

電工參考資料第二號

絕緣瓷瓶與金屬附件膠合方法

嚴 筱 鈞 譯

中國電機工程學會上海分會編譯委員會選輯

電 世 界 出 版 社

絕緣瓷瓶與金屬附件膠合方法

(譯自B.B.阿法那先耶夫著:高壓開關構造1951第148頁——第158頁)

嚴 筱 鈞 譯

在開關製造中絕緣瓷瓶與金屬附件的固定有兩種方法: 1. 用膠合劑固定法。2. 機械固定法。本文討論第一種方法。

應用膠合劑來固定的方法,在初期開關製造中即已採用,並且在後來相當長時期內是唯一的方法。這方法主要是把瓷瓶和金屬附件中間填滿膠合劑,此膠合劑經過一定時間後凝固,便把兩個部份很牢的連接在一起。

膠合劑應合於下列幾種要求:

- (1) 足夠的機械強度
- (2) 對於瓷瓶及金屬附件不起腐蝕作用
- (3) 不受大氣影響
- (4) 耐久性
- (5) 不受溫度變化的影響
- (6) 不受變壓器油的作用
- (7) 快速凝固並與瓷瓶及金屬附件膠着牢固
- (8) 對於製造工人無害

應用最廣的膠合劑有:密陀僧——甘油;波德蘭水泥;無水水泥;鎂水泥等數種。

I. 密陀僧——甘油膠合劑

(Глето-глицериновая Замаска)

是由密陀僧 (глето, 一氧化鉛, PbO) 和甘油 ($C_3H_8O_3$, 加水稀釋至比重為 1.23) 兩物混合而成, 其按重量的比例為:

	密陀僧		甘油
較稠膠合劑	4	:	1
較稀膠合劑	3	:	1

這種膠合劑的凝固時間及最大抗斷強度, 隨了其成份比例而變化, 有如下表所示:

本膠合劑應當按照 5—10 分鐘內所能用掉的量來調製。假如擱置較長的時間, 膠合劑會變成粒狀, 不能將瓷瓶與附件膠得很牢。瓷瓶與

密陀僧—甘油比例	凝固時間(分鐘)	臨界抗斷強度 (仟克/平方厘米)
1:1	80	8
2:1	40	19
3:1	25	24
4:1	23	21
5:1	16	21
6:1	6	23

附件間的空隙應當很快填入膠合劑, 因為隔幾分鐘後澆滿就會降低膠合處的強度。澆製時最適宜的溫度是 18—20°C。雖然密陀僧——甘油膠合劑凝固得很快, 但是已膠合好的瓶蓋應在 16—24 小時後才能供作裝配之用。

為了減少密陀僧材料的消耗, 這種膠合劑可加入一些填充料, 例

如：砂。在蘇聯電氣開關廠(завода «Электросигналы»)的實驗室裏會試驗過將密陀僧——甘油膠合劑加入填充料如下面的方子：

三份(按重量)	密陀僧
三份(按重量)	砂
一份(按重量)	甘油(比重 1.23)

加砂和不加砂的膠合劑特性的比較，列如下表：

特 性	膠 合 劑	
	沒 有 砂	有 砂
凝固時間(分鐘)	30	35
經過一天後的最大抗斷強度 (仟克/平方厘米)	18.5	16.1
浸水 15 天後增加的重量%	4.3	1.2
在浸水試驗後的最大強度 (仟克/平方厘米)	12.5	18.6
14次循環加熱及冷凍的結果	有輻射形裂縫	沒有裂縫
線膨脹係數	28.7×10^{-6}	16.4×10^{-6}

從上表可知加有砂填充料的密陀僧——甘油膠合劑有許多優點。他的唯一缺點是稠度比較大，在澆製時不很方便，祇有在附件和瓷瓶中間留有相當大的空隙時才能採用。

密陀僧——甘油膠合劑的優點是：快速凝固，相當好的機械強度及具有對變壓器油作用的穩定性。

這種膠劑合的缺點是：抗濕性不够，有毒。

膠合劑露出外表面應全部塗一層保護的漆，以免受空氣的作用。若沒有一層保護層時，則空氣中的二氧化碳要和鉛(含在膠合劑內的)起作用變成碳酸鉛，結果形成許多裂縫，而使膠合劑損壞。光用一層凡立水塗在膠合劑的表面是不適宜的，因為假如凡立水膜受到損壞時，二氧

化碳氣體會滲入到膠合劑內，並使其損壞。所以比較理想的保護層方法是這樣：不僅僅在膠合劑表面上塗一層，而是讓保護物滲透到膠合劑的每一個毛細孔裏並達到預定深度，這樣當保護層硬化時就可以保護膠合劑不受損壞。這方法是利用快乾性油（例如亞麻仁油等）在膠合劑的表面塗兩層；第二層是要等第一層完全乾燥後才能塗的。等第二層快乾油完全乾燥後，假定膠合劑將與油類接觸時，則再塗一層油漆（масляный-лак）若膠合劑不會與油類接觸時，則塗磁漆（эмалевая краска）

II. 無水水泥膠合劑

（Ангидритово-цементная замазка）

是由無水水泥（硫酸鈣）加入熱的鹽溶液製成。在每一仟克無水水泥中要加入 300—400 毫升（cc.）的熱鹽溶液，溫度要保持在 60—80°C，而不能低於 50°C，因為在低溫下鹽類會從溶液中沉澱出來。上面所說的鹽溶液是用 300 克的鉀明礬或鋁明礬（或 44 克硫酸銦及 200 克硫酸鋁）加入每公升水中製成。把混合劑加熱至 60—80°C 做成溶液。膠合劑應當在 10 分鐘內使用。膠合凝固劑的時間是從 30 分鐘到一個半鐘點。但是要過 15—20 小時後才能達到需要的強度。

無水水泥膠合劑硬化後的最大抗斷強度（經 15—20 天後）為 30—35 仟克/平方厘米。

樣品試驗前的 最大抗斷強度 (仟克/平方厘米)	浸水或油的 時間(小時)	浸水或油 後的強度 (仟克/平方厘米)	強度降 低百分 數%
23.6	浸水 12 小時	1.4	94
23.6	浸變壓器油 15 小時	1.7	86

水和變壓器油對於這種膠合劑有破壞的作用，下表所列為將膠合劑樣品浸在水及變壓油中後的試驗結果：

短時間加熱至 85°C 。不會減低這種膠合劑的強度，但是若溫度再增及加熱時間增長，會減低其強度。

填充料最好採用石英砂。在蘇聯電氣開關廠的試驗室裏試出，最成功的比例是水泥與砂 1:1。

水泥和砂經過仔細拌和後加入 250 毫升的鹽溶液。加有砂的膠合劑比起沒有砂的來有許多優點（對於加熱或受凍的影響較小）。

不含砂的無水水泥膠合劑的線膨脹係數是 17.8×10^{-6} 而含砂的是 12.5×10^{-6} 。加了砂後將增加膠合劑的稠度，對於澆製不很方便。含砂的膠合劑與不含砂的最大抗斷強度相同。用上述膠合劑膠合後瓷瓶應放置 15—20 小時。

無水水泥膠合劑通常用於屋外及屋內瓷瓶與附件膠合之用。在屋外的情況下，膠合劑應加一層臘克漆以資保護。〔譯者附註：硫酸鈣為除去結晶水之石膏，故稱無水水泥。鉀明礬為 $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ 〕

III. 波德蘭水泥膠合劑

(Портланд-цементная Замазка)

用一份（按重量）400—500 號波德蘭水泥及一份或一份半砂用水混合。波德蘭水泥有比較便宜、容易取得、對於大氣的影響比較穩定等優點，所以廣泛地被採用。但是這種水泥有兩個缺點：

- 1) 凝固過程非常慢；
- 2) 時間一長膠合劑易遭體積變化，常使瓷瓶受到損傷。

波德蘭水泥膠合劑全部凝固需要 28 天。

爲了加速膠合劑的凝固過程及避免體積的變化，在有些情形下膠合時採用蒸汽處理法。此法在瓷瓶與附件膠合一天後放入蒸汽室 24 小時，保持溫度爲 $55-70^{\circ}\text{C}$ 。然後取出在 $10-15^{\circ}\text{C}$ 中放置 1—3 天。試樣之最大抗斷強度平均在 30—40 仟克/平方厘米左右。線膨脹係數爲 10×10^{-6} 。

IV. 鎂水泥膠合劑

(Магнезиально-цементная Замазка)

由苛性碳酸鎂(ГОСТ 1216—41)及石英砂，加氯化鎂溶液製成。重量的比例是苛性碳酸鎂比砂 2:1，苛性碳酸鎂與砂及氯化鎂溶液要小心混合成爲濃度均勻的漿糊狀，沒有結塊或氣泡，方可用以澆製。氯化鎂溶液是用在 1 仟克的苛性碳酸鎂中加 5 公升稀鹽酸(比重 1.1)而製成。膠合後的瓷瓶放在 $30-35^{\circ}\text{C}$ 下由其乾燥，但不得低於 $10-15^{\circ}\text{C}$ ，因爲凝固時間在較低溫度下將延長，且不能達到完全凝固。從開始操作時間計算起，本膠合劑祇有在 10—15 分鐘內可用。將鎂水泥膠合劑留在潮濕的空氣內基本上降低了膠合處的機械強度。

本膠合劑對於變壓器油不起作用。最大抗斷強度爲 50—100 仟克/平方厘米(依濃度而定，較稀者強度低，較稠者强度高)線膨脹係數接近於鋼。〔譯者註附：苛性碳酸鎂爲 $4\text{Mg}(\text{CO}_3) \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 〕

(V.) 增加瓷瓶與附件間的膠合強度

一般瓷瓶與附件膠合的強度除了與上述各種膠合劑的性質有關

外，並和表面附着的牢固性有關。附着的牢固性與表面的形狀有關。表面的粗糙度愈大，突起和低凹愈多，則膠合劑的附着力也愈強，因為膠合劑充滿了面上每一個小孔。所以和膠合劑所接觸的表面，應具備可能的最大粗糙度，及突起和低凹處。要增加粗糙度可以在瓷瓶將與附件膠合的表面不上釉，或在面上燒在釉下一層細瓷粒。細瓷粒直徑為2—3毫米由磨碎磁塊而得。細瓷粒與釉混合後塗在瓷瓶表面之上。

除此之外，可以在瓷瓶表面上加槽(圖1)。

加槽的表面不上釉。槽子尺寸如下表所示：

瓷瓶外徑(毫米)	200 以下	200—600
橫的槽子數	3—5	5—8
a	12—15	15—20
b	8—15	12—20
B	1.2—2	2—3.5

爲了增加金屬附件與膠合劑接觸面的附着力，在金屬附件面上應加一道或數道的槽。這槽子所以爲分成數段的圓環，膠合劑即嵌入其中，同固定肖子的作用一樣。環形槽可增加金屬附件和瓷瓶間膠合的抗拉強度，而分成數段的環形槽，更可以增加抗扭強度。所以在大部份情況下，槽子採用分段式或混合式——即一部份槽子是分段式，一部份是環形，槽子的形狀可以是半圓形、直角形，或梯形。深度爲2—6毫米而寬爲6—12毫米，槽子間邊距(沿附件高度的方向)爲10—20毫米。

金屬附件可由生鐵、青銅、鋁或其他金屬所鑄成。附件和膠合劑接觸的表面，不應作機械加工，而保持鑄出的情況。表面上的砂泥可用噴砂或其他方法除去。並不是所有的金屬都和膠合劑附着得很牢的。鋼、

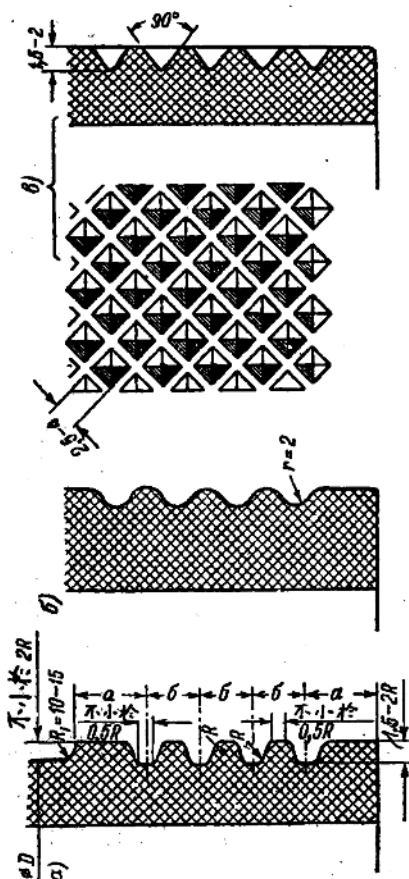


圖 1. 瓷瓶表面的槽子形狀圖

a 及 b ——槽子 θ ——方塊槽

青銅、鑄鐵所製附件與膠合劑的膠合強度比鋁製另件要高。

附件與膠合劑接觸面的高度，隨了瓷瓶直徑的大小，和瓷瓶所承受負荷的性質和大小而變化。在各種不同的瓷瓶直徑下，附件的高度根據

實際使用的數據列如下表：

瓷瓶外徑 毫米	100 以下	100—200	200—300	300—400	400—500
附件高度 毫米	20—35	35—55	55—80	80—100	100—130
槽子數	1—2	2—3	3—4	4—5	5—7

從上表可知，附件的高度與瓷瓶直徑的關係幾乎是一根直線，如下

圖：(圖2)

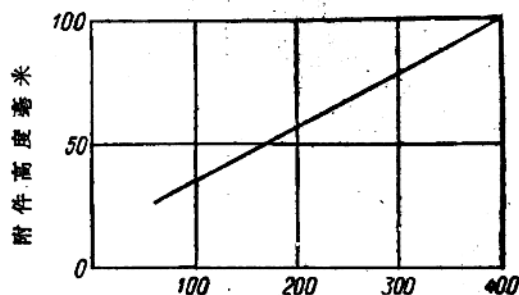
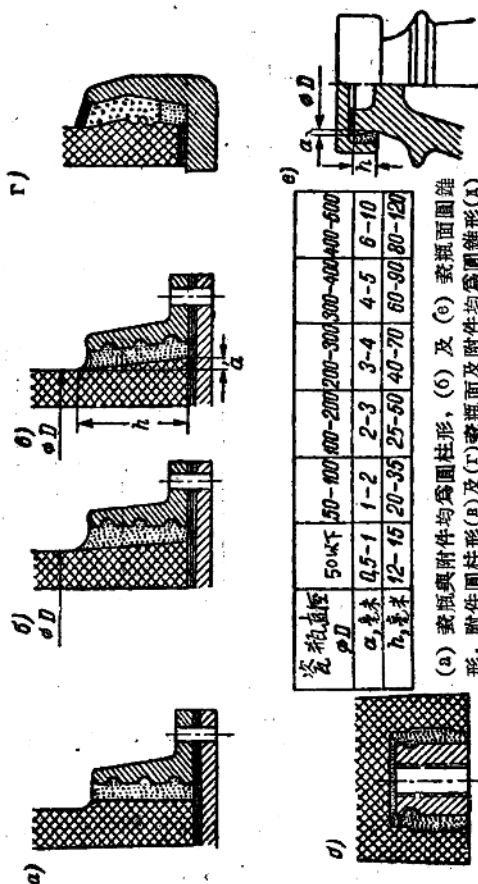


圖2. 瓷瓶直徑毫米

瓷瓶與附件間空隙的大小，和膠合強度很有關係。太小的間隙便很難保證把膠合劑達到瓷瓶與附件間所有的部份，因之膠合強度將因之降低。

但是在太大的間隙 (25—30 毫米) 情形下，膠合強度也會降低，因為這一些膠合劑受到了彎曲變形的緣故。

瓷瓶與附件間的空隙大小，由瓷瓶與附件製造時的容許差誤程度 (即尺寸準確程度的大小) 來決定。但同時爲了要得到適當的膠合強度，此空隙不能小於 4 毫米。



(a) 瓷瓶與附件均為圓柱形, (b) 及 (c) 瓷瓶面圓錐形, 附件圓柱形 (B) 及 (r) 瓷瓶面及附件均為圓錐形 (X) 附件裝在瓷瓶內部 圖三 瓷瓶與附件膠合方法

通常瓷瓶製造的容許差誤度, 是比規定尺寸相差3%。鑄鐵附件容許最大差誤尺寸, 按照蘇聯國家標準 ГОСТ 1855—45 列如下表

待量鑄件尺寸 毫米	大量生產		中批生產		單個生產	
	最 大 誤 差					
	+	-	+	-	+	-
100 及以下	1	1	1.5	1	2	1
100以上到200	1	1	2	1	2	2
200以上到300	1	1	2	1.5	3	2
300以上到500	1.5	1	3	2	4	3
500以上到800	2	1	4	2	5	3

瓷瓶與附件間空隙的尺寸可容許差誤等於瓷瓶規定直徑的 $\pm 5\%$ 。

假如在瓷瓶是容許最大外徑而附件是容許最小內徑而空隙必需保持4毫米的話，那麼瓷瓶和附件在規定尺寸時：

$$\text{空隙 } b = 4 + 2.5\% D_H$$

在瓷瓶是最小外徑而法蘭是最大內徑時：

$$\text{空隙 } b_1 = 4 + 5\% D_H$$

(D_H ——瓷瓶外徑尺寸毫米)

因此，在瓷瓶外徑為400—500毫米時，瓷瓶與附件間的空隙可能到25—30毫米，這種太大的空隙會降低膠合強度，所以在尺寸瓷瓶情形時，應採取比計算結果較小的空隙。

爲了增加瓷瓶與附件的膠合強度，可以在其中任意一個或兩者同時採用圓錐形如下圖(圖3)。

在圖三的(6)中，瓷瓶面成圓錐形，在錐形面上沒有槽子，也不上釉。這種膠合在沒有扭力，同時拉力及彎曲力不很大時才採用。例如膠合支柱白料和屋內瓷套管用的帽子。

在大尺寸瓷瓶情形下，瓷瓶和法蘭的表面都採用圓錐形，如圖三
的(в)及(г)。

在瓷瓶總高較低時，可將附件膠在瓷瓶內部，如圖三之(а)，因此此
情形下作用高度等於瓷瓶總高。瓷瓶內部與膠合劑接觸的表面可以加
一些槽子，或燒上一層小瓷粒。在上述內部膠合情況下，應考慮選擇一
種膠合劑其膨脹係數與瓷瓶的膨脹係數相接近。

在應用膠合劑時不應當要求過高的瓷瓶和附件的尺寸精確度，因
為在一定限度下的誤差是可以用膠合劑來補償的。這也就是用膠合劑
固定法的最大優點。

瓷瓶的膨脹係數 ($3.5-4 \times 10^{-6}$) 比金屬的膨脹係數為小 (11×10^{-6} 鑄鐵, 25×10^{-6} 鋁, 19×10^{-6} 黃銅) 也比膠合劑的膨脹係數為小 (14×10^{-6} 純水泥, 10×10^{-6} 波德蘭水泥膠合劑, 17.8×10^{-6} 無水水泥膠合劑, 28.7×10^{-6} 密陀僧——甘油膠合劑)。所以，當週圍介質溫度降低時，法蘭直徑要比瓷瓶直徑收縮得較多，因此對瓷瓶增加了額外的應力。在大尺寸瓷瓶這種額外應力可能相當大，而使瓷瓶破裂。為了避免瓷瓶破裂，可以在膠合劑中加些膨脹係數與瓷瓶相近的填充料，或者在連接面間加一層有彈性的緩衝層，用以吸收額外應力。

緩衝層可採用瀝青 (парафино-пексовая) 或柏油 (битумная промазка), 填充料可採用碎瓷粒或瓷粉。

人民幣 1200 元