

## 信祥事業群 Network 常識- IP 電話 (Issue 01)

隨著光網絡的飛速發展和數字傳輸技術的應用，原來在數據通信網中被視為應用「瓶頸」的帶寬和服務質量等問題一一得到解決，推動了 IP 技術的飛速發展，帶動各種應用向 IP 靠攏，IP 電話（又稱 IP PHONE 或 VoIP）業務就是其中一個典型的應用。

### 一、IP 電話的概念

IP 電話是一種利用 Internet 技術或網絡進行語音通信的新業務。從網絡組織來看，目前比較流行的方式有兩種：一種是利用 Internet 網絡進行的語音通信，我們稱之為網絡電話；另一種是利用 IP 技術，電信運行商之間通過專線點對點聯結進行的語音通信，有人稱之為經濟電話或廉價電話。兩者比較，前者具有投資省，價格低等優勢，但存在著無服務等級和全程通話質量不能保證等重要缺陷。該方式多為計算機公司和數據網絡服務公司所採納。後者相對於前者來講投資較大，價格較高，但因其是專門用於電話通信的，所以有一定的服務等級，全程通話質量也有一定保證。該方式多為電信運行商所採納。

IP 電話與傳統電話具有明顯區別。首先，傳統電話使用公眾電話網作為語音傳輸的媒介；而 IP 電話則是將語音信號在公眾電話網和 Internet 之間進行轉換，對語音信號進行壓縮封裝，轉換成 IP 包，同時，IP 技術允許多個用戶共用同一帶寬資源，改變了傳統電話由單個用戶獨佔一個信道的方式，節省了用戶使用單獨信道的費用。其次，由於技術和市場的推動，將語音轉化成 IP 包的技術已變得更為實用、便宜，同時，IP 電話的核心元件之一數字信號處理器的價格在下降，從而使電話費用大大降低，這一點在國際電話通信費用上尤為明顯，這也是 IP 電話迅速發展的重要原因。

### 二、IP 電話的基本原理

IP 電話（又稱 IP PHONE 或 VoIP）是建立在 IP 技術上的分組化、數字化傳輸技術，其基本原理是：通過語音壓縮算法對語音數據進行壓縮編碼處理，然後把這些語音數據按 IP 等相關協議進行打包，經過 IP 網絡把數據包傳輸到接收地，再把這些語音數據包串起來，經過解碼解壓處理後，恢復成原來的語音信號，從而達到由 IP 網絡傳送語音的目的。IP 電話系統把普通電話的模擬信號轉換成計算機可聯入因特網傳送的 IP 數據包，同時也將收到的 IP 數據包轉換成聲音的模擬電信號。經過 IP 電話系統的轉換及壓縮處理，每個普通電話傳輸速率約佔用 8 ~ 11kbit/s 帶寬，因此在與普通電信網同樣使用傳輸速率為 64kbit/s 的帶寬時，IP 電話數是原

來的 5~8 倍。

IP 電話的核心與關鍵設備是 IP 電話網關。IP 電話網關具有路由管理功能,它把各地區電話區號映射為相應的地區網關 IP 地址。這些信息存放在一個數據庫中,有關處理軟件完成呼叫處理、數字語音打包、路由管理等功能。在用戶撥打 IP 電話時,IP 電話網關根據電話區號數據庫資料,確定相應網關的 IP 地址,並將此 IP 地址加入 IP 數據包中,同時選擇最佳路由,以減少傳輸時延,IP 數據包經因特網到達目的地 IP 電話網關。對於因特網未延伸到或暫時未設立網關的地區,可設置路由,由最近的網關通過長途電話網轉接,實現通信業務。

### 三、IP 電話的基本結構

IP 電話的基本結構由網關 (GW) 和網守 (GK) 兩部分構成。網關的主要功能是信令處理、H.323 協議處理、語音編解碼和路由協議處理等,對外分別提供與 PSTN 網連接的中繼接口以及與 IP 網絡連接的接口。網守的主要功能是用戶認證、地址解析、帶寬管理、路由管理、安全管理和區域管理。一個典型的呼叫過程是:呼叫由 PSTN 語音交換機發起,通過中繼接口接入到網關,網關獲得用戶希望呼叫的被叫號碼後,向網守發出查詢信息,網守查找被叫網守的 IP 地址,並根據網絡資源情況來判斷是否應該建立連接。如果可以建立連接,則將被叫網守的 IP 地址通知給主叫網關,主叫網關在得到被叫網關的 IP 地址後,通過 IP 網絡與對方網關建立起呼叫連接,被叫側網關向 PSTN 網絡發起呼叫並由交換機向被叫用戶振鈴,被叫摘機後,被叫側網關和交換機之間的話音通道被連通,網關之間則開始利用 H.245 協議進行能力交換,確定通話使用的編解碼,在能力交換完成後,主被叫方即可開始通話。

### 四、IP 電話的優點

IP 電話是語音數據集成與語音/分組技術進展結合的經濟優勢,從而迎來一個新的網絡環境,這個新環境提供了低成本、高靈活性、高生產率及效率的增強應用等優點。IP 電話的這些優點使企業、服務供應商和電信運營商們看到了許多美好的前景,把語音和數據集成在一個分組交換網絡中的契機是由以下因素推動的:

- (1)通過統計上的多路復用而提高效率。
- (2)通過語音壓縮和語音活動檢測(安靜抑制)等增強功能而提高效率。
- (3)通過在私有數據網絡上傳送電話呼叫而節省長途費用。

(4)通過聯合基礎設施組件降低管理成本。

(5)利用計算機電話集成的新應用的可能性。

(6)數據應用上的語音連接。

(7)有效使用新的寬帶 WAN 技術。

分組網絡提高的效率和在統計學上隨數據分組多路復用語音數據流的能力，允許公司最大限度地得到在數據網絡基礎設施上投資的回報。而把語音數據流放到數據網絡上也減少了語音專用線路的數目，這些專用線路的價格往往很高。LAN，MAN 和 WAN 環境中吉位以太網、密集波分多路復用和 Packet over SDH 等新技術的實現，以更低的價位為數據網絡提高更多的帶寬。同樣，與標準的 TDM 連接相比，這些技術提供了更好的性價比。

## 五、IP 電話的種類

IP 電話就有 4 種：電話到電話、電話到 PC、PC 到電話和 PC 到 PC。具體如下：

(1) PC 到 PC：最初 IP 電話方式主要是 PC 到 PC，利用 IP 地址進行呼叫，通過語音壓縮、打包傳送方式，實現因特網上 PC 機間的實時話音傳送，話音壓縮、編解碼和打包均通過 PC 上的處理器、聲卡、網卡等硬件資源完成，這種方式和公用電話通信有很大的差異，且限定在因特網內，所以有很大的局限性。

(2) 電話到電話：電話到電話即普通電話經過電話交換機連到 IP 電話網關，用電話號碼穿過 IP 網進行呼叫，發送端網關鑒別主叫用戶，翻譯電話號碼/網關 IP 地址，發起 IP 電話呼叫，連接到最靠近被叫的網關，並完成話音編碼和打包，接收端網關實現拆包、解碼和連接被叫。

(3) 電話到 PC：電話到 PC 是由網關來完成 IP 地址和電話號碼的對應和翻譯，以及話音編解碼和打包。

(4) PC 到電話：PC 到電話也是由網關來完成 IP 地址和電話號碼的對應和翻譯，以及話音編解碼和打包。

## 六、IP 電話的關鍵技術

傳統的 IP 網絡主要是用來傳輸數據業務,採用的是盡力而為的、無連接的技術,因此沒有服務質量保證,存在分組丟失、失序到達和時延抖動等情況。數據業務對此要求不高,但話音屬於實時業務,對時序、時延等有嚴格的要求。因此必須採取特殊措施來保障一定的業務質量。IP 電話的關鍵技術包括:信令技術、編碼技術、實時傳輸技術、服務質量(QoS)保證技術、以及網絡傳輸技術等。

### 1· 信令技術

信令技術保證電話呼叫的順利實現和話音質量,目前被廣泛接受的 VoIP 控制信令體系包括 ITU-T 的 H.323 系列和 IETF 的會話初始化協議 SIP。

ITU 的 H.323 系列建議定義了在無業務質量保證的因特網或其它分組網絡上多媒體通信的協議及其規程。H.323 標準是局域網、廣域網、INTRANET 和 Internet 上的多媒體提供技術基礎保障。H.323 是 ITU-T 有關多媒體通信的一個協議集,包括用於 ISDN 的 H.320,用於 B-ISDN 的 H.321 和用於 PSTN 終端的 H.324 等建議。其編碼機制,協議範圍和基本操作類似於 ISDN 的 Q.931 信令協議的簡化版本,並採用了比較傳統的電路交換的方法。相關的協議包括用於控制的 H.245,用於建立連接的 H.225.0,用於大型會議的 H.332,用於補充業務的 H.450.1、H.450.2 和 H.450.3,有關安全的 H.235,與電路交換業務互操作的 H.246 等。H.323 提供設備之間、高層應用之間和提供商之間的互操作性。它不依賴於網絡結構,獨立於操作系統和硬件平台,支持多點功能、組播和帶寬管理。H.323 具備相當的靈活性,支持包含不同功能的節點之間的會議和不同網絡之間的會議。H.323 建議的多媒體會議系統中的信息流包括音頻、視頻、數據和控制信息。信息流採用 H.225.0 建議方式來打包和傳送。

H.323 呼叫建立過程涉及到三種信令:RAS 信令(R=註冊:Registration、A=許可:Admission 和 S=狀態:Status),H.225.0 呼叫信令和 H.245 控制信令。其中 RAS 信令用來完成終端與網守之間的登記註冊、授權許可、帶寬改變、狀態和脫離解除等過程;H.225.0 呼叫信令用來建立兩個終端之間的連接,這個信令使用 Q.931 消息來控制呼叫的建立和拆除,當系統中沒有網守時,呼叫信令信道在呼叫涉及的兩個終端之間打開;當系統中包括一個網守時,由網守決定在終端與網守之間或是在兩個終端之間開關呼叫信令信道;H.245 控制信令用來傳送終端到終端的控制消息,包括主從判別、能力交換、打開和關閉邏輯信道、模式參數請求、流控消息和通用命令與指令等。H.245 控制信令信道建立於兩個終端之間,或是一個終端與一個網守之間。

雖然 H.323 提供了窄帶多媒體通信所需要的所有子協議,但 H.323 的控制協議非常複雜。此外,H.323 不支持多點發送 (Multicast) 協議,只能採用多點控制單元 (MCU) 構成多點會議,因而同時只能支持有限的多點用戶。H.323 也不支持呼叫轉移,且建立呼叫的時間比較長。與 H.323 相反,SIP 是一種比較簡單的會話初始化協議。它不像 H.323 那樣提供所有的通信協議,而是只提供會話或呼叫的建立與控制功能。SIP 可以應用於多媒體會議、遠程教學及 Internet 電話等領域。SIP 既支持單點發送 (Unicast) 也支持多點發送,會話參加者和媒體種類可以隨時加入一個已存在的會議。SIP 可以用來呼叫人或機器設備,如呼叫一個媒體存儲設備記錄一個會議,或呼叫一個點播電視服務器向會議播放視頻信號。

SIP 是一種應用層協議,可以用 UDP 或 TCP 作為其傳輸協議。與 H.323 不同的是: SIP 是一種基於文本的協議,用 SIP 規則資源定位語言描述 (SIP Uniform Resource Locators),這樣易於實現和調試,更重要的是靈活性和擴展性好。由於 SIP 僅作於初始化呼叫,而不是傳輸媒體數據,因而造成的附加傳輸代價也不大。SIP 的 URL 甚至可以嵌入到 web 頁或其它超文本鏈路中,用戶只需用鼠標一點即可發出一個呼叫。與 H.323 相比,SIP 還有建立呼叫快,支持傳送電話號碼的特點

## 2 · 編碼技術

話音壓縮編碼技術是 IP 電話技術的一個重要組成部分。目前,主要的編碼技術有 ITU-T 定義的 G.729、G.723(G.723.1)等。其中 G.729 可將經過采樣的 64kbit/s 話音以幾乎不失真的質量壓縮至 8kbit/s。由於在分組交換網絡中,業務質量不能得到很好保證,因而需要話音的編碼具有一定的靈活性,即編碼速率、編碼尺度的可變可適應性。G.729 原來是 8kbit/s 的話音編碼標準,現在的工作範圍擴展至 6.4~11.8kbit/s,話音質量也在此範圍內有一定的變化,但即使是 6.4kbit/s,話音質量也還不錯,因而很適合在 VoIP 系統中使用。G.723.1 採用 5.3/6.3K bit/s 雙速率話音編碼,其話音質量好,但是處理時延較大,它是目前已標準化的最低速率的話音編碼算法。

## 3 · 實時傳輸技術

實時傳輸技術主要是採用實時傳輸協議 RTP。RTP 是提供端到端的包括音頻在內的實時數據傳送的協議。RTP 包括數據和控制兩部分,後者叫 RTCP。RTP 提供了時間標籤和控制不同數據流同步特性的機制,可以讓接收端重組發送端的數據包,可以提供接收端到多點發送組的服務質量反饋。

## 4 · 服務質量 (QoS) 保證技術

IP 電話中主要採用資源預留協議(RSVP)以及進行服務質量監控的實時傳輸控制協議 RTCP 來避免網絡擁塞,保障通話質量。

## 5· 網絡傳輸技術

IP 電話中網絡傳輸技術主要是 TCP 和 UDP,此外還包括網關互聯技術、路由選擇技術、網絡管理技術以及安全認證和計費技術等。由於實時傳輸協議 RTP 提供具有實時特徵的、端到端的數據傳輸業務,因此 IP 電話中可用 RTP 來傳送話音數據。在 RTP 報頭中包含裝載數據的標識符、序列號、時間戳以及傳送監視等,通常 RTP 協議數據單元是用 UDP 分組來承載,而且爲了盡量減少時延,話音淨荷通常都很短。IP、UDP 和 RTP 報頭都按最小長度計算。VoIP 話音分組開銷很大,採用 RTP 協議的 IP 電話格式,在這種方式中將多路話音插入話音數據段中,這樣提高了傳輸效率。此外,靜音檢測技術和回聲消除技術也是 IP 電話中十分關鍵的技術。靜音檢測技術可有效剔除靜默信號,從而使話音信號的佔用帶寬進一步降低到 3.5 k bit/s 左右;回聲消除技術主要利用數字濾波器技術來消除對通話質量影響很大回聲干擾,保證通話質量。

## 七、IP 電話需要解決的問題

IP 電話向本地的轉移還有很多的問題需要解決。會有很多政策方面的問題要解決,比如運營許可證。還有像號碼資源、網絡之間互通互連這樣跨技術和政策領域的問題需要解決。撇開這些問題,在技術上還有很多地方需要突破。其實這些技術問題也並非僅僅存在於未來的 IP 市話方面。現在國內運營商的長途 VoIP 網,多建設在專用通信網上。IP 地址、安全這樣的問題並不突出。但是專網的方式畢竟只是一個過渡方式,從三網融合的角度看,IP 電話必然要融入到公共 IP 網當中。要達到這一目標,無論是長途網還是本地網,這些問題都必須解決。

### 1· 網絡地址

對於如此大規模的一個 IP 電話網絡,IP 地址資源的匱乏是首先要解決的問題。其實這也是困擾著中國寬帶接入發展的一個問題,只是在 IP 電話通信方面會更明顯。採用私有地址是運營商非常不願意看到的事情,運營商不可能在每一個地方都採用私有地址,這樣在構建全國網絡時就很不方便。而整個大網採用私有地址,在網間互聯也難以避免相應的問題。採用私有地址自然要涉及到 NAT 的問題,對於 Web 瀏覽和收發電子郵件一般的 NAT 設備都可以支持,但是很多 NAT 不能支持 IP 電話雙向通信。同樣的問題在 PC to PC 和 PC to Phone 形式的 IP 電話服務方面也存在著。比如,如果按照現在 ISP 提供的撥號上網方式,上網的 PC 機一般只能獲得一個動態分配的 IP 地址,用戶只能撥出,對方不能確切的知

道主叫方的位置，結果是無法呼入。

IPv6 自然是最佳的結果，但是現在還不能非常確切地知道在什麼時間 IPv6 會在全球推廣使用，即使開始推廣，必然需要一定的時間。有些人認為現階段還是應該在 NAT 上面下些功夫，比如支持更多種的應用，像 IP 電話通信。

## 2 · 安全問題

IP 電話的安全問題也是亟待解決的問題。安全的問題分為兩方面，一是對於 IP 網和承載它的以太網在信息安全方面有先天的缺陷，而作為一種通信服務必須能保證用戶的個人隱私和商業安全。另一方面，是對於運營商的，如何保證自己業務的安全性，不受欺詐。在沒有安全保證的情況下，如果有人將其 IP 電話網關接入某運營商的網絡，通過運營商的網守獲得該運營商網關的 IP 地址信息，神不知鬼不覺地實現 IP 電話的「落地」並非是駭人聽聞的故事。

H.235 是人們談論頗多的安全解決方案，利用 H.235 是否就真能保證安全性，而相應帶來的成本、控制問題都需要仔細考慮。另外，採用了保密措施的 IP 電話設備，不同廠商在互操作性方面可能又需要一個協調的過程。

## 3 · 服務質量

除了地址和安全，另一個非常重要的問題是服務質量。現在的 IP 網在對實時業務的服務質量支持方面有先天的缺陷，要解決 IP 電話的服務質量，一定要解決 IP 網的質量問題。人們把很大的希望寄托在 IP DiffServe、MPLS 等技術上，獨立資源的 IP 電話 VPN 方案也被認為是一種很好的解決方案。光通信，特別是 DWDM 技術，使通信網帶寬的增長速率遠遠超過摩爾定律，有人認為利用無限的帶寬可以解決 IP 網的服務質量。但流量工程僅僅可以改善服務質量，不能徹底解決服務質量的問題，分類服務是方向。電信級的 IP 電話網應該引入新的思路和新的概念。解決 IP 電話的服務質量，不能僅僅依賴於 IP 網的改善，應該同時在 IP 電話自身尋找解決的辦法。

## 4 · 供電問題

傳統的電話在饋電方面歷經百年風雨已經非常成熟，在發生市電斷電的情況下，電話線仍能保證與外界的通信。語音通信作為大多數國家的基本電信業務，很大程度上扮演著生命線的角色。在企業的 IP PBX 中，Cisco、Avaya 等公司已經可以通過在以太網交換機上增加供電模塊，通過 5 類線解決饋電的問題，而像 Cisco 最早可以實現饋電的交換機 Catalyst6500 系列，有多個冗余的電源來保證不間斷

電源的供應。但是，類似的方案可以滿足未來 IP 市話的要求，而且利用以太網線對話機和網關供電的標準還沒有出來。除了少數的廠家以外，我們大多能見到的終端還做不到這一點，需要另加電源。另外，對於這些終端設備來說，功耗問題也待解決。

應該說，供電的問題在以太網接入領域是不可迴避的問題，許多放置在樓頭的交換機都直接通過市電供電，出於成本的考慮，許多交換機沒有冗余的電源，即使有，當市電斷掉以後一切通信也就必須結束。從通信的角度看，我們可以實現三網融合，從供電的角度看，有人認為，還是不能把 RJ11 的雙絞線融合掉。

其實不僅僅是供電的問題，對於新生的 IP 電話技術，設備的可靠性、穩定性也是人們關注的焦點。一些廠商在網守和軟交換設備進行的努力。網守和軟交換的呼叫服務器，都基於通用的計算機平台。電信級產品一般都採用像 Unix 這樣非常穩定的運算平台，多台服務器互為熱備份，有的廠商在他們軟交換的解決方案中還集成了 Cluster、負載均衡等技術，採用各種技術避免單點的故障對通信的影響。在計算機行業的眼中採取的措施可謂是登峰造極。但是對於一些傳統電信領域的人來說，似乎還是難以讓人足夠信服。

如果把這一問題擴大，在整個 IP 網上，網絡設備的穩定性、可靠性都不能讓人們滿意，至少讓人懷疑。而可管理性、可維護性也是 IP 網需要解決的問題。

## 5· 網絡融合

如何與現有 PSTN 網絡互通，智能網互通，IP 電話智能網業務的開發，無論在長途還是在本地網都是需要解決的問題。現在在 IP 電話網與固定電話網的互通上還有很多的問題需要解決。比如 IP 電話的號碼資源問題。而倘若 IP 電話獲得了電話號碼的資源，兩個網絡是否呼叫得通呢？據瞭解，國內產業界正在加緊研究，同時制定相關的標準來解決這樣的問題。

## 6· 軟交換

在傳統的電路交換電話網中，給用戶提供的各項業務都直接與交換機有關，業務和控制都由交換機來完成的。交換機需要提供的功能和交換機提供的新業務都需要在每個交換結點來完成。如要增加新業務，需要先修訂標準再對交換機進行改造，每提供一項新業務都需要較長的時間週期。

而新時代的網絡將是一個開放的分層次的結構。這種網絡拓撲結構可以使用基於包的承載傳送，是一個開放端點的拓撲結構，能同樣好地傳送話音和數據業務。

網絡的承載部分與控制部分分離，允許它們分別演進，有效地打破了單塊集成交換的結構，並在各單元之間使用開放的接口。這樣的做法可以保證用戶在每一個層面上選購自己理想的設備，而不受太多的限制。同樣基於分層結構的軟交換技術，可以使基於不同承載網如 Cable、DSL、以太網的終端都能夠進行通信。

但是新一代的網絡，不可能在瞬間取代原有的電路交換的話音網，原有的電話網還將存在很長時間。這時候需要有技術既能構建新分組網絡，同時也能用來實現傳統電話網和新網絡的融合。軟交換是一種基於分組網技術的解決方案，它可以很好地解決這一問題。

軟交換可以實現的功能並不僅僅是長途的 IP 電話。在數據業務日益增長的今天，傳統的語音交換機不能承擔大量的長時間的數據呼叫業務（比如撥號上網）。利用軟交換技術可以實現 Internet 業務卸載的功能，在撥號業務進入 5 類交換機之前直接交移到 ISP 的網絡。軟交換可以替代 4 類匯接交換機。軟交換還可以代替 5 類交換機。5 類交換機的價格往往是新興運營公司和業務提供者進入市場的一大障礙。而軟交換的價格便宜，並可以提供更豐富的業務。

軟交換設備需要多種的媒體網關和信令網關在下層予以支持，軟交換（或者叫做呼叫服務器）負責基本的呼叫控制工作。通過軟交換提供的開放接口，電信運營商在增添新服務方面非常方便，並可以利用第三方的軟件開發者的力量不斷為網絡增添新的服務。一些軟交換領域的廠商表示，採用這一技術將成倍地縮短新業務的推出時間。IP 電話實現的速度和業務的豐富程度應該遠遠超過傳統電話網。從現在的情況看，有兩種方法可以實現 IP 電話的增值業務或者說是智能網的業務。一種是依照智能網的體系結構，利用像 PINT 等協議實現 PSTN 網和 IP 電話網智能業務的互通。一種就像今天的 Internet 一樣，通過開放的接口，不斷地增加新的應用服務器，來增添應用。當然在標準化方面，也要做很多的工作，國內已經開始制定 IP 電話補充業務的相關標準了。

IP 電話以其低廉的長途電話費受到人們的歡迎，得到了快速發展，我們有理由相信無論是國外還是在國內，作為給用戶提供的一種選擇，IP 電話業務必將得到迅猛發展。