

冷鉄和鑄筋的运用

邓良澄、王宝琛編著



机 械 工 业 出 版 社

机械工人活叶学习材料 263

冷鉄和鑄筋的运用

邓良澄、王宝琛編著



机 械 工 业 出 版 社

我國的鑄造技術，是在世界上具有悠久而光榮的歷史的，由於長期的封建主義和帝國主義的雙重壓迫和摧殘，近百餘年來却落後於工業先進的國家了。現在中國人民已經推翻了壓在自己身上的兩座大山，在中國共產黨的領導下，正進行着偉大的社會主義建設。各門科學和技術都有了發展，鑄造技術也不例外，但是需要解決的問題是很多的。在鑄造技術方面，急待解決的嚴重問題是：怎樣才能得到質量優良，成本低廉的鑄件，怎樣避免鑄件報廢，特別是避免某些鋼、鐵鑄件產生裂紋和縮孔。

加冷鐵和割鑄筋是避免鑄件產生裂紋、縮孔或變形的一種方法。這種方法在蘇聯工廠和我國某些工廠的鑄造車間中廣泛地運用着，特別是在鋼鑄件的鑄造方面，取得了很好的效果。下面介紹一下這種方法。

一 冷鐵的運用

1 產生縮孔的原因 把高溫的液體金屬澆入砂型以後，由於砂型壁的溫度低和型砂散熱快，液體金屬的溫度就很快地開始下降，液體金屬的體積就顯著地開始減小。這種現象叫做收縮。金屬從液體凝固成固體，再冷卻到室溫，在這個過程中，它的體積會發生三種收縮：

一、液縮——當液體金屬從澆鑄溫度慢慢冷卻到溶點的時候，體積也隨着溫度的下降漸漸地縮小。這種收縮叫做液縮。液縮的大小跟澆鑄溫度有關係。一般鋼水，每當溫度降低 100°C ，體積大約要縮小 $1.5\sim 1.75\%$ 。

二、凝縮——凝縮發生在金屬從液體凝結成固體的時候。鑄件

的體積，在這一階段縮小得最厲害。鑄件中的縮孔主要就在這一階段發生。

三、固縮——金屬從固點冷却到室內溫度（約 20°C ）的時候所發生的收縮叫做固縮。金屬在這個階段的體積是按照簡單的熱脹冷縮的原則變化的，所以這種收縮對鑄件產生縮孔沒有影響。

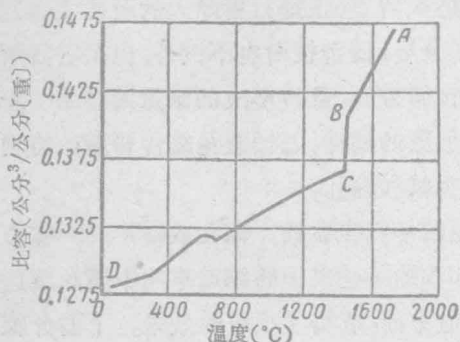


圖1 鋼的比容在冷却過程中的變化。

現在我們以鋼為例，來說明它在冷却過程中的體積變化。圖1表示含碳0.35%的鋼在冷却過程中的體積變化的曲線。橫座標表示溫度（ $^{\circ}\text{C}$ ），縱座標表示體積變化的大小（公分³/公分[重]）。圖中的AB曲線

表示鋼水在從高溫冷却到開始凝固的過程中的體積收縮（溫度每降低 100°C ，體積收縮 1.6%）；BC曲線表示鋼在凝縮階段的體積收縮；CD曲線表示固體鋼的體積收縮。

現在我們進一步來研究各種元素對鋼的三種收縮的影響。

1) 增加鋼水中的鉻和鋁，會稍微減小它的液體收縮；增加鋼水中的碳、矽、錳、磷會稍微增高它的液體收縮。

2) 碳對鋼的凝固收縮是：含碳量越高，凝固收縮越大（如表1所示）。

表1 碳對鋼在凝固時的影響

鋼的含碳量(%)	0.1	0.35	0.45	0.7
鋼在凝固時的收縮(%)	2.0	3.0	4.3	5.3

3)鋼的固體收縮是隨含碳量的增加而降低的。

4)鋼的全部體積收縮是隨含碳量的增加而提高的（如表2所示）。

表2 碳對鋼的全部體積收縮的影響

鋼的含碳量(%)	0.1	0.4	0.7	1.0
鋼的全部體積收縮(%)	10.5	11.3	12.1	14.0

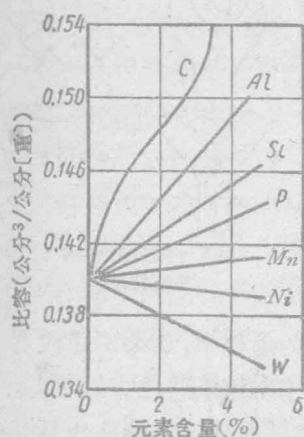


圖2 各種元素對鋼的比容的影響。

圖2表示幾種合金元素對在1600°C時的液態鋼和在20°C時的固態鋼的體積收縮的影響。

2 產生縮孔的區域 圖3表示鑄件內的液體金屬逐步凝固和產生縮孔的過程。縮孔的位置是在鑄件上最後凝固的地方。

圖4甲表示縮孔在鑄件中分佈的位置，它是產生在鑄件上最厚的地方的。防止產生縮孔最有效的一種方法，就是採用冒口，使縮孔產生在冒口中，如圖4乙所示。



圖3 鑄件逐漸凝固和產生縮孔的示意圖。

任何一個鑄件都是由各種形狀和壁厚不同的部分結構成的。常見的幾種結構的形狀如圖 5 所示，是丁字形、井字形、L 字形、十字形等。在這些壁厚互相交接地方的金屬，比鑄件壁上的金屬冷卻得慢。在這些壁厚互相交接的地方往往會產生縮孔或縮鬆，特別是在鑄件是鋼或者

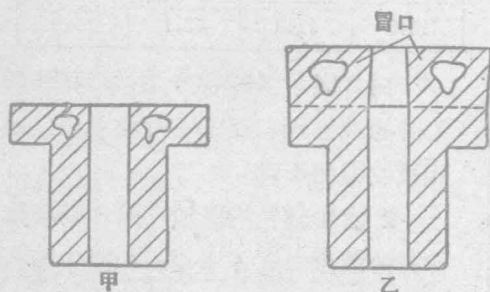


圖 4 鑄件中縮孔分布的情況：
甲—在沒有冒口的時候；乙—在有冒口的時候。

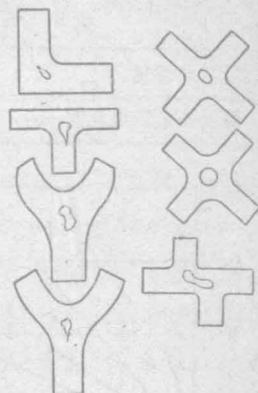


圖 5 鑄件的幾種
典型結構。

其他收縮性大的材料的時候。在製造鑄件的過程中，如果不能或者不適宜於採用冒口來補縮，可以採用冷鐵來加速這些地方的冷卻。經驗證明，這是一種保證得到沒有縮孔或縮鬆的緻密鑄件的最有效方法。

3 冷鐵的種類 上面已經談到，加冷鐵是爲了加速鑄件厚斷面中的熱區的冷卻，以防止鑄件產生縮孔、縮鬆，同時防止鑄件產生裂紋。有時在製造鐵鑄件的時候，還可以用冷鐵來提高鑄件表面硬度、增加鑄件的耐磨性；鑄造鑄鐵的機床床身導軌時運用了冷鐵，就是一個很好的例子。

冷鐵可以分成外冷鐵和內冷鐵兩種。

內冷鐵安裝在砂型中的十字形或丁字形轉角的交接地方，在這些地方安放冒口是比較困難或者是不適當的。它要在砂型經過

烘乾後才裝進去。這種冷鐵可以用各種不同的方法固定在砂型或泥心上。液體金屬澆滿砂型後，冷鐵就全部被液體金屬包围了，它跟液體金屬也就熔接成爲一體。由於冷鐵的溫度比液體金屬的溫度低很多，而且它的導熱率高，這就使放有內冷鐵的地方的液體金屬加快凝固，縮孔、縮鬆或裂紋就不會產生。

外冷鐵大部分是在製造砂型或泥心的時候，預先固定在砂型或泥心的表面上的；它跟鑄件壁的外表面接觸。在採用刮板造型的時候，預先安放冷鐵是有困難的，可以在砂型製造成功以後，在砂型上按照尺寸挖出冷鐵的位置，再把它安裝上去。由於外冷鐵的表面跟液體金屬相接觸，因而加速液體金屬的冷卻。這種冷鐵可以在清理鑄件的時候跟型砂一起清理出來，並且可以重複使用。

外冷鐵加速金屬的冷卻作用雖然沒有內冷鐵的效率高，但是，它在實際運用中是比內冷鐵更廣泛，並且對於某要求質量高或是須耐內壓力的鑄件是限制使用內冷鐵的。

4 內冷鐵的形狀 一般常用的內冷鐵的形狀是圓柱形的。這些冷鐵多用壓軋後的鋼條做成，直徑多半是6~30公厘。製造汽錘的砧子、打樁錘、吊錘等所使用的內冷鐵的數量比較多，爲了降低鑄件成本，內冷鐵可以採用澆鑄鋼錠時用的澆口棒來代替，常使用的是直徑40~50公厘的澆口棒。在製造小型鑄件的時候，或在某些特殊情況下，可以用大頭釘來做內冷鐵。

圖6表示幾種典型的內冷鐵的形狀。其中甲、乙兩種形狀的冷鐵，一頭壓軋成尖的，這樣就容易把它插到砂型中去。兩頭尖的冷鐵可以很好地跟液體金屬熔接起來，鑄件就不會沿着冷鐵的頂端產生裂紋。圖中丙和丁表示兩種釘狀冷鐵，這種冷鐵多半是製釘工廠製造的。圖中戊所表示的冷鐵，是用壓軋鋼做成一定的長度和形狀，然後用鉚接的方法或者用鐵絲綁成的。圖中己所表示的那種形

狀的冷鐵，用壓軋鋼車成螺旋形，爲了安裝方便，下端做成尖的。圖中庚所表示的那種形狀的冷鐵，是由泥心撐工廠製造，冷鐵上的釘子是專門爲了安裝用的。

以上幾種內冷鐵，以甲乙丙丁庚等種在實際工作中運用最廣泛。

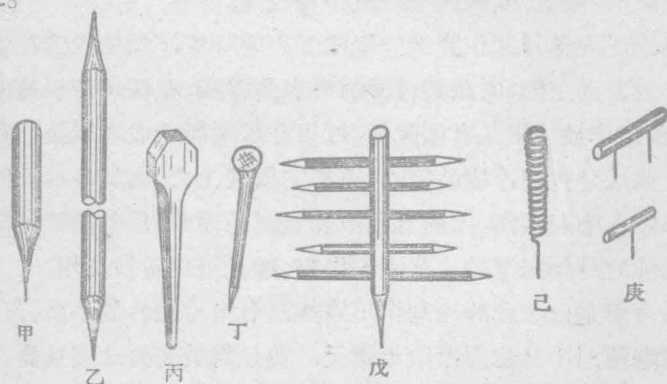


圖 6 幾種內冷鐵的形狀。

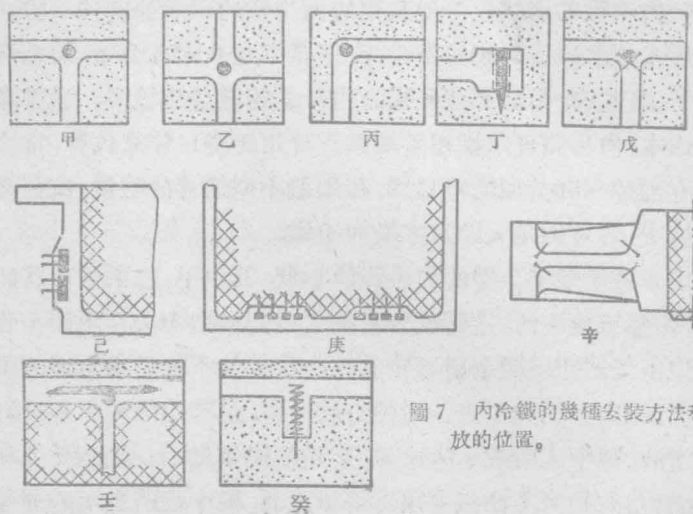


圖 7 內冷鐵的幾種安裝方法和安放的位置。

5 內冷鐵的安裝方法和安放的位置 內冷鐵在砂型中的位置必須正確，而且要裝得很堅固，避免因受液體金屬沖擊而改變位置，影響鑄件質量，使冷鐵不能發揮應有的作用。圖7表示幾種最常見的內冷鐵安裝方法和它的位置。爲了更進一步了解這個問題，大家可以參看表3內所解說的。

6 外冷鐵的形狀 外冷鐵的形狀比內冷鐵的形狀複雜，因爲外冷鐵的形狀多半是根據鑄件需要外冷鐵處的形狀來決定的。常用的幾種形狀的外冷鐵如圖8所示。把壓輾鋼切成適當長短，再鉚

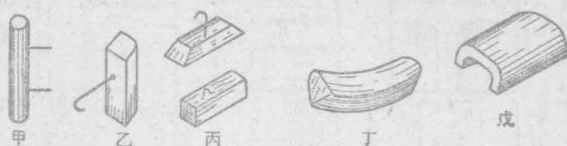


圖8 幾種外冷鐵的形狀。

上1~2個安裝用爪子，就成了甲種外冷鐵；這種冷鐵適用於砂型或泥心的圓角處。圖中乙表示成型冷鐵，常常是鑄鋼的，在冷鐵表面上鑄有1~2個安裝用的爪子。丙、丁、戊表示另外幾種成型冷鐵。在實際工作中，以圓鋼冷鐵用得比較廣。現在我們來分析一下成型冷鐵和圓鋼冷鐵的優缺點：

圓鋼冷鐵的優點是：1)製造過程簡單，所需要的工時少，一般是用壓輾鋼切成的；2)圓鋼表面比較光滑；3)圓鋼的直徑規格很多，可以根據鑄件的圓角尺寸來選擇圓鋼直徑。

圓鋼冷鐵的缺點是：1)急冷作用比成型冷鐵的作用差一些；2)冷鐵跟型砂的不能緊接着，型砂容易被鋼水沖失，因而會使鑄件產生砂眼。

成型冷鐵的優點是：1)急冷作用比圓鋼冷鐵稍微高些；2)冷鐵跟型砂接合得比較緊密。製造這種冷鐵需要的工時多，會提高鑄件

的成本，因此，這種冷鐵一般只適用於大量或成批生產定型鑄件的時候。

7 外冷鐵的安裝方法和安放的位置 外冷鐵是安裝在砂型或泥心上的，必須裝得很牢固。如果外冷鐵是放在泥心或砂型的側面或頂面，那末在冷鐵的背面必須做有鐵鉤，以便緊固。圖 9 表示幾種外冷鐵的安裝方法和安放的位置。要更好地了解這個問題，可以參看表 4 內所解說的。

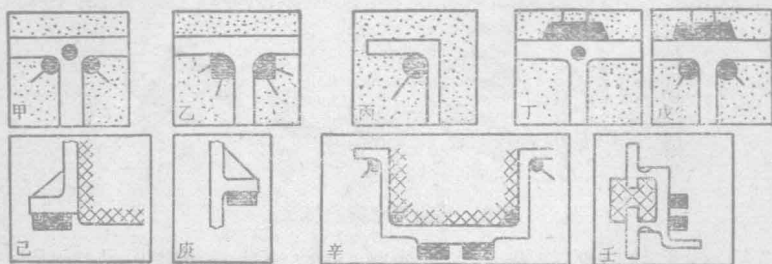


圖 9 幾種外冷鐵的安裝方法和安放的位置。

8 對冷鐵的技術要求 使用內冷鐵的時候應當注意下列幾點：

一、內冷鐵的材質應該跟鑄件的材質基本上相同，例如製造鋼、鐵鑄件應當應用低碳鋼冷鐵，製造青銅、黃銅鑄件應當應用銅冷鐵，製造鋁鑄件應當應用鋁冷鐵。

二、內冷鐵必須十分乾淨。在使用之前，應當把鐵銹、灰塵、油漬等髒東西清除乾淨，免得在高溫液體金屬澆進砂型中的時候，這些髒東西氧化成氣體，使鑄件容易產生氣孔。

三、乾砂型的內冷鐵應當在砂型烘乾以後放進去。如果預先放進去，烘乾時就容易發生氧化，而在冷鐵表面生成鐵銹，這樣就容易使鑄件產生氣孔。放內冷鐵的眼子，應當在砂型進窯烘乾之前預

表3 內冷鐵的安裝方法表解

編號	說	明
1	在丁字形或十字形的橫斷面接頭處應用內冷鐵的時候，可以直接把它插入砂型內。	
2	在丁字形或十字形的縱斷面接頭處應用冷鐵的時候，要用釘子或吊鉤來固定；斷面平面向上的，要用兩個釘子交叉托住；斷面平面向下的，要用鐵吊來鉤住，不許用兩個釘子交叉托住。	
3	在鑄件的底部或側面有凸出的壁厚斷面，當不能或不宜用冒口來補縮的時候，可以在這些地方插些小鐵釘。	
4	在製造斷面極厚的鑄件如汽錘砧子、軋鋼機架體等的時候，要縱橫均勻地把冷鐵一層一層地排列成井字形，並用鐵絲綁緊。	
5	在製造斷面較厚而中央有鑄孔的鑄件的這種孔的時候，有效的方法之一就是利用鐵管，並在鐵管上綁一層或兩層鐵棒做冷鐵，以防止管子熔化。	

表4 外冷鐵的安裝方法表解

編號	說明	圖
1	丁字形接頭處急冷面的冷鐵的放置方法： (1)是冷鐵放在鑄件壁厚的底部，可以直接放在砂型中； (2)是冷鐵放在鑄件壁厚的頂部，必須有吊鉤； (3)是冷鐵放在鑄件壁厚的側部，必須有吊鉤。	
2	鑄件上的搭子或法藍部分的冷鐵的放置方法：凡搭子或法藍斷面較小的，可以應用兩端沒有斜度的冷鐵，用吊鉤固定在砂型中。	
3	製造某些必須有直角部分的鑄件的時候，可以在泥心上安裝薄片冷鐵。	
4	在鑄件上的轉角處安放冷鐵時，必須根據轉角的大小來確定冷鐵是用圓鋼（當轉角半徑較小時）或是鑄造型冷鐵（當轉角半徑較大時），冷鐵必須交錯地排列，並在冷鐵間距的砂型上割出適當大小的收縮筋，以防止鑄件產生裂紋。	
5	在製造有大轉角的鑄件的時候，安放的冷鐵必須是有吊鉤的成型冷鐵。	

先挖好。濕砂型的內冷鐵，不要在造型的時候就放上去，應當在扣箱的時候再放進去，以免時間過長，在內冷鐵上凝結了水分；一般內冷鐵放在砂型裏的時間大約是3~4小時。

四、內冷鐵的表面要鍍錫或鍍鋁，以防止生銹。某些特殊的內冷鐵須先進行酸洗，然後鍍鋁。

冷鐵的酸洗成分是：採用2% 硫（濃度95%）和98%水配合成酸液，並通以蒸氣，使酸液溫度維持在30~40°C，以加速酸洗的作用。冷鐵在酸液中浸漬20小時左右，就可以全部把鐵銹除去，這樣可以用清水把附在冷鐵上的酸液洗去，冷鐵就可使用。

五、使用的內冷鐵體積不應當太大，否則就不能很好地跟液體金屬熔接成爲一個整體。如果必須用較大的內冷鐵，可以用數根細小的冷鐵綁成整體，然後使用。這樣液體金屬就容易跟冷鐵熔接在一起。

使用外冷鐵的時候應當注意下列幾點：

一、外冷鐵的工作表面，必須跟液體金屬相接觸，必須要求這一表面光滑平整，有時還要塗刷一層塗料，常用的塗料是石墨粉；

二、外冷鐵要選用熔點較高的低碳鋼做成，以免被液體金屬熔接在一起，特別是鋼鑄件，自然澆注某些熔點比較低的金屬也可以用鑄鐵來做外冷鐵；

三、外冷鐵的表面必須清潔，應當跟要急冷的斷面緊密地配合起來；

四、體積大和重量重的外冷鐵的四邊，應當向上留有45度左右的斜度，以免使鑄件因發生過度的冷卻而產生裂紋；

五、外冷鐵的體積和重量都不宜太大，特別是放在砂型頂面或側面的冷鐵，如果太大就容易使它塌陷。

9 冷鐵尺寸的確定 關於冷鐵尺寸的計算，目前還沒有研究

出適當可行的公式，多數根據實際的經驗來確定。

一、內冷鐵尺寸的確定方法：

1) 丁字或十字形接頭處的內冷鐵大小，可以採用這個經驗公式算出：

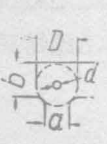
$$d = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4} \right) D。$$

式中 d —— 內冷鐵的直徑(公厘)；

D —— 接頭處畫出的熱圓直徑(公厘)。

在實際工作也可以引用表 5 的數據。

表5 丁字形或十字形接頭處的內冷鐵的尺寸的確定

草 圖	D	d	冷鐵數量	備 註
	30	4~7	1	1. 冷鐵材質是壓鑄鋼。 2. 當 $D \geq 90$ 公厘時，冷鐵必須用 3~5 根壓鑄鋼組成， $d = \frac{1}{4} D。$ 3. 某些情形下，可以配合運用外冷鐵。
	40	5~10	1	
	50	6~12	1	
	60	7~15	1	
	70	9~17	1	
	80	10~20	1	
	90	12~23	3	
	100	13~25	3	

2) 需要機械加工孔部的內冷鐵大小，可以採用這個經驗公式算出：

$$d = \frac{1}{2} D。$$

式中 d —— 內冷鐵的直徑(公厘)；

D —— 加工孔的直徑(公厘)。

在實際工作中也可以引用表 6 的數據。

3) 汽錘砧子，打撻錘頭等鑄件的內冷鐵，可以採用這個經驗公式算出：

$$W = KQ。$$

式中 W —— 內冷鐵重量(公斤)；

Q —— 鑄件重量(公斤)；

K ——係數，見表7。

表， 需要機械加工孔部的內冷鐵尺寸的確定

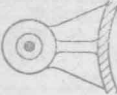
草 圖	D	d	備 註
	20	8~10	1. 加工孔的直徑>80公厘時，常用泥心或冒口。 2. 加工孔的直徑太小時，內冷鐵必須放置正確。
	30	12~15	
	40	16~20	
	50	21~25	
	60	26~30	
	80	35~40	

表7 內冷鐵重量跟鑄件重量的百分比

鑄件類型	K 值	內冷鐵直徑(公厘)	備 註
大型鑄件	8~10%	30~40	1. 內冷鐵直徑>30公厘的，可以用澆注鋼錠的澆口棒；<30公厘的，可以用圓鋼製成；再小的，可以用建築釘或馬蹄釘。 2. 鑄件形狀是整體的，如砧子之類，內冷鐵重量按鑄件總重量來計算；在其他情況下，按鑄件上必須放內冷鐵的部分的重量來計算。
中型鑄件	6~7%	19~30	
小型鑄件	2~5%	5~15	

二、外冷鐵尺寸的確定方法：

1) 鑄件壁轉角(即砂型或泥心的圓根)處的外冷鐵尺寸，可以採用這個經驗公式算出：

$$d = 2R。$$

式中 d ——外冷鐵的直徑(公厘)；

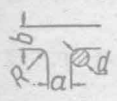
R ——轉角處的圓角半徑(公厘)。

在實際工作中也可以引用表8的數據。

2) 鑄件上的丁字形接頭處的外冷鐵的尺寸，可以採用這些經驗公式來確定：

$$T = (0.5 \sim 0.8) D；$$

表8 鑄件壁轉角處的外冷鐵的尺寸的確定

草 圖	R	d	冷鐵長度	冷 鐵 間 的 距 離	備 註
	5	10	80~100	20~30	1. 當 $R < 15$ 公厘時，冷鐵要用圓鋼製成； $R > 15$ 公厘時，冷鐵要採用澆注的成型冷鐵。 2. 表中 R 值應當按鑄造工藝上的規定來計算。 3. 在 R 值過小，而鑄件壁較厚的情形下，可以跟內冷鐵配合使用。
	8	16	100~120	20~30	
	10	20	120~150	20~30	
	12	24	120~150	20~30	
	15	30	150~180	30~40	
	20	40	150~180	30~40	
	25	50	150~180	40~60	
	30	60	150~180	40~60	

$$L = (1.5 \sim 2.5) D;$$

$$e = (1.4 \sim 1.5) D_0$$

式中 T ——冷鐵厚度(公厘);

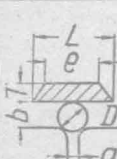
L ——冷鐵總長度(公厘);

D ——接頭處畫出的熱圓直徑(公厘);

e ——冷鐵的最有效長度(公厘)。

在實際工作中可以引用表9的數據。

表9 丁字形接頭處的外冷鐵尺寸的確定

草 圖	D	$\frac{T}{D}$	$\frac{L}{D}$	$\frac{e}{D}$	備 註
	<40	0.5~0.7	2.5	1.5	1. 當 $D > 70$ 公厘時，一般都採用內冷鐵來配合運用，此時 T 值應當適當減小。 2. 計算出的 T 值，不宜大於 b 值，如果大了，必須採用較小的係數，或適當加以減小。
	40~70	0.6~0.8	2.0~2.5	1.5	
	71~100	0.6~0.8	1.5~2.2	1.4	

3) 鑄件上的搭子或法蘭處的外冷鐵，可以採用下列公式來確定：

$$T = (0.4 \sim 1.5) W_0$$