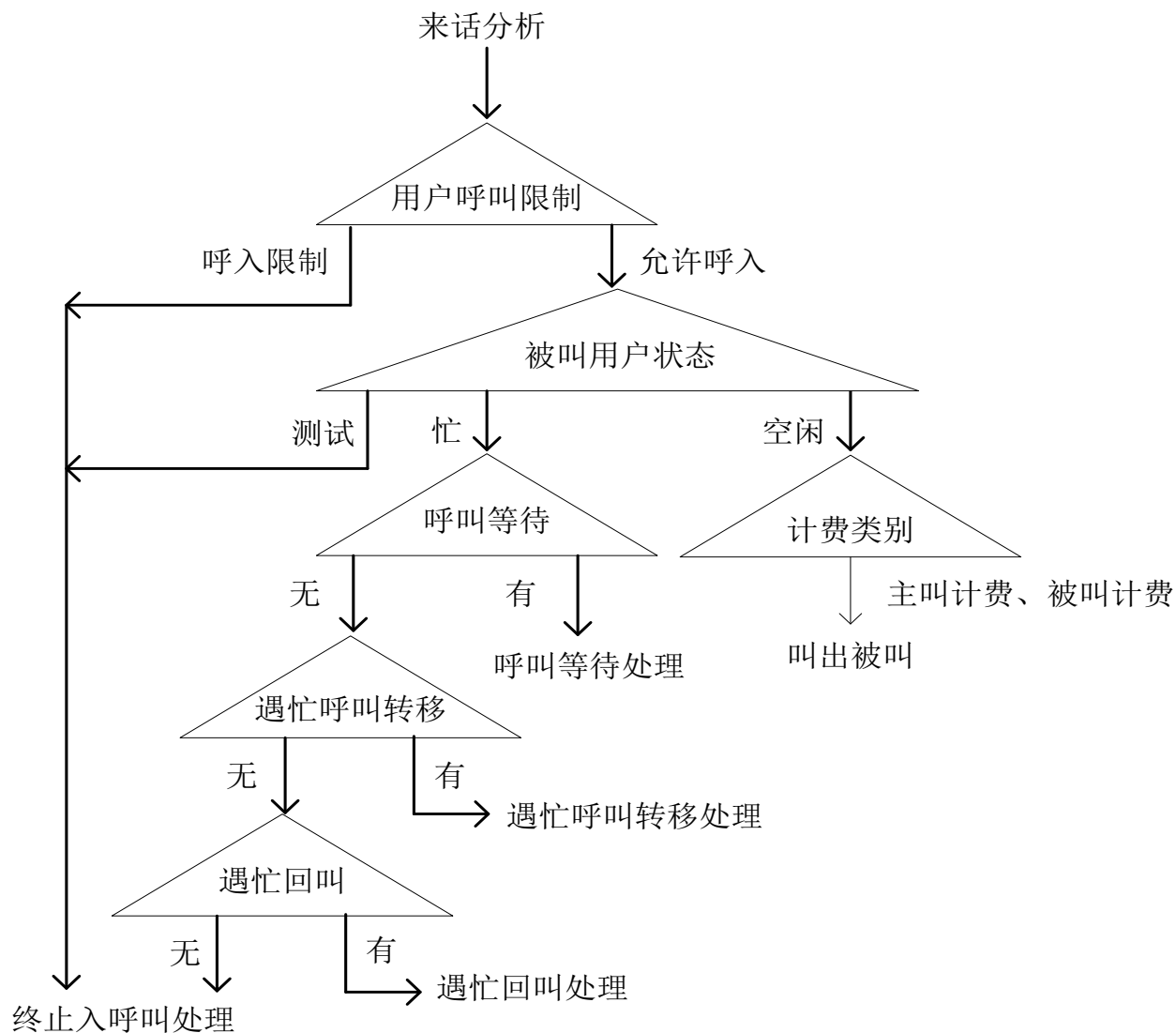


来话分析

来话分析的数据来源是**被叫用户数据**。



来话分析的一般流程

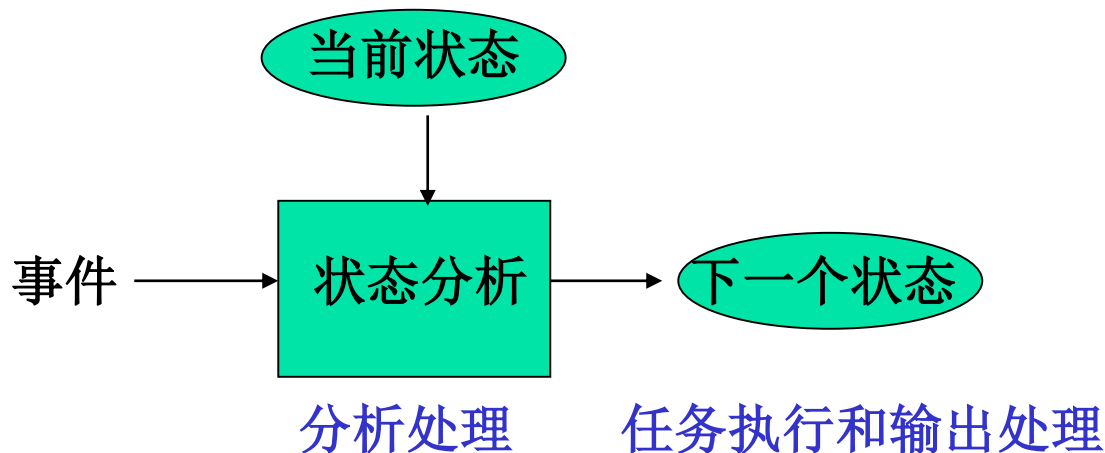


状态分析

状态分析的信息源是状态和输入的事件。

呼叫状态主要有空闲、等待收号、收号、振铃、通话、听忙音、听空号音、听催挂音、挂起等。

可能接收的事件主要有：摘机、挂机、超时、拨号号码、空错号（分析结果产生）等，在这里要强调的是事件不仅包括从外部接收的事件，还包括从交换机内部接收的事件，内部事件一般是由计时器超时、分析程序分析的结果、故障检测结果、测试结果等产生的。

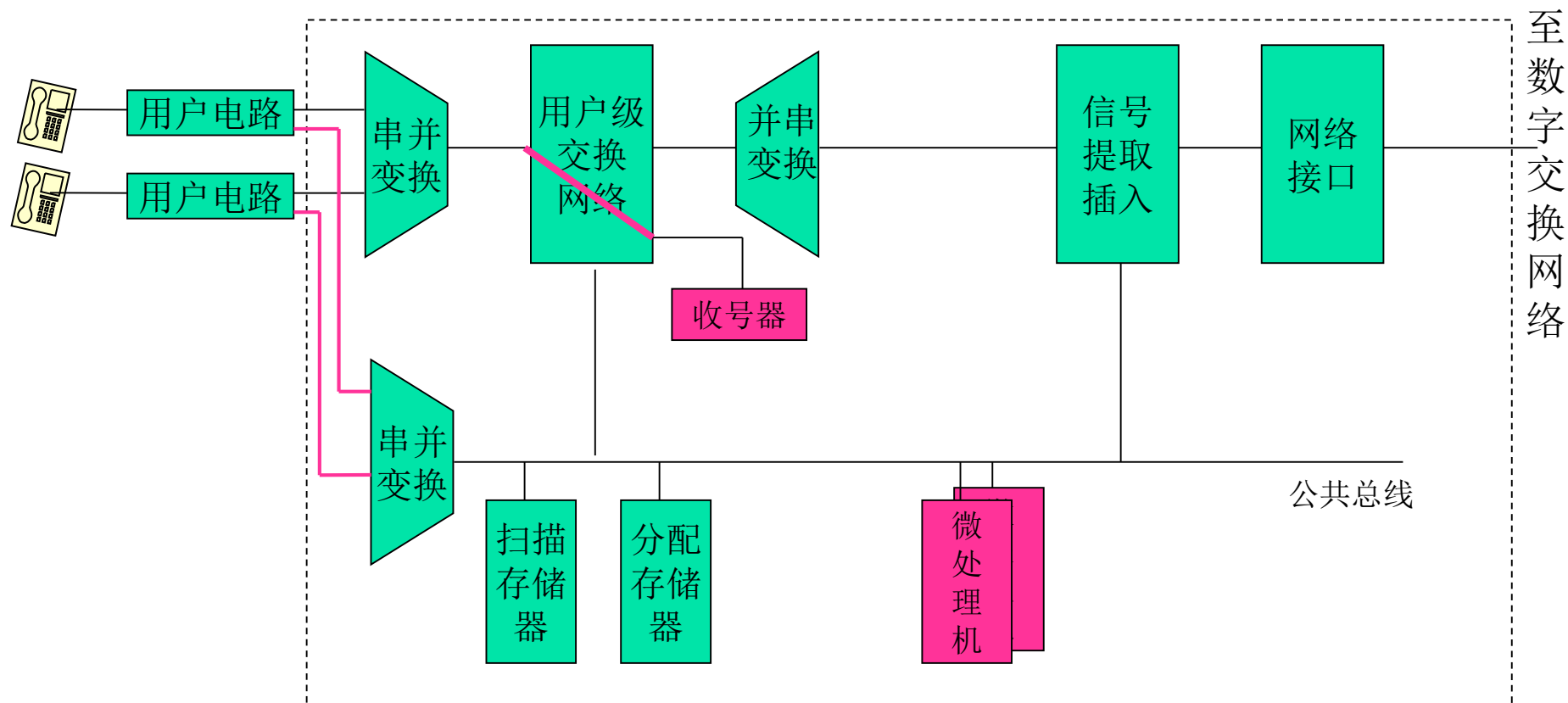




任务执行和输出处理

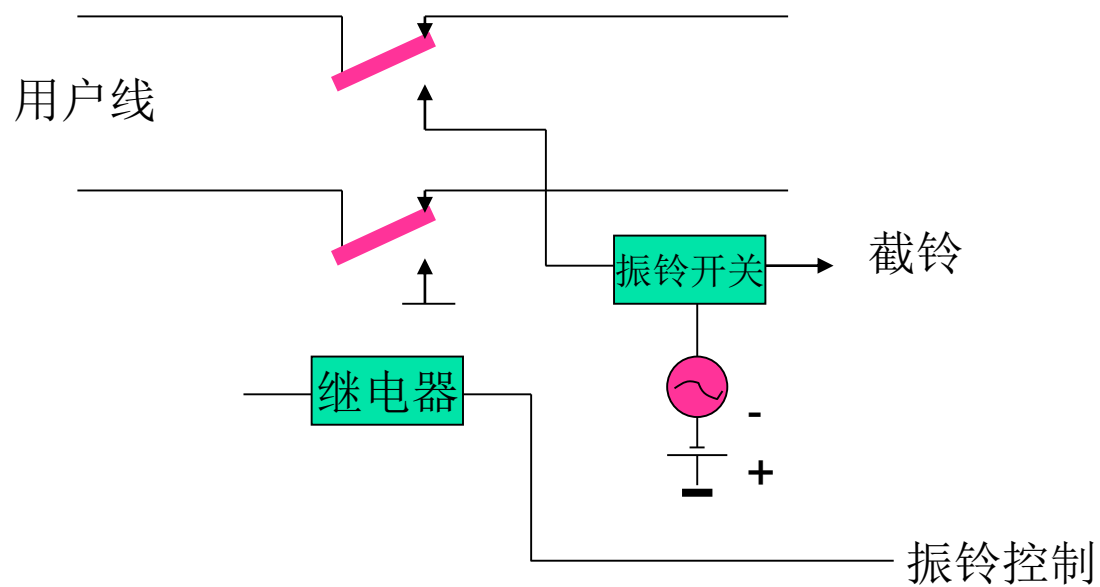
- 输出处理程序输出各种命令，完成具体的动作。有些属于基本级，有些属于周期级。包括：
 - 通话话路的驱动、复原
 - 发送分配信号
 - 发送线路信号、记发器信号、NO.7信令信号
 - 发送机间通信消息
 - 发送计费脉冲

话路部分--将收号器与某用户接通



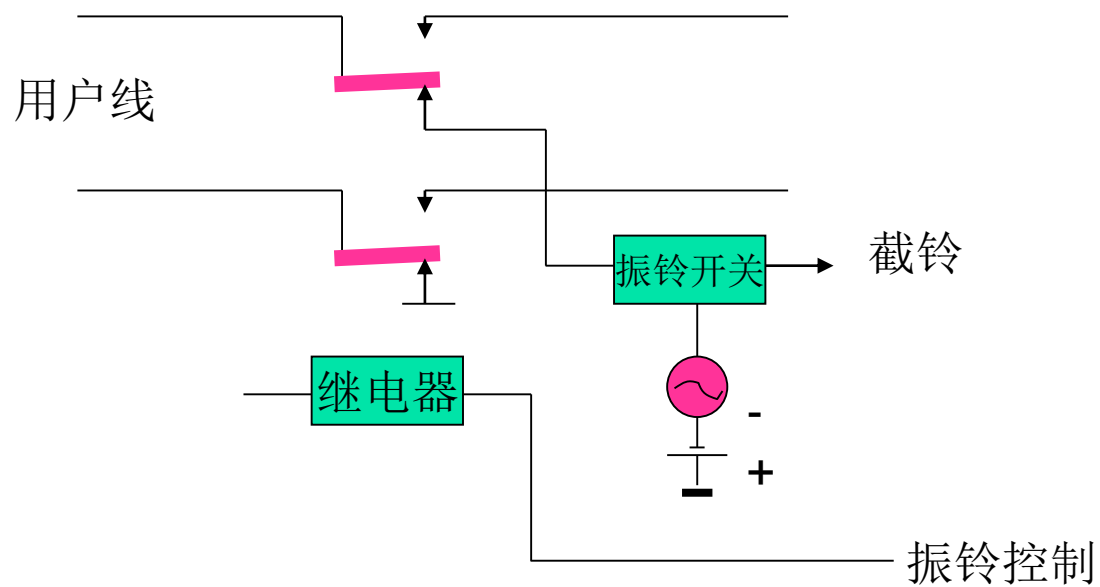
话路部分—振铃动作

- 用户电路功能（）



话路部分—振铃动作

- 用户电路功能（）





呼叫处理过程

- 输入处理
- 分析处理
- 输出处理



一个呼叫的处理过程

- 1) 主叫用户摘机呼叫**
- 2) 送拨号音, 准备收号**
- 3) 收号**
- 4) 号码分析**
- 5) 接至被叫用户**
- 6) 向被叫用户振铃**
- 7) 被叫应答和通话**
- 8) 主叫先挂机, 通话结束**
- 9) 被叫先挂机, 通话结束**



实现补充业务

- 热线业务
- 温线业务
- 无条件呼叫转移

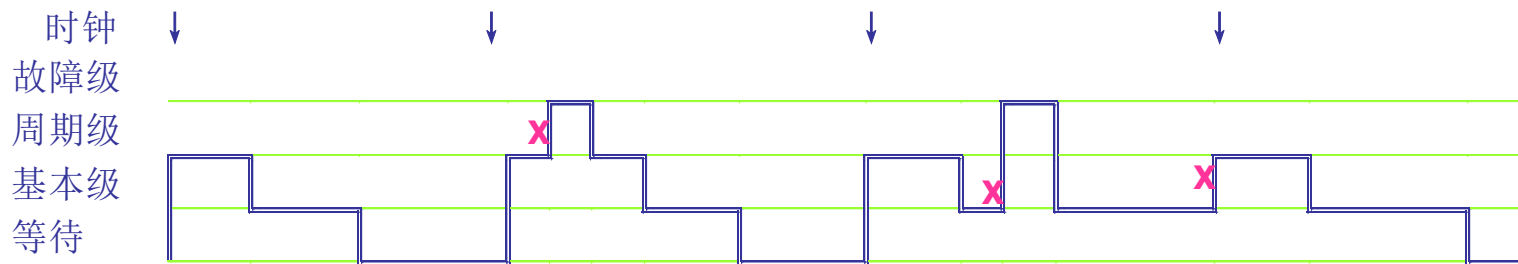
程控交换系统中任务的分级和调度

■ 任务分级

程序级别	程序功能	启动方式	响应速度
故障级	故障识别和故障紧急处理	硬件中断启动	立即响应
周期级	按一定周期进行的各种扫描和驱动	时钟中断启动	在严格时限内响应
基本级	分析处理和各种无时限任务	事件队列启动	在一定时限内响应

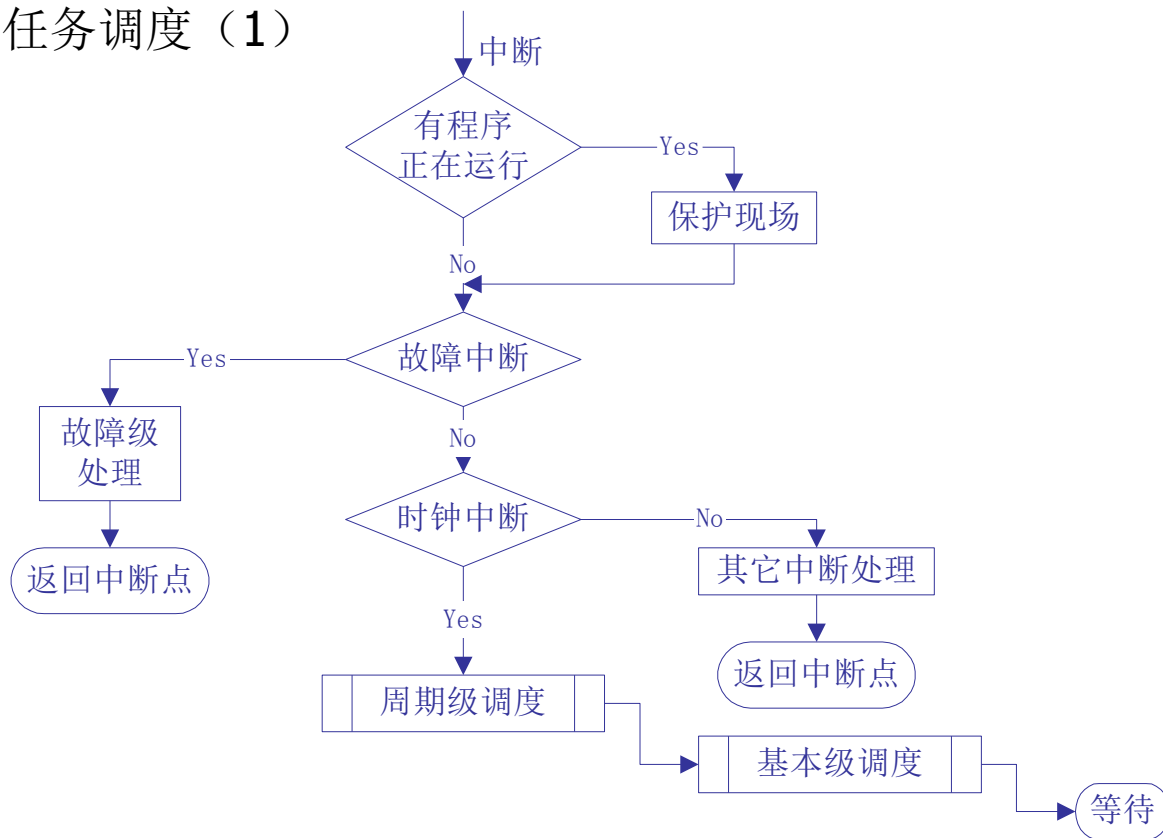
■ 级间转移的原则

■ 级别高的程序优先处理



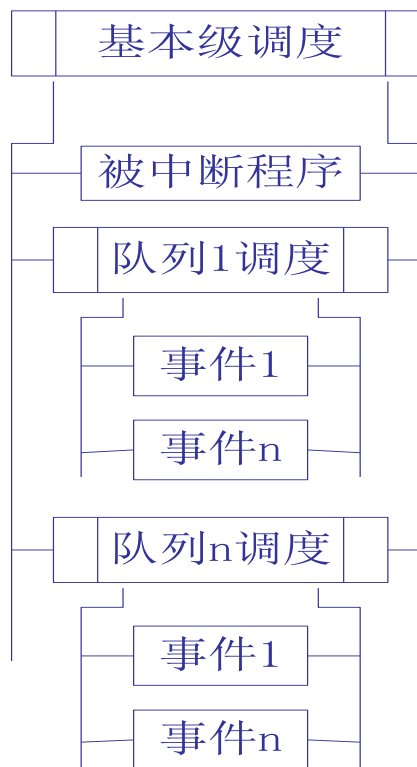
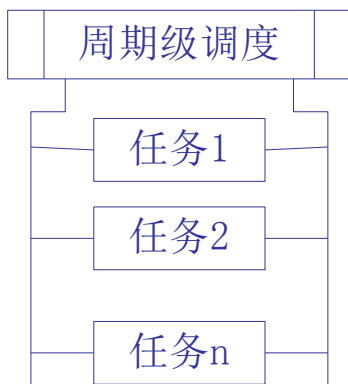
程控交换系统中任务的分级和调度

■ 任务调度（1）



程控交换系统中任务的分级和调度

■ 任务调度（2）





程控交换系统中任务的分级和调度

- 不同操作系统中的任务调度
 - 周期级调度
 - 在单任务操作系统中，可以利用 **时钟中断+时间表** 的方法调度周期级任务
 - 在实时多任务操作系统中，可以设置任务周期，利用操作系统的调度机制调度周期级任务
 - 基本级调度
 - 在单任务操作系统中，可以自己设计事件队列调度基本级任务
 - 在实时多任务操作系统中，可以利用操作系统的事件队列、信箱等机制驱动基本级任务

时间表调度

F E D C B A 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0

屏蔽表

1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

时间表

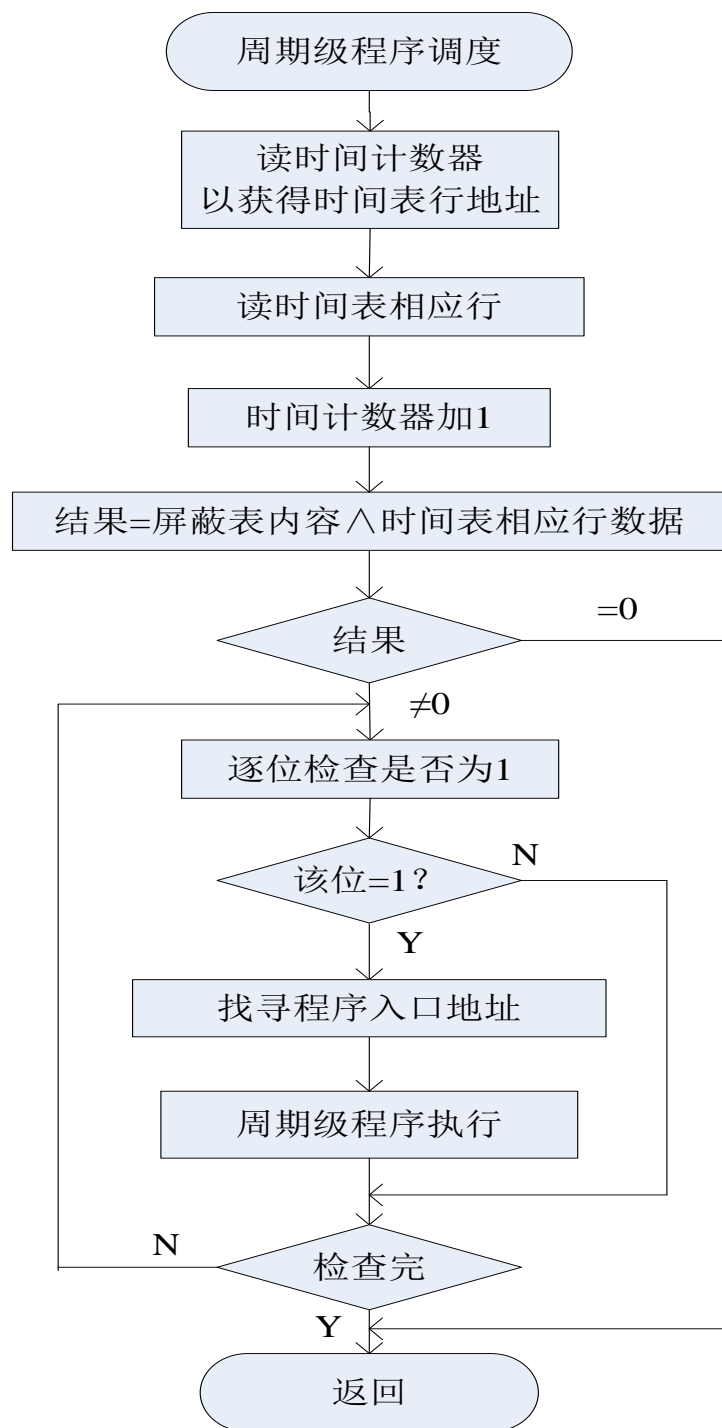
T₀

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

T_B

功能程序
入口地址
表

时间 计数器清 零	中 继 扫 描	用 户 群 4 扫 描	用 户 群 3 扫 描	用 户 群 2 扫 描	用 户 群 1 扫 描	位 间 隔	按 钮 识 别	测 试 脉 冲	拨 号 脉 冲
-----------------	------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	-------------	------------------	------------------	------------------





程控交换软件技术

(1) 群处理

为提高效率，在软件设计中尽可能对一群对象同时进行逻辑运算和处理。

(2) 逐次展开法

(3) 表格驱动

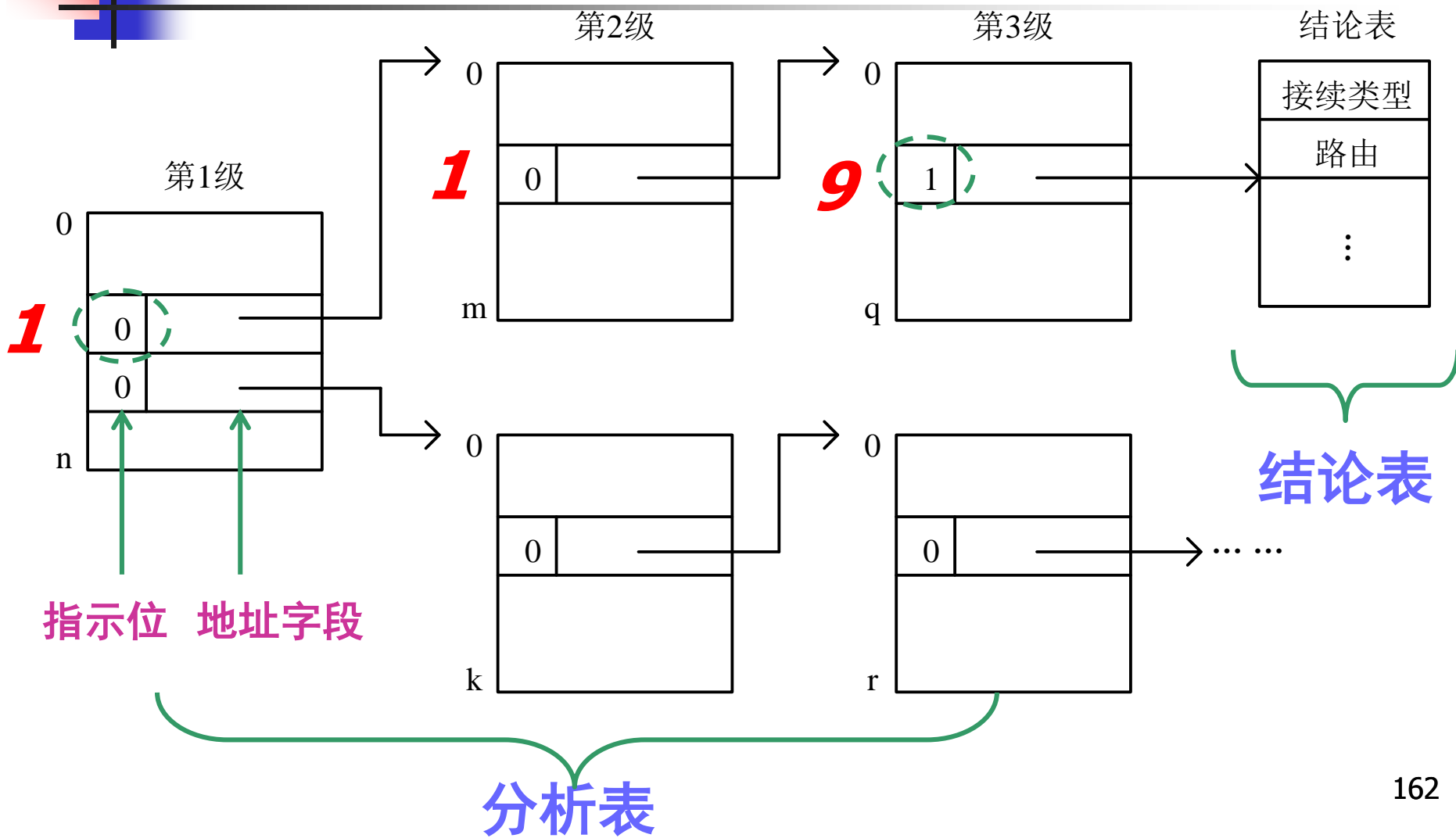
(4) 有限状态机的实现



(2) 逐次展开法

逐次展开法基于逐次展开的分析表，该表为多级检索表，呈树型结构。

(2) 逐次展开法——号首分析



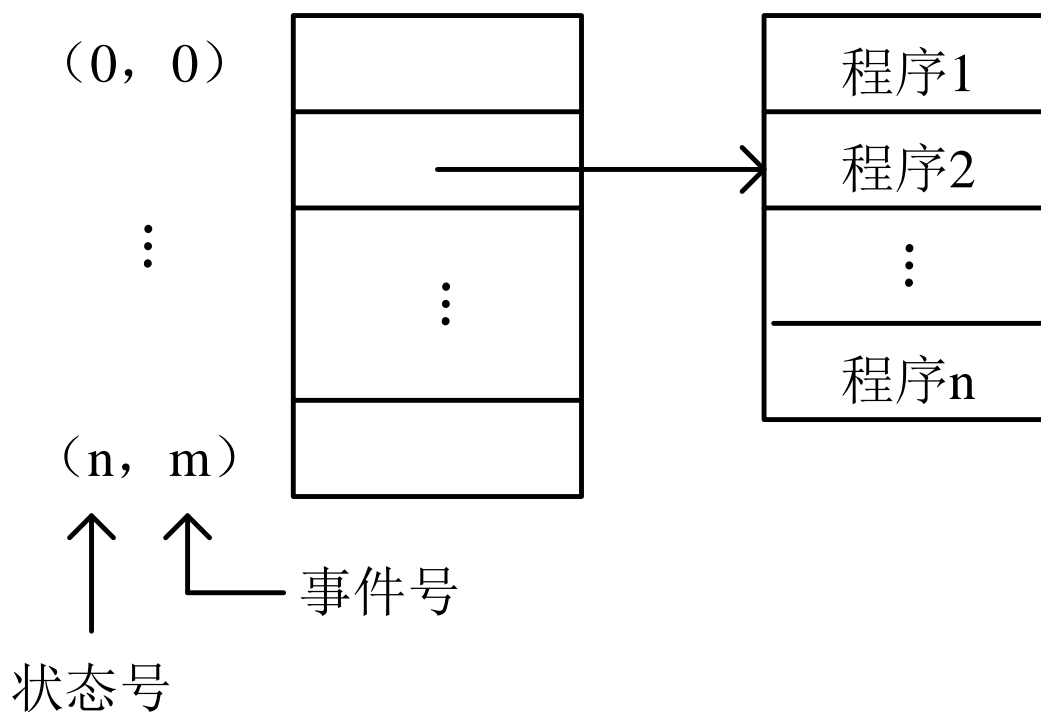


有限状态机的实现

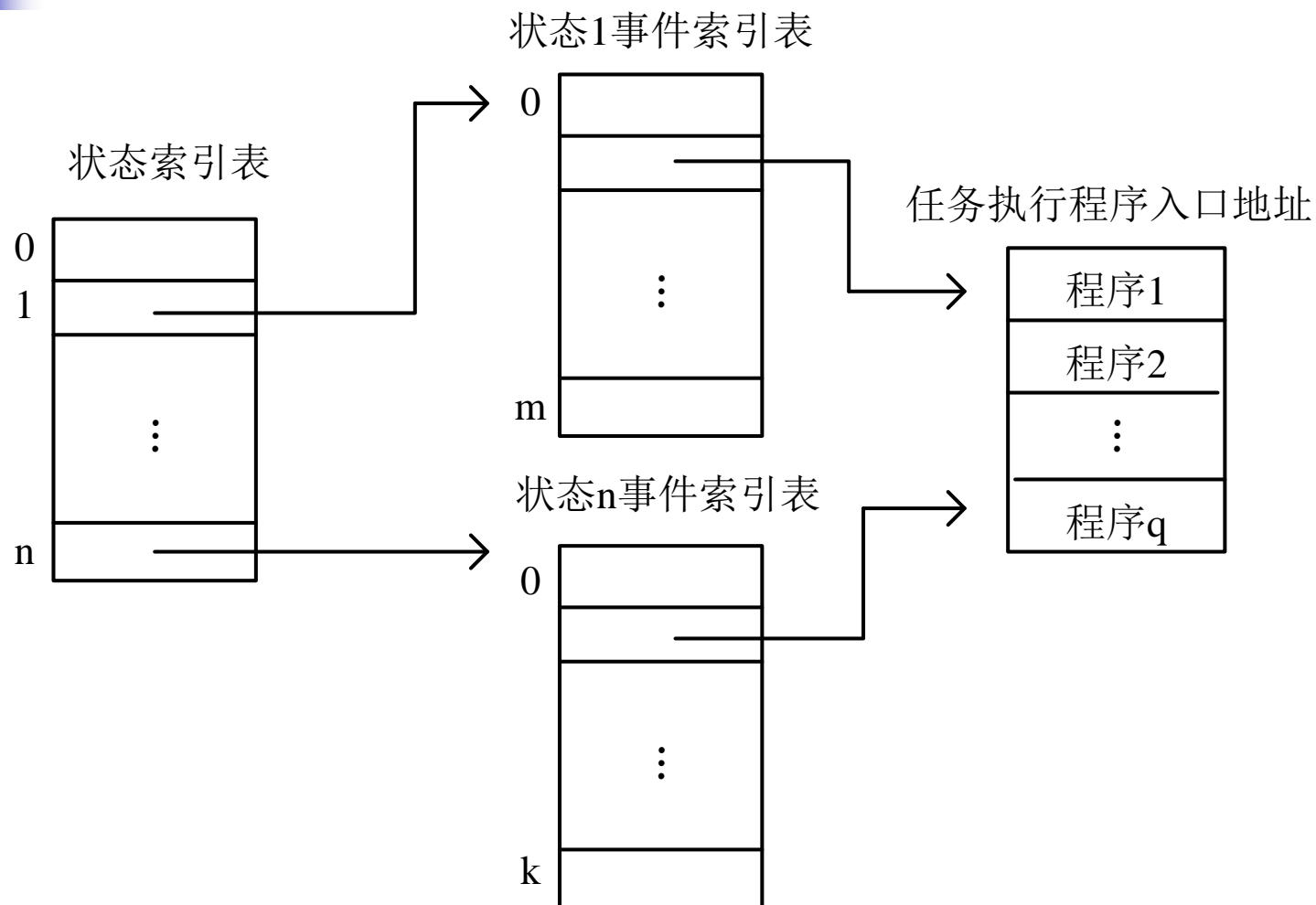
呼叫处理过程可以用扩展的有限状态机来描述，因而呼叫处理程序的实现，就是实现呼叫处理的有限状态机。设计实现有限状态机的方法有很多，在这里我们介绍常用的两种实现方法：**二维数组法**和**多级表法**。

基于二维数组的有限状态机的实现

任务执行程序入口地址



基于多级表的有限状态机的实现



实时多任务OS 例

CreateTask('摘机', &proc_handoff, period=200ms)

Proc proc_handoff()

{

群处理;

if ((!这) ^ 前 == 1) then

{

sendmessage('摘机', msgQ);

}

}

Proc Call_control()

```
{
    while(1)
    {
        pMsg = RecvMsg(MsgQ); //等待接收事件
        port = pMsg->UserPort; //分析事件对应的用户
        event = pMsg->event; //取出事件号
        state = phyPort[port].state; //查询该用户当前状态
        switch(状态state)
        {
            case 空闲
                switch(事件event)
                {
                    case 摘机
                    case 振铃
                }
            case 收号
        }
    }
}
```

```
p = &phyPort[port];
switch(p->state)
{
case FXS_PORT_ONHOOK_STATE:
    if(event == EVENT_OFFHOOK)
    {
        drv_SendDialTone(port);
        drv_DtmfDetect(port,0);
        SetTimeExpire(port,timer0,p->state);
        p->state = FXS_PORT_WAIT_DIAL_STATE;
        return;
    }
    if(event == EVENT_RING)
    {
        drv_SendRingTone(port,p->srcDigital,p->name);
        SetTimeExpire(port,timer8,p->state);
        p->state = FXS_PORT_RINGING_STATE;
        return;
    }
    break;
```

case FXS_PORT_WAIT_DIAL_STATE:

if(event == EVENT_TIMEOUT)

{

drv_SendBusyTone(port);

SetTimeExpire(port,timer1,p->state);

p->state =FXS_PORT_BUSY_TONE_STATE;

return;

}

if(event == EVENT_DIAL)

{

RMCANCELMESSAGE(p->timer);

drv_StopDialTone(port);

SetTimeExpire(port,timer2,p->state);

p->state = FXS_PORT_DIAL_STATE;

return;

}

if (event == EVENT_ONHOOK)

{

}

break;

case FXS_PORT_BUSY_TONE_STATE:

if(event == EVENT_TIMEOUT)

{

drv_StopBusyTone(port);

drv_SendHastenTone(port);

SetTimeExpire(port,timer3,p->state);

p->state = FXS_PORT_HASTEN_TONE_STATE;

return;

}

if(event == EVENT_ONHOOK)

{

RMCANCELMESSAGE(p->timer);

drv_StopBusyTone(port);

p->state = FXS_PORT_ONHOOK_STATE;

return;

}

break;



交换技术基础



呼叫处理能力BHCA

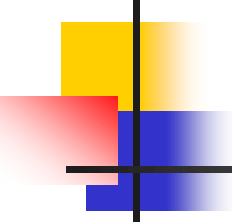
- 呼叫处理能力**BHCA**

- 定义：在保证规定的服务质量标准的前提下，控制部件（处理机系统）在单位时间内能够处理的最大试呼次数。
- 以‘最大忙时试呼次数’表示，简写**BHCA**
- 试呼、服务质量、单位时间

- **BHCA**的计算模型

$$t = a + b N$$

- t （系统开销）：时间资源的占用率。
- a （固有开销）：与呼叫次数（话务量）无关的系统开销，如：任务调度和扫描开销。
- b ：处理一次呼叫的平均开销，包括操作系统部分和呼叫处理部分开销。
- N ：呼叫次数。
- bN （非固有开销）：处理所有呼叫的系统开销。



例：某处理机忙时用于呼叫处理的时间开销平均为**0.85**，固有开销**a=0.29**，处理一个呼叫平均需时**32ms**，求其**BHCA**为多少？

$$0.85 = 0.29 + (32 \times 10^{-3} / 3600) \times N$$

$$N = 63000 \text{ 次/小时}$$

N的单位是次/小时，所以处理呼叫平均时间要化成以小时为单位！！！！



BHCA实例

- **C&C08** 系统容量可从**256**用户平滑扩充到**80万**用户线或**24万**中继线，**C&C08** 采用话务分散控制结构，交换模块内部采用分级分散群机控制技术，模块内部通信采用内存映射技术，加上大量使用大容量内存和高性能**CPU**，使**C&C08** 系统的**BHCA**值达**6000K**。
- **SoftX3000**软交换设备是**NGN**解决方案中的核心构件，具备呼叫控制、信令和协议处理以及基本业务提供的的能力。最大用户数：**200万用户/36万中继**
其**BHCA: 16000K**。



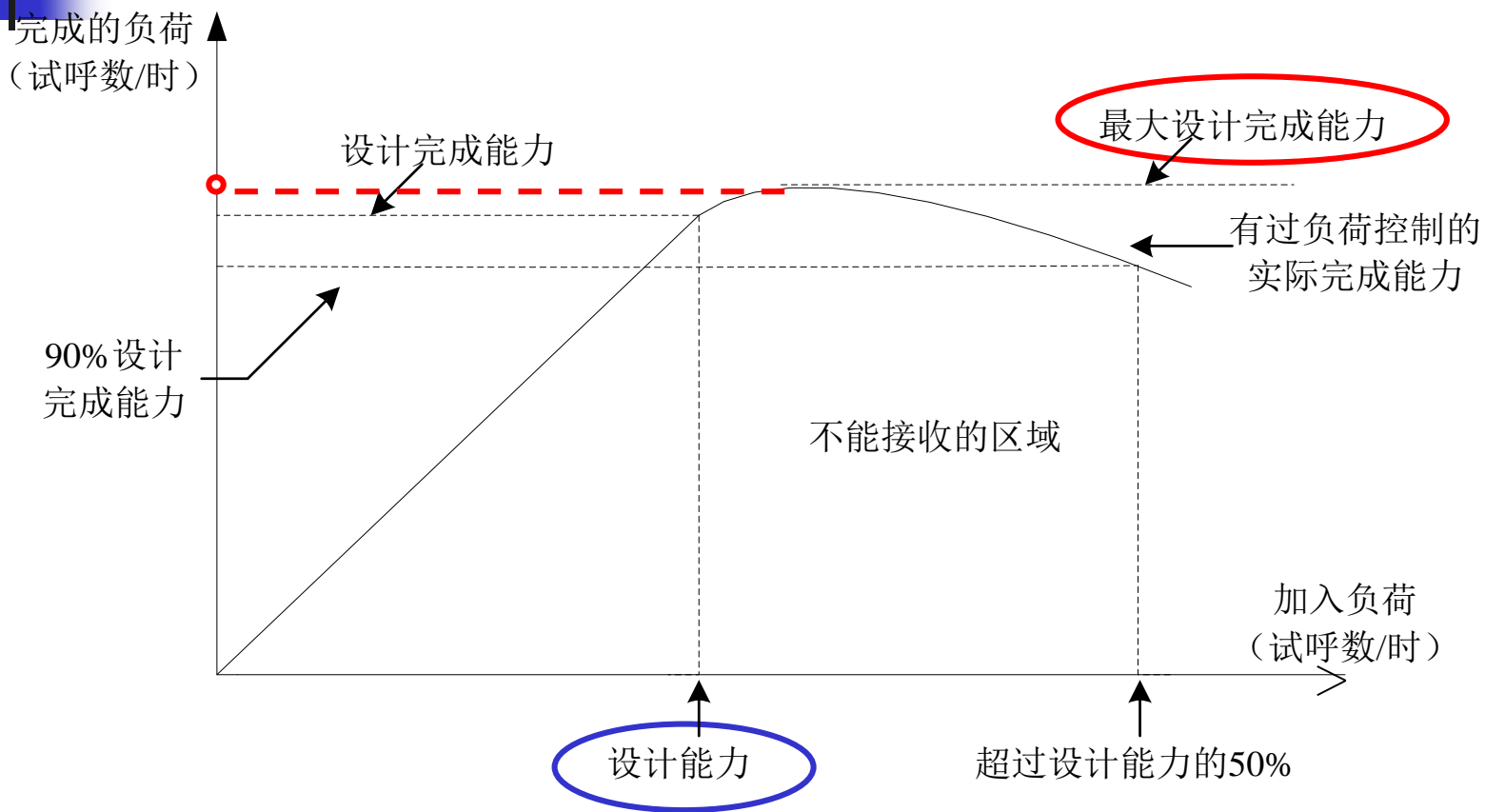
过负荷状态

如果在一个有效的时间间隔周期内（不包含峰值瞬间），出现在交换设备上的试呼次数，即话务负荷超过了交换机控制系统的设计处理能力时，则称该交换设备运行在**过负荷状态**。

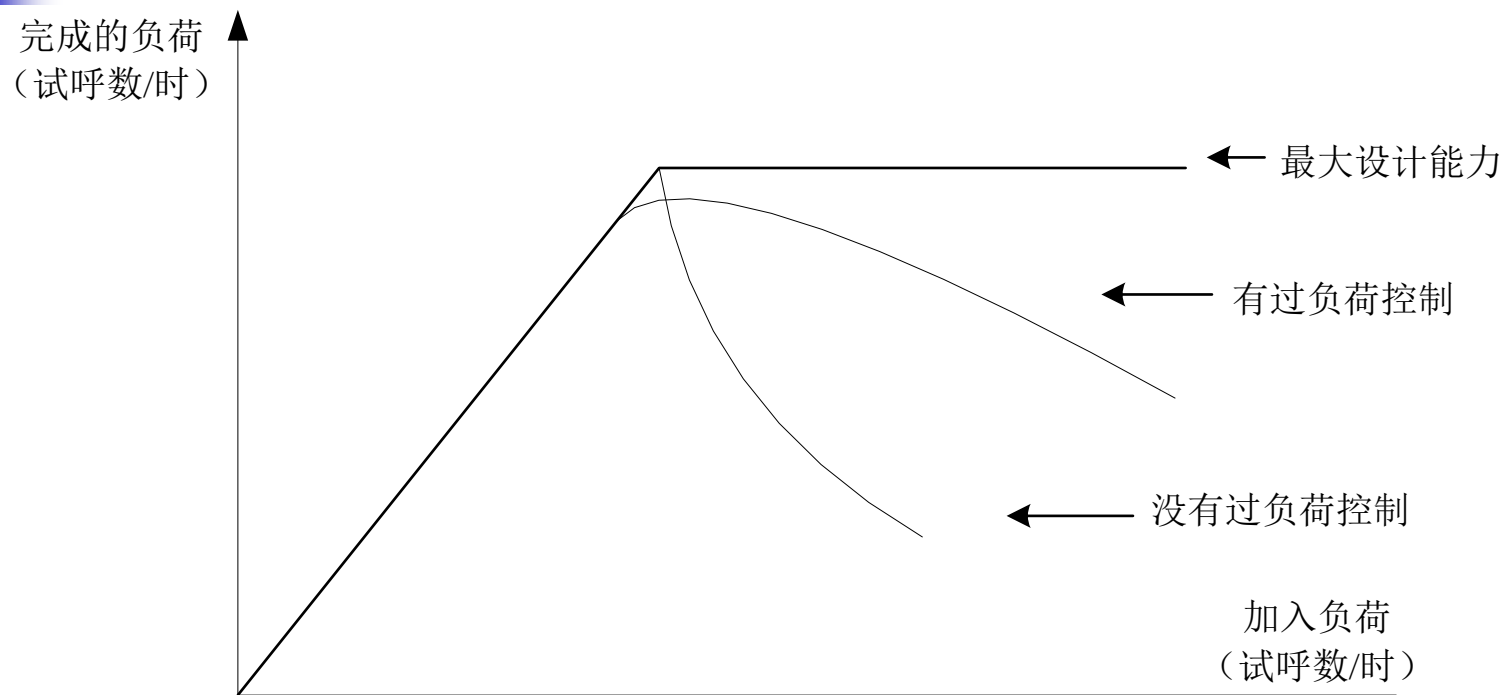
加入到交换设备上的总负荷中，超过它的设计负荷能力部分称为过负荷部分，一般用负荷的百分数来表示。如加入到交换设备上试呼总次数超过它的设计负荷能力的**10%**时，此时称为**10%**过负荷。

对交换机过负荷控制的要求是：当出现在交换设备上的试呼次数超过它的设计负荷能力的**50%**时，允许交换设备呼叫处理能力下降至设计负荷能力的**90%**。

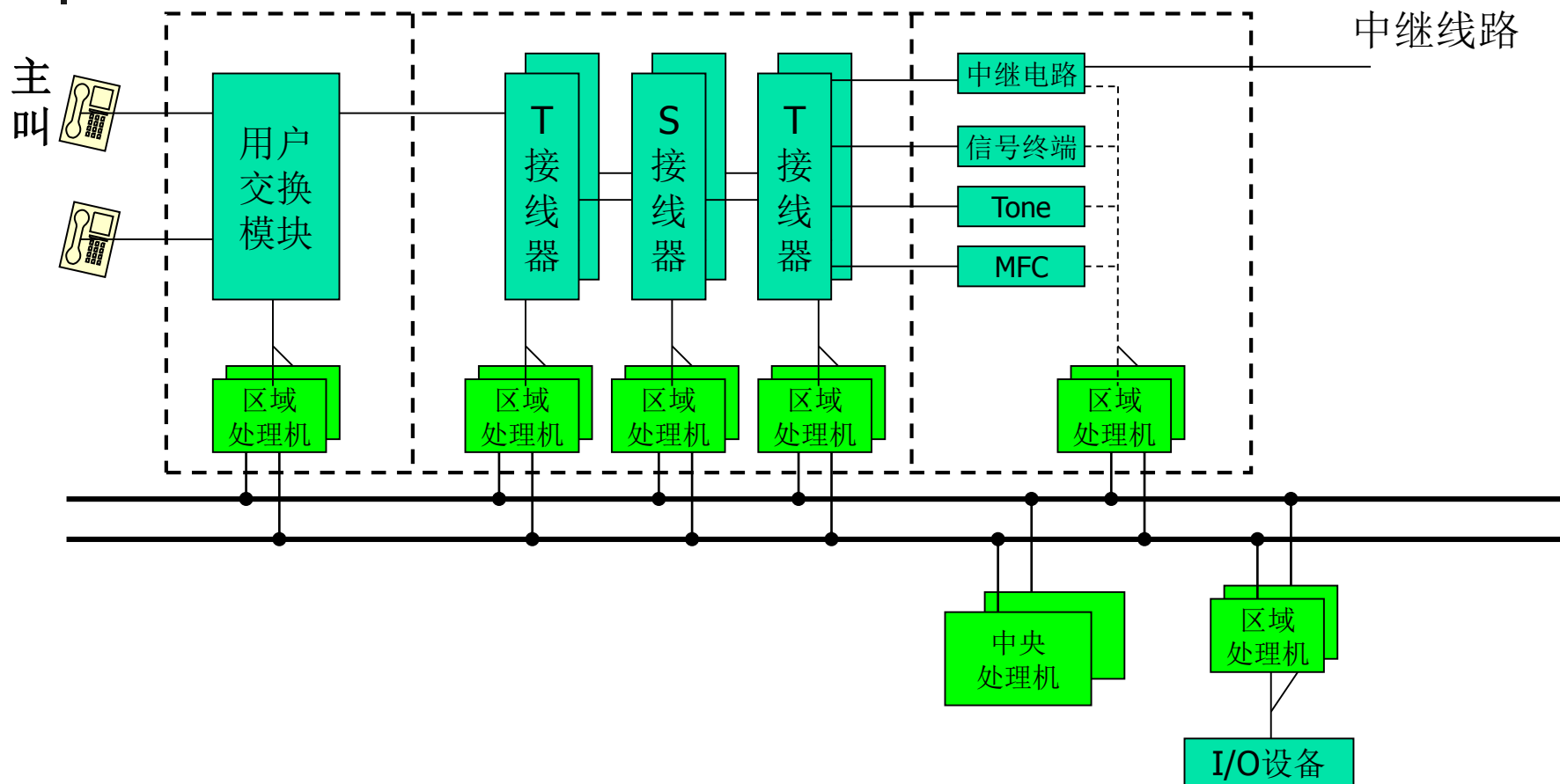
过负荷控制



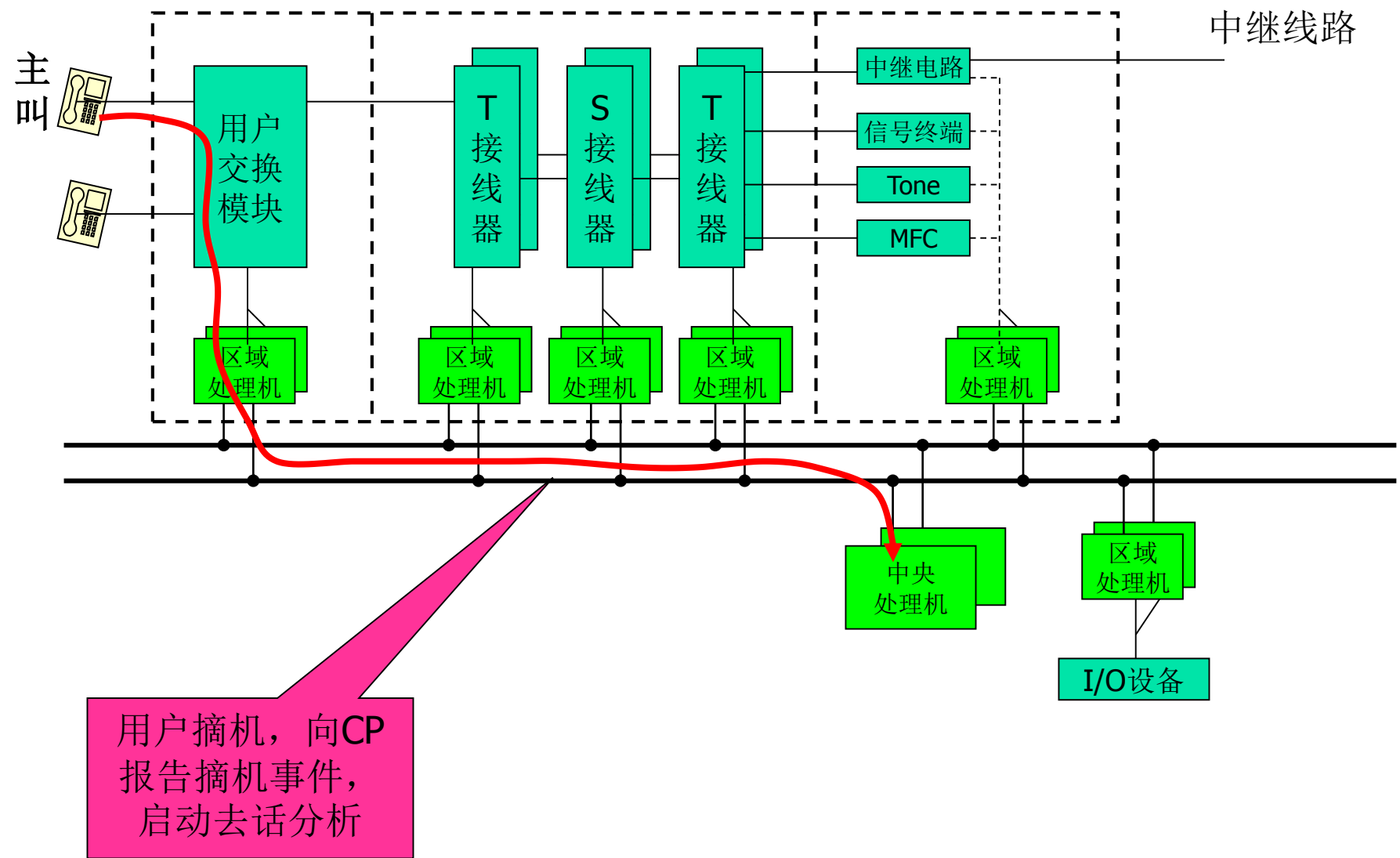
有过负荷控制与无过负荷控制比较



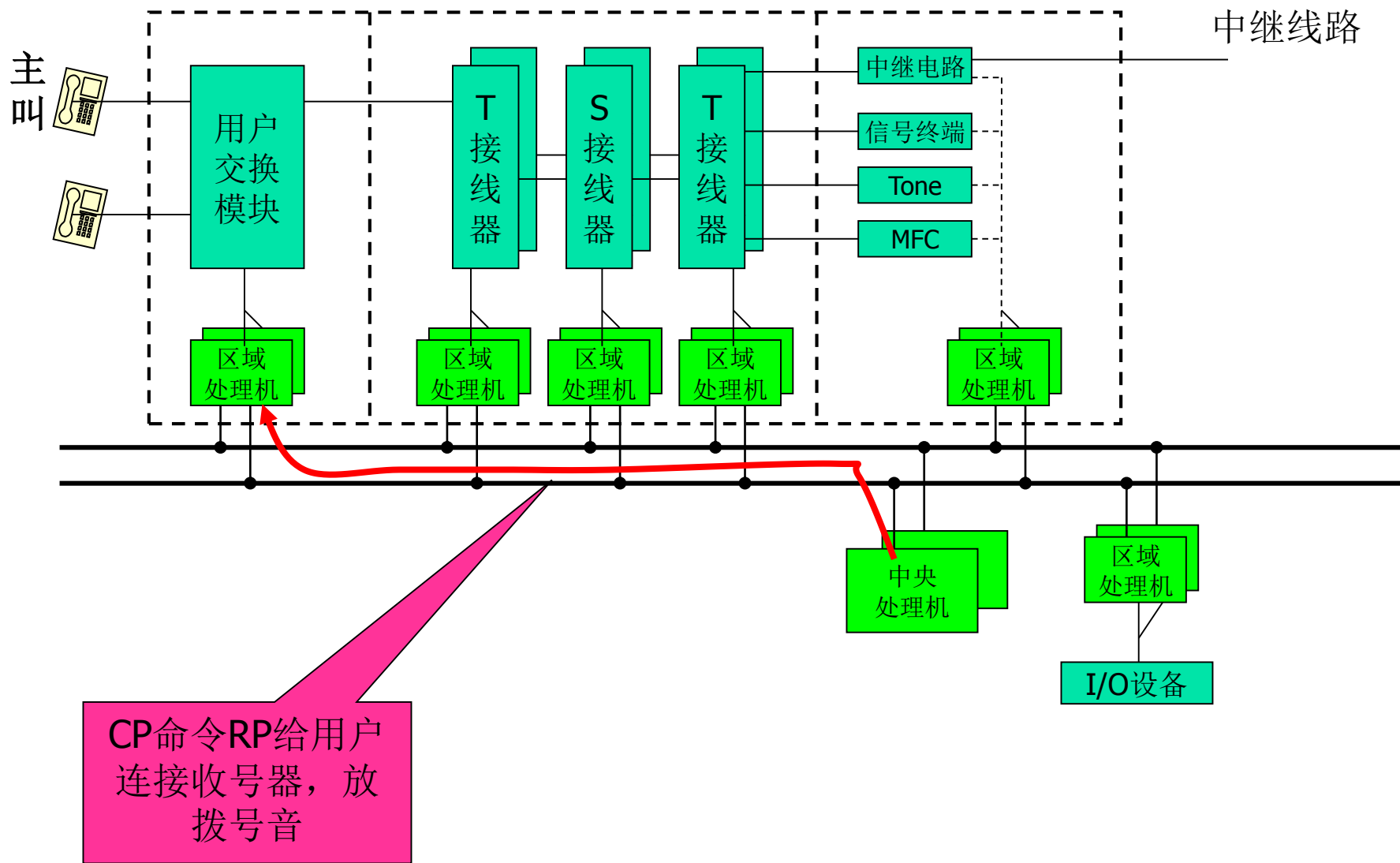
软硬结合



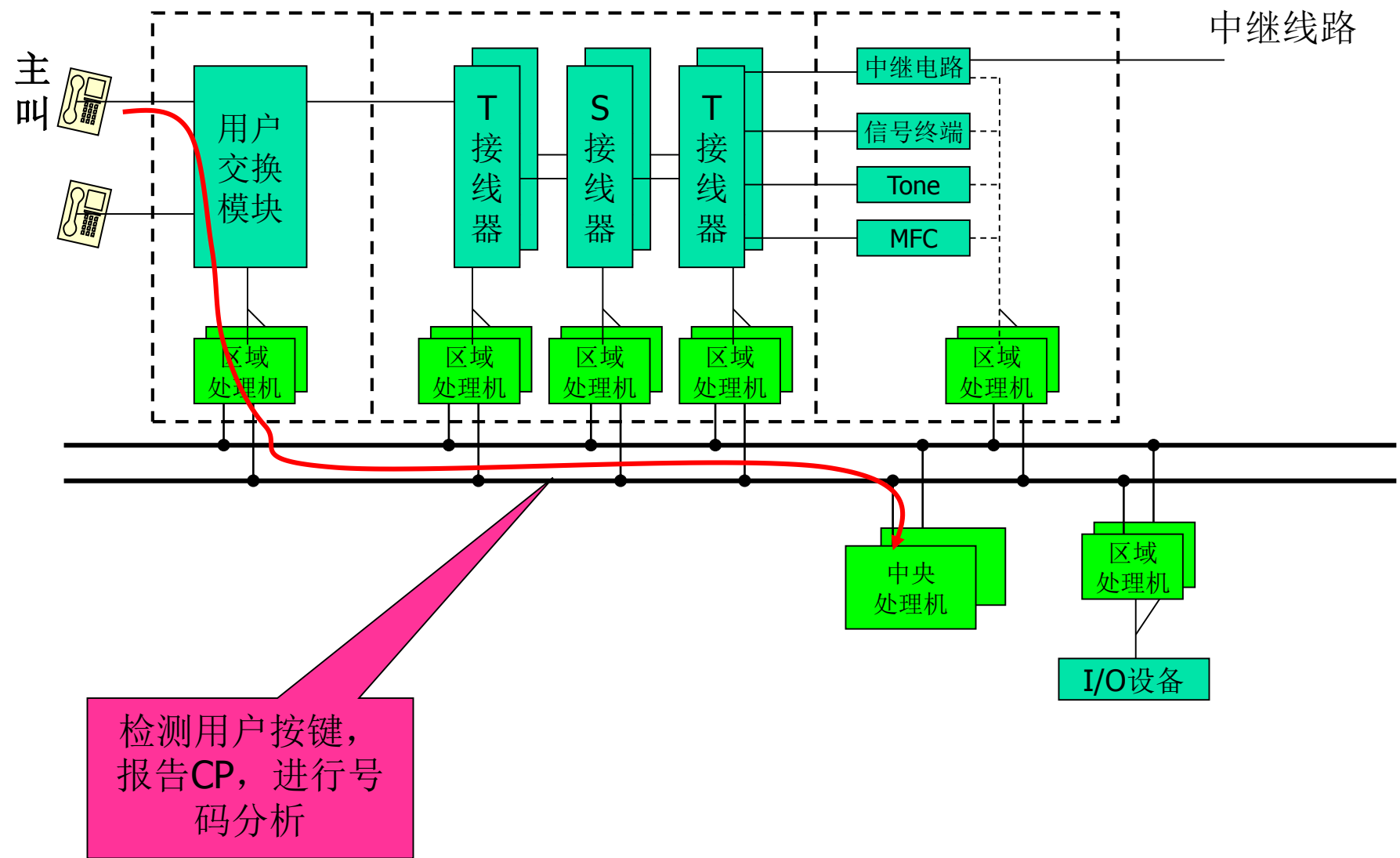
软硬结合



软硬结合

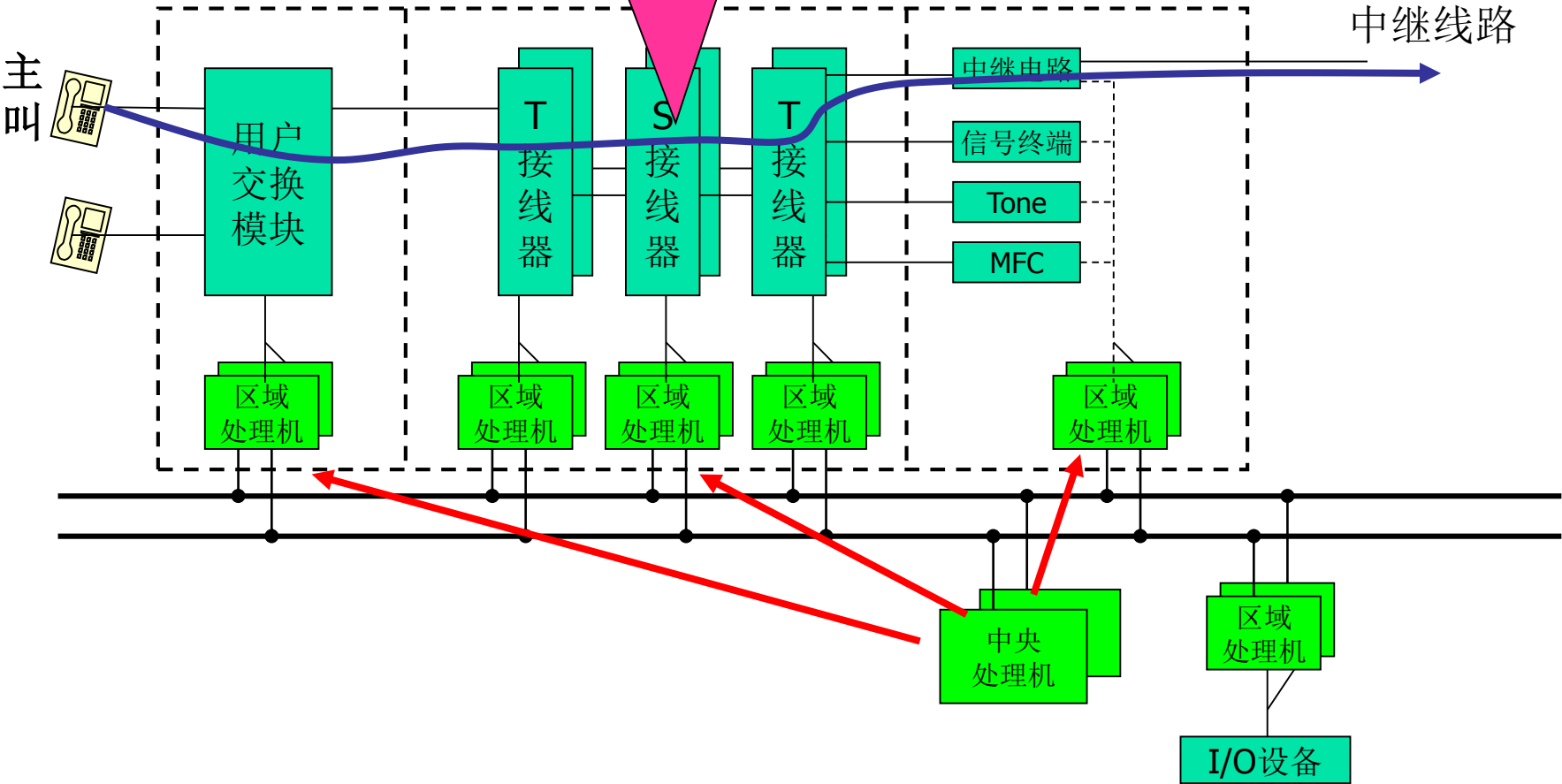


软硬结合



软硬结合

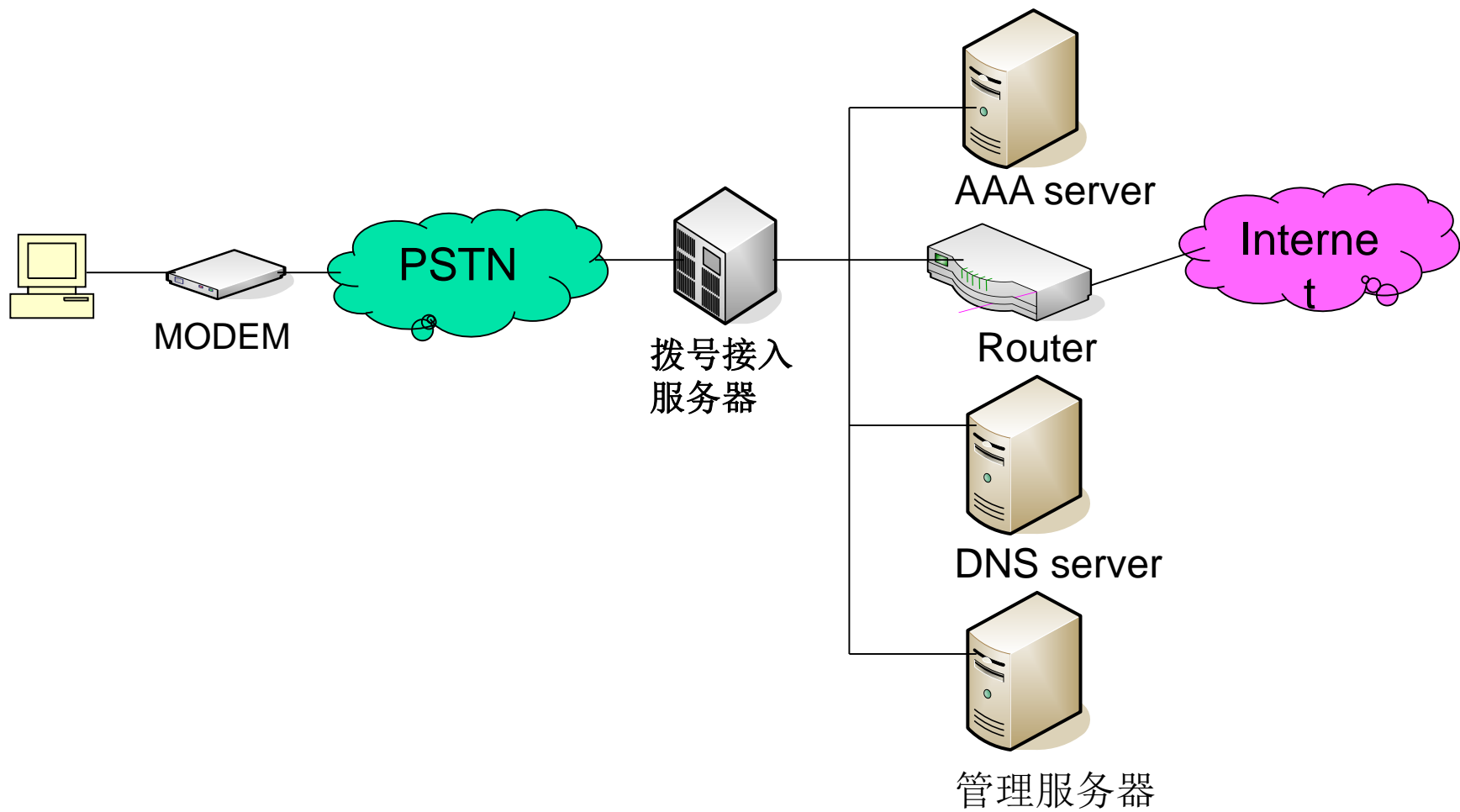
出局呼叫，连接
用户与出中继，
进行呼叫接续



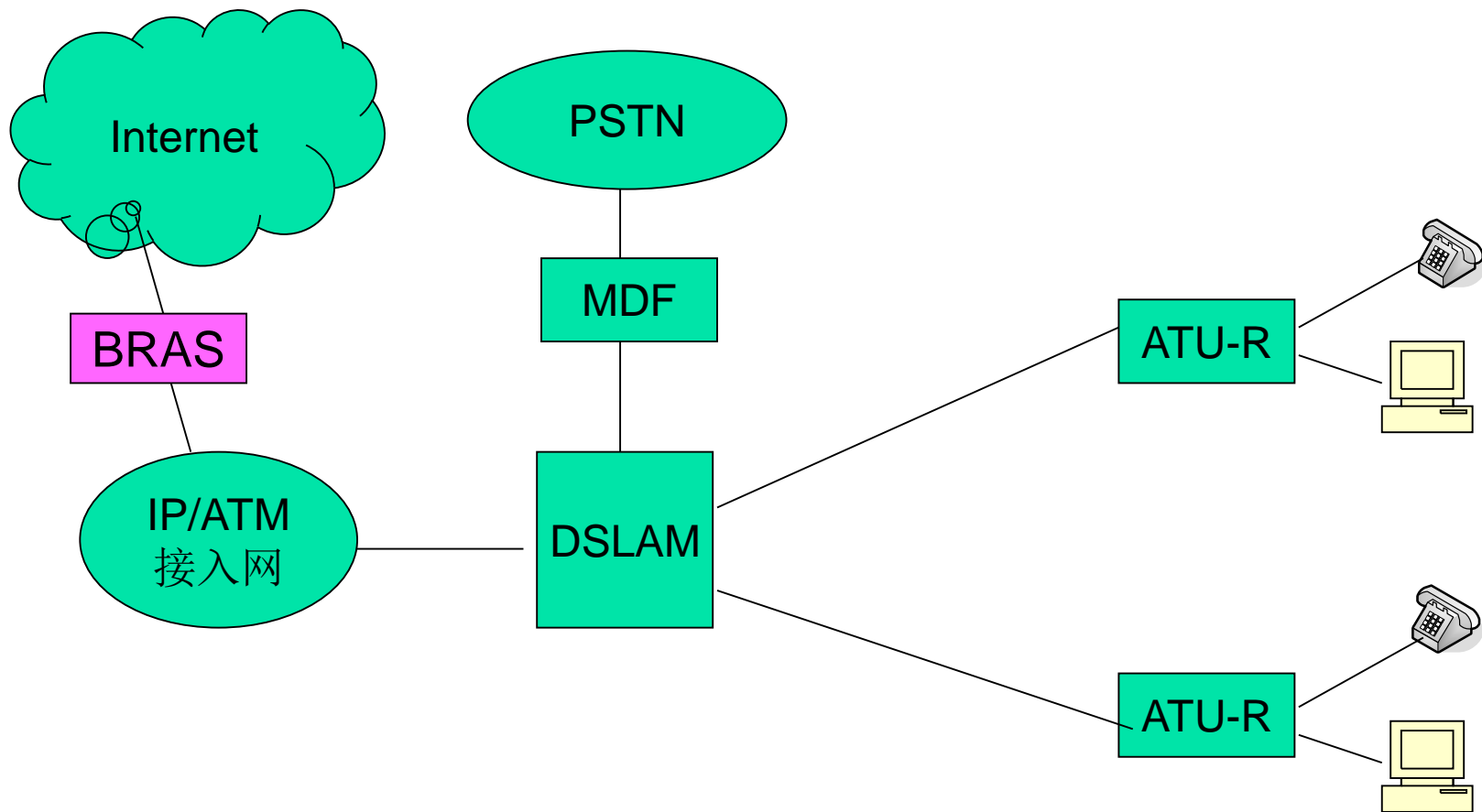
语音



- 数据
 - 能上网吗？

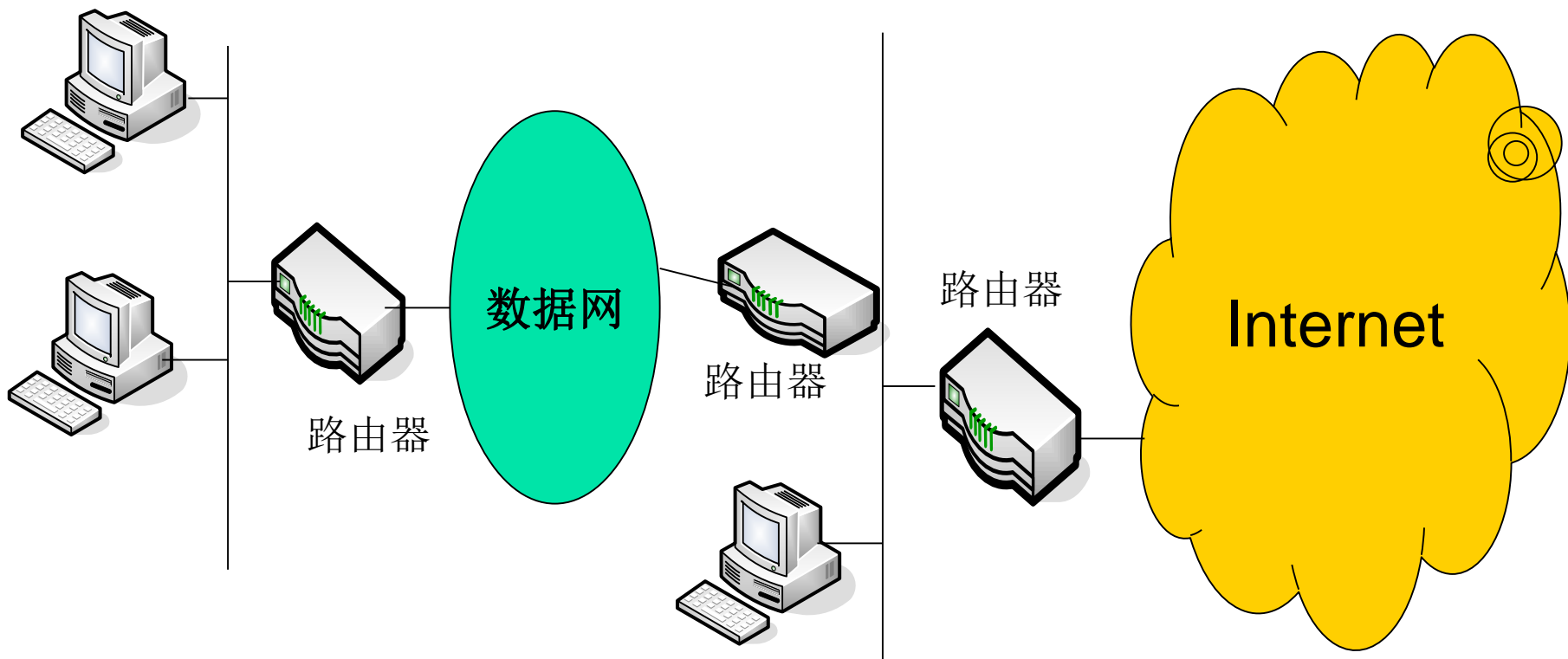


PSTN拨号接入示意图



ADSL宽带接入系统

通过数据网接入internet





小结

- 交换机系统结构
- 接口电路
- 话路建立
- 控制系统的特点
- 程控交换软件的组成和功能
- 呼叫处理的基本原理
- 话务量、**BHCA**、过负荷控制
- 电话网



小结

- 交换机系统结构
- 接口电路
- 话路建立
- 控制系统的特点
- 程控交换软件的组成和功能
- 呼叫处理的基本原理
- 话务量、**BHCA**、过负荷控制
- 电话网