

ZGM-95G 磨煤机使用弹簧隔振基础的研究与实践

段恒友¹, 王卫东², 杨红军²

(1. 北京京能热电股份有限公司, 北京市, 100041; 2. 国电电力建设研究所, 北京市, 100055)

[摘要] 石景山热电厂原有 8.5E(ZQM-216 型)中速磨煤机, 由于它的一些缺点需改换成 ZGM-95G 型磨煤机。在改造工程中, 由于场地的限制, 要使用弹簧隔振基础。在浇注了台座块混凝土基础后, 进行了弹簧隔振元件的安装。磨煤机运行后, 对弹簧隔振基础的振动进行了测试。测试结果表明: 磨煤机隔振基础的隔振效率高, 1 号炉达到 90%, 3 号炉达到 91%, 与未安装弹簧隔振基础的 2 号炉和 4 号炉相比, 隔振效果显著。

[关键词] 磨煤机 弹簧隔振基础 隔振元件 弹簧隔振器 粘滞阻尼器

中图分类号: TU348, TU471.2 文献标识码: B 文章编号: 1000-7229(2002)02-0043-04

Study and Practice of Spring Vibration Isolated Foundation for ZGM-95G Coal Mills

Duan Hengyou¹, Wang Weidong², Yang Hongjun²

(1. Beijing Jingneng Thermal Power Limited Company, Beijing, 100041; 2. Electric Power Construction Research Institute, State Power Corporation, Beijing, 100055)

[Abstract] Shijingshan Thermal Power Plant had 8.5E roll mill pulverizer(model ZQM-216). Due to some shortcomings they need to be replaced with a model ZGM-95G mill. During the innovation project the spring vibration-isolated foundation is required due to limitation of the site. After pouring the concrete foundation of bench block, the spring vibration isolated elements are installed. After operation of the mill the test and measurement for vibration of the foundation are executed. The results represent: the vibration-isolation efficiency of the foundation is high, 90% for mill in No.1 boiler and 91% for mill in No.3 boiler. Compared with mill in No.2 and No.4 boilers without spring vibration-isolated foundations, the vibration isolation result is obvious.

[Keywords] coal mill; spring vibration-isolated foundation; vibration-isolating element; spring vibration-isolator; viscous damper

1 弹簧隔振基础的原理和应用

由于弹簧隔振基础隔振效率高、节省空间、降低建设费用以及能使动力机器平稳运行等优点, 得以较快地发展, 应用也日益广泛。1990 年, 在原电力工业部的领导下, 电力建设研究所负责、与华北电力设计院等单位进行了“火电厂动力机器基础弹簧减振技术”的研究, 于 1995 年 10 月通过部级鉴定, 并获 1996 年电力工业部科学技术进步三等奖。

我国火电厂辅机基础陆续采用了弹簧隔振基础。如元宝山电厂风扇磨煤机和中速磨煤机基础、杨柳青电厂的中速磨煤机基础、高碑店电厂的中速磨煤机基础等都使用了弹簧隔振基础。随着弹簧隔振基础技术的成熟, 我国火电厂主机, 如汽轮发电机基础也采用了弹簧隔振基础。如鸭河口电厂、北京

第一热电厂、合肥第二发电厂、抚顺热电厂等汽轮发电机基础都使用了弹簧隔振基础。另外, 该技术也扩展到给水泵和风机上, 如日照电厂、邯峰电厂、阳城电厂等, 它们的给水泵和风机也使用了弹簧隔振基础。

弹簧隔振基础的原理是用弹簧隔振元件把动力机器与建筑物基础隔离开来, 以减小动力机器的振动对厂房结构和周围环境的不利影响; 同时动力机器通过弹簧隔振器传递到下部结构的动载荷很小。

磨煤机弹簧隔振基础由粘滞阻尼器和弹簧隔振器组成隔振元件, 安装于磨煤机底座与基础支墩之间。

2 弹簧隔振基础的设计与施工

2.1 使用弹簧隔振基础的原因

石景山热电厂 1、3 号炉原为 8.5E(ZQM-216

型)中速磨煤机,每台炉装有 5 台,每台设计出力 29.7 t/h。采用 $N+1$ 运行方式。这种磨煤机存在以下问题:

(1)减速箱运行振动大,使销子断裂,部件损坏;(2)减速箱可靠性差,箱体变形、开焊严重;(3)磨体漏粉、漏风严重;(4)分离器严重地被冲刷,使用寿命短;(5)润滑系统堵塞;(6)加载装置故障频繁,水平轴漏粉,氮压缸漏油;(7)运行不稳定,造成机组减负荷运行。

为了彻底解决磨煤机问题,电厂决定将 8.5E 磨煤机更换为北京电力设备总厂生产的 ZGM-95G 磨煤机,采用 $N+2$ 运行方式。

但使用 ZGM-95G 磨煤机,存在以下一些问题:

(1)该型号磨煤机重 117 t,比原磨煤机重许多。按我国规范要求,磨煤机常规基础的重量应不小于设备重量的 5 倍。所以必须加大基础体积,但由于现场布置条件的限制,基础面积不能加大,只能加深基础的深度;(2)该型号磨煤机总高度为 8 250 mm,比锅炉房检修磨煤机用的双轨吊轨道梁标高 8 160 mm 还高。为此,磨煤机安装标高必须为 -2.0 m。(3)磨煤机改造不能破坏主厂房基础,主厂房的柱基础底面在 -6.0 m 标高处,其柱脚还有一定的放脚面积及高度,所以导致 0 m 以下的可利用空间减少。

针对以上几个问题,磨煤机基础如按常规基础设计,则基础的重量将小于设备重量的 5 倍。势必造成基础振动加大,磨煤机的振动将传递到主厂房结构上,从而影响到集控室。我国规范中规定:磨煤机基础不宜与建筑物基础相连,当无法避免压在建筑物基础上时,应采取有效的隔振措施。因此,将磨煤机基础设计成弹簧隔振基础是满足电厂更换成 ZGM-95G 磨煤机的一条较好的途径。

弹簧隔振基础对地基条件要求不高,按设计标准只要求基础重量是设备重量的 2~3 倍就能满足振动要求。弹簧隔振基础在电厂的改造工程中,能够充分发挥其布置灵活、占用空间小的优点;并且由于设有隔振系统,使磨煤机的振动传递到主厂房的振动大大降低。不仅解决了设计上的难点,大大简化了不必要的地基处理,而且还改善了振动环境。

2.2 弹簧隔振基础的布置和性能

2.2.1 磨煤机弹簧隔振基础的布置

石景山热电厂 1、3 号炉 ZGM-95G 磨煤机弹簧隔振基础由国电华北电力工程有限公司、国电电力建设研究所共同设计,隔振系统的设备制造由电力建设研究所负责。根据锅炉房 -6.0 m 厂房 K4、K5

列支撑柱脚基础的面积和高度,分别设计了 5 台 ZGM-95G 磨煤机基础支墩(见图 1)。其中 A、D 支墩相同布置,B、C、E 支墩相同布置。支墩与磨煤机基础间安装有隔振元件,其型号、数量见表 1。

2.2.2 磨煤机隔振元件的性能

ZGM-95G 磨煤机隔振元件的性能如下:

(1)单台弹簧隔振器垂直刚度为 7.169 kN/mm;水平刚度为 5.018 kN/mm;(2)单台粘滞阻尼器阻尼系数,VD-5 型:垂直 180~230 kN·s/m,水平 20~40 kN·s/m;VD-5A 型:垂直 190~240 kN·s/m,水平 60~80 kN·s/m;(3)单台磨弹簧阻尼器组合性能:承载能力为 4 837 kN;最大工作变形为 26 mm;垂直阻尼系数为 1480~1880 kN·s/m,水平阻尼系数为 320~480 kN·s/m。

表 1 隔振元件的型号和数量

设备所在地	设备名称	隔振元件			
		名称	型号	数量/件	
1号炉	A、D 磨煤机	弹簧隔振器	W186.26A	26	
		粘滞阻尼器	VD-5 VD-5A	4 4	
	B、C、E 磨煤机	弹簧隔振器	W186.26A	26	
		粘滞阻尼器	VD-5 VD-5A	4 4	
	3号炉	A、D 磨煤机	弹簧隔振器	W186.26A	30
			粘滞阻尼器	VD-5 VD-5A	4 4
B、C、E 磨煤机		弹簧隔振器	W186.26A	32	
		粘滞阻尼器	VD-5 VD-5A	4 4	

2.3 弹簧隔振基础施工及安装

2.3.1 混凝土施工

台座块混凝土必须一次浇筑完成,若非一次浇筑,结合处可能有缝,如降低台座块的密实性,在动态受力时,可能会破坏。所以,浇筑之前,要仔细检查备料、设备和人员情况,防止混凝土浇筑中途停顿。浇筑时,要均匀地铺在台座全面积上,每层混凝土以 300 mm 为宜。要用振捣棒捣实。

必须检测混凝土的强度,在检测台座每个部分的强度时,至少要提供 6 个立方体试块,按相应的标准对试块进行检验。

浇筑后,保持混凝土表面湿润 7 天。若混凝土表面有可能接触有害的物质如油等,推荐用特殊涂料涂在混凝土表面。在确认混凝土已经充分硬化后,方可拆模。在正常的情况下,经过 3 天凝固期,可以拆侧面模板;其他非承力部分 8 天以后可拆模板;承受自重(静荷载)或其他荷载的部分,其拆模时

间应不早于 20 天。

2.3.2 隔振元件的安装

(1)隔振元件定位时,要保证各支承面清洁、干燥、平整。(2)台座和支墩面施工误差不得大于 ± 5 mm;隔振元件位置误差沿长度方向不得大于 ± 2 mm,沿垂直方向不得大于 ± 3 mm。(3)弹簧隔振元件上方预埋钢板宜用 20 mm 厚钢板制作,每块钢板的不平度应不得大于 ± 2 mm,预埋钢板间的标高误差不得大于 ± 3 mm。(4)在加入粘滞阻尼器的阻尼液时,应隔 0.5 h 测量 1 次阻尼液高度,直至阻尼液高度符合厂方规定标高。(5)磨煤机基础浇灌混凝土前,应做好弹簧隔振器的防护措施,以防污损。(6)磨煤机基础在浇灌、振捣过程中,应注意不要使预埋钢板变形。(7)磨煤机试运前,应拆除粘滞阻尼器支架并保证其防尘罩的完好;检查弹簧隔振器位置,测量弹簧隔振器的实际高度,并与安装前弹簧隔振器的初始高度比较,其压缩量应接近(1)式计算结果:

$$\text{压缩量} = \frac{\text{磨煤机基础重量}}{\text{隔振器数量} \times \text{隔振器刚度}} \quad (1)$$

2.4 弹簧隔振器运行后的测试结果

磨煤机运行后,对磨煤机弹簧隔振基础进行了多次测量。下面以 3 号炉 2 号磨煤机为例加以说明。

2.4.1 磨煤机及弹簧隔振基础的基本参数

2.4.1.1 磨煤机的基本参数

(1)型号:ZGM - 95G 中速磨煤机;(2)总重量:116.92 t (含电动机重量)。

2.4.1.2 弹簧隔振基础的基本参数

(1)弹簧隔振器型号:W 186.26 A;(2)隔振器刚度: $K_X = K_Y = 5\ 018.3\ \text{kN/m}$; $K_Z = 35\ 958.0\ \text{kN/m}$;
 (3)粘滞阻尼器型号:VD - 5, VD - 5A;(4)粘滞阻尼

器阻尼系数:对 VD - 5 型, $C_X = C_Y = 20 \sim 40\ \text{kN}\cdot\text{s/m}$, $C_Z = 180 \sim 230\ \text{kN}\cdot\text{s/m}$;对 VD - 5A 型, $C_X = C_Y = 60 \sim 80\ \text{kN}\cdot\text{s/m}$, $C_Z = 190 \sim 240\ \text{kN}\cdot\text{s/m}$ 。

2.4.2 测试设备

测试时,使用以下设备:动态信号分析仪、加速度传感器、电荷放大器;为满足中速磨煤机弹簧隔振基础的测试要求,测量频率下限控制在 0.1 Hz 以下。

2.4.3 测点布置

根据该弹簧隔振基础的特点,测点布置在磨煤机基础台面(标高为 -2.00 m)对振动比较敏感的位置,具体位置见图 1。1 号炉选取了 1、3、5、7 号 4 个测点,3 号炉为 1~8 号 8 个测点。每个测点均进行了 X、Y、Z 3 个方向的测量,坐标系见图 1。由于受锅炉房柱脚基础尺寸和标高的限制,隔振元件的布置不与磨煤机中心(理论质心)在 X、Y 向完全对称。

2.4.4 测试结果

2.4.4.1 术语的定义

(1)最大单峰值:指波形图上某点与水平轴的最大垂直距离。它只反应最大瞬时值,不考虑振动的时间历程。

$$(2) \text{有效值: } X_{\text{有效}} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T x^2(t) dt} \quad (2)$$

式中 T ——振动的周期;

$x(t)$ ——振动的振幅随时间变化的函数。

有效值计及了振动时间变化的经历过程,它作为振动的一种度量,与包含的振动能量有关。

(3)平均绝对值:

$$X_{\text{平均}} = \lim(1/T) \int_0^T |x(t)| dt \quad (2)$$

它是振动的振幅在一个周期内的平均值。

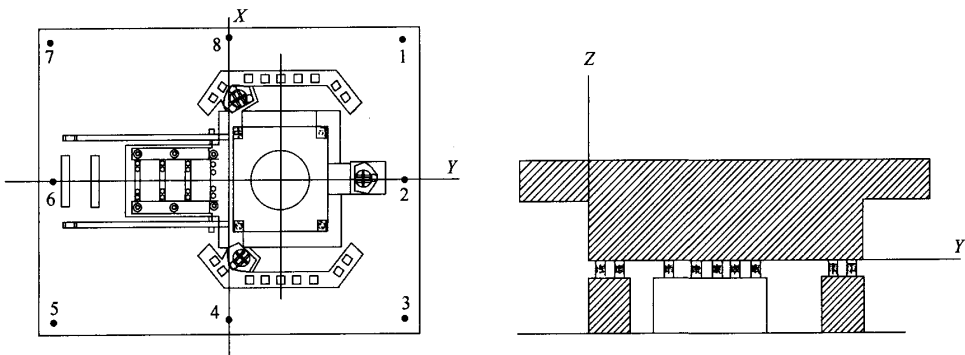


图 1 测点布置图

2.4.4.2 测试结果

石景山热电厂 1 号炉磨煤机于 2000 年 7 月投入运行,3 号炉磨煤机于 2000 年 11 月投入运行。从运行结果看,达到了设计要求。测试结果见表 2。

表 2 3 号炉 2 号磨煤机的振动值 μm

测点号	X 向			Y 向			Z 向		
	有效值	最大值	平均值	有效值	最大值	平均值	有效值	最大值	平均值
1	12.3	42.9	1.4	13.1	41.0	1.2	23.9	87.4	0.8
2	10.7	32.8	1.0	14.2	44.4	1.4	22.7	71.2	0.4
3	14.1	47.1	1.1	10.0	27.6	0.5	30.7	82.2	0.7
4	12.4	37.6	1.3	14.1	48.0	1.3	30.9	80.0	1.5
5	15.6	49.7	1.2	14.5	53.1	0.8	34.9	99.5	1.5
6	16.0	40.7	1.3	13.1	34.2	1.5	26.0	77.4	1.4
7	17.3	52.1	1.0	15.5	44.2	1.5	24.6	79.6	1.3
8	11.2	43.2	1.0	13.6	46.7	1.3	22.6	90.4	1.9

2.4.5 结果分析

2.4.5.1 根据测试结果可以看出,在数据采集时间段内,当数据为最大值时,有效值和平均值并未出现最大,反之亦然。说明由最大值来反映基础振动的状况是不合理的。

2.4.5.2 根据测试数据可知,振动的变化幅值很大,且无规律性,与旋转机械的振动特点有所不同。

2.4.5.3 测试结果表明,该隔振基础的隔振效率已达到 90% 左右,主控室的振动已明显改善。

2.4.5.4 由于隔振基础使磨煤机与基础同时振动,减少了磨煤机本身所受的动载荷,降低了磨损,延长了使用寿命。

2.4.5.5 因该工程是改造工程,受到诸多条件的限制(如场地等),对于某些振动指标应全面衡量,不能与新建电厂简单地比较。

3 结论

3.1 磨煤机隔振基础的隔振效率高,1 号炉达到 90%,3 号炉达到 91%。尤其是磨煤机运行振动对单元集控室影响微乎其微,相比未改造的 2 号炉和采用普通基础的 4 号炉的磨煤机,隔振效果显著。

3.2 磨煤机运行后,磨煤机基础振动随磨煤机出力的增大而减小;随磨煤机运行时间的延长而减小;磨煤机运行平稳后的振动比磨煤机启动过程小。

3.3 磨煤机台座基础的重量在条件允许的情况下,越重越好。3 号炉磨煤机台座基础重量约为设备重量的 3 倍;1 号炉磨煤机台座基础重量约为设备重量的 2.6 倍,3 号炉比 1 号炉的振动更小。

3.4 磨煤机分离器检修平台、输粉管、落煤管在设计时,需考虑减振措施。

3.5 ZGM-95G 磨煤机弹簧隔振基础具有良好的经济效益和社会效益,具有一定的推广价值。

(责任编辑:王莘志)

=====

广告目次

正泰集团	封 1	凯斯机械(上海)有限公司	中插 1
北京富通科技发展公司	封 2	重庆锋渝滤油机厂	中插 2
北京方圆计量工程技术公司	封 3	北京中鸿发创新电子技术有限公司	中插 3
山东诸城市电力杆塔厂	封 4	北京凯普丽标科技发展有限公司	中插 4
西门子真空泵压缩机有限公司	前插 1	凯斯机械(上海)有限公司	文后 1
德力西集团	前插 2	凯斯机械(上海)有限公司	文后 2
《电力建设》	前插 3	山东博山渣浆泵厂	文后 3
无锡华联焊割设备厂	前插 4	朝阳市电源有限公司	文后 4
成都焊研威达自动焊接设备有限公司	前插 5	北京市纽维逊建筑工程技术有限公司	文后 5
许昌龙岗发电有限责任公司	前插 6	珠海经济特区恒迪科技有限公司(半版)	文后 6
许昌龙岗发电有限责任公司	前插 7	深圳市英微特电子技术有限公司(半版)	文后 6
深圳市海洋王投资发展有限公司	前插 8	2002 年东北第五届国际电力、电工装备与 技术设备展览会	文后 7
2002(第三届)大连国际电力电工电源技术与设备展览 会	前插 9	2002 南京(第四届)电力电工装备及 电气自动化设备展览会	文后 8
国电电力建设研究所	前插 10	广西国际电机工程及电器控制展览会	文后 9
国电电力建设研究所	前插 11	2002 国际电线电缆光纤光缆产品机械设 备与材料(广州)展览会	文后 10
2002 国际水利水电、电站电网建设新技术、新设备、新材 料(三峡)展示交流会	前插 12	厂家名录	文后 11
《水利电力机械》	前插 13	展会消息	文后 12
安徽宏源电力铁塔制造股份公司	前插 14		