|  |
| --- |
|  |
| CA研制方案 |
|  |
|  |
| XXXX单位 |
| 二○XX年XX月 |

目录

[XXXX研制方案 4](#_Toc452043530)

[1 概述 4](#_Toc452043531)

[1.1 研制背景 4](#_Toc452043532)

[1.2 任务来源和依据 4](#_Toc452043533)

[1.3 研制目标 4](#_Toc452043534)

[2 主要功能与技术指标 4](#_Toc452043535)

[2.1 主要功能 4](#_Toc452043536)

[2.2 技术指标 4](#_Toc452043537)

[3 方案设计 4](#_Toc452043538)

[3.1 系统结构及组成 4](#_Toc452043539)

[3.2 工作原理 5](#_Toc452043540)

[3.3 硬件设计 5](#_Toc452043541)

[3.4 软件设计 5](#_Toc452043542)

[3.5 协议设计 5](#_Toc452043543)

[3.6 系统接口与信息交换关系（可选） 5](#_Toc452043544)

[4 密码密钥配用 6](#_Toc452043545)

[4.1 安全保护及管理保障需求分析 6](#_Toc452043546)

[4.2 密码配用（密码产品或模块请分别参考对应模板） 7](#_Toc452043547)

[4.3 密钥配用 7](#_Toc452043548)

[4.4 密码协议 8](#_Toc452043549)

[5 安全保密措施设计 9](#_Toc452043550)

[5.1 密码资源保护机制 9](#_Toc452043551)

[5.2 故障诊断和处置机制 10](#_Toc452043552)

[5.3 逻辑安全防护机制 10](#_Toc452043553)

[5.4 物理安全防护机制 10](#_Toc452043554)

[5.5 前向安全防护机制 10](#_Toc452043555)

[6 电子元器件国产化应用 10](#_Toc452043556)

[7 通用性设计 10](#_Toc452043557)

[7.1. 可靠性设计 11](#_Toc452043558)

[7.2. 维修性设计 11](#_Toc452043559)

[7.3. 保障性设计 11](#_Toc452043560)

[7.4. 安全性设计 11](#_Toc452043561)

[7.5. 测试性设计 11](#_Toc452043562)

[7.6. 环境适应性设计 11](#_Toc452043563)

[8 质量控制与标准化管理 11](#_Toc452043564)

[8.1. 质量控制要求 11](#_Toc452043565)

[8.2. 标准化管理要求 11](#_Toc452043566)

[9 关键技术分析 12](#_Toc452043567)

[10 任务分工 12](#_Toc452043568)

[11 进度安排 12](#_Toc452043569)

CA研制方案

# 概述

## 研制背景

随着计算机网络技术的迅速发展和信息化建设的大力推广，越来越多的传统办公和业务处理模式开始走向电子化和网络化，从而极大地提高了效率、节约了成本。与传统的面对面的手工处理方式相比，基于网络的电子化业务处理系统必须解决以下问题：

1. 如何在网络上识别用户的真实身份；
2. 如何保证网络上传送的业务数据不被篡改；
3. 如何保证网络上传送的业务数据的机密性；
4. 如何使网络上的用户行为不可否认；

基于公开密钥算法的数字签名技术和加密技术，为解决上述问题提供了理论依据和技术可行性；同时，《中华人民共和国电子签名法》的颁布和实施为数字签名的使用提供了法律依据，使得数字签名与传统的手工签字和盖章具有了同等的法律效力。PKI（Public Key Infrastructure）是使用公开密钥密码技术来提供和实施安全服务的基础设施，其中CA（Certificate Authority）系统是PKI体系的核心，主要实现数字证书的发放和密钥管理等功能。

数字证书由权威公正的CA中心签发，是网络用户的身份证明。使用数字证书，结合数字签名、数字信封等密码技术，可以实现对网上用户的身份认证，保障网上信息传送的真实性、完整性、保密性和不可否认性。

数字证书目前已广泛应用于安全电子邮件、网上商城、网上办公、网上签约、网上银行、网上证券、网上税务等行业和业务领域。

基于上述现状，本系统需要解决数据的签名问题和法律效力问题，从而提高本的便捷性和管理效率。鉴于数字证书、数字签名的广泛应用和相关法律的保障，本单位规划建设CA及数字签名认证系统，主要需求如下：

1. 建设CA系统或采用第三方CA，为本用户申请数字证书；
2. 在现有本系统中加入对数据的签名功能，存储数据签名并提供对签名的认证功能；

## 任务来源和依据

为了解决网上用户的身份证明问题，需要为用户颁发数字证书。数字证书由CA中心签发，目前在实际应用中主要存在两种类型的CA：

1. 独立的第三方CA
   1. 跨区域的CA，如：中国电信的CTCA、中国人民银行的CFCA；
   2. 地域性的CA，如：广东电子商务认证中心CNCA、上海电子商务认证中心SHECA，以及其他各省电子商务认证中心；
2. 各类应用系统自己建设的CA

如：招商银行、建设银行等建设的用于服务各自网上银行的CA；海关、税务等建设的服务各自网上报税系统的CA；

这两种类型的CA在实际使用过程中各有优劣，以下将进行分析和比较：

1.2.1.CA建设与使用的分析

 采用独立权威的第三方CA与自建CA的比较

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 独立权威的第三方CA | 自建CA |
| 建设/使用成本 | 一般由第三方CA按用户收取年费，建设投入和证书使用成本较高 | 一次投入建设成本，建成后可为用户免费发放证书，成本较低 |
| 证书的有效性检查 | 证书的有效性检查:由第三方CA提供的CRL（证书撤销列表，实效性较差）或者OCSP（在线证书状态查询，依赖于外部系统，易形成性能瓶颈） | 与业务系统紧密结合，对证书有效性的控制和检查实时准确 |
| 定制化/灵活性 | 按第三方规定的流程申请证书，受制于第三方的系统，还需要将用户证书导入业务系统中，灵活性较差 | 可以与业务系统紧密结合，满足业务系统的定制化需求，灵活性高 |
| 故障响应时间 | 故障解决依赖于第三方 | 响应及时 |

备注：成本比较

权威的第三方CA的使用成本：10元/年/用户 × 10万用户 = 100万元/年

自建CA的系统建设成本 < 100万元，并且只是一次性的投入

综合比较而言，自建CA优于采用第三方CA，因此推荐自建CA。

1.2.2 证书存储方式的分析

 使用普通文件存储方式与USB智能卡存储方式的比较

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 普通文件 | USB智能卡 |
| 成本 | 磁盘成本较低，优盘成本较高 | USB智能卡成本适中 |
| 安全性 | 私钥可以复制，易泄密 | 钥被固化在USB智能卡中，无法复制，安全性高 |
| 方便性 | 私使用磁盘或优盘等方式携带，使用时需要用户选择证书和私钥 | 携带方便，但需要安装USB智能卡驱动，使用时可自动读取用户证书 |

USB智能卡自带CPU，内置芯片操作系统（COS）；采用USB接口，易于使用和携带；支持RSA非对称算法和DES、3DES等对称算法；支持RSA公司的PKCS#11标准和微软的CSP标准；支持Windows98/NT/2000/XP/2003等操作系统。USB智能卡可支持国密算法SSF33，并通过国家密码管理委员会的检测。

1.2.3 签名数据类型的分析

系统需要进行电子签名并存储的数据主要有以下三类：

1. 上报表单的数据签名

用户在网上填写的各类表单需要由用户的私钥进行电子签名；

1. 上报数据文件的数据签名

用户上传的数据文件，其内容需要由用户的私钥进行电子签名；

1. 下载数据文件的数据签名

用户通过系统生成并下载的确认数据文件（如：PDF格式），其内容需要由用户的私钥进行电子签名并回传至系统存储。

## 研制目标

从满足使用需求、提升功能性能、提高技术水平等方面出发，确立研制目标。

# 主要功能与技术指标

## 主要功能

满足用户安全登陆认证，为用户颁发数字证书，对用户私钥进行安全管理

## 技术指标

1. 密钥中心独立设计，可以正常产生RSA1024、RSA2048、SM2 256类型的密钥对，并且方便以后扩展
2. CA中心可以正常颁发用户证书，吊销用户证书，并且验证证书的的有效性，提供各类接口供其他系统调用
3. 离线CA中心，可以颁发CA证书，证书的导入，证书链的导入，CSR产生，CA的证书离线密钥的管理，管理员五三认证的设计实现
4. RA中心，能够对用户证书申请，进行批准，把ca产生的用户CSR发送给用户

# 方案设计

## 系统结构及组成

该项目主要有四个项目组成：

1. KMS：密钥管理系统
2. CAS：系统证书颁发系统
3. 离线CA：CA证书的颁发管理系统
4. RAS：用户注册申请管理系统



## 工作原理

使用离线CA产生三级CA证书，将证书导出妥善保存，启动KMS系统预先先产生一些密钥对，供用户证书颁发使用，CA系统启动后初始化超级管理员，导入系统根证书，或者创建系统根证书，使用超级管理员登陆系统创建CA管理员，CA管理员登陆系统后上传二级证书，并创建RA管理员，启动RA系统，RA管理员登陆，上传RA证书，用户注册系统用户，提交证书申请，RA批准后去CA中心制作用户CSR，并将CSR安全发送给用户，用户用CSR自己输入密钥的保护密码，并提交到RA，RA对改条记录信息再次审核，无误后提交CA中心，颁发用户证书，供用户下载或者安装证书。



## 硬件设计

该项目主要硬件为，标准linux和windows系统用于安装系统，符合PKCS11的USBKey供用户存储用户证书，可以产生RSA和SM2的硬件加密机或者加密卡

## 软件设计

1. KMS：密钥管理系统，主要负责用户密钥对的安全管理功能
   1. 密钥管理模块，
   2. 用户管理模块
   3. 签名模块
2. CA：证书认证系统，主要负责证书的管理，用户的管理
   1. 证书模块，负责证书颁发，吊销
   2. 签名模块，签名服务
   3. 用户模块，管理系统用
3. 离线CA模块
   1. CA证书管理模块，主要负责CA证书的申请，证书链导出，交换密钥文件导出，可信证书jks导出，证书链导入和导出
   2. 用户管理模块，负责离线CA管理员的管理
   3. 离线密钥管理模块，可以导入jks文件。或者自己产生符合用户要求的CA证书密钥对
4. RA：注册中心，主要负责用户的证书审核
   1. 证书模块，主要负责用户的批准审核工作

## 协议设计

1. 系统各个子系统间交换使用dubbo协议，并且zookeeper进行负载。
2. 用户交换前端使用http1.1协议进行通讯

## 系统接口与信息交换关系（可选）

1. KMS系统
   1. 可用用户密钥查询接口

根据用户需要产生用户密钥对，私钥不可导出

* 1. 用户CSR产生接口、

根据用户主题和使用的密钥对生成证书请求信息

1. CA系统
   1. 证书查询接口

根据用户的条件查询相关的已发布的签名证书

* 1. 颁发证书接口

使用用户的CSR为用户颁发x509格式的数字证书

* 1. 用户认证接口

使用该接口可以用用户名、手机、邮箱及数字证书验证证书的有效性

* 1. 证书吊销接口

吊销用户数字证书

* 1. CRL下载接口

下载已经发布的CRL文件

* 1. 用户查询接口

管理角色查询相关用户

* 1. 离线jks查询接口

查询CA证书的可用密钥别名集合

* 1. CA证书导入接口

CA管理员证书的导入接口

* 1. 用户注册接口

普通用户的注册过程

1. 离线CA系统
   1. 管理员认证接口

离线管理员通过用户名和密码认证

* 1. 自签名证书申请接口

根据密钥对和证书主题颁发自签名CA证书

* 1. 下级CA证书生成接口

根据CSR成功下级CA证书

* 1. CA证书CSR生成级下载接口

根据密钥对和主题产生CA证书

* 1. P7证书链导入和导出接口

导入P7格式的证书链，导入前请先正确配置jks格式的密钥库

* 1. P12导出接口

导出CA证书的密钥交换文件，请妥善保存

* 1. 可信CA jks导出接口

导出可信CA的jks文件，供web服务器使用

1. RA中心
   1. 证书信息提交接口

提交用户证书申请信息

* 1. 证书批准接口

RA管理员批准证书请求

* 1. 证书CSR查询接口

查询用户的CSR，并把CSR发送给用户

# 密码密钥配用

## 安全保护及管理保障需求分析

### 用户安全需求分析

1. 用户密码处理流程，用户输入密码后md5加密，密文通过网络发送



1. 系统安全架构，kms系统直接根CA通讯，CA与KMS同一个局域网内，CA通过防火墙，跟RA进行加密通讯，RA通过用户中心，使用https与用户进行安全通讯



### 密码产品安全防护需求分析

1. 加密机直接物理隔离，只有CA和KMS可以直接调用
2. CA与RA通讯使用加密的协议进行安全通讯
3. 用户跟用户中心使用https进行安全通讯认证

### 密码资源管理保障需求分析（可选）

1. CA负载服务对外只开放80端口，
2. RA服务对外只开放80端口
3. 用户密钥永远存在加密机中，出用户导出usbkey之外，其他功能都不可以导出

## 密码配用（密码产品或模块请分别参考对应模板）

### 密码算法配用

1. SM2算法
   1. 密钥长度256
   2. 主要用于通讯的加密和数字证书签名
2. RSA算法
   1. 密钥长度1024或者2048
   2. 主要用于通讯的加密和数字证书签名

### 密码算法工作模式配置

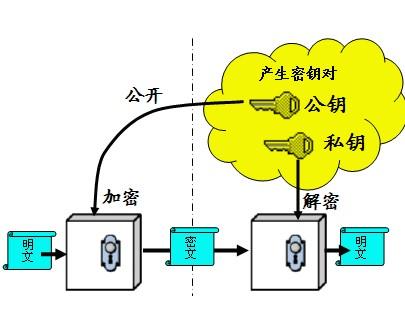
论证提出分组、杂凑等密码算法的工作模式，并以表格形式,给出密码算法、用途、工作模式、密码算法参数和所配置密码产品之间的对应关系。示例如下：

密码算法配置情况列表如下：

表1 配用密码算法

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 算法名称 | 使用密钥 | 用途 | 工作模式 | 所配置算法参数 |
| 非对称密码算法 | RSA密钥 | 对数据进行加密保护 | 模式 | [算法参数名称、新参数或已用参数，已配置于XX密码系统（装备）] |
| 非对称密码算法 | SM2密钥 | 对数据进行加密保护 | 模式 | [算法参数名称、新参数或已用参数，已配置于XX密码系统（装备）] |

### 工作模式(可选)



## 密钥配用

1. 数字证书签名，加密。封装
2. 安全通讯加密

### 密钥种类

1. SM2：256
2. RSA：1024,2048

### 密钥结构

1.用户私钥使用用户加密证书进行加密

### 密钥管理保障

1. 加密机：密钥不可导出
2. Usbkey：一次写入，不可篡改

## 密码协议

1、协议概述

公开密钥密码体制就是使用不同的加密密钥与解密密钥，是一种“由已知加密密钥推导出解密密钥在计算上是不可行的”密码体制。

在公开密钥密码体制中，加密密钥（即公开密钥）PK是公开信息，而解密密钥（即秘密密钥）SK是需要保密的。加密算法E和解密算法D也都是公开的。虽然解密密钥SK是由公开密钥PK决定的，但却不能根据PK计算出SK。

正是基于这种理论，1978年出现了著名的RSA算法，它通常是先生成一对RSA 密钥，其中之一是保密密钥，由用户保存；另一个为公开密钥，可对外公开，甚至可在网络服务器中注册。为提高保密强度，RSA密钥至少为500位长，一般推荐使用1024位。这就使加密的计算量很大。为减少计算量，在传送信息时，常采用传统加密方法与公开密钥加密方法相结合的方式，即信息采用改进的DES或IDEA对话密钥加密，然后使用RSA密钥加密对话密钥和信息摘要。对方收到信息后，用不同的密钥解密并可核对信息摘要。

RSA算法是第一个能同时用于加密和数字签名的算法，也易于理解和操作。RSA是被研究得最广泛的公钥算法，从提出到现今的三十多年里，经历了各种攻击的考验，逐渐为人们接受，普遍认为是目前最优秀的公钥方案之一。

SET(Secure Electronic Transaction)协议中要求CA采用2048bits长的密钥，其他实体使用1024比特的密钥。RSA密钥长度随着保密级别提高，增加很快。下表列出了对同一安全级别所对应的密钥长度。

1. 协议交互流程
   1. 选择两个大素数，p 和q ，计算出n=qp，n称为RSA算法的模数。p，q 必须保密，一般要求p，q为安全素数，n的长度大于1024bit ，这主要是因为RSA算法的安全性依赖于因子分解大数问题。
   2. 计算n的欧拉数
      1. φ(n)=(p-1)(q-1)
      2. φ(n)定义为不超过n并与n互质的数的个数。
   3. 然后随机选择加密密钥e，从[0,φ(n)-1]中选择一个与φ(n)互质的数e作为公开的加密指数。
   4. 最后，利用Euclid 算法计算解密密钥d, 满足de≡1(mod φ(n))。其中n和d也要互质。数e和n是公钥，d是私钥。两个素数p和q不再需要，应该丢弃，不要让任何人知道。
   5. 得到所需要公开密钥和秘密密钥：
      1. 公开密钥（即加密密钥） PK=（e，n）
      2. 秘密密钥（即解密密钥） SK=（d，n）

3、协议安全性分析

RSA的安全性依赖于大数分解，但是否等同于大数分解一直未能得到理论上的证明，因为没有证明破解RSA就一定需要作大数分解。假设存在一种无须分解大数的算法，那它肯定可以修改成为大数分解算法。 RSA 的一些变种算法已被证明等价于大数分解。不管怎样，分解n是最显然的攻击方法。人们已能分解多个十进制位的大素数。因此，模数n必须选大一些，因具体适用情况而定。

# 安全保密措施设计

描述产品保密安全措施的设计。如开机自检、噪声检验、开机身份认证、密钥及参数自检、密码要素存储保护、密码销毁、安全报警、物理防护等安全保密措施的具体实现。

## 密码资源保护机制

分段阐述算法参数、密钥等密码资源的存储和使用区域、存储加密保护、紧急销毁等内容。存储加密保护措施必须注明所保护对象的具体内容，即具体到参数、密钥或其他需要保护的资源，还应说明采取的保护方式，若基于算法实现，则应给出采用的算法、参数和密钥。紧急销毁措施需要明确写明紧急销毁的销毁操作方式、具体的销毁方式（如覆写随机数等方式），以及销毁的内容，并明确密码产品是否还能提供密码服务等。

## 故障诊断和处置机制

分段阐述算法自检、参数自检、密钥自检、噪声源自检、功能自检等措施实现的原理和方式，以及发现故障后中止密码服务运行、报警、上报应用系统等处置方式。

## 逻辑安全防护机制

分段阐述密码产品采取的访问控制、安全审计、操作系统安全增强、软件防篡改、远程（本地进程）监控、数据完整性保护、防网络入侵等方面的逻辑安全防护措施，以及密码服务、密码产品操作配置、远程密码管理、本地密码管理、密码资源注入等接口设置。

## 物理安全防护机制

分段阐述密码产品为抵御物理攻击采取的安全防护措施，如芯片防探测和抗能量分析、开盖销毁、机械锁、电磁泄漏防护等。

## 前向安全防护机制

公普产品根据实际需要，进行前向安全设计，并说明采用的机制或方式。

# 电子元器件国产化应用

描述军用电子元器件国产化思路与原则，明确品种国产比例、数量国产比例以及国产数费比，简述选用进口电子元器件的必要性、安全性和可保障性。

# 通用性设计

描述项目研制过程中将采用的可靠性、维修性、保障性、安全性、测试性、环境适应性等设计要求。包括研制过程的可靠性控制措施、硬件可靠性控制措施、软件可靠性控制措施、维修性控制措施、保障性控制措施等。

## 可靠性设计

包括可靠性模型、可靠性分配、可靠性预计、硬件可靠性设计和软件可靠性设计等方面内容。

## 维修性设计

包括维修性设计要求、维修性设计措施等方面内容。

## 保障性设计

说明系统运行和维护时所需的技术保障、环境保障等要求以及相应的保障方案，包括保障内容、保障手段、保障资源等。

## 安全性设计

说明为保证系统安全、稳定使用，进行的相关设计方案，如操作权限设计、越权告警设计、容错设计等。

## 测试性设计

说明为保证软件可测试性，进行的相关设计方案。

## 环境适应性设计

说明为满足环境适应性指标要求，进行的相关设计方案，如结构设计、热设计等方面的措施。

# 质量控制与标准化管理

## 质量控制要求

描述项目研制过程中将采用的质量控制措施。包括成立质量管理机构，制定质量保证大纲，制定技术设计质量控制、联试试用质量控制、技术资料质量保证等方面的内容。

有外协工作的，要制定外协质量控制措施。

## 标准化管理要求

描述项目研制过程中的标准化控制措施。包括标准化工作要求、标准化工作内容与实施方案、标准化工作组织、标准化管理等方面的内容。

# 关键技术分析

提出本项目研制中要解决的关键技术，并分析实现的可行性。

# 任务分工

列出主要参与研制单位（人员）及各单位（人员）的负责的工作。

# 进度安排

按照项目的阶段划分，分别描述各阶段的起止时间、应完成的工作。