

低噪声电子设计

〔美〕 C.D. 莫特钦巴切尔 合著
F.C. 菲 特 钦

国防工业出版社

低噪声电子设计

〔美〕C. D. 莫特钦巴切尔 合著
F. C. 菲特钦

龙忠琪 译 罗建文 校

国防工业出版社

内 容 简 介

本书系根据美国“Low-Noise Electronic Design”一书译出。全书分为两大部分，共十四章。第一部分论述噪声机构、噪声模型以及噪声电路和噪声系统的分析方法；第二部分讨论低噪声电路和低噪声系统的设计原理和设计方法。最后介绍了噪声测量技术。

本书内容着重于低、中频，高频内容不多。

本书可供从事声学、计测、通信、仪器仪表、自动控制等方面工作的工人、工程技术人员和大专院校有关专业的师生参考。

LOW-NOISE ELECTRONIC DESIGN

C. D. Motchenbacher

F. C. Fitchen

JOHN WILEY & SONS, INC.

1973

*

低噪声电子设计

[美] C. D. 莫特钦巴切尔 合著
F. C. 菲特钦

龙忠琪 译

罗建文 校

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168 $1/32$ 印张 11 $1/2$ 290千字

1977年9月第一版 1977年9月第一次印刷 印数：00,001-11,000册

统一书号：15034·1559

定价：1.45元

目 录

符号	10
引言	14
第一部分 噪声机构及其模型	17
第 1 章 噪声机构	19
1-1 噪声的定义	19
1-2 噪声的特性	20
1-3 热噪声	21
1-4 噪声带宽	25
1-5 热噪声等效电路	27
1-6 噪声电压的相加	29
1-7 相关	30
1-8 过剩噪声	30
1-9 低频噪声	31
1-10 散弹噪声	33
1-11 热噪声的电容旁通	35
1-12 噪声计算尺	36
小结	37
习题	38
参考文献	39
第 2 章 放大器的噪声	41
2-1 噪声的电压和电流模型	41
2-2 等效输入噪声	42
2-3 E_n 和 I_n 的测量	44
2-4 输入噪声举例	44
2-5 噪声系数	46
2-6 最佳源电阻	47

2-7 噪声电阻和噪声温度	48
2-8 级联网络的噪声	49
2-9 窄带和宽带噪声	50
2-10 噪声电路分析	53
小结	56
习题	57
参考文献	57
第3章 敏感元件中的噪声	59
3-1 噪声模型	59
3-2 通用噪声模型	60
3-3 并联负载电阻的影响	61
3-4 并联电容的影响	64
3-5 谐振电路的噪声	65
3-6 有偏置的电阻式检测器举例	66
3-7 PIN 光二极管敏感系统	68
小结	71
习题	71
参考文献	71
第4章 双极晶体管的噪声机构	73
4-1 混合 π 型模型	73
4-2 噪声模型	75
4-3 晶体管的等效输入噪声	78
4-4 噪声电压和噪声电流模型	80
4-5 中带噪声的极限情况	82
4-6 使噪声系数最小	83
4-7 $1/f$ 噪声区	85
4-8 噪声随工作状态的变化	85
4-9 测试结果	89
4-10 共基极电路的噪声系数	90
4-11 特高频微波晶体管的噪声	93
小结	94
习题	95

参考文献	95
第 5 章 晶体管的过剩噪声	97
5-1 可靠性和噪声	97
5-2 雪崩击穿和噪声	98
5-3 爆裂噪声	105
小结	107
习题	107
参考文献	108
第 6 章 场效应晶体管、超 β 晶体管和集成电路中的 噪声	109
6-1 场效应晶体管的噪声	109
6-2 场效应晶体管噪声的测量	113
6-3 超 β 晶体管的噪声	117
6-4 集成电路的噪声	119
6-5 集成电路噪声特性	120
小结	124
习题	125
参考文献	126
第二部分 设计技术及其举例	127
第 7 章 低噪声设计	128
7-1 设计原理	128
7-2 设计步骤	129
7-3 有源器件的选择	131
7-4 反馈的设计	132
7-5 对带宽和源的要求	134
7-6 变压器耦合	136
7-7 性能质量	138
7-8 设计举例	140
小结	146
习题	147
第 8 章 低噪声系统的机助设计	148
8-1 “NOISE” 程序	148

8-2 子程序	149
8-3 “NOSMOD”通用模型	151
8-4 双极晶体管的“XISTOR”模型	152
8-5 放大器和均衡器的响应“AMPLGN”	154
8-6 电阻式传感器“SORCE1”	156
8-7 有偏置的电阻性源“SORCE2”	158
8-8 RLC源“SORCE3”	161
8-9 有偏置的二极管传感器“SORCE4”	163
8-10 变压器模型“SORCE5”	166
8-11 压电式传感器“SORCE6”	169
8-12 例题	171
8-13 例题的结果	175
8-14 积分	179
8-15 电路分析程序在噪声问题中的应用	180
小结	181
习题	181
参考文献	181
第9章 无源元件的噪声	182
9-1 电阻的噪声	182
9-2 电容器的噪声	191
9-3 标准和稳压二极管的噪声	192
9-4 电池	194
9-5 耦合变压器的噪声效应	194
小结	200
习题	200
参考文献	201
第10章 无噪声偏置	203
10-1 双极晶体管电路	203
10-2 一个实用的共发射极电路	205
10-3 共发射极电路的设计	206
10-4 共发射极电路的噪声	209
10-5 无噪声偏置	211

10-6	发射极偏置	213
10-7	电容器的选择	213
小结		216
习题		216
第11章	低噪声应用中的电源	218
11-1	寄生共模耦合	218
11-2	电源波纹滤波	221
11-3	电容倍增滤波器	225
11-4	电源举例	226
11-5	波纹限幅器	227
11-6	稳压电源	227
小结		227
习题		228
第12章	级联电路及其反馈	230
12-1	晶体管的组态	230
12-2	有偏置的共发射极电路	232
12-3	有偏置的共基极电路	234
12-4	有偏置的共集电极电路	236
12-5	级联电路的噪声	238
12-6	共射-共射对	241
12-7	共射-共基对	243
12-8	共射-共集对	245
12-9	共基-共射对	247
12-10	共基-共基对	248
12-11	共基-共集对	250
12-12	共集-共射对	251
12-13	共集-共基对	252
12-14	共集-共集对	255
12-15	场效应-双极晶体管对	256
12-16	并联放大器的噪声	262
12-17	差分放大器的噪声	266
12-18	反馈放大器中的噪声	272
小结		275

习题	275
参考文献	276
第13章 低噪声放大器的设计	277
13-1 级联放大器	277
13-2 串接放大器	279
13-3 高阻抗放大器	281
13-4 级联反馈放大器	281
13-5 串接反馈放大器	284
13-6 差分放大器	287
习题	287
第14章 噪声测量	289
14-1 噪声测量: 正弦波法	290
14-2 噪声测量设备: 正弦波发生器法	296
14-3 噪声测量: 噪声发生器法	304
14-4 噪声测量设备: 噪声发生器法	306
14-5 噪声测量: 商品噪声分析仪	309
14-6 方法比较	312
14-7 测量时间对精度的影响	313
14-8 点噪声测量中的带宽误差	314
14-9 输出功率计	316
14-10 噪声带宽	319
小结	321
习题	322
参考文献	322
附录 I 双极晶体管的噪声数据	323
附录 II 场效应器件的噪声数据	342
附录 III 线性集成电路的噪声数据	347
附录 IV “NOISE” 计算机程序	351
习题答案	365

低噪声电子设计

〔美〕C. D. 莫特钦巴切尔 合著
F. C. 菲特钦

龙忠琪 译 罗建文 校

国防工业出版社

内 容 简 介

本书系根据美国“Low-Noise Electronic Design”一书译出。全书分为两大部分，共十四章。第一部分论述噪声机构、噪声模型以及噪声电路和噪声系统的分析方法；第二部分讨论低噪声电路和低噪声系统的设计原理和设计方法。最后介绍了噪声测量技术。

本书内容着重于低、中频，高频内容不多。

本书可供从事声学、计测、通信、仪器仪表、自动控制等方面工作的工人、工程技术人员和大专院校有关专业的师生参考。

LOW-NOISE ELECTRONIC DESIGN

C. D. Motchenbacher

F. C. Fitchen

JOHN WILEY & SONS, INC.

1973

*

低噪声电子设计

[美] C. D. 莫特钦巴切尔 合著
F. C. 菲特钦

龙忠琪 译

罗建文 校

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第 074 号

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

*

850×1168 $1/32$ 印张 11 $1/2$ 290千字

1977年9月第一版 1977年9月第一次印刷 印数：00,001-11,000册

统一书号：15034·1559

定价：1.45元

出版说明

低噪声电子设计技术已在声学、计测、通信、仪器仪表、自动控制等领域中得到广泛的应用。但是，到目前为止，比较全面系统地介绍低噪声电子设计技术的论著却尚见不多，有些内容仅散见于国外的一些期刊上。因此，遵照毛主席关于“洋为中用”的教导，我们翻译出版了《低噪声电子设计》一书，供广大工农兵读者和工程技术人员参阅。

该书是一本研究低噪声电子设计的书。它详细地讨论了系统中的无源元件，其中包括：电阻、电容、电池、变压器、各种传感器、半导体二极管，和有源元件，其中包括：双极晶体管、超 β 晶体管、场效应晶体管、特高频微波晶体管等的噪声机构及其噪声模型；研究了各种放大器，其中包括各种组态的双极晶体管放大器、场效应晶体管放大器、级联放大器、并联放大器、串接放大器和集成电路中的噪声源、噪声等效电路和分析方法。还给出了低噪声电路和低噪声系统的设计原理和设计步骤，讨论了低噪声设计中在元件选择、低噪声电源设计、屏蔽、无噪声偏置、反馈等方面的种种考虑，并给出了一些成功的设计举例。本书还对低噪声电子设计中如何运用机助设计的问题作了详细介绍。

本书来自资本主义国家，书中有些地方反映出资本主义的生产和经营方式或唯心主义的错误观点，凡发现的已作了删除，但我们对它应予批判地阅读。

由于我们水平所限，书中难免有不妥和错误之处，热忱希望读者批评指正。

目 录

符号	10
引言	14
第一部分 噪声机构及其模型	17
第 1 章 噪声机构	19
1-1 噪声的定义	19
1-2 噪声的特性	20
1-3 热噪声	21
1-4 噪声带宽	25
1-5 热噪声等效电路	27
1-6 噪声电压的相加	29
1-7 相关	30
1-8 过剩噪声	30
1-9 低频噪声	31
1-10 散弹噪声	33
1-11 热噪声的电容旁通	35
1-12 噪声计算尺	36
小结	37
习题	38
参考文献	39
第 2 章 放大器的噪声	41
2-1 噪声的电压和电流模型	41
2-2 等效输入噪声	42
2-3 E_n 和 I_n 的测量	44
2-4 输入噪声举例	44
2-5 噪声系数	46
2-6 最佳源电阻	47

2-7 噪声电阻和噪声温度	48
2-8 级联网络的噪声	49
2-9 窄带和宽带噪声	50
2-10 噪声电路分析	53
小结	56
习题	57
参考文献	57
第3章 敏感元件中的噪声	59
3-1 噪声模型	59
3-2 通用噪声模型	60
3-3 并联负载电阻的影响	61
3-4 并联电容的影响	64
3-5 谐振电路的噪声	65
3-6 有偏置的电阻式检测器举例	66
3-7 PIN 光二极管敏感系统	68
小结	71
习题	71
参考文献	71
第4章 双极晶体管的噪声机构	73
4-1 混合 π 型模型	73
4-2 噪声模型	75
4-3 晶体管的等效输入噪声	78
4-4 噪声电压和噪声电流模型	80
4-5 中带噪声的极限情况	82
4-6 使噪声系数最小	83
4-7 $1/f$ 噪声区	85
4-8 噪声随工作状态的变化	85
4-9 测试结果	89
4-10 共基极电路的噪声系数	90
4-11 特高频微波晶体管的噪声	93
小结	94
习题	95

参考文献	95
第 5 章 晶体管的过剩噪声	97
5-1 可靠性和噪声	97
5-2 雪崩击穿和噪声	98
5-3 爆裂噪声	105
小结	107
习题	107
参考文献	108
第 6 章 场效应晶体管、超 β 晶体管和集成电路中的 噪声	109
6-1 场效应晶体管的噪声	109
6-2 场效应晶体管噪声的测量	113
6-3 超 β 晶体管的噪声	117
6-4 集成电路的噪声	119
6-5 集成电路噪声特性	120
小结	124
习题	125
参考文献	126
第二部分 设计技术及其举例	127
第 7 章 低噪声设计	128
7-1 设计原理	128
7-2 设计步骤	129
7-3 有源器件的选择	131
7-4 反馈的设计	132
7-5 对带宽和源的要求	134
7-6 变压器耦合	136
7-7 性能质量	138
7-8 设计举例	140
小结	146
习题	147
第 8 章 低噪声系统的机助设计	148
8-1 “NOISE” 程序	148

8-2 子程序	149
8-3 “NOSMOD”通用模型	151
8-4 双极晶体管的“XISTOR”模型	152
8-5 放大器和均衡器的响应“AMPLGN”	154
8-6 电阻式传感器“SORCE1”	156
8-7 有偏置的电阻性源“SORCE2”	158
8-8 RLC源“SORCE3”	161
8-9 有偏置的二极管传感器“SORCE4”	163
8-10 变压器模型“SORCE5”	166
8-11 压电式传感器“SORCE6”	169
8-12 例题	171
8-13 例题的结果	175
8-14 积分	179
8-15 电路分析程序在噪声问题中的应用	180
小结	181
习题	181
参考文献	181
第9章 无源元件的噪声	182
9-1 电阻的噪声	182
9-2 电容器的噪声	191
9-3 标准和稳压二极管的噪声	192
9-4 电池	194
9-5 耦合变压器的噪声效应	194
小结	200
习题	200
参考文献	201
第10章 无噪声偏置	203
10-1 双极晶体管电路	203
10-2 一个实用的共发射极电路	205
10-3 共发射极电路的设计	206
10-4 共发射极电路的噪声	209
10-5 无噪声偏置	211

10-6	发射极偏置	213
10-7	电容器的选择	213
	小结	216
	习题	216
第11章 低噪声应用中的电源		218
11-1	寄生共模耦合	218
11-2	电源波纹滤波	221
11-3	电容倍增滤波器	225
11-4	电源举例	226
11-5	波纹限幅器	227
11-6	稳压电源	227
	小结	227
	习题	228
第12章 级联电路及其反馈		230
12-1	晶体管的组态	230
12-2	有偏置的共发射极电路	232
12-3	有偏置的共基极电路	234
12-4	有偏置的共集电极电路	236
12-5	级联电路的噪声	238
12-6	共射-共射对	241
12-7	共射-共基对	243
12-8	共射-共集对	245
12-9	共基-共射对	247
12-10	共基-共基对	248
12-11	共基-共集对	250
12-12	共集-共射对	251
12-13	共集-共基对	252
12-14	共集-共集对	255
12-15	场效应-双极晶体管对	256
12-16	并联放大器的噪声	262
12-17	差分放大器的噪声	266
12-18	反馈放大器中的噪声	272
	小结	275