

# 一体化数字化医院建设有关技术的应用实践

广东省江门市中心医院 陈能太

医院内外环境及信息技术发展推动了医院数字化建设热潮的来临，电子病历成为热点，而电子病历是建立在医院全面数字化基础上的。当时面临三大困境，一是没有能实现医院全面数字化的公司，即使有，也不能实现真正的一体化。二是医院只好采用不同公司产品加以集成，但集成又遇到重重困难，造成费用高、难度大、周期长、维护升级难等，甚至推倒重来，浪费严重。三是电子病历没有较为成熟的产品。我们针对上述问题，大胆创新，积极采用新技术、新方法，降低风险，力争建设一个，成功一个，收效一个。我院与广州安易医疗软件公司于 2003 年 10 月合作启动了“数字化医院的开发与建设”项目，现就项目有关技术讨论如下。

## 1 技术路线

数字化医院建设是一项庞大的系统工程，必须有明确、清晰的技术路线。

### 1.1 一体化设计方法

一体化方法是一种自顶向下、横向兼顾、底层支持的设计方法，即既要从管理、医疗、后勤等全部业务的高度又充分考虑各业务之间的联系，同时兼顾系统未来的扩充与发展，从底层数据结构的设计支持全院各系统的集成和共享。一体化设计的出发点主要是统一规划医院数字化建设的内容和步骤，一体化设计给出的是数字化医院建设框架和信息规范，在这个框架下，开发覆盖全院业务的一体化产品，同时兼顾对其他厂商产品的整合，实现全院应用系统的高度集成、系统数据的高度集中和信息的高度共享。一体化方法应贯穿于需求分析、系统设计、系统实现、系统实施和硬件平台设计各个阶段。

1、在需求分析阶段，站在实现全院数字化的高度进行一体化需求分析，自顶向下、横向兼顾，既要全面分析全院医疗、管理等全部业务，又充分考虑各业务之间的联系。

2、在设计阶段，对全院业务需求进行综合分析，统一设计数据对象，合理组织数据结构，减少

数据的冗余和不一致，使各业务系统通过直接访问数据库对象获得公共信息或协同处理。

3、在实现阶段，有些共享信息是组合数据，从面向对象技术的角度，这类信息具有若干属性，同时还有对它们进行处理的方法。例如 PACS 图像信息，要使它从 PACS 系统中共享出来，不仅仅是一个或多个图像文件数据，还要包括对该图像文件的显示、测量等方法。这类信息的共享通过组件接口技术实现，即将信息属性和处理方法封装到组件对象中，一并提供给其它使用者。中间应用服务器实现互相关联的各应用系统可工作在不同数据库服务器上，保证应用系统的相对独立性。对于规模较大的医院，可方便地将相对独立的业务数据分别配置在多个数据库服务器上。如我院根据服务器的处理能力，将 HIS、LIS、PACS 分别配置到两个群集的三台服务器上。

4、在实施阶段，整理建立适应全院各业务系统要求的基础资料，规划统一的信息编码方案，明确基础资料的维护职责和权限，保证公共信息的准确性。如我院住院、门诊共用一套数据字典，满足了不同应用的要求。

5、在硬件平台设计上，采用基于 SAN 架构的集中存储（数据物理集中）的核心平台方案，实现了全院业务和数据的集中处理和存储，做到了逻辑集中与物理集中的统一。这种结构有更先进的技术，更高的性能，更方便管理，更易扩充容量，更高的安全性，更快的存取速度，较好地解决了性能、存取速度、安全、扩展等方面容易出现的瓶颈。

一体化的优势在于，一体化系统不存在复杂的接口，容易实现信息共享，可降低集成费用，特别是随系统的增加接口呈几何级的增长，集成费用是一个不小的数字；一体化系统的数据是逻辑集中的，适合用集中存储的硬件体系结构的承载，可降低硬件投入；在多系统集成中的应用系统中，接口的变化往往牵一发而动全身，但一体化系统不存在这个问题，更易维护，降低维护费用；一体化系统的项目管理和组织更简单；一体化系统升级更容易，运行更稳定、可靠、高效；一体化系统可按照医院内部运作的逻辑关系逐个实施，新上线系统都有全面而可靠的数据来源，可减少阻力和难度，加快实施进度，缩短建设周期。

## 1.2 系统集成

在一体化框架下，我院以一体化的安易医院信息系统为主体，针对其它厂商的产品进行整合，充分考虑到集成和被集成的情况，即产品从设计到实现，既要考虑集成其它软件产品，同时也要考虑被其它软件产品集成。只有这样才能符合医院的实际应用情况，实现高集成性，实现最大限度的信息共享。实际上，单一厂商的产品不可能完全满足医院不断增长的需求，再者，用户总是希望在某个应用领域使用最先进的产品，而数字化医院建设中涉及的应用范围非常广泛，因此，系统集成

不可避免地存在，是数字化医院建设的难点和关键。

系统集成其实就是各个应用程序之间如何共享和交换数据，达到协同工作，实现用户的最终目标和要求。系统集成的方法主要是接口技术，通过接口函数实现不同软件产品之间的通讯和数据交换，这其中包括适应内部产品间数据交换的内部接口，和与其他厂商软件间交换数据的外部接口。主要采用中间服务器及组件技术去实现。若是我们的产品集成其他厂商的产品，则需要对方提供数据接口，接口的处理通过中间服务器完成，而调用该中间服务器的应用程序基本不需要修改就可实现，如 RIS 应用服务器、检验应用服务器的设计，即既可以连接我们的 PACS 及检验系统，也可集成其他厂商的 PACS 及检验系统；若我们的产品被集成，则通过组件技术把外部接口封装成则组件，提供给其他厂商的产品调用。

在我院的 PACS、药品咨询与用药安全监测系统、江门医保、中山医保、新会医保、即将实施的手术心电监护系统就是基于组件的接口平台的集成。

## 2 技术原理

### 2.1 多层分布式应用

数字化医院建设的核心是建立高效的数据库应用系统，在并发客户工作站点超过 500 的网络环境中，使用传统的 C/S 结构来建立高效的应用系统是不现实的，而多层分布式应用技术已经成熟，因此，我们的各个业务软件系统均以多层分布式结构进行设计和实现。多层分布式技术的应用关键在于如何定义和界定 Server/Client 的功能范围。建立基于多层分布式结构的应用系统具有以下优势：

- 表示层、逻辑层、存贮层的划分使研发过程更条理化，更能充分发挥研发人员的个人专长，更适合团队合作研发模式，提高研发效率和质量。
- 复杂的业务逻辑封装在应用服务器中，根据硬件和网络资源状况灵活配置，配以网络负载均衡机制，能够很好地解决大型应用系统中的“堵塞”问题。
- 应用服务器具有“缓冲”功能，大大缓减数据库的压力。
- 多层分布式体系结构的建立，为 Web 应用奠定了基础，将医院信息动态地、有选择地发布于 InterNet 变得更简单。
- 简化应用系统的分发、安装、升级过程，降低系统的维护成本。
- 分布式结构的安全机制更加完善，系统的防攻击性能得以提高。

## 2.2 组件技术

这里的“组件”是指基于 Microsoft COM/DCOM 框架规范的应用程序，它是以 DLL 的形式封装。COM 为组件的创建定义了应用程序接口，用来集成自定义应用程序或支持不同组件间的相互作用。分布式组件对象模型（DCOM）建立在 COM 基础上，是由 Microsoft 提供的一种用于开发分布式系统的方法。DCOM 中，可以在一台计算机上执行 COM 对象，而在另一台计算机上创建 COM 对象，并访问它们的方法。

组件是建立分布式应用系统的具体表现，也就是说应用系统软件产品都是以封装成 DLL 文件的组件提交给最终用户。组件可以作为 Client 访问其它组件，也可以作为 Server 被其它组件访问，而且可以是远程访问。

组件技术的应用，不仅实现了数字化医院应用系统的多层分布式结构，而且使应用系统的其它特性很方便地得以实现，主要表现在：

- 操作权限控制机制更加合理、严密，很方便地实现一点登录和个性化功能设置。
- 软件版本控制和自动下载机制的实现变得更为简单。
- 很方便地向第三方软件提供集成接口，即被集成。
- 从实现手段上支持了应用区域划分。

## 2.3 应用区域划分

应用区域划分是指从逻辑上将全院业务划分为独立的应用系统，各个应用区域在逻辑上拥有自己独立的数据库，物理上是否独立完全取决于人为配置，不同规模的医院根据业务量的大小、资金情况等方面可以配置多个独立的数据库，也可以仅配置单一的数据库。

随着医院应用系统的不断增加，数据访问量亦在不断的增长，数据的完整性、安全性、存储、性能等问题接踵而来，只从提高硬件设备性能去改善不是根本的解决方法，必须在软件设计与实现上提供更好的支持。应用区域的划分为硬件环境建设提供更灵活的支持。

应用区域划分的实现也是以组件技术为基础，一个区域的应用系统不能直接访问另一区域的数据库，而是通过另一区域组件接口进行数据访问或交换，对于客户应用端这一切是透明的。因此，不同区域的应用系统甚至可以由不同的数据库平台支持（比如 HIS 使用 Oracle，LIS 使用 SQL Server）。

## 2.4 XML 技术

在临床医疗过程中形成的电子病历，既满足医院内部的管理要求，还需要为以后不同医院之间的信息交换提供很好的交换基础，而医院间的病历信息交换存在样式显示的差异性，并且部分信息是医院不公开的，XML 技术可以很好的解决以上问题。

1、数据和显示的分离，医院只提供病历的数据文件，而接收方医院可以使用自己习惯的样式显示病历内容。

2、可以使用成熟的网页搜索引擎作宏观信息统计。

3、XML 是一种可扩展标记语言，可以定义电子病历丰富多样的标记内容，以涵盖全部的病历信息形式。

## 2.5 CA 认证

病历的签名在法律上需要具备不可抵赖性和时效性，在电子病历的应用中，使用 CA 认证颁发的数字证书和相关的电子签名（PKI）系统可以给电子病历赋予符合电子签名法的数字签名。CA 认证产生的数字签名中包含签名者的公钥证书，任何取得该病历文件者都可以验证病历的有效性，防止病历在交换过程中被修改，修改过的病历其数字签名会失效。而 CA 证书的私钥证书用于个人的签名行为，只有证书持有者才能签发代表其个人的数字签名。在个人签名过程中可以加入时间戳信息，使签名行为具备时间证明效力，该时间来源具备不可逆调性，比传统的手写签名更具有时间效力证明。

## 2.6 数据库组织技术

数据库平台是应用系统的底层支撑，医院数据信息错综复杂，数据增长快，响应要求高，因而数据库系统设计的合理性非常关键。

我们把数据归纳为在线数据、近线数据、离线数据三种，分别建立三个对应数据库，通过数据库分隔设计，保证了在线数据不会无休止的增长，提高了数据库的处理效率。当在线数据库中查找不到时，系统自动到近线数据库中查找；当数据量大到存储体不能容纳时，可将近线数据转储到其它存储介质（如光盘），需要查找时，恢复为近线数据即可。如我院除在线数据库外，还建立了与 2003、2004、2005 年对应的近线数据库，因还有充足的存储空间，目前还没有必要建立离线数据库。但这样的结构同时增加了系统的实现难度，系统必须具有完备、可靠的数据迁移机制和功能，并且

支持跨数据库的查询、统计和修改。

在数据库对象设计中，表对象的组织合理性直接影响着数据的处理效率，对于一些数据量增长快，且访问频繁的数据表，在设计时需要进行表的分割，按年或按月建立表对象，数据按年或月存放到相应的表对象中。如我院的门诊是按月划分不同的表对象。数据表的分割也为数据迁移做好了准备。

字典数据（即基础数据）的查找调用非常频繁，对各类信息采用编码技术，其设计和使用原则按编码唯一性、编码定长存贮、系统不依赖编码进行，以保证同一实体的信息项只有唯一的信息源，保证数据访问的效率。

另外，在同一版本的产品中同时支持多种大型数据库，使用自主开发的数据库引擎，对不同数据库类型的 SQL 语句进行解释转换，为前端编程提供透明性支持，提高了开发效率和程序的可维护性。

### 3 结束语

通过以上技术的综合应用，项目进展顺利，2004 年底项目基本完成，系统集成和电子病历两大热点和难点问题得到较好解决，建成了较为完善的医院数字化体系。2005 年 10 月，经过广东省科学技术情报研究所的查新和中国赛宝实验室软件评测中心的严格测试后，由广东省科技厅组织、广东省卫生厅和江门市科技局联合主持的鉴定会对“数字化医院的开发与建设”项目进行了鉴定，结论是：“鉴定委员会一致认为：该成果在一体化设计实现系统集成和信息共享、电子病历、全院 PACS、成本核算与绩效管理等方面进行了成功尝试，有独创之处。为我国数字化医院建设探索出一条低投入、高可用性、高集成性、高效率的新途径，经济、社会和管理效益良好，其建设模式有特色，应用达到国内领先水平。”两年来，运行稳定、高效、安全，收到良好经济、社会和管理效益。