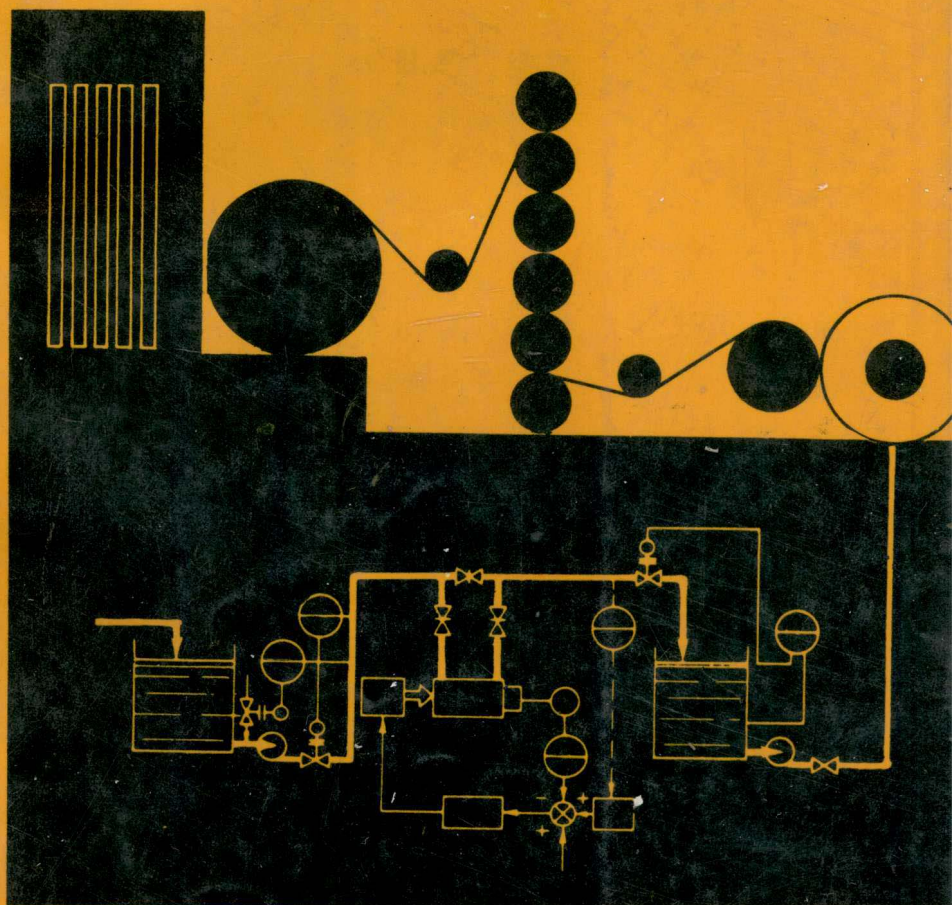


造纸工业中

盘磨机与磨浆过程自动控制

刘长恩 编著



黑龙江科学技术出版社

造纸工业中

盘磨机与磨浆过程自动控制

刘长恩 编著

黑龙江科学技术出版社

黑龙江科学技术出版社

黑龙江科学技术出版社

50.00元

50.00元

黑龙江科学技术出版社

黑龙江科学技术出版社

内 容 简 介

本书介绍了各种类型盘磨机结构,系统地论述了盘磨机的流体动力学和磨浆原理,阐述了盘磨机在木片磨木浆和纸料制备中的应用,并详尽地说明了不同材质磨片的性能和特点,以及磨片的改进,还结合国内外生产实践,论述和介绍了磨浆过程的自动控制。

本书可供制浆造纸专业设计、研究和生产技术人员以及盘磨机设计制造工程技术人员参考,也可作为制浆造纸专业学生参考书。

责任编辑:曹健滨

封面设计:洪 冰

造纸工业中 盘磨机与磨浆过程自动控制

刘长恩 编著

黑 龙 江 科 学 技 术 出 版 社 出 版

(哈尔滨市南岗区建设街41号)

东 北 林 业 大 学 印 刷 厂 印 刷

850×1168 毫米 32 开本 7.875 印张 180 千字

1994 年 6 月第 1 版 1994 年 6 月第 1 次印刷

印数 1-1 000 册 定价: 9.80 元

ISBN 7-5388-2625-4 / TS · 134

(黑)新登字第 2 号

前 言

盘磨机自 1931 年问世以来，木片和半化学浆磨浆，以及蒸煮后未漂化学浆洗涤筛选前热磨工艺的应用，大大促进了盘磨机的发展。在全世界机械浆总产量中，盘磨机生产的机械浆现已占 60% 以上。同时，盘磨机结构及磨片齿形的不断完善，使它广泛应用于处理各种浆料，以制备纸料。

盘磨机具有连续磨浆、制得或处理浆料质量均一、生产能力大、占地面积小和电耗低等优点，尤其是高浓磨浆盘磨机的应用，使它已经成为木片磨木浆和纸料制备的主要设备。磨浆能耗一般占纸厂总能耗一半左右，因此，选择适当的盘磨机，使之能在最佳状态下运行，对节约能源具有十分重要的意义。

本书介绍了国内外一些盘磨机结构类型，较详尽地论述了磨浆原理，并以生产实例阐述了盘磨机的应用，其中包括在磨浆过程中起重要作用的磨片齿形和材料。最后，还论述了磨浆过程自动控制的理论和实践。

我国自 1958 年开始使用盘磨机以来，在盘磨机制造和应用方面已经有了很大发展，积累了一些经验。但距世界先进水平尚有很大差距。希望本书关于盘磨机磨浆理论和应用的介绍，能对我国造纸工作者有所裨益，从而促进我国制浆造纸工业的发展，推动盘磨机磨浆理论的研究，结合我国具体国情，更好地应用盘磨机。

恳请读者不吝赐教！

联系地址：150040 哈尔滨 东北林业大学造纸教研室

刘长恩

1994 年盛夏脱稿

目 录

第一章 盘磨机	(1)
第一节 盘磨机发展概况	(1)
一、盘磨机的发展	(1)
二、盘磨机的类型	(3)
第二节 单盘磨	(7)
一、国产单盘磨	(7)
二、单盘磨制造中的基本要求	(9)
三、国外产单盘磨	(13)
第三节 双盘磨	(22)
一、概述	(22)
二、国产双盘磨	(23)
三、国外产双盘磨	(27)
第四节 三盘磨	(29)
一、概述	(29)
二、国产三盘磨	(31)
三、国外产三盘磨	(33)
第二章 盘磨机工作原理	(36)
第一节 刀齿和它的磨浆机理	(36)
一、概述	(36)
二、每秒切断长	(36)
三、刀齿的接触面积	(39)
四、每秒磨浆面积	(40)

五、磨浆机理和齿刃比负荷.....	(40)
六、评价磨浆性能的其它方式.....	(46)
第二节 流体动力学现象和原理.....	(48)
一、盘磨机的离心泵效应.....	(48)
二、盘磨机的理论压头.....	(49)
三、盘磨机的实际压头.....	(52)
第三节 盘磨机的功率和效率.....	(56)
一、盘磨机的功率.....	(56)
二、盘磨机的效率.....	(60)
三、影响盘磨机效率和磨浆质量的因素.....	(61)
第四节 盘磨机高浓磨浆特性.....	(66)
一、高浓磨浆过程.....	(66)
二、高浓磨浆的功率.....	(68)
三、高浓磨浆时浆料运动状态和轨迹.....	(69)
四、高浓磨浆时盘间隙中的压力分布.....	(74)
五、高浓磨浆的适用范围.....	(75)
第五节 结构参数和生产能力.....	(76)
一、磨浆产生的热量和蒸汽量.....	(76)
二、盘磨机的结构参数.....	(79)
三、盘磨机的生产能力.....	(84)
第三章 盘磨机的应用.....	(86)
第一节 盘磨机在木片磨木浆生产中的应用.....	(86)
一、概述.....	(86)
二、盘磨机在 TMP 生产中的应用.....	(87)
三、盘磨机在 CTMP 生产中的应用.....	(91)
第二节 盘磨机在纸料制备中的应用.....	(93)
一、概述.....	(93)
二、引进盘磨机的应用实例.....	(94)

(04) 三、国产盘磨机的应用实例.....	(96)
(04) 第三节 盘磨机噪声和防治.....	(103)
(44) 一、噪声及容许噪声级.....	(103)
(04) 二、盘磨机的噪声.....	(105)
(54) 三、盘磨机噪声的防治.....	(108)
第四章 磨片.....	(110)
(04) 第一节 概述.....	(110)
(02) 一、盘齿形状.....	(110)
(12) 二、封闭环和浆档.....	(111)
(12) 三、盘齿的倾斜.....	(113)
(52) 四、齿形.....	(114)
(52) 五、磨片材料.....	(118)
(42) 六、磨片材质和磨浆强度.....	(127)
(02) 第二节 金属磨片的损坏.....	(129)
(32) 一、磨片材质对磨片损坏的影响.....	(130)
(10) 二、工艺过程对磨片损坏的影响.....	(131)
(02) 第三节 高强铸铁磨片.....	(132)
(00) 一、高强铸铁磨片的应用.....	(132)
(00) 二、磨片使用寿命的计算.....	(133)
(02) 第四节 金属磨片的改进.....	(133)
(52) 一、多孔磨片.....	(133)
(52) 二、齿面开有沟槽的磨片.....	(134)
(52) 三、齿面打孔的磨片.....	(136)
(92) 四、齿面带有倾角的磨片.....	(137)
(82) 五、其它改进的金属磨片.....	(137)
(02) 第五节 工作表面硬化的金属磨片.....	(139)
(52) 一、堆焊碳化钨的金属磨片.....	(139)
(92) 二、喷涂金属的磨片.....	(139)

三、其它方法硬化的金属磨片.....	(140)
四、表面硬化磨片对磨浆的影响.....	(143)
五、复合金属磨片.....	(144)
第六节 塑料及高强橡胶磨片.....	(146)
一、塑料磨片.....	(147)
二、高强橡胶磨片.....	(147)
第七节 石磨片和铸石磨片.....	(150)
一、石磨片.....	(150)
二、铸石磨片.....	(151)
第八节 陶瓷及其组合磨片.....	(151)
一、砂轮磨片.....	(152)
二、陶瓷磨片的制备.....	(152)
三、磨料粒子和微形磨浆刀齿.....	(154)
四、陶瓷、金属磨片的配合.....	(158)
五、陶瓷磨片处理浆料的特性.....	(159)
六、陶瓷和金属组合的磨片.....	(161)
七、陶瓷磨片的优点.....	(164)
第五章 磨浆过程自动控制.....	(166)
第一节 概述.....	(166)
一、连续磨浆的工艺、状态参数和技术经济指标...	(166)
二、控制磨浆过程的目的.....	(167)
第二节 盘磨机盘间隙的调节.....	(167)
一、手轮间隙调节系统.....	(167)
二、液压间隙调节系统.....	(169)
三、盘间隙的自动测量系统.....	(173)
第三节 打浆度的自动测定.....	(176)
一、连续取样式打浆度自动测定仪.....	(177)
二、间歇取样式打浆度自动测定仪.....	(179)

第四节 作为控制对象的连续磨浆设备性能·····	(185)
一、控制对象的特性·····	(185)
二、盘磨机的静态特性曲线·····	(186)
三、负荷特性曲线·····	(188)
四、影响盘磨机出口浆料打浆度的因素·····	(190)
五、磨浆比能耗和它的最优化·····	(196)
第五节 磨浆的自动控制·····	(200)
一、磨浆控制系统的水平·····	(200)
二、自动进刀机构·····	(200)
三、自动进刀控制系统·····	(201)
四、临界进刀速度·····	(204)
第六节 控制磨浆过程的串级系统·····	(214)
一、概述·····	(214)
二、利用温度升高值控制磨浆过程·····	(215)
三、串级控制系统实例·····	(219)
第七节 串联、并联和混联流程中磨浆的控制·····	(221)
一、串联流程的磨浆控制·····	(221)
二、并联流程的磨浆控制·····	(227)
三、混联流程的磨浆控制·····	(229)
第八节 计算技术在连续磨浆过程和设备控制中的 应用·····	(232)
一、数字控制自动进刀系统·····	(232)
二、数字计算技术在磨浆过程和设备控制中的 应用·····	(236)
参考文献·····	(238)

第一章 盘磨机

第一节 盘磨机发展概况

一、盘磨机的发展

1931年 Arne Asplund 公司发明了第一台木片磨浆的盘磨机。它在一定温度和压力下，生产颜色发暗而粗糙的纤维浆料，用于生产纤维板[1]。这种浆料纤维无法进一步细纤维化，因此不能用作造纸用浆。1950年初着手研究用盘磨机生产造纸用浆。1968年第一套热磨机械浆（TMP）设备在瑞典正式运转。1975年全世界已有46套TMP装置投入运行；1984年发展到181套。据联合国粮农组织（FAO）预测到2000年，盘磨机生产的各种机浆总产量将达到3500~3800万吨[2]。

近些年来，随着半化学浆、木片磨木浆（包括热磨机械浆和化学热磨机械浆），以及未漂化学浆在洗涤筛选前进行热磨新工艺的迅速发展，大大促进了盘磨机的发展。

盘磨机发展过程中，盘磨的结构和齿形不断得到改进和完善，并向专用化发展。盘磨机能处理各种化学浆；用盘磨机生产的浆料，可抄造从一般包装纸，到高粘状浆生产的半透明纸和防油纸；日本还报导用盘磨机叩解合成纤维浆料，因此，盘磨机几乎能处理所有浆种的浆料。

盘磨机处理浆料要比间歇的槽式打浆机占地面积小得多，而且生产效率高，能耗低。

盘磨机系连续处理浆料，能保证磨浆质量的均一性和稳定

性，劳动生产率高，并为自动化提供了技术基础，适应大生产发展的需要。

我国早在 1958 年，就在金城造纸厂、神州造纸厂等单位开始使用玄武岩磨片盘磨机。当时，有的厂还试用过加工饲料和食品用的小钢磨磨浆。但在 1965 年以前发展十分缓慢。1965 年天津造纸公司在金钟造纸厂和新兴造纸厂，组织人员把 6K8 水泵改制成 $\phi 330\text{mm}$ 盘磨，并设计和制造了 $\phi 400\text{mm}$ 机械加压进刀的盘磨机。这两种盘磨机在上述两厂进行了试验。此后，轻工业部凸版纸试验组把 $\phi 400\text{mm}$ 动盘机械加压盘磨机、 $\phi 300\text{mm}$ 定盘加压盘磨机、华南工学院设计制造的动盘加压 $\phi 400\text{mm}$ 的盘磨机，在广东顺德糖厂纸车间用于蔗渣半化学浆的磨浆试验，并讨论了设备设计定型等问题。到七十年代中期，我国设计和使用的盘磨机已达二十五种，主要规格有 $\phi 300\text{mm}$ 、 $\phi 330\text{mm}$ 、 $\phi 400\text{mm}$ 、 $\phi 450\text{mm}$ （三盘磨）、 $\phi 500\text{mm}$ 、 $\phi 600\text{mm}$ 、 $\phi 800\text{mm}$ （热磨盘磨机）、 $\phi 1250\text{mm}$ 单盘磨和 $\phi 915\text{mm}$ 双盘磨。加压进刀方式主要用蜗轮蜗杆式、螺母螺杆式的机械加压，也有采用油压和气压的。当时岳阳纸厂和山西轻工机械厂两家就已生产一千多台 $\phi 330\text{mm}$ 盘磨机，用于中、小型造纸厂，成为不可缺少的连续式打浆设备。天津、上海等地为扩大盘磨机应用领域做了一些试验研究工作，如盘磨机用于处理半化学苇浆、半化学稻草浆、半化学蔗渣浆，生产木片磨木浆、冷碱法机械木浆，以及连续蒸煮后半化学浆的热磨、蔗渣浆高浓打浆、立式盘磨机磨浆等。当时，盘磨机处理的浆料种类已扩展到除破布浆、麻浆以外所有的各种浆料，生产的纸种包括各种文化用纸、卫生纸、牛皮纸、白板纸、特号箱板纸和各种工业用纸等几十个品种。所用盘磨机总数中 95% 以上是 $\phi 330$ 单盘磨，其次是 $\phi 400$ 单盘磨，因此型号少，不能适应不同品种和不同生产规模的需要。加之齿盘寿命短，灰铸铁齿盘只能用 7~20 天，白口铁和冷激铸铁也只能用 1

~2个月左右，齿形种类也远不能适应生产需要，浆泵送浆浓度只能维持在3~4%，加压进刀装置制造粗糙，又得人工控制，难以保证质量的稳定控制。这些因素影响和限制了当时盘磨机的推广应用。

随着我国盘磨机标准化工作的实施，以及对引进盘磨机的消化吸收，我国在盘磨机的设计、制造和应用方面取得了很大发展。一些盘磨机已经定点生产，并逐渐系列化，齿盘制造有了较大进步，进刀机构的配套装置也渐趋完善[3]。

二、盘磨机的类型

盘磨机种类很多。根据磨浆区和回转磨浆表面的个数分为四种类型：单盘磨（一个磨浆盘面回转，另一个不回转）、双盘磨（两个磨浆盘面相对回转）、三盘磨（在两个不动盘之间设有一个具有两个磨浆表面的回转盘）、多盘磨。

上述各种类型盘磨机还可按结构特点进行分类。按动盘转轴的配置情况分为立式和水平式盘磨机；研磨盘相对支承配置的位置分为悬臂式和磨盘在两个支承中间式；按电动机配置情况分为埋入式和伸出式；按进刀机构的进刀元件移动方式分为动盘移动加压式、定盘移动加压式、动盘和定盘同时移动加压式等。

图1、2为目前应用较广泛的三种类型的盘磨机。

双盘磨在70年代初期发展速度较快，但是，单盘磨结构简单，成本较低，因此，各制造厂家展开竞争，在结构设计、工艺适应性方面做了大量工作，不论单盘磨还是双盘磨，均有向高速、大直径发展的趋势，从而相应增大盘磨机的动力，迄今最大盘径已达2082mm，电动机功率最高达26000kW。高速、大直径盘磨机，能提高单机生产能力，同时，也降低了单位生产能力的投资。

在高速下运转的盘磨机会产生很大的离心力，导致盘间间隙

内浆层均匀度的破坏，并带来设备结构问题。为解决这些问题，并从增加磨浆面积着手，发展和开发了三盘磨。这样，可在离心力不大的一定盘径下，使磨浆面积增加一倍，生产能力为单盘磨的两倍。浆料通过定盘中心孔进入磨腔。它利用动盘两侧的两个磨浆表面，即在一台盘磨机内具有两个磨浆室，既使转速很高，也不存在动盘的偏斜问题。这种结构的盘磨机，轴向负荷小，不用大功率的推力轴承。

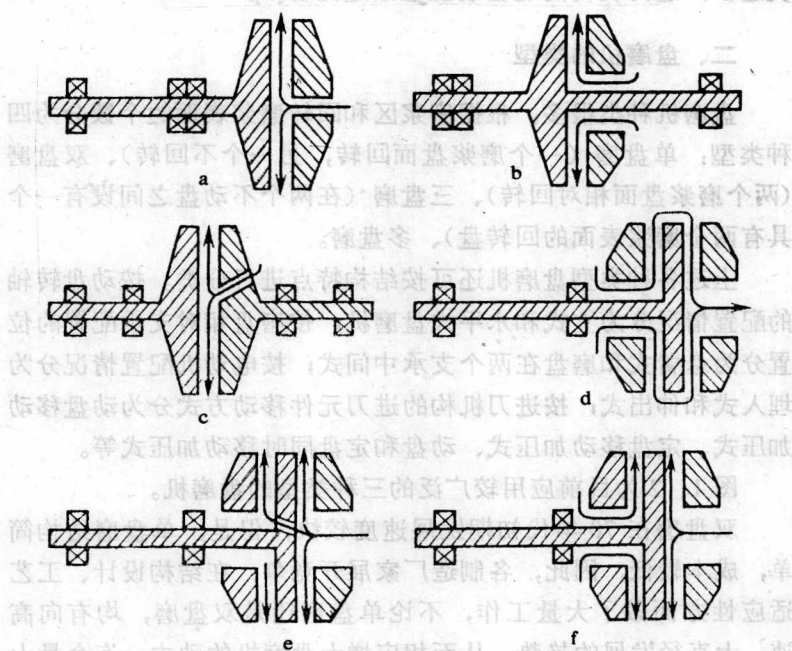


图 1 盘磨机的运行方案

a、b—单盘磨 c—双盘磨 d、e、f—三盘磨

我国生产的盘磨机的型号均按磨盘直径大小来表示，具体规格见表 1。

表 1 我国生产的盘磨机

型号 技术特征	ZDP1	ZDP2	ZDP3	ZDP8	ZDP9	ZDP11	ZDP21	ZDP31
磨盘直径,mm	400	500	600	330	1250	450	915	600
类别	单盘磨	单盘磨	单盘磨	单盘磨	单盘磨	三盘磨	双盘磨	热磨机
磨盘转速,min ⁻¹	1470	1470	875	1460	255	960	985	<980
进浆口尺寸,mm	φ100	I φ100 II 150×200	I φ150 II 205×190	φ100	100×100	φ65(二个)	300×185	
出浆口尺寸,mm	φ100	I φ100 II 80×180	I φ100 II 220×100	φ100	φ150	φ70(一个)	640×290	
主电机功率,kW	45~55	55~75	100~110	22~30	40	115	2×130	160
用途	各种浆料打浆	各种浆料打浆	处理化学浆、化机浆、浆料	处理化学浆	水泥浇注磨盘,处理磨浆渣	各种浆料打浆	处理木浆	连续蒸煮后浆料热磨、半化浆热磨
生产能力,t/d	2~12		10~30	0.35~0.70		30	5~7	

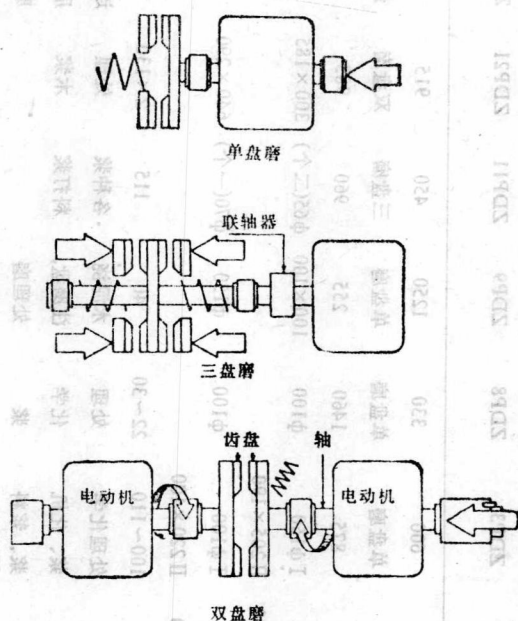


图2 三种类型的盘磨机

多盘磨中磨浆界面数增加，从而赋予纸浆很多新的性能，比如强度性能较高，印刷性能也有所改善。图3为Beloit Jones多盘磨示意图。浆料沿多盘磨主轴方向由进浆口进入机壳内。动盘和定盘之间能做相对的轴向移动，使浆料均匀地分散在各磨盘间隙内。该类型多盘磨磨盘直径为50.8mm（20吋）和863.6mm（34吋）两种，机壳配用现有Beloit Jones系列盘磨机的机壳。它现在主要用于TMP的再磨[4]。多盘磨因其结构较复杂，工业中尚未见广泛应用。

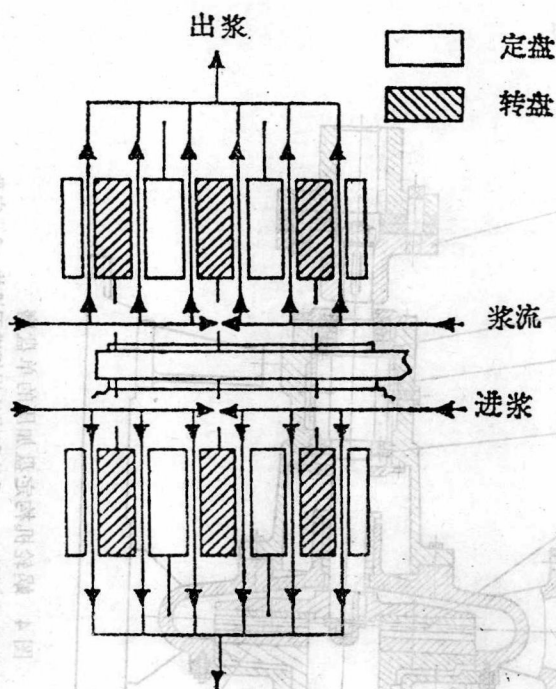


图 3 多盘磨示意图

第二节 单 盘 磨

一、国产单盘磨

单盘磨在我国应用历史较久。磨盘有两种配置方案：悬臂式（图 1a）和两端支承式（图 1b）。悬臂式由于重力作用会使动盘悬臂轴弯曲，造成两盘间隙上下不等，磨得浆料质量不匀，还会造成振动等缺点。两端支承式克服了这些缺点，但结构复杂，维

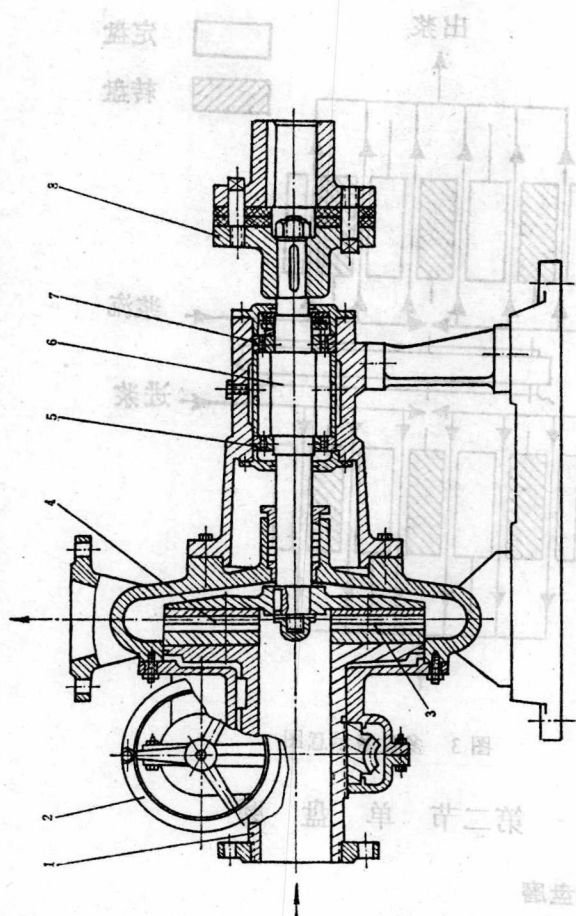


图 4 蜗轮机构定盘加压的单盘磨
1—连接定盘可移动的进料管 2—手轮和蜗轮蜗杆进刀机构 3—定盘
4—动盘 5—前轴承 6—主轴 7—后轴承 8—联轴节

为臂悬，装式置顶并两首盘磨。入臂虫因用动固转首盘单
盘磨会因用式重干由为臂悬。(d) 图) 为承支端两味 (d) 图)
会正，以不量顶排装两盘，等不于上端同盘两盘，曲齿磨臂悬
装，装其两盘，点磨重干下跟京为承支端两。点磨等亦两盘