

第 1 章 计算机网络工程设计概述

本章的目的是对用系统集成方法进行计算机网络工程设计所涉及的一些基本概念进行定义和讨论。首先，我们在 1-1 节中将探讨一下计算机网络工程的概念，因为网络工程设计是网络工程中一个非常重要的部分，是用系统化的、规范的、可度量的方法设计计算机网络的过程；在 1-2 节中，我们将简要地讨论网络工程过程模型。由于本书强调的是用“系统集成”的方法设计计算机网络，因此我们在 1-3 节中将较为详细地讨论系统集成的概念。为了保证网络设计质量，我们必须有质量管理的概念，为此我们将在 1-4 节中对 ISO 9000 国际标准的基本概念进行介绍，并在 1-5 节和 1-6 节中将分别介绍网络设计中的文档管理和利用 Microsoft Project 93 管理网络工程设计项目的方法。最后，在 1-7 节中，我们讨论了当前在我国进行网络工程设计时应注意的几个问题。

1-1 网络工程概念

网络是一个非常大的概念，本书中的网络主要是指计算机网络。以分组交换技术为核心的计算机网络自 20 世纪 70 年代以来得到了飞速发展。采用 TCP/IP 体系结构的 Internet 在近年来更是有了指数型的爆炸式发展。这使得计算机网络已经或正在成为企业、国家乃至全球的信息基础设施。

为了使得网络能够适应基于网络的多种多样服务在带宽、可扩缩性和可靠性等方面不断增长的需求，网络工程必须应付这些挑战，解决好网络的设计、实施和维护等一系列技术问题。作为一门学科，网络工程必须总结并研究与网络设计、实施和维护有关的概念和客观规律。从而使无论是刚刚涉足该领域的新手，还是久经沙场的老将，都能够根据这些概念和规律来设计和建造满足客户需求同时跟得上 Internet 发展步伐的计算机网络来。

本书对网络工程的定义：

(1) 将系统化的、规范的、可度量的方法应用于网络系统的设计、建造和维护的过程，即将工程化应用于网络系统中。

(2) 对 1) 中所述方法的研究。

任何工程方法必须以有组织的质量保证为基础。全面的质量管理和类似的理念刺激了过程的不断改进，正是这种改进导致了更加成熟的网络工程方法的不断出现。网络工程的核心就是对于质量的关注。

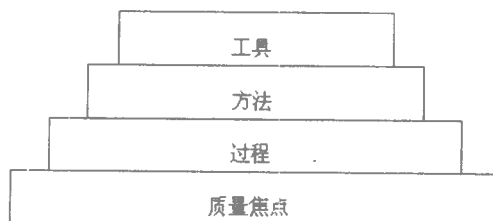


图 1.1 网络工程层次图

网络工程是一种层次化的技术(参见图 1.1)。它的基础是过程层。网络工程过程是将技术层结合在一起的凝聚力,它使得计算机网络能够被合理地及时地设计完成。过程定义了一组过程区域的框架,这对于网络工程技术的有效应用是必需的。关键过程区域构成了网络项目的管理控制的基础,确立了上下各区域之间的关系,并且规定了技术方法的采用、工程产品的产生、质量的保证及变化的适当管理。

网络工程的方法层定义了建造网络在技术上需要“如何做”。方法包括了一系列任务:需求分析、设计、编程、测试和维护。网络工程方法依赖于一组基本原则,这些原则控制了每一个技术区域,且包含建模活动和其他描述技术。

网络工程的工具层对过程和方法提供了自动或半自动的支持。当这些工具被集成起来使得一个工具产生的信息能够被另外一个工具使用时,就建立了一个支持网络开发的系统。

1-2 网络工程过程模型

工程是对技术实体的分析、设计、建造、验证和管理。本书关注的技术实体是基于 TCP/IP 的计算机网络系统。

1-2-1 基本概念

从一般性考虑,与网络工程有关的工作可分为三个阶段:问题定义、技术开发和方案综述。

定义阶段集中于“做什么”。即在定义过程中,网络系统的设计者试图弄清楚网络系统要支持的业务,它要完成什么样的功能和性能,希望有什么样的系统行为,有什么样的约束,以及确认一个系统成功的标志是什么。虽然在定义阶段采用的方法取决于使用的网络工程过程模型(或组合)但在某种程度上均有三个主要任务:分析网络应用目标(2-1节),分析网络应用约束(2-2节)分析网络通信特征(2-4节)

设计阶段集中于“如何做”。即在设计过程中,网络设计者首先建立一个逻辑模型。系统的逻辑模型允许用户、设计者和实现者看到整个系统是如何工作的,为大家提供参照物。设计的方法可以有所不同,但一般具有三个共同的任务:确定网络拓扑形式(5-1节),规划网络地址(5-2节)选择适当的选路协议(5-3节)以及包括网络管理(第6章)和网络安全(第7章)的设计。接下来,是为所设计的逻辑网络选择技术和设备。其中包括结构化布线系统(8-1节)机房和电源(8-2节)的考虑,为局域网或园区网选择技术和设备(8-3节),为企业网选择技术和设备(8-4节)。注意到在我们所述的网络设计方法中,网络设计所用的基本构件(第3章)是基于通用的市售网络设备,而不是自行研发的,即采用系统集成的工程方法来实现系统。

测试阶段集中于“做得如何”。此时要编写并实现测试计划,建立原型系统或实验系统,验证网络设计,并编写网络设计文档。如果测试结果表明存在性能问题,那么则要进一步更新设计。更新设计由上述过程构成了逐步求精的循环过程。

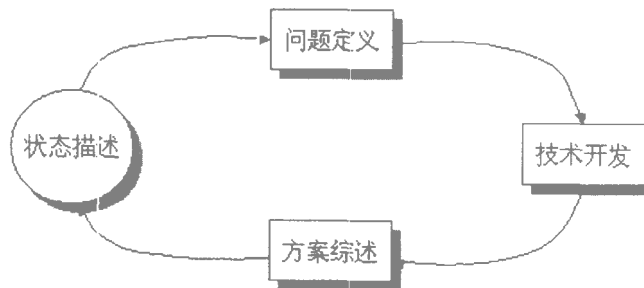
为了解决网络工程中的实际问题,一个或一组网络设计师必须综合出一个开发策略,该策略能够覆盖上述过程、方法和工具三个层次。这个策略就被称为网络工程过程模型。

所有网络工程都可看成一个问题的循环解决过程,其中包含四个截然不同的阶段:状

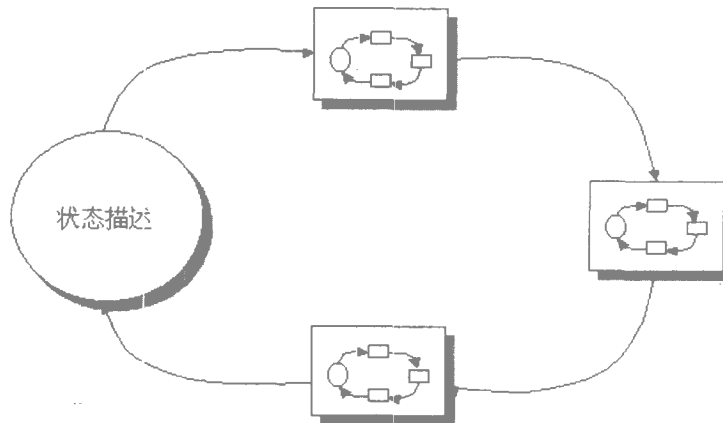
态描述、问题定义、技术开发和方案综述。状态描述表示了事务的当前状态；问题定义标志了要解决的特定问题；技术开发通过应用某些技术来解决问题；方案综述提交结果（如文档、程序、数据、新的应用功能或新的系统）给那些从一开始就需要方案的人。

上述的问题循环解决过程可以应用于网络工程的多个不同开发级别上。它可以用于考虑整个系统的宏观阶段，设计系统的中级阶段，甚至是某个设备的测试阶段。因此，可以先定义一个模式，然后在连续的更小规模上递归地应用它，来提供关于过程的理想化视图。在图 1.2a 中，问题循环解决的每个阶段包含有一个相同的问题循环解决过程，该循环还可以再包含另一个问题循环解决过程。

实际上，要想像图 1.3 那样清楚地划分活动是很困难的，因为阶段内部和阶段之间的活动常常是交叉的，但这个简化的视图产生了一个重要思想：对于一个网络工程项目，不管使用了什么样的过程模型，所有的阶段——状态描述、问题定义、技术开发和方案综述，在某个细节的级别上都是同时存在的、给出了递归性质的图 1.2b，上面讨论的四个阶段既可以用于一个完整网络系统的设计也可以用于一个网络部件的测试。



a 问题循环解决过程的各个阶段



b 问题循环解决阶段中的阶段

图1.2 问题循环解决过程

1-2-2 网络设计的系统集成模型

图 1.3 给出了网络设计的系统集成模型。该模型提出了网络系统的系统化的、顺序的方法。虽然该模型支持带有反馈的循环，但将该模型视为严格线性关系可能更易于处理。该模型从系统级开始，接着是用户需求分析、逻辑网络设计、物理网络设计和测试。由于

在其中的物理网络设计阶段，网络设计者通常是采用系统集成方法来设计实现物理网络的，因此将该模型称为网络设计的系统集成模型。

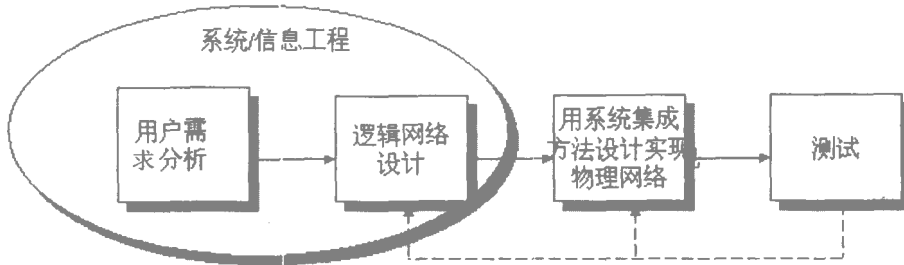


图1.3 网络工程的系统集成模型

在这种方法的第一步——用户需求分析阶段中，设计者将重点考虑客户的需求、约束和目标。因为一个好的网络设计必须清楚客户需求，并且将这些需求转换为商业和技术目标如可用性、可扩缩性、可购买性、安全性和可管理性等。这一步是非常重要的，如果网络设计者认为已经明确客户应用要求，而当网络安装完毕才发现他们实际并未认识到客户最重要的要求，将可能随着用户数量的增加产生可扩缩性和性能的问题。该过程包括搞清楚部门和用户组的结构，明确网络将向谁提供服务，并从何处获取有用信息。当然，如果对客户的需求及要达到的目标十分明确，并且客户希望对网络设计有一个快速响应，则可以直接进入网络逻辑设计阶段。

该设计方法是可以循环反复的。为避免从一开始就陷入细节陷阱中，应先对客户需求有一个全面的了解，以后再收集更多有关协议行为、可扩缩性需求、优先级等技术细节信息。本设计方法认为，逻辑设计和物理设计的结果可以随着信息收集的不断深化而变化，螺旋式地深入到需求和规范的细节中来。

系统集成设计方式同时强调，逻辑设计必须充分考虑到可选用的厂商设备有档次型号的限制，以及客户需求会不断变化和发展，因此不必过分拘泥于客户需求的指标细节，应当在设计方案经济性、时效性的基础上具有一定前瞻性。

在网络设计中使用该模型是有效的，但可能会遇到如下一些问题：

(1) 用户常常难以给出所有的网络应用需求，而该模型却要求如此，使得它难以处理项目开始阶段存在的不确定性。

(2) 网络系统的性能一直到项目开发晚期的测试阶段才能得到，如果发现错误，后果可能是灾难性的。

(3) 开发者常常被不必要地耽搁。传统生命周期的线性特征会导致“阻塞”状态，其中某些项目组成员不得不等待组内其他成员先完成其依赖的任务。事实上，花在等待上的时间可能会超过花在开发工作上的时间，而阻塞状态经常发生在线性过程的开始和结束。

这些问题在某些场合是真实存在的。但无论如何，传统的生命周期过程在网络工程中仍占有非常重要的位置。它提供了一个模板，使得分析、设计、安装、测试和维护方法可以在该模板的指导下展开。尽管这种模型还有许多缺点，但显然它要比网络工程中的随意状态要好得多。由于供网络设计的网络设备的类型和型号是有限的以及用户的要求可以归类，设计出来的网络具有的共性可能较多，同时可能有许多成功设计的网络系统范例可供

参考，因此在实际网络设计的实践中运用网络工程的系统集成模型是十分有用的。

此外，网络工程的系统集成模型非常强调在物理网络设计中采用系统集成的方法。这就要求我们首先要关注系统的总体功能和特性，再选用而不是制造各种合适的部件来构造或定制所需要的网络系统。换言之，根据系统对网络设备或部件的要求，仅需要关注各种设备或部件的外部特性即接口，而忽略这些设备或部件的内部技术细节。这种方法使得开发网络系统的周期大大缩短，成本大大降低，从而减少了系统实现的风险。

1-2-3 企业网

从一般意义上讲，企业网是为企业提供信息传递和资源共享的计算机网络，它通常包括若干局域网（LAN），有人甚至将企业网看作互连的 LAN。用系统集成方法设计的网络基本对象或参照物通常为企业网。国际电气电子工程师协会（IEEE）的通信学会下属的“企业网技术委员会（TCEN）”对企业网的定义：

企业网是为互连公司、部门、本地和远地的计算和通信资源所构建的一个共享通信和资源的基础结构，以便在整个企业机构中协调人们之间的行动。也可以更加明确地定义为，“企业网是一个连接企业通信、处理和存储资源的企业范围的网路，它使得这些资源对于分布于企业范围内的用户可用”。

对企业网的研究范围包括：

- 围绕计算机和通信技术，重组企业内部的业务处理过程。
- 端到端网络设计和系统集成。
- 企业网所有部分的互连和互操作，包括 LAN、广域网（WAN）和 Internet、光纤接口、异步传递模式（ATM）、SONET/SDH 和客户/服务器。
- 企业范围的计算，包括分布式应用和计算。
- 专用、公用和混合型连网技术。
- 类似于视频会议和多媒体数据库的应用。
- 企业网的管理。

本书中与企业网相联系的“企业”一词，不仅包括从事生产、运输、贸易等经济活动的部门，如工厂、矿山、铁路、公司等，而且包括具有相当规模的任何部门，如学校、政府机关等。因此，与其相联系的“商业”一词，除了经济利益的涵义以外，还可包括相应的社会效益或军事效益之意，希望读者注意其中涵义的变化。

企业网与企业本身组织结构和业务结构的发展相关，是 Internet 技术在企业发展到一定规模时与之密切结合的必然产物。企业网有其自身的发生、发展的历程。时至今日，企业网已经成为 Internet 的重要组成部分，或者说，Internet 技术因企业网的发展而注入了旺盛的活力。将 Internet 的标准和技术应用于企业网，就形成了（内联网）Intranet。而与 Intranet 相对应的是外联网（Extranet），它是对内联网的扩展和外延。

我们知道，Intranet 是用于企业内部的专用网络，但对一个企业的发展来说，不仅要求企业信息网络能对内部实现信息共享、信息交流，还要与外部的贸易合作伙伴或客户共享企业信息，充分地交流信息，保持密切的协作关系，这就必须引入 Extranet 的思想，即把 Intranet 扩展到贸易合作伙伴。Extranet 仍可看成企业网的一部分，只是使用了不同的安全技术来隔离企业的保密信息。企业的一些重要客户和贸易合作伙伴通过 Extranet 获取企

业的信息。

下面将讨论有关系统集成的概念和方法。

1-3 系统集成

1-3-1 定义

至今为止，系统集成还没有一个严格的定义。抽象地讲，系统是指为实现某一目标而形成的一组元素的有机结合，而系统本身又可作为一个元素单位参与多次组合，这种组合过程可概括为系统集成。

系统集成是一种目前常用的实现一个较复杂工程的方法。该方法并没有引入新概念，也不是在计算机或通信工业使用的专用方法。例如，现代汽车工业的自动化生产方式为追求大批量、低成本和高效率，采用了标准化的生产流水线和加工工艺，使零部件厂商专业化、标准化，这就是系统集成的典型例子。使用该方法，有些是出于系统性能价格比的考虑，有些是出于系统可实现性的考虑，有些是出于建设周期的考虑等。例如，即使是最先进的美国航天飞机上也有很多部件和零件是其他国家的厂商生产制造的，这些部件有些就是因为美国厂商生产不了或研制周期较长或研发生产成本较高而考虑集成的。时至世界经济日益趋于一体化的今日，应用系统集成方法的领域越来越广，涉及的产品越来越多。

根据网络信息系统的不同，系统机构的复杂程度、系统的技术含量、系统的建设规模，以及系统实施的难度和系统的涉及范围，都可能存在巨大差异。现代网络信息系统需要多种计算机技术、计算机产品、相关信息技术和产品的综合支持，还可能要实现多种应用服务，这些应用往往是建立在大型数据库、计算机系统和网络平台上的综合性复杂应用系统。如果完全立足于自己力量，从头到尾设计开发一个这样的实用系统，无论从技术的角度、从经济性角度、从实用性角度或从时间效益的角度，实际上都是不可行的。可见，系统集成方法具有以下几方面好处。

- 较高的质量水准：选择具有一流技术水平和质量鉴别体系资质的系统集成商能够保证系统的质量水平，用户系统的风险较小。
- 系统建设速度快：由多年从事系统集成的专家和配套的项目组进行集成，有畅通的设备进货渠道，富有处理用户关系的经验，能加快系统建设速度。
- 交钥匙解决方案：全权负责处理所有的工程事宜，使用户能够将注意力放在系统的应用要求上。
- 标准化配置：系统集成商采用它认为成熟和稳妥的方案，由于系统集成商承担的系统存在的共性使得系统维护及时和成本较低。

可见，“系统集成”是目前我们建设网络信息系统的一种高效、经济、可靠的方法，它既是一种重要的工程建设思想，也是一种解决问题的思想方法论。当然，如果出于科学研究和掌握技术原理的目的或从保证网络信息安全的目的，进行更为基础一些的研发工作应另当别论。

人在系统集成中起着关键性的作用。首先是对系统功能的分析，通过这种分析能够得到系统集成的总体指标；其次是将该总体指标分解成各个子系统的指标；再选择合适的厂商的设备和部件，组织安装、调试和培训等工作。

由此可见，对网络信息系统集成的过程，是为实现某一应用目标而进行的基于计算机、网络、服务器、操作系统、数据库等的大中型应用信息系统的建设过程，是针对某种应用目标而提出的全面解决方案的实施过程，是各种产品设备进行有机组合的过程。该过程可以包括技术咨询、方案设计、设备选型、网络建设、软硬件系统配置、应用软件开发以及售后服务、维护支持和培训等一系列活动。在网络信息系统的整个建设过程中都将使用系统集成方法。

尽管上述系统集成的有些概念对网络信息系统而言的，其有关概念和原则对于网络系统的集成也是适用的，但需要读者注意区分两者的联系和细微差别。

1-3-2 网络信息系统集成的层次

设计实现一个系统最重要的问题之一是合理地确定其体系结构。所谓体系结构是指构成系统的层次和这些层次之间的关系。系统的一个独立层次通常是为解决一个独立的问题而设立的。为了为设计实现一个网络信息系统提供概念模型，我们提出了一个四层系统集成模型来描述系统集成的工作。该模型自下而上包括环境平台层、网络平台层、信息平台层和应用程序层（参见图 1.4）。从系统集成的观点看，确定系统结构的工作包括设计实现合适的环境平台、设计实现合适的网络平台，设计实现合适的信息平台，设计、确定开发或选用合适的应用系统并加以实施的过程。

■ 环境平台层

通常在设计和实施网络平台前，需要考虑计算机网络到达的楼宇的结构化布线系统和机房、电源等的环境问题，这被称为环境平台的设计问题，主要包括结构化布线系统、网络机房系统的设计和供电系统的设计等内容。

■ 网络平台层

网络平台目前一般应采用 Internet 技术，即在信息高度集中的场所建立局域网：这些局域网之间可通过广域网互连起来，形成 Intranet，并可能要考虑该 Intranet 与 Internet 相连或通过广域网技术形成 Extranet 的问题。采用 Internet 具有良好扩展性的子网互连结构，可使网络具有更可靠、更安全、扩展性及交互性更强的特点，它的成本也非常经济；应选用成熟的网络操作系统；选用适当的服务器、网络通信设备。

■ 信息平台层

信息平台层主要采用数据库技术、Web 技术、电子邮件技术、群件技术、网管技术和分布式处理等技术。一方面，该平台能够直接为用户提供多种 Internet/Intranet 通用服务；另一方面，它为应用程序的开发提供了支撑平台，使用户专用系统的开发工作更为快捷、可靠。数据库管理系统采用如 Oracle、SQL Server 等数据库系统软件。Web 系统被认为是存储在所有 Internet/Intranet 计算机中彼此关联的文档集合。用户通过浏览器可以访问 Web 站点，从而浏览文本和图形，接收视频和音频信息（即所谓超媒体）。无论使用 Web，还是进行 Web 程序设计，Internet/Intranet 软件都能屏蔽各种系统内部的差异而使系统接口符合标准。电子邮件系统提供了用户非实时通信的能力。群件系统能够增强分布式交互处理和协同工作的能力，通过该系统及其提供的快速开发能力能将各个相关的工作部门联系在一起，从而提高群体的整体工作效率。

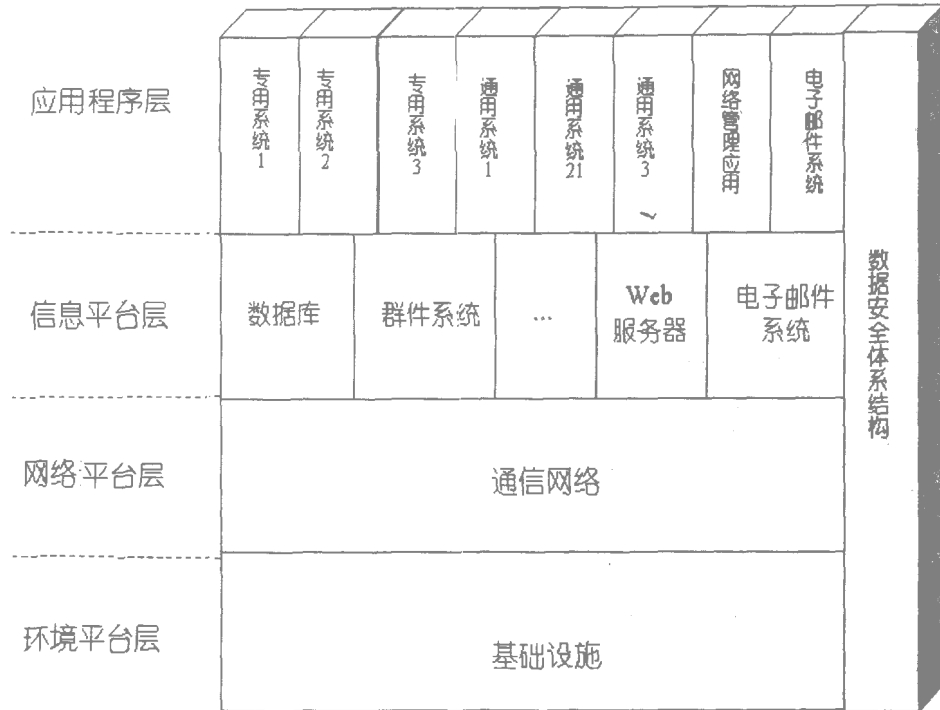


图1.4 网络信息系统的系统集成模型

■ 应用程序层

位于应用程序层的应用系统体现了具有用户专门应用要求的信息系统的存在价值。对于这些应用系统应根据用户应用需求尽可能选用成熟的商品，如果不能找到满足需求的应用程序，则应考虑由自己或委托他人进行精心设计和实现。

应当重视系统集成模型的指导作用。有人认为系统集成就是选用不同厂商的网络设备再将它们连接起来，这显然只考虑了构造网络平台的任务。也有人认为系统集成就是将不同的产品和设备有机地结合起来，只要能达到应用要求即可，这可能导致在扩展业务需要时，系统体系结构不能满足要求。网络信息系统的系统集成四层模型是总结大量的网络信息系统工程并经过分析提升后提出来的，较全面地覆盖了完成设计和管理实施网络信息系统的全过程。此外，该模型与实际工作的主要过程较为一致，不太繁琐，便于理解和记忆。自觉地按照此系统集成四层模型来规划和设计系统，才能便于划分子系统和确定接口参数，便于管理和控制网络信息系统的质量，使网络信息系统成为有机的整体，更有效地实现网络信息系统的近期和长期应用目标。

1-3-3 系统集成的特点

1-3-3-1 充分关注接口规范

要完成网络信息系统的系统集成，要十分注意一个重要技术问题，即接口问题。尽管上述模型的分层接口选在信息交互最少的地方，这些层次之间仍有交互。这些交互对应用系统的性能有时有较大的影响。

接口问题在系统集成中大量存在，因为系统集成的实质就是让不同产品、不同设备互联，让不同网络、不同系统互联。例如，在进行网络平台层集成时，不仅要解决各种网络设备之间的接口问题，而且要解决不同网络技术之间，以及不同网络信息系统之间的接口问题。例如，在集成信息平台层时，存在的异构服务器、异构数据库之间的接口，数据库管理系统与应用开发工具之间的接口和人机界面之间的接口问题更是不胜枚举。

接口之所以成为系统集成中的关键点，主要是因为现在的产品设备和技术往往是已经开发出来的“实体”，系统集成时无需对这些“实体”重新开发。然而，为了使各实体能集成为一个整体，对接口的设计和规划就必不可少。虽然被集成的系统的设计已经趋于标准化、通用化，但仍需对具体应用做相应的调整或剪裁，而这就往往需要在接口处进行再设计。因此，系统集成的技术关键不是对具体产品设备的研究开发，而是解决产品、设备之间的接口问题。

接口反映了所集成的产品、技术或系统对于外界的关系。这要求系统集成者既要对产品、技术或系统有全面深入的了解和分析，还应具备设计开发接口的能力。大量事实表明，系统集成者的集成水平和能力直接体现在对系统接口的处理能力和水平上，接口处理水平越高，所实现的系统集成水平就越高，系统成功的把握就越大。

实现信息系统中一个重要问题是处理数据多级冗余。在分布式应用环境中，系统的设置通常要与组织机构的设置一致。为了增强系统的可靠性和实时性，同时考虑到通信信道的可靠性和开销，往往要用数据分级冗余技术。数据冗余的策略包括逐级冗余下级所有数据；冗余部分下级数据；逐级冗余下级统计数据等。

对某种信息选用适当的信息处理技术，是一个重要的问题。信息系统所涉及的信息具有种类多、来源广、数量大和结构复杂等特点，同时各部门间还需要共享和交换大量的信息。如何对信息进行转换、处理、存储和利用，将决定整个系统性能水平。总体说来，信息系统所涉及的信息可分为两类：结构化信息和非结构化信息。前者可采用数据库系统予以管理。数据库对结构化数据的管理具有很强的实时处理能力，无论是数据的输入、计算、存储还是查询，一般都能很好地满足应用信息系统的应用要求。非结构化信息可采用 Web 或群件技术处理，如群件 Lotus Notes 可处理复杂文本和多媒体对象，具有全文搜索、版本控制及文档链接的功能，以及复制、通讯、应用开发、安全性和跨平台支持能力。

1-3-3-2 协调与优化系统

在大型网络信息系统的建设中，系统集成者往往会遇到这样的问题：当系统的信息平台建立起来后，应用系统加载其上之后，整个系统的运转不够理想，甚至极为糟糕，离设计目标相去甚远，系统指标令人无法接受。即使系统运行在低负荷条件下，系统的响应速度也极低。这种问题的实质可能是系统的整体协调和优化问题。

在系统集成过程中，人们开始时总是关注产品、设备、技术、功能的集成或局部的优化和调整，一旦系统规模较大、结构较复杂时，就很难找到优化系统的有效方法了。而作为一个合格的系统集成者，不仅应具备建设系统的能力，而且要对所建成的系统进行优化和协调，这应成为系统集成项目的验收指标之一。

1-3-3-3 重视工程规范和质量管埋

系统集成应对工程管理规范化和系统化极为重视，这是关系到网络信息系统建设质量

的大问题。系统集成本身是一项系统工程，必须以科学化、系统化、规范化的管理手段来实现。应做到所建的任何网络信息系统都有完备的文档和数据的规范。这也是目前其他行业的建设大型工程项目行之有效的方法。

目前在网络信息系统建设中，系统化、工程化的工程管理还没有得到系统集成者和系统建设者的应有重视，缺乏行之有效的管理和监督手段，缺乏有关政策、法规和工程规范，这给工程带来极大的质量隐患。

1-3-3-4 建立良好的客户关系

系统集成的成败主要取决于三个因素：技术、管理和客户关系。其中，技术是基础；管理是保障；良好的客户关系是关键。因为系统集成者不是代表设备厂商的利益，而是代表客户的利益来建设系统。系统建成后，将交付给客户直接使用。因此，加强与客户的沟通和交流，增进双方的理解与协调，是在整个系统集成过程中必须要坚持的。

系统集成的客户服务与客户关系要注意以下几个问题。首先，将设计方案、工程管理规范向客户做全面、详尽地介绍，并反复讨论，征得客户的理解和支持。然后，在工程实施过程中，系统集成技术人员和客户方技术人员共同工作在一线。客户方遇到问题或不解之处，技术人员应耐心讲解；这使系统集成者不仅能得到客户方的大力支持，保证了工程的顺利进行，同时还为客户方培养了一支技术较过硬的队伍，为以后的系统维护和管理奠定了基础，减少了系统集成方的开销。实践证明，这种开放式的客户服务不仅能建立良好的客户关系，锻炼自己的队伍，加强为客户服务的观念，而且能保证工程实施过程中与用户保持友好和谐的合作关系，大大加快了工程进展。

1-3-4 系统集成的原则

建设网络信息系统必须要满足设计目标中的要求，遵循一定的系统总体原则，并以该总体原则为指导，设计经济合理、技术先进和资源优化的系统方案。网络信息系统的建设原则通常包括以下几方面。

1-3-4-1 实用性原则

实用性就是网络信息系统能够最大限度满足实际工作需要的系统性能。该性能是系统集成者对用户的最基本的承诺，从实用的角度，这是最为重要的。要考虑的问题包括：

- 系统总体设计要充分考虑到用户当前各业务层次、各环节管理中数据处理的便利性和可行性，把满足用户业务要求作为重要目标进行考虑。
- 采用总体设计、分步实施的技术路线。在总体设计的前提下，先选择用户需求迫切、产生应用效益高、管理中的较低层进行实施，稳步向中高层及系统全面推进。这使系统能始终与用户的实际需求紧密联系在一起，增强了系统的实用性，而且可使系统建设保持很好的连贯性。
- 人机操作设计应考虑不同用户层次的实际需求，如对使用频繁的业务人员而言，人机接口应以提高工作效率为主；对领导人员而言，人机接口应以方便使用为主。

用户接口设计应充分考虑人体特征和视觉特征进行优化设计，界面尽可能美观大方，操作简便实用。

1-3-4-2 先进性原则

采用国际、国内先进和成熟的信息技术，使系统能够在一定的时期内保持系统的效能，适应今后技术发展变化和业务发展变化的需要。一般而言，目前系统的先进性原则主要体现在以下几个方面：

- 采用先进的、开放的系统体系结构，如网络通信采用 Internet 的 TCP/IP 体系结构，基于 Intranet 的信息技术等。
- 计算机技术根据需要采用如下一些新技术，如容错技术、双机互为备份技术、廉价冗余磁盘阵列 (RAID) 技术、共享阵列盘技术和多媒体技术等。
- 先进的网络技术，如宽带 IP 技术、ATM 技术、局域网交换技术、网络管理技术和流量负载平衡技术等。
- 先进的项目管理技术，为了保证项目的质量和系统的科学性，项目管理的科学性是必要的。

1-3-4-3 可扩充、可维护性原则

一般而言，系统维护在整个系统的生命周期中所占比重是最大的。因此，提高系统的可扩充性和可维护性是提高网络信息系统性能的必备手段。可考虑如下方法：

- 以参数化方式设置、管理硬件设备的配置、删减、扩充、端口设置等，系统化管理软件平台，系统化管理并配置应用软件。
- 应用软件要采用面向对象方法进行开发，使之具有较好的可维护性和可移植性，可根据需要修改某个模块、增加新的功能以及重新组合系统的结构，以达到软件可重用的目的。
- 数据存储结构设计在合理、规范的基础上，同时具有可维护性，对数据库表的修改维护可以在较短的时间内完成。
- 系统部分功能考虑采用参数定制及生成方式以保证其具备普遍适应性。
- 部分功能采用多种处理选择模块以适应管理模块的变更。
- 系统提供通用报表及模块管理组装工具，以支持新的应用。

1-3-4-4 可靠性原则

可靠性是指当系统的某部分发生故障时，系统仍能以一定的服务水平提供服务的能力。应根据系统业务特点来确定其可靠性指标。如果需要系统提供一周 7 天，一天 24 小时的实时联机服务，系统的任何故障则可能给用户带来不可估量的损失，可靠性则需要重点加以设计。如果用户能够容忍一定的故障中断时间（大部分系统可能如此），则解决该系统的可靠性方案就会简单得多，进而就会经济得多。应充分注意到：数据是一个系统中最为宝贵的资源。提高系统可靠性的基本思想是保证通信畅通和对重要数据的备份，并制定系统应急方案。

提高系统可靠性有很多途径和专门技术，如下方法可供参考：

- 对数据进行完善备份，如进行日备份、周备份；注意数据异地备份，以防止火灾和其他自然灾害或人为破坏。
- 对设备进行备份，发现损坏设备能有备件及时进行更换。
- 对关键设备如重要的服务器及网络设备应有具有容错功能，选用双机备份或双机

热备份（对不能中断的服务）技术、群集（Cluster）技术等。

- 应用网络管理技术严格监控系统、设备和应用系统的运行和操作。

1-3-4-5 安全性原则

系统安全性是指系统数据的安全性问题。数据安全主要有来自以下几方面的威胁：一是非授权人员非法获取保密性数据；二是网络上的入侵者的恶意攻击；三是计算机病毒；四是操作人员的误操作。

保密性数据包括机要和绝密文件，这可能涉及企业的核心机密，需要重点设计安全性方案。通常要选用安全性好的操作系统和数据库产品，如 Unix、Linux、NetWare、Windows NT 等以及 Oracle、SQL Server、DB2 等，要特别重视正确地配置这些系统。应使系统工作于网络 C2 级水平。采用的安全性措施如下：

- 设计灵活易用的系统操作权机制，目前基于角色的访问控制(BRAC)是一种好的设计方法。现有的基于用户名和口令的访问控制机制，如果增加对口令的有效管理措施，是一种性能价格比很好的方法。对口令的管理包括：口令最短长度控制（如不小于 5 位）；口令锁定机制（如连续输入 7 次错误口令则锁定 1 小时）；口令惟一性（如新口令不能与最近 50 个已使用的口令重复）；口令定期强制更换（如每两周必须要求更换新口令）。
- 在局域网中采取适当的防计算机病毒措施。
- 通过防火墙与外界连接，根据数据密级来设计一套安全性措施，保证服务器的安全性环境。
- 存储极端机密的数据的计算机采取物理上隔离的措施。
- 使用数据加密技术（如三维 DES、RSA 等技术）对存储的数据进行保护。
- 系统应设计操作审计系统，对任何人的操作动作都予以记录。

1-3-4-6 经济性原则

在满足系统性能需求的前提下，应尽可能地选用价格便宜的设备，节省投资。可参照以下做法：

- 在相同性能价格比的情况下尽可能选用国际著名公司的品牌。
- 信息安全产品或有关国计民生的网络信息系统的关键设备尽可能采用国产优秀品牌。
- 实行软件先期开发：硬件先选型，用后再购买的原则。许多实践表明，软件应用系统往往是制约系统进入实用的瓶颈，软件应用程序开发和测试应先期进行。由于网络和其他硬件设备随着时间推移，往往价格会下降，有时下降的幅度甚至较大，因此尽可能在系统正式实施前购进大部硬件设备是一个好方法。
- 购买软件和硬件设备应采用竞标或邀标的方法，遵循公开、公正和公平的原则。

1-3-4-7 一把手负责原则

建设一个网络信息系统本质上是一场信息革命，往往需要在业务流程、工作方式和指导思想方面的变革。系统的设计、施工和应用不可避免地会发生人的既得利益与整体目标的矛盾，人与机器的矛盾，新人与旧人的矛盾；同时它的投资预算较大，建设周期较长，

没有单位的一把手直接管理和负责系统建设是不可能成功的。具体而言，应注意以下几个问题：

- 应成立以单位一把手挂帅的网络信息系统领导小组，全权处理系统建设有关问题。
- 工程应尽可能定在一把手的任期内的一年内完成，即工程工期应以一年左右为宜。

系统集成强调的是“系统”，强调的是系统的内在联系，使子系统一致和协调，因此要将如何协调与统一各子系统的关系放在重要位置上。系统建设的基本思路需要围绕在统一的网络环境、统一的信息平台和统一的软件平台上做文章，并实现企业的数据综合，构造企业应用系统。具体而言，需要做好以下几方面的工作。

- 统一组织、严格分工。
- 统一开发平台。
- 统一代码和界面设计。
- 统一数据环境。
- 统一施工队伍。
- 统一文档格式和要求。

对于网络信息系统进行系统集成的具体实施方式也有以下不同的做法：

- 独立承包方式，由系统集成商负责该项网络信息系统所有的事务。
- 总承转包方式，由一家系统集成商对用户的网络信息系统的工程总体负责，再由该系统集成商将系统的某些部分转包给其他专业公司进行子系统的集成或工程实施。
- 合作方式，由系统集成商和用户单位进行合作，共同完成系统的集成工作。

对于这几种实施方式可根据所实施的网络信息系统的特点选择进行。独立承包方式比较适合有经验的系统集成商。对于一些要求特殊、功能复杂的网络信息系统，采用总承转包方式更有利些。而合作方式则比较适合用户单位技术力量较强，工作性质比较特殊（如军事、公安等）的场合。

1-4 ISO 9000 国际标准

ISO 9000 系统标准发源于欧洲，由国际标准化组织于 1987 年公布，目前已有 100 多个国家的企业采用和实施这一系列标准。我国的对应标准是 GB/T 19000。

尽管 ISO 9000 是针对制造业产品的，而不是面向网络信息系统集成的，但在质量管理的原则和要求方面应当是一致的。因此，我们有必要了解这方面的内容。

1-4-1 质量管理

任何一个设计、生产、开发机构包括系统集成方可称为供方。要使自己提供给用户的产品达到并保持一定的质量水平，都必须进行严格的质量管理。所谓质量管理就是在自己的机构内开展以下质量活动：

- 确定自己的质量方针和质量目标。
- 确定各个岗位的职责和权限。
- 建立质量体系，并使其有效运行。

质量体系是为实施质量所需的组织结构、程序、过程和资源。它涉及到

- 质量策划：包括产品策划、管理和作业策划以及质量计划的编制和质量改进的准备工作。
- 质量控制：采取某些特定作业或开展某些活动，以达到质量要求。
- 质量保证：供方为使用户确信能够满足质量要求，开展有计划和系统的活动，使所有影响质量的因素都得到有效控制，从而证实确有减少、消除和预防出现质量缺陷的机制。
- 质量改进：以追求更高的效益和效率为目标的持续性活动。

质量管理可分为 3 个类型，即质量检验型管理、全面质量管理和质量鉴别。质量检验型管理即产成品的检验管理，是一种粗放型的初级质量管理。在生产流水线末端通过对产品的检验挑出不合格品，对其进行报废和修理处理，但对产品的质量形成过程中产生的瑕疵或缺陷仍处于失控状态。为了提前发现产品的不合格因素，全面质量管理把过去质量管理的做法向前延伸，直至涉及到市场调研、研究发展、质量设计、原材料管理、质量保证以及售后服务等领域。它使从产品质量形成的全过程控制和企业全员努力两方面来提高工作质量以保证产品质量。它的本质是为销售产品而实施的一种生产者主导型的质量管理。质量鉴别是在全面质量管理基础上形成的质量管理手段，这是立足于用户需求，买方主导型质量管理，它具有国际通用性。争取质量鉴别已成为现代企业加强质量管理的一个重要发展趋势。

1-4-2 ISO 9000 标准简介

ISO 9000 族标准是指国际标准化组织中质量管理和质量保证技术委员会 (ISO/TC 176) 制订的所有标准。现有 5 类共 20 个标准 (参见图 1.5)。

①质量术语标准			
ISO 8402			
④标准选用与实施指南	②质量保证标准		③质量管理标准
ISO 9000	ISO 9001 设计、开发、生产、安装和服务	ISO 9004	
-1 选择与使用	ISO 9002 生产、安装和服务	-1 指南	
-2 实施	ISO 9003 最终检验和试验	-2 服务指南	
-3 计算机软件		-3 流程性材料	
-4 可信性大纲		-4 质量改进	
⑤支持性技术标准			
ISO 10005 质量计划	ISO 10011 -1 审核	ISO 10012-1 测量设备	ISO 10013 质量管理
ISO 10007 技术状态	-2 审核员	-2 测量过程	
	-3 审核管理		

图 1.5 ISO 9000 族标准

1-4-3 系统集成要建立质量保证体系

网络信息系统通常具有覆盖面广、结构复杂、设备种类繁多、技术多样化、建设周期

长和需要进行软件应用程序的开发等特点。这些特点对系统集成者提出了新的要求。首先是技术上要求更全面，系统集成者必须精通通信和计算机专业知识；有系统集成的专业知识，懂得如何将一个大系统合理地划分，并能为每个分系统定出合理的接口指标。其次，系统集成者必须懂得质量管理的专业知识，用科学手段控制质量管理的各个环节。系统集成者还要能掌握管理经验，懂得如何合理调配和安排人力、物力和财力，有与用户和设备厂商打交道的经验。

系统集成从广义上讲属于系统工程的范畴。而我们所指的系统集成可认为是以计算机网络、各种服务器和软件应用程序等技术和产品为基本构件的系统工程。对这样一个技术要求极高的系统工程项目，需要将过程控制贯穿到整个系统集成工程的各个环节中去。而对过程控制的最好方法是将其标准化。这种标准化的主要表现形式是用标准的文档方式制定出任务的执行步骤，以及任务的各个阶段所必须出具的文档及其格式标准。

1-5 网络设计文档管理

1-5-1 文档的作用和分类

文档是指某种数据管理概要和其中所记录的数据。它具有永久性，并可以由人或机器阅读，通常仅用于描述人工可读的东西。在网络信息系统中，文档常常用来表示对活动、需求、过程或结果进行描述、定义、规定、报告或鉴别的任何书面或图示的信息。它们描述的网络信息系统设计和实现的细节，说明使用系统的操作命令。文档也是网络信息系统的一部分。没有文档的系统不能称为真正的系统。系统文档的编制在网络工程工作中占有突出的地位和相当大的工作量。高质量、高效率地开发、分发、管理和维护文档对于转让、变更、修正、扩充和使用文档，对于充分发挥系统效率有着重要的意义。

在网络信息系统的设计过程中，伴随着大量的信息要记录、要使用。因此，系统文档在系统设计过程中起着重要的作用。其重要性包括以下几个方面：

- 提高系统设计过程中的能见度。把设计过程中发生的事件以某种可阅读的形式记录在文档中。管理人员可把这些记载下来的材料作为检查系统设计进度和设计质量的依据，实现对系统设计工作的管理。
- 提高设计效率。系统文档的编制，使得开发人员对各个阶段的工作都进行周密思考、全盘权衡，从而减少返工。并且可在开发早期发现错误和不一致性，便于及时加工纠正。
- 作为设计人员在一定阶段的工作成果和结束标志。
- 记录设计过程中的有关信息，便于协调以后的系统设计、使用和维护。
- 提供对系统的运行、维护和培训的有关信息，便于管理人员、开发人员、操作人员、用户之间的协作、交流和了解。使系统设计活动更科学和有成效。
- 便于潜在用户了解系统的功能、性能等各项指标，为他们选购或定制符合自己需要的系统提供依据。

从某种意义上讲，文档是网络工程设计规范的体现和指南。按规范要求生成一整套文档的过程，就是按照网络工程设计规范完成一个网络工程设计的过程。所以，在使用工程化的原理和方法进行网络工程设计和维护时，应当充分注意系统文档的编制和管理。

从形式来看，文档大致可以分为两类：一类是网络工程设计过程中填写的各种图表，可称之为工作表格；另一类是应编制的技术资料或技术管理资料，可称之为文档或文件。

文档的编制可以用自然语言，特别设计的形式语言，介于两者之间的半形式语言（结构化语言），各类图形和表格来表示。文档可以书写，可以在计算机支持系统中产生，但它必须是可阅读的。

按照文档产生和使用的范围，系统文档大致可分为下面所述 3 类：

- 开发文档：这类文档是在网络工程设计过程中，作为网络工程设计人员前一阶段工作成果的体现和下一阶段工作依据的文档。包括需要说明书、数据要求说明书、概要设计书、详细设计说明书、可行性研究说明书和项目开发计划。
- 管理文档：这类文档是在网络设计过程中，由网络设计人员制定的一些工作计划或工作报告。使管理人员能够通过这些文档了解网络设计项目安排、进度、资源使用和成果，包括网络设计计划、测试计划、网络设计进度月报及项目总结。
- 用户文档：这类文档是网络设计人员为用户准备的有关该系统使用、操作、维护的资料。包括用户手册、操作手册、维护修改手册、需求说明书。

基于系统生存期方法，将系统从形成概念开始，经过开发、使用和不断增补修订，直到最后被淘汰的整个过程应提交的文档可归于以下 13 种。这与国家标准局 1988 年 1 月发布的《计算机软件开发规范》和《软件产品开发文件编制指南》是一致的。

- 可行性研究报告：说明该项目的实现在技术上、经济上和社会因素上的可行性，评述为合理地达到开发目标可供选择的各种可能的实现方案，说明并论证所选定实施方案的理由。
- 项目开发计划：为项目实施方案制定出具体的计划。它应包括各部分工作的负责人员、开发的进度、开发经费的概算、所需的资源等。项目开发计划应提供给管理部门，并作为开发阶段评审的基础。
- 系统需求说明书：亦称系统规格说明书。其中对所设计系统的功能、性能、用户界面及其运行环境等做出详细说明。它是用户与开发人员双方对系统需求取得共同理解基础上达成的协议，也是实施开发工作的基础。
- 数据要求说明书：该说明书应当给出数据逻辑和数据采集的各项要求，为生成和维护系统的数据文件做好准备。
- 概要设计说明书：该说明书是概要设计工作阶段的成果。它应当说明系统的功能分配、模块划分、程序的总体结构、输入输出及接口设计、运行设计、数据结构设计和出错处理设计等，为详细设计奠定基础。
- 详细设计说明书：着重描述每个模块是如何实现的，包括实现算法、逻辑流程等。
- 用户手册：详细描述系统的功能、性能和用户界面，使用户了解如何使用该系统功能。
- 操作手册：为操作人员提供该系统各种运行情况的知识，特别是操作方法细节。
- 测试计划：针对组装测试和确认测试，需要为组织测试制定计划。计划应包括测试的内容、进度、条件、人员、测试用例的选取原则、测试结果允许的偏差范围等。
- 测试分析报告：测试工作完成后，应当提交测试计划执行情况的说明。对测试结

果加以分析，并提出测试的结论性意见。

- 设计进度月报：该月报是网络设计人员按月向管理部门提交的项目进展情况的报告。报告应包括进度计划与实际执行情况的比较、阶段成果、遇到的问题和解决的办法以及下个月的打算等。
- 项目设计总结报告；系统各项目设计完成之后，应当与项目实施计划对照，总结实际执行的情况，如进度、成果、资源利用、成本和投入的人力。此外，还需对设计工作作出评价，总结经验教训。
- 维护修改建议：系统投入运行后，可能有修改、更改等问题，应当对存在的问题、修改的考虑以及修改影响的估计等做详细的描述，写成维护修改建议，提交审批。

以上这些文档是在系统生存期中，随着各个阶段工作的开展适时编制的。其中，有些文档仅反映某一个阶段的工作，有的则需跨越多个阶段。图 1.6 给出了各种文档应在系统生存期的哪个阶段编写。

阶段 文档	可行性研 究与计划	需求 分析	系统 设计	软件 开发	硬件安 装调试	系统集成 与测试	运行 维护
可行性研究报告	→						
项目开发计划	→	→					
系统需求说明书		→					
数据要求说明书		→					
测试计划		→	→	→			
概要设计说明书			→	→			
详细设计说明书			→	→			
用户手册		→			→		
操作手册			→		→		
测试分析报告						→	
开发进度月报	→						→
项目开发总结						→	
程序维护手册 (维护修改建议)							→

图 1.6 系统生存期各个阶段与各种文档编制间的关系

上述所有 13 个文档最终要向系统开发管理部门，或向用户回答下列问题：要满足哪些需求，即回答“做什么？(What)”；所开发的系统在什么环境下实现，所需信息从哪里来，即回答“从何处？(Where)”；开发工作时间如何安排，即回答“何时做？(When)”；开发或维护工作打算“由谁来做？(Who)”；需求应如何实现，即回答“怎样干？(How)”；“为什么要进行这些系统开发或维护修改工作？(Why)”。具体在哪个文档要回答哪些问题，以及哪些人与哪些文档的编制有关，参看图 1.6 和图 1.7。