

某1 000 MW机组采用烟风煤粉管道设计优化方案的实施效果验证

吴阿峰, 谭灿燊

引用本文:

吴阿峰, 谭灿燊. 某1 000 MW机组采用烟风煤粉管道设计优化方案的实施效果验证[J]. 南方能源建设, 2021, 8(S1): 93–96.

WU Afeng, TAN Canshen. Verification of the Implementation Effect of the Optimization Design Scheme of Flue Gas, Air and Pulverized Coal Pipeline for a 1 000 MW Unit[J]. *Southern Energy Construction*, 2021, 8(S1): 93–96.

相似文章推荐 (请使用火狐或IE浏览器查看文章)

Similar articles recommended (Please use Firefox or IE to view the article)

[脱硫防腐烟道的结构设计探讨](#)

The Structural Design Discussion of Desulfurization Anti-corrosion Flue Gas Duct

南方能源建设. 2018, 5(z1): 146–149 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2018.S1.026>

[火电厂主要蒸汽管道压降算法研究](#)

Research on Calculation of Pressure Drop in Major Steam Pipe of Thermal Power Plant

南方能源建设. 2018, 5(1): 63–67,72 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2018.01.010>

[大比例掺烧高炉煤气锅炉关键技术研究](#)

Research on Key Technology of Large-ratio Blending Blast Furnace Gas Boiler

南方能源建设. 2017, 4(4): 49–54 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2017.04.010>

[暖风器及其相关蒸汽和疏水系统设计研究](#)

Research on the Air Heater and Relevant Steam/Water System

南方能源建设. 2018, 5(4): 55–59 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2018.04.008>

[深度调峰工况下锅炉过量空气系数对炉内温度影响的分析](#)

Analysis of Optimal Excess Air Ratio Under Ultra Low Load Conditions

南方能源建设. 2019, 6(3): 81–86 <https://doi.org/10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2019.03.014>

某1 000 MW机组采用烟风煤粉管道 设计优化方案的实施效果验证

吴阿峰[✉], 谭灿燊

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: [目的] 烟风煤粉管道典型设计优化方案已经应用于多个工程, 故文章拟进行设计优化前后的实施效果验证, 以进一步完善典型优化方案体系。[方法] 以具体工程为例, 采用了理论计算值与实际测试值的绝对值及差值对比的研究方法, 进行了烟风煤粉管道理论压降与现场测试值的对比研究。[结果] 研究结果显示理论计算的优化效果会劣于实测值。[结论] 优化方案有利于降低烟风煤粉整个管道系统的阻力水平, 故会使得实测实施效果由于理论计算值。研究成果对烟风煤粉管道的阻力计算具有一定的参考和借鉴意义。

关键词: 烟风煤粉管道; 理论压降; 现场测试; 偏差

中图分类号: TM611; TM621

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2021)S1-0093-04

开放科学(资源服务)二维码:



Verification of the Implementation Effect of the Optimization Design Scheme of Flue Gas, Air and Pulverized Coal Pipeline for a 1 000 MW Unit

WU Afeng[✉], TAN Canshen

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: [Introduction] In order to optimize the typical design scheme of flue gas, air and pulverized coal pipeline, which had been applied in many projects, this paper planned to verify the implementation effect before and after the design optimization, so as to further improve the typical optimization scheme system for verification. [Method] Taking a specific project as an example, this paper adopted the research method of comparing the absolute value and difference between the theoretical calculated value and the actual test value, and carried out a comparative study on the theoretical pressure drop and the field test value about air and flue gas duct as well as pulverized coal pipe. [Result] The results showed that the optimization effect of theoretical calculation was inferior to the measured one. [Conclusion] The optimization scheme was beneficial to reduce the resistance level of the whole pipe system, so it will make the actual implementation effect due to the theoretical calculation value. The research results of this paper has certain reference significance for the calculation of the resistance of flue gas, air and pulverized coal pipeline.

Key words: flue gas, air and pulverized coal pipeline; theoretical pressure drop; field test; deviation

2095-8676 © 2021 Energy China GEDI. Publishing services by Energy Observer Magazine Co., Ltd. on behalf of Energy China GEDI. This is an open access article under the CC BY-NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

0 引言

目前燃煤电厂烟风煤粉系统的阻力计算一般参照相关规程进行单个零件计算及全阻力累加, 由于

系统性考虑不足, 可能使计算得到的阻力值不能反映烟风煤粉系统的实际情况^[1]。同时, 鉴于目前计算机辅助工具的不断进步, 新型的零部件诸如吸风口、方圆节、汇流或分流组件等层出不穷, 规程的经验公式已难以将其全部涵盖。基于此, 本项目以海门电厂1 000 MW机组为例, 拟通过理论压降公式计算与现场实测两种方式对主要烟风煤粉管道采

收稿日期: 2021-04-08 修回日期: 2021-05-20

基金项目: 中国能建广东院科技项目“主要烟风煤粉管道理论压降与实测值偏差研究”(EX02211W); 华能海门电厂科技项目“海门电厂一期3、4号机组煤仓和烟风通道优化设计工程”(F1952E4)

用优化设计方案前后的实施效果进行验证, 由于该工程的烟风煤粉管道典型部件优化具有通用性, 故验证结果可以直接指导后续工程的烟风道优化方案选择及阻力计算。

1 研究对象

主要烟风煤粉管道, 参照火电工程的设计习惯, 可以细分为冷一次风道、冷二次风道、热一次风道、送粉管道、除尘器前烟道及热二次风道。

2 研究方法

2.1 研究方法

据了解, 目前电厂的测试条件相对较差, 故为了最大程度的消除测试手段和测试仪器带来的偏差, 本文不但对理论计算值与实际测试值的绝对值进行对比, 而且还增加了差值对比。差值对比方案的简介如下:

1) 选择两台机组(海门电厂2号机组及3号机组), 保证主机相同, 工程环境边界条件相同, 主要辅机的布置保持不变, 仅烟风煤粉管道布置存在差异。

2) 现场测试点布置的相对位置相同。

3) 测试过程中机组负荷、燃煤品质等主要参数保持不变。

4) 对烟风煤粉管道进行分段, 并对两台机组不同段的阻力差额进行理论计算和实际测试数据计算, 得出理论差值和实测差值。

5) 进行差值对比。

2.2 测试方法

采用大气压力表测量当地大气压力 p_a (Pa), 采用水银棒式温度计测量计算截面处的介质温度 t (°C)。管道阻力 ΔP_t 按式(1)计算, 其中计算截面处的静压 P_s 采用微压计测量, 动压 P_d 采用等截面网格法测量, 利用标准皮托管和微压计测量截面上各网格点的动压, 并按照式(2)计算。计算截面处的流量 q_v 按式(3)计算, 介质密度 ρ 按式(4)计算:

$$\Delta P_t = P_{t1} - P_{t2} = (P_s + P_d)_1 - (P_s + P_d)_2 \quad (1)$$

$$P_d = \left(\sum_{i=1}^n \sqrt{P_{di}} / n \right)^2 \quad (2)$$

$$q_v = A \times \sqrt{2P_d / \rho} \quad (3)$$

$$\rho = \rho_0 \times \frac{273}{273 + t} \times \frac{P_a + P_s}{101325} \quad (4)$$

式中: P_{t1} 为管道进口截面全压 (Pa); P_{t2} 为管道出口截面全压 (Pa); P_s 为测量截面处静压 (Pa); P_d 为测量截面处动压 (Pa); P_{di} 为流量测量截面内各个网格点上的时间平均动压 (Pa); A 为流量测量截面处的面积 (m^2); ρ_0 为标准状态下介质(烟气或空气)的密度 (kg/m^3)。

3 烟风煤粉管道设计优化前后的理论压降与实测值对比

主要理论计算及实测值数据对比详见表1所示。为使数据具有可比性, 表中的分段压降实测值均已经折算到设计温度和设计流量工况。

由表1的对比可以分析总结如下:

表1 烟风煤粉管道理论压降与现场测试结果对比

Tab. 1 Comparison between theoretical pressure drop and field test results of air and flue gas duct as well as pulverized coal pipe

项目	2号机组 实测值	3号机组 实测值	实测差 值(3-2)	理论计算 差值(3-2)
冷一次风				
消音器至风机入口	333.0	172.7	-160.3	-26.8
风机出口至空预器入口	123.7	40.5	-83.2	-24
冷二次风				
消音器至风机入口	410.6	274.8	-135.8	-24
风机出口至空预器入口	135.7	129.3	-6.3	0.0
热一次风				
空预器出口至热一次风母管	1322	1268	-54	+75
送粉管道				
B11段	1920	1955	-411	
B12段	1905	1713	-608	
B21段	2053	1502	-961	
(B磨) B22段	1630	1355	-619	D磨(259.2
出口至燃烧器入口)	2077	1587	-912	~491.5)
B31段	2077	1587	-912	
B32段	1632	1407	-575	
B41段	2153	1950	-675	
B42段	1887	1832	-483	
除尘器前烟道				
除尘器进口段1	190	95	-111	
除尘器进口段2	195	55	-146	-49
除尘器进口段3	192	70	-140	
热二次风道				
空预器出口至后墙燃尽风二次风箱入口	547	807	+259	-318.4

1) 现场实测的分段压降值基本上优于理论计算值。结合实际布置发现,2号机组风机吸风口和防雨罩采用传统形式,整体流场较差,故实际测试值劣于3号机组。3号机组采用新型吸风口和防雨罩,带来了整体流场优化,有利于降低吸入口部位其他零部件的阻力,同时风机出口段减少弯头或者增设导流板的做法也可以优化流场,而经验公式对此没有具体规定,对整个流场的统筹考虑也相对简单^[2-3]。

2) 3号机采用优化方案后,现场实测的优化效果明显优于理论计算值,这主要是由于3号机组所做的优化,对整个管道系统的阻力降低均有好处,可以降低整体阻力水平。而理论计算值仅就优化的局部位置进行了计算^[4-5],故数值偏小。

3) 由表1可以看出,3号机热二次风道采用优化方案后,现场实测的优化效果同理论计算值相差不大。现场实测值稍偏低。这与现场测点位置和测

试精确度关系较大。

基于电厂实际主辅机配置,将压降优化值折算至电耗及运行费用,进行经济性对比。主要计算公式如下:

1) 风机轴功率 P_f :

$$P_f = Q_s H \varnothing_p / (1000 \eta_f \eta_m)$$

式中: Q_s 为风机入口流量 (m^3/s); H 为风机全压 (Pa); \varnothing_p 为气体压缩系数; η_m 为风机机械效率,一般取0.98; η_f 为风机空气动力效率。

2) 年运行费用 R_y :

$$R_y = P_f h_y B P / (\eta_b \eta_s \eta_m)$$

式中: h_y 为年利用小时数 (h),本工程取值5 500 h; $B P$ 为单位发电成本 ($\text{元}/\text{kW}\cdot\text{h}$),本工程取值0.261^[6-7]; η_b 为厂变效率,一般取0.98; η_m 为风机电动机内效率; η_s 为输电效率,一般取0.98。

对优化前后的风机轴功率、及年运行费用分别进行计算,计算所得的差值如表2所示。

表2 优化成果汇总

Tab. 2 Summary of optimization results

项目		冷一次风	冷二次风	热一次风	送粉管道	除尘器前烟道	热二次风	累计
减少初投资/万元		36.9	15.4	13	16.3	34.3	0	115.9
THA阻力节约值/Pa	理论	50.8	24	175.6	491.5	49.21	318.4	1 109.51
	实测	240.5	142.1	533.6	411	111	259	1 697.2
减少风机轴功率 $\Delta P_f/\text{kW}$	理论	6.8	8.5	23.5	65.8	38.2	112.9	255.7
	实测	32.2	50.4	71.4	55.0	86.1	91.9	386.9
减少运行费用 $\Delta R_y/(\text{万元}\cdot\text{年}^{-1})$	理论	2.12	2.65	7.32	20.50	11.89	35.19	79.7
	实测	10.03	15.70	22.25	17.14	26.82	28.62	120.6

4 结 论

海门电厂3号机组在2号机组的基础上对烟风道进行了大量的优化设计,采用优化措施后,每台机组可降低初投资115.9万元,3号机组共可以降低约232万元。

文章以依托工程为例,对烟风煤粉管道的设计优化实施效果进行了理论计算与现场测试验证。理论计算结果显示每台机组每年可节约运行费用至少79.7万元^[8-9],实测结果显示每台机组每年可节约运行费用120.6万元^[10],经济效益较好。

优化前后的现场实测效果优于理论计算值,主要原因在于优化方案有利于降低烟风煤粉整个管道系统的阻力水平,对未优化部位的零部件阻力降低

也有很大好处,理论计算仅就优化部位进行了优化前后差值计算,故数值偏小。

参考文献:

- [1] 苏欣新. 300 MW 机组烟风系统设计和设备选型的几点体会 [J]. 电站系统工程, 2003(6):64.
SU X X. Considerations about design and type selection of equipment for 300 MW unit flue gas & air system [J]. Power System Engineering, 2003(6):64.
- [2] 于飞,刘明,李卫东,等. 90°矩形截面弯头内置导流板的布置优化研究 [J]. 动力工程学报, 2015, 35(2):147-152.
YU F, LIU M, LI W D, et al. Layout optimization of guide plates in a 90 degree dlbw with rectangular cross section [J]. Journal of Chinese Society of Power Engineering, 2015, 35(2): 147-152.
- [3] 李鹏翔,宗保军,李原平,等. 100 MW 机组锅炉烟风管道振

- 动和风机积灰振动的消除 [J]. 热力发电, 2003(6):66-67+1.
- LI P X, ZONG B J, LI Y P, et al. Elimination of vibration of boiler smoke and wind pipe and accumulated dust of fan for 100 MW unit [J]. Thermal Power Generation, 2003(6):66-67+1.
- [4] 赵全斌, 薛朝囡, 刘明, 等. 火电厂烟风通道主要异形件优化研究 [J]. 工程热物理学报, 2015, 36(4):780-784.
- ZHAO Q B, XUE Z N, LIU M, et al. Optimization on main types of major irregular parts for air & flue gas ducts in thermal power plant [J]. Journal of Engineering Thermophysics, 2015, 36(4):780-784.
- [5] 叶兴联, 李立锋, 章华熔, 等. 低低温电除尘器烟风道流线型设计与分析 [J]. 环境工程学报, 2018, 12(11):3274-3280.
- YE X L, LI L F, ZHANG H R, et al. Design and analysis of streamlined shape flue gas duct for low-low temperature electrostatic precipitator [J]. Chinese Journal of Environmental Engineering, 2018, 12(11):3274-3280.
- [6] 王俊启. 1 025 t/h 锅炉风烟系统改造对厂用电率的影响 [J]. 热力发电, 2003(10):50-52+97.
- WANG J Q. The influence of 1 025 t/h boiler air and flue system transformation on the power consumption rate of the plant [J]. Thermal Power Generation, 2003(10):50-52+97.
- [7] 翟德双. 降低燃煤电厂厂用电率技术分析 [J]. 中国电力, 2015, 48(3):9-12.
- ZHAI D S. Technical analysis on auxiliary power ratio reduction in coal-fired power plants [J]. Electric Power, 2015, 48(3):9-12.
- [8] 邢希东. 600 MW 火电机组降低厂用电率措施 [J]. 中国电力, 2007(9):60-64.
- XING X D. Countermeasures to reduce the auxiliary power consumption rate of 600 MW thermal power units [J]. Electric Power, 2007(9):60-64.
- [9] 赵鹏, 龙辉, 陶叶. 我国超(超)临界燃煤机组节能环保设计技术策略分析 [J]. 电力建设, 2012, 33(4):54-57.
- ZHAO P, LONG H, TAO Y. Strategy analysis for energy saving and environmental protection design of ultra supercritical coal-fired unit in China [J]. Electric Power Construction, 2012, 33(4):54-57.
- [10] 聂君, 刘钢. 估算厂用电率的负荷率法 [J]. 中国电力, 2013, 46(9):44-46+55.

NIE J, LIU G. Estimation of auxiliary power consumption rate with load ratio method [J]. Electric Power, 2013, 46(9):44-46+55.

作者简介:



吴阿峰 (通信作者)

1981-, 女, 山东青岛人, 正高级工程师, 重庆大学工程热物理硕士, 主要从事发电厂热机专业技术研究及设计 (e-mail) wuafeng@gedi.com.cn.

吴阿峰

谭灿燊

1980-, 男, 广东东莞人, 高级工程师, 重庆大学工程热能工程硕士, 主要从事发电厂热机专业技术研究及设计 (e-mail) tancanshen@gedi.com.cn.

项目简介:

项目名称 主要烟风煤粉管道理论压降与实测值偏差研究” (EX02211W)

承担单位 中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司

项目概述 本项目以海门电厂1~4号机组为依托, 进行了烟风道设计优化。同时开展了烟风煤粉系统数值模拟和现场测试工作以验证设计优化的合理性。

主要创新点 目前已运行的各容量电厂均不同程度的出现三大风机实际运行工况偏离设计工况点的问题, 其中风机的运行流量主要受设备影响, 而风机的运行压头则主要受制于设备阻力及烟风道阻力, 就设计角度而言, 烟风煤粉管道的阻力计算是影响三大风机设计工况点准度的主要可控点。目前电厂的烟风道阻力值计算主要依据是设计规程, 而规程中关于阻力计算的规定不够细致, 其计算值与实际运行阻力的偏差至今尚无单位进行过系统研究, 故本课题的开展对于修正烟风道阻力计算, 提高三大风机选型工况点的准确度具有重要意义。

(责任编辑 李辉)