

电業工人
學習文选

5



周 文 龙編著

怎 样 脹 管

電力工業出版社

前面的話

在鍋爐安裝和檢修當中，脹管是一件很重要的工作。但因為脹管的操作比較簡單，如果操作方法正確，平常也不容易發生問題。於是，有些同志就認為“脹管這玩藝兒沒有啥”，因此工作馬虎大意，只求數量不求質量，往往給工程造成很大的損失。

實際上，脹管工作中的問題還是很多的。許多廠原有的幾種脹管器，它們的脹管滾柱和翻邊滾柱的圓錐度普遍都不夠，但大多沒有得到改進；在操作方法上也存在不少問題。編寫這本書，就希望幫助讀者了解脹管工作的基本要求和脹管器的構造；尤其希望能幫助改進操作方法。此外，還希望幫助讀者辨別脹管工作的好壞，了解高壓鍋爐脹管的特點和管子補脹、拿掉舊管頭的方法。

編寫本書時，主要參考了俄文本“鍋爐設備安裝”和“鍋爐機組檢修”以及中文譯本“蒸汽鍋爐加熱面的安裝指南”。因此，書中用到的插圖和公式，大部分以俄文字母作為代表符號。

對書中的缺點，希望大家提出批評，以便得到糾正。

作 者 1957年2月

目 录

第一节	脹管工作概說	3
第二节	脹管的基本知識	6
第三节	脹管器的形式	17
第四节	脹管器的構造	23
第五节	脹管器的編号和使用	53
第六节	管子固定操作法	38
第七节	管头脹紧翻边法	42
第八节	管子脹接口的質量檢查	49
第九节	离心鉗縫脹管的特殊	54
第十节		50

第一节 脹管工作概說

大家都知道，用在蒸汽鍋爐上的各种管子，要連接到汽鼓或联箱上去的时候，一般都是用脹接和焊接兩種方法。這兩种方法比較起来，焊接的質量要比脹接的高，但是在現場施工的时候，焊接却不如脹接那样方便，同时，采用焊接的成本也比較高。因此，对于一般蒸汽鍋爐，不論是低压、中压或者是高压的，采用脹接法还是很普遍的。除了主爐管、水冷壁管、过热器管和省煤器管以外，在一般汽水管道的法蘭結構上，也都有用脹接法來联接管子的。

我們对于脹管的要求有兩方面：一方面它必須使管子与管孔壁联接牢固，使管子的脹接部分能够承受住管子内部的工作压力（水压或汽压）、管子本身的重量、管内汽水的重量、吊在管子上的联箱重量和运行、昇火、停爐时管子受热膨胀及温度变化所产生的应力，以保證管子不从管孔中拔出。另一方面，它又必須严密，也就是不从管子脹接的地方漏水或漏汽。

把管子脹接到汽鼓或联箱上去的时候，我們要使用一种工具，这种工具是把管子的直徑脹大以后，再使管子联接到汽鼓或联箱的体上，所以就把它叫做脹管器。普通用的脹管器有好几种，但在使用它們脹管的时候，因为都有圓錐形的脹桿可以推进，使它外壳上的滾柱張开并在管子面上滾压。經過滾压以后，管子的直徑就脹大了，并且紧靠到汽鼓或联箱的管孔壁上，如果滾柱在管子的面上再加压力，就使管子

繼續脹大，結果與管孔壁緊緊地接合起來（參看圖1的說明）。

在脹管过程中，管壁金屬在脹管器滾柱的壓力下受到擠壓，於是管子就向外擴大；等到管子外壁與管孔壁接合以後，滾柱的壓力就通過管子傳到管孔壁上，結果使管孔壁的金屬體也產生了變形。但一般因管孔壁的材料較管子為硬，所以對管子直徑的脹大有一定限度，在管子脹靠到管孔壁上以後，滾柱的壓力就只能使管壁擠薄伸長而不能再脹大了。由於管壁擠壓變薄的結果，使管子外壁和管孔壁的表面得到了完全接合，這樣就保證了管子脹接地方的嚴密性。

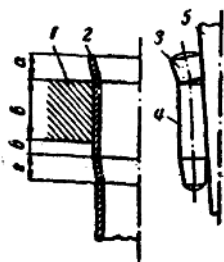


圖 1 管壁脹緊和脹
管器脹程及滾柱的形狀

1—管孔板； 2—管子；
3—翻边滚柱； 4—腹管
滚柱； 5—腹楔。

●—管子伸出头，相当于翻边浪柱的长度； δ —管孔板的厚度； δ —管子胀紧的余地； $\downarrow$ —管子胀紧段转到没有胀大地方的过渡部分。

脹管器滾柱對管孔壁直徑方向所加的壓力，使管孔壁也向外擴大產生變形，但一般管孔壁的鋼材都是富有彈性的，在撤出脹管器以後，管孔壁金屬又能回復原狀不再變形。由於管孔壁彈回收縮的結果，就緊緊地套住了脹大以後的管子，這樣在管子外壁和管孔壁面上產生了很大的摩擦力，就保證了管子脹接地方的牢固性。

在脹管过程中，用在脹管器上的力量要有一定的限度，否則会引起脹管过勁，使管子过分脹大挤薄，結果严密性和牢固性就大大降低。因此，在选择脹管器时必须注意工具是否合用，并在工作中要細心脹管。

为了使管子服接的地方更牢固一些，如图1中“a”把管子伸出头翻边做成喇叭口的形状，这样在锅爐运行时就可以

防止管子从管孔中拔出来。

按一般正确的技术操作，可以把胀管过程分为下面两个步骤：

第一个步骤——将管头胀住固定。在这步操作中，用胀管器把装进管孔里的管头胀大，使管子外壁与管孔壁较严密地接合（只是把管头与管孔间原来存在的间隙消除，使管头固定到管孔里，但是并没有完全胀紧）。在这步骤当中，也只是使管子胀大而变形，管子胀住的一点力量对管孔壁的影响是很小的。

第二个步骤——将管头胀紧翻边。在这步操作中，用胀管器把已经胀住固定的管头再胀大一些，使管头在管孔里完全胀紧并进行翻边。在这一个步骤当中，由于管头在管孔里原来已经没有间隙，再继续胀大以后，就使得管孔壁也随着胀大产生了变形。

管头胀紧翻边得好坏，对于管子胀接地方严密不严密，牢固不牢固，起着决定作用；但是在锅炉安装和检修中，还有把胀管分成三个步骤来工作的。第一步先把管头胀住固定；第二步只是胀紧不翻边；第三步才再翻边。这样作法是很不好的，往往容易把管头胀得过大，所以我们应当遵守上面两个步骤来进行胀管。

一般胀管的工作方式，分手动式和机械化两种。普通所谓机械化胀管，就是用机械传动的胀管机来代替手动胀管器。这样，毫无疑问，能提高胀管工作的劳动生产率，而更主要的是解决了笨重的体力劳动，尤其在那些进行胀管工作很不方便的地方，实行机械化胀管是有很大大好处的。

使用机械化胀管的工作方式，除了能够解决笨重的体力

劳动以外，还有这样的优点：用机械化胀管器胀管时，可以随便调整机械，选择最适当的速度来胀管，不像用手动胀管器时工人的体力劳动有限，不能保证正常的胀管速度；另外，用机械化胀管器胀管的胀紧力量，可以调整到一定数值，不致于把管子胀得过大或者过小，而且胀管的力量是很均匀而又平滑的，不像手动胀管器胀管，因每个工人的体力不同而管子胀紧力量的大小就不一样；同时使力往往也是不均匀的，发生断断续续的现象，因此胀出的管子也不是很圆滑的。

从上面可以看出，使用机械化胀管有很大的意义，它只能提高管子胀接口的质量，而不会产生其他毛病，所以我们最好在实际工作中多采用它。

第二节 胀管的基本知识

管子要胀接得严密和牢固，要依靠好多方面。在这一节里，我们主要介绍一下影响胀接质量的几个因素，作为对胀管工作最基本的认识。

影响管子胀接质量的因素，主要有下面几点：

1. 管子胀紧的程度；
2. 胀管时材料的变形；
3. 管子和管孔壁间的间隙；
4. 管子和管孔壁的接合面；
5. 管子伸出头翻边的作用和它的长度。

现在让我们来详细分析一下这些因素：

一、管子脹緊的程度

由第一节中知道，脹管从第一个步驟“管子脹住固定”完畢時起到第二個步驟“管子脹緊翻邊”結束時止，管子的內徑又脹大了一個數值，這個數值就是管子脹緊的程度，如果我們用算式寫出來，那就是：

管子脹緊數值 = 管子“脹緊”以後的內徑 - 管子“固定”以後的內徑。

為了更加清楚起見，我們可以參看圖2的說明，圖上“ H ”表示脹緊程度；“ d_n ”表示管子沒有脹大以前原來的內徑；“ d_k ”是管子脹緊以後的內徑；“ e ”是管子在管孔中的間隙，因此就可以寫出下面公式：

$$H = d_k - d_n - e \text{ (公厘)}$$

在實際應用當中，一般不用上面的脹緊程度，而經常以這個數值與管孔原有直徑“ D_0 ”或管壁厚度“ s ”所成的百分比率來表示，普通把它叫做管子的“脹緊率”。也就是：

$$H\% = \frac{d_k - d_n - e}{D_0} \times 100;$$

或者

$$= \frac{d_k - d_n - e}{s} \times 100.$$

例如：測得管孔原有的直徑“ D_0 ”為 52 公厘，管子原來的內徑“ d_n ”是 43 公厘，脹緊以後的內徑“ d_k ”是 44.75 公厘，管子與管孔間的間隙“ e ”為 1 公厘，管壁厚度“ s ”是 4 公厘，

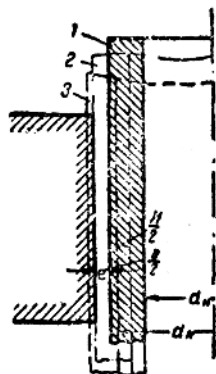


圖 2 管頭在管孔中脹大的情況
1—管壁安裝時的位置；
2—管壁脹住以後的位置；
3—管壁脹緊以後的位置。

則計算管子的脹緊率得：

$$H = \frac{44.75 - 43 - 1}{52} \times 100 = \frac{0.75}{52} \times 100 = 1.44\%$$

或者

$$= \frac{44.75 - 43 - 1}{4} \times 100 = \frac{0.75}{4} \times 100 = 18.8\%.$$

管子的脹緊率，對脹接質量有一定的影響。在開始的時候，管子的脹緊率逐漸加大，脹接的牢固性和嚴密性也隨着增強；但到一定的程度，管子脹接地方的牢固性和嚴密性達到了限度，這時候，如果再繼續加大脹緊率，由於滾柱對管孔壁的压力過大，就使管壁更要擠薄伸長向兩側管孔壁外脹出，這樣脹出的結果，管孔壁內外側的脹接縫隨即脫開，以後也不能再牢固和嚴密了。所以，我們要保證管子脹接的質量，必須適當地選擇管子的脹緊率。

根據一般的脹管經驗，管子的脹緊率，對於中壓鍋爐約為管壁厚度的15—20%，對於高壓鍋爐約為管壁厚度的20—25%。如果按管孔原有的直徑來計算的話，當管子的脹緊率約等於管孔直徑的1—1.5%時，完全可以保證管子脹接口的質量。在選擇管子脹緊率的時候，還必須考慮到一些情況，如果管子的直徑較大（管壁較厚）、管壁金屬較軟而管孔壁金屬的韌性較低，那末，管子的脹緊率就應該選得大一些。

管子最合適的脹緊程度，還可以用另外一些公式計算出來，下面這個公式是經過專門的脹管試驗和從實際工作中總結得來的：

$$H = \frac{d_n \times S_m \times 43.7}{\sqrt{d_o \times S_o \times k_b}} \text{ (公厘)}$$

式中 H ——管子脹紧程度(公厘);

d_n ——管子外徑(公厘);

S_m ——管壁厚度(公厘);

d_c ——管子平均直徑, 等于管子外徑加內徑的一半(公厘);

S_6 ——汽鼓或联箱壁的厚度(公厘);

k_p ——管孔壁金屬材料的極限强度(公斤/平方公厘)。

二、脹管时材料的变形

脹管时管子和管孔壁材料的变形, 在第一节里已經提到过, 这里我們再进一步研究一下这种变形到底是怎样一回事。

圖3是一塊有管孔的汽鼓銅板, 管孔里已經裝进管子, 圖上“ r_1 ”表示管子內徑, “ r_2 ”表示管子外徑, 滾柱的压力“ P ”作用在管子面上以后, 管子先开始脹大产生变形, 我們知道鋼

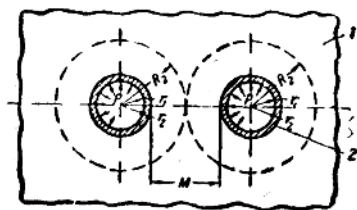


圖3 管头在管孔板中脹大的应力

1—管孔板; 2—管头;

M—管孔边之間的距离。

材是富有彈性的, 这时候如移去滾柱的压力, 管子还能縮回直徑恢复原狀, 所以是彈性变形(也就是暂时变形); 但如將管子繼續脹大超过鋼材的彈性限度时, 管子就失掉彈性, 随后产生塑性变形(也就是永久变形)。当管壁脹靠到銅板管孔壁上以后, 滾柱的压力就通过管壁傳到管孔壁上, 使管孔壁材料产生了直徑方向的应力, 現在假定应力的范围是圖3上半徑为“ R_2 ”的一个圆, 那末在这个圆面积內的鋼材也产生了变形, 但因在这范围内的应力还没有超过管孔壁材料的彈性

限度，所以这时的变形只是暂时的变形(也就是弹性变形)，在移去滚柱的压力以后，管孔壁就能回复原状紧紧地套住管子。但是在实际上，管孔壁并不完全产生弹性变形，往往在它表面上与管子接合的一层金属有塑性变形，这部分金属因挤压过紧已失掉弹性，这样就会减低管子胀接的质量。同时，两个管孔边缘之间的距离(圖 3 上的 M)，也是有一定限度的，在一般汽鼓或联箱的構造上往往都大于管子内径的 1—1.5 倍，距离太近，胀管时产生的径向应力能互相影响到胀接质量，使胀紧的地方很容易发生松动。

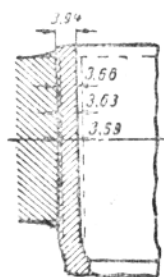


圖 4 管孔壁伸長變形

在管孔壁上除了产生直径方向的应力以外，还有横轴方向的应力和切

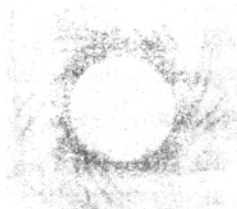


圖 5 管孔壁扭轉變形

线方向的扭转力，从圖 4 上就很明显的可以看出管孔壁边上的材料变形最大，向内外两侧伸长挤出，但中间部分的金属因轴向应力最小，所以没有变形。管孔壁这样变形很不规矩，如汽鼓或联箱壁的厚度愈小，则这样的变形就愈大。

从圖 5 上可以看到管孔壁扭转的情况，这是因为在管孔周围布满了扭转的应力，产生了一片冷加工形成的永久变形，就像圖 5 上那样从管孔边上卷起了螺旋线条。管头胀紧时扭转的情况，往往更是严重，最大能到 3—4 公厘左右。

在前面已經談到過，管子的脹接口所以能够牢固，是由于管子和管孔壁的接合面之間有摩擦力，而這種摩擦力是在管孔彈性變形和管子塑性變形的作用下產生的，所以管孔壁有縮回直徑恢復到原有位置的傾向，能緊緊地套住脹大了的管子。也可以這樣說，管子脹接口牢固和嚴密的必要條件，就是管子的塑性變形和管孔的彈性變形。如果管孔壁有形成冷加工的永久變形現象，就表示脹管已經過勁，這樣的管子脹接口就不能保持牢固和嚴密了。

因此，要得到優良的脹接口，管子材料就應當比管孔壁軟一些，必須保證管子在脹大時有塑性變形，并使管頭翻邊成喇叭口時不發生裂紋。這樣，就需要在脹管以前，把管頭先加熱退火，以增高它的可塑性能。管子退火的方法，一般取管頭200—250公厘長的地方，放在爐里用木炭、焦炭或木柴火加熱。如果是炭素鋼管，就加熱到600—650°C，這時管壁發棕紅色；要是合金鋼管——一般是15號鉻、鉬、鋼（蘇聯鋼號15XM，中國鋼號15фГ）或12號鉻、鉻、鋼（蘇聯鋼號12MX，中國鋼號12фГ），就加熱到680—700°C，這時管壁發深紅色。炭素鋼管在這個溫度下要保持10—15分鐘，合金鋼管按管壁厚度每1公厘保持3分鐘來考慮，例如管壁厚度是10公厘時，就應當保持30分鐘。在管子加熱當中，另一頭要用木塞堵住，以防止冷空氣在管子里流通；不然，管壁會很快地冷卻，這樣就要影響退火的質量。管頭冷卻時，要放在溫熱而干燥的沙子里。或者用絕熱材料（石棉、硅藻土等）包裹好，讓它慢慢地冷卻。

三、管子和管孔壁間的間隙

在脹管的實際工作當中，我們還考慮管子在管孔中的間

隙，确定这个間隙的大小，对脹接質量有很大的影响。

根据試驗的結果証明，如果管子和管孔壁間的間隙太大了，則管子一定要脹得很大以后才能脹住，这样它的厚度就变得很薄，在脹紧过程中容易使材料發生破裂。另外一方面，間隙大的管子在管孔里不容易找好中心，这样脹管时位置不正，脹紧以后也往往会發生偏斜，管子脹接口就不能严密。一般說来，間隙大了总是不好的，这样管子的脹接質量一定降低，不能保証牢固和严密。

如果間隙太小了，那末安裝管子就要費勁，同时在这第一步脹管当中，管子很快脹靠到管孔壁上，在脹住以后使管孔壁产生彈性变形，但这时管子材料的彈力也还没有消失；在繼續第二步脹管当中，当管子脹大到成为塑性变形时，管孔壁的塑性变形也随着产生，这样就減低了套紧管子的力量，使脹接口不能牢固。

所以，管子和管孔壁間最合适的間隙，应当考虑在这第一步脹管当中，只有管子从彈性变形脹大到塑性变形与管孔壁接触，再繼續进行第二步脹紧管子以后，管孔壁才开始产生彈性变形，这样就能保証紧紧的套住管子，使脹接口严密和牢固。

管子和管孔壁間正常的間隙，对于工作压力不高于 60 大气压的设备，应当是管子外徑的 1.5%；对于压力高于 60 大气压的设备，应当是管子外徑的 1%。

管子和管孔壁間的間隙值，不許可超过表 1 中最大和最小的范围。

四、管子和管孔壁的接合面

管子和管孔壁接合面的狀況，对脹接口質量的影响也很

表 1

管子与管孔壁間的間隙

管子名义外径 (公厘)	管子許可外径 (公厘)		管孔許可直径 (公厘)				管子与管孔壁間的距离 (公厘)				管子与管孔壁間的距离 与管子外径的百分比%			
	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小		
对于工作压力不高于60大气压的中、低压鍋爐														
38	38.5	37.5	38.9	38.6	1.4	0.1	3.7	0.26						
51	51.5	50.5	52.0	51.7	1.5	0.2	2.9	0.39						
83	83.8	82.2	84.4	84.0	2.2	0.2	2.7	0.24						
102	103.0	101.0	103.6	103.2	2.6	0.2	2.5	0.20						
108	109.0	107.0	109.6	109.2	2.6	0.2	2.4	0.19						
对于工作压力在 60 大气压以上的高压鍋爐														
38	38.4	37.7	38.8	38.5	1.2	0.1	3.2	0.26						
42	42.4	41.6	42.8	42.5	1.2	0.1	2.9	0.24						
51	51.4	50.6	51.8	51.5	1.2	0.1	2.4	0.20						
70	70.6	69.4	71.0	70.7	1.6	0.1	2.3	0.14						

大。我們加工管子和管孔壁的接合面，可以有兩種情況：一種是加工得粗糙一些，這樣管子和管孔壁接合的摩擦力大，脹接口就可以很牢固；但因為管子和管孔壁加工得粗糙，它的表面不平整，接合就不能嚴密，所以脹口容易漏洩。另一種是加工得精細一些，使管子和管孔壁面發出金屬光亮，這樣接合的地方是很嚴密的，但它們之間的摩擦力卻很小，脹接口就不能有很大的牢固性。

管頭翻邊以後的脹接口強度，通常要比管子在工作壓力下脫出的力要大，但是，如果管子和管孔壁的接合面加工得很粗糙的話，那要求它達到嚴密就很難，像這樣的脹接口質量雖然很牢固，脹得也挺好，可是並不嚴密，那就不能用。同樣，管子和管孔壁的接合面加工得很好，表面已經磨出金屬光亮，脹接口接合得很嚴密，可就是不牢固，這樣的脹接口也不能用。

我們從上面就可以得出結論，管子和管孔壁的接合面加工應該是這樣：表面不應該粗糙，但也不需要很光亮，一般說來，因為脹管時管頭的變形比管孔壁大，所以管頭的加工要光滑一些，對於管孔壁只要擦得潔淨或用粗砂布打光就可以了（但要注意，對於工作壓力不高于 60 大氣壓的管孔壁，不許可有 0.1 公厘以上深的划道，對於 60 大氣壓以上的管孔壁，划道深度不許可超過 0.05 公厘），對於管子頭先用粗銼把表面銼平，然後再用砂布打光就行了。這樣可以既保證了脹接口的牢固性，又照顧到了它的嚴密性。

另外還有一個問題，我們對管子和管孔壁接合面的寬度也有一定的要求，接合面過大或過小，都能影響脹接口的質量。假如汽鼓壁很厚，管子完全要脹緊的話，就需要很長的

脹管器滾柱和相當大的壓力，才能脹大管孔壁，使它產生彈性變形。用普通的脹管器根本就無法達到這種要求，這樣就無法保證脹接口的嚴密和牢固，因此，一般高壓鍋爐的汽鼓壁雖然厚（甚至達到 100 公厘以上），但脹口接合面的寬度也都不超過 45—50 公厘。假如管孔的鋼板很薄，它就很容易被脹大過勁。接合面寬度太小也不能嚴密，這樣的脹接口很容易發生漏洩，因此，一般中壓鍋爐的管孔板厚度都在 20 公厘以上，低壓鍋爐的管孔板厚度也不小於 15 公厘。

管孔壁接合面最小的寬度，可以按下面的公式計算出來。這個公式對外徑 38—102 公厘的管子完全適用：

$$h \geq s + \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2} \text{ (公厘)}$$

式中 h ——管孔壁接合面最小的寬度，公厘；

s ——汽鼓或聯箱壁的厚度，公厘；

D ——汽鼓或聯箱的外徑，公厘；

d ——管孔的直徑，公厘。

實際上，也可以近似地用下面的簡化公式來計算：

$$h \geq \frac{d}{8} + 5 \text{ (公厘)}$$

公式中“ $\geq$ ”的符號，表示計算所得的結果，大於它或等於它的管孔壁接合面寬度都是許可的。例如：管孔直徑“ d ”是 104 公厘，按上式計算得 13 加 5 等於 18 公厘，這樣就表示管孔壁接合面的寬度，在大於 18 公厘或等於 18 公厘時都是適用的。

五、管子伸出頭翻邊的作用和它的長度

管頭脹緊在管孔里以後再翻邊成喇叭口，能大大地提高

脹接口的質量。根据試驗証明：

(1) 管头翻边以后，脹接口的牢固性和严密性都有很大的增加；

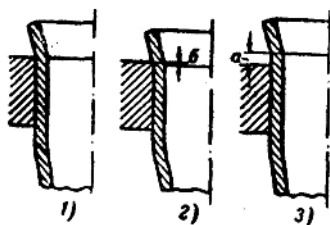


圖 6 管头翻边以后喇叭口根部的位置

(2) 管头翻边的角度愈大，脹接口的强度也就愈高（根据試驗，最大能增高約 50%）；

(3) 只有当管头翻边到管孔边上或进入管孔壁 1—2 公厘时，翻边才真正起到

管子伸出头的長度

表 2

管子名称	外徑	許可長度(公厘)			附註
	(公厘)	标准	最大	最小	
对于工作压力不高干60大气压的鍋爐					
过热器管和省煤器管	30—38	9	12	6	用在汽鼓或联箱里管孔边上有斜口的地方
	51—60	11	15	8	
鍋爐水管和水冷壁管	70—76	12	16	8	同 上
	83	12	18	9	
	102—108	15	18	9	
鍋爐水管和水冷壁管	83	19	22	15	用在一般联箱里管孔边上沒有斜口的地方
	102—108	23	27	20	
对于工作压力在60大气压以上的鍋爐					
过热器管和省煤器管	58	9	10	8	
	42—51	10	11	9	
鍋爐水管和水冷壁管	70	12	13	11	