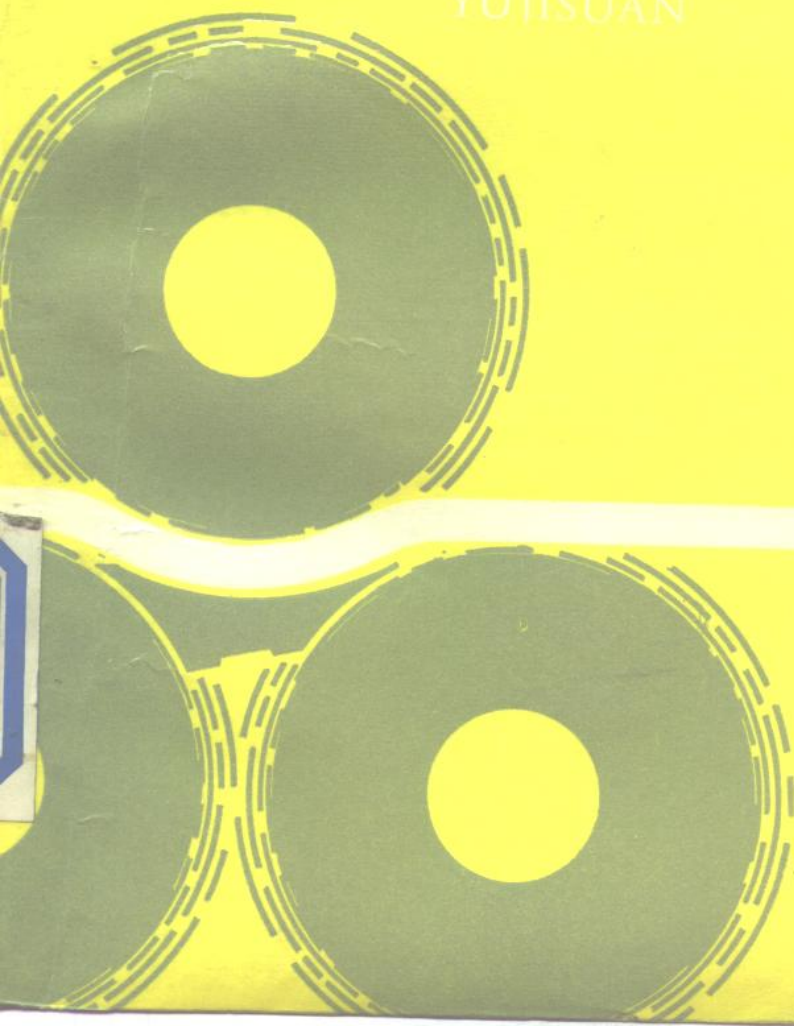


糖厂机械设备丛书

甘蔗压榨机 设计与计算

GANZHEYAZHAJI
SHEJI
YUJISUAN



轻工业出版社

糖厂机械设备丛书

甘蔗压榨机设计与计算

《甘蔗压榨机设计与计算》编写组 编著

轻工业出版社

内 容 提 要

本书是目前国内出版的较为系统和完整地阐述甘蔗压榨机设计计算方面的专业书。内容以机械设计为主。它综合了我国多年来在压榨机设计、制造和使用等方面的经验,并以 TSG 系列压榨机为基础,分别阐述了其设计特点、设计和计算方法,能使读者掌握基本的设计知识和方法,对其他型式和结构的压榨机也能触类旁通。本书可供从事甘蔗制糖工业的设计、工艺和科研技术人员以及大专院校有关专业师生参考。

轻工机械设各丛书

甘蔗压榨机设计与计算

压榨机设计与计算编写组 编著

轻工业出版社出版
(北京广安门南滨河路25号)
国防科工委印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

*

850×1168毫米 $\frac{1}{32}$ 印张: 8 $\frac{12}{32}$ 插页: 1 字数: 214千字

1987年4月 第一版第一次印刷

印数: 1—5,000 定价: 2.35元

统一书号: 15042·2057

前 言

国内甘蔗糖厂,采用压榨法提取蔗汁的还占绝大多数。甘蔗压榨机是压榨提汁的主要设备,它的发展已有一百多年的历史,目前已发展成为一整套规格齐全、型式繁多的甘蔗压榨机,国外各主要糖机制造厂商各有其自己独特的型式。我国在压榨机设计方面,已经从仿制过渡到独立设计和研制阶段,近年来,许多新型式和新结构不断出现,说明了我国在压榨机设计技术方面有了很大的发展。但是,在实际工作中,设计人员常常感到缺乏较系统和完整地阐述压榨机设计计算方面的专业技术参考书籍,为此,我们在初步综合了我国多年来设计、制造和使用等方面的经验,并以TSG系列压榨机为基础编写本书,供从事甘蔗制糖工业的技术人员参考。

本书共分十二章,内容以机械设计为主,对甘蔗压榨机的生产工艺性能的阐述尽量简略。设备结构型式以TSG系列压榨机为主,分别阐述其设计特点、设计和计算方法,使读者掌握其基本设计方法,对其他型式和结构亦能触类旁通,并着重在实际设计方面,除对少数零部件的设计作一些理论性的探讨外,一般性的理论阐述尽量从简。

本书由轻工业部广州轻工机械设计研究所吴祥武工程师主编,并由该所杨廉工程师审校。由于编著者的理论水平和技术水平不高,缺点和错误在所难免,本书作为抛砖引玉,期望能引起制糖专业方面的专家和技术人员的兴趣,共同探讨,以提高我国制糖机械的设计理论水平。我们热情地希望广大读者给予批评指正。

本书采用的计量单位按照国家标准GB3100-82规定,采用国际单位制(SI)。编入本书的有关技术数据已作必要的换算,并在附录中列出SI制与常用的MKFS制相应单位的对照和换算系数。

编著者

1983年于轻工业部广州轻工机械设计研究所

目 录

第一章 概述	1
第一节 压榨机的型式与结构.....	1
第二节 主要设计参数选择.....	10
第二章 压榨机组生产能力计算	16
第三章 功率计算	21
第四章 压榨机作用力分析	31
第一节 压榨机主要尺寸的初步选定.....	31
第二节 作用力分析.....	33
第五章 榨辊设计	40
第一节 榨辊结构.....	40
第二节 榨辊齿纹.....	44
第三节 榨辊材料与强度计算.....	50
第四节 辊端齿轮.....	59
第五节 轴强度计算.....	72
第六节 键强度计算.....	83
第七节 辊梳与疏沟器.....	85
第六章 轴承设计	89
第一节 滑动轴承.....	89
第二节 滑动轴承的润滑与冷却.....	99
第三节 滚动轴承.....	108
第七章 液压装置	114
第一节 型式与结构.....	114
第二节 液压缸.....	117
第三节 密封装置.....	121

第四节	蓄能器选择	128
第五节	管道计算	134
第八章	底梳设计	137
第一节	压榨机调节与开口计算	137
第二节	底梳结构与装配尺寸	142
第三节	底梳调校装置	146
第四节	主要零件强度计算	149
第九章	机架设计	160
第一节	机架强度计算	160
第二节	机架联接件	178
第三节	底座与紧固螺栓	187
第十章	传动装置	191
第一节	TDD、TQL型系列传动装置主要技术特性	191
第二节	其他型式的传动装置	195
第三节	原动机	199
第四节	传动齿轮组	203
第五节	联轴器	227
第十一章	喂料装置	237
第一节	喂料压力分析	237
第二节	喂料装置	243
第十二章	电磁分离器	249
第一节	型式与安装位置	249
第二节	电磁分离器计算原理	251

附录：国际单位（SI）制与 MKFS 制单位换算表

参考文献

第一章 概 述

第一节 压榨机的型式与结构

甘蔗压榨机是甘蔗糖厂中提取蔗汁的主要设备，其型式与结构种类繁多，但其基本型式是卧式的三辊压榨机。通常由三个压榨辊、底梳（托渣板）和机架组成品字形结构，压榨辊表面具有一定齿距的V形齿沟，使压榨辊能起压碎和撕裂蔗料的作用，同时，易于持蔗和排汁。蔗料进入顶辊和前辊之间被压缩，并经底梳导至顶辊和后辊之间再压缩后排出。蔗汁则流入底座中的汁槽排出。顶辊和后辊均有与齿沟吻合的梳板，以清除粘附在辊面的蔗料。顶辊上有液压装置，并与蓄能器连接，以保持对顶辊施加稳定的压力。

我国自五十年代开始自行设计制造甘蔗制糖设备以来，设计制造过多种型式和规范的压榨机，并应用于生产。现根据制糖机械专业标准要求整理为TSG系列设备（参阅表1-1、图1-1、表1-2）。

压榨机的基本结构如图1-2、图1-3所示。

压榨机的机架联接和各主要部件（如液压装置、轴承、底辊轴承调校和底梳调校等）的型式与结构，将在以后各章分别叙述。

由于在压榨过程中，前、后辊的压力不平衡，产生一定的侧向压力，使机架承受较大的弯曲应力，影响了顶辊升降的灵活性。因此，国内外的一些设计者，力图从压榨辊的配置和机架结构设计方面尽量消除或减少其影响。如图1-4的倾斜式机架，顶盖向前倾斜 15° 。或如图1-5的非维斯（Fives）式机架，其结构特

表 1-1

TSG 压棒机技术特性

型 号	机 架 联 接 型 式	压 棒 机 台 数	台 距 (mm)	棒 捆 公 称 尺 寸 (捆径×长度) (mm)	轴 颈 尺 寸 (直径×长度) (mm)	压 棒 齿 纹 尺 寸		油 压 总 工 作 压 力 (kN)	油 缸 直 径 (mm)	油 缸 单 位 压 力 (MPa)	设 备 总 重 量 (t)
						齿 距 (mm)	齿 角 (度)				
TSG450	键联接	5	2600	450×800	210×280	30(第一、二台) 10(第三、四、五台)	55	94	200	15	53.4
TSG610	顶盖键 联接 侧盖圆锥 销联接	5	4000	610×1200	310×350	30(第一、二台) 15(第三、四、五台)	55	190	220	25	133.6
TSG710	键联接	5	4400	710×1370	350×430	40(第一、二台) 20(第三、四、五台)	55	270	265	25	206.0
TSG810 I	圆 锥	5	5500	810×1670	400×500	45 (第一台)	55	350	300	25	327.0
TSG810 II	销联接	6				30(第二、三台) 15(第四、五、六台)					394.0
TSG950 I	圆 锥	5	9000	950×1950	480×600	40(第一、二台)	55	500	400	20	535.0
TSG950 II	销联接	6				20(第三、四、 五、六台)					653.0

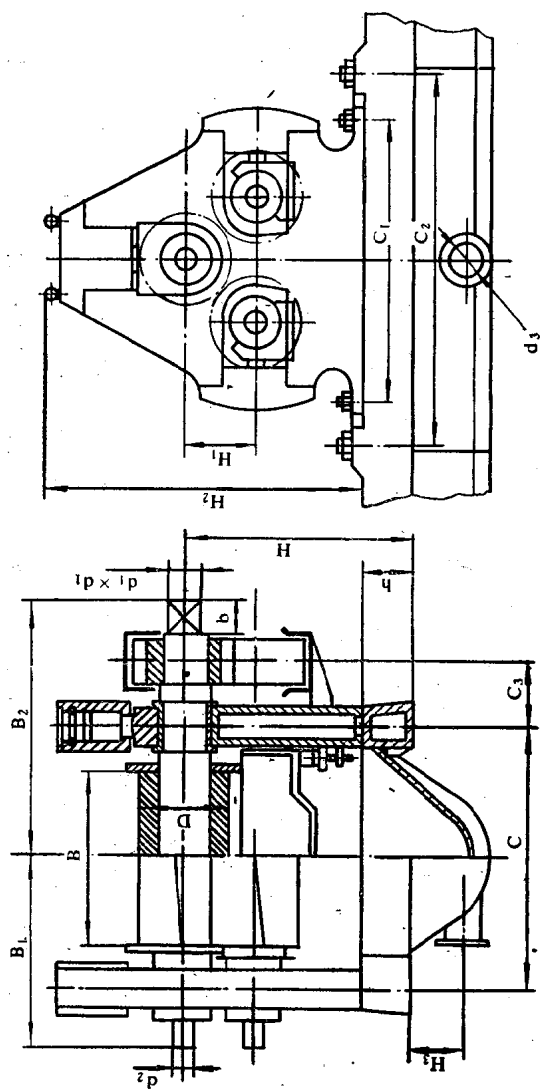


图1-1 TSG压棒机

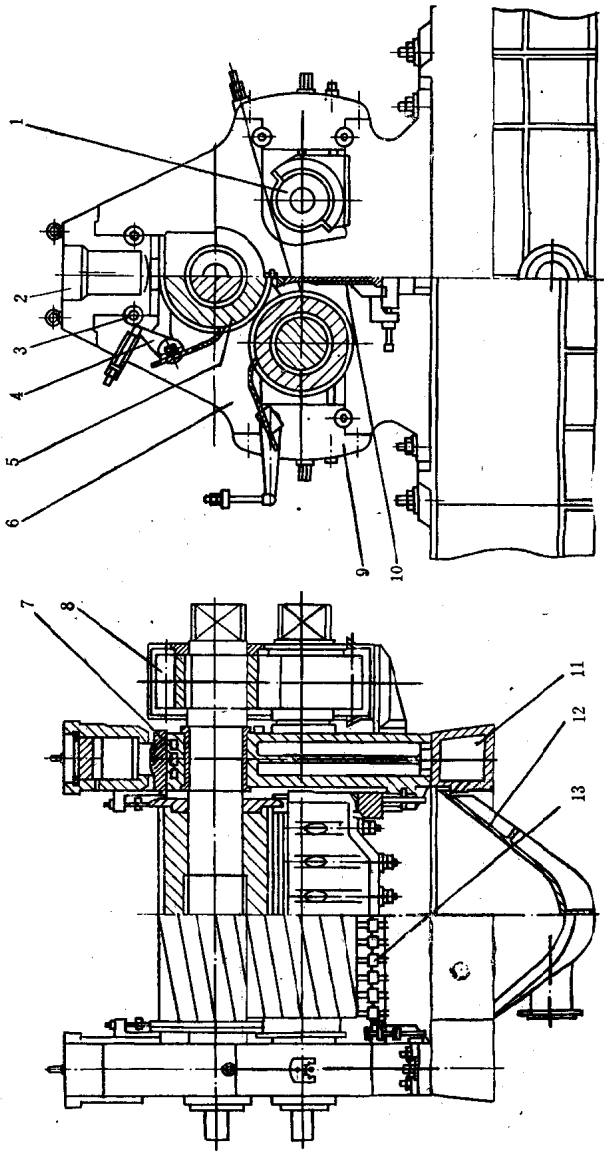


图1-2 键联接式压棒机

- 1—底辊轴承
 2—顶盖液压装置
 3—机架联接键
 4—辊梳
 5—压棒辊
 6—机架
 7—顶辊轴承
 8—辊端齿轮
 9—侧盖
 10—底梳及调校装置
 11—底座
 12—汁槽
 13—疏沟器

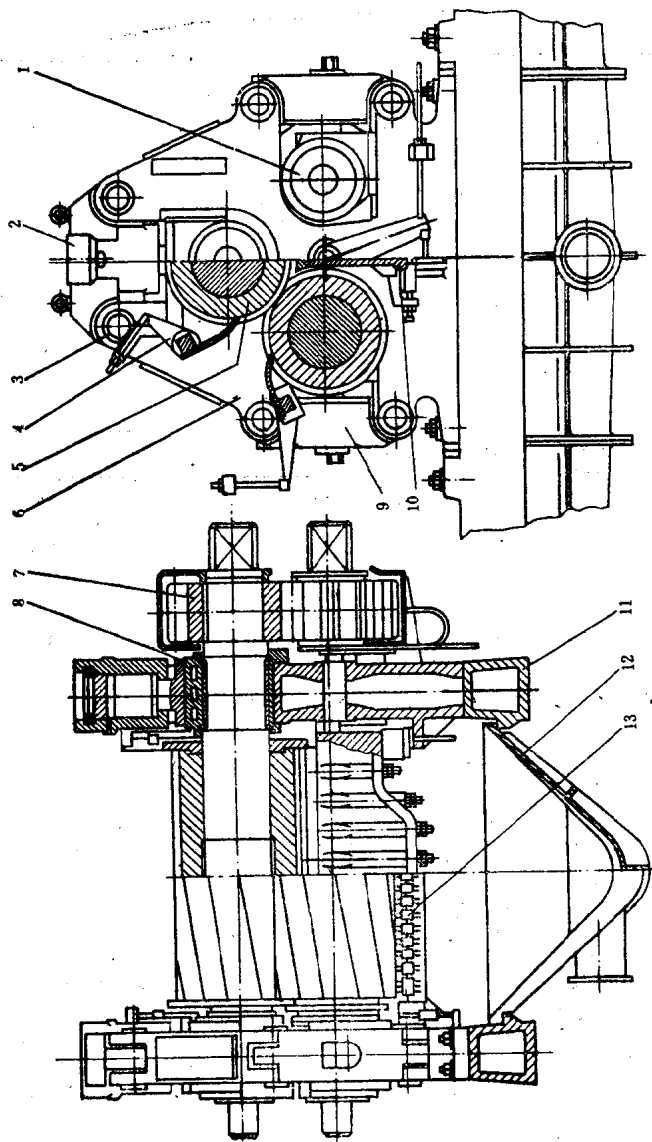


图1-3 圆锥销联接式压榨机

- 1—底辊轴承 2—顶盖液压装置 3—机架联接销 4—辊梳 5—压榨棍 6—机架 7—辊端齿轮
8—顶辊轴承 9—侧盖 10—底梳及调校装置 11—底坐 12—汁槽 13—疏沟器

表1-2

外形安装尺寸

型 号	D	B	B ₁	B ₂	C	C ₁	C ₂	C ₃
TSG450	450	800	865	1180	1200	1350	1720	300
TSG610	610	1200	1350	1760	1850	1680	2300	430
TSG710	710	1370	1470	2000	2030	2200	2900	498
TSG810	810	1670	1770	2350	2450	2300	3000	550
TSG950	950	1950	2075	2810	2900	2665	3470	700

型 号	H	H ₁	H ₂	H ₃	h	d ₁	d ₂	d ₃	b
TSG450	1120	365	1820	345	220	160	80	180×180	150
TSG610	1500	500	2434	400	350	250	150	200	180
TSG710	1800	565	2900	395	400	270	140	250	255
TSG810	2000	650	3200	450	450	320	200	300	320
TSG950	2380	750	3965	500	500	420	220	250	340

点是先将顶盖向前倾斜15°，然后使整台压榨机又向后倾斜15°，

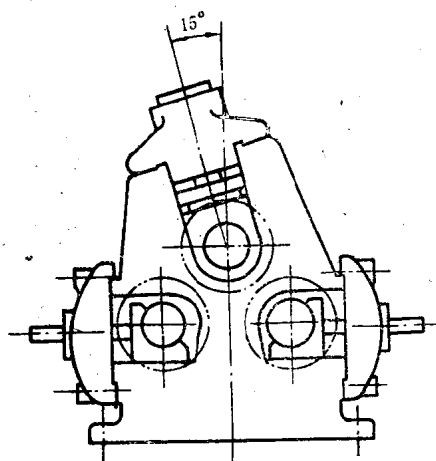


图1-4 倾斜式压榨机

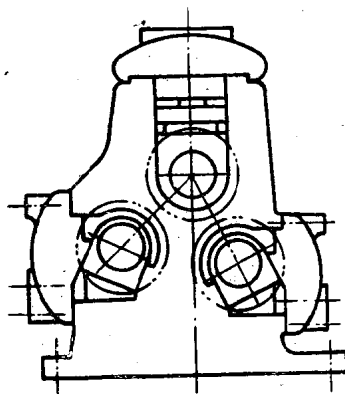


图1-5 菲维斯式压榨机

使顶盖回复到垂直的位置,因而使前、后辊的高度不在同一水平线上。设计者本欲以这种倾斜的机架来减少影响,但是,由于压榨甘蔗过程中,前后辊压力比并非恒定的,因此这种改进未能达到预期效果。近年来,法国的菲维斯利莱-凯耳(Fives Lille-Cail)新设计了一种能保持恒定的出入口比的自调式压榨机(如图1-6),其上机架成半月形,左端与设在前辊侧的液压缸联接,右端以枢轴与机架联接。当蔗料进入榨辊时,顶辊随机架绕右侧枢轴中心作弧形升降,以保持恒定的出入口比值。

自调式压榨机的工作原理如图1-7所示,若三个辊子轴线构成的顶角为 α ,顶辊中心为 O_i ,顶辊以 O_o 为枢轴, R 为半径旋转至 O'_i 如图1-7(1)。工作入口为 e_b ,工作出口为 e_d ,出入口的比值为 m ,设自顶辊中心引出的平行于 O_bO_d 的轴线与 O_iO_o 所成的角度为 θ , δ_i 为 $O_iO'_i$ 的弦长。为了明确起见,将顶部放大如图1-7(2)。从 O_i 点分别作 O'_iO_b 和 O'_iO_d 的垂线与顶辊垂直于 O_bO_d 的轴线所成的角度为 β ,为计算方便,令其等于 $\frac{\alpha}{2}$ 角的余角,所产生的误差不大。

$$\frac{e_b}{\delta_i} = \sin(\beta + \theta), \quad \frac{e_d}{\delta_i} = \sin(\beta - \theta)$$

$$\frac{e_b}{e_d} = \frac{\sin(\beta + \theta)}{\sin(\beta - \theta)} = m$$

化简得:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{m-1}{m+1} \operatorname{tg} \beta \quad (1-1)$$

例如,三个辊子轴线构成的三角形顶角为 $\alpha = 75.5^\circ$, $m = 1.9$ 。

$$\therefore \beta = 90^\circ - \frac{\alpha}{2} = 52^\circ 15'$$

$$\therefore \theta = \arctg 0.4 = 21^\circ 50' 30''$$

由此可见,改变角度 θ 的数值,即可获得需要的出入口比值。在底辊轴承上装有偏心机构,以调整前、后辊中心的位置。据报道,这种压榨机由于保持恒定的出入口比值,液压在蔗层上的分

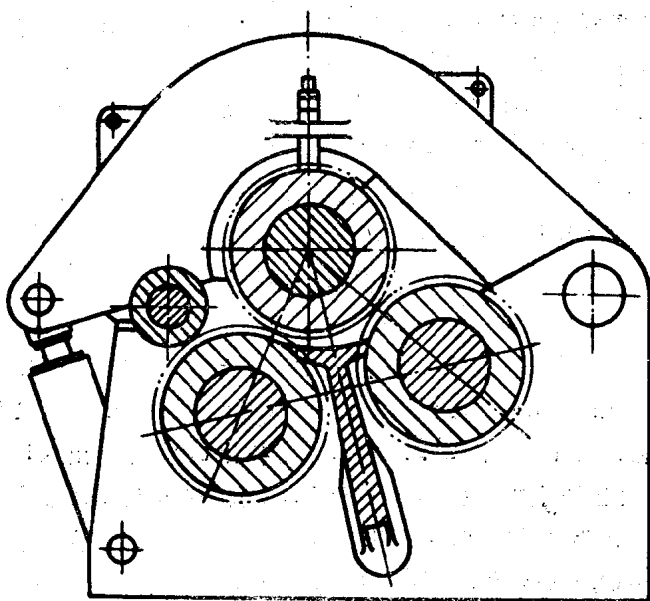


图1-6 自调式压榨机

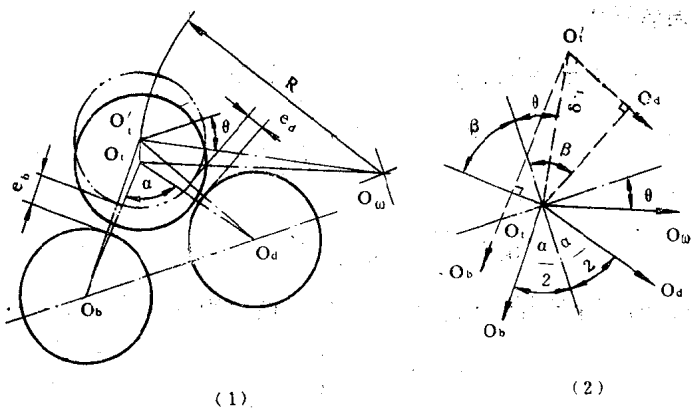


图1-7 自调式压榨机工作原理

布较合理，压榨效能较好，顶辊轴承摩擦损失较少，装拆维护方便。不过，从现有资料来看，改变角度 θ 的数值在结构设计方面较为复杂，实际上是采用固定比值的。虽然，在不同的出入口比值的数值上同时增加一对具有固定比值的数值，会使原有出入口比值变动，但其变动范围比顶辊垂直升降的变动范围小，可以认为接近恒比。

例如，设压榨机工作时的入口为50.6mm，出口为23mm，则工作出入口比值为2.2。若顶辊垂直升降，并假定其安装入口为28.6mm，安装出口为12mm，其静止时出入口比值为3.2，即为工作时出入口比值的1.45倍；如采用自调式结构并假定 $m=2$ ，则在安装出口的数值相同时，其出入口比值为2.38，即为工作时出入口比值的1.08倍。

我国根据此原理设计的压榨机有GSC2000和GSC600 恒比式滚动轴承压榨机，其榨辊规格分别为 $\phi 1000 \times 2000$ 和 $\phi 600 \times 1200$ mm。

斯奎尔 (Squier) 式压榨机如图1-8所示，其机架为A字形。这种型式从力学观点来看是理想的，因为它的顶辊与前、后辊的轴心连线分别垂直于前、后辊的支承面，使在压榨甘蔗过程中，顶辊对前、后辊的作用力直接作用于底座上，机架两侧可不受水平分力的影响。当辊子磨损后，需要调整辊子的出入口时，顶角并无变化。但是，在更换辊子或检修轴承时需将机架吊起，甚感不便。因此，也有一些设计者在保持这种型式的辊子布置特点的基础上，将顶盖和侧盖改用销联接（如图1-9），但这种结构较复杂。

总之，压榨机的结构型式是很多的。在设计压榨机时，应从设计理论、提高压榨效能、合理使用材料以及采用有关新技术和新材料等许多方面进行深入地分析研究，并在此基础上，设计出更新更好的压榨机。本书仅试从压榨机的一些基本结构和计算方面，作一些研究和探讨，以供设计参考。

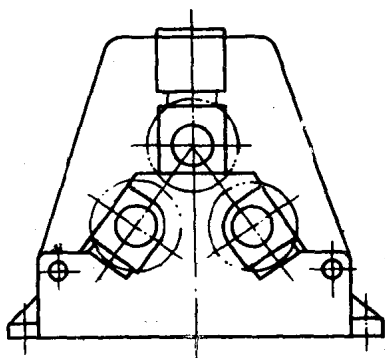


图1-8 斯奎尔式压榨机

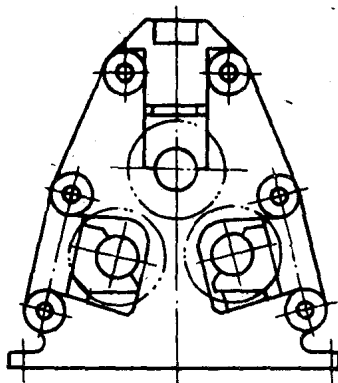


图1-9 圆销联接式压榨机

第二节 主要设计参数选择

一、榨辊公称直径与长度

压榨机的规范是以榨辊公称直径(D)和辊面有效长度(L)表示。榨辊公称直径是以齿沟的中径计算。从生产能力和辊轴的强度方面来看,采用辊径较大和长度较短的榨辊是有利的,但随着辊径增大机体亦相应增大。因此,榨辊直径与有效长度应有适当的比例(设计一般采用 $L=1.8\sim 2.1D$)。

二、液压压力和比压力

在压榨甘蔗过程中,为了尽可能把甘蔗中的蔗汁提取出来,对顶辊必须施加一定的压力。如顶辊位置固定时,通过压榨机的蔗料只能在蔗层厚度不变的情况下,才能受到相同的压力。若蔗层厚度小于开口,则蔗料所受的压力大大减少,甚至根本不承受压力;蔗层过厚时,则可能出现阻塞或机架受力过大而破裂的事故。因此,大多数压榨机的设计都有液压装置,使顶辊可随蔗层

厚薄而升降，以保持稳定的压力。

液压压力是加在顶辊上的总压力。在不同规范的压榨机中，总压力虽然相同，但对蔗层施加的压力是不相同的。在压榨机设计中，通常采用比压力(p)，即假定液压压力是平均分布在长度为辊长，宽度为榨辊直径的十分之一的蔗层平面上，其表达式如下：

$$p = \frac{P}{0.1DL} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (1-2)$$

式中： P ——液压压力 (N)

D ——榨辊公称直径 (mm)

L ——榨辊有效长度 (mm)

比压力在一般设计中取为 $25 \sim 30 \text{ N/mm}^2$ 。实际上当比压力超过 30 N/mm^2 时对提高压榨效能并无多大帮助，反而浪费动力和增加设备磨损。采用快速薄蔗层操作时，比压力可适当降低，一般为 $21 \sim 25 \text{ N/mm}^2$ 。

压榨机组中各台的液压压力可在生产中根据压榨量、甘蔗纤维分和压榨抽出率等因素进行调节，一般可采用下列比例（以末台压榨机的液压压力为100%计算）。

压榨机顺序 榨辊总数目	1	2	3	4	5	6	
15	90~100	95~100	94~98	92~96	100	—	
18	90~100	94~98	92~96	92~96	92~96	100	

比压力仅作为计算或比较压榨机的一种数据，并不完全真正反映蔗层所承受的压力，同样的比压力对厚薄不同的蔗层的压榨效果就不一样，因此，选用比压力时应考虑蔗层厚薄变化的影响。