

高等学校轻工专业试用教材

工业过程测量与控制

盛炳乾 李 军 主编

中国轻工业出版社

前 言

本书是根据轻工高等学校电气技术专业教材编审委员会1990年5月长沙会议制订的1990~1995年教材编写出版规划,组织有关轻工高校编写的一本适用于轻工、化工等工艺类专业及机电类专业开设“工业过程测量与控制”课程的教材。它的先修课是化工原理、电工学等。

本书共分三篇。第一篇介绍工业生产过程中的压力、温度、流量、物位等常见参数及各种分量、机械量的测量方法、相应的检测仪表及常用的显示仪表;第二篇介绍过程控制的基本知识、各种自动化装置和自动控制系统的组成、基本原理及应用等;第三篇介绍典型轻工业生产过程的自动控制系统。

工艺类专业可根据需要选学第三篇的部分章节,并与第二篇的有关内容结合在一起讲授,参考教学时数为60学时。本书三篇内容全部讲授的参考学时为80学时。

本书由盛炳乾、李军共同主编。参加编写的有无锡轻工业学院盛炳乾(第一篇第一、五章,第三篇第二章第三节、第四章)、董清海(第一篇第四、七章,第二篇第三章,第三篇第六章)、天津轻工业学院李军(绪论,第一篇概述,第二、三、六章)、卢佩(第二篇第一、二、六章,第三篇第一章、第二章的第一、二节、第七章)、郑州轻工业学院梁威(第二篇第四章第一、二、三、五节)、路康(第二篇第四章第四节,第三篇第五章)、四川轻化工学院高山(第二篇第五、七章,第三篇第三章)。全书由李军、盛炳乾共同统稿,最后由李军副教授整理定稿。

本书由东南大学邵裕森副教授担任主审。

本书在编写过程中,得到了许多同志的帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,书中缺点错误在所难免,恳请读者批评指正。

编者 1992年5月

349-101

目 录

结论	1
一、工业过程自动化概述	1
二、工业自动化仪表的分类	2
三、轻工业生产过程自动化的特点及概况	4

第一篇 工业过程测量

概述	7
一、测量及测量误差	7
二、准确度、精密度、精确度	8
三、仪表的基本误差限与精确度等级	8
四、仪表的主要特性指标	10
第一章 压力测量	12
第一节 概 述	12
一、压力的概念及单位	12
二、压力的表示方法	12
三、压力测量仪表的分类	13
第二节 弹性式压力计	13
一、弹性元件	14
二、弹簧管式压力计	14
三、波纹管式压力计	16
四、膜盒式微压计	17
第三节 电气式压力计	17
一、电位器式压力计	17
二、应变片式压力计	17
三、霍尔式压力计	19
四、电感式压力计	20
五、电容式压力计	21
第四节 真空计	22
一、热电偶式真空计	22
二、电离式真空计	22
第五节 检测仪表的选用安装及校验	23
一、检测仪表的选用	23
二、检测仪表的安装	25

三、仪表的校验	26
思考题与习题	27
附录 常用压力表规格及型号	28
第二章 温度测量	29
第一节 概述	29
第二节 温度测量方法	30
一、接触法	30
二、非接触法	31
第三节 热电偶测温	34
一、热电偶测温原理	34
二、热电偶测温的几个问题	36
三、热电偶的种类与结构	40
第四节 热电阻测温	44
一、金属热电阻	44
二、半导体热敏电阻	46
第五节 接触式温度计的安装	46
一、温度传感器的安装	46
二、连接导线和补偿导线的敷设安装	47
思考题与习题	48
第三章 流量测量	49
第一节 概述	49
第二节 浮子流量计	50
一、浮子流量计的基本结构	50
二、测量原理和流量方程式	51
三、刻度换算及量程选择	52
四、电远传式浮子流量计	53
五、浮子流量计安装注意事项	54
第三节 电磁流量计	54
一、概述	54
二、电磁流量计的工作原理	55
三、电磁流量计的激磁方式	56
第四节 差压式流量计	57
一、节流装置的测量变换原理	57
二、差压式流量计的使用与安装	59
第五节 其它流量计简介	61
一、涡轮流量计	61
二、靶式流量计	62
三、超声波流量计	62
四、热式质量流量计	63

五、椭圆齿轮流量计	64
思考题与习题	65
第四章 物位测量	66
第一节 浮力式液位计	66
一、浮子式液位计	66
二、沉筒式液位计	67
第二节 静压式液位计	69
一、工作原理	69
二、差压变送器测液位时的零点迁移问题	70
第三节 电容式物位计	72
一、电容式液位计	73
二、电容式料位计	74
第四节 其它物位计	74
一、超声波物位计	74
二、激光式物位计	75
三、光纤液位计	76
思考题与习题	77
第五章 成分量测量	78
第一节 pH值的测量	78
一、pH值测量原理	78
二、参比电极与指示电极	81
三、测量仪器	82
第二节 气体成分含量分析	84
一、概述	84
二、红外线气体分析仪	85
三、热磁式氧分析仪	88
四、氧化锆氧量分析仪	91
五、热导式气体分析仪	94
第三节 液相中溶解气体的测量	96
一、溶解氧的测量	96
二、溶解二氧化碳的测量	102
第四节 湿度及水分的测量	105
一、湿度测量	105
二、水分测量	108
第五节 其它工业分析仪表	113
一、粘度测量仪表	113
二、密度测量仪表	118
三、浓度测量仪表	123
思考题与习题	129

第六章 机械量测量	131
第一节 速度测量	131
一、概 述	131
二、测速发电机	132
三、电脉冲式转速传感器	134
第二节 称重计量	135
一、概 述	135
二、称重传感器	136
三、称重计量系统	138
第三节 外观及异物检查	142
一、外观检查	142
二、异物检查	143
思考题与习题	145
第七章 显示仪表	146
第一节 概 述	146
第二节 动圈式显示仪表	146
一、测量机构及作用原理	147
二、动圈仪表的测量线路	148
第三节 自动平衡式显示仪表	151
一、自动平衡式电子电位差计	151
二、自动平衡式电子电桥	156
第四节 数字式显示仪表	157
一、数字式显示仪表的构成	157
二、模-数(A/D)转换	158
三、输入信号的标准化和标度变换	161
四、非线性补偿	162
五、带有微型计算机的数字显示仪表	162
思考题与习题	163

第二篇 工业过程控制

第一章 自动控制系统基础知识	166
第一节 概 述	166
一、自动控制系统的组成	166
二、自动控制系统方框图	166
三、闭环控制与负反馈	168
四、自动控制系统分类	169
第二节 自动控制系统的过渡过程及质量指标	169
一、自动控制系统的过渡过程	169
二、自动控制系统的质量指标	171

思考题与习题	173
第二章 被控过程特性	175
第一节 被控过程数学模型的建立	175
第二节 被控过程的特性描述	177
一、被控过程的自衡特性	177
二、被控过程的静态特性	178
三、被控过程的动态特性	179
四、被控过程的负荷特性	181
第三节 被控过程特性的实验求取方法	182
一、反应曲线法	182
二、矩形脉冲法	183
第四节 轻工业生产过程的被控过程特点	184
思考题与习题	185
第三章 变送器	187
第一节 差压变送器	187
一、DDZ-II型电动差压变送器	187
二、DDZ-III型电容式差压变送器	190
第二节 温度变送器	192
一、DDZ-III型温度变送器	192
二、DDZ-II型温度变送器	198
第三节 浓度变送器	200
一、光电式低浓度变送器	200
二、刀式中浓度变送器	201
思考题与习题	203
第四章 调节器	204
第一节 概 述	204
第二节 基本控制规律	205
一、位式控制	206
二、比例(P)控制	207
三、比例积分(PI)控制	210
四、比例微分(PD)控制	211
五、比例积分微分(PID)控制	213
第三节 电动调节器	214
一、PID控制规律的构成原理	214
二、DDZ-II型电动调节器(DTL-321)	220
三、DDZ-III型电动调节器(DTZ-2100)	225
第四节 气动调节器	231
一、气动元件及组件	231
二、气动比例积分调节器	237

三、气动微分器	240
四、气动指示记录调节仪	242
第五节 可编程调节器	246
一、概述	246
二、构成原理	247
三、典型模块	249
四、单回路可编程调节器的应用	257
附录 PID离散算式推导	259
思考题与习题	260
第五章 执行器	263
第一节 概述	263
第二节 执行机构	263
一、电动执行机构	263
二、气动执行机构	264
第三节 调节机构	265
一、调节阀的流量特性	265
二、调节阀的选用	269
三、调节阀的安装和维护	270
第四节 阀门定位器	270
一、气动阀门定位器	271
二、电-气阀门定位器	271
第五节 电-气转换器	272
思考题与习题	272
第六章 简单控制系统	273
第一节 单回路控制系统设计的基本知识	273
一、被控变量的选择	273
二、操纵变量的选择	274
三、测量和传递滞后	276
四、被控过程的负荷变化	277
五、控制规律的选择	278
第二节 调节器参数的工程整定	279
一、调节器参数对过渡过程的影响	279
二、调节器参数的工程整定方法	280
第三节 控制系统的投运步骤	283
思考题与习题	284
第七章 复杂控制系统	286
第一节 串级控制系统	286
一、概述	286
二、串级控制系统的主要特点及适用范围	287

三、串级控制系统应用的几个问题	288
第二节 比值控制系统	289
一、基本组成原理	289
二、比值系数	290
三、乘、除方案的比较	292
第三节 选择性控制系统	292
一、选择性控制的基本概念	292
二、选择性控制系统的基本类型	293
第四节 前馈控制系统	294
一、基本原理和结构	294
二、前馈控制系统的应用问题	295
第五节 其它复杂控制系统	296
一、均匀控制系统	296
二、分程控制系统	297
三、多冲量控制系统	299
第六节 计算机控制系统	300
一、概述	300
二、计算机控制系统的基本组成	301
三、计算机控制系统的应用类型	302
思考题与习题	306

第三篇 轻工业生产过程控制

第一章 发酵过程控制	310
第一节 啤酒生产过程控制	310
一、麦芽汁制备过程控制系统	310
二、啤酒发酵过程控制系统	312
第二节 味精生产过程控制	313
一、发酵过程控制方案	314
二、计算机在发酵过程控制中的应用	317
第二章 食品生产过程控制	321
第一节 番茄酱生产过程控制	321
一、番茄制汁过程控制系统	321
二、番茄汁浓缩过程控制系统	322
三、杀菌装罐过程控制系统	323
第二节 乳品生产过程控制	324
一、真空浓缩过程控制系统	325
二、喷雾干燥过程控制系统	327
第三节 油脂提取过程控制	329
一、溶剂浸出取油过程控制	330

二、油脂精炼过程控制	332
第三章 精馏过程自动控制	333
第一节 概 述	333
第二节 精馏塔的自动控制	334
一、精馏塔的静态特性	334
二、被控变量的选择	335
三、控制方案分析	336
第四章 玻璃陶瓷生产过程控制	342
第一节 陶瓷窑炉控制	342
一、概 述	342
二、陶瓷窑炉的控制要求	342
三、陶瓷窑炉仪表监测控制系统举例	343
第二节 玻璃窑炉控制	347
一、玻璃窑炉的控制要求	347
二、料道温度控制	348
第五章 精细化工生产过程控制	350
第一节 合成脂肪酸生产过程控制	350
一、石蜡氧化过程控制	350
二、管式炉热处理过程自动控制	352
三、酸化过程的 pH 值自动控制系统	353
第二节 洗涤剂生产过程控制	354
一、苯干燥塔自动控制系统	354
二、脱苯塔自动控制系统	356
三、脱烷烃塔自动控制系统	359
第六章 制糖生产过程控制	362
第一节 制糖过程自动控制	362
一、提汁过程控制	362
二、蒸发过程控制	367
三、煮炼过程控制	371
第二节 工业锅炉自动控制	372
一、燃烧过程自动控制系统	374
二、过热汽温自动控制系统	376
第七章 制浆造纸生产过程控制	378
第一节 制浆生产过程控制	378
一、蒸煮过程控制	378
二、漂白过程控制	380
第二节 造纸生产过程控制	382
一、配浆过程控制	382
二、气垫流浆箱控制	384

三、纸页定量和水分控制	385
主要参考文献	386

绪 论

一、工业过程自动化概述

工业过程通常是指完成一个或一系列物理或化学变换的一组操作。从广义上讲,也可以把工业过程理解为从原料的投入一直到成品产出的整个生产过程。所谓工业过程自动化,就是利用自动化仪表和计算机等技术工具,自动获取各过程变量值的信息,并对影响过程状况的变量进行自动调节或操纵,以达到提高经济效益和劳动生产率、节约能源、减少污染和安全生产等目的。

工业过程自动化是通过仪表及自动化技术与生产工艺及设备的有机结合来实现的。因此,不但自动化专业人员应当熟悉生产工艺及设备,而且工艺、设备的设计与管理也应当具备有关工业过程测量与控制的基本知识,以便能够与自动化专业人员配合制定合理的自动控制方案,指导各类自动控制系统的正常运行,更好地利用自动化的技术手段来有效地管理生产。

任何工业过程都必须按照一定的工艺要求在预期的工况下进行。然而,实际生产中总会遇到各种因素的干扰和影响,使实际运行工况偏离预期的要求,这样就必须进行调节,以使各过程变量保持其预期的数值。这个调节任务若由人直接或间接操纵某些终端控制元件来完成,则为手动控制;而如果用仪表与自动化装置来代替人工操作,则为自动控制。

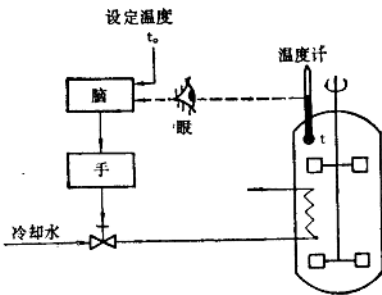


图0-1 手动控制示意图

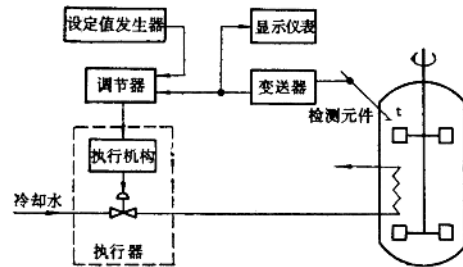


图0-2 自动控制示意图

现以某发酵过程的温度控制为例来说明手动控制过程。如图0-1所示,在发酵罐内装有蛇形冷却水管,以维持适宜的发酵温度。发酵液的温度 t 由插入罐内的温度计进行测量,操作人员用眼睛观察温度计的示值,并把通过眼睛获得的信息传输给大脑。若发酵液的温度 t 偏离了预期的数值(设定温度) t_0 ,则由大脑计算出该被测值 t 与设定温度 t_0 之间的偏差 e ,并根据偏差 e 的大小和极性发出相应的指令,指挥手去操纵阀门,以改变冷却水的流量,直至温度计的读数回复到设定温度 t_0 为止。这样不断重复上述操作,即可使罐内的发酵液温度始终保持为预期的数值。显然,这种手动控制不但劳动条件差、劳动强度大,而且当操作者由于长时间持续工作而疲劳时,还可能造成操作失误,当工艺要求比较严格、被控变量变化频繁时

很难满足要求。因此，自动控制势在必行。

图0-2为用自动化装置代替人工操作的自动控制示意图。如图所示，罐内发酵液的温度 t （被测变量）由检测元件检出并转换成适于测量的形式（一般转换成电信号），再经过变送器转换成标准信号；该信号即为调节器的输入信号，同时也可供显示仪表对被测温度值进行显示或记录。根据所预期的温度数值，由设定值发生器发出一个相应的设定信号。调节器将来自变送器的测量信号（代表被测温度的实际值）与设定信号（代表被测温度的预期值）相比较后所产生的偏差，按照预先设计好的调节规律进行运算，并输出一个信号给执行机构。执行机构响应来自调节器的信号，推动调节机构（如图所示的阀门）动作，以改变冷却水的流量进而调节罐内发酵液的温度。这种无需人干预其运行的控制系统，称为自动控制系统。

如果将图0-2和图0-1对照一下，便不难看出：在图0-2所示的自动控制系统中，变送器和检测元件相当于人的眼睛，起着“观察”的作用；调节器相当于人的大脑，起着“判断”的作用；执行机构相当于人的手，起着“执行”指令的作用。其中，执行机构与调节机构（如阀门）往往是制成一体的，统称为执行器。这些对于工业过程进行检测、显示、控制、执行等操作的自动化装置总称为工业自动化仪表，它们是实现工业过程自动化所必不可少的技术工具。

二、工业自动化仪表的分类

（一）按仪表功能分类

工业自动化仪表可按其功能分为如下几种类型：

1. 检测仪表

检测仪表是指能感受被测变量大小的一类仪表之总称，它可以是变送器、传感器或自身兼有检测元件和显示装置的仪表。其中，变送器是借助检测元件感受被测变量，并将它转换成标准信号的一类检测仪表。所谓标准信号，就是变化范围的上、下限已经标准化的信号（例如：4~20mA DC、20~100kPa等）。

根据所测对象的不同，检测仪表或变送器的名称可加不同的修饰语，如流量测量仪表、温度变送器等。

2. 显示仪表

显示仪表用来指示、记录被测变量的数值，或者对生产过程的不正常状态发出警报，以便于操作人员随时了解和监督生产情况。

显示仪表的种类很多，依其显示方式可以分为模拟式、数字式以及图形显示等三种类型。

3. 调节仪表

调节仪表亦称控制仪表，是按照一定控制规律自动控制被控变量的仪表。用于实现闭环控制的调节仪表通常称为调节器。根据控制作用的不同，调节器可进一步分为微分调节器、比例积分调节器、比例积分微分调节器等。

4. 执行器

执行器亦称为终端控制元件，其作用是根据调节器发出的控制信号，在控制系统的正向通路中直接改变能量或物料的输送量，以达到调节温度、压力、流量、液位等工艺参数的目的。

执行器通常包括执行机构和调节机构两个组成部分。

在过程控制中常用的调节阀，是一种由控制信号调整流体通路的口径，以改变流体流量的执行器。

5. 计算仪表

计算仪表是能够对一个或多个输入变量进行数学运算的仪表。根据其输出与输入变量之间的运算关系，计算仪表可分别被称为加法器、乘法器、开方器等。

6. 设定值发生器

设定值发生器亦称给定单元，在控制系统中它能够对调节仪表(调节器)发出一个以时间或另一变量为函数的信号，以设定被控变量的预期值。如果设定值(给定值)是随时间有规律地变化，就可以实现时间程序控制。

7. 信号转换器

能够将一种信号转换成另一种信号(一般为标准信号)的仪表称为信号转换器，或简称转换器。例如，将标准电流信号转换成标准气压信号的转换器称为电-气转换器，反之则称为气-电转换器。

除上述几类仪表之外，尚有其他一些辅助性仪表，这里不再赘述。本书将着重介绍检测仪表、显示仪表、调节器和执行器，其他一些仪表将在讲述自动控制系统时顺便予以介绍。

(二)按仪表结构形式分类

工业自动化仪表可按其结构形式分为基地式仪表和单元组合式仪表两种类型。

工业自动化仪表在本世纪四十年代初作为一类专门的仪表出现时，是将测量、显示、调节等各部分都组装在一个表壳内，成为不可分割的整体。这种仪表适于在现场作就地检测和调节之用，因而称为“基地式”仪表。基地式仪表的结构紧凑，比较适用于控制分散、自动化程度不高的场合，目前在一些小型企业或单台设备的分散控制中，仍有应用。

为了适应工业过程向综合自动化和集中控制的方向发展之需要，人们将基地式仪表中的各组成部分按其功能划分，制成若干种能独立完成一定功能的标准单元，各单元之间以规定的标准信号实现相互联系。将这些标准单元仪表积木式地组合起来，即可构成各种复杂程度不同的自动控制系统。这类标准单元仪表就称为“单元组合式”仪表。根据其功能的不同，单元组合仪表可划分为变送单元、调节单元、显示单元、执行单元、计算单元、给定单元、转换单元、辅助单元等。通常，变送单元和执行单元安装在生产现场，而调节单元、显示单元等其他单元组合仪表安装在控制室的控制柜上，以便实现集中控制。单元组合式仪表便于仪表制造厂大量生产，也便于用户维修和使用，因此近年来得到了广泛的应用。

(三)按仪表的工作能源分类

工业自动化仪表按其工作能源可分为电动仪表和气动仪表两大类，单元组合仪表也分为气动单元组合仪表和电动单元组合仪表。

气动单元组合仪表以“气”“单”“组”三个字的汉语拼音第一个大写字母作为代号，简称为QDZ仪表。同样，电动单元组合仪表以“电”“单”“组”三个字的汉语拼音第一个大写字母作为代号，简称为DDZ仪表。

气动单元组合仪表的工作能源是干燥、洁净的压缩空气，气源压力为0.14MPa。气动单元组合仪表的输入及输出信号都采用统一的标准气压信号(20~100kPa)。气动仪表的结构简单、工作可靠、容易维修、价格便宜、本身具有安全防爆的特点，特别是近年来它吸收了电动仪表的一些优点，也出现了反应速度快、结构紧凑、性能稳定、功能齐全的新系列产品，

所以目前在许多场合下仍然使用着气动仪表。应该指出的是，即便在由电动仪表构成的自动控制系统中，也仍然普遍采用着气动执行器。

随着工业过程自动化的飞速发展，对仪表的性能、安装和使用等方面提出了更高的要求。电动仪表在远距离传送信号以及与电子计算机联系等方面，比气动仪表优越得多。所以，目前电动仪表在大型工厂企业中应用得越来越广。我国在六十年代中期研制生产了以电子管和磁放大器为主要放大元件的DDZ-I型电动单元组合仪表。DDZ-I型仪表的使用时间不长，很快即被以晶体管为主要放大元件的DDZ-II型仪表所代替。DDZ-II型仪表以 $0\sim 10\text{mA}$ 的直流电流信号作为统一的标准信号，这种仪表的大量生产和广泛应用，有力地促进了我国工业过程自动化的发展。八十年代初，我国又开始生产以线性集成电路为主要放大元件、具有安全火花防爆性能的DDZ-III型仪表。DDZ-III型仪表采用国际标准信号制(现场传输信号为 $4\sim 20\text{mA DC}$ ，控制室联络信号为 $1\sim 5\text{V DC}$)，信号传输采用电流传送-电压接收的并联制方式：进出控制室的传输信号为模拟直流电流信号($4\sim 20\text{mA}$)，该信号再通过电阻(250Ω)转换成相应的直流电压信号($1\sim 5\text{V}$)，并联地传输给控制室各仪表。DDZ-III型仪表克服了II型仪表在结构和性能上的一些缺点，从而使仪表进一步完善，并且更易于和计算机联用，因此应用越来越广泛。与此同时，DDZ-II型仪表经过多年的现场考验和反复改进，其结构与性能也已有了较大改善，因此目前仍在许多企业中大量应用着。

近年来，随着微电子技术和计算机的普及，工业自动化仪表的智能化已成为重要的发展方向。国外新型的自动化仪表几乎都引入了微处理机，国内也正在积极开发和研制各种微计算机化的仪表装置。例如，以微处理机为核心部件的可编程调节器，具有很强的信息处理功能、精度高、性能稳定可靠，在工业过程控制中获得了愈来愈广泛的应用。随着集成电路制造技术的不断发展，微机化、智能化仪表的可靠性将进一步提高，价格将进一步降低，其应用也将更加广泛。

三、轻工业生产过程自动化的特点及概况

轻工业是一个行业繁杂、范围广泛、与人们日常生活密切相关的工业部门。轻工各产业之间在工艺上的差异较大、生产规模大小不等，其自动化水平也参差不齐。某些轻工业生产过程(例如：洗涤剂、造纸、制糖等)属于化工类型，而某些轻工生产过程(如自行车、缝纫机、钟表等)属于机械制造类型，这两类生产过程的自动化具有不同的特点。本书的研究对象主要是那些属于化工类型的轻工业生产过程。

与其他工业过程相比，轻工业生产过程自动化既具有一般工业过程自动化的共同性，也具有自己的特殊性，概括起来主要有如下几点：

(1) 某些轻工业生产过程既包含有化工过程，也有机械过程。因此，所需测量与控制的过程变量既有热工量、化学量，也有机械量。例如，在造纸和感光胶片等生产过程中，除需测量与控制温度、流量等热工量之外，还需测量与控制速度、厚度等机械量。在某些场合下，对某些机械量的测量与控制，对于保证产品质量、提高经济效益和劳动生产率具有十分重要的意义。这是轻工业生产过程自动化与一般化工过程自动化的不同之处。

(2) 为实现轻工业生产过程自动化，除需要各类通用的检测仪表之外，往往还需要各种专用的检测仪表。例如，造纸生产过程中用于检测纸页定量、纸浆打浆度的专用仪表；感光胶片生产过程中用于测量胶片含银量和涂布均匀度的专用检测仪表等。这些轻工专用仪表具

有较强的针对性，是一般通用仪表所不能代替的。目前，轻工专用仪表的研制与生产尚不能完全满足需要，这在一定程度上影响了某些生产过程自动化水平的进一步提高。

(3) 某些轻工业生产过程(如发酵过程、洗涤剂生产过程等)属连续生产，便于实现集中控制。但也有许多轻工业生产过程(特别是以农产品为原料的食品、制糖等工业)属间歇生产，甚至有季节性，不便于搞大型集中控制，而只能单机配套自动化。这就要求仪表应具有良好的适应性和灵活性，要便于和设备管道一起清洗或拆卸更换。

(4) 轻工业生产过程对于所采用的自动化仪表往往提出一些特殊的使用要求，特别是食品工业在卫生方面有一定的要求。例如，要求与物料接触的检出元件和调节机构的材质应无毒、不生锈、不易污染；插入管道或设备内的元件应便于拆卸和清洗；调节阀内表面应光滑，不会滞留污物，也没有死角或易于滋生细菌的缝隙等。

目前，工业自动化仪表和计算机技术在轻工业生产中的应用日益普遍。然而，总的说来，自动化技术在轻工各行业的应用仍处于发展阶段，某些行业的自动化水平还比较低。在轻工业实现现代化的进程中，自动化技术有着十分广阔的应用前景，并且必将对轻工业的发展产生巨大的推动作用。

