

自动調整原理

第一分册

B. B. 索洛多夫尼柯夫主編

王众託譯



中国工业出版社

自动调整原理(一、二、三分册)总结了自动调整理论的发展现状,讲述了线性和非线性自动调整系统的分析、计算和综合的方法。

本分册包括原书第一、第二两篇,讲述线性化自动调整系统的基础理论和稳定性的分析。

本书可供科学研究工作者,高等学校动力、电工、仪器制造以及国防方面各有关专业的教师、研究生、高年级学生和技术人员阅读参考用。

В.В.СОЛОДОВНИКОВ
ОСНОВЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ
ТЕОРИЯ

МАШТИЗ МОСКВА 1954

* * *

自动调整原理

第一分册

王众託译

(根据水利电力出版社纸型重印)

*

中国科学院原子核科学委员会编委会编辑

中国工业出版社出版(北京修麟阁路西10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 850×1168 毫米·印张 $11\frac{7}{8}$ ·插页1·字数312,000

1957年9月北京第一版

1961年6月北京新一版·1962年3月北京第二次印刷

印数531—5,630·定价(10-6)1.70元

*

统一书号: K15165·459(核-11)

原書主編者為中譯本所寫的序言

譯者附記：這是原書主編者 B. B. 索洛多夫尼柯夫教授應譯者請求為中譯本所寫的序言。由於從 1954 年本書出版以來，蘇聯在自動調整理論方面又有了新的成就，特別是隨着控制論的發展，對於自動化的科學基礎又有了新的觀點，所以索洛多夫尼柯夫教授應譯者所請，特地在這篇序言內對上述問題作了扼要的介紹。索洛多夫尼柯夫教授對本書的中譯工作極為關懷，在百忙中抽暇為中譯本撰寫序文，譯者謹向他深表謝意。

自動調整理論雖然已經基本上是一門成熟的學科，但也是一門仍在迅速發展的學科。

1953 年秋季在莫斯科舉行的全蘇第二次自動調整理論會議的決議中曾經指出：自動調整理論的最重要的任務是：

- (a) 研究調整系統的綜合方法；
- (б) 研究複雜的相互連系的調整系統的理論與分析方法；
- (в) 發展品質問題的解決方法；
- (г) 發展動態準確度問題的解決方法，特別是在隨機作用下分析與綜合的統計方法；
- (д) 發展“大範圍”穩定性的理論與研究方法；
- (е) 研究決定周期性境況的準確方法與近似方法；
- (ж) 進一步發展和推廣已有的研究複雜系統相空間結構的方法；
- (з) 發展以應用模擬與計算技術工具為基礎的自動調整系統研究法和特性的改善方法。

近年來，無論是在蘇聯還是在國外，所有這些方面都得到了巨大的成果。

但是更重要的是这里必須強調指出对自动調整理論的一个新观点,这个观点近年来已經为愈来愈多的人所承認。随着信息論的發展,随着控制論(控制的一般理論)的某些概念的推广,以及随着計算技术的發展,事情已經很明显:自动調整理論可以看作是一門更广泛的学科——自动控制理論——的一个主要組成部分。

为了說明自动控制理論的研究对象和任务,必須首先簡單地談一談控制論的研究对象。

外界对于生物器官和某些机器的作用,是通过它們的感觉器官实现的,感觉器官按照系統的职能,选择它所需要的有关周圍环境的信息。信息經過变换、傳輸、蓄积,然后用来反作用于外界。

控制論的基本思想是:生物器官与某些机器的上述类似之处,可以極有成效地用来建造能够模倣人类器官最复杂的秉性的自动控制系統。

控制論就是針对解决这一問題的。

在控制論中,研究信息过程所用的基本方法,乃是为它“排列算法”^①的方法。这种方法的本质是:任何信息过程,不論它發生在什么对象之內,都可以排成一系列一定的、相互关連的数学与邏輯操作,也就是所謂該信息过程的“算法”^②。

从这个观点看来,我們可以說,控制論所研究的,乃是怎样構成反映信息过程的算法,怎样研究算法,以及算法的綜合和工程上实现的方法。

控制論可以認為是由两个主要部分組成的:一部分是分析控制論,一部分是工程控制論。

如果說,分析控制論的主要任务是分析任何对象中的信息过程,以便为它排列算法,那末“工程”控制論的主要任务是綜合信息机,信息机可以实现这些算法,并且履行算法所反映的職責,这种職責可能就是人腦的某些職責。

这样看来,工程控制論的对象乃是研究信息机的構造原理与理

① Алгоритмизация

② Алгоритм

論，这种信息机可以把描述信息过程的算法付诸实现。

工程控制論可以分成下列三門学科：

1. 信息論，研究信息傳輸过程；
2. 信息机的理論与技术，研究信息按給定算法进行变换的方法；
3. 自动調整理論与技术，研究利用信息完成具有一定目的性的动作的方法。

控制論也可以按照信息过程所在的对象，分成几个分支。

我們通常把控制論中，專門研究自动化生产过程与对象中信息过程的分析問題，和研究描述这类对象的控制过程所用的算法的实现問題这样一个分支，叫作自动控制理論。

自动控制理論目前还是在形成阶段，自动調整理論归併到它里面，也是不久的事。

我們現在看到的自动控制理論的迅速发展，是由于实际上从局部自动化过渡到綜合自动化的需要所促成的。

所謂局部自动化，就是自动化的这样一个发展阶段：只有生产过程的个别控制手續是不用人来参加而自动进行的，例如單个机床、电动机等的控制。而整个生产过程的控制，还是由人来担任的。

自动化的第二阶段目前只是正在开始發展，它的特点是实现綜合自动化，这时候，控制的不仅是單个机組，而是一个車間、一个工厂、甚至是几个工厂这样規模的整个生产过程，使用的是自动的控制机。

自动控制理論事实上就是生产綜合自动化的科学基础，就像自动調整理論是局部自动化的科学基础一样。

作为生产綜合自动化的科学基础的自动控制理論的形成趋势，从苏联科学院 1956 年 10 月 15—20 日召开的生产自动化的科学問題全会的文献中可以看出。

这次全会在自动学專家的科学生活中，乃是全苏第二次自动調整理論會議以来最重大的事件。

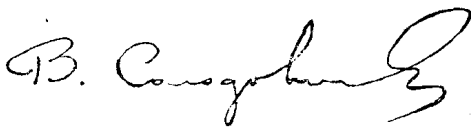
1957 年 3 月 5—8 日在莫斯科举行的自动控制与計算技术的科学技术會議，又特別討論了自动控制理論的形成問題。

前面只是極簡單的講到自动控制理論的特点以及它發展的最初几步，但是已經很清楚地說明，本書所講述的自动調整理論，可以看作是自动控制理論的一个主要組成部分，它講的乃是借助于反饋原理的利用信息以完全具有一定目的性的动作的問題。

如果本書在某種程度上能够幫助中国讀者掌握現代自动調整理論，並且在他們的实际工作中有用处，那末对于編写本書的全体作者來說，將是莫大的荣幸。

我們這部平凡的著作譯成中文，可以看作是苏联工程师与科学工作者和中国工程师与科学工作者之間牢不可破的友誼的一种表現。

最后，謹向担任本書中譯的巨大工作的王众託同志深致謝忱。



莫斯科，1957年6月

原 序

在党的第十九次代表大会的指示中，強調指出了生产过程机械化和自动化的意义，認為它們是把我国国民經济提高到新的、更高的發展水平上的重要手段。为了實現許多过程的自动化，必須自动調整和自动控制这些过程。因此，自动調整理論以及以它为基础的計算方法（这种理論和方法能使我們更容易設計稳定的、品質优良的、准确而可靠的自动調整系統），現在就有着極其重大的实用意义。

自动調整理論是由卓越的俄国学者 И. А. 維什聶格拉斯基奠定基础的，这一理論由于苏联学者們和工程师們的努力，特別是在近十五年来，有了巨大的發展。因此，迫切需要出版有系統地闡述現代自动調整理論基础的著作。在近年来問世的一些書中，上述問題已得到部分的解决，但是許多方面仍有待繼續努力。例如在已有的几本苏联作者所著的自动調整理論書籍中，对于目前在实际上業已广泛应用的頻率法講得非常簡單。而就我們所知道的几本書中，還沒有一本稍微全面地講到非綫性調整系統的分析方法。同样对于在連續变化的外作用影响下的自动調整系統的分析 and 綜合方法也注意得不够。

本書的目的是講述自动調整理論的基本方法，因而要对自动調整理論的現狀加以总结。从这个观点看来，本書可以看作是一本具有独立意义的完备著作。本書同时也是目前打算出版的另外兩本書的理論基础，這兩本書也是講述自动調整問題的。其中一本將闡述自动調整器和随动系統各种元件的典型綫路、作用原理、構造、靜特性和动特性、計算与設計方法。另外一本將要講述在各工業領域內应用的自动調整系統的典型綫路，并且提供以本書內容为基础的調整系統計算与設計方法。此外，还要討論模拟与实验研究自动調整系統的方法。

本書以机械出版社所出版的“自动調整理論”講义石印本为藍本。这本講义是 1951 年由全苏仪器制造工程技术学会和苏联科学院自动

学与远动学研究所共同組織的自动調整理論討論班上，許多專家講課的講稿。本書的結構就是按討論班的进行經驗以及講義讀者的希望来安排的。比起原講義来，講述材料的分量和討論問題的广度都大大增加了。

本書是由許多作者集体著作的，这些作者差不多都是主要在他們所写的那部分中有着創造性的研究成果的。因而在本書的內容中就不能不留下这些方面的痕跡。从一方面看来，这样組織作者，可以比由一位作者单独写書更全面地講述自动調整理論；但是从另一方面来看，这末多位作者合作，各有各的笔調，通常使用的表示符号和名詞又不尽相同，因此很难使得全書在闡述上达成完全的統一，严整和匀称。

本書可供在自动調整領域內工作或从事研究、并且对自动調整理論問題已有一些了解的科学工作者、高等工業学校教师、研究生、高年級学生和工程师使用。讀者要想更容易掌握本書內容，最好具备数学某些部分的一定程度的知識，特别是有关福里哀变换和拉普拉斯变换理論的知識，虽然本書已对这些理論的某些原理加以扼要闡述。

最后，作者对 И. М. 魯塞維赤工程师在編輯本書时的协助深致謝忱。

В. В. 索洛多夫尼柯夫

“自动調整原理”各章作者

(以姓氏字母为序)

М. А. 艾澤曼 (М.А. Айзерман), 技术科学博士 (第十一、三十四章); Д.А. 巴什基洛夫 (Д.А. Башкиров), 技术科学副博士 (第三十八章); П.В. 柏朗布格 (П.В. Бромберг), 技术科学副博士 (第三十六章); А.А. 伏龙諾夫 (А.А. Воронов), 技术科学副博士, 副教授 (第三章); Л.С. 戈尔德法柏 (Л.С. Гольдфарб), 技术科学博士, 教授 (第三十三章); В.В. 卡薩凱維赤 (В.В. Казакевич), 技术科学博士 (第二十七、二十八章); А.А. 柯拉索夫斯基 (А.А. Красовский), 技术科学副博士, 副教授 (第二十章); А.Я. 列尔聶尔 (А.Я. Лернер), 技术科学副博士 (第七、三十一章); А.М. 列托夫 (А.М. Летов), 数理科学博士, 教授 (第九、三十二、三十六、三十六章); П.С. 馬托維也夫 (П.С. Матвеев), 工程师 (第三十九章); Ф.А. 米哈依洛夫 (Ф.А. Михайлов), 技术科学副博士 (第二十五章); В.Н. 彼得洛夫 (В.Н. Петров), 苏联科学院通訊院士 (第四、十九章); В.В. 彼得洛夫 (В.В. Петров), 技术科学副博士 (第二十六、二十九、三十章); Г.С. 柏思別洛夫 (Г.С. Поспелов), 技术科学副博士, 副教授 (第三十五章); В.В. 索洛多夫尼柯夫 (В.В. Солодовников), 技术科学博士, 教授 (第二、五、六、十二、十五、十六、十七、二十二、二十三、緒論以及各篇的引言); Ю.И. 托布契也夫 (Ю.И. Топчиев), 工程师 (第八、十四、十八章); Г.М. 烏蘭諾夫 (Г.М. Уланов), 技术科学副博士 (第十三、二十四、三十章); А.В. 賀拉莫伊 (А.В. Храмой), 技术科学副博士 (第一章); Я.З. 崔普金 (Я.З. Цыпкин), 技术科学博士, 教授 (第十、二十一、三十七章)。

原書 审閱者

В.Л. 罗西也夫斯基 (В.Л. Лосиенский), 技术科学博士, 教授。

目 录

原序

緒論 1

第 一 部 分

概述。綫性化自动調整系統的理論基础

第 一 篇

概論。自动調整系統的微分方程、轉移函数和过渡函数

第一章 自动調整理論在苏联的發展綜述 9

蘇維埃时代以前的調整理論的發展 9

蘇維埃时代的調整理論的發展 17

第二章 自动調整理論的基本概念和定义 25

1. 动力学系統(25) 2. 自动調整系統的基本作用原理与定义(27) 3. 自动調整系統的三个主要类型(30) 4. 自动調整系統的基本元件按用途的分类(31) 5. 有靜差的与無靜差的自动調整系統(33) 6. 連續、脈冲与繼电作用的自动調整系統(36) 7. 單环和多环自动調整系統。互不相关的与相互关連的自动調整系統(36) 8. 对自动調整系統动力学特性提出的要求(38)

第三章 自动調整系統的基本元件和典型綫路 46

1. 自动調整系統的基本元件(46) 2. 水輪机轉速的自动調整(57) 3. 电子調压器(61) 4. 6441 A 型半自动做型銑床的随动系統(64) 5. ЦП-584 型雷达站的随动系統(67) 6. 电力自动駕駛仪(71)

第四章 自动調整系統微分方程的列写方法 75

1. 应用拉格朗日第二型方程式来列写自动調整系統的微分方程式(76) 2. 自动調整系統的一般綫性化微分方程式(79) 3. 自动調整系統元件的微分方程列写方法。自动調整对象的方程式列写举例(83) 4. 方程式变到具有無量綱系数的相对單位形式(88) 5. 調整对象方程式中系数的物理意义(91) 6. 自动調整对象的典型綫性化方程式(97)

第五章 福里哀变换和拉普拉斯变换及其在过渡历程分析方面的

应用 99

1. 动力学系統的自由振盪与强制振盪(99) 2. 强制振盪的計算。頻率特性(100) 3. 在任何週期性作用下的强制振盪。福里哀級数与直綫頻譜(103) 4. 福里哀积分和福里哀变换(107) 5. 过渡历程以福里哀积分形式表示(110) 6. 拉普拉斯变换

(110) 7. 最简单的函数的拉普拉斯变换式(113) 8. 函数 $F(S)$ 的零点与极点(115) 9. 拉普拉斯变换的基本性质(118) 10. 应用拉普拉斯变换解线性微分方程的例子(124) 11. n 阶方程当初始条件为零时的解(129) 12. 当初始条件不为零时 n 阶方程的解(130) 13. 应用拉普拉斯变换解微分方程组(136) 14. 当作用是阶跃函数时把非齐次微分方程变成齐次方程(138)

第六章 自动调整系统的基本动力学特性——转移函数和过渡函数

数140

1. 动力学系统转移函数的定义与基本性质(141) 2. 自动调整系统的转移函数(142) 3. 有静差系统与无静差系统的转移函数(145) 4. 脉冲过渡函数(或称权函数)与单位过渡函数(150) 5. 在任何作用下过渡历程与脉冲过渡函数间的关系(155) 6. 被调整变量的误差与偏移表达式的积分形式(157) 7. 自动调整系统的积分方程(158) 8. 误差系数(159) 9. 多环自动调整系统的结构图。结构元件的转移函数(164) 10. 结构图的变换(168)

第七章 自动调整系统的典型环节174

1. 环节的分类(175) 2. 非周期性环节(177) 3. 振荡环节(182) 4. 积分环节(187) 5. 放大环节(189) 6. 一阶微分环节(190) 7. 二阶微分环节(191)

第八章 自动调整系统的微分方程、结构图和转移函数列写举例

例194

1. 水轮机自动调速系统(194) 2. 电子调压器(204) 3. 做型铣床的随动系统(210) 4. 雷达站的随动系统(220)

第二篇

自动调整系统稳定性的研究

第九章 李亚普诺夫对稳定性问题的一般提法以及自动调整系统

稳定性的分析226

1. 自动调整理论中稳定性问题的提法(226) 2. 按一次近似方程式研究稳定性(231) 3. 论李亚普诺夫直接法(233) 4. 应用李亚普诺夫直接法分析一类自动调整系统的稳定性(237)

第十章 自动调整系统的稳定判据246

1. 引言(248) 2. 米哈依洛夫稳定判据(250) 3. 饒斯和霍维茨稳定判据(254) 4. 奈魁斯特-米哈依洛夫频率稳定判据(260) 5. 按幅相特性分析稳定性的最简单的例子(268)

第十一章 稳定域的划分275

1. 特征方程式系数空间和参量空间 Π 划分概念(276) 2. 一个复参量平面上的 Π 划分(277) 3. Π 划分和各种稳定判据的联系(282) 4. 两个实参量的平面上的 Π 划分(维什格拉斯基图)(285) 5. 稳定域的存在条件(294)

第十二章 利用对数频率特性法分析自动调整系统的稳定性296

1. 开环系统幅相特性的名词术语与几点解释(296) 2. 对数频率特性(299) 3. 典型环节的对数频率特性(301) 4. 单环系统对数频率特性的近似绘制法(315)
5. 单环自动调整系统按对数频率特性分析稳定性(318) 6. 多环自动调整系统的稳定性(321) 7. 频率稳定判据推广到多环系统(322) 8. 利用对数频率特性分析多环自动调整系统的稳定性(324)

第十三章 具有迟滞的自动调整系统稳定性的分析333

1. 具有恒迟滞的自动调整系统的转移函数和频率特性(334) 2. 具有恒迟滞的系统的稳定性(335) 3. 具有迟滞的自动调整系统参量域的划分(341)

第十四章 自动调速系统稳定性分析举例344

1. 水轮机自动调速系统(344) 2. 电子调压器(350) 3. 做型铣床的随动系统(353) 4. 控制CLP-584天綫用的随动系统稳定性的研究(357)

緒 論

苏联国民經济在向更高的發展水平过渡的过程中，有一些强有力的技术手段無疑應該起着極其重大的作用，而生产过程与机器的自动調整就是这些技术手段中的一种。

很明显，現在已經沒有哪一門技术不应用自动調整了。它在动力系統中用来調整頻率、电压、功率和原动机的轉速，它也用来控制軋鋼机和造紙机的电力驅動，在航空方面用来把發動机保持在所需的工作状态和把飞行保持在必需的状态上，它还用来調整工業爐的热力状态，調整鍋爐設備的工作状态，在机械制造業中控制做形机床的驅動設備，在化学工業中用来調整温度、压力、反应物質的濃度、产品流量，用来控制矿井提升設備和采煤康拜因，用来使石油加工和石油开采过程自动化，用来控制計算机，控制国防設備等等，这种例子是多得不胜枚举的。

为了了解自动調整对于技术發展現狀以及进一步發展的意义，必須首先講一講自动調整器的作用原理和用途。

每种机器、机組、生产过程的工作状态都可以用許多量来表示它的特性。通常对于其中一些量的变化是要加以一定限制的。例如汽輪机和水輪机的轉速，当軸上阻力矩發生任何波动时，都应该以一定准确程度保持为恒定值；做形机床刀具位置的改变必須和它所應該切出的工件形狀相对应；表示雷达天綫位置的角度，它的变化應該和它所跟踪的目标位置相对应等等。

任何自动調整器的作用原理，都不外是：觉察出表示机器工作或过程进行的量对給定变化規律的偏移，并且作用于这一机器或过程，使其消除这种对所需状态的偏移。这种把机器運轉或过程进行保持在所需状态的工作，早先不是由自动調整器担任，而一般是由人来担任的。在这种情况下，人注視着仪表的指示数（仪表能够感受出表示該

过程特性的量的变化)，一旦发现有对所需状态的偏移时，就马上去进行校正。但是随着技术的发展，也就逐渐显示出，许多生产过程采用毋需人来直接参加的自动控制是比较适宜的。

其中一个原因是自动调整可以减轻人的体力劳动，把他的力量解放出来，去进行那些比自动调整器所能做的更复杂和更重要的工作。例如飞机上常常装设的自动駕駛仪，就可以减轻飞行员的劳动，把他从使人疲倦的工作中解放出来，这种工作就是必需連續操縱飞机的控制舵以保持所需的飞行状态。

此外，自动控制通常要比手动控制更准确、动作更快、更可靠、更能消除主观误差，在经济上也更合算。这是因为技术的发展需要应用一些进行得极为迅速以致于人们来不及控制的过程。例如生产和分配电能的电力系统，装了自动调整装置以后，系统中的事故就要比手动调整时少得多，这些事故会破坏电力系统稳定性，造成国民经济巨大的物质损失。

最后还应该指出，当生产条件使得人们不能应用手动控制时，自动调整就成为唯一的手段了。毫无疑问，自动调整在控制与和平生产原子能有关的各种过程中具有重大意义，因为这些过程对人体器官是有害的。

自动调整系统的研究和设计并不是简单的事情，通常它包括下列几个步骤：

(a) 研究调整对象，决定它的特性和参量，它的工作条件和它所经受的外作用；

(б) 提出对调整系统的要求；

(в) 选择原始调整线路；

(г) 根据对调整线路各元件的容量、可靠性的要求和已有的能源、维护要求等选择调整线路的元件；

(д) 根据对系统静特性和动特性的要求，确定调整系统的结构图，并选择和计算调整系统的各个元件和参量；

(e) 在实验室条件下用实验研究调整系统(或者它的个别部分)，并对调整线路进行相应的修正；

(ж)設計、制造和安裝調整系統;

(з)在它的实际工作条件下整定調整系統;

(и)試運轉調整系統。

自动調整的一般理論的任务是: (1)研究自动調整系統的綜合方法, 这些方法使我們能够适当選擇系統各元件的相互作用綫路, 選擇这些元件的参量和特性, 以便使得整个系統能够滿足对它的靜态和动态行为所提出的要求; (2)研究自动調整系統的分析方法, 这些方法使我們能够决定系統是否滿足对它提出的要求, 并且指出改善它的动力学特性的途徑; (3)找出用实验方式研究和測試自动調整系統动力学特性的方法以及校正这些特性的方法。

自动調整理論目前已經有了很大的發展, 但還沒达到完全成熟和完善的步。

自动調整的一般理論在發展上所碰到的困难是: 第一, 事实上它應該依赖于差不多全部現代技术的發展狀況。因此自动調整的一般理論應該提供适用于綜合、分析和研究各种自动調整系統的方法, 这些調整系統的調整对象的物理秉性各不相同, 而系統中的調整器所采用的技术成果也是最新的。

自动調整理論發展的第二个困难是: 它虽然是一門实用的工程科学, 但是却需要利用極复杂的数学工具, 而数学發展的現代水平还不足以解决調整理論目前所提出的問題。的确, 自动調整理論的研究对象乃是自动調整系統的动力学和靜力学, 而自动調整系統又是具有多个自由度的动力学系統, 它不仅包含恆参量, 还包含非綫性参量, 有时还包含分佈参量。綜合和分析这类系統所需的数学工具, 是常微分方程和偏微分方程(或者与它們等值的积分方程)。但是我們知道, 目前只是綫性微分方程和某几类非綫性微分方程有正規的解法。此外, 應該強調指出, 对調整理論來說, 仅有求解某些类微分与积分方程的一般方法还不够, 还必須有适合于日常工程应用的比較簡單的計算方法。

由于上述困难, 所以調整系統的模拟方法对于調整理論來說就有着重大的意义, 模拟方法可以看作是一种有力的輔助研究工具, 利用

它可以便于計算和确定結果，并且可以在實驗室条件下預先進行測試和整定。也正是由于这些困难，自动調整理論在它目前的發展水平上还没有提供求得准确結果的可能，因此，要最后选定調整系統的參量，通常还必須在实际条件下把調整器重加調准和整定。但是这并不貶低自动調整理論的价值，因为自动調整理論現在已經能够求得問題的近似解，能够選擇合理的調整綫路及其參量的大概数值，指出改善調整系統动力学特性的途徑，因此，也就把自动調整系統的研究和設計逐漸变成一門严整的学科，这門学科奠定在坚实基础之上，而不是仅仅根据实验，而实验的結果是依赖于实验者的直觉，有时还依赖于僥倖的。

本書的內容分成兩部分，各部分內容如下：

第一部分講述綫性自动調整系統的稳定性、品質和动态准确度研究方法的某些一般問題。

第二部分講述目前已为大家所知道的自动調整理論中許多非綫性問題的一些解法。

第一部分共分四篇。

在第一篇里，包含了我国(指苏联——譯者)在自动調整理論和技术方面的成就的簡短綜述，列述了某些基本概念和定义，討論了一些典型綫路，并且講述了自动調整系統微分方程的列写方法。在現代自动調整理論中，福里哀变换和拉普拉斯变换起着很大的作用，这些变换把像轉移函数这种最重要的概念在調整理論中提了出来。因此，在第一篇中，專門有一章講述这些变换的基本性質和怎么使用它們來解算微分方程。

对于自动調整系統及其典型环节的轉移函数和过渡函数，本書是給予充分注意的。在第一篇的最后一章中，提供了一些列写轉移函数的例子。这一篇的第三章中所研究的典型綫路就是这些例子的基础。在選擇例子的时候，我們掌握了这样的原則：这些例子主要所牽涉到的調整对象，是研究調整問題的人所熟悉的，例如原动机、电机等。由于本書的任务是講述自动調整的一般理論，因此如果在書中举的例子需要比較狹窄的技术範圍內的專門知識，因而不能为广大讀者所接

受，那显然是不合理的。此外，自动調整現在已經应用得这样广泛，以致于一本書的篇幅也未必能把所有的东西都包括在內。前面曾經提到，关于应用調整理論的一般方法来計算各技术領域內的自动調整系統的問題，將在另一本書中加以詳尽叙述。

本書第二篇講述自动調整系統穩定性的分析問題。它是从李亞普諾夫的运动稳定性概念的严格定义出發的，然后扼要地講述了李亞普諾夫研究得出的兩個分析穩定性的基本方法。應該指出，这兒所講的李亞普諾夫第二方法与第一方法不同的地方是它并不牽涉到初始扰动較小这样一个假設，因此它是分析非綫性系統的有力工具。这一篇的其余內容是以第一方法的各定理为基础的。在这一篇里，对于各种稳定判据、稳定域的划分、目前在工程实际上業已广泛应用的按对数頻率特性分析穩定性的方法等都特別加以注意。关于对数頻率法的应用，还以前一篇所講过的那些典型綫路为例来加以詳尽解釋。本篇中还有一章向讀者介紹了含有分佈參量的系統穩定性分析的問題。但是必須指出，由于問題的复杂性，需要讀者具备更多的数学知識，同时要想全面講述，需要不止是一章、而是独立一篇的篇幅，因此事实上这里只講了具有迟滯的系統穩定性分析的問題。

第三篇講述的，是在可以用某种典型外作用所引起的过渡历程来作为自动調整系統的具有代表性的工作状态的情况下，自动調整系統品質的分析方法，和自动調整系統的綜合的一些問題。大家知道，目前有三个分析自动調整系統品質的方法：頻率法，以研究轉移函数極点与零点分佈为基础的方法，积分鑑定法。

目前，上述第一种方法——頻率法，在用来解决不仅是品質分析、同时还有綜合的問題方面，有了最大的發展。因此本書也就最着重講它，同时还用一些具体的例子來說明怎样用它来綜合校正裝置。但是應該預先告訴讀者，不要認為这些方法是相互对立的。这样看是不妥当的，因为：第一，所有三种方法的基础都是按照轉移函数的各种性質来判断系統的品質，也就是判断它在过渡历程中的行为，而不必直接解算微分方程；第二，調整理論的發展指出，这三种方法的發展趨勢不是相互孤立的，相反地却是相互关連的。第三篇的第十八章