**一、1、串、LHP、 、 、非理想；**

**2、p1、-3dB、 、p2、 、**

**3、gm、gd、电压控制电流源、放大器、有源负载、恒流源、MOS Diode**

**4 、>、大、小、 共轭复极点、过冲、4倍**

**二、CABCA**

**三、简述题(每小题4分，总计24分)**

1、C=Q/U （1分） i(t)=Cdv(t)/dt （0.5分） I(s)=CSV(s) (0.5分)

电压突变需满足电容趋近于0 或电流i趋近于∞ (0.5分)

电容容抗随输入信号频率的上升而下降；附加滞后相位(0.5分)

线性电容 (0.5分)

固定频率和电容值时，I(s)-V(s)曲线呈正比线性关系 (0.5分)

2、1）1、闭环放大器类型是由无源反馈网络和开环放大器构成的反馈类型决定；（1分）

2、闭环放大器性能由开环放大器决定； （1分）

（2）1、I/O全匹配，无源载效应，闭环-3dB带宽与信号源内阻和负载无关； （1分）

2、闭环增益与闭环-3dB带宽构成的增益带宽积为常数，相互制约，缺少调节手段；

(1分)

3、闭环增益固定，则闭环-3dB带宽固定，相位裕度固定，设计方便； （1分）

3、（1）异同点：

1）两种结构都实现了小信号跟随。（0.5分）

2）都增大电路驱动低阻抗负载能力。（0.5分）

3）CD结构在大信号上实现电平移位，OP电压跟随器在大信号上实现电压跟随。（1分）

（2）CD结构作为开环OP的输出，降低了电路的开环输出阻抗，构成单位负反馈结构后，通过电压串联负反馈降低将开环输出阻抗降低（1+Av）倍，使其更加趋近于理想电压源，驱动能力更强。（2分）

4、约束条件：1.构成电流镜的管子类型相同

2.两管VGS相同

3.两管工作状态相同（饱和区）

（答两点即可，每点1分）

改善方法和依据：1.增大MOS管的沟道长度L。由于λ与L成反比，增大L可减小λ，若λ1=λ2=0，则可构成理想的线性电流镜。

2.采用cascode结构。输出阻抗高，抗干扰能力强，保证构成电流镜的两管VDS近似匹配。

3.工艺上的改进可使两管的λ匹配

（1,2两点每点1分，第3点酌情给分）

5. 时域：极点产生exp(-pt)瞬态指数项，p<0指数项发散，系统收敛要求(-p)<0(LHP pole) (1分)；零点体现在该瞬态项前面的系数, z>0系数较大但是指数项仍能收敛，因此允许RHP零点(1分)。RHP零点引起相移滞后，降低PM，导致系统收敛变差(1分)。3极点系统相移超过180会引入RHP极点（1分）。  
  
6.电路结构：差分放大器需要频率补偿，输出一般接CS宽摆幅或者CD缓冲器，差分比较器输出一般接反相器可以达到整形和缓冲作用，为了加速反转减少延迟，可以接交叉耦合正反馈结构。（1分）。  
  工作方式：差分比较器一般工作在大信号开环条件下，差分放大器工作在小信号闭环负反馈，有频率补偿作用（1分）。  
  差分比较器不能用于差分运放，差分运放可以用作差分比较器（1分），因为差分比较器属于开环应用，无频率补偿，差分放大器用作开环或者正反馈状态可当作差分比较器（1分）。

**四、NMOS管器件特性作图分析题 (每小题2分，合计12分)**

（1）（画出曲线2分）



（2）

从VDS角度：（1分）

强反型线性区：VGS>VTH，VDS<VGS-VTH；

强反型饱和区：VGS>VTH，VDS>VGS-VTH；

弱反型线性区：|VGS-VTH|<100mV ,VDS<3VT；

强反型饱和区：|VGS-VTH|<100mV ,VDS>3VT。

从VGS角度：（1分）

截止区：VTH-VGS>100mV；亚阈值区：|VGS-VTH|<100mV；强反型区：VGS-VTH>100mV。

（3）（画出受控电流源得1分，画出小信号电阻得1分。）



（4）选取一根导通曲线，可认为AC等效电路中vgs=0，只剩rds。（2分）

（5）（画出曲线得1分，标明条件或者关键节点得1分。）



（6）模拟电路中：

工作在强反型饱和区，可用作放大管、电流镜传输、恒流源、恒压源等（0.5分）

工作在强反型线性区，可用作线性电阻、非线性电流镜传输等（0.5分）

工作于截止区，可用作开关（0.5分）

将源端、漏端、衬底短接至地，还可用于电容（0.5分）

5.（1） （2分）

（2）rb表达式说明了CG结构的输入阻抗时负载阻抗RP和MOS管输出阻抗1/gdn的串联被MOS的本征增益gm/gdn削弱后的结果。（1分）当gdn<<gm，即本征增益很大时，结果约为(1+RPgdn)/gm，则当RP较小时，输入阻抗约为1/gm；（1分）当RP很大时，输入阻抗结果为(1+RPgdn)/gm，NMOS进入线性区后，RP对输出阻抗占主导作用。（1分）

（3）当用电流源驱动电路时，输出为电压信号，构成跨阻放大器（TIA）结构。

（4）



共源共栅（cascode）电压放大结构

1. M2将M1的输出阻抗提高至原来的gm2/gdn2倍；
2. 要保持两个MOS管都处于饱和区输出电压最小值为 (VGS1-VTH1)+ (VGS2-VTH2)≈2Δ；
3. 电压增益，改进有限，为获取预期增益，RP也需达到CSCG的输出阻抗。（任意2点得2分）

**六、电路结构分析题 (每小题2分，合计20分)（钱改）**

1)、PMOS电流镜传输电流、定义传输比；Q2提供负温度系数电压VBE；Q1、Q2、R1提供正温度系数电压△VBE；OP通过虚短保证两端电压相同，构造VBE；R1产生电流，R2产生电压; 整体结构产生约1.2V的基准电压；（总共1.5分，少一方面扣0.5分）；R2上的电压值;（0.5分）

2)、左 + 右 -（1分） ；不能调换；系统中净反馈为负反馈，使系统稳定。左侧支路环路增益较大，负反馈；右侧支路环路增益较小，正反馈；（1分）

3)、发射区面积不能相同；（1分）若面积相同，则电路无静态工作点，无法正常工作。SQ1:SQ2=N:1（N>1）（1分）

4)、P型。（1分）因为P型适合低的输入共模电平驱动。如果采用N型，其输入共模下限VGS+Δ接近1V，而需要的共模输入电平约为Vbe≈0.6V，N差分此时无法正常工作(1分)。

5)、2级（1分）；1级增益不够高，虚短特性较差；3级极点数量多，结构复杂，系统稳定性很难保证；（1分）

6)、电流镜，电阻比和三极管面积比（1分）；增加匹配电阻，提高电流镜的匹配度，降低电流失调；（1分）

7)、VOS<<VTLnN（小一个量级，VOS≈VTLnN/10）

8)、输入失调电压包括随机失调和系统失调。提高对称性、提高开环增益可降低系统失调；（1分）随机失调因极性不可控，不能依赖相互补偿抵消，只能减小各个随机失调项的绝对值，降低总的随机失调；（1分）

9)、失调小时，不变；（1分）输出电压值由电阻比决定，因为电阻类型相同，工艺或温漂引起的变化对电阻比没有影响；（1分）失调大时，会有变化。因为电阻的变化会导致电流工作点的变化。（只答不变即可得满分）

10)、1：使用运放构成跟随器接在输出端（1分）

2：去除PMOS电流镜，使用匹配电阻来定义两支路电流相同，使用NMOS管进行源驱动(OP极性右+左-)或PMOS管进行漏驱动(OP极性左+右-)；（1分）

(1或2答出一点即可)

目的：获得多个不同的基准电压值；（1分）

**七、设计题 (合计12分) (李改)**

结构选取：(普通偏置电路(4分)/cascode偏置电路(5分) 其他结构酌情给分)



说明结构选取的理由，给出静态电流公式 (4分)

列出公式 (2分) 值合理 (1分)