ICS 27.100
CCS F29

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL 2125—2020

石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统停运保护导则

Directive for the protection of limestone-gypsum wet flue gas desulphurisation systems pertaining to system outages

2020-10-23 发布　　2021-02-01 实施

国家能源局　发布

目 次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 总则 1
5 中长期停运保护要求 2
6 短期停运保护要求 4
7 停运期间的维护技术要求 5

前　　言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则　第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业环境保护标准化技术委员会（DL/TC 33）归口。

本标准起草单位：广西电网有限责任公司电力科学研究院、国网山东省电力公司电力科学研究院、国网河北省电力有限公司电力科学研究院、贵州电网有限责任公司电力科学研究院、广州珠江电力有限公司、国投钦州发电有限公司、大唐桂冠合山发电有限公司、国家能源集团山东石横热电有限公司、贵州粤黔电力有限责任公司、衡水恒兴发电有限责任公司。

本标准主要起草人：林朝扶、李乐丰、宋晓红、梁沁沁、李朝杰、张龙飞、于峥、刘国强、张雷、兰建辉、韩勇、韩方源、郁金星、王清智、李学军。

本标准为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统停运保护导则

1 范围

本标准规定了石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统在停运前的运行调整，停运期间的维护、保护要求。

本标准适用于燃煤电厂。其他采用湿法脱硫系统的电厂可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

DL/T 774 火力发电厂热工自动化系统检修运行维护规程

DL/T 838 燃煤火力发电企业设备检修导则

DL/T 956—2017 火力发电厂停 (备) 用热力设备防锈蚀导则

DL/T 1149—2019 火电厂石灰石/石灰-石膏湿法烟气脱硫系统运行导则

HJ 75—2017 固定污染源烟气（SO_2、NO_X、颗粒物）排放连续监测技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

中长期停运 long-term and middle-term outage

烟气停止进入吸收塔，吸收塔内浆液全部排空的停运方式。

[DL/T 1149—2019，定义 3.10]

3.2

水媒烟气换热器 water-to-gas heat exchanger

利用水作传热媒介的烟气换热装置。

3.3

停运保护 protective measures pertaining to system outages

为防止设备在停运期间出现锈蚀、卡涩、堵塞、防腐层破损等问题，在脱硫系统停运前、停运过程中以及停运后采取的检查及保护措施。

4 总则

4.1 石灰石-石膏湿法烟气脱硫系统（以下简称脱硫系统）包括吸收剂制备及供应系统、二氧化硫吸收系统、浆液排放与回收系统、副产物处置系统、在线仪表及控制系统、脱硫废水处理系统以及与之相关的湿式电除尘器、水媒烟气换热器系统。

4.2 脱硫系统在停运期间应采取可行的保护措施，以保证脱硫系统在锅炉启动时能同步正

常投运，同时应将停运期间的保护工作纳入到火电厂统一管理的工作中。

4.3 脱硫系统中水泵、空气压缩机、高低压开关柜、脱硫变压器、整流变压器及控制系统等设备停运前的运行调整、停运期间的检查和维护按 DL/T 838 执行。

4.4 浆液循环泵停运时应按程序逐台冲洗，浆液循环泵全部停运后对除雾器进行一次全面冲洗。

4.5 脱硫系统停运后应进行以下工作：

——检查、处理吸收塔喷嘴、除雾器、浆液泵入口滤网堵塞和其它设备缺陷情况；

——关闭已停运旋转设备的冷却水、密封水；

——环境温度较低可能造成结冰时，排空设备、管道中的水和浆液。

4.6 脱硫系统启动前应对原烟道、净烟道、吸收塔壁以及湿式电除尘器、水媒烟气换热器等进行目视检查，重点检查是否有明显的锈蚀、防腐层破损现象，并与上次检查结果以及其他机组脱硫系统的检查结果进行比较，以完善停运保护措施。

5 中长期停运保护要求

5.1 基本要求

5.1.1 1 台机组停运时，停运机组对应的二氧化硫吸收系统、湿式电除尘器、水媒烟气换热器，排空吸收塔浆液；原烟气侧烟气连续监测系统（CEMS）可停运，净烟气侧 CEMS 及公用系统保持运行。

5.1.2 2 台机组停运时，其停运步骤参照 DL/T 1149—2019 中的 7.2 进行。

5.1.3 停运前应根据吸收塔液位、浆液密度采取降低液位、脱水等措施。

5.1.4 当 1 台机组停运时，吸收塔浆液排到事故浆液箱后，应及时将事故浆液箱的浆液用于另 1 台运行机组的脱硫系统；机组数量多于 2 台的火电厂，宜采取适当方法将 2 台停运的吸收塔浆液排至其他运行机组的脱硫系统，腾空事故浆液箱。

5.1.5 有增压风机的脱硫系统，在锅炉引风机停运后应及时停运增压风机。静叶调节的增压风机在进、出口挡板关闭前严禁停运其润滑油泵。

5.1.6 环境温度高于 0 ℃，如果浆液箱不排空，浆液泵停运冲洗后应注水保养，注水高度应高于浆液泵的叶轮（液下泵除外）；如果浆液箱排空，在浆液泵冲洗干净后，其入口排污阀应处于打开状态。

5.1.7 吸收塔停止供石灰石浆后，应将石灰石供浆管道的调节阀全开并冲洗干净。有石灰石浆液回流控制系统的，回流阀应全开并冲洗干净。

5.1.8 当脱硫系统停运时间超过60 d时，在室外露天布置的皮带传动设备，宜拆除其皮带放入室内保存。

5.2 吸收剂制备及供应系统

5.2.1 吸收剂供应系统

5.2.1.1 停运前应根据机组降负荷过程需要的浆液量调整制浆量及浆液浓度，使机组停运时石灰石浆液箱液位降至石灰石浆液最低允许液位。

5.2.1.2 石灰石浆液箱需要排空时，应在停运前将石灰石浆液输送至吸收塔或其他机组的石灰石浆液箱。

5.2.2 石灰石粉制浆系统

5.2.2.1 石灰石粉仓无需排空时，关闭石灰石粉仓下料手动阀后，应打开给料阀，石灰石粉旋转给料机保持运行不少于 3 min，关闭给料阀。保持石灰石粉仓顶部袋式除尘器运行，流化风机及空气加热器可根据环境湿度间断运行。

5.2.2.2 石灰石粉仓需要排空时，流化风机及空气加热器应在石灰石粉仓排空后保持运行

30 min。流化风机停运后，应对袋式除尘器进行全面吹扫，再将其停运。

5.2.3 **石灰石湿磨机制浆系统**

5.2.3.1 石灰石称重皮带机停运后，应停用石灰石湿磨机（以下简称湿磨机）滤液水，改用工艺水补水继续运行 30 min，停运湿磨机。

5.2.3.2 石灰石浆液再循环箱内的浆液宜排空。

5.2.3.3 湿磨机停运时间超过 30 d， 应将钢球排出，并筛选钢球。

5.2.3.4 石灰石卸料间设备的停运应按以下步骤进行：

——石灰石输送完毕后停运输送皮带；

——停运石灰石振动给料机、除铁器；

——斗提机保持一个运行周期后停运；

——石灰石卸料间除尘器以及石灰石料仓顶部除尘器吹扫后停运。

5.3 **二氧化硫吸收系统**

5.3.1 停运前，应在满足环保排放要求下逐渐减少浆液循环泵运行数量及供浆量，逐渐降低吸收塔液位至浆液循环泵最低允许液位。吸收塔浆液密度大于 1100 kg/m^3 应进行脱水，将浆液密度降到 1080 kg/m^3 以下。

5.3.2 浆液循环泵应采取以下方式停运：

——采用喷淋塔的脱硫系统，入口烟温低于 70 ℃且无上升趋势时，停运最后一台浆液循环泵。浆液循环泵的停运顺序应从上至下逐台停运；

——采用液柱塔的脱硫系统，入口烟温不低于 70 ℃时，应保持 2 台及以上浆液循环泵运行；入口烟温低于 70 ℃且无上升趋势时逐台停运；

——双塔串联的吸收塔，应首先停运二级吸收塔的浆液循环泵，再停运一级吸收塔的浆液循环泵；

——单塔双循环吸收塔，应首先停运二级循环浆液箱的浆液循环泵，再停运吸收塔的浆液循环泵。二级循环浆液箱的旋流泵应根据吸收塔液位进行启、停，当旋流泵停运后应对旋流泵及其旋流站等相关设备进行冲洗。

5.3.3 在引风机或增压风机出口挡板关闭状态下，最后一台浆液循环泵停运后，应打开吸收塔顶部通风阀、吸收塔上部人孔门及原烟道检修人孔门。

5.3.4 锅炉引风机或增压风机停运后，在保证石膏浆液脱水效果前提下可停运氧化风机。对管网式氧化系统，宜在吸收塔液位降到氧化风管以下后再停运氧化风机。

5.3.5 氧化风机停运后应将各氧化风管手动冲洗一遍，当氧化风温度低于 80 ℃时，关闭增湿水阀门。

5.3.6 石膏脱水系统停运后，应将吸收塔浆液排至事故浆液箱。

5.3.7 吸收塔液位降到石膏排出泵联锁停运后，应打开吸收塔底部排空手动门，将塔内浆液排至吸收塔排水坑，启动吸收塔排水坑泵将浆液排到事故浆液箱。

5.3.8 尽量排空吸收塔浆液后，人工清理吸收塔底部残留浆液。

5.3.9 特殊情况下如果吸收塔浆液不排空，采取以下措施：

——应尽快排出吸收塔及系统内残留的湿烟气；

——使用脉冲悬浮扰动系统的吸收塔，应在最后一台浆液循环泵停运后停运脉冲悬浮泵；

——采用机械搅拌的吸收塔，搅拌器应保持运行；

——采用矛式喷枪氧化系统的氧化风机可停运；

——采用管网式氧化系统的氧化风机宜保留 1 台运行。

5.4 **浆液排放与回收系统**

5.4.1 吸收塔排空、冲洗干净后，吸收塔排水坑降至最低允许液位，应停运排水坑泵及搅拌器。

5.4.2 事故浆液箱的浆液应及时排空，其操作同 5.1.4。

5.5 副产物处置系统

——真空皮带机冲洗干净并停运后，应松弛滤布，打开真空泵排污门；

——圆盘脱水机停运后应对其陶瓷吸盘进行反冲洗和加酸联合清洗 24 h，将槽体内浆液排空，并且在环境温度不会导致结冰时注水没过超声波装置，打开真空泵排污门。

5.6 在线仪表及控制系统

5.6.1 取出在线 pH 计电极，用 0.1 mol/L 稀盐酸及除盐水清洗干净，按使用说明书要求保存。

5.6.2 浆液密度计手动冲洗干净后关闭其进出口手动阀，吸收塔的压差式密度计用工艺水冲洗后关闭其手动阀。如果停运时间超过 30 d，宜拆下浆液密度计，对其传感器内部进行清洗。

5.6.3 压差式液位计用工艺水冲洗后关闭其手动阀。

5.6.4 清理超声波液位计探头表面水珠及粘附物。

5.6.5 用压缩空气反吹烟气压力取样管。

5.6.6 检查取样探头滤芯，清理 CEMS 过滤器中的水份，更换严重堵塞或有裂缝的滤芯。

5.6.7 CEMS 原烟气侧的光学探头清吹空气鼓风机应在烟气温度降到 40 ℃以下才能停运。

5.7 脱硫废水处理系统

5.7.1 脱硫废水处理系统停运后，启动高压水泵、压滤机冲洗水泵，清洗滤布。

5.7.2 澄清浓缩池内的泥水排到中间液位（斜板上方），停运搅拌器。

5.7.3 环境温度不导致药液结冰时，加药箱可不排空，仅停运其搅拌器；否则应排空加药箱，并将药剂打入脱硫废水处理系统内。

5.8 湿式电除尘器

5.8.1 在确保满足当地环保排放要求前提下，逐渐降低二次电流、减少高压整流变压器运行数量。高压供电系统停运前，冲洗水系统不得停运。

5.8.2 烟气含氧量（干基，下同）在 10%~19%时，二次电流应在额定电流 10%以下；当烟气中含氧量大于 19%或最后一台浆液循环泵停运时，湿式电除尘器应停运。

5.8.3 湿式电除尘器停运后，应对阴极、阳极系统进行一次全面冲洗；冲洗后，停运绝缘子室电加热器、热风吹扫系统。

5.8.4 若停运时间超过 30 d，宜将设备及管道内的水排放干净，对过滤器滤网进行清理。

5.9 水媒烟气换热器

5.9.1 当水媒烟气换热器热端入口烟温低于 90 ℃时，应停运水媒烟气换热器再循环泵。停运后应对热端、冷端换热器表面进行全面吹扫，使换热器管壁干净无积灰。

5.9.2 若停运时间超过 30 d，水媒烟气换热器停运后，按 DL/T 956—2017 的热炉放水余热烘干法及时将系统内水排放干净，利用余温烘干水媒烟气换热器冷端的受热面。烘干后及时关闭所有排空门、放水门，有条件时可启动辅助蒸汽加热进行烘干；如果不排水，宜加氨水到循环水箱，启动循环水泵循环均匀，使循环水的 pH 值大于 10.5。

6 短期停运保护要求

6.1 基本要求

短期停运仅停运机组对应的二氧化硫吸收系统、在线仪表及控制系统，CEMS 及脱硫系统的公用系统不停运，吸收塔及浆液箱不排空。

6.2 二氧化硫吸收系统

二氧化硫吸收系统的停运步骤同 5.3.1、5.3.2 及 5.3.9。

6.3 浆液排放与回收系统

6.3.1 各排水坑宜保持最低允许液位，并停运其搅拌器。

6.3.2 事故浆液箱的浆液应及时排空，其操作同 5.1.4。

6.4 在线仪表及控制系统

6.4.1 pH 计冲洗后应注入冲洗水进行保养。

6.4.2 用压缩空气反吹烟气压力取样管。

6.4.3 清理 CEMS 系统过滤器中的水份，保持其运行。

6.4.4 浆液密度计手动冲洗干净后关闭其进出口手动阀。

6.4.5 压差式液位计用工艺水冲洗后关闭其手动阀。

6.5 湿式电除尘器

6.5.1 湿式电除尘器的停运同 5.8.1~5.8.3。

6.5.2 停运时间不超过 24 h 时，绝缘子室电加热、热风吹扫系统可不停运。

6.6 水媒烟气换热器

水媒烟气换热器的停运同 5.9.1。

6.7 非计划停运

6.7.1 停运时间不超过 6 h 时：

——喷淋吸收塔宜保留 1 台喷淋层最下层对应的浆液循环泵运行；

——液柱塔应至少保持 2 台（或设计的最低运行浆液循环泵数量）浆液循环泵运行；

——双塔串联的吸收塔，停运二级吸收塔的浆液循环泵，宜保留一级吸收塔喷淋层最下层对应的浆液循环泵运行；

——单塔双循环吸收塔，停运二级循环浆液箱的浆液循环泵，宜保留 1 台吸收塔的浆液循环泵运行；

——宜保留 1 台氧化风机运行；

——脱硫系统其他设备、水媒烟气换热器宜保持原有的运行状态；

——湿式电除尘器的停运同 5.8.1、5.8.2。

6.7.2 停运时间在 6 h~24 h 时：

——当烟温低于 70 ℃可停运全部浆液循环泵；

——其他操作同 5.3.9。

6.7.3 停运时间超过 24 h 时，脱硫系统应按短期停运的方法进行处理。停运时间超过 7 d 或计划检修后转为备用超过 7 d 时，应按中长期停运的方法进行处理。

7 停运期间的维护技术要求

7.1 基本要求

7.1.1 所有低压旋转设备应定期试转，确保转动灵活、绝缘合格。无法隔离试转的设备以及高压旋转设备应手动盘车，检查转动部分有无卡涩现象，并按要求定期加油保养。

7.1.2 定期检查没有排空的浆液箱及吸收塔搅拌器的电流。如果搅拌器电流异常（增大或降低），应及时分析其原因并进行处理。

7.1.3 停运期间如果工艺水泵或除雾器冲洗水泵仍在运行，应定期检查没有排空的浆液箱、吸收塔液位是否异常，确认冲洗水阀门无内漏。

7.1.4 当环境湿度大于 60%或雨雪天气时，应关闭吸收塔顶部通风阀及系统各个人孔门。

7.1.5 已排空浆液或水的管道上的电动阀（或气动阀），应定期开、关一次。对没有排空浆液（水）的管道上的电动阀（或气动阀），如果打开或关闭对系统没有不利影响，也应定期开、关一次。

7.1.6 采用母管连接的浆液管道，1 台机组停运时应定期检查停运的浆液管道是否有浆液倒流现象，如果有浆液倒流应及时采取措施。

7.2 吸收剂制备及供应系统

7.2.1　石灰石浆液调节阀应定期全开、全关一次。

7.2.2　湿磨机制浆系统

7.2.2.1　湿磨机应定期用辅助电机盘动，以防止筒体变形；必要时入口加少量水，防止钢球在筒体内板结。进入湿磨机、石灰石浆液再循环箱的滤液水调节阀应定期全开、全关一次。

7.2.2.2　环境温度低于 0 ℃时，湿磨机所有油箱电加热器宜定期启动。

7.2.2.3　定期启动湿磨机的石灰石上料系统、石灰石料仓顶部除尘器。

7.2.2.4　定期检查石灰石输送皮带轴承是否需要加油。

7.2.2.5　定期启动石灰石斗提机。启动前应检查传动齿轮是否需要加油脂，启动后检查料斗固定螺栓是否松动。

7.2.3　石灰石粉制浆系统

7.2.3.1　在保证石灰石粉不会受潮板结的前提下，石灰石粉仓流化风机、空气加热器可采取间断运行方式。

7.2.3.2　旋转给料阀应定期启动，石灰石粉仓顶除尘器保持连续运行。如果石灰石粉仓排空，其除尘器应定期启动。

7.3　二氧化硫吸收系统

7.3.1　烟气挡板门应每月就地进行开、关试验。

7.3.2　没有排空的吸收塔搅拌器电流异常增大时应及时启动浆液循环泵；使用脉冲悬浮扰动系统的吸收塔，应定期运行脉冲悬浮泵不少于 1 h，且定期运行间隔周期不大于 7 d。

7.3.3　吸收塔未排空且氧化风机已停运的管网式氧化系统，应定期启动氧化风机。

7.3.4　浆液循环泵减速箱润滑油泵、增压风机润滑油及液压油泵应定期启动试转。

7.3.5　静叶可调式增压风机应定期在现场开、关挡板门。润滑油泵启动前风机入口挡板门严禁打开。

7.3.6　动叶可调式增压风机应定期开、关动叶调节机构，启动前应启动其液压油泵。

7.3.7　6 kV 电机的电加热器宜保持连续运行。

7.4　浆液排放与回收系统

7.4.1　没有排空的事故浆液箱应定期检查浆液，出现异味、变质应及时处置。

7.4.2　使用脉冲悬浮扰动系统并且没有排空的事故浆液箱，应定期启动脉冲悬浮泵。

7.5　副产物处置系统

7.5.1　真空皮带机

7.5.1.1　应定期启动真空皮带脱水机的滤布冲洗水泵、滤饼冲洗水泵和皮带机。启动前应人工从前到后掀动皮带，防止皮带和真空盘、滑台粘结。

7.5.1.2　应定期检查脱水机所有轴承是否需要加油，确保托辊转动灵活。

7.5.2　圆盘脱水机

7.5.2.1　应定期启动圆盘脱水机主轴电机、搅拌器及反冲洗水泵。

7.5.2.2　应定期检查主轴电机驱动链条有无松动。

7.5.2.3　应定期检查圆盘脱水机辊筒是否需要加油。

7.6　在线仪表及控制系统

7.6.1　应定期用压缩空气反吹烟气压力取样管。

7.6.2　CEMS 在停运期间的检查和维护按 HJ 75—2017 中 11.3 执行。

7.6.3　热工仪表及执行装置在停运期间的检查和维护参见 DL/T 774。

7.7　脱硫废水处理系统

应定期启动污泥压滤机，检查传动链条、拉板小车是否卡涩，启动前如果传动链条润滑油干结应补加润滑油，如果滤布过于干燥结板应启动滤布在线自动清洗装置使滤布润湿。

7.8　湿式电除尘器

7.8.1　冲洗水阀应定期进行开、关。

7.8.2　应定期进入除尘器内部检查设备松动、材料腐蚀等情况。

7.8.3　应定期检查绝缘子箱是否存在漏水现象。

7.9　水媒烟气换热器

7.9.1　进行加氨保护的水媒烟气换热器，应定期取样分析水的 pH 值，如果 pH≤10.5 应补充氨水。

7.9.2　应定期检查水媒烟气换热器换热组件表面的腐蚀及结垢情况。