

原 计算机网络体系结构综述（上）

2017年04月07日 18:54:58 书呆子Rico 阅读数：11245 标签： 层次化网络体系结构 OSI TCP-IP 通信协议的实质 分层思想 更多

个人分类： 计算机网络

版权声明：欢迎转载，注明作者和出处就好！如果不喜欢或文章存在明显的谬误，请留言说明原因再踩哦，谢谢，我也可以知道原因，不断进步！ https://blog.csdn.net/justloveyou_/article/details/6961

摘要：

计算机网络体系结构标准的制定使得两台计算机能够像两个知心朋友那样能够互相准确理解对方的意思并做出优雅的回答。本文首先概述了计算机的提出动机，并结合日常生活中的邮政系统介绍了设计的理念，并给出了相关的基本概念和标准。进一步地，我们着重概述了计算机网络体系结构的分重要的组成部分——协议，使得读者能够对计算机网络体系结构有一个全新的、系统的认识。

版权声明与致谢：

本文原创作者：书呆子Rico

作者博客地址：http://blog.csdn.net/justloveyou_/

本文正使用的大部分插图均来自于课件《计算机网络体系结构》，并且对于其中部分插图笔者做了进一步的修改，该课件可以在我的CSDN上下载《计算机网络体系结构》。在此，我们感谢这份课件的制作者及其传播者，感谢他们的无私分享。

友情提示：

为了更好地了解计算机网络体系结构，笔者以两篇博客的篇幅来介绍这个计算机网络中最为重要的知识点，即：《计算机网络体系结构综述（上）计算机网络体系结构综述（下）》。在本文，我们概述了计算机网络体系结构的提出动机，并结合日常生活中的邮政系统介绍了设计的理念，并给出了相关标准，并着重介绍了计算机网络体系结构的分层原理及协议的内涵。在此基础上，本篇的姊妹篇《计算机网络体系结构综述（下）》详尽地介绍了两种网络系统结构标准：OSI七层模型与TCP/IP四层模型。

一. 为什么需要计算机网络体系结构？

众所周知，计算机网络是个非常复杂的系统。比如，连接在网络上的两台计算机需要进行通信时，由于计算机网络的 **复杂性** 和 **异质性**，需要考虑素，比如：

- (1). 这两台计算机之间必须有一条传送数据的通路；
- (2). 告诉网络如何识别接收数据的计算机；
- (3). 发起通信的计算机必须保证要传送的数据能在这条通路上正确发送和接收；
- (4). 对出现的各种差错和意外事故，如数据传送错误、网络中某个节点交换机出现故障等问题，应该有可靠完善的措施保证对方计算机最终能正确

计算机网络体系结构标准的制定正是为了解决这些问题从而让两台计算机(网络设备)能够像两个知心朋友那样能够互相准确理解对方的意思并做出也就是说，要想完成这种网络通信就必须保证相互通信的这两个计算机系统达成 **高度默契**。事实上，在网络通信领域，两台计算机(网络设备)之间的通人之间的交流那样自然天然，这种 **计算机间高度默契的交流(通信)** 背后需要十分复杂、完备的网络体系结构作为支撑。那么，用什么方法才能合理地结构，以保证其具有结构清晰、设计与实现简化、便于更新和维护、较强的独立性和适应性，从而使网络设备之间具有这种 **“高度默契”** 呢？

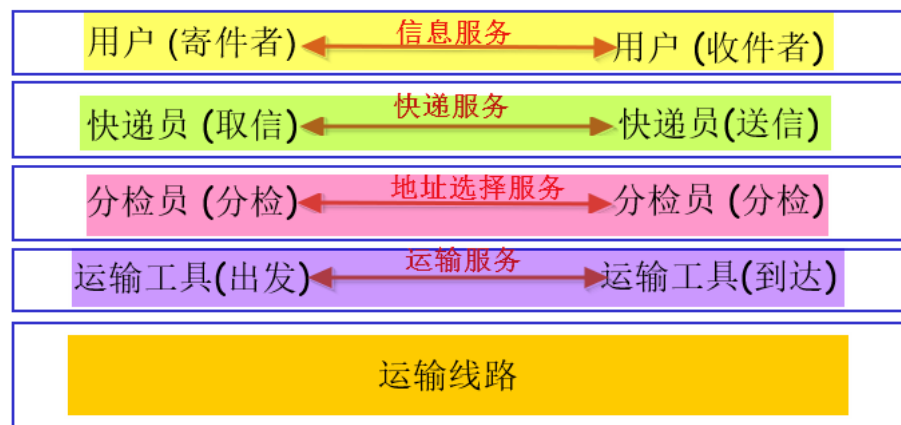
答案是分而治之，更进一步地说就是分层思想。

二. 计算机网络体系结构设计基本思想

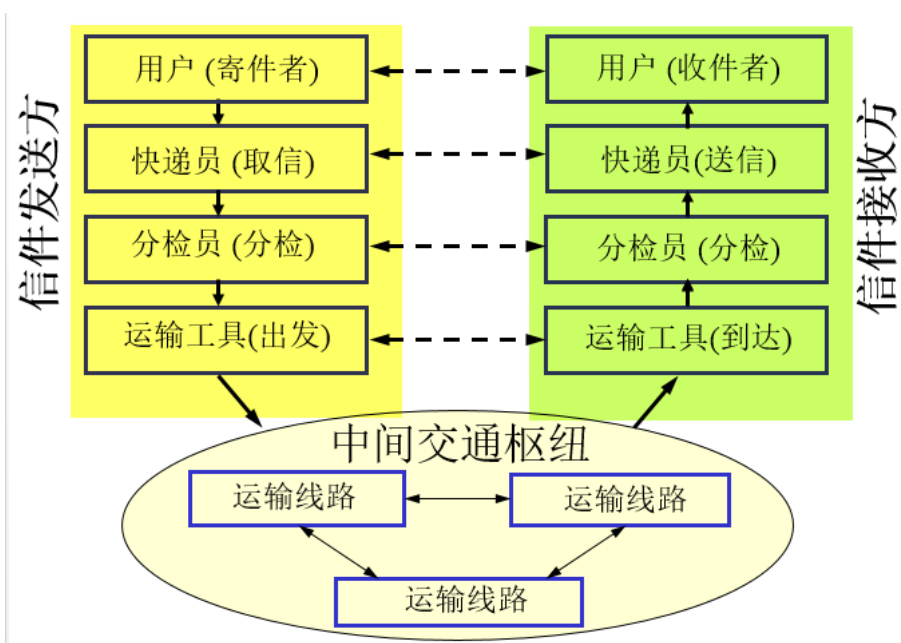
分而治之的思想 正好可以解决上面提到的这个复杂的问题。也就是说，**我们可以将这个庞大而复杂的问题转化为若干较小的、容易处理的、单一自然后在不同层次上予以解决**，这也就是我们所熟悉的 **分层思想**。在计算机网络体系结构中，分层思想的内涵就是：**每层在依赖自己下层所提供的服务的同时，通过自身内部功能实现一种特定的服务。**

1、分层思想在日常生活中的应用

在我们的日常生活中有很多分层思想的应用，比如邮政系统、银行系统等。我们就以邮政系统的组织结构作为例子进行说明：



从上图我们知可以看出，用户和用户之间的通信依赖于下层的服务，但是他们并不需要关心快递、运输等细节，也就是说，寄信者只需将写好的信收信者只需从快递员手中查收信件即可。类似地，快递员也只需要从寄信人手中拿到信件并交给分检员或将信件从分检员手中拿走并交给收信人即可，何要把这份信交给他进行投递(事实上，每个快递员会负责某个片区，分检员根据收信人地址将信件分发给不同的快递员)，他不需要关心也没必要关心个邮政系统中，**各个角色（用户、快递员...）在功能上相互独立却又能协调合作达成一种“高度默契”，这在很大程度上得益于分层思想的理念和应用**观地体现了邮政系统的分层思想：



此外，我们日常使用的操作系统也是分层思想的实践者。实际上，一般而言，对于一个庞大而又复杂的系统而言（比如银行系统、邮政系统等），对分层思想的应用。

2. 分层思想的优点

(1). 耦合度低(独立性强)

上层只需通过下层为上层提供的接口来使用下层所实现的服务，而不需要关心下层的具体实现。也就是说，下层对上层而言就是具有一定功能的黑

(2). 适应性强

只要每层为上层提供的服务和接口不变，每层的实现细节可以任意改变。

(3). 易于实现和维护

把复杂的系统分解成若干个涉及范围小且功能简单的子单元，从而使得系统结构清晰，实现、调试和维护都变得简单和容易。也就是说，对于设计言，这种方法使设计/开发人员能够专心设计和开发他们所关心的功能模块；对于调试/维护人员而言，这种方法也方便调试/维护人员去处理他们所负责块。

三. 计算机网络体系结构的概念与标准

如你所料，**计算机网络体系结构也采用了分层的思想**。那么，既然计算机网络体系结构的设计采用的是分层思想，那么它就必须得解决以下几个问题

- (1). 网络体系结构应该具有哪些层次，每个层次又负责哪些功能呢？ (分层与功能)
- (2). 各个层次之间的关系是怎样的，它们又是如何进行交互的呢？ (服务与接口)
- (3). 要想确保通信的双方能够达成高度默契，它们又需要遵循哪些规则呢？ (协议)

1、计算机网络体系结构的概念

根据上面的几个问题，**计算机网络体系结构必须包括三个内容，即分层结构与每层的功能，服务与层间接口 和 协议**。所以，计算机网络体系结构**在计算机网络中，层、层间接口及协议的集合被称为计算机网络体系结构**。

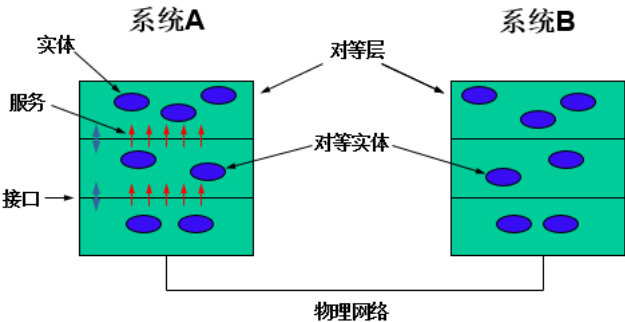
2、计算机网络体系结构的标准

目前，由国际化标准组织ISO制定的网络体系结构国际标准是 **OSI七层模型**，但实际中应用最广泛的是 **TCP/IP体系结构**。换句话说，**OSI七层模型的、官方制定的国际标准，而TCP/IP体系结构才是事实上的国际标准**。这看起来是不可理喻的，但这却是实际存在的，是一些历史原因造成的，无疑很复杂的，笔者在此处略加介绍，以慰读者。OSI标准的制定者以专家、学者为主，他们缺乏实际经验和商业驱动力，并且OSI标准自身运行效率也不怎么样，由于Internet在全世界覆盖了相当大的范围，并且占领市场的标准是TCP/IP体系结构，因此导致OSI标准没有市场背景，也就只是理论上的成果，并未应用于实践。

四. 计算机网络体系结构的分层原理

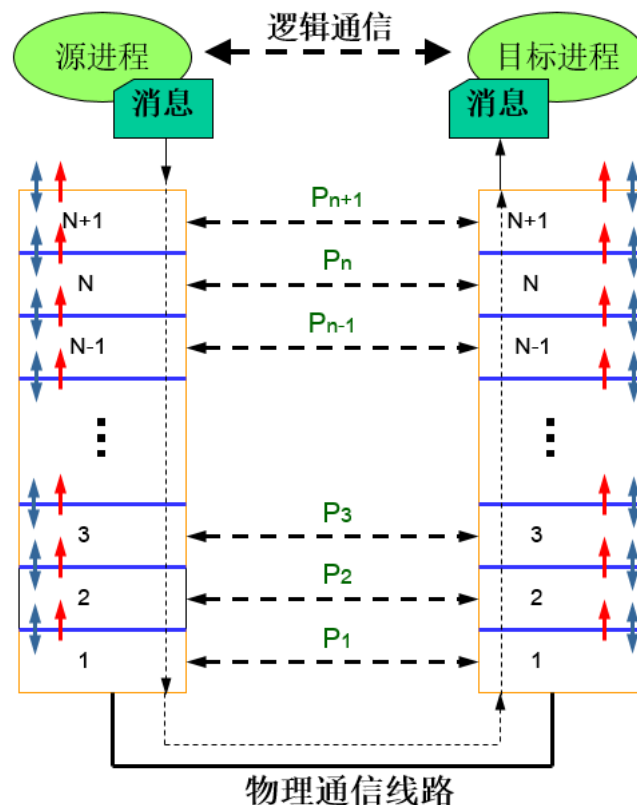
1、基本概念

在介绍网络体系结构的分层原理前，我们有必要先了解以下几个基本概念，其对应关系如下图所示：



- **实体**: 任何可以发送和接收信息的软硬件进程；
- **对等层**: 两个不同系统的同一层次；
- **对等实体**: 分别位于不同系统对等层的两个实体；
- **接口**: 上层使用下层所提供的功能的方式；
- **服务**: 某一层及其以下各层的所完成的功能，通过接口提供给相邻的上层；
- **协议**: **通信双方在通信过程中必须遵循的规则。**

2、网络体系结构模型



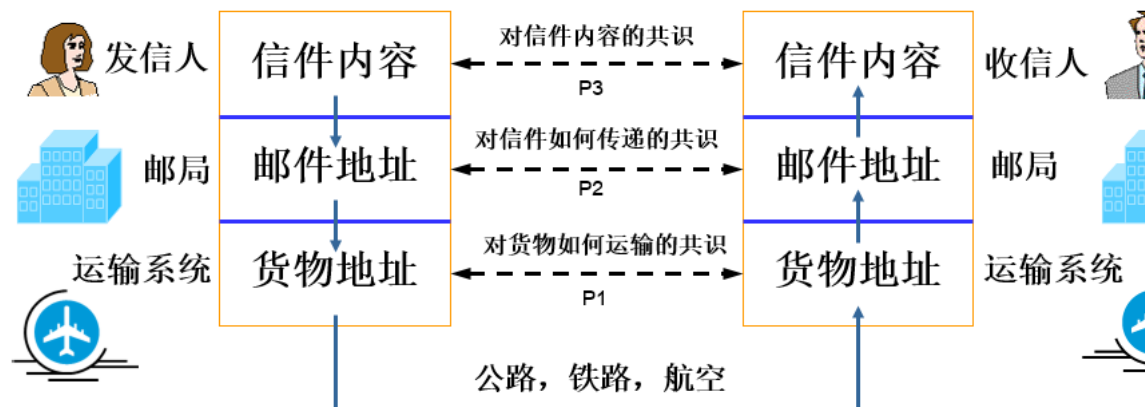
我们在网络中的任何一个系统都是按照上图中的层次结构模型来组织的，该模型具有以下特点：

- 同一网络中，任意两个端系统必须具有相同的层次；
- 每层使用其下层提供的服务，并向其上层提供服务；
- 通信只在对等层间进行，当然这里所指的通信是间接的、逻辑的、虚拟的，非对等层之间不能互相“通信”；
- 实际的物理通信只在最底层完成；
- P_n 代表第 n 层的协议，即第 n 层对等实体间通信时必须遵循的规则或约定。

3、对等层通信的实质

在逻辑上，网络分层体系结构原理允许不同主机的对等实体进行通信，但禁止不同主机非对等实体间进行直接通信；在物理上，每一层必须依靠下来与另一台主机的对等层通信，这是 **对等层通信的实质**。也就是说，模型中的上层（第 $n+1$ 层）使用下层（第 n 层）所提供的服务，是下层（第 n 层）服务型中的下层（第 n 层）向上层（第 $n+1$ 层）提供服务，是上层（第 $n+1$ 层）的服务生产者（提供者）。

进一步地，**源进程传送消息到目标进程的过程是这样子的**：首先，消息送到源系统的最高层，紧接着消息从最高层开始**自上而下逐层封装**，最后线路传输到目标系统。而当目标系统收到信息后，其会将该信息**自下而上逐层处理并拆封**，最后由最高层将消息提交给目标进程。这个处理过程与邮递相似，如下图所示：



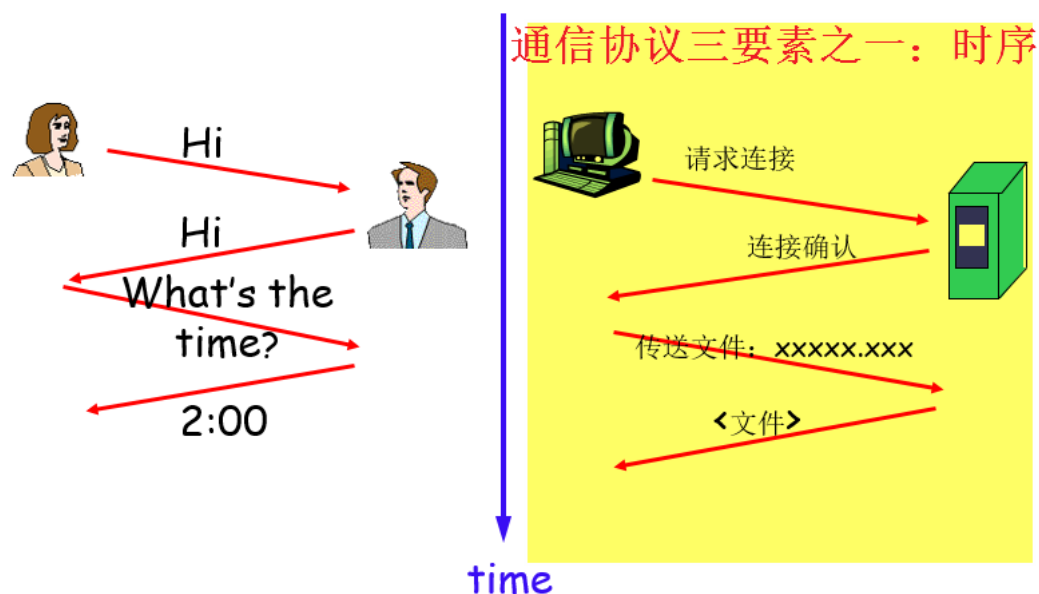
4. 协议

正如上图所示，发信人和收信人对信件内容的共识就是二者之间的协议，正是由于这种协议的存在使得他们都能读懂信的内容并理解对方的意思，似地，寄件邮局与收件邮局也能对信件的传递达成共识，也就是说，有一套规则来保证邮局之间的“默契”，二者间的这种默契要么能把信件完好无损地送到收信人，要么能够把信件完好无损地退给发信人；同样地，运输系统也能对信件如何运输达成共识，而正是由于这种共识，信件才能到达指定邮局也就是说的这种默契(共识)就是协议。

同样地，在计算机网络体系结构中，不同层需要完成不同的功能或者提供不同的服务。比如，计算机网络体系结构应该提供对应的差错控制，从而信更加可靠；除此之外，还应该提供流量控制以控制发送端的发送速率以便接收端能来得及接收消息；分段和重装机制也很必要，就是说发送端在发送数据块分成更小的单位以便传输，而接收端能够准确地将这些数据块重新组合并还原数据的原貌；通信会话复用同一条低层连接可以提高效率；建立连接机制是不同主机通信的保障，等等。上面列举的这些功能(服务)实际上都是由计算机体系结构中具体的某一层来实现的，更具体地说，主要是通过每协议来实现这些功能的。也就是说，计算机间网络中所有的通信活动都是由协议控制的，也正是各种各样的协议保证了计算机间高度默契的通信。下图交流的协议和计算机间相互通信的协议：

五. 通信协议

上一节的最后一部分非常形象地介绍了协议的内涵，使我们对网络通信协议有了一个感性的理解。实际上，人类在相互交流过程中也遵守某种“协议”，这种协议是一种文化而已。其与计算机间相互通信的协议对比如下：



1. 协议的概念

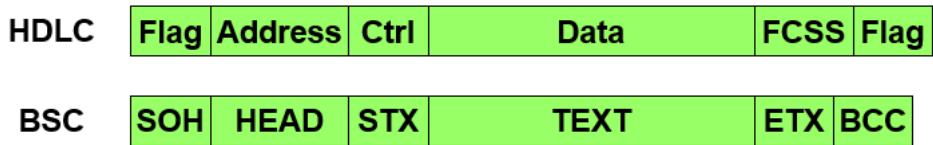
通信协议定义了网络实体间发送报文和接收报文的格式、顺序以及当传送和接收消息时应采取的行动(规则)。这个定义指明了通信协议的三要素：

• 语义

语义是指对协议中各协议元素的含义的解释，例如：在HDLC协议中，标志Flag(7EH)表示报文的开始和结束；在BSC协议中，SOH(01H)表示报文STX(02H)表示报文正文的开始，ETX(03H)表示报文正文的结束。

• 语法

语法是指协议元素与数据的组合格式，也就是 报文格式，如下图所示：



• 时序

时序是指在通信过程中，通信双方操作的执行顺序与规则，如本节开头的图示。

• 协议三要素之间的关系

计算机间通信的本质就在于信息报文的交换，而信息报文也就是我们在下面提到的协议数据单元（PDU）。实际上，语法规定了PDU的格式；而语义赋予了PDU的特定内涵；时序通过控制这种具有特定语义的报文来实现计算机间的通信，也就是说，时序是通信规则的体现。

现在我们类比一下人类的对话来理解协议三要素之间的内在联系。假设这样一个场景，Rico在和Livia交谈，Rico说：“Livia，早上好啊~”，莞尔一笑并答道：“早上好，Rico~”。对于这段会话，语法就是这些汉字/语句的组织规则，正是由于这种组织规则这些简单汉字的叠加才有了~而时序保证了你问我答的这种会话(交流)的进行，更进一步地，时序保证了通信各方对PDU语义的理解并做出恰当的回应。

总的来说，语法是语义的载体，而时序又是对语义的有序组织。正是基于这种关系，计算机在通信时才得以保持高度默契。

实际上，在网络体系结构中，每层可能会有若干个协议，但一个协议只隶属于一个层次。在实现方式上，协议可以由软件或硬件来实现。比如，网件、网络驱动程序，网络硬件等。常用协议组有：TCP/IP（Windows、Unix、Linux、...）、NetBEUI（Windows）、IPX/SPX（NetWare、Windc

2、协议数据单元（PDU）

计算机网络体系结构中，对等层之间交换的信息报文统称为 协议数据单元（Protocol Data Unit，PDU）。PDU由 协议控制信息（协议头）和（SDU）组成，如下图所示。

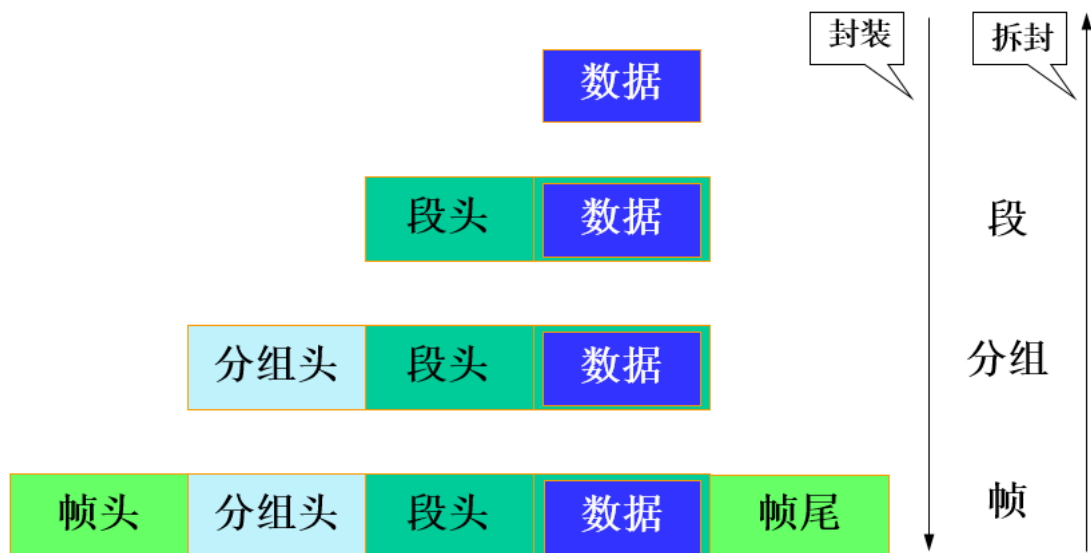


其中，协议头部中含有完成数据传输所需的控制信息，比如地址、序号、长度、分段标志、差错控制信息等。传输层及以下各层的PDU均有各自特

- 传输层 —— 段（Segment）
- 网络层 —— 分组/包（Packet）
- 数据链路层 —— 帧（Frame）
- 物理层 —— 比特（Bit）

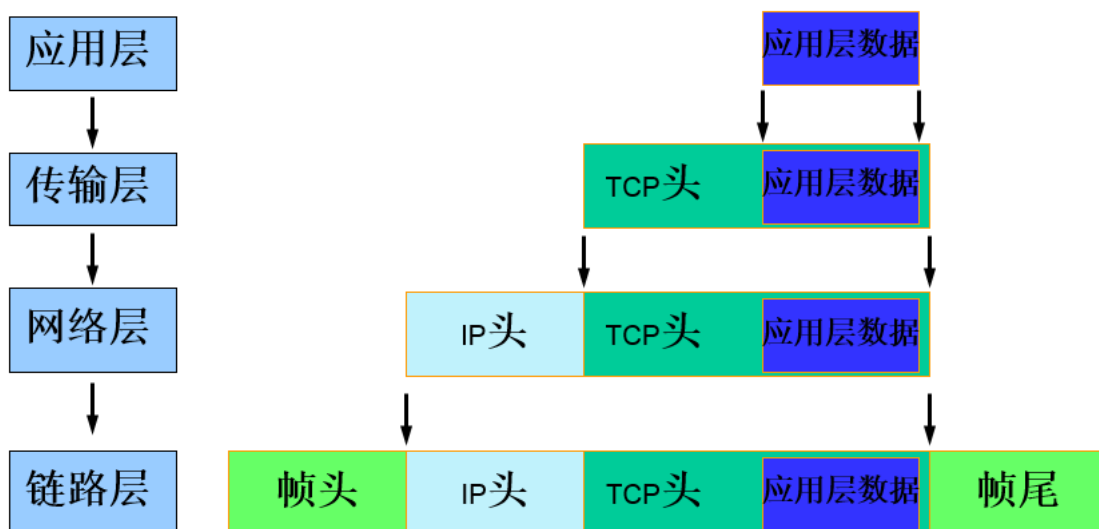
(1). PDU的封装

在计算机网络体系结构中，下层把上层的PDU作为本层的数据加以封装，然后加入本层的协议头部（和尾部）形成本层的PDU，如下图所示。在是在数据前面加上特定的协议头部。因此，数据在源站自上而下递交的过程实际上就是不断封装的过程，而到达目的地后自下而上递交的过程就是不断如下图所示。这个过程类似发送信件的过程，数据在传输时，其外面实际上要被包封多层“信封”。在目的站，某一层只能识别由源站对等层封装的于被封装在“信封”内部的“数据”仅仅是拆封后将其提交给上层，本层不作任何处理。特别需要注意的是，每一层只处理本层的协议头部！



(2). PDU封装实例

下图演示了PDU在TCP/IP协议组的封装过程：



六. 小结

计算机网络体系结构标准的制定使得两台计算机能够像两个知心朋友那样能够互相准确理解对方的意思并做出优雅的回答。本文首先概述了计算机的提出动机，并结合日常生活中的邮政系统介绍了设计的理念，并给出了相关的基本概念和标准。进一步地，我们着重概述了计算机网络体系结构的分重要的组成部分——协议，使得读者能够对计算网路体系结构有一个全新的、系统的认识。

七. 更多

更多关于OSI七层参考体系结构和TCP/IP四层协议结构及每种体系结构中的各层的任务、功能、协议及与其他相似层的区别等区别的介绍，请读者《计算机网络体系结构综述（下）》。

引用

计算机网络体系结构