

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
G01B 21/32 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510080845.7

[45] 授权公告日 2008年7月16日

[11] 授权公告号 CN 100402979C

[22] 申请日 2004.1.17

[21] 申请号 200510080845.7

分案原申请号 200410012676.9

[73] 专利权人 湖北清江水布垭工程建设公司

地址 443000 湖北省宜昌市东山大道95号清江大厦

[72] 发明人 孙贵平 孙 役 杨启贵 蔡德所  
卫 炎 李昌彩 陈润发

[56] 参考文献

CN2354005Y 1999.12.15

GB1201664A 1970.8.12

CN1361373A 2002.7.31

CN86202440U 1987.1.28

审查员 金 波

[74] 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司

代理人 朱必武

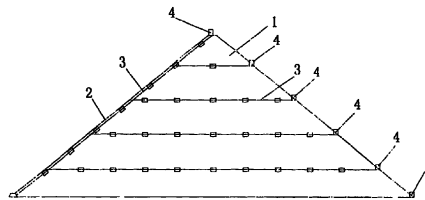
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

[54] 发明名称

大坝面板挠度或坝体内部变形的监测管道

[57] 摘要

一种大坝面板挠度或坝体内部变形的监测管道，其特征在于：管道预先埋置在大坝面板或大坝内，在管道内安放有可移动测量装置，可移动测量装置通过牵引装置或其自备的动力使其在管道中匀速行走，测得初始数据和监测数据，所述的管道具有刚性和伸缩性，管道内壁光滑，其内径为300~500mm，管道为多节圆直钢管，用波纹管接头密封联接。



1、一种大坝面板挠度或坝体内部变形的监测管道，其特征在于：管道预先埋置在大坝面板或大坝内，在管道内安放有可移动测量装置，可移动测量装置通过牵引装置或其自备的动力使其在管道中匀速行走，测得初始数据和监测数据，所述的管道具有刚性和伸缩性，管道内壁光滑，其内径为 300~500mm，管道为多节圆直钢管，用波纹管接头密封联接。

2、如权利要求 1 所述的监测管道，其特征在于所述的波纹管接头由另带法兰、法兰、止水、焊接环、护套、波纹管、丝网、隔层、填充层和连接螺栓组成，法兰通过焊接环焊接在波纹管的两端，另带法兰与波纹管的法兰通过连接螺栓连接，波纹管外壁套有网丝，焊接环与网丝连接部位装有护套，护套及焊接环与法兰焊接在一起；波纹管波纹之间装有隔层，其内壁则装有填充层；在另带法兰和法兰之间，法兰与波纹管之间装有止水。

## 大坝面板挠度或坝体内部变形的监测管道

### 技术领域

本发明涉及一种土木工程中建筑物的外部及建筑物内部水平及垂直变形的装置，具体地是一种水利水电工程中坝体面板挠度或坝体内部变形的监测方法及装置。

### 背景技术

面板堆石坝建设中一方面为了掌握了解大坝实际施工质量，另一方面为人坝竣工验收准备必要的面板和坝体实际变形资料，同时为今后的面板堆石坝设计施工：提供一定的帮助，根据国家相关规范的要求需要进行大量的施工期及运行期的监测工作。由于技术和经验的限制，目前面板堆石坝面板挠度仍采用固定式或滑动式测斜仪监测、内部变形监测仍采用引张线式水平位移计和水管式沉降仪监测坝体内部水平和垂直位移的传统方法。通过实际工程经验显示，上述传统监测方法存在如下许多不足之处，具体如下：

#### 1、固定式或滑动式测斜仪监测面板变形

- (1) 面板堆石坝的面板挠度监测目前设计采用的监测方法多为埋设固定式测斜仪的方法监测，其原理是根据固定测斜仪测得的面板相应位置的转角变化来推算面板测点处的挠度，起算点为最下端的测点，此办法由于仪器较贵且每一支仪器必须引出一根电缆而不可能埋设太多仪器，因此往往容易导致监测结果的累积误差较大；
- (2) 由于固定式测斜仪测点是间断布置的，若中间某一测点失效，则很难进行传递，无法将面板的实际变形情况测出，并且难以修复；
- (3) 而滑动式测斜仪在面板变形较大时，由于仪器自重影响的缺陷无法使仪器下到面板的最底部，因此很难实现面板变形的监测；
- (4) 难以有效实现施工期与运行期自动化监测；
- (5) 仪器设备价格较高。

#### 2、采用引张线式水平位移计和水管式沉降仪监测坝体内部水平和垂直位移

- (1) 引张线在超长情况下容易发生徐变断裂破坏；
- (2) 水管式沉降仪在超长情况因水的粘滞影响和管壁阻力影响很难将水灌注顺利，出水也很困难，同时还容易产生气泡，影响实际量测精度；
- (3) 因需挖沟埋设，施工干扰非常大，尤其是超长情况下，对大坝正常施工干扰影响非常大；
- (4) 北方地区还存在冬季冻结的问题，从而冬季无法正常进行量测；
- (5) 难以有效实现施工期与运行期自动化监测；
- (6) 仪器设备价格较高

随着新技术的不断发展，采用其他更加先进的技术如光电技术进行上述监测已成为可能，目前光纤传感技术已在其他行业得到广泛应用，尤其是原用于军工方面的光纤陀螺仪现

也可以应用于民用设施,国内已经有一些单位开展了这方面应用研究,如“基于光纤陀螺技术检测水下工程结构形变的方法及装置”(专利申请号:02147772)公开了一种光纤陀螺技术检测水下工程结构形变的方法及装置。该专利申请技术是利用光纤陀螺仪对角速度敏感的特性,牵引光纤陀螺仪沿着被测对象运动,对测得的角速度进行积分得到角度,继而通过公式计算得到整套装置的运动轨迹,也就是被测对象的形状。对两次的测得结果进行比较,就可得到被测对象的形变值。其装置包括光纤陀螺仪、信号接收存储单元、计算机接口、线速度传感器、外壳。上述申请专利的技术虽然提供了用光纤陀螺技术检测水下工程结构形变的方法及所用测量装置部分,由于坝体面板及坝体内部的测量还涉及在面板及坝内如何合理布置管道、对监测管道的性能和形状的技术要求、监测管道埋设工艺及如何保证使测量装置在监测管道中平衡移动并自行纠偏,从而完成整个测量过程等种种复杂因素,因此需要一整套完整的测量方法及其装置来实施。

本发明要解决的技术问题是:提供一套完整的、用光纤陀螺技术等光电技术检测水下工程结构形变的大坝面板挠度或坝体内部变形的监测管道。

本发明解决上述技术问题采用的技术方案是:一种水利水电工程中大坝面板挠度或坝体内部变形的监测管道,是采用动态测量方式对大坝面板挠度或变形进行监测,其具体方法是:在大坝面板或大坝内预先埋置具有刚性和伸缩性,管道内壁光滑,其内径为300~500mm的监测管道;当监测管道形成后,即可开始进行初始值的监测工作,在监测端将可移动测量装置入监测管道,并通过牵引装置或其自备的动力使其在监测管道中匀速行走,测得初始数据;再定期将可移动测量装置置入监测管道,将测得的数据与初始数据比较,从而得出变形值。

监测管道在面板中的预先埋置方法是:在坝体上游设置监测断面,在监测断面上将监测管道顶端埋设在大坝趾板混凝土内,与坝体上游面平行沿面板斜向铺设,预先埋置有三种方式:浇筑砼面板后,将监测管道固定在混凝土面板的上游表面;或在面板钢筋骨架形成的同时,将监测管道也固定于其中,再浇筑混凝土面板;或将监测管道埋设于垫层料中,然后再浇筑混凝土面板。

监测管道在坝体中的预先埋置方法是:挖槽将监测管道水平埋设于填筑料中,管道周围用细料保护;根据设计要求长度埋置监测管道。

在坝体中埋置监测管道的具体方法是:当坝体填筑到设计监测高度时,沿水平方向从大坝上游至下游在坝体上挖一1X1米<sup>2</sup>的槽子,上游面顶端设置于垫层料表面处,然后在槽子底部铺设30厘米厚的细料,然后并将监测管道水平铺设其上,再在管道周围用细料覆盖保护,并用小型碾压设备进行压实处理;当大坝填筑到超过运行管道顶部1.5米时,方可进行正常大坝碾压施工。

所述的监测管道为多节圆直钢管用波纹管接头密封联接。

所述的波纹管接头由另带法兰、法兰、止水、焊接环、护套、波纹管、丝网、隔层、填充层和连接螺栓组成，法兰通过焊接不焊接在波纹管的两端，另带法兰与波纹管的法兰通过连接螺栓连接，波纹管外壁套有网丝，焊接环与网丝连接部位装有护套，护套及焊接环与法兰焊接在一起；波纹管波纹之间装有隔层，其内壁则装有填充层；在另带法兰和法兰之间，法兰与波纹管之间装有止水。

所述的测量装置包括将装载有角速度、线速度测量仪和装载它们的圆柱形小车，小车的车径为 250~400mm。

所述的测量装置还包括装载在小车内的水平定位仪。

所述测量装置的角速度和线速度测量仪为高精度光纤陀螺惯导仪，磁感应器组成，高精度光纤陀螺惯导仪是由 2~3 个光纤陀螺仪、2~3 个石英加速度计及数字信号处理器组成，水平定位仪为磁感应器，光纤陀螺仪，石英加速器和感应器将测得的角速度信号、线速度信号和水平信号传给数字处理器。

本发明用 2~3 个光纤陀螺仪为一组，组成多姿态测量系统，以修正因测量装置行走过程中可能出现的偏转而造成的测量偏差。

- (1) 本发明量测精度、稳定性和可靠性可大大提高。
- (2) 可以获得在大量的、连续性的和较高精度的位移测量成果；
- (3) 埋入部分为监测仪器运行轨道、结构简单易于制造、安装、埋设及维护，即使是在光纤陀螺仪等移动装置监测成功的情况下也有条件在其中补充埋设固定倾斜仪作为补救措施；
- (4) 测量仪器为活动式，既能做到“一机多用”同时还可以根据技术进步不断改进其自身性能；
- (5) 可实现施工期及运行期自动化监测；
- (6) 与传统监测方法相比，仪器设备费用较低。

#### 附图说明

- 图 1 为本发明整体结构示意图
- 图 2 为本发明监测管道结构示意图
- 图 3 为本发明监测管道结构示意图之二
- 图 4 为本发明波纹管接头结构示意图
- 图 5 为本发明测量装置结构示意图
- 图 6 为本发明测量原理工作示意图
- 图 7 为本发明监测原理工作示意图之二

#### 具体实施方式

实施例 1：大坝面板挠度的监测方法及设备

如图 1、2、3、5、6 所示，在大坝面板 2 内预先埋置具有刚性和伸缩性、管道内壁光滑，其内径为 300mm 的圆直钢管监测管道 3；当监测管道形成后，即可开始进行初始值的监测工作，在监测端将可移动测量装置 5 入监测管道，设在管道口的卷扬机 4 通过穿在可移动测量装置上的钢丝绳使其在监测管道中匀速行走，测得初始数据；再定期将可移动测量装置入监测管道，将测得的数据与初始化数据比较，从而得出变形值。

监测管道在面板中的预先埋置方法是：在坝体上游设置监测断面，在监测断面上将监测管道顶端埋设在大坝趾板混凝土内，与坝体上游面平行沿面板斜向铺设，预先埋置有三种方式：浇筑砼面板后，将监测管道固定在混凝土面板的上游表面；或在面板钢筋骨架形成的同时，将监测管道也固定于其中，再浇筑混凝土面板；或将监测管道埋设于垫层料中，然后再浇筑混凝土面板。

监测管道 3 为多节圆直钢管 7 用波纹管接头密封联接。监测管道外壁每 30 米装有一永久性磁环 8。波纹管接头由另带法兰 9、法兰 10、止水 11、焊接环 12、护套 13、波纹管 6、丝网 14、隔层 15、填充层 16 和连接螺栓 17 组成，法兰 10 通过焊接环 12 焊接在波纹管 6 的两端，另带法兰 9 与波纹管的法兰 10 通过连接螺栓 17 连接，波纹管外壁套有网丝 14，焊接环 12 与网丝 14 连接部位装有护套 13，护套 13 与法兰 10 焊接在一起；波纹管 6 波纹之间装有隔层 15，其内壁则装有填充层 16；在另带法兰和法兰之间，法兰与波纹管之间装有止水 11。

测量装置 5 由高精度光纤陀螺惯导仪，磁感应器和装载它们的圆柱形小车组成，小车的车径为 250mm，小车车体 18 两侧各装有两个滚轮 19，底部装有 1 排 2 个，平行两排的 4 个滚轮 20。

高精度光纤陀螺惯导仪是由 3 个光纤陀螺仪 21、3 个石英加速度器 22 及数字信号处理器 23 组成。光纤陀螺仪、3 个石英加速度器和磁感应器 24 将测得的角度、线速度和水平定位信号传送给数字信号处理器 23，然后再用计算机处理得出测量数据。

#### 实施例 2：坝体内变形监测方法及装置

如图 1、3、5、7 所示，一种大坝坝体内部变形的监测方法，采用动态测量方式对大坝面板挠度或变形进行监测，其具体方法是：在大坝 1 内预先埋置具有刚性和伸缩性，管道内壁光滑，其内径为 300~500mm 的监测管道 3；当监测管道 3 形成后，即可开始进行初始值监测工作，在监测端将可移动测量装置入监测管道，并通过其自备的动力使其在监测管道中匀速行走，测得初始数据；再定期将可移动测量装置置入监测管道，将测得的数据与初始数据比较，从而得出变形值。

在坝体中埋置监测管道的具体方法：当坝体填筑到设计监测高度 20—50 米时，沿水平方向从大坝上游至下游在坝体上挖一 1X1 米<sup>2</sup>的槽子，上游面顶端设置于垫层料表面处，然后在槽子底部铺设 30 厘米厚的细料，然后并将监测管道水平铺设其上，再在管道周围用细料覆盖保护，并用小型碾压设备进行压实处理；当大坝填筑到超过运行管道顶部 1.5 米时，方

可进行正常大坝碾压施工。

监测管道为多节圆直钢管 7 波纹管 6 密封焊接，波纹管 6 内壁波纹处用具有伸缩性的材料填平。

测量装置 5 由高精度光纤陀螺惯导仪和装载它们的圆柱形小车组成，小车的车径为 250mm，小车车体 18 两侧各装有两个滚轮 19，底部装有 1 排 2 个，平行两排的 4 个滚轮 20。

高精度光纤陀螺惯导仪是由 3 个光纤陀螺仪 21、3 个石英加速度器 22 及数字信号处理器 23 组成。光纤陀螺仪、3 个石英加速度器和磁感应器 24 将测得的角速度、线速度和水平定位信号传送给数字信号处理器 23，然后再用计算机处理得出测量数据。

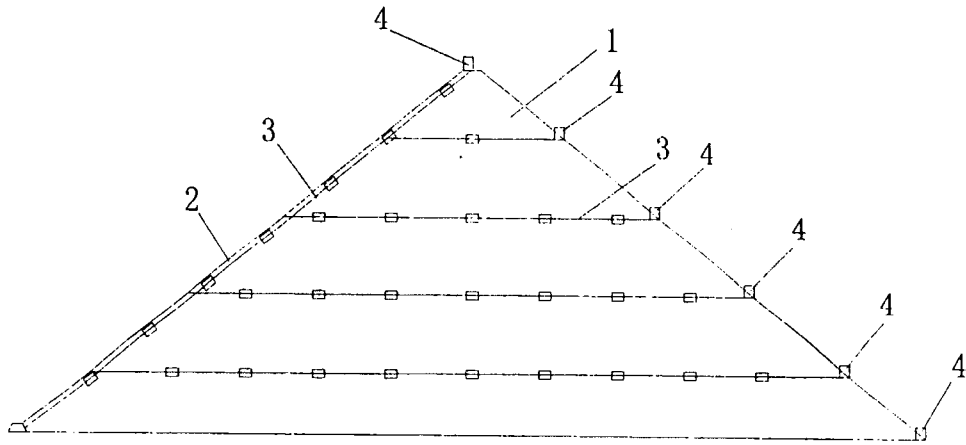


图 1

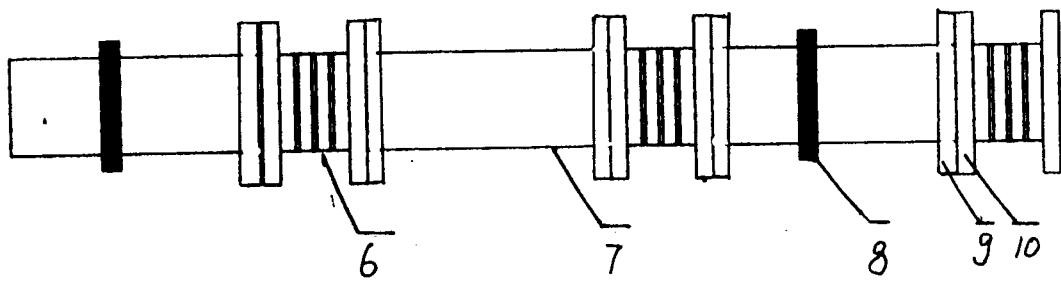


图 2

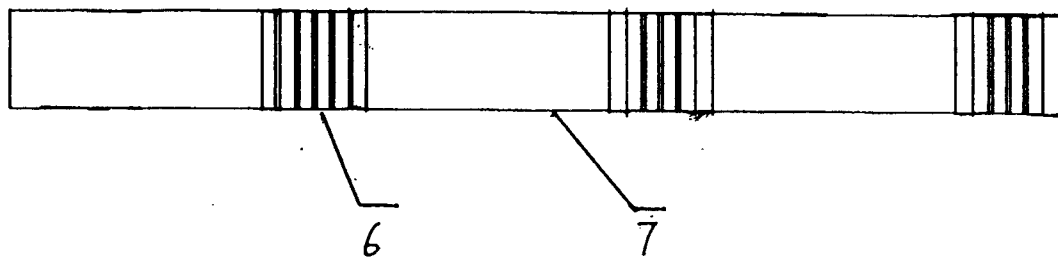


图 3



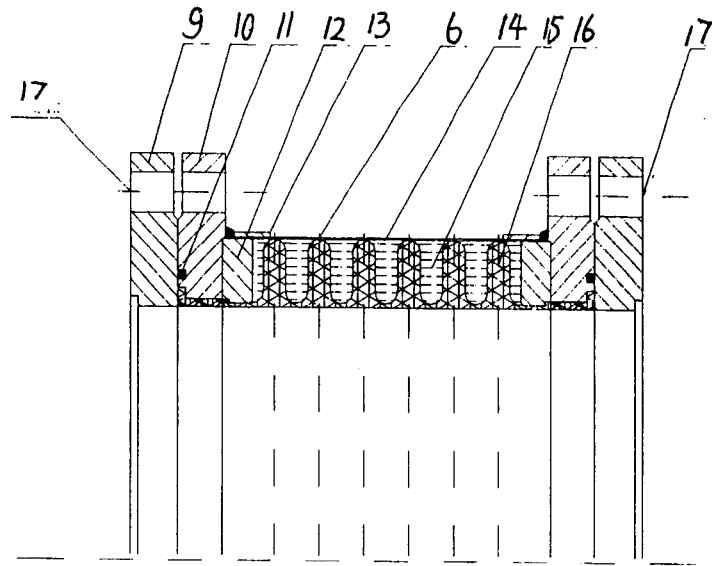


图4

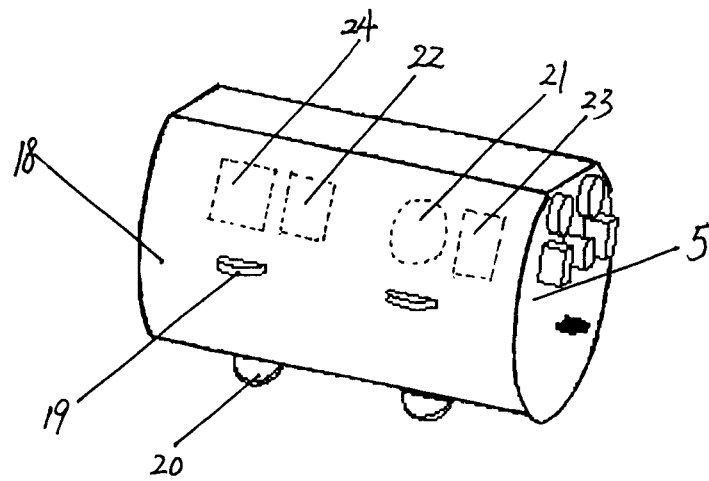


图5

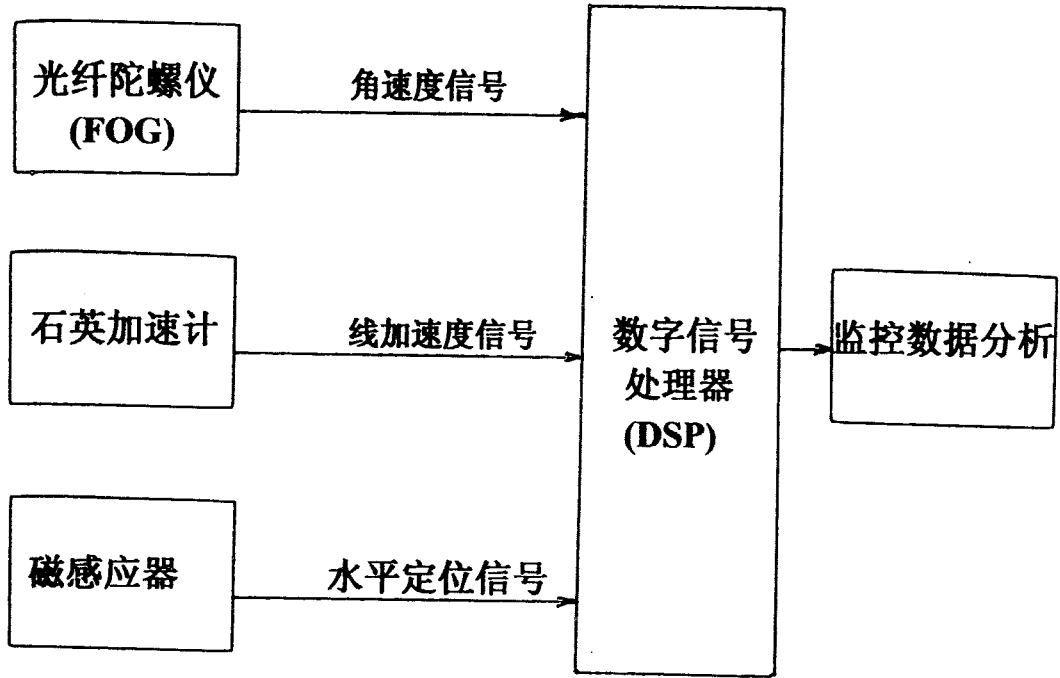


图 6

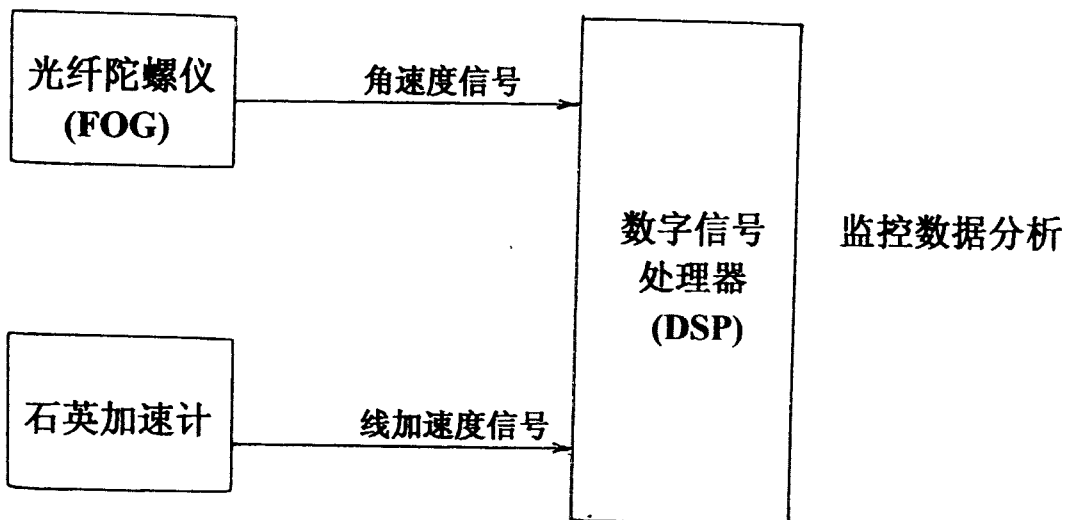


图 7