



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103512850 B

(45)授权公告日 2016.10.12

(21)申请号 201310506514.X

(22)申请日 2013.10.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 103512850 A

(43)申请公布日 2014.01.15

(73)专利权人 东南大学

地址 210018 江苏省南京市玄武区四牌楼2号

(72)发明人 刘宏月 韩晓林 费庆国 芮琴

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所
(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

(51)Int.Cl.

G01N 21/25(2006.01)

G01K 11/32(2006.01)

(56)对比文件

CN 101566580 A, 2009.10.28, 说明书第3页第3段至第7页倒数第6段, 附图1-9.

CN 202329869 U, 2012.07.11, 说明书第[0005]段~[0036]段, 附图1-4.

CN 2004/0245444 A1, 2004.12.09, 全文.

CN 101929879 A, 2010.12.29, 全文.

CN 203606272 U, 2014.05.21, 权利要求1-9.

刘宏月等. 基于长周期光纤光栅折射率敏感特性的混凝土结构钢筋锈蚀监测.《光学学报》.2011, 第31卷(第8期), 第0806009-1~0806009-5页.

审查员 沈晓霞

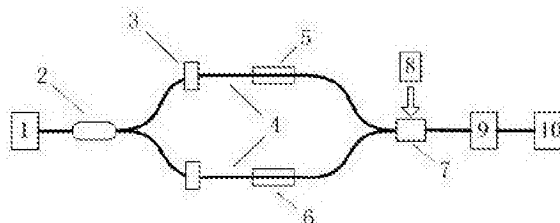
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置

(57)摘要

本发明公开了一种混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置及包含它的监测装置,混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置包括宽带光源、Y型光纤耦合器、耦合器接头、传感光纤、LPFG钢筋锈蚀传感探头、LPFG温度传感探头、光开关、光谱仪和计算机;宽带光源进入Y型光纤耦合器的输入端,传播到Y型光纤耦合器的输出端,再通过耦合器接头和传感光纤,分别传播到LPFG钢筋锈蚀传感探头和LPFG温度传感探头,再经过光开关,由光开关的出射端进入光谱仪,最后经过计算机处理输出透射光谱与锈蚀状态之间的关系曲线。采用上述装置可实现混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测。



1. 一种混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置,其特征在于:包括宽带光源、Y型光纤耦合器、耦合器接头、传感光纤、LPFG钢筋锈蚀传感探头、LPFG温度传感探头、光开关、光谱仪和计算机;宽带光源进入Y型光纤耦合器的输入端,传播到Y型光纤耦合器的输出端,再通过耦合器接头和传感光纤,分别传播到LPFG钢筋锈蚀传感探头和LPFG温度传感探头,再经过光开关,由光开关的出射端进入光谱仪,最后经过计算机处理输出透射光谱与锈蚀状态之间的关系曲线;钢筋锈蚀传感器探头包括纤芯、设在纤芯上的栅区、设在栅区外围的柔性保护套管和使柔性保护套管和纤芯相对固定的固定装置;钢筋锈蚀传感器探头包括两根以上的纤芯,同一根纤芯的不同位置刻有不同谐振峰值的LPFG传感栅区,通过光开关实现不同纤芯间的光路切换。

2. 一种混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测装置,其特征在于:包括权利要求1所述的混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置。

3. 如权利要求2所述的混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测装置,其特征在于:还包括等比例传动装置和传感器封装壳,传感器封装壳设在待测钢筋的外围,钢筋锈蚀传感器探头与传感器封装壳单点固支,等比例传动装置置于钢筋和混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置之间。

4. 如权利要求2或3所述的混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测装置,其特征在于:LPFG温度传感探头的外围设有保护套。

5. 如权利要求2或3所述的混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测装置,其特征在于:还包括用来固定LPFG温度传感探头的支撑板。

6. 如权利要求2或3所述的混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测装置,其特征在于:传感器封装壳及混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置的外围设有传感结构支撑架。

7. 如权利要求6所述的混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测装置,其特征在于:传感结构支撑架的外围设有混凝土保护层。

混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置及包含它的监测装置,属于土木工程传感器测试领域。

背景技术

[0002] 长周期光纤光栅(以下简称LPG)是一种基于纤芯导模与包层模式耦合理论的传感性光栅,它对其周围所处环境的折射率变化非常敏感,进而可以得到周围环境中粒子的浓度。基于该耦合理论的生物、化学传感技术已广泛应用于血液中抗原含量测量、蛋白质物质鉴别、药物筛选、溶液浓度检测、污水降解程度判定等多个生化研究领域。

[0003] 随着钢筋混凝土结构在大型建筑工程中的广泛应用,混凝土中的钢筋锈蚀已成为威胁全世界钢筋混凝土结构耐久性的最主要灾害。特别是在沿海、近海及特种桥梁等使用环境中,钢筋混凝土结构可能因为钢筋锈蚀而丧失其耐久性,并导致钢筋混凝土构件承载能力下降和延性的降低,最终造成结构不能达到预定的服役年限而提前失效。每年此类灾害都给人们的生产生活造成了巨大的直接和间接经济损失,甚至在一些国家已构成了沉重的财政负担。随着经济的持续增长,我国正在进行大规模的基础设施建设。如何对这些设施的结构进行有效监测并预防灾害的发生,成为当前亟需解决的问题。

[0004] 通常,钢筋腐蚀、冻害、物理化学影响是环境条件作用下混凝土的三大破坏原因,其中钢筋锈蚀是影响混凝土耐久性的最主要因素。大量研究表明,混凝土微孔结构内部在服役过程中含有大量易于与水反应生成强碱性氢氧化物的可溶性碱金属和碱土金属氧化物,进而在混凝土内部的钢筋周围形成了一个PH值为12-13的高碱性环境条件。通常情况下,钢筋表面在这种高碱性环境下形成钝化膜,处于钝化状态,钝化膜可有效保护钢筋免于继续受外界有害物质的侵蚀,阻止钢筋发生锈蚀。但随着氯离子的侵入或混凝土碳化,混凝土内部PH值降低至中性甚至偏酸性,附着于钢筋表面的钝化膜将会慢慢被破坏,而导致钢筋开始锈蚀。不同锈蚀产物的生成使得锈蚀后钢筋的体积膨胀率有所不同,即红锈为4倍,黑锈为2倍。当体积膨胀带给混凝土结构的压力达到一定程度时,混凝土结构出现沿钢筋方向开裂、保护层大面积脱落等现象,导致钢筋锈蚀的进一步加剧。钢筋锈蚀会使混凝土对钢筋的握裹力下降,引起结构的承载力下降。由此,钢筋锈蚀机理的研究日益得到学术界的重视。

[0005] 目前对混凝土中钢筋锈蚀状态的非破损检测方法(NDT)可以分为电化学方法和物理方法两大类。电化学检测方法是通过检测锈蚀过程中钢筋混凝土锈蚀体系的电化学变化情况来实现对混凝土中钢筋锈蚀程度或速度的检测。目前具有发展前景的电化学方法主要有半电池电位法、线性极化法、交流阻抗法、混凝土电阻法等,其中半电池电位法是根据金属在一定环境中电位是否变化的原理对混凝土中钢筋锈蚀进行诊断,是现在应用最广泛的钢筋锈蚀检测方法,其优点是检测速度快,但其只能对钢筋腐蚀的腐蚀概率进行定性判断,无法直接得出腐蚀速度,且测得的指标单一。线性极化法是基于Stern公式建立起来的一种钢筋腐蚀速度检测方法,它具有结构简单、检测速度快的特点,目前可用的成品测量仪器有

普通恒电位仪和GECOR、NSC、CAPCIS等专用仪器。上述钢筋锈蚀检测方法都需将外部检测探头或参比电极置于混凝土结构表面,这对于测量部位较多、检测环境复杂(如桥墩底部、过江隧道外侧)和需要长时间监测的重要建筑而言,工作量巨大,且外界因素的干扰(如接触位置的差异、参比电极溶液对结构的污染等)对检测结果的影响较大。因此必须研制能够埋入混凝土内部,使之能够满足长期监测需要的混凝土内钢筋腐蚀监测技术。

[0006] 物理方法主要是通过检测由于锈蚀导致的钢筋混凝土结构内部电阻、电磁、热传导、声波传播等特性的变化情况,以实现钢筋的锈蚀状况进行检测。常用的方法包括:电阻棒法、电涡流探测法、射线法、声发射探测法等。电阻棒法测量因钢筋锈蚀导致体积状态发生变化而引起的电阻值变化,可利用导电原理对钢筋的剩余面积进行间接推算。涡流探测法主要是测定励磁电流与钢筋内部次生波的相位关系,进而对钢筋锈蚀状况进行判定。射线法是通过混凝土中钢筋结构进行X射线或 γ 射线拍摄,实现对钢筋锈蚀情况更加直接的观察。上述物理方法的主要优点是操作方便,适于工程现场应用。如日本M.Ridha等提出采用超导量子干涉技术来测量钢筋锈蚀所引起微小磁场,进而获得锈蚀信息。美国Illinois大学J.TBernhard教授采用超声波技术监测钢筋锈蚀情况,再通过宽带微波天线实现无线数据传输,但此方法的测试成本很高。物理方法对钢筋锈蚀程度的检测只能给予定性的结论,难以获得定量的分析,因而也无法实现对钢筋锈蚀情况的在线检测。

[0007] 由于光纤传感系统具有众多独特的优点,使得基于光纤传感的钢筋混凝土结构健康监测技术研究与应用也成为当前国内外土木工程领域的热点论题。1998年,Fuhr等人将化学领域的Fajans方法与光纤传感技术相结合,实现了对氯离子浓度的定量检测,并将其应用于钢筋混凝土环境中的氯离子浓度检测方面,开展了大量的研究工作。此方法具有操作简单,检测速度快等特点,但此方法无法实现氯离子浓度的连续检测,且检测反应不可逆,需考虑所使用的荧光物质的寿命衰减问题。Bennett K D提出了一种基于光纤微弯效应的“腐蚀保险丝”传感方案。当腐蚀保险丝与钢筋处于同一锈蚀过程时,“腐蚀保险丝”会生锈而逐渐变细断裂,此过程使得弯曲光纤失去约束而弹开,其曲率将变小,从而使通过光纤内部的光通量迅速增加。该传感器能较好地反映出“腐蚀保险丝”是否断裂,即保险丝直径的选择直接决定了某腐蚀程度的阈值,无法实现对腐蚀过程的连续反映。重庆大学黎学明和陈伟民等人提出将光纤包层的局部采用Fe-C合金膜结构替代,构成较灵敏的腐蚀敏感膜,通过监测传感光纤输出光功率变化随锈蚀钢筋周围环境PH值的变化情况,获取钢筋锈蚀信息。此方法优点是价格低廉,且化学镀膜过程简单。缺点是还需进一步提高镀层材料、厚度与附着力控制工艺以便获得实际应用,且检测过程不可逆,无法重复使用。

[0008] 然而上述方法大都是通过环境参数监测来实现对钢筋锈蚀状态的判断,属于间接测试方法。为能更加直接地监测钢筋锈蚀萌生发展的全过程,还须研制出能够将锈蚀过程与光纤传感技术巧妙结合起来的具备原位、在线及可重复使用特点的新型直接监测方法。

[0009] 在LPFG锈蚀传感方面,2008年,南京航空航天大学王彦等人在光谱学与光谱分析著文“基于光纤光栅光谱分析的混凝土结构钢筋锈蚀监测”,利用LPFG的弯曲特性制成了钢筋锈蚀传感器,用来检测混凝土中钢筋锈蚀状态。该系统如图9所示,将钢筋放入一凹槽形的不锈钢基座内并用胶将其与基座固定,基座高度与钢筋直径相同,将光栅段外套保护管后平放于钢筋表面,对光栅两端光纤施加一定的预拉伸力使光栅保持水平伸直状态,光栅两端搭在基座两端,一端光纤用环氧树脂胶与基座粘贴固定,并且此端的光纤也与保护管

粘贴固定。在钢筋未发生锈蚀的初始状态,长周期光纤光栅保持笔直状态。当钢筋锈蚀体积发生径向膨胀,钢筋体直径增大,就会引起长周期光纤光栅发生弯曲,陷波效应变小。但由于该传感器仅能实现钢筋锈蚀的某一圆周上的线监测,不能实现钢筋锈蚀的全提及检测,即:该传感器仅能实现单点监测,带有其偶然性,不能真实反映钢筋锈蚀状态。同时,监测过程中并没有相关的温度补偿设计,无法消除传感过程中温度对锈蚀监测结果的影响。

发明内容

[0010] 发明目的:在于克服原有混凝土钢筋锈蚀监测中的传感器无法实现钢筋锈蚀全体积监测、锈蚀状态与温度场的同时监测、温度补偿功能等缺点,提供一种灵敏度高、可实现准分布式在线测量及钢筋整体监测的混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置及包含它的监测装置。

[0011] 技术方案:为了解决上述技术问题,本发明是通过以下技术方案实现:

[0012] 一种混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置,包括宽带光源、Y型光纤耦合器、耦合器接头、传感光纤、LPFG钢筋锈蚀传感探头、LPFG温度传感探头、光开关、光谱仪和计算机;宽带光源进入Y型光纤耦合器的输入端,传播到Y型光纤耦合器的输出端,再通过耦合器接头和传感光纤,分别传播到LPFG钢筋锈蚀传感探头和LPFG温度传感探头,再经过光开关,由光开关的出射端进入光谱仪,最后经过计算机处理输出透射光谱与锈蚀状态之间的关系曲线。

[0013] 采用上述装置可实现混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测。

[0014] 钢筋锈蚀传感器探头包括纤芯、设在纤芯上的栅区、设在栅区外围的柔性保护套管和使柔性保护套管和纤芯相对固定的固定装置。这样可进一步提高监测的准确性。

[0015] 钢筋锈蚀传感器探头包括两根以上的纤芯,同一根纤芯的不同位置刻有不同谐振峰值的LPFG传感栅区,通过光开关实现不同纤芯间的光路切换。

[0016] 上述同一根光纤上可以制备多个传感器探头,且不同根光纤上可通过光开关进行切换,用以实现空分复用。

[0017] 一种混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测装置,包括上述混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置。

[0018] 上述混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测装置,还包括等比例传动装置和传感器封装壳,传感器封装壳设在待测钢筋的外围,钢筋锈蚀传感器探头与传感器封装壳单点固支,等比例传动装置置于钢筋和混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置之间。

[0019] 上述传感光栅与传感器保护封装壳结构单端固定,确保LPFG传感器探头位于等比例传动装置的弯曲最敏感区域,避免由于LPFG传感探头位置对检测结果所带来的影响;LPFG传感器探头与待测钢筋之间通过等比例传动装置,有效实现了对钢筋体积膨胀的全体积监测;上述LPFG温度传感探头位于封装结构非受力区域,可实现对钢筋锈蚀传感器的温度自补偿、锈蚀监测点附近温度场监测以及锈蚀状态的准确预测。

[0020] LPFG温度传感探头的外围设有保护套。这样可对探头起到防护作用。

[0021] 为了使用方便,上述混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测装置还包括用来固定LPFG温度传感探头的支撑板。

[0022] 传感器封装壳及混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置的外围设有传感结构支撑架。这样进一步方便了监测。

[0023] 传感结构支撑架的外围设有混凝土保护层。这样对监测装置起到了更进一步的保护作用。

[0024] 利用上述装置,实现对混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测的方法,包括以下过程:

[0025] (1)、利用LPFG透射光谱法进行监测;在待监测的钢筋和LPFG传感探头之间设计等比例传动装置,实现钢筋锈蚀状态的监测;在封装结构内部加入LPFG温度传感探头,且在以下监测过程中,始终保持LPFG温度传感光栅栅区处于自由且平直状态;

[0026] (2)、钢筋锈蚀状态全体积监测:利用LPFG传感栅区对其自身弯曲状态变化的敏感性质,将钢筋锈蚀后体积的膨胀状态转化为LPFG的弯曲状态;通过测量由于待测钢筋体积膨胀变化而引起的谐振峰幅值的变化,检测混凝土环境中钢筋体积膨胀情况及钢筋锈蚀状态,即:当混凝土中钢筋锈蚀量不断增加时,通过检测传感装置中由栅区表面弯曲变化引起的谐振峰幅值改变,进而实现对钢筋体积膨胀状态及钢筋锈蚀状态的监测;

[0027] (3)、混凝土内部温度场监测:利用LPFG传感栅区对环境周围温度变化的敏感性质,通过设计相关的封装保护装置,将混凝土中钢筋锈蚀传感装置与LPFG温度传感探头相结合,将锈蚀监测点周围温度变化情况转化为LPFG的谐振峰值变化;通过测量由于待测环境中温度变化而引起的谐振峰值的变化,检测混凝土环境中钢筋锈蚀监测点的温度场状态,即:当混凝土中钢筋锈蚀点处温度发生变化时,通过检测传感装置中由栅区表面温度变化引起的谐振峰值改变,实现对钢筋锈蚀点温度状态的监测,进而实现对钢筋锈蚀传感器的温度自补偿和锈蚀状态的准确评估。

[0028] 上述等比例传动装置可实现钢筋体积膨胀量与LPFG传感器微弯效应的转换,实现传感器内部被测钢筋的全体积监测。利用简单机械传递装置作为待监测钢筋锈蚀状态和LPFG传感探头之间的传动装置,将混凝土内部锈蚀钢筋的体积膨胀量转换成更适合LPFG传感器监测的状态,同时尽可能减少固态铁锈的液化。

[0029] 上述温度场监测元件为LPFG,可实现对钢筋锈蚀传感器的温度自补偿、锈蚀监测点附近温度场监测以及锈蚀状态的准确预测。由于温度因素对锈蚀进程、LPFG传感探头和金属材料本身的影响非常明显,因此,在传感器设计之初需考虑该因素的影响。由于LPFG微弯特性的敏感参量为LPFG谐振峰幅值,与温度影响的相关性较小,因此所设计的基于LPFG微弯特性的钢筋锈蚀传感监测方案的温度场监测主要考虑两个方面,即:由于材料热膨胀系数引起的传感装置的温度补偿和温度场对钢筋锈蚀进程的影响。

[0030] 本发明的有益效果是:将钢筋锈蚀状态监测分为两个方面,即:钢筋锈蚀体积膨胀状态监测和锈蚀过程中钢筋附近温度场状态监测,在实现钢筋锈蚀状态监测的同时,实现了钢筋锈蚀全体积监测、锈蚀状态与温度场的同时监测、温度补偿功能等,提供了一种灵敏度高、可实现准分布式在线测量及钢筋整体监测,带有温度自补偿功能的混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测方法、传感器及监测装置;利用LPFG对环境微弯、温度变化分辨率高、响应快、高通量、敏感、特异、简便、对样品本身无损伤等优点,实现混凝土中钢筋锈蚀体积膨胀状态及温度场状态监测,确定混凝土中已锈蚀钢筋的具体定位和钢筋锈蚀状况,可应用于桥梁、码头等建筑物的锈蚀状况监测;同时由于采用了光纤作为传感基体,

具有抗电磁干扰能力强、耐高压、耐腐蚀、可实现分布式测量以及远程遥测监控等优点;通过简化传感系统结构且采用光谱检测技术,可提高测量精度,克服光强测量易受光源不稳定影响的缺点;通过采用相应的封装及保护方式,可避免由于外界应力、应变对LPFG传感器探头所带来的影响,保证锈蚀监测的可靠性和耐久性。

[0031] 有益效果:本发明钢板剪力墙具有良好的抗震性能、延性和耗能性能,能实现钢板开孔区域全截面的屈服,能提高钢板的利用率,且能有效抑制缝端部的应力集中现象,是一种优越的耗能构件。

附图说明

[0032] 图1是混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置结构示意图。

[0033] 图2 是Y型光纤耦合器示意图。

[0034] 图3是Y型机械式光开关示意图。

[0035] 图4是LPFG钢筋锈蚀传感探头示意图。

[0036] 图5是两根光纤LPFG钢筋锈蚀传感探头示意图。

[0037] 图6是长周期光纤光栅钢筋锈蚀传感机制图。

[0038] 图7是长周期光纤光栅钢筋锈蚀状态及温度场状态传感探头与待测钢筋排布图。

[0039] 图8是混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测装置结构示意图。

[0040] 图9是LPFG弯曲特性钢筋锈蚀传感器示意图。

[0041] 图中的标号名称:1. 宽带光源,2.Y型光纤耦合器,3. 耦合器接头,4. 传感光纤,5. 长周期光纤光栅钢筋锈蚀传感器的锈蚀传感探头,6. 长周期光纤光栅钢筋锈蚀传感器的温度传感探头,7. 光开关,8. 触发控制电路,9. 光谱仪,10. 计算机,11. 输入端,12. 输出端,61. LPFG栅区,62. 纤芯,63. 柔性保护套管,64. 软管固定端,13. 传感器封装壳,14. 钢筋,15. 等比例传动装置,16. 温度传感保护套管,17. 侧向外支撑板,18. 传感结构支撑架,19. 混凝土保护层,20. 传感LPFG,21. 封装外壳,22. 传感器保护管。

具体实施方式

实施例

[0042] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细描述:

[0043] 由图1-3可知,混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置,包括宽带光源、Y型光纤耦合器、耦合器接头、传感光纤、LPFG钢筋锈蚀传感探头、LPFG温度传感探头、光开关、光谱仪和计算机;宽带光源(采用LG150型宽带光源)进入Y型光纤耦合器的输入端,传播到Y型光纤耦合器的输出端,再通过耦合器接头和传感光纤,分别传播到LPFG钢筋锈蚀传感探头和LPFG温度传感探头,与待测环境中的被测环境相互作用产生纤芯和包层的耦合效应,再经过光开关中的触发控制电路8作用后形成相应检测光路,光线通过Y型机械式光开关的出射端进入光谱仪(采用AQ6317型光谱仪),最后经过计算机处理输出透射光谱与锈蚀状态之间的关系曲线,从而实现了整个测量光路部分的全光纤化。

[0044] 如图4所示,钢筋锈蚀传感器探头包括纤芯、设在纤芯上的栅区、设在栅区外围的柔性保护套管和使柔性保护套管和纤芯相对固定的固定装置。

[0045] 如图5所示,钢筋锈蚀传感器探头包括两根纤芯,同一根纤芯的不同位置刻有不同谐振峰值的LPFG传感栅区,通过光开关实现不同纤芯间的光路切换。在同一根光纤纤芯的不同位置刻入不同谐振峰值的LPFG传感栅区,以实现在同一根光纤上制备多个在线长周期光纤光栅钢筋锈蚀传感器探头,同时通过光开关实现不同根光纤间的光路切换,进而实现空分复用。

[0046] 根据LPFG光谱输出特性,通过不同谐振光谱的LPFG可对钢筋结构实现多位点探测的分布式长周期光纤光栅钢筋锈蚀传感器。当这些LPFG传感段处于不同测试环境中时,不同的待测环境中的钢筋体积膨胀情况与传感器相互作用,从而引起各个LPFG传感器微弯情况的变化。通过对传感器输出LPFG光谱的检测,可以得到分布式检测的信号。

[0047] 如图6-9所示,混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测装置,包上述混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置,还包括等比例传动装置和传感器封装壳,传感器封装壳设在待测钢筋的外围,钢筋锈蚀传感器探头与传感器封装壳单点固支,用于避免锈蚀过程中由于其他因素导致的传感器弯曲,对钢筋锈蚀的全过程实现实时准确监测,等比例传动装置置于钢筋和混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置之间,利用传动特性将钢筋锈蚀后的体积膨胀与LPFG弯曲特性相结合,进而实现对钢筋锈蚀状态的监测;LPFG温度传感探头的外围设有保护套,利用保护套管将温度传感器探头保护起来,固定于侧向支撑板上,在保证环境温度监测的同时,消除混凝土试件浇筑过程及传感器监测过程中外界环境的附加影响。

[0048] 上述混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测装置,还包括用来固定LPFG温度传感探头的支撑板;传感器封装壳及混凝土中钢筋锈蚀状态及温度场状态的全体积监测传感装置的外围设有传感结构支撑架;传感结构支撑架的外围设有混凝土保护层,利用混凝土保护层的浇筑将长周期光纤光栅钢筋锈蚀及温度场传感器保护起来,便于传感器在施工过程中的安装。

[0049] 研究混凝土中钢筋锈蚀机理及锈蚀后钢筋体积膨胀原理,利用长周期光纤光栅对周围环境微弯的敏感特性,将所设计的用于检测混凝土中钢筋锈蚀状态的长周期光纤光栅钢筋锈蚀传感器探头埋入混凝土结构中,检测待测钢筋锈蚀后体积膨胀所带来的传感器微弯效应。随着混凝土中钢筋锈蚀的不断增加,待测钢筋的体积膨胀状态发生变化。同时,钢筋锈蚀传感器内部的温度传感探头对锈蚀钢筋附近的温度场进行实时监测,以预测钢筋锈蚀的进程。整个过程中,整个钢筋锈蚀过程状态以及测点附近的温度环境将通过周围环境中弯曲、温度情况的变化而被捕获。通过检测谐振光谱的变化情况实现对混凝土结构中的钢筋锈蚀状况及温度场状态的实时在线监测。

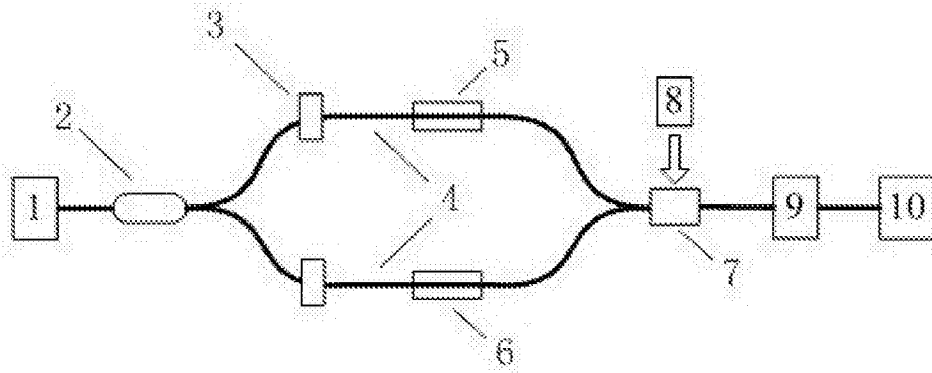


图1

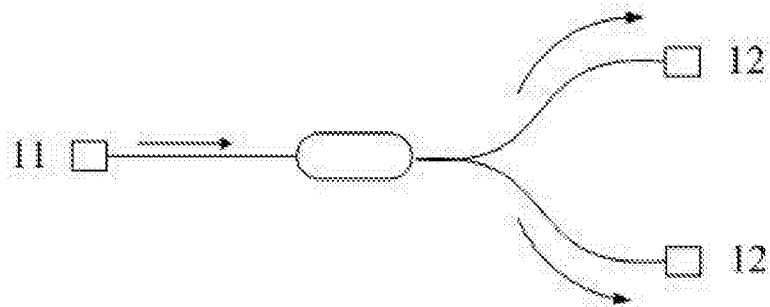


图2

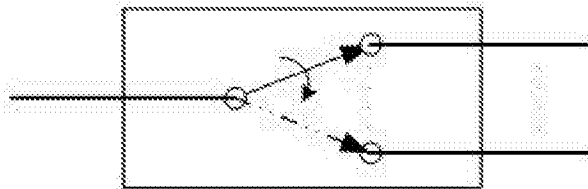


图3

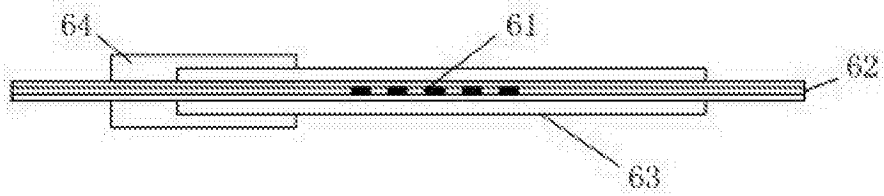


图4

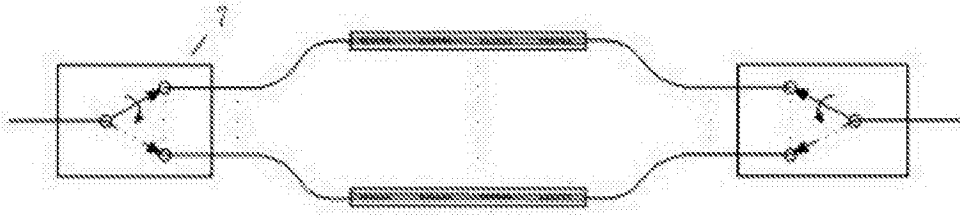


图5

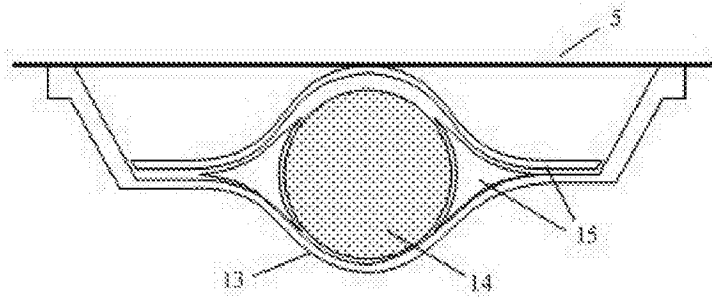


图6

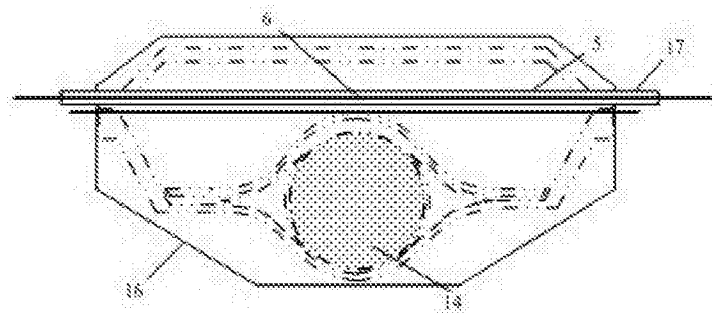


图7

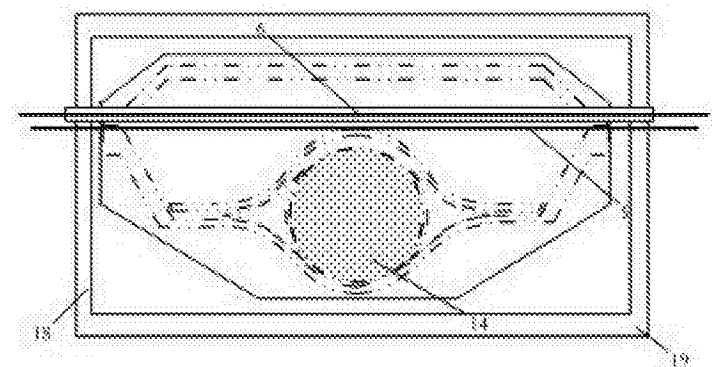


图8

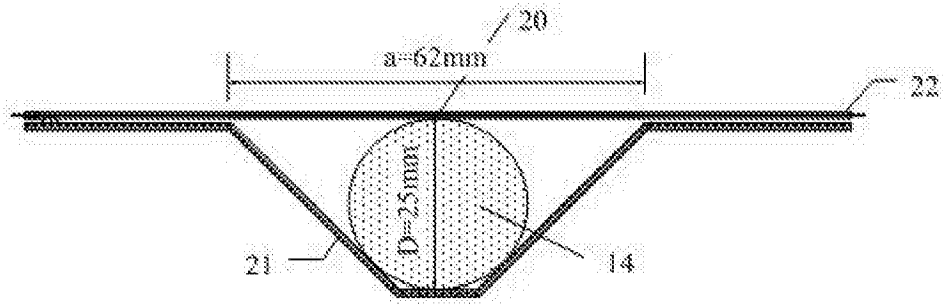


图9