

ICS 35.040
L 80
备案号：



中华人民共和国密码行业标准

GM/T 0009—2012

SM2 密码算法使用规范

SM2 cryptography algorithm application specification

2012-11-22 发布

2012-11-22 实施

国家密码管理局 发布

中华人民共和国密码
行业标准
SM2 密码算法使用规范
GM/T 0009—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

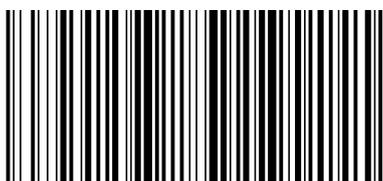
*

开本 880×1230 1/16 印张 0.00 字数 00 千字
2012年 月第一版 2012年 月第一次印刷

*

书号: 155066·2-24 定价 00.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GM/T 0009-2012

目 次

前言	
引言	
SM2 密码算法使用规范	
1 范围	
2 规范性引用文件	
3 术语和定义	
4 符号和缩略语	
5 SM2 的密钥对	
5.1 SM2 私钥	
5.2 SM2 公钥	
6 数据转换	
6.1 位串到 8 位字节串转换	
6.2 8 位字节串到位串转换	
6.3 整数到 8 位字节串转换	
6.4 8 位字节串到整数的转换	
7 数据格式	
7.1 密钥数据格式	
7.2 加密数据格式	
7.3 签名数据格式	
7.4 密钥对保护数据格式	
8 预处理	
8.1 预处理 1	
8.2 预处理 2	
9 计算过程	
9.1 生成密钥	
9.2 加密	
9.3 解密	
9.4 数字签名	
9.5 签名验证	
9.6 密钥协商	
10 用户身份标识 ID 的默认值	

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 的规则编写。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由国家密码管理局提出并归口。

本标准起草单位：北京海泰方圆科技有限公司、卫士通信息产业股份有限公司、无锡江南信息安全工程技术中心、兴唐通信科技股份有限公司、山东得安信息技术有限公司、上海格尔软件股份有限公司。

本标准主要起草人：刘平、蒋红宇、柳增寿、曾宇波、李元正、徐强、谭武征、孔凡玉、王妮娜。

引 言

SM2 椭圆曲线密码算法(以下简称 SM2)是国家密码管理局批准的一组算法,其中包括 SM2-1 椭圆曲线数字签名算法、SM2-2 椭圆曲线密钥协商协议,SM2-3 椭圆曲线加密算法。

本标准的目标是保证 SM2 使用的正确性,为 SM2 密码算法的使用制定统一的数据格式和使用方法。

本标准中涉及的 SM3 算法是指国家密码管理局批准的 SM3 密码杂凑算法。

本标准仅从算法应用的角度给出 SM2 密码算法的使用说明,不涉及 SM2 密码算法的具体编制细节。

SM2 密码算法使用规范

1 范围

本标准定义了 SM2 密码算法的使用方法,以及密钥、加密与签名等的数据格式。

本标准适用于 SM2 密码算法的使用,以及支持 SM2 密码算法的设备和系统的研发和检测。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GM/T 0003(所有部分) SM2 椭圆曲线公钥密码算法

GM/T 0004 SM3 密码杂凑算法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

算法标识 algorithm identifier

用于标明算法机制的数字化信息。

3.2

SM2 密码算法 SM2 algorithm

一种椭圆曲线密码算法,密钥长度为 256 比特。

3.3

SM3 算法 SM3 algorithm

一种杂凑算法,输出长度为 256 比特。

4 符号和缩略语

下列缩略语适用于本文件:

ECB 电码本模式

ECC 椭圆曲线密码算法(Elliptic Curve Cryptography)

ID 用户身份标识(Identity)

5 SM2 的密钥对

5.1 SM2 私钥

SM2 私钥是一个大于等于 1 且小于 $n-1$ 的整数(n 为 SM2 算法的阶,其值参见 GM/T 0003),简记为 k ,长度为 256 位。

5.2 SM2 公钥

SM2 公钥是 SM2 曲线上的一个点,由横坐标和纵坐标两个分量来表示,记为 (x,y) ,简记为 Q ,每个分量的长度为 256 位。

6 数据转换

在 SM2 算法的使用中将涉及 8 位字节串(Octet String)和位串(Bit String)之间的转换,主要包括以下四种形式。

6.1 位串到 8 位字节串转换

位串长度若不是 8 的整数倍,需先在它的左边补 0,以保证它的长度为 8 的倍数,然后构造 8 位字节串,转换过程如下:

输入:一个长度为 $blen$ 的位串 B 。

输出:一个长度为 $mLen$ 的字节串 M ,其中 $mLen$ 的取值为 $(blen+7)/8$ 的整数部分。

动作:将位串 $B=B_0B_1\cdots B_{blen-1}$ 转换到 8 位字节串 $M=M_0M_1\cdots M_{mLen-1}$ 采用如下方法:

从 $0\leq i\leq mLen-1$,设置:

$$M_i = B_{blen-8-8(mLen-1-i)} B_{blen-7-8(mLen-1-i)} \cdots B_{blen-1-8(mLen-1-i)}$$

对于 M_0 ,最左边 $8-blens\%8$ 位设置为 0,右边设置为 $B_0B_1\cdots B_{8-8(len)+blen-1}$ 。

输出 M 。

6.2 8 位字节串到位串转换

8 位字节串到位串转换过程如下:

输入:一个长度为 $mLen$ 的 8 位字节串 M 。

输出:一个长度为 $blen=(8 * mLen)$ 的位串 B 。

动作:将 8 位字节串 $M=M_0M_1\cdots M_{mLen-1}$ 转换到位串 $B=B_0B_1\cdots B_{blen-1}$ 采用如下方法:

从 $0\leq i\leq mLen-1$,设置: $B_{8i}B_{8i+1}\cdots B_{8i+7} = M_i$

输出 B 。

6.3 整数到 8 位字节串转换

一个整数转换为 8 位字节串,基本方法是将其先使用二进制表达,然后把结果位串再转换为 8 位字节串。以下是转换流程:

输入:一个非负整数 x ,期望的 8 位字节串长度 $mLen$ 。基本限制为:

$$2^{8(mLen)} > x$$

输出:一个长度为 $mLen$ 的 8 位字节串 M 。

动作:将基于 $2^8=256$ 的 x 值 $x=x_{mLen-1}2^{8(mLen-1)} + x_{mLen-2}2^{8(mLen-2)} + \cdots + x_12^8 + x_0$ 转换为一个 8 位字节串 $M=M_0M_1\cdots M_{mLen-1}$ 采用如下方法:

从 $0\leq i\leq mLen-1$,设置: $M_i = x_{mLen-1-i}$

输出 M 。

6.4 8 位字节串到整数的转换

可以简单地把 8 位字节串看成以 256 为基表示的整数,转换过程如下:

输入:一个长度 $mLen$ 的 8 位字节串 M 。

输出：一个整数 x 。

动作：将一个 8 位字节串 $M=M_0M_1\cdots M_{mlen-1}$ 转换为整数 x 方法如下：

将 M_i 看作 $[0\sim 255]$ 中的一个整数

$$x = \sum_{i=0}^{mlen-1} 2^{8(mlen-1-i)} M_i$$

输出 x 。

7 数据格式

7.1 密钥数据格式

SM2 算法私钥数据格式的 ASN.1 定义为：

SM2PrivateKey ::= INTEGER

SM2 算法公钥数据格式的 ASN.1 定义为：

SM2PublicKey ::= BIT STRING

SM2PublicKey 为 BIT STRING 类型，内容为 $04 \parallel X \parallel Y$ ，其中， X 和 Y 分别标识公钥的 x 分量和 y 分量，其长度各为 256 位。

7.2 加密数据格式

SM2 算法加密后的数据格式的 ASN.1 定义为：

SM2Cipher ::= SEQUENCE{

XCoordinate	INTEGER,	--x 分量
YCoordinate	INTEGER,	--y 分量
HASH	OCTET STRING SIZE(32),	杂凑值
CipherText	OCTET STRING	--密文

}

其中，HASH 为使用 SM3 算法对明文数据运算得到的杂凑值，其长度固定为 256 位。CipherText 是与明文等长的密文。

7.3 签名数据格式

SM2 算法签名数据格式的 ASN.1 定义为：

SM2Signature ::= {

R	INTEGER,	--签名值的第一部分
S	INTEGER	--签名值的第二部分

}

R 和 S 的长度各为 256 位。

7.4 密钥对保护数据格式

在 SM2 密钥对传递时，需要对 SM2 密钥对进行加密保护。具体的保护方法为：

- 产生一个对称密钥；
- 按对称密码算法标识指定的算法对 SM2 私钥进行加密，得到私钥的密文。若对称算法为分组算法，则其运算模式为 ECB；
- 使用外部 SM2 公钥加密对称密钥得到对称密钥密文；
- 将私钥密文、对称密钥密文封装到密钥对保护数据中。

SM2 密钥对的保护数据格式的 ASN.1 定义为：

```
SM2EnvelopedKey ::= SEQUENCE{
symAlgID           AlgorithmIdentifier,      --对称密码算法标识
symEncryptedKey    SM2Cipher,              --对称密钥密文
Sm2PublicKey       SM2PublicKey,          --SM2 公钥
Sm2EncryptedPrivateKey BIT STRING        --SM2 私钥密文
}
```

8 预处理

8.1 预处理 1

预处理 1 是指使用签名方的用户身份标识和签名方公钥,通过运算得到 Z 值的过程。Z 值用于预处理 2,也用于 SM2 密钥协商协议。

输入：	ID	字节串	用户身份标识
	Q	SM2PublicKey	用户的公钥
输出：	Z	字节串	预处理 1 的输出

计算公式为：

$$Z = \text{SM3}(\text{ENTL} \parallel \text{ID} \parallel a \parallel b \parallel x_G \parallel y_G \parallel x_A \parallel y_A)$$

其中：

ENTL 为由 2 个字节表示的 ID 的比特长度；

ID 为用户身份标识；

a、b 为系统曲线参数；

x_G 、 y_G 为基点；

x_A 、 y_A 为用户的公钥。

详细的计算过程参见 GM/T 0003 和 GM/T 0004。

9.2 预处理 2

预处理 2 是指使用 Z 值和待签名消息,通过 SM3 运算得到杂凑值 H 的过程。杂凑值 H 用于 SM2 数字签名。

输入：	Z	字节串	预处理 2 的输入
	M	字节串	待签名消息
输出：	H	字节串	杂凑值

计算公式为：

$$H = \text{SM3}(Z \parallel M)$$

详细的计算过程参见 GM/T 0003 和 GM/T 0004。

9 计算过程

9.1 生成密钥

SM2 密钥生成是指生成 SM2 算法的密钥对的过程,该密钥对包括私钥和与之对应的公钥。其中,私钥的长度为 256 位,公钥的长度为 512 位。

输入： 无

输出： k SM2PrivateKey SM2 私钥
Q SM2PublicKey SM2 公钥

详细的计算过程参见 GM/T 0003。

9.2 加密

SM2 加密是指使用指定公开密钥对明文进行特定的加密计算,生成相应密文的过程。该密文只能由该指定公开密钥对应的私钥解密。

输入： Q SM2PublicKey SM2 公钥
m 字节串 待加密的明文数据
输出： c SM2Cipher 密文

其中：

输出参数 c 的格式由本规范 7.2 中定义；

输出参数 c 的 XCoordinate、YCoordinate 为随机产生的公钥的 x 分量和 y 分量；

输出参数 c 中的 HASH 的计算公式为：

$$\text{HASH} = \text{SM3}(x \parallel m \parallel y)$$

其中, x, y 为 Q 的 x 分量和 y 分量；

输出参数 c 中 CipherText 为加密密文,其长度等于明文的长度。

详细的计算过程参见 GM/T 0003 和 GM/T 0004。

9.3 解密

SM2 解密是指使用指定私钥对密文进行解密计算,还原对应明文的过程。

输入： d SM2PrivateKey SM2 私钥
c SM2Cipher 密文
输出： m 字节串 与密文对应的明文

m 为 SM2Cipher 经过解密运算得到的明文,该明文的长度与输入参数 c 中 CipherText 的长度相同。

详细的计算过程参见 GM/T 0003。

9.4 数字签名

SM2 签名是指使用预处理 2 的结果和签名者私钥,通过签名计算得到签名结果的过程。

输入： d SM2PrivateKey 签名者私钥
H 字节串 预处理 2 的结果
输出： sign SM2Signature 签名值

详细的计算过程参见 GM/T 0003。

9.5 签名验证

SM2 签名验证是指使用预处理 2 的结果、签名值和签名者的公钥,通过验签计算确定签名是否通过验证的过程。

输入： H 字节串 预处理 2 的结果
sign SM2Signature 签名值
Q PublicKey 签名者的公钥

输出： 为“真”表示“验证通过”,为“假”表示“验证不通过”。

详细的计算过程参见 GM/T 0003。

9.6 密钥协商

密钥协商是在两个用户之间建立一个共享秘密密钥的协商过程,通过这种方式能够确定一个共享秘密密钥的值。

设密钥协商双方为 A、B,其密钥对分别为 (d_A, Q_A) 和 (d_B, Q_B) ,双方需要获得的密钥数据的比特长度为 $klen$ 。密钥协商协议分为两个阶段。

第一阶段:产生临时密钥对

用户 A:

调用生成密钥算法产生临时密钥对 (r_A, R_A) ,将 R_A 和用户 A 的用户身份标识 ID_A 发送给用户 B。

用户 B:

调用生成密钥算法产生临时密钥对 (r_B, R_B) ,将 R_B 和用户 B 的用户身份标识 ID_B 发送给用户 A。

第二阶段:计算共享秘密密钥

用户 A:

输入参数:

Q_A	SM2PublicKey	用户 A 的公钥
Q_B	SM2PublicKey	用户 B 的公钥
R_A	SM2PublicKey	用户 A 的临时公钥
ID_A	OCTET STRING	用户 A 的用户身份标识
R_B	SM2PublicKey	用户 B 的临时公钥
ID_B	OCTET STRING	用户 B 的用户身份标识
d_A	SM2PrivateKey	用户 A 的私钥
r_A	SM2PrivateKey	用户 A 的临时私钥
$klen$	INTEGER	需要输出的密钥数据的比特长度

输出参数:

K	OCTET STRING	位长为 $klen$ 的密钥数据
---	--------------	------------------

步骤:

- 用 ID_A 和 Q_A 作为输入参数,调用预处理 1 得到 Z_A ;
- 用 ID_B 和 Q_B 作为输入参数,调用预处理 1 得到 Z_B ;
- 以 $klen, Z_A, Z_B, d_A, r_A, R_A, Q_B, R_B$ 为输入参数,进行运算得到 K。

用户 B:

输入参数:

Q_B	SM2PublicKey	用户 B 的公钥
Q_A	SM2PublicKey	用户 A 的公钥
R_B	SM2PublicKey	用户 B 的临时公钥
ID_B	OCTET STRING	用户 B 的用户身份标识
R_A	SM2PublicKey	用户 A 的临时公钥
ID_A	OCTET STRING	用户 A 的用户身份标识
d_B	SM2PrivateKey	用户 B 的私钥
r_B	SM2PrivateKey	用户 B 的临时私钥
$klen$	INTEGER	需要输出的密钥数据的比特长度

输出参数:

K OCTET STRING 位长为 klen 的密钥数据

步骤:

- a) 用 ID_A 和 Q_A 作为输入参数,调用预处理 1 得到 Z_A ;
- b) 用 ID_B 和 Q_B 作为输入参数,调用预处理 1 得到 Z_B ;
- c) 以 $klen, Z_A, Z_B, d_B, r_B, R_B, Q_A, R_A$ 为输入参数,进行运算得到 K。

详细的计算过程参见 GM/T 0003 和 GM/T 0004。

10 用户身份标识 ID 的默认值

无特殊约定的情况下,用户身份标识 ID 的长度为 16 字节,其默认值从左至右依次为:

0x31,0x32,0x33,0x34,0x35,0x36,0x37,0x38,0x31,0x32,0x33,0x34,0x35,0x36,0x37,0x38。