

本节内容

计算机网络

分层结构

知识总览

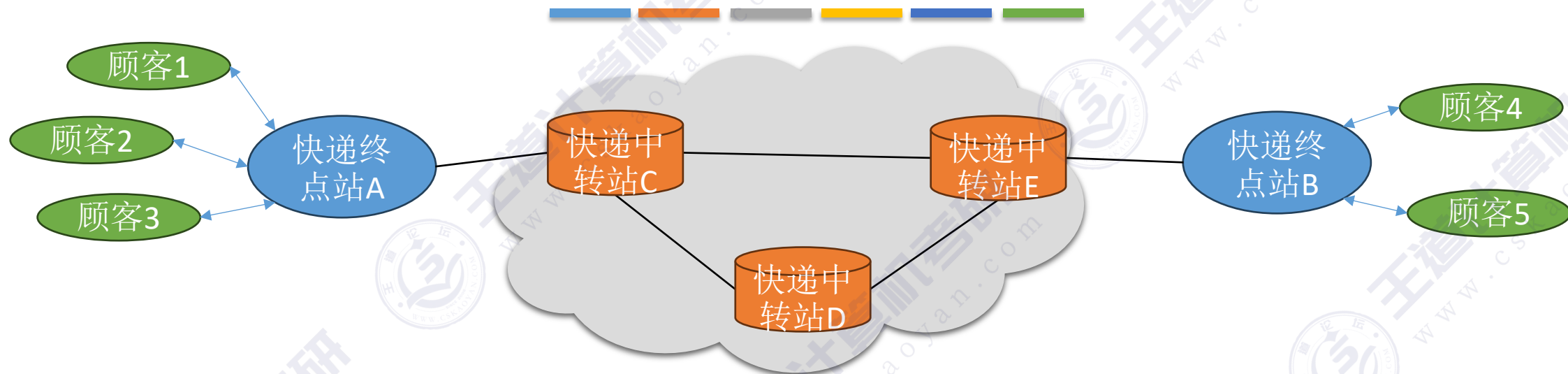
计算机网络的分层结构

“分层”的设计思想

三种常见的计算机网络体系结构

各层之间的关系

“分层”的设计思想

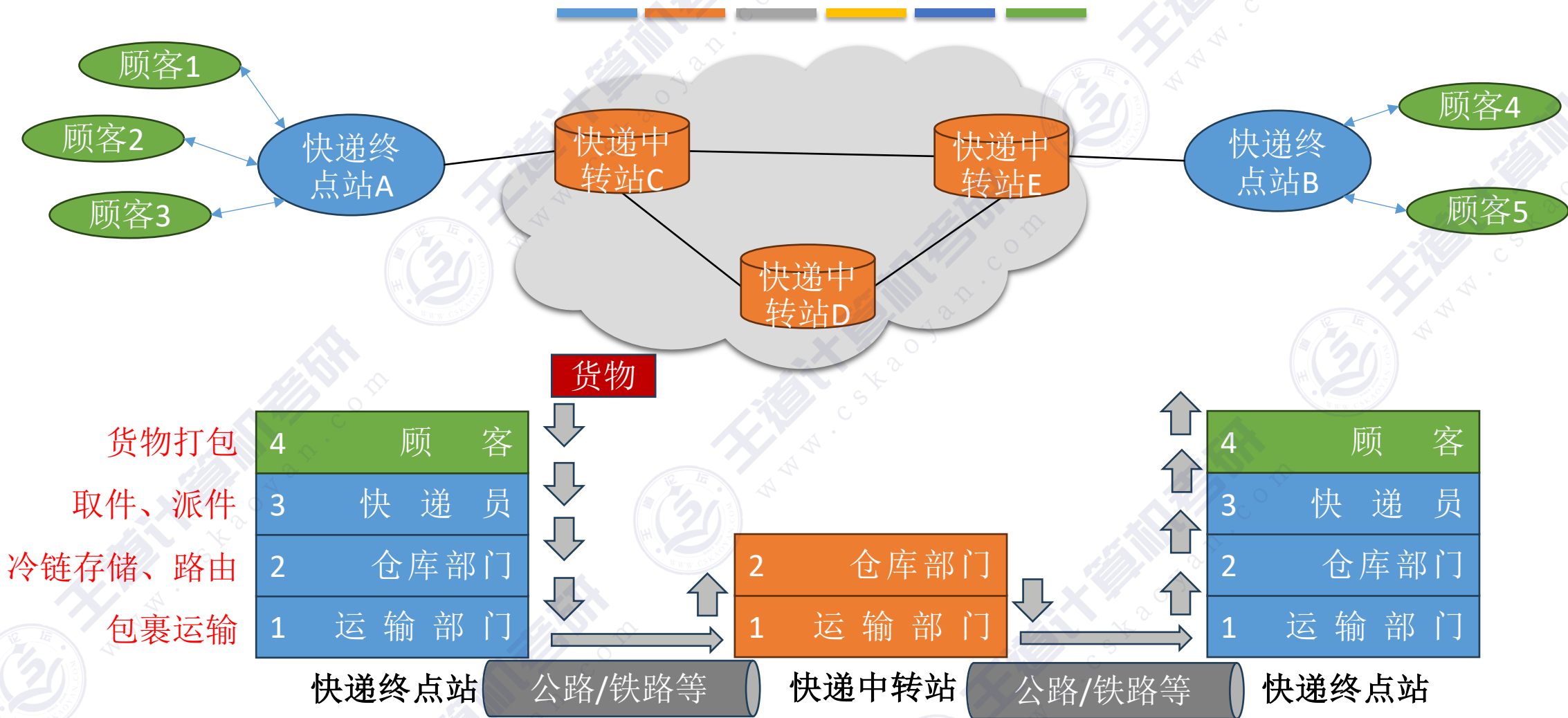


分层的设计思想：将庞大而复杂的问题，转化为若干较小的局部问题。

快递网络是一个非常复杂的系统。快递网络需要完成很多功能：

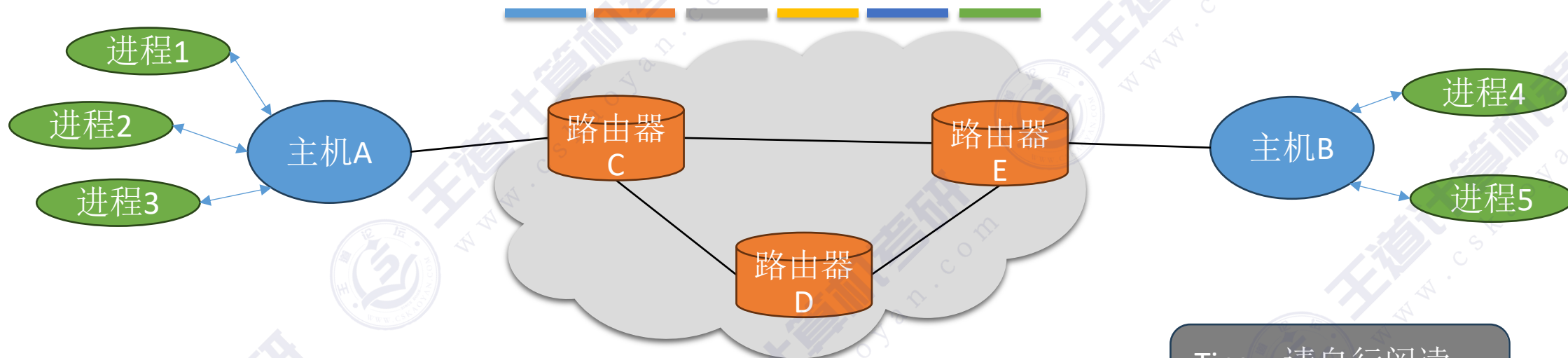
- 货物打包
- 取件、派件
- 冷链存储
- 包裹“路由”
- 运输包裹
-

快递网络的四层体系结构



- 将复杂的快递网络在逻辑上划分为多个层次，并将各种“功能”安排在合适的层次中
- 不同类型的节点，实现的功能层次可能不一样

计算机网络要完成的功能



Tips: 请自行阅读,
目前先不用深究。

分层的设计思想: 将庞大而复杂的问题, 转化为若干较小的局部问题。

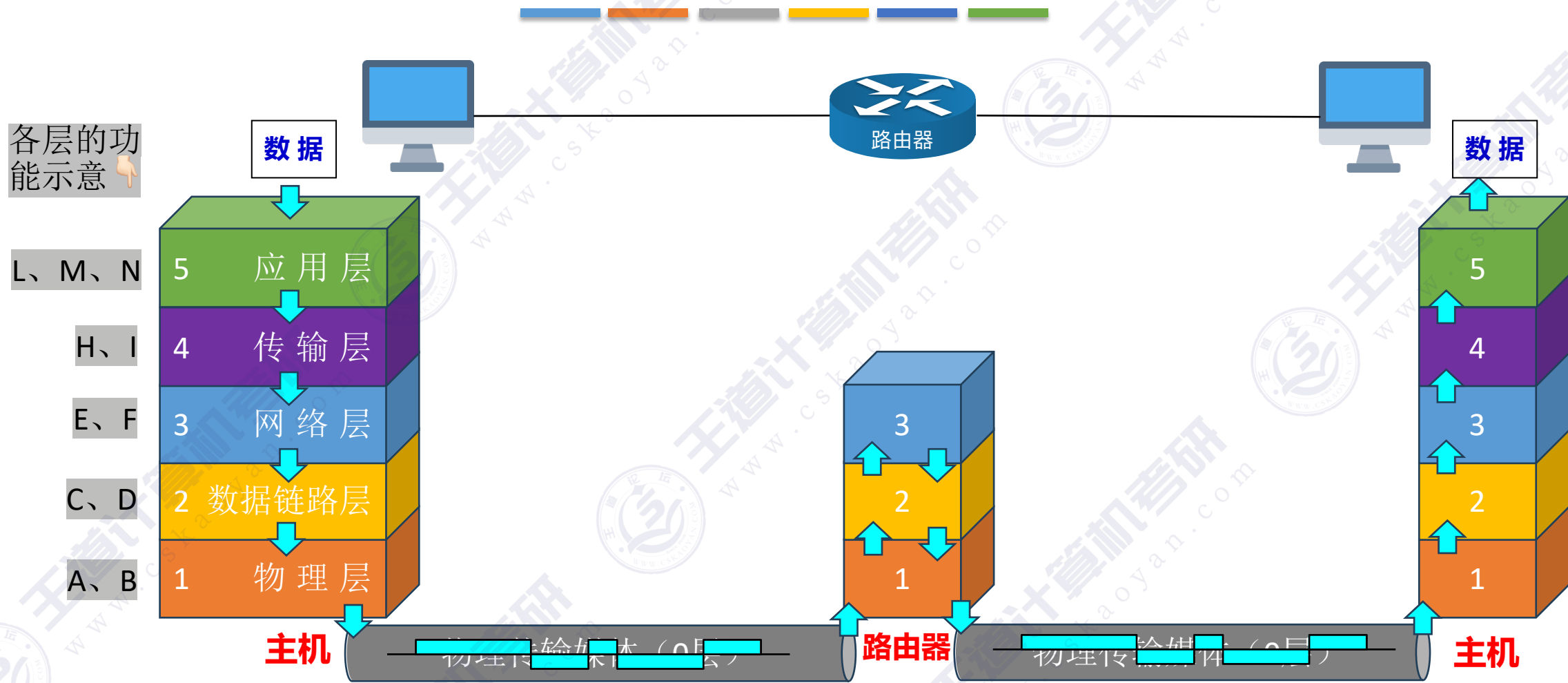
计算机网络是一个非常复杂的系统, 要完成诸多功能, 如:

- **差错控制:** 确保数据在传输过程中不出错。
- **流量控制:** 发送端的发送速率必须使接收端来得及接收, 不要太快。
- **分段和重装:** 发送端将要发送的数据块划分为更小的单位, 并在接收端将其还原。
- **复用和分用:** 发送端几个高层会话复用一条低层的连接, 在接收端再进行分用。
- **连接建立和释放:** 交换数据前先建立一条逻辑连接, 数据传送结束后释放连接。
-



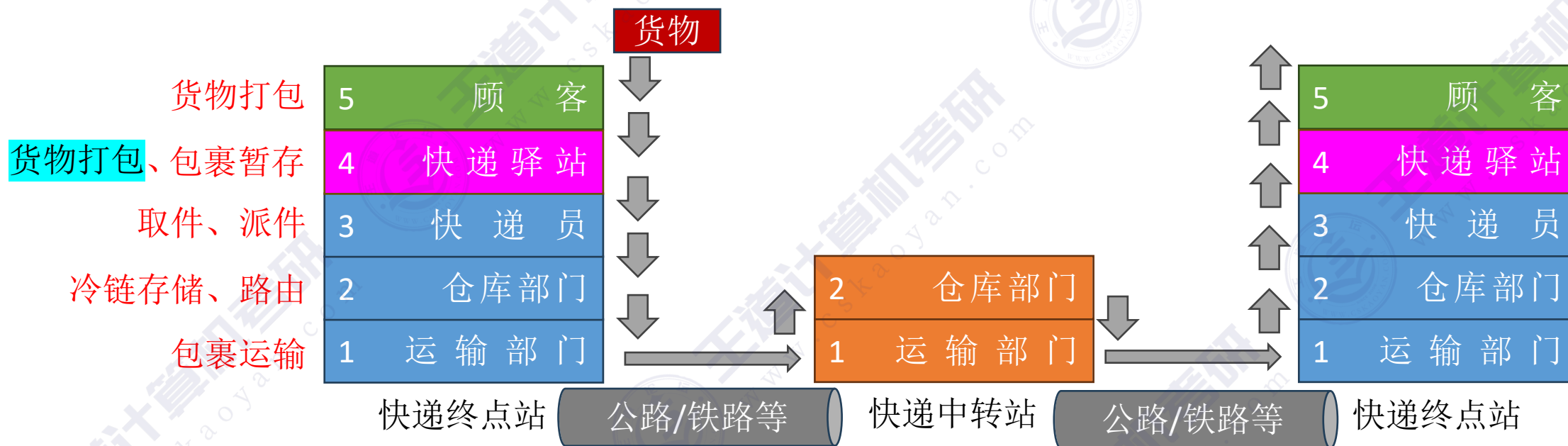
大学生 很轻松的

计算机网络的分层结构



- 将复杂的计算机网络在逻辑上划分为多个层次，并将各种“功能”安排在合适的层次中
- 不同类型的节点，实现的功能层次可能不一样

快递网络的五层体系结构



- **分层结构的设计并不唯一**，可以根据实际需求增加或减少层次
- **同一个功能**可以在多个层次中重复出现

三种常见的计算机网络体系结构

Tips: 各层的功能与实现会在后续章节会展开学习

各层的功
能示意👉

L、M、N

K

J

H、I

E、F、H

C、D

A、B

OSI 参考模型
(法律上的标准)



注：由国际标准化组织
ISO提出

各层的功
能示意👉

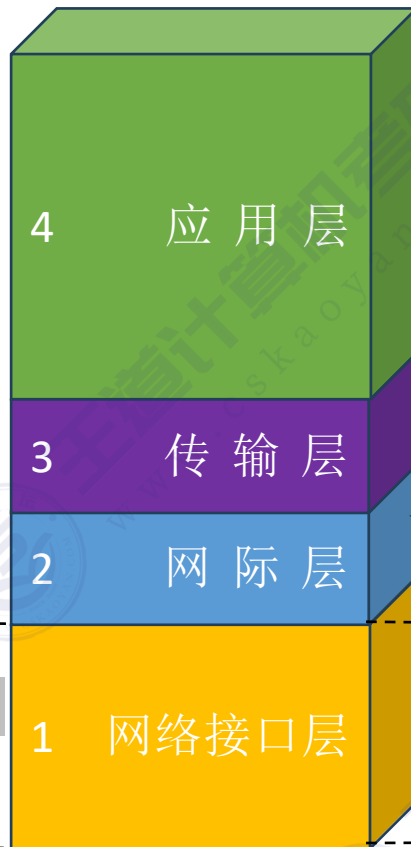
L、M、
N、K、J

H、I

E、F

A、B、
C、D

TCP/IP 模型
(事实上的标准)



注：美国国防部阿帕网
(ARPANET) 项目的
后续成果

各层的功
能示意👉

L、M、N

H、I

E、F

C、D

A、B

五层模型
(教学用标准)



注：综合前两者，便于学习
和理解计算机网络

网络体系结构的概念



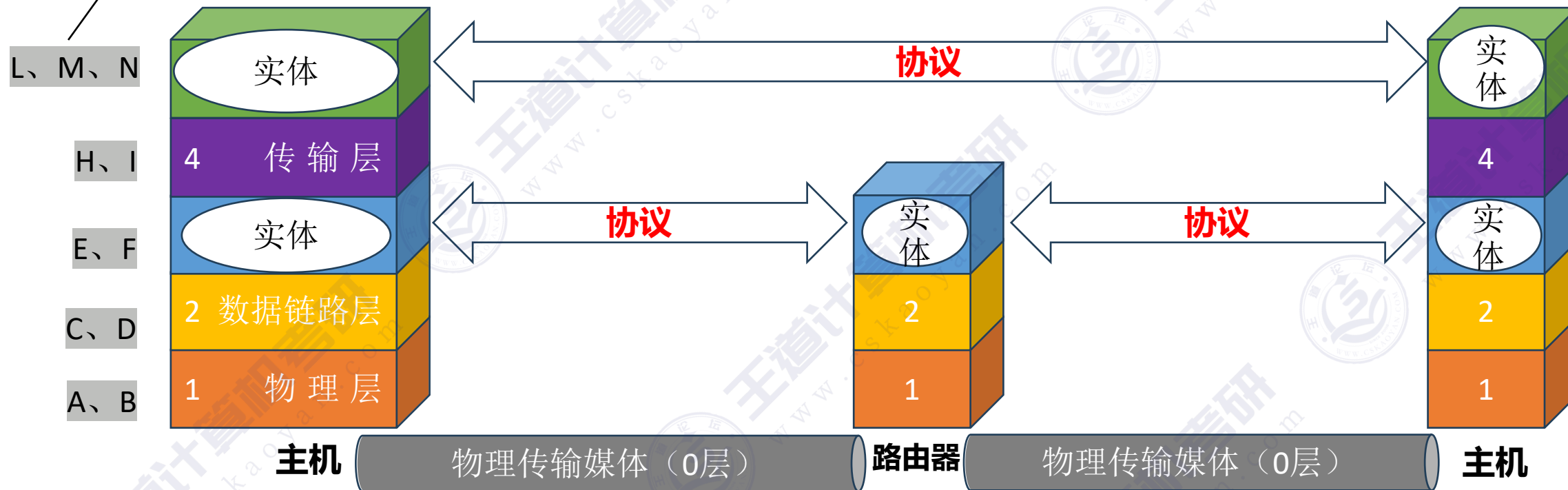
网络的体系结构 (Network Architecture) 是计算机网络的各层及其协议的集合，就是这个计算机网络及其构件所应完成的**功能的精确定义**（不涉及实现）。

实现 (implementation) 是遵循这种体系结构的前提下，用何种硬件或软件完成这些功能的问题。

体系结构是**抽象的**，而实现则是**具体的**

各层之间的关系

每个层次负责实现一个或多个功能



- **实体**：在计算机网络的分层结构中，第 n 层中的活动元素（软件+硬件）通常称为第 n 层实体。不同机器上的同一层称为**对等层**，同一层的实体称为**对等实体**。
- **协议**：即网络协议（Network Protocol），是控制对等实体之间进行通信的规则集合，是水平的。

各层之间的关系

每个层次负责实现一个或多个功能

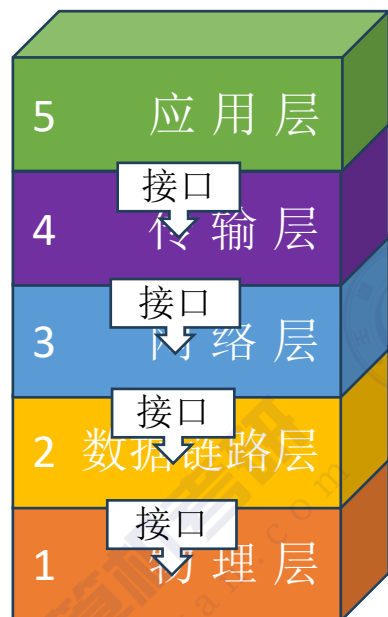
L、M、N

H、I

E、F

C、D

A、B



主机

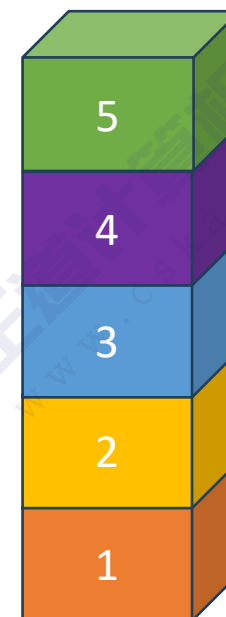
物理传输媒体 (0层)

上一层实体通过“**接口**”
请求相邻下层的“**服务**”



路由器

物理传输媒体 (0层)

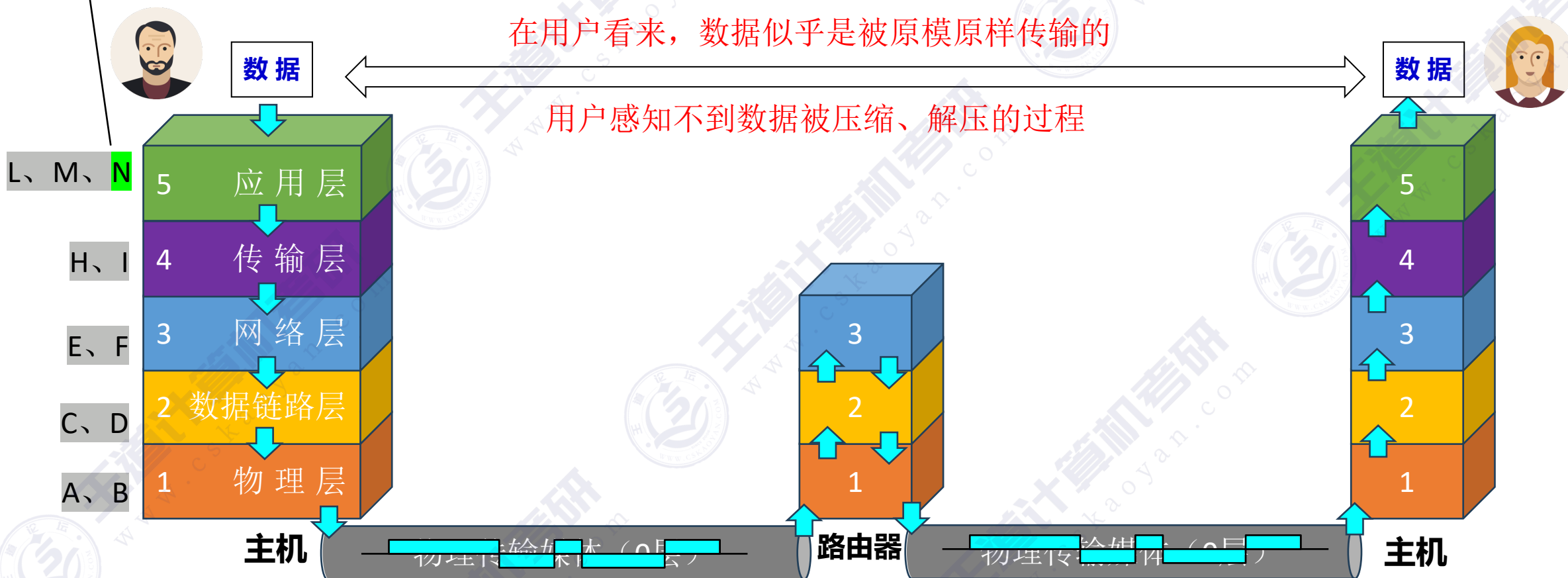


主机

- **接口**: 即同一节点内 **相邻两层的实体** 交换信息的逻辑接口, 又称为 **服务访问点** (Service Access Point, SAP)。
- **服务**: 服务是指 **下层为紧邻的上层** 提供的功能调用, 它是 垂直的。

数据的传输过程（水平视角）

功能N：将数据压缩传输，以节省流量

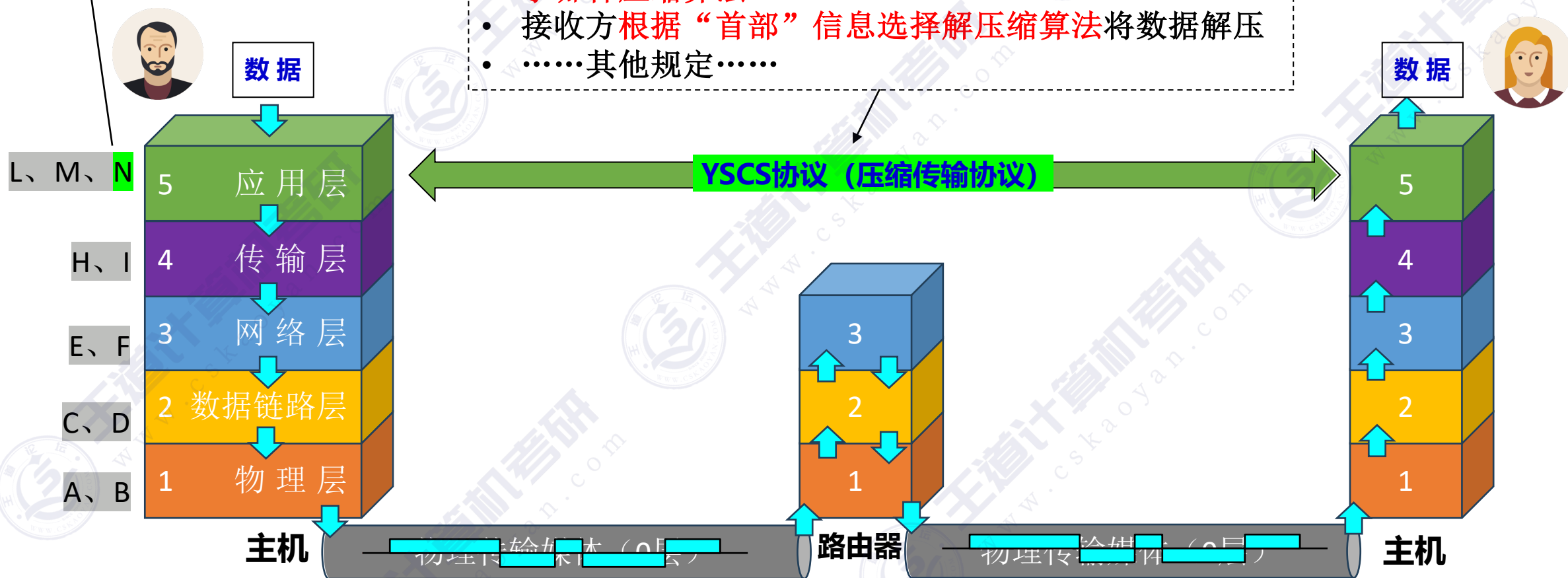


数据的传输过程（水平视角）

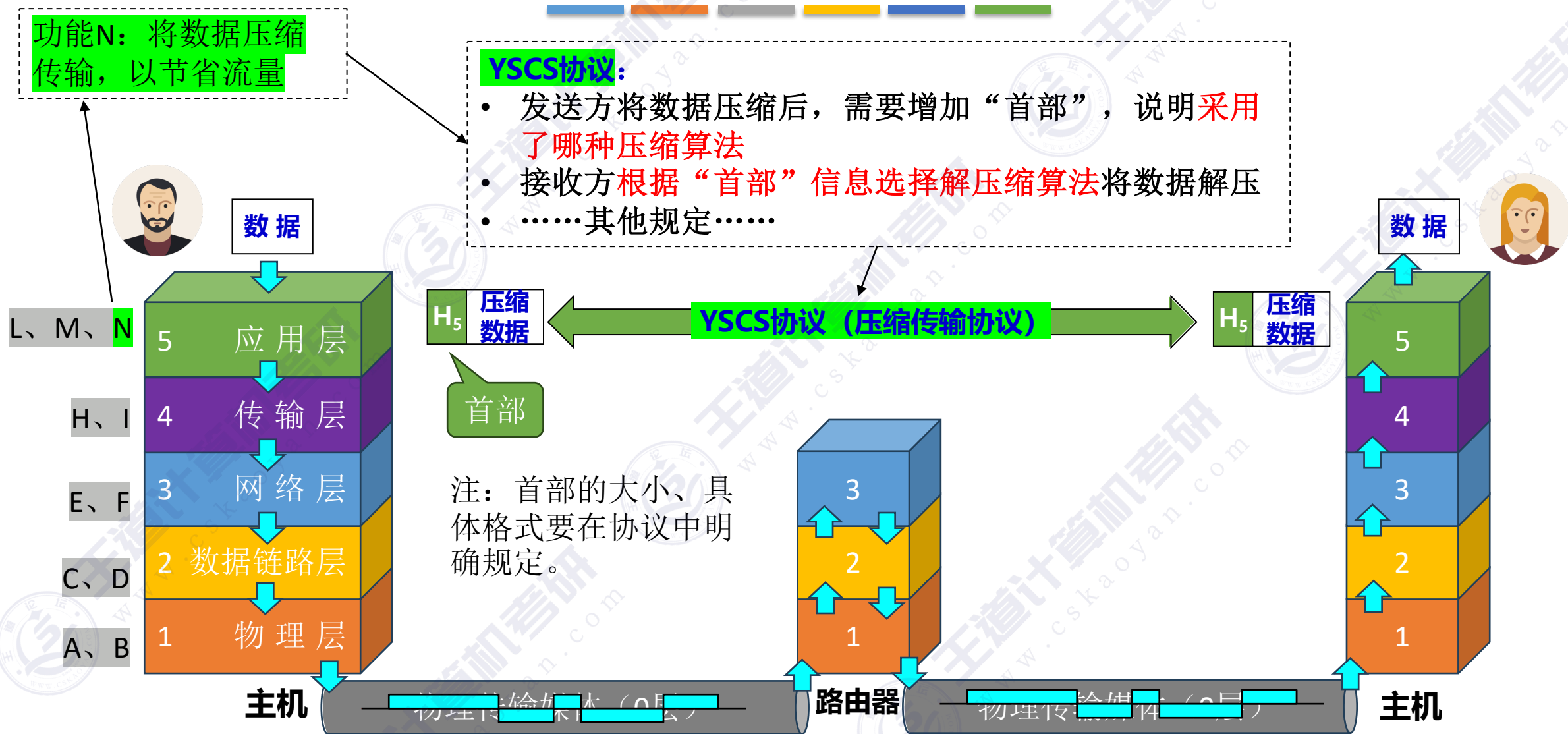
功能N：将数据压缩传输，以节省流量

YSCS协议：

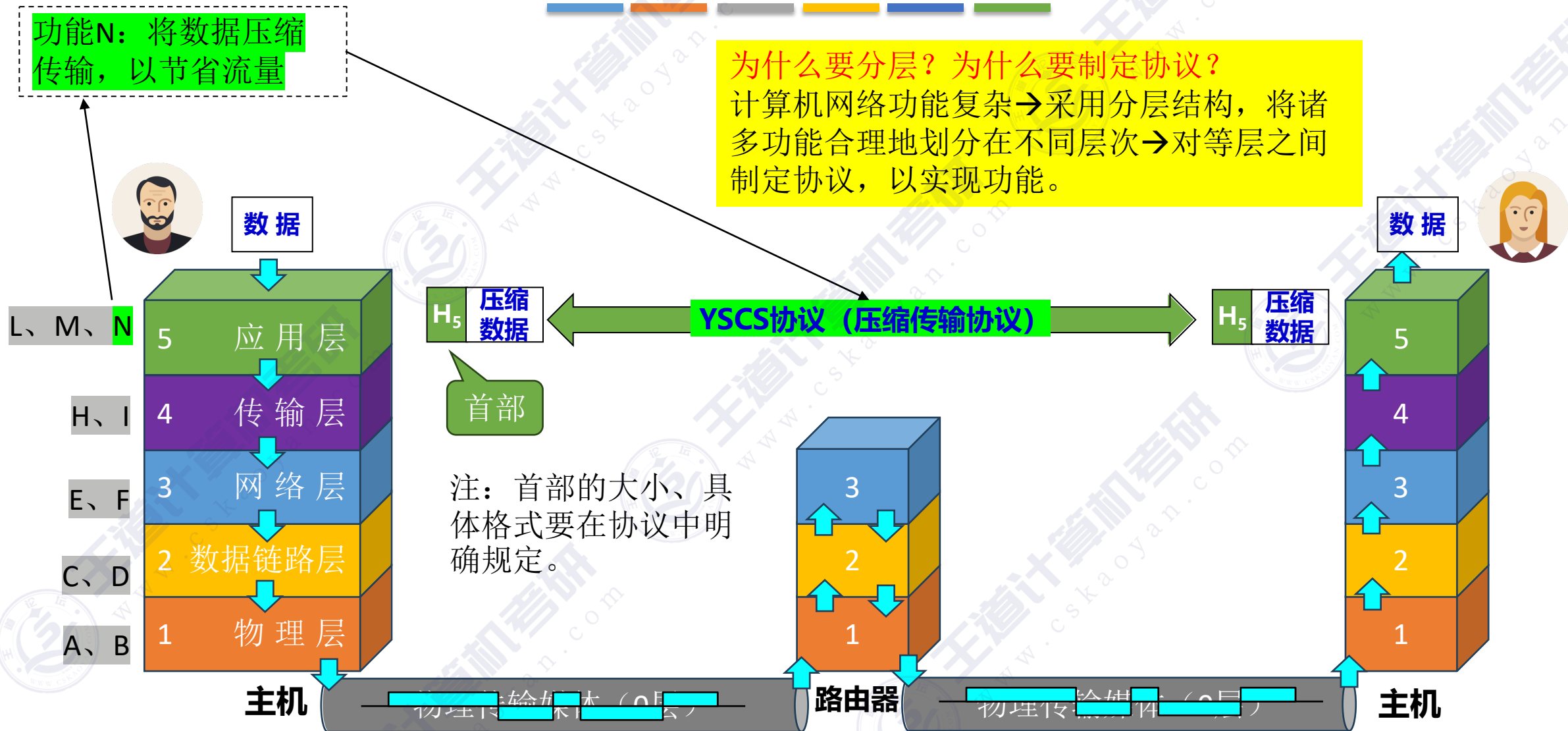
- 发送方将数据压缩后，需要增加“首部”，说明采用了哪种压缩算法
- 接收方根据“首部”信息选择解压缩算法将数据解压
- ……其他规定……



数据的传输过程（水平视角）



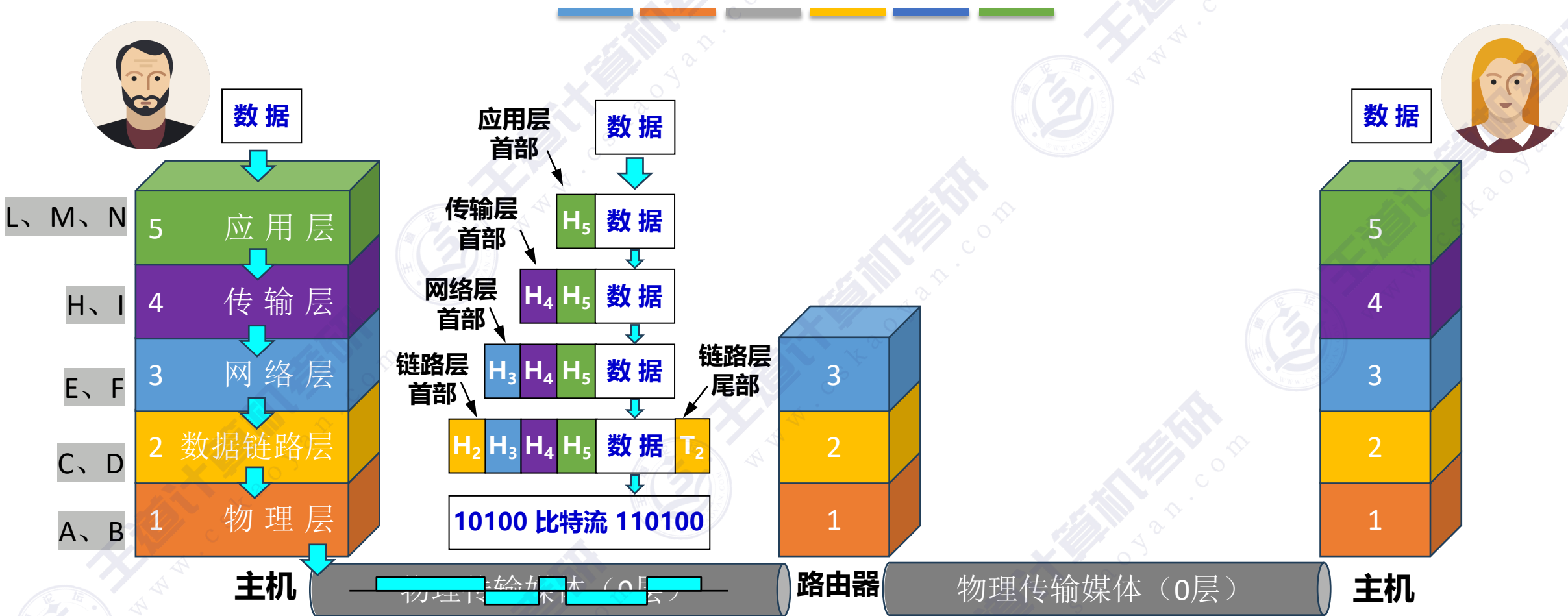
数据的传输过程（水平视角）



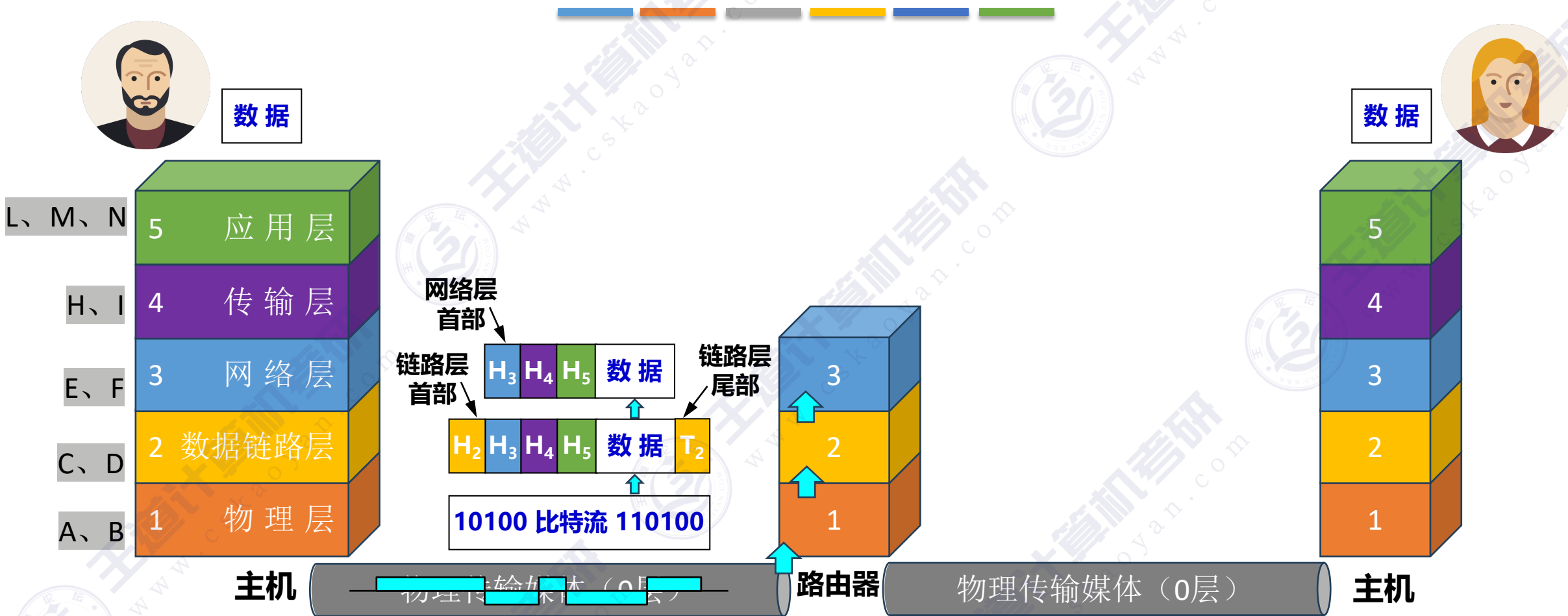
数据的传输过程（垂直视角）



数据的传输过程（垂直视角）



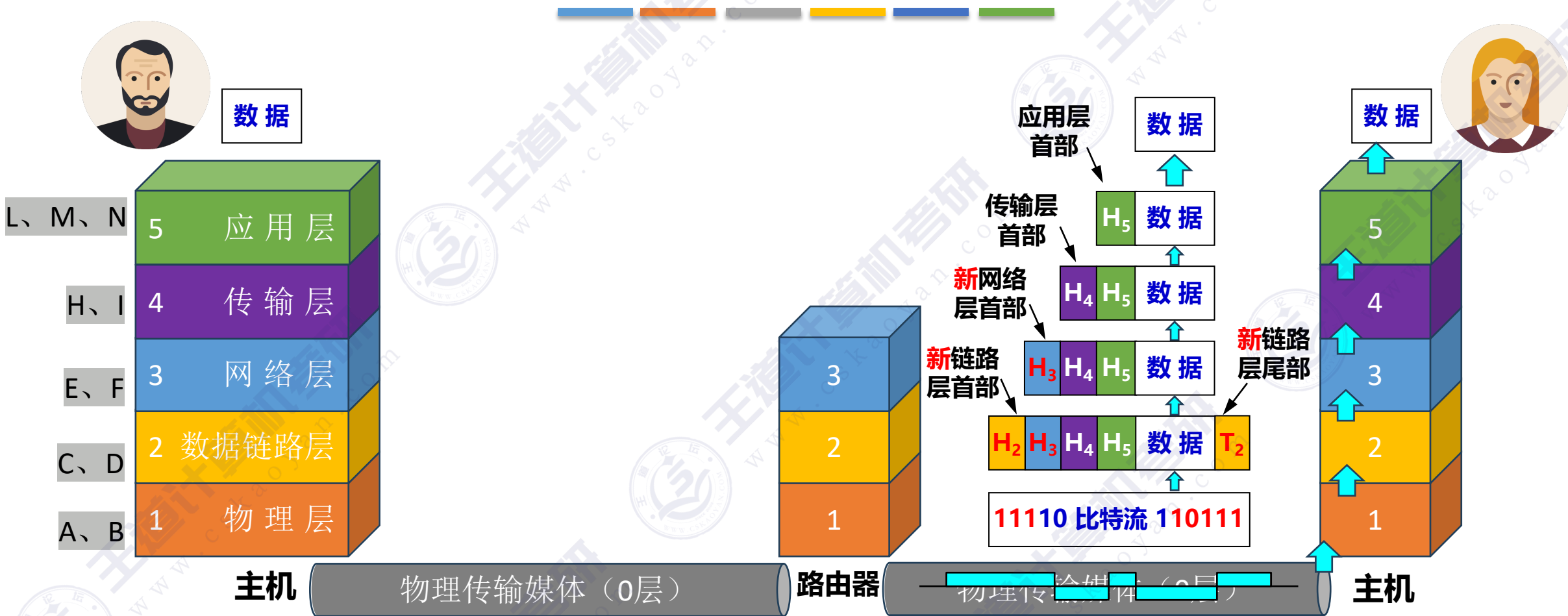
数据的传输过程（垂直视角）



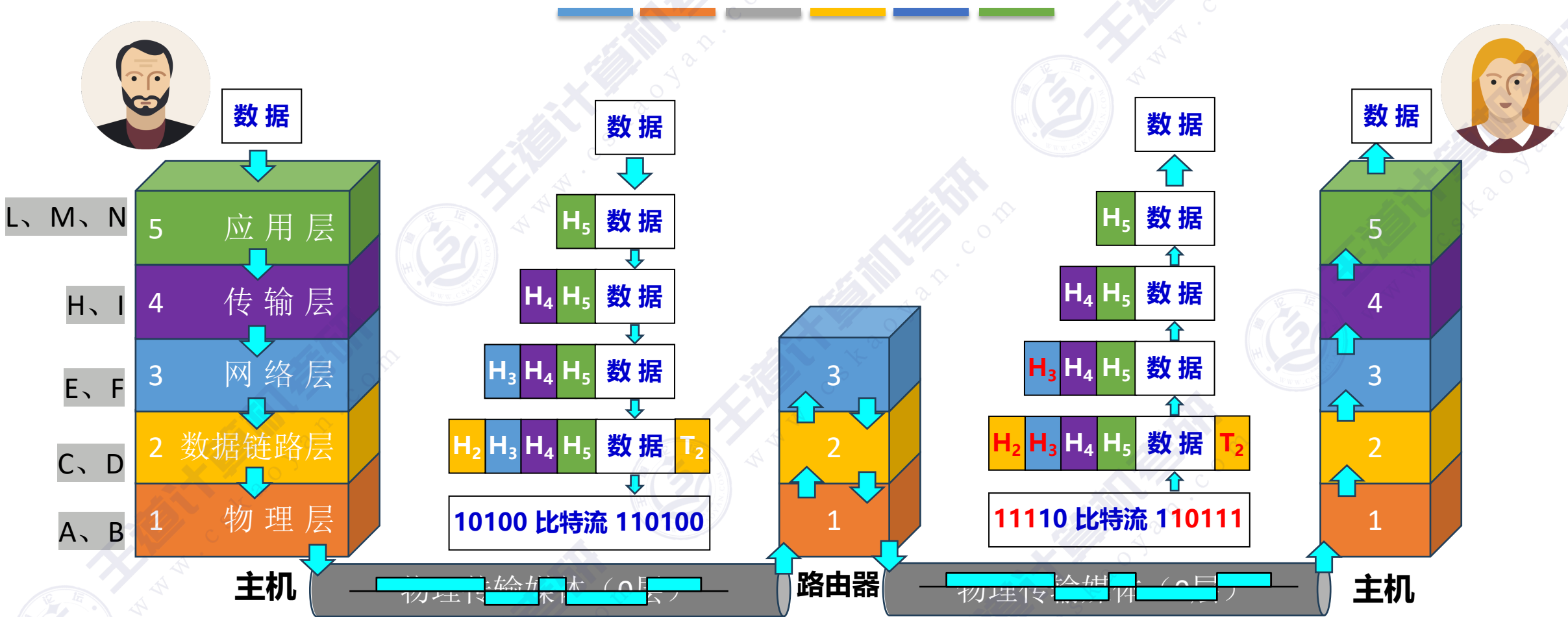
数据的传输过程（垂直视角）



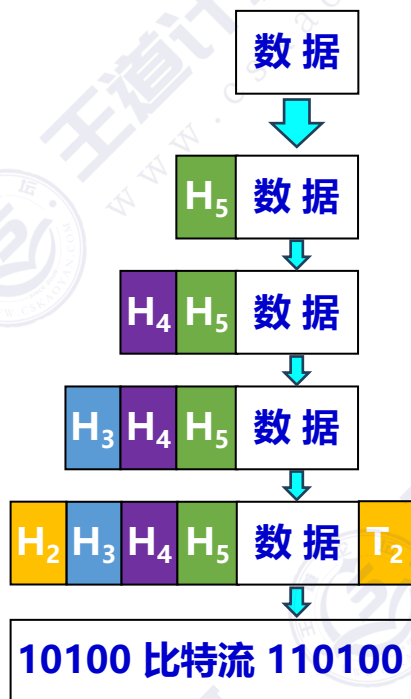
数据的传输过程（垂直视角）



数据的传输过程（垂直视角）



PDU、SDU、PCI 的概念



例如:

5-SDU

数据

5-PCI

H₅

5-PDU

H₅ 数据

4-SDU

H₅ 数据

2-SDU

H₃ H₄ H₅ 数据

2-PCI

H₂ & T₂

2-PDU

H₂ H₃ H₄ H₅ 数据 T₂

- 协议数据单元 (PDU): 对等层次之间传送的数据单位。第 n 层的 PDU 记为 n -PDU
- 服务数据单元 (SDU): 为完成上一层实体所要求的功能而传送的数据。第 n 层的 SDU 记为 n -SDU。
- 协议控制信息 (PCI): 控制协议操作的信息。第 n 层的 PCI 记为 n -PCI。
- 三者的关系为 n -SDU + n -PCI = n -PDU = $(n - 1)$ -SDU

协议的三要素

■ **协议**：即 网络协议（Network Protocol），是控制对等实体之间进行通信的规则集合，是水平的。

协议由**语法**、**语义**和**同步**三部分组成（协议的三要素）：

- 1) **语法**，数据与控制信息的格式。例如，协议控制信息（首部）部分占几个字节、每个字节是什么含义；协议的数据部分最多有多少字节。
- 2) **语义**，即需要发出何种控制信息、完成何种动作及做出何种应答。例如，协议中需要明确规定：发送方发完数据后，接收方是否需要“应答”，以及“应答”的种类有哪些（如：传输成功、传输失败）
- 3) **同步**（或**时序**），执行各种操作的条件、时序关系等，即事件实现顺序的详细说明。例如，发送方发完数据后，接收方需要立即应答。如果发送方在10秒内未收到“传输成功”应答，则发送方会再次发送数据。

知识回顾与重要考点

计算机网络分层结构

网络的体系结构

"体系结构"精确定义了网络的层次划分、各层功能、各层协议等，不涉及具体实现

三种常见的网络体系结构

OSI参考模型, 7层 (法律标准)

TCP/IP模型, 4层 (事实标准)

五层模型, 5层 (教学用标准)

实体、协议、接口、服务

实体: 第 n 层中的活动元素 (软件+硬件) 称为第 n 层实体

协议: 是控制对等实体之间进行通信的规则集合, 是水平的

服务: 是指下层为紧邻的上层提供的功能调用, 是垂直的 --- 注: 服务的分类可暂不了解

接口: 又称为服务访问点 (SAP), 上一层实体通过"接口"请求下一层实体的服务

PDU、SDU、PCI

PDU (协议数据单元)、SDU (服务数据单元)、PCI (协议控制信息)

$n\text{-SDU} + n\text{-PCI} = n\text{-PDU} = (n-1)\text{-SDU}$

协议的三要素

语法 — 数据与控制信息的格式

语义 — 即需要发出何种控制信息、完成何种动作及做出何种应答

同步 (或时序) — 执行各种操作的条件、时序关系等