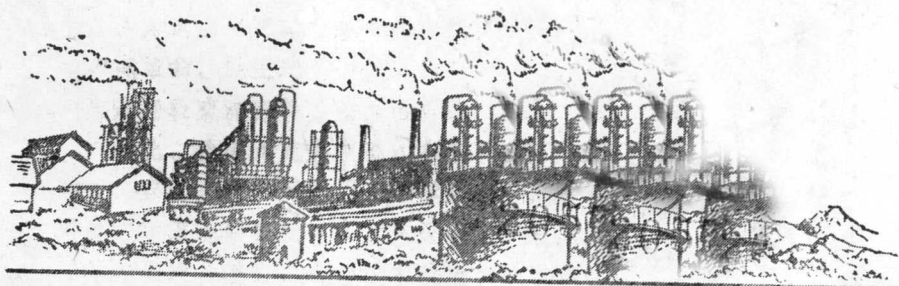


合成塔内件

单管并流螺旋板换热器

江苏省武进化肥厂 编



化肥生产经验交流资料

石油化学工业出版社



化肥生产经验交流资料(4)

合成塔内件

单管并流螺旋板换热器

江苏省武进化肥厂

•

石油化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

•

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $3^{3/4}$ 插页1

字数13千字 印数1—3,950

1975年11月第1版 1975年11月第1次印刷

书号15063·化62 定价: 0.06元

只限国内发行

出版说明

我国化肥工业广大革命职工，在伟大领袖毛主席“独立自主、自力更生”和一整套“两条腿走路”的方针指引下，深入开展了“工业学大庆”的群众运动，使我国的化肥工业得到了迅速的发展。特别是经过无产阶级文化大革命和当前的批林批孔斗争，狠批了刘少奇、林彪的反革命修正主义路线及孔孟之道，提高了阶级斗争、路线斗争觉悟，激发了更大的革命热情，掀起了“抓革命，促生产”的高潮，广泛地开展了技术革新活动，挖掘设备潜力，加强企业管理，实现低耗优质稳产高产，使化肥工业得到了更大的发展。

为适应化肥工业革命和生产战线上的大好形势，及时交流“抓革命，促生产”的先进经验，我们准备将原来的《小氮肥生产经验交流资料》改为活页的《化肥生产经验交流资料》，内容比以前更为充实丰富。本资料主要是收集：①坚持自力更生、艰苦奋斗，开展“工业学大庆”，加强企业管理方面的经验；②因地制宜就地取材充分利用本地原料资源方面的经验；③挖掘设备潜力、进行技术改造和技术革新方面的经验。

我们热诚欢迎化肥战线上广大革命职工向我们推荐这方面的经验，共同办好这套资料，使其能起到及时交流先进经验的作用，为化肥工业的发展和支援农业生产作出更大的贡献。

合成塔内件

单管并流螺旋板换热器

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，在上级党委的领导下，一九六九年我厂学习了南京化学工业公司氮肥厂改造三号合成塔的经验，结合我厂具体情况，在南京化学工业公司氮肥厂同志的帮助下，把原来的双套管式列管换热器的内件换成单管并流螺旋板换热器。几年来，生产情况很好，单塔日产由原来的30吨提高到45.6吨，大大地强化了合成塔的生产能力。

一、内件结构特点 和设计条件

(一) 结构特点

单管和双套管的对比示意图如图1所示。

单管式与双套管式比较，在结构上，少了一层内冷管，由上下环管代替了原来

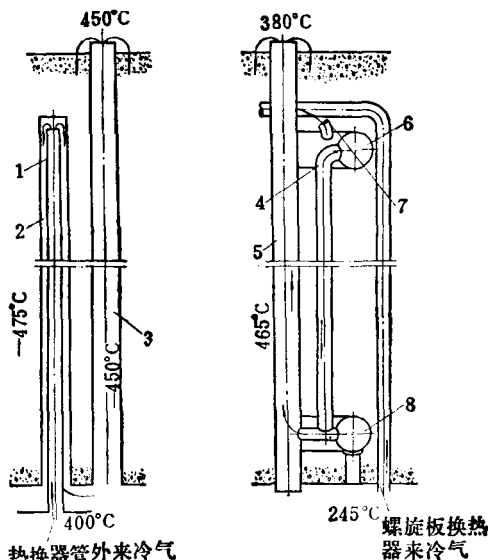


图1 单管和双套管的对比示意图

1—内冷管；2—外冷管；3—双套管式的中心管；4—单管；5—单管式的中心管；6—上环管；7—上升管；8—下环管

的分气盒。冷气由上升管至环管进入单管，由触媒层上端向下流动与触媒层内热气并流进行换热。因为冷热两种气体的温差增加很多（约增大 155°C ），故传热效率随之增强很大。在合成塔内，氨合成反应所产生的热量大部分集中在触媒筐的上半部，利用单管并流的换热形式的温差大的特点，可以及时地把大量反应热移走，有利于氨的合成反应。同时，由于混合气体的下移与换热，冷热气体的温差逐渐缩小，所以整个触媒层的轴向温差小，这也有利于合成反应。

另外，由于把原来的列管换热器改为螺旋板换热器后，传热系数高（ $K = 948$ 千卡/米²·小时· $^{\circ}\text{C}$ ），相当于前者一倍，在相同的热负荷下，换热面积相应可以缩小，故换热器的长度比原来的缩短了1335毫米，换热面积缩小至 15.6 米²，触媒筐也可相应地加高。把内件内径由原来的420毫米扩大到440毫米，是将环隙缩小了3毫米、保温层减薄至7毫米来实现的。这样，可使触媒的装填量由原来的 0.46 米³ 增加到 0.69 米³，即增加44.6%。由于这些改进而强化了合成塔的生产能力。同时，新的内件取消了分气盒及内冷管，可节省钢材30%。而且，由于采取冷热气体并流，气流阻力降低了1公斤/厘米²左右，这对降低合成塔的总阻力也起了一定作用。

（二）新旧内件的主要尺寸

其比较表列于表1。

表1 新旧内件的主要尺寸比较表

项 目		单 位	旧 内 件	新 内 件
塔 壳	内 径	毫米	500	500
	塔 体 高	米	8.172	8.172
	容 积	米 ³	1.4	1.4

触媒	内 径		毫米	420	440
	触媒	高 度	毫米	4130	5469
		绝 热 层	毫米	700	1200
		装 填 容 积	米 ³	0.46	0.69
		填充系数 = $\frac{\text{装填容积}}{\text{塔容积}} \times 100$	%	32.8	49.3
冷管	数 量		根	28	32
	外冷管	内径/外径	毫 米	24/29	24/29
		长 度	毫 米	3380	4120
		传 热 面 (外径)	米 ²	8	11.2
	比传热面 = $\frac{\text{传 热 面}}{\text{触媒装填容积}}$		米 ² /米 ³	17.4	15.6
	内冷管	内径/外径	毫 米	14/18	—
		长 度	毫 米	3120	—
比体积 = $\frac{\text{冷管占体积}}{\text{触媒占体积}} \times 100$		%	13.6	12.6	
热 交 换 器	数 量		根 (块)	管子332根	板长5300毫米, 4块
	管子内径/外径		毫 米	10/14	板距4毫米
	长度 (有效)		毫 米	2/20	750
	传热面 (平均直径)		米 ²	30.9	15.2
	比传热面 = $\frac{\text{传 热 面}}{\text{触媒装填容积}}$		米 ² /米 ³	67.2	22.3
电 炉	炉 丝 数 量		根	4	4
	每 根 长 度		毫 米	3500	5000
	直 径		毫 米	8	8

项 目		单 位	旧 内 件	新 内 件
电 炉	材 质		Cr20Ni80	Cr20Ni80
	功 率	千 瓦	75	150
	电 炉 中 心 管	毫 米	$\phi 108 \times 6$	$\phi 108 \times 6$

(三) 设计条件

设备部分:

1. 合成塔壳体内径 500 毫米。

2. 触媒筐: (1) 触媒筐内径 440 毫米; (2) 中心管 $\phi 108 \times 6$ 毫米; (3) 温度计套管: $\phi 36 \times 2$ 毫米, $\phi 30 \times 2$ 毫米, $\phi 24 \times 6$ 毫米, 各两根; (4) 单冷管 $\phi 29 \times 2.5$ 毫米, 32 根; (5) 升气管 $\phi 46 \times 3$ 毫米; (6) 触媒层总高 5469 毫米; (7) 绝热层高 1200 毫米。

3. 换热器: (1) 板高 800 毫米; (2) 通道宽 4 毫米; (3) 板厚 3 毫米。

工艺部分:

1. 进塔压力 300 公斤/厘米;

2. 进塔温度 15°C ;

3. 进塔气量 20000 标准米³/小时或 893 公斤分子/小时;

4. 进塔气体成分 (%):

NH ₃	H ₂	N ₂	CH ₄	Ar	$\overline{M}$
4	60	20	13	3	10.76

(四) 计算结果

1. 触媒筐部分:

氨产量 45.6 吨/天 出口氨浓度 18.9%

热点温度 490°C 出口温度 228°C

净 值 14.9%

2. 换热器部分:

螺旋板长	5300毫米, 四块
传热面	17米 ²
螺旋圈数	23.6圈
螺旋外径	0.458米
传热系数	948千卡/米 ² ·小时·°C
气流阻力	1.06公斤/厘米 ²

二、内 件 的 施 工

内件总图如图2所示。

内件的施工, 要严格按照图纸的尺寸及技术条件进行, 不应随意更改。各部件加工制成后, 务必进行单体试压, 合格后才能主装。部分焊缝要用X光拍片检查。如发现有气孔、夹渣、裂纹等, 应铲除重焊, 直到合格为止。

触媒筐筒体用不锈钢 1Cr18Ni9Ti; 螺旋板厚3毫米, 也用不锈钢 1Cr18Ni9Ti 的。

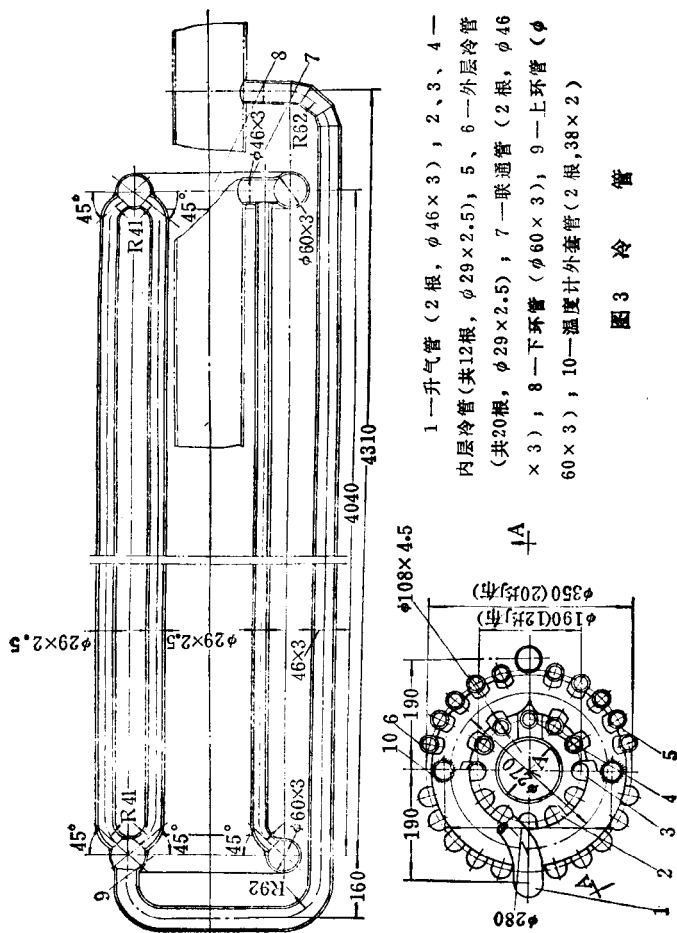
不锈钢薄板用剪板机切断; 厚板用等离子切割, 如无等离子的地方, 可用电弧气割 (14千伏安直流电焊机配8公斤/厘米²的空气压缩机) 或钻孔 ($\phi 6 \sim 8$ 毫米孔) 下料。

(一) 触媒筐的制作

1. 冷管的制作: 冷管如图3所示。冷管包括单冷管 $\phi 29 \times 2.5$ 毫米32根, 升气管 $\phi 46 \times 3$ 毫米2根, 上下环管 $\phi 60 \times 3$ 毫米各1根 (只), 中心管 $\phi 108 \times 6$ 毫米1根。

制作冷管的管子必须进行25公斤/厘米²水压试验, 合格后才能下料制作, 材质必须是同钢种。

上下环管 $\phi 60 \times 3$, 环形直径280毫米。由于环形直径小, 冷弯困难, 可灌砂火煨弯, 两个半圆拼焊, 拼接处成30°



- 1—升气管 (2根, $\phi 46 \times 3$); 2、3、4—
内层冷管 (共12根, $\phi 29 \times 2.5$); 5、6—外层冷管
(共20根, $\phi 29 \times 2.5$); 7—联通管 (2根, $\phi 46$
 $\times 3$); 8—下环管 ($\phi 60 \times 3$); 9—上环管 (ϕ
 60×3); 10—温度计外套管 (2根, 38×2)

图 3 冷 管

坡口。在上下环管上开好与冷管联结的联接孔、升气管孔及测温管孔。冷管的弯头用模子冷弯,如长度不够要接,接口成 30° 坡口焊接。中心管按图4进行加工。

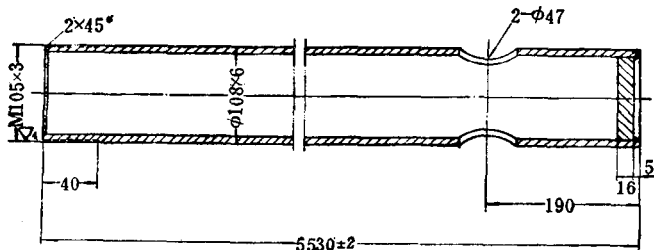


图4 中心管

冷管各部件焊接均用不锈钢焊条:上焊55T ($\phi 2.5$ 毫米)、OKR201S或OKR205S。冷管两头接口成 30° 坡口,先把中心管与上下环管固定,长度误差小于4毫米,上下中心偏差小于2毫米。

冷管的主装次序从内至外,采用对称焊接,即环管一头焊好了,再焊另一头。内层冷管的固定,采用焊好一根就固定一根,方法用半圆管子加支撑,一头点焊在中心管上,一头点焊在冷管上。外层冷管的固定也相同。

冷管的焊接要仔细认真,必须确保焊接质量。在频繁的升降温过程中,易使升气管与螺旋板中心管焊接处开裂;开裂后,气体走短路,影响生产的正常进行。故升气管与上环管的联结,改用互叉 180° ,给冷管以热胀后补偿。

冷管制作好后,进行25公斤/厘米²水压试验。

2. 触媒筐筒体的制作:触媒筐全长5622毫米,直径486毫米。筐体分筒体和头部两个部分:头部 $\phi 486/\phi 440 \times 100$ 毫

米,筒体长5522毫米,直径456毫米,厚8毫米。保温层厚13毫米,其保温铁皮2毫米,外包以超细玻璃纤维,如无此材料,可用石棉布代用。焊条 $\phi 3$ 毫米,垂直度偏斜不得大于2毫米。触媒托篦直径486毫米,厚35毫米,中心孔 $\phi 108$ 毫米。确保正公差,托篦与触媒篦体下部焊接。

3. 单管和触媒篦筒体的主装:单管和触媒篦筒体均须进行试压,合格后才允许主装。主装时,在托篦上放铁丝网,升气管穿出触媒托篦外,待主装螺旋板换热器时再焊上 90° 弯头。触媒篦上端加触媒压板,压紧角钢,装好中心管螺帽,以固定中心管和压板。

顶盖与篦体的联接可用焊接(见图2)。在更换触媒时,焊渣可用车床车去或做专用的铣头铣去。如上述条件困难时,可用原法兰接口加角钢焊接密封。

(二) 螺旋板换热器的制作

1. 螺旋板卷前的准备:螺旋板如图5所示。共四块,宽800毫米,板厚3毫米,热板两块,每块实际长度4.73米,冷板两块,每块实际长度5.05米。螺旋板长度的拼接焊接代号DJ₄,坡口 30° ,双面对焊。焊缝焊肉高度严格控制在0.5毫米左右,如过高气流阻力增大。焊缝作X光拍片,如有气孔、夹渣、裂纹等缺陷应切除重焊,合格后才允许使用。

板上按图6横放支撑顶子($\phi 4$ 毫米),排成梅花形,点焊该顶子的两头。两侧面的端面密封圆钢($\phi 4$ 毫米,长100毫米),点焊其前一段(按卷板前进方向而言)。在点焊时,电流要小于焊条允许电流,切勿把板点穿。点焊完毕,仔细清除焊缝上的一切杂物。如第一次制作,在正式拼接前,必须进行试焊,试焊经X光拍片检查合格后才能进行拼接。

螺旋板中心管($\phi 121 \times 12$ 毫米)长981毫米,在卷板时作

1—筒体与螺旋板密封
圆钢 ($\phi 10$); 2—定距
支柱; 3—端面密封圆钢;
4—换热器筒体 ($\delta = 12$);
5—螺旋板中心管; 6—冷
板 (a); 7—热板 (b)
注: a 板先盖在 b 板上焊牢
封死然后再卷, 两端端相距

100毫米

I、I—冷气进口；

I、IV—热气进口

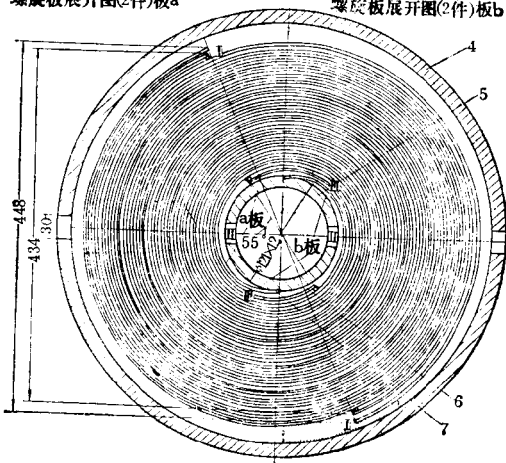
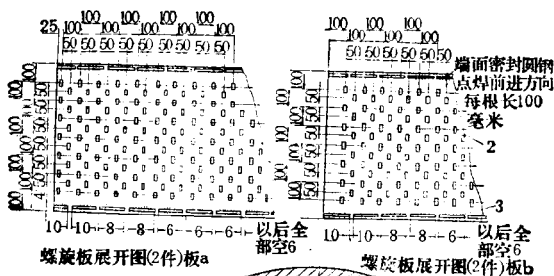
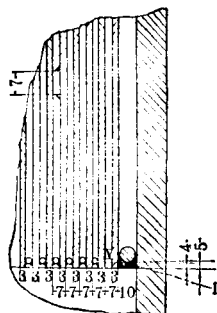


图5 螺旋板

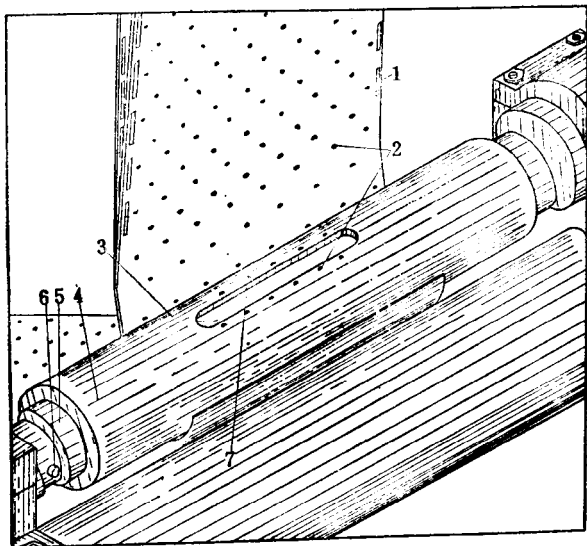


图6 螺旋板支撑顶子与端面密封圆钢拼接示意图

1—端面密封圆钢；2—支撑顶子；3—中心管；4—短节，
5—联轴节；6—销子；7—中心管的缺口(800×3)

工具轴用，在轴的下端一头加长30毫米（见图7）。下料尺寸1015毫米，开好进气口(500×30毫米)（见图7）及上升管孔($\phi 47$ 毫米)。卷板时，热板焊在中心管上应力很大，易裂开，故在中心管上刨有800×3的缺口（见图6、图7）。进气口(500×3)的两侧，各焊有 $\phi 4$ 毫米支撑钉子六只（参见图6），卷板成形后，确保间隙4毫米。

螺旋卷板在螺旋卷板机（图8）上成形，该卷板机的轴头

间距为1200毫米，中心管两头装有短节 $\phi 121 \times 12$ （图6）及联轴节（图9）。

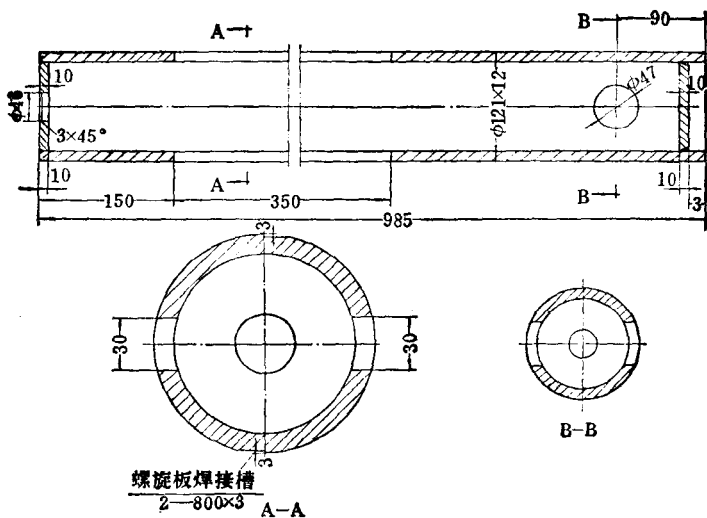


图7 螺旋板中心管

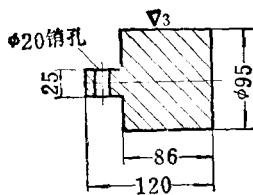


图9 联轴节

2. 螺旋板的卷制：在中心管的两头焊好短节和联轴节。
冷板（5050毫米）焊在热板（4720毫米）上，焊头间距100毫

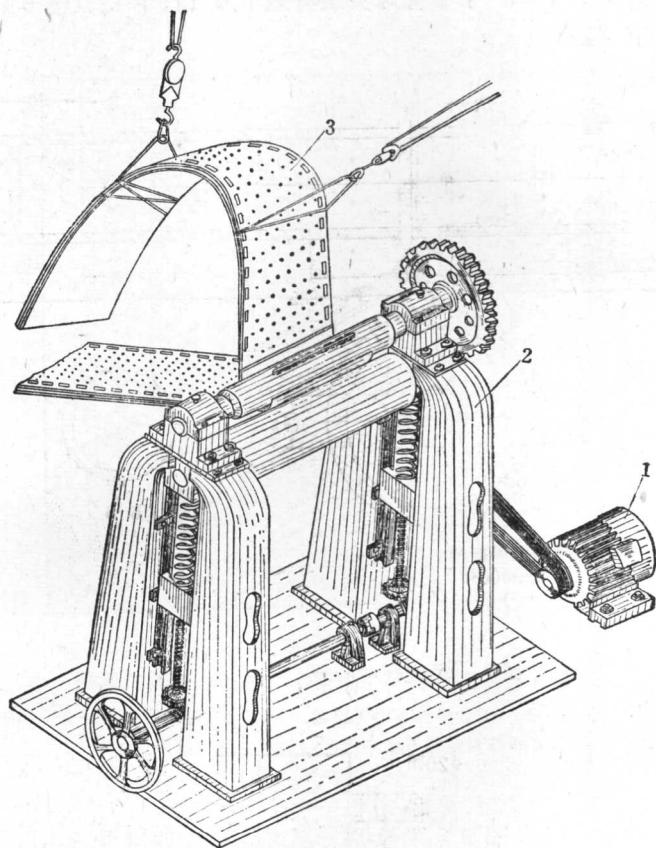


图 8 螺旋卷板机

1—电动机；2—螺旋卷机；3—卷板

米。热板焊于（平焊）中心管有3毫米的坡口位置，焊接时板与坡口相距4毫米。焊两道。外观检查有无气孔、夹渣、裂纹等缺陷，焊好后装在螺旋卷板机上，见图10。此板装在螺旋卷板机上焊，板应与中心管垂直（见图10），焊好后不允许向前倒曲，防止焊缝破裂，焊缝也应作外观检查。开动卷板机，待焊缝进轧辊后，把板放平（图11）。卷板过程中，要注意把两端边卷齐，卷至板剩余1300毫米时，最后一块板焊上抱箍（ 40×4 ）两条（图11）。螺旋板卷好后，将其两头用电焊点牢，防止松开，并焊好抱箍（见图12）。取下，上车床车去短节和中心管多余的30毫米。

螺旋板两头焊好两个端面密封圆钢，热板进出口处两端各留长400毫米的空隙两条，在焊接时电流应小于焊条允许电流，切记不要焊穿。侧面的两个冷气进口板头，留有长400毫米进气口，其余用电焊割去。

3. 螺旋换热器的组装：换热器筒体直径486毫米，筒体厚12毫米，高900毫米。将卷好的螺旋板装进换热器筒体，焊好板与筒体之间的环隙，焊好进气管、换热器底板（ $\phi 486 \times 40$ ），焊好外壳支柱（共6根），装上筒体上面的端面保温板，最后以25公斤/厘米²水压试验合格。

（三）触媒筐与换热器的组装

触媒筐及换热器经试压合格才能进行组装。组装后，其整体垂直度偏斜不应大于2毫米，直径偏差不应大于1.5毫米。整体以三线校直。做好中间接筒及中间接筒保温盒。先焊好两根上升管（ $\phi 46 \times 3$ ）与螺旋板中心管联接处，再焊好中间接筒及其保温盒，整体以25公斤/厘米²水压试验合格。

三、触媒的装填及升温还原

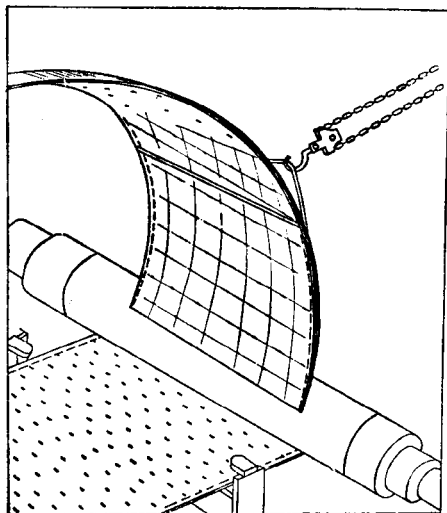


图10 螺旋板与中心管垂直情况

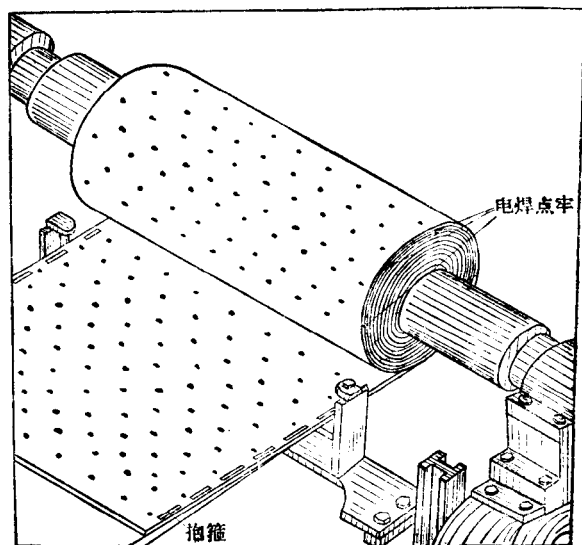


图11 螺旋板进轧辊后放平及开始焊上抱箍情况