



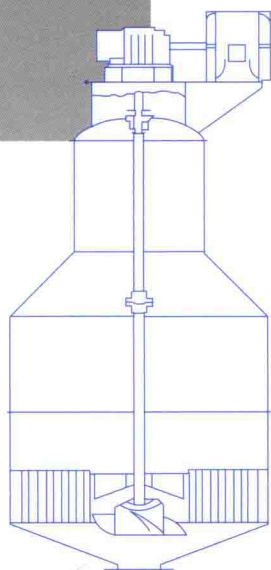
GAODENG XUEXIAO ZHITANG GONGCHENG ZHUANYE JIAOCAI

• 高等学校制糖工程专业教材 •

现代甜菜糖厂 技术装备

MODERN BEET SUGAR FACTORY
TECHNICAL EQUIPMENT

郑喜群 王文霞 主编



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

附录 (附C) 目录附录并图

高等学校制糖工程专业教材

现代甜菜糖厂技术装备

郑喜群 王文霞 主编

主 编 郑喜群 齐齐哈尔大学
 王文霞 齐齐哈尔大学
 参 编 王凤龙 齐齐哈尔大学
 张登科 齐齐哈尔大学

主 编 郑喜群
 参 编 王文霞
 参 编 王凤龙

责任编辑 王凤龙
 封面设计 张登科
 版式设计 张登科
 印刷 张登科
 发行 张登科
 地址 张登科
 电话 张登科
 邮编 张登科

 中国轻工业出版社

http://www.clip.com.cn
 010-64589552
 100045

图书在版编目 (CIP) 数据

现代甜菜糖厂技术装备 / 郑喜群, 王文霞主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2017. 8

高等学校制糖工程专业教材

ISBN 978-7-5184-1241-9

I. ①现… II. ①郑… ②王… III. ①甜菜制糖 - 制糖工业 - 食品加工设备 - 教材 IV. ①TS243

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 199127 号

责任编辑: 苏 杨

策划编辑: 马 妍

责任终审: 张乃柬

封面设计: 锋尚设计

版式设计: 宋振全

责任校对: 吴大鹏

责任监印: 张 可

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

印 刷: 河北鑫兆源印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2017 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 22.25

字 数: 490 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-1241-9 定价: 70.00 元

邮购电话: 010-65241695

发行电话: 010-85119835 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请与我社邮购联系调换

151044J1X101ZBW

本书编写人员

主 编 郑喜群 齐齐哈尔大学
 王文霞 齐齐哈尔大学
参 编 孟凡龙 齐齐哈尔大学
 张慧君 齐齐哈尔大学

前 言

甜菜是世界第二大制糖原料，在世界食糖中，甜菜糖约占糖总产量的20%。在我国，甜菜糖占国内糖总产量的10%~20%。我国甜菜现主要分布于北纬40°以北，包括东北、华北、西北三个产区，新疆、黑龙江、内蒙古是全国前三大甜菜产区，2015年三大甜菜主产区的甜菜总产量达685.7万吨。我国2014/2015榨季甜菜糖产量为73.8万吨。2014/2015榨季全国制糖行业销售收入549亿元，实现利税总额10.4亿元。

近年来，在我国广大糖业科技人员的努力下，我国糖业生产技术与装备水平都得到了明显提高。在生产设计线与装备制造方面，大规模制糖生产线已实现了全面设计制造和安装。然而，我国制糖工业的科学技术进步较慢，在产品品种和质量、能耗、生产以及设备效率等方面，与欧美国家的甜菜糖厂相比还有相当大的差距。

随着我国制糖产业的发展，制糖工程产业从业人员的知识结构与学历有了很大提高。但是，由于我国制糖工业结构的调整，该行业的科技人员中仍存在着技术技能较低、难于应对现代化装备与技术的要求、创新能力相对薄弱、科技人员不足以及管理人员素质还有待于提高等问题。为了适应当前高等院校教学改革，齐齐哈尔大学食品工程专业增加制糖工程方向，编写了一套四年制本科制糖工程专业教材，可供从事制糖行业的科研和技术人员参考。

本教材所论述的制糖机械和设备是以我国大型甜菜糖厂目前所采用的通用机械设备为基础，同时也适当照顾了中小型糖厂。为了反映当代制糖工业的最新技术水平，本书对国内外新研制以及国外先进的制糖机械和设备也加以介绍，以便加速我国甜菜制糖工业的发展。

本书共分十三章。编写人员如下：郑喜群（第一章、第二章、第三章、第四章），孟凡龙（第五章、第六章、第七章），王文霞（第八章、第九章、第十章），张慧君（第十一章、第十二章、第十三章）。本书由郑喜群、王文霞主编。

本书参考了国内外专家、学者的有关专著、论文、工程实践，大专院校出版教材，国内外知名企业的技术资料 and 成品样本等。

本书在编写过程中得到了齐齐哈尔大学领导的关心与支持，得到许多专家、教授的指导与帮助，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平有限，书中出现缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2017年4月

目 录

第一章 甜菜收购与甜菜预处理设备	1
第一节 甜菜收购计量、除土、倒运及样品处理设备.....	1
第二节 甜菜输送设备.....	5
第三节 甜菜除杂与清洗设备.....	23
第四节 流洗水甜菜尾根回收与除渣设备.....	31
第二章 切丝设备	37
第一节 切丝机.....	37
第二节 切丝刀片、装刀与刀片维修.....	45
第三章 渗出装备	52
第一节 概述.....	52
第二节 连续渗出器的类型与构造.....	53
第三节 连续渗出器的计算.....	72
第四节 渗出器的防腐.....	82
第五节 渗出附属设备.....	85
第四章 清净剂制备设备	90
第一节 石灰窑.....	90
第二节 石灰消和设备.....	97
第三节 窑气除尘与降温设备.....	101
第五章 加灰饱充设备	106
第一节 加灰设备.....	106
第二节 饱充设备.....	110
第六章 脱色设备	115
第一节 硫黄炉.....	115
第二节 脱色反应设备.....	118
第七章 过滤设备	127
第一节 加压过滤设备.....	127
第二节 真空吸滤设备.....	139
第三节 过滤计算.....	143
第八章 加热设备	147
第一节 加热器的类型与构造.....	147
第二节 加热器的计算.....	158
第三节 汽凝水排出设备.....	168

第四节	热损失及保温	171
第九章	蒸发设备	175
第一节	概述	175
第二节	蒸发罐的类型和构造	176
第三节	蒸发罐主要部件	186
第四节	蒸发罐的计算	201
第五节	蒸发站的附属设备	210
第十章	结晶设备	235
第一节	概述	235
第二节	结晶罐的类型与构造	236
第三节	结晶罐的设计与计算	255
第四节	助晶设备	263
第十一章	分蜜设备	276
第一节	离心分蜜原理	276
第二节	离心机的类型与构造	278
第三节	离心机的计算	296
第四节	离心机的平衡	307
第五节	离心机的维护、检修要点	308
第十二章	砂糖干燥、筛分、包装与仓库设备	310
第一节	砂糖干燥的基本概念	310
第二节	干燥设备	311
第三节	砂糖筛分设备	320
第四节	包装和仓库设备	324
第十三章	固体物料及砂糖输送设备	331
第一节	概述	331
第二节	皮带输送机	331
第三节	斗式提升机	335
第四节	螺旋输送机	340
第五节	振动式输送机	344
参考文献		346

第一章 甜菜收购与甜菜预处理设备

甜菜成熟后在田间经打叶、切冠、起收、除土后装入机动车辆送往糖厂的厂内或厂外收购站。在收购站内，经地中衡计量后，开往指定堆卸场地卸车，检质人员根据甜菜中杂质含量多少进行扣土、扣杂。有条件的糖厂将甜菜卸入除土堆垛机的喂料储斗，进行机械除土后堆垛，被清除的杂土输入送菜车辆进行空车称重。经过机械除土后进行堆垛的甜菜，泥土和杂质含量低，利于保藏散热，但仍含有相当数量的沙土和杂物，需经检质进行去土扣杂后计算净量。检测手段完善、实行按质论价的糖厂，在甜菜收购时会进行随机取样，对样品进行清洗前后计量扣土，分选切削前后计量扣杂，对经过清洗、切削处理的样品甜菜提取甜菜糊进行质量检测，检测结果作为甜菜收购价格的依据。

厂外收购站点收购的甜菜应实行计划运输回厂，直接送入甜菜预处理工序，尽量减少厂内二次倒运量。甜菜运输回厂分为铁路和公路两种运输途径，铁路运输装车设备通常为装载机和移动式皮带输送机，公路运输装车由装载机独立完成，运输车辆多为大中型自卸汽车和平板高护栏运货汽车。

甜菜从户外进入车间预处理工序的输送分为干法和湿法两种。干法是将甜菜卸入给料器的贮斗，经带式输送机送入除土机进行除土，然后由带式输送机将甜菜送入预处理工序的流送槽内，水在甜菜入槽口处加入。除土机分离出的沙土，由螺旋输送机或皮带输送机输入运输车辆运走。湿法是将甜菜卸入甜菜窖，借助窖内水力喷射器喷出的水力将甜菜冲入流送沟，甜菜借助水的流动力和浮力经流送沟流送进入预处理工序。需要升运时，通常采用甜菜泵或扬送轮。

甜菜预处理过程主要是借助水的浮力，根据泥沙、甜菜与杂草在不同水流速度下的沉降与漂浮性能，通过机械运转进行除石器除石和除草机除草、除杂；在洗菜机内进行摩擦清洗、缓冻，进一步清除沙石等杂物。经过洗菜机清洗的甜菜由扬送耙或斜置螺旋输送机送出洗菜机后用清水进行喷淋清洗，经斗式提升机或带式输送机送入切丝工序。甜菜在进入切丝工序之前，需经过除铁器除铁和电子秤计量。

第一节 甜菜收购计量、除土、倒运及样品处理设备

一、甜菜的收购、贮存场地

甜菜收购贮存场地要求坚实、平整，利于车辆通行，甜菜堆放场地要求中间高、两侧低，周边外排水畅通，避免秋季雨水浸泡甜菜造成糖分流失，有条件的糖厂可采用混凝土覆盖一劳永逸。厂内甜菜堆放场地要保证厂内收购甜菜时前期合理堆放用地，同时满足半个月以上生产加工量所需甜菜堆放用地，避免甜菜收购时因堆放场地不足，导致甜菜堆过高、过大，造成甜菜发霉变质；或遇气候变化，厂外运输中断时，因厂内贮存甜菜量不足而导致生产中断。

甜菜贮存分为临时贮存、暖菜贮存和冻固菜贮存三种形式，贮存菜堆大小各厂不一。一般情况下，临时贮存菜堆宽度 6~10m，高度 1.5~2.5m；暖菜贮存菜堆宽度 6~10m，高度 2.5~3.5m；冻固菜贮存菜堆宽度 10~20m，高度为装载机或除土堆垛机的最大堆垛高度，菜堆的横断面呈梯形。无论何种贮存形式，为减少风吹日晒，菜堆表面都要用草帘或塑料布等遮盖物覆盖，同时做好通风散热，避免菜堆发热导致甜菜变质。对于质量较差的甜菜，优先运送回厂，优先加工。

二、计量设备

糖厂在收购甜菜时采用地中衡进行计量，常用的地中衡有机械式中的计量杠杆式地中衡，机电结合式中的电阻应变式地中衡和电子式地中衡三种类型。规格一般在 30~120t 范围内选取。前两种类型的地中衡需安放在地下的基坑内，秤体表面与地面持平。电子式地中衡（汽车衡）可直接安放在地面上，秤体表面高于地面，秤体两端带有坡型钢制引桥，便于汽车行驶。后两种地中衡具有计量信息显示、储存和打印功能，显示控制器根据来自传感器的载荷信息，准确、快速、稳定地显示出计量数值，同时指示打印设备将计量数值、车号、日期等信息数据打印出来。此外，电子应变式地中衡在发生停电时，可从计量杠杆的刻度尺上读取计量数值。

三、桥式取样装置

桥式取样装置如图 1-1 所示，由龙门架和取样机组成。龙门架上安有步行梯、护栏、供取样机横向行走的铁轨及限位装置。取样机由取样钢桶、控制钢桶旋转与升降和取样机

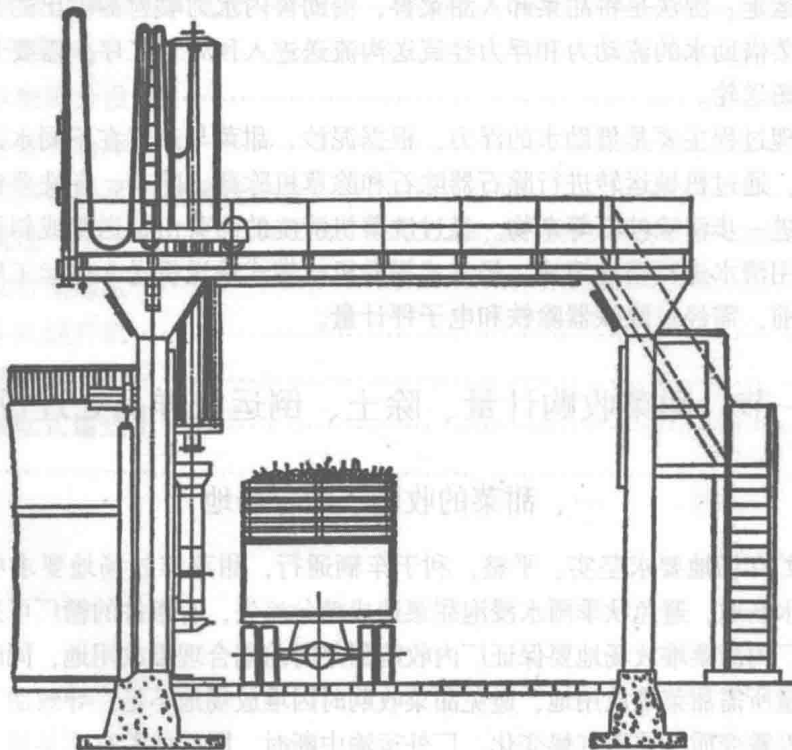


图 1-1 桥式取样装置示意图

横向行走的驱动系统组成。当汽车停靠在龙门架的下方时，驱动取样机使取样钢桶位于车内甜菜的上方，钢桶开始旋转下行，钢桶与甜菜接触时作为取样行程起点，根据取样数量设定取样行程终点。钢桶下端对称开有两条螺旋线型缺口，底边内衬螺旋带，钢桶旋转下行过程中将甜菜采集于钢桶内。取样结束后钢桶继续旋转开始上行，达到取样机的正常行走高度后，取样机开始横向行走；到达样品收集器上方，钢桶开始反方向快速旋转，将样品卸入样品收集器。

四、样品处理装置

样品处理包括计量、清洗、分选去杂、提取甜菜糊、样品输送和数据处理。每个单元可独立进行，也可联动运行。如图 1-2 所示，是一组联动运行的甜菜样品处理设备。采集的甜菜样品首先进入电子秤进行称重计量，获取样品总重量数值，然后翻入防滑皮带机，由防滑皮带机将甜菜样品输送到洗菜机上方，经溜槽进入洗菜机进行清洗。洗菜用水一般采用污水处理得到的清水。甜菜清洗后从洗菜机侧面开设的活板门排出并溜送到分选传送带上，由操作人员将变质甜菜挑出，对没有达到切削标准的甜菜进行切削。变质甜菜和切下来的杂质放入电子秤，计量出杂质重量。经过分选处理的甜菜进入电子秤，计量出甜菜净重量，然后翻入防滑皮带机，由皮带机将甜菜输送到制糊机上方，经溜槽进入制糊机。甜菜制糊机主要由壳体、内置回转臂、锯糊锯片和传动系统构成。壳体为圆柱形卧式钢桶，壳体上下设有进出料闸板门，回转臂的转动轴通过轴承水平安装在钢桶的端壁上，由电动机带动运转，锯片安装在壳体外部侧面，从侧端探入钢桶内，由电机带动旋转。甜菜样品进入制糊机后，由于回转臂的转动，带动甜菜在壳体内沿壳体做周向不规则运动，使

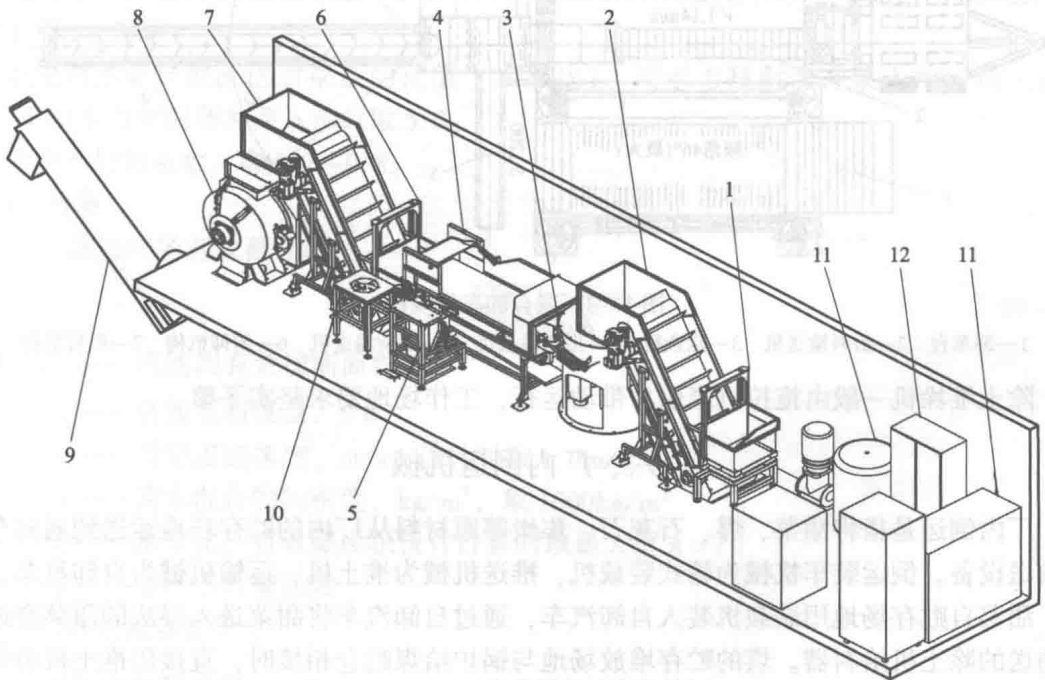


图 1-2 甜菜样品处理设备

- 1、5—电子秤 2、7—防滑皮带机 3—洗菜机 4—分选皮带机 6—一切削铡刀
8—制糊机 9—螺旋输送机 10—清洗水盆 11—液压、气动系统 12—控制系统

甜菜交替与快速旋转的锯片接触，被锯片锯成甜菜糊；而甜菜糊则被快速旋转的锯片带出壳体落入样品收集器，收集得到的甜菜糊送入检验室进行质量检测。取糊后，甜菜样品从底部排出由螺旋输送机或皮带机输出，装入运输车辆。样品处理各单元设备处理能力一般在 25 ~ 30kg/批量。

五、除土堆垛机

机械化起收的甜菜，表面带有大量泥沙、菜叶等杂物，不将其清除会使甜菜在贮藏过程中加速霉变，造成糖分流失。甜菜除土堆垛机械种类很多，主要由受料、均匀给料、菜土分离与输送系统组合而成。如图 1-3 所示，它是一台集卸车、除土、堆垛多项功能为一体的联合设备，由卸车台、给料输送机、除杂机、出料输送机、出杂输送机、俯仰机构和回转机构组成。

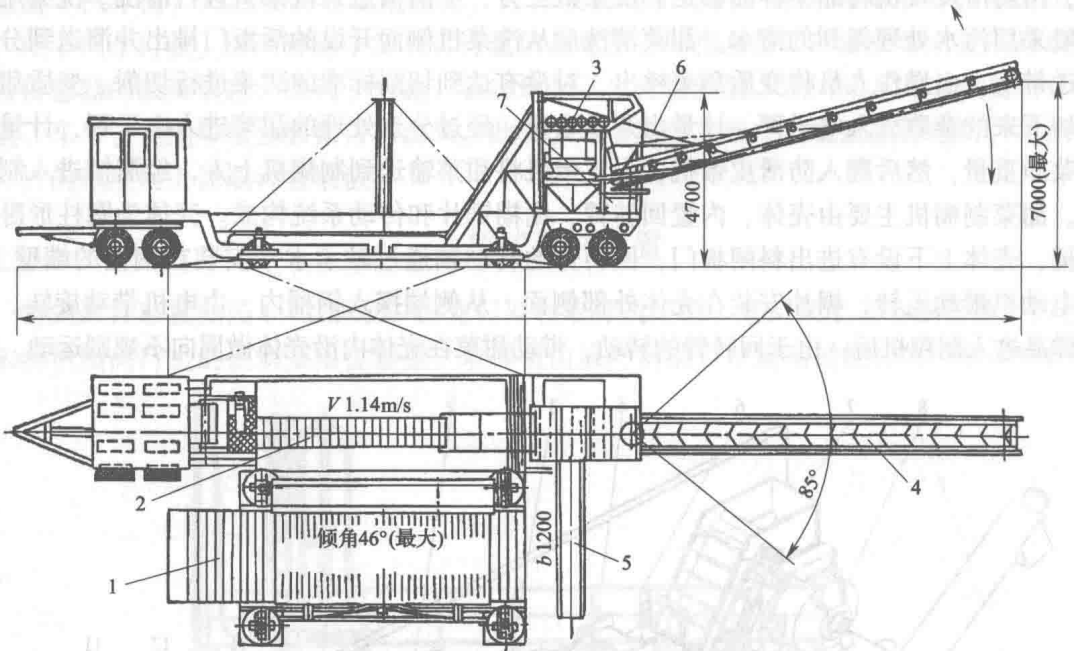


图 1-3 联合卸车堆垛机

1—卸车台 2—给料输送机 3—除杂机 4—出料输送机 5—出杂输送机 6—俯仰机构 7—回转机构

除土堆垛机一般由拖拉机牵引并带动运行，工作场地要求坚实平整。

六、厂内倒运机械

厂内倒运是指将甜菜、煤、石灰石、焦炭等原材料从厂内的贮存场地运送到通向车间的输送设备。倒运装车机械为轮式装载机，推送机械为推土机，运输机械为自卸汽车。通常，甜菜自贮存场地用装载机装入自卸汽车，通过自卸汽车将甜菜送入湿法的甜菜窖或干法输送的除土机给料器。煤的贮存堆放场地与锅炉给煤贮仓相接时，直接用推土机将煤推入给煤贮仓，较远时用装载机将煤装入自卸汽车，通过自卸汽车将煤卸入给煤贮仓。石灰石和焦炭的堆放场地一般离计量贮斗很近，通常采用小型装载机直接将其送入各自的计量缓冲贮斗。

第二节 甜菜输送设备

一、湿法输送设备

(一) 流送沟

1. 结构

流送沟是水力输送甜菜的沟渠，横断面呈U形，如图1-4所示，流送沟内壁为石块砌筑或用U形钢板对接制成，内壁要求光滑、平整、耐腐蚀。沟底具有一定的坡度，使水在沟内保持一定的流速，借助水的浮力和流动力，将甜菜从户外送入车间进入各预处理工序。

2. 技术参数与要求

直线坡度：我国东北12~15mm/m，其他地区

15~18mm/m；

弯线坡度：15~20mm/m；

转弯处曲率半径：不小于3m；

沟底圆角半径：为沟宽的1/4；

沟高与沟宽的比值：1.0~2.0；

有效横断面面积与总横断面面积比值：0.75。有

效横断面面积是指菜水混物流送时在流送沟内的横断面面积；

流送速度：取决于流送沟的尺寸与坡度，东北地区不超过1.0m/s为宜，其他地区不低于1.0m/s为宜；

流送用水量与被流送甜菜量的比值（水菜比）：用水力喷射器冲菜入沟时取5.0~7.0，不用水力喷射器冲菜入沟时取5.0；

生产不均衡系数：取0.7~0.8。

3. 计算

(1) 流送沟的有效截面积

$$F_e = \frac{1000(1+n)A}{86400v\rho K} \quad (1-1)$$

式中 F_e ——流送沟有效横断面面积， m^2

A ——日加工甜菜量， t/d

v ——设定流送速度， m/s ，设计时取1.0m/s

ρ ——菜水混合物的密度， kg/m^3 ，取1000kg/m³

n ——水菜比，有效截面积设计计算时取最大值 $n=7$

K ——生产不均衡系数

(2) 流送沟各部尺寸

$$\textcircled{1} \text{ 流送沟总截面积： } F = \frac{F_e}{0.75} \approx Hb \text{ (沟底圆角按方角计算)} \quad (1-2)$$

式中 F ——流送沟总截面积， m^2

F_e ——流送沟有效截面积， m^2

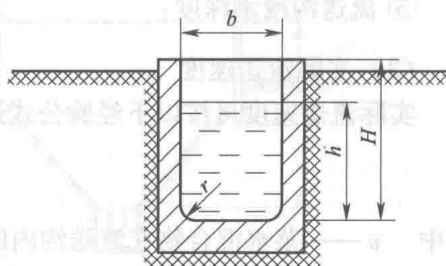


图1-4 流送沟截面图

b —流送沟宽度 r —沟底圆角半径

h —流送沟浸水深度 H —流送沟高度

H ——流送沟高度, m

b ——流送沟宽度, m

取沟高与沟宽比值为 x , 则

$$F = xb^2 \quad (1-3)$$

② 流送沟宽度:

$$b = \sqrt{\frac{F_e}{0.75x}} \quad (1-4)$$

③ 流送沟高度:

$$H = xb \quad (1-5)$$

④ 流送沟底部圆角半径:

$$r = \frac{b}{4} \quad (1-6)$$

⑤ 流送沟浸水深度:

$$h = \frac{F_e}{b} \quad (1-7)$$

(3) 实际流送速度

实际流送速度可按以下经验公式进行计算

$$v = C\sqrt{\frac{F_e l}{P}} \quad (1-8)$$

式中 v ——菜水混合物在流送沟内的实际流送速度, m/s

F_e ——流送沟有效截面积, m²

l ——流送沟的坡度, 按直线坡度计算

P ——流送沟在流送甜菜时浸水周边长度, m

$$P \approx 2h + b \quad (1-9)$$

式中 h ——流送沟浸水深度, m

b ——流送沟的宽度, m

C ——流送沟的流送速度系数

$$C = \frac{6n(n-1.1)}{n+1.1} \quad (1-10)$$

n ——水菜比, 流送速度验算时取最小值 $n = 5$

(4) 最小流送速度验算 在流送沟设计计算时设计流速必须大于最小流速, 设计流速小于最小流速时泥沙会在沟内产生沉积, 无法进行正常流送。但设计流速过快不仅增加流送耗水量, 而且会提高流送过程甜菜表皮破损。

最小流送速度:

$$v_{\min} = 0.55h^{0.64} \quad (1-11)$$

式中 v_{\min} ——最小流送速度, m/s

h ——流送沟浸水深度

(二) 甜菜窖

甜菜进入流送沟的方式有两种: 一种是将甜菜堆卸在流送沟的两侧, 采用推送机械推菜入沟, 定位安装在流送沟内的水力喷射器喷射出流送水将甜菜流送。另一种是将甜菜卸入窖内, 由工人控制水力喷射器冲菜入沟。采用水力喷射冲菜入沟时, 甜菜窖通常将流送沟围在窖内, 窖的总容量为 2~3d 甜菜加工量。

1. 矩形甜菜窖的结构

矩形甜菜窖是我国甜菜糖厂的通用形式。如图 1-5 所示为矩形甜菜窖的截面图, 上面形状的甜菜窖适合于甜菜经铁路运输进厂时直接将甜菜卸入窖内, 或采用自卸汽车跟沟

下菜时使用；其窖底坡度不小于 45° ，以减少甜菜卸入时产生破损；其宽度和深度一般为下图的 $2/3$ 。目前，我国甜菜糖厂收购的甜菜多采用汽车将甜菜运输回厂，而且工厂每日的额定生产能力多在千吨以上，为缩短流送距离一般将甜菜窖筑成图 1-5 中的下面形状。甜菜窖的窖底和窖墙具有一定坡度和斜度，流送沟居中贯穿甜菜窖首尾。在窖底流送沟的一侧，等间距安装水力喷射器的连接管头，供水管线敷设在窖底下面。甜菜窖在修筑时可采用石块构筑或混凝土浇灌，要求窖底表面和内壁平整光滑、耐腐蚀、耐挤压、不塌陷。甜菜窖的位置应选择在靠近预处理车间的较高地方。

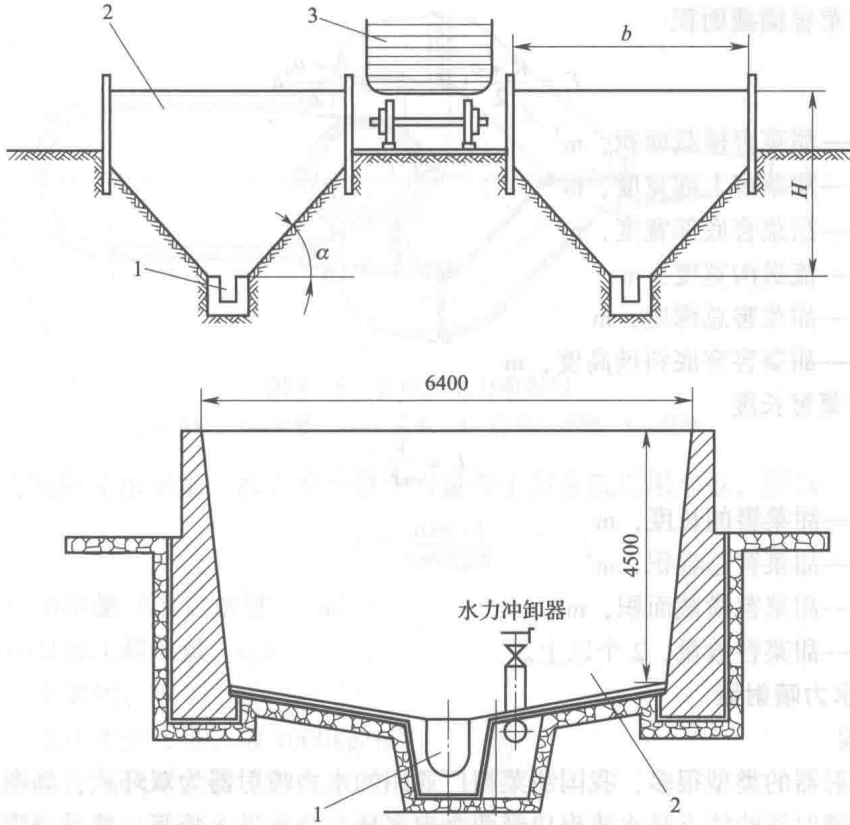


图 1-5 矩形甜菜窖截面图

1—流送沟 2—甜菜窖 3—火车
b—甜菜窖上部宽度 H—甜菜窖深度

2. 技术参数与要求

窖底纵向坡度：与流送沟坡度相同；

窖底横向坡度：0.15m/m；

立向斜度：0.15m/m；

顶部宽度：6~7m；

总高度：4~6m；

甜菜窖数量与排列方式：两个以上平行并列；

窖底与内壁要求：光滑、平整、耐腐蚀；

窖体上沿要求：坚固并高出地面，防止上菜车辆滑入窖内。

3. 计算

(1) 甜菜窖总容积

$$V = \frac{1000AZ}{24\rho} \quad (1-12)$$

式中 V ——甜菜窖总容积, m^3

A ——日加工甜菜量, t/d

Z ——甜菜在窖内停留时间, 一般为 48 ~ 72h

ρ ——窖内甜菜的堆积密度, 为 600 ~ 650 kg/m^3

(2) 甜菜窖横截面积

$$F = \frac{B+b}{2}(H-h) + \frac{b+b_0}{2}h \quad (1-13)$$

式中 F ——甜菜窖横截面积, m^2

B ——甜菜窖上部宽度, m

b ——甜菜窖底部宽度, m

b_0 ——流送沟宽度, m

H ——甜菜窖总深度, m

h ——甜菜窖窖底斜坡高度, m

(3) 甜菜窖长度

$$L = \frac{V}{nF} \quad (1-14)$$

式中 L ——甜菜窖的长度, m

V ——甜菜窖总容积, m^3

F ——甜菜窖横截面积, m^2

n ——甜菜窖数量, 2 个以上。

(三) 水力喷射器

1. 结构

水力喷射器的类型很多, 我国甜菜糖厂通用的水力喷射器为双环式, 如图 1-6 所示。双环式水力喷射器的特点是水出口经两个出水环, 合并进入喷管, 然后经喷嘴喷出。为提高喷出水流的质量, 在喷射器的两个水环汇合处与喷嘴间安有锥形压缩管。出水环与主管的连接处安有铜套和水封装置, 水封材料为软聚氯乙烯。由人工操作手柄, 可使喷射器的喷嘴做上下、左右摆动, 可随意调整水柱喷射方向和角度, 借助水的冲击力将窖内甜菜冲入流送沟内进行流送。

2. 技术参数与要求

喷嘴直径 (d): 指喷射器出水口内径, 根据额定生产能力计算选取;

喷嘴倾斜角度: 一般为 $6^\circ \sim 14^\circ$;

喷嘴出水速度: 冲卸甜菜时喷嘴出水速度要求达到 20 ~ 25 m/s ;

水力喷射器安装间隔距离: 出水速度数值的 1/3 (m);

工作压力: 以设计计算为准。

3. 计算

根据冲卸甜菜时要求达到的水流速度设定喷嘴出水速度进行以下计算:

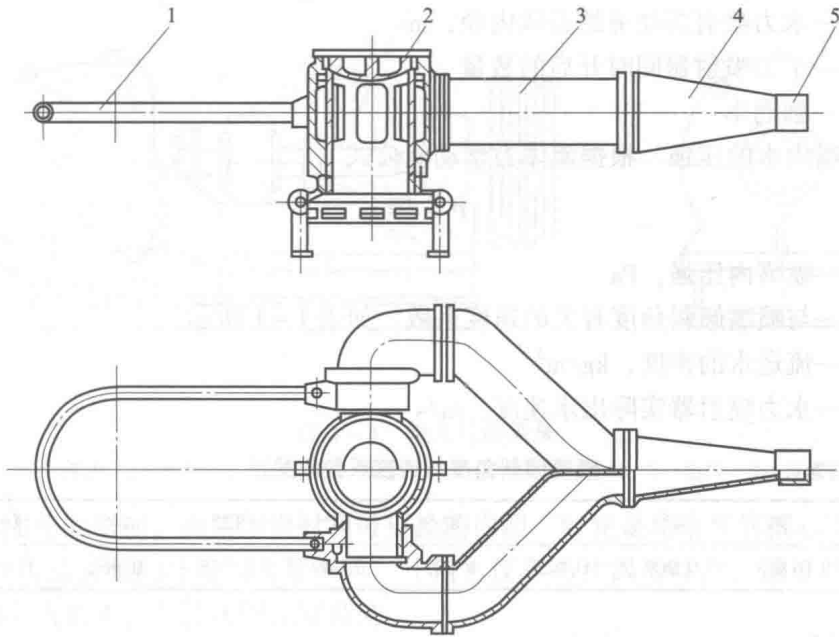


图 1-6 双环式水力喷射器

1—手柄 2—主管 3—三通管 4—锥形压缩管 5—喷嘴

(1) 水力喷射器出水量 水力喷射器出水量等于甜菜流送用水量，所以

$$W = \frac{1000nA}{86400\rho K} \quad (1-15)$$

式中 W ——出水量（流送水量）， m^3/s

A ——日加工甜菜量， t/d

n ——水菜比，取 7

ρ ——流送水的密度，取 $1000\text{kg}/\text{m}^3$

K ——生产不均衡系数，取 0.7~0.8

(2) 水力喷射器喷嘴内径 水力喷射器喷嘴计算内径

$$d_1 = \sqrt{\frac{4W}{\pi n v_1}} \quad (1-16)$$

式中 d_1 ——喷射器喷嘴出口计算内径， m

W ——水力喷射器出水量（流送水量）， m^3/s

n ——水力喷射器同时开启的数量，一般为 2~3 支

v_1 ——水力喷射器设定出水速度， m/s

根据计算内径按水力喷射器规格，上选最近喷嘴内径，比如计算内径为 72.3mm 时，最近上选内径为 75mm，应确定喷嘴内径为 75mm。

(3) 水力喷射器实际出水速度

$$v_2 = \frac{4W}{\pi d_2^2} \quad (1-17)$$

式中 v_2 ——水力喷射器实际出水速度， m/s ，不小于 20 m/s

- W ——水力喷射器出水量, m^3/s
- d_2 ——水力喷射器喷嘴的选取内径, m
- n ——水力喷射器同时开启的数量
- π ——圆周率

(4) 喷嘴内水的压强 根据流体力学动能公式

$$P = \frac{\rho v^2}{2\varphi^2} \quad (1-18)$$

- 式中 P ——喷嘴内压强, Pa
- φ ——与喷嘴倾斜角度有关的速度系数, 如表 1-1 所示
- ρ ——流送水的密度, kg/m^3
- v^2 ——水力喷射器实际出水速度, m/s

表 1-1 喷嘴倾斜角度与速度系数的关系

喷嘴倾斜角	2°	4°	6°	8°	10°	12°	14°	16°	18°
系数 φ	0.873	0.909	0.925	0.933	0.949	0.955	0.965	0.969	0.970

(四) 甜菜泵

1. 类型与结构

甜菜泵的类型按叶轮形状大体分为两种, 一种是离心式甜菜泵, 另一种是蜗壳式甜菜泵。蜗壳式甜菜泵与离心式甜菜泵相比, 蜗壳式甜菜泵对甜菜磨损较轻, 但设计与制造难度较高。为减轻对甜菜的磨损, 使用离心式甜菜泵时可选用低转速大口径泵型。

如图 1-7 和图 1-8 所示, 分别为离心式和蜗壳式甜菜泵, 它们主要由壳体、叶轮、主轴和传动系统组成。叶轮位于壳体内, 固定安装在主轴上。主轴通常由电动机通过皮带轮、联轴器或减速器带动运转。壳体通常由铸铁铸成, 其形状根据叶轮的形式而设计, 为

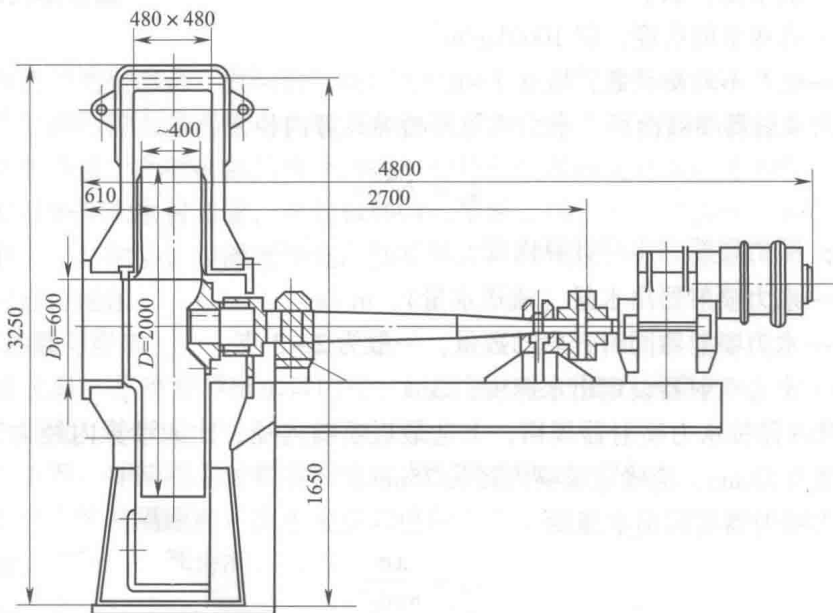


图 1-7 离心式甜菜泵