

中华人民共和国水利电力部部标准

水文缆道测验规范

SD121—84

主编部门：水利电力部水文局

批准部门：水利电力部

施行日期：1985年1月1日

中华人民共和国水利电力部

关于颁发“水文缆道测验规范”的通知

(84) 水电水文字第 7 号

水文缆道是我国水文工作者在五十年代创建，并经过二十多年不断实践，不断革新逐步发展起来的。现在已成为收集水文资料的一种重要测验设备，具有节省人力、保障安全、提高测洪能力和精度的优点。为了统一技术标准、提高测验成果质量，我部于 1978 年即指定以长办水文局为主、部分省自治区水文总站派员参加，起草了水文缆道测验规范，1980 年 8 月的漳州专业会议上讨论了初稿，1981 年 3 月将征求意见稿分发到全国水文分站一级试行，并收集意见作再次修改。

我部水文局于 1982 年 11 月在北京会同长办水文局，对本规范组织了审议定稿，现正式颁发，该规范编号 SD121-84，自 1985 年 1 月开始执行。

在执行过程中，请各单位继续总结经验，如有问题请告我部水文局。

1984 年 6 月

编 制 说 明

水文缆道是我国水文工作者在 20 世纪 50 年代创建,并经过二十多年不断实践,不断革新逐步发展起来的。现在已成为收集水文资料的一种重要测验设备,它具有节省人力,保障安全,提高测洪能力和精度的优点。

为了统一水文缆道的技术标准,提高缆道测验成果质量,水利电力部水文水利管理司于 1978 年 9 月,在白河召开的全国水文缆道经验交流会上,指定以长办为主,并有四川、福建、河南、湖南、黑龙江、河北、甘肃、青海、浙江等省参加的“缆道测验方法研究协作小组”,起草了《水文缆道测验规范》(以下简称“规范”)。编写时参照了四川、河南、湖南、浙江等省水文总站有关单项材料,提出了讨论初稿。1980 年 8 月在福建省漳州专业会议上对初稿进行了讨论,提出了不少修改意见,于 1981 年 3 月完成征求意见稿并分发至全国水文分站一级试行,广泛征求意见,嗣后在汇集各总站试行意见的基础上作了再次修改。

水利电力部水文局于 1982 年 11 月,在北京会同长江流域规划办公室、黄河水利委员会、湖南、福建、安徽、辽宁、陕西、四川、河南、浙江等单位,对本《规范》最后进行了审议定稿,送部审定颁发。

本规范适用于使用缆道的测站。

本“规范”共分七章和附录。第一章总则,是针对现有水文缆道在建立和使用中存在并带有普遍性的问题所作的一般性的规定,个别情况在执行中可以灵活一些。第二章缆道设备,针对现有设备状况提出了各项设备的技术要求,以便逐步实现标准化、系列化。第三章至第六章分别是:缆道测距、测深、测速、测沙等专题。第七章缆道养护与维修,只作了原则性的规定,具体技术问题请参考有关文件。附录是水文缆道考证簿、用表和填写说明。

由于我国幅员辽阔,河流水文特性差异较大,加之缆道型式较多,有些问题在目前很难作统一的具体规定,有待于今后逐步进行补充臻于完善。

目 次

编制说明	487
第一章 总则	489
第二章 缆道设备	492
第三章 缆道测距	496
第四章 缆道测深	497
第五章 缆道测流	502
第六章 缆道测沙	505
第七章 缆道养护与维修	508
附录一 水文缆道考证簿	511
附录二 偏角改正表	524
附录三 测验用表	534
附录四 比测用表	538
附录五 水文缆道考证簿填写说明	541

第一章 总 则

第一节 建立水文缆道的一般规定

第 1.1.1 条 水文缆道的适用条件

水文缆道是由缆索、驱动、信号三大系统组成，并由岸上操纵控制，进行江河流量、泥沙等测验工作的水文测站专用设备。符合下列条件之一且经济效益较好的水文测站宜建立水文缆道。

一、流速较大，跨度一般不超过 500m，采用缆道设备比用测船、缆车等进行测验能提高测洪能力及测验精度的测站。

二、测验河段下游有险滩、桥梁、水工建筑物等，用测船测验安全得不到保证的测站。

三、有特殊需要的测站。

第 1.1.2 条 建立水文缆道的步骤与要求

建立水文缆道应按下述步骤进行：①查勘；②设计；③施工；④验收；⑤比测鉴定；⑥投产。其要求如下：

一、查勘

1. 收集有关水文、气象、地质、地形等资料，如最高洪水位、最大流速、最大水深、最大风速、河岸崩坍、土壤地质、河床组成、通航、漂浮物、雷电活动、电源、交通等情况。

2. 选定缆道断面位置，确定缆道型式。

3. 选定操作室位置及缆索布设方式。

二、设计

1. 设计标准：缆道各项主要设施，一般应能保证在本站出现的历史最大洪水时（包括调查洪水）不被冲毁为标准；考虑到经济效果与使用条件，对水位变幅大、高洪水持续时间不长的河流，可适当放宽。

通航河流应保证船只航行要求。

2. 测洪标准：一般要求能测到本站 30~50 年一遇洪水或历史最大洪水水位变幅的 70% 以上。

3. 垂度选择：加载垂度可取：

$$f_v = \left(\frac{1}{50} \sim \frac{1}{20} \right) L$$

式中 L ——跨度。

4. 荷载组合：荷载组合应根据实际情况，科学分析，合理取用，可选择其中最大的两种不利因素组合，作为设计依据。

超载系数采用 1.1~1.2。

5. 主要构件安全系数：

(1) 工作索（循环索、起重索）：不小于 2.5。

(2) 主索：不小于 2.5~3.0。

(3) 地锚：不小于 2.5~3.0。

(4) 支架：钢筋混凝土结构按构件破坏时的应力状态计算，安全系数不小于 2.5~3.0，钢结构等按材料允许应力计算。

(5) 拉线：不小于 3.0。

6. 审批程序：由流域机构、省（市）、自治区水文总站自行规定。

三、施工

1. 应做到先设计后施工，未经设计不得施工。

2. 在施工过程中，遇到问题需要修改设计时，应报审批单位审批。

3. 竣工后应进行技术总结，写出竣工报告，绘制竣工图表。

四、验收

由流域机构、省（市）、自治区水文总站或分站指派专人，根据设计与施工项目、图纸、技术要求、逐项检查工程质量，逐项进行验收，并填制工程验收单。未达到设计标准者，应采取措施进行改建，达到合格才验收。

五、比测鉴定

水文缆道在正式投产前应进行比测，并由上一级主管部门会同测站进行全面的鉴定，以检验缆道测验的可靠性和准确性。

鉴定内容包括：各种传输讯号、计算器的稳定性和可靠性，以及起点距、水深测量精度等。未达到要求者，应采取措施，及时解决。

六、投产

缆道建成，通过工程验收，比测鉴定，达到以下要求，报上级批准方可投产，测验成果才能作为正式记录。

1. 设备牢固，构件在受载变形稳定后无异变情况。

2. 运转正常，操作安全。

3. 信号清晰，计数准确。

4. 通过率定比测，水深、起点距测验精度符合本规范要求（见第 1.2.2 条）。

第二节 使用水文缆道的一般规定

第 1.2.1 条 率定与比测

缆道在投产前，必须进行起点距、水深率定与比测工作。率定的目的是寻求计数器读数与实测值的关系。比测的目的是检验记录值与实测值的误差。比测次数一般各不少于 30 点，且均匀分布在全断面。投产后亦应进行此项工作，一般每年 1~2 次，分别在汛前、汛中进行。当主索垂度调整、更换铅鱼、循环索、起重索、传感轮及改变信号装置时，应及时重新率定、比测。

流量比测工作，由流域机构、省（市）、自治区水文总站在指定的站进行。比测次数总共不少于 30 次，均匀分布在各级流量范围内，比测幅度不应小于全年最大流量变幅的 75%。

含沙量比测由流域机构、省（市）、自治区水文总站在指定的站进行。比测范围可掌握

在全年最大含沙量变幅的 75% 以内, 以单线比测的方法进行, 比测点数不少于 30 点, 每点重复 2~3 次取样, 用以建立积时式采样器及其他采样器, 与横式采样器所测含沙量的关系; 积时式采样器及其他采样器性能率定工作由制造单位负责。

第 1.2.2 条 测验精度

通过现场比测, 缆道各项测验精度要求如下:

一、起点距: 垂线定位误差不大于河宽的 0.5% 或绝对误差不超过 1.0m, 累计误差不大于河宽的 1%。

二、水深: 累计频率为 75% 的误差不大于水深的 1%~3%, 水深在 3.0m 以下及河底平时不大于水深的 3%~5%, 系统误差不大于 1%。水深小于 1.0m 时绝对误差不大于 0.05m。

三、流量: 累计频率为 75% 的误差不大于 5%, 系统误差不大于 1%。

四、含沙量: 采用缆道积时式悬沙采样器时, 进口流速系数 75% 以上的测点在 0.9~1.1 之间。多沙河流含沙量大于 $30\text{kg}/\text{m}^3$ 时, 进口流速系数可由流域机构、省(市)、自治区水文总站根据试验结果另定。

积时式采样器与横式采样器所测含沙量及颗粒级配应有一定的关系, 以保证前后资料之间的衔接。

第 1.2.3 条 操作规程与管理制

一、为保证安全生产和测验工作顺利进行, 各缆道站必须根据本站缆道情况和运行要求, 制订缆道操作规程, 主要内容如下:

1. 操作步骤程序, 及对操作人员的要求。

2. 运行规则: 如严禁违章操作, 严禁超负荷运行, 严禁用缆道作交通工具等。

3. 注意事项: 如高空作业应系保险带, 注意缆索下的行人, 注意上下行船及漂浮物等。

二、各缆道站, 应根据本站实际情况建立操作人员岗位责任制度, 交接班制度, 设备维修保养制度等。

上级领导机关应对缆道操作人员定期进行培训和技术考核。

三、为了保证安全操作, 各缆道站应根据需要配备下述装置:

1. 水平、垂直运行系统的制动装置;

2. 极高、极远、极近的标志或限位保护装置;

3. 通航河流在进行测验时, 必须按航道部门规定, 设置明显的测量标志;

4. 夜测时的照明装置。

第 1.2.4 条 缆道技术档案

各缆道站必须建立缆道技术档案, 其内容有:

一、填制水文缆道考证簿(见附录一), 作为测站考证簿的组成部分。

二、设计书、设计图纸或竣工图纸。

三、竣工报告或施工总结、工程验收单(见附录一附表 1.4)。

四、各项比测率定成果、试验资料及分析报告等。

第 1.2.5 条 图表格式

本规定附录考证簿图表格式, 供各流域机构、省(市)、自治区水文总站参照执行, 各地区可按实际情况作适当增减, 但在同一流域机构、省(市)、自治区范围内必须统一。

第二章 缆道设备

第一节 结构型式

第 2.1.1 条 结构型式的选择

水文缆道结构型式的选择应本着“安全、准确、经济”的原则，做到结构牢固、布设合理、使用方便、测验成果准确，投资经济，按照测站具体情况，参照下述型式分别选取。

水文缆道按结构分有悬索缆道和悬杆缆道两种。悬索缆道是柔索悬吊铅鱼的测流设备，悬杆缆道是由测杆和限制偏角的校正架（必要时增加拉偏索）组成的测流设备。

悬杆缆道一般适用于跨度不大于 200m，水深小于 6.0m，流速小于 4.0m/s，且漂浮物较少的测站。悬杆宜采用强度较高的流线型合金钢等，以减小水流阻力，增加抗弯强度。悬杆应有足够重量，必要时下端可悬吊重锤，以保证洪水时可下放到河底。

悬索缆道有不拉偏式和拉偏式两种。在流速较大，河床变化大，且常年水深不大于 12m 可采用拉偏式缆道，当水深小于 3m 的测站以采用悬杆拉偏为宜。

拉偏缆道悬索偏角小于 5° ，通过比测精度符合要求的可不作偏角改正，偏角小于 $\leq 10^\circ$ 时，可不作湿绳偏角改正。

水文缆道按布设绕线方式区分：有开口游轮式和闭口游轮式两种，一般采用开口游轮式时，宜采用双游轮式〔或上（前）下（后）与游轮只数相等的多游轮式〕，不宜采用单游轮，以免成倍增加起重索的静拉力。为节省动力有加平衡锤装置和动滑轮组两种方式（或两者兼用）。测站可按具体情况选用。

第 2.1.2 条 布设原则

一、主索

1. 按照测站地形，尽量缩小跨度，两端点尽可能在同一水平线上；若受条件限制不能等高时，两端点连线与水平线的夹角一般不大于 3° 。

2. 在不被洪水冲毁及影响航行的原则下，尽量降低主索的高程。

二、工作索（循环索、起重索）

1. 各索在平面上和立体上均应分开设置，避免交叉、钢丝绳与钢丝绳、钢丝绳与障碍物不允许有相互摩擦现象。

2. 各索布设按最佳方案选用，应尽量减少导向滑轮个数和钢丝绳使用长度。

3. 跨度过大时，可装设支索器，以减少循环索垂度，提高测距、测深精度。

三、副索

1. 采用拉偏索的站，要在主索上架设与主索相平行、垂度尽可能相一致的副索。

2. 在保证安全的前提下，应尽量降低副索高度。

3. 副索与主索的水平间距，应为副索最低点与测流断面最低点高差的 3~5 倍。

四、拉偏索

1. 拉偏索的破断拉力一般只取 1.1~1.5 倍工作拉力。

2. 拉偏索的长度可按下式计算:

$$L = \frac{1}{N} \sqrt{1+n^2} \sum_{i=1}^N \Delta Z_i = \sqrt{\overline{\Delta Z^2} + l^2} \quad (2.1.2)$$

式中 $n = \frac{l}{\overline{\Delta Z}}$, 一般 $n \geq 3 \sim 5$;

N ——测速(深)垂线数;

ΔZ_i ——第 i 条垂线副索高程与河底高程之差 (m);

$\overline{\Delta Z}$ ——平均值;

l ——主索与副索之间的水平距离。

第 2.1.3 条 游轮及平衡锤装置

一、游轮行程

游轮行程应满足施测最大水深要求, 并留有适当安全长度。

二、平衡锤重量

平衡锤应按铅鱼重量, 起重滑轮组钢丝绳绕线方式适当配置, 宜预制成活动组合式。

第二节 铅 鱼

第 2.2.1 条 铅鱼造型要求

铅鱼应尽量接近流线型, 表面光滑, 尾翼大小适宜, 要求做到阻力小、定向灵敏, 尽量降低悬吊点距铅鱼重心的高度, 表面与水接触电阻要小, 各种附属装置应尽量装入铅鱼体内。

第 2.2.2 条 铅鱼重量

为保证测距、测深的精度, 按如下要求选择铅鱼重量:

一、不拉偏缆道: 铅鱼重量 G 按深宽比大小分别选取:

$$\text{窄深河道} \left\{ \begin{array}{l} \text{深宽比大于} \frac{1}{100} \end{array} \right\} \text{取} \quad G \geq 5q'L \quad (2.2.2-1)$$

$$\text{宽浅河道} \left\{ \begin{array}{l} \text{深宽比小于} \frac{1}{100} \sim \frac{1}{200} \end{array} \right\} \text{取} \quad G > (6 \sim 9) q'L \quad (2.2.2-2)$$

式中 q' ——工作索单位长度重量 (kg/m);

L ——跨度 (m)。

除上述要求外, 应尽量使洪水测深最大偏角限制在 $30^\circ \sim 35^\circ$ 以下。

二、拉偏缆道铅鱼重量与其施测范围水深、流速有关, 其重量可参照不拉偏缆道的要求选用。

第三节 驱 动 设 备

第 2.3.1 条 类型选择

水文缆道的驱动方式有电动、机动、人力三种。

一、电动缆道: 一般适用于有国家电网供电的站。无国家电网供电的站或供电无保证的站, 在需要与条件许可的情况下, 也可装置发电机组供电, 其输出功率应大于电动机功率的 2~3 倍。

二、机动索道：一般适用于无外接电源，偏僻地区的测站。

三、人力索道：一般适用于跨度在 150m 以下，铅鱼重量不超过 150kg，且有平衡锤装置的测站。

第 2.3.2 条 功率计算

电动机（或柴油机）的功率应根据荷载及运行速度按下式计算：

$$N = \frac{t_p \cdot U}{1027 \cdot 60}$$

式中 N ——功率 (kW)；

U ——行车水平及垂直运行速度，水平运行速度一般取 30~60m/min，垂直运行速度一般取 10~30m/min；

t_p ——荷载，循环绞车按最大爬坡时拉力紧边与松边拉力差计算；起重绞车按悬吊铅鱼重量及平衡锤绕线方式确定 (kg)；

η ——总效率系数，按照传动方式查机械设计手册。

选用功率取计算功率的 1.3 倍。

第 2.3.3 条 索道绞车

一、型式选择

1. 索道绞车有 200、300、400、500、750kg 型及手摇型六种。在一个流域机构和省(市)、自治区内，尽量做到定型设计、规格统一，以便管理维修。

2. 电动绞车有双电机和单电机两种，根据需要选用。

二、结构要求

1. 绞车要求结构牢固，安装紧凑、操作方便、运转灵活，无论是平面或立体布置都要求便于维修，设计负荷按 2 倍铅鱼重量计算。

各部件按“卷扬机”设计标准设计。

负荷较重的绞车，为防止循环索在驱动轮上滑动及磨损，可增加分线轮装置。但在增加分线轮的情况下，绞车的横轴负荷应相应增大。

循环轮与分线轮间应有一定距离，以防止擦边。

2. 绞车一般应有减速、调速装置。调速装置有变速箱、滑差离合器、调速电机及可控硅无级调速、液压传动等，可根据需要选用。

3. 各类型绞车一般应配有手摇装置。必须配有制动装置。“离合”、“制动”装置应灵活可靠。

4. 绞车应附有测矩、测深的传感计数装置。有条件时可设自动控制定位装置。

第 2.3.4 条 钢丝绳和滑轮

一、各索道应选用抗锈蚀、强度高、柔性大的钢丝绳，抗拉强度一般应大于 160kg/mm²。对出厂无保证书的钢丝绳，一般应作拉力试验。

二、导向滑轮、行车滑轮：有单轴承和双轴承滑轮两种。受力大的宜采用双轴承的结构型式。导向滑轮直径应大于钢索直径的 20~40 倍，行车滑轮直径应大于主索直径的 10~20 倍。并应有防止“跳槽”的装置。

第四节 记录设备

第 2.4.1 条 传感装置

传感轮要求与工作索同步运转，其工作直径 D ，按下式计算：

$$D = \frac{L_1}{\pi} - d \quad (2.4.1)$$

式中 d ——工作索直径；

L_1 ——传感轮旋转一周，工作索的设计运行长度。

传感轮投产前应进行率定，直径若发生变化，影响计数精度时应予校正或更换。

工作索与传感轮之间的压力要调整适当，防止产生滑动现象。

第 2.4.2 条 信号装置

一、测距、测深、测速、测沙，信号要反映灵敏、音质清晰，互不干扰，易于区别，准确可靠。尽量提高传输效率，保证仪器正常工作。

二、铅鱼测深要有水面、河底信号装置。为消除铅鱼浮力影响，水面信号应装在铅鱼完全入水处，为减小铅鱼落入河床失重影响，应保证铅鱼在触床时发出信号，如铅鱼底部装设托板，托板式河底开关应有适当重量，转动灵活。信号开关可采用干簧管或水银开关。跨度及流速不大的站，也可采用失重器作河底信号装置。

装在铅鱼上的电池、电子元件，要密封防水，以保证工作正常。

第 2.4.3 条 计数器

一、测距、测深计数器：有转数表式、螺杆式、游标式、数字显示器及计算器式等，可根据需要选用。

二、测速计数器有音响器、计数器、计时计数器及流速显示仪等，可根据需要选用。

三、计数精度应符合有关“规范”规定要求。

四、计数器要求计时、计数准确，不漏记多记，抗干扰性较强，性能稳定可靠。

五、计数装置应定期测试检查，发现误差及时订正或更换。

为便于操作，各种计数器或仪表尽可能装在综合操作台上。

第 2.4.4 条 偏角观测设备

偏角观测设备有偏角器和偏角观测仪等，按测站具体情况选用。

偏角器应自由悬吊在行车上，平行于水流方向，其零点应与悬索支点重合，并不受行车偏转影响。水面较宽的站，应配备望远镜阅读偏角，偏角器最小读数为 1° 。

第 2.4.5 条 设备革新

为了提高缆道测验精度，应积极采用成熟的新技术，逐步完善和革新缆道信号、记录、控制等设备，适时地进行设备更新，不断提高缆道技术水平。

第五节 操作室与机房

第 2.5.1 条 操作室

操作室要求结构牢固、视野开阔、通风良好、位于最高洪水位以上，并尽量避免与缆道受力索、架直接发生应力关系。

室内布设要合理,线路要安装整齐,便于检修。配电柜、操作台附近应垫置橡皮。输电及电器设备应严格执行电力部门有关规定。

有电子仪器且气温较高的站应有通风散热设备。

第 2.5.2 条 机房

机房与操作室一般宜分置两处并保持一定距离,对小跨度手摇绞车则可集中在操作室内。

机房应位于最高洪水位以上。

机房里绞车、发电机组等应合理设置,并备有一般维修工具。

第六节 防 雷 设 备

第 2.6.1 条 一般规定

一、高出周围地形地物很多的缆道支架,缆索,在一定条件下易成为雷击的目标。为确保安全,凡属下列情况之一的测站,应考虑装置防雷设施。

1. 年平均可能雷击次数 $S \geq 0.03$ 次/年时,按经验公式计算:

$$S = 0.027n(a + 10h)(10h \times 10^{-4}) \quad (\text{次/年})$$

式中 n 多年年平均雷电日数;

a 、 h 缆索的长度及高度 (m)。

2. 附近属雷害区的测站。

二、不在上述范围内的测站,其支架、主索、副索、工作索等要求接地。为避免减弱测验信号,可加避雷器(如 $F_s - 0.5$),或将它们与接地体之间断开 3~5mm 间隙。

第 2.6.2 条 设计标准

一、雷电流的选择:雷电流是毁坏缆道设施、电气设备的根源,是兴建防雷设施必须考虑的重要因素,可由雷电流概率曲线查得,多雷区一般采用概率为 5% 的 140kA 作为设计标准。

二、土壤电阻率的确定可实测或根据土壤性质查有关参考书。

三、接地电阻的要求:一般要求接地电阻不大于 10Ω (电子仪器较多的站还应小些),且要以夏季特别干燥(或雨后 20 天)时所测之值为准。

第 2.6.3 条 设计方法

参照原电力部《电力设备过电压保护设计技术规程》。

第三章 缆 道 测 距

第 3.0.1 条 测距方法

测量缆道垂线起点距方法有:测定循环索运行长度法和测距索固定起点距法。一般采用前一种方法。

测定循环索运行长度法,一般是在循环索通向绞车的钢丝绳上,装传感轮,借助循环索

运行带动传感轮旋转,使计数器工作,测记循环索运行长度,河宽在500米以内记至0.1m。

测距索固定起点距法,是在缆道外另架设一钢芯铝线索(一般与缆道平行),按照垂线位置在铝线上做固定触点,行车带动一小钢滑轮在上运行,当行车到达预定位置接触触点时即发出信号(或数字显示)。

第3.0.2条 测距计数器的率定

测距计数器率定的目的,是建立计数器读数与实测值的关系,以消除计数误差。其方法是将运载行车悬吊常用的铅鱼开至断面不同的位置处,用经纬仪交会法(或其他方法)测得其起点距,与计数器读数建立关系,以确定各测深(速)垂线位置的计数器读数。

第3.0.3条 起点距比测

一、各测速(深)垂线位置的计数器读数确定后,再将行车按顺序开往各垂线位置处,用经纬仪交会法测量行车的起点距与率定起点距比较,若误差超过了允许值,则应重新率定。

二、凡采用测距索固定起点距法确定行车位置的缆道站,按上述方法校测起点距。若误差超过了允许范围,应调整测距索上固定起点距使其达到精度要求。

三、用测量循环索运行长度法确定起点距,可在缆道两岸高水部位,增设固定起点距标志桩作为经常性检验的依据。

第3.0.4条 操作程序

缆道测距按以下程序进行:

一、测距前将行车开至断面起点为零处(用铅鱼对准0点),同时将测距计数器读数复零。

二、测距时铅鱼应在水上运行,并按测速垂线号顺序进行。在设有可逆计数器的站,可中途回车,但回车次数不宜过多,以免因回转差积累产生系统误差。

三、测量完毕后应将行车开回至断面起点为零处,检查计数器是否复零。若回零误差超过河宽的2%,应查明原因,并改正测值。

四、装有自动定位装置的站,应在主索远端一已知水平距离处安装止动点,以校验自动定位装置的可靠性。

第四章 缆道测深

第一节 铅鱼测深

第4.1.1条 测深方法

缆道采用铅鱼测深是通过测深计数器进行的。测深计数器的传感轮,一般设在通向起重绞车的起重钢丝绳上,也可设在行车的导向滑轮上,借助于钢丝绳的运行,带动传感轮进行计数,测记铅鱼由水面至河底运行时起重索收、放长度,并换算为水深。

第4.1.2条 测深计数器的率定

用钢尺量取起重索一段长度,作出尺寸标志,起动绞车,测记已量定的起重索运行长

度及计算器读数,两者相比较,误差在1%以内即可使用;误差大于1%应查明原因,采取措施或进行改正。

率定长度应大于传感轮周长的5~10倍。

第4.1.3条 测深改正数率定

计数器率定后,应在无偏角的情况下率定计数器读数与实测水深的关系。率定的方法是在悬索上(或测深杆)作尺寸标志,用望远镜直接观读水深,并同时测记水深计数器读数,两者之差,即为测深改正数。

$$\Delta h = H - H'_{\text{计}} \quad (4.1.3-1)$$

式中 Δh ——测深改正数(m);

H ——实测水深(m);

$H'_{\text{计}}$ ——计数器读数(m)。

测深改正数包括未被记数的高度及各种因素综合影响值,在同一条件下(下放或上提速度基本一致)变化不大,故可采取全断面各条垂线上的实测平均值。

由于采用下放铅鱼测深,和上提铅鱼测深的条件不同,下放的测深改正数与上提的测深改正数是不同的,应分别率定。

根据率定结果,分别按下式计算计数水深:

$$\text{下放测深 } H_{\text{计}} = H'_{\text{计}} + \Delta h_{\text{F}} \quad (4.1.3-2)$$

$$\text{上提测深 } H_{\text{计}} = H'_{\text{计}} + \Delta h_{\text{L}}$$

式中 $H_{\text{计}}$ ——计数水深(m);

Δh_{F} ——下放测深改正数(m);

Δh_{L} ——上提测深改正数(m)。

第4.1.4条 水深比测

水深比测,是计数水深与实测水深相比较,可在无偏角和有偏角时分别进行。

无偏角情况下水深比测,即在测深改正数率定后,计数水深与直接观读水深相比较。

有偏角情况下的水深比测,就是计数水深经过干绳、湿绳、位移改正后的水深(改正方法:见本规范第四章第二节)与超声波测深仪测得水深相比较;无超声波测深仪的站,可与实测悬索湿绳长度经过湿绳改正的水深相比较。误差在本规范第1.2.2条规定范围内即可使用,误差超过允许范围应找出原因。

拉偏缆道的比测方法,由流域机构、省(市)、自治区水文总站,根据具体情况自行规定。

第4.1.5条 操作步骤及要求

一、出车前要仔细检查铅鱼悬吊情况,线路连结、导线绝缘情况,以及水面、河底信号的灵敏度等,发现问题及时排除。

二、行车开至预定位置后,下放铅鱼至水面,当水面信号到来时开始计数,铅鱼继续匀速下放到河底,河底信号到来时即停止计数;进行上提测深,当河底信号结束时开始计数,水面信号到来时停止计数。计数水深一般取其下放、上提测深的平均值作为一次测深成果。上下两次不符值一般不应超过1%~3%,河底不平或水深小于3m时不超过5%,发现有不合理现象,应予重测。困难情况下,允许采用单程测深。

水深小于 5.0m 记至 0.01~0.05m, 水深大于 5.0m 记至 0.1m。

三、在测深过程中, 当水面、河底信号到来时应分别测读悬索偏角, 每点连续观测两次取其平均值。岸上观测位置应位于断面线上, 偏角器平面与断面方向垂直, 观测精度为 $\pm 1^\circ$ 。

第二节 偏角改正方法

第 4.2.1 条 水深计算

一、拉偏缆道: 悬索偏角小于 5° , 通过比测精度符合要求可不作偏角改正。

二、不拉偏缆道:

铅鱼测深由于受到多项因素的影响, 计数水深随着悬索偏角的增加而增加, 一般在偏角大于 5° 时, 应分别进行悬索干绳和缆索位移改正。偏角大于 10° 时要进行湿绳改正。水深计算公式如下:

$$H = H_{II} - \Delta_F - \Delta_{\text{湿}} - \Delta_{\text{移}} \quad (4.2.1-1)$$

直接测得湿绳长度时:

$$H = l_{II} - \Delta_{\text{湿}} \quad (4.2.1-2)$$

式中 l_{II} ——湿绳长度 (m);

Δ_F ——悬索干绳改正数 (m);

$\Delta_{\text{湿}}$ ——悬索湿绳改正数 (m);

$\Delta_{\text{移}}$ ——缆索位移改正数 (m)。

Δ_F 、 $\Delta_{\text{湿}}$ 、 $\Delta_{\text{移}}$ 分别查本规范附录二附表 2.1、附表 2.2、附表 2.3。

第 4.2.2 条 干、湿绳改正数的计算

当水面偏角大于 5° 时, 应考虑水面偏角的影响, 干绳改正数按下式计算:

$$\Delta_F = Z \left(\frac{1}{\cos\theta_{II}} - \frac{1}{\cos\theta_0} \right) \quad (4.2.2-1)$$

式中 Z ——行车距水面高差 (m);

θ_0 、 θ_{II} ——分别为水面、河底偏角 ($^\circ$)。

湿绳改正数 $\Delta_{\text{湿}}$, 根据冲力分配参数 β , 查本规范附录二附表 2.2-1~附表 2.2-3)。冲力分配参数按下式计算。

$$\left. \begin{array}{l} \text{不附导线时:} \\ \text{附导线时:} \end{array} \right\} \beta = \begin{cases} 0.4 \frac{G^{2/3}}{d} \\ 0.3 \frac{G^{2/3}}{d} \end{cases} \quad (4.2.2-2)$$

式中 G ——铅鱼重量 (kg);

d ——悬索直径 (mm)。

β 值可查表 4.2.2

表 4.2.2 β 值表

类型 $d(\text{mm})$	3.0		4.0		5.0		6.0		7.0	
	不附 导线	附导线								
100	2.9	2.2	2.2	1.6	1.7	1.3				
150	3.2	2.8	2.8	2.1	2.2	1.7				
200	4.6	3.4	3.4	2.6	2.7	2.1	2.3	1.7		
250	5.3	4.0	4.0	3.0	3.2	2.4	2.6	2.0		
300			4.5	3.4	3.6	2.7	3.0	2.2	2.5	1.9
350			4.9	3.7	4.0	3.0	3.3	2.5	2.8	2.1
400					4.3	3.3	3.6	2.7	3.1	2.3
500					5.0	3.8	4.2	3.1	3.6	2.7
600							4.7	3.6	4.1	3.0

第 4.2.3 条 缆道位移改正数的计算

缆道位移改正数是缆索本身产生位移（升高、增长等）对测深计数的综合影响值，在一定重量铅鱼的情况下，可按下式计数：

$$\Delta_{\beta} = \frac{1}{2} m f_x (\text{tg}^2 \theta_{H'} - \text{tg}^2 \theta_0) \quad (4.2.3-1)$$

$$m = \left(1 + 4 \cdot \frac{f_{\max}}{L} \right) K^2 \quad (4.2.3-2)$$

$$K = G / \left(\frac{qL}{2} + P_V \right) \quad (4.2.3-3)$$

$$P_V = F + \frac{q'L}{2} + G \left(1 - 4 \frac{f_{\max}}{L} \right) \quad (4.2.3-4)$$

式中 m —— 缆道参数；

K —— 偏角系数；

f_x —— 为 x 处垂度 (m)；

f_{\max} —— 最大垂度 (m)；

L —— 主索跨度 (m)；

P_V —— 集中荷重 (kg)；

q —— 主索单位长度重量 (kg/m)；

q' —— 工作索单位长度重量 (kg/m)；

F —— 行车及附属物重量 (kg)；

G —— 铅鱼重量 (kg)。

Δ_{β} 根据缆道参数 m ，查本规范附录二附表 2.3，若水面偏角小于 5° (4.2.3-1) 式中第二项可以忽略。

若更换主索、工作索、铅鱼及调整主索垂度，应另行计算缆道参数 m 和偏角系数 K 。
举例：

某站某日用缆道施测断面，第 \times 号垂线用铅鱼测深，当铅鱼放至水面时偏角 $\theta_0 = 10^\circ$ ，放至河底时 $\theta_{H'} = 26^\circ$ ，这时计数器读数 $H'_{H'} = 19.8\text{m}$ ，测深改正数 $\Delta h = 0.2\text{m}$ ，则计数水深

H_{11} 为:

$$H_{11} = H'_{11} + \Delta h = 19.8 + 0.2 = 20.0\text{m}$$

该垂线行车至水面的高差 $Z=12.0\text{m}$, 查本规范附录二附表 2.1 得水面偏角为 10° 时的干绳改正数为 0.19m , 河底偏角为 26° 时的干绳改正数为 1.35m , 则干绳改正数 $\Delta_{\text{干}} = 1.35 - 0.19 = 1.16\text{m}$ 。索道参数 $m=0.40$, 垂度为 15m , 查本规范附录二附表 2.3-3 得水面偏角为 10° 时的位移改正数为 0.09m , 河底偏角为 26° 时的位移改正数为 0.7m , 则位移改正数 $\Delta_{\text{位}} = 0.71 - 0.09 = 0.62(\text{m})$ 。

$$\begin{aligned} \text{计算湿绳长度 } l_{11} &= H_{11} - \Delta_{\text{干}} - \Delta_{\text{位}} \\ &= 20.0 - 1.16 - 0.62 = 18.22 \approx 18.2(\text{m}) \end{aligned}$$

铅鱼重 350kg , 悬索直径为 5mm , 查表 4.2-2 得 $\beta_1 = 4.0$, 再根据计算湿绳长度 l_{11} 及河底偏角 θ_{11} , 查本规范附录二附表 2.2-2 得湿绳改正数 $\Delta_{\text{湿}} = 0.63\text{m}$, 则改正水深为:

$$\begin{aligned} H &= H_{11} - \Delta_{\text{干}} - \Delta_{\text{位}} - \Delta_{\text{湿}} \\ &= 20.0 - 1.16 - 0.62 - 0.63 \\ &= 17.59(\text{m}) \\ &\approx 17.6(\text{m}) \end{aligned}$$

第三节 超声仪测深

第 4.3.1 条 水深比测

由于江河水质、含沙量等影响, 超声波测深仪在水槽率定后, 在使用前还应进行现场比测, 才能检验测深仪的测深精度。

比测工作应在无偏角时选择在断面上较大水深处进行。比测方法是在悬索上作尺寸标志, 安装在铅鱼上的换能器, 向水面发射, 将铅鱼下放到一定深度, 用超声仪测量铅鱼入水深度(经过温度订正), 与铅鱼入水深度相比较, 依次测量 $15 \sim 30$ 点, 误差在本规范第 1.2.2 条允许范围内, 即符合要求。

超声仪在使用中的比测工作每年不少于 $2 \sim 3$ 次, 在仪器经过检修, 发现测深误差较大, 应送检定单位检修率定。

第 4.3.2 条 超声仪测深注意事项

一、仪器使用按说明书进行。

二、根据测站的水质、含沙量、水深条件选用不同的超声频率, 一般在 $30 \sim 200\text{kHz}$ 范围内选用。

含沙量、水深较大或具有泡旋水流的测站, 宜选用大功率、低频率的超声仪; 对水深较浅的测站宜选用盲区较小频率较高的超声仪。

三、施测前应观测水温, 进行声速校正。

水温测量应在流水里水深不小于 1m 的深度上进行。

四、实践证明在河床不平整时, 将换能器放至河底向上发射, 比换能器置于水面向下发射的效果要好。

五、采用数字显示的仪器, 每次测深应连续读取 5 次以上的读数, 取其平均值。

第五章 缆道测流

第一节 铅鱼悬吊与流速仪安装

第 5.1.1 条 铅鱼悬吊

铅鱼一般采用一点悬吊或“八字型”悬吊。用“八字型”悬吊时，悬吊点不宜用固接方式连结，以保证铅鱼重心能自由调整。

铅鱼悬吊后，应在水中保持水平，铅鱼轴线与水平线夹角不得大于 3° 。

第 5.1.2 条 流速仪安装

流速仪一般安装在铅鱼头部前方，为避免铅鱼体对水流的影响，仪器距铅鱼头部的水平和垂直距离，应大于 2 倍铅鱼最大直径。

流速仪在水中应保持水平状态，并能自由转动。拉偏缆道的流速仪应不受拉偏索的影响。

在浅水低速的情况下，流速仪安装在特制的低速悬杆上，流速仪安装与上述要求相同。

第二节 测点位置的确定

第 5.2.1 条 测点位置的确定方法

测点定位的要求是：仪器入水后在垂线上的位置等于（或尽量接近于）预定的测点深度。

根据不同的情况分别用：①直接观读法；②相对计数水深法；③校正系数法；①试错法。

一、直接观读法：此法仅在偏角较小，实测水深（或断面稳定时借用水深）才可使用。

二、相对计数水深法：在水深大于 10m 时，偏角小于 20° 时，可通过试验求得相对水深（ ξ ）与相对计数水深（ η ）的关系，测点深计数器读数按下式计算：

$$h_{\text{计}} = \eta H'_{\text{计}} \quad (5.2.1-1)$$

三、校正系数法：这是一种一次性定位方法，在已施测水深及偏角情况下，测点深计数器读数按下式计算：

$$h_{\text{计}} = \xi H_{\text{计}} + \lambda \quad (5.2.1-2)$$

$$\lambda = \epsilon(\Delta_{\text{F}} + \Delta_{\text{G}}) \quad (5.2.1-3)$$

式中 $h_{\text{计}}$ ——测点深为 h 的计数器读数（m）；

ξ ——相对水深；

λ ——校正正值；

ϵ ——校正系数，根据修正冲力分配参数 β ，查本规范附录二附表 2.4。

举例：

试确定第 4.2.3 条例里的测点深计数器读数。

已知改正水深 $H=17.6\text{m}$ ， $\beta=4.0$ 查本规范附录二附表 2.4，测点深校正系数 ϵ 值分别为：

$\xi=0.2$ 时, $\varepsilon=0.02$, 则 $\lambda=0.02 \times (1.16+0.62)=0.04$

$\xi=0.6$ 时, $\varepsilon=0.08$, 则 $\lambda=0.08 \times (1.16+0.62)=0.14$

$\xi=0.8$ 时, $\varepsilon=0.09$, 则 $\lambda=0.09 \times (1.16+0.62)=0.16$

测点深计数器读数分别为:

$$\xi=0.2, h_{\text{计}0.2}=0.2 \times 20.0+0.04=4.04 \text{ (m)}$$

$$\xi=0.6, h_{\text{计}0.6}=0.6 \times 20.0+0.14=12.1 \text{ (m)}$$

$$\xi=0.8, h_{\text{计}0.8}=0.8 \times 20.0+0.16=16.2 \text{ (m)}$$

以上计算的测点深为铅鱼底部距水面的高度, 流速仪的测点深度, 则应加流速仪距铅鱼底部的高度。

四、试错法: 超出上述一、二两方法的适用范围, 或是借用断面插补水深时, 因铅鱼位于河底的计数器读数及河底偏角是未知数, 均可采用试错法逐步逼近。逐步逼近次数不少于 3 次, 见《水文测验手册》(第一册)。

第三节 测速方法

缆道测速方法有积点法、积宽法、积深法, 可根据具体情况选用, 但每年用精测法(积点)施测应不少于 5 次, 要求在高、中、低水位均匀分布, 以便研究水流规律、检验其他测流方法的精度。

第 5.3.1 条 常用方法

缆道测速以积点法为主, 测线测点布置详见《水文测验试行规范》有关规定。

测验记载及流量计算表, 见本规范附录三附表 3.1。

第 5.3.2 条 水面一点法

在下列情况之一时, 允许采用水面一点法:

- 一、水位涨落急骤, 为缩短测流历时;
- 二、流速较大, 漂浮物较多, 铅鱼测深有困难, 测点不能准确定位时;
- 三、抢测洪峰有特殊困难时。

用水面一点法施测流量, 水面流速系数应通过资料分析确定:

$$K = \frac{Q}{Q_0} \quad (5.3.2)$$

式中 K ——全断面水面流速系数;

Q ——精测法施测流量 (m^3/s);

Q_0 ——水面一点法不加改正算得之流量 (m^3/s)。

水面一点法适用于断面基本稳定的站。若断面变化较大, 应于洪峰前后实测断面。

第 5.3.3 条 数值积分法

数值积分法适用于断面较整齐, 横向流速分布与断面形状大体一致的测站。根据精测法实测资料分析, 采用优选方法, 选择误差最小的测线数, 其精度符合《水文测验试行规范》常测法的要求, 经流域机构、各省(市)、自治区水文总站批准后可以使用。

流量计算公式如下:

$$n=3, Q = \frac{B}{18} (5q_{0.113} + 8q_{0.5} + 5q_{0.887}) \quad (5.3.3-1)$$

$$n=4, Q = B[0.174(q_{0.07} + q_{0.93}) + 0.326(q_{0.33} + q_{0.67})] \quad (5.3.3-2)$$

$$n=5, Q = B[0.118(q_{0.047} + q_{0.953}) + 0.239(q_{0.231} + q_{0.769}) + 0.284q_{0.5}] \quad (5.3.3-3)$$

$$n=6, Q = B[0.086(q_{0.034} + q_{0.966}) + 0.18(q_{0.169} + q_{0.831}) + 0.234(q_{0.381} + q_{0.619})] \quad (5.3.3-4)$$

式中 n ——测速垂线数；

Q ——总流量 (m^3/s)；

B ——河宽 (m)；

q_i —— i 处单宽流量, $q_i = HV_m$ [$\text{m}^3/(\text{s} \cdot \text{m})$]；

i ——从河岸到测速垂线的距离与河宽之比, $i = \frac{b}{B}$ ；

V_m —— i 处垂线平均流速 (m/s)；

H —— i 处水深 (m)。

第 5.3.4 条 积宽法

积宽法是流速仪在预定深度处,沿断面方向横渡,测记流速仪总转数、总历时(或分段转数与相应的分段积宽历时),以计算积宽段平均流速的方法。它具有测速历时短的优点。

一、适用条件

积宽法适用于断面整齐稳定,流速横向分布没有急剧变化,漂浮物较少的测站。通过试验与精测法(积点)比较,测验精度符合表 5.3.4 要求,经流域机构、省(市)、自治区水文总站批准可以使用。

二、测速方法

积宽法有等深积宽法、等相对水深积宽法、固定轨迹积宽法、分段积宽法四种;按层数又可分为单层积宽法和多层积宽法。

表 5.3.4 积宽流量精度要求表

累积频率	$\geq 75\%$	$\geq 95\%$	系统误差
误差	$\leq \pm 3.0\%$	$\leq 5\%$	$< \pm 1.0\%$

为保证测速精度,应做到以下各点:

1. 流速仪水平转动灵活,横渡速度均匀一致,且一般不大于 0.2~0.8 断面平均流速为宜。
2. 不能积宽的区间(盲区)应小于河宽的 5%~10%。
3. 单程施测总历时不小于 100s。
4. 悬索偏角不大于 5°。
5. 每次施测往、返至少各一次,积宽段平均流速取其平均值。
6. 积宽流速系数通过试验求得,要求稳定并有一定规律。

三、流量计算

断面流量积宽流量、流速按下式计算:

$$Q = Q_{\text{积}} + Q_{\text{浮}} \quad (5.3.4-1)$$

$$Q_{\text{积}} = K_b \cdot \bar{V}_b \cdot A_b \quad (5.3.4-2)$$

$$V_b = \sqrt{V_i^2 - U^2} \quad (5.3.4-3)$$

$$\bar{V}_b = \frac{\sum_1^n V_{bi} b_i}{\sum_1^n b_i} \quad (5.3.4-4)$$

- 式中 Q ——断面总流量 (m^3/s);
- $Q_{\text{总}}$ ——整个积宽段流量 (m^3/s);
- $Q_{\text{盲}}$ ——盲区流量, 可实测或根据实验资料分析确定 (m^3/s);
- K_b ——积宽系数, 由试验求得;
- \bar{V}_b ——积宽段平均流速的平均值 (m/s);
- A_b ——整个积宽段断面总面积 (m^2);
- n ——分段积宽的段数;
- V_{bi} ——第 i 个积宽段平均流速 (m/s);
- V_i ——实测的与 V_{bi} 相应的积宽段合流速;
- U ——横渡速度 (m/s), $U = \frac{b_i}{t_i}$;
- b_i ——第 i 个积宽段宽度 (m);
- t_i ——相应 b_i 的积宽历时 (s).

第 5.3.5 条 积深法

积深法是在预定测速垂线上, 流速仪由水面至河底或由河底至水面匀速运行, 测记流速仪总转数、总历时以直接计算垂线平均流速的方法。它适用于河床比较平整, 水深不小于 3m, 流速一般在 0.5~3.0m/s 之间, 且悬索偏角不大于 10° 、漂浮物较少的测站, 通过试验与五点法比较, 相当于二点法精度即可使用。

为保证测验精度, 应做到以下各点:

1. 流速仪升降速度均匀一致, 升降速度一般不大于垂线平均流速的 $\frac{1}{10}$ 。
2. 流速仪距铅鱼底部的垂直距离不大于 0.2m。
3. 每条垂线应往返施测至少各一次; 往、返总历时不小于 100s; 往返两次测得流速不符值不大于 5%, 取其平均值计算。

第六章 缆道测沙

第一节 悬移质泥沙采样器

第 6.1.1 条 采样器的选择

缆道悬移质泥沙采样器有积时式采样器、横式采样器和瓶式采样器等, 另外有不采样的同位素测沙仪。可根据不同情况分别选用。

积时式悬移质泥沙采样器主要用于含沙量小于 $30\text{kg}/\text{m}^3$ 的河流, 其主要特点, 是在不同水深的条件下, 自动调整仪器水样仓的压力, 保证进口流速与天然流速一致, 该仪器有瞬时调压与非瞬时调压两种。

瓶式采样器装设有开关控制装置, 主要用于水深 10m 以内单程积深法取样。

横式采样器用于只施测单沙的测站, 有连续取样装置的可测断沙, 也可在含沙量大的

河流使用，要求不漏沙、不积沙。

第 6.1.2 条 单程积深法取样基本要求

1. 采样器必须等速下放。
2. 为保证取样过程中，无突然灌注现象，下放速度应满足下式要求：
当水深大于 4.7m 时实际允许最大下放速度：

$$\frac{\omega}{v} = \frac{a\xi p_u}{\bar{V}_0} \approx \frac{1.2ap_u}{\bar{V}_0} \quad (6.1.2-1)$$

当水深小于 4.7m 实际允许最大下放速度：

$$\frac{\omega}{v} \approx \frac{a}{\bar{V}_0} (0.5p_u + 1.5H) \quad (6.1.2-2)$$

式中 p_u ——以水柱高度表示的大气压力 (cm)；

ξ —— η 处流速系数 $\xi = \frac{v_\eta}{v}$ ；

\bar{V}_0 ——采样器水样仓总容积 (cm^3)；

ω ——仪器下放速度 (m/s)；

\bar{v} ——垂线平均流速 (m/s)；

H ——垂线水深 (cm)；

v_u ——测点流速 (m/s)；

a ——进水管嘴截面积 (cm^2)。

3. 为保证仪器在取样过程中不产生较大俯角，下放速度应满足下式要求：

$$\frac{1}{15} \leq \frac{\omega}{v} \leq \frac{1}{3}$$

4. 一般应保证所取水样体积不超过采样器容积的 $\frac{2}{3}$ ，取样最大垂线水深必需限制在 10m 以内。

第 6.1.3 条 积时式采样器性能要求

安装调试达到以下要求才能投产：

- 一、取样时，无突然灌注现象，进口流速应接近天然流速，流速系数为 0.9~1.1，其保证率为 75% 以上。
- 二、调压历时越短越好。
- 三、管嘴应伸出头部一段距离，保证进口处流速不受干扰。
- 四、应力求减少管嘴淤沙现象。

第二节 悬移质输沙率测验

第 6.2.1 条 取样方法

采用积时式采样器施测悬移质输沙率的取样方法有垂线混合法、全断面混合法及积点法。可根据情况采用。但每年精测法（积点法）施测应不少于 3~5 次，且均匀分布在高、

中、低水位，以便研究泥沙运动规律，检验其他方法的精度。

采用横式、瓶式采样器的测站，其取样方法见《水文测验试行规范》有关规定。

一、垂线混合法取样：取样位置历时如下表。

表 6.2.1 积时式采样器垂线混合法取样历时表

取 样 方 法	取 样 位 置	各测点取样历时 t (s)
二 点 法	0.2H、0.8H	0.5t、0.5t
三 点 法	0.2H、0.6H、0.8H	$\frac{t}{3}$ 、 $\frac{t}{3}$ 、 $\frac{t}{3}$
五 点 法	水面、0.2H、0.6H、0.8H、河底	0.1t、0.3t、0.3t、0.2t、0.1t

二、全断面混合法取样：根据采样器水样仓有效容积，进水管口截面积、断面平均流速，按下式计算全断面取样总历时：

$$T = \frac{W_k}{a\bar{V}} \quad (6.2.1)$$

式中 T ——全断面取样总历时 (s)；

W_k ——采样器水样仓有效容积 (mL)；

a ——采样器进水管口截面积 (cm²)；

\bar{V} ——断面平均流速 (cm/s)。

全断面取样总历时确定后，再将全断面分成以测沙垂线平均含沙量所代表的相应部分面积，见图 6.2.1，按水位级求出每条测沙垂线的面积权重系数 C ：

$$C_1 = \frac{a_1}{A}, C_2 = \frac{a_2}{A}, C_3 = \frac{a_3}{A}, \dots, C_n = \frac{a_n}{A}$$

式中 $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ ——各条垂线所代表的部分面积 (m²)；

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ ——各条垂线的面积权重系数；

A ——断面面积 (m²)。

然后求出每条垂线取样历时。

$$t_1 = C_1 T; t_2 = C_2 T; t_3 = C_3 T; \dots; t_n = C_n T$$

三、积点法取样：测线测点位置的布设按《水文测验试行规范》规定执行。高水部分在测验困难的情况下也可用如下变通办法施测：

按等部分输沙量的原则，选其中有代表性的 3~5 根垂线（视水面宽确定）用积点法施测，其余垂线可用垂线混合法施测。

第 6.2.2 条 简测法

是指施测较少的垂线（一般不少于 3 条垂线）和测点，当积累一定资料，通过精简分析，与多线多点法施测的断沙有一定关系，其比值在 0.98~1.02 之间，经流域

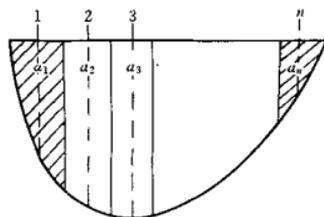


图 6.2.1 断面取样垂线权重划分示意图

机构、省(市)、自治区水文总站批准后,可作为一种单沙测验的常测法,并代替断沙。若沙量分布发生变化时,应停止使用。

第 6.2.3 条 相应单沙的取样

在测断沙过程中,用积时式采样器采取单位水样时,可根据含沙量变化情况,选用以下操作程序。

$$1. \text{单沙 I} - \text{断沙} - \text{单沙 II}; \text{平均单沙} = \frac{\text{单沙 I} + \text{单沙 II}}{2}$$

2. 断沙 I - 单沙 - 断沙 II

取断沙 I 与断沙 II 的平均值与单沙相对应。

第三节 悬移质泥沙颗粒分析取样方法

第 6.3.1 条 三线九点混合法

一般测站可按等部分面积、流量或输沙率布线,也可按含沙量横向变化适当布线,每线在 $0.2H$ 、 $0.6H$ 、 $0.8H$ 位置上取样,测点取样方法、历时同第 6.2.1 条规定。

第 6.3.2 条 分层混合法

分层取样的目的在于了解泥沙粒径的垂直分布情况。

重要控制站,应在每条测沙垂线上,分别采取水面、 $0.2H$ 、 $0.6H$ 、 $0.8H$ 、河底五层水样,将每层各点水样混合,得出五个水样,分别进行颗粒分析。各条垂线的取样方法、历时同第 6.2.1 条。

第七章 缆道养护与维修

第一节 钢丝绳的养护维修

第 7.1.1 条 养护要求

一、主索、工作索及其他运行钢丝绳,每年擦油次数如下:

1. 主索:一般每年一次。
2. 工作索:每年不少于 2~3 次,经常入水部分应适当增加擦油次数,防止生锈。
3. 其他运行钢丝绳:每年不少于 2~3 次。

二、绳索与锚碇接头部分,要特别注意养护,可涂柏油或黄油,并每年至少检查一次。

三、锚杆与螺旋扣(即花兰螺丝)联结处,应高出地面,防止积水。缆索与锚杆联结处应加大型衬圈(俗名“牛眼”)。采用混凝土桩锚的,绕绳应整齐,不可挤压,并配有足够数量的钢丝夹头。夹头的松紧,以压扁索径的 $\frac{1}{3}$ 左右为度。夹头的数量及间距照表 7.1.1-1 使用。

表 7.1.1-1 钢丝绳夹头数目及间距表

钢丝绳直径 (mm)	夹头只数 (只)	夹头间距 (cm)
10~15	不少于 3	8~10
15~20	4~5	12~14
20~30	5~6	15~20

注:夹头间距应不小于钢丝绳直径的 6 倍。

四、钢丝绳局部损伤，如断股和扭环不能解开时，可将扭环损伤部分截去，采用插股编结方法进行编结。

编结最少长度见表 7.1.1-2。

表 7.1.1-2 钢丝绳编结最少长度表

钢丝绳直径 (mm)	5~10	12~14	16~18	22~26
编结段长度 (cm)	60	90	120	150

钢丝绳接头应尽量减少，接头之间的距离不得小于 5m。

五、对支架顶部的钢丝绳长年与滑轮接触受到挤压变形者，年维修时应作错位处理。

第 7.1.2 条 报废标准

索道主索、工作索及起重滑轮组钢丝绳等，发现有下列情况之一者应予报废。

一、钢丝绳每一捻绕节距（钢丝绳拧一周的长度）长度内，断丝根数顺捻超过 5%；交捻超过 10% 时（见表 7.1.2）；

表 7.1.2 钢丝绳报废标准表

钢丝绳构造	捻绕型式	一捻绕节距长度内断丝根数
6×19+1	交	12
	顺	6
6×37+1	交	22
	顺	11
6×61+1	交	36
	顺	18

二、钢丝绳中有一整股折断时；

三、钢丝绳疲劳现象严重，使用时断丝数目增多很快时；

四、使用达一定的年限时。使用年限由流域机构、省（市）、自治区水文总站按照实际情况具体规定。

每年对主索擦油时，结合检查并记录断丝、断股、锈蚀、直径变化情况作为更换主索的参考。

第二节 支架、锚碇的养护维修

第 7.2.1 条 支架

一、支架应保证按设计结构不变形。每年汛前全面检查一次。凡有拉线的支架，其水平荷载都是用拉线来平衡，因此必须经常检查调节拉线的松紧度，保证拉线处于拉紧状态，使支架在各方向的拉力均衡。每年应全面检查调整 2~3 次，大洪水期应检查 1~2 次。

二、钢支架的测站，除镀锌钢架外，应每隔 1~2 年进行除锈、油漆养护。除锈后，先涂红丹，再涂油漆。对混凝土支架的钢结构部分，也应照此处理。

三、应定期检查支架基础有无沉陷，架柱有无位移变化，联结螺栓是否有松动，混凝土基础有无裂缝等，如不符合要求，要及时检修。

第 7.2.2 条 锚碇

定期检查锚碇有无位移，锚碇附近土壤有无裂纹、崩坍、沉陷现象。钢丝绳夹头是否松动，锚杆是否生锈。锚碇周围应有排水措施，防止积水。

第三节 驱动设备的养护维修

第 7.3.1 条 动力设备

- 一、变压器：按供电部门规定，隔一定年限更换变压器油。
- 二、柴油机及发电机组：按使用说明书的规定进行技术保养。
- 三、电动机：经常检查电动机发热情况，温升超过 60°C 时，应采取降温措施，电动机应接地。

发现电动机有异样声响时，应即停车，检查原因，设法排除。测量完毕后应切断电源。

凡经常与人和物体碰、触的动力线，宜用管套保护，导线接头处必须用绝缘胶布包好。禁止用湿手接触电器设备。

第 7.3.2 条 绞车

经常检查绞车运转情况，若发现不正常情况，应停车检修。经常保持绞车轴承、转动部件油润及表面清洁。尽量避免超负荷进行，为保证高水测验能正常工作，每年汛前应检修一次。

第 7.3.3 条 滑轮

经常检查各导向滑轮、游轮、行车等运转情况，发现运转不正常应及时检修。滑轮中的轴承要定期检查，若有损坏应及时更换，并保持油润，不允许钢丝绳在滑轮上滑动、擦边、跳槽，若有上述问题存在应采取及时排除。为保证各滑轮正常工作，汛前应全面检修一次，洪水测验时应随时监视各滑轮运动情况。

第四节 记录仪表的养护维修

第 7.4.1 条 一般要求

- 一、各项记录仪表应按仪表说明书使用、养护。
- 二、各项记录仪表应存放在干燥通风、清洁和不受腐蚀气体侵蚀的地方。
- 三、主要电子、电器记录仪表应设有接地装置，防止雷电感应短路而烧坏仪器。

第 7.4.2 条 维修制度

各缆道站应建立和认真执行必要的维修制度。

- 一、贵重和比较复杂的仪器，应由熟悉此项仪器性能的人员负责使用和维修。
- 二、改装定型的仪器设备须经上级批准。
- 三、测站应根据需要备有一定数量的电子元件和电工器材，以便检修使用。

第五节 防雷设备的检查维修

第 7.5.1 条 验收检查

防雷装置施工完毕后，应进行下述事项的验收检查：

- 一、检查接闪器、引下线、连接条及接地装置是否使用规定的导体截面，以及是否按规定的位置安装，每个焊接点是否达到所要求的焊接面积及长度，焊接点有无氧化壳及积水饱满与否。

- 二、检查引下线与连接条的弯曲情况，以及上下楼层相接地点的跨越处理情况。

- 三、检查各处接闪器、引下线、支持点的机械强度是否达到要求，以及利用结构钢材作接闪器或引下线的焊接和连接情况，并检查是否因此影响结构的应力。

- 四、检查引下线明装地点的绝缘处理及绳卡的接触情况。

五、检查接地装置的填土情况，测量接地装置的散流电阻。

第 7.5.2 条 检查、养护注意事项

为使防雷装置具有可靠的保护效果，在每年雷雨季节以前，应作定期检查养护，其检查养护事项如下：

一、检查是否由于修建建筑物或其他活动，使防雷装置的保护情况发生改变，有否因挖土敷设其他管道时而挖断接地装置。

二、检查各处明装导体，有无因锈蚀或机械力的损伤而折断的情况。引下线距地 2m 一段的绝缘保护处理有无破坏情况。

三、检查接闪器有无因接受雷击而熔化或折断情况，接闪器支架有无腐朽现象，断接卡子有无接触不良情况，每次雷电后避雷器有无损坏。

绝缘处理后的工作索引入缆道房时，宜在室外将该悬索与接地之间加间隙放电装置。

四、在缆道房内较大的金属设备，如绞车滑轮等，应将这些金属联线后与接地体连接或加设避雷器装置，以免在雷电期造成人身事故。

五、检查保护间隙，当发现保护间隙的间距有变动时，应立即调整。

接地体应埋设在人们少去的地方，并埋深 0.5m，防止跨步电压的危险。接地体不宜涂绝缘防腐剂。

六、测量全部接地装置的散流电阻，如发现接地装置的电阻值有很大变化时，应对接地系统进行全面检查。

七、避雷针的针尖上或避雷线不允许悬挂收音机、电视机天线或晒衣服的铅丝（天线在雷雨时应该接地）。在装有防雷引下线的墙壁上，离引下线很近的地方不允许有架空进户线。

附录一 水文缆道考证簿

附表 1.1 缆道设计基本资料

附表 1.2 缆道设施

缆道设施附图 1.1 缆道平面图

缆道设施附图 1.2 缆道布设型式图

缆道设施附图 1.3 主索荷载垂度曲线图

附表 1.3 机电设备

机电设备附图 1.4 绞车布设图

附表 1.4 缆道工程和设备验收单

附表 1.5 记录装置

附表 1.6 使用情况

附表 1.7 设备更换情况

附表 1.8 技术资料

水文缆道考证簿

_____水文总站_____分站

站名_____

流域_____

水系_____

河名_____

填制

站长

审核

198

年

日

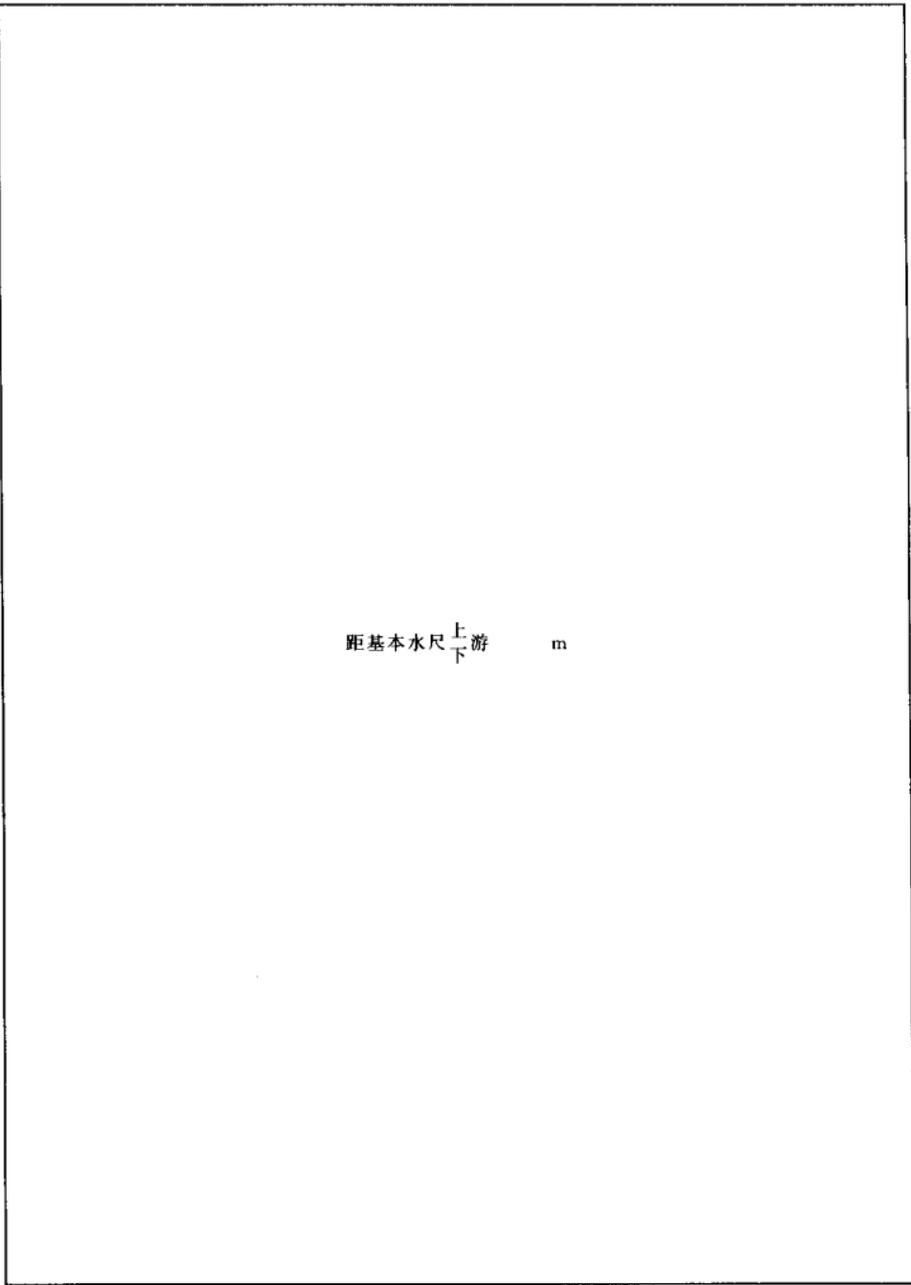
月填制

附表 1.1 缆道设计基本资料

水位	调查最高 实测最高 实测最低 设计洪水位		m m m m	水面宽	调查最大 实测最大 实测最小		m m m	
	水深	调查最大 实测最大 设计最大水深			m m m	通航情况	是否通航 船桅高度 通航水位	
实测流速		最大	浮标法 流速仪法	m/s m/s	堤(河)岸		高程	左岸 右岸
	最小流速 设计最大流速			m/s m/s		顶宽	左岸 右岸	m m
实测流量		最大	浮标法 流速仪法	m ³ /s m ³ /s	土壤类别	左岸 右岸		
	最小流量			m ³ /s		最大风向风力		
						设计风力		
			m ³ /s	冰雪情况				
实测最大含沙量			kg/m ³	多年平均雷电日		日/年		
河床组成情况								
水草生长及影响情况								
漂浮物情况								
供电情况								
备注								

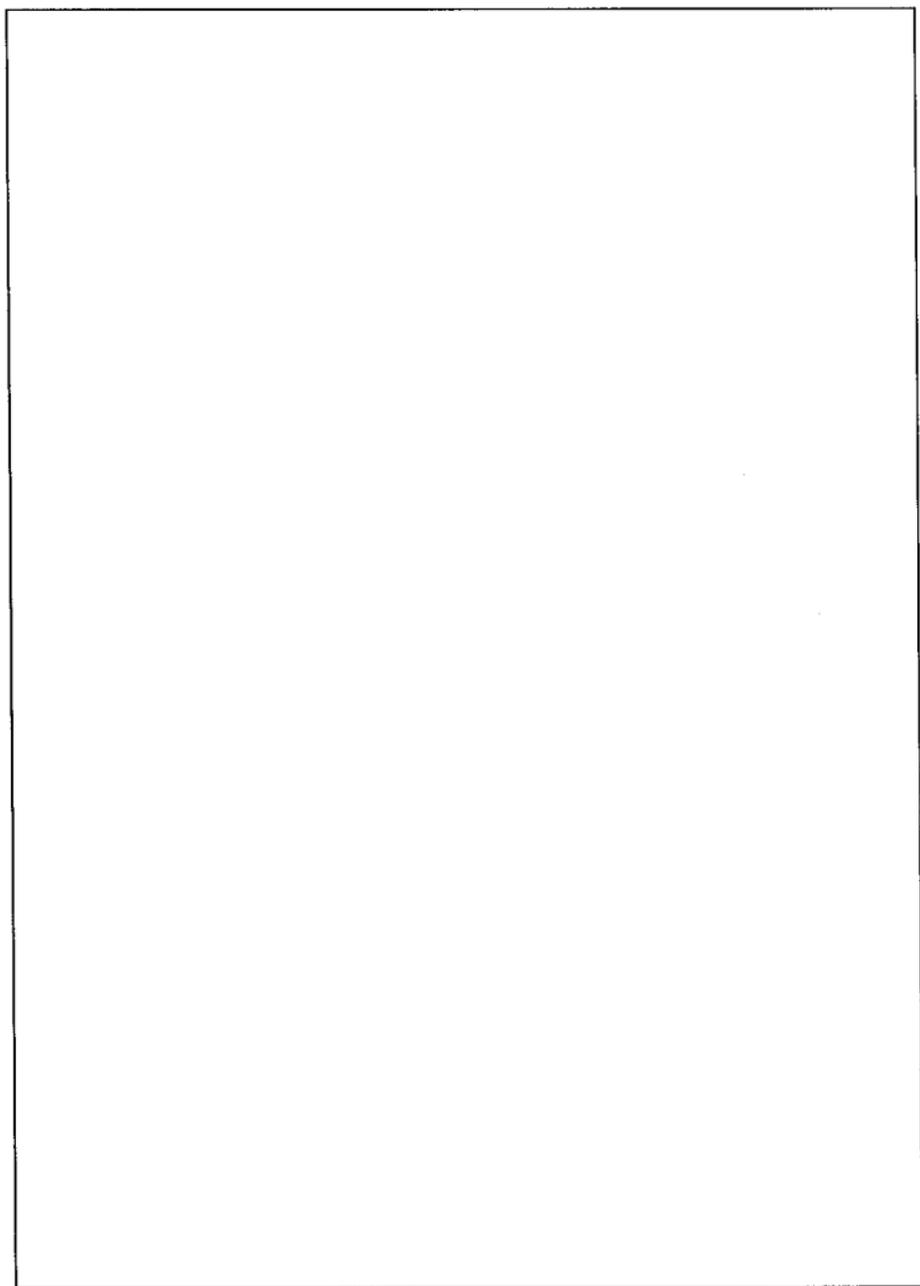
附表 1.2 缆道设施

缆道类别						布设型式						
主 索	规格	直径:	mm	单位重量:	kg/m	破断拉力:	kg	破断拉力:	kg	破断拉力:	kg	
	跨度	主跨 L_1 :	m	左边跨 L_2 :	m	右边跨 L_3 :	m	集中荷载 P_V :	kg			
	荷载	行车重量:	kg	铅鱼重量:	kg							
	垂度	空载垂度 f_0 :	m	加载垂度 f_{max} :	m							
	安全系数	设计拉力:	kg	安全系数 $K=$								
工 作 索	规格	直径:	mm	单位重量:	kg/m	破断拉力:	kg	安全系数 $K=$				
	游轮行程	m				平衡锤重量	kg					
	起重卷筒 钢丝绳	直径: mm				起重滑轮组数:						
	导向滑轮	个数: 个				直径: mm						
副 索	直径	mm				在缆道断面上游: m						
	拉偏索	直径: mm			调节方式:			是否改正:				
支 架	型式	材 料		截面尺寸		高 度						
	地面高程	左岸: m 右岸: m		架顶高程		右岸: m 左岸: m						
	拉 线	材料名称	左岸: m 右岸: m	直径	左岸: mm 右岸: mm	层数	左岸: m 右岸: m	根数	左岸: m 右岸: m			
锚 碇	左 岸	型式:	高程	m	入地角	(°)	右 岸	型式:	高程	m	入地角	(°)
		尺寸: 长宽高	m			尺寸: 长宽高		m				
		入土深:	m			入土深:	m					
		锚杆直径:	mm			锚杆直径:	mm					
		桩锚直径:	mm			桩锚直径:	mm					
		安全系数:				安全系数:						
操作 室与 机房	层 数	总 面 积		其中: 操作室		m ²		机房		m ²		
	地面高程:	m		操作室通视情况								
防雷 设施	避雷针线、带位置:					最高处高程:					m	
	接地体埋设位置:					最低处高程:					m	
	设计雷电流:					kA					接地电阻:	Ω
备注												

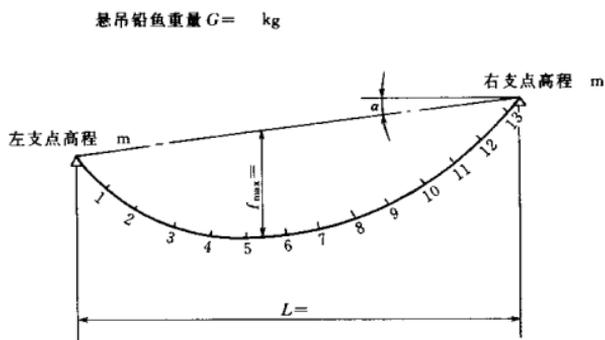


距基本水尺 $\frac{\text{上}}{\text{下}}$ 游 m

附图 1.1 缆道平面图



附图 1.2 缆道布设型式图

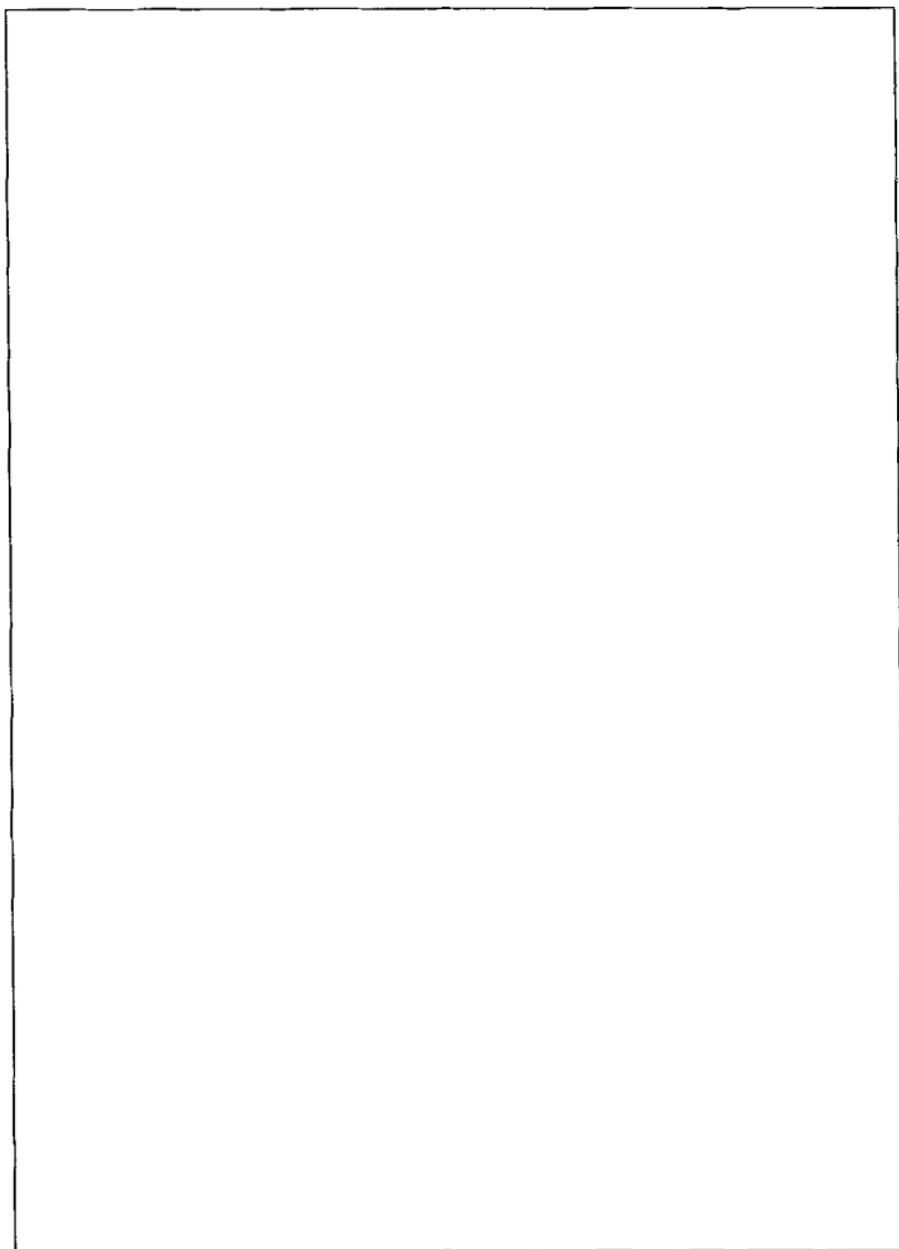


垂线号数	支 点	1	2	3	4	5													支 点
起 点 距																			
高 程																			
加 载 垂 度																			
测 量 日 期	19 年 月 日 测量人:																		
备 注																			

附图 1.3 主索荷载垂度曲线图

附表 1.3 机 电 设 备

电 源	外接电源	变压器厂名:		型号:	容量:	kVA				
	发 电 机 组	名称	厂名	型号	功 率 (马力或 kW)	转 速 r/min				
		柴油 机								
		发 电 机								
动 力	绞 车 力	类 别	厂 名	型 号	功 率 (马力或 kW)	转 速 r/min				
		起 重								
		循 环								
调 速 装 置	方式:									
	类 别	调速电机 名 称	无级调速范围 (m/min)	分 级 调 速 (m/min)						
	水 平		由 至							
	垂 直		由 至							
绞 车	型号:		厂名:		起重能力:					
	起重卷筒	直 径:	mm		容 量:					
	循 环 索 卷 筒	直 径:	mm		分线轮直径:		mm			
	减 速 箱	型式或型号:			速 比:					
	速 度	水 平:		m/min		垂 直:		m/min		
	制 动 装 置	型式或型号:			转 矩:		kg/cm			
	离 合 器	型式或型号:			转 矩:		kg/cm			
	有无手摇装 置									
滑 轮	名 称	直 径 (mm)	滚 珠 轴 承 型 号	数 量	单 位	附 注				
	行 车									
	导 向 滑 轮									
	游 轮									
照 明 设 备	灯具名称:		型号:	功 率:	kW		射 程:	m		
备 注										



附图 1.4 绞车布设图

附表 1.5 记 录 装 置

类 别	名 称	型 号	厂 名	性 能	精 度
测 距	计 数 器				
测 深	超 声 测 深 仪 计 数 器 水 面 讯 号 装 置 河 底 讯 号 装 置 偏 角 器				
测 速	直 读 流 速 仪 音 响 接 收 器				
测 沙	采 样 器				
备 注					

附表 1.6 使用情况

沿 革	缆道竣工日期： 设计： 施工：	
	改建日期：	
	投资总额：	
	投产日期：	批准单位：
测验项目		
使 用 情 况	测 验 精 度	测距：
		测深：
		流量：
		悬沙：
	存 在 问 题	
重 大 事 故		
备 注	主索锈蚀、断丝、断股、直径变化情况	

附表 2.1 悬索干缆改正值表

(m)

悬吊点距水面 高差 Z (m)	悬索偏角 θ (°)																		
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
1	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.21	0.24	0.27	0.31
2	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16	0.19	0.23	0.27	0.31	0.36	0.41	0.47	0.54	0.61
3	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.15	0.19	0.24	0.28	0.34	0.40	0.46	0.54	0.62	0.71	0.81	0.92
4	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.16	0.21	0.26	0.31	0.38	0.45	0.53	0.62	0.72	0.82	0.94	1.08	1.22
5	0.01	0.03	0.05	0.08	0.11	0.15	0.20	0.26	0.32	0.39	0.47	0.56	0.66	0.77	0.90	1.03	1.18	1.35	1.53
6	0.01	0.03	0.06	0.09	0.13	0.18	0.24	0.31	0.39	0.47	0.57	0.68	0.80	0.93	1.08	1.24	1.42	1.61	1.83
7	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.21	0.28	0.36	0.45	0.55	0.66	0.79	0.93	1.08	1.25	1.44	1.65	1.88	2.14
8	0.02	0.04	0.08	0.12	0.18	0.24	0.32	0.41	0.51	0.63	0.76	0.90	1.06	1.24	1.43	1.65	1.89	2.15	2.44
9	0.02	0.05	0.09	0.14	0.20	0.28	0.36	0.46	0.58	0.71	0.85	1.01	1.19	1.39	1.61	1.86	2.12	2.42	2.75
10	0.02	0.06	0.10	0.15	0.22	0.31	0.40	0.51	0.64	0.79	0.95	1.13	1.33	1.55	1.79	2.06	2.36	2.69	3.05
11	0.03	0.06	0.11	0.17	0.25	0.34	0.44	0.57	0.71	0.86	1.04	1.24	1.46	1.70	1.97	2.27	2.60	2.96	3.36
12	0.03	0.07	0.12	0.19	0.27	0.37	0.48	0.62	0.77	0.94	1.14	1.35	1.59	1.86	2.15	2.47	2.83	3.23	3.66
13	0.03	0.07	0.13	0.20	0.29	0.40	0.52	0.67	0.83	1.02	1.23	1.46	1.72	2.01	2.33	2.68	3.07	3.50	3.97
14	0.03	0.08	0.14	0.22	0.31	0.43	0.56	0.72	0.90	1.10	1.32	1.58	1.86	2.17	2.51	2.89	3.30	3.77	4.28
15	0.04	0.08	0.15	0.23	0.34	0.46	0.60	0.77	0.96	1.18	1.42	1.69	1.99	2.32	2.69	3.09	3.54	4.04	4.58
16	0.04	0.09	0.16	0.25	0.36	0.49	0.64	0.82	1.03	1.26	1.51	1.80	2.12	2.48	2.87	3.30	3.78	4.30	4.89
17	0.04	0.09	0.17	0.26	0.38	0.52	0.69	0.87	1.09	1.34	1.61	1.91	2.25	2.63	3.05	3.51	4.01	4.57	5.19
18	0.04	0.10	0.18	0.28	0.40	0.55	0.73	0.93	1.16	1.41	1.70	2.03	2.39	2.78	3.23	3.71	4.25	4.84	5.50
19	0.05	0.10	0.19	0.29	0.42	0.58	0.77	0.98	1.22	1.49	1.80	2.14	2.52	2.94	3.40	3.92	4.49	5.11	5.80
20	0.05	0.11	0.20	0.31	0.45	0.61	0.81	1.03	1.28	1.57	1.89	2.25	2.65	3.09	3.58	4.12	4.72	5.38	6.11
21	0.05	0.12	0.21	0.32	0.47	0.64	0.85	1.08	1.35	1.65	1.99	2.36	2.78	3.25	3.76	4.33	4.96	5.65	6.41
22	0.05	0.12	0.22	0.34	0.49	0.67	0.89	1.13	1.41	1.73	2.08	2.48	2.92	3.40	3.94	4.54	5.19	5.92	6.72
23	0.06	0.13	0.23	0.35	0.51	0.70	0.93	1.18	1.48	1.81	2.18	2.59	3.05	3.56	4.12	4.74	5.43	6.19	7.02
24	0.06	0.13	0.24	0.37	0.54	0.73	0.97	1.24	1.54	1.88	2.27	2.70	3.18	3.71	4.30	4.95	5.67	6.46	7.33
25	0.06	0.14	0.25	0.39	0.56	0.77	1.01	1.29	1.60	1.96	2.37	2.82	3.31	3.87	4.48	5.16	5.90	6.73	7.64
26	0.06	0.14	0.26	0.40	0.58	0.80	1.05	1.34	1.67	2.04	2.46	2.93	3.45	4.02	4.66	5.36	6.14	6.99	7.94
27	0.07	0.15	0.27	0.42	0.60	0.83	1.09	1.39	1.73	2.12	2.56	3.04	3.58	4.18	4.84	5.57	6.37	7.26	8.25
28	0.07	0.15	0.28	0.43	0.63	0.86	1.13	1.44	1.80	2.20	2.65	3.15	3.71	4.33	5.02	5.77	6.61	7.53	8.55
29	0.07	0.16	0.28	0.45	0.65	0.89	1.17	1.49	1.86	2.28	2.74	3.27	3.84	4.49	5.20	5.98	6.85	7.80	8.86
30	0.07	0.17	0.29	0.46	0.67	0.92	1.21	1.54	1.93	2.36	2.84	3.38	3.98	4.64	5.38	6.19	7.08	8.07	9.16

注: 本表按公式 $\Delta F = Z \left(\frac{1}{\cos \theta} - 1 \right)$ 计算。

附表 2.2-1 悬索湿绳改正值表 ($\beta = 1 \sim 2$) (m)

湿绳长度 L_{11} (m)	悬 索 偏 角 θ (°)																$G_{1.3}^3$ (附导线) 计算。		
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34		36	38
1	0	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17
2	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16
3	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16
4	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16
5	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17
6	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17
7	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10	0.11	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.17	0.18
8	0.01	0.02	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16	0.19	0.23	0.28	0.32	0.38	0.44	0.50	0.57	0.65	0.73
9	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.18	0.22	0.26	0.31	0.36	0.42	0.49	0.56	0.64	0.72	0.82
10	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.16	0.19	0.24	0.29	0.34	0.40	0.46	0.54	0.61	0.70	0.80	0.90
11	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.13	0.17	0.21	0.26	0.30	0.37	0.44	0.51	0.59	0.67	0.77	0.87	0.98
12	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.18	0.23	0.28	0.34	0.40	0.47	0.55	0.63	0.73	0.83	0.94	1.07
13	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.16	0.20	0.25	0.30	0.36	0.43	0.51	0.59	0.68	0.78	0.89	1.02	1.15
14	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.13	0.17	0.21	0.27	0.33	0.39	0.46	0.54	0.63	0.73	0.84	0.96	1.09	1.23
15	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.14	0.18	0.23	0.28	0.35	0.42	0.50	0.58	0.68	0.78	0.90	1.02	1.16	1.31
16	0.01	0.03	0.05	0.07	0.10	0.14	0.19	0.24	0.30	0.37	0.44	0.53	0.62	0.72	0.83	0.95	1.09	1.23	1.40
17	0.01	0.03	0.05	0.08	0.11	0.15	0.20	0.26	0.32	0.39	0.47	0.56	0.65	0.76	0.88	1.01	1.15	1.31	1.48
18	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.16	0.21	0.27	0.34	0.41	0.50	0.59	0.69	0.81	0.93	1.07	1.22	1.38	1.56
19	0.01	0.03	0.05	0.09	0.12	0.17	0.22	0.29	0.35	0.43	0.52	0.62	0.73	0.85	0.98	1.12	1.28	1.45	1.64
20	0.02	0.03	0.06	0.09	0.13	0.18	0.23	0.30	0.37	0.46	0.55	0.65	0.76	0.89	1.03	1.18	1.35	1.53	1.73
21	0.02	0.03	0.06	0.09	0.14	0.19	0.25	0.31	0.39	0.48	0.57	0.68	0.80	0.94	1.08	1.24	1.41	1.60	1.81
22	0.02	0.04	0.06	0.10	0.14	0.20	0.26	0.33	0.41	0.50	0.60	0.71	0.84	0.98	1.13	1.29	1.48	1.67	1.89
23	0.02	0.04	0.07	0.10	0.15	0.20	0.27	0.34	0.43	0.52	0.63	0.74	0.88	1.02	1.18	1.35	1.54	1.75	1.98
24	0.02	0.04	0.07	0.11	0.15	0.21	0.28	0.36	0.44	0.54	0.65	0.78	0.91	1.06	1.23	1.41	1.60	1.82	2.06
25	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.22	0.29	0.37	0.46	0.56	0.68	0.81	0.95	1.10	1.28	1.46	1.67	1.89	2.14
26	0.02	0.04	0.07	0.12	0.17	0.23	0.30	0.38	0.48	0.59	0.71	0.84	0.98	1.15	1.32	1.52	1.73	1.97	2.22
27	0.02	0.04	0.08	0.12	0.17	0.24	0.31	0.40	0.50	0.61	0.73	0.87	1.02	1.19	1.37	1.58	1.80	2.04	2.31
28	0.02	0.04	0.08	0.12	0.18	0.25	0.32	0.41	0.52	0.63	0.76	0.90	1.06	1.23	1.42	1.63	1.86	2.12	2.39
29	0.02	0.05	0.08	0.13	0.19	0.26	0.34	0.43	0.55	0.65	0.78	0.93	1.09	1.28	1.48	1.69	1.93	2.19	2.47
30	0.02	0.05	0.08	0.13	0.19	0.26	0.35	0.44	0.55	0.67	0.81	0.96	1.13	1.32	1.52	1.75	1.99	2.26	2.55

注: 本表按《流量测验方法的分析》(广东省水利电力局主编)一书中介绍的湿绳改正公式, 用电子计算机求得。其中 β 值采用 $\beta = 0.4 \frac{G_{1.3}^3}{d}$ (附导线) 或 $\beta = 0.3$

$\times \frac{G_{1.3}^3}{d}$ (附导线) 计算。

附表 2-2-2 悬索绳改正值表 ($\beta_0 = 3 \sim 4$) (m)

悬绳长度 L_{H1} (m)	悬 索 偏 角 θ ($^{\circ}$)																		
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
1	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14	0.16	0.18
2	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11	0.14	0.16	0.18	0.20	0.23	0.26	0.30
3	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20	0.24	0.27	0.31	0.35	0.40
4	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.11	0.13	0.15	0.18	0.22	0.25	0.29	0.33	0.38	0.43	0.49
5	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.18	0.22	0.26	0.30	0.34	0.39	0.45	0.51	0.57
6	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.17	0.21	0.25	0.29	0.34	0.39	0.45	0.51	0.58	0.66
7	0.01	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.13	0.16	0.20	0.24	0.28	0.33	0.39	0.44	0.51	0.58	0.66	0.74
8	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09	0.11	0.14	0.18	0.22	0.26	0.31	0.37	0.43	0.49	0.57	0.64	0.73	0.83
9	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.16	0.20	0.24	0.29	0.34	0.40	0.47	0.54	0.62	0.71	0.81	0.91
10	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.14	0.17	0.21	0.26	0.32	0.37	0.44	0.51	0.59	0.68	0.77	0.88	0.99
11	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.15	0.19	0.23	0.28	0.34	0.41	0.48	0.56	0.64	0.74	0.84	0.95	1.08
12	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.16	0.20	0.25	0.31	0.37	0.45	0.51	0.60	0.69	0.79	0.90	1.03	1.16
13	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.13	0.17	0.22	0.27	0.33	0.40	0.47	0.55	0.64	0.74	0.85	0.97	1.10	1.24
14	0.01	0.03	0.04	0.07	0.10	0.14	0.18	0.23	0.29	0.35	0.42	0.50	0.59	0.68	0.79	0.91	1.03	1.17	1.33
15	0.01	0.03	0.05	0.07	0.11	0.15	0.19	0.24	0.30	0.37	0.45	0.53	0.62	0.73	0.84	0.96	1.10	1.25	1.41
16	0.01	0.03	0.05	0.08	0.11	0.15	0.20	0.26	0.32	0.39	0.47	0.56	0.66	0.77	0.89	1.02	1.16	1.32	1.49
17	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.16	0.21	0.27	0.34	0.42	0.50	0.59	0.70	0.81	0.94	1.08	1.23	1.39	1.57
18	0.01	0.03	0.05	0.09	0.12	0.17	0.23	0.29	0.36	0.44	0.53	0.63	0.73	0.85	0.99	1.13	1.29	1.47	1.66
19	0.01	0.03	0.06	0.09	0.13	0.18	0.24	0.30	0.38	0.46	0.55	0.66	0.77	0.90	1.04	1.19	1.36	1.54	1.74
20	0.02	0.03	0.06	0.10	0.14	0.19	0.25	0.31	0.39	0.48	0.58	0.69	0.81	0.94	1.09	1.25	1.42	1.61	1.82
21	0.02	0.04	0.06	0.10	0.14	0.20	0.26	0.33	0.42	0.50	0.60	0.72	0.84	0.98	1.13	1.30	1.49	1.69	1.91
22	0.02	0.04	0.07	0.11	0.15	0.20	0.27	0.34	0.43	0.52	0.63	0.75	0.88	1.03	1.18	1.36	1.55	1.76	1.99
23	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.21	0.28	0.36	0.45	0.55	0.66	0.78	0.92	1.07	1.23	1.42	1.62	1.83	2.07
24	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.22	0.29	0.37	0.46	0.57	0.68	0.81	0.95	1.11	1.28	1.47	1.68	1.91	2.15
25	0.02	0.04	0.07	0.12	0.17	0.23	0.30	0.39	0.48	0.59	0.71	0.84	0.99	1.15	1.33	1.53	1.74	1.98	2.24
26	0.02	0.04	0.08	0.12	0.17	0.24	0.32	0.40	0.50	0.61	0.74	0.87	1.03	1.20	1.38	1.59	1.81	2.05	2.32
27	0.02	0.05	0.08	0.12	0.18	0.25	0.33	0.42	0.52	0.63	0.76	0.91	1.06	1.24	1.43	1.64	1.87	2.13	2.40
28	0.02	0.05	0.08	0.13	0.19	0.26	0.34	0.43	0.54	0.65	0.79	0.94	1.10	1.28	1.48	1.70	1.94	2.20	2.49
29	0.02	0.05	0.09	0.13	0.19	0.26	0.35	0.44	0.55	0.68	0.81	0.97	1.14	1.32	1.53	1.75	2.00	2.27	2.57
30	0.02	0.05	0.09	0.14	0.20	0.27	0.36	0.46	0.57	0.70	0.84	1.00	1.17	1.37	1.58	1.81	2.07	2.34	2.65

附表 2.2-3 悬索温编改正值表 ($\beta = 5$)

(m)

悬绳长度 L_H (m)	悬 索 偏 角 θ ($^{\circ}$)																																	
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40															
1	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.10	0.13	0.16	0.19	0.23	0.27	0.32	0.37	0.43	0.50	0.56	0.64	0.72	0.81	0.91	1.01	1.15	1.31	1.48	1.68	1.89	2.14	2.41	2.72
2	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.11	0.14	0.18	0.21	0.26	0.31	0.36	0.42	0.48	0.55	0.63	0.72	0.81	0.91	1.01	1.15	1.31	1.48	1.68	1.89	2.14	2.41	2.72		
3	0	0.01	0.02	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.17	0.21	0.24	0.28	0.33	0.38	0.43	0.49	0.56	0.63	0.72	0.81	0.91	1.01	1.15	1.31	1.48	1.68	1.89	2.14	2.41	2.72	
4	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.17	0.21	0.24	0.28	0.33	0.38	0.43	0.49	0.56	0.63	0.72	0.81	0.91	1.01	1.15	1.31	1.48	1.68	1.89	2.14	2.41	2.72		
5	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.17	0.20	0.24	0.28	0.33	0.38	0.43	0.49	0.56	0.63	0.72	0.81	0.91	1.01	1.15	1.31	1.48	1.68	1.89	2.14	2.41	2.72			
6	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.07	0.10	0.13	0.16	0.19	0.23	0.27	0.32	0.37	0.43	0.49	0.56	0.63	0.72	0.81	0.91	1.01	1.15	1.31	1.48	1.68	1.89	2.14	2.41	2.72				
7	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.18	0.21	0.26	0.31	0.36	0.42	0.48	0.55	0.63	0.72	0.81	0.91	1.01	1.15	1.31	1.48	1.68	1.89	2.14	2.41	2.72					
8	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.16	0.19	0.24	0.28	0.34	0.40	0.46	0.53	0.61	0.70	0.79	0.89	0.98	1.08	1.18	1.29	1.40	1.51	1.63	1.75	1.88	2.01	2.14	2.28	2.41	2.56	
9	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.13	0.17	0.21	0.26	0.31	0.37	0.43	0.51	0.58	0.67	0.76	0.87	0.98	1.08	1.18	1.29	1.40	1.51	1.63	1.75	1.88	2.01	2.14	2.28	2.41	2.56		
10	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.15	0.18	0.23	0.28	0.34	0.40	0.47	0.55	0.63	0.73	0.83	0.94	1.06	1.16	1.27	1.39	1.51	1.63	1.75	1.88	2.01	2.14	2.28	2.41	2.56			
11	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.16	0.20	0.25	0.30	0.36	0.43	0.51	0.59	0.68	0.78	0.89	1.01	1.11	1.22	1.33	1.45	1.57	1.70	1.83	1.96	2.09	2.22	2.35	2.48	2.61	2.74		
12	0.01	0.02	0.04	0.07	0.09	0.13	0.17	0.21	0.27	0.32	0.39	0.46	0.54	0.63	0.73	0.84	0.96	1.09	1.21	1.33	1.45	1.58	1.71	1.84	1.97	2.10	2.23	2.36	2.49	2.62	2.75			
13	0.01	0.03	0.04	0.07	0.10	0.14	0.18	0.23	0.28	0.35	0.42	0.50	0.58	0.68	0.78	0.90	1.02	1.16	1.31	1.46	1.61	1.76	1.91	2.06	2.21	2.36	2.51	2.66	2.81	2.96	3.11	3.26		
14	0.01	0.03	0.05	0.07	0.11	0.14	0.19	0.24	0.30	0.37	0.44	0.53	0.62	0.72	0.83	0.96	1.09	1.24	1.40	1.56	1.72	1.89	2.06	2.23	2.40	2.57	2.74	2.91	3.08	3.25	3.42	3.59		
15	0.01	0.03	0.05	0.08	0.11	0.15	0.20	0.26	0.32	0.39	0.47	0.56	0.66	0.76	0.88	1.01	1.15	1.31	1.48	1.65	1.83	2.01	2.19	2.37	2.55	2.73	2.91	3.09	3.27	3.45	3.63	3.81		
16	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.16	0.21	0.27	0.34	0.41	0.50	0.59	0.69	0.81	0.93	1.07	1.22	1.38	1.56	1.74	1.92	2.10	2.28	2.46	2.64	2.82	3.00	3.18	3.36	3.54	3.72	3.90		
17	0.01	0.03	0.05	0.09	0.12	0.17	0.22	0.29	0.36	0.43	0.52	0.62	0.73	0.85	0.98	1.13	1.28	1.46	1.65	1.83	2.02	2.20	2.38	2.56	2.74	2.92	3.10	3.28	3.46	3.64	3.82	4.00		
18	0.01	0.03	0.06	0.09	0.13	0.18	0.23	0.30	0.37	0.46	0.55	0.65	0.77	0.89	1.03	1.18	1.35	1.53	1.73	1.91	2.10	2.28	2.47	2.65	2.83	3.02	3.20	3.38	3.56	3.74	3.92	4.10		
19	0.02	0.03	0.06	0.09	0.14	0.19	0.25	0.31	0.39	0.48	0.57	0.68	0.80	0.93	1.08	1.24	1.41	1.60	1.81	2.00	2.19	2.38	2.57	2.76	2.95	3.14	3.33	3.52	3.71	3.90	4.09	4.28		
20	0.02	0.04	0.06	0.10	0.14	0.20	0.26	0.33	0.41	0.50	0.60	0.71	0.84	0.98	1.13	1.30	1.48	1.68	1.89	2.09	2.29	2.49	2.69	2.89	3.09	3.29	3.49	3.69	3.89	4.09	4.29	4.49		
21	0.02	0.04	0.07	0.10	0.15	0.20	0.27	0.34	0.43	0.52	0.63	0.75	0.88	1.02	1.18	1.35	1.54	1.75	1.98	2.19	2.40	2.61	2.82	3.03	3.24	3.45	3.66	3.87	4.08	4.29	4.50	4.71		
22	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.21	0.28	0.36	0.45	0.54	0.65	0.78	0.91	1.06	1.23	1.41	1.61	1.82	2.06	2.27	2.48	2.69	2.90	3.11	3.32	3.53	3.74	3.95	4.16	4.37	4.58	4.79		
23	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.22	0.29	0.37	0.46	0.56	0.68	0.81	0.95	1.11	1.28	1.46	1.67	1.90	2.14	2.37	2.60	2.83	3.06	3.29	3.52	3.75	3.98	4.21	4.44	4.67	4.90	5.13		
24	0.02	0.04	0.07	0.12	0.17	0.23	0.30	0.39	0.48	0.59	0.71	0.84	0.98	1.15	1.32	1.52	1.73	1.97	2.23	2.48	2.73	2.98	3.23	3.48	3.73	3.98	4.23	4.48	4.73	4.98	5.23	5.48		
25	0.02	0.04	0.08	0.12	0.18	0.24	0.31	0.40	0.50	0.61	0.73	0.87	1.02	1.19	1.37	1.58	1.80	2.04	2.31	2.57	2.83	3.09	3.35	3.61	3.87	4.13	4.39	4.65	4.91	5.17	5.43	5.69		
26	0.02	0.05	0.08	0.12	0.18	0.25	0.32	0.41	0.52	0.63	0.76	0.90	1.06	1.23	1.42	1.63	1.86	2.12	2.39	2.65	2.91	3.17	3.43	3.69	3.95	4.21	4.47	4.73	4.99	5.25	5.51	5.77		
27	0.02	0.05	0.08	0.13	0.19	0.26	0.34	0.43	0.53	0.65	0.78	0.93	1.10	1.28	1.47	1.69	1.93	2.19	2.47	2.74	3.01	3.28	3.55	3.82	4.09	4.36	4.63	4.90	5.17	5.44	5.71	5.98		
28	0.02	0.05	0.09	0.13	0.19	0.26	0.35	0.44	0.55	0.67	0.81	0.96	1.13	1.32	1.52	1.75	1.99	2.26	2.54	2.81	3.08	3.35	3.62	3.89	4.16	4.43	4.70	4.97	5.24	5.51	5.78	6.05		
29	0.02	0.05	0.09	0.14	0.20	0.27	0.36	0.46	0.57	0.70	0.84	0.99	1.17	1.36	1.57	1.80	2.06	2.33	2.61	2.88	3.15	3.42	3.69	3.96	4.23	4.50	4.77	5.04	5.31	5.58	5.85	6.12		
30	0.02	0.05	0.09	0.14	0.21	0.28	0.37	0.47	0.59	0.72	0.86	1.03	1.21	1.40	1.62	1.86	2.12	2.41	2.70	2.99	3.28	3.57	3.86	4.15	4.44	4.73	5.02	5.31	5.60	5.89	6.18	6.47		

附表 2-2-4 悬索逻辑改正值表

(m)

β	2.0										3.0									
	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
悬索偏角 θ (°)	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	1.2	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.8	3.1
逻辑长度 L_{II}	1.2	1.4	1.5	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	2.9	3.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3
	1.3	1.5	1.7	1.8	2.1	2.3	2.5	2.8	3.1	3.4	1.4	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.5	2.9	3.2	3.6
	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.3	3.7	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.7
	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	3.9	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.3	3.7	4.1
	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.8	4.2	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.9	4.3
	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	2.9	3.3	3.6	4.0	4.4	1.7	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.1	4.6
	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.8	4.2	4.7	1.8	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.5	3.9	4.3	4.8
	1.9	2.1	2.4	2.6	2.9	3.3	3.6	4.0	4.4	4.9	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.1	4.6	5.0
	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.8	4.2	4.7	5.1	2.0	2.3	2.5	2.8	3.2	3.5	3.9	4.3	4.8	5.3
	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.9	5.4	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.5
	2.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.2	4.6	5.1	5.6	2.2	2.5	2.8	3.1	3.5	3.8	4.3	4.7	5.2	5.8
	2.3	2.5	2.8	3.2	3.5	3.9	4.3	4.8	5.3	5.9	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.9	5.4	6.0
	2.4	2.6	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.5	6.1	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.2	4.6	5.1	5.7	6.3
	2.4	2.7	3.1	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4	2.5	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.3	5.9	6.5
	2.5	2.8	3.2	3.5	3.9	4.4	4.9	5.4	6.0	6.6	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.1	6.7
	2.6	2.9	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.6	6.2	6.8	2.7	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6	5.2	5.7	6.3	7.0
	2.7	3.0	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4	7.1	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.3	5.9	6.5	7.2
	2.8	3.2	3.5	3.9	4.4	4.9	5.4	6.0	6.6	7.3	2.9	3.2	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.1	6.8	7.5
	2.9	3.3	3.6	4.1	4.5	5.0	5.6	6.2	6.9	7.6	3.0	3.3	3.7	4.1	4.6	5.1	5.7	6.3	7.0	7.7
	3.0	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4	7.1	7.8	3.1	3.4	3.8	4.3	4.8	5.3	5.9	6.5	7.2	8.0
	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.4	5.9	6.6	7.3	8.1	3.1	3.5	3.9	4.4	4.9	5.5	6.1	6.7	7.4	8.2
	3.2	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.1	6.8	7.5	8.3	3.2	3.6	4.1	4.5	5.1	5.6	6.2	6.9	7.6	8.4
	3.3	3.7	4.1	4.6	5.1	5.7	6.3	7.0	7.7	8.5	3.3	3.7	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4	7.1	7.9	8.7
	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	5.8	6.5	7.2	8.0	8.8	3.4	3.8	4.3	4.8	5.3	5.9	6.6	7.3	8.1	8.9
	3.5	3.9	4.3	4.8	5.4	6.0	6.7	7.4	8.2	9.0	3.5	3.9	4.4	4.9	5.5	6.1	6.7	7.5	8.3	9.2
	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.2	6.8	7.6	8.4	9.3	3.6	4.0	4.5	5.1	5.6	6.3	6.9	7.7	8.5	9.4
	3.7	4.1	4.6	5.1	5.7	6.3	7.0	7.8	8.6	9.5	3.7	4.2	4.6	5.2	5.8	6.4	7.1	7.9	8.7	9.7
	3.8	4.2	4.7	5.2	5.8	6.5	7.2	8.0	8.8	9.8	3.8	4.3	4.8	5.3	5.9	6.6	7.3	8.1	9.0	9.9
	3.9	4.3	4.8	5.4	6.0	6.7	7.4	8.2	9.1	10.0	3.9	4.4	4.9	5.4	6.1	6.7	7.5	8.3	9.2	10.1
	4.0	4.4	4.9	5.4	6.0	6.7	7.4	8.2	9.1	10.0	4.0	4.5	5.0	5.6	6.2	6.9	7.7	8.5	9.4	10.4
	4.1	4.5	5.0	5.5	6.1	6.8	7.6	8.4	9.3	10.3	4.1	4.6	5.1	5.7	6.4	7.1	7.8	8.7	9.6	10.6
	4.2	4.6	5.1	5.6	6.3	7.0	7.7	8.6	9.5	10.5	4.1	4.6	5.1	5.7	6.4	7.1	7.8	8.7	9.6	10.6
	4.3	4.7	5.2	5.8	6.4	7.1	7.9	8.8	9.7	10.7	4.2	4.7	5.2	5.8	6.5	7.2	8.0	8.9	9.8	10.9
	4.4	4.8	5.3	5.9	6.6	7.3	8.1	9.0	9.9	11.0	4.3	4.8	5.3	6.0	6.6	7.4	8.2	9.1	10.1	11.1
	4.5	4.9	5.4	6.0	6.7	7.5	8.3	9.2	10.2	11.2	4.4	4.9	5.5	6.1	6.8	7.6	8.4	9.3	10.3	11.4
	4.6	5.0	5.5	6.2	6.9	7.6	8.5	9.4	10.4	11.5	4.4	5.0	5.6	6.2	6.9	7.7	8.6	9.5	10.5	11.6
	4.7	5.1	5.6	6.3	7.0	7.8	8.6	9.6	10.6	11.7	4.5	5.1	5.7	6.4	7.1	7.9	8.7	9.7	10.7	11.9
	4.8	5.2	5.8	6.4	7.1	7.9	8.8	9.8	10.8	12.0	4.6	5.2	5.8	6.5	7.2	8.0	8.9	9.9	10.9	12.1
	4.9	5.3	5.9	6.5	7.3	8.1	9.0	10.0	11.0	12.2	4.7	5.3	5.9	6.6	7.4	8.2	9.1	10.1	11.2	12.3
	5.0	5.4	6.0	6.7	7.4	8.3	9.2	10.2	11.2	12.4	4.8	5.4	6.1	6.8	7.5	8.4	9.3	10.3	11.4	12.6

附表 2.2-5 悬索测编改正值表

悬索偏角 θ (°)	4.0										5.0									
	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
11	1.2	1.4	1.6	1.7	1.9	2.3	2.4	2.6	2.9	3.2	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.4
12	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.5	2.6	2.8	3.1	3.5	1.4	1.6	1.7	1.9	2.1	2.4	2.7	2.9	3.3	3.6
13	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.4	3.7	1.5	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.8	3.2	3.5	3.9
14	1.5	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.0	3.4	3.7	4.1
15	1.6	1.8	2.0	2.3	2.5	2.8	3.1	3.4	3.8	4.2	1.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	3.9	4.3
16	1.7	1.9	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	4.0	4.5	1.8	2.0	2.2	2.5	2.7	3.1	3.4	3.8	4.2	4.6
17	1.8	2.0	2.3	2.5	2.8	3.1	3.5	3.8	4.2	4.7	1.9	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.8
18	1.9	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.6	4.0	4.5	4.9	1.9	2.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.7	4.2	4.6	5.1
19	2.0	2.2	2.5	2.8	3.1	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	2.0	2.3	2.6	2.9	3.3	3.5	3.9	4.4	4.8	5.3
20	2.1	2.3	2.6	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.9	5.4	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.7	4.1	4.6	5.0	5.6
21	2.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6	5.1	5.7	2.2	2.5	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.3	5.8
22	2.3	2.5	2.8	3.2	3.5	3.9	4.3	4.8	5.4	6.0	2.3	2.6	2.9	3.3	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.1
23	2.4	2.7	3.0	3.3	3.7	4.1	4.5	5.0	5.6	6.2	2.4	2.7	3.0	3.4	3.8	4.2	4.6	5.1	5.7	6.3
24	2.5	2.8	3.1	3.4	3.8	4.3	4.7	5.2	5.8	6.4	2.5	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.3	5.9	6.5
25	2.5	2.9	3.2	3.6	4.0	4.4	4.9	5.4	6.0	6.6	2.6	2.9	3.3	3.6	4.1	4.5	5.0	5.5	6.1	6.8
26	2.6	3.0	3.3	3.7	4.1	4.6	5.1	5.6	6.2	6.9	2.7	3.0	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	5.7	6.4	7.0
27	2.7	3.1	3.4	3.8	4.3	4.7	5.3	5.8	6.5	7.1	2.8	3.1	3.5	3.9	4.3	4.8	5.4	5.9	6.6	7.3
28	2.8	3.2	3.5	4.0	4.4	4.9	5.4	6.0	6.7	7.4	2.9	3.2	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.1	6.8	7.5
29	2.9	3.3	3.7	4.1	4.6	5.1	5.6	6.2	6.9	7.6	3.0	3.3	3.7	4.2	4.6	5.2	5.7	6.3	7.0	7.8
30	3.0	3.4	3.8	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4	7.1	7.9	3.1	3.4	3.8	4.3	4.8	5.3	5.9	6.5	7.2	8.0
31	3.1	3.5	3.9	4.4	4.8	5.4	6.0	6.6	7.3	8.1	3.2	3.5	4.0	4.4	4.9	5.5	6.1	6.7	7.5	8.2
32	3.2	3.6	4.0	4.5	5.0	5.5	6.2	6.8	7.5	8.3	3.3	3.6	4.1	4.6	5.1	5.6	6.3	6.9	7.7	8.5
33	3.3	3.7	4.1	4.6	5.1	5.7	6.3	7.0	7.8	8.6	3.3	3.8	4.2	4.7	5.2	5.8	6.4	7.1	7.9	8.7
34	3.4	3.8	4.2	4.7	5.3	5.9	6.5	7.2	8.0	8.8	3.4	3.9	4.3	4.8	5.4	6.0	6.6	7.3	8.1	9.0
35	3.5	3.9	4.4	4.9	5.4	6.0	6.7	7.4	8.2	9.1	3.5	4.0	4.4	4.9	5.5	6.1	6.8	7.5	8.3	9.2
36	3.6	4.0	4.5	5.0	5.6	6.2	6.9	7.6	8.4	9.3	3.6	4.1	4.5	5.1	5.7	6.3	7.0	7.7	8.6	9.5
37	3.7	4.1	4.6	5.1	5.7	6.4	7.1	7.8	8.6	9.6	3.7	4.2	4.6	5.2	5.8	6.4	7.2	7.9	8.8	9.7
38	3.8	4.2	4.7	5.3	5.9	6.5	7.2	8.0	8.9	9.8	3.8	4.3	4.8	5.3	6.0	6.6	7.3	8.1	9.0	9.9
39	3.8	4.3	4.8	5.4	6.0	6.7	7.4	8.2	9.1	10.1	3.9	4.4	4.9	5.5	6.1	6.8	7.5	8.3	9.2	10.2
40	3.9	4.4	5.0	5.5	6.2	6.8	7.6	8.4	9.3	10.3	4.0	4.5	5.0	5.6	6.2	6.9	7.7	8.5	9.4	10.4
41	4.0	4.5	5.1	5.7	6.3	7.0	7.8	8.6	9.5	10.5	4.1	4.6	5.1	5.7	6.4	7.1	7.9	8.7	9.7	10.7
42	4.1	4.6	5.2	5.8	6.4	7.2	7.9	8.8	9.7	10.8	4.2	4.7	5.3	5.9	6.5	7.3	8.1	8.9	9.9	10.9
43	4.2	4.7	5.3	5.9	6.6	7.3	8.1	9.0	10.0	11.0	4.3	4.8	5.4	6.0	6.7	7.4	8.2	9.1	10.1	11.2
44	4.3	4.8	5.4	6.0	6.7	7.5	8.3	9.2	10.2	11.3	4.4	4.9	5.5	6.1	6.8	7.6	8.4	9.3	10.3	11.4
45	4.4	4.9	5.5	6.2	6.9	7.6	8.5	9.4	10.4	11.5	4.5	5.0	5.6	6.3	7.0	7.7	8.6	9.5	10.5	11.7
46	4.5	5.1	5.7	6.3	7.0	7.8	8.7	9.6	10.6	11.8	4.6	5.1	5.7	6.4	7.1	7.9	8.8	9.7	10.8	11.9
47	4.6	5.2	5.8	6.4	7.2	7.9	8.8	9.7	10.8	12.0	4.6	5.2	5.8	6.5	7.3	8.1	8.9	9.9	11.0	12.1
48	4.7	5.3	5.9	6.6	7.3	8.1	9.0	10.0	11.1	12.2	4.7	5.3	6.0	6.6	7.4	8.2	9.1	10.1	11.2	12.4
49	4.8	5.4	6.0	6.7	7.5	8.3	9.2	10.2	11.3	12.5	4.8	5.4	6.1	6.8	7.5	8.4	9.3	10.3	11.4	12.6
50	4.9	5.5	6.1	6.8	7.6	8.5	9.4	10.4	11.5	12.7	4.9	5.5	6.2	6.9	7.7	8.5	9.5	10.5	11.6	12.9

附表 2.3-1 纜索位移改正值表 ($m=0.20$)

(m)

主索垂度 f_s (m)	懸索偏角 θ (°)																			
	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
1	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	0.07
2	0	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14
3	0	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.18	0.21
4	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.14	0.16	0.18	0.21	0.24	0.28
5	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.09	0.11	0.13	0.14	0.17	0.19	0.20	0.23	0.26	0.31	0.35
6	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.17	0.20	0.23	0.27	0.32	0.37	0.42	0.48
7	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.16	0.19	0.23	0.27	0.32	0.37	0.43	0.49	0.56
8	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.11	0.13	0.16	0.19	0.23	0.27	0.31	0.36	0.42	0.49	0.56	0.63
9	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.10	0.12	0.15	0.18	0.21	0.25	0.30	0.35	0.41	0.48	0.55	0.63	0.70
10	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.11	0.13	0.16	0.20	0.24	0.28	0.33	0.39	0.45	0.53	0.61	0.70	0.77
11	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.15	0.18	0.22	0.26	0.31	0.37	0.43	0.50	0.58	0.67	0.77	0.84
12	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.07	0.10	0.13	0.16	0.19	0.24	0.29	0.34	0.40	0.47	0.55	0.63	0.73	0.82	0.92
13	0.01	0.01	0.03	0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.17	0.21	0.26	0.31	0.37	0.43	0.51	0.59	0.69	0.79	0.92	1.06
14	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09	0.12	0.15	0.19	0.23	0.28	0.33	0.40	0.47	0.55	0.64	0.74	0.85	0.99	1.13
15	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.16	0.20	0.24	0.30	0.36	0.42	0.50	0.59	0.68	0.79	0.92	1.06	1.20
16	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.13	0.17	0.21	0.26	0.32	0.38	0.45	0.53	0.62	0.73	0.84	0.98	1.13	1.27
17	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.11	0.14	0.18	0.23	0.28	0.34	0.40	0.48	0.57	0.66	0.77	0.90	1.04	1.20	1.34
18	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.15	0.19	0.24	0.29	0.36	0.43	0.51	0.60	0.70	0.82	0.95	1.10	1.27	1.41
19	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.16	0.20	0.25	0.31	0.38	0.45	0.54	0.63	0.74	0.86	1.00	1.16	1.34	1.51
20	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.16	0.21	0.26	0.33	0.40	0.48	0.57	0.67	0.78	0.91	1.06	1.22	1.41	1.60
21	0.01	0.02	0.04	0.07	0.09	0.13	0.17	0.22	0.28	0.34	0.42	0.50	0.59	0.70	0.82	0.96	1.11	1.28	1.48	1.68
22	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.14	0.18	0.23	0.29	0.36	0.44	0.52	0.62	0.73	0.86	1.00	1.16	1.34	1.55	1.76
23	0.01	0.02	0.05	0.07	0.10	0.14	0.19	0.24	0.30	0.38	0.46	0.55	0.65	0.77	0.90	1.05	1.21	1.40	1.62	1.83
24	0.01	0.03	0.05	0.07	0.11	0.15	0.19	0.25	0.31	0.39	0.48	0.57	0.68	0.80	0.94	1.09	1.27	1.46	1.69	1.90
25	0.01	0.03	0.05	0.08	0.11	0.16	0.21	0.26	0.33	0.41	0.50	0.59	0.71	0.83	0.98	1.14	1.32	1.53	1.76	1.97
26	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.16	0.21	0.27	0.34	0.42	0.52	0.62	0.74	0.87	1.02	1.18	1.37	1.59	1.83	2.04
27	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.17	0.22	0.29	0.36	0.44	0.54	0.64	0.76	0.90	1.05	1.23	1.43	1.65	1.90	2.11
28	0.01	0.03	0.05	0.09	0.13	0.17	0.23	0.30	0.37	0.46	0.56	0.67	0.79	0.93	1.09	1.27	1.48	1.71	1.97	2.20
29	0.01	0.03	0.06	0.09	0.13	0.18	0.24	0.31	0.38	0.47	0.57	0.69	0.82	0.97	1.13	1.32	1.53	1.77	2.04	2.27
30	0.01	0.03	0.06	0.09	0.14	0.19	0.25	0.32	0.40	0.49	0.59	0.71	0.85	1.00	1.17	1.36	1.58	1.83	2.11	2.34

注：本表格公式 $\Delta_{10} = \frac{1}{2} m f_s \text{tg}^2 \theta$ 计算。

附表 2.3-2 纜索位移改正值表 ($m=0.30$)

(m)

主索垂度 f_s (m)	懸索偏角 θ (°)																			
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	
1	0	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11
2	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.21
3	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.11	0.13	0.15	0.18	0.20	0.24	0.27	0.32	0.38
4	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.17	0.20	0.23	0.27	0.32	0.37	0.42	0.50
5	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.15	0.18	0.21	0.25	0.29	0.34	0.40	0.46	0.53
6	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.10	0.12	0.15	0.18	0.21	0.25	0.30	0.35	0.41	0.48	0.55	0.63	0.74
7	0.01	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.11	0.14	0.17	0.21	0.25	0.30	0.35	0.41	0.48	0.55	0.64	0.74	0.84
8	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.07	0.10	0.13	0.16	0.20	0.24	0.29	0.34	0.40	0.47	0.55	0.63	0.73	0.84	0.95
9	0.01	0.01	0.03	0.04	0.06	0.08	0.11	0.14	0.18	0.22	0.27	0.32	0.38	0.45	0.53	0.61	0.71	0.82	0.95	1.06
10	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.09	0.12	0.16	0.20	0.24	0.30	0.36	0.42	0.50	0.59	0.68	0.79	0.92	1.06	1.16
11	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.14	0.17	0.22	0.27	0.33	0.39	0.47	0.55	0.64	0.75	0.87	1.01	1.16	1.27
12	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.15	0.19	0.24	0.29	0.36	0.43	0.51	0.60	0.70	0.82	0.95	1.10	1.27	1.37
13	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.16	0.21	0.26	0.32	0.39	0.46	0.55	0.65	0.76	0.89	1.03	1.19	1.37	1.48
14	0.01	0.02	0.04	0.07	0.09	0.13	0.17	0.22	0.28	0.34	0.42	0.50	0.59	0.70	0.82	0.96	1.11	1.28	1.48	1.58
15	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.14	0.19	0.24	0.30	0.37	0.45	0.54	0.64	0.75	0.88	1.02	1.19	1.37	1.58	1.69
16	0.01	0.03	0.05	0.07	0.11	0.15	0.20	0.25	0.32	0.39	0.48	0.57	0.68	0.80	0.94	1.09	1.27	1.46	1.69	1.80
17	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.16	0.21	0.27	0.34	0.42	0.51	0.61	0.72	0.85	1.00	1.16	1.35	1.56	1.80	1.90
18	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.17	0.22	0.29	0.36	0.44	0.54	0.64	0.76	0.90	1.05	1.23	1.43	1.65	1.90	2.01
19	0.01	0.03	0.06	0.09	0.13	0.18	0.23	0.30	0.38	0.47	0.56	0.66	0.81	0.95	1.11	1.30	1.50	1.74	2.01	2.11
20	0.01	0.03	0.06	0.09	0.14	0.19	0.25	0.32	0.40	0.49	0.59	0.71	0.85	1.00	1.17	1.36	1.58	1.83	2.11	2.22
21	0.02	0.03	0.06	0.10	0.14	0.20	0.26	0.33	0.42	0.51	0.62	0.75	0.89	1.05	1.23	1.43	1.66	1.92	2.22	2.32
22	0.02	0.04	0.07	0.10	0.15	0.21	0.27	0.35	0.44	0.55	0.65	0.79	0.93	1.10	1.29	1.50	1.74	2.01	2.32	2.43
23	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.21	0.28	0.36	0.46	0.56	0.68	0.82	0.98	1.15	1.35	1.57	1.82	2.11	2.43	2.53
24	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.22	0.30	0.38	0.48	0.59	0.71	0.86	1.02	1.20	1.41	1.64	1.90	2.20	2.53	2.64
25	0.02	0.04	0.07	0.12	0.17	0.23	0.31	0.40	0.50	0.61	0.74	0.89	1.06	1.25	1.46	1.71	1.98	2.29	2.64	2.75
26	0.02	0.04	0.08	0.12	0.18	0.24	0.32	0.41	0.52	0.64	0.77	0.93	1.10	1.30	1.52	1.77	2.06	2.38	2.75	2.85
27	0.02	0.04	0.08	0.13	0.18	0.25	0.33	0.43	0.54	0.66	0.80	0.96	1.14	1.35	1.58	1.84	2.14	2.47	2.85	2.96
28	0.02	0.05	0.08	0.13	0.19	0.26	0.35	0.44	0.56	0.69	0.83	1.00	1.19	1.40	1.64	1.91	2.22	2.56	2.96	3.06
29	0.02	0.05	0.09	0.14	0.20	0.27	0.36	0.46	0.58	0.71	0.86	1.03	1.23	1.45	1.70	1.98	2.30	2.66	3.06	3.17
30	0.02	0.05	0.09	0.14	0.20	0.28	0.37	0.48	0.60	0.73	0.89	1.07	1.27	1.50	1.76	2.05	2.38	2.75	3.17	3.27

附表 2.3-3 纜索位移动正位表 ($m=0.40$)

主索垂度 f_r (m)	悬索偏角 θ (°)																(m)		
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34		36	38
1	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.11	0.12	0.14
2	0	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08	0.10	0.11	0.13	0.16	0.18	0.21	0.24	0.28
3	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.17	0.20	0.23	0.27	0.32	0.37	0.42
4	0	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.07	0.08	0.11	0.13	0.16	0.19	0.23	0.27	0.31	0.36	0.42	0.49	0.56
5	0	0.01	0.02	0.03	0.05	0.06	0.08	0.11	0.13	0.16	0.20	0.24	0.28	0.33	0.39	0.45	0.53	0.61	0.70
6	0.01	0.01	0.02	0.04	0.05	0.07	0.10	0.13	0.16	0.20	0.24	0.29	0.34	0.40	0.47	0.55	0.63	0.73	0.84
7	0.01	0.02	0.03	0.04	0.06	0.09	0.12	0.15	0.19	0.23	0.28	0.33	0.40	0.47	0.55	0.64	0.73	0.85	0.99
8	0.01	0.02	0.03	0.05	0.07	0.10	0.13	0.17	0.21	0.26	0.32	0.38	0.45	0.53	0.62	0.73	0.84	0.98	1.13
9	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.11	0.15	0.19	0.24	0.29	0.36	0.43	0.51	0.60	0.70	0.82	0.95	1.10	1.27
10	0.01	0.02	0.04	0.06	0.09	0.12	0.16	0.21	0.26	0.33	0.40	0.48	0.57	0.67	0.78	0.91	1.06	1.22	1.41
11	0.01	0.02	0.04	0.07	0.10	0.14	0.18	0.23	0.29	0.36	0.44	0.52	0.62	0.73	0.86	1.00	1.16	1.34	1.55
12	0.01	0.03	0.05	0.07	0.11	0.15	0.20	0.25	0.32	0.39	0.48	0.57	0.68	0.80	0.94	1.09	1.27	1.46	1.69
13	0.01	0.03	0.05	0.08	0.12	0.16	0.21	0.27	0.34	0.42	0.52	0.62	0.74	0.87	1.02	1.18	1.37	1.59	1.83
14	0.01	0.03	0.06	0.09	0.13	0.17	0.23	0.30	0.37	0.46	0.56	0.67	0.79	0.93	1.09	1.27	1.48	1.71	1.97
15	0.01	0.03	0.06	0.09	0.14	0.19	0.25	0.32	0.40	0.49	0.59	0.71	0.85	1.00	1.17	1.36	1.58	1.83	2.11
16	0.02	0.04	0.06	0.10	0.14	0.20	0.26	0.34	0.42	0.52	0.63	0.76	0.90	1.07	1.25	1.46	1.69	1.95	2.25
17	0.02	0.04	0.07	0.11	0.15	0.21	0.28	0.36	0.45	0.56	0.67	0.81	0.96	1.13	1.33	1.55	1.79	2.08	2.39
18	0.02	0.04	0.07	0.11	0.16	0.22	0.30	0.38	0.48	0.59	0.71	0.86	1.02	1.20	1.41	1.64	1.90	2.20	2.53
19	0.02	0.04	0.08	0.12	0.17	0.24	0.31	0.40	0.50	0.62	0.75	0.90	1.07	1.27	1.48	1.73	2.01	2.32	2.68
20	0.02	0.04	0.08	0.12	0.18	0.25	0.33	0.42	0.53	0.65	0.79	0.95	1.13	1.33	1.56	1.82	2.11	2.44	2.82
21	0.02	0.05	0.08	0.13	0.19	0.26	0.35	0.44	0.56	0.69	0.83	1.00	1.19	1.40	1.64	1.91	2.22	2.56	2.96
22	0.02	0.05	0.09	0.14	0.20	0.27	0.36	0.46	0.58	0.72	0.87	1.05	1.24	1.47	1.72	2.00	2.32	2.69	3.10
23	0.02	0.05	0.09	0.14	0.21	0.29	0.38	0.49	0.61	0.75	0.91	1.09	1.30	1.53	1.80	2.09	2.43	2.81	3.24
24	0.02	0.05	0.09	0.15	0.22	0.30	0.39	0.51	0.64	0.78	0.95	1.14	1.36	1.60	1.87	2.18	2.53	2.93	3.38
25	0.02	0.06	0.10	0.16	0.23	0.31	0.41	0.53	0.66	0.82	0.99	1.19	1.41	1.67	1.95	2.27	2.64	3.05	3.52
26	0.03	0.06	0.10	0.16	0.23	0.32	0.43	0.55	0.69	0.85	1.03	1.24	1.47	1.73	2.03	2.37	2.74	3.17	3.66
27	0.03	0.06	0.11	0.17	0.24	0.34	0.44	0.57	0.72	0.88	1.07	1.28	1.53	1.80	2.11	2.46	2.85	3.30	3.80
28	0.03	0.06	0.11	0.17	0.25	0.35	0.46	0.59	0.74	0.91	1.11	1.33	1.58	1.87	2.19	2.55	2.96	3.42	3.94
29	0.03	0.06	0.11	0.18	0.26	0.36	0.48	0.61	0.77	0.95	1.15	1.38	1.64	1.93	2.26	2.64	3.06	3.54	4.08
30	0.03	0.07	0.12	0.19	0.27	0.37	0.49	0.63	0.79	0.98	1.19	1.43	1.70	2.00	2.34	2.73	3.17	3.66	4.22

附表 2.4 测点深校正系数 ϵ 表

 β ϵ $H(m)$	$\beta = 2.0$			$\beta = 3.0$			$\beta = 4.0$			$\beta = 5.0$		
	0.2	0.6	0.8	0.2	0.6	0.8	0.2	0.6	0.8	0.2	0.6	0.8
1												
2												
3	0.43	0.44	0.30									
4	0.27	0.30	0.22									
5	0.18	0.22	0.17	0.37	0.38	0.26						
6	0.12	0.17	0.14	0.27	0.30	0.22	0.43	0.40	0.27			
7	0.07	0.14	0.12	0.21	0.25	0.20	0.34	0.35	0.25	0.47	0.47	0.30
8	0.04	0.10	0.10	0.16	0.21	0.16	0.27	0.30	0.22	0.39	0.40	0.27
9	0.01	0.08	0.08	0.12	0.17	0.14	0.22	0.25	0.19	0.33	0.35	0.25
10	0	0.06	0.07	0.08	0.14	0.12	0.18	0.22	0.17	0.27	0.30	0.22
11	-0.02	0.05	0.06	0.06	0.12	0.11	0.15	0.20	0.15	0.23	0.27	0.20
12	-0.03	0.04	0.05	0.04	0.10	0.10	0.12	0.16	0.13	0.19	0.24	0.17
13	-0.04	0.02	0.05	0.02	0.09	0.09	0.10	0.15	0.12	0.16	0.21	0.16
14	-0.05	0.02	0.04	0.01	0.07	0.09	0.07	0.13	0.11	0.14	0.19	0.15
15	-0.05	0.01	0.04	0	0.06	0.07	0.06	0.12	0.10	0.10	0.16	0.13
16	-0.06	0	0.04	-0.01	0.05	0.07	0.04	0.11	0.10	0.09	0.15	0.12
17	-0.06	0	0.03	-0.02	0.05	0.06	0.03	0.09	0.09	0.08	0.14	0.11
18	-0.06	0	0.03	-0.02	0.04	0.06	0.02	0.08	0.09	0.07	0.13	0.11
19	-0.07	-0.01	0.03	-0.03	0.03	0.05	0.01	0.07	0.08	0.06	0.11	0.10
20	-0.08	-0.02	0.02	-0.04	0.02	0.05	0	0.06	0.07	0.04	0.10	0.10
21	-0.08	-0.02	0.02	-0.05	0.02	0.05	-0.01	0.06	0.07	0.03	0.10	0.10
22	-0.08	-0.03	0.02	-0.06	0.01	0.05	-0.02	0.05	0.06	0.02	0.09	0.09
23	-0.09	-0.03	0.02	-0.06	0.01	0.04	-0.02	0.04	0.06	0.02	0.08	0.08
24	-0.09	-0.03	0.01	-0.06	0	0.04	-0.03	0.03	0.06	0.01	0.07	0.07
25	-0.09	-0.04	0.01	-0.06	0	0.04	-0.03	0.03	0.05	0	0.06	0.07
30	-0.10	-0.05	0	-0.08	-0.02	0.02	-0.05	0.01	0.04	-0.03	0.04	0.06
35	-0.10	-0.06	0	-0.09	-0.03	0.01	-0.07	0	0.03	-0.05	0.02	0.05
40	-0.11	-0.07	-0.01	-0.09	-0.04	0.01	-0.08	-0.02	0.02	-0.06	0	0.04
50	-0.12	-0.08	-0.02	-0.10	-0.05	0	-0.09	-0.04	0.01	-0.08	-0.02	0.02

附录三 测验用表

附表 3.1 缆道测深、测速记载及流量计算表

附表 3.2 悬移质输沙率测验记载表（积时式采样器施测）

附表 3.3 单位水样含沙量测验记载表（积时式采样器施测）

附录五 水文缆道考证簿填写说明

一、缆道设计基本资料

1. 实测流速、流量：流速仪法最大值，是指船测法或其他方法用流速仪测得的最大流速、流量。

2. 堤岸：无堤岸而有水工建筑物或公路、铁路桥的测站，则在备注栏中说明，并填写有关数值。

二、缆道设施

1. 缆道类别：填电动、机动、人力。

2. 布设型式：开口游轮式（包括平衡游轮式）闭口游轮式等。

3. 集中荷载 P_v ：按公式 $P_v = F + \frac{q'L}{2} + G \left(1 - 4 \frac{f_{v\max}}{L} \right)$ 计算。

式中 F ——行车及附属物的重量 (kg)；

G ——铅鱼包括流速仪、采样器的重量 (kg)；

$f_{v\max}$ ——主索最大加载垂度 (m)。

4. 空载垂度 f_0 、加载垂度 f_{\max} ：填实测最大值。

5. 设计拉力：按下列公式计算：

$$H_{\max} = \frac{1}{f} \cdot \frac{L}{4} \left[\frac{qL}{2} + P \right]$$

$$P = \sqrt{P_v^2 + P_z^2}$$

式中 $f_{v\max}$ ——取实测值；

P_z ——水流冲击力， $P_z = G \tan \theta$ (θ 为最大偏角)。

6. 工作索：起重索与循环索之统称。

7. 起重卷筒钢丝绳：即下游轮或复滑轮组所采用之钢丝绳。

8. 起重滑轮组数：只有一个游轮的不填。

9. 调节方式：填自动或固定。

10. 支架型式：自立式、绞接式。

11. 锚碇型式：填块锚、板锚、桩锚。

12. 缆道平面图 (附图 1.1)：同测站基本设施平面图，按比例绘出测流河段、水尺、断面位置、断面标志、主索、副索、浮标投放器、支架、锚碇、绞车、操作室、站房平面位置图。

图例按《水文测验手册》第三册附录“水文年鉴图例”规定绘制。

13. 缆道布设型式图 (附图 1.2)：应绘出有主索、工作索、行车、铅鱼、导向滑轮、游轮、平衡锤、绞车等的示意图，可参照《水文缆道》一书绘制。

14. 主索荷载垂度曲线图 (附图 1.3)：

(1) 两岸支点等高, 则不标 α 角。

(2) 附图 1.3 中表内所列起点距、高程、加载垂度, 应在悬吊铅鱼的情况下, 将逐条垂线实测值填入。

三、机电设备

1. 电源: 只为夜测照明而备有发电设备的测站, 不填此栏, 只在备注栏中注明。

2. 动力: 电动机、柴油机。

3. 调速装置: 水平是分级调速, 而垂直为无级调速的, 则分别填写。

4. 绞车: “起重卷筒容量”是指卷钢丝绳的长度, 并说明钢丝绳的规格如“卷 5.0mm 的钢丝绳 50m”; “起重能力”: 按实际负荷填入; “速度”: 驱动行车(水平)和铅鱼(垂直)的速度。

5. 绞车布设图(附图 1.4): 照绞车设计图, 按比例绘制平面布设图。

四、缆道工程和设备验收单

1. 项目: 填土建工程、缆索、驱动信号系统。

2. 名称: 按项目分别填写。如支架、锚碇等属于土建工程; 电动机、绞车滑轮等属于驱动系统; 主索、工作索等属于缆索系统; 信号传输、接收属信号系统。

3. 外购型号: 指直接购置的成品, 如电动机、减速箱等。

4. 质量检查情况说明: 用简要文字说明, 如“符合设计要求”、“拉线安全系数小于 3, 不符合设计要求”等。

5. 验收人员意见: 对存在的主要问题, 提出改建意见, 并限期完成, 以便鉴定投产。

6. 开支金额: 应能反映缆道工程和设备的总投资。

五、记录装置

记录装置模式较多, 各流域机构、省(市)、自治区水文总站在印制本表时, 在名称栏中空格或完全空格, 要求在本流域机构或本省(市)、自治区范围内, 填写的记录装置名称应统一。

六、使用情况

测验精度: 分项目按实际比测率定的误差值填入。如: 起点距精度、水深精度、流量精度等。

七、设备更换情况

名称: 包括缆道的各种设备和记录装置, 例如工作索、导向滑轮、测深计数器、……等。

八、技术资料

名称: 包括勘测、设计、施工及验收资料, 水文缆道考证簿以及比测、率定、试验资料等, 分别按名称填入。