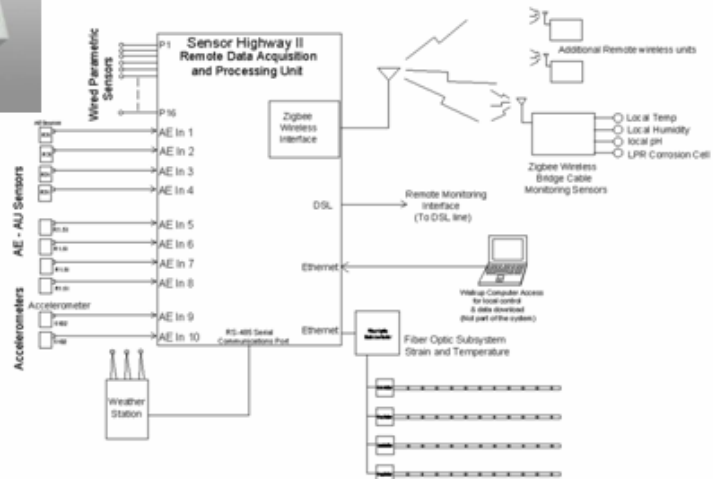


桥梁状态在线健康监测

全天候在线结构健康监测（SHM）系统



集成AE, 振动测量, 应变仪, 温度湿度等参数于一身的桥梁和结构在线健康监测系统。适合全天候条件。



AE 用于桥梁健康监测的主要问题

- 为什么 AE 技术是桥梁健康监测领域的发展方向?
- 什么部位是 AE 在桥梁健康监测检测的主要区域?
- 什么时候需要用 AE 对桥梁进行健康监测?
- 什么样的 AE 设备适合用于桥梁健康监测?

为什么 AE 技术是桥梁健康监测领域的发展方向?

- AE 的整体监测功能

- AE 适用于几乎所有类型的桥梁,例如混凝土桥、钢结构桥、悬索桥以及斜拉桥等(cable stayed bridges) 等。
- AE 技术检测活动型缺陷或正在发生的损伤。
- AE 能够对缺陷进行定位。
- AE 能够适用于室外环境及恶劣天气条件。
- AE 技术带来在线、连续、实时监测的理念。
- 现代 AE 设备能够实施基于 Intranet/Internet 的远程监测。
- AE 技术能够提供实时报警及报告功能。
- AE 方法并不敏感于缺陷的尺寸,但敏感于缺陷的活动性。
- 永久记录检测结果并建立历史数据库。
- AE 提供全面的可靠的评价依据并大大减少桥梁的维修的维修费用。

什么时候需要用 AE 对桥梁进行健康监测?

- 新桥及修理后桥梁的荷载实验过程中。
- 普查/巡检来发现可见裂纹或潜在缺陷的活动性。
- 普查/巡检后的进一步维修方案决定结合其他技术的在线检测方案。
- 可全天候工作的 AE 设备提供长期连续在线桥梁健康检测及报警。

哪里需用 AE 进行桥梁健康监测?

- 混凝土桥梁: 大梁及路面的裂纹及腐蚀监测
- 钢结构桥: 疲劳裂纹监测
- 悬索桥/斜拉 桥: 钢筋断裂监测

声发射检测作用

- 材料或构件何时出现损伤? ——何时
- 材料或构件何处出现损伤? ——何处
- 材料或构件出现损伤的严重程度及其危害性,对构件作出结构完整性评价
——严重程度
- 失效破坏提前预报.

AE 技术如何用于桥梁健康监测?

- 传感器安装
- 采用手持式系统进行普检
- 对于混凝土结构的传感器安装
- 对于钢结构的传感器安装
- 损伤信号的特征识别
- 远程 web 监测
- 损伤破坏的定量分析
- AE 结果的严重程度分级及维修建议

一、 混凝土桥梁



混凝土桥的裂纹及腐蚀监测



混凝土桥梁或水泥板的可见/不可见裂纹及腐蚀

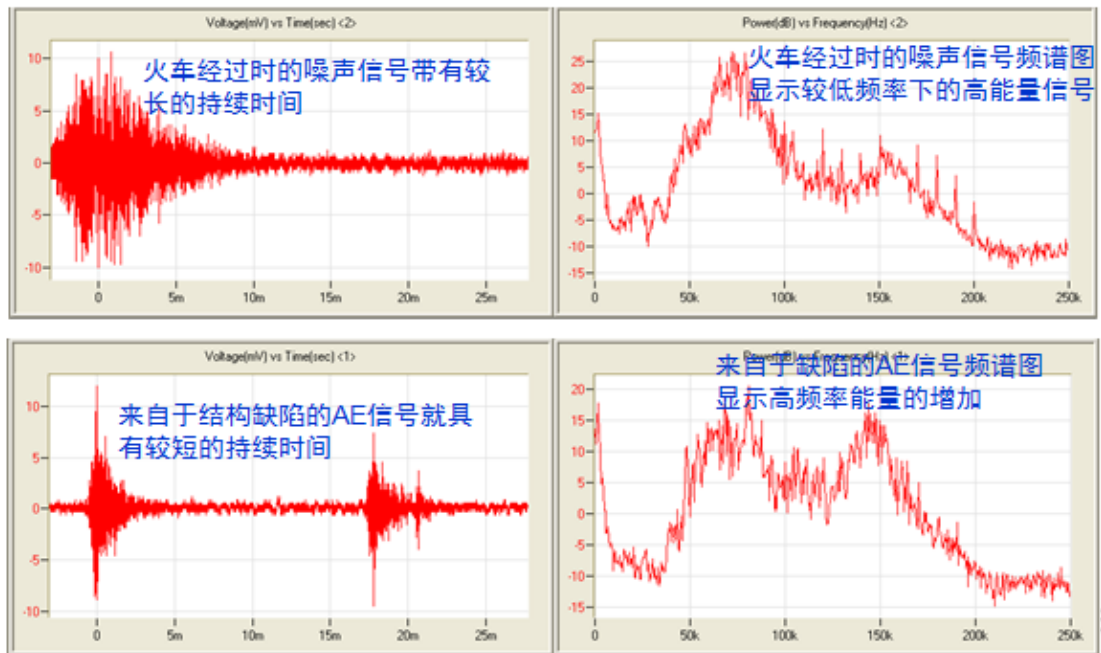


- AE testing was performed in conjunction with testing being performed by the University of Pittsburgh
- A total of 4 tests were performed over a period of 2 days
- AE signals recorded using (8) R6I sensors
- Location setup using a 2D planar array
- Position of sensors designed to capture signals related to concrete cracking, wire breakage and strand failure

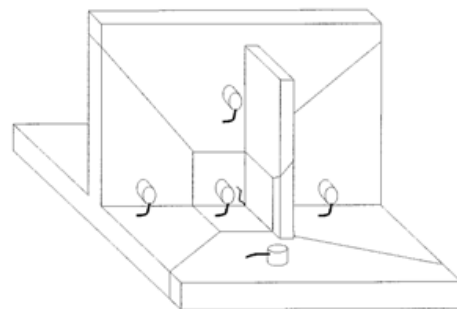
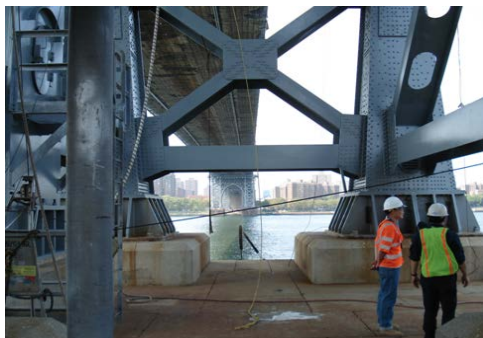


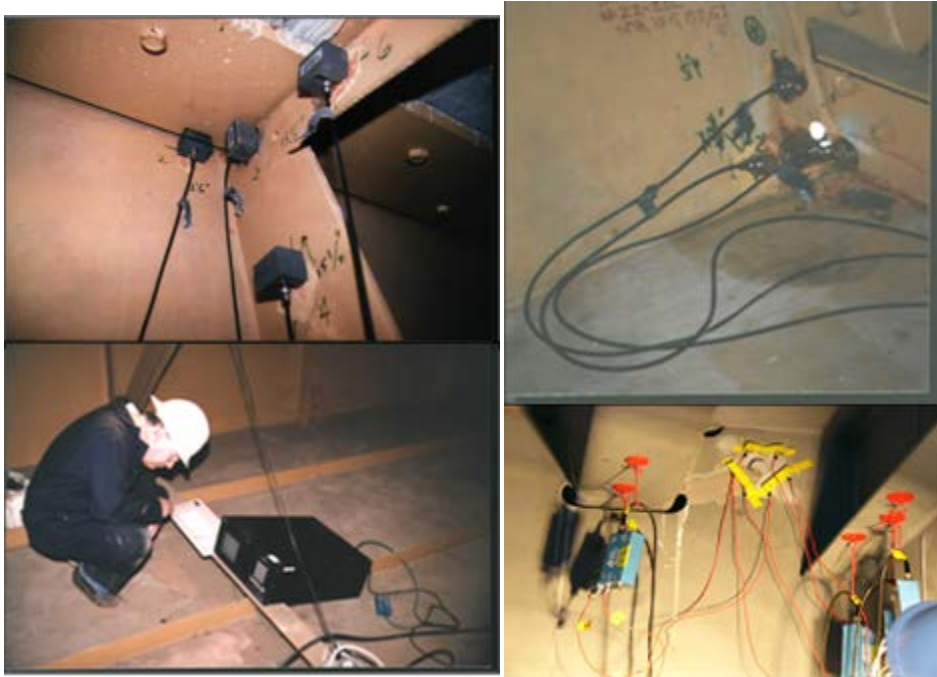
混凝土桥梁或水泥板的可见/不可见裂纹及腐蚀

AE波形及频谱分析可以将缺陷有关的缺陷信号从背景噪声中分离出来



二、 钢结构桥梁





钢桥的焊缝裂纹监测



采用手持式系统进行快速普查/巡检来排除非活动缺陷区域

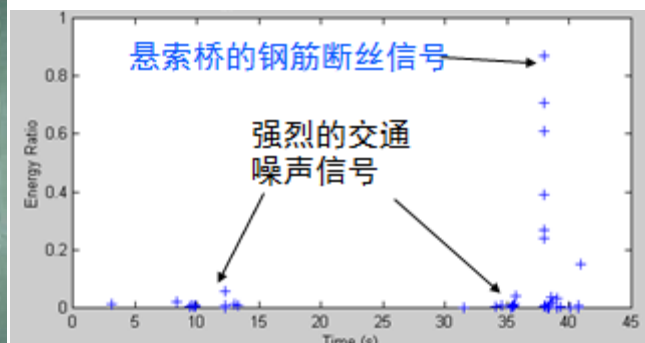
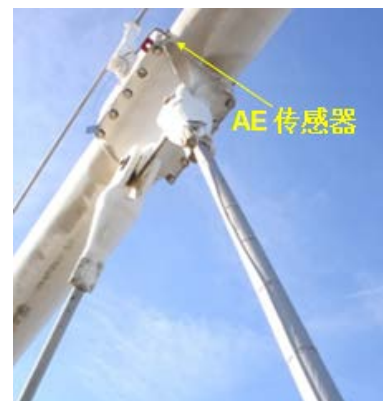
普查/巡检检测的策略理念

- 裂纹或疑似的结构缺陷可以通过性的日常桥梁检修来发现
- 最需要关心的是裂纹/缺陷是否在活动（发展）中及是否处于危险状态？
- 幸运的是事实上许多裂纹/缺陷通常是非活动的也就不需太多关心.
- 困难的是如何知道哪个裂纹/缺陷是非活动的？
- 另一个困难的事情是安装复杂的 AE 系统来普查/巡检哪个裂纹/缺陷是活动的通常非常麻烦和不便。
- 现在另一个有幸的事情是一种手持式电池操作的 Pocket AE 可以进行这种普查/巡检的现场测试。
- 这种普查/巡检的策略理念是不见得给出裂纹/缺陷多么严重的最终结论，但可以给出有多少裂纹/缺陷是非活动的因而接下来的进一步工作主要关心不确定是非活动的缺陷。

三、 悬索桥

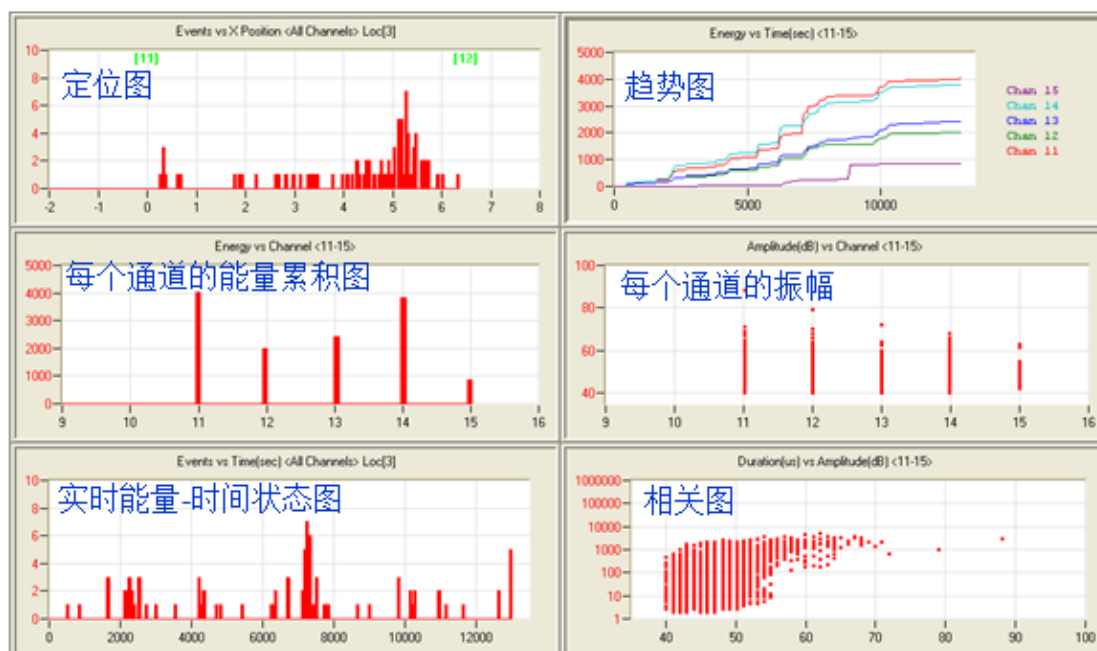


悬索桥/斜拉桥的钢筋断裂监测



利用频谱能量比来识别悬索桥的钢筋断丝信号

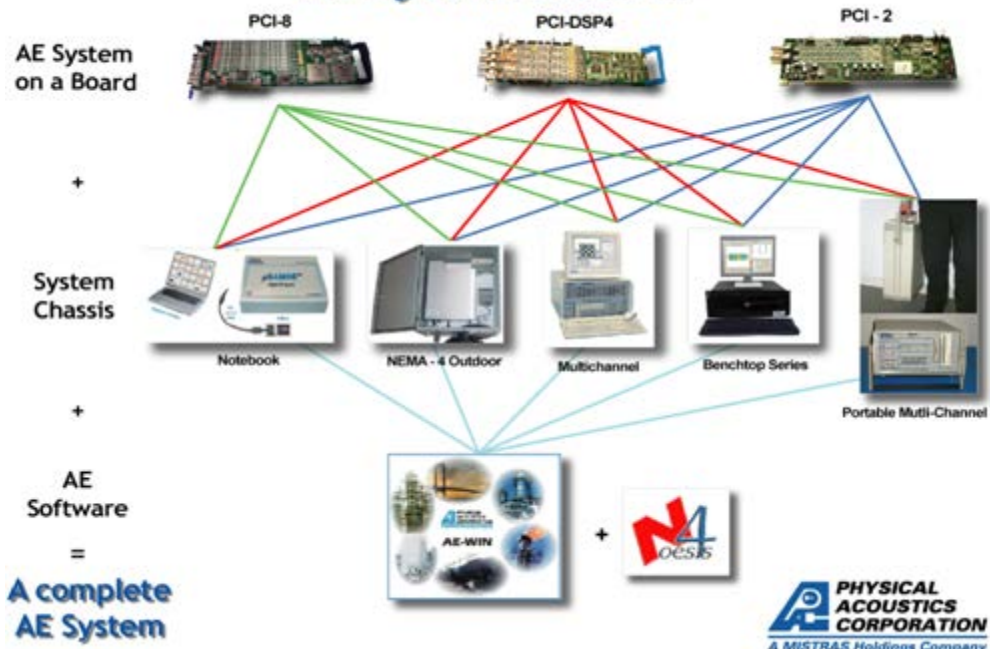
用全天候AE系统对桥梁进行在线长期连续健康监测及实时报警

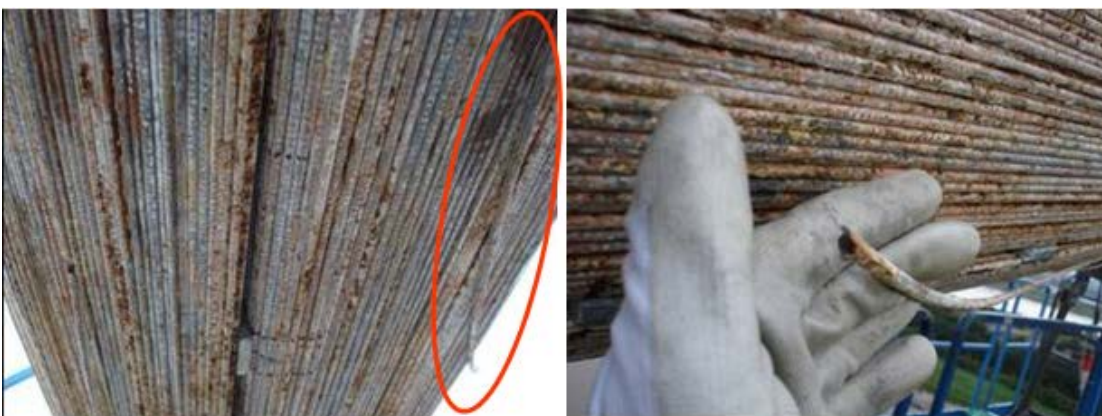


各种 AE 采集图显示状态、定位、相互关系以及发展趋势等

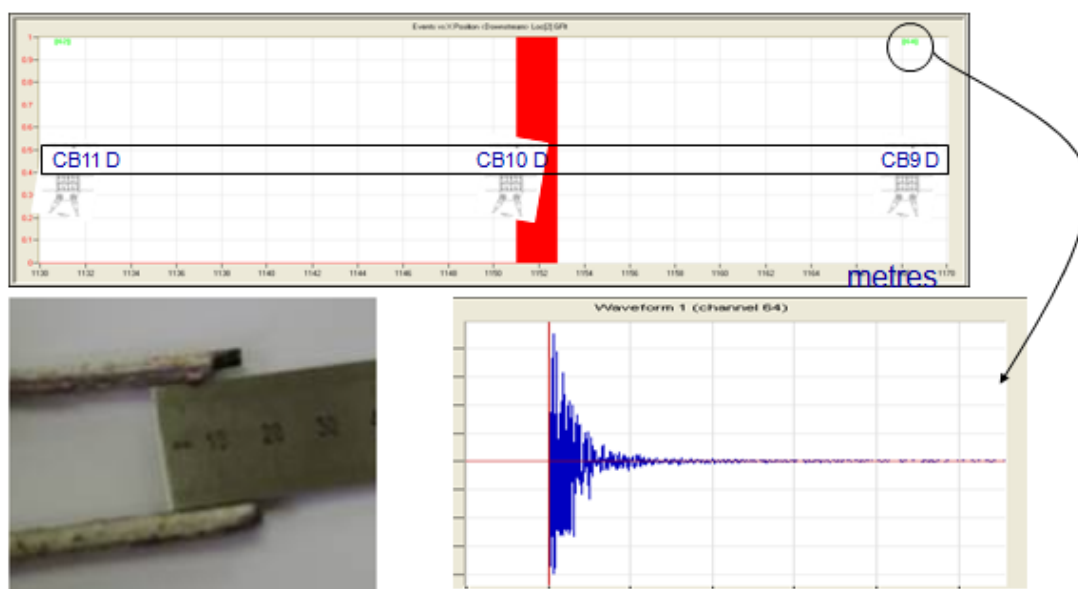
四、斜拉桥

AE System Choices





在役桥梁缆索断丝图



断丝信号的位置被有效监测与识别



Varina-Enon (Cable Stayed)

System purchased by Hampton University

Joint project with Virginia Transportation Research Council (VTRC)

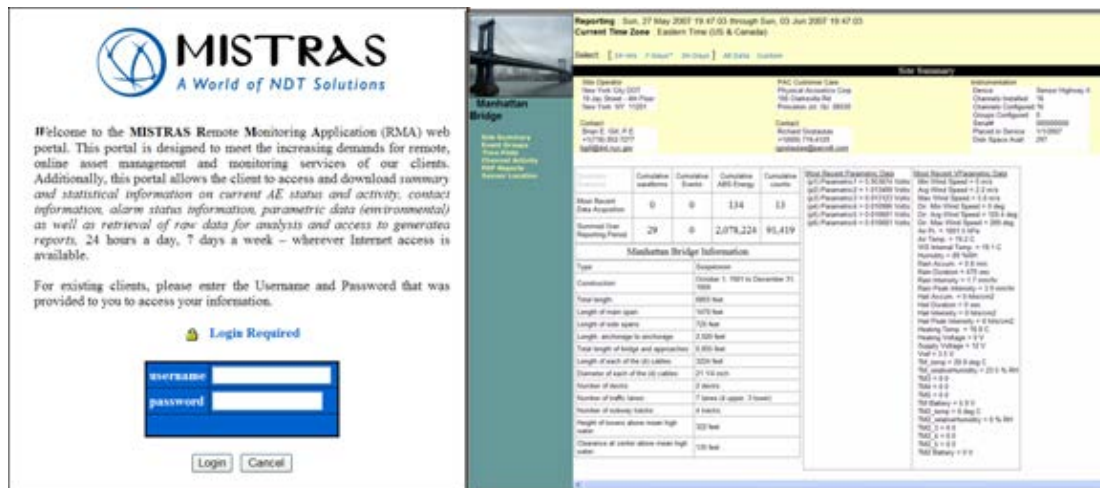
- Monitoring 4th tendon from the top (120 feet) for AE activity related to the degradation of the tendon
- Monitoring period will include 2 months during the summer and 2 winter months
- Installation provide by PAC

SH-II Smart Remote System

- (16) XXX AE sensors
- (8) AE sensors mounted along the tendon: (4) on each side of the tower (~45 foot separation)
- (8) AE sensors installed along the tendon saddle inside the tower as DOT cannot inspect
- SH-II and battery backup mounted on traffic barrier wall
- Power provided by 120 volts from inside the tower

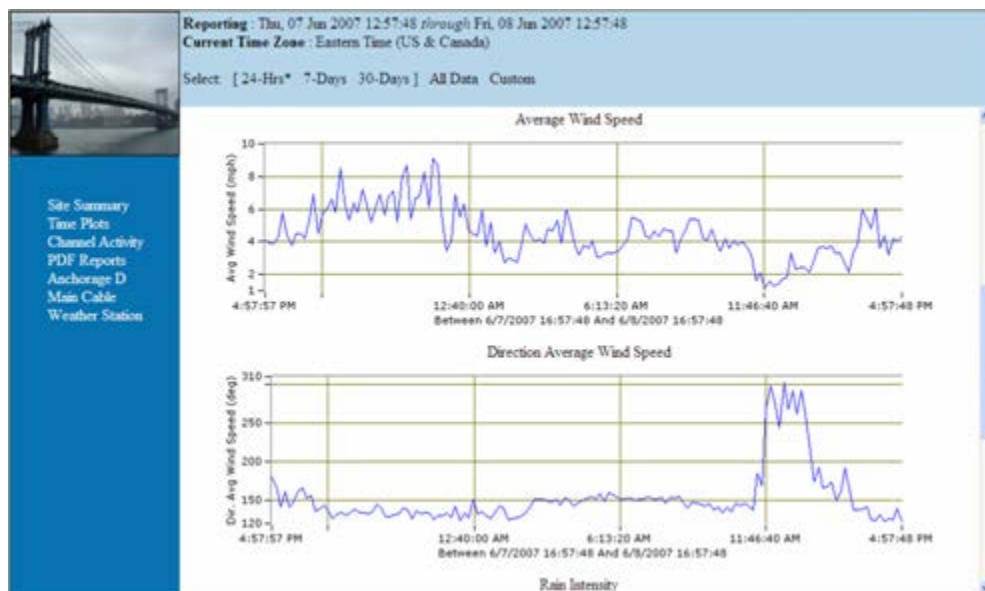


五、 远程网络监测



在 Web Site 下的桥梁远程在线监测

- RMA website 实时提供最新的 AE 统计信息及图形;
- The SH-II 系统是目前集 AE 信号、温度、湿度等于一体， is currently collecting data from AE sensors, temperature and humidity in the anchorage (via wireless parametric), and data from the weather station;
- The fiber optic information is collected by a separate subsystem and will be integrated into the website;
- Custom reporting is being upgraded to include selection of time period less than 24 hours;
- Development of “canned” and multiple graphs (on a single page) for easy information retrieval and viewing.



AE Internet 监测以及其他类型的监测数据集成于同一个全天候功能的在线 AE 监测系统

Grading 等级	AE Behaviors AE状况	Follow Up Recommendation
A	No activity 非活度	No action 不需采取行动
B	Minor activity 小活度	不需立即采取行动，需要定期巡检
C	Medium activity with spars location and strain correlation 中等活度，带有独立定位及应变关系	Extend the monitoring time and follow up test with other NDT methods 加强监测时间并辅助其他NDT技术
D	High activity with clustered location and strain correlation 高活度，带有聚类定位及应变关系	Follow up test with other NDT methods and schedule maintenance if required 需用其他NDT方法检测并据此制定维修计划
E	Very high activity with clustered location and strain correlation 非常高活度，带有聚类定位及应变关系	Immediate confirmation with other NDT methods and perform maintenance ASAP 立即进行其他NDT监测并立即进行维修

安全评价等级以及相应的维修意见

重大事故：



Oct 2006 Montreal

- Child loses parents in overpass collapse
- Premier Jean Charest reassured Quebecers that it's safe to cross the province's numerous spans even as he called a public inquiry to find out why a highway overpass could so dramatically fail and crush five people to death.

