

船舶導管銲接

З.Б.德累辛雪多 著

彭紹曾 譯

人民交通出版社

船舶導管鉚接

З.Б.德累辛雪多著

彭紹曾譯

人民交通出版社

本書綜合了修造船廠在船舶導管製造方面應用銲接的經驗。按接頭型式分出導管的類別，指出各種接頭型式所應選擇的不同銲接（鉗接）方法，並敘述各種銲接（鉗接）方法的技術程序。

本書供設計師及技術人員參考之用。

書號 6054-京

船舶導管銲接
С. Б. ПРЕДВЕНЦОВ
СВАРКА
СУДОВЫХ
ТРУБОПРОЦЕССОВ
МАШИНЫ
МОСКВА 1953 ПЕНИНГРАД

本書根據蘇聯機器工業出版社1953年莫斯科—列寧格勒俄文版本譯出

初 曾 譯

人民交通出版社出版
(北京安定門外和平里)

新華書店發行
萃斌閣印刷廠排版
慈成印刷工廠印刷

1956年3月北京第一版 1956年3月北京第一次印刷

開本：787×1092 $\frac{1}{2}$ 印張：1 $\frac{1}{2}$ 張

全書：34,000字 印數：1-1,100冊

定價（8）：0.33元

（北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六號）

序

蘇聯共產黨第十九次代表大會指示，按照第五個五年計劃的發展，規定蘇聯在 1955 年，航海貨船和油船比 1950 年大約增加 1.9 倍，內河客船大約增加 1.6 倍，漁船大約增加 2.8 倍。¹

現代船舶的建造不採用銲接法是不可能的，銲接法在造船上已佔據了穩固的地位。

現在，與不久以前不同，每一個鉚釘接頭在採入圖樣以前，都須詳盡的研討其採用的真正必要性。

現在造船上廣泛的採用幾乎一切技術上有名的銲接方法：電弧銲（人工的、自動的及半自動的）、氣銲、釐接及各種型式的接觸銲。

至少有這些各種各樣的在造船上可被銲接的金屬與合金：普通低碳鋼、低級和高級合金鋼、銅及鋁的合金。

於製造及安裝各種導管時，銲接的工作量很大。

就重要程度說，船舶各種導管在船舶結構與機件的總目錄單上佔據遠非末後地位。大量多樣性的船舶導管按其用途（從通風管到主蒸汽管）無論對製造方法或生產組織都要求不同的處理辦法。

現在各造船廠均規定有製造各種船舶導管的文件。本書的目的是綜合船舶導管製造的經驗，選擇最合理的接頭型式及銲接方法，并推論銲接在船舶導管製造上將來發展的途徑。

目 錄

序

1. 製造船舶導管時銲接應用的條件·····	1
2. 導管銲接接頭的分類·····	4
3. 各種接頭銲接（釐接）方法的選擇·····	8
4. 銲接（釐接）技術通則·····	13
5. 鋼管與法蘭的電弧銲技術·····	17
6. 鋼管的接觸銲技術·····	24
7. 鋼管的自動銲與半自動銲技術·····	30
8. 鋼管的氣銲技術·····	33
9. 青銅法蘭銲於銅管上的釐接技術·····	34
10. 青銅法蘭與銅管的電弧銲技術（斯拉維亞諾夫法）·····	38
11. 大直徑導管的銲接技術·····	40
12. 船用銲接導管的製造方面的任務·····	43

1. 製造船舶導管時銲接應用的條件

遵守下列條件，可以獲得等強度的銲接接頭：

- 1) 接頭的構造應便於施銲。
- 2) 基本金屬的銲接性質應經良好的研究。
- 3) 採用的銲接方法應保證有可能獲得等強度的接頭。
- 4) 應正確的選定銲接的技術程序（制度及其他）。
- 5) 採用的熔接材料（電極、銲藥、銲條）應能保證銲接縫金屬的機械性質接近於基本金屬的機械性質。
- 6) 銲工的熟練程度（當用手銲時）應能保證高度的工作質量。
- 7) 應該採取可靠的方法以檢查銲接及銲接接頭。

分析上列條件，可以斷言在絕大多數的情況是能保證這些條件的完成的。

最近，很流行「技巧的設計」的說法，可惜實際上常有些設計的項目，或者是根本不可能完成，或者完成起來非常困難。

然而選擇這樣的設計，常常并不是爲了特別必要而來被迫採用的。有時候，我們也可以毫不損及設計的效能來「技巧的」完成它，即設法使它「便於」完成。設計師應當記住，任何接頭愈是便於銲接的，愈是容易保證其質量，即其等強度性。

選定基本材料的牌號時，設計師對擬用的牌號的材料應考慮到研究其銲接性質的步驟。對任何牌號的鋼料缺乏銲接技術上的探討，或者將已經良好研究過的牌號用於不正確的銲接技術，都會招致惡劣的結果，離開了適宜的制度也同樣會使銲接縫的效能降低。

銲接方法的選擇由一系列的條件來決定，其中最主要的是接頭

的特性，導管直徑及管壁厚度，例如：對於管徑為20～25公厘的有法蘭的鋼管的對接接合，最可取的方法是接觸銲，（即電阻銲——譯註）。假如這個方法不可能被採用，不管電弧銲通常能保證銲接接頭有極好的性質。而須使用氣銲。因為在這個場合採用電弧銲，由於會從小直徑管的旁邊產生稠密的電弧坡峯，將得到比氣銲更壞的結果。

有必要在每一個別場合，根據已定的生產條件來從現有的銲接方法中選擇對該種接頭型式最好的方法。同是一個方法在不同的情況下會得出不同的結果。

雖然現代銲接方法能充分保證得到的銲接接頭所具的性能適合要求，畢竟仍有很多設計機構在計算導管的強度尤其在計算銲接管管壁厚度時，都採取一個等於0.8或0.9的銲接接頭強度係數。

因此，庫茲聶佐夫和羅多米諾^①寫道：L低壓導管銲縫的強度係數，對於無墊環的T形或V形銲縫，計算時取為0.8。因為甚至銲工謹慎工作時也發生未熔透的銲口¹。再其次：L墊環的裝置使銲工有可能精密的熔透縫口，因而增加了接縫的強度並減少其收縮應力；因此，這類接縫的強度係數可以0.9計¹。

採用銲接的多年實踐，完全証明了當正確的擬定并執行技術程序時，亦即是研究了基本金屬的特性，正確的選定了熔接金屬以及銲接制度時，在這種場合下，獲得的銲接接頭是等強度的。

當這種銲接的樣品作試驗時，破壞多半是沿基本金屬發生；當沿銲縫的破壞時，其極限強度（及其他機械性質）總是高於基本金屬所有的強度。

銲縫強度係數的引用，對於船舶導管殊無意義，因為當計算管壁厚度時，考慮到負的公差須給以增量，此增量的數值已若干倍超

① 見Л.А.庫茲聶佐夫及В.В.羅多米諾合著《熱力設備的導管的構造及計算》，蘇聯機械工業出版社1949年版。

過由引用係數 φ 計算所得的壁厚的增量。

爲証明此點，可參閱計算管壁厚度的公式：

$$S = \frac{P \cdot d}{2\sigma\varphi} + b$$

式中： S ——管壁厚度，以公厘計；

P ——管內最高壓力；

d ——管子內徑，以公厘計；

σ ——容許張應力，以公斤/平方公分計；

φ ——接縫強度係數；

b ——考慮到負公差的增量。

例如：取 $P=25$ 大氣壓， $d=100$ 公厘及 $\varphi=1$ ，得管壁厚度（未計算 b ）0.9公厘；當係數 $\varphi=0.8$ ，壁厚等於1.1公厘。即壁厚增加了0.2公厘。但由考慮負公差及其他而引用的增量 b 爲1~2公厘。可見係數 φ 對於規定管壁厚度是沒有實際作用的。

現由我國各研究院製出的各種牌號的電極，保證了熔成金屬的機械性質，不僅符合基本金屬的機械性質，而且往往超過他們。

經過二十年以上的試用，無疑的使人相信這些電極適合銲接用途極重要的管子。

合格的銲工所完成的工作總是有保證的。

現在檢查銲接質量的各種方法已被研究出來並在使用中。固然，並非一切的檢查方法都能同樣程度的應用在各種不同的銲接方法上；可是能肯定的說，在現代銲接技術發展水平之下，用任何方法總都有可能來檢驗銲接質量，並使人相信銲接接頭的效能。

電弧銲所完成的接頭，應經更爲完滿的檢驗。

採用這些方法可檢驗：

1) 熔成金屬的機械性質，即電極牌號選擇的正確性。

2) 銲工的熟練程度，建立發給証書的有系統的考試制度，也進行

使用各種鋼料、電極及其他具體條件的特別的監督考試；同時又檢驗鋼料的牌號。

3) 銲接接頭的質量可全部的或重點的（根據情況）用X光、水壓試驗或其他檢查質量的方法來檢查。

現在接觸銲接頭的情況則稍有不同。對於接觸銲所成的銲接接頭，至今尚未研究出足夠精確的檢查方法。誠然，以自動電銲機進行的接觸銲，使銲接過程有妥善控制的可能性，因而保證獲得了銲接接頭所需的質量。

2. 導管銲接接頭的分類

鋼 管

管的對接（圖1）這種最重要的接頭形式稱為無法蘭式，應被推薦為最好的導管接頭。

重量的大為減輕，製造法藍及將法蘭裝上導管的費用的減省，接頭數目的減少一半及其絕對的密封性——這一切都使管子的無法蘭接頭合乎理想。可惜，很多設計師仍對其估價過低，而在可不用法蘭減少消費的場合仍採用法蘭。

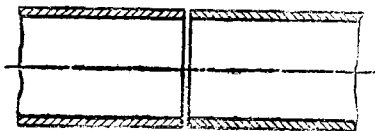


圖1 鋼管的無法蘭接頭

這種接頭形式唯一的缺點是在管路安裝的情況下進行銲接很困難。

在安裝的情況下，銲接常須在不方便的位置和狹隘處所進行。因此要求銲工具有更高的熟練程度，也使銲接前管子的準備工作和接頭質量的檢查趨於複雜。雖則如此，這個缺點是被採用了無法蘭接頭取得的益處所補償。

管與固定法蘭的對接（圖2） 這種接頭具有國定全蘇標準ГОСТ4437—48規定的法蘭型式。

將固定法蘭以對接聯於管子來製造鉚鋼導管時，應遵照特別的技術指示。

這種接頭最通用於高壓管路，又無論在效能方面或用任何銲接方法（電弧銲、接觸銲或氣銲）來完成的可能性方面，都是一切法蘭接頭中最合理的。並且能保證銲縫，管子及法蘭基本材料之間的等強度。

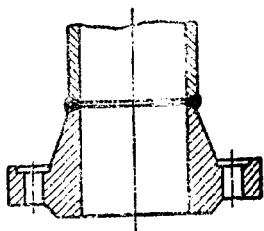


圖2 鋼管與固定法蘭的對接

此外，這種接頭能簡單而可靠的採用X及γ射綫或水壓試驗來實行銲接質量的檢查。

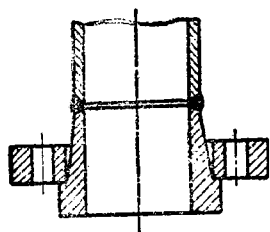


圖3 鋼管與接頭管接合

管與接頭管（附有環圈）的對接（能自由轉動的法蘭）（圖3）對於普通導管，接頭可按照ГОСТ4438—48來完成。但對於鉚鋼導管，應遵照特殊的技術指示。

這種接頭在原則上與圖2所示的沒有區別，當裝配時由於法蘭能自由轉動而有些技術上的優點。

按照ГОСТ4439—48完成的接頭，是上述接頭形式的變型（如圖4）。它們用於次要的管路上，因為斜銲縫在質量上不及對接的。

現在銲縫可藉電弧銲用人工或機械來完成；當然寧願採用機械。此種形式的接頭在導管製造上應用日見廣泛。

在開始採用如圖4所示的法蘭接頭以前，平法蘭的管接頭應用極廣。平法蘭是用鋼板裁成的。這類接頭規定於ГОСТ1537—48中（圖5）。

這些法蘭和在鉚合的環上的自由法蘭，可用於壓力不超過16公斤/平方公分，工作介質溫度不高於 300°C 及直徑自20~500公厘的場合。

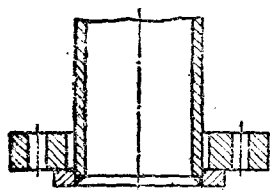


圖4 鋼管與環的接頭

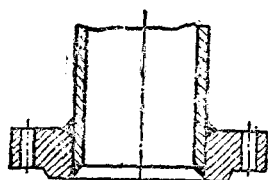


圖5 鋼管與平法蘭的接頭

銅 管

銅管的製造，在造船上占有極重要的地位。

按一系列的運用條件，大量的管路系統須用銅管製成。銅管相互之間的結合是藉助於某種尺度的法蘭及套管而實現的。管子的製造或是整抽無縫管；或將銅板壓延或沖擊成所需的形狀。

由這點出發，銅管可以分成兩類：

- 1) 銅板製成的導管（常是大直徑管）；
- 2) 無縫管製成的導管。



圖6 銅板的對接

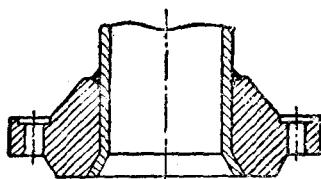


圖7 銅管與青銅法蘭的接頭（鉚接和鉗接）

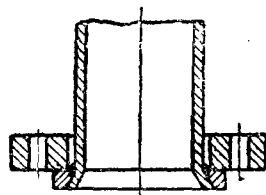


圖8 銅管與環的接頭（鉚接和鉗接）

作為第一類導管的典型例子，可舉出冷卻管，其構件之一示於圖 6。

所有其他的導管（例如：救火管、給水管等）也同樣可用銅管製成；並以兩種形式的附屬法蘭作管子間的結合。這些法蘭規定於 ГОСТ 1538—48 及 4440—48 中（圖 7 及 8）。

銅管與支管及分歧套管的接頭在造船上應用很廣。這類接頭的幾種形式示於圖 9 至圖 11。

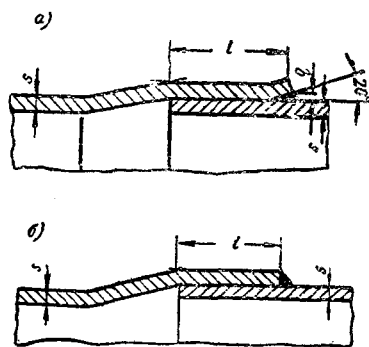


圖9 銅管的搭接（鉗接）

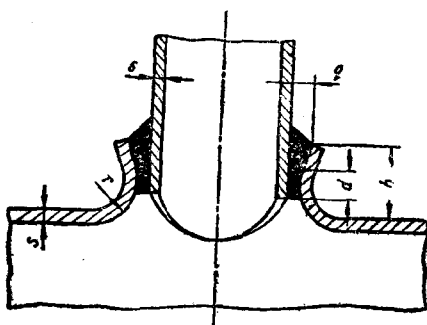


圖10 銅支管與管的接頭（鉗接）

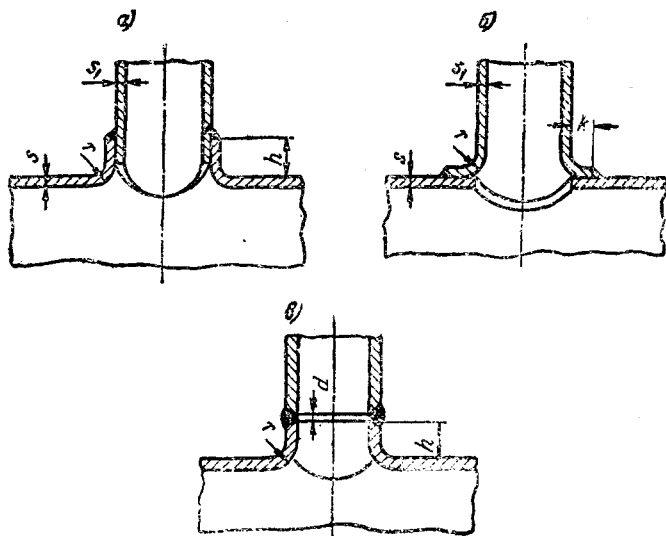


圖11 銅支管與管的接頭（銲接）

3. 各種接頭銲接(釐接)^①方法的選擇

對於各種不同的導管銲接接頭，可用很多的銲接及釐接方法。這些方法的每一種無論在保證接頭的高度質量上或在生產率方面都有其一定的優點和缺點。

有時，偶然的情況妨礙了某些方法的採用，甚至這是合理的方法。例如：設備能力不夠，結構的特殊性及其他。

在每一個別的場合，斟酌一切的情況並選出最適宜的銲接方法，是很重要的。當然，不能從此得出結論；應當遷就現有的條件。反之早在設計時就該預見到最合理的接頭方法並將其用於結構中。

由上述可知選擇銲接（或釐接）方法的一般法則是沒有的；但是，研究了一切接頭形式後，可以找出選擇銲接方法的途徑。

依據導管接頭通常的分類，以接頭選擇方法為觀點，將每種接

① 又稱銅銲或鐵接——譯註。

頭分析如下：

鋼 管

管的對接 對於對接的鋼管，就生產率而言最好的方法是接觸銲。這種方法當能適當地完成時可以保證銲接接頭具有所需的性質。但是採用此法受下列情況的限制：

1) 現有的萬能電銲機無論在構造上和能量上都不適用於直徑在100公厘及以上的管子。

2) 各工廠所有的對銲機大多數不是自動調節的，而銲接質量的穩定有賴於銲工的經驗。

3) 必須具有相當複雜的附屬裝置，以消除管內接縫處的毛邊。

4) 管端應該精確的度量。否則，很難保證對接各管的中心綫一致；且管端不能偏折。

5) 當對接處遠離管端時，用X光檢查非常複雜。

6) 運用中需要大的能量。

雖然有上述一切困難，這個方法仍被認為是最進步的，凡在生產條件能採用本法的地方均應加以採用。

與電阻接觸銲並存的還有些在原則上相近的方法，其不同僅在加熱方法上。屬於這類方法的有：

1) 加壓的氣銲，在長距離氣體導管的敷設方面獲得相當廣泛的採用；由於野外的條件很難保證可用電銲。

2) 高頻率對接銲，目前工業上採用尚不廣。

以銲藥層披覆的自動電銲^①也是管子對接的現代方法，用這種

① 或稱滑弧銲法——譯註。

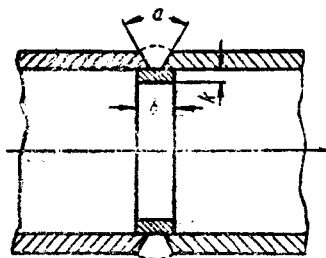


圖12 管用永久鋼環的銲接

方法的管子接頭有兩種形式：

- 1) 捲邊對接；
- 2) 不捲邊對接。

第一種情形，使用固定的自動夾頭，被銲接的管子同時在特殊機械的幫助下旋轉。捲邊對接銲可以應用於最小直徑的管子，能防止熔潭金屬的流動。

大直徑的管子（自 600 公厘及以上）的自動銲接是用兩個自動機同時進行的——其一不能移動的置於管內；另一置於管外的藉自動拖曳機構移動。

第二種情形，自動銲接是對接頭不捲邊，自動銲機圍繞接縫旋轉而銲成的，銲縫藉特殊裝置的幫助被強制的形式。這個方法由以 E.O. 波丹院士命名的電銲研究院研究成功，並且採用於實際工作中。

按照斯拉維亞諾夫^①方法并以人工施銲的電弧銲，在一切工業部門包括造船工業中獲得最廣泛而有效的採用。當製造蒸汽管或其他高壓高溫的導管時，爲了運用過程中除去毛邊碎粒的安全，同樣也爲了保證管壁橫斷面上有充分的熔透深度，銲接處可嵌入一永久性的鋼環（如圖 12）或一可拆去的銅環。

直徑小管壁薄的管子常用氣銲，這一方法也普遍的用於工業上。特別適合因某種理由而不可能採用接觸銲的場合。

由此可見，大直徑管子的銲接應採用電弧銲（用銲藥披覆的自動電銲更好），對於中等及小直徑的導管用接觸銲，如果這些方法都不能被採用時，該用氣銲。

法蘭及接頭管與管子的對接 固定法蘭與附有活動法蘭的接頭管在構造上的差異，並不影響銲接方法的選擇。

管與法蘭或接頭管是否有採用接觸銲的可能性，由其直徑決定。

^① 世界上最先發明用電弧的高熱來銲接金屬的是俄國貝納多斯（Бенардос），他於 1885 年用直流電源，炭極及銅條做成了電弧銲的試驗；1892 年俄國另一科學家斯拉維亞諾夫（Славянов）發明改變貝納多斯的炭電極為金屬電極（銅條）的電弧銲法——譯註。

在任何情況下，當設備的能力及夾具的構造允許進行接觸銲時，與其他一切方法相比寧願採用接觸銲。

假如不能採用接觸銲，則須用電弧銲——人工銲、或有背縫的或有墊環的自動銲，依具體情況而定。同樣，假如管的對接銲不可能用接觸銲或電弧銲的情況時，應用氣銲。

管子與環的接合對於活動法蘭 應該用電弧銲，現在被採用的主要方式是用金屬電極的人工銲，但是原則上可能并已開始引用機械銲接——自動的或半自動的①來生產。

管子與平法蘭的接合 造船工業現已於次要的管路上採用此種接合。這種接頭在一切情況下毫無例外的是用電弧銲完成的。1950年波丹電銲研究院開始引用半自動電銲來銲接此種法蘭，並且出產了半自動電銲機（ДШ-16及ДШ-17）。

當選擇管子與平法蘭接頭的銲接方法時，倘若不可能實行自動銲，便應用半自動銲。

銅 管

大直徑管（由銅板製成）的接合 不久以前，此種接頭是用硬銲料的釐接來完成的。此項過程要求非常複雜而繁重的工作——爲了釐接而準備接頭邊緣。所得銲縫雖說是緊密的，可是自然不能算是等強度的。

現在這個不够完善的方法已經被金屬電極的電弧銲所代替。

細節茲不具論，惟須提醒採用金屬電極的電弧銲可以獲得等強度的銅管銲縫。現在這個方法已被認爲是生產條件下最節約的方法。

更有效的銅件銲接方法，現正日漸掌握并推廣中。其中有銲藥

① 自動銲與半自動銲的區別如下：

半自動銲——電極的給入與電弧長度由機械自動控制；但電極沿銲接接頭的移動（或銲接速度）是由人工控制的。

自動銲——上三項均爲自動控制。如：Unionmel + me + hod——譯註。

披覆的自動鋸及惰氣遮弧自動鋸^①，這些方法的生產率大於金屬電極的人工鋸接。

管子與法蘭或環的接合 目前還用硬鋸料的釐接。該法不能被認為是最好的，雖說在適當的操作下，他能保證接頭符合所要求的質量條件。現在甚至可以斷言金屬電極的電弧鋸，按照一切技術及經濟指標，都比較釐接優越。

支管及套管與管子的接合 是用硬鋸料的釐接完成的，然而也可以用電弧鋸。

表 1 示導管的各式接頭及現在工業上所採用的鋸接方法。

各式導管接頭在工業上採用的鋸接方法 表 1

接 頭 型 式	鋸 接 (釐 接) 方 法						
	用自 鋸藥 披覆 的鋸	惰 氣 遮 弧 自 動 鋸	接 觸 對 接 鋸	電 維 亞 諾 夫 法 (斯 拉)	電 多 司 法 (貝 納)	氣 鋸	氣 釐 接
鋼 管							
管的對接	+	-	+	+	-	+	-
管與法蘭或接頭管的接合	+	-	+	+	-	+	-
管與平法蘭或環的接合	+	-	-	+	-	-	-
銅 管							
大直徑管	+	+	-	+	+	+	+
管與法蘭或環的接合	+	+	-	+	+	-	+
支管及套管與管的接合	-	-	-	+	+	-	+

① 惰氣遮弧鋸法是利用氣、氮等氣體包圍在鎢極電弧外面的電弧鋸。惰氣遮弧電弧和鋸接面不與空氣接觸，以防氧化。電源交直流均可用，但用交流電時須附加高頻電源，否則不易維持電弧——譯註。