

200570

基本馆藏

水文測站叢書

纜道、船只測流操作方法

水利电力出版社編



水利电力出版社

7

6

5

4

3

1

42

511
12/42;1

511
12/42;1

水文測站叢書

纜道、船只測流操作方法

(全國水文測驗技術交流會議文件選輯)

水利電力出版社編

水利電力出版社

內 容 提 要

本書彙編了1957年底全國水文測驗技術交流會議交流文件的一部分，內容包括船隻測流和纜道測流方面的一些操作經驗和實驗。

本書為水文測站叢書中的一本，是從事水文測驗工作的同志參考和學習的好材料。

水文測站叢書 纜道、船隻測流操作方法 水利電力出版社編

*

10728264

水利電力出版社出版（北京西郊科學路二里溝）

北京市書刊出版業營業許可證出字第106號

水利電力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 開本*4 $\frac{1}{2}$ 印張*114千字*定價（第9類）0.70元

1958年8月北京第1版

1958年8月北京第1次印刷（0001—900冊）

前 言

新中国成立以来，在党和政府的领导下，在广大水文工作同志的努力下，水文工作有了很大的发展，技术水平也不断地提高。在水文測驗工作方面，几年来也改进了不少操作方法，創造了各种新的仪器測具，积累了許多宝贵的經驗。

1957年底，水利部召开了全国水文測驗技术交流会議，对取得的經驗进行了充分的交流。會議中各單位提出的文件很多，面也很广，这些文件大都具有較高的实用价值，并且反映了当前水文測驗工作的情况，是各地水文測驗工作同志学习的好材料。为了便利各地同志学习、更好地推广与交流这些經驗，特从文件中选择了一部分，汇编成几本專輯出版。

在这一本中編入了船只測流及鑽道測流方面的一些操作經驗。在編輯工作中，曾对各交流文件的原有內容作了一些删节。由于編輯人員水平有限，不妥之处在所难免。敬希原报告單位及讀者提出指正，意見請徑寄水利电力出版社編輯部。

編 者

1958年4月

目 錄

前言

过河纜牽引双舟測船·····	黄河水利委员会水文处(3)
白河站过河纜吊双舟測流試驗·····	襄陽水文总站(32)
过河纜設備及船型技术总结·····	浙江省水利厅水文总站(45)
纜道傳送流速仪測流試驗·····	浙江省水利厅水文总站(75)
赵家河流量站空架索道岸上人力操縱測流方法···	襄陽水文总站(86)
長纜、犁錨、水力絞关联合操船經驗·····	黄河水利委员会水文处(102)
高吊纜操船經驗·····	黄河水利委员会水文处(117)
水輪絞錨的使用經驗·····	广东省水利厅水文总站(134)
固定木駁測流法实验报告·····	湖南三江口中心流量站(139)

过河纜牽引双舟測船

黄河水利委员会水文处

一、过河纜的設計

(一)設計程序:

根据查勘中所获取的各种資料开始設計时要做出各部分应力的分析与計算,繪出設計詳图,并做出工料估价單一份,交給領導审批、修改。补充好以后,复写若干份,交由計劃財務部門备料,設計詳图由設計人員作出修改后,繪制施工詳图,再交由施工人員去現場施工。

(二)荷重的确定与計算:

計算过河纜时首先应决定悬索的重量和作用在測船的风力与水流之压力。

1. 双舟測船受风和受水压力时, 首先应有以下数据:

1) 最大水面流速 $V_{\max}$;

2) 最大风速 $V'_{\max}$ 。

应用下列公式进行計算:

$$P = P_{\beta} + W \quad (1)$$

式中 P_{β} ——在最不利的条件下, 双舟測船水上部分 所受到的风压力;

W ——在最不利的条件下, 作用于双舟測船 水下部的 水压力。

$$P_{\beta} \text{ 力之計算公式: } P_{\beta} = qF_1 \quad (2)$$

式中 $q = k' \frac{V'^2_{\max}}{16}$ ——风荷重强度 公斤/平方公尺;

k' ——空气动力系数;

F_1 ——最不利条件下双舟測船水上部分的受风面积 (平方公

尺)。

水流压力根据下列关系式确定:

$$W = k\rho \frac{V_{\max}^2}{2g} F_z \quad (3)$$

式中 k ——测船水下部分流线型系数(流线型系数一般 $k=0.2 \sim 0.3$; 长方形断面、木箱式样的系数 $k=0.5 \sim 0.6$);

ρ ——水的单位体积重量(公斤/立方公尺);

$V_{\max}$ ——最大水面流速(公尺/秒);

F_z ——在最不利条件下, 双舟测船水下部分垂直于水流方向的投影面积(平方公尺);

g ——重力加速度(公尺/秒²)。

为了验证公式(1) $P = P_\beta + W$ 是否正确, 去年在三门峡水文站进行了专门的试验, 试验的方法是用卡子将直径 4.0, 3.2, 2.9, 2.0 公厘四种铅丝如图 1 的形式卡在 9 公厘的牵引索上, 将双舟与水流成不同角度在河中米往横渡在适当地点, 用流速仪施测水面流速进行试验, 由试验成果说明试验资料的数值和理论公式计算值, 基本

上是完全一致的, 这说明了应用公式 $W = k\rho \frac{V^2}{2g}$

F_z 在设计横河缆决定活载荷时的正确性。 k 值一般出入不大, 根据苏联的经验, 近似于流线型

的测船 $k=0.2 \sim 0.3$, 木箱式样的小船 $k=0.5 \sim 0.6$ 。由上面实例计算, 双舟测船因船头较窄采用 $k=0.3$, 条船头较宽取 $k=0.35$, 基本上是正确的。

2. 悬索张力的计算和直径的确定如图 2。计算之前应定出下列各项基本资料: a. 跨度 l ; b. 两支点高差 h ; c. 最大垂度 $f_{\max}$, 一

般取 $f_{\max} = \frac{l}{30} \sim \frac{l}{25}$ 。

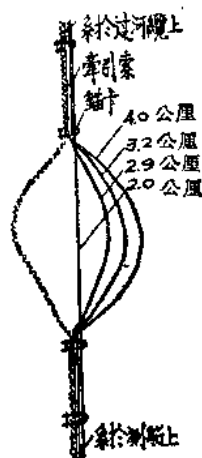


图 1

1) 不考虑水平方向的延伸(如图2)。

悬索最大拉力发生在支座处, 如果兩支座不同高, 最大拉力发生在高支座处, 悬索之最大垂度仅为跨度之 $\frac{l}{30} \sim \frac{l}{25}$, 故假定沿

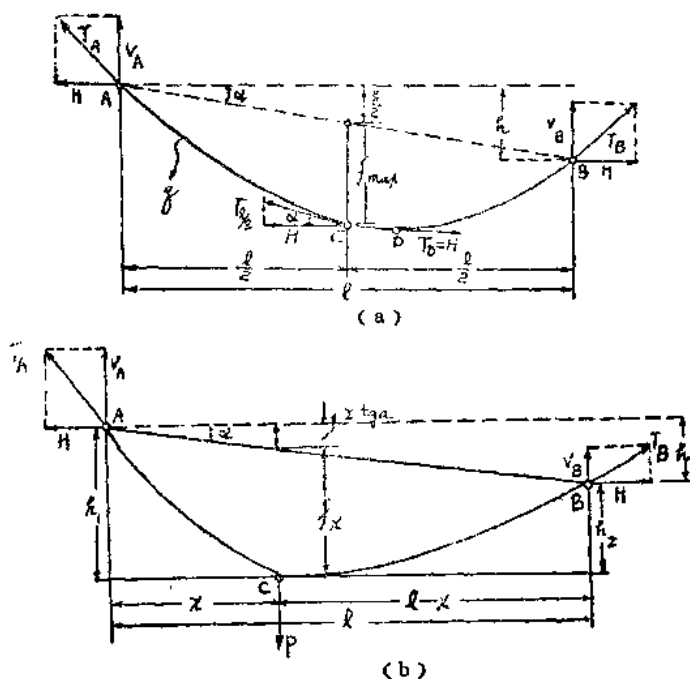


图2

支点联线上每单位长度的重量为常数, 以 q 代表。(a) 兩支座不同高: 当活载荷 P 在高支座 A 点作用时, 悬索的垂直分力为最大, 其值为:

$$V_A = \frac{ql}{2\cos\alpha} + H\tan\alpha + P \quad (4)$$

但当 P 在中央作用时, 悬索的水平分力为最大, 其值为:

$$H = \frac{ql^2}{8f_{\max}\cos\alpha} + \frac{Pl}{4f_{\max}} \quad (5)$$

合張力为: $T_A = T_{\max} = \sqrt{H^2 + V_A^2}$ (6)

悬索的设计拉力强度应为:

$$T_{\text{設計}} = k T_A \quad (7)$$

式中 k ——安全系数。

悬索的直径就根据(7)式的设计拉力在各型鋼索中挑选。(b)兩支
座同高, 則 $h=0, \alpha=0$, 即 $\cos\alpha=1$ 。最大的拉力也发生在支点处,
兩支点的拉力同样大小, 其值应为:

$$V_{A\text{或}B} = \frac{ql}{2} + P \quad (8)$$

$$H = \frac{ql^2}{8f_{\max}} + \frac{Pl}{4f_{\max}} \quad (9)$$

合拉力为:

$$V_{A\text{或}B} = T_{\max} = \sqrt{V_{A\text{或}B}^2 + H^2} \quad (10)$$

$$T_{\text{設計}} = K \sqrt{V_{A\text{或}B}^2 + H^2} \quad (11)$$

悬索的直径即可根据

(11)式的设计拉力在各型
鋼索中选择。

2) 考虑水平方向的
延伸(如图3)。

在計算之先, 首先需
要有以下数据: a. 跨度
 l ; b. 兩支点高差 h ; c. 最

大垂度 $f_{\max} = \frac{l}{30} \sim \frac{l}{25}$;

d. 悬索在水平方向的延伸

距 f , 当跨度为 100~150

公尺时, $f=3\sim4$ 公尺, 跨度为 200~300 公尺时, $f=5\sim8$ 公
尺。

悬索的垂直荷重是依据它的长度和直径来确定的, 而悬索在水平

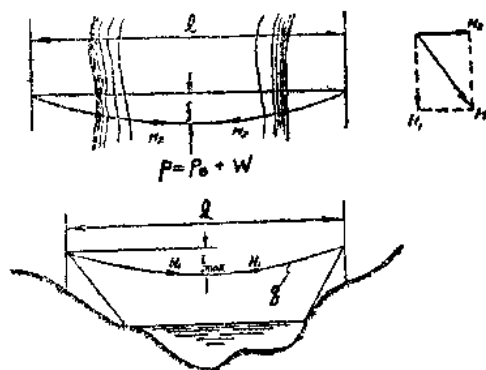


图3

平方向延伸的荷重，則是以測船單位面積上所受風壓力以及最大水面流速來決定。

(a)兩支座不同高：

懸索在垂直方向的張力可按下列公式求得：

$$H_1 = \frac{Pl^2}{8f_{\max} \cos \alpha} \quad (12)$$

式中 q ——懸索的單位長度重量（公斤/公尺）。

懸索在水平方向延伸所引起的張力 H_2 按下列公式決定：

$$H_2 = \frac{Pl}{4f} \quad (13)$$

支座所受的張力為：

$$H = \sqrt{H_1^2 + H_2^2} \quad (14)$$

將支座所受的張力乘上安全係數作為選擇懸索直徑的設計拉力。即

$$H' = K \cdot H \quad (15)$$

按照設計拉力 H' 即可由各型鋼索中選擇所需要的直徑。

(b)兩支座同高：

懸索在垂直方向的張力為：

$$H = \frac{ql^2}{8f_{\max}} \quad (16)$$

懸索在水平方向延伸所引起的張力 H_2 按下列公式決定：

$$H_2 = \frac{Pl}{4f} \quad (17)$$

支座所受的張力為：

$$H = \sqrt{H_1^2 + H_2^2} \quad (18)$$

$$H' = K H \quad (19)$$

設計拉力 H' 求得後，即可從各型鋼索中選擇所需要的直徑。

3. 懸索長度的確定：

1) 兩支座不同高：

兩支點間懸索的長度約為：

$$S = l + \frac{l^2}{2l} + \frac{8f^2_{\max}}{3l} \quad (20)$$

懸索的總長度為：

$$S_{\text{總}} = S + S_{\text{左}} + S_{\text{右}} + S_{\text{安}} \quad (21)$$

式中 S ——兩支點間的懸索長；

$S_{\text{左}}$ ——左岸支承架與錨碇間的長度；

$S_{\text{右}}$ ——右岸支承架與錨碇間的長度；

$S_{\text{安}}$ ——安全長度（包括鋼絲繩在懸空處的接頭長度和在兩支點處的卡頭長度）。

有在支座處安裝絞關的，懸索總長度還應加上絞關轉盤滾軸上的長度。

如果沒有支承架，只有支座， $S_{\text{左}}$ 及 $S_{\text{右}}$ 的長度即可不必考慮。

2) 兩支座同高：

兩支點間的長度約為：

$$S = l + \frac{8f^2_{\max}}{3l} \quad (22)$$

懸索的總長度：

$$S_{\text{總}} = S + S_{\text{左}} + S_{\text{右}} + S_{\text{安}} \quad (23)$$

4. 錨碇的計算：

錨碇是用來固定過河纜的建築物，它的強度要經過驗算，我們現採用的錨碇有混凝土和木材做成的兩種；混凝土錨是由鋼絲繩一端系于工字梁上埋設在混凝土墩內，如图 4 所示。

木錨是由鋼絲繩一端系于水平圓木中部，埋在土內作成，如图 5 所示。

混凝土錨和木錨的尺寸和它的埋藏深度應根據它需承受的作用力來確定。

混凝土錨經久耐用，施工比木錨麻煩，它的造價比較高。

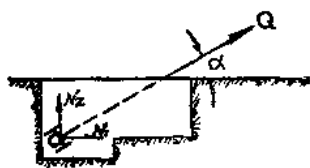


图 4

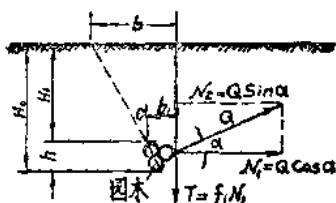


图 5

木土錨碇，因系就地取材，價格比較低廉，施工操作比混凝土簡易，惟木料埋藏土內，容易腐爛，使用年限不長，施工時又須開挖較多的土方，二者的使用價值比較起來各有長短。根據黃河的情況，因架設過河纜的都是在上游的干旱西北地區，土層比較干燥，採用木土錨的價值還是很高的。

1) 混凝土錨碇的計算：(參看圖 4)

$$\text{混凝土塊之設計重量} \geq k' N_z \quad (24)$$

$$k' = 4.8 \sim 6.0$$

$$\text{需要體積} \geq \text{設計重量} / \text{混凝土的單位體積重量} \quad (25)$$

$$\text{採用體積} \geq \text{需用體積} \quad (26)$$

混凝土塊內工字梁的計算：

$$\text{工字梁的需用面積} \geq \frac{Q}{\sigma_c} \quad (27)$$

式中 σ_c ——混凝土的容許壓應力；

Q ——總拉力。

$$\text{採用面積} \geq \text{需用面積} \quad (28)$$

2) 木土水平錨碇的計算：(參看圖 5)

水平錨應計算錨的元件截面，錨受垂直力作用的穩定性以及受水平力作用的被動土壓力，用一根或幾根圓木做成的錨可按下列公式計算：

受垂直力作用下的穩定性：

$$G + T > k_1 N_2 \quad (29)$$

$$G = \frac{b + b_1}{2} \cdot H_0 \cdot l_1 \cdot \gamma \quad (30)$$

式中 G ——泥土重量（噸）；

T ——摩擦力（噸），

$$T = f_1 \cdot N_1 \quad (31)$$

N_1 —— Q 的水平分力（噸）；

f_1 ——摩擦係數（木头對泥上的摩擦係數 $f_1 = 0.5$ ）；

N_2 —— Q 的垂直分力（噸）；

k_1 ——穩定性係數（ $k_1 = 3$ ）；

b 和 b_1 ——錨的基坑尺寸（公尺）；

l_1 ——圓木長度（公尺）；

H_0 ——錨的埋藏深度（公尺）；

$H_0 = H_1 + h$ ；

γ ——泥土的比重（噸/公方）。

受水平力作用下的驗算：

$$\sigma_{1p} = \frac{N_1}{\eta h \cdot l_1} \quad (32)$$

式中 σ_{1p} ——在深度 H_0 處的許用泥土壓力（公斤/平方公分）；

η ——因擠壓不均勻採用的許用壓力減低係數（ η 採用 0.25）；

圓木的強度用下式計算：

$$\sigma_{\text{彎}} = \frac{M_{\text{max}}}{W_1} \leq \sigma_{\text{允彎}} \quad (33)$$

按彎曲條件考慮圓木最大彎矩：

$$M_{\max} = \frac{ql_1^2}{8} \quad (34)$$

式中 q ——施于圓木的均布載荷：

$$q = \frac{Q}{l_1} \quad (35)$$

W_1 ——圓木的抵抗彎矩（立方公分），

$$W_1 = 0.1nd^3 \quad (36)$$

d ——一根圓木之直徑（公分）；

n ——圓木數量。

5. 樁梁的計算：參看圖 6

樁的抵抗力：

$$P_r = \zeta \frac{mdh_0^2}{6(4n_0 + 3)} \quad (37)$$

式中 ζ ——計算樁在入土地段中所發生的附加阻力的係數，對於圓樁等於 2；方樁等於 2.6；板樁等於 1.0；

d ——樁之直徑；

h_0 ——打樁的深度；

n_0 ——樁之自由長度與其打入深度的對比：

$$m = \gamma \left[\operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) - \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right) \right], \quad (38)$$

式中 γ ——土壤之單位體積重量；

ϕ ——土壤內摩擦角。

彎曲力矩依下式求之：

$$m = P' \left(a + \frac{2}{3} y \right) \quad (39)$$

式中 P' ——容許載荷；

a ——由鋼索固定點至土地表面的距離；

$$y = \sqrt{\frac{2P'}{md}} \quad (40)$$

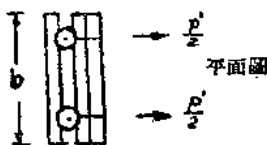
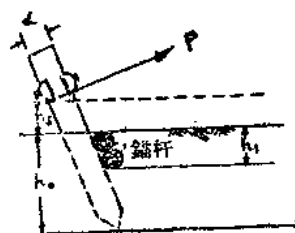


圖 6

如已知樁的抵抗力矩 $W_1 = 0.1d^3$ 后即可求出弯曲应力为:

$$\sigma_{\text{弯曲}} = \frac{M}{W_1} \leq \sigma_{\text{允}} \quad (41)$$

如樁的抵抗力不够承担作用力的情况下, 余力必须由“锚杆”借助被动土压力来承受。被动土压力依下式求得:

$$P_n = \frac{\gamma h_1^2}{2} \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) b \quad (42)$$

6. 牵引索设计:

1) 牵引索张力和直径的计算:

牵引索是用来固定双舟测船位置使测船能沿着测流断面随意移动的吊索, 牵引索的一端系于测船上, 另一端由滑轮联结在过流缆上。牵引索的最大的张力发生在滑轮和过河缆的联结 D 点处, 参阅图 7。

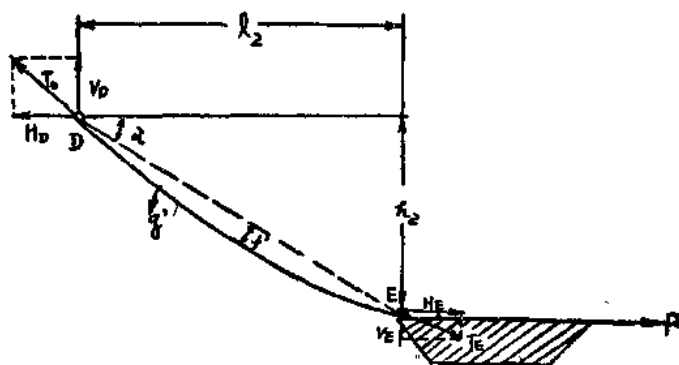


图 7

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{h_2}{l_2} \quad (43)$$

$$H_D = H_E = \frac{g' l_2^2}{8 f' \cos \alpha} + P \quad (44)$$

$$V_D = \frac{g' l_2}{2 \cos \alpha} + H_D \tan \alpha \quad (45)$$

$$T_D = T_{\max} = \sqrt{H^2 + V_D^2} \quad (46)$$

$$T_{\text{設計}} = K T_D \quad (47)$$

所需鋼絲繩的直徑即可根據 $T_{\text{設計}}$ 拉力；在各型鋼索中挑選；
 式中 H_D —— D 点的水平分力；

V_D —— D 点的垂直分力；

T_D —— D 点的合力；

P ——水流和风对双舟測船的壓力；

l_2 ——牽引索与过河纜联結点和双舟測船联結点間的 水平距离；

h_2 ——牽引索与双舟測船联結点距过河纜的垂直高度；

f' ——牽引索的垂度；

q' ——牽引索的單位重量。

2) 牽引索長度的計算：

牽引索的長度如能設計得恰当，的确，对双舟測船橫渡的灵活性及双舟測船的穩定性能起很大的作用。根据已架成的橫河纜，实地使用証实，牽引索的适合長度应为 50~70 公尺，亦即与水流成 30~40 度的夾角。西柳溝、三門峽等站在实用中也証实了这一点。茲將三門峽水文站試驗牽引索長短对操船方便的材料列表如下：

表 1 牽引索長短对操船方便試驗材料表

牽引索長度 (公尺)	橫渡時間(分)		牽引索与水流方向 夾角		說 明
	$R-L$	$L-R$	$R-L$	$L-R$	
20	2.32'	3.05'	10°~20°	30°~45°	$R-L$ 船側有兩块劈水板； $L-R$ 无劈水板，角度系估計。
30	2.22'	3.16'	15°~25°	35°~50°	
50	2.11'	3.09'	20°~30°	40°~55°	
100	2.20'	3.09'	25°~35°	40°~55°	

由上表得知，牽引索的長度能設計得恰当即能加快測船的橫渡速度。

牽引索近似長度可按下式計算：參看圖 7

$$S' = l_2 + \frac{h_2^2}{2l_2} + \frac{8f'^2}{3l_2} \quad (55)$$

式中 S' ——牵引索长度；其余符号同前。

3) 牵引索的联结:

牵引索与过河缆联结是采用开口滑輪。牵引索与双舟测船联结的一端，按照不同情况采用下列两种形式:

a. 若河段水流平稳，测船横渡的弧形近似于断面线，而不需将测船严格控制在断面上时，可采用单联形式（图8），牵引索固定在双舟测船上 M 点。

b. 若河段处流速较大，浪窝较多，横渡的弧形离开断面线的距离超过允许范围，则需调整牵引索使双舟测船恰在断面线上，则采用图9a、b的复联形式。

单联比较简单，但由于测船受水流冲击后，容易左右摆动，影响测验成果。在横渡时舵受力很大，不易调节牵引索的距离，无法使测船恰好在断面上。复联比较麻烦，但由于平衡索中间的滑輪能自由转动（图9b），故能调整牵引索的距离，且能消除双舟测船的横向摆动。

注——复联图(9b)的联结方法，仅在试验中得出的结论，实用中现还没有采用这种联结方法。

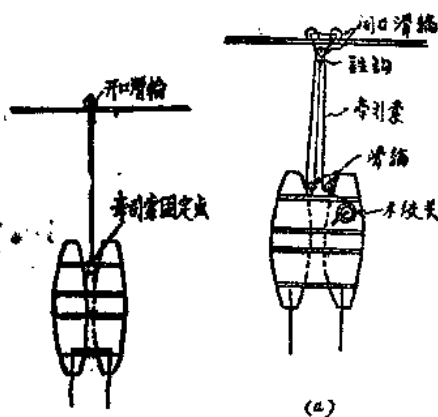


图8 牵引索单联图

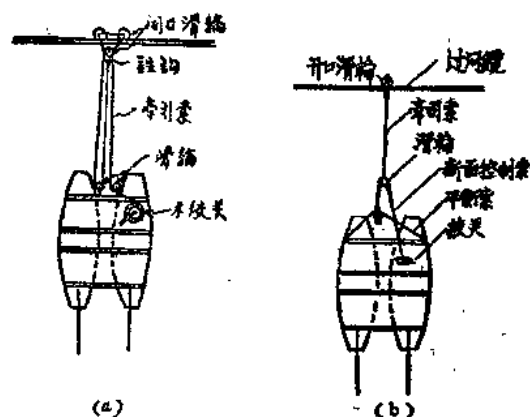


图9 牵引索复联图