

脉 冲 技 术

Л. А. 米耶羅維奇、Л. Г. 杰里欽科著

脉 冲 技 术

鮑惟三譯

周祖同校



國防工業出版社

內 容 介 紹

本書系从苏联“Советское Радио”出版社出版, Л. А. 米耶罗維奇和 Л. Г. 杰里欽科合著的“Импульсная Техника”一書譯出。譯文初稿系根据 1953 年原文版, 1957 年根据 1954 年原文新版作了修改。

本書系統地介紹了脉冲技术的理論和一般的工程計算方法, 对于物理过程的闡明和实用上有关問題的討論甚为深入細致, 可供工作中要用到脉冲技术的工程师用, 同时也可以作为高等学校脉冲技术課程的教材。

苏联 Л. А. Меерович, Л. Г. Зеличенко 著 ‘Импульсная Техника’ (Советское радио 1954 年第二版)

*

國防工業出版社

北京市書刊出版业營業許可証出字第 074 号
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

850×1168 耗 $1/32 \cdot 10$ 印張·254 千字
1958 年 12 月第一版 1959 年 11 月第四次印刷
印数: 9,101—12,250 册 定价: (11) 2.05 元

NO. 2165

目 录

序言	7
脉冲技术产生的概要	9
第一章 脉冲技术的研究对象	16
第二章 谐波分析的基本原理	19
1. 脉冲作用于线性系统的分析方法	19
2. 傅里叶级数	21
3. 频谱函数及其特性	24
4. 周期性重复的矩形脉冲的频谱	26
5. 当周期无限增长时脉冲频谱的变化	28
6. 矩形曲线的频谱	30
7. 接通函数的频谱	32
第三章 谐波分析法对线性视频系统的应用	35
1. 周期性脉冲作用于二极网络	35
2. 周期性脉冲作用于四极网络	36
3. 非周期性脉冲作用于线性系统	38
4. 频率特性和建立过程间的关系	38
5. 过渡函数	40
6. 过渡函数及稳态参量频率关系的极限值和起始值	43
7. 过渡函数与稳态参量间的关系频率特性与相位特性间的关系	43
8. 无失真系统	46
9. 过渡函数和通频带的关系	49
10. 相位失真对过渡函数形状的影响	55
第四章 射频系统中谐波分析的应用	58
1. 对于射频信号无失真的系统	58
2. 相滞后与群滞后	61
3. 射频脉冲的频谱	62
4. 通频带对已调制信号幅度建立的影响	67
5. 最佳的通频带	70
第五章 线性系统的计算	75

1. 根据給定的綫性系統的頻率特性繪制輸出电压(电流)曲綫	75
2. 根据对矩形电压的反应計算幅度——頻率和相位——頻率特性曲綫	80
3. 叠堆公式	82
4. 写成其他形式的叠堆公式	84
5. 一般情况的叠堆公式	86
6. 在电阻耦合的多級放大器中电压增長的計算	88
7. 單調諧迴路多級放大器中幅度增長的計算	91
8. 电压增長前沿的失真	93
9. 当电压和过渡函数以数值給出时电路反应的計算	98
10. 任意形状电压看作短脉冲的总和	102
11. 稳态参量和过渡函数間的关系	103

第六章 限幅器 107

1. 緒言	107
2. 二極管限幅	112
3. 板一柵限幅	121
4. 板一柵限幅器的等效电路	124
5. 二極管限幅时寄生电容的影响	129
6. 板一柵限幅时寄生电容的影响	135
7. 隔直流电容器上的电压	146
8. 箝位器(直流分量恢复器)	155

第七章 电容微分迴路 161

1. 一般概念	161
2. 有限的边沿持續時間对脉冲形状和大小的影响	165
3. 寄生参量的影响	171
4. 脉冲形状和幅度的計算	177
5. 微分迴路参量的选择	186

第八章 用振蕩迴路形成脉冲 194

1. 緒言	194
2. 振蕩迴路的基本綫路	196
3. 振蕩迴路的微分方程式	199
4. 用边沿持續時間有限的电流跳变激励迴路	202
5. 电流边沿寬度影响的研究	206

6. 校准标志的获得.....	211
7. 矩形脉冲的形成.....	218
8. 脉冲的加宽.....	223
9. 尖顶脉冲的获得.....	226
第九章 仿真线(延迟电路).....	230
1. 緒言.....	230
2. 四極網絡的外部参量.....	231
3. 由匹配網絡組成的电路.....	234
4. 典型網絡的参量.....	235
5. 純电抗四極網絡的基本特性.....	237
6. k 型網絡.....	238
7. m 型导出網絡.....	243
8. m 型导出終端半节網絡.....	244
9. 利用 m 型导出網絡节来改善相位特性.....	250
10. 当 $m > 1$ 时导出網絡的构成.....	252
11. 延迟电路計算的举例.....	255
12. 螺旋綫.....	258
第十章 形成脉冲的二極網絡.....	263
1. 緒言.....	263
2. 第一类形成脉冲的二極網絡的过渡函数.....	264
3. 第二类形成脉冲的二極網絡的过渡函数.....	267
4. 把第一类形成脉冲的二極網絡变为正則綫路.....	268
5. 第二类形成脉冲的二極網絡的正則綫路.....	270
6. 長綫作为形成脉冲的二極網絡.....	273
7. 二極網絡与負載的阻抗匹配.....	276
8. 把形成脉冲的二極網絡看作儲能器.....	280
9. 电压和电流跳变的获得.....	283
10. 具有直流电源的脉冲形成綫路.....	286
11. 具有交流电源的脉冲形成綫路.....	291
第十一章 形成脉冲的二極網絡参量的計算.....	293
1. 緒言.....	293
2. 由有限个迴路組成的二極網絡.....	295
3. 根据傅里叶級数确定系数 β_k	298

4. 使得形成的脉冲頂部脉动不大的参量計算方法..... 299
5. 由反諧振迴路組成的第一类二極網絡参量的計算..... 303
6. 反諧振頻率及电納的导数的計算..... 307
7. 由反諧振迴路組成的形成脉冲的二極網絡各元件上电压的
分配..... 310
8. 由具有分接头的綫圈和等容量电容器組成的电路的計算..... 313

Л. А. 米耶羅維奇、Л. Г. 杰里欽科著

脉 冲 技 术

鮑惟三譯

周祖同校



國防工業出版社

內 容 介 紹

本書系从苏联“Советское Радио”出版社出版, Л. А. 米耶罗維奇和 Л. Г. 杰里欽科合著的“Импульсная Техника”一書譯出。譯文初稿系根据 1953 年原文版, 1957 年根据 1954 年原文新版作了修改。

本書系統地介紹了脉冲技术的理論和一般的工程計算方法, 对于物理过程的闡明和实用上有关問題的討論甚为深入細致, 可供工作中要用到脉冲技术的工程师用, 同时也可以作为高等学校脉冲技术課程的教材。

苏联 Л. А. Меерович, Л. Г. Зеличенко 著 ‘Импульсная Техника’ (Советское радио 1954 年第二版)

*

國防工業出版社

北京市書刊出版业營業許可証出字第 074 号
机械工业出版社印刷厂印刷 新华書店發行

*

850×1168 耗 $1/32 \cdot 10$ 印張·254 千字
1958 年 12 月第一版 1959 年 11 月第四次印刷
印数: 9,101—12,250 册 定价: (11)2.05 元

NO. 2165

目 录

序言	7
脉冲技术产生的概要	9
第一章 脉冲技术的研究对象	16
第二章 谐波分析的基本原理	19
1. 脉冲作用于线性系统的分析方法	19
2. 傅里叶级数	21
3. 频谱函数及其特性	24
4. 周期性重复的矩形脉冲的频谱	26
5. 当周期无限增长时脉冲频谱的变化	28
6. 矩形曲线的频谱	30
7. 接通函数的频谱	32
第三章 谐波分析法对线性视频系统的应用	35
1. 周期性脉冲作用于二极网络	35
2. 周期性脉冲作用于四极网络	36
3. 非周期性脉冲作用于线性系统	38
4. 频率特性和建立过程间的关系	38
5. 过渡函数	40
6. 过渡函数及稳态参量频率关系的极限值和起始值	43
7. 过渡函数与稳态参量间的关系频率特性与相位特性间的关系	43
8. 无失真系统	46
9. 过渡函数和通频带的关系	49
10. 相位失真对过渡函数形状的影响	55
第四章 射频系统中谐波分析的应用	58
1. 对于射频信号无失真的系统	58
2. 相滞后与群滞后	61
3. 射频脉冲的频谱	62
4. 通频带对已调制信号幅度建立的影响	67
5. 最佳的通频带	70
第五章 线性系统的计算	75

1. 根据給定的綫性系統的頻率特性繪制輸出电压(电流)曲綫·····	75
2. 根据对矩形电压的反应計算幅度——頻率和相位——頻率特性曲綫·····	80
3. 叠堆公式·····	82
4. 写成其他形式的叠堆公式·····	84
5. 一般情况的叠堆公式·····	86
6. 在电阻耦合的多級放大器中电压增長的計算·····	88
7. 單調諧迴路多級放大器中幅度增長的計算·····	91
8. 电压增長前沿的失真·····	93
9. 当电压和过渡函数以数值給出时电路反应的計算·····	98
10. 任意形状的电圧看作短脉冲的总和·····	102
11. 稳态参量和过渡函数間的关系·····	103
第六章 限幅器 ·····	107
1. 緒言·····	107
2. 二極管限幅·····	112
3. 板一柵限幅·····	121
4. 板一柵限幅器的等效电路·····	124
5. 二極管限幅时寄生电容的影响·····	129
6. 板一柵限幅时寄生电容的影响·····	135
7. 隔直流电容器上的电压·····	146
8. 箝位器(直流分量恢复器)·····	155
第七章 电容微分迴路 ·····	161
1. 一般概念·····	161
2. 有限的边沿持續時間对脉冲形状和大小的影响·····	165
3. 寄生参量的影响·····	171
4. 脉冲形状和幅度的計算·····	177
5. 微分迴路参量的选择·····	186
第八章 用振蕩迴路形成脉冲 ·····	194
1. 緒言·····	194
2. 振蕩迴路的基本綫路·····	196
3. 振蕩迴路的微分方程式·····	199
4. 用边沿持續時間有限的电流跳变激励迴路·····	202
5. 电流边沿寬度影响的研究·····	206

6. 校准标志的获得	211
7. 矩形脉冲的形成	218
8. 脉冲的加宽	223
9. 尖顶脉冲的获得	226
第九章 仿真线(延迟电路)	230
1. 绪言	230
2. 四极网络的外部参量	231
3. 由匹配网络组成的电路	234
4. 典型网络的参量	235
5. 纯电抗四极网络的基本特性	237
6. k 型网络	238
7. m 型导出网络	243
8. m 型导出终端半节网络	244
9. 利用 m 型导出网络节来改善相位特性	250
10. 当 $m > 1$ 时导出网络的构成	252
11. 延迟电路计算的举例	255
12. 螺旋线	258
第十章 形成脉冲的二极网络	263
1. 绪言	263
2. 第一类形成脉冲的二极网络的过渡函数	264
3. 第二类形成脉冲的二极网络的过渡函数	267
4. 把第一类形成脉冲的二极网络变为正则线路	268
5. 第二类形成脉冲的二极网络的正则线路	270
6. 长线作为形成脉冲的二极网络	273
7. 二极网络与负载的阻抗匹配	276
8. 把形成脉冲的二极网络看作储能器	280
9. 电压和电流跳变的获得	283
10. 具有直流电源的脉冲形成线路	286
11. 具有交流电源的脉冲形成线路	291
第十一章 形成脉冲的二极网络参量的计算	293
1. 绪言	293
2. 由有限个回路组成的二极网络	295
3. 根据傅里叶级数确定系数 β_k	298

4. 使得形成的脉冲顶部脉动不大的参量计算方法..... 299
5. 由反谐振回路组成的第一类二极网络参量的计算..... 303
6. 反谐振频率及电纳的导数的计算..... 307
7. 由反谐振回路组成的形成脉冲的二极网络各元件上电压的分配..... 310
8. 由具有分接头的线圈和等容量电容器组成的电路的计算..... 313

序 言

本書是脉冲技術理論和計算中許多問題在廣大範圍內的引論。

本書是供在脉冲技術領域內工作的或在自己的工作中會用到脉冲技術方法的工程師用的，同時也可以作為高等技術學校研究相應課程的參考書。

脉冲技術問題的范围目前擴展到如此程度，以至在一本書中不可能把它全都包括。在選擇本書的材料時選定了一些實際中常遇到的，而參考文獻中照例沒有得到充分敘述的問題。

作者在寫書時曾努力去解決的基本問題，不是介紹個別實際數據，綫路和其他個別知識，而是幫助讀者掌握現象的分析和工程上使用的一般方法。因此引用的個別綫路和特別的解主要是作為一般方法和原理的應用舉例。

本書從敘述脉冲技術產生的主要階段、理論現況及脉冲技術課目的定義開始。

第二——五章講利用傅里葉級數分析和計算綫性系統的基本方法。在六——八章中講最簡單的形成設備：限幅器，箝位器，微分迴路和振蕩迴路。

在以後的三章中講多迴路綫性系統：延遲電路和形成脈沖的二極網絡。這些章中主要是講述保證減小電路所復演的或形成的脈沖的失真的計算。

第十二——十六章講述在所有脈沖技術應用中都起着很大作用的觸發設備和弛張設備。在這些章中為了分析和計算，廣泛地利用了觸發系統和相應的放大器特性間的關係，這種放大器就是斷開反饋迴路的觸發設備。

再下面三章講述直綫變化電壓產生器，比較設備及它們的合併使用以獲得延遲脈沖或跳變。

第二十章主要的任务是研究前几章中所叙述的脉冲調制和解調的典型元件应用的一系列举例。这些例子主要是根据脉冲通信系統选出来的。

在第二十一章中只講些脉冲测量的特殊情况，这些情况对实验室的实际工作很重要。

在研究很多設備，特別是包含有电子管的設備时，特別注意到实际上很重要的工作穩定性和誤差的問題。

在大多数章中都研究寄生参量、电源电压的变化、更換电子管及电子管陈旧等对設備工作的影响。

在不致过于增多本書篇幅的地方尽可能举些数字的例子，这些例子都是有关构制設備的計算。

注有符号 $[*]$ 的計算举例和許多节在初讀时可以省略。参考文献的索引用写在方括号內的字母和数字表示，字母和数字分别指参考文献目录的章次和文献的順序号数。

脉冲技术的發展远超过这方面術語的拟定，因此本書中所有的術語尽管在專家中采用得很广泛，还不能算是最后确定的。

第十七——第二十一章，以及第六章的 § 5、6、8，第十二章的 § 13——15，第十四章的 § 8——9和第十六章的 § 11——15是由Л. Г. 杰里欽科写的。第十三章是两作者共同写的。本書的其余部分是由Л. А. 米耶罗維奇写的，他并进行了本書总的校对工作。

在編写本書的整个工作过程中，作者都采用了斯大林奖金获得者Ю. Б. 高布扎烈夫教授的寶貴意見。

在由 Ю. Б. 高布扎烈夫教授和 Н. Н. 克雷洛夫教授所領導的教學研究室集体討論原稿时，很多同志提出了重要的批評性的意見，在最后校对原稿时考虑了这些意見。

我們認為必須向帮助完成這本書及改善其內容的所有同志表示感謝。

作者希望讀者將自己的意見和希望寄給出版社，地址为（莫斯科郵政总局 п/я 693）。

作 者

脉冲技术产生的概要

一門新的技术科学的發生和形成，乃是由于生产的發展和社会实践的需要所引起的，脉冲技术之所以能成为一門新的技术科学即是无綫电工学及其他科学技术部門的多年發展的結果。

由于电的实际应用的發展（人类之所以获得这种發展，主要應該归功于俄国学者 M. B. 罗蒙諾索夫、B. B. 彼得諾夫、B. C. 雅可比、З. X. 楞次、A. Г. 斯托列托夫、П. Н. 雅布洛契可夫、A. Н. 拉賓根等等），在电工学历史的初期，未稳定过程就引起了許多学者的注意。这种过程能在电气設備中引起不希望有的結果，而有时甚至引起損坏。由于必須防止損坏，所以需要研究未稳定过程。

随着电报的發展（这主要是由俄国發明家 П. Л. 許林格和 B. C. 雅可比所創造的），特别是由于需要增大通报距离和信号傳輸的速度，未稳定过程是必須克服的主要障碍，因而，要首先研究这种过程。特别是，在許多电工学部門中也發生了关于一般未稳定过程和运用脉冲方法的問題。例如，現代脉冲技术获得了很多成就，乃是由于專家們在高压方面的工作，特别是，由于高压装置脉冲实验法的研究。

由于偉大的俄国学者 A. C. 波波夫的天才發明而产生的无綫电工学就特別强烈地提出了这些任务。

无綫电工学在其进一步的發展中，在頗大程度上促进了这些問題的提出和解决，这就使現在所用的脉冲方法出現。

由于必須研究迅速的未稳定过程，所以要求不仅要研究出来理論上的分析方法，而且首先要研究出观察及研究这种过程的实验工具。Л. И. 曼德伊史塔姆在1907年〔A. 20〕研究出了电的时间扫描的方法和綫路，这就使人們能够造出用以观察迅速电过程的仪表。Л. И. 曼德伊史塔姆研究出来的重要实验研究工具就是

現代示波器的雛形。示波器現在廣泛地用於進行研究與測試，以及作為雷達設備和其他設備的指示器。

就在1907年，另一個俄國學者，B. Л. 羅金格教授第一次運用陰極射綫管來接收影像，這就為現代電視的電子系統打下了基礎。電視的進一步發展基本上是從本世紀的三十年代開始的，這種發展在脈沖法的研究中起了很大的作用。

M. A. 彭奇——布魯葉維奇〔B. 3〕在1918年的發現，對以後研究脈沖設備起了非常大的作用。他發現了用正反饋迴路構成閉合系統的非周期性放大器的電壓和電流具有突變（即很快的改變）的能力。M. A. 彭奇——布魯葉維奇所發明的觸發設備（在這種設備中就利用了他的發現），乃是以後被廣泛應用於不同技術領域中的各種弛張振蕩器（多諧振蕩器），單循環弛張振蕩器，電子繼電器、計數器，分頻器等的基础。

俄國學者M. A. 彭奇——布魯葉維奇、Л. И. 曼德伊史塔姆和B. Л. 羅金格的三個卓越的發明都是脈沖方法產生道路上的主要標志，並且主要地決定了現代脈沖技術的發展。

偉大的十月社會主義革命以後，在蘇聯就開始了科學和技術迅速進步的時代，其先決條件就是偉大的列寧——斯大林黨對科學發展的經常注意和關懷。

特別是，由於黨和政府的關懷與B. И. 列寧和И. В. 斯大林的關懷，還在蘇維埃政權建立的初期，無線電工程的發展就獲得了巨大的可能性。例如，按照B. И. 列寧的指示組織了尼日城無線電實驗室。這一實驗室是由M. A. 彭奇——布魯葉維奇教授所領導的，它成功地解決了許多巨大問題，並且促進了蘇聯無線電工程的蓬勃發展。

無線電工程的發展，對脈沖方法的應用，以及對於解決與此應用有關的廣泛問題，提出了新的要求和新的可能性。

在1932年在通訊科學研究院列寧格勒分所，M. A. 彭奇——布魯葉維奇教授製造了用以研究高空電離層的蘇聯第一個脈沖測