

引进装置设备技术资料

乙烯、乙烷废热锅炉

~上海石油化工总厂引进装置~

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

* 出 版 说 明 *

石化、轻工等部于七十年代初引进了一些成套的大型化肥及石油化工装置。遵照伟大领袖毛主席关于：“独立自主，自力更生”、“洋为中用”的教导，为使引进装置及其技术资料充分地为我所用，根据石化部石油化工规划设计院(75)石化设字第189号文中“引进装置设备技术资料汇编”的要求，我们组织了石化、一机系统的有关设计、制造、使用、学校、科研等三十多个单位分头对有关装置的设备技术资料进行了汇编工作。

本次汇编工作以装置为单位，分成美国三十万吨合成氨、日本三十万吨合成氨、法国三十万吨合成氨、四十八万吨尿素、催化剂以及北京石油化工总厂、上海石油化工总厂、四川维尼纶厂、辽阳化纤总厂中引进装置。汇编主要从设备设计角度出发，选择引进装置中对设计有用的、有特点的设备及另部件，对选材、结构设计、强度计算、制造、检验、安装、使用、维修等方面进行总结。汇编以图纸、资料为主，根据具体情况收集对外会谈，出国考察及现场施工、安装、验收等方面的资料。

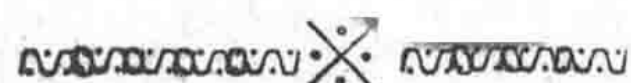
这次汇编资料属第一阶段，以反映各装置的设备特点为主，综合对比分析工作留待第二阶段进行。毛主席指出要：“自力更生为主，争取外援为辅，破除迷信，独立自主地干工业、干农业，干技术革命和文化革命，打倒奴隶思想，埋葬教条主义，认真学习外国的好经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线。”希望读者以战无不胜的毛泽东思想为指导，结合自己的实践经验对引进装置的有关技术资料批判地吸收。

上海石油化工总厂引进装置资料汇编由上海化学工业设计院负责，本资料为其中之一——乙烯、乙烷废热锅炉。

上海化工设计院石油化工设备设计建设组

一九七六·八·廿五

目 录



I	概 述	1
II	结构及特点	3
III	设计指标	32
IV	元件的材料与规格	37
V	元件的强度计算	41
VI	制 造	64
VII	检查项目	69
VIII	检修时的装拆	77
IX	耐热混凝土的修补	89
X	给水管理要求	95
XI	酸洗方法	96
XII	不拆卸清焦的操作方法	102
XIII	机械清焦器	108
XIV	施工按装中的问题	115
附件 1	J1S 3104	128
附件 2	锅炉结构规范第 9 8 条	132
附件 3	部分材料检查的报告	135
附件 4	小废热锅炉工艺计算	140

Ⅳ 概 述

废热锅炉是乙烯装置中的一个主要设备。在乙烯装置中如图 1-1 所示，石脑油、煤柴油等碳氢化合物与水蒸汽混合一起在管式裂介炉中加热到 800°C 左右，裂介成乙烯、丙烯和芳香烃等馏分。在这个过程中为了防止裂介气体因二次反应的作用使产品如乙烯受损失，需要在极短的时间内将裂介气体经废热锅炉急速冷却到约 400°C 左右，从而抑止了裂介气体的二次反应的产生，最大限度地发挥了裂介炉的性能，提高了烯烃的收率。由于在急冷时采用了水作为冷却剂，从而产生了高压蒸汽，作为压缩机等的原动力。冷却后的裂介气体经压缩和分离之后，被分成各种馏分，作为聚乙烯、聚丙烯和苯乙烯单体等众多的石油化学制品的原料。

为了能使装置稳定地连续运转，废热锅炉要求具备以下的性能：

- (1) 结焦轻微（裂介气体中的炭沉积于废热锅炉管壁，从而降低导热性能）能长期地连续运转。
- (2) 可回收高压蒸汽，热回收率高，经济性能好。
- (3) 没机械上的麻烦，稳定性好。
- (4) 投资低。

日本三菱的废热锅炉（急冷热交换器 M-TLX）具有上述的性能。

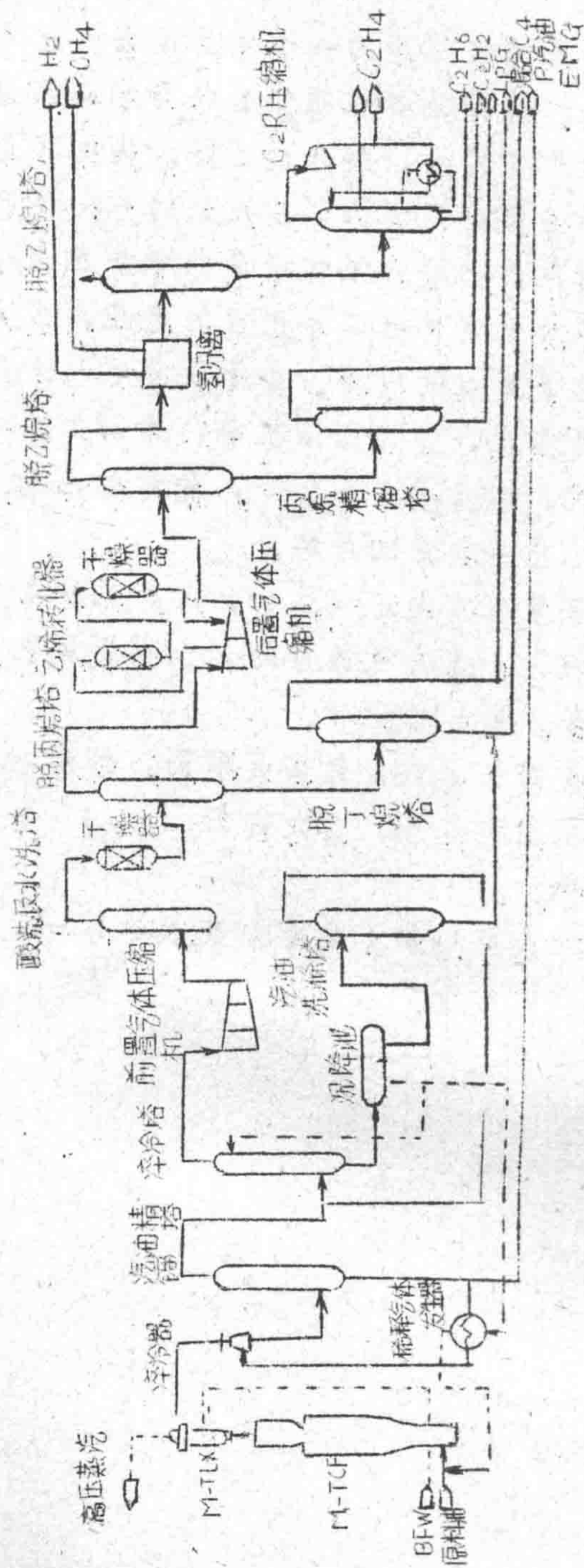


图 1-1 三菱乙烯工厂工艺流程图

II 废热锅炉 (M-TLX) 的结构及特点

一、结构：

该设备如图 2-1 所示，是一个立式的列管式的热交换器外形的火管锅炉。它是由水汽分离的汽包，贯穿整个壳体的螺旋形蒸发管及气体入口的分配器组成的一个一体化的设备。

a. 其流程如下：

(1) 裂介气体侧

首先从倒梯台形的裂介炉炉管来的裂介气体进入与炉管直接联接的特殊形状的气体入口分配器。裂介气流在这里被均匀地导入排列成阶梯状且成同心圆的环管，进入了下部的双套管中的内管（蒸发管为双套管的内管），裂介气体在管内上升经过下封头（椭圆度为号），穿过壳体，通过上封头而进入气体的集气箱，然后经出口总管去油淬冷器，汽油精馏塔到分离装置。

(2) 蒸汽和水侧

经软化处理之后的水在裂介炉对流段预热之后，进入位于汽包部分的汽水分离器将夹带的 5~10% 的蒸汽分离后被中央的降水管引到本体的下封头底部然后经位于四侧的 4 根下降管将供水导入联络管，同心圆的环形集合管到双套管然后向上进行间壁蒸发（呈泡核沸腾状态）到本体内，组成了一个自然循环的回路。

蒸汽从双套管间开始上升经本体到气包部分通过迷宫式的分离器将蒸汽中夹带的水分分离掉，然后进入用不锈钢丝网做成的倒人字形的捕集器，捕集蒸汽中的水滴，而出本废热锅炉进入到蒸汽过热器，作为压缩机的动力之用。

由供水进口被汽水分离器分离的蒸汽，也经捕集器后，出本废热锅炉。

由迷宫式分离器分离下来的水分，和被捕集器捕集的水滴，一起被导入中央的降水管和供水一起引入到本体下封头的底部。

b. 其结构以下分四个部分加以叙述

(1) 分配器：

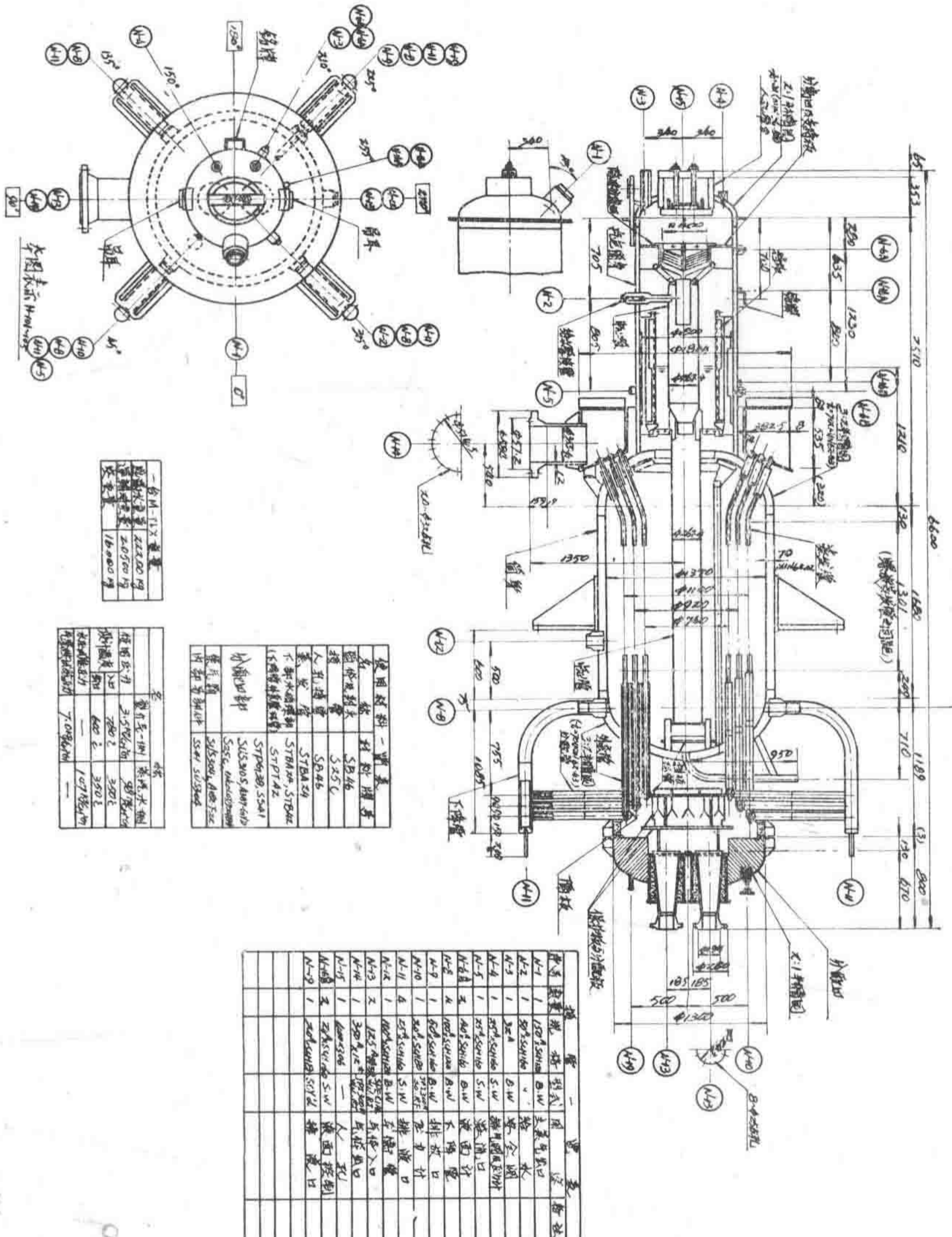


图 2-1 乙烯废热锅炉总图

分配器位于裂介炉出口管与急冷换热器的双套管部分之间的连接体如图 2-2 所示。它的上部与双套管部分中的同心圆环状集流管焊接在一起，下部的一端采用 2 个 Dg 125 榫槽面高颈法兰与裂介炉出口管相连接。分配器的上下两部分也采用榫槽面的法兰（上面为高颈法兰，下部为非高颈法兰）连接。它们（包括与同心圆环管焊接的密封板 $\delta = 16.5$ ）均采用耐热混凝土，耐热纤维保温绝热，外用 INCOLOY 800 的材料作保护壳，避免与高温的裂介气体相接触。分配器的下部也称为气体入口分布器，它的外壳是用优质碳素钢板制的 1:2 的椭圆型封头。同样用 INCOLOY 800 的材料作保护壳。内填充耐热混凝土和耐热纤维，起保温绝热作用。但其表面没有用 INCOLOY 800 材料作保护，裂介气体进入后直接可与耐热混凝土相接触。分配器内的空间设有一块 $\text{O}800 \times 12$ 的挡板，使裂介气流通通过挡板能获得均匀的分布，同时挡板又能起到防止来自裂介炉高速气流中携带焦粒等物质进入蒸发管，在一定程度上能改善废热锅炉结焦堵塞的作用。

分配器上下榫槽法兰之间密封用的垫片 $\delta = 3 \text{ mm}$ ，采用 INCOLOY 800 薄钢片包裹石棉的材料制成。在上下二层（上、下两部）耐热混凝土之间还垫有耐热绝热的纤维填料，它用以防止高温气体对密封用的垫片受热辐射的侵袭。

分配器下部还设有测压测温口和耐热混凝土的排液口。

(2) 双套管组

双套管部分由蒸发管、外套管、下降管、联络管及同心圆的环状集管所组成。这里中间的蒸发管和外套管又组合为双套管。本废热锅炉共有 84 组双套管。套管的一端与本锅炉的下封头（也称下管板）焊接连接，另一端则焊接在环状集流管上。套管在本体内采用活络接头如图 2-3 (a)(b) 所示，每组管内有二处设置三点定位块，以保证蒸发管与外套管的中心保持在同一轴线上。见图 2-4 所示。废热锅炉本体的下封头（下管板）过渡区转角边缘上每隔 90° 开有一个，共有 4 个与 Dg 100 \times SCH 120 下降管相连接的管接凸缘。乙炔（煤柴油）废热锅炉的下降管向下转 90° ，垂直而下。而乙烷废热

一台 M T L 重量	
盛满水重量	22200 kg
运转时重量	20500 kg
空重量	16000 kg

其余同图 2-1

图 2-2 说明

接管一览表

序号	数量	规格	型式	用途	备注
N-1	1	80A×SCH160	B.W	主蒸气出口	
N-2	1	"	"	给水	
N-3 _{A/B}	2	32A	"	安全阀	
N-4	1	25A×SCH160	S.W	空气排气及 压力计	
N-5	1	"	"	紧急溢流	
N-6 _{A/B}	2	40A×SCH160	B.W	液面计	
N-7 _{A/B}	2	"	"	"	
N-8	4	100A×SCH120	"	下降管	
N-9	1	50A×SCH160	"	排放口	
N-10	1	20A×SCH80	J.P.I300# 80, RF	压力计	
N-11	4	25A×SCH160	S.W	排液口	
N-12	1	20A×SCH80	S.Cr'd	"	
N-13	2	100A特殊	SPEC1A2 WN.RJ	气体入口	
N-14	1	250A×12 ^t	JPI 300# WN.RJ	气体出口	
N-15	1	400×306	—	入孔	
N-16 _{A/B}	2	20A×SCH160	S.W	液面控制	
N-17 _{A/B}	2	"	"	"	
N-18A	1	25A×SCH80	JPI300# So.RF	冷却水入口	
N-18B	1	"	"	冷却水出口	

(续)

序 号	数 量	规 格	型 式	用 途	备 注
N-19A	1	25A×SCH80	JPI 300 # So.RF	冷却水出口	
N-19B	1	//	//	冷却水入口	
N-20A	1	20A×SCH80	//	//	
N-20B	1	//	//	冷却水出口	
N-21A	1	//	//	冷却水入口	
N-21B	1	20A×SCH80	JPI 300 # So.RF	冷却水出口	

锅炉，见图 2-5 所示，其下降管在水平面上旋转了 80° 后再垂直而下。每根下降管都与内、中、外环状集流管用 $\phi 60.3 / \phi 46.3$ 连络管连通起来如图 2-6。当高温裂介气体与套管的环隙内饱和水发生传热时，环隙内不断地产生饱和蒸汽，由于下降管与套管环隙内流体重度的差异所构成的自然循环推动力，使得流体不断地由双套管、下降管、连络管、环状集流管，再返入双套管作循环流动。高温裂介气的大部分热负荷都在双套管部分发生传递，尤其位于蒸发管的管端处更是这样。

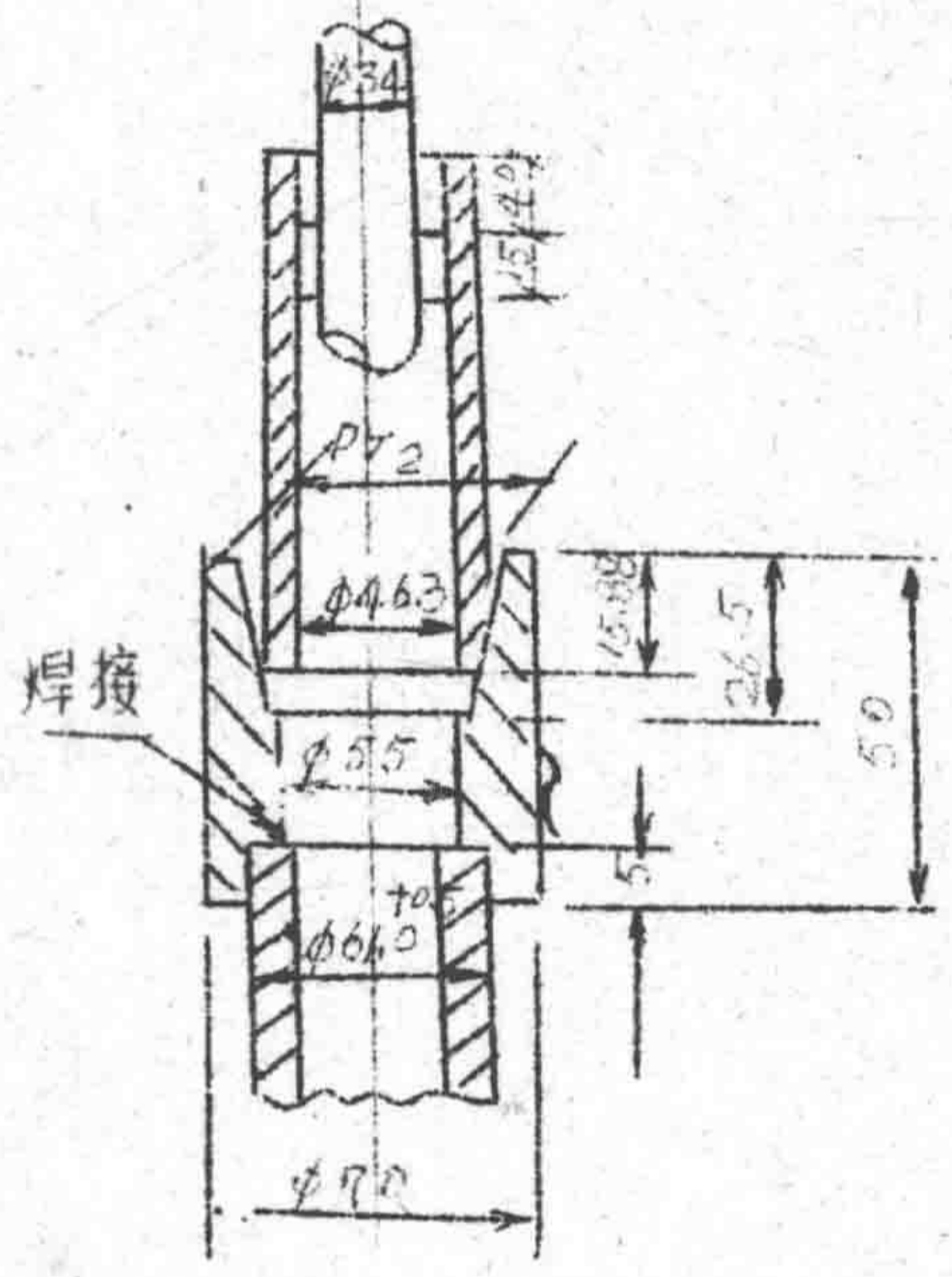


图 2-3(a)

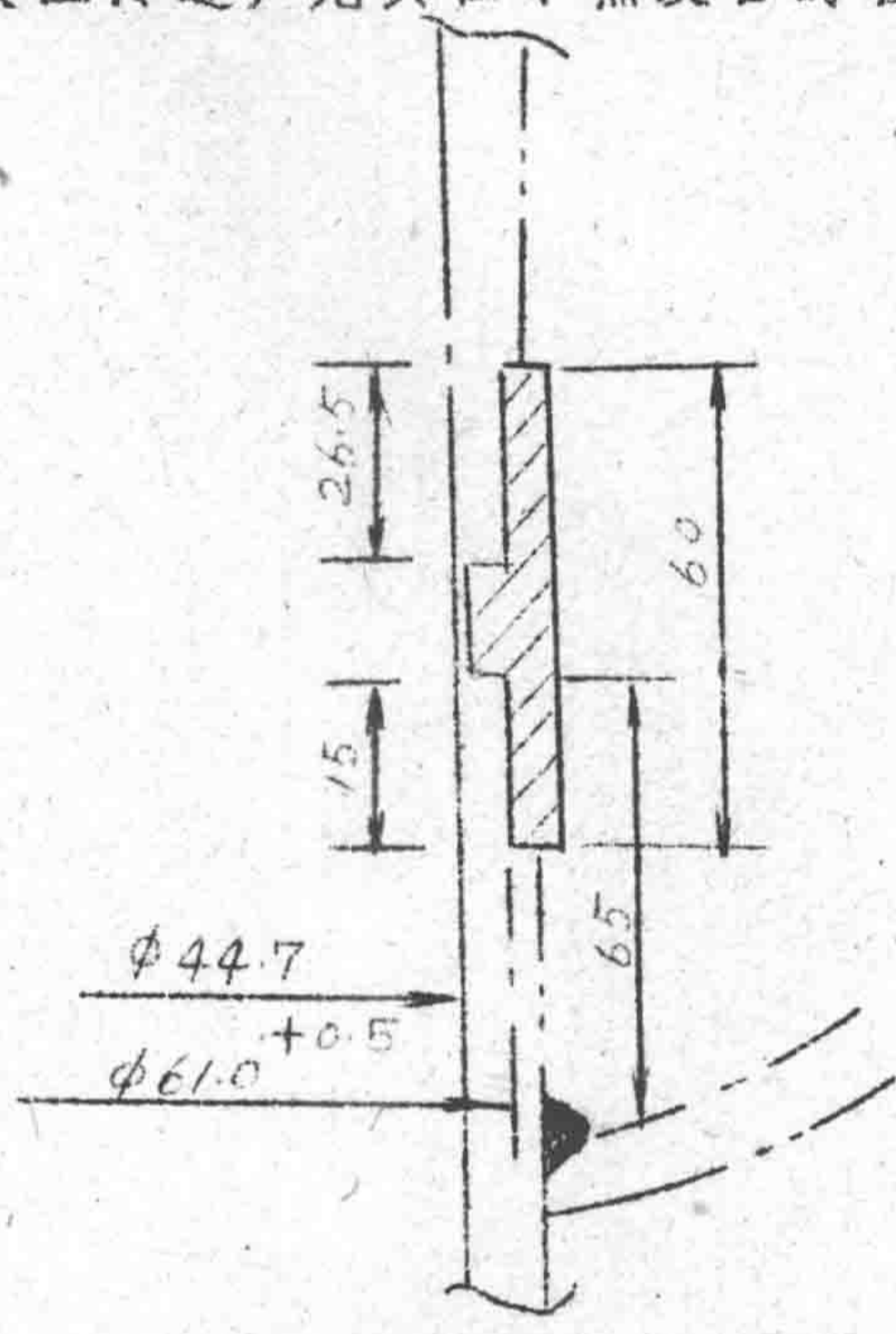


图 2-3(b)

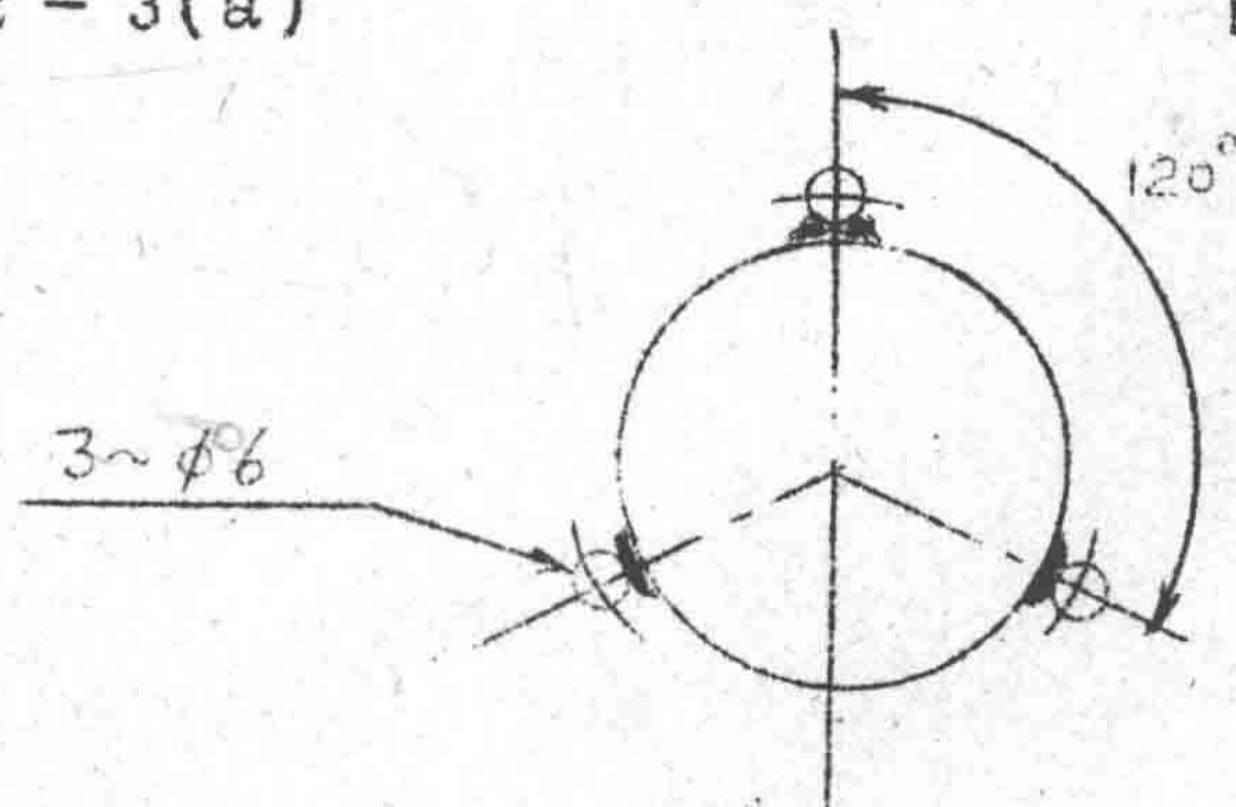


图 2-4

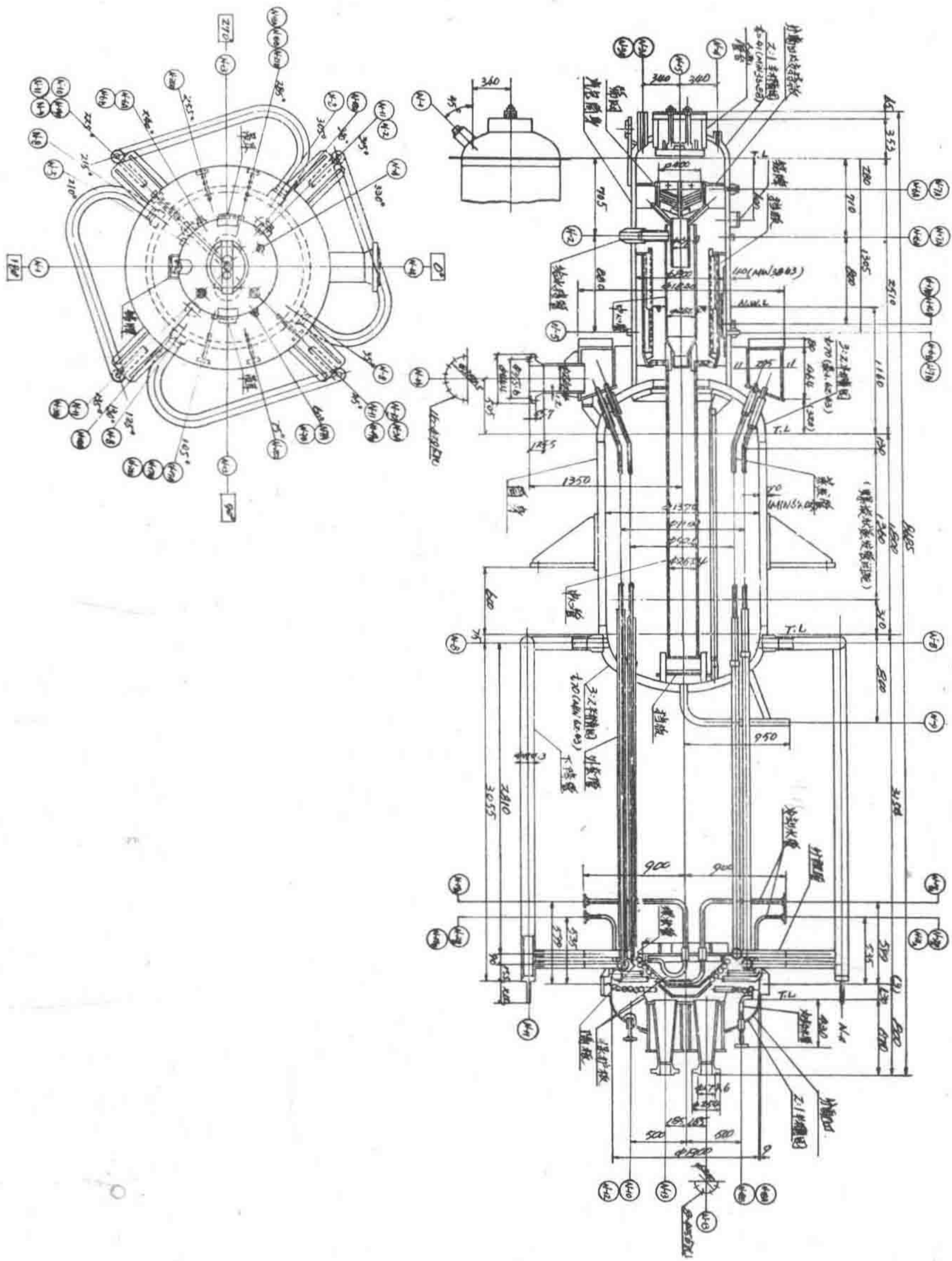


图 2-5 乙烷废热锅炉总图

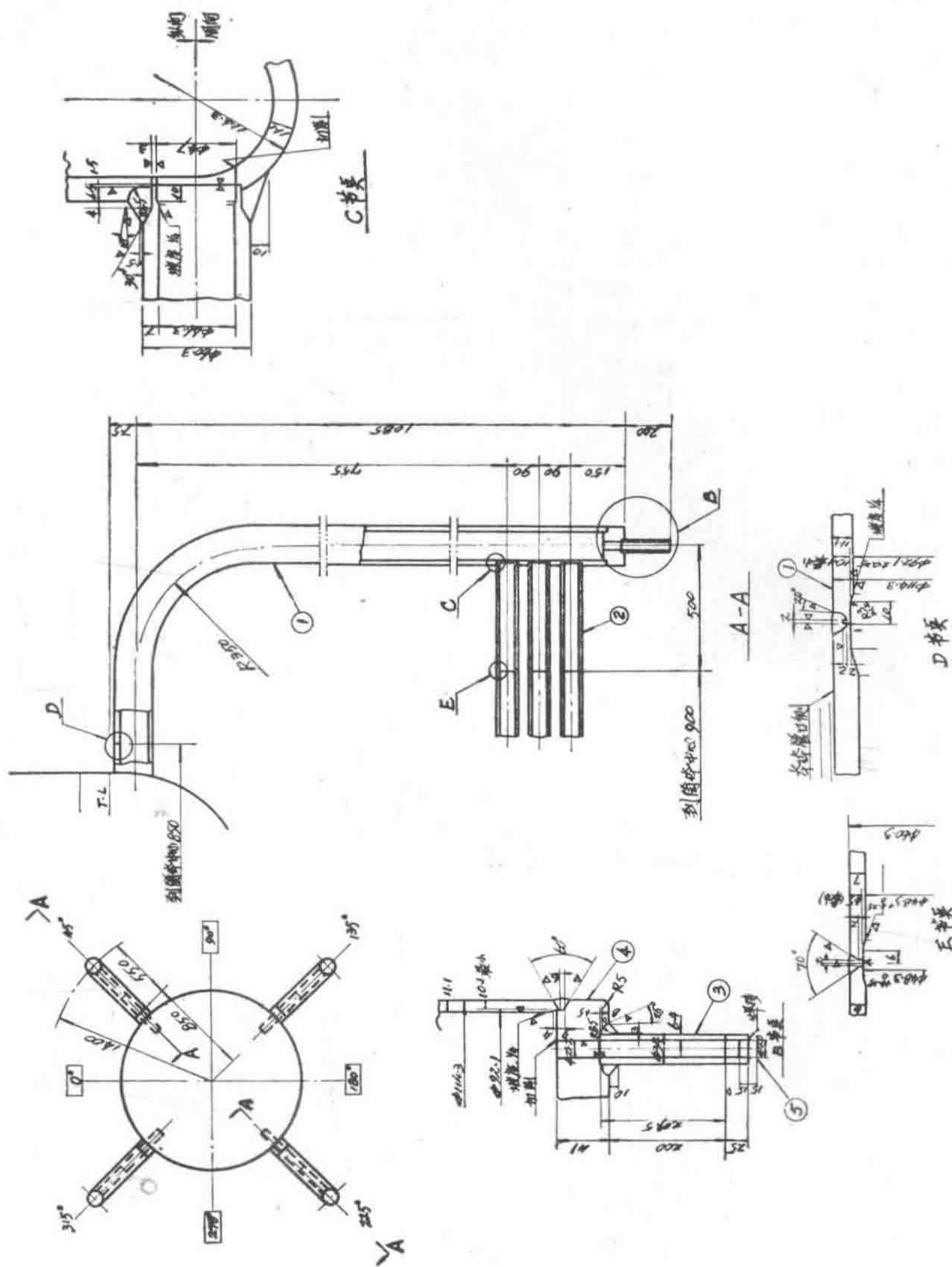
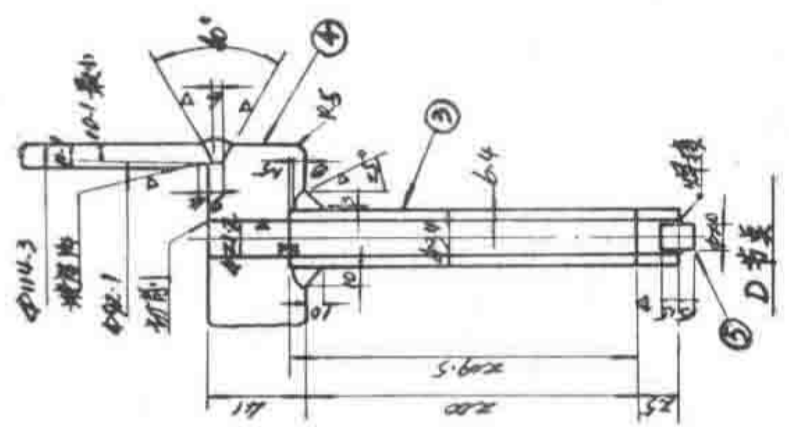


图 2-6(a)



设计条件
 设计压力 98 MPa
 设计温度 350 °C
 设计系数 1.0
 设计速度 147 转/分

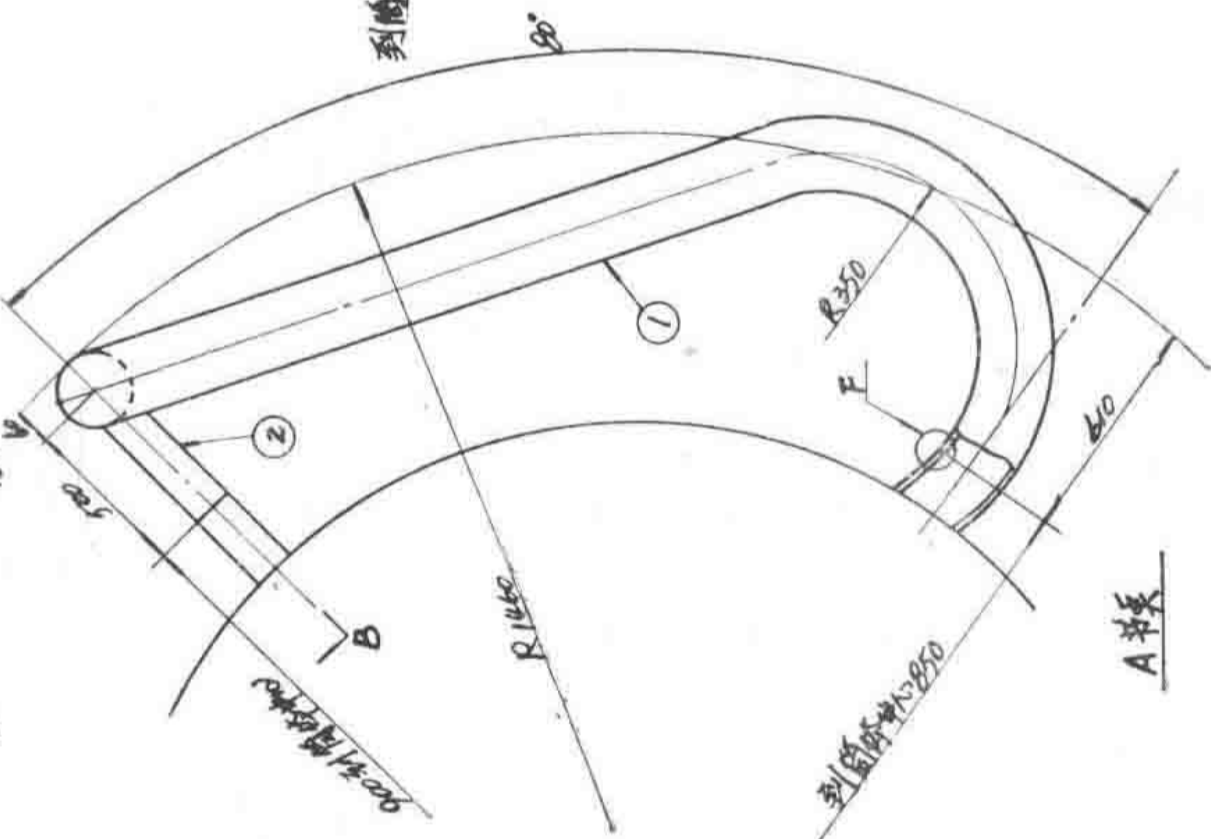
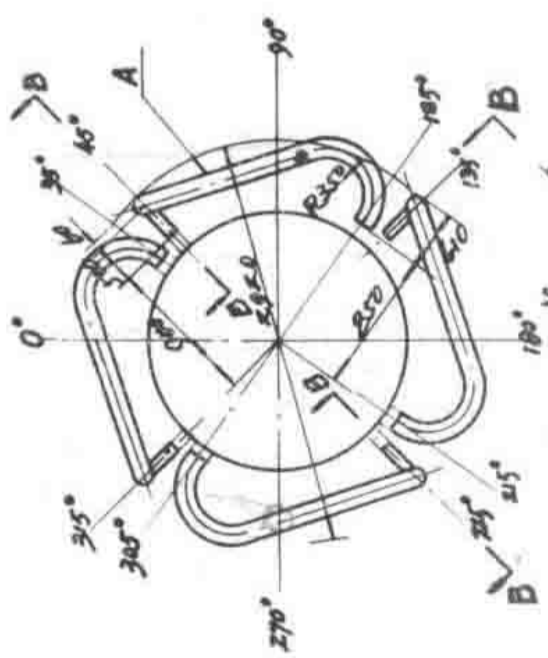
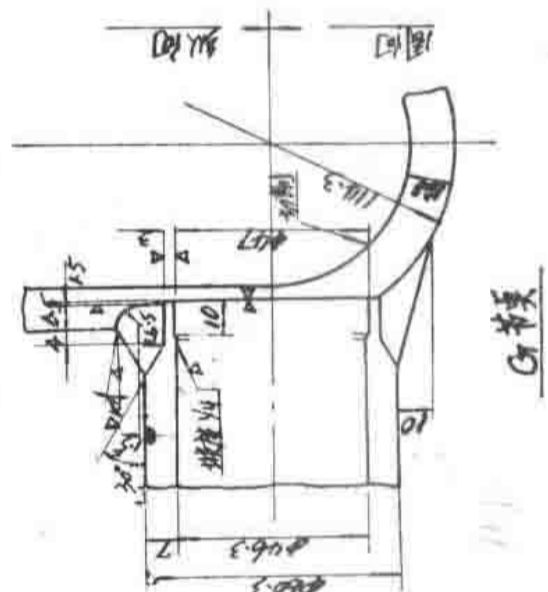
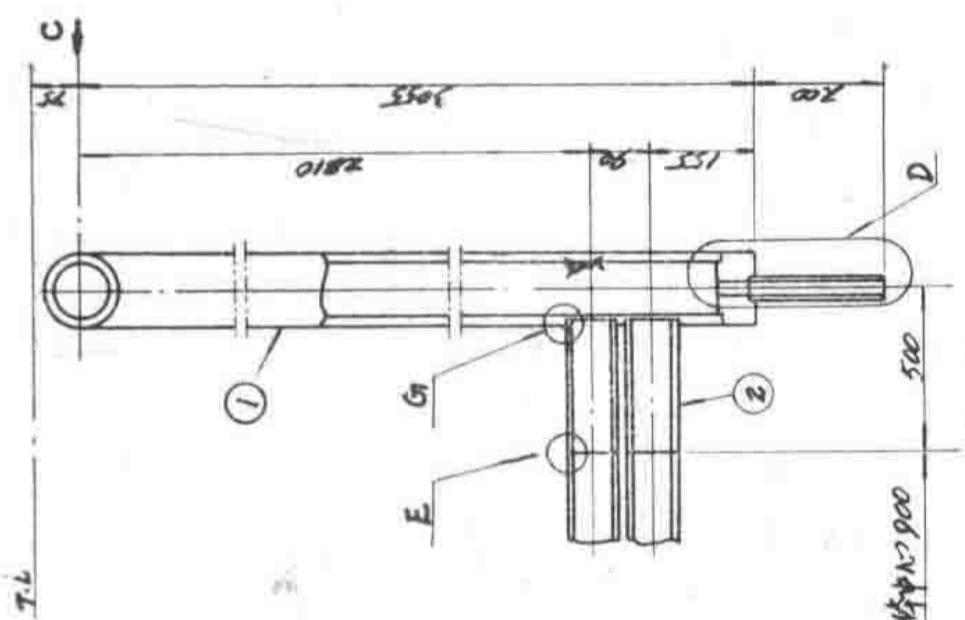
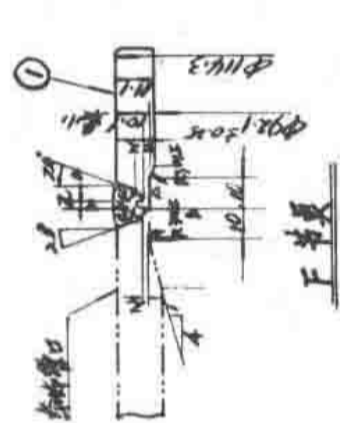
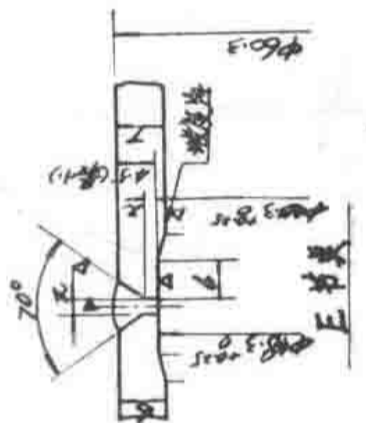
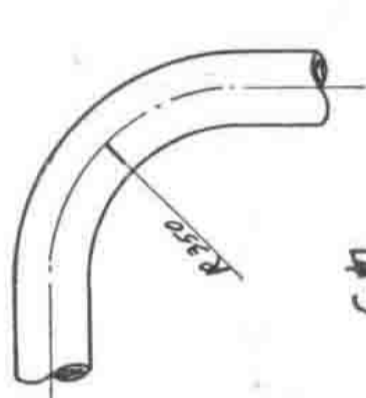


图 2-6(b)

序号	名称	数量	材料	规格	备注
1	下降管	4	STPT42	4 ^B × Sch120	
2	分配管	12	STB42	∅60.3 × 7	
3	排液管	4	STPT38	1 ^B × Sch160	
4	端板	4	SB46	t=41	
5	盲板	4	SS41	∅20	

设计条件

设计压力	9.8 kg/cm ² G
设计温度	350 °C
耐压试验压力	14.7 kg/cm ² G

图 2 - 6(a) 说明

序号	名称	数量	材料	规格	备注
1	下降管	4	STPT42	4 ^B × Sch120	
2	分配管	8	STB42	∅60.3 × 7	
3	排液管	4	STPT38	1 ^B × Sch160	
4	端板	4	SB46	t=41	
5	盲板	4	SS41	∅20	

图 2 - 6(b) 说明

(3) 废热锅炉本体

废热锅炉的本体部分是由二个 $\delta = 70\%$ 的2:3半椭圆型管板与 $\delta = 70\%$ (最小64.02), $\varnothing 1370$ 的筒体焊接在一起。上管板与筒体的焊接是采用无衬环的双面焊, 下管板采用了 50×10 的衬环单面焊接。在上管板的上方还搁有一个用SUS304L材料的环状裂介气出口集气箱, 管板的中央开设有一个连通汽包的 $\varnothing 500$ 的大孔, 内焊有 $\delta = 45\text{mm}$ 的补强板。双套管的外套管就焊接在下管板开孔口上, 其内的蒸发管在越出外套管上端约200mm后都右螺旋向上, 然后从锅炉本体的上管板上穿出而进入裂介气体集气箱(如图2-7所示)。它们的平面起伸角均为 38° , 其螺旋弧度各不相同。如图2-8所示。其中内圈较中圈、外圈为大。各圈的蒸发管长度相近似, 使裂介气流的阻力均匀。

蒸发管的螺旋弧度增加了管子的柔性, 可以吸收在不拆卸清焦时所引起的热应力, 避免了管子的损坏。同样为了避免上管板的温度应力, 在蒸发管穿出上管板而进入集气箱时采用了套管保护的结构如图2-9(a)(b)所示。

整个84根蒸发管采用如图2-10所示的结构被固定在本体的筒节上, 防止在装运时的变形。本体内还附设检修时用的爬梯一部。本体的中央有一根 $\varnothing 267 \times 8$ 的中心降水管。本体的底部开设了Dy 50 \times SCH160的排污口, 在其开口上还设置了一个 $\varnothing 500$ 的防滴流的装置。本体的中央部侧壁还装有平衡管可把二个废热锅炉串连起来使用。

(4) 汽包

汽包是本设备位于最高处的一个组合体, 它的上端是 $\delta = 41\text{mm}$ 的1:2的椭圆型封头, 封头中央开设有供检修、吊装时用的入孔, 入孔的大小为 300×400 如图2-11所示。它的下端直接焊接在本体的上管板上, 汽包的内径为 $\varnothing 800$, $\delta = 40\text{mm}$ 。它的内部设置了内径为 $\varnothing 535$ 的迷宫式分离器如图2-12所示。中央有一个 $\varnothing 267 \times 4$ 的进水汽分离器。在它们的上端有一个 400×400 倒人字型的捕集器。如图2-13所示。