



计算机网络与通信技术

第四章 网络层

北京交通大学 刘彪



计算机网络与通信技术

知识点：划分子网

北京交通大学 刘彪



从两级IP地址到三级IP地址

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址

- 在 ARPANET 的早期，IP 地址的设计确实不够合理：
 - (1) IP 地址空间的利用率有时很低。
 - (2) 给每一个物理网络分配一个网络号会使路由表变得太大因而使网络性能变坏。
 - (3) 两级的 IP 地址不够灵活。



三级IP地址

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址

- 从 1985 年起在 IP 地址中又增加了一个“**子网号字段**”，使两级的 IP 地址变成**为三级的 IP 地址**。
- 这种做法叫做**划分子网** (subnetting)。
- 划分子网是互联网的正式标准协议。



划分子网基本思路

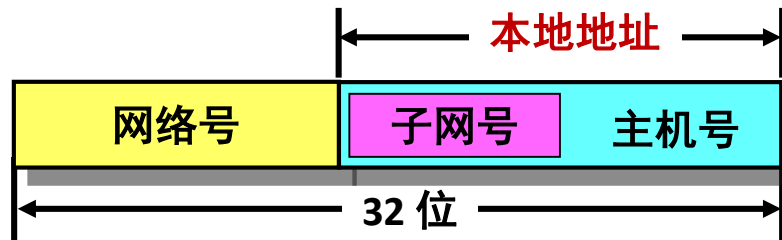
4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址

- 划分子网纯属一个单位内部的事情。单位对外仍然表现为没有划分子网的网络。
- 从主机号借用若干个位作为子网号 subnet-id, 而主机号 host-id 也就相应减少了若干个位。



IP地址 ::= {<网络号>, <子网号>, <主机号>}



划分子网基本思路

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址

- 凡是从其他网络发送给本单位某个主机的 IP 数据报，仍然是根据 IP 数据报的**目的网络号 net-id**，先找到连接在**本单位网络上的路由器**。
- 然后**此路由器**在收到 IP 数据报后，再按**目的网络号 net-id**和**子网号 subnet-id**找到目的子网。最后就将 IP 数据报直接交付目的主机。



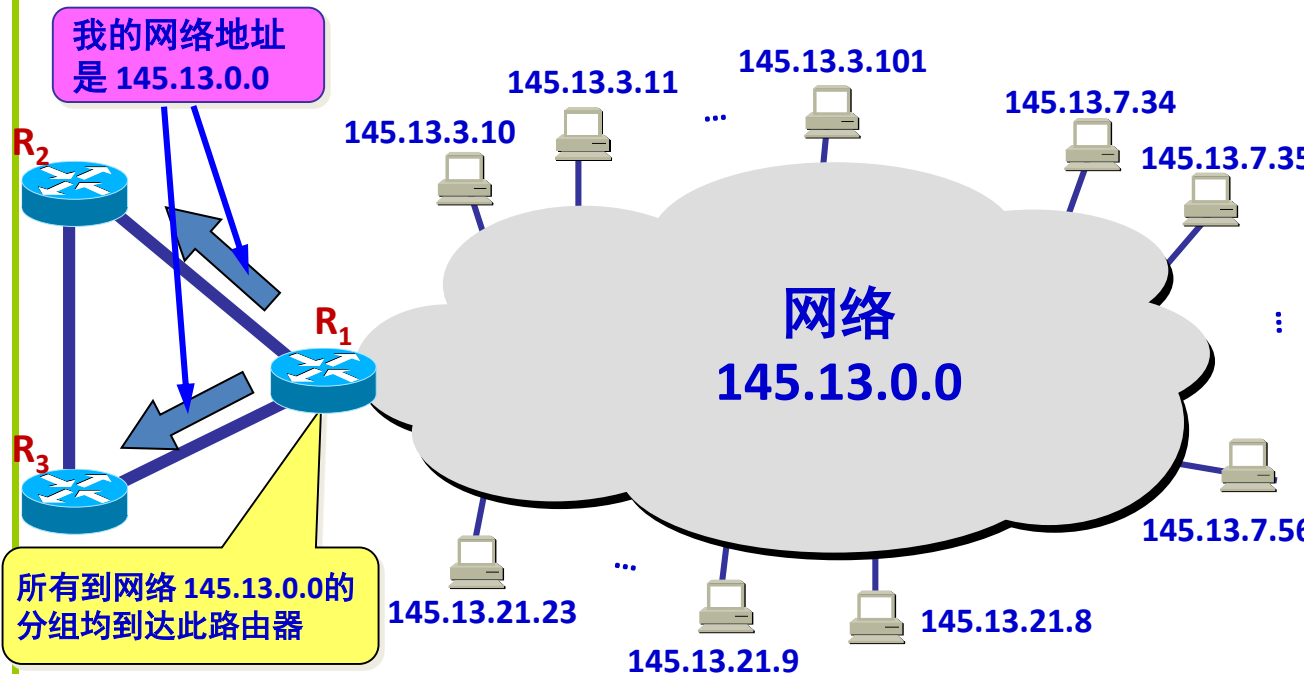
划分子网举例

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址



一个未划分子网的 B 类网络 145.13.0.0



划分子网举例

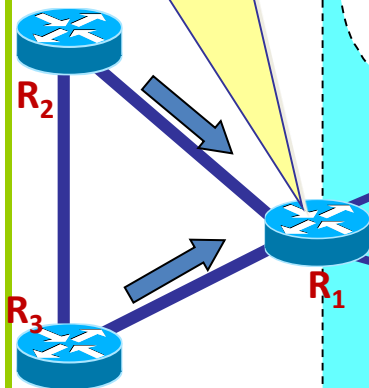
4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

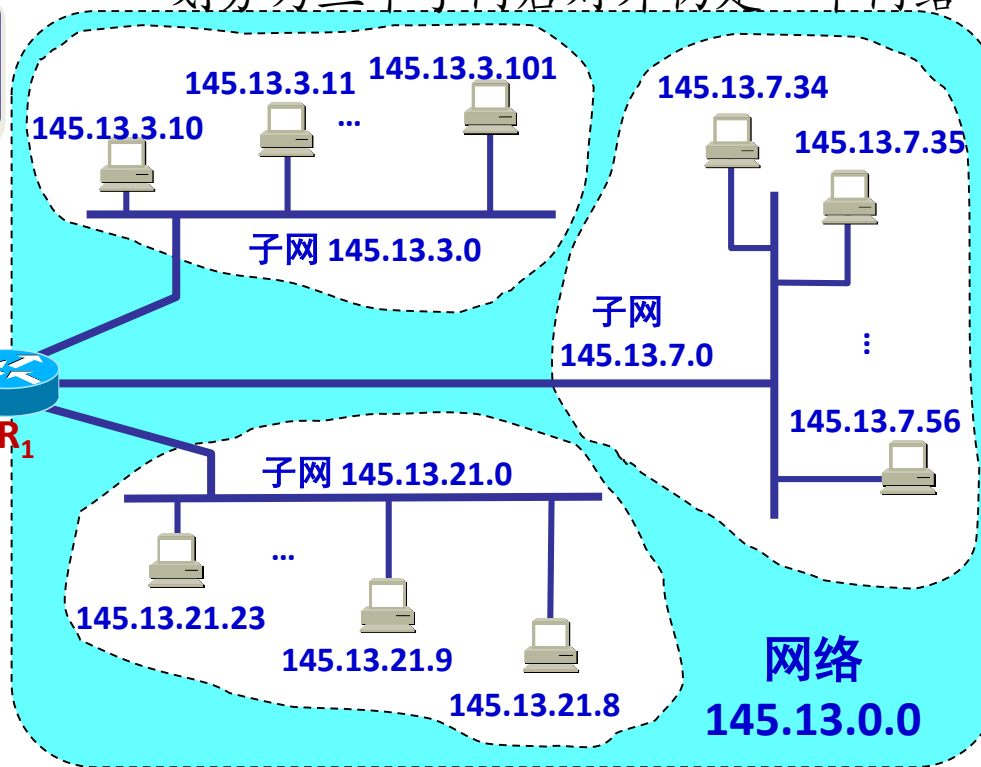
4.7 划分子网

4.8 无分类编址

所有到达网络
145.13.0.0 的分组均
到达此路由器



划分为三个子网后对外仍是一个网络





子网掩码

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址

- 从一个 IP 数据报的首部并**无法判断**源主机或目的主机所连接的网络是否进行了子网划分。
- 使用**子网掩码** (subnet mask) 可以找出 IP 地址中的子网部分。

规则:

- 子网掩码长度 = 32 位
- **某位 = 1**: IP地址中的对应位为网络号或子网号
- **某位 = 0**: IP地址中的对应位为主机号



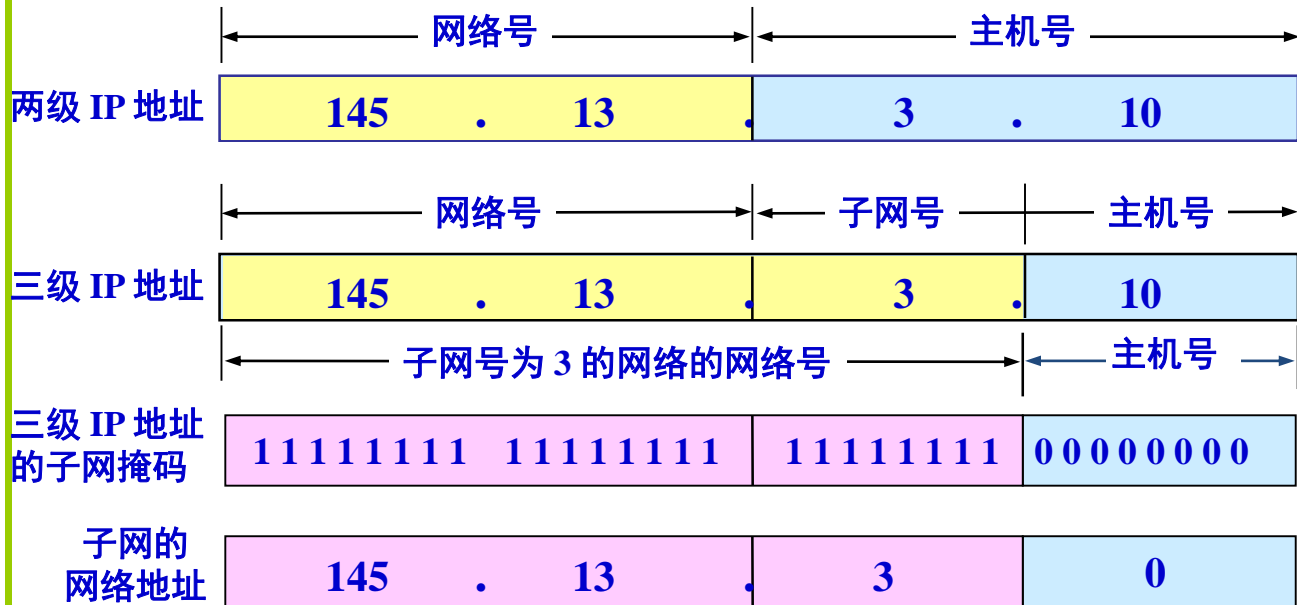
子网掩码

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址





子网掩码

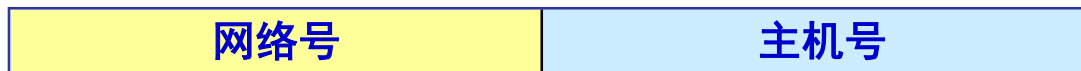
4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

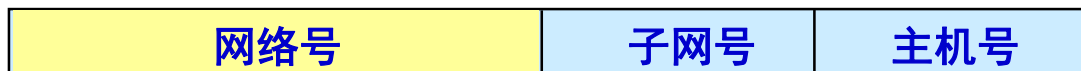
4.7 划分子网

4.8 无分类编址

两级 IP 地址

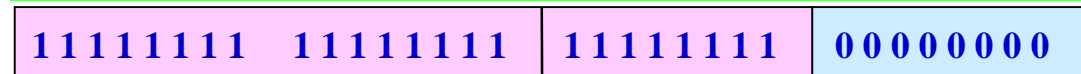


三级 IP 地址

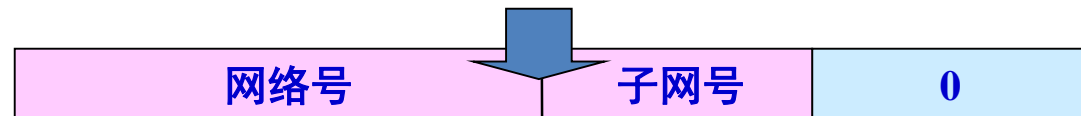


逐位进行 AND 运算

三级 IP 地址
的子网掩码



子网的
网络地址



(IP 地址) AND (子网掩码) = 网络地址



默认子网掩码

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址

A类地址	网络地址	网络号	主机号为全0
	默认子网掩码 255.0.0.0	11111111	000000000000000000000000
B类地址	网络地址	网络号	主机号为全0
	默认子网掩码 255.255.0.0	11111111 11111111	0000000000000000
C类地址	网络地址	网络号	主机号为全0
	默认子网掩码 255.255.255.0	11111111 11111111 11111111	00000000



例题

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址

【例】已知 IP 地址是 141.14.72.24，子网掩码是 255.255.192.0。试求网络地址。

(a) IP 地址

141.	14.	72.	24
------	-----	-----	----

(b) 第 3 字节展开

141.	14.	01001000.	24
------	-----	-----------	----

(c) 子网掩码

11111111	11111111	11000000	00000000
----------	----------	----------	----------

(d) 逐位相与

141.	14.	01000000.	0
------	-----	-----------	---

(e) 网络地址

141.	14.	64.	0
------	-----	-----	---



例题

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址

【例】上例中，若子网掩码改为 255.255.224.0，试求网络地址，讨论所得结果。

(a) IP 地址

141 . 14 . 72 . 24

(b) 第 3 字节展开

141 . 14 . 01001000 . 24

(c) 子网掩码

11111111 | 11111111 | 11100000 | 00000000

(d) 逐位相与

141 . 14 . 01000000 . 0

(e) 网络地址

141 . 14 . 64 . 0

不同的子网掩码得出相同的网络地址。
但不同的掩码的效果是不同的。



使用子网时分组的转发

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址

- 在不划分子网的两级 IP 地址下，从 IP 地址得出网络地址是个很简单的事。
- 但在划分子网的情况下，从 IP 地址却不能唯一地得出网络地址来，这是因为网络地址取决于那个网络所采用的子网掩码，但数据报的首部并没有提供子网掩码的信息。
- 因此分组转发的算法也必须做相应的改动。



使用子网时分组的转发

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址

- (1) 从收到的分组的首部提取**目的 IP 地址 D** 。
- (2) 先用各相邻网络的**子网掩码和 D 逐位相“与”**，看是否和相应的网络地址匹配。若匹配，则将分组直接**交付**。否则就是间接交付，执行(3)。
- (3) 若路由表中有目的地址为 D 的**特定主机路由**，则将分组传送给指明的下一跳路由器；否则，执行(4)。
- (4) 对路由表中的每一行，**将子网掩码和 D 逐位相“与”**。若结果与该行的目的网络地址匹配，则将分组传送给该行指明的下一跳路由器；否则，执行(5)。
- (5) 若路由表中有一个**默认路由**，则将分组传送给路由表中所指明的默认路由器；否则，执行(6)。
- (6) 报告转发分组出错。



例题

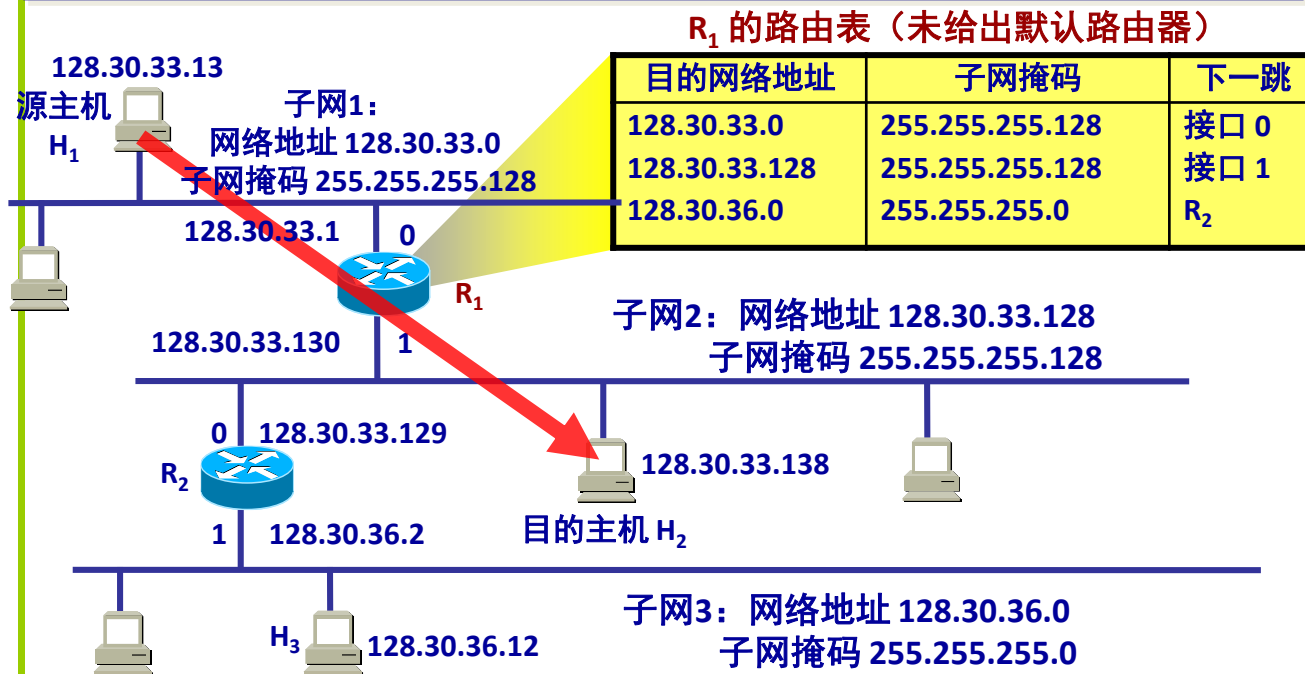
4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址

【例】已知互联网和路由器 R_1 中的路由表。
主机 H_1 向 H_2 发送分组。
试讨论 R_1 收到 H_1 向 H_2 发送的分组后查找路由表的过程。





例题

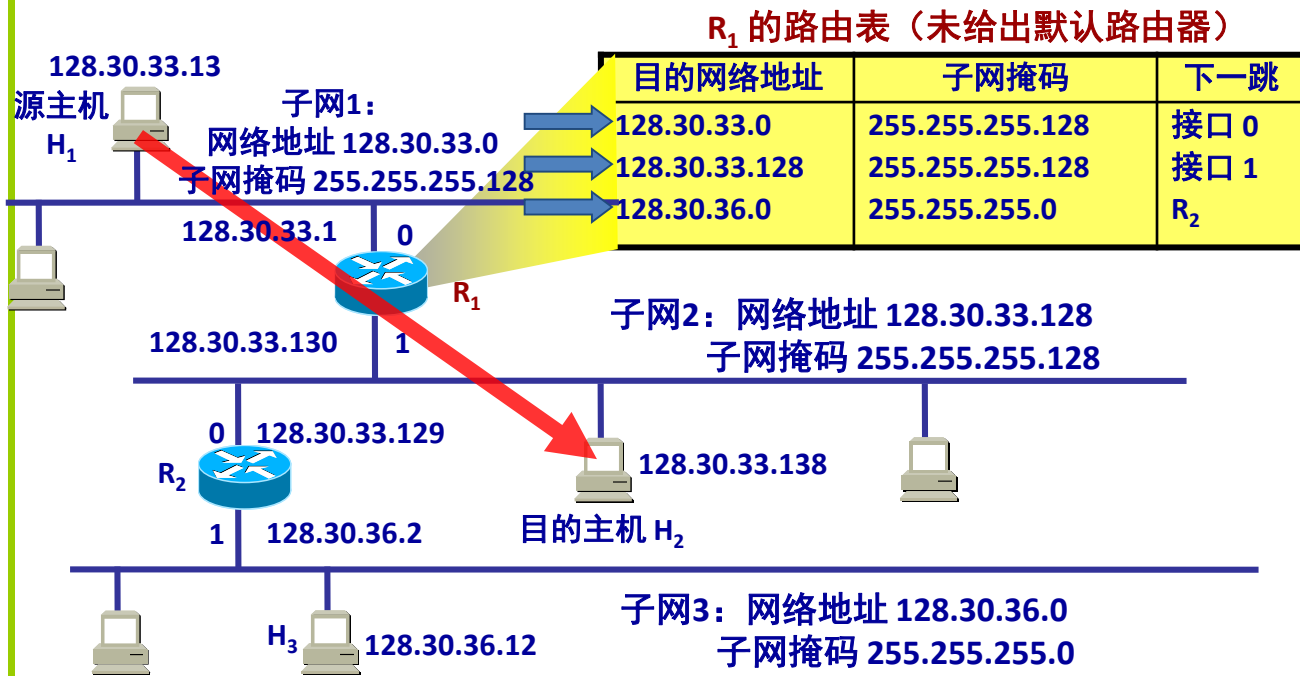
4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

4.7 划分子网

4.8 无分类编址

H_1 把分组传送到路由器 R_1
然后逐项查找路由表





例题

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

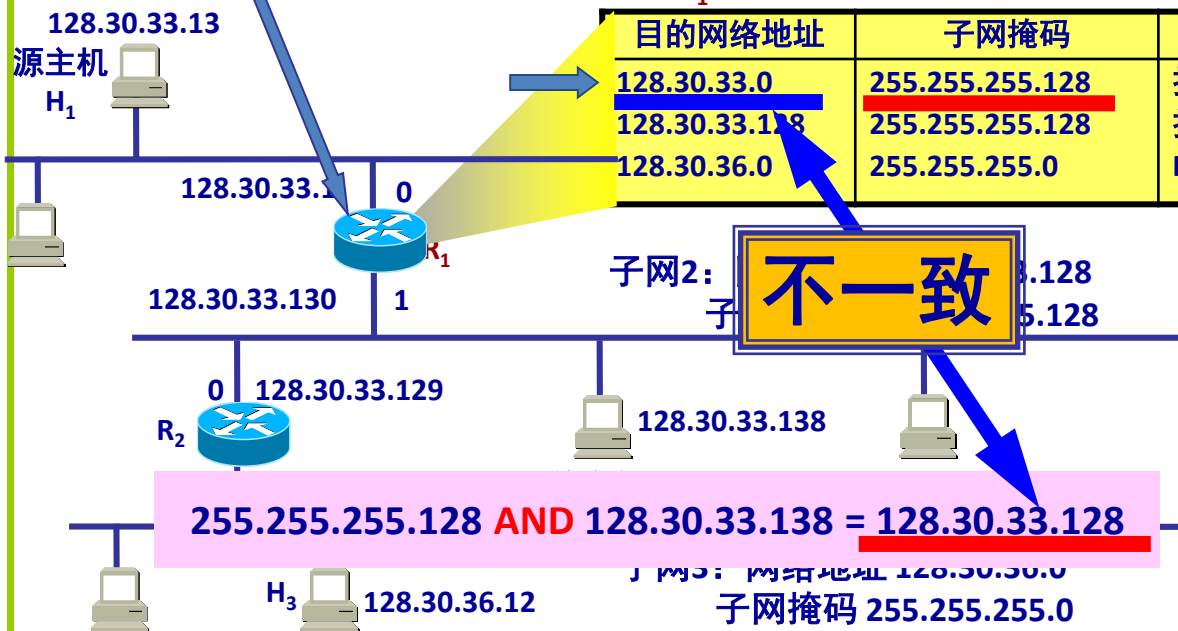
4.7 划分子网

4.8 无分类编址

R_1 收到的分组的目的 IP 地址: **128.30.33.138**

R_1 的路由表 (未给出默认路由器)

目的网络地址	子网掩码	下一跳
128.30.33.0	255.255.255.128	接口 0
128.30.33.128	255.255.255.128	接口 1
128.30.36.0	255.255.255.0	R_2





例题

4.5 IP数据报格式

4.6 IP地址和MAC地址

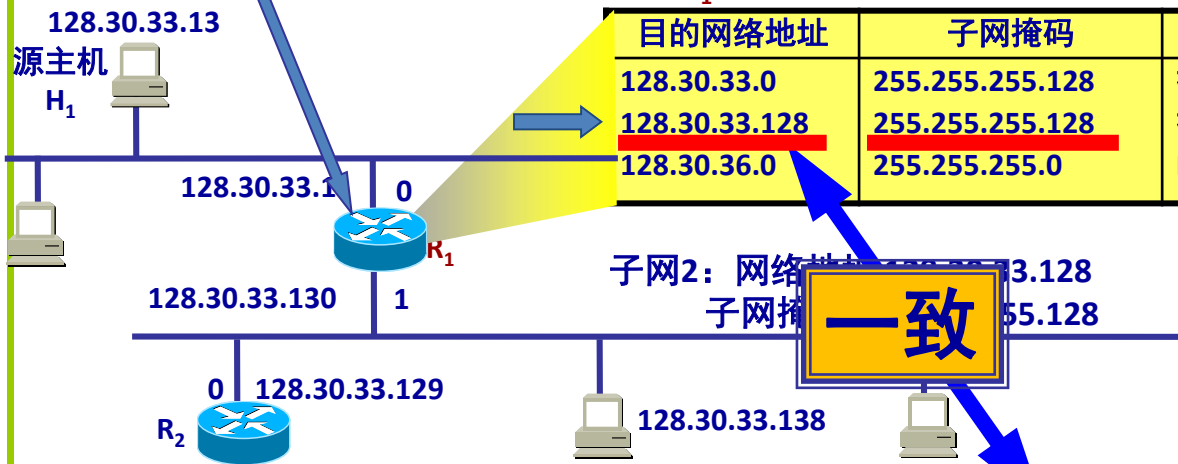
4.7 划分子网

4.8 无分类编址

R_1 收到的分组的目的 IP 地址: 128.30.33.138

R_1 的路由表 (未给出默认路由器)

目的网络地址	子网掩码	下一跳
128.30.33.0	255.255.255.128	接口 0
<u>128.30.33.128</u>	<u>255.255.255.128</u>	接口 1
128.30.36.0	255.255.255.0	R_2



$255.255.255.128 \text{ AND } 128.30.33.138 = \underline{128.30.33.128}$