

纤维增强复合材料（FRP）在基础设施建设中的应用

杨勇新

中冶建筑研究总院有限公司

国家工业建筑诊断与改造工程技术研究中心

2012年5月30日

上海

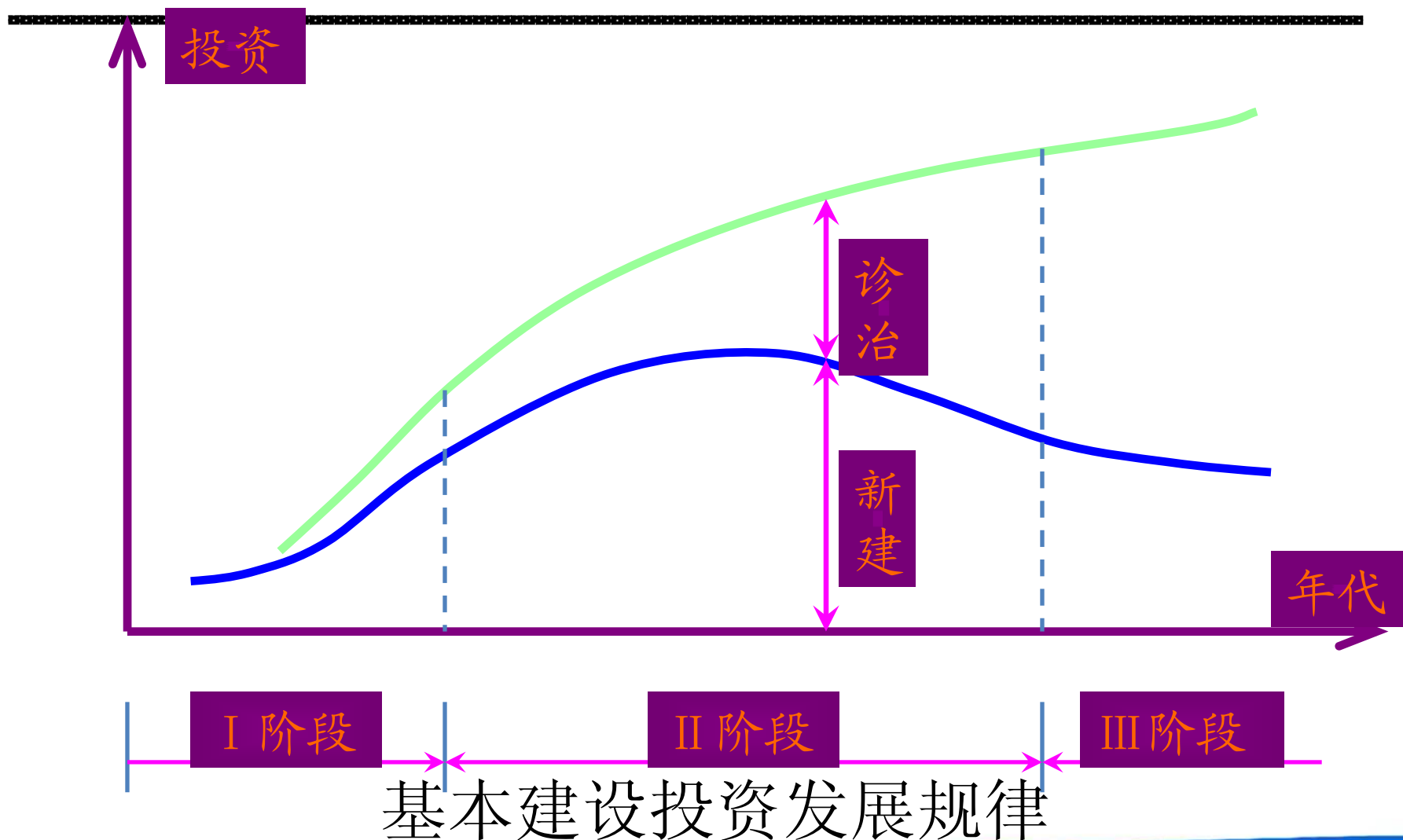


汇报内容

- 1、基础设施建设对 F R P 的需求
- 2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展
- 3、基础设施应用 F R P 的技术发展前景

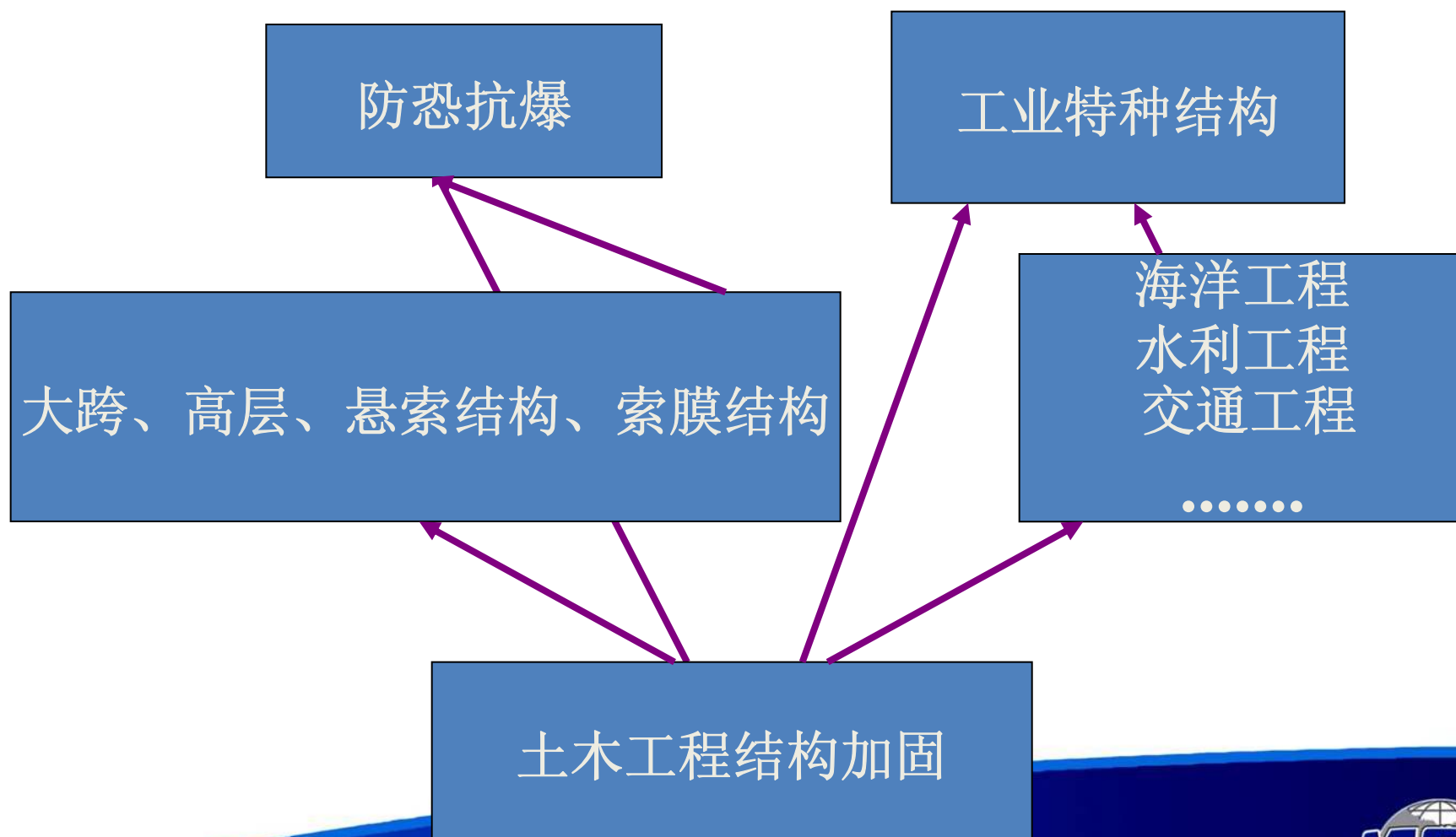


1、基础设施建设对 F R P 的需求



1、基础设施建设对 F R P 的需求

❖ 应用领域



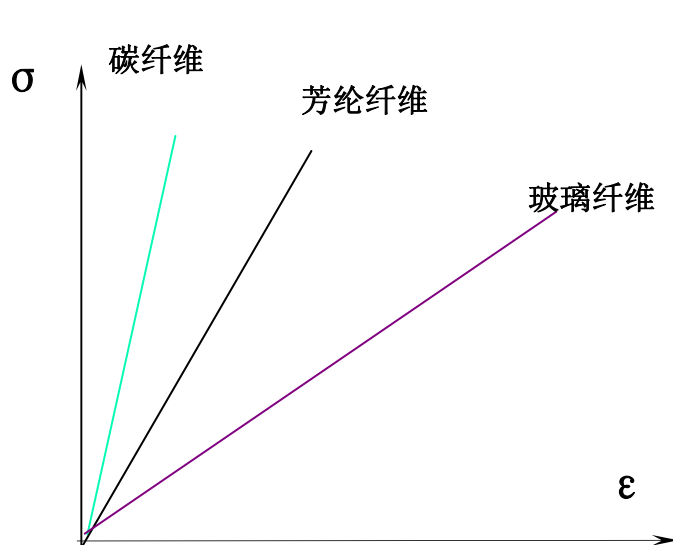
1、基础设施建设对 F R P 的需求

❖ 性能

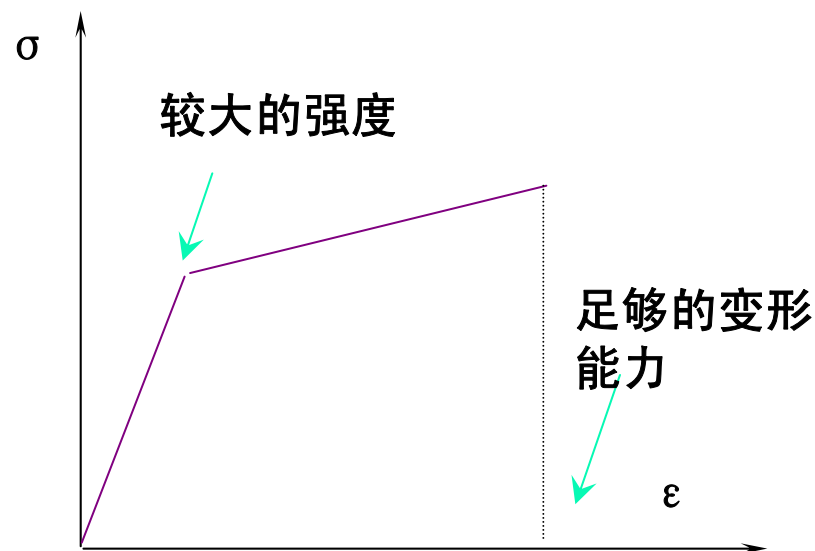
纤维材料性能	结构材料要求
强度高	较高的强度
延伸率差别很大	足够的延伸率
成本差别较大	成本不能过高
耐久性好	耐久性好

1、基础设施建设对 F R P 的需求

性能



各种纤维应力—应变关系



结构要求材料具备的性质

1、基础设施建设对 F R P 的需求

❖ 特点

- **强度高：** 纤维强度较普通钢材强度高很多
- **质量轻：** 各种FRP材料的密度约为钢的 $1/3 \sim 1/5$
- **耐腐蚀：** 适用于腐蚀性环境
- **抗疲劳：** 适宜承受动力荷载作用
- **可设计：** 可根据结构受力性能需要，通过在不同方向、不同部位布置所需纤维用量或采用不同种类纤维来达到不同的设计目的



1、基础设施建设对 F R P 的需求

❖ 种类

目前常用的四种

碳纤维增强复合材料——CFRP

玻璃纤维增强复合材料——GFRP

芳纶增强复合材料——AFRP

玄武岩纤维增强复合材料——BFRP



1、基础设施建设对 F R P 的需求

❖ 种类

指标 种类	抗拉强度 MPa	弹性模量 GPa	伸长率 %	价格 万元/吨	耐久性
AFRP	3000~3800	120—140	2.5以上	≥ 20	中
CFRP	3500~4200	215—250	1.5左右	15~45	高
GFRP	1800~2800	75—100	2.8 左右	1~5	低
BFRP	1800~2800	100	2.5 左右	2~6	高

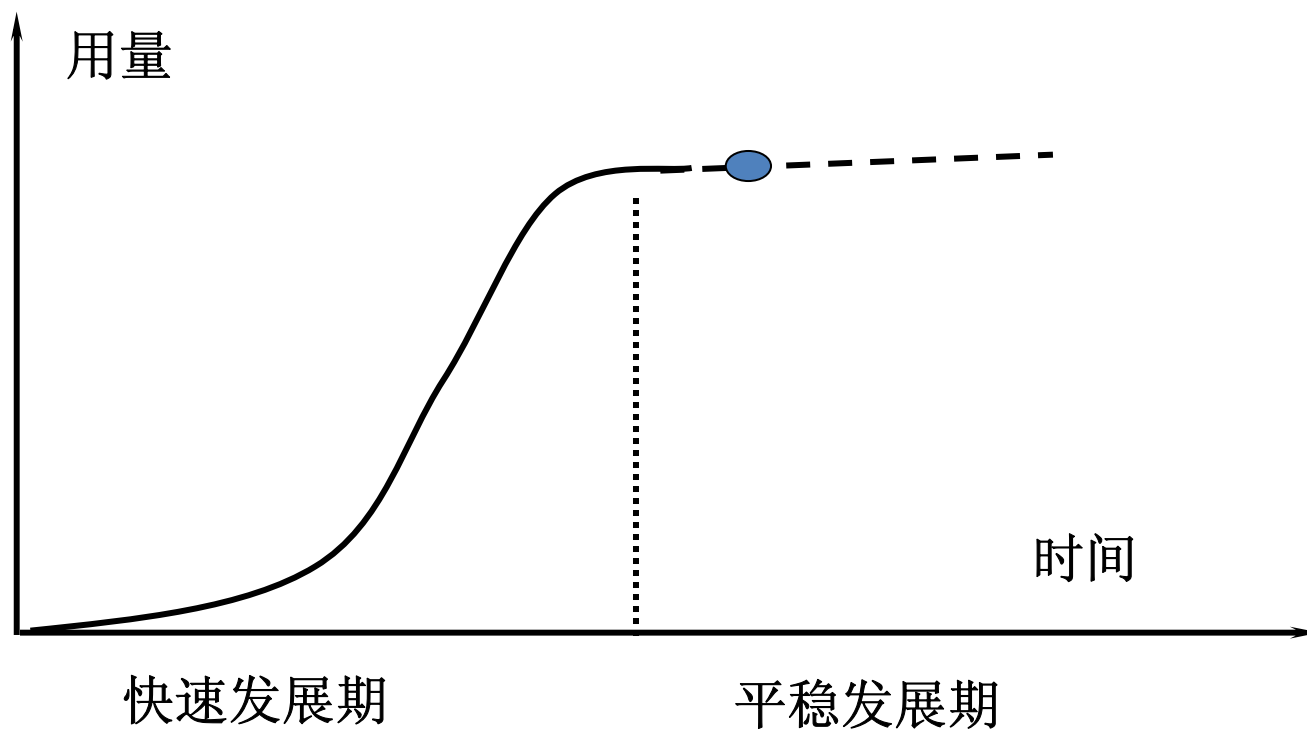
1、基础设施建设对 F R P 的需求

❖ 种类

指标 种类	性价比	国产化 程度	用量	质量检测	用途
AFRP	低	低	少	正常	较少
CFRP	中	低	很多	正常	很广
GFRP	高	高	极多	正常	极广
BFRP	较高	高	较少	正常	极广

1、基础设施建设对 F R P 的需求

❖ 状态



1、基础设施建设对 F R P 的需求

❖ 总体趋势

- 高性能纤维材料应用量不断增长
- 更加注重性价比
- 从结构加固走向多元化应用



2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 结构加固的理论研究

粘接性能



砖砌体/FRP



混凝土/FRP

2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 结构加固的理论研究

粘接性能



剪切粘结性能



正拉粘结性能

2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 结构加固的理论研究

粘接性能

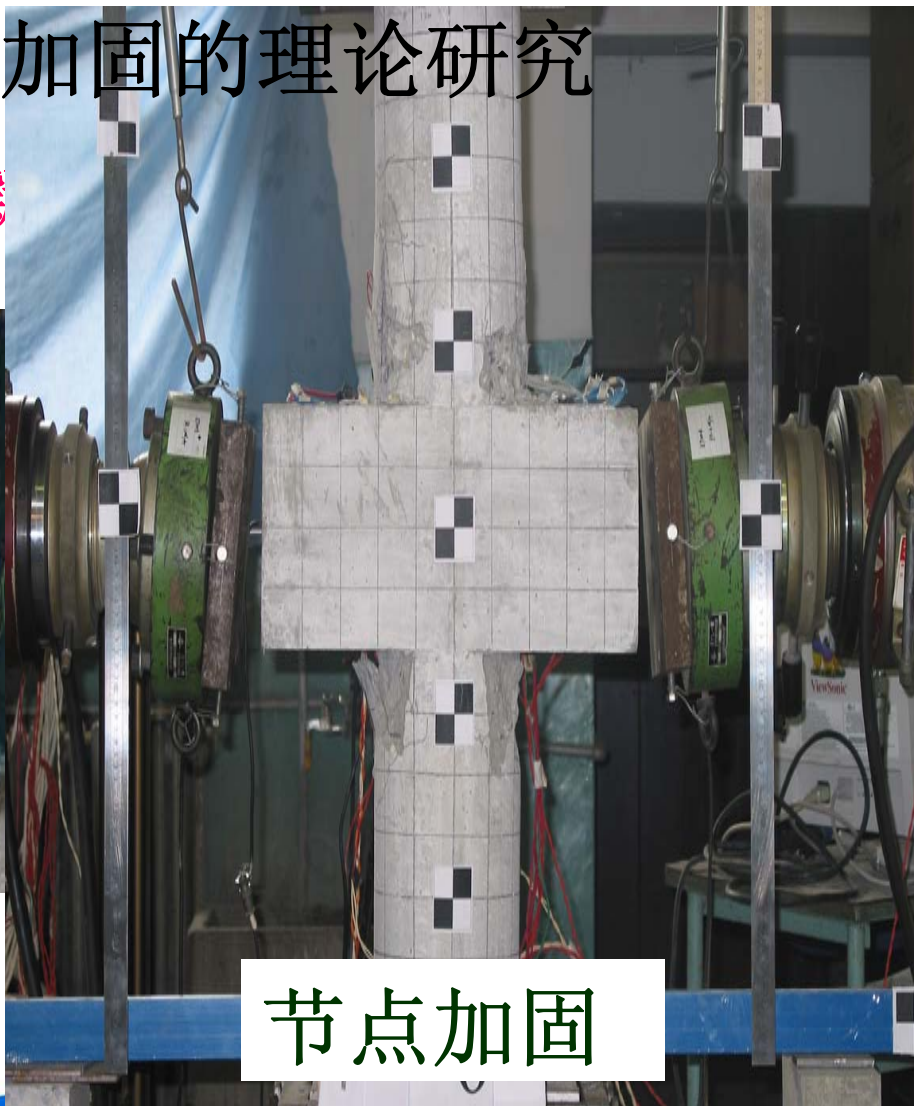


钢材/FRP

2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 结构加固的理论研究

混凝土

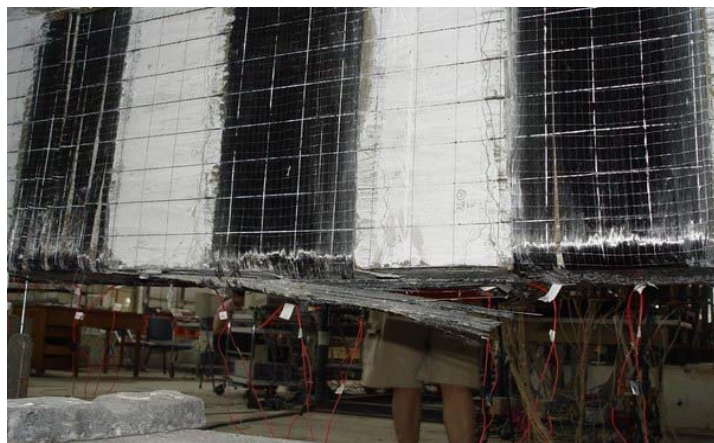


节点加固

2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 结构加固的理论研究

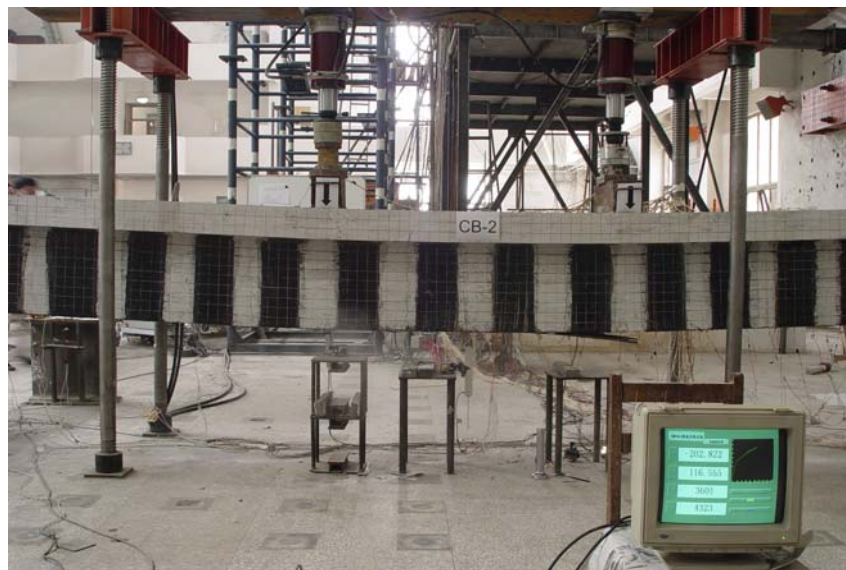
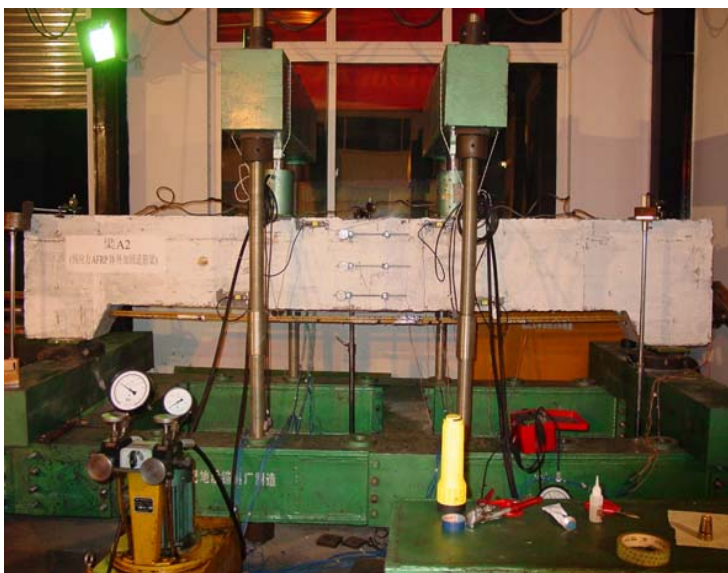
混凝土梁板加固



2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 结构加固的理论研究

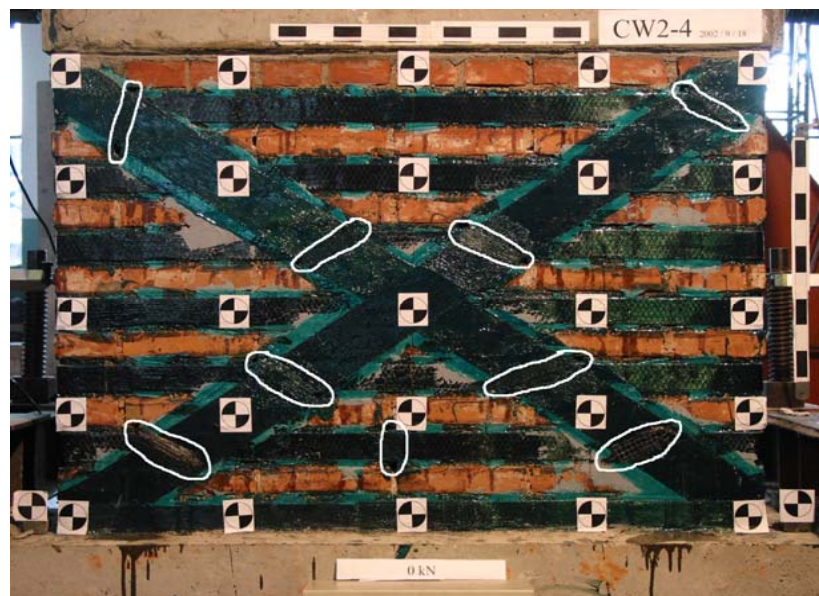
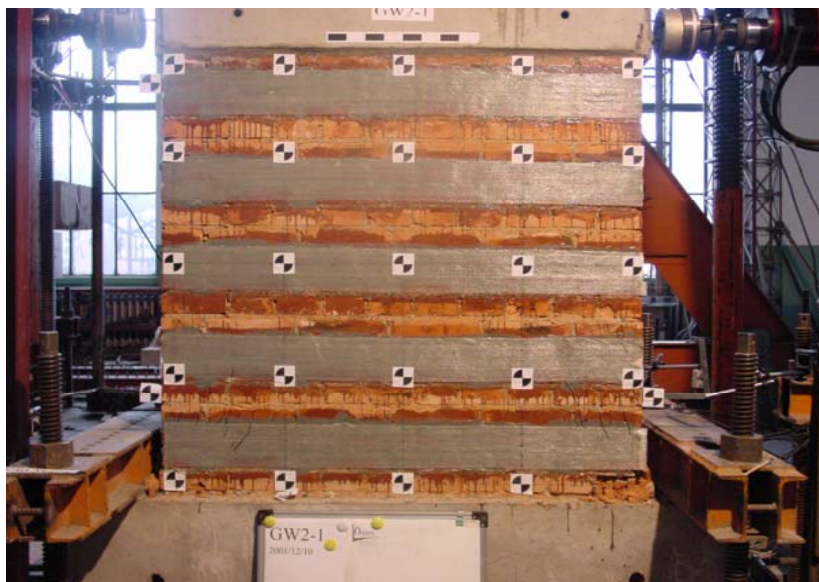
混凝土梁预应力加固



2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 结构加固的理论研究

砌体结构加固



2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 结构加固的理论研究



吊车梁模型加固后疲劳试验

2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 结构加固的理论研究

核电安全壳加固



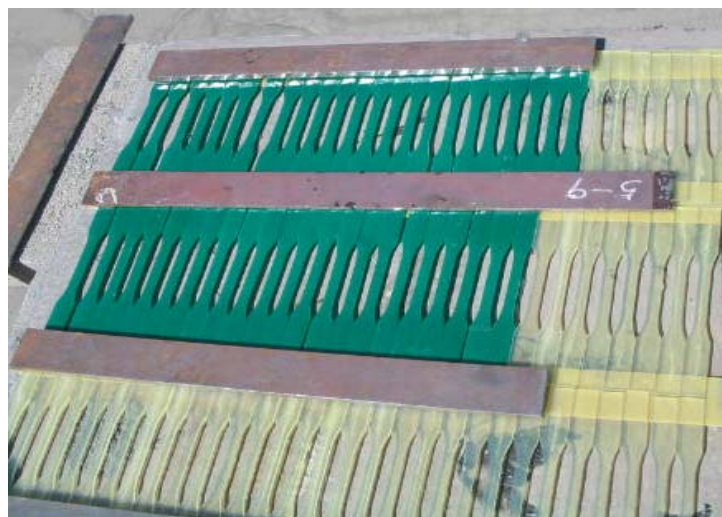
2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 结构加固的理论研究

耐久性研究



紫外线快速老化



自然老化试验

2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 结构加固技术研究

形成了完善的设计计算方法

形成了工法和标准体系

开展了大量的工程应用

建立了完整的产业链（新工种、新技术）



2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 标准体系研究

中国工程建设标准化协会标准《碳纤维片材加固混凝土结构技术规程》**CECS 146:2003**

国家标准《高性能纤维复合材料应用技术规范》**GB50608-2010**

行业标准《结构加固修复用碳纤维片材》**JG/T167-2004**

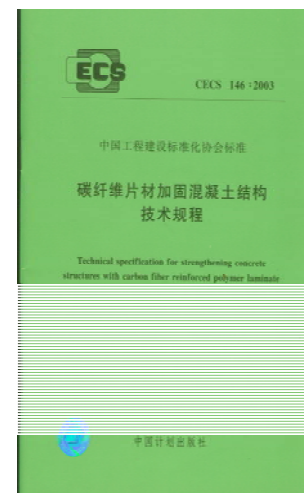
行业标准《结构加固修复用树脂》**JG/T166-2004**

国标《结构加固修复用芳纶布》**GB/T21491-2008**

国标《结构工程用纤维增强复合材料筋》**GB/T26743-2011**

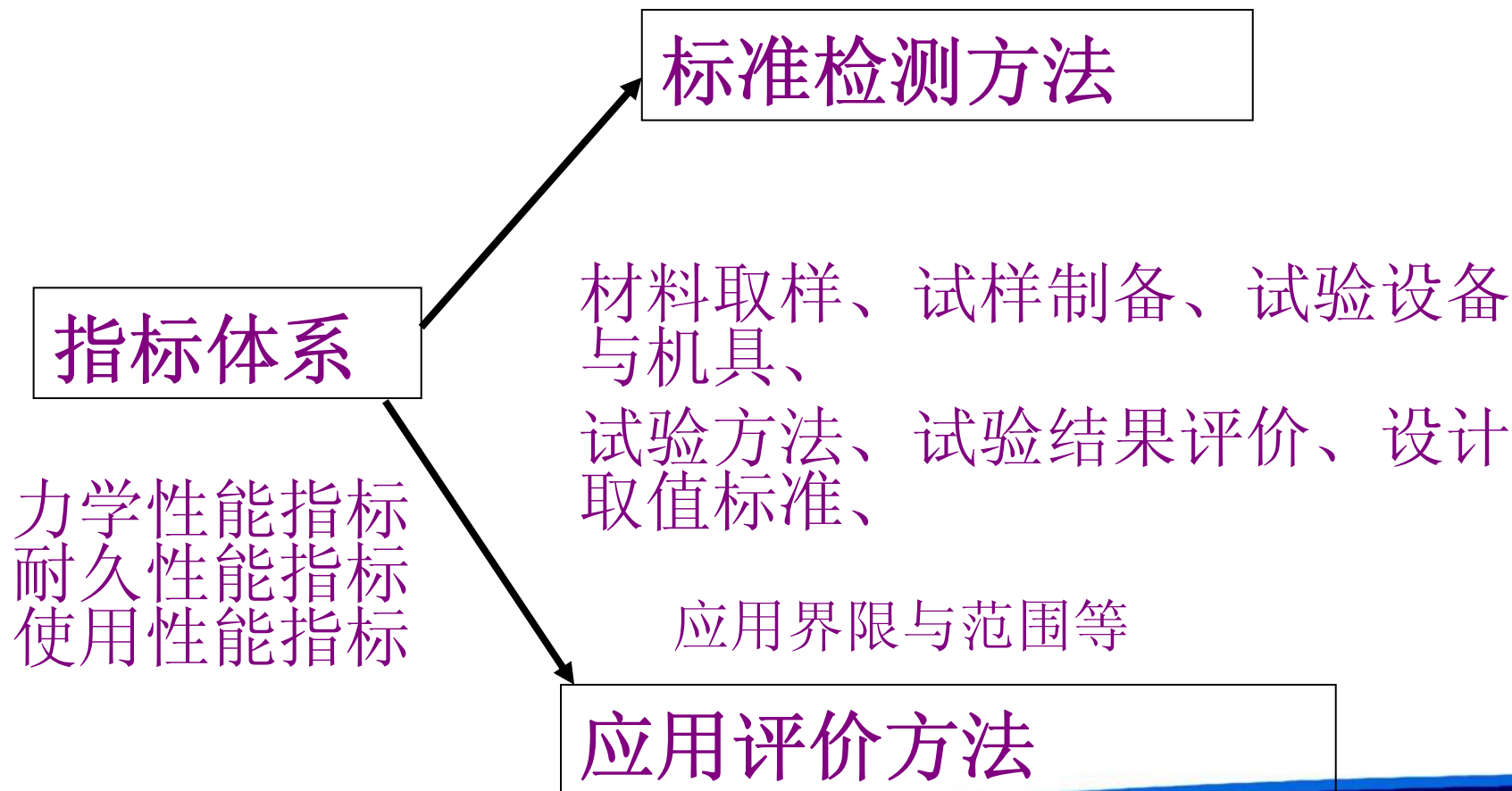
国标《结构加固修复用玻璃纤维片材》**GB/T 26744-2011**

等近20本



2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 标准体系研究



2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 工程应用

目前是以加固修复为主要应用方式

在公共建筑、工业建筑、民用建筑、交通运输、水利水电、军事设施等领域都有应用

在混凝土结构、砌体结构、钢结构、石结构、木结构的加固方面都有应用



2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 工程应用



公共建筑

2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 工程应用



桥梁

2、基础设施应用 F R P 的技术研究及其进展

□ 工程应用



工业建筑

3、基础设施应用 F R P 的技术发展前景

□ 结构加固

新材料
新工艺
新方法
新结构



3、基础设施应用 F R P 的技术发展前景

□ 新结构建设

大跨、高层、悬索结构

索膜结构

海洋工程

交通工程

反恐、抗爆结构



请各位专家批评指正!

Thank you

杨勇新

中冶集团建筑研究总院

国家工业建筑诊断与改造工程技术研究中心

E-Mail: yangyongxin@tsinghua.org.cn

电 话: 010—82229326 (传 真)

手 机: 13511077879

