

一级结构师：幕墙屋顶健康监测漫谈结构工程师考试 PDF 转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

https://www.100test.com/kao_ti2020/569/2021_2022__E4_B8_80_E7_BA_A7_E7_BB_93_E6_c58_569709.htm

一、前言 中国建筑幕墙从1983年开始起步，历经20多年，到2004年底我国建成各式建筑幕墙（包括屋面）工程占世界总量的一半还多。从首都北京到新疆库尔勒，从上海东部沿海大中城市到西部新兴城市，从海拔5000m西藏的拉萨到基本风压为1.3kPa的东海嵊泗，从东北的哈尔滨到海南岛三亚，随处可见新型建筑幕墙、屋顶装点着秀丽的城市大街。建筑幕墙、屋顶已经成为现代建筑文化、建筑个性化、建筑艺术、建筑新科学的重要标志。中国已成为世界第一幕墙、屋顶生产大国和使用大国，正在发展成为幕墙、屋顶的世界强国。很多幕墙、屋顶工程已使用几十年，环境侵蚀，材料老化和荷载的长期效应、疲劳效应与突变效应等因素的耦合作用将不可避免地导致结构和系统的损伤累积和抗力衰减，从而抵抗自然灾害、甚至正常环境作用下降，极端情况将引发灾害性突发事故，因此为了保障结构的安全性、完整性、适用性和耐久性，除了对已建成的工程除了进行健康普查加固之外，对重大工程急需采用有效地手段监测和评定其安全状况、修复和控制损伤。新建的重大工程也要在建设同时，总结以往经念和教训，增设健康监测系统和损伤控制系统，以监测结构的服役安全状况，为预防突发性的灾害事故提供科学而经济的手段和方法。幕墙屋顶工程结构的智能健康监测系统至少包括如图所示的四个功能模块。长期性、实时性和自动监测是结构健康监测系统的三个基本特征。

二、已有的健康监测的两个案例 1. 拉

索幕墙结构的预拉力监控及报警 深圳坚朗公司针对拉索结构的预拉力监控及报警这个技术难题，公司成立了技术攻关小组，最终在2005年元旦前将该系统设计、安装、调试完毕。该系统是在单层索网幕墙的基础上，通过对拉索锚固端节点的细化设计，安装了智能弦式传感器，然后配备了专用的数据线、采集设备、控制计算机等共同组成。此系统具备了预拉力及温度实时监控、数据自动采集保存、及自动报警等功能，可完成长期无人值守的索内力监控。另外，此系统还具有高灵敏度、高自动化、高稳定性、高可靠性等特点。在玻璃幕墙中，应用拉索结构作为幕墙的主支承结构已经越来越广泛。但拉索结构是典型的柔性结构，预拉力是拉索结构的灵魂，只有结构具有一个比较准确的预拉力，幕墙才能正常工作，结构才会安全。但是，拉索的预拉力又受结构变形、温度变化、材料蠕变等影响比较大。要想保证拉索结构的预拉力在长期内（《建筑结构可靠度设计统一标准》(GB50068)规定幕墙的设计年限不低于25年）始终保证在一个准确的范围内是比较困难的。最好的途径是能够实时进行预应力监控及报警，在拉索结构预拉力超出或低于设定的预拉力范围时，报警提醒管理人员采取应对措施。

A：监控系统工作原理图
B：监控系统设备（1）采样器（2）采集模块（3）显示控制设备
C：监控系统布置

监控系统布置主要考虑的是采样器的合理布置，对于主受力索，理论上应该在每根拉索均设置采样器。对于次受力索，可以在保证安全的前提下，有选择地布置采样器。

2. 大跨度屋顶结构

深圳市民中心大厦的屋顶为长486m、宽156m的网壳结构，跨中树状衍架支撑在塔上。该结构屋顶部分安装了一套健康监测系统，该系统由传

感器子系统和结构分析子系统组成，其中传感器子系统测量屋顶部分的风压和反应，结构分析子系统设计结构的反应并进行安全评定。传感器子系统包括光纤传感器、应变片、风速仪、风压计和加速度传感器，其中光纤传感器和应变片测量结构的应变反应，加速度传感器测量结构的位移和加速度反应，风速仪和风压计测量屋顶的风压分布。结构分析子系统在监测得到的结构反应的基础上，可以进行屋顶结构的损伤识别、模型修正和安全评定。所有监测信号均储存在数据库中，通过局域网和Internet网实现远程传输。

3. 波士顿汉考克大厦

1971年建成的60层高的波士顿汉考克大厦，是由贝聿铭事务所设计的玻璃的幕墙，共划分成 $1.4 \times 3.5\text{m}$ 的玻璃10344块。1968年开工，至1971年建成后就陆续有玻璃破裂。1973年一次风暴中吹坏了数十块，破玻璃落下来又砸坏了一些玻璃。至1975年已有两千多块玻璃因破裂由木板代替，美丽的汉考克变得千疮百孔。为此，业主对贝聿铭事务所及有关的五个公司提出控告。据调查认为原因是结构刚度太差和玻璃强度不足(相对其厚度与面积而言)。决定采取加强中央竖井以增加结构刚度，将玻璃改为钢化玻璃，这些措施共花施工、材料、设计费达数百万美元，约占建筑总投资的数 $1/10$ 。坎布里奇中级法院最后判决，按照6个单位在事故中的责任大小来分摊这笔费用，贝聿铭事务所占 $4/19$ ，两个玻璃制造厂商均占 $6/19$ 。至此，汉考克大厦又恢复了闪闪光的从优雅的仪容。但是，这桩公案仍未了结，在修复后的五年中，又已破裂了55块。开始，为了预测即将破裂的玻璃，专门委派了一小队看守人员分散在大街上，拿着望远镜仔细观察每一块玻璃的颜色变化，因而成为波士顿街道生活中的一

件新鲜事。现在，这种工作已由电子传感器健康监测系统代替。这是一种大约有50美分钱币那样大小的薄片，每块玻璃上都贴有一片，这10344片传感器随时将玻璃的内部状态传至中央控制室，一旦有玻璃即将破裂，中央控制室即会发出指令，并指出其位置，管理人员可迅速将其换掉。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