

岩土智能土木结构理论初探岩土工程师考试 PDF转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/644/2021_2022__E5_B2_A9_E5_9C_9F_E6_99_BA_E8_c63_644625.htm 摘要：本文回顾了有关“智能材料结构”在土木领域的最新进展，明确地涵定了“智能土木结构”的基本概念及其发展过程，较为系统地阐述了构成其理论体系的有关内容及问题。提出了结构智能化三水准概念及智能土木结构的分类方法，建议了今后研究的策略及几个主要方向。关键词：智能土木结构，智能材料，自诊断智能土木结构，智能控制，嵌入式智能土木结构

1.引言
采集者退散
建筑起初是为了满足人类生活的舒适要求和安全要求而产生的。原始时代的建筑物是利用天然材料制造而成的能蔽风雨防侵袭的封闭空间。随着社会生产力水平的不断发展，人类对建筑的要求也日益复杂和多样化，结构作为建筑的核心骨架，人们也对其提出了更高水平的要求。现代大型建筑物如高层建筑、大跨桥梁、大型水坝、地下建筑等都要求其土木结构能提供更高的强度，以及更好的可靠性、耐久性及安全性。同时，在现代社会中，这些大型建筑物在整个国民经济中所发挥的作用已日益重要，这也尤其要求它们应具有更强的防止灾害的能力。传统的结构大多通过提高建筑材料的物理力学性能、采用合理的结构形式、加强施工管理以及定期结构评估与维护等传统手段来达到并满足这些要求。然而，这些传统的手段均属一种消极的、被动的方式：一旦建筑物被建成并投入使用，人们便失去了对结构的全面控制，结构失效、结构灾害的发生便不以其设计者、建造者、使用者的意志为转移了，人们对它的预测及防范工作都

将是一件十分困难的事情。另外，若单纯地依靠以往那种要求保证结构具有足够的刚度、强度及延性的传统结构设计理念，当结构所处环境因素超越某种程度以后，就会将既不经济，又达不到预期的效果。考察众多建筑灾害实例，人们发现，在整个建筑结构的设计寿命期内，都有可能发生结构失效。其原因在于：1) 由于结构抗力的衰减、正常范围内的损伤积累而致使的强度及可靠性的降低；2) 由于材料的老化、腐蚀及力学性能的劣化（如徐变等）而导致的结构耐久性失效；3) 由于施工质量和使用不当而给结构造成的隐患以及损害；4) 由于结构长期遭受动荷载作用而造成的疲劳失效；5) 由于偶然的超载（如地震荷载、爆炸冲击荷载等）造成的破坏。以上这些原因都对结构的强度及安全性提出传统设计方法无法满足的要求。因而，对建筑结构进行实时监测进而由结构自身作出智能化反应就显得十分必要了。

2. 智能土木工程 (Intelligent Civil Structure) 概念的形成及研究现状

2.1 智能土木工程 (Intelligent Civil Structure) 概念的形成

现代材料技术的发展进步促使了人类社会进入了信息时代，信息材料的生产业已实现设计制造一体化。各种具有信息采集及传输功能的材料及元器件正逐渐地进入土木工程师的视野。人们开始尝试将传感器、驱动材料紧密地融合于结构中，同时将各种控制电路、逻辑电路、信号放大器、功率放大器以及现代计算机集成于结构大系统中。通过力、热、光、化学、电磁等激励和控制，使结构不仅有承受建筑荷载的能力，还具有自感知、自分析计算、自推理及自我控制的能力。具体说来，结构将能进行参数（如应变、损伤、温度、压力、声音、化学反应）的检测及检测数据的传输，具有一

定的数据实时计算处理能力，包括人工智能诊断推理，以及初步改变结构应力分布、强度、刚度、形状位置等能力，简言之，即使结构具有自诊断、自学习、自适应、自修复的能力。这就是智能土木工程概念的形成过程。文献将智能结构定义为：“将具有仿生命功能的材料融合于基体材料中，使制成的构件（结构）具有人们期望的智能功能，这种结构称之为智能材料结构”。可见，智能结构是传统结构的功能的升华。智能结构在土木工程中的应用便称之为智能土木工程。

2.2研究现状来源：考试大如前所述，智能土木工程概念是为了解决评估结构强度、完整性、安全性及耐久性问题而提出的。对土木建筑结构的性能进行监测及预报，不仅会大大减小维修费用，而且能增强预测的能力。近来出现的无损检测技术均不能对结构进行实时监测，也不能很好地预报结构的破损情况和进行完整性的评估。这些方法的致命缺点是预报方式是自外而内的，从信息传播角度看，难免会夹杂进种种干扰信息，从而使检测结果失真、低效率，甚至会导致完全错误的检测结果。在结构内部埋入传感器，组成网络，就可实时监测结构的性能，这就是智能土木工程的自内而外的预报方式。智能土木工程在这些方面有很好的应用前景，目前主要应用于高层建筑、桥梁、大坝等工程领域。美国80年代中后期开始在多座桥梁上布设监测传感器，用验证设计中的一些假定，监视施工质量和服役安全状态，如在佛罗里达州的SunshineSkywayBridge桥上就安装了数百个传感器[2]。英国80年代后期开始研究和安装大型桥梁的监测仪器和设备。在我国，香港的LantanFixedCrossingBridge、青马大桥，以及大陆的虎门桥、江阴长江大桥也都在施工期间装设了传感系

统，用以监测建成后大桥的服役安全状态[3].1993年加拿大在Calgary建造的BeddingTrail大桥上首次成功地布置了光纤布拉格光栅传感器，用以监测桥梁内部的应变状态。在其它土木工程领域，如在采油平台、大坝、船闸等大体积混凝土结构中也曾尝试布置传感器来构建智能结构。同样，近年来发展起来的高性能、大规模分布式智能传感元器件也为民用建筑及结构的智能监测系统的发展提供了基础，智能大厦在我国已如雨后春笋般地涌现。在民用建筑结构的应用方面，对结构的智能振动控制方面的研究已有近30年的历史了[4].

3. 智能土木结构理论的体系构成

本文来源:百考试题网

3.1 结构智能化历程的层次划分

传统的土木结构是一种被动结构，一经设计、制造完成后，其性能及使用状态将很大程度上存在着不可预见性和不可控制性，这就给结构的使用和维护带来不便。为了解决这一问题，发展出了在线监测结构，它赋予传统土木结构以在线监测机制，从而为探知结构内部性能打开了窗口，使人员可以方便地了解结构内部物理、力学场的演变情况，这就是结构智能化的第一层次。在在线监测结构的基础上，进一步增加了监测数据的智能处理机制，使得结构具有自感知、自诊断、自推理的能力，从而使结构实现了第二层次的智能化。进一步在结构中引入自适应及自动控制机制，即根据自诊断自推理的成果，由在结构中耦合的作动系统做出必要的反应，从而实现智能控制结构，这就是第三层次的智能化。比如，对结构的开裂、变形行为，结构的锈蚀、老化、损伤行为，以及结构的动力振动行为做出抑制性控制，在更高层次上对结构起到保护和维修作用。可见，在结构智能化演化过程中，按其智能化程度的不同可划分为如下三

个层次：来源：考试大 22第一层次：自感知土木工程
(Self-sensoryCivilStructure) ，它是智能结构的最低级形式；
22第二层次：自诊断智能土木工程
(IntelligentSelf-diagnosticCivilStructure) ，具有对前一层次结果的智能化加工处理，包括结构内部力学物理场的自我计算，对结构特定目标参数的自我诊断，以及以做出结构自身行为的应对策略为目标的自我推理等功能。 22第三层次：智能控制土木工程 (IntelligentControlCivilStructure) ，它是智能土木工程最高形式。 100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 www.100test.com