

平台发电机组振动原因分析

徐鲁杰¹, 吴亚龙², 丁 艳²

(1. 海军驻洛阳四〇七厂军事代表室, 河南 洛阳 471039;

2. 河南柴油机重工有限责任公司, 河南 洛阳 471039)

摘 要: 某平台装有4台1 500 kW主发电机组, 运行时出现较严重的异常振动。针对该问题分析可能引起发电机组振动的因素, 并制定振动测试方案; 通过试验测试的方法找出了引起异常振动的主要原因, 并根据现场测量结果提出可行的减振方案, 使发电机组振动指标达到标准许可范围。

关键词: 主发电机组; 振动; 测试; 减振; 钻井平台

中图分类号: TK427⁺. 127 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-4357(2017)01-0050-04

Analysis on the Vibration Causes of Platform Gensets

Xu Lujie¹, Wu Yalong², Ding Yan²

(1. Naval Deputy Office of Henan Diesel Engine Industry Co., Ltd., Henan Luoyang 471039;

2. Henan Diesel Engine Industry Co., Ltd., Henan Luoyang 471039)

Abstract: A platform was installed with four 1 500 kW main gensets, which had serious abnormal vibration during operation. To solve this problem, the causes which may lead to gensets vibration were studied and the vibration test scheme was formulated. The main causes which lead to abnormal vibration were discovered by tests, and the feasible vibration-reduction scheme was given based on on-site measurement results, finally the vibration index was controlled within the standard range.

Key words: main gensets; vibration; test; vibration reduction; drilling platform

0 引 言

某平台用主发电机组在出厂台架测试时振动指标正常, 但在平台上运行时出现了较严重的异常振动。本文分析了可能引起发电机组异常振动的因素, 通过振动测验的方法找出引起异常振动的主要原因, 并提出可行的减振方案, 以保证发电机组振动指标达到标准许可范围。

1 平台主发电机组布置情况

某平台装有4台主发电机组, 布置方式如图1所示。每台主发电机组主要由以下部分组成: TBD620V16柴油机、高弹性联轴器、1FC6发电

机、T6060型隔振器、发电机组支撑结构(包括公共底座、基座及其支撑平台)。

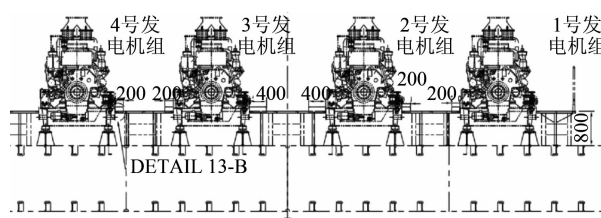


图1 发电机组安装位置示意图

2 振动测试方案

根据4个钻井平台的反映, 每个平台都是1号机组振动最大; 同一平台4台机组的振动情况相差

较大。为寻找振动超标的原因，须要获得发电机组振动的固有特性。发电机组振动的固有特性可以通过现场试验与理论计算相结合的方法获得，但由于条件限制，理论计算影响因素较多，本文仅采用现场试验测量方法。结合本次 4 台机组的振动情况，制定了如下振动测试方案。

2.1 第一次测量

对 4 台发电机组的振动程度进行测量，隔振器型式为 T6060，基座及基座支撑平台均未加强。测点布置位置如图 2 所示。

本次测量为 1 500 (r · min⁻¹) 下空载测量，结果见表 1。由表 1 数据可知：1 号柴油机测点 7 的 Y 方向振动值超标，振动速度有效值大于标准要求 45 (mm · s⁻¹)，不符合设计要求；测点 9 为热交换器，由于其为柴油机附件，其值可作为参考

点，该点在 Y 方向的振动速度有效值大于标准要求 45 (mm · s⁻¹)。机组其余的振动速度有效值均符合设计标准。

2.2 第二次测量

鉴于第一次测量结果，采用排除法，初步怀疑隔振器隔振效果不佳引起机组异常振动。故更换隔振器型式，对 1 号发电机组的振动进行重点测量，将隔振器型式分别更换为 T6050 和 T6065，公共底座采用未加强前底座、基座及基座支撑平台均未加强。

测点布置位置与第一次测量相同。测量结果见表 2。

由表 2 数据并结合第一次测量中同工况下 T6060 隔振器测试数据可知：采用 T6050 隔振器和 T6065 隔振器不能改善机组的振动问题，反而使机组的振动超标点增加。

表 1 第一次测量结果

隔振器型式: T6060 转速/ (r · min ⁻¹): 1 500 功率/kW: 0 量标: V _{rms} / (mm · s ⁻¹)															
1#机组				2#机组				3#机组				4#机组			
测点	X	Y	Z	测点	X	Y	Z	测点	X	Y	Z	测点	X	Y	Z
1	10.6	35.1	19.3	1	8.8	25.2	8.7	1	7.5	14.8	7.8	1	3.2	22.1	7.8
2	15.4	26.4	29.5	2	19.1	17.6	21.5	2	13.6	9.5	19.4	2	14.9	17.7	13.0
3	15.2	16.1	17.8	3	9.9	8.0	11.0	3	7.3	7.0	9.2	3	4.9	8.5	7.4
4	12.0	15.4	5.8	4	7.1	11.1	12.2	4	7.2	9.4	6.7	4	4.8	6.4	7.6
5	7.6	11.6	6.1	5	6.2	7.0	4.2	5	5.6	6.0	5.9	5	7.0	6.3	4.6
6	12.4	9.1	18.6	6	7.2	5.1	22.6	6	7.0	3.8	13.1	6	6.0	6.6	16.3
7	15.8	56.1	17.0	7	9.9	38.4	11.8	7	7.2	22.8	12.0	7	4.3	29.4	7.8
8	11.9	23.3	16.0	8	8.6	22.9	19.7	8	6.3	10.6	11.5	8	10.9	17.3	14.8
9	17.9	57.0	23.9	9	16.7	35.2	10.8	9	15.6	21.5	9.0	9	14.6	29.2	10.5
10	12.1	5.6	6.3	10	8.8	9.5	11.3	10	6.5	7.5	6.0	10	10.5	9.4	11.4

表 2 第二次测量结果

1#机组								1#机组							
隔振器型式: T6050 转速/ (r · min ⁻¹): 1 500 量标: V _{rms} / (mm · s ⁻¹)								隔振器型式: T6065 转速/ (r · min ⁻¹): 1 500 量标: V _{rms} / (mm · s ⁻¹)							
0% N _e 工况				20% N _e 工况				0% N _e 工况				20% N _e 工况			
测点	X	Y	Z	测点	X	Y	Z	测点	X	Y	Z	测点	X	Y	Z
1	7.5	38.5	18.3	1	16.6	29.0	28.8	1	9.6	29.3	15.2	1	8.9	28.9	14.2
2	18.5	21.7	33.7	2	16.4	23.9	38.6	2	17.6	44.5	38.8	2	20.3	47.8	41.9
3	12.0	16.5	25.7	3	12.9	18.2	30.1	3	14.1	22.9	22.3	3	14.0	27.8	24.2
4	12.4	22.5	36.9	4	14.4	25.8	40.5	4	13.5	26.3	44.8	4	13.5	25.3	45.0
5	3.6	7.1	8.3	5	4.4	7.9	8.6	5	2.9	15.8	7.7	5	2.7	13.9	7.3
6	9.9	22.2	35.4	6	10.9	31.4	37.6	6	12.8	18.6	49.5	6	13.1	19.3	50.8
7	11.6	58.1	16.1	7	13.8	72.1	17.0	7	12.4	43.2	12.8	7	13.8	44.4	13.1
8	6.6	17.5	27.9	8	6.3	18.6	31.6	8	9.0	44.3	41.0	8	9.8	44.7	37.4
9	16.4	66.8	28.3	9	20.6	80.4	31.3	9	18.9	46.1	21.8	9	18.0	48.7	19.4
10	6.9	27.4	31.2	10	5.7	30.2	34.0	10	8.3	27.7	39.1	10	7.4	25.9	39.0

2.3 第三次测量

第二次测量排除了隔振器隔振效果不佳的因素,进而考虑公共底座等发电机组支撑结构刚度不够引起异常振动的可能。更换1号发电机组公共底座,对发电机组的振动进行测量。隔振器型式为T6060;1号发电机组公共底座采用加强后的底座;其它机组公共底座不变;基座及基座支撑平台均未加强。

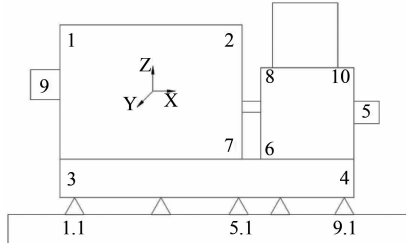


图2 第一次测量隔振传感器测点布置示意图

本次测量每台机组共布置16个测点。其中3个测点布置在设备外壳上,每个测点测3个方向上的振动。1、2号测点布置在公共底座上,3号测点布置在柴油机热交换器上,如图3所示。

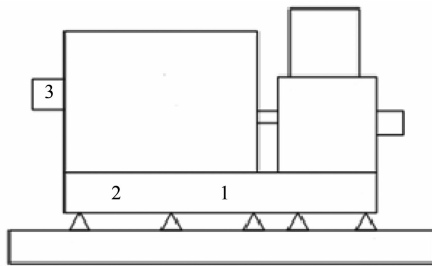


图3 第三次测量测点布置示意图

其余13个测点中有4个测点布置在设备基座和甲板基座上,沿设备中心线对称布置;7个测点布置在甲板上;2个测点布置在相邻设备的设备基座和甲板基座上,只测量垂向振动。图4给出了其余13个测点的大致布置位置和甲板上测点布置位置示意图。甲板布置测点的目的是确定振动在甲板上的传递路径。

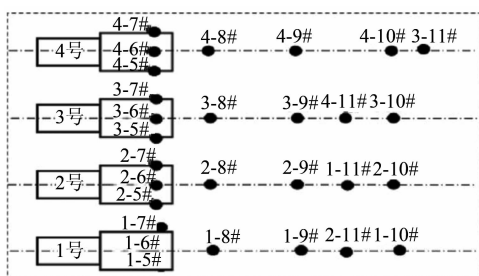


图4 机组及甲板测点布置示意图

图5给出了其中一台发电机组布置在设备基座、甲板安装基座以及甲板上的测点位置示意图,其余

三台机组的测点布置相同。设备基座和甲板安装基座布置测点的目的是确定振动经隔振器后的大小。

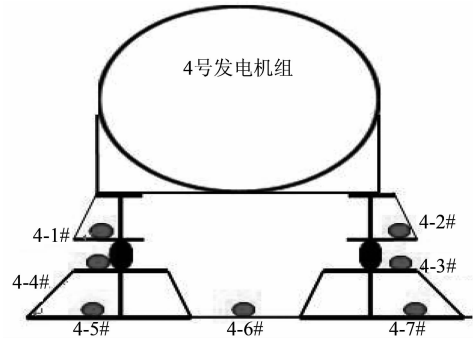


图5 基座和甲板基座及甲板测点布置图

测量结果显示见表3、4,可见:1号发电机组更换加强后的公共底座后,振动指标均未超标;2号发电机组在热交换器处的测量点振动指标超标,由于其为柴油机附件,其值可作为参考点。

表3 主发电机组机壳振动测量结果

隔振器型式: T6060 量标: V_{rms} : ($\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$)							
1#机组				2#机组			
测点	X	Y	Z	测点	X	Y	Z
1	1.58	3.68	1.37	1	4.56	5.00	22.06
2	2034	1.88	1.83	2	11.37	19.24	12.06
3	4.73	3.96	1.70	3	15.46	14.92	47.38

表4 机组基座及甲板振动测量结果

1#机组		2#机组	
测点	振动有效值/($\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$)	测点	振动有效值/($\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$)
1	1.34	1	21.39
2	1.61	2	18.55
3	1.71	3	0.79
4	0.92	4	0.84
5	0.42	5	1.52
6	15.86	6	5.24
7	1.15	7	1.66
8	2.45	8	2.78
9	1.76	9	2.67
10	0.52	10	1.88
11	1.09	11	0.71
12	0.98	12	0.69
13	0.78	13	0.45

2.4 振动测试结果比较

分析第一次测量与第二次测量的结果可知:T6060隔振器对降低发电机组的振动效果明显,不是引起发电机组振动超标的主要原因。分析第一次测量与第三次测量的结果可知:1号机组采用原始公共底座时,热交换器振动超标,采用加强后

的公共底座后，热交换器振动满足要求。表明：加强发电机组公共底座对降低发电机组的振动幅度有积极的作用。

3 振动异常的影响因素

引起发电机组异常振动的原因十分复杂，本项目振动测试暂对其中一些因素进行了验证，以下振动原因分析均基于目前振动测量的数据进行。通过分析三次测量的数据，得出引起振动异常的因素有：

(1) 公共底座刚度不够

比较振动测量第一次测量与第三次测量测量数据：1 号机组采用原始公共底座时，热交换器及左后支撑角振动超标；采用加强后的公共底座后，热交换器及左后支撑角振动满足要求。

比较原发电机公共底座与加强后的公共底座结构可知：原发电机公共底座未设置连接两条纵桁的横向构件，公共底座刚度不够；而加强后的公共底座在两条纵桁之间增加了 6 条横向连接构件，整个公共底座刚度明显加强。

由上分析可知，原发电机组公共底座刚度不够，发电机组公共底座与发动机组振源产生耦合振动，引起振动异常。

(2) 基座刚度不够

从第三次测量可知：原平台发电机组基座两条基座纵桁之间未设置横隔板，整个基座未连成一个封闭的框架，尤其在基座端部未设有横向构件，会影响基座的刚度。发电机组基座刚度不够，发电机组基座与发动机组振源产生耦合振动，引起振动

异常。
(3) 可能引起振动异常的其它原因

在发电机组运行时，机组附属管路设备会产生振动，也有可能成为引起机组振动异常的因素之一，本次未对机组附属管路进行测试。

平台压载变化引起平台变形，可导致发电机组基座变形，轴线不正也有可能引起机组振动异常，本次未对机组轴线对中进行测量。

4 结 论

依据上述分析：为解决平台主发电机组振动问题，可以增加公共底座刚度；换装加强后的发电机组公共底座；对平台基座进行结构加强，以增加平台刚度。考虑到对平台基座进行结构加强难度较大，最终对机组公共底座进行改进设计，避开共振频率，使平台 4 台机组振动速度有效值小于标准要求 45 ($\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$)，满足设计要求。

建议后续建造的平台要进行机组、基座、平台结构振动特性计算，一方面分析固有频率的特性，以满足频率储备要求，避免共振；另一方面可获得振动响应量值，用以具体指导结构优化措施。

参考文献

[1] 陈大荣. 船舶柴油机设计 [M]. 北京：国防工业出版社，1980.
[2] 赵玫. 机械振动与噪声学 [M]. 北京：科学出版社，2004.
[3] 成大先. 机械设计手册 [M]. 化学工业出版社，2004.

《柴油机》杂志广告价目表

版位	尺寸/mm	颜色	定价
封面	205 × 226 (去刊头)	彩色	8000 元/版
封二	210 × 297	彩色	6000 元/版
封三	210 × 297	彩色	4000 元/版
封底	210 × 270 (去条形码)	彩色	5000 元/版
首插页	210 × 297	彩色	5000 元/版
插页	210 × 297	彩色	4000 元/版

注：《柴油机》杂志为双月刊，单月月底出版，全年 6 期。
联系人：高荃，夏斐 电话：021-31310201，021-31310204