

25.276

2006

高速手工 电弧焊接法

維立明 著



机械工业出版社

高速手工電弧鐸接法

維立明著

梁桂芳譯



機械工業出版社

出版者的話

本書敘述各種生產電大的手工電弧銲接法；凡在蘇聯工業上廣泛應用的鉸條束銲接法，深熔銲接法等，均有詳細的介紹。這些卓越的方法，是根據蘇聯鐵路運輸部門先進的電銲工工作經驗，中央銲接技術研究所發表的材料及其研究工作的結果綜合成的。

本書的讀者對象為工程技術人員、工長及電銲工。

蘇聯 A. A. Вельямин 著 'Высокопроизводительные методы ручной электродуговой сварки' (Трансжелдориздат 1952 年第一版)

* * *

NO. 0752

1955 年 4 月第一版 1958 年 12 月第一版第三次印刷

787×1092 $1/32$ 字數 48 千字 印張 1 $11/16$ 5,101—11,200 冊

機械工業出版社(北京阜成門外百萬庄)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證出字第 008 號 定價(10) 0.28 元

目 次

原序	4
緒論	5
一 用加強單根鐸條電流量的鐸接法	10
二 用加大單根鐸條直徑的鐸接法	15
三 用束狀鐸條的鐸接法	17
四 用填充棒之單鐸條鐸接法	27
五 用支架法之單根鐸條鐸接法	29
六 用支架法之成束鐸條鐸接法	46
七 鐸接工作之合理組織	48
八 結論	50

原 序

第十九次黨代表大會關於發展蘇聯的1951~1955年第五個五年計劃指示中規定了‘在工程師、技術員、工人和集體農莊莊員中掀起一個廣泛的羣衆性的發明創造和合理化建議運動，繼續改進技術，提高產量，爭取完全機械化，減輕體力勞動，並繼續使勞動條件健全起來。’

在戰後斯大林五年計劃時期，鐵路運輸部門內湧現出許多電焊工革新者。他們運用着新的具有高度生產效率的焊接方法，改進着修理各種零件的操作技術，並且提供了許多發明創造和合理化建議。全蘇鐵路運輸科學研究院焊接部，幾年來，採用和電焊工革新者一起工作的方法，研究並總結了鐵路運輸部門許多電焊工革新者的經驗。以這些研究工作的結果爲依據，在實際修理車輛零件和線路上部建築構件的工作中，廣泛的推行了許多新的手工電弧焊接法——束狀焊條焊接和深穿透支架焊條焊接法等。

在這本小冊子中所寫的，是關於高速手工電弧焊接法。將這些焊接方法應用於修理零件，是由中央科學研究院工作者維立明(А.А.Вельмин)研究的。

對這本小冊子的意見，請書面寄交下列地址：

莫斯科 164 格拉夫斯基街 11 號交通部科學研究院出版部。
(Москва, 164. Графский Пер., 11, Издательский отдел ЦНИИ МПС.)

研究院院長 依萬諾夫(И.А.Иванов)

焊接部主任 沃布霍夫(А.В.Обухов)

緒 論

著名的俄羅斯發明家別那爾多斯(Н.Н.Бенардос)和斯拉維諾夫(Н.Г.Славянов)發明了金屬電弧銲接的方法,後來這一方法獲得了全世界普遍的採用。我們祖國在銲接技術方面牢固地保持着優先的地位;蘇聯學者不斷地改進着銲接的操作技術。

鐵路運輸部門中應用電銲的創始人之一,自動電銲機結構第一個設計者杜里且夫斯基(Д.А.Дульчевский),在1927年發明了助熔劑層下自動銲接法。

新的銲接方法,在後來經科學院院士伯頓(Е.О.Патон)改進並詳細的研究,在國民經濟部門中獲得了廣泛的應用。現在許多部的企業中均採用了自動電弧銲接法。自動銲接可以用來銲製一些重要的結構,例如橋樑、機車鍋爐、鐵路油車、運油船等等。

雖然近年來在銲接操作自動化方面,獲得了巨大的成績,但是在鐵路運輸部門中,手工電弧銲接法仍為主要的銲接形式。這是由於手工銲接法具有靈活性和通用性的緣故。手工電弧銲法在修理作業中具有特別重要的意義,因為它是修理車輛零件,線路上部建築構件及其他金屬結構最有效、最簡便的方法。因此除了繼續推廣自動銲接外,目前迫切的任務在於提高手工電弧銲接的質量、產量,及其進一步的節省金屬材料和電能。蘇聯交通部鐵路運輸全蘇科學研究院在這一方面作了很多的工作。並得到了這樣的結論:一方面要創造具有高度技術特性的新牌號銲條;另一方面要研究並總結運輸部門中新大哈諾夫革新者運用具有高度生產量的手工電弧銲接法的經驗。

在戰後斯大林五年計劃時期,鐵路運輸部門出現了許多電

鋸工革新者。他們大胆地運用具有高度生產力的鋸接方法，改進着修理零件的操作技術，並且提供了許多發明創造及合理化建議。

斯維爾德洛夫斯克編組站車輛段斯大哈諾夫式鋸工別斯沙諾夫(Г.П.Бессонов)同志，首先在鐵路運輸部門內，在修理車輛零件的工作中，採用了束狀鋸條鋸接。他在本段用這種方法組織了堆鋸磨損了的車鈎零件、輪緣及其他車輛零件。爲了使這種方法適用於鐵路運輸部門，別斯沙諾夫同志加入了許多自己的新的內容。根據各種鋸接工作的特點，別斯沙諾夫同志調整鋸條束中鋸條的根數——普通從兩根到四根，當作爲試驗時，他採用更多的鋸條。技術特性試驗證明，在鋸條束中加多鋸條的根數，增大了鋸條的鋸着係數，同時減少了金屬飛濺和燒損的損失。而且鋸接站的利用係數亦提高了，並且電能亦比用單根鋸條鋸接時節省了許多。現在斯維爾德洛夫斯基工場的所有鋸工均用新的方法工作着。因此他們的勞動生產率顯著地提高了。僅別斯沙諾夫同志本人在1951年內就完成了兩年的工作定額，並且工作的質量亦很高。

莫斯科的列寧格勒客運站的機務段電鋸工長查道爾斯基同志，在尋覓具有高度生產量的手工鋸接方法時，對使用束狀鋸條鋸接方法同樣感到興趣。由於他的首創，在工場中實行了雙根鋸條鋸接，查道爾斯基領導的鋸工組，推行這一方法結果，在鋸接工作中經常超額完成任務，並節省了不少電能及填充金屬。

別斯沙諾夫和查道爾斯基兩位同志成功的經驗說明了在現有設備的條件下，用束狀鋸條鋸接是可以大大地提高鋸工的勞動生產率的。交通部中央科學研究院對別斯沙諾夫同志工作經驗研究結果指出，在鐵路運輸部門內可以廣泛地使用束狀鋸條

銲接法。

別斯沙諾夫同志在鐵路系統中，又首先使用了另一種新的具有高度生產量的支架銲接方法。積極的革新者並不以此為滿足，相反的却力圖充分利用兩種銲接方法——束狀銲條銲接法和支架銲接法的優點，於是就把這兩種方法結合起來，而成為一種方法。

所有鐵路運輸部門的銲工都應該學會這種方法。

莫斯科列寧格勒編組站車輛段斯大哈諾夫式銲工羅茲別涅夫(А.Г.Лозбенёв)同志，把尋求合理地修理自動車鈎機械裝置的方法作為自己的任務。他對自動車鈎各部分構造及相互關係作了多方面的研究後，並經過多次的試驗，想出了一種修理自動車鈎磨損零件可靠的辦法，這一方法消除了車輛自動脫鈎的可能。羅茲別涅夫同志的創造，對於運輸部門來說，是有着極大的意義的，因為每次車輛脫鈎都使列車在路上耽誤不少時間，有時甚至能招致最嚴重的後果。交通部已發出特別的指令，決定在全國鐵路系統內廣泛的推行羅茲別涅夫同志的方法。

莫斯科——庫爾斯克鐵路莫斯科客運站車輛段電銲工革新者納札羅夫(А.Г.Назаров)，對祖國的銲接技術上作了具大的貢獻，他建議了一種用束狀組成銲條冷銲鑄鐵的方法。使用這種方法不必把銲接零件進行預熱，每一個運輸企業和工業企業，只要那裏有普通的直流和交流電銲機就可以進行銲接了。

到現在，應用納札羅夫同志的方法來修理各種鑄鐵零件，已經積累了許多經驗。其中甚至有一些承受壓力的零件，例如蒸汽機和內燃機的汽缸等。運用納札羅夫同志的束狀組成銲條冷銲鑄鐵的方法結果，僅僅在莫斯科——庫爾斯克鐵路的車輛企業中，一年所獲得的經濟效果就有 207000 盧布之多。

鐸工革新者工作的獨特之處，在於他們和研究機關及專家們取得了直接的聯系。在科學工作者和工程師友誼的幫助之下，他們可以很快並且很好地解決實際中所碰到的問題，從多方面的來檢查自己的發明創造，有把握地把它們運用到生產上去。至於科學工作者，在這種生產實踐的基礎上，他可以更充分、更有效的來實現他創造的理想。

交通部中央科學研究院鐸接部，採取和先進鐸工一起工作的方法，把鐵路運輸部門中斯大哈諾夫鐸工的經驗研究並進行了總結。

在熟悉了鐸工的成就及其工作中所有特點的基礎上，編寫了工作日記錄單。爲了更清楚的查明鐸工在每一生產操作中最合理的方法起見，實行了按工序測定時間。

爲了要把電鐸工採用的方法進行全面的實驗室研究，就把革新者請到研究院來工作了一、兩個月。科學工作者，在革新者的參加下，用所研究的方法鐸製了試樣，並且按照重工業人民委員會頒佈的 7687/633 全蘇標準，把試樣進行試驗。同時還完成了成型零件（如外輪、鋼軌等等）的熔鐸或堆鐸試驗。這樣查明了一些鐸接的技術指標：如熔化係數和鐸着係數，鐸接速度，熔融金屬的飛濺損失等。將機械試驗和金相研究的結果加以綜合後，編製出被研究方法的技術經濟性能，並且對於這一方法是否能在鐵路運輸部門中廣泛利用作了結論。

爲了把該種方法用於修理實際的零件，於是就編製了技術操作規程。這些規程草案，經生產實踐的考驗及交通部有關的管理局同意後，待鐵路運輸系統內廣泛地運用新方法時，研究院的工作才算完成。

交通部中央科學研究院鐸接部在 1948~1951 四年中，研究

並總結了鐵路運輸部門中許多鐸工革新者，在修理機車車輛零件及線路上部建築構件工作中的先進經驗，在這一研究工作結果的基礎上，廣泛的推行了兩種先進的手工電弧鐸接法：即束狀鐸條鐸接法和深穿透支架鐸接法。

這些工作的成果已經介紹在許多小冊子中，以及1949～1952年內的通報、雜誌和報刊上。那裏所介紹的這些方法，現在已經獲得了進一步的發展。並正施行着另外一些手工鐸接的生產方法。這些方法在鐵路運輸部門中是可以有效地利用的。因此，不僅有必要把過去研究工作的結果總結起來，而且還要把鐵路運輸部門中鐸工革新者及其許多繼起者的新的成就報導出來。

一 用加強單根鐸條電流量的鐸接法

生產量低是手工鐸接不及自動鐸接的最主要缺陷之一。爲了力求提高鐸接速度，很早就有許多鐸工企圖在一定的鐸條斷面內，加大電流密度。

電弧鐸接的生產量，不論手工鐸法或自動鐸法，通常均用每小時內電弧燃燒所鐸着的金屬克數來表示〔1〕●

$$A = \frac{Q_n}{t} \quad (1)$$

式中 A ——鐸接生產量，以克/小時爲單位；

Q_n ——鐸着金屬的重量，以克爲單位；

t ——金屬熔化的時間，以小時爲單位。

多次的實驗已證明，金屬鐸着的數量決定於鐸接電流和電弧燃燒的時間。這一關係可用下式表示：

$$Q_n = \alpha_n I t \quad (2)$$

式中 Q_n ——鐸着金屬的重量，以克爲單位；

I ——鐸接電流，以安培爲單位；

t ——電弧燃燒的時間，以小時爲單位；

α_n ——比例常數。

比例常數 α_n 亦稱鐸着係數，以克/安培小時表示。這一係數表明，在電弧燃燒1小時中每1安培鐸接電流鐸着金屬的數量。

鐸着係數的大小，首先決定於塗藥層的物理化學性能，同時決定於電弧的長度，鐸接時鐸縫的位置，鐸接電流的數量和類別；在直流電時還決定於極性。在實際計算時，採用按一定的鐸條類型和平均電流數值而決定的鐸着係數值。

● 括號中的數字是指附於書末的參考文獻的序號。

引用的公式(2)指出，鐸接的生產量可以應用鐸着係數較高的鐸條和加大鐸接電流而提高。

圖 1 所示為廣泛地應用在鐵路運輸業上的鐸條鐸着係數值的圖解。從圖形中，顯然可見，鐸着係數最低的是白堊塗藥鐸條（根據交通部中央科學研究院(ЦНИИ М-ПС)的試驗，平均每安培小時到 6.7 克），其中最高的是 ЦМ-7 鐸條（平均每安培小時 10.7 克）。

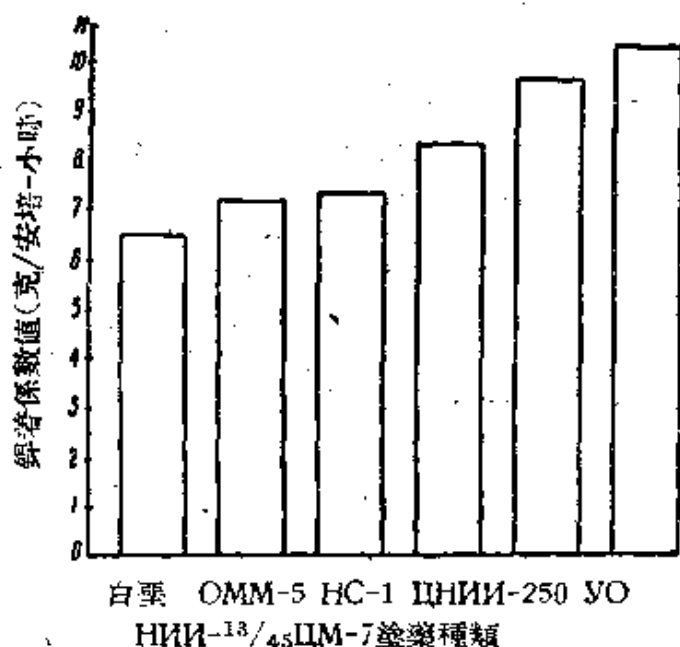


圖 1 各種鐸條鐸着係數值圖解

在鐵路運輸業上廣泛地運用着 ЦМ-7 鐸條，使手工電弧鐸接的生產量比用白堊塗料鐸條提高了 35%。更重要的在於用 ЦМ-7 鐸條鐸接時，堆鐸同樣數量的金屬所耗費的電能相當少。還有一種牌號 КД 的鐸條具有更高的鐸着係數（可達每安培小時 16 克）〔22〕。

加大電流以提高生產量，不同於提高鐸着係數，它不但沒有使電能減少，而且相反的，在鐸着單位重量的金屬上，還有某些的增高；這是由於飛濺損失增加的緣故。

此外，電弧燃燒時，鐸條由於通過過大的電流而被燒熱。電流的密度愈大，發生燒熱愈快，並且鐸條的溫度亦就越高。

斯大哈諾夫鐸工們所採用的加大的鐸接電流，常常在最大的允許範圍附近。如果超過這個範圍則鐸條在整個長度上很快地發生顯著的過熱現象。實際上在用薄塗料鐸條時（例如白堊塗

料), 把這樣的電流認為最大的允許電流, 即鐸條的熔化端被燒到暗紅色的灼熱, 其長度從熔化端算起不能大於 30 公厘[4]。實驗的經驗證明, 鐸接電流的允許上限對於 4~6 公厘直徑的鐸條以 12~15 安培/公厘² 的電流密度為合適。在這種加大的鐸接電流情況下鐸接, 不僅不會使鐸着金屬的質量惡化, 相反的, 鐸接結合的質量, 在許多場合內因母體金屬的熔化深度良好而提高[5]。

再繼續加大電流, 就會使鐸條發熱至不能允許的程度。電流過大時, 熔化金屬飛濺的損失劇烈增加, 鐸條的熔化變成不穩定, 塗藥層開始脫落, 一部分鐸條裸露, 因此電弧就時常熄滅。

鐸條的長度愈長, 則鐸條過熱越厲害, 反之, 鐸條越短, 加大電流可以使鐸條不發生過熱。許多斯大哈諾夫電鐸工考慮到這

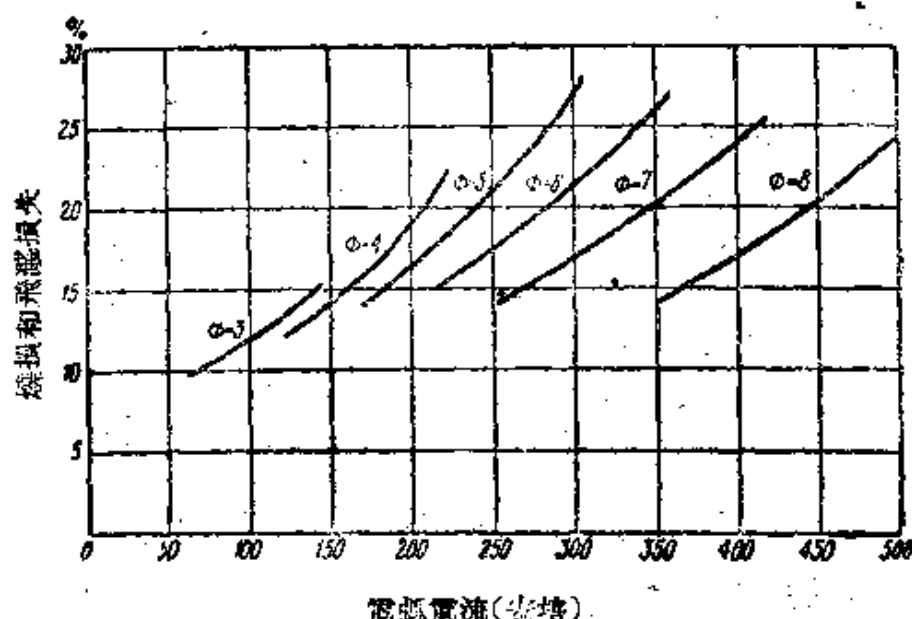


圖 2 鐸接電流和金屬的燒損及飛濺損失的關係圖表

一點, 在用薄塗料鐸條加大電流工作時, 不把鐸條的尾部鉗在電把內, 而夾在鐸條的中部。半根鐸條熔化後, 把電把翻轉來, 並在鐸條的另一自由端引燃電弧, 繼續工作。

在圖 2 上指出用不同直徑白堊塗料鐸條以交流電施鐸時,

隨同鐸接電流的加大，熔化金屬飛濺的損失也增多。這些數字均指標準長度電弧（5~6 公厘）在平鐸位置的鐸接工作而言。電弧長時，這種飛濺的損失量更大。大多數鐸工使用提高電流量時，必定與短弧結合使用，就是考慮了這種情況的原故。

隨同鐸接電流的加大，鐸着係數減少。在圖 3 中所表示的就是這一係數減少的情形。用 5 公厘直徑的白堊薄塗料鐸條鐸接時是曲線 II，用 ЦМ-7 塗料時為曲線 I。圖上用圓圈表示的為工學碩士馬開也夫（М. Г. Макеев）所提出的資料[20]，三角形的是交通部中央科學研究院的資料。由此可見，由於加大鐸接電流而使熔化金屬飛濺損失增加，致使鐸着係數降低，它的實際效果被證明顯著的低於預先的想像，計算鐸着係數值 α_n 時，它是採用不變的量，但在實際上它是一個變數。

考查鐵路企業的斯大哈諾夫電鐸工採用電流的結果，證明在那種情況下，即根據上面公式(2)增加鐸接電流，本來可以提高生產量達 20~30%，但在實際上，其生產量的增長不大於 15~20%。

加大鐸接電流對於鐸着金屬的性質和鐸接結合強度的影響，已經交通部中央科學研究院、哈利可夫（Харьков）建築研究院中及其他的研究機構研究過了，在這些研究的基礎上作出了下列的結論：

1 用加大鐸接電流時，鐸着金屬的強度，開始時增高，但後來由於金屬開始過熱，反而降低。圖 4 所示為用 6 公厘直徑的白堊塗

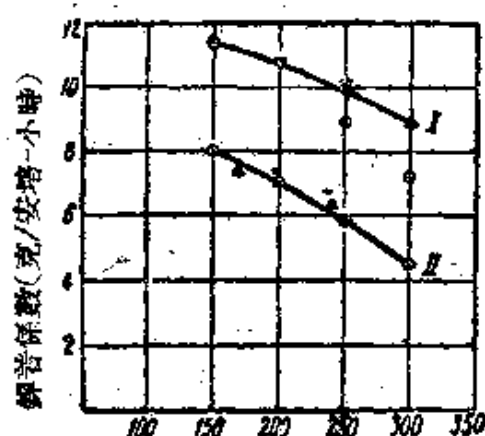


圖 3 鐸着係數與鐸接電流的關係

料鐸條，在各種不同的電流時，鐸接對接鐸縫強度變化的圖解。

2. 衝擊韌性，冷彎角和其他機械性能的變化和上述相似。

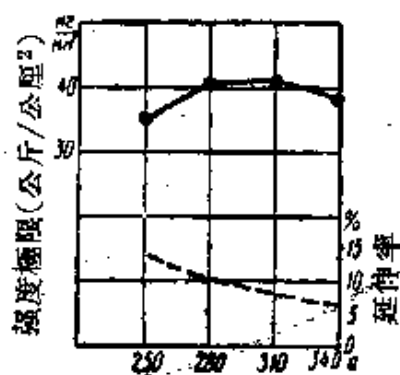


圖 4 鐸接的對接鐸縫
強度變化圖解

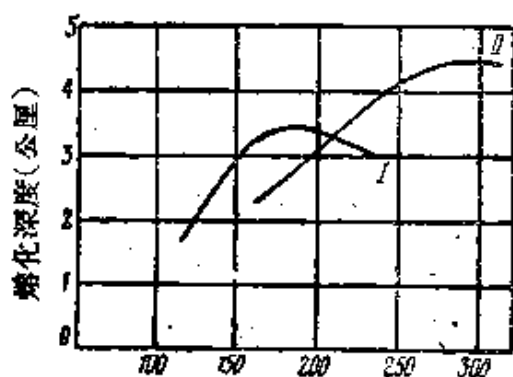


圖 5 熔深與鐸接電流之
間的關係圖解

母體金屬的熔深，在鐸條直徑一定時，加大鐸接電流，在開始是增加的，但在鐸條過熱後則下降。

圖 5 所示為母體金屬的熔深與鐸接電流之間的關係，鐸接時採用白鑒薄塗料鐸條：I 是用 4 公厘直徑的鐸條，II 是用 5 公厘直徑的鐸條。同時電弧的長度給予熔深的加深以很大的影響。電弧愈短，在鐸接電流同樣增大時，母體金屬的熔深愈大。

如果對各種不同直徑的鐸條加以比較，則在同樣加大鐸接電流時，例如，增加 50 安培，熔深加大是不一致的：直徑細的鐸條，它增大電流的程度較大。如加大電流從 160~210 安培，在用 4 公厘直徑的鐸條時，熔深增加 2.5 公厘，而在用 6 公厘的直徑時，電流同樣增加 50 安培（從 240~290 安培），增加的熔深最多為 1.5 公厘。這種現象是用 OMM-5 鐸條在厚度 12 公厘的低碳鋼上施行單層堆鐸時可以看到的。

必須指出，在用優質（厚塗料）鐸條鐸接時，加大電流應該考慮到塗藥成分。某些牌號鐸條，不能使用加大電流，因為在加大

電流下銲接時，會發現氣孔。其他牌號銲條，像 ЦМ-7，則相反的，是考慮到應用加大電流的。

在表 1 中，把各種不同塗料的 5 公厘直徑的銲條，比較了標準的和加大的電流（在銲接厚 12~16 公厘的鋼材時）。

表1 各種不同塗料銲條標準的和加大的電流規定

塗料種類	塗料牌號	銲條直徑 (公厘)	電流	銲接電流(安培)	
				標準的	加大的
Э-34	白堊的	5	交流的	200~220	220~260
Э-42	ОММ-5	5	交流的	200~220	220~240
Э-42	ЦМ-7	5	交流的	240~260	260~280
Э-42а	УОНИИ-13/45	5	直流的	200~220	220~250
	НС-1	5	交流的	200~210	沒有規定

二 用加大單根銲條直徑的銲接法

另外一種提高銲接生產量的方法——利用粗直徑的銲條——是以在單位時間內增加熔化銲條金屬的數量為先決條件的。

在這種情況下，銲着係數同時隨着增加，這是由於同一的銲接電流，對於直徑不同的銲條，適合於各種不同的電流密度。直徑細的銲條，電流密度就大，引起飛濺的增多，並相對的降低了銲着係數。

圖 6 所示的曲線是表示採用不同的電流標準時，直徑 5、6、8 和 10 公厘白堊（薄塗的）銲條銲接的生產量。

顯然，加粗銲條直徑，可以在同樣的電流下大大地提高銲接生產量。

用粗銲條並加大銲接電流進行工作最特別有利的。選擇銲

條直徑和加大鉚接電流時(按照與普通鉚接電流標準比較), 必須考慮到母體金屬的厚度。表2所示為使用交流電對不同厚度低碳鋼鉚件在平鉚位置用白堊塗料鉚條施鉚時的鉚條直徑和適合該直徑的電流規定。

表2 不同厚度的鉚件和直徑3~6公厘鉚條標準的和增大的鉚接電流規定

母體金屬厚度 (公厘)	鉚條直徑(公厘)	標準電流(安培)	加大電流(安培)
3~5	3	100~120	120~140
3~5	4	120~140	140~160
5~8	4	140~160	180~200
5~8	5	180~200	200~220
8~12	5	200~220	220~240
12~16	5	200~220	220~250
12~16	6	230~250	250~280
16~20	5	220~240	240~260
16~20	6	240~260	280~300

金屬厚度在16~20公厘或更大時, 可以利用更粗的鉚條, 如果鉚接設備允許的話, 可在更高的電流下鉚接。

廣泛應用於運輸業上的鉚接機CT-2、CTЭ-23的能力, 在採用直徑大於8公厘的鉚條時便不敷應用了。

藉應用加大電流和粗鉚條的方法, 以提高手動電弧鉚接生產量的可能性, 亦廣泛的為鐵路運輸業的鉚工所採用。許多鉚工由於採用了這種方法, 已達到很高的生產定額。電鉚工蘇姆良也夫(П.П.Шумляев) [基洛夫鐵路洛捷場機務段(паровозное депо ст. Лодейное поле Кировской ж. д.)], 採用強電流和粗鉚條並結合短弧, 在明確的鉚接工作組織下, 提高勞動生產量50