



焊工革新者叢書

杜 鮑 瓦 著

鑄 鐵 焊 接

机 械 工 業 出 版 社

苏联 Т. Н. Дубова 著 ‘Сварка чугуна’ (ЛДНТП ЛОНИТОС
1954 年第一版)

著者：杜鮑瓦 譯者：郭希烈

NO. 1727

1958 年 2 月第一版 1958 年 2 月第一版第一次印刷
787×1092 $1/32$ 字数 13 千字 印張 $5/8$ 0,001— 2,100 册

机械工業出版社(北京东交民巷 27 号)出版
机械工業出版社印刷厂印刷 新华书店發行

北京市書刊出版業營業
許可証出字第 008 号

統一書号 T15033·854
定 价 (9) 0.10 元

出版者的話

这套叢書是苏联列宁格勒科学技术推广所和全苏焊接科学技术工程学会列宁格勒分会編輯出版的。这套叢書系統地叙述焊接的各种方法、工艺规范和苏联在焊接方面的新成就，可以帮助我国熟練焊工和焊接工作人員进一步提高技术水平，所以我們决定把这套叢書翻譯出版。

本叢書一共有 18 本。它們是 [苏联焊接發展史和近代焊接法]、[焊接时發生的过程]、[低碳鋼的手工电弧焊接]、[手工电弧焊的高生产率方法]、[半自动焊接]、[自动电弧焊接和电渣焊接]、[接触焊接]、[气焊]、[气割]、[金屬的钎焊]、[合金鋼的焊接]、[有色金屬及其合金的焊接]、[鑄鉄焊接]、[金屬結構的裝配和焊接順序及防止弯曲的方法]、[焊接質量檢查]、[焊接生产中的技术定額和劳动組織]、[焊接生产中的劳动保护和安全技术]、[参考文献目录]。其中最后一册 [参考文献目录] 因跟工人同志的关系不大，所以不算翻譯出版。

本書是叢書的第 13 册。

目 次

1. 鑄鐵的性質和它的焊接特性.....	3
2. 鑄鐵的 [冷焊]	6
3. 鑄鐵的 [半熱焊]	15
4. 鑄鐵的 [熱焊]	16
5. 可鍛鑄鐵和高強度鑄鐵鑄件中缺陷的修理	16
6. 鑄鐵的釐焊	17
7. 鑄鐵鑄件缺陷的鑄補法	18
8. 鑄件的焊前準備	19
9. 鑄鐵的切割	20

1 鑄鐵的性質和它的焊接特性

鑄鐵是最便宜的鑄造材料，它是由基體金屬物質和游离的或化合的碳（多于1.7%）所組成的。根據鑄鐵的冷卻速度、化學成分、含有的合金元素、熔煉時所使用的特殊加入物和許多其他原因，基體金屬的組織和石墨的形狀、數量、大小以及分布的情況，都要發生變化。

鑄鐵里面的碳，可以呈游离狀態（石墨狀），或是跟鐵化合（碳化鐵）。有石墨形式碳的鑄鐵叫做灰口鑄鐵，而有碳化物形式的鑄鐵叫做白口鑄鐵。

灰口鑄鐵比較軟，容易機械加工，白口鑄鐵的硬度非常高，因而不能機械加工。

假如把一定成分的白口鑄鐵經過長時期的退火，碳開始會析出來，而使鑄鐵得到塑性，這樣的鑄鐵叫做可鍛鑄鐵。

灰口鑄鐵的應用最廣。鑄鐵的機械性質決定於金屬基體的強度和石墨的含量及形狀。

灰口鑄鐵中所含的石墨可以是片狀的、叢狀（簇狀）的或是球狀夾雜物。

因為片狀石墨的作用正像內部的切口一樣，所以含片狀石墨的灰口鑄鐵都有低的塑性和強度，但是正因為灰口鑄鐵的這一特點，而使它具有一些良好的性質，例如低的表面切口敏感度，良好的鑄造性和機械加工性等。

從對於機械性質影響的觀點看來，在鑄鐵全部金屬基體中均

勻分布的球狀石墨夾雜物（球墨）是最好的。

苏联国家标准（ГОСТ）1412-48 和 1215-41 規定着鑄鐵鑄件的質量。

与鋼相比，鑄鐵具有能使焊接过程复杂化的一些特性。其中主要的是：几乎一切鑄鐵都很脆；鑄鐵的組織对于冷却速度很敏感；熔化或凝固时突然从固态轉变到液态或从液态轉变到固态；液态鑄鐵的流动性大。

上述各种特性虽然使焊接發生困难，但是还有焊接的可能性。一切鑄鐵的鑄件和工件都可以焊接，同时能保証焊接接头的質量良好（当遵守适当的焊接規範和方法时）。但在高溫下（高于400°C），在水中、鹽溶液及酸溶液中和蒸气中長期使用的鑄件，以及含有粗大片狀石墨的鑄鐵，都是例外。

在〔热焊〕鑄鐵的情况下（預热工件的焊接），可以保証質量优良。采用焊前和焊后加热的原因是：

1）为了减低冷却速度；可以选择能保証得到灰口鑄鐵的冷却速度（冷却速度大时会得到脆而硬的白口鑄鐵）；

2）为了提高鑄鐵的塑性，因为鑄鐵在 600°C 时是有很大的变形特性的；

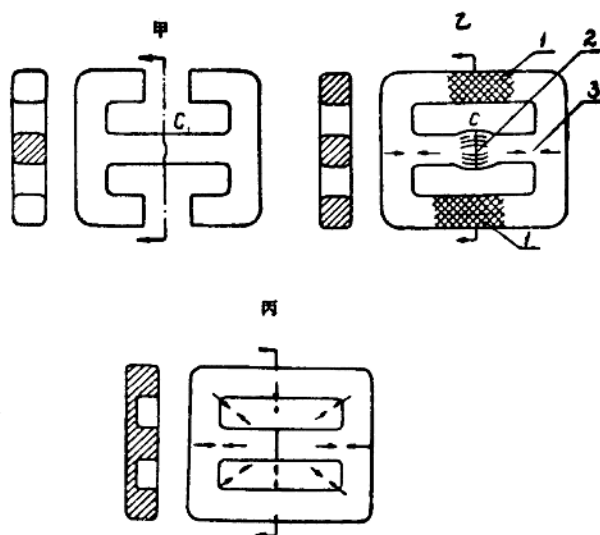
3）为了降低由局部加热（焊接）所生不均匀热变形而引起的局部应力。

把工件預热到 550~750°C 的焊接，通常（有条件地）叫做〔热焊〕；預热到 250~450°C 的叫做〔半热焊〕，而不預热的就叫做〔冷焊〕。

选择鑄件和工件修理方法，要根据它們的用途、形狀、缺陷分布的地方、生产的可能性、是否經濟和一些其他条件而定。例如，假設所焊修的工件不須焊后机械加工，那么：

甲) 修理位于零件孤立部分的能自由移动的缺陷 (圖 1 甲), 应当进行無預热的 [冷焊];

乙) 如果缺陷位于零件的个别部分, 而这些部分的变形是受同零件其他 [固定] 部分限制的 (圖 1 乙), 就可以在把固定部分局部預热的情况下进行焊接。这些部分的預热温度为 600°C , 預热部分的寬度应当比焊修部分的寬度大一倍;



- 1 — 加热的地方
2 C — 焊接的地方
3 — 力的方向

圖 1 被焊部分受有各种剛性固定的工件簡圖。

丙) 位于多方面固定处的缺陷 (圖 1 丙), 应当在整個零件預热的情况下进行焊修 (在这种情况下, 可能进行焊后的机械加工)。

鑄鉄焊接和釐焊方法的分类如表 1 所列。

2 鑄鐵的〔冷焊〕

用〔冷焊〕修理鑄件，可以使用电弧焊接法。

低碳鋼焊條焊接法（表1第1項）在焊修用途不重要而表面不用加工的鑄件上的缺陷時，得到了廣泛的應用。凡面積不大於50公分²和深度在6公厘以下的缺陷都能焊修。普通用小直徑焊條在低電流下焊接1~2層。也可以採用先進工作者西里納（И. А. Сирина）的方法焊修，這種方法如下：在被焊修的表面上用3公厘直徑焊條以大電流堆焊第一層。焊接要迅速，焊波要并排堆置；這樣得到的第一層是多孔隙的，在裂縫之間用橫向焊波把第二層

表1 鑄鐵焊接和釐焊方法的分類

序 号	焊接方法	添加材料①	塗料和焊藥②的類型	添加棒的直徑(公厘)
1	电弧〔冷焊〕	低碳鋼	白堊塗料	3~4
2	帶有螺栓(螺釘)的电弧〔冷焊〕	同 上	同 上	3~6
3	电弧冷焊	鎳合金(蒙乃爾合金、康銅)	石墨或白堊塗料	3~4
4	同 上	帶有鐵包皮的紫銅，鐵包皮是銅棒重量的15~10%	白堊塗料	3~5
5	同 上	有塗料的紫銅，在塗料成分中加入50%塗料配料重量的鐵粉	帶有鐵粉的УОНИ 13/45	3~6
6	同 上	東狀焊條：低碳鋼、銅和黃銅	УОНИ13/45或ОМ-5	3~4
7	同 上	特殊鋼(奧氏體的)	УОНИ-НЖ	4~5
8	同 上	低碳鋼	60/40和其他	4~6
9	同 上	銅棒、低碳鋼、鑄鐵條	5、6、7号焊藥	
10	电弧〔半熱焊〕	低碳鋼	60/40和其他	5~6

(續)

序号	焊接方法	添加材料①	塗料和焊藥②的 类型	添加棒的直 徑(公厘)
11	同 上	鑄鉄 (ГОСТ 2671-44 牌号 Б)	УЗТМ-74、 ОМЧ-1 和其他	6~8
12	同 上	特殊鑄鉄 (銀-銅- 一鎢)	M. C. T.	5~6
13	用碳精电極的 电弧[半热焊]	鑄鉄 (ГОСТ 2671-44 牌号 Б)	1 号焊藥	6~12
14	气焊[半热焊]	鑄鉄 (ГОСТ 2671-44 牌号 Б)	1 号或 2 号 焊藥	8~25
15	气焊[热焊]	鑄鉄 (ГОСТ 2671-44 牌号 А)	同 上	8~25
16	电弧[热焊]	同 上	M. C. T	8~25
17	钎焊 (硬焊料)	1 号焊料	3 号焊藥	5~7
18	钎焊 (軟焊料)	2 号焊料	4 号焊藥	4~6
19	鑄补	液态鑄鉄	—	—

① 添加材料的化学成分如表 2 所列。

② 塗料和焊藥的成分如表 3 和表 4 所列。

堆到第一層的上。由于这样焊接的結果，可以使被焊修的鑄鉄表面产生「复面」。当堆置以后各層时，焊縫就能得到充分的致密性；焊接是在电流低而热量不集中在一个地方（間断的）的情况下进行的。

用直流电和交流电都可以焊接。

低碳鋼焊条的「冷焊」，最好在修理工作温度不超过 100℃ 的工件时使用，因为温度过高时，可能由于鋼（堆焊）和鑄鉄（鑄件）的綫膨脹系数不同而在焊接接头中产生相当大的应力。这种应力能使焊縫破坏。

預裝螺栓的低碳鋼焊条焊接法（表 1 第 2 項）用于修理不能預热、不能很好焊接（含有粗大石墨的鑄鉄）或尺寸过大的工件中的大型缺陷。

表 2 用于焊接和钎焊铸铁的添加材料 (棒和条) 的化学成分

序号	棒和条的材料	ГОСТ	添加材料的牌号	含有元素 (%)										焊接方法类别	
				碳	硅	锰	磷	硫	铜	镍	铬	钒	钨		
1	低碳钢	2246-51	СВ I	0.10	0.03	0.35	0.04	0.20	0.30	—	—	—	—	1, 2, 6, 8, 9, 10	
2	低碳钢	2246-51	СВ II	0.11	0.35	—	—	—	—	—	—	—	—	1, 2, 6, 8, 9, 10	
3	奥氏体钢	2246-51	СВ XI	0.18	0.03	0.60	0.04	0.20	0.30	—	—	—	—	2, 7	
4	奥氏体钢	2246-51	СВ XII	0.12	0.70	2.0	0.025	27.0	14.0	—	—	—	—	2, 7	
5	奥氏体钢	2246-51	СВ XIII	0.12	0.70	2.0	0.025	27.0	19.0	—	—	—	—	2, 7	
6	铸铁	2671-14	A	3.0	3.0	0.5	0.2	0.05	0.3	—	—	—	—	15, 16	
7	奥氏体铸铁	2671-14 技术条件	B	3.5	3.6	0.5	0.3	0.05	0.3	—	—	—	—	9, 11, 13, 14	
8	蒙乃尔合金	492-41	HMЖ MII 17-8-2	2.0	1.3	0.5	0.04	—	20.0	7~8	—	—	—	12	
9	镍合金	492-41	HMЖ MII 28-2.5-1.5	—	0.2	1.2	—	—	70.0	25.0	2.0	—	—	3	
10	紫铜	850-41	М2, М3	—	—	—	—	—	65.0	30.0	3.0	—	—	3	
11	1号焊料 (铜锌合金①)	1019-17	Л-59-1型	—	—	—	—	—	39.0	剩余量	—	—	—	1, 5, 6	
12	2号焊料 (锡合金①)	1495-12	ПOC-30	—	—	—	—	—	59.0	0.5	38.0	0.9	—	17	
				—	—	—	—	—	61.0	1.0	40.0	1.1	—	17	
				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9, 18	

① 还有其质量不差的焊料成分 (参阅本書第10册)。

用預裝螺栓〔冷焊〕法焊成的接头具有很高的强度。螺栓能把焊接时所产生的应力傳給鑄件沒有缺陷的地方。

焊接时必须注意到鑄件不可过热。离开焊缝堆置地点 100 公厘处，鑄件的溫度不应当高于 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，这样的溫度很容易用手摸的办法檢查出来。所需螺栓的数量、直径和布置，要根据焊接地点零件的壁厚而定。按照下列的資料和圖 2 把螺栓分置开；当布置几排螺栓时，应当保持錯綜的顺序。

螺栓的布置和尺寸

1. 螺栓的直径

$$d=0.15H\sim 0.3H, \text{ 但不大于 } 13 \text{ 公厘}$$

(H ——鑄件破坏处的厚度)

2. 各螺栓中心之間的距离

$$l_1=3d\sim 5d$$

3. 破坏綫到第一排螺栓的距离

$$l_2=1.5d\sim 2.0d$$

4. 擰入深度

$$h_1=1.5d\sim 2.0d, \text{ 但不大于 } 0.5H$$

5. 螺栓在边缘上的高度

$$h_2=0.75d\sim 1.2d$$

焊接过程从螺栓的环形肩部开始。各肩部的焊接要分散进行。

鑲合金焊条焊接法（表 1 第 3 項）可以修理工件加工部分的缺陷。缺陷修补以后，应用普通的切削工具就可以很容易地把鑄件进行机械加工。用短焊波（60~70 公厘）和焊条的往复运动在冷鑄件上进行堆焊，焊后并用手錘輕敲。焊着金屬的厚度，在最后机械加工之

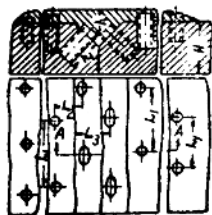


圖 2 螺栓分布圖。

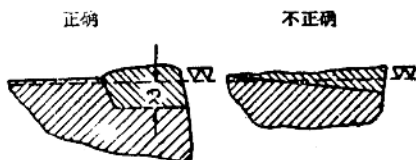


圖3 用銅-鎳合金焊條焊接時的工件準備。

后，必須不少於3公厘
(圖3)。

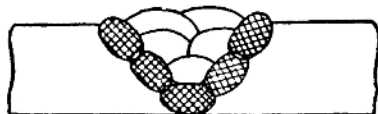
用蒙乃爾合金焊條焊接的缺點是鑄鐵與焊著金屬結合的機械強度低，鑄件和焊縫的顏色不同，焊條的價格昂貴。

當修理必須機械加工的鑄件缺陷時，為了減少銅-鎳合金的消耗，可以利用聯合焊接法，就是銅-鎳合金焊條和低碳鋼（ГОСТ 2246-51, ЦБІ 和 ЦБІІ 號）焊條的配合使用法。最初的焊接階段要用蒙乃爾合金〔復面〕，隨後再把所有的坡口（或修整處）用低碳鋼焊條填滿（圖4）。

用鉄包皮紫銅焊條焊接法（表1第4項）可以修理鑄鐵工件中的小缺陷。使用單層堆焊時，焊縫附近地區具有很高的硬度，使鑄件的機械加工發生困難。為了避免這種困難，應當正確地進行焊接過程和使用多層的堆焊。

在焊條作往復運動的情況下，採用短焊波（60~70公厘）來進行堆焊，而且不許可過熱。

焊接後最好利用手錘或風錘輕敲（當焊波還熱的時候）。



●—銅鎳合金 ○—低碳鋼

圖4 聯合焊接法。

塗料成分中含有鉄粉的紫銅焊條焊接法（表1第5項）最近在修理重要鑄鐵工件的缺陷時應用很廣。用帶鉄粉的紫銅焊條堆焊並無困難。

束狀焊條焊接法——那扎洛夫（А. Г. Назаров）革新電焊工的方法（表1第6項）——在鐵道運輸和工業中，廣泛用於修理

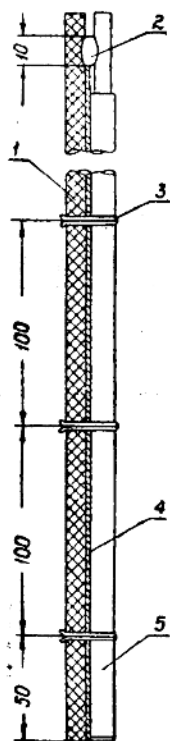


圖5 束狀焊條示意圖：
1—銅-鎳棒；2—點定焊；
3—捆扎；4—黃銅條；5—
—厚塗料鋼焊條。

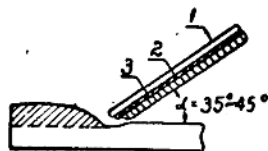


圖6 用束狀焊條的焊
接示意圖。

鑄鐵工件。束狀焊條由若干銅棒和碳鋼焊條配合而成。例如：4公厘直徑的焊條是由兩根銅棒和一根鋼棒（挂有塗料）配成的，在各焊條之間放有黃銅條（圖5）。用束狀焊條焊接，可以得到高機械強度的，能用普通切削工具進行機械加工的焊接接頭。

朝焊工自身的方向焊接，保持最短的電弧，銅棒應當放在鋼焊條的前面（圖6）。

如果束狀焊條中包含有 УОНИ 13/45塗料的焊條，就要用直流電來焊接（反極性）；當焊條的塗料為 ОММ-5 時，則使用交流電。

特殊鋼（奧氏體鋼）焊條焊接法（表1第7項）當有必要與鑄鐵獲得良好的熔合時，可以利用特殊鋼焊條進行焊接；修理小的表面氣孔時，和在螺栓焊接法中為了減少焊著金屬量時，也都採用這種焊接法，因為這種焊條是能保證焊著金屬具有高強度的。

用這種方法焊接時，焊縫附近地區的硬度相當高。用直流電反極性進行焊接。

合成焊條（由低碳鋼心棒和特殊塗料製成）焊接法這種焊接法（表1第8

表3 焊接鑄

I	塗料牌號	白 型	УЗТМ-74	ОМЧ-1	奧爾忠尼啓則工廠, СЧ
II	心 棒 材 料	ГОСТ 2246-51 所規定的鋼;ГОСТ 850-41所規定的紅銅	ГОСТ 2671-44 所規定的 А 号鑄鐵	ГОСТ 2671-44 所規定的 Б 号鑄鐵	ГОСТ 2671-44 所規定的 Б 号鑄鐵
III	焊接方法類別	1, 2, 3, 4, 9	15, 16	9, 11, 13, 14	9, 11, 13, 14
IV	塗料成分	各 成 分 的			
1	白堊(大理石)	100	13	25	—
2	石 墨	—	45	41	15
3	鈦礦(鈦鐵礦)	—	16	—	—
4	鉛 (粉 狀)	—	4	—	5
5	氧 化 鎂	—	9	—	—
6	碳 酸 鉀	—	7	—	—
7	石 英	—	6	—	—
8	錳 鐵	—	—	9	—
9	長 石	—	—	25	—
10	硅 鐵	—	—	—	20
11	氧 化 鐵 皮	—	—	—	15
12	螢 石	—	—	—	20
13	金 剛 砂	—	—	—	—
14	碳 酸 鋁	—	—	—	—
15	錳 礦	—	—	—	—
16	淀 粉	—	—	—	—
17	鈦 鐵	—	—	—	—
18	鐵 粉	—	—	—	—
19	水 玻 璃 ①	$\frac{1.15}{48}$	$\frac{1.34}{43}$	$\frac{1.34}{43}$	$\frac{1.34}{43}$
V	塗料重量與心棒重量之比(%)	3~5	30~35	30~35	30~35

① 分子為水玻璃的密度，分母為100克干塗料混合物中所加入的克數。

鉄用の焊条

M. C. T	合成的 60/40	OMM-5	УОНИ 13/45	УОНИ 13/45型	УОНИ НЖК	石 墨
奥氏体鋼 鉄	ГОСТ 2246-51 所規定の II号鋼	ГОСТ 2246-51 所規定の I号鋼	ГОСТ 2246-51 所規定の I号鋼	ГОСТ 860-4 所 規定の紅 銅	ГОСТ 2246-51 所規定の IX或XI号 鋼	康銅，蒙 乃尔合金
12	8	6	6	5	7	3

含 量 (%)

—	5	—	(53)	(27)	(57.5)	60
—	37	—	—	—	—	40
—	—	37	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	9	4.5	—	—
—	—	20	2	2.5	2.5	—
—	—	13	—	—	—	—
—	58	—	3	2.5	4	—
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	18	7.5	33.5	—
70	—	—	—	—	—	—
30	—	21	—	—	—	—
—	—	9	—	—	—	—
—	—	—	15	6	2.5	—
—	—	—	—	50	—	—
—	—	—	—	—	—	—
<u>1.34</u>	<u>1.45</u>	<u>1.45</u>	<u>1.31</u>	<u>1.40</u>	<u>1.31</u>	<u>1.40</u>
43	48	50	43	43	45	48
30~35	40	28~30	30~35		30~35	10~15

表 1 焊 藥 成 分

序 号	材 料	焊 藥 牌 号						
		焊藥 1	焊藥 2	焊藥 3	焊藥 4	焊藥 5 ①	焊藥 6 ①	焊藥 7
1	硼砂(煅燒过的)	100	50	70	—	50	50	—
2	重碳酸鈉	—	47	10	—	—	—	—
3	硅石	—	3	—	—	—	—	—
4	食鹽	—	—	20	—	—	—	—
5	松香或硬脂	—	—	—	100	—	—	—
6	苛性鈉	—	—	—	—	20	20	—
7	氧化鐵皮	—	—	—	—	15	30	—
8	鐵屑或鐵粉	—	—	—	—	15	—	4.5
9	錫鐵屑	—	—	—	—	—	—	69
10	硅鐵	—	—	—	—	—	—	22.5
11	石墨	—	—	—	—	—	—	3
12	鋁粉	—	—	—	—	—	—	1

① 組成焊藥的各种成分，在900°C時熔化，并于冷卻后碎成粉末。

項)專門用来修理需要机械加工的工件。尽管冷卻速度很大(在[冷焊時])，但是因为在焊条(和塗料)成分中加入許多強烈氧化剂，所以利用上述焊条有时仍能得到沒有白口区的焊缝金屬。实际上利用这种焊条所得到的結果是不稳定的，因此这种焊条只有在修理鑄件上不重要地区的表面缺陷，而且要求焊修处要与零件的顏色一样时才許使用。

焊藥層上的焊接法(表1第9項)用于修理各种鑄鐵工件。

在某些情況下，这种方法保證能够得到可以机械加工(从表面)的焊着金屬。熔合区具有很高的硬度。

按照奧古烈克(Огурек)的建議，采用紫銅焊条和5号焊藥；按照薩夫秦克(Савченко)的建議，采用低碳鋼焊条和6号焊藥；

而按照捷連諾夫（Зеленов）的建議，則採用鑄鐵焊條和7號焊藥。

以上所說的各种鑄鐵焊接法，都要求更精確的補充焊接規範和實行條件。

要想成功地應用所有的〔冷焊〕鑄鐵法（焊接接頭沒有白口區、裂縫和氣孔等），只有在每一個個別情況下選擇最適宜的焊接方法才能達到；這種焊接方法，在該零件的尺寸和形狀下，要能保證電弧對於鑄鐵的熱影響最小。

用任何〔冷焊〕方法所得到的焊接接頭質量不能穩定，就是因為沒有滿足這些要求的緣故，但是現在個別的革新焊工們都能夠成功地應用鑄鐵工件的〔冷焊〕法了。

3 鑄鐵的〔半熱焊〕

如果所焊修的缺陷是分布在形狀複雜而整體加熱（全部預熱）的小零件上的，或是分布在形狀簡單的大鑄件上的，則採用鑄鐵的〔半熱焊〕能得到與基本金屬成分相同的焊接接頭，並且能保證在工件中不會出現裂縫。

使用氣體火焰和鑄鐵條（表1第14項），利用金屬或碳精電極（表1第10、11、12、13項）的電弧來完成〔半熱焊〕。根據工件的形狀和鑄鐵的成分，把所要修理的鑄件預熱到 $250\sim 450^{\circ}\text{C}$ 。必須注意在焊接過程中不使鑄件變冷（不拖延焊接過程，在工作中不間斷等）。不能在有穿堂風的地方或冷空氣進口處進行焊接。

焊接部分的造型，只有在修理〔貫穿〕缺陷時才是必須的。

焊接後，要把鑄件埋在有絕緣材料（砂、石棉、木炭等）的坑或箱中，使其緩冷。