

电气自动学

上 册

苏联 A.Γ. 伊瓦赫年柯著

电力工业出版社

电 气 自 动 学

上 册

苏联 A. Γ. 伊瓦赫年柯著

朱 物 华译

电 力 工 业 出 版 社

內 容 提 要

本書所討論的是自动調整系統的动力学方程式和靜力学方程式、自动調整系統
的穩定性、穩态和非穩态問題。

本書虽是叙述自动調整的基本原理的一本書，但对目前尚未得到充分解釋的問
題給予了特別的注意。

本書是科学技术人員和高等电工院系学生的參考書。

А. Г. ИВАХНЕНКО

ЭЛЕКТРОАВТОМАТИКА

ГОСТЕХИЗДАТ УССР КИЕВ 1954

电 气 自 动 学 上 册

根据苏联国立烏克蘭技术書籍出版社1954年基輔版翻譯

朱 物 华譯

*

564D208

电力工業出版社出版(北京府右街26号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第082号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 开本 * 9 $\frac{1}{2}$ 印張 * 203千字 * 定价(第10类)1.30元

1957年5月北京第1版

1957年5月北京第1次印刷(0001—5,100册)

序

苏联共产党第十九次代表大会对苏联的科学和技术提出了許多巨大的新任务。

为了保証实行广泛的自动化，在大会的指示中規定了大力發展生产自动控制器件和测量仪器的机械制造工業。控制和檢驗仪器以及自动裝置和遙控裝置的生产，拟定在五年內大致要提高到2.7倍。

本書所講述的是关于电气自动裝置方面的問題，也就是講述如何利用以电現象为其作用基础的电器来实现自动裝置的任务。

自动学这一科学技术部門包括着对長期毋需維護人員直接参加的生产过程实行自动控制与調整的裝置的研究拟制与理論問題。其中一定的任务或程序是在这些裝置投入运轉之前由生产維護人員將其适当調准而預行确定。对自动裝置应选用何种調准，則視在各种工艺过程的进行中有些什么特点应由本自动裝置的工作加以保証而定。

自动調整是自动技术部門之一。自动調整理論是研究由电机或机組(調整对象)和自动調整器具(通常叫做調整器)所組成的自动調整系統的特性和拟制方法。自动調整系統之中可能包括以利用各种物理現象为裝置基础的器具和生产机組。

原动机轉速的自动調整是广泛使用調整的最早部門之一。

不久以后就有了热处理調整器(温度調整器，汽压調整器，等)，再后就有了电机和电器調整器。

第一个电气轉速調整器是 K. И. 康斯坦京諾夫在 1853 年發明的。1869 年，另一个俄国工程师 B. H. 契柯列夫發明了用于电弧灯的电極位置調整器。这样看来，最初的电气調整器是由俄国学者們提出和制成的。

制成下列各件的功績都屬於俄国的学者們的：电 磁 繼 电 器

(П. Л. 施林格, 1832年), 光电管(А. Г. 斯托列托夫, 1888年), 同步跟踪系統(А. П. 达維道夫, 1877年), 自动駕駛仪(К. Э. 茨阿耳柯夫斯基, 1898年)以及其他重要的电力自动裝置。

电气自动調整系統在利用这些成就以及初期机械和液压調整系統運轉經驗的基础上發展起来了。

第一个具有工業用途的調整器是 И. И. 波耳祖諾夫在1765年所發明的蒸汽鍋爐水位調整器, 此鍋爐所生蒸汽系用于他所發明的第一个蒸汽机, 一切現代化的蒸汽机都是从这个蒸汽机开始發展起来的。

这个調整器实现了所謂直接調整綫路。其中反应离开規定值的水位偏差的測量元件是水浮标, 而执行机械則是調节流水量的水閥。当水位升高时, 浮标就推动水閥, 將水流減小。

这样一来, И. И. 波耳祖諾夫便首先采用了閉环作用系統: 鍋爐——調整器——鍋爐。具有負反饋和正反饋的閉合动系統(單迴路和多迴路的)的研究, 是現代自动調整原理的主要內容。

調整对象的自动化常常歸結为向其接以外部負反饋(有时是正的)及为了提高系統特性曲綫剛性的按主扰及其导数的反饋。

用来使蒸汽机轉速保持恒定的瓦特离心調整器(1784年)基础。就是以这个調整原理为瓦特調整系統由測量元件(离心摆)、槓桿、执行元件(蒸汽机入汽調节閥)和調整对象(蒸汽机)所組成。这样看来, 这种系統是重复了 И. И. 波耳祖諾夫的調整綫路。

調整器反应被調整量对規定值的偏差的調整原理叫做补偿原理或波耳祖諾夫——瓦特原理。古典补偿調整原理是俄国学者 И. А. 維施聶格拉德斯基的著作(1876年)創立起来的, 并在 П. Л. 車貝舍夫, А. М. 里雅普諾夫, Н. Е. 茹柯夫斯基, А. 斯托道耳等的著作中得到了进一步的發展和論証。这个理論成为了改进蒸汽机調速系統的基础。但是后来各种类型和用途的自动調整器的快速發展, 使得理論比調整的实践落后了一些。

由于苏联学者 А. В. 米哈伊洛夫, И. Н. 沃茲聶先斯基, В. С.

庫列巴金院士、A.A. 安德郎諾夫院士、B.B. 索洛道夫尼柯夫、Я.З. 崔普金、M.B. 麥耶羅夫以及其他許多學者們卓著成效的研究，前進了的自動調整技術和自動調整理論之間的缺口正在不斷地減少。

在許多問題(例如穩定性問題)上，現代的調整理論能作出完全滿足實踐中所需要的解答。

近年來出版了許多很好的書籍，其中系統地敘述了調整理論中的主要問題[1],[4],[6],[9],[10],[17],[41],[52],[55],[62],[63],[64],[75],[83]。

本書講解的也是調整的基本原理，不過這裡的講解有着許多特點。書中對於直到現時尚未得到充分解釋的問題給予了特別的注意。

除反應被調整量對規定值的偏差的補償式系統外，書中還討論了那些也能反應主擾量和其對時間的導數的複合系統。具有擾動和其導數作用的系統在理論方面還研究得不够。同時，實際上使用的大多數系統，尤其是電氣系統，或者只是反應擾動(發電機的復激)，或者包括着擾動作用的附加反饋。

由於這些主要問題的關係，在書中討論了附加地用來提高調整準確度的按擾動和其導數的自動調整法。

書中指出把擾動作用劃分成主擾作用和次擾作用的重要性。擾動和其導數的反饋在某些條件下可以消除主擾作用所引起的穩態部分誤差過渡部分誤差。這些反饋不能消除由次擾變動所引起的誤差這些作用是沒有測量反饋的。

書中所給予特別注意的第二個問題是複合系統準確度的估計法的確定問題。在討論這個問題時，對於穩態和過渡狀態中準確度的關係作了考慮。這個問題關連着從特性曲線的硬性的觀點，從穩定性的觀點以及從系統過渡過程質量的觀點來選擇系統的綫路與參數最佳值的問題。

我們用“穩定性檢驗”這個術語來代替已經應用的術語“穩定性研究”或“穩定性分析”，這個術語是更確切地表示出各種穩定

性鑑定法的应用實質。

穩定区的範圍通常大到这样的程度，以致其界限位置对于綫路的选择和系統的調准只能給予很少的帮助。过程質量的研究是在穩定区的小範圍內进行，其中过程接近于最佳状态。

真正的穩定性分析（就是闡明系統的各种参数对穩定性的影响和确定穩定区的界限）只是在系統不穩定的情况下用来使其达到穩定。穩定系統最佳調准的选择問題原則上显然不可能利用穩定性分析来解决，因为要解决这个問題，必須考虑和穩定性無關的因數：动作的初条件和稳态誤差的大小（这些都不包括在分析中）。因此最佳調准的选择問題不在穩定篇中解决，而在研究过渡过程質量的篇中解决。

单独調整系統的穩定性檢驗在調整对象的最危險运转情况下进行，因而在大多数情况下可以不考虑調整对象的負載性質对穩定性的影响問題，因为最常見的最不穩定情况是調整对象的空載运转。并联調整系統的穩定性檢驗和其質量的研究必須在考虑負載性質的情况下进行。

書中对于調整系統稳态的研究和非稳态的計算都予以重視，并且注意到不能脫离稳态的研究来进行調整动力学的研究，因为根据获取优良动态特性的条件而得出的系統調准，从稳态观点来看常常是不能令人滿意的。

决不是永远都应当力求达到系統的最高穩定性。在沒有积分操縱的情况下，对于單迴路系統和大多数多迴路系統（在系統迴路數目不够多时）來說，稳态最大准确度調准和动态最佳質量調准之間的平均折衷解答是最恰当的。

因此，从动态观点来探求系統对最佳过程的調准，在方法上是不正确的，因为由于稳态誤差过大的緣故，这种調准在大多数情况下实际上并不适用。

在具有扰动作用的复合系統中，折衷調准仍有其本身的意義，因为消除由主扰作用的变动所引起的誤差还并不就是消除由次扰作用的变动所引起的誤差。

容易看出，不考慮穩態誤差的大小而研究過渡過程質量（就是曲線的幾何特性）的方法（例如，單獨使用的積分鑑定法），實際上只有對具有積分操縱的定值系統中方才適用，在這些系統中進行調准时，可以期望的只是獲得系統的良好動態質量，並不管由主擾作用和次擾作用所引起的穩態誤差的大小如何。

不考慮穩態誤差大小的積分鑑定法，我們只作為在主擾作用方面系統動態質量的評定指標來討論。主擾作用所引起的穩態誤差的大小用差值系數來表示。這樣一來，調整系統在主要擾作用方面的特性要用不少於兩個指標（ I_2 和 γ ）來說明。

即不考慮動作的初條件，也不考慮穩態誤差大小的根的分佈鑑定法（例如，穩定度鑑定法）系用來表示系統在一切作用（其中包括次擾作用）方面的動態特性。這時，穩態中的準確性用被叫做準確度的量值來表示，它是全部差值系數的分母。這樣一來，系統在次擾作用方面的特性也要用不少於兩個指標（ $c_{\text{мин}}$ 和 s ）來表示，其中每個指標在單獨地分開時，對於系統的評定幾乎無用。

更準確地評定對於主擾作用及次擾作用的過渡過程的質量，可以利用曲線表來進行，為了繪制這些曲線，書中推薦了簡明的反導法，這種方法使計算者在付出最小量的勞動時，能獲得問題的普遍解答[23]。

反導法在研究某些複合系統的質量時是特別方便，在這些系統中，調准时變參數常常是即可以在動力方程的左邊，又可以在其右邊。書中使用了“部分”法：先研究方程的左部，然後研究其右部，這樣就大大地簡化了選擇最佳調准問題的解答。

反導法即可以用來研究某些非線性的系統，又可以用來解決許多附屬問題（確定根的數值、確定最大穩定度的條件等）。

對各種調整任務不同的系統的研究方法也是書中敘述的特點。書中對於跟蹤系統研究法和恒值系統研究法的區別並不賦予重大意義。在許多情況下，可以根據運轉情況把同一系統作為恒值系統來研究，或作為跟蹤系統來研究，或作為程序系統來研究。在第一种情況下來研究動態質量時，常常是假設調整對象的

負載瞬時變動為恒定值，在第二種情況下，則假設調整任務是均勻變動等加速變動或簡諧變動。

本書應當幫助讀者掌握自動調整的恆值系統和跟蹤系統的調准與編制綫路的基本法則。

不可能將發展很快的調整理論的各个方面全部包括無遺。因此某些問題（斷續調整、擾動的差值問題、非綫性調整的普遍情況等）就沒有討論。這些問題應當是各種專門書籍的講述對象。

本書以廣大的工程技術人員和高等電工學校的高年級學生為對象。具有電工學院三年級的水平，就足以閱讀書中主要的章節。

著者設想讀者已熟知電氣自動裝置的各種基本元件，尤其是電子管、閘流管、磁放大器、電機放大器和電動機。某些章節需要綫性微分方程的基本知識。運算微積是在有限的範圍內使用，並且只有在不用它時計算就過分繁重的處所才使用。

本書以著者在1947—1953年在榮獲列寧勳章的基輔工業學院中講授自動調整理論的講稿為基礎。

按照電氣自動裝置課程的敘述，除闡明電氣調整系統的基本原理的本書外，尚擬出版敘述有關复合調整系統理論和技術方面的材料的第二冊。該書中要更為詳細地闡明利用強化裝置和主要擾動導數調整來提高系統準確性的問題。

著者認為，本書第一版難免有許多缺點，因此請求讀者們按下面地址寄出自己的意見：基輔，紅軍街11號，烏克蘭蘇維埃社會主義共和國國立技術書籍出版社。

目 录

序

第一章 基本概念和定义	1
保持被調整量的恒定(恒值)——最重要調整任务之一	1
程序調整系統和跟踪調整系統的任务	3
作用的分类	4
自动調整系統的主要形式	6
自动調整系統的典型結構圖	30
具有扰动的作用的复合系統的优点	44
第二章 自动調整系統的动态方程和靜态方程	45
調整系統的主要工作状态	45
对恒值系統在稳态中的要求	48
在稳态中对跟踪系統和程序系統的要求	51
关于扰动(或控制)作用变动規律的假設	52
在过渡状态中对系統的要求	59
自动調整系統的数学表示問題	61
在偏差很小的情况下檢驗穩定性和研究过渡过程时, 調整系 統的动态方程的組織特点	62
調整系統的自由度的数目	68
調整系統的檢波特性和(方向作用)	70
具有不同物理性質的元件的动态方程之間的比拟	70
慣性环节的主要类型	71
在閉合状态中的系統的动态方程	81
組織系統动态方程的实例及其系数的确定	82
系統元件的靜态方程和整个系統的靜态方程	89
从綫性化动态方程中所得出的靜态方程的圖示法	90
使調整系統的差值特性曲綫的分析式确定法大为 簡化的輔助定理	91

第三章 自动調整系統的稳定性	93
用分析微分方程系数的方法来檢驗調整系統的稳定性	93
古尔維茨的稳定性鑑定法	95
改变調整系統稳定性的方法	98
具有炭柱电阻的电压調整系統的稳定性	101
維施磊格拉德斯基二参数平面上的稳定性曲綫	104
方向自动調整系統的稳定性(举例)	106
幅相特性曲綫法	108
幅相特性曲綫和元件的導納	110
幅相特性曲綫和導納的关系	112
矢量(簡諧函数的)的微分和积分	113
元件并联和串联时的導納	115
方程和結構圖的关系。多迴路結構圖的等效轉变法	116
調整系統在开断和閉合状态中的導納以及它們之間的关系	118
具有 ВЭИ型調整器的系統的導納(举例)	121
頻率特性曲綫的主要形式和相互关系	124
幅相特性曲綫法。利用特性曲綫 $Y_p(P)$ 的稳定性鑑定法(納伊 克維斯特鑑定法)	127
調整系統的幅相特性曲綫 $Y_p(j\omega)$ 的分析計算法	128
調整作用導数的軟性反饋作用的物理意义	131
幅相特性曲綫 $Y_p(j\omega)$ 的某些特性	132
利用特性曲綫 $Z_s(j\omega)$ 或 $Y_s(j\omega)$ 的 А. В. 米哈伊洛夫稳定性 鑑定法	133
多迴路系統“条件”稳定性的概念	139
获得幅相特性曲綫的試驗方法	140
第四章 自动調整系統的穩态	143
緒 論	143
調整系統穩态部分誤差的兩種主要形式	143
跟踪系統中跟踪誤差和稳定性的关系	144
恒值系統的差值性和稳定性的关系	152
單迴路和双迴路系統的折衷調准的必要性。三迴路結構圖	155
系統在穩态中的准确性的主要指标: 准确度 S 和差值系数 γ	157
提高准确度 S 和扰动的硬性反饋系数 ρ 。对于恒值系統差值特性曲綫	

的形狀的影響	160
調整規律的選擇和計及穩態要求的反饋系數計算法	160
具有一個沒有穩態誤差的狀態的系統的調整極限計算法	168
具有兩個沒有穩態誤差狀態的系統的調整極限計算法	173
具有三個沒有穩態誤差的狀態的系統的調整極限計算法	174
調整系統一個元件的特性曲線根據其餘元件給定特性曲線及其 十字形排列法的圖解(反導法)	179
一般形式和數字形式的穩態研究及 A. B. 米哈伊洛夫光電補償 器的誤差分析(舉例)	181
一般形式表示的穩態準確度的兩種質量研究方法的比較	197
消除和任意改變穩態誤差的方法	204
第五章 自動調整系統的非穩定狀態	205
緒 論	205
穩定過渡過程的質量的研究法	205
特性方程的根在複數平面上的分佈鑑定法	208
調整過程動態質量的積分鑑定法	213
指標 $S = \sigma_{\text{min}}(\Delta_n)$ 和指標 $Z = I_2$ 的應用範圍	218
幅相特性曲線在穩定調整系統中的最佳形狀	219
利用強化裝置或主要擾動導數調整法來減低和消除由主要擾動 作用的變動所引起的過渡誤差	223
函數 $\Sigma_3(t)$ 的實驗選擇	225
擾動反饋系數的選擇和系統的穩定性與準確性之間的關係	230
誤差的穩態過渡部分的改變方法與消除方法之間的類似性	231
參考文獻	233

第一章 基本概念和定义

保持被調整量的恒定(恆值)——最重要調整任务之一

建立自动調整系統的目的在於解决許多叫做調整問題的技术問題。最常遇到的是提高調整對象的負載特性曲綫的硬性問題。解决了這個問題就可以減低在各种扰动作用的变动时被調整量(速度、温度、压力、頻率和其他物理量)的变动。

調整對象对主扰作用的負載特性曲綫或差值特性曲綫表示出被調整量的稳态值与主扰作用(調整對象的負載)的关系 $\Phi = \Phi(L)$ 。

在調整器开断后得出的特性曲綫叫做調整對象的固有的或自然的差值特性曲綫。接入調整器，就改变了特性曲綫 $\Phi = \Phi(L)$ 的斜度和几何形狀，使它更接近水平方向(硬些)和更接近于直綫。有了調整器，特性曲綫 $\Phi = \Phi(L)$ 就叫做調整系統的差值特性曲綫。

調整對象(沒有調整器时所討論的)的特性曲綫的硬性这一概念密切地联系着對象的自調整或自平直的概念，这个概念是特性曲綫硬性的量度。

如果調整對象的負載变化时，被調整量改变很大，則特性曲綫叫做軟性的。沒有自調整的對象就具有这种很軟的特性曲綫。對象的自調整越大，其特性曲綫越硬(越接近水平)。联接調整器的目的在於人工地进一步提高調整對象的特性曲綫的硬性。例如，蒸汽机通常具有非常軟的特性曲綫，就是說，它沒有自調整。不用調速器，蒸汽机就不能稳定地运轉。在負載力矩增加时，轉速很快地降低，在負載降低时，轉速就大为增加。这样看来，蒸汽机調速器的任务在於提高其負載特性曲綫的硬性。只有在蒸汽机負載力矩和速度有关系(抽風机式負載)的稀有情況下，才

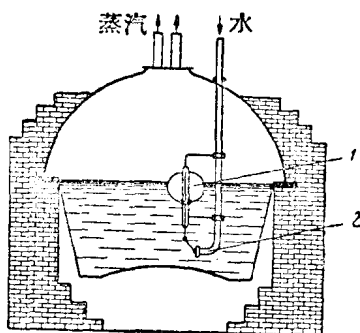
在沒有調整器時也能穩定地運轉。

在無人直接參加下能保持被調整量恆定並具有所需的準確性的裝置叫做被調整量的恆值系統(或簡單地叫做自動調整系統)。恆值系統是由調整對象(機器、機組、等)和調整器所組成。

為了在各種擾動作用的變動下保持(具有某種規定的準確性)被調整量的恆定，就在調整對象上聯接了調整器。

調整對象的外負載常常是恆值系統的主擾作用(發電機軸上的負載力矩、發電機的負載、鍋爐的輸汽量、等)。幾個不同的擾動作用(例如發電機電壓調整系統中的轉速變動與負載電流)可能對同一調整系統發生作用。下面舉出幾個自動調整系統的例子。

И. И. 波耳祖諾夫的浮子水位調整器 И. И. 波耳祖諾夫的用於保持



蒸汽鍋爐水位恆定的調整器有如圖 1 所示。

汽壓減低時，鍋爐中水位升高，因而浮子 1 把閥 2 關閉，這樣就減小了流入鍋爐中的水量；在水位降低時，調整器把閥掀開；這樣就解決了穩定鍋爐水位高度的問題。

原動機的离心調速器 發電機轉速的調整，按年代來講，是自動調整在工程中廣泛使用的最早部門之一 [10]。調整的任務，是當負載力矩變動時，保持原動機的轉速不變。圖 2, a 表示的是具有液壓放大器的間接動作調整器的配置圖。主測速元件(調整器的感觸元件)是离心擺 1。在轉速增加時，擺的聯軸器在离心力的作用下就向上升高。這就引起滑閥 2 移動，它就把受壓油向執行發動機 4 上部空腔的通路開放。執行發動機的活塞向下移動，作用於執行元件 5，就減小了載能者(蒸汽、水、等)進入發動機 6 的通路。執行發動機的活塞機械地和槓桿 3 連接在一起(調整作用的硬性反饋)。

圖 1 И. И. 波耳祖諾夫的浮子水位調整器

如果反饋能讓作用的恆定部分通過，它就叫做硬性的，如果不能通過，它就叫做軟性的。具有不能通過電流直流量分的串聯電容器的反饋是調整作用的軟性反饋的實例。

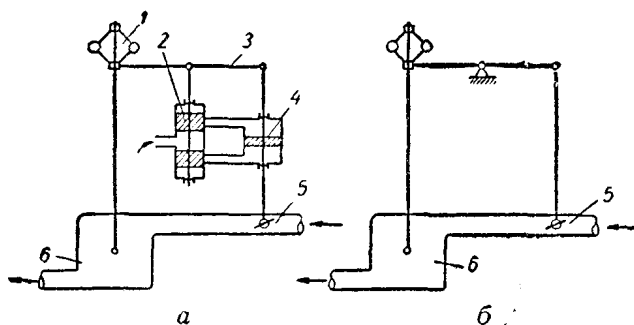


圖 2 原动机离心調速器

槓桿右端的向下移動把滑閥推到原來位置，就是說，關閉了油通往執行發動機的入口。在轉速減低時，調整過程與此類似地向相反的方向進行：增加進入發動機的載能者的數量。

在直接作用調整器中，沒有滑閥和執行發動機（功率放大器）。槓桿 3 的右端直接作用到執行元件 5 上（圖 2, б）。

程序調整系統和跟蹤調整系統的任务

有些調整系統，其主要任务（在主控作用不變時，保持恆值）因附加的要求而複雜化。屬於這些系統的有根據規定的時間函數曲線來調整某量值的程序調整系統，以及根據某些外部變動因數來改變被調整量的跟蹤系統。

更準確地講，屬於程序調整任务的，应当是按函數關係調整變動規律已經預知的因數，而屬於跟蹤調整任务的，則应当是按函數關係調整其變動規律不能預知的因數。

程序調整的任务，例如在調整爐溫以進行金屬淬火的時候便能發生，其解決則是在穩定溫度的調整器的綫路上簡單地接入一個元件（發送器），它發送出被調整量的要求值，即按時間函數改變着調整器的整定值（主控作用）。

屬於跟蹤系統的，首先是根據主控軸所規定的轉動角來改變隨動軸轉動角的同步跟蹤系統。兩個軸應當是同相地和同步地轉動。在差值的靜態中，同步跟蹤系統保持着隨動軸的轉角不變。

因此，首先应当解决自动保持被调整量恒定的基本问题。如果已建立了保持被调整量恒定的系统，那末用不太复杂的办法（接入改变整定的装置），很容易把它转变成程序调整系统，或跟踪系统。

在大多数情况下，跟踪系统和程序系统中非稳态过程的原因不是对象的负载变动 $L(t)$ ，而是加在调整器输入端上的主控作用的变动 $\psi(t)$ 。因此，研究恒值系统的方法和研究程序及跟踪系统的方法稍有不同，但是差别不大。此后在研究恒值和跟踪系统时，就没有重要的差别。

同一调整系统，由于根据运转情况不同，可能是恒值系统，也可能是跟踪系统或程序系统。

同步跟踪系统的总配置图 能在放大转动功率时保持两个轴同相和同步转动的系统叫做同步跟踪系统（图3）。这里，主控量 $\psi(t)$ 是主控轴（发送器的轴）的转动角，被调整量 ϕ 是随动轴或接受轴的转动角。通常利用在变压器情况中运转的自同步电机1和2来测量差角 $\gamma = \psi - \phi$ ，并且使用测速发电机3和4来取得与差角的导数成正比的电压。这种电压是改进系统运转的稳定性和质量所必须的。有时使用差动滤波器和

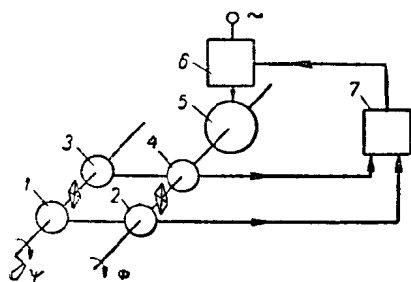


图3 同步跟踪系统的原理图

代替测速发电机[7],[15],[28],[51],[63],[70]。

自同步电机和测速发电机的电压相加并且联接到放大器7上，7就通过控制器6而控制着执行电动机5。执行电动机接通，并使随动轴旋转，一直转到差角等于零时为止。还可以利用接触系统（继电器系统）或比例作用放大器来作为放大器。在本书的下册中，将要讨论几个同步跟踪系统（主要是具有比例放大的系统）的线路图。

作用的分类

被调整量是一个多变量函数。例如，直流电动机的转速就和

下列各項有關係：電動機軸上的負載力矩、其外施電壓的大小、繞組和電刷的電阻在發熱時的改變、由於飽和或各部件的機械位移而產生的磁路特性的變更、等。

在生產過程進行中變動着的作用叫做擾動作用。

下面我們將認為把擾動作用劃分成主擾作用與次擾作用是有很大的意義，這種劃分在研究具有擾動反饋的調整系統時尤其需要。

對於被調整量的影響很大並且易於測量的擾動作用，我們把它叫做主擾作用。

對於被調整量的影響較少並且在研究調整系統時難於預料的大數量的擾動作用（干擾），我們把它叫做次擾作用。

在恆值系統中，主擾作用是直接對調整對象本身發生作用的調整對象的負載。在跟蹤系統中，主擾作用是作用在放大器輸入端的主控作用（調整任務）。

書中常常用共同名詞——主擾動——來稱呼恆值系統中的主擾作用以及跟蹤和程序系統中的主控作用。由調整器產生並用來抵消擾動作用對被調整量的影響的作用叫做調整作用。

電動機軸上的負載力矩是電動機調速系統中的主擾作用。電動機上的外施電壓是調整作用。由於發熱而產生的電路阻抗和磁路阻抗的變動是次擾作用。必須注意，應當認做調整作用的是電動機的電壓，而不是電動機的電流。實際上，在調整器開斷時（或在沒有調整器時），調整作用必須保持恆定並且和擾動作用的大小沒有關係。電動機的電壓就具有這樣的特性，它和負載力矩沒有關係。在發電機的調壓系統中，不論把電壓或是把勵磁電流當作調整作用都沒有關係，因為這兩個量值是互成正比的（在 $R_s = \text{常數}$ 時）。

在原動機調速系統中，發動機軸上的負載力矩是主擾作用，而進入發動機的載能者的數量是調整作用。

調整作用的增加通常使被調整量增加，而擾動作用的增加則使其減低。例如，在電壓調整器中，和發電機電壓成正比的發電