

基础设施应用FRP技术的新发展

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

2013年4月17日

上海



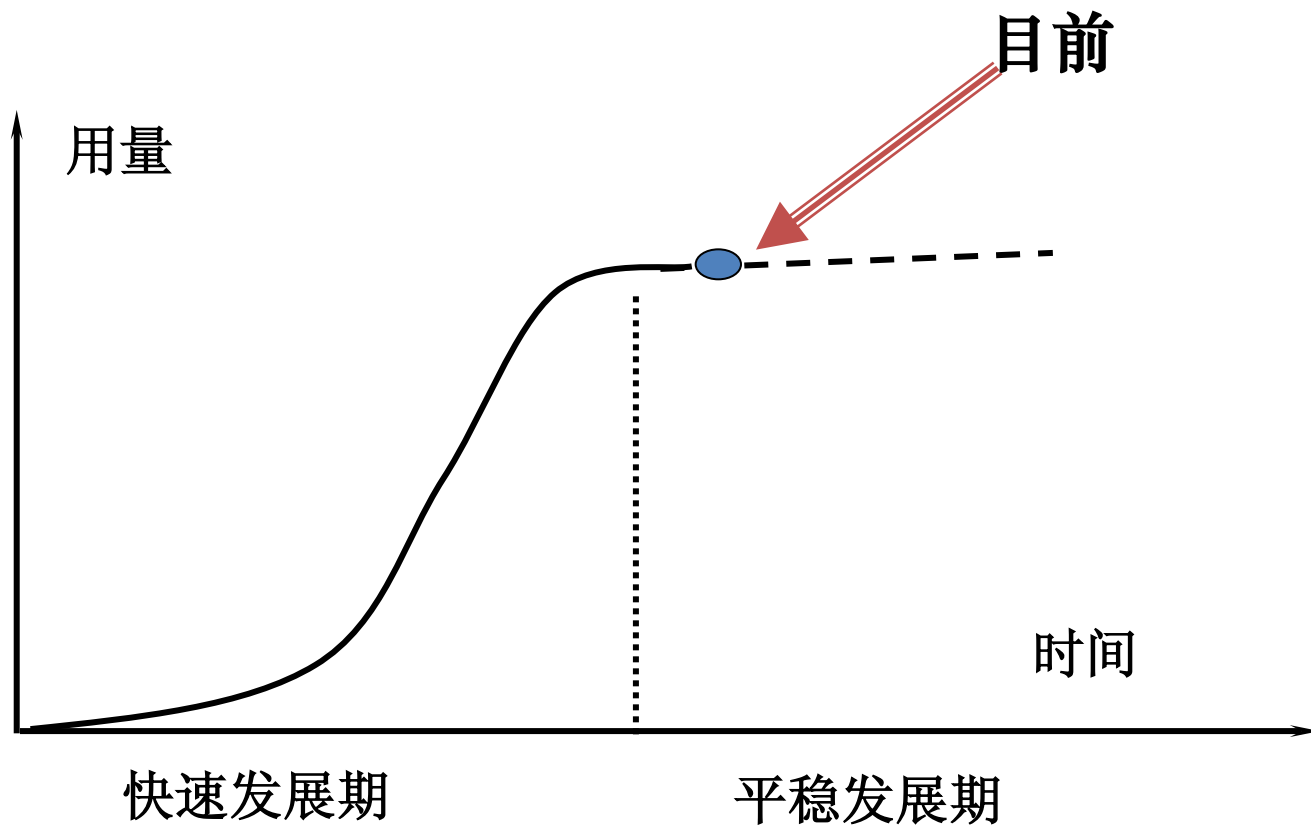
汇报内容

- 1、基础设施应用FRP技术的现状
- 2、材料方面的进展
- 3、结构方面的进展
- 4、几个关键问题



1、基础设施应用FRP技术的现状

❖ 基本量



1、基础设施应用FRP技术的现状

❖ 加固技术

- 技术成熟，形成产业链
- 材料应用量趋于稳定
- 标准化程度高
- 有滥用的现象

- 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范》
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



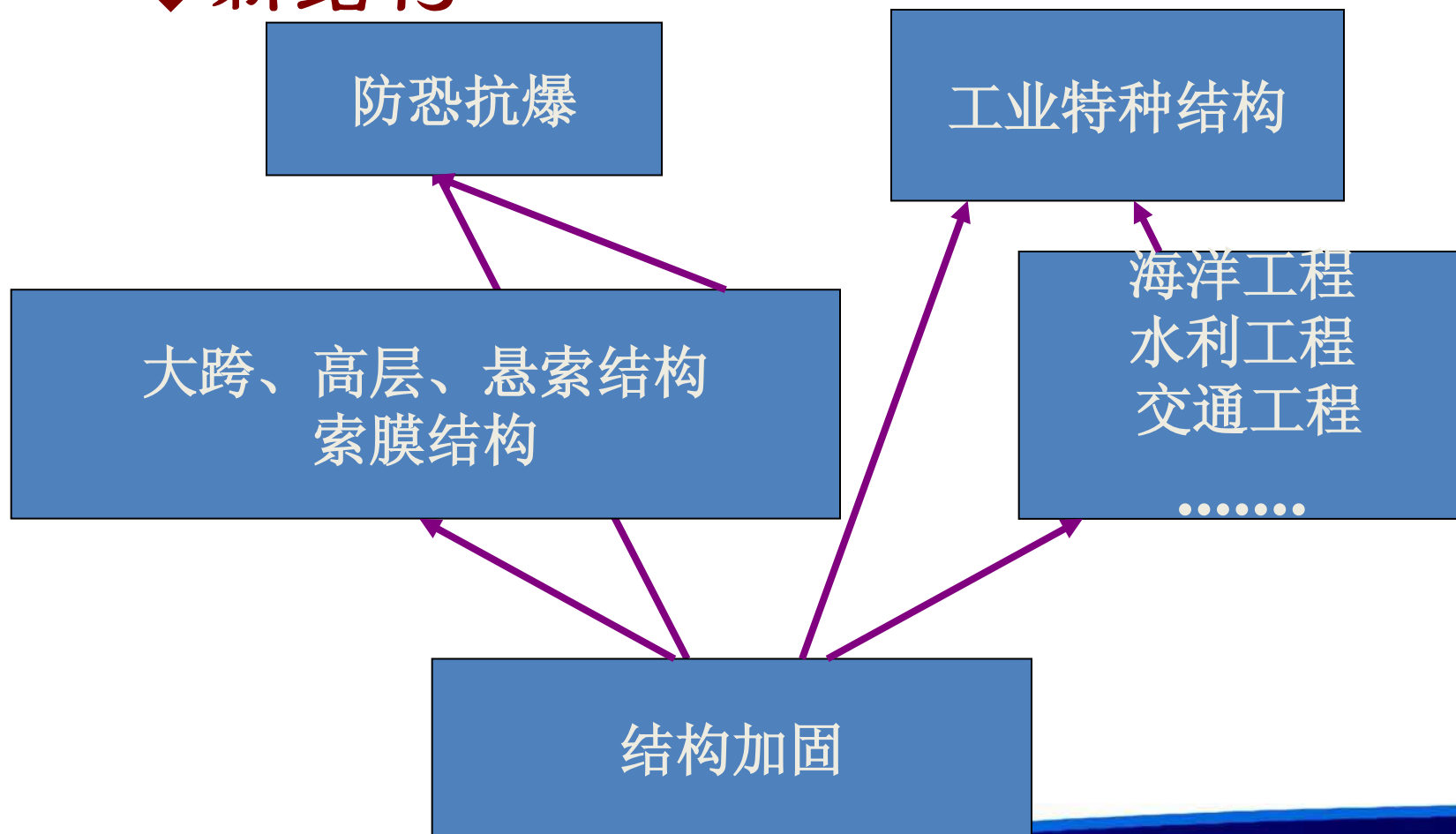
1、基础设施应用FRP技术的现状

❖ 新材料型式

筋、索	夹芯板、保温板
锚具夹具	接头、节点
型材	基本受弯、受拉构件
...	桥面板、桁架体系

1、基础设施应用FRP技术的现状

❖ 新结构



2、材料方面的进展

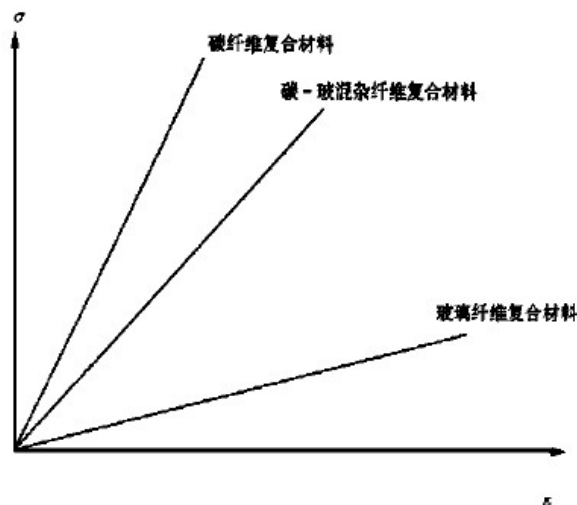
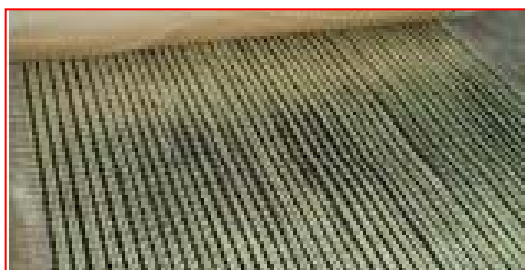
□ 各种纤维的混杂使用

方式：

层间混杂

层内混杂

多维混杂

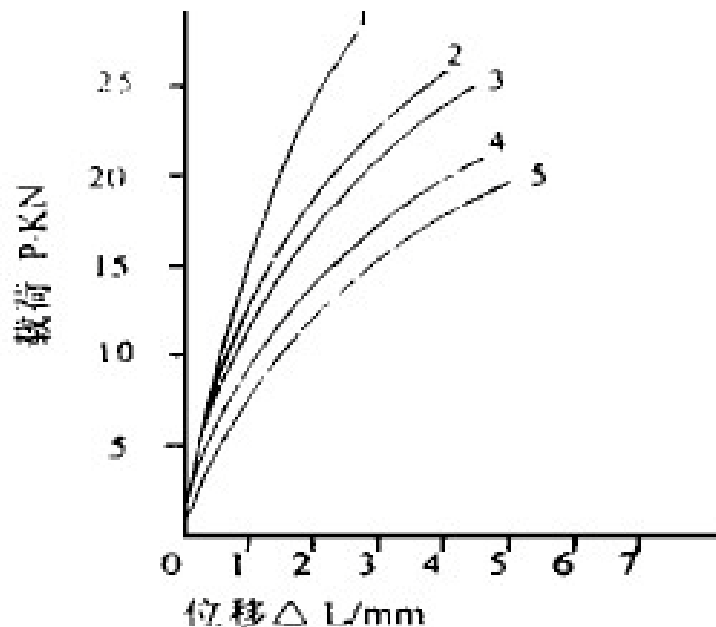


2、材料方面的进展

□ 各种纤维的混杂使用

- 强度、模量与伸长率的协调
- 改善需要的性能

非线性弹性，具有二次刚度



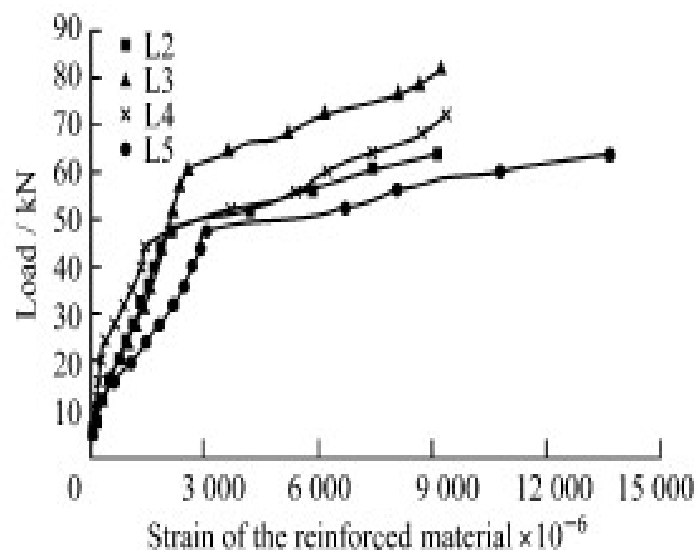
2、材料方面的进展

□ 各种纤维的混杂使用

强度、模量与伸长率的协调

改善需要的性能

非线性弹性，延性改善

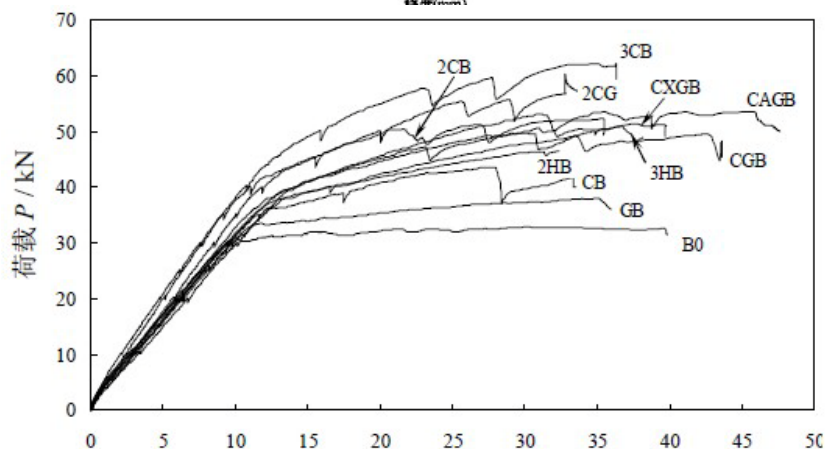
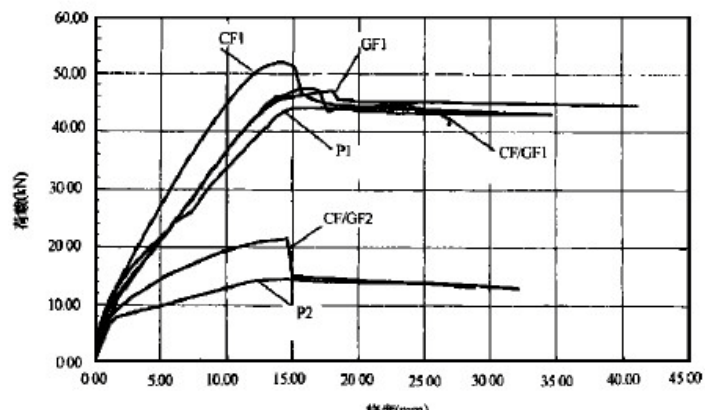


2、材料方面的进展

□ 各种纤维的混杂使用

改善结构性能

不同混杂方式和量，
构件延性改善效果
不同



2、材料方面的进展

□ 与其他材料配合使用

与钢材配合

提高抗剪能力

改善延性



2、材料方面的进展

□ 与其他材料配合使用

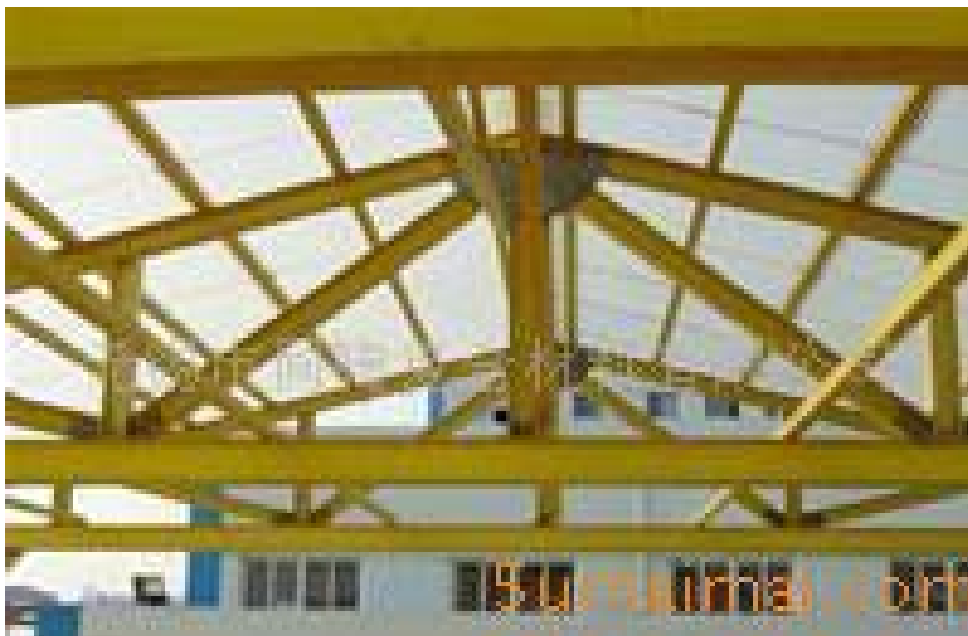
与铝合金配合

提高变形能力

改善抗震性能



3、结构方面的进展



桁架结构

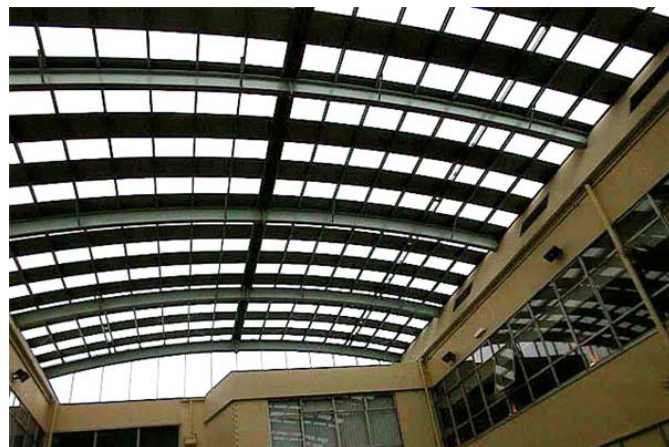
3、结构方面的进展

楼梯



3、结构方面的进展

网架、屋架、采光板



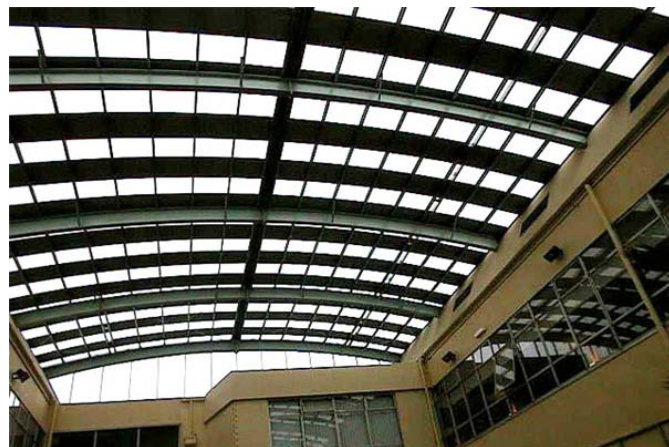
3、结构方面的进展

桥



3、结构方面的进展

网架、屋架、采光板



4、几个关键问题

□ 目前设计方法

安全系数法

$$KS_F = R_p$$

其中, R_p 结构破损状态时的承载力

S_F 设计标准荷载引起的内力(荷载效应)

容许应力法

$$\sigma \leq [\sigma]$$

其中, $[\sigma] = \sigma_{\max} / K$

$\sigma_{\max}$ 是材料的弹性极限强度。K称为安全系数, >1 。

概率极限状态法

$$g(X_1, X_2, \dots, X_n) \geq 0$$

最简单的 $R - S \geq 0$; S 结构的作用效应、R 结构的抗力



4、几个关键问题

设计方法和设计准则

与结构性质、材料性质、安全性要求
等众多因素相关

基础设施中FRP结构的设计方法和设计准则

如何选择？



4、几个关键问题

□连接

一般钢结构的连接

- 焊接
- 螺栓连接
- 插接

特点

- 相同材质
- 界面配合密切
- 抗剪能力强



4、几个关键问题

□ 焊接

连接强度高
同一材质
可靠性高



□ 插接

施工方便
设计简单



4、几个关键问题

□ 螺栓连接

方便

可控

抗剪能力强



4、几个关键问题

□ FRP连接

螺栓连接
胶接
胶栓混接

抗剪能力差

材质可能不同



4、几个关键问题

□ FRP连接

螺栓连接

与钢材连接



4、几个关键问题

□FRP连接

胶接

材质不同



4、几个关键问题

□FRP连接

胶栓混接

工艺复杂



请各位专家批评指正!

Thank you

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

E-Mail: yangyongxin@tsinghua.org.cn

电 话: 010—82229326 (传 真)

手 机: 13511077879

