

熔鋕工作中的缺陷

劉玉琚譯

大東書局出版

熔鋁工作中的缺陷

劉 玉 瑋 譯
陳 農 校

大東書局出版

熔鋸工作中的缺陷內容提要

電鋸工作中所發生的各種缺陷，其種類、性質各不相同。本書把各種缺陷逐一列出，說明其現象、原因及防止方法。本書對驗收人員可用以檢驗工作物，現場工人可用以提高技術，設計人員可用以改善設計。

原 書 名：ПОРОКИ СВАРНЫХ ШВОВ И НАПЛАВОК

原 著 者：Ф. Ф. БЕНУА

原 出 版 者：РЕЧИЗДАТ

原出版年月：1948 年

熔鋸工作中的缺陷

書號：5118

譯 者	劉 玉 瑋
校 閱 者	陳 農
出 版 者	大 東 書 局 上海福州路310號
印 刷 者	導 文 印 刷 所 上海威海衛路357弄

25 開 37 印刷頁 51,000 字 定價 5,000 元

一九五四年三月初版

(0001—3000)

上海市書刊出版業營業許可證出 043 號

上海市書刊發行業營業許可證發 061 號

前 言

俄國工程師 H. T. 斯拉汶諾夫發明的電弧銲，今天在蘇聯內河航運部的各個造船修船企業中非常流行。電弧銲所以能夠在船舶工業中得到流行，蘇聯河船登記處銲銲規程的幫助很大。該規程准許在最重要和最複雜的工件中施行熔銲，使各工廠不再用鉚釘、捻縫、捲邊、掬扣等老式的機械方法來結合金屬材料，而採用進步的熔銲方法。可是我國的工廠，在熔銲工作質量上，有時還不能夠滿足熔銲規程的要求。

造成上述缺點的原因之一，是由於對熔銲工作缺少發現缺陷和檢驗質量的必要規範。

這一本小書，就是爲了彌補上述缺點之用，即使是彌補一部分也好。

這一本小書研究人工熔銲銲縫的缺陷問題；並闡述檢驗品質和驗收成品時最常見的一個綜合問題。

書中着重介紹銲縫及堆銲中可按外形判斷的各種缺陷，缺陷的分類，發生缺陷的原因及其防止和消滅的方法。

研究熔銲缺陷問題的這種書籍，尙屬初見，因此，缺點是不可避免的。雖然如此，著者希望這本書對於修船工人、特別是對於生產工長和檢驗工長，在熔銲工作的檢驗質量和驗收成品等業務上有所幫助，並促進各該企業提高其熔銲工作的質量。

著 者

目 錄

前言

第一章 堆鋁及鋁縫的外部缺陷

(1.1) 概念	1
(1.2) 鋁波魚鱗肉不均勻(粗糙)	2
(1.3) 奔馳鋁波	7
(1.4) 鋁波、堆鋁部及鋁縫至基體金屬面的過渡部分急坡	8
(1.5) 凹陷	10
(1.6) 偏墜	12
(1.7) 鋁瘤	14
(1.8) 陷槽未蓋嚴	16
(1.9) 鋁縫尺寸不正確	18
(1.10) 鋁縫全長上各尺寸不均勻	28
(1.11) 角鋁縫鋁腳尺寸不等	28
(1.12) 鋁縫長度及斷續鋁縫之間的間隔長度不正確	31
(1.13) 漏出	33
(1.14) 燒穿	35
(1.15) 背面未補鋁	36

第二章 鋁波內部機械組織的缺陷

(2.1) 未鋁透的概念	38
--------------	----

(2.2)堆鋁工作中鋁着金屬與基體金屬之間的未鋁透·····	43
(2.3)鋁接處所邊緣的未鋁透·····	44
(2.4)鋁接處所角部的未鋁透·····	46
(2.5)始點未鋁透·····	48
(2.6)偏析性未鋁透·····	50
(2.7)內部未鋁透·····	50
(2.8)氣孔·····	51
(2.9)夾渣 (非金屬夾雜物) ·····	54

第一章 堆鋁及鋁縫的外部缺陷

(1.1)概念

每一條鋁縫或是一件堆鋁工作，都是由若干連串的鋁着金屬滴(鋁波)組成的。所以說，鋁縫和堆鋁工作的缺陷，也就是各鋁波的缺陷，或是各鋁波聯系上及相互位置上的缺陷。

任何一鋁波或堆鋁和鋁縫的外形，主要與表現熔鋁方式特徵的各種因素有關；這些因素中，包括有熔鋁火燄或熔鋁電弧的能率、熔鋁電流強度、充填金屬和鋁條(電極)的牌號及其直徑、電弧長度、鋁着速度(也就是充填金屬棒或鋁條在施鋁處所的運動速度)，熔鋁火燄或熔鋁電弧及充填金屬棒或鋁條末端等的經路、鋁件溫度及周圍氣溫、鋁工技術等。

上述各項因素，彼此之間各有相互關係，各因素必須適當配合，才能提高熔鋁質量，使鋁着金屬外形合乎要求。

根據堆鋁及鋁縫中各個鋁波的外形及外部輪廓，不僅可以判定其外部缺陷，有時也可以判斷其內部缺陷。只是在這一點上，要求擔任檢驗熔鋁質量及驗收鋁縫的人員，必須熟悉基本的熔鋁技術作業過程，而主要的是必須熟悉有關表現熔鋁程序方法特徵的各因素，對鋁着金屬外形上的各種影響。

在沒有研究各鋁波、堆鋁及鋁縫等外部缺陷之前，應先指出各優良鋁波，所必須滿足的要求。圖1為標準優良鋁波略圖，並附有各部分的

名稱。標準的鋁波，其寬度約等於鋁條直徑的兩倍至兩倍半。正確鋁成的直線鋁波①長度，約略等於所用鋁條未溶化前長度之半。

鋁波表面應當有緩和的外形，且應呈均勻的魚鱗形；使用裸鋁條或穩定性薄塗料鋁條（例如碳酸鈣鋁條等）施鋁時，魚鱗肉較粗糙（圖 2 I、II），而使用厚塗料鋁條②施鋁時，魚鱗肉則較細緻（圖 3 II）。

使用厚塗料鋁條鋁成的優良鋁波，各表面魚鱗肉高度 m 不應超過 0.25 公厘（圖 1）。

由鋁波表面向基本金屬表面的過渡處所應為緩坡（不應有凹陷，偏墜，陷槽未蓋嚴等缺陷）。鋁波金屬應緻密，不應有非金屬夾雜物（熔渣），亦不應夾雜氣體。鋁着金屬與基體金屬之間的結合層，必須鋁透。

下文分別詳細說明鋁波堆鋁及鋁縫的各種外部缺陷，發生此種缺陷的原因及其防止法等。

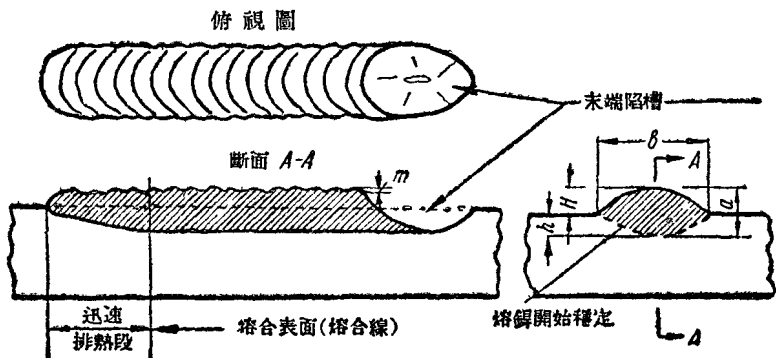


圖 1 鋁着金屬的鋁波—— h 為熔深 H 為高度 b 為寬度

(1.2) 鋁波魚鱗肉不均勻(粗糙)

①所謂直線鋁波為施鋁時，鋁條末端只沿直線向前運動，而不作垂直方向擺動的鋁波。

②為求敘述簡捷，本書中所用的鋁條分類系統，根據 1941 年公佈的“蘇聯河船登記處關於船體、鍋爐及機械等製造檢修熔鋁規程”所用鋁着金屬機械性能的特徵，分為 A_1, A_2, A_3, A_4 等類。裸鋁條及薄塗料鋁條為 A_1 類，厚塗料鋁條又分為 A_2, A_3, A_4 等類。

發生鋁波堆鋁及鋁縫魚鱗肉不均勻(粗糙)的原因，是沒有遵守熔鋁操作規程中的下列各項：

- 甲、電弧過長；
- 乙、熔鋁速度不均；
- 丙、電流過大；
- 丁、熔鋁電流不穩定；
- 戊、電弧的磁力吹動作用。

而大多數的原因都是因為鋁工技術不精，或者是因鋁工担任工作時疏忽所致。

鋁着金屬的冷却過程能使每一個鋁波、堆鋁及鋁縫表面都有魚鱗形象。施行電弧鋁時，在電弧燃燒過程中，在鋁條末端的下面，形成熔潭。施鋁時在電弧周圍產生氣體，由於氣體的膨脹以及鋁條末端向外放射電子流，熔化金屬被壓力及電子流由陷槽中吹出，堆積在熔潭邊緣上。

熔潭中部熔化金屬溫度較高，邊緣部分的溫度較低。由於這種原因，位於熔潭邊緣部分的熔化金屬，表面張力較高；而位於中部者，表面張力較低。

熔潭中的液體金屬，因為表面張力有上述的不同，所以不能保持均衡，於是在熔潭中，產生液體金屬的同心圓形的波浪。同心圓形的波浪在熔潭後部邊緣上遇到極冷的金屬時，隨即冷却凝結，但在表面上則保存魚鱗形象。各魚鱗肉的外形則決定於鋁條傾斜角度及熔鋁速度。

圖 2 I、II 所示為使用裸鋁條或薄塗料鋁條，鋁條末端作普通的鑷形運條時，所鋁成的標準鋁波。圖 3 所示，為使用厚塗料鋁條鋁成的鋁波，未去掉熔渣 (I) 及去掉熔渣 (II) 的形象。使用厚塗料鋁條鋁成的鋁波普通多為小的魚鱗肉，並且高度不高。這種鋁波表面上有金屬光

澤，與薄塗料鋅條鋅成的鋅波表面呈無光澤的藍色，截然不同。無光澤的藍色表示表面已經氧化。鋅條上沒有厚塗料，電弧便無熔渣或氣體保護幕，熔化金屬發生氧化現象。

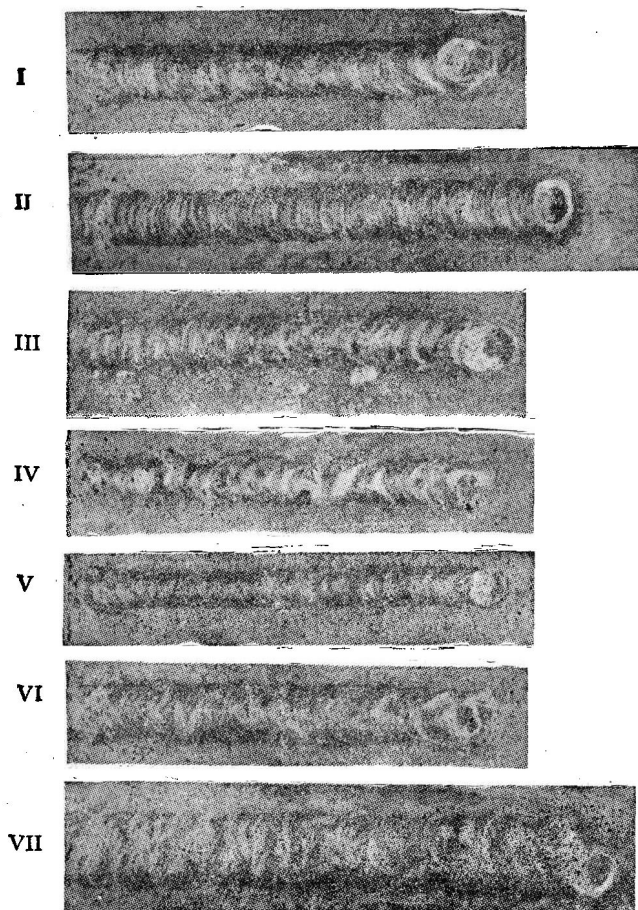


圖2 用A1號鋅條鋅成的鋅波

- | | |
|---------------------|-------------------|
| I 及 II 為優良鋅波(鑷形運條)； | III 為施鋅時電弧過長； |
| IV 為初學鋅工所鋅的鋅波； | V 為施鋅時電流量不足 |
| VI 為施鋅時電流量過大； | VII 為優良寬鋅波(8字形運條) |

圖 2 III 所示為使用 π -1 號鉚條而在過長的電弧下所鉚成的鉚波。鉚波為極粗的不均勻魚鱗肉，周圍有許多大的濺斑。使用裸鉚條或薄塗料鉚條施鉚時，隨同電弧長度的加大，熔化金屬點滴在電弧距離中，與空氣接觸的時間加長，於是由空氣中吸收氧及氮的程度，也隨之增大。用過長的電弧施鉚時，電弧燃燒不勻，電弧在鉚件表面上傾斜並且搖動，由於這種結果，熔潭中的金屬加熱不夠集中，鉚透不良，施鉚中產生飛濺現象。施鉚時電弧過長，則鉚波有草率的外形極容易看出。

圖 2 IV 所示為初學鉚工鉚成的鉚波。這種鉚波有極其不均勻的魚鱗肉。由於在施鉚過程中，施鉚速度有很大的變化及電弧過長所造成。

為求得優良鉚波，必須在施鉚過程中，使鉚條的運行極其均勻。鉚條在堆置鉚着金屬的方向上運行時，若突然增大運條速度，則能發生所

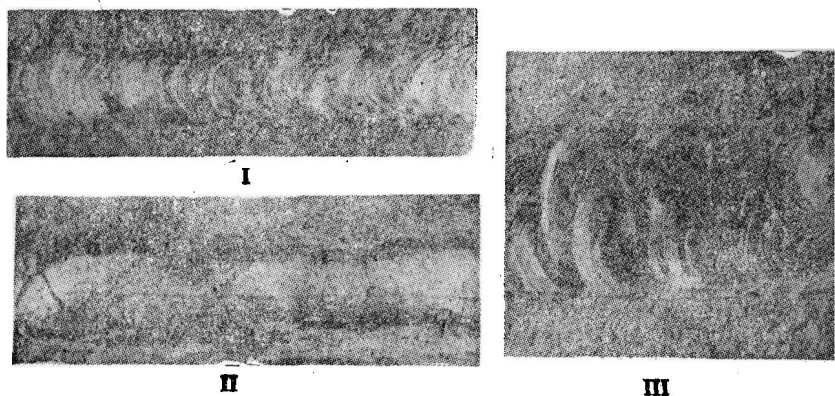


圖 3 使用 π -2, π -3 及 π -4 號厚塗料鉚條鉚成的優良鉚波

I 為未去掉熔渣的鉚波；

II 為去掉熔渣後的鉚波（鐮形運條）；

III 為寬鉚波（ ε 字形運條）。

謂的局部“斷崖”現象。在這種處所的表現是鋁不透，並且減小堆鋁的工作斷面(圖4)。這種缺陷是時常可以遇到的，其原因是鋁工在工作中有疏忽所致。

施鋁時所用電流過大，也得不到標準的均勻的細小魚鱗肉。電流過大時，金屬過熱，隨之加大了產生氣體的現象。由於這種結果，堆鋁中有許多孔，這些孔都通達表面，在末端陷槽上，這種現象更甚(圖2 VI)。

施鋁時所用電流過小，則鋁波窄而高，而熔化深度不夠(圖2 V)。

施鋁時使用過大的電流及極長的電弧，能使熔融金屬由空氣中吸收大量的氧，鋁波上發生過燒的深藍色，表面上呈光滑舌砥面，各魚鱗肉不可能分清，而總的輪廓也不均勻。在這種鋁波的周圍，一般均有大量的金屬濺斑。有這種外形的鋁着金屬，機械性能低下，多孔性增大。

按上文所述，可以看出，根據堆鋁物或鋁縫中熔融金屬鋁波的外形，不僅能夠看出外部缺陷，而且還可以證明是否有內部缺陷。



圖4 局部斷崖鋁波縱斷面

凡有斷崖地方，一定有不良的鋁透作用(A點)

熔融金屬鋁波的魚鱗肉不均勻，有時是因為向熔鋁機械供電的外線電壓不穩定，引起熔鋁電流的極大變動所致。這種現象，大多是由於發電設備顯著過負荷所致。

鋁波魚鱗肉粗糙及不均勻的另一個原因，是使用直流電施鋁時在

鉚件角部接近板的邊緣處所及其他各處，發生電弧磁力吹動現象所致。在這種處所的電弧燃燒區域內，發生磁場的局部集中現象。

為求避免發生熔鉚質量低劣現象起見，必須採取各種方法防止發生電弧磁力吹動現象(例如，改用交流電施鉚，改裝局所返回電路，在間隙下使用背板，變換鉚條的傾斜角度及其他等)^①。但是應當注意的是，電鉚工本人大多數是不可能自己設法防止電弧磁力吹動現象的。

(1.3) 奔馳鉚波

奔馳鉚波，這個名詞，一般並不通用，所以需要加以解釋。我們使用這個名詞的目的，是用它來形容施鉚時，鉚條在堆置熔融金屬鉚波的方向上，運動過於迅速時的鉚波。

這種鉚波的特徵是表面魚鱗肉有加長的形象。鉚條在前進的方向上運動速度加大時，因為時間不夠，即使用標準能率的電弧，對鉚件金屬的加熱仍是不足，於是發生鉚不透現象。因此，使用加速的運條速度時，必須用加大的電流施鉚。按這種方法施鉚時，在鉚波橫斷面上，往往又能發生圖 5 所示情形。

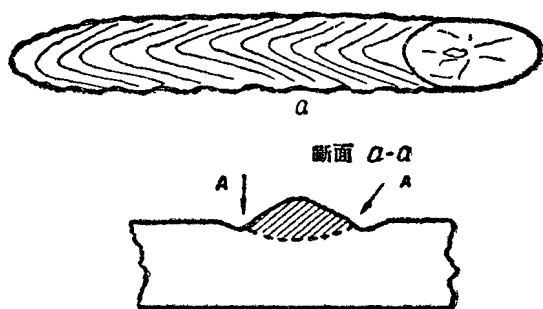


圖 5 奔馳鉚波 A，為工作斷面凹下部分

①關於防止吹動現象的詳細辦法可以參看作者著河運出版局 1947 年出版“電弧熔鉚”

一書第 117—124 頁，50—51 節。

這種銲波的缺點有下列各項：

1. 橫斷面上有急坡，減小基體金屬在銲波邊緣的工作斷面。
2. 增加銲着金屬的多孔性，其原因為熔銲程序過於快速時，銲着金屬中所含的氣體在熔融金屬凝固前來不及向外排出。
3. 可能發生未銲透部分。

使用裸銲條或薄塗料銲條施銲時特別不歡迎奔馳銲波，因為薄塗料銲條或裸銲條，可能產生銲不透的現象。

銲製薄鋼板熔銲結構，若施行單層銲法，而鋼板厚度甚薄時（3~4公厘），常形成奔馳銲波。

(1.4) 銲波、堆銲部及銲縫至基體金屬面的過渡部分急坡

在優良銲波堆銲及縫銲中，其銲着金屬之表面至基體金屬表面之過渡處，應當有緩坡。所以必須遵守這一項條件的原因如下：

1. 結構物各單件橫斷面上有過急的過渡部分時（圖 7 的 A 點）能使應力集中，對於承受巨大的運動荷重及變化荷重的結構物，危險性最大；

2. 銲波至基體金屬的過渡部分太急時，則在邊緣的某一部份上，極難清掃熔渣滴。所以在這種地方，使後續的銲波包入熔渣，甚至發生銲不透現象，使熔銲質量低下。

銲波向基體金屬過渡部分過急的原因，主要為下列各項：

1. 熔銲電流過小或過大；
2. 施銲程序中運條方法不正確；
3. 熔銲速度不夠。

使用標準電流施行堆銲時，銲波具有緩和形象，銲波表面極緩和地過渡到基體金屬表面。基體金屬表面與銲波表面的切線構成鈍角 β （圖 6 I）。施銲時的電流若不足夠，則基體金屬的加熱程度不夠，熔潭的面

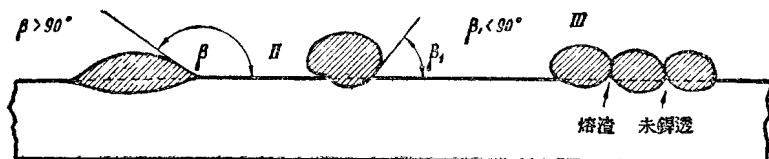


圖 6 鋁波向基體金屬過渡部分的緩坡(I)及急坡(II, III)

積及深度減小,熔深減小,所造成的鋁波甚高,鋁波表面向基體金屬的過渡部分形成銳角 β (圖 6 II)。

在第II類的鋁波與基體金屬連接部的地方,由於工具難以接近,實際上極難清掃該處的表面熔渣。於是在堆置隣接的鋁波時,在這種地方就要發生鋁不透以及混入熔渣等現象(圖 6 III)。

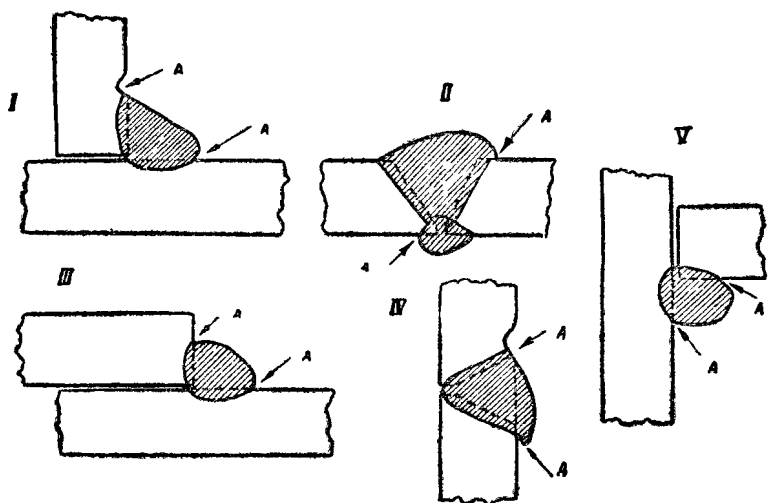


圖 7 基體金屬與鋁波表面產生急坡的實例(A點)

施鋁過程中,運條方法是否正確,也能影響鋁波與基體金屬的過渡部分是否形成緩坡。堆鋁直線鋁波時(鋁條末端不擺動),施鋁過程較

冷。若施行鑷形運條法時，則施鋸過程較熱。所以使用同樣的電流施鋸時，若為直線鋸波，則能得到圖 6 II 形象的鋸波；改用鑷形運條法時，鋸波形象改善，為標準形式(圖 6 I)①。

鋸條在施鋸方向上的運行速度不夠時，則堆鋸的熔融金屬點滴太多，鋸波向鋸件表面的過渡部分也能發生急坡。

圖 7 所示為對各種不同類型鋸縫施鋸時，表示此種缺陷的略圖。

(1.5) 凹陷

凹陷又稱咬邊，是上述缺陷的一種變態，也是鋸着金屬表面至基體金屬表面的過渡部分發生急坡。這種缺陷是在施鋸過程中，沿鋸着金屬的邊緣，形成窄溝。其長度或波及全部鋸波、堆鋸部及鋸縫，或只波及其某一部份。

產生凹陷的原因如下：

1. 電流過大或電弧能率過大；
2. 施鋸過程中運條手法不正確。

蘇聯現在所用的各種厚塗料鋸條中，有些鋸條的熔渣粘性太大，也能促使產生凹陷，尤其在施行直橫頂等鋸法時更甚。但是也有一些技術特佳的鋸工，使用這種鋸條而不生凹陷。

最容易產生凹陷的是在垂直表面上，施行橫鋸的上側坡口(圖 8 I)。

在鋸接件的二單體間施行熔鋸工作時，若其中的某一個的排熱能力較低，則在接近這個鋸件的鋸縫邊緣上最易發生凹陷。例如兩個鋸件施行對接時，一個鋸件向另一個鋸件垂直，於是在垂直鋸件上，容易發生凹陷(圖 8 II)。

一個鋸件覆蓋在另一鋸件上，然後鋸在一起(圖 8 VI)。上鋸件的

①此處的理論對於特殊施鋸方法，例如深穿度鋸法，超短弧鋸法及其他等不適用。

稜角有時被熔化而消失。這也是凹陷的一種變態。發生這種缺陷的原因是施銲過程中，運條手法不正確，上銲件邊緣受熱過猛所致。在這種情況下，上邊緣的熔化金屬向下流動到垂直邊緣上，因而熔深不夠，同時成為構成銲縫的充填金屬。這種銲波的缺點為：

1. 垂直尺寸不夠，工作截面的高度不夠；
2. 在垂直邊緣上有未銲透部份。

若按銲波外形發現這種缺陷之後，應當用各種通用方法（鑽孔，X光透視等）施行檢查。若證明在垂直邊緣上有未銲透部份，則該部份必須鏟去重銲。若在垂直邊緣上的熔深夠用，則可用補銲方法，恢復被熔化邊緣的原有尺寸，並使銲縫尺寸與設計圖規定相符。

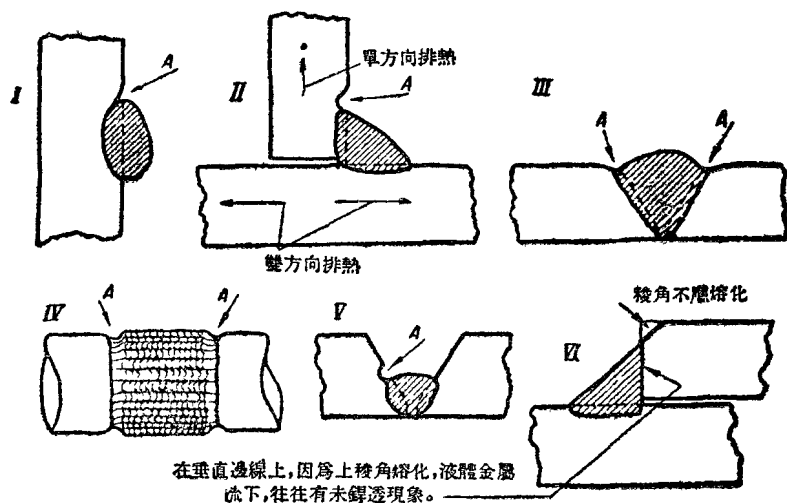


圖 8 銲波堆銲及銲縫中的凹陷

銲縫、堆銲及個別銲波邊緣上發生凹陷之後，能使工作斷面減弱；隨之也就減小了銲件的熱力影響圈內斷面部分的強度。

銲縫及堆銲部發生凹陷時，對承受運動荷重及方向變換性荷重的