

LSP Exam Cram Guide (EN)

Author: LSP Study Notes Maintainers

1. 考前须知

[HACK] 考试生存法则

记住三句话：

1. 不会的先跳过，把会的分拿稳
2. 写步骤给分，哪怕算错了过程分也有
3. 时间不够就蒙，空着一定 0 分

1.1 考试范围 (老师说的)

必考 vs 不考

必考：

- 有符号/无符号数计算
- K-Map 4 变量化简
- RS 锁存器波形
- 香农展开
- 流水线 Hazard

不考：Cache 计算、分支预测器

来源：老师邮件原话“不考分支预测和 Cache，会考流水线”

1.2 答题顺序

推荐顺序

1. 数值题 (15min) - 最简单，先拿稳
2. K-Map (20min) - 画图题，细心点
3. 流水线 (20min) - 套模板
4. RS/香农 (25min) - 按步骤来
5. 检查 (10min) - 检查计算

2. 数值系统 (计算器流)

[HACK] 核心思想：十进制算完再转！

别傻乎乎转二进制算了！

用十进制算，最后一步再处理溢出。

2.1 2 的幂次表 (背下来！)

2^4	16	2^8	256	2^{12}	4096
2^5	32	2^9	512	2^{14}	16384
2^6	64	2^{10}	1024	2^{16}	65536
2^7	128	2^{11}	2048	2^{20}	1M

2.2 N 位数范围 (必背)

范围速记

- **Unsigned:** $[0, 2^N - 1]$
- **Signed:** $[-2^{N-1}, 2^{N-1} - 1]$

常用：

- 8 位 Signed: $[-128, +127]$
- 10 位 Signed: $[-512, +511]$
- 16 位 Signed: $[-32768, +32767]$

2.3 无符号溢出

[HACK] Unsigned 溢出 - 直接取模！

无脑公式：结果 = (十进制结果) % 2^N

例：8 位 Unsigned，计算 $200 + 100$

1. 十进制： $200 + 100 = 300$
2. 取模： $300 \bmod 256 = 300 - 256 = 44$
3. 答案：44

就这么简单，不用转二进制！

2.4 有符号溢出

[HACK] Signed 溢出 - 超了就减！

无脑三步：

1. 先用十进制算出结果 R
2. 判断： $R > 2^{N-1} - 1$ (最大正数)?
3. 如果超了： $R - 2^N =$ 最终答案

例：10 位 Signed，计算 $511 + 511$

1. 十进制： $511 + 511 = 1022$
2. 判断： $1022 > 511$? 是的！溢出了！
3. 操作： $1022 - 1024 = -2$
4. 答案： -2

反向也一样：如果 $R < -2^{N-1}$ ，就加 2^N

2.5 负数转补码

[HACK] 负数补码 - 不用取反加 1！

Pro Way 公式： $-X$ 的补码 = $2^N - X$

例：8 位表示 -5

1. 计算： $256 - 5 = 251$
2. 转二进制： $251 = 128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 2 + 1$
3. 答案：11111011

比“取反加 1”快多了！

2.6 补码转十进制

[HACK] 看 MSB 定正负!

看最高位:

- MSB=0? 正数, 直接转
- MSB=1? 负数, 用公式

负数公式: 值 = 二进制值 -2^N

例: 8 位 11110100

1. MSB=1, 是负数
2. 先当正数算: $128 + 64 + 32 + 16 + 4 = 244$
3. 减去 2^8 : $244 - 256 = -12$
4. 答案: -12

2.7 符号扩展

[HACK] 扩展位数 - 抄符号位!

Unsigned: 高位全补 0

Signed: 高位抄 MSB

- 正数 (MSB=0): 补 0
- 负数 (MSB=1): 补 1

例: 4 位 \rightarrow 8 位

- $0110(+6) \rightarrow 0000\ 0110$
- $1010(-6) \rightarrow 1111\ 1010$

[!] 送分题别丢分

- 看清题目问的是 Signed 还是 Unsigned
- 看清位数! 8 位和 10 位范围不一样
- 计算器按对! $2^{10} = 1024$ 不是 1000

3. 卡诺图 (找茬游戏)

[HACK] K-Map 就是找茬游戏!

三步走:

1. 填图: 看到变量就填 1
2. 圈图: 把 1 圈起来 (越大越好)
3. 写式: 圈里不变的变量写出来

3.1 4 变量 K-Map 模板 (照着画!)

		CD			
		00	01	11	10
AB	00	0	1	3	2
	01	4	5	7	6
	11	12	13	15	14
	10	8	9	11	10

格雷码顺序: 00, 01, 11, 10 (背下来!)

3.2 填图口诀

[HACK] 看到变量往哪填?

4 变量 ABCD 的位置:

- $A = 1$: 下两行 (row 11, 10)
 - $B = 1$: 中间两行 (row 01, 11)
 - $C = 1$: 中间两列 (col 01, 11)
 - $D = 1$: 右边两列 (col 11, 10)
- Not 变量: \bar{A} 就是 $A = 0$ 的区域, 取反!

3.3 圈图无脑法

[HACK] 四种必会的圈法

1. 四角圈 = $\bar{B}\bar{D}$

1			1
1			1

2. 一整行 = 只有 AB 变

1	1	1	1

3. 田字格 (4 个) = 消两个变量

4. 上下卷/左右卷 = 可以跨边界!

3.4 圈图规则

[!] 圈图三铁律

1. 圈的大小必须是 2 的幂: 1, 2, 4, 8, 16
2. 圈越大越好 (消去更多变量)
3. 每个 1 至少被圈一次

3.5 从圈写表达式

[HACK] 圈里不变的写出来!

看圈内的变量值:

- 变量全是 1 \rightarrow 写变量本身
- 变量全是 0 \rightarrow 写变量的 NOT
- 变量有 0 有 1 \rightarrow 不写 (被消掉了)

例: 圈在 $AB=01$, $CD=$ 任意

- A 全是 0 \rightarrow 写 \bar{A}
- B 全是 1 \rightarrow 写 B
- CD 有 0 有 1 \rightarrow 不写
- 结果: $\bar{A}B$

3.6 异或的秘密

[HACK] 看到棋盘格 = XOR!

如果 K-Map 里 1 和 0 像国际象棋棋盘一样交错：

1	0
0	1

直接写： $A \oplus B$ (异或)

这种情况没法化简，别浪费时间圈了！

3.7 Don't Care

X 可以当 1 也可以当 0

- 能让圈变大 → 当 1
- 不能 → 当 0 忽略

目标：让圈尽量大！

4. RS 锁存器 (交通灯法则)

[HACK] NOR 门 RS - 高电平有效

红绿灯记忆法：

- $S = 1 \rightarrow Q$ 变 1 (Set= 设置)
- $R = 1 \rightarrow Q$ 变 0 (Reset= 清零)
- 都是 0 → 抄前一个状态
- 都是 1 → 写“禁止”或“不稳定”

[HACK] NAND 门 RS - 低电平有效

反过来！

- $\bar{S} = 0 \rightarrow Q$ 变 1
- $\bar{R} = 0 \rightarrow Q$ 变 0
- 都是 1 → 抄前一个状态
- 都是 0 → 禁止

4.1 RS 真值表 (必背)

S	R	Q	怎么写
0	0	Q	抄上一个
0	1	0	写 0
1	0	1	写 1
1	1	?	写“禁止”

4.2 波形分析做题法

[HACK] 波形题三步走

1. 在 S 和 R 波形上画竖线标出每个变化点
2. 每段时间看 S 和 R 的值
3. 按真值表填 Q 的值

口诀：S 高 Q 高，R 高 Q 低，都低抄前面！

5. 香农展开 (复制粘贴法)

[HACK] 香农展开 - 复制粘贴！

不要推导！直接套公式：

$$F = \bar{A} \cdot F_0 + A \cdot F_1$$

三步操作：

1. F_0 ：把式子里的 A 全部擦掉换成 0
2. F_1 ：把式子里的 A 全部擦掉换成 1
3. 套公式写答案

5.1 香农展开实战

例： $F = AB + \bar{A}C + BC$ ，对 A 展开

Step 1: 算 F_0 (A=0)

把 A 换成 0, \bar{A} 换成 1:

$$\begin{aligned} F_0 &= (0)B + (1)C + BC \\ &= 0 + C + BC \\ &= C \quad (\text{吸收律}) \end{aligned}$$

Step 2: 算 F_1 (A=1)

把 A 换成 1, \bar{A} 换成 0:

$$\begin{aligned} F_1 &= (1)B + (0)C + BC \\ &= B + 0 + BC \\ &= B \quad (\text{吸收律}) \end{aligned}$$

Step 3: 套公式

$$F = \bar{A} \cdot C + A \cdot B$$

[HACK] 吸收律速记

- $X + XY = X$ (有大的就不要小的)
- $X + \bar{X}Y = X + Y$ (互补相加)

5.2 两变量香农展开

[HACK] 对 AB 同时展开

公式：

$$F = \bar{A}\bar{B}F_{00} + \bar{A}BF_{01} + A\bar{B}F_{10} + ABF_{11}$$

操作：分别代入 (A,B)=(0,0), (0,1), (1,0), (1,1)

5.3 香农展开做 MUX

香农 = 2:1 MUX

$F = \bar{A} \cdot F_0 + A \cdot F_1$ 直接对应:

- 选择信号 = A
- 输入 0 = F_0
- 输入 1 = F_1

[!] 香农展开易错点

- \bar{A} 代入 0 时变成 1, 别搞反!
- 化简时别忘了吸收律
- MUX 的 I_0 接 F_0 , I_1 接 F_1 , 顺序别错

6.3 三种 Hazard

Hazard 分类

- 1. 结构冲突 (Structural):**
 - 硬件不够用 (如只有一个内存端口)
 - 解决: 加硬件
- 2. 数据冲突 (Data):**
 - 后面指令要用前面还没算完的数据
 - 解决: Forwarding 或 Stall
- 3. 控制冲突 (Control):**
 - 分支跳转导致取错指令
 - 解决: Flush/预测

6. 流水线 (连连看)

[HACK] 流水线关键词匹配

看到题目关键词, 直接连答案:

题目说	答案写
Data Hazard	Forwarding
Load-Use	Stall (气泡)
Branch/Jump	Flush (冲刷)
Structural	加硬件

6.4 RAW 冲突

[HACK] RAW 冲突检测

看寄存器!

I1: ADD R1, R2, R3 ; 写R1
I2: SUB R4, R1, R5 ; 读R1 <- RAW!

判断方法: 后面指令读的寄存器 = 前面指令写的寄存器?

是 → RAW 冲突!

6.1 5 级流水线 (背下来)

五个阶段

IF → ID → EX → MEM → WB

IF	Instruction Fetch	取指令
ID	Instruction Decode	译码/读寄存器
EX	Execute	ALU 计算
MEM	Memory	访存
WB	Write Back	写回

6.2 流水线时序图模板

[HACK] 画图照着抄!

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
I1	IF	ID	EX	MEM	WB		
I2		IF	ID	EX	MEM	WB	
I3			IF	ID	EX	MEM	WB
I4				IF	ID	EX	MEM

规律: 每条指令往右错一格

6.5 Forwarding 路径

[HACK] Forwarding 两条路

- 1. EX/MEM → EX:**
 - 前一条 ALU 结果直接给后一条用
 - 解决 1 周期 RAW
- 2. MEM/WB → EX:**
 - 前两条的结果给当前用
 - 解决 2 周期 RAW

6.6 Load-Use 必须 Stall

[!] Forwarding 救不了 Load-Use!

LW R1, 0(R2) ; MEM阶段才有数据
ADD R3, R1, R4 ; EX阶段就要数据

必须插入 1 个 Stall (气泡)!

	C1	C2	C3	C4	C5	C6
LW	IF	ID	EX	MEM	WB	
ADD		IF	ID	--	EX	MEM

"-" 就是气泡/Stall

6.7 CPI 计算

[HACK] CPI 公式

$$CPI = 1 + \text{Stall 率}$$

例：30% 指令是 Load，其中 50% 造成 Stall

$$\text{Stall 率} = 0.3 \times 0.5 = 0.15$$

$$CPI = 1 + 0.15 = 1.15$$

6.8 加速比

加速比公式

$$\text{Speedup} = \frac{nk}{k+n-1} \rightarrow k$$

k = 流水线级数, n = 指令数

当 n 很大时, 加速比接近 k 倍

[HACK] 流水线题目套路

1. 画时序图
2. 找冲突 (看寄存器)
3. 标 Forwarding 箭头或 Stall
4. 算 CPI

7. 作弊条 (考前看这页)

7.1 2 的幂次表

2^4	2^5	2^6	2^7	2^8	2^9	2^{10}	2^{16}
16	32	64	128	256	512	1024	65536

7.2 数值范围

位数	Unsigned	Signed
8	0~255	-128 ~ +127
10	0~1023	-512 ~ +511
16	0~65535	-32768 ~ +32767

7.3 数值计算速查

Unsigned 溢出: 结果 % 2^N

Signed 溢出: 结果 $> 2^{N-1} - 1$? 减 2^N

负数补码: $2^N - |X|$

补码转值: MSB=1? 值 -2^N

7.4 K-Map 位置

	00	01	11	10
00	0	1	3	2
01	4	5	7	6
11	12	13	15	14
10	8	9	11	10

顺序: 00-01-11-10

圈大小: 1,2,4,8,16

四角可以圈!

7.5 RS 锁存器

S	R	Q
0	0	保持
0	1	0
1	0	1
1	1	禁止

口诀: S 高 Q 高, R 高 Q 低

7.6 香农展开

$$F = \bar{A}F_0 + AF_1$$

F_0 : A 换 0, \bar{A} 换 1

F_1 : A 换 1, \bar{A} 换 0

7.7 流水线连连看

Data Hazard	Forwarding
Load-Use	Stall
Branch	Flush

$CPI = 1 + \text{Stall 率}$

5 级: IF-ID-EX-MEM-WB

7.8 布尔代数

$\overline{A+B} = \bar{A}\bar{B}$	德摩根
$\overline{AB} = \bar{A} + \bar{B}$	德摩根
$A + AB = A$	吸收律
$A + \bar{A}B = A + B$	互补
$A \oplus B = A\bar{B} + \bar{A}B$	异或

Good Luck!

2026-01-13 10:00 | KN-A-310

兄弟, 稳住, 你能行的!