

项目编号: _____

档案编号: _____

科技型中小企业技术创新基金项目

申 请 资 料



申请系列: G11 (R)

项目名称: 方物Fronware vServer虚拟机系统软件

项目类型: 创业

技术领域: 电子信息

企业名称: 北京方物软件有限公司

企业法定代表人: 官晓春

企业所在地: 北京市海淀区上地东路1号盈创动力大厦E座502B室

推荐单位: 北京市科学技术委员会

区县科技主管部门: 北京高技术创业服务中心



0105K01734572000017590513

科技部科技型中小企业技术创新基金管理中心制

二〇一〇年

合同约定

一、合同约定

本项目实施的阶段目标为乙方在项目申请材料的“产品化实施计划”中所表述的内容。

本项目的验收考核指标是：

1. 总体指标：本项目在合同到期时，完成总投资 260 万元（其中新增投资 210 万元），企业资产规模达到 400 万元，就业人数达 25 人，其中因本项目实施新增就业人数达 5 人。

2. 技术指标：本项目所采用的主要（关键）技术及应达到的技术性能指标为乙方在项目申请材料的“项目技术与产品实现”中表述的内容。

3. 项目实施目标：本项目在合同到期时，项目产品形态为 最终消费产品，项目所处阶段达到 批量生产，项目产品销售达到 批量，产品化拟执行的质量标准类型为 行业标准，获得证书情况为：

企业获得质量认证体系证书：

本项目获得国家相关行业许可证：

本项目获得专利证书：vServer系统软件3.0软件著作权

本项目获得技术、产品鉴定证书：

4. 经济指标：在本合同第二条规定的项目执行期内，本项目累计实现销售收入 525 万元，累计缴税 50 万元，累计净利润 186 万元，累计创汇 0 万美元。

第一部分 项目摘要

虚拟化是继互联网之后，又一个对整个信息产业有突破性的信息技术，将是影响IT最强的技术。它能够有效解决业务连续性、业务的快速部署和灵活改变需求，达到减少运营和管理成本，提高运营效率和服务水平的目的。虚拟机系统软件面临主要问题是虚拟机性能，特别是IO性能问题。

Fronware vServer服务器虚拟化系统软件运行在自己设计的专用操作系统FronOS之上，FronOS系统将实时嵌入式操作系统，和VMM有机融合，运行在一个单独的程序空间，移去了虚拟机在不同层次的切换负荷；任务切换时以虚拟机为调度中心，提供了按照时间和优先级的抢占式调度方式，有效的保证了各个虚拟机的自动资源分配；最后，跟踪最新的虚拟化技术发展，充分利用最新芯片在虚拟化进展，分别支持了CPU的VMX/SVM指令集、内存的EPT/NPT技术、IO的IO-D/SR-IOV外设的硬件辅助虚拟化。通过以上改进，可以使虚拟机的总体效率超过物理服务器的95%，外设效率超过物理IO的99%的容量。

本项目经教育部科技查新工作站查新，属于国内创新的产品，本项目已经取得软件著作权，项目处于研发阶段。

创 新 基 金

第二部分 企业概况

第一章 基本信息

企业名称	北京方物软件有限公司					
成立时间	2008-06-27	注册资本	300万元			
	法定代表人	企业负责人	联系人			
姓名	官晓春	官晓春	赵玉洁			
最高学历	硕士	硕士	本科			
专业	机电控制与自动化专业	机电控制与自动化专业	财务会计			
身份证号码	610113197102081677	610113197102081677	130303197010310624			
职称	无	无	会计师			
办公电话	58859456	58859456	58859456			
移动电话	13511063072	13511063072	13651266607			
E-mail	guanxiaochun2008@gmail.com	guanxiaochun2008@gmail.com	susan73897389@gmail.com			
股东构成						
股东名称 (或姓名)	投资者经济形态	法人代码 (或身份证号)	是否上市公司	境外公司或外籍	所占股份	投资方式
官晓春	自然人	610113197102081677	否	否	56.67%	现金
江建平	自然人	61011319631017163X	否	否	26.67%	现金
刘鸿雁	自然人	210105197306221446	否	否	16.66%	现金
开户银行	01090978000120109073191	信用等级		无		
帐号	北京银行经济技术开发区支行	上年研究开发经费投入		103.7万元		
上年度营业收入	0万元	上年度缴税总额		0万元		
上年度创汇	0万美元(折合)	员工总数		14人		
企业类型	研发型	已有成果数		2		
已转让成果数	0	企业登记类型		有限责任公司		
企业性质	有限责任公司	企业特性		国家高新区内的企业		

第二章 企业管理团队

核心团队
官晓春 1990年至1997年 北京航空航天大学 机电控制与自动化硕士

工作经历：

1997年 - 2001年 华为公司北京研究所。先后担任软件工程师、软件经理、底层软件部门经理。

2001年 - 2006年 北京港湾网络有限公司 先后担任交换机产品线经理、接入产品部门经理、无线产品部门经理、研究部副总经理

2006年-2008年 外商独资安其华安全公司北京研究所 北京研究所总经理

2008年创办北京方物软件有限公司，董事长兼总经理

主要工作业绩**一、任职华为公司期间**

作为技术型管理者，曾领导和参与了华为公司交换机、高速路由器产品的研发，在中国电信、中国网通、中国交通银行上海分行、中国建设银行、上海市证券交易所、中国海关总署、中国民航总局、中国铁道部、鞍山钢铁、中国国家统计局、上海市环保局以及上海宝钢的实现了产品的规模应用和部署，真正意义上研发出国际领先的数据通信产品，并成功在国内实现了规模化应用。

二、任职北京港湾网络有限公司期间

1、在任职交换机产品线经理期间，领导和参与了港湾网络二层/三层/四层交换机产品的研发，涵盖低端到高端交换机产品，产品型号包括u24、u2、u1008、u1016、u1024、flex3024、flex3016、flex3024、flex5024、flex5028等，产品在宁波电信、江苏网通城域网、广州网通、湖北电信等运营商实现了规模应用和部署。

2、在任职接入产品部门经理期间，领导和参与了VDSL/ADSL产品的研发，实现了包括VDSL/ADSL/Ethernet的万线集中接入平台，凭借方案和技术优势，挤入了中国网通市场，在网通集团集采中夺得了100万线的规模应用。

3、在任职无线产品部门经理期间，领导并主持开发了无线AP产品AeoHammer 2000，AeoHammer1000以及无线交换机产品AeoHammer5000系列，在广州移动部署的无线网络中实现了规模部署。

二、任职安其华安全公司北京研究所总经理期间

1、领导并管理安其华公司北京研究所的研发队伍，提升了软件标准化的开发流程，领导实现了CMM3的开发流程规范。

2、出席各种专业演讲，提升管理能力和企业核心竞争能力。先后参与了北京交通大学管理学院MBA与EMBA班专题讲座、亚太区网络技术应用国际论坛专题发言。

技术专长：

熟悉软件技术；底层软件和操作系统技术；硬件设计技术；精通产品研发、中试、生产、以及研发队伍的管理。

官晓春先生具有卓越的市场洞察力，坚定执著的开拓者精神，开放的思维，富于远见的经营理念。在公司市场的把握和控制方面，从容不迫，得心应手，对待各种挑战和风险，乐观积极，沉着稳健，出色的带领公司跨越了多次艰难险阻。深具成熟企业家的经营风范。主要经营理念如下：

1、依靠利润进行发展：保障赢利是第一目标，产品销售现购现付，不予赊销，通过为客户提供优质产品和服务而不是降价来扩大市场份额，将大部分利润用于再投资，再加上其他现金收入，作为发展所需的资金，而不依赖长期贷款。

2、致力于创新：开发真正代表技术进步的产品，并努力领会客户的潜在需求。每年用于研究与开发的支出不低于销售额的30%，把现有的科技力量用于最可能获得成功的项目上，选择那些能够满足市场实际需要的信息新技术上重点开发。

3、倾听客户的意见：为客户服务的思想，我公司会表现在提出新的思路和技术，在此基础上开发有用的重要产品。客户意见的反馈是很重要的，有助于我们设计和研制出满足客户实际需要的产品。销售人员要与客户密切合作，以使用最恰当有效的办法解决客户的问题，从而提高公司产品和服务的价值。

4、对员工和团队的信任：聘用最优秀的人才，强调密切配合的重要性，鼓舞大家必胜的意志。这是公司内在凝聚力和创造力的源泉。我认为，一个组织要实现最大限度的效率和成功的必要条件包括：挑选现有最能干的人才负责组织内部的每一项任务，特别是在进展速度很快的信息技术性企业里，必须实行和保持一项持续的教育及培训计划，使优秀员工得到培训和提升，并在各个层次都鼓励高度的创新热情；为此，至关重要的是要在公司内创造一种环境和氛围，使员工有可能尽其所能，充分发挥潜力，并因取得成就而得到承认。个人能力的发挥和个人发展要依靠团队的力量，只有团队一起发展，个人才能得到更大的进步，因此个人利益必须服从于团队的集体利益。在强调团队协作的同时，又容忍个人的不同需要，员工与公司分享一切，使公司建立在一支稳定而有献身精神的员工队伍基础上。要实现公司的目标，必须得到公司各层员工的理解和支持，允许他们在致力于实现目标中有灵活性，帮助公司确定最适于其运作和组织的行事方式。

5、组织的扩展：在迅速扩展的公司里，组织结构必须相应变动以适应市场变化的需要。随着公司规模扩大，要向多样化发展，以避免机构臃肿。与此同时，致力于各部门之间的协调效应，以实现公司协调发展的目标。管理者的一项重要职责就是挑选和培训他们的潜在继任人，方法之一就是举行回顾会议，由此对总经理及其部门经理的能力做出评估。

6、对社会的责任：我公司有责任履行一个好的集体公民的义务，包括对公司的职工、客户、供应商和整个社会的和谐因素负有重要责任，而不仅仅只是为企业赚取利润。

副总经理 - 周鹏，男，36岁。

1994 - 2001 华中理工大学，计算机专业

2001 - 2003 北京港湾科技有限公司 担任高级工程师

2003 - 2008 朗讯科技（中国）有限公司（北京）担任总工程师

2008年 - 至今 北京方物软件有限公司 担任副总经理

周鹏先生曾是朗讯全球服务部门客户关系管理解决方案（CRM）的高级架构师，参与实施了许多大型CRM项目的咨询与实施，涉及金融、通讯、制造业、旅游等多个领域。除了IT架构设计和项目管理，作为获得Siebel认证的咨询师，在业务流程分析和信息技术战略规划等方面有一定的能力，尤其在系统集成上有10年以上的经验。现任北京方物软件有限公司副总经理。

项目经历如下：

2006/012--2008/03 设计开发上海通用汽车有限公司 经销商管理系统 - 首席系统架构分析师

2005/06--2006/11 设计开发平安保险公司 全国车险电话中心 - 系统架构分析师

2005/01--2005/05 设计开发惠氏中国公司 全国电话中心 - 项目经理兼方案顾问

2004/01--2004/11 设计开发中国银行上海分行 客户服务中心 - 系统架构分析师兼方案顾问

2003/06--2003/10 设计开发上海通用汽车有限公司 CRM系统 - 咨询顾问

2003/01--2003/05 设计开发浦东发展银行北京分行 客户服务中心 - 项目经理

2002/11--2002/12 设计开发Tandem CPSA (客户服务流程系统) - 咨询顾问

2002/08--2002/10设计开发Sungard Nasdaq通讯 - 工程师

2001/08--2002/07 设计开发Vicorp Betex-Esp产品研发 - 工程师

项目经理 - 侯鹏，男，36岁

1995/09 - 2002/07: 北京航天航空大学 硕士

2002/08--2004/08：北京港湾科技有限公司 担任高级工程师

2004/09--2008/10：北京港湾科技有限公司 担任部门经理

2008/10至今：北京方物软件有限公司 担任高级项目经理

2008年 至今北京方物软件有限公司 担任高级项目经理，侯鹏先生有多年的系统设计、项目管理经验，在上海通用DMS系统、多家电信公司的宽带多媒体应用系统、商业POS系统等多个系统中任项目经理、系统分析员等多个角色，在系统设计、开发、实施和项目管理上有近10年的经验。

项目经历如下：

2008/03--2008/12 上海通用汽车DMS项目 -- 作为PMO一员，负责制订项目计划2流程，监控项目实施进度。

2007/08--2008/01 宽带多媒体VOD系统：MediaFeeder和Windows Media Server管理平台 -- 整个系统的主要设计和开发人员，同时还协调项目的实施

2006/10--2007/08 MediaFeeder产品 -- 是产品的主要设计、开发和项目实施人员

2005/08--2006/10 PowerMedia产品 -- 产品的主要设计和开发人员

2004/08--2005/08 上海长途电信局办公自动化和业务管理系统 (MIS系统) --项目经理

2002/08-2003/11 商业POS系统 -- 软件开发主管、并负责项目的实施工作

营销总监 - 闪长兴，，37岁。

1993/09--1997/07：复旦大学 管理科学专业

1997/03--2004/03：上海开思软件有限公司/金蝶软件有限公司担任业务顾问

2004/03--2008/4：上海慧广科技 担任业务顾问

2008 至今北京方物软件有限公司 担任营销总监

项目经历如下：

1999：江西凤凰光学有限公司ERP项目

1997/11--1997/12：浙江宁波韵声有限公司ERP项目

1998/01--1999/12：江苏南通醋酸纤维有限公司ERP系统

1997/03--1997/10：上海汽车工业公司财务公司财务系统
 1998/02--2002/05：上海大众汽车销售公司ERP系统
 2003/02--2003/05：沈阳华晨汽车整车物流系统
 2002/03--2002/08：上海大众汽车销售公司及销售服务中心商务智能分析系统
 2003/08--2004/03：中国一汽贸易总公司整车直发防伪系统
 2002/08--2003/10：中国一汽贸易总公司及青岛分公司整车物流系统
 2004/032005/04：上海通用汽车DMS 3期-经销商销售管理系统

创业企业家学历教育情况、工作履历说明与所获荣誉及主要成绩情况：

官晓春

1990年至1997年 北京航空航天大学 机电控制与自动化硕士

工作经历：

1997年 - 2001年 华为公司北京研究所。先后担任软件工程师、软件经理、底层软件部门经理。

2001年 - 2006年 北京港湾网络有限公司 先后担任交换机产品线经理、接入产品部门经理、无线产品部门经理、研究部副总经理

2006年-2008年 外商独资安其华安全公司北京研究所 北京研究所总经理

2008年创办北京方物软件有限公司，董事长兼总经理

主要工作业绩

一、任职华为公司期间

作为技术型管理者，曾领导和参与了华为公司交换机、高速路由器产品的研发，在中国电信、中国网通、中国交通银行上海分行、中国建设银行、上海市证券交易所、中国海关总署、中国民航总局、中国铁道部、鞍山钢铁、中国国家统计局、上海市环保局以及上海宝钢的实现了产品的规模应用和部署，真正意义上研发出国际领先的数据通信产品，并成功在国内实现了规模化应用。

二、任职北京港湾网络有限公司期间

1、在任职交换机产品线经理期间，领导和参与了港湾网络二层/三层/四层交换机产品的研发，涵盖低端到高端交换机产品，产品型号包括u24、u2、u1008、u1016、u1024、flex3024、flex3016、flex3024、flex5024、flex5028等，产品在宁波电信、江苏网通城域网、广州网通、湖北电信等运营商实现了规模应用和部署。

2、在任职接入产品部门经理期间，领导和参与了VDSL/ADSL产品的研发，实现了包括VDSL/ADSL/Ethernet的万线集中接入平台，凭借方案和技术优势，挤入了中国网通市场，在网通集团集采中夺得了100万线的规模应用。

3、在任职无线产品部门经理期间，领导并主持开发了无线AP产品AeoHammer 2000，AeoHammer1000以及无线交换机产品AeoHammer5000系列，在广州移动部署的无线网络中实现了规模部署。

二、任职安其华安全公司北京研究所总经理期间

1、领导并管理安其华公司北京研究所的研发队伍，提升了软件标准化的开发流程，领导

实现了CMM3的开发流程规范。

2、出席各种专业演讲，提升管理能力和企业核心竞争能力。先后参与了北京交通大学管理学院MBA与EMBA班专题讲座、亚太区网络技术应用国际论坛专题发言。

技术专长：

熟悉软件技术；底层软件和操作系统技术；硬件设计技术；精通产品研发、中试、生产、以及研发队伍的管理。

官晓春先生具有卓越的市场洞察力，坚定执著的开拓者精神，开放的思维，富于远见的经营理念。在公司市场的把握和控制方面，从容不迫，得心应手，对待各种挑战和风险，乐观积极，沉着稳健，出色的带领公司跨越了多次艰难险阻。深具成熟企业家的经营风范。主要经营理念如下：

1、依靠利润进行发展：保障赢利是第一目标，产品销售现购现付，不予赊销，通过为客户提供优质产品和服务而不是降价来扩大市场份额，将大部分利润用于再投资，再加上其他现金收入，作为发展所需的资金，而不依赖长期贷款。

2、致力于创新：开发真正代表技术进步的产品，并努力领会客户的潜在需求。每年用于研究与开发的支出不低于销售额的30%，把现有的科技力量用于最可能获得成功的项目上，选择那些能够满足市场实际需要的信息新技术上重点开发。

3、倾听客户的意见：为客户服务的思想，我公司会表现在提出新的思路和技术，在此基础上开发有用的重要产品。客户意见的反馈是很重要的，有助于我们设计和研制出满足客户实际需要的产品。销售人员要与客户密切合作，以使用最恰当有效的办法解决客户的问题，从而提高公司产品和服务的价值。

4、对员工和团队的信任：聘用最优秀的人才，强调密切配合的重要性，鼓舞大家必胜的意志。这是公司内在凝聚力和创造力的源泉。我认为，一个组织要实现最大限度的效率和成功的必要条件包括：挑选现有最能干的人才负责组织内部的每一项任务，特别是在进展速度很快的信息技术性企业里，必须实行和保持一项持续的教育及培训计划，使优秀员工得到培训和提升，并在各个层次都鼓励高度的创新热情；为此，至关重要的是要在公司内创造一种环境和氛围，使员工有可能尽其所能，充分发挥潜力，并因取得成就而得到承认。个人能力的发挥和个人发展要依靠团队的力量，只有团队一起发展，个人才能得到更大的进步，因此个人利益必须服从于团队的集体利益。在强调团队协作的同时，又容忍个人的不同需要，员工与公司分享一切，使公司建立在一支稳定而有献身精神的员工队伍基础上。要实现公司的目标，必须得到公司各层员工的理解和支持，允许他们在致力于实现目标中有灵活性，帮助公司确定最适于其运作和组织的行事方式。

5、组织的扩展：在迅速扩展的公司里，组织结构必须相应变动以适应市场变化的需要。随着公司规模扩大，要向多样化发展，以避免机构臃肿。与此同时，致力于各部门之间的协调效应，以实现公司协调发展的目标。管理者的一项重要职责就是挑选和培训他们的潜在继任人，方法之一就是举行回顾会议，由此对总经理及其部门经理的能力做出评估。

6、对社会的责任：我公司有责任履行一个好的集体公民的义务，包括对公司的职工、客户、供应商和整个社会的和谐因素负有重要责任，而不仅仅只是为企业赚取利润。

第三章 企业现有能力

企业现有人力资源配置
公司管理人员1名，研发人员10名，，其它人员3人，公司全部为大专以上学历。
企业现有能力
<p>公司成立于2008年6月，截止2010年4月底，公司投入的研发费用在150万元左右。公司的技术人员，不但具备扎实的技术基础，且具备丰富的大型系统开发经验。</p> <p>公司目前在办公研发场地245平方米，拥有良好的工作环境保证了公司的正常运营，为了所研发项目的顺利展开，具备软、硬件环境。</p> <p>经营模式</p> <p>公司采用“直销+渠道”的经营模式。公司的直销任务主要是建立行业标杆客户，树立行业专家形象和行业影响力，并且不断拓展行业领域。对于渠道来说，越是专业的软件产品，对销售、服务团队的要求也就越高，为了保证渠道售后的产品实施服务质量，目前的产品实施服务全部由本公司完成，这样既可以保证服务质量，又提高客户满意度，同时也使得渠道能集中精力投入到销售环节中，形成良性循环。</p> <p>资金管理能力：</p> <p>公司建立和完善了预算编制、审批、监督、考核的全面预算控制体系。预算编制采取逐级编报、逐级审批、滚动管理的办法，预算一经确定，即成为企业内部组织生产经营活动的法定依据，不得随意更改。针对企业现状，实施资金预算管理遵循以下程序：第一，自下而上逐级编制资金预算计划。第二，自上而下，通过一定的会议形式审批预算。公司职能部门对所属单位的预算计划，通过收集整理，确定公司下月财务预算，改“用后算”为“算后用”。第三，执行严密的预算调整程序。原则上，各级预算一经批准确定，不得更改，但因特殊事由，须调整的，应遵循严密的审批制度。第四，建立严格监督和考核制度。</p> <p>公司实施资金集中管理的做法，积极规避财务风险。建立、完善内部结算制度，实施资金的集中管理，及时调剂余缺。</p> <p>从经营理念上，瞄准目标市场，找准市场定位，强化全员的成本管理。从支出上加强控制，中标的项目必须强化全员全方位的成本控制，消灭亏损项目，配合以上各项措施实施精细化管理。</p> <p>公司建立起合理的科研人员激励机制。公司根据技术人员开发项目所达到的技术水平及创新程度来评定工作业绩，并同工资挂钩；结合技术人员所开发的新产品、新项目为公司创造的经济效益和社会效益，对技术人员进行一次性奖励。具体奖励措施是对突出贡献的人员发放项目提成、期权期股等方法，通过各种激励手段来提高技术开发人员的工作积极性，更好地投入企业的研发工作，创造更多的社会价值。</p>



第三部分 项目技术与产品实现

第一章 项目基本情况

一、项目基本信息

项目名称	方物Fronware vServer虚拟机系统软件		
申请基金路线	先申请地方创新基金，然后申请国家创新基金		
申报基金类型	创业项目	基金支持方式	无偿资助
是否留学人员创办企业	否	是否软件类项目	是
是否高技术服务业	否	是否大学生创业	否
是否科技企业孵化器内企业	否	所在孵化器名称	
起始时间	2010-05-19	计划完成时间	2012-05-19
所属领域	电子信息->软件产品->系统软件		

二、项目技术传承

1、项目技术来源

项目技术来源	自主开发
--------	------

2、与项目相关的知识产权情况

专利号码	专利名称	专利类型	专利进展情况	专利范围	专利权人名称	专利权人性质	专利权人与项目单位关系
2009SRBJ3988	方物Fronware vCenter 虚拟机管理系统软件V2.0	软件著作权	已颁发专利证书	国内专利	北京方物软件有限公司	单位	同一单位
2009SRBJ3993	方物Fronware vServer虚拟机系统软件V2.0	软件著作权	已颁发专利证书	国内专利	北京方物软件有限公司	单位	同一单位

三、项目负责人及技术骨干基本情况

1、项目负责人基本情况

姓名	龚胜华	身份证件号码	350821198406171515
学历	硕士	所学专业	计算机
目前与企业之间的关系	全职	毕业学校	西安电子科技大学
手机	15810800981	e-mail	gongshenghua@fronware.com
通信地址	海淀区上地东路1号盈创动力大厦E座502B室		
<p>自我陈述（经历）</p> <p>参加工作以来，先后主持过北京金比格曼公司、北京东方科贸公司、上海联合网际公司的日常工作并取得了优异的工作成绩。</p> <p>参与并完成成东方科贸公司电子商务系统建设</p> <p>参与并完成东方科贸公司CRM系统建设</p> <p>参与设计研发全国电力火电机组评测</p> <p>设计与研发联合网际信息搜索软件：采用聚集性信息搜索技术，在国内率先设计推出了Robot信息采集技术，在网络信息采集及分析上取得了优异的效果。</p> <p>设计与研发联合网际广告交互平台：通过修改Web Server系统核心以实现提高Web Server效能。</p> <p>参与设计与研发上海科捷广告信息广告系统：使用自主研发的内存数据库系统，优化的信息检索算法，大大提高了广告发布服务器的负载能力。并在广告系统服务之上扩展了多种功能，如：整合广告形式投放、大容量流媒体广告投放（采用了隐式下载技术）。</p> <p>精通B/S及C/S研发技术、精通英文，具有在多种平台下实施项目的经验；</p> <p>熟悉Freebsd/Unix/NT操作系统，了解Unix、NT系统核心技术；</p> <p>熟悉Sql Server、Mysql、Oralce等多种主流数据库软件，具有较强的数据整合和数据深度挖掘能力；</p> <p>精通软件工程，擅于项目管理及过程控制，涉及行业较广。</p>			

2、项目技术骨干基本情况

姓名	李明博	身份证件号码	110103198301211511
学历	硕士	所学专业	电子科学与技术
目前与企业之间的关系	全职	毕业学校	北京工业大学
手机	15810408745	e-mail	limingbo@fronware.com
通信地址	海淀区上地东路1号盈创动力大厦E座502B室		
自我陈述（经历） 精通Linux、熟悉windows操作系统，能够熟练使用GTK、anjuta、glade等常用开发工具完成开发计划以及能够使用GDB对应用程序的bug进行跟踪，对C语言有一定认识，能够熟练对内核进行配置，熟悉嵌入式项目开发流程及交叉编译开发环境搭建，了解Python、QT、PHP。熟悉linux系统内核裁减、定制，熟悉LFS、LiveCD等制作。 其他工作经历： 北京中金世纪通科技有限责任公司 技术部 Linux下PHP软件工程师 成功完成动漫网主要展示模块的开发,独立完成西游记频道开发,独立完成动漫社区与动漫网整			

合；在linux测试平台下使用log系统找出程序中不易察觉的错误；使用C语言完成加密狗与应用程序间的通信；用C语言完成后台作品导出模块，数据库为mysql。
 香港即时俊业集团北京分公司 | 软件研发部 | LINUX软件工程师。
 1.在linux平台下完成广告灯项目：使用vga库利用c语言独立完成跑马灯游戏棋盘外扩特效，从字模中提取汉字模块，以图片作为固定场景，实现浮动层效果。
 2.在linux环境中使用anjuta + glade完成安全中心中用户管理及文件加密解密模块开发。
 3.使用vga库，以点阵的显示方式完成pacman游戏。
 4.发现开源软件prozilla安装bug，并予以解决。

姓名	郝刘江	身份证件号码	13260119869
学历	本科	所学专业	计算机科学与应用
目前与企业之间的关系	全职	毕业学校	北京交通大学
手机	13260119869	e-mail	haoliujiang@fronware.com
通信地址	海淀区上地东路1号盈创动力大厦E座502B室		

自我陈述（经历）

2008/08--至今：北京方物软件有限公司
 项目描述：使用VB和MS-SQL
 责任描述：数据申报业务的设计和开发
 2004/03--2008/02：哈福商业评论发行管理系统
 项目描述：使用VB S-SQL
 责任描述：框架和多个业务流程的设计和开发
 2003/08--2004/03：东方早报发行系统
 项目描述：使用PB和SQL
 责任描述：系统基础框架、基类的设计和开发
 2002年3月至2003年12月，开发了斯米克建筑陶瓷有限公司的快速物流配送系统的开发，并在其全国的各直营店及加盟店部署实施。
 软件环境：Windows
 开发工具：系统基础框架、基类及多个业务流程的设计和开发

姓名	王彦	身份证件号码	620103198008161914
学历	本科	所学专业	计算机网络
目前与企业之间的关系	全职	毕业学校	北方工业大学
手机	15321276742	e-mail	wangyan@fronware.com
通信地址	海淀区上地东路1号盈创动力大厦E座502B室		

自我陈述（经历）

1999.9-2003.7 北方工业大学土木工程专业 获学士学位
 2003.7-2004.3 北京英达利城建有限公司 预算员
 2004.7-2008.11 北京中阔科技有限责任公司 技术员
 2008年11月起，在北京方物软件有限公司从事软件开发，全程参与编写了虚拟化系统软件的开发。

第二章 项目技术方案与创新性

一、项目的技术原理

项目的技术原理

Fronware vServer以具有自主研发的专用FronOS操作系统为系统平台，采用开放性的层次化系统架构及模块化的设计，特别针对虚拟化需求对CPU调度、中断、内存管理进行优化，融合了硬件辅助虚拟化、集群、存储虚拟化以及web2.0技术，构建的一个安全、高效、易于管理和扩展的虚拟化管理系统。

Fronware vServer：运行在物理服务器上，它可以将企业的一台物理服务器虚拟成为多个虚拟的服务器（virtual machine, VM）。每个虚拟服务器可以看成物理服务器的副本，各虚拟服务器相互独立，其上可以运行独立的操作系统，这些客户操作系统（guest OS）可以通过虚拟机监视器（Virtual Machine Monitor，VMM）访问实际的物理资源。

Fronware vServer针对企业物理服务器的技术原理图：

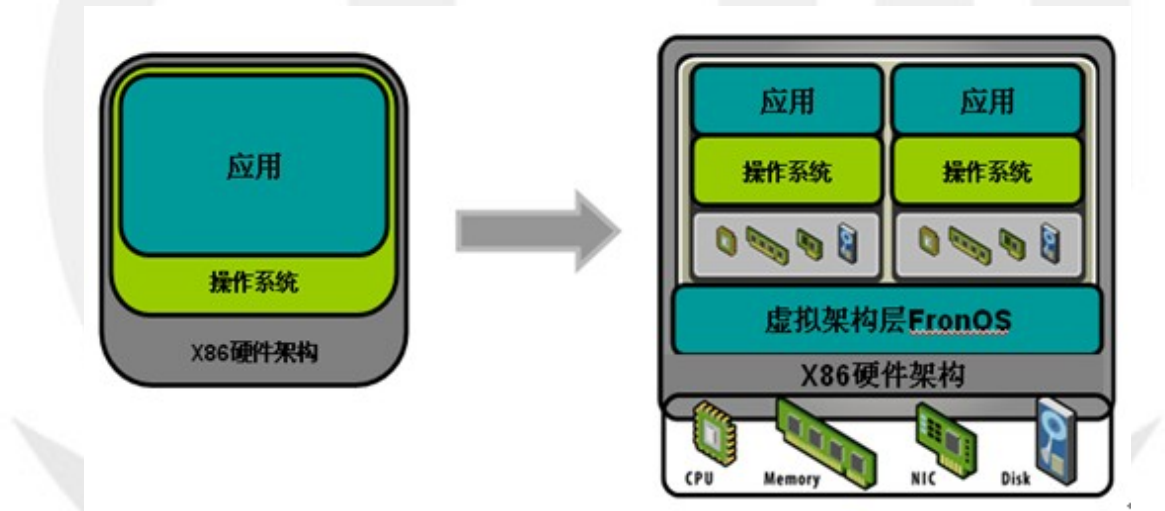


图1: Fronware vServer虚拟机技术原理图

虚拟服务器有如下四个特性：

分区：在单一物理服务器上，可以同时运行多个虚拟机。

隔离：在同一台虚拟机服务器上运行的多个虚拟机实例彼此完全隔离，互不影响，任何虚拟机的故障，包括病毒感染、黑客攻击等，都不会影响其他的虚拟机。

封装：虚拟机将硬件配置、操作系统以及应用等整个系统封装在文件里。

硬件独立：一个虚拟机可以在其他虚拟机服务器上不加任何修饰地运行，降低了软件对硬件的依赖性。

虚拟化技术本质是多个虚拟服务器复用一组物理资源，由虚拟机监视器实现对底层资源的划分和共享，向上表现出多组虚拟资源。虚拟机管理器需要将物理资源伪装成独立的完整的设备，并保证资源之间的隔离性。

从系统架构看，虚拟机监视器是状态虚拟机系统的核心，它承担了资源调度、分配和管理，保证了多个虚拟机能够相互隔离的同时运行多个客户操作系统。虚拟机监视器运行在硬件平台之上，客户操作系统之下，不同的系统需求有不同的实现方式。常见的虚拟机监视器在

系统中的层次如图2所示。

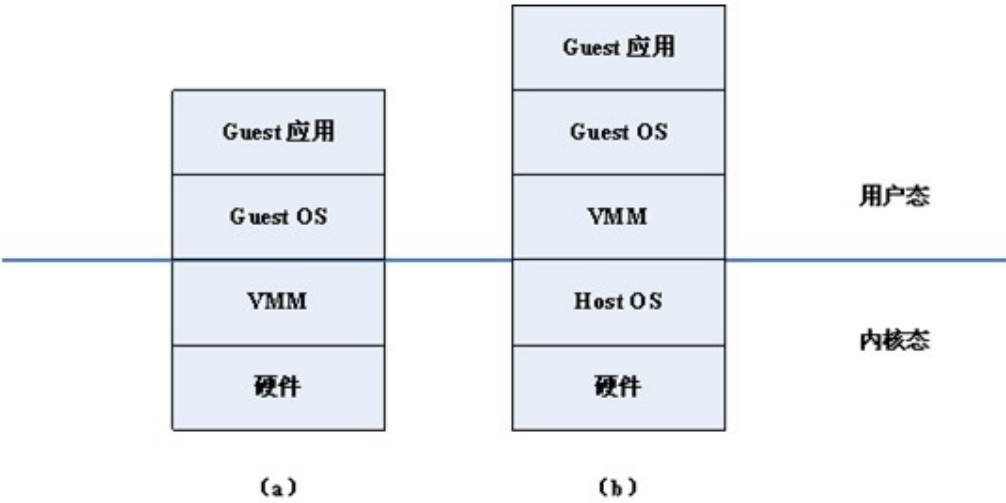


图 2 VMM 架构层次图

在图2 (a) 中，VMM运行在硬件平台之上，使用硬件接口，完成资源虚拟化和虚拟机管理，guest OS运行在VMM之上，使用VMM提供的指令集和设备接口，这种结构被称为Type I 虚拟机监视器，该机构通常能够获得比较好的性能，但是由于VMM需要和直接和硬件交互管理所有设备，实现较为复杂，包括VMware和Xen，以及我司开发的FronOS都是这种结构。在图2 (b) 中，VMM运行在操作系统之上，该操作系统通常称为宿主操作系统，这种结构被称为Type II的虚拟机监视器，它可以利用宿主操作系统的资源管理、调度等功能，因为资源虚拟化和虚拟机管理比较容易实现，但性能通常较低，代表系统有VMware workstation和Virtualbox。

为了保证虚拟机的资源分配，采用了实时调度的方式，系统结构如图3所示，可以看出，调度是以VM为单位进行，当某个VM占有CPU时间超过规定的资源分配后，则可以进行抢占式调度。

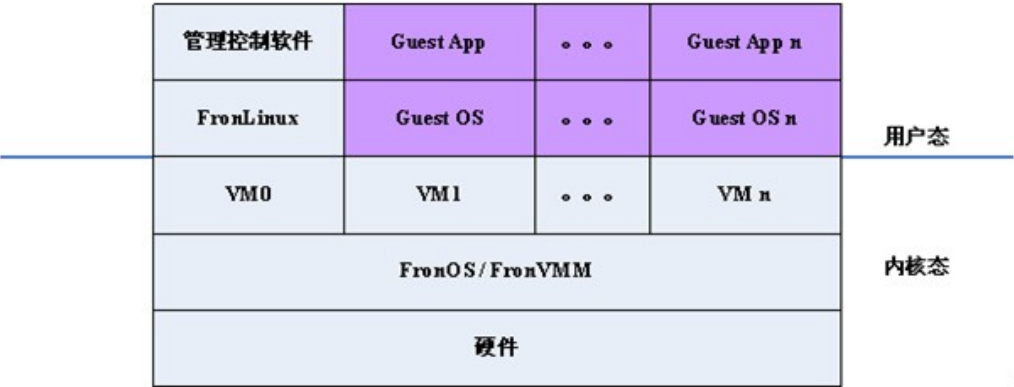


图 3 Fronware vServer 系统结构图

FronOS中采用了基于额度（Credit Based）的调度方法，该算法可以保证在SMP上公平的运行虚拟机。如图4所示。

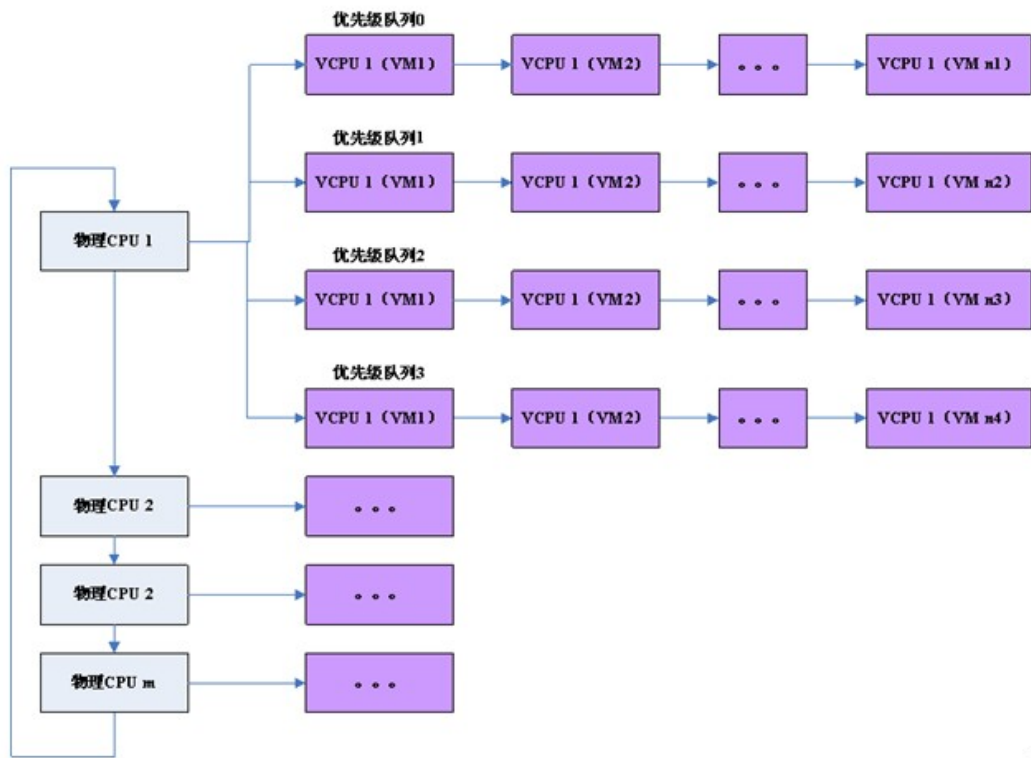


图 4 FronOS 调度结构

现代计算机体系结构一般会划分为两个或者两个以上的特权级，用来隔离系统软件和应用软件。系统中一些操作和管理关键系统资源的指令被定为特权指令，这些指令只能在最高特权级上能够正确运行，如果在非最高特权级上运行，特权指令会引发异常，处理器会陷入到最高特权级，交由系统软件来处理。

虚拟机实现一般采用“特权解除”和“陷入-模拟”的方式，“特权解除”是为了实现VMM对虚拟机的控制，降低客户操作系统的特权级别，将VMM运行最高特权级；guest OS在运行特权指令时，发生异常，交给VMM来进行模拟，称为“陷入-模拟”。

还有一类指令被称为敏感指令，就是操作特权资源的指令，包括修改运行模式或者状态的指令；读写敏感寄存器或者内存，如时钟或者中断寄存器；访问存储保护系统、内存系统或者是地址重定位系统，以及所有的IO指令。

在x86架构中，并不是所有的敏感指令都是特权指令，不是每个特权指令在非0特权级运行都会引发异常，所以x86指令集体系架构不支持虚拟化，在低特权级下不会发生陷入，无法硬件保证VMM能够接管所有的状态和控制指令，这包括两种情况：

指令运行结果受到当前特权优先级的影响，例如POPF指令中特权级0和非0特权级上运行的效果不同，在非0优先级，修改不会产生任何效果，也不会引发异常，而是被硬件直接忽略掉。

敏感资源指令不是特权指令，例如PUSH指令能够访问敏感寄存器，但不是特权指令，当guest OS执行PUSH CS后，会发现自己没有运行在最高特权级。

因此x86 ISA不支持简单的“特权解除”和“陷入-模拟”的虚拟化实现，一般需要采用二进制动态翻译（VMware），或者扫描-修改的方式（VirtualBox），但是导致效率降低和实现复杂程度增加。另外还有一种半虚拟化方式，它需要修改客户操作系统，以适应特权级降低。

为了弥补x86的处理器虚拟化缺陷，Intel/AMD都推出了自己的硬件虚拟化技术，基本思想是引入新的指令和运行模式，使得虚拟机监视器和guest OS运行在不同的模式之下，guest OS只能在受控的模式下运行，当需要虚拟机监视器进行监控和模拟时，由硬件支持模式切换。硬件虚拟化使得客户操作系统不用修改就可以运行在硬件之上，提高了虚拟机性能，极大的方便了虚拟机监视器的设计和开发。FronOS是基于CPU的硬件虚拟化技术来实现。基于CPU的硬件辅助虚拟化的原理图如图5所示。

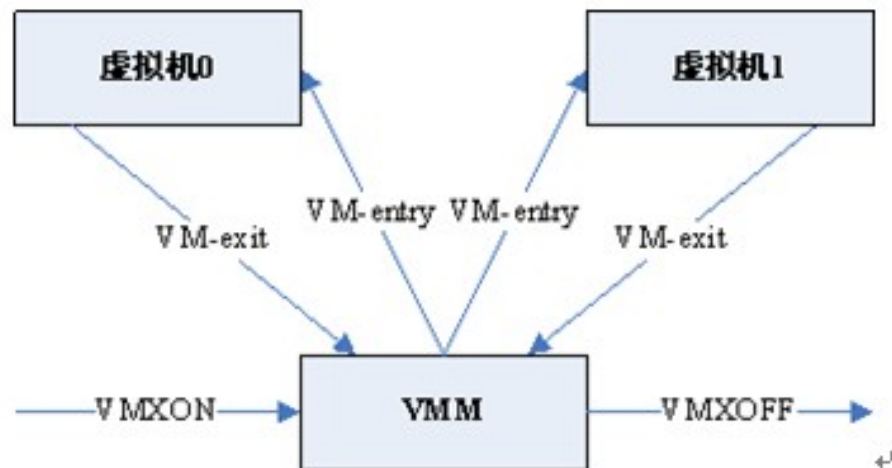


图 5 VMX 操作模式原理图

内存虚拟化需要虚拟机监视器提供如下功能：

提供虚拟机一个从0开始的连续物理内存空间

在各个虚拟机之间有效隔离、调度以及共享内存资源

现代计算机通常采用段页式存储管理、多级页表的复杂存储体系结构，这给高性能内存虚拟化带来了很大的挑战。

传统的内存虚拟化是通过影子页表来实现，它需要自己维护客户机虚拟地址（Guest Virtual Address，GVA），到客户机物理地址（Guest Physical Address，GPA），到宿主物理地址（Host Physical Address，HPA）的三层地址映射关系。由于为每个虚拟机的每个进程维护一个地址转换表，因此会占用比较大的内存，还需要对这些表进行维护；另外每次修改地址映射，都需要陷入到VMM进行重新计算地址转换。因此影子页表的效率是比较低的。

为了解决这些问题，Intel/AMD分别提出了EPT（Extended Page Table）/NPT（Nested Page Table）技术，直接在硬件上支持GVA到GPA到HPA的两次地址转换，大大降低了内存虚拟化

难度，进一步提高内存虚拟化的性能。FronOS在其内部提供了对EPT/NPT功能的支持。EPT的原理图6所示。

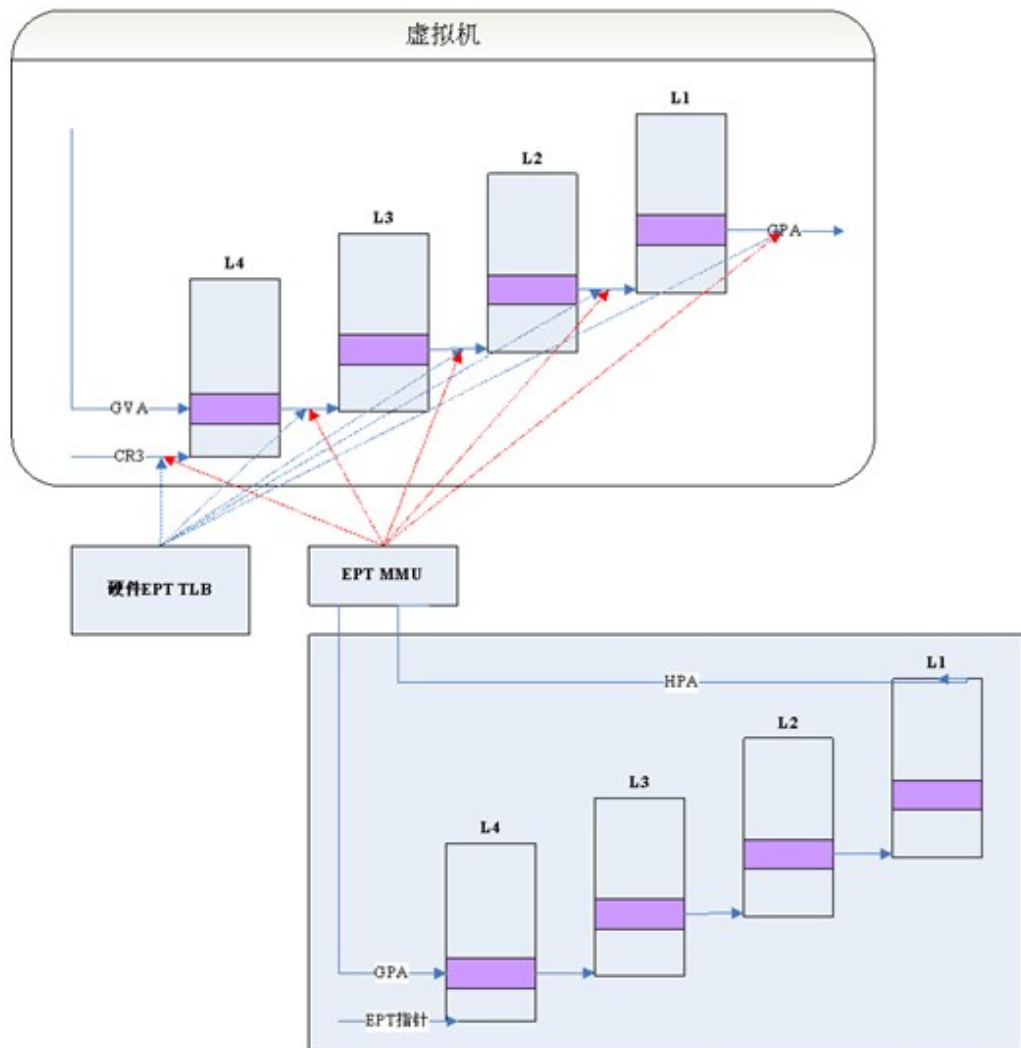


图 6 EPT 原理图

IO设备具有异构性强、内部状态不易控制的特点，IO虚拟化一直是虚拟机技术的难点。传统的IO虚拟化方法有设备模拟和半虚拟化方法。

设备模拟是指设备模拟的方法来虚拟IO设备，guest OS不用修改，它的IO操作会被VMM捕获，并转交给设备虚拟化模块协调分配，最终由物理硬件完成功能，该种方式是适应性好，但性能较差；半虚拟化是修改guest OS中的IO调用，使用了虚拟IO设备的操作界面，由于不用捕获IO调用，以及不用模拟物理设备的接口，它的效率要比软件模拟的方法高。这两种方式各有优缺点，和物理硬件的效率相比，都有比较大的差别。

为了解决IO设备的性能问题，Intel提出了VT-d技术，AMD提出了IOMMU，以及PCI-SIG的IO虚拟化技术（IOV）。VT-d/IOMMU技术保证虚拟机IO地址的隔离，并提供硬件中断的转发机制，它们的共同思想是在PCI总线上安装一个类似传统MMU的地址转换设备，并通过IO页表机制为每个DMA提供一个线性地址空间，称为总线地址，为了提高地址转换的效率，

通常还带有自己的IOTLB。如图7所示。

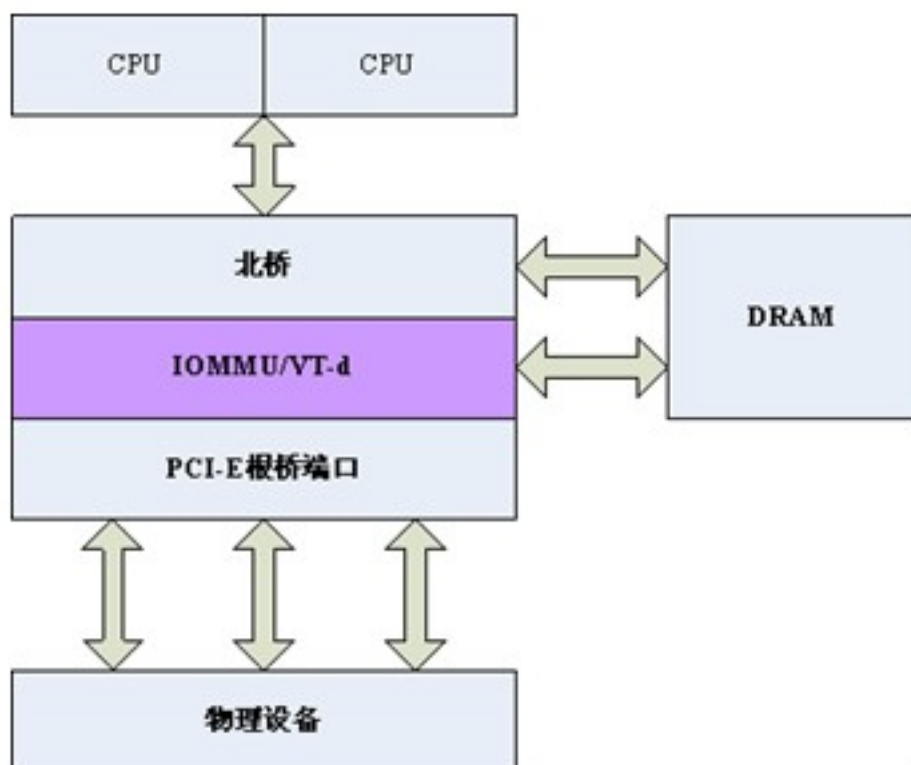
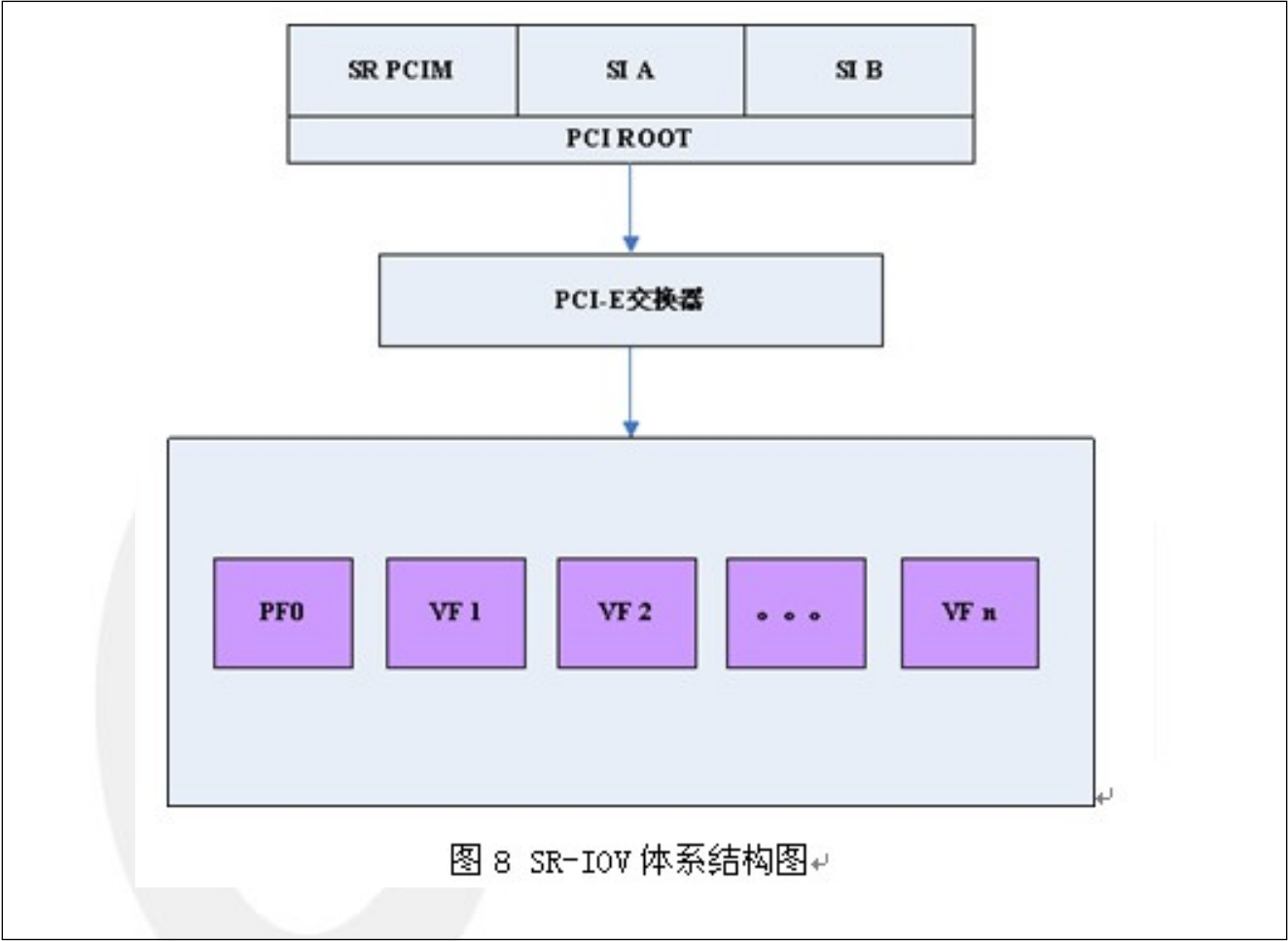


图 7 IOMMU 体系结构

PCI-SIG的IOV规范包括ATS（Address Translation Services）、SR-IOV（Single Root IO Virtualization）和MR-IOV（Multi-Root IO Virtualization），定义了一个可分割共享的IO设备规范，按照该规范设计的PCI-E设备具有统一的、可分割共享的设备界面。FronOS在其内部提供了对VT-d/IOMMU/SR-IOV技术的支持。SR-IOV体系架构如图8所示。



二、项目国内外研究开发现状

项目国内外研究开发现状
<p>目前全球主要虚拟化厂商</p> <p>目前在服务器虚拟化方面主要是3家公司在竞争，它们分别是：VMware，微软和Citrix。</p> <p>VMware是全球和亚太区最大的虚拟化软件供应商，明显领先于其他厂商。根据IT市场研究行业的领先机构Springboard Research公司的研究报告，VMWare是世界和亚太区虚拟化市场的领导者，拥有超过70%的市场份额。</p> <p>微软只是提供一个hypervisor，还不能算完整的数据中心解决方案，但是可以提供简单的服务器聚合功能。</p> <p>Citrix主要是做远程接入厂商，在收购了Xen以后，也加入到虚拟化阵营，目前它的产品主要还是定位在虚拟化应用方面。</p> <p>虚拟化发展阶段</p> <p>虚拟化技术的发展经历了4个阶段，在2000年左右兴起的服务器聚合可以看作是第一阶段，它将多台服务器的应用程序和操作系统运行在一台服务器上，被称为虚拟化0.5时代；从2005年到2007年可以看作起步阶段，它将计算资源的动态集中和共享作为虚拟化的主要任务；</p>

从2007年开始2008年是虚拟化的应用阶段，已经转向灾备、迁移和负载均衡等提高业务连续性阶段；预测到2010年，将达到成熟阶段。形成以服务为导向、成本可控、基于策略且能够实现自动控制的数据中心。

在方案演进的同时，VMM技术也经历了比较大的发展，也出现了一些新的技术热点，主要包括如下方面：

CPU虚拟化发展：

纯粹软件VMM面临的挑战：客户操作系统在执行CPU特权指令以及访问系统内存等操作时，是通过VMM代理进行的，VMM决定它是否允许进行，以及进行相应的转换以完成操作请求，VMM需要为操作系统提供传统意义上的虚拟的处理器和内存接口，这种转换增加了系统的复杂性。

CPU虚拟化是一种硬件实现方案，支持虚拟技术的CPU增加了虚拟机的操作指令，并对以前的特权指令做了特别优化。使用CPU虚拟化指令的VMM由于使用了全新的架构，支持操作系统在上面直接运行，无需进行动态二进制翻译，减少了性能开销，极大的简化了VMM的设计，性能更为强大，另外，在纯软件的VMM中，缺少对64位客户操作系统的支持，如果CPU支持64位功能，CPU虚拟化支持64位客户操作系统。

Intel自2005年末开始便在其处理器产品线中推广应用Intel Virtualization Technology(Intel VT)虚拟化技术。目前，Intel已经发布了具有Intel VT虚拟化技术的一系列处理器产品，包括桌面平台的Pentium 4 6X2系列、Pentium D 9X0系列和Pentium EE 9XX系列，还有Core Duo系列和Core Solo系列中的部分产品，以及服务器/工作站平台上的Xeon LV系列、Xeon 5000系列、Xeon 5100系列、Xeon MP 7000系列以及Itanium 2 9000系列；Merom核心移动处理器，Conroe核心桌面处理器，Woodcrest核心服务器处理器，以及基于Montecito核心的Itanium 2高端服务器处理器都将支持Intel VT虚拟化技术。

AMD方面也已经发布了支持AMD Virtualization Technology(AMD SVM)虚拟化技术的一系列处理器产品，包括Socket S1接口的Turion 64 X2系列以及Socket AM2接口的Athlon 64 X2系列和Athlon 64 FX系列等等，包括Socket F接口的Opteron都支持AMD VT虚拟化技术。

内存虚拟化技术的发展

虽然CPU虚拟化支持提供了特权指令的处理，地址访问的复杂性依旧，这将导致虚拟机的内存管理更复杂，虚拟机的内存的页面并不是真正物理内存，所以虚拟机到它实际物理地址需要影射才会知道，这就是以往所称的影子页表，是第三方软件管理层进行维护的，对于操作系统来说是透明的。如果CPU花大量时间维护虚拟机对访问的页表，将影响到整个虚拟机的性能。

Intel提出了Extended Page Table技术来解决，在硬件上支持从虚拟机地址到物理地址的转换，极大的降低了内存虚拟化难度，可以直接知道地址的影射，虚拟机在运行的时候不需要再借助一个翻译了，自己借助于硬件直接实行对地址硬件的翻译，所以很快对物理内存进行访问；同时为了进一步提高TLB的使用效率，Intel还引入了Virtual Processor ID(VPID)功能，进一步增强了内存虚拟化的性能。AMD也提出类似的快速虚拟化索引(RVI)虚拟化技术和TaggedTLB技术。

IO虚拟化

VMM虚拟机管理器必须提供I/O虚拟化来支持处理来自多个客户机的I/O请求，当前的虚拟化技术采用下列的方式来处理I/O虚拟化。

(1) 设备仿真：VMM对客户机模拟一个I/O设备，通过完全模拟设备的功能，客户机可以使用对应真实的驱动程序，这个方式可以提供完美的兼容性（而不管这个设备事实上存不存在），但是显然这种模拟会影响到性能。

(2) 半虚拟化：这个模型比较像I/O模拟模型，VMM软件将提供一系列直通的设备接口给虚拟机，从而提升了虚拟化效率，这有点像Windows操作系统的DirectX技术，从而提供比I/O模拟模型更好的性能，当然兼容性有所降低，例如VMware模拟的VMware显卡就能提供不错的显示速度，不过不能完全支持DirectDraw技术，Direct3D技术就更不支持。相似的还有VMware模拟的千兆网卡，等等，这些品牌完全虚拟的设备（例如，VMware牌显卡，VMware牌网卡）需要使用特制的驱动程序部分直接地和主机、硬件通信，比起以前完全模拟的通过虚拟机内的驱动程序访问虚拟机的千兆兆网卡，可以提供更高的吞吐量。

现在的I/O设备虚拟化主要是采用模拟方式或者软件接口方式，因此性能上很容易成为瓶颈毕竟传统的机器上，I/O设备都很容易成为瓶颈，因此Intel就适时提出了Intel Virtualization Technology for Directed I/O，简称为Intel VT-d。

I/O虚拟化的关键在于解决I/O设备与虚拟机数据交换的问题，而这部分主要相关的是DMA直接内存存取，以及IRQ中断请求，只要解决好这两个方面的隔离、保护以及性能问题，就是成功的I/O虚拟化。

(3) Intel VT-d技术：是一种基于North Bridge北桥芯片（或者按照较新的说法：MCH）的硬件辅助虚拟化技术，通过在北桥中内置提供DMA虚拟化和IRQ虚拟化硬件，实现了新型的I/O虚拟化方式，Intel VT-d能够在虚拟环境中大大地提升I/O的可靠性、灵活性与性能。

传统的IOMMUs（I/O memory management units，I/O内存管理单元）提供了一种集中的方式管理所有的DMA除了传统的内部DMA，还包括如AGP GART、TPT、RDMA over TCP/IP等这些特别的DMA，它通过在内存地址范围来区别设备，因此容易实现，却不容易实现DMA隔离，因此VT-d通过更新设计的IOMMU架构，实现了多个DMA保护区域的存在，最终实现了DMA虚拟化。这个技术也叫做DMA Remapping。

I/O设备会产生非常多的中断请求，I/O虚拟化必须正确地分离这些请求，并路由到不同的虚拟机上。传统设备的中断请求可以具有两种方式：一种将通过I/O中断控制器路由，一种是通过DMA写请求直接发送出去的MSI（message signaled interrupts，消息中断），由于需要在DMA请求内嵌入目标内存地址，因此这个架构须要完全访问所有的内存地址，并不能实现中断隔离。

VT-d实现的中断重映射（interrupt-remapping）架构通过重新定义MSI的格式来解决这个问题，新的MSI仍然是一个DMA写请求的形式，不过并不嵌入目标内存地址，取而代之的是一个消息ID，通过维护一个表结构，硬件可以通过不同的消息ID辨认不同的虚拟机区域。VT-d实现的中断重映射可以支持所有的I/O源，包括IOAPICs，以及所有的中断类型，如通常的MSI以及扩展的MSI-X。

VT-d进行的改动还有很多，如硬件缓冲、地址翻译等，通过这些种种措施，VT-d实现了北桥芯片级别的I/O设备虚拟化。VT-d最终体现到虚拟化模型上的就是新增加了两种设备虚拟化方式：

（4）直接I/O设备分配：虚拟机直接分配物理I/O设备给虚拟机，这个模型下，虚拟机内部的驱动程序直接和硬件设备直接通信，只需要经过少量，或者不经过VMM的管理。为了系统的健壮性，需要硬件的虚拟化支持，以隔离和保护硬件资源只给指定的虚拟机使用，硬件同时还需要具备多个I/O容器分区来同时为多个虚拟机服务，这个模型几乎完全消除了VMM中运行驱动程序的需求。例如CPU，虽然CPU不算是通常意义的I/O设备不过它确实就是通过这种方式分配给虚拟机，当然CPU的资源还处在VMM的管理之下。

（5）SR-IOV：这个模型是I/O分配模型的一个扩展，对硬件具有很高的要求，需要设备支持多个功能接口，每个接口可以单独分配给一个虚拟机，这个模型无疑可以提供非常高的虚拟化性能表现。

运用VT-d技术，虚拟机得以使用直接I/O设备分配方式或者SR-IOV方式来代替传统的设备模拟/额外设备接口方式，从而大大提升了虚拟化的I/O性能。

三、项目主要内容及创新点

1、项目主要内容及技术路线

项目技术路线描述

项目的主要研发内容有如下三项：

- （1）操作系统和虚拟机监视器的融合
- （2）以虚拟机为中心的实时调度算法实现
- （3）以CPU的VMX/SVM指令集、内存的EPT/NPT技术、VT-d/IOMMU以及SR-IOV接口芯片虚拟化功能为基础的高性能虚拟机的实现。

下面分别描述各个分项的研究内容。

1. 操作系统与虚拟机监视器融合的FronOS

Fronware vServer运行在方物软件自行设计的专用操作系统FronOS之上，FronOS是一个具有很小尺寸的微内核架构的操作系统，基本内核只包括VCPU管理、内存管理、网络、虚拟硬盘映射、驱动部分（虽然驱动程序种类繁多，但同时装到内存的驱动和具体服务器配置有关，数量较少，FronOS可以使用经过少量修改的Linux驱动）、FronVMM等几个关键部件。FronOS之上运行一个经过修改的FronLinux，它提供了标准的linux的应用程序编程接口，通过该接口，可以方便的提供了集群、存储、管理等上层软件的功能，增强了该系统的可扩展性。系统结构如图9所示。

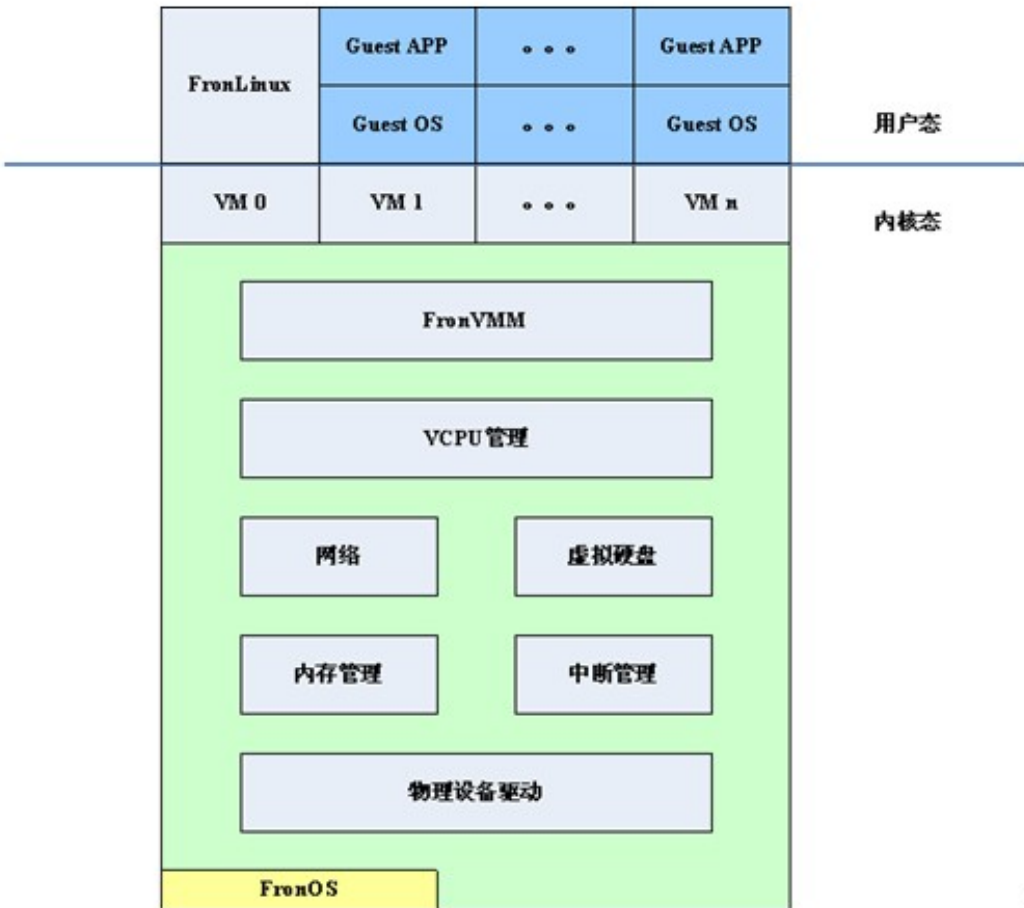


图 9 Fronware vServer 系统结构图

各个模块的功能及其采用技术如下：

- VCPU管理：**该模块主要是对虚拟机的CPU进行调度。采用了实时调度技术来协调和管理物理CPU资源的分配。
- 内存管理：**管理所有的物理内存资源，FronOS缺省会使用低32M内存，用户可以在启动配置选项中配置FronOS使用大小，各个驱动需要的内存也可以进行设置。其他的内存都会分配给虚拟机使用，FronOS运行0x80000000的位置，支持高端内存，最大到256G内存。采用了段页式存储，分成了4级页表进行管理。
- 中断管理：**管理硬件中断，各个驱动模块挂接的驱动服务程序，以及负责将中断路由到对应的虚拟机中。
- 网络：**在内部实现了二层网络功能，并通过和物理网卡驱动配合，将目的各个虚拟机的数据报文转发到对应虚拟机，内部实现了二层交换机的功能，提供了VLAN功能和桥协议的支持。
- 虚拟硬盘映射模块：**虚拟机硬盘可能是硬盘、硬盘分区、文件等形式，由于存在多种文件系统，在FronOS中实现文件系统接口，将使FronOS设计复杂化；如果按照Xen实现方式，所有对硬盘访问，都需要访问管理操作系统，将会降低虚拟机性能，为了解决这个问题，对于

本地存储，虚拟硬盘映射模块在虚拟机启动时，会从管理系统取得文件和磁盘的映射关系，在随后的磁盘读写中，通过磁盘映射模块直接读写；如果是NAS网络存储，它将会采用FCoE协议，和管理系统进行交互，管理系统充当Proxy，转换到对应的协议。通过该方案，简化了FronOS设计，并取得了较高的性能。

驱动：提供了各个物理设备的驱动，设计原理是尽量利用linux驱动的接口，减少驱动接口的修改。

FronVMM：该模块主要管理各个虚拟机的进入/退出，并对VM退出进行处理，并转发相应处理请求到对应的虚拟机部分，维护各个虚拟机的内存映射表，对于IO请求，转发到对应的虚拟机模拟设备进行进一步的处理，它相当于一个运转中心，根据VCPU的调度结果，以及VCPU对应的数据结构，协调所有的虚拟机平滑运行。

VM：该模块主要是模拟虚拟机各种类型硬件接口，包括键盘、鼠标、硬盘、网卡设备，它主要是对硬件辅助虚拟化芯片进行设置，并在运行过程中维护各个虚拟机状态，在CPU及其外围芯片虚拟化功能的基础上，为客户操作系统提供了硬件接口，尽量不参与到数据交换路径，只是在异常路径时参入必要的硬件接口模拟。

FronLinux：管理控制虚拟机，主要是提供管理功能，它提供标准的Linux应用程序调用接口，可以运行linux应用程序，提供集群、存储、和管理功能。和其他虚拟机实现方案不同，它没有硬件设备的驱动，它和FronVMM有一个内部通信接口。

2. 虚拟机实时调度算法实现

每个物理CPU管理一个本地可运行的VCPU队列，该队列根据VCPU的优先级排列，每个VCPU的优先级可以是Over或者Under，表示该VCPU是否已经透支了它已经分配的CPU资源，当一个VCPU被放入到一个运行队列时，将其插到相同优先级的VCPU后面。

一个VCPU运行时，将消耗它的CPU额度（Credit），当出现中断时，开始进行调度时，算出目前运行进程消耗了的额度，当额度为负时，将优先级该为Over；直到一段时间没有运行后，调度线程会给它增加额度，当额度为正数，则优先级改为Under。

当一个VCPU的时间片用完或者阻塞时，搜索优先级最高队列的VCPU队列，此时如果该队列没有优先级为Under的VCPU，则从次级的优先级队列寻找一个Under优先级的VCPU，如果本地所有优先级队列中都没有Under优先级的VCPU，则从其他CPU的优先级队列中寻找，也就是说，当一个CPU空闲时，它可以运行其他CPU队列中VCPU。这个策略保证了虚拟机可以共享CPU资源，也保证了整个物理服务器环境中的CPU的负载均衡。

每个虚拟机有两个参数：权重和能力。权重表示虚拟机调度的相对重要性，另外一个权重为100的虚拟机，是权重为50的虚拟机的CPU资源的2倍；能力表示可以使用CPU的数目，100表示最多可以使用1个CPU，50表示最多0.5个CPU，200表示最多可以使用2个CPU。

FronLinux作为一个单独的VCPU进行调度，分配到每个CPU上的最低优先级队列上面。

3. 硬件辅助虚拟化

硬件辅助虚拟化，主要是利用CPU及其外围芯片提供的虚拟化功能，最大程度利用最新的虚拟机硬件技术的进展，提高虚拟机的运行效率，简化虚拟机监视器的设计。FronOS分别支持了CPU/内存/IO设备的硬件辅助虚拟机功能。

3.1 CPU硬件辅助虚拟化

CPU硬件虚拟化使用VCPU（Virtual CPU）描述符来描述虚拟CPU，它是一个结构体，有如下几部分组成：

VCPU标识信息：用于标识VCPU的一些属性，例如ID号，属于哪个客户机。

虚拟寄存器信息：虚拟寄存器资源，在Intel CPU中，这些内容保存在VMCS中。

VCPU状态信息：当前所处状态，例如睡眠、运行等。

其他寄存器/组件信息：指未包含着VMCS中的寄存器或者CPU部件，例如浮点寄存器和LAPIC寄存器等。

其他信息：用于VMM进行优化或者存储其他信息的字段，例如存储VCPU私有数据指针。

当VMM创建虚拟机时，首先为客户机创建VCPU，客户机的运行可以看作VMM调度不同VCPU运行，运行时如下完成如下步骤：

（1）VMM保存自己的上下文，主要是保存VMCS不保存的寄存器。

（2）VMM将保存的VCPU中的有软件切换的上下文加载到物理CPU中

（3）VMM执行VMRESUME/VMLAUNCH指令，触发VM-entry，此时CPU自动将VCPU中上下文中的VMCS自动加载到物理CPU，CPU切换到非根模式。

此时物理CPU已经处于客户机的运行环境，rip/eip指令寄存器指向客户机的指令，VCPU就被成功调度并运行。

在客户机执行特权指令，发生了物理中断时，虚拟机就产生退出VM-exit，分为如下几个步骤：

（1）CPU自动进行一部分上下文的切换

（2）CPU切换到根模式，开始执行VM-exit的后续处理，进行剩余部分上下文的切换

（3）根据发生退出原因，分发到对应的处理模块处理。例如如果是执行特权指令推出，则调用相应指令的模拟函数进行处理。

3.2 内存硬件辅助虚拟化

VMM支持EPT/NPT，需要完成如下功能：

（1）首先需要在VMCS中将EPT功能打开，需要写VMCS相应字段。

（2）需要设置好EPT/NPT页表，该表反映了GPA到HPA的映射关系，由于是VMM负责给虚拟机分配物理内存，因此拥有足够信息建立EPT页表。如果VMM给虚拟机分配的物理内存足够连续，VMM可以在EPT页表中尽量使用超级页，这样有利于提高TLB性能。

（3）VMM需要处理EPT/NPT冲突。当客户机访问MMIO地址时，VMM需要将请求转给IO虚拟化模块；VMM可以采用懒惰方法，一开始EPT页表为空，当第一次发生EPT冲突时，为之建立映射。

3.3 IO硬件辅助虚拟化

IO包括如下三个方面处理：

驱动程序通过IO地址空间操作设备

设备通过DMA读取/复制数据

中断

IO虚拟化需要采用VT-d/IOMMU，和SR-IOV技术来达到接近物理设备的性能。

(a) IO地址空间访问

虚拟机直接访问物理设备的IO地址空间，采用转换表的方式，VMM报告PCI BAR给虚拟机，当客户机访问虚拟的IO地址空间时，VMM负责捕获操作，通过转换表将请求转发到设备的IO地址空间。转换表分为端口转换表和MMIO转换表。

端口IO转换表，可以通过VMCS的IO位图来控制客户机访问某个端口引起VM-exit，这样，可以使用设备模拟的虚拟BIOS，为分配给虚拟机的真实设备生成虚拟的PCI BAR，修改IO位图在客户机访问这些端口时产生VM-exit。VMM维护一张虚拟PCI BAR到真实PCI BAR的映射表，当VM陷入后，VMM可以获取真实IO端口，帮助虚拟机转发请求到真实硬件。

MMIO映射和内存的虚拟映射相同，虚拟BIOS产生PCI BAR后，只需将虚拟MMIO地址映射到设备真实的MMIO地址空间，当虚拟机访问MMIO地址时，内存虚拟化会处理内存失效，建立EPT映射。

(b) DMA操作

DMA读取/复制数据时，VMM需要为设备设置正确的根条目和上下文条目，以及建立IO页表。每个虚拟机有一个IO页表，通常是虚拟机创建初期，根据虚拟机的内存大小，VT-d硬件支持的页表级数、页大小创建。

(c) 中断处理

在虚拟机环境中，VMM需要为虚拟机创建一个物理中断架构类似的虚拟中断架构,如图10所示。

每个虚拟VCPU对应一个虚拟的Local APIC用于接收中断。虚拟IO APIC或者虚拟PIC用于发送中断，它们都是VMM维护的软件实体，当虚拟设备需要发送中断时，虚拟设备会调用虚拟IO APIC的接口发生中断，虚拟IO APIC会根据中断请求，挑选虚拟Local APIC发送中断请求，虚拟Local APIC进一步将中断通过VMCS注入到对应的VCPU。

(d) SR-IOV

虚拟机可以直接访问虚拟功能模块的PCI配置空间，但是需要VMM的介入，因为虚拟功能模块的PCI配置空间寄存器一部分直接来自物理功能模块，为了防止虚拟机间相互干扰，这些寄存器一般设置为只读；另外一部分寄存器有虚拟机监视器模拟来实现。物理功能模块控制物理设备相关的全局操作，如复位、链路控制等。DMA操作时，由VT-d/IOMMU进行地址转换。

技术线路描述：

采用用什么技术开发项目、开发原则，说明研发工作中将采取的具体技术方法、工艺流程。可以画技术路线图、工艺流程图。

可以把整个技术框架细分，然后看看先做什么技术，然后是什么，最后是什么，把这个技术的路线画成一个图，并用文字来说明技术的路线进程

该项目技术框架如图11所示。

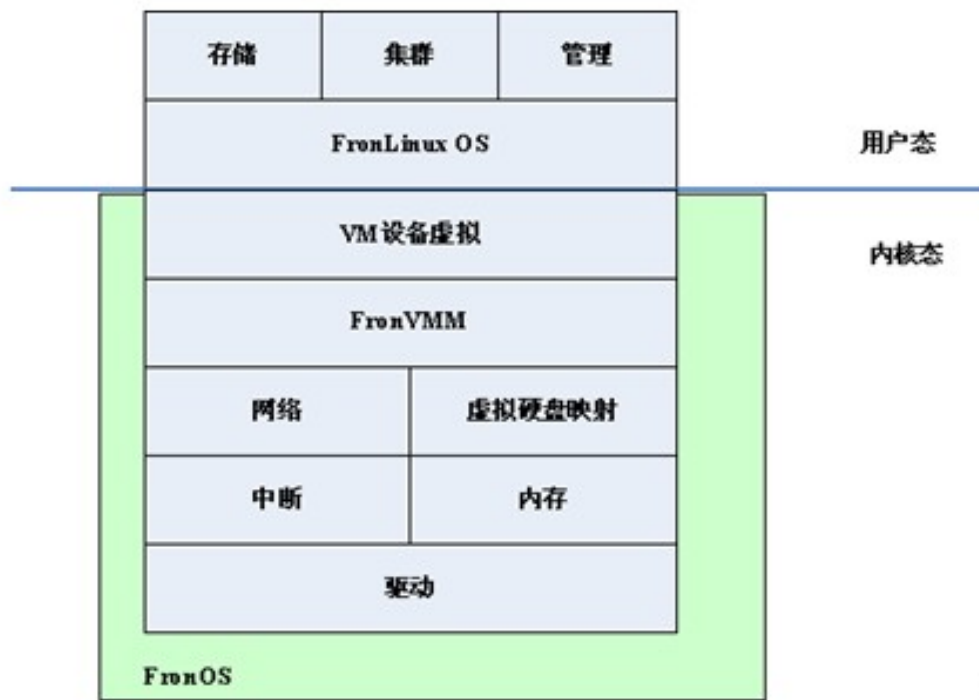


图 11 Fronware vServer 功能框架

从图11可以看出，FronOS是整个系统的基础，FronOS又是以FronVMM为核心进行设计和开发的，FronVMM运行需要首先完成一个基本的运行环境，包括驱动/内存/中断等模块的初始化，需要首先完成FronOS基本环境后，再进行完成FronVMM的设计。从FronVMM框架来说，首先是支持一个单独虚拟机的功能开发，不设计到多个虚拟机之间的调度，也不涉及到和管理OS的交互。在单个虚拟机功能开发完成后，加入多个虚拟机的支持，加入了虚拟机实时调度功能；最后，加入一个经过修改的FronLinux来实现控制和管理功能，此时需要增加硬盘转发模块对应的虚拟设备驱动，增加虚拟机虚拟硬盘文件功能（本地文件和NAS系统）的支持；需要增加二层网络功能，使虚拟机可以和外部进行通信；设计FronOS和管理系统之间网络通信接口，使虚拟机可以和FronOS进行数据交互。

FrontVMM的技术框架如图12所示。



图 12 FronVMM 功能框架

它是基于硬件辅助虚拟化功能的实现，首先要实现CPU的硬件虚拟化；其次是支持内存的硬件辅助虚拟化；下一步是支持VT-d技术，通过分配单独的硬盘给虚拟机，到此阶段，可以让一个虚拟机单独运行起来；然后是加入其他虚拟设备，如键盘、鼠标，由于该类IO设备对IO需求不高，可以通过模拟设备实现；然后加入物理设备的SR-IOV功能的开发，到此阶段，可以完整的实现了一个虚拟机功能。

完整的开发步骤如图13所示。

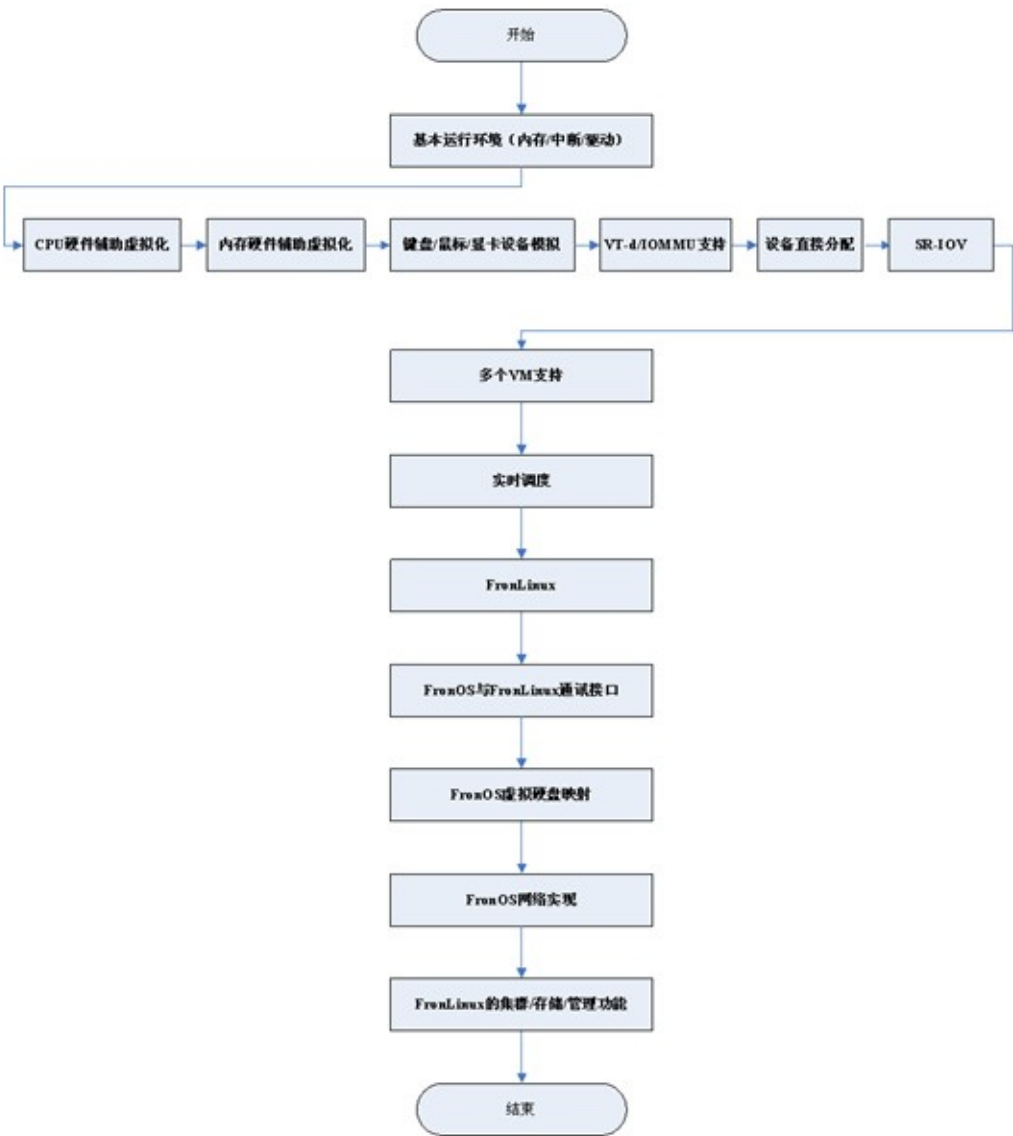
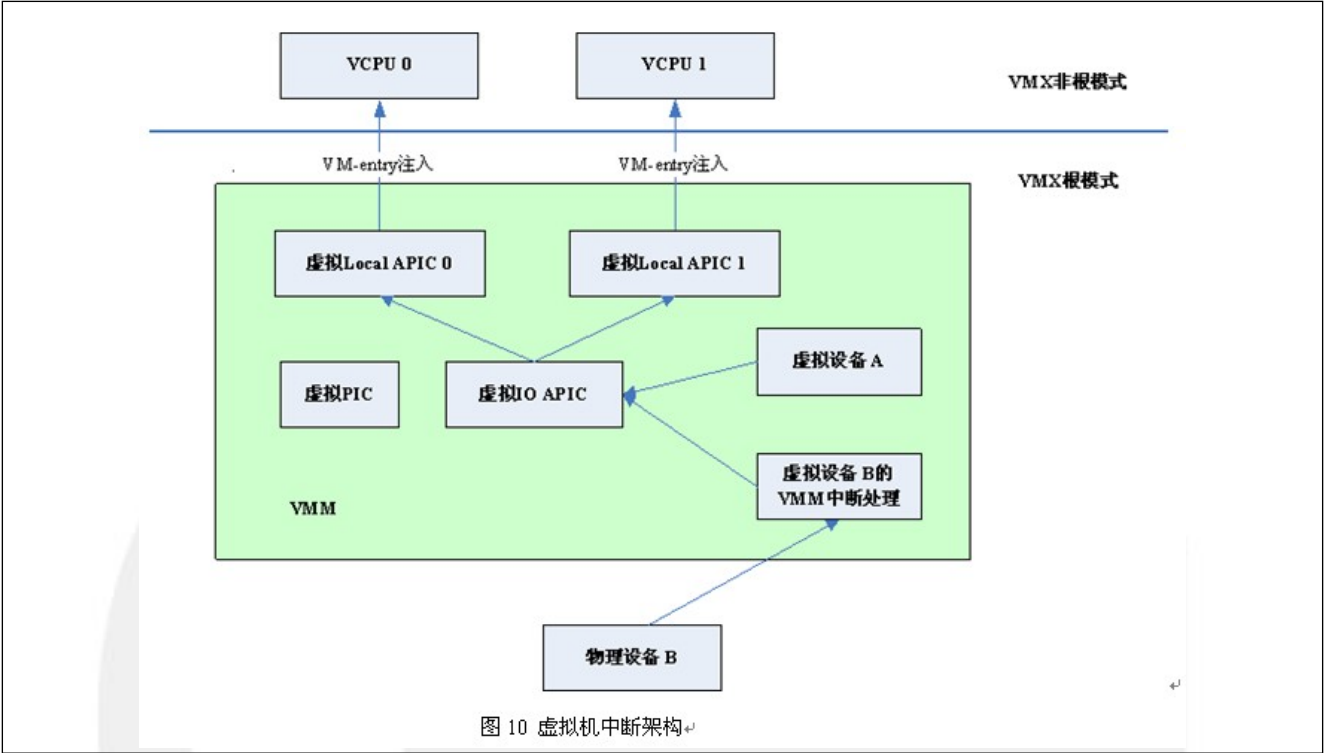


图 13 项目开发步骤

整个项目的开发以C语言为主，在系统启动和调度等少数地方，需要汇编语言进行编程。采用Linux/GCC/GDB开发环境，使用Host/Target的调试模式。

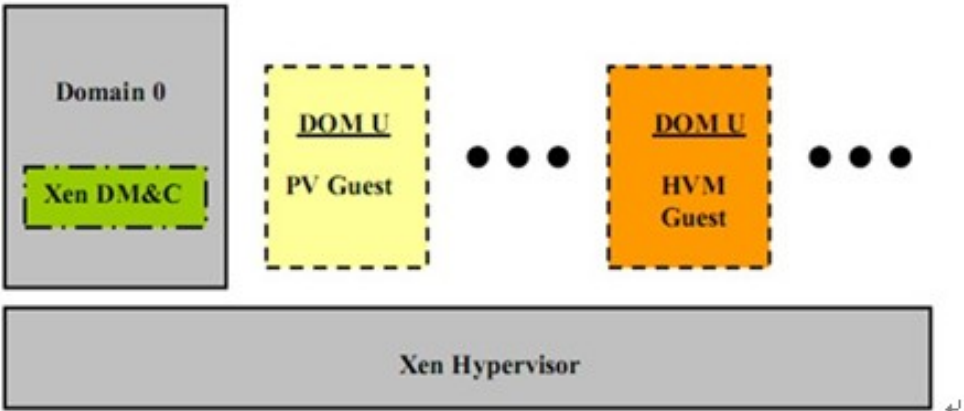


2、项目创新点

项目创新内容

嵌入式操作系统和虚拟机监视器的融合为虚拟机操作系统，移去了虚拟机中不同层次的切换负荷。

传统的虚拟机实现方式是VMM/管理虚拟机/虚拟机三层结构，如Xen，它的系统结构如图14所示。



Xen包括如下几个部分：

Xen hypervisor：是虚拟机监视器的实现部分，在此部分主要完成了CPU和内存的虚拟化功能。

Domain 0:是设备管理以及控制平面的虚拟机，它和其他虚拟机统一管理，完成的主要功能是：管理和控制平面；物理设备驱动；和DomU通讯的硬盘和网络后端驱动。

DomU：分为两种类型：半虚拟化及全虚拟机的虚拟机实现。

Xen的IO架构如图15所示。

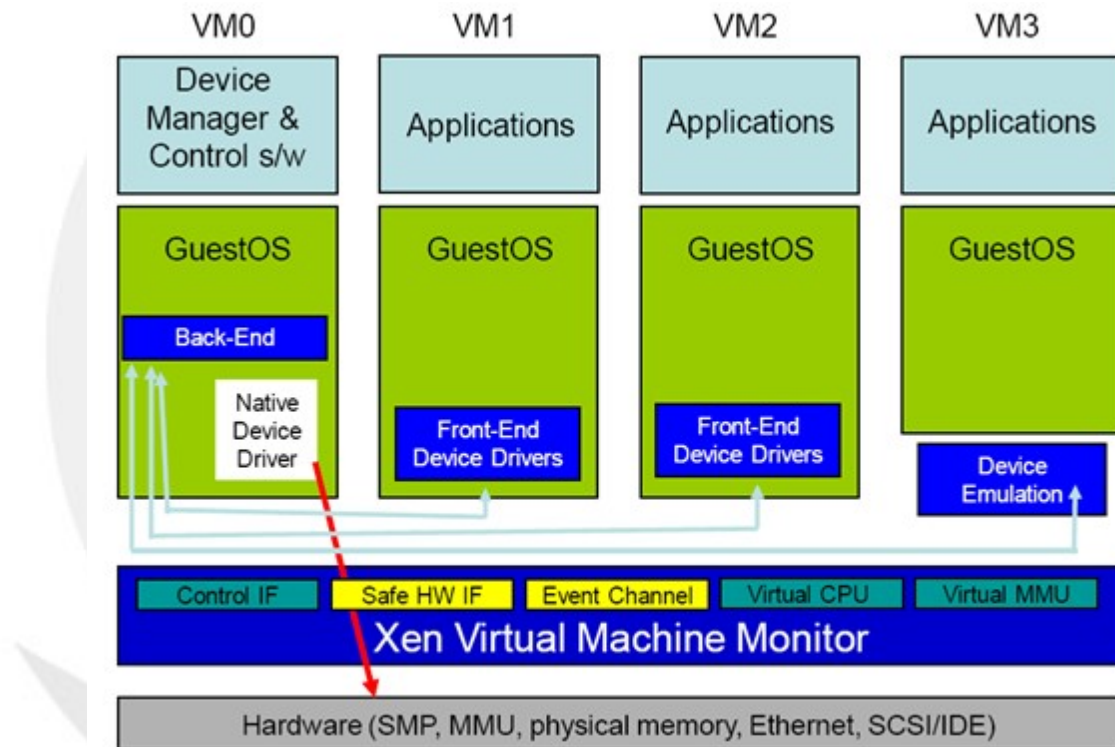


图15 Xen虚拟IO架构

从图15中可以看出，Domain0管理所有的除去CPU和内存之外的所有硬件资源，它会参与到各个虚拟机共享硬件的资源过程，虚拟机DomU对硬件资源的一次调用，首先会切换到Xen hypervisor中，再切换到Domain0中，在Domain0中完成虚拟机需要使用的资源，完成所需操作后，先切换到Xen hypervisor，最后才是反馈到最终的虚拟机DomU中。在这个过程中，每次都需要在Xen hypervisor切换，占有了较多的资源。

该问题的产品最根本的原因，是Xen hypervisor不是一个基本完整的操作系统，它只是包括CPU和内存部分，没有包括其他硬件对应的驱动，所以必须借助于Domain0中驱动去完成相应功能。

FronOS中包括完整的网络和硬盘驱动，虚拟硬盘模块可以在虚拟机启动时，从控制虚拟机fronLinux中文件系统得到磁盘映射后，在后续运行中无需再和fronLinux交互，各个虚拟机对硬件资源的调用，可以直接通过和其中FronVMM交互，无需在多个运行空间进行切换，移去了

切换负荷。Fronware vServer系统软件中FronLinux是一个完全的控制平面软件，只是提供控制功能，不会影响虚拟机的数据存取路径。

以虚拟机为中心的实时调度方式，保证了虚拟机资源的有效管理

传统的实时操作系统调度算法可以分为如下三种类别：基于优先级的调度算法（Priority-driven scheduling-PD）、基于CPU使用比例的共享式的调度算法（Share-driven scheduling-SD）、以及基于时间的进程调度算法（Time-driven scheduling-TD）。

FronOS是以RT-Linux开发源码为参考实现，RT-Linux实时子系统任务调度可以采用RM、EDF等优先级驱动的算法。

基于优先级的调度算法，是为每个进程分配一个优先级，在每次进程调度时，调度器总是调度那个具有最高优先级的任务来执行。根据不同的优先级分配方法，基于优先级的调度算法可以分为如下两种类型：静态和动态优先级调度。

（a）静态优先级调度算法：

这种调度算法给那些系统中得到运行的所有进程都静态地分配一个优先级。静态优先级的分配可以根据应用的属性来进行，比如任务的周期，用户优先级，或者其它的预先确定的策略。RM（Rate-Monotonic）调度算法是一种典型的静态优先级调度算法，它根据任务的执行周期的长短来决定调度优先级，那些具有小的执行周期的任务具有较高的优先级。

（b）动态优先级调度算法：

这种调度算法根据任务的资源需求来动态地分配任务的优先级，其目的就是在资源分配和调度时有更大的灵活性。非实时系统中就有很多这种调度算法，比如短作业优先的调度算法。在实时调度算法中，EDF算法是使用最多的一种动态优先级调度算法，该算法给就绪队列中的各个任务根据它们的截止期限（Deadline）来分配优先级，具有最近的截止期限的任务具有最高的优先级。

FronOS对RT-Linux主要进行了两个改进：

1. 以虚拟机为中心进行调度：RT-linux原来设计的是针对的进程调度，在FronOS中，调度的基本单位是虚拟机，是虚拟机的每个VCPU，改变了以前的进程数据结构，以及其组织机构，设计更为合理和更有针对性。

2. 改进了调度算法，采用了基于额度的调度算法，是一种按比例公平共享的调度算法，其基本思想就是按照一定的权重（比例）对一组需要调度的任务进行调度，让它们的执行时间与它们的权重完全成正比。Credit调度算法的最大优点在于，它可以全局管理多个物理CPU，从而将CPU时间公平高效地分配给各个虚拟CPU。它可以用SMP的方式将各个物理CPU分配给各个虚拟CPU，实现负载均衡：它可以通过调节Guest操作系统的cap参数很好的实现Non-Working-Conserving(NWC)调度模式，使得管理员可以很容易地控制物理CPU的分配情况。

支持CPU及外围芯片在虚拟化领域的最新进展，提供了CPU/内存/IO的硬件辅助虚拟化功能

传统虚拟机的CPU虚拟化是采用二进制动态翻译（VMware），或者扫描-修改的方式（VirtualBox），但是导致效率降低和实现复杂程度增加。另外还有一种半虚拟化方式，它需

要修改客户操作系统。

FronOS使用VCPU（Virtual CPU）描述符来描述虚拟CPU，该数据结构中包括物理服务器和虚拟机的VMCS信息，并通过调用虚拟化指令集进入和退出虚拟机运行模式，简化了软件设计的复杂性，提高了运行效率。

传统的内存虚拟化是通过影子页表来实现，它需要自己维护客户机虚拟地址（Guest Virtual Address，GVA），到客户机物理地址（Guest Physical Address，GPA），到宿主物理地址（Host Physical Address，HPA）的三层地址映射关系。由于为每个虚拟机的每个进程维护一个地址转换表，因此会占用比较大的内存，还需要对这些表进行维护；另外每次修改地址映射，都需要陷入到VMM进行重新计算地址转换。因此影子页表的效率是比较低的。

FronOS通过设置VMCS数据结构，打开EPT/NPT功能，为每个虚拟机维护GPA到HPA地址转换的页表，处理地址转换发生的异常等功能，实现了虚拟机地址转换时基本不会发生退出，降低了虚拟机内存管理的复杂性，提高了虚拟机的效率。

传统的IO虚拟化方法有设备模拟和半虚拟化方法。设备模拟是指设备模拟的方法来虚拟IO设备，guest OS不用修改，它的IO操作会被VMM捕获，并转交给设备虚拟化模块协调分配，最终由物理硬件完成功能，该方式是适应性好，但性能较差；半虚拟化是修改guest OS中的IO调用，使用了虚拟IO设备的操作界面，由于不用捕获IO调用，以及不用模拟物理设备的接口，它的效率要比软件模拟的方法高。这两种方式各有优缺点，和物理硬件的效率相比，都有比较大的差别。

FronOS通过设置北桥芯片的IOMMU，保证虚拟机IO地址的隔离，为虚拟机维护IO页表机制为每个DMA提供一个称为总线地址的线性地址空间，在虚拟机进入时，注入发生的中断事件，在虚拟机访问配置空间和端口访问时，陷入到FronVMM，由FronVMM代替来完成相应配置；通过配置SR-IOV设备，将VF功能分配各个虚拟机，使虚拟机可以在数据通路直接访问硬件。通过如上实现方式，可以充分使用硬件提供的数据通路，减少虚拟机陷入，提高IO性能。

3、预计项目完成时达到的关键技术及技术指标

预计项目完成时达到的关键技术及技术指标
提供虚拟机的抢占式调度。 调度算法按照虚拟机的预定资源和优先级，保证资源的有效分配。 支持CPU的硬件辅助虚拟化技术VMX/SVM。 支持内存硬件辅助虚拟化技术EPT/NPT。 支持IO硬件辅助虚拟化技术VT-d/IOMMU。 支持IO硬件虚拟化技术SR-IOV。 虚拟机的运行效率达到物理服务器的95%。 虚拟机的IO效率达到物理服务器的99%。

4、项目实现的质量标准类型、标准名称

项目实现的质量标准类型、标准名称
《01001-软件过程改进实施计划》 《01101-SDM-软件开发管理规范》 《01102-SDM-软件设计管理规范》 《01103-SEM-软件执行管理规范》 《01104-SPD&E-软件项目开发及实施规范》 《01201-SRM-软件需求管理规范》 《01203-SCP-软件变更管理计划》 《01305-UML 命名约定》 《01304-C++编码规范》 PCI-SIG I/O Virtualization (IOV) Specifications

5、通过本项目实施，企业新获得的相关证书情况（验收指标）

质量认证体系证书	
国家相关行业许可证	
专利证书	vServer系统软件3.0软件著作权
技术、产品鉴定证书	
其他	

第三章 项目技术成熟程度

一、项目技术成熟性

项目目前所处阶段	现阶段本项目直接参与人数	项目产品销售情况
研发	6	无销售

关键技术成熟性分析
采用的现有成熟关键技术： 实时嵌入式linux：RT-Linux、Xen、KVM 已攻克的关键技术： CPU硬件辅助虚拟化技术、内存硬件辅助虚拟化技术、FronOS基本运行环境、FronOS网

络、FronLinux及其与FronOS通讯接口

待研究的关键技术：

以虚拟机为中心的调度框架、Credit调度算法实现、IO硬件辅助虚拟化、FronOS虚拟硬盘映射

二、项目实施风险及应对措施

项目实施风险及应对措施

(一)市场竞争风险

主要表现：

服务器虚拟化系统软件，从通用性和技术创新性方面来说，目前在国内没有与之完全类似的软件产品，在短期内，将会占有大部分市场。随着市场的不断开放和国际化，本系统投入社会正式使用后，将会有国内具有一定实力的同行业中型公司研发出类似产品，参与市场竞争，造成一定的市场风险。

应对措施：

在产品的研发升级过程中，我们将根据最终客户的实际需求，不断完善该平台的处理能力，加快该平台在各行业的推广实施。充分发挥公司在技术上的优势，提高企业管理水平、科研水平，加快新产品的研发，不断推陈出新，保持优良的技术形象。最后，还要严格保证软件产品质量，加强软件的实用性和易用性，树立“方物软件”品牌优势，继续巩固行业领先地位。

(二)技术风险

主要表现：

软件行业人才济济，知识更新较快，新技术、新应用层出不穷，一旦技术趋势把握失误，巨大的开发投入将无法回收。而且开发需要一定周期，在此过程中，行业内的技术突破和产品换代，将使我们预期的市场和竞争优势荡然无存。

应对措施：

随着企业的发展，不断储备力量，增加科研投入，特别要加强技术决策层的力量。通过聘请工商局技术顾问、加强与国内名牌大学的合作交流等方式，使公司能正确把握世界技术发展的方向，掌握最新动向，避免在技术方向和开发决策上的失误。

(三)人员流失风险

主要表现：

本公司对核心管理及技术骨干有一定的依赖，骨干技术人员如果出现流失，特别是在项目进行期间，将会影响本公司的发展计划。

应对措施：

公司制定了相应的“薪酬福利制度”、“考勤管理制度”、“绩效考核制度”，正在制定的“员工期权持股计划”将加强核心员工的凝聚力；公司通过在工作中加强与员工之间的协作与交流，充分培养每个人的能力、兴趣和工作热情，正确引导员工的个人发展计划，使员

工的发展与公司的发展协调一致；采取有效的激励机制，建立良好的工作环境与企业文化氛围，提高企业的凝聚力。从而使公司人力资源管理走向正规化，保证人员结构合理，核心技术人员的基本稳定。

第四章 项目产品化

一、项目产品特性

产品形态	最终消费产品
产品主要用途	
<p>数据中心虚拟化的主要作用如下：</p> <p>(1) 节省35%~75% TCO：</p> <p>将多个物理服务器整合到一个物理服务器中，降低40%软/硬件成本，服务器的资源得到充分利用，降低70%~80%运营成本，包括数据中心空间、机柜、网线，耗电量，冷气空调和人力成本等。</p> <p>提高了服务器资源利用率：服务器的系统资源利用率从原来的不足15%到现在的50%~75%左右，做到物尽其用。</p> <p>有效遏制服务器数量的高速增长，通常在两路服务器上虚拟机与物理机的整合比可达到10:1以上，4路服务器上整合比可达20:1。</p> <p>不再担心旧系统的兼容性、维护和升级等一系列问题。</p> <p>(2) 快速部署及管理灵活性:快速部署及管理灵活性方案主要针对以下应用情况：</p> <p>经常为重新装操作系统和部署应用而消耗大量的人力成本和时间成本。</p> <p>面对众多服务器，管理不方便不灵活，需要大量的人工干预</p> <p>虚拟化技术解决了因安装操作系统和部署应用而消耗大量人力和时间成本的难题。具体体现在以下几点：</p> <p>通过虚拟机拷贝或者导入导出功能，用户过去需要花费半天时间部署的一套应用系统现在只需要几分钟就可以部署好。</p> <p>通过Snapshot功能，用户可以轻松地将系统恢复到干净的状态。</p> <p>通过虚拟机管理服务器，可对所有管理虚拟机服务器，包括虚拟机的自动开/关机、休眠等。</p> <p>虚拟机快速部署和管理灵活性给客户带来的好处如下：</p> <p>提高运营效率和服务水平:部署时间从小时级到分钟级，以前硬件维护需要数天/周的变更管理准备和1~3小时维护，现在可以进行零宕机硬件维护。</p> <p>管理方便，部署快速:虚拟机管理服务器对虚拟机集群中的所有主机及外部设备进行统一管理，操作方便，管理灵活。</p> <p>(3) 业务连续性:业务连续性方案主要针对以下应用情况：</p>	

系统中某些关键业务不允许有任何中断。虚拟化解决方案提供三种方法，一是虚拟机动态迁移，二是HA/cluster功能，三是虚拟机镜像功能。

VM-Motion虚拟机动态迁移功能利用虚拟机的封装性和硬件独立性，将一个正在运行的虚拟机从一个物理服务器迁移到另外一个物理服务器，而运行的服务不间断。它的优点如下：可以零宕机地进行有计划的服务器维护和升级；提前迁移应用远离失效的硬件；迁移工作负载，资源利用率最大化。

在虚拟机HA集群中，当一台虚拟机服务器发生故障的时候，该主机上的所有虚拟机都可以在HA Cluster集群中其他虚拟机服务器上重新启动，这种方法被称为虚拟化HA。虚拟机HA方案是一种经济有效的适用于所有应用的高可用解决方案。它可以消除单点故障，不需要独占的stand-by硬件，没有集群软件的成本和复杂性，用于企业中那些关键的不可中断的业务。同时，虚拟机和物理机之间也可以使用第三方的Cluster HA软件来保证业务的高可用性，比如Austostar、MSCS等。虚拟化HA可以给用户带来如下好处：

A相对于传统的双机容错方案，虚拟机HA可以最大限度地减少因硬件故障造成的服务器宕机和服务中断。

B不同于一些HA的热备机方式，所有的虚拟机HA服务器都运行生产系统，这种方案更加充分利用硬件资源。

C针对所有的虚拟机操作系统和应用程序，虚拟机HA提供统一的HA解决方案，避免了针对不同操作系统或者应用而采用不同的HA方案带来的额外开销和复杂性。

（4）负载均衡

负载均衡方案针对以下应用情况：

用户某些关键的业务必须保持业务负载可能突然很大。

在虚拟机集群中，当一台虚拟机服务器负载过大的时候，该服务器上的VM可以迁移到资源池的其他虚拟机服务器上，该虚拟机上运行的业务不发生中断，这就是虚拟机负载均衡方案。

虚拟机监控软件的这种负载均衡功能可以自动平衡虚拟机服务器的压力负载，为业务的连续性提供有力保障。

虚拟机负载均衡方案可以为用户带来如下好处：

使IT资源和业务优先级对应，优化资源以保证最有价值的应用使用更多的资源。

动态提高系统管理效率，避免因为一个虚拟机负载过大造成虚拟机服务器宕机的情况。

自动化的硬件维护。当一个物理虚拟机服务器需要维护时，负载均衡可自动将所有虚拟机迁移到其他物理机服务器上，可实现服务器维护零宕机。

给用户带来的好处

首先是大大降低TCO，其具体表现如下：

A通过服务器整合，控制和减少物理服务器的数量，明显提高每个物理服务器系统资源的利用率，从而降低硬件成本。

B降低运营和维护成本，减少了空间的占用、能源消耗、人力成本的支出。

其次，提高运营效率，其表现为：

A加快新服务器和应用的部署，大大降低服务器重建和应用加载时间。

B主动性提前规划资源增长，对客户和应用的需求响应快速，不再像以前那样，需要长时间的采购流程，然后进行尝试。

C不需要像以前那样，硬件维护需要数天/周的变更管理准备和1~3小时维护窗口，现在可以进行快速的硬件维护和升级。

提高服务水平，具体表现在：

A帮助您企业建立业务和IT资源之间的关系，使IT和业务优先级对应。

B将所有服务器作为大的资源统一进行管理，并按需进行资源调配。

提供高可用性和负载均衡，包含以下两点：

A通过虚拟机HA-Cluster让关键应用具有更高可用性。

B通过虚拟机负载均衡平衡服务器负载，使得资源利用最大化。

二、项目现阶段效益情况

本项目产品累计销售收入	0万元	本项目产品累计净利润	0万元
本项目产品累计缴税总额	0万元	本项目产品累计创汇	0万美元（折合）

三、产品化实施计划（验收指标）

项目完成时所处阶段	项目产品销售情况	执行的标准
批量生产	批量	行业标准
项目产品化实施计划的具体进度安排、阶段目标及主要工作内容		
<p>2010年06月---2010年12月： 主要工作内容：研究项目中的关键技术，完成4个关键技术的概要设计和详细设计。</p> <p>2011年01月---2011年05月： 主要工作内容：开始对4个功能编码和调试，并完成集成测试。</p> <p>2011年06月---2011年12月： 主要工作内容：对整个系统进行完整测试，特别是性能和稳定性方面的测试，为规模化销售大好基础。</p> <p>2012年01月---2012年05月： 根据客户的反馈意见，完善产品，实现规模化销售。</p>		

第四部分 项目产品市场与竞争

第一章 市场概述

项目产品市场概况及需求情况
<p>根据Gartner的统计、预测，在2009年x86服务器上面安装的虚拟机数量将会超过400万台，而且虚拟桌面的数量也将会从2007年的不到500万台增加到2011年的6.8亿台。</p> <p>IDC称，2008年日本虚拟化软件市场规模达到298亿日元，环比增加31.6%，预计到2013年将达到734亿日元。</p> <p>根据Springboard Research公布的研究报告，随着CIO对虚拟化技术的兴趣稳步提升，到2010年，亚太区虚拟化软件和服务的市场规模将达到13.5亿美元，年均复合增长率达到42%。研究报告指出，50%的CIO计划在未来18-24个月内部署虚拟化解决方案，以解决系统容量利用率低、性能差、以及与管理日益扩大的IT基础架构相关的问题。</p> <p>国内市场，VMware在2008年的销售是1200万美金，其中服务器厂商OEM销售收入超过600万美金，渠道和系统集成商占到不到600万美金收入，在2009年就达到2200万美金的收入。可以说是国内处于市场接受阶段的早期。</p>
项目产品的目标市场
<p>按照产品结构来看，方物软件的虚拟机解决方案是一个融合高可用性、安全、备份和管理的软件，提供的虚拟机聚合功能，将降低服务器的采购数量和成本。因此方物软件目标是产品结构中比例较大的市场。</p> <p>按照行业，以及不同行业对虚拟机的兴趣程度，我们关注的重点市场为证券、政府、保险、教育行业。</p> <p>按照公司位置，以及区域市场份额，方物软件的主要市场区域为华北市场。</p> <p>按照建设规模，500万以下超过市场的50%，以及公司处于初步发展阶段，公司主要集中在500万以下的数据中心应用。</p> <p>目前市场主要虚拟化产品是VMware提供的Virtual Infrastructure 3和微软的hypervisor。VMware主要针对大型的数据中心方案；微软针对是单机方案。在二者之间存在一个最大需求的市场。</p> <p>方物软件数据中心解决方案推广分为五步走到策略。</p> <p>首先在重点领域和重点市场，树立起关键客户使用的样本点，该阶段价格不是关键因素，主要是了解该领域客户使用模式和特殊需求，特别是能够找到杀手级的应用。</p> <p>第二步是建立重点地区和领域的系统集成商合作网络，首先在华北地区，在政府、教育、保险、证券等市场的系统集成商建立合作关系。同时开始宣传公司和公司的解决方案，包括产品发布会、第三方产品测试、应用方案等。</p> <p>第三步是开始实际的产品销售，公司需要了解重点行业的可能发生合同，和集成商密切合作，帮助完善及实施解决方案。</p>

第四步：逐渐推广到其他地区和行业。

第五步：开始海外市场的开拓。

第二章 竞争优势分析

项目产品的主要竞争者

目前在虚拟化市场，主要是三家公司在竞争，它们是：VMware，微软和Citrix。在数据中心虚拟化软件领域，VMware保持领先地位，占有超过70%的市场份额；微软主要是支持单机版本，支持在一台windows服务器上面运行多个虚拟机，不提供完整的数据中心解决方案；Citrix以前是提供远程桌面方案的软件厂商，在收购Xen以后进入到虚拟化领域，Citrix在收购后推出XenServer、XenDesktop、XenAPP等产品，主要目标还是集中在远程桌面和远程应用解决方案。

VMware公司成立于1998年，它将虚拟机技术引入到工业标准计算机系统中。VMware在1999年，首次交付了它的第一套产品，VMware Workstation，在2001年，通过发布VMware GSX服务器和VMware ESX服务器而进入了企业服务器的市场领域。2003年，随着具有开创意义的VMware VirtualCenter和VMware VMotion技术的破土而出，VMware通过引入一系列数据中心级的新功能，建立了在虚拟化技术领域中的领导地位。在2004年，VMware又通过发布VMwareACE产品进一步将这种虚拟架构的能力延伸到企业级的桌面系统中。在2005年发布的Vmware Player，以及在2006年早期发布的VMware Server产品，使得VMware第一个将免费的具有商业级可用性的虚拟化产品引入到那些新进入虚拟化世界的用户中。在2006年6月发布的最新的VMware Infrastructure 3，成为行业里第一套完整的虚拟架构套件，在一个集成的软件包中，包含了最全面的虚拟化技术、管理、资源优化、应用可用性以及自动化的操作能力。在2009年5月又发布了vSphere产品，是VI3的升级产品，推出了虚拟机镜像功能和自动化管理的工具。

VMware公司自1998年成立已经历10年高速成长，全球有16万客户，涵盖各行各业、大中小企业等正在应用着VMware公司的软件，包括100%的Fortune 100公司，2008年销售额达到19亿美金，比2007年增长42%。

VMware公司竞争分析

优势：

公司自从1999年成立，推出多个虚拟化产品，产品在全球500强企业超过99%的应用，产品最为成熟；

全面的解决方案：满足存储、高可用性、备份、安全、管理等 数据中心多方面需求的解决方案。

有大型数据中心的部署经历和经验。

在国内已初步建立销售渠道，已经开始加大力度推广。

该领域的领头羊，实际垄断者，产品有较好的美誉度。

劣势：

产品价格很高。

功能需求支持时间长，反馈慢，针对国外用户的支持将更加困难。

国内没有研发队伍，支持队伍经验不足。

国内市场收入比例微不足道

适合国内高端用户，对中低端用户性价比和服务竞争力较差。

不可能针对国内用户需求，开发新功能。

微软公司竞争分析

优势：

价格很低，只有28美金，捆绑windows server2008时免费。

劣势：

产品推出时间短，成熟度未经考验。

适合单机解决方案，对网络存储、备份、迁移、可管理性等关键功能没有支持，缺乏整体解决方案。

国内没有研发，支持力量和反馈速度不能跟上。

不可能针对国内客户开发新功能。

项目产品技术性能比较优势

方物软件Fronware Virtual Suite竞争分析：

优势：

合理的价格定位，国内企业可以承受，并且保持一定利润。

全面的解决方案，提供对存储、安全、备份、高可用性、可管理性的全面解决方案，并针对国内用户，提出低成本解决方案。

扩充的应用方案，针对国内不同应用需求和使用场合，提出安全解决方案、容灾备份解决方案。

已经有客户成功使用经验，使用状况良好，经受了实际应用的考验。

产品研发和支持都在国内，支持力度大、反馈速度快。

可以为客户特殊需求做针对性开发。

劣势：

是新成立的小型公司，做的是领先技术产品，需要面对和澄清客户疑惑

市场推广的力度不能和大公司竞争

产品成熟度和VMware相比，还需要加强。

方物软件将在如下方面进行加强，以取得和保持竞争优势：

需要继续深入挖掘国内客户需求，推出符合客户需求的解决方案。

建立一个强大的研发队伍，能够快速响应客户需求，使产品在性能、功能、稳定性、兼容性方面赶上和超越竞争对手与国内业内强大的系统集成商和渠道商建立合作关系，以使产品快速推向市场。

建立良好售前售后体系和队伍，推动培训流程的建设。

推出免费的个人试用版，以扩大用户认知度和公司知名度



第五部分 商业模式

项目产品获利模式

公司收入来源是软件销售和售后服务。

软件销售有2种方式。第一种是依靠系统集成商和分销商的销售渠道，通过建立分布全国和各个行业的系统集成商合作伙伴，依靠集成商的力量销售到最终客户，同时，为集成商提供技术和方案支持；第二种是和服务器厂商合作销售，在服务器硬件中增加Flash卡，提供虚拟化功能。

售后服务由公司提供，最终客户需要每年缴付服务费用，以提供服务咨询和技术支持。

创新基金

第六部分 财务与预测

第一章 企业历史财务分析

一、近十三个月财务分析：

近十三个月财务分析：
2009年公司增资到300万元，2009年底公司总资产为177.7万元，产品尚未形成销售呈研发型亏损。2009年公司投入研发费用为103.7万元，经过将近两年的研制开发，产品进入试销阶段，预计在2010年下半年公司即可实现盈利。

二、对上年度财务报表中的主要科目进行分析说明

对上年度财务报表中的主要科目进行分析说明

1、货币资金

项 目	期末账面余额			年初账面余额		
	原 币	折算汇率	折合人民币	原 币	折算汇率	折合人民币
现 金	52,590.64	1.00	52,590.64	12,112.43	1.00	12,112.43
银行存款	1,538,726.35	1.00	1,538,726.35	591,266.04	1.00	591,266.04
合 计	1,591,316.99	1.00	1,591,316.99	603,378.43	1.00	603,378.43

(1) 未有抵押、冻结等对使用有限制、存放在境外、有潜在回收风险的款项

2、其他应收款

序 号	名称	欠款金额	账龄
1	官晓春	5,000.00	一年以内
2	浩之源桶装水	200.00	一年以内
3	范东平	20,000.00	一年以内
4	李晓霞	1,000.00	一年以内
合 计		26,200.00	

3、固定资产

(1)固定资产原值

类 别	年初余额	本期增加额	本期减少数	期末余额
电子设备	19,299.00	73,857.00		93,156.00
办公家具		89,860.00		89,860.00
合 计	19,299.00	89,860.00		183,016.00

(2)累计折旧

类 别	年初余额	本期增加额	本期减少数	期末余额
电子设备		17,111.00		17,111.00
办公家具		5,781.00		5,781.00
合 计		22,892.00		22,892.00

4、应交税费

税费项目	期末账面余额	年初账面余额最小化	备 注
应交个人所得税	2,945.87	0.00	
合 计	2,945.87	0.00	

5、其他应付款

最小化

序 号	名称	欠款金额	账龄
1	日志扣款	569.62	一年以内
合 计		569.62	

第二章 项目投融资

一、项目投资

项目已完成投资情况			
项目已完成投资总额		50万元	
资金使用情况说明	固定资产10万，研发费用40万。		
本项目实施期间新增投资预算及依据			
项目计划投资总额		260万元	
其中项目新增投资总额		210万元	
其中固定资产投资	40万元	其中流动资金投资	170万元
资金使用方向细目(包括固定资产投入、在建工程、研发投入、管理费等)			

1) 新增固定资产投资估算表：

类 别	项 目	单 价（万元）	数 量	总 价（万元）
	笔记本/电脑	0.8	10	8
	高端路由器	2.5	2	5
	交换机	1.5	2	3
	服务器	3	3	9
	Dell 外部存储系统	5	1	5
	测试软件	10	1	10
总 计			30	

2) 流动资金估算表：

费用支出		金额（万元）
人工费	研发费用	130
	管理费用	10
	生产费用	5
	营销费用	15
材料费	用于研发	5
测试、鉴定费用		5
合 计		170

二、项目融资（计划新增投资部分）

地方立项上报（适用于已设立地方创新基金）地方					
本企业承诺：为完成本项目，本企业愿意以自筹资金补足申请额和地方立项额之间的差异。 并且承诺：本企业愿意在获得地方立项支持后继续申请国家创新基金，并自筹资金补足申请金额与实际立项金额之间的差异。					
项目新增投资额	210万元				
企业自筹	140万元				
银行贷款	0万元				
财政拨款	70万元	其中地方	20万元	支持方式	无偿资助

		创新资金 国家创新 基金			
			50万元	支持方式	无偿资助
其他	0万元				
企业自筹资金来源说明					
企业自筹资金来源于企业自有自有资金和其他项目的销售。					

第三章 项目经济效益分析

一、项目执行期内项目产品实现的经济效益预测（验收指标）

项目执行期内项目产品实现的经济效益预测			
累计销售收入	525万元	累计净利润	186万元
累计缴税总额	50万元	累计创汇	0万美元（折合）
新增就业人数	5人		
预测分析			

序号	项目	2010年	2011年	2012年
1	产销量(套)	400.00	1,600.00	3,000.00
2	销售单价(万元)	0.15	0.15	0.15
3	总销售收入	60.00	240.00	450.00
4	总成本费用	34.80	139.20	261.00
5	销售税金及附加	0.20	0.79	1.49
6	利润总额	25.00	100.01	187.52
7	所得税	3.75	15.00	28.13
8	净利润	21.25	85.01	159.39
9	应交增值税	1.80	7.20	13.50
10	缴税总额	5.75	22.99	43.11
备注	1、销售单价不含增值税, 增值税税率:		3%	
	2、所得税税率:		15%	
	3、销售税金及附加税费率:		11%	

分析说明：

1、为了测算方便，我们假设销售数量和生产数量完全相等；

2、由于本项目产品国内竞争较少，所以初期价格较高，约为0.15万。但是随着市场推广，单价肯定会不断下降。为了计算简便，我们按照执行期内预测的单价全部按照0.15万进行预测；

3、产品的成本主要包括直接材料、外包加工成本、制造费用等，按照销售单价的40%进行测算。

4、产品的管理费用和经营费用分别大约按照总收入的10%和8%进行估计测算；

5、销售单价不含增值税,增值税按照实际税负4%计算；

6、所得税税率按照15%计算

第四章 企业发展预测

一、项目完成时企业发展情况（验收指标）

企业资产规模	企业年营业收入	企业人员总数
400万元	600万元	25人
预测依据		
截止2009年底，公司总资产为177.6万元。项目完成时，本项目将会产生186万元的利润，累计销售525万元，再算上公司其他产品的销售，公司资产规模将达到400万元，年营业收入为600万元。		

二、企业未来5年的定位及发展计划

企业未来5年的定位及发展计划
<p>公司近期目标是成为国内虚拟化软件的领先厂商，竞争策略是发掘客户需求，定制客户应用，快速客户服务。计划利用5年时间，分为四步走的发展战略：</p> <p>第一步：示范阶段：建立销售队伍和网络，增加研发投入，力争产品在功能、性能、稳定性、兼容性方面和VMware大致相当，在某些技术点上需要领先VMware。销售主要关注教育、IDC、政府、通讯、金融等行业，创造300万以上的销售，建立国内成功的虚拟化市场应用。</p> <p>第二步：重点突出阶段：对已成功应用案例，在行业内进行推广。力争销售到达1千万元销售的规模。</p> <p>第三步：行业推广阶段：在其他重点行业进行推广，开拓新的行业应用，力争达到3000万元销售规模。</p> <p>第四步：全面推广阶段：扩大可应用行业，以及深入行业应用，扩大产品的覆盖面，同时开始尝试开拓海外市场，力争达到亿元销售规模。</p> <p>公司的中期目标是成为虚拟化与云计算领域的世界级的方案提供的领导厂商。需要正式开拓海外市场。</p>

第七部分 企业财务基本数据

科目	前两年	前一年	最近一个月
货币资金	603378.43元	1591316.99元	1327779.33元
其它应收帐款	171430.85元	26200.00元	26200.00元
流动资金合计	774809.28元	1617516.99元	1353979.33元
固定资产原值	19299.00元	183016.00元	183016.00元
固定资产净值	19299.00元	160124.00元	148484.00元
固定资产合计	19299.00元	160124.00元	148484.00元
总资产	794108.28元	1777640.99元	1502463.33元
其他应付款	元	569.62元	1203.62元
流动负债合计	元	3515.49元	2835.02元
负债合计	元	3515.49元	2835.02元
实收资本	1000000.00元	3000000.00元	3000000.00元
未分配利润	-205891.72元	-1225874.50元	-1500371.69元
所有者权益合计	794108.28元	1774125.50元	1499628.31元
管理费用	208654.72元	1037209.86元	274768.21元
财务费用	-2763.00元	-17227.08元	-271.02元
营业利润	-205891.72元	-1019982.78元	-274497.19元
利润总额	-205891.72元	-1019982.78元	-274497.19元
净利润	-205891.72元	-1019982.78元	-274497.19元
支付给职工以及为职工支付的现金	152467.00元	626366.71元	247768.21元
经营活动产生的现金流量净额	-377322.57元	-848344.44元	-263537.66元
构建固定资产、无形资产和其他长期投资所支付的现金	19299.00元	163717.00元	元
投资活动产生的现金流出小计	19299.00元	163717.00元	元
筹资活动产生的现金流量净额	1000000.00元	2000000.00元	元
筹资活动产生的现金流入小计	1000000.00元	2000000.00元	元
投资活动产生的现金流量净额	-199299.00元	-163717.00元	元
现金及现金等价物净增加额	603378.43元	987938.56元	-263537.66元
净资产	794108.28元	1774125.50元	1499628.31元
投资活动产生的现金流入小计	元	元	元



第八部分 附件

序号	附件名称	种类	持有单位	发出单位
1	企业法人营业执照	企业法人营业执照	北京方物软件有限公司	北京市工商行政管理局海淀分局
2	财务报表	企业财务报表	北京方物软件有限公司	北京方物软件有限公司
3	科技查新报告	查新报告	北京方物软件有限公司	教育部科技查新工作站
4	方物Fronware vServer虚拟机系统软件检测报告	检测报告	北京方物软件有限公司	北京软件产品质量检测检验中心
5	计算机软件著作权登记证书	软件著作权登记证书	北京方物软件有限公司	中华人民共和国国家版权局
6	计算机软件著作权登记证书	软件著作权登记证书	北京方物软件有限公司	中华人民共和国国家版权局
7	2008年审计报告书	企业审计报告	北京方物软件有限公司	北京中联信会计师事务所（普通合伙）
8	2009年度审计报告书	企业审计报告	北京方物软件有限公司	北京中联信会计师事务所（普通合伙）
9	会计师事务所营业执照	会计师事务所企业法人营业执照	北京中联信会计师事务所（普通合伙）	北京市工商行政管理局
10	会计师事务所营业执照	会计师事务所执业许可证	北京中联信会计师事务所	北京市工商行政管理局
11	高海	注册会计师证书的复印件	北京中联信会计师事务所（普通合伙）	辽宁省注册会计师协会
12	王崇林	注册会计师证书的复印件	北京中联信会计师事务所（普通合伙）	北京注册会计师协会
13	马永涛	注册会计师证书的复印件	北京中联信会计师事务所（普通合伙）	北京注册会计师协会
14	张晶	注册会计师证书的复印件	北京中联信会计师事务所（普通合伙）	辽宁省注册会计师协会
15	中关村高新技术企业	高新技术企业证书	北京方物软件有限公司	中关村科技园区管理委员会