

蘇聯機器製造百科全書

第五卷

第七章 鍋爐結構製造工藝學

蘇聯機器製造百科全書編輯委員會編



機械工業出版社

蘇聯機器製造百科全書

第五卷

第七章 鍋爐結構製造工藝學

烈茲尼雅科夫著



機械工業出版社

1954

出版者的話

蘇聯機器製造百科全書第五卷分爲七章，內容敘述機器製造工藝學，包括互換性與技術測量問題、機器裝配工藝學、金屬銲接與鉚接工藝學、鍋爐結構製造工藝學等。

本書是第七章，內容介紹鍋爐的各種製造步驟和方法，從準備工序開始，將原材料經過矯形、劃線切割而至加工工序；又經過邊緣加工、彎板而至裝配工序；再經銲接前結構的裝配、結構件的銲接、銲接後的熱處理、筒身的矯形、銲縫嚴密性的檢驗、銲接結構的修飾、鉚接而全部完成。其中並詳細地說明了在製造過程中如何使用自動化和半自動化的機械來進行成批生產，這樣既可提高產品質量又可增加數量。

鍋爐在目前我國各種工業上佔有相當重要的地位，故本書無論對於動力廠的工作人員或技術學校的學生、教員都是一本很好的參考書。

蘇聯 ‘Машиностроение энциклопедический справочник’ (Машгиз 1947 年第一版) 一書第五卷第七章 (А. В. Резников 著)

* * *

編者：蘇聯機器製造百科全書編輯委員會

譯者：中央第一機械工業部第四機器工業管理局翻譯組

書號 0657

1954 年 11 月第一版第一次印刷 0,001—4,200 冊 787×1092 $\frac{1}{16}$ 57 千字 2 $\frac{1}{8}$ 印張

機械工業出版社(北京盛甲廠 17 號)出版 機械工業出版社印刷廠印刷

新 華 書 店 發 行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號

定價 4,500 元(甲)

目 次

第七章 鍋爐結構製造工藝學

(烈茲尼雅科夫А.Б.Резняков)

鍋爐結構及其製造工藝學	1
準備工序	3
矯形	3
劃線	4
切割	8
加工工序	14
邊緣的加工	14
彎板	17
裝配工序	21
銲接前結構的裝配	21
結構件的銲接	23
銲接後的熱處理	25
筒身的矯形	26
銲縫嚴密性的檢驗	27
銲接結構的修飾	27
鉚接	27
參考文獻	28
中俄名詞對照表	29

第七章 鍋爐結構製造工藝學

鍋爐結構及其製造工藝學

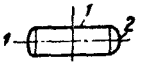
所謂鍋爐結構，是包括容器結構及狹義的鍋爐結構，它們的基本式樣列於表 1。

表 1 中所列舉的每一種製品的製造工藝規程是各不相同的，但表 2 中所列舉的基本工序是鍋爐製造中一切產品所共有的。

壁厚大於內徑的 2.5% 的鉚接鍋爐汽包、蓄積器或化學容器(表 1 第一種形式)的工藝過程卡片如表 3 所載，而裝配的工藝的示意圖則如圖 1(見本卷原書 257 頁)所示。

表 4 中所示的鋼料的主要牌號是鍋爐製造中常被採用的。

表 1 鍋爐製造中成品的基本形式

形 式				名 目	
序號	基本的	衍化物	簡圖①	容器結構類	鍋爐結構類
1	圓筒形的	帶二個封頭的		鐵路油箱車	鍋爐汽包；蓄積器；化學容器；固定體積的儲氣器
2		帶一個封頭的		化學用容器；淨水用容器	
3		帶凸緣的		冷凝器；透平用冷却器	熱交換器；化學容器；迴轉爐，球磨機及乾燥器之轉筒
4	錐形的	帶封頭的		化學容器；煮沸鍋	澆鋼用包子
5	圓筒帶錐形體的	帶一個錐體的		化學容器；淨水用容器；清塵器	轉爐上之梨形部
6		帶兩個錐體的			攪混生鐵之包子

① 圖中：1—筒身；2—封頭。

表 2 鍋爐製造中工藝規程的基本工序

(續)

序號	工 序 名 稱	工 序 目 的	備 註
1	鋼板之矯形	I、〔準備工序〕 消除不平以保證劃線及切割所必要的準確性	在汽包身鉚好後進行安管子用的孔的劃線
2	鋼板劃線	保證切割鋼板和孔的加工的可能性	
3	切割鋼板	獲得零件展開情況下所需要的外形	
II、〔加工工序〕			

序號	工序名稱	工序目的	備註
4	鋼板邊緣加工	將邊緣做出鉚接或趁縫所需要的形狀	鋼板如係冷彎，在彎曲前進行加工；熱彎的則在彎過後加工
5	製孔	製成鉚接毛孔	僅鉚接結構有此必要
	a) 在鋼板上製孔	鉚接孔之最後修整	僅鉚接結構有此必要
	b) 於裝配過程中製孔	作出安管子用的孔	

(續)

(續)

序號	工序名稱	工序目的	備註
6	彎板前將鋼板加熱	使能利用現有彎製工具將板彎曲	板厚大於鍋殼內徑的2.5%或大於40公厘之鍋殼必需進行
7	將板彎曲	使板彎成需要的形狀	
8	彎曲後零件的熱處理	消除內應力	
9	配擴外殼以備銲接(或鉚接)	III、【裝配工序】 使能銲接或鉚接	} 部件裝配
10	銲接(或鉚接)外殼	使零件緊密、牢固地、不能拆卸地聯結在一起	
11	將銲接後的外殼進行熱處理	消除內應力	
12	將銲接後的外殼矯形	保證銲接筒身形狀的正確性	僅銲接的鍋爐需進行這道工序

序號	工序名稱	工序目的	備註
13	裝配結構物以便銲接和鉚接	使能進行銲接或鉚接	} 總裝配
14	銲接或鉚接結構物	使零件的組合部件緊密、牢固地、不能拆卸地聯結在一起	
15	將銲接後的結構物進行熱處理	消除內應力	
16	鉚接處進行捻縫	保證縫的緊密	僅銲接的鍋爐進行這一步驟
17	清理結構物	清除氧化物之類	僅鉚接結構需進行這一步驟
18	結構物的水壓試驗	校驗受負載後連接處是否緊密	僅鍋爐結構作此試驗
19	滲漏試驗	校驗聯結部分是否嚴密	僅容器結構作此試驗
20	油漆	保護性抗蝕的塗蓋層	

表3 工藝過程卡片

序號	工 序		執行者		設 備	特種夾具與工具
	名 稱		車 間	工 部		
1	切割筒身瓦片所需的鋼板		壓製車間	準備工部	自動直線火焰切割機(Linde型)	圓板式滾子地輥軌道
2	彎曲前將鋼板加熱		壓製車間	壓製工部	鋼板加熱爐	
3	熱彎鋼板使曲率半徑比所要求的大10%		壓製車間	壓製工部	水壓機(Baldwin型)	滾滑台、樣板
4	冷彎鋼板使達到要求的曲率半徑		壓製車間	壓製工部	水壓機(Baldwin型)	滾滑台、樣板
5	將半月外殼的直線邊緣加工以備銲接		鍋爐銲接車間	裝配工部	自動直線火焰切割機(Linde型)	樣板
6	用搭銲把筒身裝配起來以備銲接		鍋爐銲接車間	裝配工部		套具、頂開工具、樣板
7	銲接筒身		鍋爐銲接車間	裝配工部	熔劑層下自動擺式銲接機	滑滾式翻轉裝置
8	將銲接後的筒身正火		鍋爐銲接車間	裝配工部	汽包用加熱爐	滑動手推車
9	將正火的筒身趁熱進行矯形		鍋爐銲接車間	裝配工部	四滾筒捲板機	
10	筒身圓周邊緣進行加工以備銲接		鍋爐銲接車間	金工工部	粗加工車床	
11	筒身水壓試驗		鍋爐銲接車間	裝配工部	水壓試驗機(Hydraulik型)	
1a	切割封頭用的坯料		壓製車間	準備工部	火焰切割曳引機(Secator Linde型)	特種游標卡尺
2a	沖壓前將坯料加熱		壓製車間	壓製工部	鋼板加熱爐	
3a	熱沖壓封頭(沖壓終結時溫度不得低於880°C)		壓製車間	壓製工部	水力沖壓機	沖模、環模、樣板
4a	封頭邊緣人身孔密封面進行加工		鍋爐銲接車間	金工工部	立式車床	樣板

(續)

序號	工 序		執 行 者		設 備	特種夾具與工具
	名 稱		車 間	工 部		
12	用搭鉚把汽包拼合以備鉚接		鍋爐鉚接車間	裝配工部	熔劑層下自動擺式鉚接機	滑滾式翻轉裝置、箍圈樣板
13	鉚接汽包		鍋爐鉚接車間	裝配工部		滑滾式翻轉裝置
14	鉚接後汽包進行退火		鍋爐鉚接車間	裝配工部	汽包用加熱爐	滑動手推車
15	清理汽包		鍋爐鉚接車間	裝配工部	噴砂室	
16	汽包水壓試驗		鍋爐鉚接車間	裝配工部	水壓試驗用水泵	滑滾式翻轉裝置
17	在汽包上對孔眼位置劃線		鍋爐金工車間	金工工部		滑滾式翻轉裝置
18	鑽及銼連接管的孔		鍋爐金工車間	金工工部	旋臂鑽床	滑滾式翻轉裝置，特種鑽孔及沉頭聯合鑽頭
19	鉚接管子接頭及其他零件		鍋爐金工車間	裝配工部		滑滾式翻轉裝置
20	裝人身孔封蓋		鍋爐金工車間	裝配工部		滑滾式翻轉裝置
21	汽包水壓試驗		鍋爐金工車間	裝配工部	水壓試驗用水泵	滑滾式翻轉裝置
22	鑽及銼管子孔		鍋爐金工車間	裝配工部	旋臂鑽床	翻轉裝置，特種鑽孔及沉頭聯合鑽頭
23	汽包油漆		鍋爐金工車間	裝配工部	中央機器製造科學研究所 型無壓縮機噴霧裝置	翻轉設備、噴漆器(噴槍)

表 4

序號	類 型	牌 號	標 準	應 用 範 圍
1	碳	Ст.0	ГОСТ 380-41	不需要鋼料有特種性質的容器結構
2		Ст.2	ГОСТ 380-41	鉚釘
3		Ст.3	ГОСТ 380-41	固定體積儲氣器
4		3Т	ГОСТ 399-41	鍋爐燃燒室
5		3К	ГОСТ 399-41	工作壓力 ≤ 22 錶示壓力之汽包
6		Ст.4	ГОСТ 380-41	
7		20КС	按特種技術規格	工作壓力 ≤ 35 錶示壓力之汽包
8	耐 酸	9Х19НТ-А(1Я)	—	耐酸化學設備、轉爐、熱交換器、冷藏器
9		2 Х19Н-А(2Я)	—	耐酸化學設備
10	耐 熱	20Х6МФ(1Х6Ф)	—	氫化及裂化設備、耐熱化學設備

表 5 劃線前鋼板的彎曲度及波浪形的允許高度(公厘)

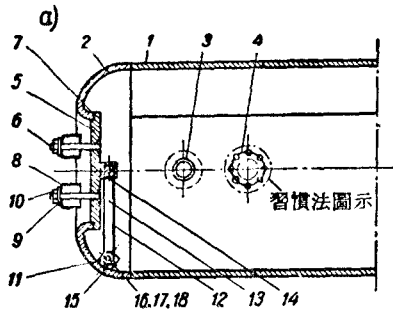
準備工序

矯 形

製造鍋爐用的鋼板可能表面上有些不平、彎曲或波浪形。假使這種偏差不過下述的大小，則鋼板可直接送去劃線，否則必需預先進行矯形。

劃線前鋼板的彎曲度或波浪形的允許高度（以公厘計）列於表 5 中。如果根據個別配合的原則來裝配，則板狀零件的允許彎曲為——每公尺 2 公厘。

鋼板厚度 (公厘)	鋼板寬(公厘)						
	$\nabla 1200$	1200~1500	1500~1800	1800~2100	2100~2400	2400~2700	2700~3000
6~10	16	20	24	28	32	36	—
10~12	12	14	16	20	24	28	32
12~20	12	14	16	18	22	25	28
20~25	12	14	16	18	20	22	24
25~50	12	14	14	14	16	18	20
50~100	6	8	10	11	12	14	16



如根據互換原則來裝配，則板狀零件的允許彎曲——每公尺為1公厘，而允許的波浪形高度為——2公厘。

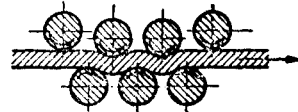


圖2 鋼板矯形機原理示意圖。

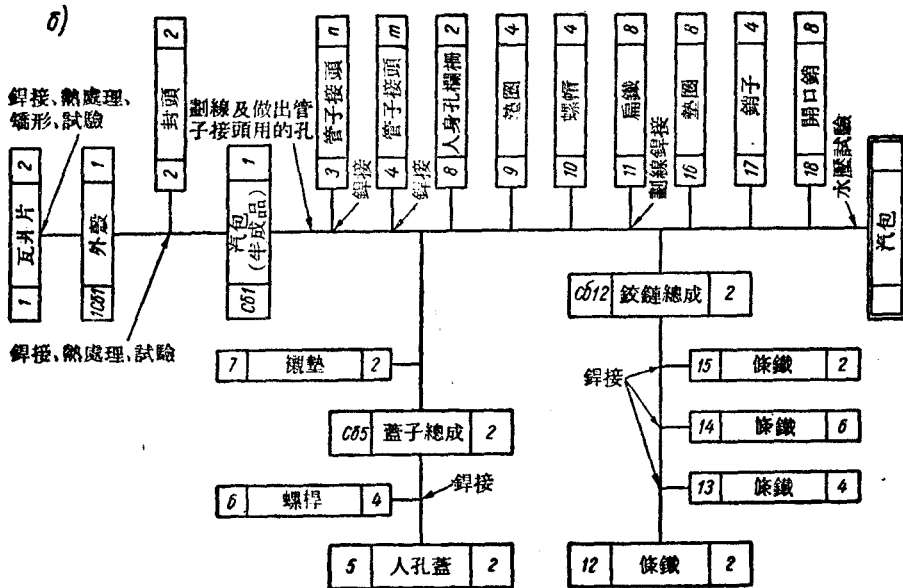


圖1 銲接的汽包裝配工藝示意圖：a—汽包；b—裝配示意圖。

鋼板的矯形可以用機器或人工兩種方法進行。

機器矯形用鋼板矯形機進行，此機由二列水平放置的滾筒構成，各滾筒直徑相等，彼此間的距離應相同（圖2）。當鋼板穿過滾筒時，鋼板依次在相反方向上受到彈性曲折，因此鋼板就獲得平直的形態（參看本卷原書456頁）。

在鍋爐製造中人工矯形在例外情況下才應用，祇有在沒有矯形機時，在個別訂貨中可以應用。

劃線

在現代鍋爐製造中採用兩種劃線方法：計算法（或稱室內法）和圖解法（或稱放樣法）。

劃線草圖是按結構的工作圖作出來的，然後按劃線草圖直接進行樣板或鋼板的劃線。

用計算法劃線時，所有決定零件形狀之尺寸由計算法決定之，然後註到劃線草圖上去。

用圖解法劃線時，照實際大小將零件形狀畫在特備的場地（即放樣台）上，決定該零件形狀的各尺寸是

用圖解法定出的，放樣劃線法（圖解法）僅僅在不可能用計算法定出所有決定零件形狀的尺寸的情形下才採用。

鍋爐製造的實踐中在不同情況下，在選擇劃線方法時，可以用表6來作指導。

表 6

劃線種類	推薦的劃線方法
I 切割鋼板時的劃線：	計算法
圓筒形筒身展開面之劃線	計算法
頂點易於定位的正圓錐形筒身展開面的劃線	計算法
頂點難以定位的正圓錐形筒身展開面的劃線	圖解法
斜圓錐形筒身展開面的劃線	圖解法
圓頭方底接頭體展開面的劃線	圖解法
二相交筒身展開面的劃線	圖解法
帶凸緣的筒身展開面的劃線	計算法
封頭展開面的劃線	計算法
II 製孔時的劃線：	計算法
鉚釘孔的劃線	計算法
管子孔的劃線	計算法
人身孔的劃線	計算法

〔劃線的基本規則〕

1) 彎曲形狀的零件，其在展開狀態下各部分尺寸按中間層計算之，因為鋼板彎曲時它的外表面被拉長，而內表面受壓縮，僅鋼板中間層之尺寸不變；

例如，鉚成圓筒形鍋殼之外直徑為 D_a (公厘)，厚 s (公厘)，則其筒板的寬 B_0 為：

$$B_0 = \pi D_m = \pi (D_a - s) \text{ 公厘，}$$

式中 D_m ——筒身中間層之直徑，以公厘計；

2) 在平台上或鋼板上畫垂直相交的線段時只准用幾何法畫，不准用直角尺；

3) 用兩腳規定出尺寸或畫圖時，鋼板上要衝出放圓規腳的小孔，以免規腳在金屬上滑動。

必備的畫線儀器與工具見本卷第六章‘鉚接鋼結構製造工藝學’。

〔展開圖作法示範〕

1) 圓筒形筒身的展開。

必要的劃線尺寸：

鋼板長度：

$$L_0 = L + 2l \text{ 公厘}$$

式中 L ——筒身長，公厘； l ——試驗用或加工用之加工餘量。在鉚筒身中如果封頭為鉚接上去的，此值為 250 公厘；如果封頭是鍛製出來的，此值為 100 公厘。

鋼板寬：

$$B_0 = \pi (D_a - s) \text{ 公厘；}$$

2) 錐度大、頂點易於定位的正圓錐形筒身之展開 (圖 3)。

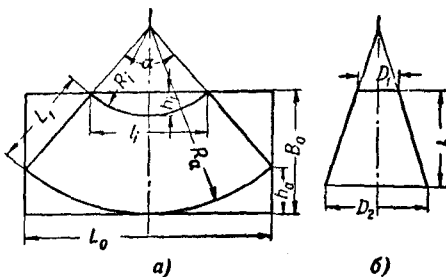


圖 3 頂點易於定位的正圓錐形筒身之展開；

a —筒身在垂直平面上的投影 (側視圖)； b —展開面。

必要的劃線尺寸：

母線長度：

$$L_1 = \sqrt{L^2 + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4}} \text{ 公厘；}$$

展開半徑：

$$R_i = L_1 \frac{D_1}{D_2 - D_1} \text{ 公厘；}$$

$$R_a = L_1 \frac{D_2}{D_2 - D_1} \text{ 公厘；}$$

展開角：

$$\alpha = 180 \frac{D_2 - D_1}{L_1} \text{ 度；}$$

鋼板的理論長度：

$$L_0 = 2R_a \sin \frac{\alpha}{2} \text{ 公厘；}$$

展開面外弧之高：

$$h_a = R_a \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) \text{ 公厘；}$$

鋼板之理論寬度：

$$B_0 = L_1 \cos \frac{\alpha}{2} + h_a \text{ 公厘。}$$

3) 錐度小、頂點難以定位的正圓錐形筒身之展開 (圖 4)。

必要的補充劃線尺寸：

展開面內弦之長：

$$l_i = 2R_i \sin \frac{\alpha}{2} \text{ 公厘；}$$

展開面內弧之高：

$$h_i = R_i \left(1 - \cos \frac{\alpha}{2} \right) \text{ 公厘。}$$

在鋼板上展開圖的作法如下：以 (0—0) 為對稱軸作矩形 $L_0 \times B_0$ (1—2—2—1)；在對稱軸上作出弧高 h_i (0—3)；在長邊 (1—1) 上作出弦長 l_i (4—0—4)；在短邊 (1—2) 上作出弧高 h_a (2—5)；聯結 (4—5)；藉普通幾何學作二等分線的方法將展開角 $\frac{\alpha}{2}$ 連續等分至 2ⁿ 份 (見圖 4 右半部)；為作內圓弧 (4—3—4)，可在母線 (4—5) 右邊的那根等分線上取任意點 M ，同時以 $r = M—4$ 為半徑，作圓弧使與第二條等分線交於 4' 點，從 4' 點以同樣的半徑作圓弧使交於第三條等分線 M' 點，以此類推 (見圖 4 左半部)；相仿地作出外弧 (5—0—5) 諸點；用光滑曲線把求得的點連接起來。

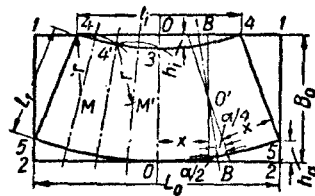


圖 4 錐度小、頂點難以定位的正圓錐形筒身之展開。

4) 斜圓錐形筒身之展開 (圖 5)。

輔助作圖法的步驟 (畫於放樣台上) 如下：作出筒身在水平平面上的投影 (圖 5, a)；將在對稱軸線一邊的上下兩底的半圓分割成同樣數目的等分 (0—1……3—4 及 0—1'……3'—4') 同時將相當的各等分點聯結成線 (0—0'……4—4' 及 0—1'……3—4')；再作連線圖 (圖 5, b)，根據各連線在水平平面上的投影長度 (0—0' 及 4—4' 及 0—1'……3—4') 及外殼高度 H ，

求出各連線的真正長度。

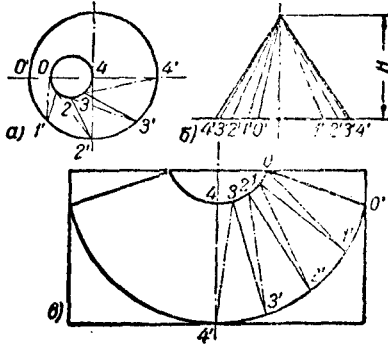


圖5 斜圓錐形外殼之展開：

a—筒身在水平面上的投影(頂視圖)；
b—連線圖；B—展開圖。

主要作圖法步驟(畫於鋼板上)：在鋼板對稱軸線上(圖5、B)作出相當連線(4—4')的真實長度，由此線向兩旁循序作出各三角形(4—4'—3；3—4'—3'；3—3'—2等)；

5) 圓頭方底的接頭體之展開。

輔助及主要的作圖法步驟與前面的這些情況相類似，如圖6所示。

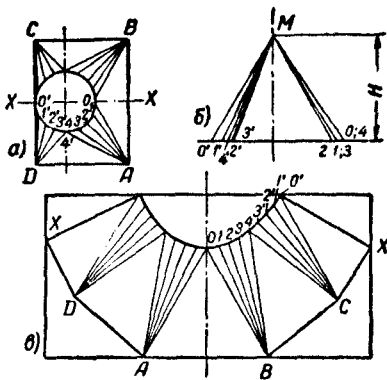


圖6 圓頂方底的接頭體之展開：

a—變形接頭體在水平面上的投影(頂視圖)；
b—連線圖；B—展開圖。

6) 圓筒形筒身相交之展開。

輔助與主要作圖法如圖7所示。

7) 帶凸緣的筒身之展開面(圖8)。

必要的劃線尺寸：

鋼板長度：

$$L_0 = \pi(D_a - s) \text{ 公厘,}$$

摺頭寬：

$$\alpha = 3 \sim 5 s \text{ 公厘(由經驗方法決定);}$$

鋼板寬：

$$B_0 = L + 0.5(D_1 - D_a) \text{ 公厘,}$$

式中 D_1 ——凸緣外徑，公厘。

8) 封頭之展開(圖9)。

a) 球形封頭(圖9、a)。

毛坯直徑：

$$D = \frac{\pi}{90}(R_1\beta + r\alpha) + 2\alpha_0$$

角度 α 及 β (以度數計) 用三角學計算方法算出；

b) 橢圓形封頭(圖9、b)。

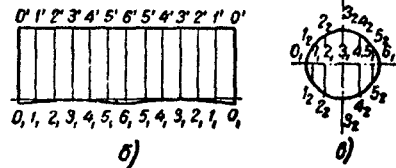
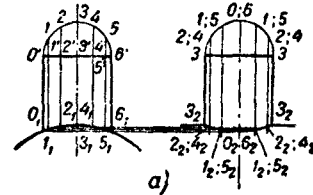


圖7 圓筒形筒身相交之展開：

a—筒身在垂直平面上的投影(正視圖與側視圖)；

b—直立筒身之展開圖；B—水平外殼孔之展開圖。

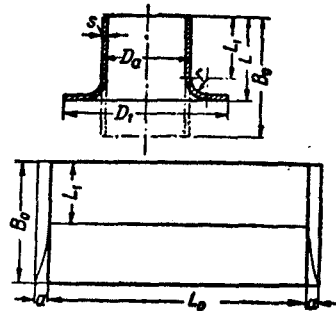


圖8 帶凸緣的筒身之展開：

a—筒身在垂直平面內的投影(側視圖)；b—展開圖。

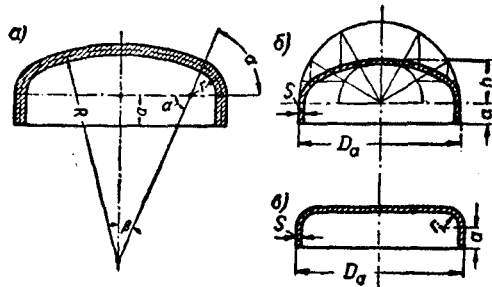


圖9 封頭之展開：

a—球形封頭；b—橢圓形封頭；c—平底封頭。

毛坯直徑:

$$D_0 = S_1(D_a - s) + 2a - s \text{ 公厘。}$$

式中 S_1 ——橢圓半周長度當長半徑=1時, 它的數值為:

$$\frac{h}{D_a} = 0.25 \quad S_1 = 1.21, \quad \frac{h}{D_a} = 0.26 \quad S_1 = 1.22,$$

$$\frac{h}{D_a} = 0.27 \quad S_1 = 1.24, \quad \frac{h}{D_a} = 0.275 \quad S_1 = 1.24;$$

a ——封頭直邊之高, 公厘。

B) 平底封頭(圖 9, B):

$$D_0 = D_a + r_i + 2a \text{ 公厘,}$$

式中 r_i ——封頭圓角之半徑, 公厘。

鋼板劃線在單個生產時直接照劃線略圖在板上劃出, 在成批生產時利用樣板進行之(照樣板在板上描出)。

樣板之劃線和製造規則以及鋼板的劃線和照樣板描劃的規則見本卷第六章‘鉚接鋼結構製造工藝學’。

在下列情況下就沒有描劃圖形之必要: a) 當採用自動火焰切割機或美國 Linde 公司“Secator”型曳引鉚接機並利用特種長腳規及靠模作劃線工具進行劃線時(見 VII-7~11 頁); b) 利用鑽模來鑽孔時(見本卷原書

表 7 鋼板切割法

切割種類	切割精確度	切 割 法			
		機 械 的		火 焰 的	
		開式 剪切機	圓盤剪切機	手動的	自動和半自動的
直線形	留下加工 邊緣用的加工 餘量 邊緣同時 進行加工	厚度≤ 25公厘	厚度≤25公厘, 長度 unlimited, 寬度≤2500公厘	直線尺 寸 unlimited 不應採 用	鋼板可以疊合成組切割, 只要厚度≤200公 厘, 長度和寬度 unlimited 厚度≤100公厘, 長度和寬度 unlimited, 切割 含碳量 $C \leq 0.27\%$ 的鋼料用①
圓形	留下邊緣 加工用的加工 餘量 邊緣同時 進行加工	—	厚度≤25公厘, 直徑≤3500公 厘 (在兩腳規的單圓盤剪切機 上)	直線尺 寸 unlimited 不應採 用	切割塊的厚度為200公厘, 長度和寬度 unlimited 厚度≤100公厘, 長度和寬度 unlimited, 鋼的 含碳量 $C \leq 0.27\%$
成形的	留下邊緣 加工用的加工 餘量 邊緣同時 進行加工	—	—	直線尺 寸 unlimited 不應採 用	鋼板可以疊合成組切割, 厚度≤200公厘, 長度和寬度 unlimited 厚度≤100公厘, 長度和寬度 unlimited, 鋼的 含碳量 $C \leq 0.27\%$

① 按美國數據: $C = 0.35\%$ 。

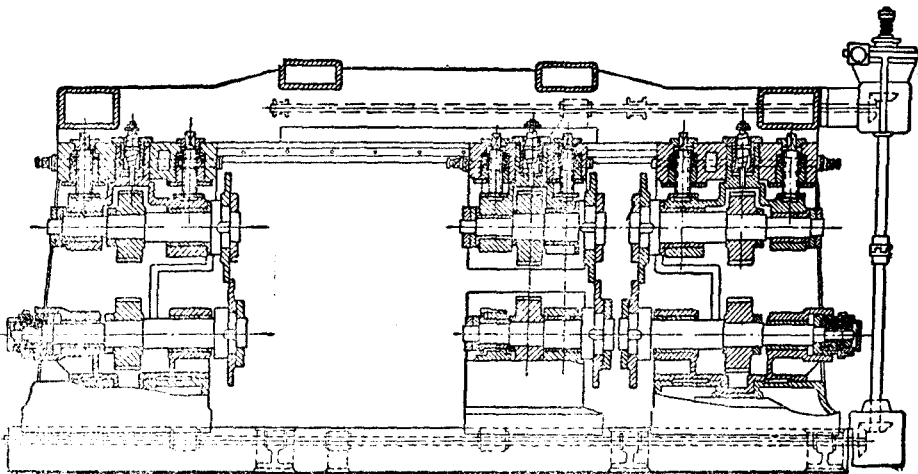


圖10 圓盤剪切機。

510~514頁)。

在汽包上安管子用的孔的劃線照工作圖進行。在工作圖上所表示的圓弧尺寸均指公稱的外徑尺寸，當汽包外徑與公稱尺寸有出入時，劃線時應將所有圓弧尺寸保持其角度不變而換算成實際尺寸。

縱向尺寸的劃線工作由汽包中線開始。

劃線容許的誤差在 ≤ 10 公尺之尺寸為0.5公厘， >10 公尺者為1公厘。

作展開面的劃線時矩形的兩對角線的容許差不得超過1公厘。

切 割

切割法的選擇 在現代的鍋爐製造中所採用切割鋼板的方法有兩種：機械切割法和火焰切割法。

機械切割是用開式剪切機和圓盤式剪切機來進行的。

火焰切割(乙炔切割和氣割)，可以用手動的、自動的或半自動的三種方法來進行。

在選擇鋼板切割法時，可以用表7來作指導。

[機械切割法]開式剪切機(見本卷第6章‘鉚釘結構製造工藝學’) 在垂直平面內上有二把刀：1) 有水平切削刃的、固定的下刀，和2) 具有傾斜切削刃的能上下移動的上刀。在開式剪切機上切割鋼板，靠上刀緩慢向下移動而完成切割工作。

圓盤剪切機(圖10)具有圓盤形狀的刀。在圓盤式剪切機上面切割鋼板是靠兩個圓盤向相反方向轉動而完成切割的。

圓盤剪切機有一對圓盤刀的，有兩對圓盤刀的，也有三對圓盤刀的(就叫三圓盤刀式)；製造的式樣有幾種，在三圓盤刀的剪切機上，在靠兩邊的兩對剪刀是切

表8 三圓盤刀剪切機的規格

性能項目	技術數據
鋼板最大厚度($\sigma_b=50$ 公斤/公厘 ²)	25公厘
兩側剪刀間的距離：最大	2500公厘
最小	1400公厘
中間剪刀和兩側固定剪刀間的距離：最大	1400公厘
最小	300公厘
被切割邊緣的寬度	80公厘
中間的剪刀和兩邊的固定剪刀間的距離	1090公厘
切割25公厘厚鋼板時的速度	15公尺/分
切割10公厘厚鋼板時的速度	30公尺/分
電動機功率	275仟瓦
電動機的轉數	1000~500轉/分
外形尺寸L×B×H	12380×5100×3420公厘
重量(電氣設備除外)	90噸

割縱向邊緣用的，而中間一對是把鋼板在縱向切割成兩半用的，蘇聯製造的三圓盤刀剪切機的主要技術規範，見表8。

把鋼板進給到剪切機上去的主要設備是軋筒運輸帶(地軋軋道)，在開式剪切機上用一個地軋，和剪切機身平行安放；在圓盤剪切機上則用兩個地軋，它們與機身垂直地安放，一個在剪刀機前面而另一個在後面。

在使用鋼板剪切機切割時應遵守下列基本規則：

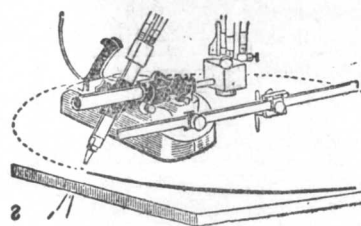
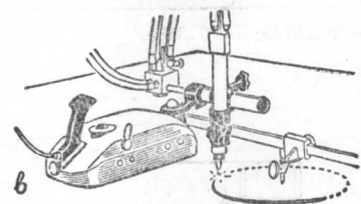
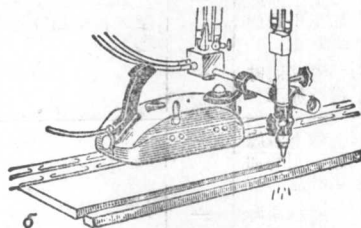


圖11 移動式半自動火焰切割機：

a—移動式的切割機概觀；б—鋼板直線切割；в—鋼板的圓形切割(小圓)；г—鋼板的圓形切割(大圓)。

1) 刀的楔角必須為 $5\sim 7^\circ$ ，刀的後角為 2° ；

2) 爲了避免壓壞被切割的鋼板邊緣，刀子的切削刃之間的距離不得超過 0.5 公厘（參考本卷第六章‘鉚釘鋼結構製造工藝學’圖 30）；

3) 爲了要除去在用剪切機來切割時所形成的冷加工而硬化的金屬，應該留加工餘量，其數值不得小於表 9 中的規定。

表 9 鋼板邊部的加工餘量

鋼板厚度(公厘)	≤ 8	9~12	13~20	> 20
加工餘量(公厘)	6	8	10	12

註：加工餘量僅用於鍋爐結構，容器結構的邊緣不需加工。

[火焰切割法] 火焰切割法的一般原理和工藝規程見本卷第四章‘金屬切割和銲接工藝學’。

手動火焰切割法在現代鍋爐製造上很少採用，原因爲手動切割時由於移動的速度不均勻，所以其切割出來的截面邊緣並不整齊。

在美國鍋爐製造的實踐中，製造鍋爐結構是不容許採用手動火焰切割法的。

自動和半自動的火焰切割法，尤其是和邊緣同時

加工相結合，在美國得到了廣泛的採用。在美國林德公司 (Linde Air Products Co“Linde”) 和空氣用品公司 (Air Reduction Sales Co“Airco”) 製造了火焰切割用的（設計很新式的）自動和半自動切割機。

半自動切割時可用所謂曳引機——即移動式自行切割機，它的夾頭裏就夾持了氣割嘴（圖 11）。在直線切割時，切割機藉助於固定在切割鋼板上的輕便移動導軌來切割的（圖 11a 和 b），切割機是由轉數可以調節的電動機來拖動的；切割圓形時藉助於長臂規來切割（圖 11 b 和 c）；切割特殊形狀時，則藉靠模的幫助，由工人來控制的，切割機上的滑輪沿着靠模而移動。

在圖 11 上表示的是林德公司的“Oxweld CM 30”型切割機，它有下列的技術性能：

- 1) 被切割鋼板的最大厚度（或是鋼體組合體厚度）——100 公厘；
- 2) 被切割的圓周直徑 70~2400 公厘；
- 3) 重量——22 公斤。

自動切割時用專用機床有下列各型：

[直線切割用的縱向機床]：

- 1) 曳引機式的切割機，即前面已敘述過的切割機，它是裝置在固定的導軌上（在銲接機身上），將被切割

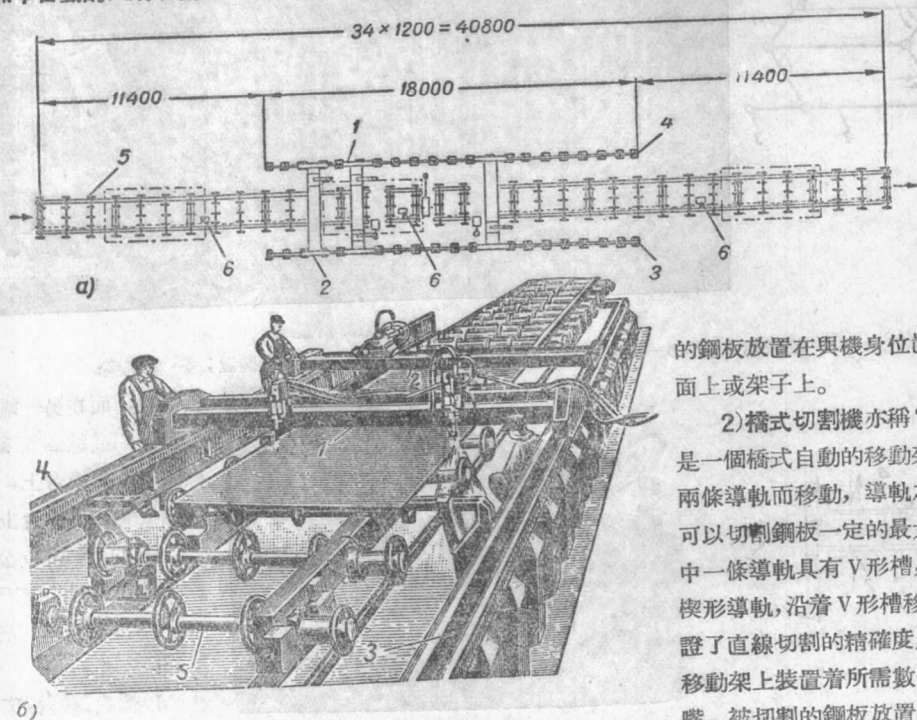


圖 12 自動火焰切割用的橋式縱向機床：

a—機床示意圖；b—機床概觀：1—縱向切割移動架；2—橫向切割用移動架；3—V型槽導軌；4—平滑導軌；5—圓盤滑輪地軌；6—地軌的傳動電動機。

的鋼板放置在與機身位置相平行的面上或架子上。

2) 橋式切割機亦稱‘焰割鉋床’是一個橋式自動的移動架，它沿着兩條導軌而移動，導軌之間的距離可以切割鋼板一定的最大寬度。其中一條導軌具有 V 形槽，移動架的楔形導軌，沿着 V 形槽移動，這樣保證了直線切割的精確度，在滑動的移動架上裝置着所需數量的氣割嘴，被切割的鋼板放置在機身導軌間的圓盤滑輪地軌上。橋式切割機裝有一個或兩個橫向切割的移動

架。這些移動架同樣是橋式的，但是上面並沒有氧割嘴的夾持器，却具有裝置曳引切割機用的導軌，在機床軸橫向移動時，曳引切割機就進行橫向切割。

圖 12 表示的是林德公司的精密‘焰割鉋床’ (Flame Planer)。

〔切割特殊形狀的靠模機床〕：

1) 活節旋臂式機床 (圖 13) 的構造是一個固定的柱子，在柱子上面有一個有活節的旋轉臂，在活節旋轉臂下面夾裝氧割嘴，而在上面裝有磁力靠模裝置，母樣板就在活節旋臂上面的固定柱上。

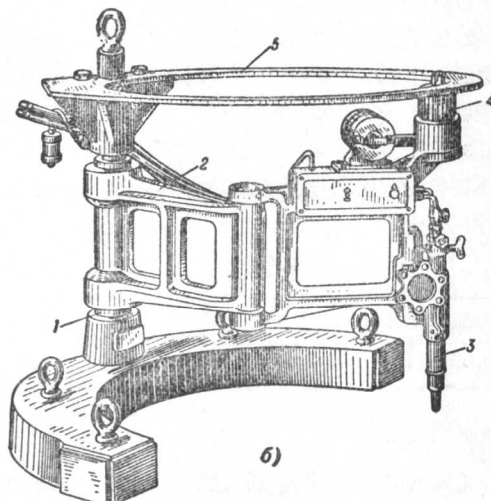
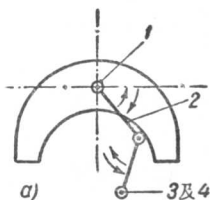


圖 13 自動式火焰切割活節旋臂型靠模機床：

a—機床示意圖；b—機床概觀：1—柱子；2—活節旋轉臂；3—氧割嘴；4—磁力靠模裝置；5—母樣板。

圖 13 示 Airco 公司的 ‘Camo-graph №5’ 機床。

2) 放縮尺型機床 (圖 14) 具有固定的機身，在機身上裝有帶橫臂的放縮尺，在橫臂的一端裝有磁力靠

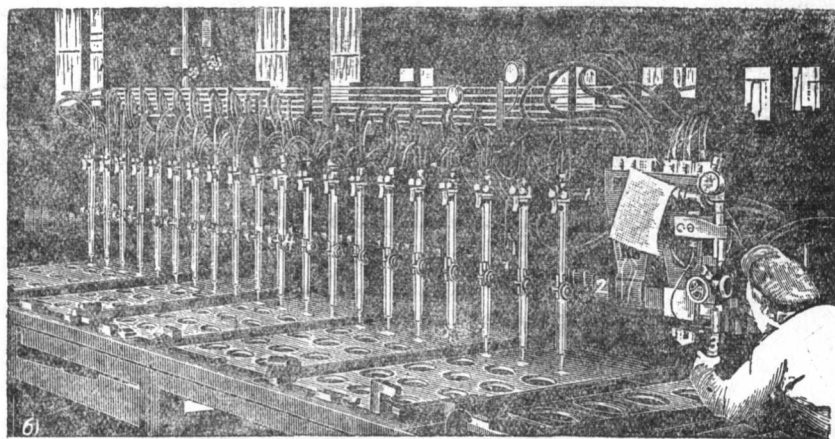
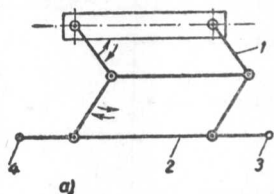


圖 14 自動式火焰切割放縮尺型靠模機床：

a—機床示意圖；b—機床概觀：1—放縮尺；2—橫臂；3—靠模裝置；4—氧割嘴。

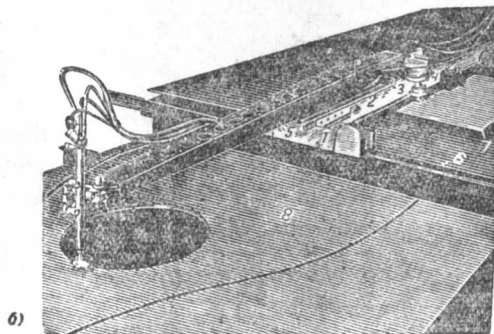
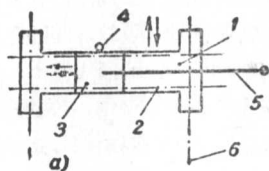


圖 15 自動火焰切割用的橋式萬能機床：

a—機床示意圖；b—機床概觀：1—橋架；2—導軌；3—曳引機；4—靠模裝置；5—氧割嘴旋臂；6—主要導軌；7—母樣板；8—被切割的鋼板。

模裝置，而在另一端在夾子裏裝有一個或數個氧割嘴，母樣板固定在靠模台上，而被切割的鋼板裝在工作台上。

圖 14 為 Airco 公司 ‘Oxy-graph №6a’ 型的機床。

〔萬能機床（各種切割用）〕：

1) 橋式萬能機床（靠模的）（圖 15）由一個在平滑軌上移動的橋架所組成，在軌道上移動的方法——如橋式縱向機床一

樣。橋架有導軌，裝有靠模裝置和裝氣割嘴的旋臂的曳引鉗接機就沿着這些導軌而運動。母樣板是被固定在主要導軌之間的靠模台上。被切割的鋼板則放在機身側面的工作台上。氣割嘴的運動是由橋架的縱向移動和曳引機的橫向運動所組合成功的。由於這樣，機床就可以適用於各式各樣的切割。

圖 15 所示為 Linde 公司出品相仿的機床，它是切割用的萬能自動機。

2) 旋臂機床(圖16)是由沿固定機身的導軌移動的曳引機所組成的。在切割機上裝有一根柱子，在柱子上有一個旋轉的懸臂，在旋臂頂上安放了一個不大的架

子，氣割嘴即固定在架子的下面，而磁力靠模裝置固定在架子的上部。母樣板是從頂上固定到工作台上去的。

圖 16 中所示是 Airco 公司的 'Tramograph' 機床。

3) 放縮尺型機床(圖17)是有放縮尺的移動式靠模機床。放縮尺是被固定在曳引機上的，曳引機則沿着固定機身的軌道而移動。

圖 17 所示是 Airco 公司的 'Travograph No20' 機床，在本卷第五章 '銲接鋼結構製造工藝學' 中有較詳細的說明。

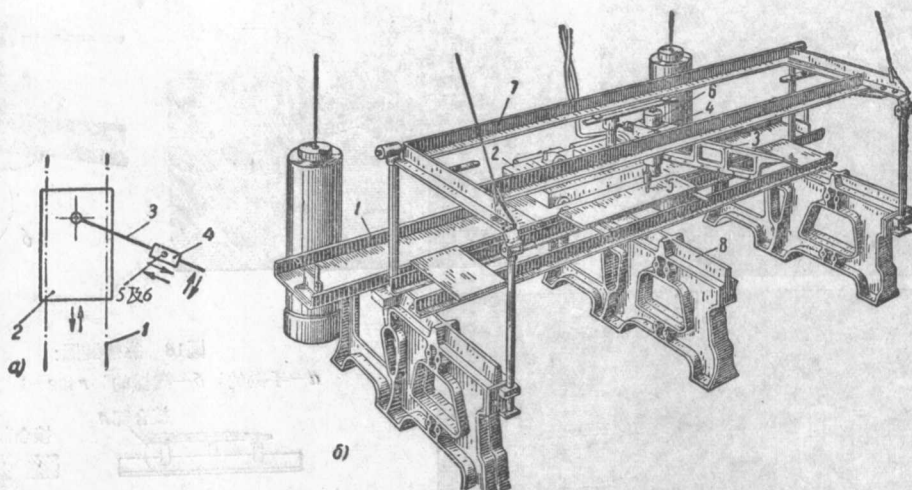


圖16 自動式火焰切割徑向萬能機床:

a—機床示意圖; б—機床概觀: 1—固定機身的導軌; 2—曳引機; 3—懸臂; 4—移動架; 5—氣割嘴; 6—磁力靠模裝置; 7—靠模台; 8—工作台。

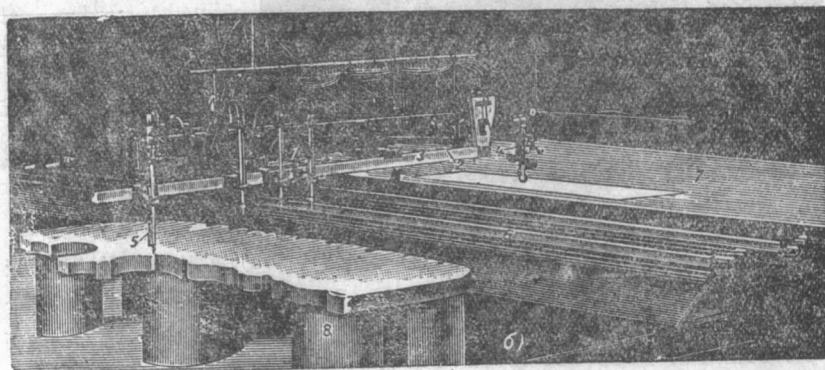
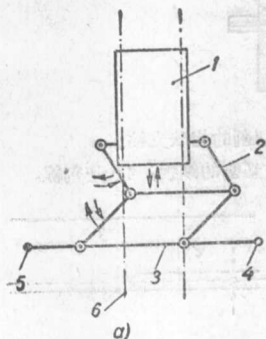


圖17 自動火焰切割用的放縮尺型萬能機床:

a—機床示意圖; б—機床概觀: 1—曳引機; 2—放縮尺; 3—橫臂; 4—靠模裝置; 5—氣割嘴; 6—固定機身的軌道; 7—靠模台; 8—工作台。

現代靠模機床和萬能機床的靠模裝置有手動的、機械的和磁力的三種(見圖 18)。

手動裝置是一個細的滑滾，或者是一個所謂 '光鏡' (оптоскоп)——那是一個可以產生三角形 '光束'

的光學儀器，滾子或‘光束’的頂尖就用手沿着圖形而移動(圖 18, a)。

機械裝置和手動裝置的區別就在於它的滾子是自動地沿着用鋁條彎曲而成的母樣板而移動的(圖 18, b)。

磁力裝置是做成功一個電磁鐵的形式。電磁鐵由

一個電動機(圖 18, B)來轉動，並且靠一個滑滾沿着鋼製樣板(圖 18, e)引導邊緣自動地移動。

在選擇火焰切割的自動機和半自動機時可以照表 10 來作指導。

在使用自動的和半自動的火焰切割法時，要用到下列一些主要的輔助設備：

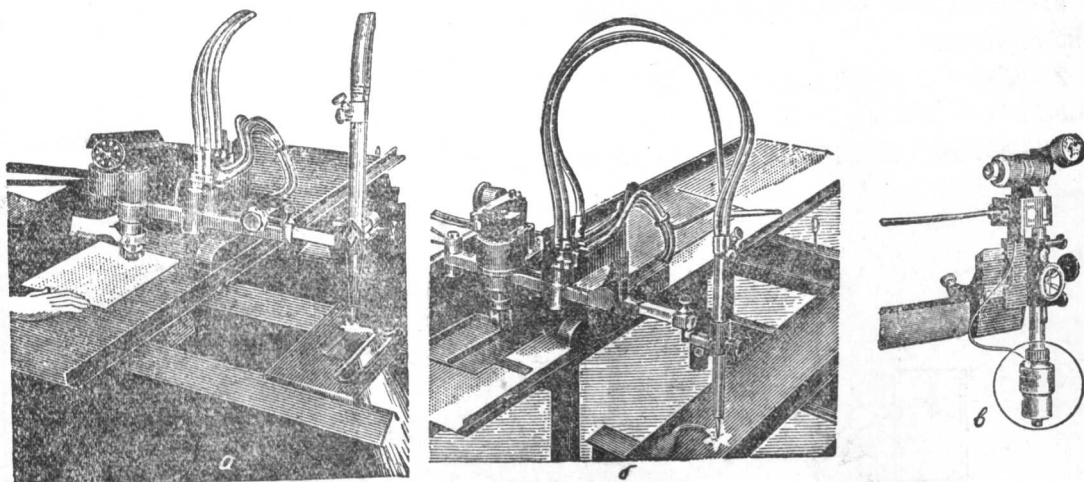


圖18 靠模裝置：

a—手動的；b—機械的；B和e—磁力的。

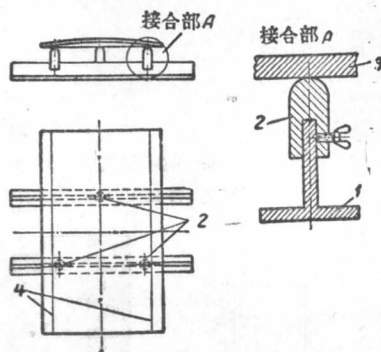


圖19 精密火焰切割的指狀支柱：

1—T形鋼；2—指；3—被切割的鋼板；4—切割線。

1) 被切割鋼板的工作台或支架台。這種工作台可以是有圓盤滾子的滑滾(地輥)，或是用型鋼做成的鉚接結構(架子)。在使用後面一種裝置時，美國 Airco 公司所推薦在自動火焰切割時，為了保證切割得精確，要採用指狀支柱(圖19)；它容許鋼板因切割時的受熱而可以自由膨脹[45]；

2) 用曳引機來作直線切割時所用的導軌(圖 11)；

3) 用曳引機來作圓周切割時所用的長臂規(圖 11)；

4) 紙樣板(做成圖樣的形式)、用鋁條彎曲而成的樣板或者鋼板切割而成樣板。

製造紙樣板時要估計到切割的寬度(圖 20)。

製造鋁條彎曲而成的樣板時，應估計到切割的寬

度和鋁條的厚度(圖 21, a)。在切割的開始處，樣板的一部分是做成可以啓合的(圖 21, b)。在沿彎曲而成的樣板來切割時圓角的最小半徑為 10 公厘。在切割時如果一定要得到清

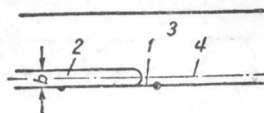


圖20 圖紙樣板的设计：
1—切割線；2—空隙(切割空隙)；3—料頭；4—氣割嘴中心線。

角,那末在這些角部要做成樣板的轉動部分(圖21,Б)。

可以啓合的條板,並用鉸鏈固定在樣板上(圖22,2)。

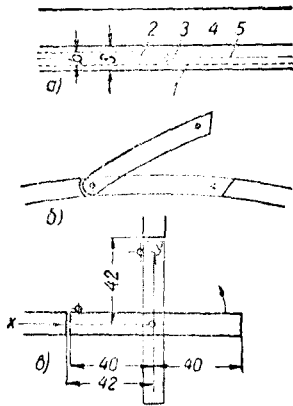


圖21 鋁條彎曲而成的樣板的設計:

а—輪廓線的確定: 1—切割線; 2—空隙; 3—樣板鋁條; 4—割頭; 5—氣割嘴中心線;
б—樣板的可以啓合部分;
Б—樣板的轉動部分。

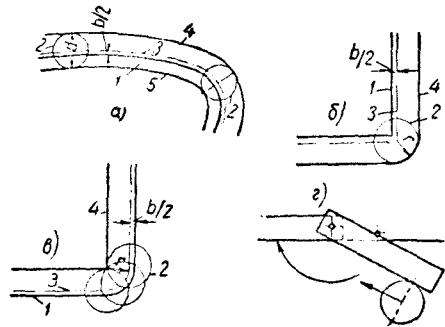


圖22 鋼板切割而成的樣板的設計:

а—輪廓線的確定: 1—切割線; 2—電磁鐵的滾子; 3—滾子中心線; 4—帶內導線的樣板輪廓線; 5—帶外導線的樣板的輪廓線。

б—用內導線樣板時的角部輪廓: 1—切割線; 2—電磁鐵的滾子; 3—滾子中心線; 4—樣板邊緣。

Б—用外導線樣板時的角部輪廓: 1—切割線; 2—電磁鐵的滾子; 3—滾子中心線; 4—樣板邊緣。

2—可以啓合的狹條。

製造鋼板切割而成的樣板時要估計切割的寬度和電磁鐵滾子的直徑(圖22,а)。當滾子沿樣板的內緣而滾動時,如果樣板內角半徑等於滾子的半徑,則切割時可得出清角(圖22,б);當滾子按樣板的外緣而滾動時,那末在切割時內角的最小半徑就等於滾子的半徑,而這時樣板應該有清角(圖22,в)。在切割開始處要採用

表 10

零 件		生 產 規 模		
名 稱	最大尺寸(公厘)	小 批	中 批	大 批
圓柱形筒身的展開面(長方形)	$\leq 1400 \times 3000$	曳引切割機	曳引式縱向機床	橋式縱向機床
	$\leq 1400 \times 8000$	曳引切割機	橋式萬能機床	橋式縱向機床
	$\leq 3000 \times 13000$	曳引切割機	曳引切割機	橋式縱向機床
封頭(圓的)和凸緣(圓環)的展開面	$\phi \leq 600$	曳引切割機	活節旋臂式靠模機床	放縮尺式靠模機床
	$\phi \leq 1400$	曳引切割機	橋式萬能機床	放縮尺式靠模機床
	$\phi \leq 3600$	曳引切割機	曳引切割機	曳引切割機
圓錐形筒身的展開面(由圓弧和直線所形成的平面),特殊形的展開(曲線與曲線或直線與曲線連接形成的面積)	外型尺寸 $\leq 1400 \times 3000$	曳引切割機	橋式萬能機床	放縮尺式萬能機床
	$\leq 1400 \times 8000$	曳引切割機	橋式萬能機床	放縮尺式萬能機床
	$\leq 3000 \times 13000$	曳引切割機	曳引切割機	放縮尺式萬能機床

手動火焰切割的規範可見本卷第四章:‘金屬切割和銲接工藝學’。

自動和半自動火焰切割規範,美國的實踐[45, 54, 56]所推薦的有如表 11 所示。

在火焰切割時應該根據下列情況來規定加工餘量:如鍋爐檢驗規則[2]許可含碳量 $\leq 0.27\%$ 的鋼板,在用火焰切割後,邊緣可以不再經過機械加工。在含碳量較高時,由於冷的切割用的氧氣流使受熱的邊緣急

速冷卻,使得邊緣得到淬硬,深度可達3公厘。因此為了完全去除硬化層起見,隨後的邊緣加工深度不得小於3公厘。

自動和半自動火焰切割法的公差 根據美國實踐[45, 49]的數據如下:

1)邊緣直線度的偏差,鋼板切割寬度誤差和邊緣平行度的誤差為 ± 0.8 公厘;

2)曲線輪廓的誤差為 ± 0.5 公厘。