

KCSA

KS-1Q

安全性分析报告

编写: 黄冠
核准: 罗远



KeChuang Space

Academy

sa@kc.ac.cn

2016.11

目录

1、概述	1
2、准静力分析	1
2-1 等效应力云图	1
2-2 等效应变云图	1
2-3 安全系数云图	2
2-4 小结	2
3、模态分析	3
3-1 共振频率	3
3-2 各阶模态云图	3
2-3 小结	7
4、随机振动应力	8
4-1 XYZ 轴应变	8
4-2 等效应力云图	9
5、谐响应分析结果	10
5-1 谐响应应力云图	10
5-2 小结	10
6、力学试验	11
7、质量特性	14
7-1 质量与质心位置	14
7-2 转动惯量	15
8、风险分析	16
8-1 机械结构完整性	16
8-1-1 多余物分析	16

8-2 电池安全性	16
8-2-1 机械安全	16
8-2-2 电气安全	17
8-2-3 电池产品档案	19
8-3 电磁兼容	19
8-3-1 提前开机风险分析	19
附件 1：KS-1Q 振动测试	21
附件 2：锂离子蓄电池检测报告	28
附件 3：单体电池检测报告	37

1、概述

本文件用于说明科创航天 KS-1Q 的安全性。分为力学计算分析、力学试验、质量数据、风险分析、附件。对正弦振动、随机振动进行了计算仿真和试验；进行了冲击试验。对质量特性进行了计算。分析了潜在的风险。附件为振动测试报告和锂离子电池测试报告。

2、准静力分析

使用 ANSYS 软件对卫星结构进行力学分析。

载荷：竖直方向(X 轴)10g，水平方向(z 轴)1g。

约束：底部接触面和顶部两螺栓接触面固定。

材料：6061 铝合金。

结果如下

2-1 等效应力云图

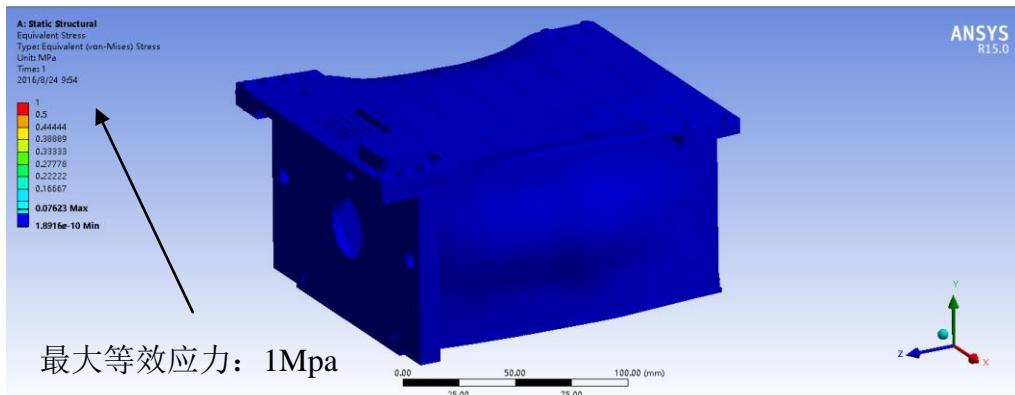


图 1 准静力分析等效应力云图

2-2 等效应变云图

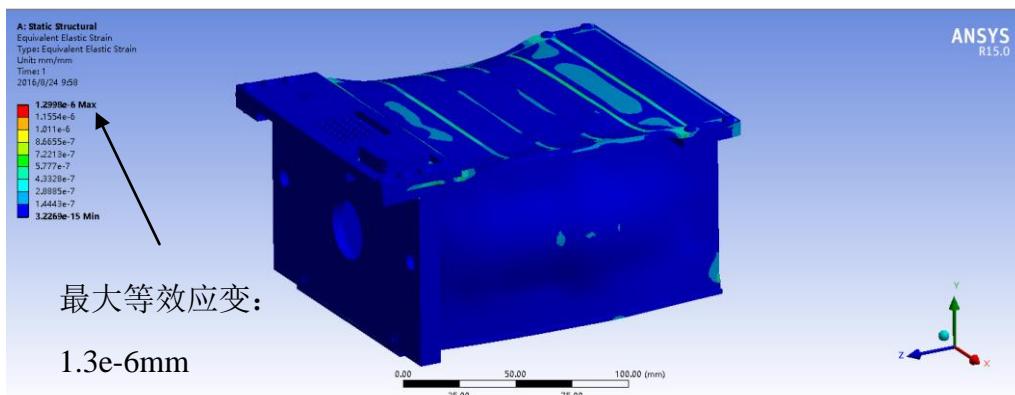


图 2 准静力分析等效应变云图

2-3 安全系数云图

安全系数使用材料抗拉强度除以计算出的等效应力，大于 15 的视为 15。

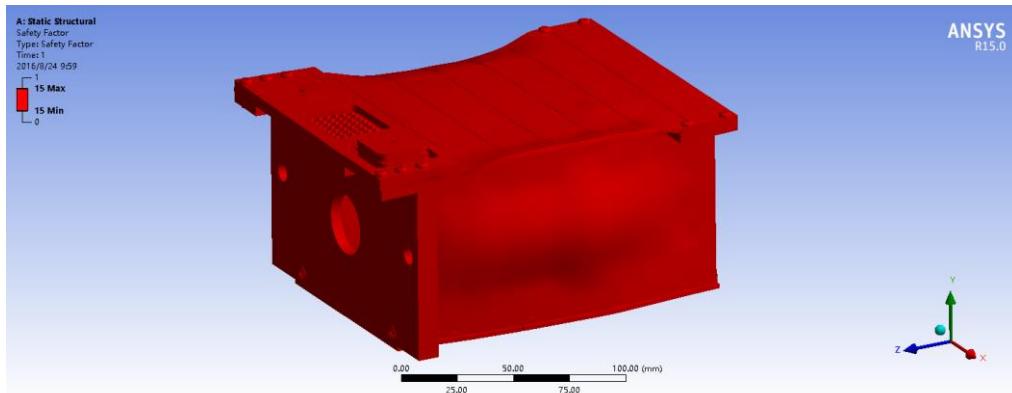


图 3 准静力分析安全系数云图

2-4 小结

准静力分析结果表明安全系数大于 15，安全。

3、模态分析

约束：底部接触面和顶部两螺栓接触面固定。

预应力：加载准静力计算结果。

计算结果如下

3-1 共振频率

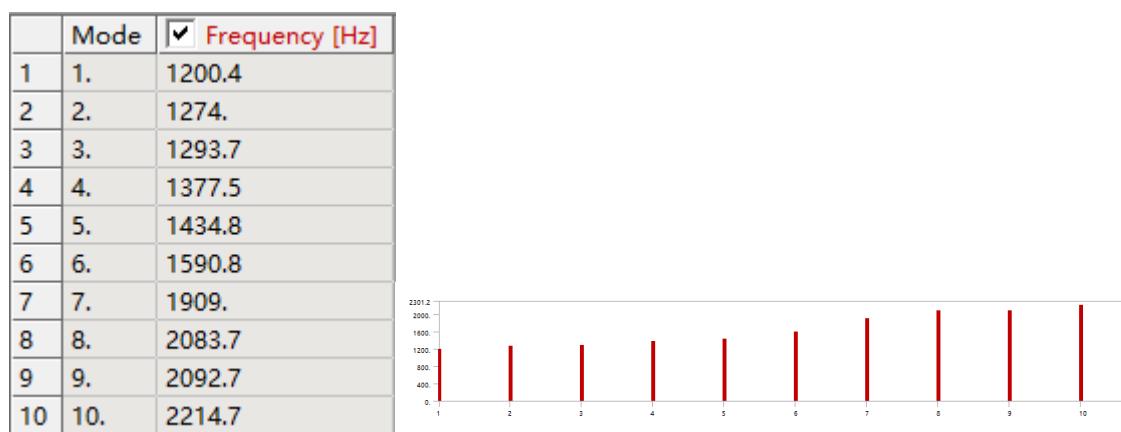


图 4 模态共振频率表格

3-2 各阶模态云图

模态的振型云图有些表现在内部，外部无法显示。

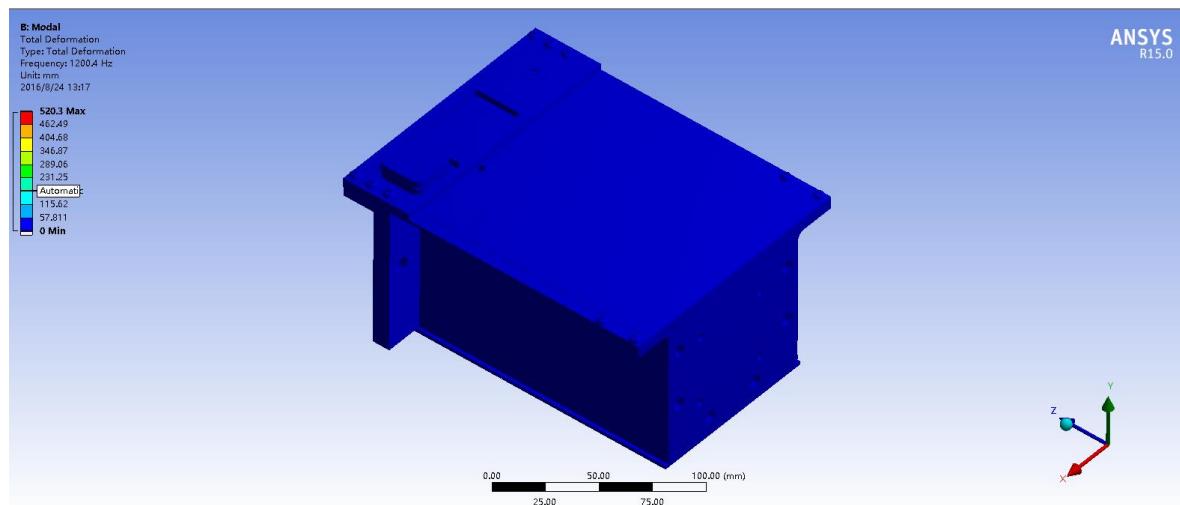


图 5 一阶振型

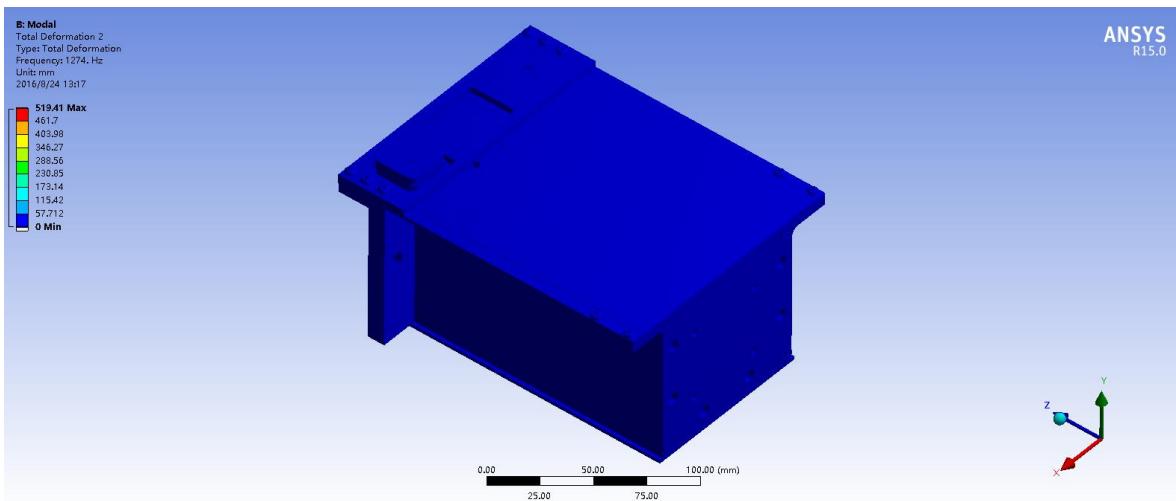


图 6 二阶振型

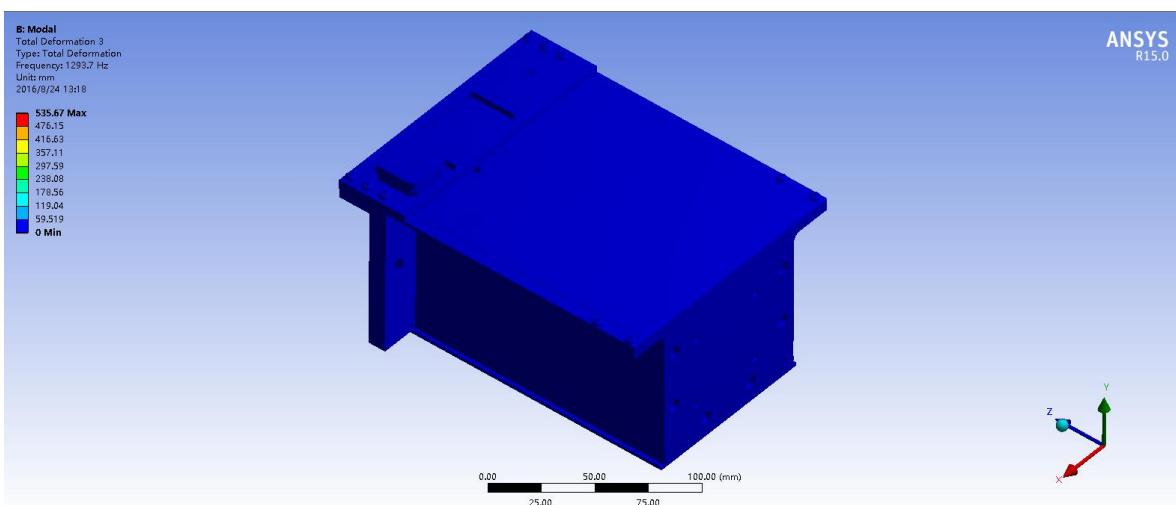


图 7 三阶振型

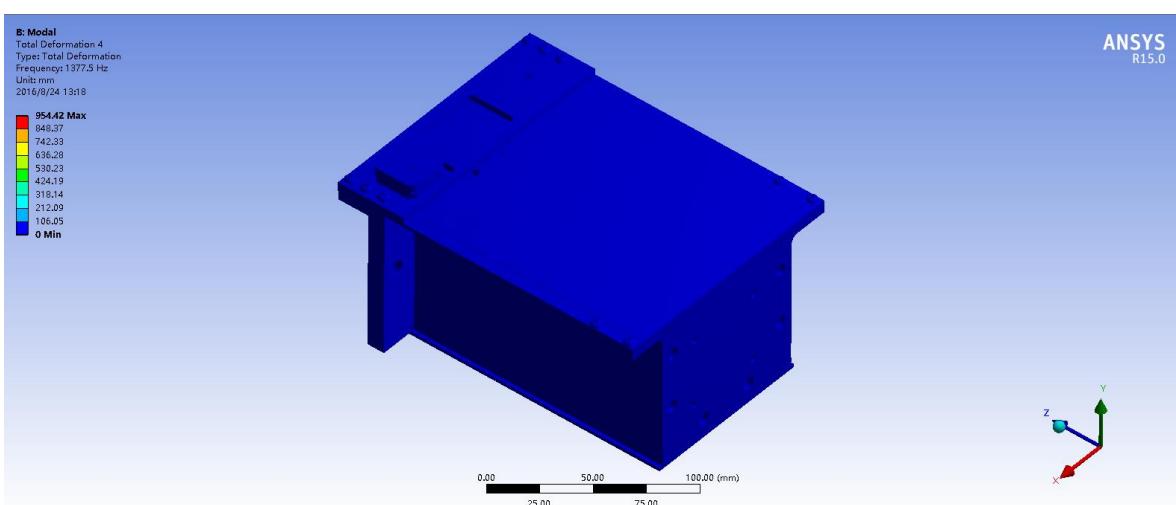


图 8 四阶振型

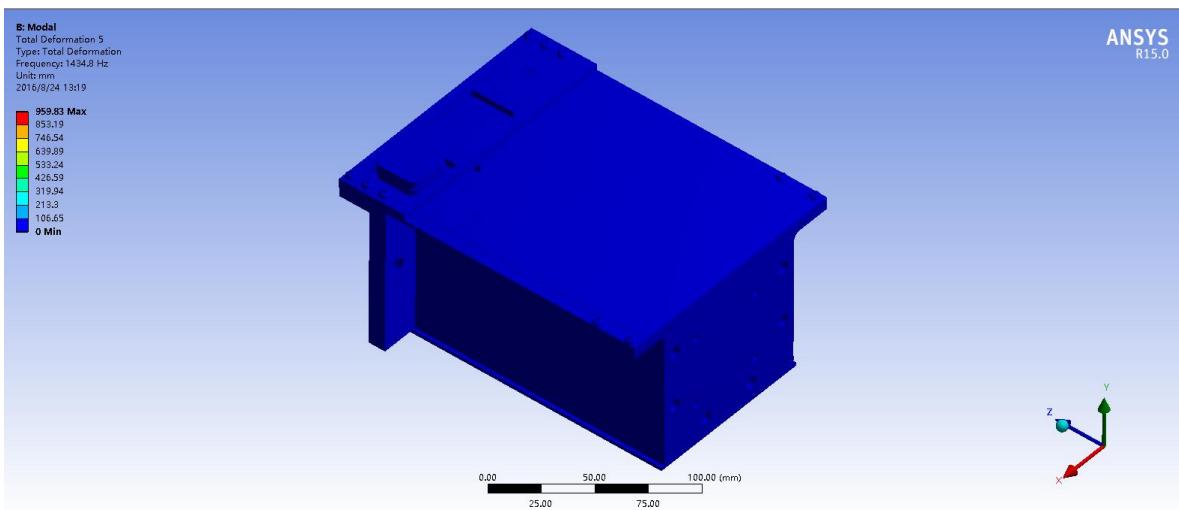


图 9 五阶振型

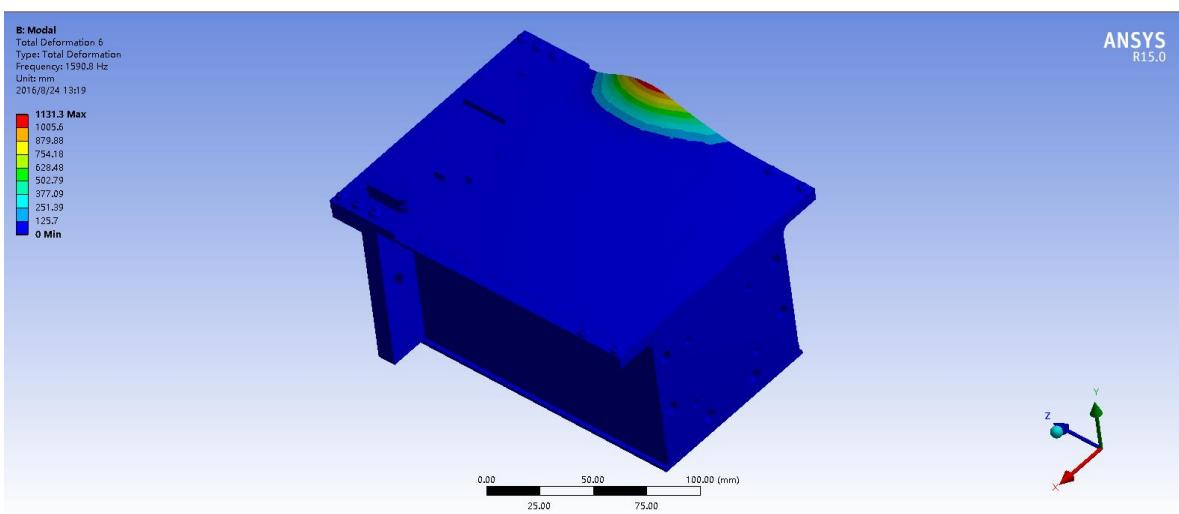


图 10 六阶振型

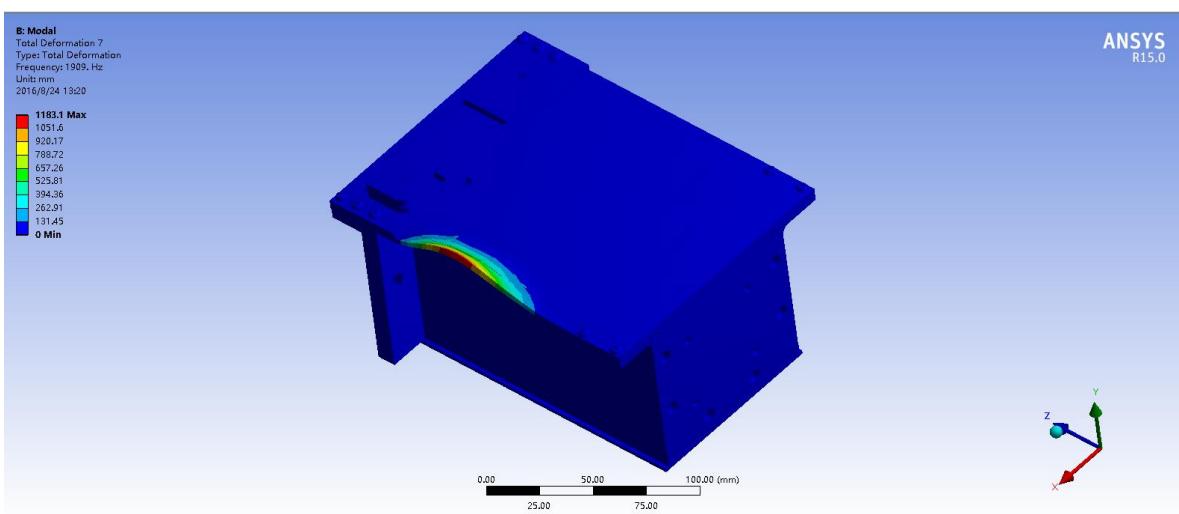


图 11 七阶振型

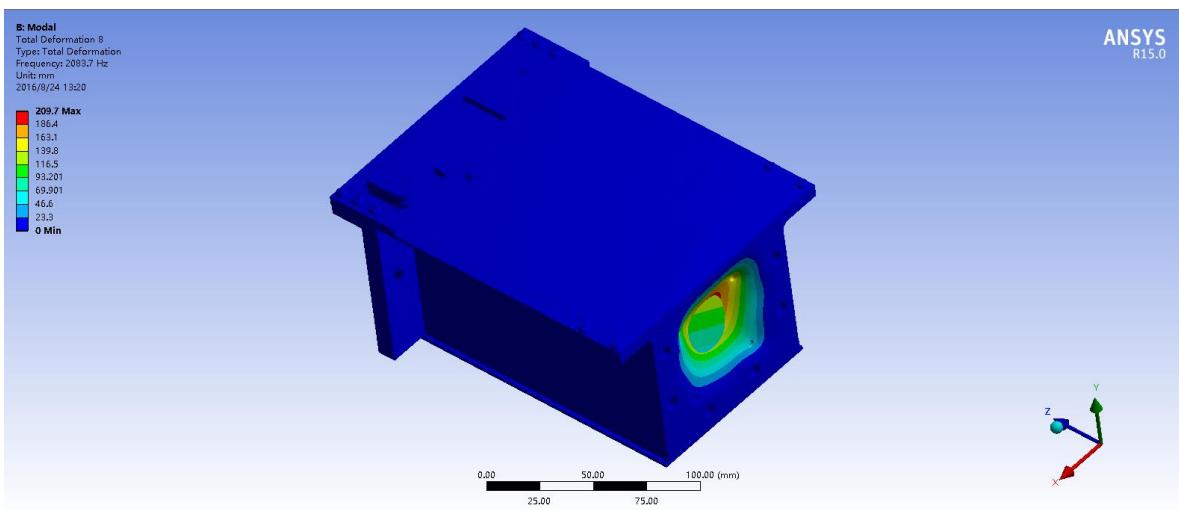


图 12 八阶振型

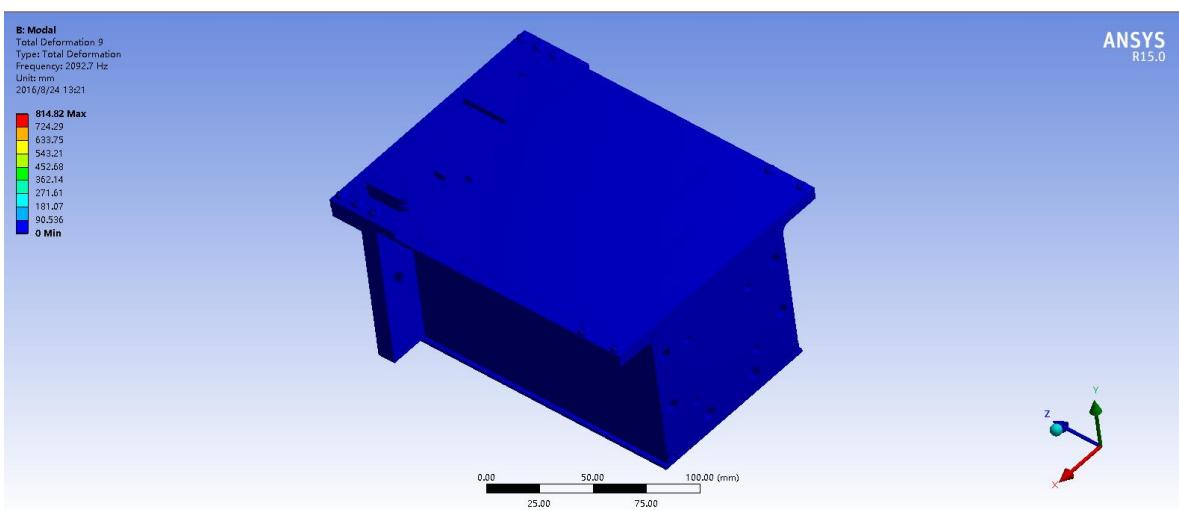


图 13 九阶振型

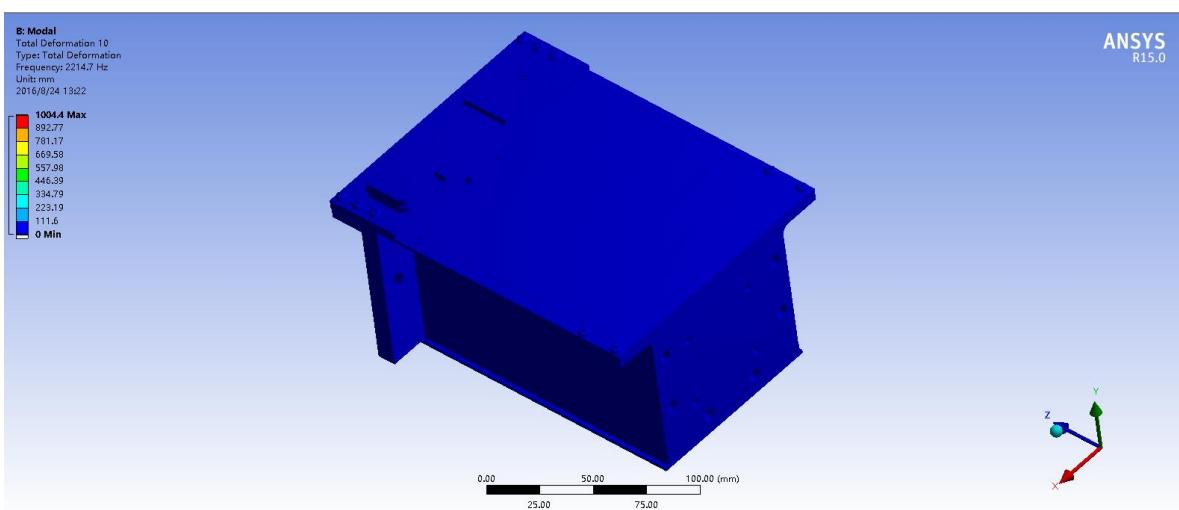


图 14 十阶振型

2-3 小结

各阶模态的共振频率均大于 1000hz。

4、随机振动应力

随机振动载荷输入如下图：

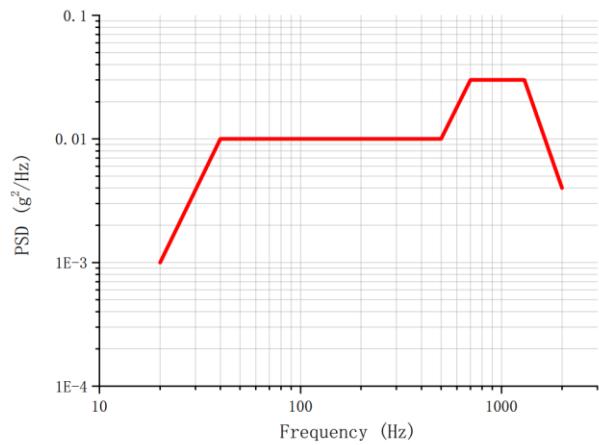
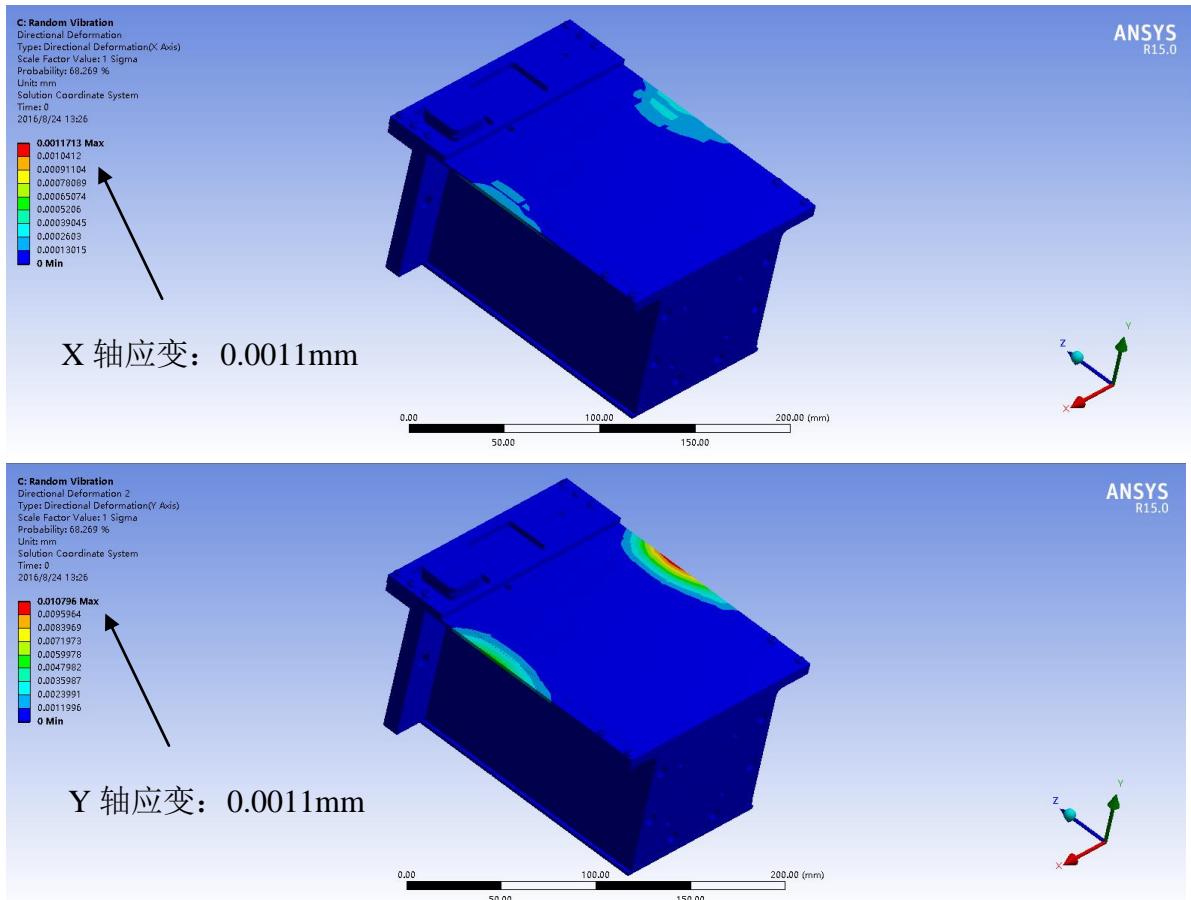


图 15 随机振动载荷输入

4-1 XYZ 轴应变



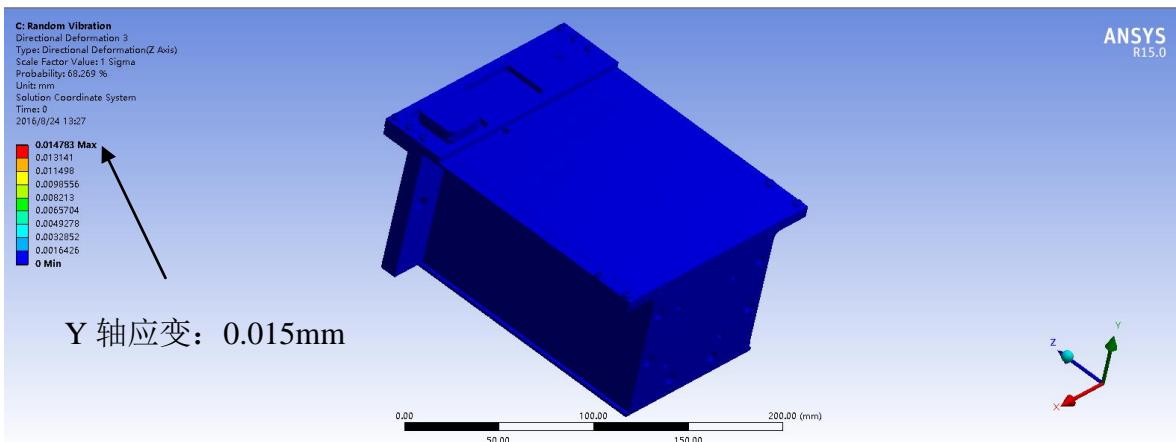


图 16 随机振动 3 轴应变云图

4-2 等效应力云图

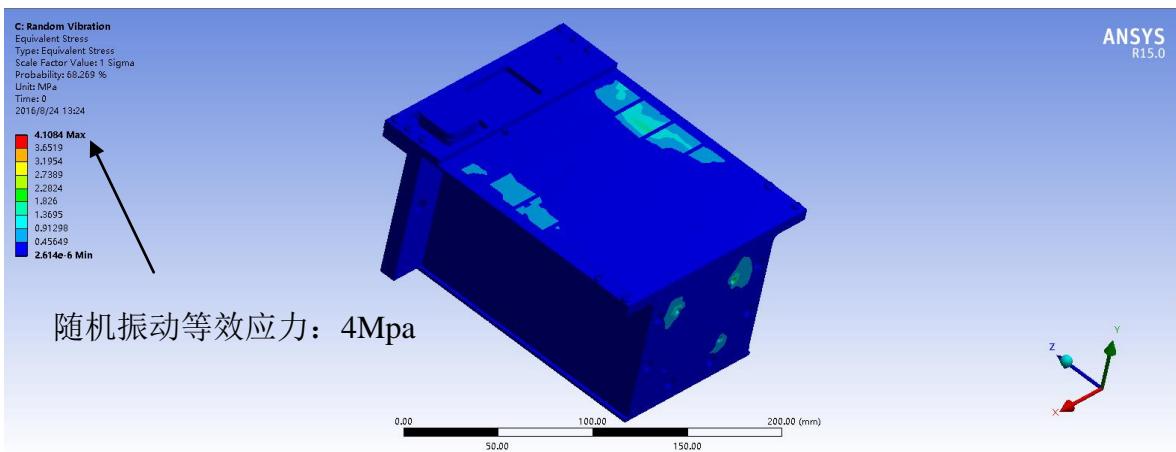


图 17 随机振动等效应力云图

5、谐响应分析结果

载荷：竖直 10g，水平两方向分别 1g。

约束：底部接触面和顶部两螺栓接触面固定。

5-1 谐响应应力云图

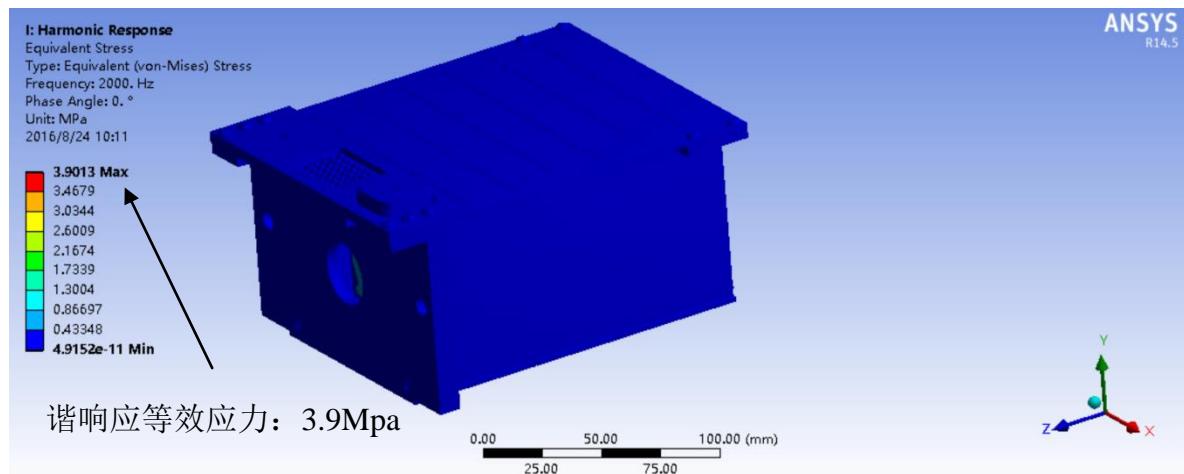


图 18 谐响应应力云图

5-2 小结

谐响应应力小于 4Mpa，结构安全。

6、力学试验

对 KS-1Q 进行振动测试，结果见附件 1。

对 KS-1Q 进行冲击谱试验，使用摆锤沿 $O_{sc}Z_{sc}$ 方向和 $O_{sc}X_{sc}$ 方向锤击工装（坐标系定义见第七章），得到加速度时域图，计算出冲击谱图，谱图显示冲击强度大于 ICD 中要求，冲击后卫星可以正常工作，表面、内部均无掉落多余物。

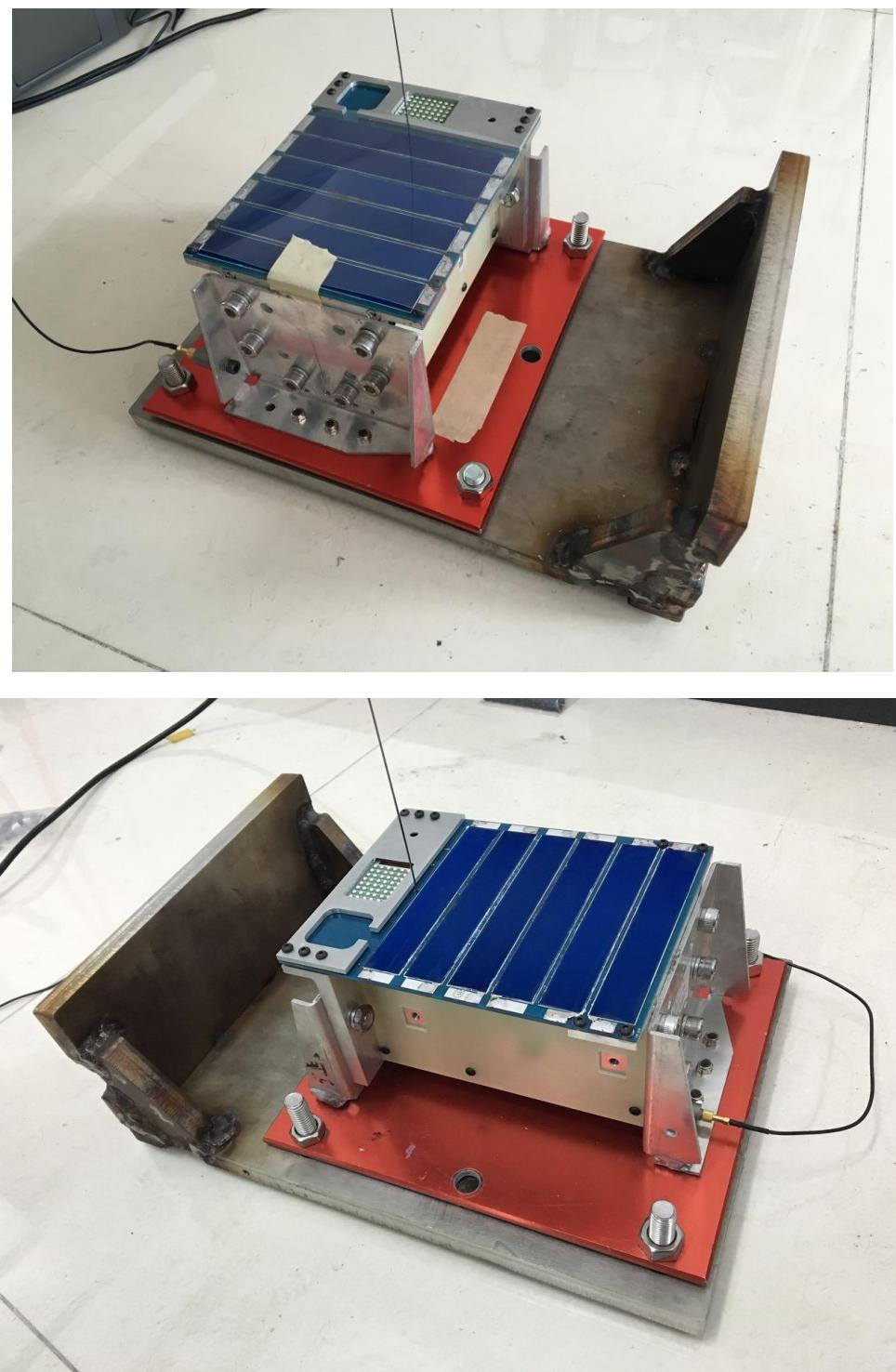


图 19 冲击试验工装夹具

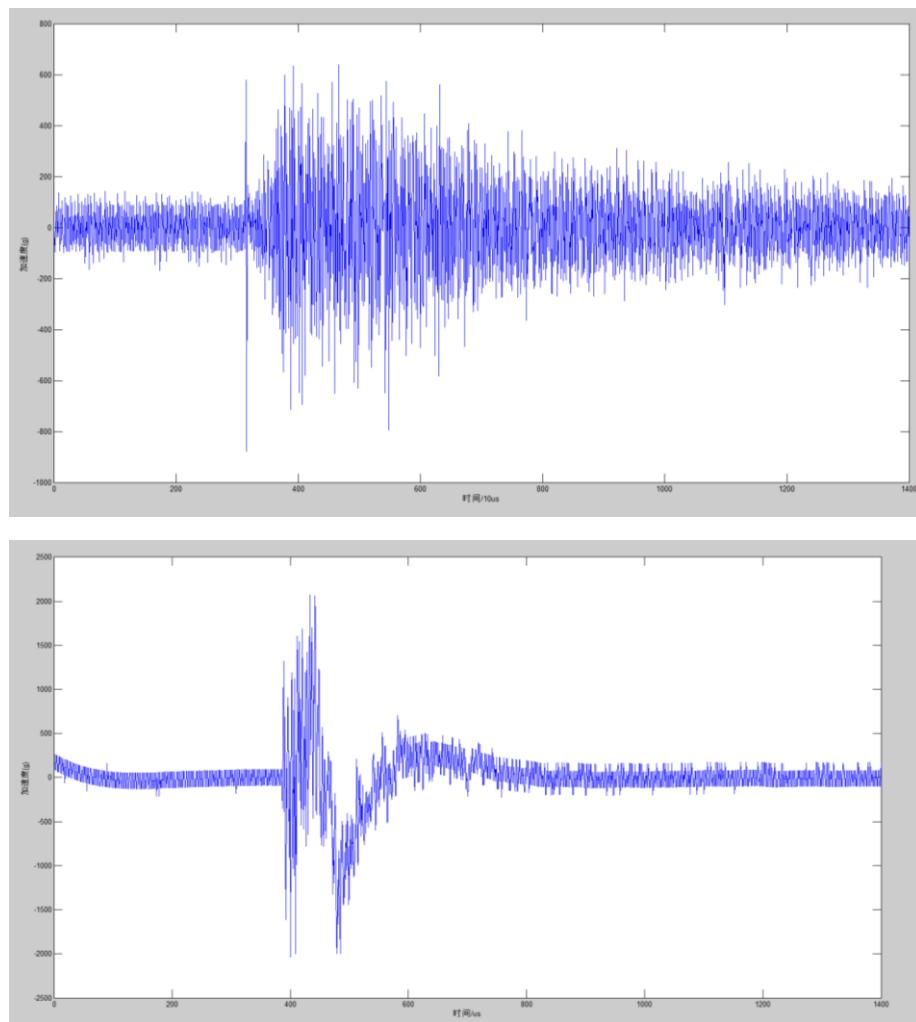
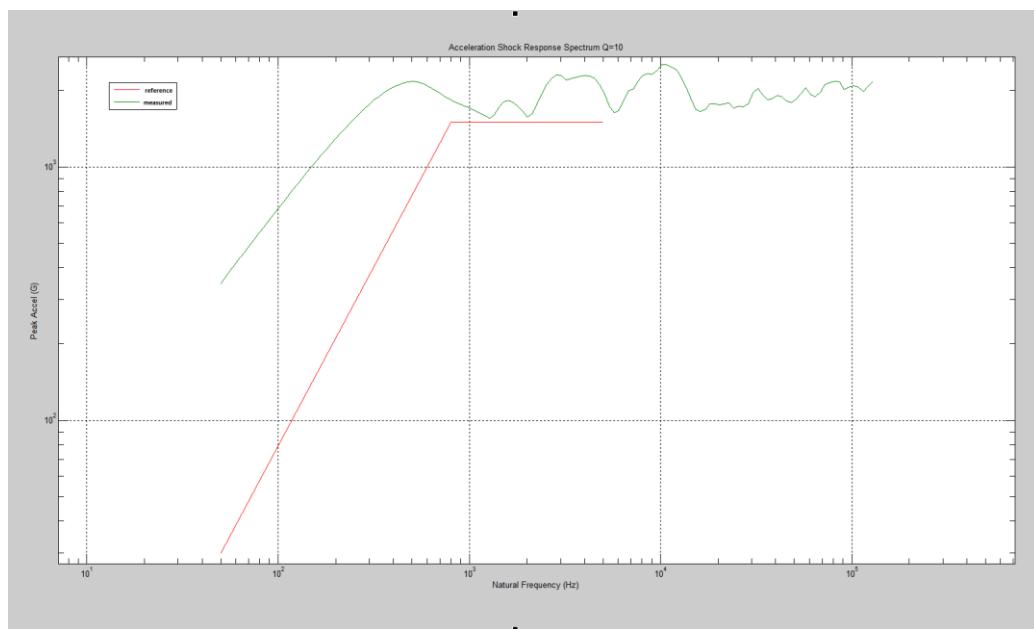


图 20 冲击试验时域曲线



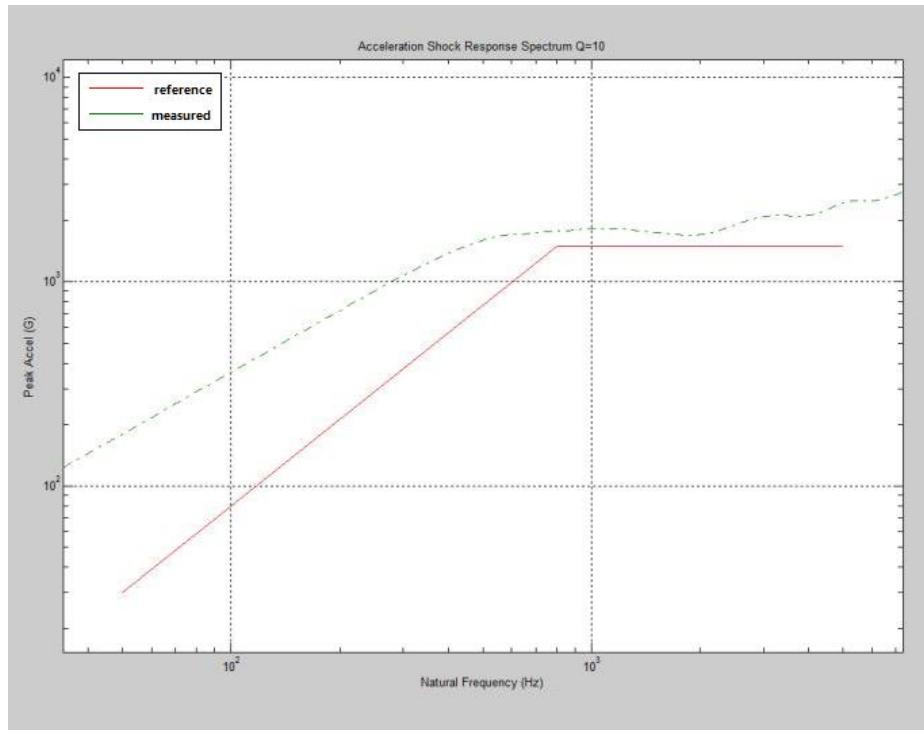


图 21 冲击试验冲击谱图

对 KS-1Q 进行了低频冲击试验，使用振动台沿 6 个面对样品冲击，测试参数为：半正弦波、峰值 30g，11ms，将此波形换算成低频冲击谱图，谱图表明冲击强度满足 ICD 中要求，如低频冲击谱图所示。冲击后卫星可以正常工作，表面、内部均无掉落物。

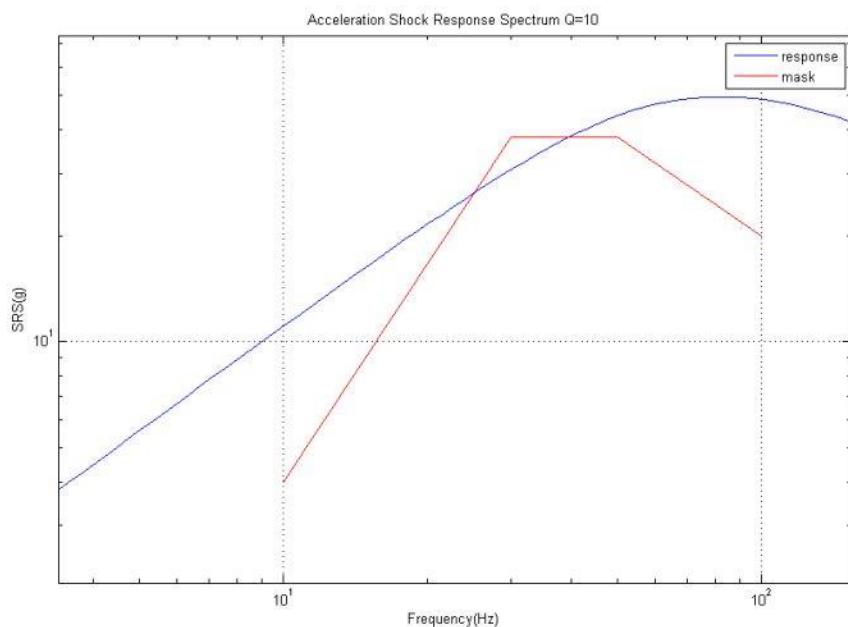


图 22 低频冲击谱图

7、质量特性

7-1 质量与质心位置

KS-1Q 本体坐标系 $O_{sc}X_{sc}Y_{sc}Z_{sc}$

O_{sc} —位于底部本体几何中心；

$O_{sc}X_{sc}$ —由原点 O_{sc} 指向相机镜头的方向；

$O_{sc}Y_{sc}$ —由原点 O_{sc} 指向太阳能电池板的方向；

$O_{sc}Z_{sc}$ —按照右手坐标系法则确定。

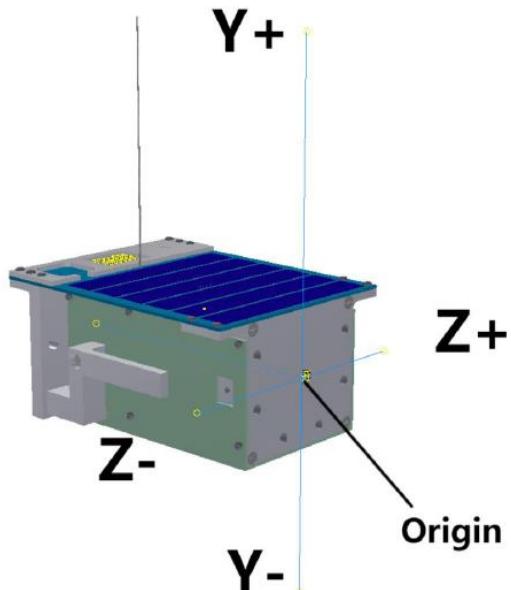


图 23 KS-1Q 本体坐标系示意-a

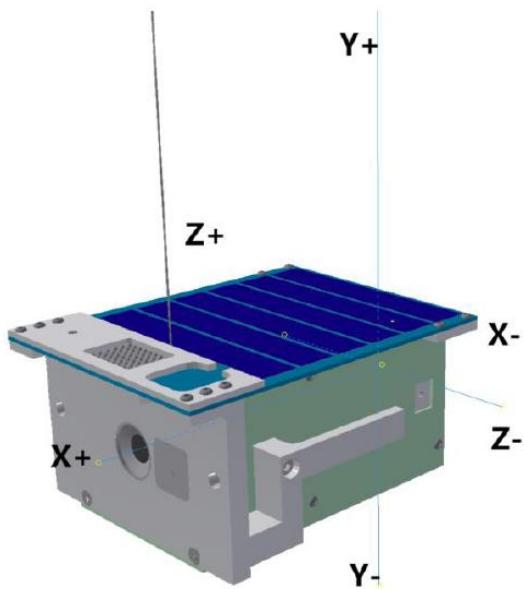


图 24 KS-1Q 本体坐标系示意-b

以KS-1Q本体坐标系OscXscYscZsc为基准，KS-1Q质心控制在以下范围：
 $X_c = 86.3\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ；
 $Y_c = 3.5\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ；
 $Z_c = -1.4\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 。

KS-1Q 正样星实测质量为：1472.6g。

7-2 转动惯量

KS-1Q理论转动惯量数据见表1。

表1 KS-1Q 转动惯量参数

	转动惯量 ($\text{kg}\cdot\text{m}^2$)
I_{xx}	0.002885
I_{yy}	0.013962
I_{zz}	0.013409

8、风险分析

8-1 机械结构完整性

8-1-1 多余物分析

KS-1 外壳为全封闭结构，仅有顶部镜头处有宽度为 2mm 的缝隙用于排气。外壳安装有固定螺丝、太阳能电池片、UHF 天线、GPS 天线、LED 灯、调试连接器

多余物可能的来源：

- a) 表面灰尘
- b) 表面零件掉落
- c) 外壳解体
- d) 内部零件掉出

应对措施：

对于 c) 情况，通过前述的仿真计算可知，外壳的机械强度足以承受发射的力学环境。作为补充措施，所有的螺钉均使用螺丝胶固定，防止松脱。

对于 b) d) 情况，通过静载荷试验和振动试验，可确认外壳安装的零件固定是可靠的。

对于 a) 情况，KS-1 在放入包装箱之前，会使用无纺布和压缩空气彻底清除表面的灰尘，确保其洁净度。

8-2 电池安全性

可充电锂电池 18650 基本信息：尺寸 D18x65mm，额定电压 3.6V，储能<10Wh，质量 50g
KS-1 内含 2 节航天器专用 18650 电池，生产厂家航天八院 811 所。

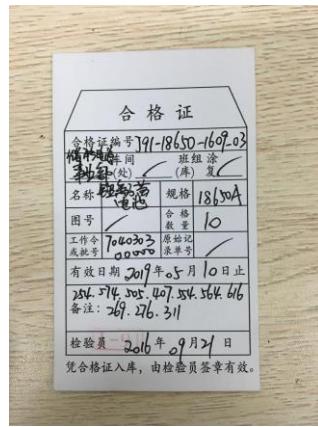


图 25 电池出厂合格证

要保证电池能够安全的随着火箭发射入轨，不会发生漏液/排气/过热/燃烧等危险情况，需要满足以下的前提条件：

- a) 电池单元经过厂家认证，能够承受火箭发射的环境，适合航天器使用；
- b) 电池单元结构完整，外壳和电极未受到损伤，保护电路未受到机械损伤；
- c) 电气参数（端电压、充放电电流）以及环境温度处于产品允许的范围内；

8-2-1 机械安全

电池的固定：使用导热绝缘胶和电池夹具固定。

漏液防护措施：使用半密闭腔体放置电池，电池使用 Kapton 胶带包裹。

前文已经论述过机械结构完整性。在星体结构没有损坏的情况下，电池单元始终良好的固定在舱内，不会损伤电池单元。

根据 CZ-11 用户手册描述，火箭从出厂到入轨的过程中，整流罩内不会出现大于 70 度的高温。所以，电池不会受到外部高温影响。

8-2-2 电气安全

EPS(电源管理单元)具有欠压、过流、欠压、过热保护功能。

KS-1 EPS 框图如下：

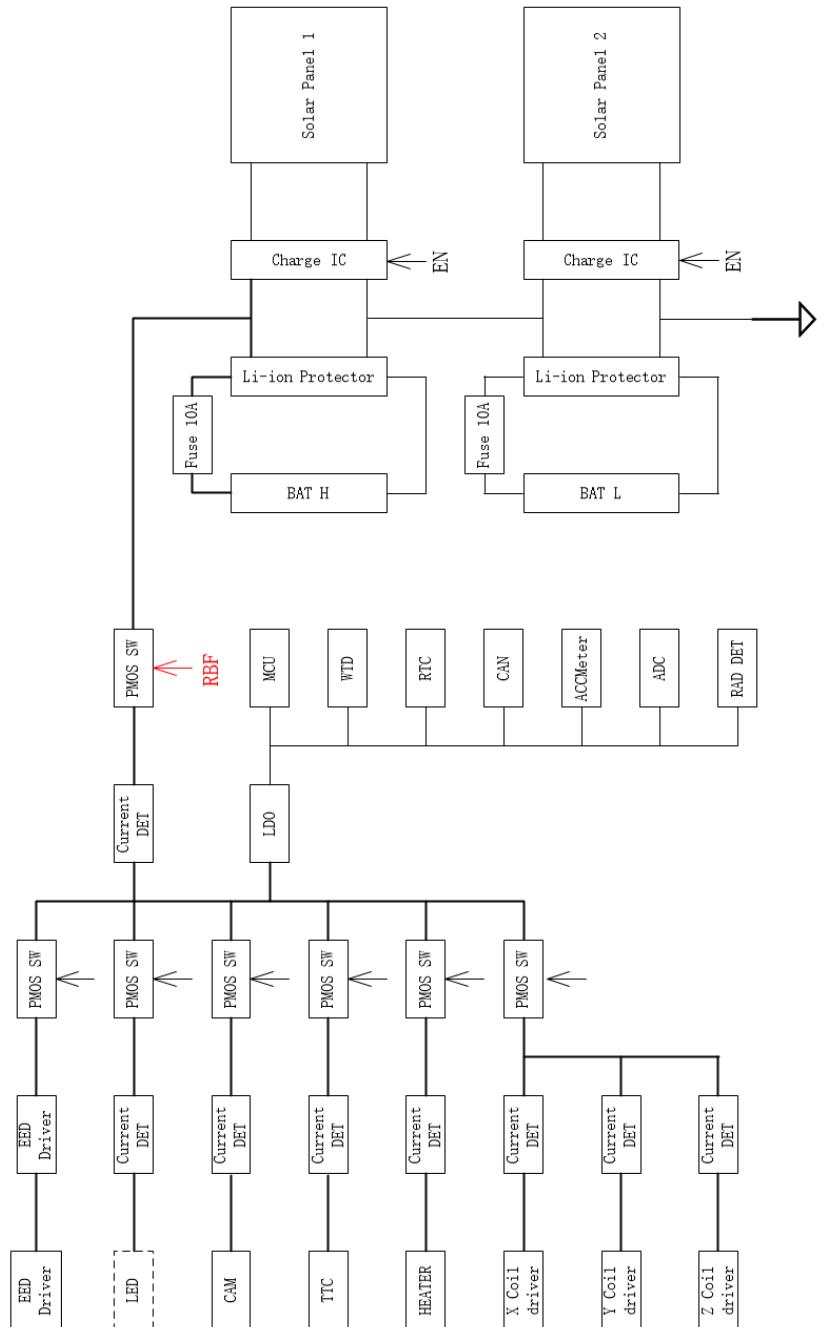


图 26 KS-1 EPS 模块结构框图

EPS 具有 RBF (发射前拔除) 硬件保险，这是一个 PMOS 半导体开关，由 RBF 导线控制。只有在 RBF 保险导线断开之后，电池才能向 EPS 供电。由 EPS 的 MCU 确认电池电压和温度正常后，才能打开太阳能充电和负载供电。

EPS 内部有 RTC 时钟，延时 100 分钟后，令负载开机。

EPS 开机控制程序流程如下：

时间	操作
发射前(<1yr)	锂电池充电至单节电压 4.0V
卫星安装前	写入最终版本的飞行软件
即将发射(<24hr)	断开 RBF 保险，卫星通电
卫星通电	EPS 程序： 若 flash 存储器存在开机标志：直接进入信标模式 若不存在开机标志：延时 1000 秒（软件三冗余计时器） 若 flash 不可读取：测控关闭，OBC 关闭
计时器时间到	写入开机标志，进入信标模式
信标模式	接通主控（OBC）和测控应答机（TTC）电源

检测加速度程序流程：

```

开始加速度检测
读取加速度 ADC 值
x 或者 y 或者 z=0 或 0xffff->返回 false
计算加速度幅值 acc=sqrt(x^2+y^2+z^2)
acc<0.01g -> 下一步，否则返回 false
读取加速度 ADC 值，计算幅值(与上一步相同)
acc<0.01g -> 下一步，否则返回 false
完成加速度检测，返回 true

```

EPS 的主要保护措施如下：

- 正常工作时，电池的充电过压保护由充电 IC (SPV1040) 完成，该芯片在 ESTCube-1 和 Lilacsat-2 已经验证过可靠性；
- 正常工作时，电池的放电过流保护由 EPS 的 MCU 完成。在火箭上升段，EPS 不会接通负载，仅有 MCU/RTC/加速度计消耗不到 1mA 电流；
- 正常工作时，EPS 检测电池温度，若温度低于-10°C，EPS 打开电池加热器（功率 2W）；
- 若负载电流过大，EPS 会断开相应的负载开关（PMOS）；

- e) 太阳能帆板面积很小，极限输出功率<4W，对应充电电流最大 556mA，不存在充电过流风险；
- f) 若单节电池电压低于 3.3V，EPS 会切断所有负载；
- g) 若单节电池电压高于 4.2V，EPS 会关闭充电 IC；
- h) 在 g)情况下，EPS 保护失效，锂电池保护板(Li-ion Protector)会切断电池电路；
- i) 若 EPS 的 MCU 死机，外部看门狗芯片（WDT）会复位 MCU；
- j) 若电池输出电流大于 6A，并且 EPS 的 MCU 和 WDT 同时失效，并且 MCU 失效后负载开关仍然开启。这时，锂电池保护板(Li-ion Protector)会动作，切断电池的输出；
- k) 在 j)的情况下，锂电池保护板再次故障失效。或者是由于某种原因，EPS 发生了内部短路，这时 10A 一次性保险丝会烧断，切断电池的输出。
- l) 在 k)的情况下，保险丝再次失效，锂电池内部的保险帽动作，切断电池正极的输出。此时电池仍然是安全的。

8-2-3 电池产品档案

电池组件的质量认证文件(见附件 2、附件 3)。

8-3 电磁兼容

KS-1 内部有 1 台 UHF 测控应答机。频率 436.5MHz，发射功率 2W，GMSK 调制，调制码速率 40kbps。发射天线增益 2dbi。

在火箭的上升段，EPS 不会接通收发电源。

8-3-1 提前开机风险分析

场强与距离成反比关系，距离 1.5m 处，场强最大值为 136dBuV/m，距离 2m 处，场强最大值为 130dBuV/m。

对于 430-440MHz 频段，CZ-11 火箭用户手册提供的场强限制值为 140dBuV/m。

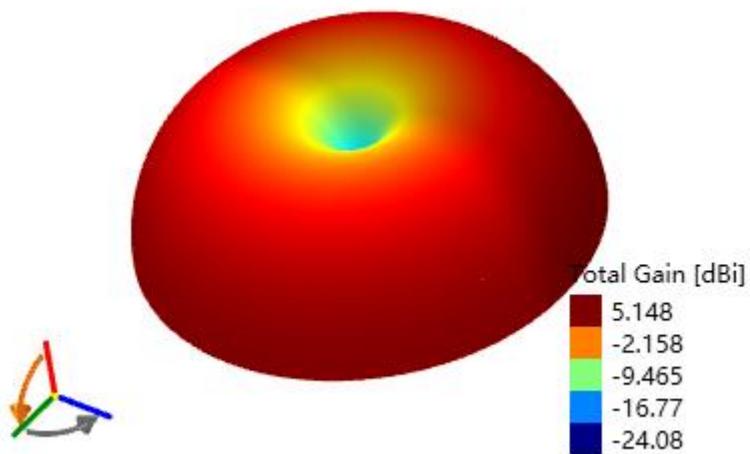


图 27 KS-1 天线方向图

附件 1：KS-1Q 振动测试



文件编号: TMT-BG-0091 B00 版

检 测 报 告

报告编号: TMT-16091202C01

样品名称: 卫星

样品型号: KS-1Q

委托单位: 广州科创航天科技有限公司

广州计测检测技术有限公司

(检测报告专用章)

第 1 页 共 7 页

地址: 广州高新技术产业开发区科学城玉树工业园敬业三街 7 号 D 栋首层
电话: 020-82019688 传真: 020-82019866 邮编: 510663
邮箱: postmaster@tmtest.cn 网址: www.tmtest.cn

检 测 报 告

样品信息	样品名称	卫星	样品型号	KS-1Q
	制造单位	/	自带编号	/
	委托单位	广州科创航天科技有限公司	联系地址	广州市科学城科研路 3 号
	样品编号	SP16091202-001	样品数量	1PC
	接样方式	送样	样品状态	良好
检测环境条件	温度范围	27.9℃~29.2℃	湿度范围	59%RH~61%RH
检测信息	检测依据	依据客户提供的试验条件	检测项目	1、振动试验
	开始日期	2016-09-12	结束日期	2016-09-12
	检测结论	结果见第 3~6 页。		
编 制: (检测员)	谭德武		检测报告专用章 签发日期 2016 年 09 月 13 日	
审 核: (实验室主任)	彭团章			
批 准: (技术负责人)	谢少群			

第 2 页 共 7 页

地址: 广州高新技术产业开发区科学城玉树工业园敬业三街 7 号 D 栋首层

电话: 020-82019688 传真: 020-82019866 邮编: 510663

邮箱: postmaster@tmtest.cn

网址: www.tmtest.cn

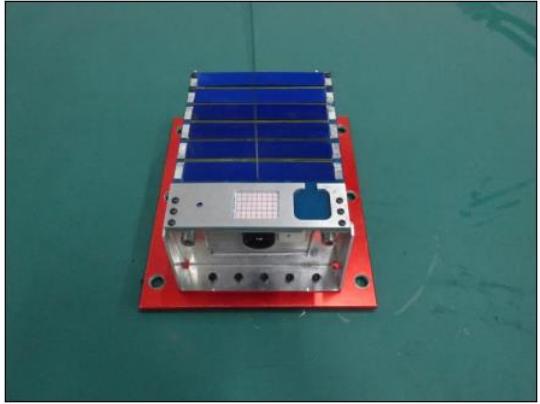
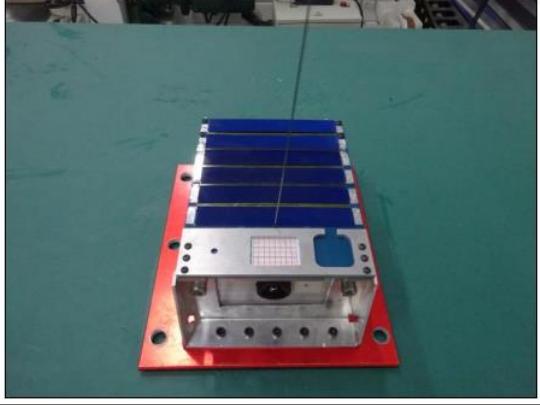
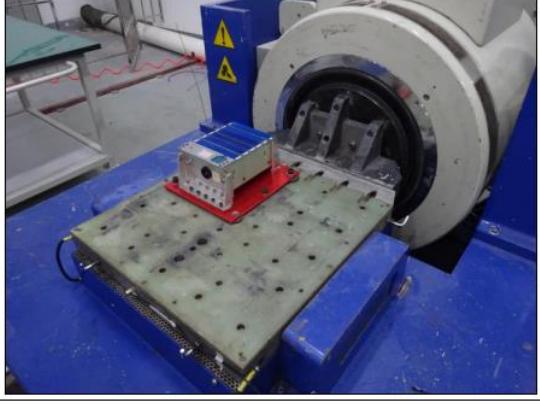
1、检测仪器设备:

序号	仪器/设备名称	仪器/设备编号	校准证书编号	校准有效期
1.1	电动振动试验台	TMT-EN-016	J201603044366C-0001	2017-04-05

2、检测结果:

序号	试验项目	试验条件	评价说明	判定																															
2.1	振动试验	<p>1) 正弦振动:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"></th> <th>Sine Amplitude</th> <th>Sweep Rate</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Longitudinal</td> <td>5~8Hz</td> <td>3.88mm</td> <td rowspan="4">4oct/min</td> </tr> <tr> <td>8~100Hz</td> <td>1.0g</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Lateral</td> <td>5~8Hz</td> <td>3.11mm</td> </tr> <tr> <td>8~100Hz</td> <td>0.8g</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) 随机振动:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Frequency (Hz)</th> <th>PSD (g²/Hz)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td> <td>0.001</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>500</td> <td>0.01</td> </tr> <tr> <td>700</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>1300</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>2000</td> <td>0.004</td> </tr> <tr> <td>G_{rms}</td> <td>5.9</td> </tr> </tbody> </table> <p>正弦振动和随机振动均进行三个方向, 每个方向均进行三十分钟, 每个方向先做正弦振动, 接着做随机振动。</p>			Sine Amplitude	Sweep Rate	Longitudinal	5~8Hz	3.88mm	4oct/min	8~100Hz	1.0g	Lateral	5~8Hz	3.11mm	8~100Hz	0.8g	Frequency (Hz)	PSD (g ² /Hz)	20	0.001	40	0.01	500	0.01	700	0.03	1300	0.03	2000	0.004	G _{rms}	5.9	1) 试验顺序: Y→X→Z 2) 试验后样品外观无明显变化。	N/A
		Sine Amplitude	Sweep Rate																																
Longitudinal	5~8Hz	3.88mm	4oct/min																																
	8~100Hz	1.0g																																	
Lateral	5~8Hz	3.11mm																																	
	8~100Hz	0.8g																																	
Frequency (Hz)	PSD (g ² /Hz)																																		
20	0.001																																		
40	0.01																																		
500	0.01																																		
700	0.03																																		
1300	0.03																																		
2000	0.004																																		
G _{rms}	5.9																																		

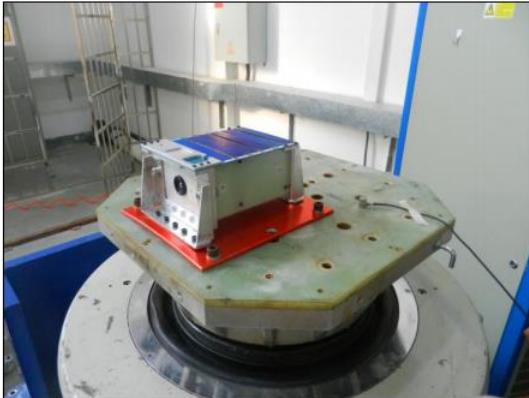
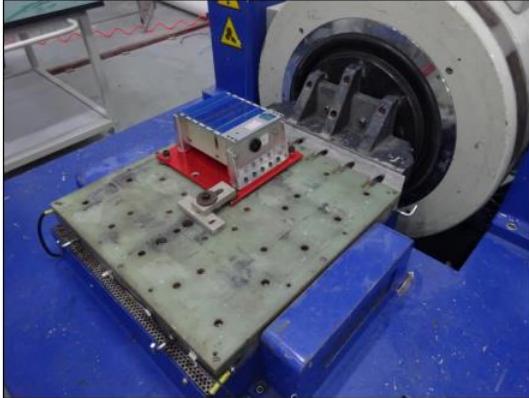
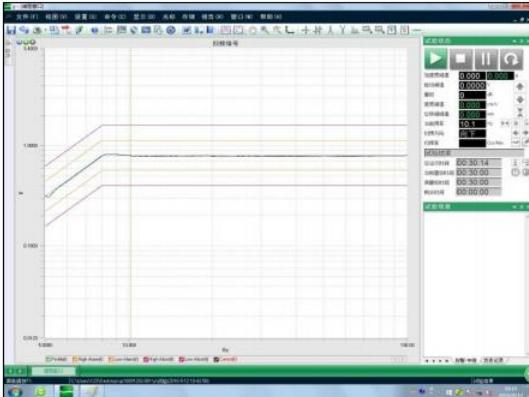
3、试验照片与图谱:

序号	描述	照片与图谱
3.1	试验前样品外观	
3.2	试验后样品外观	
3.3	X 轴试验图片	

第 4 页 共 7 页

地址: 广州高新技术产业开发区科学城玉树工业园敬业三街 7 号 D 栋首层
电话: 020-82019688 传真: 020-82019866 邮编: 510663
邮箱: postmaster@tmtest.cn 网址: www.tmtest.cn

3、试验照片与图谱:

序号	描述	照片与图谱
3.4	Y 轴试验图片	
3.5	Z 轴试验图片	
3.6	正弦振动试验图谱	

第 5 页 共 7 页

地址: 广州高新技术产业开发区科学城玉树工业园敬业三街 7 号 D 栋首层

电话: 020-82019688

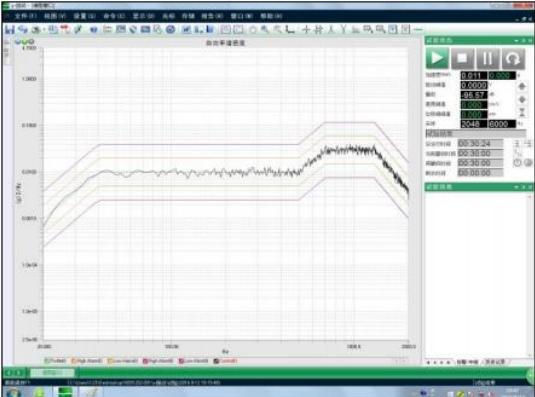
传真: 020-82019866

邮编: 510663

邮箱: postmaster@tmtest.cn

网址: www.tmtest.cn

3、试验照片与图谱:

序号	描述	照片与图谱
3.7	随机振动试验图谱	

*****报告结束*****

第 6 页 共 7 页

地址: 广州高新技术产业开发区科学城玉树工业园敬业三街 7 号 D 栋首层
电话: 020-82019688 传真: 020-82019866 邮编: 510663
邮箱: postmaster@tmtest.cn 网址: www.tmtest.cn

注意事 项

- 1、报告无检测单位公章无效；
- 2、未经本实验室书面同意，不得部分地复制本报告；
- 3、报告无主检、审核人、批准人签名无效；
- 4、报告涂改无效；
- 5、对检测报告若有异议，请于收到报告之日起十五天内向检测单位提出；
- 6、委托检测结果仅对所检验样品有效；
- 7、检测结果中“N/A”表示“不做判定”，“P”表示“合格”，“F”表示“不合格”。

地 址：广州高新技术产业开发区科学城玉树工业园敬业三街 7 号 D 栋首层

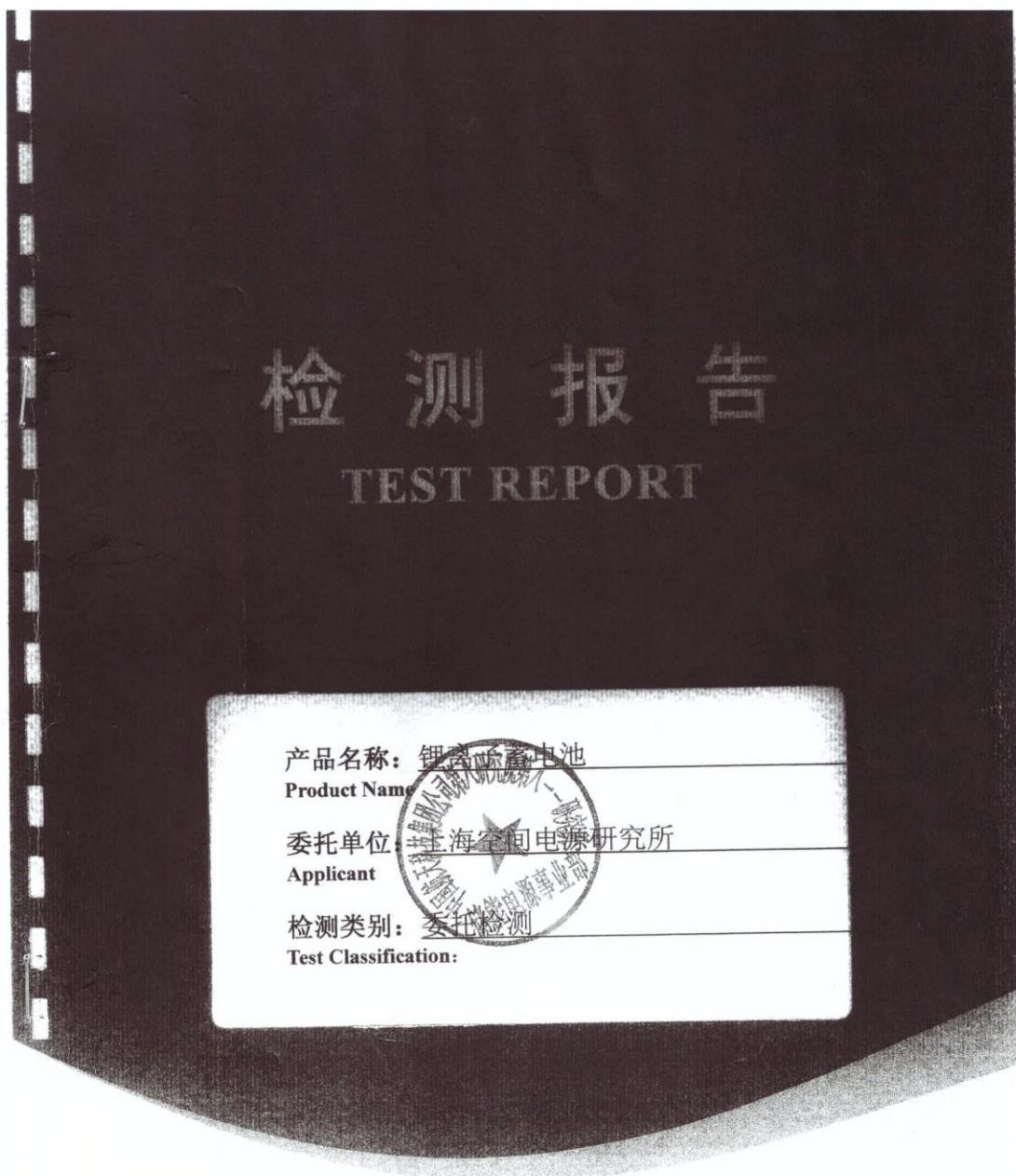
电 话：020- 82019688

传 真：020- 82019866

第 7 页 共 7 页

地址：广州高新技术产业开发区科学城玉树工业园敬业三街 7 号 D 栋首层
电话：020-82019688 传真：020-82019866 邮编：510663
邮箱：postmaster@tmtest.cn 网址：www.tmtest.cn

附件 2：锂离子蓄电池检测报告



苏州泰斯特测控科技有限公司
Suzhou TEST Measurement&Control Technology Co.,Ltd.

产品名称	锂离子蓄电池		样品编号	YP-2016J012801-(01-10)
型号规格	18650		序列号	/
检测类别	委托检测		样品状态	完好
委托单位	上海空间电源研究所		联系电话	13817975273
地 址	上海市东川路 2965 号			
生产单位	上海空间电源研究所		联系电话	13817975273
地 址	上海市东川路 2965 号			
取样方式	自取		收样日期	2016-01-28
样品数量	10	检测日期	2016-01-28~2016-01-29	
检测环境	温度 (°C): 15.8~16.5 湿度 (%RH): 45~49 大气压 (kPa): 103.2~103.7			
检测依据	1. 军用装备实验室环境试验方法: 第 18 部分: 冲击试验 GJB150.18A-2009 2. 军用装备实验室环境试验方法: 第 15 部分: 恒加速度试验 GJB150.15A-2009 3. 企业技术条件			
检测结论	本次试验按检测依据进行, 试验后目测样品外观结构完好, 本次试验对产品性能不做判定。  签发日期: 2016年01月23日			
备 注	—			
编制人: 王选海		审核人: 张毅	批准人: 沈杰	
签 字: <u>王选海</u>		签 字: <u>张毅</u>	签 字: <u>沈杰</u>	
职 务: 检测中心主任				

检测项目汇总

检测用主要仪器设备

检 验 说 明

受上海空间电源研究所的委托,于2016年01月28日至2016年01月29日对该公司提供的18650型锂离子蓄电池进行委托检测。试验数据和照片见附件。

试验条件如下:

1. 冲击试验条件

产品名称	频率范围 (Hz)	冲击加速度响应谱值
18650 锂离子蓄电池	100~500	+12dB/oct
	500~5000	1000g
试验方向和次数	X 向、±Y 向三个方向; 每个方向各 2 次	
试验持续时间	不大于 20ms	

2. 恒加速度试验条件

试验项目	方向	量级	加载速率	时间
鉴定级	X 向、±Y 向	15g	≤0.5g/s	持续时间不少于 5min

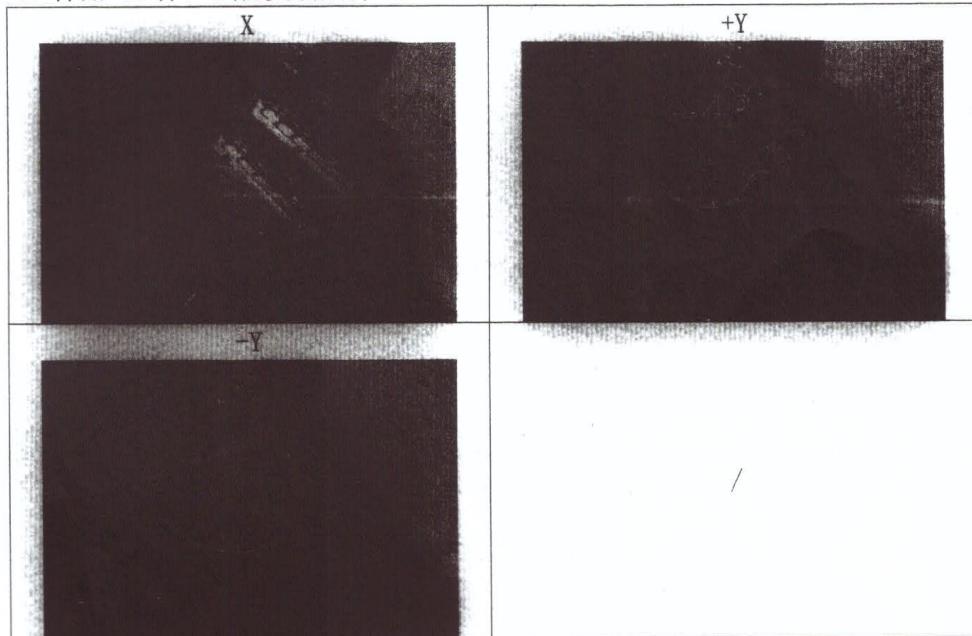
注: 本次试验样品共计 10 件, 分 2 批进行试验, 一批 6 件, 一批 4 件。

以下空白

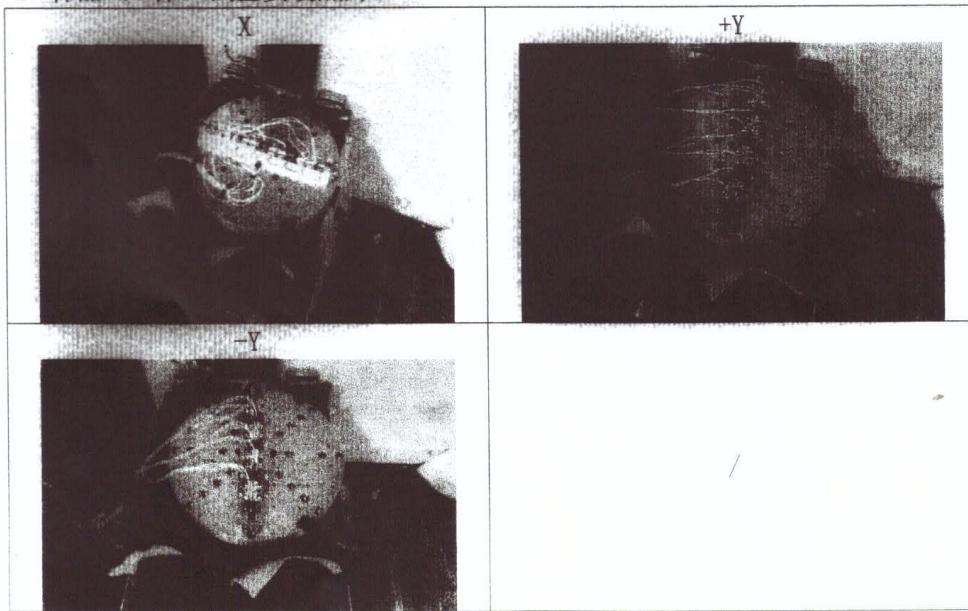
附件: 试验照片与图谱

一. 冲击试验安装照片和图谱

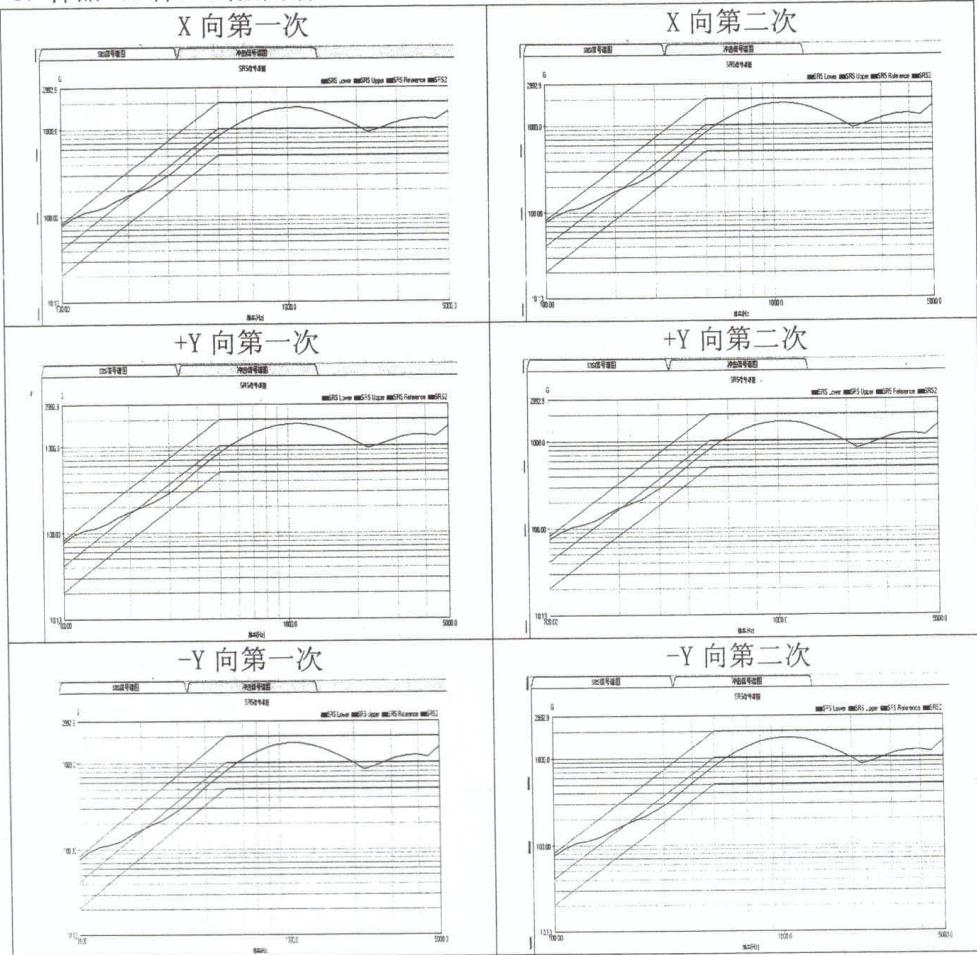
1. 样品 (6 件) 试验安装照片



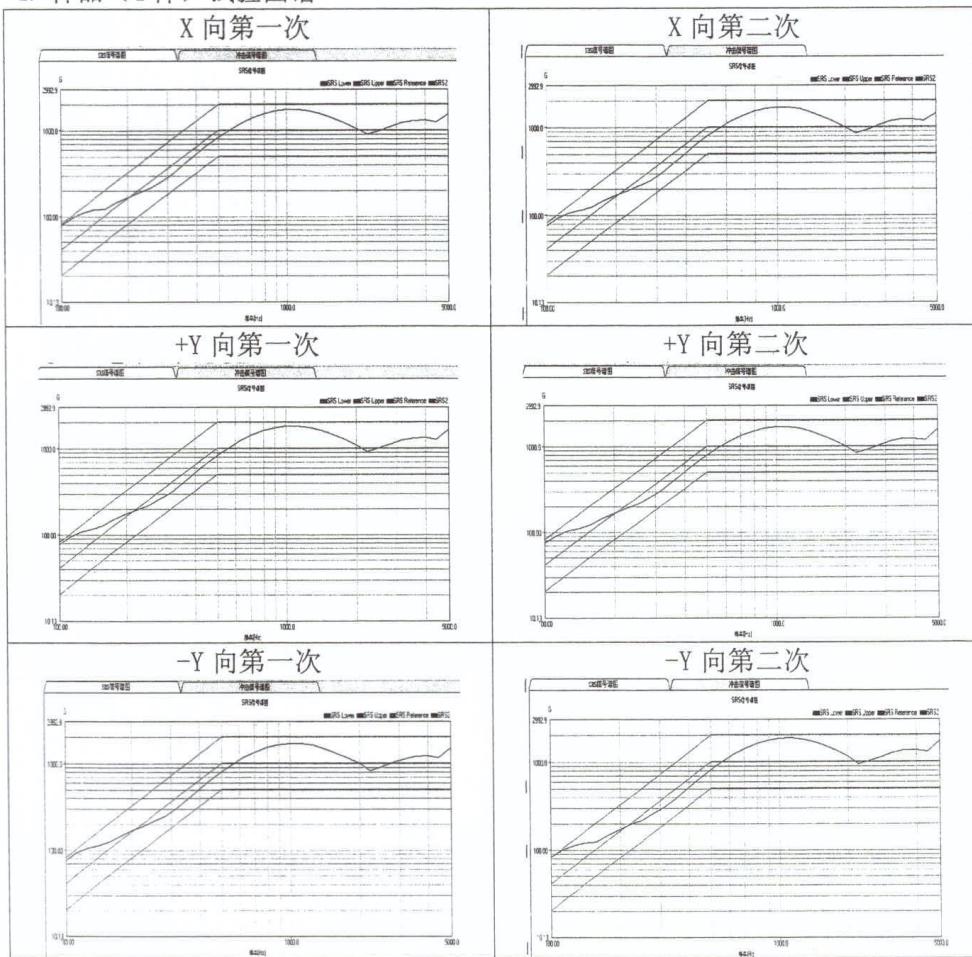
2. 样品 (4 件) 试验安装照片



3. 样品(6件)试验图谱

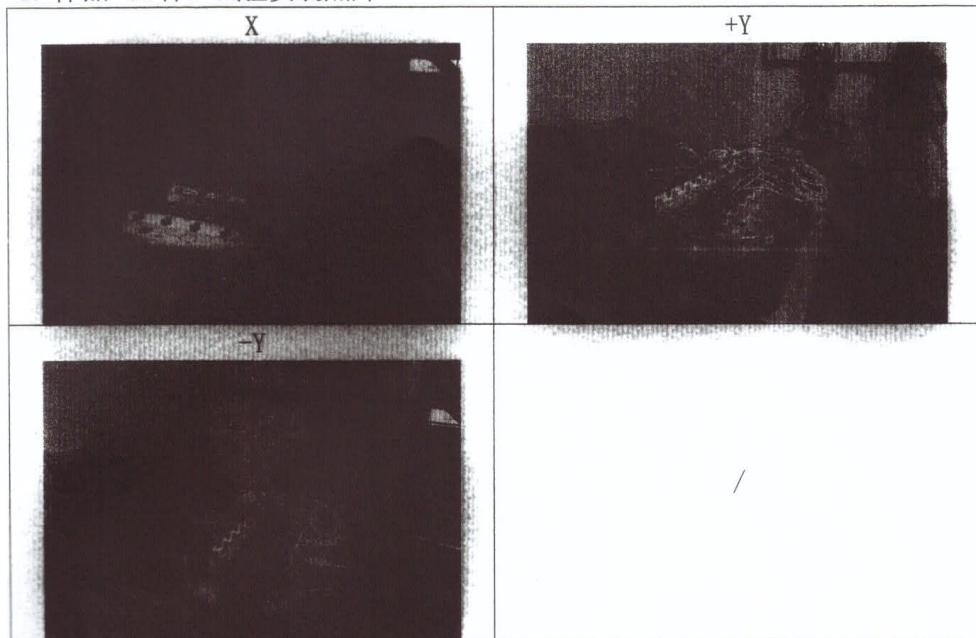


4. 样品(4件)试验图谱

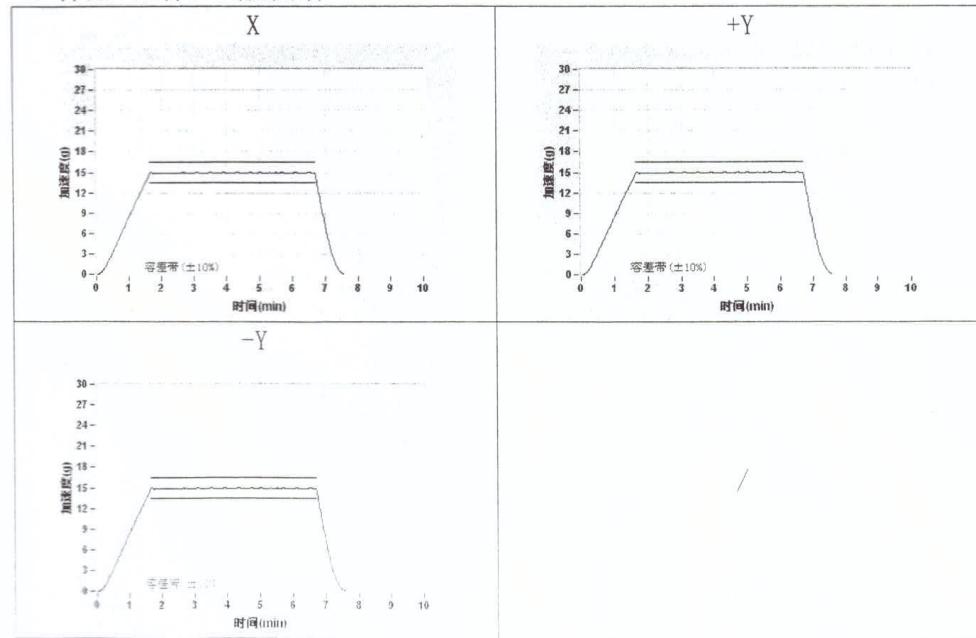


二. 加速度试验安装照片和图谱

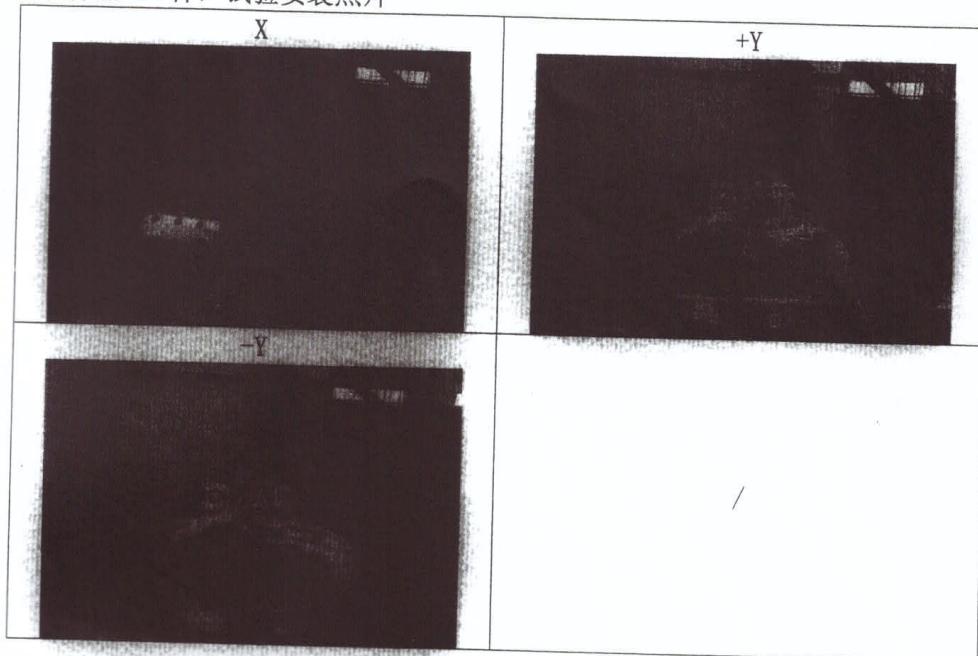
1. 样品(6件)试验安装照片



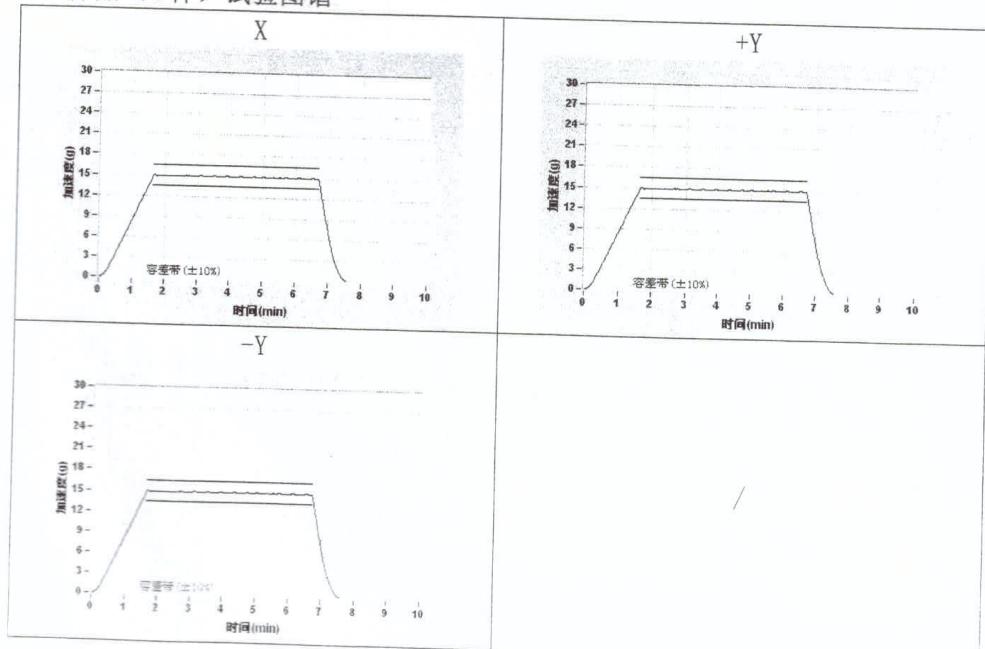
2. 样品(6件)试验图谱



3. 样品(4件)试验安装照片



4. 样品(4件)试验图谱



附件 3：单体电池检测报告



档 号	编号	RbMR16012102CA
保管期限	密级	
	页数	8

检测报告

试验件名称 单体电池

试验件编号 1#~10#

检测项目 正弦扫频、随机振动

委托单位 上海空间电源研究所

天津航天瑞莱科技有限公司上海分部

上海航天

检测报告

报告编号: RbMR16012102CA

第 2 页 共 8 页

委托方	上海空间电源研究所	地址	上海市闵行区东川路 2965 号
试验件名称	单体电池	型号规格	18650
制造商	上海空间电源研究所	产品数量	1
接收日期	20160121	检测日期	20160121
检测地址	上海市闵行区黎安路 1588 号		
产品编号	1#~10#		
检测项目名称: 正弦扫频、随机振动			
检测设备名称	型号/规格	编号	有效期
振动台	MPA712/M544A/GT500M	SH1107198-3	至 2015/12/03
振动控制仪	ZK100	200807	至 2016/07/13
传感器	I2100	J0434	至 2016/04/08
	I3100	J5303	至 2016/04/08
检测依据文件	《空间用锂离子蓄电池单体规范》 《末子级留轨测量系统 18650 锂离子电池技术要求》		
检测基准环境			
温度	15.5°C	相对湿度	49%RH
		大气压	试验现场大气压

检测结论: 本试验方法符合《空间用锂离子蓄电池单体规范》、《末子级留轨测量系统 18650 锂离子电池技术要求》中的规定, 满足委托单的要求。

编写 胡鹏 20160223 校对 刘静 20160223 签发 李杰 20160223

检测试验专用章:



报告未经本所批准, 不准部分复印

地址: 上海市闵行区黎安路 1588 号二号楼, 201199
电话: 021-34520975/76
传真: 021-34520970

地址: 苏州市高新区紫金路 8 号, 215011
电话: 0512-66318753
传真: 0512-66317105

报告编号: RbMR16012102CA

第 3 页 共 8 页

检测试验条件

根据《空间用锂离子蓄电池单体规范》、《末子级留轨测量系统 18650 锂离子电池技术要求》中的规定和《试验(检测)委托单》，本试验依次为正弦扫频试验和随机振动试验，正弦扫频试验条件见表 1，随机振动试验条件见表 2。试验件的振动方向定义见图 1。

表 1 正弦扫频试验条件

频率 (Hz)	振幅 (mm)	加速度 (g)	扫频速率	时间	方向
5~30	11	/	2oct/min	1sweep	X、Y
30~100	/	20			

表 2 随机振动试验条件

频率 (Hz)	PSD	RMS (g)	时间	方向
20~100	+6dB/oct	28.035	2min/向	X、Y
100~800	0.2g ² /Hz			
800~1100	/			
1100~1300	1 g ² /Hz			
1300~2000	-32 dB/oct			

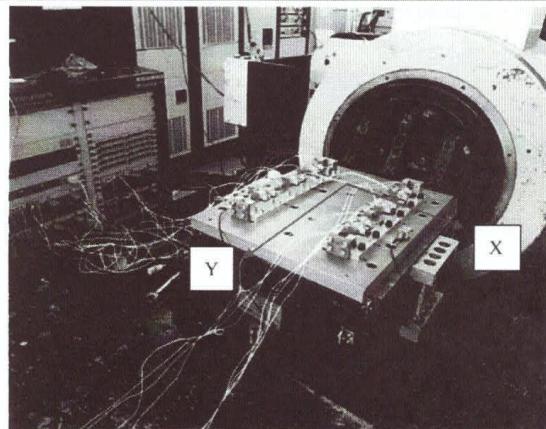


图 1 试验件的方向定义

备注:	/
-----	---

声明：本检测结果只对该检测样品唯一有效。



报告编号: RbMR16012102CA

第 4 页 共 8 页

检测试验结果

1. 试验状态

在振动试验中, 试验件通过螺钉固定在振动台的台面上, 试验件的安装状态见附图 1~附图 4。

振动试验中安装 2 个传感器, 振动试验中采用 1#、2#传感器两点平均控制方式。

2. 试验过程

2016 年 1 月 21 日, 根据《空间用锂离子蓄电池单体规范》、《末子级留轨测量系统 18650 锂离子电池技术要求》的方法, 按照《试验(检测)委托单》的要求, 对试验件进行并完成了正弦扫频试验和随机振动试验。

3. 试验结果

正弦扫频试验的控制曲线见附图 5~附图 8。

随机振动试验的控制曲线见附图 9~附图 12。

试验结束后, 试验件的外观无异常, 试验件的其他性能由委托方自行检测。

(以下无正文)

备注:	/
-----	---

声明: 本检测结果只对该检测样品唯一有效。

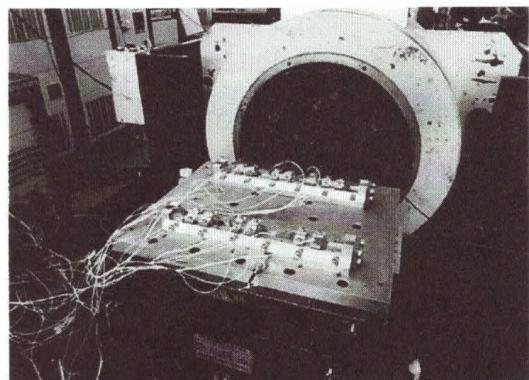
科
每
一



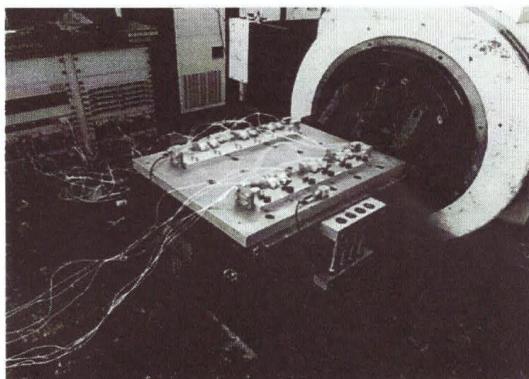
报告编号: RbMR16012102CA

第 5 页 共 8 页

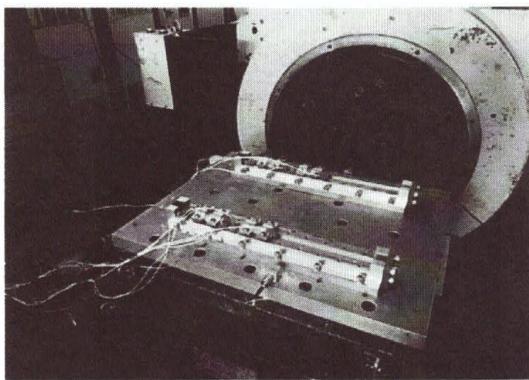
附录:



附图 1 试验件(1#~6#)X 向的安装状态



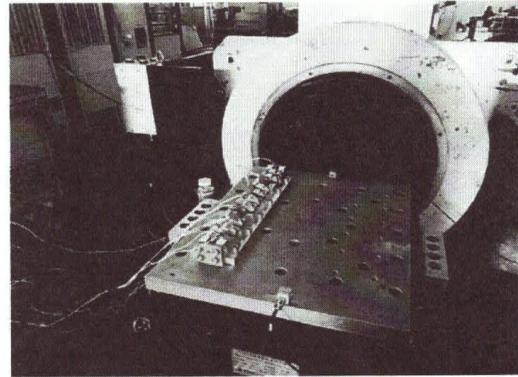
附图 2 试验件(1#~6#)Y 向的安装状态



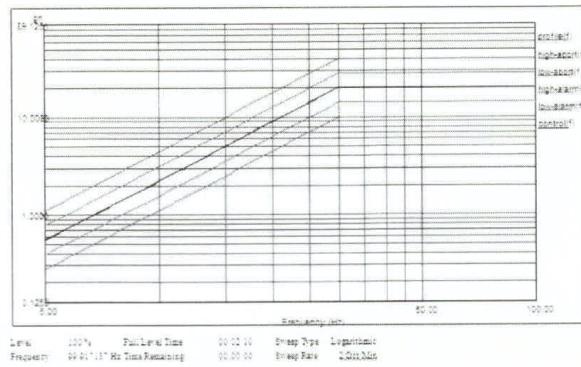
附图 3 试验件(7#~10#)X 向的安装状态

报告编号: RbMR16012102CA

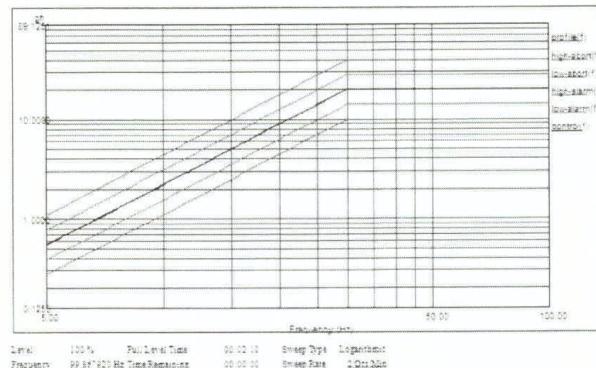
第 6 页 共 8 页



附图 4 试验件(7#~10#)Y 向的安装状态



附图 5 试验件(1#~6#)X 向正弦扫频试验控制曲线

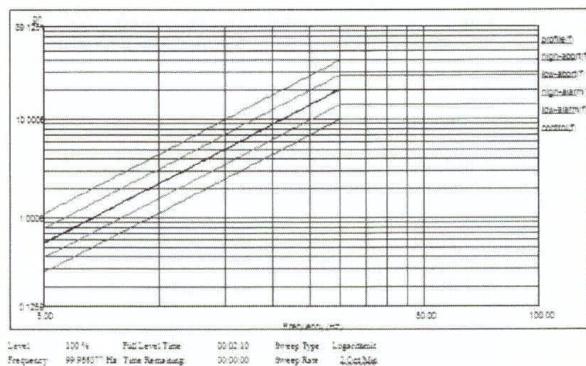


附图 6 试验件(1#~6#)X 向正弦扫频试验控制曲线

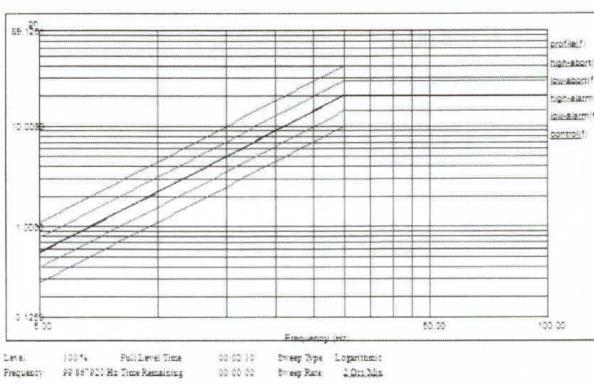
开-十室-a7f119b10016-001-007

报告编号: RbMR16012102CA

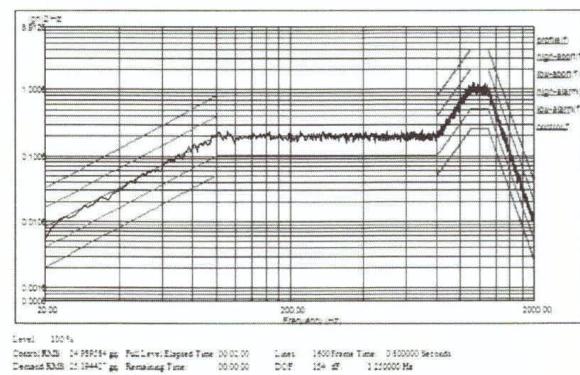
第 7 页 共 8 页



附图 7 试验件(7#~10#)Y 向正弦扫频试验控制曲线



附图 8 试验件(7#~10#)Y 向正弦扫频试验控制曲线

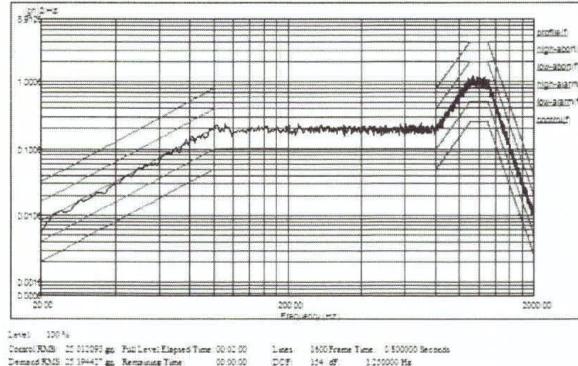


附图 9 试验件(7#~10#)X 向随机振动试验控制曲线

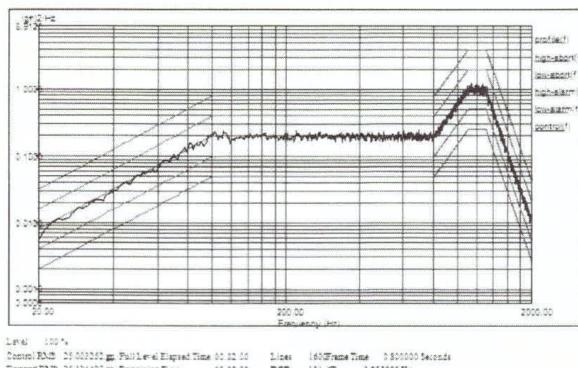


报告编号: RbMR16012102CA

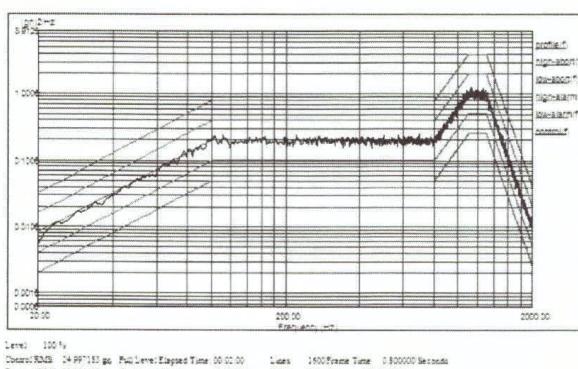
第 8 页 共 8 页



附图 10 试验件(7#~10#)X 向随机振动试验控制曲线



附图 11 试验件(7#~10#)Y 向随机振动试验控制曲线



附图 12 试验件(7#~10#)Y 向随机振动试验控制曲线