

2001年當代金工交流研討會示範教學 主題：鋁的陽極氧化處理



主持人：阮文盟

示範講師：約翰·肯寧 (Johannes Kuhnen)

翻譯：徐玫瑩

時間：90年2月13日上午9:30-12:00

地點：台北工藝設計中心會議廳

記錄：邱碧蓮

昨天晚上在阮老師家裏有機會跟他談到陽極氧化，我發現台灣在商業上，這方面的材料和設備能提供的，遠超過我在德國或澳洲時，技術上所能得到的幫助。

我之所以開始從事鋁陽極氧化處理有幾個因素，其中之一是當年跟隨Friedrich Becker教授學習金工時，曾遇到人工合成寶石如紅寶及藍寶等問題。這些寶石以化學成份分析就是結晶狀的氧化鋁。它們的色彩其實是藉由表面些微的鐵或鉻反映出來的。而其氧化鋁經過陽極氧化處理便可以形成半透明或不透明的色澤。我當時對這些色彩的現象非常著迷。大約1975年時我做了一系列的作品，我今天也把它們帶來現場，大家可以親手觸摸一下，那是我第一次用陽極氧化處理的方式所完成的作品。當時在做這種技術時，有很大的困難。學校非

常鼓勵我在工作室設立陽極氧化的設備，所以我花了一些時間從事這方面的研究，包括鋁的不同合金素材的研究。鋁合金有很多種，大部份是把鋁和銅、鉛做成合金，目的是要適應機器處理素材的需要，但是像紅銅和鉛就無法用來做陽極氧化的處理，因為它們無法呈現色彩裝飾上的效果。我發現在德國或澳洲的鋁一旦被做成薄的板材，通常都可用來做陽極氧化處理。澳洲的鋁合金通常分成不同系列，如#1000、#2000...等，其中除了#5083不能拿來做陽極氧化處理之外，其他的系列都可以。我個人通常偏好#6000系列，對我來說，鋁的表面分子非常重要，有些鋁合金會呈現灰色表面，經過拋光、陽極氧化處理後，效果就會不一樣。

現在我要解釋整個陽極氧化的過程。陽極



氧化處理的第一個關鍵是要把物件用鋁或鈦金屬線緊密的接掛起來。

鋁在常溫下會有氧化的現象。因此陽極氧化處理時，一個很重要的步驟就是要先清理氧化的表面。清除表面最方便的是使用商業用的清除用品，也可以自己去調配鹼性清潔劑。我用的氫氧化鈉比例為160g／L（每1公升對160公克）。做化學處理時，可以把溶液加溫，但是這樣會產生有害的氯氣，所以我自己都使用常溫。這種溶液除了可以用來清除鋁的表面，同時也可以當作鋁的腐蝕劑。

第一步，先將物件清洗去污，然後浸入氫氧化鈉溶液30秒至2分鐘。取出後以清水洗滌；此時對物件表面會有含鹼殘留物，因此需放在含有硝酸的稀釋液裡浸泡約20秒，以便除去殘留物。硝酸稀釋液的濃度不要超過20%。硝酸是毒性很強的化學物，所以即使經過稀釋，在使用時仍要很小心。經過硝酸浸泡後，需要再用清水清洗一遍，然後就可開始陽極氧化處理的過程。

陽極氧化所使用的電解液是硫酸和水的稀釋液。硫酸的比例是15%，在處理硫酸液時要特別小心，因為它也會釋放出毒氣，所以要在通風良好的地方使用，調配時一定要把硫酸慢慢倒入水裡。溫度也很重要，要控制在18℃-20℃，千萬不要超過20℃，如果超過20℃，物件表面可能會產生溶解現象，效果就會受到影響。物件必須很緊密的綁在鋁或鈦線上，然後

通上直流電；小型物件通常使用電池就夠了。陽極接在工作物件上，而陰極則接上鉛板；整個陽極氧化的過程約1小時，經過處理後在表面可以形成20micron的厚度。

陽極氧化後，取出物件置於流動清水中沖洗15分鐘。清洗的過程要特別注意，在綁上鈦金屬線的空隙中可能會有硫酸的殘留物在上面，我們必須把它清洗乾淨。水質在陽極氧化處理中也非常重要，通常在清水中清洗15分鐘後，我會把物件再放入蒸餾水中浸泡，使物件不會留有任何雜質。在陽極氧化後表面會形成20micron的細孔，類似砂結晶的東西。

接下來我們就可以把染劑填進細孔，這種染色的過程和染布其實很類似，原則上染布用的染料也可以用來做陽極氧化的染料。我個人偏好使用Sandoz，這個公司的染料專門用在陽極氧化處理。調配染液時，不同顏色的染料比例也不同，原則上1公升水配0.5-12公克的染料。同樣地，這裡我們也要注意安全問題，因為染料的分子非常細微，要注意不要把染料吸入身體，通常染液的溫度大概控制在60℃左右，大部分的染料很適合這個溫度，但是對灰色或黑色的染料效果就不好，所以溫度要降到60℃以下。如果剛才提到的陽極氧化處理過程，特別是物件與掛具接觸很好時，那麼物件放入染液時，很快就能吸收染液；如果在處理過程中有瑕疵，染液就無法完全吸收，呈現飽和狀態。染色後，同樣要在蒸餾水中清洗。



染色後必須做封口的步驟；用蒸餾水加溫至100℃後在裡面浸泡，約1小時，而且必須維持沸騰溫度。封口之後再把物件放在清水中浸泡，一般的清水即可，目的是要清除表面經冷卻後產生的水紋。

接下來是物件組合的步驟，組合前可以先用白蠟塗在表面做保護處理。如果作品由許多不同的物件組成，就要先一一經過陽極氧化處理染色後，再把這幾個物件組合起來；這是單一顏色物件的組合。當然也可以在一個物件上染二種以上的顏色。做法是在封口後先將染好顏色的部分上蠟，以防止它被染上其他顏色，此時蜜蠟具有隔離染料的作用。接著再作一次陽極氧化處理，然後再染第二種顏料。

以上是我在坎培拉藝術學院和學生做陽極氧化處理的過程。我要強調的是，過程中所使用的化學藥品或材料如氫氧化鈉、硝酸等都可重覆使用，不需要每次重新調配。通常用過後我不會把這些溶液倒掉，但是可視需要調整濃度。因為這些使用過的溶液裡都含有鋁的分子結構，因此不要全部倒掉，最好留一部份。另外這些溶液都是酸性，所以在倒掉前要先經過酸鹼中和處理，以免造成污染。在澳洲由於相當重視環保，所以所有化學廢棄物一定要經過妥善的處理後才能丟棄。

示範步驟提示：

1. 用鋁或鈦線綁緊物件

2. 氫氧化鈉溶液 ($\text{NaOH} + \text{H}_2\text{O}$)

濃度：160公克/公升

目的：清除物件表面氧化物

室溫下

浸泡30秒至2分鐘

3. 清水

洗滌

4. 硝酸溶液 ($\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$)

濃度：20 %

目的：去除含鹼殘留物

室溫下

浸泡20秒

5. 清水

洗滌

6. 硫酸溶液

濃度15 %

目的：陽極氧化處理

汽車蓄電池(12至15伏特)

陽極接物件

陰極接鉛板

攝氏18至20度

1小時

7a. 流動清水

洗滌

室溫下

15分鐘

7b. 蒸餾水

洗滌

30分鐘

8. 染液

濃度0.5–12公克/公升

攝氏60度

浸泡5至15分鐘

9. 封口

蒸餾水

攝氏100度

浸泡1小時

