

高等纺织院校教学参考书

化纤 生产过程自动化

严伯钧 张仁忠 严隽道 编



纺织工业出版社

高等纺织院校教学参考书

化纤生产过程自动化

严伯钧 张仁忠 严隽道 编

纺织工业出版社

内 容 提 要

本书从化纤生产过程自动化的共性出发,以主要化纤品种(涤纶、腈纶、维纶、锦纶)生产自动化的实例安排内容,分析讨论了化纤生产中各种工艺参数(温度、压力、流量、浴液浓度或比重、粘度、液面和界面、空气湿度等)的控制系统和专用控制装置。对于化纤及其原料生产中应用的数字逻辑仪表和计算机控制系统亦作了相应的介绍。

本书为高等纺织院校《过程控制系统》课程的教学参考书,可供化纤工业中自控、工艺及机械等专业的工程技术人员参考。

特约编辑:李绍义

责任编辑:郑剑秋

高等纺织院校教学参考书

化纤生产过程自动化

严伯钧 张仁忠 严隽道 编

*

纺织工业出版社出版

(北京东长安街12号)

河北省供销合作联社保定印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

850×1168毫米 1/32 印张:11 插页:8 字数:245千字

1987年6月 第一版第一次印刷

印数:1—3,000 定价:2.25元

统一书号:15041·1507

前 言

实现生产过程自动化,是提高劳动生产率、改善劳动条件、降低原材料和能源消耗、提高产品质量的极为重要的手段。当前,纺织工业在生产过程自动化及控制装置的应用方面较之化工、冶金、电力等工业部门尚存在着不小的差距。在纺织工业中,化纤生产的自动化程度高于纺、织、印染等生产。这里有历史的原因,化纤生产与纺、织、印染等生产相比,是比较新兴的生产部门,又是连续生产过程,采用自动化技术的要求显得更加迫切。国内近十多年来相继建设了一批自动化程度较高的化纤工厂。

化纤品种繁多,工艺过程各有特点。我们从化纤生产过程自动化的共性出发,以主要化纤品种生产过程自动化的实例安排内容。全书共有十一章,介绍了化纤生产中各种工艺参数或过程(温度、压力、流量、浴液浓度或比重、液面和界面、空气湿度等)的控制系统和专用控制装置。由于聚合在化纤生产中具有特殊的重要地位,故专门列出一章介绍和分析腈纶、涤纶、锦纶聚合过程中主要工艺参数的控制。此外,由于继电联锁线路在化纤生产控制和信号指示及工艺报警方面的广泛应用,也用一章篇幅作了介绍。随着新技术的飞速发展,数字逻辑仪表和电子计算机在化纤及其原料生产中已愈来愈广泛地应用,本书第十、第十一两章介绍了这方面的内容。

本书是为了适应纺织院校生产过程自动化专业学生学习专业课课时结合化纤生产自动化的要求而编写的教学参考书。是在原华东纺织工学院化纤自控教研室所编《化纤自动化系统》讲义基础上改编的。本书也可供化纤工业中自控专业及学过控制工程基础

课程的工艺和机械等专业的工程技术人员参考。

书中第二章第一、二、三节，第三章，第六章第一节，第七章第二节由张仁忠同志执笔；第五章第四、五节，第十章第一节，第十一章由严笃道同志执笔；其余各章节由严伯钧同志执笔，最后由严伯钧同志统稿。在编写过程中，得到了上海石化总厂各分厂、上海纺织工业设计院自控组、纺织工业部设计院自控组、上海合成纤维研究所汪之江总工程师等各方面的支持和帮助，在此表示衷心感谢。由于编者的学识水平、实践经验和收集资料所限，本书在内容选择和编写方面一定存在不少缺点，热诚希望读者批评指正。

编 者

1984年10月

目 录

第一章 化纤生产工艺的特点和对自动化的要求	(1)
第一节 化纤生产工艺的特点	(1)
第二节 化纤生产工艺过程概述	(3)
一、粘胶纤维	(3)
二、腈纶	(5)
三、维纶	(7)
四、涤纶	(7)
五、锦纶	(9)
第三节 对自动化的要求	(11)
第二章 投料和配料控制	(16)
第一节 数字式配比控制系统	(16)
一、数字式混合配比系统分类	(16)
二、系统工作的基本原理	(19)
第二节 四组分配比调节系统设计	(26)
一、工艺要求	(27)
二、流量仪表的选择	(27)
三、混合流量调节器的计算	(28)
四、混合流量设定器的计算	(33)
五、设定比例值 ($X_i\%$) 的计算	(35)
第三节 硫酸稀释配比调节	(36)
一、作用原理	(37)
二、关于配比的比值计算	(38)
三、关于系统的参数整定	(41)
第四节 自动定量喂料控制	(41)
一、基本原理	(41)
二、投料量 W 的测量	(44)

三、定量喂料调节系统框图·····	(50)
四、投料量积算和瞬时重量超限报警·····	(51)
第三章 聚合工艺控制 ·····	(53)
第一节 聚合工艺过程 ·····	(53)
一、腈纶聚合工艺·····	(53)
二、涤纶缩聚工艺·····	(54)
三、锦纶聚合工艺·····	(55)
第二节 腈纶聚合釜的控制系统分析 ·····	(56)
一、影响聚合反应的主要因素·····	(56)
二、聚合釜的动态特性·····	(62)
三、调节方案分析·····	(68)
第三节 涤纶缩聚过程中的粘度控制 ·····	(81)
一、影响缩聚反应的主要因素·····	(81)
二、后缩聚釜粘度控制方案·····	(83)
三、粘度-绝对压力串级调节系统的实施方案·····	(86)
四、预缩聚釜粘度测量装置·····	(93)
第四节 锦纶后聚合釜停留时间的前馈-反馈控制 ·····	(98)
一、缩聚釜反应时间前馈-反馈调节系统·····	(98)
二、调节系统分析和系数计算·····	(100)
第四章 纺前压力调节系统 ·····	(106)
第一节 纺前压力调节方案 ·····	(106)
第二节 螺杆挤出机压力调节系统 ·····	(108)
一、调节系统的组成·····	(108)
二、系统框图及其分析·····	(112)
第三节 维纶生产中纺丝调压槽压力调节系统 ·····	(119)
一、系统示意图和工作原理·····	(119)
二、调节对象分析·····	(122)
第五章 化纤生产中的温度自动调节系统 ·····	(131)

第一节	化纤生产中温度自动调节系统概述	(131)
第二节	维纶热处理温度自动调节系统	(133)
	一、工艺要求	(133)
	二、烘仓温度自动调节系统	(134)
	三、零触发可控硅调功器	(136)
第三节	水洗温度调节系统分析	(155)
	一、调节系统	(155)
	二、对象动态特性分析	(156)
	三、系统框图及参数整定	(159)
第四节	拉伸加捻机的温度巡检及监控系统	(163)
	一、概述	(163)
	二、热盘加热器控温装置	(163)
	三、槽型加热器控温装置	(171)
第五节	拉伸机旋转体内的温度检测	(176)
	一、非接触式测温的基本原理	(176)
	二、实施方案简介	(179)
第六章	浴液比重测量和自动调节	(181)
第一节	浴液比重测量的特点和方法	(181)
	一、吹气法测量比重	(182)
	二、静压法测量比重	(186)
第二节	腈纶纺丝凝固浴比重(浓度)调节系统	
	分析	(189)
	一、凝固浴浓度对纺丝质量的影响	(189)
	二、比重调节系统	(190)
	三、系统框图	(191)
	四、调节对象传递函数的推导	(192)
	五、测量装置传递函数的推导	(193)
	六、测量纯滞后的估算	(199)
	七、调节阀比例系数的估算	(200)

八、调节器参数整定计算·····	(201)
九、另一种调节方案·····	(203)
第七章 液面及界面控制·····	(206)
第一节 甲醇回收精馏过程第一馏出槽液面调节	
系统·····	(207)
一、液面调节系统·····	(207)
二、系统框图·····	(208)
三、比例调节时系统的情况·····	(210)
四、PI调节时系统的情况·····	(211)
五、PID调节时系统的情况·····	(214)
六、结论·····	(215)
第二节 硫氰酸钠回收萃取塔界面调节·····	(216)
一、浮筒界面计·····	(216)
二、界面调节系统作用原理·····	(218)
三、几个问题的说明·····	(218)
第八章 纤维的烘燥、调湿控制及丝束冷风	
空调自控·····	(220)
第一节 有关空气性质的几个术语·····	(220)
第二节 烘燥过程控制·····	(224)
一、纤维烘燥过程的三个阶段·····	(224)
二、影响烘燥效果的主要因素·····	(225)
三、烘燥过程控制的实现·····	(227)
第三节 调湿控制·····	(229)
一、通过湿度调节系统控制纤维含湿率·····	(230)
二、测湿元件——湿敏电阻·····	(232)
三、湿度变送器·····	(236)
四、湿空气的露点温度(含湿量)调节和温度	
调节·····	(247)
第四节 熔体纺丝束冷风空调自控·····	(251)

一、控制流程·····	(251)
二、控制方案讨论·····	(254)
第九章 化纤生产过程中的继电控制 ·····	(264)
第一节 工艺信号及报警信号线路 ·····	(264)
一、工艺信号线路·····	(264)
二、报警信号线路·····	(265)
第二节 维纶废丝溶解机压力控制系统和继电线路 ·····	(270)
一、废丝溶解机的作用·····	(270)
二、废丝溶解机压力调节系统·····	(271)
三、继电控制线路·····	(275)
第十章 数字-逻辑仪表在化纤生产中的应用 ·····	(284)
第一节 速度巡回检测仪 ·····	(284)
一、概述·····	(284)
二、总框图·····	(285)
三、磁电式感应头及门控电路·····	(288)
四、短周期巡检部分·····	(290)
五、五种上下限设定及越限报警装置·····	(291)
第二节 打包机自动电子秤工作简介 ·····	(294)
一、概述·····	(294)
二、重量-数字转换·····	(296)
三、工作框图·····	(301)
第十一章 生产过程计算机控制系统 ·····	(305)
第一节 乙烯裂解炉的计算机控制 ·····	(305)
一、概述·····	(305)
二、解耦(平稳生产)控制(ANC)·····	(319)
三、温度控制(TCON)·····	(320)
四、使用计算机控制的经济技术效果·····	(324)
第二节 对二甲苯吸附分离的计算机控制 ·····	(326)

一、工艺过程简介.....	(326)
二、计算机控制的必要性.....	(330)
三、计算机控制程序.....	(332)
四、关于双机控制系统.....	(339)

第一章 化纤生产工艺的特点 和对自动化的要求

第一节 化纤生产工艺的特点

化学纤维品种繁多，从原料来源可分为两大类，一类称为人造纤维，它是由含有纤维素的原料如木材、棉短绒、芦苇等经加工再生而成，最常见的就是粘胶纤维；另一类称为合成纤维，它们是由石油、天然气、煤等原料先加工成各种单体，再经聚合而成高分子化合物，最后加工成纤维，如涤纶、腈纶、维纶、锦纶、丙纶等均属此类。

从抽丝方式讲，有的是将纺丝原料溶解在不同的溶剂中成为液体，称为原液，然后压经喷丝头成为很细的液流，在凝固浴中凝固成纤维状的丝条，这种加工方式称为湿法纺丝。粘胶纤维、腈纶、维纶多采用这种方式。另一种加工方式是将纺丝原料加热熔融，再将它们压经喷丝头形成很细的液流，在空气或冷风中冷却而凝固成丝条。这种加工方式称为熔体法纺丝，涤纶、锦纶和丙纶都采用这种方式。

从成品看，则可分为短纤维和长丝两大类。短纤维多用于与天然纤维（棉、毛、丝、麻）或别的化学纤维混纺。长丝经一定加工后直接用于织造不同用途的织物，或制作帘子布，也可编织鱼网；长丝中还有一类叫弹力丝，它是长丝经假捻加工而成，可用于制造各种针织品。

化纤的原料、加工方式、成品的形状及用途各不相同，而从生产过程自动化的角度分析，化纤生产工艺仍具有共同的特点。

从实现生产过程自动化的方式而言，可以把所有生产过程分为两大类，一类是连续生产过程，一类是断续生产过程。连续生产过程中被加工的原料及在制品借助于泵、风机或其它动力机械自动地沿着生产流程的设备、管道或有关装置依次进行加工。断续生产过程则是间歇式进行的。它们每经过一个加工设备或工序，都要依次经历上机，加工和下机三个过程。每道加工过程又可能分成若干个小过程，并要解决在制品如何从上一加工设备转移到下一加工设备的运输问题。

化纤的生产过程大致可以分成三个阶段。

第一阶段是原液、切片或熔体制备。在这个阶段中，原料和辅助原料经历一系列化学处理（包括聚合）和物理加工，成为质量符合纺丝要求的原液（对于湿法纺）、切片或熔体（对于熔体纺）。在这个阶段中，原料基本上处于液态，用泵通过管道输送。加工过程中要求保持一定的工艺条件和工艺参数。生产过程自动化主要是对温度、压力、流量、液面、浓度、粘度等工艺参数或质量指标参数进行自动检测和自动控制。由于生产是连续进行的，当某一设备发生故障时，常常要求整个过程都停止，因此要考虑生产设备之间的自动联锁。

第二阶段是纺丝成形和随后的某些加工过程。原液或切片熔体在一定压力下，由计量泵打经喷丝头喷出，并凝固成丝条。然后，经过一定的拉伸，使纤维内的分子取向，以改善纤维的物理性能。该过程的自动化就是要保证纺丝工艺条件的恒定。诸如纺前压力、凝固浴浓度和流量、温度、熔体纺的丝束冷风温湿度等参数，都要求进行检测和控制。生产过程基本上也是连续进行的。

第三阶段是后加工过程。用各种溶液对纤维进行处理，以改善其纺织性能。除熔体纺（如涤纶、锦纶）长丝后加工外，生产过程基本上也是连续的。生产过程自动化要保证各种加工溶液的温度、浓度、流量等参数满足工艺要求。经浴液处理以后，纤维

要通过干燥机烘干，为保证烘燥过程的正常进行，要求对热风温度等参数进行控制。

涤纶、锦纶等长丝的后加工在多部位的机器设备上进行，相似于纺纱加工过程，属于断续生产过程。但在加工过程中也有控制工艺参数（主要是温度）的任务。

从上面的分析可见，化纤生产过程基本上是属于连续生产过程，接近于化工生产。在生产过程中，原料和在制品除化学变化外，还有不少工序经历的是物理变化。生产过程自动化应当保证这些化学、物理变化过程的正常或最优条件。除此之外，还有一些加工过程则属于断续生产，除上面讲到的熔体纺长丝的后加工外，维纶生产中原料（聚乙烯醇）的溶解，锦纶生产中原料（己内酰胺）的熔融，粘胶生产中的黄化，也是分批间断进行的。这些加工过程具有断续生产的特点，但也有需要控制工艺参数和定量加料控制等问题。

化纤生产中要应用很多化工原料，有些原料具有腐蚀性、毒性，有的属易燃、易爆物品，在这种场合实现生产过程自动化，以减轻操作人员的劳动强度和改善劳动条件显得更加迫切。有些生产过程在高温下进行，不采用自动检测和自动调节就根本不能保证正常的工艺条件，因而不搞自动化也就无法进行生产。在这些场合，与有关介质接触的自动化仪表和装置，要考虑防腐、防爆措施和采用耐高温材料，并采取必要的安全隔离措施。

第二节 化纤生产工艺过程概述

为了对化纤生产工艺过程有个大概的了解，对粘胶、腈纶、维纶、涤纶、锦纶生产工艺流程作一简单介绍。

一、粘胶纤维

生产粘胶纤维的原料是浆粕。浆粕则由自然界里含有纤维素的植物（如木材、棉短绒、芦苇、甘蔗渣等），经化学处理提纯

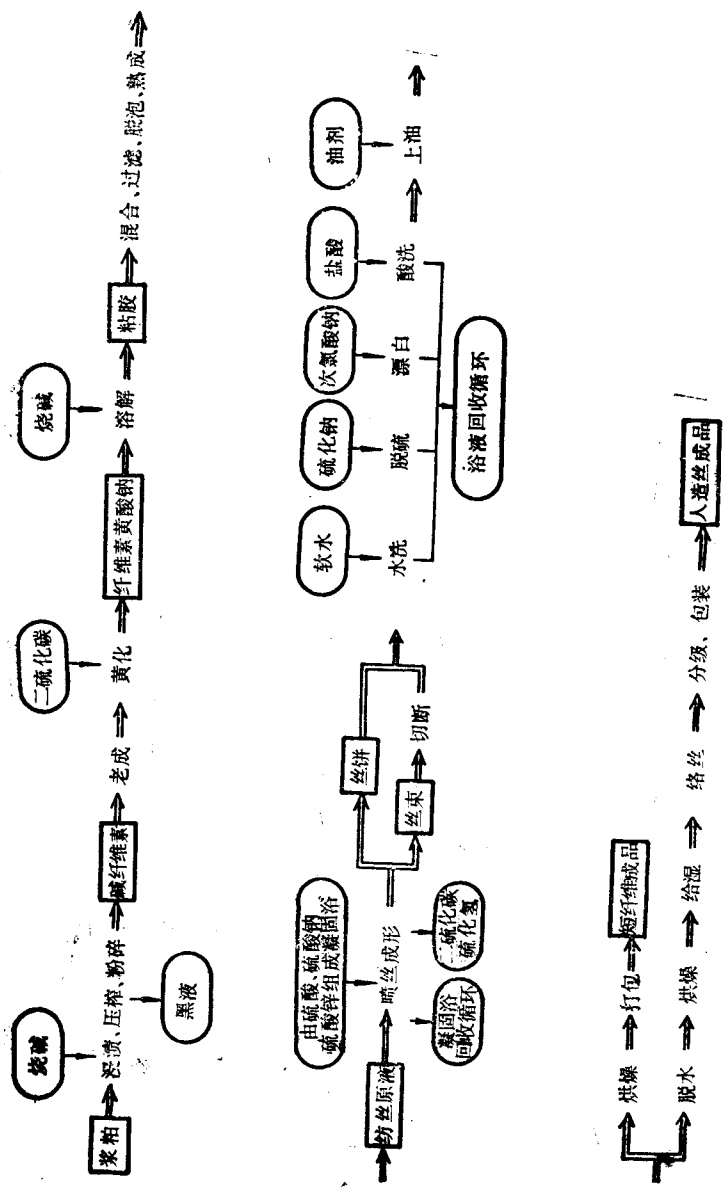


图 1-1 粘胶纤维生产工艺流程

而得。粘胶纤维生产属于湿法纺丝。它的成品有长丝（人造丝）和短纤维两种。粘胶纤维生产的工艺流程如图 1-1 所示。

在上述流程中，从浆粕到纺丝原液属于第一阶段，即原液制备；喷丝、凝固、绕成丝饼（对于长丝）或集成丝束（对于短纤维）属于第二阶段即纺丝；从丝饼或丝束到制成人造丝成品或短纤维成品则属于第三阶段，即后处理加工。

原液制备中使用的多种碱液由碱站配制；纺丝凝固浴由酸站进行调配和循环，回收；后处理加工中应用的溶液亦由各种溶液槽进行配制。

二、腈纶

腈纶的主要原料是丙烯腈。它由石油裂解得到的丙烯，经加氢氧化制得。丙烯腈、丙烯酸甲酯和衣康酸钠三种单体和作为溶剂的硫氢酸钠在聚合釜中聚合成为高分子的聚合物（溶于硫氢酸钠的聚丙烯腈），再经过一些工序的加工后成为纺丝原液。腈纶纺丝多采用湿法纺丝，喷丝头喷出的细液流借助于凝固浴而形成丝条，再经后加工而成为腈纶纤维。

腈纶生产的工艺流程如图 1-2 所示。

在这个流程中，从原料到纺丝原液属于第一阶段，即原液制备；从喷丝成形起到制成腈纶纤维成品属于第二、第三阶段；纺丝和后加工，两个阶段间的交界处一般不作划分。

纺丝原液中，聚合物浓度为 12~13%，硫氰酸钠的浓度是 44~45%，聚合物能够溶解在这样浓度的硫氰酸钠中。凝固浴中硫氰酸钠的浓度是 9~12%。从喷丝头喷出的浆液细流凝固成纤维的过程，实质上是原液中的硫氰酸钠溶剂，在凝固浴中被逐渐稀释，从而使聚丙烯腈大分子由溶解变为不溶解的过程（当硫氰酸钠的浓度低于 33% 时，聚丙烯腈大分子就完全不溶解）。

这样，从纺丝机返回的凝固浴中硫氰酸钠的浓度提高，它在凝固浴循环槽中由一部分预热浴返回液（它是更稀的硫氰酸钠溶液）和软水稀释，调配成符合纺丝要求的凝固浴液循环使用。多

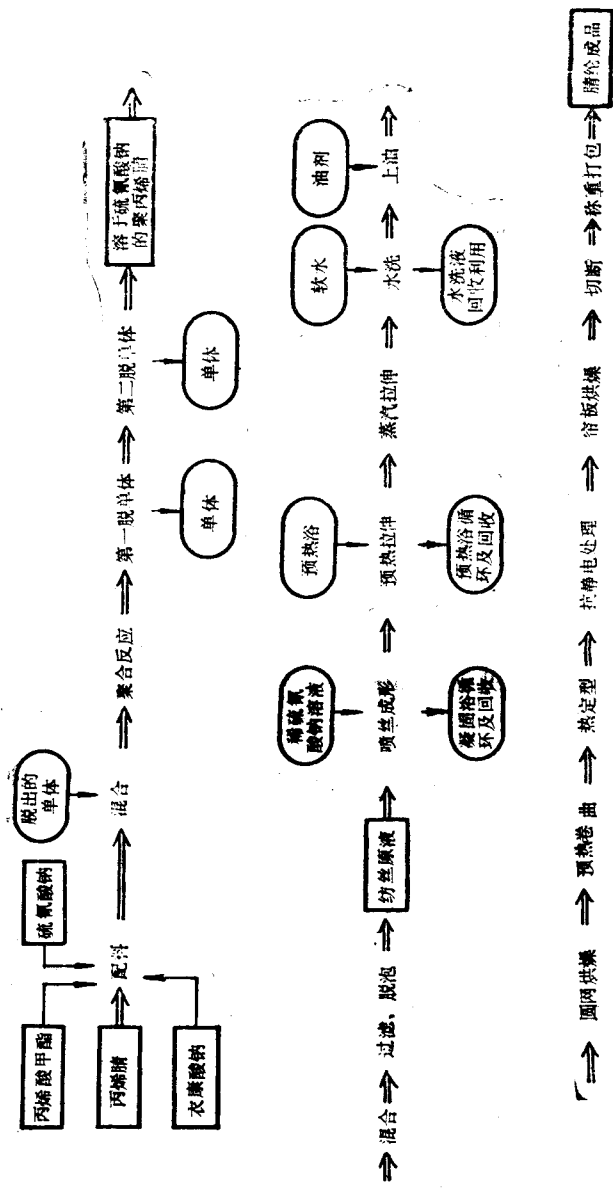


图 1-2 腈纶纤维生产工艺流程