

盲拧

盲拧：顾名思义就是闭着眼睛还原魔方。因为不能看见魔方的状态，所以公式是否顺手、手法是否熟练对于盲拧至关重要。

顺手手法：就是指合理有效的运用食指的方法。文中我将在个别公式的下方注明右手大拇指的握法，手法中的‘→’表示用右手大拇指依照R面顺时针推；‘无’表示用右手无名指勾；字母下面加一短横‘U’ ‘F’表示用左手食指勾。

U	上面	棱块编码：			角块编码：	
D	下面	UF: 1	DF: 5	FL: 9	UFL: 1	DLF: 5
L	左面	UL: 2	DL: 6	BL: 0	ULB: 2	DBL: 6
R	右面	UB: 3	DB: 7	BR: A	UBR: 3	DRB: 7
F	前面	UR: 4	DR: 8	FR: B	URF: 4	DFR: 8
B	后面					
	x	整体转动,转的方向同R				
	y	整体转动,转的方向同U				
	z	整体转动,转的方向同F				
	M	左右夹层转,转的方向同L				

一、角块方向 两个基本公式

(RU)(R' <u>U</u>) (RU)R' 下	效果:8位角块顺转
(R <u>U</u> ')(R'U) (R <u>U</u> ')R' 前	效果:8位角块逆转

套用两个基本公式，衍生出新公式：

1	两角翻	(RU)(R' <u>U</u> ')(RU)R'D(R <u>U</u> ')(R'U)(R <u>U</u> ')R'D'	8位顺转，5位逆转
2		(RU)(R' <u>U</u> ')(RU)R'D2(R <u>U</u> ')(R'U)(R <u>U</u> ')R'D2	8位顺转，6位逆转
3		(R <u>U</u> ')(R'U)(R <u>U</u> ')R'D(RU)(R' <u>U</u> ')(RU)R'D'	8位逆转，5位顺转
4	三角翻	[(RUR' <u>U</u> ')×2D]×3D	8,5,6位角块顺转
5		[(R <u>U</u> 'R'U)×2D]×3D	8,5,6位角块逆转

此方法的灵活性在公式2中得到充分的体现(还有其它类似衍生推导,这里就不赘述了)

6	两角翻		(RUR'URU2R')(L' <u>U</u> 'LU'L'U2L)	2位顺转，1位逆转
7			(L'U2LUL'UL)(RU2R' <u>U</u> 'R <u>U</u> 'R')	2位逆转，1位顺转
8	三角翻		(R'U2RUR'UR)U(RU'RURURU'R' <u>U</u> 'R2)U 上 下 无 下→→ 下	1,2,3位角块顺转 三角顺转,三棱逆换
9			(RU' <u>U</u> 'R' <u>U</u> 'RU'R')U(R2'URUR' <u>U</u> 'R' <u>U</u> 'R'UR')U 下→ 前 → 后 下	1,2,4位角块逆转 三角逆转,三棱顺换
10	四角翻		(RU' <u>U</u> 'R' <u>U</u> 'RUR' <u>U</u> 'RU')(R2'UR' <u>U</u> 'R' <u>U</u> 'R'URUR2) 下→ 前 → 后	13位逆转,24位顺转

11	四角翻		$(\underline{R}U'\underline{U}'R2'\underline{U}'R2'\underline{U}'R2'\underline{U}2)(R2'\underline{U}'RURURU'R'\underline{U}'R2)U2$ 下→ 上 后 上 下	14顺转,23逆转
12	五角翻		$[(\underline{R}U'\underline{U}'R'\underline{U}2)(RUR'\underline{U}')] \times 2$ 下→ 上 下	1234位顺转,8位逆转
13			$[(R'\underline{U}2RU'\underline{U}')(R'\underline{U}'RU)] \times 2$ 上 下→ 前	1234位逆转,7位顺转
14			$[(RUR'\underline{U}')(RU'\underline{U}'R'\underline{U}2)] \times 2$ 下 下→ 上	1238位顺转,4位逆转
15			$y'[(R'\underline{U}'RU)(R'\underline{U}2RU'\underline{U}')] \times 2y$ 前 上 下→	1238位逆转,4位顺转
16	六角翻		$(R'\underline{U}'R'\underline{U}'RU'RU'RU'\underline{U}') \times 2$ 上 下→	123478位角块顺转
17			$(RURUR'UR'UR'\underline{U}2) \times 2$ 下 下 上 上 上	123478位角块逆转

公式8、9、10、11的第一个括号内为OLL转角公式，第二个括号内为PLL换棱公式，转角的初始状态分别与OLL的27、26、21、22状态相同，以方便联系记忆。

二、棱块方向

1	二棱翻	$(M'U) \times 3U$ $(MU) \times 3U$	1、3原地翻棱
2		$(R'\underline{U}2)(R2'UR'\underline{U}')(R'\underline{U}2)(\underline{L}FR\underline{F}')L'$ 上 后 上	1、4原地翻棱
3	四棱翻	$(M'U) \times 4$ $(MU) \times 4$ 或者: $[(M'U) \times 3M'\underline{U}'] \times 2$	1234原地翻棱
4		$(M'U) \times 4$	2357原地翻棱
5	六棱翻	$(RBR'U) \times 5$	123470原地翻棱
6		$(R'FRU) \times 5$	123459原地翻棱
7	八棱翻	$(\underline{r} \ R \ \underline{u} \ U) \times 3$	135790AB原地翻棱
8		$x(\underline{r} \ R \ \underline{u} \ U) \times 3x'$	1234 5678原地翻棱
9		$M2'D(\underline{r} \ R \ \underline{u} \ U) \times 3D'M2'$	567890AB原地翻棱
10		$M2'U(\underline{r} \ R \ \underline{u} \ U) \times 3U'M2'$	123490AB原地翻棱
11	十二棱翻	$[(M'U) \times 4yx'] \times 3$ 镜像: $[(M'\underline{U}') \times 4y'x'] \times 3$	全部原地翻棱

两个六棱翻公式只要记住被右手大拇指或中指握住的棱块是不翻的,就很容易区别了。另外，因为本人操作M'用左手无名指勾，操作M用左手大拇指掐，所以接下来转上层就用右手食指作U；各位可以根据自己的习惯，把M(M')后面的U改成U'。

三、角位置

两个基本公式	$(R'FR\underline{F}') \times 3$ 效果: 1 ← 3, 4 ← 8 左手大拇指握底面,操作F用右手食指勾,操作F'用左手食指勾	在面上的是对角换上下层垂直两角交换
	$(R\underline{F}'R'F) \times 3$ 效果: 5 ← 7, 4 ← 8 两手大拇指都握底面,操作F用右手食指勾,操作F'用左手食指勾	

①同层换角

1	1→3→4→1	$x'(R2D2)(R'\underline{U}'R)D2(R'\underline{U}')$ 下 前 上 前 上	三角顺换 (PLL)	
2	1→4→3→1	$x'(RU'R)D2(R'UR)D2(R'I')$ 下→→ 前 上 前 上	三角逆换 (PLL)	

3	$1 \longleftrightarrow 2, 3 \longleftrightarrow 4$	$x'(RU'R')D(RUR')\underline{u}2'(R'UR)D(R'\underline{U}l)y2$ 下→ 前 下 → 上	邻角对换 (PLL)	
4	$1 \longleftrightarrow 3, 2 \longleftrightarrow 4$	先U2 再用对棱对换公式执行 $U2(L2l2'U)(L2l2'U2)(L2l2'U)(L2l2')$	对角对换 用(PLL)解	

②上层相邻两角与下层一角换

5	$6 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 6$	$x[D2(R'\underline{U}'R)D2(R'UR)]x'$	同层三角换公式的变体公式
6	$6 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 6$	$x[(R'\underline{U}'R)D2(R'UR)D2]x'$	
7	$5 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 5$	$(RBR')F2(RB'R')F2$	立体式顺时针交换
8	$5 \rightarrow 4 \rightarrow 3 \rightarrow 5$	$F2(RBR')F2(RB'R')$	立体式逆时针交换
9	$8 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \rightarrow 8$	$(R\underline{F}'R'F) \times 3U'(R\underline{F}'R'F) \times 3U$	在F面上逆时针交换
10	$6 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \rightarrow 6$	$(L2D'R2D) \times 2$	立体式顺时针交换
11	$6 \rightarrow 1 \rightarrow 4 \rightarrow 6$	$(D'R2DL2) \times 2$	立体式逆时针交换

③上层一角与下层相邻两角换

12	$1 \rightarrow 8 \rightarrow 7 \rightarrow 1$	$x'[D2(R'\underline{U}'R)D2(R'UR)]x$	同层三角换公式的变体公式
13	$1 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 1$	$x'[(R'\underline{U}'R)D2(R'UR)D2]x$	
14	$4 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 4$	$(R'FR\underline{F}') \times 3D(R'FR\underline{F}') \times 3D'$	在F面上顺时针交换
15	$1 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 1$	$(U'R2UL2) \times 2$	立体式顺时针交换
16	$1 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 1$	$(L2U'R2U) \times 2$	立体式逆时针交换
17	$4 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 4$	$(R2UL2U') \times 2$	立体式顺时针交换
18	$4 \rightarrow 7 \rightarrow 6 \rightarrow 4$	$(UL2U'R2) \times 2$	立体式逆时针交换
19	$2 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 2$	$(L2UR2U') \times 2$	立体式顺时针交换
20	$2 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 2$	$(UR2U'L2) \times 2$	立体式逆时针交换
21	$3 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 3$	$(U'L2UR2) \times 2$	立体式顺时针交换
22	$3 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 3$	$(R2U'L2U) \times 2$	立体式逆时针交换
23	$1 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 1$	$(UL2UR2)(U'L2UR2)U2$	在F面上顺时针交换
24	$4 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 4$	$(U'R2U'L2)(UR2U'L2)U2$	在F面上逆时针交换
25	$2 \rightarrow 5 \rightarrow 8 \rightarrow 2$	$(L2F'R'F)(L2F'RF)$	立体式逆时针交换
26	$3 \rightarrow 8 \rightarrow 5 \rightarrow 3$	$(R2'FLF')(R2'FL'F')$	立体式顺时针交换

公式5、6、12、13是同层三角换公式1、2的变体，理解后等于不用另外多记公式即可解决此类换角！

公式10、11、15~24是多重变体，一起联系记忆，理解后只需要记住一顺一逆两个公式。又例如： $4 \rightarrow 6 \rightarrow 5 \rightarrow 4$ 可以用 $(F2U'B2U) \times 2$ 来直接解决，更加简洁明了。

④上层相对两角与下层一角换

27	$8 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 8$	$[(R'FR\underline{F}') \times 3U2] \times 2$	4在8上时执行基本公式
28	$8 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 8$	$[U2(R'FR\underline{F}') \times 3] \times 2$	2在8上时执行基本公式
29	$7 \rightarrow 3 \rightarrow 1 \rightarrow 7$	$(R2\underline{U}') \times 2B2(UR2) \times 2\underline{U}'B2U$	立体式逆时针交换
30	$8 \rightarrow 1 \rightarrow 3 \rightarrow 8$	$(\underline{U}'R2UR2U)F2(\underline{U}'R2\underline{U}'R2U)F2$	立体式顺时针交换
31	$5 \rightarrow 4 \rightarrow 2 \rightarrow 5$	$(UL2\underline{U}'L2\underline{U}')F2(UL2UL2\underline{U}')F2$	立体式逆时针交换

公式30和31是互逆的，记住一个公式就行，在公式开头和结尾各加上U2就可以解决互逆的状态。

⑤两组角一组在顶层,一组在底层

32	$1 \longleftrightarrow 3, 5 \longleftrightarrow 7$	$(R'FR\underline{F}') \times 3(R\underline{F}'R'F) \times 3$	两组都是对角换
----	--	--	---------

33	1↔3, 5↔8	(R'FR <u>F</u>)×3D(R'FR <u>F</u>)×3D'(R'FR <u>F</u>)×3	上层对角,下层邻角
34	1↔4, 5↔7	(R <u>F</u> 'R'F)×3U'(R <u>F</u> 'R'F)×3U(R <u>F</u> 'R'F)×3	上层邻角,下层对角
35	2↔4, 7↔8	(R'URU')(R2'URU')(RURU')(R2'URU')R2' 上 → 后 → 下 →	上层对角,下层邻角
36	两组都是邻角换,把底下一组翻到顶层,再用PLL邻角对换公式执行		

⑥一组在一个面上,一组在顶和底的交换

37	1↔3, 4↔8	(R'FR <u>F</u>)×3	在面上的是对角换
38	5↔7, 4↔8	(R <u>F</u> 'R'F)×3	
39	1↔2, 4↔5	(B2DB2)(R'FR <u>F</u>)×3(B2D'B2)	在面上的是邻角换
40	5↔6, 1↔8	(B2U'B2)(R <u>F</u> 'R'F)×3(B2UB2)	
41	2↔3, 4↔8	(RUR'URUR'U2)×2 下 无 上	
42	1↔4, 3↔7	(R'U'RU'R'U'RU' <u>U</u>)×2 前 → 前 →	

⑦两组都是顶和底的交换

43	1↔8, 4↔5	把F面当作U面,先U2 再用对棱对换公式执行 x U2(L2l2'U)(L2l2'U2)(L2l2'U)(L2l2')x'	前面上下层对角换
44	1↔5, 4↔8	L'B'(R'FRF)×3BL 或者: Ry'(RUR' <u>U</u>)×3yR'	前面上下层邻角换
45	2↔6, 4↔8	LB'(R'FR <u>F</u>)×3BL'	前后上下层邻角换
46	3↔6, 4↔8	L2(R'FR <u>F</u>)×3L2	前邻角,后对角换
47	1↔8, 2↔7	x'(R'FR <u>F</u>)×3(R <u>F</u> 'R'F)×3x (把B面当作U面) 或者: R2U2(L2l2'U)(L2l2'U2)(L2l2'U)r2	前后上下层对角换

四、棱位置

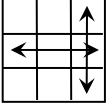
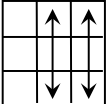
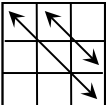
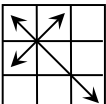
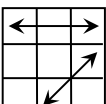
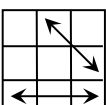
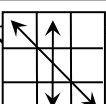
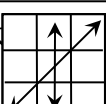
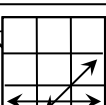
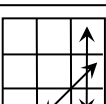
1	1→5→3→1	M'U2MU2	1已在5上,移上交换
2	3→5→1→3	U2M'U2M	把3转到5上,再交换
3	3→7→1→3	MU2M'U2	3已在7上,移上交换
4	1→7→3→1	U2MU2M'	把1转到7上,再交换
5	2→7→4→2	UMU2M'U	把2转到7上,再交换
6	4→7→2→4	<u>U</u> 'MU2M' <u>U</u> '	把4转到7上,再交换
7	4→5→2→4	UM'U2MU	把4转到5上,再交换
8	2→5→4→2	<u>U</u> 'M'U2M <u>U</u> '	把2转到5上,再交换
9	1→9→5→1	<u>U</u> 'L'(<u>U</u> 'M'U2MU')LU	先移1、9到4、2位

在三棱换中,只要有任意两个棱块分别在上、下层时,都可以用公式9所用的调位方法来灵活解决!(一般情况要比调位成同层三棱换步数更少)

10	1↔3, 5↔7	(M2'U2)×2	上下面上对棱交换
11	1↔3, 9↔0	(L2 U2)×3	上左面上对棱交换
12	1→2→4→1	(R2'U)(RUR' <u>U</u> ')(R' <u>U</u> 'R'UR') 上 无 后	三棱顺换 (PLL) 
13	1→4→2→1	(RU'R)U(RURU'R' <u>U</u> 'R2) 下→→ 下 → →→	三棱逆换 (PLL) 
14	1↔3, 2↔4	(L2l2'U)(L2l2'U2)(L2l2'U)(L2l2') 或者: (M2'U)(M2'U2)(M2'U)M2'	对棱对换 (PLL) 

15	1↔4, 2↔3	(<u>UR'U'</u>)(RU'R)(URU'R'U)(RUR2 <u>U'</u>)(R'U) 前 下→→ 前 → 下	邻棱对换 (PLL)	
		或者: (M2'U)(M2'U)(M'U2)(M2'U2)(M'U2)		

五、在换角换棱中，如果剩下一对角和一对棱无法在簇内完成交换，就要用下列PLL公式来进行簇间的角棱交换完成。（把角棱交换这一步骤放在最后执行，就可以不用奇偶转换了）（Gan的顺手公式）

1	角3↔4对换 棱2↔4对换	(RUR' <u>U'</u>)(R'F)(R2 <u>U'</u> R' <u>U'</u>)(RUR'F') 下 前		
2	角3↔4对换 棱1↔3对换	<u>U'</u> (R'URU'R2'b')x(R'UR)y'(RUR' <u>U'</u> R)l 上 → 无		
3	角2↔4对换 棱3↔4对换	(R'UR' <u>U'</u>)yx2(R'UR' <u>U'</u>)l(RU'R'U)(RU)zx' 上 ▲		▲：左手大拇指握上面
4	角2↔4对换 棱2↔3对换	F(R <u>U'</u> R' <u>U'</u>)(RUR'F')(RUR' <u>U'</u>)(R'FRF') 下 提 → 前		
5	角2↔3对换 棱1↔4对换	(R'U2)(RU' <u>U'</u>)(R'FRUR' <u>U'</u>)(R'F'R2 <u>U'</u>) 上 下→ 前		
6	角1↔4对换 棱3↔4对换	(RU' <u>U'</u>)(R'U2)(R <u>B'</u> R' <u>U'</u>)(RURBR2'U) 下→ 上 压 前		
7	角2↔4对换 棱1↔3对换	z(R'UR')z'(RU2 <u>L'</u> UR')z(UR')z'(RU2 <u>L'</u> UR') 上 下		大 中 前 指握在前后底棱
8	角1↔3对换 棱1↔3对换	z(<u>U'</u> RD')(R2'UR' <u>U'</u>)z'(RUR')z(R2'UR')z'(RU') 下 后 下		大 中 指握在前后底棱
9	角1↔4对换 棱1↔4对换	z(<u>U'</u> RD')(R2'UR' <u>U'</u> R2'U)z'(RU') 下 后 后		大 中 指握在前后底棱
10	角3↔4对换 棱1↔4对换	(RUR'F')(RUR' <u>U'</u>)(R'FR2 <u>U'</u> R' <u>U'</u>) 下 提 → 前 前		

→

→→

11

盲拧

盲拧：顾名思义就是闭着眼睛还原魔方。因为不能看见魔方的状态，所以公式是否顺手、手法是否熟练对于盲拧至关重要。

顺手手法：就是指合理有效的运用食指的方法。文中我将在个别公式的下方注明右手大拇指的握法，手法中的‘→’表示用右手大拇指依照R面顺时针推；‘无’表示用右手无名指勾；字母下面加一短横‘U’ ‘F’表示用左手食指勾。

U	上面	棱块编码：			角块编码：	
D	下面	UF: 1	DF: 5	FL: 9	UFL: 1	DLF: 5
L	左面	UL: 2	DL: 6	BL: 0	ULB: 2	DBL: 6
R	右面	UB: 3	DB: 7	BR: A	UBR: 3	DRB: 7
F	前面	UR: 4	DR: 8	FR: B	URF: 4	DFR: 8
B	后面					
	x	整体转动,转的方向同R				
	y	整体转动,转的方向同U				
	z	整体转动,转的方向同F				
	M	左右夹层转,转的方向同L				

一、角块方向

两个基本公式

(RU)(R' <u>U</u>) (RU)R' 下	效果:8位角块顺转
(R <u>U</u> ')(R'U) (R <u>U</u> ')R' 前	效果:8位角块逆转

套用两个基本公式，衍生出新公式：

1	两角翻	(RU)(R' <u>U</u> ')(RU)R'D(RU')(R'U)(R <u>U</u> ')R'D'	8位顺转，5位逆转
2		(RU)(R' <u>U</u> ')(RU)R'D2(RU')(R'U)(R <u>U</u> ')R'D2	8位顺转，6位逆转
3		(R <u>U</u> ')(R'U)(R <u>U</u> ')R'D(RU)(R' <u>U</u> ')(RU)R'D'	8位逆转，5位顺转
4	三角翻	[(RUR' <u>U</u> ')×2D]×3D	8,5,6位角块顺转
5		[(R <u>U</u> 'R'U)×2D]×3D	8,5,6位角块逆转

此方法的灵活性在公式2中得到充分的体现(还有其它类似衍生推导,这里就不赘述了)

6	两角翻		(RUR'URU2R')(L' <u>U</u> 'LU'L'U2L)	2位顺转，1位逆转
7			(L'U2LUL'UL)(RU2R' <u>U</u> 'RU'R')	2位逆转，1位顺转
8	三角翻		(R'U2RUR'UR)U(RU'RURURU'R' <u>U</u> 'R2)U 上 下 无 下→→ 下 →	1,2,3位角块顺转 三角顺转,三棱互换
9			(RU' <u>U</u> 'R' <u>U</u> 'RU'R')U(R2'URUR' <u>U</u> 'R' <u>U</u> 'R'UR')U 下→ 前 → 后 下	1,2,4位角块逆转 三角逆转,三棱顺换
10			(RU' <u>U</u> 'R' <u>U</u> 'RUR' <u>U</u> 'RU')(R2'UR' <u>U</u> 'R' <u>U</u> 'R'URUR2)	13位顺转 24位顺转

10	四角翻		下→ 前 → 后	10 12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56 58 60 62 64 66 68 70 72 74 76 78 80 82 84 86 88 90 92 94 96 98 100
11			(RU'U'R2'U'R2U'R2'U2)(R2'U'RURURU'R'U'R2)U2	14顺转,23逆转
12			下→ 上 后 上 下 →	
13			下→ 上 下	
14			上 下→ 前	
15			下 下→ 上	
16			前 上 下→	
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				

公式8、9、10、11的第一个括号内为OLL转角公式，第二个括号内为PLL换棱公式，转角的初始状态分别与OLL的27、26、21、22状态相同，以方便联系记忆。

二、棱块方向

1	二棱翻	(M'U)×3U (MU)×3U	1、3原地翻棱
2		(R'U2)(R2'UR'U')(R'U2)(LFRF')L'	1、4原地翻棱
3		上 后 上 下	
4	四棱翻	(M'U)×4 (MU)×4 或者: [(M'U)×3M'U']×2	1234原地翻棱
5		(M'U)×4	2357原地翻棱
6	六棱翻	(RBR'U)×5	123470原地翻棱
7		(R'FRU)×5	123459原地翻棱
8	八棱翻	(r R u U)×3	135790AB原地翻棱
9		x(r R u U)×3x'	1234 5678原地翻棱
10		M2'D(r R u U)×3D'M2'	567890AB原地翻棱
11		M2'U(r R u U)×3U'M2'	123490AB原地翻棱
12	十二棱翻	[(M'U)×4yx']×3 镜像:[(M'U)×4y'x']×3	全部原地翻棱

两个六棱翻公式只要记住被右手大拇指或中指握住的棱块是不翻的,就很容易区别了。

另外，因为本人操作M'用左手无名指勾，操作M用左手大拇指掐，所以接下来转上层就用右手食指作U；各位可以根据自己的习惯，把M(M')后面的U改成U'。

三、角位置

两个基本公式

(R'FRF')×3	效果: 1 ← 3 , 4 ← 8	在面上的是对角换上下层垂直两角交换
(RF'R'F)×3	效果: 5 ← 7 , 4 ← 8	
左手大拇指握底面,操作F用右手食指勾,操作F'用左手食指勾		
两手大拇指都握底面,操作F用右手食指勾,操作F'用左手食指勾		

①同层换角

1	1→3→4→1	x'(R2D2)(R'U'R)D2(R'UI')	三角顺换	
---	---------	--------------------------	------	--

		下 前 上 前 上	(PLL)	
2	1→4→3→1	$x'(RU'R)D2(R'UR)D2(R'I')$ 下→→ 前 上 前 上	三角逆换 (PLL)	
3	1↔2,3↔4	$x'(RU'R')D(RUR')\underline{U}2'(R'UR)D(R'\underline{U}')y2$ 下→ 前 下 → 上 前	邻角对换 (PLL)	
4	1↔3,2↔4	先U2 再用对棱对换公式执行 $U2(L2I2'U)(L2I2'U2)(L2I2'U)(L2I2')$	对角对换 用 (PLL) 解	

②上层相邻两角与下层一角换

5	6→3→4→6	$x[D2(R'\underline{U}'R)D2(R'UR)]x'$	同层三角换公式的变体公式
6	6→4→3→6	$x[(R'\underline{U}'R)D2(R'UR)D2]x'$	
7	5→3→4→5	$(RBR')F2(RB'R')F2$	立体式顺时针交换
8	5→4→3→5	$F2(RBR')F2(RB'R')$	立体式逆时针交换
9	8→4→1→8	$(R\underline{F}'R'F)\times3U'(R\underline{F}'R'F)\times3U$	在F面上逆时针交换
10	6→4→1→6	$(L2D'R2D)\times2$	立体式顺时针交换
11	6→1→4→6	$(D'R2DL2)\times2$	立体式逆时针交换

③上层一角与下层相邻两角换

12	1→8→7→1	$x'[D2(R'\underline{U}'R)D2(R'UR)]x$	同层三角换公式的变体公式
13	1→7→8→1	$x'[(R'\underline{U}'R)D2(R'UR)D2]x$	
14	4→8→5→4	$(R'FRE')\times3D(R'FRE')\times3D'$	在F面上顺时针交换
15	1→6→7→1	$(U'R2UL2)\times2$	立体式顺时针交换
16	1→7→6→1	$(L2U'R2U)\times2$	立体式逆时针交换
17	4→6→7→4	$(R2UL2U')\times2$	立体式顺时针交换
18	4→7→6→4	$(UL2U'R2)\times2$	立体式逆时针交换
19	2→8→5→2	$(L2UR2U')\times2$	立体式顺时针交换
20	2→5→8→2	$(UR2U'L2)\times2$	立体式逆时针交换
21	3→8→5→3	$(U'L2UR2)\times2$	立体式顺时针交换
22	3→5→8→3	$(R2U'L2U)\times2$	立体式逆时针交换
23	1→8→5→1	$(UL2UR2)(U'L2UR2)U2$	在F面上顺时针交换
24	4→5→8→4	$(U'R2U'L2)(UR2U'L2)U2$	在F面上逆时针交换
25	2→5→8→2	$(L2F'R'F)(L2F'RF)$	立体式逆时针交换
26	3→8→5→3	$(R2'FLF')(R2'FL'F')$	立体式顺时针交换

公式5、6、12、13是同层三角换公式1、2的变体，理解后等于不用另外多记公式即可解决此类换角！

公式10、11、15~24是多重变体，一起联系记忆，理解后只需要记住一顺一逆两个公式。又例如：4→6→5→4 可以用 $(F2U'B2U)\times2$ 来直接解决，更加简洁明了。

④上层相对两角与下层一角换

27	8→4→2→8	$[(R'FRE')\times3U2]\times2$	4在8上时执行基本公式
28	8→2→4→8	$[U2(R'FRE')\times3]\times2$	2在8上时执行基本公式
29	7→3→1→7	$(R2\underline{U}')\times2B2(UR2)\times2\underline{U}'B2U$	立体式逆时针交换
30	8→1→3→8	$(\underline{U}'R2UR2U)F2(\underline{U}'R2\underline{U}'R2U)F2$	立体式顺时针交换
31	5→4→2→5	$(UL2\underline{U}'L2\underline{U}')F2(UL2UL2\underline{U}')F2$	立体式逆时针交换

公式30和31是互逆的，记住一个公式就行，在公式开头和结尾各加上U2就可以解决互逆的状态。

⑤两组角一组在顶层,一组在底层

32	$1 \longleftrightarrow 3, 5 \longleftrightarrow 7$	$(R'FR\overline{F'}) \times 3 (R\overline{F}'R'F) \times 3$	两组都是对角换
33	$1 \longleftrightarrow 3, 5 \longleftrightarrow 8$	$(R'FR\overline{F'}) \times 3 D(R'FR\overline{F'}) \times 3 D'(R'FR\overline{F'}) \times 3$	上层对角,下层邻角
34	$1 \longleftrightarrow 4, 5 \longleftrightarrow 7$	$(R\overline{F}'R'F) \times 3 U'(R\overline{F}'R'F) \times 3 U(R\overline{F}'R'F) \times 3$	上层邻角,下层对角
35	$2 \longleftrightarrow 4, 7 \longleftrightarrow 8$	$(R'URU')(R2'URU')(RURU')(R2'URU')R2'$ 上 后 下 →	上层对角,下层邻角
36	两组都是邻角换,把底下一组翻到顶层,再用PLL邻角对换公式执行		

⑥一组在一个面上,一组在顶和底的交换

37	$1 \longleftrightarrow 3, 4 \longleftrightarrow 8$	$(R'FR\overline{F'}) \times 3$	在面上的是对角换
38	$5 \longleftrightarrow 7, 4 \longleftrightarrow 8$	$(R\overline{F}'R'F) \times 3$	
39	$1 \longleftrightarrow 2, 4 \longleftrightarrow 5$	$(B2DB2)(R'FR\overline{F'}) \times 3 (B2D'B2)$	在面上的是邻角换
40	$5 \longleftrightarrow 6, 1 \longleftrightarrow 8$	$(B2U'B2)(R\overline{F}'R'F) \times 3 (B2UB2)$	
41	$2 \longleftrightarrow 3, 4 \longleftrightarrow 8$	$(RUR'URUR'U2) \times 2$ 下 无 上	
42	$1 \longleftrightarrow 4, 3 \longleftrightarrow 7$	$(R'U'RU'R'U'RU'\underline{U}) \times 2$ 前 → 前 →	

⑦两组都是顶和底的交换

43	$1 \longleftrightarrow 8, 4 \longleftrightarrow 5$	把F面当作U面,先U2 再用对棱对换公式执行 $x U2(L2l2'U)(L2l2'U2)(L2l2'U)(L2l2')x'$	前面上下层对角换
44	$1 \longleftrightarrow 5, 4 \longleftrightarrow 8$	$L'B'(R'FR\overline{F'}) \times 3 BL$ 或者: $Ry'(RUR'\underline{U}) \times 3 yR'$	前面上下层邻角换
45	$2 \longleftrightarrow 6, 4 \longleftrightarrow 8$	$LB'(R'FR\overline{F'}) \times 3 BL'$	前后上下层邻角换
46	$3 \longleftrightarrow 6, 4 \longleftrightarrow 8$	$L2(R'FR\overline{F'}) \times 3 L2$	前邻角,后对角换
47	$1 \longleftrightarrow 8, 2 \longleftrightarrow 7$	$x'(R'FR\overline{F'}) \times 3 (R\overline{F}'R'F) \times 3 x$ (把B面当作U面) 或者: $R2U2(L2l2'U)(L2l2'U2)(L2l2'U)r2$	前后上下层对角换

四、棱位置

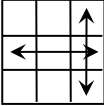
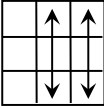
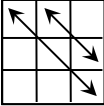
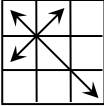
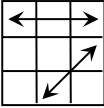
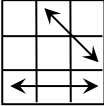
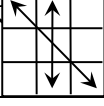
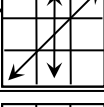
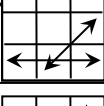
1	$1 \rightarrow 5 \rightarrow 3 \rightarrow 1$	$M'U2MU2$	1已在5上,移上交换
2	$3 \rightarrow 5 \rightarrow 1 \rightarrow 3$	$U2M'U2M$	把3转到5上,再交换
3	$3 \rightarrow 7 \rightarrow 1 \rightarrow 3$	$MU2M'U2$	3已在7上,移上交换
4	$1 \rightarrow 7 \rightarrow 3 \rightarrow 1$	$U2MU2M'$	把1转到7上,再交换
5	$2 \rightarrow 7 \rightarrow 4 \rightarrow 2$	$UMU2M'U$	把2转到7上,再交换
6	$4 \rightarrow 7 \rightarrow 2 \rightarrow 4$	$\underline{U}'MU2M'\underline{U}'$	把4转到7上,再交换
7	$4 \rightarrow 5 \rightarrow 2 \rightarrow 4$	$UM'U2MU$	把4转到5上,再交换
8	$2 \rightarrow 5 \rightarrow 4 \rightarrow 2$	$\underline{U}'M'U2M\underline{U}'$	把2转到5上,再交换
9	$1 \rightarrow 9 \rightarrow 5 \rightarrow 1$	$\underline{U}'L'(\underline{U}'M'U2MU')LU$	先移1、9到4、2位

在三棱换中,只要有任意两个棱块分别在上、下层时,都可以用公式9所用的调位方法来灵活解决! (一般情况要比调位成同层三棱换步数更少)

10	$1 \longleftrightarrow 3, 5 \longleftrightarrow 7$	$(M2'U2) \times 2$	上下面上对棱交换
11	$1 \longleftrightarrow 3, 9 \longleftrightarrow 0$	$(L2 U2) \times 3$	上左面上对棱交换
12	$1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 1$	$(R2'U)(RUR'\underline{U})(R'\underline{U}'R'UR')$	三棱顺换 

		上 无 后	(PLL)	
13	1→4→2→1	(RU'R)U(RURU'R' <u>U</u> R2) 下→→ 下 → →→	三棱逆换 (PLL)	
14	1↔3, 2↔4	(L2l2'U)(L2l2'U2)(L2l2'U)(L2l2') 或者: (M2'U)(M2'U2)(M2'U)M2'	对棱对换 (PLL)	
15	1↔4, 2↔3	(UR' <u>U</u> ')(RU'R)(URU'R'U)(RUR2 <u>U</u> ')(R'U) 前 下→→ 前 → 下 或者: (M2'U)(M2'U)(M'U2)(M2'U2)(M'U2)	邻棱对换 (PLL)	

五、在换角换棱中，如果剩下一对角和一对棱无法在簇内完成交换，就要用下列PLL公式来进行簇间的角棱交换完成。（把角棱交换这一步骤放在最后执行，就可以不用奇偶转换了）
(Gan的顺手公式)

1	角3↔4对换 棱2↔4对换	(RUR' <u>U</u> ')(R'F)(R2 <u>U</u> 'R' <u>U</u> ')(RUR'F') 下 前		
2	角3↔4对换 棱1↔3对换	<u>U</u> '(R'URU'R2'b')x(R'UR)y'(RUR' <u>U</u> 'R)l 上 → 无		
3	角2↔4对换 棱3↔4对换	(R'UR' <u>U</u> ')yx2(R'UR' <u>U</u> ')l(R <u>U</u> 'R'U)(RU)zx' 上 ▲		▲: 左手大拇指握上面
4	角2↔4对换 棱2↔3对换	F(R <u>U</u> 'R' <u>U</u> ')(RUR'F')(RUR' <u>U</u> ')(R'FRF') 下 提 → 前		
5	角2↔3对换 棱1↔4对换	(R'U2)(RU' <u>U</u> ')(R'FRUR' <u>U</u> ')(R'F'R2 <u>U</u>) 上 下→ 前		
6	角1↔4对换 棱3↔4对换	(RU' <u>U</u> ')(R'U2)(RB'R' <u>U</u> ')(RURBR2'U) 下→ 上 压 前		
7	角2↔4对换 棱1↔3对换	z(R'UR')z'(RU2 <u>L</u> 'UR')z(UR')z'(RU2 <u>L</u> 'UR') 上 下 前		指握在前后底棱
8	角1↔3对换 棱1↔3对换	z(<u>U</u> 'RD')(R2'UR' <u>U</u>)z'(RUR')z(R2'UR')z'(RU') 下 后 下		指握在前后底棱
9	角1↔4对换 棱1↔4对换	z(<u>U</u> 'RD')(R2'UR' <u>U</u> 'R2'U)z'(RU') 下 后 后		指握在前后底棱
10	角3↔4对换 棱1↔4对换	(RUR'F')(RUR' <u>U</u> ')(R'FR2 <u>U</u> 'R' <u>U</u>) 下 提 → 前 前	