

中国地震局工程力学研究所
恢先地震工程综合实验室

检测报告

DETECTING AND ANALYZING REPORT

项目名称

PROJECT NAME

抗震支吊架系统振动台地震模拟检测

委托单位

ENTRUSTING UNIT

安固士(天津)建筑材料有限公司

检测类别

DETECTING TYPE

委托检测

检测单位公章

OFFICIAL SEAL OF INSPECTION CENTER

报告发送日期:

REPORTING DATE

2017 年 12 月 23 日

检测报告

DETECTING AND ANALYZING REPORT

项目名称

PROJECT NAME 抗震支吊架系统振动台地震模拟检测

委托单位

ENTRUSTING UNIT 安固士(天津)建筑材料有限公司

检测类别

DETECTING TYPE 委托检测

检测单位公章

OFFICIAL SEAL OF INSPECTION CENTER

报告发送日期:
REPORTING DATE



2017 年 12 月 23 日

**中国地震局工程力学研究所
恢先地震工程综合实验室**

检测报告

项目名称	抗震支吊架系统振动台地震模拟检测		
检测地点	中国地震局工程力学研究所实验室	检测日期	20171222
委托单位	安固士(天津)建筑材料有限公司	样品数量	1
检测要求	通过振动台试验得出抗震支吊架系统在地震中的响应,考察其支撑的机电系统在地震中的位移;研究不同强度地震动作用下抗震支吊架系统的变形幅度、损伤形式和可用性评估。		
检测仪器	地震模拟振动台;拉线位移计、加速度传感器。		
检测依据	《建筑机电工程抗震设计规范 GB50981-2014》、《AC156》振动台检测试验行业标准		
检测结论	本中心对安固士(天津)建筑材料有限公司送检的样品进行了检测,样品包括抗震支吊架系统及其支撑管线、风管等机电系统。抗震支吊架在地震时能够给予机电管线和设备可靠的保护。在遭受低于或相当于本地区抗震设防烈度的地震影响时不发生损坏;当遭受高于本地区抗震设防烈度的罕遇地震影响时抗震支吊架系统不损坏,依然能保证机电工程设施不严重损坏,可正常使用。 检测结果表明: (1)抗震支吊架系统的所有杆件均处于弹性阶段,未出现塑性变形。 (2)装有抗震支吊架系统的管线整体波动幅度较小,满足设计预期要求。 (3)在相应于七度、八度、九度罕遇地震作用楼面响应下抗震支吊架系统及水管、风管、桥架均未出现肉眼可视的损坏情况,送检的抗震支吊架系统抗震性能良好。 2017 年 12 月 23 日		

中国地震局工程力学研究所 恢先地震工程综合实验室

一、地震振动台台参数

本试验在中国地震局工程力学研究所地震工程与工程振动重点试验室完成, 振动台的基本参数见表 1、图 1。

表 1 振动台基本参数

性能	指标
振动方向	3-D (X、Y、Z) , DOF: 6
台面尺寸	5m×5m
最大载荷	30t
最大倾覆力矩	80t·m
最大行程	X&Y: ±500mm, Z: ±250mm
满载最大加速度	X&Y: 2.0g, Z: 1.5g
空载最大加速度	X&Y: 4.5g, Z: 5.0g
最大速度	X&Y: 1.5m/s, Z: 1.2m/s
运行频率	0.1~100Hz
波形	正弦、随机、地震波



图 1 地震模拟震动台阵情况介绍

二、试验参数

通过安固士(天津)建筑材料有限公司研发的抗震支吊架系统采用支架共架固定水管、风管及桥架, 相应尺寸如表 2 所示。其中, 二层加载框架楼面放置 4 根水管, 三层楼面放置 1 根水管及风管、桥架。保持水管整体呈水平状态, 支吊架有效高度 800mm, 试件安装示意图见图 2。试验过程中保持管道系统内部测试水压恒定值为

中国地震局工程力学研究所
恢先地震工程综合实验室

0.5MPa。

表 2 产品规格

风管抗震	双向支撑（间隔 3.3 米）	宽 2 米 高 1 米	风管尺寸	800*500
桥架共架	侧向支撑（间隔 3.3 米）		桥架尺寸	400*100
水管共架 支撑	双向支撑（间隔 3.3 米）	宽 2 米 高 1 米	管束规格	DN80.DN100.DN125. DN150
	侧向支撑（间隔 3.3 米）			
单管保温	双向支撑（间隔 3.3 米）	高 1 米	管束规格	DN100
	侧向支撑（间隔 3.3 米）			



(a)试件安装图

中国地震局工程力学研究所
 恢先地震工程综合实验室



(b)试验用水压表

图2 试件安装示意图

试验体安装完毕后，将其安装在 5*5 米地震模拟振动台上，固定，并在台面做好防水措施。在相关试验体上安装有拉线位移计共计 10 个，测量各测点的相对位移(试验体相对于加载框架)；三向加速度传感器 6 个，测量 6 个测点三个方向的加速度。传感器布置示意图见图 3。

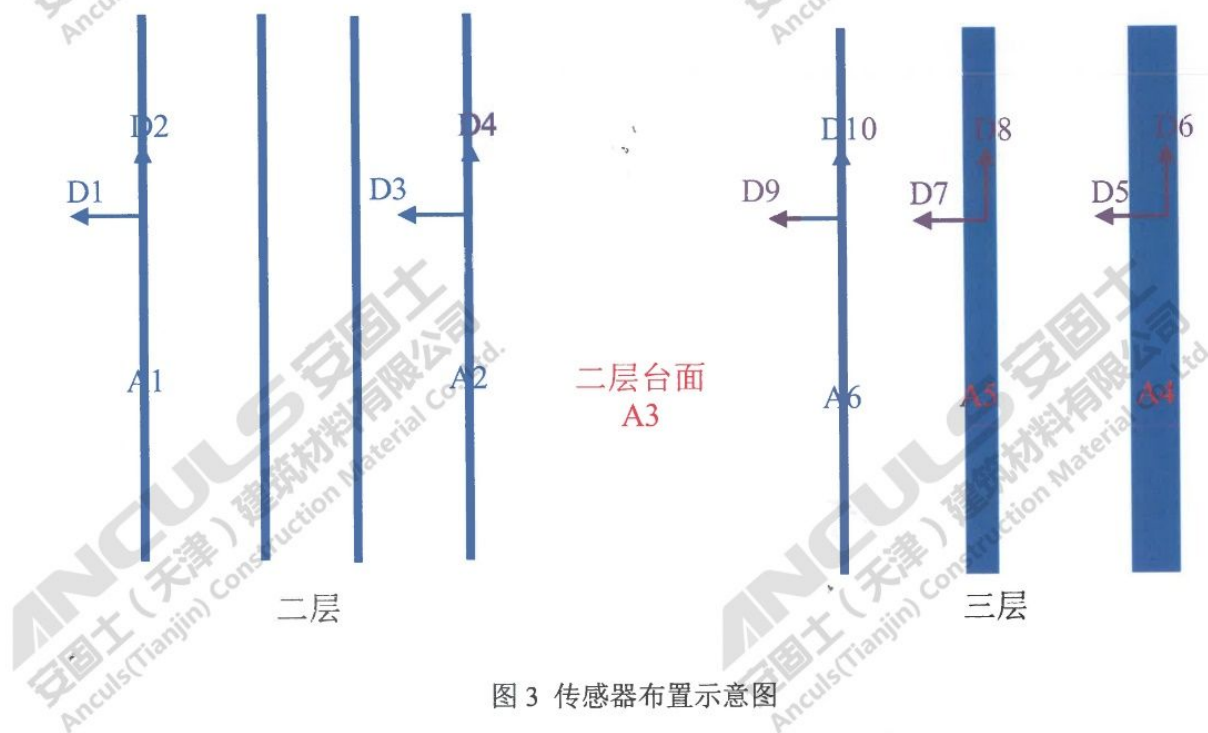


图3 传感器布置示意图

注：D 为拉线位移计，A 为三向加速度传感器

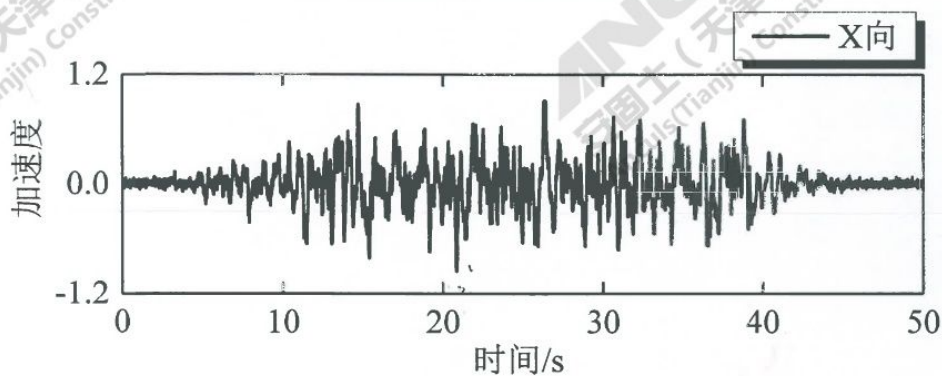
中国地震局工程力学研究所
恢先地震工程综合实验室

三、 试验过程和数据

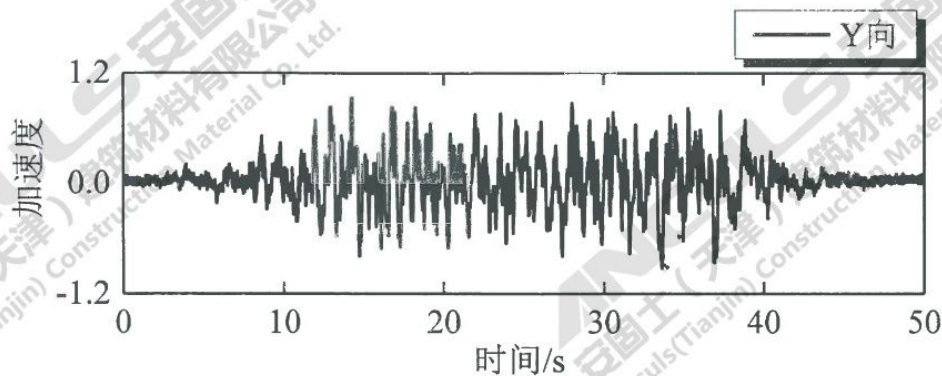
检测试验选取的地震动为根据 AC156 的相关规定合成的人工波。所用人工波加速度时程如图 4 所示, 试验加载工况如表 3 所示。试验中以二层楼面加速度为输入目标。

表 3 抗震支吊架振动台试验加载工况

工况	方向	PGA
1	三向	白噪声
2	三向	0.1g
3	三向	0.2g
4	三向	0.4g
5	三向	白噪声
6	三向	0.62g
7	三向	白噪声
8	三向	0.80g
9	三向	白噪声
10	双向	1.0g
11	双向	1.2g
12	三向	白噪声
13	双向	1.4g
14	三向	白噪声
15	X 向	1.6g
16	X 向	2.0g

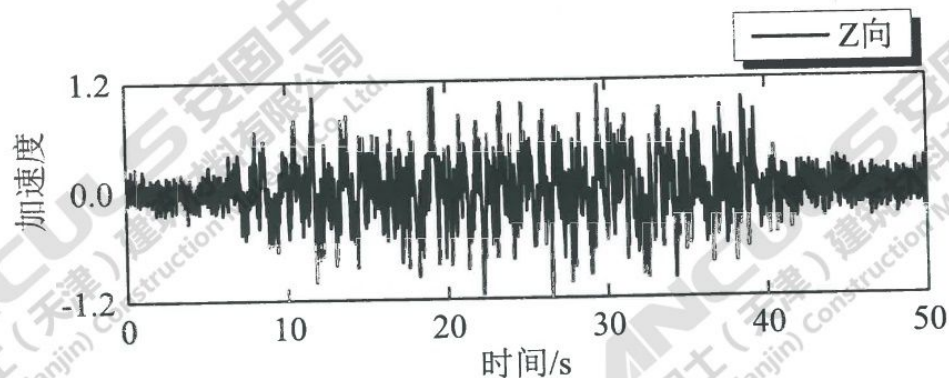


(a) 东西方向 (X 方向)



(b) 南北方向 (Y 方向)

中国地震局工程力学研究所
恢先地震工程综合实验室



(c) 垂直方向 (Z方向)

图4 人工波加速度时程

四、典型照片和荷载曲线

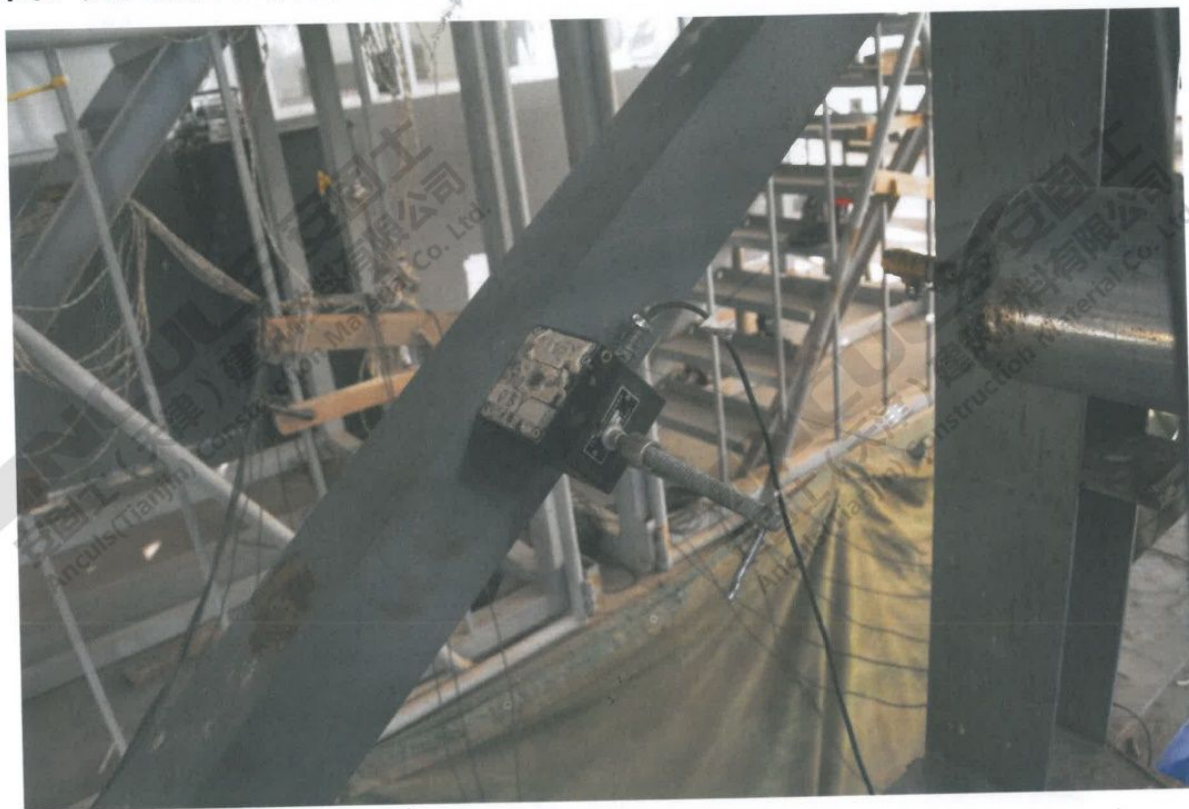


图5 实验测量用拉线位移计

中国地震局工程力学研究所
恢先地震工程综合实验室

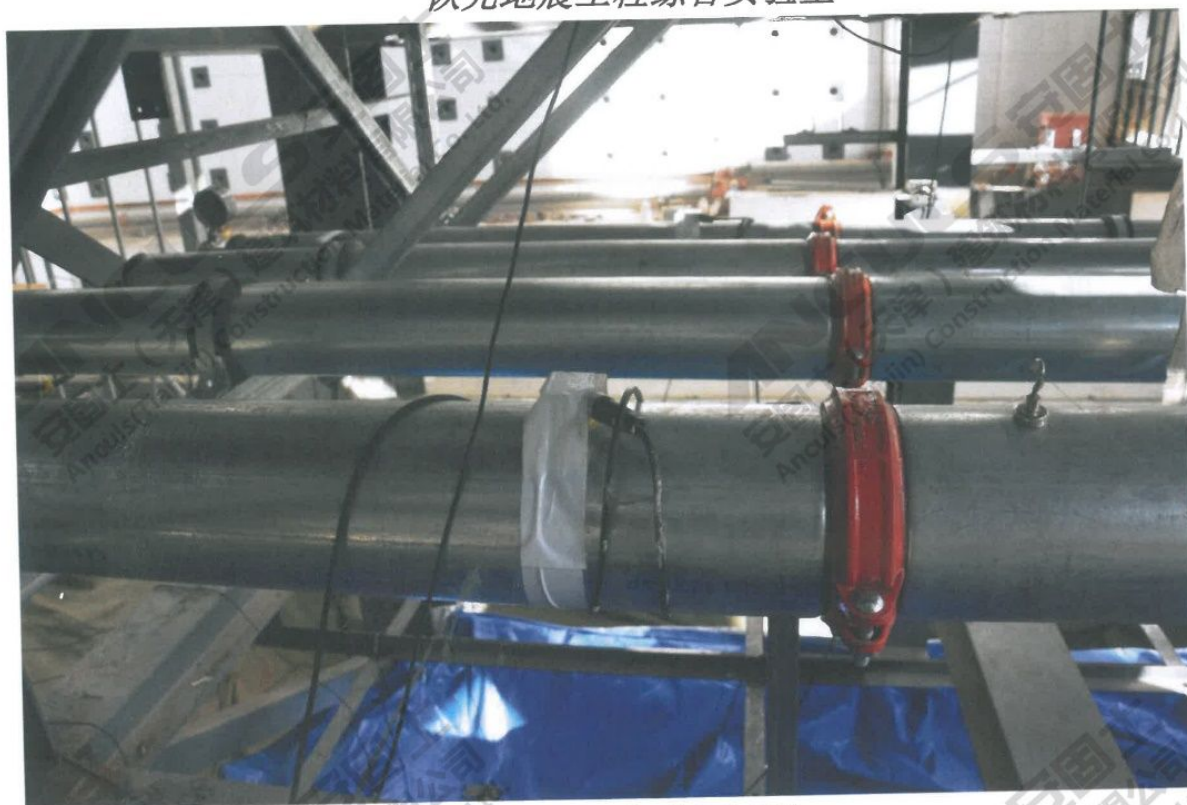
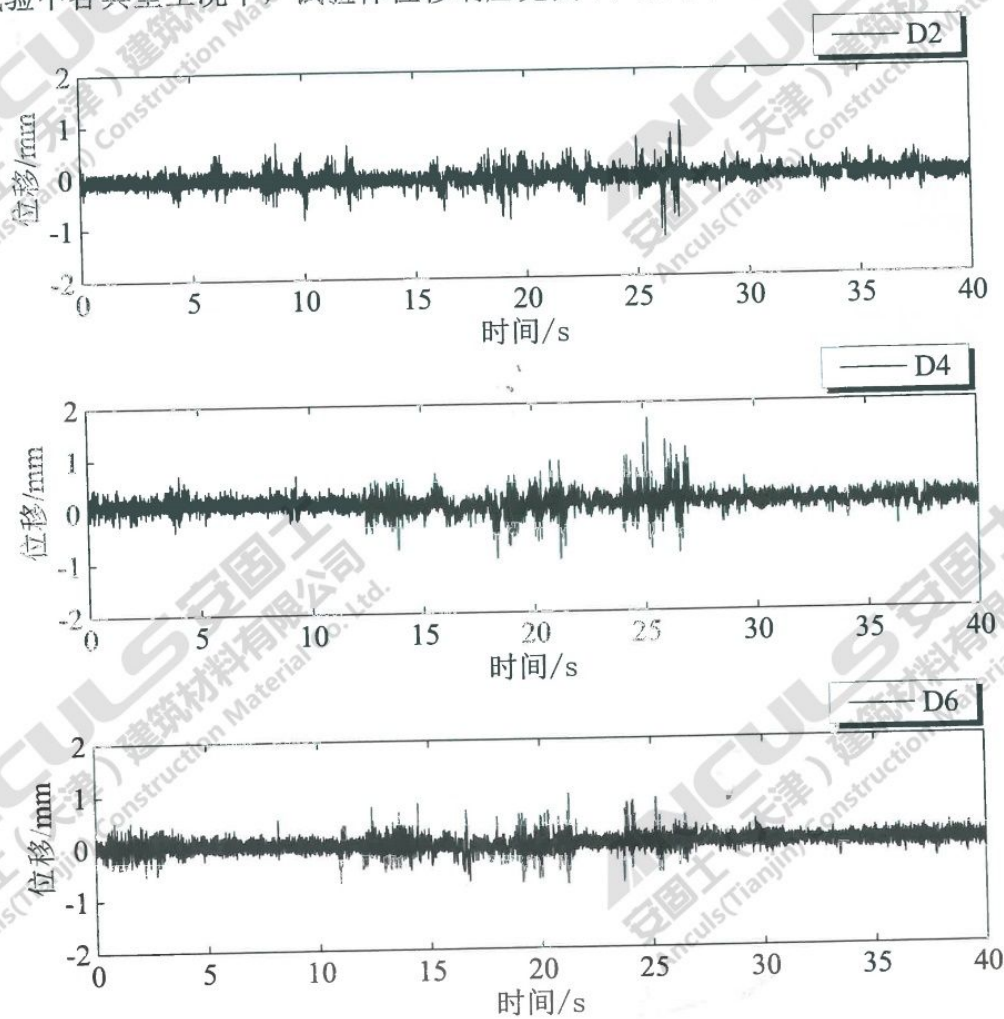


图 6 实验测量用加速度传感器

试验中各典型工况下，试验体位移响应见图 7、8、9、10、11、12。



中国地震局工程力学研究所
恢先地震工程综合实验室

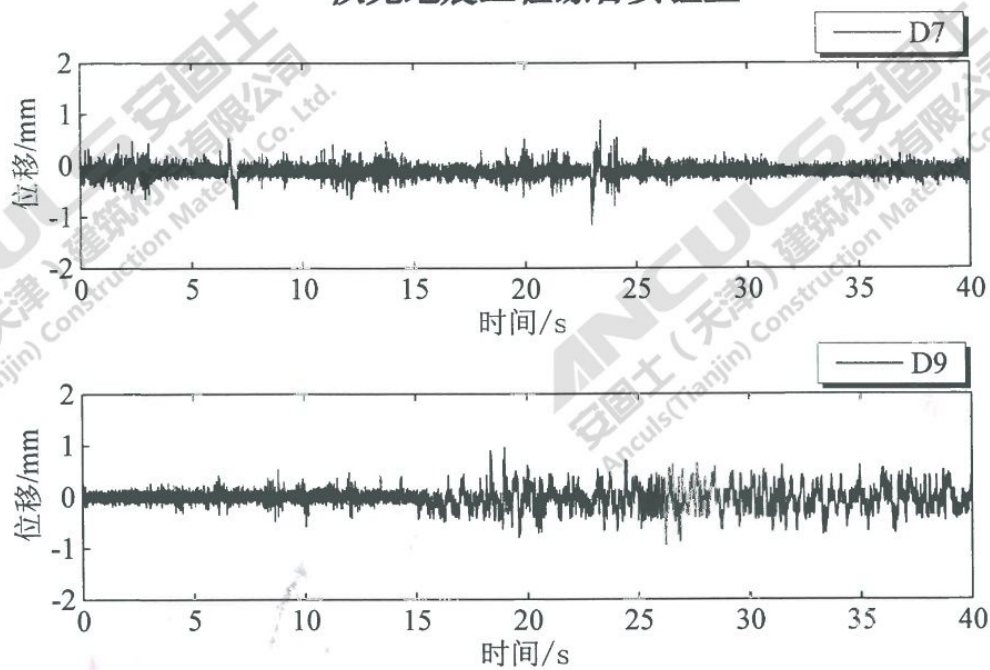
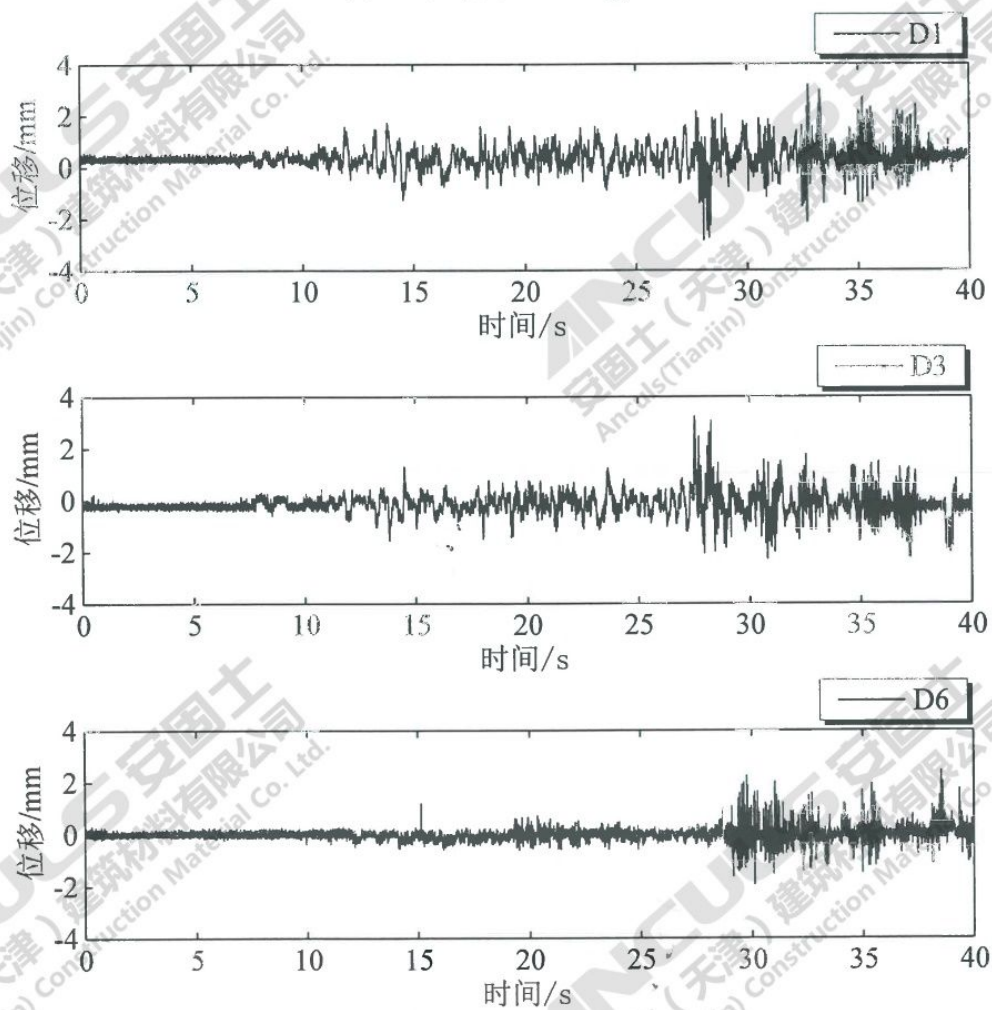


图 7 试验体响应 (0.2g)



中国地震局工程力学研究所
恢先地震工程综合实验室

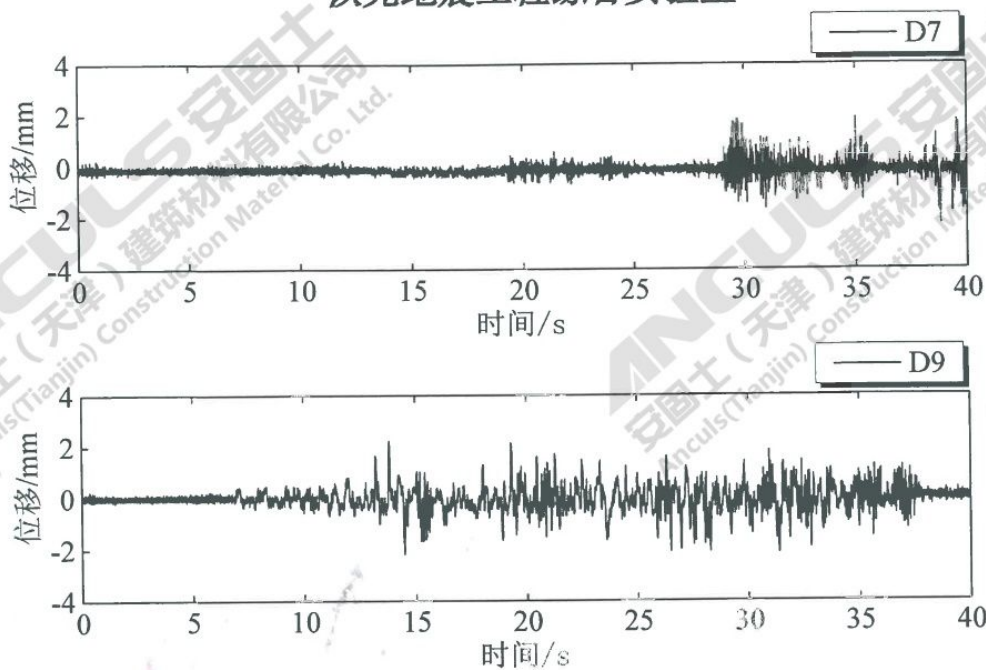
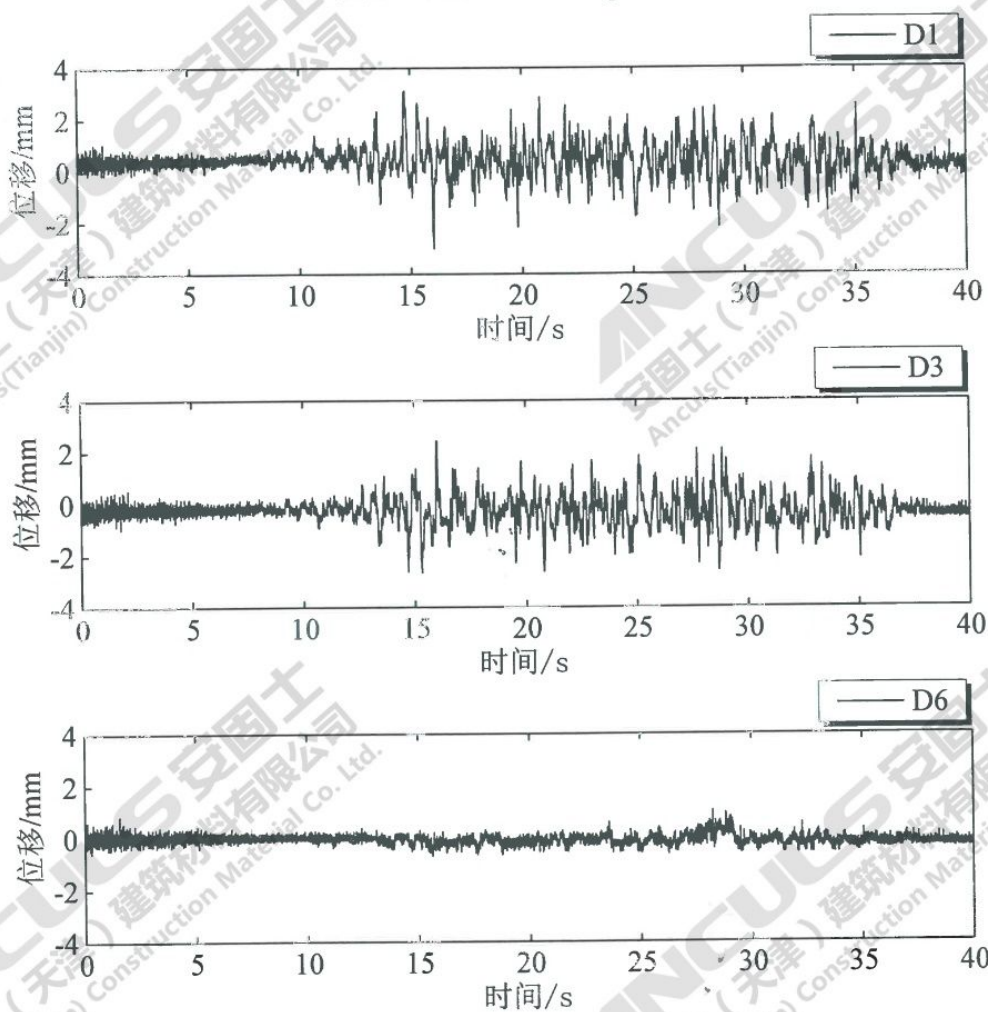


图 8 试验体响应 (0.4g)



中国地震局工程力学研究所
恢先地震工程综合实验室

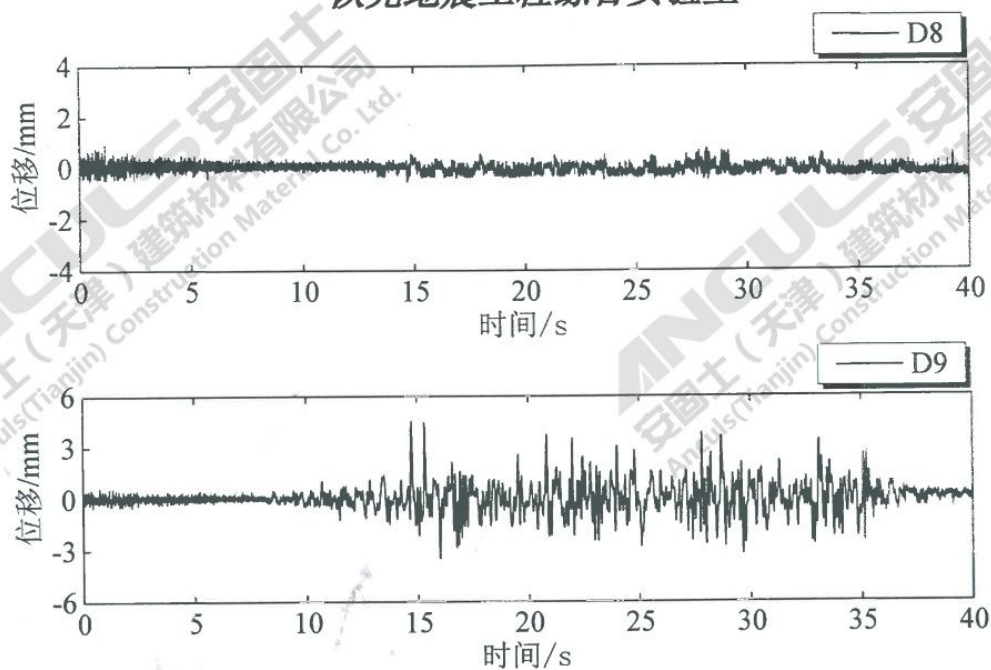
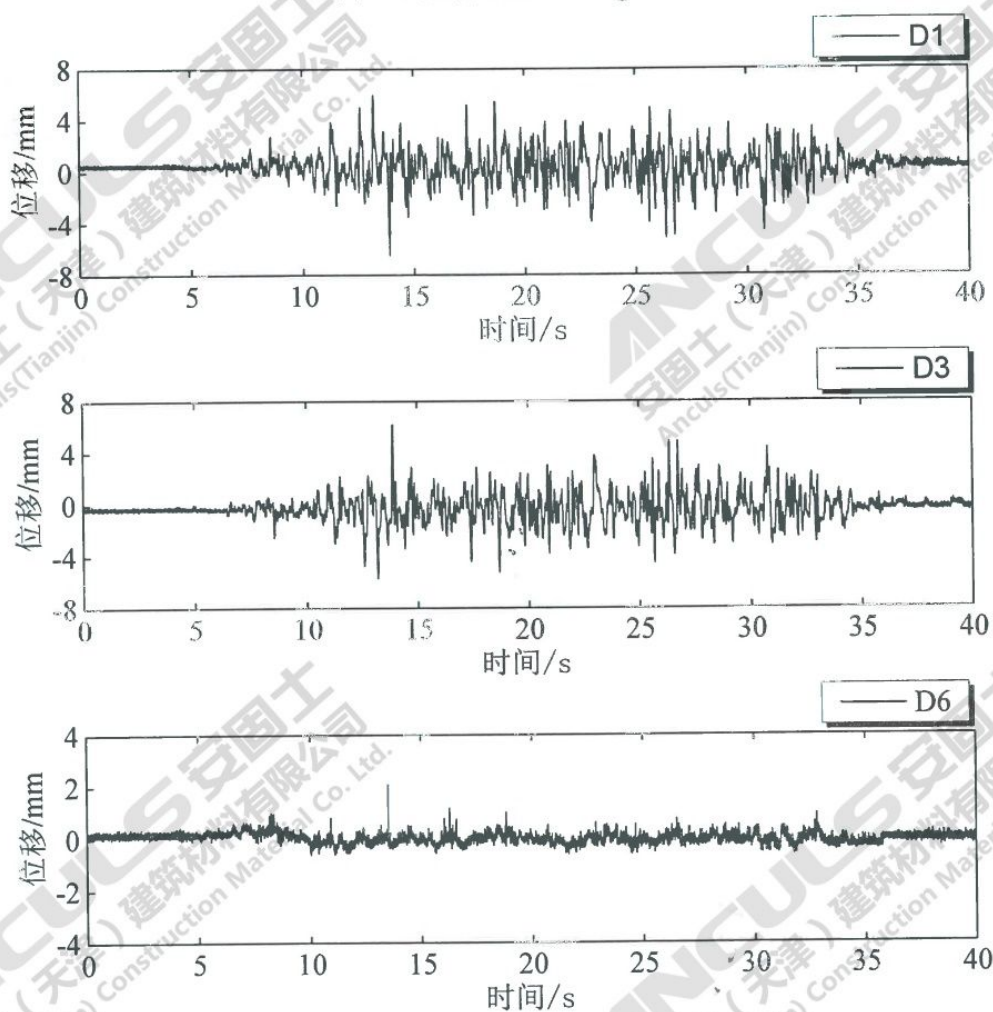


图9 试验体响应 (0.62g)



中国地震局工程力学研究所
恢先地震工程综合实验室

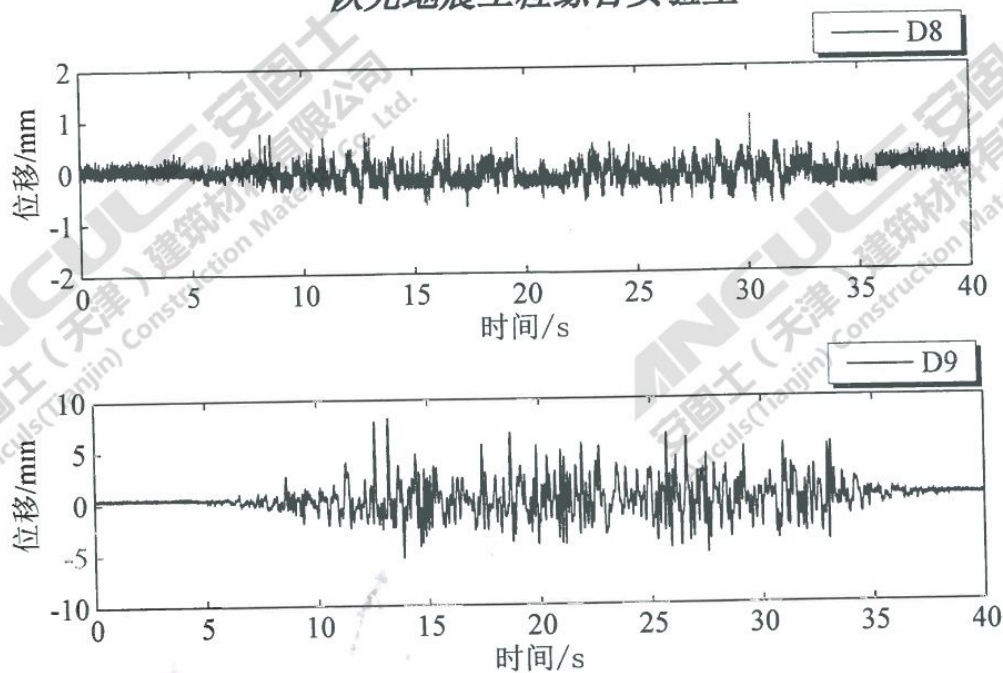
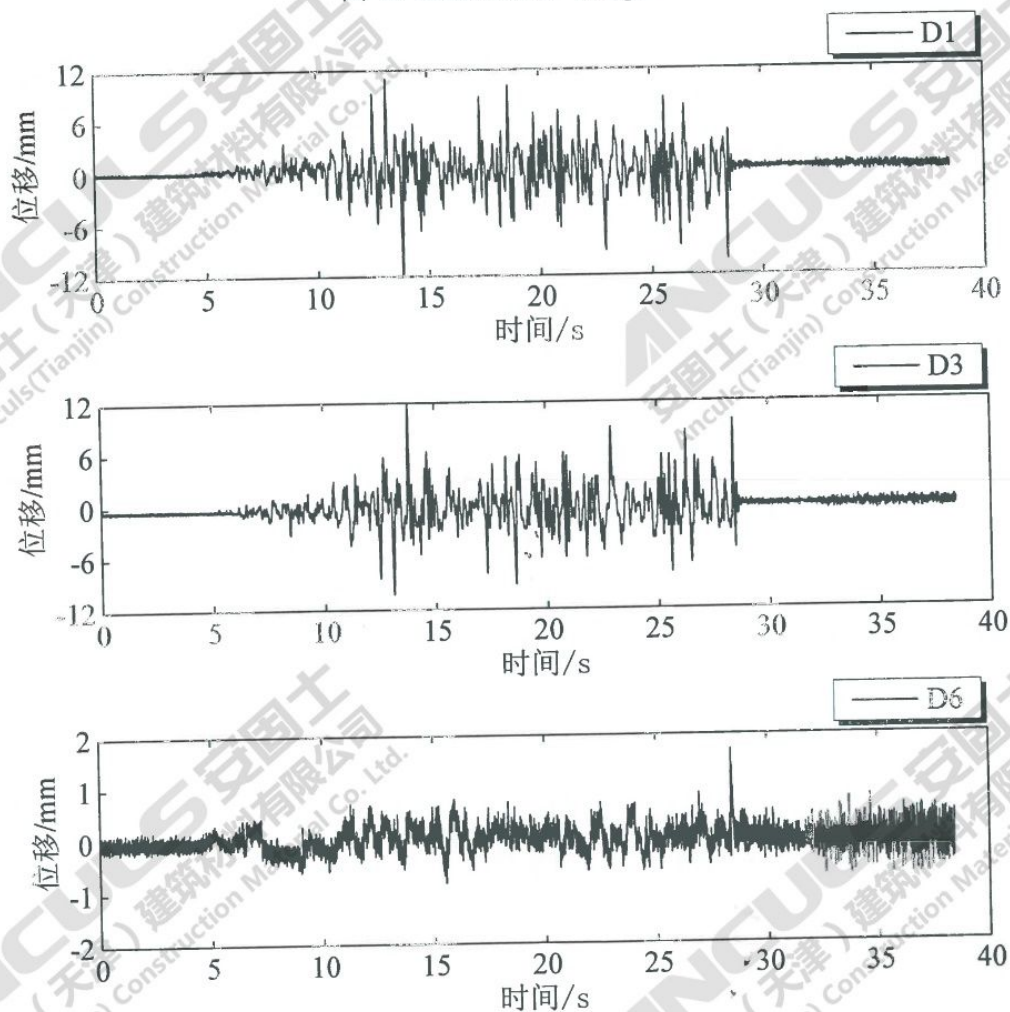


图 10 试验体响应 (1.0g)



中国地震局工程力学研究所
 恢先地震工程综合实验室

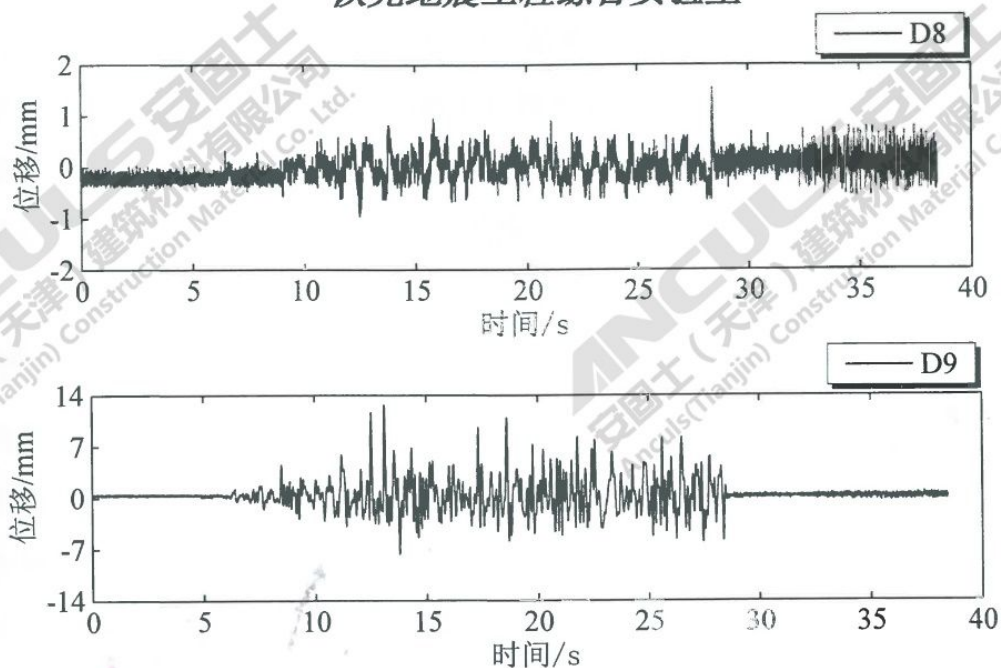


图 11 试验体响应 (1.4g)

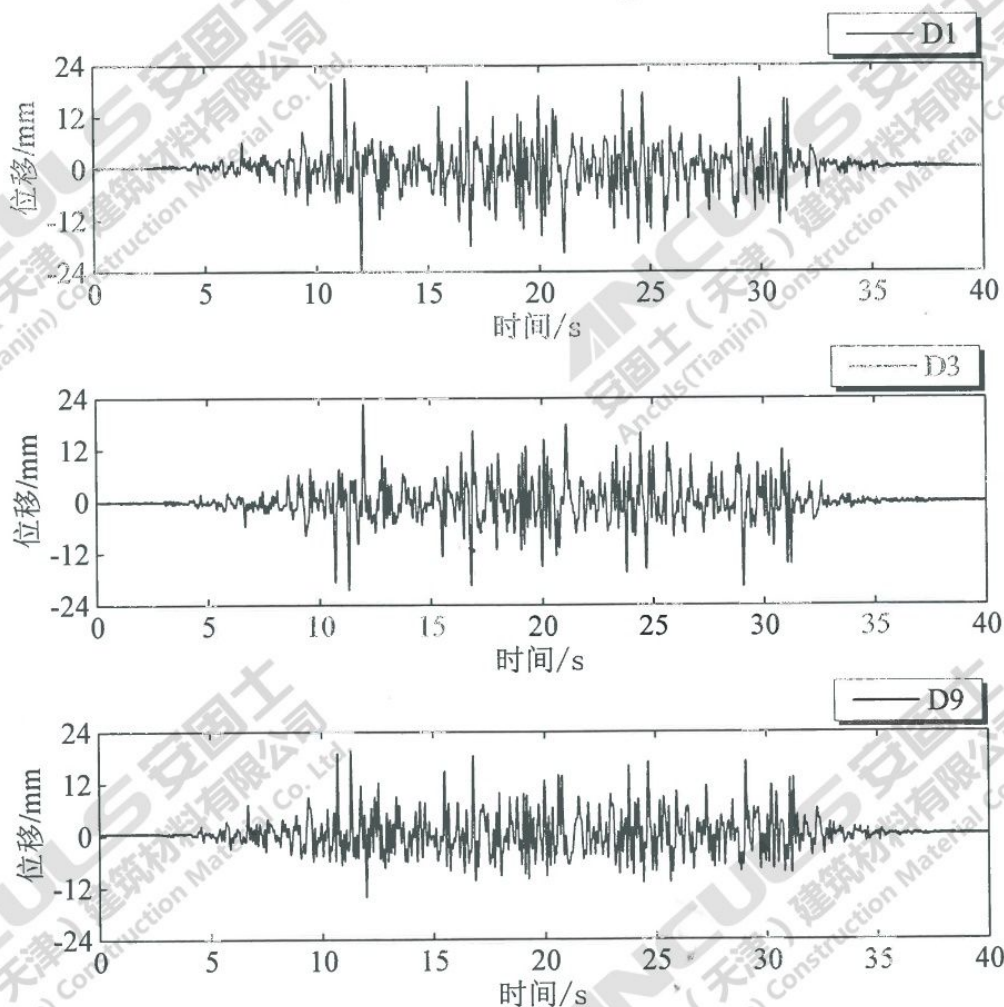


图 12 试验体响应 (2.0g)

由图 7、8、9、10、11、12 可知, 在 0.2g、0.4g、0.62g 的输入下, 抗震支吊架系统的最大位移为 4.5mm, 几乎可以忽略不计; 当加载到 1.0g 时, 抗震支吊架系统

中国地震局工程力学研究所 恢先地震工程综合实验室

的最大位移为 8.25mm；当加载到 1.4g 时，抗震支吊架系统的最大位移为 12.64mm；当加载到 2.0g 时，抗震支吊架系统的最大位移为 19.62mm，远远小于 FM1950 中 50mm 的要求。

试验终止后，抗震支吊架系统完好无损，管线系统无泄漏，压强保持在初始加压值。

五、试验结论

通过本次振动台模拟试验可看出，安固士(天津)建筑材料有限公司抗震支吊架系统对于机电管线和设备的保护具有非常良好的效果。在试验中，抗震支吊架系统的所有杆件均处在弹性变形阶段，其固定的管道系统、风管、桥架系统在地震发生时仅会在较小的范围内摆动，不会产生大位移的偏转破坏；管道未发现漏水现象，系统工作正常，震后可立刻恢复使用。