

制浆造纸生产过程 的自动调节

〔苏〕E. P. 巴尔馬索夫著

内 容 介 紹

生产自动化是一种新的技术，而生产过程的自动调节是自动化中最完善和最复杂的形式。

这本书是苏联的中等技术学校教材，对制浆造纸生产过程的自动调节作了简明扼要的叙述。全书共分四篇，十五章。第一篇阐明自动调节的理论基础，并分别说明了各种自动调节器的性质；第二篇论述自动调节器的组成元件；第三篇说明各种工业用的自动调节器和调节器的选择与调整；第四篇，也就是本书的主要部分，论述了制浆造纸生产中各种调节过程的自动化。这里就硫酸盐纸浆、亚硫酸盐纸浆、磨木浆和造纸车间的不同生产过程或生产对象的自动化分别作了叙述。

生产过程自动调节的各种装置和仪表在我国造纸工业中已有不同程度的应用，本书可供造纸厂中有关工作人员参考学习，并可供从事生产自动化的工程技术人员和研究设计人员参考。

Е. Я. БАЛМАСОВ
АВТОМАТИЧЕСКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА
ГОСТЕСБУМИЗДАТ
МОСКВА 1955 ЛЕНИНГРАД

本書根据苏联国家林業与造纸工业出版社 1955 年版譯出

制浆造纸生产过程的自动调节

〔苏〕Е. Я. 巴尔馬索夫 著

刘 豹 周昌雲 譯

傅志宗 校

輕工業出版社出版

（北京市“安內門白廣路”）

北京市書刊出版業營業許可証出字第 009 号

北京市印刷一厂印刷

新华書店科技發行所發行 各地新华書店經銷

787×1092 毫米 1/32 开 9 印張 210,000 字

1956 年 3 月第 1 版

1960 年 3 月北京第 1 次印刷

印数：1—3,000 定价：(10) 1.32 元

统一书号：15342·935

制漿造紙生产过程的自动調节

〔苏〕E. Я. 巴尔馬索夫 著

刘 豹 周昌耀 譯

億志宗 校

輕 工 业 出 版 社

1960年·北 京

目 录

原 序	6
緒 論	7

第 一 篇

自动調節理論基础

第 一 章 关于自动調節的一般知識	16
自动調節系統概述	16
規定的符号	20
第 二 章 調節对象的性質	22
調節对象的負荷	22
調節对象的反应速度和反应時間	26
自行均衡性	32
單容量及多容量調節对象	41
調節对象的反应曲綫	45
調節对象的滯后性	49
第 三 章 自动調節器的性質	54
自动調節器的分类	54
比速調節器	58
定速調節器	71
双据点調節器	76
調節器参数的实验求法	77
第 四 章 最簡單的自动調節系統的性質	80
对自动調節系統的要求	80
用不定位調節器調節具有自行均衡性的單容量調節对象	82
用不定位調節器調節沒有自行均衡性的單容量調節对象	94
使用帶有硬性反联系裝置的調節器調節沒有自行均衡性的單	

容量調節對象	96
使用帶有彈性反聯系裝置的調節器調節沒有自行均衡性的單 容量調節對象	101
調節對象和調節器的參數對於調節過程的影響	105
調節器特性的選擇及最簡單的自動調節系統的近似計算法	107
關於研究複雜的自動調節系統的一些方法的概述	115

第 二 篇

自動調節器的組成元件

第 五 章 調節器的測量元件	120
溫度調節器的測量元件	121
壓力調節器的測量元件	127
流量調節器的測量元件	129
液面高度調節器的測量元件	132
光電管	136
在制漿造紙生產中應用調節器測量元件的特點	139
第 六 章 控制元件及放大器	140
水力調節器的控制元件及放大元件	141
氣力調節器的控制元件及放大元件	144
繼電器和放大器	146
第 七 章 伺服機和執行機構	176
水力調節器的伺服機	176
氣力調節器的執行機構	180
電動伺服機	185
第 八 章 調節機構	189
有關調節機構的一般知識	189
調節閥	193
閘門閥	203
擋板	205

伺服机和調節機構的配合	206
-------------------	-----

第 三 篇

工業用的自动調節器

第 九 章 間接作用的調節器	216
水力調節器	216
氣力調節器	221
電力調節器	233
电机調節器	234
电子調節器	237
联合調節器	240
計劃調節器	244
第 十 章 調節器的選擇和調整	245
自动調節器的選擇	246
調節器的調整	248

第 四 篇

制漿造紙生产中主要对象的自动化

第十一章 硫酸鹽紙漿生产对象的自动化	254
硫酸鹽紙漿的生产流程	254
蒸煮車間工艺过程的自动化	255
洗滌工段生产过程的自动化	266
精选工段生产过程的自动化	271
蒸發工段生产过程的自动化	273
燃燒工段生产过程的自动化	280
第十二章 亞硫酸鹽紙漿生产对象的自动化	282
亞硫酸鹽紙漿的生产流程	282
紙漿蒸煮过程的自动化	283

制酸工段生产过程的自动化	287
第十三章 磨木浆生产过程的自动化	289
第十四章 造纸车间生产对象的自动化	293
生产流程	293
打浆机的自动化	293
造纸机的自动化	294
第十五章 热电站蒸汽锅炉的工作调节	299

原 序

生产自动化是新的技术形式之一，苏联国民经济的各个部門都在此基础上發展起来。

生产过程的自动調节是自动化中最完善和最复杂的形式。本書闡明自动調节的理論基础（第一篇），並描述自动調节器及其組成元件（第二篇和第三篇）。研究上述各篇后，可使讀者更合理地选用和調整制漿造紙生产中各个工段的調节器，这也就是本書的主要任务。

在第四篇中叙述了制漿造紙生产中各种对象的調节过程的自动化方式，首先是硫酸鹽紙漿生产过程的自动調节方式，因为在苏联文献中对于这个問題还没有給予足够的注意。必須指出，由于本書篇幅所限，以及缺乏制漿造紙生产中某些工段自动化的經驗，故不可能包含制漿造紙生产中的全部主要对象。这些問題应当在專門著作中作更全面和更徹底地闡述。

这本教学参考書是根据檢查測量仪表（КИП）及自动化技术方面的中等技术学校中“制漿造紙生产工艺过程自动調节”的教学大綱写成的。本書对于工厂檢查測量仪表車間工作人員及与生产自动化問題有关的工艺工程师也是有用处的。

关于制漿造紙生产过程自动調节方面的教学参考書还是初次出版，因此本書难免沒有缺点。作者將感激地接受对它的一切指正。

緒 論

根据社会主义的基本經濟規律，是在高度技术基础上使社会主义生产不断增长和不断完善，以滿足整个社会經常增長的物質和文化的需要。在苏联国家中，有計劃实现的生产机械化和自动化是將技术提向更高水平的主要方式之一。

現代社会主义生产的特点是普遍的机械化，即用机器和装备代替工人的体力劳动。在这种生产中，人的主要任务是控制机器及生产过程。工艺过程进行速度的增加，对工艺过程精确度要求的提高以及以連續的生产过程代替間断的生产过程的企圖，將使人工控制机器和控制生产过程变得很困难，甚至是不可能的。因此，近来愈来愈多地采用自动化的生产，使生产过程的控制操作变成机械化。这样，自动化就成了比較高級的机械化生产。

生产自动化的主要形式有：自动檢查、自动控制和自动調节。

自动檢查 是現代生产中最普通的自动化形式。自动檢查的任务在于連續地檢驗生产过程的某些物理条件是否符合規定的技术条件。当以人工进行檢查需耗費很多時間，以及在必須連續、精确而客觀地进行物理量的測定，特別是在这些物理量随時間变化很快时，就有必要使檢查的操作自动化。

在制漿造紙工業中，自动檢查的意义極大。为了正确地实现生产化学漿、磨木漿和紙的工艺規程，必須計量木材、化学藥品、水、蒸汽和电能的消耗量，檢查設備中的溫度和压力，觀測酸或碱的濃度及成份、漿板和紙頁的水份、机器的轉速等等。生产檢查的自动化，可以有效地控制生产过程，

可以对原料的耗用量及成品的产量进行客观的统计，可以按仪表的记录分析企业的生产情况，也可以制订并实行最合理的工艺规程。

在自动检查中，并不经常需要测量和记录被检查的物理量的全部数值。有时只需求得这些物理量达到某一最大或最小极限数值的时刻就够了。在这种情况下，检查装置将自动地发出信号，在检查产品规格和质量时，以及在报导生产过程的正常进行遭受破坏时，这种办法使用得特别普遍。

自动控制设备 主要用于电力传动，以及其他形式的传动。这些设备，可以按一定的顺序，依照规定的时间自动地进行电动机的起动、制动、调换转向和停车等操作，也可以执行阀和闸门的远距离控制。

利用自动控制能减轻工人的劳动，增加机器的生产能力和提高设备的效率。

在大多数自动控制系统中均采用所谓防止事故的自动装置，其任务在于预防生产设备的正常工作遭受破坏，或在破坏发生后限制其发展。

在制浆造纸企业中，装有很多各种不同的电动机，有些是独立工作的，有些在一个完整的系统中带动一台或几台机器，所以自动控制在制浆造纸工业中得到了广泛的应用。

自动调节 是最重要和最完善的自动化形式。自动调节的任务在于自动保持工艺过程中所规定的各种条件，例如保持压力、温度、速度等条件不变，或根据预定的规律按时或按其他物理量的变化而改变这些参数。自动调节器执行精确检查和精确控制生产过程的任务，它们可能是十分复杂的设备。对于自动调节时所进行的物理过程的研究形成了一门科学——调节理论。由于自动化技术已广泛地应用于制浆造纸

工業，所以熟悉調節技術的理論基礎以及生產過程自動化的裝置和方法，不僅對於檢查、測量與調節儀表的專門技術人員是必要的，而且對於在制漿造紙企業及設計部門中工作的工藝工程師、機械工程師和動力工程師也都是必要的。

自動化技術和生產自動化的發展 自動化技術是一種專門的科學和技術，它的課題是構造和研究那些不由人工直接操縱而用以控制機器及生產過程的裝置。在自動化技術的發展中，俄國的學者、工程師和發明家曾作過巨大的貢獻。世界上第一個液面高度調節器是由著名的俄國機械師 И. И. 保爾忠諾夫創造的。他在1765年曾為他所設計的汽力裝置（“火力機”）的蒸汽鍋爐，創造了浮筒式的供水調節器。

И. И. 保爾忠諾夫的調節器（圖 1, a）系由連桿 2 同導管 4 上的閥 3 相聯結的浮筒 1 所組成。水經過導管 4 加入鍋爐。連桿 2 可以沿着導環 5 上下移動。當鍋爐中的水位升高時，浮筒將上升，移動閥門，將導管出口關小，以減少加入鍋爐的水量。如果水位下降，則浮筒會下沉，而將閥門開大，增加水的輸入量。由於調節器的作用，鍋爐中的水位可以保持在某一規定的限度內。

第一個磁力調節器也是俄國學者創造的。卓越的電氣技師和機械師 И. И. 康斯坦丁諾夫在 1854 年發明了蒸汽機轉速電磁調節器。在 1856 年，А. И. 什帕科夫斯基制成了具有自動調節器的六個強力電弧燈的設備。在同一年內，他又提出一種根據蒸汽壓力而自動調節加入鍋爐的燃料量的直接作用膜式調節器。

弧光燈的原始的電磁調節器是 В. Н. 奇科列夫創造的。這種裝置之一——差動調節器——的簡圖示於圖 1, б。在這種裝置中，隨着弧光燈炭極 1 的逐漸消失，電極間的距離將

逐漸增大，因而电弧的阻力亦將隨之而增加，這時，電路中電流的比值改變，電磁裝置 3 的槓桿 2 將使機構 4 發生作用，因而使電極逐漸靠近。

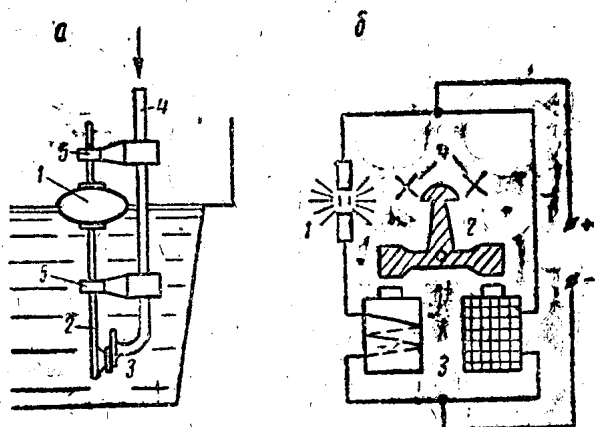


圖 1 調節器

a—И. И. 保爾忠諾夫的水位調節器：1—浮筒；2—連桿；3—閥；4—導管；5—連桿的導環；б—В. Н. 奇科列夫的差動調節器：1—炭極；2—槓桿；3—電磁鐵；4—移動電極的機構

在 П. Н. 雅布洛契柯夫的指導下，於 1871 年制成的另一種型式的奇科列夫調節器的特點，是在調節器中第一次應用伺服電動機。

在國外的調節器製造事業中，最著名的是在 1784 年英國機械師瓦特發明的調整蒸汽機轉速的離心式調節器。近來查明：離心式調節器的工作原理在瓦特以前很久就被應用在水磨上的調節裝置中了。

在二十世紀出現了溫度、壓力、蒸汽和液體流量等調節器，以及其他物理量的調節器。

在自動調節的實際應用發展的同時，學者和工程師們的

思想趋向于理論的創造。借助于这些理論，就能正确和合理地設計自动調节器，为各种具体的工艺对象选定調节器的类型，确定調节过程的特性等等。

自动調节理論的奠基人是俄国学者 И. А. 維什涅格拉德斯基教授。他在十九世紀70年代里發表的論文“論直接作用的調节器”即已确定了現代調节理論發展的基本方向。維什涅格拉德斯基研究了直接作用的調节器对于机器进行調整时的稳定性問題，並确定了关于分析調节工作的質量的原則。

应当指出，还在維什涅格拉德斯基發表的論文得到公認之前，在1871年已經發表了俄国天才数学家 П. Л. 奇貝舍夫的論文“論离心式平衡器”。这篇論文在理論上研究了不定位的調节器的問題。这一工作的意义超出了当时調节器制造业的实际需要，只有在今天，在出現了具有真正自行平衡的現代化的技术对象和广泛使用間接調节系統以后，才有可能充分衡量其作用。

A. M. 里亞普諾夫关于运动稳定性的研究对于現代調节理論的發展具有重大的意义。里亞普諾夫的方法和观点，在苏联学者关于自动調节理論的著作中，得到广泛的应用。

关于机器运轉的自动調节原理的第一門有系統的課程是由偉大的俄国机械师 Н. Е. 茹科夫斯基制訂的。在茹科夫斯基的講义中，不仅着重地講述了直接調节的經典理論，並且探討了最复杂的調节理論的問題，同时估計到干摩擦的影响。

在外国研究者中，应当提出斯拉夫学者 A. 斯托多尔，他將 И. А. 維什涅格拉德斯基的观点和方法推广到間接調节中去。

在自动裝置和自动調节系統中，包括以下各种元件：替續器、放大器、电动机、同步联系器等，沒有这些元件自动技术的

發展是不可想像的。

創造自動裝置重要元件的榮譽也屬於俄國學者。在1834年制成的世界上第一個電動機是B. C. 雅科比院士的電動機，附有迴轉式的整流器，這種整流器後來被應用在自動調節系統中。雅科比和Э. X. 林茨院士共同創造了第一具電壓調節器。

在十九世紀60年代里，工程師B. Ф. 彼得魯舍夫斯基在他設計的視距儀內採用了同步聯系器。

1887年莫斯科大学A. Г. 斯托列托夫教授制成了外光電效應的光電管。這個發現以及B. Л. 羅津格在1907年發明的以磁力控制的電子射綫管，開始了在現代技術中具有重要作用的電子自動技術的廣泛的發展。

在1890年П. Л. 什林格在其發明的電報機中應用了世界上第一個磁電繼電器。

在偉大的學者、無線電發明者A. C. 波波夫的無線電收音機中採用了第一個替續式的無線電線路，這個線路後來不止一次地應用在自動技術中。

如果說在偉大的十月革命以前，自動技術的發展只是靠了個別天才的力量，那末在蘇維埃時代，在蘇聯就建立了一系列的機構，集合了最卓越的學者、工程師和發明家，並且掌握了自動技術的各個部門。在第一個五年計劃的年代里，曾改建和新建了一些儀表製造廠，以保證蘇聯國民經濟所需要的各種儀表的供應，同時又創設了研究自動技術工具和方法的專業科學研究院和設計局。在工廠中設立了運用和管理自動裝置的科室。在很多學校中，着手培養自動技術的專門人才。所有這些措施都是在最先進的技術基礎上發展蘇聯國民經濟的全面規劃中的一部分。

苏联共产党(布)第十八次代表大会在历史上第一次提出在苏联国民经济的各个部門中使用自动技术的問題。生产自动化發展的成就促进了工業的增長，並且能够在偉大的衛國战争时期，有效地保証苏联軍队所必需的全部装备。

战后按照恢复和發展苏联国民经济的五年計劃，自动技术广泛地应用在电力站、冶金、机械制造、石油以及其他重要的工業部門中。

国内仪表制造业目前可以制造所有的工業部門所需要的各种型式的自动仪表。在国民消費商品的生产中，采用自动技术能促使快速地解决它們的增产問題。因此，生产自动化在苏联是把技术有计划地过渡到新的和更完善的技术——共产主义技术——过程。自动化能減輕苏維埃人民的劳动，提高生产方面的文化程度、減少工人以滿足其他部門的需要。自动化是消灭腦力劳动和体力劳动之間根本差別的前提之一。

在战前五年計劃的年代中，苏联工業的增長引起了自动調节理論方面进一步發展的必要性。苏联学者制訂了研究自动調节系統的新方法，这种方法可以促使更有效地制造質量高的自动裝置，並將它們运用到生产中去。

在1938~1939年發表了苏联研究人員A. B. 米哈依洛夫的論文。在他的論文中，第一次应用了調节系統的振幅相位特性来解决自动調节的問題，並且提出調节系統中各个环节可按它們的动力性質来分类。目前全世界都在广泛地运用A. B. 米哈依洛夫所提出的这些观点。

И. И. 伏茲涅先斯基教授第一个研究出几个相互关联的物理量的自动調节理論。

热力对象和工艺对象的調节問題是苏联学者И. И. 伏茲

涅先斯基、B. Л. 洛西耶夫斯基、K. Г. 科尔尼洛夫、B. Л. 皮文、C. Г. 格拉西莫夫、E. Г. 杜德尼可夫等人的研究課題。这些学者的工作对于动力和其他工業部門中自动技术的发展有很大的意义。

A. A. 安德罗諾夫、B. C. 庫列巴金、B. B. 布尔加科夫、B. B. 索洛多夫尼科夫、Я. З. 崔普金以及其他許多人員对自动調节理論的发展作出了巨大的贡献。由于苏联学者的努力，从事自动調节理論研究的苏联学派，目前在世界上居于领导地位。

制漿造紙工業的自动化 制漿造紙工業像苏联国民經济中其他部門一样，目前正处在蓬勃的发展时期。在繁重工作机械化的同时，着手以連續的生产过程代替週期性的生产过程，强化各种生产过程，創造並采用新的生产設備和更完善的制漿和造紙的生产方法。由于在制漿造紙工業中，几乎所有环节都是采用連續的生产流程，而其生产过程和设备又是复杂和各种各样的，所以在上述的发展条件下，制漿造紙生产的自动化就具有重大的意义。采用了自动化，除能減輕工人的劳动强度外，將在很大的程度上促进制漿造紙工業胜利地过渡到使用新的和提高产量的生产方法。例如，在新式的、高速度的造紙机上抄紙，連續地蒸煮和漂白紙漿以及其他很多生产过程，沒有适当的自动裝置就不可能很好地进行生产。制漿造紙生产自动化不仅能够提高产量和改进質量，而且可以統計与節約原料和动力，提高設備的效率，保持精确的生产节奏，提高总的生产技术水平。

在实际实行自动化时，在企業內首先要装备一批热工檢驗用的标准自动檢查与測量仪表(自动記錄溫度計、压力計、流量計等等)和中央造紙科学研究院(ЦНИИБ)以及其他企

業制造的專用仪表(紙張長度計量器、塔酸中 SO_2 含量測定器、紙頁濕度測定仪表等等)。

在制漿造紙工業中，自动控制設備和調節器早先只在造紙機、抄漿機和磨木機的電力傳動上應用得較多。目前自動化技術已開始在該生產的各個環節中採用。但是在制漿造紙工業中採用自動裝置，由於生產上的某些特點，引起了一些困難，這些特點是：具有腐蝕(對某些金屬而言)性的氣體和液體，以及有各種成分的物質參與生產過程(例如蒸煮紙漿時有蒸汽、液體、氣體和木片)，在某些工藝設備中有很大的滯後現象等等。這些特點引起了研究保護自動裝置不受侵蝕性介質作用的方法以及設計特殊的自動仪表的必要性。