

制浆造纸自动化仪表

李钟武 编著



制浆造纸自动化仪表

李钟武 编著

黑龙江人民出版社

内 容 提 要

本书包括四篇二十一章。第一篇介绍制浆造纸工业中应用的各种工业自动化仪表的类型、在生产过程中的特点及对其要求。第二篇重点介绍制浆造纸工业过程检测、控制以及有关工业自动化仪表的原理、构造、安装与调校。第三篇介绍工业自动化仪表的工程设计、安装与整定。第四篇介绍制浆造纸典型生产工序的过程检测与控制方案实例。

本书可供造纸工业管理仪表的工人、技术人员参考,也可供造纸工艺技术人员参考。

制浆造纸自动化仪表

李钟武 编著

*

轻工业出版社出版

(北京广安门南滨河路25号)

固安县新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

*

787×1092毫米1/32 印张: 15¹²/₃₂ 字数: 389千字

1986年11月 第一版第一次印刷

1988年11月 第一版第二次印刷

印数: 2,001—5,000 定价: 4.80元

I S B N 7-6019-0428-6/T S · 0283

前 言

制浆造纸技术的发明，在我国历史上写下了极其光辉的一页。它是我国古代科学技术的四大发明之一。纸的发明，为人类交流思想、传播文化技术作出了重大的贡献。它不但促进了我国文化的繁荣与发展，同时对世界文明的进步也起了巨大的推动作用。制浆造纸技术经过多年的演变，已日益趋向完善，逐步走上机械化和自动化的道路，并已用电子计算机来控制制浆造纸的生产过程。

我国制浆造纸工业最近几年有了较大的发展，为制浆造纸工业服务的工业自动化也出现了一个新局面，各种新型的不同功能的工业仪表不断出现，为实现制浆造纸生产过程的自动化创造了条件。本书的重点将介绍目前我国制浆造纸工业中特殊用的工业自动化仪表，对于通用的工业自动化仪表仅介绍与制浆造纸工业中有关的某些特殊问题，而它们的构造与工作原理等问题本书基本上将不予叙述，书中涉及有关这方面问题请参阅有关文献。

由于编者水平有限，经验不足，没有把国内造纸工业中从事工业自动化仪表管理的工程技术人员、工人的丰富经验全面地总结与编写进去，这样书中的不足之处一定很多，因此恳切地希望读者提出宝贵意见。

在整个编写过程中曾得到广大工人和技术人员的热情支持和关怀，为顺利编写此书创造了条件。特别是王德志、刘文贵、白本森、蔡治平等同志为此书提供了许多资料和意见，并对稿件作了校核与整理，对此仅向他们表示衷心的感谢。

谢。王德志同志除参加本书的校核工作之外，还承担编写第十章的第三节G_{0H}-101型红外线测量仪和第十一章的第二节S_{Cs}-35型测量仪。

本书可供从事制浆造纸工业中的自动化仪表管理的工人
与技术人员阅读，也可作为制浆造纸生产工艺技术人员的参
考用书。

目 录

第一篇 概 述

第一章 造纸工业中的自动化仪表	1
第一节 通用的工业自动化仪表	2
第二节 特殊用的测量与调节仪表	26
第三节 能源计量仪表	27
第二章 生产工艺对仪表的要求	34
第一节 生产工艺对仪表的要求	34
第二节 工艺测量参数的常用术语	36

第二篇 工艺参数检测与控制系统

第三章 压力的测量与调节	41
第一节 压力的单位	41
第二节 压力计的选用、安装及校验	44
第三节 简单的压力调节	49
第四节 TMP 预热器 压力的分程 调节	55
第四章 温度的测量与调节	60
第一节 温度的测量	60
第二节 温度的控制	62
第三节 烘缸表面温度的测量	75
第五章 物位的测量与调节	82
第一节 纸浆浆位的测量与调节	82
第二节 木片料位的测量	89

第三节	锅炉三冲量水位控制	97
第六章	纸浆浓度的自动调节	108
第一节	光电低浓变送器	108
第二节	纸浆中浓调节器	115
第七章	纸浆流量的测量与调节	142
第一节	流量变送器	142
第二节	电磁流量转换器	154
第三节	纸浆流量的调节	172
第八章	打浆度的连续测量	175
第一节	YB-Z-8 型测量仪	175
第二节	63B-4 型测量仪	190
第三节	全通式测量仪	197
第九章	pH 值的测量	201
第一节	pH 值的测量原理与电极结构	201
第二节	工业酸度计	204
第三节	调整与维护	216
第十章	纸页水分的测量与调节	223
第一节	电导式水分测量仪	223
第二节	纸页水分的微波测定法	233
第三节	纸页水分的红外线测定法	236
第四节	用蒸汽的消耗量来测量水分	256
第十一章	纸页定量的测量	259
第一节	HHF-113 型测量仪	259
第二节	Ses-35 型测量仪	274
第十二章	造纸机车速的测量	283
第一节	光电转速传感器	283
第二节	车速数字显示仪	286

第十三章	黑液浓度的测量	296
第一节	NNG-01 型光电浓度变送器.....	297
第二节	U 型管式浓度变送器.....	306
第十四章	胶带运输机上的电子秤	311
第一节	概述.....	311
第二节	GGP-01 型电子皮带秤工作原理.....	312
第三节	安装与调校.....	317

第三篇 自动化仪表的工程设计、安装与整定

第十五章	自动化仪表的工程设计	327
第一节	工程设计的内容及基本程序.....	327
第二节	增添与改造有关仪表的工程设计.....	328
第十六章	过程检测与控制系统的安装	362
第一节	安装前的准备工作.....	362
第二节	仪表与表盘的安装.....	364
第三节	管道与电气线路的敷设.....	373
第十七章	自动调节系统的投运与整定	379
第一节	调节系统的检查与投运.....	379
第二节	简单调节系统的工程整定.....	386
第三节	复杂调节系统的工程整定.....	402

第四篇 典型工序的过程检测与控制方案举例

第十八章	硫酸盐制浆的过程检测与控制方案	410
第一节	蒸煮立锅的测量与调节方案.....	411
第二节	蒸煮过程操作的程序控制.....	416
第三节	洗选工段的测量与调节内容.....	419
第四节	多段漂的测量与调节方案.....	421

第五节	蒸发工段的测量与调节方案·····	426
第六节	燃烧工段的测量与调节方案·····	430
第七节	苛化工段的测量与调节方案·····	434
第十九章	亚硫酸盐制浆的过程检测与控制方案·····	436
第一节	蒸煮立锅的测量与调节内容·····	436
第二节	沸腾炉 SO_2 浓度的自动调节·····	437
第二十章	机械木浆的过程检测与控制方案·····	441
第一节	磨石磨木浆的测量与调节内容·····	441
第二节	预热木片磨木浆的测量与调节内容·····	444
第二十一章	造纸车间的过程检测与控制方案·····	454
第一节	打浆工序的测量与调节内容·····	454
第二节	长网造纸机的测量与调节方案·····	456
第三节	2002控制系统与在长网造纸机上的应用···	462

第一篇 概 述

第一章 造纸工业中的自动化仪表

在制浆造纸的生产过程中，为了有效地进行生产操作和控制，需要对生产工艺过程中的各种参数进行测量与自动调节。它不但要大量而普遍地应用其它行业均可以通用的各种工业自动化仪表，例如：电动单元组合仪表、气动单元组合仪表等。而且还必须要有测量与调节这个生产过程中的某些特殊参数的工业自动化仪表。例如：测量与调节纸浆的浓度、打浆度、流量、纸页的米平量（定量）、水分、平滑度、张力等等的仪表。特别是随着制浆造纸技术的迅速发展，对生产过程中工艺参数和某些特殊介质的检测与控制的要求也日益提高，因此造纸工业中特殊用的工业自动化仪表也必须向前发展。

目前在制浆造纸生产过程中经常使用的工业自动化仪表基本上包括如下四大类：

- (1) 一般的工业测量仪表；
- (2) 气动调节仪表；
- (3) 电动调节仪表；
- (4) 制浆造纸工业中特殊用的测量与调节仪表。

一、二、三类为各行业所通用的工业自动化仪表。第四

类虽然绝大部分为制浆造纸行业专门研制，但有些仪表也可以直接或者经过部分改装后，被应用到其它行业上。如测量黑液浓度的光电密度计用来测量食品工业中番茄的浓度。

第一节 通用的工业自动化仪表

石油、化工、发电、化纤等行业通用的各种工业自动化仪表在制浆造纸工业中，同样地也可以被普遍应用。这类工业仪表主要包括一般工业测量仪表、气动调节仪表与电动调节仪表等。它们的分类及工作原理简叙如下：

一、工业测量仪表

一般工业测量仪表都由测量、传送和显示（包括变送）等三个基本部分组成。通常最常见的四大类被测参数：压力(P)、物位(L)、流量(F)和温度(T)。它们基本组成的三部分可用表1-1举例说明：

表 1-1 工业测量仪表的基本组成举例

被 测 参 数	测 量 仪 表			测 量 仪 表 名 称
	测 量	传 送	显 示	
P	弹 簧 管	机 械 传 动 机 构	指 示	弹 簧 管 表
L	浮 筒	固 定 在 扭 力 轴 上 的 芯 轴	气 动 转 换 机 构 及 压 力 表	浮 子 液 位 计
F	孔 板	引 压 导 管	差 压 计	差 压 式 流 量 计
T	热 电 阻	导 线	动 圈 式 仪 表	电 阻 式 温 度 计

测量部分一般与被测介质直接接触，并起着把被测参数信号进行转换的作用；显示部分也起被测参数信号能量的转换作用，有的还包含信号能量形式的再次转换以适应远距离传送的需要，称为变送。测量仪表对被测参数的显示形式有：指示、记录、累计积算、远传变送以及上下限报警等。

(一) 压力的测量

压力测量仪表按其转换原理的不同，大致可以分为如下四类：

1. 液柱式压力计

将被测压力转换成液柱高度差进行测量，也就是根据液体静力平衡原理。一般采用水银或水作为工作液。有U型管、单管、多管、斜管等类型。适用于测量液体、气体及蒸汽的微压或压差，这类仪表灵敏度高，制造方便，不足之处是玻璃管容易破碎。单位用毫米汞柱(mmHg)或毫米水柱(mmH₂O)表示。

2. 弹性式压力计

利用弹性元件受压后产生弹性的位移而进行测量。根据测量范围与测量介质的性质不同，所用的弹性元件也不同。

常用的有：(1) 波纹膜片和波纹管作为微压和低压的测量。

(2) 单圈弹簧管（又称波登管）和多圈弹簧管，可作为高、中、低压直至真空的测量。(3) 膜片用来测量粘度较大的液体与纸浆的压力。

3. 电气式压力计

将被测压力转换成各种电量进行测量。适用于测量快速变化的脉动压力和高真空、超高压等的压力。

(1) 应变片式压力计：通过应变片将被测压力(P)转换成电阻(R)的变化，再由桥式电路获得相应的毫伏级电量

输出，在毫伏计或记录仪上显示出被测压力值。

(2) 热电真空计：利用热丝周围气体的导热系数与气体的稀薄程度（即真空度）之间存在一定关系而构成。用于测量介质真空度的高低，一般可以测到 10^{-5} 毫米汞柱。由于对环境温度变化较敏感，在实用中附加有恒温或温度补偿装置。

4. 压力校验仪

将被测压力转换成活塞上所加平衡砝码的重量进行测量。

(1) 活塞式压力计：应用静力平衡原理，把活塞部分与被校表用一连通管相连，利用工作砝码加在活塞上产生的压力来校正标准压力表的压力。这种压力校验仪除用于校验标准压力表之外，还可以作为压力发生器使用。把标准压力表与工业用压力表接在活塞式压力计连通管的两侧，由螺旋压力发生器改变工作液压力，然后比较两只压力表，用标准压力表来校验工业压力表。

(2) 真空表校验仪：根据静力平衡原理，采用真空泵抽出杯形管端的压力来测出被验真空表的压力大小。

(二) 流量的测量

在制浆造纸的生产过程中，几乎每个生产工序都会遇到要对液体、气体、蒸汽或纸浆等的流量进行测量。它是控制生产过程达到高产优质、保证安全生产，以及进行经济核算所必需的一个重要组成部分。

一般所讲的流量大小，是指单位时间内所流过管道某一断面的流体数量的大小，即瞬时流量。常用每小时吨(t/h)、每小时立方米(m^3/h)、每小时升(L/h)等计量单位表示。而在某一段时间内所流过的流体流量的总和，即各瞬时流量

的累计值，称为总量。其计量单位常用吨(t)、立方米(m^3)表示。

目前工业上所用的流量仪表大致上可以分为如下三类：

1. 速度式流量仪表

以测量流体在管道内的流速 V 作为测量依据。在已知管道截面积 F 的条件下，体积流量 $Q=VF$ ，而重量流量由体积流量乘上流体的重度 γ 而得到，即重量流量 $G=Q\gamma=VF\gamma$ 。属于这一类的流量仪表很多，例如：叶轮式水表、差压式孔板流量计、靶式流量计、转子流量计、涡轮流量计、超声波流量计以及电磁流量计等。

(1) 差压式流量计：利用流体流经节流装置时产生的压力差来实现流量的测量。通常是由能将被测流体的流量转换成压差信号的孔板、文丘里管、喷嘴等节流装置与用来测量压差而显示流量的差压计所组成。

(2) 转子流量计：也是利用节流原理来测量流体流量，然而它与差压式的流量计相比有其特殊地方，即它是在恒压差的条件下，利用流通截面积 F 的变化来测量流量。作为节流元件——转子不是固定地插在管道中，而是浮动在被测介质中。

(3) 靶式流量计：利用流体对管道中插入的节流元件(靶)上的推力大小来反映流量的大小。

(4) 电磁流量计：利用电磁感应定律来测量各种酸、碱、纸浆纤维，或固体悬浮液等导电液体的流量。

(5) 涡轮流量计：利用被测流体冲击涡轮叶片，使涡轮旋转，涡轮的旋转速度随流量的变化而不同。即当运动的流体流过变送器并作用在涡轮叶片上，推动涡轮旋转。涡轮将流量 F 转换成涡轮的转数 ω ，该涡轮叶片以 ω 转数周期地切

割永久磁场的磁力线，并相应地使转换器中磁路的磁阻发生周期的变化，从而在线圈内感生脉动电势信号。此信号经前置放大器输给显示仪表进行指示，由于涡轮转速近似正比于流量的大小，亦即脉动信号的频率近似正比于流量的大小，所以显示仪表测量该信号的频率值或脉冲量即为相对应的流体流量的瞬时流量值或总量。这样流量计由涡轮流量变送器、前置放大器、指示式或累计式显示仪表所组成，用于测量流体的瞬时流量或总流量。

(6) 叶轮式水表：是以叶轮的转数为根据，它借助于管道内的流体压力产生动能，水流通过水轮盒时，推动叶轮旋转，其转速与水流速度成正比。由叶轮轴上的齿轮传送到记录装置。标度盘上的指示针指示出流量的累积值，由于这种表的指示装置是浸入水中，所以也称为湿式水表。

2. 容积式流量仪表

以单位时间内所排出流量的固定容积 V 的数目作为测量依据。如果单位时间内的排出次数为 n ，则体积流量：

$$F = nV$$

重度为 γ 时，重量流量：

$$W = F\gamma = nV\gamma$$

属于这一类的流量仪表有：盘式流量计、椭圆齿轮流量计等。

椭圆齿轮流量计适合于重油、聚乙烯醇、树脂等粘度较高介质的流量测量。主要部分是计量箱和装在计量箱内一对椭圆齿轮，它们与盖板构成密封的（由于齿轮还要转动，所以必须绝对密封）初月形空腔，进行流量的计量。一对椭圆齿轮靠流量计进出口处的压力差推动而旋转，从而不断地把进口处的液体经月形空腔计量后送到出口处，计算椭圆齿轮

的转数，便可知流量的大小。

3. 质量式流量仪表

测量单位时间内所流过的流体的质量 M ，即质量流量。

目前这一类仪表有直接式和补偿式。它具有被测流量不受流体的温度、压力、密度、粘度等变化的影响，是一种处在发展中的流量测量仪表。

(三) 物位的测量

在造纸厂中，界面位置的测量主要有气体—液体间的液位，气体—固体与液体—固体间的物料等。一般常用有浮动式、静力式、电容式、超声波式、放射性同位素等几种物位测量仪表。

1. 浮动式液面计

是应用浮力原理测量液位，大致可以分为两种情况，一种是维持浮力不变，浮标漂浮在液面上，浮标的位置随着液面的高低而变化，只要检测出浮标的位移量便可以知道液面的高低。属于这一种的有浮标式液位计、浮球式液面计。另一种浮力是变化的，例如浮筒浸在液体里，根据浮筒被浸程度的不同，浮筒所受的浮力也不同，只要检测出浮筒所受浮力的变化，便可以知道液位的高低。属于这一种的有浮筒式液位计，又称沉筒液位计。

2. 静压式液面计

利用液体的不可压缩的性质（从理论上讲），即液体的高度与液柱的静压成正比例关系，因此测出液体的静压便可以知道液位的高度。应用这个原理测量液位的方法一般简易可行，所以在工业生产中静压式液位计获得广泛的应用。

(1) 敞口容器：可以应用各种压力计来测量液位。压力计通过取压导管与容器底侧相连，压力计指示的压力与液

位 L 之间存在如下关系:

$$L = P / \gamma$$

式中 γ ——液体的重度;

P ——容器内取压平面的静压;

L ——液位高度。

(2) 密封容器: 为了消除容器中压力的影响, 在容器上部引出一取压导管 (该处压力与液位高度无关) 与差压计负压室连接。即利用差压计测量液体底部与液体上部的压差 ΔP 来表示容器中的物位的高低。在实际应用时 普遍采用电动或气动差压变送器或单法兰液面变送器进行压差的测量。对于在敞口容器中这种压差式变送器也同样适用, 只要把变送器负压室与大气接通, 用正压室直接对液位进行测量。

3. 电容式物位计

在平行板电容器之间, 充以不同介质时, 电容量的大小也有所不同。例如充以固体或液体介质时, 电容量远比充以气体介质时为大。因此, 可以通过测量电容量的变化来检测液位、料位和两种不同液体的分界面。

这种仪表适用于开口或密封容器中腐蚀性或非腐蚀性的导电液体液位的远距离连续测量。该仪表由电容式液面发送器、指示器和远距离指示仪表组成。

4. 放射性物位计

是一种非接触检测仪表。当放射源与计数管中间的物料变化时, 照射到探测元件 (计数管) 上, γ 射线数量也发生变化, 这个变化的量再通过电子单元的处理, 使输出信号改变, 达到反映容器中物料的变化。

(四) 温度的测量

温度是表征物体由于其内部分子运动所具有冷热程度的