

〈表面处理技术译丛〉

电 镀 设 备

上海市科学技术编译馆

表面处理技术译丛

电 镀 设 备

表面处理技术译丛编译组编

*

上海市科学技术编译馆出版

(上海南昌路59号)

商务印书馆上海厂印刷 新华书店上海发行所发行

*

开本 850×1156 1/32 印张 3 28/32 字数 143,000

1965年11月第1版 1965年11月第1次印刷

印数 1—5,000

编号 15·351 定价(科七) 0.70 元

目 次

1. 鍍槽的設計、制作、安裝和 維修·····	[美国] J. V. Davis等 ·····1
2. 鍍槽衬里·····	[美国] M. Glover ·····15
3. 電鍍用挂具·····	[日本] 內田 大 ·····23
4. 電鍍用整流設備的近況 ·····	·····38
5 近代化的磨光机和拋光机···	[西德] H. Pötschke ·····46
6. 应用松散磨料的精整机械···	[美国] F. T. Hall·····53
7. 現代的自动電鍍机·····	[西德] W. Stein ·····72
8. 合理的電鍍設備·····	[日本] 加瀬敬年 ·····87
9. 電鍍設備和儀器·····	[苏联] С. И. Подчуфарова ···96
10. 自动鍍机的現狀和前途····	[苏联] Е. И. Боз·····105
11. 電鍍溶液的過濾·····	[美国] R. M. Gray Jr. ·····115

鍍槽的設計、制作、安裝和維修

[美國] J. V. Davis A. K. Graham

對電鍍用槽的主要要求，是要能容裝各種溶液而沒有滲漏或在所需期限內不發生溶液污染。使用的特定溶液和溫度決定着制作材料或襯里材料的選擇。槽子的尺寸、形狀和制作方式取決於它的用途、制作材料和裝置類型。例如，在人工操作的生產線上，清洗槽可與電鍍槽一樣大，以方便處理偶爾碰到的大工件。另一方面，在全自動電鍍機中，清洗槽的大小往往造得足夠容納一個掛具或傳送器，從而限制了一次全部換水所需淋洗水的容積，縮短了機器的長度，以利于經濟上的考慮。

一、制作材料

制作槽子使用的材料，必須能在化學上抗得~~住各種溶液~~否則就需要採用襯里（在這種情況下，襯里必須符合這個要求~~，但無論何種材料~~），溶液必須不致被染污。

制作材料和应用襯里，都會部分地影響槽子的設計。

最常用的槽子材料為木材、塑料、玻璃~~、陶瓷、混凝土和鋼材~~。

（一）木 質 槽

在電鍍工業中，木質槽在以往時期和物資缺乏期間都會廣泛地使用過。現時的應用則是有限的了。圓形槽主要用于混和和貯存，而矩形槽則一般用于酸洗、清洗和某些鍍覆作業。海岸紅絲柏、華盛頓杉、加州紅木和長葉黃松（90%心材）是較好的材料。板材的寬度可達8吋，厚度在1.5~3吋之間。

圓形槽用金屬箍制成。在矩形結構中，水平的側壁板用垂直的鋼質或抗酸金屬系杆拼接起來，系杆相距16~20吋。系杆在頂部是埋頭的，這樣便于作硬木片貼面。在槽子兩端和兩側之間，用水平的支撐螺栓（位于槽子底下）固定。通常，木板的接頭是平的，但經仔細刨光以保證正確拼接。四角的直角接頭用槽榫鑲合。

為了保證接頭緊密和防止昂貴或危險的化學藥品的損失，槽子裝配好后，固緊螺栓先不擰緊，用水裝入浸泡使脹，然後將水放盡，在固緊螺栓擰緊以前

換入溶液。

木質槽有時以軟鉛、橡膠或柏油等普通襯里材料。此時，木材僅僅是一種支撐壳体，材質和固緊螺栓的選擇就變得相對地不重要了。

(二) 塑 料 槽

各種塑料的應用已日趨普遍，下面為其中的一部分。

1. 聚酯樹脂粘結的纖維玻璃槽 這是塑料槽製造中的最新材料之一。電鍍工業中已製成的還只是少數。所以人們必須在決定以前與製造者講清楚這類槽子的預期用途。這方面的經驗將決定其前途。

槽子是由壓制薄板製成，邊是直的，角是方的，所有接頭都是壓力結合的。溢流擋板和排水管都能裝在上面。長寬深為 $4 \times 4 \times 3$ 呎的小型槽往往用 $\frac{1}{4}$ 吋壁板，需要時還可用加強肋來提高強度。大型槽則用較厚的壁板和較大的加強肋。修理工作可由使用者自己進行，為此附有修理工具箱和修理說明書備用。

用這種材料製成的槽子重量較輕：一只 2×2 呎 $\times 3$ 吋*的槽子僅重約 60 磅。它們還十分堅固，但搬運時必須小心，特別要防止摔落。它們應當直接放在地坪上，而不必置于絕緣塊上。

這種材料能抵抗溫度高達 200°F 的溶液，在某些情況下甚至可到沸點。它可用於許多酸類（氫氟酸、硝酸和鉍酸等的強烈和熱溶液除外），但一般不宜用於鹼性溶液或熱清洗劑。

這些槽子的外部，不需要特別的耐腐蝕油漆來維修或保護。

2. 丙烯酸樹脂槽 制槽子用的高溫丙烯酸樹脂材料在市場上已有供應（杜邦公司等產品）。這些材料的透明性在某種情況下是一個優點，但某些溶液也會使它沾污。

這種槽子往往用薄板製成，薄板系按尺寸切成後膠粘或熱焊起來。大型槽必須用角條加強（特別是在角上），既提高強度，又防止搬運時破損。角條往往是鋼的，並塗漆以資保護。

(三) 陶 瓷 槽

電鍍車間常常使用由化學陶瓷製成的小型陶瓷缸套。圓柱形容器的容量可達 500 加侖。矩形陶瓷槽的長度可達 6 呎，寬度達 3~4 呎，深度為 4~5 呎。這種槽子比較重，容易打碎。溫度驟變應予避免。有時為了保護槽底由於零件跌落而破碎，採用了軟質的片狀塑料墊。

* 原文如此——譯者注

陶瓷材料不宜用于氢氟酸、氯化物的酸溶液、热碱溶液。

(四) 混凝土槽

钢筋混凝土槽通常用于廢液处理装置。它們在多数情况下(特别是对酸介质)需用柏油衬里。因为混凝土表面必須平滑,制作时最好用三夹板作模板。在混凝土配料中,砂份过多会使得表面多孔。

(五) 鋼质槽

鋼材是制槽用的最普通的材料,因为它的費用低、强度高和制造方便。它适用于所有的碱性鍍液,但一般均需衬里以防止鉄污染,尤其是絕緣杂散电流。衬里对于所有的酸类或酸性鍍液則是必不可少的。

鋼的高强度,在設計槽子时須加以充分利用,使能支承各种設備和輔助装置件。在固定槽的应用中,裝好零件的挂具的重量也由槽壁承受。为了防止槽壁发生鼓突,要采用各种增强的办法。

鋼槽的制作方便能使其保持严格的尺寸允差。一只固定槽的总允差可为 $\frac{1}{4}$ 吋。大多数全自动机用的槽子,則必須将允差保持为 $\pm \frac{1}{8}$ 吋,因为它们之間須紧密配置以期能控制住所有傳送位置的間隙。在后一种情况下,槽子可以相互支架或由机身組件来支承。用鋼质結構还相对地易于裝設进水管、出水管、溢流擋板和其他所需部分。

二、鋼质槽的制作

很多制作要点对所有类型的鍍槽(不管是固定的、全自动的、半自动的或滾鍍的)都能适用。所以为了說明問題,下面仅就固定槽的制作加以討論。

(一) 材 料

槽子应当用軟鋼板制作,厚度最小为 $\frac{3}{16}$ 吋,重型槽則需采用較大的厚度。鋼板必須平整而沒有翹曲。如果可能,側板应为整块結構,但当这一点做不到时,所有边緣均应剪切成方口,尺寸准确,然后开好双面坡口以备焊接。

(二) 焊 縫

槽子应当用連續的双面焊縫来制作。焊縫的方向須是水平的或垂直向下的。有必要中断焊縫时,必須使它逐漸变細終止,而重新施焊时,則应使此段重迭,以获得平滑連續的焊縫。槽子里面焊縫的任何中断点,必須与槽子外面

的类似中断点相交错。

焊条必须符合美国焊接协会规范，视待焊的基体金属而定。例如对于热轧钢，焊条可采用 AWS-6013, AWS-6010 或 AWS-6012。

要获得表面外观满意的无疵焊缝必须小心谨慎。焊波和宽度必须均匀。对接焊缝应当与钢板表面平齐或略高于表面而无过度的堆积。角接焊缝在每块钢板上的焊脚应当相等。在所有情况下，焊缝中都必须没有飞溅和熔剂残留，特别是如果槽子需加衬里的话。横断的、线状的或穴状的裂纹或者孔隙都必须避免。如有存在，应当将它们完全磨去，使焊缝的磨过部分变薄，然后补焊以获得平滑的焊接表面。同样，所有凹穴都应当用焊缝金属填补使表面平齐。槽子里面的焊缝应当是平的或凸的。

所有要为衬里盖没的焊缝，如其表面粗糙或有疵病，都应当磨光。

三、槽子的技术要求

普通电镀槽的一般形状为一只无盖的箱体，如图 1 所示。但是，由于强度、排水、液体循环和有效运转的需要，另外还有一些技术要求。

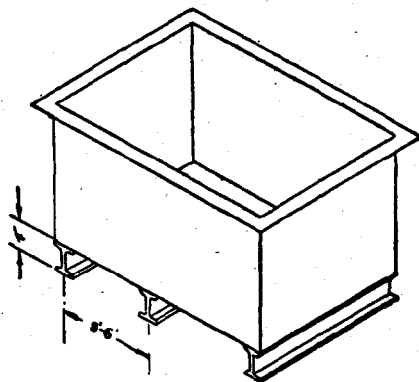


图 1 普通小型槽(用工字钢支承)

(一) 槽底的支架

在任何电镀车间里，槽子的底部应当高于地坪标高至少 4 吋，并用无孔隙的材料来支承，使有尽可能多的表面积暴露于空气中，以减少腐蚀和便于维修。长槽子的支承构件应当横向放置，并且间隔得较近(如图 1)，以防止槽底由于溶液的重量而发生鼓突。当需用槽壁撑板时，支架应当用工字梁，并伸长到撑板下面，如图 2。电镀或电解处理的槽子必须绝缘以避免杂散电流。用

不碎玻璃或“电木”之类的无孔隙材料能达此目的。絕緣材料往往系置于支承构件的下面。

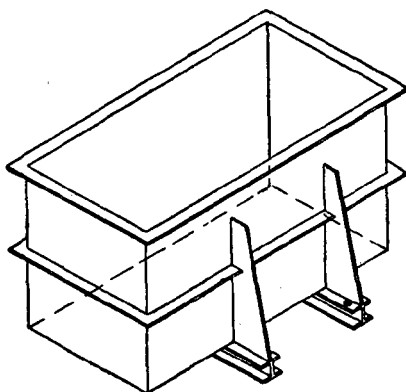


图2 普通槽子(用擋壁撑板来支撑槽壁并加有水平的角鋼箍)

(二) 槽子边圈

槽子边圈起着几种作用：作为槽子上部边缘的加强构件，作为阴阳极棒、通风口、盘管、控制器和其他器件的支承件。边圈可以采取具有合宜增强作用的任何结构形状。角鋼或許是最滿意的边圈材料，不仅是其垂直边能有足够的焊接面积，而且其水平边也能为輔助設備提供必需的架設面积。同时，市場供应的角鋼尺寸(从角边的厚度和寬度來說)非常广闊，几乎能无止地滿足

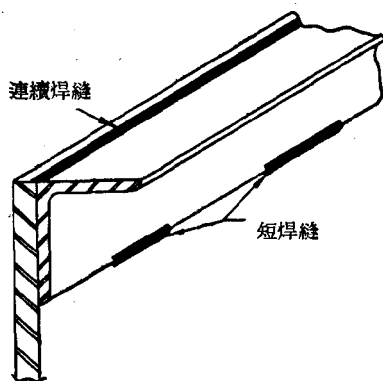


图3 由角鋼制成的槽子边缘，沿角鋼上部为連續焊縫，沿角鋼底部为間歇焊縫

各种需要。

槽子上部边缘与角钢边圈应当用連續的电弧焊缝来連接，而角鋼的下部边缘則可以用間歇焊，焊缝长 $1\frac{1}{2}$ ~2 吋，每 6~8 吋焊一条，如图 3。頂上的連續焊缝具有三重作用，即：

- (1) 角鋼的水平边能产生增强作用，且成为槽壁整体的一部分。
- (2) 連續焊缝能封住槽壁外面和角鋼之間的縫隙，从而能防止溶液在这个縫隙中积集和增加槽子的寿命。
- (3) 連續焊缝能为衬里(如果需要的话)提供一种坚实的支持作用。

对于小型槽(以使用 $\frac{3}{16}$ ~ $\frac{1}{4}$ 吋厚的鋼板，最大尺寸为 3~4 呎为限)，如

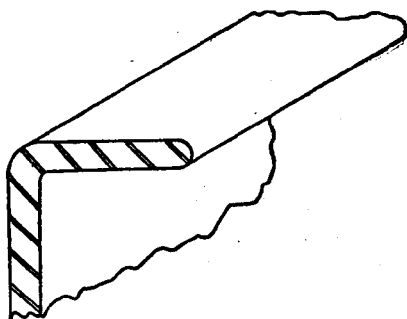


图 4 小型槽的弯边

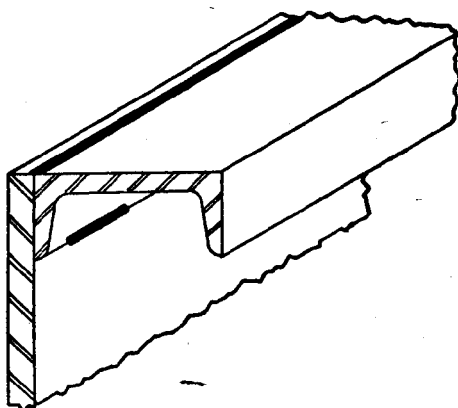


图 5 可获得更大强度的槽鋼边圈。注意上面黑色的連續焊缝和底部的間歇焊缝

图4那样大约2~3吋弯边是令人满意的。大型槽应当有角鋼焊接结构的外加支撑件。角鋼的厚度必須等于或大于槽壁。为获得更大强度,可用槽鋼(3吋或更大),如图5。

槽子衬里应当伸展经过边圈上面而下达角鋼的下緣,如图6。

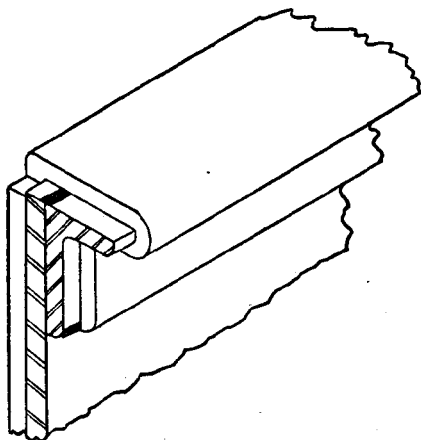


图6 角鋼槽边,衬里伸达角鋼外边的底端

(三) 槽子的增强

1. 增强带 这可以采用能产生足够强度以防止槽壁鼓突的任何结构形状。角鋼最适宜用作增强带,因为有着前述的广泛适应性,并且还有可作踏脚板支架的优点。

在需要时,槽子可以垂直地加上三角形的平翼板,呈直角地焊在槽子侧边上。翼板在底部的宽度根据槽子深度和翼板間的间距而定。

2. 侧撑 长而深的槽子,除了角鋼边圈以外,还要更多的支撑。大于6呎长、 $3\frac{1}{2}$ 呎深的槽子,在大约离槽底三分之一处还需要加一道水平的角鋼。大于10呎长、 $4\frac{1}{2}$ 呎深的槽子,在增强箍以外,需有中心距约为 $3\frac{1}{2}$ 呎的垂直挡壁撑板(见图2)。

(四) 槽底設計

槽底的设计和坡度很重要,因为它们能影响无所存留地排放液体和冲去固体物质(如污泥脏物)的能力。在坡度比实际使用的倾斜槽底大得多的表面上,很多固体物质是会沉积和粘附下来的。但是,一个略为倾斜的槽底却有助

于彻底排放和清洗时冲洗。这种优点应当与倾斜槽底及其支承构件的成本增加的情况进行权衡。图 7~11 为各种典型的槽底设计。

作为一种特殊情况，小型平底槽有时可用填铁造成向槽底的排放角略作倾斜。图 7 和 8 为制就的斜底。

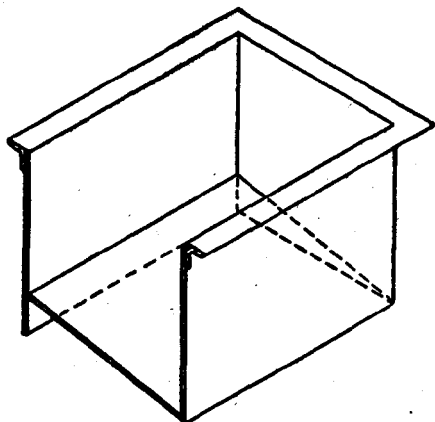


图 7 倾斜槽底(单面坡度)

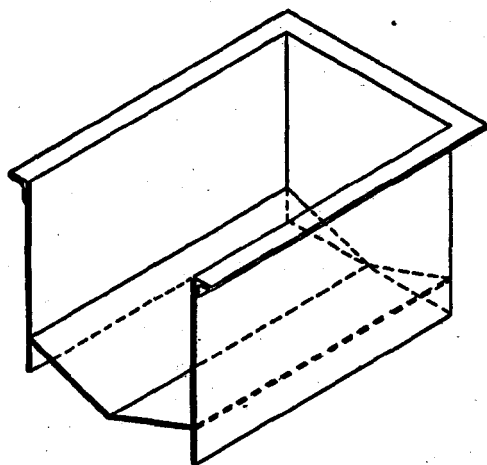


图 8 倾斜槽底(双面坡度)

把集水坑造在槽子的一端(图 9)或中间(图 10)，成本要比制作有连续坡度的槽底低得多，而其作用基本上相同。在槽子放水以后，固体物质能在集水坑中被收集起来和冲刷出去。

图 11 所示的锯齿形斜底有很多优点，在这种槽子中，底上的严重淤积需要溶液有不断的运动。保持溶液运动可以用空气喷流或用泵通过近底处小孔进行抽送的办法。

(五) 排放阀的装置

清洗槽以及不盛装危险性溶液的任何无衬里槽，都可以只装一只螺纹接管和管盖作排放用。如果槽子有集水坑，则排水口位于集水坑底部。它可以在集水坑的侧边或端部。对于没有集水坑的槽子，排水口应当位于底部近角处，这样在清理时，所有的污泥就可以洗刷到这个角上后排出。在多槽装置中，排水口应当设置得使它们都在同一边，以便于安装和维修。

在多数情况下，可以允许在安装时才把排水管和阀门装上。

很多公司坚持凡是盛装危险的或昂贵的溶液的槽子，要装上盖有无孔法兰的底部排水口，这样溶液只要从边上泵送即能排除。其他的公司则允许底部排水口采用阀门，并用无孔法兰盖起来(图 12)。如果只用一具阀门，人们不仅须依靠操作

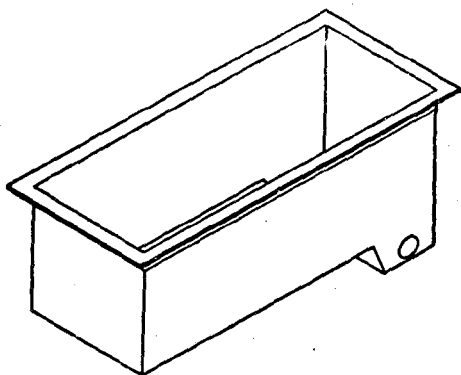


图 9 在槽子一端的集水坑和排放出口

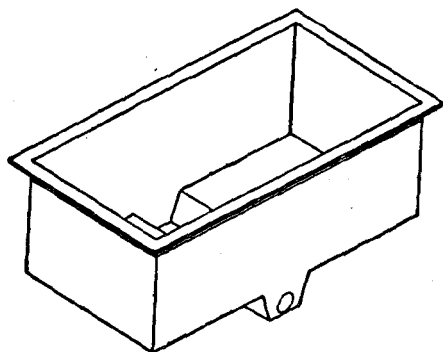


图 10 中间集水坑和排放出口

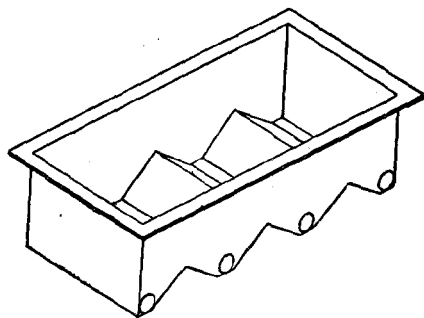


图 11 有多个排放出口的锯齿形斜底

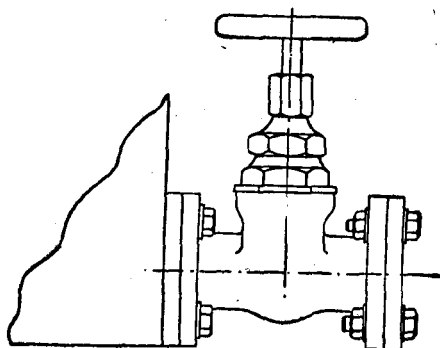


图 12 有閥門和无孔法兰的底部出口

人員的判断来保証溶液的安全,还必須接受閥座磨損后溶液会損失这个事实。

(六) 擋板型溢流裝置

擋板型溢流裝置如图 13 所示。为保証排水良好,擋板上緣应高出排水管頂至少 2 吋。由于极大多数排水口为 2 吋管子,这就要求擋板頂部到槽底的距离至少为 4 吋。最好的深度虽为 6 吋,但 2×6 吋的溢流擋板不易加衬里。在这种情况下,可采用 3×4 吋溢流裝置。

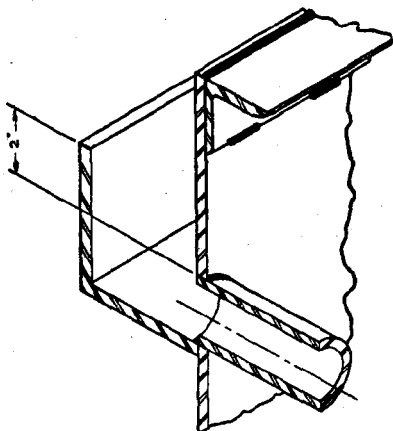


图 13 有焊接出口管的擋板型溢流裝置

(七) 装法兰的排水口

当槽子要以軟性状态的鉛、橡胶或塑料薄板作衬里时,应当用法兰型的配

件来与排水管道相连接。法兰要可靠地旋到有螺纹的管子上,然后将管子焊到槽子小孔上。管子须焊接得在槽子的里面和外面各有一条焊道。真正可靠的焊缝应当是置于法兰和管子本身之间。管子直径至少应为2吋,长度应尽可能短,以便加衬里的操作有足够空间(见图14和15)。此时,衬里起着配对法兰间的垫料作用,并保护法兰面不受槽内溶液的侵蚀。

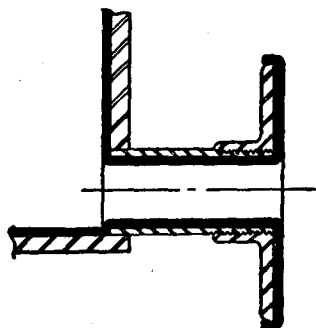


图14 加衬里的法兰型排水口

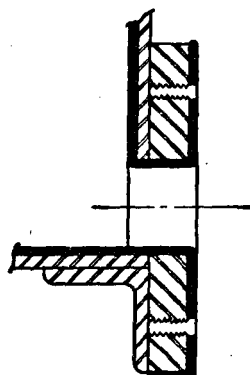


图15 加衬里的法兰型排水口
(密接装置)

在法兰接头上的很多衬里,会由于安装时法兰的动作而损坏。这是因为在加衬里以前法兰并没有旋紧,或者因为法兰没有焊到管子上。

四、辅助装置

在固定槽上可以装上各种辅助设备和机构。包括:阳极棒和阴极棒(它们作为阳极的支架和电镀时挂具的支架),加热和冷却的设备或盘管,棒形搅拌器,空气搅拌的管路,喷嘴,控制器件,衬里和隔膜。此处只述及个别项目。

(一) 隔膜

借助于多孔的非导体把电镀溶液分隔成阳极电解液和阴极电解液,称为隔膜(Diaphragming),这个多孔介质叫做隔膜。

隔膜的位置必须装得适当,要能在挂具、挂钩或者工件进出或通过溶液时避免遭到划破。其支承结构,特别是当造在槽子(图16)上时,有时也被笼统地当作是隔膜(其他形式的隔膜结构有阳极袋、阴极袋等等)。

造在槽子上的隔膜有一个覆有橡胶的框架,其上绷以棉织细布、尼龙或合适布幅。框架固定在覆有橡胶的钢支架之间,钢支架则是槽子结构的一部分。

采用隔膜往往需要阳极和阴极的间距较大,以便隔膜有安装地位,并使阳

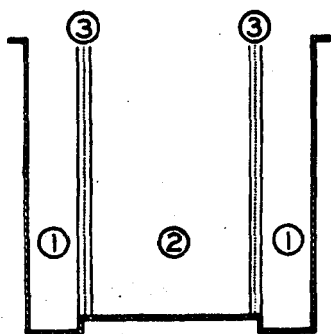


图 16 带有隔膜的鍍槽截面

①阳极間隔, ②阴极間隔, ③隔膜

极或挂具进出槽子时有足够間隙来减少布料被划破的傾向。由于間距較大,槽子尺寸也必須較大,而直流电源則必須具有較高的电压,使能克服通过溶液和隔膜所增加的电压降。溶液从阳极間隔进入阴极間隔是受到过滤的。要获得最好效果,泵吸管道須分成两路(各装以閥門),这样阴极电解液也同时得到过滤。

采用隔膜的好处如下:

- (1) 不用个别阳极袋。
- (2) 降低鍍层粗糙度。
- (3) 能使用空气攪拌和較高的电流密度而不致引起鍍层粗糙。
- (4) 任何时候都便于檢查和調換阳极而不致引起鍍层粗糙。
- (5) 由于阳极和阴极的間距的加大,改善了均鍍能力和金属分布。

(二) 其他要求

清洗槽以及很多碱液清洗和酸处理槽,往往沿槽子的一条側边的全长,装有溢流擋板。这使得人們能比用靠角擋板更有效地撇清溶液表面。做到这一点,在清洗槽的情况下是用水溢流,在作連續过滤的浸酸或电鍍溶液的情况下是用泵抽送。在清洗槽中,給水管的位置可以用来控制撇清表面时的流向。

五、手工操作的槽子

槽子的深度和寬度受着人臂平均长度的限制。槽子的长度則取决于:或者是需处理的最大零件,或者是能方便地用其他已有設備运送的吊具(包括工件)数量。

加热盘管和通风口最好位于操作工人对面的槽子一边。当这一点不可能时,零件或裝載挂具的大小和形状将进一步受到限制,因为操作工人在作业时必須伸得更远。

六、自动机用的槽子

自动电鍍机用的槽子,如前所述必須符合更严格的尺寸规范,因为其两端

須依照傳送機構精密配置起來，而在用鏈條傳動的機器上，這個傳送機構又必須與一定的鏈節和掛具間距同步化。槽子的寬度則較為靈活。陽極間距或陽極與陰極的距離也可以設計得使能適應各種不同的零件。

當為新機器或者為已有機器上採用新工艺過程而另行定制槽子時，應當測出沿整個機器上的準確掛具間距，肯定槽子端部會落在準確位置上 and 所有槽子尺寸都是內部尺寸。對槽壁厚度（包括邊緣上的襯里）應當定出合宜的允差，因為尺寸誤差是會累積的，每個槽端有 $\frac{1}{4}$ 吋的誤差就會使有用的掛具尺寸減少幾吋。

七、上部空間

電鍍裝置所需的上部空間，由電鍍掛具的深度和將它從一槽至另一槽傳送的方式所決定。通常，手工操作系統是會遇到上部空間問題的，因為掛具深度受著人臂長度的限制，並且即使圍繞槽子有一圈墊高的平台，平均高度為 8 或 9 呎的空間也是足夠的。然而，在有架空吊車或全自動電鍍機那樣的機械傳送器的情況下，可以使用較深的掛具，而上部空間就必須視作一個限制因素。

在決定電鍍裝置（包括掛具的機械傳送）所需的上部空間時，必須考慮下列尺寸：

- (1) 地坪或地坑面到槽底的距離。
- (2) 槽底（包括襯里）的厚度。
- (3) 槽底內面至浸入的掛具底端的距離。
- (4) 掛具在槽頂部以下的距離。
- (5) 掛具傳送時所需的槽子邊圈向上至掛具底端之間的間隙（不少於 2 吋）。
- (6) 掛具的總垂直長度。
- (7) 支撐著掛具的掛鉤的深度。
- (8) 掛鉤至運載工具的垂直距離。
- (9) 運載工具及其支撐結構的總高度。

掛具浸入深度的任何增加，在估計所需上部空間時必須加倍計算（其他尺寸不變），使有一定的間隙。

為了補償受限制的上部空間，往往採用地坑。圖 17 為一個地坑結構，兩邊都有地坪圍欄、踏腳板和排水管。比較簡略的設計也是可用的，特別是當單邊操作時。在這種情況下，一根排水管也就夠了，但仍應有地坪圍欄以防止污物、破片落入地坑和阻塞排水管。

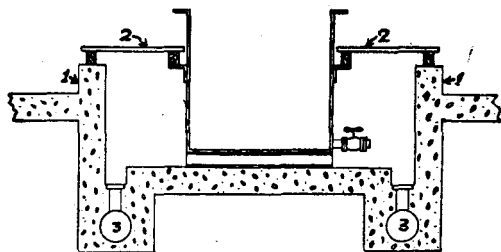


图 17 装在地坑中的槽子的剖面图
(1)地坎圍檻, (2)踏脚板, (3)排水管

八、維 修

电鍍裝置中槽子的預防性維修包括了从槽子的外部和从其輔助設備中洗去腐蝕性液体和盐类。在需要时,应当施加一层防护漆。

槽子的最易损坏处是底部。在安装槽子时,应当注意修复其底部保护层,如果在移动槽子时已有所毁坏的话。应当使槽底有空气流通的空间,以保持槽底干燥,办法是采用垫架。

建議用 5 吋鋼梁按 30 吋的中心距放置来作为槽子的垫架。它們当然也需要涂以与槽子上同样的保护漆。

在安装过程中,由于焊接不小心会使很多槽子受损。一小块的紅热金属就会熔穿鉛、橡胶或塑料衬里。在槽子中注以几吋深的水(但最好是滿槽水)将能防止这类事情的发生。

自 «Electroplating Engineering Handbook» 2nd Ed. By A. K. Graham, H. L. Pinkerton, 518~526.

孙旭辉译