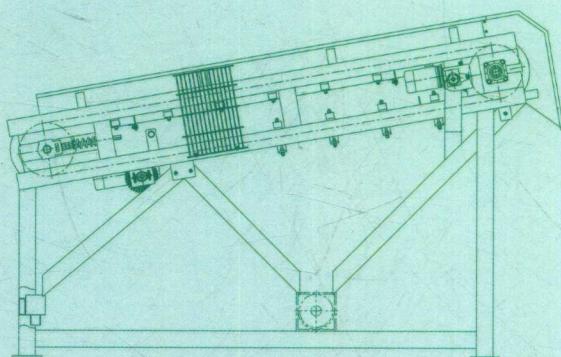
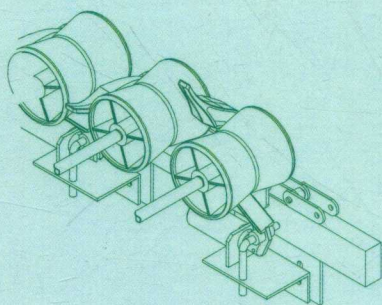
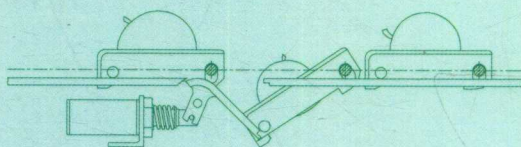




GUOSHU CAIHOU CHULI JIXIE SHEBEI JI
SHENGCHANXIAN SHEJI

果蔬采后处理机械设备及 生产线设计

张 聪 著

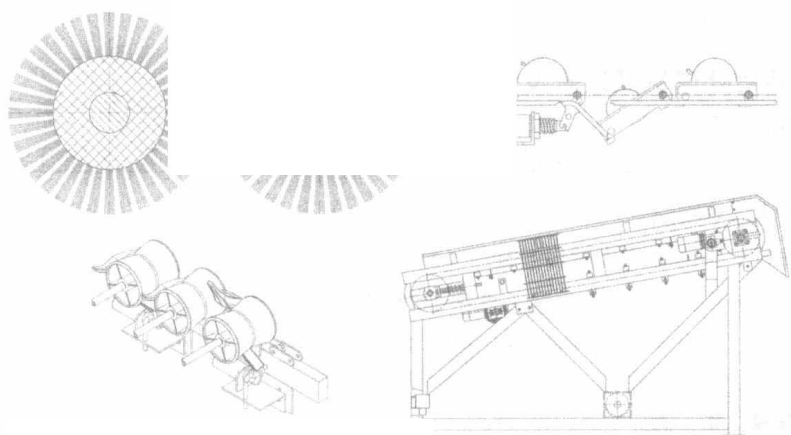


华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

非外借

果蔬采后处理机械设备及 生产线设计

张 聪 著



华南理工大学出版社
SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

· 广州 ·

内容提要

本书对果蔬采收后的自动化处理技术进行了全面和深入的研究,论述相关机械设备及其生产线的设计,内容共分八章。第一章概论,第二章果蔬输送设备,第三章果蔬洁净加工与保鲜设备,第四章果蔬沥水除湿设备,第五章果蔬分级设备,第六章果蔬初加工设备,第七章果蔬装箱与搬运设备,第八章果蔬采后处理自动生产线。每一章均为相对独立的整体,归纳同类设备,探讨具体机型,阐明其结构原理、设计要点等。

本书可供从事果蔬加工技术装备、食品与包装机械研究开发的科技人员作为设计参考用书,也可作为大学相关专业师生的教学和指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

果蔬采后处理机械设备及生产线设计/张聪著. —广州:华南理工大学出版社, 2017. 7
ISBN 978 - 7 - 5623 - 5257 - 0

I. ①果… II. ①张… III. ①水果加工 - 食品加工设备 - 研究 ②水果加工 - 生产线 - 设计 - 研究 IV. ①TS255. 3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 101673 号

果蔬采后处理机械设备及生产线设计

张 聪 著

出 版 人: 卢家明

出版发行: 华南理工大学出版社

(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)

http://www. scutpress. com. cn E-mail: scutc13@scut. edu. cn

营销部电话: 020 - 87113487 87111048 (传真)

责任编辑: 张 颖

印 刷 者: 虎彩印艺股份有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16 印张: 13. 25 字数: 348 千

版 次: 2017 年 7 月第 1 版 2017 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 1 ~ 1000 册

定 价: 38. 00 元

前 言

面对超市中外观鲜亮匀称的优质水果、包装精美的洁净蔬菜时，人们或会联想到阳光沐浴下清香四溢的果园、雨露滋润下青葱盎然的菜圃……但难以想象的是，这些农产品从它生长的果园和菜圃被采摘后，在进入超市前，还经历了自动化生产线的多工序处理，其中包括清洗、消毒、保鲜、分级以及去皮、分切、包装等等，而这些工序都需要各类专用的机械设备来实现。

果蔬产品不同于规格固定的工业产品，因其自然生长而造就了外形和色泽相异的外观特性。因此，适用于果蔬处理和加工的机械设备，不但要具备高效性、精密性、准确性，还需要有宽广的适应性，即具有一定的柔性化特征。果蔬加工技术装备的研究是一门综合性的学科，要求技术人员必须具备多方面的知识，如研发过程中必须要明确果蔬品种的特性以确定合理的工艺流程，还需掌握机械结构原理并熟知检测及控制技术等等。

笔者从事果蔬加工技术装备研究开发十多年，成功主持开发的机械设备产品涉及果蔬洁净加工、保鲜处理、分级包装等领域，其自动生产线已推广应用于国内外众多的果蔬加工企业。本书是笔者研究成果的结晶，全书从文字到图表，均为第一手资料。书中所述的机械设备涉及笔者研究中的大量专利技术，每一篇文字均源于笔者的研究报告，每一幅插图均出自笔者的设计图纸。

机械设备的设计，是一项严谨而精细的工作，分析每一个机构、计算每一组数据、绘制每一个零件，每一步都要认真完成。

笔者著此书的目的有三：其一，作为多年研究工作的成果总结；其二，为国内从事相关专业研究的技术人员和学者提供参考，从而起到技术交流的作用；其三，为大学相关专业师生提供设计指导用书。

笔者更期待，本书能激发相关科技人员的创造性，从而研发出更先进更智能的技术和装备，促进国内果蔬加工机械制造产业的发展。

张 聪

2017年1月于广州

目 录

1 概论	1
1.1 果蔬采后处理技术方法	2
1.2 果蔬采后处理机械设备分类	4
1.3 果蔬采后处理生产线的设计要点及方法	5
2 果蔬输送设备	9
2.1 概述	9
2.2 辊筒输送机	9
2.3 网带输送机	12
2.4 链板输送机	16
2.5 皮带输送机	20
2.6 果蔬排列输送机	24
3 果蔬洁净加工与保鲜设备	29
3.1 概述	29
3.2 果蔬清洗技术与设备	29
3.3 果蔬清洗中的除杂技术及系统	44
3.4 果蔬清洗中的消毒技术及系统	45
3.5 果蔬保鲜设备	47
3.6 柑橘类水果清洗保鲜机关键设计参数	50
4 果蔬沥水除湿设备	52
4.1 概述	52
4.2 滚刷沥水与海绵辊吸水装置	52
4.3 振动沥水设备	54
4.4 气幕除湿设备	58
4.5 热风除湿设备	63
5 果蔬分级设备	70
5.1 概述	70
5.2 孔径式分级设备	71
5.3 间隙式分级设备	81
5.4 在线电子称重式分级机	101
5.5 机器视觉识别分选机	111
6 果蔬初加工设备	125
6.1 概述	125
6.2 果蔬热烫设备	125

6.3	果蔬去皮设备	132
6.4	果蔬分切机	149
7	果蔬装箱与搬运设备	154
7.1	概述	154
7.2	水果自动装箱机	154
7.3	箱装果蔬搬运机械手	164
8	果蔬采后处理自动生产线	179
8.1	概述	179
8.2	叶类蔬菜洁净加工生产线	179
8.3	柑橘保鲜分级生产线	184
8.4	荔枝采后处理自动生产线	190
8.5	番茄自动去皮生产线	196
8.6	箱装果蔬机器人搬运码垛生产线	199
	参考文献	205

1 概 论

中国是世界上水果和蔬菜生产的第一大国，蔬菜、水果已分别成为中国种植业中仅次于粮食的第二和第三大产品，其产量在世界上占有举足轻重的地位。随着国际市场的开放，国内外农产品的相互流通，果蔬采后处理技术手段越显重要。这是因为，果蔬采后实施的科学的加工处理，是提高产品上市质量、增强市场竞争力的重要环节。

欧美等发达国家的果蔬采后处理及加工量几乎达到 100%，特别是对柑橙、苹果等大宗水果，均通过清洗、涂蜡、分级、包装后才进入市场；番茄、马铃薯等蔬果大多数需先进行清洗、去皮处理以方便进一步深加工；蔬菜必须要经过洁净加工、分段切块和包装后才能进入超市销售。其先进技术主要表现在以下几方面：

(1)在蔬菜洁净加工方面，广泛采用包括超声波在内的高效清洗技术和臭氧等消毒手段，并采用先进的自动化气调保鲜包装设备对蔬菜进行定量包装。

(2)在水果保鲜分级处理方面，自动高效的检测分选技术既是核心又是近年来发展最快、现代技术应用最多的环节。水果检测分选设备已普遍采用机器视觉识别技术，或在线检重技术，配合计算机分析系统，属于智能型设备。所配套的生产线，既可以对水果进行清洗和喷涂保鲜液，也可以进行重量、大小、颜色、含糖量和瑕疵等特性的有效检测分选，甚至可以根据水果表皮的颜色类型、色泽深浅以及特定色泽在水果表面的覆盖率来探测其瑕疵、坏斑、日灼斑等。

(3)在蔬果的去皮和鲜切加工方面，先进的压差蒸烫处理和自动搓皮、撕脱技术已得到广泛应用，配合高速精细的分切技术设备，形成自动生产线，可进行蔬果连续大规模去皮、切块或切丁，加工优质蔬果丁块产品。

上述技术代表着当今世界果蔬采后加工技术的先进水平，引领着相关装备制造业的发展方向。

作为果蔬生产大国，我国的采后处理技术与先进国家相比还有一定的差距，还有待进一步加强，否则会制约果蔬产业的健康发展。

随着现代科技的发展，越来越多的新技术应用于果蔬采后处理及加工，包括电子、信息及计算机技术。特别是随着工业机器人在各行业的普及应用，在果蔬采后处理中应用机器人技术的条件也渐趋成熟。这一切将极大地推动着果蔬采后处理及加工机械设备的发展。

1.1 果蔬采后处理技术方法

大规模采摘的果蔬进行采后处理时,根据生产需求,可采取多种不同的技术方法,包括预冷、清洗、保鲜、分级、包装,以及去皮、鲜切和冷链贮运等等。

果蔬品种繁多,其采后处理技术方法可谓形式多样,并且不断有创新技术出现,较常用的方法有以下9种:

- ①预冷技术方法;
- ②输送技术方法;
- ③清洗技术方法;
- ④除湿(干燥)技术方法;
- ⑤保鲜技术方法;
- ⑥分选技术方法;
- ⑦去皮技术方法;
- ⑧分切技术方法;
- ⑨包装技术方法。

在实际生产中,需要针对具体的果蔬对象,根据其特性及最终产品目标,综合应用多种技术方法,制定加工工艺流程,配套规范完善的自动设备及其生产线,才能实现科学合理的处理模式。

例如,对于胡萝卜、番薯、莲藕等根茎类蔬果,在采收后需要进行洁净加工处理并包装上市,而且其中有一部分还需要去皮和切块,形成鲜切蔬菜产品。在进行相关的生产线规划时,可制定如图1-1所示的工艺流程。

由工艺流程图可见,根茎类蔬果采收后经过多个工序处理,应用多种技术方法,最终形成两种产品,一种是整果包装产品,一种是鲜切蔬果包装产品。

该流程前段处理过程如下:

- (1)根茎类蔬果原料通过带式输送机或水流输送槽进入加工车间。
- (2)洁净化处理,清洗表皮污泥污迹。一般采用连续喷淋加旋转毛刷的清洗方式,视实际情况可结合水气浴等清洗方式,以加强效果。
- (3)清洗后的蔬果进入分拣工序,工人在输送线上进行检查,挑选残次产品并剔除。另外,一些根茎类蔬果需进行修整处理,例如莲藕要分段切除藕节,胡萝卜需除去根须等。

经过清洗和分拣处理后,按生产要求,蔬果分两路输送,分别按如下过程进行处理。

其一,整果包装产品的生产过程:

- (1)消毒处理。采用合适的除菌剂或臭氧等物理方式杀灭根茎类蔬果表皮的细菌及微生物,达到防腐保鲜的目的。
- (2)除湿处理。通过气幕喷射,或热风隧道干燥的方式,去除蔬果表面水分,以利包

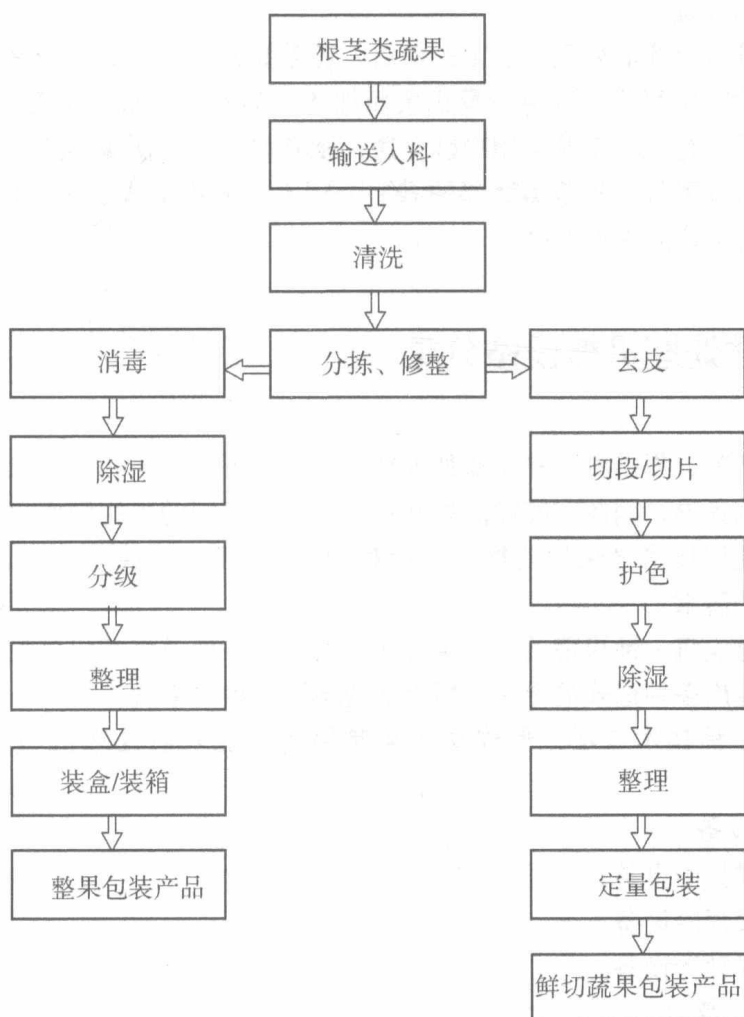


图 1-1 根茎类蔬果采后处理工艺流程

装保存。

(3) 分级处理。根茎类蔬果一般按长度分级，按商品要求分成若干级别。

(4) 对分级后的蔬果进行包装前的检查、整理。

(5) 装盒或装箱。可采用塑料薄膜袋包装后，再进行纸盒包装，或直接采用塑料周转箱包装。

其二，鲜切蔬果包装产品的生产过程：

(1) 除去表皮。根茎类蔬果的去皮方式有多种，一般可通过旋转滚刷加喷淋的方式，或滚筒摩擦加喷淋的方式去皮。

(2) 按产品要求，把去皮后的蔬果切段或切片等。

(3) 为了防止切片蔬果表面氧化褐变，影响产品质量，需要进行护色处理。护色方法可采用热烫或酸溶液处理，常用质量分数为 0.5%~1% 的柠檬酸进行浸泡。

(4) 除湿处理。通过热风干燥等方式，把切片蔬果表面的水分去除，以利包装保存。

(5) 对除湿后的蔬果片进行包装前的检查、整理。

(6) 定量包装。可采用塑料袋装、托盘包装等形式。按实际需求，可对包装进行抽真

空或充入保鲜气体处理。

果蔬在工厂进行上述的处理及加工的前后,还需要进行适当的预冷处理。果蔬采收后即刻预冷可迅速消除田间热,避免热量积聚而加速产品腐败,最大限度保持果蔬新鲜度;经过处理及加工后进行预冷以及采用冷链输送,则有利于果蔬储藏并延长货架期。

由上述加工过程可见,根茎类蔬果的采后处理基本应用了前述所列的全部技术方法,才能最终形成符合上市要求的产品。

1.2 果蔬采后处理机械设备分类

在工业化生产中,根据每一种果蔬处理技术方法,可设计出相应的机械设备。由于果蔬种类繁多,性状各异,因此,同样的处理技术方法,不同的果蔬则有不同的机械设备相适应。即在确定处理技术方法的前提下,针对特定的果蔬,必须设计配套对应的机械设备,才能满足生产需求。

由此可见,对应每一种果蔬处理技术方法,可形成一种类型的机械设备,而每一类型的机械设备可派生出多种形式的专用机械以适应不同品种的果蔬。

对应前述的9种技术方法,形成9大类常用的果蔬采后处理机械设备,详细分列如下:

1. 果蔬预冷设备

- ①通风冷却式预冷设备;
- ②真空冷却式预冷设备;
- ③冷水冷却式预冷设备。

2. 果蔬输送设备

- ①辊筒输送机;
- ②网带输送机;
- ③链板输送机;
- ④皮带输送机。

3. 果蔬清洗设备

- ①滚刷式清洗机:平面横排式滚刷清洗机、弧面纵置式滚刷清洗机;
- ②水气浴清洗机;
- ③超声波清洗机;
- ④综合式清洗机。

4. 果蔬除湿设备

- ①滚刷(海绵辊)式沥水机;
- ②振动式沥水机;
- ③气幕(气刀)除湿机;
- ④热风除湿设备:隧道式热风除湿机、吊篮式热风除湿机。

5. 果蔬保鲜设备

- ①喷雾式保鲜机;

②喷淋式保鲜机;

③浸浴式保鲜机。

6. 果蔬分级设备

①孔径式分级设备: 滚筒孔径式分级机、皮带孔径式分级机;

②间隙式分级设备: 浮辊式分级机、变间距辊式分级机、V形带式分级机、导流板式分级机;

③在线电子称重式分级机;

④机器视觉识别分级机。

7. 果蔬去皮设备

①筒壁摩擦式去皮机;

②旋转滚刷式去皮机;

③热烫式去皮设备;

④自动剥壳机。

8. 果蔬分切设备

①切片机;

②切条机;

③切粒机。

9. 果蔬包装设备

①真空包装机;

②气调保鲜包装机;

③自动装箱机;

④包装产品搬运设备。

针对特定的果蔬, 按生产要求设定工艺流程, 应用上述相关的机械设备进行合理的组合, 则可形成高效的自动化生产线。

1.3 果蔬采后处理生产线的设计要点及方法

对于大多数果蔬产品, 由于采收后的处理过程均需要经历多个工序, 因此单独使用一两台设备是难以满足生产需求的。具备规模化生产条件的果蔬加工厂, 在进行果蔬处理及加工时, 基本上均配备自动化生产线。

由此可见, 在实际应用中, 必须要考虑把实现各工序的机械设备合理地联接起来, 构建高效的自动化生产线, 以符合工艺要求, 才能达至生产目标。

果蔬采后处理生产线的设计, 涉及相关机械设备的选型, 以及设备之间的相互衔接, 协调动作, 统一调控, 等等, 其设计要点主要包括:

(1) 确定生产工艺流程。针对特定的果蔬, 根据其生产目标制定合理的工艺流程。这是生产线设计的首要工作。工艺流程是否科学合理, 将直接影响所配套的生产线的使用效果。

(2) 根据工艺流程进行设备配置。对于通用的、定型的、现成的机械设备, 可搜集相

关的资料，包括制造厂家、型号规格、性能参数等等。对照工艺流程的要求，分析、比较，择优选配。

(3)对定制的、专用的、非标准的、新型的机械设备进行方案设计，初步确定机型、结构及相关技术参数。

(4)生产线总体设计。根据厂房布局绘制生产线安装及平面布置图。

(5)制订详细的设备清单。

(6)开展具体的设计工作，包括单机设计、设备集成设计、设备间输送衔接的设计、管线配置设计、全线控制设计等等。

果蔬采后处理自动生产线的设计流程如图 1-2 所示。

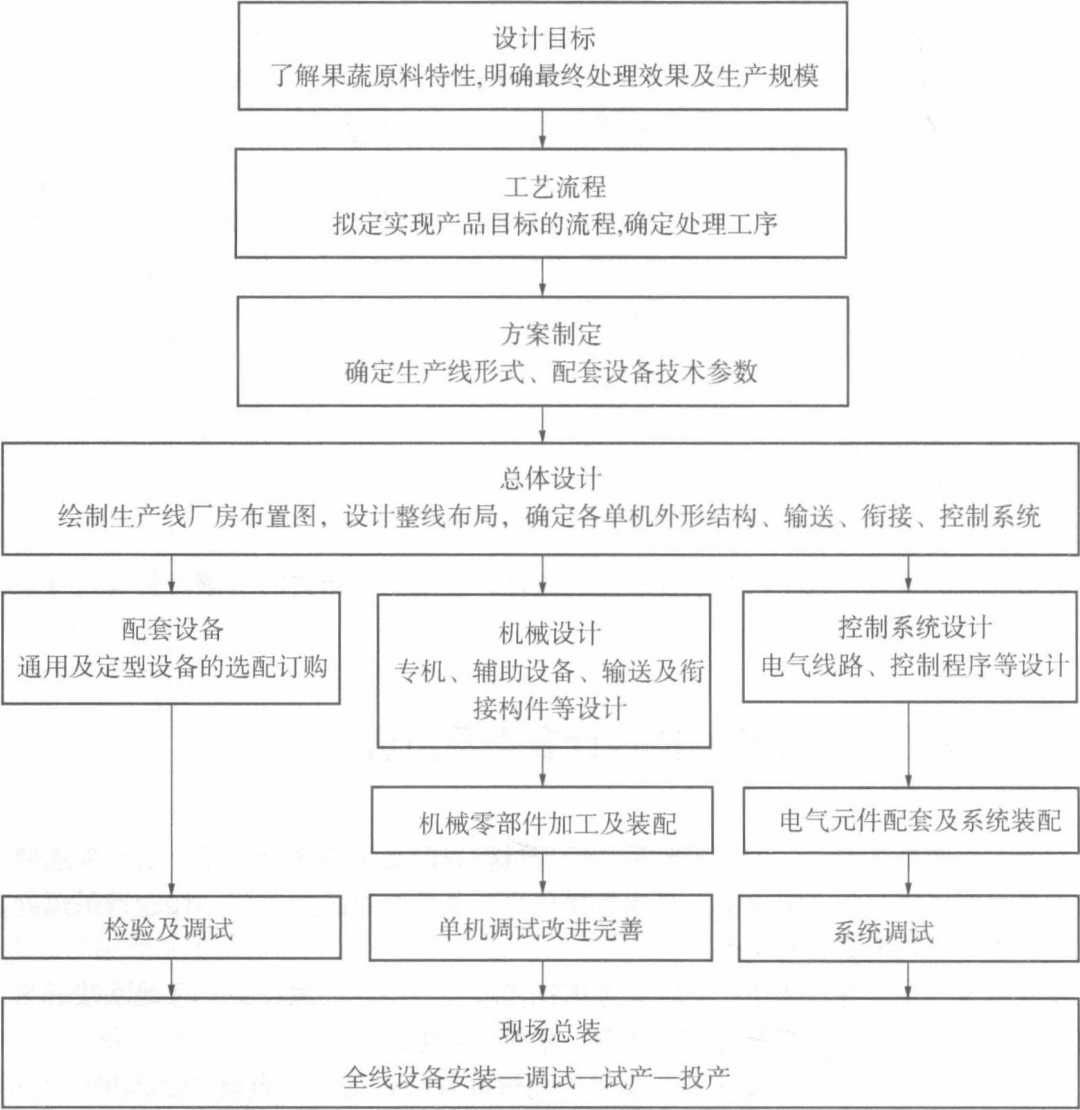


图 1-2 果蔬采后处理自动生产线设计流程

以下列举一例适用于苹果、甜橙、李子等水果采后商品化处理的自动生产线的设计。图 1-3 所示是工艺流程图。

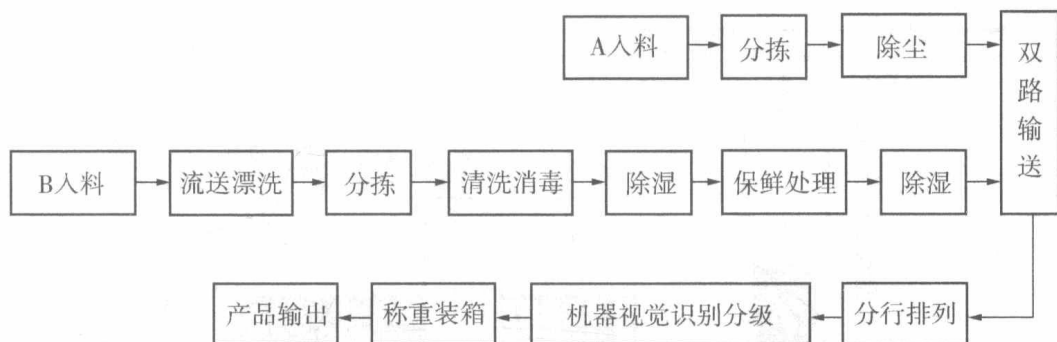


图 1-3 苹果、甜橙、李子等水果采后商品化处理工艺流程图

根据工艺流程，水果分两路进入生产线处理，其一，由 A 路入料的水果，经过分拣和除尘处理，然后直接进行分级和定量装箱；其二，由 B 路入料的水果，需经过漂洗、分拣、清洗消毒、保鲜以及除湿处理，才能进行分级和定量装箱。前者的处理方式比较简单，主要适用于本地或邻近区域销售而且易储存的水果；后者是比较通用的水果商品化处理方式，适用对象为跨区域以及国际市场销售流通的水果。

由工艺流程图可见，两路处理方式，最后均采用同一分级包装形式。也就是说，无论通过 A 路或 B 路入料的水果，虽然前段的处理流程是分别独立进行的，但最终都汇入同一的分级包装流程。

必须要明确一点，采用这个工艺流程，两路处理方式不能同时进行，只能够按生产需求选择使用。当采用 A 入料方式进行水果处理时，B 入料方式需停止运作，反之亦然。

根据工艺流程图，制定设计方案，确定生产线形式及设备类型，绘制生产线平面布置图如图 1-4 所示。

生产过程如下：

由 A 路入料的水果经过辊筒式提升分拣机 6，由工人剔除残次果后，通过滚刷除尘机 7，被旋转毛刷刷除表面污迹，然后落入皮带输送机 8，被送去分级包装。

由 B 路入料的水果进入漂流提升分拣机 1 的水槽，经漂流并提升上分拣段，由工人剔除残次果后，进入滚刷清洗机 2 进行刷洗和喷淋消毒处理。接着，经过隧道式热风除湿机 3 干燥水果表面水分，再进入喷涂打蜡机 4 进行保鲜处理。其后，经过热风除湿机 5 再进行一次表面干燥。最后，水果落入皮带输送机 8，被送去分级包装。

生产线的分级机采用机器视觉识别分级机 10，其具备 4 通道 14 个有效级别。分级机的进料部位配备 4 通道分行排列机 9，承接皮带输送机 8 送来的水果，并使水果形成 4 条整齐的队列。

分级后的水果从 14 个出口排出，装入周转箱。周转箱由包装箱输送设备 11 送入生产线，并自动分流至各个分级出口，排列整齐，依次等待装料。

水果从分级出口落入周转箱，通过自动称重装箱机 12 定量。满箱后的水果，通过果箱输出机 13 送出。

其后，箱装水果经过搬运、码垛，进入贮存、运输阶段。

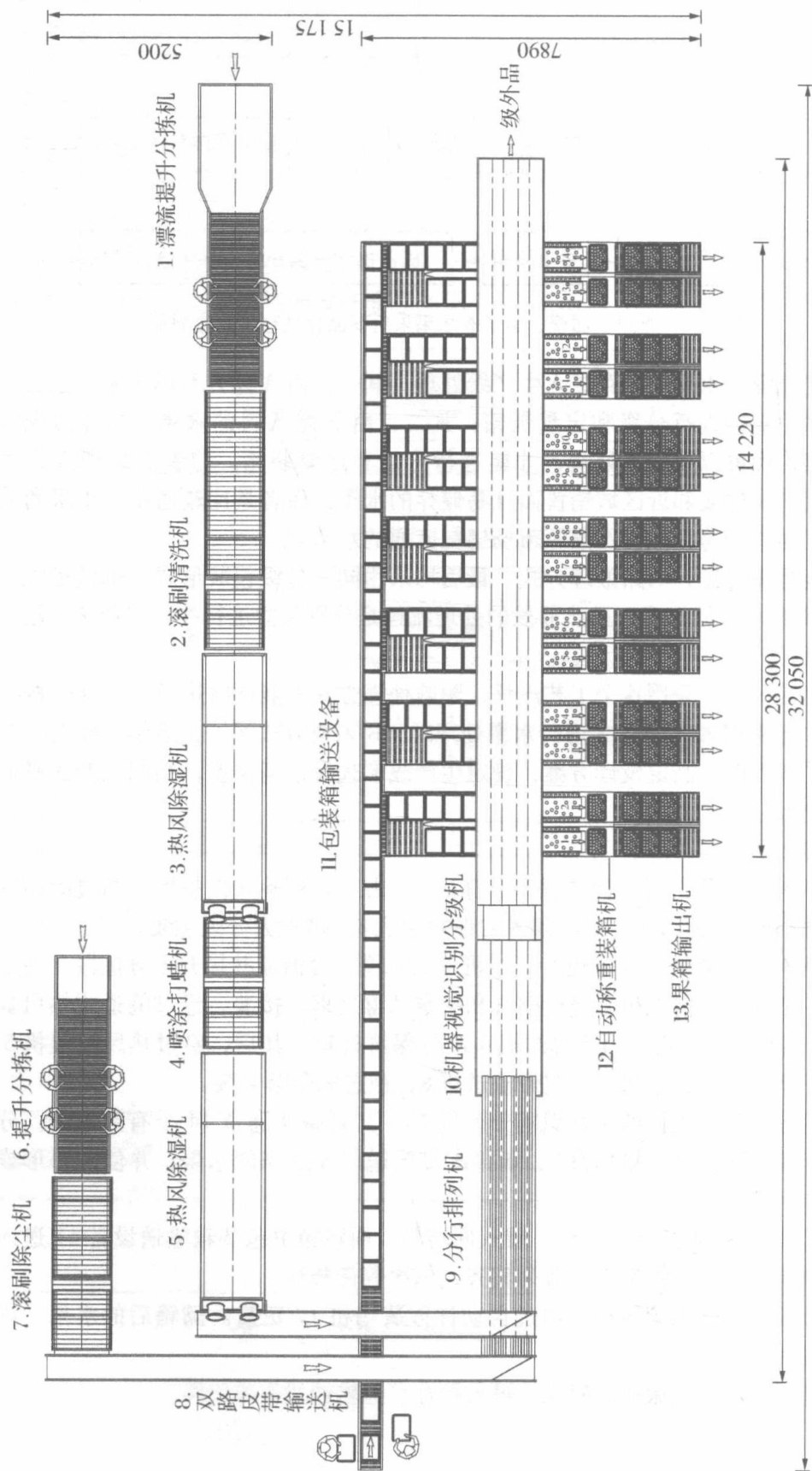


图1-4 苹果、甜橙、李子等水果采后商品化处理生产线平面布置图

2 果蔬输送设备

2.1 概述

果蔬采收后进入生产车间，根据不同的物料特性进行对应的多工序处理。各个工序之间需要输送设备进行有效衔接，才能实现高效连续化的生产。

果蔬从进入生产线开始一直到处理加工结束，可能需要通过清洗、保鲜、分级、包装等设备，在这些设备的加工过程中，输送设备起到重要的衔接作用。因此，在果蔬的机械化处理及加工中，要实现高效和连续化的生产，合理的输送设备不可或缺。

适用于果蔬的输送设备有多种形式，根据输送载体的不同，最常用的主要包括辊筒输送机、不锈钢网带输送机、工程塑料链板带输送机、皮带输送机等。针对各个物料种类和不同的处理方式，需要选用合适的输送机。但无论采用哪一种输送形式，都必须确保输送过程平滑顺畅，避免果蔬的机械损伤，除非果蔬需要进一步进行去皮、切片等加工，否则出现机械伤的果蔬将使其采后处理失去意义。

2.2 辊筒输送机

辊筒输送机广泛用于类球状、棒状果蔬的输送，包括柑橘、荔枝、龙眼、枣类、苹果，以及胡萝卜、马铃薯、番薯等等。其输送载体是双链条带动的多排辊筒，辊筒可采用不锈钢材质或塑料材质。在辊筒输送过程中，相邻辊筒的间隙承载果蔬，通过辊筒自转可使果蔬较易形成一排接一排的输送，比较有规律，可实现基本的定量供料，这是其特点。

2.2.1 辊筒输送机结构

图 2-1 所示是一款辊筒输送机的总体结构图，整机主要由进料框 1、输送辊筒 2、机架 3、主动轴部件 4、被动轴部件 5、电机及减速机 6 组成。

输送机架体一般采用不锈钢型钢焊合结构，进料框为槽体结构，输送辊筒的两侧安装有侧挡板，与辊筒面之间形成输送槽。

主动轴部件结构如图 2-2 所示，在主动轴 3 中装配有两个输送链轮 2，直接带动辊筒的输送链条。主动轴两侧通过带座轴承 1 固定安装在机器后部出料位置，其主动链轮 5 通过链条与减速机输出链轮连接。

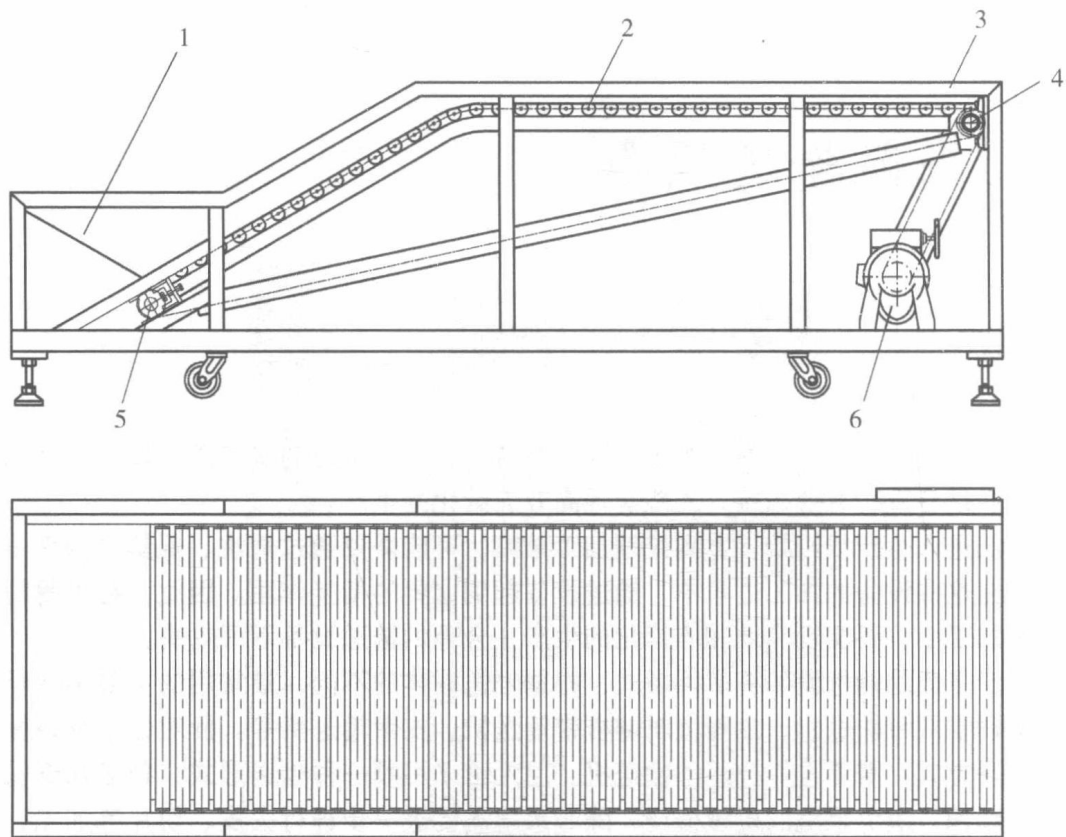


图 2-1 辊筒输送机总体结构图

1—进料框；2—输送辊筒；3—机架；4—主动轴部件；5—被动轴部件；6—电机及减速机

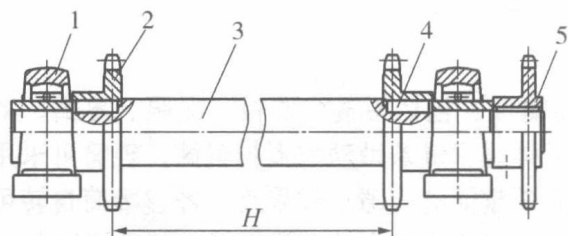


图 2-2 主动轴部件

1—带座轴承；2—输送链轮；3—主动轴；
4—键；5—主动链轮

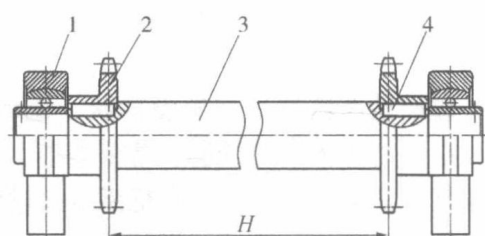


图 2-3 被动轴部件

1—滑动轴承；2—输送链轮；
3—被动轴；4—键

被动轴部件如图 2-3 所示，被动轴 3 中装配两个输送链轮 2，链轮中心距为 H ，与主动轴上的输送链轮中心距一致。被动轴两侧通过滑动轴承 1 安装在机器入料部位，可通过调节螺杆推动滑动轴承张紧辊筒输送链。

输送辊筒是机器的主要部件，由一系列排列整齐的辊筒组成，是果蔬的输送载体。辊筒的结构及其装配形式如图 2-4 所示，辊筒之间按一定的链节距排列，由两侧输送链条带动平行运行。

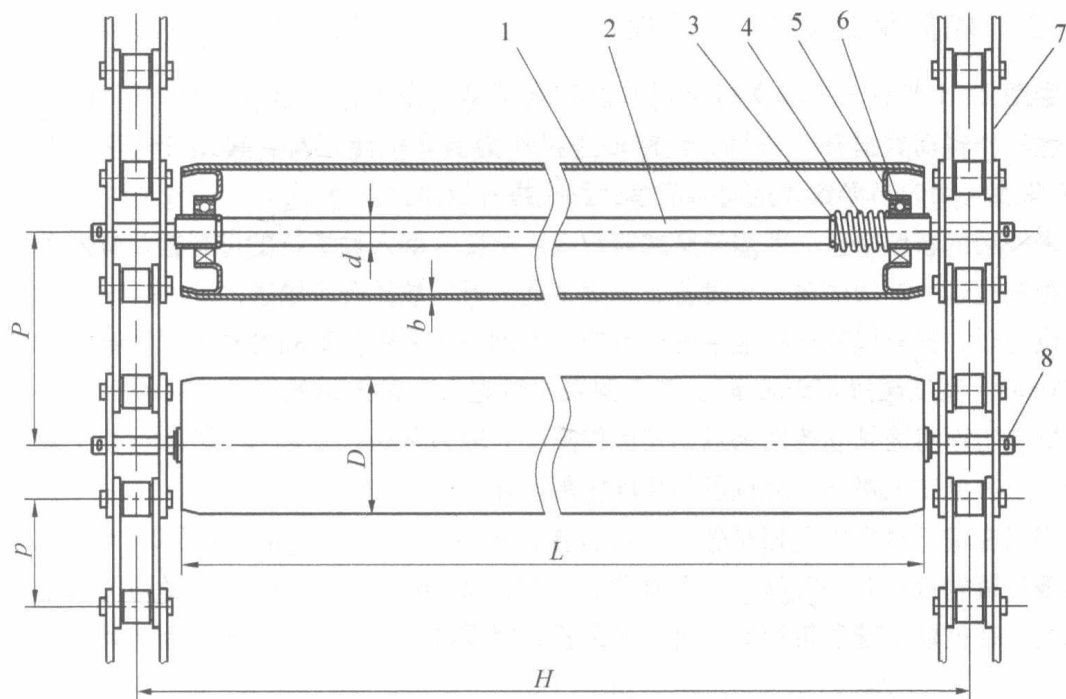


图 2-4 辊筒结构及其装配图

- 1—筒体；2—芯轴；3—挡圈；4—弹簧；5—端盖；
6—轴承；7—输送链条；8—开口销

辊筒主要由筒体 1、芯轴 2、挡圈 3、弹簧 4、端盖 5 和轴承 6 组成。辊筒的两端轴承通过端盖压装紧配，挡圈 3 和弹簧 4 起到筒体轴向定位的作用。辊筒装配后，由于筒体右侧端盖和挡圈之间的弹簧作用，筒体受到右向推力，使其左侧端盖压紧挡圈位置，确保筒体与芯轴相对位置固定。筒体可通过轴承绕芯轴旋转。芯轴 2 的两端轴头插入滚子链链板中的轴孔，并由开口销 8 限位。输送链条 7 一般采用双节距滚子链，按辊筒排列间距在对应链板中加工有轴孔。

用于果蔬输送的辊筒的筒体材质一般采用不锈钢管，根据具体情况也可选用塑料材质，塑料材质普遍为 PVC。果蔬输送机中最常采用的不锈钢辊筒外径为 $\phi 38.1$ 、 $\phi 50.8$ 以及 $\phi 31.8$ ，对应的塑料辊筒外径为 $\phi 40$ 、 $\phi 50$ 以及 $\phi 32$ 。表 2-1 中列出了果蔬输送机中常用的不锈钢辊筒规格及部分设计参数的选择。

表 2-1 果蔬输送常用不锈钢辊筒规格及设计参数选择

筒体外径 D/mm	筒体壁厚 b/mm	筒体长度 L/mm	芯轴直径 d/mm	双节距链节距 p/mm	辊筒间距 P/mm
31.8	0.8, 1	200 ~ 2000	8, 10	25.4	50.8
38.1	1, 1.2	200 ~ 2000	12	31.75	63.5
50.8	1, 1.2, 1.5	200 ~ 2000	12, 15	31.75, 38.1	63.5, 76.2