

某型差分压电加速度传感器两种安装方式比对试验研究

王立梅
(中国航发四川燃气涡轮研究院 四川 绵阳 621022)

摘要: 压电加速度传感器广泛应用于航空航天等各领域,具有频率响应宽、寿命长和使用方便等优点。影响压电加速度传感器测量结果的因素较多,如核辐射、强磁场、温度、湿度、电缆噪声以及基座应变等。本文对校准时的安装模型进行分析,并通过试验对三角安装和中心安装两种安装方式的可靠性和适用频率范围给予说明。

关键词: 压电加速度传感器; 安装方式; 比对试验; 研究

0 引言

压电式传感器的安装主要有四种方法:螺钉安装、磁力安装座安装、胶粘剂粘接、探针安装。每种安装模式都会对高频产生影响。第一种安装方法是螺钉安装,它具有最宽的频率响应范围,也是四种方法中最安全、最可靠的。其他三种安装方法降低了高频响应范围。通过在传感器和安装表面之间插入安装介质(如磁性安装底座、探头和粘合剂),产生安装谐振频率,该频率小于传感器的固有频率,并减小高频范围。传感器距离测试点越远,安装谐振频率越低,可用频率范围越小。

在现场环境下,如果安装在电机、发动机等电气噪声较大的设备上,需要单点接地,以避免接地电路噪声对测量的影响。请采取安装措施使加速度传感器与部件(如绝缘螺钉)绝缘,或选择加速度传感器本身结构与地面绝缘且能满足试验要求的加速度传感器。

1 压电加速度传感器简介

振动传感器将测量的机械量转换为电量。由于传感器中的机电转换原理不同,输出电量也不同。根据机电转换原理,振动传感器可分为磁电式、电感式、压电式、电阻式、电容式和涡流式传感器。根据测量的机械量,它们可以分为位移、速度、加速度、力、扭矩和应变传感器。压电式加速度传感器具有动态范围大、频率范围宽、线性好、体积小、稳定性高、不需要任何外部电源、安装使用方便等优点。根据输出信号的传输方式,压电式加速度传感器可分为单端和差动两种。一条信号线和一条地线在单端传输,两条差分传输线传输信号。目前,用于发动机试验研究的振动传感器大多是压电式差动加速度传感器。

2 试验目的

在校准或使用中,压电加速度传感器的实际上限频率往往不是理论谐振频率,这受到具体安装方法的限制,即安装谐振频率。在标定过程中,压电加速度传感器通常安装在振动台的中心,其力学模型为一个二阶弹簧质量阻尼系统。传感器的安装位置是需要考虑的一个重要因素。在同一结构的不同振动试验中,如果改变传感器的安装位置,不仅会改变传感器的固有频率和振型,还会改变传感器的实测振动响应。差动压电加速度传感器外形尺寸图(如图

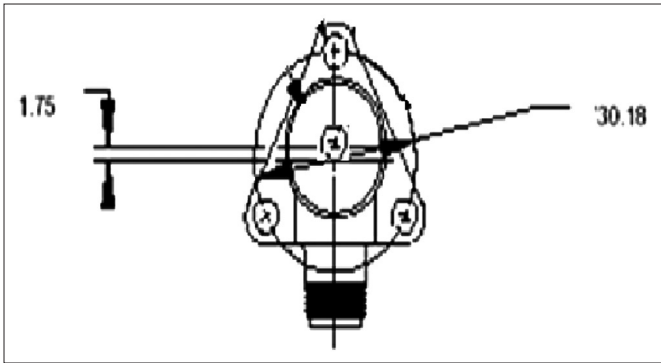


图 差分压电加速度传感器尺寸示意图

安装方式,即三角形安装和中心安装;两种安装方式的中心距为 1.75mm。

为了研究安装位置对工作频率范围的影响情况,对一批新购 KISLTER 生产的 8207、8209 两种型号的差分压电加速度传感器的进行校准试验。

3 试验方法

对差分压电加速度传感器的校准主要采用振动校准装置,振动校准装置是一种能产生一个固有频率的正弦信号,经功率放大推动振动台做正弦振动的标准器具。振动校准装置按工作频率范围可分为高频、中频、低频和超低频校准振动台。本次试验采用中频标准装置,试验对象为 8207、8209 两种型号的加速度传感器各选择 5 支,同一支传感器分别采用中心安装和三角安装两种方式条件下校准该加速度传感器的幅值灵敏度频率响应。为了试验的可靠性,后端电荷放大器选择同一台同一通道,加速度传感器输出信号线与电荷放大器的输出信号线使用同一条,并严格控制温度、湿度等试验条件保持变化很小,设置相同的校准频率点和相同的加速度幅值。

4 试验结果

采集记录各支差分压电加速度传感器幅值灵敏度频率响应数据,并按照型号和安装方式分类制成数据图表,表 1 为 8207 型加速度传感器两种安装方式幅值灵敏度频率响应的实验数据,表 2 为 8209 型加速度传感器两种安装方式幅值灵敏度频率响应的实验数据。

从校准数据图表可知,三角安装方式校准的幅值灵敏度与中心安装方式校准的幅值灵敏度相比较小,中心安装方

表 1 8207 型加速度传感器两种安装方式幅值灵敏度频率响应

编号 / 频率	5112013		5112014		5112015		5112016		5112017	
	三角安装	中心安装	三角安装	中心安装	三角安装	中心安装	三角安装	中心安装	三角安装	中心安装
20	96.80	97.63	100.34	100.63	100.96	101.52	100.20	100.90	99.23	99.23
40	96.60	97.45	100.09	100.40	100.66	101.34	99.94	100.67	98.93	99.02
80	95.87	96.70	99.29	99.64	99.90	100.64	99.14	99.96	98.12	98.24
160	95.33	95.89	99.58	98.95	99.26	99.62	98.38	98.86	97.47	97.67
315	94.57	95.24	97.86	98.26	98.44	98.97	97.64	98.25	96.68	96.94
630	93.62	94.36	96.86	97.54	97.47	98.15	96.65	97.52	95.64	95.93
1250	92.95	93.90	96.15	98.28	96.76	97.82	95.99	97.48	95.15	96.00
2000	92.65	93.77	95.78	96.34	96.04	97.16	95.46	96.20	94.24	95.44
3000	91.52	93.86	94.53	98.34	94.85	97.55	94.58	97.13	93.12	95.42
4000	89.82	94.93	92.21	102.26	92.46	98.95	93.30	98.72	90.79	96.65
5000	89.21	91.96	93.16	102.22	92.77	97.73	91.78	98.54	91.25	94.70

表 2 8209 型加速度传感器两种安装方式幅值灵敏度频率响应

编号 / 频率	51000638		51000639		51000641		51000642		51000643	
	三角安装	中心安装	三角安装	中心安装	三角安装	中心安装	三角安装	中心安装	三角安装	中心安装
20	24.92	24.72	24.65	24.48	24.64	24.58	24.74	24.54	24.64	24.56
40	24.85	24.65	24.57	24.45	24.54	24.49	24.65	24.49	24.59	24.49
80	24.67	24.52	24.35	24.22	24.37	24.34	24.46	24.31	24.40	24.31
160	24.44	24.28	24.21	24.01	24.21	24.14	24.30	23.15	24.23	24.16
315	24.27	24.11	24.00	23.86	24.01	23.97	24.09	23.98	24.03	23.99
630	24.03	23.91	23.76	23.66	23.79	23.75	23.86	23.79	23.79	23.78
1250	23.86	23.89	23.61	23.56	23.58	23.69	23.72	23.76	23.68	23.73
2000	23.74	23.68	23.50	23.59	23.56	23.66	23.53	23.56	23.44	23.68
3000	23.50	23.90	23.28	23.80	23.25	23.82	23.34	23.85	23.21	23.87
4000	22.92	24.14	22.67	23.51	23.67	24.61	22.98	24.19	22.55	23.84
5000	23.28	25.10	22.78	24.78	23.86	23.72	22.81	24.61	22.86	24.64

式标定的振幅灵敏度变化趋势大体一致，幅值灵敏度相对误差变化趋势略有差异。按压电加速度传感器检定规程对工作级加速度传感器的要求，中心安装方式条件下工作频率范围更宽一些。

5 结语

压电加速度传感器是科研工作的重要辅助工具，通过压电加速度传感器测量的结果具有更高的准确度才能使其发挥出更大的价值作用。同时也由于压力加速度传感器测量结果的受影响因素较多，本文也仅是对校准时的安装模型进行了分析，通过对三角安装和中心安装两种安装方式进行对照实验研究，得出上述结论，希望能对相关行业人士起到参考作用。

对于其他的影响压电加速度传感器测量结果的因素，如核辐射、强磁场、温度、湿度、电缆噪声以及基座应变等，还需要继续开展相应的研究实验来进行分析，只有尽可能地避免这些因素的影响，才能使我们应用压力加速度传感器测量出的数据结果更为准确，从而促使科研工作效率提升、压力加速度传感器的实用价值变大。

参考文献：

[1] 张迎新. 非电量测量技术基础 [M]. 北京：北京航空航天大学出版社,2002.

[2] 王化祥, 张淑英. 传感器原理及应用 [M]. 天津：天津大学出版社,2002.

[3] 张燕红, 郑仲桥基. 基于单片机 AT89C52 的数据采集系

统 [J]. 化工自动化及仪表,2010,37(3):110-112.

[4] 闫利军, 赵亚娟, 高志远. 压电加速度传感器在机载测试领域中的安装研究 [J]. 电子测量技术,2014,37(07):130-134.

[5] 郑星, 黄海莹. 加速度传感器安装方式的理论建模与响应分析 [J]. 传感器与微系统,2016,35(11):61-63.

[6] 于雪莲. 加速度传感器安装方式对灵敏度的影响 [J]. 中国计量,2017(02):114-116.

[7] 徐宝峰. 一种新型高性能 IEPE 加速度传感器 [J]. 电子测试,2021(16):15-16+57.

[8] 金城, 黄鸿耀, 王瑞琪. 改善压电加速度传感器绝缘稳定性的试验研究 [A]. 中国航空工业集团有限公司防务生产与保障部、中国航空工业技术装备工程协会. 2019 航空装备服务保障与维修技术论坛暨中国航空工业技术装备工程协会年会论文集 [C]. 中国航空工业集团有限公司防务生产与保障部、中国航空工业技术装备工程协会：《测控技术》杂志社,2019:4.

[9] 王希亮, 王芳, 刘静, 等. 传感器安装位置及控制方式对水平随机振动试验结果影响研究 [J], 兵器试验,2013,000(004):24-27.

[10] 陈爽, 孙浩, 冯超. 加速度传感器及其安装工艺对加速台车模拟试验测量结果的影响 [J]. 测控技术,2013,32(3):5.

作者简介: 王立梅 (1984.06-), 女, 汉族, 黑龙江齐齐哈尔人, 工程师, 学士学位, 研究方向: 振动计量。