

同濟高工技術叢書

鉚接工作

毛良楨 編著
曾廣壽 校閱

大東書局出版

同濟高工技術叢書

銲 接 工 作

毛 良 楨 編 著
曾 廣 壽 校 閱

同濟高工技術叢書編審委員會主編

大 東 書 局 出 版

一九五二年六月初版

工業技術叢書

銲接工作

定價人民幣：17000元

版權所有 編著者 毛 良 楨

不准翻印 校閱者 會 廣 壽

出版發行者 大東書局

上海福州路310號

印刷者 大東印刷廠

上海安慶路268弄



書號：5068(0001—2000)

同濟高工技術叢書序言

同濟高工從一九三三年設立到現在，已有十七年了。在這段時間內，我們深感到缺乏教科書和參考書的痛苦；爲着校內教學的需要，曾化去許多精力和時間編印講義、繪製藍圖來維持教學。目前，國家建設正趨高潮，要迎接這高潮，勢必先鞏固技術教育的基礎，我們願意在這方面貢獻一部份力量，因此將我們的講義整理出來，陸續出版，作爲訓練中級技術幹部的教材，並供給技術工人自修參考之用。

我們深知這部叢書不一定盡善盡美，但今天的問題不是“求精”而是“沒有”和“嫌少”的問題；只有普遍起來以後，才能進一步要求提高。因此這些書的出版，只不過作爲“拋磚引玉”，希望以後有更多、更好的書出版。

十七年來，我們如果在中級技術幹部的訓練中，曾有一點貢獻的話，也是非常微小的，因爲在舊統治者摧殘教育的政策下，絕難期望有好的果實；而且，我們的工作是孤單的，缺少與工業界密切的聯系，所以這些書只可說是我們過去工作中的一點收穫，缺點一定難免。但是我們相信：在新民主主義的道路上，在理論與實踐密切的結合裏，在與技術教育工作者的經驗交流下，我們一定盡全力，在技術教育工作中求改造，求進步。

因此，我們絕不自滿，除了經常研究，討論改進外，渴望工程界和技術教育工作者儘量給我們寶貴的批評。

同濟高工技術叢書編審委員會

一九五〇年九月

目 錄

上 編 氣 鐸

第一章 概 論

(1.1)金屬接合的方法.....	1
(1.2)鉚釘和鐸接工作的比較.....	1
(1.3)鐸接工作的小史.....	2
(1.4)鐸接方法的種類.....	3
(1.5)鐸接的用途.....	9

第二章 氣鐸上的設備

(2.1)在氣鐸上用的各種氣體.....	11
(2.2)氧氣瓶及其瓶口活門.....	15
(2.3)降壓活門.....	18
(2.4)乙炔發生器.....	23
(2.5)發氣器上的附屬設備.....	29
(2.6)燒鐸器和乙炔焰.....	32
(2.7)其他用具.....	42
(2.8)鐸條和鐸藥.....	42

第三章 氣銲作業

(3.1) 氣銲操作法.....	46
(3.2) 燒嘴的傾斜位置.....	48
(3.3) 銲縫的種類及其施銲的方法.....	49
(3.4) 銲接工作中應注意的幾點.....	59
(3.5) 銲件的變形.....	63
(3.6) 銲縫和銲件的裂開.....	66
(3.7) 銲件夾頭.....	68

第四章 各種金屬的銲接

(4.1) 普通鋼料的銲接.....	72
(4.2) 特種鋼料的銲接.....	81
(4.3) 鑄鋼、馬鐵及鑄鐵的銲接.....	83
(4.4) 銅及銅合金的銲接.....	87
(4.5) 輕金屬的銲接.....	91
(4.6) 鋅及鋅合金的銲接.....	96
(4.7) 鎳及鎳合金的銲接.....	97
(4.8) 鉛的銲接.....	98

第五章 鈎銲

(5.1) 銲與鈎銲的區別.....	100
(5.2) 銲料.....	103
(5.3) 鈎銲用的銲藥.....	103
(5.4) 鈎銲加熱的方法.....	103

(5.5) 鉗鐸作業.....	104
-----------------	-----

(5.6) 硬金屬刀頭的鐸接.....	106
---------------------	-----

第六章 氧氣燒割

(6.1) 燒割的原理.....	108
------------------	-----

(6.2) 金屬燒割時應具的條件.....	108
-----------------------	-----

(6.3) 燒割焰及其對硬度的影響.....	109
------------------------	-----

(6.4) 燒割器.....	111
----------------	-----

(6.5) 燒割作業.....	114
-----------------	-----

下 編 電 鐸

第七章 電阻鐸

(7.1) 電阻鐸概要.....	118
------------------	-----

(7.2) 點鐸法.....	121
----------------	-----

(7.3) 縫鐸法.....	124
----------------	-----

(7.4) 對接鐸和閃光鐸.....	128
--------------------	-----

第八章 電弧鐸

(8.1) 電弧和電弧的種類.....	134
---------------------	-----

(8.2) 電弧鐸的種類.....	135
-------------------	-----

(8.3) 鐸接用的電源.....	137
-------------------	-----

(8.4) 電弧鐸上的其他附屬用具.....	145
------------------------	-----

(8.5) 碳電極和電鐸條.....	148
--------------------	-----

(8.6) 電鐸條的成分.....	151
-------------------	-----

(8.7) 銲條的選擇.....	153
------------------	-----

第九章 電弧銲作業

(9.1) 鋼料銲件的準備工作.....	156
(9.2) 電纜的聯接.....	156
(9.3) 電流大小與銲縫及熔深的關係.....	158
(9.4) 電壓高低與銲縫的關係.....	160
(9.5) 引弧的方法.....	162
(9.6) 電弧的偏斜現象.....	162
(9.7) 銲條的位置和運走.....	165
(9.8) 鑄鐵的銲接.....	169
(9.9) 非鐵金屬的銲接.....	173

第十章 銲縫的檢驗和計算

(10.1) 外觀和疵病的檢驗	177
(10.2) 強度的試驗	180
(10.3) 銲縫強度的計算	182
(10.4) 鋼料結構的計算	184
(10.5) 機件的計算	187

附表

上 編 氣 鋁

第 一 章 概 論

(1.1) 金屬的接合方法

將兩塊金屬聯接起來變成一體，這種工作方法稱為接合。常用的接合有兩種：一種是接牢後可以拆開的；一種是接牢後除非將它毀壞，否則不能拆開的。前者用於機件的活動部分，多數為不需要十分密縫的地方，祇要有適當的強度就夠，目的在便於日後的拆開修理和遷移。例如用楔來聯接軸和齒輪、用螺釘來聯接機件或機殼等。後者用於彼此固定的部分，沒有拆開修理或遷移的必要。例如用鋁接或鉚釘接合起來的機架、橋樑等。還有另外一部分機件，它除掉強度上的要求外，還要有相當的密縫。例如鍋爐、高壓力作用的貯器等，就非用鉚釘或鋁接的方法來接合不可。

四十年前，所有大小的鋼料建築、橋樑、船壳、鍋爐等，莫不都是用鉚釘鉚成的。但自第一次世界大戰之後，因冶金術的進步，鋁條和鋁藥的試用成功，檢驗鋁縫的方法及鋁接技術的改進，從前認為鋁接不及鉚釘的觀念，已完全打破，大部分的鉚釘工作，已被鋁接取而代之。

(1.2) 鉚釘和鋁接工作的比較

鉚接一樣機件，因為要留出鉚釘孔的位置，所以兩塊板就非重疊起

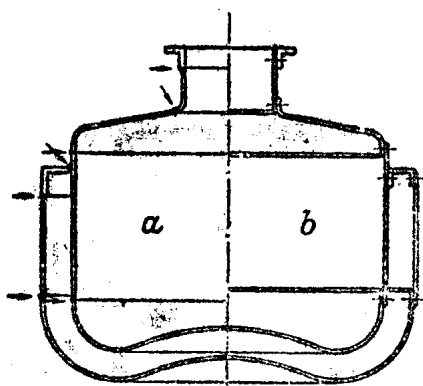


圖 1

來不可，因此鉚釘就要比銲接多浪費材料。試比較圖 1 所示的隔層蒸餾鍋，就可以看得出：a 邊表示用銲接銲成的，b 邊表示用鉚釘鉚成的，用鉚釘的地方總是兩塊材料重疊起來，這重疊的材料就是比銲接多費的。再從接合地方的強度上講：假使施銲者的技術優良，銲條用得適當，則銲縫的強度幾乎與不施銲地方的材料強度一樣。再從施工方面來講：鉚接首先要鑽鉚釘孔，具備大小合適的鉚釘，還要加熱（祇有少數的工作可以冷鉚），然後才能開始鉚接，非但工作手續麻煩，工作人數還要多（3—5 人），而且鉚釘頭凸出在外面，使工件的表面不光滑。銲接則不然，它非但工作簡便迅速，工作的人數又少（1—2 人），且銲縫表面比鉚釘光滑，非但減少了外界的阻力，又可減輕本身的重量，所以對於船舶、航空以及交通工業更有特殊的貢獻。可是銲縫不宜承受彎曲力的作用，對於震動力也很敏感，這是我們在採用銲接法時應該考慮到的。

(1.3) 銲接工作的小史

人類具有金屬銲接的知識，約在古代的鐵器和銅器時代開始。從古代的獵具和兵器上來看，就可以證明當時能利用普通鍛銲法來銲接金屬了。後來因為人類文明的進步，日常生活漸趨複雜，使用其他金屬的知識逐漸豐富，許多的銲接方法，如銅銲、錫銲、銀銲等，隨着時代的推進而逐漸發展開來。

目前工業上最重要的兩種銲接方法，就是氣銲和電銲。最早的電

鐸爲電阻鐸,1872年, Thomson 發明直接用電流通過金屬產生熱量的電阻鐸法;1885年,俄人 Benardos 發明利用炭電極發生電弧產生熱量來燒熔鐸條和鐸件的電弧鐸法;因爲在電弧鐸時,由於磁場的作用,使電弧不能垂直鐸件而起偏斜現象,所以1889年 Zerener 發明在兩炭電極間加裝一線圈,藉鐸接電流通過線圈時所產生的磁場作用,逼迫電弧吹向鐸件的電弧鐸法;1892年,俄人 Sloviaff 發明改變 Benardos 的炭電極爲金屬電極(鐸條)的電弧鐸法。

氣鐸最初使用的爲燃燒氫和氧,但因所生的熱量少溫度低(2000°C),所以祇限於鐸接薄鐸件及非鐵金屬如鋁、鉛等的鐸接用。自1892年利用電爐製造碳化鈣(俗稱電石)的方法發明後,1895年 Lechatchier 又發現混合乙炔氣(由電石做出的氣體)和氧氣燃燒可得極高的溫度(3200°C),科學家就想利用它們來鐸接金屬。經過五年的研究,終於1901年,第一隻利用乙炔氣的燒鐸器誕生,從1903年起,乙炔焰開始應用到金屬鐸接上去。

鋁鐵粉鐸法,係1898年, Th. Goldschmidt 發現混合鋁粉和氧化鐵粉在一起燃燒時,可得大量的熱量,後來就用此來鐸接鋼軌及笨重的機件。

鐸接法在國內日見推廣,國外在這三十年間真有驚人的進步,它非但代替了大部分的鉚接工作,且已簡化了鍛工場和鑄工場的一部分工作。繼此下去,鐸工場的擴充,鑄工和鍛工場的縮小,勢所必然。在爭取國家的新建設,早日到達社會主義工業化的事業中,鐸工是有它光輝的前途的。

(1.4) 鐸接方法的種類

鐸接按其工作方法,分爲下列二大類:

1. 壓銲法 所謂壓銲法，就是將銲接部分加熱到接近其熔點，成為有可塑性膠狀的半流體，然後加以壓力或錘擊之，使結成一體。所以這種銲接方法，最宜用於從固體變為液體時，中間要經過半流體狀態的金屬。其他如鑄鐵，加熱時沒有半流體的階段，到達其熔點時，立刻就從固體變為液體，所以不能用壓銲法來銲接。鋼料含炭量超過0.4%時，用壓銲法也就比較困難。壓銲法按其加熱的方式，有下列三種：

A. 鍛銲法 這是最老式而普通鍛工場用得最多的鍛件銲接方法，鍛件一般先在打鐵爐內燒至白熱($1200^{\circ}-1300^{\circ}C$)，然後放在砧上錘攏。為避免其他雜質在加熱時滲入鍛件起見，所用的燃料成分愈純愈好，焦炭及木炭含硫較少，但因價貴和不經燒，不為一般鍛工場所採用。為防止鍛件在加熱時表面起氧化，接頭的地方最好先浸以泥漿水，或撒上砂砂，使與氧化鐵組成稀薄的渣，俾便在錘擊時除去。為求接縫牢固起見，接頭的地方要做成如圖2a、b所示的子口。子口地方的材料一定要比原來的粗大一些，理由就是加熱的地方表面要起氧化，氧化鐵在錘擊時變為一層層的鍛屑而脫落。又接縫的強度與錘擊得透徹的程度成正比，如果不比原來的稍大一些，則經過錘擊之後就要比原來的瘦小。錘擊時一定要先打中間，然後再及邊緣和四週，這樣可使夾在子口內的渣雜等，藉錘擊的作用而擠出，不致夾在子口內而影響接頭的強度。

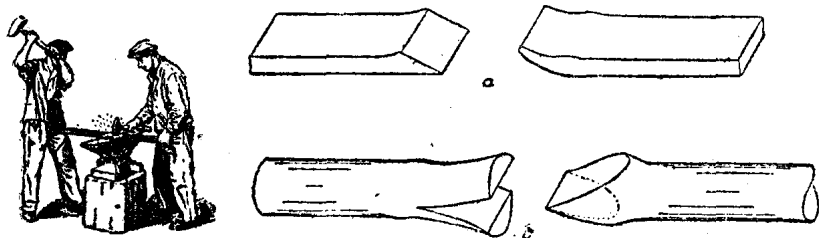
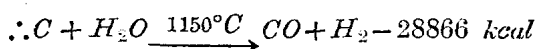
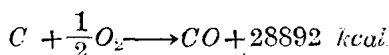
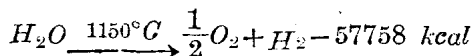


圖 2

鍛銲法因受工作和設備的限制，祇能銲接形狀簡單的中型工件，大

的圓筒及貯器等就無法施焊。爲了這個需要，所以有水煤氣焊接法的發明。因爲水煤氣可以用噴嘴來燃燒，一面在加熱，一面就可以用錘機或壓輪將接頭焊牢，所以工作方便迅速。其原理和鍛焊法的一樣，不過改變熱源爲燒水煤氣而已，所以水煤氣焊接法是鍛焊法中的一個特例。

水煤氣由水煤氣發生爐來供給，發生爐爲一個圓筒式的爐子，上下面都可以通入水蒸汽及導出所發生的水煤氣。爐內先燒着紅熱的焦炭或無烟煤，然後從下面通入水蒸汽，祇要爐內的溫度保持在 1150°C 以上，則水蒸汽通過時就被分解爲氫和氧，氧即與焦炭化合成一氧化碳，氫和一氧化碳即爲水煤氣的主要成分，其先後反應如下：



從整個的反應方程式來看，是吸收熱量的。換言之即爐內的溫度要漸漸的減低，所以通水蒸汽的時間不得持續得太久，否則爐內的焦炭就會熄滅。普通約經過5—7分鐘後就要停止，再鼓風一二分鐘，使爐內的焦炭再燒至紅熱。下面的焦炭因通水蒸汽後，雖經過鼓風但總不及上面的旺，所以這次水蒸汽應該從上面通入，發生的水煤氣即從下面導出，這樣的經過四五次輪流的發氣後，爐內的焦炭已快燒完，需要重換新的。

爐內出來的水煤氣，因爲溫度高且有灰塵及其他有害氣體夾雜在內，需經過洗氣器將這些東西除去後，才能導入貯氣箱貯着以備應用。

水煤氣內約含49—50%的氫，39—44%的一氧化碳，3—6%的二氧化碳，3—6%的氮氣。燃燒每立方公尺的煤氣，可得熱量 2600 kcal，溫度約爲 1800°C 。通常混合空氣燃燒，其混合比例爲1.5—2.5。因水煤氣

的火焰還原性很強，故接頭上不必另用淨劑（又稱銲藥）。且所得的銲縫光潔牢固。

用水煤氣銲接時普通配合噴嘴和錘機（壓輪或壓頭）成為一部水煤氣銲接機，如圖3所示： a 為壓頭， b 為噴嘴， d 為裝置鉗 e 的橫樑，利用偏心輪 e 及拉桿 f 使壓頭 a 作往復的移動，藉此壓實接頭，壓頭 a 的壓力由壓水唧筒 i 產生。壓頭這部分的構造放大如圖4所示。噴嘴每次加熱接頭的長度約為100—300mm。銲件厚度在20mm以下者，用搭接銲縫。超過20mm以上者，限於機器的力量，中間應嵌方形或圓的銲條，如圖4左下角所示。此種銲接機如配用錘機，則所銲接的板厚可以到達100mm。

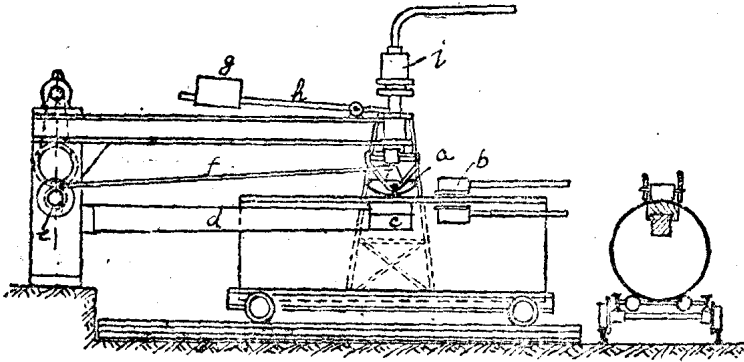


圖 3

B. 電阻銲法 電阻銲是電銲法中最早應用的一種銲接法，它與鍛銲法所不同的，就是不用火來加熱銲件，而用電流。當電流通過導體時，因導體內的電阻而消耗的電能，均變為熱能 $Q=0.239RI^2t \text{ cal}$ 。在銲件的兩個接觸面上，因電阻比較大，所以產生的熱量也比較多。等熱至半流體膠狀時，乃加壓力壓緊，冷後即結成一體，如圖5所示。電阻銲法的種類很多，在下編電銲法中再來詳細討論。

C. 鋁鐵粉銲法 鋁與氧的化合力比與任何金屬的都強，所以能使

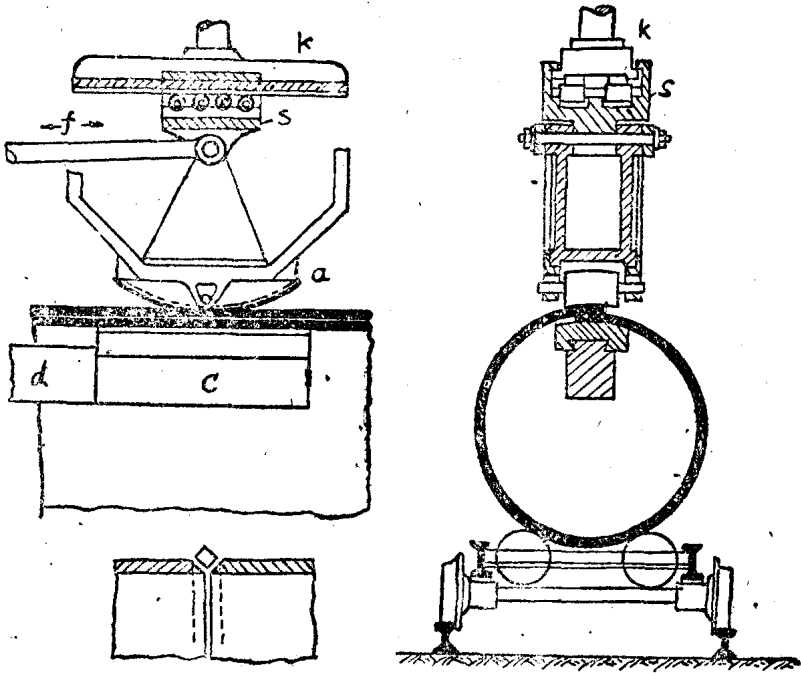


圖 4

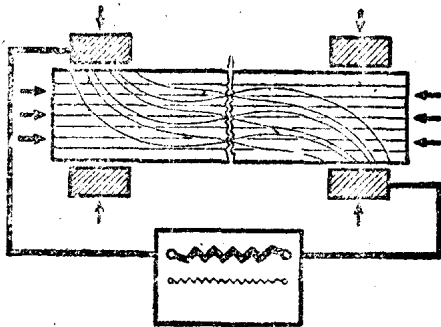
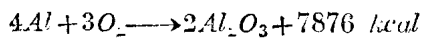
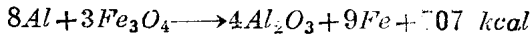


圖 5

其他金屬的氧化物還原。鋁與氧化合時放出大量的熱量，其反應式如下：



這個反應一定要在高溫下才能進行(1200°C)，因此開始時，一定要用鋁粉和極易放出氧氣的氧化物作為引火劑。普通用過氧化鋇(BaO_2)和鋁粉混合放在表面，然後用火焰或燒紅的鐵條去點着。開始燃燒之後，鋁就能奪取氧化鐵內的氧變為三氧化二鋁，將鐵還原。其反應式如下：



上述的反應一般放在鎂砂製的坩堝內進行，坩堝的容量為1—20公斤，溫度可達 3000°C ，內中約有一半為渣(Al_2O_3)，單位體積的重量為2.9，熔點為 2200°C ，含有大量的熱量，也可作為加熱銲件之用。因此利用鋁鐵粉的銲法就有下列三種：

a. 利用渣和融鐵作為加熱銲件的熱源，然後再加壓力使銲件銲牢，這種方法稱為鋁鐵粉壓銲法。

b. 先利用渣將銲件熱到將熔的時候，再倒下融鐵使與銲件熔接，這種稱為鋁鐵粉熔銲法。

c. 混合壓銲和熔銲的鋁鐵粉銲法，即銲件的一部分利用渣的熱量來加熱，靠壓力將它銲接起來，另外一部分利用融鐵將它熔接。這種方法普通在銲接軌道上用得最多，如圖6所示。為了承受渣和融鐵，一定要先做好鑄型，並用煤氣或其他火焰將銲件和鑄型預熱至適當的溫

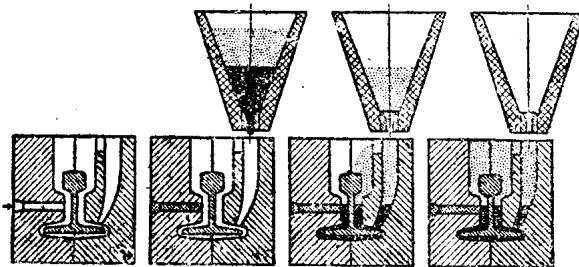


圖 6

度，以節省熱量，達到焊牢的目的。

以往因為燃燒其他氣體所得到的溫度不夠高，所以鋁鐵粉焊法常用作焊接大型機件（軸、管子）、鋼軌及修補鑄件之用，自從用乙炔氣焊接發明之後，鋁鐵粉焊法已漸趨淘汰了。

2. 熔焊法 熔焊法與壓焊法所不同的，就是將焊件加熱到達其熔點以上，使變為液體，並熔下焊條（薄焊件不要），使彼此熔成一體。這種焊接方法適合於大多數的金屬及合金，例如鋼料、鑄鐵、鎳、鉛、鋅、銀、金、鈾、鋁、銅、鎂及其合金等。熔焊法亦可按其焊接時所用的熱源，分為下列二類：

A. 氣焊法 氣焊法是利用燃燒時能產生大量熱能的氣體，使在燒焊器上燃燒，而將焊件的接頭加熱至熔化，凝固後而焊接起來的方法，故稱氣焊。是現代焊工上二大焊接方法之一。本書上編專門討論此種焊接方法的設備，及其操作方法。

B. 電弧焊法 利用炭極或金屬電極發生電弧，產生熱量，而將焊件的接頭熔化的一種焊接方法。與氣焊同樣重要。下編電焊法即着重討論電弧焊的操作法。

(1.5) 焊接的用途

焊接工作在現代工業上的用途很廣，可分製造和修補兩方面來講。在製造上如鍋爐、管子、貯器等，都是先用鋼板做成相當的形狀，然後焊接起來；其他如鋼料結構、橋樑、船殼、飛機機架、機殼等，均可用焊焊成。形狀複雜而受力較大的機件，若用鍛工鍛成則太費工夫，施工困難，若用鑄鐵澆成，又嫌笨重，所以近來有一部分複雜點而受大力又薄的機件，都用焊的方法焊成。再講到修補方面，損壞和用舊的機件，如磨蝕後的軸承、軋筒、冰凍裂開的汽缸、損壞斷裂的齒輪、工具、機架、翻