

土木工程智能结构体系的研究与发展

韩金达

(西南交通大学希望学院 四川省成都市 610400)

摘要:随着我国经济和科技的快速发展,我国的土木工程技术也出现了一些新的突破。近几年来,许多学者对此作了深入的研究与讨论。本文主要对智能结构体系的研究与发展进行了深入的探讨。土木工程智能化建筑体系的建设,是对智能建筑技术进行探讨与研究的重要内容,也是对信息传递与处理的研究。随着我国建筑智能化的不断开发,必将给人类带来巨大的经济效益和社会效益。

关键词:土木工程;智能结构;体系研究

引言:近几年,我国地震频发,严重威胁着人民的生命和财产。由于地震的影响,我国的建筑结构寿命已大幅度降低,甚至有可能达不到数十年之久。导致人们的生命安全无法得到有效的保护,严重地制约着社会的发展。在科学技术的发展与创新中,土建智能化结构系统应运而生,为我们解决这一难题提供了一种行之有效的办法。

1、智能结构体系应用现状

一般而言,智能建筑是一种旨在提高建筑智能化水平的仿生结构体系。随着人类社会的不断发展,对结构的需求不断提高,智能化的土木结构体系已成为必然趋势。在目前的工程实践中,常用的是视觉、声发射、超声波、无损检测、检测等技术。但是,这种方法仅限于建筑本身,在工程实际应用中,常常忽视了对工程质量的检查,从而导致了工程的整体恶化和损坏的检测,从而使工程建设不能及时进行。但是,在智能结构的自我辨识方面,新的传感器可以侦测到一系列的自我诊断,例如纤维技术,以及制造能够即时侦测的半导体器件,这些器件不但对伤害的产生非常敏感,也能很好的监测损害的范围。

2、智能结构控制的组成原件及智能材料应用

2.1 智能结构控制的组成原件

要对智能结构系统有一个完整的认识,必须从现有的构件和架构着手。智能结构控制系统包括两个主要模块:主模块和副模块。信号处理器、信号发射机、信号控制器是整个主控制系统的核心。他们的工作以仿生原理为基础。在现代建筑系统中,仿生学的基本原理被广泛应用,仿生学是一种对建筑内部的感知与认识,将其内在的信息传达给人们。整个系统采用了发送设备和信号驱动设备,基本上形成了较为完整的控制体系。在结构的设计中,当传感器检测到潜在的危机时,会及时对其进行隐患的处理,并将其向控制器反馈。当从各个传感器接收到信息时,该控制器将迅速做出相应的判断,并将其反馈至整个结构体系,以实现减震的目的和作用。除了上述三大发明之外,自适应设备在智能系统中也占有很大的比重,它很容易被外界因素所影响。这种自适应机构能够根据各种物理变形对其进行调整,从而保证在特定环境下的结构安全、稳定。

智能结构控制系统不仅对建筑的设计起到了重要的作用,同时也对结构的控制进行了全面的管理,这与其所做的工作有着密切的关系。在发生强烈的振动、变形等不确定因素的情况下,智能结构系统能够迅速作出反应,并在最短的时间内对其进行处理与控制。在结构体系的设计和智能控制等方面,其基本目的就是保证结构的抗震性能。其产生与发展为建筑工艺的各方面都带来了新的设计思想。

2.2 智能材料的应用

智能材料有两大类,第一种是制造材料,包含各种材料,如形状记忆材料、磁流变材料等。它的主要特征在于调整磁场的温度和磁场,调整磁场的形状、位置和频率,从而产生某种自适应的作用。第二类是制作传感元件,其特性是透过物质的内外构造,激发物质的生理机能,感受其强度与弹性,因此我们将其称为物质。主要应用在光纤、亚聚合物、压电陶瓷等领域,在目前的应用中,起吊是首要的。由于温度、电场、磁场等因素影响,这种材料可以改变形状、位置和频率,而且还具备一定的机械性能。这为特殊材料的制备和驱动器件的合成创造了条件。

3、结构损伤及健康检测

在施工过程中,有两大类,一是传统的,二是现代的。传统的探测技术多为目测,而随着现代科学技术的飞速发展,目测技术已经逐步被代替。目前常用的探测手段有声发射、X射线、超声波等。其中,非破坏性测试是其中的关键技术。传统的或现代的检测技术都受限于局部探测的覆盖面,不能对建筑物的总体性能进行有效的监测和控制。另外,在工程竣工投产后,对检测环节的重视程度较低,这对后期建筑物的损伤评估十分不利。这种自感知、自诊断、自诊断等新的智能传感器的强大功能是紧密联系在一起的。比如,在实时监测建筑物的整个生产过程中,半导体纤维是目前智能结构体系的重要组成部分。由于它具有特殊的灵敏度,因此它在结构体系的检测与监控方面具有很大的应用价值。

智能结构体系的主要测试目标有:(1)在结构成型后,由于材料和环境因素的影响,容易产生裂纹,因此,对其进行检测是智能结构体系中最基础的一步。(2)除材料和环境因素之外,在受应力作用下,结构的开裂破坏也是非常重要的。(3)因裂缝、破坏等问题,容易导致结构的整体失稳,从而导致建筑灾害的发生。全面的检测是结构检测中的重要和关键环节。上述三种常用的检测方式,其中,在智能结构体系中,其特殊的关键位置以及危险的探测方式也扮演着举足轻重的角色。该系统能够对结构的微小裂纹、损伤和危险环节进行实时的监控。

4、智能结构在土木工程领域的具体应用

4.1 作为传感元件,传感材料

在传感器制造过程中,传感材料是不可缺的。目前应用最广泛的是碳纤维、压电、疲劳寿命、电阻应变导线、光纤等。随着其广泛应用,这种新的传感器将会持续改进它的性能,从而大大提高它的应用范围。其中最典型的方法就是采用嵌入式传感器布阵,或者采用大型的表面贴装式传感器,使得整个材料的传感性能更加敏感,能够满足自动控制、自动调节甚至自动修理等功能。光纤是一种典型的传感器,它的响应速度很快,同时也能在传递信息时不会对掩体的性能造成影响。它所受电磁干扰的影响小,具有良好的抗

腐蚀性能,能够确保资料的正确性和完整性。基于这种特点,光纤传感器在恶劣的环境中得到了广泛的应用。

此外,该系统还具有单线多工的特点,便于用户对整个网络、线段策略、单点进行测量,从而增强了系统的性能。在土建工程中,钢材在施工中会大量地消耗钢材,钢材在受到力时会受到应力并发生应变,当应力和应变超出其承受范围时,将会导致材料的断裂。所以,对结构材料进行应力和应变的检测,是确保其力学性能的一个重要方法。电阻应变片是目前广泛应用于结构材料的表面应变检测器件。它的工作原理是将嵌入的电阻应变导线与基板材料结合,使其性能更加稳定。电阻应变导线的一个重要特性就是其优良的抗电磁干扰性能,不会对其自身的特性造成不良的影响。目前,在民用建筑领域中,碳纤维的生产主要采用了燃烧聚合纤维。碳纤维具有较高的弹性模量、耐高温、化学稳定性和导电性能良好。

4.2 控制装置与驱动材料

在土建结构中,有三种主要的控制装置:驱动装置、减震装置和隔震装置。所谓的驱动机构,顾名思义,这是一种用于控制建筑物的装置,其功能是通过消耗结构的振动能量来减少结构的振动频率。从而降低结构的寿命。目前,常用的传动材料有伸缩式充气模具、胶体材料,磁滞伸缩材料,压电材料,形状记忆材料,电磁流变液。这种由智能传输材料制成的传动和减振装置,不仅使用寿命更长,响应速度快,能量消耗低,而且能够迅速做出紧急反应,从而保证结构的安全性。可以说,正是由于这些智能控制设备和传动材料的高效利用,使得建筑的安全性得到了提高。

4.3 自动修复材料

在建筑行业,许多智能建筑材料都具备了预警作用,同时也存在着能够及时发现并发出警报的自动修复材料。对钢筋混凝土或钢构件进行裂纹修补,可以达到局部破坏的自修复作用。钢材的断裂通常是由于钢材自身的某些微小裂缝而产生的,在应力作用下,这种裂纹会逐渐扩大,最后造成钢材的断裂。所以,在微观裂纹扩展的同时,对其进行修补,可以有效地阻止其向宏观方向发展。

在微观裂纹的扩散中,利用自修复材料,将相变材料预先嵌入到连接和钢材的关键结构的微孔中,达到了对材料进行自动修补的目的。比如,在混凝土中加入玻璃纤维等自愈材料,可以自行修补混凝土裂纹。采用此方法,能及时地将混合料释放出来,填充开裂过程中的裂缝,实现自动修补,并提高其使用的安全性。裂缝仿生自修复裂纹混凝土技术是一种自感知自修复的新型智能材料,具有良好的经济和环境效益,能够对外界的变化做出响应和自我修复。在此过程中,常常需要与传动机构和传感器共同工作,以实现故障的及时控制和报警,并能对故障进行永久性的维修。

5、土木工程智能结构体系研究的发展方向

5.1 智能传感技术的有效提高

在构成智能建筑的诸多技术中,由于其独特的材质和性能,传感器技术成为关键技术。为实现全系统的实时监测功能提供了极大的便利。传感器件与其他传感器件在许多环节上存在差异和特殊性,这一点在智能型结构体系中表现得尤为明显:(1)在构建智能化结构体系时,传感器的作用与其外形、大小无关。(2)为了满足结构的特定功能,组成传感器的主体材料既可以独立存在,也可以与其他物质相混合。(3)传感器材料对干扰性能有很好的抑制作用。要使智能化传感器技术更加完善,必须从传感器的内部、材料等方面着手,而且要将传感器作为一个整体,将电磁学、仿真等物理知识与其他理论知识结合起来。从而全面改善检测技术和检测性能。

5.2 智能驱动技术的提高

在此基础上,传感器技术为智能建筑结构的实时监测提供了强有力的保证。在外界环境发生变化时,驱动件能够通过调整自身的固有特征来适应外界的变化,以确保结构的稳定性与安全性。未来的驾驶技术应当从智能结构自身的功能出发,即使其具备对不同类型车辆的适应性。以驱动技术为核心的适应性的产生与发展,既要构建相应的架构,又要与驱动机构真正地结合起来。只有这样,他才能在最短的时间内,将整个建筑的外部环境,都给改造成自己的样子。在驱动传动系统研究中,除注意结构的适应性外,还应注意以下几个基本问题:(1)主动材料既要实现其本身的功能,又要注意与主要材料的配合,以最大限度地提高其综合性能和强度。(2)传动装置的功能特点决定了传动材料的选择具有较强冲击能力和较大弹性变形的传动。(3)应在某种程度上增加反应的频率和速率。强化结构控制,保证建筑在最短的时间内适应外界环境的变化。

5.3 发展智能控制集成技术

结构控制系统在土木工程智能化结构体系中扮演了重要角色,其功能与人类大脑的中枢神经系统相同,起着重要的作用。结构控制系统的最大特色在于其一体化的处理方式,使其与结构中的各类设备直接相连,并由一套有效的内部一体化系统实现对构件的统一管理。由于外部环境的影响,使其产生了物理变形,导致控制系统的可变性能大大降低,所以,在未来的结构控制中,结构与外形的联合控制将成为今后的发展趋势。

5.4 提高信息处理与传输技术

智能结构控制系统由主控和辅助控两大部分组成。这两种装置之间的联系是由数据之桥所构成,而完整的系统与完整的资料则只能由更为精密的运算程序来完成。在此过程中,数据总线与连接网络的定位功能十分显著。这些控制单元由一条数据通信总线相连,组成了一套完整的控制网络。小波分析与光时域反射测量技术是目前常用的两种计算方法,但其在处理速度、传输稳定性等方面存在不足。因此,在将来,如何实现数据的同步传输与处理将是一个重要的课题。

结束语:总体而言,土木工程智能化建筑是一种涉及范围广泛、较为流行的科学。这种技术在建筑物中的运用将会极大地增强建筑物自身的安全性,因此,对这一领域的研究和技术要求越来越高。特别是随着智能材料技术的迅猛发展,土木工程智能结构的发展趋势在持续变化,迫切要求我们在此基础上,根据其自身的特点,并对其进行了智能结构的设计。随着智能化和结构化系统工程的不断发展,为智能化结构体系的建设奠定了坚实的基础。随着智能建筑系统的不断完善,智能结构体系在我国的发展中得到了很大的发展。这对我国民用建筑智能化系统的发展具有重要意义。

参考文献:

- [1]张强.土木工程智能结构中传感器原理与应用[J].智能建筑与智慧城市,2021(08):89-90.
- [2]彭文兆.土木工程智能结构控制体系的相关探讨[J].中外企业家,2018(36):89.
- [3]李慧慧.探究土木工程智能结构体系[J].科学中国人,2016(24):58.
- [4]谢文光.土木工程智能结构体系的研究与发展[J].佳木斯职业学院学报,2020,36(05):253-254.
- [5]高飞,唐宁,李晓.智能材料与结构在土木工程领域的应用[J].上海建材,2016(03):15-17.

作者简介:韩金达,(1997-),男,汉族,黑龙江省牡丹江市,西南交通大学希望学院,助教,硕士,研究方向。