

水文測站叢書

流速儀的使用和养护

水利电力部水文局編



水利电力出版社



流速仪的使用和养护

水利电力部水文局編

※

1876S548

水利电力出版社出版 (北京西郊科學路二里溝)

北京市書刊出版業營業許可証出字第105号

水利电力出版社印刷厂排印 新华書店发行

※

850×1168 $\frac{1}{2}$ 开本 * 1 $\frac{1}{2}$ 印張 * 30千字

1959年1月北京第1版

1959年1月北京第1次印刷(0001—4,100册)

統一書号: 15143·1478 定价(第9类)0.19元

前 言

目前在我国广大的水文測站上，普遍地采用了流速仪进行水文測驗。为了提高流量測驗的精度，熟練地掌握流速仪的使用和养护是关键問題之一。

这个小冊子，系統地介紹了国产55型旋杯流速仪和25型旋槳流速仪(改进后的)以及国内常見的几种进口流速仪的使用、养护和简单的檢修方法。这些方法是通过广大測站和仪器生产部門的實踐总结而成的行之有效的經驗，公开介紹出来，是有一定实用价值的。

水利电力部水文局

1958年12月

目 录

一、概述.....	(3)
二、国产55型旋杯流速仪	(4)
(一)结构和性能	(4)
(二)使用和养护	(6)
三、国产25型旋桨流速仪	(14)
(一)结构和性能	(14)
(二)25型旋桨流速仪(改装后)的安装使用和养护方法	(17)
四、国内常见的几种进口流速仪	(23)
(一)Watts旋杯流速仪	(23)
(二)Stoppani 旋叶流速仪	(27)
(三)民主德国流速仪	(31)

一、概 述

仪器的好坏主要决定于它的结构、性能和新旧程度。但如果不能很好掌握其使用和养护方法,即使是好的或新的仪器,使用时也难达到满意的测量成果。就我们水文工作来讲,要提高水文测验成果的精度,除在测验理论上要不断进行研究提高外,对掌握测验仪器的使用和养护方法也是一个很重要的问题。以旋杯流速仪为例,如在使用时顶针和顶窝间的间隙调整的太小;或者因仪器养护不好,顶针顶窝生锈,仪器旋转不灵活,施测的结果就要偏小。这样,对资料的分析研究和上下游资料对照等都会带来困难。其次仪器的使用和养护如不能很好的掌握,往往造成仪器的损坏或报废,如1956年底南京水工厂出厂的25型旋桨流速仪,有些单位因未掌握其使用和养护(当然这中间还牵涉到仪器的质量等原因),有不少仪器弹子盘生锈严重,甚至于有的严重到拆卸不开,结果就只有把这些仪器当废品堆放在仓库里;另外如55型旋杯流速仪,因顶针顶窝间间隙调整过大,顶针撞断等也是很多的。总之,这都给工作带来困难,给国家造成损失。

这本书里所介绍的流速仪使用和养护方法,包括南京水工仪器厂出品的55型旋杯流速仪和25型旋桨流速仪(改进后的)以及国内常见的几种进口流速仪。主要内容是参照原来仪器的说明书、各地经验介绍和南京水工厂1958年4月水文仪器测具講習班的讲义等材料综合编写而成,供水文测站同志学习使用。这些方法并不是很完备的,希望各地有更好的经验及时交流补充。

二、国产55型旋杯流速仪

(一) 结构和性能

55型旋杯流速仪为国营南京水工仪器厂（现改名为南京水利电力仪表工厂）1955年出厂的产品，该仪器为目前国内水文测站上测流的主要仪器，测站上的同志对这个仪器都是比较熟悉的，但为了对其有更进一步的了解和掌握使用它。因此这里把它的结构和性能再扼要的介绍一下：

1. 结构：55型旋杯流速仪的主要结构为转子、接触部分、軌架及尾翼（詳见图1）。

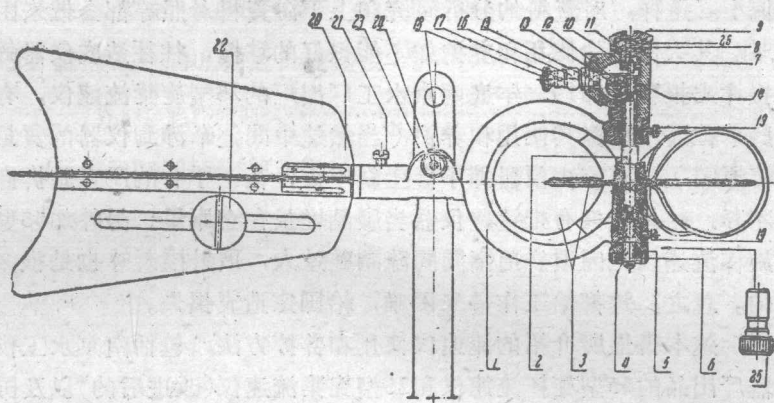


图1

1—軌架；2—旋軸；3—旋盘、旋杯；4—頂針；5—頂头；6—小螺絲扣；7—軸套座；8—彈簧垫圈；9—鋼珠座；10—偏心筒；11—頂盖；12—齒輪；13—齒輪軸螺絲；14—接觸絲；15—接觸絲螺絲；16—六角螺絲套；17—螺絲帽；18—压綫螺絲帽；19—軌架頂螺絲；20—尾翼；21—尾翼固定螺絲；22—平衡錘；23—联杆；24—联杆螺絲；25—旋盘固定器；26—鋼珠座螺絲。

(1) 轉子：轉子是由旋杯、旋盘、旋軸、頂針和軸套座組成的。

(I) 旋盘和旋杯：旋杯是用銅做的六个錐形杯子，旋盘也为銅做的六角形支架，旋杯順次焊在旋盘的周圍。旋盘与旋軸互相垂直，二者用螺絲帽結合成一体。

(II) 旋軸：为旋轉机构之中樞，上端插入偏心筒內之軸套座与其頂上之鋼珠接触，上部有螺紋之一段与傳訊机构之齒輪啣接，中部与旋盘用螺帽結合为一体，下端中心为一具有圓錐形小窩之支承，普通叫做頂窩(如图 2 所示)。其尖端是一个圓弧形(用輪廓放大仅放大50倍后才能看得出来)，其半徑 R 由 0.31 公厘 $\sim$ 0.34 公厘，硬度为 $62^{\circ} \sim 64^{\circ}$ (比頂針硬度大)，光洁度为 10 級，因其光洁度与仪器的性能有关，故光洁度要求高。

(III) 頂針：其上端为錐体，錐体的尖端亦为光滑的圓弧形，圓弧形的半徑 R 为 0.27 公厘 $\sim$ 0.31 公厘，硬度 $57^{\circ} \sim 60^{\circ}$ (硬度小于頂窩)。頂針与旋軸下端之頂窩接触，以支持旋軸之轉动，下部用螺絲帽固定于頂头上。頂头上部为杯形油室，頂針的上部安置在灌貯潤滑油之室內，借以减少旋轉摩擦阻力及頂針摩擦損速度。

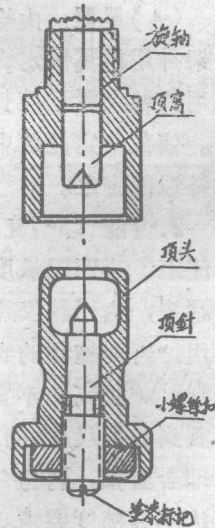


图 2

(IV) 軸套座：用螺絲旋牢在偏心筒的上部，其作用为旋軸上端的軸承，軸套座的上端装有鋼珠座，借鋼珠与旋軸頂面的接触，可以限制旋軸上下活动。

(2) 接触部分：接触部分由偏心筒、齒輪、接触絲組成。

(I) 偏心筒：装在軛架的上端，为傳訊机构之外壳，上端为頂盖，揭开頂盖可以取下軸套座部分各机件，側面有側盖，打开側盖可以調节接触絲及观察齒輪与旋軸接触情况，并便于擦洗上油等工作。

(II) 齒輪：装在偏心筒內，为傳訊之主要机件，与旋軸接触，旋軸旋轉 20 轉，齒輪旋轉一周，齒輪側面有四个突出的尖

端。尖端与接触絲相遇时即接通电路，故旋軸每轉五轉即接通电路一次，借此以传达轉数。

(Ⅲ)接触絲：为具有彈性的金屬絲，一端用小螺絲固定在接触絲螺絲上，一端悬空，当齿輪旋轉时与其四个凸出尖端断續接触。

(3)軛架：为支持并聯結旋轉机构、傳訊机构、尾翼及有关附屬机件的机体。

(4)尾翼：由縱橫交叉的四片銅片构成，一端借圓柱体插入軛架并用尾翼固定螺絲固定之。縱尾翼下方有一个狭长槽，平衡錘用螺絲夾紧于該长槽上，松开螺絲时能前后移动，用以平衡仪器。使在一定流速中保持水平状态，当在适当的位置时可以旋紧螺絲以固定之。

2.性能：55型旋杯流速仪的使用范围适用于0.2~3.5公尺/秒的流速，个别灵敏度較高的，低速可測至0.1公尺/秒左右。一般的講来，由于該仪器的結構关系，低于0.1公尺/秒的流速即不宜使用，否則施測的成果达不到精度要求；同时由于頂針硬度等的限制，施測高速不宜超过4公尺/秒。有的单位用55型旋杯流速仪測到5公尺/秒的流速，应用到这样高的流速，施測1~2次頂針即会磨損，再应用該仪器于低速时，即会失去原有的性能，也就达不到精度要求。另外，仪器的性能和仪器的結構有关系，55型旋杯流速仪的使用范围規定于0.2~3.5公尺/秒，也就是它的檢定公式适用这个范围。所以从結構和性能来講55型旋杯流速仪一般的只适用于0.2~3.5公尺/秒的流速范围内，使用该仪器时应该注意这个問題。

(二)使用和养护

关于該仪器的使用和养护在其說明書中已有介紹，这里只把一些在目前使用该仪器一般存在的問題和使用时特別注意的地方介紹一下。

1.仪器的几个主要部件：

(1) 旋軸：旋軸為旋轉機構之主要部件，不能有一點彎曲和變形，所以在拆卸和安裝時應特別注意。旋軸下端的支承（頂窩）光潔度要求很高，每次用完后必須用棉花或紗布擦干淨塗以潤滑油，予以妥善保護，使不生銹。

(2) 軛架：軛架為支持旋軸的，二者之間有緊密的配合，軛架如發生碰撞或跌彎，則其上下兩個孔的中心（旋軸和頂針穿過處）即不在一條幾何軸綫上，結果旋軸和軛架的配合位置發生改變，旋轉即不靈活，自然影響測驗成果。

(3) 旋杯：旋杯不能將其碰傷或變形，即使有一點碰傷或變形，經試驗證明也會影響測驗成果的精度，所以必須予以很好的保護。

(4) 頂針：頂針和旋軸都是旋杯流速儀的主要部件，每次用完后也要擦洗干淨，塗以潤滑油，勿使其生銹；儀器的靈敏度如何也取決於頂針和頂窩的光潔度。有些單位的儀器因養護不好，頂針和頂窩都已銹黑，而仍在使用的，肯定的講用這樣的儀器施測的成果精確度是比較差的，特別是在低速的情況下。

(5) 尾翼：尾翼為用作平衡儀器和使其在水中迎合水流的方向，縱橫尾翼必須互相垂直，縱尾翼和軛架要保持平行，不能發生任何方向的偏斜，否則在水流的沖擊下，因其受力不平衡，儀器會發生傾斜，則測不到準確的測點流速。

2. 頂針和頂窩間間隙的調整：頂針和頂窩間間隙的調整是使用旋杯流速儀的一個重要問題，它關係到儀器的使用壽命和施測成果的好壞，最適宜的間隙是 $0.03 \sim 0.05$ 公厘（工廠里的術語是 3 絲到 5 絲，一絲即百分之一公厘），最大不能超過 0.1 公厘（10 絲）。間隙小於 0.03 公厘時，儀器旋轉不靈活，並且頂針磨損快；大於 0.1 公厘時，頂針和頂窩的間隙過大，頂針則容易撞斷，如圖 3、4 所示情況。有的站上經常發生頂針撞斷，一個原因可能是頂針的質量不好，另一個原因可能就是間隙調整過大所致，間隙調整不好相應的對儀器的性能也有影響。其調整方法如下：

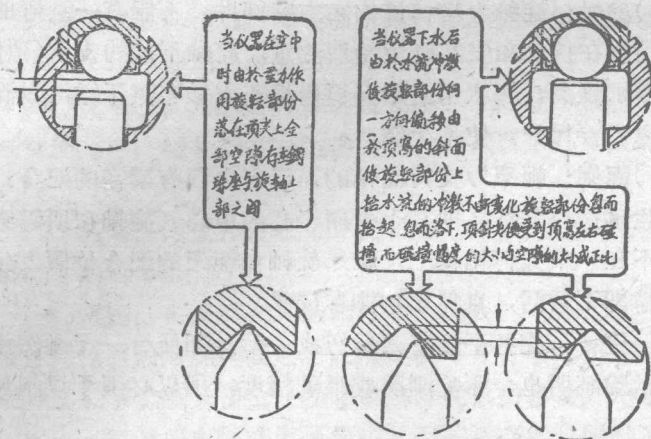


图3 顶针、顶窝未装配好入水后情况

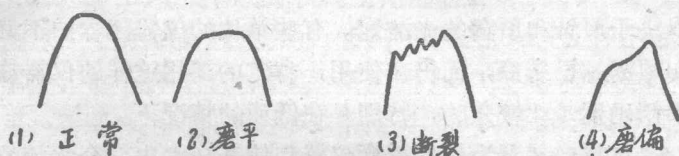


图4 顶针磨损断裂情况

当仪器擦洗完毕偏心筒和顶头都装好后，先依次用手压紧顶头和偏心筒，将框架顶螺丝扭紧，不要扭的过紧，否则容易把螺丝扭毁，然后松开顶头上的固定顶针的小螺丝扣，用起子旋动顶针，待顶针和旋轴（顶窝）之间的间隙快接近于要求的程度时，将顶头上固定顶针的小螺丝扣扭紧；第二步再慢慢旋动钢珠座螺丝，一下不要旋进很多，一般的一次旋转 10° 左右为宜，即一面旋动，一面试验顶针和顶窝的间隙是否达到 0.03 公厘 ~ 0.05 公厘之间隙（在调整好钢珠螺丝之顶端，一定要低于偏心筒之顶，否则最后旋紧顶盖时会把钢珠座带动，而改变已调整好的旋轴与顶针之间隙，但钢珠座螺丝不能旋得很紧，旋得很紧会使其下面的弹簧垫圈失去弹性，这样再调整间隙时即不好控制）。具体试验间隙的大小有下列三种方法：

(1)經驗法調整：工厂里的仪器出厂时，工人装配仪器調整頂針和頂窩間的間隙，完全依靠自己的工作經驗——感覺，試驗時手握著軛架的尾部(如图5)不要用手握緊軛架的前部，否則會將軛架壓縮，影響調整的結果，另一手托著旋盤輕輕上下移動，根據自己的感覺確定所要求的間隙。這個間隙從感覺上來講，當你輕輕上下移動旋盤時僅感覺有輕微的鬆動即可，如感覺不到有鬆動或有較大的鬆動，都要繼續調整適宜為止，工厂里的新儀器或經工厂檢修後出厂的儀器，其間隙都調整在 $0.03 \sim 0.05$ 公厘之間。

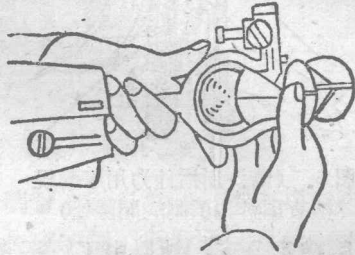


图5 試驗頂針與頂窩的間隙法

間。如用這種方法調整間隙，可根據由工厂里買來的新儀器或經工厂里檢修過的儀器所調整的間隙，以掌握此方法。

(2)角度法調整：鋼珠座螺絲的螺距為 0.53 公厘，即鋼珠座螺絲每旋轉一周，其位移為 0.53 公厘。這種方法具體做法是這樣，當旋動鋼珠座螺絲時，一面旋動，一面試驗（試驗法如第一種方法），待頂針和旋軸正好接觸（此時上下移動旋盤感覺不到二者之間有空隙存在），然後將鋼珠座螺絲再倒轉回 $30^\circ \sim 45^\circ$ （或 $40^\circ \sim 65^\circ$ 也可），這時頂針和旋軸間的間隙，即是所求的間隙。

(3)厚薄規檢查法調整：厚薄規是一束不同厚度的薄鋼片，最薄的是由 0.01 公厘起，為工厂里使用的一種量具，在一般的五金公司里可以買到。當頂針和旋軸之間的間隙調整到適當的程度時，用幾片厚薄規塞在旋軸頂端和軛架之間的縫隙里，以塞緊為止，然後把塞在縫隙里的薄鋼片掀出來，計算一下總的厚度。第二次用手將旋盤向下推緊（也就是使旋軸和頂針靠緊），此時再用幾片厚薄規塞在旋軸頂端和軛架之間的縫隙里，至塞緊為止，然後抽出來計算其厚度。前者所量的厚度減去后者所量的厚度，即為旋軸和頂針之間的間隙，如果其差數在 $0.03 \sim 0.05$ 公厘之間，即已調整好，否則應再重新調整，一直調整到所要求的間隙為

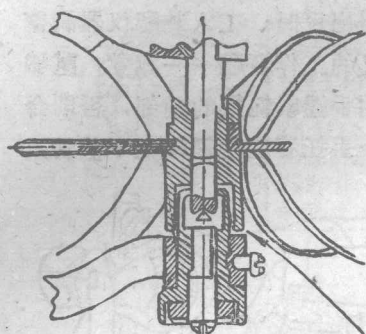


图 6. (箭头所指处为用厚薄规
检查顶针和顶窝的间隙处)

止，塞规所塞的地方如图 6 箭头所示处。

上述三种方法，用第二种和第三种方法调整起来有把握，第一种方法如能掌握好调整起来比较快。据了解，过去大部分站上对顶针和顶窝间隙的调整还未能很好的掌握起来，因此调整的不是过松就是过紧；并且还有的站上不敢调整，怕动了顶针和旋轴影响检定公式，所以由工厂买来的新仪器和检修好的仪器，一直使用到下一次进厂检修为止，顶针和顶窝间的间隙从不进行调整。这几种情况都会影响测验成果，主要的原因是对调整的方法未很好的掌握。同时要说明的，顶针和旋轴拆动没有关系，而主要的是二者间隙调整不好会影响检定公式，当然还未掌握调整方法乱拆乱动是不允许的。另外一种调整方法，就是如果顶针固定好了后，只调整钢珠座螺丝也能调整到所要求的间隙时，则可以只调整钢珠座螺丝，不动顶针，前面已经讲过但不能将钢珠座螺丝扭的过紧，以免将其下面的弹簧垫圈压得使其失掉弹性，使将来再调整不好掌握，弹簧垫圈如已失去弹性应换新的。

3. 仪器灵敏度试验 试验其灵敏度有下列三种方法：

(1) 用口吹气试验法，如果仪器的旋轴不弯，顶针、顶窝和钢珠座螺丝顶端的钢珠未锈，顶针和旋轴间的间隙调整后，将仪器持平用咀轻轻吹气，则旋盘转动灵活，停止时慢慢停下，不是突然或迅速停止转动，即表示旋轴与顶针间之间隙以及仪器的各部件是正常的，否则应检查原因。

(2) 气压试验法：做一个如图 7 支架上的玻璃管，弯曲部分里面注有带颜色的水，其一端和直玻璃管相连，只一端是开口的，在此开口端的臂上系一个小米达尺。

试验的方法是：将新买的和检修好的仪器，放在距离管

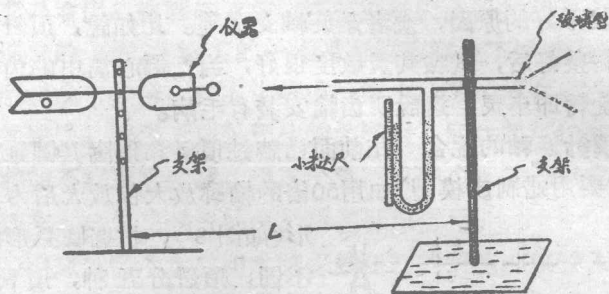


图7 气压試驗55型旋杯流速仪法

一个适当的距离 L 处，然后在玻璃管喇叭口形的一端，用口吹气或用打气筒打气。这时因为管内气压不同，系有米达尺的一端水面上升（水面上升的高低和进管气的力量大小有关），当旋杯开始转动时，即把水面升高的数字记下。待仪器使用一个时期后，要了解仪器的性能有无变化，我们可以把仪器仍放在与第一次試驗时距离玻璃管同样的距离 L 处，用同法在玻璃管喇叭处吹（或打）气，如果在弯管系米达尺一端水面上升到与第一次檢驗时同样的高度时旋杯开始旋轉，即表示仪器的性能仍沒有改变，否則說明仪器未装好或者性能已降低等，应考虑檢修。

(3) 比测法：此法是当一架仪器使用一个时期后，欲了解其性能改变与否。与一架标准流速仪在河中同一测点深，施测相同的时间，然后根据其施测的成果与标准流速仪施测的成果进行比较，而确定之。此法在测站暫行规范中已有規定，站上一般都使用此法进行檢定，故不多介紹。

此外，如果仪器經全部拆洗（或檢修）后，試驗其灵敏度时，要先把頂針和旋軸之間的間隙調整好后試驗一次，試驗时用左手握紧軛架，用右手撥动旋杯，看旋盘旋轉是否灵活，停止时是否徐緩停下，如果旋盘旋轉正常，第二次再把偏心筒中的齒輪等装好后試驗一次。如果第一次即把偏心筒中的齒輪都装上，有时会因为齒輪安装的不好影响仪器的灵敏度，这样分开試驗則可以知道，仪器如果不灵敏究竟是旋軸、頂針安装不好的关系，抑或是

齒輪安裝不好的原因，或者是旋軸變形等。比如說，頂針旋軸間的間隙調整好后，試驗其靈敏度很好，當把偏心筒中的齒輪安上后儀器旋轉即不靈，這說明齒輪安裝有毛病。

4. 頂針旋軸的配合 在前面已談過頂針和頂窩其圓錐形的尖端(頂窩要用蜡制成模型)如用50倍的輪廓放大儀放大后為一圓弧形(如圖8)，根據圓弧形的半徑

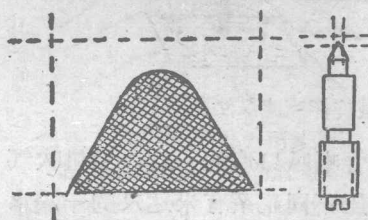


圖8 頂針尖端放大圖

不同，頂針分五種，頂窩分四種。五種頂針分別在其頂端用五種不同的顏色表示；第一種頂針頂端未塗顏色，其他四種在其頂端分別塗有紅、黃、藍、白四種不同的顏色，五種頂針其圓弧形的

半徑依次為：0.27、0.28、0.29、0.30、0.31公厘，四種頂窩在旋軸上分別標有1、2、3、4四種不同的號碼，其圓球形半徑分別為：0.31、0.32、0.33、0.34公厘。

頂針和旋軸的配合問題，一般的講頂窩的半徑(R)要比頂針的半徑(R)大0.03公厘為宜(但不能再小於此數，再大0.01~0.02公厘還是可以的)，比如說頂針為紅色的(R 為0.28公厘)，則可以和1號旋軸(R 為0.31公厘)配合，現將其彼此的配合用圖表示如下：

頂窩圓弧半徑(R) 0.31 0.32 0.33 0.34(公厘)

頂窩編號

頂針編號



頂針圓弧半徑(R) 0.27 0.28 0.29 0.30 0.31(公厘)

因此，如果頂窩完好，而頂針被磨損或撞斷，可按上表的配合法，根據旋軸的號數另配適當的頂針。

5. 應注意的幾個其他問題

(1) 頂窩的檢查：頂窩生銹用眼睛看得出來，頂窩是否磨損

眼睛不容易看出。檢查的方法，可把两根大头針并起来，用手指捏着有頂盖的一端，将有尖的一端沿着錐形窩上下慢慢滑动，如果頂窩未磨損或未生銹，針尖很舒暢的滑上滑下，沒有絲毫的粗澀或跳动的感覺。否則，頂針已生銹或磨損，即应回厂換新的。如果因保养的不好頂窩生銹，但不严重，只有个別的黑点或呈暗黄色，用紗布或好棉花蘸汽油洗光后还可以使用。

(2)調整仪器入水后和水流保持平行的問題：仪器入水后要使其保持和水流平行，只在岸上将仪器前后調整平衡了是不成的。因旋杯流速儀的尾翼有一片是水平的，仪器入水后其尾部受水的上浮力大于头部，致使头部下俯，所以在仪器入水时可使其头部略上仰，待放到水的表面下时，再看其是否和水流平行，进行适当的調整。

(3)接触絲的安裝：接触絲的一端是用小螺絲使其与接触絲相連接，另一端是弯成鈎形与齿輪接触，此鈎形不要弯的太尖，如“V”形，应弯成圓滑弧形如“U”形。弧形的接触時間長，信号容易看(或听)得清。另外，不要使接触絲和齿輪接触时压的很紧，只要能看出接触絲与齿輪接触时有輕微的跳動即可，压的太紧会使接触絲很快的磨損或燒坏，同时接触絲和齿輪压的太紧，在低速測流时会影响仪器的灵敏度。

(4)換接触絲：接触絲磨損或燒坏，更換时应將偏心筒从軛架上取下进行。取偏心筒前先將其側盖打开，注意旋軸与齿輪的結合情况，以防止將旋軸弄弯。

(5)几个主要部件的养护：为避免仪器生銹影响其灵敏度，頂針、頂窩、旋軸、偏心筒內齿輪、鋼珠座等必須經常涂以仪器上所使用的潤滑油。

(6)仪器需要进厂檢修的条件：如仪器的杯子碰坏、旋盘軛架弯曲、旋軸弄弯、頂針磨損、頂窩磨損(或生銹較严重，生銹較輕可根据本节(1)的方法处理之)应立即停止使用，进厂檢修。

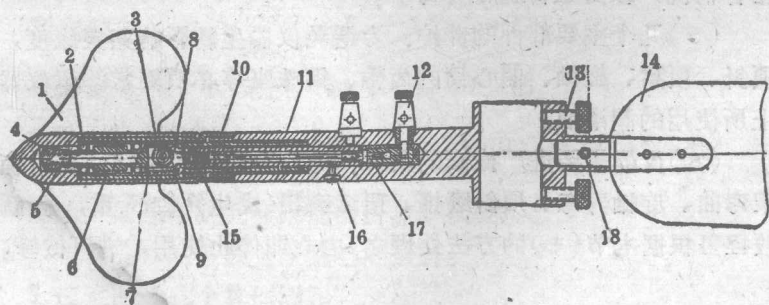
三、国产25型旋桨流速仪

(一)结构和性能

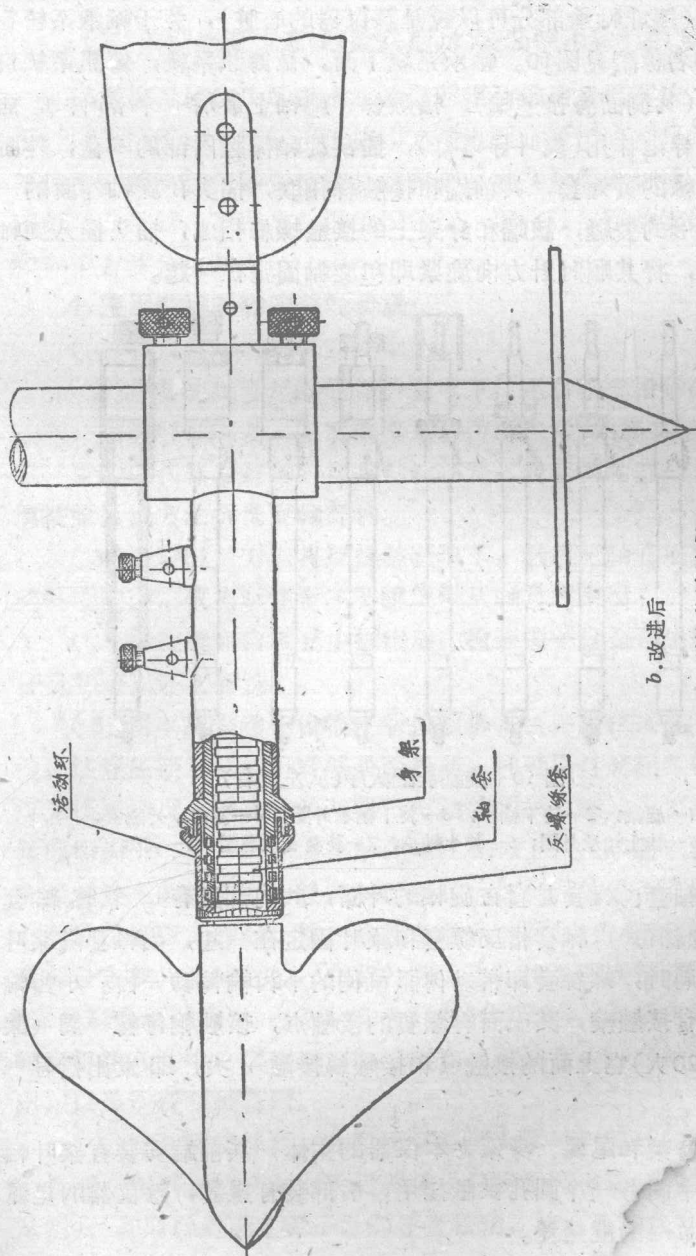
25型旋桨流速仪是南京水利电力仪表工厂根据苏联所提供的Ⅱ-Ⅱ型旋桨流速仪的图纸仿制的，1956年底出厂。因我国河流含沙量大的关系，使用时进沙较严重，今年在民主德国专家修布许的指导下和该厂同志们的努力以及苏联国立水文研究所的帮助，已经基本上改进成功，改进后的仪器（见图9b）解决了进水进沙的问题，仪器改进的部分是把反螺絲套和身架接合处都改成喇叭口形，并在突出身架喇叭口端增加了活动环，另在轴套后半截外面制成与桨叶旋转方向相反的螺紋，其他部分未动，该仪器主要结构包括：桨叶、旋轴、轴套、身架尾翼等。

1. 桨叶：桨叶分1号2号两种，使用范围1号桨适用0.07（起轉速度是0.04公尺/秒，有效性能是0.07公尺/秒）到1.5公尺/秒的流速（再大于此速度也可以用，不过速度再大一些发出的信号较快，不易掌握）；二号桨适用于0.3到5公尺/秒的流速。

2. 旋轴：旋轴为该仪器的主要部件，其最前端为固定鋼珠轴承（或叫彈子盘）部分的导管；导管下面是鋼珠轴承部分，鋼珠轴承又为本部分之主要部件，仪器的灵敏度如何即体现于鋼珠轴承



a, 改进前



b. 改进后

图9 25型旋桨流速仪

1—桨叶；2—轴套；3—小齿轮；4—导管；5—螺帽；6—轴套；7—螺帽套；8—接触点；9—接触点；10—反螺旋套；11—身架；12—拨簧螺帽；13—固定螺帽；14—尾翼；15—固定接触小螺帽；16—固定接触螺帽；17—插头；18—尾翼固定螺帽。