



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



目 次

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

前　　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

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 私钥是一个大于或等于 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 位字节串的转换

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 b_{len} 的位串 B 。

输出:一个长度为 m_{len} 的字节串 M ,其中 m_{len} 的取值为 $(b_{len}+7)/8$ 的整数部分。

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

从 $0 \leq i \leq m_{len}-1$,设置:

$$M_i = B_{b_{len}-8-(m_{len}-1-i)} B_{b_{len}-7-(m_{len}-1-i)} \dots B_{b_{len}-1-(m_{len}-1-i)}$$

对于 M_i ,最左边 $8-b_{len}\%8$ 位设置为 0,右边设置为 $B_0B_1\dots B_{8-m_{len}+b_{len}-1}$ 。

输出 M 。

6.2 8 位字节串到位串的转换

8 位字节串到位串转换过程如下:

输入:一个长度为 m_{len} 的 8 位字节串 M 。

输出:一个长度为 $b_{len}=(8 * m_{len})$ 的位串 B 。

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

从 $0 \leq i \leq m_{len}-1$,设置: $B_{8i}B_{8i+1}\dots B_{8i+7}=M_i$

输出 B 。

6.3 整数到 8 位字节串的转换

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 m_{len} 。基本限制为:

$$2^{8(m_{len})} > x$$

输出:一个长度为 m_{len} 的 8 位字节串 M 。

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

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

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 m_{len} 的 8 位字节串 M 。

输出：一个整数 x 。

动作：将一个 8 位字节串 $M = M_0 M_1 \dots M_{m-1}$ 转换为整数 x 方法如下：

将 M_i 看作 $[0 \sim 255]$ 中的一个整数

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

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 {`

<code>XCoordinate</code>	<code>INTEGER,</code>	--x 分量
<code>YCoordinate</code>	<code>INTEGER,</code>	--y 分量
<code>HASH</code>	<code>OCTET STRING SIZE(32),</code>	--杂凑值
<code>CipherText</code>	<code>OCTET STRING</code>	--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 ::= {`

<code>R</code>	<code>INTEGER,</code>	--签名值的第一部分
<code>S</code>	<code>INTEGER</code>	--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。

8.2 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 的格式在 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。

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 0.75 字数 17 千字

2013 年 1 月第一版 2013 年 1 月第一次印刷

*

书号: 155066 · 2-24393 定价 16.00 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