

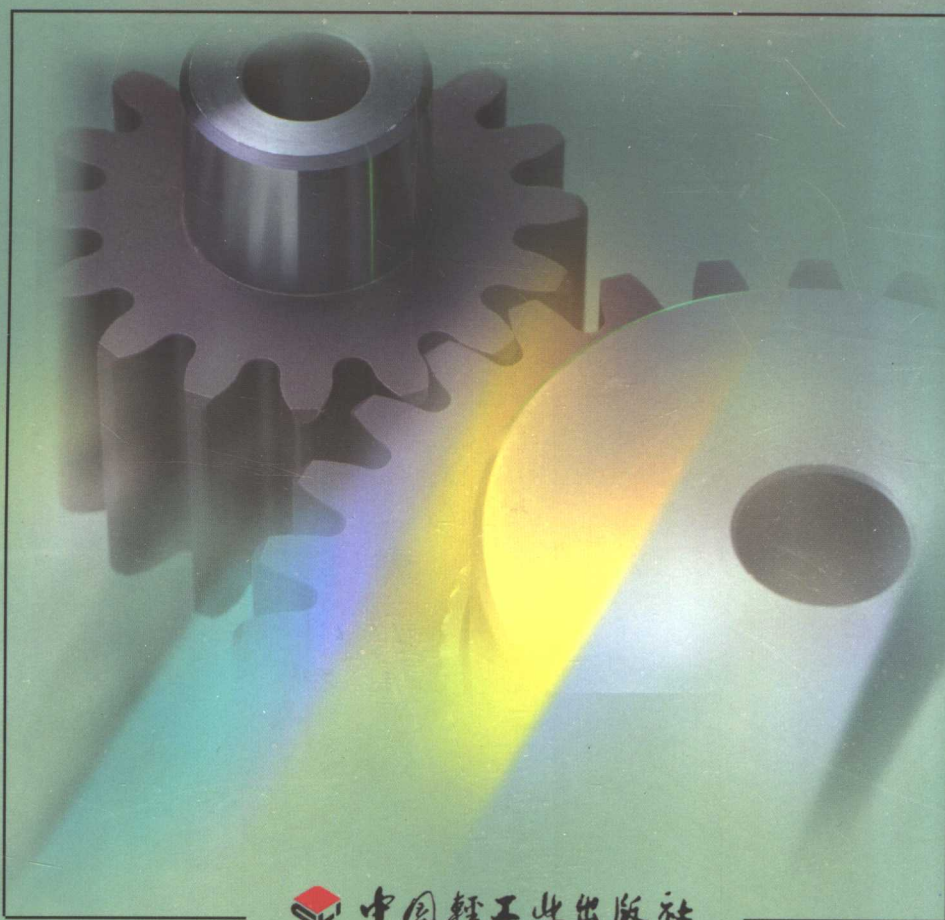
中·等·职·业·教·育·教·材

ZHONGDENG ZHIYE JIAOYU JIAOCAI

(轻工类)

机电原理与维修

◆ 马天禄 罗祯伍 主编 ◆



中国轻工业出版社

ZHONGGUO QINGGONGYE CHUBANSHE

中等职业教育教材

机电原理与维修 (轻工类)

马天禄 罗桢伍 主 编
蒋泰荣 林耀斌 主 审
李发生 李庭荣 总策划

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机电原理与维修/马天禄, 罗祯伍主编. -北京: 中国轻工业出版社, 2000. 1

中等职业教育教材·轻工类

ISBN 7-5019-2689-1

I. 机… II. ①马… ②罗… III. ①轻工业-机电设备-原理-中等教育: 技术教育-教材②轻工业-机电设备-维修-中等教育: 技术教育-教材 IV. TS04

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 65094 号

责任编辑: 孟寿萱

策划编辑: 陈耀祖 责任终审: 滕炎福 封面设计: 崔 云

版式设计: 刘 静 责任校对: 方 敏 责任监印: 崔 科

*

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

网 址: //www. chlip. com. cn

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2000 年 1 月第 1 版 2000 年 1 月第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15.5

字 数: 372 千字 印数: 1—3000

书 号: ISBN 7-5019-2689-1/TP·059 定价: 26.00 元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

前 言

轻工机电维修专业是1995年由原中国轻工总会确定,并经国家劳动部审批,列入《技工学校专业(工种)目录》的。湖北省一轻工业局教育办公室组织全省轻工技术学校的骨干教师编写了该专业的配套教材——《机电原理与维修》、《机电技能操作》、《机电制图》及《机电制图习题集》,并经原中国轻工总会审定职业技能培训鉴定专业教材。

该套教材由湖北省劳动厅作为技工学校试用教材和职业技能鉴定培训试用教材内部出版。经过两轮试用后,针对教学中发现的问题,对教材又进行了一次认真、细致的修改,现在交由中国轻工业出版社出版、发行。

经过修改的教材,除了在科学性、系统性、实用性、先进性等方面更加完善外,还具有以下特点:

1. 突出了机电一体化的特色。将轻工机械和电工两部分内容有机地结合起来,使之成为一门适应现代市场经济的专业学科。

2. 突出了轻工业特色。重点讲解了轻工包装机械、成型机械、加工处理机械、印刷机械等典型机械,在其中贯穿了机械与电气的知识。

3. 突出了职业教育的特色。紧紧围绕培养机电中级工这一目标,着重学生操作技能的培训,内容紧密结合生产实际,体现了教材的实用性。

本书由马天禄、罗祯伍主编,参加编写的有马天禄、罗祯伍、汪进兵、陈伟文,由蒋泰荣、林耀斌主审。

本套教材的总策划是李发生、李庭荣。

在编写过程中,得到了原中国轻工总会人事教育部、全国轻工技工教育学会轻工机械专业研究会、湖北省轻工技校荆沙分校、襄樊分校、黄石分校、天门分校及武汉轻机厂技校的大力支持,谨此表示感谢。

由于作者水平有限,不妥之处在所难免,恳请读者指正。

编 者

1999年5月

内 容 简 介

本书是中等职业教育机电维修专业（轻工业类）系列教材之一。

本书突出了机电一体化特色，介绍了轻工机械设备的传动系统、控制系统、执行机构、安装调试与维修的基本知识。

各章均有习题，书末附有《轻工机电维修工职业技能等级标准》，适合职业技能培训鉴定的需要。

目 录

绪论	(1)
第一章 轻工机械设备的生产率与工作循环图	(4)
§ 1—1 轻工业生产自动线的组合方式	(4)
§ 1—2 自动机生产率计算与分析	(5)
§ 1—3 自动机的工艺原理及工艺原理图	(9)
§ 1—4 执行机构工作原理图	(12)
§ 1—5 循环图 执行机构的运动循环	(15)
§ 1—6 循环图 自动机的工作循环	(19)
习题一	(27)
第二章 轻工机械的执行机构	(30)
§ 2—1 供料机构	(30)
§ 2—2 转位机构	(43)
§ 2—3 定位机构	(51)
§ 2—4 其他机构	(54)
习题二	(59)
第三章 轻工机械的传动系统	(61)
§ 3—1 传动链与运动原理图	(61)
§ 3—2 传动系统图	(64)
§ 3—3 传动系统的分析与计算	(69)
习题三	(76)
第四章 轻工机械的控制系统	(78)
§ 4—1 控制系统的作用与分类	(78)
§ 4—2 机械式控制	(80)
§ 4—3 机电液气的组合控制	(91)
§ 4—4 微型计算机控制简介	(100)
习题四	(104)
第五章 轻工机械部件装配	(106)
§ 5—1 过盈配合的装配	(106)
§ 5—2 轴承的装配	(108)
§ 5—3 齿轮传动装置的装配	(116)
§ 5—4 联轴器的装配	(121)
§ 5—5 密封装置的装配	(124)
§ 5—6 转动件的平衡	(127)

习题五	(133)
第六章 轻工机械设备安装调试与维护保养	(135)
§ 6—1 设备的安装	(135)
§ 6—2 设备的调试	(138)
§ 6—3 设备的清洁保养	(139)
§ 6—4 设备的润滑	(141)
习题六	(145)
第七章 轻工机械设备维修基本知识	(146)
§ 7—1 设备修理概述	(146)
§ 7—2 拆卸基本知识	(146)
§ 7—3 修理中的装配精度及修理尺寸链	(150)
§ 7—4 修理工艺分类与选择	(153)
§ 7—5 零件修理基本知识	(156)
§ 7—6 液压系统常见故障分析及排除	(179)
§ 7—7 电器元件和电气控制系统的故障及排除	(182)
习题七	(192)
第八章 轻工机械简介	(194)
§ 8—1 包装机械	(194)
§ 8—2 成型机械	(204)
§ 8—3 加工处理机械	(209)
§ 8—4 印刷机械	(223)
习题八	(235)
附录 轻工机电维修工职业技能等级标准	(236)

绪 论

轻工业是一个门类繁多的行业。轻工产品与人们的衣、食、住、行息息相关，在国民经济积累中举足轻重。在国家现代化建设中，轻工产品不仅为满足国内市场的需要，还要走向世界，在国际上寻求市场，出口创汇。这就要求轻工生产必须形成高产、优质、低耗、品种多、造型美、包装好的产出，而这一切又不得不依赖于轻工业的机械化与自动化生产。

一、轻工业的机械化与自动化生产

轻工业的机械化与自动化生产是指：在轻工业生产的自动机或自动线上，按照既定工艺，自动地将原材料（或零件或坯料）转变成半成品或制成品的过程。如瓶装啤酒的灌装，在自动机械组合的生产线上，要完成下述工艺操作：

卸箱→洗瓶→灌装→压盖→杀菌→贴标→装箱→入库

在完成上述生产工艺过程中，生产自动线上的各机械设备自动实现协调动作，在规定的时间内完成规定的工作循环。操作人员只需完成定期供料和管理机械设备的运行，而无需直接参与操作。

一个功能较齐全自动化连续生产过程一般可叙为：（1）装料入储料装置，（2）供料装置定向定量送料至上料工位，（3）工具或物品自动夹紧、引送至加工位置，（4）自动加工制作，（5）工具或物品自动退出，（6）松开被夹紧制品，（7）卸料装置卸下制成品，（8）输送装置将成品送往指定地点或下一工序。

在上述生产过程中，一般还应配备有自动检测、报警、调整、计数等装置。随着微机的普及运用，在轻工自动化生产中，已逐步用微机实现对机器的控制。

二、轻工机械设备的分类

轻工机械的分类方法很多，可按行业不同分类，也可按产品工艺过程分类。我们按机器的功能可分为以下四类：

1. 加工机械

是对原料进行加工制造产品的机械。如制革行业中的剥皮机、食品行业的切片机、火柴行业中的切梗机、纸加工行业的涂布机等。

2. 成型机械

是以模具为成型工具对产品进行加工的机械。更换规格不同的模具，可生产规格不同的产品。如塑料成型机，就是将塑料的颗粒原料加热加压制成一定形状的塑料制成品。还有一些冲压机械也属此类，如搪瓷制品，铝制品的冲、压、卷、挤加工就是在这类机械上完成的。

3. 装配机械

是以安装在机器上的工具或机械手，代替手工操作，按规定程序将零件装配成部件或产品的机械。如链条装配机、火柴装盒机。

4. 包装机械

是具有独立工艺特性的轻工机械。其功能、原理与装配机械类似。其工艺动作主要包括：包装材料与包装物料的输送、供料、定量、包封、贴标、打印、计数、成品输送等。如包封机、装箱机、灌装机等。

三、轻工机械设备的结构组成

一台能进行自动化生产作业的轻工机械设备一般应具有以下四大组成部分：

1. 驱动系统

轻工机械设备的动力源。一般用电动机、液压马达或气动装置构成此系统。

2. 传动系统

轻工机械设备中把运动和动力传递给各执行机构的部件总称。一般为带传动、齿轮传动。

3. 执行系统

轻工机械设备的工艺操作与辅助操作机构的总称。其动作顺序与运动规律依工艺原理和要求而定。其中，与机械设备所加工或制作的产品有直接接触和作用的构件称为执行构件。

4. 控制系统

轻工机械设备上对驱动、传动和执行各系统实行控制的部分。其作用是将运动分配给各执行机构，使其按时间、顺序协调动作，实现其工艺职能，完成自动化操作。控制系统可以是机械的、液压的、气动的、电气的、电子的或者是它们的组合。现代化的轻工自动机械已实现微型计算机控制。

四、轻工机电设备维修的目的和任务

轻工机电维修是指对设备的维护保养和修理。

维护保养的目的是确保设备处于良好的运行状态，其任务是按照维护保养的要求，认真做好设备的清洁、润滑和日常检查与调整。

修理的目的是恢复设备的工作性能和精度。在某种情况下，甚至通过修理还可以提高机电设备的工作性能，其任务是采用各种方法修复和更换损坏的零件，延长设备的使用寿命。

在机电设备的修理中，采用新技术、新工艺修复零件的几何形状、尺寸精度，并正确地安装和调试，是提高修理质量、降低修理成本的一条经济有效的措施。

机电设备的修理类别，一般分为小修、中修和大修。

五、本课程的内容和任务

1. 内容

《机电原理与维修》（轻工类）是轻工业技工学校“机电维修”专业（工种）的专业

课教材，是研究轻工业机械设备原理、结构、性能、特点和修理技术的技术学科。全课程包括原理与维修两部分。前四章原理部分讲述了轻工机械的执行机构、传动系统、控制系统以及生产率计算、工作循环图知识；五至七章维修部分介绍了轻工机械设备的安装与调试，机械零件的维修、液压元件及液压系统的维修，电气元件及电气系统的维修和主要部件修理装配等技术知识；最后一章介绍了几类典型轻工机械设备的原理、结构、性能。

2. 任务

通过本课程的学习，使学生初步掌握常用轻工机电设备的原理、结构、性能和特点，掌握轻工机电设备的机、电、液、气的维修操作技术和知识，了解一般轻工机械设备的安装、调试及常见故障处理知识，用以指导学生现场实习操作。

学习中，注意理论与实际的紧密结合，多到生产现场观摩和学习实际操作，训练动手能力。

第八章轻工机械简介为选学内容。为使学生的学习更具体、更实际，使用本教材的教师可依本校和本地区的实际，增减其中有关内容。

习 题

1. 轻工机械设备一般由哪些系统组成？
2. 轻工机械设备按其功能分为哪几类？
3. 轻工机电设备维修的目的和任务是什么？
4. 你如何学习《机电原理与维修》这门课程？

第一章 轻工机械设备的生产率与工作循环图

轻工机械设备的生产率是衡量机器性能优劣的主要指标，其工作循环图反映了执行机构之间按时间和顺序协调运动的关系。生产率的计算、工作循环图的绘制是轻工自动机原理内容中重要的基础知识，是进行机械设备调试与维修的主要依据。

§ 1—1 轻工业生产自动线的组合方式

一、自动线的定义

使原料、毛坯或半成品（在装配时是零件）以一定的节拍，按工艺顺序自动地经过各工位完成预定的工艺过程，最后成为合乎要求的制品。这种用传输装置联接起来的自动机及其它设备组成的系统称为自动线。

二、自动线的组合方式

根据轻工行业中不同生产方式的需要，可将自动线组合方式分为如下四种。

1. 刚性顺序组合自动线

如图 1-1 所示。各自动机用传输装置与控制系统等联接起来以一定的生产节拍工作。

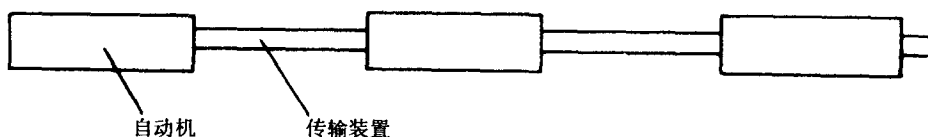


图 1-1 刚性顺序组合自动线

这种自动线组合占地面积小、结构紧凑，其缺点是一台机器或其中某一机构发生故障将使全线停工。

2. 柔性顺序组合自动线



图 1-2 柔性顺序组合自动线

如图 1-2 所示。这种自动线在机械设备的传输上增设了储料器。当后一工序的机器出现故障时，前一工序的机器照样工作，半成品送到储料器中暂存。如果前面机器故障停机，由储料器供给所需半成品，使后面的机器继续工作下去。其缺点是增设了储料

器，设备投资增加，故障率也增加，占地面积大，结构不紧凑。

比较上述两种组合，从而分析得出：故障率低的自动机宜采用刚性顺序组合，故障率高的宜采用柔性顺序组合自动线。为此，常采用下述优化方式组合。

3. 分段柔性顺序组合自动线

图 1-3 表明，在故障率高的自动机设储料器，不易出故障的机器，则采用刚性顺序组合。这种自动线常称为分段柔性顺序组合自动线。

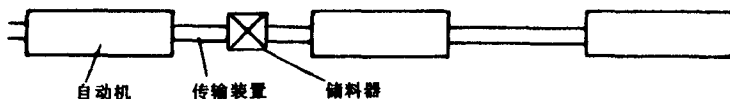


图 1-3 分段柔性顺序组合自动线

4. 顺序-平行组合自动线

如图 1-4，图 1-5 所示。为平衡各机器的生产节拍，某些工序用数台机器顺序平行组合构成，以做到均衡生产，充分利用设备，提高生产率。自动线的合理组合，直接关系到生产率的提高。有关生产率的问题将在下一节讨论。

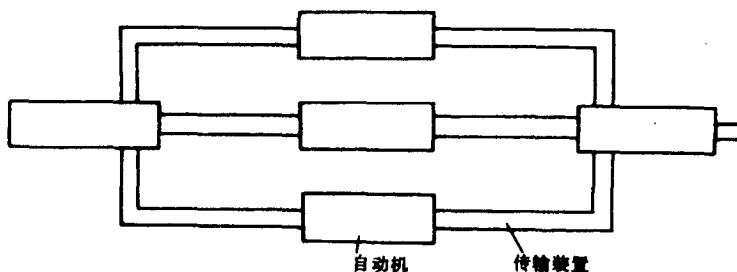


图 1-4 刚性顺序平行组合自动线

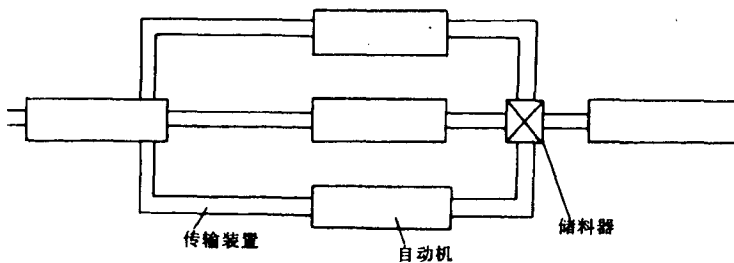


图 1-5 柔性顺序平行组合自动线

§ 1—2 自动机生产率计算与分析

一、自动机理论生产率与实际生产率的概念

自动机生产率即机器的生产能力，是指单位时间内生产产品的数量。其单位可以是：件/h、m/h、瓶/h、粒/min 等。

我们定义：自动机调整到正常工作状态，在单位时间内生产产品的数量称为自动机理论生产率。而计及故障、维修或其它原因引起的停机时间所求得单位时间内生产的产品数量称为自动机的实际生产率。

二、两种类型机器的理论生产率

按生产过程的连续性，轻工机械设备可分为间歇作用型和连续作用型两大类。为叙述问题方便起见，以下简称：间歇作用型为Ⅰ型，连续作用型为Ⅱ型。

1. Ⅰ型机的理论生产率

该类机器在加工产品时，其传送和处理是间歇周期性进行的。其工作特点是：产品在传送中不被加工，加工中不能被传送。如冲压成型机，被加工的坯料只有在传送到位后，才能进行冲压成型的工艺操作而加工成制品，坯料在传送中是不可以被冲压成型的。

Ⅰ型机的理论生产率决定于产品的生产节拍——产品在自动机的加工循环时间 t_p （对于多工位自动机 t_p 为产品在各工位上的工作循环时间），其理论生产率可表示为：

$$Q_T = \frac{R}{t_p} \quad (1-1)$$

式中 R ——产品特征系数，依机器所生产的产品特征确定

t_p ——工作循环时间 (s)

Q_T ——理论生产率

例 1-1 已知 B·XP-165 洗瓶机，凸轮分配轴每转一周，间歇移动装置就推一排 16 瓶盒，而进瓶、出瓶、移瓶工作循环时间为 7.2 (s)，求理论生产率 (瓶/h)。

解：由题知，该机产品特征系数 $R = 16$ 瓶

工作循环时间 $t_p = 7.2$ (s)

故理论生产率为

$$Q_T = \frac{R}{t_p} = \frac{3600 \times 16}{7.2} = 8000 \text{ (瓶/h)}$$

例 1-2 火柴连续机，其上梗凸轮分配轴每转一周上梗 222 枝，转速 135r/min。支件换算关系为：1 支 = 10^{-5} 件。机器正常运转时上梗率为 90%。求该机理论生产率 (件/h)。

解：产品特征系数 $R = 222 \times 10^{-5} \times 90\%$ 件

工作循环时间 $t_p = 1/n = 60/135 = 0.4$ s

$$\begin{aligned} \text{理论生产率 } Q_T &= \frac{R}{t_p} = \frac{3600 \times 222 \times 10^{-5} \times 0.9}{0.4} \\ &= 16 \text{ (件/h)} \end{aligned}$$

在上述两例中，其凸轮分配轴即自动机工作主轴，轴上安装有与机器各执行机构联接的凸轮，以完成其工艺操作和辅助操作。其有关内容详见本书后续相关章节。

2. Ⅱ型机的理论生产率

产品在Ⅱ型机上的加工是连续进行的，其工作特点是产品在传送中被加工，加工中

可传送。如自动灌装机就属于这种连续型的Ⅱ型机。

在Ⅱ型机上产品移动的速度就是自动机工艺操作的速度，其速度决定了Ⅱ型机的理论生产率。根据产品传送方式，其理论生产率有两种表达形式。

(1) 对直线移动式自动机理论生产率为：

$$Q_T = R \cdot v_P \quad (1-2)$$

式中 R ——产品特征系数

v_P ——产品移动速度

(2) 对回转式自动机理论生产率为：

$$Q_T = N \cdot n_P \quad (1-3)$$

式中 N ——转盘工位数

n_P ——转盘转速

例 1-3 已知火柴刷磷机输送带速度 7.5m/min 共有四列轨道输盒，每列每米能输盒 44 只，件盒换算关系为：1 件 = 1000 盒。求理论生产率 (件/h)。

解：产品特征系数 $R = 4 \times 44 \times 10$ (件/m)

$$\begin{aligned} \text{理论生产率 } Q &= R \cdot v_P = 4 \times 44 \times 10 \times 7.5 \times 60 \\ &= 78 \text{ (件/h)} \end{aligned}$$

例 1-4 已知旋转式自动灌装机电磁调速电机转速已调定为 722r/min，转盘电机间传动比为 $i = 288.8$ 。转盘工位数为 40。求理论生产率 (瓶/h)。

解：转盘转速 $n_P = \frac{n_1}{i} = \frac{722}{288.8} = 2.5 \text{ r/min}$

$$\text{理论生产率 } Q_T = N \cdot n_P = 40 \times 2.5 \times 60 = 6000 \text{ (瓶/h)}$$

三、Ⅰ型机工作循环时间 t_P 的构成及理论生产率 Q_T 的分析

1. 工作循环时间 t_P 的构成

Ⅰ型机的工作循环时间由基本工艺时间 t_K 和循环内的辅助操作时间 t_f 组合而成。

(1) 基本工艺时间 t_K ：加工、装配或计量等工艺操作时间。

(2) 辅助操作时间 t_f ：被加工产品的引进、退出加工位置；装卸、传递、自动检验产品，执行机构的空程动作（返回行程）时间。

在上述两类动作时间内，有的时间是可以重合或可以部分重合的。不相重合的工艺时间 t_K 与不相重合辅助操作时间 t_f 的总和就构成了工作循环时间 t_P 。

如果不计及其它时间，那么Ⅰ型机工作循环时间可表示为：

$$t_P = t_K + t_f \quad (1-4)$$

2. Ⅰ型机理论生产率分析

为简化分析，可设每一工作循环时间内只生产一件产品，即取 $R = 1$ ，则式 (1-1) 简化为

$$Q_T = \frac{1}{t_P}$$

将式 (1-4) 代入上式，即：

$$Q_T = \frac{1}{t_K + t_f} \quad (1-5)$$

变形得：

$$Q_T = \frac{\frac{1}{t_K}}{1 + \frac{t_f}{t_K}}$$

令

$$\frac{1}{t_K} = K \quad (1-6)$$

K 称为工艺生产率，则有：

$$Q_T = K \left(\frac{1}{1 + t_f} \right) \quad (1-7)$$

对式 (1-7)，令 K 为自变量，取不同 t_f ，作出 Q_T-K 图线，如图 1-6 所示。

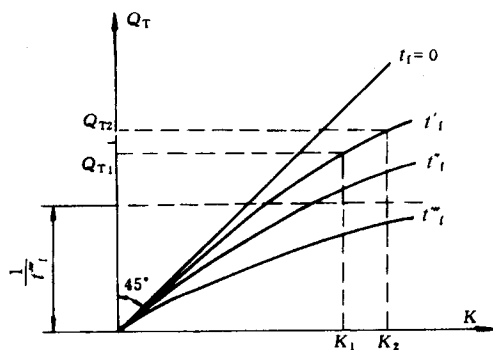


图 1-6 Q_T 与 K 、 t_f 关系曲线

图中，三条曲线的 t_f 有下述关系：

$$t'_f < t''_f < t'''_f$$

分析式 (1-7) 及图 1-6 可知：

- (1) K 不变时， t_f 长的， Q_T 较低； t_f 较短的， Q_T 较高；
- (2) K 高时， t_f 对 Q_T 的影响大； K 低时， t_f 对 Q_T 的影响小；
- (3) 如果辅助操作时间 $t_f=0$ ，此时，理论生产率就等于工艺生产率，即

$$Q_T = \frac{1}{t_K}$$

四、Ⅱ型机工作循环时间 t_P 与理论生产率 Q_T 分析

对Ⅱ型机，因为 $t_f=0$ ，或说辅助操作时间包含在 t_K 内，相当上述Ⅰ型机分析 (3) 中的结论。所以：

$$Q_T = \frac{1}{t_K} \quad (1-8)$$

五、Ⅰ型机、Ⅱ型机实际生产率

Ⅰ型和Ⅱ型机的实际生产率可分别按下列公式计算，其分析过程从略。

1. I 型机实际生产率为

$$Q_P = \frac{1}{t_K + t_f + t_n} \quad (1-9)$$

式中 Q_P ——实际生产率

t_n ——分摊到每件产品上的工作循环外的时间损失, 即计及维修、调整等技术上的原因所造成的非工作循环内的时间损失

例 1-5 在例 1-2 中, 如果因机器调整等原因每班需停机 5 次, 每次 10 分钟, 求该机此时的实际生产率 (件/h)。

解: 在例 1-2 中已求出

(1) 产品特征系数 $R = 222 \times 10^{-5} \times 0.9 = 1.998 \times 10^{-3}$ (件)

(2) 工作循环时间 $t_P = 60/n = 60/135 = 0.4$ (s)

(3) 求循环外时间损失 t_n 设每班工作 8h, 计及停机时间, 实际工作时间为: $(8 \times 3600 - 5 \times 10 \times 60)$ (s)。实际循环次数为: $(8 \times 3600 - 5 \times 10 \times 60) / 0.4$ 。故循环外的时间损失:

$$t_n = \frac{5 \times 10 \times 60}{\frac{8 \times 3600 - 5 \times 10 \times 60}{0.4}} \approx 0.052 \text{ (s)}$$

(4) 实际生产率 由式 (1-9) 算得

$$Q_P = \frac{R}{t_K + t_f + t_n} = \frac{R}{t_P + t_n} = \frac{1.998 \times 10^{-3}}{0.4 + 0.052} \times 3600 \\ = 14.5 \text{ (件/h)}$$

2. II 型机实际生产率为

$$Q_P = \frac{1}{t_k + t_n} \quad (1-10)$$

§ 1—3 自动机的工艺原理及工艺原理图

一、轻工自动机加工工艺特点

1. 工艺范围有一定的局限

这是由于轻工自动机加工产品单一, 专业性强, 突出了自身高生产率、低劳动强度的特点, 其工艺范围的通用性受到限制。

2. 工艺动作有严格的顺序

在自动机上各工位都已确定, 在自动线上各工序也已排定。产品按既定工艺路线顺序加工, 不可穿插打乱。

3. 工艺循环时间有严密的节奏

自动机的各执行机构的运动循环已按工作循环图预先设定, 在规定时间内必须完成各自动作。

二、轻工自动机工艺方案分类

机械设备的工艺方案可按下述两种方法分类：

1. 按工艺过程的性质分类

(1) 理化作用型 产品在机器的物理或化学作用下，达到性质或状态的变化以完成加工。如塑料成型挤出机、陶瓷烧制的窑炉、干燥机等加热、干燥。

在这种工艺中，机器与产品在加工过程中，呈体接触，不受严格的工艺运动规律限制，动作简单。

(2) 机械作用型 产品在机器的执行机构所施机械力的作用下，达到状态（形状、尺寸、装配、包装）的变化以完成加工。如切梗工艺、制盒工艺、切纸工艺等。此种工艺中产品与工具（机器执行机构中的执行构件）是点、线、面等形式接触。其运动规律严格，动作复杂。

(3) 综合作用型 产品同时受理化作用和机械作用以完成加工。例如，制革工业中熨皮机上的熨皮工艺、前例中的塑料成型挤出机的加热、加压、挤出工艺。

2. 按工艺运动与产品（或工具）的传动关系分类

(1) 加工工艺与产品传送相互制约 也就是前文叙及的，加工中不能被传送，传送中不能加工的Ⅰ型机。

(2) 加工工艺速度与传送速度相等 产品在传送中被连续加工，工具位置不变，其工艺原理属Ⅱ型机。

(3) 产品传送速度取决于加工工艺速度 是加工工具伴随产品同时运动的一种工艺原理，也属Ⅱ型机。例如啤酒灌装机中的灌装工艺。

(4) 产品传送速度与其工艺时间相关联 产品传送速度取决于所需工艺时间，是不定量的成批产品，在所需工艺时间内连续运送而通过自动机工作部分来完成加工的一种工艺，工艺原理属Ⅱ型机。例如，烘箱、干燥机的烘制工艺，在确定温度下，对产品的烘制或干燥的时间也是确定的，即产品传送速度与其工艺时间相关联。

三、轻工自动机工艺方案的性质

1. 工艺性方案

物理性质不同的方案。例如在烘干工艺中，可以有蒸汽烘干、电热烘干、远红外线辐射烘干三种不同工艺性方案。又如搪瓷制品表面的喷花、贴花、印花也是不同的工艺方案。

2. 结构性方案

物理性质相同，操作方式不同的工艺方案。例如，糖果包装机有单头扭结和双头扭结，单张纸包装和卷筒纸包装，就属于操作方式不同的工艺方案。

四、轻工自动机工艺原理图

认识分析某一自动机的工作过程，首先要掌握其工艺原理，而工艺原理图，能直观、清晰地表达自动机工艺流程。学习绘制工艺原理图，进而搞清其工作原理，能使我