

流动形变监测系统

(上册)

——大地形变数据库

主编 薄万举

地震出版社

流动形变监测系统

(上册)

——大地形变数据库

程 林 武艳强 陈文胜
孙少安 王丹宁等著

地 震 出 版 社

图书在版编目(CIP)数据

流动形变监测系统. 大地形变数据库/薄万举主编.

—北京:地震出版社,2008.10

ISBN 978-7-5028-3309-1

I. 流… II. 薄… III. 地壳形变测量—数据库 IV. P227

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 127904 号

地震版 XT200800074

流动形变监测系统(上册)

——大地形变数据库

程 林 武艳强 陈文胜 孙少安 王丹宁等著

责任编辑:刘晶海

责任校对:郭京平

出版发行:地震出版社

北京民族学院南路 9 号

邮编:100081

发行部:68423031 68467993

传真:88421706

门市部:68467991

传真:68467991

总编室:68462709 68423029

传真:68467972

E-mail:seis@ht.rol.cn.net

经销:全国各地新华书店

印刷:北京鑫丰华彩印有限公司

版(印)次:2008 年 10 月第一版 2008 年 10 月第一次印刷

开本:787×1092 1/16

字数:265 千字

印张:10.5

印数:001~500

书号:ISBN 978-7-5028-3309-1/P·1384(4070)

(全三册)定价:100.00 元

版权所有 翻印必究

(图书出现印装问题,本社负责调换)

流动形变监测系统

主 编:薄万举

副主编:章思亚 丁 平

顾 问:张祖胜 李 克 宋彦云

编 委(按姓氏笔画为序):

丁 平 刘广余 李胜乐 李 辉 余书明 张 鹤

杨心平 杨国华 章思亚 董运洪 程 林 薄万举

序

地壳运动的监测作为地震预测预报研究的重要手段和依据,在我国的防震减灾、地学研究、国民经济建设、国防建设等方面,发挥了重要作用。经过近 40 年的努力,中国地震局相继建成了基本覆盖我国主要地震活动带和部分经济发达地区的地壳形变流动监测网,同时也获取了大量的观测资料。无论在观测技术、仪器研制、数据采集、资料处理、地震预测预报等各个方面,我国地震工作者都进行了艰苦的探索,积累了丰富的经验,同时建立起了一支高素质的监测和科研队伍,取得了一大批科研成果。

地壳形变流动监测作为地震前兆观测中主要的专业手段之一,在长、中、短期地震预报中起到了其他手段不可替代的作用。在海城、唐山、丽江、大同等地震前都发现了不同程度的地形变前兆异常,并给出了相当于中长期尺度的预测意见。20 世纪 80 年代,根据精密水准复测资料绘制的全国垂直形变图,较清楚地勾画出了我国主要的地壳形变梯度带,成为强震中长期预测、全国地震烈度区划以及相关科学研究的重要参考依据,取得了显著的社会效益。依托于 2000 年完成的国家重大科学工程“中国地壳运动观测网络”迅速发展起来的 GPS 流动形变观测网已日臻完善并覆盖全国。应用其观测结果,在印度尼西亚 $M_s 8.7$ 特大地震后对我国的震情发展趋势给出了及时、正确的判断。卫星定位的高新技术在地震预测这一应用基础研究领域开始崭露头角。

在取得成绩的同时,我们也要清醒地看到,由于多年来投入不足等原因,地壳形变流动监测工作面临许多问题。主要有:布网思路落后,各类监测网的功能单一,跨断层观测场地所跨空间尺度较小,综合化水平不高,布局不够合理;观测网破坏严重,不少观测线路点位破坏超过 50%,影响了正常监测工作的开展;设备陈旧,现有的观测仪器及仪器检定设备已使用多年,大部分仪器都超期服役,缺少数字化仪器,急需进行技术更新、改造,仪器的标定、检测、维护系统尚未建立;数据信息系统落后,监测数据的数字化采集、传输、管理、存储、分析、处理不适应需求,软、硬件设备明显落后于其他学科,不能满足防震减灾事业的需要。

由于存在以上诸多问题,严重影响了地壳形变流动监测系统的运行,在很大程度上限制了效益的发挥,也阻碍了科学研究的进展。因此地壳形变流动监测系统的优化、改造势在必行。建设好一个现代化的、有针对性的、融合多种观测手段于一体、彼此联系的流动监测网,将对我国地震预报和地球动力学的研究起到积极的推进作用,使地震预测和研究再上一个新台阶。

为此,“十五”期间在中国地震局监测预报司主持下,作为中国地震局“十五”重大项目“中国数字地震观测网络”中前兆观测网络的一部分,进行了“地壳形变流动监测系统”的改造建设。由中国地震局第一监测中心提出初步方案,其他参加单位共同完善并实施。“地壳形变流动监测系统”项目共有6个子项目,包括:①完成川、滇、陕、甘、宁、青和晋、冀、蒙3个重点监视区的垂直形变监测网和流动重力监测网改造及坐标测定;②建设20处长度为50km的跨断层综合观测剖面并进行坐标(水准、重力、GPS)测定;③进行全国地震基本重力网的维修改造和重力测定;④购置相对重力仪、数字水准仪及记录器等仪器设备;⑤建立数字水准仪、条形码尺标定维修系统,完善流动形变观测仪器的综合标定维修系统;⑥研制大地形变数据库及相关数据管理、处理与共享的软件系统。

项目由中国地震局第一监测中心负责组织立项以及设计和成果的整合,第一监测中心、第二监测中心、地震研究所、中国地震应急搜救中心和四川省地震局等五个单位共同完成。总经费为3588.6万元。项目于2007年完成并通过中国地震局的验收。

“地壳形变流动监测系统”项目产出的成果包括:完成了川、滇、陕、甘、宁、青和晋、冀、蒙3个重点监视区的地壳形变综合流动监测网的改造及坐标测定;共选建水准标石618座;水准观测13980km;区域流动形变监测网改造821个点,建筑面积2812m²,新建点181个;建成跨断层综合观测场地20处,共选建综合点标石380座并完成坐标测定(GPS、重力和水准观测);完成全国地震重力基本网的改造,共选建重力点标石189座,进行重力测量8万余千米;购置数字水准仪及条形码尺16套,流动重力仪8台,记簿器50台,GPS接收机2台套,手持GPS3台;图件制作软件1套;完成天津及西安两处数字水准仪、条形码尺标定检修系统的建设;建成大地形变数据库;研制了用于大地形变测量数据处理和分析的软件包(MapStrain1.0)以及野外观测数据采集传输软件;完成了1995~2004年区域水准观测、断层形变监测、GPS观测及重力观测资料的收集和录入;锻炼和培养了一批年轻的科技和管理人才。

为了系统地展示成果和总结经验,更好地发挥“地壳形变流动监测系统”的作用,现将项目中与大地形变数据库、大地形变测量数据处理和分析软件包(MapStrain1.0)、人才培养与学术交流有关的研究成果进行汇集出版,供今后参考和借鉴。

本书分为上、中、下三册。上册主要内容为《大地形变数据库》,由第二监测中心程林高级工程师主笔;中册主要内容为《大地形变数据处理软件》,由第一监测中心薄万举研究员主笔;下册主要内容为《人才培养与学术交流》,由第一监测中心章思亚主任主笔。全书由薄万举研究员负责统稿和主审工作。

张祖胜

2008年5月

前言

流动形变监测是我国地震形变前兆观测中的重要技术手段之一,且自成系统。现已积累了大量的历史资料,在地震预测研究及地震大形势判定中起着越来越重要的作用。随着计算机技术的发展,无纸化办公和数据档案资料电子化逐渐普及,而流动形变数据的归档、存储仍停留在纸介质阶段,特别是大量的历史数据,其检索、维护和提供服务远不能满足形势发展的需求。因此将大地形变数据库建设作为“十五”中国数字地震观测网络项目中的一个重要组成部分纳入“流动形变监测系统”子项目的建设之中,由中国地震局第二监测中心和中国地震局第一监测中心、湖北省地震局、中国地震应急搜救中心共同完成,为我国地震流动形变监测数据的现代化存储、维护、共享和使用做了基础性的工作。作为“流动形变监测系统”的一部分,本册重点介绍了“大地形变数据库系统”的阶段性成果,为该数据库系统进一步开发、应用、维护、升级和改进提供参考。

数据库技术是信息技术的核心。数据库(Databases,简称 DB)是指长期保存在计算机的存储设备上、并按照某种模型组织起来的数据的集合,便于数据的存储、管理、维护、更新和多用户共享及应用。数据库管理系统(Database Management Systems,简称 DBMS)是指提供各种数据管理服务的计算机软件系统,这种服务包括数据对象定义、数据存储与备份、数据访问与更新、数据统计与分析、数据安全保护、数据库运行管理以及数据库建立和维护等。

上个世纪 60 年代诞生的数据库技术,为计算机收集、存储、加工和利用大量数据提供了全面的支持,成为当今社会信息化极为重要的支撑技术之一。围绕着数据结构和模型的演变,传统的数据库技术经历了网状、层次和关系数据库 3 个阶段。

关系数据库技术出现在 20 世纪 70 年代,经过 80 年代的发展到 90 年代已经比较成熟,当前,由于互联网应用的兴起,XML 格式的数据的大量出现,无论是多媒体内容管理、XML 数据支持、还是复杂对象支持等都将是在关系系统内核技术基础上的扩展。关系数据库技术仍然是主流

目前基于关系型数据库系统的 Web 应用模式表现为一种 3 层或 4 层的结构,在这种多层结构体系下,传统的关系型数据库系统解决了 Web 应用问题,从而形成了名副其实的 Web 数据库系统。

该大地形变测量数据库系统作为大地形变测量学科信息化建设中的重要基

基础设施,在对多种大地形变测量专业观测手段的监测数据进行科学有效整合的基础上,初步建立了统一的大地形变测量数据库系统,使大地形变监测数据的管理进入了全面数据库化的新阶段。

本书的作者承担了大地形变测量数据库系统研发,该项目的研发适应信息技术、计算技术和网络技术的最新发展,采用了先进的 ORACLE 数据库技术、JSP 网络技术、网络 GIS 技术,开展了充分的需求分析和技术设计,实现了多技术系统整合和多业务类型整合,对大规模存储于不同介质、分散于数据产出单位及相应技术管理部门的大地形变测量数据进行搜集、整理,构筑信息共享平台的基础。并根据用户需求,建立了一套具有学科特色的、数据内容丰富、实用性强、能提供良好的数据共享与服务的大地形变测量学科数据库系统,为大地形变测量学科数据库科技信息服务体系的建设和先进应用系统的开发提供有力的支持。

系统架构设计采用了浏览器/服务器(B/S)模式的三层结构,遵循高效、稳定、可扩展的设计原则。数据库管理系统采用 Oracle 企业版作 RAC 双机配置,存储介质采用光纤通道磁盘阵列,应用服务器采用 Oracle 应用服务器,用户前端只用浏览器就可访问。

数据库建模在详细的需求分析基础上,遵守关系数据库的规范化理论,经过概念模型设计,逻辑模型设计和物理模型设计,涵盖了大面积水准数据、GPS 数据、重力数据、跨断层形变数据(水准和测距)和台站数据(水准和基线)五类观测数据,建立了完备合理的大地形变数据库模型。

Web 应用设计采用了 Oracle Jdeveloper 10g 开发环境,应用了 J2EE、JSP、JSF 和 WebGIS 等技术,实现了数据查询、数据管理和用户管理等功能。

该大地形变监测数据库系统整合了大地形变测量多种专业观测手段的数据,实现了对数据的统一管理,为其它形变专业应用提供了完整、可靠的基础数据源和统一的数据接口。大地形变监测数据库系统的建成,大大提高了大地监测数据的管理水平,推动了形变数据资源实现深层次、全方位的共享,在本学科信息化的科学研究环境及科技信息服务体系建设中必将发挥重要的作用。

本书上册由中国地震局第二监测中心程林同志负责策划和统稿,其中第一章由中国地震局第二监测中心陈文胜同志主笔,第二章由湖北省地震局孙少安同志主笔;第三章由中国地震局第一监测中心武颜强同志主笔;第四章 2~8 节由中国地震局第二监测中心程林同志主笔;第四章 1 节和第五章由中国地震局第二监测中心王丹宁同志主笔。

丁平

2008 年 7 月

目 录

第 1 章 概述	(1)
第 1 节 大地形变测量数据库系统概述	(1)
第 2 节 系统软硬件平台搭建	(2)
第 2 章 关系数据库及 SQL	(51)
第 1 节 关系数据库系统	(51)
第 2 节 关系数据库的理论基础	(56)
第 3 节 关系数据库标准语言 SQL	(59)
第 4 节 Oracle 数据库系统	(71)
第 3 章 关系数据库分析与设计	(81)
第 1 节 关系数据库的规范化理论	(81)
第 2 节 数据库分析设计原则在形变数据库中的应用	(89)
第 4 章 大地形变测量数据库 Web 应用开发	(104)
第 1 节 Web 和数据库综合编程技术	(104)
第 2 节 系统设计	(108)
第 3 节 数据库设计	(110)
第 4 节 数据库操作组件	(117)
第 5 节 文件上传与下载组件	(124)
第 6 节 图件显示组件	(132)
第 7 节 jxl 报表数据封装	(134)
第 8 节 客户端框架设计	(141)
第 5 章 大地形变测量数据库应用指南	(144)
第 1 节 系统安装指南	(144)
第 2 节 数据库系统管理与维护	(146)
第 3 节 共享网站	(149)
第 4 节 安全认证	(153)
参考文献	(155)

第 1 章 概述

第 1 节 大地形变测量数据库系统概述

1.1.1 大地形变监测数据应用现状

中国地震局为地震预报和科研的需要,40 年来开展了精密水准、跨断层水准测量、三角测量、跨断层测距、重力测量和精密 GPS 测量等大地形变监测业务,积累了 40 年的宝贵的大地形变监测资料,为国家的地震预测预报和地震科研等工作做出了巨大贡献。

由于各种原因,这些宝贵资料的保存和应用水平,还与我国地震科技水平的发展不相适应。例如部分资料还保存在纸张介质上面,大部分资料已经数字化,但还没有纳入数据库管理,只有部分资料实行了初步的数据库管理;同时大地形变数据库的应用虽在部分单位有所开展,但还处于各自为战,缺乏标准化的局面。鉴于这样的情况,建立全国统一的标准化的大地形变监测数据库的需求已经刻不容缓地摆在我们的面前。

作为“十五”项目“中国数字地震观测网络”中“流动形变监测系统”子项目的一部分,由中国地震局第一监测中心、中国地震局第二监测中心、中国地震局地震研究所和中国地震应急搜救中心四家单位共同完成了大地形变数据库系统的研发。

1.1.2 大地形变监测数据库系统设计概要

大地形变监测数据库系统的建设目标是建成网络化、分布式的数据库系统。系统采用 B/S(Browser/Server,浏览器/服务器)模式,与传统的 C/S(Client/Server,客户端/服务器)模式相比,该模式的最大特点是客户端的安装部署工作量很小,几乎可以说是零部署,用户只要安装了 Web 浏览器就可以方便地访问系统。

系统采用三层结构:后台采用大型的企业级数据库管理系统,中间一层是应用服务器,前端用 Web 浏览器进行访问(图 1-1)。

1. 后台数据库

采用性能卓越的 Oracle 企业版,配合 Oracle 集群件(Clusterware)用两台数据库服务器组成 RAC(Real Appliation Cluster,真实应用集群),提供稳定可靠的后台数据库服务。

2. 应用服务器

采用 Oracle 应用服务器,也可采用其他的应用服务器如 Weblogic、websphere、Tomcat 等。

3. Web 前端

前端的用户只需在 Web 浏览器上就能进行数据的查询,并能进行简单的数据编辑和管理

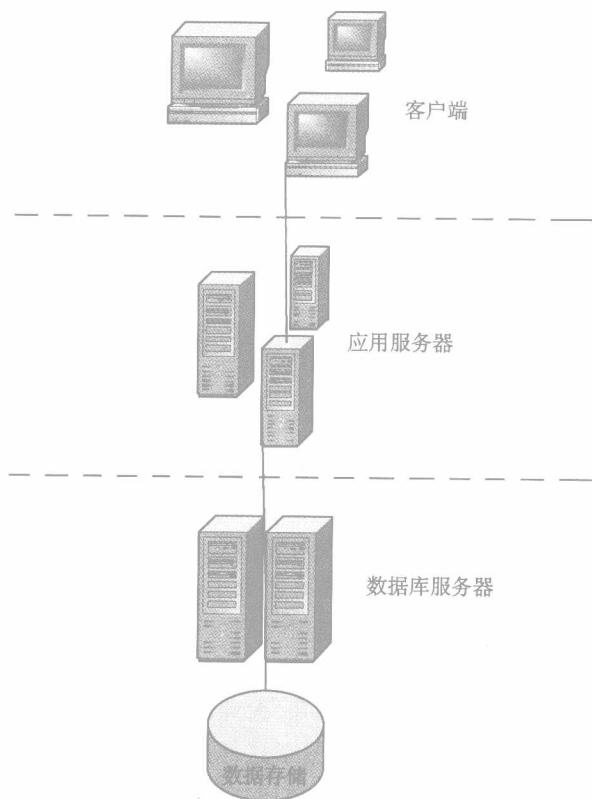


图 1-1 系统分层结构

工作,不需要安装任何专用客户端程序。

系统的应用软件采用跨操作系统平台的 J2EE 技术构建。

第 2 节 系统软硬件平台搭建

1.2.1 数据库平台的架构思路

大地形变监测数据库系统用于高效地存储、检索、提取各种流动形变监测数据,为广大的地震预报、科研人员提供不间断的数据服务。并为需要的各类软件应用提供基础支撑。所以该系统必须具有海量的存储容量、高性能的运算处理能力、快速的数据吞吐能力和高度的稳定性,这四点缺一不可。在我们构建系统的软、硬件平台时就必须满足这四点要求。

1. 硬件平台

作为一个数据库系统,需要常年不间断地运行,持续地为用户提供服务,因此我们在硬件设备的选择上必须要求稳定可靠,为系统的运行提供坚如磐石的基础平台。所以在关键设备的配置上都建议采用冗余配置,避免单点故障,保证系统的高度可靠性。数据库服务器采用两台主机,双机互备。存储设备的控制器也建议采用双控制器,存储交换机也配置两台,每台数

数据库服务器通过两台交换机连接到存储设备。系统的硬件拓扑图见图 1-2。

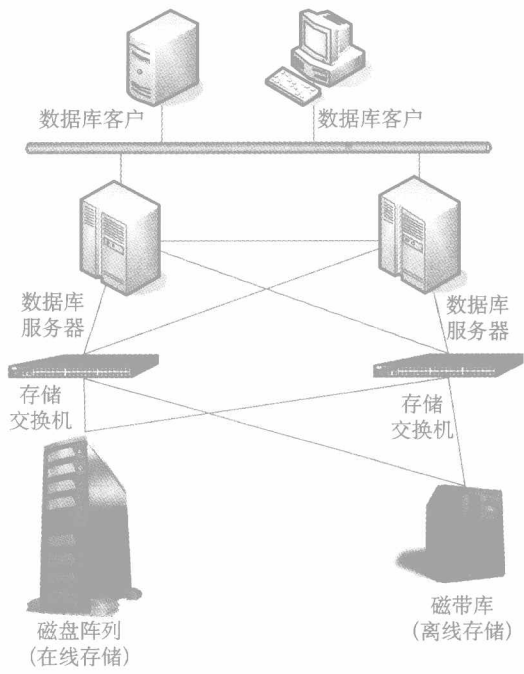


图 1-2 系统拓扑图

2. 系统主机选择

作为一个重要的数据库系统,大地形变监测数据库必须运行在一个非常稳定可靠的硬件平台之上。系统运行的主机首先推荐采用运行 Unix 操作系统的小型机,也可选用专业服务器厂商生产的 PC Server。我们推荐的 Unix 小型机的配置见表 1-1;PC Server 的配置见表 1-2。

表 1-1 Unix 小型机的配置表

	推荐配置	备注
CPU	≥4 核心	
内存	≥4G	
硬盘	SCSI 或 SAS 接口≥146G	
网卡	≥3 块 1000M 以太网卡	
HBA 卡	2 块接磁盘阵列的 HBA 卡	视存储的类型为 FC 接口或 iSCSI 接口

表 1-2 PC Server 的配置表

	推荐配置	备注
CPU	≥4 核心	
内存	≥8G	

续表

	推荐配置	备注
硬盘	SCSI 或 SAS 接口 $\geq$ 146G	系统磁盘可作 RAID1 或 RAID5 以提高可靠性
网卡	$\geq$ 2 块 1000M 以太网卡	
HBA 卡	2 块接磁盘阵列的 HBA 卡	视存储的类型可用 FC 接口或 iSCSI 接口

为了提高系统的可靠性,建议采用双机系统配置。

3. 存储系统选择

关键的数据库系统对于存储系统的可靠性、存储容量和数据吞吐性能要求都是很高的,一般的服务器内建的磁盘或阵列还不能很好地满足我们的要求。建议采用专用的磁盘阵列为数据库系统来提供存储。可以采用成熟的光纤通道磁盘阵列,也可以采用新兴的 iSCSI 磁盘阵列。为了满足不断增加的数据存储需求,建议存储的容量大于等于 4T(见表 1-3)。

表 1-3 iSCSI 磁盘阵列表

	推荐配置	备注
存储控制器	建议配备双控制器	
缓存	$\geq$ 128G	
容量	$\geq$ 4T	
RAID 级别	RAID5 或 RAID6	建议配备 Hot Spare 磁盘
交换机	2 台千兆速率以太网交换机作冗余配置	如采用 iSCSI 阵列时必须为存储建立专用网络,不能与业务网混用一网

4. 软件平台

在两台主机上安装 Oracle 数据库真实应用集群(Real Application Cluster),构成双机互备并负载均衡的企业级数据库系统。

小型机的安装专业性相对较强,建议请专业人员施行,在此不做介绍。我们仅以 Linux 的平台下的安装为例进行较为系统的介绍。

1.2.2 操作系统安装

操作系统根据我们的主机系统的不同有不同的选择。

如果是 IBM 的小型机,可以安装 AIX Unix 操作系统或 Linux 操作系统,由于 Unix 操作系统相对更加稳定可靠,建议安装前者。

如果是 SUN 的小型机,建议安装 Solaris for SPARC Unix 操作系统。

如果是 PC Server 可以安装 Linux 或者 Solaris for X86 Unix,如果 Solaris 对该主机的硬件驱动支持较好且用户对 Unix 的管理没有困难,可以安装 Solaris for X86,否则建议安装 Linux。

1. SuSE Linux 的安装

SuSE Linux 企业服务器版(Enterprise Server,以下简称 SLES)是 Novell 公司的企业级 Linux 发行版,对 Oracle 的支持比较好。用户可以安装 SLES9.0 版本,也可以安装 SLES10.0 版本,下面以 SLES9.0 版为例介绍安装过程,10.0 的安装过程大同小异,限于篇幅问题就不

做重复介绍了。

(1)准备工作。

如果你的主机系统有 SLES 安装程序不能识别的硬件,比如 RAID 卡,必须先准备该设备的驱动软盘。你可以在主机的随机资料中寻找驱动,如果没有找到,可以到主机厂商的官方网站上下载正确的驱动,一般是 IMG 软盘镜像,用 rawrite 程序或 winimg 程序写到空白的软件上备用;

(2)安装。

将系统安装光盘装入光驱,对主机加电,系统会由光盘启动。屏幕显示内容见图 1-3。

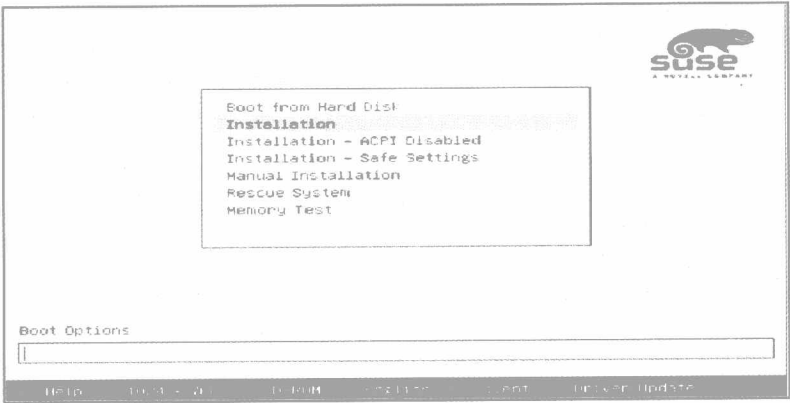


图 1-3

如果需要加载我们准备好的驱动程序,按 F6,选择驱动软盘,系统将提示插入软驱,回车,自动加载软盘上的驱动,然后返回上面的界面。选择 Installation 并回车即可。

系统会显示软件许可协议并要求用户确认(图 1-4)。

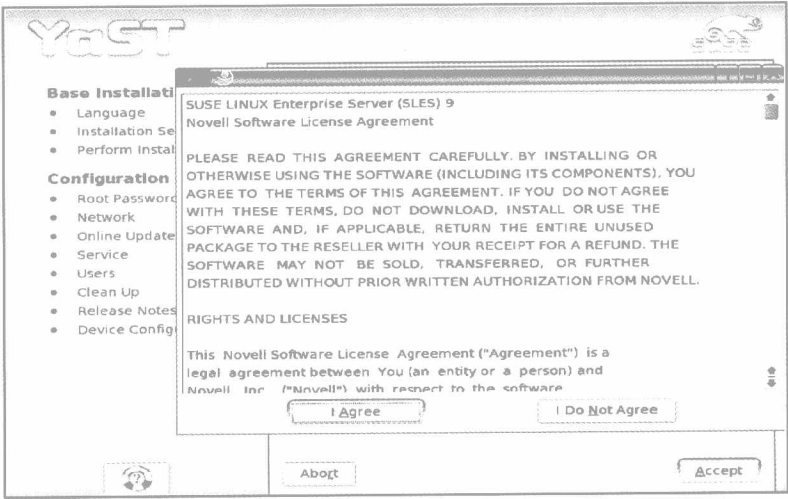


图 1-4

鼠标点选 I Agree。
系统会显示图 1-5 的画面。

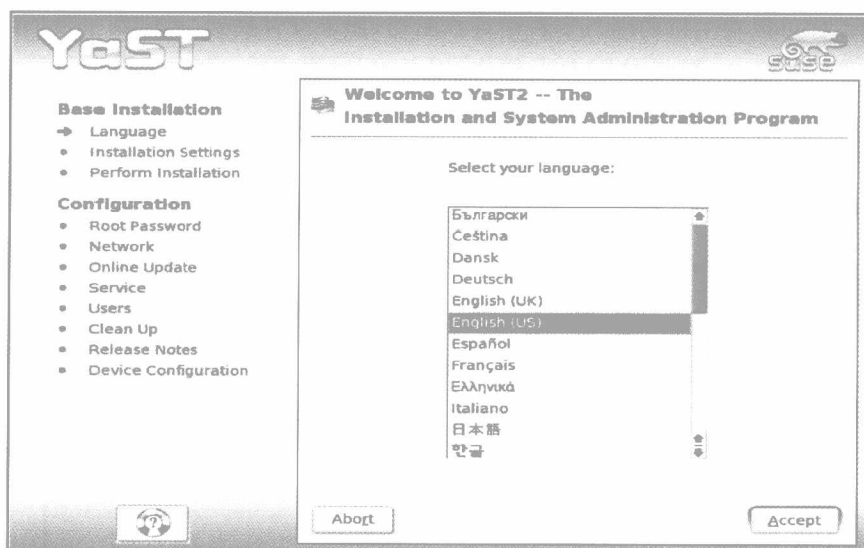


图 1-5

(3) 选择安装程序使用的语言,本项目选用简体中文。

接下来系统会自动检测硬件,并显示出来,如有错误可以选择手动更改(图 1-6)。没有错误的话点 Accept 接受系统的监测结果。

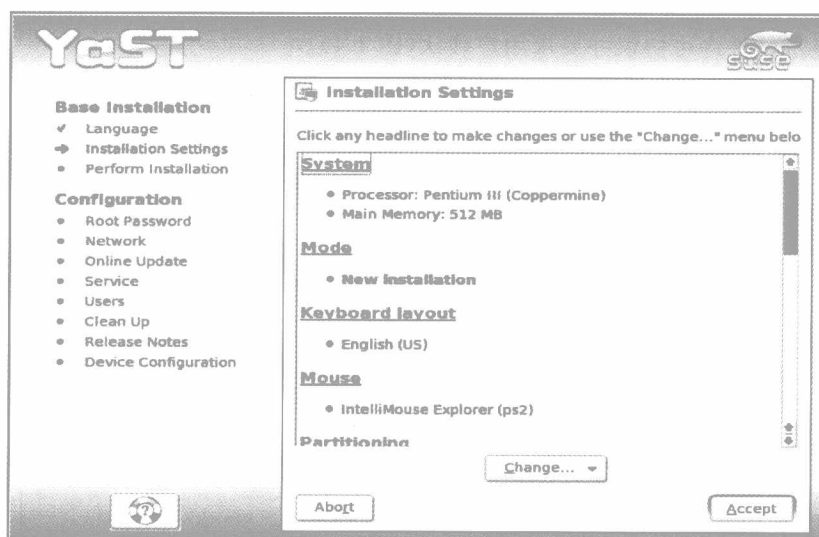


图 1-6

接下来系统要求用户选择键盘键位和鼠标的设置,键位请选择 English US(图 1-7),鼠标根据实际情况选择(图 1-8)。

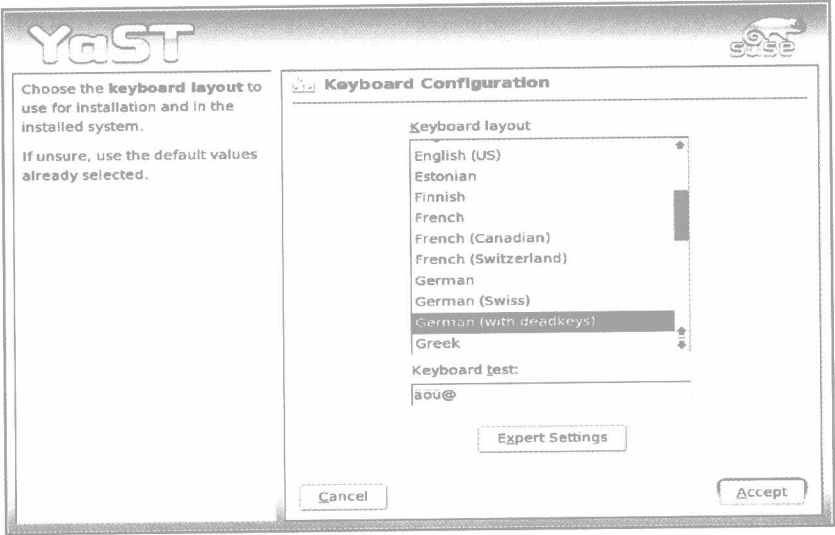


图 1-7

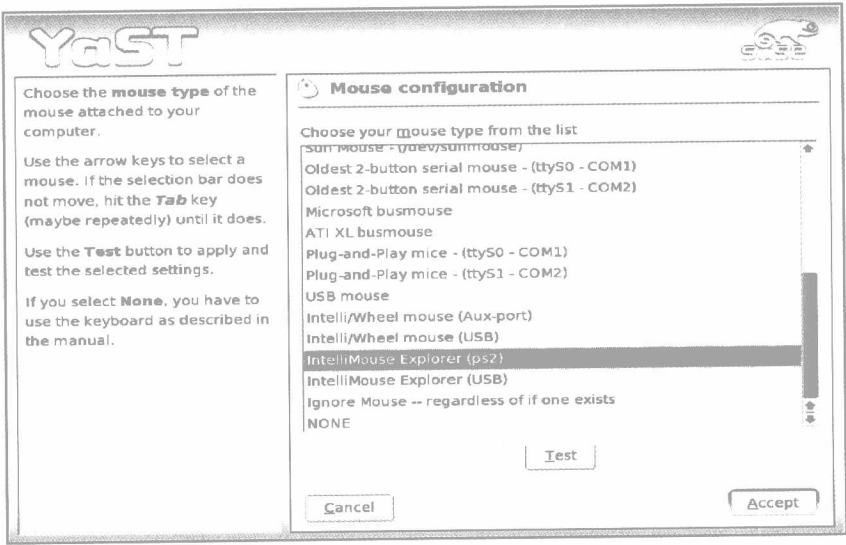


图 1-8

接下来系统提示用户选择安装的具体设置,包括磁盘分区、安装的软件、和引导程序的位置(图 1-9)。

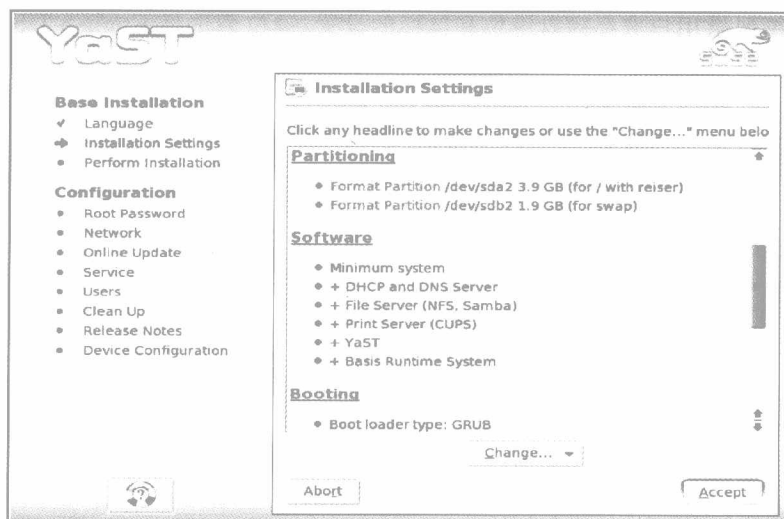


图 1-9

(4) 磁盘分区。

选择 Partitioning, 定制磁盘分区的要求。建议不采用系统自动分区的结果。分区大小的建议见下表 1-4。

表 1-4 磁盘分区表

路径	分区建议大小	说明
/boot	200M	引导程序保存的位置,也可不单独分区
/	2~4G	操作系统文件存放的位置,在下面的几个目录单独划分后有 2~4G 应该足够了
/var	≥4G	是系统日志和 www/ftp 等数据存放的位置,建议划分磁盘空间的 20%~40%
/opt	≥4G	是某些大型程序安装时会选择在这个目录下,建议划分磁盘空间的 20%~50%
/usr	≥4G	很多用户的程序会安装在此目录下,尤其是/usr/local 是编译安装软件的建议位置,建议划分磁盘空间的 20%~30%
/home	≥2G	在会有很多用户远程登录使用的系统上最好单独划分一个分区;对于安装 oracle 的服务器可不划分
Swap	=内存大小	内存 1~2G 时划分应分为内存大小的 2 倍,内存较大时可令等于内存容量

分区文件系统的格式,我们推荐采用 ext3。此格式与标准的 ext2 的兼容性最好,又是一种日志文件系统,性能也很不错。选用兼容性好的文件系统的最大优点是在系统发生故障需要恢复时较为方便。