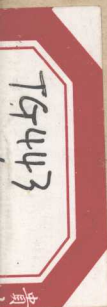


机械工人活叶学习材料 169

沈玉麟編著

电焊工作中的缺陷和原因



机 械 工 业 出 版 社

內容提要 為要保證電焊工作的質量，識別電焊工作中的缺陷的原因是重要的。這本小冊子着重地分析和說明電焊工作中各種缺陷的原因。對於焊縫的外表檢查，也有扼要地敘述。可供四級到五級電焊同志作學習材料。

本書由於紙張質量較差，致使銅版插圖模糊不清。特把全部插圖集中重印，列於正文之末，請讀者注意。

編著者：沈玉麟

NO. 0539

1954年7月第一版 1958年11月第一版第二次印刷

787×1092^{1/32} 字數 15 千字 印張 11/16 8,001—25,300 冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬莊)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

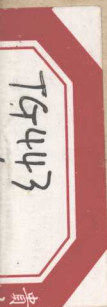
北京市書刊出版業營業
許可証出字第008號

統一書號 T15033·1218
定 價 (9) 0.08 元

机械工人活叶学习材料 169

沈玉麟 編 著

电焊工作中的缺陷和原因



机 械 工 业 出 版 社

T6.443

16

一 電銲工作質量的重要

祖國經濟建設的第一個五年計劃已經開始了。到處都在進行着各種新的工程，在這些工程中，電銲的使用將一天天的廣泛，例如廠房房架、機器底座、起重設備、橋樑、船舶、油庫、鍋爐等等都要由鉚接逐漸改變到銲接。這是因為電銲在節約材料，提高勞動生產率等方面都具有不可否認的優點。可是電銲是否可以發揮它的優點，担负起製造具大金屬結構的任務呢？這就要看我們能不能保證銲接的質量了。由於忽視銲接的質量，因而引起電銲結構破壞的事故是非常普遍的。圖1及圖2就是巨型電銲結構因為銲接質量不良而破壞的例子。

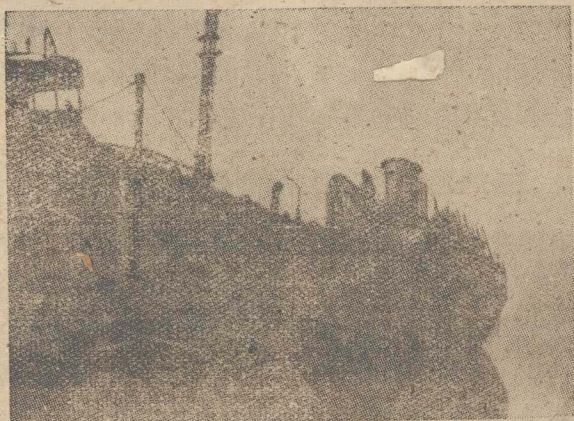


圖1 全部電銲結構的巨型油船因銲接質量低劣自行破裂

電銲結構破壞的原因，除了結構設計不合理和使用的材料質量不合要求外，主要是銲接工作同志在施工中造成的缺陷所致。一

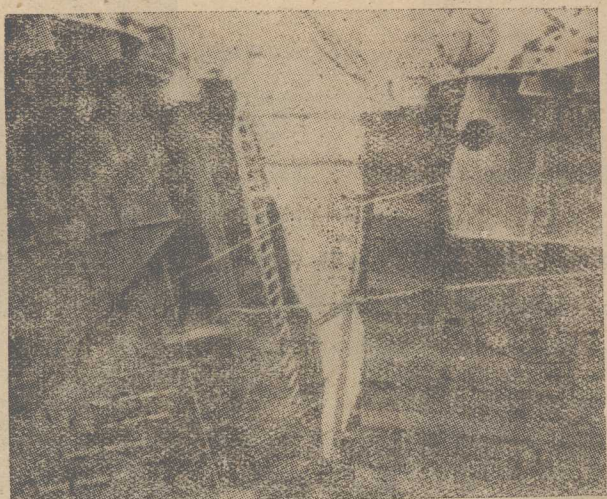


圖 2 電銲油船破裂後內部結構損壞情況

般電銲工作同志往往沒有認識到工作中的細微缺陷所能引起的嚴重後果，任何粗心大意都會招致人民生命財產的巨大損失。因此認清銲接的缺陷和原因，從而保證工作質量是非常重要的。

二 電銲工作中的缺陷和原因

1 沒有熔透 電弧銲接的時候銲條在電弧熱力下熔化滴向銲縫，另一方面銲接物即母材也有一部分受熱熔化，和銲條的熔化金屬結合在一起。母材受熱熔化的深度叫做熔透深度，是保持銲接強度的重要因素。母材和熔化金屬間如有局部沒有熔合便會形成沒有熔透的現象。銲縫沒有熔透是極普遍也是很嚴重的缺陷，它可以削弱銲接強度的 60~80%。

根據銲縫內沒有熔透部分的位置可分為以下幾種：

一、銲縫頂部沒有熔透——如 V 和 X 形對接銲縫的角頂沒有

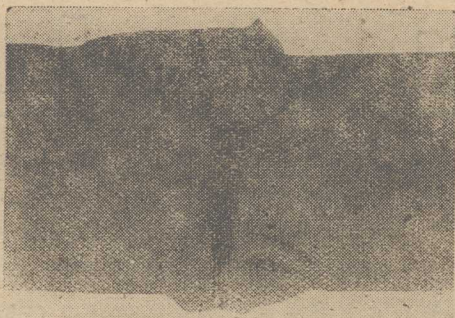
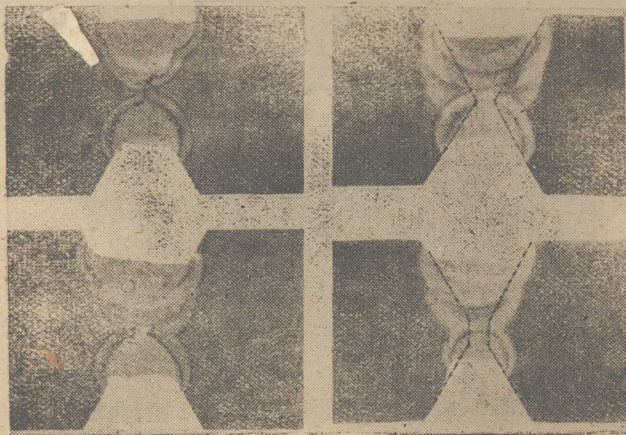


圖3 空心鐸接（放大 $\frac{1}{2}$ 倍，取自破壞的××輪）

- 原因：
- | | |
|--------------|---------------|
| 1. 鋼板邊緣修切不良。 | 4. 用錯鐸條。 |
| 2. 鐸接槽剝鑿不良。 | 5. 電流及電壓調整錯誤。 |
| 3. 縫隙太小。 | 6. 鐸接速度不對。 |



誤

正

圖4，鐸縫頂部沒有熔透

熔透，及不切邊的對接鐸縫中心處沒有熔透（圖3及圖4）。

填角電鐸的時候，接頭的角頂沒有熔透及對接接頭鐸一面的時候，底面沒有熔透，如圖5所示，這兩種情形也屬於這一類。

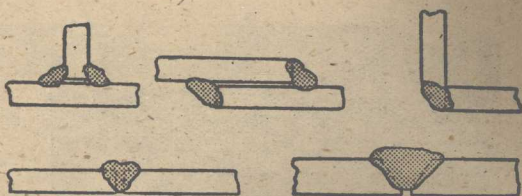


圖 5 填角電焊和對接接頭焊一面時沒有熔透的情形

二、焊縫邊沒有熔透——對接及填角焊縫中母材邊緣和熔化金屬沒有熔合(如圖 6), 甚至會形成縫隙如圖 7 右部所示。

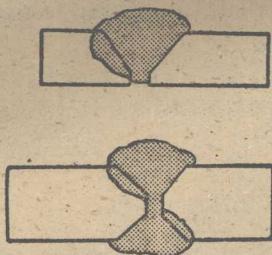


圖 6 沒有熔透的焊接

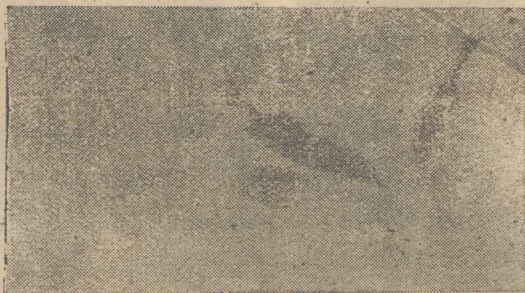


圖 7 焊縫邊沒有熔透形成縫隙(放大 3 倍)

- 原因:
- | | |
|-----------------|---------------|
| 1. 鋼板邊緣修切不良。 | 7. 刮鑿工具不良。 |
| 2. 焊接槽刮鑿不良。 | 8. 焊接速度太快。 |
| 3. 縫隙太小。 | 9. 焊條直徑過大。 |
| 4. 焊槽清除不夠乾淨。 | 10. 焊條種類不對。 |
| 5. 填塞鐵條(因縫隙太大)。 | 11. 電流及電壓不適當。 |
| 6. 焊縫背面沒有刮鑿。 | |

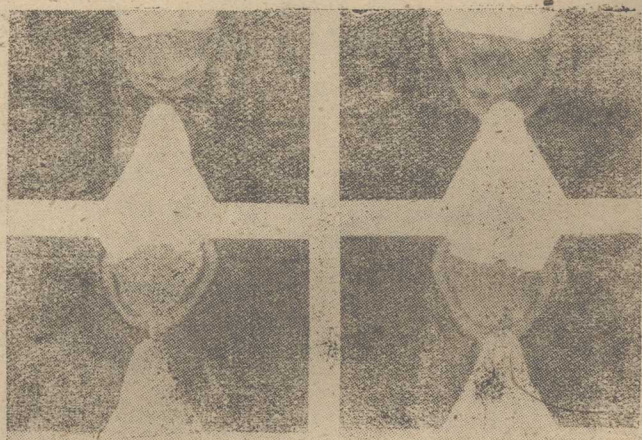
三、多層焊縫中某層熔化金屬沒有熔透——如圖 8 所示。



圖8 沒有熔透的鉚接(浸蝕後放大2倍)

引起鉚縫沒有熔透的原因通常有以下幾點:

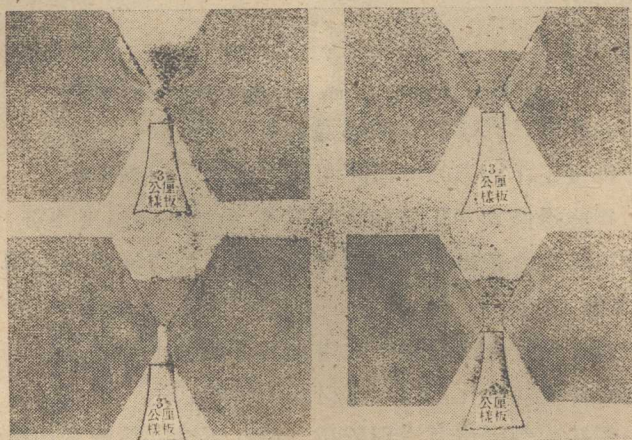
- 1) 鉚接工作同志的技術水平太差或對工作不重視;
- 2) 鉚縫邊修切不正確和裝配不良, 如坡口的斜度不夠、縫隙太小、坡口的純邊留得太厚或厚薄不一致, 及鉚縫背面剝鑿不夠等(圖9及圖10);
- 3) 鉚接速度太快而電弧的電壓和電流都不夠;
- 4) 鉚條受熱熔化加強而母材還不夠熱;
- 5) 鉚接前鉚縫沒有清理乾淨, 有鏽、熔渣, 氣鉚割切後殘留的氧化物及其他髒物, 使母材的邊緣或多層鉚接時的第一層熔化不良;
- 6) 鉚條傾斜角度不對, 以致熔池偏於母材邊緣的某一面;



誤

正

圖9 鉚縫角頂劇斂不良引起鉚縫沒有熔透



誤

正

圖10 縫隙不對引起沒有熔透

7) 電弧的磁力吹動。

上面所說的幾種沒有熔透的情況當中，要算鉚縫邊沒有熔透

最危險，它在強度上等於鉚縫有裂紋，因此這種鉚縫應該屬於廢品。多層鉚縫熔化金屬個別層間沒有熔透的情況比較少，往往只在鉚縫很短的區域內發現，所以它的嚴重性比起前面的一種要輕。一般鉚接管子和其他背面不能鉚的結構時常有底邊沒有熔透的現象出現，在這種情況下沒有熔透的深度可以許可到母材斷面厚度的15%。

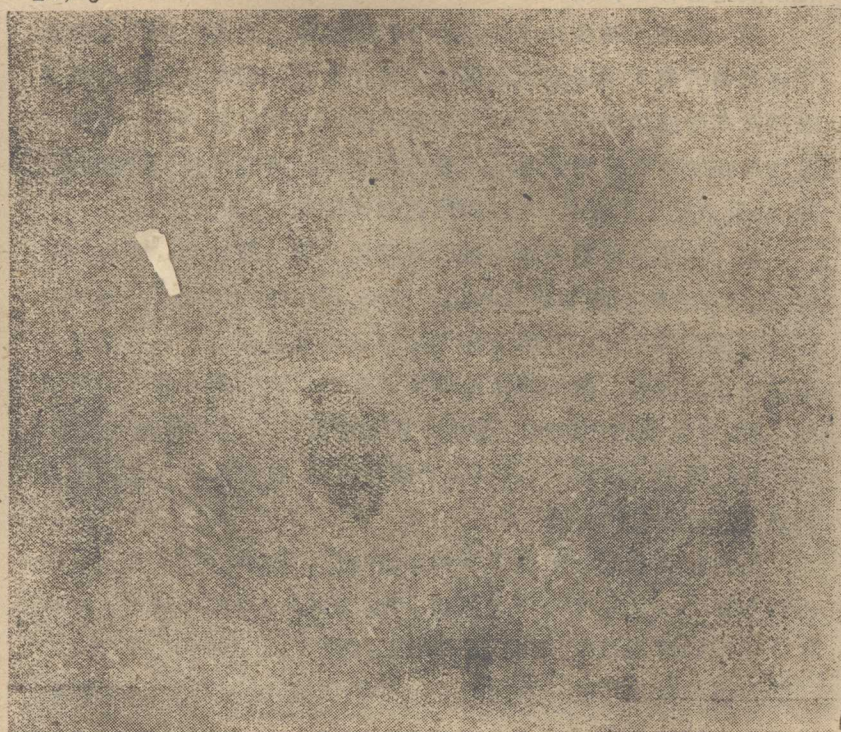


圖11 鉚縫內有溶渣等雜質(浸蝕后放大2倍,取自油船船壳)

- 原因：
- | | |
|------------------|--------------|
| 1. 鉚接前接頭未清理乾淨。 | 5. 鉚接速度太快。 |
| 2. 多層鉚接的鉚道未清理乾淨。 | 6. 電流及電壓不合適。 |
| 3. 縫隙太大,背面又無墊板。 | 7. 電弧太長。 |
| 4. 正面或背面割鑿不夠。 | 8. 鉚條太乾燥。 |

2 熔渣雜質 鉚縫內含有熔渣雜質（圖 11）會直接削弱了鉚縫的斷面，使電鉚接頭的強度大大降低。熔渣雜質的來源有兩種可能：一種是由於熔化金屬內混入了其他雜質微粒而發生熔渣雜質，這是屬於物理的原因；另一種是由於熔渣的某些成分溶解於鉚縫金屬內，熔化金屬和周圍大氣的作用，以及熔化金屬本身內發生的化學反應等化學作用。

第一類熔渣雜質的產生通常是鉚接邊緣不清潔，如用氣鉚割切後殘留的氧化鐵或其他鐵銹等雜質。再就是暫鉚後沒有把熔渣敲淨及多層鉚縫中前一層鉚完後熔渣清除不夠乾淨。此外，鋼板在割切邊緣的時候，可能發現鋼板內有順壓延方向伸長的非金屬雜質。如果不把它們去掉，就會遺留在鉚接接頭裏面。

第二類熔渣雜質的產生是因為熔化金屬溶液冷卻和凝固的時候，某些化合物沉澱和雜質氧化的結果。在正常的情况下，電鉚時鉚條被覆劑熔化形成的熔渣應完全浮在鉚縫表面上。如果熔化金屬凝固速度提高，熔渣來不及浮出表面就會有一部分留在鉚縫裏面，這種現象發生在鉚接時電流小周圍溫度低和鉚件厚的情況下。鉚條的被覆劑不夠厚，以致鉚出的熔渣層薄，也會使熔化金屬的冷卻速度提高。

用白粉或其他薄被覆鉚條鉚接的時候，因為沒有防止熔化金屬被空氣中氧氣氧化的保護氣體，所以在熔化金屬中最易發現成氧化鐵形的熔渣雜質。用上等鉚條鉚接的時候，如果被覆劑成分不對，就不能保證熔化金屬發生必要的反應，特別是金屬的脫氧，也會形成熔渣雜質。

熔渣雜質造成高度應力集中，並大大減少鉚接接頭的衝擊強度。集中鉚縫表面的熔渣雜質即使數量較多也不如在鉚縫深處的大粒雜質對鉚接接頭的衝擊強度危害性大。

此外，熔化金屬中的針形氮化物和磷化物（顯微性雜質）增多會使金屬的脆性增加，一氧化鐵及硫化鐵等雜質會使熔化金屬產生熱脆性。

3 裂紋 裂紋是鐸焊接頭中最危險的缺陷。它除了減少鐸縫的斷面面積，降低接頭的靜力強度外，同時引起高度的應力集中，使裂紋逐漸擴大，接頭的動力強度和振動強度也因應力集中的原因而大大降低。

裂紋的形狀一般可分為縱向和橫向的兩種；縱向裂紋在熔池凹口內最常見，因為熔池凹口往往沒有填滿，又容易沾染有害的雜



圖12 收縮裂縫（放大1倍，取自破壞的油船）

原因： 1. 鐸接結束時沒有把熔池凹口填滿或剷去。

2. 沒有遵守規定的鐸接程序。 5. 縫隙太小。

3. 忽略必要的預熱。

6. 電流及電壓不合適。

4. 用錯鐸條。

質而使塑性降低，裂紋可以從熔池凹口沿鉚縫擴大。橫向裂紋在鉚合金鋼時最常見，一般低碳鋼，鉚接時沒有硬化的傾向，裂紋的主要原因是局部高熱產生的收縮應力，所以多半在鉚接後剛冷卻或過些時後才發生裂紋。鉚接容易硬化的合金鋼，碳鋼時，裂紋多半在金屬受熱時發生。

由於鉚縫存在其他缺陷如熔透不足等也會引起裂紋。

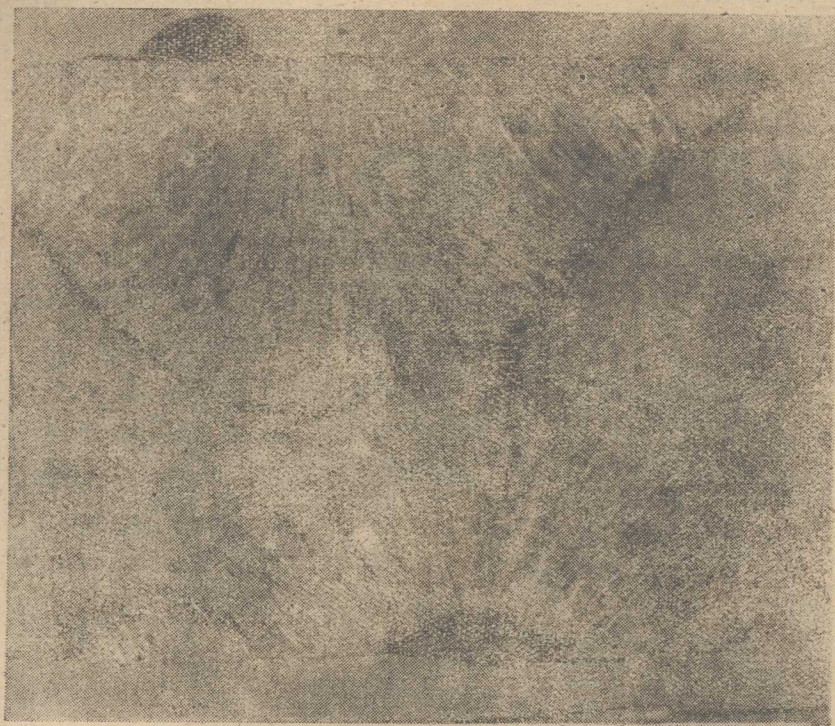


圖13 鉚縫中其他裂紋及缺痕(放大2倍)

- 原因：
- | | |
|-----------------|--------------|
| 1. 鉚道不夠大。 | 5. 用錯鉚條。 |
| 2. 錘打第一層鉚道。 | 6. 縫隙太小。 |
| 3. 鉚縫交叉處刺鑿不耳。 | 7. 電流及電壓不合適。 |
| 4. 沒有遵守規定的鉚接程序。 | |

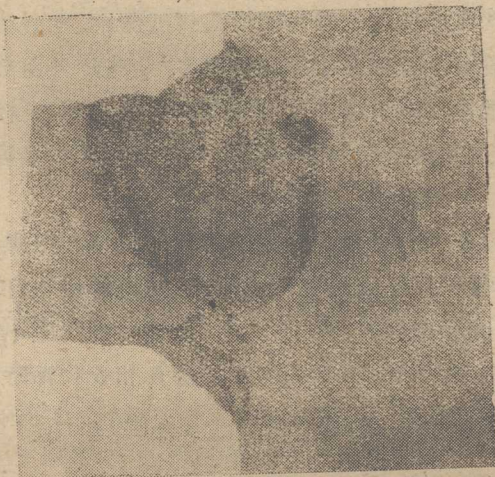


圖14 隱埋的裂紋及空隙等

原因： 1. 試驗時用搥攪法止漏。

2. 沒有把裂紋刮去，用鉚道掩蓋。

形成裂紋的主要原因包括下列幾種因素：

一、母材的性質——母材的化學成分、結晶組織，冶煉方法等都跟形成裂紋有關係。例如鋼的含碳量和合金成分越多，越容易形成裂紋。轉爐鋼，因為本身化學性質不均勻，比平爐鋼易於形成裂紋（特別在低溫時）。

二、鉚縫和受熱區的冷卻速度——鉚接的時候，鉚縫附近的母材因為受到鉚接熱力的影響，在冷卻後，它內部的組織就起了改變。冷卻的速度越高，受熱區硬化的程度也越大，也越容易產生裂紋。這點對於易於硬化的特殊鋼特別重要。因此有時必須降低鉚接電流，增加鉚接層數，使鉚縫冷卻緩慢。

三、鉚條的性質——鉚條內硫、磷、碳的含量太高，會引起金屬的熱脆性及冷脆性，以致鉚縫容易形成裂紋。

四、鉚件的形狀和設計——鉚件厚度增加，發生裂紋的可能性

也隨着增加。當厚度很大的時候即使是鐸低碳鋼，也必須經過預熱等步驟。鐸件設計不合理多半是鐸縫過多，某些鐸件由於減少了不必要的鐸縫，把連續填角電鐸改為間斷填角電鐸等，裂紋的傾向就大為降低。交叉的鐸縫和間隔甚近的平行鐸縫太多最容易增加內應力引起裂紋，必須避免。

五、鐸接程序——鐸接程序對於鐸件的變形和內應力有着極大的影響。鐸接程序不正確會形成死結，妨礙鐸縫的自由收縮，以致增大內應力而引起裂紋。圖 15 甲中，由於鐸接程序不對，先鐸縫 3 和 4，使鋼板 IV 和 V、VI 和 VII 在鐸縫 5 和 6 收縮時無法活動，因而造成裂紋。圖 15 乙的鐸接程序是正確的，所以它不會引起裂紋。

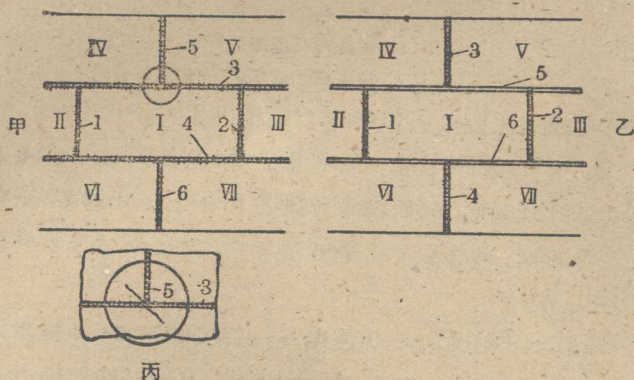


圖15 鋼板結構的鐸接程序

甲—不正確的鐸接程序； 乙—正確的鐸接程序；

丙—形成裂紋部分； (I~Ⅷ鋼板號碼)。

六、周圍溫度——鐸接時周圍溫度越高，熱力分佈越均勻，冷卻速度降低，內應力也越減小。在冬天鐸接的時候，鐸接部分散熱快，常常會出現裂紋，當鐸接碳鋼和合金鋼的時候，這種情形特別顯著。

4 溢流 溢流是銲接時有過多的熔化金屬流到銲縫附近沒有熔化的母材上，它的形成是因為銲接的熱條件不對和熔化金屬的分佈不均。當銲條熔化快的時候，溶池內充滿熔化金屬，沿溶池邊緣流到母材上凝結成[溢流]，如圖 16 所示。

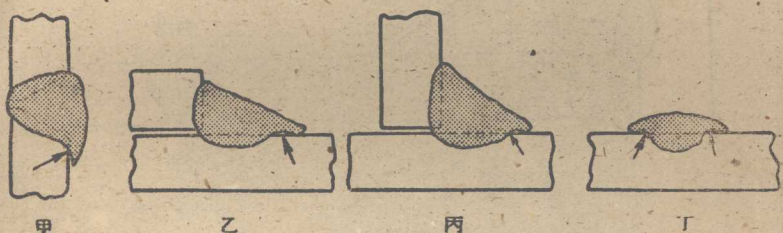


圖16 溢流： 甲—垂直面上橫銲時； 乙—搭接填角銲時；
丙—丁形填角銲時； 丁—堆銲（長肉）時。

溢流並不是重大缺陷，但銲縫橫斷面的變化多少要影響到振動強度和動力強度，所以母材表面上如果有超過 3 公厘以上的溢流應用風剗剗去，再以砂輪磨光，個別小銲珠可以不加修整。溢流常常隨着帶來熔透不足和母材啃邊的缺陷，因為銲接電流大、銲條熔化快的時候，母材往往熔透不足。所以檢查出溢流時應考慮可能有沒有熔透的缺陷。銲縫內填塞鐵條、電弧太長等也會造成溢流。爲了防止溢流應該注意：

一、正確選擇銲接條件（即電流大小，電弧長度等）使金屬熔化均勻；

二、準確掌握銲條，避免偏向銲縫一邊移動；

三、儘量利用有利的銲縫位置，如平銲不易發生溢流，而在垂直面上橫銲，即使其他條件都良好，也容易出現溢流。

5 啃邊 啃邊是銲縫邊母材上有銲接燒熔的凹槽，如圖 17。造成啃邊的原因是銲接時電流和電壓太高或銲縫空間位置不合適