

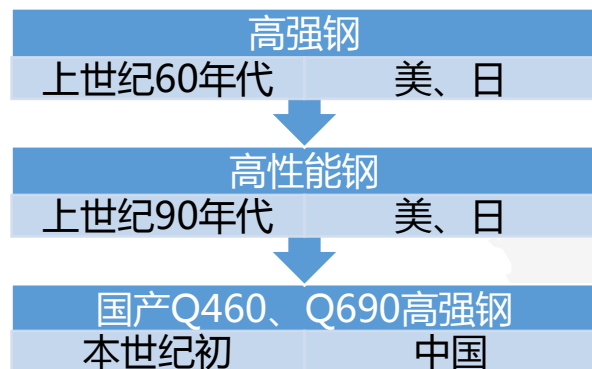


高强钢角焊缝力学性能研究

汇报人：赵琛 1630643

指导老师：孙飞飞 教授

研究背景



1	4
2	
3	5



序号	建筑名称	构件类型	钢材名义屈服强度 (MPa)
1	德国, Berlin, Sony Center大厦	屋顶桁架	460 / 690
2	法国, Millau大桥	箱形主梁	460
3	中国, 北京, 国家体育场	承重构件	460
4	日本, Yokohama Landmark Tower	H形截面柱	600
5	中国, 央视新台址	角钢构件	460



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

多高层钢结构及钢结构抗火研究室

Research Group for Multi-Storey and Tall Steel Buildings and Fire-Resistance of Steel Structures



研究方法及研究内容



同濟大學
TONGJI UNIVERSITY

多高层钢结构及钢结构抗火研究室

Research Group for Multi-Storey and Tall Steel Buildings and Fire-Resistance of Steel Structures

研究对象

本文为研究高强钢角焊缝的力学性能，主要采用了试验研究和有限元分析相结合的研究方法。

1) 高强钢单调拉伸材性试验

钢材：Q890高强钢

2) 高强钢角焊缝试验

钢材：Q890高强钢

焊材：ER120S-G

接头形式：角焊缝

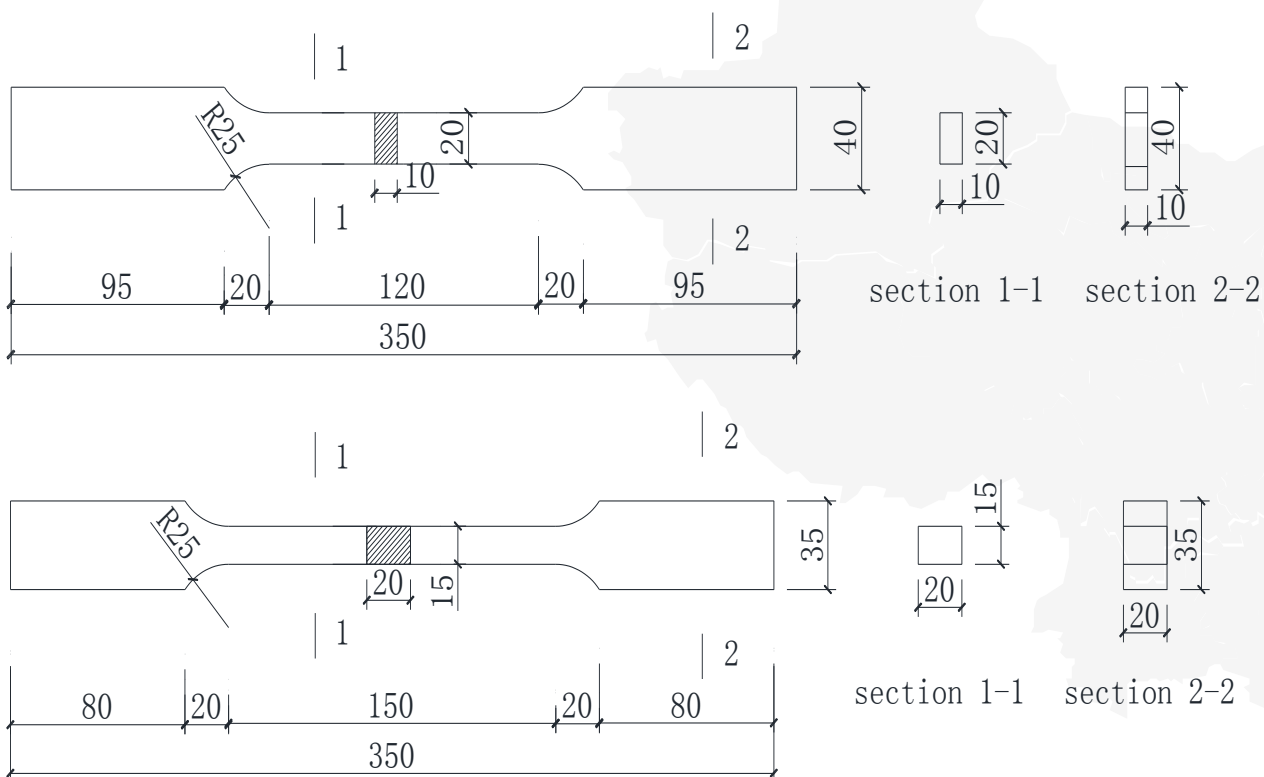
焊缝和荷载二者之间的夹角： 0° （正面角焊缝）、 15° 、 30° 、 45° （单边单条&单边双条）、 60° 、 75° 、 90° （侧面角焊缝）



研究方法

试验1：高强钢材性试验

试件尺寸



实验结果分析

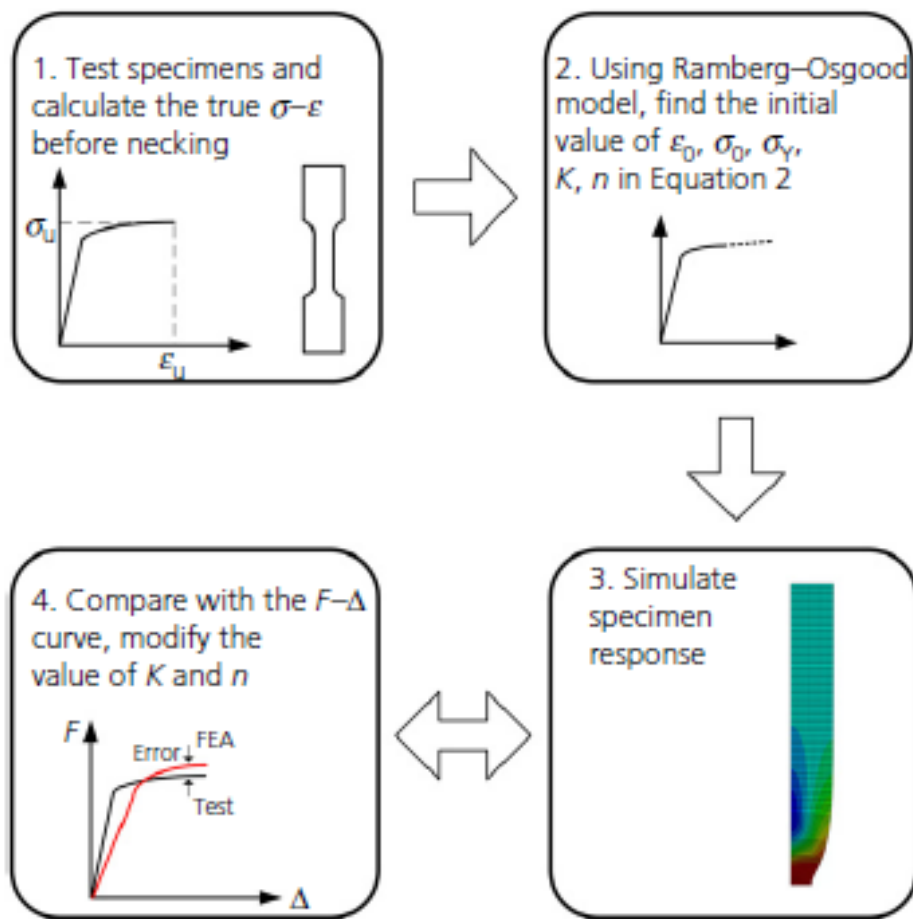
记录屈服强度、
极限强度

	屈服强度	极限强度	屈强比
10mm	1128.9	1153.45	0.98
20mm	934.733	980.233	0.95



研究方法

试验1：高强钢材性试验



Ramberg-Osgood模型

$$\sigma = K \epsilon_p^n \quad \text{for } \epsilon_p > \epsilon_p^0$$

$$\sigma = \left(\frac{\sigma^0 - \sigma_y}{\epsilon_p^0} \right) \epsilon_p \quad \text{for } 0 < \epsilon_p \leq \epsilon_p^0$$

名义应力、应变

真实应力、应变

$$\sigma' = \frac{F}{S_0}$$

$$\sigma = \sigma' \cdot (1 + \epsilon')$$

$$\epsilon = \ln(1 + \epsilon')$$

$$\epsilon' = \frac{L}{L_0} - 1$$



1. Test specimens and calculate the true $\sigma - \varepsilon$ before necking.



2. Using Ramberg-Osgood model, find the initial value of $\sigma_0, \sigma_y, \varepsilon_0, K, n$



3. Simulate specimen response



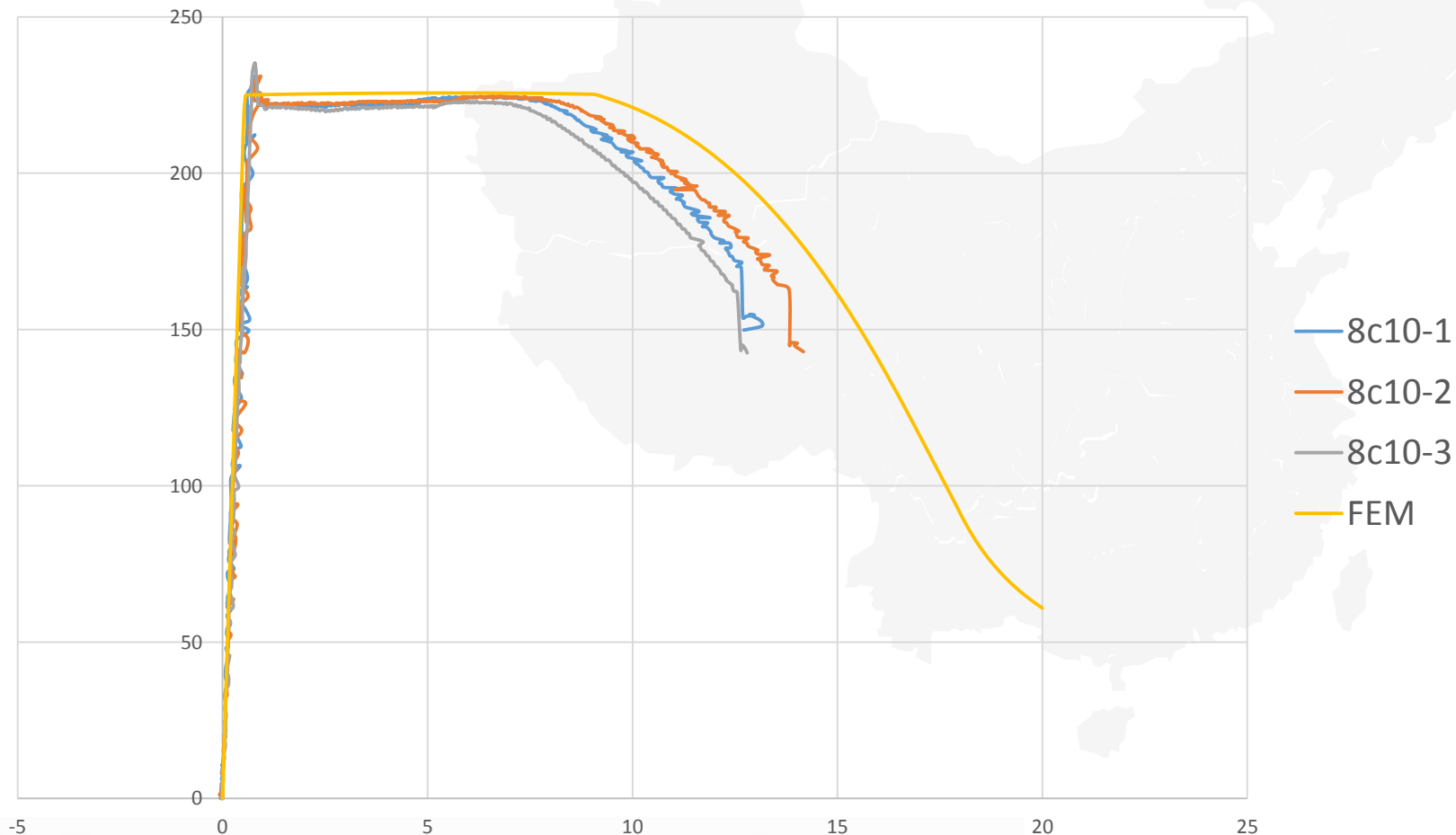
4. Compare with the $F - \Delta$ curve, modify the value of K and n

研究方法

试验1：高强钢材性试验

试验结果——10mm

k	n
1559	0.09

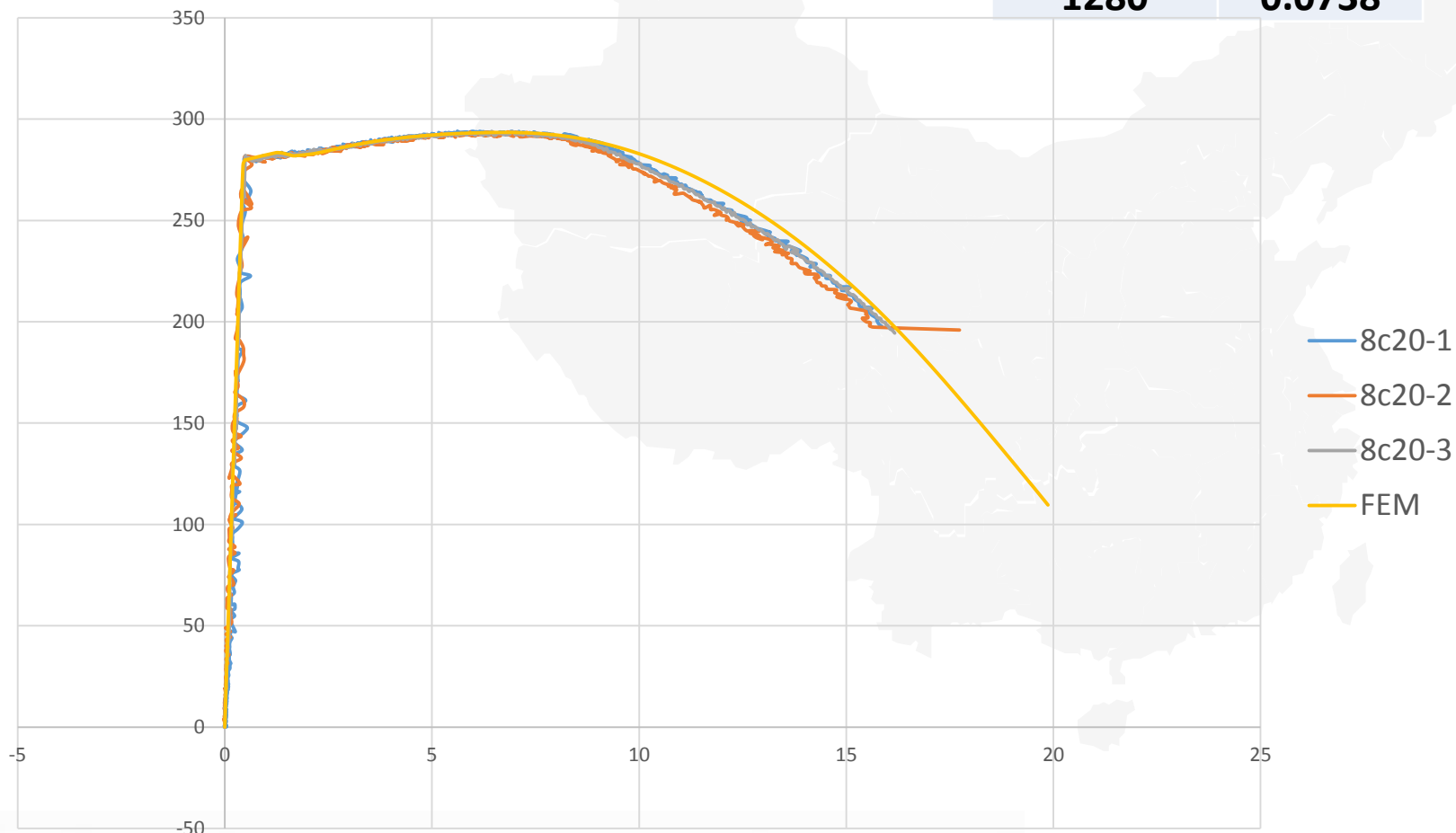


研究方法

试验1：高强钢材性试验

试验结果——20mm

k	n
1280	0.0738



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

多高层钢结构及钢结构抗火研究室

Research Group for Multi-Storey and Tall Steel Buildings and Fire-Resistance of Steel Structures

试验2：高强钢角焊缝试验

试件尺寸



30°

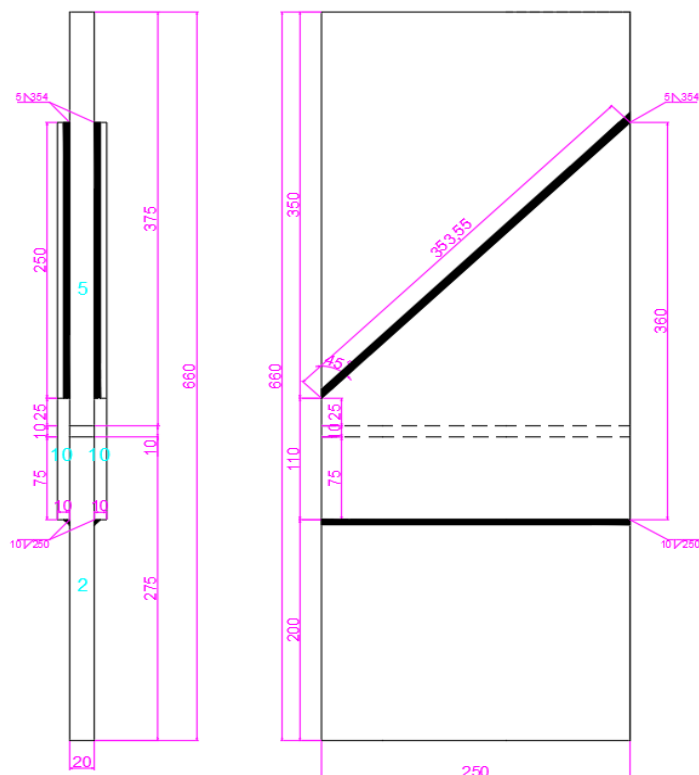
15°

0°

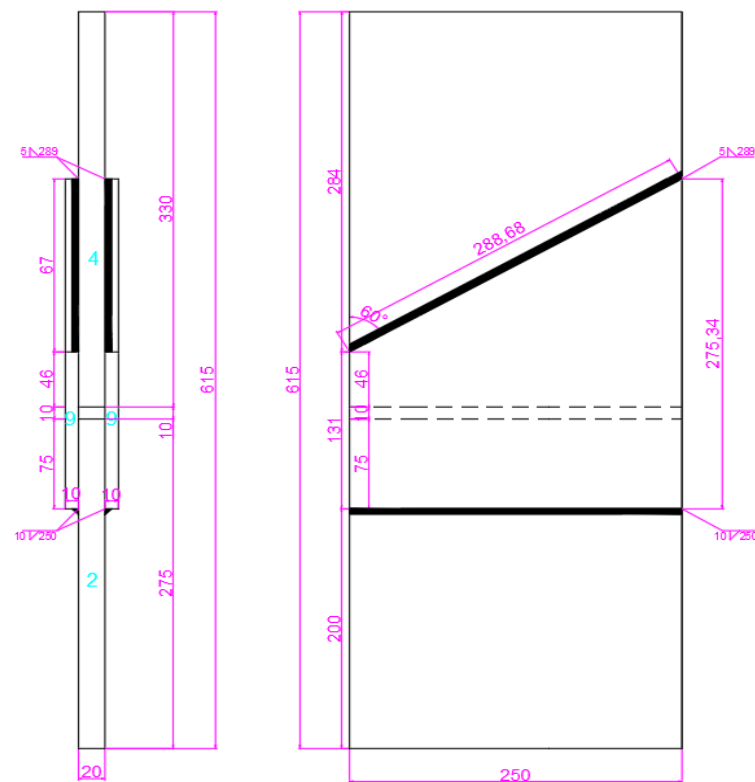
研究方法

试验2：高强钢角焊缝试验

试件尺寸



45°



60°



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

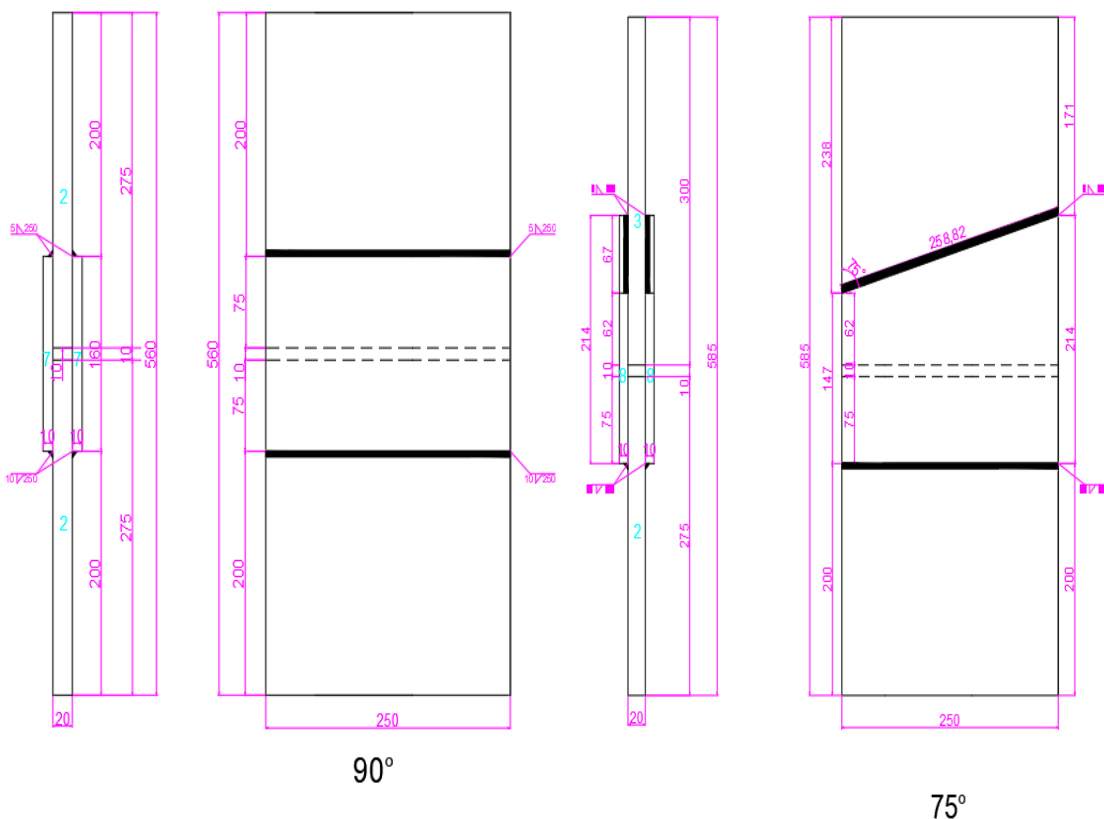
多高层钢结构及钢结构抗火研究室

Research Group for Multi-Storey and Tall Steel Buildings and Fire-Resistance of Steel Structures

研究方法

试验2：高强钢角焊缝试验

试件尺寸



试件类型	编号	状态
0°	890-120-00-1	切平
	890-120-00-2	切平
	890-120-00-3	
15°	890-120-15-1	切平
	890-120-15-2	切平
	890-120-15-3	
30°	890-120-30-1	切平
	890-120-30-2	切平
	890-120-30-3	
45°D	890-120-45-1d	切平
	890-120-45-2d	切平
	890-120-45-3d	
45°S	890-120-45-1s	切平
	890-120-45-2s	切平
	890-120-45-3s	
60°	890-120-60-1	切平
	890-120-60-2	切平
	890-120-60-3	
75°	890-120-75-1	切平
	890-120-75-2	切平
	890-120-75-3	
90°	890-120-90-1	切平
	890-120-90-2	切平
	890-120-90-3	



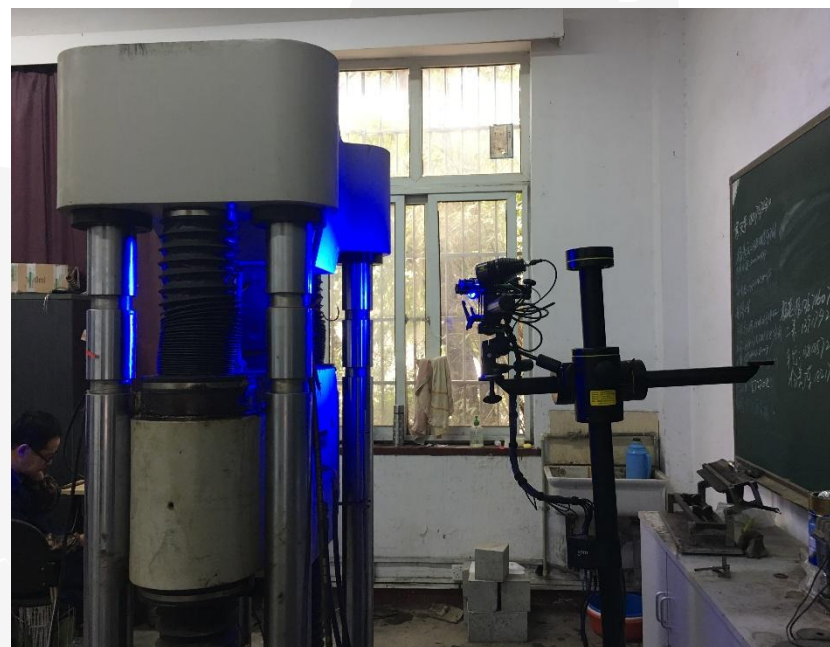
研究方法

试验2：高强钢角焊缝试验

试验仪器



图1 一种典型的DIC测量系统示意图[2]



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

多高层钢结构及钢结构抗火研究室

Research Group for Multi-Storey and Tall Steel Buildings and Fire-Resistance of Steel Structures

试验仪器

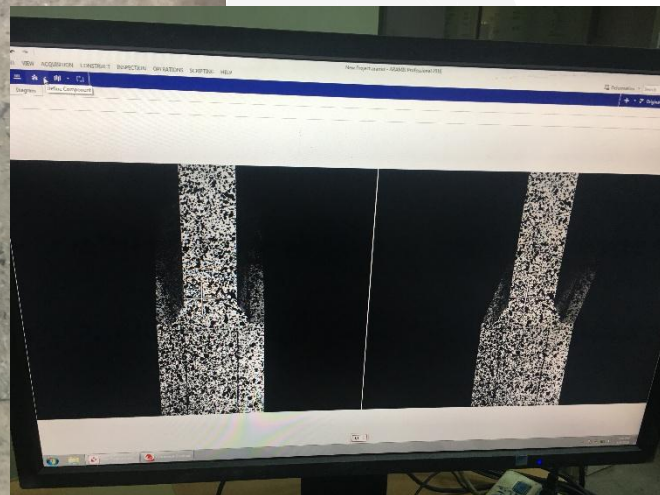
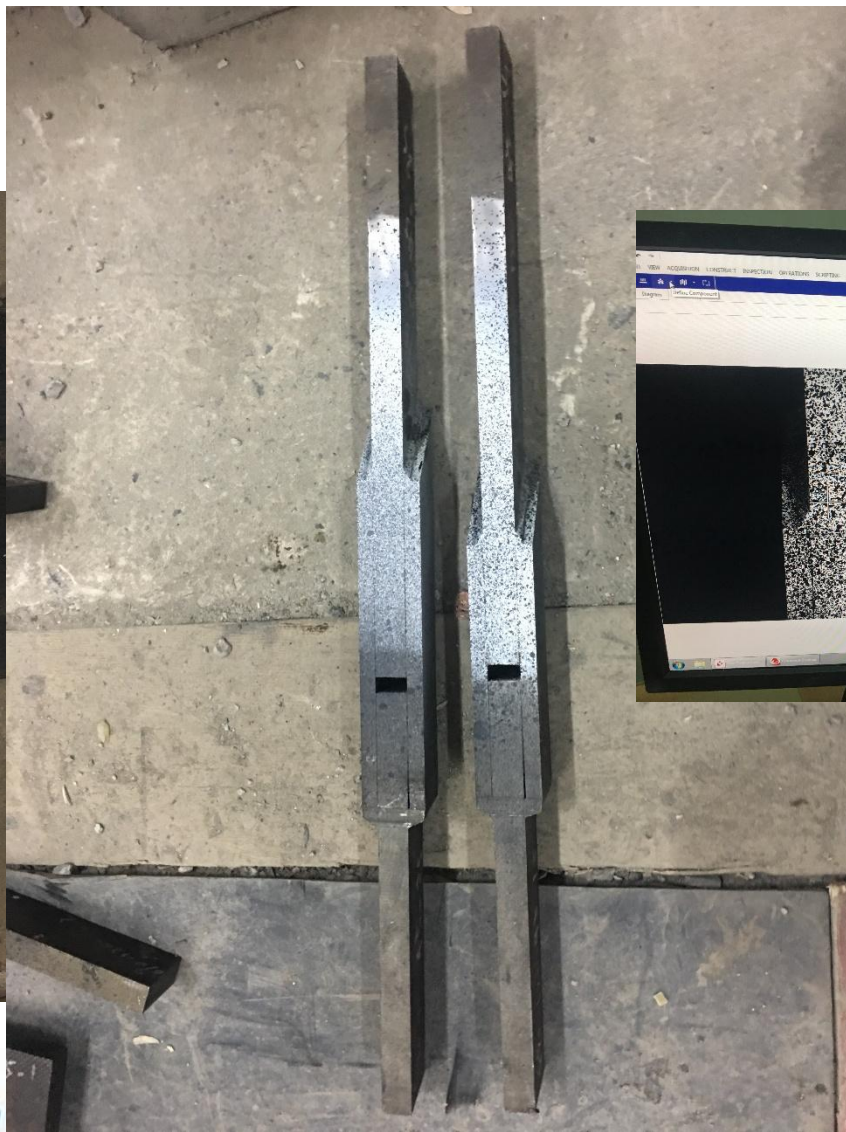
- ◆ **数字图像相关 (Digital Image Correlation, DIC)** 技术是一种非接触式现代光学测量实验技术。
- ◆ **优点**：由具有光路简单、环境适应性好、测量范围广以及自动化程度高。
- ◆ **应用范围**：广泛应用于土木工程、机械、材料科学、电子封装、生物医学、制造、焊接等许多科学及工程领域。对于材料领域的材料人来说，DIC目前在材料研究的许多方面尤其是力学性能表征方面得到越来越广泛的应用。
- ◆ **基本原理**：就是通过跟踪（或匹配）物体表面变形前后两幅散斑图像中同一像素点的位置来获得该像素点的位移向量，从而得到试件表面的全场位移。
- ◆ **组成**：该系统一般由CCD摄像机、照明光源、图像采集卡及计算机组成。首先，需要使试件的成像表面具有可以反映变形信息的随机散斑图，然后在实验过程中对试件表面在加载前后的图像进行采集并存入计算机，最后利用软件程序采取相关的数学算法得到试件表面的位移信息。



研究方法

试验2：高强钢角焊缝试验

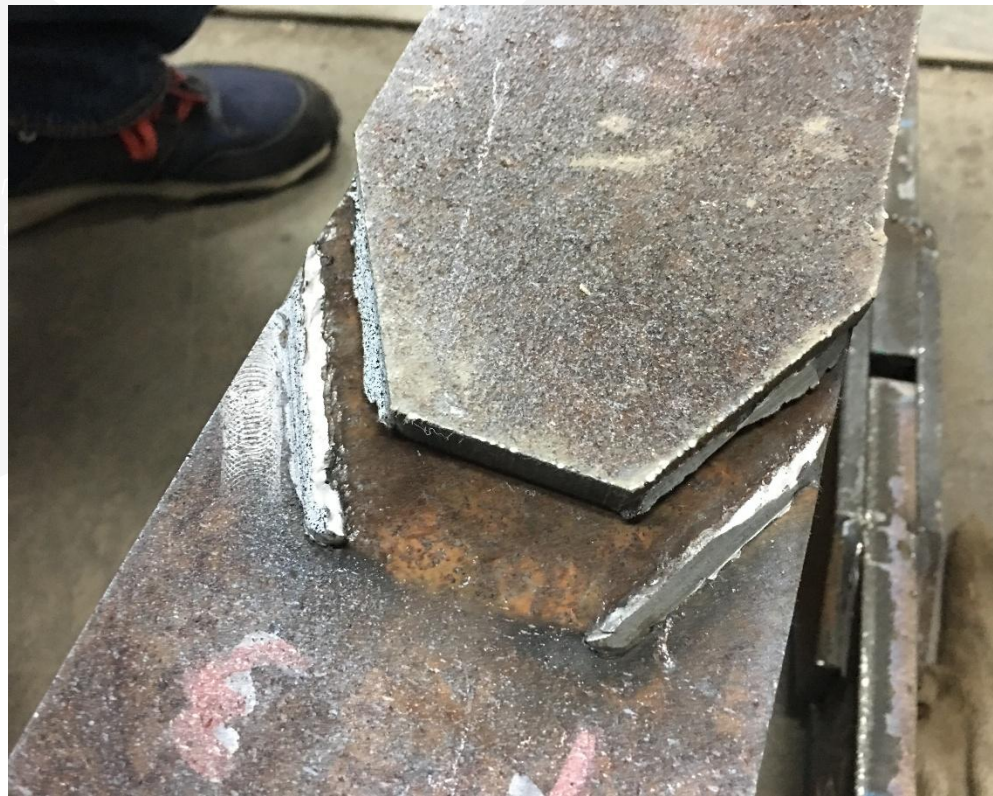
试验试件



研究方法

试验2：高强钢角焊缝试验

试验结果



同济大学
TONGJI UNIVERSITY

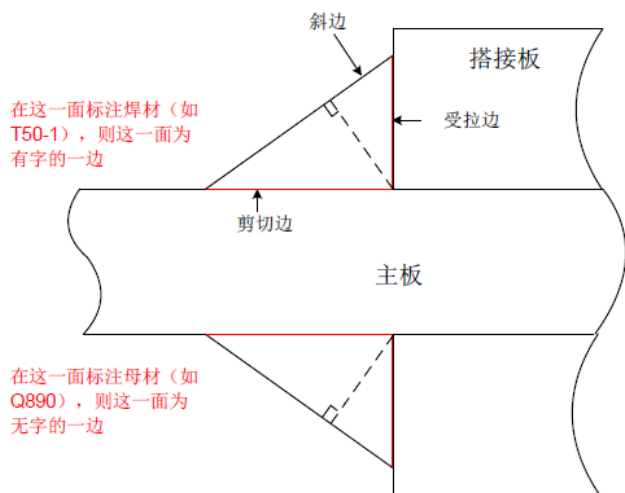
多高层钢结构及钢结构抗火研究室

Research Group for Multi-Storey and Tall Steel Buildings and Fire-Resistance of Steel Structures

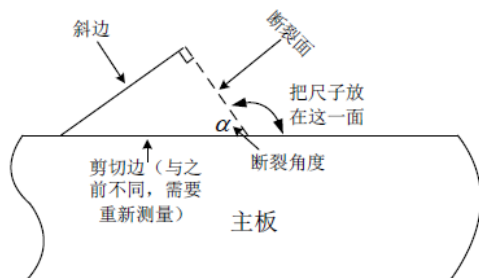
研究方法

试验2：高强钢角焊缝试验

切平试件

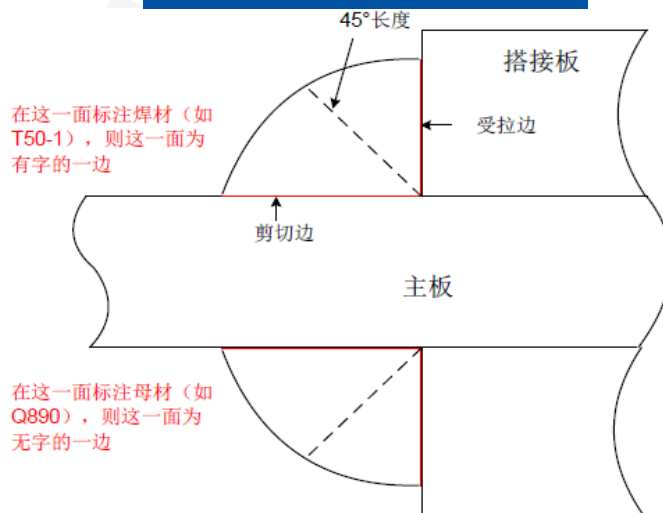


实验前测量

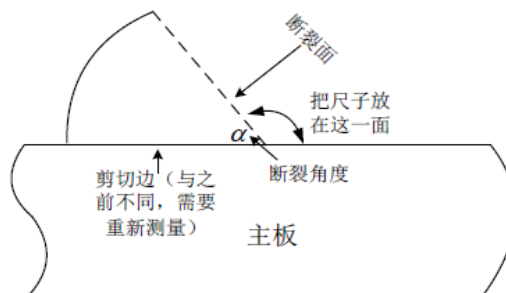


断后测量

未切平试件



实验前测量



断后测量

试件类型 断裂角度

0°	47.20
15°	42.95
30°	51.59
45°D	31.09
45°S	31.59
60°	29.62
75°	19.89
90°	22.14

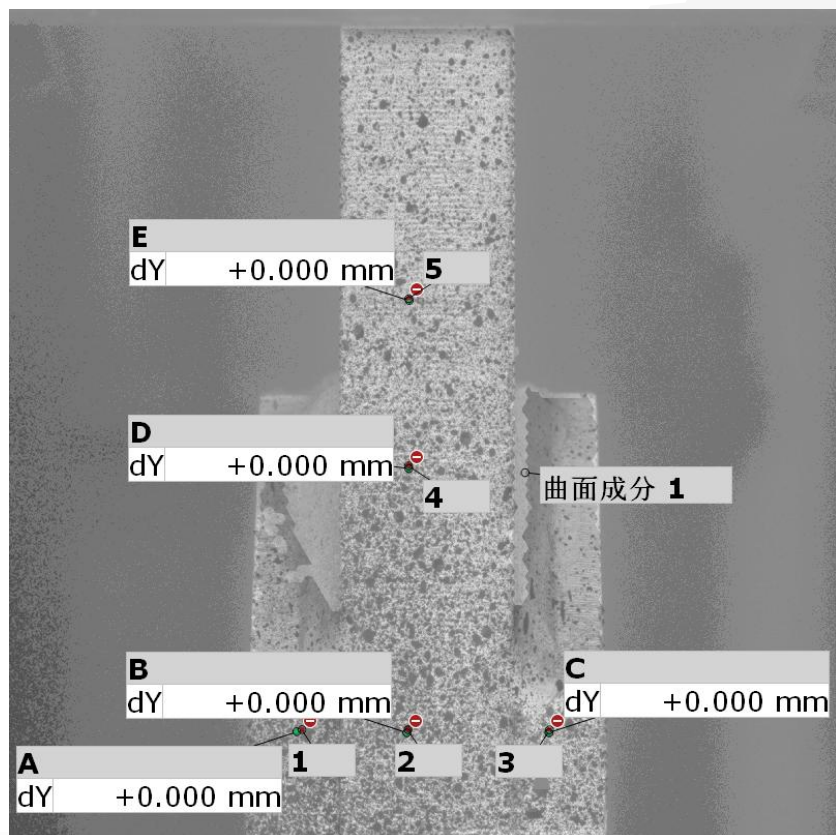


研究方法

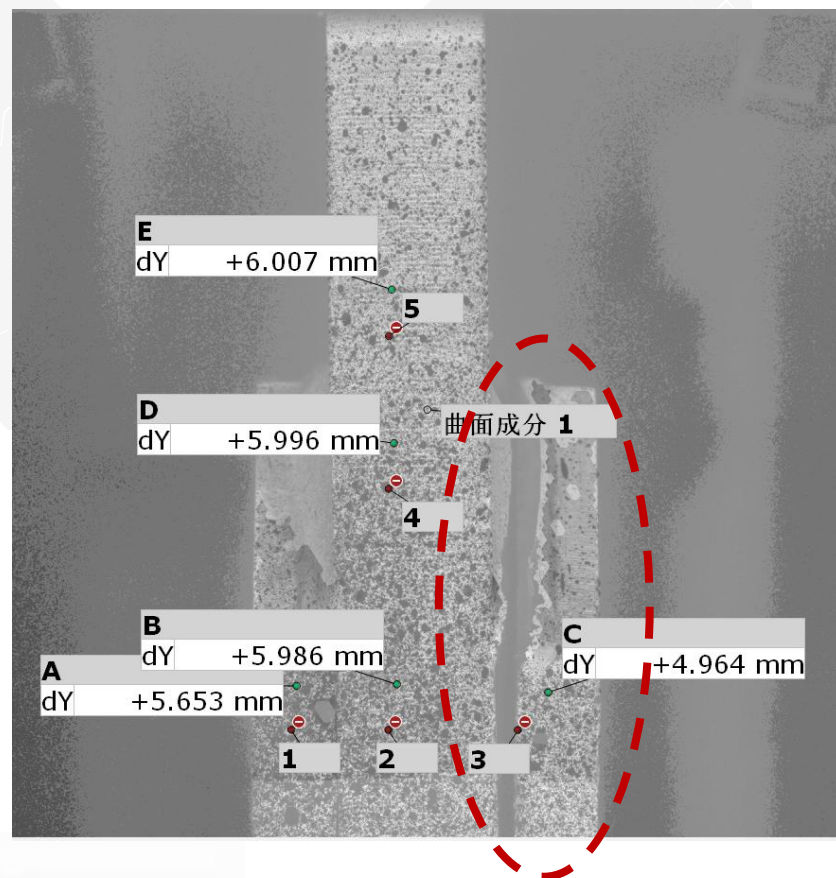
试验2：高强钢角焊缝试验

试验处理

第一帧



最后一帧



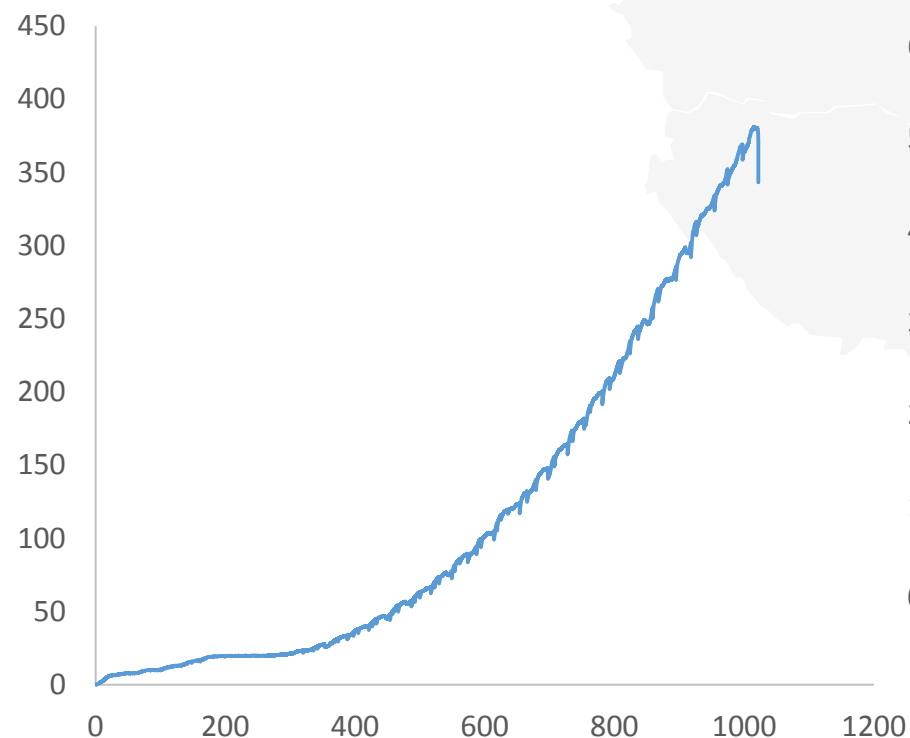
研究方法

试验2：高强钢角焊缝试验

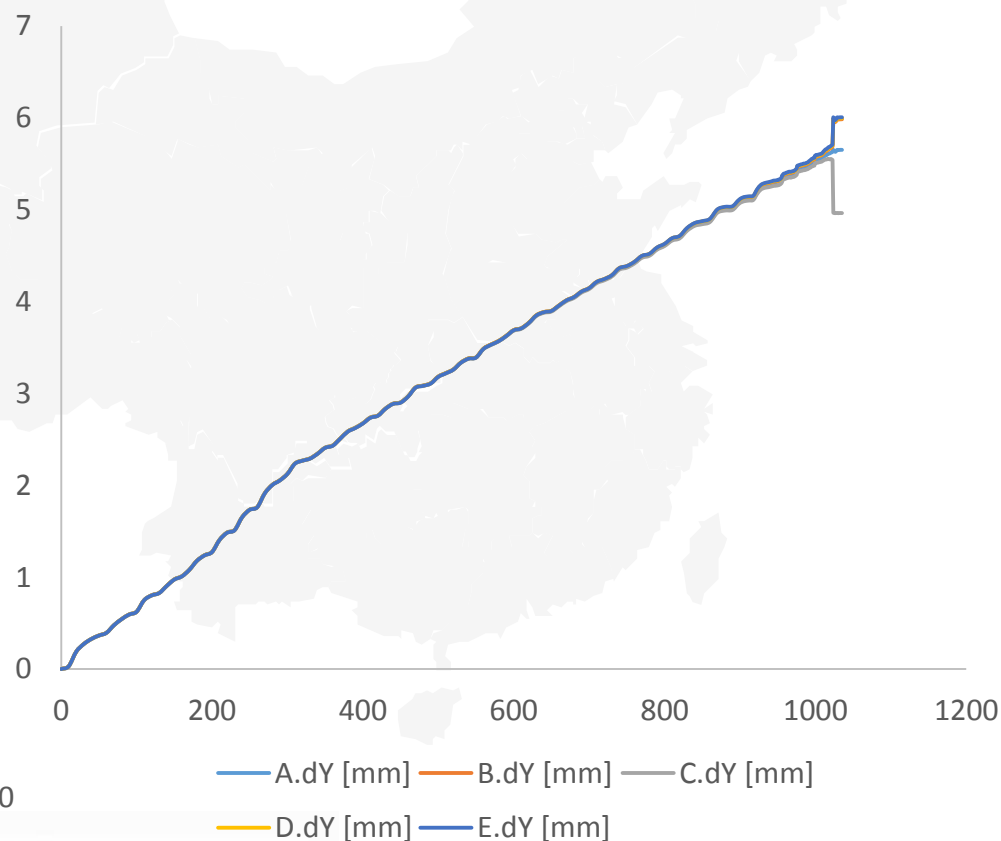
试验结果（以Q890-120-45为例）

力数据

Load (kN)



DIC数据

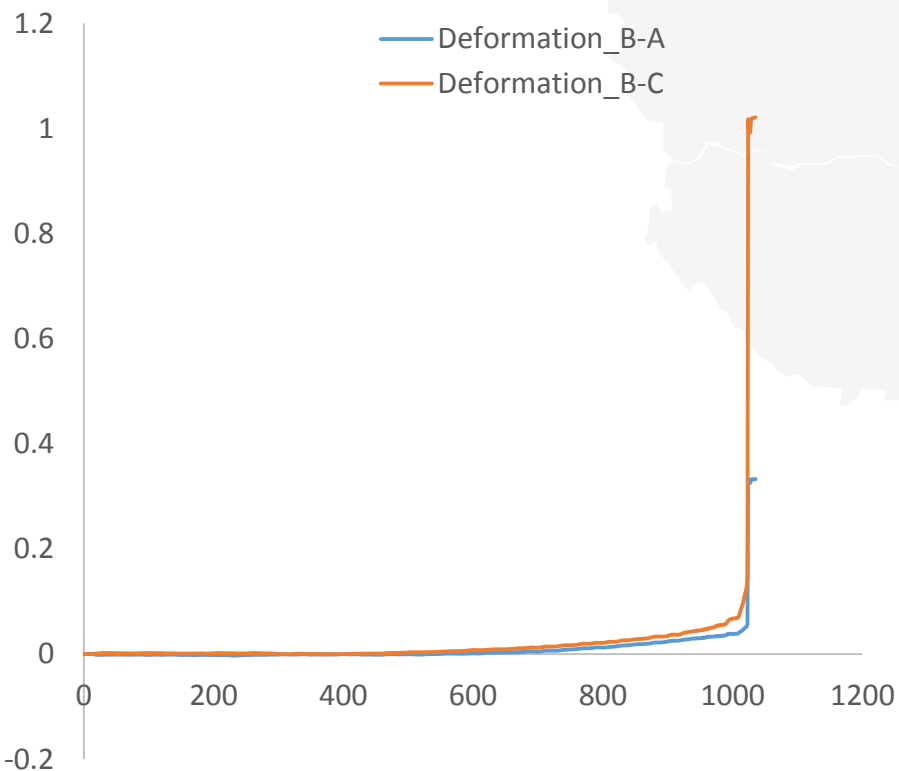


研究方法

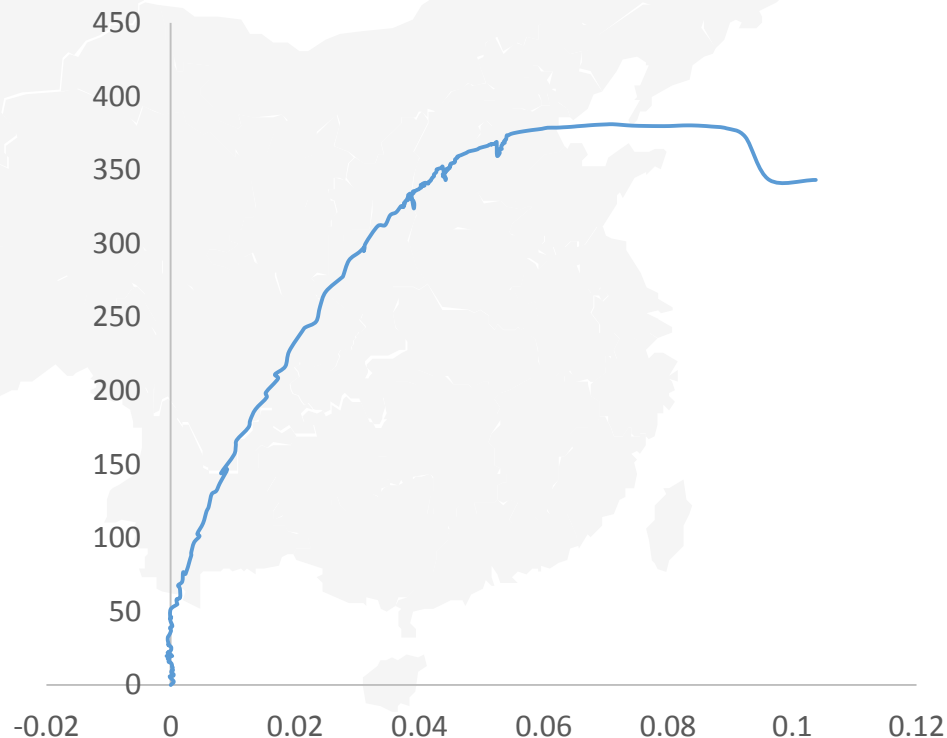
试验2：高强钢角焊缝试验

试验结果（以Q890-120-45为例）

位移数据



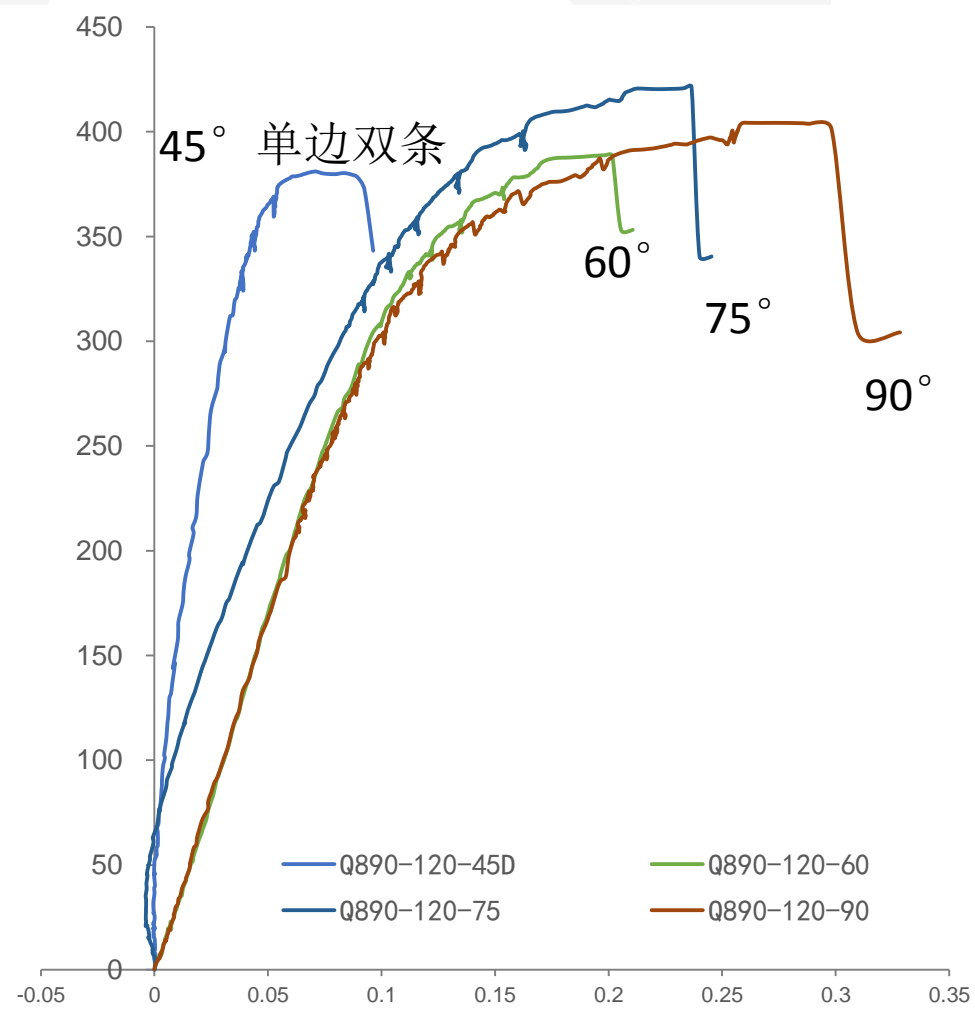
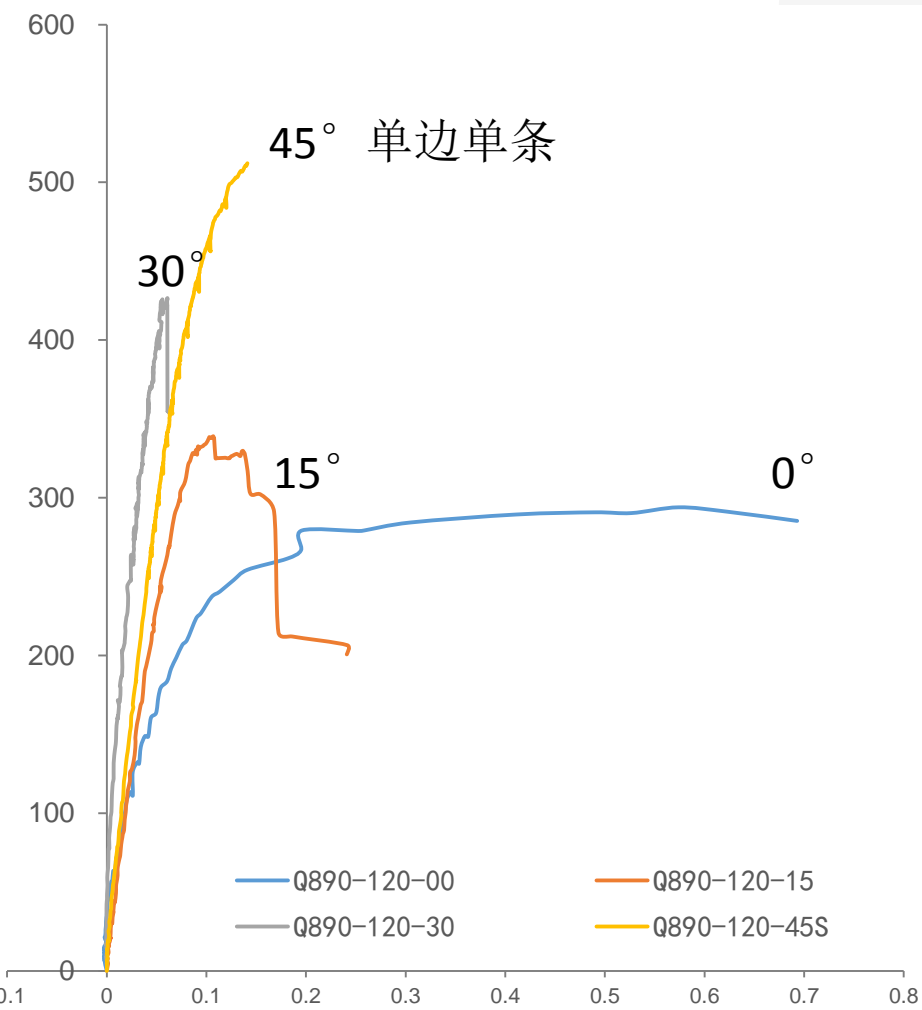
力—位移数据



研究方法

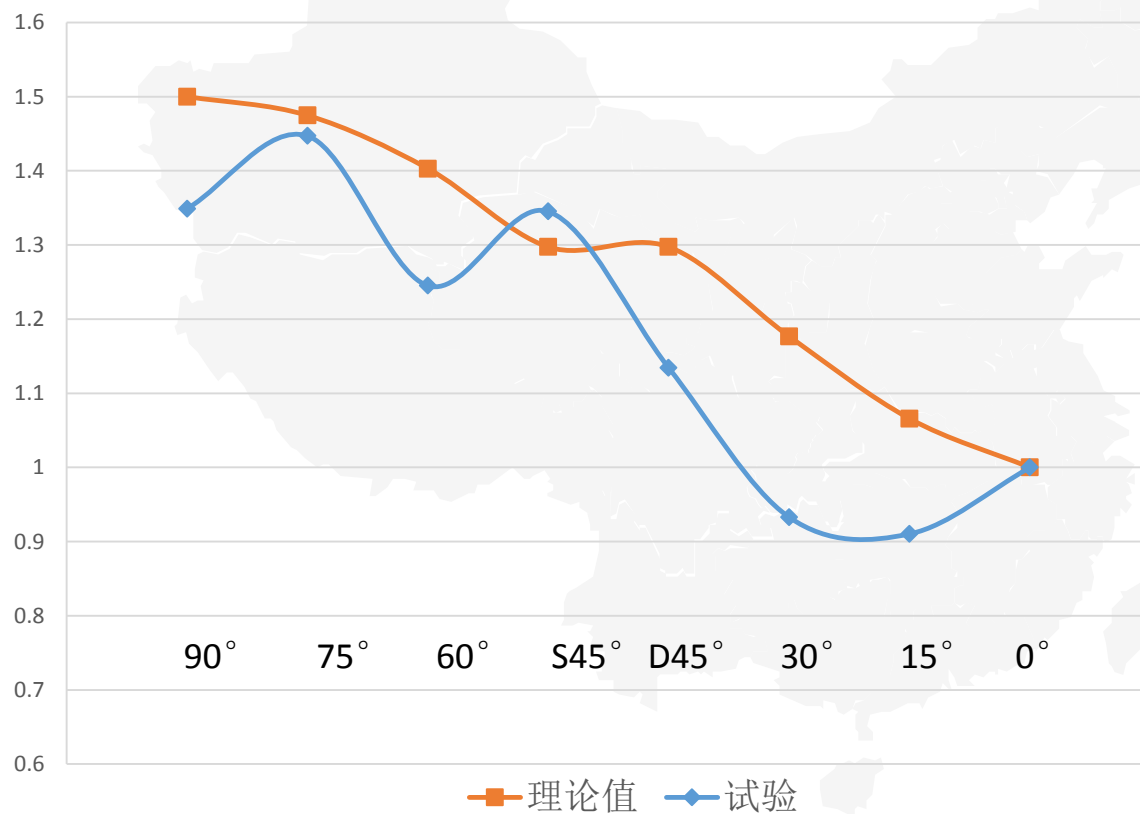
试验2：高强钢角焊缝试验

试验结果——力位移曲线



后续工作

$$P_{\theta} = P_{long} \cdot \left(1 + 0.5 \cdot \sin^{1.5}(\theta)\right)$$



1) 高强钢单调拉伸材性试验

钢材: Q690高强钢

2) 高强钢角焊缝试验

钢材: Q690高强钢

焊材: ER120S-G (超强)、ER110S-G (等强)、ER50 (欠强)

接头形式: 角焊缝

焊缝和荷载二者之间的夹角: 0° (正面角焊缝)、 15° 、 30° 、 45° (单边单条&单边双条)、 60° 、 75° 、 90° (侧面角焊缝)



A faint, light gray world map is centered in the background of the slide, showing the continents of North America, South America, Europe, Africa, Asia, and Australia.

谢 谢 !