



第三章 电路交换(2)

袁 泉

yuanquan@foxmail.com

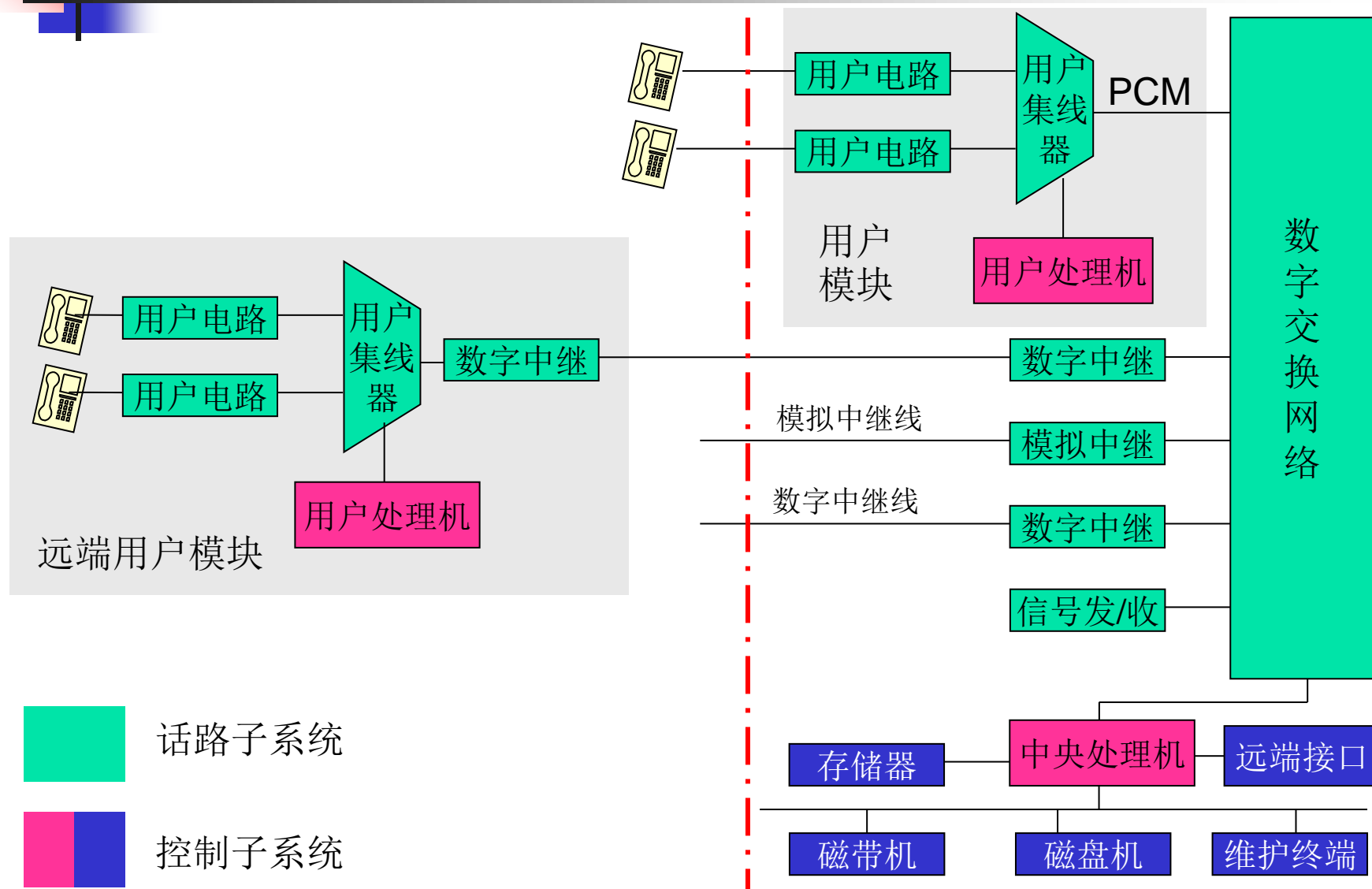
2023年3月20日



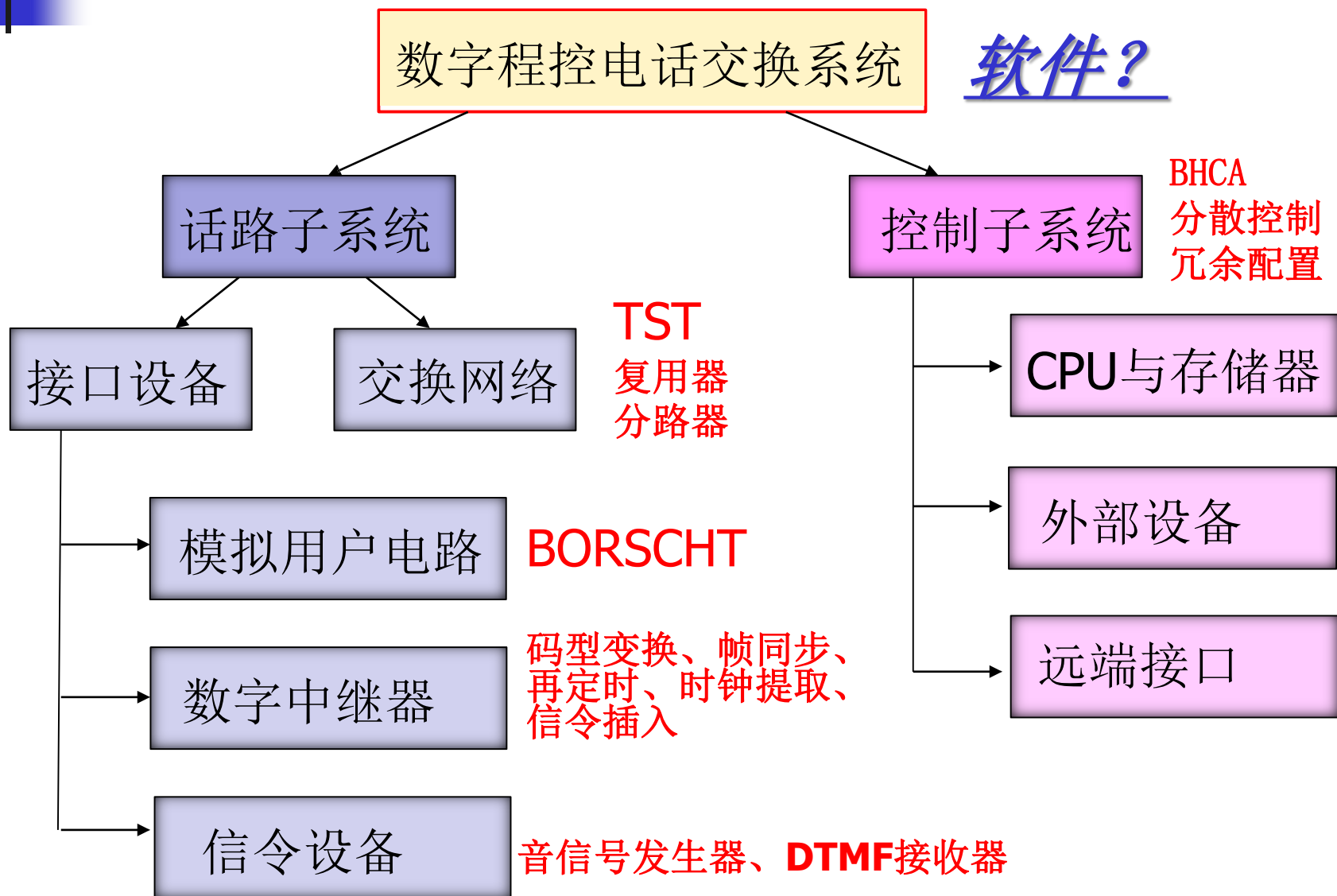
提要

- 1. 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（重点）
- 2. 程控交换的软硬结合
- 3. 电话通信网

回顾：数字程控交换机的系统结构



回顾：数字程控交换机的系统结构

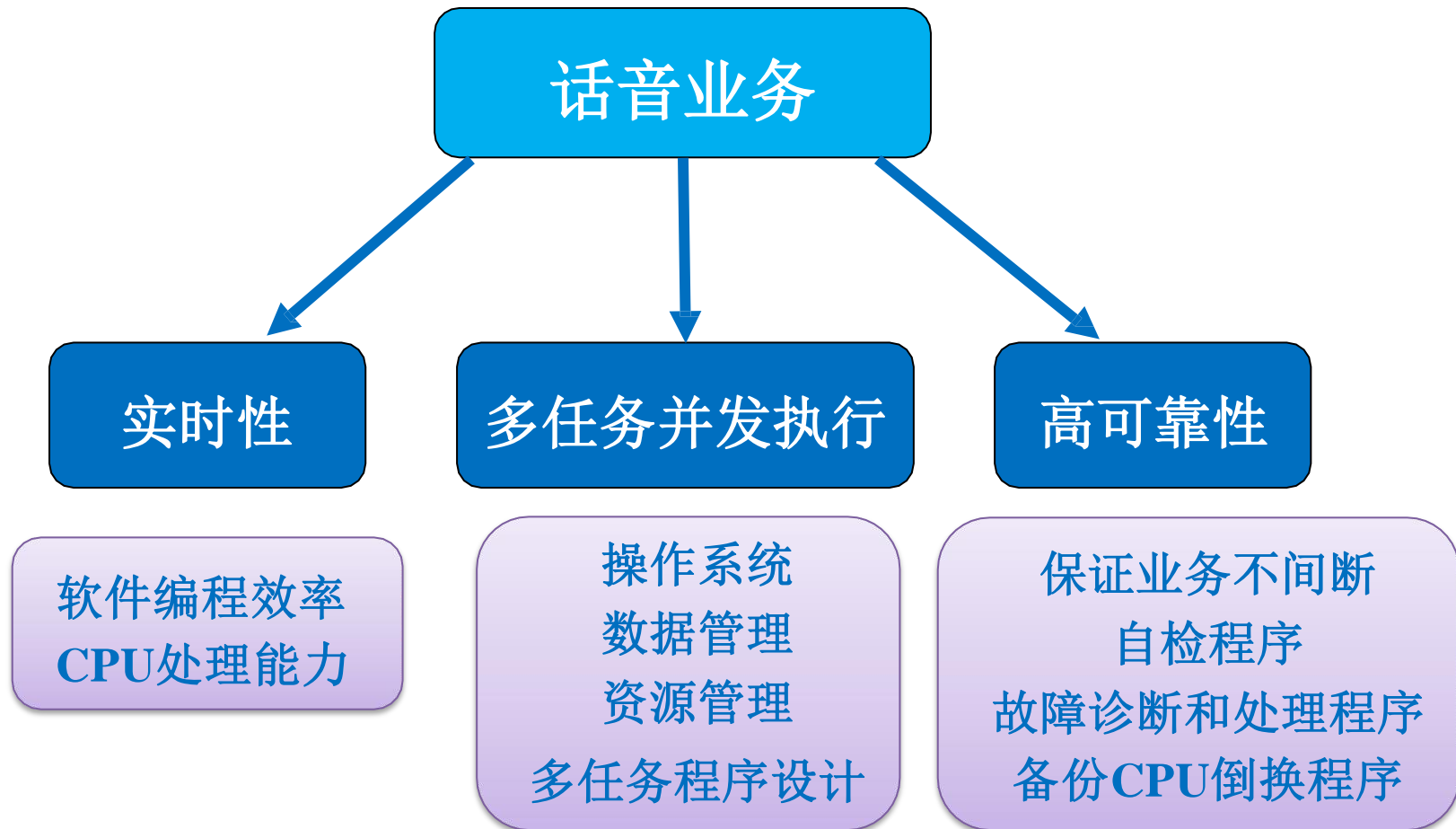




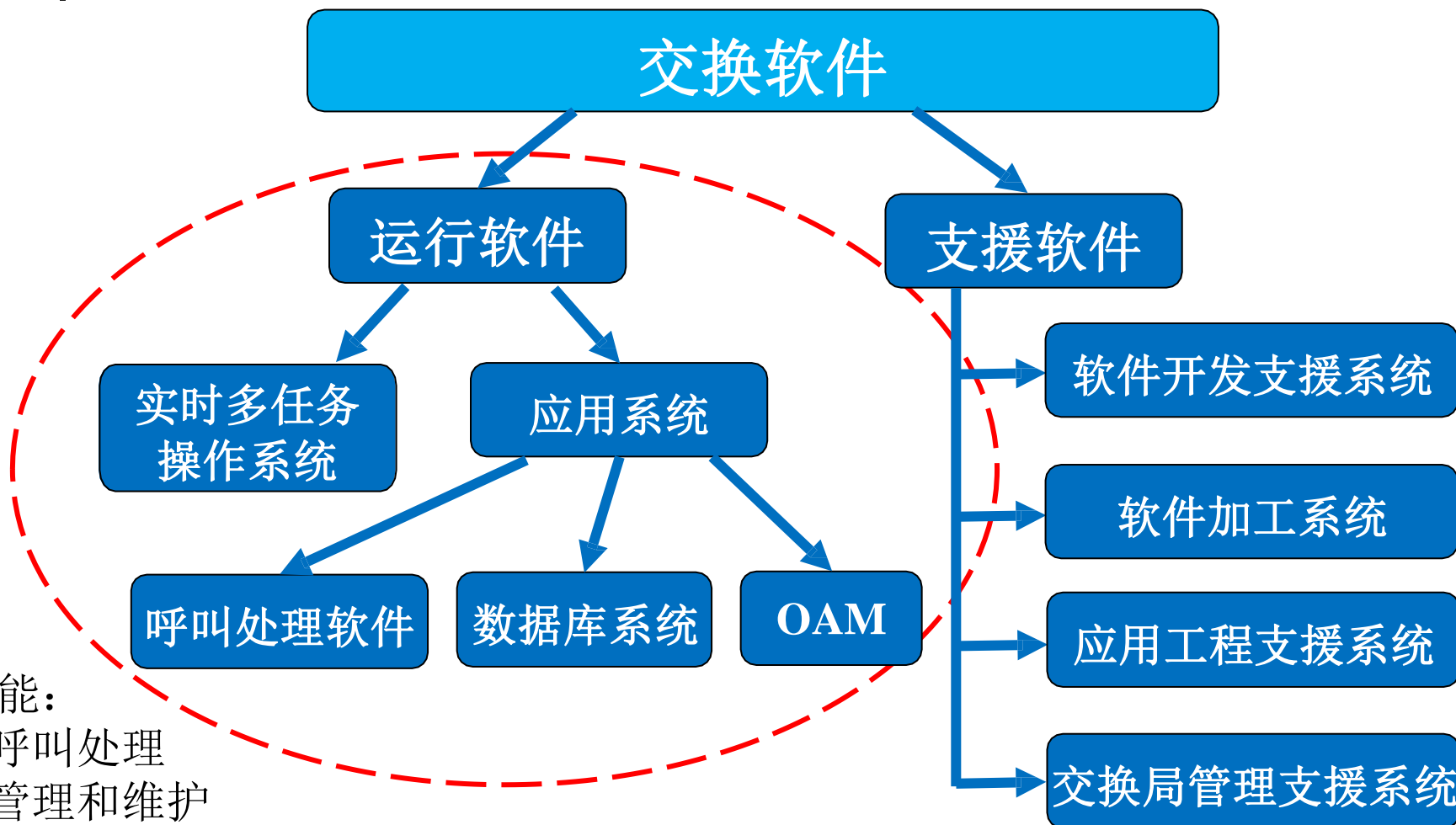
1.程控交换软件技术

程控交换软件系统、呼叫处理的基本原理

交换软件的特点



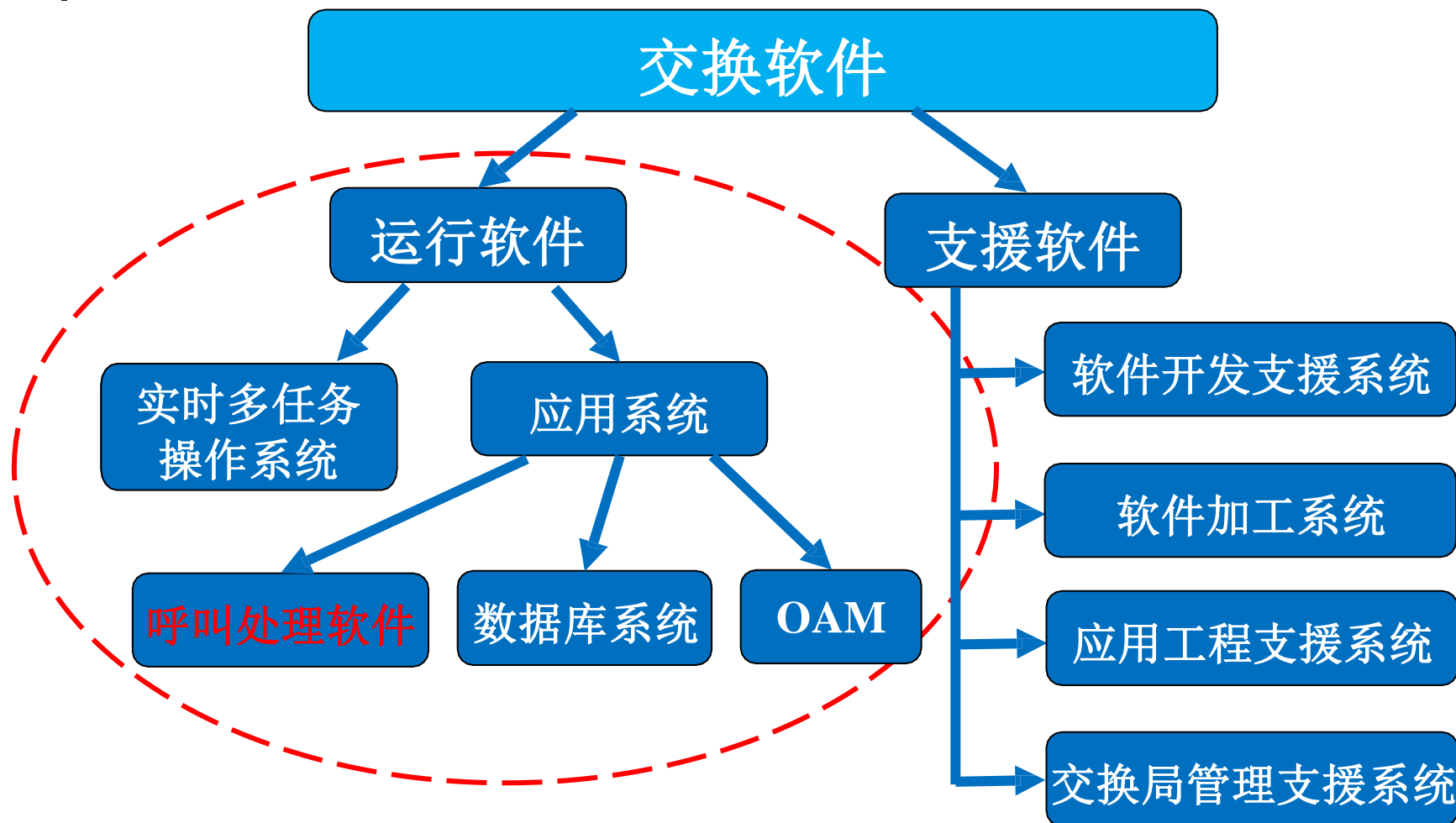
交换软件系统的组成



功能:

- ✓ 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

交换软件系统的组成

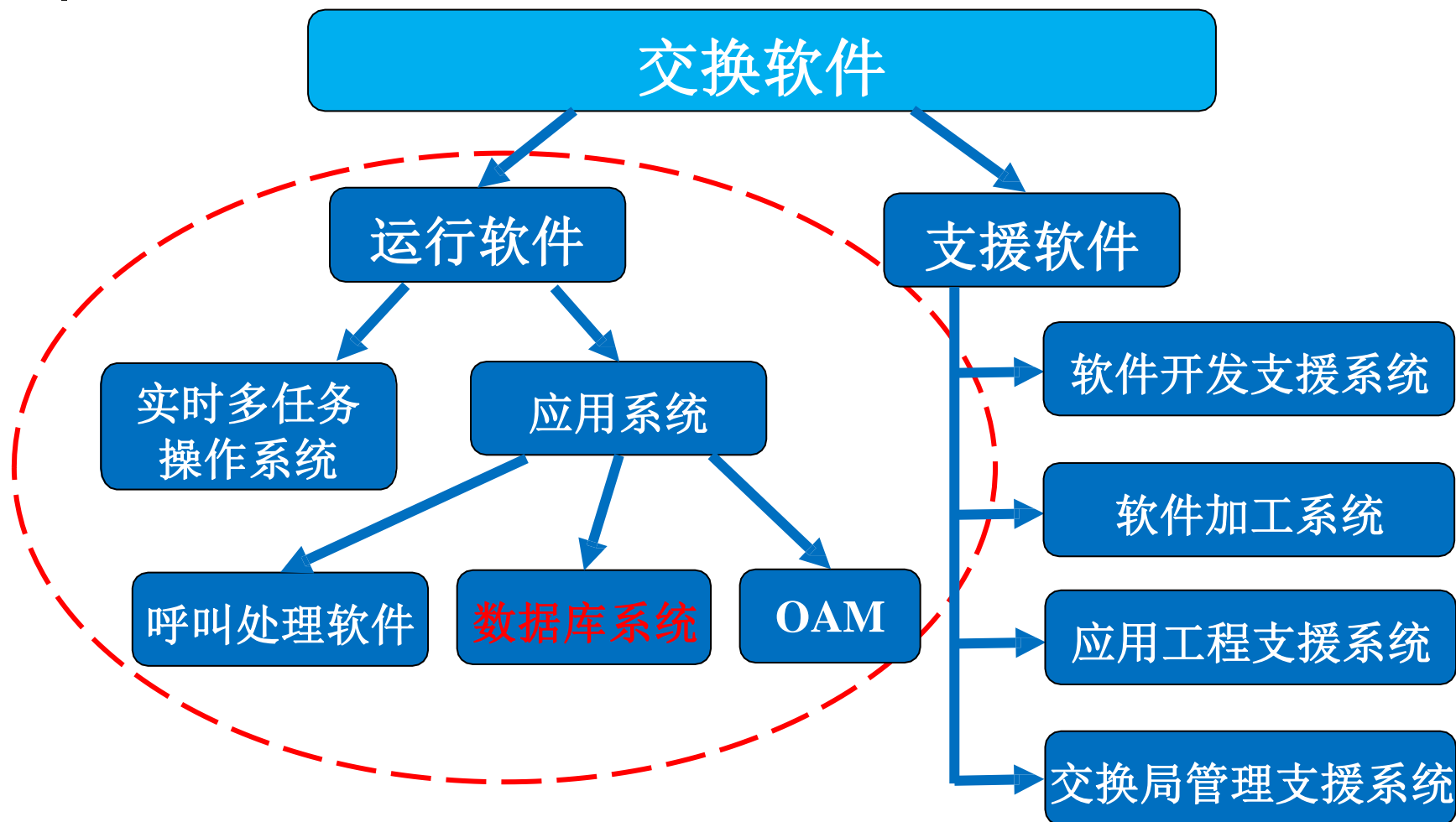




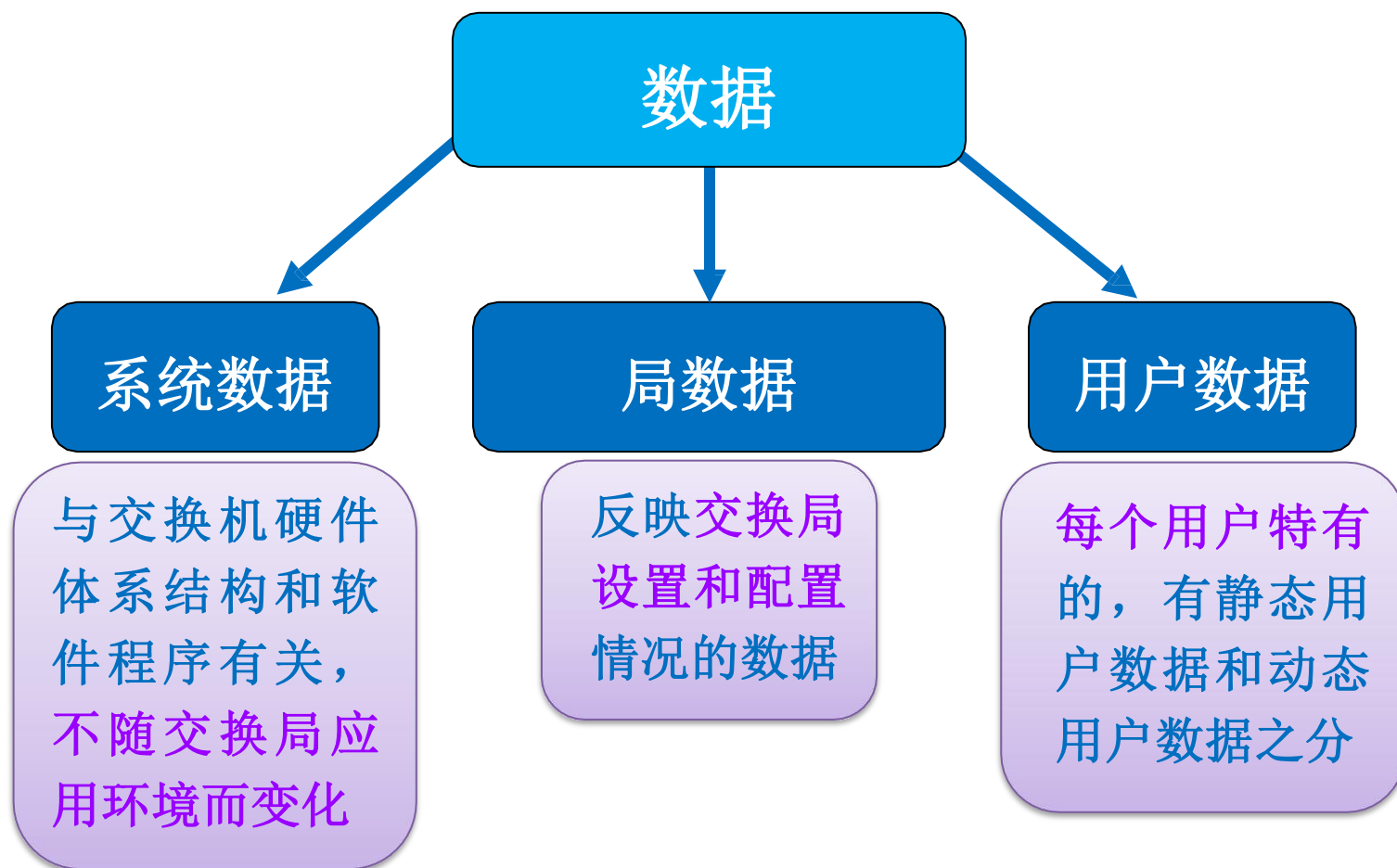
呼叫处理软件

- 整个呼叫过程的控制软件
- 主要功能
 - 用户线和中继线上输入信号（呼叫信号、地址信号）检测识别
 - 呼叫资源管理（时隙、中继电路、DTMF收号器）
 - 用户数据、呼叫状态以及号码等的分析
 - 路由选择
 - 控制呼叫状态迁移
 - 控制计时、送音和交换网络的连接
 - 信令协议的处理

交换软件系统的组成



数据库系统





数据库系统——局数据

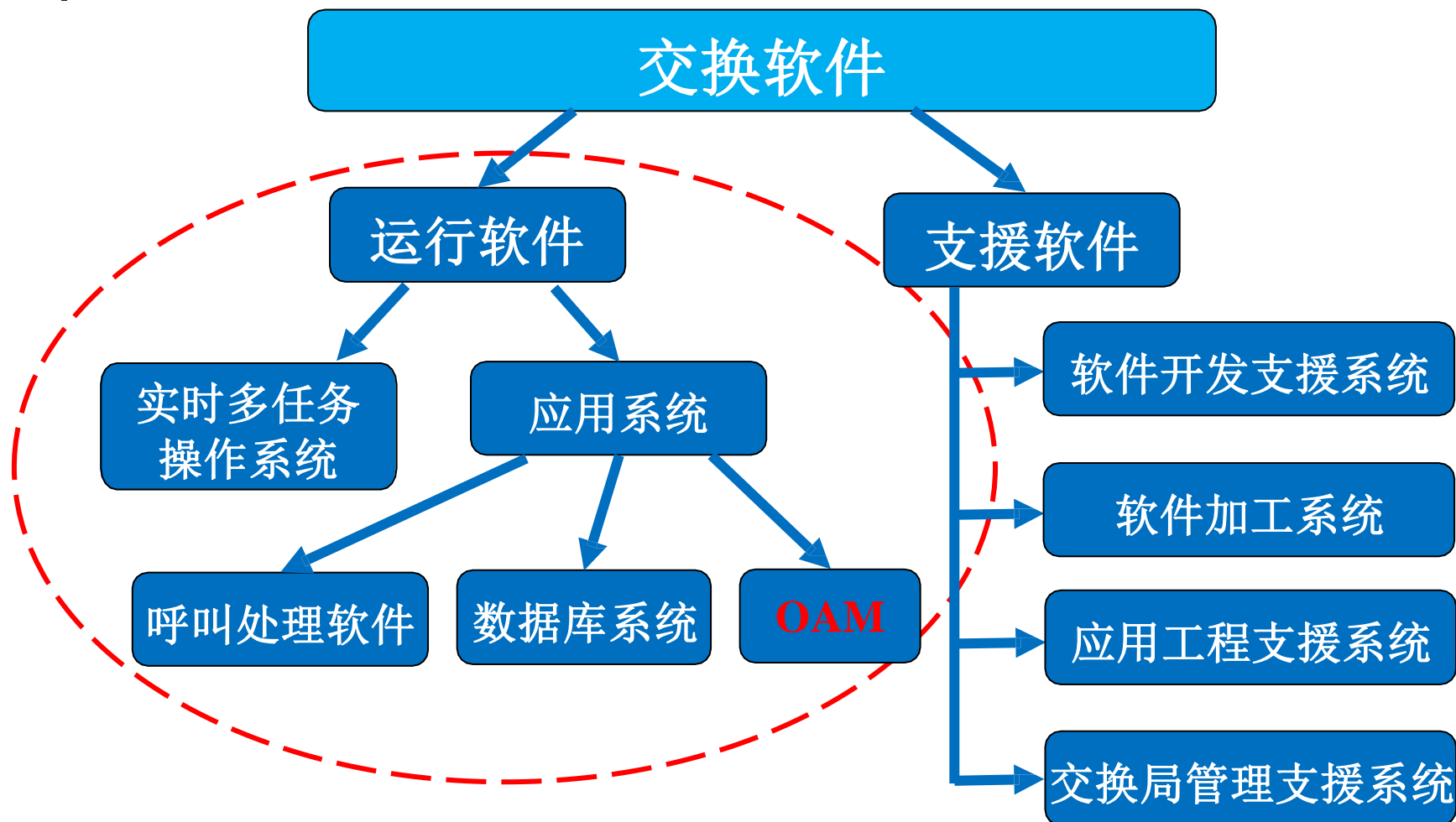
- **硬件配置：** 用户端口数、出/入中继线数、**DTMF**收号器数等
- **各种号码：** 本地网编号及号长、局号、应收号码等
- **路由数据：** 局向、路由数
- **计费数据：** 呼叫详细话单（**CDR**）等
- **统计数据：** 话务量、呼损、呼叫情况等
- **交换机类别：** **C1-C5**，**C5**又分为市话端局、长市合一等
- **复原方式：** 主叫控制、被叫控制、互不控制



数据库系统——用户数据

- 用户类别：住宅用户、公用电话用户、**PABX**用户、传真用户等
- 话机类别：**PULSE**话机、**DTMF**话机
- 用户状态：空闲、忙、测试、阻塞等
- 限制情况：呼出限制、呼入限制等
- 呼叫权限：本局呼叫、本地呼叫、国内长途、国际长途等
- 计费类别：定期、立即、免费等
- 优先级：普通用户、优先用户
- 新业务权限：呼叫转移、会议电话、三方通话、呼叫等待等
- 新业务登记的数据：转移号码、热线号码等
- 用户号码：用户电话簿号码、用户设备号等
- 呼叫动态数据：呼叫状态、时隙、收号器号、计数值等

交换软件系统的组成

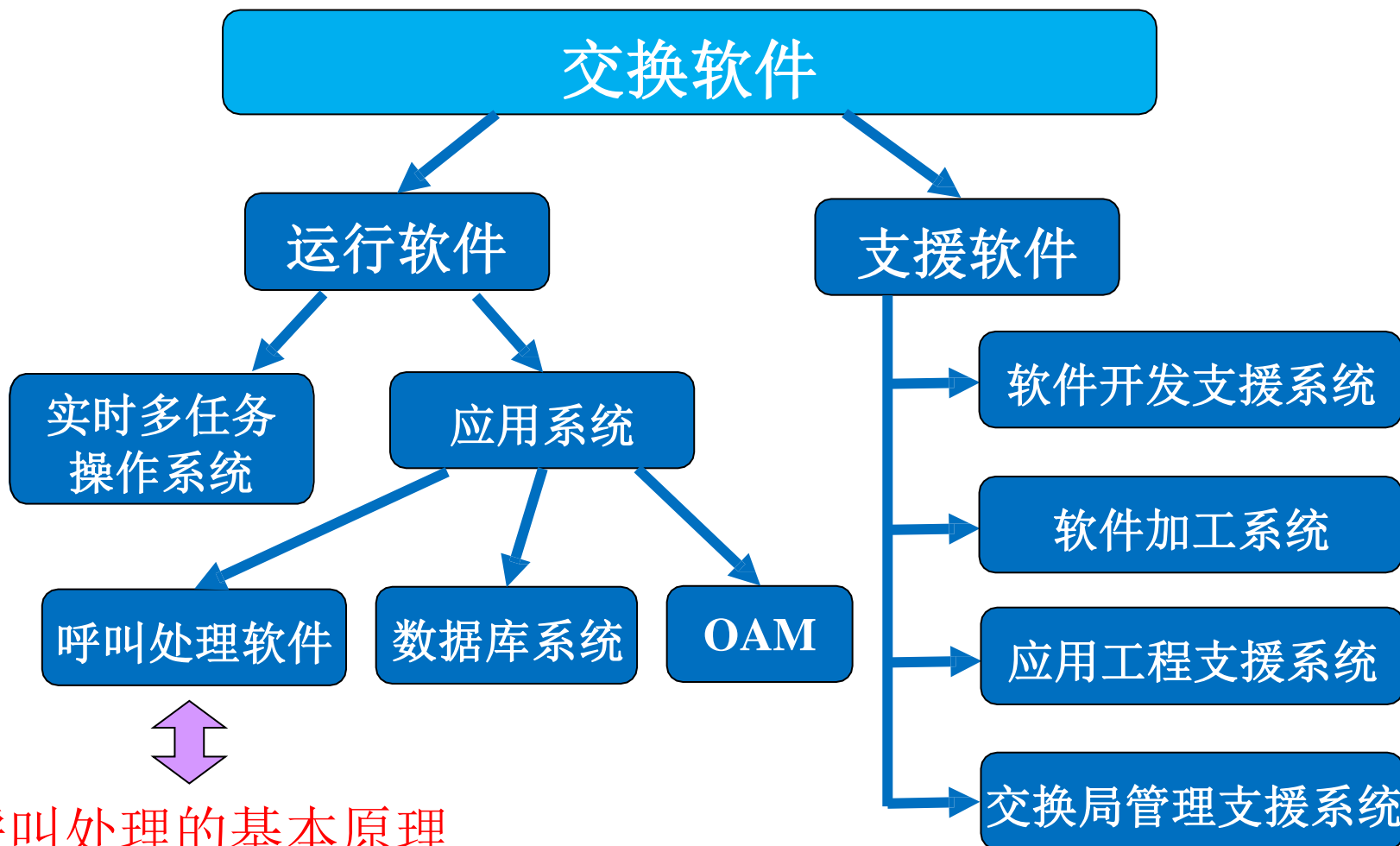




OAM（操作维护管理）软件

- 用以保证系统高效、灵活、可靠地运行
- 主要功能
 - 用户数据和局数据管理
 - 测试
 - 告警
 - 故障诊断与处理
 - 动态监视
 - 话务统计
 - 计费
 - 过负荷控制

交换软件系统的组成





1.程控交换软件技术

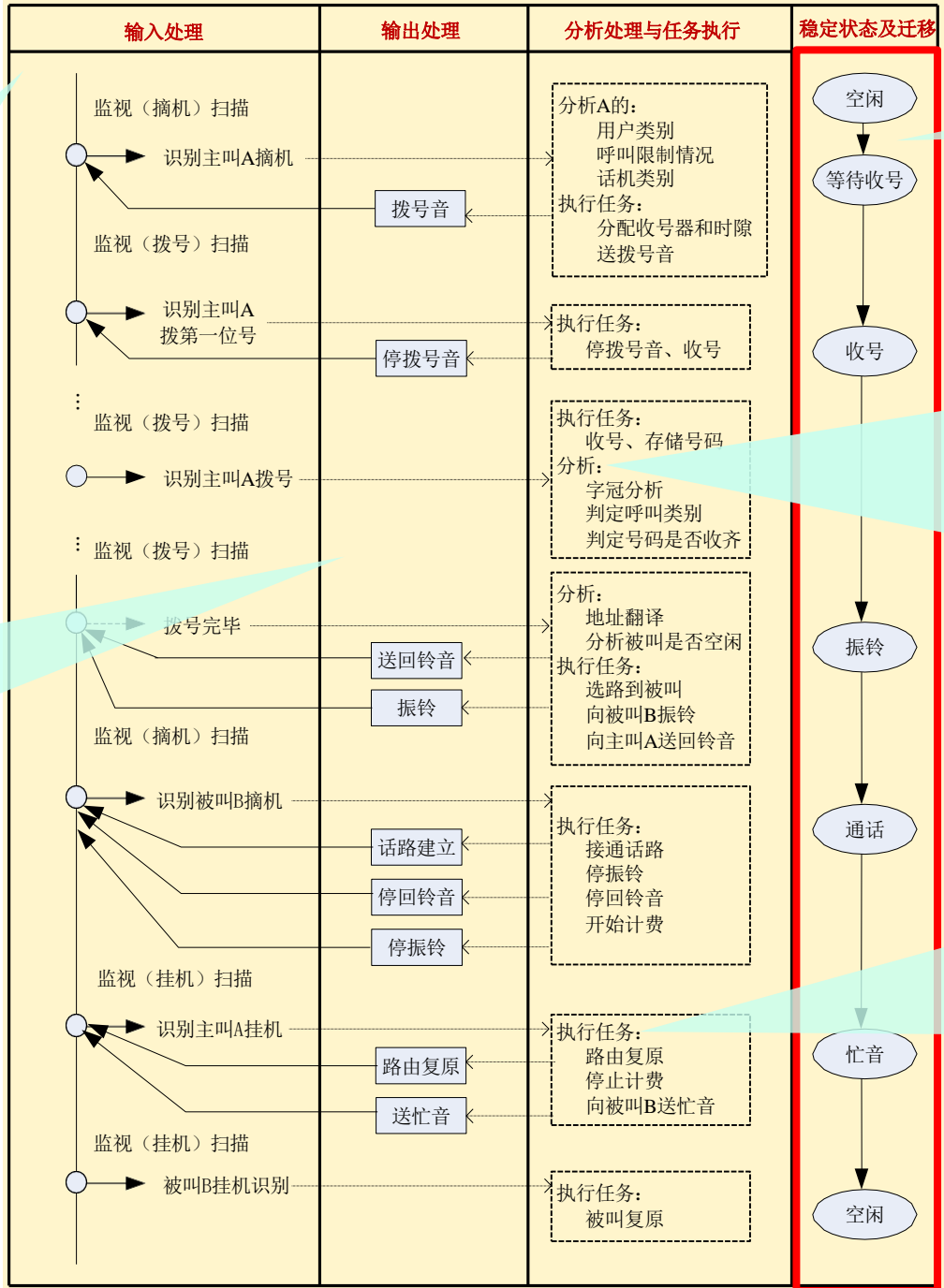
程控交换软件系统、**呼叫处理的基本原理**

(1) 本局呼叫的处理过程

呼叫进展状况	交换机处理动作、状态变化
主叫A 摘机呼叫	<ol style="list-style-type: none">1、交换机检测到用户A的摘机信号2、交换机检查用户A的类别，识别是普通电话、公用电话等3、交换机检查用户呼叫限制情况4、交换机检查话机类别，以确定是PULSE还是DTMF收号方式
向A送拨号音 准备收号	<ol style="list-style-type: none">1、交换机选择一个空闲收号器和空闲的时隙（路由）2、交换机向主叫A送拨号音3、监视主叫A所在用户线的输入信号（拨号），准备收号
收号与 号码分析	<ol style="list-style-type: none">1、交换机收到第一位号码后停拨号音2、交换机按位存储收到的号码3、交换机对号首进行分析，判定呼叫类别（本局、出局、长途、特服等），并确定应收号长4、交换机对“已收号长”进行计数，并与“应收号长”比较5、号码收齐后，本局呼叫进行号码翻译，确定被叫6、交换机检查被叫用户是否空闲，若空闲则选定该被叫

(1) 本局呼叫的处理过程

呼叫进展状况	交换机处理动作、状态变化
建立连接 向B振铃 向A送回铃音	<ol style="list-style-type: none">1、交换机将路由接至被叫B2、向被叫B振铃3、向主叫A送回铃音4、主、被叫通话路由建立完毕5、监视主、被叫用户状态
被叫应答 进入通话	<ol style="list-style-type: none">1、被叫摘机应答，交换机检测到后，停振铃和停回铃音2、A、B通话3、开始计费4、监视主、被叫用户状态
一方用户挂机 向对方送忙音	<ol style="list-style-type: none">1、如果主叫A先挂机，交换机检测到后，复原路由，停止计费向被叫B送忙音2、如果被叫B先挂机，交换机检测到后，复原路由，停止计费向主叫A送忙音
通话结束	被催挂的用户挂机，释放占用的所有资源，通话结束。



状态迁移

识别和接收输入信号的过程，由输入处理程序负责

任务执行中，要输出一些信号、消息或动作命令，该过程为输出处理

分析处理是对输入信号（输入处理的结果）、当前状态以及各种数据进行分析，以决定下一步执行什么任务的过程

任务执行是指在迁移到下一个稳定状态之前，根据分析处理结果，完成相关任务



归纳：呼叫处理的特点

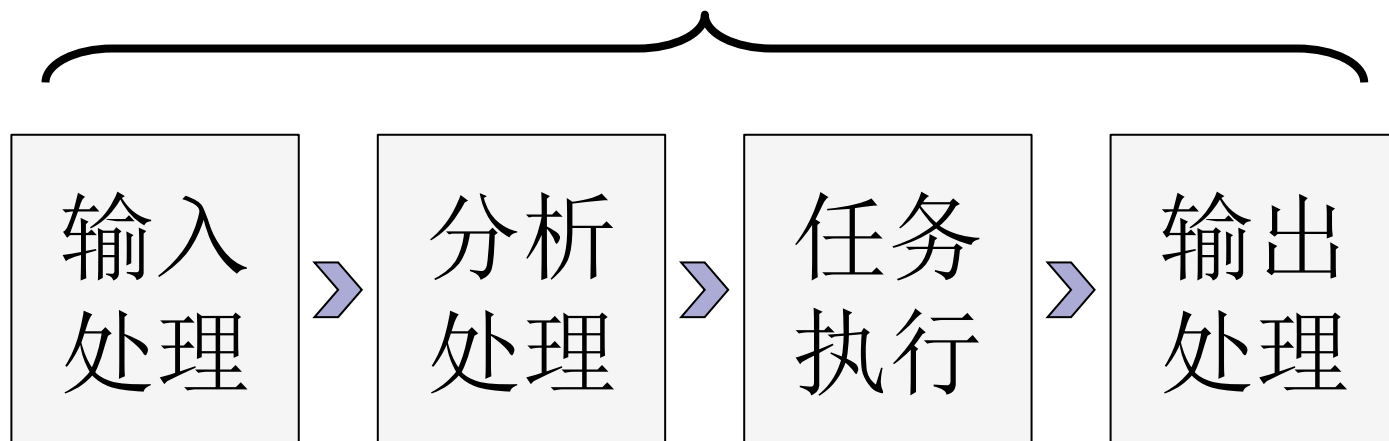
- 整个呼叫处理过程可分为若干个阶段，每个阶段可以用一个稳定的状态来表示
- 整个呼叫处理的过程就是在一个**稳定状态**下，处理机监视、识别**输入信号**，进行**分析处理**，**执行任务**和**输出命令**，然后跃迁到下一个稳定状态的循环过程
 - 两个稳定的状态之间要执行各种处理
 - 在一个稳定状态下，若没有输入信号，状态不会迁移
 - 相同的输入信号在不同的状态下会有不同的处理，并迁移到不同的状态
 - 在同一状态下，对不同输入信号的处理是不同的
 - 在同一状态下，输入同样信号，也可能因不同情况得出不同结果

通信软件：输入事件、状态！！



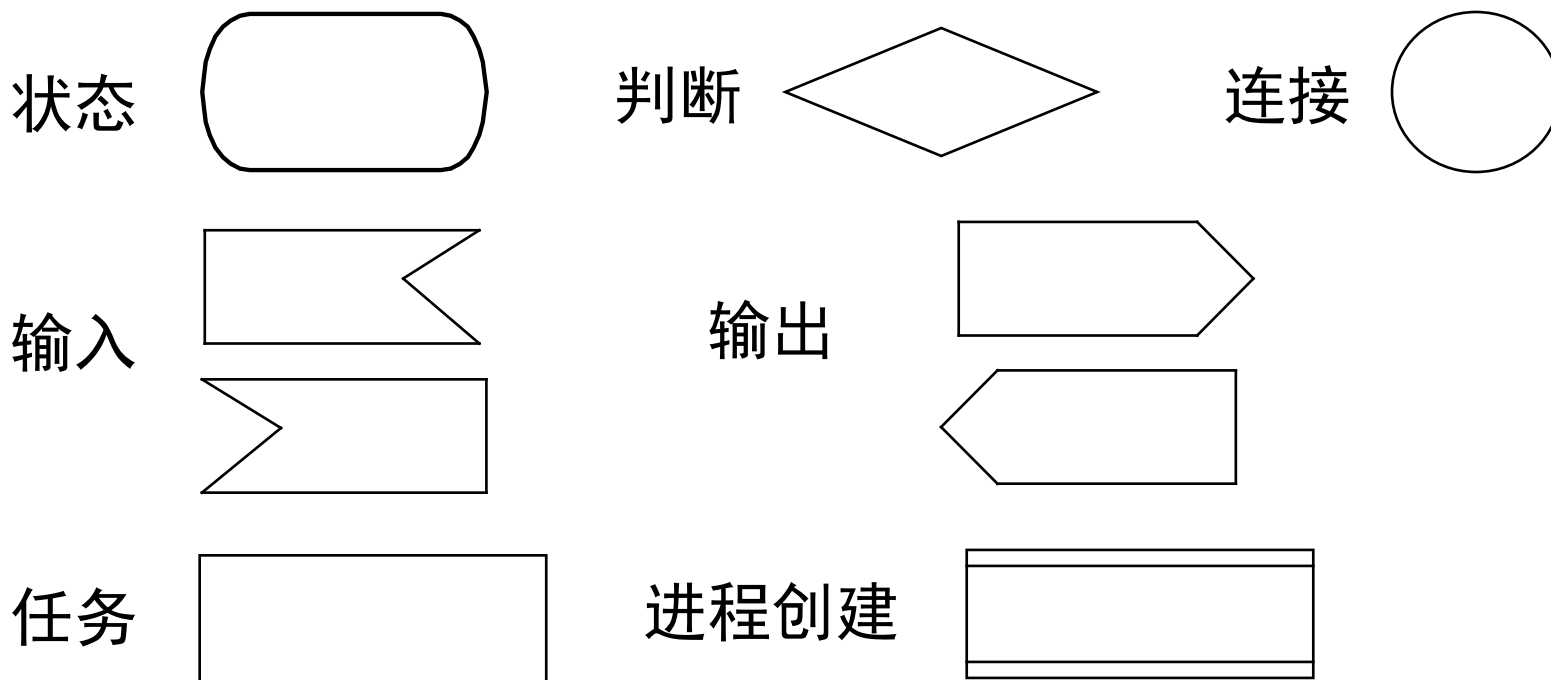
(2) 呼叫处理的原理

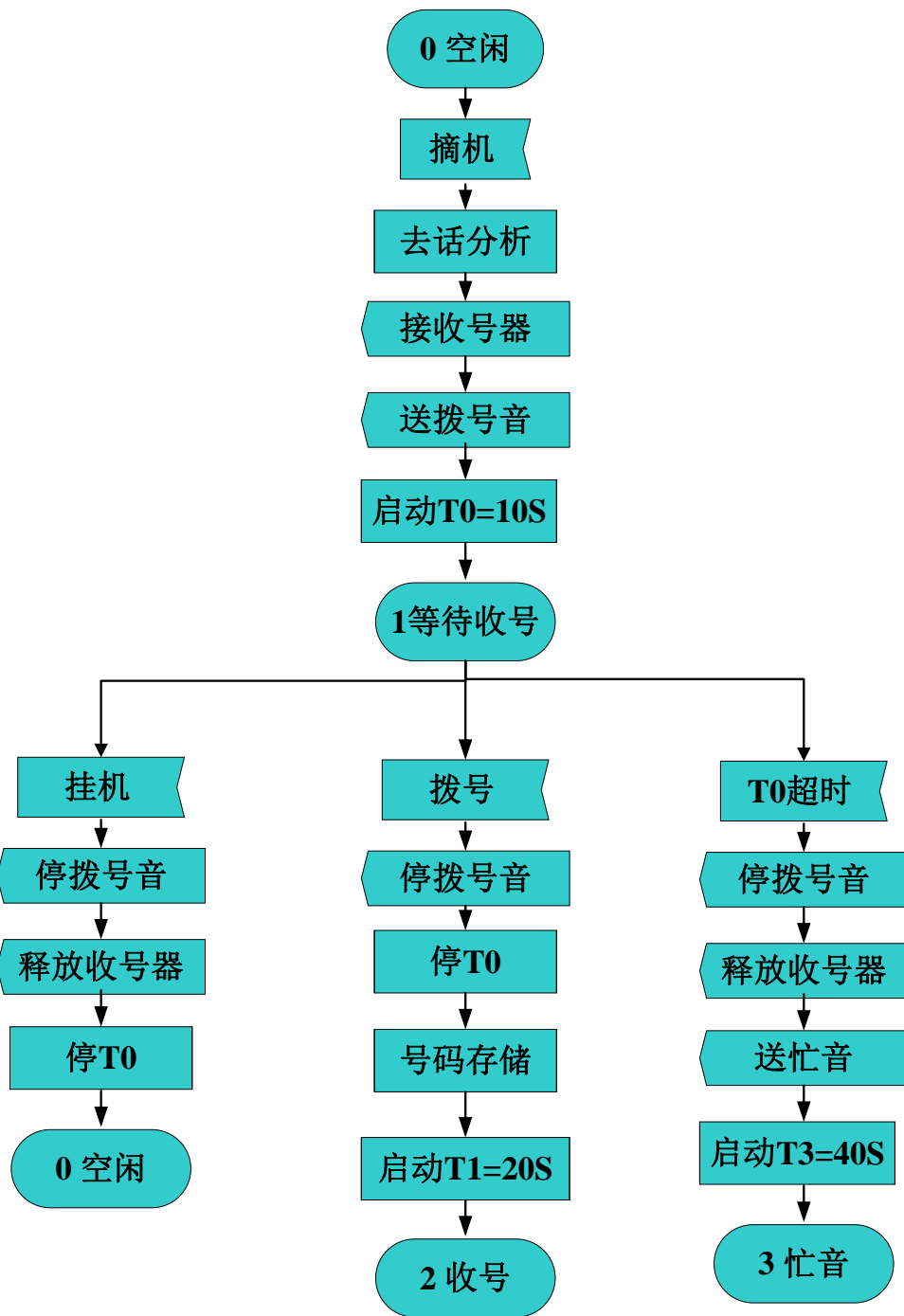
基于扩展的有限状态机

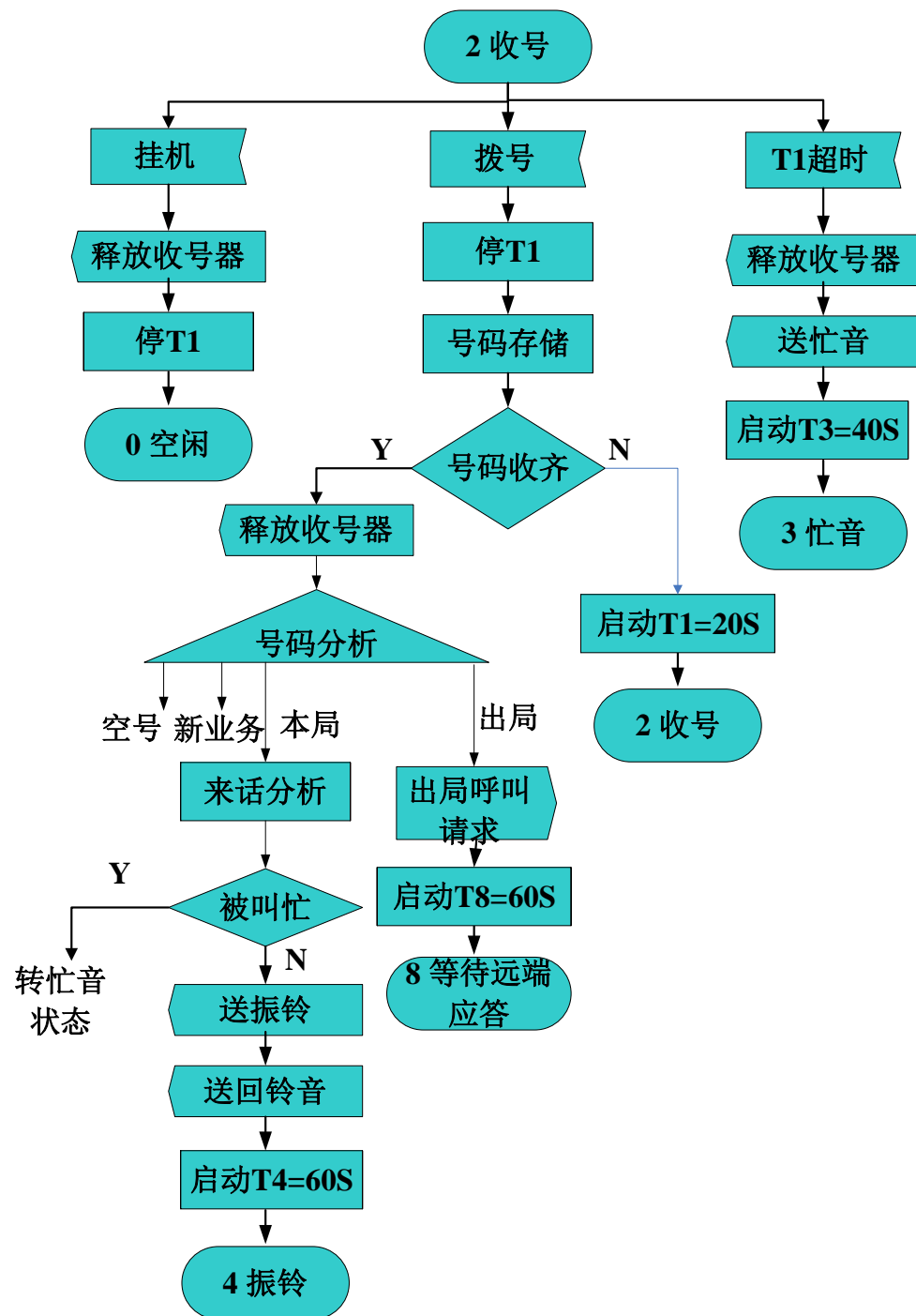


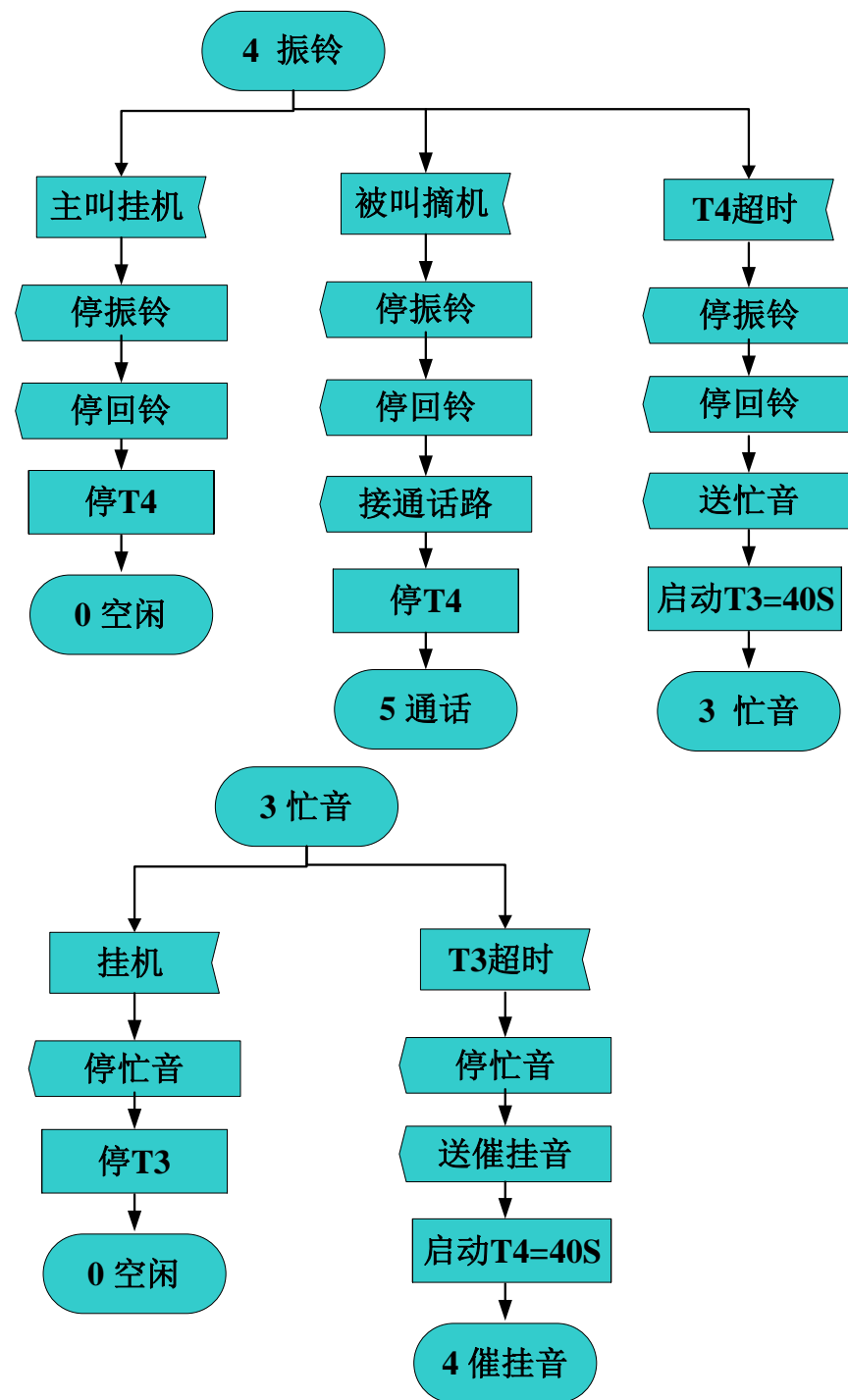
用SDL图表示呼叫处理过程

- SDL的数学模型是扩展有限状态机（EFSM）
 - 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





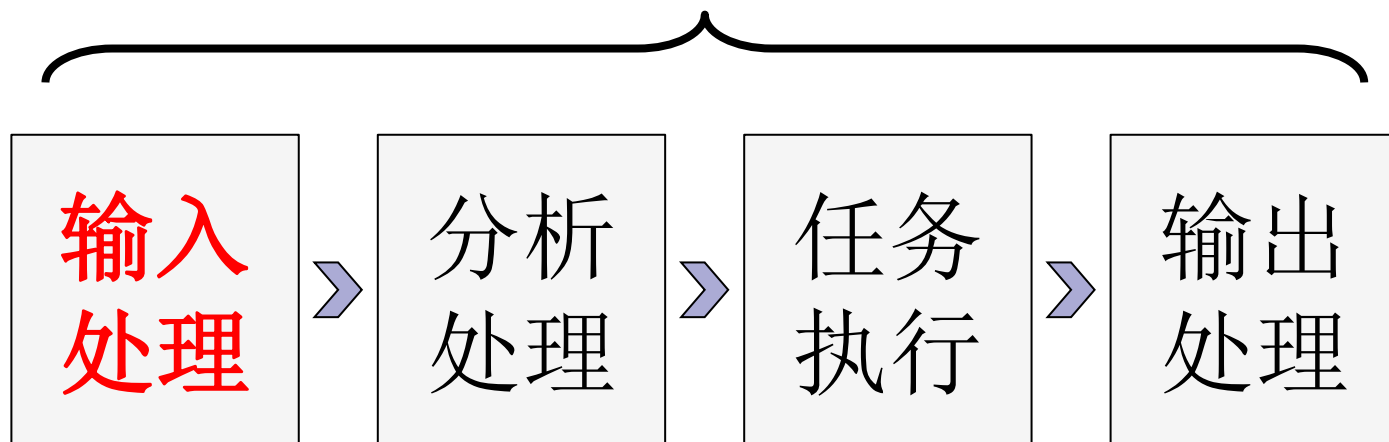






(2) 呼叫处理的原理

基于扩展的有限状态机



（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



输入处理

- 对用户线、中继线、信令设备进行监视和信号识别，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
 - 接收拨号脉冲、DTMF信号
 - 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（OAM）的消息以及机间通信消息

输入处理——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” → “0”
- 挂机动作：线路状态“0” → “1”



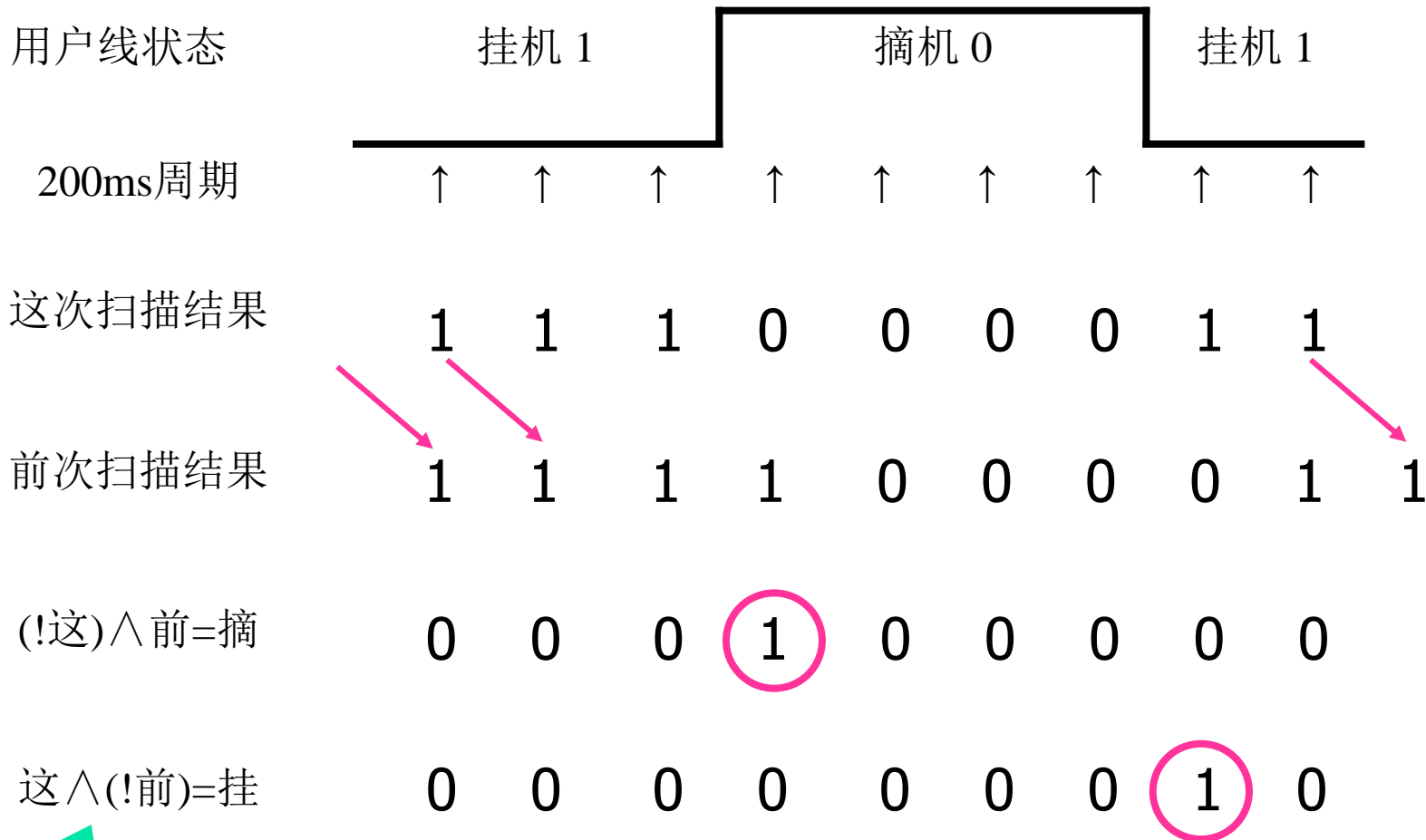
■ 扫描周期

- 200ms（符合人摘挂机的时间粒度）

■ 群处理扫描

- 提高效率

输入处理——用户线状态扫描



单用户比特运算

输入处理——用户线状态扫描

■ 群处理扫描

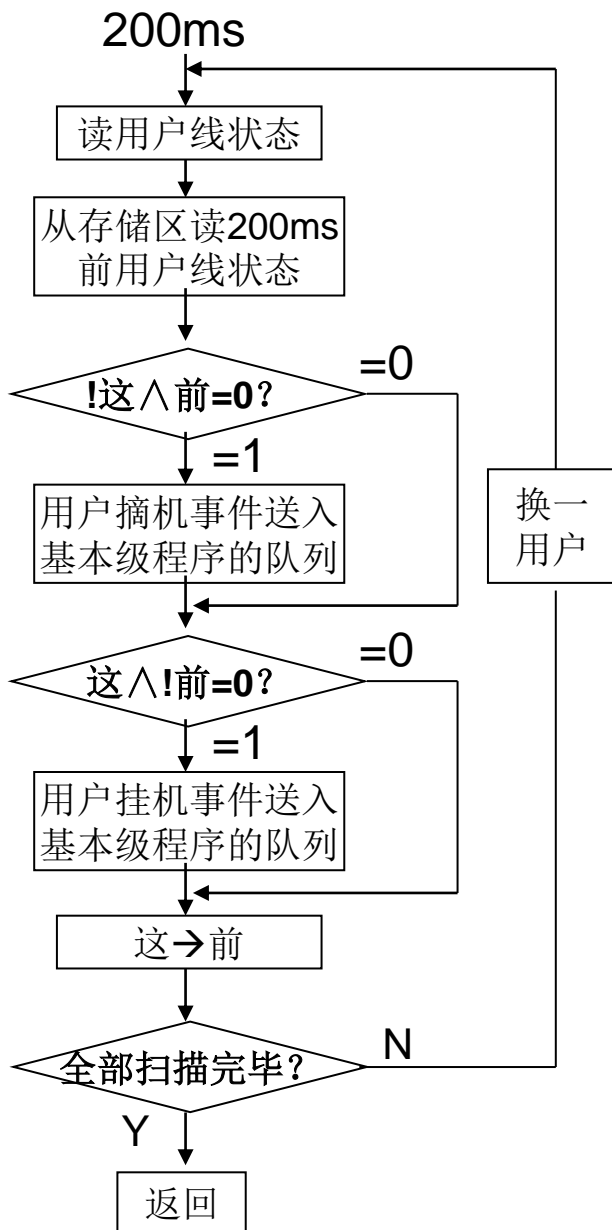
8条并行线路

	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)∧前=摘	0	0	1	0	0	0	0	1
这∧(!前)=挂	1	0	0	0	0	0	0	0

多用户字节运算

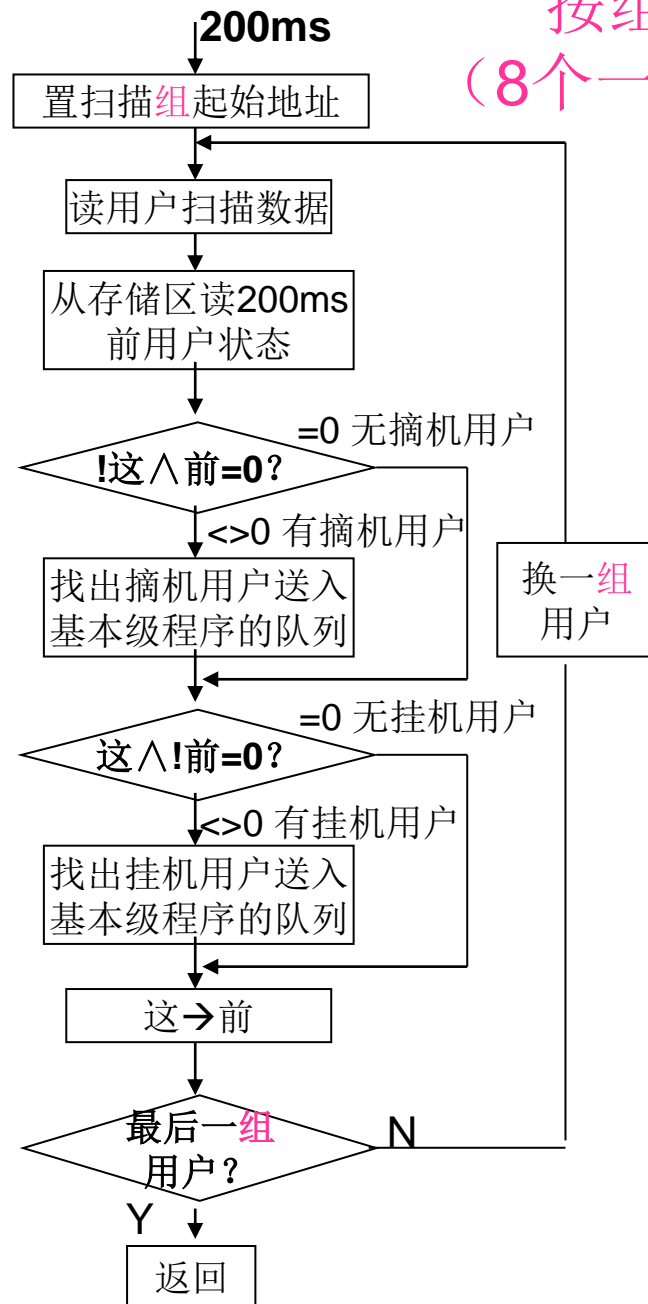
用户摘挂机识别程序流程

按用户



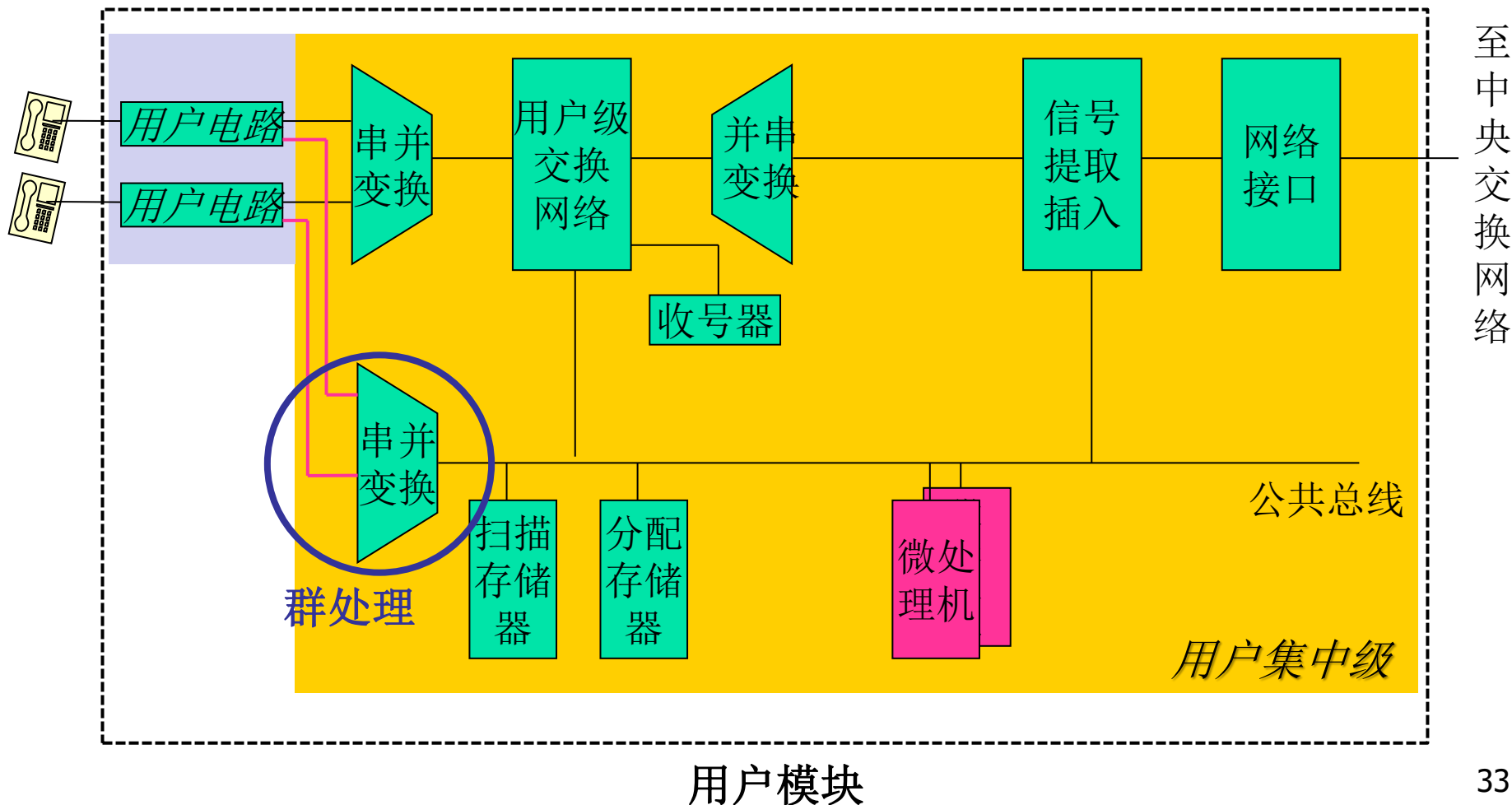
按组

(8个一组)



输入处理——用户线状态扫描

■ 群处理的硬件基础



至中央交换网络

输入处理——DTMF音频信号的接收

■ DTMF收号器（硬件）

- 输出数据：状态标志SP（1bit） 0：有号； 1：无号
Q1~Q4（4bits） 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

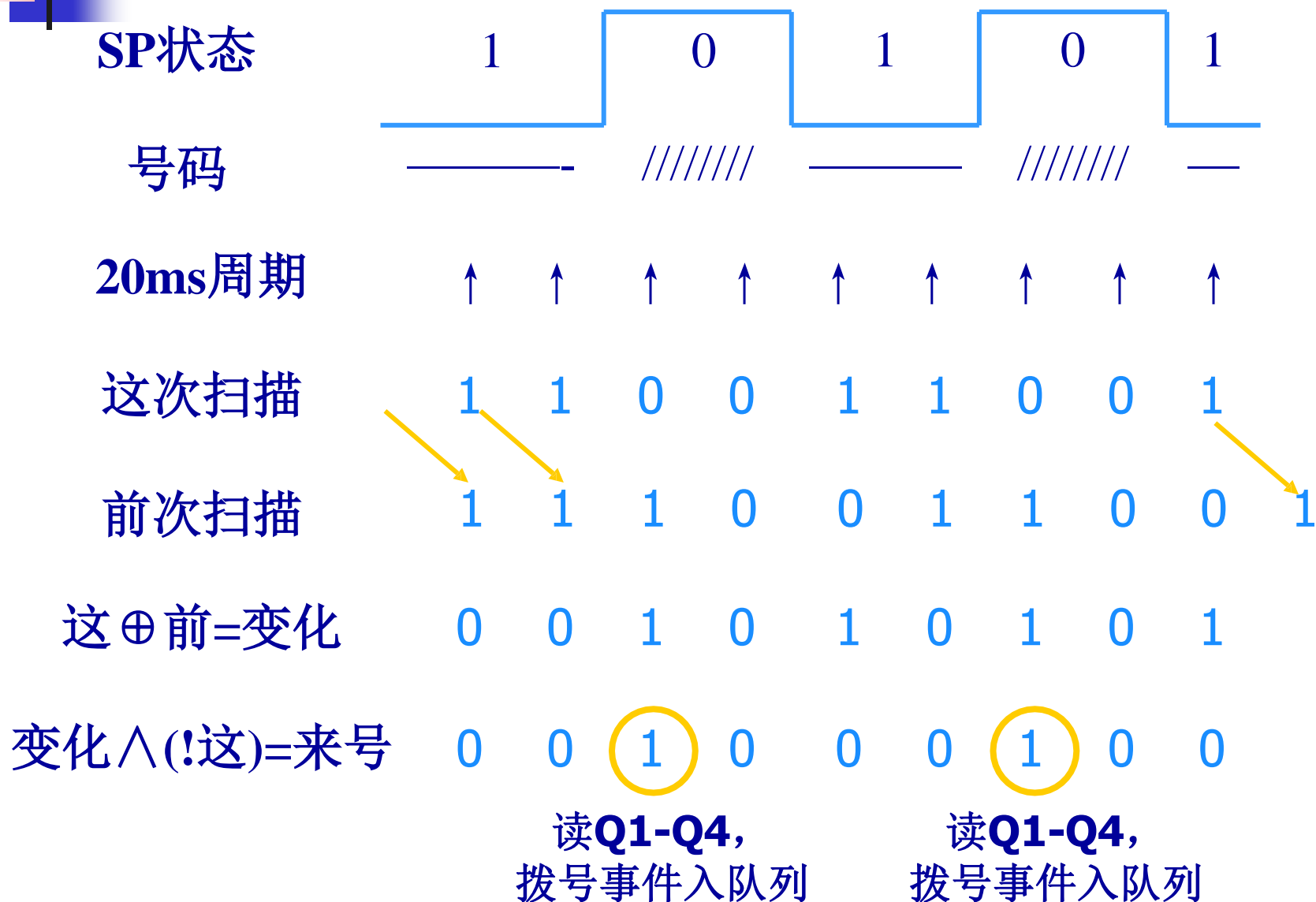
- 16~20ms

■ 群处理扫描

- 提高效率

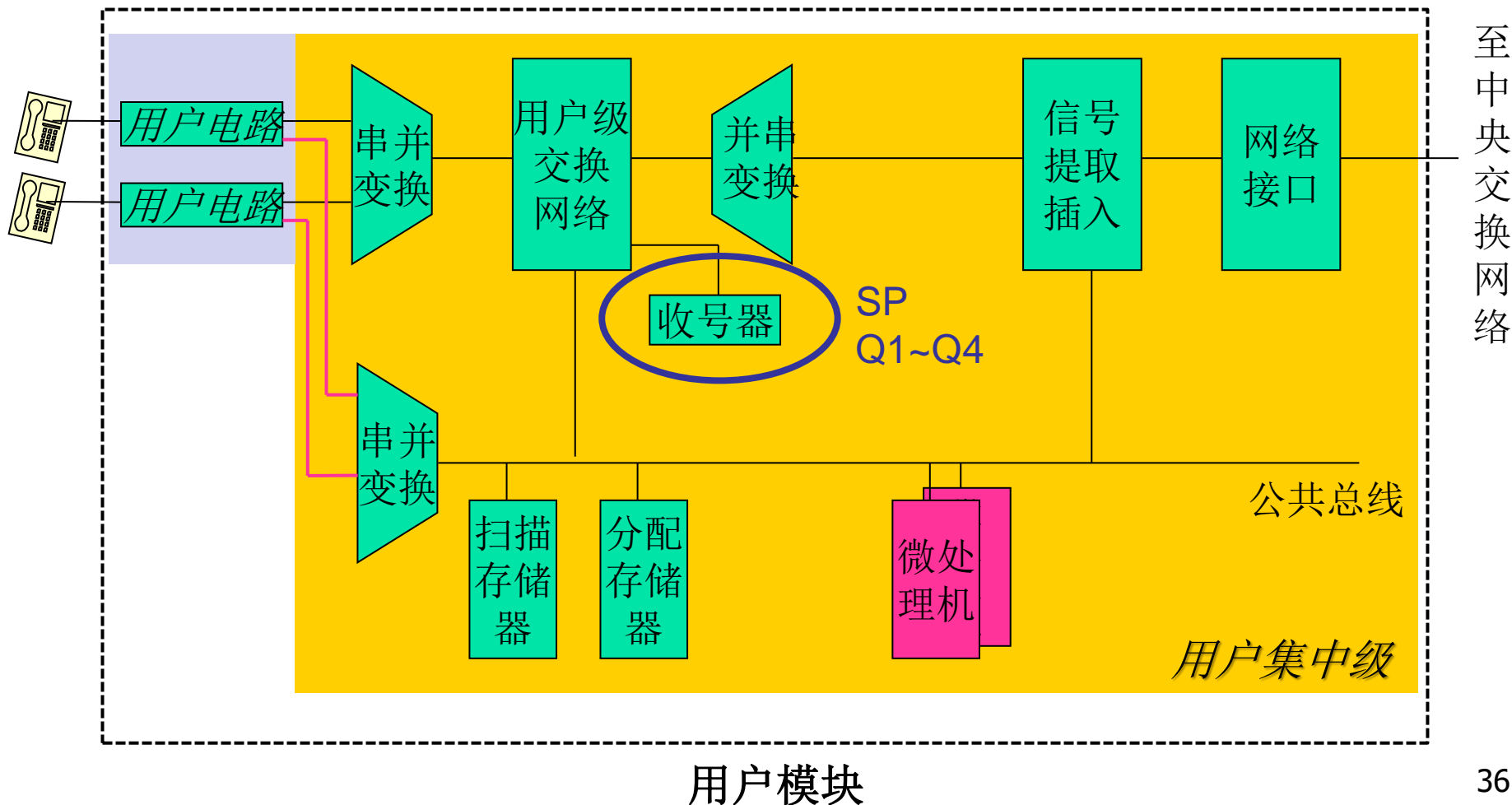
	1209 Hz	1336 Hz	1477 Hz	1633 Hz
697 Hz	1	2	3	A
770 Hz	4	5	6	B
852 Hz	7	8	9	C
941 Hz	*	0	#	D

输入处理——DTMF音频信号的接收



输入处理——DTMF音频信号的接收

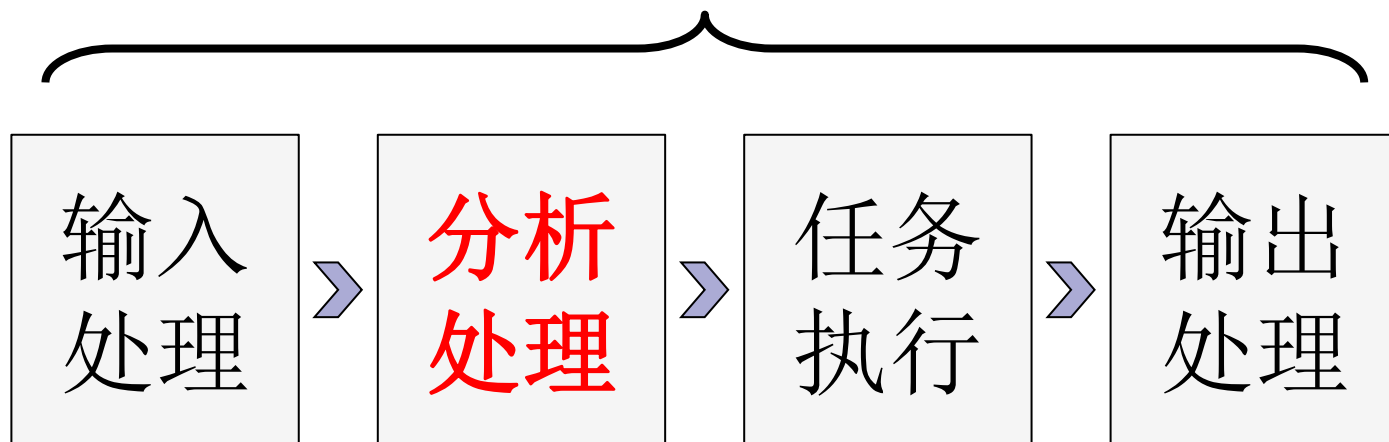
■ DTMF收号器



至中央交换网络

(2) 呼叫处理的原理

基于扩展的有限状态机



（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

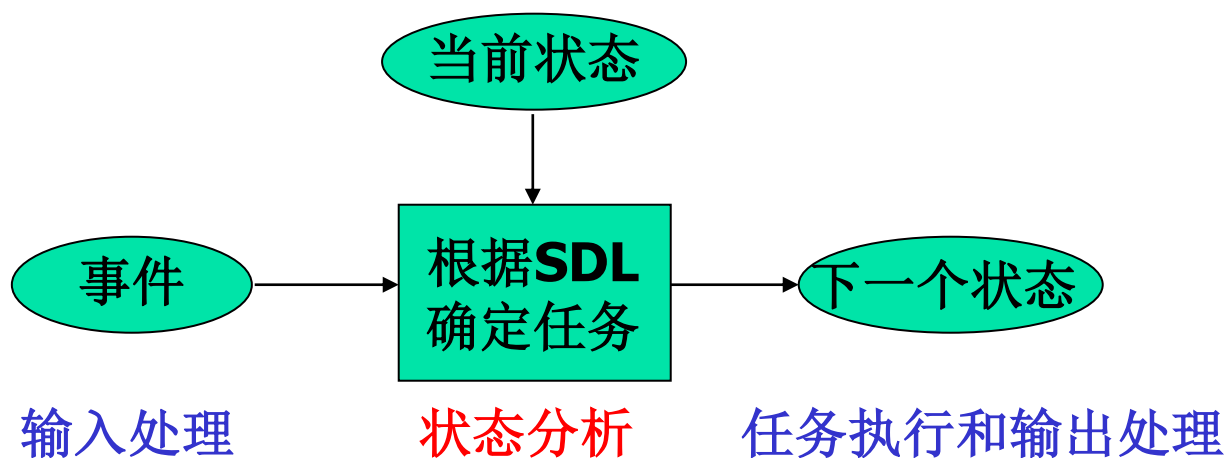


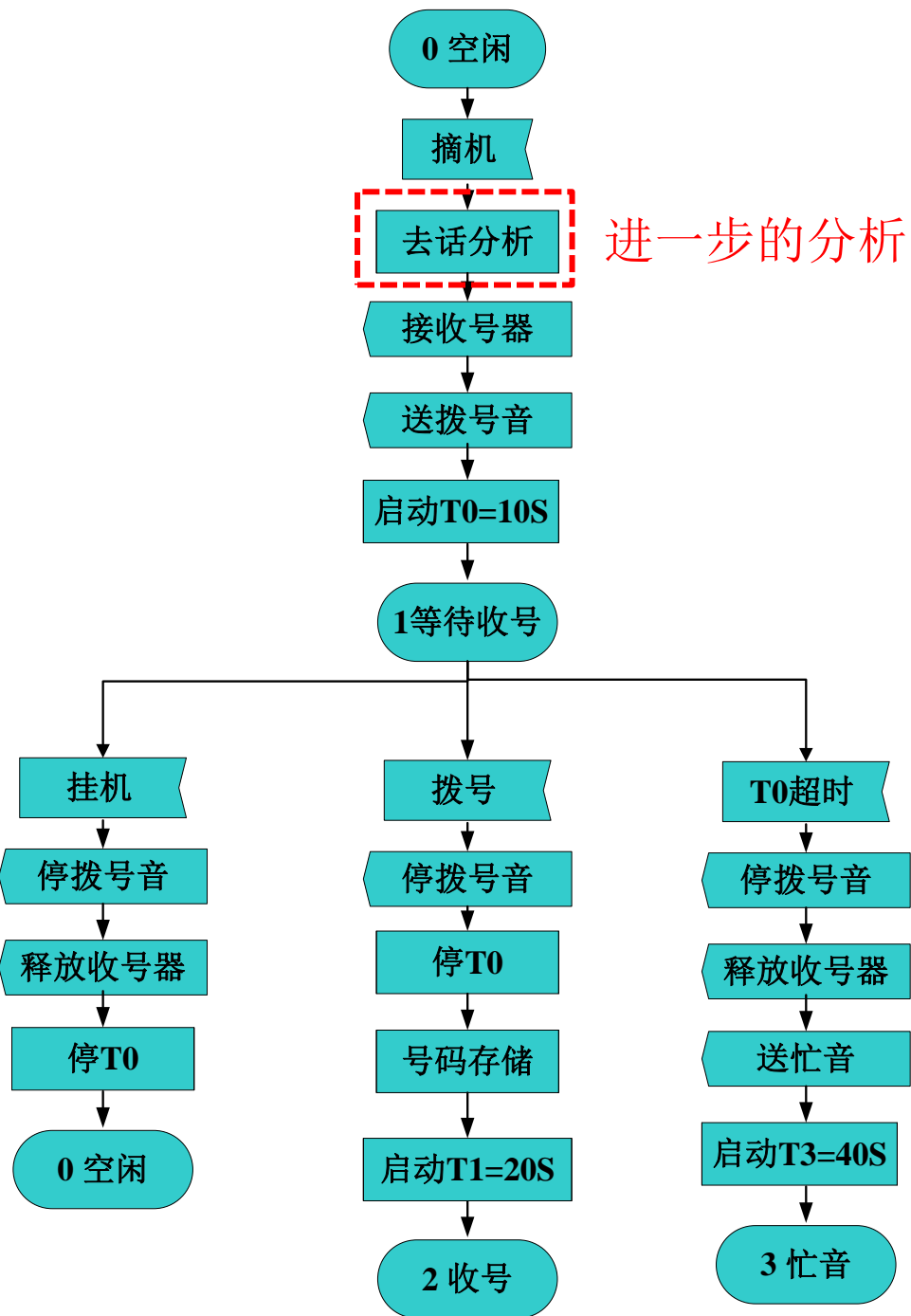
分析处理

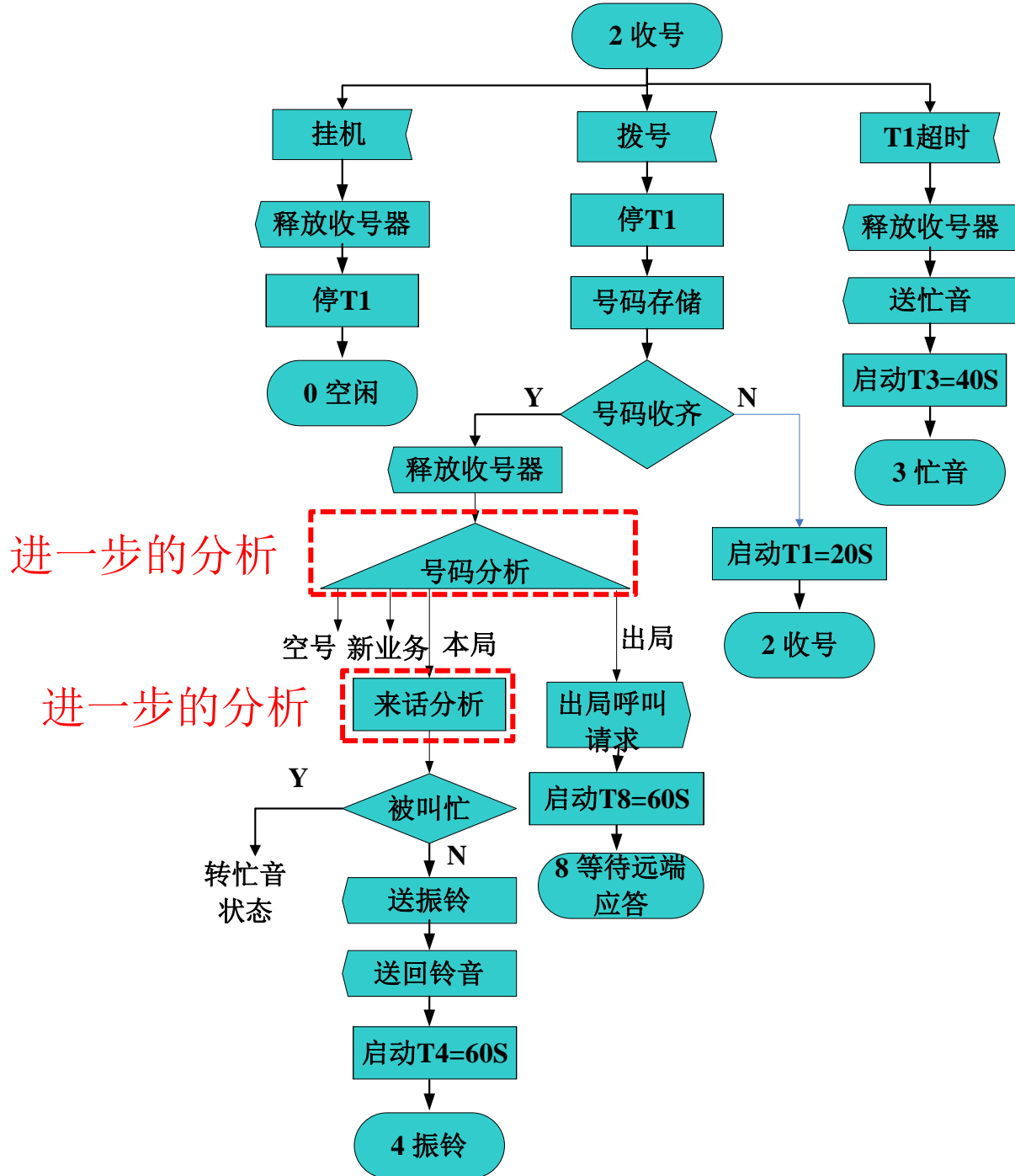
- 分析处理就是对各种信息（当前状态、输入信息、用户数据、可用资源等）进行分析，以确定下一步要执行的任务和进行的输出处理。分析处理由分析处理程序来完成，属于**基本级程序**。按照要分析的信息，分析处理可分为：
 - 状态分析
 - 去话分析
 - 号码分析
 - 来话分析

分析处理——状态分析

- 时机：在某个稳定状态下，接收到各种输入信号时
- 数据：状态和输入的事件
 - 呼叫状态：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
 - 事件：摘机、挂机、超时、拨号号码、空错号(分析结果产生)等
- 目的：确定下一步执行的任务或进一步的分析

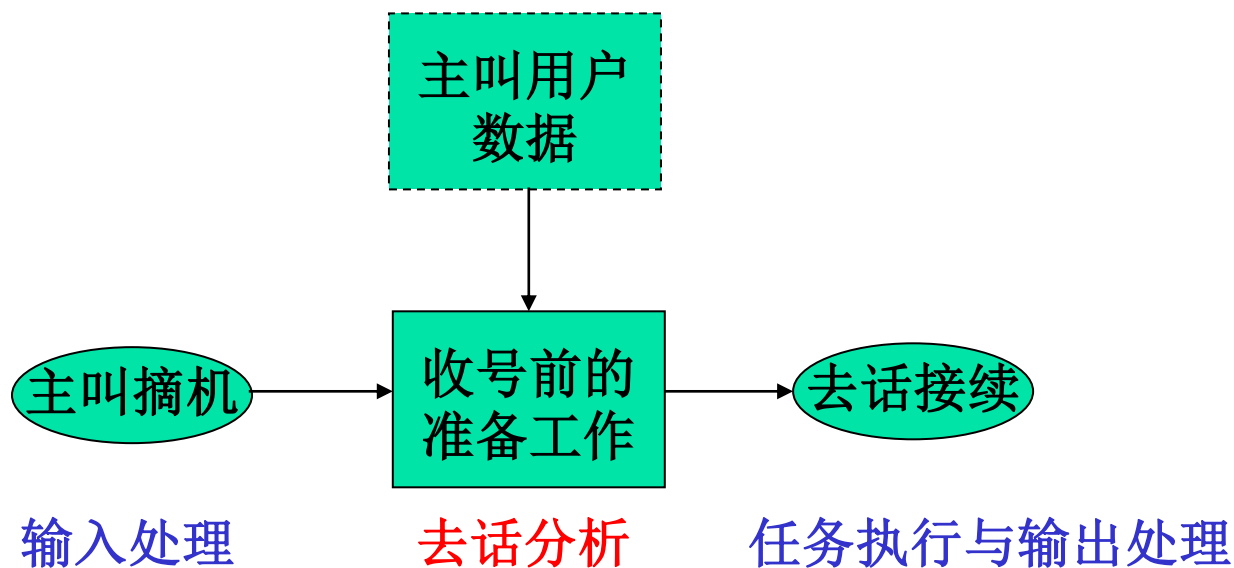




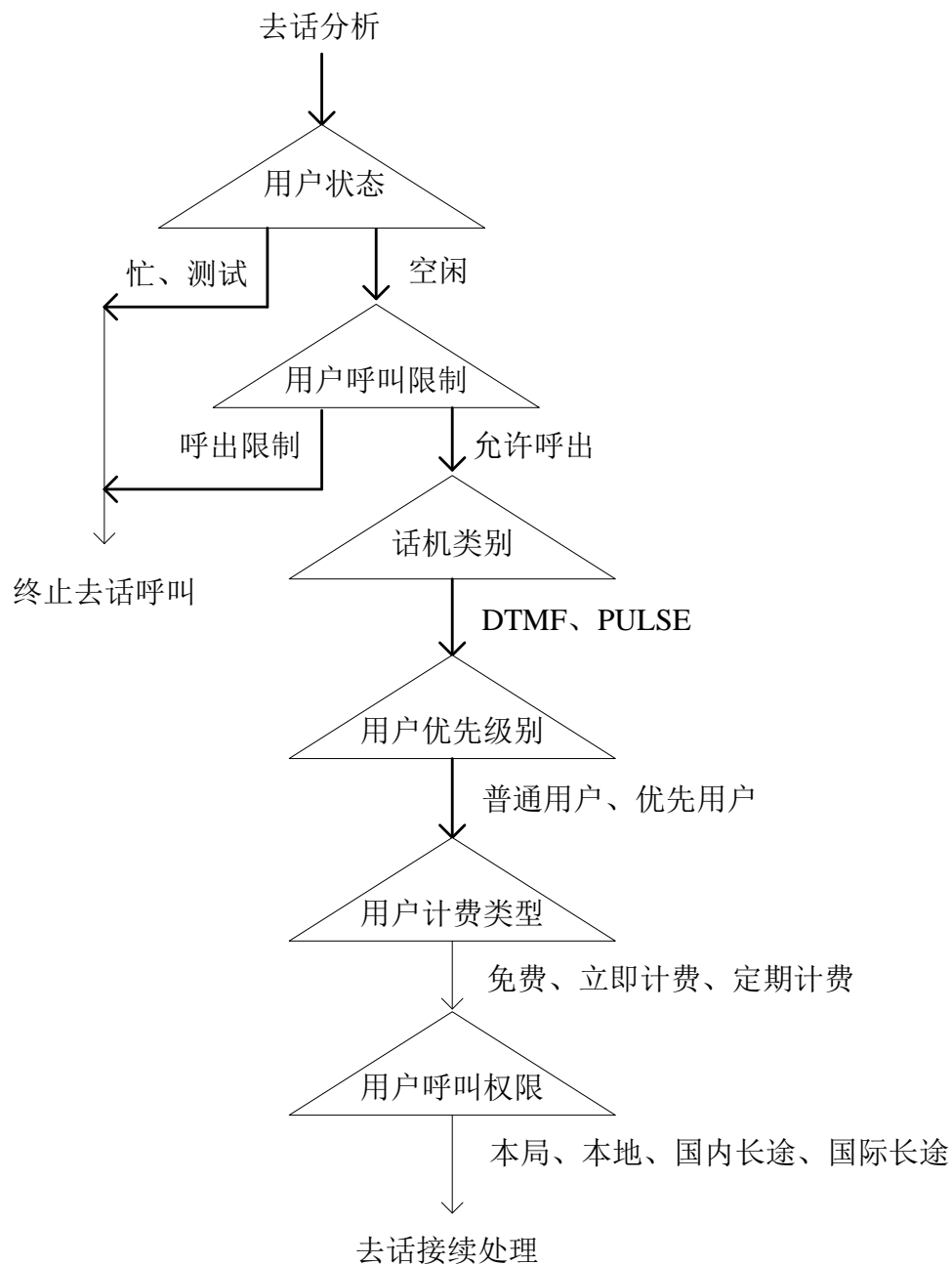


分析处理——去话分析

- 时机：主叫用户摘机发起呼叫时
- 数据：主叫用户数据
- 目的：决定下一步的接续动作

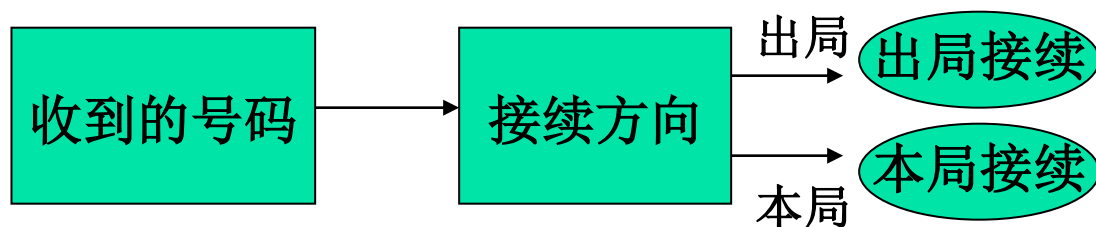


去话分析的一般流程



分析处理——号码分析

- 时机：收到用户的拨号号码时（不用收全）
- 数据：用户所拨的号码
 - 从用户线上直接接收号码
 - 从中继线上接收它局传送来的号码
- 目的：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

号码分析

任务执行与输出处理



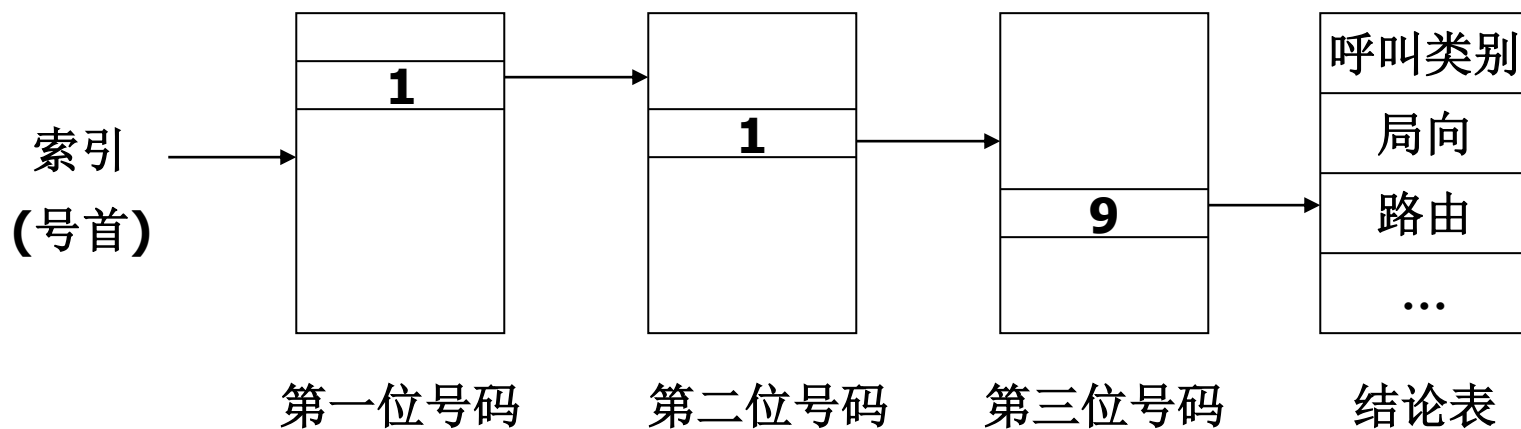
分析处理——号码分析

- 号码分析可分为两步：号首分析（号码预译）、号码翻译
- 号首分析：对收到的前几位号码分析（不用收全），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：接收到全部被叫号码后，找到对应的被叫用户
 - 每个用户在交换机内都具有唯一标识，即用户设备号
 - 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

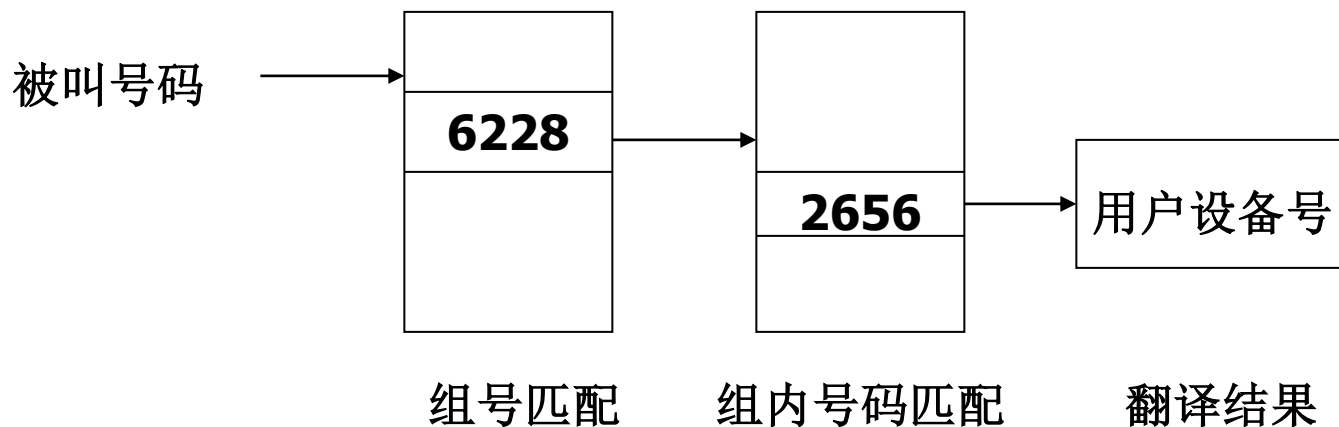
分析处理——号码分析

利用多级检索表，
为树型结构

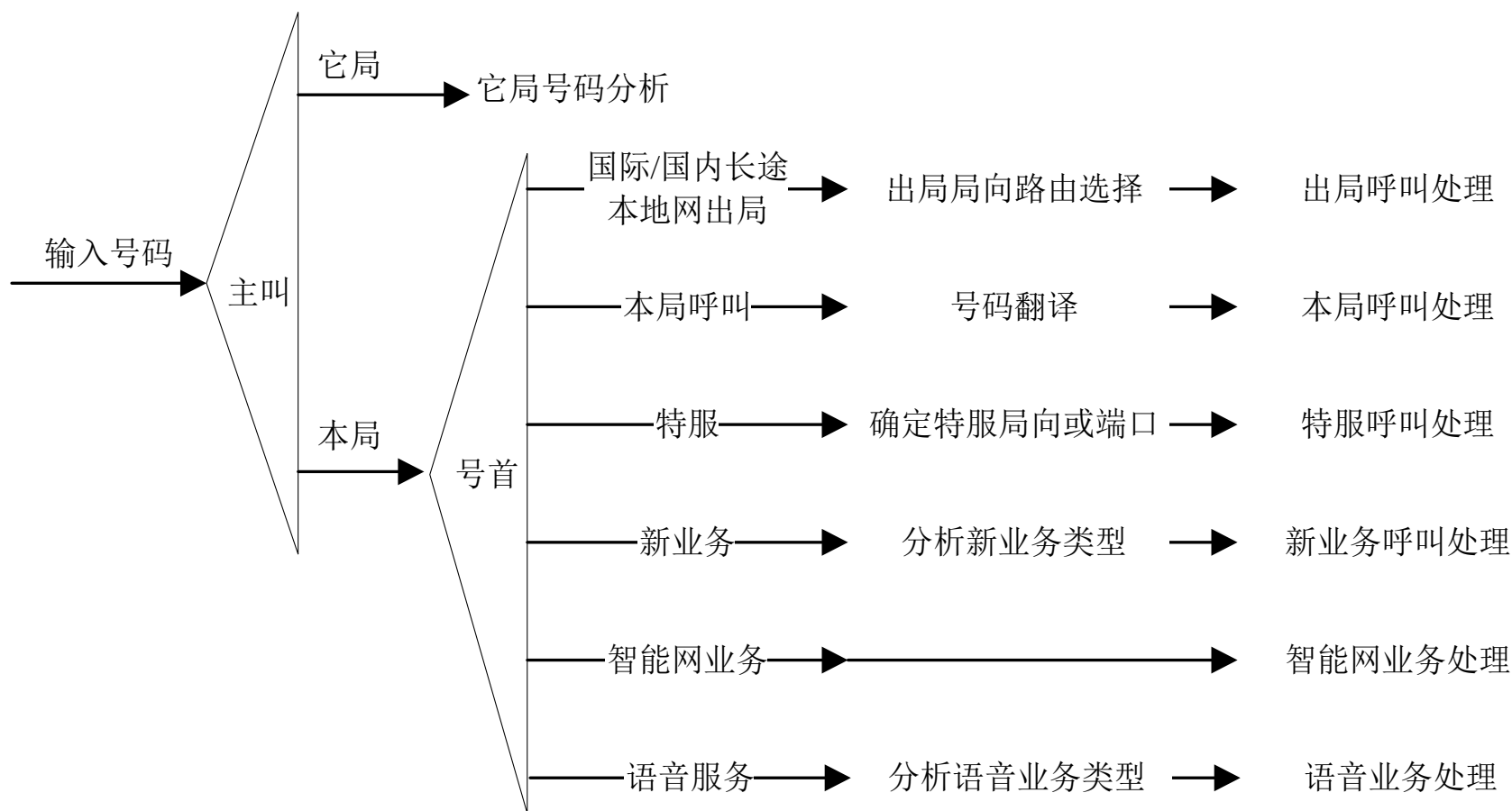
号
首
分
析



号
码
翻
译



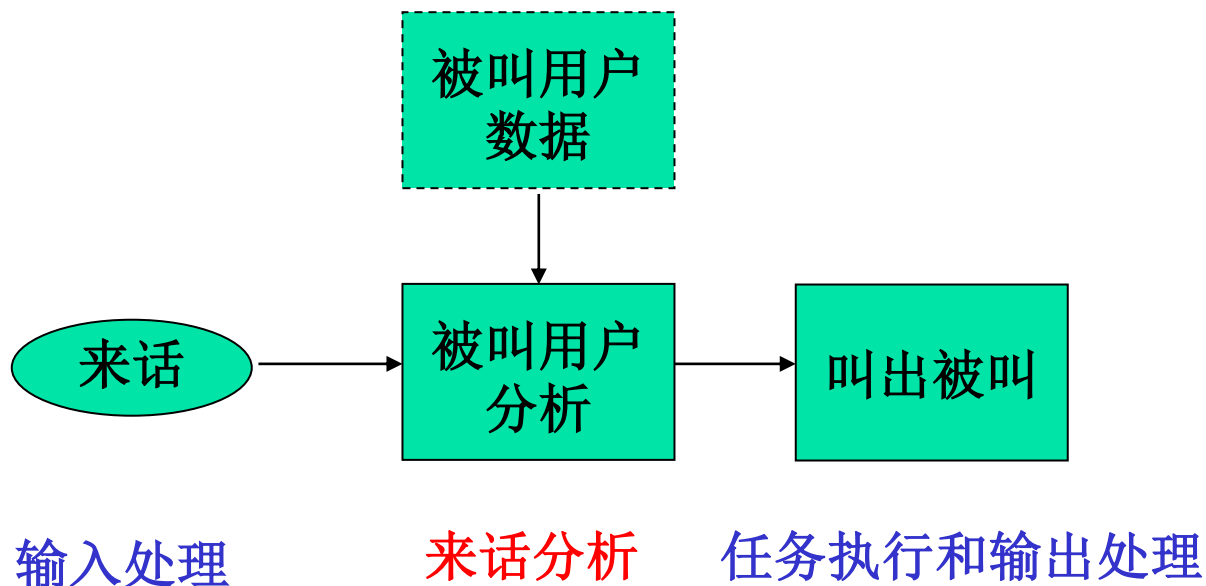
分析处理——号码分析



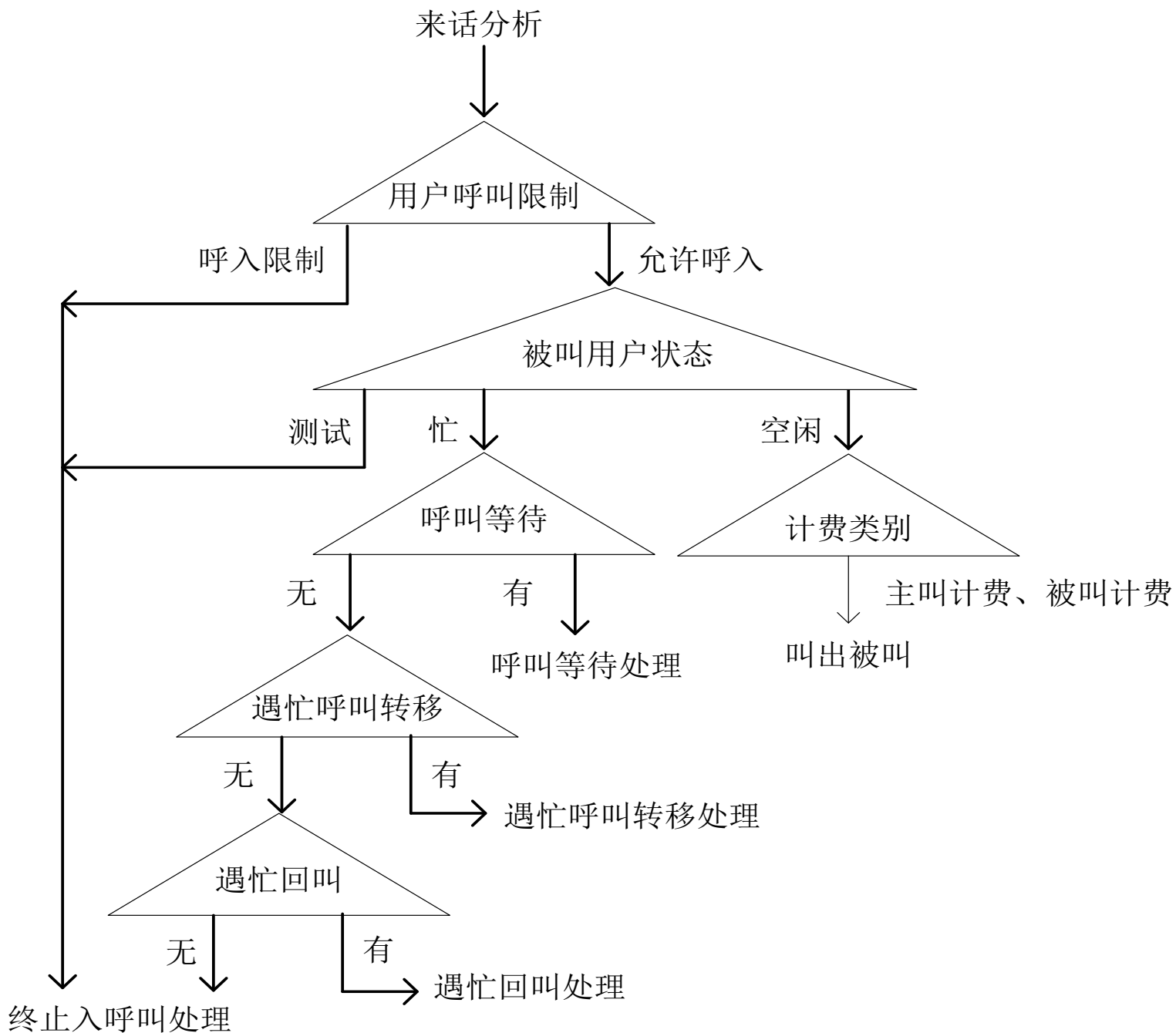
号码分析及相应任务执行的流程

分析处理——来话分析

- 时机：入局呼叫到来时，在叫出被叫之前
- 数据：被叫用户数据
- 目的：确定能否叫出被叫和如何继续控制入局呼叫的接续

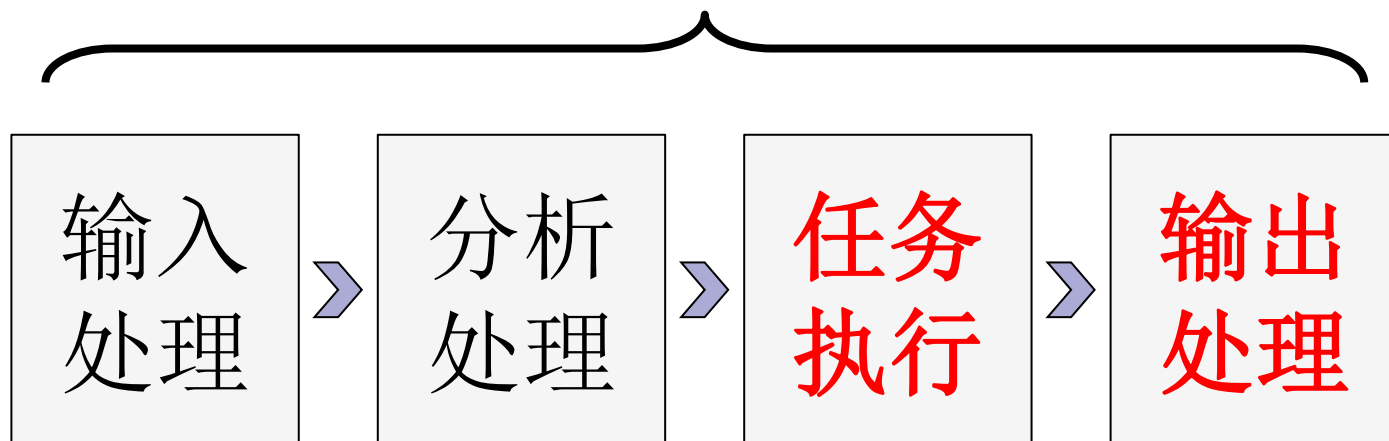


来话分析的一般流程



(2) 呼叫处理的原理

基于扩展的有限状态机



(输出命令部分)

根据分析结果，发布控制命令



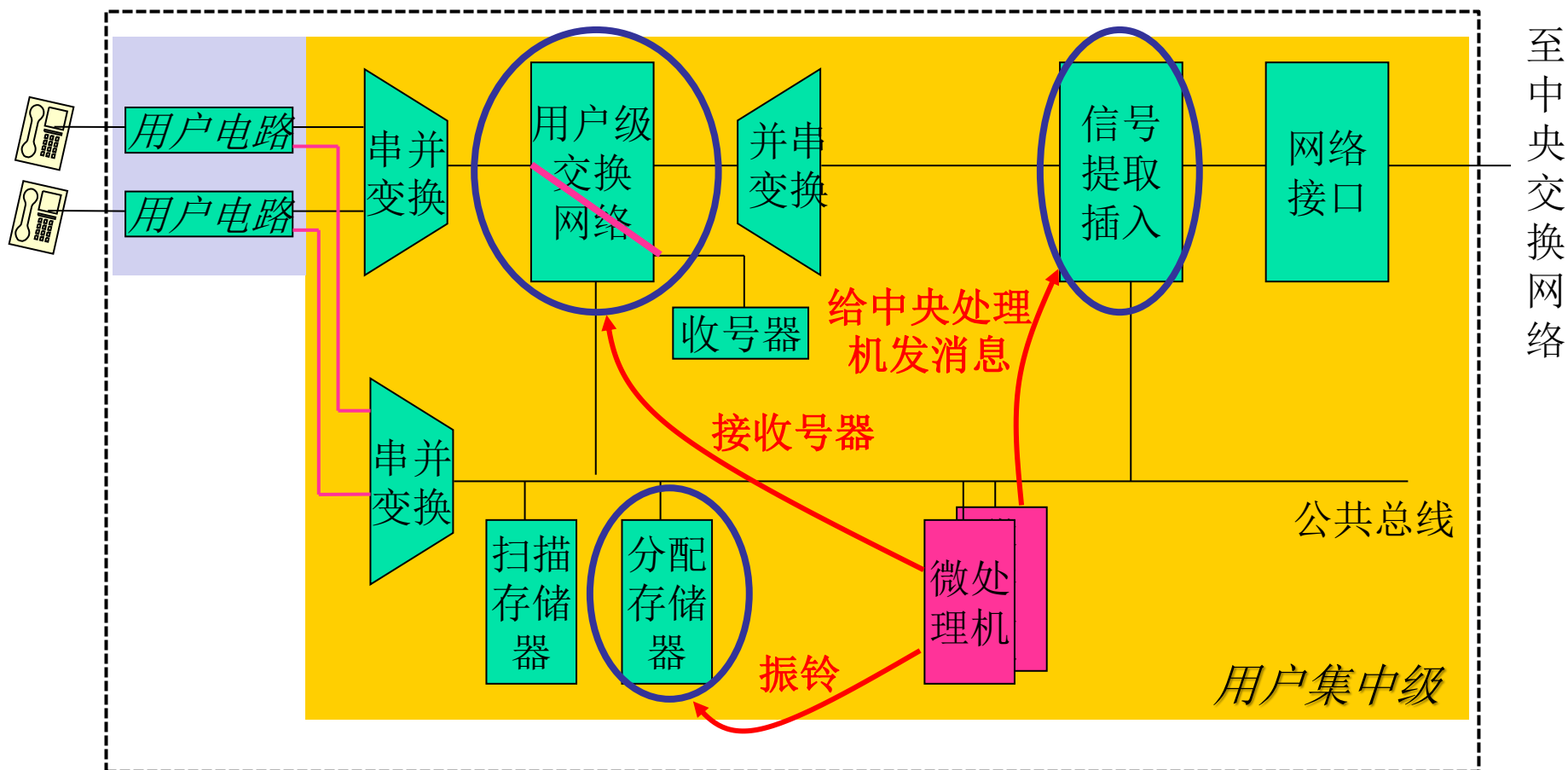
任务执行和输出处理

有些属于**基本级程序**
有些属于**周期级程序**

- 任务执行：根据分析处理的结果，处理机完成**相关任务**
 - ✓ 启动和停止各种**计时器**
 - ✓ 分配和释放各种**资源**（DTMF收号器、时隙）
 - ✓ 形成信令、处理机间通信消息和驱动硬件的控制命令
 - ✓ 开始和停止计费、计算操作、存储各种号码
 - ✓ 对用户数据、局数据的读写操作
- 输出处理：在任务执行过程中，输出各种命令，完成**具体的动作**
 - ✓ 驱动交换网络**建立或拆除话路**
 - ✓ 送/停各种信号音、振铃和停振铃
 - ✓ 连接DTMF收号器
 - ✓ 发送公共信道信令、发送处理机间通信信息等

任务执行和输出处理

■ 输出处理举例

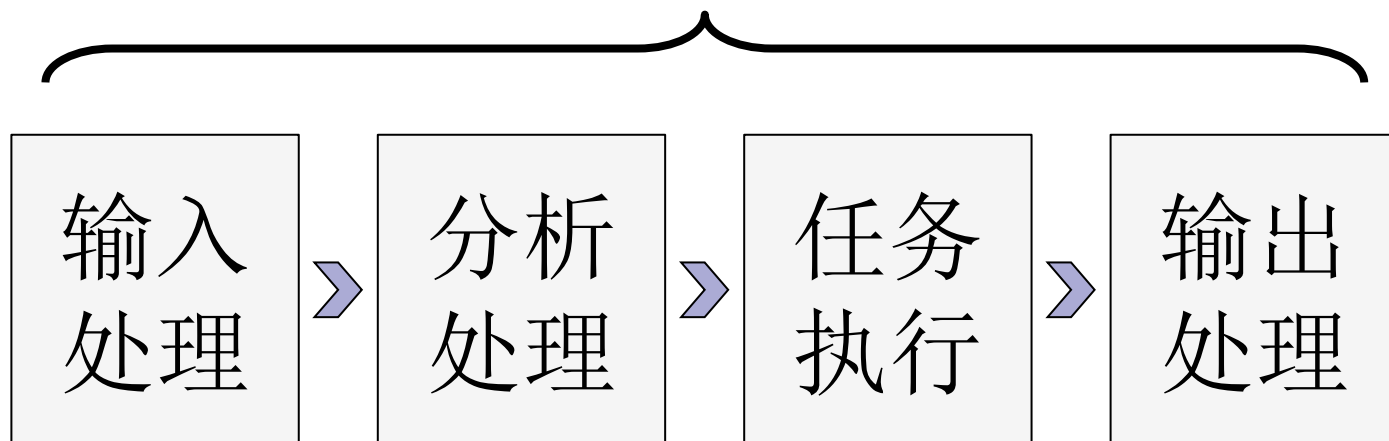


至中央交换网络



(2) 呼叫处理的原理（总结）

基于扩展的有限状态机



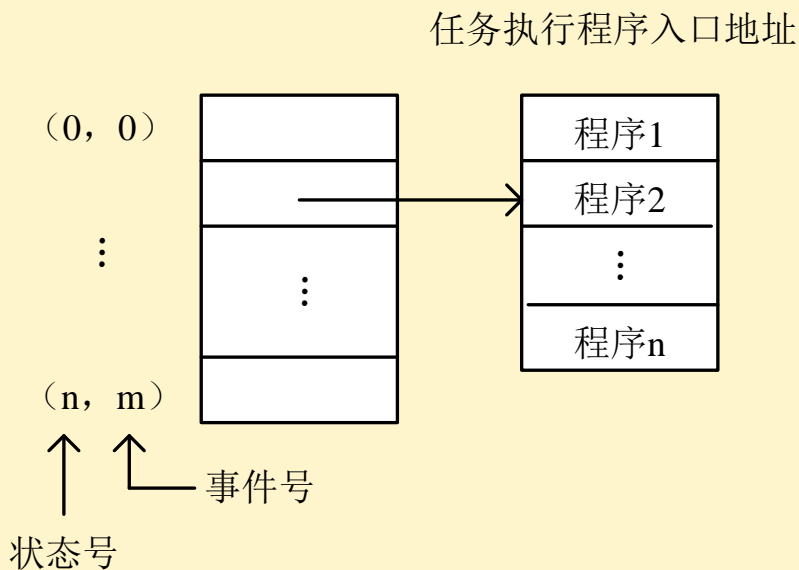


(3) 呼叫处理软件的实现

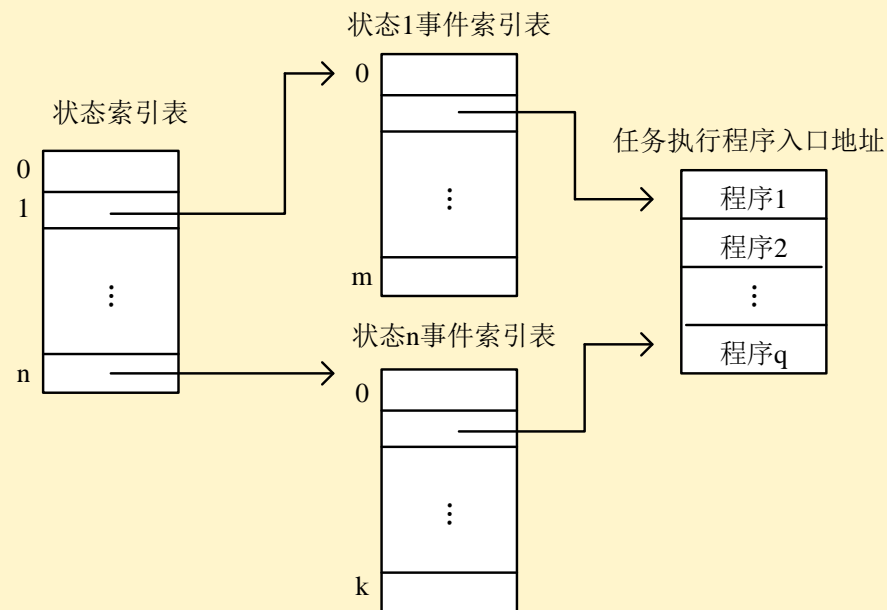
- 有限状态机的实现
- 程序分级和调度

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
- 两种实现方法

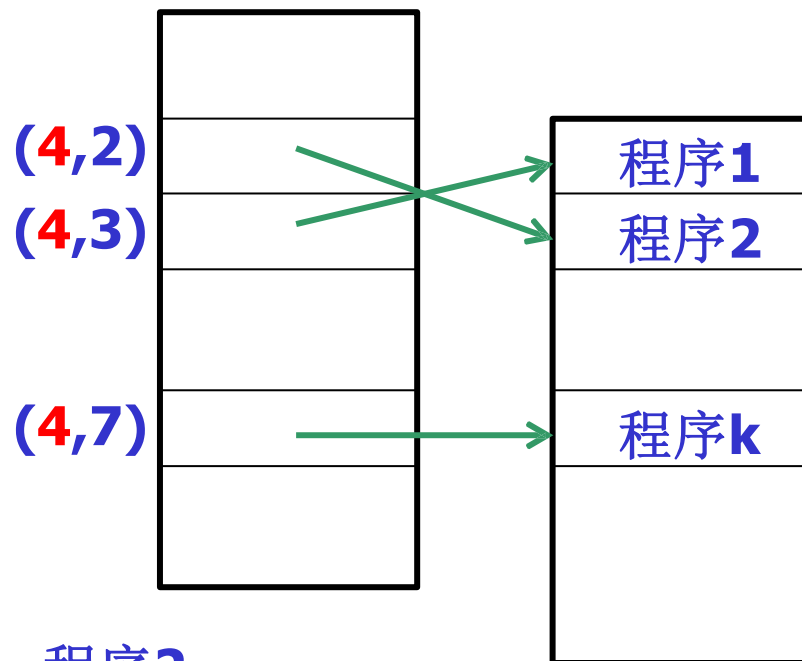


二维数组法



多级表法

有限状态机的实现（二维数组法, 例）



程序2

```
{ Stop Ringing;  
  Stop Return tone;  
  Stop T3;  
  Release Resource;  
  State:=0; }
```




(3) 呼叫处理软件的实现

- 有限状态机的实现
- 程序分级和调度

程序分级和调度

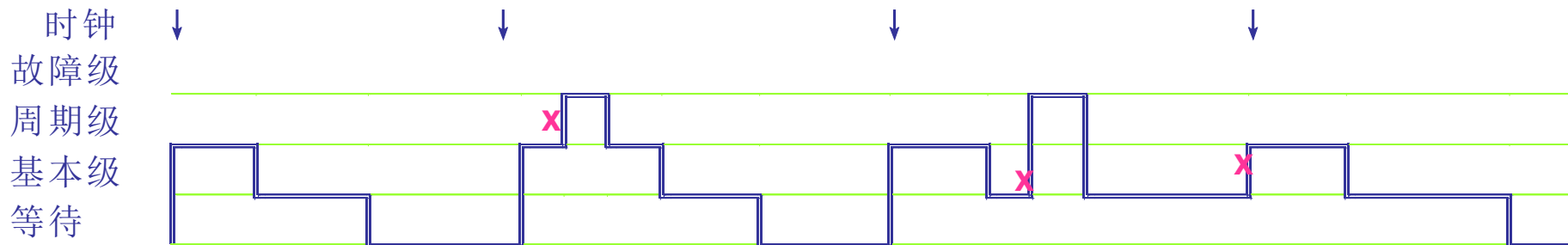
对各种输入处理、分析处理、任务执行和输出处理程序进行分级调度

■ 程序分级

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

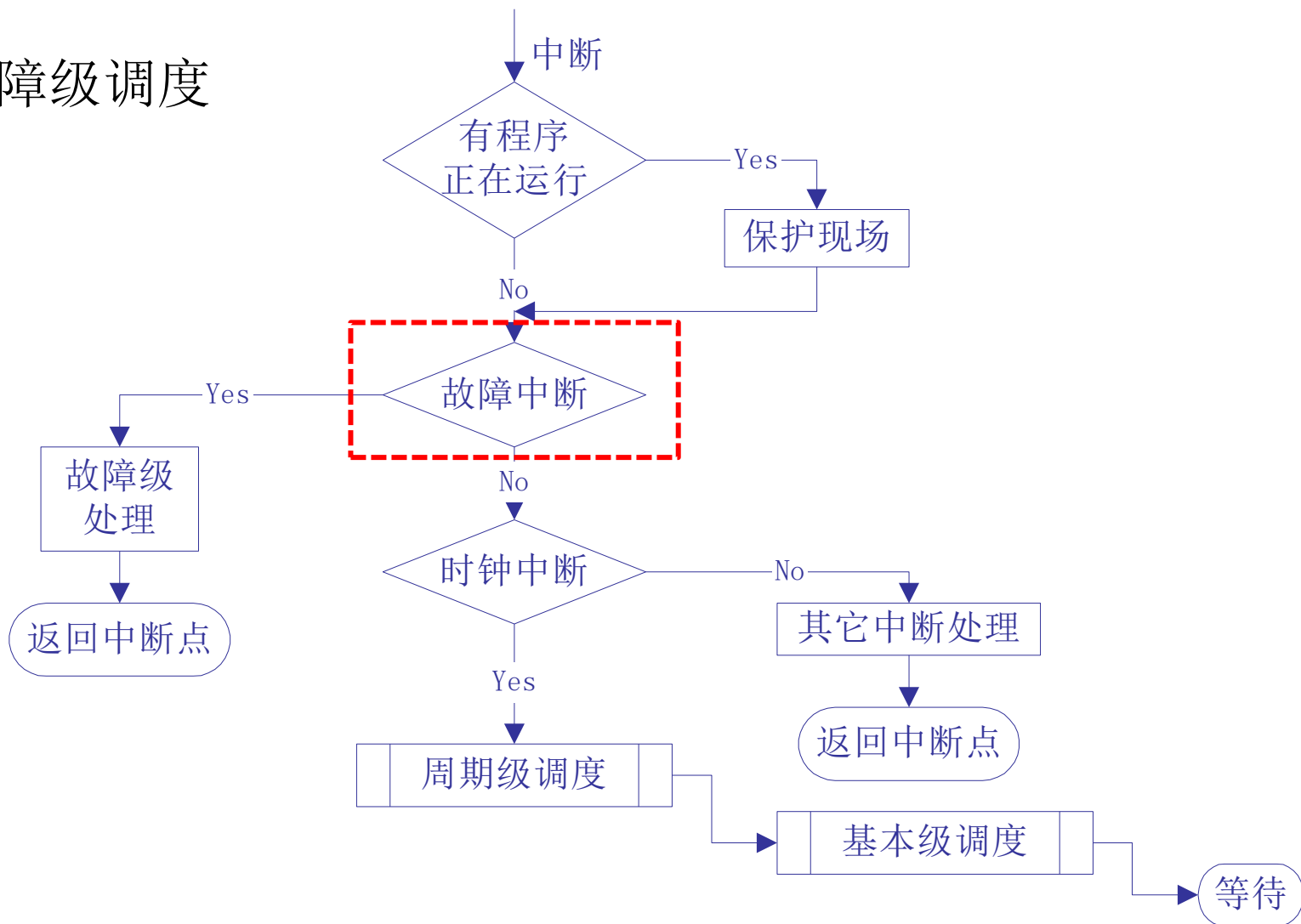
■ 级间转移的原则

■ 级别高的程序优先处理



程序分级和调度

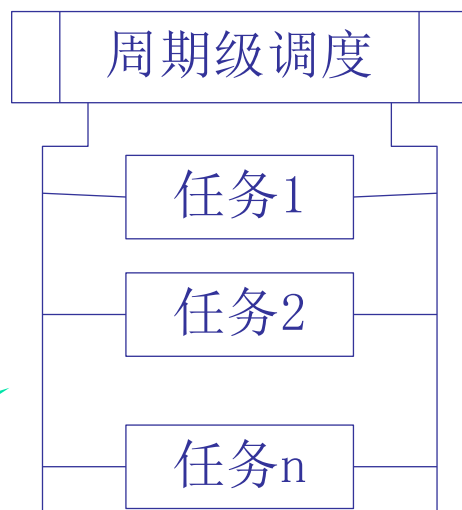
■ 故障级调度



程序分级和调度

■ 周期级调度

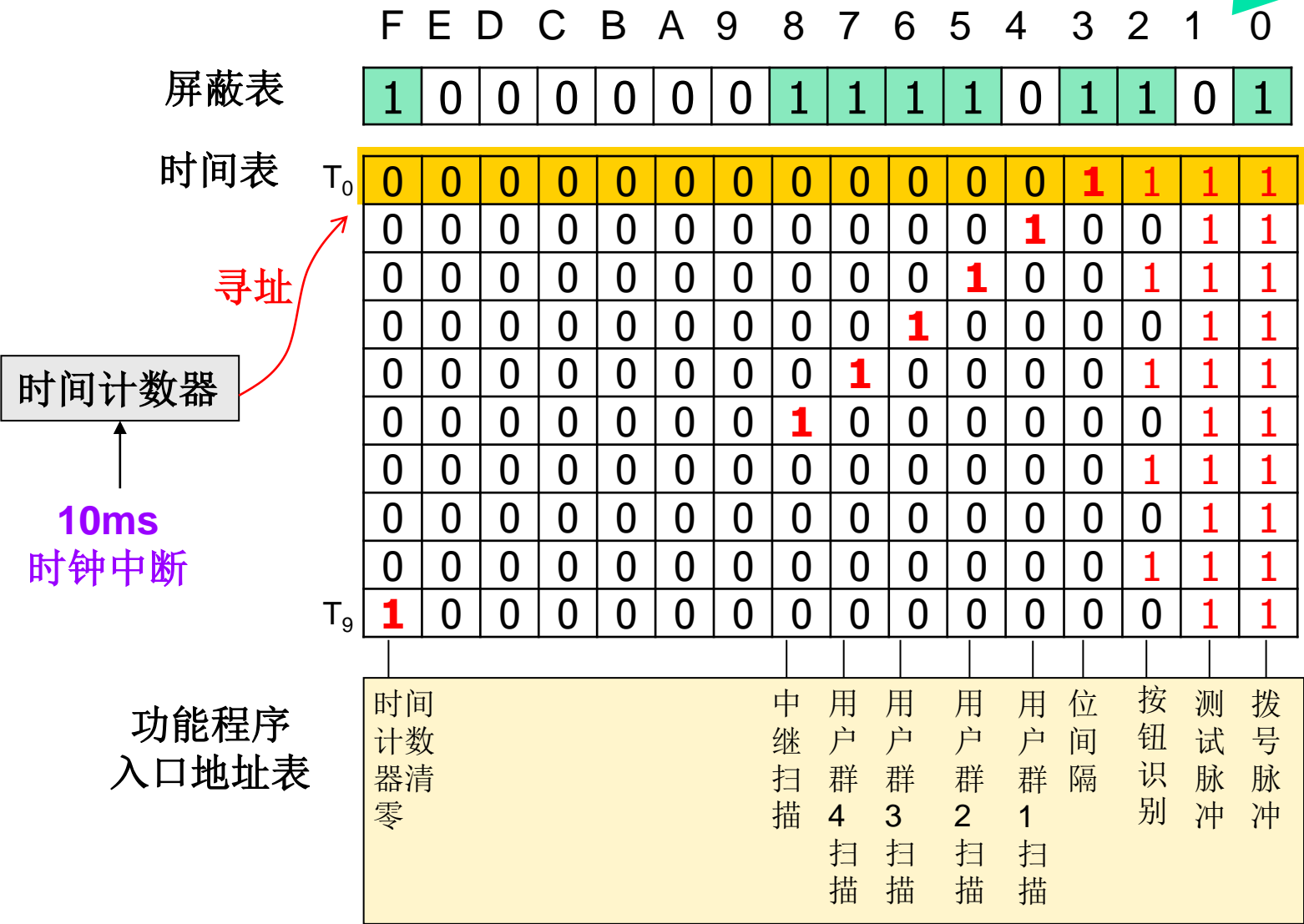
- 在单任务操作系统中，可以利用 **时钟中断+时间表** 的方法调度周期级任务
- 在实时多任务操作系统中，可以设置任务周期，利用操作系统的调度机制调度周期级任务



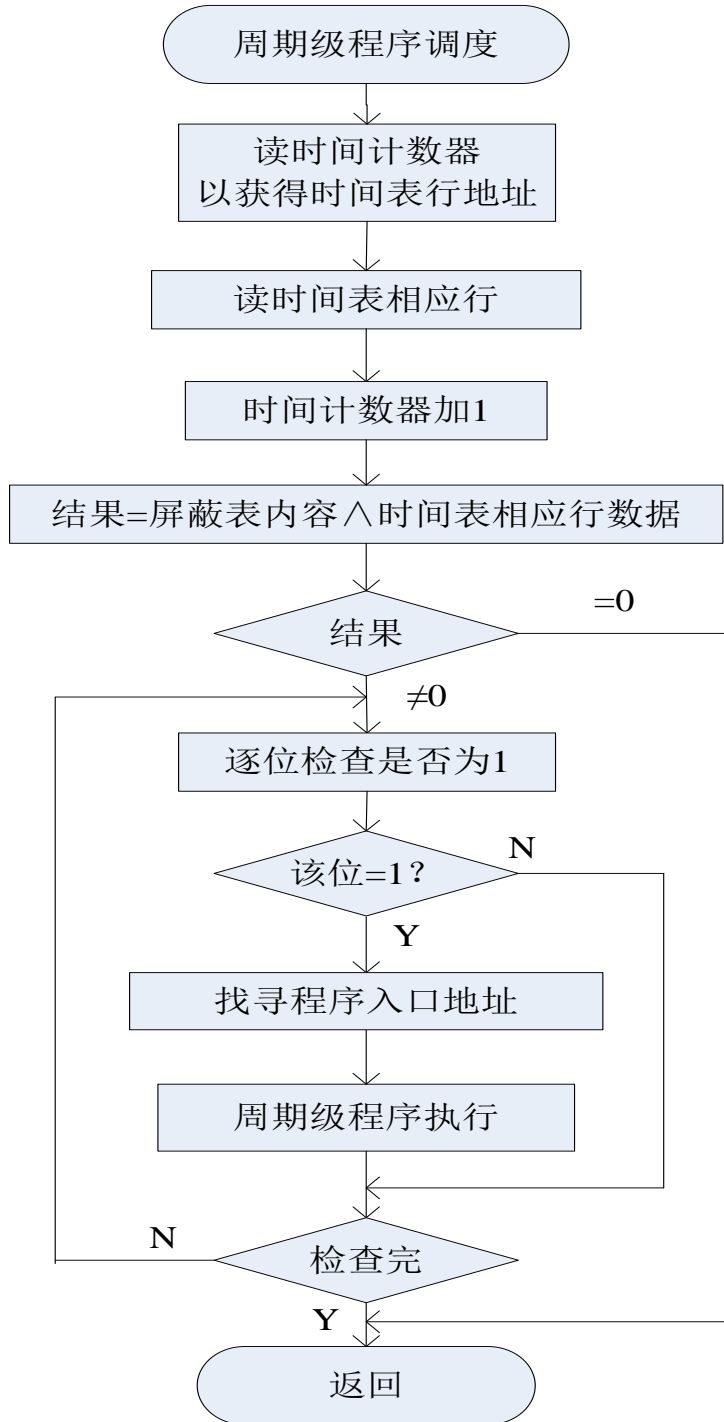
有不同的周期要求

时间表调度原理

屏蔽表控制该时刻程序是否被调用，提供一种灵活控制程序调用的机制



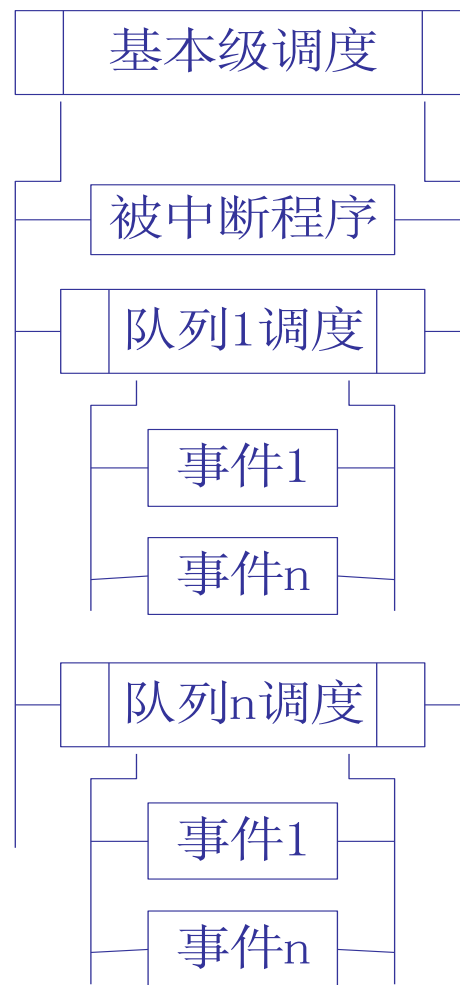
时间表调度 管理程序流程图



程序分级和调度

■ 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



(3) 呼叫处理软件的实现（总结）

- 有限状态机的实现
- 程序分级和调度

主程序 //状态分析

```
{  
    从事件队列的队头读取事件;  
    如果不为空, 分析State和Event,  
    决定执行任务或进一步分析;  
}
```

分析处理、任务执行和输出处理

(基本级)

事件队列

检测事件

输入处理程序

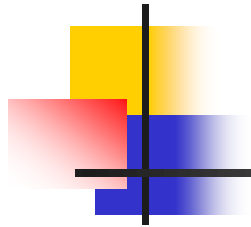
(周期级)

(State,Event)

程序1

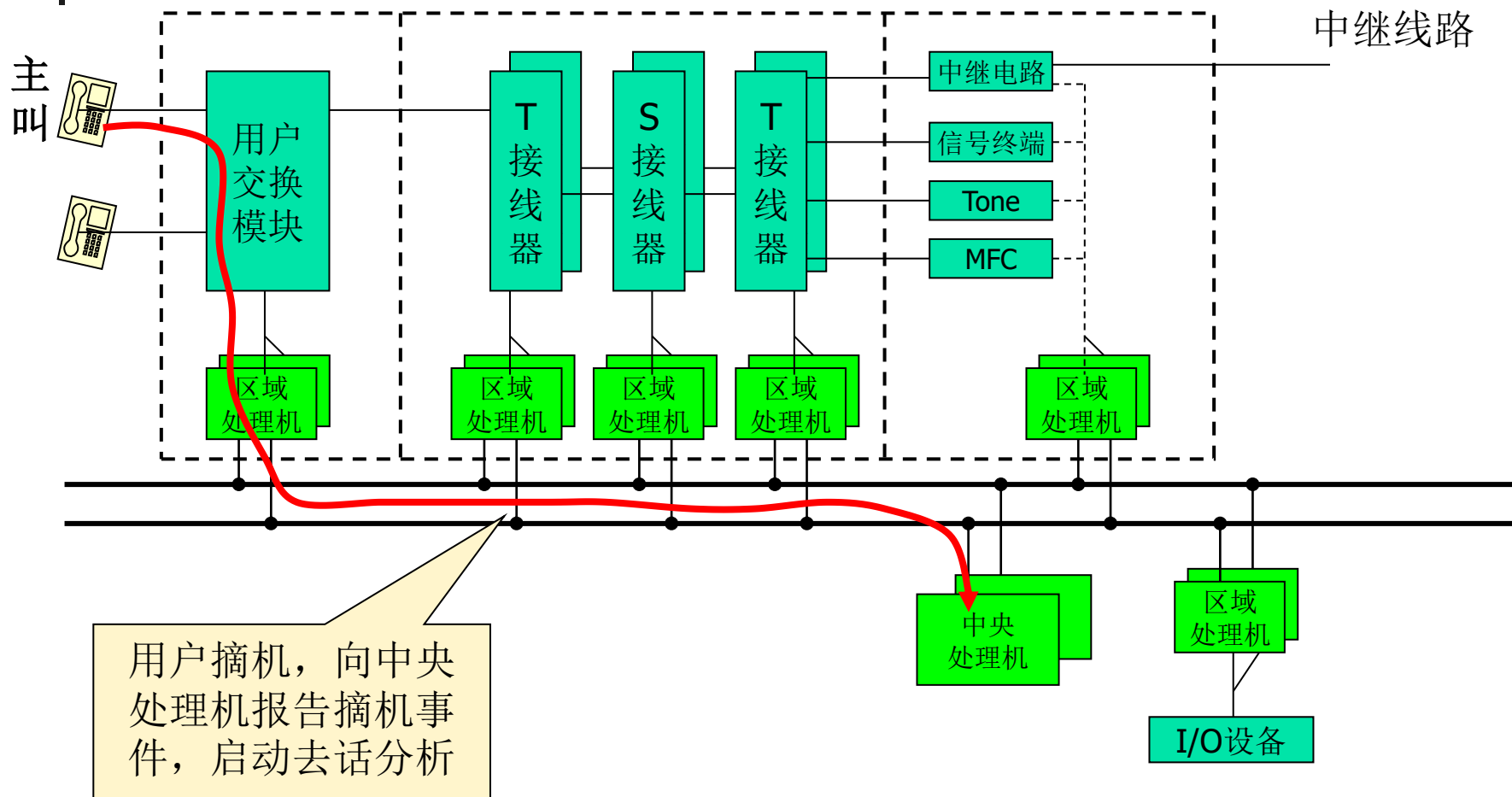
程序2

程序k

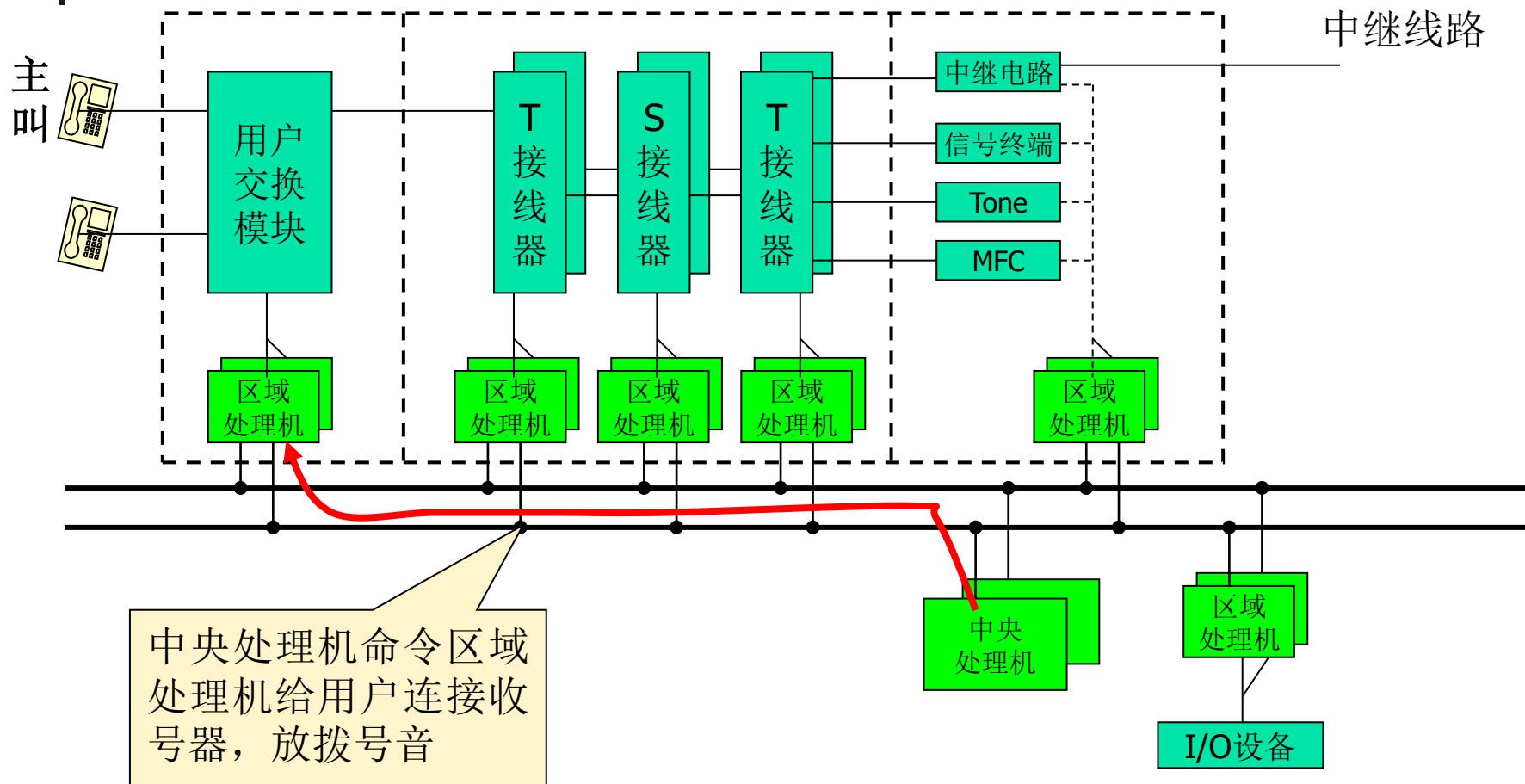


2.程控交换的软硬结合

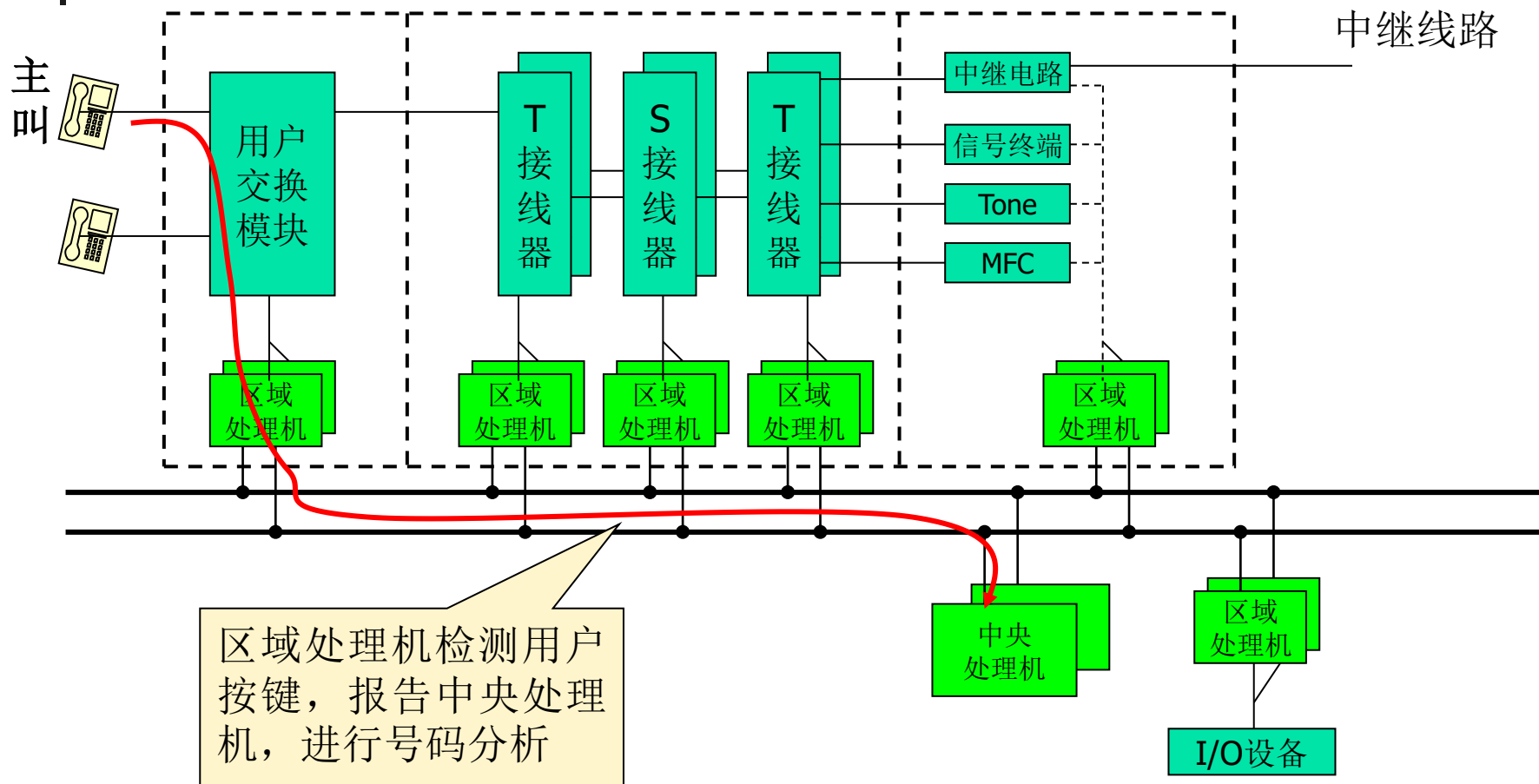
程控交换的软硬结合



程控交换的软硬结合

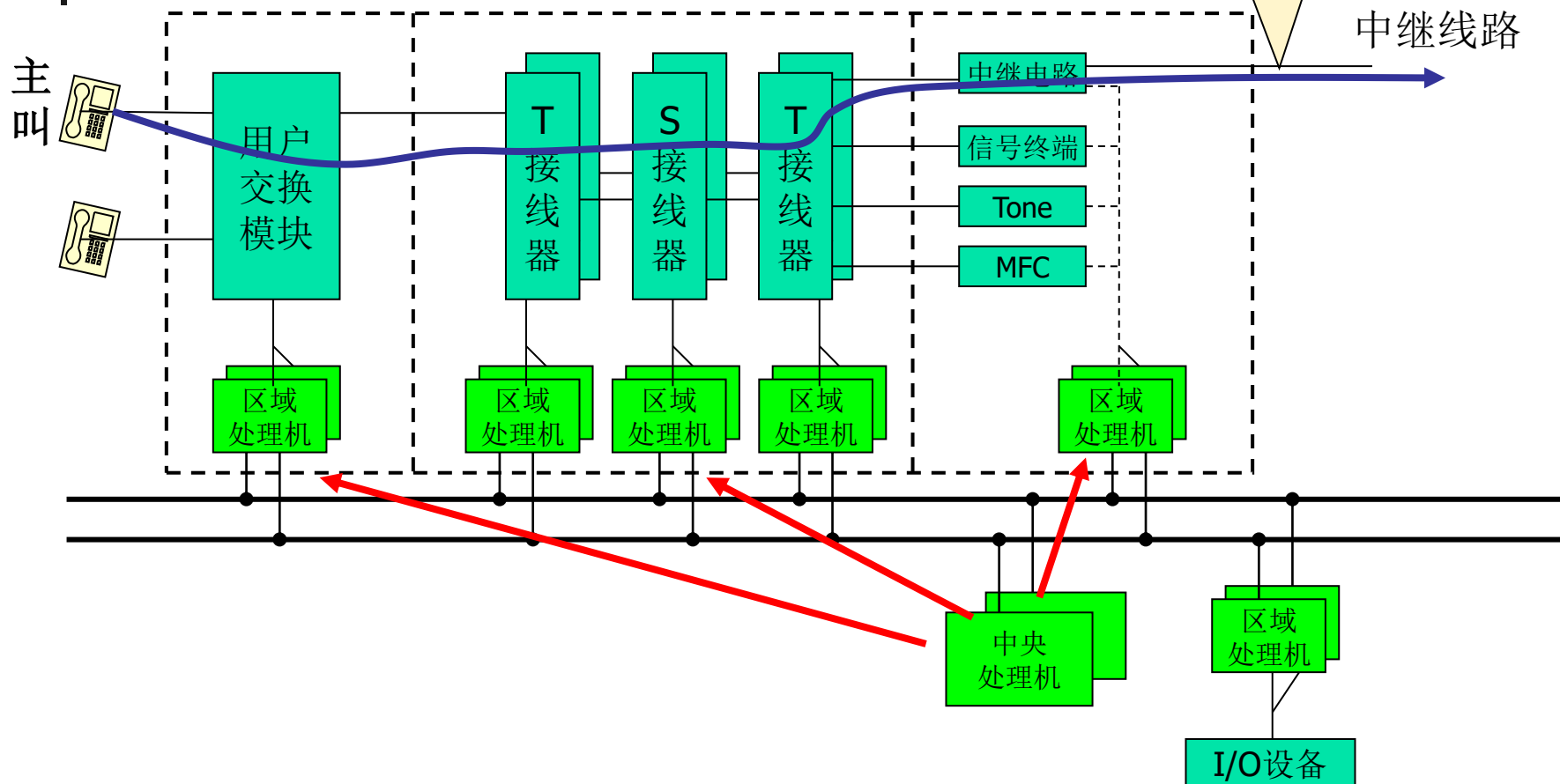


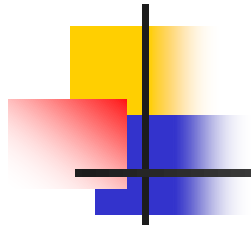
程控交换的软硬结合



程控交换的软硬结合

出局呼叫，连接
用户与出中继，
进行呼叫接续

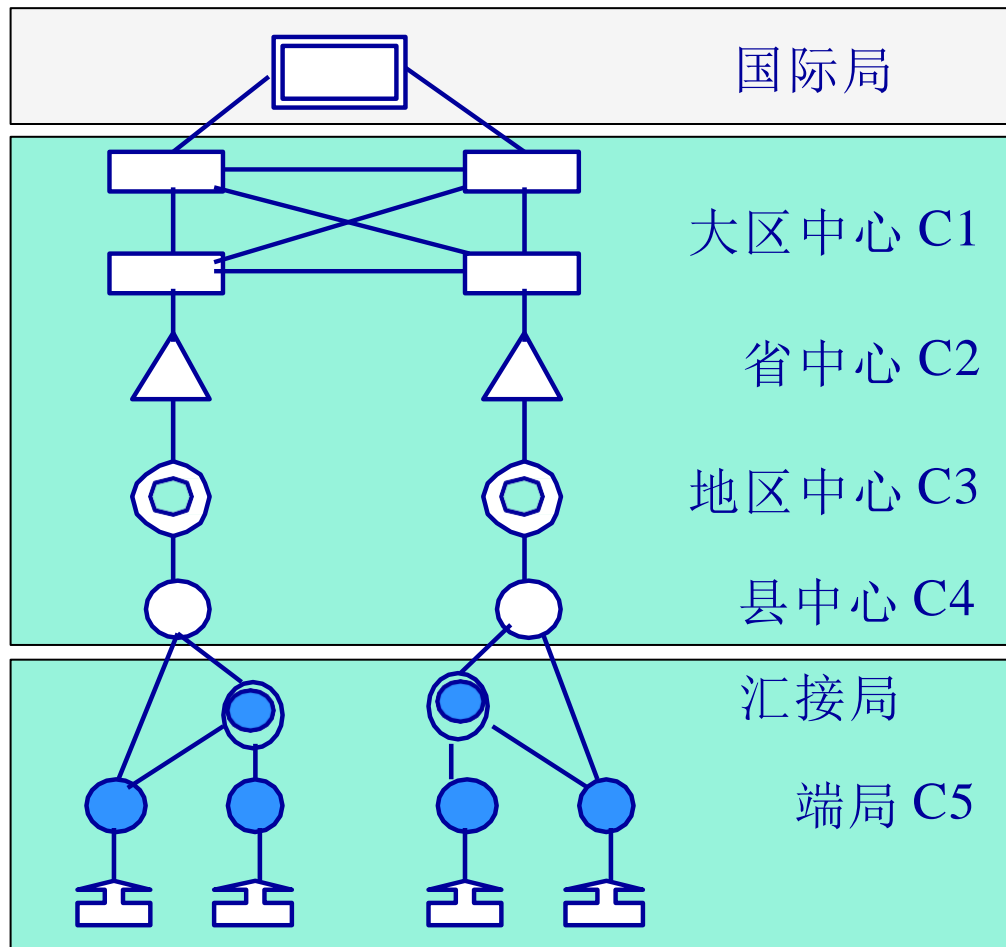


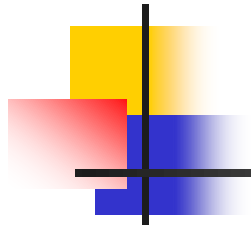


3.电话通信网

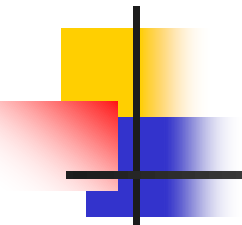
我国电话网的结构（自学）

- 由国际接口局接入国际网
- 四级汇接制的国内长途网
- 端局、汇接局和用户构成的本地网





作业



■ 作业

- 试画出主叫用户使用温线业务（主叫摘机等待一段时间不拨号，则拨打登记的号码）、被叫用户使用遇忙转移时，局内呼叫从空闲状态直到振铃状态的呼叫处理SDL图。
- 某成程控交换机采用时间表实现周期级程序的调度，图中给出了该交换机的时间表，在时钟控制下，每隔**10ms**会读取一次时间表。各个周期级程序的执行周期为：按键拨号识别程序的执行周期为**20ms**，脉冲拨号识别的执行周期为**10ms**，摘挂机识别的执行周期为**200ms**，中继扫描的执行周期为**100ms**。请在图中的时间表相应位置填写“**1**”来完成周期级任务的调度控制，并且画出周期级程序调度管理流程图。
- 给出下图整个本局呼叫处理过程的程序架构，包括主程序、子程序和主要的数据结构。

■ 利用第三章MOOC复习，并完成测验



Q & A

袁 泉

yuanquan@foxmail.com

2023年3月20日