

87.5/59
FLK

081193

金屬電噴鍍
在船舶修理中的应用

弗蘭克爾著



机械工业出版社

金屬電噴鍍 在船舶修理中的应用

弗蘭克爾著

易志寬、鄧定康、譚霞珊合譯



機械工業出版社

1957

出版者的話

本書簡要地敘述了金屬電噴鍍應用在船舶修理中的主要問題。

本書向讀者介紹了修理磨損的零件，在軸頸、軸套和滑動軸承襯上噴鍍抗蝕層和減摩層，以及修理鑄件廢品等方面應用的金屬電噴鍍的器具、設備和工藝。

本書可供船舶修理企業及其他企業工程技術人員和生產工人的參考。

苏联 Л. С. Фролов 著 *«Восстановление электрометаллизации в судоремонте»* (Издательство «Морской транспорт» Москва 1955 年第一版)

*

*

*

NO. 1330

1957 年 1 月第一版 1957 年 1 月第一版第一次印刷

787×1092 $\frac{1}{32}$ 字數 53 千字 印張 $2\frac{5}{8}$ 0,001—3,000 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)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証出字第 008 號 定價(10) 0.42 元

目 次

緒言	5
第一章 金屬電噴鍍過程的實質和噴鍍層性能概說	8
第二章 金屬電噴鍍用的設備	12
JIK-6a型金屬電噴鍍器	14
ЭМ-3型金屬電噴鍍器	19
JIK-6a-12型金屬電噴鍍器	22
ЭМ-6型金屬電噴鍍器	23
降壓變壓器	24
油水分離器	26
繞金屬絲用的卷線車	27
通風裝置	28
金屬電噴鍍工段	30
第三章 金屬電噴鍍的工藝	34
在噴鍍前零件表面的準備	35
圓形零件表面的準備	35
平面的準備	40
鍍層的噴鍍	40
零件上噴鍍質量的檢驗	42
鍍層厚度的確定	43
噴鍍所需基本時間的計算	44
噴鍍後表面的機械加工	45
第四章 軸承襯和軸套抗磨層的噴鍍	47
雙金屬絲的製造	48
軸承襯和軸套表面噴鍍處的準備	52
軸承襯和軸套表面上噴鍍金屬層	54
噴鍍後內表、外表面機械加工	55

第五章 抗蝕性和裝飾性鍍層、表面上噴鍍鉍.....	56
防止腐蝕.....	56
裝飾性鍍層的噴鍍.....	59
表面上噴鍍鋁.....	60
第六章 鑄件缺陷的修理.....	61
增加鑄件多孔性壁的緊密性.....	62
鑄件外部縮孔的填補.....	63
第七章 船舶修理廠中金屬電噴鍍的應用.....	64
用不銹鋼噴鍍螺旋槳軸的軸頸.....	64
活塞的修理.....	68
曲軸軸頸的修理.....	69
滑動軸承襯、軸套和龍骨接管配合處的修理.....	70
絞車和絞盤的軸承襯的修理.....	72
循環水泵桿的噴鍍.....	74
車床主軸的修理.....	75
恢復有裂縫的零件的緊密性.....	76
第八章 安全技術.....	78
附錄1 宜用金屬電噴鍍修理的零件表.....	80
附錄2 金屬電噴鍍工段必要設備的性能.....	81
附錄3	83
參考文獻.....	84

緒 言

在苏联共产党第十九次代表大会，關於苏联發展国民經济的第五个五年計劃（1951年至1955年）的指示中提出了如下的任务：要以消除材料和設備消耗中的浪费現象，加强防止廢品，运用節約材料的方式，广泛採用有充分价值的代用品以及先进的生产工艺来保証进一步節約材料資源。

金屬电噴鍍是这些先进生产工艺之一，它不仅能大大的節約材料，而且还能簡化許多生产过程。

应用金屬电噴鍍能进行許多極重要的工作，例如：

修理机械和裝置中的磨損零件；

防止金屬腐蝕；

降低有色金屬的消耗；

修理机械加工和鑄造中的報廢的零件；

提高零件材料的耐熱性；

制造裝飾性鍍層。

金屬电噴鍍与其他在零件上复盖各种金屬層的方法（堆鍍、电鍍、电火花加工等）比較，它是在生产条件下，应用面最广、最簡單和最方便的方法。应用这种方法能在零件表面上噴鍍各种金屬（鋁、鋅、青銅、黃銅、鈷等）。同时，被噴鍍的零件可以具有任何外形和任何尺寸，以及由任何材料（金屬、木材、塑料、紙、石膏等）所制成。

金屬电噴鍍所应用的設備是極簡單的。金屬电噴鍍並不需要很大的費用；由於工艺过程簡單，很快就能掌握它了。

由於設備便於移動，使機械和裝置上的大型零件，不需要運到車間去，直接在船上就能應用金屬電噴鍍進行修理。

在工廠的實際工作，特別是在船舶修理廠中，証明了，採用金屬電噴鍍是有利的，它能顯著地節約有色金屬，例如，錫、鉛、銅等。

以具體例子引証如下：

在以基洛夫命名的阿斯特拉汗的造船廠中修理過一台功率為300馬力的BK-43型發動機上的重量達138公斤的圓柱形軸套，因為它的配合部分的尺寸車削得超過了1.35公厘。修理成本僅為製造新軸套成本的7%。

修理直徑為125公厘的螺旋槳軸的軸頸時，採用了不銹鋼噴鍍代替製造新襯層所需要的約137公斤的高錫基青銅，只消耗15公斤的不銹鋼絲，這樣就能節約兩千盧布左右。

製造直徑為450公厘的螺旋槳軸的襯層，需要約1500公斤的高錫基青銅，但是採用不銹鋼噴鍍時只需要約375公斤不銹鋼絲。在這種情況下，僅按材料來說，就節約了約15,000盧布。

根據牟爾曼斯克造船廠三年中的實際工作資料，以前重新澆鑄一個500馬力蒸汽機的支架軸承要用去25公斤B-83巴氏合金，軸承的使用壽命是12個月，而應用金屬電噴鍍將軸承噴鍍假合金時，只要消耗3.5公斤雙金屬絲，而它的使用壽命達24個月。

牟爾曼斯克造船廠，由於運用了金屬電噴鍍，僅在一年內就節約了青銅約10噸，鋼約30噸，折合貨幣約30萬盧布。

應用表1中所示的大概數值可以確定噴鍍時的消耗量。

機械和裝置上的任何零件，只要它們是在不受沖擊負荷，

表 1

鍍層金屬	1 公尺 ² 的鍍層其噴鍍厚度為 0.1 公厘時的金屬絲消耗量(公斤)	電力消耗量(瓩/小時)	壓縮空氣的消耗量(公尺 ³ /小時)	需要的時間(分)
鋅	1.0~1.1	0.7~0.8	15.0	15.0
黃銅	1.2~1.3	1.2~1.4	25.0	30.0
鋁	0.3~0.4	1.1~1.3	23.0	25.0

溫度不超過 300°C 的條件下工作的，都可以採用金屬電噴鍍進行噴鍍。

雖然金屬電噴鍍在船舶修理廠中採用得較早（莫斯科造船廠、塔干洛克斯克工廠等），但是應用的範圍還是極有限的。它主要是用來在金屬上噴鍍抗蝕層或提高零件材料的耐熱性。

近年來，在船舶修理廠中在修理機械和裝置中的磨損零件時已廣泛地採用金屬電噴鍍了。此外，在某些船上已經成功地採用不銹鋼來噴鍍螺旋槳軸的軸頸，這樣就能夠不用高錫基青銅制的昂貴的青銅襯。塔干洛克斯克船舶修理廠中已經成功地採用金屬電噴鍍修理螺旋槳軸的軸頸或噴鍍抗蝕層。在卡洛涅爾斯克、牟爾曼斯克和里希斯克船舶修理廠中，也採用金屬電噴鍍法噴鍍機械和裝置上的零件。

附錄 1 是宜用金屬電噴鍍修理的零件的一覽表。

在許多船舶修理廠和其他的工業部門中，成功地應用金屬電噴鍍的經驗，確切地証明了它的有效性。因此，目前的任務就是要使這個經驗在海上運輸部的所有工廠中得到推廣。本書的目的是使讀者熟悉各種金屬電噴鍍的設備和工藝過程。本書中所提供的關於金屬電噴鍍的材料，主要是綜合了許多船舶修理廠和機器製造廠的經驗。此外也參考了一些適當的參考文獻。

第一章 金屬電噴鍍過程的實質和 噴鍍層性能概說

金屬電噴鍍過程的實質，就是用电弧將金屬熔化，並且用壓縮空氣，在 $6.0 \sim 6.5$ 公斤/公分² 的壓力下吹散成極小的顆粒（尺寸為 $0.01 \sim 0.04$ 公厘，偶而也有 0.2 公厘的），噴鍍到零件上。這些熔化了的金屬顆粒以高速度（ $120 \sim 250$ 公尺/秒），噴射到零件的表面上，並且和它聯結起來，以薄層狀態復蓋在上面。這種噴鍍層與零件表面的聯結是純粹機械性的。

表 2 中列有噴鍍層與零件表面間聯結強度的數值，圖 1 是金屬電噴鍍過程的示意圖。

表 2

金屬噴鍍層的形式	聯結強度 公斤/公分 ²
鋼上噴鍍鋼	75~95
鑄鐵上噴鍍鋼	70~90
銅上噴鍍銅	17~25
鋁上噴鍍銅	18~24

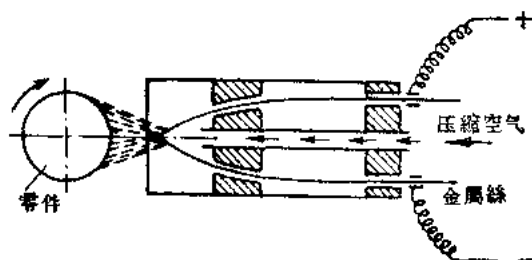


圖 1 金屬電噴鍍過程的示意圖。

金屬噴鍍層的組織，是由形成很複雜的結構的單獨顆粒積聚而成的（圖 2）。

各种研究証明，金屬噴鍍層所以能附着在零件表面上是由於在表面上有着預先制就的鋸齒形缺口、凹槽、空隙或粗糙不平。



圖2 零件噴鍍層的組織

实际証明，除了金屬噴鍍層有相当大的强度以外，噴鍍了鋼的零件表面还具有很高的耐磨性，根据某些資料，証实比普通的鋼零件要高好几倍。尤其對於摩擦的部分更是这样。具有噴鍍金屬表面的零件在摩擦的情况中耐磨性能够提高是由於噴鍍金屬表面具有細孔，能很好地儲藏潤滑油。噴鍍金屬表面的耐磨性也能由於噴鍍金屬的硬度提高而增強。

噴鍍金屬層的耐磨性提高后，能使噴鍍了金屬的机件上摩擦部分的寿命延長到2~3倍，而与它配合的零件則延長30~50%。

噴鍍在机件和機構中的圓形零件和平面零件上的噴鍍層厚度由零件的工作条件和尺寸来决定，它的变动范围較广(0.03~10.0公厘)，但

表 3

是，由經驗証明，为了保证噴鍍金屬層与零件表面間的联結强度，最好使它达到表3或表4中所规定的厚度，該表中列举了根据零件尺寸

零件直径 (公厘)	在最后加工后零件上噴鍍層 (每边的)最小厚度 (公厘)
25以下	0.5~0.6
26~50	0.6
51~75	0.6~0.7
76~100	0.7~0.8
101~125	0.8~0.9
126~150	0.9
151以上	1.0

及其用途而决定的噴鍍層的最小厚度。

噴鍍金屬層的密度和不透水性主要也是由鍍層的厚度来决定的，而且随着噴鍍金屬層厚度的增加，其不透水性也有提高。

表 4

零件直径(公厘)	噴鍍層(每边的)最小厚度(公厘)		
	作往复运动的杆, 輕負荷的軸承和填料座	重負荷的軸承和曲軸	压配合的表面
100	0.8	1.0	0.5
100~150	1.0	1.3	0.8
150以上	1.3	1.3	1.0

表5中列举了在1公斤/公分²压力下透不过水的噴鍍金屬層最小厚度。

这些資料對於噴鍍以水作为潤滑剂的螺旋槳軸的軸頸、循环水泵軸的軸頸和其他零件的軸頸, 具有实用上的意义。

表 5

噴鍍金屬	在1公斤/公分 ² 压力下透不过水的鍍層厚度(公厘)
鋅	0.18
鋁	0.23
40号鋼	0.50
黃銅	0.49

圖3是鋼鍍層的不透水性和鍍層厚度的关系的圖解。

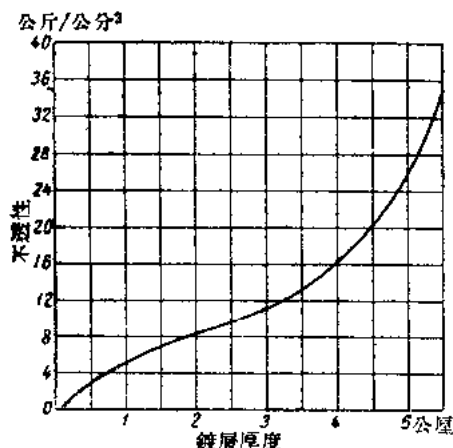


圖3 鋼鍍層的不透水性和鍍層厚度的关系。

在噴鍍过程中，从金屬噴鍍器的噴嘴到零件表面的距离對於鍍層与零件間的联結强度和鍍層密度有很大的影响，因为，随着这个距离的增加，噴鍍金屬顆粒的溫度和运动速度就会降低。經驗証明，这个距离根据噴鍍材料种类的不同，保持在50~150公厘之間。

圖4表示40号鋼的噴鍍層的硬度变化（布氏）与噴鍍器噴嘴到零件表面間距离的关系。

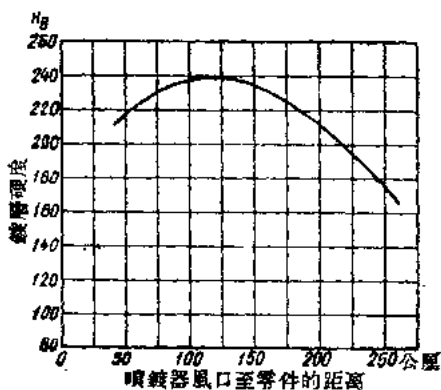


圖4 40号鋼的噴鍍層的硬度变化(布氏)与噴鍍器噴嘴到零件表面間距离的关系。

应当注意，鍍層金屬的比重比原料金屬（金屬絲）的比重小。这种情况在一定程度上是由於鍍層的多孔性所引起的。它們的比較数值列於表6中。

在金屬噴鍍过程中，零件受热極小（60~70°C），金屬中沒有任何組織变化，因此可以不必耽心附加应力和弯曲的出現。

这种情况是金屬电噴鍍法与零件的其他修理方法，特别是与电焊和气焊比較的最大的优点。

表 6

金 屬	比 重 (克/公分 ³)	
	原 料 金 屬	鍍 層 金 屬
鋼	7.80	6.10~7.00
黃銅	8.30~8.67	7.10~7.70
鋅	6.92~7.20	6.20~6.80
鉛	11.36	10.57~10.73
鋁	2.70	2.50~2.56
不銹鋼	7.64	7.16

現在，我們開始敘述金屬電噴鍍時所採用的設備。

第二章 金屬電噴鍍用的設備

目前在船舶修理廠中圓形零件的噴鍍應用得最廣。這種零件能在專作噴鍍用的普通車床上進行噴鍍。圖5是噴鍍這類零件用的裝置的示意圖。

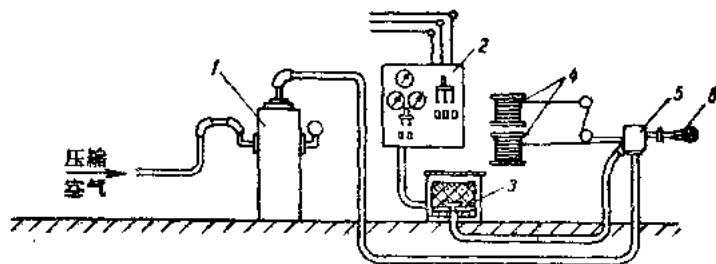


圖5 金屬電噴鍍裝置的示意圖：

- 1—油水分離器；2—裝有測量儀器的配電盤；3—降壓變壓器；
4—纏金屬絲的卷繞車；5—金屬電噴鍍器；6—被鍍零件。

噴鍍平面零件，必須備有帶噴砂槍的噴砂櫃和裝有通風設備的噴砂箱。

目前工業上生產着各種型式的金屬電噴鍍器。表7中列舉了幾種採用得最廣泛的噴鍍器的特性。

噴鍍中等尺寸的零件宜採用ЛК-6a和ЭМ-3型金屬噴鍍器，噴鍍大尺寸的零件採用生產率較高的噴鍍器（ЛК-6a-12或ЭМ-6型）。

工廠中缺乏集中地供應車間電噴鍍用的壓縮空氣時，可以採用工作壓力為7公斤/公分²，生產率為7公尺³/分的可移動的電動壓縮空氣機。在這種情況下，為了保證供給金屬電噴鍍器的壓縮空氣保持均勻，最好設置一個儲氣罐。

金屬電噴鍍器

表 7

噴鍍器型號	重量 (公斤)	壓縮空氣 的工作壓力 (公斤/公分 ²)	壓縮空氣 的消耗量 (公尺 ³ /分)	噴鍍下列金屬時噴鍍器 的生產率(公斤/小時)		消耗 功率 (仟瓦)	電 流 電 種	電 壓 (伏特)
				銅	鋅			
ЛК-У	1.7	6.0	1.2	2.5~3.0	3.0~5.0	3.5	交流	20~35
ЛК-6a	20.0	5.5~6.0	0.45~1.0	2.5~3.0	—	6.0	交流	20~35
ЛК-12	0.35	5.5~6.0	0.7~0.9	12.7	12.0	6.0	交流	20~35
ЛК-6a-12	20.0	5.5~6.0	0.7~0.9	12.7	—	6.0	交流	30~35
ЭМ-3	2.4	3.5~6.0	1.2	1.8~2.4	2.5~3.2	5.0	交流	20~35
ЭМ-6	21.0	4.0~5.0	0.8~0.9	7/12 ^①	—	6.0	交流和 直流	30~35
ЭМ-4	3.0	5.0~6.0	1.0	6.0	12.0	5.0	直流	25~30

① 上面的數字表示噴鍍器用交流電工作時的生產率，下面的數字表示用直流電工作時的生產率。

的基本要求是：生产率要高並且要能得到顆粒組織很細的噴鍍層；被熔化的金屬絲要供給得均勻並使金屬絲輸送機構的磨損較小；使用方便和工作安全。

日前在海上運輸部的工廠中，ЛК-6a 和 ЭМ-3 型金屬電噴鍍器採用得最廣泛，我們將在下面加以討論。

ЛК-6a 型金屬電噴鍍器

圖 6 表示 ЛК-6a 型金屬電噴鍍器的外形。機體和傳動金屬絲（噴鍍用的原料）輸送機構的電動機，以及帶有卷線車的支架合裝在一塊底板上，並且利用支架固定在車床的拖板上。

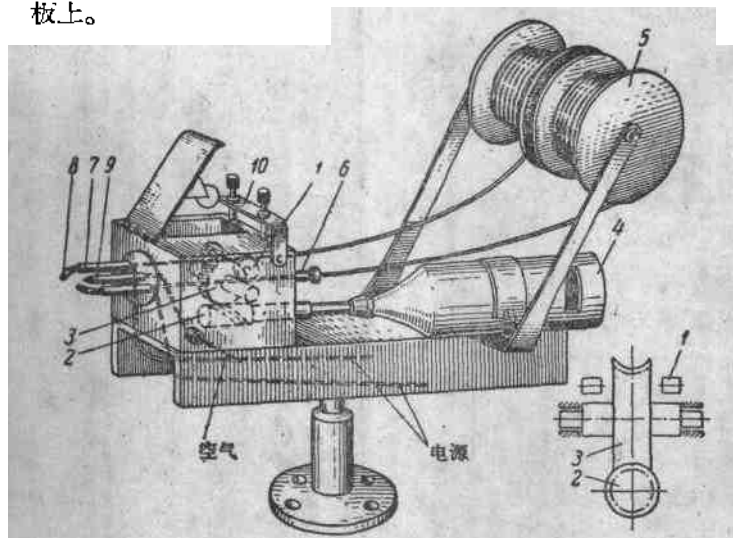


圖 6 ЛК-6a 型金屬電噴鍍器的外形。

在噴鍍器機體內裝着金屬絲輸送機構。它有兩對互相絕緣的滾輪 1，由被電動機 4 帶動的蝸桿 2 和蝸輪 3 所傳動。

金屬絲从卷線車 5 引入套管 6 內，再从这里沿着下面的輸送滾輪送入接觸管 7，再进入電極嘴 8。金屬絲从電極嘴伸出時，就交叉於一點，而且被電弧所熔化。从噴嘴 9 中出来的壓縮空氣，將熔化的金屬吹成極細的顆粒，噴鍍到零件的表面上。

為了保證電弧的穩定性（沒有「放炮聲」，「彈指聲」和「敲擊聲」），从兩個電極嘴中出来的金屬絲要輸送得均勻；金屬絲末端要準確地交於一點；兩個電極嘴孔之間的距離要在 8~10 公厘範圍內；从兩根金屬絲末端的交點到噴嘴孔的距離要在 10~12 公厘範圍內；接觸管要牢固地与機體固定在一起。

輸送金屬絲的均勻性，是靠壓板 10 上有彈簧的螺絲桿來保證的。

ЛК-6a 型金屬電噴鍍器的技術規格如下：

金屬絲的最大直徑（公厘）	1.8
金屬絲的最小直徑（公厘）	1.0
噴嘴出口的尺寸（公厘）	3
蝸輪機構的傳動比	1:54
電路上的電壓（伏特）	120~220
允許的電弧工作電壓（伏特）	20~35
電流強度（安培）	25~70
消耗功率（仟瓦）	6 以下
壓縮空氣工作壓力（公斤/公分 ² ）	5~6
壓縮空氣消耗量（公尺 ³ /分）	1.0 以下
噴鍍器的生產率（原料為 1.5 公厘直徑的鋼絲時），（公斤/小時）	1.10~1.15

电动机●傳动噴鍍器的方式·····	銑接傳动
电动机的型号·····	ФД-100
电动机消耗的功率(瓦)·····	160
电动机每分鐘的轉數·····	900
电动机轉數的調整方法——滑动變阻器·····	—
电路上的电压为120伏特时,變阻器的电阻 (欧姆)·····	35
当电路上的电压为120伏特时,變阻器中的 电流强度(安培)·····	3
当电路上的电压为220伏特时變阻器的电阻 (欧姆)·····	70
金屬电噴鍍器总成的外廓尺寸:	
長(公厘)·····	700
寬(公厘)·····	320
高(公厘)·····	500
噴鍍器总成的重量(公斤)·····	20

金屬絲的供給速度決定於电动机的轉數,並利用滑动變阻器來調整。

圖7是ЛК-6a型金屬电噴鍍器的电路圖。

应用變換开关7可以將金屬电噴鍍器的电压在20~35伏特範圍内进行調整。而壓縮空气是利用在空气导管中的活門來調整的。

如果工作时,霧狀的金屬气流偏向噴鍍器中心的一边,則必須移动噴嘴,或將金屬絲的交叉点向相反的一面調整。

● 此名詞原文为Электродрель,按原文之意應譯为电鑽,因ЛК-6a型噴鍍器是利用电鑽作为动力来源,但为了使讀者容易明了起見,今譯为电动机。——譯者