

引进装置设备技术资料

年产八万吨聚丙烯装置设备总结

~北京石油化工总厂设计院~

上海化学工业设计院石油化工设备设计室设计

年产八万吨聚丙烯装置
设备总结

目 录

第一章	概况	1
第二章	聚合釜	5
第三章	水洗塔	24
第四章	离心机	33
第五章	沸腾干燥器	53
第六章	旋转加料器	64
第七章	薄膜蒸发器	67
第八章	固体阀	80
第九章	管式过滤器	84
第十章	球罐	91
第十一章	连续混炼机和挤压切粒机	114
第十二章	零部件	124
第十三章	火炬头	127

第一章 概 况

由日本引进的年产八万吨聚丙烯装置采用三井石油化学公司千叶工厂的生产技术；由三井造船工程公司承包设计。

本装置的生产工艺系采用高纯度丙烯（99.6%）、乙烯（99.9%）为原料，己烷作溶剂，氢气为分子量调节剂，通过四组份催化剂，在60~70℃温度，低于10 kg/cm²压力的条件下进行聚合，得到聚丙烯的悬浮浆液，经甲醇分介，工艺水洗涤，离心分离后，所得聚丙烯湿饼经气流干燥，筛网床干燥后即去挤压造粒得成品。由分介、洗涤工段分离出来的甲醇和己烷分别去回收工段，所得精甲醇再供分介所用；所得精己烷再供催化剂配制和聚合使用；由薄膜蒸发器浓缩所得无规物进入锅炉燃烧，产生蒸汽综合利用。（图1-1）。

本装置除了催化剂配制分设备、甲醇回收、己烷回收、无规锅炉、公用工程和成品仓库为一条公用生产线以外，其他均分A、B两条生产线。A线有两台聚合釜，生产均聚物和无规共聚物；B线有四台聚合釜，生产均聚物，无规共聚物和嵌段共聚物。

本装置共有设备761台，其中，日方供应723台，重约2300吨；中方供应38台，重约150吨，总重约为2480吨。分类如下：（表换下页）。

在C类设备中，包括有透平冷冻机1台；往复式压缩机3台，其中2台为迷宫式活塞，无油润滑。

在P类设备中，包括有高速泵11台；屏蔽泵8台；隔膜泵10台；无脉冲泵4台；齿轮泵18台。

在装置中，不锈钢及不锈钢复合板制设备约584吨；铝镁合金制设备约104吨。

就目前所介绍的国内外聚丙烯生产装置来看，本装置的设备具有以下特点：

名 称	代 号	A 线	B 线	小 计
锅炉、燃烧炉、烟囱	F.B.H	3 (1)		3 (1)
压缩机、鼓风机	C	18	15	33
釜、罐	D	79 (11)	33 (2)	112 (13)
换热口	E	66	34	100
分离口、过滤口	M	40	37	77
泵	P	125	54	179
塔	T	8		8
料仓	TK	26 (10)	14	40 (10)
机口、其他	Z	114 (7)	95 (7)	209 (14)
共 计				761 (38)

(注：/ 单位为台数； Z 括号内为中方供应。)

一、工艺流程中的主要设备较大型化，单机能力较大。与三井油化千叶工厂聚丙烯装置相比，如下表。

本装置最大的聚合釜容积为 102 m^3 ；卧式螺旋沉降式离心机转鼓公称直径为 1 m ，长为 1.5 m ；双螺杆混合机的螺杆直径为 320 mm ；单螺杆造粒机的螺杆直径为 305 mm 。以上这些主要设备目前在国内外都是属于比较大型化的。

二、在设备结构设计上，考虑了工艺物料多悬浮液和粉末的特点，为保证设备长期连续稳定运转，采取了一定的措施。

如全装置 22 台立式搅拌釜全为悬臂轴。釜的直筒部分长径比大多 ≈ 1 ，釜矮胖，轴短，没有底轴承，减少了因底轴承磨损而带来的检修。

项	目	三井油化千叶工厂		本 装 置	
规模	万吨/年	4, 5	5, 5	A 线 4	B 线 4
聚合釜	m ³ /台	88 1, 1, 47 1, 1, 2	103 2	102 88 1, 1	102 58 47 1, 1, 2
分介釜	"	20 2	20 2	40 1	40 1
离心机	台	1 卧	2 立	1 卧	1 卧
薄膜蒸发口	m ² /台	10 3		12 2	
发口					
混练机	型号/台	ZSK-160 V ⁴	P305-28SW-V 3	CIM320/1	CIM320/1
造粒机	"			P305-18SW ¹	P305-18SW ¹

又如，在各种传动设备的轴封处，根据设备内介质、压力等具体情况，分别通入密封油（又分为高压、低压等系统）、水、己烷或氮气，以阻止或减少固体颗粒进入轴封箱，磨损密封面或密封元件。

三 为了耐腐蚀、光滑、干净等要求，本装置凡是与主要物料接触的设备材质都采用不锈钢或不锈钢复合板制造，就重量计，约占全装置设备总重的24%。

其中，以分介、洗涤到干燥工段还采用了大量含碳量为0.08%及0.03%以下的低碳不锈钢（SuS316）和超低碳不锈钢（SuS316 L）。

同时，凡与悬浮液、粉末接触的设备，包括如搅拌釜、水洗塔、沸腾床、回转阀、粉碎机等设备，其内壁及内件均进行了接近于镜面的抛光，减少了粘壁、堵塞等可能。

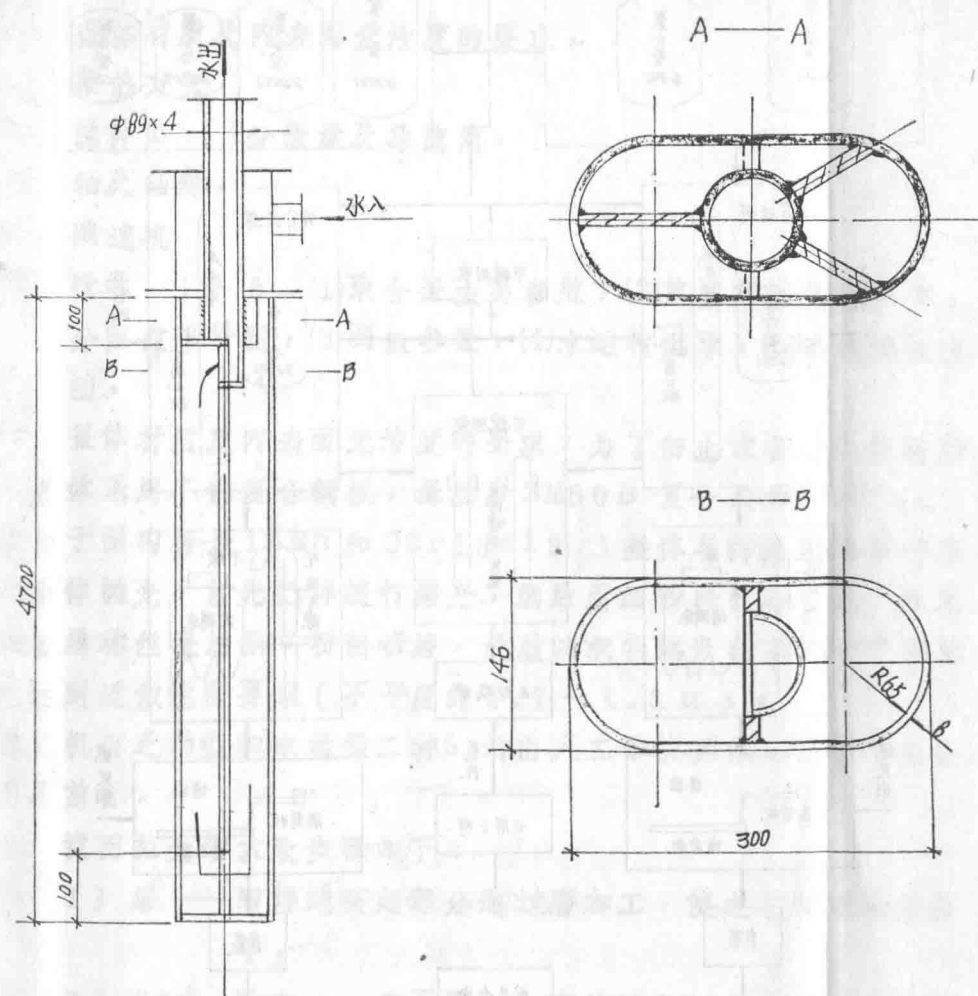
四 对机械设备和较复杂的机组的安全联锁考虑比较周到，能够起到较好的保护作用，为设备能长期连续稳定运转创造了较好的条件。

本装置与日商成交的合同总价为5310万元人民币（未包括外贸加成）。其中，工艺设备费约占49.4%。

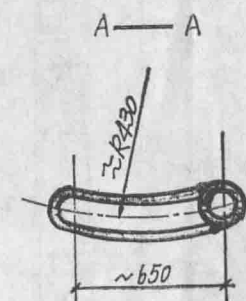
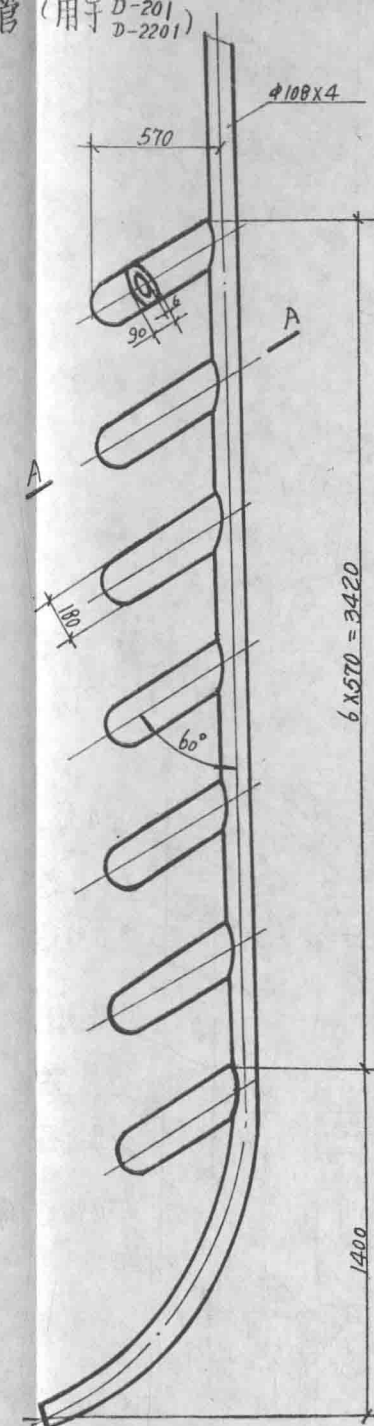
本装置设备通过机械试运转、投料考核及生产一年以来，总的说，在设计上还是比较合理的，能够体现上述这些特点。设备制造质量也是可以的。但经过实践考验，也暴露出了不少问题。特别是在考核结束后的生产阶段，有些主要设备，如离心机、挤压造粒机、无规锅炉、火炬头和薄膜蒸发器 etc 出现了一些较严重的问题，其原因有属于设计、制造、安装和生产等多方面的，有的已得到了改进，有的受原料状况所限，未能满意地解决，还有待于进一步改进。

以下分别介绍一些主要设备。

冷却套管结构 (图 2-3)



指形挡管 (用于 D-201
D-2201)

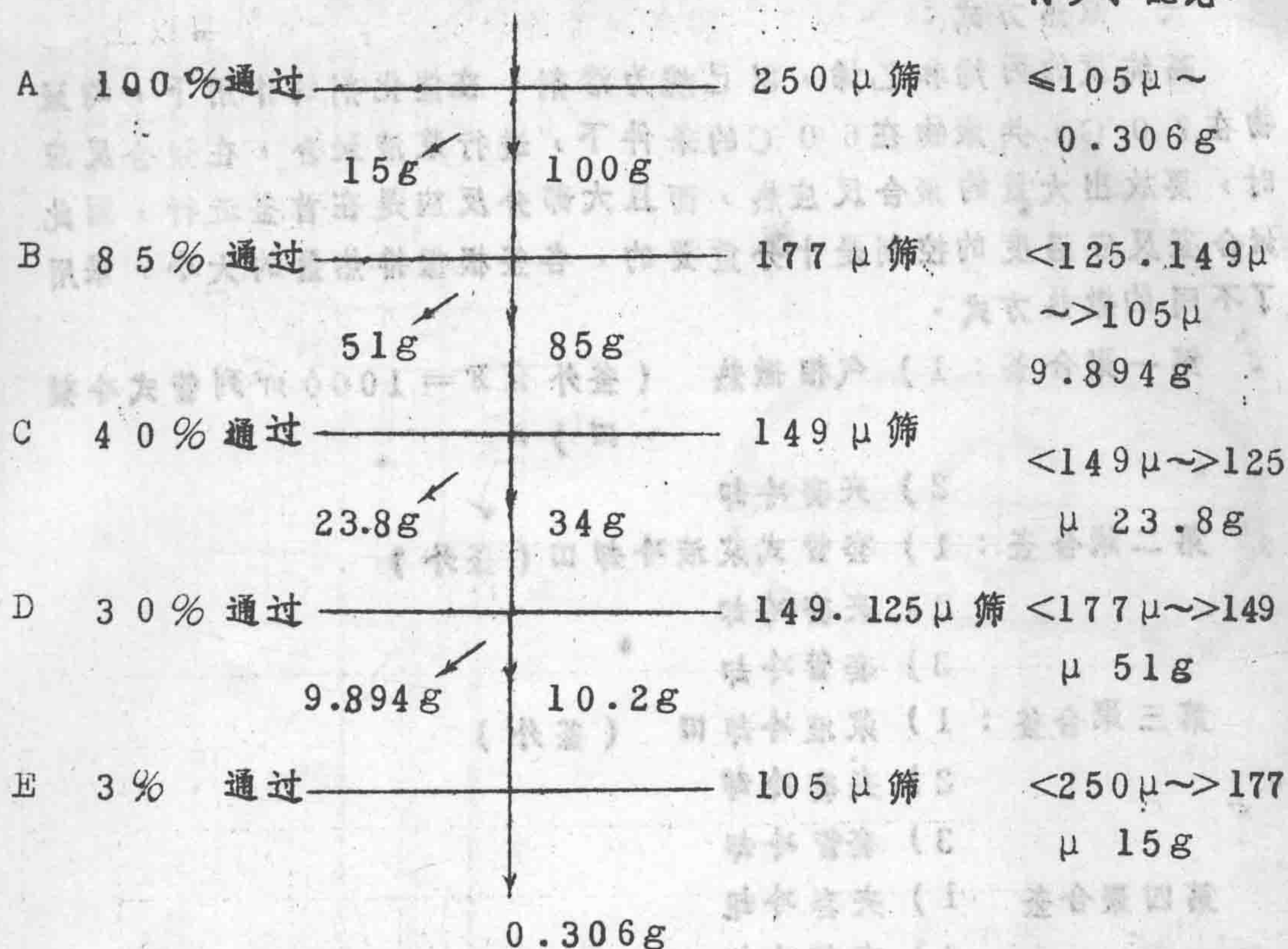


(图 2-4)

筛分图介

假设取 100g 砂子

得砂子配比:



釜体内表面的光滑与否,对于防止粘釜是很重要的,三井油化曾对可能引起粘釜的因素,如空气、水与四氯化钛等进行过研究,当聚合漆表面十分清洁时,即在长期聚合过程中也未发现有薄膜状粘釜的现象,但当釜壁受污,在污迹处即有薄膜状聚合物出现,因此三井认为聚合物粘釜问题,主要取决于釜壁的光滑、清洁程度,与受长期聚合的影响不大。当然为了防止粘釜还应该有其他的手段,为改进聚合配方等,这些都是应该考虑的。

过去聚合釜较多采用搪瓷设备,主要由于它有一个理想的光滑表面和良好的耐蚀性,但搪瓷釜夹套传热效果差,(一般 α_K 约为 $270 \sim 340$ 千卡/米² 时·°C),价格昂贵,易损、大型化又受到加工条

件的限制（目前我们最大能做到 $V = 20 \text{ m}^3$ $\phi 2600 \text{ mm}$ 左右）因此作为大型聚合釜它逐渐被不锈钢或不锈钢复合板所代替。

三、撤热方式：

高纯度的丙烯和乙烯，以己烷为溶剂，在催化剂的作用下，均聚物在 70°C ，共聚物在 60°C 的条件下，进行浆液聚合，在聚合反应时，要放出大量的聚合反应热，而且大部分反应是在首釜进行，因此聚合釜反应温度的控制是十分重要的，各釜根据排热量的大小，采用了不同的撤热方式。

第一聚合釜：1) 气相撤热（釜外有 $F = 1000 \text{ m}^2$ 列管式冷凝器）。

2) 夹套冷却

第二聚合釜：1) 套管式浆液冷却口（釜外）

2) 夹套冷却

3) 套管冷却

第三聚合釜：1) 浆液冷却口（釜外）

2) 夹套冷却

3) 套管冷却

第四聚合釜 1) 夹套冷却

2) 套管冷却

为了提高传热系数，夹套内装有螺旋板。为了增加筒体的刚度，第一、二釜夹套各设有三层隔板。第三、四釜夹套各设有四层隔板。在每层隔板开漏孔，如图示。

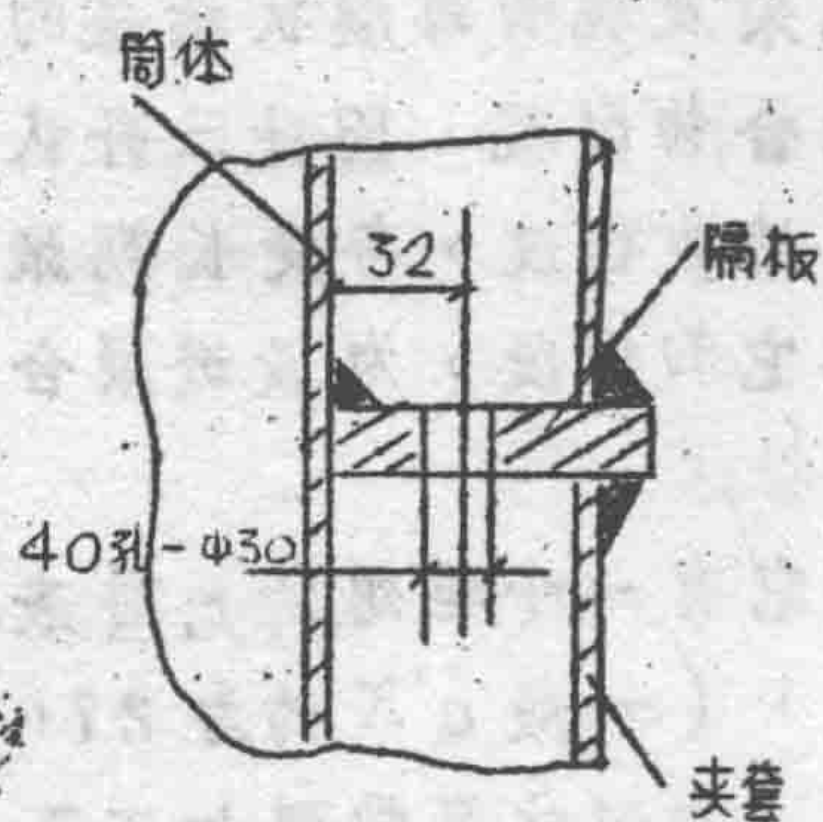


图 2-1

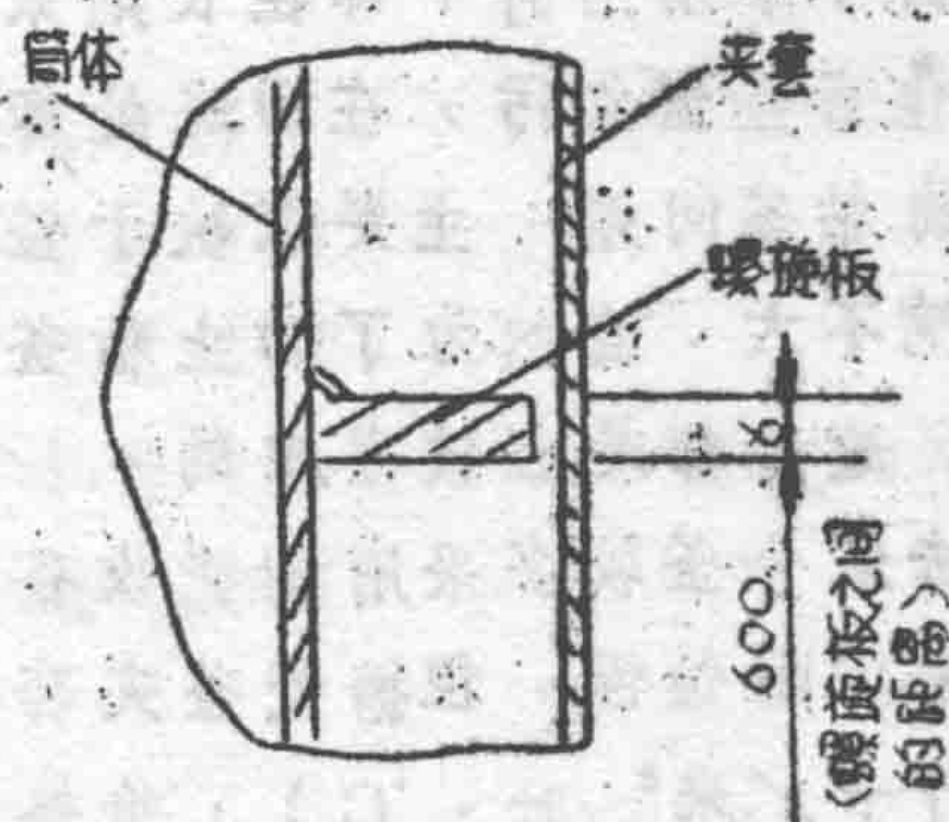
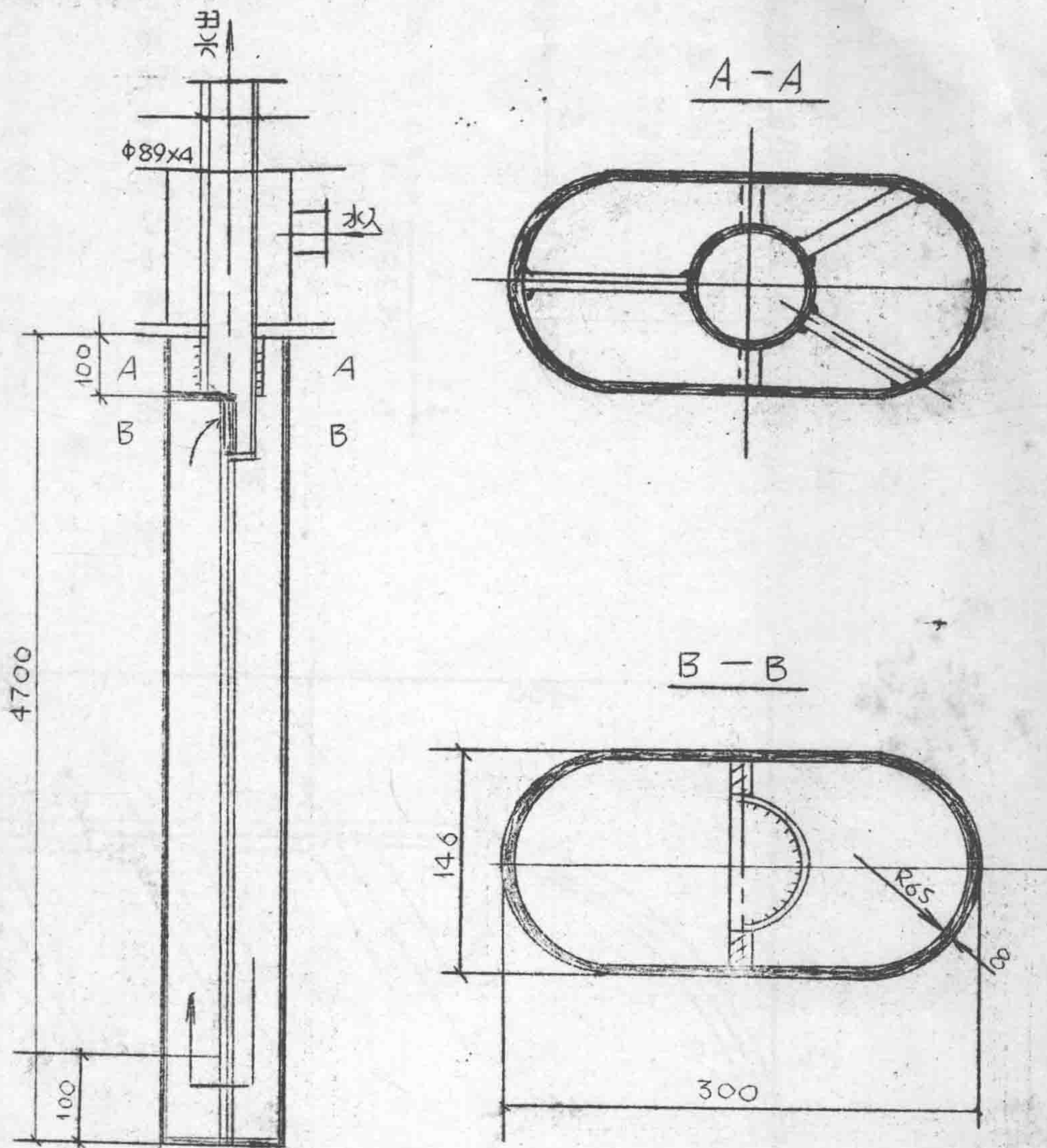


图 2-2

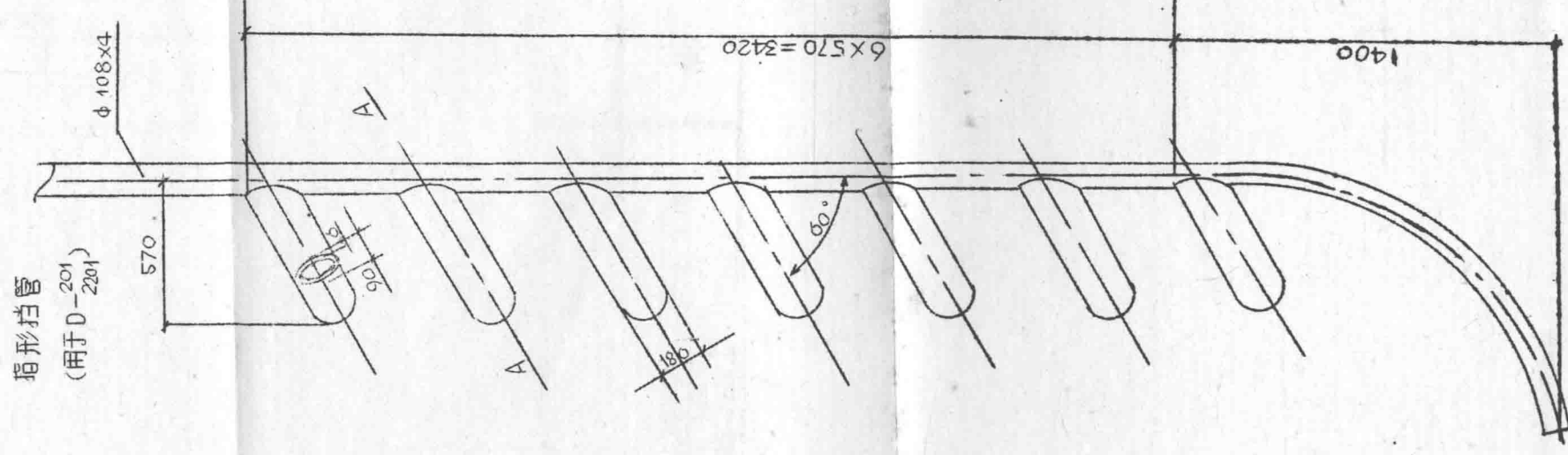
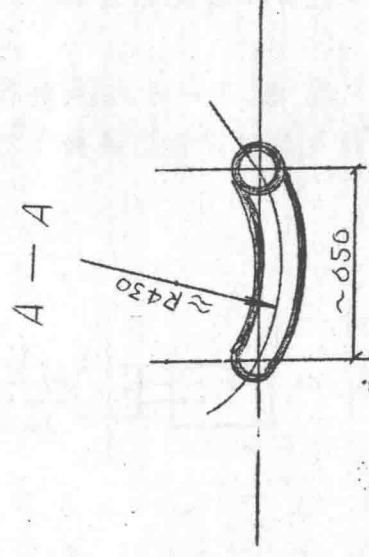
综上所述，可以看出对聚合釜来说，仅有二种冷却手段，一为夹套，另一种为套管冷却，设计时，夹套的 α_k 值取 $250 \text{ KCal}/\text{m}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{C}$ 。套管冷却 α_k 值取 $350 \text{ KCal}/\text{m}^2 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{C}$ ，以二釜为例，套管结构如图示：

冷却套管结构：（图 2 - 3）



关于挡管：本装置聚合釜、首釜有8根管于由釜顶直接插入釜底的循环气入口管（四根指形管、四根直管）。另外第二、三、四釜各设有四根冷却套管，这些管子均起撤热和强化搅拌效果的作用。

指形挡管的结构如图所示：



指形挡管即丙烯和己烷冷却气入口管（吹入量4000 m³/h_r）并兼作挡板。手指管为椭圆形向下倾斜60°。手指端至主管的距离为570 mm。

结构参数：

- ① 挡管数 R：
- 挡管数条件式：

$$\left(\frac{J}{D_0}\right)^{1.2} \cdot R = 0.35$$

$$R = \frac{0.35}{\left(\frac{570}{4350}\right)^{1.2}} \approx 4$$

式中：J——挡管宽度570 mm

D₀——设备内径4350 mm

- ② 挡管中心与壁的距离，一般设计要求

$$\text{至少为} \frac{D_0}{72}$$

$$\frac{D_0}{72} = \frac{4350}{72} = 60.5 \text{ mm}$$

$$\text{设计距离} = \frac{4350}{2} - 1550 - 100 = 525 \text{ mm}$$

525 >> 60.5 故不易产生浆液堵塞问题。

- ③ 挡管下部距釜底的距离不宜过小，特别是在固液比重相差较大的时，此距离不宜太小，以免淤塞。

三 搅拌口、分散盘及导流筒：

／ 本装置的聚合釜，采用带中心圆盘的四平直叶涡轮搅拌口，结构简单、且加工制造都比较容易。首釜设有三层，二、三、四釜均为二层。搅拌叶与圆盘焊接，圆盘焊接在轴套上，用平键和制动螺钉与轴连接。

涡轮式搅拌口的常用周速是 $3.5 \sim 6.5$ 米/秒，但最高不宜超过 8 米/秒，否则不仅无助于提高釜壁的传热系数，反而将增大搅拌的动力消耗。

搅拌口的结构参数：

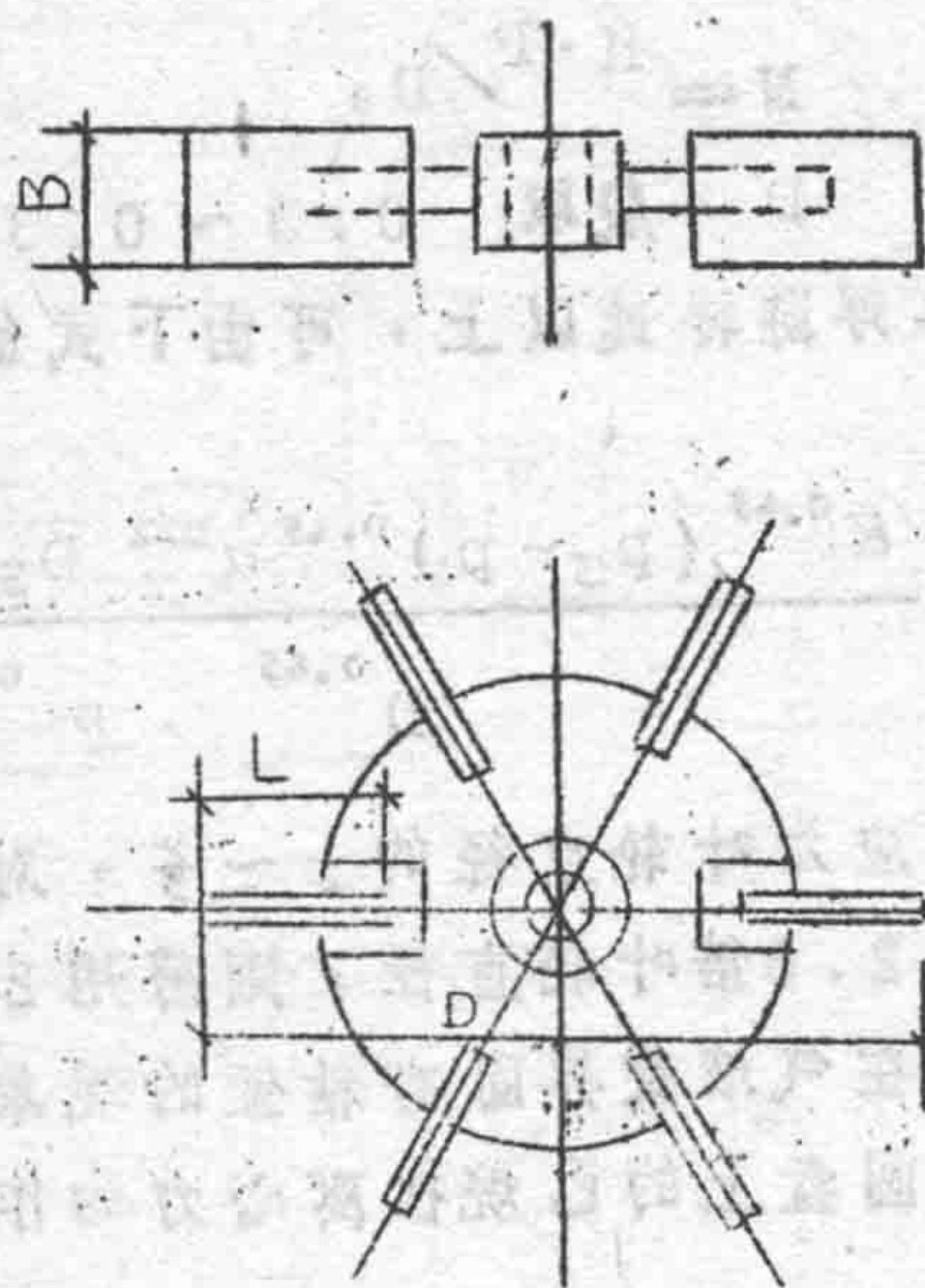


图 2 - 5

符号意义：

D_0	釜内径	mm
D	搅拌叶直径	"
B	搅拌叶宽度	"
L	搅拌叶长度	"
C	搅拌叶距釜底的距离	"

T	—— 挡板宽度	mm
H	—— 液面高度	mm
P	—— 液体重度或密度	kg/米 ³
P _S	—— 固体重度	"
D _S	—— 固体直径	米
R	—— 固液重量比	9.81 米/秒
g	—— 重力加速度	
u	—— 动力粘度。	l —— 常数 = 1 ~ 2
		d —— 常数 = 1.4

1) 层数 N

$$N = H \cdot P / D_0$$

2) 最宜叶径 D :

D 一般取 0.3 ~ 0.35 D₀。

3) 最宜转速应在临界浮游转速以上，可由下式估标：

$$N_e = \rho \left(\frac{D_0}{D} \right)^d \cdot \frac{g^{0.45} (P_S - P)^{0.45} u^{0.1} D_S^{0.2} (100R)^{0.13}}{D^{0.85} \cdot P^{0.55}}$$

4) 叶轮距缶底的高度应为叶轮直径的 $\frac{1}{2} \sim \frac{2}{3}$ 。对于均匀悬浮，如果叶轮没入液面深度大于 2.5 倍叶轮直径，则需用 2 个叶轮。

2. 分散盘：为了防止在气液交界面有粘壁的现象，在搅拌口的上部装有一分配圆盘，喷入圆盘上的己烷在离心力的作用下散向釜壁。从而起到洗壁的作用。

3. 导流筒：

尾三井聚合釜内是没有此结构的，因为在首釜有八根气体循环管插入首釜釜底向上鼓泡，因而使轴产生振动，为避免轴振动，故在底层搅拌四下设有 $\varnothing 750$ ，高 200 mm 的导流筒一个，实践证明，改进后效果良好。

四、轴及轴封：

搅拌轴为二支点悬臂轴，首釜轴封处轴径为 $\varnothing 215.9$ mm，悬臂长约为 6 m，轴封为双端面机械密封，静环为石墨，动环为不锈钢喷陶瓷，轴封处通入白油密封，各釜密封压力均控制在 1.3 kg/cm²。密

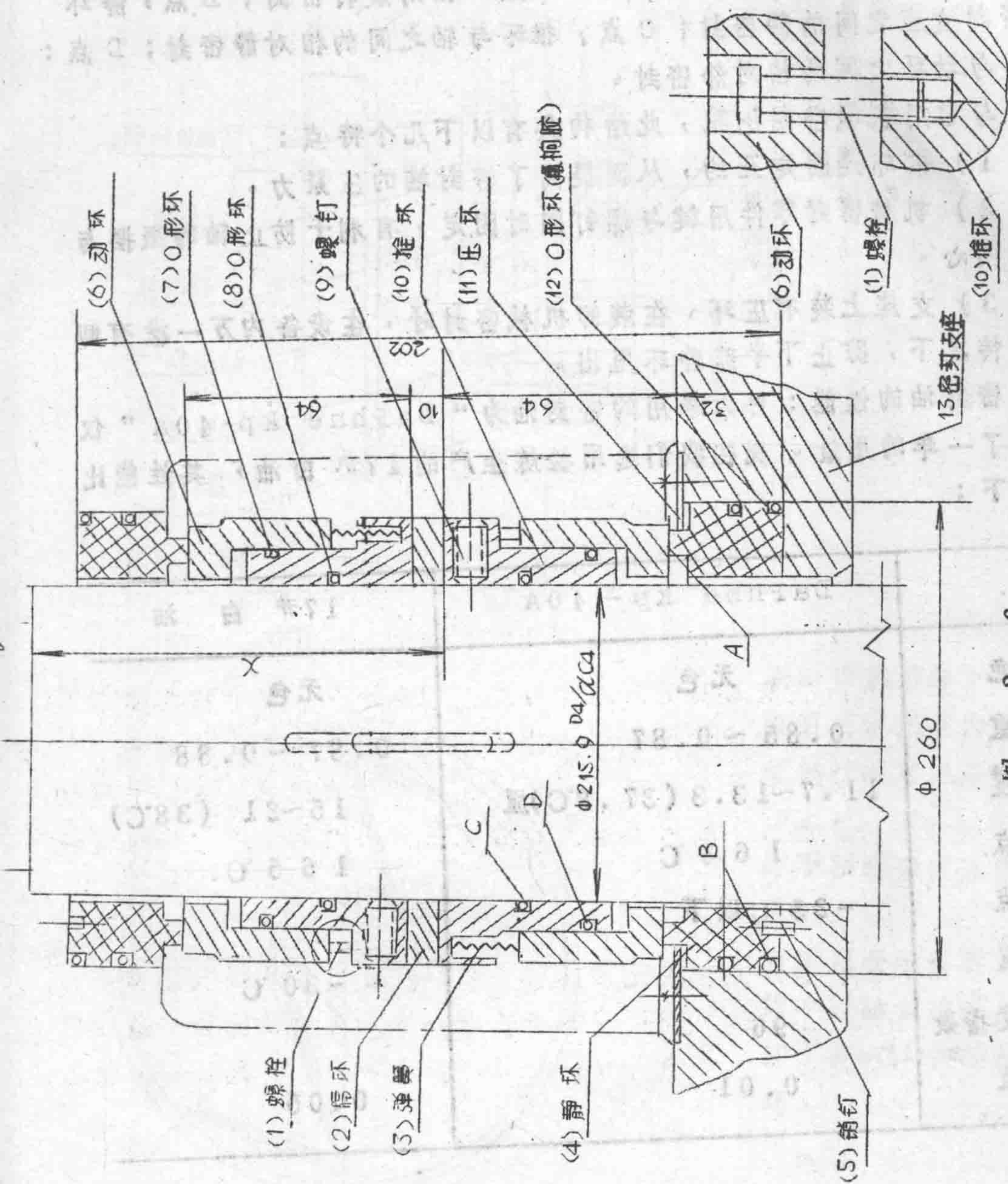


图 2-6

封端面约半年检修一次。

这套密封有四个密封点，即 A 点，相对旋转密封；B 点，静环与密封支座之间的静密封；C 点，推环与轴之间的相对静密封；D 点：推环与动环之间的相对静密封。

与常用机械密封比较，此结构具有以下几个特点：

1) 推环是固定死的，从而提高了密封端的压紧力。

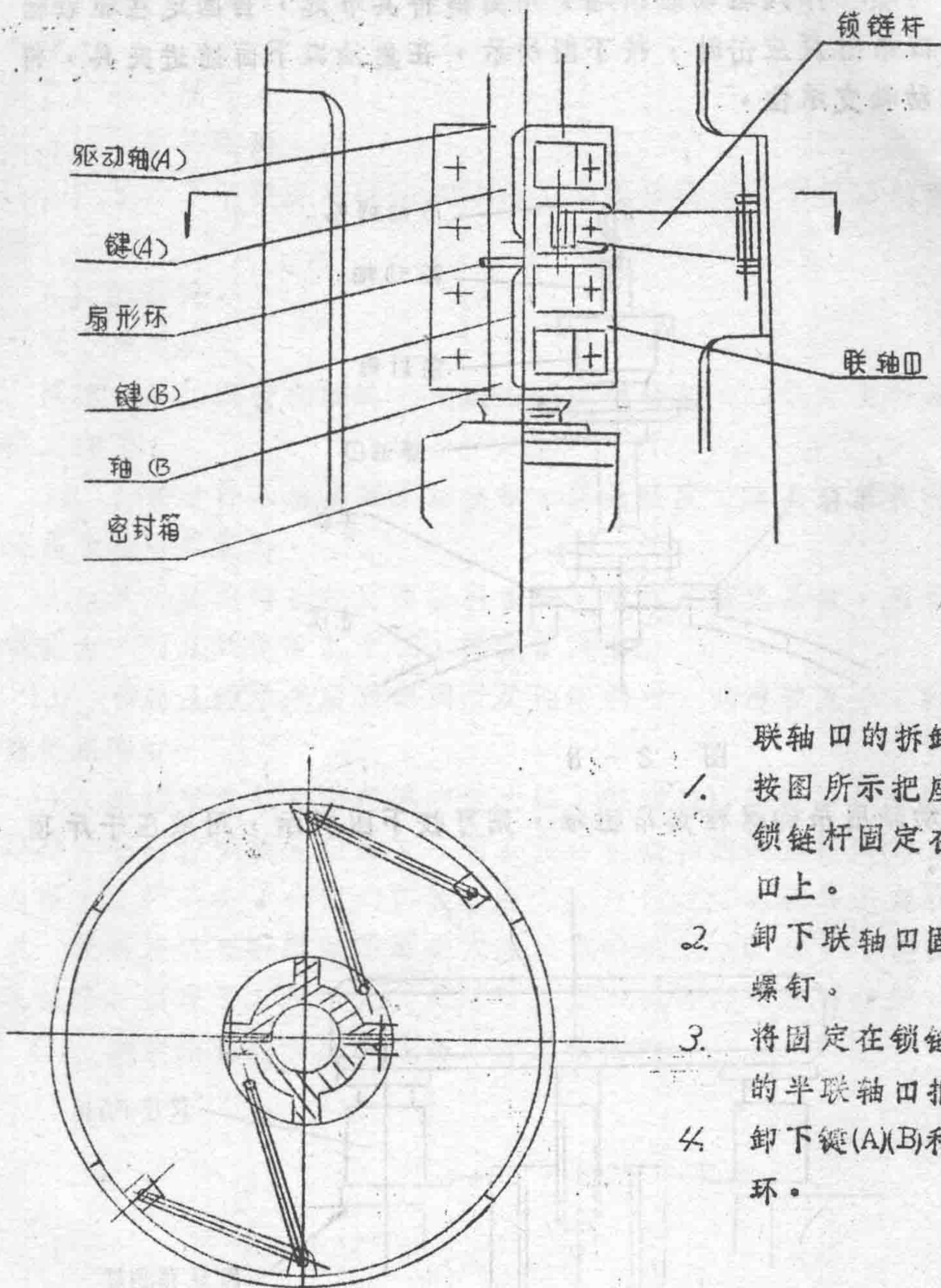
2) 机械密封零件用键与螺钉同时固定，有利于防止轴的振摆与轴的同心。

3) 支座上装有压环、在装卸机械密封时，在设备内万一没有卸压的情况下，防止下半部静环甩出。

密封油的性能：日本采用的密封油为“DaPhne kp-40A”仅提供了一年的用量。现在我们选用检炼生产的 17# 白油，其性能比较如下：

	DaPhne kp - 40A	17# 白 油
颜色	无色	无色
比重	0.85 ~ 0.87	0.87 ~ 0.88
粘度	11.7~13.3 (37.8℃)厘	15~21 (38℃)
闪点	168℃	165℃
倾点	-25℃以下	
凝点		-30℃
粘度指数	96	
酸值	0.01	0.05

拆卸联轴口用锁链杆结构图：



联轴口的拆卸：

1. 按图所示把座内的锁链杆固定在联轴口上。
2. 卸下联轴口固定的螺钉。
3. 将固定在锁链杆上的半联轴口推开。
4. 卸下键(A)(B)和扇形环。

图 2 - 7