



辽宁工程技术大学
LIAONING TECHNICAL UNIVERSITY

块系岩体中的一种新型波动传播现象及其特征

王凯兴 潘一山

辽宁工程技术大学

2020.12.6

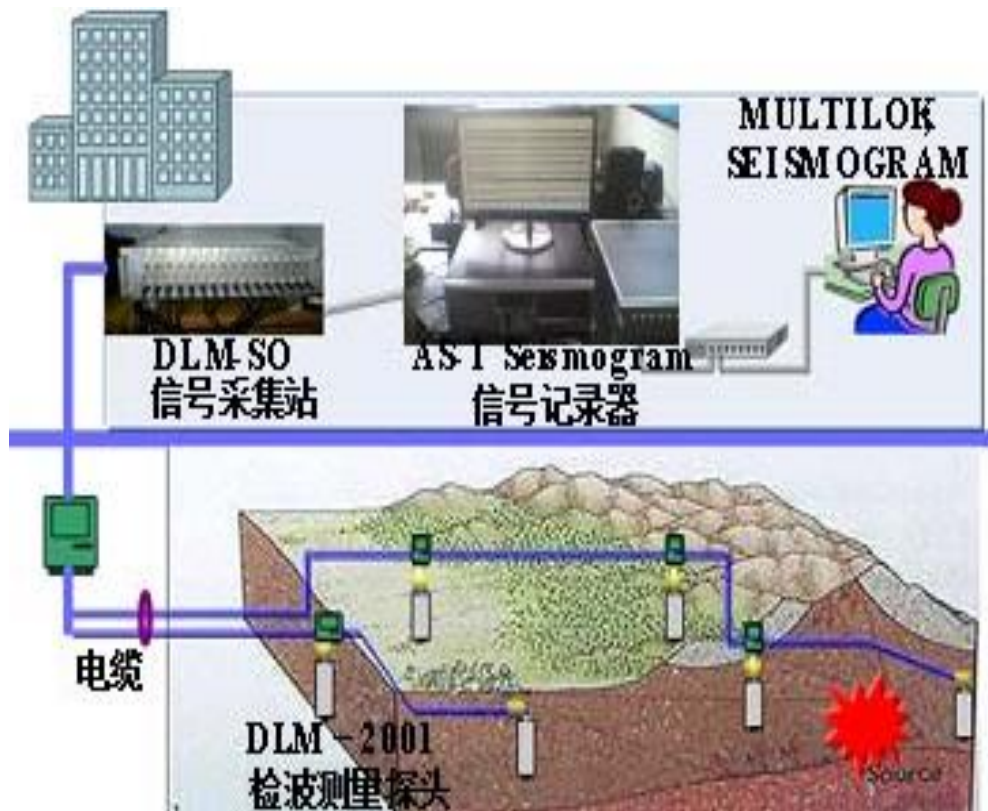
报告提纲

I、研究背景

II、块系岩体动力传播特征

III、结论

I、研究背景



ARAMIS 微震监测系统

SOS 微震监测系统

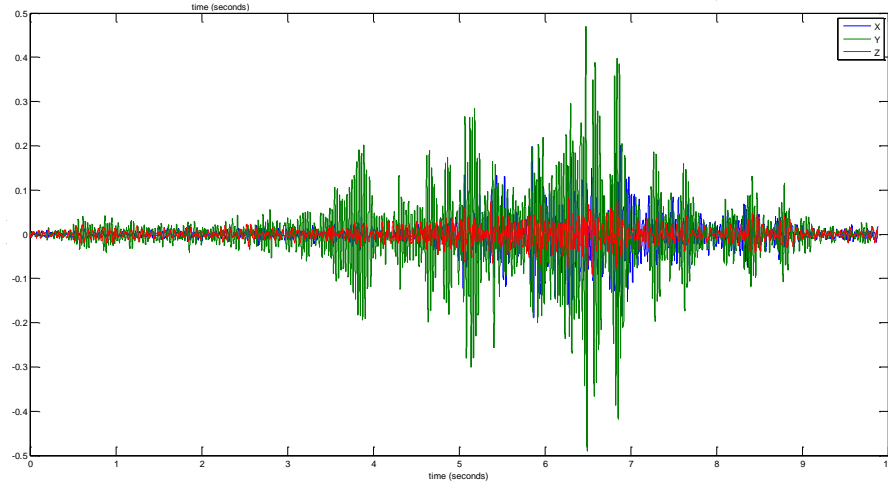
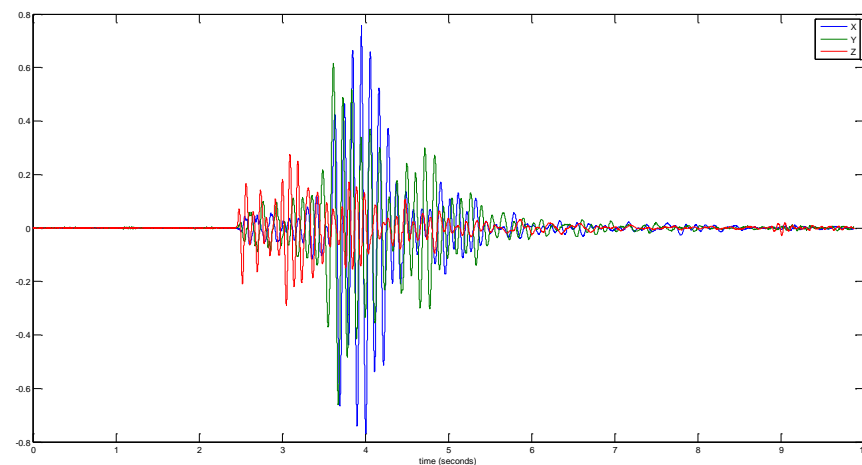
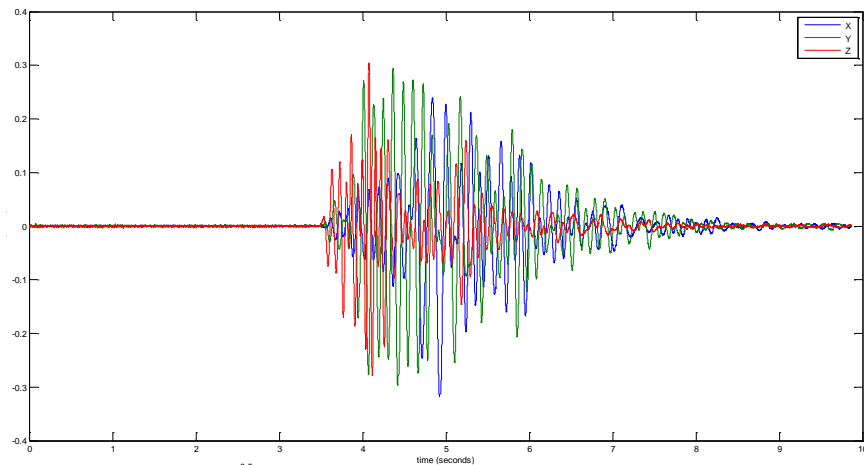
ESG 微震监测系统

KJ186微震监测系统

KJ551微震监测系统

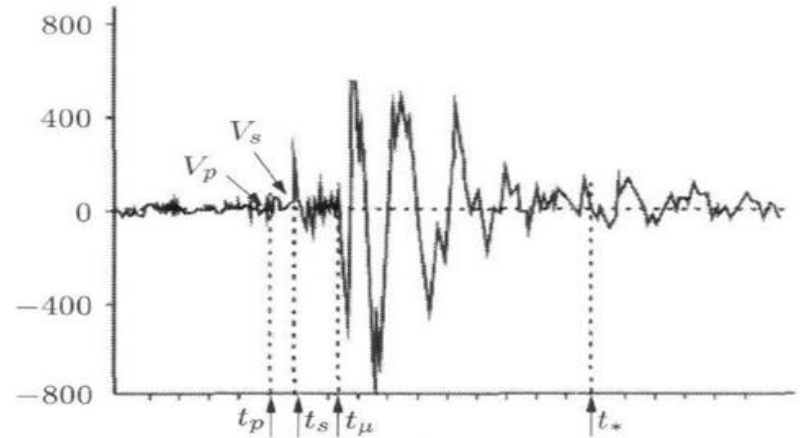
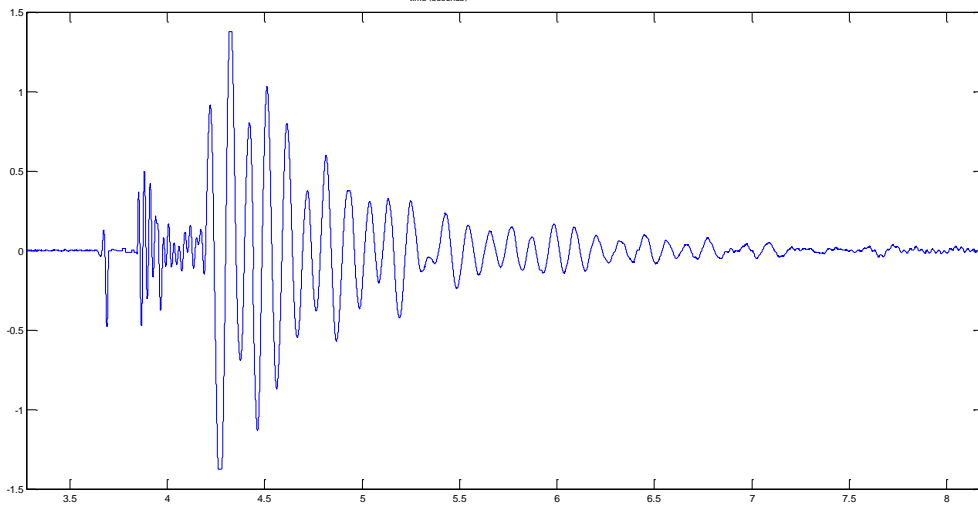
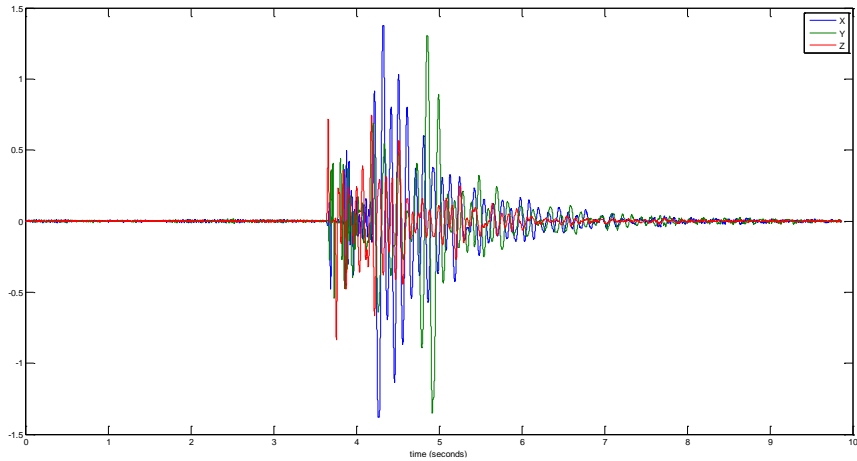
冲击地压微震监测系统

I、研究背景



阜新五龙矿 (2015)

I、研究背景



Kurlenya M.V., Oparin V.N.(2000)

II、块系岩体动力传播特征

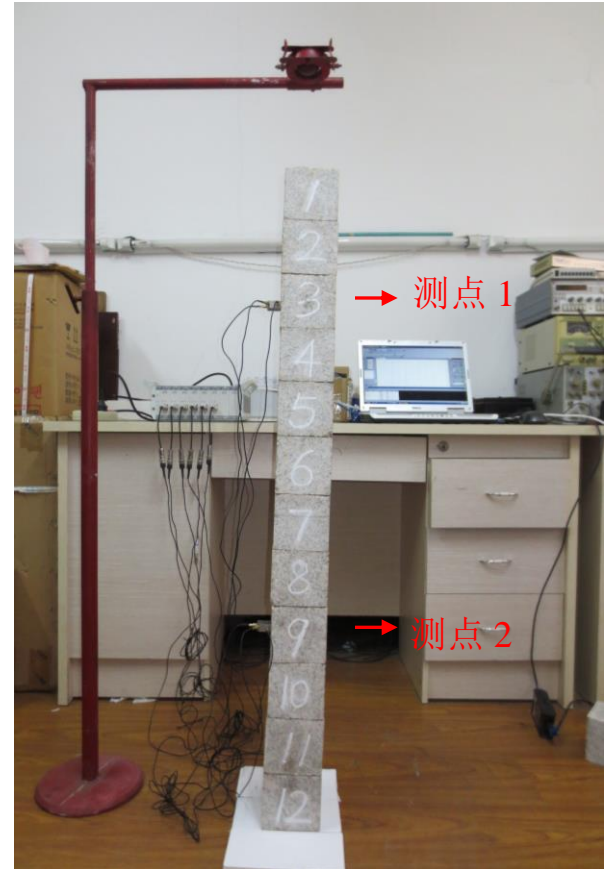
模型： 采用(100×100×100) *mm*花岗岩块体，块体间的软弱介质采用橡胶垫片模拟，其弹模为0.37 MPa。

监测： 数据采集系统采用TST-5915，在块体3和块体9侧面布置传感器。

$$\text{扰动能量条件: } k = \frac{W}{MV_p^2} = \theta \times 10^{-\beta} \quad \begin{array}{l} 1 < \theta < 4 \\ 9 < \beta < 11 \end{array}$$

当质量为 0.3 kg 的钢球，在200mm 冲击高度自由落体时

$$k = 1.8372 \times 10^{-9}$$



II、块系岩体动力传播特征

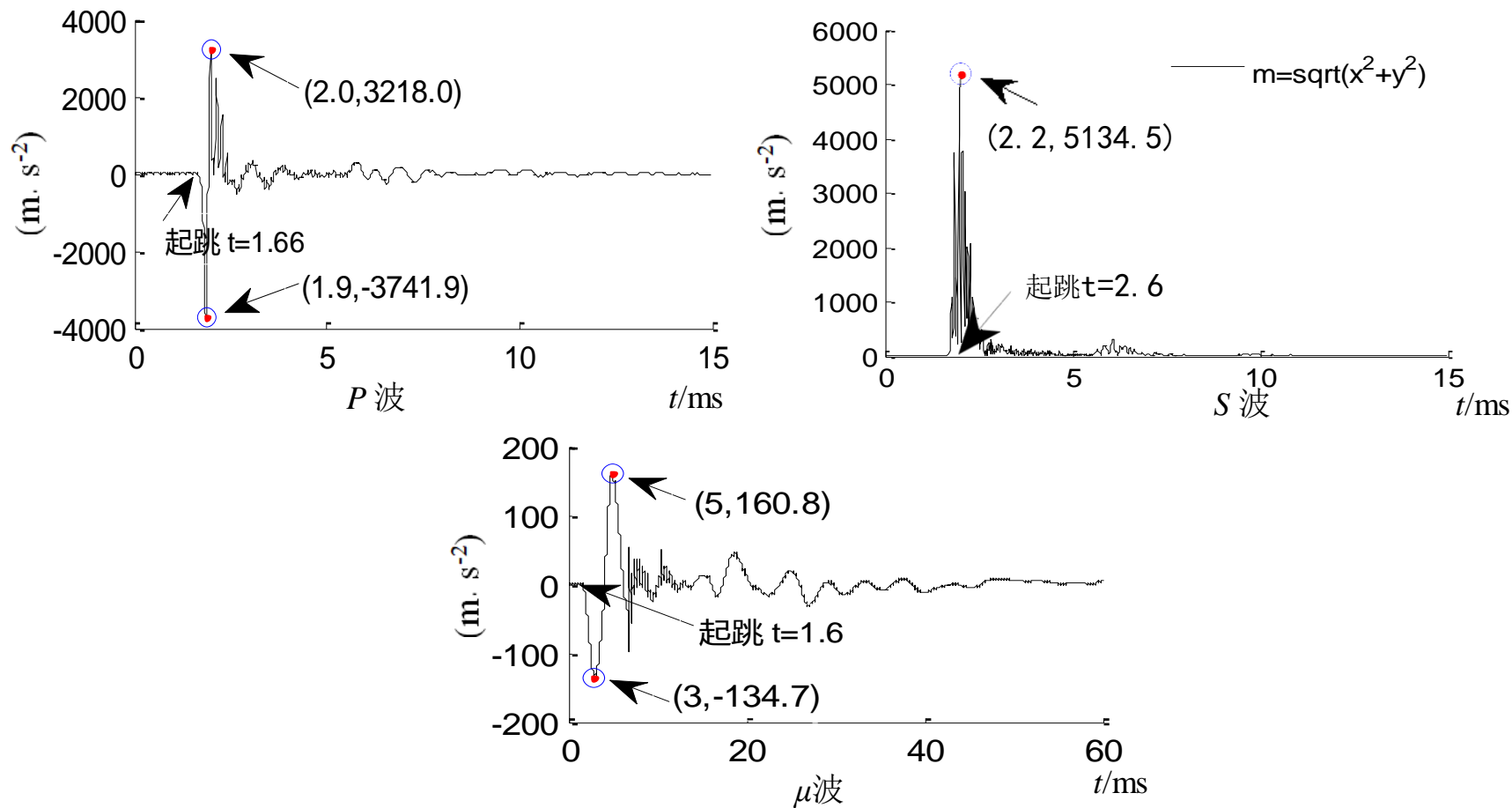


图1 测点1 加速度响应

II、块系岩体动力传播特征

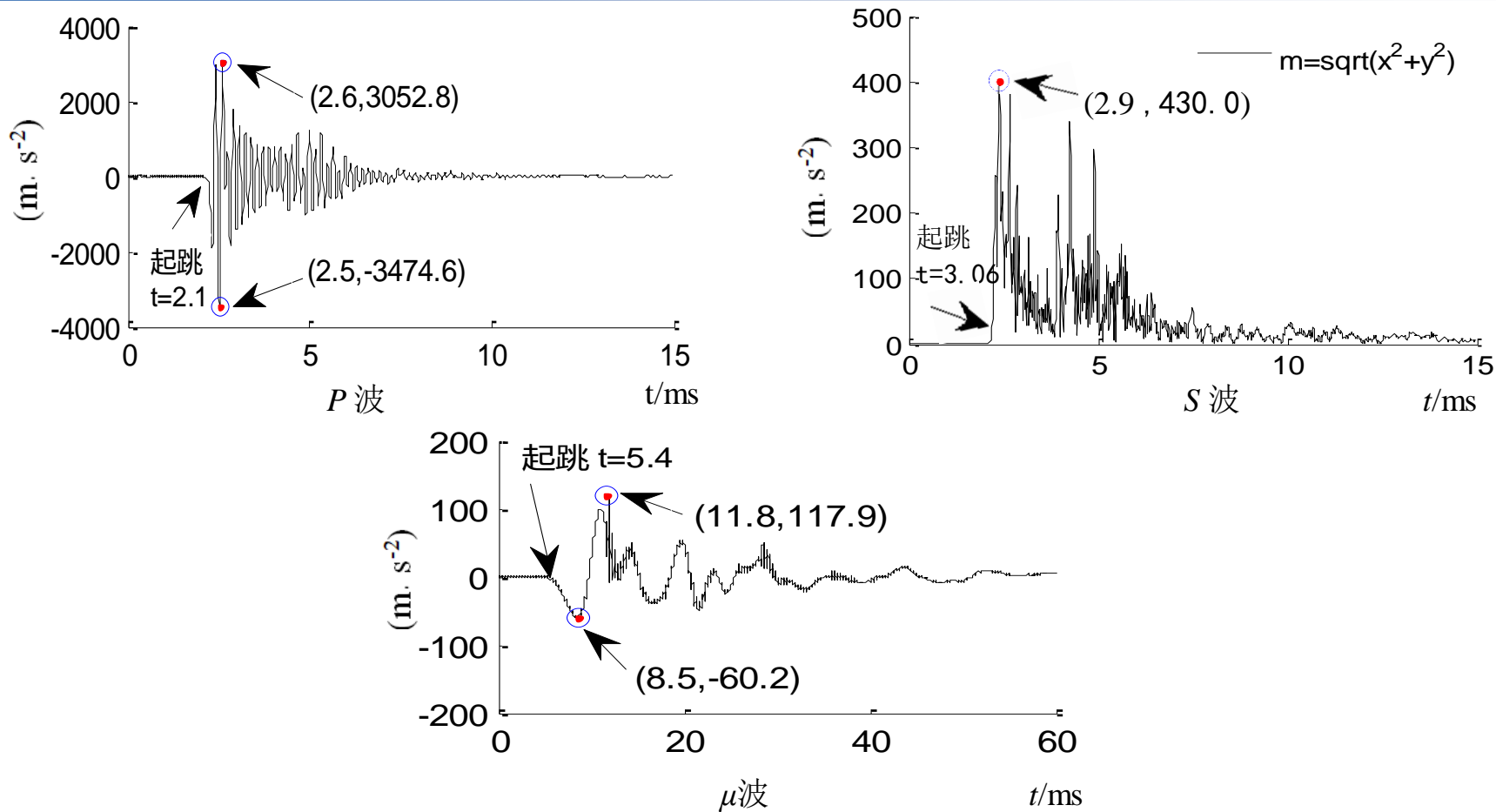


图2 测点2 加速度响应

II、块系岩体动力传播特征

表1 测点加速度响应时域传播特征

波动传播	幅值衰减/%		时宽/ms		传播速度/ (m/s)
	最大值	最小值	测点1	测点2	
<i>P</i> 波	5.1	7.1	0.7	1.0	1364
<i>S</i> 波	91.6	87.6	0.89	1.63	1304
μ 波	26.7	55.3	4.7	4.5	158

II、块系岩体动力传播特征

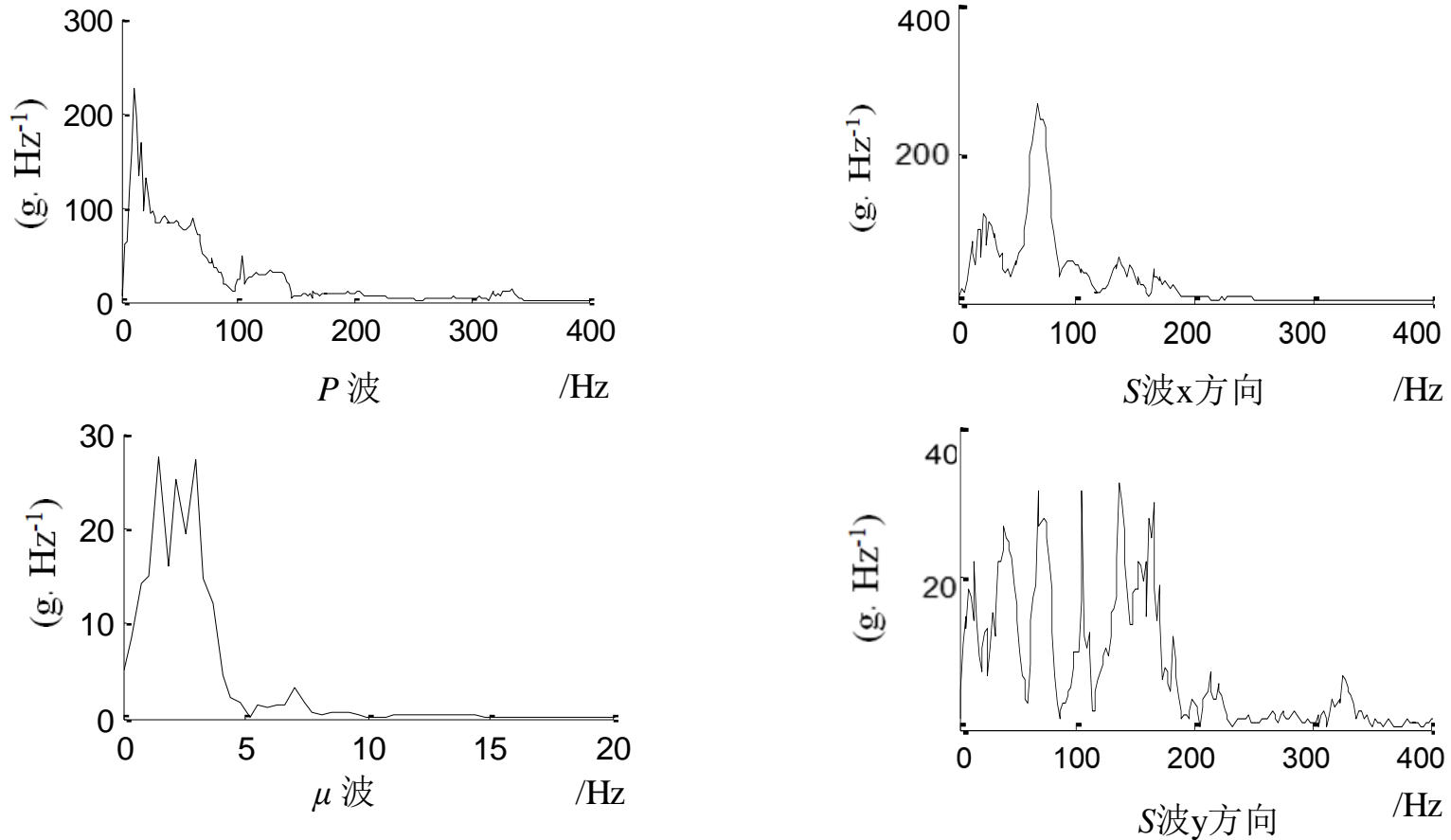


图3 测点1 加速度频域响应

II、块系岩体动力传播特征

表2 测点1 加速度频域响应特征

波动传播	中心频率/HZ	频带宽度/HZ	主频响应/HZ
<i>P</i> 波	35.3	35.7	11.6
<i>S</i> 波	X方向	67.3	27.7
	Y方向	98.5	58.4
μ 波	2.2	1.0	1.5

II、块系岩体动力传播特征

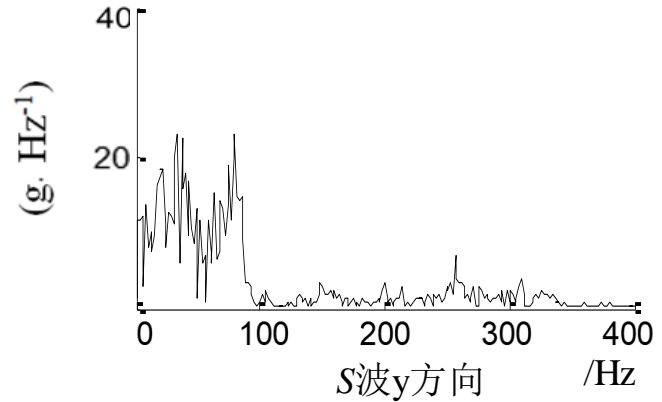
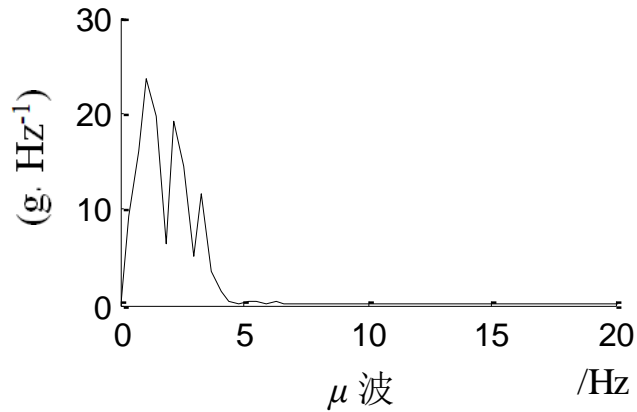
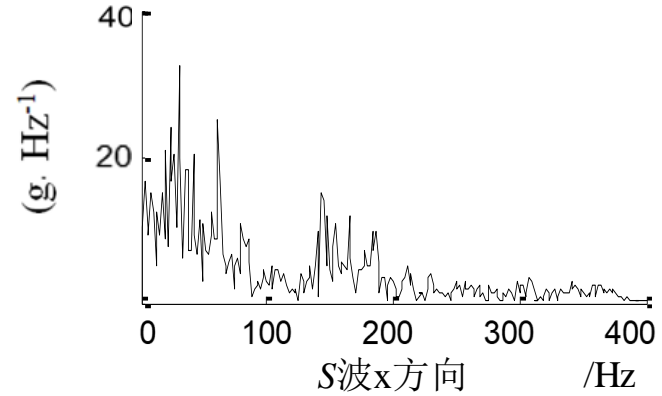
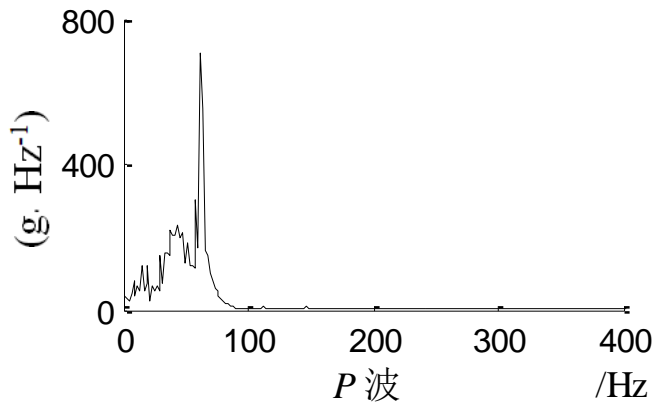


图4 测点2加速度频域响应

II、块系岩体动力传播特征

表3 测点2 加速度频域响应特征

波动传播	中心频率/HZ	频带宽度/HZ	主频响应/HZ
<i>P</i> 波	54.3	13.2	61.6
<i>S</i> 波	X方向	64.8	30.0
	Y方向	53.7	33.3
μ 波	1.7	0.8	1.1

II、块系岩体动力传播特征

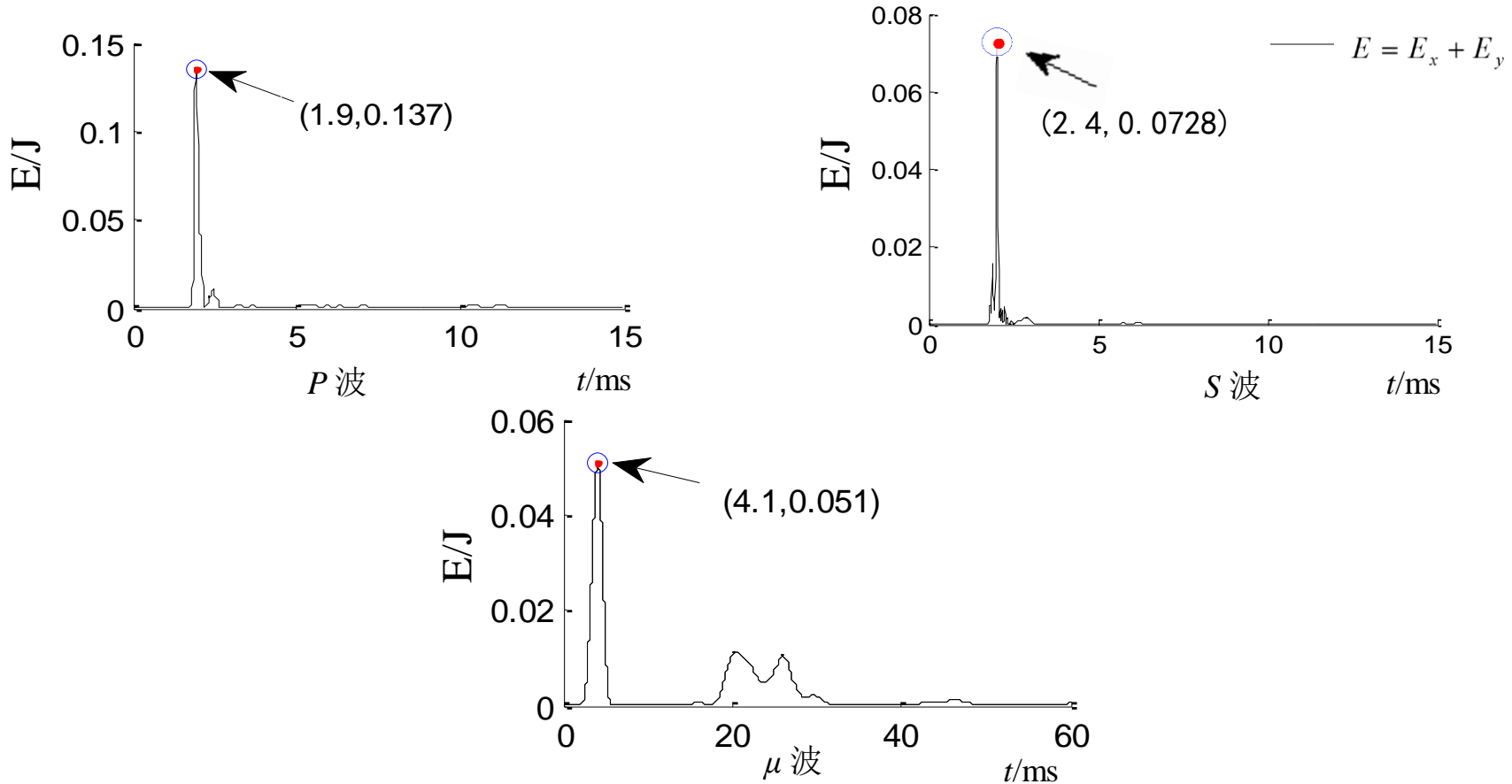


图5 测点1 动能响应

II、块系岩体动力传播特征

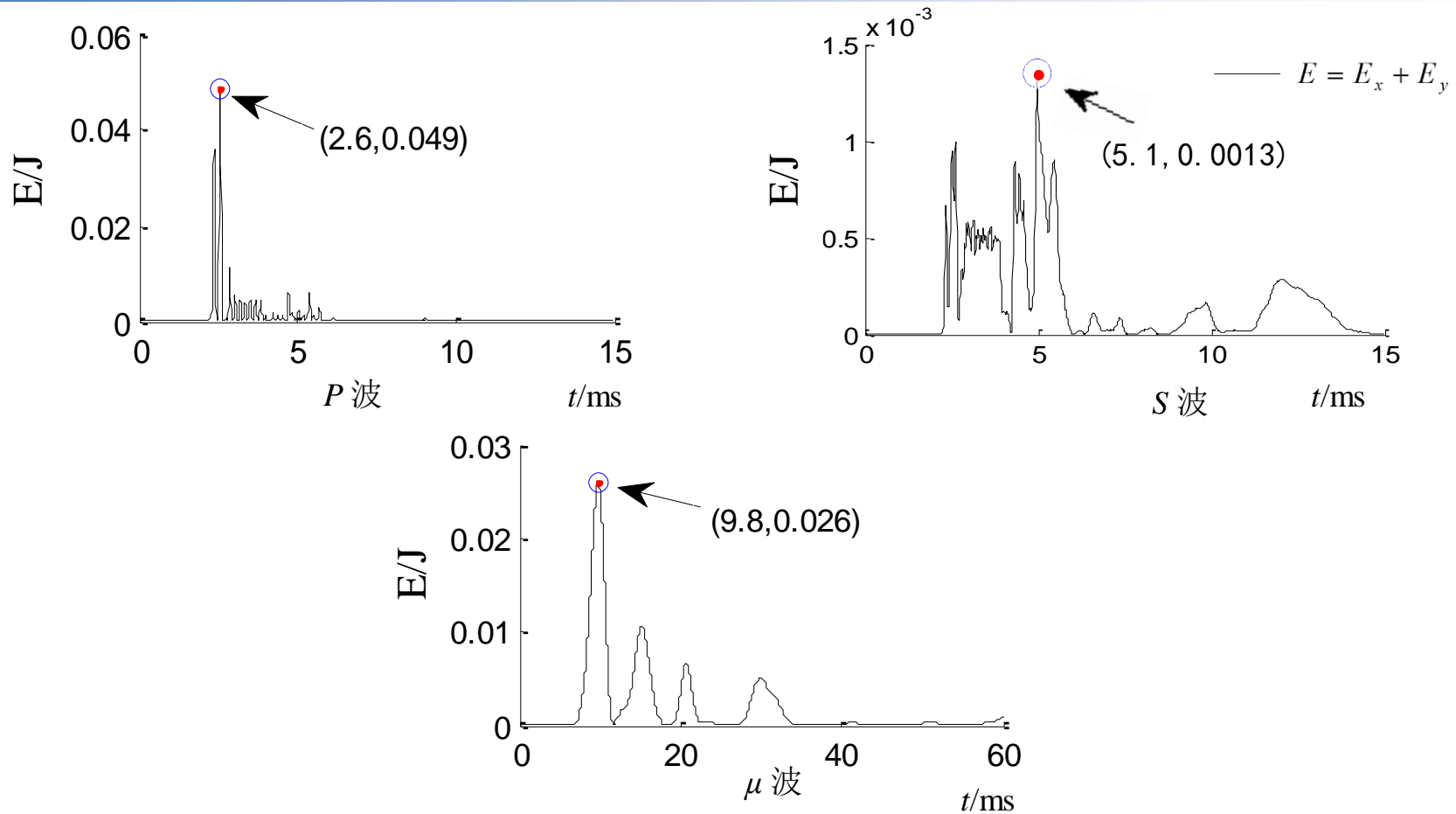


图6 测点2 动能响应

II、块系岩体动力传播特征

表4 由测点1到测点2动能衰减

波动传播	动能最大值衰减率/%	最大值时差/ms
<i>P</i> 波	64.2	0.7
<i>S</i> 波	98.2	2.8
μ 波	49.0	5.7

II、块系岩体动力传播特征

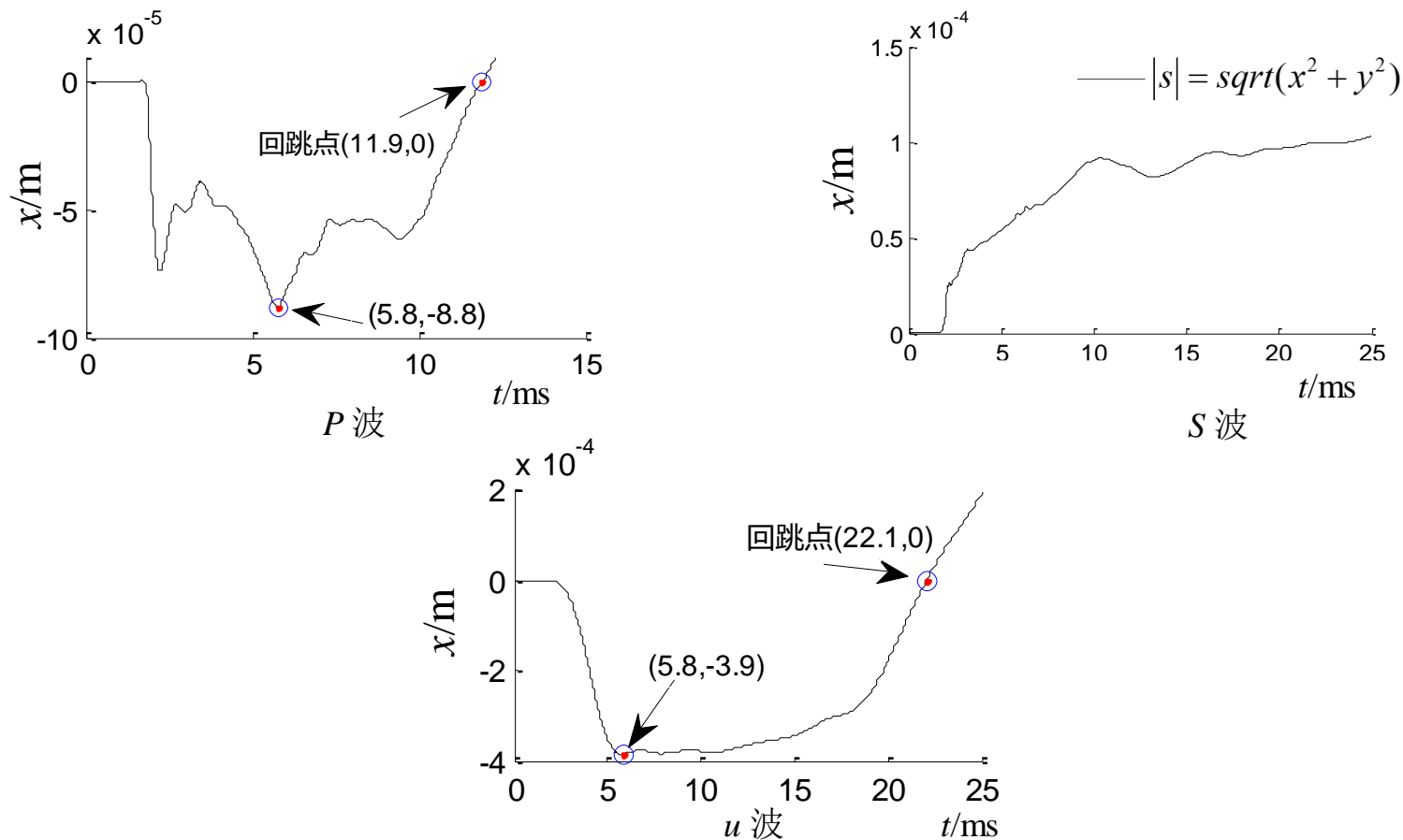


图7 测点1 位移响应

II、块系岩体动力传播特征

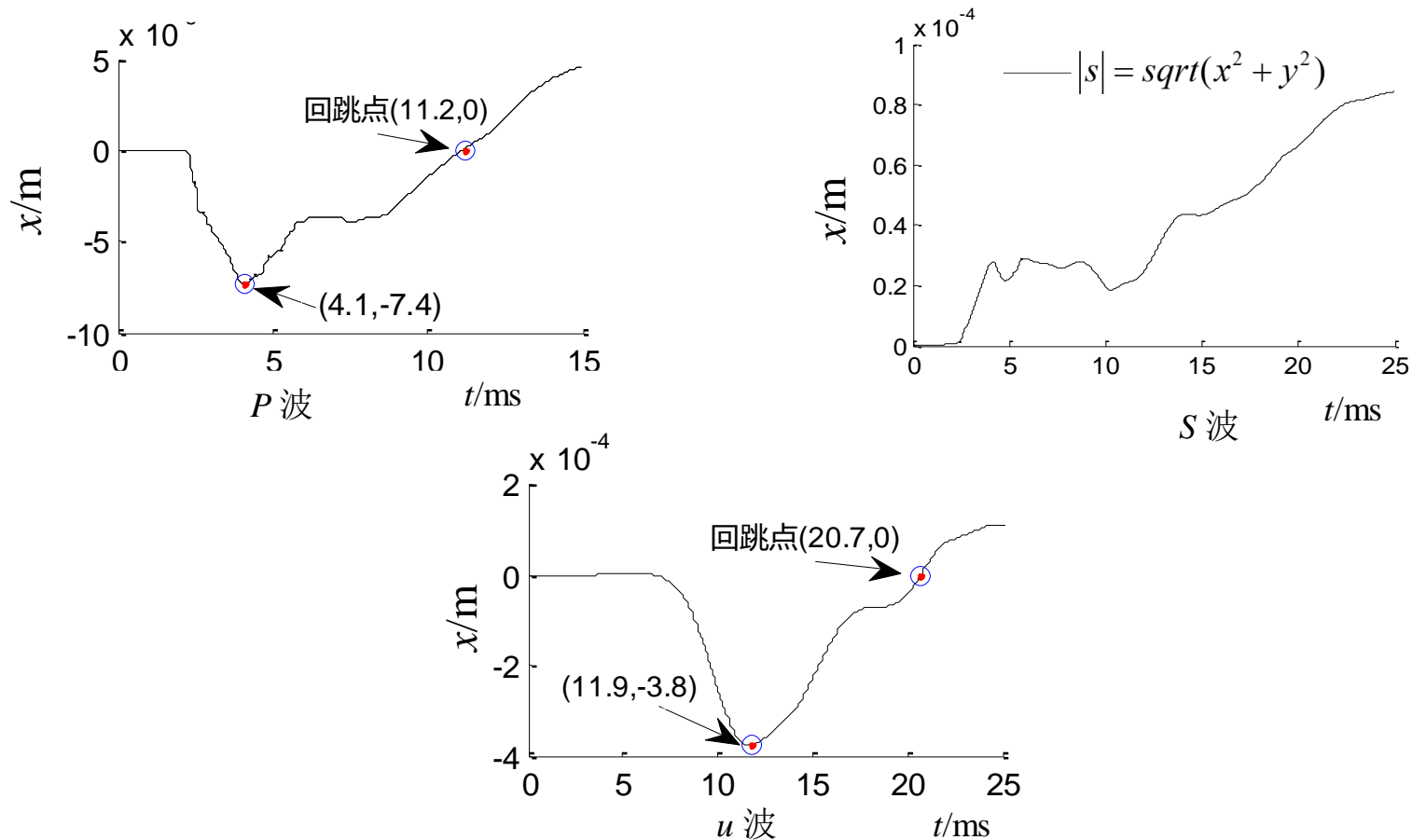


图8 测点2 位移响应

II、块系岩体动力传播特征

表5 由测点1到测点2位移衰减分析

波动传播	位移衰减率/%	回跳时差/ms
<i>P</i> 波	15.9	0.7
<i>S</i> 波	18.4	\
μ 波	2.5	1.4

III、结论

- 1) u 波（摆型波）是破碎非连续块系岩体中的一种特有动力传播现象，在其传播过程中伴随着块体动能与块体间弱介质势能的相互转化，是岩体中的一种非线性动力传播现象。
- 2) u 波（摆型波）相比于 P 波和 S 波，其传播过程出现低频低速、大摆幅长时间持续振动、块体动能衰减较慢等一系列特征，将对岩体的动力稳定性产生重要影响，这些特征也为微震监测提供参考。



辽宁工程技术大学
LIAONING TECHNICAL UNIVERSITY

感谢!

Email: kaixing_wang@163.com



校训：诚朴求是 博学笃行