

電航儀器的維護保養與故障排除

215.67
8
中國人民解放軍海軍指揮學校

一九六一年十月

电航仪器的维护保养与故障排除

編著者：錢 璧 照

校閱者：姚 柏 茂

出版者：中国人民解放军海軍指揮學院

印刷者：中国人民解放军海軍指揮學院工廠

总編号： 61—16

※

字 数： 7,800

开 本： 16

印刷数： 900

成本費： 0.15元

目 錄

第一节 维护保养.....	3
第二节 故障排除.....	10

第一節 維 護 保 養

一、維護保養的必要性

各種儀器裝置在艦艇上以後，要受到水氣和灰塵等的侵蝕，它們會銹蝕儀器的金屬機件，增加儀器運轉時的阻力，影響儀器的牢固程度；也會破壞儀器的電氣絕緣，或使電路接觸不良。儀器本身在運轉時，機件會發熱磨損；運轉時的振動，會引起儀器內部另件鬆動。這些不僅會影響儀器的準確性以及使用年限，也會使儀器出現故障。為了防止水氣和灰塵等的侵蝕和儀器內部運轉時的損耗，必須對儀器進行清潔、干燥和潤滑；經常檢查儀器的電氣絕緣程度，以及電路的接觸情況；檢查機件的運轉靈活性和安裝的牢固程度等等。保證儀器經常處於備便狀態，並且要使儀器具有高度的準確性，以及提高儀器的使用率。對航海長來說，不僅要會進行儀器的維護保養，而且要能檢查與指導電航兵的維護保養工作。

二、維護保養的一般方法

(一) 儀器電氣絕緣的檢查與保持

用絕緣表測量導線到地（即導線到儀器外殼或電綑金屬外殼）之間的電阻，應符合于儀器的規定值，一般應不低於2兆歐。如阻值太小，則說明絕緣不良，首先要檢查出絕緣不良的地方，找出原因，而後設法修復。

如圖1，在儀器A中測得某導線絕緣不良。造成絕緣不良的地方，可能在儀器A內，也可能在連接A B儀器的電綑中，也可能在儀器B內。此時應拆去儀器A內之導線，測量儀器A內之接綫頭，以及儀器A到儀器B導線端頭絕緣電阻。如儀器A接綫頭之絕緣良好，則絕緣不良處在電綑中，或儀器B內。再拆去儀器B內之導線，測量儀器B內接綫頭及電綑端頭之絕緣。逐段分割，縮小範圍，找出絕緣不良處。

如由於導線絕緣外皮磨損而造成絕緣不良，則應在磨損處套以絕緣套管（黃臘亞麻管或塑料管），而後兩端用棉綫紮緊（圖2-a）。也可用絕緣帶（黃臘布、油綢或塑料帶）纏繞包裝。纏繞時，每層應互相順次重疊，粗細要均勻（圖2-b）。

如由於受潮而造成絕緣不良，或儀器艙內之濕度較大，則可用熱吹風機、紅外線燈、普通強光燈泡（100W以上）或烘爐對儀器進行烘焙，使儀器的水分蒸發，而恢復絕緣能力。在烘焙時，不能使儀器的溫度過高（一般不超過70°C），以免烤壞儀器的絕緣層及油漆。在烘焙之初，水分集中表面，可能使絕緣電阻反而降低；但數小時後，水分蒸發，絕緣電阻即能迅速提高。對於小型電器，可把部件拆出放在鐵桶

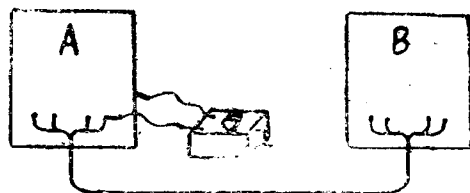


圖1 檢查絕緣

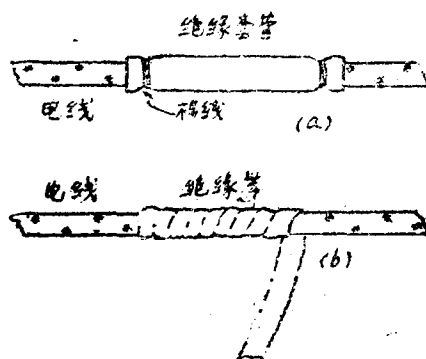


圖2 絕緣處的包裝

中，用燈泡烘焙，效果更好。較大型的电机（例如电罗經中之电动發电机），如在艦上无条件烘烤，則应送检修所，放在專門的烘箱內烘烤。

（二）儀器的清潔与銹蝕的防止

儀器內外部的積灰和污垢，可用吹風机將其吹出，并用白布擦淨。对一些角落中之積灰，則可用小毛刷刷出。儀器中之油污，則应用四氯化碳、汽油等易揮發的清潔液体擦洗，而后擦拭干淨。对一些电气部分的焦痕，可用酒精、汽油等擦拭。对儀器之外表噴漆部分，則不允許用酒精、汽油等擦拭，应用清水擦拭，然后擦干。

儀器內之齒輪、蝸輪和蝸桿等机件，必須保持清潔及轉动靈活。这种机件的表面可用毛刷蘸汽油刷淨擦干，而后在其表面及相互接觸磨擦部分（齒輪、蝸輪的齒上等），塗上一薄層潤滑油。

对儀器之各金屬部分，应防止其銹蝕。平时，經常要保持其干燥。当發現儀器外部或內部表面的油漆破損剝落时，应及时补刷上同色的油漆。对儀器上不刷油漆，而又經常不接觸的部分，則应在其表面塗一薄層牛油（凡士林油），以防銹蝕。当發現儀器金屬部件已有銹蝕現象时，則应用砂紙或刮刀除去銹痕，清潔干淨，而后塗以油漆或牛油，以防銹蝕繼續發展。对螺釘、螺帽等緊固另件，在安裝时应勿使沾水，最好能在表面塗一薄層牛油（电气接头例外），防止其生銹后难于旋动。当螺釘、螺帽等已生銹而难于旋动时，則应在其周圍滴以滑油或火油，使滲入生銹部分后再旋动。对电气接头及接綫柱等，則应防止其生銅綠而腐蝕。如發現有銅綠現象时，用砂紙將其擦淨。

（三）儀器中机件的緊固

儀器中一般都是用螺釘、螺帽、墊圈、銷子等緊固另件將机件固定。为了防止机件松动，常采用下列几种緊固方法：

1. 雙層螺帽——在儀器的接綫柱上，往往用雙層螺帽來緊固接綫环（图3）。上層螺帽是用来压紧下層螺帽，以防止其松动。在松螺帽时，应先松上層螺帽，再松下層螺帽。在紧螺帽时，則相反。切勿將两个螺帽紧叠在一起而同时旋动，这样会损坏螺紋；若用力硬擰，会把螺桿擰断的。

2. 墊圈——在螺釘或螺帽底下墊上墊圈（图4），能經常給螺釘（螺帽）一个张力，使螺紋始終处于緊固状态，防止松动。在裝卸儀器时，切勿將墊圈随意丟棄，以免影響儀器的緊固。

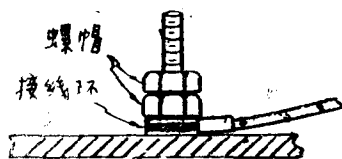


图3 雙層螺帽

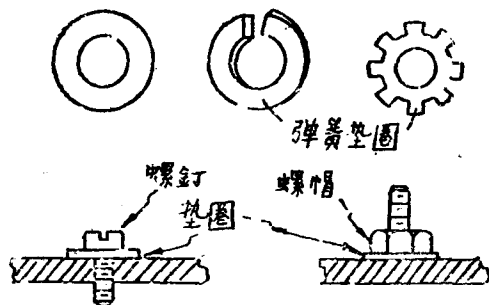


图4 墊圈

3. 固定螺帽——在一些調整螺釘上，往往用固定螺帽來固定其調整位置（圖5）。在旋動調整螺釘時，必須先以螺絲刀固定住調整螺釘，然後旋松固定螺帽，再進行調整。調整好以後，也應以螺絲刀固定住調整螺釘，再旋緊固定螺帽，以固定其調整位置。

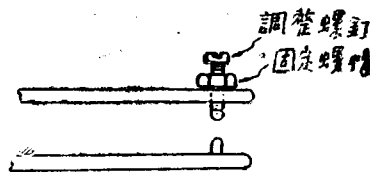


圖5 固定螺帽

4. 固定螺釘——在有些調整機件上，用固定螺釘來固定其調整位置（圖6）。在調整時，必須先鬆開固定螺釘，而後旋動調整螺釘。調整完以後，再旋緊固定螺釘。若不先鬆開固定螺釘，而去旋動調整螺釘，極易把調整螺釘的螺紋相壞，仍至于把螺釘扭斷。

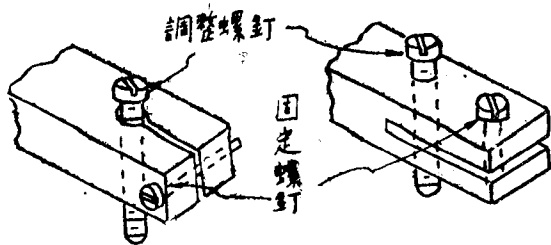


圖6 固定螺釘

5. 銷釘——銷釘是用在較長期的緊固另件上的。一般銷釘均稍帶錐形（圖7）。在取出時，必須用沖子在其細端輕輕沖打，而後在粗端用鉗子將其鉗出。裝上時，應把細端從孔大的一頭插入輕輕敲打，使其很勻滑的進入。如不能進入時，可能是內外二部件上的孔沒有對准。一般均勿用猛力打入，否則極易使銷釘彎曲。

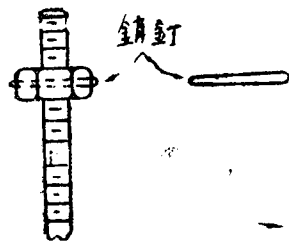


圖7 銷釘

機件緊固時的注意事項：

1. 在旋松螺釘或螺帽時，用力必須平穩，逐漸加大，不能突然加力，否則會把螺釘扭斷。

2. 在上螺釘、螺帽時，開始時，必須對准螺紋，勿使偏斜。這樣，螺釘、螺帽便能很輕滑的旋上。如果開始時螺紋沒有對准，而強把螺釘、螺帽旋上，則必定會損壞螺紋，造成滑牙。在螺釘、螺帽旋到最后時，不能太緊，以免影響機件的正常間隙。上得太緊也會損壞螺紋，或使以後難于拆卸。

3. 用幾個螺釘或螺帽同時固定一機件時，螺釘、螺帽一定要對稱的逐次旋緊。例如图8，用四顆螺釘同時固定一電機端蓋，則螺釘一定要按圖中1、2、3、4順序逐次旋緊，不能一次旋緊一邊的螺絲，否則會使機件偏斜，其餘螺釘即不能正確旋入。在安裝軸蓋等轉動部分機件時，要一邊上螺釘，一邊轉動其轉軸，看其是否因裝置不對稱而影響轉動的靈活性。

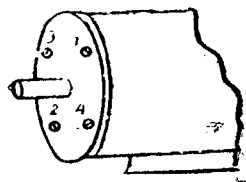


圖8 逐次對稱旋緊螺釘

4. 當旋出機件的固定螺釘或螺帽而卸下機件時，

如机件之間密合較緊，則应在机件結合处的兩側及上下，对称的用兩把螺絲刀或其他工具同时扳动，使机件垂直的卸出（图9）。如果只从一面扳动，則机件偏斜，即不能正确的卸出。

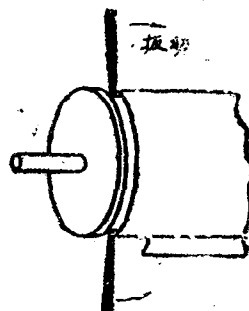


图9 拆卸机件

（四）接触点的维护保养

仪器中的各种接触点，常因电火花而把接触点烧黑或烧焦，造成接触不良。因此，必須对接触点經常进行检查与维护，以保証其接触良好。

接触点的两个接触面之間，应该均匀全面的接触，沒有歪斜。接触面应该平整、光潔、无黑痕。如發現接触点表面有黑痕，則可用細布蘸酒精擦拭，再用干布擦淨。如接触点表面有輕微的焦痕，則可用最細的砂紙（000#）輕輕擦除。如表面有較严重的不平，則应用薄鉄片外包細砂紙，在接触点之間来回拉动（图10）；此时，接触点应用兩手指按住。用砂紙清潔接触点后，必須再用細布蘸酒精，將其擦拭干淨，再用干布擦淨。

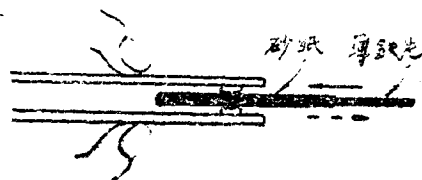


图10 磨接触点

（五）电机的维护保养

电机的维护保养，除作一般的清潔干燥外，还要对整流子与随电环、电刷及电刷架、轴承三部分进行清潔保养。

1. 整流子及随电环的清潔保养

整流子及随电环，在正常状态下，表面应十分光潔，沒有灼伤及破裂的痕跡。清潔中、小型电机（例如各仪器上的电动发电机）的整流子与随电环时，应先用硬毛刷刷出整流子槽中的炭粉，然后用布蘸酒精（或四氯化碳、汽油）將它擦拭干淨，再用干布擦淨。当其表面有焦痕而不能擦去时，可用与整流子（随电环）弧面相合的木掌，外包000#玻璃砂紙，在电机运转时，貼附在整流子（随电环）表面，使其磨平（图11）。注意：切勿使用导电的金剛砂紙清潔，以免造成短路，發生事故。

微型电机（如測深仪指示器中的电动机，电罗經中的雙向电动机以及同步电机等）体积很小，不便于用上法清潔，可用小木桿外包布或砂紙，从电刷孔中插入，使之与整流子接触，再用手轉动电机軸，以清潔之（图12）。也可打开电机下部之清潔盖，从电机下部进行清潔。打开下部清潔盖时，还可以清除内部所积留的炭粉。

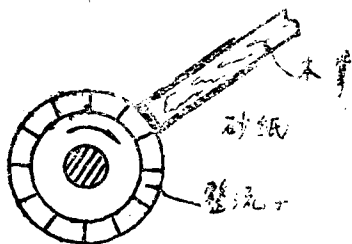


图11 清潔整流子

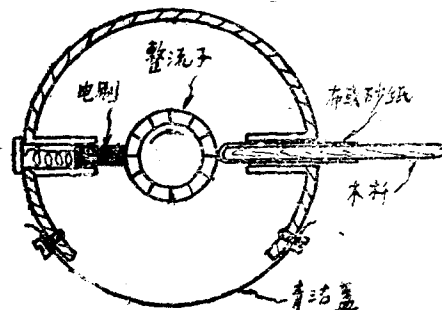


图12 清潔微型电机整流子

2. 电刷及电刷架的维护保养

电刷架在厂方安装好以后，不能随便移动。电刷的大小要合适，要使电刷在电刷架中能够灵活的前后运动，以保证整个电刷在整流子上的压力均匀，接触良好。但电刷也不能太小，以免电刷在电刷架中四面摆动。否则，都会产生火花，以致损坏机件。在船上，电刷都有备品。

电刷与整流子的接触面，必须是光洁的，并且整个面都要与整流子相接触。如果电刷只有一部分面积与整流子接触，则其不接触部分的表面是暗黑色的(图13)。对于电刷的压力必须适当，压力太小，电刷会在整流子上跳动而产生火花；压力太大，会使电刷的磨损过于迅速。微型电机的电刷压力太大时，有时会因摩擦力太大而使电机不转。



图13 电刷接触不良的状态

当电刷的接触弧面不能与整流子相吻合，或电刷磨到只有原来长度的 $\frac{2}{3}$ 时，要换用新电刷。新电刷的弧面必须先磨得和整流子的弧面一致，其方法见图14。在整流子表面上放一条砂纸，砂面向上，使砂面与电刷接触。而后来回拉动砂纸，以磨电刷。砂纸必须贴紧在整流子上，否则会磨去电刷的边角。微型电机还可以把砂纸两边捏紧，将砂纸与整流子一起转动，以使弧面磨得更为吻合。

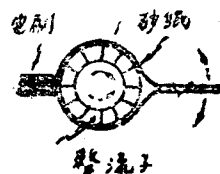
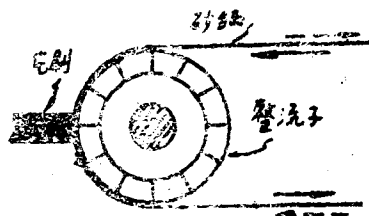


图14 磨电刷

在磨电刷开始时，可用较粗的砂纸(0#，00#)，而后用细玻璃砂纸(000#)，最后可将细玻璃砂纸在其他物体上磨去一层砂粒，再磨电刷，以保证电刷面之光洁。在一个电刷架上磨的电刷，不能移到另一个电刷架上使用，以防止弧面不合。磨好电刷后，应用吹风机吹去炭粉，并用酒精(或四氯化碳、汽油)把整流子与电刷擦拭干净。磨好电刷后，最好先使电机空转几小时，以使新磨的电刷面更适于实际使用。

3. 轴承的维护保养

在电机运转时，轴承部分是有一定的工作温度的，但不应烫手。以金属工具的一端与轴承部分接触，另一端以耳朵相接，则可听到电机轴承均匀的摩擦声。如发现电机运转时，轴承部分工作温度太高，或听其声音不均匀而有跳动时，则说明轴承之摩擦力太大；或者轴承的滚珠有变形及破损，应拆出清洁检查，必要时，更换新轴承。

电机每运转工作 2000—3000 小时左右，即应清洗轴承及更换润滑油。电航仪中电动发电机轴承，一般都用牛油润滑；可用仪器中之备品或后勤部门的高速轴承润滑脂。在清洗轴承时，可把电机轴承盖拆卸开，用毛刷蘸汽油(或四氯化碳)把旧油清洗干净。也可把电机卸开，卸下轴承，放在汽油中清洗，而后用没有毛的细布或绸布擦干。轴承内绝对要防止灰塵和金属屑等侵入。加油时，应在轴承的滚珠及环之间涂满牛油，在轴承盖上也涂上牛油，而后装上。随后将电机运转数小时，使其油量分布均匀。电航仪中之微型电机轴承，一般都加薄的仪表油(如备品中的OKB—122—7、OKB—122—14等，或后勤部门的甲种仪表油、钟表油等)。在加油时，一般情况都不必卸下轴承清洗，只需在轴承端滴2—3滴润滑油，而后转动转轴，使其油量分布均匀。

三、手工具的使用

(一) 螺絲刀的使用

1. 螺絲刀刀口的寬度，必須與所旋螺釘槽的長度相近，否則會損壞螺釘或螺絲刀。

2. 螺絲刀使用時，刀口必須與螺釘頭垂直。刀口要放在槽口的中央，不得偏斜。在旋螺絲釘時，對螺絲刀要有一定的垂直壓力，否則很易使螺絲刀滑口，損壞螺絲釘的槽口，並且不能把較緊的螺絲旋出。

3. 在一些普通螺絲刀使用不方便的地方，可用彎頭螺絲刀（圖16）。

4. 叉口螺絲刀專用來旋動帶有槽口的圓螺帽（圖17）。

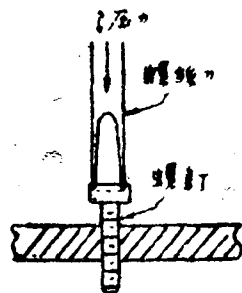


圖15 螺絲刀的使用

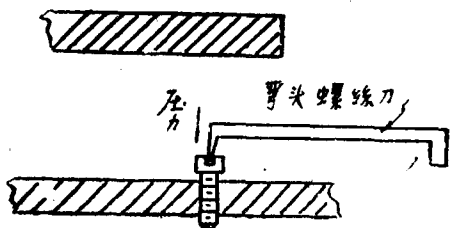


圖16 彎頭螺絲刀的使用

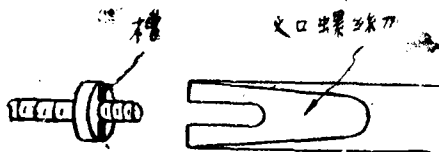


圖17 叉口螺絲刀的使用

(二) 扳手

對於螺帽，可用固定扳手、活動扳手、套筒扳手、專門扳手等幾類工具（圖18）。使用套筒扳手的注意事項與螺絲刀相似，不再重述。

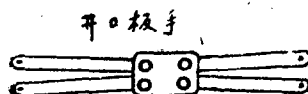
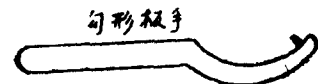
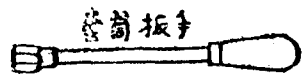
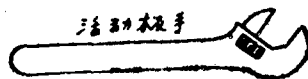
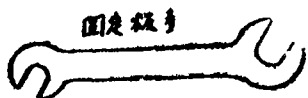


圖18 各種扳手

1. 選用固定扳手之口徑，必須與螺帽之直徑相一致，不得過大，以免磨去螺帽稜角。

2. 用活動扳手時，也必須把口徑調整得與螺帽直徑一致，不得太松。不要用大活動扳手去旋小螺帽；也不要用小活動扳手去旋大螺帽，否則都會損壞螺帽或扳手。

(3) 扳手之口必須整個插入螺帽之邊緣。使用扳手時不要偏斜，否則會損壞螺帽及扳手。

(4) 用勾形扳手旋動帶有邊孔的螺帽時，扳手的圓弧半徑必須與螺帽的半徑相近；扳手前端的突銷必須全部插入螺帽之邊孔內（圖19），並保持扳手的平整。

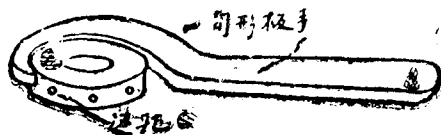


圖19 勾形扳手的使用

(5) 用開口扳手旋動帶有兩上孔的螺帽時，扳手前端兩突銷的粗細必須與螺帽上兩孔的大

小相合，不得过细，以免扭断突销。
突销必须全部插入孔内，并保持扳手的平整。

(三) 钳子

常用钳子有平头钳、圆口钳、斜口钳、尖咀钳、扁咀钳等，如图21所示。

1. 平头钳比较坚固，用以夹持较大的工作物或夹钳螺钉、螺帽，它的斜口部分还可用来钳断电线。

2. 圆口钳与斜口钳钳口都较锋利，一般用来钳断电线及薄金属片，不得用以夹钳坚硬之工作物，以免损伤其锋口。

3. 尖咀钳是用来夹持小型工作物的，如焊接时夹住电线、电气零件等。其头部较脆弱，不能用以夹持大型工作物及夹旋螺帽，以免断裂。

4. 扁咀钳用来旋动小型螺帽及夹持小型工作物。头部也较脆弱，不得用来夹持大螺帽及工作物。

(四) 电烙铁

电航仪中所用之电烙铁，功率都较小（100W以内），一般是用来锡焊各电气零件及电线的。

电烙铁使用时，必须搁置在烙铁架上，将烙铁端头用砂纸或锉刀擦净，烧热后，先在烙铁端头上涂上一层松香，再烧上一层锡。这样，在焊接过程中电烙铁就能沾住锡。当电烙铁温度过高时，也可能使烙铁头不易沾锡，此时可松开烙铁头边上的螺钉，将烙铁头向外拉出一些，再旋紧螺钉，以使烙铁头之温度下降。

在用烙铁焊接导线及零件时，必须先把焊接部分表面用砂纸或小刀刮亮，然后烫上一层松香，以免金属表面受热氧化，不易沾锡，再在表面焊上一层锡。然后，将焊接部件相接，用烙铁沾锡焊住。焊接时，烙铁必须在焊接部分多放一些时间，以使锡能均匀的熔化分布。良

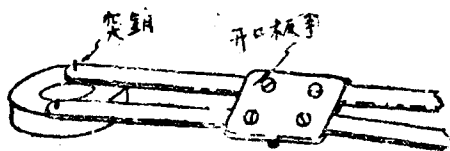


图20 开口扳手的使用

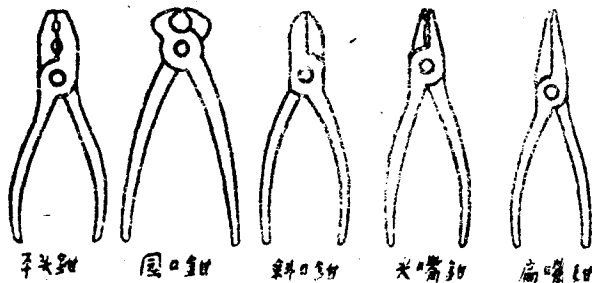


图21 各种常用钳子

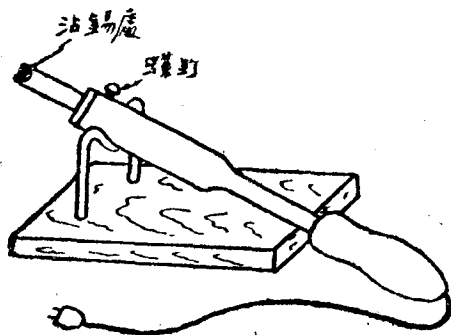


图22 电烙铁

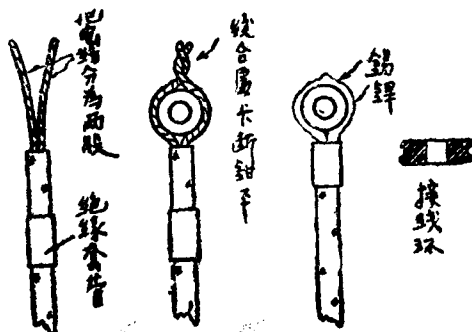


图23 接线环的焊接

好的錫接，其表面應是光澤與平滑的。切忌用錫油，因為其中帶有酸性，日後會腐蝕金屬。

電航儀中常用的接綫環錫接的方法如圖23。

第二節 故障排除

一、故障的產生

電航儀器在使用過程中，產生故障的原因不外乎以下三點：

1. 由於戰鬥而造成的破損；
2. 由於儀器另件、機件本身使用壽命的限制；
3. 由於使用保養不當。

由於第二、第三種原因所產生的故障，只要我們加強責任心，進行細致的保養，及時的檢查，發現可能產生故障的跡象而予以處理，把故障消滅在萌芽時期，是完全可能的。另一方面，我們也應積極提高分析排除故障的能力，一旦儀器發生故障，也能迅速及時的修復，以保證戰鬥與航行任務的需要。

二、排除故障的一般順序

排除故障的一般順序是：觀察現象、分析、跡尋、修復。

(一) 觀察現象

只有正確、全面地觀察故障現象，才能得出正確的分析判斷。觀察現象通常包括：

1. 眼看：看儀器的運轉、指示情況；看儀器上各儀表及指示燈的指示；看各接觸點、保險絲、電綫接頭的接觸等。
2. 耳聽：聽儀器的運轉動作聲音是否正常。
3. 手摸：摸儀器的工作溫度是否正常。
4. 鼻嗅：嗅儀器有無焦異味。

觀察現象後，必須得出結論，哪一部分在正常工作，哪一部分有異狀，以作為分析故障的依據。有些故障現象往往是時隱時現的，此時應特別注意故障是在何種情況下出現的（例如工作溫度高、艦艇搖擺轉向……等），以便作出正確的判斷。當發現故障有可能立即毀壞儀器時，例如儀器中機件破裂撞擊，電路發熱冒煙，則應立即停止儀器，進行檢查。

(二) 分析

根據故障現象及儀器的結構原理，對故障進行分析，找出可能產生故障的原因與部件，然後繼續進行現象觀察。並可對這些部件進行各種有關的試驗測量；必要時可對照以往儀器正常工作的記錄數據。去偽存真，儘可能把故障縮小到一定範圍之內。

(三) 跡尋

根據判定的故障範圍，用觀察測量的方法，分段甄別，跟踪跡尋，把故障點找出，修復之。

三、綫路故障測量跡尋的一般方法

在艦上，電航儀器各部件之間所用的電綫接綫很長，因此在綫路中有故障時，不可能用電表在接綫兩端直接測量，必須用一些專門的方法來測量。

(一) 綫路斷路的測量與跡尋

1. 電壓測量

電源綫路中有斷路時，可用電壓測量來確定故障。如圖24，當發現負載上無電壓時，即可依次測量接綫板A、B、C……上各接頭的電壓，如發現接綫板A、B接頭上的電壓正常，而

接綫板C上无电压，則故障即在接綫板B、C之間的綫路中。

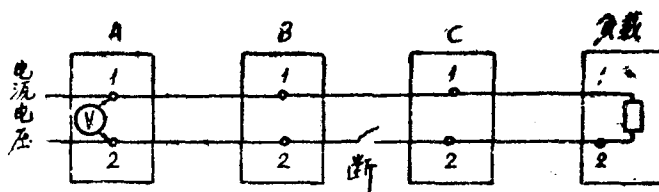


图24 断路故障电压测量法

用电压测量法排除故障时，必須注意以下兩点：

- (1) 在通电情况下测量仪器时，要确信仪器在这种故障情况下通电不会造成其他损害。
- (2) 万用电表的量程位置必須适当，如无法确定当时电压的大小，量程应放在高电压的位置，根据测量情况，再逐步把量程轉到合适位置。否則极易燒坏电表。

2. 电阻测量

一般的綫路有断路时，均可用电阻测量确定故障。如图25所示，当負載I的綫路中有开路时，可先将負載I上把1、2兩点短路，在接綫板A上测量1、2之間电阻。如不通，則說明故障在1、2兩根綫中。再把負載I上的1、3短路，在接綫板A上测量接头1、3間电阻，如通，則說明1号綫正常，故障在2号綫中。再把負載I上的1、2短路，从接綫板A依次向后测量，如接綫板B上测量1、2不通，到接綫板C上测量1、2即相通，則說明故障在接綫板B、C之間的2号綫。

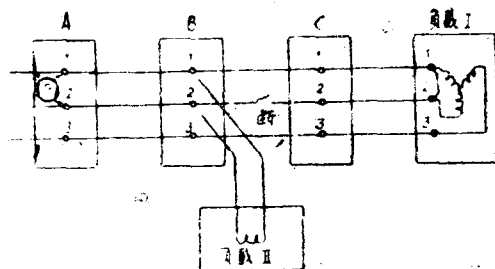


图25 断路故障电阻测量法

用电阻测量排除故障时，必須注意以下兩点。

1. 仪器必須断去电源，以免损坏仪表。
2. 必須拆去与测量綫路相并联的外綫路，以免造成测量誤解。例如图25的綫路，如不把負載II断去，則即使綫路中有断路，在接綫板A、B上测量1、2接点仍能相通；有一定的电阻值也不易發觉。所以在这种情况下，必須把負載II拆去。

当测量綫路中有断路时，如断路处即在电綫端头（一般情况端头也最易扭断），則可將断路处焊接包紮好。如故障在电綫之中，无法联接，或因任务紧迫，不容許細致的测量跡寻故障，則可用电綫中之备用芯綫来代替断了的接綫。注意：备用芯綫的載流量不能低于綫路中之电流强度。

(二) 綫路短路的测量跡寻

綫路中有短路时，其现象往往是熔断保險絲，甚至使綫路發热，發出焦臭味。此时应立即断去电源，用电阻测量来找故障。

如图26，当判断綫路1、2有短路时，可先断去其負載，然后从接綫板B上拆开接头，测量从接綫板B到接

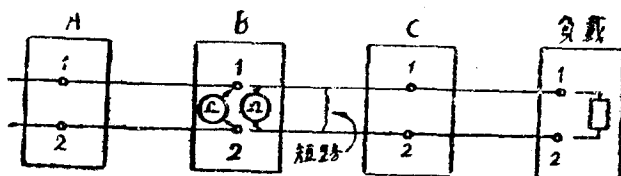


图26 短路故障的测量

綫板A，及接綫板B到接綫板C之間的电阻。如接綫板B到A之間的电阻无穷大，而B到C之間成通路，則說明在接綫板B之后的綫路中有短路，再用上述方法，逐步縮小範圍，找出短路处。

在測量短路故障時，所有接綫上并聯的外綫路均應拆去，以免影響測量的準確性。

(三) 綫路接錯的測量跡尋

綫路有接錯時，一般都可以從電綫端頭的號碼，或從電綫芯綫的顏色上鑑別出來。當不能用上述方法鑑別時，也可用測量电阻的方法來確定故障。如圖27，當懷疑1、2、3號綫之間有

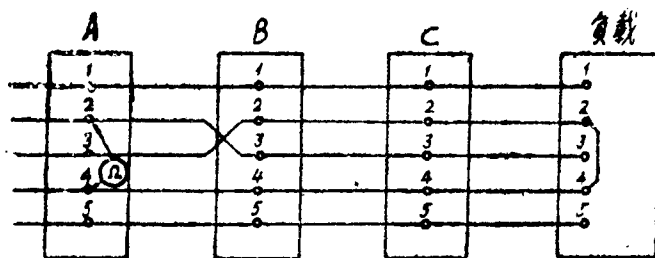


圖27 綫路接錯的測量

接錯時，可先斷去負載，借用4號綫來測量其接綫是否正確。斷去負載，在負載端把1、4短路，在接綫板A上測量1、4相通，則說明1號綫連接正確。再把2、4短路，在接綫板A上測量2、4不通，而3、4相通，則說明2、3接綫接錯。再在接綫板B上測量，如2、4相通，則說明接錯處一定在A B接綫板之間。

在測量時，也必須注意以下兩點：

- (1) 斷去電源。
- (2) 拆去與測量綫路相并聯的外綫路。

