

全國工業交通展覽會建築工業館

技 術 資 料

双层鋼板的焊接

建築工程出版社

目 录

一、双层鋼概述·····	(1)
二、双层鋼板焊接的特点及对焊接接头的基本要求·····	(2)
三、試驗及生产情况·····	(3)
四、存在的問題及今后的方向·····	(8)

一、双层鋼概述

双层鋼亦称双金屬，或称复合鋼，是由二种不同成份和性質的鋼所軋成的特种鋼材。它分主层和合金层二层。主层是較厚的一层，在設備中它的作用是承受負荷。材料是碳鋼或低合金鋼，例如C_T.3、C_T.4、C_T.5、C_T.10、C_T.20、C_T.30、C_T.35等号鋼，以及15K、20K、12MX，等等。合金层是較薄的一层，其厚度一般为鋼板总厚度的 $1/20$ — $1/2$ ，常用的厚度为总厚度的 $1/10$ — $1/3$ ，在結構中它在各种不同条件下承受不同性質的工作介質的作用。所用的合金鋼种类很多，例如耐酸不銹鋼（1×18HЭT）、耐热不銹鋼（ЭИ496）、鉻鋼（08×12）、蒙乃尔（Монель）合金及其他特种合金鋼和合金。

双层鋼可以軋成板材，也可以軋成管材，但以板材居多。其用途主要是制造化学工业和石油工业中的各种容器及設備。随着所使用的材料的不同，可以制造普通的容器及設備，也可以制造在高温高压下耐腐蝕的重要容器及設備。

采用双层鋼制造化工設備及石油工业設備不会影响到它們的工作性能，而能节省大量貴重的合金鋼，因此具有重大的經濟意义。根据苏联資料，設備工作时如腐蝕速度不超过 0.2 — 0.3 公厘/年，就可以用双层鋼板（C_T.3+1×18HЭT）代替1×18HЭT耐酸不銹鋼制造設備。这样可以节省价值貴重的不銹鋼达 50 — 70% 。

我国目前生产的合金鋼还不多，滿足不了需要，如果广泛使用双层鋼代替合金鋼，則不但可以减少对合金鋼的需要，而且設備的成本也可以降低很多。

据了解，在我国双层鋼板最近已由某工厂初步試制成功，而

在設備制造中也已開始使用雙層鋼板。用雙層鋼制造設備時只能使用焊接方法，不能用鉚接法。因此，對這種鋼材焊接工藝的研究也就必須及時跟上去，以滿足生產的要求。

二、雙層鋼板焊接的特點及對焊接接頭的基本要求

與一般鋼材相比較，雙層鋼板的焊接是有一定困難的。以使用最廣的雙層鋼 $C_{T.3}+1\times 18H\Theta T$ 為例， $C_{T.3}$ 和 $1\times 18H\Theta T$ 兩種鋼各自單獨焊接時都很容易，但軋成雙層鋼後再焊就有困難了。其中主要困難是：要保證低碳鋼焊縫和合金鋼焊縫在一定位置相交，以及二種焊縫金屬不能混合過多。如果二種金屬互相混合過多，就會影響焊接接頭的質量。例如低碳鋼焊縫內混入的合金鋼過多，則此焊縫的硬度會上升，塑性會下降；反之，如果合金鋼焊縫內混入了低碳鋼，則會降低，其抗腐蝕性能。為了保證焊接接頭的質量，就必須分別對每層金屬採用特別的焊接方法。

一般來說，對雙層鋼焊接接頭有如下一些基本的要求：

1) 焊縫金屬內不能有裂縫、氣孔、夾渣、未焊透等缺陷，特別是合金層焊縫內不能有這種缺陷，即使象徵裂縫及個別的極小的穿透性缺陷也不允許，否則設備在遭受到侵蝕性工作介質的作用後，必將從此處開始破壞，以致很快就會使整個設備失去工作能力。

2) 焊接接頭的機械性能不能低於母材的機械性能。

3) 焊接接頭的抗腐蝕性不能低於母材的抗腐蝕性，為此必須做到：

① 低碳鋼焊縫不能超過主層和合金層的交界綫而滲入合金層焊縫內；

②合金层焊缝內的 C_r , N_i 含量不能低于母材合金层中 C_r , N_i 含量的下限;

③合金层及其焊缝的表面不能有焊接时的飞溅沾上, 因为腐蚀最容易从此处开始。

三、試驗及生产情况

我国最近已經开始使用双层鋼板制造設備, 开始时还没有經驗, 不知从何处下手, 因此須要参考国外成功的經驗。我們参考过一些苏联、英美等国的文献, 关于双层鋼(低碳鋼+18-8型不銹鋼)的焊接得到如下几个概念:

1) 在工艺方面, 为了防止二种焊缝金屬混合过多后所造成的不良影响, 各国采用了許多不同的措施, 其中有些方法很复杂。例如有的用一层垫板隔开, 有的将接头处的不銹鋼或低碳鋼完全鉋去再用焊条填滿, 这些非常复杂的方法是我們不能采用的。另外, 也有比較簡單的方法, 所采用的坡口形式和焊接方法与一般的差不多, 是用不同的焊条来克服二种焊缝混合过多后所产生的不良影响。这种方法可以采用。

2) 在焊条方面, 要求是比較高的, 例如焊低碳鋼的焊条除普通焊条外, 还采用相当于苏联 $\Phi 42A$ 及 $\Phi 50A$ 型的。在焊合金层时則要求用几种焊条, 例如用25-20型或25-13型焊条焊合金层焊缝的第一层(即与低碳鋼焊缝相交的一层焊缝), 而用18-8, 18-8B型焊条焊表面层。

就我国目前的条件来看, 完全采用外国的方法是不行的, 因为在焊条問題上就有困难。我国目前能生产的合金鋼焊条品种少, 購買也不容易, 必須設法只用一种焊条(18-8型)就能滿足要求。为此, 就必须进行一些試驗, 研究只用18-8型焊条究竟有

无可能，如果可能的話，使用範圍有无限制。

試驗是結合生产，按工件的技术要求进行的。对焊接接头的要求是：极限强度不低于母材强度的下限，冷弯角度（二面分别弯）不小于 120° ，抗晶間腐蝕性能在自然状态下（即焊后不处理）必須合格。所用的双层鋼板为MCr.3+1×18HЭT，总厚度为8公厘，主层及合金层的厚度分别为5公厘及3公厘。所用的焊条有二种，焊低碳鋼的焊条是瑞典ASEASVETS牌的，根据我們的試驗，焊接接头的机械性能（平均值）如下：极限强度43.35公斤/平方公厘，屈服强度33.4公斤/平方公厘，延伸率21.3%，冲击韌性12.9公斤·公尺/平方公分。这种性能已符合苏联Э42型焊条的标准。焊不銹鋼所用的焊条是苏联ЭHTY-3牌焊条。鉄芯有C_B-O×18HЭ及C_B-1×18HЭT两种，焊条出厂証明書証明它們的化学成份符合于苏联国家标准。我們用这种焊条在1×18HЭT鋼上面所焊出的焊縫金屬的化学成份为：C—0.06%，M_N—1.27%，S_i—0.38，C_r—17.46%，N_i—9.84%，S—0.010%，P—0.033%，T_i<0.1%，这个成份是与标准相符的。焊接接头的抗晶間腐蝕的性能經試驗也合格。焊接接头的机械性能为：极限强度≥50公斤/平方公厘，延伸率≥22.7%，冲击韌性≥9公斤·公尺/平方公分。以上各种性能都是与苏联ЭA1型焊条的标准相符合的。本来，我們想尽量利用国产焊条做試驗，但由于生产單位所用的焊条大多数是进口貨，为結合实际情况，决定先用数量最多的焊条来試驗，即用上述的二种焊条試驗。根据我們对一些国产焊条使用及鑑定的結果，証明其性能并不低于上述二种进口焊条的性能。如果用这种进口焊条能焊双层鋼板，估計用較好的国产焊条焊双层鋼板也不会发生問題。

为了使受工作介質作用的焊縫有足够的抗晶間腐蝕性能，这层焊縫最好放在最后焊。这样，它所受到的热的作用最少，析出碳

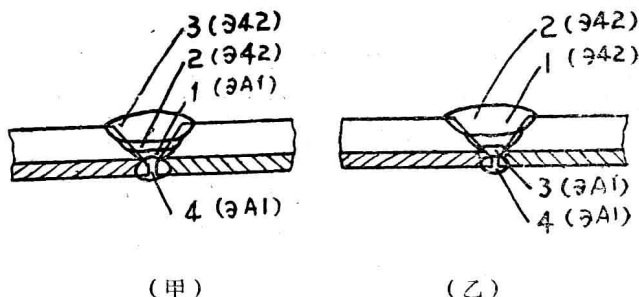


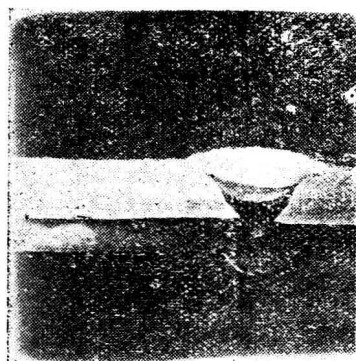
图 1 二个試驗方案中各层焊縫的焊接次序示意图
图中数字表示各层焊縫的焊接次序，后面括号内的是所用焊条的型号

化物的可能性也就最少，从而抗晶間腐蝕性能就容易得到保証。

与低碳鋼焊縫相交的一层不銹鋼焊縫的位置也很重要，它对焊接接头性能的影响很大。起初我們采用了一种方案(图 1 甲)，从低碳鋼側焊第一层不銹鋼焊縫，想使第一层不銹鋼焊縫的厚度加大一些，以減少碳鋼焊縫对第二层不銹鋼焊縫的影响。当时主观上認為問題不大，一边試驗，一边就在工作上焊起来了。結果第一层焊縫大部份裂开了。經過几次試驗，发现当电流等条件不变时，改变鈍边和間隙尺寸对裂縫的大小有影响，但不能消灭裂縫。后来改用低碳鋼焊条来焊第一层(第二种方案，见图 1 乙)，发现当鈍边尺寸加大或間隙尺寸減小时可以不出裂縫；反之，鈍边減小，間隙加大时就容易产生裂縫。从这里可以看出一点：裂縫是由二种不同金屬混合过多后所造成的。在用 3A1 型焊条焊接时，無論鈍边和間隙尺寸如何变，二种金屬混合都很多，故容易产生裂縫；而用 3A2 型焊条时，間隙大、鈍边小，合金层內的不銹鋼易混入焊縫，也容易产生裂縫。但是將鈍边加大或間隙減小，則不銹鋼就不容易混入或混入得少了，因而就不容易出现裂縫。显然，在防止裂縫方面第二个方案比第一个要好。

用这二种方案焊出的試片的橫断面如图 2 所示。进行机械性

能和抗晶間腐蝕性能試驗的結果列于表 1。



(甲)



(乙)

图 2 二个試驗方案所焊出的試片的横断面

甲——第一方案；乙——第二方案

双层銅母材的性能和二种方案的試驗結果

表 1

名 称	机 械 性 能			抗晶間腐蝕性能 ^③ (自然状态下)
	σ_b 公斤/平方公厘	α° (d/a= 2)		
		不銹鋼受拉	低碳鋼受拉	
母 材	54.5	180	180 ^①	鋼材出厂 証書証明 合 格
	54.4	180	180	
	54.3	180	180	
第一个方案	51.5	59	18.2 ^②	合 格
	50.5	47.5	13.5 ^②	
	30.7	32 ^②	9 ^②	
第二个方案	53.7	161.5	158	合 格
	53.1	159	155	
	53.0	57.5	123.5	

注：①銅材出厂标准規定，当低碳鋼受拉时冷弯角达 120° 即算合格。我們試驗的結果表明，弯至 180° 也无裂紋。

②試驗時此4塊試片誤用 $d=10$ 公厘之壓頭，結果 α 值很小。不過，從另二試片的 α 值可看出，即使所用壓頭直徑正確， α 值也不會達到 120° 。

③晶間腐蝕試驗是先將碳鋼層完全鉋去，然後按重鋼（20—55）標準進行的。

從表中也可以看出，第一種方案焊出的接頭的塑性很壞，而第二種方案焊出的焊接接頭的性已達到工件要求，可以用這種方法在工件上進行施工。

根據以上的試驗結果規定了如下的焊接次序：

- 1) 鉋邊、裝配、尺寸如圖3甲所示；
- 2) 從低碳鋼側用低碳鋼焊條點焊；
- 3) 從低碳鋼側用低碳鋼焊條焊第一層；
- 4) 清除熔渣後，用低碳鋼焊條填滿坡口（如圖3乙所示）；
- 5) 吊翻工件，用風錘從不銹鋼側鉋焊縫根部，須將渣全部鉋除，深度約超過母材交綫0.5公厘（如圖3丙所示）；
- 6) 用不銹鋼焊條從不銹鋼側焊第三層焊時，要將焊縫附近的母材遮住，以防飛濺；

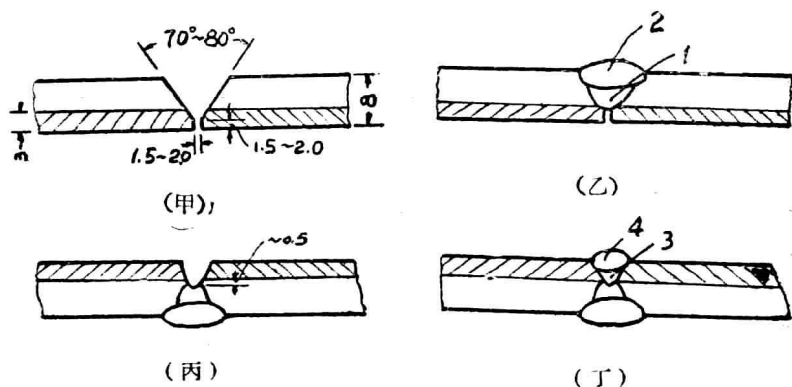


圖3 雙層鋼板對接接頭裝配焊接次序

（圖中數字表示各焊縫的焊接次序）

7) 清除熔渣，用不銹鋼焊條焊完第四層後（圖3丁），也

要設法防止飞溅。

按这个方法焊接时，所用的焊条及规范为：低碳鋼焊条： $\Theta 42$ 型，直徑为 4 公厘，电流为 160~180 安培；不銹鋼焊条： $\Theta A1$ 型，直徑 3 公厘，电流为 90~100 安培，直流反接。在橫焊及立焊时焊接电流降低 10~15%。焊接所用的工具及設備与一般所用的焊接工具及設備相同，沒有使用特殊工具或設備。

用上述方法在工件上焊接的情况是良好的。除因装配及鏟边不合規定而引起的个别裂縫外，沒有出現过裂縫或其他缺陷。

四、存在的問題及今后的方向

以上試驗結果虽已用于生产，但还不够全面。焊接接头的性能还没有全面地达到母材的性能，例如冷弯角还不够，不同溫度条件下的晶間腐蝕及总腐蝕試驗未做等等。因此还只能說是初步熟悉了双层鋼的焊接問題，今后还必须繼續进行深入的試驗研究，以滿足更高的要求。我們認為以下几点是值得进行研究的：

- 1) 繼續进行深入的試驗和研究，找出最好的工艺和规范，使焊接接头的性能达到母材的性能。
- 2) 进行具有不同主层及合金层的双层鋼板的焊接工艺的研究。
- 3) 双层鋼板自动焊工艺的研究。双层鋼板制件上的焊縫一般都是長焊縫，采用自动焊可以提高生产率及質量。
- 4) 与焊接有很大关系的双层鋼气割工艺也須要配合进行研究。

建筑科学研究院
建筑工程部安裝公司

供稿

主要參考資料

1. П. Т. Дмитриев сварка двухслойной стали Ст.3+1×18Н9Т, « Сборник статей НИИХИММАШ » 9№20 » 1956.
2. Н. Ю. Пальчук, А. Н. Блинов, Дуговая сварка двухслойных листов с покрытием из стали 1×18Н9Т « Автогенное дело » №3, 1955.
3. Ф. С. Бугрий, Н. С. Щимачский, О трещинах в сварных швах при автоматической сварке надфлюсом двчхслойной стали МСт.3+1×18 Н9Т. « Автоматическая сварка » №5, 1954.
4. Watts R. M The Welding of Clad Steels « Welding and Metal Fabrication » №1, 2, 1956.

双层鋼板的焊接

建筑科学研究院 編
建筑工程部安装公司

編輯: 江紹来

設計: 丁顯达

1958年9月第1版 1958年9月第1次印刷 5,060册

787×1092 • $\frac{1}{32}$ • 6千字 • 印張 $\frac{5}{16}$ • 定价(9)0.06元

建筑工程出版社印刷厂印刷 • 新华書店发行 • 統一書号: 15040·1285

建筑工程出版社出版(北京阜成門外大街)

(北京書刊出版业營業許可証出字第052号)