

成都工學院圖書館

350925

基本館藏

水工建筑物观测技术手册



水利电力部水利管理司編



中国工业出版社

水工建筑物观测技术手册

水利电力部水利管理司编

中国工业出版社

本手册是针对国内水利水电建设现实情况和现有技术条件，并参照国内外经验而编写的。手册中对水工建筑物内部、外部以及库区等有关水工建筑物安全和正常运用的观测工作，从目的、要求、方法、设备、仪器、标点布置到测次、精度，以及观测成果的整理分析和观测资料的整编等都作了介绍和提出了比较具体的要求。

本手册主要适用于各类型水库、水闸、水电站的管理人员以及水利水电设计院、水利工程施工部门的技术人员。也可供水利水电科学研究部门、水利水电院校师生参考。

水工建筑物观测技术手册

水利电力部水利管理司编

*

水利电力部办公厅图书编辑部编辑（北京阜外月坛南营房）

中国工业出版社出版（北京修业园路丙10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{2}$ ·印张 $6 \frac{1}{2}$ ·字数168,000

1964年3月北京第一版·1964年3月北京第一次印刷

印数0001—7,276·定价(科六)1.00元

*

统一书号：15165·2857(水电-381)

前 言

对水工建筑物进行经常、系统的观察测量，掌握工程动态，对保证工程安全运用，并为设计、施工、管理和科学研究提供资料具有十分重要的意义。我国对水工建筑物的观测工作开展不久，经验不多。为此，在一九五八年年底，前水利电力部工程管理局邀请安徽省水利电力厅、江苏省和河南省水利厅、官厅水库管理处、丰满水电厂、水利水电科学研究院等单位，参考国内外的经验和资料，在以往工作基础上编写了“水工建筑物观测技术规范(初稿)”〔以下简称规范(初稿)〕，并由部印发试行。规范(初稿)的试行，对开展观测工作起了一定的作用。但由于编写时间比较短促，内容方面还有很多缺点，文字图表也不够完善；特别是随着观测工作的开展，各地积累了不少新的经验，观测技术也有所提高，规范(初稿)中的某些规定已不能完全适应当前的现实情况；同时当时印发份数很少，也未能满足各地需要。

目前水利水电建设日益发展，特别是大跃进以来工程数量大大地增加，观测工作也急需相应地进一步开展和提高。因此，我司于一九六二年春邀请部干部学校和官厅水库管理处等单位，组成了起草小组，在规范(初稿)的基础上，研究修改为“水工建筑物观测技术手册”(以下简称手册)。并征求了部技术委员会、水利水电科学研究院、水利电力部北京勘测设计院等有关部门的意见。手册的内容，针对国内水利水电工程建设的现实情况和现有技术条件，主要偏重于大中型碾压式土坝、混凝土重力坝、宽缝重力坝、重力拱坝、水闸等建筑物；并且主要考虑水工建筑物正常运用期间的观测工作，对于其他方面的专门观测要求，尚需根据具体情况另订。编订内容这样广泛的观测手册尚属初试，由于时间短促和经验不足，又限于编写同志的水平，难免有欠妥和谬

誤的地方，懇切希望讀者予以指正。本手冊編写过程中还得到密云水庫工程总指揮部的协助，在出版工作上得到中国工业出版社的大力支持，特致謝意。

編者

目 录

总则	1
第一章 水工建筑物的一般观察	5
第一节 目的和要求	5
第二节 土工建筑物的一般观察	6
第三节 混凝土建筑物的一般观察	7
第四节 金属结构和启闭机械的一般观察	8
第五节 其他观察	10

变形观测部分

第二章 水工建筑物的变位观测	11
第一节 目的和要求	11
第二节 观测设备的布置、结构和埋设	12
第三节 观测方法	20
第四节 资料的整理	24
第三章 土坝固结及孔隙水压力观测	30
第一节 土坝固结观测	30
第二节 土坝孔隙水压力观测	35
第三节 资料的整理	38
第四章 裂缝及伸缩缝观测	41
第一节 土工建筑物的裂缝观测	41
第二节 混凝土建筑物的裂缝观测	42
第三节 混凝土建筑物的伸缩缝观测	45

渗透观测部分

第五章 土工建筑物的渗透观测	50
第一节 目的与要求	50
第二节 土坝浸润线观测	51
第三节 渗透流量观测	64
第四节 绕过建筑物两岸的渗透观测	69

第五节	坝基渗水压力观测	70
第六节	渗水浑浊度观测	71
第七节	资料的整理	72
第六章	混凝土建筑物的渗透观测	76
第一节	目的与要求	76
第二节	混凝土建筑物基础扬压力观测	77
第三节	隧洞外水压力观测	85
第四节	资料的整理	87

应力、温度观测部分

第七章	混凝土坝的应力观测	91
第八章	混凝土坝的温度观测	115
第九章	土压力观测	122

水流观测部分

第十章	水流形态观测	126
第一节	目的与要求	126
第二节	水流平面形态观测	126
第三节	水跃和水面线观测	128
第四节	挑射水流观测	129
第五节	资料的整理	130
第十一章	有关高速水流问题的观测	132
第一节	目的与要求	132
第二节	水工建筑物振动观测	132
第三节	水流脉动压力观测	134
第四节	气蚀观测	135
第五节	进气量观测	136
第六节	过水面压力分布观测	142

库区和河床变形观测部分

第十二章	库区地形变化观测	145
第十三章	水工建筑物上下游河床变形观测	151

水文觀測部分

第十四章	水位觀測	153
第十五章	流量觀測	156
第十六章	其他水文觀測	162
第一节	波浪觀測	162
第二节	冰凌觀測	168
第三节	水溫觀測	170
第四节	水庫水面蒸发觀測	173
附录一	安全保护要求	175
附录二	資料整理整編的一般要求	176
附录三	参考表式	178
参考文献		199

总 則

总-1 水工建筑物观测工作是通过各种仪器设备和工具，对正在施工和已竣工的水工建筑物进行經常、系統的观察測量。它的目的是：

一、監視运用期間水工建筑物的状态变化和工作情况。在发现不正常現象时及时分析原因，采取措施，防止发生事故，并改善运用方式，以保証工程安全运用；

二、了解施工期間水工建筑物的状态变化，以保証施工质量；

三、通过在施工和运用期間对水工建筑物的状态变化和工作情况的分析研究，驗證設計；

四、为水工建筑物的設計、施工、管理和科学研究工作提供資料。

总-2 为适应水工建筑物观测技术工作的需要，特編写本手册。

本手册内容主要着重于大中型水工建筑物管理运用期間正常情况下的观测工作。对正在施工的水工建筑物，可参照本手册进行观测工作。小型水工建筑物可以根据具体情况，参照本手册的要求进行一些必要而簡易的观测工作。

发现水工建筑物有不正常情况时，以及为了科学研究等目的而需要进行的观测工作，应根据具体情况另作补充。

总-3 水文、气象观测以及測量方面本手册未詳述者，可参照水文測驗、气象观测以及測量等规范或手册进行。

总-4 設計部門在进行水利工程設計时，应参照本手册并結合工程具体情况，确定水工建筑物的观测項目和方法，进行观测设备的布置設計，作为工程設計文件内容的一部分。

总-5 水利工程施工期間，施工部門必須根据設計文件要

求，指定专人负责安装埋设观测设备，按时进行观测，对观测资料进行整理分析，以掌握工程质量和状态变化；并将上述工作列入工程的施工计划。工程管理筹备机构的观测人员应参加观测设备安装及观测工作。

在验收交接水利工程时，施工部门必须将所有观测设备以及全部考证图表和观测资料与建筑物一起移交工程管理机构。

总-6 各水利工程管理机构应参照本手册并根据建筑物的具体情况制订工程观测工作细则，作为工程管理规范的组成部分，报请上级主管部门批准后执行。工程管理机构必须根据观测工作细则，固定专人进行观测工作，并对观测成果随时进行整理分析及整编，及时掌握建筑物的状态变化和工作情况。发现问题时，随时提出处理措施或向上级反映。每隔一定时间，工程管理机构必须对观测资料进行全面的研究，分析水工建筑物状态变化规律和工作情况，对建筑物工作能力作出鉴定，向上级提出工程运用和维修意见。

总-7 水工建筑物的观测工作，必须遵循下列原则：

一、根据需要对水工建筑物进行全面而必要的观测，对各种相互联系的现象必须配合进行观测；

二、对水工建筑物进行系统、连续的观测，全部观测工作应严格按照所规定的测次和时间进行；

三、及时有系统地结合建筑物荷重及其他影响建筑物工作的因素对观测成果进行整理分析；

四、保证观测成果的真实性和准确性。

总-8 各种水工建筑物的观测项目：

一、必须进行经常的一般观察。

二、进行下列项目的观测，其中有“☆”符号者为最低限度必须观测的项目：

(一)土坝：

大型和重要中型水库：1.垂直位移☆；2.水平位移☆；3.浸润线☆；4.渗流量☆；5.渗水浑浊度；6.固结；7.坝基渗水压力；

8. 繞坝渗流。

对于水中填土及水力冲填坝則必須观测固結和孔隙压力。

中型水庫：1. 垂直位移☆；2. 渗流量☆；3. 水平位移☆。

(二) 混凝土坝：

大型和重要中型水庫：1. 水平位移☆；2. 垂直位移☆；3. 渗流量☆；4. 混凝土温度☆；5. 混凝土应力☆；6. 繞坝渗流；7. 渗漏水质分析；8. 坝体渗水扬压力；9. 鋼筋应力；10. 震动；11. 伸縮縫；12. 扬压力；13. 脉动压力；14. 过水面压力分布。

对于重力坝必須观测扬压力和基础沉陷。

中型水庫：1. 水平位移☆；2. 垂直位移☆；3. 渗流量☆；4. 扬压力；5. 混凝土温度。

(三) 水閘：

1. 上下游河床变形☆；2. 水流形态☆；3. 閘基扬压力☆；4. 水平位移☆；5. 垂直位移☆；6. 繞过两岸渗流；7. 波浪；8. 伸縮縫；9. 震动；10. 脉动压力。

(四) 隧洞和泄水管：

1. 水流形态☆；2. 下游河床变形☆；3. 进口淤积☆；4. 外水压力；5. 漏水量；6. 負压；7. 气蚀；8. 进气量；9. 震动。

对于坝体内的泄水管必須观测震动、内水压力和沉陷。

(五) 溢洪道：

1. 下游河床变形☆；2. 水流形态☆；3. 过水面压力分布；4. 脉动压力。

除上述項目外，对于溢洪道的閘身部分必須按照水閘的观测項目进行观测。

(六) 庫区：

1. 庫区淤积☆；2. 庫区坍岸；3. 波浪；4. 水面蒸发。

堆石坝、圪工坝、船閘、水电站部分以及渠系建筑物等其他建筑物可参照上述要求确定观测項目。

三、进行必要的水文、气象观测。

四、在水工建筑物发生裂縫后，必須进行裂縫观测。

五、位于冰冻地区的水利工程必须进行冰凌观测。

总-9 当水工建筑物受到大于或等于地震烈度四度的地震或震动以后，应即对水工建筑物进行全面的观测工作。在水工建筑物的设计地震烈度较高时，上述规定可以适当放宽。

总-10 水工建筑物观测工作包括以下步骤：

- 一、观测项目的确定和布置；
- 二、观测设备的设计；
- 三、仪器设备的埋设安装；
- 四、现场观测和成果的记录；
- 五、观测成果的计算和整理分析；
- 六、观测资料的整编。

总-11 水利工程管理机构应将水工建筑物的各项观测基点和标点构成观测设备系统，并绘制观测设备平面总布置图。观测设备系统有必要变动时，必须对新旧观测设备系统同时观测一个时期，找出新旧系统的关系，以保证观测资料的系统性和连续性。

总-12 各水利工程管理机构应按照上级主管部门的规定，将水工建筑物观测资料的整理分析成果定期上报；每年年终应对观测资料进行整编，并对观测工作进行技术总结，及时上报。

总-13 根据具体情况，水利工程管理机构认为观测的项目、仪器设备、测次等有需要增减变动时，应报请上级主管部门批准后执行。

总-14 各水利工程管理机构应根据上级主管部门的规定和工作需要并参照本手册制订观测操作方法、顺序、人员分工、资料保管以及观测仪器设备维护检修等有关的工作制度。

总-15 在进行观测工作时，必须注意安全保护，防止发生安全事故。

总-16 对于各项观测的设备、仪器，应妥加保护，保持完整，并定期进行率定检修。

第一章 水工建筑物的一般观察

第一节 目的和要求

1-1 为了密切监视水工建筑物的状态变化和工作情况，以便及时养护修理、正确操作运用或进一步进行观测，所有水工建筑物都必须进行经常的一般观察。

1-2 水工建筑物的一般观察，可采取眼看、耳听、手摸等方法并辅以简单工具进行。

1-3 水工建筑物的一般观察的内容、次数、时间、顺序，应根据建筑物各部位的具体情况进行全面安排。

对建筑物的主要部位，原则上每天都要进行巡回观察；对某些发展缓慢、不致骤然影响建筑物安全及不可能每天进行的观察项目和部位，可以根据情况规定观察次数和时间。

各工程管理处，应根据各观察项目的观察次数、时间，排定逐日的巡回观察路线。

1-4 在汛期、水位高于正常高水位(或警戒水位)期间或当建筑物有不正常情况时，应加强一般观察。必要时，应对可能出现险情的部位昼夜监视。

1-5 当水工建筑物在不同运用情况和外界因素影响下，应对容易发生问题的地方特别注意观察。例如：

在高水位期间，应加强对堤坝背水坡、反滤坝趾和其他渗透出逸部位的观察；

在大风浪期间，应加强对堤坝迎水面护坡的观察；

在暴雨期间，应加强对建筑物表面和其两岸山坡排水情况，以及可能发生滑坡的部位的观察；

在泄流期间，应加强对水流形态、消能设备、冲刷淤积、震动和水面漂浮物的观察；

在水位消落期间，应加强对迎水坡可能发生滑坡的部位的观

察:

在泄流間隙時間，应对泄水建筑物可能发生冲刷、磨損、气蚀等部位和启閉設備进行全面觀察。

在冰冻期間，应对可能遭受冰压或壅冰阻塞的工程部位，进行冰凌情况的觀察。

1-6 水工建筑物的觀察工作应确定专人负责，觀察时应作記錄。

1-7 对于觀察中所发现的問題，应及时分析研究，进行处理。对需要进一步了解其发展情況的問題，应繼續觀察或进行觀測。

第二节 土工建筑物的一般觀察

1-8 对土工建筑物应注意觀察有无裂縫；当发现裂縫以后，即应觀察其位置、大小、方向及其发展趋势。

对平行于坝軸綫的裂縫，应注意觀察是否有滑坡的迹象；对垂直于坝軸綫的裂縫，应注意能否形成貫穿上、下游的漏水通道。裂縫应妥加保护，防止雨水流入和人畜踐踏。

对需要进行觀測的裂縫，应按第四章的規定进行觀測。

1-9 对土工建筑物的背水坡和坝脚一带，必須注意觀察有无散浸、漏水、管涌、流土等現象。当发现上述情况后，即应觀測其位置、范围、面积，渗水有无驟增驟减和是否渾浊；并結合有关觀測成果，判明其对建筑物安全的影响。对于危及建筑物安全的現象，必須及时进行处理。

1-10 对土工建筑物必須注意觀察有无害兽、害虫活动的痕迹。在发现上述痕迹后，应进一步追查有无鼠穴、獾洞、蟻窩等隱患。

1-11 对土工建筑物必須注意觀察有无滑坡、坍穴、塌陷、表面冲蚀及坡脚凸起等現象。

1-12 对土工建筑物的块石护坡，应注意觀察有无石块翻起、松动、塌陷、垫层流失、架空等損坏現象。

1-13 对于堤防还須注意观察下列各項:

- 一、护坡草皮和防浪林的生长情况;
- 二、岸坡有无冲刷和坍塌現象, 埽坝等护岸建筑物是否完好;
- 三、河道水流情况有无变化, 是否有險工上提下挫現象;
- 四、堤身有无挖坑、取土、挖缺口和耕种农作物等人为损坏現象。

第三节 混凝土建筑物的一般观察

1-14 混凝土建筑物的一般观察, 包括裂缝、渗漏、磨損、气蝕、剝落、松軟、侵蝕和伸縮縫填充物情况等項。

1-15 对混凝土建筑物必須观察有无裂缝。当发现裂缝后, 可用放大鏡檢查其长度、走向、宽度和分布情况, 以及是否形成貫穿裂缝, 并在裂缝两端用油漆作出标记, 继续观察其发展情况。对于需要进行观测的裂缝, 可参照第四章的规定进行观测。

有漏水現象的裂缝, 应同时进行渗漏情况的观察。

1-16 对混凝土建筑物必須观察有无渗漏現象。当发现渗漏現象后, 应观察其位置、面积和渗漏程度, 并注意有无游离石灰(反碱現象)及黃锈(鋼筋锈蝕)析出。

渗漏程度可分为湿斑点和漏流两类。漏流又可分为点滴流、細流、射流。

漏流可用下列方法測量渗流量:

一、用脫脂棉花和紗布, 先称好重量, 然后鋪貼于渗漏面上吸收渗漏水, 經過一定時間, 取下再秤其重量, 即可算得渗漏水

量。

二、將渗漏水引入容器, 直接量渗漏水的容积或重量。

1-17 对混凝土泄水建筑物可能产生气蝕的部位, 如隧洞进口段、漸变段、弯曲段、溢流堰面等, 在行水以后, 应观察有无气蝕現象。在不便于观察的部位, 可在每年汛前汛后各观察一次。对气蝕比較严重的部位, 可参照第十一章的规定进行观测。

1-18 对混凝土泄水建筑物的过水面，在每次行水以后，应观察有无磨损现象。当发现磨损后，应记录其位置、面积、磨损程度以及有无钢筋外露现象。

1-19 对混凝土表面应观察有无脱壳、剥落、松软、侵蚀等现象。

可采用木锤敲击混凝土表面，听其声响来判断混凝土的表面有无脱壳现象。

对于混凝土的表面剥落，应观察其位置、面积、深度和钢筋露出情况。

对混凝土的松软，可用手指、刀子、凿子试剥的方法，以判断其松软程度及范围。

1-20 对混凝土建筑物的伸缩缝，应观察缝内填充物有无流失和有无漏水现象。

第四节 金属结构和启闭机械的一般观察

1-21 对金属结构的一般观察，包括裂纹、开焊、油漆脱落、锈蚀、铆钉或螺栓松动、变形等项。

1-22 观察金属结构是否产生裂纹或焊缝开焊，可用下列方法：

一、察看金属表面，在表面有一条凸起的红褐色铁锈，附近有流锈或油漆开裂的地方，就可能有裂纹；

二、用木锤敲击金属构件，从发出的声响来判断：如声响不宏亮，哑而不清脆，传声不匀有突然中断现象，就是在附近有裂纹；

三、在发现有裂纹迹象的附近，将煤油滴在金属表面上，观察其渗开情况，如油渍不成圆弧形渗开，而在某处截然渗印成线条，该处即有裂纹。

在发现金属结构的裂纹以后，即应用油漆画出标记，加强观察。

对于焊缝，可在焊缝的一面涂以干白垩(或普通粉笔灰)，然

后在反面涂上煤油，在有貫穿性裂紋或开焊的位置，可以看出煤油渗透的痕迹。

当发现金属结构的焊缝开焊以后，即应用油漆画上标记，进行处理或继续进行观察。

1-23 对金属结构表面，应观察有无油漆剥落、生锈现象。

1-24 对閘門、閘門槽、鋼管道等，应观察其是否有气蚀现象。

1-25 对金属结构的铆钉是否松动，可用下列方法进行观察：

一、在铆钉头处有水锈痕迹或周围油漆有裂紋，就是铆钉有松动现象；

二、用小錘(0.2~0.4公斤)輕輕敲打铆钉头两侧，若发出哑声或震动的声响，就是铆钉有松动现象；

三、用小錘敲打釘头的一側，同时用手指按着另一側，若感觉到震手或铆钉颤动，即是铆钉有松动现象。也可用一根圓头铁棒(参見图1-1)放在铆钉头的一側，若敲打时棒头跳起，就是铆钉有松动现象。

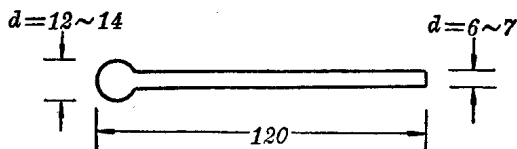


图 1-1 检查铆钉的铁棒示意图(单位: 毫米)

当发现铆钉有松动现象时，即应用油漆画上标记，进行处理。

1-26 对于金属结构，特别是金属閘門的框架和面板，应注意观察有无不正常的变形。当发现有不正常的变形后，即应测量其变形的程度。

1-27 对启閉机械，应观察运转是否灵活，有无不正常的声响和震动，传动机件和承重构件有无损坏磨蚀，地脚螺絲是否松动，制动器是否有效，潤滑油剂是否充足，安全防护设备是否完