

宁波某医院光学仪器 振动测试报告



北京万博振通检测技术有限公司

2012-4-23

测试人员：陈梓君 王滢

振动监测报告

甲方单位：广东皓信仪器有限公司

乙方单位：北京万博振通检测技术有限公司

监测时间：2012-4-23

甲方要求：就宁波妇女儿童医院 2 号楼 6 层实验仪器相关位置振动测试。

测试对象：仪器操作台以及相关地面墙壁。

测试仪器：北京万博振通检测技术有限公司自产的双通道振动数据采集器



BVM-100-2S

1. 仪器基本测试技术指标：

- 信号采样频率：双通道同步，每通道最高 1MHz
- 动态范围：96+48dB（16 位 A/D，250 倍放大）
- 信号分析频率：无级设置，最大 400kHz
- 振动测量带宽：0.1Hz-40kHz，最高分析频率 400kHz
- 转速测量范围：0.01-100,000 转/分
- 程控增益：0.25~250 倍
- 自动量程
- 振动测量和频谱分析的最大量程/最高分辨率：

加速度峰值	250 m/s ²	0.001 m/s ²	
速度有效值	200 mm/s	0.01 mm/s	
位移峰峰值	5000 μm	0.01 μm	
高频加速度	25 m/s ²	0.001 m/s ²	
电压有效值	10 V	0.01 mV	振动测量精度：5 %
- 多种传感器：速度、电涡流、压电加速度等
- 可充电电池供电，连续工作 8 小时以上
- 体积小（210*130*50mm），重量轻（1500g）
-
- 大屏幕彩色液晶，汉字显示，操作方便，真正双通道同步采集，波形及参数动态显示
- 超大存储空间，可存贮/回放 1024 点双通道数据 记录 400 组
- 现场动平衡功能；双通道轴心轨迹(李萨育图)；起停车分析
- 转速测量、噪声测量、相位测量、相位诊断
- 传递函数、静态激励测试部件固有频率
- 多种振动波形和频谱图形显示方式，游标读数，自动谱峰列表
- 多种触发方式，测试更灵活

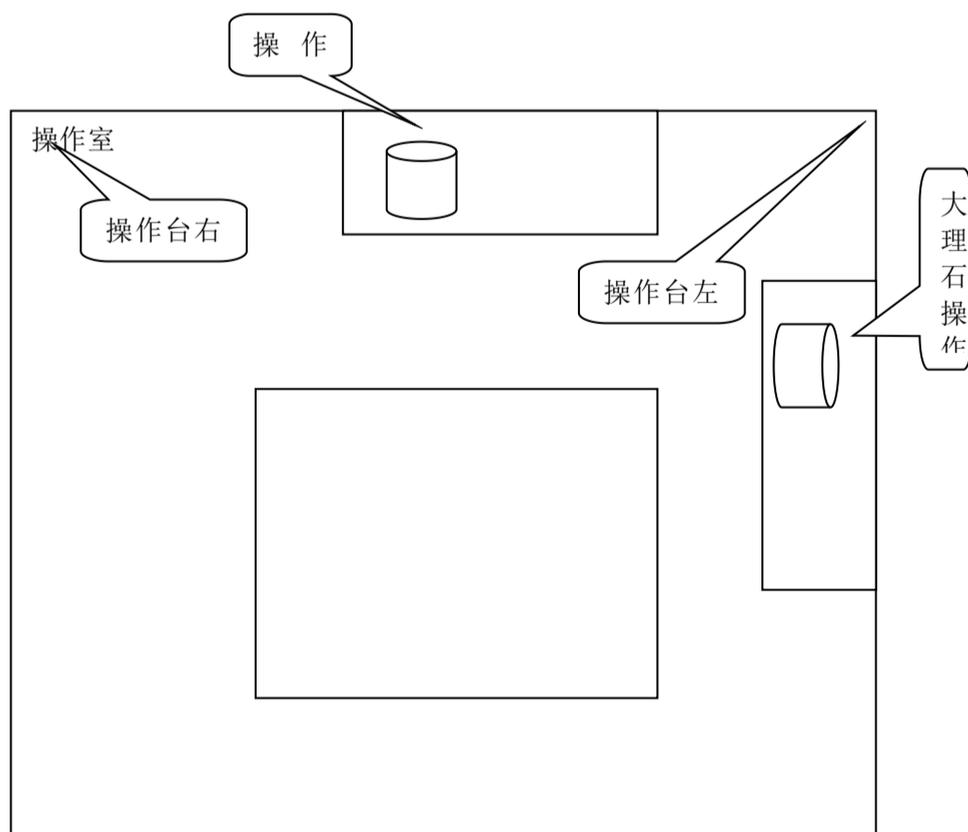
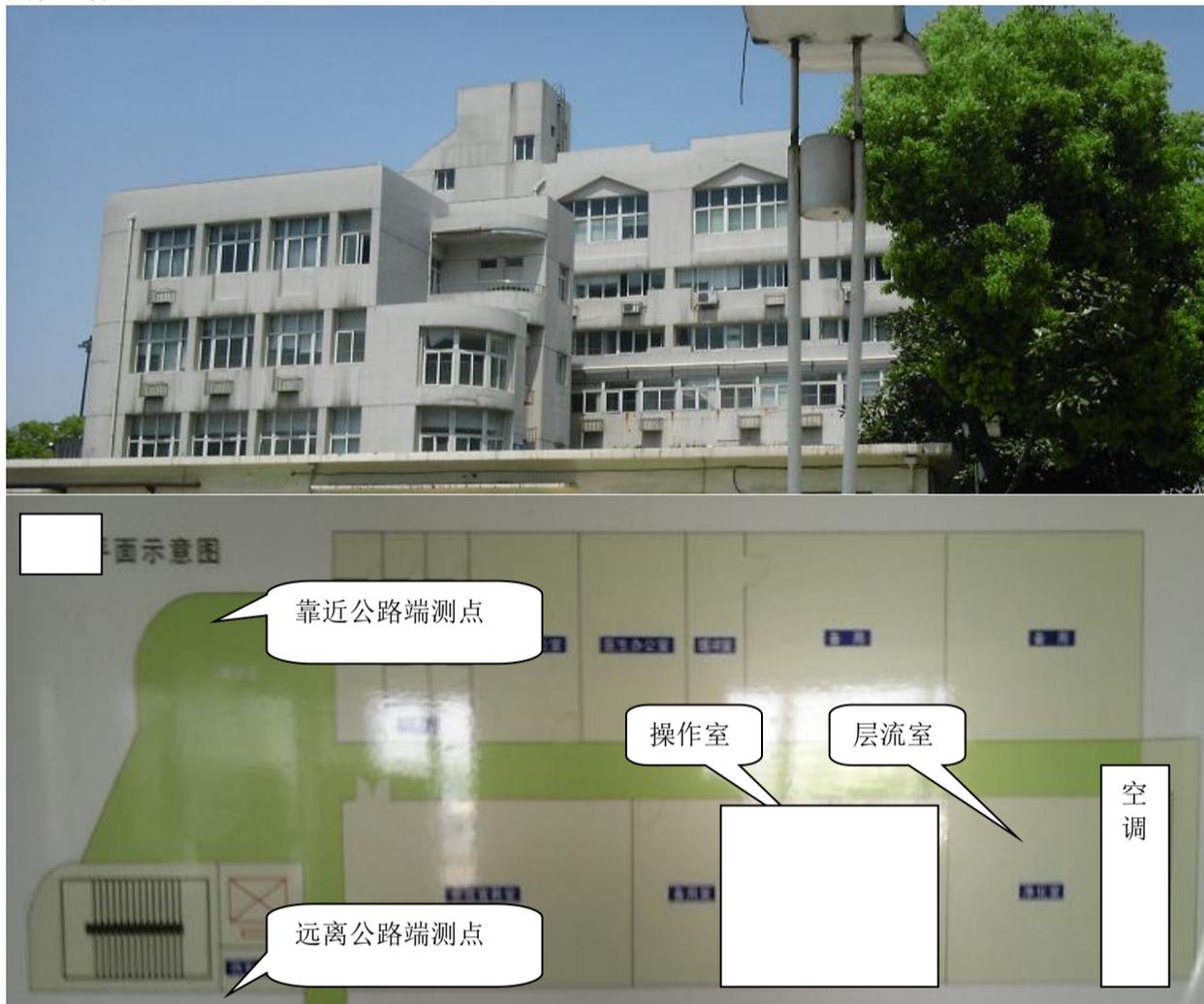
2. 测试目的及原因

皓信的进口仪器来到宁波妇女儿童医院操作室 一直受到振动的影响，不能全天正常使用，晃动得很厉害。系统通过振动测试 分析减震效果，提出建设性整改意见。

3 测试位置

首先在主楼十层北示教室测试振动
用以证明基础较好的高层建筑物振动特征。

其次是操作室





墙面测示意

墙外测点分布



前后为 Y 向；左右为 X 向。



3.测试方法

用手把传感器顶在被测承重墙或者地面上,或者用强力磁铁吸盘吸附在被测点的铁质部件上,进行采集数据。
选择测点,建立测点数据库,将测点下载到测试仪器,测试完成后测试仪器上传测点振动值和振动波形到计算机,之后打印报告



4.监测数据

部门监测报告

单位：总公司 分厂：宁波妇女儿童医院 部门：十楼北示教室
监测时间：2012-4-23 监测数据

序号	分厂	部门	设备	测点名	测点代码	时间	加速度	速度	位移
1	宁波妇女儿童医院	十楼北示教室	楼面	窗口 1 垂直	nb-10b-1z	2012-4-23 9:34:59	3	0.525	16.29
2	宁波妇女儿童医院	十楼北示教室	楼面	窗口 2 垂直	nb-10b-2z	2012-4-23 9:31:08	3.105	0.536	16.31
3	宁波妇女儿童医院	十楼北示教室	楼面	内 3 垂直	nb-10b-3z	2012-4-23 9:27:05	3.101	0.525	16.27
5	宁波妇女儿童医院	十楼北示教室	楼面	内 4 垂直	nb-10b-4z	2012-4-23 9:22:04	3.116	0.557	17.77
7	宁波妇女儿童医院	十楼北示教室	楼面	内 4 水平	nb-10b-4x	2012-4-23 9:16:05	3.194	0.759	42.27
8	宁波妇女儿童医院	十楼北示教室	楼面	内 4 水平 2	nb-10b-4y	2012-4-23 9:16:05	3.407	0.853	52.46
9	宁波妇女儿童医院	十楼北示教室	楼面	中心	POINT6	2012-4-23 9:47:34	3.017	0.523	16.23
10	宁波妇女儿童医院	十楼北示教室	楼面	桌面	POINT7	2012-4-23 9:48:52	2.91	0.528	16.27

报告时间：
2012-4-23
报告人：
Admin

设备监测报告

单位：总公司 分厂：宁波妇女儿童医院 部门：2 号楼
设备：6 层外
监测时间：2012-4-23 监测数据

序号	分厂	部门	设备	测点名	测点代码	时间	加速度	速度	位移
1	宁波妇女儿童医院	2 号楼	6 层外	测试点 2	POINT10	2012-4-23 10:10:27	3.057	0.912	35.64
2	宁波妇女儿童医院	2 号楼	6 层外	层流风机墙壁	POINT15	2012-4-23 10:50:22	3.027	0.513	15.76
3	宁波妇女儿童医院	2 号楼	6 层外	层流管道	POINT16	2012-4-23 10:56:00	3.306	2.192	110.4
4	宁波妇女儿童医院	2 号楼	6 层外	层流间门口垂直	POINT18	2012-4-23 11:02:38	3.101	0.515	20.58
5	宁波妇女儿童医院	2 号楼	6 层外	层流间门口水平	POINT17	2012-4-23 11:02:38	2.983	0.513	17.26
6	宁波妇女儿童医院	2 号楼	6 层外	空调	POINT11	2012-4-23 10:15:04	5.438	3.15	39.69
7	宁波妇女儿童医院	2 号楼	6 层外	墙角 X 水平	POINT12	2012-4-23 10:21:36	3.058	0.492	16.02
8	宁波妇女儿童医院	2 号楼	6 层外	墙角 Y 空调开	POINT14	2012-4-23 10:27:33	3.042	0.553	19.65
9	宁波妇女儿童医院	2 号楼	6 层外	墙角 Y 水平	POINT13	2012-4-23 10:21:36	3.098	0.958	44.52
10	宁波妇女儿童医院	2 号楼	6 层外	墙角垂直方向	POINT9	2012-4-23 10:04:25	3.188	0.508	17.2

报告时间：2012-4-23

报告人：Admin

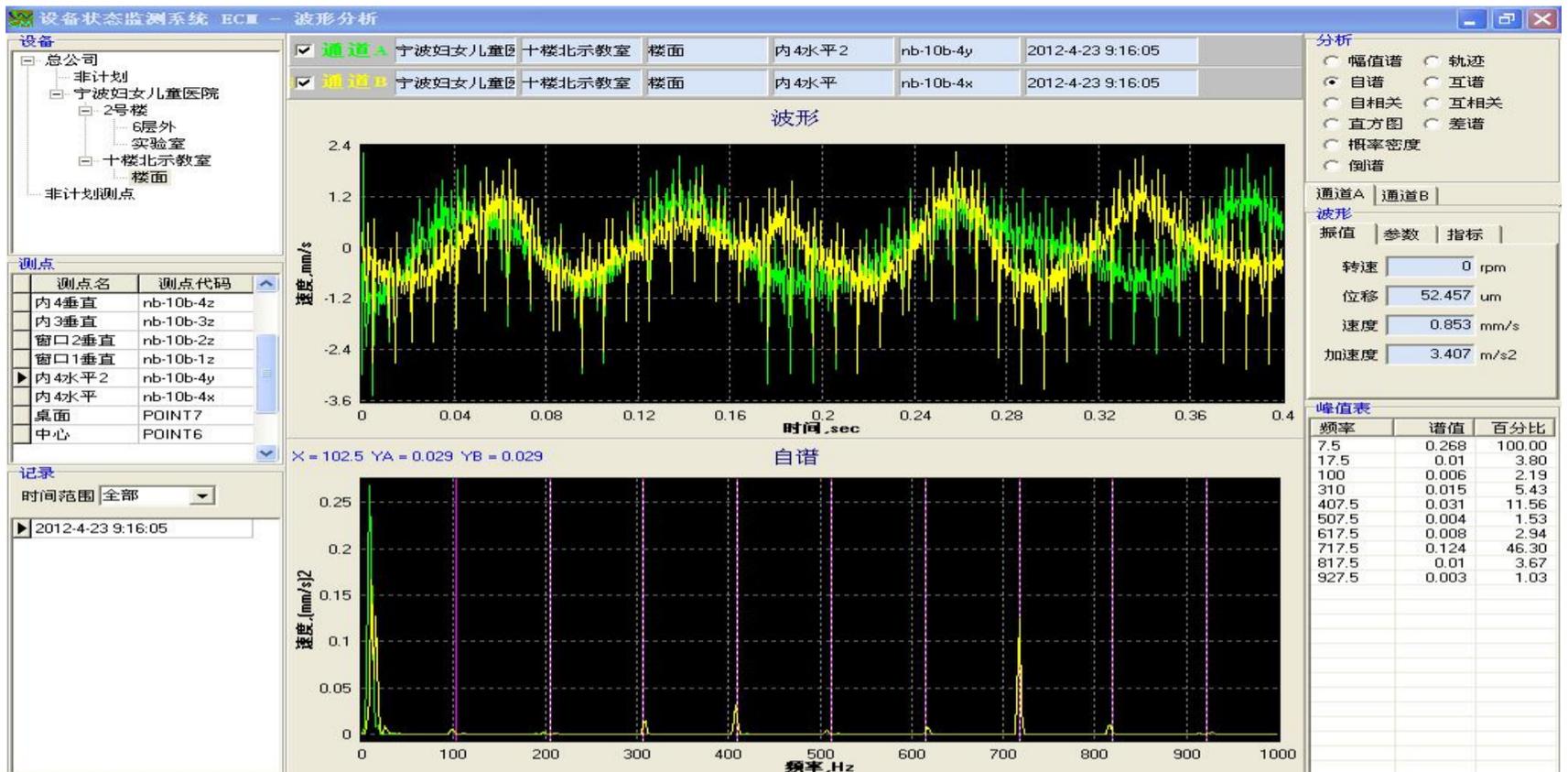
单位：总公司 分厂：宁波妇女儿童医院 部门：2 号楼

设备：实验室

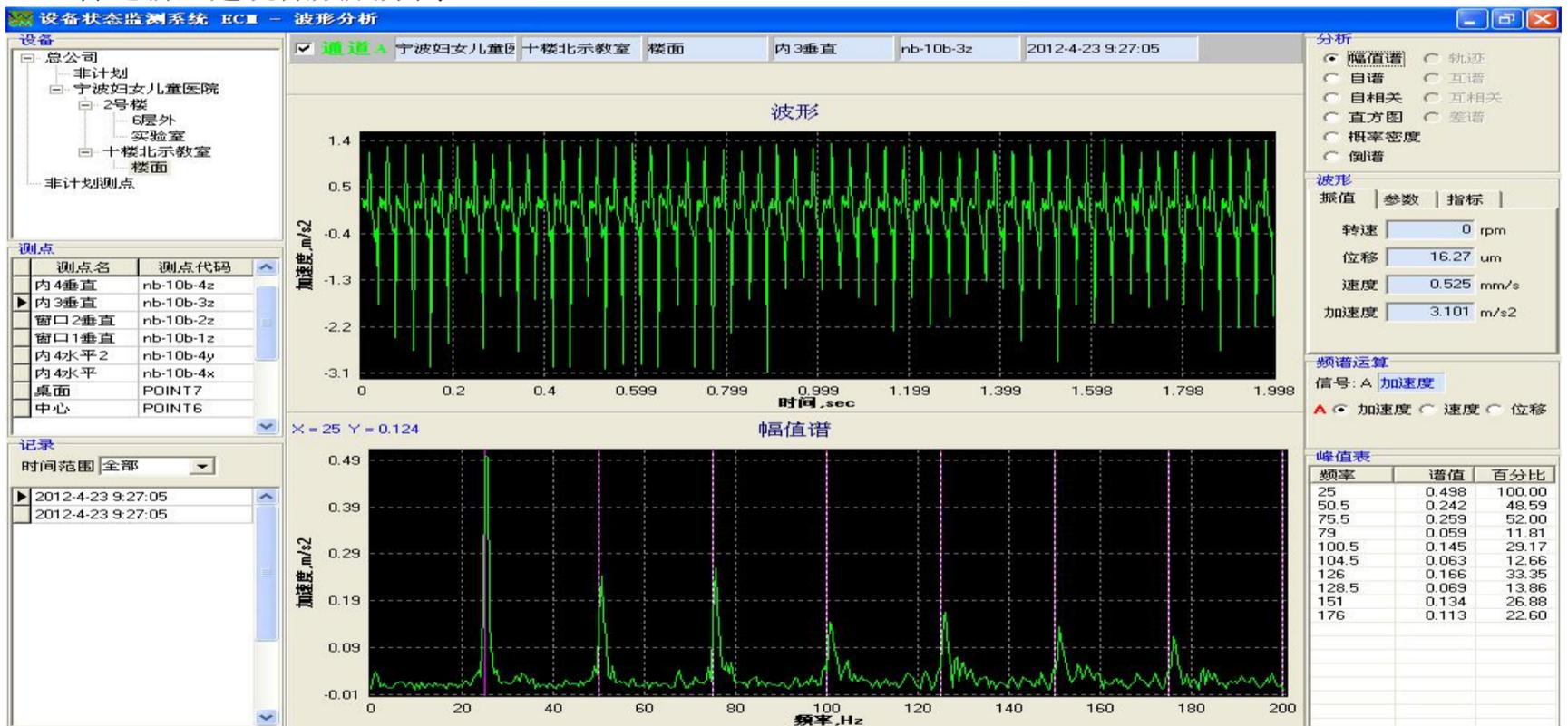
监测时间：2012-4-23 监测数据

序号	分厂	部门	设备	测点名	测点代码	时间	加速度	速度	位移
1	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	操作台 1 点水平	nb-czt1	2012-4-23 13:42:42	2.976	0.505	15.64
2	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	操作台垂直	nb-czt2	2012-4-23 13:42:42	2.899	0.481	16.51
3	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	操作台减震上 1 水平	POINT22	2012-4-23 13:56:25	3.015	0.564	18.57
5	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	操作台减震上 2 水平	POINT23	2012-4-23 13:56:25	2.932	0.539	15.06
6	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	操作台减震上水平 A	nb-ls5	2012-4-23 13:15:31	2.96	0.505	16.18
7	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	操作台腿 3	nb-czt3	2012-4-23 13:21:23	3.033	0.488	15.89
8	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	操作台腿 4	nb-czt4	2012-4-23 13:21:23	3.433	1.702	26.97
9	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	操作台下垂直	nb-ls2	2012-4-23 13:01:06	2.958	0.494	16.4
10	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	操作台下水平	nb-ls1	2012-4-23 13:01:06	2.893	0.518	15.89
11	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	大理石 1 水平	nb-das1	2012-4-23 13:06:22	3.096	0.506	16.88
12	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	大理石 2 垂直	nb-das2	2012-4-23 13:06:22	2.926	0.48	15.95
13	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	实验室外靠公路水平 1	nb-dm3	2012-4-23 14:06:16	2.999	0.499	17.09
14	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	实验室外靠公路水平 2	nb-dm4	2012-4-23 14:06:16	2.927	0.557	20.89
15	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	实验室外远公路水平 1	POINT24	2012-4-23 14:11:21	2.871	0.5	15.08
16	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	实验室外远公路水平 2	POINT25	2012-4-23 14:11:21	2.943	0.473	14.9
17	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	试验台下水平 1	nb-ls3	2012-4-23 13:10:44	3.048	0.514	16.15
18	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	试验台下水平 2	nb-ls4	2012-4-23 13:10:44	2.952	0.49	15.28
19	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	右手地面 1	nb-dm1	2012-4-23 13:32:09	2.955	0.505	16.3
20	宁波妇女儿童医院	2 号楼	实验室	左手地面 2	nb-dm2	2012-4-23 13:35:11	3.033	0.503	17.08

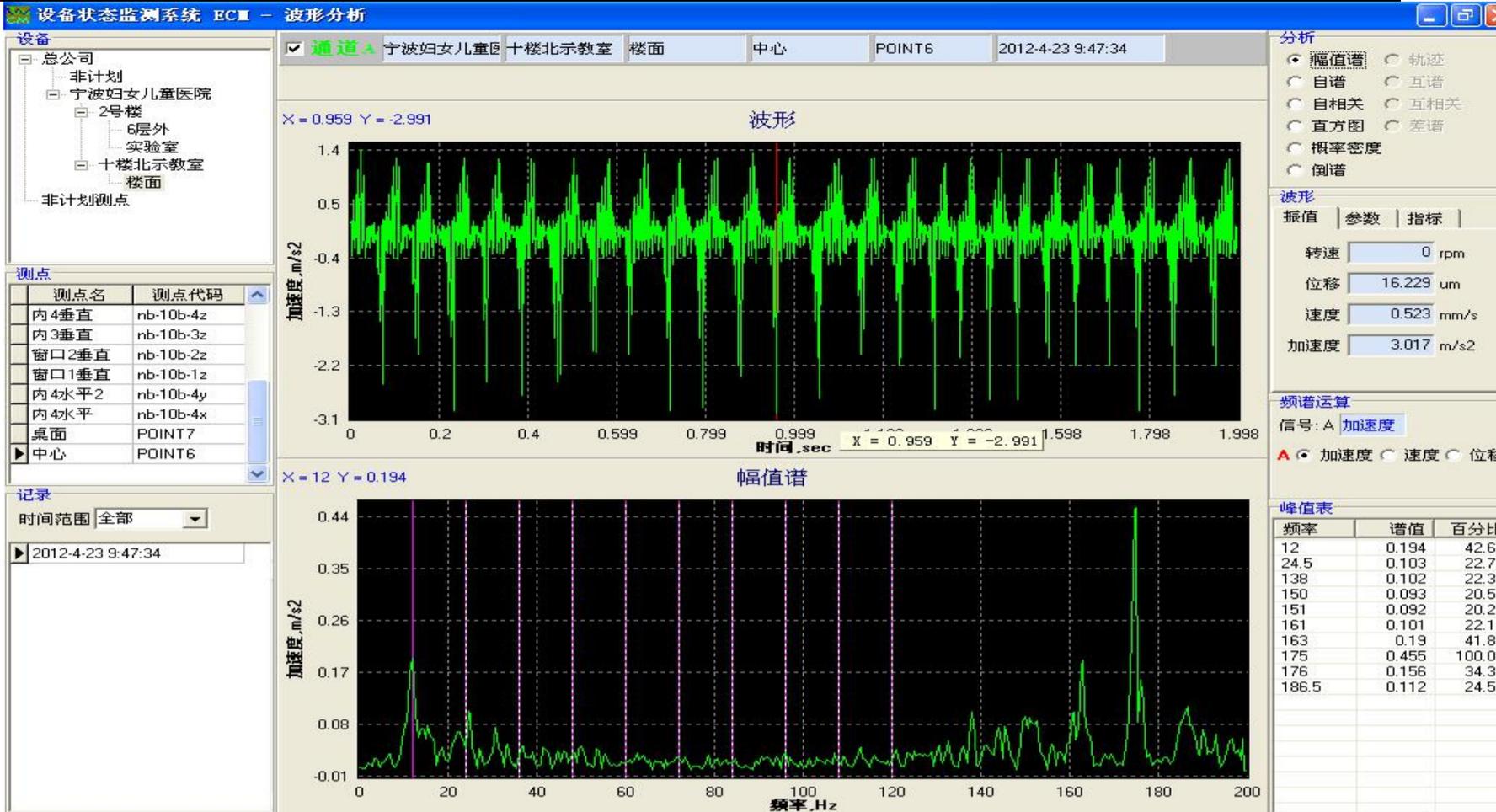
6. 数据分析:



普通新型建筑低频成分高,



例如上图 普通建筑物低频振动高, 这个 25 赫兹的振动 很有可能是冷却水泵引起的, 因为水泵大多数是 1490RPM.



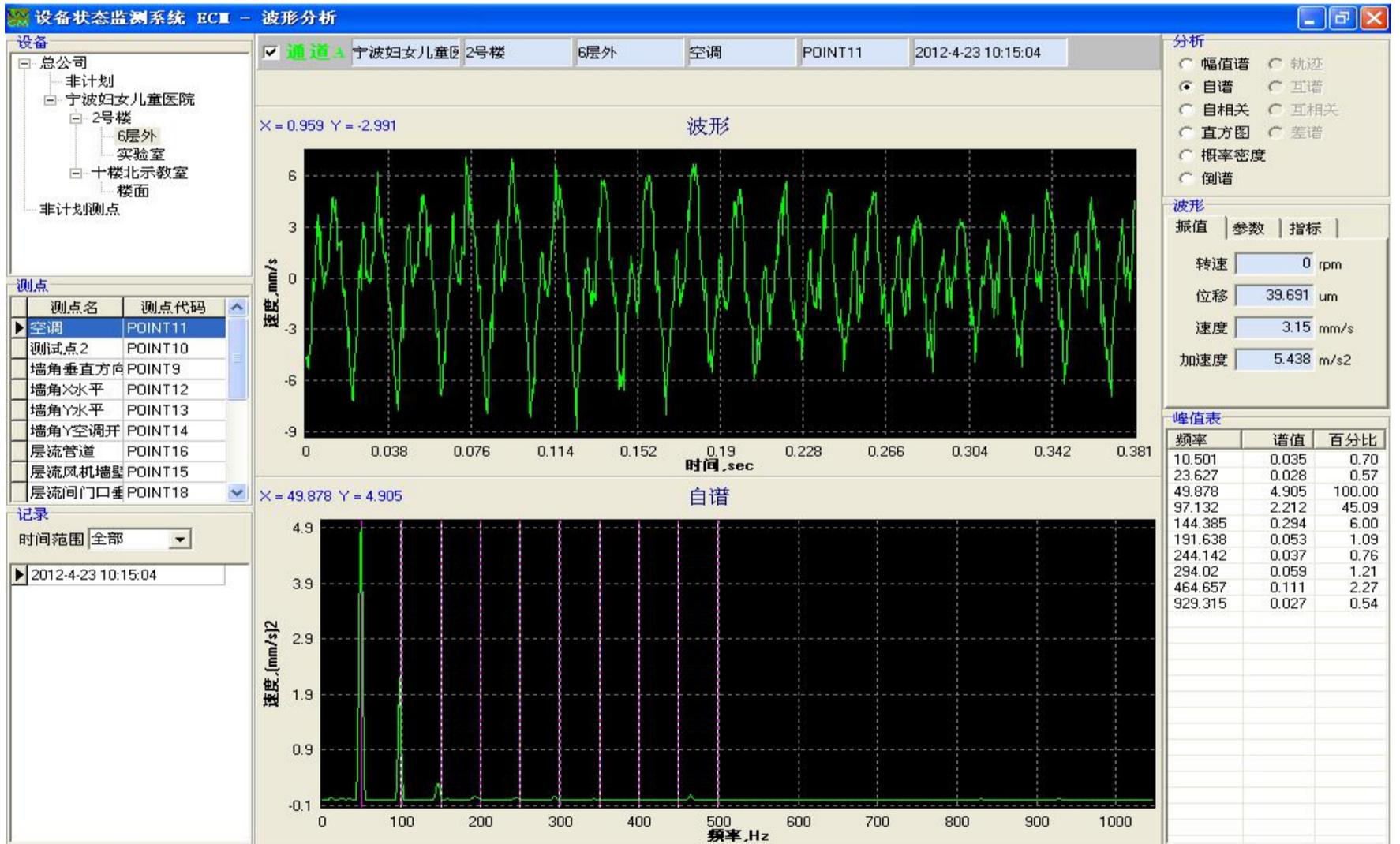
即便是频谱上看是 175 赫兹最高，但时域波形上看明显是 12 赫兹的周期性信号。振动是外界机械振动引起的。



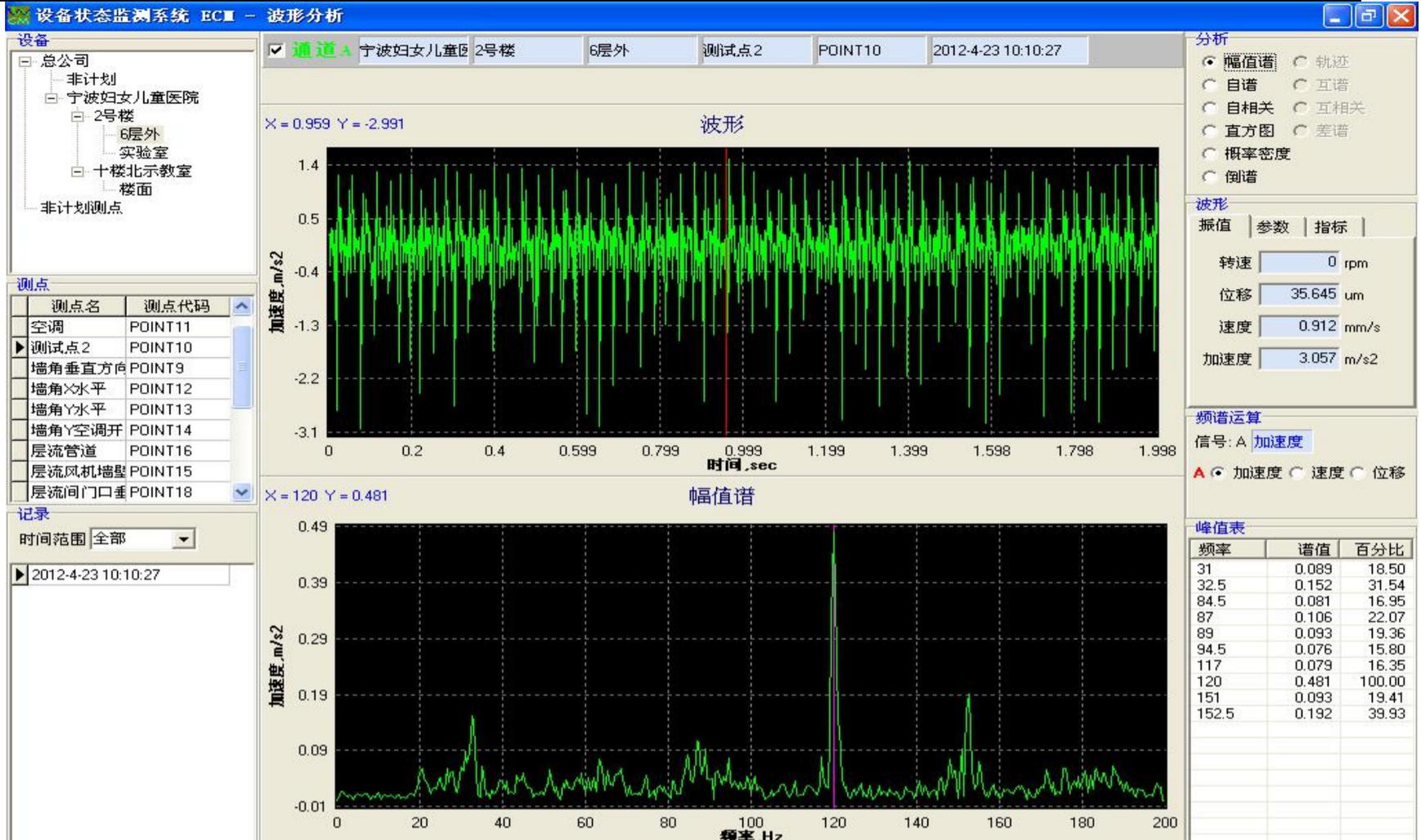
窗口 2 的 16 赫兹振动。



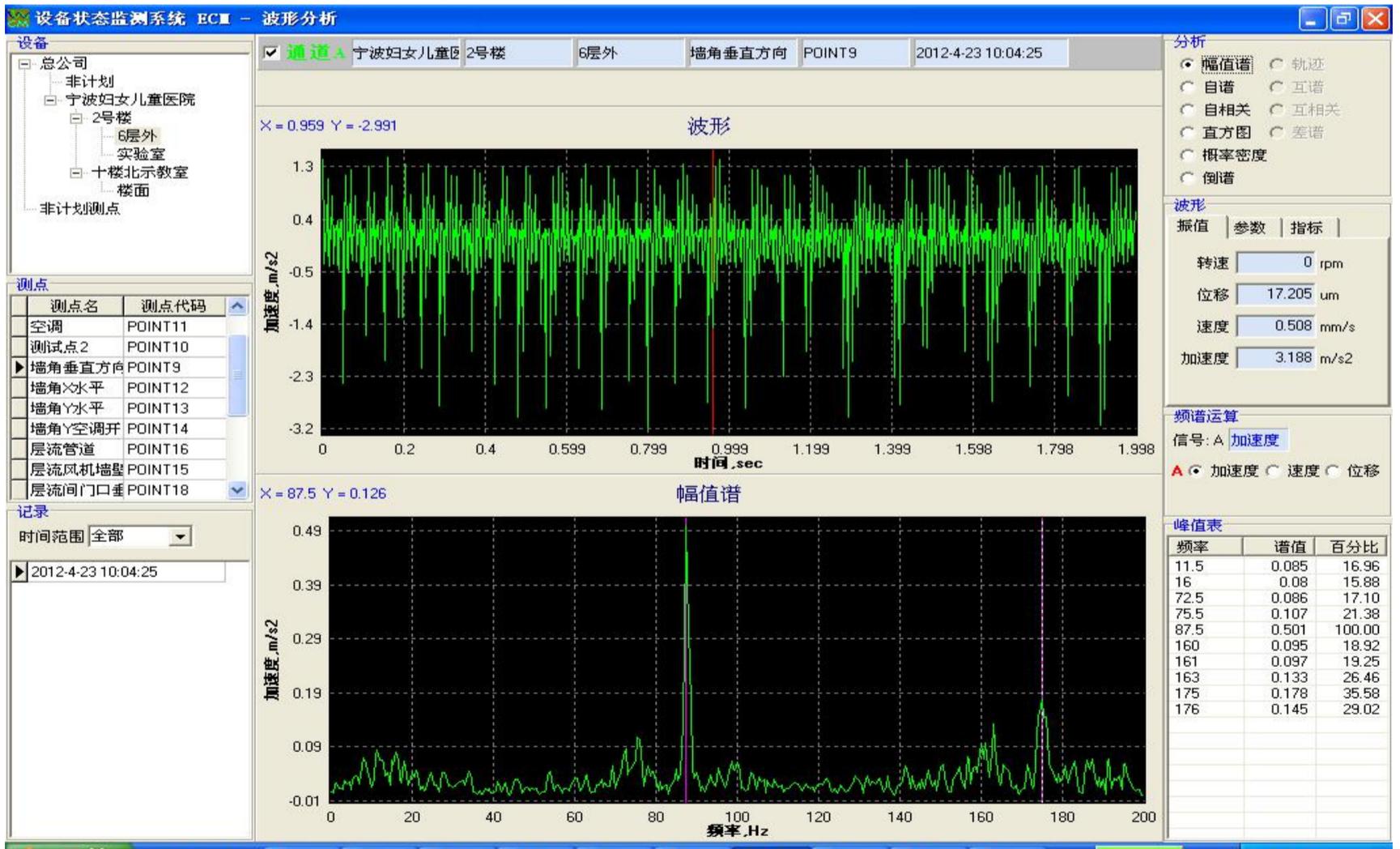
窗口1的工频振动，都很容易解释。



空调室外机工作频率就是 50 赫兹的工频。



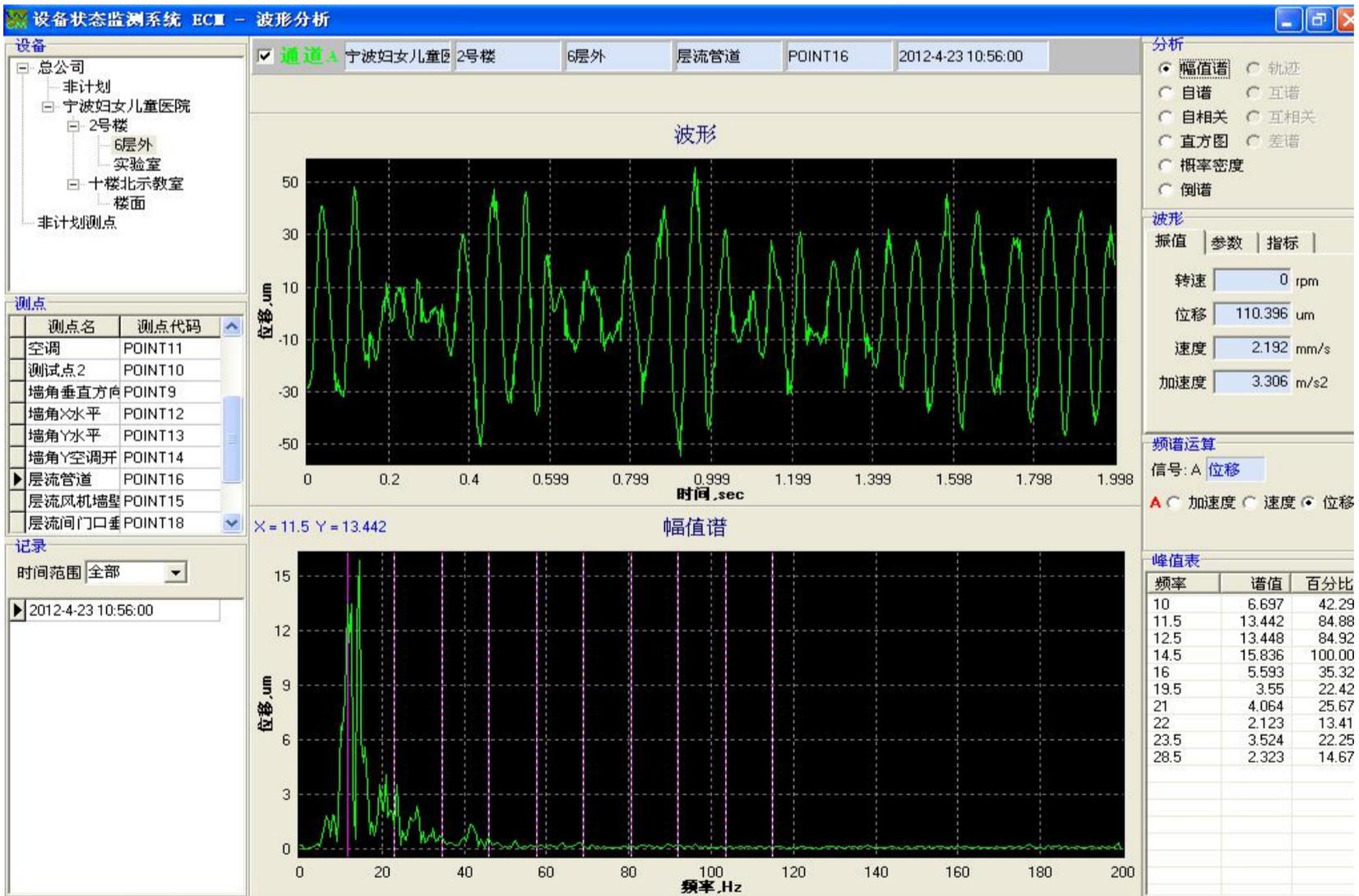
六楼室外测点 2 振动主要频率为 120 赫兹。



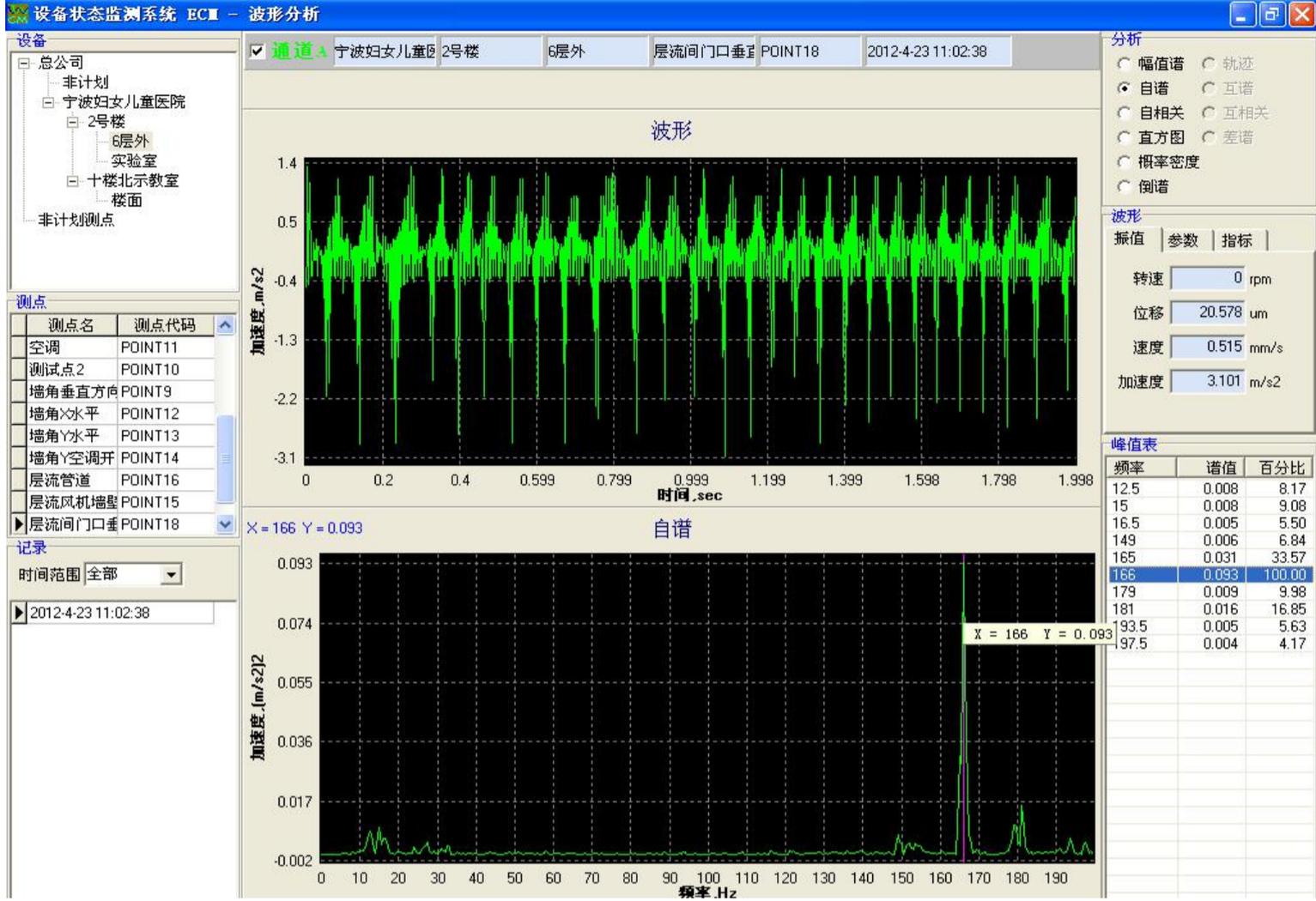
墙角垂直方向振动主要频率 87.5，夹杂着 11.5 赫兹 16 赫兹的低频。



水平垂直在室外风机关闭的过程中 出现过振动位移很大的情况，从频率上看主要是 53 赫兹。



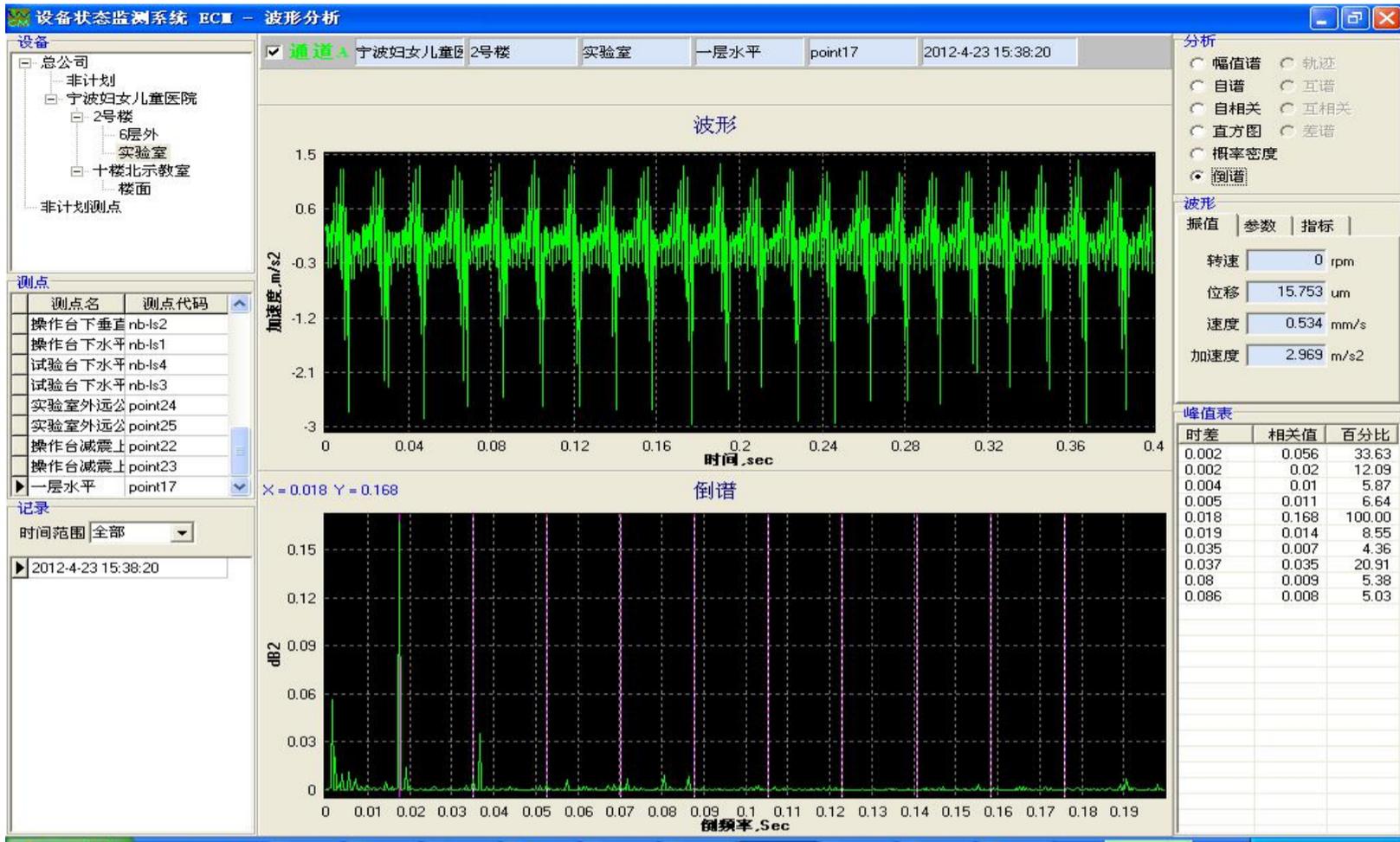
层流风机风筒的振动频率集中在 10 到 16 赫兹之间。



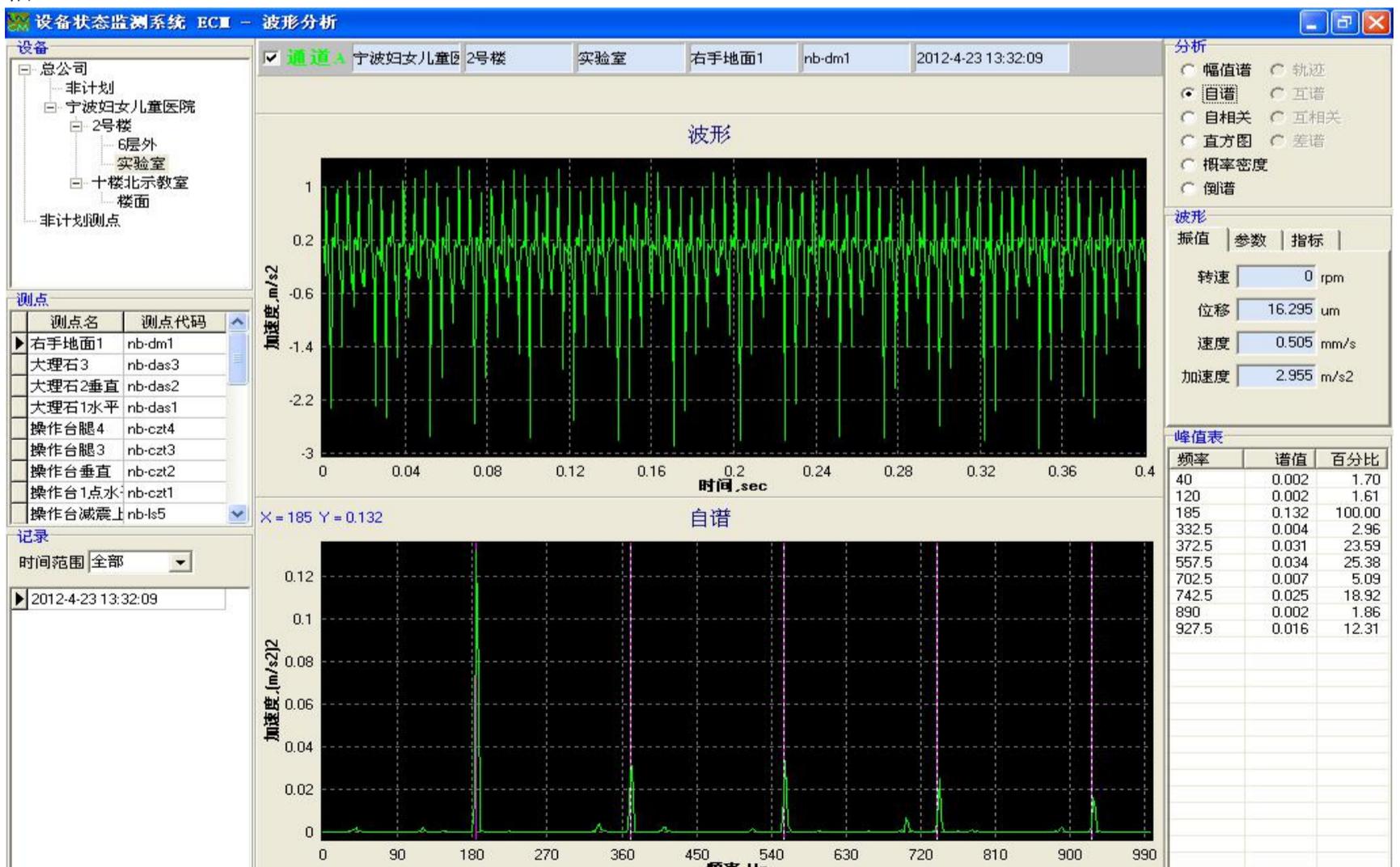
层流风机室门口垂直方向主要振动频率成分为 166 赫兹。



层流风机室内靠近操作室的墙上振动主要频率为 73 赫兹 二倍频率 146 也很清楚，并且有边带，低频振动被调幅调频。

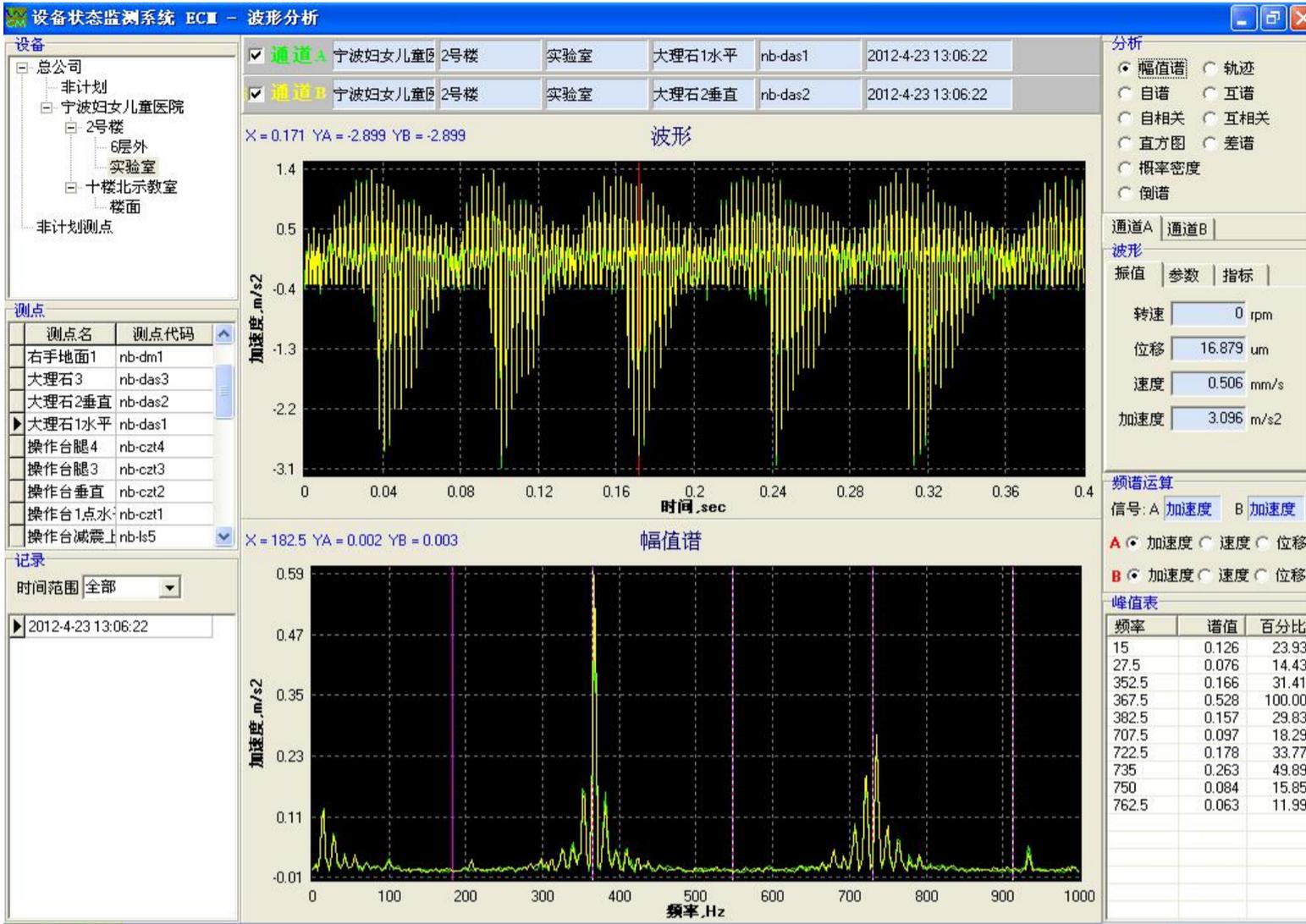


一层振动多是 56 的倍频 这一点从倒频谱上可以清晰得看到。频谱图最高频率为 625 大概是 56 的 11 倍

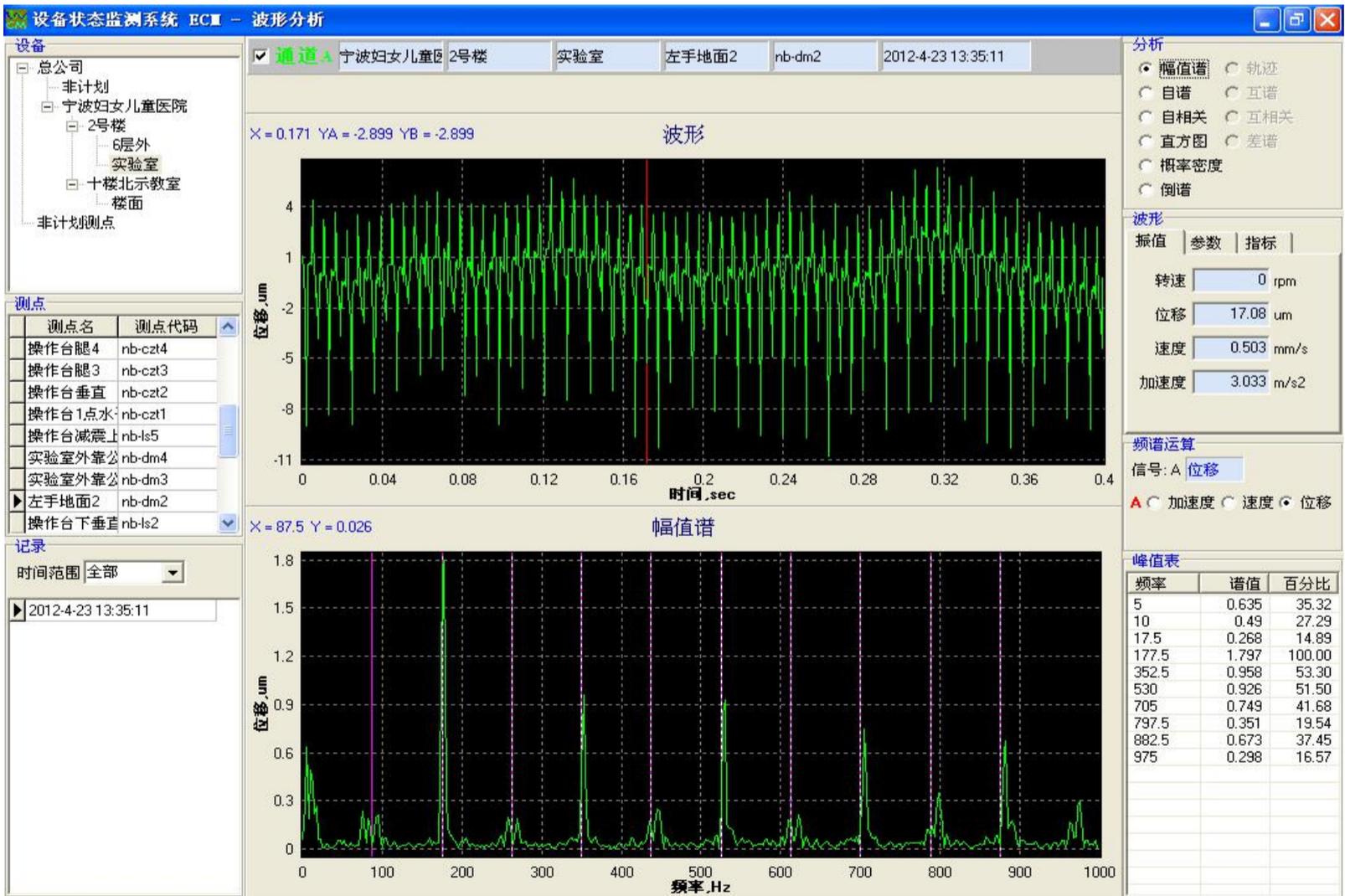




操作台右手边墙角振动频谱主要是 185 赫兹以及 2345 倍频

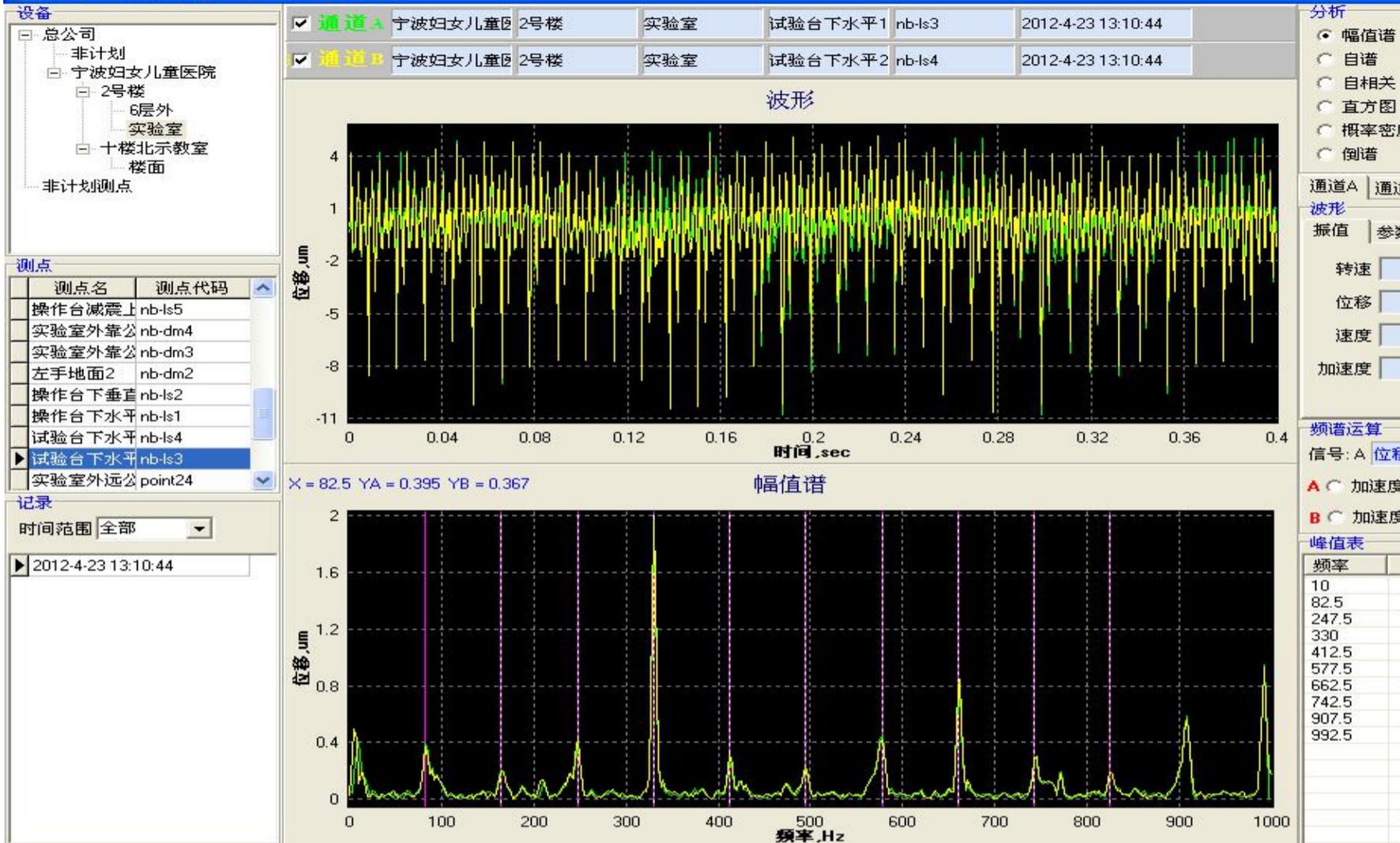


效果较好的大理石台面，振动主要频率为 367.5 赫兹和 2 倍频 735 赫兹。15 赫兹的被高频调制。

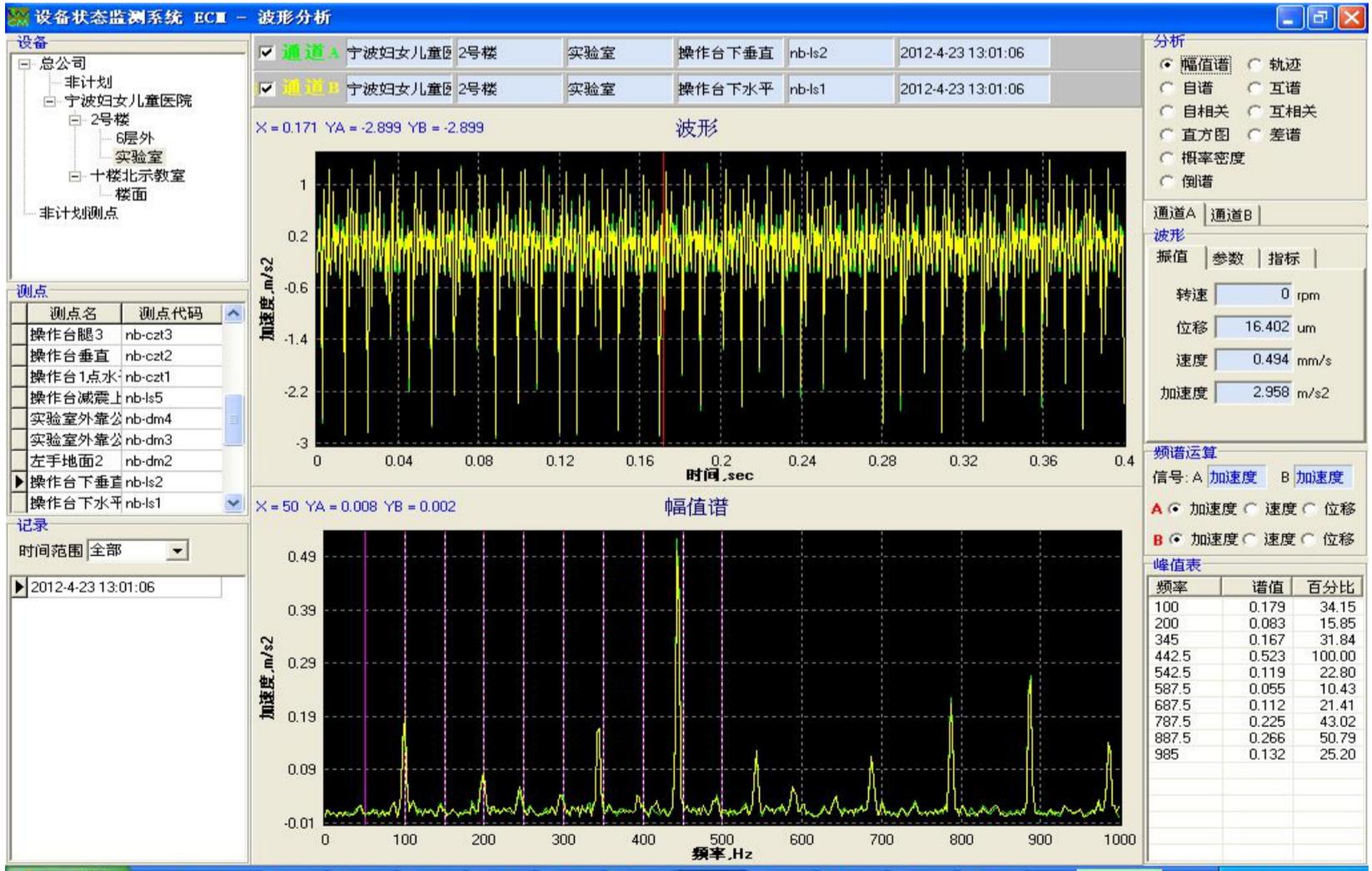




设备状态监测系统 ECII - 波形分析



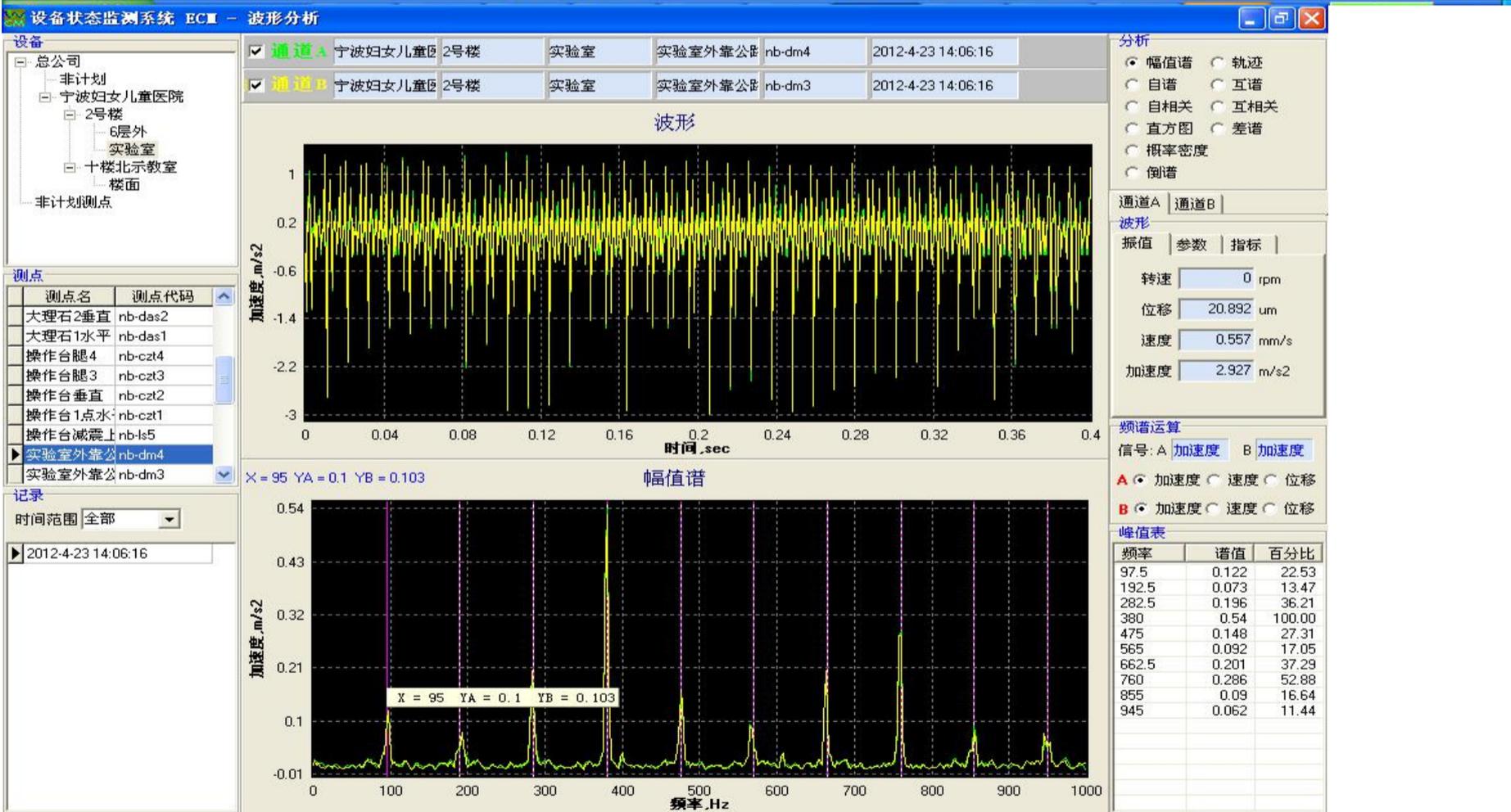
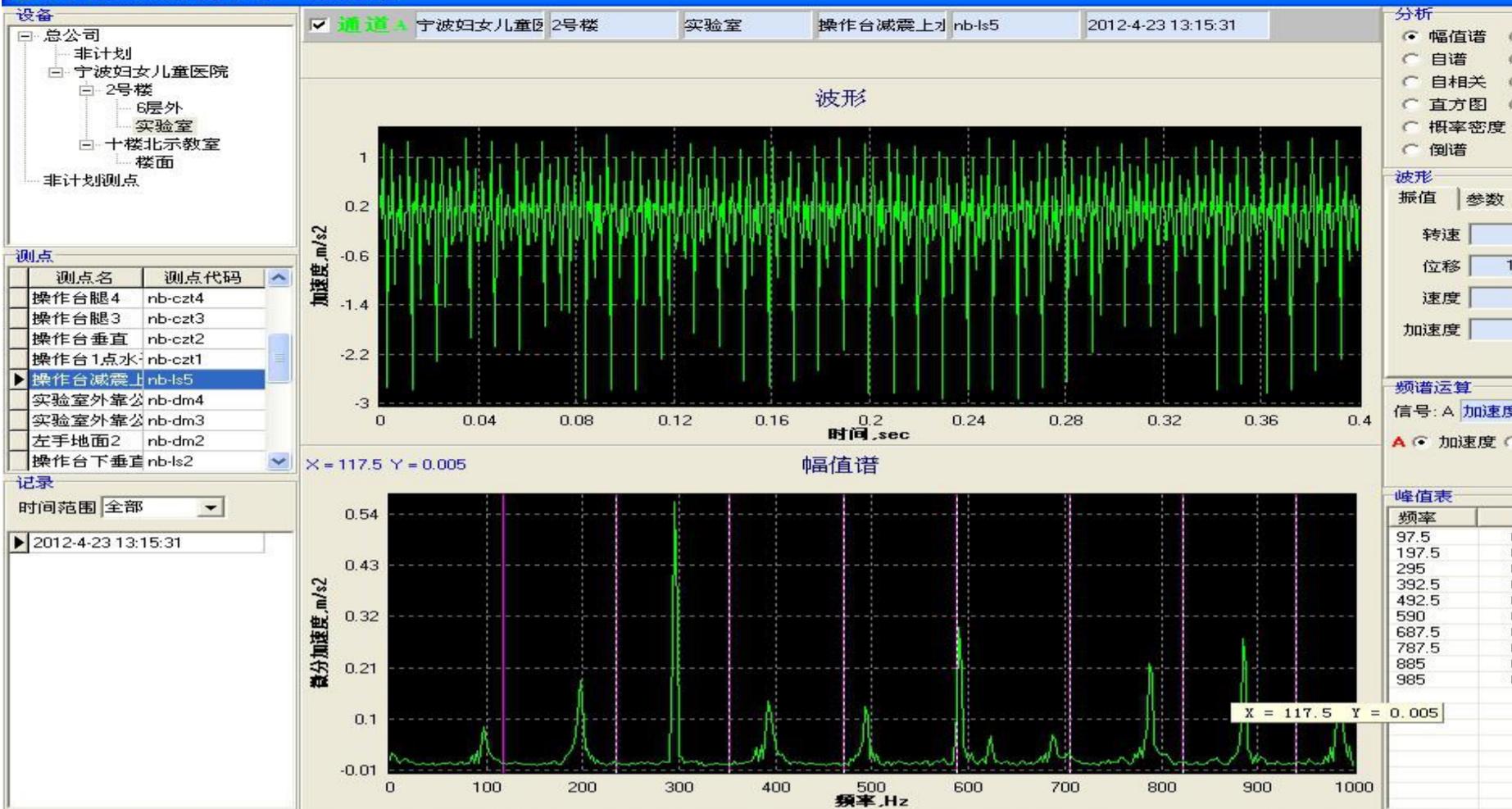
操作台左手边地面振动，试验台下水平两个方向，为 83 赫兹 87 赫兹的 2 345678 等多倍频。这与六层外 的层流风机室门口垂直 和墙角垂直 的振动频率以及 远离公路段试验室外的振动频率是关联的。并且有对显微镜影响较大的低频。



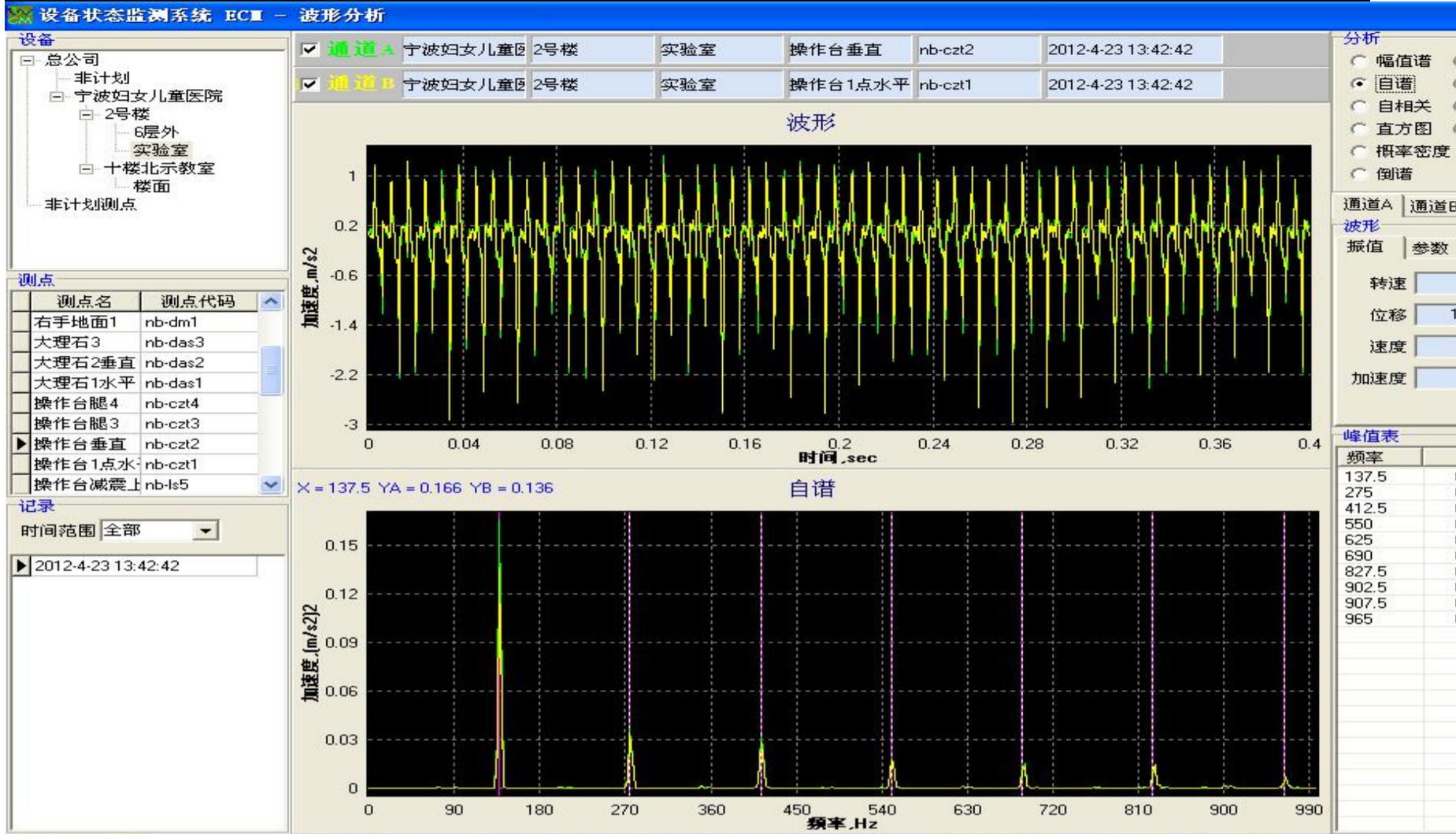
操作台下桌腿测点水平垂直振动基本上为 50 赫兹的工频，最大频率 442.5。



设备状态监测系统 ECII - 波形分析



如操作台下的水平垂直振动一样上图 减震后水平方向振动还是有 50 赫兹的多倍频率。此后的室外靠近公路边振动也证明室外空调机或者其他工频设备的振动确实对操作台有影响。



操作台最后测试 两通道都有 137.5 赫兹的倍频。



最后来一张操作台减震后的两个方向的水平振动 频率范围限定在 50 赫兹，则主要频率成分在 1.6 到 7.5 之间。是引起的晃动的原因。

现场其他特征描述，对方采取过的措施：

A 原来采取的橡胶气垫为三角形坐在整个台面上，之上是一块厚度大约 4mm 铁板。

B 现在是支架独立于操作台大约一米见方的四角支撑。木头隔振，底下有垫脚橡胶。隔振上的抽屉里有一块 400*400*80 左右的大理石上面是三根铁棍支撑厚度大约 4mm 铁板。

C 在操作室里换过其他位置，效果不明显。

D 砖木结构六层结构 抗震级别较低（见附件二）

F 临街 临水，交通流量大，早高峰晃动大。

G 手按操作台，显微镜晃动明显。

H 现在支撑照片如下。。



7、结论

首先，操作台的振动主要来自于两个方面 50 赫兹工频的多倍频；以及 80 多赫兹的振动多倍频。后者远离公路端或者六层垂直方向表现明显。

其次出现的 180 赫兹的振动未在操作台上体现。引起显微镜晃动的 3-15 赫兹振动从“左手地面”到操作台腿“试验台下水平”再到 50 赫兹频段下的都清晰地反映了这一频率段内的振动，并且时域图上可以看到被高频振动所调幅。

其次刚度较好的 6 号楼 10 层测试对比数据发现 高层都会受到各种机械振动的干扰，但是在 6 号楼操作台附近的 1-7 赫兹更为明显。

振动是由于各种机械振动引起楼板的 15 赫兹以内的振动，传导到显微镜的支架上剩下主要频率成分在 1.6 到 7.5 之间，影响了显微镜。

其次改造后的显微镜支架结构刚度差，头重脚轻。

再次 1 楼房为砖混结构，抗震性能差；2 且楼房临街 交通流量大，3；靠近河流 地基差；4 设备安放在顶层；5 层流风机等设备放置在顶层 且距离操作台较近 等因素共同造成了显微镜画面的晃动。

8、整改意见

由于影响显微镜振动的主要频率来自于 3-15 赫兹。所以一般的方法是

1. 被动式减震(Vibration Isolation System)

被动式减震办法重要是采取特制的混凝土减震台。

电子显微镜的混凝土减震台与一般的设备基本不同，不仅要有一个很大质量（我国大部分地域的土质情况需要大于 20 吨）的混凝土底座，而且混凝土底座的底面和四边要与四周坚持“软衔接”。

特殊需要注意的是，通常以为有效的空气弹簧（汽缸）、钢弹簧以及橡胶等，实际上对于低频减震而言不但无用，反而有害。这是由于它们的谐振频率较高（空气弹簧大于 15 赫兹，橡胶大于 25 赫兹，钢弹簧大于 50 赫兹），对于通常需要减震的 3-15 赫兹频段，非但不能减少震动，反而由于谐振而将振动增添（注光学显微镜）。

2. 主动式减震器(Active Vibration Isolation)

主动式减震器主要由探测器、三通道节制器和履行机构等组成。探测器检测到振动干扰的三维场强及其变更，掌握器根据得到的信号产生相应的电流，履行机构产生波形和幅度相同、相位相反的振动将本来的振动干扰抵消。

方法一：放置基础较好的建筑物（2 组结构以上，A 类地基—见附件 2）内的底层区域，大质量基础下面安装减震垫，去掉刚度较差的薄铁板支撑结构使仪器直接座在操作台上，操作台适当增加刚度和质量与基础紧密连接。



方法二

A 恢复显微镜坐在操作台面上（现有三跟铁柱拧在大理石上 再用木头架空的做法不妥---支架太轻 刚度很差，质量都在上面，而且铁板太薄），操作台面可以放置大理石等重物。气垫 橡胶垫（固有频率小于 3 赫兹的）放在操作台下。基础不行(操作台下楼面软)应该对基础底面进行处理。

B 增加操作台质量和刚度。

建议方法一，才是根本。。方法二效果有待检验，只能解决结论里面一方面的问题，再次中的五个问题无任何改进。



附件一

GB/T 14124—93

的要求(见第7章)。根据经验建议在不同的场合采用的参考测试量值见下表。

结构响应的简略特征

振源类型	频率范围 Hz	振幅范围 μm	质点速度 范围 mm/s	质点加速度 范围 m/s^2	时间特征	测量的量
交通运输: 道路、铁路、地面传播	1~80	1~200	0.2~50	0.02~1	C	pvth
爆破振动 地面传播	1~300	100~2500	0.2~500	0.02~5	T	pvth
打桩 地面传播	1~300	10~100	0.2~50	0.02~2	T	pvth
室外机械 地面传播	1~300	10~1000	0.2~50	0.02~1	C	pvth/path
声响 交通运输、室外机械	10~250	1~1100	0.2~30	0.02~1	C	pvth/path
空气	1~40				T	pvth
室内机械	1~1000	1~100	0.2~30	0.2~1	C	pvth/path
人的活动 a)冲击	0.1~100	100~500	0.2~20	0.02~5	T	pvth
b)直接的	0.1~12	100~500	0.2~5	0.02~0.2		path
地震	0.1~30	$10\sim 10^3$	0.2~400	0.02~20	T	pvth/path
风	0.1~10	$10\sim 10^2$			T	path
室内声响	5~500					

注: ① C——连续的,见 3.1.3.2 条; T——瞬态的,见 3.1.3.2 条; pvth——质点速度的时间历程; path——质点加速度的时间历程。

GB/T 14124—93

A4.1 第一组——古代的和较老的建筑物或按传统建造的结构。

本组中所考虑的建筑物传统风格的型式可分为下列两个小组：

- a. 较老的或古代的建筑物；
- b. 使用传统的材料、方法和工艺按较老的传统风格建造的所有现代建筑物。

本组建筑物很少超过六层，由于使用软砂浆或熟石膏等原因，通常具有较重的构造和很高的阻尼系数。本组还包括地震区内按传统修复的结构。

A4.2 第二组——现代的建筑物和结构

本组中所考虑的建筑物的型式是用各向连在一起用较为坚固的材料建造的所有现代结构，通常总体重量轻，阻尼较小。

本组包括框架式建筑物，还包括需经计算的承重墙式的建筑物。建筑物从单层到多层各式各样，包括各种型式的围护结构。本组还包括某些用现代的连接材料和阻尼材料建造的较为老式的建筑物。

A5 基础的种类

基础划分为在 A5.1~A5.3 条中所述的三个等级。

A5.1 A 级

A 级包括下列基础类型：

- a. 桩顶锚入承台内的钢筋混凝土桩和钢桩；
- b. 刚性钢筋混凝土筏基；
- c. 桩顶锚入承台内的木桩；
- d. 重型挡土墙。

A5.2 B 级

B 级包括以下基础类型：

- a. 桩顶不锚入承台内的钢筋混凝土桩和木桩（通常在桩帽标高处作构造连接）；
- b. 大放脚墙基；
- c. 一般筏基。

A5.3 C 级

C 级包括下列基础类型：

- a. 轻型挡土墙；
- b. 块石基础；
- c. 无基础（墙直接建在土壤上）。

A6 土壤的类型

土壤划分为下列类型：

- a. 无裂隙或相当坚硬的岩石，硬结的砂；
- b. 密实的水平分层土；
- c. 不够密实的水平分层土；
- d. 具有潜在滑动面的土层；
- e. 松散的砂、砾石（无粘性）及饱和粘性土；
- f. 填土。



2 号楼 根据下表级别至少是五级。

GB/T 14124--93

表 A2 按建筑物的抗振能力和所能接受振动影响的容限划分建筑物的级别

建筑物 级 别	结 构 分 类(见表 A1)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	基础的种类(英文大写)和土壤的类型(英文小写)(见 A5 和 A6)								
抗 振 级 别 降 低 ↓	1	Aa							
	2	Ab	Aa	Aa	Aa				
	3		Ab Ba	Ab Ba	Ab	Aa Ab			
	4		Ae Ba	Bb	Ac	Ac, Ba Bb			
	5		Bc	Ac		Bc	Ba		
	6		Af		Ad	Bd	Bb Ca	Ba	
	7			Af	Ae	Be	Bd Cb	Bb Ca	
	8						Bc Cc	Bd Cb	
	9		Bf				Cd	Bd Cc	Aa
	10			Bf			Cd	Be Cd	Ab
	11				Cf	Cf		Cc	Ba
	12						Cf		Bc Ca
	13							Cf	Bd, Ch Cc
	14								Cd, Ce Cf