

南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目

(勘察编号: 2021-KC-1028)

波 速 测 试 报 告

南京南大岩土工程技术有限公司

二〇二二年元月

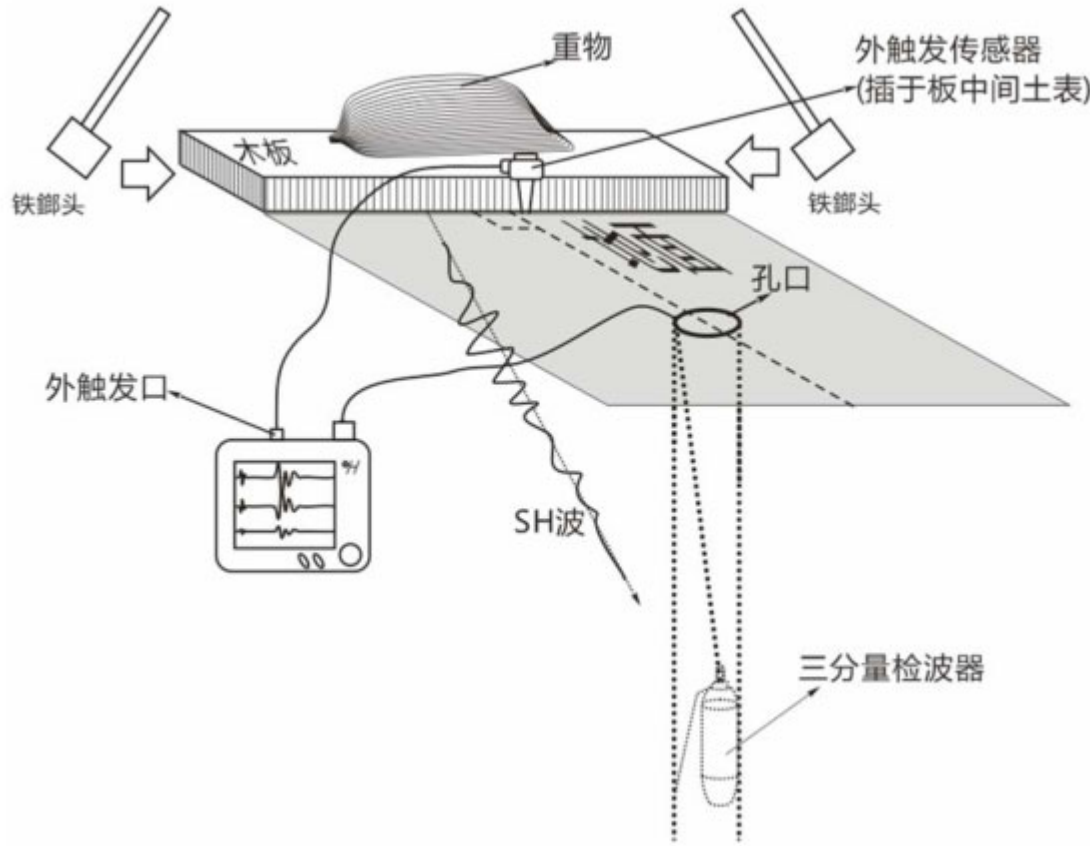
波速测试报告

一. 概况

南京南大岩土工程技术有限公司对南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目进行波速测试，现场波速试验于 2021 年 11 月 23 日进行，完成了总计 14 个波速孔、共 275 个测点的测试工作，具体孔位见勘察报告中钻孔平面布置图。

二. 试验原理

本次波速测试采用速度检层法，测得的剪切波速是钻孔内相邻二个测点中间土的平均波速。先由钻机成孔，然后在离孔口大于 1.0 米处的地面上铺设震源木板，压上重物；将三分量检波器下入到孔中不同试验深度（间距为 1.0 米），在板的一端用重锤沿水平方向敲击，地表产生的剪切波（SH 波）经地层传播，由孔内的三分量检波器的水平检波器（X、Y 方向）接收到后通过仪器放大并记录波形。然后反向水平敲击木板，再一次记录波形并存储。接收波从震源传到试验深度处的时间，求出土层的波速值。



检层法波速试验原理图

三. 检测依据

中华人民共和国国家标准：《建筑抗震设计规范（2016 版）》（GB50011-2010）

中华人民共和国国家标准：《岩土工程勘察规范（2009 版）》（GB 50021-2001）

中华人民共和国国家标准：《地基动力特性测试规范》（GB/T 50269-2015）

江苏省工程建设标准：《岩土工程勘察规范》（DGJ32/TJ 208-2016）

四. 试验设备

RS-1616K（P）桩基动测仪，三分量检波器，外触发传感器、木板和铁锤等。

五. 资料整理

1. 根据接受到的波形确定波从振源到达测点的时间 T_L ，确定剪切波的时间应根据水平传感器记录的波形，确定纵波应根据竖向传感器记录的波形。

2. 将波的初至时间进行斜距校正：

$$T = KT_L$$
$$K = \frac{H}{\sqrt{R^2 + H^2}}$$

式中： T —— 剪切波或纵波从振源到达测点经斜距校正后的时间（s）（ 相应于波从孔口到达测点的时间 ）；

T_L —— 剪切波或纵波从振源到达测点的时间（s）；

K —— 斜距校正系数；

H —— 测点的深度（m）；

R —— 从板中心到孔口的水平距离（m）。

3. 计算测点间的波速值

$$v = \frac{\Delta H}{\Delta T}$$

式中： v —— 测点间的波速值（m/s）；

ΔH —— 测点间的距离（m）；

ΔT —— 测点间的时间差（s）。

4. 以深度 H 为纵坐标，波速值 v 为横坐标绘制波速随深度的变化直方图。

5. 计算各孔土层的平均波速值及等效剪切波速，判别建筑场地类别

根据土层分层深度和测点间的波速值计算土层的剪切波速，再按下式计算土层的等效剪切波速。

$$v_{se} = d_0 / t = \frac{d_0}{\sum_{i=1}^n (d_i / v_{si})}$$

式中: v_{se} —— 土层的等效剪切波速 (m/s)

d_o —— 计算深度 (m), 取覆盖层厚度和 20m 二者的较小值;

t —— 剪切波在地面至计算深度之间的传播时间 (s);

d_i —— 计算深度范围内第 i 土层的厚度 (m);

v_{si} —— 计算深度范围内第 i 土层的剪切波速 (m/s);

n —— 计算深度范围内土层的分层数 (m/s)。

建筑场地类别根据土层等效剪切波速和场地覆盖层厚度按下表 1 划分为 I₀、I₁、II、III、IV 类。

各类建筑场地的覆盖层厚度 (m) 表 1

岩石的剪切波速 或土的等效剪切波速 (m/s)	场 地 类 别				
	I ₀	I ₁	II	III	IV
V _s >800	0				
800 ≥ V _s >500		0			
500 ≥ V _{se} >250		<5	≥5		
250 ≥ V _{se} >150		<3	3~50	>50	
V _{se} ≤150		<3	3~15	15~80	>80

6. 场地设计特征周期

场地设计特征周期根据场地类别和设计地震分组按表 2 确定。

特征周期值(s) 表 2

设计地震分组	场 地 类 别				
	I ₀	I ₁	II	III	IV
第一组	0.20	0.25	0.35	0.45	0.65
第二组	0.25	0.30	0.40	0.55	0.75
第三组	0.30	0.35	0.45	0.65	0.90

六. 成果资料

- 1. 各测试孔岩土层平均剪切波速值及综合统计平均值见表 3~表 8。
- 2. 各测试孔剪切波测点波速值见后附图表。
- 3. 各测试孔剪切波波速曲线直方图见后附图表。
- 4. 各测试孔剪切波波速原始曲线见后附图表。

各测试孔岩土层平均剪切波速值 表 3

层号	岩土层名称	J10 号孔		J13 号孔		J17 号孔	
		层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)	层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)	层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)
①-1	杂填土	0.6	105.2	0.4		0.6	103.3
①-2	素填土	1.2	117.8	1.1	121.8	1.3	120.5
②-1	粉质粘土						
③-1	粉质粘土	9.5	238.0	10.3	235.2	8.5	240.6
③-2	粉质粘土	15.5	204.5	20.0*	193.8	16.3	206.7
⑤-1	⑤-1 强风化泥质砂岩	17.8	440.6			18.2	415.7
⑤-2	中风化泥质砂岩	20.0*	527.8			20.0*	533.4

注: 打 * 号的为测试深度。

各测试孔岩土层平均剪切波速值 表 4

层号	岩土层名称	J25 号孔		J28 号孔		J32 号孔	
		层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)	层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)	层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)
①-1	杂填土	1.4	106.6	0.5		0.8	107.8
①-2	素填土	3.5	123.0	1.5	130.2	1.8	122.6
②-1	粉质粘土	6.5	167.2				
③-1	粉质粘土	13.3	240.9	8.1	239.3	4.1	233.1
③-2	粉质粘土	20.0*	189.4	19.2	193.3	10.1	192.2
⑤-1	强风化泥质砂岩			20.0*	419.1	12.2	414.6
⑤-2	中风化泥质砂岩					15.0*	535.0

注: 打 * 号的为测试深度。

各测试孔岩土层平均剪切波速值							
层号	岩土层名称	J38 号孔		J51 号孔		J58 号孔	
		层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)	层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)	层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)
①-1	杂填土	1.3	111.1	1.8	106.2	0.9	109.4
①-2	素填土	3.6	125.0	3.1	119.7	1.9	119.8
②-1	粉质粘土	9.5	162.2	7.6	164.1		
③-1	粉质粘土	12.6	230.0	12.0	241.9	6.5	231.7
③-2	粉质粘土	20.0	191.0	18.8	190.7	16.3	199.3
⑤-1	强风化泥质砂岩			20.0*	381.3	18.1	410.7
⑤-2	中风化泥质砂岩					20.0*	531.5

注：打 * 号的为测试深度。

各测试孔岩土层平均剪切波速值							
层号	岩土层名称	J65 号孔		J67 号孔		J85 号孔	
		层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)	层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)	层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)
①-1	杂填土	2.9	106.5	2.1	113.8		
①-2	素填土	6.2	125.6	7.8	128.6	1.5	131.0
②-1	粉质粘土						
③-1	粉质粘土					7.0	238.7
③-2	粉质粘土	18.3	193.8	17.5	190.8	12.9	201.5
⑤-1	强风化泥质砂岩	20.0*	440.6	19.7	455.0	14.8	448.0
⑤-2	中风化泥质砂岩			20.0*	556.9	20.0*	534.2

注：打 * 号的为测试深度。

各测试孔岩土层平均剪切波速值					
层号	岩土层名称	J89 号孔		J91 号孔	
		层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)	层底深度 (m)	剪切波速 (m/s)
①-1	杂填土			0.5	
①-2	素填土	2.9	125.5	1.4	134.8
②-1	粉质粘土	6.2	160.4	5.6	169.8
③-1	粉质粘土	12.1	238.0	8.5	239.0
③-2	粉质粘土	20.0*	193.0	16.2	199.8
⑤-1	强风化泥质砂岩			18.5	425.5
⑤-2	中风化泥质砂岩			20.0*	539.3

注：打 * 号的为测试深度。

各岩土层综合统计平均剪切波速值			
层号	岩土层名称	剪切波速范围值 (m/s)	剪切波速平均值 (m/s)
①-1	杂填土	103.3~113.8	108.0
①-2	素填土	117.8~131.0	125.7
②-1	粉质粘土	160.4~169.8	164.6
③-1	粉质粘土	230.0~240.9	237.6
③-2	粉质粘土	189.4~206.7	195.7
⑤-1	强风化泥质砂岩	381.3~448.0	427.8
⑤-2	中风化泥质砂岩	527.8~556.9	533.9

注：平均剪切波速值为厚度加权平均值。


5. 根据各测试孔各土层平均剪切波速值和厚度，按《建筑抗震设计规范（2016 版）》（GB50011-2010）式（4.1.5）： $V_{se} = d_0 / \sum (d_i / v_{si})$ 计算，各测试孔土层等效剪切波速值及场地类别见表 9：


各测试孔土层等效剪切波速值及场地类别							表 9
序号	孔号	计算深度 d_0 (m)	传播时间 $\sum d_i/v_{si}$ (s)	等效 剪切波速 (m/s)	实测覆盖 层厚度 (m)	覆盖层厚度 所属 规范范围 (m)	场地类别
1	J10	17.8	0.0802308	221.9	17.8	3~50	II
2	J13	20.0	0.0986880	202.7	22.3	3~50	II
3	J17	18.2	0.0838491	217.1	18.2	3~50	II
4	J25	20.0	0.1117513	179.0	25.3	3~50	II
5	J28	20.0	0.0993105	201.4	21.4	3~50	II
6	J32	12.2	0.0617274	197.6	12.2	3~50	II
7	J38	20.0	0.1186977	168.5	27.5	3~50	II
8	J51	20.0	0.1122265	178.2	21.2	3~50	II
9	J58	18.1	0.0899821	201.2	18.1	3~50	II
10	J65	20.0	0.1197978	166.9	20.2	3~50	II
11	J67	19.7	0.1184506	166.3	19.7	3~50	II
12	J85	14.8	0.0722671	204.8	14.8	3~50	II
13	J89	20.0	0.1094037	182.8	28.6	3~50	II
14	J91	18.5	0.0922063	200.6	18.5	3~50	II

拟建场地位于南京市浦口区盘城街道，根据《建筑抗震设计规范（2016 版）》（GB50011-2010）附录 A，拟建场地抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计地震分组为第一组。

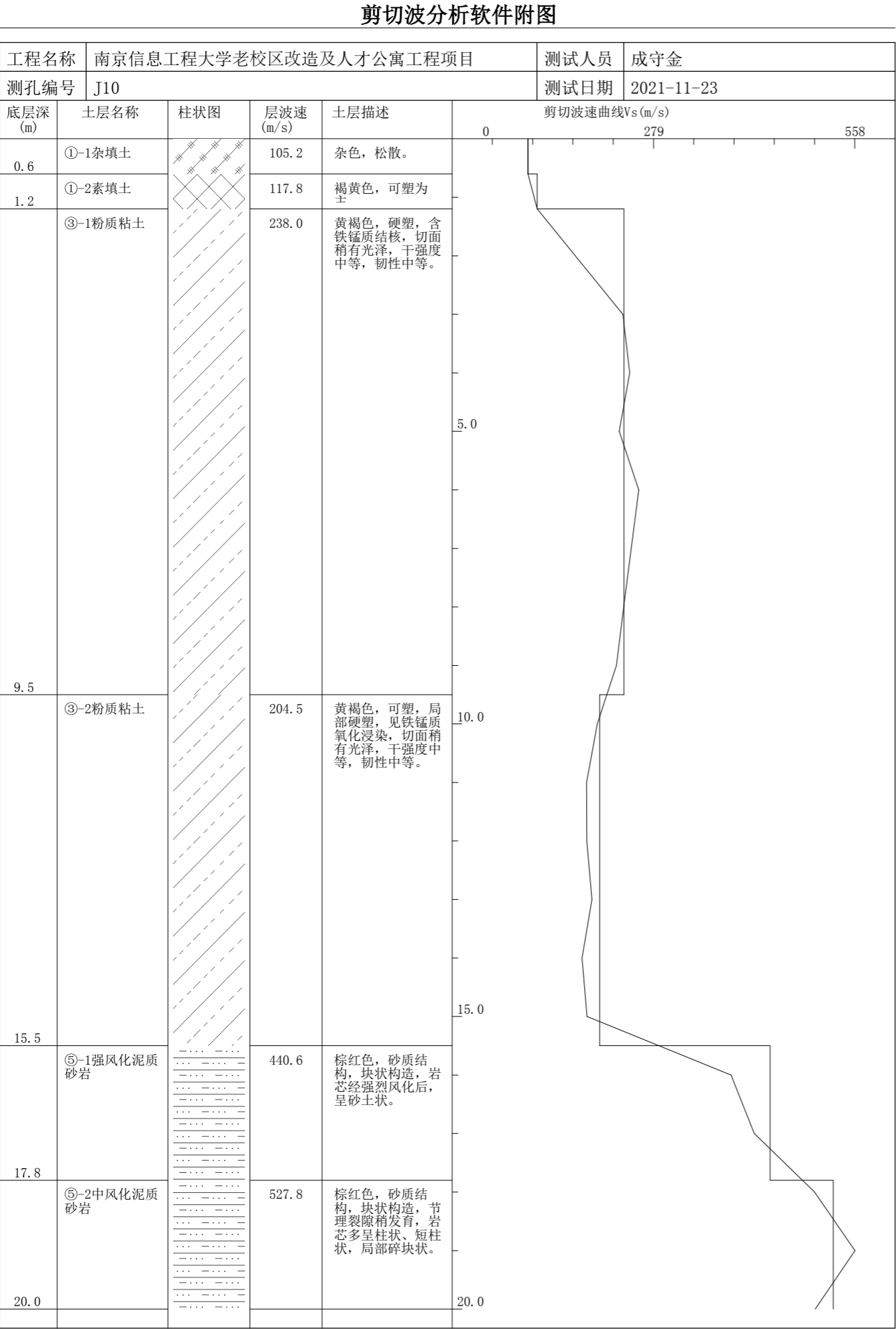
综合本次钻探、波速测试成果和临近场区工程经验，拟建场地覆盖层厚度 14.8~28.6m 之间，各测试孔等效剪切波速值在 166.3~221.9 m/s 之间，在规范 3~50m 范围之内，按《建筑抗震设计规范（2016 版）》（GB50011-2010）表 4.1.6，建筑场地类别为 II 类。

根据各孔等效剪切波速，部分等效剪切波速在分界线（±15%）附近，根据《建筑抗震设计规范（2016 版）》（GB50011-2010）插值法确定场地特征周期为 0.40s。

试验负责： 

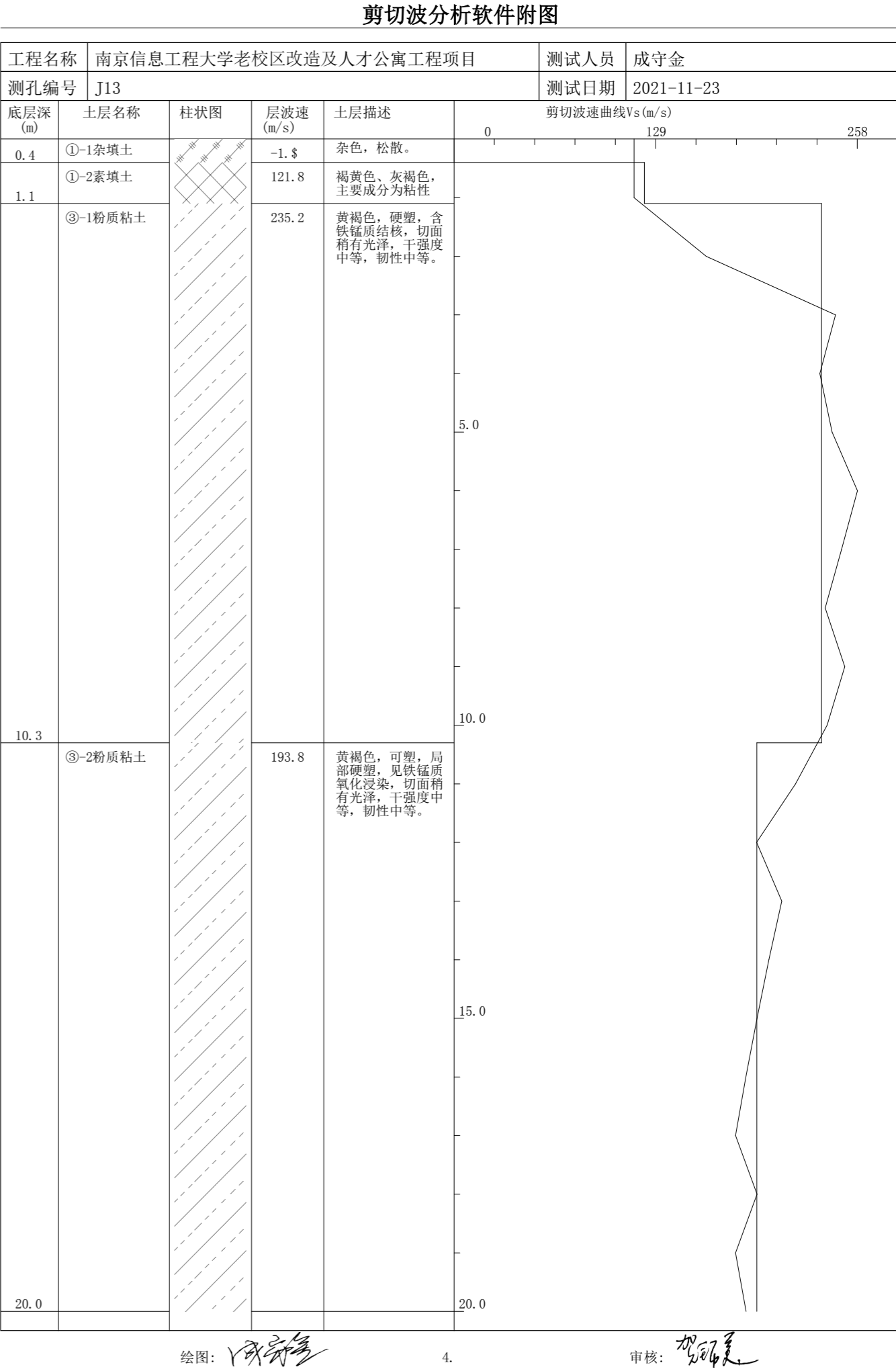
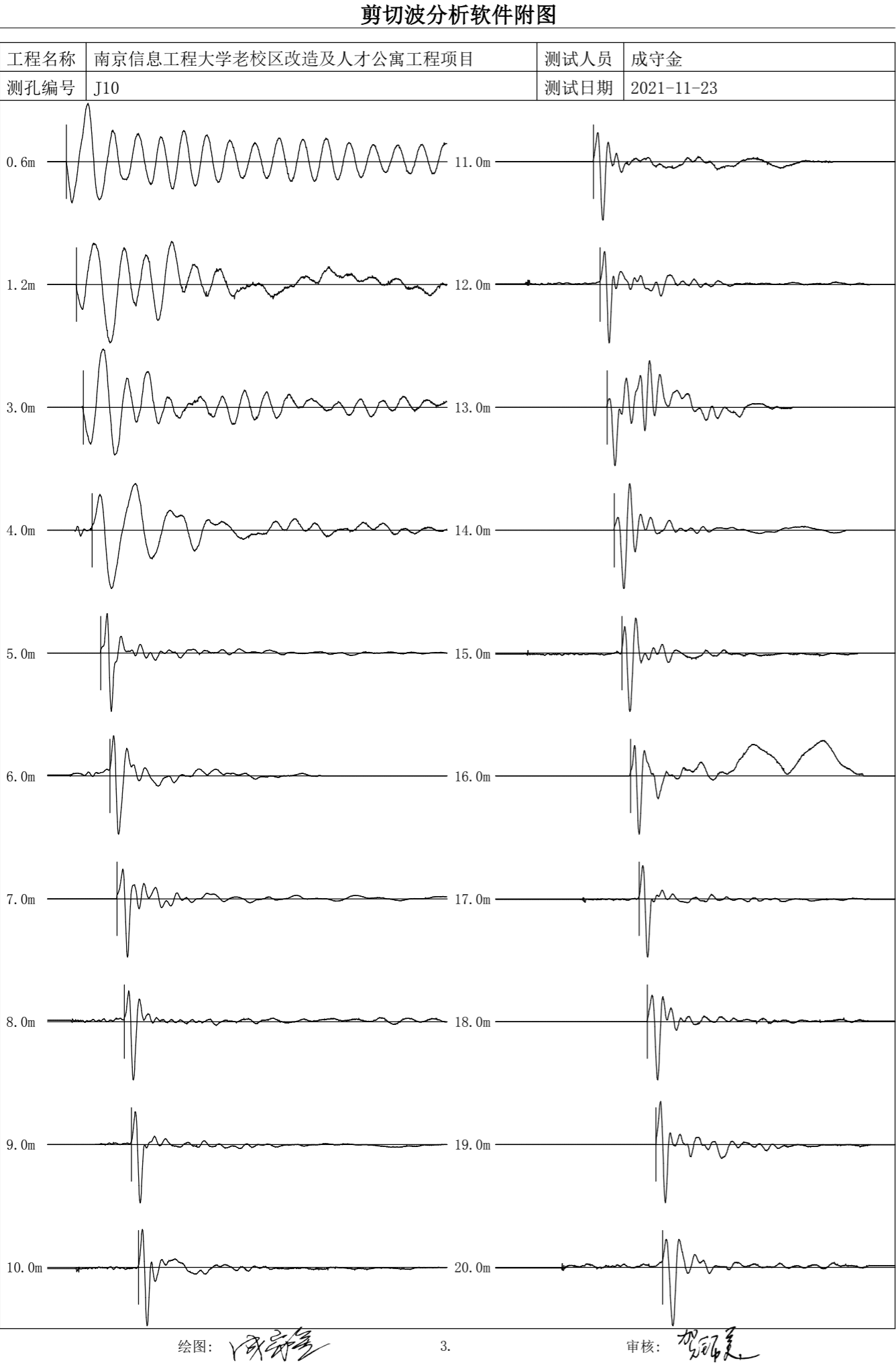
审 核： 

南京南大岩土工程技术有限公司
二〇二二年元月十五日



剪切波分析软件附图

工程名称	南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目			测试人员	成守金
测孔编号	J10			测试日期	2021-11-23
测点深(m)	时长(ms)	S波波速(m/s)	测点深(m)	时长(ms)	S波波速(m/s)
0.6	11.1	105.2	11.0	53.9	186.4
1.2	14.1	117.8	12.0	59.2	186.5
3.0	19.4	236.6	13.0	64.4	193.7
4.0	23.2	245.9	14.0	69.9	180.0
5.0	27.3	231.5	15.0	75.2	186.7
6.0	31.1	258.4	16.0	77.8	386.2
7.0	35.0	248.1	17.0	80.2	418.6
8.0	39.2	237.7	18.0	82.2	502.0
9.0	43.6	227.7	19.0	84.0	557.9
10.0	48.5	201.0	20.0	85.9	502.8



剪切波分析软件附图					
工程名称	南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目			测试人员	成守金
测孔编号	J13			测试日期	2021-11-23
测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)	测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)
1.0	12.3	115.2	11.0	52.5	218.5
2.0	16.6	161.4	12.0	57.6	193.6
3.0	20.0	244.2	13.0	62.4	209.8
4.0	24.0	234.1	14.0	67.3	201.5
5.0	27.9	241.9	15.0	72.5	193.9
6.0	31.7	258.2	16.0	77.8	186.7
7.0	35.6	248.0	17.0	83.4	180.1
8.0	39.8	237.6	18.0	88.5	194.0
9.0	43.8	250.0	19.0	94.1	180.2
10.0	47.9	238.8	20.0	99.4	186.8

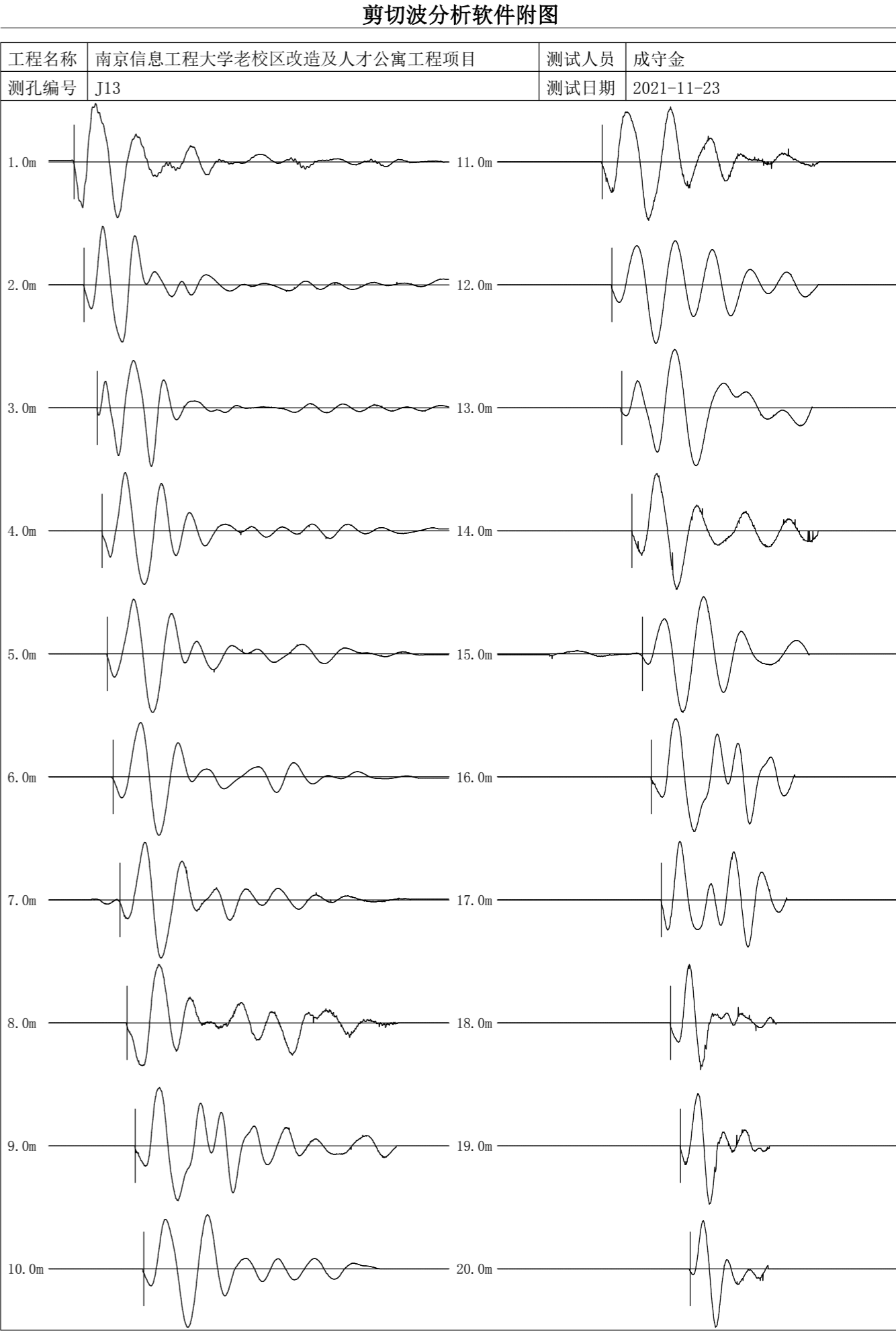
绘图:

成守金

5.

审核:

贺晓星



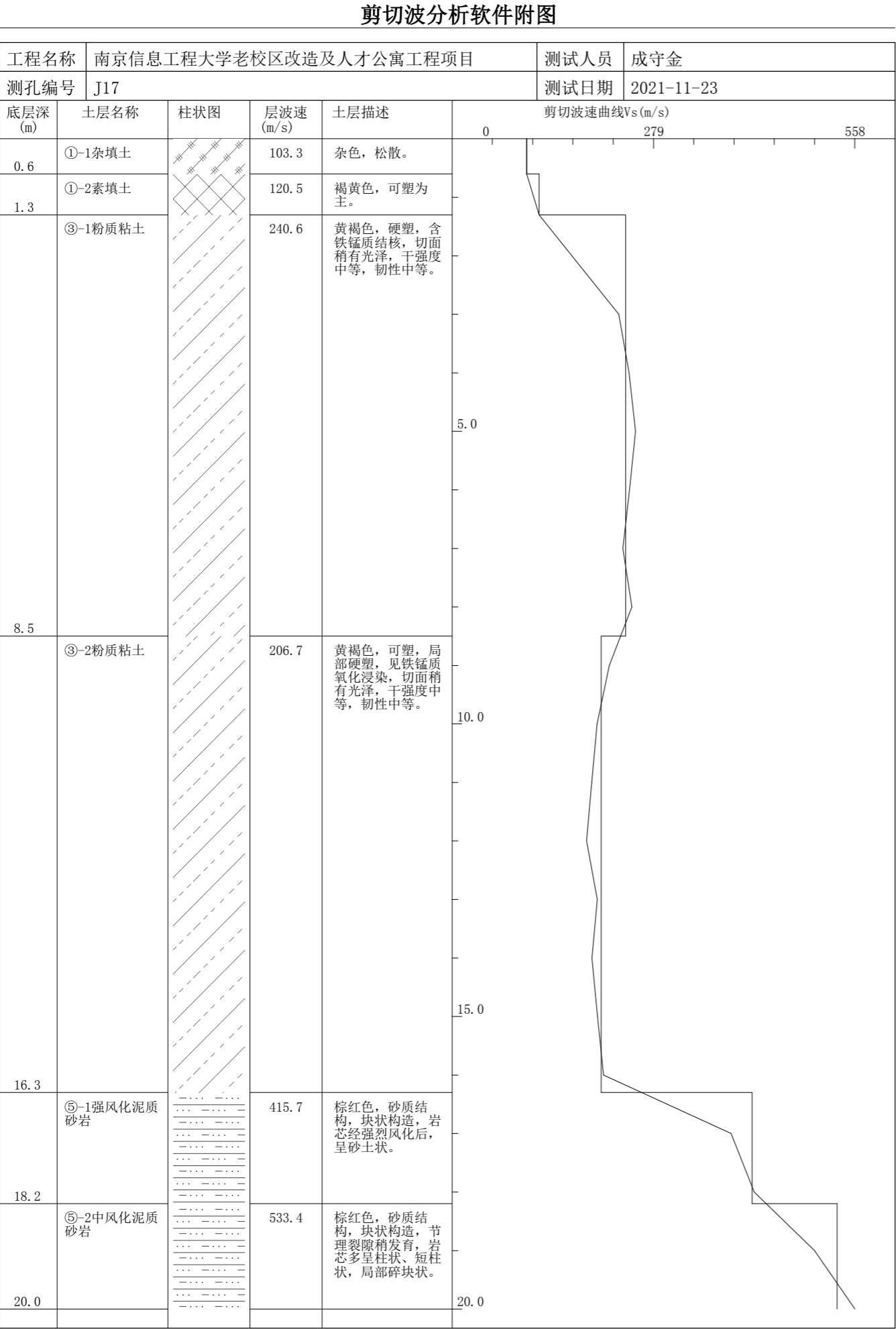
绘图:

成守金

6.

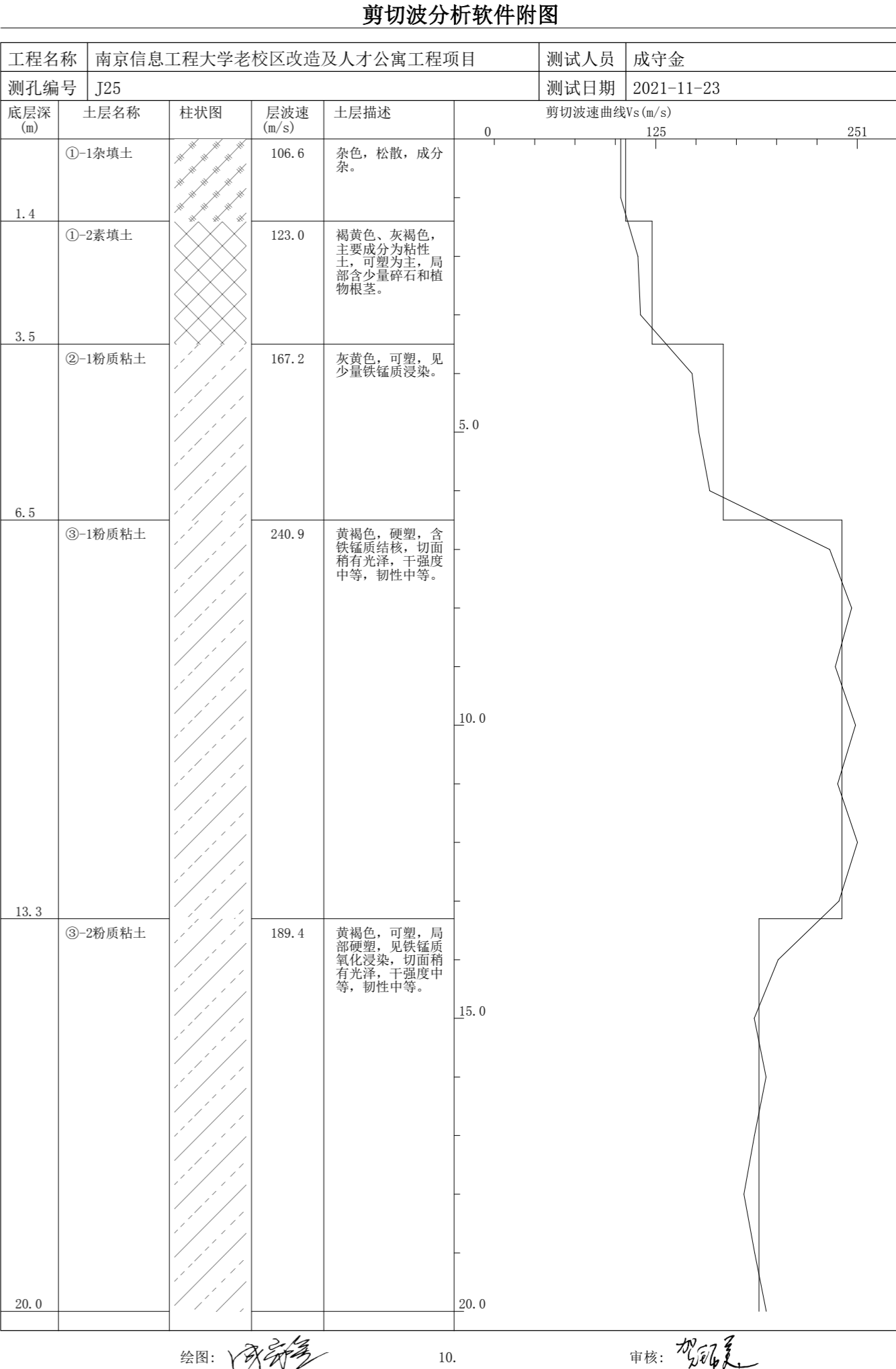
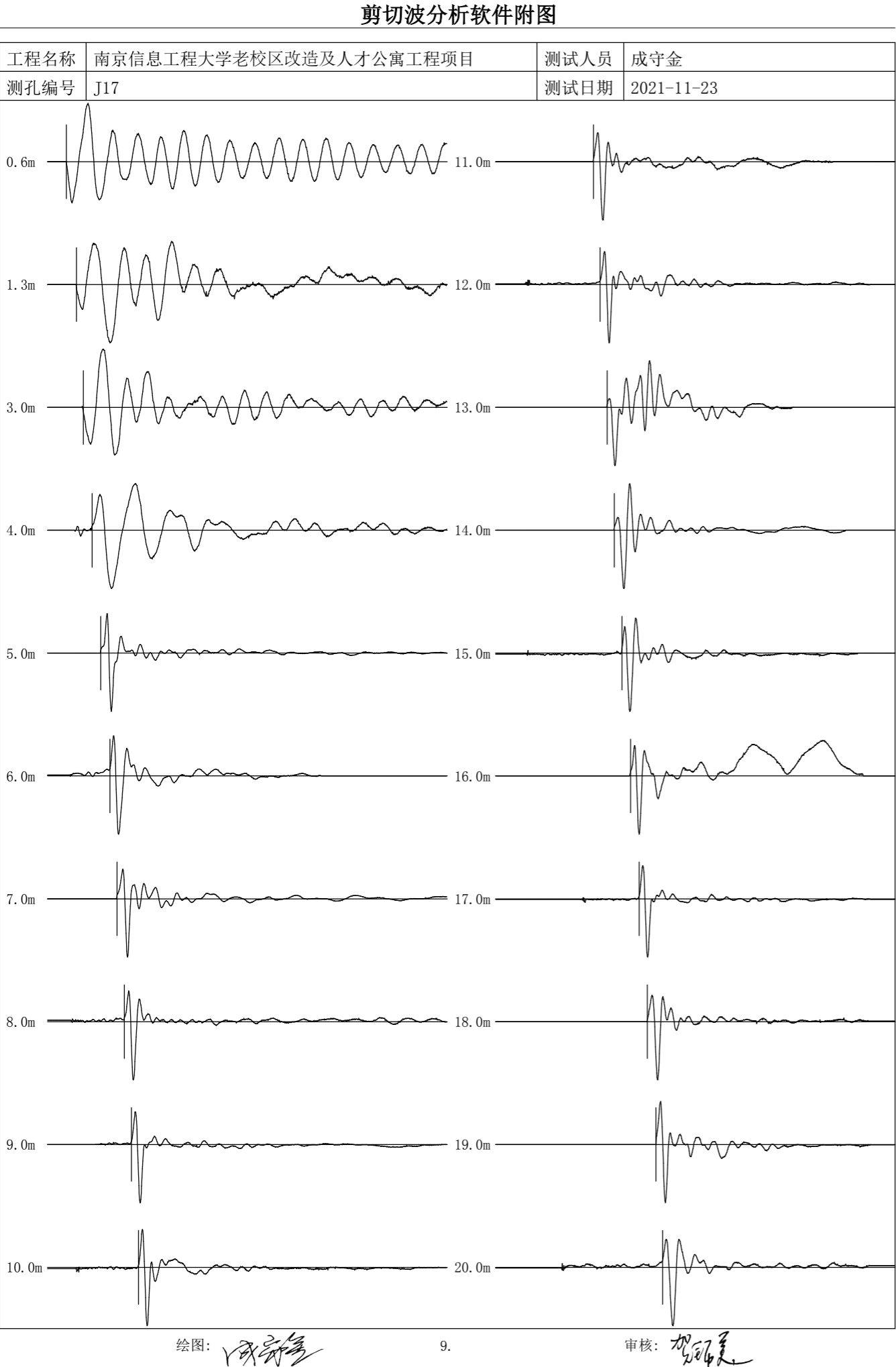
审核:

贺晓星



剪切波分析软件附图

工程名称	南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目			测试人员	成守金
测孔编号	J17			测试日期	2021-11-23
测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)	测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)
0.6	11.3	103.3	11.0	54.3	193.5
1.3	14.7	120.5	12.0	59.6	186.5
3.0	20.0	231.0	13.0	64.5	201.4
4.0	23.8	245.2	14.0	69.7	193.8
5.0	27.5	254.0	15.0	74.6	201.5
6.0	31.5	245.9	16.0	79.4	210.0
7.0	35.6	236.5	17.0	82.0	386.5
8.0	39.6	249.2	18.0	84.3	418.8
9.0	44.2	217.9	19.0	86.3	502.4
10.0	49.1	200.9	20.0	88.1	558.2

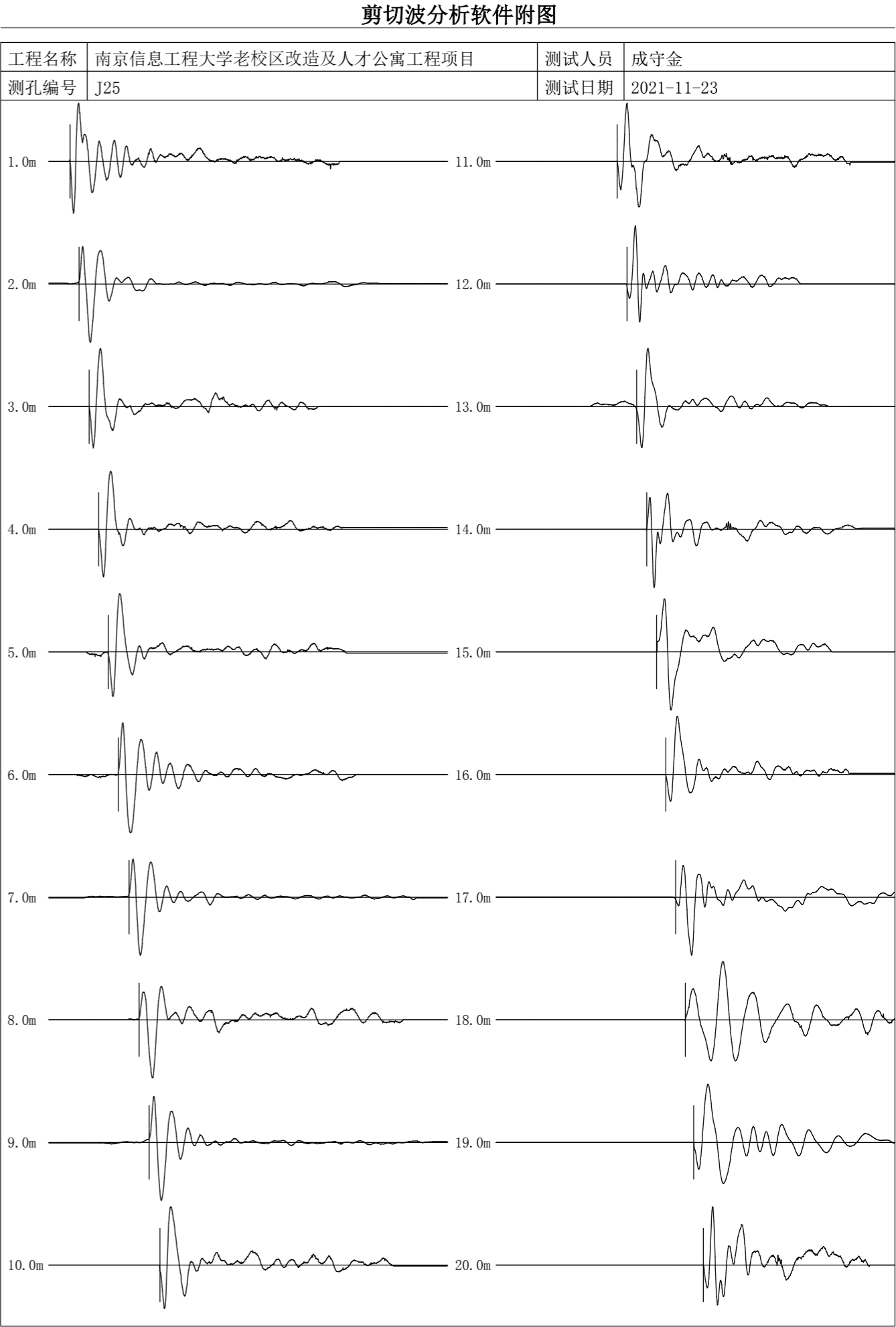


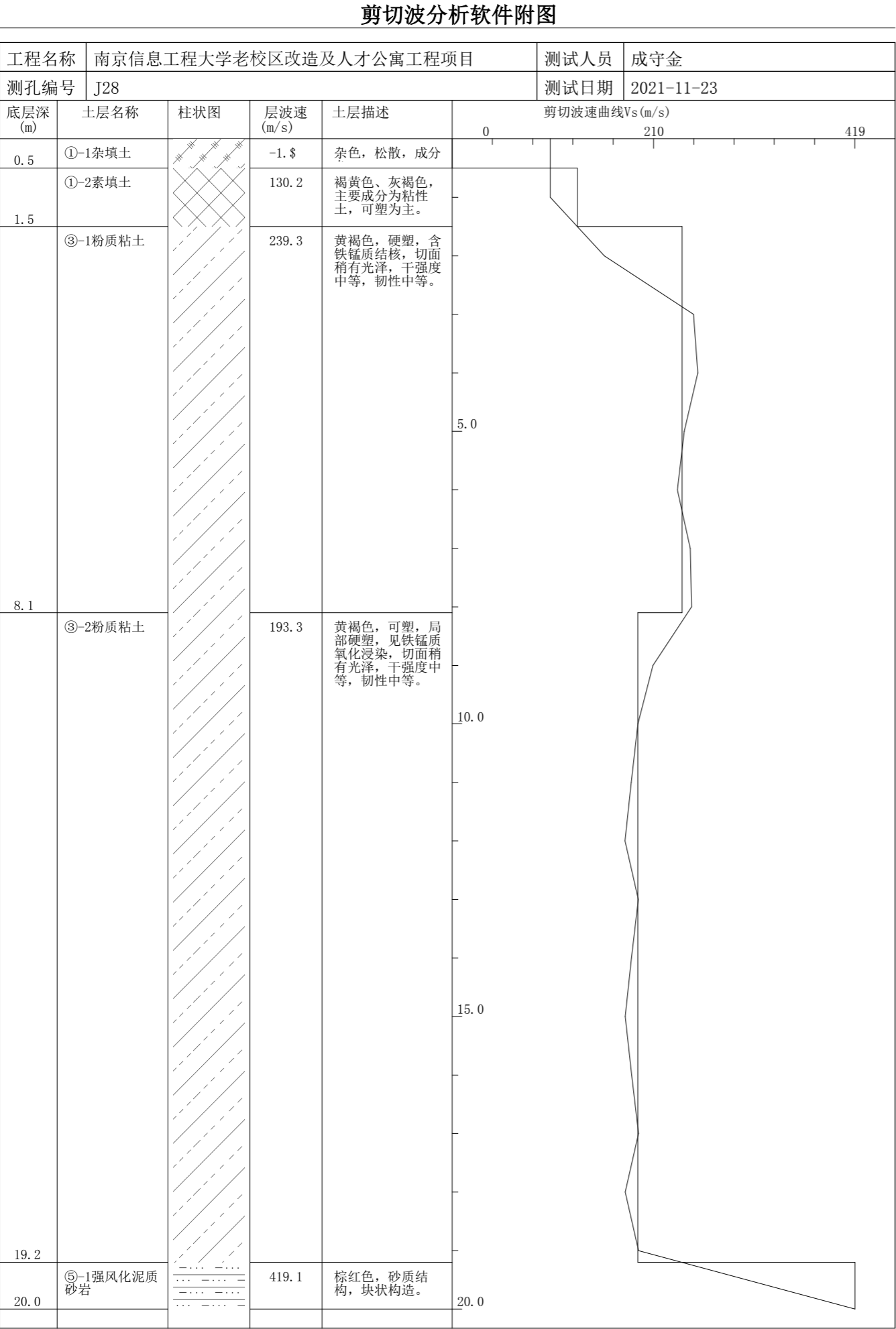
剪切波分析软件附图					
工程名称	南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目			测试人员	成守金
测孔编号	J25			测试日期	2021-11-23
测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)	测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)
1.0	13.7	103.5	11.0	67.7	238.4
2.0	20.6	114.2	12.0	71.7	250.6
3.0	28.5	115.9	13.0	75.8	239.1
4.0	34.8	148.0	14.0	80.8	201.3
5.0	41.2	152.1	15.0	86.1	186.5
6.0	47.3	158.9	16.0	91.3	193.8
7.0	51.5	233.4	17.0	96.6	186.7
8.0	55.4	247.0	18.0	102.2	180.1
9.0	59.6	236.9	19.0	107.5	186.8
10.0	63.6	249.4	20.0	112.7	193.9

绘图: 成守金

11.

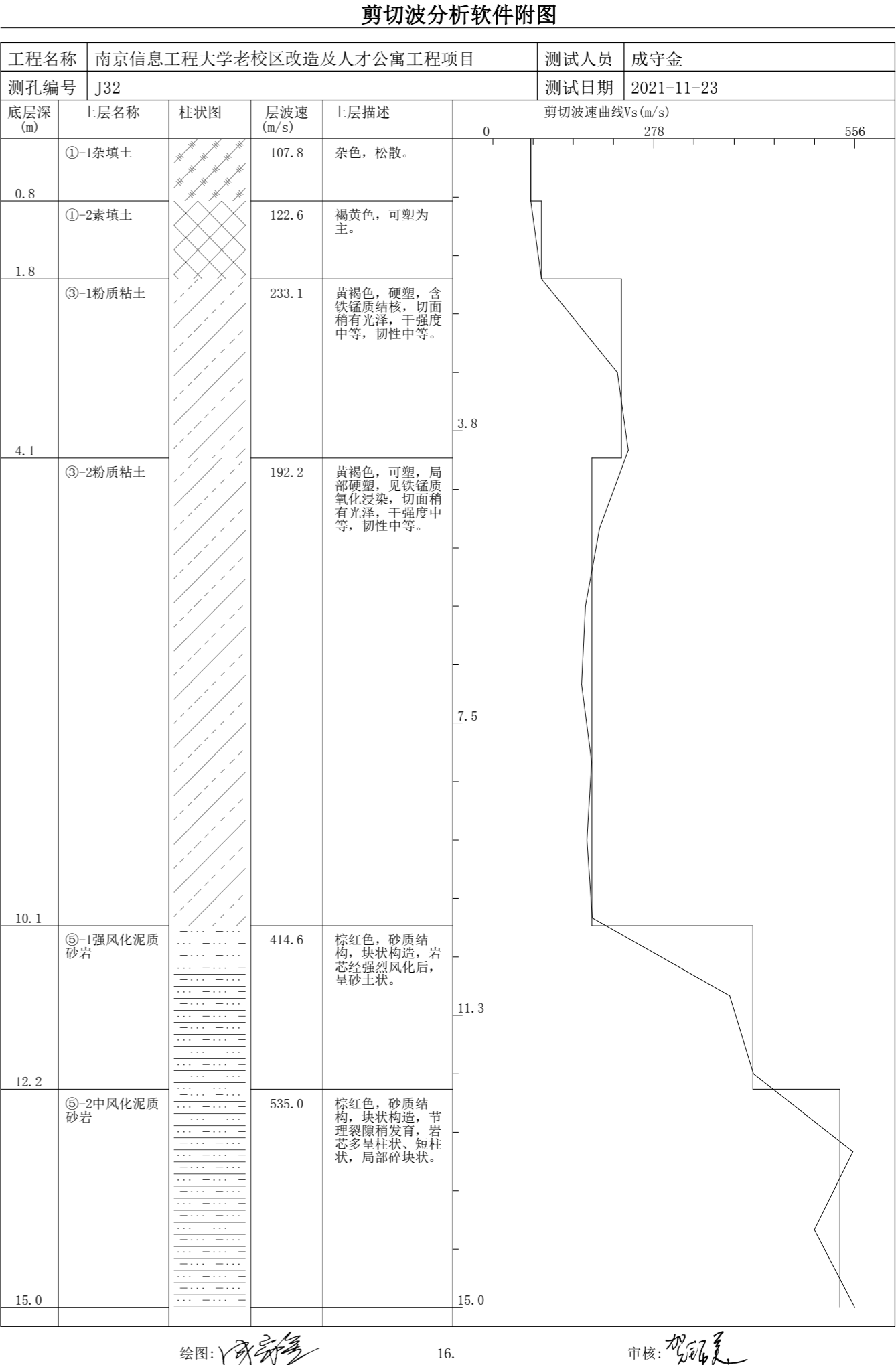
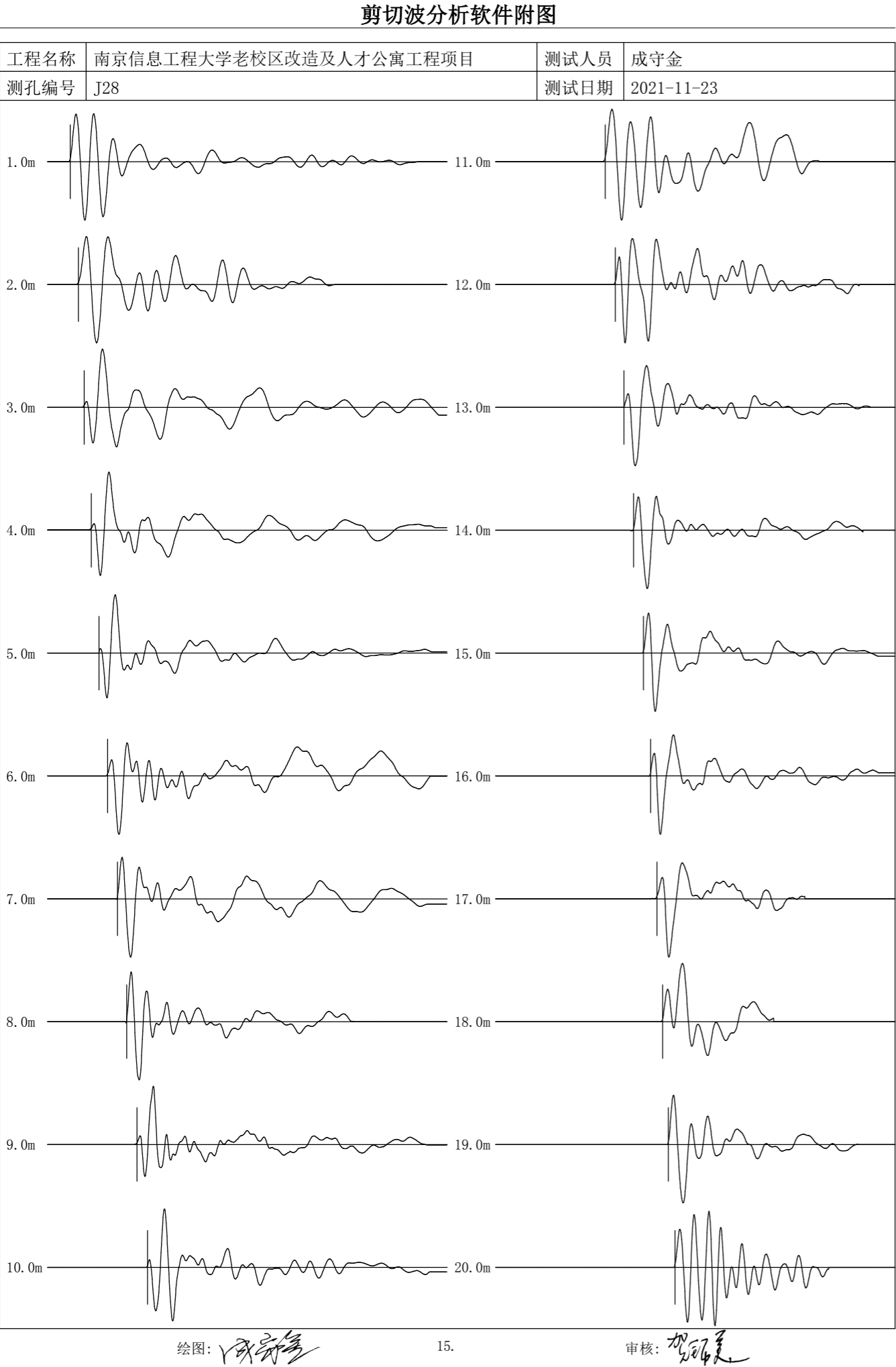
审核: 贺晓美





剪切波分析软件附图

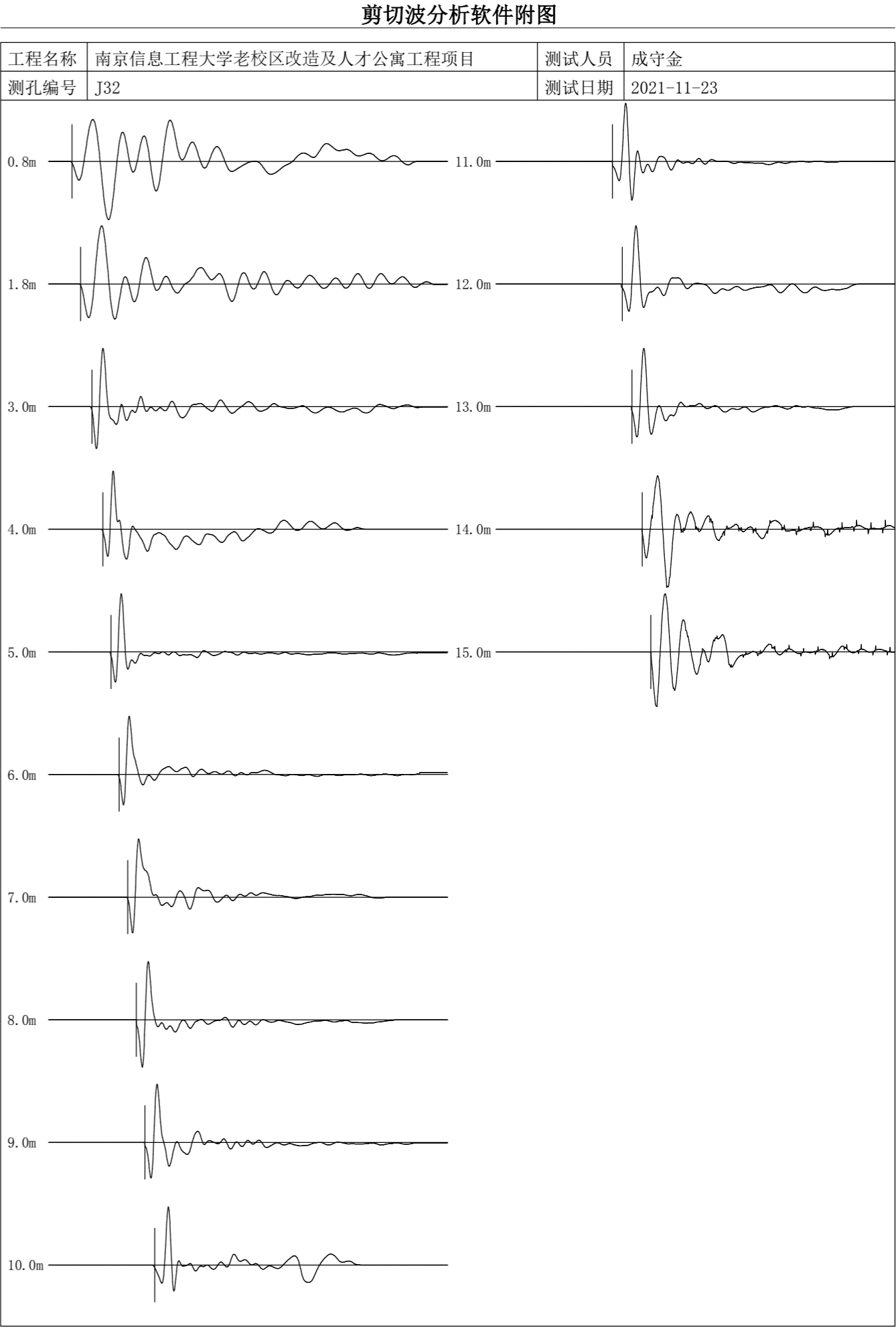
工程名称	南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目			测试人员	成守金
测孔编号	J28			测试日期	2021-11-23
测点深(m)	时长(ms)	S波波速(m/s)	测点深(m)	时长(ms)	S波波速(m/s)
1.0	13.9	102.0	11.0	56.0	186.3
2.0	18.0	158.3	12.0	61.6	179.8
3.0	21.2	251.1	13.0	66.7	193.6
4.0	24.8	255.6	14.0	72.1	186.6
5.0	28.7	241.5	15.0	77.6	180.0
6.0	32.9	234.3	16.0	83.0	186.7
7.0	36.8	247.7	17.0	88.1	193.9
8.0	40.8	249.1	18.0	93.7	180.1
9.0	45.5	208.8	19.0	98.8	194.0
10.0	50.7	193.2	20.0	101.2	419.1

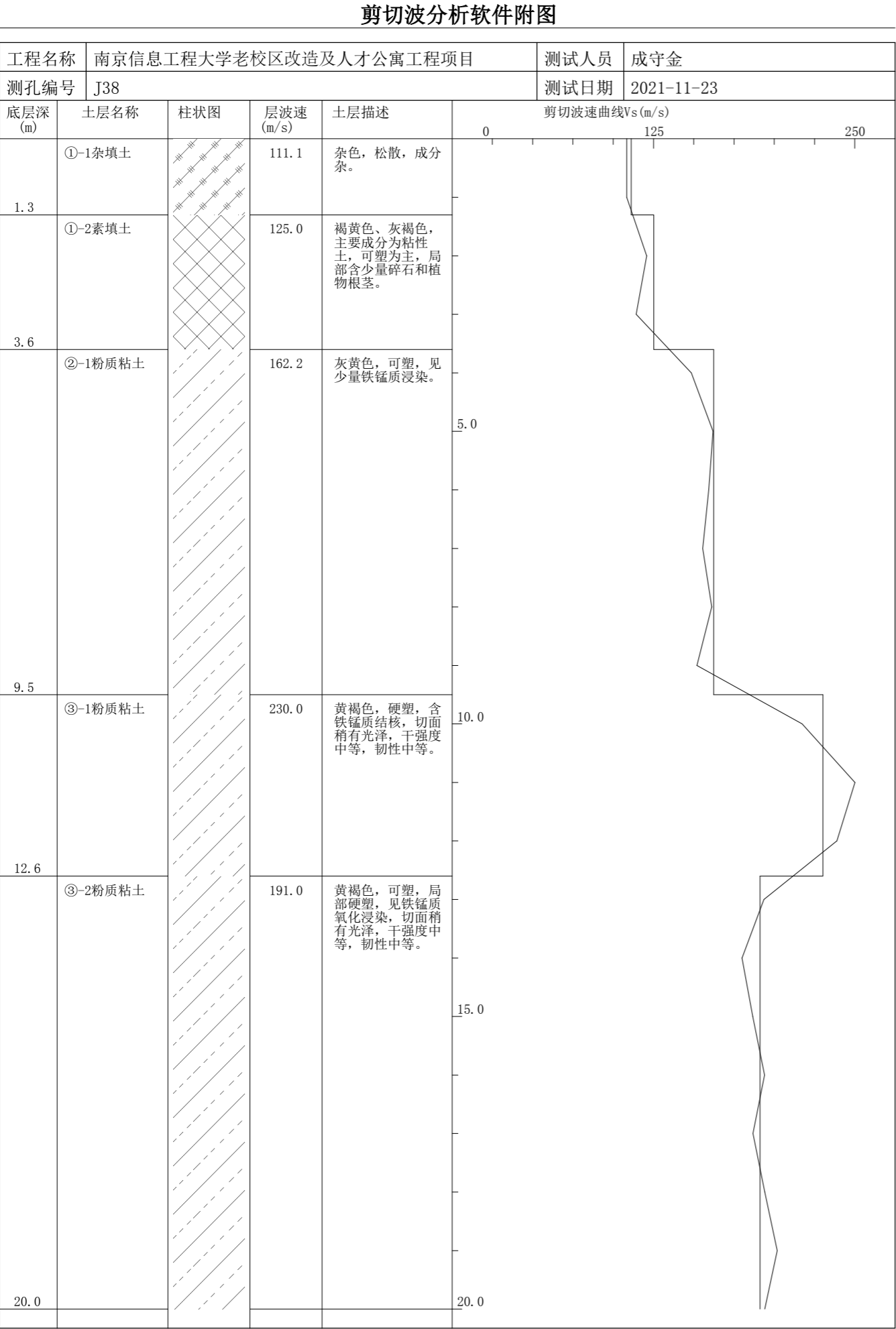


剪切波分析软件附图					
工程名称	南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目			测试人员	成守金
测孔编号	J32			测试日期	2021-11-23
测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)	测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)
0.8	11.9	107.8	9.0	51.9	185.6
1.8	17.8	122.6	10.0	57.0	193.0
3.0	22.0	227.6	11.0	59.6	382.8
4.0	25.7	242.6	12.0	62.0	415.5
5.0	30.5	202.9	13.0	63.8	553.0
6.0	35.8	183.5	14.0	65.7	499.8
7.0	41.4	178.1	15.0	67.5	555.7
8.0	46.5	192.1			

绘图: 成守金

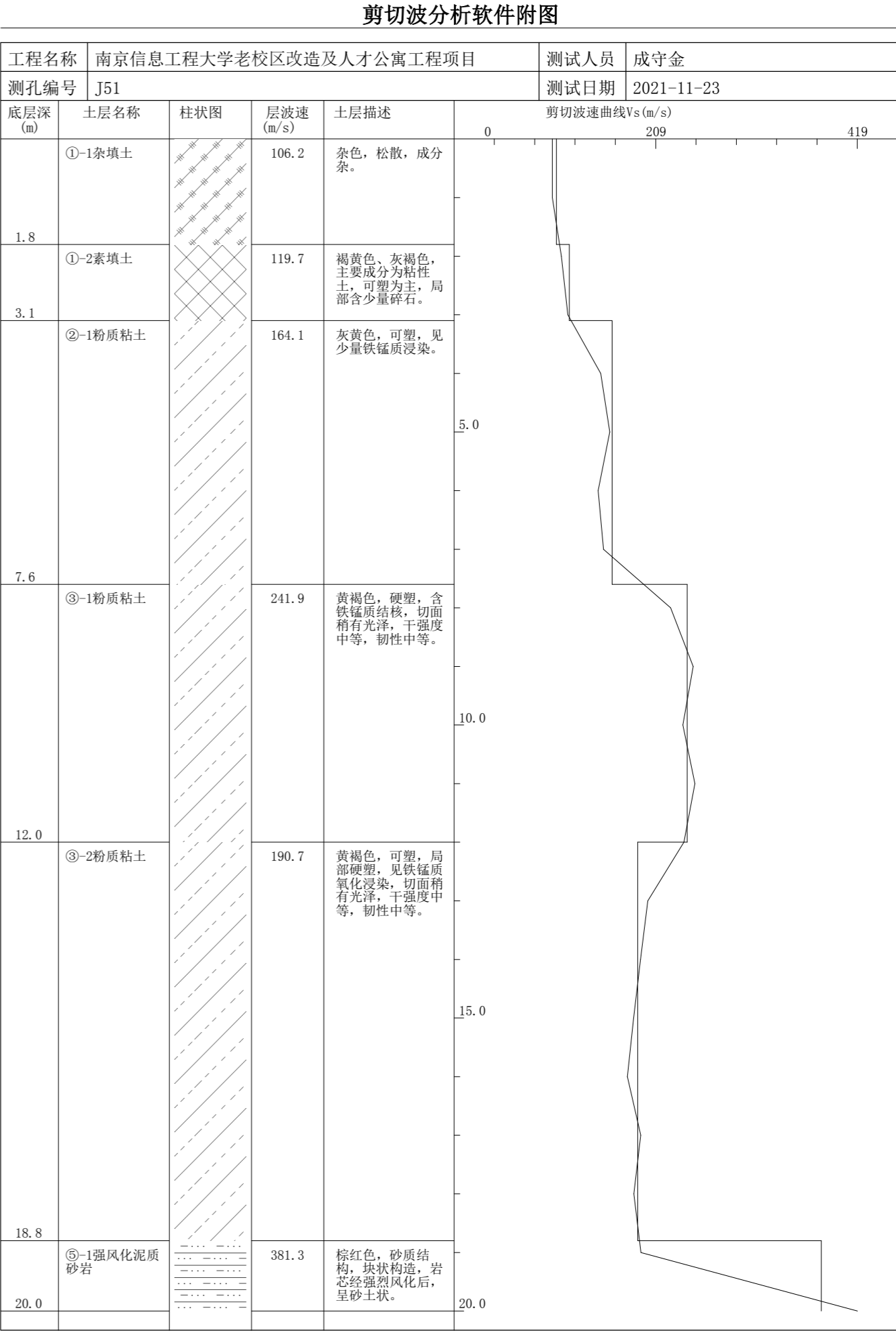
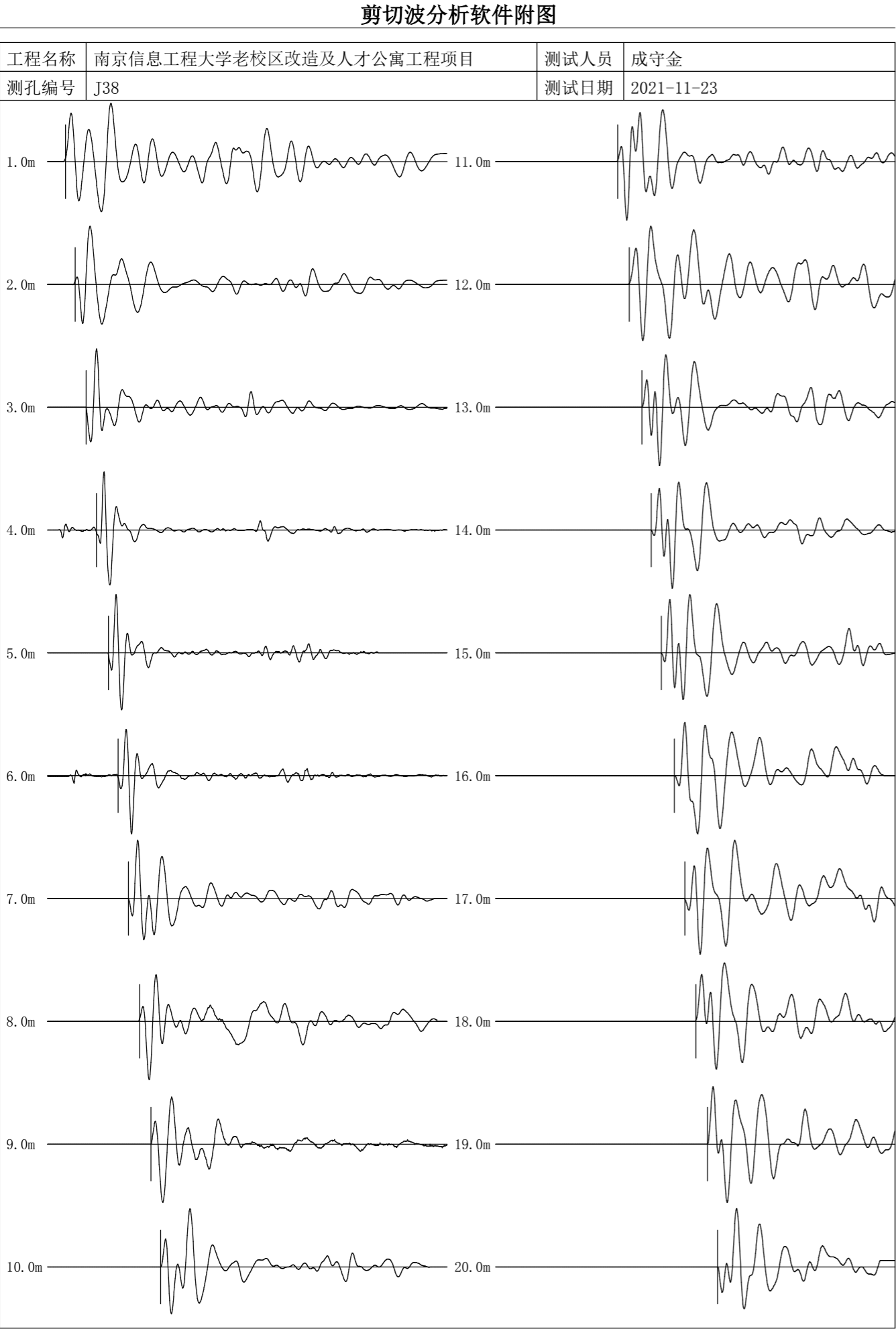
审核: 贺晓美





剪切波分析软件附图

工程名称	南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目			测试人员	成守金
测孔编号	J38			测试日期	2021-11-23
测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)	测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)
1.0	13.1	108.2	11.0	73.7	249.8
2.0	19.6	120.6	12.0	77.8	238.6
3.0	27.7	114.1	13.0	83.0	193.3
4.0	34.1	148.3	14.0	88.5	179.7
5.0	40.0	161.8	15.0	93.9	186.5
6.0	46.1	159.1	16.0	99.0	193.7
7.0	52.5	155.4	17.0	104.3	186.6
8.0	58.6	161.0	18.0	109.5	193.8
9.0	65.1	151.8	19.0	114.4	201.6
10.0	69.7	217.1	20.0	119.6	193.9

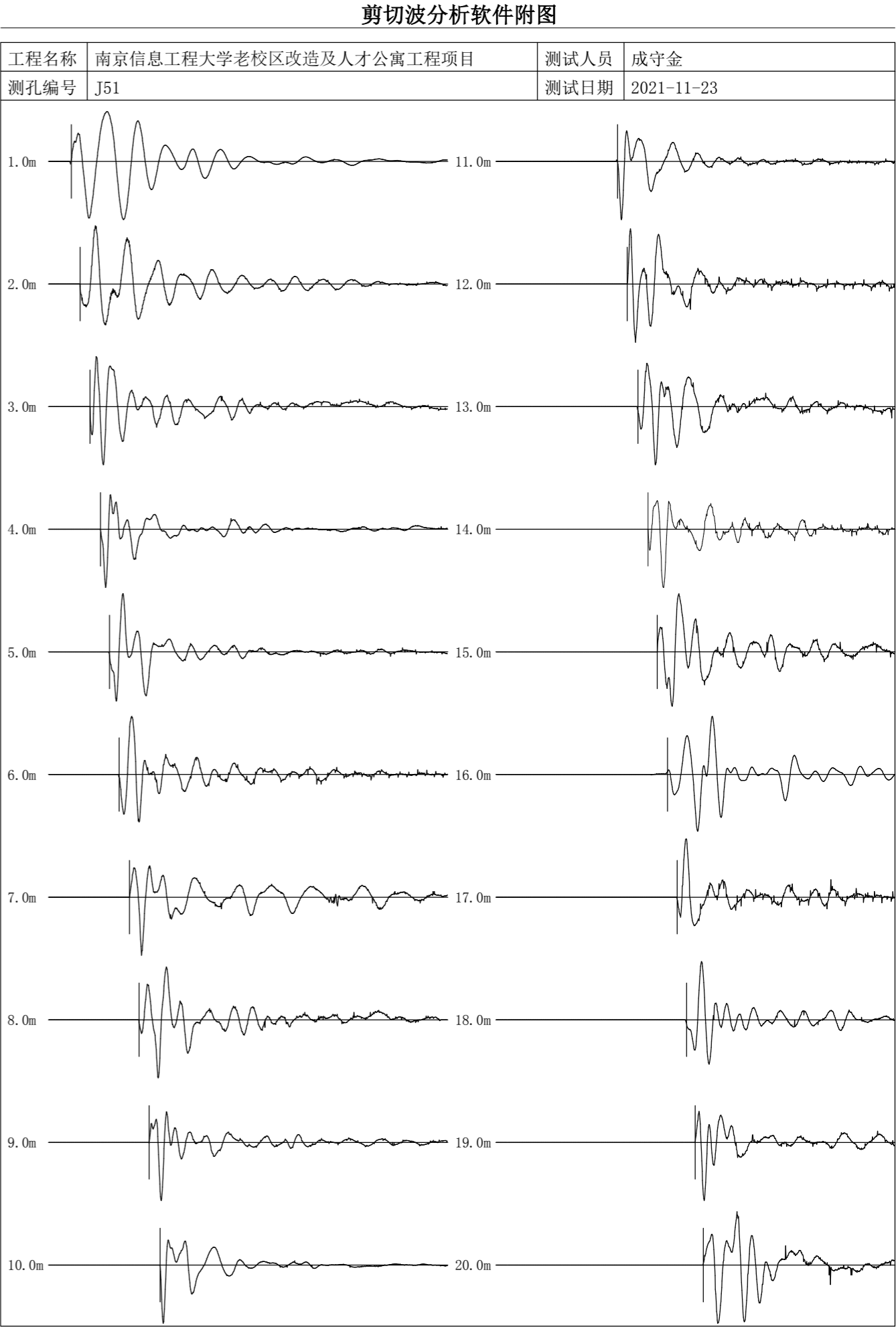


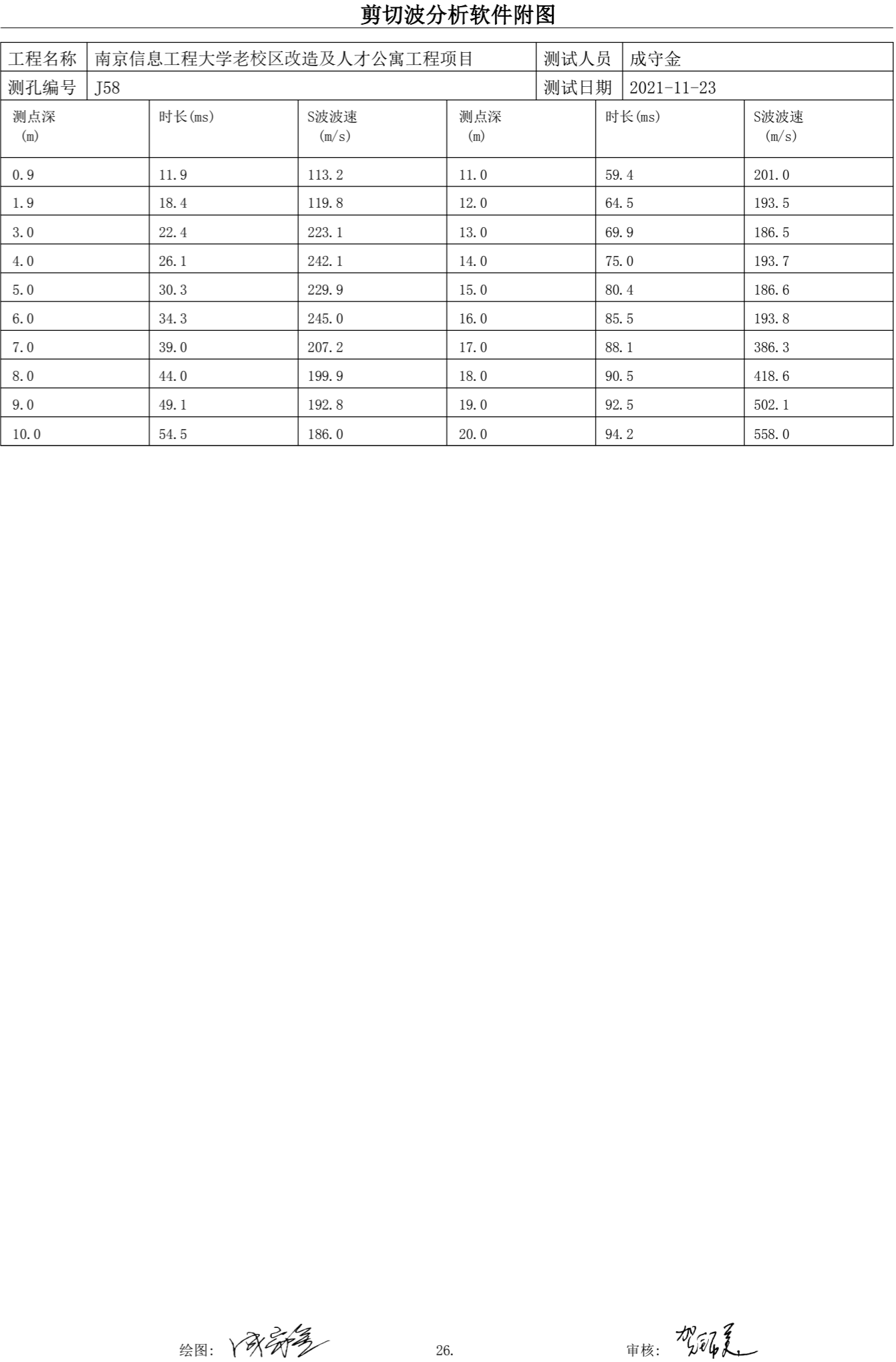
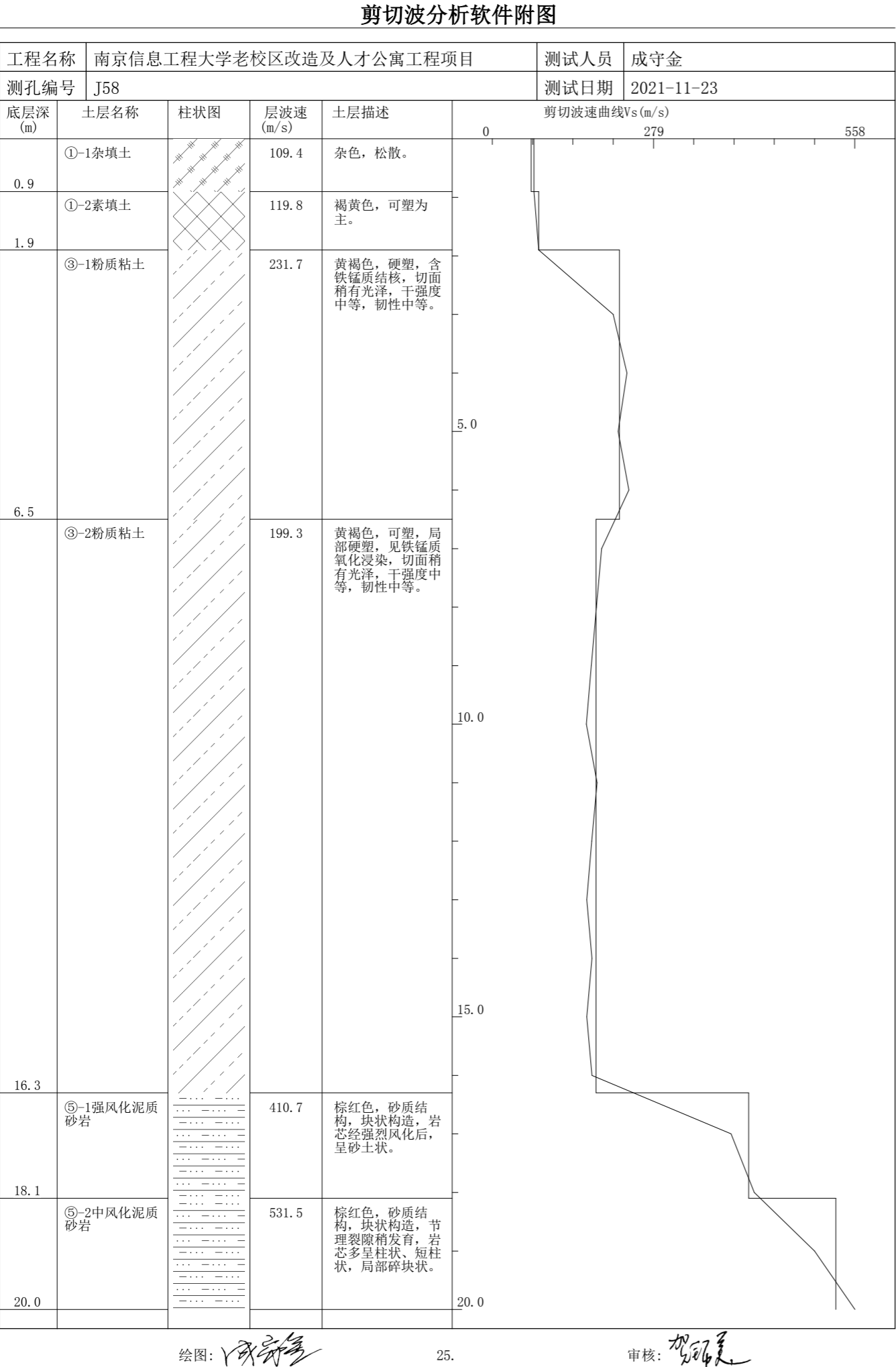
剪切波分析软件附图					
工程名称	南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目			测试人员	成守金
测孔编号	J51			测试日期	2021-11-23
测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)	测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)
1.0	13.9	102.0	11.0	70.1	250.0
2.0	21.0	111.5	12.0	74.3	238.7
3.0	28.7	118.1	13.0	79.2	201.1
4.0	34.8	152.2	14.0	84.3	193.5
5.0	40.8	161.6	15.0	89.7	186.5
6.0	47.3	149.7	16.0	95.2	179.9
7.0	53.7	155.3	17.0	100.4	193.8
8.0	58.0	224.9	18.0	105.7	186.7
9.0	62.0	248.2	19.0	110.9	193.9
10.0	66.1	237.6	20.0	113.3	418.8

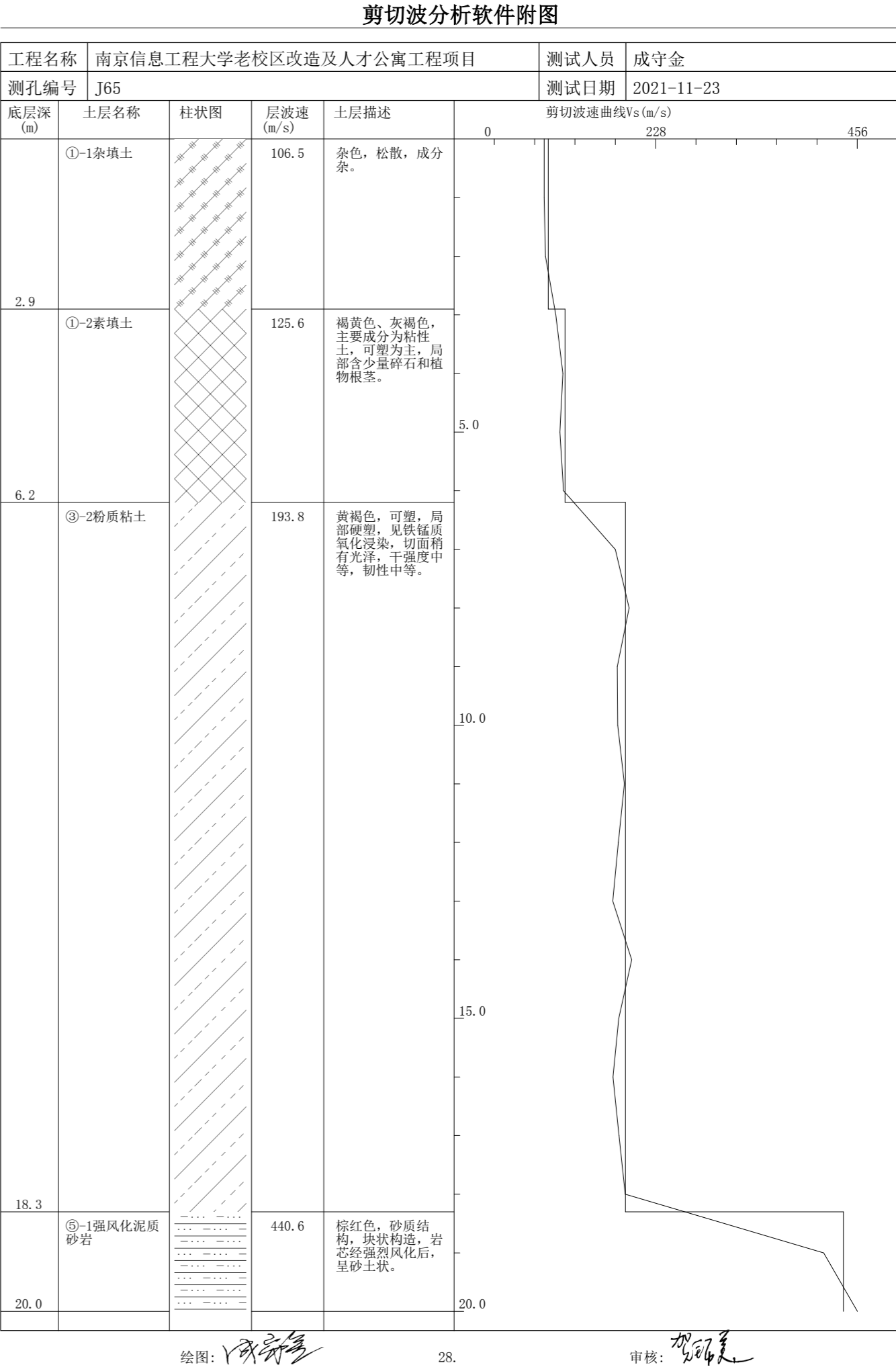
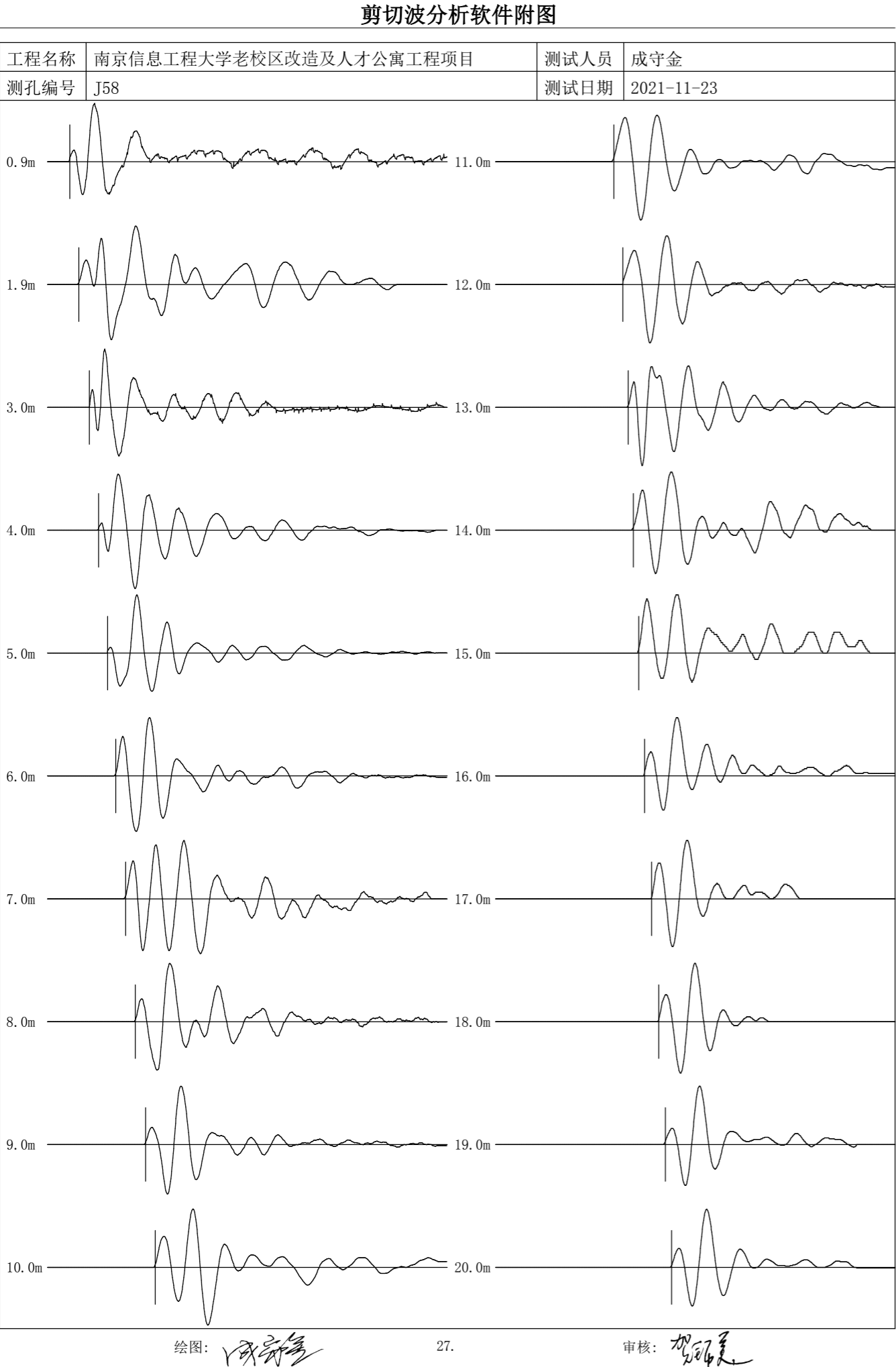
绘图：成守金

23.

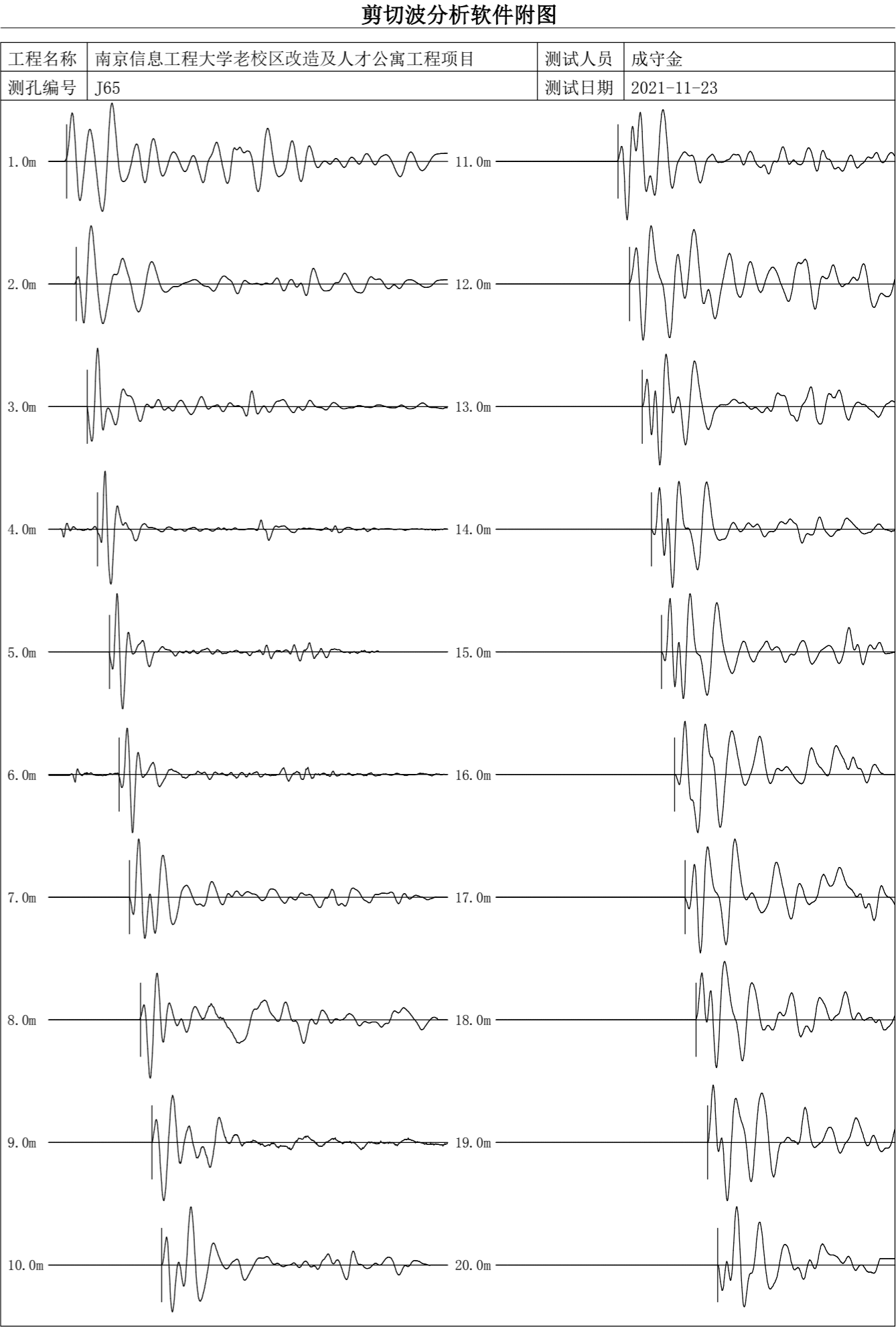
审核：贺锦美

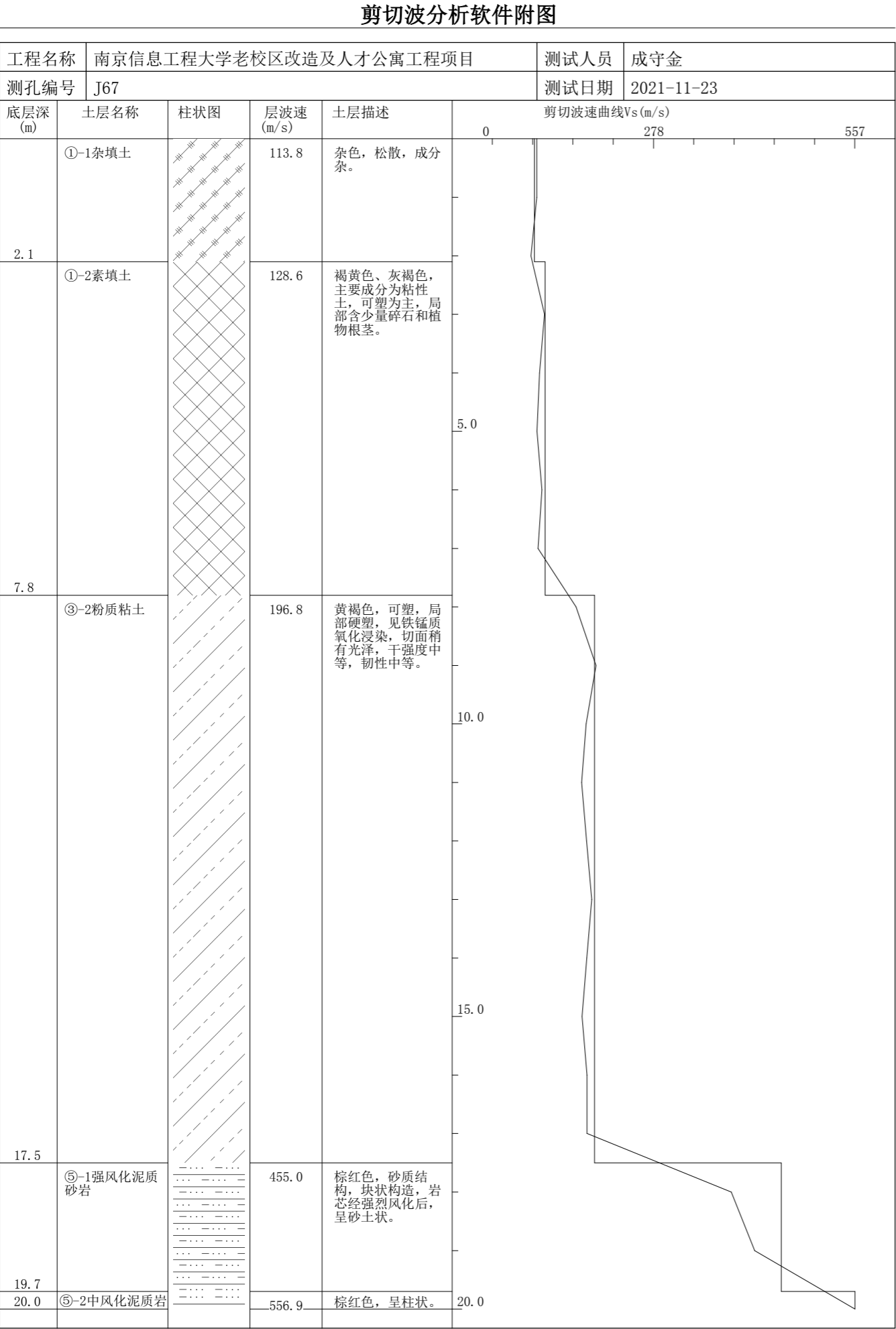






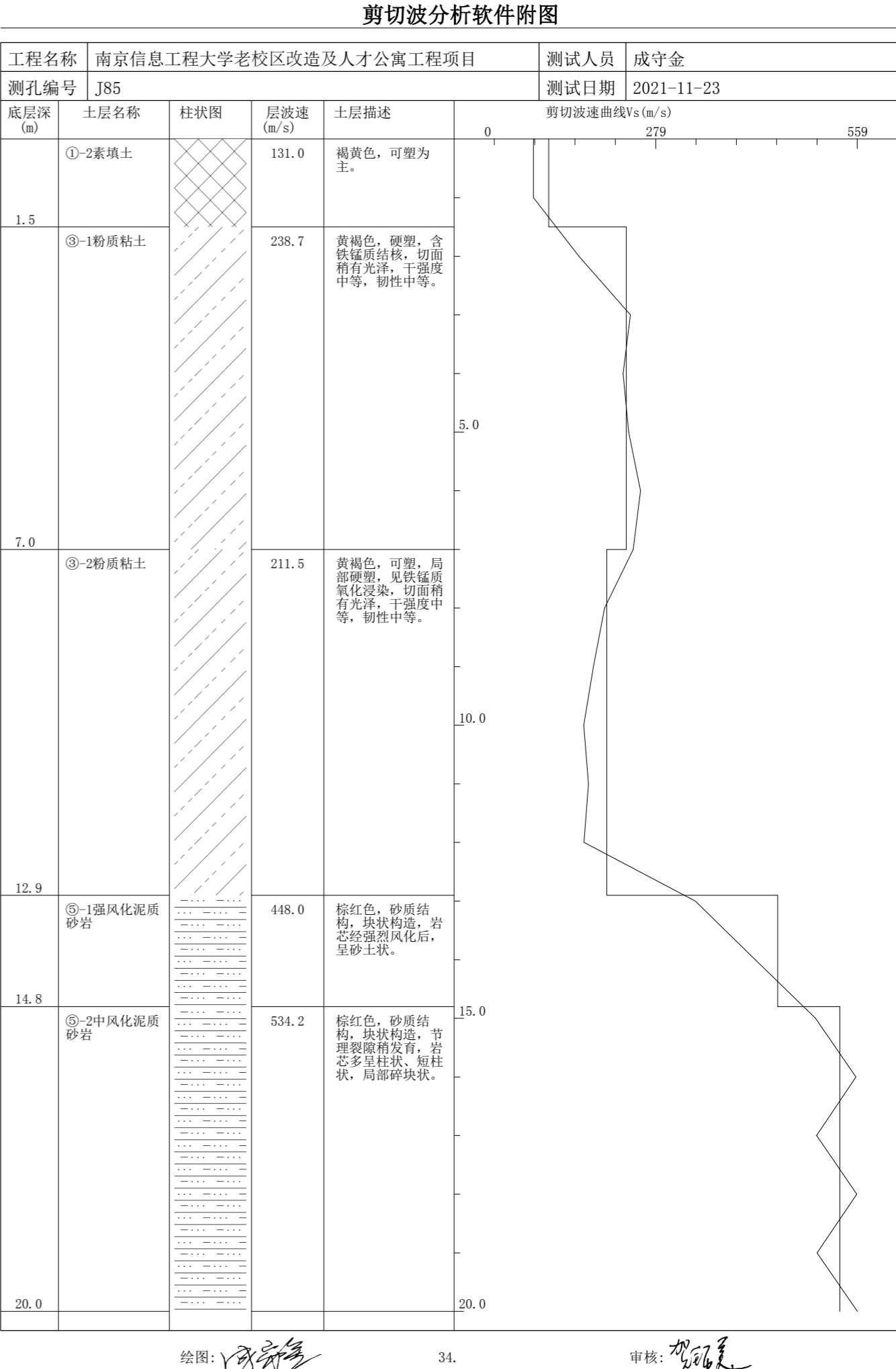
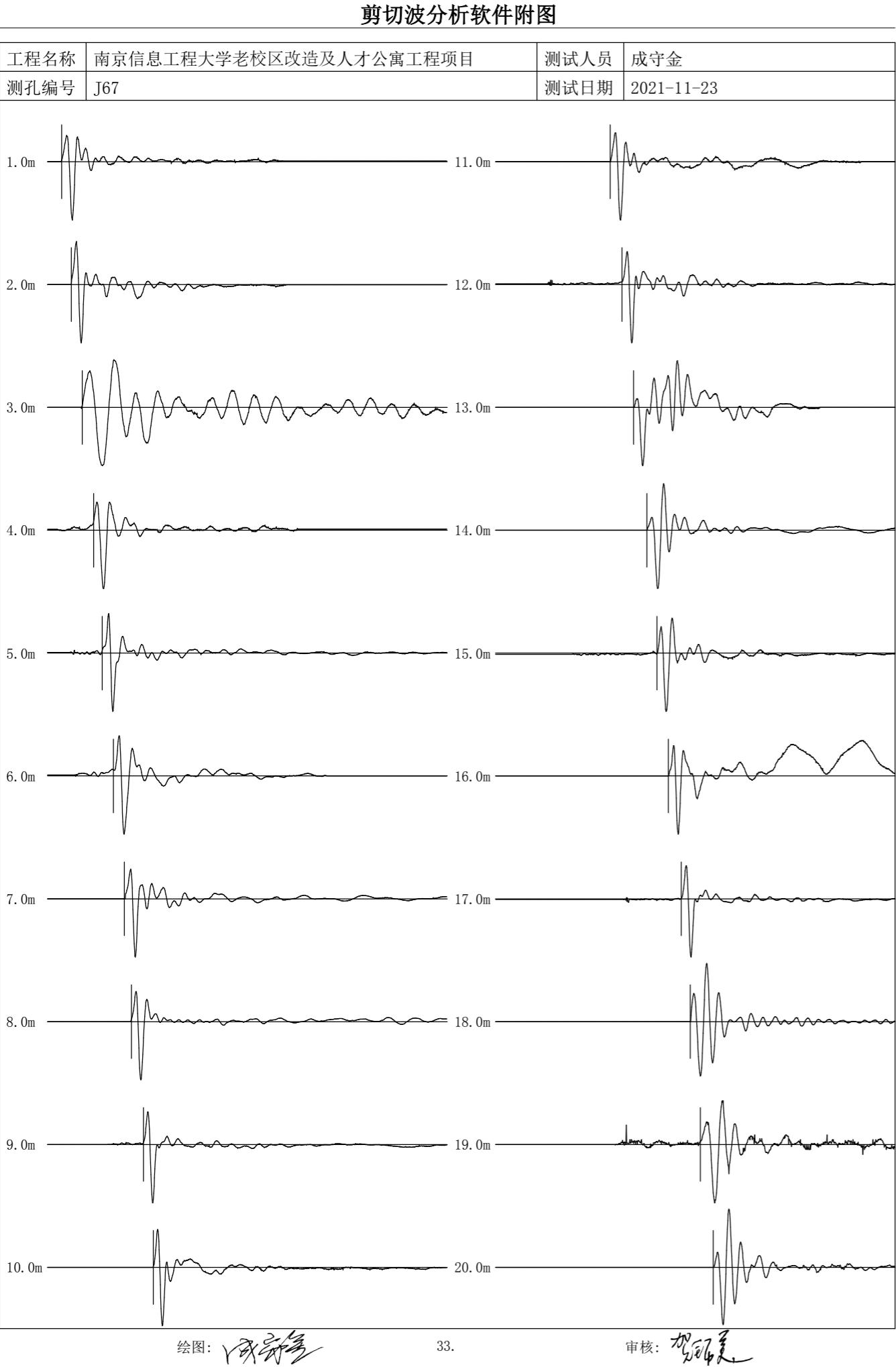
剪切波分析软件附图					
工程名称	南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目			测试人员	成守金
测孔编号	J65			测试日期	2021-11-23
测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)	测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)
1.0	13.9	102.0	11.0	79.6	192.7
2.0	21.8	103.3	12.0	84.9	185.9
3.0	29.7	115.0	13.0	90.5	179.5
4.0	37.4	123.0	14.0	95.4	201.0
5.0	45.5	119.7	15.0	100.8	186.4
6.0	53.5	123.8	16.0	106.3	179.9
7.0	58.8	182.4	17.0	111.7	186.6
8.0	63.8	198.1	18.0	116.8	193.8
9.0	69.1	184.6	19.0	119.2	418.2
10.0	74.4	185.2	20.0	121.4	456.3



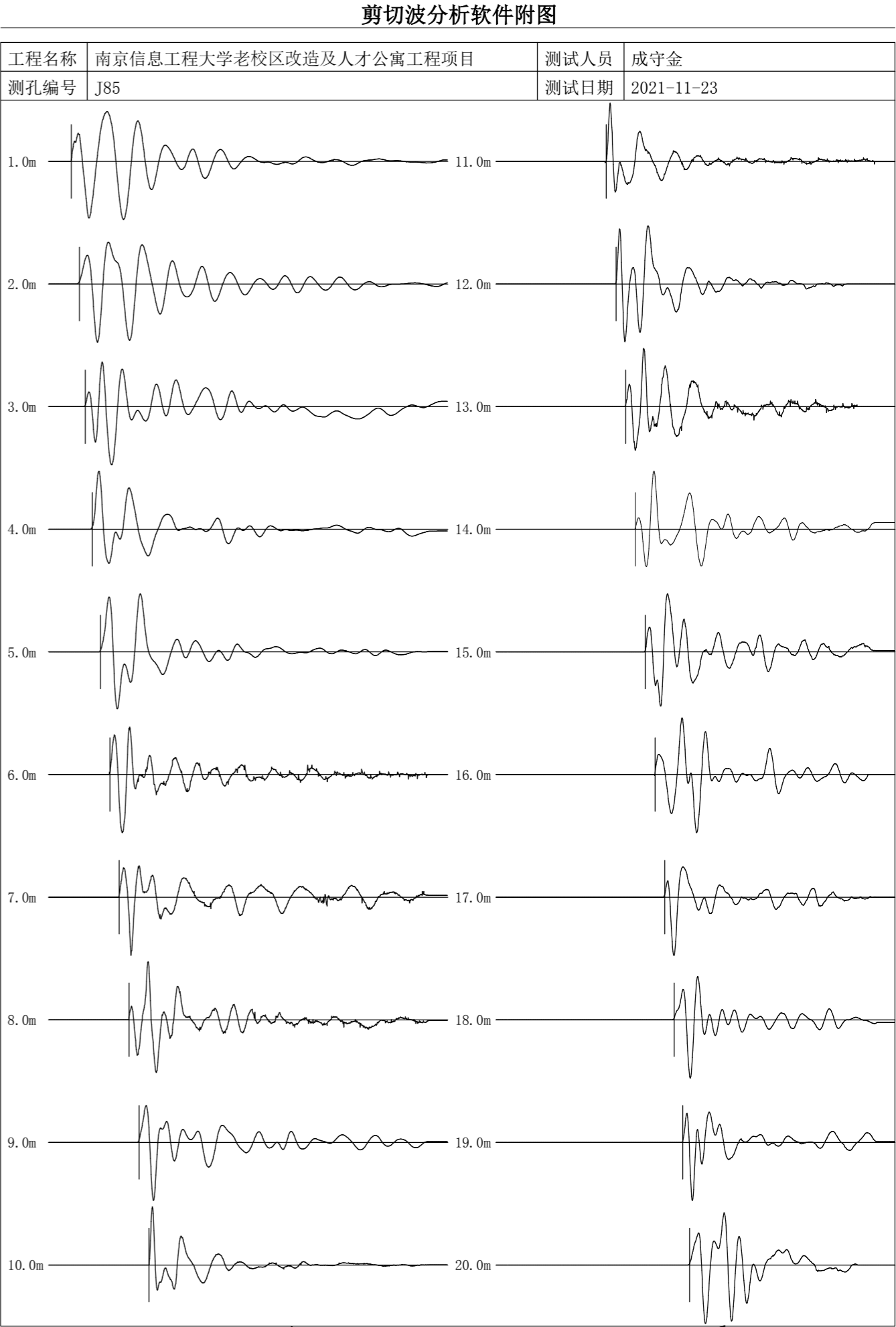


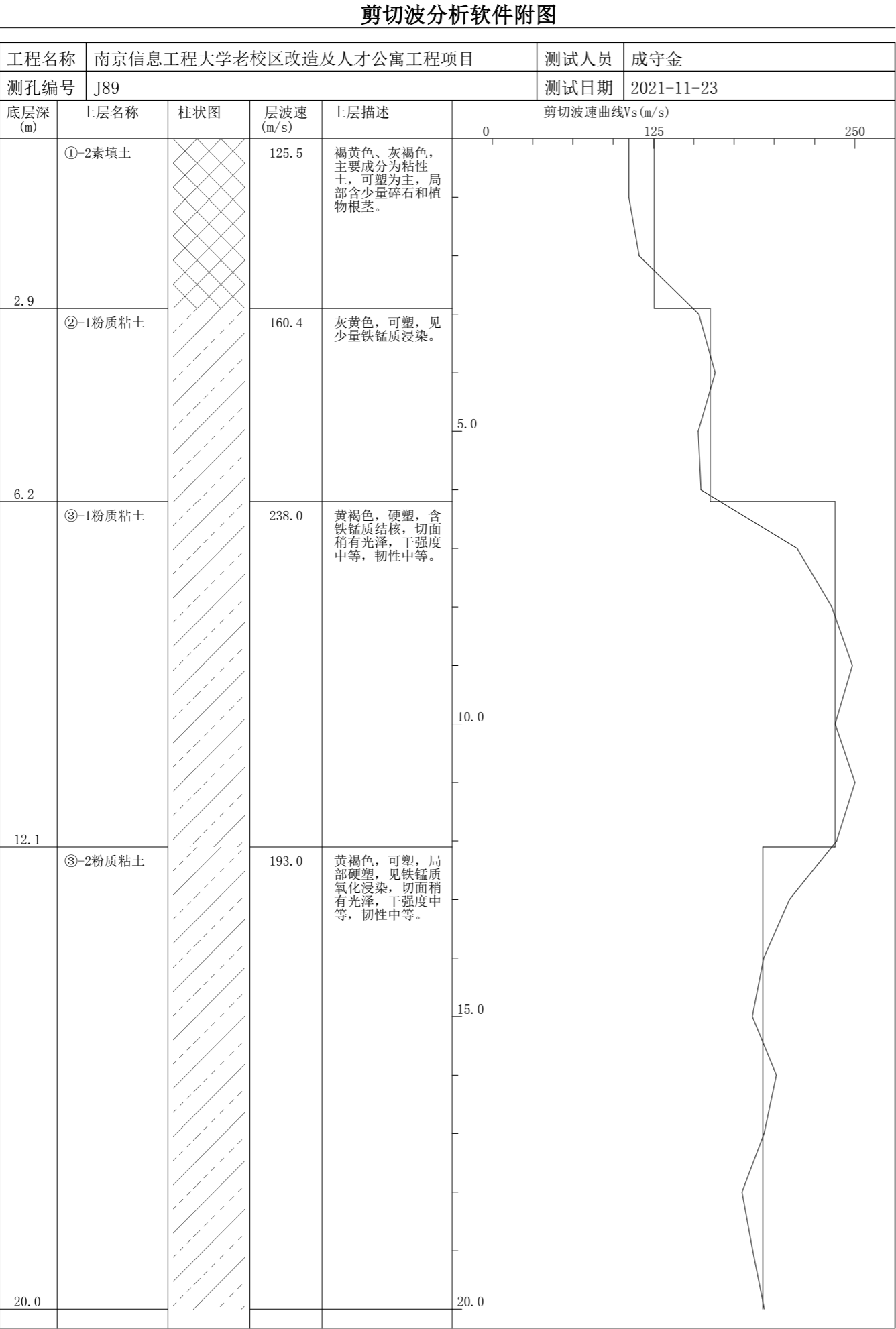
剪切波分析软件附图

工程名称	南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目				测试人员	成守金	
测孔编号	J67				测试日期	2021-11-23	
测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)	测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)		
1.0	12.1	117.1	11.0	81.0	179.0		
2.0	19.8	109.1	12.0	86.3	185.9		
3.0	26.9	127.6	13.0	91.5	193.2		
4.0	34.8	121.0	14.0	96.8	186.2		
5.0	43.2	117.4	15.0	102.4	179.7		
6.0	51.1	124.0	16.0	107.7	186.5		
7.0	59.4	118.8	17.0	113.1	186.5		
8.0	65.1	171.4	18.0	115.6	385.9		
9.0	70.1	199.0	19.0	118.0	418.2		
10.0	75.4	185.2	20.0	119.8	556.9		



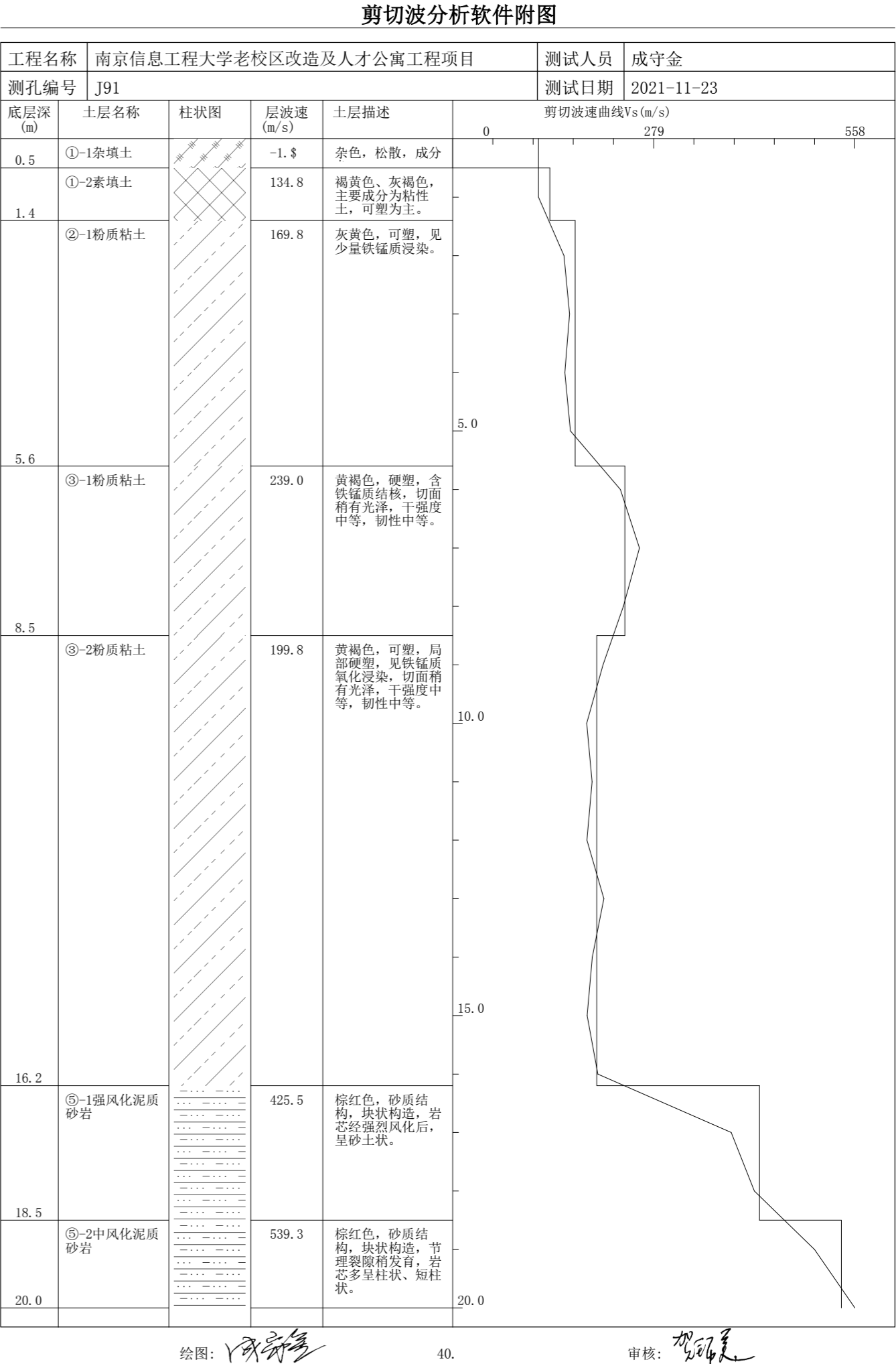
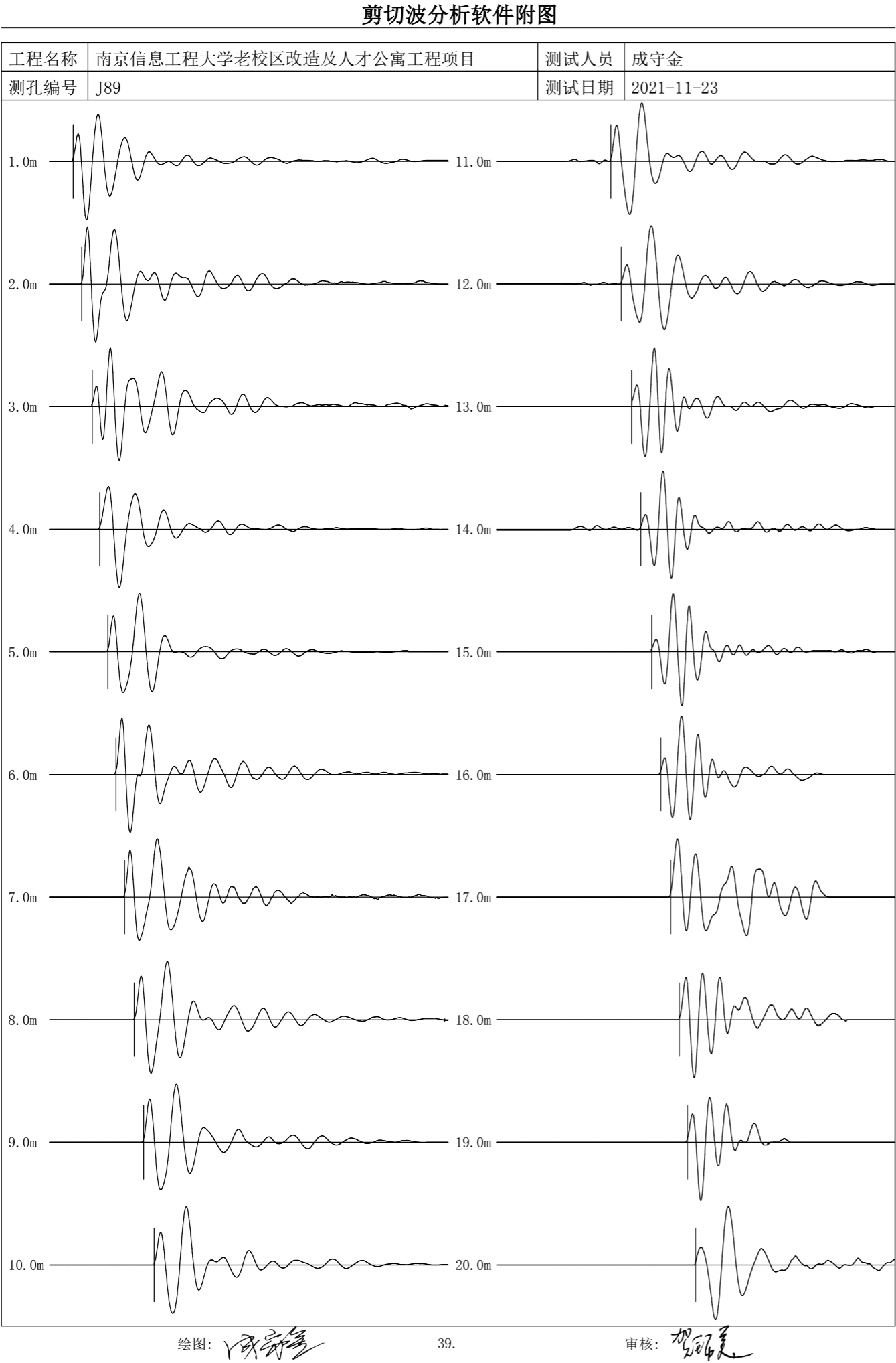
剪切波分析软件附图					
工程名称	南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目			测试人员	成守金
测孔编号	J85			测试日期	2021-11-23
测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)	测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)
1.0	12.9	109.9	11.0	56.4	186.3
2.0	16.6	173.1	12.0	62.0	179.8
3.0	20.0	244.2	13.0	64.9	334.1
4.0	24.0	234.1	14.0	67.3	417.3
5.0	27.9	241.9	15.0	69.3	500.6
6.0	31.7	258.2	16.0	71.1	556.5
7.0	35.6	248.0	17.0	73.1	501.9
8.0	40.4	208.4	18.0	74.8	557.8
9.0	45.5	193.0	19.0	76.8	502.8
10.0	51.1	179.6	20.0	78.6	558.6





剪切波分析软件附图

工程名称	南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目			测试人员	成守金
测孔编号	J89			测试日期	2021-11-23
测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)	测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)
1.0	12.9	109.9	11.0	64.7	250.3
2.0	19.8	116.2	12.0	68.9	238.9
3.0	25.5	153.3	13.0	73.7	209.5
4.0	31.3	163.4	14.0	78.8	193.6
5.0	37.6	152.9	15.0	84.2	186.6
6.0	44.0	154.6	16.0	89.1	201.5
7.0	48.5	214.4	17.0	94.2	193.8
8.0	52.7	235.9	18.0	99.8	180.1
9.0	56.6	248.7	19.0	105.1	186.8
10.0	60.8	237.9	20.0	110.3	194.0



剪切波分析软件附图					
工程名称	南京信息工程大学老校区改造及人才公寓工程项目			测试人员	成守金
测孔编号	J91			测试日期	2021-11-23
测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)	测点深 (m)	时长(ms)	S波波速 (m/s)
1.0	11.9	119.0	11.0	61.6	193.2
2.0	16.6	154.4	12.0	66.9	186.3
3.0	22.2	162.3	13.0	71.7	209.6
4.0	28.3	155.5	14.0	76.8	193.7
5.0	34.3	163.4	15.0	82.2	186.6
6.0	38.4	232.5	16.0	87.1	201.5
7.0	42.2	259.0	17.0	89.7	386.3
8.0	46.3	236.7	18.0	92.1	418.6
9.0	51.1	208.4	19.0	94.1	502.1
10.0	56.4	185.9	20.0	95.8	557.9

绘图: 成守金

41.

审核: 贺晓美

