表 G.2 给出的是本书和所有现代英文著作中使用的国际单位的前缀。

表 G.2　国际单位的前缀

名称	符号	因子
毫微微	f	$\times 10^{-15}$
微微	p	$\times 10^{-12}$
毫微	n	$\times 10^{-9}$
微	μ	$\times 10^{-6}$
毫	m	$\times 10^{-3}$
千	k	$\times 10^{3}$
兆	M	$\times 10^{6}$
吉	G	$\times 10^{9}$
太	T	$\times 10^{12}$
拍	P	$\times 10^{15}$

附录 H　部分习题答案

第 10 章

10.1 1.5 V; 1.5 V; 1.5 V; 0 V; 3 V; 1.5 V; 1.5 V; ∞　10.3 0.35 ~ 0.45 V; 0.75 ~ 0.85 V; 0 V; 1 .2 V; 0.45 ~ 0.35 V; 0.35 ~ 0.45 V　10.4 (a) t_{PLH} = 1.6 ns, t_{PHL} = 0.8 ns; (b) C = 1.43 pF; (c) C_o = 0.86 pF, C_i = 0.57 pF　10.6 0.436; 1.48 mW　10.7 最高工作频率按下列倍数下降：(a) 0.66, (b) 0.44。两种情况下的 DP 均下降 0.44 倍　10.9 器件尺寸的变化对性能参数的改变因数为：0.81, 1.11, 0.86, 0.77, 1.30, 1.11, 0.86, 1.60.　10.14 9.1 mV; 50 mV　10.19 106 fF; 68.5 ps　10.26 24　10.33 $p_A=p$; $p_B=p_C=p_D=2p$; $n_A = n_B=2n$; $n_C=n_D=2(2n) = 4n$　10.35 尺寸合适，t_{PHL} 是最小尺寸情况下的 1/4; t_{PLH} 不变　10.38 (a) 0.69 CR_D; (b) 0.5 CR_D, 下降 27.5%　10.39 1.152; 1.76 V; 3.25 V; 2.70 V; +5.0 V; 0.58 V; 1.75 V; 1.18 V　10.40 2.4 fF; 10.5 fF; 63.5 ps; 41.2 ps; 52.4 ps; 9.6 fF; 24.0 fF; 72.5 ps; 72.5 ps; 72.5 ps　10.41 r = 2; $NM_{L\max}$ 1.28 V　10.43 1.33; 0.92 V　10.53 (a) 1.62 V; 1.16 V; 15.3μA; 351.61μA; 183μA; 177 ps　10.60 0.67 V; 1.25 V　10.62 1.1 GHz

第 11 章

11.1 2.16 V; 0.93; 1.86　11.3 6　11.11 10.4 μs; 9.8 V; 5.7 V; ≈ 0.1 V; 21.5 mA; 源电流可达 21 mA (若 R_{on} = 200 Ω), 但是 G_1 被限制为更低的权值　11.13 (a) 1.39 CR; (b) 10 kΩ; 721 pF　11.14 97.2%　11.18 16 位　11.19 1024; 1024; 4000 pF; 225 pF; 220 fF/b; 2.8 倍　11.20 0.3μm^2; 0.39μm × 0.78 μm　11.21 60%　11.22 4; 12; 28　11.27 32 Mb　11.29 2 pA　11.30 1.589 mA/V; 11.36μm; 34.1 μm; 1.56 ns　11.31 0.68 mA/V; 0.48 V; 0.21 V; 50%; 7.5 ns　11.32 (b) 2; (c) 1.46　11.34 9; 512; 18; 4608 NMOS 与 512 PMOS 晶体管　11.35 9; 1024; 4608; 512; 5641; 521　11.36 262144; 9; 1022　11.39 2.42 ns;22 ns, 3.16 V; 1.9 ns　11.41 33.3 MHz; 输出为高的时间为 13 ns; 输出为低的时间为 17 ns　11.44 0.329 V/V; 8.94 V/V; 0.368 V/V　11.45 (a) −1.375 V, −1.265 V; (b) −1.493 V, −1.147 V　11.47 21.2　11.49 7 cm　11.51 $(W/L)_p$ = 5 μm/1 μm; 6.5 mA　11.52 2.32 V; 3.88 mA　11.53 对于 R_1: 50%; 36.5 kΩ; 20%; 91.1 kΩ; 对于 R_2: 50%; 6.70 kΩ; 20%; 16.7 kΩ; 50%; R_1/R_2 = 5.45; 20%; R_1/R_2 = 5.45　11.54 83.2 ps; 50.7 ps; 67.0 ps　11.56 $(W/L)_{Q_{NA}} = (W/L)_{Q_{NB}} = 2(W/L)_{Q_N}$; $(W/L)_{Q_{PA}} = (W/L)_{Q_{PB}} = (W/L)_{Q_P}$

第 12 章

12.1 1 V/V, 0°, 0 dB, 0 dB
0.894 V/V, −26.6°, −0.97 dB, 0.97 dB
0.707 V/V, −45.0°, −3.01 dB, 3.01 dB
0.447 V/V, −63.4°, −6.99 dB, 6.99 dB
0.196 V/V, −78.7°, −14.1 dB, 14.1 dB
0.100 V/V, −84.3°, −20.0 dB, 20.0 dB
0.010 V/V, −89.4°, −40.0 dB, 40.0 dB
12.3 1.000; 0.944; 0.010　12.5 0.509 rad/s; 3 rad/s; 5.90
12.8 $T(s) = 10^{15}/[(s+10^3)(s^2+618s+10^6)(s^2+1618s+10^6)]$, 低通; $T(s) = s^5/[(s+10^3)(s^2+618s+10^6)(s^2+1618s$

$+10^6)]$, 高通　12.9 $T(s)=0.2225(s^2+4)/[(s+1)(s^2+s+0.89)]$　12.11 $T(s)=0.5/[(s+1)(s^2+s+1)]$; 极点位于 $s=-1$, $-\frac{1}{2}\pm j\sqrt{3}/2$, 3 零点位于 $s=\infty$　12.13 28.6 dB　12.15 $N=5$; $f_0=10.55$ kHz, −108°, −144°, −180°, −216°, −252°;　$p_1=-20.484\times10^3+j63.043\times10^3$ (rad/s), $p_2=-53.628\times10^3+j38.963\times10^3$ (rad/s), $p_3=-\omega_0=-66.288\times10^3$ rad/s, $p_4=-53.628\times10^3-j38.963\times10^3$ (rad/s), $p_5=-20.484\times10^3-j63.043\times10^3$ (rad/s); $T(s)=\omega_0^5/[(s+\omega_0)(s^2+1.618\omega_0 s+\omega_0^2)(s^2+0.618\omega_0 s+\omega_0^2)]$; 2.78 dB　12.19 $R_1=10$ kΩ; $R_2=100$ kΩ; $C=159$ pF　12.21 $R_1=1$ kΩ; $R_2=1$ kΩ; $C_1=0.159\,\mu$F; $C_2=1.59$ nF; 高频增益 = −100 V/V　12.23 $T(s)=(1-RCs)/(1+RCs)$; 2.68 kΩ, 5.77 kΩ 10 kΩ, 17.3 kΩ, 37.3 kΩ　12.25 $T(s)=10^6/(s^2+10^3 s+10^6)$; 707 rad/s; 1.16 V/V　12.27 $R=4.59$ kΩ; $R_1=10$ kΩ　12.28 $T(s)=s^2/(s^2+s+1)$　12.30 $T(s)=(s^2+1.42\times10^5)/(s^2+375s+1.42\times10^6)$　12.33 $L=0.5$ H; $C=20$ nF　12.35 $V_o(s)/V_i(s)=s^2/(s^2+s/RC+1/LC)$　12.37 将 R 分为两部分, $2R$ 留在原处, $2R$ 接在输出和地之间　12.39 $L_1/L_2=0.235$; $|T|=L_2/(L_1+L_2)$; $|T|=1$　12.40 对所有晶体管为 10 kΩ, C_4 是: (a) 0.1 μF, (b) 0.01 μF, (c) 1000 pF; 对 $R_5=100$ kΩ且 $R_1=R_2=R_3=10$ kΩ, C_4 是(a) 0.01 μF, (b) 1000 pF, (c) 100 pF　12.43 $R_1=R_2=R_3=R_5=3979\,\Omega$; $R_6=39.79$ kΩ; $C_{61}=6.4$ nF; $C_{62}=3.6$ nF　12.44 $C_4=C_6=1$ nF; $R_1=R_2=R_3=R_5=R_6=r_1=r_2=159$ kΩ　12.48 (a) $T(s)=0.451\times10^4(s^2+1.70\times10^8)/[(s+0.729\times10^4)(s^2+0.279\times10^4 s+1.05\times10^6)]$; (b) 对 LP 部分: $C=10$ nF, $R_1=R_2=13.7$ kΩ; 对 LPN 部分: $C=10$ nF, $R_1=R_2=R_3=R_5=9.76$ kΩ, $R_6=35.9$ kΩ, $C_{61}=6.18$ nF, $C_{62}=3.82$ nF　12.49 $C=10$ nF; $R=15.9$ kΩ; $R_1=R_f=10$ kΩ; $R_2=10$ kΩ; $R_3=390$ kΩ; 39 V/V　12.51 ±1%　12.53 (a) 只对 ω_z, 改变 C_1 和 r 或 R_3, 或改变 R_2 和 r 或 R_3; R_2 和 R_3 更好; (b) 只对 Q_z 只改变 r, 或只改变 R_3　12.55 $R_3=141.4$ kΩ; $R_4=70.7$ kΩ　12.57 $T(s)=-(16s/RC)/[s^2+2s/RC+16/(RC)^2]$; 带通; $\omega_0=4/RC$; $Q=2$; 中心频率增益 = 8 V/V　12.59 $T(s)=s^2/[s^2+(C_1+C_2)s/R_3C_1C_2+1/R_4R_3C_1C_2]$; 高通; 高频增益 = 1 V/V; $R_3=141.4$ kΩ; $R_4=70.7$ kΩ　12.60 对一阶部分: $C_1=3.18$ nF; 对 S 和 K 部分, 接地电容和悬浮电容分别为: $C_2=984$ pF 和 $C_3=10.3$ nF; 对另一个 S 和 K 部分, 相应的电容分别是 $C_4=2.57$ nF 和 $C_5=3.93$ nF　12.62 ω_0 对 R, L, C 的灵敏度分别为 0, $-\frac{1}{2}$, $-\frac{1}{2}$, Q 的灵敏度分别是 1, $-\frac{1}{2}$, $\frac{1}{2}$

第 13 章

13.1 (a) $\omega=\omega_0$, $AK=1$; (b) $d\phi/d\omega$ 在 $\omega=\omega_0$ 处是 $-2Q/\omega_0$; (c) $\Delta\omega_0/\omega_0=-\Delta\phi/2Q$　13.3 对同相输入端, 将 LC 连接到地, 把 R 连到输出; $A=1+R_2/R_1\geqslant1.0$; 采用 $R_1=10$ kΩ, $R_2=100\,\Omega$ (比方说); $\omega_0=1/\sqrt{LC}$ (a) $-\frac{1}{2}$ %; (b) $-\frac{1}{2}$ %; (c) 0%　13.5 最小增益为 20 dB; 相移是 180°　13.6 用 $R_2=R_5=10$ kΩ; $R_3=R_4=5$ kΩ; $R_1=50$ kΩ　13.9 $V_a(s)/V_o(s)=(s/RC)/[s^2+3s/RC+1/R^2C^2]$; 振幅等于 0 时 $s=0$, $s=\infty$; $\omega_0=1/RC$; $Q=\frac{1}{3}$; 增益出现在 $\omega_0=\frac{1}{3}$　13.10 $\omega=1.16/CR$　13.12 $R_3=R_6=6.5$ kΩ; $v_O=2.08$ V (峰-峰)　13.13 $L(s)=(1+R_2/R_1)(s/RC)/[s^2+s^3/RC+1/R^2C^2]$; $L(j\omega)=(1+R_2/R_1)/[3-j(1/\omega RC-\omega RC)]$; $\omega=1/RC$; 对于振荡, $R_2/R_1=2$　13.15 20.3 V　13.17 $A\beta(s)=-(R_f/R)/[1+6/RCs+5/R^2C^2s^2+1/R^3C^3s^3]$; $R_f=29R$; $f_0=0.065/RC$　13.21 对电路 (a), (b), (d), 特征方程为: $C_1C_2Ls^3+(C_2L/R_L)s^2+(C_1+C_2)s+1/R_L+g_m=0$; $\omega_0=[(C_1+C_2)/C_1C_2L]^{1/2}$; $g_mR_L=C_2/C_1$; 对电路(c): $LC_1C_2s^3+(C_1L/R_L)_s^2+(C_1+C_2)s+1/R_L+g_m=0$; $\omega_0=[(C_1+C_2)/C_1C_2L]^{1/2}$; $g_mR_L=C_1/C_2$.　13.23 从 2.016 12 MHz 到 2.017 24 MHz.　13.25 (a) $V_{TL}=V_R(1+R_1/R_2)-L_+R_1/R_2$, $V_{TH}=V_R(1+R_1/R_2)-L_-R_1/R_2$; (b) $R_2=200$ kΩ, $V_R=0.0476$ V.　13.28 (a) +12 V 或 −12 V; (b) 频率为 f 幅度为 +12 V 的对称方波, 滞后输入 65.4°。平均最大偏移为 0.1 V　13.29 $V_Z=6.8$ V; $R_1=R_2=37.5$ kΩ; $R=4.1$ kΩ　13.31 $V_Z=3.6$ V, $R_2=6.67$ kΩ; $R=50$ kΩ; $R_1=24$ kΩ, $R_2=27$ kΩ.　13.33 $V_Z=6.8$ V; $R_1=R_2=R_3=R_4=R_5=R_6=100$ kΩ; $R_7=5.0$ kΩ; 输出是对称三角波, 其半周期为 50 μs, 峰值为 ±7.5 V　13.35 96 μs　13.36 $R_1=R_2=100$ kΩ; $R_3=134.1$ kΩ; $R_4=470$ kΩ; 6.5 V; 61.8 μs.　13.38 (a) 9.1 kΩ; (b) 13.3 V　13.39 $R_A=21.3$ kΩ; $R_B=10.7$ kΩ　13.41 $V=1.0996$ V; $R=400\,\Omega$; 下表各列为 v_O, θ, $0.7\sin\theta$, 误差 %:

0.70 V,　90°　, 0.700 V,　0%;

0.65 V, 63.6° , 0.627 V, 3.7%;
0.60 V, 52.4° , 0.554 V, 8.2%;
0.55 V, 46.1° , 0.504 V, 9.1%;
0.50 V, 41.3° , 0.462 V, 8.3%;
0.40 V, 32.8° , 0.379 V, 5.6%;
0.30 V, 24.6° , 0.291 V, 3.1%;
0.20 V, 16.4° , 0.197 V, 1.5%;
0.10 V, 8.2° ,0.100 V, 0%;
0.00 V, 0° , 0.0 V, 0%.

13.42 ±2.5 V 13.45 下表各列为：电路 v_O/V_T, 电路 v_I/V_T, 理想电路 v_O/V_T, 与理想电路的误差%：

0.250, 0.451, 0.259, −3.6%
0.500, 0.905, 0.517, −3.4%
1.000, 1.847, 1.030, −2.9%
1.500, 2.886, 1.535, −2.3%
2.000, 4.197, 2.035, −1.7%
2.400, 6.292, 2.413, −0.6%
2.420, 6.539, 2.420, 0.0%

13.47 $R_1 = R_2 = 10\,\text{k}\Omega$ (比方说); 3.18 V 13.49 $R_1 = 1\,\text{M}\Omega$; $R_2 = 1\,\text{M}\Omega$; $R_3 = 45\,\text{k}\Omega$; $R_4 = 1\,\text{M}\Omega$; $C = 0.16\,\mu\text{F}$（角频率为 1 Hz） 13.53 采用同相输入端接 v_A 的运放, LED 接在输出端和反相输入端之间，电阻 R 接在反相输入端和地之间; $I_{\text{LED}} = v_A/R$ 13.54 $i_M = C\,|dv/dt|$; $C = 2.65\,\mu\text{F}$; $i_{M120} = 2i_{M60}$; $i_{M180} = 3i_{M60}$; 作为输入幅度固定的线性频率计，电容 C 与波形幅度的变化有关; 1.272 mA 13.55 10 mV, 20 mV, 100 mV; 50 个脉冲, 100 个脉冲, 200 个脉冲

第 14 章

14.1 上限（适用于所有情况）: 4.7 V, 5.4 V; 下限: −4.3 V, −3.6 V; −2.15 V, −1.45 V 14.4 152 Ω; 0.998 V/V; 0.996 V/V; 0.978 V/V; 2% 14.6 $V_{CC}I$ 14.9 5 V 14.11 4 V; 12.8%; 11.1 kΩ 14.13 5.0 V 的峰值; 3.18 V 的峰值; 3.425 Ω; 4.83 Ω; 3.65 W; 0.647 W 14.15 $\hat{V}_o^2/R_L$; $V_{SS}\hat{V}_o/R_L$; $\hat{V}_o/V_{SS}$; 100%; V_{SS}; V_{SS}^2/R_L; $V_{SS}/2$; 50% 14.17 2.5 V 14.19 12.5 14.21 20.7 mA;788 mW; 7.9℃; 37.6 mA 14.23 1.34 kΩ; 1.04 kΩ 14.25 50 W; 2.5 A 14.27 140℃; 0.57 V 14.29 100 W; 0.4℃/W 14.31 0.85 Ω 14.33 0 mA, 0 mA; 20 μA, 22.5 μA; −20 μA; −22.5 μA 14.35 1.96 mA; 38.4 μA; 流出基极 1 且流入基极 2; 3.4 μA; 277 kΩ; 0.94 V/V 14.37 0.033 mA; 66 mA/V; −66 V/V; 13.6 kΩ 14.39 $R_1 = 300\,\text{k}\Omega$; $R_2 = 632\,\text{k}\Omega$; 9.48 V; −10.65 V 14.41 13 Ω; 433 mV; 0.33 μA 14.43 $R_1 = 60\,\text{k}\Omega$; $R_2 = 5\,\text{k}\Omega$; 0.01 μA 14.45 $I_{E1} = I_{E2} - 17\,\mu\text{A}$; $I_{E3} = I_{E4} - 358\,\mu\text{A}$; $I_{E5} - I_{E6} = 341\,\mu\text{A}$; 10.5 V 14.47 14 V; 1.9 W; 11 V 14.49 $R_3 = R_4 = 40\,\Omega$; $R_1 = R_2 = 2.2\,\text{k}\Omega$ 14.51 40 kΩ; 50 kΩ 14.53 $L = \mu_n(v_{GS} - V_t)/U_{\text{sat}}$; 3 μm; 3 A; 1 A/V

附录 B

B.2 $h_{11} = 2.6\,\text{k}\Omega$; $h_{12} = 2.5 \times 10^{-4}$; $h_{21} = 100$; $h_{22} = 2 \times 10^{-5}$ ℧

B.3 $y_{11} = 1/r_\pi + s(C_\pi + C_\mu)$; $y_{12} = -sC_\mu$; $y_{21} = -sC_\mu + g_m$; $y_{22} = 1/r_o + sC_\mu$

附录 C

C.1 $Z_t = V_{oc}/I_{sc}$ C.3 1 V, 0.90 kΩ; 0.526 V C.5 $R_{in} = (r_\pi + R_B)/(1 + g_m r_\pi)$

附录 D

D.2 $V_o(s)/V_i(s) = R_2/(R_1+R_2)$　D.4 10^5 rad/s　D.6 HP; 10 rad/s　D.7 $v_O(t) = 10(1 - e^{-t/10^{-6}})$; $v_o(t) = 10\,e^{-10^6 t}$

D.9 3.5 ns　D.11 –4.67 V　D.13 –6.32 V; 9.5 ms　D.15 14.4 μs

附录 E

E.1 $V_o(s)/V_i(s) = RC_1 s/(1 + sR(C_1 + C_2))$; STC, $C_{eq} = C_1 // C_2$; 高通; 零点在 0 Hz; 极点在 1.59 Hz

E.5 10 kHz; 5.1 kHz; 1.05 kHz　E.10 0 dB, –90°; +0.04 dB, –95.0°