

8

水工建筑物 观测工作手册

水利电力部水利司编

水利出版社

水 工 建 筑 物 观 测 工 作 手 册

水利电力部水利司编

水 利 出 版 社

水工建筑物观测工作手册

水利电力部水利司编

(原水利电力出版社纸型)

水利出版社出版发行

(北京德胜门外六铺炕)

水利电力印刷厂印刷

1980年6月北京新一版

1980年6月北京第一次印刷

印数00001—17050册 每册1.45元

书号 15047·4062

TV6
1266

4770

226

前 言

建国以来，在毛主席无产阶级革命路线指引下，我国亿万人民奋发图强，改天换地，兴建了大量的水利工程，也积累了丰富的水利管理经验。不断总结推广这些经验，把水利工程管好用好，保证安全，充分发挥效益，为发展工农业生产服务，是水利部门一项重要任务。水工建筑物观测工作，可以及时反映工程实际运行状态，为搞好管理提供必要的资料，也有助于改进今后的设计、施工工作，是水利管理不可缺少的重要内容。

水利电力部前水利管理司曾于一九六四年组织力量，总结当时的经验，编写了《水工建筑物观测技术手册》，并由中国工业出版社出版。十多年过去了，水利建设发生了重大变化，水利管理的面貌日新月异。为了总结水工观测工作的新经验，补充原手册有所不足的方面，我部于一九七五年四月委托河南省水利局吴和副总工程师，在北京市官厅水库管理处周章焕、山西省汾河水库管理局蔡克贤、辽宁省清河水库管理处吴世吉、安徽省响洪甸水电站周秉煜、江西省上犹江水电厂史尚尧、福建省东张水库管理局倪秉宇、湖北省徐家河水库管理局李国瑞、湖南省水府庙水库管理局刘有泉、广东省高州水库管理局吕永令和南京水利科学研究所司洪洋等同志的参加下，对一九六四年出版的《水工建筑物观测技术手册》进行了修订，提出了修改初稿，并印发各省、市、自治区水利水电部门和一些设计、施工、管理单位，广泛征求了意见。在此基础上，我们又邀请了北京市官厅水库管理处周章焕、山西省汾河水库管理局蔡克贤、吉林省丰满水电厂赵秉懿等同志，在我司牛运光、张秀玲同志组织下，共同对手册修改稿作了最后的修订，并将原书名改为《水工建筑物观测工作手册》。

这本手册，着眼于大、中型水库、闸坝枢纽等水工建筑物在管理运用和施工时的观测工作。堤防和小型水利工程，可参照本手册的要求，考虑工程的特点，进行必要的简易观测。

由于我们调查研究不够，这次修订的手册会有不少缺点和错误，希望读者提出意见，以便今后修改补充。

广大水利战线上的同志们对于本手册的修订和出版，给予热情支持，大力协助，在此谨致谢意。

水利电力部水利司

一九七七年二月

目 录

前 言

总 则	1
-----------	---

第一章 水工建筑物的观察	4
--------------------	---

第一节 目的和一般要求	4
第二节 土工建筑物的观察	5
第三节 混凝土建筑物的观察	6
第四节 金属结构和启闭机械的观察	6
第五节 其他观察	7

变 形 观 测 部 分

第二章 水工建筑物的变位观测	8
----------------------	---

第一节 目的和一般要求	8
第二节 观测设备的布置	8
第三节 观测设备的结构和埋设	11
第四节 观测方法及精度要求	20
第五节 资料的整理	29
第六节 设备的养护修理	32

第三章 土坝固结观测	32
------------------	----

第一节 目的和一般要求	32
第二节 观测设备的布置、结构和埋设	33
第三节 观测方法及资料整理	37

第四章 裂缝与伸缩缝观测	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	43
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	48
----------------------	----

第一节 目的和一般要求	48
第二节 土坝浸润线观测	48
第三节 渗透流量观测	63
第四节 绕过建筑物两岸的渗透观测	66
第五节 坝基渗水压力观测	67
第六节 导渗降压效能观测	69

第七节	渗水的透明度观测及化学分析	71
第八节	资料的整理与分析	72
第九节	渗透观测设备的检查和养护修理	76
第六章	混凝土建筑物的渗透观测	79
第一节	目的和一般要求	79
第二节	混凝土建筑物基础扬压力观测	80
第三节	外水压力观测	86
第四节	资料的整理分析	88

应力、温度观测部分

第七章	混凝土坝的应力观测	92
第一节	混凝土的应力观测	92
第二节	钢筋应力观测	102
第三节	资料的计算和整理	102
第八章	混凝土坝的温度观测	110
第九章	土压力观测	114
第一节	土坝应力观测	114
第二节	混凝土建筑物的接触土压力观测	117
第十章	土坝孔隙水压力观测	119
第一节	目的和一般要求	119
第二节	观测设备的布置	119
第三节	观测设备的结构和埋设方法	120
第四节	观测方法及精度要求	132
第五节	资料的整理分析	134
第六节	观测设备的检查与养护修理	135

水流观测部分

第十一章	水流形态观测	137
第一节	目的和一般要求	137
第二节	水流平面形态观测	137
第三节	水跃和水面线观测	138
第四节	挑射水流观测	139
第五节	资料的整理	139
第六节	观测设备的检查与养护修理	140
第十二章	有关高速水流问题的观测	141
第一节	目的和一般要求	141
第二节	水工建筑物振动观测	141
第三节	水流脉动压力观测	142
第四节	负压观测	143
第五节	进气量观测	143

第六节	气蚀观测	146
第七节	过水面压力分布观测	147

库区和河床变形观测部分

第十三章	库区地形变化观测	149
第十四章	水工建筑物上下游河床变形观测	151

水文观测部分

第十五章	水位、流量观测	152
第一节	水位观测	152
第二节	流量观测	153
第十六章	其他水文观测	157
第一节	波浪观测	157
第二节	冰凌观测	162
第三节	水温观测	163
第四节	异重流观测	164
第五节	水质污染检测	166

资料整理整编部分

第十七章	水工建筑物观测资料的整理整编和刊印	167
------	-------------------------	-----

附 录

附录一	水工建筑物观测工作的安全保护要求	170
附录二	参考表式	170
附录三	某工程试用激光准直法测定建筑物水平变位的初步经验简介	192
附录四	某工程对视准线法观测水平位移所作的误差计算成果	193
附录五	应用测斜仪观测土石坝的内部变形	194
附录六	各种量水堰流量计算公式及查用表	197
附录七	差动电阻式仪器和比例电桥简介	200
附录八	双管式孔隙水压力计及其应用	205
附录九	观测仪器一览表	209

总 则

总-1 水工建筑物观测工作是工程管理工作的耳目，是保证工程安全，充分发挥工程效益，更好地为工农业生产服务的一项重要的基本工作。

水工建筑物受各种力的作用，以及各种自然因素的影响，其状态和工作情况随时都在变化。有的是正常的变化，对建筑物的安全影响不大，但也有一些水工建筑物，由于某些内因和外因的影响，会出现异常现象，甚至引起失事。为了及时掌握水工建筑物变化的情况和性质，必须进行观测工作。实践证明，加强观测工作，及时发现问题，采取有效措施，可保证建筑物的安全；忽视观测工作，不能及时发现问题，一旦险情发展，措手不及，往往造成事故。因此，对水工建筑物观测工作，必须予以足够的重视。

总-2 水工建筑物观测工作是通过各种仪器设备和工具，对正在施工和投入运用的水工建筑物进行经常的、系统的观察和测量，其目的是：

(1) 监视运用期间水工建筑物的状态变化和工作情况。在发现不正常现象时，及时分析原因，采取措施，防止发生事故，并改善运用方式，保证工程安全。

(2) 及时掌握施工期间水工建筑物的状态变化，据以指导施工，保证工程质量。

(3) 分析研究水工建筑物的观测资料，掌握运用情况和变化规律，验证原设计及实验的数据，提高水工建筑物的设计水平，并为科学研究提供第一性资料。

总-3 各级水利管理部门必须坚持以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，坚持无产阶级专政下的继续革命，加强党的领导，依靠群众，总结经验，建立合理的规章制度，实行领导干部、工人、技术人员三结合，开展技术革新和技术革命，把水工建筑物观测工作落实到基层。

观测人员要做到：

(1) 遵照毛主席关于无产阶级专政条件下继续革命的教导，认真学习马列主义、毛泽东思想，积极投身于三大革命斗争的实践，不断提高阶级斗争和路线斗争觉悟，认真改造世界观。

(2) 发扬对工作极端负责的精神，全心全意地为人民服务，立足本职，放眼世界，为水工建筑物的安全运用，站好岗，放好哨。

(3) 为革命钻研业务，练好基本功，“对技术精益求精”，努力做到“又红又专”。

(4) 坚持辩证唯物主义，认真分析观测资料，掌握工程动态。

(5) 有问题和情况，要及时请示汇报。

总-4 水工建筑物的观测工作，应遵循下列原则：

(1) 观测项目要能满足监视工程工作情况，了解工程变化规律的需要，要求有明确的针对性。既要有重点，又要全面考虑。对于有联系的观测项目，要结合进行。

(2) 观测设备要合理布置,精心埋设,作到能了解工程全貌,特别是能掌握工程重要部位和薄弱环节的变化情况。

(3) 观测测次要能掌握测点变化过程,保持资料连续性。一般说来,在施工阶段和运用初期观测次数应较多。当经过较长时间考验后,建筑物的变化情况已经基本稳定或初步掌握了建筑物的变化规律后,则测次可适当减少。在特殊情况下,除规定的外,还应增加测次或增加测点及有关的观测项目。

(4) 观测资料要保证真实,准确反映客观实际。观测必须按时,测值必须符合精度,计算必须正确无误,分析资料必须全面客观。

总-5 设计部门在进行工程设计时,除按国家有关规定外,应参照本手册的要求,并结合工程具体情况,进行观测设计,确定水工建筑物的观测项目、观测设备的布置以及观测仪器、观测方法,作为工程设计内容之一。所需投资和设备,应一并列入基建计划,报请上级主管部门审查批准。

总-6 施工部门要根据设计文件要求,编制观测设备的施工计划,指定专人负责安装埋设,注意埋设质量和安全保护,防止损坏,并负责施工期的观测工作。管理筹备机构应派人员参加这一工作。

在验收交接工程时,施工部门应将所有观测设备以及全部考证图表和观测资料,一起移交工程管理部门,由管理单位继续进行观测工作。

总-7 科研部门要协助管理部门总结观测经验,研究推广观测新技术,不断提高观测技术水平。

总-8 水利工程管理部门应参照本手册,根据建筑物的具体情况,制订水工建筑物观测工作细则,包括观测项目、测次、时间、顺序、人员分工、精度要求、资料整理分析保管以及观测仪器设备保护、率定、检修、安全操作等有关各项工作制度,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。

总-9 观测工作有以下内容:

(1) 观测设计:包括观测项目的确定和布置,观测设备的采用,仪器设备的埋设和安装,并绘制观测设计总图、主要观测设备布置和结构图。

(2) 观测仪器设备的埋设和安装:要严格按设计要求进行。竣工后要绘制竣工图和填列考证表。

(3) 现场观测:组织巡回观察或利用观测仪器工具,根据规定的观测项目、测次、时间,在现场进行观测记载,并要求做到“四无”(无缺测、无漏测、无不符精度、无违时)、“四随”(随观测、随记录、随计算、随校核)。为了有利于提高观测精度和效率,还应做到“四固定”(人员、仪器、测次、时间)。测次有变动时,应报请上级主管部门批准后执行。

(4) 观测资料的整理分析:现场观测成果要进行校对,防止差错,及时绘制过程线和关系曲线,进行分析。如发现异常情况,应找出原因,采取措施。如原因一时查不清,应加强观测。分析成果,应及时上报。

(5) 定期进行资料整编,并对观测工作进行技术总结。对建筑物工作状态做出鉴

各 类 水 工 建 筑 物 观 测 项 目 一 览 表

说明 1. 其中“△”符号为必须观测项目。“○”符号为建议观测项目。在此类问题存在此类问题时建议观测项目。在特殊情况下，可酌予调整。

2. 水中填土坝及水坠坝必须观测固结和孔隙水压力。

3. 轻型混凝土坝可以不观测基础扬压力。

4. 水电站厂房、大型排灌站等,可根据具体情况,并参照本表确定观测项目。

5. 严寒地区的水工建筑物可按其特点确定观测项目。

6. 根据需要进行必要的水文、气象、地震等观测项目。开展这些项目时, 可请有关部门帮助指导。

7. 根据水工建筑物的不同情况, 可增减观测项目。

定, 提出工程运用和维修意见。

总-10 观测设备系统变动后, 应尽可能保持新旧观测设备系统同时工作一个时期, 找出新旧系统的关系, 以保证观测资料的连续性。

总-11 各种水工建筑物的观测项目如表总-1。

总-12 当水工建筑物受到地震烈度五度以上地震或相当于五度以上的震动以后, 应对水工建筑物进行全面的观测工作。在水工建筑物设计地震烈度较高时, 上述规定可适当放宽。

总-13 水文、气象观测以及有关测量工作, 凡本手册未详述者, 可参照水文测验、气象观测以及测量等规范或手册进行。

第一章 水工建筑物的观察

第一节 目的和一般要求

1-1 为及时发现水工建筑物外露的一切不正常现象, 并从中联系分析, 判断建筑物内部可能发生的问题, 从而进一步采取相宜的观察、观测和养护修理措施, 以消除工程缺陷或改善工程外观, 保证工程的安全和完整, 对所有水工建筑物都必须进行观察。

水工建筑物的观察是水工观测工作中的重要组成部分, 简单易行, 全面及时。实践证明, 许多建筑物上的问题, 往往都是首先由观察发现的, 故必须给予足够的重视。

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

1-3 水工建筑物观察的内容、次数、时间、顺序等, 应根据建筑物的具体情况, 进行全面安排。对水工建筑物的观察, 原则上每月至少应进行一至二次。

1-4 当建筑物有不正常情况或处于容易引起问题的外界条件下, 应加强对水工建筑物的观察。必要时, 对可能出现险情的部位, 应昼夜监视。对于屡经观察而无明显变化的建筑物部位, 可适当减少观察次数。

1-5 每年汛前、汛后, 用水期前后, 都应配合工程检查, 对水工建筑物相应进行一次全面的观察。对于闸门和启闭机等, 应作动水试运转进行观察。闸前无水时, 仅作试运转进行观察。

1-6 在不同运用情况和外界因素影响下, 应加强对容易发生问题的部位的观察。例如:

(1) 在高水位期间, 应加强对土坝背水坡、反滤坝趾、两岸接头、下游坝脚和其它渗透出逸部位的观察以及建筑物和闸门变形的观察。

(2) 在大风浪期间, 应加强对土坝迎水面护坡和受风浪影响的闸门的观察。

(3) 在暴雨期间, 应加强对建筑物表面及其两岸山坡的冲刷、排水情况以及可能发生滑坡坍塌部位的观察。

(4) 在泄流期间, 应加强对水流形态、冲刷、淤积、振动、水面漂浮物的观察。

- (5) 在水位骤降期间, 应加强对土坝迎水坡可能发生滑坡的部位的观察。
- (6) 在泄流间歇期间, 应对泄水建筑物可能发生冲刷、磨损、气蚀等部位的观察。
- (7) 在冰凌期间, 应注意对冰冻情况、冰凌对建筑物的影响及防冻、防凌措施效果的观察。
- (8) 在冬季和温度骤降期间, 应加强对混凝土建筑物缝形变化和渗水情况的观察。
- (9) 在遭受五度以上地震之后, 应即对水工建筑物进行全面的观察。特别要注意有无裂缝、滑坡、塌陷、翻沙、冒水及渗流量异常等现象。
- (10) 结合本工程具体情况, 加强观察其它应注意的部位。
- 1-7 为保持建筑物的完整, 并不断改善外观条件, 应观察建筑物各部位是否有杂草生长, 尘土、垃圾、杂物积存, 表面破损, 轮廓线起伏、歪斜及其它有碍观瞻的现象。
- 1-8 水工建筑物的观察, 应确定专人负责。观察时, 应作好记录, 必要时应就地绘出草图, 并加描述。
- 1-9 对于观察中所发现的重要问题, 应及时上报, 并要抓紧分析研究, 进行处理。对需要进一步了解其发展情况的问题, 应继续观察或观测。

第二节 土工建筑物的观察

- 1-10 注意观察有无裂缝。当发现裂缝后, 对重要的应即观察其位置, 并记述其情况, 必要时应按第四章要求进行观测。
- 对于平行于坝轴线的裂缝, 应注意观察是否有滑坡的迹象; 对于垂直于坝轴线的裂缝, 应注意能否形成贯穿上、下游的漏水通道。
- 对于重要裂缝应妥加保护, 防止雨水流入和人畜践踏。
- 1-11 对土坝背水坡, 两岸接头和坝脚一带, 必须注意观察有无散浸、漏水、管涌、流土或沼泽化等现象, 泉眼、减压井、反滤排水沟等的渗水是否有异常变化, 渗水是否浑浊或是否有其它色泽, 结合有关观测成果, 分析判断其对建筑物的影响。
- 必要时, 应进一步进行探测检查, 并加强观察和观测。
- 1-12 注意观察有无害虫、害兽的活动痕迹。在发现上述痕迹后, 应进一步追查有无鼠穴、獾洞、白蚁窝等隐患。
- 1-13 注意观察有无滑坡、塌陷、坍坑、表面冲蚀及坡脚凸起等现象。
- 1-14 对块石护坡, 应注意观察有无块石翻起、松动、塌陷、垫层流失、架空或风化变质等损坏现象。
- 1-15 对表面排水系统, 应注意观察有无裂缝或损坏, 沟内有无障碍物及泥沙淤积或石缝中长草等情况以及降雨时的排水情况。
- 1-16 注意观察坝顶路面及防浪墙是否完好, 有无塌陷、裂缝等情况。
- 1-17 对于堤防, 还须注意观察下列各项:
- (1) 护坡草皮和防浪林的生长情况。
- (2) 护岸、护坡是否完好, 有无冲刷和坍塌现象。

(3) 河道水流情况有无变化, 是否有险工上提下挫现象。

(4) 堤身有无挖坑、取土、挖缺口和耕种农作物等人为损坏现象。

第三节 混凝土建筑物的观察

1-18 观察有无裂缝。发现裂缝后, 对重要的应按第四章要求设点进行观测。

1-19 对混凝土建筑物以及与地基、两岸接头部分, 必须观察有无渗漏现象。当发现渗漏现象后, 应观察其位置、面积和渗漏程度, 并注意有无游离石灰及黄锈析出。

渗漏程度可分湿斑点和漏流两类。漏流又可分为点滴流、细流、射流。

如需测量渗漏水量, 可用下列方法:

(1) 用脱脂棉花和纱布, 先称好重量, 然后铺贴于渗漏面上吸收渗漏水, 经过一定时间, 取下再称其重量, 即可算得渗漏水量。

(2) 将渗漏水引入容器, 直接量渗漏水容积或重量。

1-20 对混凝土输、泄水建筑物的某些部位, 如隧洞进口段、渐变段、弯曲段、岔管段和溢流堰面等, 在行水以后, 应观察有无气蚀、磨损、剥落等现象。在不便于经常观察的部位, 可根据情况隔一定阶段进行一次观察, 并应注意其位置、面积、深度以及有无钢筋外露等现象。必要时, 对于气蚀比较严重的部位, 可参照第十二章要求进行观测。

1-21 对混凝土表面应观察有无脱壳、松软、侵蚀等现象, 可采用木锤敲击混凝土表面, 以判断有无脱壳现象。对于混凝土的松软, 可用手指、刀子、凿子试剥的方法, 以判断其松软程度及范围。

1-22 对混凝土建筑物的伸缩缝, 应注意观察缝内填充物有无流失, 有无漏水现象。

1-23 对混凝土输、泄水建筑物尾部的边墙、底板, 应检查有无淘刷现象; 对边墙、底板排水孔, 应检查有无堵塞现象。

第四节 金属结构和启闭机械的观察

1-24 对金属结构表面, 应观察有无油漆剥落、生锈现象。

1-25 对金属结构, 应观察有无裂缝或焊缝开焊。

在发现金属结构有裂纹或开焊以后, 应即用油漆划上标记, 并采取适宜的焊补或加强措施。

1-26 对铆接的金属结构, 应观察有无铆钉松动现象。

对于松动铆钉, 应划上标记, 进行处理。

1-27 对于金属结构, 特别是钢板衬砌和钢管道、金属闸阀门的框架和面板, 应注意观察有无不正常的变形、气蚀和磨损。

1-28 对于启闭机械, 应观察运转是否正常, 有无异常的声响和振动, 传动机件和承重构件有无磨损损坏, 齿轮咬合是否符合要求, 连接螺丝特别是地脚螺丝是否松动, 制动器是否灵活有效, 润滑油是否充足, 安全防护设备是否完好等。

1-29 对钢丝绳应观察有无锈蚀、断丝，防锈黄油有无流失或变质，以及绳芯是否缺油或在起重时有无滋油现象等。

对于不合格的钢丝绳，应予更换。

第五节 其 他 观 察

1-30 在水工建筑物行水期间，必须经常地对水流形态进行观察，密切注意有无不正常的水流现象。必要时，可按第十一章的要求，进行水流形态的观测。

1-31 对于水流形态的观察，一般应注意，进口段水流是否顺直，出口水跃或射流形态及位置是否正常稳定，跃后水流是否平稳，有无折冲水流、摆动流、回流、滚波、漩涡、水花翻涌等现象。河床及两岸有无冲刷、塌坡或淤积现象等。

1-32 在观察水流形态的同时，应对上游漂浮物情况，拦污栅、拦鱼网是否有堵塞壅水现象和闸门振动等情况，进行观察。

1-33 对于砌石建筑物，除参照本章第二、三节有关要求外，还应观察有无缺损、破裂、块石松动、勾缝脱落等现象。

1-34 对于尼龙橡胶坝，应注意观察锚固件是否牢固，有无漏水现象，坝袋有无磨损、破坏、老化和其它缺陷。并应注意充水前坝袋上不得有冲积物或淤泥堆积，充水压力不得超过设计压力，充水后上下游应保持设计容许的水头差，不能穿钉鞋或硬底鞋上坝袋，并严禁烟火。

1-35 对木结构应观察有无腐朽、开裂、虫蛀、螺栓松动、脱榫、弯曲、油漆脱落等现象。

1-36 对于闸阀门，除按金属结构和木结构一般观察的要求进行观察外，还应注意观察闸门有无歪扭、门槽有无堵塞、闸门吊点结构是否牢固、止水设备是否完好、有无漏水、丝杆有无弯曲等。

1-37 对水下部分，应抓紧在闸门关闭或库水位下降较低时进行观察，必要时，可作潜水检查或抽水检查。

1-38 对于水工建筑物的电力照明设备、备用电源、避雷设备、安全防护设备、观测设备及其它附属设备，均应注意观察。

变形观测部分

第二章 水工建筑物的变位观测

第一节 目的和一般要求

2-1 为了解水工建筑物在施工和运用期间是否稳定和安全,应对水工建筑物进行变位观测,及时掌握其变位规律,研究其有无裂缝、滑坡、滑动、倾复等趋势。

2-2 水工建筑物的变位观测是在水工建筑物上安设固定的标点,观测其铅直和水平方向的位置变化值。一般规定:垂直位移观测,向下为正,向上为负;水平位移观测,向下游为正,向上游为负,向左岸为正,向右岸为负。

2-3 垂直位移观测,通常是用水准仪或连通管根据起测基点的高程,测定标点的高程变化。

水平位移观测,通常是用经纬仪按视准线法、小角度法和三角网法,根据工作基点测定标点的水平位置变化。

对于混凝土坝和圬工坝,还可同时采用正垂线、倒垂线及引张线等设施,进行水平位移观测,其设备布置、结构及观测方法见本章第四节。有条件的土坝,也可研究采用。

观测水平位移,还可配合经纬仪采用激光测量^①以及采用地面摄影测量^②。

2-4 在进行建筑物的变位观测时,垂直位移观测与水平位移观测必须配合进行,并同时观测上下游水位。对于混凝土坝应同时观测混凝土温度及气温。有条件的圬工坝,亦可同时观测坝体温度和气温。

2-5 水工建筑物竣工两、三年内,垂直位移和水平位移观测应每月进行一次。汛期应根据水位上升情况,增加测次。位移已基本稳定或已基本掌握其变化规律后,测次可适当减少,但每年不得少于两次。当水位超过运用以来最高水位时,还应增加测次。遇有水位骤降或水库放空时,应及时加测。对于正垂线法、倒垂线法及引张线法,其测次可按上述要求而相应加密。

第二节 观测设备的布置

2-6 水工建筑物位移标点的布置,应根据建筑物的重要性、规模、施工、地质情况以及采用的观测方法而定,以能全面掌握建筑物的变形状态为原则。通常将垂直位移标点

① 激光测水平位移,目前我国正在试验应用,如有条件需要使用的单位,可请已应用单位及科研部门协助。

② 地面摄影测量,需要有专门的摄影经纬仪和立体座标仪。采用地面摄影测量法时,可请测绘部门及科学研究部门协助。

与水平位移标点设在同一标点桩上。混凝土建筑物可根据需要，将水平位移标点和垂直位移标点分开设立。

正垂线法、倒垂线法或引张线法的标点布置见本章第四节。

一、土坝

应在有代表性而且能控制主要变位情况的地段上选择观测横断面，如最大坝高处、合龙段、坝内有泄水底孔处及坝基地形和地质变化较大的地段。横断面间距一般为50~100米。断面基本相同和基础无大变化的长坝，间距可适当加大。横断面不得少于三个。

在每个观测横断面上标点的布置，一般不少于4个。在上游坝坡正常水位以上至少布置一点；坝顶下游坝肩布置一点（有条件上游坝肩也可布置一点）；下游坝坡上每隔20~30米或在每道戗台的外缘各布置一点。为便于用视准线法观测，各断面同位置标点应基本在一条直线上。

二、混凝土或圬工重力坝

平行坝轴线，在坝顶下游坝肩及坝趾各设一纵排标点（有条件的，可在廊道内布置一纵排）。纵排上的标点，应在每个坝段中间布置一个，在较重要的坝上，可在每个坝段的两端各布置一个。

三、拱坝

按三角网法观测进行标点布置时，在坝顶上，一般每隔40~50米埋设一个标点。至少应在拱冠、四分之一拱环及两岸接头处各埋设一个标点。在连拱坝上，可选择有代表性的拱环，根据上述要求，布置标点。此外，拱坝背水坡的不同高程及拱座也可参照上述要求，布置标点。

按视准线法观测进行标点布置时，可在连拱坝的每一垛墙上各埋设一个标点，拱坝可根据情况布置。

四、水闸

垂直水流方向，在闸墩上安设一排标点。一般每个闸墩上应埋设一个标点。如闸身较长，可只在每个伸缩缝两侧各安设一个标点。

五、支墩坝、船闸、隧洞、涵管等建筑物可参照上述要求布置标点

2-7 为避免旁折光的影响，应使标点尽量远离防浪墙或其他建筑物。有条件的可将标点做成标点墩，使之高出地面0.8~1.2米。

2-8 起测基点和工作基点的布置。

一、起测基点

垂直位移观测的起测基点，通常布置在建筑物两岸便于对标点进行观测的岩石或坚实的土基上，一般在每一纵排标点的两端岸坡上各设一个。

二、工作基点

水平位移观测的工作基点，应布置在不受任何破坏而又便于观测的岩石或坚实的土基上。

（1）采用视准线法进行水平位移观测的工作基点，通常是在建筑物两岸每一纵排标点的延长线上各布置一个。

当建筑物长度在 500 米以上时,为减少观测误差,可在建筑物的每一纵排标点直线上增设一个或几个工作基点(并兼作标点用),使工作基点间的间距保持适当距离。有条件的,可保持在 250 米左右,其布置如图 2-1 (甲)。

有条件的,可设正、倒垂线测定增设工作基点的水平位移值。

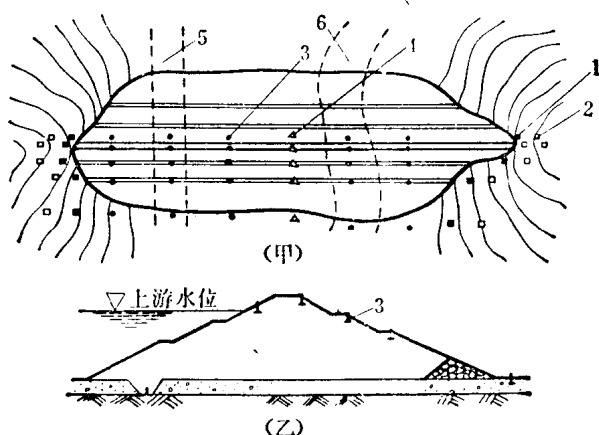


图 2-1 视准线法水平位移观测布置示意图

(甲)平面图; (乙)横断面图

1—工作基点; 2—校核基点; 3—位移标点; 4—增设工作基点; 5—合龙段; 6—原河床

(2) 采用三角网法进行水平位移观测的工作基点(或称测站点),对于前方交会测量,一般可布置两个工作基点,但为了提高精度,也可布置三个工作基点。在选择工作基点的位置时,交会三角形边长,最好在 300~500 米左右,最多不要超过 1000 米。务使对各交会点的视线交角都很适当,并注意各相邻两点的倾角不宜太大,其布置如图 2-2。对于后方交会测量,可参考上述要求自行布置。

2-9 水准基点和校核基点的布置。

每一水工建筑物,应在附近地基稳固可靠而又便于引测的地方安设 2~3 个水准基点,据以引测和校测起测基点的高程。位

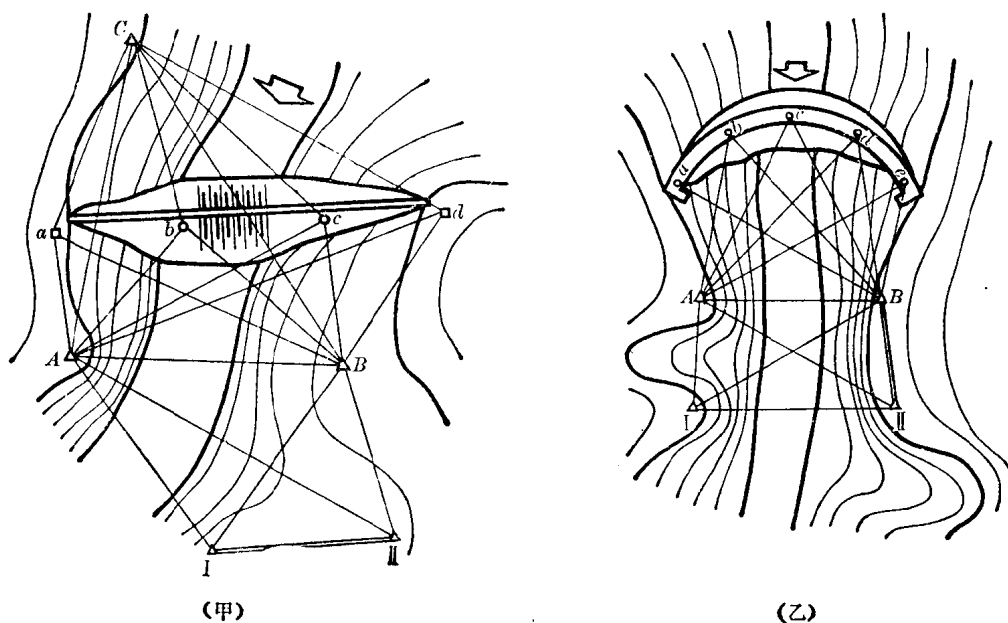


图 2-2 三角网法水平位移观测平面布置示意图

(甲)土坝三角网布置; (乙)拱坝三角网布置

I、II—校核标点; A、B、C—三角网工作基点; a、b、c、d、e—标点或增设工作基点