

船舶小叢書

船用火管鍋爐的修理

祝源鈞編著

9

人民交通出版社

629.13 (661.1)
3608

船舶小叢書

船用火管鍋爐的修理

祝源鈞編著

人民交通出版社

我國現有船舶中所用的鍋爐，多數還是火管式的，有些鍋爐的陳舊或損壞的程度，早已不合蘇聯的船舶鍋爐的修理標準。但由於目前我國在火管式鍋爐的製造技術和材料各方面都還存在着一些困難，而水上運輸任務又日見繁重，因此，還得善於利用那些逾齡的鍋爐，才能適應客觀的需要。我們應該在保持航運安全的原則下，適當地降低修理標準。本書所討論的是修理船舶鍋爐本體，特別着重施工操作方法，主要根據蘇聯的先進經驗，結合編者個人在實際工作中的一些體會，提供讀者參考。

書號：6045-滬

船用火管鍋爐的修理

祝源鈞編著

人民交通出版社出版

北京安定門外和平里

新華書店發行

上海市印刷公司印刷

1955年11月上海第一版。 1955年11月上海第一次印刷

開本：787×1092 1/32 印張：2 $\frac{3}{16}$ 張

全書48,000字 印數：1,600冊

定價(9)：四角七分

上海市書刊出版業營業許可證出字第零零陸號

目 錄

一、鍋爐用材料的要求	1
1. 鍋爐鋼板	1
2. 拉撐	7
3. 鉚釘	8
4. 烟管	11
5. 舊鍋爐材料品質的檢驗	13
二、鍋爐修理工作中的電焊技術	16
1. 焊接材料	16
2. 焊工技術	18
三、外殼	25
1. 裂紋的修理	25
2. 腐蝕面的修理	29
3. 漏水和漏汽的修理	33
四、前後端板及前管板	34
1. 腐蝕面的修理	34
2. 裂紋的修理	35
五、燃燒室	39
1. 裂紋的修理	39
2. 鼓凸的修理	42

3. 腐蝕面的修理	42
4. 換新工作	42
六、爐胆	47
1. 腐蝕面的修理	47
2. 裂紋的修理	47
3. 爐胆下墜的修理	50
七、短拉撐	53
八、長拉撐	56
九、烟管	58
十、鍋爐修理後的檢驗	64
1. 表面檢驗	64
2. 水壓試驗	64
3. 蒸汽壓力試驗	66

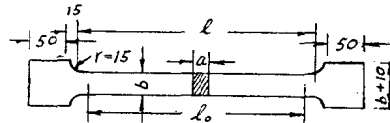
一、鍋爐用材料的要求

1. 鍋爐鋼板

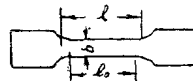
鍋爐鋼板首先要檢查它的長度、寬度和厚度是否適合我們的要求，同時還應該進行表面的檢驗。表面檢驗的方法是用肉眼來觀察的。對於表面檢驗的要求是不允許鋼板表面或邊緣有裂紋、夾雜、分層、斑點及撓皮等缺陷存在。

經表面檢驗認為合格的鍋爐鋼板，如果沒有鋼板出廠的證明文件，則應從鋼板的一端沿其寬度的中部，割取一塊作抗拉試驗的試樣，一塊作冷彎試驗的試樣和三塊作衝擊試驗的試樣，來試驗鋼板的機械性能。

抗拉試驗 抗拉試驗的試樣，有長試樣和短試樣兩種（圖 1），它的規格是根據鋼板厚度的不同來決定的，現將厚度自 9 公厘至 30 公厘的鋼板試樣尺寸列於表 1，供直接查用，至於它的計算方法，可按圖 1 中的說明計算。



(a) $l_0 = 11.3\sqrt{ab}$



(b) $l_0 = 5.65\sqrt{ab}$

圖 1 鋼板抗拉試驗試樣

a—長試樣； b—短試樣。

鋼板試樣尺寸

表 1

鋼板厚度	試樣寬度	計算長度 l_0	工作長度 l	計算長度 l_0	工作長度 l
		長試樣 $K=11.3$		短試樣 $K=5.65$	
9	30	180	200	90	120
10	30	190	200	95	120
11	30	200	270	100	120
12	30	210	270	110	145
13	30	220	270	110	145
14	30	230	270	115	145
15	30	240	270	120	145
16	30	250	270	125	145
17	30	260	330	125	145
18	30	260	330	130	175
19	30	270	330	135	175
20	30	280	330	140	175
21	30	290	330	145	175
22	30	290	330	145	175
23	30	300	330	150	175
24	30	310	330	155	175
25	30	310	330	155	175
26	30	310	330	155	175
27	30	320	330	160	190
28	30	320	360	165	190
29	30	330	360	165	190
30	30	340	360	170	190

鋼板厚度超過了 30 公厘或試驗機的能力不足時，允許用如(圖 2)式樣的圓試樣來代替，但試樣的規格應盡鋼板的厚度車製。

抗拉試驗的試驗方法，是將兩端夾持在特製的試驗機上，將它拉斷。試驗機上所讀出的最大拉力，就是該試

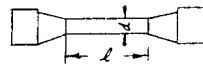
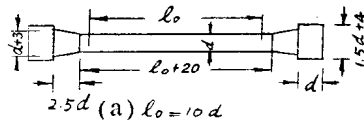


圖 2 圓抗拉試驗試樣
a—長試樣；b—短試樣。

樣的**最大負荷**，是用公斤來衡量的。所謂**抗拉強度**，是指1平方公厘的面積上(單位面積)所**担負**的**最大負荷**為多少公斤，可用下式來表示：

$$\sigma_b = \frac{F_b}{a \times b}$$

σ_b = 抗拉強度，公斤/平方公厘；

F_b = 試樣的**最大負荷**，公斤。

在作抗拉試驗的過程中，試驗機還能指示出該試樣在其**彈性伸長**終止而將產生**永久變形**時的負荷，在這時的強度我們稱為**屈服點**，可用下式來表示：

$$\sigma_s = \frac{F_s}{a \times b}$$

σ_s = 屈服點，公斤/平方公厘；

F_s = 彈性極限負荷，公斤。

將抗拉試驗拉斷的試樣對置(圖3)，量取其斷裂後的標距較原標距的增長部分，相當於原標距的百分比，稱為該樣的**伸長率**，可用下式表示：

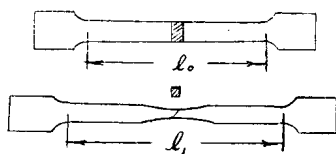


圖3 試樣斷裂時的伸長

$$\delta = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100 (\%)$$

δ = 伸長率；

l_1 = 斷裂後的標距，公厘；

l_0 = 原標距，公厘。

冷彎試驗 冷彎試驗的試樣規格規定如下：

試樣厚度 a = 鋼板厚度，公厘；

試樣寬度 $b=2a$, 公厘, 但不能小於 10 公厘;

試樣長度 $L \geq 5a + 150$, 公厘。

冷彎試驗試樣的各邊, 應用銼刀稍將其尖角修圓, 否則容易在邊部被撕裂。

冷彎試驗的方法, 是將試樣擱置在規定間距的兩棒狀支點上, 上面用規定直徑的襯模緩緩壓下, 使試樣的兩邊達到要求的彎曲角度(圖4, a, b)。如果要求的彎曲角度為 180° , 而襯模直徑為零時(即兩邊相碰), 可先將試樣用任一直徑的襯模壓至 180° 後, 再平置壓攏, 至兩邊靠緊為止(圖4, c)。

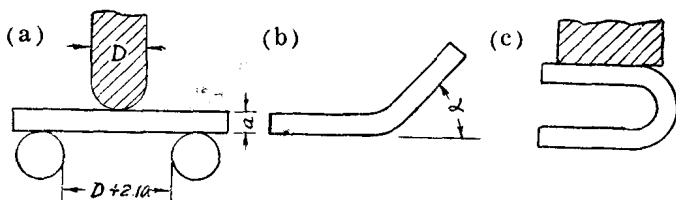


圖 4 冷彎試驗

- a-冷彎試驗的情形; b-冷彎角度的測量;
c-襯模直徑等於零的試驗方法。

試驗可在特製的試驗機上進行, 也可利用沖剪機或蒸汽錘等設備來進行。

冷彎試驗的結果, 要求試樣被彎曲後, 其表面沒有裂縫。

衝擊試驗 衝擊試驗試樣的標準形式及試驗情況見圖5。它中部

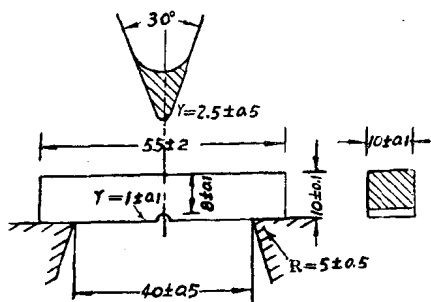


圖 5 衝擊試驗

所開的細槽，規格務必精確，否則將會影響試驗的準確性。

機械性能的標準，應符合表 2 的規定：

船用鍋爐鋼板的機械性能

表 2

鋼的等級	抗拉強度	屈服點	延 伸 率 (%)			衝擊強度	冷彎試驗		附 註
	公斤 / 平方公厘	公斤 / 平方公厘	抗拉強度	δ_{10} δ_5	公斤 - 公尺 / 平方公分	180°			
	不小於	不小於		$a \leq 30$		$a > 30$			
I	36 ~ 44	22	36 ~ 38 39 ~ 40 41 ~ 42 43 ~ 44	24 23 22 21	28 27 26 25	8 7	$D = 0$	$D = a$	a = 板厚 D = 襯模直徑
II	41 ~ 50	25	41 ~ 42 43 ~ 44 45 ~ 47 48 ~ 50	22 21 20 19	26 25 24 23				
III	45 ~ 55	28	45 ~ 48 49 ~ 52 53 ~ 55	20 19 18	24 23 22	6	$D = 2a$	$D = 3a$	

附註：(1) 當其他所有條件都符合表 2 的規定時，允許抗拉強度超過表 2 中規定的 3 公斤/平方公厘。

(2) 鋼板厚度在 21 公厘或 21 公厘以上時，厚度每增加 1 公厘允許降低延伸率 0.25%。但是對於厚度為 31 公厘以下的鋼板，延伸率的降低不允許超過 2%；對於厚度為 31 公厘以上的鋼板，延伸率的降低則不允許超過 3%。

(3) 第 I 級及第 II 級鋼應用在需要摺邊、沖孔、電焊及要與火直接接觸或位於熱氣首先通過而其溫度超過 700°C 的部分（爐胆、燃燒室及管板等）。

(4) 第 III 級鋼應用在不直接與火接觸，並且在製造加工時不需要加熱的部分（外壳）。

(5) 衝擊強度以平均值計算，但其中只允許有一個可比表 2 中的規定低 1 公斤-公尺/平方公分，而其他兩個都不得低於表 2 中的規定。

當其中某項試驗的結果不能達到表2中的規定時，可再從原鋼板上割取加倍的試樣，重新進行該項試驗，但必須該次試驗完全符合表2中的規定時，此塊鋼板方允許使用。

化學成分 鋼板的化學成分，直接影響它的機械性能，尤其是碳、硫及磷等個別原素的含量對鋼板的機械性能影響更大。例如鋼板的含碳量增加，它的強度也隨着增強，但是其延伸率却隨着下降了，同時鋼板的性質變硬，對製造鍋爐是不合適的。又如含硫和含磷量的增加，會使鋼板發脆。所以對鍋爐鋼板的化學成分，應有嚴格的規定(表3)。

船用鍋爐鋼板的化學成分 表 3

鋼的等級	碳 %	錳 %	矽 %	硫 %	磷 %
		不許超過		不許超過	不許超過
I	0.12~0.20	0.65	0.15~0.30	0.040	0.040
II	0.16~0.24	0.65	0.15~0.30	0.040	0.040
III	0.21~0.28	0.80	0.15~0.30	0.045	0.045

附註：其餘的鉻、鎳及銅的含量，都不允許超過0.3%，它們的總和不允許超過0.7%。

鋼板化學分析的樣品，需要量約為20克左右。樣品可由做過抗拉試驗的斷裂試樣上來鑽取，但必須注意下面幾點，不然，將會影響化學分析的準確性：

1. 鑽頭務必清潔，絕對不許有油；
2. 在取樣前，必須將鋼板表面用銼刀或砂輪磨淨，或者先將鑽下來的表面鋼屑棄去，然後再取正式樣品；

3. 不可將鋼板鑽穿；
4. 不可用銼刀來銼取樣品。

經各項檢驗合格的鋼板，可能還有夾雜、分層等缺陷存在未經發現，但在加工後，這些缺陷比較容易顯露出來，所以在加工過程中，尚須注意。

2. 拉 撐

用作鍋爐拉撐的圓鋼，除了規格需要適合我們的要求外，還應該進行表面的檢驗，表面檢驗的要求是：不允許圓鋼表面有凹坑、裂紋及分層等缺陷存在。

經表面檢驗認為合格的圓鋼，每 25 根中得抽驗樣品一根，再由這根樣品上割取一根作抗拉試驗的試樣；一根作冷彎試驗的試樣。用作長拉撐的圓鋼，還須另取兩根作鍛粗試驗的試樣，來進行圓鋼的機械性能試驗。

抗拉試驗 直徑在 25 公厘以下的圓鋼，其抗拉試驗的試樣，應保留圓鋼的表面，兩頭不需加工。直徑在 25 公厘以上的圓鋼試樣，可採用如圖 2 中的圓試樣。

冷彎試驗 冷彎試驗的試樣，其直徑應為圓鋼的原來尺寸；其長度應為直徑的 5 倍加 150 公厘。冷彎試驗的結果，要求彎曲的表面沒有裂紋。

鍛粗試驗 鍛粗試驗的試樣為圓柱形，它的直徑就是圓鋼的原來直徑，它的高度等於其直徑的兩倍。鍛粗試驗的方法：是將試樣在冷的狀態下鍛粗，使其高度達到試樣原來高度的 40%。試驗的結果，要求試樣表面沒有裂紋。當圓鋼的直徑超過 30 公厘時，試驗可在熱的狀態下鍛打，但要求其高度達到試樣的三分之一。

用作短拉撐的圓鋼，其機械性能要求符合表 2 中第 I 級及

第Ⅱ級鋼的規定。用作長拉撐的圓鋼，其機械性能要求符合表2中第Ⅱ級鋼的規定。

當其中某項試驗的結果如不能達到表2的規定時，允許再取加倍的試樣來重新進行該項試驗，但這次試驗的結果，除非全部試樣都能達到表2的規定，這批圓鋼才可以用作鍋爐的拉撐。

化學成分 用作短拉撐的圓鋼，其化學成分要求符合表3中第Ⅰ級及第Ⅱ級鋼的規定；用作長拉撐的圓鋼，其化學成分則要求符合表3中第Ⅲ級鋼的規定。

圓鋼的化學成分，表面和中心可能分佈不均勻，所以在鑽取圓鋼化學分析試樣時，應自其表面鑽至將近中心為止。

3. 鉚 釘

預備製造鉚釘用的圓鋼，除了規格應符合我們的要求外，它的兩端和表面均不允許有裂紋、分層、夾雜及斑點等缺陷。

經表面檢驗認為合格的圓鋼，每2,000公斤中須抽驗兩根樣品（直徑在13公厘以下者，每1,000公斤中須抽驗兩根樣品），再由樣品中截取抗拉試驗的試樣一根、冷鍛粗試驗的試樣四根、熱鍛粗試驗的試樣四根、打扁試驗的試樣兩根及驟冷彎曲試驗的試樣一根來進行試驗圓鋼的機械性能。

抗拉試驗 抗拉試驗的試樣是由兩根樣品中的任何一根上截取的，直徑在25公厘以下的圓鋼試樣，應保留其原來的表面，兩頭不需要加工，標距為十倍的直徑；直徑在25公厘以上的圓鋼試樣，可按圖2加工。

鍛粗試驗 冷鍛粗試驗和熱鍛粗試驗的試樣，是由每根樣品的兩端截取的，它們的式樣和試驗方法與拉撐圓鋼完全相同。

打扁試驗 打扁試驗的試樣，是從每根樣品中各截取一根，試驗的方法：是在冷的狀態下，用手鎚將一端打扁，使打

扁後的直徑等於圓鋼原有直徑的兩倍半，而沒有裂紋(圖 6)。

驟冷彎曲試驗 驟冷彎曲試驗的試樣，是由兩根樣品中的任何一根中截取的，它的直徑與圓鋼原有的直徑相等，它的長度等於五倍的直徑加 150 公厘。試驗的方法：先將試樣加熱到 $650 \sim 700^{\circ}\text{C}$ (暗紅色)，然後浸入水中使冷卻至 $20 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 後再進行彎曲，其表面不應有裂紋。

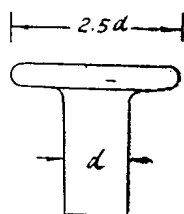


圖 6 打扁試樣

鉚釘圓鋼機械性能試驗的結果，應符合表 4 的規定：

鉚釘鋼的機械性能

表 4

鋼的等級	使用部位	抗拉強度 公斤/ 平方公厘	延伸率 %		冷鍛粗 試驗 h/H	熱鍛粗 試驗 h/H	打扁 試驗 D/d	驟冷彎 曲試驗 180°	附 註
			δ_{10}	δ_5					
I	火燒到的部分	34~42	26	31	0.4	$\frac{1}{3}$	2.5	$S=0$	h —鍛粗後的高度 H —未鍛粗前的高度 D —打扁後的直徑 d —未打扁前的直徑 S —彎曲內徑
III	外壳及其他重要的部分	41~47	23	27	0.75	$\frac{1}{3}$	2.5	$S=\frac{1}{2}d$	

以上的各種試驗，如其中某項的一個試樣或一個以上的試樣不能達到表 4 的規定時，則該項試驗得另於樣品中取加倍的試樣重新試驗之，如試驗的結果全部符合表 4 的要求，則該批圓鋼仍允許以合格材料使用，否則不應用作鍋爐鉚釘的材料。

化學成分 鉚釘圓鋼的化學成分，應符合表 5 的要求。化學分析的取樣，可參看前拉撐一節。

鉚釘鋼的化學成分

表 5

鋼的等級	使用部位	碳	錳	矽	鉻	鎳	銅	硫	磷
		%	% 不超過	%	% 不超過	% 不超過	% 不超過	% 不超過	% 不超過
I	火燒到的部分	0.12~0.20	0.65	0.15~0.30	0.3	0.3	0.25	0.05	0.05
III	外壳及其他重要部分	0.21~0.28	0.80	0.15~0.30	0.3	0.3	0.25	0.05	0.05

腐蝕試驗 鉚釘圓鋼尚須做腐蝕試驗來檢驗其含硫與含磷的分佈情況。試驗用的試樣，應由不同根的圓鋼上截取，每2,000 公斤中至少截取三個試樣。腐蝕試驗的方法：先將試樣的端面磨光，然後浸入在酸液①中，經過一個相當的時間，端面上即可看出硫磷的黑色顯影。如果發現硫磷顯著聚集在圓鋼上，則禁止作為製造鉚釘的材料。

為加速其腐蝕作用、縮短試驗的時間起見，可將酸液加熱至70~80°C 的溫度。

製成的鉚釘，應由其總數中抽取0.5% 的樣品來作表面的檢驗(但不能少於25 只)。鉚釘表面檢驗的要求，不允許有裂紋、分層及空泡等缺陷，同時其規格也須全部符合檢驗標準。如果表面檢驗不能使人滿意時，允許另抽取加倍的樣品來重新檢驗。這次檢驗的結果，如果還不能令人滿意的話，則該批鉚釘應作廢品處理。

經表面檢驗認為合格的鉚釘，每500 公斤中尚須抽取三只

① 酸液的成分為：10%的鹽酸(比重1.19)；30%的硫酸(比重1.84)及60%的水。或用25% 的硝酸(比重1.42)及75%的水。

作打扁試驗；三只作冷彎試驗(直徑在 13 公厘以下的鋼釘，試樣樣須要加倍)。

鋼釘的打扁試驗是在熱的狀態下進行的，同圖 6。

鋼釘的冷彎試驗要彎到兩邊相碰，而且表面不許有裂紋(圖 7)。

每 500 公斤的鋼釘中，還應該抽出三只來做腐蝕試驗，檢驗其含硫和含磷的分佈情況。

如果其中某項試驗不能達到要求時，還可以重做加倍的試驗。

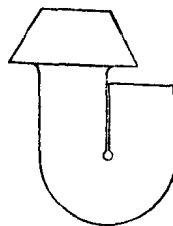


圖 7 鋼釘冷彎試驗

4. 烟 管

烟管分普通烟管和拉撐烟管兩種。烟管的表面檢驗：除它的規格須符合使用要求外，它的內外表面不允許有深度超過管厚 10% 的或數量很多的裂紋及斑點，同時烟管的任何一段中，都不許可有每公尺長度內超過 1.5 公厘的彎曲。

經表面檢驗認為合格的烟管，每 100 根中需要抽驗一根，並由這一根中各割取一段作抗拉試驗、擴張試驗、壓扁試驗及摺邊試驗的試樣，來進行試驗。

抗拉試驗 抗拉試驗的試樣可以沿着管子的長度割取，試樣的規格和鋼板的試樣相同。試樣在試驗前，不需要加以整平。試樣又可以順着管子的圓周來割取，但是在試驗前必須將其加熱展直。

抗拉試驗的結果，需要符合表 6 的規定。

擴張試驗 擴張試驗是在冷的狀態下進行的。試樣須經擴張的一端，管口務必平整光滑。管口擴張的坡度為 1/10 如圖 8。管壁厚度小於 4 公厘的烟管，管口的外徑需要擴大 10%；

管壁厚度大於4公厘的烟管，管口的外徑則僅需要擴大6%。
經過擴大後的管口，不應有裂紋。

無縫鋼管抗拉試驗標準 表 6

鋼的等級	抗拉強度 公斤/平方公厘	延 伸 率 %
	不 得 小 於	
I	32	20
II	40	17

壓扁試驗 壓扁試驗是在冷的狀態下進行的。試樣的長度為100公厘，試驗時須將管子壓到內壁相距等於管壁厚度的兩倍為止（圖9）。經過

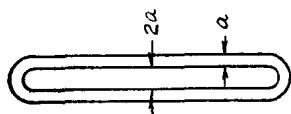


圖 9 烟管壓扁試驗

壓扁試驗的管子試樣，不應有斷裂或裂紋的情形。

摺邊試驗 摺邊試驗是在冷的狀態下將管邊摺轉 90°，試驗的方法：可用如圖 10a 的工具進行；也可以用如圖 10b 的方法進行。摺邊試驗試樣的管口務必平整光滑，否則很容易被撕裂。試驗時管口被摺轉的寬度（自內壁量起）可按下列規定：

1. 外徑小於 60 公厘的烟管為 8 公厘。
2. 外徑大於 60 公厘的烟管，其管徑較 60 公厘每增大 10 公厘，則管邊的摺邊寬度應較 8 公厘增加 1 公厘。
3. 在任何情況下，管邊摺轉的寬度不得小於管厚的一倍半。

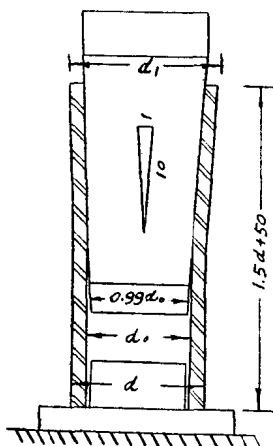


圖 8 烟管擴張試驗