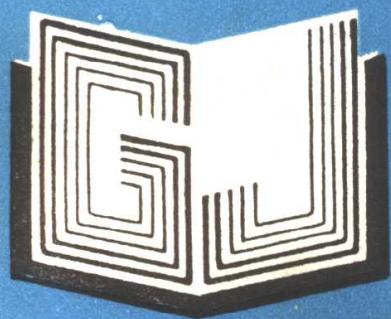


989454



高等学校教材

专科适用

# 水利工程管理

长春水利电力高等专科学校 陈浩 主编



989454

高等学校教材

//////////////////// 专 科 适 用 //////////////////////

# 水利工程管理

长春水利电力高等专科学校 陈浩 主编

中国水利水电出版社

## 内 容 提 要

本书主要讲述水工建筑物检查与观测,水利工程的养护与修理,防汛抢险,水利工程经营管理等内容。对环氧树脂材料进行了简单介绍。

本书为高等专科学校水利水电类专业教材,它既重视工程管理基本理论的阐述,又重视实用知识的介绍。本教材主要适用于水利水电工程建筑专业和农田水利专业,同时也照顾到其他水利类专业。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

水利工程管理/陈浩主编. —北京:中国水利水电出版社, 1996

高等学校教材 专科适用

ISBN 7-80124-162-2

I. 水… II. 陈… III. 水利工程-管理-高等学校-教材 IV. F407.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 07706 号

|     |                                  |
|-----|----------------------------------|
| 书 名 | 高等学校教材 水利工程管理 (专科适用)             |
| 作 者 | 长春水利电力高等专科学校 陈浩 主编               |
| 出 版 | 中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044)   |
| 发 行 | 新华书店北京发行所                        |
| 经 售 | 全国各地新华书店                         |
| 排 版 | 北京市金剑照排厂                         |
| 印 刷 | 北京市朝阳区小红门印刷厂                     |
| 规 格 | 787×1092 毫米 16 开本 9.75 印张 227 千字 |
| 版 次 | 1997 年 6 月第一版 1997 年 6 月北京第一次印刷  |
| 印 数 | 0001—2970 册                      |
| 定 价 | 7.70 元                           |

## 前 言

本书是水利部组织编写的高等专科学校水利水电类专业“水利工程管理”课程的教材。主要适用于水利水电工程建筑专业和农田水利专业，同时也照顾到其他水利类专业的不同要求。

本书根据水利水电类专业“水利工程管理教材编写大纲”会议讨论通过的大纲编写。由于水工、农水专业不同于专门的水利工程管理专业，某些有关工程管理的基本知识在“工程水文学”、“水利工程测量学”、“水工建筑物”、“水利工程施工”等课程中已讲过，而本课程教学时数很少，故尽量避免内容重复，以节省篇幅。考虑到工程专科学校与中等专业学校及本科大学的不同要求，因此本教材既重视工程管理基本理论的阐述，又重视实用知识的介绍。基本内容包括水工建筑物检查观测、水利工程养护与修理、防汛抢险、水利工程经营管理等。为了联系工程实际，书中编写了一定数量的例题，在满足教学要求的前提下，尽量取材于实际工程资料。

本书由长春水利电力高等专科学校、河北水利专科学校、湖南水利学校的教师分工执笔。参加编写工作的有：陈浩（第一、二、五章）、侯万印（第三章）、许逢辰（第四章）等同志，陈浩任主编。

本书由浙江水利水电专科学校吴一匡副教授主审。编写过程中，得到不少兄弟学校的大力支持，在此一并致谢。

工程管理在我国是一门新课程，本教材也是一本新教材，由于经验不足，材料取舍不一定恰当，错误和不妥之处，诚恳地希望广大读者批评指正。

编 者

1996年2月

# 目 录

## 前 言

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 第一章 绪论              | 1   |
| 第一节 水利工程管理的任务和意义    | 1   |
| 第二节 水利工程管理的内容与特点    | 1   |
| 第三节 水利枢纽正常状态的标准     | 3   |
| 第二章 水工建筑物检查与观测      | 4   |
| 第一节 概述              | 4   |
| 第二节 水工建筑物的检查观察      | 5   |
| 第三节 水工建筑物变形观测       | 7   |
| 第四节 水工建筑物渗流观测       | 21  |
| 第五节 混凝土坝应力和温度观测     | 28  |
| 第六节 观测资料的整理分析       | 44  |
| 第三章 水利工程的养护与修理      | 52  |
| 第一节 土方工程的养护与修理      | 52  |
| 第二节 混凝土与浆砌石工程的养护与修理 | 64  |
| 第三节 闸门及启闭设备的养护与维修   | 80  |
| 〈附录〉环氧树脂材料简介        | 82  |
| 第四章 防汛抢险            | 85  |
| 第一节 概述              | 85  |
| 第二节 工程性防洪措施         | 87  |
| 第三节 非工程性防洪措施        | 104 |
| 第五章 水利工程经营管理        | 112 |
| 第一节 组织管理            | 112 |
| 第二节 法制管理            | 118 |
| 第三节 劳动管理            | 120 |
| 第四节 计划管理            | 124 |
| 第五节 供水管理            | 127 |
| 第六节 设备管理            | 130 |
| 第七节 物资管理            | 132 |
| 第八节 综合经营管理          | 134 |
| 第九节 财务管理            | 136 |
| 第十节 成本管理            | 145 |
| 第十一节 经济核算           | 149 |

# 第一章 绪 论

## 第一节 水利工程管理的任务和意义

为使已建成的水利工程发挥最佳经济效益，必须加强管理工作，即采取行政、技术、经济和法律手段，保护及合理运用已建成的水利工程及水工建筑物，充分利用水资源，防止洪涝灾害，为农业、工业、交通运输及城乡人民用水提供可靠的水源。

水利工程管理工作的基本任务是：①保证水利工程及防护区的安全，防止发生事故；②充分发挥工程效益，满足国计民生的需要；③改善经营管理，取得最好的经济效果；④提高科学管理水平，加速向现代化管理过渡，为老工程的扩建和改建提供资料和数据。

建国以来，国家集中大量人力、物力、财力进行水利建设，陆续对淮河、黄河、海河、长江等河流进行综合治理和流域性的开发，兴建了许多大型水利枢纽工程，不仅使洪水灾害得到初步控制，而且发展了灌溉、水电、航运和水产等事业。建成水库 8.6 万座，塘坝 650 万座，总蓄水量 4208 亿  $\text{m}^3$ ，江海堤防 16.8 万 km，水电装机由 1949 年的 16 万 kW 增加到 2416 万 kW，机电排灌动力由 7 万 kW 发展到 5800 万 kW，灌溉面积由 2.4 亿亩增加到 7 亿亩。水利工程设施形成的固定资产在一千亿元以上。大批水利工程的修建，有效地抗御了水旱灾害，保障了人民生命财产的安全和工农业生产的持续发展。但是，由于人们对水利工程管理不够重视，特别是十年动乱的影响，放松了管理，使得很多工程不仅经济效益未能充分发挥，而且自然损坏和工程老化均较严重，甚至遭到人为破坏。有些流域性行洪排涝河道内，任意围堤打坝，养殖种植，设置河障，使河道行洪能力日益降低；某些江河堤防上，任意挖洞取土，垦植放牧，人为地造成险工隐患，大量排灌沟渠长期无人管理维修，到处是浪窝、雨淋沟、坍塌、淤积，破坏严重。全国排灌设备保持完好的不到 70%，不少灌区由于水源不足，灌溉保证率偏低，灌水技术落后，缺乏管理制度。全国 267 座大型水库中，40% 以上在防洪标准方面存在不同程度的问题；不少中小水库属于病险水库。有的水库垮坝造成了严重损失，其中除了防洪标准偏低、施工质量不高等原因外，多数是由于管理不善造成的。这些情况如果任其发展下去，不仅不能发挥工程经济效益，而且势必给工农业生产和人民生命财产安全造成严重威胁，因而加强水利工程管理是十分重要的。

为了加强水利工程管理，国务院早在 60 年代就明确指出，要纠正“四重四轻”的错误倾向。所谓“四重四轻”就是重新建、轻管理，重骨干、轻配套，重大型、轻小型，重工程、轻实效。今后必须加强水利工程的管理，建管并重，充分发挥工程的经济效益和社会效益。

## 第二节 水利工程管理的内容与特点

水利工程管理可分为技术管理与经营管理两大部分，本教材着重技术管理。

水利工程技术管理有以下几个方面：

### 1. 控制运用

根据水文气象资料、用水部门的要求以及国家的方针政策，制定合理的控制运用计划，通过合理的调度，最大限度地减轻灾害，确保工程及防护区的安全，充分发挥工程的综合效益。

### 2. 检查观测

对建筑物进行全面的、经常的、系统的检查与观测，及时分析观测成果，掌握建筑物应力、应变、位移的变化规律，预见可能的变化，改善工程的运用条件，并为科学研究提供第一性资料，提高水利科学技术水平。

### 3. 养护修理

水利工程在勘测、规划、设计和施工中，由于各种主观因素和客观条件的限制，难免存在不同程度的缺陷和弱点；在长期使用过程中，也会出现一些损耗或破坏。因而需要进行经常的、定期的养护及修理，以便恢复和提高工程质量，消除隐患，保持工程的完整和正常运行。

### 4. 改建扩建

当工程存在严重缺陷，一般修理成效不大，或需要扩大服务对象及受益范围，以及为了实现管理现代化而采用新技术、新设备时，需要对原有工程进行改建或扩建。

### 5. 防汛抢险

汛期建立防汛机构，组织好防汛队伍，做好防汛预报，准备好防汛器材及料物。做到以防为主，有备无患，确保安全。

水利工程经营管理包括管理单位内部的生产运行管理（组织管理，计划管理，工程技术管理，劳动管理，财务管理，综合经营管理）和单位外部的经营管理（劳力调配、资源利用、资金筹集，设备及材料购置，调查、预测、决策、合同签订、水电费征收等）。

为了搞好水利管理工作，对其特点应当有所了解。水利管理工作是一项综合性工作，涉及面很广，几乎与国民经济各个部门均有关系，应当全面考虑防洪、治涝、灌溉、发电、工业与民用供水、航运、水产等各方面的需要，在确保安全的前提下，统筹兼顾兴利与除害的关系，上游与下游的关系，近期与远景的关系，充分发挥工程的综合效益。管理工作不是在工程竣工后才开始，而是从设计和施工时就要进行考虑，如布置埋设观测仪器、严格评定工程质量、详细做好施工记录及各部分验收结果等。管理人员应当参加施工，了解工程质量情况，并及时组织观测工作，竣工时进行全面、仔细的验收。水利管理工作又是一项政策性很强的工作，必须依靠群众，做好群众工作，坚决贯彻执行党和国家制定的各项方针政策，认真贯彻《中华人民共和国水法》和有关的法规和指令。现行的全国性水利管理法规主要有：《水利水电工程管理条例》、《水库工程管理条例》、《水闸工程管理通则》、国务院《关于清除行洪蓄洪障碍，保障防洪安全的紧急通知》以及河道堤防、灌区、小型水库、土坝等方面的通则、规定、办法等，这些都是管理工作必须遵循的法规。

水利管理工作是一门新兴的边缘学科，要求的知识面很广。不仅需要具备水利工程规划、设计、施工方面的知识，而且还要懂得水文、地质、建材、土壤农作、工程测量和一般的电测知识，对水利经济、企业管理和综合经营管理等也需要有一定的了解。

本教材是根据高等专科学校水利水电工程建筑和农田水利工程专业教学计划编写的，

要求的深度不同于专门的工程管理类专业。本课程是在学过上面提到的有关课程的基础上学习的,为了避免重复,节省篇幅,本教材主要介绍水工建筑物的检查观测、养护修理、防汛抢险以及有关经营管理方面的基本知识。其他内容可参考有关专著。

### 第三节 水利枢纽正常状态的标准

如果水利枢纽的主要建筑物均达到设计防洪标准,工程质量良好,正常情况下均能安全可靠地运行,充分发挥应有的效益,并能安全渡汛,则该枢纽可以认为是处于正常状态。具体标志如下:

(1) 大坝的水平位移和铅直位移变化规律正常,符合设计计算数值;坝身无贯穿性裂缝,坝坡或坝体的抗滑稳定性能达到设计要求;坝基和坝端两岸无渗透破坏迹象,渗流量在允许范围以内,渗透水清澈透明;土坝坝身浸润线无突然升高现象;混凝土及砌石坝的扬压力符合设计要求。

(2) 泄洪建筑物的尺寸和泄水能力均符合设计要求,下泄洪水能安全地泄入下游河道。

(3) 放水建筑物在各种运用水位条件下均能安全放水,坝下涵管与坝体结合紧密,无断裂漏水现象。

(4) 泄、放水建筑物的闸门和启闭设备操作灵活可靠,能够准确而迅速地控制流量;闸门关闭后无严重漏水现象,开启放水时无严重振动或空蚀现象;下游消能设施可靠,不致产生危及建筑物安全的冲刷。

对于水库枢纽来说,如果主要建筑物虽能达到设计防洪标准,但存在一定的病害或隐患,这些病害或隐患能够较快维修处理,不影响安全渡汛的要求,则称为病害水库。如果水库枢纽的主要建筑物没有达到设计防洪标准,或存在严重病害,难以较快维修,不能保证安全渡汛的,则称为危险水库。

对于病害及危险水库,必须加强养护修理,提出有效的安全渡汛措施,确保安全,并及时对病害情况进行认真的研究分析,提出整治措施,报请批准后,积极进行加固处理和修复。

对于正常状态的水利枢纽,也不能放松管理工作,要加强经常的、有计划、有秩序的检查观测和日常养护工作,切实保证水利枢纽处于正常状态,力争扩大整个工程的综合效益。

## 第二章 水工建筑物检查与观测

### 第一节 概 述

#### 一、检查观测工作的目的和意义

水工建筑物在施工及运行过程中,受外荷作用及各种因素影响,其状态不断变化。这种变化常常是隐蔽、缓慢、直观不易察觉的,多数情况下,需要埋设一定的观测设备或使用某些观测仪器,运用现代科学技术,对水工建筑物进行科学的检查和观测,并对观测资料进行整理分析,以便了解其工作状态是否正常,有无不利于工程安全的变化,从而对建筑物的质量和安全程度做出正确的判断和评价,便于及时发现问题,采取措施进行养护修理或改善运行方式,确保工程的安全运行,充分发挥工程效益;为保证施工质量及安全运用提供科学依据;同时也为设计、施工和科学研究积累资料。

检查观测是水利工程管理工作的耳目,是管理工作不可缺少的重要组成部分。如果不进行检查观测,不了解水工建筑物的工作情况和状态变化,盲目地运行是十分危险的。例如法国的马尔巴塞双曲拱坝,1954年建成,1959年12月2日垮坝,造成重大损失。失事主要原因在于左岸坝肩岸坡的软弱夹层未作妥善处理,又未埋设观测设备,缺少定期检查观测,未能及时发现异常预兆,以致造成了严重事故。

任何事物的发展都有一个由量变到质变的过程,水工建筑物发生事故,事前总会有预兆的。若能重视检查观测工作,就能及时发现异常情况,采取补救措施,将事故消灭在萌芽状态之中。我国柘溪大头坝的劈头裂缝、梅山连拱坝右岸个别坝段的滑动以及猫跳河四级窄巷子双曲拱坝上游的竖向裂缝等都是通过水工观测发现的,经及时处理避免了事故发生。我国已建成的2000余座大中型水库能以正常运用,是与普遍进行了系统的检查观测工作分不开的。有些水库由于设计或施工的缺陷,成为病库或险库,但是通过检查观测,弄清原因,针对存在问题,采取有效措施,多数都消除了隐患,达到了正常工作的要求。由此可见,水工建筑物的检查观测工作是很重要的,必须充分重视。

#### 二、检查观测工作的内容

(1) 观测设计。根据工程规模大小、建筑物结构型式、工程具体情况和需要,确定观测项目和仪器设备布置,制定技术要求,设计出全面的观测系统。

(2) 仪器设备的埋设安装。根据观测设计,在施工过程中将所需观测仪器和设备进行检验、安装和埋设。

(3) 现场观测。按规定的测次和技术要求,定期进行各种项目的观测。

(4) 观测资料分析整编。对观测资料及时地进行整理分析,对工程状态及观测系统是否正常作出判断,对建筑物及附近环境的实际状态和变化规律作出科学结论及预测,为工程运行及维修提出正确建议,并定期整编刊印观测资料。

#### 三、检查观测的项目

水工建筑物的检查观测除了经常性的检查观察外,还需要观测的项目可概括为以下五

个方面。

(1) 变形观测。变形观测包括水平位移、铅直位移、裂缝等。土工建筑物还有固结观测，混凝土和砌石建筑物还有挠度、伸缩缝观测等。

(2) 渗流观测。土工建筑物需要观测浸润线、渗流量、渗水透明度、导渗效果及绕坝渗流等，混凝土和砌石建筑物则主要观测扬压力及渗流量等项目。

(3) 应力、温度观测。土工建筑物包括土压力及孔隙水压力观测；混凝土和砌石建筑物则包括应力、应变、温度、钢筋应力观测等。

(4) 水流形态观测。它包括水流平面形态、水跃、水面线、挑射水流的观测以及高速水流的振动、脉动压力、负压、空蚀等观测项目。

(5) 水文气象观测。它包括降水量、水位、流量、波浪、冰凌、地震、台风、涌潮、水温观测及水质检测等。

#### **四、检查观测工作的基本要求**

(1) 检查观测的项目要有明确的目的性和针对性，既要全面，又要有重点，要能满足监视工程的工作情况、掌握工程状态变化规律的需要。有关建筑物状态变化的观测项目应与荷载及其他影响因素的观测项目同时进行，相互影响的观测项目应配合进行，以求正确地反映客观实际情况。

(2) 观测设备要合理布置，精心埋设，测点布局要有足够的代表性，能够掌握工程变化的全貌。

(3) 观测时间和测次的规定，应保证资料的系统性和连续性，要能反映工程变化的过程。一般在运行的初期，测次较密，经过长期运行和高水位考验后，如果工作正常，则可减少测次；当发现异常现象时，应增加观测项目和测次。增减观测项目或测次均应报请主管部门批准。

(4) 制定切实可行的检查观测制度，加强岗位责任制。观测必须按时，测值必须符合精度要求，记录必须真实，观测成果应及时进行整理和分析，保证观测资料的真实性和准确性，正确地反映客观实际情况。

## **第二节 水工建筑物的检查观察**

水工建筑物的检查观察就是用眼看、耳听、手摸等直觉方法或用简单的工具，对建筑物进行检查和观察，以便及时发现建筑物外露的一切不正常现象，从中联系分析，初步判断建筑物内部可能发生的问题，从而采取相宜的观测和养护修理措施，消除工程缺陷，保证建筑物的安全和完好。

水工建筑物的检查观察可分为经常检查、定期检查和特别检查三种。经常检查原则上每月至少应进行1~2次；定期检查是每年汛前、汛后和用水期前后组织一定力量进行全面性检查；特别检查是当工程发生严重破坏现象或有重大怀疑时，组织专门力量进行的检查。定期检查和特别检查都要按照事先制定的计划进行，必要时应报请上级部门批准和派人参加。

各类建筑物具有不同的工作条件，因而检查观察的重点也有所区别。

## 一、土工建筑物的检查观察

土坝、土堤等土工建筑物要注意观察裂缝情况，有无滑坡迹象，渗流是否异常，有无各种隐患或损坏现象等。

(1) 裂缝情况。要注意观察坝（堤）顶路面、防浪墙、护坡等有无开裂、错动等现象，检查有无裂缝，除了表面裂缝外，还要判断有无内部裂缝和贯穿性裂缝，有无滑坡的迹象，有时可挖开路面或护坡进行检查，必要时可钻孔、挖探坑或竖井进行检查，也可进行注水试验，判断有无内部裂缝。

(2) 渗流异常。注意观察堤坝的背水坡、坡脚及坝与两岸接头处，有无散浸、漏水、管涌、流土或沼泽化等现象；观察反滤坝趾、排水沟或减压井的渗水是否浑浊，有无异常变化。对土坝要特别注意是否发生塌坑，因为多数塌坑是内部渗流破坏引起的。为了监视土坝在渗流作用下是否正常和稳定，应加强渗流观测，了解浸润线的变化情况，结合观测上、下游水位，利用量水堰等设备观测渗流量，并注意观测渗水的透明度，判断渗流是否异常。

(3) 兽穴蚁窝隐患。注意观察有无獾、狐、鼠、蛇、穿山甲等穴居动物及白蚁的活动痕迹，一经发现，就要跟踪查找兽穴、蚁窝等隐患，特别是草皮护坡的堤坝尤应重视。

(4) 坝面及防浪墙局部损坏。注意观察块石护坡是否松动、翻起、架空或垫层流失；草皮护坡有无坍塌、雨淋坑、冲沟等现象；坝面排水系统是否通畅，有无堵塞或损坏；冰冻期要注意冰盖对护坡的影响。观察防浪墙有无裂缝、变形、倾斜等情况，高水位、大风期更应加强观察。

(5) 江河堤防。除以上有关项目外，要着重险工险段的检查，对堤防上的涵闸站等建筑物的检查要同时结合进行。关于堤防内部的隐患可用人工锥探或机锥探进行检查。

## 二、混凝土与砌石建筑物的检查观察

对混凝土与砌石建筑物要注意观察有无裂缝，以及伸缩缝随气温变化而开合的情况，止水片和缝间填料是否完好，有无损坏或流失现象。建筑物本身、地基及与两岸接头部分有无渗漏现象，应查明位置、范围和渗漏程度，有无游离石灰及黄锈渗出。为了说明渗漏的程度，一般将其分为湿斑和漏流两类，而漏流又可分为点滴流、细流和射流三种不同的情况。

对混凝土表面应观察有无脱壳、剥落、松软、侵蚀等现象。对于表面剥落则应查明其位置、范围和深度。

对混凝土、浆砌石构筑的泄水、输水建筑物（如溢流坝、溢洪道、水闸、水工隧洞等）过流以后，应观察有无冲蚀、磨损、空蚀、剥落及钢筋裸露等现象。对这些建筑物的进口段、渐变段、弯曲段、分岔段、溢流面和下游消能设备尤应加以重视。对其排水孔、排水管或集水井等则应观察其排水是否正常，有无堵塞现象。

北方严寒地区还应注意冻害情况的检查。

## 三、闸门与启闭机等金属结构的检查观察

闸门等金属结构应检查有无裂纹、脱焊、铆钉松动等现象，油漆是否剥落，有无锈蚀。钢板衬砌、钢管道、金属闸阀的框架和面板有无不正常的变形、磨损或空蚀，闸阀局部开启时有无振动现象。

闸门的支承结构和止水设备是否正常；连接闸门的钢丝绳、节链、螺杆等有无锈蚀、裂

纹、断丝、弯曲等损坏现象；吊点结构是否牢固可靠。

启闭机械应观察其运转是否正常，有无异常的声响或振动，传动机件和承重构件有无磨损损坏，齿轮啮合是否符合要求，连接螺栓特别是地脚螺栓是否松动。制动设备、熔断器、安全阀、限位开关、过负荷开关等安全设备是否准确有效；电源系统、传动系统、润滑系统等是否正常。对于溢洪道闸门的启闭机还应检查备用动力设备或手动启闭是否可靠。

#### 四、其他检查观察

(1) 水工建筑物行水期间应经常观察其水流形态，密切注意有无不正常的水流现象。

(2) 建筑物上的木结构应检查有无腐朽、开裂、虫蛀、螺栓松动、脱榫、弯曲、油漆脱落等现象。

(3) 各项建筑物的动力和照明设备、安全防护设备及其他设备均应注意观察是否正常完好。

(4) 各项建筑物的工作桥、交通桥、交通廊道、电梯、爬梯、进人孔以及对外交通道路、通信设备和线路，均应经常检查，保持畅通。

(5) 各项观测标点、基点、观测设备要经常检查，保持完好，防止损坏，观测用的仪器、量具应定期检查，进行率定。

#### 五、不同运用期检查观察的重点

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部位的观察，例如：

(1) 高水位期，应加强对土坝背水坡、反滤坝趾、两岸接头、下游坝脚和其他渗流逸出部位的观察以及建筑物和闸门变形的观察。

(2) 大风浪期，应加强对土坝上游护坡以及受风浪影响的闸门的观察。

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

(5) 水位骤降期，应加强对土坝迎水坡可能滑坡部位的观察。

(6) 泄流间歇期，应加强对泄水建筑物可能发生冲刷、磨损、空蚀等部位的观察。

(7) 冰冻期，应加强对冰冻情况、防冻、防凌措施的效果以及混凝土建筑物伸缩缝变化情况和渗水情况的观察。

(8) 地震期，应对建筑物进行全面的检查观察，注意有无裂缝、滑坡、塌陷、翻砂、冒水及渗流异常等现象。

### 第三节 水工建筑物变形观测

在各种荷载作用下，水工建筑物产生变形是正常的现象，它与许多因素有关，并有一定的限度和规律。如果水工建筑物的变形超出一定限度或违反正常规律，则说明其工作不正常，就应及时采取相应的措施，因而需要进行变形观测，以便了解水工建筑物的工作情况。变形观测一般包括：水平及铅直位移观测、土坝及地基的固结观测、混凝土建筑物的伸缩缝观测以及裂缝观测等。

## 一、水工建筑物位移观测

水工建筑物的位移是指施工或运用期间，建筑物上固定点的移动。通常可以分为水平位移和铅直位移（即沉陷）两种。

### （一）水平位移观测

水平位移的观测方法有：视准线法、前方交会法、引张线法、正垂线法、倒垂线法和激光法等。视准线法适用于坝顶长度小于 600m 的直线形大坝和水闸，前方交会法可用于任何坝型，其他几种方法一般用于较高的混凝土坝。

#### 1. 视准线法

该法是在建筑物的适当地点安设固定的位移标点，用测量仪器观测其位置的变化。

（1）位移标点的布置。一般应根据建筑物的重要性、规模大小、结构型式以及施工方法等确定位移标点的布置方式。

对于土坝，一般应在具有代表性而且能够控制主要位移的地段上选择观测横断面，如最大坝高处、合龙段、坝内有泄水底孔处以及坝基地形地质条件变化较大的地段等。观测横断面不宜少于三个，间距一般为 50~100m。每个观测横断面上的标点，一般不少于四个，通常在上游坝坡正常水位以上布置一个，其余沿下游坝坡每隔 20~30m 或在马道的外缘布置。为便于用视准线法观测，各个断面相对应的标点应基本上位于同一条直线上，参见图 2-1。

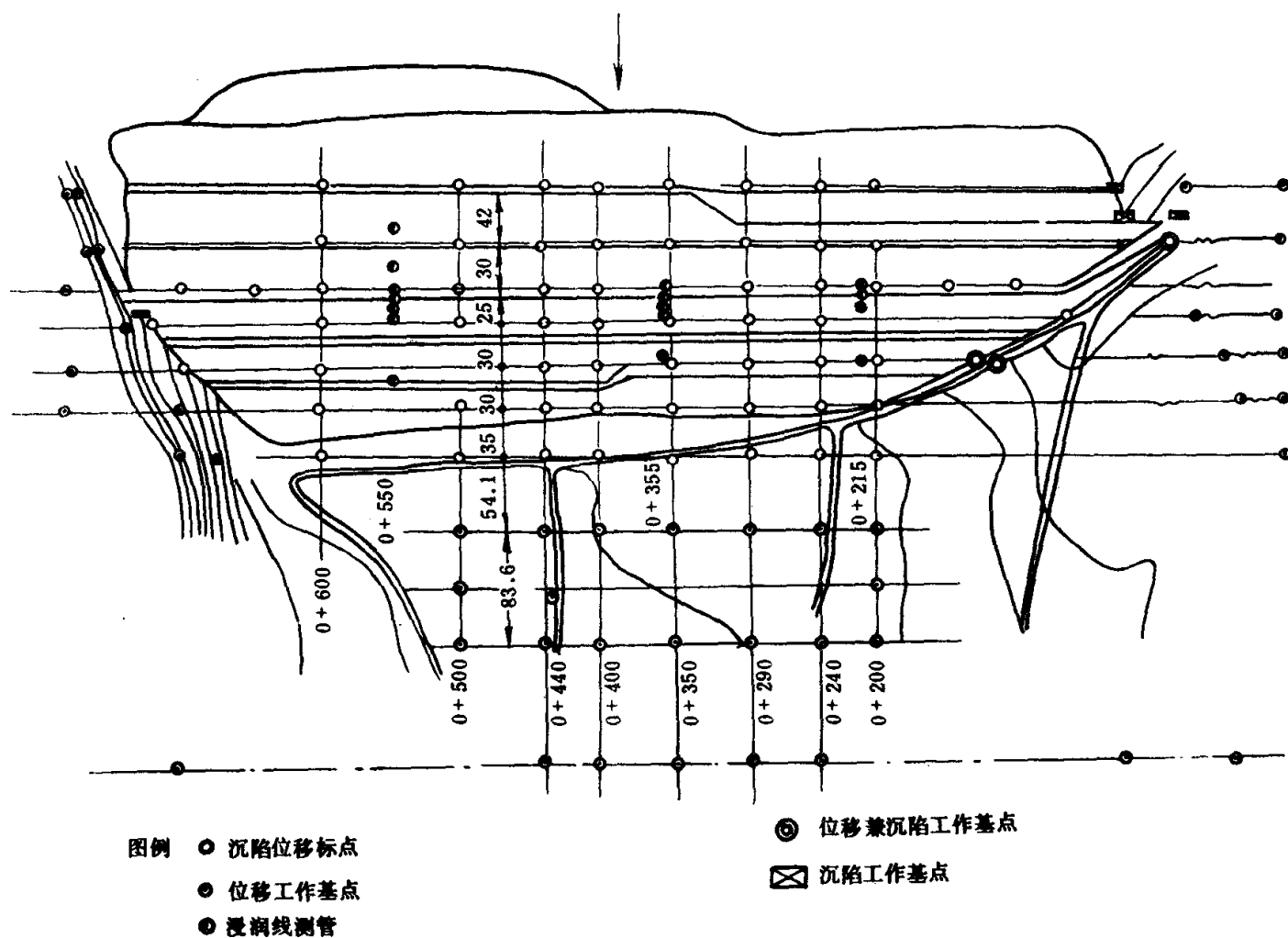


图 2-1 土坝观测设备与标点布置图

位移标点由底板、立柱和标点头三部分组成。如图 2-2 所示，其中 (a) 适用于有块石护坡的情况，以井圈将其与护坡隔开，防止护坡对标点的影响；(b) 适用于无块石护坡的情况。另外还应在建筑物两岸便于对位移标点进行观测的岩基或坚实的土基上安设工作基点，通常布置在每一排标点的延长线上，见图 2-1。

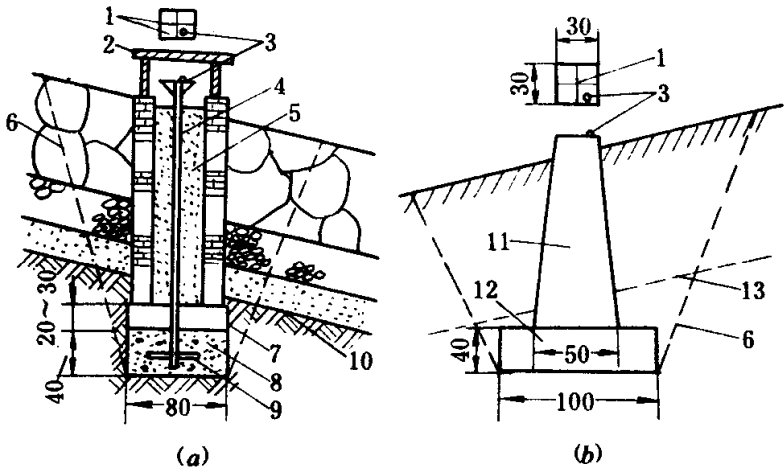


图 2-2 土坝位移标点结构示意图 (单位: cm)

(a) 有块石护坡情况; (b) 无块石护坡情况

1—十字线; 2—保护盖; 3—标点头; 4— $\phi 50\text{mm}$  铁管; 5—填砂; 6—开挖线; 7—回填土; 8—混凝土;  
9—铁销; 10—坝体; 11—立柱; 12—底板; 13—最深冰冻线

对于混凝土重力坝，一般平行于坝轴线在坝顶及坝趾处各埋设一排位移标点，每个坝段的中间布置一个，较重要的坝可在每个坝段的两端各布置一个。有观测廊道的可在廊道中布置一排标点，用倒垂线控制基准线或通过竖井转测。对于不分缝的浆砌石重力坝可每隔 40~50m 埋设一个标点。

对于水闸，可在闸墩上沿垂直水流方向的观测断面上布置一排标点，每个闸孔应埋设一个，若孔数很多，可在每个缝墩的伸缩缝两侧各埋设一个。两岸也应埋设工作基点，并与位移标点在同一视准线上。

混凝土建筑物位移标点结构见图 2-3。

(2) 观测方法。观测时，在一岸的工作基点上安置经纬仪，对准另一岸的工作基点，构成视准线，测出各位移标点偏离视准线的距离，作为初测成果，它记录了建筑物各标点与视准线的相对位置。当建筑物发生位移后，由于视准线位置未变，再次测得位移标点偏离的距离，同一标点两次测得偏距的差值即为该标点的水平位移量。

视准线法观测方便，计算简单，成果可靠，故应用广泛。不仅用于大坝位移的观测，而且也可用于水闸。但当建筑物轴线较长时，由于视线很长，受望远镜放大倍数的限制，观测精度将大大降低。若建筑物轴线为折线或曲线型，需加设非固定工作基点，则精度更低。这种情况下，可采用前方交会法进行观测。

## 2. 前方交会法

如图 2-4 所示，位于两岸的工作基点 E 和 F 的坐标是已知的，利

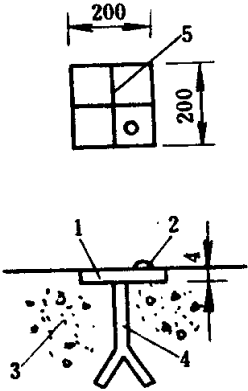


图 2-3 混凝土建筑物位移标点结构图 (单位: cm)

1—铁板; 2—铜标点头;  
3—混凝土; 4—钢筋;  
5—十字线

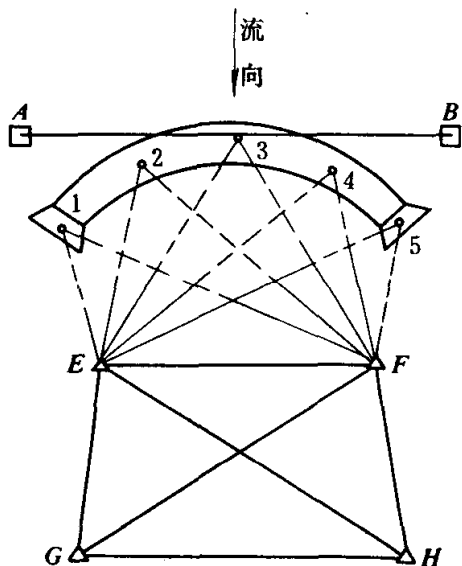


图 2-4 前方交会法观测拱坝位移

用测量课学过的前方交会法,可以测算出各个位移标点(图中 1, 2, ...) 的坐标,建筑物发生位移后,位移标点的坐标也相应发生变化,从而可以算出相应的位移量。

当坝长超过 600m 时,可在坝的中间加设一个或几个非固定工作基点;如果坝轴线是折线,可在折点处设置非固定工作基点,用前方交会法观测其位置。再根据非固定工作基点和两岸的固定工作基点,用视准线法观测各位移标点的位移量。

位移标点的布置与视准线法相同。对于拱坝可在坝顶上每隔 40~50m 埋设一个标点,至少在拱冠、1/4 拱环及与两岸接头处各埋设一个标点(见图 2-4),有时在背水坡不同高程及拱座处也可埋设标点。

工作基点的布置,应使交会图形最佳,两工作基点到交会点的交会线夹角不宜小于  $60^\circ$  或大于  $150^\circ$ ,最好接近  $90^\circ$ ;两条交会线的长度不宜相差太大,交会三角形的边长一般在 300~500m 左右较好。工作基点应浇筑在地质条件良好的坚固岩基上,并尽可能远离大坝承压区;若条件限制,必须布置在土基上时,也应设置较深而坚固的基础。另外,在每个工作基点附近,还应选择可靠地点,布置两个以上的校核基点,以备校测工作基点之用。校测方法可用交会法或精密丈量法进行。

### 3. 引张线法

所谓引张线就是在坝顶或廊道内选定的两端点之间张拉一根钢丝作为基准线,用以测定坝体上各测点相对于该钢丝的水平位移,这种观测方法通称为引张线法(见图 2-5)。

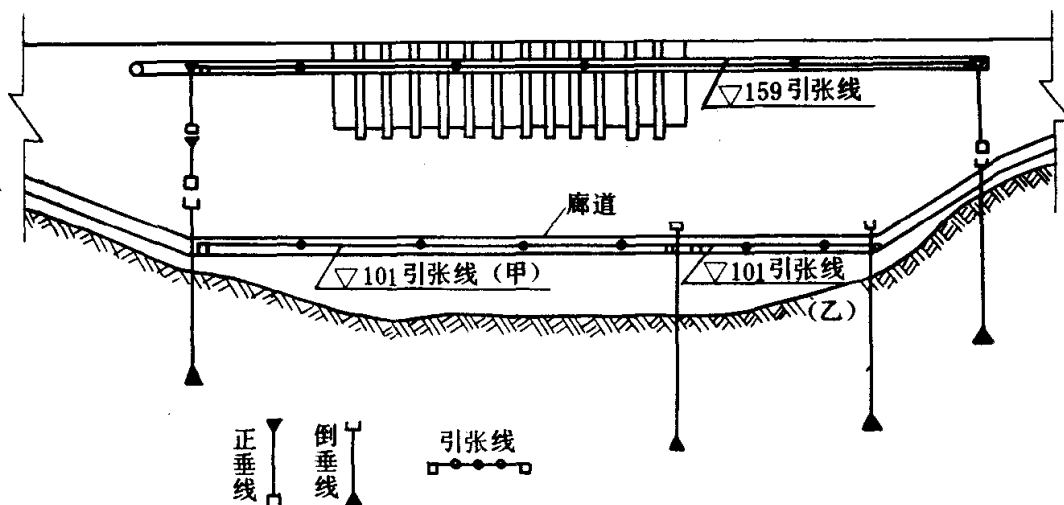


图 2-5 丹江口大坝引张线布置

(1) 引张线观测设备由测线、端点装置和测点三部分组成。引张线由于重力作用势必下垂成悬链状,其垂度往往很大,故需要在两端加重拉紧,并在中间加设若干浮托装置,将引张线托起,使其近似地在同一高程上。

测线一般采用直径 0.8~1.2mm 的不锈钢丝,要求其强度不低于 1500MPa。为防止外

界干扰, 保证观测精度, 全部测线都需用保护管保护。考虑到悬链线的垂度、管身弯曲、安装误差及建筑物变位等因素, 保护管的直径要大一些, 一般选用直径 10cm 的钢管或塑料管。

端点装置可参见图 2-6 (a)。其中夹线装置的作用是使测线始终固定在一个位置上, 其构造是在一块钢质基板上嵌入一个铜质 V 形夹槽, 将测线放入槽中, 盖上压板, 旋紧压板螺丝, 测线即被固定在这个位置上, 见图 2-6 (b)。夹线装置安装到基座上时, 须注意 V 形槽中心线与测线方向一致。当测线通过滑轮拉紧后, 要求测线必须与 V 形槽中心线重合。线锤联结装置上有卷线轴和插销, 以便卷紧钢丝, 将重锤提高地面, 使钢丝承受张力。

测点是由浮托器、标尺和保护箱组成。见图 2-7。浮托器由浮船和水箱组成。浮船的大小主要依据各测点间距和钢丝单位长度重量而定, 根据浮船荷载确定其尺寸。

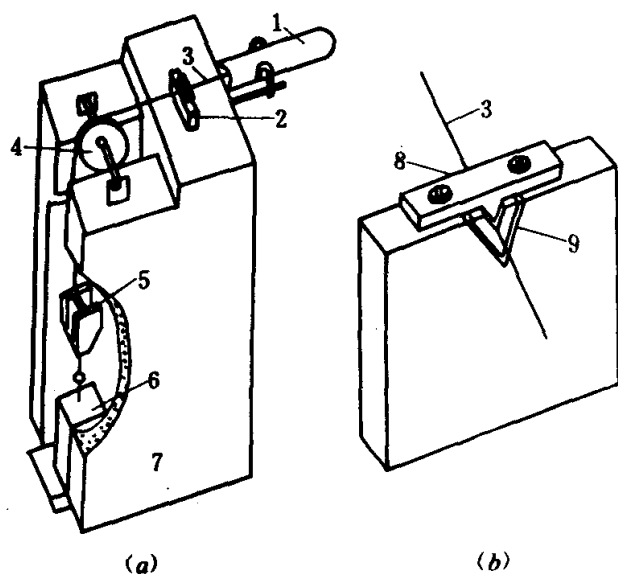


图 2-6 端点装置

(a) 端点图; (b) 夹线装置图

1—保护管; 2—夹线装置; 3—测线; 4—滑轮; 5—线锤联结装置; 6—重锤; 7—混凝土墩座; 8—压板; 9—V 形夹槽

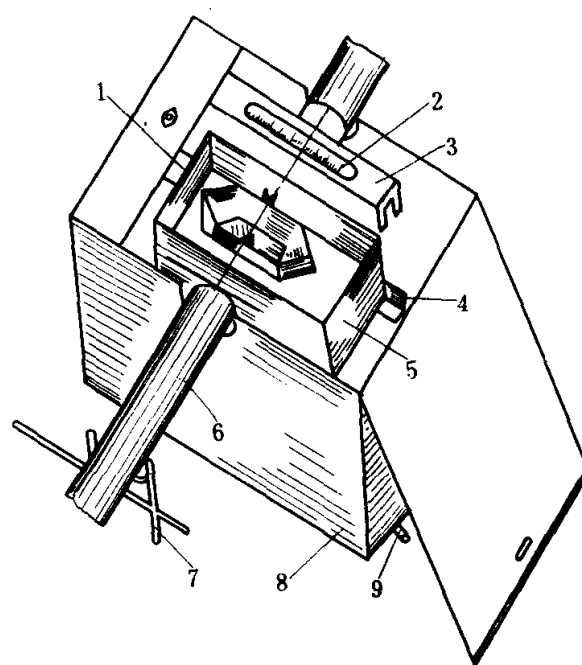


图 2-7 测点结构

1—浮船; 2—标尺; 3—槽钢; 4—角钢; 5—水箱;  
6—保护管; 7—支架; 8—保护箱; 9—钢筋

水箱的大小应使浮船在其中有游动的余地, 一般水箱面积为浮船面积的 1.5~2.0 倍。外侧装阀门, 调节浮船高度。

标尺为常用的 15cm 不锈钢尺, 安装在槽钢上, 尺面应与钢丝垂直, 并尽可能使各测点的标尺在同一水平面上。

保护箱可用薄钢板焊制, 水箱和带标尺的槽钢固定在保护箱内, 保护管与保护箱连接。

(2) 引张线观测方法。引张线的钢丝固定在两岸的端点上, 可以认为是不变的, 测点埋设在坝体上, 随坝体变形而移动, 测量钢丝在测点标尺上的读数变化, 即可求出该测点垂直坝轴线方向的水平位移量。观测时可以采用两用仪、读数显微镜或光电跟踪式引张线观测仪。最简易的观测方法可在水箱的外侧, 用极细的尼龙丝系在靠标尺的钢丝上, 下悬小锤, 即可直接测读尼龙丝在标尺上的读数, 可估读至 0.1mm。

引张线法观测大坝水平位移，设备比较简单，操作简便迅速，尤其对具有直线形廊道的坝，采用该法观测，不受气候条件的影响，是其突出的优点。

#### 4. 正垂线法

本法可用来观测混凝土坝或浆砌石坝的相对水平位移和挠度。本法设备简单，施工方便，观测迅速，测值精确，应用比较普遍。

(1) 原理及布置。利用悬挂在坝体某固定点上的带重锤的不锈钢丝形成的铅垂线作为基准，当坝体变形时，铅垂线位置亦发生变化，在测点量出铅垂线偏离的距离，即可得到该点相对于固定点的相对水平位移，沿垂线不同高程设置测点，即可测出坝体的挠度。这种方式称为一点支承多点观测正垂线装置，见图 2-8 (a)、(b)。如果沿垂线各指定高程处设置固定夹线装置，分别在各点将垂线夹住，可在坝底一处测得各点的相对水平位移，从而求得坝体挠度。这种方式称为多点支承一点观测正垂线装置，见图 2-8 (c)、(d)。

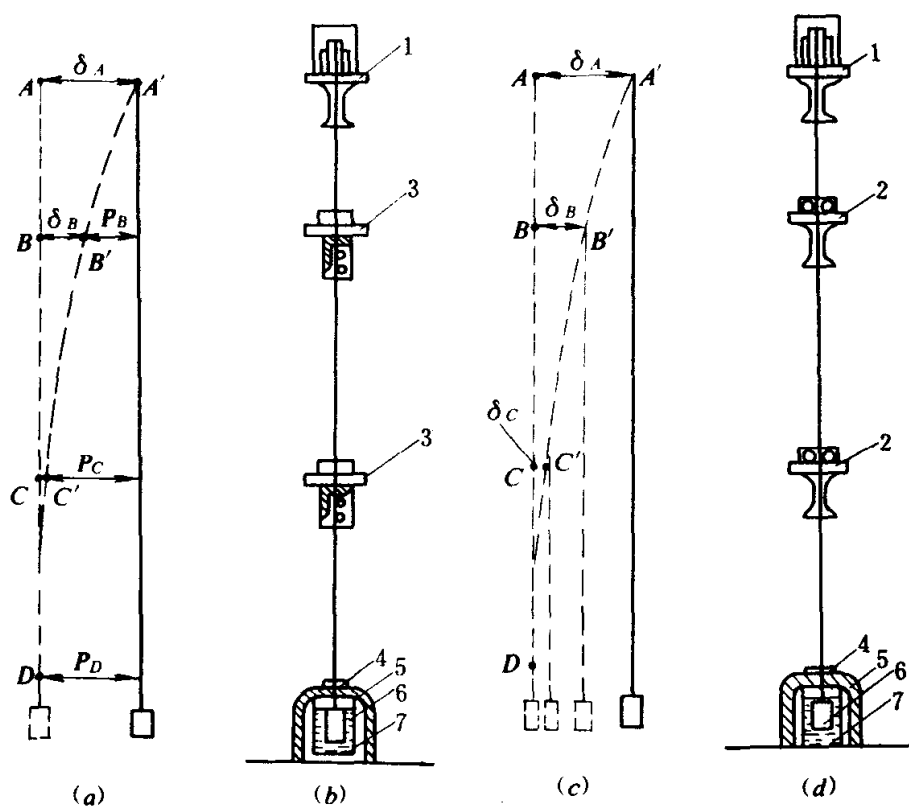


图 2-8 正垂线支承关系与结构示意图

(a) 一点支承关系示意图；(b) 一点支承结构示意图；(c) 多点支承关系示意图；(d) 多点支承结构示意图

1—悬挂装置；2—夹线装置；3—测点；4—坝底测点；5—观测墩；6—重锤；7—油箱

正垂线通常布置在坝高最大、地基薄弱、有坝内厂房及设计计算的典型坝段内，一般大型工程不少于三条，中型工程不少于两条。每条垂线可根据坝高等情况在不同高程布置若干测点，一般不少于三个。重力坝常将垂线布置在坝体竖井或宽缝内，拱坝则布置在专门的井管内，井管内径根据观测需要而定。如仅作保护垂线之用，则不应小于 3~4 倍设计位移量。

(2) 设备。如图 2-8 所示。正垂线由悬线、重锤、悬挂装置、夹线装置及观测台等组成。悬线一般可用 0.8~1.0mm 的不锈钢丝，重锤应与钢丝相适应，一般不超过悬线极限拉应力的 30%，通常为 10~50kg，重锤附有止动叶片，放置在装置不冻油的油桶内，桶高 40~