

北京图书馆藏

32671

2

中文资料

国外锅炉机组调查报告

2
0,2

哈尔滨锅炉厂

TK 22

2

۱۹۹۰

前 言

遵照伟大领袖毛主席关于“认真学习外国的经验，也一定研究外国的坏经验——引以为戒，这就是我们的路线”和“洋为中用”的教导，于1977年10月我厂组织了由设计、工艺、车间参加的调查小组，对进口的元宝山30万千瓦机组、大港32万千瓦机组、陡河25万千瓦机组、清河20万千瓦机组的锅炉进行了为期1月余的初步调查。由于4个电厂的大力支持，使我们顺利完成调研任务，学到不少东西，在此表示谢意。为能在新长征中起到抛砖引玉之效，我们出版了此调查报告，供有关人员参考。但因时间仓促、水平有限，调查不够深入，报告中难免有不妥之处，请批评指正。

Leaving



A792839

目 录

第一部分：苏尔寿 947T/h 锅炉

一、锅炉设计数据	1
二、锅炉釜体布置	3
三、水冷壁系统	9
1、水冷壁吊杆装置	9
2、刚性梁	13
3、循环系统	13
四、过热器的特点	17
五、再热器的特点	19
六、受压件材料选用	20
七、防腐、防震装置	22
1、防腐装置	22
2、防震隔板	22
八、回转式空气预热器	22
九、对流受热面联箱固定及密封	25
1、对流受热面联箱固定	25
2、密封结构	25
十、燃油设备	26
十一、燃料制备系统	28
十二、炉前燃烧器及管道	30
十三、炉墙保温	31
十四、50万千瓦锅炉制造工艺特点	32
十五、锅炉钢架	39

1、钢架的柱子.....	44
2、锅炉顶板、横梁及斜拉条.....	46
3、平台和楼梯.....	47
4、金属小屋.....	48
十六、阀门.....	48
十七、旁路系统.....	54
1、机组旁路系统的构成.....	54
2、旁路系统的功能.....	55
3、某些特点.....	56

第二部分：苏 670T/h 锅炉

一、主要数据.....	58
二、结构简介.....	60
三、吹灰设备.....	65
四、燃烧和出渣设备.....	67
五、钢架.....	70
六、阀门.....	71
七、启动旁路系统.....	73

第三部分：日立 850T/h 锅炉

一、设计数据.....	76
二、锅炉结构.....	77
1、汽鼓.....	77
2、水冷壁.....	78
3、过热器和再热器.....	78
4、减温器和再热器调湿.....	83
5、省煤器.....	83
6、空气预热器.....	84
7、吊杆.....	84

8、其它一些结构特点	85
三、燃烧系统	86
四、炉墙及保温	87
五、管道及附件	88
六、自动化	92

第四部分：意大利 1050T/h 锅炉

一、设计数据	95
1、锅炉参数	95
2、燃料特性	95
3、给水品质	96
4、热力数据	96
二、锅炉壳体布置	96
1、汽鼓	100
2、水冷壁系统	102
3、刚性梁	103
4、吊杆	104
5、密封结构	104
6、过热口和再热口	104
7、再热口和过热口调温	107
8、省丸口	108
9、回转式空气预热器	109
三、燃烧系统	110
四、管道	116
五、自动化	119
六、锅炉制造工艺特点	122

第五部分：综 述

参考资料	130
------	-----

第一部份

苏尔寿 947T/h 锅炉

一、锅炉设计数据

这台锅炉系瑞士苏尔寿公司组织了45个分包厂配套供应的。锅炉型式：亚临界低倍率循环单烟道（或称半塔式）型锅炉（也有称低倍率复合循环或低倍率循环直流炉等）。其额定参数为：

锅炉额定蒸发量：	921 T/h
锅炉最大蒸发量：	947 T/h
过热器出口汽压：	185 巴 (189kg/cm ²)
过热器出口汽温：	545 °C
锅炉给水温度：	256 °C
再热器出口蒸汽量：	815.4 T/h
再热器出口汽压：	40 巴 (40.8kg/cm ²)
再热器出口汽温：	545 °C

锅炉设计燃料：褐煤。其分析成分为：

全水分	26.8%	灰分	20.41%
碳	37.61%	氢	2.58%
氧	11.8%	硫	0.44%
氮	0.36%	挥发份	44.7

低位发热值 3170kcal/kg

可磨系数（哈氏） 57.6

灰熔点 $t_1 = 1040^{\circ}\text{C}$ $t_2 = 1200^{\circ}\text{C}$ $t_3 = 1285^{\circ}\text{C}$

锅炉按滑压运行设计，最大出力为额定出力的103.2%。各种工况下的参数和热力数据如下表：

名 称	单 位	负		荷		%	
		103.2	100	75	50	30	
锅炉蒸发量	T/h	947	921	690	460	280	
过热器出口压力	巴	185	185	151	102	32	
过热器出口汽温	℃	545	545	545	545	545	
省丸器进口水温	℃	262	260	246	225	200	
省丸器出口水温	℃	311	310	297	283	267	
再热器进口蒸汽量	T/h	834.2	815.4				
再热器出口汽温	℃	545	545	545	521	494	
〇级喷水量	T/h	0	0	0	20	18.3	
一级喷水量	T/h	52	54	126	90	38	
二级喷水量	T/h	16.2	16.1	19.2	17.2	10	
再热器喷水量	T/h	13.4	11.2	0	0	0	
炉膛出口过剩空气系数	%	25	25	30	36		
空气预热器过剩空气系数	%	34	34	42	50		
炉膛出口CO ₂ 含量	%	15.6	15.6	14.9	14.3		
空气预热器出口CO ₂ 含量	%	14.5	14.5	13.7	12.9		
锅炉排烟损失	%	6.65	6.57	6.53	6.48		
不完全燃烧损失	%	1.2	1.2	1.22	1.25		
散热损失	%	0.45	0.44	0.58	0.82		
灰渣带走热损失	%	0.4	0.39	0.37	0.35		
总损失	%	8.7	8.6	8.7	8.9		
锅炉效率	%	91.3	91.4	91.3	91.1		
丸耗量	T/h	214.26	209	160	110		
排烟温度	℃	131	130	128	123		
炉膛容积热负荷	kcal/m ³ ·h	108.6 × 10 ³	104.2 × 10 ³				
燃烧器壁面热负荷	kcal/m ² ·h	161 × 10 ³	159 × 10 ³				
鼓风机压头	mmH ₂ O	410					
引风机压头	mmH ₂ O	360					
汽水系统总压降	kg/cm ²	28.3					
循环倍率		1.42		2.15	5.85		
发电机功率	万千瓦	32.32	31.1				

在额定工况下锅炉辅机共消耗功率 10140 千瓦（此保证值可有士 5 % 的误差）。

由于采用了滑压运行，一次汽汽温 30~100 % 负荷范围内均可保持额定汽温，再热蒸汽可在 75~100 % 负荷范围内保持额定汽温。

额定工况下一次汽喷水另占锅炉蒸发另7.6%。再热器喷水另占再热蒸汽流量另2%。

在炉膛壁式过热器前设有O级喷水点，在50%负荷以上过热蒸汽流量足以冷却管壁不致超温，因此不喷水，当50%负荷及以下时开始喷水。

受热面结构特性与103.2%负荷时热力计算见下表：

名称	受热面	单位	水冷壁	墙式 过热器	末级 过热器	二 级 再热器	二 级 过热器	一 级 再热器	省 炉 器
受热面	m ²	6667	567	1831	1966	6959	14430	12943	
横向节距	mm			648	324	162	162	81	
纵向节距	mm			48	120	80	120	120	
入口处烟温	℃			1050	942	842	599	441	
出口处烟温	℃	1050		942	842	599	441	320	
吸热量×10 ⁸	Kcal/h	205	90	56.5	42.2	104.2	66.8	56.4	
入口处工质温度	℃		366	470	456	384	336	262	
出口处工质温度	℃		392	545	545	479	474	311	
入口处烟速	m/s			8.4	9	8.7	8.5	8	
出口处烟速	m/s			7.6	8.3	6.7	6.9	6.6	
入口处工质流速	m/s			13.63		6.36	12.46	1.49	
出口处工质流速	m/s		16.14	18.82	33.6	12.11	16.58	1.65	

二、锅炉正体布置

苏尔寿947T/h锅炉布置见图1—1所示。其特点如下：

第一、采用单烟道（或称半塔式）布置，蒸发受热面为垂直布置的一次上升膜式水冷壁管组成。炉膛尺寸为14.45×14.45米的正方形截面，除塔式过热器外的所有对流受热面均水平布置在炉膛出口以上，按烟气流向依次为：高温过热器（屏式过热器）、高温再热器、低温过热器、低温再热器和省炉器。这种布置的优点是：占地面积小；烟气没有拐弯，因此热负荷及烟速分配均匀；对于燃用高灰份的褐煤烟速选取10m/s以下有利于减轻对流受热面的局部磨损。

第二、采用壁式辐射过热器，由水冷壁定位，布置在燃烧器上方的水冷壁四周。这种布置方式有利于降低炉膛出口烟温以及改善过热器的调节特性。

第三、采用了全悬吊结构，锅炉所有对流受热面及灰斗炉排均通过吊杆悬挂在炉顶框架上，正台锅炉载荷作用于四根钢柱上。悬吊结构有利于热膨胀，减少温度应力，锅炉正体冷态膨胀量为300毫米以上。

第四、采用风扇磨风机，三种干燥介质（高温炉烟、低温炉烟和热空气），直吹式制粉系统，方炉膛六组燃烧器、切向燃烧的燃烧系统。采用三种干燥介质，保持制粉系统中有足够的二氧化碳的含另（各种负荷下， CO_2 含另不小于4%），从而保证了制粉系统的安全，防止发生外炸。同时降低了炉膛温度水平，避免炉膛中结焦。

第五、锅炉最高标高96.5米。锅炉本体标高54米以下，具有钢筋混凝土厂房，标高54米以上采用金属小罩结构，简化了厂房且较经济。

第六、全卫钢结构连接很少采用焊接，绝大部分采用高强度螺栓连接。

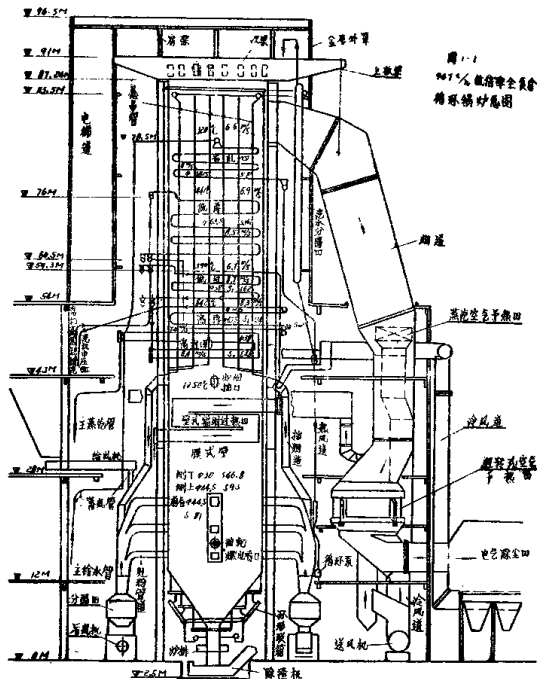


图 1-1 锅炉总图

锅炉受压管束结构和流程特性 (件号见图 1—2)

表 一

件号	名 称	数 目	管 径	材 料	压 力 kg/cm ²	温 度 °C	流 量 T/h
1	给水管	2	220 ₃ × 12	15W ₁ CuMoNb5		261	931.1
2	省火器进口联箱	1	355.6 × 24		206.2	261	
3	省火口管	352	38 × 5	St45.8		308	
4	省火口出口联箱	1	355.6 × 22.5	15NiCuMoNb5	204.4		
5	连接管	2	235 ₃ × 13	"	203.8	308	931.1
6	T型接头	1		"			
7	连接管	1	300 × 17	"	205.5	308	931.1
8	分离器—混合器连接管	2	265 ₃ × 15	"			368.9
9	混合器	1					
10	连接管	1	400 ₁ × 22	"	205.4	334	1300
11	过滤器	1					
12	旁通管	1	300 ₃ × 17				
13	吸水管	2	350 ₃ × 19	"	205.4	334	1300
14	循环泵	2					
15	引出管	2	300 ₃ × 17	"	210.2	334	1247.8
16	分配联箱	1		"			
17	连接管	2	250 ₃ × 15	"	209.7	334	1247.8
18	流导孔板	2			209.5		
19	环形联箱	1	250 ₃ × 21	"	210.2	334	1247.8
20	连接管	112	63.5 × 6.3	15Mo3	209.5	334	
21	孔板	112					
22	水冷壁进口联箱	46	177.8 × 25	"	209.5	334	
23	水冷壁下联箱 冷灰斗区	2 × 311 2 × 310 2 × 311	1242 30 × 5 30 × 6.3	"	209.5	366	
24	分叉管 (两侧)	310		"			
25	水冷壁上联箱	前后 2 × 179 侧 2 × 155	668 48.3 × 6.3 44.5 × 4.5	"		366	
26	吊挂管	6 × 44	264 30 × 5	"	205.9		
27	分叉管	264		"			
28	吊挂管	4 × 88 2 × 88 6 × 88	528 38 × 6.3 38 × 5.6		205 205.9	366	
29	顶棚管	4 × 88	352 30 × 5		204.9	366	
30	前后水冷壁出口联箱	2	298.5 × 29	15NiCuMoNb5	204.9	366	

续表一

件号	名 称	数目	管 径	材 料	压 力 kg/cm ²	温 度 C°	流 量 T/h
31	侧水冷壁出口联箱	2	298.5 × 26.5	15NiCuMoNb5	204.9	366	
32	前焊连接管	1	240 _{p1} × 16	"		366	
33	后焊连接管	1	215 _{p2} × 15	"		366	
34	侧焊连接管	2	180 _{p3} × 13	"		"	
35	汽水分离器	1	800 _{p3}	"		"	878.9 1247.9
36	连接管	1	290 _{p4} × 19	"	203.4	"	878.9
37	测另扎板	1					
38	连接管	1	290 _{p4} × 19	"	203	"	878.9
39	分叉管	1		"		"	
40	连接管	2	220 _{p3} × 15	"	202.9	"	878.9
41	0级减温器	2	255 _{p3} × 15 (219.1 × 8)	(15Mo3)			
42	连接管	2	220 _{p3} × 15	15NiCuMoNb5	202.3	366	878.9
43	焊过进口联箱	2	298.5 × 25.5	"		"	
44	焊过 4 × 74	296	38 × 6.3 38 × 5 38 × 5	10CrMo910 15Mo3		392 366	
45	焊过出口联箱	2	368 × 52	"		392	
46	连接管	2	250 _{p1} × 31	"	197.6	383	931.1
47	一级减温器	2	280 _{p2} × 35.5 (244.5 × 8)	15Mo3			
48	连接管	2	250 _{p3} × 31	"	197.5	383	931.1
49	二级过进口联箱	2	298.5 × 33	"		"	
50	二级过 88 × 6	528	38 × 5.6 38 × 4.5 38 × 4	10CrMo910 13CrMo44 15Mo3		480 389	
51	二级过出口联箱	2	355.6 × 55.5	13CrMo44		480	
52	分叉管	2		"		"	
53	二级减温器	4	230 _{p4} × 39 (193.7 × 8)	(15Mo3)			
54	连接管	4	205 _{p5} × 34.5	13CrMo44	191.7	470	947.2
55	未过进口联箱	4	298.5 × 49.5	"		"	
56	未过 20 × 28	560	38 × 7.1 38 × 8 38 × 6.3 38 × 6.3	20CrMoV121		545 470	
57	未过出口联箱	4	298.5 × 51.5	"		545	
58	混合管 4 × 10	40	101.6 × 14.2	"	188.8	545	

续 三

件号	名 称	数 目	管 径	材 料	压 力 kg/cm ²	温 度 °C	流 量 T/h
59	混合联箱	2	368 × 58	20CrMoV121			
60	蒸汽引出管	2	260 _内 × 33	"	187.6	545	947.2
61	再热器引入管	2	482 _内 × 13	15Mo3	43.2	336	834.2
62	一级再热器进口联箱	1	558.8 × 35.5	St 45.8		336	
			63.5 × 3.6	13CrMo44			
63	一级再热器 88 × 5	440	63.5 × 3.6	15Mo3		474	
			63.5 × 3.6	St 45.8		336	
64	一级再热器出口联箱	4	419 × 22.5	13CrMo44		474	
65	连接管	4	350 _内 × 14.5	"	42.3	474	834.2
66	再热器减温器	4	380 _内 × 15.5 (323.9 × 8)	" (15Mo3)			
67	连接管	4	350 _内 × 14.5	13CrMo44	41.9	456	847.7
68	二级再热器进口联箱	4	419 × 18	"		456	
			63.5 × 8	10CrMo910		545	
69	二级再热器 44 × 8	352	63.5 × 5 63.5 × 4.5	13CrMo44		456	
70	二级再热器出口联箱	4	508 × 51	10CrMo910		545	
71	再热器引出管	4	430 _内 × 24	"	41.2	545	847.7

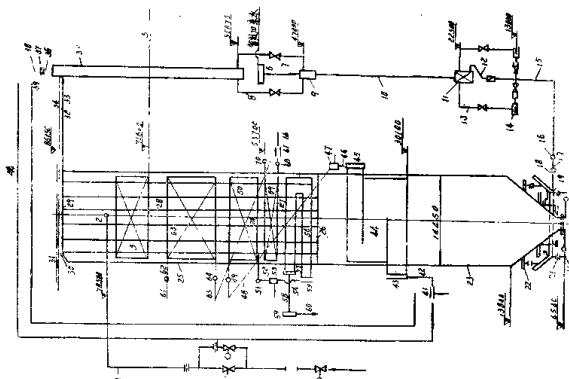


图 1—2 锅炉汽水流程图

图1—3为管道系统中材料及水和蒸气的温度工况线图。

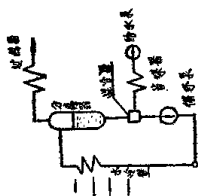


图1—2' 复合循环系统图

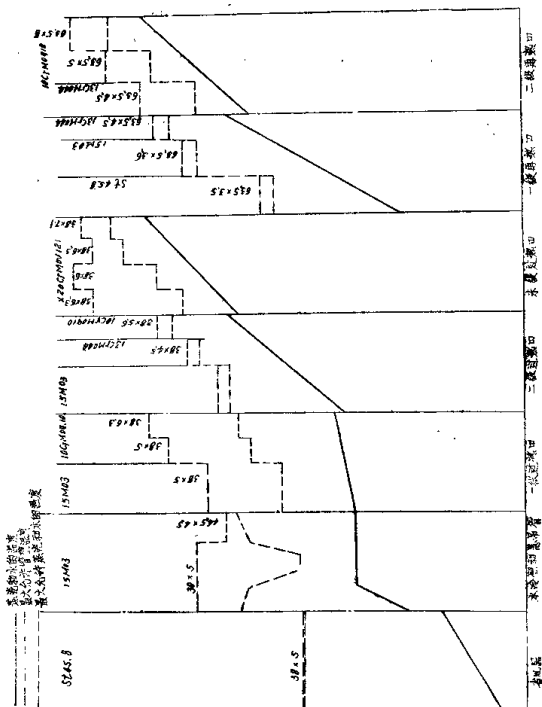


图 1-3 管道系统中材料及水和蒸汽温度工况

三、水冷壁系统

水冷壁前后垸各311根管，两侧垸各310根管，共1242根管。前后垸在炉膛出口处各分出132根管子，分成三排，共六排，每排44根作为对流受热面的悬吊管。

水冷壁管均为15Mn₃钢材，其各处管径及节距如下：

	管径mm	节距mm
冷灰斗区	$\phi 30 \times 6.3$	46.5
水冷壁下T	$\phi 30 \times 5$	46.5
水冷壁上T两侧垸	$\phi 44.5 \times 4.5$	93
水冷壁上T前后垸	$\phi 48.3 \times 6.3$	81
吊挂管(末级过热器前)	$\phi 30 \times 5$	
吊挂管(" 后)	$\phi 38 \times 6.3$ (上) $\phi 38 \times 5.6$ (下)	
顶棚管	$\phi 30 \times 5$	81
后垸烟道出口拉希管：	直管 $\phi 51 \times 7.5$ (13CrMo44)(承重管)	
	弯管 $\phi 48.3 \times 6.3$ (15Mn ₃)(不承重管)。	

(一)水冷壁吊杆装置

在水冷壁吊杆装置结构方面，苏尔寿30万千瓦机组设计考虑较详细。在整个炉顶吊挂装置中，根据受载荷情况不同，采用三种吊杆型式，见图 1—4，1—5，1—6。炉膛四周水冷壁，承受载荷较大，除水冷壁本身重量外，还必须计及炉

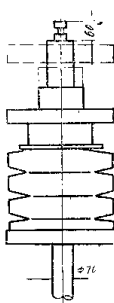


图1—4 四级蝶形弹簧装置

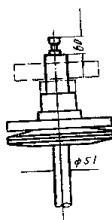


图1—5 单级蝶形弹簧装置

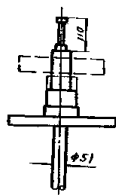


图1—6 刚性吊杆装置

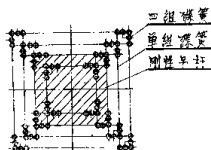


图1—7 炉顶吊杆布置图

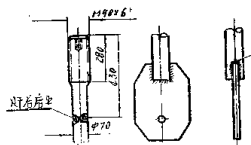


图1—8 刚性吊杆

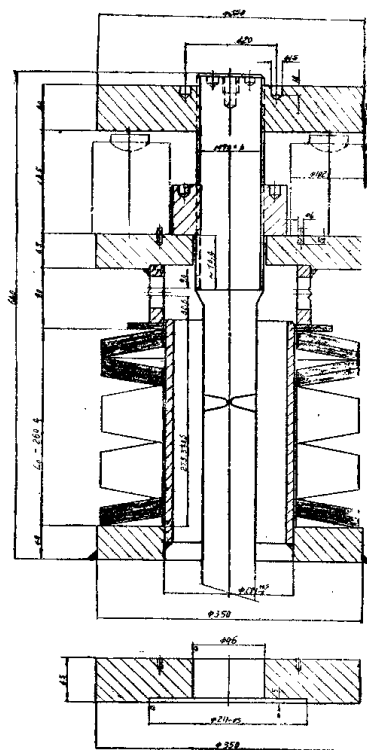


图 1—9 蝶形弹簧吊杆装置

吊杆采用焊接结构(图1—8所示)。这种结构便于制造,也可以节约钢材消耗量。带有蝶形弹簧的吊杆装置见图1—9、1—10所示。

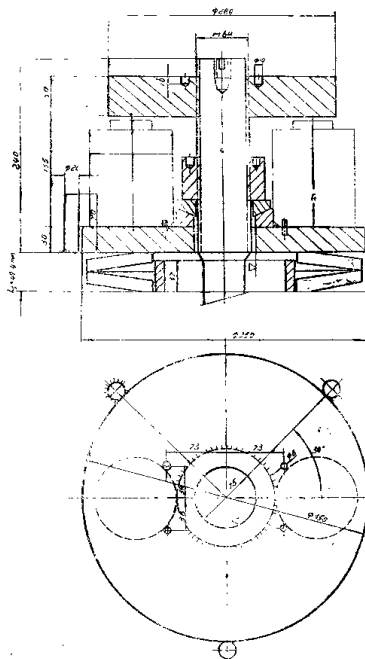


图1—10 蝶形弹簧吊杆装置

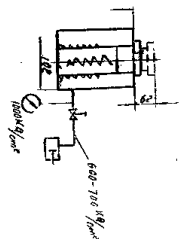


图1—11 油压千斤顶示意图

采用带有蝶形弹簧的吊杆装置结构有以下特点:

1、油压千斤顶调套蝶形弹簧受载值使同组吊杆受载均匀。油压千斤顶带受载指示压力表，见图1—11示意图。油压千斤顶由上海光华厂生产，由手动油泵通过软管与千斤顶连接，油管内的压力可达 $600\sim 700\text{Kg/cm}^2$ ，后接压力表，指示刻度为 1000kg/cm^2 。千斤顶每个载荷为30吨，每个吊杆需两个千斤顶。

本炉全负荷重6500吨，作用于四根钢柱上，钢柱弹性压缩达38毫米。水冷壁吊杆采用三组半 $\phi 340$ 毫米的弹簧，弹簧受全负荷后的压缩量为40毫米，在安装和点火过程中用油压千斤顶分四次进行调査。

第一次调査：在吊挂管和最上段水冷壁安装好后进行。此时应把M20的指示螺钉拧进吊杆顶部的螺孔中，用螺钉头平口作为以后调査标高的基准点。

在其余水冷壁和水平蛇形管束开始安装时，应使水冷壁标高比理论标高高出40毫米，并比水平蛇形管高出10毫米。

第二次调査：在所有蛇形管束与联箱焊接完毕后进行，此时应使管束标高比水冷壁标高低5毫米，并使整个吊杆系统比图纸标高高出30毫米。

第三次调査：在炉排敷设完毕或锅炉起动前，应使水冷壁标高比管束标高高5毫米。

第四次调査：在运行1000小时后进行，仍应使水冷壁标高比管束标高高出5毫米。

在全负荷调査完毕后，虽然梁有变形，但吊杆上的指示螺钉的标高是相同的，只不过弹簧上的压紧大螺母的位置有高低而已，即保证弹簧的受力均是相同的。在第四次调査完毕后，水冷壁吊杆标高仍比图纸值高出5毫米，以备运行时结焦。

调査按排进行，由于每排吊杆最多为22根，因此需44只液压千斤顶。

碟形弹簧技术数据如下：表

用 途			水 冷 壁 吊 杆			吊 挂 管 吊 杆		
尺 寸			340×172×13.7			340×172×15.3		
每 一 弹 簧 片 高 度			12.9			14.4		
弹 簧 片 数 目			2×7=14			2×1=2		
负荷T	弹 簧 原高mm	变形mm	每 匝			每 匝		
P ₀	L ₀	f ₀	0	260.4	0	0	49.4	0
P ₁	L ₁	f ₁	36	229.8	30.6	19.2	41.8	7.6
P ₂	L ₂	f ₂	43.1	220.8	39.6	40.4	40.4	9

注：P₁——锅炉运行时的重负荷（正常的积灰结渣）

P₂——锅炉运行时的重负荷（严重的积灰结渣）

2. 为了顶住千斤顶，在吊杆顶部有一块园板，尺寸为 $\delta = 60\text{mm}$ ， $\phi 350\text{mm}$ ，这种园板供一批，可以轮换使用。当碟形弹簧调査到一定值时，拧紧螺母，这块园板可以取下。