# 十年磨一剑－CompactPCI 与 AdvancedTCA 发展综述

李涛 2005/04/28

## 一、十年 -- CompactPCI 与 AdvancedTCA 综述

### 1、CompactPCI 技术

从 1994 年到 2004 年，CompactPCI 技术已经 10 岁了。经过这十年风风雨雨的洗礼，CompactPCI 规范已经由当年孤零零的 PICMG2.0 单一规范，发展到如今拥有二十多个个性鲜明的兄弟姐妹的规范群体；而 CompactPCI 技术也由当初的"养在深闺无人识"，发展到现在已经可以大规模成批量地应用于很多行业。

十年的发展与演变，CompactPCI 令人感叹，更令人兴奋！曾经有人断言，并行总线的发展应经到了尽头，CompactPCI 技术的路会越走越窄；也有人说 CompactPCI 不过是工业计算机的一个昂贵替代品；然而时至今日，纵观 CompactPCI 技术的发展，这些论断多少显得有些幼稚可笑。CompactPCI 的路不仅没有越走越窄，反而越走越宽：PICMG 在修正原有规范的同时，不断地将最先进的成熟技术纳入 CompactPCI 的规范体系，最大限度地发挥 CompactPCI 平台所蕴含的巨大威力；从 Hot Swap 到 Multi-computing,；从 PMC 到 CompactPCI Bridging； 从 Power Interface 到 System Management；从 H.110 CTbus 到包交换背板支持 Gigabit Ethernet 以及 StarFabric，对于行业工程师而言，一个普遍感觉是 CompactPCI 可以做越来越多的事情，是一项前途无量的技术！而对于设备制造商来说，令人振奋的是似乎 CompactPCI 技术每发展一步，都会帮助他们解决一些平台方面的问题，从而使得他们可以用更短的 TTM（Time To Market），获取更大的市场份额。

现如今 CompactPCI 技术已经在工业控制领域，数据通讯以及网络处理领域取得了很广泛的应用，越来越多的工程师开始认识到这项技术的优越性；而随着 CompactPCI 设备成本的不断下降，其在各行各业的应用规模必然不断扩大，我们有理由期待属于 CompactPCI 的一个辉煌前景！

### 2、AdvancedTCA 技术

毋庸置疑，十年来 CompactPCI 技术取得了充分的发展和长足的进步。但同时在某些行业应用中，CompactPCI 也暴露出一些弱点和不足之处。在电信领域，CompactPCI 并不成功，仅在一些边缘应用（如增值业务）中获得一些份额，而核心的运营商级应用全是专有设备（Propriatary Equipment）的天下，你几乎看不到 CompactPCI 的影子。

为什么呢？比较一下当前电信设备的要求与 CompactPCI 规范，答案很明显：

电信设备要求：

- 大容量，高密度：单台设备可带用户数量越大越好。因此电信设备的板卡面积都远远大于 CompactPCI 的 6U×160mm，以容纳更多的集成电路芯片。

- 高性能，高速计算：一些采用新一代集成电路技术的 CPU 功耗已高达 70W，而一张板卡拥有两颗甚至 3 颗不同的 CPU 已不稀奇。在这种情况下，CompactPCI 规范已不适用。
- 高带宽，高速传输：即使是 CompactPCI 带宽的理论值：500Mbytes/s 也远低于高速电信设备的要求，2.5Gbps 甚至 10Gbps 的传输速度已经开始进入人们的视线。

  其它方面比如系统管理以及支持光纤等多种接口的 Rear I/O 定义等方面，CompactPCI 规范也难以满足电信设备的要求。

在这种情况下，AdvancedTCA 应运而生。如果说 PICMG"十年磨一剑"，那么这柄锋利的宝剑就是集万千宠爱于一身的 AdvancedTCA。PICMG 充分考虑了电信行业的要求及特点，精心为其量身定做了 AdvancedTCA--高级电信计算平台。其特点如下：

- 在结构上 AdvancedTCA 与 CPCI、VME 一样，都遵循成熟的 IEC60297 标准。
- AdvancedTCA 采用先进的 Piont to Piont Switched Fabric 结构，支持多种高速串行通信技术。
- AdvancedTCA 的板卡面积约为 CPCI 板卡面积的 2.5 倍，而且板卡宽度也加大到 1.2"（比 CPCI 宽 0.4"），这使得单张板卡容纳多颗 CPU 成为可能，使得 CPU 带大功率散热片成为可能，使得大容量 RAM 成为可能，因此 AdvancedTCA 板卡可以支持电信设备大容量、高密度的要求。
- AdvancedTCA 允许每一张板卡的功耗高达 200W，并可以有效地为其散热，整个 AdvancedTCA SHELF 的散热能力高达 3KW。开发工程师可以放心地选用高性能大功耗的 CPU。
- AdvancedTCA 拥有先进的完善的系统管理功能，开发工程师可以非常方便地对每一张板卡以及 SHELF 内部环境进行监控。而且 AdvancedTCA 可以支持多个系统控制器以冗余方式工作，极大地保证了系统管理的安全可靠性。

我们再回过头来看看用户对 AdvancedTCA 的反应：

- 对于电信运营商而言，在 dvancedTCA 出现之前，几乎所有的电信设备都是专有设备（Propriatary Equipment），不同厂家的设备互不兼容，不可替换，一旦选定一家厂商的设备，就要面临第二次投资，极大地造成资源浪费！电信运营商为此苦不堪言，一种崭新地专用于电信设备的高性能通用平台显然符合他们的愿望。
- 对于电信设备制造商而言，他们也在渴望一种通用系统平台，可以帮助他们有效地将多种应用技术都统一到这种通用平台上面，从而极大地节省了研发和生产的成本，大大缩短新技术的 TTM（Time To Market），增强他们的竞争力。

AdvancedTCA 正是这样的通用系统平台，它凝聚了多方面关注的目光，象一颗光芒四射的新星正在冉冉升起，走向属于它的辉煌！

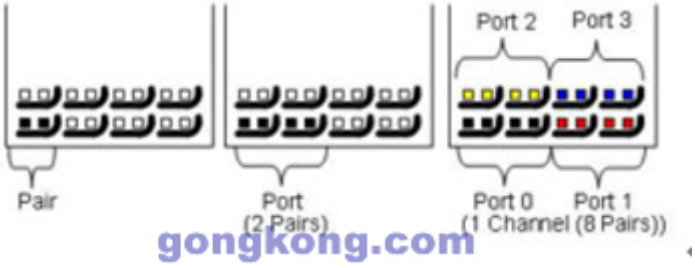
## 二、 AdvancedTCA 核心技术

作为新一代电信网络的高性能计算平台，AdvancedTCA 融合了很多国际先进技术，在计算性能，网络传输能力，管理性能等方面都比原有计算架构具有明显的优势。AdvancedTCA 的核心技术分析如下：

**1. Point-to-Point Switched Fabric 点对点交换结构**

这是一种全新的数据连接结构，在这种"交换结构"的支持下，任何一次数据释放，不管它在哪一个连接器的哪一个 Pin，都有一条单向的数据通路通向任何它想去的连接器的任何 Pin。这种数据连接是通过一种交换元件动态地对数据通路进行连接和断开，从而实现高速数据传输。

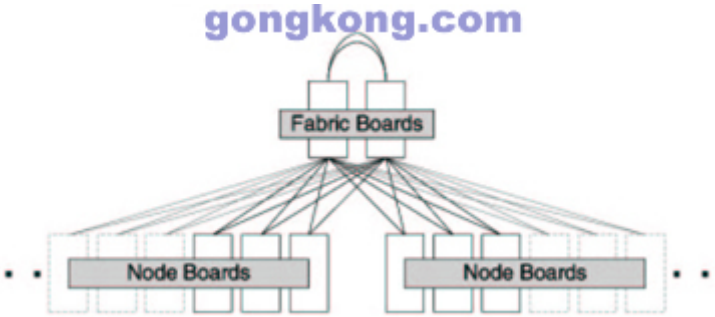
AdvancedTCA Fabric 接口信道是建立在 LVDS(低压差分信号)差分对基础之上，电气特性需求是建立在 3.125GHz 信号基础之上。数据编码使用 8b/10b 编码机制 。AdvancedTCA A 中两块板卡的基本连接单元称作通路，一个通路由 4 个端口组成，每个端口又由两对差分信号组成，构成了 AdvancedTCA Fabric 接口的最小连接单元。端口的两对差分信号被映像成一收一发的传输模式。下图描绘了一个差分对、一个端口、以及一个通路的针脚分布。




Switched Fabric 按照拓扑的不同，分为 Dual Star（双星型），Dual-Dual Star（双-双星型），Full Mesh（全网状）三种结构。

A. Dual Star 结构

Dual Star 是所有 Switched Fabric 中最基本的配置结构。支持 Dual Star 的背板包括两个 Hub slot，其它的 slot 都作为 Node slot，如图所示：




B. Dual-Dual Star 结构

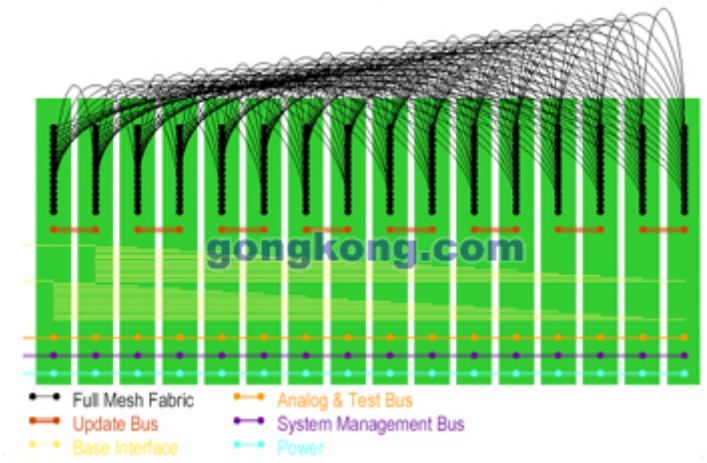
Dual-Dual Star 连接两个独立的且冗余的 Fabric 结构，Hub slot 被指定位于逻辑 slot 1，2，3&4。每一个 Node slot 支持最少 4 个通道，每一个通道由 8 个差分传输对组成，这些通道连接所有的 slot，组成 Fabric 接口。

C. Full Mesh 结构

全网状背板提供 slot 与 slot 之间最大限度的连接。所有的 slot 都是相同的连接方式，并

且可以支持交换板卡（Switch boards）或者节点板卡（Node boards）。全网状背板可以支持所有类型板卡并且兼容 Multi-Fabric 系统。

下图是全网状背板数据结构示意图




由下而上依次为：电源层，系统管理层，模拟测试总线，基本接口，更新总线，Full Mesh Fabric 接口。其中，系统管理总线基于 IPMI，并设计为冗余使用，以确保系统管理安全可靠。系统管理总线可以是 I2C 总线，也可以是星型连接方式。基本接口则是一个双星型的拓扑结构具有冗余的交换 slot 和以太网 BAST-T 信号,在 PICMG3.0 中提供 IP 传输。

不管采用何种拓扑形式，所有信号的连接与交换都要通过背板，因此背板的设计及工艺是至关重要的！信号完整性的考虑，EMC 措施的适用，高速传输背板的设计经验，完整的背板测试手段…，这些都是决定系统成败的关键因素！例如威图公司已经生产出带宽高达 10Gbps 的 Full Mesh 背板，并且通过了严格的模拟测试。

**2．AdvancedTCA Shelf 的散热技术**

这应该是 AdvancedTCA 各项技术中难度最大，最不易实现的一项技术了！PICMG3.0 规定了单板热量高达 200W，单台 Shelf 热量高达 3KW 左右，如何有效散去这 3KW 热量显然是一个很大的挑战！在这种情况下，只有全面的，综合运用各种手段的散热方案才能解决问题：

a) 采用散热能力强，通风量大的涡轮式风机，且可以支持智能化调节转速。

b) Shelf 整体设计充分考虑科学顺畅的风流通道，使得风流可以得到正确引导，沿着预先设计好的通道运行。

c) 因为 ATCA 板卡深度较大，需要通过结构设计保证前端插卡有充分的冷却风流通过，使得板卡上的所有“热点”都可以得到有效冷却。

d) 需要做热量以及风流量的模拟测试，以确保 ATCA Shelf 的结构满足 ATCA 规范的散热要求。

e) 还要考虑机柜的情况：当机柜不封闭的情况下，风冷方式可以胜任 ATCA Shelf 的散热工作；当机柜完全封闭的情况下，热空气很难及时排到机柜外面去，会造成热空气在机柜内部循环，导致环境温度升高，这时风冷已无法达到散热目的，必须选用其它散热方式，如

液体冷却。

A．威图风冷散热技术：

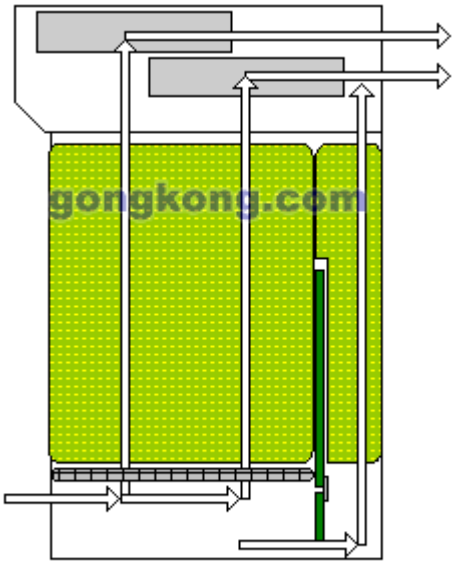
下面我们以威图公司的 13U AdvancedTCA Shelf 为例来介绍 ATCA 的散热技术：

其技术规格如下：
Standard system Version VA-1 (Rittal ShMC)

- 19” x 13 U x 385 mm deep
- 14 x 6 HP for front boards and RTM
- 14 Slot backplane with bussed IPMI
- 4 x fan RiCool
- 2/4 PEM plugged at the rear
- Prepared for 2 x Rittal ShMC (rear)
- Interchangeable filter frame

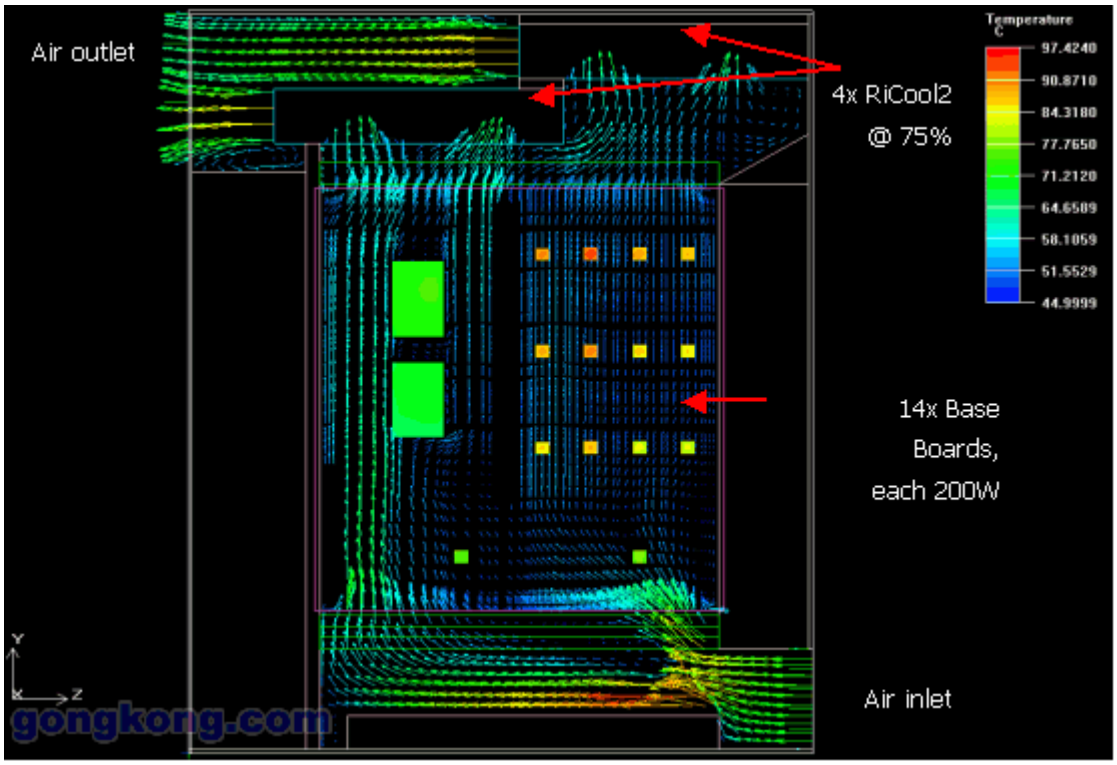
其中 4 个涡轮式冷却风扇按照上下两层排列，
将冷却风流自下而上吸入，从后面排出。

其风流通道如图所示：

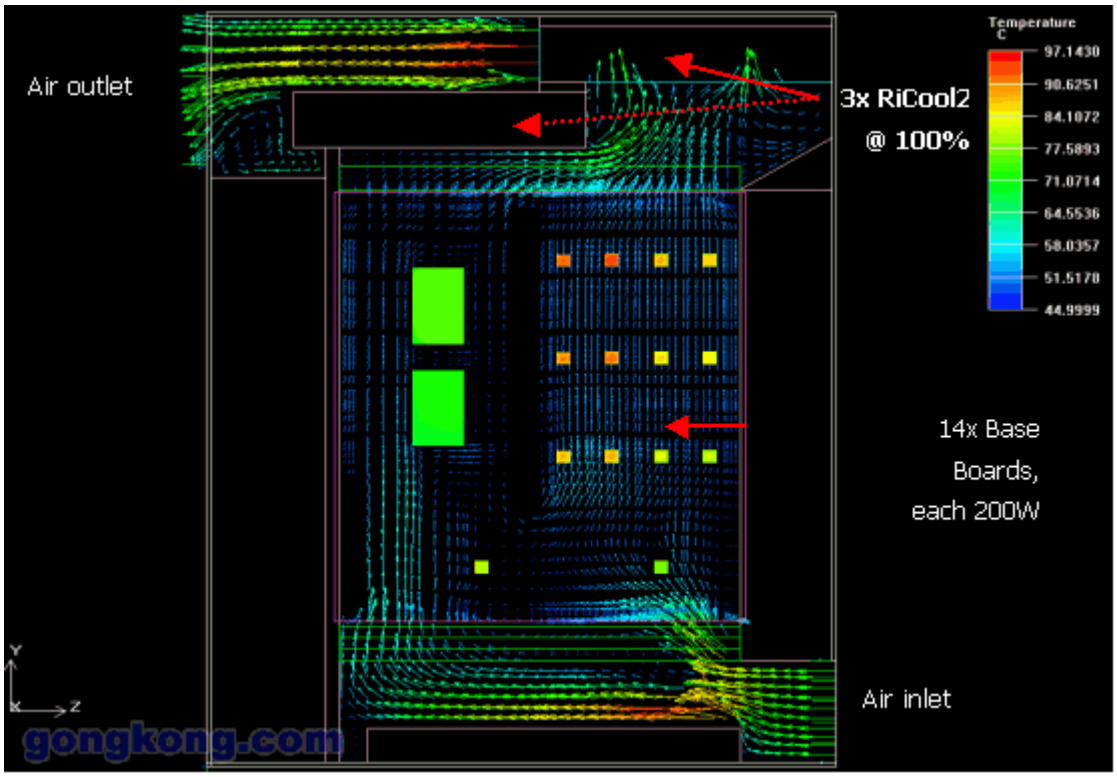


Right Side View

根据 13U ATCA Shelf，威图公司做了热量以及风量的模拟分析：
Heat and Flow simulation per CFD
(Computational Fluid Dynamics)
<--图片标记 5-->
Condition A： 4 个 Ricool Blowers 以 75%的转速运行：




Condition B：3 个 Ricool Blower 以 100%转速运行：




根据试验的结果分析，威图公司确定了其 13U ATCA Shelf 的整体设计，并确保其完全符合 AdvancedTCA 规范对散热的要求。

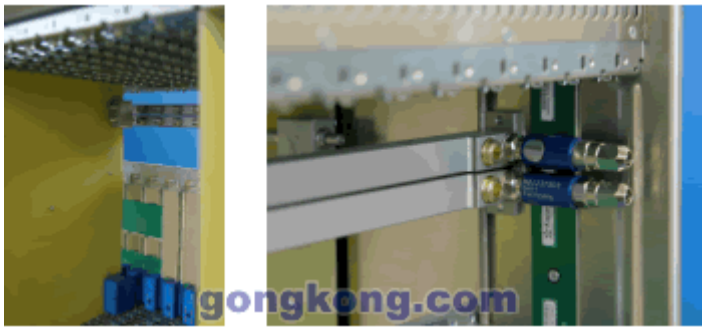
B．威图液体冷却技术

液体冷却技术适用范围：

- 当系统对散热的要求甚至高于 ATCA 规范的定义（3KW/shelf）时
- 当 ATCA Shelf 处于相对密闭的环境，或者存在温度非常高的“热点“区域时
- 当客户需要更加紧凑的 ATCA Shelf（例如 10U 或更低..）时

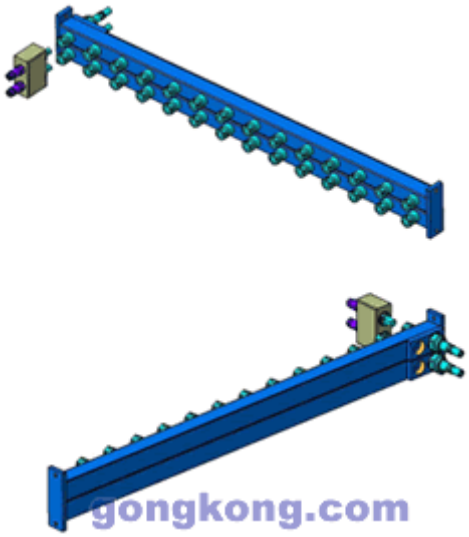
液体冷却技术图解：

散热原理： 由工业空调提供冷却循环水，板卡上的“热点”安装液体散热片，散热片通过循环管道以及特殊连接器与背板连接，背板上由特殊连接器通过循环管道与工业空调的循环系统相连。板卡可以正常插拔，不会牵连循环管道。

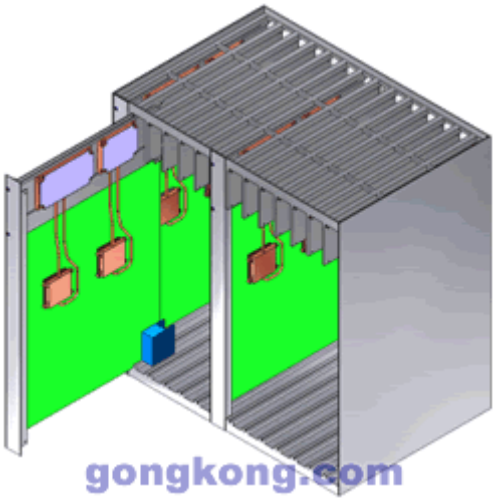



用于连接冷却循环水的特殊连接器：（如下图示）

特点： 使用蒸馏水，带输入输出连接端子，安装于背板上部 Zone3 区域。




液体冷却技术图示：




**3．AdvancedTCA 的其它核心技术还包括：电源管理，系统管理等，这里因为篇幅所限，不再一一介绍。**

CompactPCI 与 AdvancedTCA 的应用介绍

A． CompactPCI 应用介绍：
作为高性能高可靠性的计算平台，CompactPCI 技术在很多行业都取得了广泛的应用，例如：电信增值业务包括彩铃，彩话等，军用通信系统，海军声纳探测设备，雷达监测设备，实时机器控制设备，测量测控平台，铁道信号监测系统，航天航空领域，石油测井计算平台等等。

下面以威图公司的 CompactPCI 系统为例，介绍 CompactPCI 技术在行业中的应用：

A． ComapctPCI 在海军声纳探测技术中的应用：
系统要求：大容量 CompactPCI 系统，背板可以支持 20 个 DSP 处理板卡，并保证充足

的电力供应，足够的散热能力，以及稳定的工作状态。

威图配置：12U 20slot CompactPCI 系统，12 个冷却风扇风道自下而上，6 颗 250W CPCI 电源保证 1500W 的电力供应，同时支持 5+1 冗余。系统图片如下图：

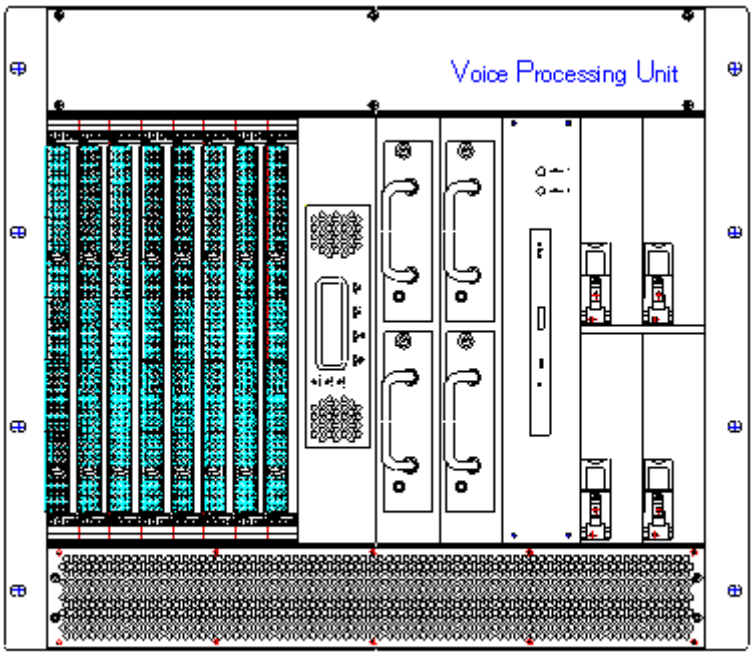
该系统目前已通过海上试验，威图公司的 CompactPCI 系统以稳定的性能保证了海上试验的最终成功。

B． CompactPCI 在移动增值业务——彩铃系统中的应用

作为彩铃系统中最重要的设备——Voice Processing Unit 的计算平台。

系统要求：支持 8 个 slot CompactPCI 插卡（其中语音卡 7 个），支持 4 个热插拔 SCSI 硬盘，支持 Raid 0，1，3，5；支持风扇故障报警显示，支持交流电源冗余双输入且保证 1000W 电力供应；系统运行稳定可靠。

威图配置：8 slot H.110 CompactPCI 背板，2 个热插拔 SCSI 硬盘模组（每一组支持 2 个热插拔 SCSI 硬盘），一个 Raid Controller 支持 Raid 0，1，3，5 等，交流双输入模块，4 个 250WCPCI 电源支持 3+1 冗余。系统配置如下图：



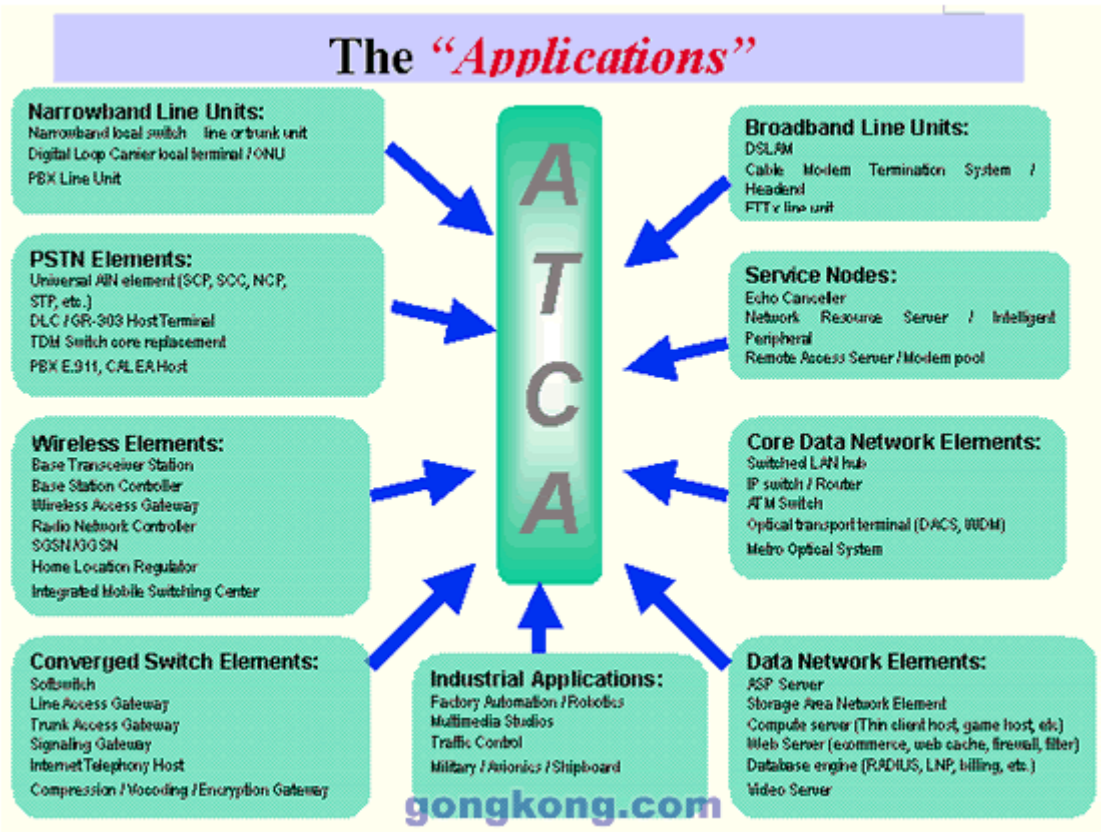

gongkong.com

(FRONT VIEW)

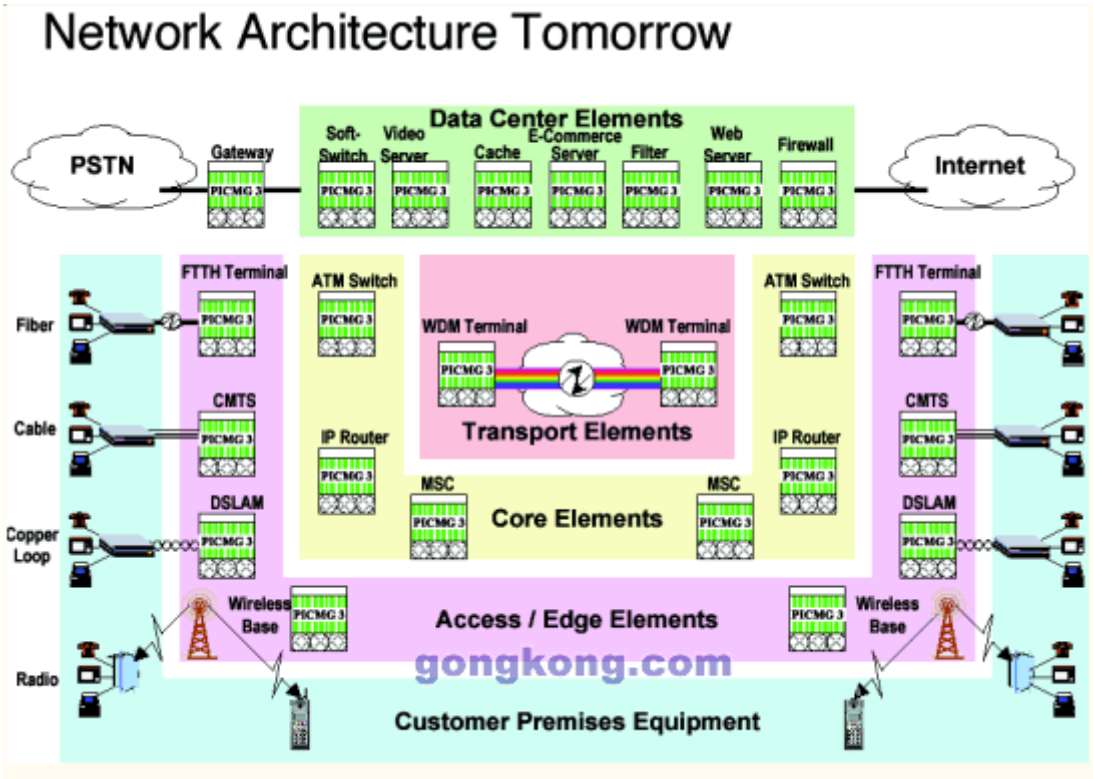
目前该系统已经在现场运行了一年半多的时间，威图公司的 CompactPCI 系统以良好的质量，稳定的运行获得了用户的一致好评。

B．AdvancedTCA 应用介绍：

AdvancedTCA 的设计目的就是作为电信应用的高级计算平台，因此 AdvancedTCA 可以作为通用计算平台在各种各样的电信行业应用中找到自己的位置，如下图所示：




AdvancedTCA 在电信网络架构中的位置如下图所示：




下面通过威图公司 AdvancedTCA Shelf 在电信网络中的应用来具体说明 ATCA 技术的巨大优势：

1． ATCA 在流媒体/IPTV 中的应用：

在采用 ATCA 技术之前，流媒体处理平台一般采用 PC-server。一台 PC-server 可以处理 200 个请求，系统集成商从运营商那里得到 300，000 个请求的订单，为满足客户要求，需要配置以下系统：

1500 sets PC-server：For Example：Dell2850 2U

150 个 19“42U 机柜：假设一个机柜安装 10 个 Dell2850

这意味着运营商必须为这 150 个新增机柜准备近 300 平方米面积的机房，这对于运营商来说是非常非常高昂的成本，因此运营商拒绝此方案。

而采用 AdvancedTCA 之后又如何呢？

一个 ATCA board 可以处理 300 个流媒体请求，一台 ATCA Shelf 可以取代 15 台 PC-server，因此采用 ATCA shelf 作为流媒体处理平台，只需要 30 多个机柜就可以了，这大大节省了运营商的运营成本，因而该方案受到他们的欢迎并被最终采纳。

2．ATCA 在 GSM 网络基站控制器中的应用

在采用 ATCA 技术之前，GSM 基站控制器由 3 台 ETSI 机柜系统组成，总共约有 200 多块处理板卡，系统结构冗繁复杂，单卡处理能力偏弱，而且系统总成本偏高。

后来客户采用威图公司的 13U ATCA Shelf 作为基站控制器的处理平台，整个系统结构大为简化，只需要两台 ATCA Shelf 就可以代替原来的 3 台机柜设备！

而且性能大为提高，稳定性，可靠性都得到了极大的保证，并且有效地降低了成本。

随着 ATCA 技术在电信行业影响日渐扩大，ATCA 在电信行业的应用必然越来越广泛。

*威图公司简介：*

威图公司是一家来自德国的跨国公司，在全球拥有 50 家子公司，20 家工厂（其中包括威图在加拿大滑铁卢地区的子公司 Kaparel —— 著名的 CompactPCI/AdvancedTCA 厂商），共 8000 余名员工。主营产品一共分为七大类，其中 CPCI/ATCA 产品属于其第二大类产品。威图公司是 PICMG(PCI 工业计算机厂商联盟)的主任委员，也是 PICMG 的发起者之一，是最“原始”的 CPCI/ATCA 厂商。威图公司的 CPCI/ATCA 产品拥有多项独特的专利技术，并以开放式架构，兼容性好，配置灵活，定制性强等优点而著称于业界。公司内有多名资深员工先后在 PICMG，IEEE 等国际标准或规范组织中担任要职。基于如此雄厚的实力，威图公司可以在第一时间内提供最先进的，符合 PICMG 最新规范的 CPCI/ATCA 产品。