

电网深度调峰脱硫系统水平平衡分析及节水措施

苗 磊¹ 赵昱璋² 张浩泽³

1. 152824198412126319
2. 150302199204181513
3. 150303199404102513

摘 要: 随着我国电力结构转型, 火力发电行业降低碳排放、转型发展成为低碳能源、从电量保证型的主体电源转变为调节型电源, 火电机组深度调峰工况运行将成为常态, 进入脱硫系统的烟气量和烟气温度下降, 使得石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统水蒸发量显著降低, 导致脱硫系统水平衡难以维持, 结合生产实际, 探讨了脱硫系统运行过程对系统水平衡的影响, 并提出应对措施。

关键词: 火力发电; 深度调峰; 脱硫水平衡; 氧化风减温水; 节水措施

Water Balance Analysis and Water-saving Measures of Deep Peak-regulating Desulfurization System of Power Grid

Miao Lei¹ Zhao Yuzhang² ZhangHaoze³

1. ID card number: 152824198412126319
2. ID card number: 150302199204181513
3. ID card number: 150303199404102513

Abstract: With the electric power structure transformation, thermal power industry to reduce carbon emissions, transformation into a low carbon energy, from the body of the power guarantee type power into regulating power, thermal power depth of the unit load operation will become the norm, into the desulfurization system of the flue gas and flue gas temperature drop, make limestone-gypsum wet flue gas desulfurization system water evaporation significantly reduced, lead to desulfurization system water balance is difficult to maintain, combined with the production practice, discusses the desulfurization system operation influence of system water balance, and put forward the countermeasures.

Keywords: Thermal power generation; Deep peak regulation; Desulfurization water balance; Oxidation air desuperheating water; Water saving measures

前言

随着国家环保标准的要求日益增高, 电力行业所有燃煤锅炉均已建设脱硫装置, 且绝大多数采用湿法脱硫。石灰石-石膏湿法脱硫技术是目前大型烟气脱硫装置的主要工艺。石灰石-石膏湿法脱硫面临最大的问题是水消耗问题, 在保证脱硫系统水平衡不被破坏的前提下, 如何降低水耗, 是很多企业面临的重大难题。尤其在机组低负荷运行时间段, 烟气蒸发量低, 但整个脱硫系统给水量未减少, 为维持系统水平衡, 导致大量水被作为工业废水外排, 造成大量水浪费, 严重违反我国节约用水要求。

1 脱硫系统的水平衡概述

脱硫系统水平衡是指进入脱硫系统的所有水量(包

括原烟气带水、设备冲洗水、氧化风增湿水、皮带滤布冲洗水、真空皮带密封水、除雾器冲洗水、供浆浆液所含水等)等于脱硫系统水损失量(包括石膏内外在水、脱硫外排废水、净烟气蒸发携带水)。由于脱硫系统水损失量中烟气蒸发损失约占总损失 90%以上, 而决定该损失水量的因素为原烟气成分、温度、湿度和烟气量, 脱硫运行专业除多排脱硫废水外无其他调整手段来控制脱硫系统水的损失量, 故脱硫运行中只能从控制进入系统的水量入手来维持系统水量处于动态平衡。

湿法脱硫系统的用水可分为3大类: 石灰石制浆用水、设备冲洗用水及冷却用水和废水处理系统排水。

石灰石制浆水主要是指加工成质量分数为15%~30%的

石灰浆水,而制浆用水由两路来源,一路是滤液水,即旋流器分离出来的上清液和脱水机出来的滤液;二来自于工艺水。但从理论上讲制浆本身并不消耗任何形式的水,只是将石灰石以浆液的形式输送入吸收塔参与脱硫反应。制浆用水量为整个FGD系统用水量的25%~30%。

除雾器、真空皮带脱水机、浆液的输送管道、浆液储存箱罐、浆液循环泵等冲洗用水、氧化风机、浆液循环泵等辅助设备冷却、轴封用水一部分送去制浆,另一部分返回吸收塔,使之循环利用。

湿法脱硫系统产生一定量的废水,处理脱硫废水时需要配置药剂等工作,消耗一定量的工艺水,其用水量约为FGD系统总用水量的2%~3%。

湿法脱硫系统的耗水点主要有:烟气以气态形式带入到大气中的水(即塔内蒸发水)、烟气以液态水的形式带入到大气中的水、石膏排出时的附着水和结晶水以及为减少脱硫液中的氯离子浓度定期定量的排出废水。

2 脱硫系统节水措施

在实际运行中控制脱硫系统水平衡主要根据系统水损失量来控制进入系统的水量使两者保持动态平衡,即在总进水量等于总损失量的前提下通过控制进入系统的其他水量。

2.1 降低制浆用水

制浆用水主要是指将石灰石加工成浓度为15%~30%的浆液时的用水。

采用滤液水替代工艺水进行石灰石浆液制备,调整脱水系统运行时间段与制浆系统运行时间段一致。这样不仅节约了大量水资源,同时大大减少了低负荷时吸收塔进水量,有助于水平衡的建立。

2.2 减少除雾器冲洗频率

除雾器安装在吸收塔顶部,其作用是除去脱硫反应后烟气中的液态水和盐雾。流经除雾器的液态水和盐雾被截留并附着在除雾器表面,为保证烟气的正常流通,需要大量的水来冲洗。除雾器冲洗水也起到了对脱硫后的烟气进行二次洗涤的作用。这部分冲洗水的用量较大,约占整个FGD系统总用水量的58%~68%。

适当延长除雾器冲洗间隔。由于烟气负荷低携带的浆液量减少冲洗的间隔可适当延长冲洗持续时间和冲洗周期的确定需综合考虑保持除雾器清洁和维持系统的水平衡。可在设计冲洗程序时考虑锅炉负荷使冲洗时间和周期随烟气流量调整或将冲洗时间和周期作为控制吸收塔反应罐液位的变量。

根据吸收塔除雾器压差情况优化运行,在低负荷运行时,保证除雾效果的同时,减少除雾器冲洗频率,可以对调节吸收塔液位平衡起到一定的作用。

2.3 增加烟气冷凝器

对烟气进行冷凝一方面能够加强控制粉尘、SO₃等污染

物的排放量,降低粉尘我国大气环境造成严重的污染;一方面能够降低电厂脱硫的水耗量,提高经济效益,节约水资源。

浆液循环泵将脱硫塔浆液槽内的浆液输送至喷淋层,雾化后的浆液与原烟气逆向接触,浆液温度升高,而烟气温度降低,变为了饱和湿烟气;与热烟气接触后的升温浆液降落至换热器,与换热器内的冷却水进行热交换,浆液温度降低,降落至脱硫塔浆液槽后,通过浆液循环泵继续与烟气进行接触,重复循环,可降低出口烟气温度,进而减少烟气中的含湿量,实现消白,既能够节约用水又能降低运行成本。

增加烟气冷凝器,利用喷淋浆液换热系统和水平衡系统收集水,用作脱硫工艺所耗的水,可以不需要或减少额外补水。缓解了低负荷时吸收塔液位失衡问题,保证了机组脱硫系统的安全运行。

2.4 氧化风冷却方式改为间壁式换热

某2×350MW机组燃煤低热高硫,脱硫系统按高硫建设,采用一炉两塔配置,即一台机组对应两座串联吸收塔(双塔双循环),氧化空气管道采用管网式。目前,氧化空气采用直接管道喷水方式进行冷却,由于氧化空气量大,所需冷却水多,导致脱硫系统水平衡维持困难,尤其是机组低负荷或深度调峰时,更为突出。

氧化风减温喷淋水水量无法跟随机组负荷调整变化,是限制脱硫系统水平衡的重要“死点”。机组正常运行时,烟气体积大、温度高,吸收塔内蒸发量大,进入脱硫系统的水≤脱硫系统消耗的水,脱硫系统水平衡正常;机组深度调峰时,烟气体积小、温度低,吸收塔内蒸发量小,进入脱硫系统的水>脱硫系统消耗的水,脱硫系统水平衡破坏。

这是由于吸收塔浆池强制氧化系统为管网式设计,空气经高压风机增压后本身温度可达110℃,为防止高温氧化风与浆液接触导致氧化空气管网喷头结垢堵塞,在进入吸收塔前必须对氧化风进行降温处理。目前,氧化风降温采用工艺水喷嘴雾化减温的方式,由于氧化风流量大、温度高,相应需要的减温水流量也比较大,并且这其中的减温水蒸发汽化占比小,大部分减温水仍以液态形式随氧化风进入吸收塔,破坏脱硫系统水平衡并造成水资源的浪费。

将氧化风减温方式由喷淋减温改为间壁式换热减温,避免大量的系统外部水进入系统,造成水平衡失调,能够适应锅炉长时间低负荷运行工况的需要。

对于该2×350MW机组将氧化风减温方式由喷淋减温改为间壁式换热,可减少直接进入脱硫系统水量约12t/h,可以解决机组低负荷工况下脱硫系统稳定运行问题,降低现有脱硫系统26%的水耗,节水效益十分可观。通过氧化风冷却器系统调整优化脱硫系统水平衡,可以显著减少废水排放量,提升脱硫废水各项污染物浓度,从而降低废水处理系统负

荷, 有较好的节能效益。

结语

深度调峰状态下, 系统长期处于低负荷运行, 维持脱硫系统水平衡难度增大, 对系统安全运行造成影响。针对这一情况, 介绍了几种脱硫水系统运行调整措施, 特别是氧化风冷却方式的调整, 可以有效的维持脱硫系统水平衡, 保护机组的安全运行。

参考文献

[1]江荣才,徐海军,林春源,等.三钢2号烧结机机头烟气

脱硫方案的选择及论证[J].烧结球团.2007,(4).DOI:10.3969/j.issn.1000-8764.2007.04.005.

[2]金森旺,高洪培,孙献斌,等.超临界600MW循环流化床锅炉燃用不同煤种燃烧特性及排放特性试验[J].热力发电.2017,(4).DOI:10.3969/j.issn.1002-3364.2017.04.046.

[3]孙利强.火电厂脱硫浆液专用pH值测量装置的研制及应用[J].内蒙古电力技术.2021,(3).DOI:10.19929/j.cnki.nmgdljs.2021.0058.