烟气石灰石-石膏湿法脱硫工艺装置运行普遍存在的问题及对策

石灰石-石膏湿法工艺是我国目前烟气脱硫装置的主流工艺。根据统计分析结果，截止2007年底，投运或已签订合同的烟气脱硫工程，其工艺技术仍以石灰石-石膏湿法为主，占90%以上。如不作特别说明，本文中提到的湿法烟气脱硫装置均指石灰石-石膏湿法烟气脱硫装置。

由于某些原因，我国湿法烟气脱硫装置的投运率一直偏低。2008年第一季度投入运行的脱硫装置容量约1亿千瓦，占烟气脱硫设施装机总容量的37%。而在投运的装置中，又由于各种因素导致装置运行中出现较多问题，部分问题甚至影响到系统的安全、稳定运行，导致系统退出或间断运行，不能实现真正意义上的投运。在当前日益严峻的环保形势下，国家加强了环保执法力度，加大烟气脱硫设施运行在线监管和就地检测，脱硫装置的运行问题与环保监管之间的矛盾将显得更加突出，如何保证脱硫装置的安全稳定运行是脱硫行业目前亟待解决的重要课题。

1、系统设计

目前国内烟气脱硫工程的建设一般采取由脱硫公司进行EPC总承包的形式，设计是整个工程的源头，也是保证装置能安全、稳定运行最重要的环节。任何设计失误、考虑不周或系统参数选择不当都将影响系统的安全可靠运行。

1.1氧化系统

目前有石膏脱水系统的脱硫装置普遍采用强制氧化的方式，将石膏浆液内的亚硫酸钙氧化成硫酸钙，亚硫酸盐氧化程度是湿法脱硫装置强制氧化工艺重要的控制参数。一个设计良好的脱硫系统，强制氧化程度应接近100%部分脱硫装置氧化装置设计不合理，氧化空气分布不均匀，或由于过于侧重降低投资成本而将氧化风机容量和氧化区的体积设计得偏小，导致装置内会发生大量结垢、垢块堵塞喷嘴、卡住蝶阀、堵塞小口径管道或结垢使流道面积减小的现象。这些将引起故障频发、事故停机或降低出力。此外，亚硫酸钙氧化不充分还将影响脱硫效率、石灰石利用率和石膏品质等系统性能，会导致石膏品质下降、脱水机不能正常工作等一系列问题，影响系统的安全稳定运行。"在系统设计时，应该充分考虑机组特性、烟道漏风率、煤种硫份、当地大气压、当地平均气温、氧化空气的流动性、氧化空气的利用率等多种因素的影响，进行合理设计

1.2浆液中Cl-浓度及废水排放

FGD浆液中氯化物来源于燃煤、工艺补水和吸收剂。一般石灰石中、工艺水中氯含量较少，FGD浆液中大部分氯化物来源于燃煤。

在正常运行工况下，浆液中氯化物的浓度是稳定的。浆液中的Cl-浓度对FGD系统结构材料的选择有很大的影响。高浓度的Cl-浓度还影响脱硫效率和石灰石利用率，石膏中可溶性氯化物含量过高将影响石膏综合利用价值。

在设计中必须针对燃料、水质、吸收剂品质、系统运行方式以及装置内浆液接触的设备、材料特性确定合适的Cl-浓度，并设计处理容量合适、工艺完善且便于运行维护的废水排放系统，以确保系统的可靠运行和达到性能指标。

1.3系统防腐、防磨损设计

设备、材料的腐蚀、磨损是影响湿法脱硫的常见问题，也是影响系统安全稳定运行的重要原因。造成腐蚀及磨损的因素主要有烟气中及浆液中的硫化物 、氯化物、浆液介质等。因此在设计中应考虑防腐、防磨损措施。

在运行过程中发现，由于设计及选材不当，经常有装置内玻璃鳞片衬里、橡胶衬里冲刷过快导致脱落，造成罐体、泵、管道、阀门等腐蚀、磨损加快，影响系统可靠运行。

为防止及解决以上由于腐蚀、磨损出现的运行问题，必须进行合理的防腐蚀(磨损)设计，防腐蚀(磨损)设计包括防腐(磨损)结构设计和防腐(磨损)材料选择。

1.4系统防堵塞、结垢设计

结垢和堵塞是湿法脱硫工艺中最严重的问题，可造成吸收塔、氧化槽、管道、喷嘴、除雾器甚至换热器结石膏垢。严重的结垢将会造成压损增大，设备堵塞，因此堵塞、结垢是湿法脱硫装置事故停机最常见、最主要的原因。堵塞、

结垢是普遍存在的问题，基本无法完全避免，但可以通过合理设计，减少系统堵塞、结垢情况的发生，降低对系统稳定运行的影响。以下介绍一些比较常见的堵塞、结垢现象，在设计中务必引起重视，避免此类问题的发生。

1.5防冰冻设计

在我国北方，由于冬季气温低，应按规范要求采取保温措施。如果保温、防冻设计不完善，尤其是伴热设计不当，FGD装置容易出现结冰和冻结现象。浆液管道和水管道在气温极其低下的夜间极易发生冻结，堵塞管路，严重威胁FGD装置的安全运行。

为防止以上现象，应进行合理的保温、防冻设计，如沿管道敷设保温层、伴热带等。间歇运行的泵、管道及管件更要注意保温。增压风机稀油站也应设计防冻措施，保证稀油站的投运和增压风机的正常运行。对系统管路应针对防冻薄弱处加强防冻设计，比如易形成死区的管段，排空不畅的管道，小管径且走向复杂的管段，在场地条件许可以及投资容许的范围内尽量设计在室内。

1.6热工仪表设计

装置中的热工仪表是整套系统的"窗口"，是运行人员的"眼睛"，其数据即时反应设备及系统的运行状态。良好的仪表设计是系统安全稳定运行的重要保证。

2、设备质量及施工质量

2.1设备质量

脱硫装置的安全、稳定、高效率运行必须保证运行工况的稳定，而运行工况的稳定是以各主、辅设备的可靠运行为前提。资料分析表明，目前国内湿法脱硫装置运行中存在的最大问题是设备质量问题。由于脱硫工程总承包利润的下降，承包商在采购设备时，往往采用最低价中标的方式，导致一批价格低、质量差的设备进入脱硫装置，设备性能不能得到保证，同时增大投资及能耗。

(1)浆液泵

浆液泵运行介质一般是50°左右的浆液，常发生汽蚀现象，由于汽蚀及磨损的联合作用，加上叶轮叶片材质不合适及制造质量不过关，出现叶轮损坏，经拆下检查，叶片上出现大量的小坑洼，严重影响了泵的正常运行。机械密封和减速机等附件存在质量问题也是常见现象。其中机械密封损坏使得泵漏(喷)浆是最常见的问题，导致泵无法连续运行。由于减速机的质量问题，在冷却系统正常投运的前提下，循环泵减速机在运行中温度偏高，在冬天温度也会经常升到报警温度甚至引起循环泵连锁停机，导致系统保护退出等。

(2)阀门

阀门的作用是对管路介质的流动进行控制，通过截断或调节流量实现介质的隔离或输送。其质量的优劣直接影响系统的运行状态。然而，由于大多数国产阀门本身质量还存在一定问题，加上大多数承包商对此重视程度不够，采购的阀门质量不能令人满意，阀门内漏、外漏、卡涩打不开、开关不到位等问题严重影响了系统的正常运行。

(3)搅拌器

吸收塔搅拌器为侧进式搅拌器，主要问题是机封不严密，漏浆现象常有发生。顶入式搅拌器绝大多数为国产设备，运行存在的主要问题是减速机轴承箱漏油和电机轴承温度高，其原因主要是国内搅拌器的减速机多采用摆线针轮形式，该形式减速机加工精度低，密封效果差，运行中异产生漏油、温度升高等现象。

还有其他设备质量问题，此处由于篇幅有限，不再一一阐述。为减少以至消除设备质量问题对系统运行产生的不利影响，须从源头解决此问题。为此，须从设备招标方面严把质量关，优先选择质量优、业绩多、服务好的设备供应商，在此基础上再兼顾价格因素。设备在工程制造过程中，要根据技术协议要求加强设备监造，包括设备制造、性能验收、出厂试验等，并对设备的运输、保管、售后服务提出明确要求和加强监督，避免因为质量问题对系统安全稳定运行造成影响。

2.2施工质量

由于脱硫工程建安费用的不断下降，施工队伍水平的参差不齐，导致大部分脱硫工程施工质量不容乐观，影响脱硫装置运行的施工问题主要有以下几个方面。

(1)GGH安装

GGH安装质量对设备及系统的安全运行有重要影响。常见的问题有密封片安装不严密，导致原、净烟气串风，加快GGH及烟道的腐蚀并造成系统脱硫效率下降。主轴安装偏心，导致运转时有异响，振动大。

(2)增压风机和循环泵安装

增压风机安装精度和安装质量不过关，运行时发现X及Y方向振动较大，严重时候引起增压风机跳闸。循环泵也存在同样的情况。某电厂一台循环泵安装时找正不理想，导致轴承温升较快，后停机校正后消除了该问题。

(2)管道安装

浆液管道安装不按图施工，管道不设坡度，改动管道走向及布置，导致运行时管道经常堵塞。施工单位为省材料费和工作量，部分管道不按照图纸要求设置支吊架，造成管道振动过大，严重时候造成该系统无法投入。管道及设备法兰处螺栓没充分拧紧，运行一段时间后，由于管道振动，介质从法兰密封处泄漏，影响系统运行和现场文明生产。

(3)防腐施工

防腐施工质量直接影响防腐衬里材料的防腐功能。施工质量受气候环境、工人水平、施工工具、管理组织等因素影响。有的脱硫装置几个月内烟道、吸收塔内玻璃鳞片大面积脱落，管道衬胶磨损露出管壁等，给系统的运行带来极大的安全隐患。

为减少施工对脱硫系统运行的影响，必须牢牢控制施工质量。从招标阶段从严把关，选择水平过硬的施工队伍。在现场施工中，充分发挥监理和技术人员的作用，加强监督，并要求施工队伍加强组织管理力度，在充分消化图纸的基础上按图施工，坚决杜绝不能满足施工质量要求的人员、工具参与施工，对施工组织方案严格评审，不符合安全、质量要求的不予批准等。通过各种措施，保证施工不影响系统运行。

3、运行管理及维护

脱硫装置随着使用年限的增加，在日常运行中时常会出现各种问题。本文从以下四个方面就如何提升系统的运行维护水平，保证系统安全、稳定、连续、高效运行进行初步探讨。

3.1系统运行控制

系统运行过程中出现的很多问题如石膏脱水困难，吸收塔液位波动大，脱硫效率低等问题可以通过在运行中加强监视并及时调整系统主要运行参数来解决。

3.2加大化学监测力度

目前大部分电厂对脱硫装置中介质成分及性质的化学监测与分析重视不够，无专门专用实验室及化学分析仪器。由于对表计的校验、维护、检修等不够及时，再加上表计本身质量不过关，大多数运行中的脱硫装置热工仪表的故障率较高，很多仪表的显示数据与装置中的实际数据偏差较大，而脱硫运行部门过于依赖热工仪表测量的可靠性，等发现问题时，系统的安全可靠运行已经受到影响。由于无专用实验室，还须委托外单位对相关介质进行化学分析，影响了处理速度，对装置的长期稳定运行不利。

为此，必须配备有专用实验室和相关化学分析仪器，在日常运行中加大脱硫装置中各介质的化学监测力度，与相关仪表进行比较，以判断仪表数据是否准确和仪表的工作状态，若仪表存在问题，应及时检修处理，避免影响系统运行。加大化学监测力度，定期对石膏浆液、石灰石浆液、石灰石品质、石膏品质等进行分析，及时向运行人员反馈分析结果，供运行调整参考。

3.3日常运行维护

3.3.1装置日常运行中的检查与维护

在运行过程中，对系统进行日常的检查与维护必不可少，及时消除设备的安全隐患，确保设备处于健康状态，以保证装置的安全稳定运行。

在正常运行过程中，运行人员严格巡查按照运行规程所要求的各系统及设备的监测项目;对系统中重要的运行介质如石灰石品质、石膏浆液、石膏品质、烟气成分、工艺水品质等进行化学采样分析，为运行调节提供依据。

3.4运行人员水平

由于脱硫对电厂来说是独立主业外的崭新领域，其运行人员一般都是从主业其他部门调来或当地招聘而来，接触脱硫时间短，脱硫知识有限，实际操作及解决问题的能力还有待提高。目前多数脱硫装置处于停运或间断运行的状态，业主并不太重视脱硫运行人员的技能培训，导致恶性循环。由于严格的环保政策法规的出台，脱硫装置实现真正投运将是趋势。运行人员作为脱硫装置最基层、最前沿的一线工作人员，其知识水平、业务能力、工作经验以及责任心将直接影响装置的安全稳定运行。

业主以及承包商应积极采取各种措施对运行人员进行培训。在业主接管脱硫装置前，由承包商对运行人员进行多次培训，包括理论知识培训和实际操作培训。在业主接管后，也需要经常安排对运行人员的培训及教育，尤其是针对于运行人员在实际运行过程中暴露出来的问题进行分析、讨论，使运行人员受到教育，避免在以后的工作中再次发生。培训及教育的形式可以采取请专家进行知识讲座、操作技能竞赛、外出参观学习等。

3.5运行管理

为保证脱硫装置的正常运行，业主应加强对脱硫运行的管理，建议做到以下几个方面：

1.机构及人员管理

完善脱硫管理的组织机构和人员编制，将脱硫装置的运行纳入全厂的正常生产管理，制定详细的目标和指标、全面做好运行统计分析。生产管理部门向脱硫运行部门下达年度、月度生产计划，脱硫运行部门向生产管理部门提供每月的脱硫运行统计报表，供生产管理部门决策。

生产管理部门将脱硫装置的运行状况与脱硫运行人员的经济效益挂钩，增强运行人员学习技术、提高自身水平的积极性。通过技术比武、考核等措施，提高运行人员的水平。

脱硫运行部门制定脱硫装置运行规程，保证对脱硫装置进行严格的运行管理。运行人员当班所有操作均作记录，并可通过交班会议让下一班了解上一班的操作内容、出现的问题和解决措施、以及遗留下的问题，以利于工作内容的无缝对接，保证装置的安全稳定连续运行。

2.设备管理

要使系统安全、稳定、高效运行必须保证系统设备的健康以达到设备运行的最佳状态。脱硫运行部门或者全厂设备部门针对脱硫设备，建立设备的健康及维修档案，并进行分类，按照厂家资料要求进行运行维护，到期进行必要的检修、部件及耗材的更换等，随时监控设备的健康状态，加强缺陷管理与消除力度，保证设备的可靠运行。

4、进入脱硫系统的介质参数与设计值的差异

由于多种因素的影响，脱硫装置在实际运行过程中往往不能保证进入系统的介质参数与设计值相符，经常出现较大偏差，影响脱硫系统的运行，这是国内湿法脱硫装置普遍存在的共性问题。

4.1燃煤煤质的变化

由于目前我国电煤供需矛盾突出，电煤质量下降严重，一些电厂实际燃用煤种已与原设计煤种有较大差异，原煤中硫含量明显增加，有的煤中硫份达到原设计值的3倍以上，给脱硫装置的稳定运行带来严重影响，甚至导致系统无法运行。

硫份的增加导致进入吸收塔的二氧化硫质量浓度增加，在液气比不变的情况下，系统脱硫效率下降;同时浆液池中的吸收反应和氧化结晶的时间、空间不足，浆液pH值下降，对设备的安全性带来影响。浆液中亚硫酸钙质量浓度增高，影响石膏脱硫系统的正常运行。当硫份增加到一定数值后，超过了吸收系统参数设计的裕度范围，整个吸收反应系统的动态平衡被打破，脱硫系统将无法维持运行。

针对该问题，可从以下几个方面进行应对：

1、在新的脱硫项目立项时，业主方对主要烟气参数的确定，一定要充分考虑到实际燃煤煤种的变化趋势，设定一定的裕度范围。在系统设计时，在业主给定的烟气参数条件下，设计单位也应对系统、设备等的设计留有一定裕量。

2、加强脱硫运行与燃料运行的联系，根据脱硫运行的情况反馈，燃料运行在一定范围内尽可能将低硫煤与高硫煤混合使用，保持入炉煤含硫量不要与设计值偏离太大。

3、在烟气含硫量有限增加时可通过调整运行控制参数的方法，尽量维持脱硫系统稳定运行。可采用的手段是适当提高吸收浆液的pH值以增加吸收塔反应的强度;另一方面应增加氧化空气量，在一定范围内增大亚硫酸钙氧化量。吸收塔浆液的pH值也不可能过高，过高会降低钙的利用率，影响副产品石膏的品质。

4、当烟气参数大幅度或较长时间偏离设计值时，脱硫装置的反应平衡将被破坏，最终导致脱硫装置被迫退出运行。为了避免这种情况，可采取人为限制脱硫装置的进烟量，以保持脱硫装置在设计的含硫负荷内运行，可避免由于烟气含硫量变化对设备寿命带来的影响，但系统的整体性能无法达到环保要求。

5、当由于实际燃煤硫份及其他参数大幅提高，又必须符合环保排放要求时，应对该脱硫装置进行改造，以满足对系统的可靠运行及性能保证的要求。如在吸收塔内增加喷淋层层数以增大液气比，或往浆液内添加化学添加剂如镁盐、二元酸和甲酸等，保持要求的脱硫效率。

针对特定的脱硫装置，由于燃煤煤种的变化导致的系统运行问题乃至对现有装置进行技术改造，须认真分析讨论，提出切实可行的方法，经过各方专家仔细论证后落实。

4.2吸收剂品质的变化

在湿法脱硫中，吸收剂的品质是重要的工艺指标之一，因为吸收剂的品质影响脱硫效率、吸收剂耗用量、石膏副产品的质量和对设备的磨损。吸收剂的品位随产地不同有相当大的差别。

吸收剂的品质数据一般由业主提供，在项目前期确定该数据时，多数业主单位并没有充分调研吸收剂的来源及变化趋势，具体的采样分析也没有根据规范要求进行，存在很大的随意性，故该数据并不能反应实际吸收剂性能。

由于项目确定的数据本身存在偏差，以及后来吸收剂来源地的变化导致吸收剂品质的变化，故实际运行时的吸收剂品质与设计值有出入。当实际投运的吸收剂品质包括碳酸钙含量、杂质含量、反应活性、细度等参数低于设计要求时，会导致真正参与反应的钙偏少，反应不充分，脱硫效率下降，石膏品质降低，石灰石浆液系统磨损、堵塞等一系列问题。值得提出的是吸收剂中SiO2的含量对对系统的磨损存在一定的影响，若在前期数据中无此项或不准确，而实际吸收剂中该值过大，将造成设备磨损严重。

针对该问题，可从以下几个方面进行应对：

1、在新的脱硫项目立项时，业主方对吸收剂品质数据确定时，一定要经过充分调研，严格采样分析，考虑到实际使用的吸收剂来源的变化趋势，设定一定的裕度范围。在系统设计时，在业主给定的吸收剂参数条件下，设计单位也应对系统、设备等的设计留有一定裕量。

2、加强对吸收剂品质的化学分析，提供给脱硫运行部门参考。采购部门尽量采购品质与设计数据偏差不大的吸收剂块料或粉料。

3、在吸收剂品质偏差不大的范围内可通过调整运行控制参数的方法，尽量维持脱硫系统稳定运行。可采用的手段是适当提高石灰石浆液供给量，保证参与反应的钙量。加大供浆管道滤网的清洁频率，保证供浆管道的畅通。

4、当吸收剂品质大幅度或较长时间偏离设计值时，由于设备选型、系统参数的设计裕度有限，且吸收塔须保持水

平衡，石灰石供浆量不能长时间、大幅度增大。此时脱硫装置的反应平衡将被破坏，最终导致脱硫装置被迫退出运行。为了避免这种情况，可采取人为限制脱硫装置的进烟量，以保持脱硫装置在设计的钙硫比内运行，保证系统的安全运行。

4.3GGH吹扫介质品质的变化

对GGH进行日常的有效吹扫是保证GGH能正常运行的前提，吹扫介质品质是影响吹扫效果的重要因素。GGH吹扫蒸汽(本文只讨论应用最多的蒸汽吹扫，压缩空气吹扫不作讨论)一般来自主机汽轮机段抽汽，目前很多建设有脱硫装置的电厂无论是老机组改造还是新建机组建设，提供给脱硫装置的蒸汽品质往往达不到设计要求。

一般来说，300MW机组的GGH吹扫蒸汽参数要求为1.0-1.5MPa，350℃，然而大多数电厂主机提供的蒸汽达不到该品质，GGH吹扫效果减弱，使得GGH腐蚀、结垢加快，换热能力下降，阻力增大等，影响系统的安全运行。

对此，业主要充分认识到GGH腐蚀、结垢、堵塞对设备以及整个系统的危害性，采取措施，尽可能提供满足吹扫要求的蒸汽。若长时间内无法解决该问题，可以从以下几个方面考虑处理方法：

1、改用压缩空气吹扫，必须保证压缩空气品质满足要求。

2、通过参数控制及运行维护，降低进入GGH内的飞灰、石膏浆液、垢块等杂质量。

3、运行人员加强GGH日常巡检与维护，对压差等参数的变化重点关注，及时启动吹扫程序。

5、结语

脱硫装置的运行涉及到很多方面的内容，业主在充分了解与脱硫装置运行相关的内容，并做好相应的工作，才能保证脱硫装置的安全、稳定运行。

本文对国内湿法脱硫装置运行中存在的普遍问题进行了初步探讨，提出相应对策。对新建脱硫装置，可供相关部门借鉴，避免出现类似的问题;对正在运行中的脱硫装置，可供业主管理部门及脱硫运行部门参考。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/145290.html