

晶体管电路

第一册

清华大学 电子工程系 工业自动化系 编

科学出版社

3.67
11

晶 体 管 电 路

(第 一 册)

清华大学 电子工程系 编
工业自动化系

科 学 出 版 社

1 9 7 3

内 容 简 介

本书是清华大学电子工程系和工业自动化系在最近几年的教育革命实践中编写的。第一册包括半导体器件原理及交流放大器、直流放大器、反馈放大器、调制式放大器、运算放大器等晶体管小信号放大电路的内容；第二册包括功率放大器、正弦波振荡器、直流稳压电源、可控硅元件及其应用等内容。

本书对于晶体管电路的基本概念、基本原理和基本分析方法作了比较深入的讨论，并通过各部分的例题和习题介绍了一批工程实用电路。

本书可供大学自动控制或相近类型的专业作为电子学课程的教材使用，也可供具有初中以上文化程度的工人和工程技术人员自学和参考。

晶 体 管 电 路

(第一册)

清华大学 电子工程系 编
工业自动化系

*

科学出版社出版

北京朝阳门内大街 137 号

北京新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1973 年 8 月 第 一 版 开本：850×1168 1/32

1973 年 8 月 第一次印刷 印张：18 1/4 插页：2

印数：0001—302,900 字数：482,000

统一书号：15031·72

本社书号：234·15-7

定 价： 1.50 元

前 言

本书是为我校自动控制、工业自动化、热工量测及自动化等专业编写的电子学教材。1971—1972年曾在校内若干专业中试用，这次又作了修改和补充。

为了便于广大工农兵学员和读者自学，我们力图以辩证唯物论的认识论为指导，从典型电路开始，按由浅入深，由特殊到一般，由感性认识上升到理性认识的原则组织教材的内容。对晶体管电路的基本概念、基本原理与基本分析方法作了较多的讨论。各章的内容提要与小结归纳了学习的重点和基本要求，编入书中的思考题、练习题和实验提纲可供学员在自学过程中进行复习和考查。

培养学员具有应用理论知识分析和解决一定的工程实际问题的能力，改变旧学校“三脱离”的弊病，这是我们在编写工作中注意到的另一个问题。遵照毛主席关于“**理论的基础是实践，又反过来为实践服务**”的教导，在总结群众的经验和教改实践的基础上，本书确定以“定性分析、定量估算与实验调整”相结合的方法来研究各种晶体管电路，力求将理论与实践、数学方法与物理概念更紧密地结合起来。同时，通过各章的例题和习题介绍一些工程实用电路，以期学员对原理电路有了初步了解之后能进一步提高对于工程电路的分析能力。

在这次改编过程中，我们还补充了一些比较深入的内容，以备学员在学习某些后续课程或参加实际工作时参考。这些内容或编入附录或以小字排印，可不列入本课程的教学计划。至于书中的其他内容，各专业也可按照自己的教学要求决定取舍。

由于我们对马克思列宁主义、毛泽东思想学习得不够，实践经验又少，书中肯定会有不少缺点错误，恳切希望广大工农兵学员和读者批评指正。

在本书的编写和试用过程中,曾得到北京电子管厂、北京建中
机器厂、北京无线电一厂、北京无线电二厂、上海市业余工业大学、
北京航空学院、北京工业大学和其他许多兄弟单位的热情帮助和
指教,在此表示由衷地感谢。

清华大学 电子工程系
工业自动化系

一九七三年七月

2P36/3018

目 录

第一章 晶体管的放大作用	1
第一节 晶体管的放大作用	1
第二节 从几个实例看晶体管的放大作用	4
一、光电控制	4
二、纸张折角自动检测	6
三、水位控制	7
本章小结	10
第二章 利用 PN 结组成的一些半导体器件	11
第一节 半导体的导电特性	11
一、什么是半导体?	11
二、半导体中的另一种载流子——空穴	12
三、P 型和 N 型半导体	14
第二节 PN 结的特性	16
一、感性的认识	16
二、PN 结的根本矛盾——扩散运动与漂移运动的矛盾	17
三、外加正向电压促使 PN 结转化为导通状态	19
四、外加反向电压促使 PN 结转化为截止状态	20
第三节 半导体二极管的特性和参数	21
一、半导体二极管的结构	21
二、二极管的特性和参数	23
三、二极管参数举例	26
四、二极管极性的简易辨别方法	29
第四节 稳压管	31
一、为什么一个二极管能够稳压?	31
二、关于击穿的原理	31
三、稳压管的特性和参数	33

第五节 晶体管	36
一、晶体管的结构	36
二、晶体管的电流放大作用——扩散运动和复合运动的矛盾	38
三、晶体管的输入特性与输出特性	41
四、晶体管的主要参数	46
五、温度对晶体管参数的影响	52
六、利用万用表检查晶体管	54
第六节 场效应管	58
一、场效应管的基本导电规律	58
二、结型场效应管的特性和它的放大作用	60
三、绝缘栅场效应管	67
四、场效应管的主要参数和使用注意事项	73
五、场效应管和晶体管的比较	77
小结	78
本章小结	79
*附录 几种晶体管的性能和参数特点	80
第三章 交流放大器	88
第一节 简单的交流放大电路和静态工作点的设置	90
一、简单的交流放大电路	90
二、不设置静态工作点行不行?	92
三、怎样才能使放大器不失真?	94
四、电源的简化和放大电路的表示方法	97
小结	98
第二节 放大电路的基本分析方法	99
一、计算法	99
二、图解法	109
三、单管交流放大器的设计举例	120
小结	122
第三节 工作点的稳定	125
一、温度对放大器工作点的影响	125
二、工作点稳定的典型电路	127
三、工作点稳定的双管直接耦合放大电路	136

四、其他工作点稳定的放大电路	139
小结	141
第四节 晶体管等效电路及交流放大器的其他基本单元	
电路	145
一、简化的 h 参数及其等效电路	146
二、放大器输入电阻与输出电阻的概念	157
三、应用晶体管等效电路计算放大器的输入电阻、输出电阻 和放大倍数	162
四、利用输入电阻和输出电阻计算多级放大器的放大倍数	164
五、具有电流负反馈的共发射极放大电路	170
六、射极输出器	174
小结	189
*附录一 晶体管的 h 参数等效电路	195
*附录二 共基极放大器及晶体管三种接法的比较	200
*第五节 放大器的频率特性	203
一、从 RC 电路的频率特性谈起	203
二、晶体管的频率参数	211
三、放大器的频率特性	213
四、放大器的低频特性与耦合电容、旁路电容的选择	216
五、放大器的高频特性与晶体管频率参数的选择	223
小结	224
第六节 场效应管放大器	226
一、静态工作点	227
二、场效应管的微变等效电路	229
三、放大倍数和输入、输出电阻	230
四、源极输出器	233
第七节 放大器的设计、调整与制造工艺	234
一、放大器设计的一些原则	235
二、静态工作点的调试	237
三、输入交流信号的调试	239
四、干扰与噪声的抑制	243
五、工艺要求	252
第四章 直流放大器	255

第一节	为什么要用直流放大器	255
一、	直流放大器的用途	255
二、	直流放大器和交流放大器的关系	256
第二节	多级直流放大器的耦合方式和零点漂移现象	258
一、	两个单级放大器直接耦合时产生的新问题	258
二、	几种常用的耦合方式	260
三、	零点漂移现象	263
第三节	产生零点漂移的原因及温度补偿电路	266
一、	晶体管参数随温度变化所引起的零点漂移	266
*二、	单管放大器温度漂移的计算	268
三、	电源电压变化所引起的零点漂移	274
四、	温度补偿电路	275
第四节	差动式放大电路	277
一、	差动式放大电路的工作原理	277
二、	典型的差动式电路及共模抑制比	280
三、	晶体管恒流源电路	285
四、	差动式电路的其他几种接法	289
*第五节	差动式电路的零点漂移	293
一、	双端输出差动电路的零点漂移计算	293
二、	单端输出差动电路的零点漂移计算	300
三、	进一步减小差动式电路零点漂移的方法	303
四、	抑制零点漂移的工艺措施	307
第六节	直流放大器的设计	309
一、	设计数据	309
二、	电路方案选择	310
三、	各级工作情况	311
四、	各级参数计算	313
五、	静态工作点的校核	319
六、	输入电阻的估算	322
七、	各级电压放大倍数的估算	323
八、	调整	325

九、设计小结	328
本章小结	329

第五章 反馈在放大器中的应用 331

第一节 反馈的基本概念 331

一、什么叫反馈?	331
二、反馈的极性——正反馈和负反馈	333
三、反馈的表达方式——方块图	334
四、反馈的一般关系式——开环放大倍数与闭环放大倍数的 关系	336
五、反馈的一个重要指标——反馈深度	341
小结	342

第二节 负反馈对放大器性能的影响 346

一、放大倍数下降	346
二、放大倍数的稳定性提高	347
三、频带展宽	350
四、对输入电阻和输出电阻的影响	352
五、波形失真的改善	355
小结	356

第三节 负反馈的四种连接形式 359

一、电压串联负反馈	360
二、电流串联负反馈	364
三、电压并联负反馈	365
四、电流并联负反馈	366
小结	369

*第四节 反馈放大器的分析方法 373

一、晶体管等效电路	373
二、方块图	374
三、迭加原理	374
四、方块图的变换	380
小结	387

第五节 反馈放大器的自激振荡 387

一、自激振荡的原因	388
-----------------	-----

二、自激振荡的条件	390
三、多级放大器的自激振荡和反馈深度的关系	391
第六节 反馈放大器的应用举例	393
一、DDZ-II型自动调节仪表中的电压-电流变换器	393
二、JB-1B型晶体管毫伏表	395
第六章 调制式直流放大器	402
第一节 调制与解调的原理	402
一、调制式直流放大器如何解决漂移和放大的矛盾?	402
二、调制器原理	403
三、解调器原理	411
小结	413
第二节 调制器	414
一、机械斩波器	414
二、晶体管调制器	416
三、场效应管调制器	425
四、抑制调制器尖峰电压的一种方法——尖峰箝位	433
小结	437
第三节 解调器	438
一、晶体管作为开关用的解调器	438
二、晶体管作为放大用的解调器——相敏放大器	440
三、二极管环形解调器	449
小结	455
第四节 调制式直流放大器实用电路	456
一、温度变送器	456
二、JF-12型晶体管放大器	461
第五节 自激振荡的调制式直流放大器	472
一、方案的特点	472
二、电路的工作原理	474
本章小结	476
第七章 运算放大器的性能和应用	478

第一节 运算放大器的基本性能.....	478
一、什么是运算放大器?	478
二、如何保证运算精度?	483
三、运算放大器的一般关系	488
小结	496
*附录一 关于积分运算的误差分析.....	497
第二节 固体组件运算放大器.....	500
一、线性组件的电路结构特点	500
二、BG 301 线性组件的电路工作原理和技术指标	502
三、8FC 2 线性组件的电路工作原理和技术指标	509
四、固体组件运算放大器主要技术指标的意义和它们的 测试方法	511
*五、固体组件运算放大器在使用中常遇到的几个问题	517
*附录二 用开环对数频率特性分析运算放大器的稳定性.....	530
第三节 自动稳零运算放大器.....	541
一、自动稳零运算放大器的特点	541
二、FD-2A 型晶体管运算放大器的工作原理和技术指标	545
第四节 运算放大器的应用举例.....	550
一、实现数学运算	550
*二、作有源校正 (PID 放大器) 和有源滤波	561
三、作高输入阻抗放大器	566
四、实现非线性特性	569
五、应用固体组件的晶体管参数自动测量电路	570
小结	573

注：在章节标题前面有“*”号标记的是用小字排印的内容。

重力測量學與重力勘探

上 冊

索 洛 金 著

蘇聯文化部高等教育管理總局審定作為
地質勘探高等學校或地質勘探系地球物
理專業和大學重力測量專業教科書

第三增訂版

地 質 出版社

1955 北京

“重力測量學與重力勘探” (Гравиметрия и гравиметрическая разведка) 原書為蘇聯索洛金 (Л.В. Сорокин) 所著，經蘇聯文化部高等教育管理總局審定為高等地質勘探學校地質勘探系地球物理專業及大學重力測量專業的教科書。

本書主要內容是重力測量學及重力勘探的發展簡史，重力場的簡短理論，重力測量用儀器的描述和利用它們進行觀測的方法以及各種校正的方法，大地測量學中關於重力測量應用的概述，重力勘探的正演問題和逆演問題的許多求解方法的論述，許多一般的和詳細的重力測量範例的分析以及對它們的解釋等。

本書由北京地質學院物理探礦教研室根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社 (Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы) 1953年第三增訂版譯校，由顧燕庭、陳培光兩同志校訂。

爲了適應讀者需要，分上下兩冊出版；上冊爲原書之前六章。原書曾經(1)國立莫斯科羅蒙諾索夫大學地質系地球物理勘探法教研室 “Кафедра геофизических методов исследования геологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова; (2)石油工業學院地球物理教研室(Кафедра геофизики Академии нефтяной промышленности) 審閱。

重力測量學與重力勘探

書號0127

上 冊

250千字

著 者	索 洛 金
譯 者	北京地質學院物理探礦教研室
出 版 者	地 質 出 版 社 北京安定門外六鋪炕 <small>北京市書刊出版業營業許可證出字第零五號</small>
發 行 者	新 華 書 店
印 刷 者	北京市救濟分會印刷廠 廣安門內教子胡同甲三十二號

印數(京) 1—4,500册 一九五五年四月北京第一版

定價(8) 1.79元 一九五五年四月第一次印刷

開本31"×43" 12書印張

目 錄

第一版原序	6
第二版原序	7
第三版原序	7
第一章 史 略	8
§ 1. 課程的內容	8
§ 2. 重力的初期測定	8
§ 3. 十九世紀下半世紀重力學的發展	12
§ 4. 二十世紀重力學的成就	14
§ 5. 俄國的重力學	13
§ 6. 蘇聯重力學的發展和現狀	17
第二章 地球重力場的簡單理論	29
§ 7. 重力	29
§ 8. 重力位	31
§ 9. 重力儀的級數展式	35
§ 10. 大地水準面	41
§ 11. 大地水準面上的重力公式	44
§ 12. 正常重力公式	46
§ 13. 重力位二次微商值	48
§ 14. 重力位二次微商的正常值	54
第三章 用振擺觀測的理論	57
§ 15. 數學擺	57

- § 16. 物理擺 62
- § 17. 用振擺測定重力值的可能精確度 64
- § 18. 周圍大氣的影響 66
- § 19. 溫度變化的影響 71
- § 20. 時鐘行程差的影響 71
- § 21. 刃口（擺在它上面擺動）曲率的影響 75
- § 22. 振幅的影響 77
- § 23. 磁場的影響 79
- § 24. 擺架搖動的影響 81
- § 25. 測定擺架搖動的方法 85
- § 26. 兩擺同時擺動時所引起支架的振動 94
- § 27. 水平加速度的影響 97
- § 28. 消除水平加速度的方法 101
- § 29. 垂直加速度和轉動的影響 107

第四章 重力的絕對測定 115

- § 30. 可倒擺的貝塞爾理論 115
- § 31. 列普索利德式可倒擺儀 118
- § 32. 擺的折合長度和擺動週期的測定 120
- § 33. 在波茨坦的重力測定 122
- § 34. 蘇聯主要的重力基點 124

第五章 用振擺儀作重力的相對測定 123

- § 35. 用振擺儀作重力相對測定法的觀念 125
- § 36. 四擺儀 128
- § 37. 不同儀器中的擺的形狀 135
- § 38. 測定振擺週期的計數器 139
- § 39. 觀測前振擺儀的準備 142
- § 40. 振擺儀的裝置 145
- § 41. 從觀測中求擺動週期 148
- § 42. 擺架搖動校正的測定 154

§ 43. 觀測週期校正的引入	157
§ 44. 振擺儀常數的測定	164
§ 45. 用振擺儀觀測的實例	173
§ 46. 用振擺儀進行相對重力測定的精確度	180
§ 47. 蘇聯重力普測的規程	182
§ 48. 海上觀測的振擺儀	183
§ 49. 用維年格·麥涅斯振擺儀在海上觀測的進行	192
§ 50. 蘇聯的海上重力觀測	193
§ 51. 維年格·麥涅斯法的陸上觀測	205
§ 52. 精確測定擺動週期的照相法和其他方法	208
§ 53. 重力的瞬時測定	214
§ 54. 彈性振擺儀	221
第六章 相對測定重力的靜力非振擺法	223
§ 55. 各種類型的靜力重力儀	223
§ 56. 重力儀概論及其野外觀測法	229
§ 57. 測定重力的氣壓法	243
§ 58. 氣體重力儀	245
§ 59. ГKM 重力儀(莫洛登斯基式環形重力儀)	250
§ 60. ГKA 重力儀(助動環形重力儀)	256
§ 61. 金屬彈簧重力儀	274
§ 62. КГА 重力儀(石英助動重力儀)	283
§ 63. 液體溫度補償的石英重力儀	291
§ 64. 其他的石英重力儀	302
§ 65. 雙線重力儀	310
§ 66. 重力儀-高度計	312