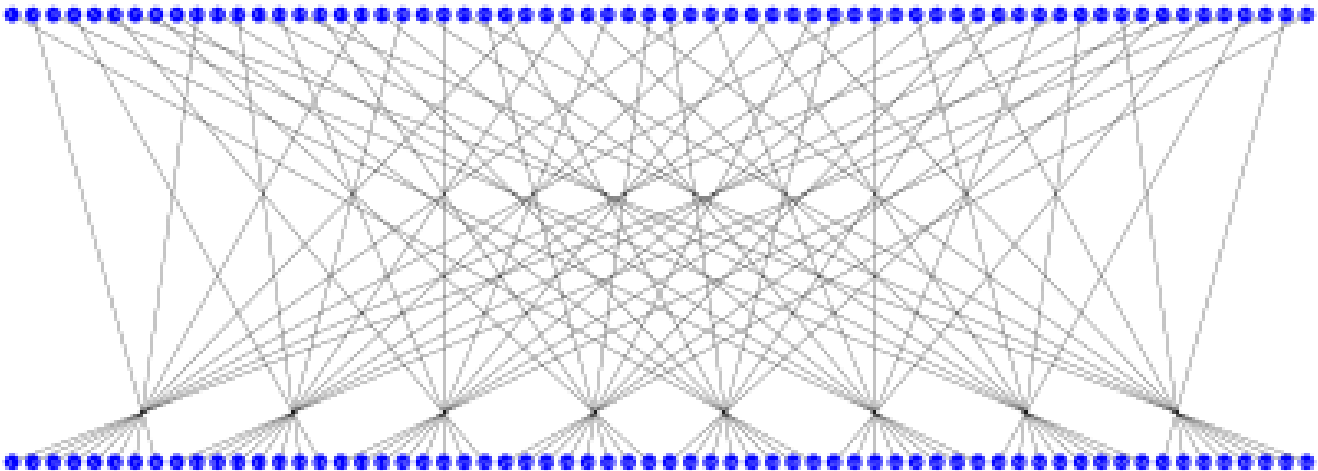


- DES补充材料
 - [初始置换\(IP\)](#)
 - [最终置换 \(IP-1\)](#)
 - [扩张函数 \(E函数\)](#)
 - [P置换](#)
 - [选择置换1\(PC-1\)](#)
 - [选择置换2\(PC-2\)](#)
 - [置换盒 \(S盒\)](#)
 - [密钥调度过程中的移位](#)

DES补充材料

本文档中的数据都是以大端序排列的，也即首位为MSB。

初始置换(IP)

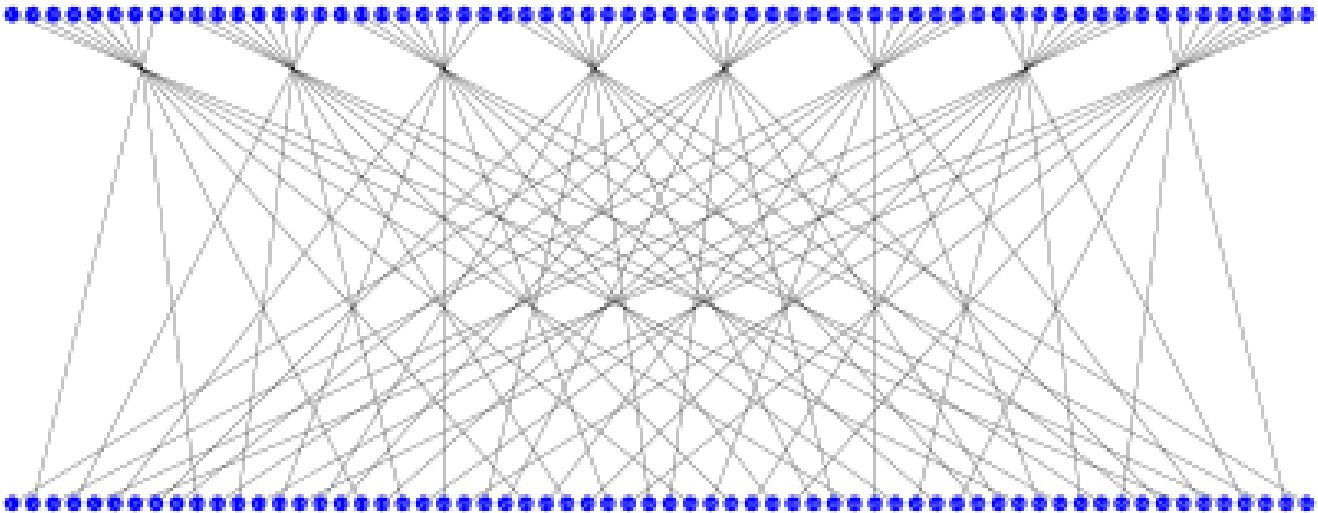


58	50	42	34	26	18	10	2
60	52	44	36	28	20	12	4
62	54	46	38	30	22	14	6
64	56	48	40	32	24	16	8
57	49	41	33	25	17	9	1
59	51	43	35	27	19	11	3
61	53	45	37	29	21	13	5
63	55	47	39	31	23	15	7

该表显示了对64位块的初始置换，其意义如下：输出的首位为输入的第58位，第二位为50位，依此类推，输出的最后位为输入的第7位。

以上信息为了方便表示被写成表格形式，但它实际上是一个矢量（一维的就足够表示了），而非矩阵。

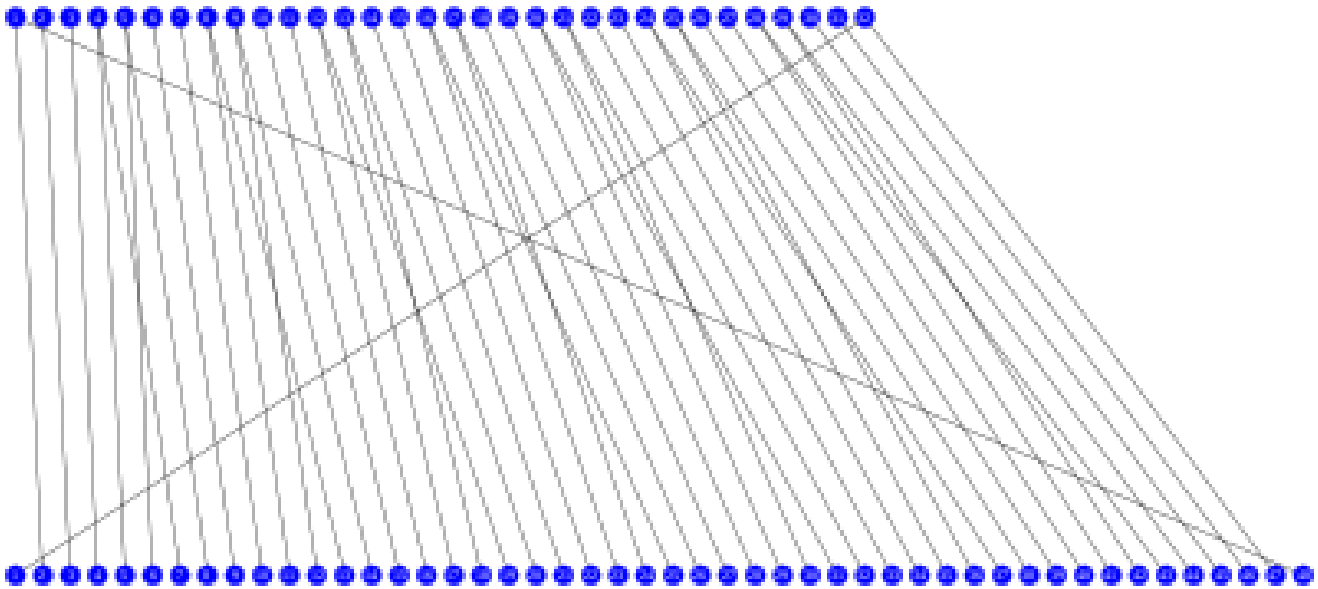
最终置换 (IP-1)



40	8	48	16	56	24	64	32
39	7	47	15	55	23	63	31
38	6	46	14	54	22	62	30
37	5	45	13	53	21	61	29
36	4	44	12	52	20	60	28
35	3	43	11	51	19	59	27
34	2	42	10	50	18	58	26
33	1	41	9	49	17	57	25

IP-1（亦被称为FP）是IP的逆过程，上表的含义与IP的相似。

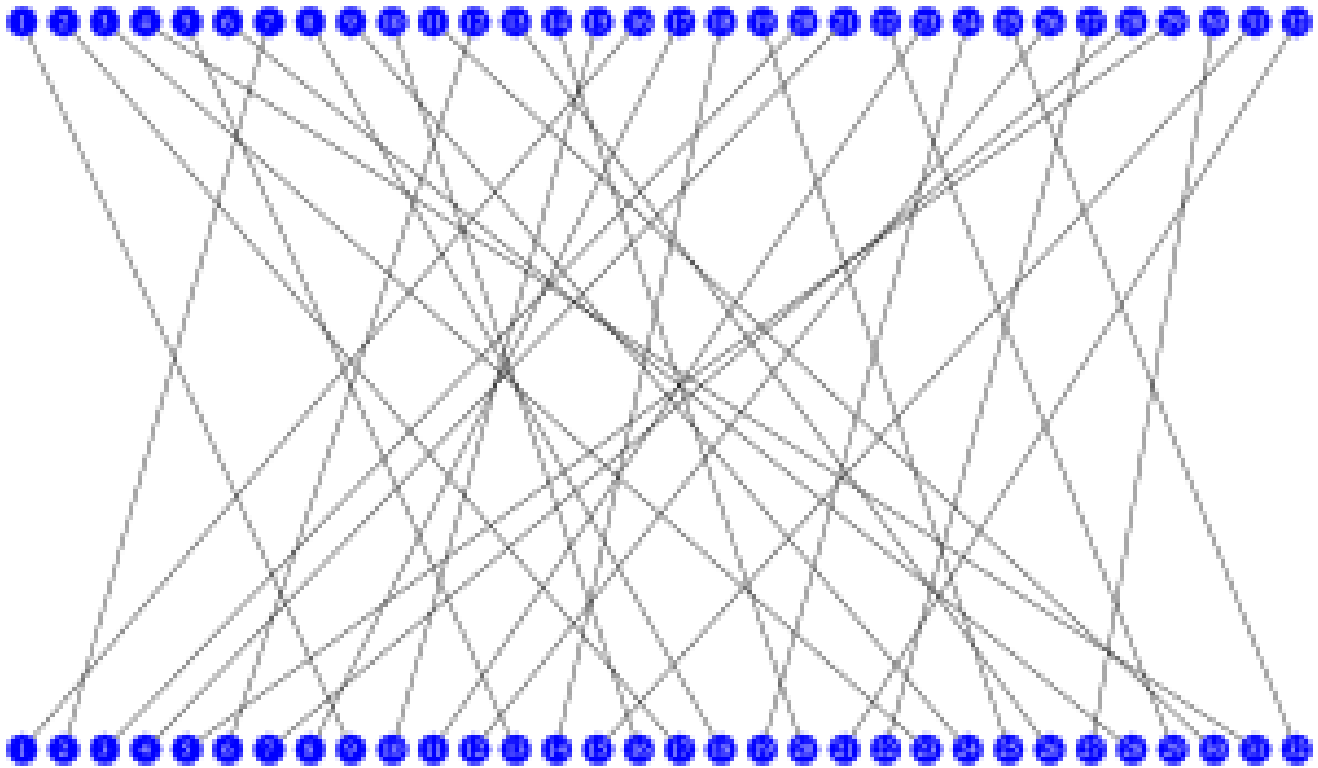
扩张函数 (E函数)



32	1	2	3	4	5
4	5	6	7	8	9
8	9	10	11	12	13
12	13	14	15	16	17
16	17	18	19	20	21
20	21	22	23	24	25
24	25	26	27	28	29
28	29	30	31	32	1

扩张函数被作为最初和最终的置换。输入中的某些位在输出中被用到了不止一次，因此32位的半块输入被扩张到了48位。

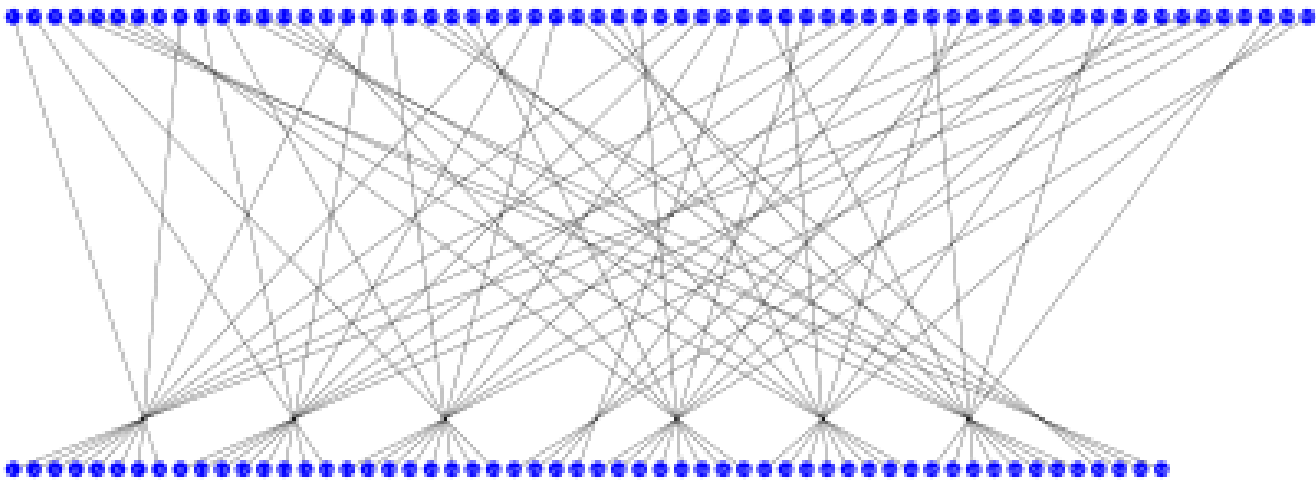
P置换



16	7	20	21
29	12	28	17
1	15	23	26
5	18	31	10
2	8	24	14
32	27	3	9
19	13	30	6
22	11	4	25

P置换将32位的半块数据重新排列。

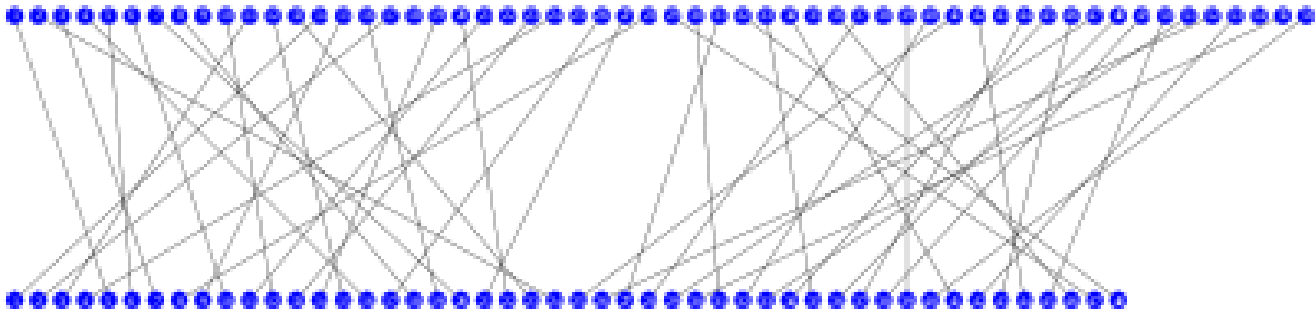
选择置换1(PC-1)



左						
57	49	41	33	25	17	9
1	58	50	42	34	26	18
10	2	59	51	43	35	27
19	11	3	60	52	44	36
右						
63	55	47	39	31	23	15
7	62	54	46	38	30	22
14	6	61	53	45	37	29
21	13	5	28	20	12	4

上表的“左”和“右”两部分表现了输入密钥组成密钥调度状态中左右两部分的过程。主要输入的64位数据中只用到了56位，剩余的8位可以用于奇偶校验。

选择置换2(PC-2)



14	17	11	24	1	5
3	28	15	6	21	10
23	19	12	4	26	8
16	7	27	20	13	2
41	52	31	37	47	55
30	40	51	45	33	48
44	49	39	56	34	53
46	42	50	36	29	32

该置换从56位的密钥调度状态中取出48位的子密钥。

置换盒 (S盒)

S_盒

S ₁																
	x0000x	x0001x	x0010x	x0011x	x0100x	x0101x	x0110x	x0111x	x1000x	x1001x	x1010x	x1011x	x1100x	x1101x	x1110x	x1111x
0yyyy0	14	4	13	1	2	15	11	8	3	10	6	12	5	9	0	7
0yyyy1	0	15	7	4	14	2	13	1	10	6	12	11	9	5	3	8
1yyyy0	4	1	14	8	13	6	2	11	15	12	9	7	3	10	5	0
1yyyy1	15	12	8	2	4	9	1	7	5	11	3	14	10	0	6	13
S ₂																
	x0000x	x0001x	x0010x	x0011x	x0100x	x0101x	x0110x	x0111x	x1000x	x1001x	x1010x	x1011x	x1100x	x1101x	x1110x	x1111x
0yyyy0	15	1	8	14	6	11	3	4	9	7	2	13	12	0	5	10
0yyyy1	3	13	4	7	15	2	8	14	12	0	1	10	6	9	11	5
1yyyy0	0	14	7	11	10	4	13	1	5	8	12	6	9	3	2	15
1yyyy1	13	8	10	1	3	15	4	2	11	6	7	12	0	5	14	9
S ₃																
	x0000x	x0001x	x0010x	x0011x	x0100x	x0101x	x0110x	x0111x	x1000x	x1001x	x1010x	x1011x	x1100x	x1101x	x1110x	x1111x
0yyyy0	10	0	9	14	6	3	15	5	1	13	12	7	11	4	2	8
0yyyy1	13	7	0	9	3	4	6	10	2	8	5	14	12	11	15	1
1yyyy0	13	6	4	9	8	15	3	0	11	1	2	12	5	10	14	7
1yyyy1	1	10	13	0	6	9	8	7	4	15	14	3	11	5	2	12

S ₄																
	x0000x	x0001x	x0010x	x0011x	x0100x	x0101x	x0110x	x0111x	x1000x	x1001x	x1010x	x1011x	x1100x	x1101x	x1110x	x1111x
0yyyy0	7	13	14	3	0	6	9	10	1	2	8	5	11	12	4	15
0yyyy1	13	8	11	5	6	15	0	3	4	7	2	12	1	10	14	9
1yyyy0	10	6	9	0	12	11	7	13	15	1	3	14	5	2	8	4
1yyyy1	3	15	0	6	10	1	13	8	9	4	5	11	12	7	2	14
S ₅																
	x0000x	x0001x	x0010x	x0011x	x0100x	x0101x	x0110x	x0111x	x1000x	x1001x	x1010x	x1011x	x1100x	x1101x	x1110x	x1111x
0yyyy0	2	12	4	1	7	10	11	6	8	5	3	15	13	0	14	9
0yyyy1	14	11	2	12	4	7	13	1	5	0	15	10	3	9	8	6
1yyyy0	4	2	1	11	10	13	7	8	15	9	12	5	6	3	0	14
1yyyy1	11	8	12	7	1	14	2	13	6	15	0	9	10	4	5	3
S ₆																
	x0000x	x0001x	x0010x	x0011x	x0100x	x0101x	x0110x	x0111x	x1000x	x1001x	x1010x	x1011x	x1100x	x1101x	x1110x	x1111x
0yyyy0	12	1	10	15	9	2	6	8	0	13	3	4	14	7	5	11
0yyyy1	10	15	4	2	7	12	9	5	6	1	13	14	0	11	3	8
1yyyy0	9	14	15	5	2	8	12	3	7	0	4	10	1	13	11	6
1yyyy1	4	3	2	12	9	5	15	10	11	14	1	7	6	0	8	13

S ₇																
	x0000x	x0001x	x0010x	x0011x	x0100x	x0101x	x0110x	x0111x	x1000x	x1001x	x1010x	x1011x	x1100x	x1101x	x1110x	x1111x
0yyyy0	4	11	2	14	15	0	8	13	3	12	9	7	5	10	6	1
0yyyy1	13	0	11	7	4	9	1	10	14	3	5	12	2	15	8	6
1yyyy0	1	4	11	13	12	3	7	14	10	15	6	8	0	5	9	2
1yyyy1	6	11	13	8	1	4	10	7	9	5	0	15	14	2	3	12
S ₈																
	x0000x	x0001x	x0010x	x0011x	x0100x	x0101x	x0110x	x0111x	x1000x	x1001x	x1010x	x1011x	x1100x	x1101x	x1110x	x1111x
0yyyy0	13	2	8	4	6	15	11	1	10	9	3	14	5	0	12	7
0yyyy1	1	15	13	8	10	3	7	4	12	5	6	11	0	14	9	2
1yyyy0	7	11	4	1	9	12	14	2	0	6	10	13	15	3	5	8
1yyyy1	2	1	14	7	4	10	8	13	15	12	9	0	3	5	6	11

上表列出了DES中使用的8个S盒。每个S盒将6位输入变为4位输出。给定输入后，输出行由外侧两位确定，列由内侧的4位确定，例如“011011”的输入的外侧位为“01”，内侧位为“1101”，而每张表的第一行为“00”，第一列为“0000”因此在S5中的对应输出为“1001”（十进制的9），即第2行，第14列

密钥调度过程中的移位

回次	左移位数
1	1
2	1
3	2
4	2
5	2
6	2
7	2
8	2
9	1
10	2
11	2
12	2
13	2
14	2
15	2
16	1

在子密钥生成完成前，密钥调度状态的每个半块都要向左循环移动特定的位，上表显示了移位的数量。