



第五部分 信令与协议

——**SIP**协议



SIP协议

- **SIP**是一个应用层的信令控制协议。用于创建、修改和释放一个或多个参与者的会话。
- **SIP**是类似于**HTTP**的基于文本的协议，因而易于读取和调试。**SIP**可以减少应用特别是高级应用的开发时间。新服务的编程更加简单，对于设计人员而言更加直观。
- **SIP**可以用于众多应用和服务中，包括交互式游戏、音乐、视频点播、以及语音、视频和 **Web** 会议。



主要内容

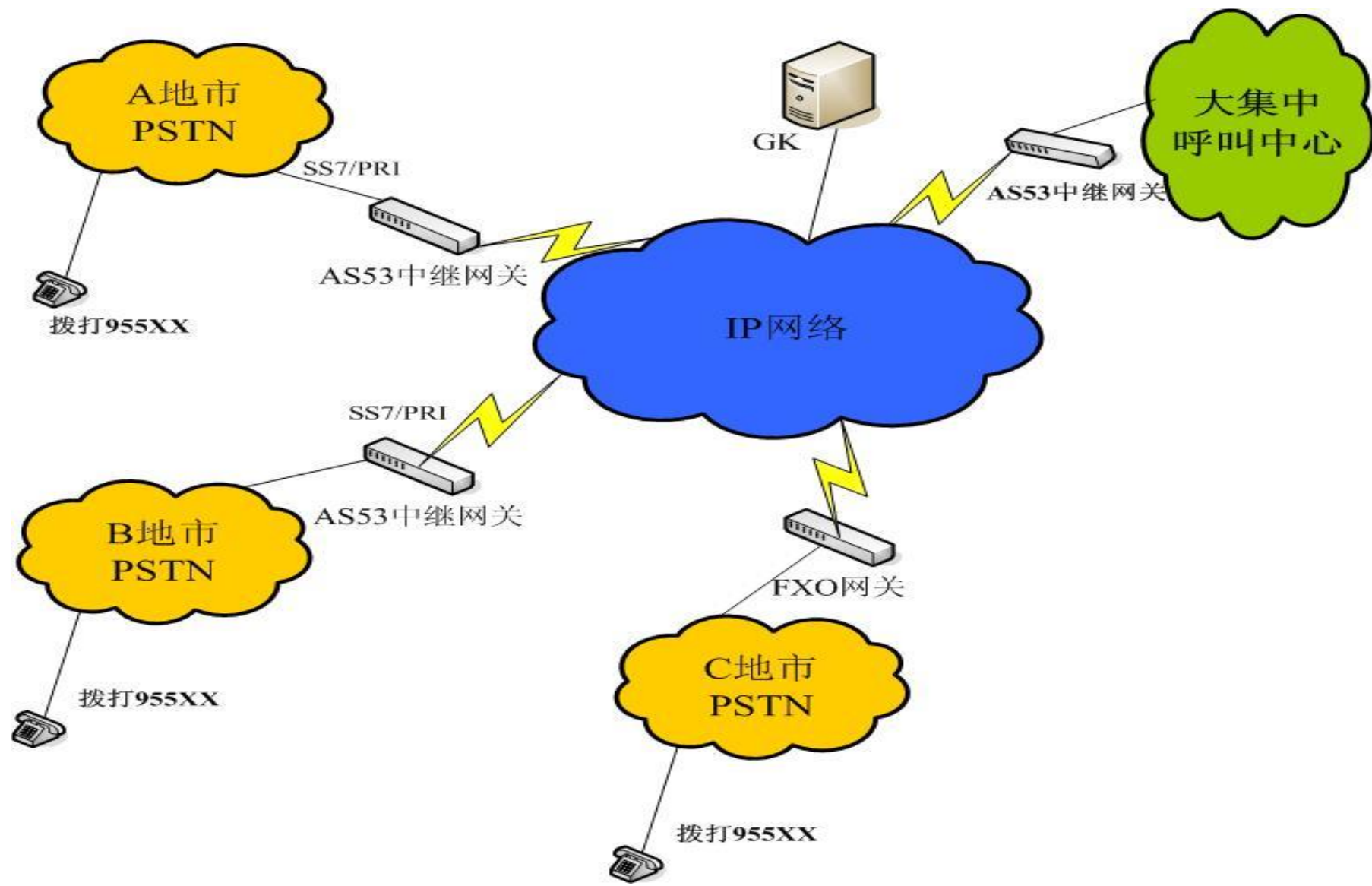
- **VoIP**技术
- **SIP**协议概述
- **SIP**功能组成
- **VOIP by SIP**相关协议
- **SIP**消息及消息格式
- **SIP**流程举例



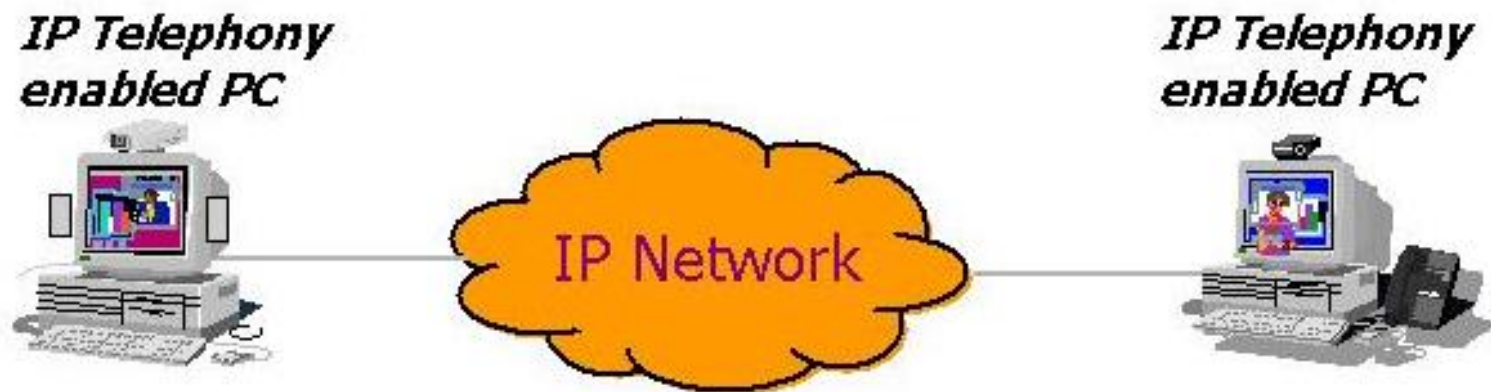
主要内容

- **VoIP技术**
- **SIP协议概述**
- **SIP功能组成**
- **VOIP by SIP相关协议**
- **SIP消息及消息格式**
- **SIP流程举例**

VoIP——电话银行



1.VoIP (PC-PC)



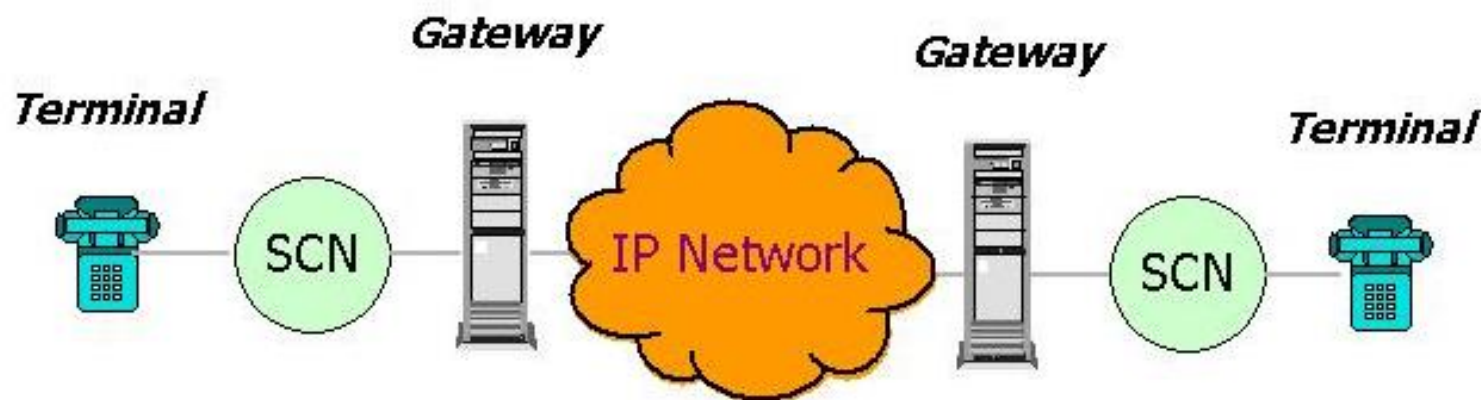
- IP网络内部的话音通信
- 多媒体计算机经电话线或LAN连到ISP
- 利用IP地址进行呼叫
- 语音压缩、编解码、打包在PC上完成(声卡、网卡、modem)

VoIP (PC-Phone)



- 传统电话网与IP网络电话业务的互通
- IP网关完成IP地址与电话号码的翻译及语音编解码和打包

VoIP (Phone-Phone)



- 普通电话经电话网连到IP电话网关，用电话号码呼叫
- 传统电话网将IP网络视为其业务承载网
- 发端IP网关鉴别主叫用户，将被叫电话号码翻译成网关IP地址，将呼叫连接到最靠近被叫的网关，完成语音编码和打包
- 收端IP网关完成拆包、解码及反向地址翻译，将呼叫连到被叫终端用户



主要内容

- VoIP技术
- **SIP**协议概述
- SIP功能组成
- VOIP by SIP相关协议
- SIP消息及消息格式
- SIP流程举例



2.SIP

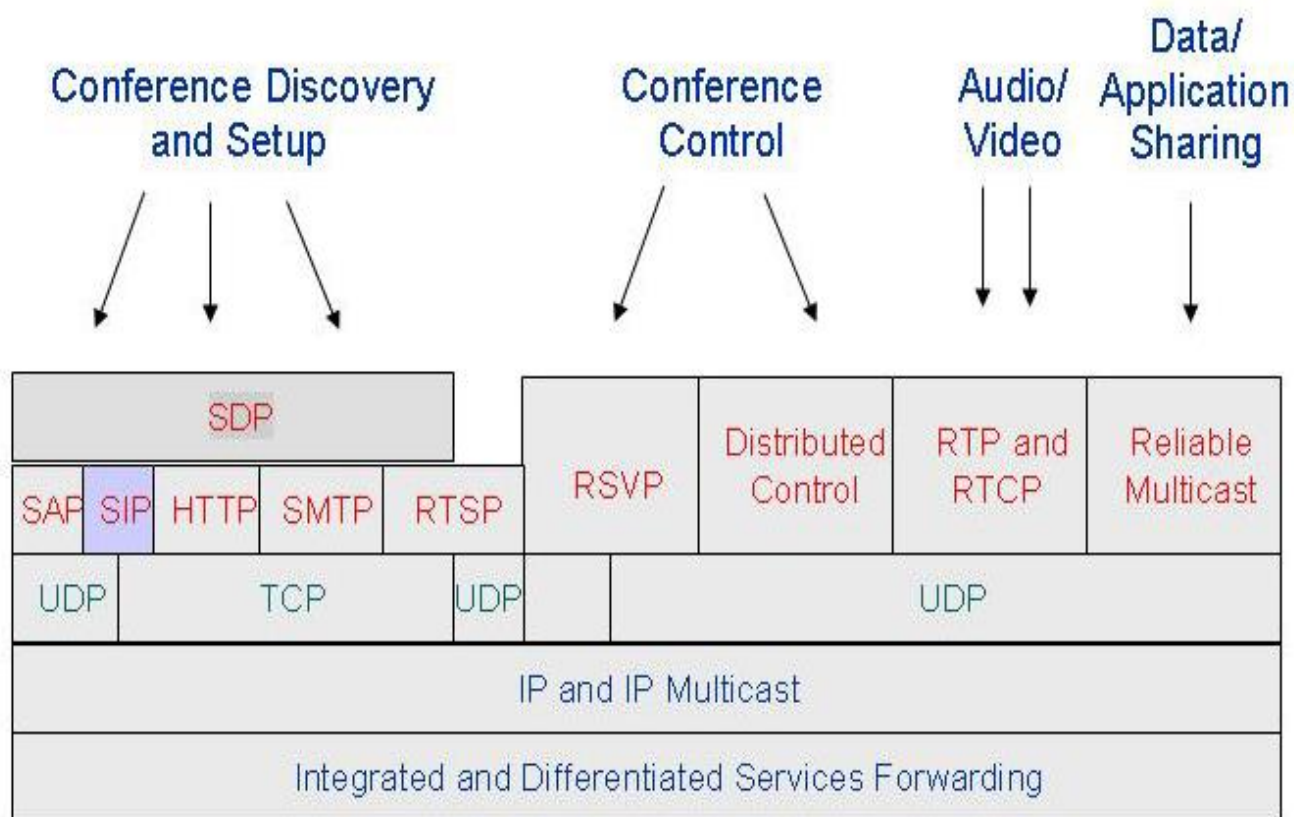
- SIP(Session Initiation Protocol)会话发起协议:
 - 是由IETF提出的IP电话信令协议。
 - 基于文本的应用层控制协议，独立于底层协议，用于建立、修改和终止IP网上的双方或多方多媒体会话。
 - 多媒体会话可以是多媒体会议、远程教学、因特网电话等各种应用。
 - 可与RTP/RTCP、SDP、RTSP、DNS等协议配合。
 - SIP已被3GPP采纳为IMS的协议标准之一



SIP的相关协议

- RFC2543 (original SIP standard) March 1999
- RFC3261 (latest SIP revision) June 2002
- RFC3262
 - Reliability of Provisional Responses in SIP
- RFC3263
 - SIP: Locating SIP Servers
- RFC3264
 - An offer/answer model with Session Description Protocol
- RFC3265
 - SIP: Specific Event Notification

SIP协议结构



SDP : Session Description Protocol
SIP : Session Initiation Protocol
SAP : Session Announcement Protocol
RTSP : Real Time Streaming Protocol
RTP : Real time Transport Protocol





SIP协议特点

- SIP(Session Initiation Protocol):
 - 应用层协议，独立于较低层次的传输协议；
 - 基于文本的消息编码，使用UTF-8字符集，易于实现、调试方便，便于跟踪和手工操作；
 - 具有多个层次的可实现性，最小的实现非常简单。最完全的实现相对复杂，但能够完成非常多的功能；
 - 通过代理、重定向功能支持用户的移动性；
 - 易实现性；
 - 易扩展性。



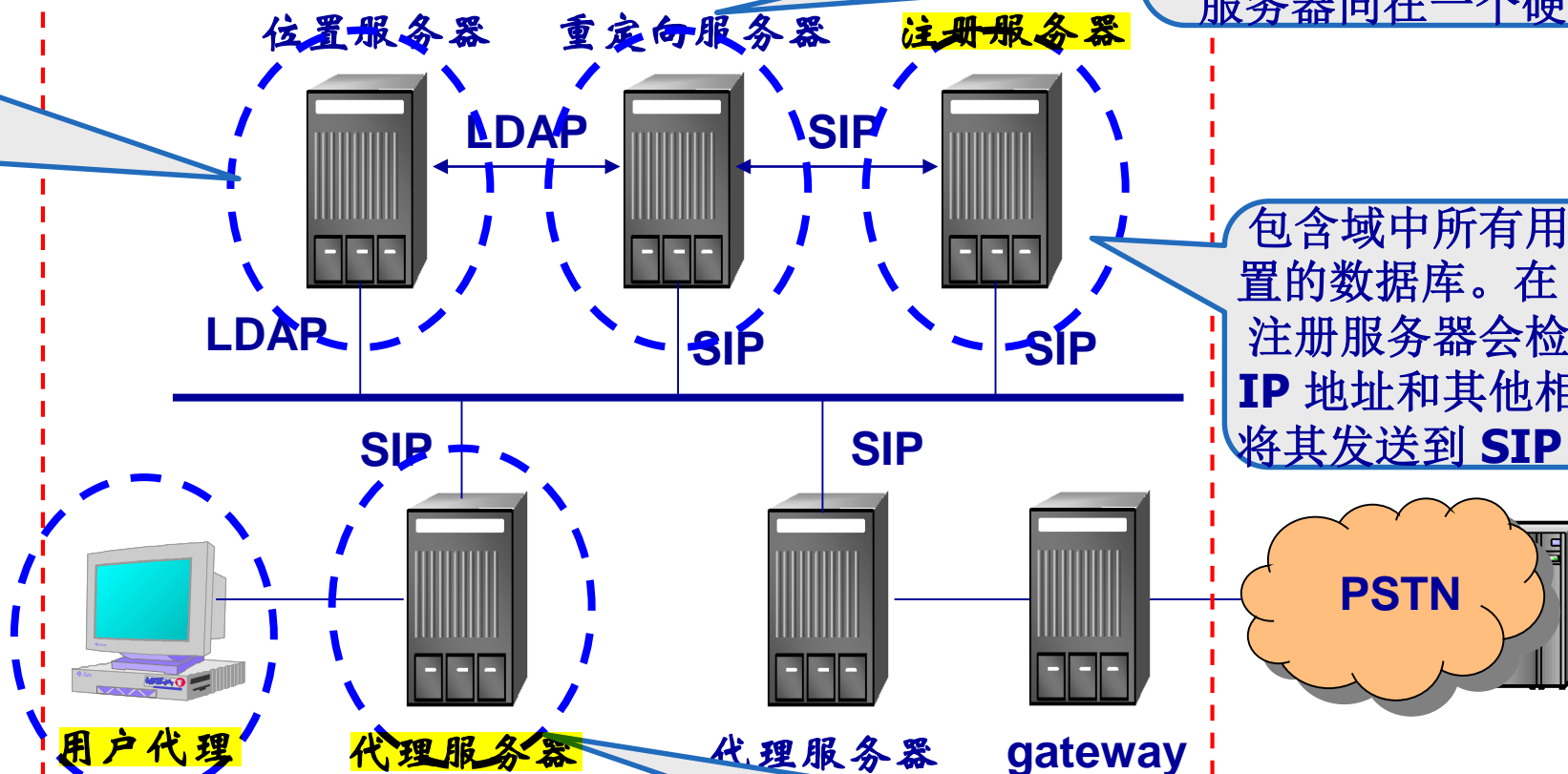
主要内容

- VoIP技术
- SIP协议概述
- **SIP**功能组成
- VOIP by SIP相关协议
- SIP消息及消息格式
- SIP流程举例

3.SIP系统组成

允许 **SIP** 代理服务器将 **SIP** 会话邀请信息定向到外部域。
SIP 重定向服务器可以与 **SIP** 注册服务器和 **SIP** 代理服务器同在一个硬件上。

配合代理服务器和重定向服务器提供可能的被叫用户的地址(或位置)



包含域中所有用户代理的位置的数据库。在 **SIP** 通信中，注册服务器会检索参与方的 **IP** 地址和其他相关信息，并将其发送到 **SIP** 代理服务器。

UA -终端用户设备，用于创建和管理 **SIP** 会话的移动电话、多媒体手持设备、**PC**、**PDA** 等。用户代理客户机发出消息，代理服务器对消息进行响应。

接受 **SIP UA** 的会话请求并查询 **SIP** 注册服务器，获取收件方 **UA** 的地址信息。然后，将会话邀请转发给收件方 **UA**(如果它位于同一域中)或代理服务器(如果 **UA** 位于另一域中)。

SIP的功能实体

- **SIP用户代理（UA）**：包括逻辑实体

- User Agent Client (UAC)，用于发起一个呼叫请求
- User Agent Server (UAS)，用于对呼叫请求进行回应
- UA=UAC+UAS 一个UA，既可以作为UAC发起呼叫，也可以作为UAS接收呼叫，UAC和UAS是逻辑上的不同角色，不是独立的物理实体

- **SIP网络服务器**

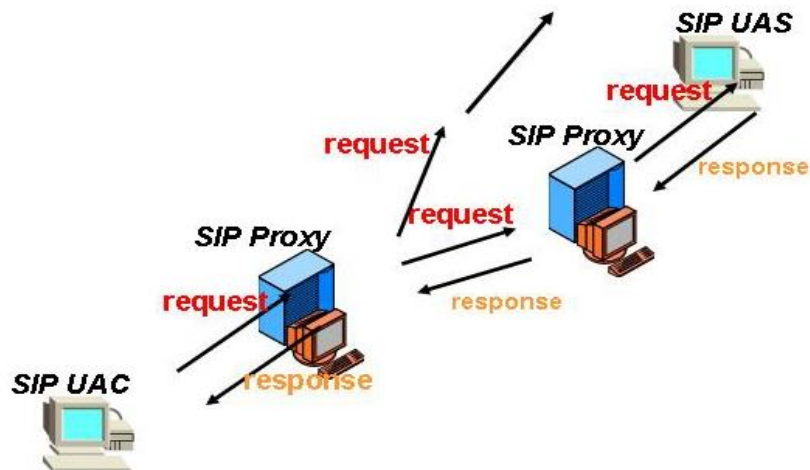
- RegisterServer 注册服务器

- 接收用户的注册请求，记录终端的IP地址，记录用户的当前位置信息，是实现号码移动性的基础



SIP的功能实体

- **SIP用户代理（UA）**：包括逻辑实体
 - User Agent Client (UAC) ，用于发起一个呼叫请求
 - User Agent Server (UAS) ，用于对呼叫请求进行回应
 - UA=UAC+UAS 一个UA，既可以作为UAC发起呼叫，也可以作为UAS接收呼叫，UAC和UAS是逻辑上的不同角色，不是独立的物理实体
- **SIP网络服务器**
 - RegisterServer 注册服务器
 - 接收用户的注册请求，记录终端的IP地址，记录用户的当前位置信息，是实现号码移动性的基础
 - ProxyServer 代理服务器
 - 完成路由功能，将SIP用户请求发送到下一跳代理或用户



SIP的功能实体

■ SIP用户代理（UA）：包括逻辑实体

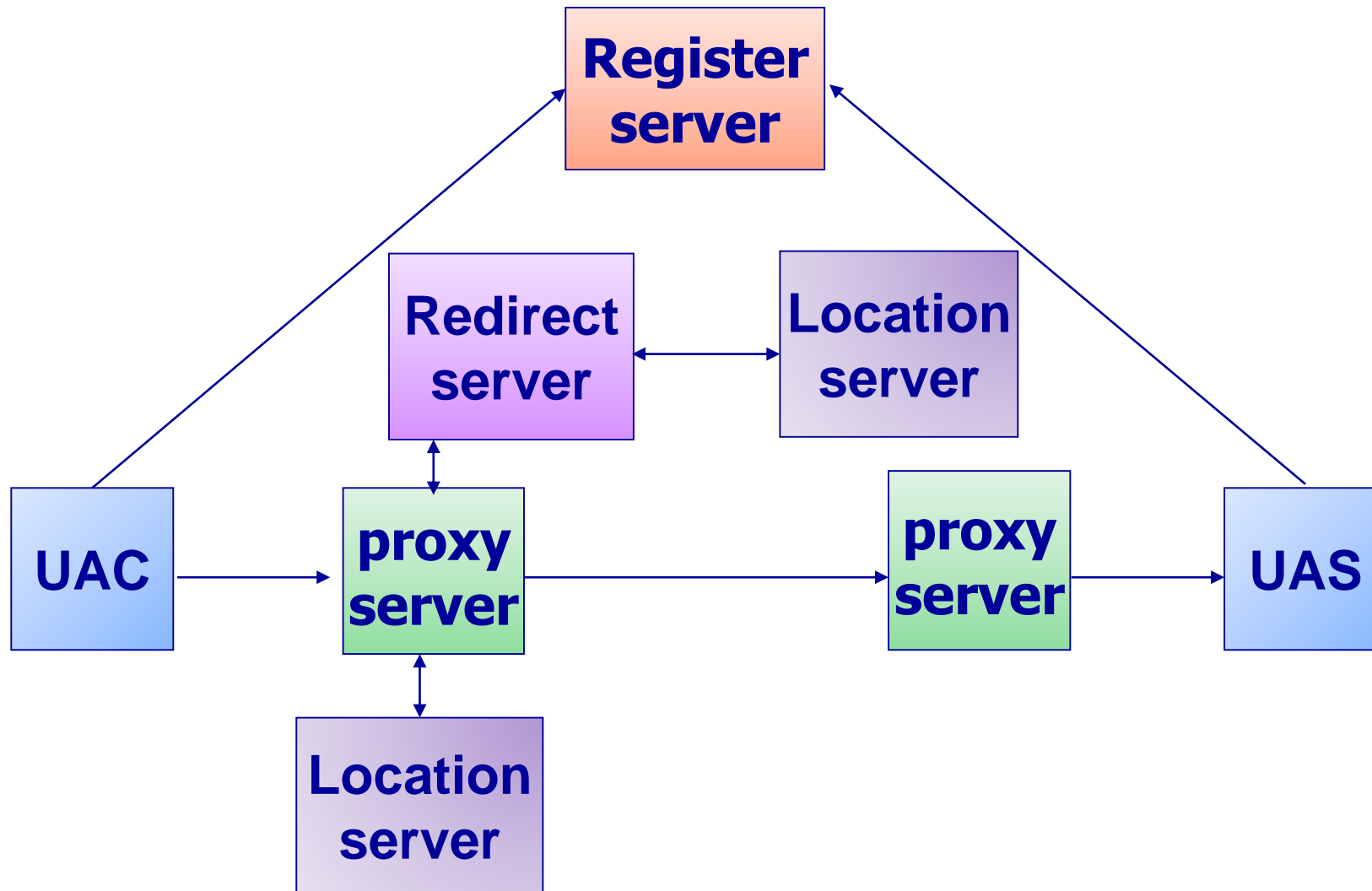
- User Agent Client (UAC) ，用于发起一个呼叫请求
- User Agent Server (UAS) ，用于对呼叫请求进行回应
- UA=UAC+UAS 一个UA，既可以作为UAC发起呼叫，也可以作为UAS接收呼叫，UAC和UAS是逻辑上的不同角色，不是独立的物理实体

■ SIP网络服务器

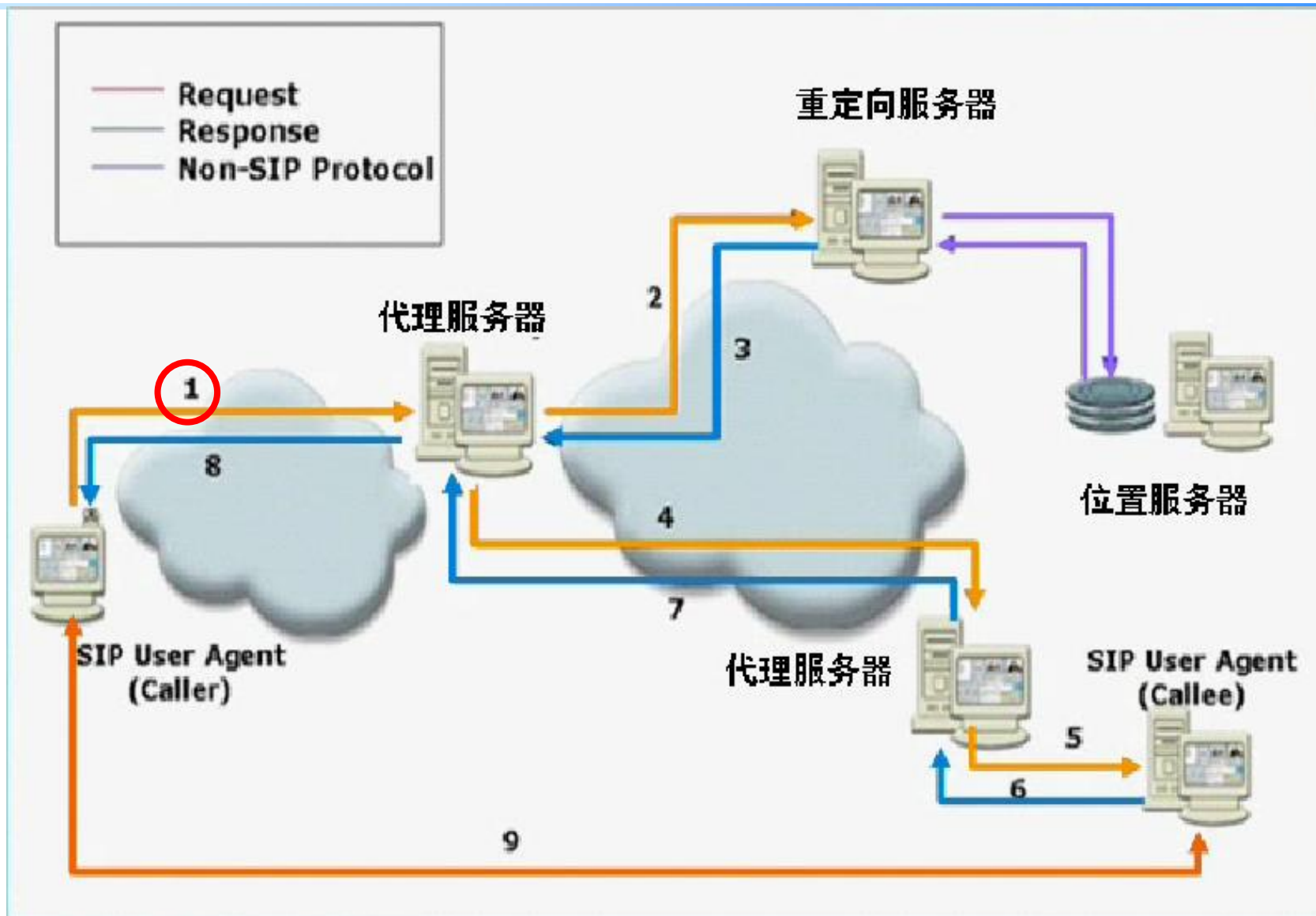
- RegisterServer 注册服务器
 - 接收用户的注册请求，记录终端的IP地址，记录用户的当前位置信息，是实现号码移动性的基础
- ProxyServer 代理服务器
 - 完成路由功能，将SIP用户请求发送到下一跳代理或用户
- RedirectServer 重定向服务器
 - 提供地址解析服务，类似于DNS
- *LocationServer 位置服务器
 - 配合代理服务器和重定向服务器提供可能的被叫用户的地址(或位置)



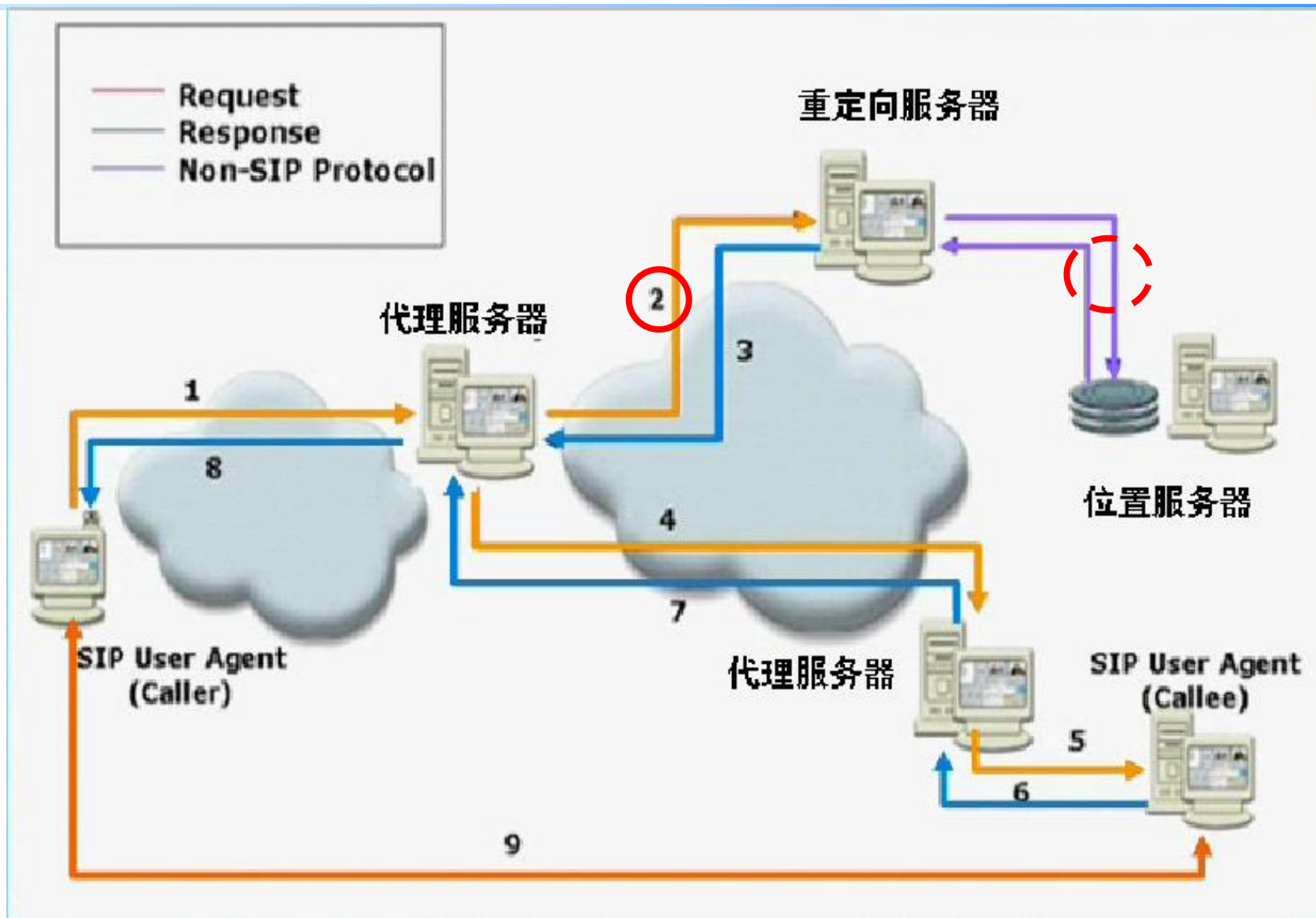
网络布局



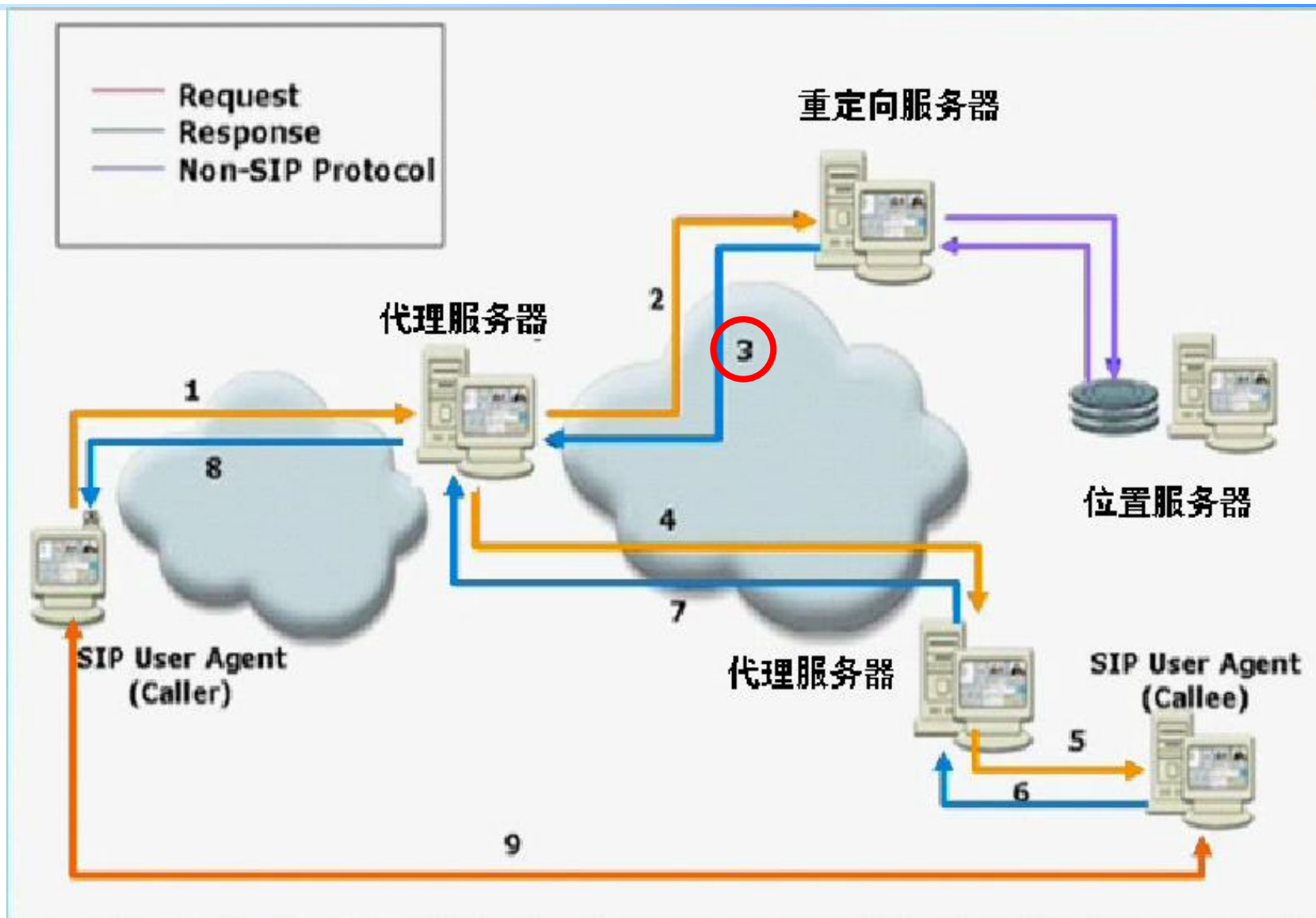
SIP通话流程



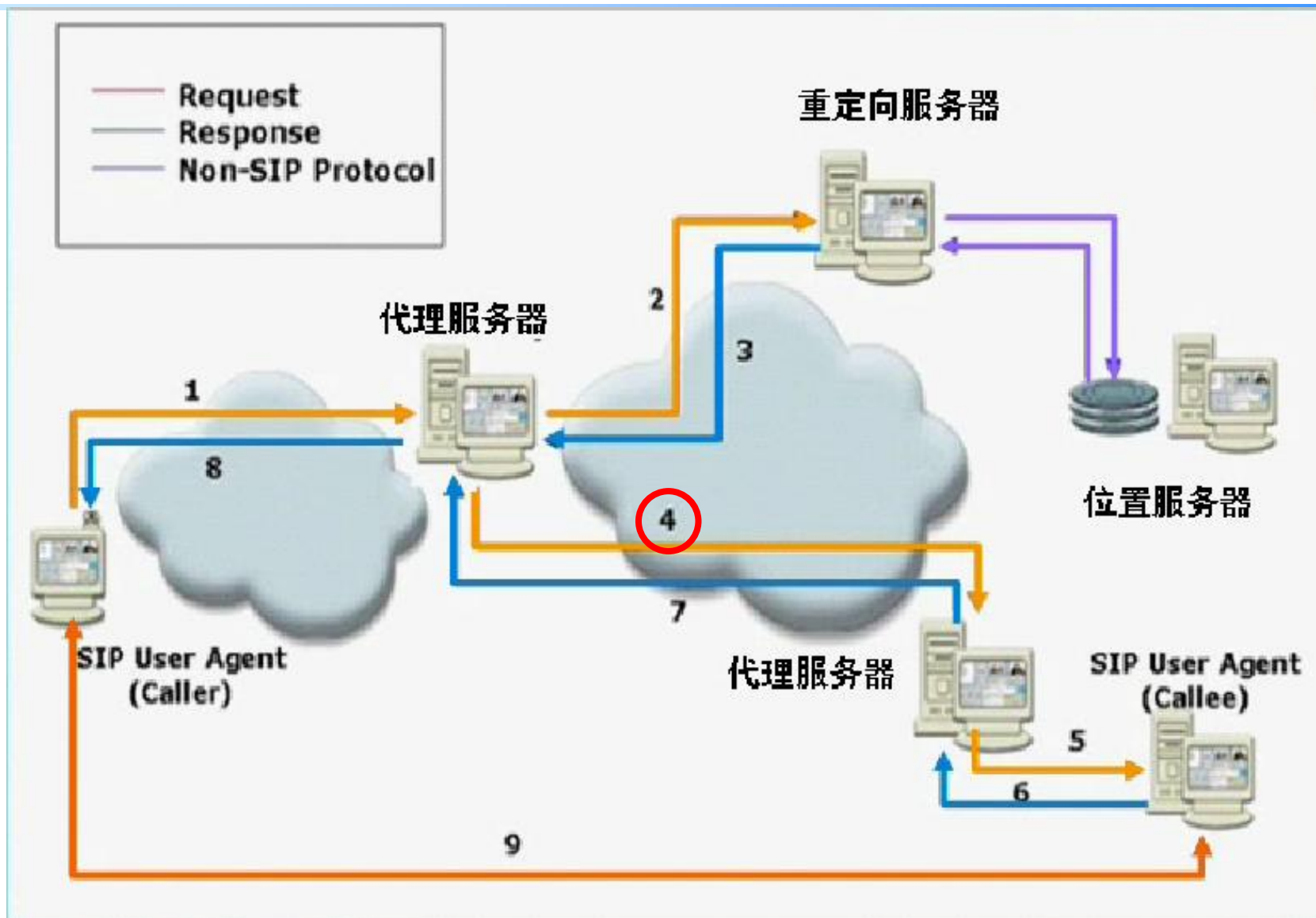
SIP通话流程



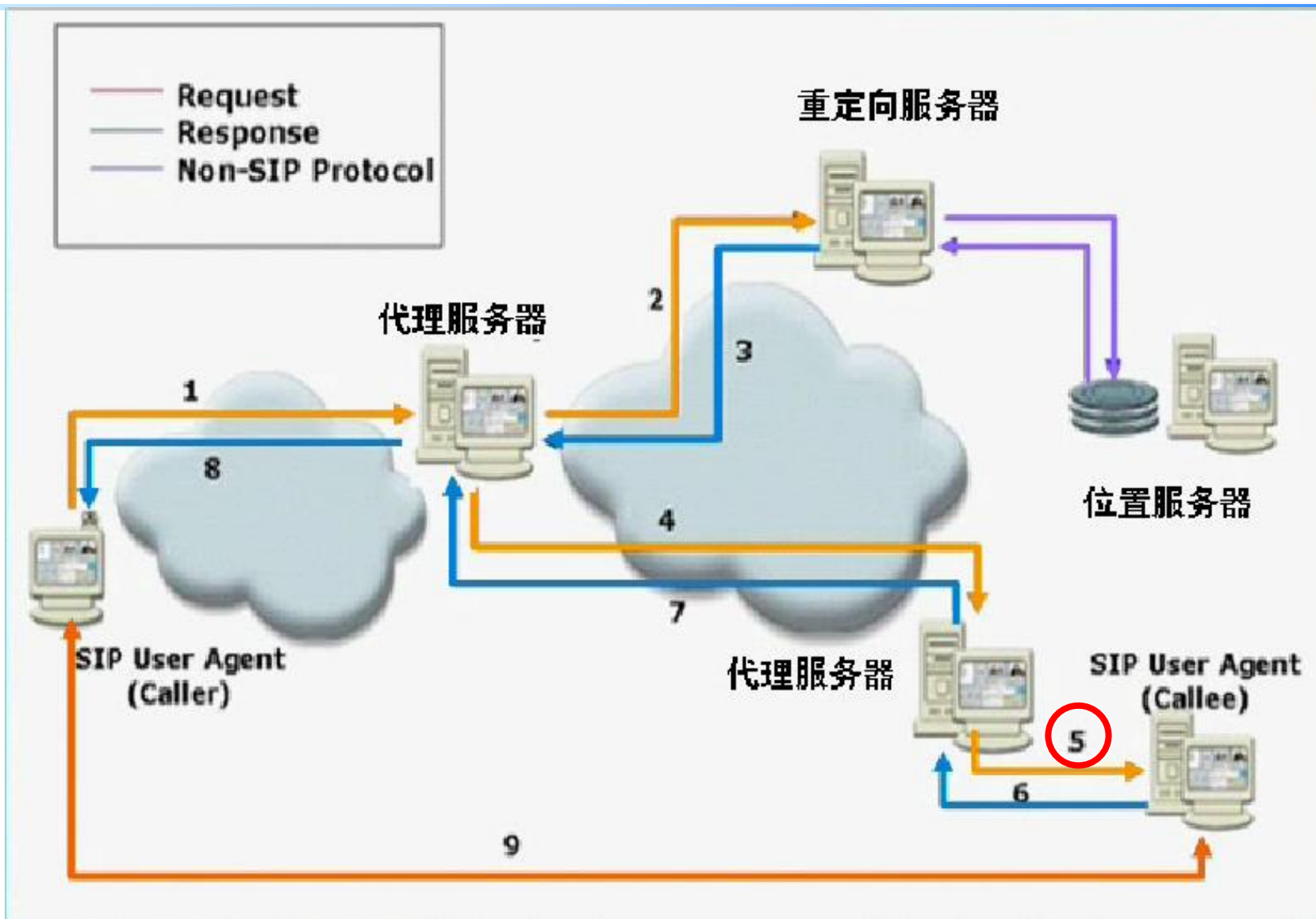
SIP通话流程



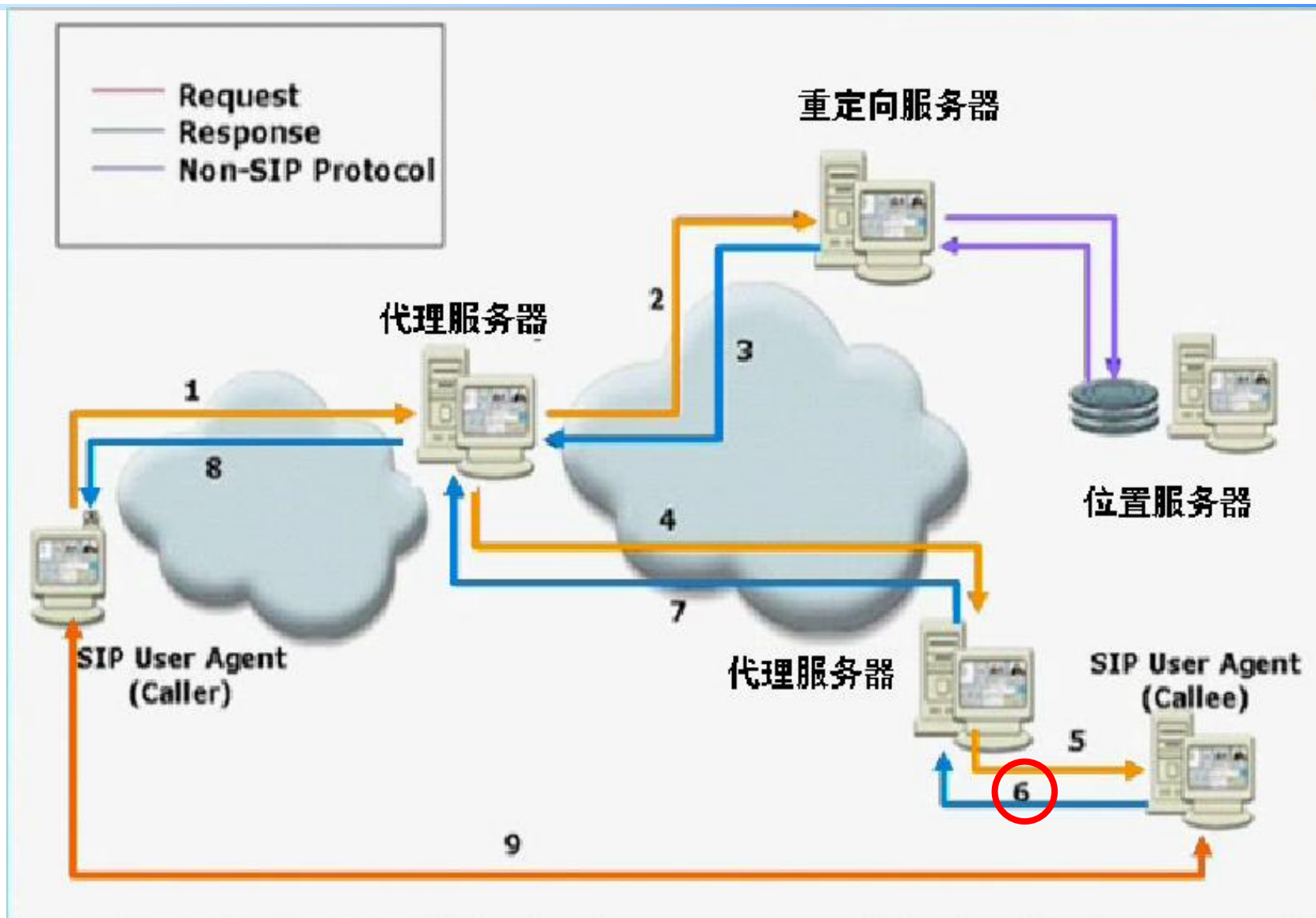
SIP通话流程



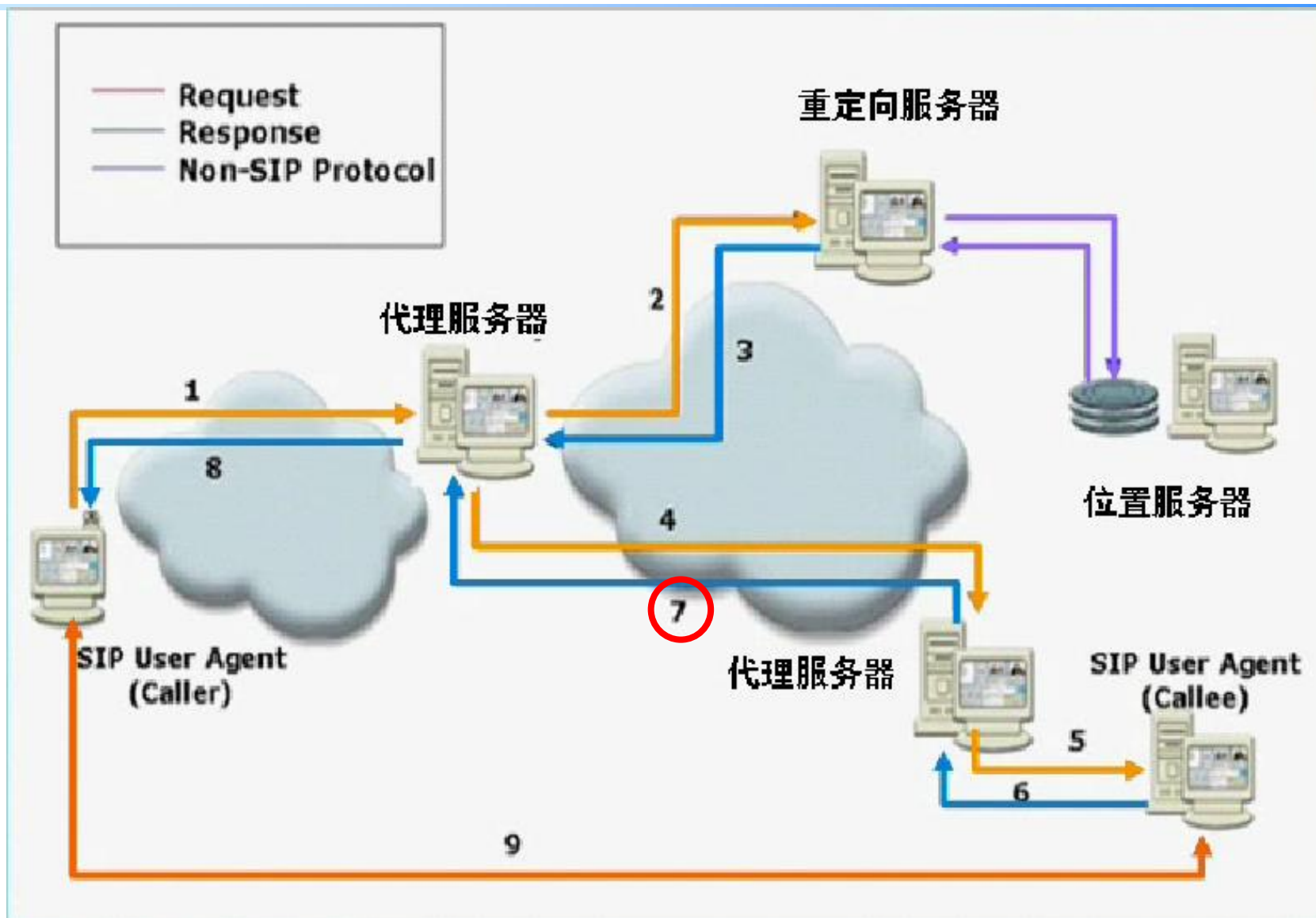
SIP通话流程



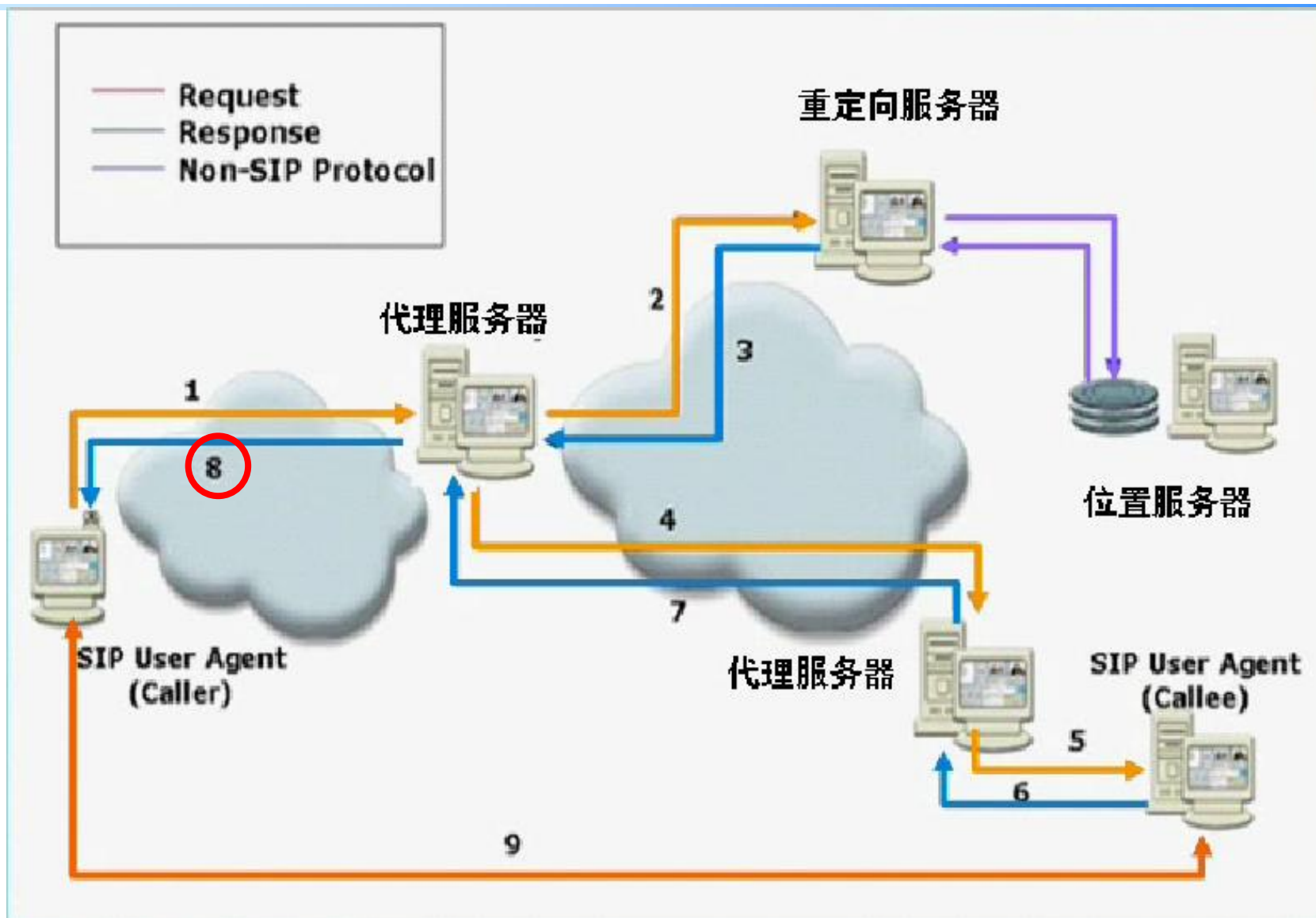
SIP 通话流程



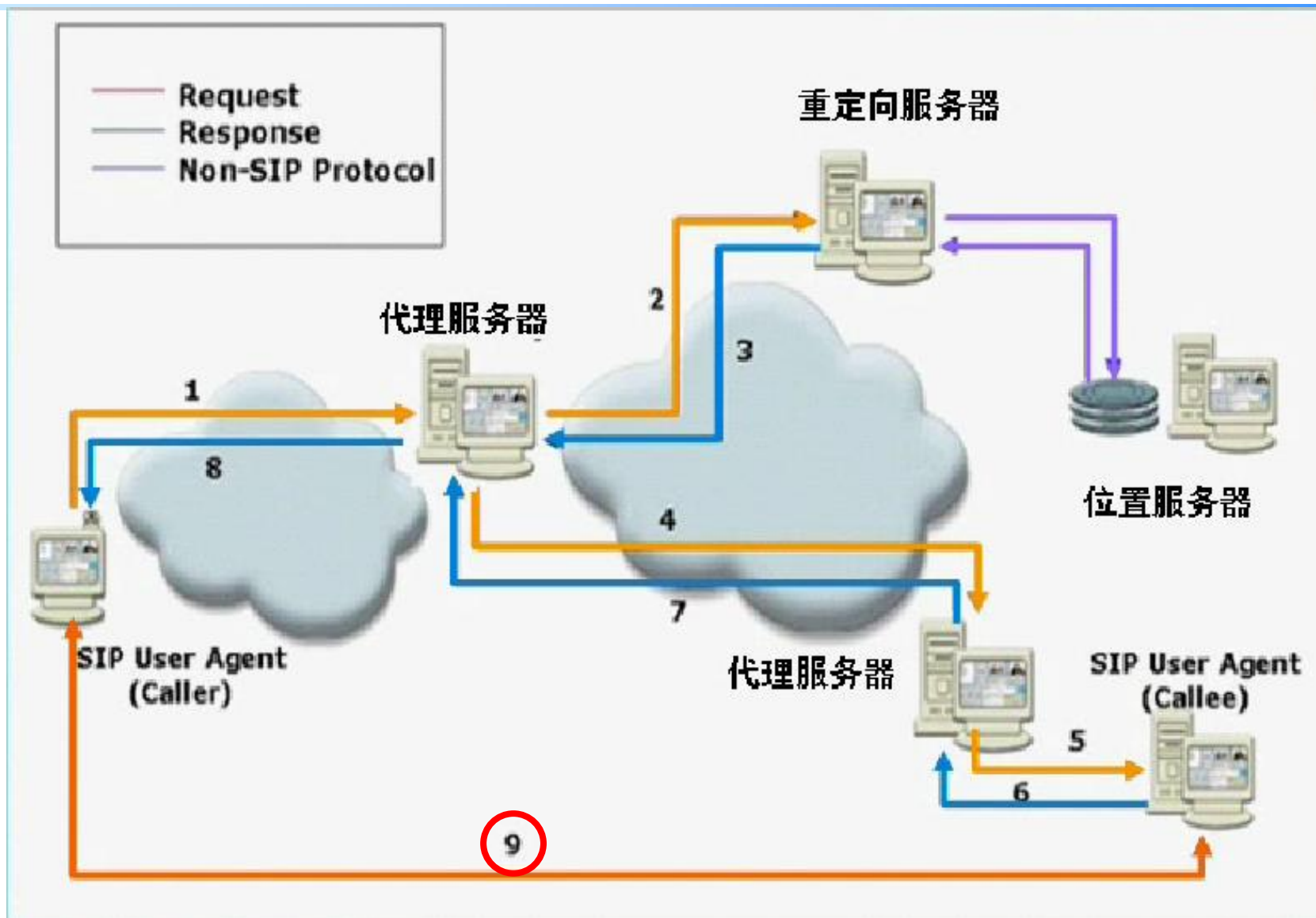
SIP 通话流程



SIP 通话流程



SIP通话流程

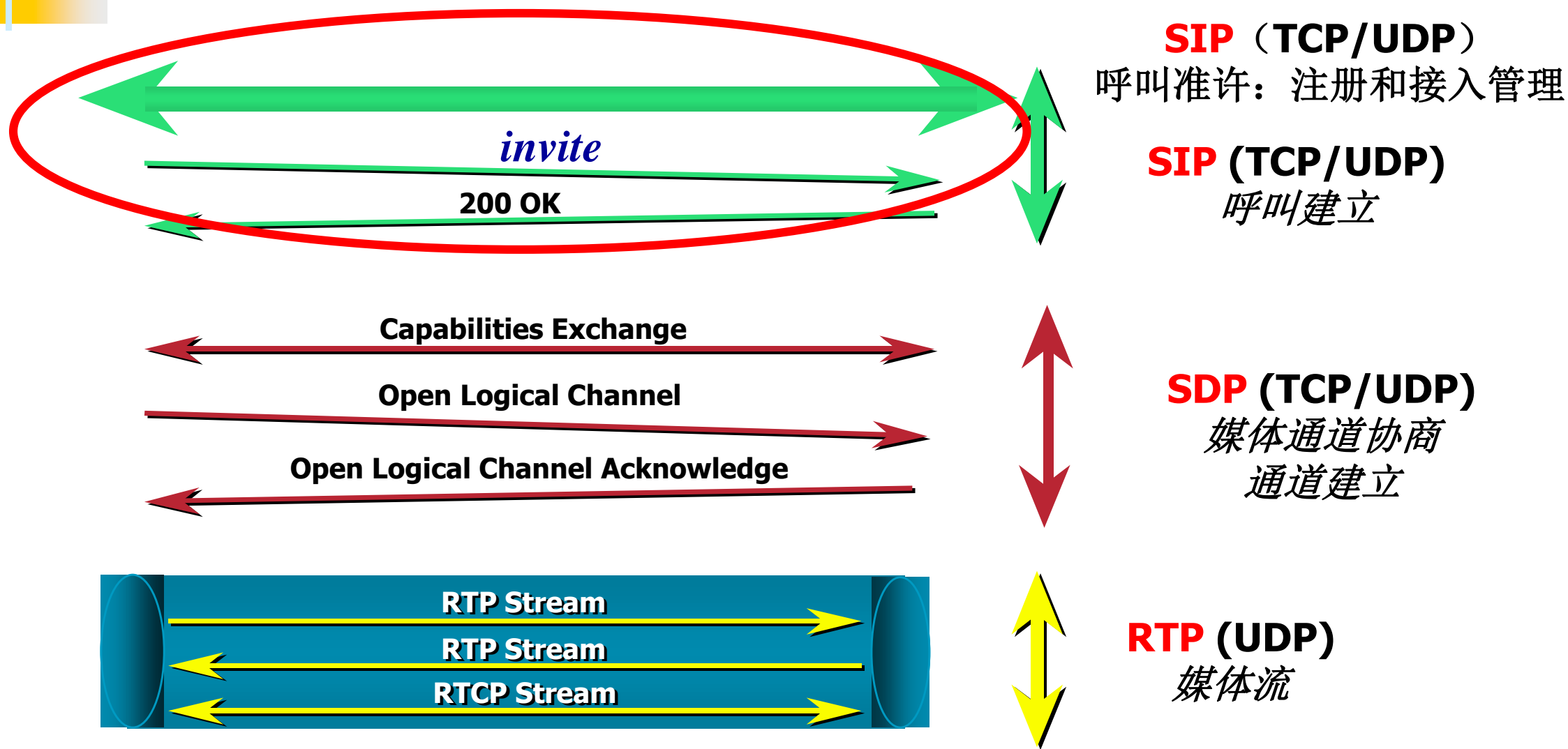




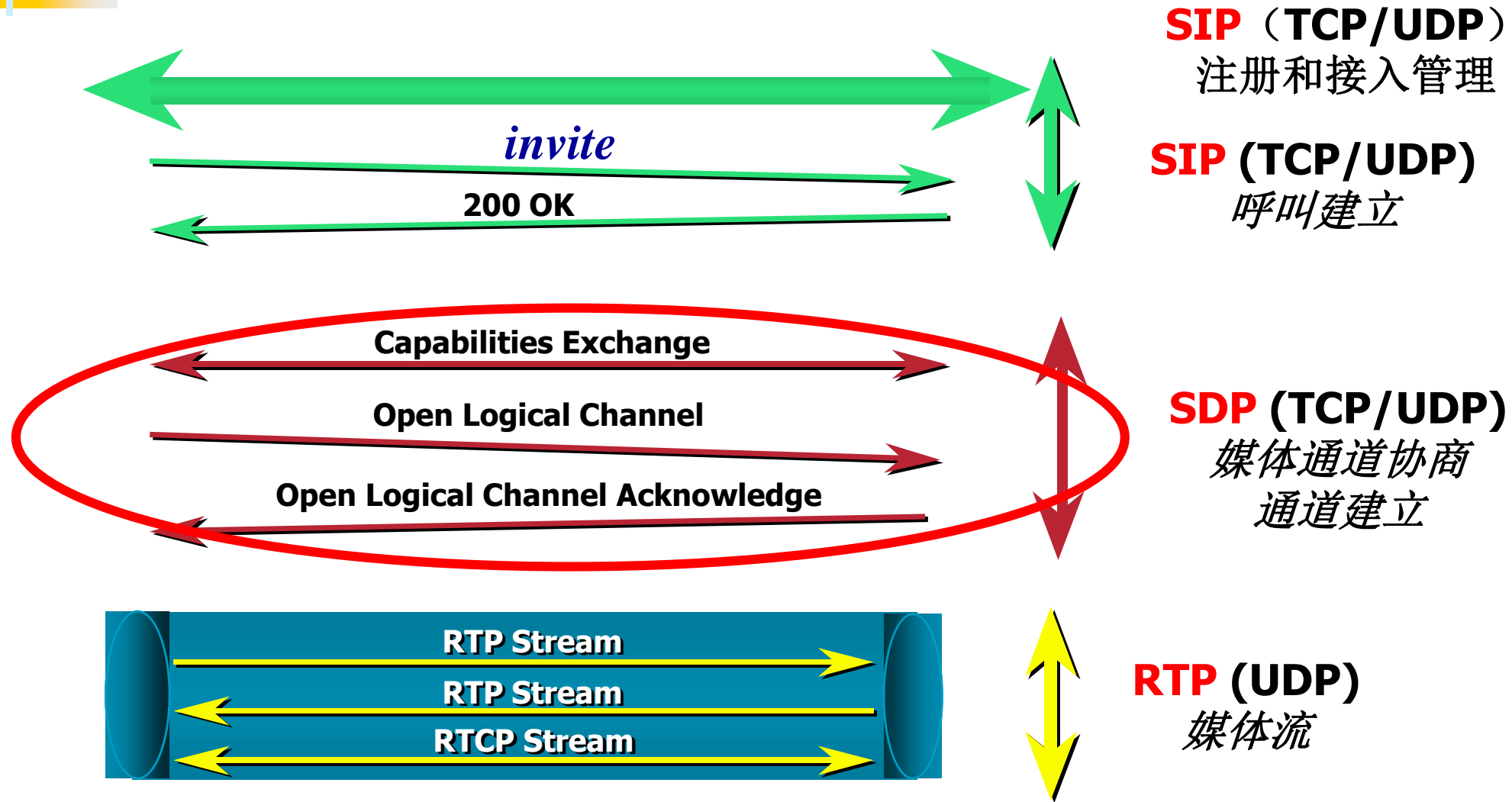
主要内容

- **VoIP**技术
- **SIP**协议概述
- **SIP**功能组成
- **VOIP by SIP**相关协议
- **SIP**消息及消息格式
- **SIP**流程举例

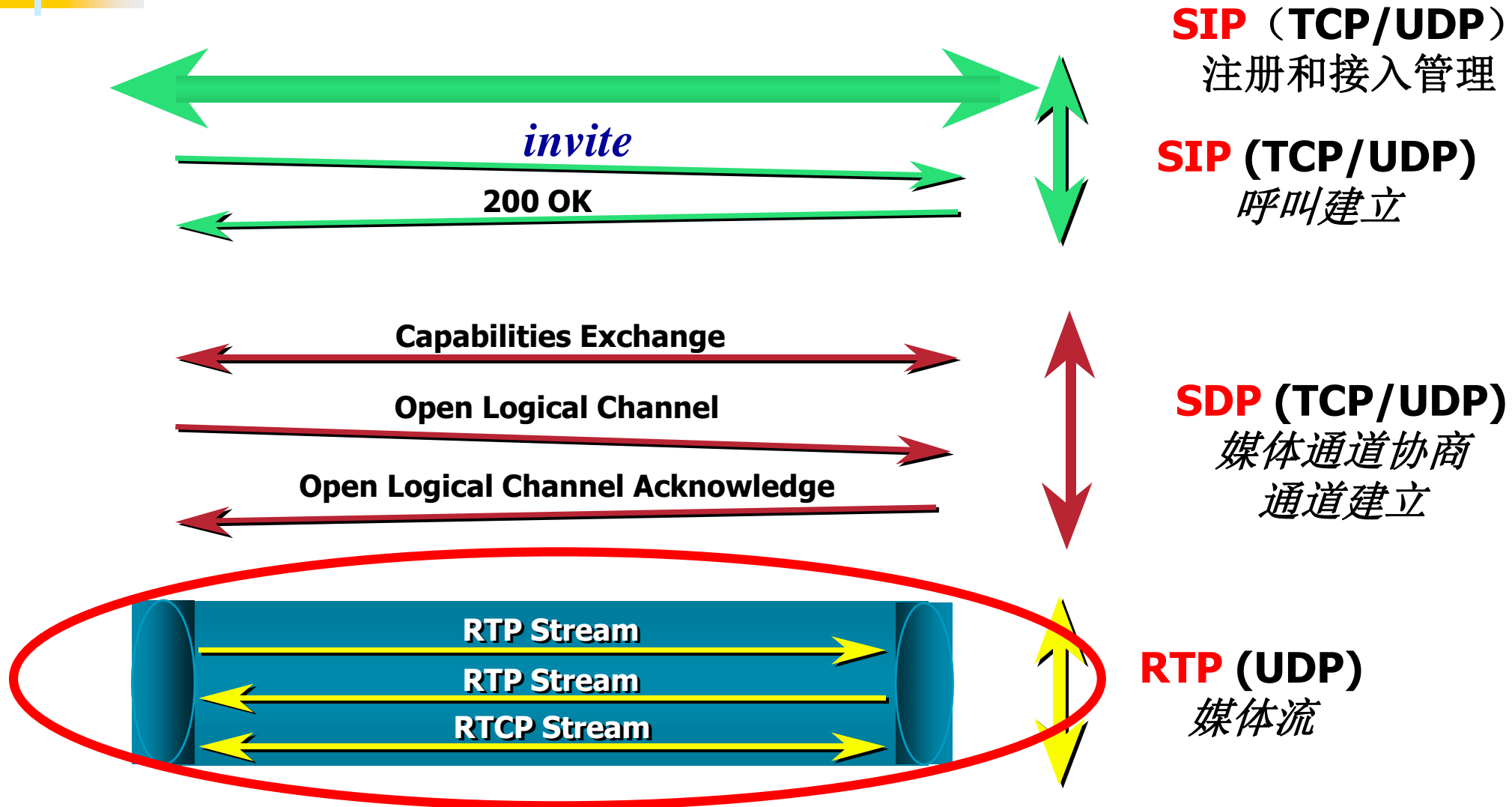
4.VoIP by SIP 的相关协议



4.VoIP by SIP 的相关协议



4.VoIP by SIP 的相关协议





主要内容

- **VoIP**技术
- **SIP**协议概述
- **SIP**功能组成
- **VOIP by SIP**相关协议
- **SIP**消息及消息格式
- **SIP**流程举例



5. SIP消息及消息格式

- SIP协议是一个基于文本的协议，其消息包括请求和响应。
 - 请求——UAC到UAS: INVITE、ACK、OPTIONS、BYE、CANCEL、REGISTER等。
 - 响应——UAS到UAC: 1XX、2XX、3XX、4XX、5XX、6XX等。

- 消息格式

开始行(请求行|状态行)

消息头域

空行(CRLF)

[消息体]

消息体包含媒体信息，采用SDP协议描述



SIP消息——请求

■ 呼叫控制请求

- **INVITE** 发起呼叫，并对会话进行描述
- **ACK** 主叫确认收到被叫发送的对**INVITE**的确认响应
- **BYE** 释放连接，可以由主叫方发出，也可以由被叫方发出
- **CANCEL** 主叫取消呼叫，在连接建立起来之前发送

■ 注册请求

- **REGISTER** 在注册服务器上注册用户代理

■ 能力查询请求

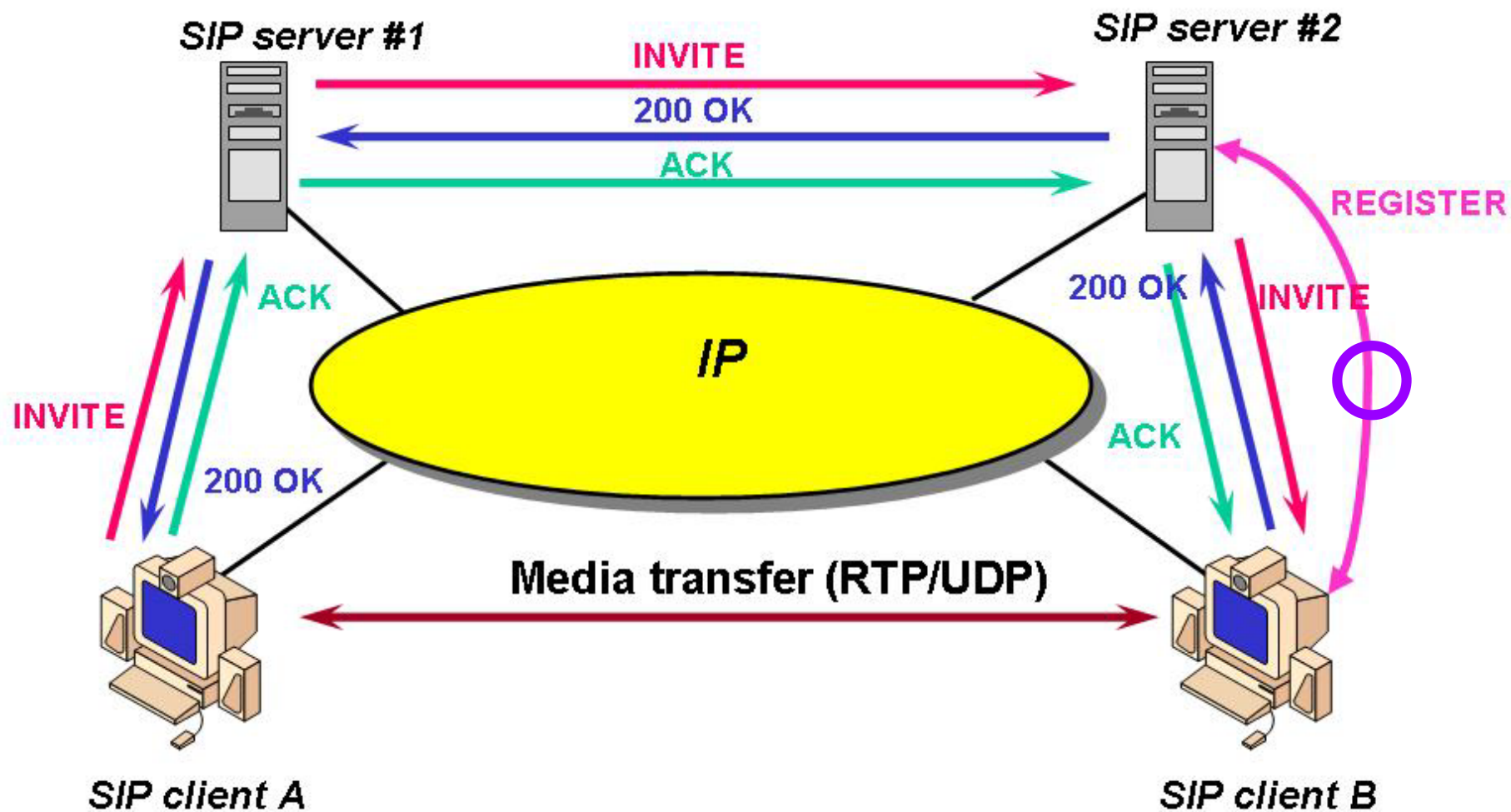
- **OPTIONS** 查询服务器的能力



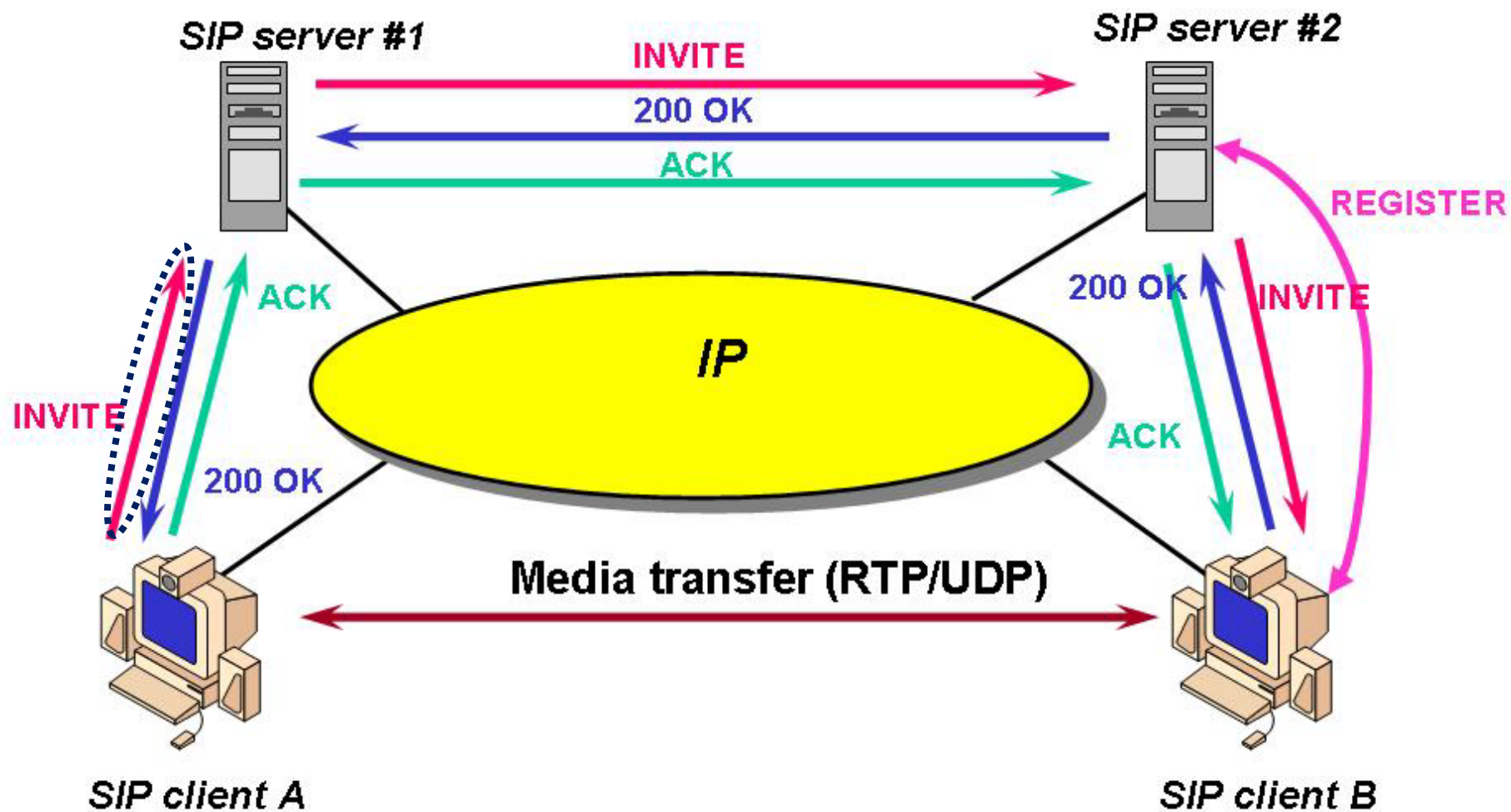
SIP消息——响应

- 1XX: 通知服务器或代理正在执行处理，终端应该等待响应
 - 100: Trying
 - 180: Ringing
- 2XX: 请求成功
 - 200 : OK
- 3XX : 重定向响应，终端应向新地址发起新请求
- 4XX : 请求失败，终端的请求被拒绝
- 5XX : 服务器内部错误造成请求不能被响应
- 6XX : 全局错误，所有未来的对该用户的请求都将失败

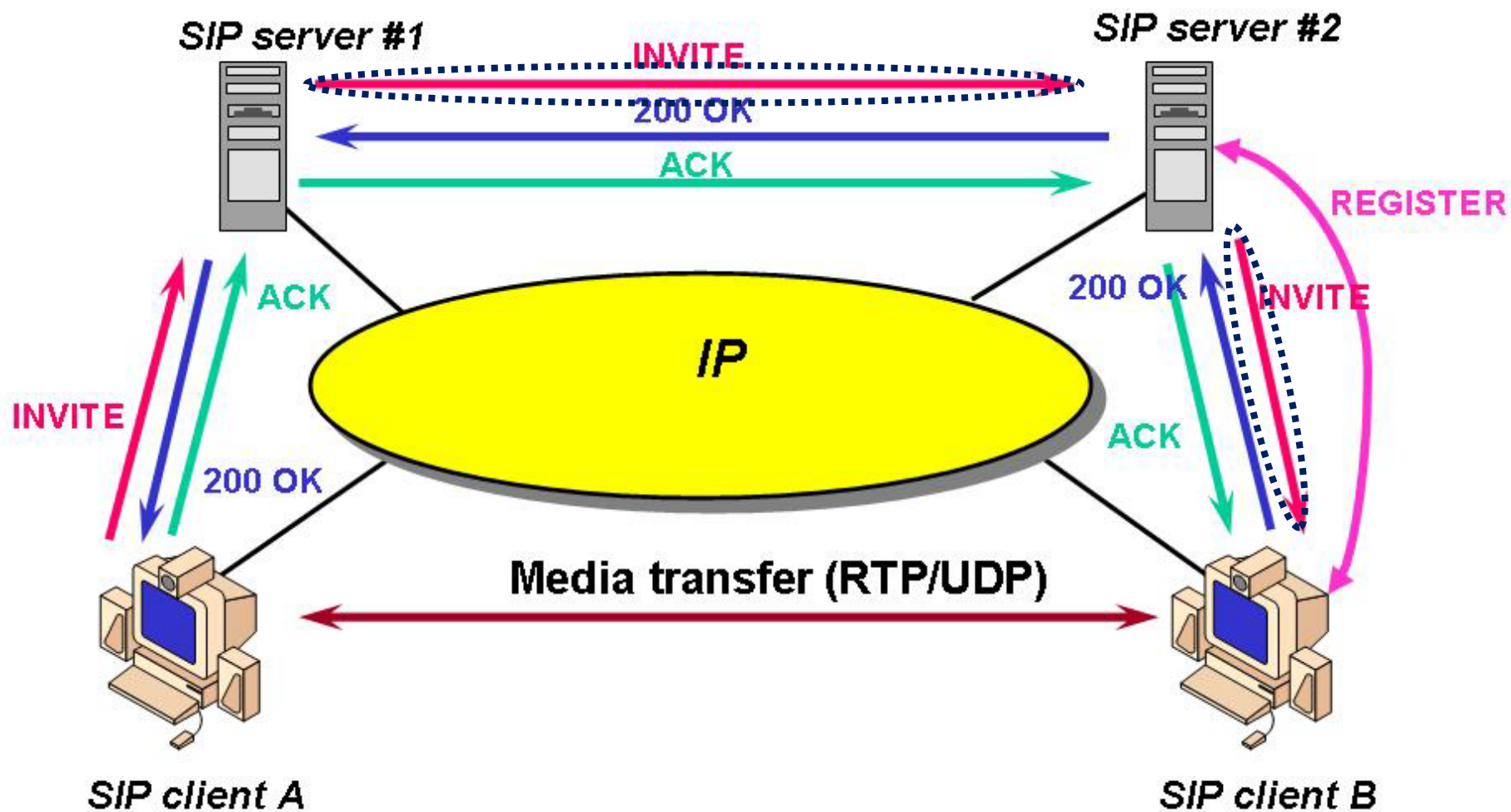
SIP消息过程举例



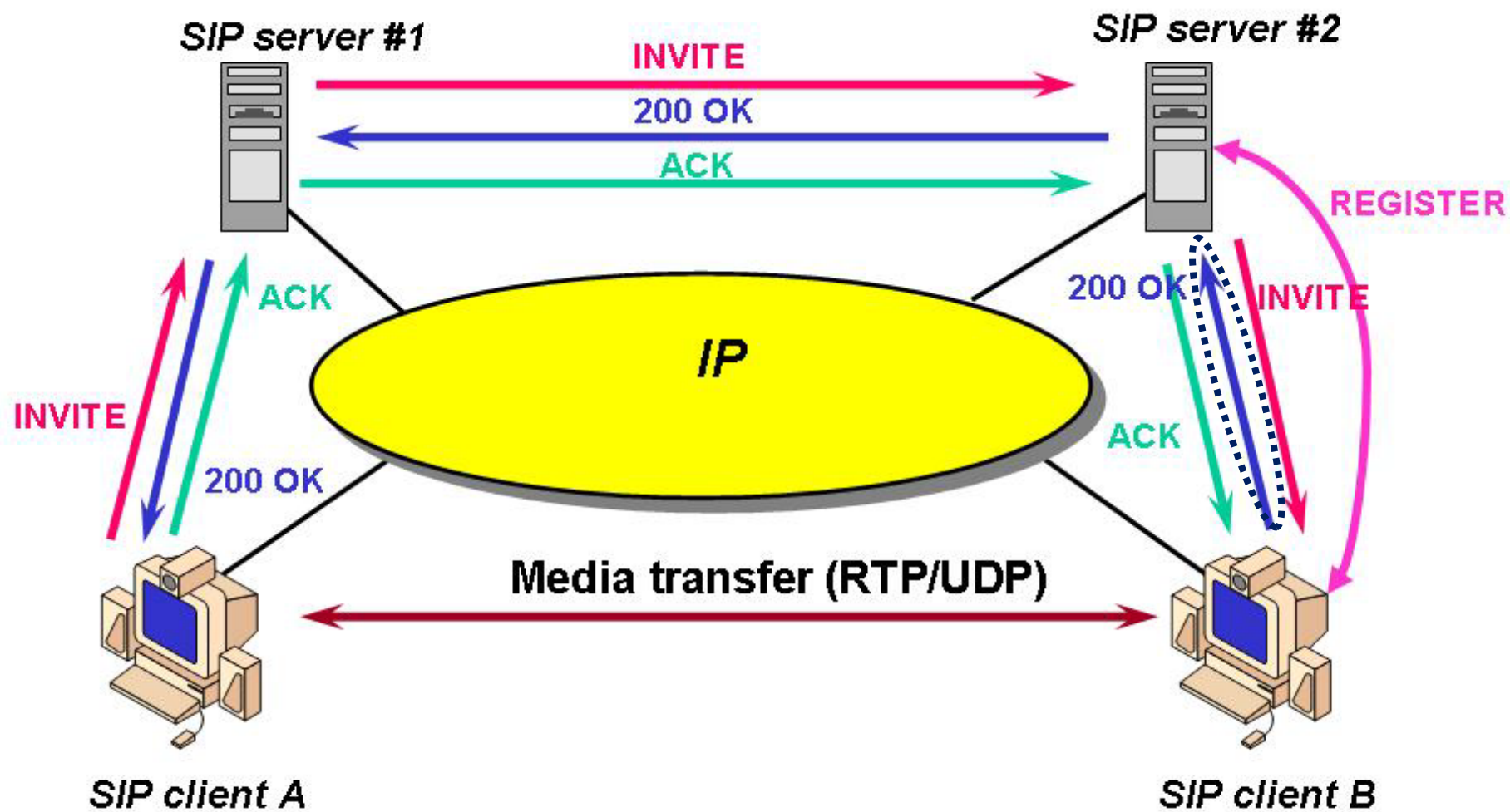
SIP消息过程举例



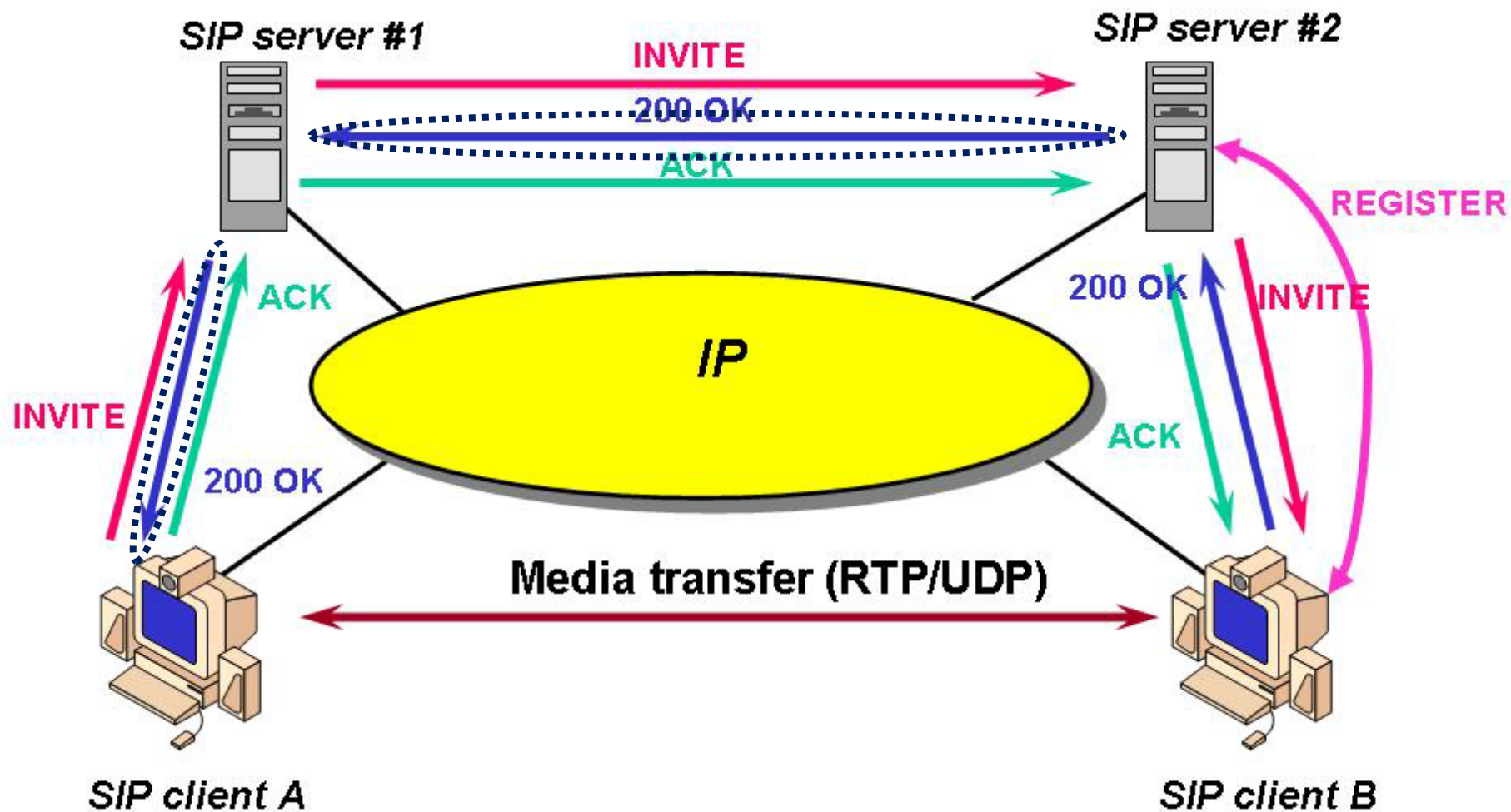
SIP消息过程举例



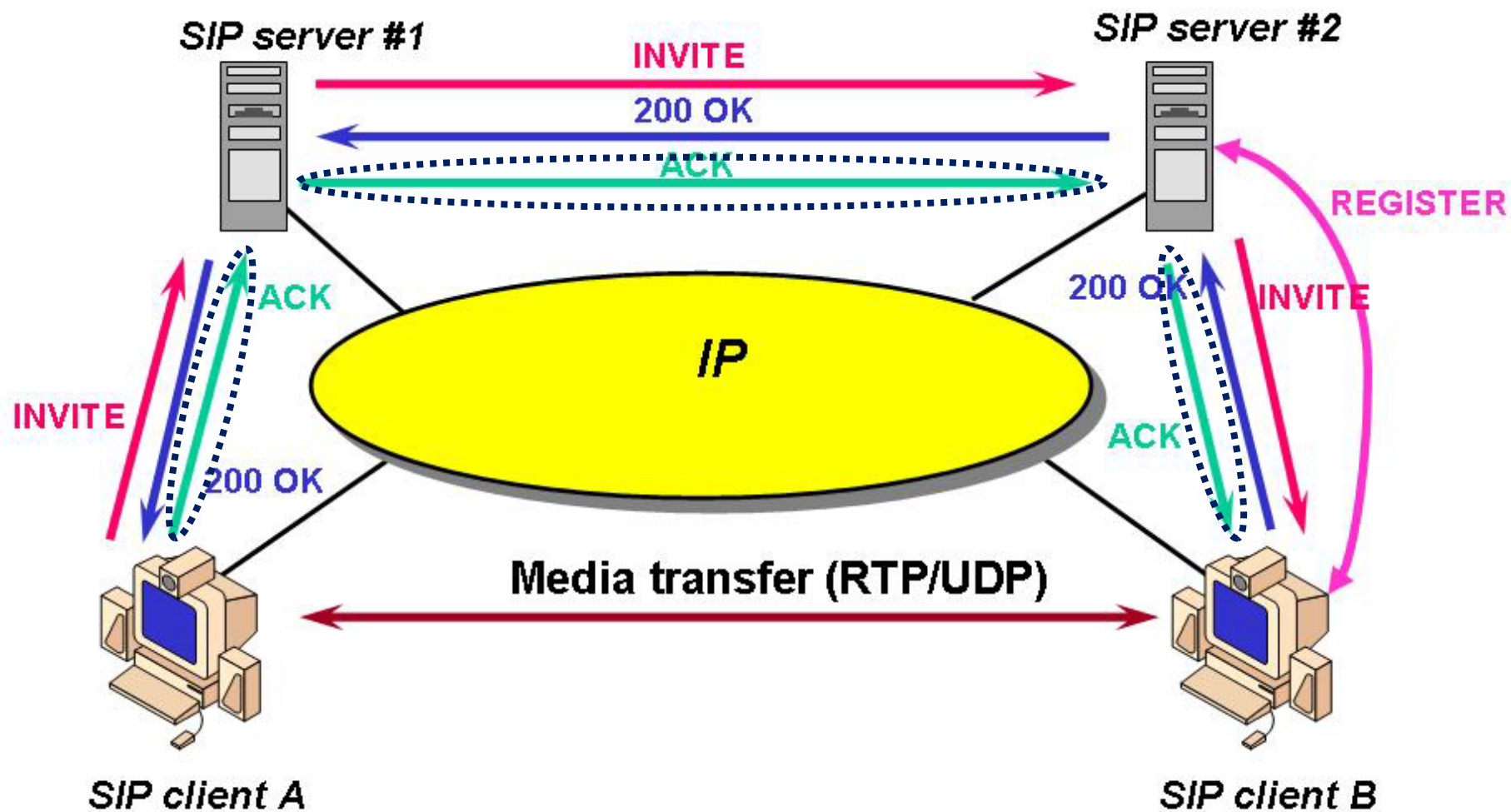
SIP消息过程举例



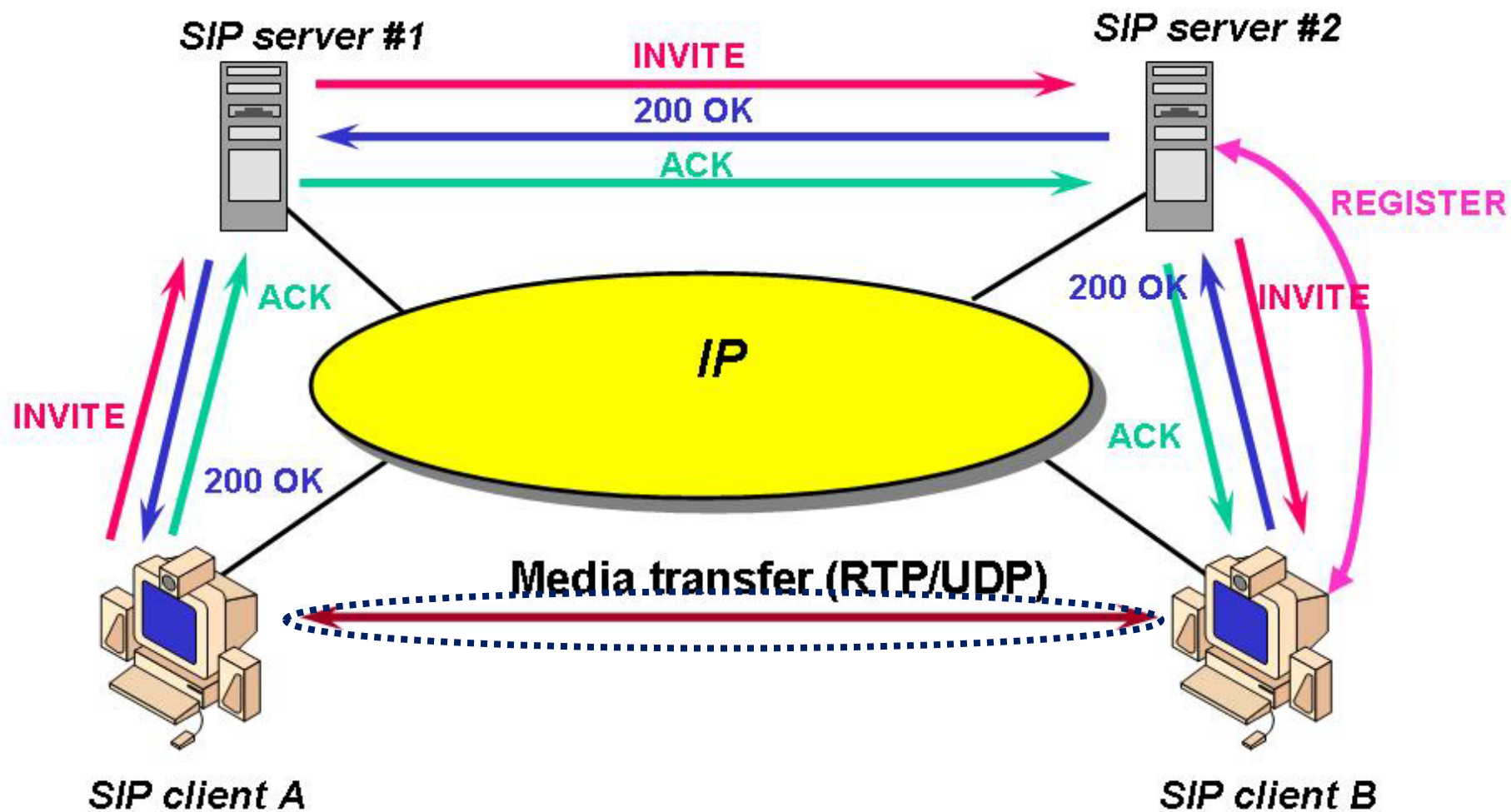
SIP消息过程举例



SIP消息过程举例



SIP消息过程举例



SIP消息流抓包图

vanlink.cap - Ethereal

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Help

Filter: sip

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Info
6	0.160647	192.168.100.134	192.168.100.131	SIP/SD	Request: INVITE sip:96789@192.168.100.131. with session
7	0.163521	192.168.100.131	192.168.100.134	SIP	Status: 100 Trying
8	4.859263	192.168.100.131	192.168.100.134	SIP/SD	Status: 183 Session Progress, with session description
9	4.859853	192.168.100.134	192.168.100.132	SIP/SD	Status: 183 Session Progress, with session description
11	4.992805	192.168.100.131	192.168.100.134	SIP/SD	Status: 200 OK, with session description
12	4.993160	192.168.100.134	192.168.100.131	SIP	Request: ACK sip:96789@192.168.100.131
13	4.993476	192.168.100.134	192.168.100.132	SIP/SD	Status: 200 OK, with session description
14	4.993618	192.168.100.134	192.168.100.131	SIP/SD	Request: INVITE sip:96789@192.168.100.131, with session
15	4.996396	192.168.100.131	192.168.100.134	SIP	Status: 100 Trying
18	5.000167	192.168.100.131	192.168.100.134	SIP/SD	Status: 200 OK, with session description
19	5.000492	192.168.100.134	192.168.100.131	SIP	Request: ACK sip:96789@192.168.100.131
20	5.023024	192.168.100.132	192.168.100.134	SIP	Request: ACK sip:96789@192.168.100.134
21	5.023421	192.168.100.134	192.168.100.132	SIP/SD	Request: INVITE sip:7654321@192.168.100.132, with sessi
22	5.032981	192.168.100.132	192.168.100.134	SIP/SD	Status: 200 OK, with session description
23	5.033281	192.168.100.134	192.168.100.132	SIP	Request: ACK sip:7654321@192.168.100.132
24	19.894234	192.168.100.132	192.168.100.134	SIP	Request: BYE sip:96789@192.168.100.134
25	19.894571	192.168.100.134	192.168.100.132	SIP	Status: 200 OK
26	19.894770	192.168.100.134	192.168.100.131	SIP/SD	Request: INVITE sip:96789@192.168.100.131. with session

Session Initiation Protocol

Request-Line: INVITE sip:96789@192.168.100.131 SIP/2.0

Method: INVITE

[Resent Packet: False]

Message Header

Via: SIP/2.0/UDP 192.168.100.134:5060;branch=z9hg4bk3f6bc5f6;rport

From: "7654321" <sip:7654321@192.168.100.134>;tag=as21ce8a47

SIP Display info: "7654321"

SIP from address: sip:7654321@192.168.100.134

SIP tag: as21ce8a47

To: <sip:96789@192.168.100.131>



Request Example (1)

REGISTER sip:registrar.biloxi.com SIP/2.0

Via: SIP/2.0/**UDP**

bobspc.biloxi.com:**5060**;branch=z9hG4bKnashds7

Max-Forwards: 70

To: Bob <sip:bob@biloxi.com>

From: Bob <sip:bob@biloxi.com>;tag=456248

Call-ID: 843817637684230@998sdasdh09

CSeq: 1826 REGISTER

Contact: <sip:bob@192.0.2.4>

Expires: 7200

Content-Length: 0



SIP Request Example (2)

INVITE sip:picard@wcom.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/**UDP** host.wcom.com:**5060**
From: Alan Johnston <sip:alan.johnston@wcom.com>
To: Jean Luc Picard <sip:picard@wcom.com>
Call-ID: 314159@host.wcom.com
CSeq: 1 **INVITE**
Contact: sip:alan.johnston@wcom.com
Subject: Where are you these days?
Content-Type: application/**sdp**
Content-Length: 124

v=0

o=ajohnston 5462346 332134 IN IP4 host.wcom.com

s=Let's Talk

t=0 0

c=IN IP4 10.64.1.1

m=audio 49170 RTP/AVP 0 3



Response Example (1)

SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP host.wcom.com
From: Alan Johnston <sip:alan.johnston@wcom.com>
To: Jean Luc Picard <sip:picard@wcom.com>
Call-ID: 314159@host.wcom.com
CSeq: 1 INVITE
Contact: sip:picard@wcom.com
Subject: Where are you these days?
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 107

v=0
o=picard 124333 67895 IN IP4 uunet.com
s=Engage!
t=0 0
c=IN IP4 11.234.2.1
m=audio 3456 RTP/AVP 0



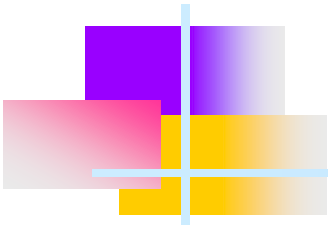
消息体

- 消息体主要是**SDP**会话描述协议
- 用于描述这次会话的媒体信息
- 话音流使用**RTP/RTCP**传输



SDP 协议结构

Field	Descripton
Version	v=0
Origin	o=<username> <session id> <version> <network type> <address type> <address>
Session Name	s=<session name>
Times	t=<start time> <stop time>
Connection Data	c=<network type> <address type> <connection address>
Media	m=<media> <port> <transport> <media format list>



RTP Audio Profile

PT	encoding name	media type	clock rate (Hz)	channels
0	PCMU	A	8,000	1
3	GSM	A	8,000	1
4	G723	A	8,000	1
8	PCMA	A	8,000	1
9	G722	A	8,000	1
15	G728	A	8,000	1
18	G729	A	8,000	1

SDP Examples

■ Example 1

v=0
o=picard 124333 67895 IN IP4 uunet.com
s=Engage!
t=0 0
c=IN IP4 101.234.2.1
m=audio 3456 RTP/AVP 0

■ Example 2

v=0
o= 0 0 IN IP4 13.0.1.1
s=session
c=IN IP4 13.0.1.2
t=0 0
m=audio 37696 RTP/AVP 97 0 8 4
a=rtpmap:0 PCMU/8000
a=rtpmap:8 PCMA/8000
a=rtpmap:4 G723/8000

- 协议结构（标注 * 的表示可选）
 - v = （协议版本）
 - o = （所有者/创建者和会话标识符）
 - s = （会话名称）
 - i = * （会话信息）
 - u = * （URI 描述）
 - e = * （Email 地址）
 - p = * （电话号码）
 - c = * （连接）
 - b = * （带宽信息）
 - 时间描述
 - z = * （时间区域调整）
 - k = * （加密密钥）
 - a = * （o 个或多个会话属性行）
 - t = （会话活动时间）
 - r = * （o 或多次重复次数）
 - 媒体描述
 - m = （媒体名称和传输地址）
 - i = * （媒体标题）
 - c = * （连接）
 - b = * （带宽信息）
 - k = * （加密密钥）



RTP

■ RTP --- Real-time Transport Protocol

- 用于**Internet**上针对多媒体数据流的传输协议
- 功能
 - 提供净荷类型指示（即数据类型和编码方法）
 - 数据分组序号
 - 数据发送时间戳
 - 数据源标识
- 通常使用**UDP**来传送数据
- 如果底层网络提供组播分配，那么 **RTP** 可以使用该组播分配支持多路目标文件的数据传输



RTCP --- RTP Control Protocol

■ 基本思想

- 采用和数据分组同样的配送机制向**RTP**会话中的所有与会者周期性地传送控制分组，从而提供数据传送**QoS**的检测手段，并获知与会者的信息

■ 功能

- 提供数据传送质量的反馈信息
 - **RTCP**最基本的功能，和其他传输层协议的流量控制和拥塞控制功能密切相关
 - 反馈信息用于控制自适应编码
 - 诊断数据分配故障
 - **RTCP**发送者报告和接收者报告完成反馈功能



主要内容

- **VoIP**技术
- **SIP**协议概述
- **SIP**功能组成
- **VOIP by SIP**相关协议
- **SIP**消息及消息格式
- **SIP**流程举例

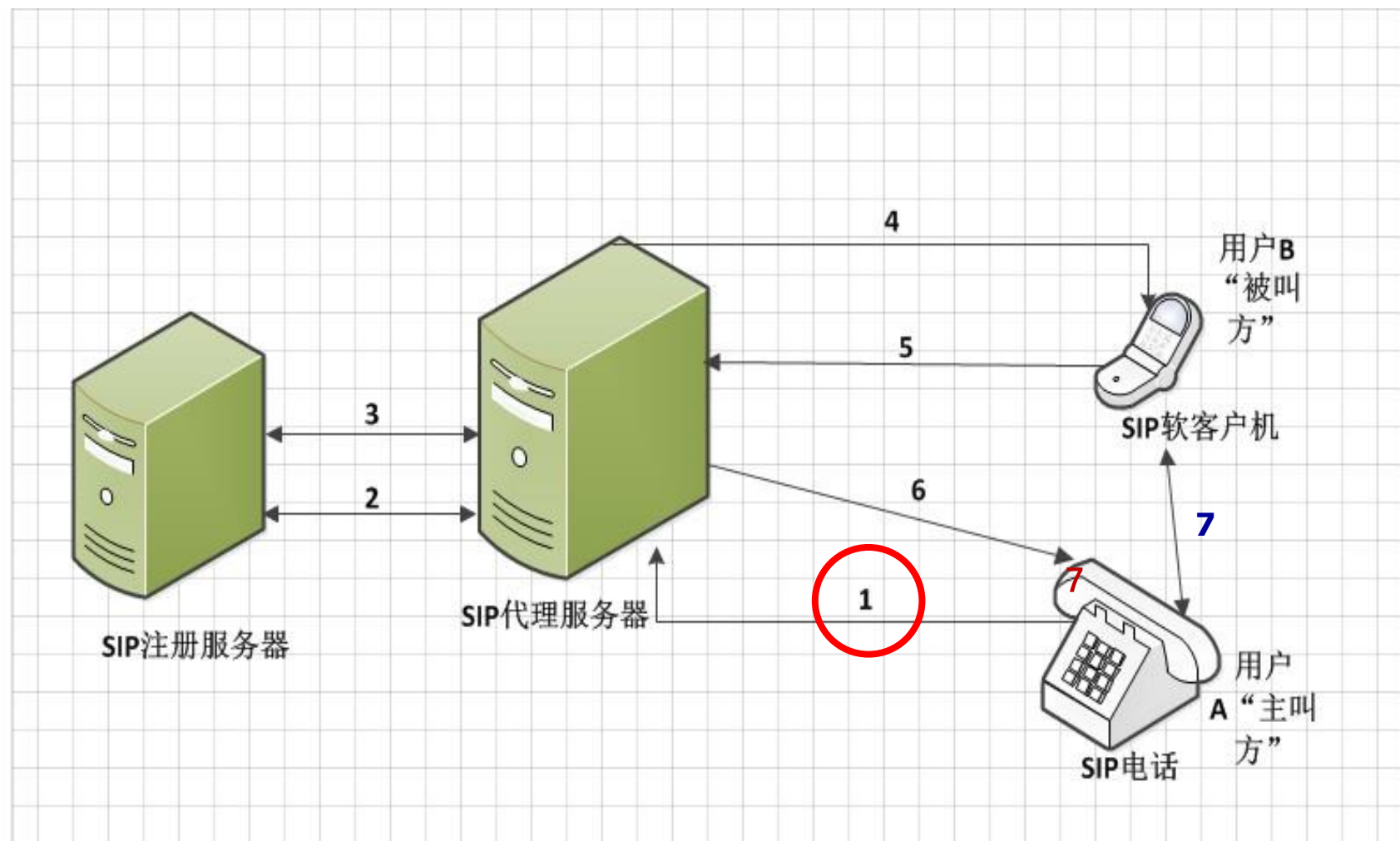


6.SIP流程举例

- 1、注册流程
- 2、注销流程
- 3、基本呼叫建立过程
- 4、正常呼叫释放过程
- 5、被叫忙呼叫释放
- 6、被叫无应答流程一
- 7、被叫无应答流程二
- 8、跨域呼叫流程
- 9、SIP与PSTN的呼叫过程

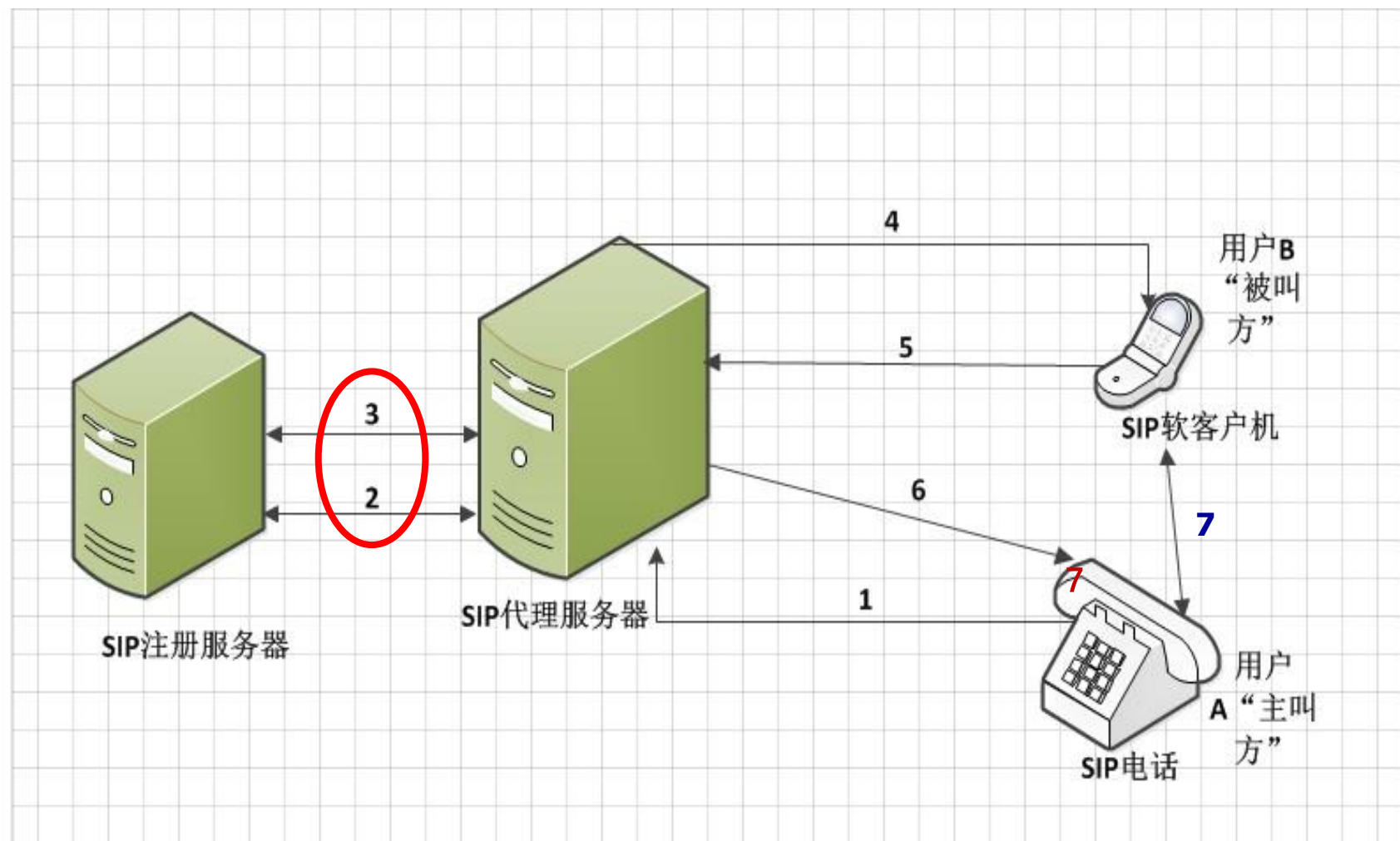
在同一域中建立 SIP 会话

1. 呼叫用户 B
2. 查询B 在哪里
3. 响应B 的 SIP 地址
4. 呼叫
5. 响应
6. 响应
7. 多媒体通道已建立



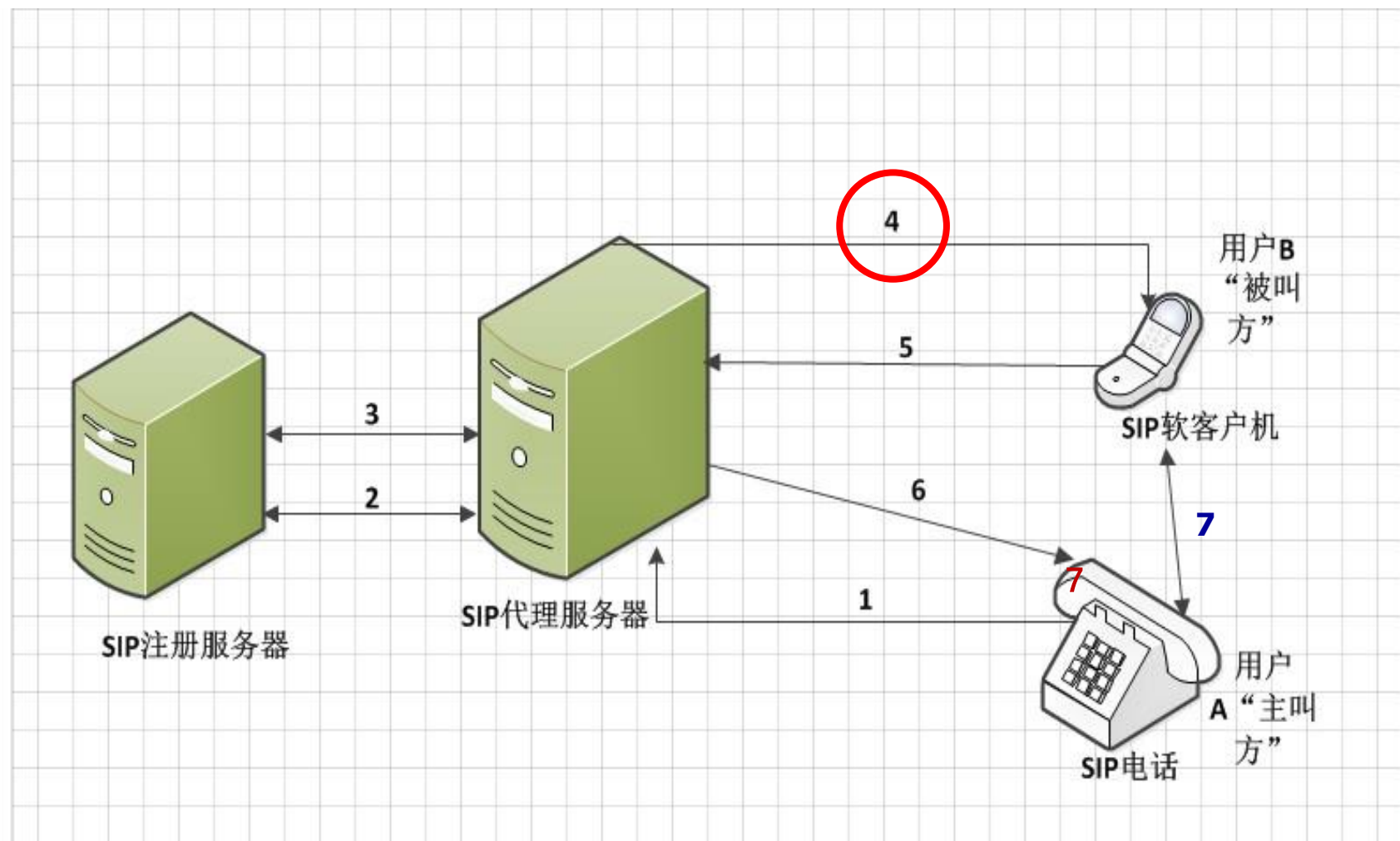
在同一域中建立 SIP 会话

1. 呼叫用户 B
2. 查询B 在哪里
3. 响应B 的 SIP 地址
4. 呼叫
5. 响应
6. 响应
7. 多媒体通道已建立



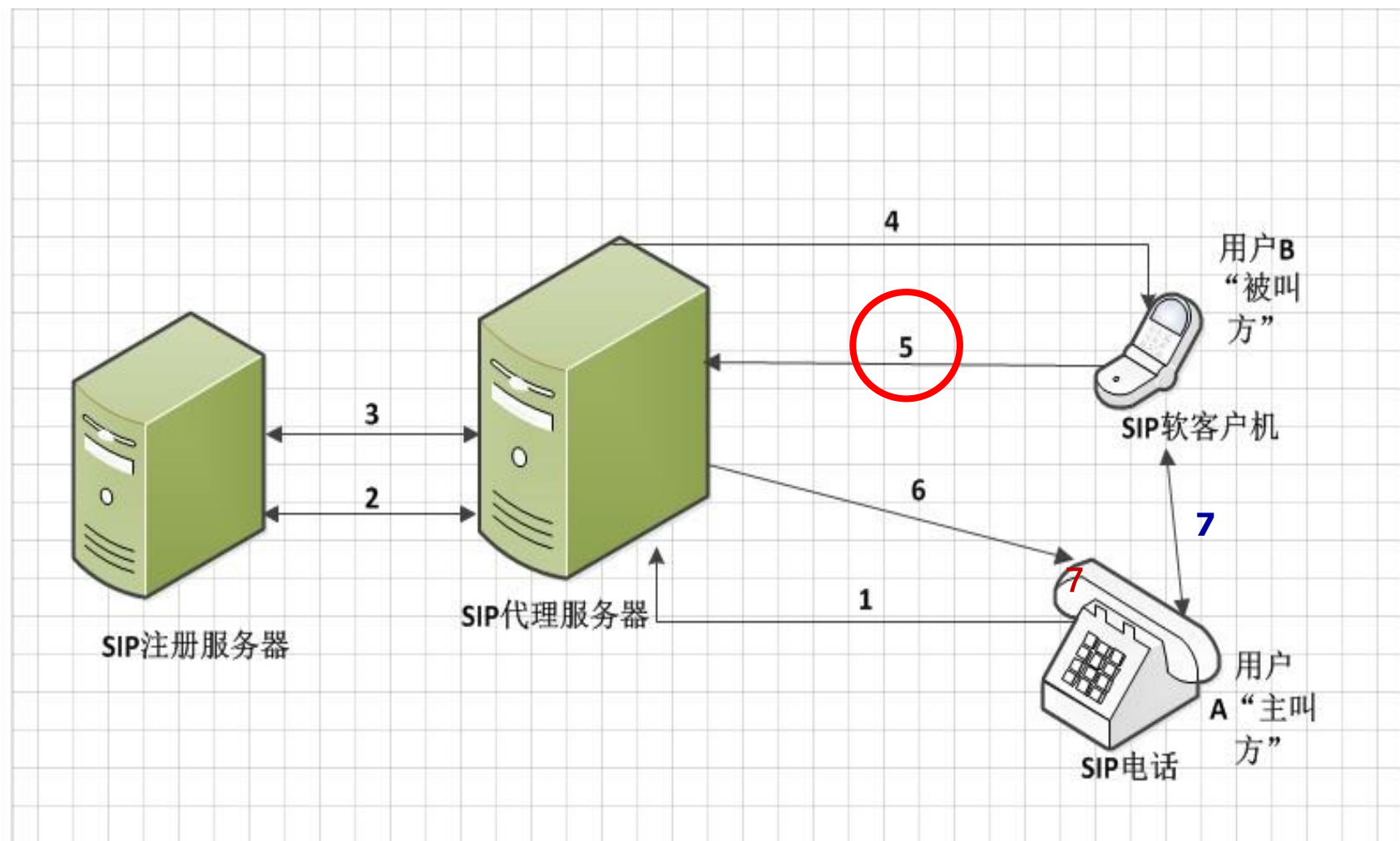
在同一域中建立 SIP 会话

1. 呼叫用户 B
2. 查询B 在哪里
3. 响应B 的 SIP 地址
4. 呼叫
5. 响应
6. 响应
7. 多媒体通道已建立



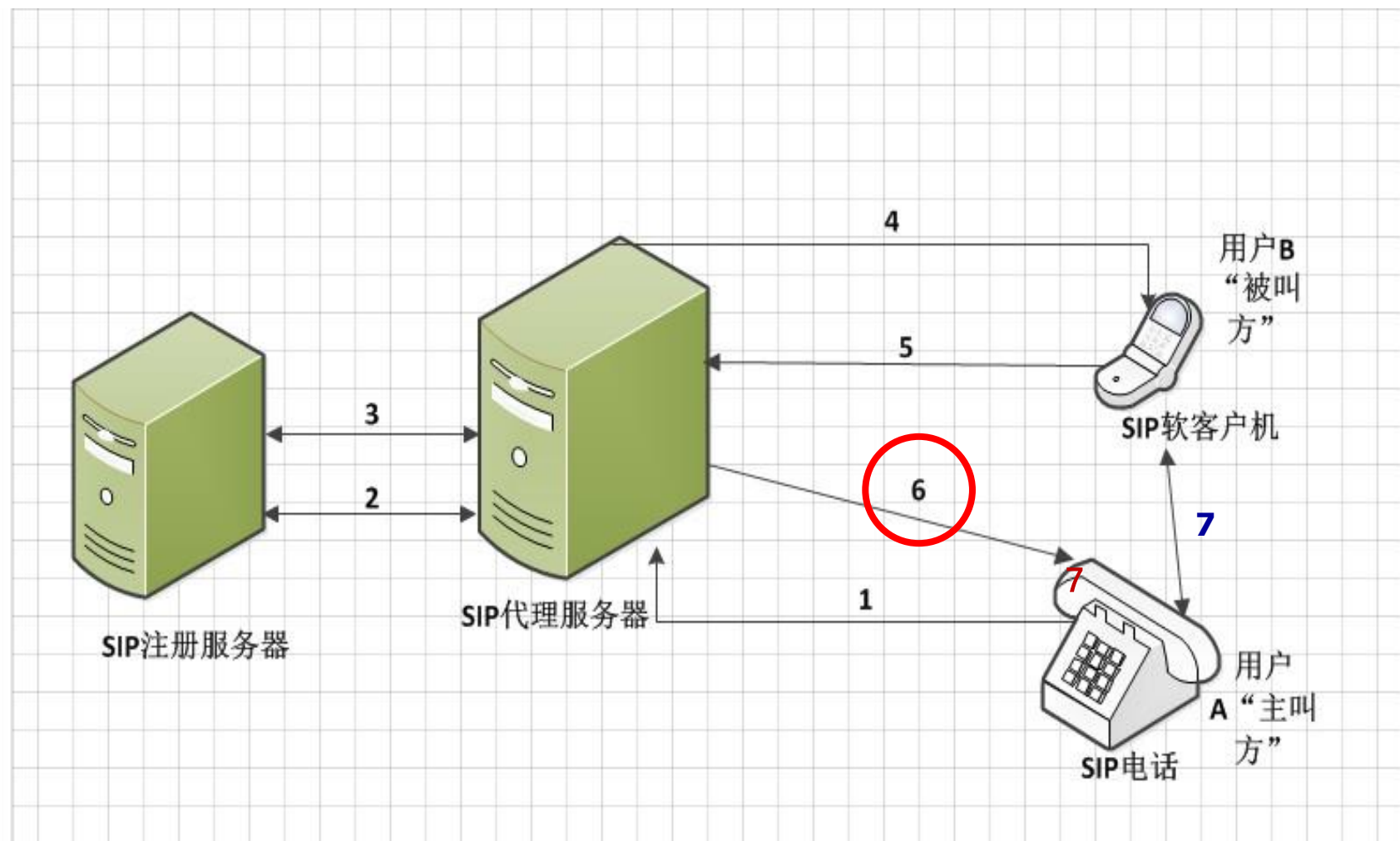
在同一域中建立 SIP 会话

1. 呼叫用户 B
2. 查询B 在哪里
3. 响应B 的 SIP 地址
4. 呼叫
5. 响应
6. 响应
7. 多媒体通道已建立



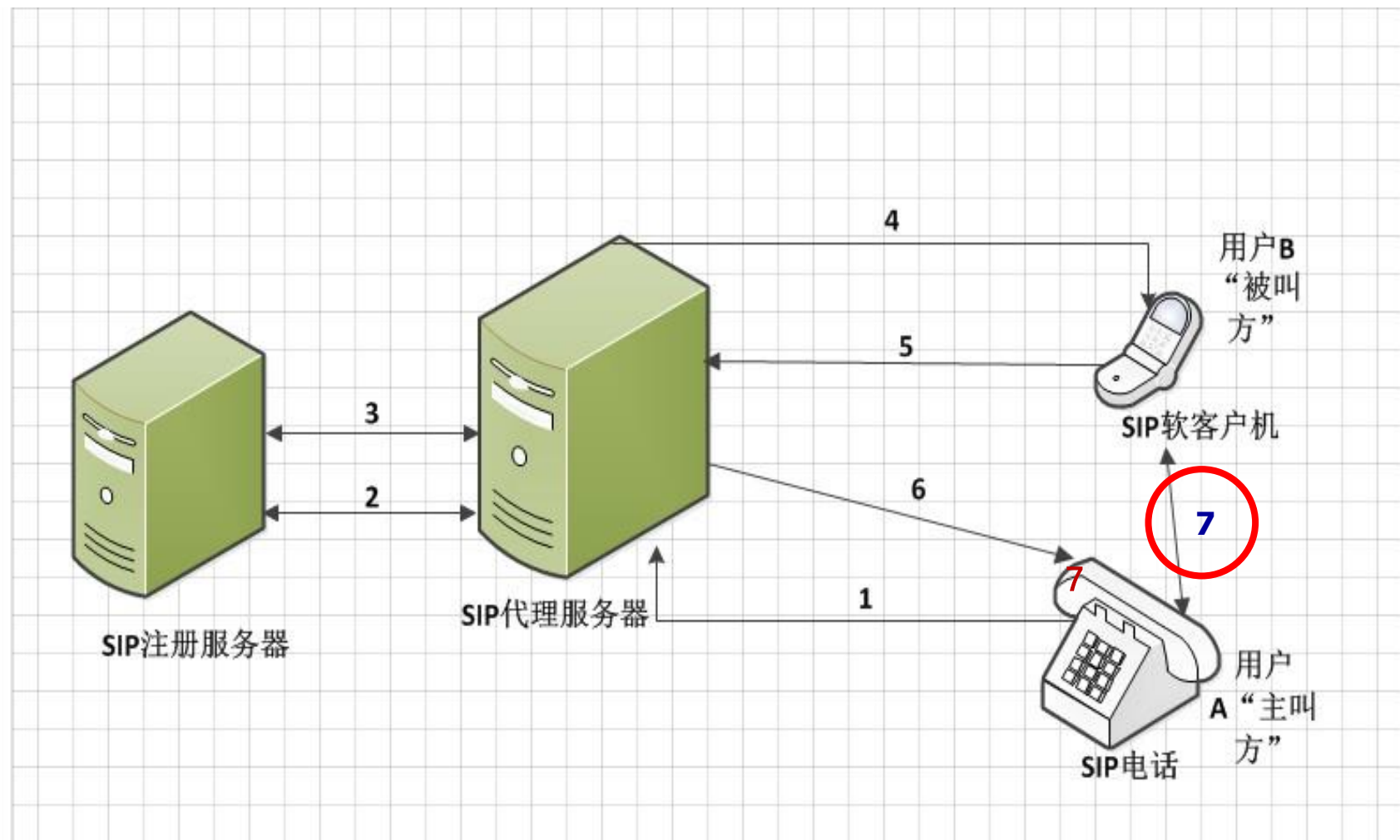
在同一域中建立 SIP 会话

1. 呼叫用户 B
2. 查询B 在哪里
3. 响应B 的 SIP 地址
4. 呼叫
5. 响应
6. 响应
7. 多媒体通道已建立



在同一域中建立 SIP 会话

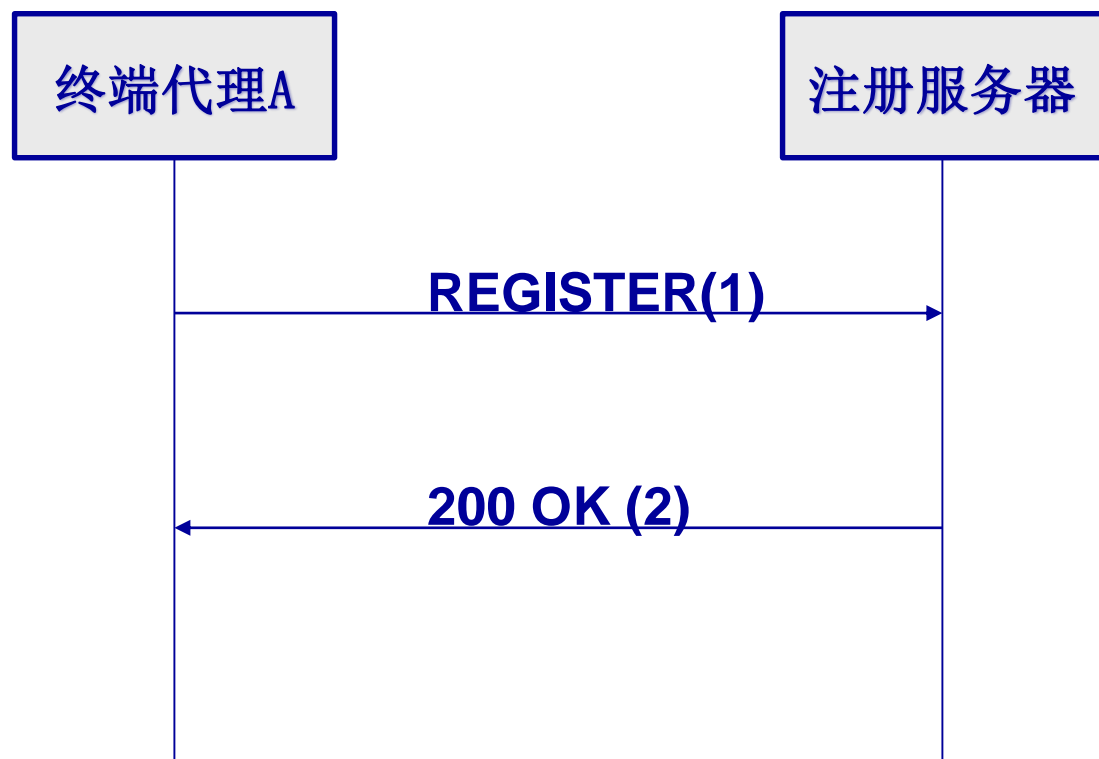
1. 呼叫用户 B
2. 查询B 在哪里
3. 响应B 的 SIP 地址
4. 呼叫
5. 响应
6. 响应
7. 多媒体通道已建立



1)、注册流程



2)、注销流程



REGISTER sip:registrar.biloxi.com
SIP/2.0

Via: SIP/2.0/UDP
bobspc.biloxi.com:5060;branch=z9hG4b
Knashds7

Max-Forwards: 70

To: Bob <sip:bob@biloxi.com>

From: Bob
<sip:bob@biloxi.com>;tag=456248

Call-ID: 843817637684230@998sdasdh09

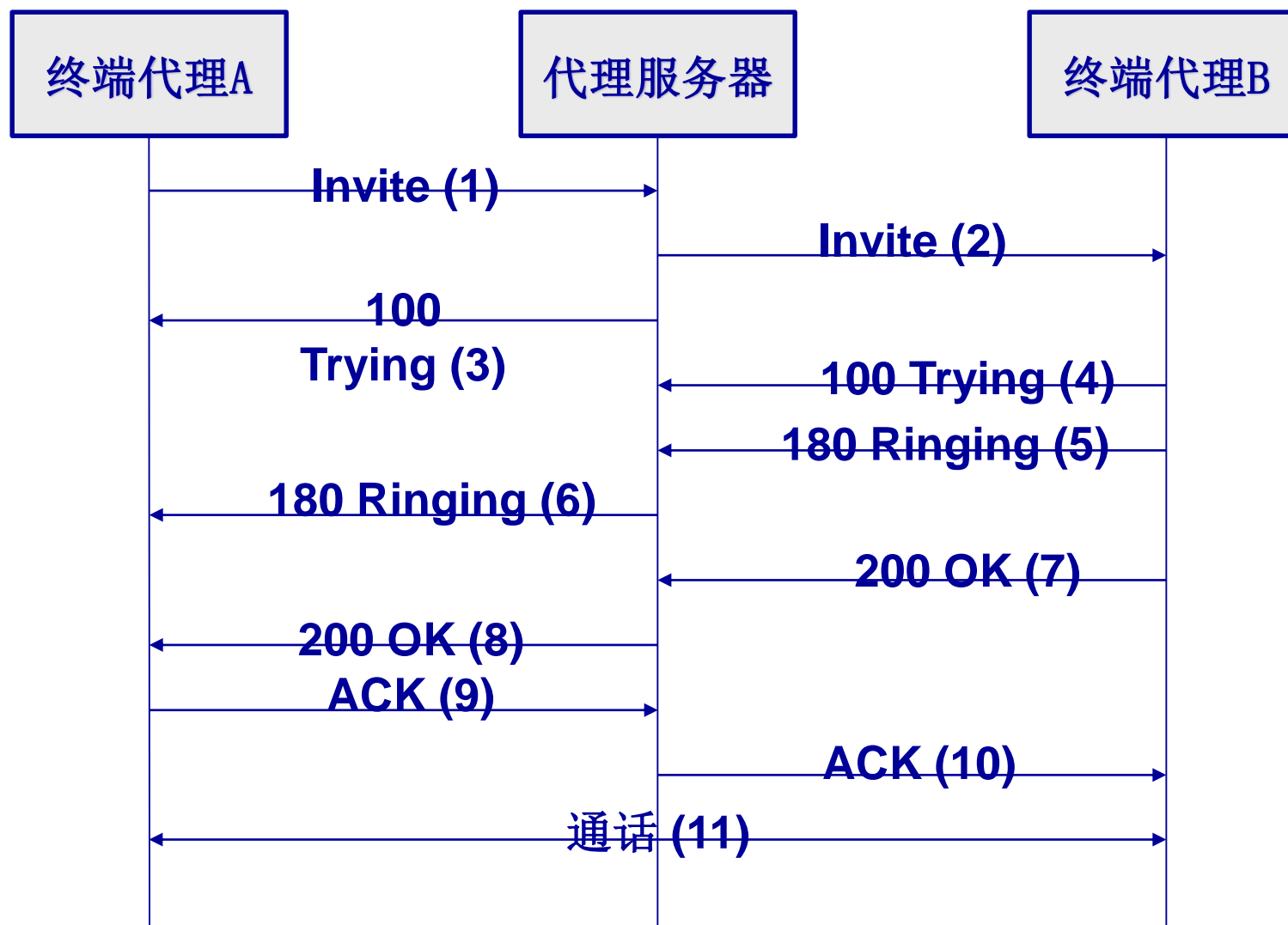
CSeq: 1826 REGISTER

Contact: <sip:bob@192.0.2.4>

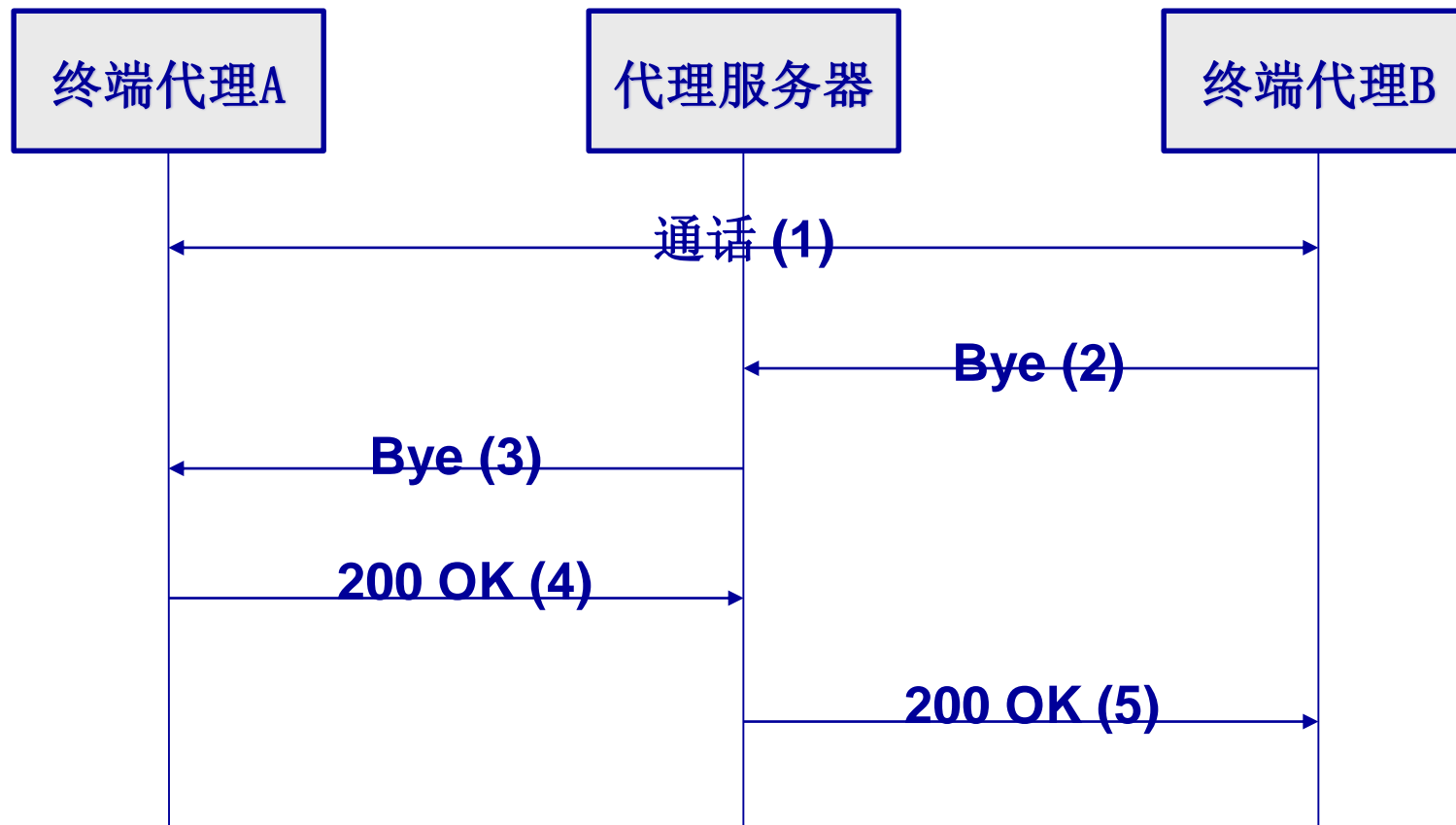
Expires: 0

Content-Length: 0

3)、基本呼叫建立过程



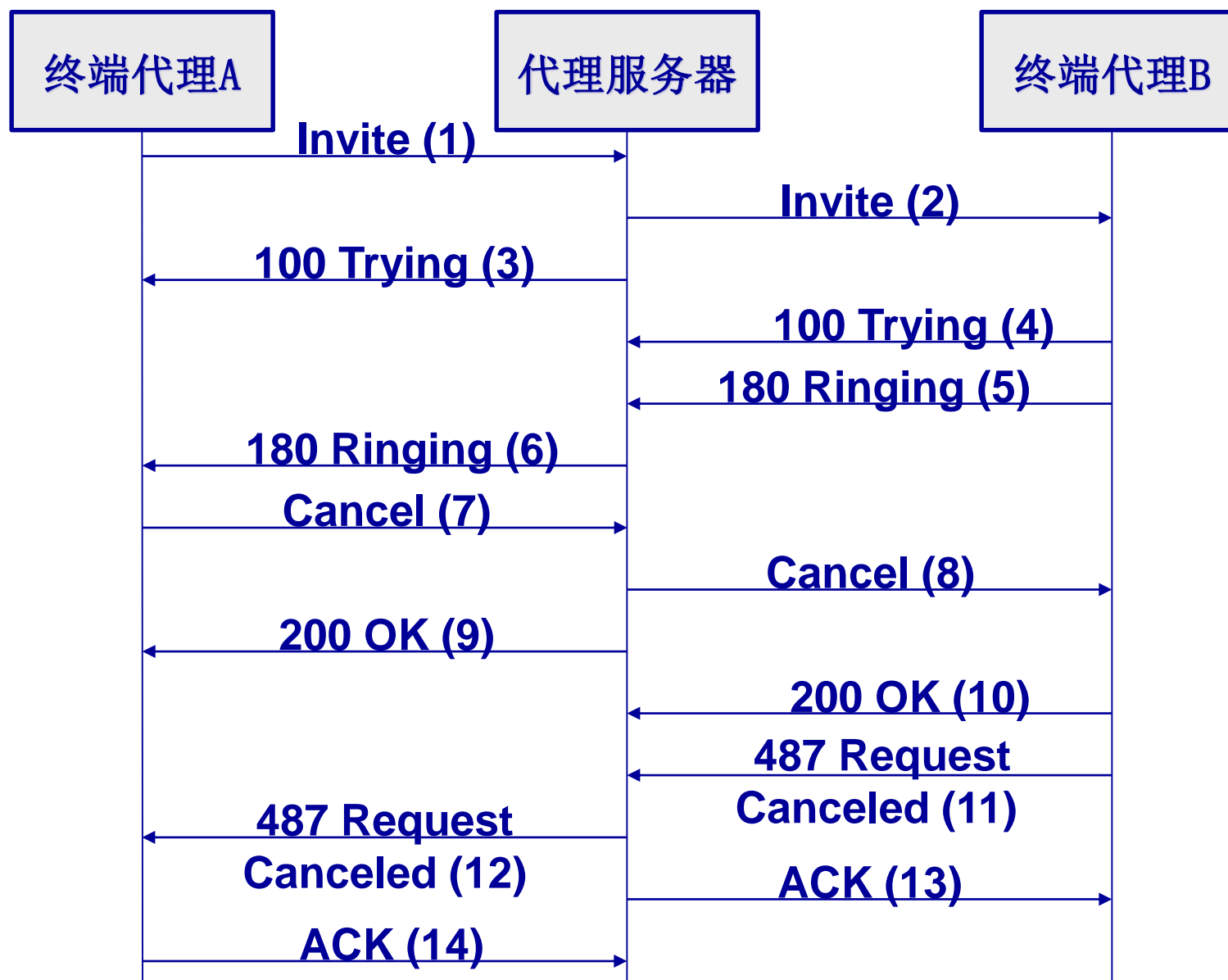
4)、正常呼叫释放过程



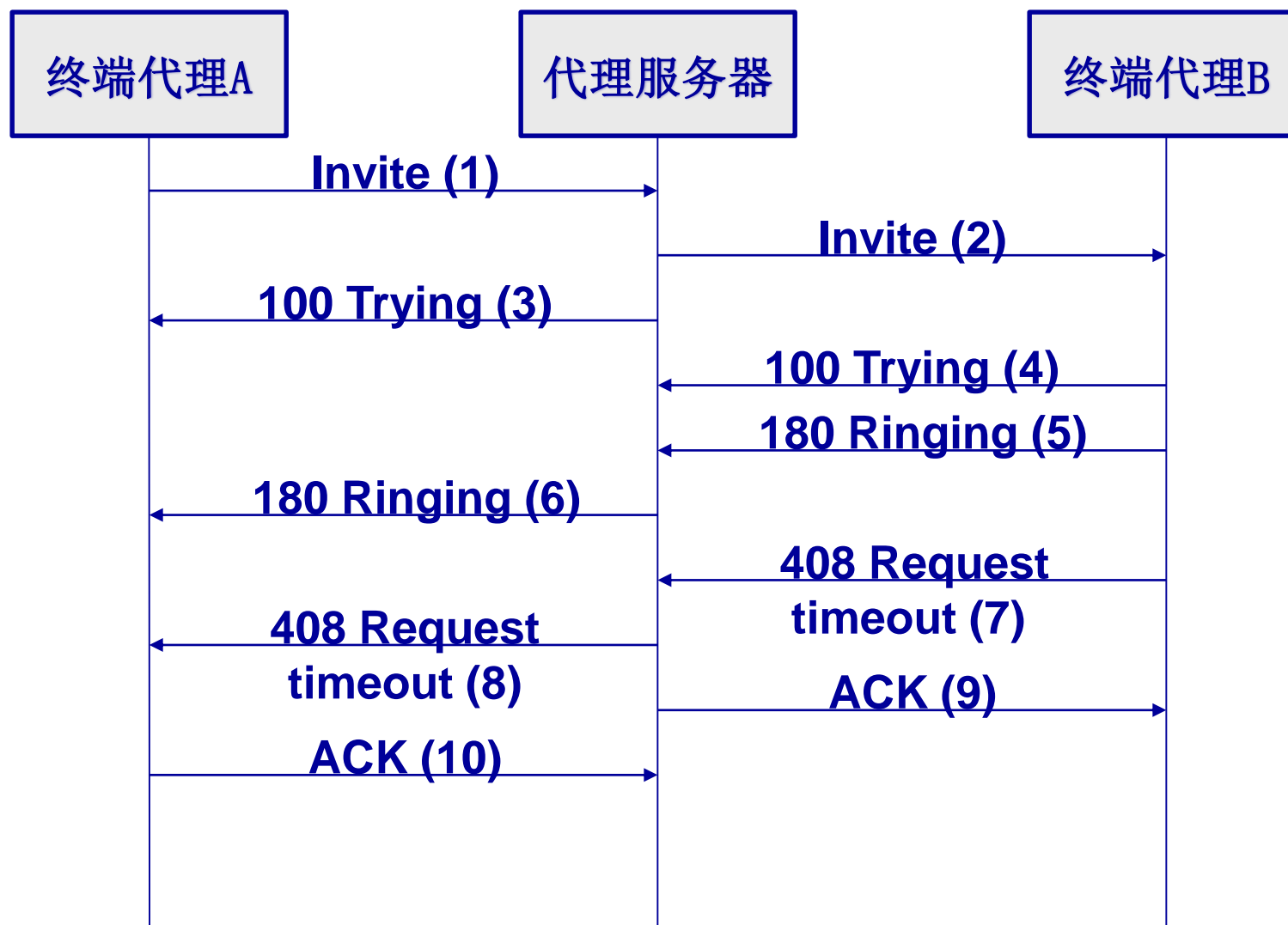
5)、被叫忙呼叫释放



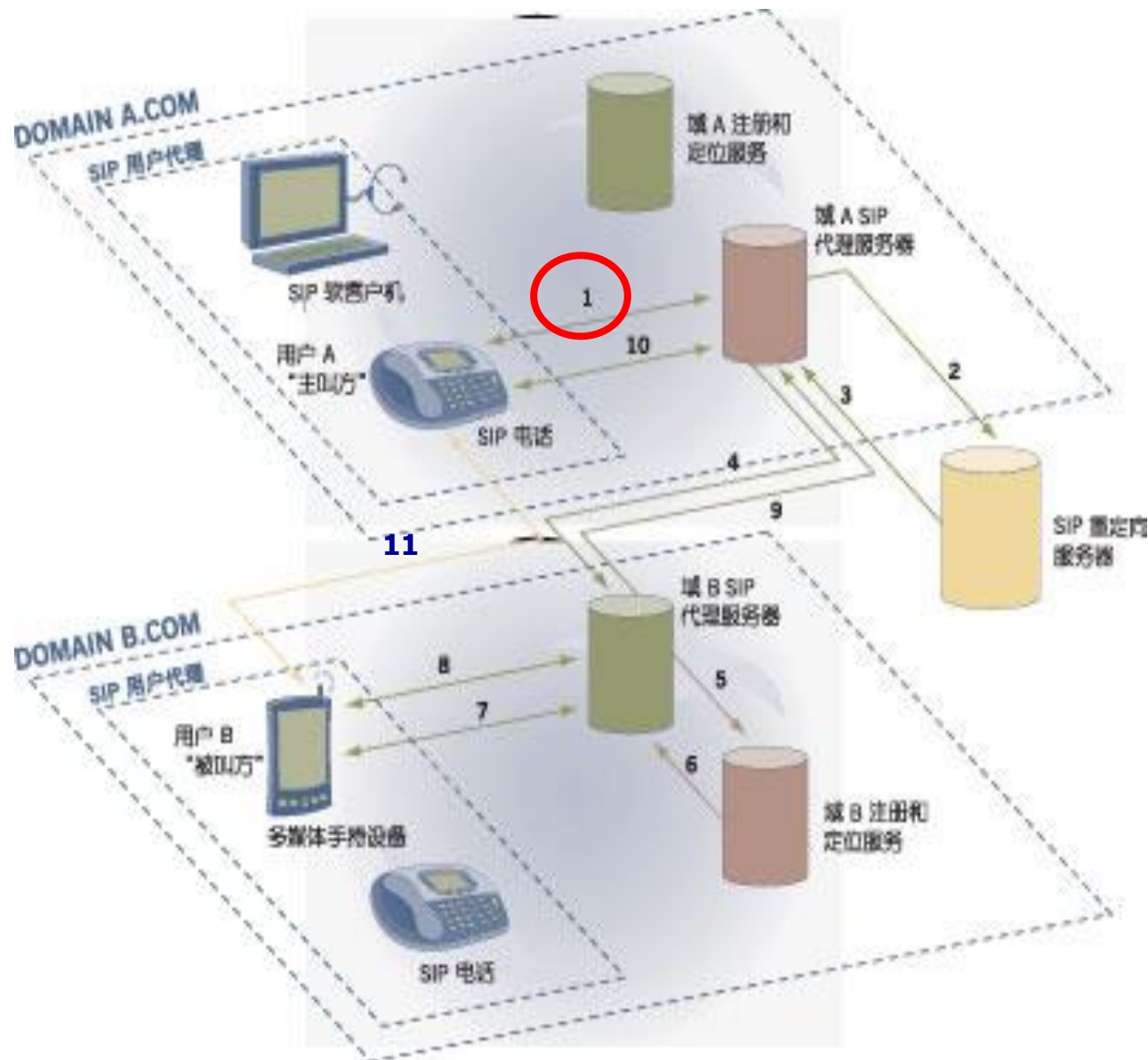
6)、被叫无应答流程一



7)、被叫无应答流程二

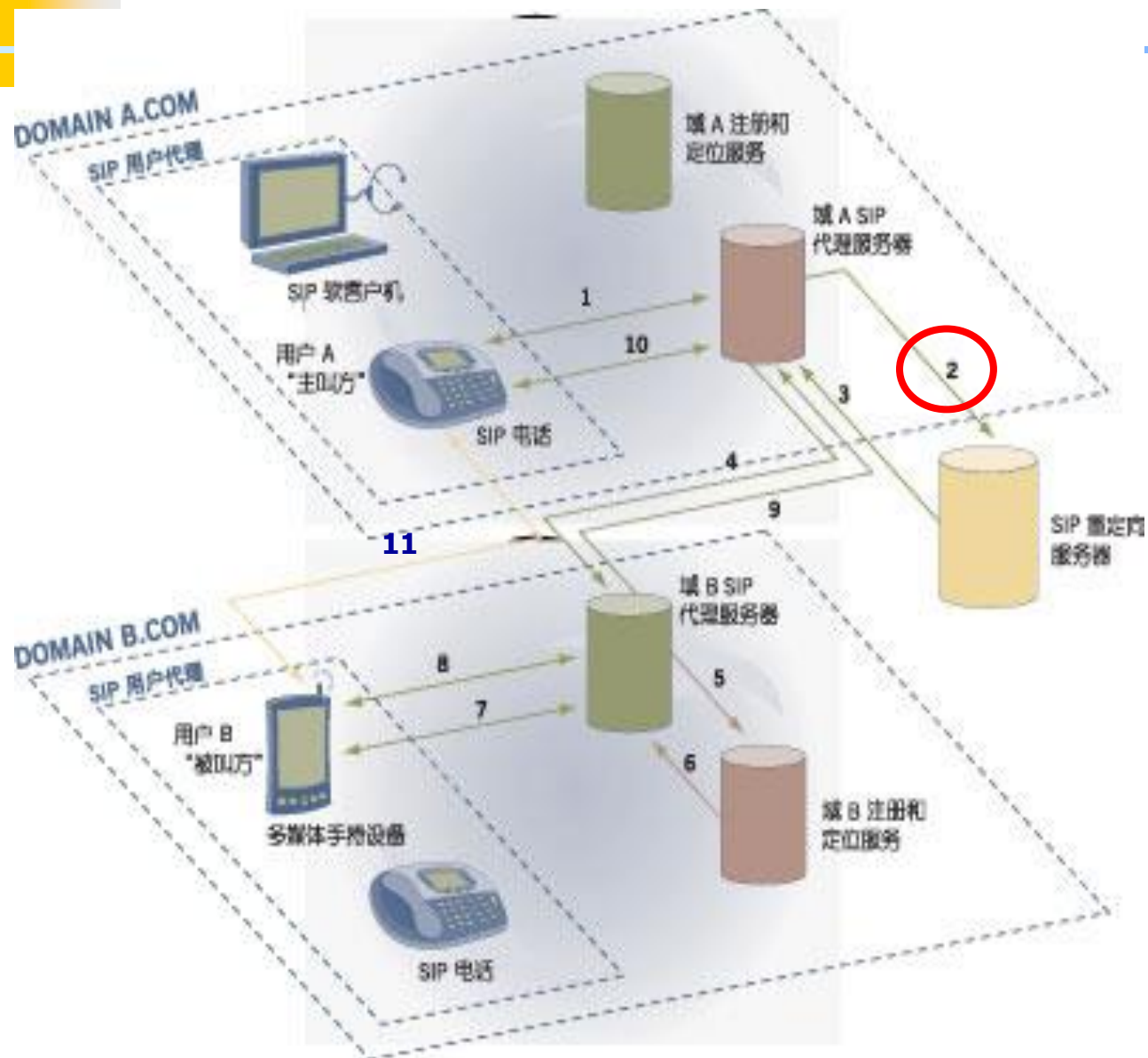


在不同的域中建立 SIP 会话



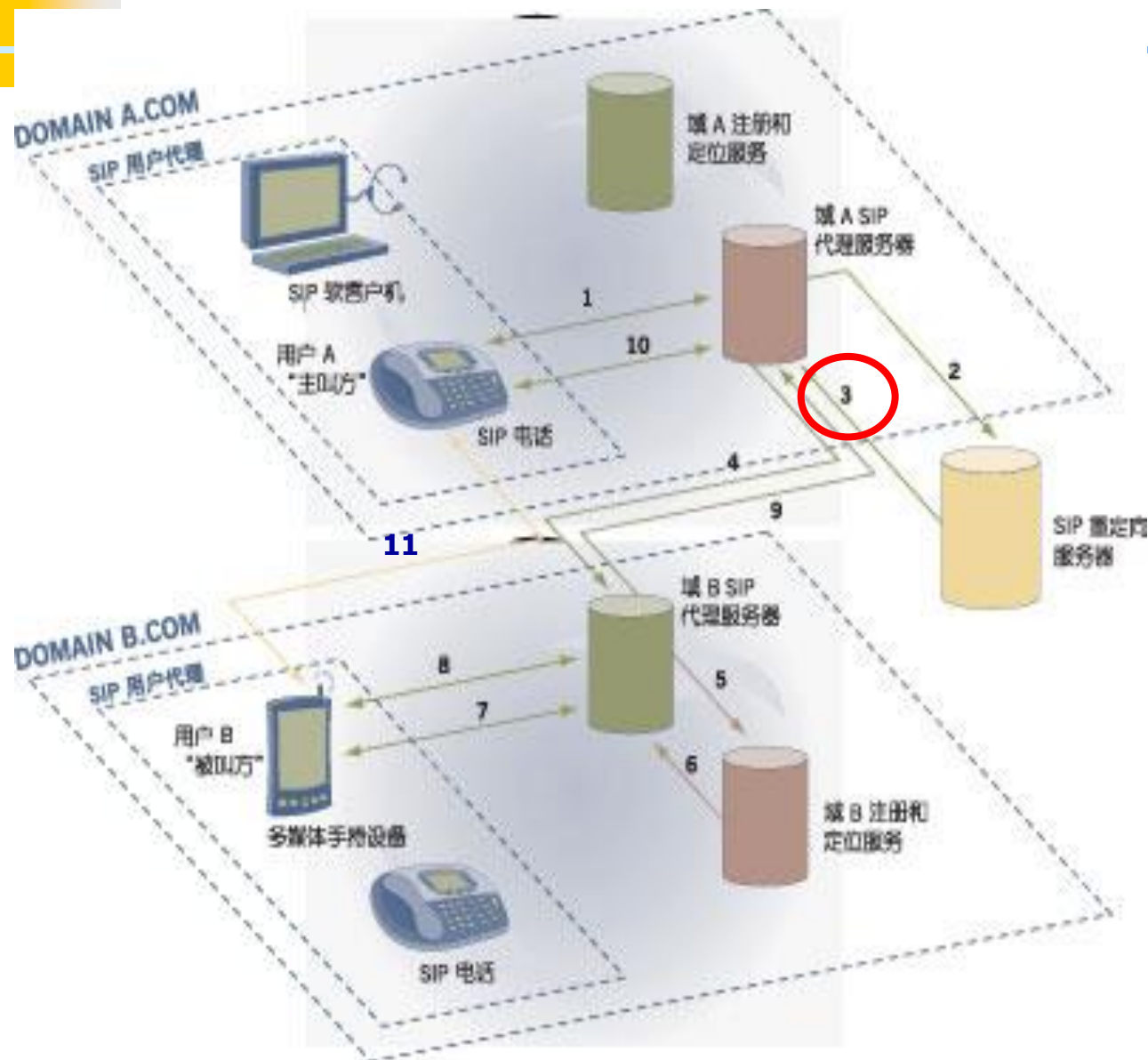
1. 呼叫用户 B
2. 询问 B 中的用户
3. 响应
4. 呼叫域 B 的 SIP 代理
5. 查询 B 在哪里
6. 用户 B 的地址
7. 代理呼叫
8. 响应
9. 响应
10. 响应
11. 多媒体通道已建立

在不同的域中建立 SIP 会话



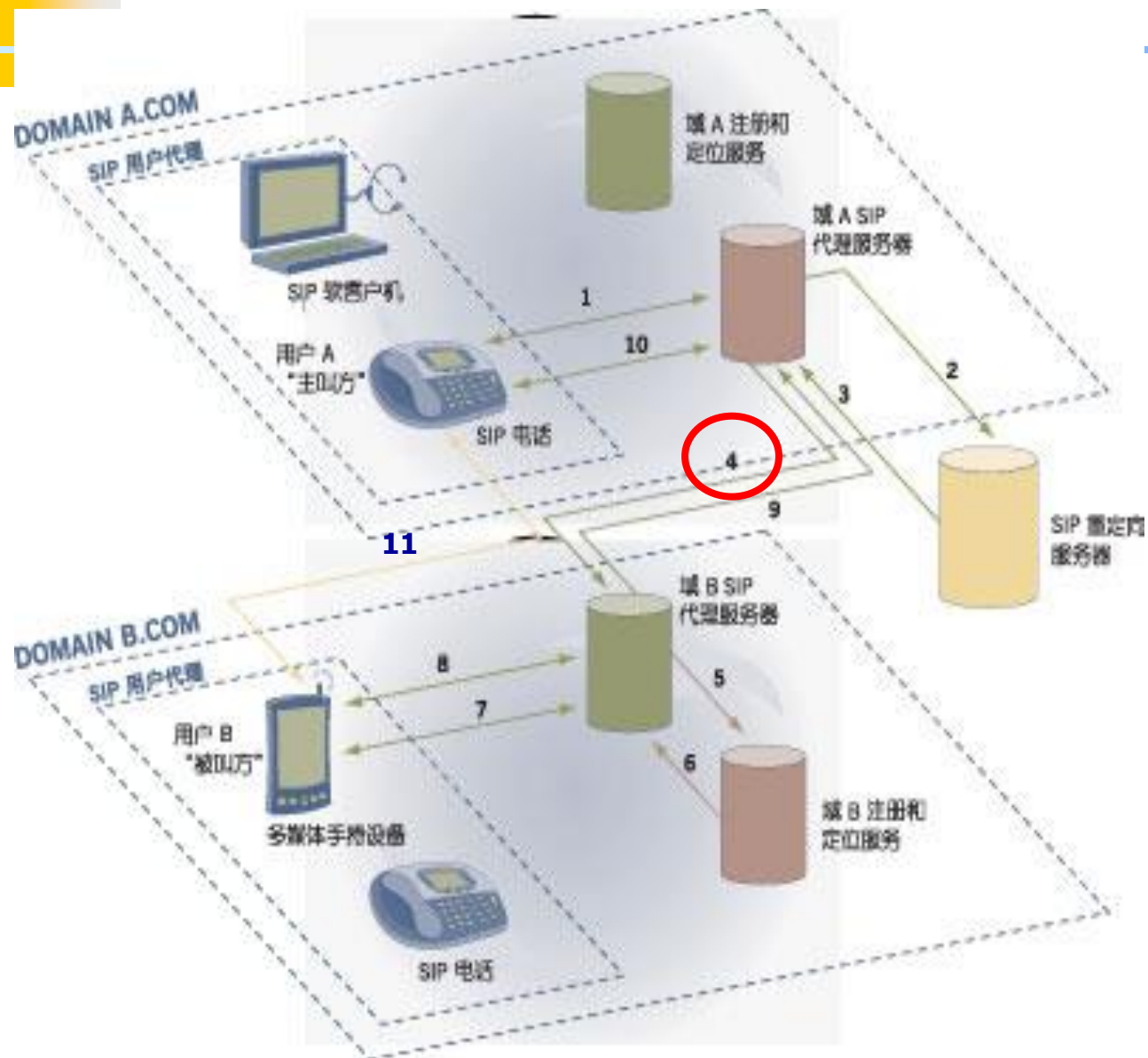
1. 呼叫用户 B
2. 询问 B 中的用户
3. 响应
4. 呼叫域 B 的 SIP 代理
5. 查询 B 在哪里
6. 用户 B 的地址
7. 代理呼叫
8. 响应
9. 响应
10. 响应
11. 多媒体通道已建立

在不同的域中建立 SIP 会话



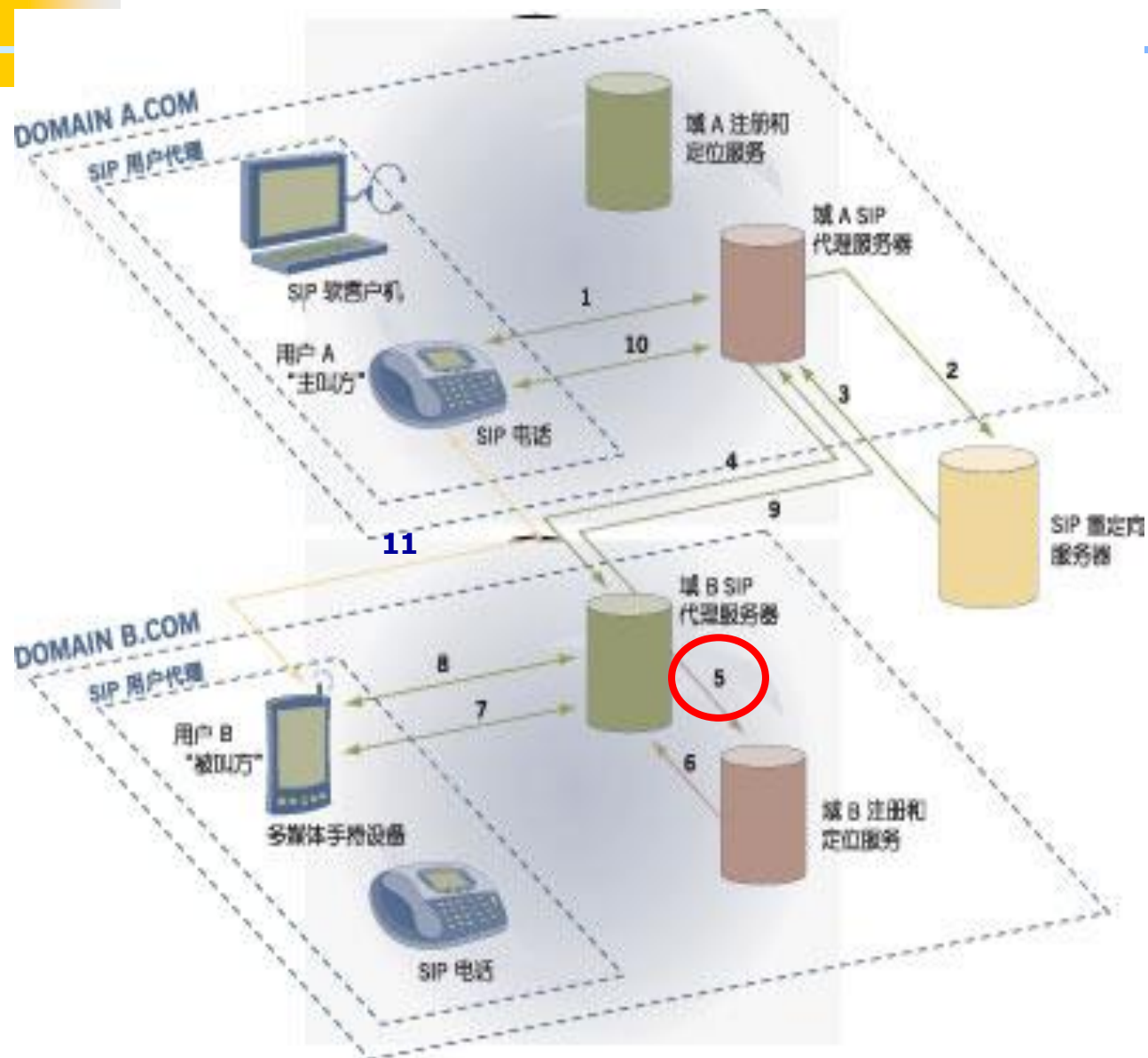
1. 呼叫用户 B
2. 询问 B 中的用户
3. 响应
4. 呼叫域 B 的 SIP 代理
5. 查询 B 在哪里
6. 用户 B 的地址
7. 代理呼叫
8. 响应
9. 响应
10. 响应
11. 多媒体通道已建立

在不同的域中建立 SIP 会话



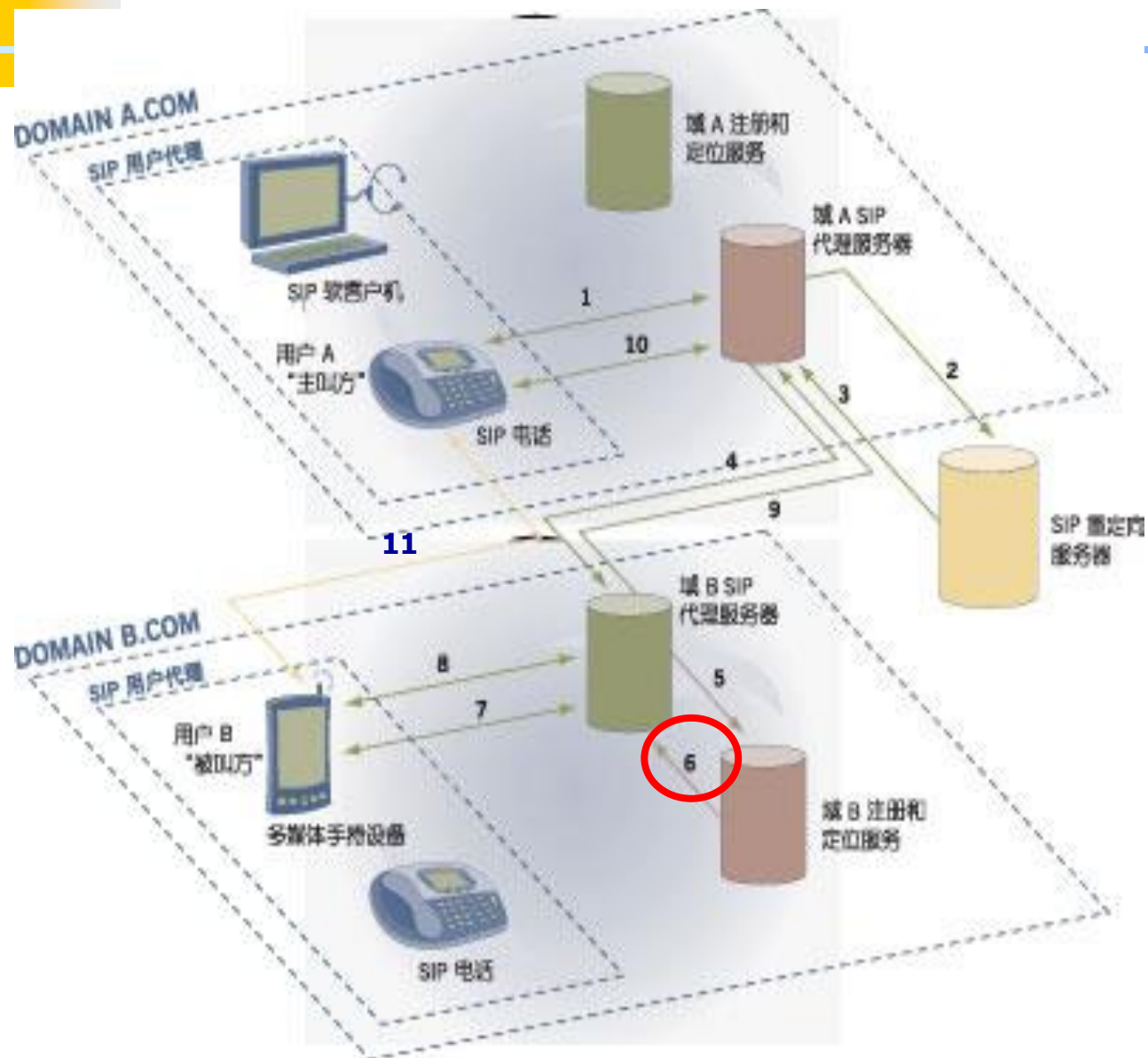
1. 呼叫用户 B
2. 询问 B 中的用户
3. 响应
4. 呼叫域 B 的 SIP 代理
5. 查询 B 在哪里
6. 用户 B 的地址
7. 代理呼叫
8. 响应
9. 响应
10. 响应
11. 多媒体通道已建立

在不同的域中建立 SIP 会话



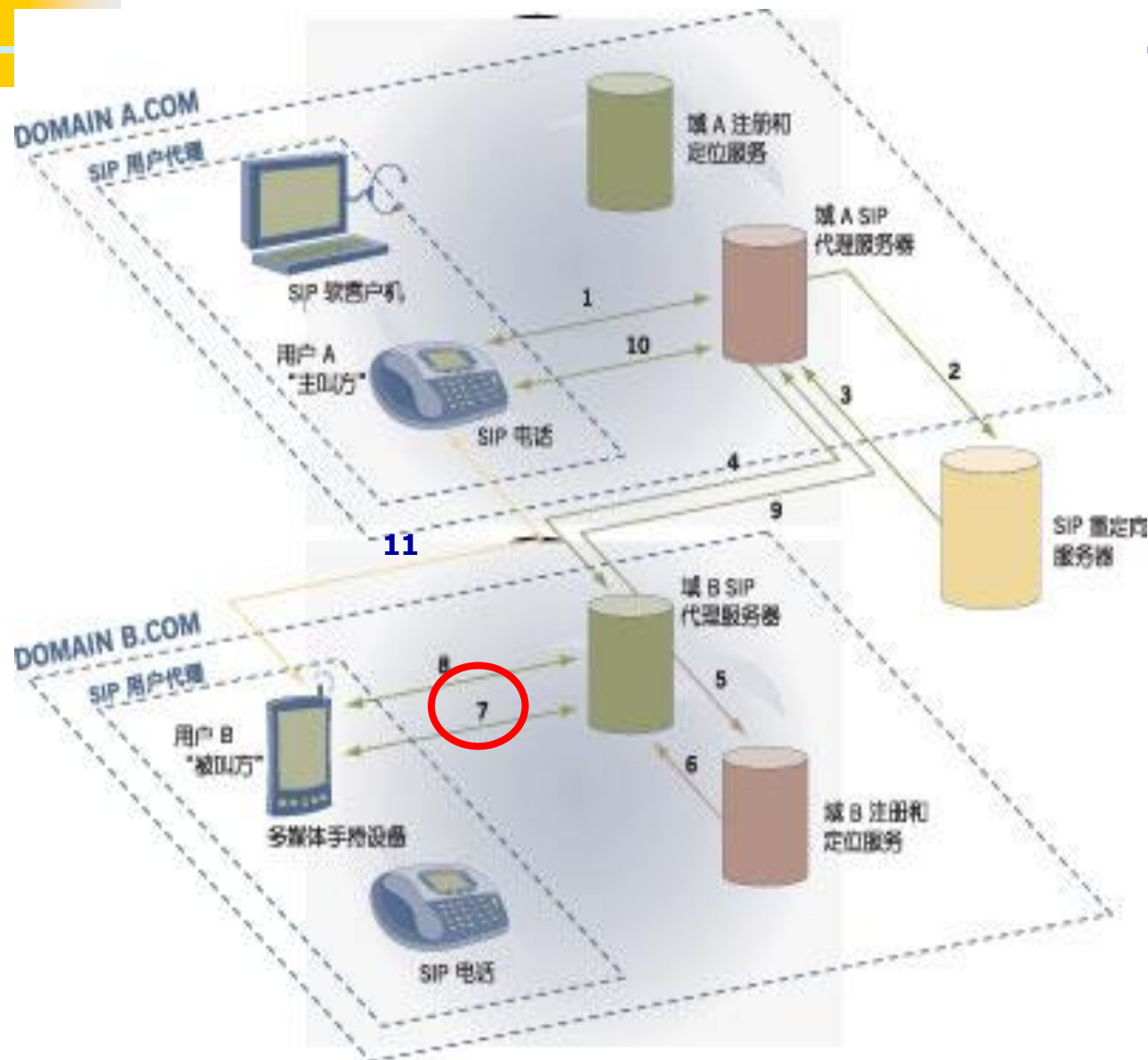
1. 呼叫用户 B
2. 询问 B 中的用户
3. 响应
4. 呼叫域 B 的 SIP 代理
5. 查询 B 在哪里
6. 用户 B 的地址
7. 代理呼叫
8. 响应
9. 响应
10. 响应
11. 多媒体通道已建立

在不同的域中建立 SIP 会话



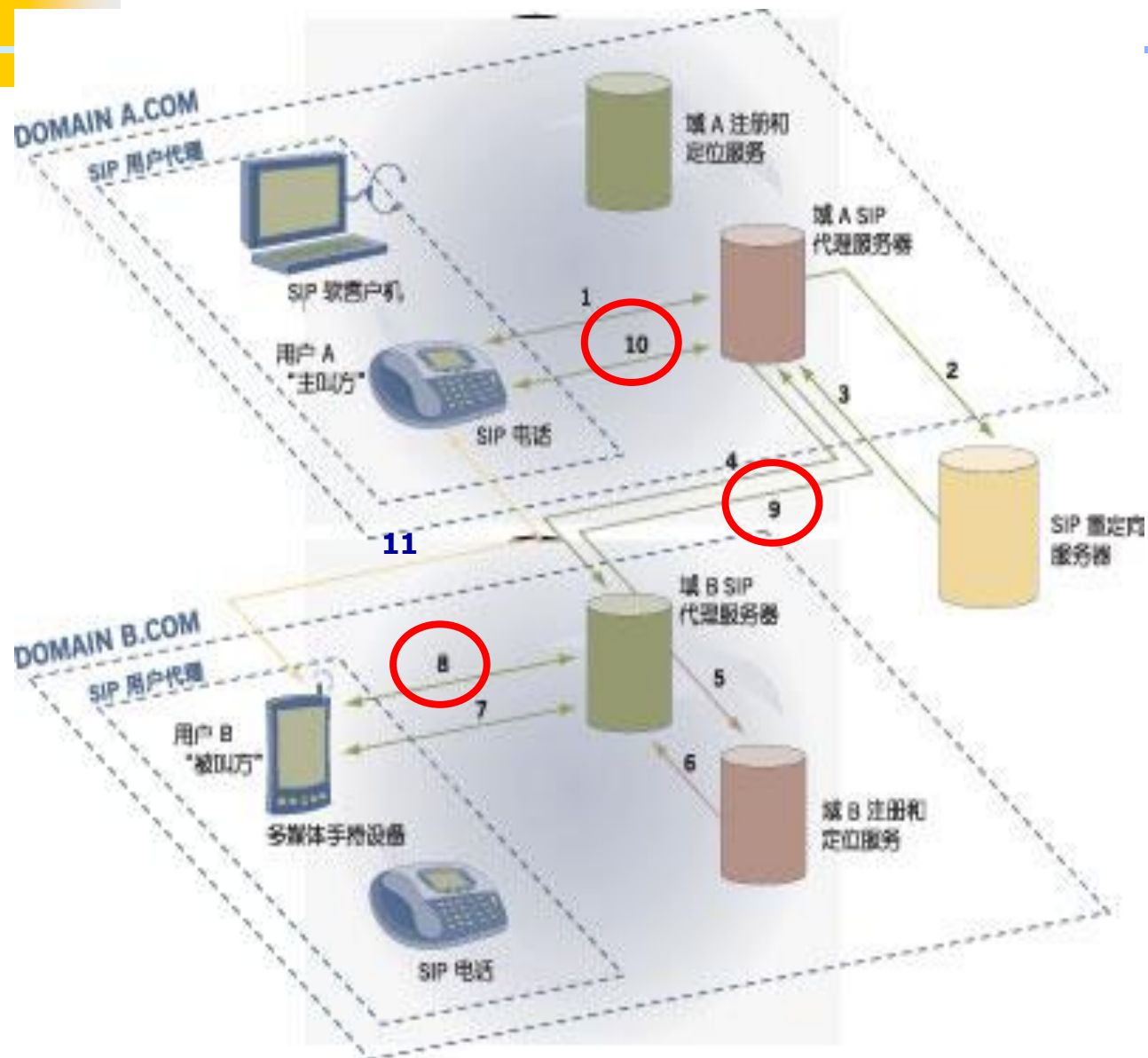
1. 呼叫用户 B
2. 询问 B 中的用户
3. 响应
4. 呼叫域 B 的 SIP 代理
5. 查询 B 在哪里
6. 用户 B 的地址
7. 代理呼叫
8. 响应
9. 响应
10. 响应
11. 多媒体通道已建立

在不同的域中建立 SIP 会话



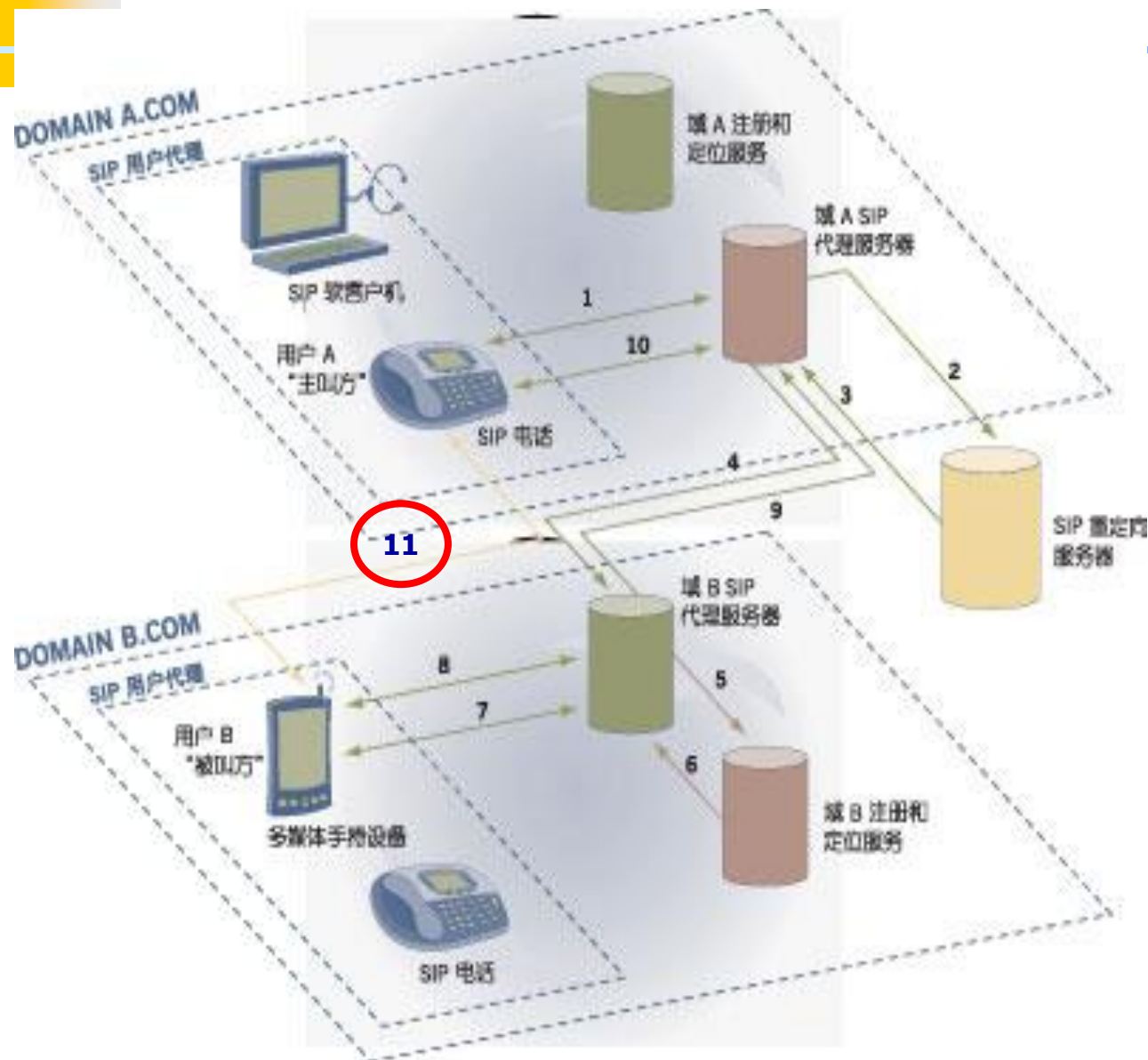
1. 呼叫用户 B
2. 询问 B 中的用户
3. 响应
4. 呼叫域 B 的 SIP 代理
5. 查询 B 在哪里
6. 用户 B 的地址
7. 代理呼叫
8. 响应
9. 响应
10. 响应
11. 多媒体通道已建立

在不同的域中建立 SIP 会话



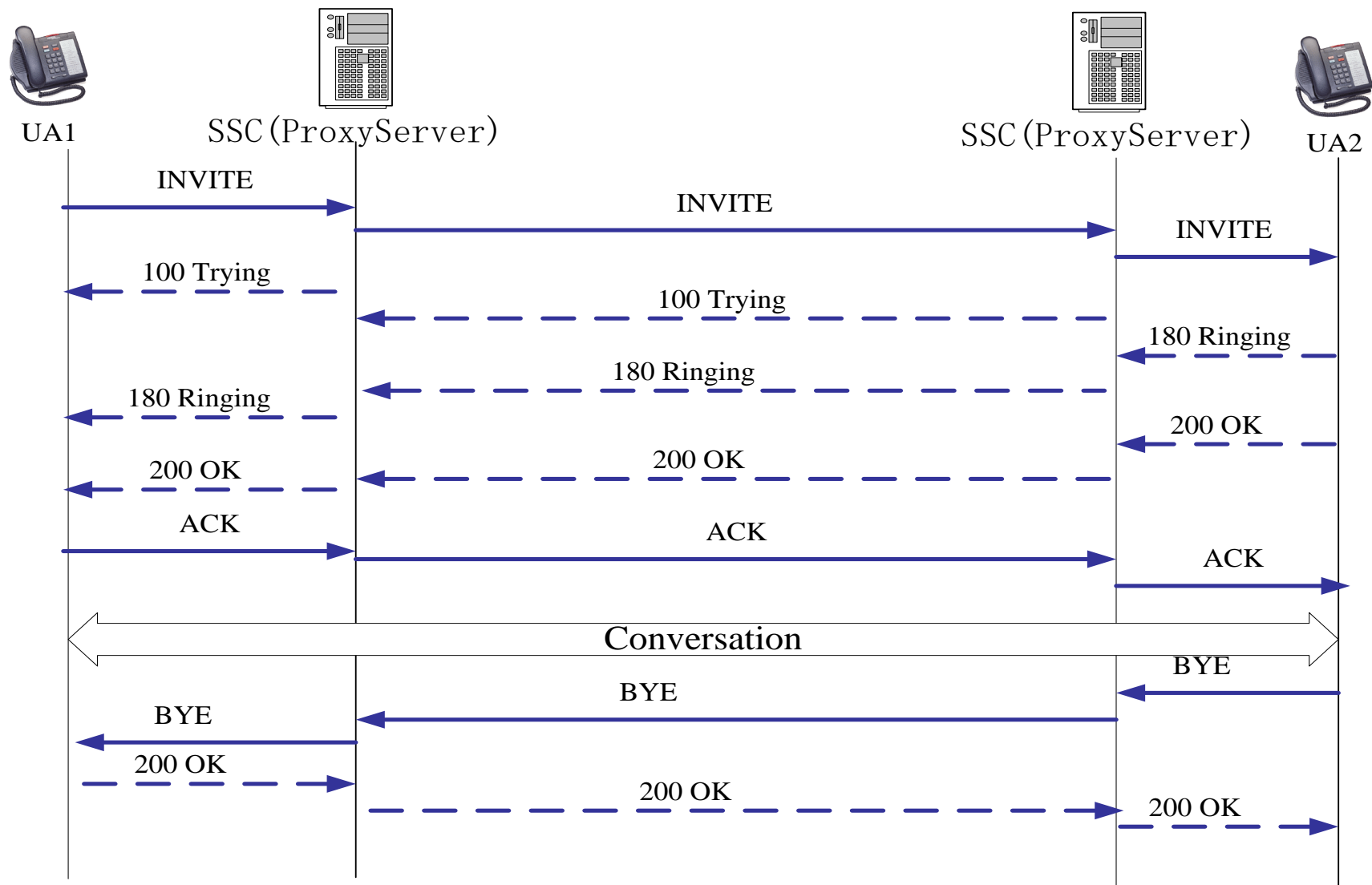
1. 呼叫用户 B
2. 询问 B 中的用户
3. 响应
4. 呼叫域 B 的 SIP 代理
5. 查询 B 在哪里
6. 用户 B 的地址
7. 代理呼叫
8. 响应
9. 响应
10. 响应
11. 多媒体通道已建立

在不同的域中建立 SIP 会话

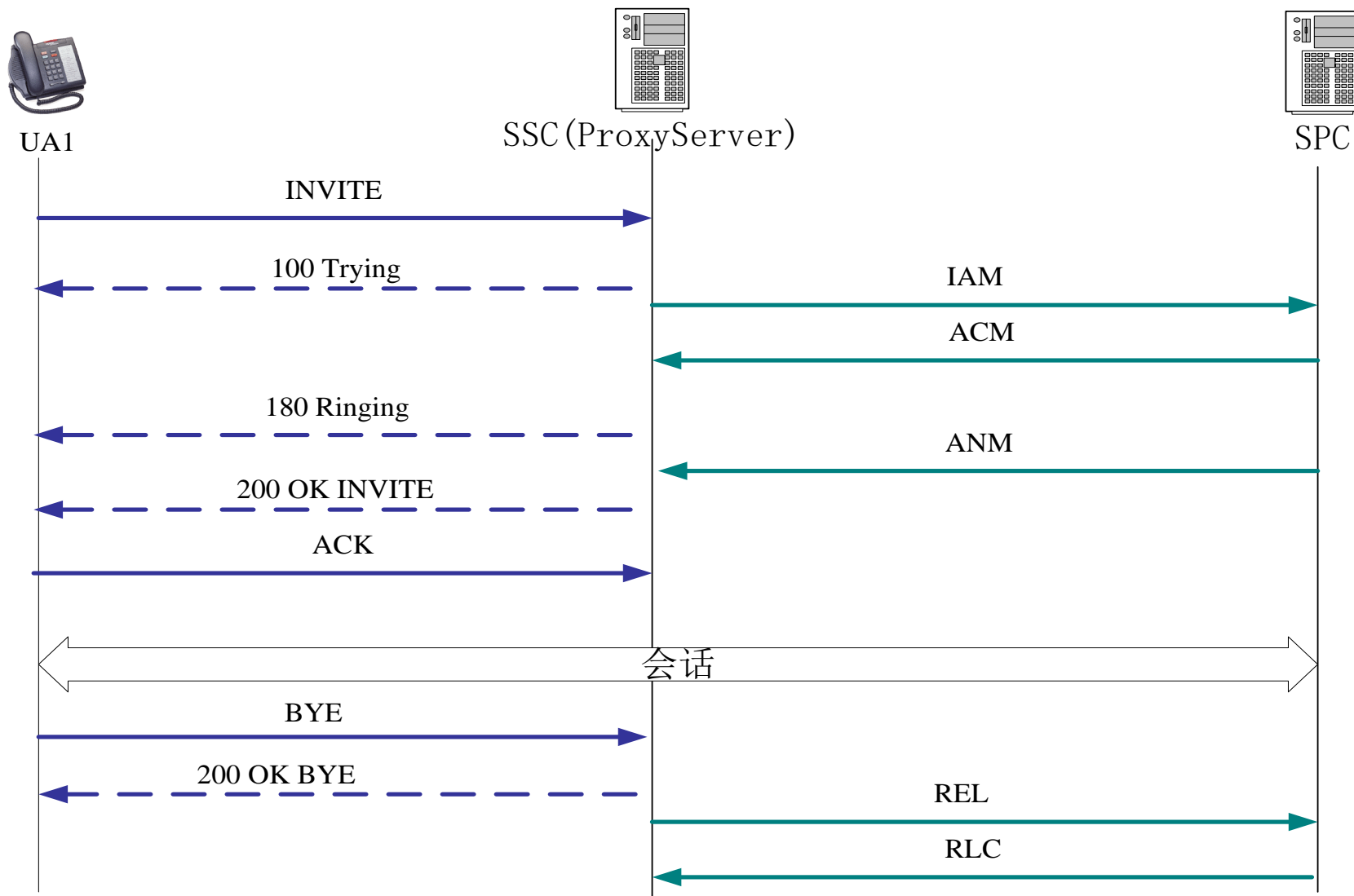


1. 呼叫用户 B
2. 询问 B 中的用户
3. 响应
4. 呼叫域 B 的 SIP 代理
5. 查询 B 在哪里
6. 用户 B 的地址
7. 代理呼叫
8. 响应
9. 响应
10. 响应
11. 多媒体通道已建立

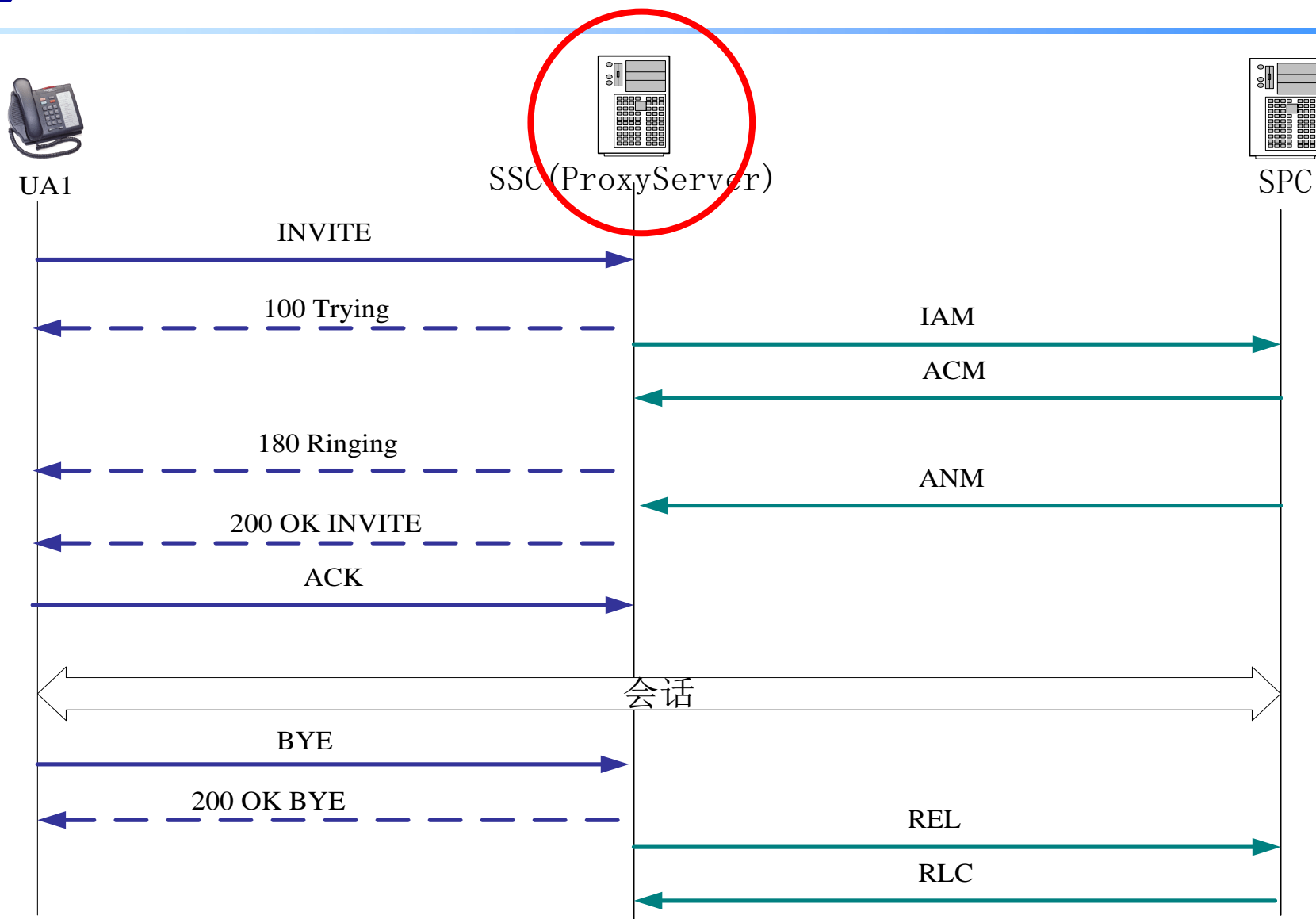
8)、跨域呼叫过程



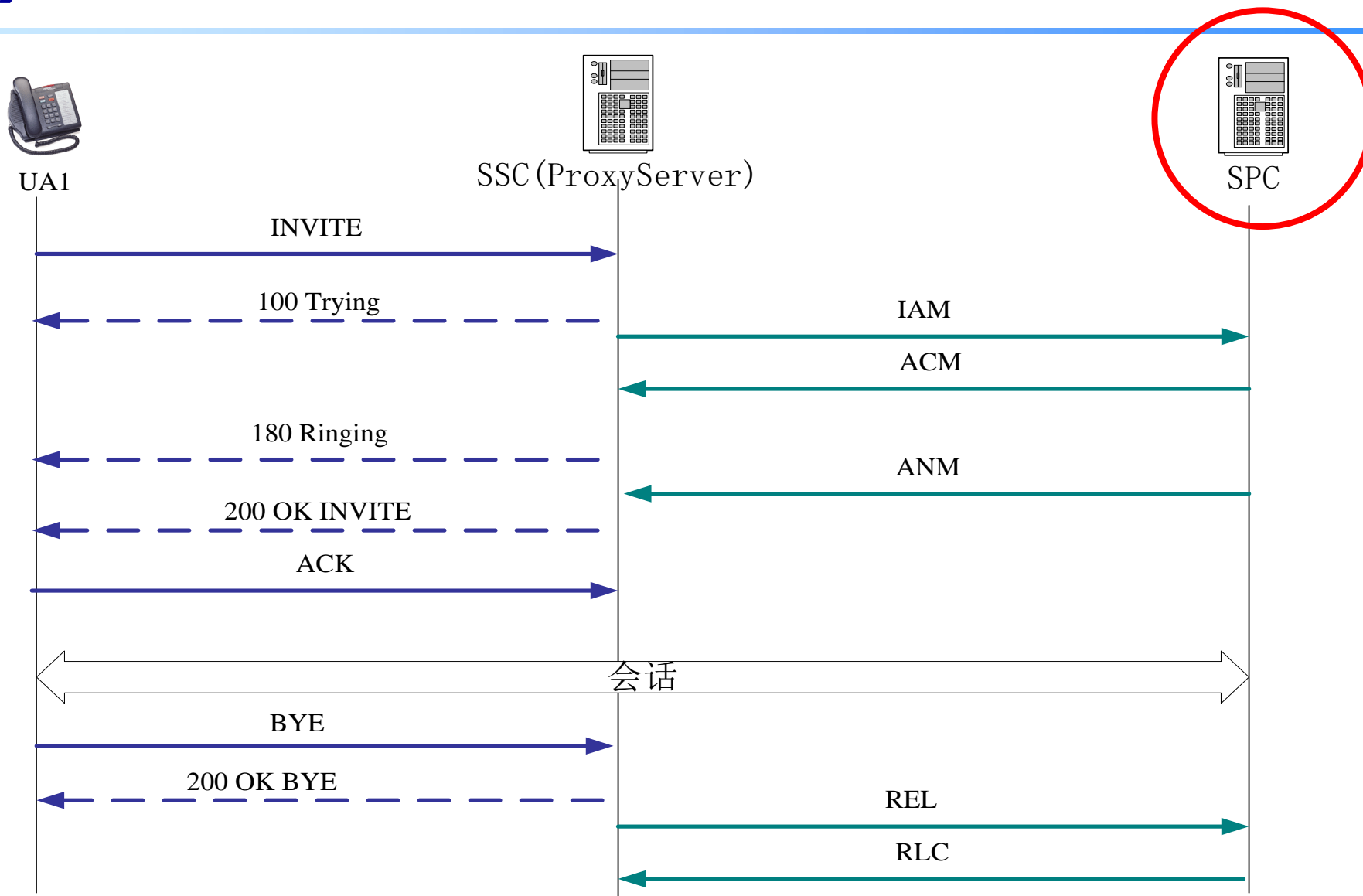
9)、SIP网络与PSTN网络互通



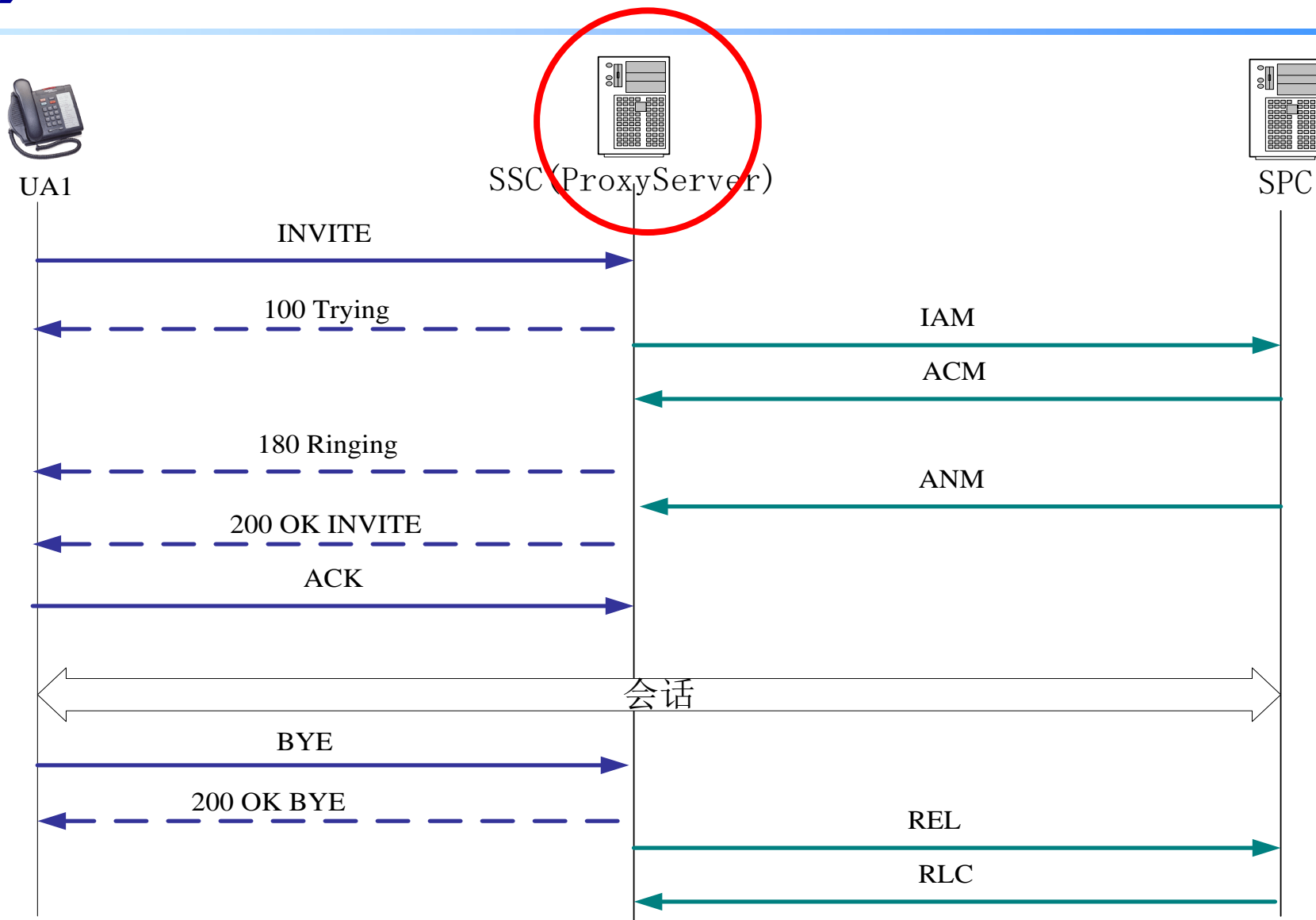
9)、SIP网络与PSTN网络互通



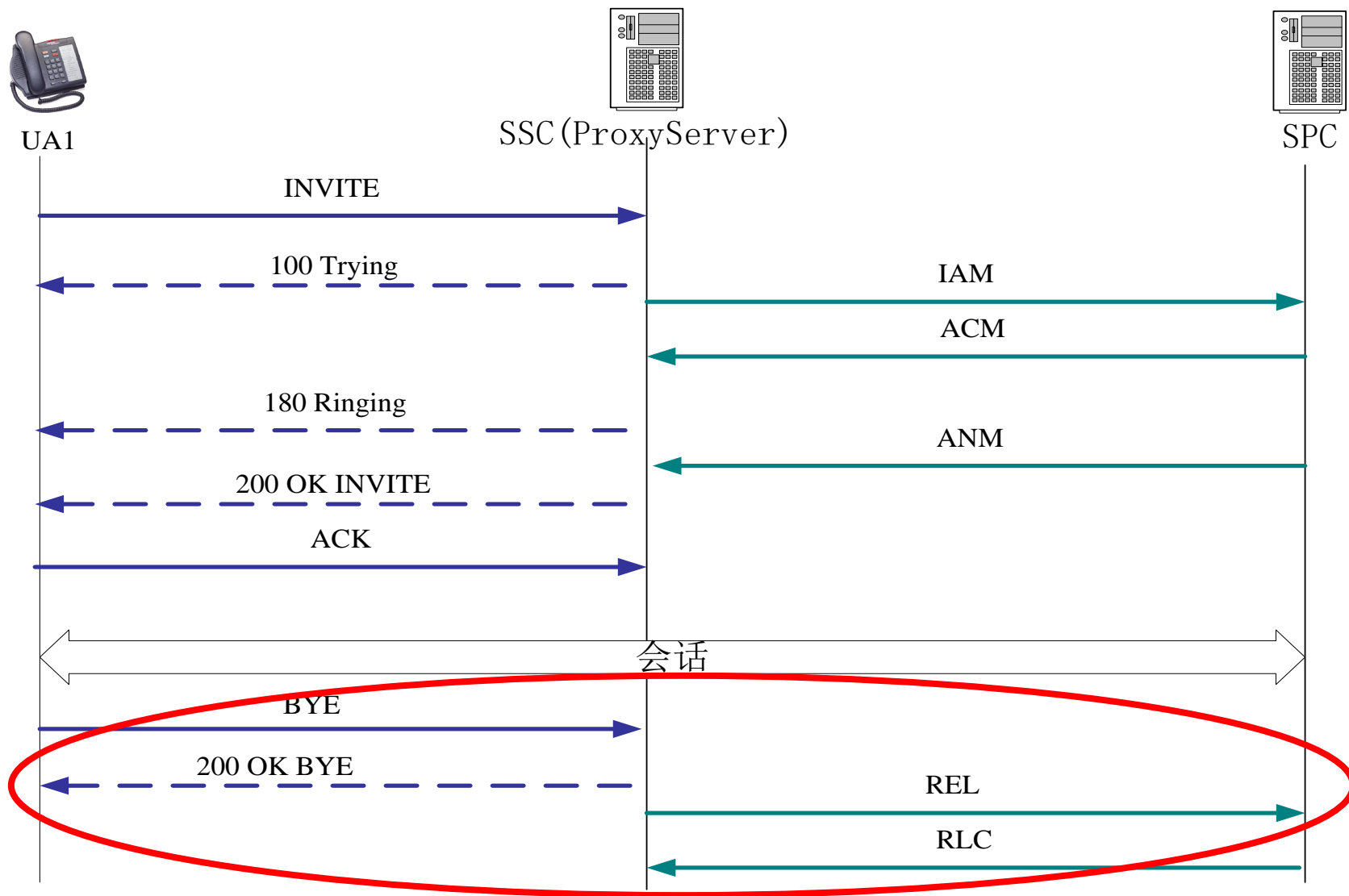
9)、SIP网络与PSTN网络互通



9)、SIP网络与PSTN网络互通



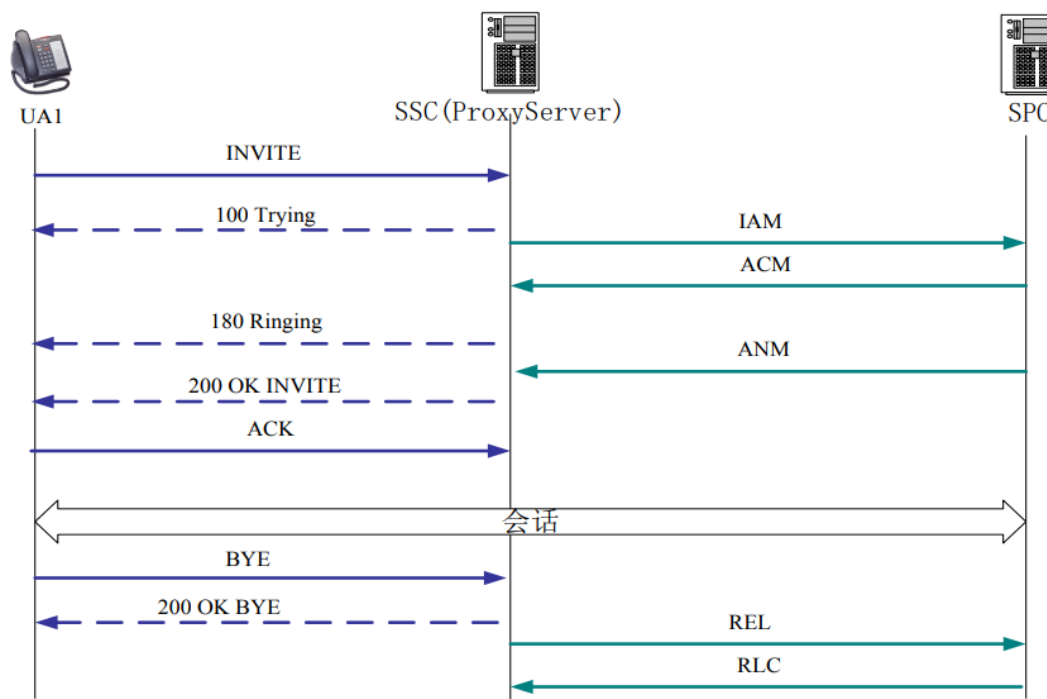
9)、SIP网络与PSTN网络互通

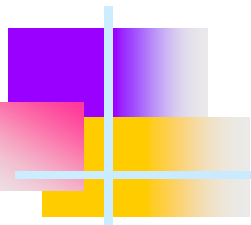


SIP作业

1、下图表示了SIP分组语音与七号信令电路语音互通时的信令转换，请回答：

- 1) SDP在SIP的哪个消息里携带？
- 2) 被叫用户摘机应答后，发送的消息是哪几个？
- 3) 主被叫双方的双向RTP语音流是在哪个消息之后开始传输的？





SIP思考题

- 参照**SIP流程3)-7)**,
 - 画出终端代理的**SDL**图
 - 分析代理服务器是否需要采用状态机来描述其工作过程
- 实验4
 - 下载一个**SIP**软件，体会**SIP**电话的过程
 - **SIP-Release_all_8_0_19_0014**等
 - 抓包分析**SIP**协议过程和**RTP**流的特点

谢谢!

