

# 构建基于网络服务构架的中国科学院资源规划(ARP)系统

文 / 任玉平 · 中国科学院办公厅信息处  
朱晓荣 · 中国科学院国家科学图书馆

**摘要:** 中国科学院资源规划(ARP)系统的建设,虽然在管理创新上发挥了作用,但过去一些在设计理念上的落后使系统面临许多问题。近年来,随着SOA理念与技术的成熟,国内有一些大型系统成功地实现了SOA化。通过对信息化规律的分析,指出SOA是软件出现的必然趋势,通过对SOA概念的理解,提出中国科学院ARP系统SOA化的路线图,可供中国科学院及各政府部门信息化建设参考。

**关键词:** 中国科学院 资源规划 信息化 SOA 网络服务

## 一、引言

近年来,随着面向服务架构(Service-oriented architecture, SOA)的理念与技术的成熟,国内有些部门的信息系统成功地实现了SOA化,如南京市玄武区政府、北京市朝阳区政府的案例。中国科学院资源规划(Academia Resource Planning, ARP)系统的建设,标志着中国科学院首次建成了全院统一的管理信息平台并在全院120多个单位得以应用。但从软件体系构架上,以及未来可持续发展方面仍有许多值得探索的地方。本文从ARP系统现有的技术构架、所面临的业务需求等方面入手,分析该系统存在的不足,并探索该系统SOA化的新思路。

## 二、中国科学院信息化的特点

中国科学院是国家级事业单位、科学研究的国家队,科研水平在国内当属首位,但对信息化的需求确是多元而易变的。首先,中国科学院似政府非政府,

似大学非大学,属自由探索的科研机构却又有中央集权的院机关,院机关掌握部分科研经费与领导任命权,研究所是独立法人,有自己的主观管理意识。科研人员或成团队、或成科室、或单打独斗,自由探索也有各自的管理与研究方式。因为管理方式不同,所以很难实行一元化的企业管理方法,也很难用政府式的分级管理手段。对信息化的业务需求往往是多样的、易变的。

计算机软件是遵循一定管理需求或信息处理逻辑而设计的,面对中国科学院这种机构一定是难以应付,结果是存在多种管理方式、多种信息资源、多种软件形式。唯一的统一是对网络的依赖,这一点无论管理与研究部门均非常强烈。

中国科学院ARP系统是典型的分布部署的应用系统,形式上分为院所两级,院级系统是根据院管理部门需求开发完成的,所级系统是基于ORACLE EBS商务套件(ERP)的部分模块并部分定制

开发的。体系构架上存在两种J2EE的中间件,分别是ORACLE iAS的和神州数码开发的CO-OFFICE平台(参见图1)。

这种构架的方便之处在于开发速度快,可以迅速完成系统开发任务,但同时又过分依赖于中间件开发平台,造成无法应对系统升级、业务重组等需求变化。

## 三、软件体系结构的演变与SOA时代的到来

软件的体系构架可以用美国哈佛大学理查德·诺兰(Richard L. Nolan)早在20世纪70年代提出的信息化发展规律,即著名的诺兰模型加以说明。该模型将信息化的过程分成了从起步到成熟的6个阶段,各个阶段之间信息化的程度是逐步递增的,必须从一个阶段发展到下一个阶段,不能实现跳跃式发展(参见图2)。



图1 ARP系统架构

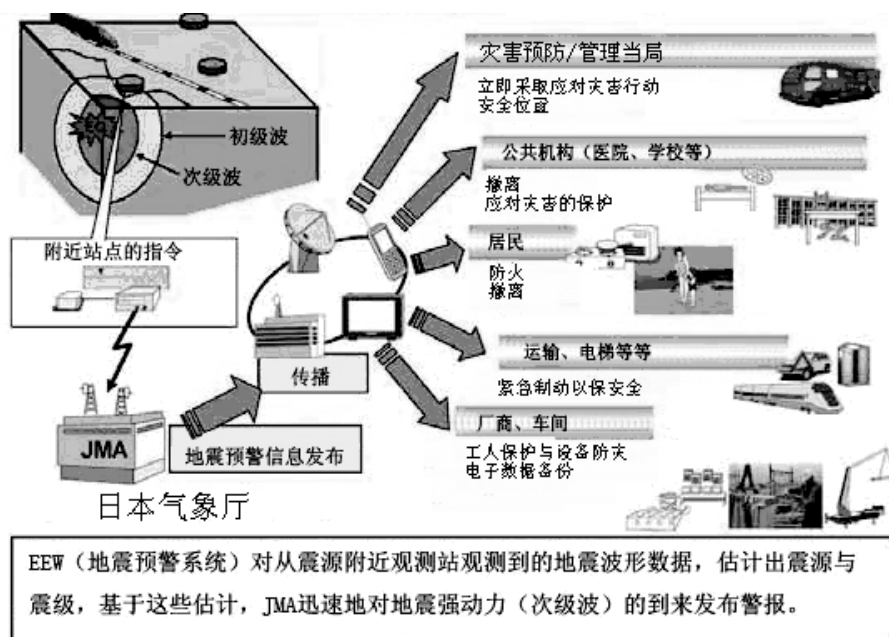


图2 诺兰模型

**1.初始阶段：**初始的局部计算应用，如报表、开票。

**2.普及阶段：**应用软件产品化（单机版应用增加，计算机代替手工）。

**3.发展阶段：**IT 系统化（开始注重规划，网络版单项应用增加，如中国科学院早期开发的 MIS 系统）。

**4.集成阶段：**IT 集中化（开始统一技术平台，进行一体化集成，消除部门间壁垒，目前的中国科学院 ARP 系统部分达到这个阶段，但仍存在分布式系统带来的矛盾）。

**5.数据管理阶段：**IT 集成化（统一规划组织内的信息资源，开始全面的数据综合利用，这是中国科学院 ARP 系统二期的目标，目前仍未实现）。

**6.成熟阶段：**IT 资源化（全面整合内外部资源，形成完整的信息管理、辅助决策体系，是 ARP 系统的终极目标）。

第三向第四阶段的转化是计算机时代向信息时代迈进的过程，这是非常重要的转折点。借鉴这一阶段划分理论，结合目前中国科学院信息化的现状，可以清晰地看到，中国科学院的信息化已完

成了第三阶段向第四阶段的部分迈进，进入到向第五阶段 IT 集成化迈进的历史性关键时期。这一步的完成将是质的飞跃，其成功与否，直接关系到中国科学院信息化的整体进程与最终目标的成败。

#### 四、基于服务构架（SOA）是软件发展的必然趋势

回顾计算机软件、硬件与网络的发展历程，不难看出，IT 成熟度模型中各个阶段对应计算机软硬件发展的关键进程（参见表 1）。

表 1 IT 成熟度与计算机软硬件发展程度对应关系

IT成熟度模型中的等级	一、初始	二、普及	三、发展	四、系统内集成	五、全社会集成	六、成熟
IT的作用	个人工作的工具	部门级业务工具	企业（机构）级业务工具	企业（机构）战略性工作、决策支持	企业（机构）间，社会化合作	企业（机构）的核心竞争力
软件开发的主要形式	普通的数据处理、桌面应用	基于桌面大量应用、C/S大量应用	C/S, B/S方式混合存在。基于构件的开发，JAVA的发展	B/S, WEB SERVICE和SOA构架	SOA构架为主	面向战略的IT系统
操作系统	DOS/WINDOW32等	WINDOWS /NT系列, UNIX	WINDOWS/UNIX/LINUX	WINDOWS/UNIX/LINUX	WINDOWS/UNIX/LINUX	
主要应用软件	单机版财务软件、字处理等	早期的MRP或ERP等，邮件	ERP/CRM/PMS/PLM等大量应用	商务智能，知识管理，内容管理	协同工作，商务智能，数据挖掘等	
数据存储方式	DAS，直接存储在PC机的硬盘或软盘上	局域网NAS/SAN网络附属存储/存储区域网络	FCSAN/IPSAN光纤存储网络/以太网存储网络	数据集中存储（FCSAN/IPSAN）	数据大集中、网络存储	
数据通信	电话电路通讯	IPV4，IP语言、IP视讯等	呼叫中心/IP监控/IP流媒体	IP集合通信、	制定核心业务	
计算模式	个人机	分散型计算	数据中心，计算中心	集中计算或网络式计划	网络计算	
网络	基本没有建立	路由/交换，VPN等	城域网优化、网络质量保证	高速网络/各种网络并存	网络与安全互融，智能型整体安全体系	
安全系统	没有考虑	基本安全	全局安全，统一安全策略	统一安全策略		
IT管理模式	IT设备为固定资产或电器管理	网络管理与用户管理	集中式的安全管理/资源管理	面向业务的端到端的管理	统一、协同管理	

为解决软件面临的许多问题，过去曾做了许多探索，从最早的自动编程软件到面向对象的技术、组件或中间件技术等，其目的均为解决软件的复用，提高软件开发效率，让软件适应业务逻辑变化等问题。

SOA 的基本思想是以服务为核心，将企业的 IT 资源整合成可操作的、基于标准的服务，使其能被重新组合和应用。这个梦幻般的理念在提出之初曾引起业内的轰动。今天，SOA 已经从一个虚无缥缈的概念，变为业界追捧的技术、企业未来的投资重点，几个关于 SOA 的基本概念是：

### 1. 服务定义

服务是一种功能，它是一种定义好的自我包容而且不依赖其他服务内容或状态的一种服务。一个组织的内外服务综合起来形成基于服务的构架。

### 2. 服务构架的定义

基于服务构架本质上指一组彼此连接的服务。这种通讯可能是简单的数据传送或两个或更多服务协同作业，需要一些将服务连接的手段。网络服务采用 XML（扩展标注语言）形成非常强壮的连接。

基于服务的构架并不新奇，过去对许多人而言，第一代的基于服务构架是 DCOM（分布式组件对象模型）或 ORPs（Object Request Brokers，对象请求代理），

这是基于 CORBA（Common Object Request Broker Architecture，通用对象请求代理构架）规范。

图 3 说明基于服务的基本构架。它表示位于左侧的服务消费方，向右侧的服务提供方发出一个服务请求的消息。服务提供者给服务消费者返回一个消息。这个请求及后来的回答之间的联接以一种双方都能理解的方式定义好。服务提供者同时也可以作为服务消费者。这些连接如何定义将在网络服务解释中加以说明。

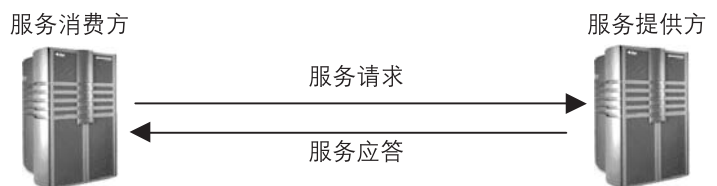


图 3 基于服务的基本构架

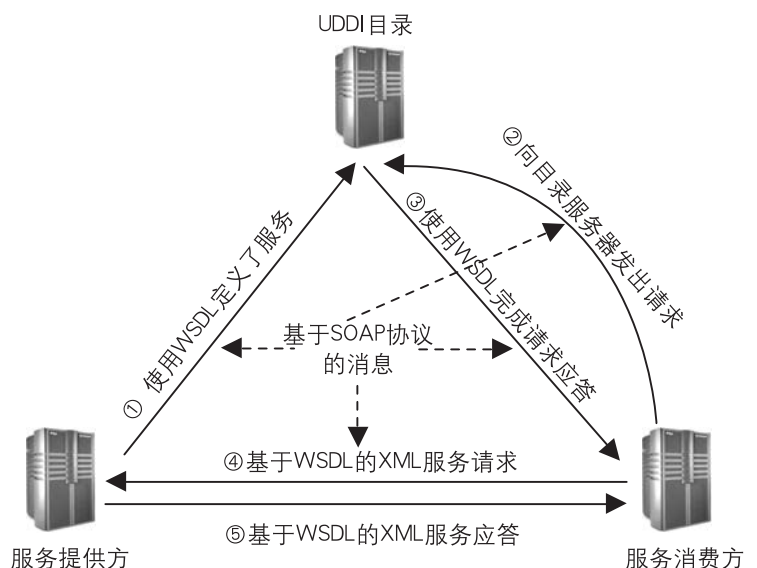


图 4 WSDL 的使用流程

### 3. 网络服务

首先，网络服务需用规定语言定义（Web Services Description Language, WSDL），它是形成网络服务的基础。图 4 说明了如何使用 WSDL，左边是服务提供者，右边是服务消费者，服务的提供与消费步骤包括：

服务提供者用 WSDL 描述或定义其服务，这种定义发布到服务目录中。服务目录采用使用统一描述检索与综合（UDDI）的技术表示。服务消费者向目录

发出一个或多个请求去寻找所需服务并决定如何和这个服务进行通讯。

服务消费方用 WSDL 向服务提供方发出服务请求。由服务提供者提供的部分 WSDL 传向服务消费者，该语言告诉服务消费者所提交的请求与应答。

图 4 所示的 UDDI 目录就是所谓的登记处，登记处的目的是作为一种查找用 WSDL 描述的网络服务的手段。UDDI 登记的作用是允许各种组织用各种方法查询网络服务的使用方式及是否可用。

图 4 中所有的消息均使用 SOAP 发送。SOAP 基本上是提供网络服务消息的信封或包装。SOAP 一般用 HTTP（超文本协议）协议发送，也可能使用其他连接方式。HTTP 是互联网上常用的协议，它的广泛使用促进了网络服务的应用。

经进一步抽象简化，如图 5 所示，在图顶部标注“网络服务”的长条表示目录或网络服务。可以认为网络服务如同 PC 计算机中的数据主板总线，在上面插上许多电路板，其他中间件解决方案类似使用总线的概念。

一个基于服务构架的重要概念是任何服务提供方同时也是服务消费方。这就是为何图 5 中网络服务下方只表示出服务，而非“服务提供方”与“服务消费方”。

SOA 构架的重要标准是看系统中不

同的组件是否能提供服务。实际案例如美国西北航空公司(North West Airlines)的业务系统，该公司超过 80% 的乘客喜欢通过网络接入和设在机场、酒店等地点的登记处办理手续，而不是在售票机构排长队。该公司的业务系统通过 SOA 技术向乘客提供可靠、便捷、定制化的服务。

10 年前，解决灵活性问题的方法是企业应用集成(EIA)，在主机端运行经过整合的软件。不过，这一方法已越来越难于适应日新月异的业务环境，其中最重要的原因是新的业务过程往往跨越多个组织或需要复杂的分析和协作。因此，新的解决方案不仅需要提供高效的业务推动力，更需要的是能组建未来业务模式灵活的模块。客户机/服务器(B/S)架构的时代必然转向面向服务的架构(SOA)这一新的潮流。

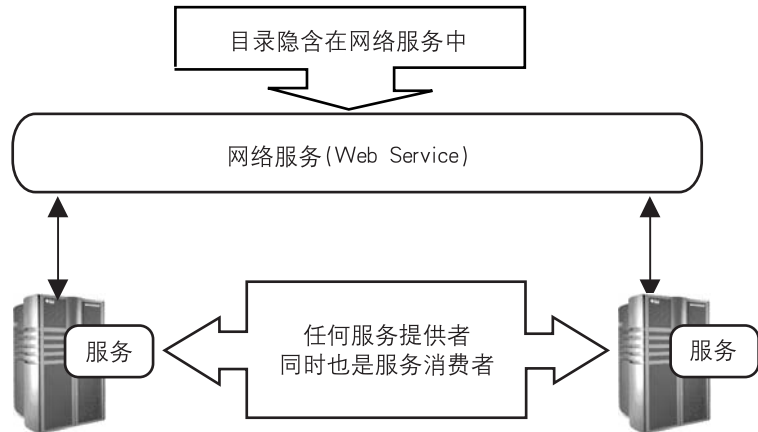


图 5 网络服务抽象简化示意

事实上，早在 10 年前，Gartner 公司就预言了 SOA 的未来。但由于当时缺乏实现 SOA 的技术基础，SOA 并没有立即引起企业和 IT 公司的重视。直到近年来 XML、SOAP、WSDL、UDDI 等 Web 服务标准逐渐成熟，SOA 才成长为可部署的技术、产品及下一代应用系统的方法论。

中国科学院 ARP 系统是典型的客户机/服务器(B/S)模式，但目前面临系统升级带来的烦恼。软件升级对用户就意味着每三年来一次革命，不仅需要大量金钱，还会闹得人仰马翻。现有的 ARP 各大模块几乎都是铁板一块，当某一点业务变化时，某一点功能需要调整时，就必须全部升级或下发补丁，这不但造成升级成本太高，而且牵一发而动全身，质量无法保证。

从理论上讲，在 SOA 构架下的软件

就像是一个不断进化的生态过程，某些“服务（业务组件）”不断地局部升级，新的“服务”不断地加入，只有这样的系统才能真正做到快速适应业务变化。

### 五、基于SOA的ARP系统解决方案

由于ARP系统当初的设计思想基本上是遵照业务流程，通过ORACLE EBS配置或开发完成的，二者共享不足，基本自成体系、自立门户。因为任何应用离不开最基本的三个内容：界面、业务

逻辑和数据展现，这些内容应该可以重复利用。过去的系统因为各应用自成体系，所以每开发或增加一个新应用，就需要重开发一遍界面与数据展现，重写一遍业务代码，浪费了大量的时间和人力。将ARP系统SOA化，就是改变过去开发应用软件的模式，首先根据业务需求，将其定义成“粒度”合适的“组件”，作为全院共享的资源，由不同业务系统随时调用。ARP的SOA架构模型如图6所示。

将ARP系统SOA化，要分为4个阶段：业务规划、成熟度分析评估、前景展望和定义路线图。

#### 1. 业务规划

这一阶段组织并定义可SOA化的业务范围。通过对中国科学院ARP系统所涉及的院所两级8大系统业务建模（已有或新建）的分析，形成业务系统的优先级、参数和粒度，从而形成SOA的业务组件。

过去的面向对象、技术组件等概念

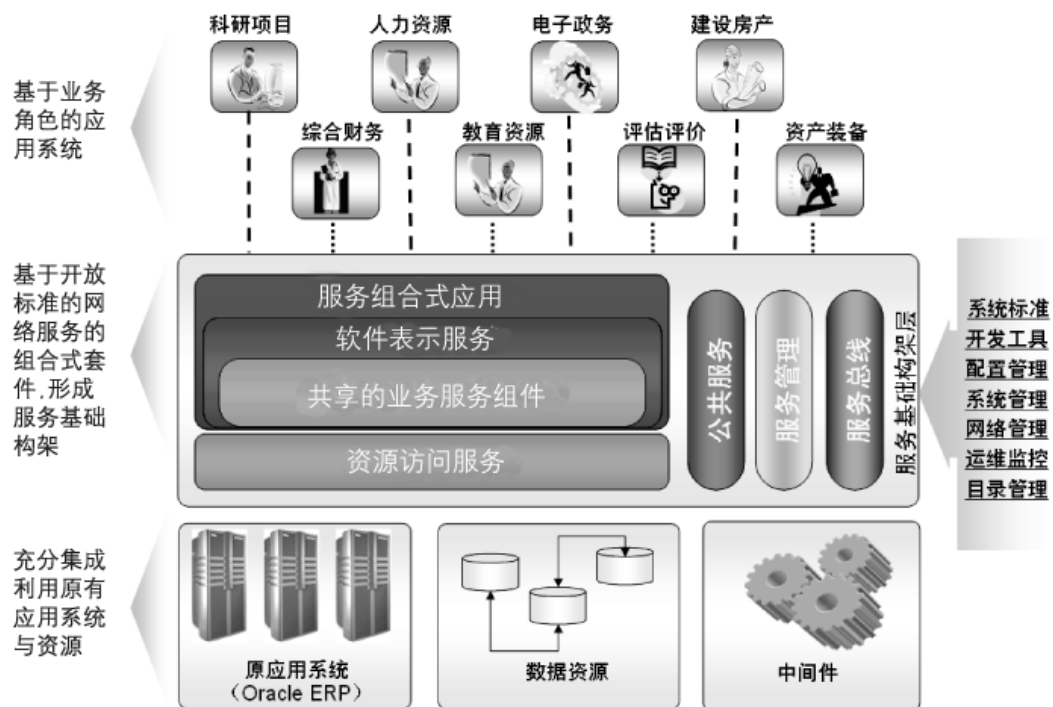


图6 SOA架构的ARP系统模型

主要关注技术，一个技术组件往往用某单一技术来实现一个技术功能，技术组件是紧耦合的，组件粒度通常过小，不但组装成本高，而且一个组件的改动对另一组件的影响很大，从而影响整体质量。但基于 SOA 架构的业务组件（也叫服务）却将注意力集中在业务功能上，每一个业务功能必须是完整的，至于实现这一个业务功能的技术可能涉及很多，如数据库、JAVA、JSP 等。也就是说，在一个业务组件中，可能所有这些技术同时出现，以实现现实生活中所需的业务功能，如财务报销、网上文字处理等。它强调技术无关性，是对业务对象的抽象。具体过程包括：

- 通过业务模型分析，定义网络服务的范围。

- 确定与其他 IT 行动的边界并建立合作。

- SOA 的业务论证与粒度划分。

- 分析现有业务行动与未来业务行动的优化级与衔接关系。

## 2. 成熟度分析评估

在成熟度评估分析阶段，要为当前所处状态建立一个度量标准。此时将定义当前已经实现、可作为 SOA 起点的服务和业务功能，并确定出可作为基础项目的项目。通过分析服务，形成描述业务的元素和语言，也可以在技术空间得到直接的表达，从而成为沟通业务与技

术的桥梁，也缓解了技术与业务之间“阻抗不匹配”的困难，使得信息技术能够随业务需求灵活应变。其次，SOA 通过标准化的、跨平台的技术规范，使得运行在不同地点、不同环境中的服务能够被统一调配组装，从而在业务流程上实现整合。所有的“服务”都采用同样的标准、建立在同样的平台之上，当发出一个业务请求时，系统将自动根据需要调用平台上的“服务”，无论这个“服务”是在什么业务系统内。

## 3. 前景展望

在这一阶段中，信息化管理部门与业务管理部门通过专题研讨会来确定并定义要求的“预期”状态，并确保举办整个全员参与的联合讨论。对近期事件要详细，而较远的事件要灵活，以便在前进中融入所得到的经验教训。

## 4. SOA 路线图

根据前三个阶段所收集的信息完成 SOA 路线图。

### (1) 定义

- 规划与范围：确定 SOA 业务的中长期规划与业务范围。

- 现有状况（SOA 成熟度）：对现有系统进行成熟度分析。

- 将来愿景（SOA 能力）：确定未来 SOA 化后的愿景。

- 差异分析：SOA 目标和适当的时限进行彻底的差距分析(gap analysis)等。

## (2) 执行

- 业务策略与过程：对业务策略与过程进行自顶而下的查看。

- 架构：评审当前架构、策略和标准以及参考架构。

- 成本与收益：概述现有成本构成与收益情况。研究未来科研活动指标、科研成本构成及科研产出物路线图。

- 构造块：对现有服务、过程、工具和技术进行分析。共享的服务基础架构需求及标准化的工具。将共享服务战略和标准化进程列入优先地位。

- 项目与应用：评审现有系统以及未完成的和已规划好的项目。

- 组织与管理：对现有管理结构和策略进行分析。

## (3) 回顾

- 阶段性里程碑回顾：通过对 SOA 化的系统进行阶段性分析比较，得出更新的经验教训。

- 实践中不断总结经验教训。

- 考虑更多的业务能力。

## (4) 优化

- 在已有的 SOA 路线图上增加应用。

- 从经验中汲取教训，提高业务适应能力。

- 整体性提高 SOA 化的系统对业务的支持，从而进入下一轮循环。



SOA 路线图应该是不断融入经验和教训的循环过程(参见图7)。

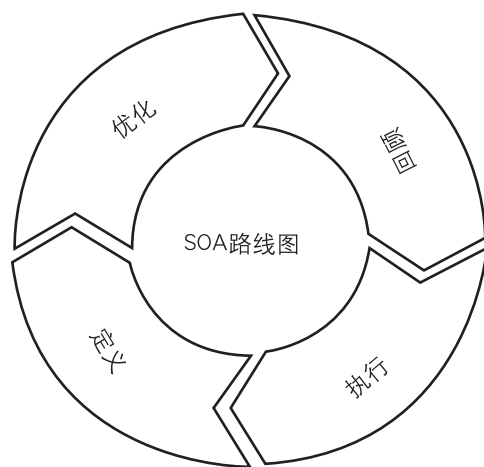


图7 SOA 实现路径

SOA 路线图最终完成以下几个工作层次以实现信息化的战略目标：①繁乱的业务形成，单独的“服务”；②完成业务功能的SOA化，完成多层次的集成；③将整体系统的IT基础设施转换为SOA模型；④转换用户的业务模型，进入SOA的良性循环，达到IT成熟度第六级，从而使ARP系统实现中国科学院的战略目标。

## 六、结束语

基于服务的构架(SOA)是软件系统设计的必然趋势，在改造与新建业务系统的同时，应用SOA的理念与技术进

行系统设计与实施将是企事业单位信息化管理部门的基本工作思路。本文从信

息化成熟度模型入手，通过分析IT系统的规划，提出对中国科学院ARP系统的SOA改造路线图，希望对中国科学院及其他部委信息化建设有所借鉴，从而更好地发挥国家信息化投资的效益。□□

## 参考文献：

- [1] Erl T. SOA principles of service design[M]. New Jersey: Prentice Hall, 2007
- [2] SOA architecture lends itself to profitable partnerships for plant-level information[J]. Manufacturing Business Technology, 2007, 25(7)
- [3] 祝勇仁, 张炜, 姚荣庆. 基于面向服务构架的企业应用集成的研究[J]. 轻工机械, 2007(4)

- [4] 吴家菊, 刘刚, 席传裕. 基于Web服务的面向服务架构(SOA)研究[J]. 现代电子技术, 2005(14)
- [5] 张建飞, 金连甫, 陈平. 电子公文交换的SOA解决方案[J]. 计算机工程与设计, 2006, 27(4)
- [6] 李蕾. 企业未来的软件架构: 面向服务的体系架构[J]. 电脑知识与技术(技术论坛), 2005(11)

## 作者简介：

任玉平, 男, 1962年10月出生, 计算机科学与应用专业硕士。现任中国科学院办公厅信息处副处长, 中国科学院资源规划(ARP)项目办公室副主任。

(本文责编: 张建辉)