

# Application of GPS Technology in Dam Surface Deformation Monitoring

Xuelong Wu

Survey Branch of Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey, Design and Research Institute Co., Ltd., Changji, Xinjiang, 831100, China

## Abstract

The dam, as a water conservancy facility of the manufacturer, mainly undertakes the assignment of water resources. The actual operation link, the dam surface will be affected by the water pressure and the external environment, and the deformation condition will affect the function of the dam, and even cause security risks. Therefore, in the actual development process, the deformation monitoring of the dam surface is very necessary, and relevant personnel need to design according to the actual situation. As a common positioning technology, GPS technology can accurately locate various conditions, which has become a key technology for dam surface deformation monitoring. Relevant personnel need to reasonably introduce GPS technology into dam deformation monitoring based on the actual situation of the dam.

## Keywords

GPS technology; dam; deformation monitoring; technology application

## GPS 技术在大坝表面变形监测中的运用研究

吴雪龙

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司勘测分公司, 中国·新疆 昌吉 831100

## 摘要

大坝作为厂家的水利设施, 主要承担水资源的调配任务, 实际作业环节, 大坝表面会受到水源压力以及外界环境的影响, 出现形变状况, 影响大坝功能的发挥, 甚至是造成安全隐患。所以实际发展环节, 大坝表面的变形监测就十分必要, 需要相关人员结合实际进行设计。GPS技术作为常见的定位技术, 可以精准对各种状况进行定位, 就成为大坝表面变形监测的关键技术, 需要相关人员结合大坝实际状况, 合理地将GPS技术引进到大坝变形监测中。

## 关键词

GPS技术; 大坝; 变形监测; 技术应用

## 1 引言

GPS技术是常见的定位技术, 可以对各种对象进行三维坐标定位, 收集对象的各种位置状况, 方便后续作业的落实。而在大坝行业发展环节, 大坝变形作为灾害类型之一, 直接影响大坝功能的发挥, 甚至是造成安全隐患。所以实际作业环节, 就需要大坝管理者加强对大坝表面变形监测的重视, 对变形状况进行监督, 及时地发现可能存在的安全问题, 并且在此基础上制定解决策略。但是实际作业环节, GPS技术本身具有较强的技术性, 再加上大坝状况本身较为复杂, 导致变形出现的原因较多, 所以针对大坝变形的监测就存在一些难点, 影响GPS技术的落实。此背景下, 还要求大坝管理者结合实际合理地引进GPS技术, 充分发挥该技

术的优势。

## 2 GPS 技术概述

全球定位系统(GPS)是一种通过卫星信号确定地面接收器位置的技术。GPS系统由一组绕地球轨道运行的24颗卫星组成, 这些卫星向地面发射精确时间和位置信息的无线信号, 接收器利用这些信号计算自身位置。GPS技术在各种领域广泛应用, 包括导航、地图制作、气象预报、军事用途、交通管理等。近年来, 随着GPS技术的不断发展, 其精度和功能也得到了不断提升, 成为现代社会不可或缺的一部分<sup>[1]</sup>。

## 3 大坝变形监测概述

大坝变形监测是指通过各种传感器和监测设备对大坝的结构变形进行实时监测和分析, 以确保大坝的安全性和稳定性。常用的大坝变形监测技术包括测斜仪、应变计、水准

【作者简介】吴雪龙(1990-), 男, 中国新疆昌吉人, 本科, 工程师, 从事测绘研究。

仪、GPS 技术以及遥感技术等。这些监测技术可以帮助工程师及时发现大坝的变形情况，并采取必要的措施来保障大坝的安全运行。大坝变形监测在防灾减灾和工程管理中起着至关重要的作用。图 1 为大坝变形监测。

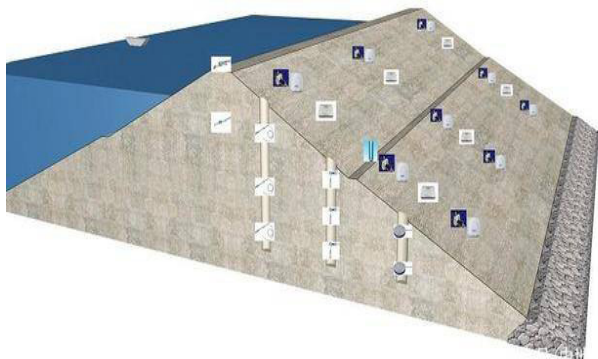


图 1 大坝变形监测

## 4 大坝变形监测存在的难点

### 4.1 环境条件较为复杂

大坝通常建造在复杂的地质环境中，如山区、河谷等，这些地理条件对监测设备的部署和数据采集提出了挑战。

### 4.2 精度要求高

对于大坝结构变形的监测需要非常高的精度，尤其是微小的位移和变形可能对大坝安全产生重大影响，因此监测设备的精度要求极高。

### 4.3 长期稳定性

大坝是长期工程，变形监测需要长期稳定性和可靠性，监测设备需要能够持续工作并保持准确性。

### 4.4 数据处理难度较大

大坝变形监测产生大量数据，如何有效地处理和分析这些数据，提取有用信息，并进行预警和决策是一个挑战。

### 4.5 需要进行大量的安全考虑

在进行大坝变形监测时，需要考虑到工作人员的安全以及监测设备可能受到的自然灾害影响，如洪水、泥石流等。

## 5 GPS 技术在大坝变形监测中的优势

### 5.1 实现了高精度定位

GPS 技术可以实现对大坝表面位置的高精度定位，能够准确测量大坝各个点的坐标，从而监测变形情况。

### 5.2 实现了实时监测

GPS 技术可以提供实时的位置信息，能够及时监测大坝表面的变形情况，帮助工程师及时发现问题并采取措施。

### 5.3 可以进行全天候监测

GPS 技术不受天气和光照影响，可以在白天和夜晚、晴天和雨天等各种条件下进行监测，具有全天候监测的能力。

### 5.4 实现了远程监测

GPS 设备可以实现远程监测，无需人员直接接触监测点，可以避免人为干扰，提高监测效率和安全性。

### 5.5 可以进行多点监测

通过部署多个 GPS 接收器，可以实现对大坝表面多个点位的同时监测，全面了解大坝的变形情况。

### 5.6 数据处理简便

GPS 监测数据可以通过软件进行快速处理和分析，生成可视化的监测报告，帮助工程师更好地理解大坝的变形情况。

## 6 GPS 技术在大坝表面变形监测中的运用

### 6.1 应用在大坝位移监测中

GPS 技术在大坝表面变形监测中的位移监测是一种常见而有效的应用方式。通过 GPS 技术可以实时监测大坝表面各个监测点的水平和垂直位移，常见手段主要有以下几种：第一，GPS 技术可以实时获取大坝表面各个监测点的位置信息，从而实现对位移的实时监测，及时发现位移异常情况；第二，GPS 技术具有高精度的定位能力，可以准确测量大坝表面监测点的位置坐标，实现对位移的精准监测；第三，通过部署多个 GPS 接收器，可以实现对大坝表面多个监测点位的同时监测，全面了解大坝不同位置的位移情况；第四，通过分析连续监测得到的 GPS 数据，可以计算出大坝表面各个监测点的位移变化情况，包括位移速率、变形趋势等，为工程管理提供依据；第五，当监测到大坝表面某一监测点的位移异常时，GPS 技术可以及时发出预警信号，提醒工程师可能存在的安全风险，帮助采取相应的措施<sup>[2]</sup>。通过 GPS 技术进行位移监测，可以帮助工程师及时了解大坝表面的变形情况，保障大坝的安全运行，为工程管理和维护提供重要支持。

### 6.2 应用在大坝变形的沉降监测中

沉降监测是指监测大坝表面或其周围地区的垂直位移情况，在大坝表面变形监测中，GPS 技术也可以用于沉降监测，以便及时发现可能存在的沉降问题。其应用方式主要有以下几种：第一，GPS 技术能够实时获取大坝表面各个监测点的位置信息，包括垂直方向的位移，从而实现对沉降情况的实时监测；第二，GPS 技术具有高精度的定位能力，可以准确测量大坝表面监测点的位置坐标，帮助检测微小的沉降变化；第三，通过部署多个 GPS 接收器，可以实现对大坝表面多个监测点位的同时监测，全面了解大坝各个位置的沉降情况；第四，通过连续监测得到的 GPS 数据，可以对大坝表面各个监测点的沉降情况进行分析，包括沉降速率、趋势等，帮助评估大坝的安全状况；第五，一旦监测到大坝表面某一监测点存在异常的沉降情况，GPS 技术可以及时发出预警信号，提醒工程师可能存在的安全隐患。通过 GPS 技术进行沉降监测，可以帮助工程师及时了解大坝表

面的沉降情况,预防潜在的安全风险,确保大坝的安全运行。

### 6.3 应用在大坝表面变形监测的形变检测中

形变监测旨在检测大坝结构的变形情况,包括扭曲、变形等,GPS技术在大坝表面变形监测中的形变监测是非常重要的应用之一,可以确保大坝结构的稳定性和安全性。可以通过以下手段进行应用:第一,GPS技术可以实时获取大坝表面各个监测点的位置信息,从而实现对形变的实时监测,及时发现结构变形情况;第二,GPS技术具有高精度的定位能力,可以准确测量大坝表面监测点的位置坐标,帮助检测微小的形变变化;第三,通过部署多个GPS接收器,可以实现对大坝表面多个监测点的同时监测,从而获取更全面的三维形变信息;第四,通过连续监测得到的GPS数据,可以对大坝表面各个监测点的形变情况进行分析,包括不同方向上的形变情况,帮助工程师了解结构的变形趋势;第五,当监测到大坝表面某一监测点存在异常的形变情况时,GPS技术可以及时发出预警信号,提醒工程师可能存在的安全隐患。通过GPS技术进行形变监测,可以帮助工程师及时了解大坝表面的结构形变情况,预防潜在的安全风险,确保大坝的结构稳定性和安全运行。

### 6.4 水平位移监测网的建设

为有效监测大坝实施水平位移,按基准点(B级点)、工作基点(C级点)、变形监测点(D级点)三级布设水平位移监测网。基准点选择在水库东、西坝两侧沉降区以外、距大坝轴线约1.0km处,共布设4个基准点,组成大地四边形,变形监测点在东、西两坝分别布设3排,坝面迎水坡和背水坡各一排,坝脚一排,中坝布设4排,相对于东西坝增设在主坝背水坡马道由于水库坝体较长,基准网和工作基点网可整体平差,而形变点监测网呈条带状不利获取高精度平差值<sup>[3]</sup>。

### 6.5 施工监测环节的应用

在大坝表面变形监测中,GPS技术也可以用于施工监测,以确保施工过程中的变形情况符合设计要求,并及时发现并处理可能存在的问题。其应用方式主要有以下几种:第一,可以通过部署GPS接收器,实时监测大坝表面在施工过程中的变形情况,包括沉降、位移等,以确保施工过程中的结构稳定性;第二,可以利用GPS技术建立施工基准控制点,监测大坝表面各个监测点相对于基准点的位置变化,帮助控制施工质量;第三,通过GPS获取的监测数据,可以进行数据分析和处理,比如生成变形曲线、趋势图等,帮助工程师了解施工过程中的变形情况;第四,要利用GPS技术监测施工过程中的变形情况,可以作为施工质量验收的重要依据,确保施工符合设计要求;第五,如果在施工过程中监测到异常的变形情况,GPS技术可以实时发出报警信号,

提示相关人员及时采取措施,避免潜在风险<sup>[4]</sup>。通过应用GPS技术进行施工监测,可以提高工程施工的精度和效率,确保大坝结构在施工过程中的安全稳定,同时及时发现并解决可能存在的问题,保障工程的顺利进行。

### 6.6 应用在大坝潜在灾害评估中

在大坝表面变形监测中,GPS技术可以用于监测潜在的灾害情况,帮助预防和减轻可能发生的灾害风险。一是滑坡监测,通过GPS技术实时监测大坝表面的位移情况,可以及时发现可能导致滑坡的地质位移,提前预警并采取相应的措施;二是泥石流监测,GPS技术可以监测大坝周围地区的地表位移情况,帮助预测泥石流发生的可能性,及时疏散人员并采取防范措施;三是地震监测,GPS技术可以监测大坝结构在地震发生时的变形情况,帮助评估地震对大坝的影响,以便进行结构安全评估和加固设计;四是洪水监测,GPS技术可以监测大坝表面水位的变化情况,帮助预测洪水的到来时间和水位高度,及时采取防洪措施;此外则是结构破坏监测,通过GPS技术监测大坝表面的结构变形情况,可以及时发现可能导致结构破坏的异常情况,预防灾害事件的发生<sup>[5]</sup>。综合利用GPS技术进行灾害监测,可以提高对大坝安全状况的实时监测能力,及时预警并采取有效的措施,保障大坝结构的安全稳定运行。

## 7 结语

综上所述,因为中国的水库大坝具备使用周期较长、时常会产生坝体倾斜以及下沉的问题,需要严格对于GPS技术使用的不完备性开展改进,因此也有待有关从业人员可以在细致、科学根据水库大坝的具体条件之下再对于GPS技术开展使用,进而给水库大坝项目的开展实施带来更多的技术保障以及安全保障。论文所探讨的有关GPS技术在水库大坝变形监测当中的具体应用,希望论文能够给中国水库大坝的变形监测工作带来一定的借鉴。

## 参考文献

- [1] 郭保.GPS技术在水库大坝变形监测中的应用[J].测绘与空间地理信息,2020,43(12):103-106.
- [2] 孙正强.基于大坝的变形监测要点分析[J].中国新技术新产品,2019(23):45-46.
- [3] 邵燕.GPS测量技术在乌拉泊水库大坝变形监测中的应用[J].水利建设与管理,2019,39(8):72-75.
- [4] 苏凯.刍议自动化技术在大坝变形监测中的应用[J].现代物业(中旬刊),2019(6):50.
- [5] 布艾杰尔·库尔班,阿布都艾尼·阿布都克热木,阿卜杜塔伊尔·亚森,等.利用GPS技术监测大坝表面变形[J].地震地磁观测与研究,2017,38(4):165-171.