

中电投河南公司调考试题库

脱硫值班员

调考培训考试试题库

河南公司人资部

2014年8月

## 前 言

为加大技能人才培养力度，建设一流的技能人才队伍，中电投河南公司人资部结合实际情况，组织编制了脱硫值班员技能调考试题库，题库除了选编一部分具有典型性、代表性的理论知识试题和技能操作试题外，还重点选编了一部分河南公司机组特有的操作技能试题，这部分试题与电力行业通用的“专业知识”有机地融于一体，突出了实用性，形成了本题库的一个新的特色。

本题库由中电投河南公司有关专家、工程技术人员、技师和高级技师编写。在此，谨向为编写本套题库而付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！题库中难免存在不足和错误，诚恳希望专家和广大员工批评指正。

## 中电投河南公司脱硫值班员题库建设工作委员会

主任：董凤林

副主任：韩文旗 刘殿河

办公室：常 城 张长有 张新亮 梁 艳 崔 庆  
黄明磊 赵 伟 王书霞 梁志营 宋润泽

编 写：魏 鹏 陈洁莹 尹笑杰 刘泊言

审 核：吕宏彪 常 城

## 目 录

第一部分 填空题.....	1
第二部分 单选题.....	15
第三部分 判断题.....	52
第四部分 简答题.....	68
第五部分 论述题.....	89
第六部分 操作题.....	122

## 第一部分 填空题

1. 人为污染物中，对形成酸雨贡献最大的是\_\_\_\_\_。(二氧化硫)
2. 特种作业人员必须持有合格的\_\_\_\_\_。(《特种作业操作证》)
3. 煤中的硫通常以四种形态存在：单质硫、有机硫、黄铁矿硫和\_\_\_\_\_。(硫酸盐硫)
4. 世界上应用最为广泛的烟气脱硫技术是\_\_\_\_\_。(石灰石石膏湿法)
5. 煤在燃烧中产生的主要两种气体污染物是\_\_\_\_\_。(SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>)
6. 石灰石石膏湿法烟气脱硫技术的特点是脱硫效率较高，可达\_\_\_\_\_以上。(95%)
7. PH值越小，则液体的\_\_\_\_\_越强。(酸性)
8. 对于石灰石湿法烟气脱硫，石灰石纯度至少控制在\_\_\_\_\_以上。(90%)
9. 1标准大气压等于\_\_\_\_\_Pa。(1.013×10<sup>5</sup>)
10. 4℃时，纯水的密度为\_\_\_\_\_g/L。(1000)
11. CEMS是\_\_\_\_\_的缩写。(烟气连续监测系统)
12. 滚动轴承允许运行的最高温度通常比滑动轴承允许运行的最高温度\_\_\_\_\_。(高)
13. 工作票延期手续，只能办理\_\_\_\_\_次，如需再延期，应重新签发工作票，并注明原因。(1)
14. 扑救可能产生有毒气体的火灾(如电缆着火等)时，扑救人员应使用\_\_\_\_\_。(正压式消防空气呼吸器)
15. 启动离心式水泵前，必须首先\_\_\_\_\_泵的出口门。(关闭)
16. 启动离心式水泵前，必须首先\_\_\_\_\_泵的进口门。(打开)
17. 脱硫系统所有浆液管道，停运后必须\_\_\_\_\_。(冲洗干净)
18. 所有电动机正常运行时，电流均应\_\_\_\_\_额定电流。(小于)
19. GGH的全称是\_\_\_\_\_。(气气换热器)
20. GGH换热元件的加工采用低碳钢镀\_\_\_\_\_工艺。(搪瓷)
21. 脱硫塔内部空间自上而下可分为除雾区、吸收区和\_\_\_\_\_。(氧化结晶区)
22. 湿法烟气脱硫技术中，用于去除烟气中携带液滴的设备称为\_\_\_\_\_。(除雾器)
23. 搅拌器的作用是\_\_\_\_\_。(防止浆液沉淀)
24. 吸收塔最主要的补充水来自\_\_\_\_\_。(除雾器冲洗水)
25. 喷淋塔内浆液喷嘴通常分为螺旋型和\_\_\_\_\_两种。(偏心型)

26. 在FGD系统中，石膏脱水系统的主要设备是水力旋流器和\_\_\_\_\_。（真空皮带脱水机）
27. 目前脱硫石膏的综合利用主要用做建筑石膏和\_\_\_\_\_。（水泥添加剂）
28. 石膏旋流器的主要故障包括磨损和\_\_\_\_\_。（堵塞）
29. 典型的脱硫废水处理系统中，三联箱的名称是：中和箱、沉降箱和\_\_\_\_\_。（絮凝箱）
30. FGD系统中，最主要的水的消耗途径是\_\_\_\_\_。（烟气带水）
31. 烟气脱硫装置内衬防腐蚀技术，吸收塔防腐多采用\_\_\_\_\_。（玻璃鳞片树脂）
32. 物料平衡计算是计算烟气的平衡和\_\_\_\_\_。（水的平衡）
33. 除雾器堵塞最直接的反映是除雾器差压\_\_\_\_\_。（变大）
34. GGH最容易出现的故障是\_\_\_\_\_。（堵塞）
35. 提供FGD系统各转机冷却水的设备是\_\_\_\_\_。（工业水泵）
36. 提供FGD系统各管道冲洗水的设备是\_\_\_\_\_。（工艺水泵）
37. 通常采用\_\_\_\_\_滴定，测量浆液中的氯离子含量。（硝酸银）
38. 脱硫系统中，用于储存制备好的石灰石浆液的设备是\_\_\_\_\_。（石灰石浆液箱）
39. 脱硫旁路挡板必须设计能够\_\_\_\_\_。（快速打开）
40. 脱硫系统除吸收塔以外，大部分箱罐液位计均为\_\_\_\_\_液位计。（超声波）
41. 喷淋塔每个喷淋层都装有多个雾化喷嘴，交叉布置，覆盖率达\_\_\_\_\_。（200%~300%）
42. 通过除雾器的烟气如果流速过快，容易形成烟气的\_\_\_\_\_。（二次带水）
43. 随着吸收塔浆液密度的升高，吸收塔搅拌器电流会\_\_\_\_\_。（升高）
44. 随着吸收塔浆液密度的升高，浆液循环泵的电流会\_\_\_\_\_。（升高）
45. 鼠笼式电动机连续启动次数一般允许冷态启动\_\_\_\_\_次，每次间隔不得少于5min。（2）
46. 运行中的电动机着火，灭火前必须首先\_\_\_\_\_。（切断电源）
47. 加热烟气挡板密封空气的目的是\_\_\_\_\_。（防止烟气挡板处结露）
48. 按流态的不同，习惯上把流化床锅炉分为鼓泡流化床和\_\_\_\_\_。（循环流化床）

49. 为减少吸收塔内结垢，可以适当\_\_\_\_\_PH值运行。(降低)
50. 一只220V，400W的白炽灯泡，使用中的电流是\_\_\_\_\_。(1.82A)
51. 由于脱硫氧化风机需要具备压头高，风量大，所以多采用\_\_\_\_\_。(罗茨风机)
52. 河南省目前的脱硫电价按每千瓦时\_\_\_\_\_元执行。(0.015)
53. 河南省目前的脱销电价按每千瓦时\_\_\_\_\_元执行。(0.01)
54. 河南省目前的除尘电价按每千瓦时\_\_\_\_\_元执行。(0.002)
55. 浆液管道上应有\_\_\_\_\_。(排空和停运自动冲洗的措施)
56. 废水处理出水箱设有pH计，其目的是根据其读数来投加盐酸，来将出水的pH值调节到\_\_\_\_\_之间。(6.0~9.0)
57. 真空皮带脱水机跑偏将会造成真空泵负压\_\_\_\_\_。(增大)
58. 当吸收塔的液位高报警时，除雾器冲洗总程序应\_\_\_\_\_。(自动停止)
59. 所有搅拌器叶轮应在启动搅拌器之前完全\_\_\_\_\_。(浸入浆液中)
60. GGH吹灰器一般布置在\_\_\_\_\_。(原烟气侧)
61. 吸收塔除雾器按照结构形式分为平板式和\_\_\_\_\_。(屋脊式)
62. 除雾器的作用是\_\_\_\_\_。(除去烟气中的液滴)
63. GGH的吹扫用介质主要有压缩空气和\_\_\_\_\_两种。(蒸汽)
64. 吸收塔排水坑泵的启停主要由\_\_\_\_\_自动控制。(液位)
65. GGH测转速装置就地安装在\_\_\_\_\_位置。(中心轴承转子)
66. 脱硫废水处理中，\_\_\_\_\_离子是无法去除的。(氯)
67. GGH主、辅电机\_\_\_\_\_同时启动。(不允许)
68. FGD的设计服务寿命为\_\_\_\_\_年。(30)
69. 氧化风机启动前，其出口排空门应处于\_\_\_\_\_位置。(开启)
70. 吸收塔PH值低于\_\_\_\_\_，则浆液几乎不再吸收SO<sub>2</sub>。(4)
71. 运行中发现油站油过滤器前后压差过高时，首先应\_\_\_\_\_。(切换过滤器)
72. 石灰石的细度会影响它的溶解，进而影响\_\_\_\_\_。(脱硫效率)
73. 所有电气设备的金属外壳均应有良好的\_\_\_\_\_装置。(接地)
74. 吸收塔内石膏结晶的速度主要依赖于浆液池中\_\_\_\_\_。(石膏的过饱和度)
75. 在 FGD 第一次启动前，一般要向塔内浆液中加入 5%左右的石膏晶种，这么做的目

- 的是\_\_\_\_\_。(加快浆液中石膏的结晶)
76. 在“两票三制”中，“三制”是指交接班制、巡回检查制、\_\_\_\_\_。(设备定期试验轮换制)
77. 离心泵按叶轮级数可分为单级泵和\_\_\_\_\_。(多级泵)
78. 吸收塔入口烟气温度较高时，SO<sub>2</sub>吸收率\_\_\_\_\_。(较低)
79. Ca/S摩尔比越高，Ca的利用率也就越\_\_\_\_\_。(低)
80. SO<sub>2</sub>总量控制的保证措施有：组织保证、制度保证、\_\_\_\_\_。(技术保证)
81. 轴流式增压风机按照调节方式可分为\_\_\_\_\_轴流风机，静叶可调轴流风机。(动叶可调)
82. 氧化空气系统由氧化风机和\_\_\_\_\_组成。(氧化空气分布管网)
83. 浆液循环系统通常采用单元制操作，即\_\_\_\_\_。(一台泵单独供应一层喷淋系统)
84. 浆液管道上的阀门宜选用蝶阀、\_\_\_\_\_。(隔膜阀)
85. 绝缘安全用具分为基本安全用具和\_\_\_\_\_。(辅助安全用具)
86. 一级脱水设备石膏旋流器入口母管压力最好控制在\_\_\_\_\_内。(0.2Mpa)
87. 回转式GGH的烟气泄露主要有携带泄露和直接泄露，漏风率的保证值为\_\_\_\_\_。(1%)
88. GGH运行中，原烟气中含有一定浓度的飞灰，飞灰可能会沉积在装置的内侧，随着时间的推移，热传递的效率\_\_\_\_\_。(会降低)
89. 我国实施\_\_\_\_\_，是以改善环境质量为目的，以控制污染物排放量为基础，以强化监督管理为手段的一项具有法律含义的行政管理制度。(排污许可证制度)
90. 电除尘运行中突然出现高压柜二次电流为零，最有可能出现的情况是\_\_\_\_\_。(电场内部短路)
91. 我国一次能源中，占比最大的是\_\_\_\_\_。(煤炭)
92. 人身事故分为\_\_\_\_\_、重大人身事故、一般人身事故。(特大人身事故)
93. 我们俗称的“三废”是指废水、废气和\_\_\_\_\_。(废渣)
94. 脱硫工艺按燃烧过程中所处位置可分为：\_\_\_\_\_。(燃烧前脱硫、燃烧中脱硫和燃烧后脱硫)
95. 石灰石—石膏湿法脱硫的吸收剂是\_\_\_\_\_。(CaCO<sub>3</sub>)

96. 火力发电厂按最终排烟温度的不同, 可将烟囱分为\_\_\_\_\_两种。(干、湿)
97. 石灰石粉颗粒越小活性越高, 通常要求石灰石颗粒通过325目筛(44um)的过筛率达到\_\_\_\_\_。(90%)
98. 石灰石的分子式是\_\_\_\_\_。(CaCO<sub>3</sub>)
99. 石膏的分子式是\_\_\_\_\_。(CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O)
100. 标准状况指的是\_\_\_\_\_。(0°C, 1标准大气压)
101. 如无特殊规定, 转机的转速为1490(r/min), 则振幅不应超过\_\_\_\_\_mm。(0.085)
102. 如无特殊规定, 转机的转速为720(r/min), 则振幅不应超过\_\_\_\_\_mm。(0.12)
103. 所有升降口、大小孔洞、楼梯和平台, 必须装设不低于\_\_\_\_\_mm的栏杆。(1050)
104. 燃油设备检修需要动火时, 应办理\_\_\_\_\_。(动火工作票)
105. 电力安全生产必须坚持\_\_\_\_\_的方针。(安全第一, 预防为主)
106. 凡在离地面\_\_\_m及以上的地点进行的工作, 都应视作高处作业。(2)
107. 10KV电气设备不停电的安全距离是\_\_\_\_\_m。(0.7)
108. FGD系统运行中, \_\_\_\_\_pH值可降低堵塞和结垢的风险。(较低的)
109. 吸收塔内构件最少, 结垢和阻塞的机会最小, 压力损失也最小的吸收塔形式为\_\_\_\_\_。(喷淋塔)
110. 吸收塔浆液的PH值越高, 越\_\_\_\_\_于石灰石的溶解。(不利)
111. 吸收塔浆液的PH值越低, 越\_\_\_\_\_于SO<sub>2</sub>的吸收。(不利)
112. 阀门开启30%时, 对应的流量为\_\_\_\_\_。(80%)
113. 闸阀的开启度一般不应超过\_\_\_\_\_, 防止闸板脱落。(90%)
114. 离心式水泵, 出口流量越高, 则电流\_\_\_\_\_。(越高)
115. 螺杆式空压机, 出口压力越大, 则电流\_\_\_\_\_。(越小)
116. 选用阀门时, 应考虑由于各种不同的工况出现的阀门的承压情况, 其可能承受的最大压力决定于\_\_\_\_\_。(工称压力)
117. 氧化空气的作用将吸收塔浆液池中的亚硫酸钙氧化为\_\_\_\_\_。(硫酸钙)
118. 轴流式增压风机按照调节方式可分为动叶可调轴流风机和静叶可调轴流风机。其中\_\_\_\_\_对负荷变化的适应性更好。(动叶可调轴流风机)
119. 石膏浆液的过饱和度越高, 石膏结晶的速度\_\_\_\_\_。(越快)
120. 旁路挡板门要求快开、慢关, 一般要求的快开时间为\_\_\_\_\_。( <25秒)
121. 采用较\_\_\_\_\_PH值, 有利于提高吸收塔浆液的氧化率。(低)

122. 挡板门密封风压力一般要求比烟气最大压力高\_\_\_\_\_。(500Pa)
123. 在石灰石石膏法脱硫工艺中，吸收塔内pH值主要通过向吸收塔浆池中加入来调节。(石灰石浆液)
124. 在浆液循环泵入口处应设置\_\_\_\_\_，以防止大颗粒固体堵塞喷淋层。(滤网)
125. 真空皮带滤饼厚度可以通过调整旋流器下浆量和\_\_\_\_\_来实现。(真空皮带转速)
126. 正常运行中的石膏旋流器底流含固量一般在\_\_\_\_\_。(50%)
127. 提高石膏旋流器入口压力，可以使底流的含固量\_\_\_\_\_。(升高)
128. 提高石膏旋流器入口压力，可以使溢流的流量\_\_\_\_\_。(升高)
129. 当FGD系统短期停运且吸收塔不排空时，吸收塔搅拌器应\_\_\_\_\_，以防止浆液沉淀。(保持运行)
130. 脱硫废水处理中，加入的絮凝剂是\_\_\_\_\_。(FeClSO<sub>4</sub>)
131. 提高烟囱入口烟气温度的最主要目的是\_\_\_\_\_。(防止腐蚀)
132. 无烟气换热器的脱硫系统，烟囱必须做\_\_\_\_\_处理。(防腐)
133. \_\_\_\_\_吸收塔浆液的PH值是提高脱硫效率的主要手段之一。(提高)
134. 石灰仓或石灰石粉仓的容量一般不小于设计工况下的\_\_\_\_\_天的石灰石量。  
(3)
135. 采用海水脱硫工艺的系统中，洗涤烟气后的海水需要排入\_\_\_\_\_进一步氧化。  
(曝气池)
136. 除雾器烟气流速一般选定为\_\_\_\_\_m/s。(3.5~5.5)
137. 电化学腐蚀伴有\_\_\_\_\_产生。(电流)
138. \_\_\_\_\_又称为电厂标识系统。(KKS编码)
139. 脱硫用石灰石粉中\_\_\_\_\_含量过高，则容易形成吸收塔起泡。(MgCO<sub>3</sub>)
140. FGD系统中，用于临时储存吸收塔浆液的设备名称是\_\_\_\_\_。(事故浆液箱)
141. 防止GGH中原烟气向净烟气泄漏的风机是\_\_\_\_\_。(低泄漏风机)
142. 真空皮带脱水机是石膏脱水系统中的\_\_\_\_\_级脱水系统。(二)
143. 吸收塔浆液的氯离子含量，通常需要控制在\_\_\_\_\_mg/L。以下。(20000)
144. 脱硫系统的进、出口挡板及旁路挡板一般设计为\_\_\_\_\_。(双百叶窗挡板)
145. 差压式液位计显示数值和密度有关，如果测量的密度偏低，则显示的液位\_\_\_\_\_。(偏高)

146. 装置的可靠性等于： $\frac{\text{实际运行小时}}{\text{实际要求装置运行小时}} \times 100\%$ 。（装置运行小时）
147. 脱硫废水处理中，需要在中和箱中加入石灰浆液，使PH至提高至\_\_\_\_\_以上。（9）
148. 石膏的摩尔质量是\_\_\_\_\_g/mol。（172）
149. 随着吸收塔浆液密度的升高，氧化风机出口压力会\_\_\_\_\_。（升高）
150. 随着吸收塔液位的升高，氧化风机出口压力会\_\_\_\_\_。（升高）
151. 吸收塔出口烟气温度通常需要限制在80℃以下，其目的是\_\_\_\_\_。（防止高温烟气损坏除雾器）
152. 400V及以下电动机绝缘电阻应用500V兆欧表测量，电阻值不小于\_\_\_\_\_。（0.5MΩ）
153. 电动机停转时间等于或大于\_\_\_\_\_min，为冷态。（30）
154. 离心式风机导流器的作用是\_\_\_\_\_。（调节风机负荷）
155. 脱硫效率的计算氧量应为\_\_\_\_\_。（6%）
156. 脱硫系统入口SO<sub>2</sub>浓度是2050mg/m<sup>3</sup>，出口SO<sub>2</sub>浓度为98mg/m<sup>3</sup>，脱硫效率是\_\_\_\_\_。（95.2%）
157. 目前保持吸收塔浆液池内的浆液不沉淀有两种方式：脉冲悬浮和\_\_\_\_\_。（机械搅拌）
158. 氧化空气中加入工艺冷却水使氧化空气冷却增湿的目的是\_\_\_\_\_。（防止氧化空气喷口结垢）
159. 一个三相交流电动机，额定电压380V，额定功率37kW，功率因数0.85，则电动机的额定电流是\_\_\_\_\_。（66.1A）
160. \_\_\_\_\_、介质渗透、施工质量是衬里腐蚀破坏的三个方面。（残余应力）
161. 脱硫系统检修后的总验收分为冷态验收和\_\_\_\_\_。（热态验收）
162. 脱硫系统停止运行，一般分为正常停运和\_\_\_\_\_两种。（事故停运）
163. 脱硫系统的长期停运是指系统连续停运\_\_\_\_\_天以上。（7）
164. 空气在标准状态下的密度为1.293kg/m<sup>3</sup>，它的比体积是\_\_\_\_\_m<sup>3</sup>/kg。（0.7734）
165. 电除尘均设计为\_\_\_\_\_极接地。（阳）
166. 无旁路的脱硫系统，必须在吸收塔入口烟道增加\_\_\_\_\_。（事故喷淋系统）

167. 当系统出水浊度偏高时，废水不能排放，需回流到\_\_\_\_\_重新处理。（中和箱）
168. 磨损可分为冲刷磨损和\_\_\_\_\_。（撞击磨损）
169. 采用石灰石块进厂方式，当厂内不设置破碎装置时，宜采用不大于\_\_\_\_\_的石灰石块。（20mm）
170. 脱硫系统中，密度常采用\_\_\_\_\_进行测量。（质量流量计）
171. 脱硫系统中，采用\_\_\_\_\_测量流量。（电磁流量计）
172. 吸收塔石膏浆液的酸碱度采用\_\_\_\_\_进行测量。（PH计）
173. 石灰石粉仓流化风机出口电加热器的作用为：\_\_\_\_\_。（提升流化风温度，防止石灰石粉受潮板结）
174. 吸收塔浆液的密度仪必须\_\_\_\_\_检查一次。（每周）
175. 如果FGD系统中氯化物浓度过高，则应\_\_\_\_\_。（增大废水排量）
176. 在脱硫系统长期停运的情况下，应将pH计的电极\_\_\_\_\_。（拆下保养）。
177. 机组容量相同的情况下，含硫量越高，吸收塔浆池也\_\_\_\_\_。（越大）
178. 吸收塔除雾器的冲洗压力应该维持在\_\_\_\_\_左右。（0.2MPa）
179. 为保护塔内设备，通常吸收塔入口温度不宜大于\_\_\_\_\_。（100℃）
180. 湿法脱硫所用的石灰石浆液浓度一般为\_\_\_\_\_。（30%）
181. 二级脱水中滤饼冲洗的主要作用是\_\_\_\_\_。（去除石膏中的氯离子）
182. 若设置GGH系统，当GGH换热器的压降为设计压降的1.5倍时，采用\_\_\_\_\_对GGH换热器进行冲洗。（高压冲洗水）
183. 当吸收塔的浆池或搅拌器出现事故需要检修时，吸收塔内的浆液由排浆泵排至中。（事故浆液箱）
184. 若两个pH计都故障，则必须\_\_\_\_\_。（人工每小时化验一次）
185. 典型湿法FGD系统中有三种结垢形式：灰垢、\_\_\_\_\_、混合垢。（石膏垢）
186. 通过调节每级除雾器冲洗时间的间隔，可控制\_\_\_\_\_。（吸收塔的液位）
187. 对于一个星期以上没有运转的设备，送电前必须进行\_\_\_\_\_检查。（绝缘）
188. 吸收塔浆液中CaCO<sub>3</sub>含量过高，对石膏脱水效果有\_\_\_\_\_影响。（不利）
189. 石灰石粉的细度，对其\_\_\_\_\_有重要的影响。（活性）
190. 电动机转子轴向滑动轴承串动值不超过下列数值\_\_\_\_\_mm。（2~4）
191. 测量液体压力和隔离法测量腐蚀性气体压力时，取压点位置要高于压力变送器，

- 以利于\_\_\_\_\_。(测量管路内不易聚集气体)
192. 在安全生产“五要素”中，\_\_\_\_\_是灵魂和统帅，是安全生产工作基础中的基础。(安全文化)
193. 烟气换热器的受热面均应考虑防腐、防磨、防堵塞、防沾污等措施，与脱硫后的烟气接触的壳体也应考虑防腐措施,烟气换热器下部烟道应装设\_\_\_\_\_。(输水系统)
194. 所有电气设备的金属外壳均应有良好的\_\_\_\_\_装置。(烟气泄漏)
195. 湿法脱硫系统中，气相的二氧化硫经\_\_\_\_\_从气相溶入液相，与水生成亚硫酸。(扩散作用)
196. 启动氧化罗茨风机前，如果没有打开出口门会造成\_\_\_\_\_。(风机超负荷而无法启动)
197. 长期停运的脱硫系统在第一次启动时，首先应投入\_\_\_\_\_。(工艺水系统)
198. 当脱硫剂颗粒变大时，在保证相同脱硫效率的前提下脱硫剂的耗量会\_\_\_\_\_。(增加)
199. 热力机械工作票中的工作许可人一般由\_\_\_\_\_担任。(班长)
200. 吸收塔吸收区的高度一般指入口烟道到中心线至\_\_\_\_\_的距离，这个高度决定了烟气与脱硫剂的接触时间。(最上层喷淋层中心线)
201. \_\_\_\_\_和安全技术劳动保护措施计划，简称“两措”计划。(反事故措施计划)
202. 吸收塔内氧化风管道产生堵塞后，相应氧化风机电流会\_\_\_\_\_。(降低)
203. 脱硫后的烟气通过烟囱排入大气时经常会出现冒白烟，这是由于烟气中含有大量的\_\_\_\_\_。(水蒸汽)
204. 离心式水泵运行中如果出口门突然关闭，则泵的电流会\_\_\_\_\_。(变小)
205. 一般将PH值 $\leq$ \_\_\_\_\_的降雨称为酸雨。(5.6)
206. 根据脱硫产物的用途脱硫工艺可分为抛弃法和\_\_\_\_\_。(回收法)
207. 液体的PH值越小，对金属的腐蚀能力越\_\_\_\_\_。(强)
208. \_\_\_\_\_、介质渗透、施工质量是衬里腐蚀破坏的三个方面。(残余应力)
209. 浆液氯离子含量越高，对金属的腐蚀性越\_\_\_\_\_。(强)
210. 电除尘的二次电流指的是：\_\_\_\_\_。(整流变压器输出的直流电流)

211. 电除尘的二次电压指的是：\_\_\_\_\_。（整流变压器输出的直流电压）
212. 《火电厂烟气脱硫工程技术规范书》中规定，吸收塔的数量应根据锅炉容量、吸收塔的容量和脱硫系统可靠性要求等确定。300MW及以上机组宜\_\_\_\_\_。（一炉配一塔）
213. 为保证员工在生产活动中的人身安全，防止误操作及设备损坏事故的发生，电力生产的各项运动操作、检修、维护、试验等工作都必须使用操作票或\_\_\_\_\_。（工作票）
214. 工作票、操作票实施“\_\_\_\_\_”的管理原则。（分级管理、逐级负责）
215. 交接班过程要做到交接双方\_\_\_\_\_。（相互制约、相互监督）
216. 脱硫塔内部空间自上而下可分为\_\_\_\_\_、吸收区和氧化结晶区。（除雾区）
217. 湿法脱硫的优点是：\_\_\_\_\_；缺点是：腐蚀严重，初投资高，运行维护费用高，容易造成二次污染。（反应速度快，设备简单，脱硫效率高，工艺方法成熟）
218. 两个体系是指标准化体系和\_\_\_\_\_。（质量管理体系）
219. SO<sub>2</sub>总量控制的保证措施有：组织保证、制度保证、\_\_\_\_\_。（技术保证）
220. 吸收塔中结垢的主要原因是浆液中产生较多的\_\_\_\_\_。（CaSO<sub>3</sub>·1/2H<sub>2</sub>O）
221. CEMS中测量的O<sub>2</sub>如果偏高，则相应的SO<sub>2</sub>应\_\_\_\_\_。（偏低）
222. 烟气脱硫装置的设计工况宜采用锅炉BMCR燃用设计煤种下的烟气条件，校核工况采用\_\_\_\_\_。（锅炉BMCR燃用校核煤种下的烟气条件）
223. 烟气脱硫装置应能在\_\_\_\_\_之间的任何负荷持续安全运行。（锅炉最低稳燃负荷工况和BMCR工况）
224. 当要求降低脱硫废水的COD时，可选的方法通常有曝气、\_\_\_\_\_两种。（次氯酸钠氧化）
225. 按气流运动方向的不同，可把风机分为离心式、\_\_\_\_\_、混流式三种。（轴流式）
226. 电动机线圈温度一般采用\_\_\_\_\_进行测量。（热电阻）
227. 脱硫系统中吸收塔内石膏进行排放的主要依据的热工信号是\_\_\_\_\_。（石膏浆液密度）

228. 石膏浆液排出泵通常采用变频控制方式，其主要目的为\_\_\_\_\_。（维持旋流器入口压力）
229. 脱硫系统中，执行机构从动力源上划分可分为：\_\_\_\_\_和气动执行机构。（电动执行机构）
230. 火灾报警系统中常用的探头有\_\_\_\_\_和感温探头。（感烟探头）
231. 增压风机调节系统主要是根据\_\_\_\_\_进行调节。（脱硫装置入口压力信号）
232. 脱硫照明通常由三个独立子系统组成：交流正常照明系统、交流事故照明系统、\_\_\_\_\_。（直流事故照明系统）
233. 大容量的电动机正常起动时，厂用母线的电压应不低于额定电压的\_\_\_\_\_。（80%）
234. 当高压厂用电压为6kV 1级时，\_\_\_\_\_kW以上的电动机可采用6kV。（200）
235. 吸收塔按烟气与浆液的流向分为：顺流塔、逆流塔、\_\_\_\_\_。（错流塔）
236. 吸收塔按吸收塔的喷淋方式分：涌泉式、喷雾式和\_\_\_\_\_。（液柱式）
237. 吸收塔石灰石供浆的调节与吸收塔浆液pH值、进口SO<sub>2</sub>浓度、\_\_\_\_\_等有关。（进口烟气体积）
238. 烟气挡板密封空气系统包括密封风机和\_\_\_\_\_。（密封空气加热器）
239. 若脱水系统故障，可将石膏浆液留在吸收塔中。石膏在塔中储存的最大时间取决于\_\_\_\_\_。（锅炉负荷、SO<sub>2</sub>浓度和吸收塔的尺寸）
240. \_\_\_\_\_技术简称SCR。（选择性催化还原烟气脱硝）
241. PM<sub>2.5</sub>也称为细颗粒物或可入肺颗粒物，是指空气动力学直径在\_\_\_\_\_以下的悬浮颗粒物。（2.5 μm）
242. 煤质中所含可燃有机质的五种元素为\_\_\_\_\_。（碳、氢、氧、氮、硫）
243. 电子束照射烟气脱硫工艺属于\_\_\_\_\_。（半干法脱硫工艺）
244. LIFAC脱硫技术的全称是\_\_\_\_\_。（炉内喷钙尾部增湿活化）
245. 钙硫比(Ca/S)反映了进入吸收塔的吸收剂所含钙量与烟气中所含硫量的\_\_\_\_\_比。（摩尔）
246. 根据石灰石石膏法脱硫法的运行经验，Ca/S比的值必须大于1.0，当Ca/S在\_\_\_\_\_

- 时，脱硫效率最高，吸收剂具有最佳的利用率。(1.02~1.05)
247. 在金属容器（如凝汽器、槽箱等）内工作时，必须使用\_\_\_\_\_V以下的电气工具。(24)
248. 洗涤每立方米烟气所用的洗涤液量称为\_\_\_\_\_。(液气比)
249. 吸收塔出口烟气中携带液滴量应 $\leq$ \_\_\_\_\_。(75mg/Nm<sup>3</sup>)
250. 氧化空气管在吸收塔浆池内的分布方式分为\_\_\_\_\_和喷枪式。(管网式)
251. 为防止管道中的浆液在运行中发生沉淀，应控制浆液流速不得低于\_\_\_\_\_。(0.5m/s)
252. 脱硫增压风机的布置位置有\_\_\_\_\_种形式。(4)
253. 在石灰石湿法烟气脱硫工艺中的氧化方式分为\_\_\_\_\_和自然氧化。(强制氧化)
254. 吸收塔喷淋层喷嘴采用的材质为\_\_\_\_\_。(SiC)
255. 从真空皮带脱水机产出的成品石膏饼，一般要求含水率低于\_\_\_\_\_。(10%)
256. 石灰石浆液浓度可以通过调节石灰石粉变频给料机转速和\_\_\_\_\_来实现。(石灰石浆液箱补水流量)
257. 中和箱中加入Ca(OH)<sub>2</sub>的主要目的是\_\_\_\_\_。(使重金属离子沉淀)
258. 当入口烟气条件不变时，\_\_\_\_\_运行pH值可降低浆液中过剩CaCO<sub>3</sub>含量。(降低)
259. 采用氨法脱硫工艺，它的脱硫副产品是\_\_\_\_\_。(硫酸铵)
260. 当载荷作用时，在截面突变的附近某些局部小范围内，应力数值急剧增加，而离开这个区域稍远时应力即大为降低，趋于均匀，这种现象称为\_\_\_\_\_。(应力集中)
261. 石灰石浆液箱中制备的石灰石浆液，通常浓度保持在\_\_\_\_\_左右。(30%)
262. FGD系统中浆液管道中浆液流速过慢容易产生沉淀，流速过快则管道容易出现\_\_\_\_\_。(磨损)
263. GGH运行中原烟气有可能向净烟气泄漏，一般控制泄漏率低于\_\_\_\_\_。(1%)
264. 吸收塔液位计普遍采用\_\_\_\_\_液位计。(差压式)
265. 理论上，每脱除1kgSO<sub>2</sub>，应该消耗\_\_\_\_\_kg CaCO<sub>3</sub>。(1.56)
266. 石灰石——石膏法脱硫工艺中，每脱除1kg SO<sub>2</sub>，干石膏固体物的理论产出是\_\_\_\_\_kg。(2.69)
267. 6kV电动机绝缘电阻应用2500V兆欧表测量，电阻值不小于\_\_\_\_\_。(6M $\Omega$ )
268. 脱硫系统入口SO<sub>2</sub>浓度是2050mg/m<sup>3</sup>，O<sub>2</sub>量6.2%，出口SO<sub>2</sub>浓度为98mg/m<sup>3</sup>，O<sub>2</sub>量6.5%，

- 按6%氧量折算，折算脱硫效率是\_\_\_\_\_。(95.1%)
269. 火力发电厂的基本循环是\_\_\_\_\_。(朗肯循环)
270. 烟囱越高，越有利于高空的扩散稀释作用，地面污染物的浓度与烟囱的\_\_\_\_\_成反比。(高度的平方)
271. 按照金属腐蚀破坏形态可把金属腐蚀分为全面腐蚀和\_\_\_\_\_。(局部腐蚀)
272. 按照腐蚀发生的温度把金属腐蚀分为高温腐蚀和\_\_\_\_\_。(低温腐蚀)
273. LIFAC系统中，活化器启动过程中，烟温下降速率应小于\_\_\_\_\_，以防湿壁。(2°C/min)
274. \_\_\_\_\_(COD)是一种常用的评价水体污染程度的综合性指标。(化学需氧量)
275. 石膏旋流器具有双重作用：石膏浆液预脱水和\_\_\_\_\_。(石膏晶体分级)
276. GGH密封风机主要向上部轴承处、下部轴承处、\_\_\_\_\_提供密封用气。(吹灰器)
277. 动叶可调增压风机是通过\_\_\_\_\_来调节风机负荷。(调节动叶开度)
278. FGD入口含尘量增大会造成脱硫效率\_\_\_\_\_。(下降)
279. 有GGH的脱硫系统，较之无GGH的脱硫系统，水耗明显\_\_\_\_\_。(降低)
280. 低泄漏风机启动前，其进口挡板门应在\_\_\_\_\_位置。(关闭)
281. 脱硫装置入口的烟气设计参数均应采用\_\_\_\_\_。(脱硫装置与主机组烟道接口处的参数)
282. 布袋除尘器相对于电除尘器，阻力有明显\_\_\_\_\_。(升高)
283. 测量吸收塔发生泡沫液位的方法是\_\_\_\_\_。(双压力式变送器测量比较法)
284. 电阻温度计是根据其电阻阻值随\_\_\_\_\_变化而变化这一原理测量温度的。(温度)
285. 为防止脱硫系统失电引起的事态扩大，系统电源在\_\_\_\_\_小时内不能恢复，应将所有泵、管道及浆罐内的浆液排尽。(8)
286. 当发生强酸或碱灼伤时，应立即用大量清水彻底冲洗，迅速将被侵蚀的衣物剪去，为防止酸、碱残留在伤口内，冲洗时间一般不少于\_\_\_\_\_min。(5)
287. 运行中烟气换热器没有故障而 GGH 出口烟温偏低，最可能的原因是\_\_\_\_\_。(换热元件表面结垢)

288. 冬季FGD停运后必须采取\_\_\_\_\_措施。(防冻)
289. 净烟气的腐蚀性要大于原烟气, 主要是因为\_\_\_\_\_。(温度降低且含水量加大)
290. 酸雨控制和\_\_\_\_\_控制区简称两控区。(二氧化硫污染)
291. 根据吸附剂表面与被吸附物质之间作用力的不同, 吸附可分为物理吸附和\_\_\_\_\_。(化学吸附)
292. 气态污染物连续监测的监测项目有\_\_\_\_\_, 氮氧化物(NO<sub>x</sub>)。(二氧化硫(SO<sub>2</sub>))
293. 脱硫系统中的气—气换热器按照结构可分为\_\_\_\_\_和管式换热器。(回转式换热器)
294. 浆液中Cl<sup>-</sup>含量过大会造成脱硫效率\_\_\_\_\_。(下降)
295. 吸收塔搅拌器作用是\_\_\_\_\_, 保持固体颗粒的悬浮和防止固体沉降。(保证浆液池内氧化反应充分进行)
296. 浆液循环泵效率一般在\_\_\_\_\_之间。(84%~86%)
297. 在反应箱中加入有机硫的目的是去除废水中的\_\_\_\_\_。(重金属元素)
298. 常用的弹性式压力表有\_\_\_\_\_, 波纹管式和弹簧管式。(膜片式)
299. 增压风机喘振报警装置测量的是\_\_\_\_\_信号。(差压)
300. 脱硫系统中密度计应安装在\_\_\_\_\_方向的管道上。(垂直)

## 第二部分 单选题

1. 冲灰水泵一般采用（ ）式。

- (A) 容积； (B) 离心； (C) 轴流； (D) 双吸。

答案:B

2. 滚动轴承装配在轴上时应采用（ ）制。

- (A) 基轴； (B) 基孔； (C) 基轴和基孔； (D) 形状公差。

答案:B

3. 广泛应用的三视图为（ ）。

- (A) 主、俯、左视图； (B) 主、俯、右视图； (C) 主、左、局部视图； (D) 主、局部、剖视图。

答案:A

4. 机械密封与填料密封相比，机械密封的（ ）。

- (A) 密封性能差； (B) 价格低； (C) 机械损失小； (D) 机械损失大。

答案:C

5. 泵轴一般采用的材料为（ ）。

- (A) A3钢； (B) 45号钢； (C) 铸铁； (D) 合金钢。

答案:B

6. 通常用的水泵对轮轴的径向晃动不超过（ ）mm。

- (A) 0.03； (B) 0.05； (C) 0.08； (D) 1。

答案:B

7. 皮带传动中，新旧皮带一起使用会（ ）。

- (A) 发热； (B) 传动比准确； (C) 缩短新带寿命； (D) 无影响。

答案:C

8. 电除尘器运行过程中烟尘浓度过大，会引起电除尘的（ ）现象。

- (A) 电晕封闭； (B) 反电晕； (C) 电晕线肥大； (D) 二次飞扬。

答案:A

9. 泵与风机是把机械能转变为流体（ ）的一种动力设备。

- (A) 动能； (B) 压能； (C) 势能； (D) 动能和势能。

答案:D

10. 设备依照条件而实现连动、连开、连停的装置或系统，总称为（ ）。

- (A) 反馈； (B) 连锁； (C) 机构； (D) 网络。

答案:B

11. 装配图中的形状、大小完全相同的零件应（ ）。

- (A) 分开编序号； (B) 只有一个序号； (C) 任意编序号； (D) 不需要编序号。

答案:B

12. 两轴线相垂直的等径圆柱体相贯，则相贯线投影的形状是（ ）。

- (A) 圆弧； (B) 直线； (C) 曲线； (D) 相交直线。

答案:B

13. 多级泵轴向推力的平衡办法一般采用（ ）。

- (A) 平衡盘； (B) 平衡孔； (C) 平衡管； (D) 推力轴承。

答案:A

14. 一个标准大气压等于（ ）。

- (A) 133. 3225Pa； (B) 101. 325kPa； (C) 756mmHg； (D) 1033. 6g/cm<sup>2</sup>。

答案:B

15. pH=2.0和pH=4.0的两种溶液等体积混合后，pH值为（ ）。

- (A) 2. 1； (B) 2. 3； (C) 2. 5； (D) 3. 0。

答案:B

16. 用玻璃电极测溶液的pH值，是因为玻璃电极的电位与（ ）呈线性关系。

- (A) 酸度； (B) H<sup>+</sup>浓度； (C) 溶液的pH值； (D) 离子浓度。

答案:C

17. 在4m×4m的矩形烟道断面上确定烟气采样点个数，不得少于（ ）。

- (A) 4； (B) 8； (C) 12； (D) 16。

答案:D

18. 测定烟气主要成分含量时，应在靠近烟道（ ）处采样测量。

- (A) 中心处； (B) 边缘处； (C) 拐角处； (D) 任意点。

答案:A

19. 空气中二氧化硫浓度为氮氧化物浓度的（ ）倍时，不干扰氮氧化物的测定。

- (A) 5； (B) 10； (C) 20； (D) 30。

答案:B

20. ( ) 是目前应用最广、技术最成熟的脱硫工艺。

- (A) 循环流化床法; (B) 喷雾干燥法; (C) 石灰(石灰石)湿法; (D) 原煤脱硫。

答案:C

21. 我国大气污染物排放标准中, 烟囱的有效高度指 ( )。

- (A) 烟气抬升高度; (B) 烟气抬升高度和烟囱几何高度之和; (C) 烟囱几何高度;  
(D) 烟囱几何高度和烟气抬升高度之差。

答案:B

22. 二氧化硫与二氧化碳作为大气污染物的共同之处在于 ( )。

- (A) 都是一次污染; (B) 都是产生酸雨的主要污染物; (C) 都是无色、有毒的不可燃气体;  
(D) 都是产生温室效应的气体。

答案:A

23. 产生酸雨的主要一次污染物是 ( )。

- (A)  $\text{SO}_2$ 、碳氢化合物; (B)  $\text{NO}_2$ 、 $\text{SO}_2$ ; (C)  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}$ ; (D)  $\text{HNO}_3$ 、 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 。

答案:B

24. 位于酸雨控制区和二氧化硫污染控制区内的火力发电厂, 应实行二氧化硫的全厂排放总量与各烟囱 ( ) 双重控制。

- (A) 排放高度; (B) 排放总量; (C) 排放浓度; (D) 排放浓度和排放高度。

答案:C

25. 我国电力构成中比重最大的是 ( )。

- (A) 水电; (B) 核电; (C) 火电; (D) 潮汐发电。

答案:C

26. 提高粉煤灰活性的方法主要有特里也夫泥法, 粉煤灰磨细、物理—化学处理法和 ( )。

- (A) 增加灰分的含碳量; (B) 不能充分燃烧; (C) 增钙燃烧; (D) 缩短高温区停留时间。

答案:C

27. 火力发电厂排出的烟气会对大气造成严重污染, 其主要污染物是烟尘和 ( )。

- (A) 氮氧化物; (B) 二氧化碳; (C) 二氧化硫和氮氧化物; (D) 微量重金属微粒。

答案:C

28. 火力发电厂的供电煤耗与厂用电的关系是 ( )。

(A)厂用电率越高，供电煤耗越高； (B)厂用电率越高，供电煤耗越低； (C)厂用电率对供电煤耗没有影响； (D)厂用电率只影响发电煤耗而与供电煤耗无关。

答案:A

29. 触电人心脏停止跳动时，应采用（ ）法进行抢救。

(A)口对口呼吸； (B)胸外心脏挤压； (C)打强心针； (D)摇臂压胸。

答案:B

30. 在SO<sub>2</sub>采样过程中，采样管应加热至（ ）℃，以防测定结果偏低。

(A)80； (B)100； (C)120； (D)140。

答案:C

31. 粉煤灰由于含有大量（ ），因此可以作为建材工业的原料使用。

(A)CaO和SiO<sub>2</sub>； (B)CaO和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>； (C)SiO<sub>2</sub>和Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>； (D)MgO和CaO。

答案:C

32. 火力发电厂可能产生电磁辐射的设备为（ ）。

(A)锅炉； (B)汽轮机； (C)发电机； (D)磨煤机。

答案:C

33. 下列元素中（ ）为煤中有害的元素。

(A)碳元素； (B)氢元素； (C)硫元素； (D)氮元素。

答案:C

34. 脱硫风机按照相对于系统中GGH和吸收塔的不同位置，一般有（ ）种不同的布置方式。

(A)2； (B)3； (C)4； (D)5。

答案:C

35. 装有GGH的脱硫系统中，根据不同部位烟道所处的腐蚀环境不同，可将烟道划分为（ ）个部分。

(A)2； (B)3； (C)4； (D)5。

答案:C

36. 在装有GGH的脱硫系统中，下列关于各部分烟道内烟气的描述中正确的是（ ）。

(A)FGD系统入口烟道输送的是经GGH升温后的中温、已脱硫的湿烟气； (B)吸收塔入口烟道输送的是未处理热烟气； (C)吸收塔出口烟道输送来自吸收塔的低温、饱和净烟气； (D)FGD系统出口烟道输送的是经GGH降温后的中温、未脱硫的烟气。

答案:C

37. 当运行中烟气换热器没有故障而GGH出口烟温偏低, 最可能的原因是 ( )。

- (A) 换热元件表面结灰; (B) 换热元件损坏; (C) 漏风量加大; (D) 原烟气泄漏。

答案:A

38. 脱硫系统中选用的金属材料, 不仅要考虑强度、耐磨蚀性, 还应考虑 ( )。

- (A) 抗老化能力; (B) 抗疲劳能力; (C) 抗腐蚀能力; (D) 耐高温性能。

答案:C

39. 吸收塔内吸收区的高度一般指入口烟道中心线至 ( ) 的距离, 这个高度决定了烟气与脱硫剂的接触时间。

- (A) 吸收塔顶部标高; (B) 最上层喷淋层中心线; (C) 最下层喷淋层中心线; (D) 浆液池液面。

答案:B

40. 按煤炭干燥基全硫分 ( $S_{t,d}$ ) 范围分级, 将煤分为 ( ) 个等级。

- (A) 三; (B) 四; (C) 五; (D) 六。

答案:D

41. 火力发电厂烟囱排出的烟气对大气造成的最主要的污染是 ( ) 污染。

- (A) 二氧化硫; (B) 氮氧化物; (C) 粉尘; (D) 二氧化碳。

答案:A

42. 火力发电厂脱硫技术按脱硫工艺所在煤炭燃烧过程中不同的位置分为 ( )。

- (A) 两种; (B) 三种; (C) 四种; (D) 五种。

答案:B

43. 干法脱硫的运行成本和湿法脱硫相比, 总的来说 ( )。

- (A) 干法脱硫比湿法脱硫高; (B) 湿法脱硫比干法脱硫高; (C) 两者差不多; (D) 两者无可比性。

答案:B

44. 喷雾干燥脱硫工艺产生的脱硫副产物是 ( )。

- (A) 硫酸钙; (B) 亚硫酸钙; (C) 硫酸铵; (D) 硝酸铵。

答案:B

45. 燃烧前脱硫的主要方式是 ( )。

- (A) 洗煤、煤的气化和液化以及水煤浆技术; (B) 洗煤、煤的气化和炉前喷钙工艺;

(C)硫化床燃烧技术； (D)旋转喷雾干燥法。

答案:A

46. 电子束脱硫工艺属于 ( )。

(A)燃烧前脱硫； (B)燃烧中脱硫； (C)燃烧后脱硫； (D)都不是。

答案:C

47. 湿式石灰石/石灰洗涤工艺分为抛弃法和回收法，其最主要的区别在于 ( )。

(A)抛弃法脱硫效率较低； (B)抛弃法系统中不需要GGH； (C)抛弃法系统中没有回收副产品石膏的系统及设备； (D)抛弃法使用的脱硫剂为消石灰。

答案:C

48. 石灰石粉的主要成分是 ( )。

(A)氧化钙； (B)氢氧化钙； (C)碳酸钙； (D)碳酸氢钙。

答案:C

49. 连续运行的氧化罗茨风机应每隔 ( ) 天对入口滤网进行一次清理。

(A)3； (B)7； (C)10； (D)15。

答案:D

50. 氧化罗茨风机按程序启动，下列顺序正确的是 ( )。

(A)开启排空阀→开出口门→开冷却水门→启动→关排空阀； (B)开出口门→开启排空阀→开冷却水门→启动→关排空阀； (C)开启排空阀→开出口门→启动→开冷却水门→关排空阀； (D)开启排空阀→开出口门→开冷却水门→关排空阀→启动。

答案:A

51. 罗茨风机在运行过程中，电流逐渐增大，可能是 ( )。

(A)出口门阀饼掉； (B)冷却水温度逐渐升高； (C)吸收塔液位逐渐变低； (D)入口过滤器脏。

答案:D

52. 系统中氧化风机出力不足会使石膏产品的品质下降，这是因为石膏产品中含有大量的 ( )。

(A)亚硫酸盐； (B)粉煤灰； (C)石灰石； (D)重金属离子。

答案:A

53. 燃煤电厂所使用的脱硫工艺中，石灰石—石膏法的脱硫效率可高达 ( )。

(A)85%； (B)90%； (C)95%； (D)100%。

答案:C

54. HJ/T179—2005《火电厂烟气脱硫工程技术规范石灰石/石灰—石膏法》要求,烟气脱硫装置可用率应保证在( )以上。

- (A) 80%; (B) 90%; (C) 95%; (D) 98%。

答案:C

55. 下列表示FGD系统可靠性的表达式中,正确的是( )。

- (A)  $\frac{\text{装置运行小时}}{\text{实际要求装置运行小时}} \times 100\%$
- (B)  $\frac{\text{可运行小时}}{\text{考核期总小时}} \times 100\%$  ;
- (C)  $\frac{\text{事故停机小时} + \text{减负荷和强制带负荷运行小时}}{\text{考核期总小时}}$  ;
- (D)  $\frac{\text{强迫停机} + \text{强制减负荷运行和强制带负荷运行小时}}{\text{装置要求投运小时}}$  。

答案:A

56. 当发生( )时,应立即申请锅炉总燃料跳闸。

- (A) 石灰石浆液系统故障; (B) 循环泵全部故障; (C) GGH故障; (D) 脱硫循环泵全部停运,而FGD入口烟气挡板和出口烟气挡板均无法关闭。

答案:D

57. 发生下述现象时,需要立即通知值长打开旁路烟气挡板,并停止FGD运行的是( )。

- (A) GGH跳闸; (B) 吸收塔搅拌器跳闸; (C) 石灰石浆液泵跳闸; (D) 氧化风机跳闸。

答案:A

58. 脱硫风机跳闸后,应立即采取的措施是( )。

- (A) 汇报值长并检查跳闸原因; (B) 停运浆液循环泵; (C) 启动烟气急冷装置; (D) 打开旁路烟气挡板。

答案:D

59. 发生( )全部故障停运时,会直接激活脱硫风机的连锁停运。

- (A) 石灰石浆液泵; (B) 氧化风机; (C) 浆液循环泵; (D) 石膏排出泵。

答案:C

60. 运行中的石灰石—石膏湿法脱硫系统,当发生下列情况时,可不必立即停止脱硫系

统运行的是（ ）。

(A)FGD入口烟气挡板突然关闭； (B)所有吸收塔循环泵都故障停运； (C)增压风机故障停运； (D)系统入口烟气含尘量突然超标。

答案:D

61. 除雾器叶片之间的距离越小，（ ）。

(A)越有利于除雾器的高效运行； (B)除雾效果越差； (C)除雾器压降越小； (D)越容易结垢堵塞。

答案:D

62. 烟气挡板设有密封气的主要目的是为了（ ）。

(A)防止烟道的腐蚀； (B)防止挡板烟气泄漏； (C)防止挡板后积灰影响操作； (D)防止烟气挡板腐蚀。

答案:B

63. 吸收塔加入石灰石浆液的多少主要取决于（ ）。

(A)吸收塔液位； (B)循环浆液pH值； (C)锅炉负荷； (D)烟气含硫量。

答案:B

64. 通过除雾器的烟气流速越高，（ ）。

(A)除雾器的效率也越高； (B)越不利于液滴的分离； (C)越容易堵塞结垢； (D)越容易造成烟气的二次带水。

答案:D

65. 脱硫增压风机启动前，下列措施正确的是（ ）。

(A)打开增压风机可调静叶； (B)关闭旁路烟气挡板； (C)开启吸收塔出口烟气挡板； (D)打开吸收塔通风阀。

答案:C

66. 石膏旋流器底流明显减小时，可能是（ ）。

(A)旋流器的旋流子磨损； (B)旋流器积垢，管道堵塞； (C)旋流器入口进料量过大； (D)旋流器入口进料压力过大。

答案:B

67. 下列因素中，会造成石膏旋流器脱水能力下降的是（ ）。

(A)石膏浆液泵出口压力较高； (B)石膏浆液浓度较大； (C)旋流器进料管较长； (D)石膏水力旋流器投入运行的数目太少。

答案:D

68. 脱硫系统临时停运时, 一般不会停止运行的是 ( )。

(A) 工艺水系统; (B) 吸收塔系统; (C) 烟气系统; (D) 石灰石浆液系统。

答案:A

69. 脱硫塔内所有金属管道的腐蚀属于 ( )。

(A) 全面腐蚀; (B) 点腐蚀; (C) 晶间腐蚀; (D) 电化腐蚀。

答案:A

70. 有关石灰石—石膏湿法脱硫工艺, ( ) 的说法是错误的。

(A) 适合用于燃烧任何煤种的锅炉; (B) 工艺成熟; (C) 脱硫效率高; (D) 工艺流程复杂, 脱硫效率较低。

答案:D

71. 立式喷淋吸收塔内加装烟气托盘的主要目的是 ( )。

(A) 方便检修循环浆液喷嘴; (B) 加大吸收塔阻力; (C) 均布烟气; (D) 增加吸收塔强度。

答案:C

72. 在石灰石—石膏脱硫系统中, 影响石膏垢形成的主要因素是 ( )。

(A) 循环浆液pH值; (B) 循环浆液氧化程度; (C) 石膏在循环浆液中的过饱和度; (D) 循环浆液密度。

答案:C

73. FGD正常运行时, 各烟气挡板应处于 ( ) 的位置。

(A) FGD出、入口烟气挡板打开, 旁路烟气挡板关闭; (B) FGD出、入口烟气挡板关闭, 旁路烟气挡板打开; (C) FGD出、入口烟气挡板打开, 旁路烟气挡板打开; (D) FGD出、入口烟气挡板关闭, 旁路烟气挡板关闭。

答案:A

74. 脱硫后净烟气通过烟囱排入大气时, 有时会产生冒白烟的现象。这是由于烟气中含有大量 ( ) 导致的。

(A) 粉尘; (B) 二氧化硫; (C) 水蒸气; (D) 二氧化碳。

答案:C

75. 当脱硫系统发生必须停运的故障时, 应首先 ( )。

(A) 打开FGD旁路烟气挡板; (B) 关闭FGD入口烟气挡板; (C) 关闭FGD出口烟气;

(D) 停运GGH。

答案:A

76. 长期停运的脱硫系统在第一次启动时, 首先应投入 ( )。

(A) 石灰石浆液制备系统; (B) 工艺水系统; (C) 压缩空气系统; (D) 烟气系统。

答案:B

77. 不属于干法脱硫技术的是 ( )。

(A) 喷雾干燥法; (B) 炉内喷钙法; (C) 循环流化床法; (D) 简易石灰石—石膏法。

答案:D

78. 监测吸收塔浆液密度的密度计一般安装在 ( )。

(A) 循环浆液泵出口管; (B) 石膏排出泵出口管; (C) 石灰石浆液泵出口管; (D) 吸收塔内部。

答案:B

79. 用水冲洗烟气再热器的主要目的是 ( )。

(A) 防止再热器的金属翅片过热烧损; (B) 使换热元件表面清洁; (C) 降低排烟温度; (D) 提高脱硫效率。

答案:B

80. 脱硫剂颗粒变大时, 在保证相同脱硫效率的前提下, ( )。

(A) 脱硫剂的耗量会减小; (B) 脱硫剂的耗量会增加; (C) 脱硫剂的耗量不变; (D) 系统Ca/S减小。

答案:B

81. 吸收塔内水的消耗主要是 ( )。

(A) 由于吸收塔向地沟排水; (B) 饱和烟气带水; (C) 石膏含有结晶水; (D) 排放石膏浆液。

答案:B

82. Ca/S摩尔比越高, ( )。

(A) Ca的利用率越低; (B) 脱硫效率越低; (C) 浆液pH值越低; (D) 氧化率越低。

答案:A

83. 用工艺水进行除雾器的冲洗的目的有两个, 一个是防止除雾器的堵塞, 另一个是 ( )。

(A) 保持吸收塔内的水位； (B) 调节pH值； (C) 保持浆液密度； (D) 调节浆液流量。

答案:A

84. ( ) 占地面积小，一次性建设投资相对较小，较适于老电厂改造。

(A) 石灰石(石灰)一石膏法； (B) 炉前喷钙一尾部增湿； (C) 电子束脱硫； (D) 旋转喷雾干燥法。

答案:B

85. 脱硫系统长期停运前，粉仓内应 ( )。

(A) 清空； (B) 存少量粉，以备下次启动； (C) 存大量粉，准备下次启动； (D) 没有特别要求。

答案:A

86. 离心泵的效率在 ( ) 左右。

(A) 30%~50%； (B) 40%~60%； (C) 50%~70%； (D) 60%~80%。

答案:D

87. LIFAC脱硫系统中，再热烟气调节挡板一般是调节活化器的 ( )。

(A) 出口烟气温度； (B) 出口烟气流量； (C) 进口烟气温度； (D) 进口烟气流量。

答案:A

88. 压力变送器是利用霍尔兹原理把压力作用下的弹性元件位移信号转换成 ( ) 信号，来反映压力的变化。

(A) 电流； (B) 电压； (C) 相位； (D) 频率。

答案:B

89. 变频器的调速主要是通过改变电源的 ( ) 来改变电动机的转速。

(A) 电压； (B) 频率； (C) 相位； (D) 以上都要变化。

答案:D

90. 在相同的工作环境下，下列哪种类型的执行机构响应速度较慢 ( )。

(A) 液动； (B) 电动； (C) 气动； (D) 无法区别。

答案:B

91. 下面几种泵相对流量大的是 ( )。

(A) 离心泵； (B) 齿轮泵； (C) 轴流泵； (D) 双吸泵。

答案:C

92. 常说的30号机油中的“30号”是指（ ）。

- (A)规定温度下的黏度； (B)使用温度； (C)凝固点； (D)油的滴点。

答案:A

93. Z41H是一种阀门的牌号，其中“Z”说明这种阀门是（ ）。

- (A)截止阀； (B)闸阀； (C)球阀； (D)止回阀。

答案:B

94. 泵轴在堆焊前应进行预热，焊后进行回火，凡不经过（ ）的轴不得使用。

- (A)淬火； (B)退火； (C)回火； (D)调质处理。

答案:D

95. 灰浆泵是离心泵，它的流量与转速的关系为（ ）。

- (A)一次方； (B)两次方； (C)三次方； (D)四次方。

答案:A

96. 锉刀的规格用（ ）表示。

- (A)长度； (B)宽度； (C)厚度； (D)形状。

答案:A

97. 轴承的最高精度等级是（ ）。

- (A)C； (B)E； (C)D； (D)F或G。

答案:B

98. 脱硫风机所消耗的电能一般占脱硫设备电能消耗的（ ）。

- (A)10%~20%； (B)20%~30%； (C)50%~60%； (D)80%~90%。

答案:C

99. 石灰石—石膏工艺中，吸收塔反应罐内浆液全部循环洗涤一次的平均时间称为（ ）。

- (A)石灰石滞留时间； (B)浆液在反应罐中的停留时间； (C)烟气滞留时间； (D)反应罐浆液循环停留时间。

答案:D

100. 典型的石灰石湿法脱硫系统可能有六个子系统，脱硫吸收塔一般划分在（ ）中。

- (A)烟气系统； (B)吸收/氧化系统； (C)公用系统； (D)吸收剂制备系统。

答案:B

101. 典型的石灰石湿法脱硫系统可能有六个子系统，下列设备中，属于烟气系统的是

( )。

(A)GGH; (B)循环浆液泵; (C)氧化风机; (D)吸收塔。

答案:A

102. 烟气和吸收剂在吸收塔中应有足够的接触面积和 ( )。

(A)滞留时间; (B)流速; (C)流量; (D)压力。

答案:A

103. 湿法脱硫系统中,气相的二氧化硫经 ( ) 从气相溶入液相,与水生成亚硫酸。

(A)扩散作用; (B)溶解作用; (C)湍流作用; (D)吸收作用。

答案:A

104. 为防止脱硫后烟气携带水滴对系统下游设备造成不良影响,必须在吸收塔出口处加装 ( )。

(A)水力旋流器; (B)除雾器; (C)布风托盘; (D)再热器。

答案:B

105. FGD系统中配置的脱硫增压风机大多数为 ( )。

(A)高温排烟风机; (B)罗茨风机; (C)离心式通风机; (D)大型轴流式风机。

答案:D

106. HJ/T179—2005《火电厂烟气脱硫工程技术规范石灰石/石灰—石膏法》要求,烟气脱硫装置的脱硫效率一般应不小于95%,主体设备设计使用寿命不低于 ( ) 年。

(A)10; (B)20; (C)30; (D)40。

答案:C

107. 钙硫比(Ca/S)是指注入吸收剂量与吸收二氧化硫量的 ( )。

(A)体积比; (B)质量比; (C)摩尔比; (D)浓度比。

答案:C

108. 石灰石—石膏法脱硫工艺中,吸收剂的利用率较高,钙硫比通常在 ( ) 之间。

(A)1.02~1.05; (B)1.05~1.08; (C)1.08~1.1; (D)1.1~1.2。

答案:A

109. 对二氧化硫的吸收速率随pH值的降低而下降,当pH值降到 ( ) 时,几乎不能吸收二氧化硫了。

(A)3; (B)4; (C)5; (D)6。

答案:B

110. 对脱硫用吸收剂有两个衡量的指标，就是纯度和（ ）。

(A) 硬度； (B) 密度； (C) 溶解度； (D) 粒度。

答案:D

111. 在FGD实验室中，普遍采用（ ）来监测石灰石的粉径分布。

(A) 光散射法； (B) 金属网筛分法； (C) 超声波法； (D) 沉降分析法。

答案:B

112. 吸收塔内石膏结晶的速度主要依赖于浆液池中（ ）。

(A) 石膏的过饱和度； (B) 浆液的酸碱度； (C) 浆液的密度； (D) 吸收塔内温度。

答案:A

113. 石灰石—石膏湿法脱硫系统中，二氧化硫吸收总速率受多个吸收过程中的分步反应所制约，其中速度最慢，称为“速率控制”反应的是（ ）。

(A) 二氧化硫的吸收； (B) 石灰石的溶解； (C) 氧化过程； (D) 结晶析出。

答案:B

114. 按照烟气和循环浆液在吸收塔内的相对流向，可将吸收塔分为（ ）。

(A) 填料塔和空塔； (B) 液柱塔和托盘塔； (C) 顺流塔和逆流塔； (D) 填料塔和托盘塔。

答案:C

115. 吸收塔内按所发生的化学反应过程可分为（ ）三个区。

(A) 吸收区、烟气区、除雾区； (B) 吸收区、氧化区、中和区； (C) 浆池区、喷淋区、除雾区； (D) 浆池区、吸收区、除雾区。

答案:B

116. 下列化学反应式中，（ ）是发生在吸收塔吸收区的主要化学反应。

(A)  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ ； (B)  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ； (C)  $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ ； (D)  $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 。

答案:A

117. 下列化学反应式中，（ ）是发生在吸收塔中和区的主要化学反应。

(A)  $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ ； (B)  $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{H}^+ + \text{HSO}_3^-$ ； (C)  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ； (D)  $\text{CaCO}_3 + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 。

答案:D

118. 就提供适当的晶种防止结垢而言，吸收塔浆液最低固体物质量分数不应低于

( )。

(A) 1%; (B) 5%; (C) 10%; (D) 20%。

答案:B

119. 调试烟气挡板前, 必须用( )的方式操作各烟气挡板, 挡板应开关灵活, 开关指示及反应正确。

(A) 远程控制; (B) 就地手动; (C) 就地气(电)动; (D) 上述三种。

答案:D

120. 在脱硫系统的第一次进烟试运时, 为稳妥起见, 最好采取手动分步操作, 并将旁路挡板( )。

(A) 投入连锁保护; (B) 由DCS自动控制; (C) 强制手动关闭; (D) 强制手动全开。

答案:D

121. 石灰石—石膏法中吸收剂的纯度是指吸收剂中( )的含量。

(A) 氧化钙; (B) 氢氧化钙; (C) 碳酸钙; (D) 碳酸氢钙。

答案:C

122. 石灰石—石膏法中, 通常要求吸收剂的纯度应在( )以上。

(A) 70%; (B) 80%; (C) 90%; (D) 95%。

答案:C

123. 为防止脱硫后的烟气对系统后部设备造成腐蚀, 一般要求净烟气温度至少加热到( )℃以上。

(A) 60; (B) 72; (C) 85; (D) 90。

答案:B

124. HJ/T179—2005《火电厂烟气脱硫工程技术规范石灰石/石灰—石膏法》规定, 对安装有烟气换热器的脱硫系统, 在设计工况下, 其换热后烟气温度应不低于( )℃。

(A) 70; (B) 75; (C) 80; (D) 85。

答案:C

125. 吸收塔收集池中的pH值通过注入( )来进行控制。

(A) 石灰石浆液; (B) 工艺水; (C) 氧化空气; (D) 石膏。

答案:A

126. 吸收塔收集池内的pH值最好控制在( )。

(A) 2.0~3.5; (B) 3.5~5.0; (C) 5.0~6.2; (D) 6.8~7.0。

答案:C

127. 1250kg/m<sup>3</sup>浆液密度对应的浆液含固量是 ( )。

- (A) 10%; (B) 15%; (C) 20%; (D) 30%。

答案:D

128. 分散控制系统中“c4”技术是指控制技术 (CONTROL)、计算技术 (COMPUTER)、通信技术 (COMMUNICATION) 和 ( )。

- (A) 图像显示技术 (CRT); (B) 端口技术 (COM); (C) 通信协议 (COMMUNICATION DELIBERATION); (D) 连锁反应 (CHAIN REACTION)。

答案:A

129. 自动调节回路中, 用来测量被调过程变量的实际值的硬件, 称为 ( )。

- (A) 传感器; (B) 调节器; (C) 执行器; (D) 放大器。

答案:A

130. 吸收塔入口烟气温度较低时, SO<sub>2</sub>的吸收率 ( )。

- (A) 较低; (B) 较高; (C) 不变; (D) 不一定。

答案:B

131. 为了减少计算机系统或通信系统的故障概率, 而对电路和信息的重复或部分重复, 在计算机术语中叫做 ( )。

- (A) 备份; (B) 分散; (C) 冗余; (D) 集散。

答案:C

132. 物质在静止或垂直于浓度梯度方向作层流流动的流体中传递, ( )。

- (A) 主要是由于分子运动而引起的; (B) 是由流体中质点运动引起的; (C) 由重力作用引起的; (D) 是由压力作用引起的。

答案:A

133. 物质在湍流流体中的传递, ( )。

- (A) 主要是由于分子运动而引起的; (B) 是由流体中质点运动引起的; (C) 由重力作用引起的; (D) 是由压力作用引起的。

答案:B

134. 石灰石粉仓内加装流化风的主要目的是 ( )。

- (A) 为了防止石灰石粉受潮板结; (B) 增加石灰石粉的流动性; (C) 输送石灰石粉; (D) 充分搅拌石灰粉。

答案:B

135. 关于溶液的pH值,下面叙述正确的是( )。

(A)pH值越高,越容易对金属造成腐蚀; (B)pH值越高,溶液的酸性越强; (C)pH值越低,溶液的酸性越强; (D)pH值用于度量浓酸的酸度。

答案:C

136. 目前,烟气脱硫装置内衬防腐的首选技术是( )。

(A)天然橡胶; (B)玻璃鳞片; (C)化工搪瓷; (D)人造铸石。

答案:B

137. 脱硫系统需要投入的循环泵数量和( )无关。

(A)锅炉负荷的大小; (B)烟气中二氧化硫的浓度; (C)入炉煤的含硫量; (D)吸收塔液位。

答案:D

138. HJ/T179—2005《火电厂烟气脱硫工程技术规范石灰石/石灰—石膏法》规定,在正常运行工况下,除雾器出口的烟气中的雾滴质量浓度应不大于( )。

(A)65mg/m<sup>3</sup>; (B)75mg/m<sup>3</sup>; (C)85mg/m<sup>3</sup>; (D)100mg/m<sup>3</sup>。

答案:B

139. 除雾器冲洗水量的大小和( )无关。

(A)吸收塔液位; (B)循环浆液的pH值; (C)除雾器的构造; (D)除雾器前后的压差。

答案:B

140. 下面有关除雾器冲洗水压力的描述,不正确的是( )。

(A)冲洗水压力是由除雾器的压差决定的; (B)各级除雾器的冲洗水压力不同; (C)冲洗水压过高会造成烟气二次带水; (D)冲洗水压力低,冲洗效果差。

答案:A

141. 下述关于折流板除雾器的论述中,正确的是( )。

(A)经过折流板除雾器的烟气流速越高,除雾效果越好; (B)折流板除雾器是利用离心力捕捉烟气中的水滴; (C)烟气流速越高,除雾器的压降也越小; (D)装设除雾器的主要目的是防止GGH腐蚀。

答案:B

142. 应在脱硫循环泵启动( )打开泵的入口门。

(A)前的60s之内； (B)的同时； (C)后的3~5s； (D)后的60s。

答案:A

143. 脱硫循环泵停运（ ）天以上再次启动时，必须联系电气人员对高压电机绝缘进行测量。

(A)3； (B)5； (C)7； (D)9。

答案:C

144. 吸收塔喷淋层喷嘴的作用是将（ ）均匀地喷出，以使烟气和它充分的接触。

(A)工艺水； (B)循环浆液； (C)石灰石浆液； (D)石膏浆液。

答案:B

145. 淋洗后的烟气中所含的液滴在流经（ ）时被除去。

(A)GGH； (B)除雾器； (C)喷淋层； (D)烟囱。

答案:B

146. 脱硫系统的长期停运是指系统连续停运（ ）。

(A)10d以上； (B)7d以上； (C)d3以上； (D)24h以上。

答案:B

147. 脱硫系统因故障长期停运后，应将吸收塔内的浆液先排到（ ）存放。

(A)事故浆液池； (B)灰场； (C)石灰石浆液池； (D)石膏浆液箱。

答案:A

148. 不断向吸收塔浆液池中鼓入空气是为了（ ）。

(A)防止浆液池中的固体颗粒物沉淀； (B)将浆液中的亚硫酸钙氧化成硫酸钙； (C)加快池中化学反应速度； (D)使池中的氢氧化钙充分与二氧化硫反应。

答案:B

149. 在氧化空气中喷入工业水的主要目的是为了（ ）。

(A)净化空气； (B)降温； (C)防止氧化空气管路及喷嘴结垢； (D)提高氧化效率。

答案:C

150. 挡板密封风机来的密封风的主要作用是防止（ ）。

(A)烟气挡板结露腐蚀； (B)原烟道腐蚀； (C)烟气泄漏； (D)烟气减温。

答案:C

151. 氯的腐蚀的现象在（ ）系统中最明显。

(A)石灰石—石膏； (B)电子束脱硫； (C)海水脱硫； (D)LIFAC工艺。

答案:C

152. 对除雾器进行冲洗时，除了主要依据除雾器两侧的差压外，还必须考虑（ ）。

(A)吸收塔液位； (B)吸收塔浆液pH值； (C)吸收塔浆液密度； (D)二氧化硫浓度。

答案:A

153. 电除尘器下部除灰水与灰混合多呈（ ）。

(A)酸性； (B)碱性； (C)中性； (D)强酸性。

答案:B

154. FGD正常运行时，吸收塔收集池内浆液的含固量应保持在（ ）。

(A)4%~8%； (B)8%~12%； (C)10%~15%； (D)12%~18%。

答案:C

155. 布置有管网式氧化空气管的吸收塔内液位过低时，可能出现二级脱水困难的现象，这是因为（ ）。

(A)浆液密度变低，脱水困难； (B)氧化空气管浸没深度不足，造成浆液中亚硫酸钙含量过大； (C)浆液密度过高，脱水困难； (D)底部浆液杂质过多，影响脱水。

答案:B

156. 启动氧化风机前应检查皮带松紧程度，如果皮带未张紧就运行风机，可能会发生（ ）现象。

(A)皮带烧损； (B)电机烧损； (C)噪声偏高； (D)振动过大。

答案:A

157. 下列四个pH值中，既能满足循环浆液吸收SO<sub>2</sub>，又能保证CaCO<sub>3</sub>充分溶解的是（ ）。

(A)3.8； (B)4.5； (C)5.8； (D)7.1。

答案:C

158. 搅拌吸收塔浆池内的浆液除了悬浮浆液中的固体颗粒外，还可起到以下作用（ ）。

(A)使新加入的吸收剂浆液尽快分布均匀； (B)避免局部脱硫反应产物的浓度过高，这有利防止石膏垢的形成； (C)提高氧化效果和有利石膏结晶的形成； (D)上述三项都能达到。

答案:D

159. 防止吸收塔反应池内浆液发生沉淀的常用方法有（ ）。

- (A) 机械搅拌和人工搅拌； (B) 机械搅拌和脉冲悬浮； (C) 人工搅拌和脉冲悬浮；  
(D) 鼓风搅拌和脉冲悬浮。

答案:B

160. 启动吸收塔搅拌器前，必须使吸收塔（ ），否则会产生较大的机械力而损坏轴承。

- (A) 排空； (B) 有部分浆液； (C) 液位和叶片平齐； (D) 浆液浸没叶片。

答案:D

161. 为防止DCS中保护及连锁的误动，脱硫系统中所有的重要信号应采用（ ）的方式。

- (A) 单独采样； (B) 2取1； (C) 3取1； (D) 3取2。

答案:D

162. 为保证脱硫系统在DCS失电的情况下也能可靠的退出运行，必须在控制台上设置（ ）独立于DCS的常规操作项目。

- (A) 脱硫循环泵； (B) FGD旁路挡板； (C) GGH； (D) 石灰石浆泵。

答案:B

163. 脱硫系统中大多数输送浆液的泵在连续运行时形成一个回路，浆液流动速度应足够高，以防止（ ）。

- (A) 固体的沉积； (B) 对管道冲刷磨损； (C) 管道结垢； (D) 浆液供应不足。

答案:A

164. 脱硫系统中大多数输送浆液的管道中，浆液流动速度应足够低，以防止（ ）。

- (A) 固体的沉积； (B) 对管道冲刷磨损； (C) 管道结垢； (D) 管道堵塞。

答案:B

165. 当石膏泵在运行一段时间后，出口管路压力逐渐升高，这可能是（ ）。

- (A) 泵的出力增加； (B) 出口管冲刷磨损； (C) 出口管路结垢或有石膏沉积现象；  
(D) 入口门手柄脱落。

答案:C

166. 下述关于防止脱硫系统结垢的论述中，正确的是（ ）。

- (A) 应采用较小的液气比，以增加浆液中石膏的过饱和度； (B) 尽量增加吸收塔内的构件，以提高液气接触面积； (C) 保持一定的浆液浓度，以保持足够的石膏晶种； (D)

尽量保持较高的pH值运行。

答案:C

167. 在脱硫系统运行时,运行人员必须做好运行参数的记录,至少应每( )h一次。

(A)1; (B)2; (C)3; (D)4。

答案:B

168. 脱硫系统长期停运前,要将系统中所有的箱罐全部清空,大致的清空顺序如下( )。

(A)工艺水箱→石灰石浆箱→吸收塔→石膏浆液箱; (B)石灰石浆箱→吸收塔→石膏浆液箱→工艺水箱; (C)吸收塔→石膏浆液箱→工艺水箱→石灰石浆箱; (D)石膏浆液箱→工艺水箱→石灰石浆箱→吸收塔。

答案:B

169. 烟气系统中采用回转式烟气换热器时,其漏风率不大于( )。

(A)1%; (B)1.5%; (C)2%; (D)2.5%。

答案:A

170. 采用湿法脱硫工艺的火电机组,脱硫后的烟气比未脱硫的烟气在大气中爬升高度要( )。

(A)高; (B)低; (C)一样; (D)不确定。

答案:B

171. 当通过吸收塔的烟气流量加大时,系统脱硫效率可能会( )。

(A)降低; (B)升高; (C)不变; (D)不确定。

答案:A

172. 石灰石湿法FGD工艺中,一般将浆液pH值的测定点选在( )上面。

(A)吸收塔到循环泵的管道; (B)吸收塔至脱水系统的管道; (C)吸收塔本体; (D)吸收塔至事故浆池的管道。

答案:B

173. 当吸收塔内浆液pH值过低( $<5.0$ )时,应( )。

(A)增加工艺水量的投配量; (B)增加氧化风机的流量; (C)增加石膏的排出量; (D)增加石灰石的投配量。

答案:D

174. 若除雾器清洗不充分将引起结垢和堵塞,当这种现象发生时,可从经过除雾器的

烟气（ ）的现象来判断。

- (A)流量增加； (B)压降增加； (C)带水量加大； (D)排出温度升高。

答案:B

175. 除雾器冲洗水量受（ ）控制而不能随意加大。

- (A)吸收塔液位； (B)浆液pH值； (C)浆液密度； (D)吸收塔压降。

答案:A

176. 当脱硫系统中某顺控程序出现故障致使设备不能正常投入或停止时，应首先（ ）。

- (A)通知值长或单元长； (B)联系检修人员处理； (C)手动完成操作； (D)解除设备安全连锁。

答案:C

177. 当脱硫系统中pH计故障时，则至少人工每（ ）化验一次，然后根据pH值来控制石灰石浆液的加入量。

- (A)10min； (B)0.5h； (C)1h； (D)2h。

答案:D

178. 当脱硫系统中密度测量故障时，下列处理方法（ ）是错误的。

- (A)进行人工实验室测量； (B)尽快通知有关人员修理； (C)尽快校准并投入使用； (D)尽快解列需测量密度的系统。

答案:D

179. 当脱硫系统中浆液流量测量故障时，应（ ）。

- (A)立即切断流量计电源； (B)用清水冲洗或重新校验流量计； (C)退出工艺水泵运行； (D)退出浆液泵运行。

答案:B

180. 当脱硫系统二氧化硫检测仪故障时，应首先（ ）。

- (A)用工艺水清洗； (B)人工机械清理； (C)关闭仪表后用压缩空气吹扫； (D)关闭检测仪电源。

答案:C

181. 气动调节执行机构动作缓慢或不动时，最可排除在外的原因是（ ）。

- (A)阀门内部机务部分卡涩； (B)气源的进气路有泄漏； (C)调节机构的反馈装置没调整好； (D)气缸内部活塞密封不好。

答案:C

182. 带变频调速的螺旋给料机在运行中突然跳停, 最不可能的原因是 ( )。

(A)变频器故障; (B)给料电动机本体温度高; (C)机械传动部分卡涩; (D)机械传动齿轮链条断裂。

答案:D

183. 引起被调量偏离设定值的各种因素称为 ( )。

(A)扰动; (B)偏差; (C)误差; (D)调节。

答案:A

184. 在LIFAC工艺中, 使用 ( ) 作为烟气脱硫的主要原材料。

(A)CaO; (B)Ca(OH)<sub>2</sub>; (C)CaSO<sub>4</sub>; (D)CaCO<sub>3</sub>。

答案:D

185. LIFAC工艺中脱硫灰的主要成分是 ( )。

(A)飞灰、CaO、Ca(OH)<sub>2</sub>、CaSO<sub>4</sub>、CaCO<sub>3</sub>; (B)飞灰、CaO、Ca(OH)<sub>2</sub>; (C)飞灰、CaO、CaSO<sub>4</sub>; (D)飞灰、CaSO<sub>4</sub>、CaCO<sub>3</sub>。

答案:A

186. 人体皮肤出汗潮湿或损伤时, 人体的电阻约为 ( ) 。

(A)10000~100000; (B)1000; (C)100000; (D)100。

答案:B

187. 可起到电动机欠压和过载保护作用的是 ( )。

(A)闸刀开关; (B)接触器; (C)熔断器; (D)磁力启动器。

答案:D

188. 经过整流后, 最接近直流的整流电路是 ( )。

(A)单向全波电路; (B)单相桥式电路; (C)三相半波电路; (D)三相桥式电路。

答案:D

189. 电除尘器的除尘效率一般为 ( )。

(A)99%; (B)80%; (C)98%; (D)100%。

答案:A

190. 最常见的烟气加热方法有5种, 其中采用回转式GGH加热的方式称为 ( )。

(A)旁路加热; (B)循环加热; (C)在线加热; (D)热空气间接加热。

答案:B

191. 循环浆液的pH值高于5.8后,系统脱硫效率反而下降,是因为( )。

(A)H<sup>+</sup>浓度降低不利于碳酸钙的溶解; (B)钙硫比降低; (C)循环浆液中钙离子浓度增加; (D)硫酸钙过于饱和。

答案:A

192. FGD工艺过程中,有多个工艺变量会影响系统的脱硫效率。但随着污染物排放标准的日趋严格,FGD系统几乎都采用( )来控制系统的脱硫效率。

(A)处理烟气量; (B)吸收塔循环浆液量; (C)吸收塔循环浆液pH值; (D)化学添加剂浓度。

答案:C

193. FGD运行中,若吸收塔入口烟尘含量过高,甚至导致pH值异常时,可采取的措施是( )。

(A)加大石灰石浆液流量,保持pH值; (B)打开旁路烟气挡板,减少吸收塔通过烟气量; (C)补加工艺水,降低吸收塔浆液密度; (D)增加氧化风机出口流量。

答案:B

194. 理论上说,进入吸收塔的烟气温度越低,越利于( ),可以提高系统脱硫效率。

(A)碳酸钙的溶解; (B)SO<sub>2</sub>的吸收; (C)石膏晶体的析出; (D)亚硫酸钙的氧化。

答案:B

195. 石灰石浆液的配制和补充主要应根据( )进行调整。

(A)烟气中的二氧化硫含量; (B)锅炉负荷; (C)烟气量; (D)循环浆液pH值。

答案:D

196. 表征与二氧化硫反应速度的石灰石的性质,称为石灰石的( )。

(A)粒度; (B)纯度; (C)活性; (D)硬度。

答案:C

197. 石灰石的( )会影响它的溶解,进而影响脱硫效率。

(A)纯度; (B)细度; (C)硬度; (D)CaO质量分子数。

答案:B

198. 理论上说,向吸收塔补充石灰石浆液的最合理的位置是( )。

(A)中和区； (B)吸收区； (C)氧化区； (D)除雾区。

答案:B

199. 将新鲜的石灰石浆液由氧化区补充入吸收塔会 ( ), 从而降低脱硫效率。

(A)降低氧化区的pH值； (B)降低氧化速度； (C)提高石灰石利用率； (D)提高副产品石膏的品质。

答案:B

200. 一般认为将石灰石浆液加入吸收塔中和区或循环泵入口较为合理。以下原因错误的是 ( )。

(A)可以保持中和区或循环泵出口浆液中有较高过剩CaCO<sub>3</sub>浓度； (B)尽可能使烟气离开吸收塔前接触最大碱度的浆液； (C)可以很快降低吸收浆液的pH值； (D)可以提高CaCO<sub>3</sub>的利用率, 有利于SO<sub>2</sub>的吸收。

答案:C

201. 下列因素中对循环浆液中石膏晶体生长影响最小的是 ( )。

(A)浆液滞留时间； (B)浆液pH值； (C)浆液密度； (D)入口烟温。

答案:D

202. 旋流器运行当中发生“溢流跑粗”现象, 可能是以下 ( ) 原因造成的。

(A)供浆压力过低； (B)底流口过大； (C)底流口堵塞； (D)供浆浓度过低。

答案:C

203. 水力旋流站的运行压力越高, 则 ( )。

(A)分离效果越好； (B)旋流子磨损越小； (C)底流的石膏浆液越稀； (D)石膏晶体生长得越快。

答案:A

204. 某电厂脱硫吸收塔装有四台侧进式搅拌器, 下述哪种描述是正确的? ( )

(A)当任意一台搅拌停运时, 就必须停运FGD； (B)当任意两台搅拌停运时, 就必须停运FGD； (C)当任意三台搅拌停运时, 就必须停运FGD； (D)只有全部搅拌器停运时, 才必须停运FGD。

答案:C

205. pH值可用来表示水溶液的酸碱度, pH值越大, ( )。

(A)酸性越强； (B)碱性越强； (C)碱性越弱； (D)不一定。

答案:B

206. 我们俗称的“三废”是指（ ）。

(A) 废水、废气和废油； (B) 废水、废气和废渣； (C) 废油、废气和废热； (D) 废水、废油和废热。

答案:B

207. GB3095—1996《环境空气质量标准》规定标准状况下，SO<sub>2</sub>日平均二级标准为（ ）。

(A) 0.06mg/m<sup>3</sup>； (B) 0.10mg/m<sup>3</sup>； (C) 0.15mg/m<sup>3</sup>； (D) 0.20mg/m<sup>3</sup>。

答案:C

208. 除雾器喷嘴与冲洗面的距离太近，会影响覆盖率；太远，可能会因烟气引起水雾形状发生畸变而造成有些区域冲洗不充分。从实际冲洗情况来看，喷嘴距离除雾器表面（ ）m比较合理。

(A) 0.2~0.4； (B) 0.4~0.6； (C) 0.6~0.9； (D) 0.9~1.2。

答案:C

209. 吸收塔内的两级除雾器的冲洗周期和时间是不同的，一般来说，冲洗周期最短，即应当频繁冲洗的应该是（ ）。

(A) 第一级正面； (B) 第一级背面； (C) 第二级正面； (D) 第二级背面。

答案:A

210. 冲洗应覆盖除雾器的整个表面。相邻喷嘴喷射出的圆锥形水雾必须适当搭接、部分重叠，以确保冲洗水对整个除雾器表面有一定的覆盖程度。为了确保完全覆盖，至少应使冲洗覆盖率为（ ）。

(A) 90%； (B) 100%； (C) 150%； (D) 200%。

答案:C

211. 水力旋流器运行中的主要故障是（ ）。

(A) 腐蚀； (B) 结垢和堵塞； (C) 泄漏； (D) 磨损。

答案:B

212. 除雾器的冲洗时间长短和冲洗间隔的时间和（ ）有关。

(A) 吸收塔液位； (B) 烟气流速； (C) 循环浆液pH值； (D) 循环浆液密度。

答案:A

213. 适当降低吸收塔内的pH值，（ ）。

(A) 可以达到减少结垢的目的； (B) 有利于石膏的结晶析出； (C) 可以提高二氧

化硫的吸收率； (D)能够减缓吸收塔内设备的腐蚀。

答案:A

214. 启动氧化罗茨风机前, 如果没有打开出口门会造成 ( )。

(A)风机超负荷而无法启动; (B)出口压力过低; (C)电动机温度过高; (D)振动值超标。

答案:A

215. 如果液位测量发生故障时, 应立即 ( )。

(A)用清水冲洗液位计; (B)停止向吸收塔补水; (C)停止向吸收塔排石灰石浆液; (D)停运工艺水泵。

答案:A

216. 当脱硫系统发生失电时, 运行人员应确保系统及发电安全, 所以应首先确认 ( ) 已打开。

(A)FGD入口挡板; (B)FGD出口挡板; (C)吸收塔通风门; (D)旁路烟气挡板。

答案:D

217. 脱硫系统中基本无有毒、高温及高压的位置, 但石灰石浆液对人眼睛和皮肤有刺激性, 如果在生产中被浆液溅入眼睛, 应 ( )。

(A)用清水冲洗; (B)马上送医院; (C)不必处理; (D)用干净的手帕擦拭。

答案:A

218. 当下列 ( ) 情况发生时, 就必须将脱硫系统退出运行。

(A)部分浆液循环泵故障; (B)增压风机故障; (C)石灰石浆液泵故障; (D)氧化风机故障。

答案:B

219. 我国石灰石湿法FGD系统中, 最常采用的二级脱水设备是 ( )。

(A)浓缩池; (B)离心过滤机; (C)转鼓真空过滤机; (D)卧式真空皮带过滤机。

答案:D

220. 对真空皮带机脱水后的石膏饼进行冲洗的主要目的是 ( )。

(A)增加滤饼的含水量; (B)冲洗灰尘; (C)降低氯离子含量, 提高石膏产品质量; (D)增加石膏白度。

答案:C

221. 在真空皮带脱水机运行时，对滤布进行冲洗的主要目的是（ ）。

(A) 恢复滤布的过滤能力； (B) 降低石膏滤饼有害物质含量； (C) 加速滤饼形成速度； (D) 降低滤布的摩擦系数。

答案:A

222. 商业品质的脱硫副产品石膏已得到大量的应用，其中（ ）行业应用最多。

(A) 建材； (B) 化肥； (C) 食品加工； (D) 医药。

答案:A

223. 在正常运行时，检查发现气气换热器发生故障，应（ ）。

(A) 立即停止FGD的运行； (B) 继续运行FGD； (C) 运行一段时间，若故障无法排除则停运FGD； (D) 申请锅炉MFT。

答案:C

224. 脱硫系统中，石灰石粉仓内的容量应至少能存放锅炉BMCR工况下（ ）天的石灰石粉用量。

(A) 1； (B) 3； (C) 5； (D) 7。

答案:B

225. HJ/T179—2005《火电厂烟气脱硫工程技术规范石灰石/石灰—石膏法》中建议，对于燃烧中低含硫量燃料煤质的锅炉，石灰石粉的细度宜保证（ ）90%过筛率。

(A) 150目； (B) 250目； (C) 325目； (D) 375目。

答案:B

226. 因工作需要，拆开电源线的检修工作完成后，必须对循环泵电机进行单电机试转，主要目的是为了检查电机（ ）。

(A) 运行是否平稳； (B) 转向是否符合要求； (C) 轴承温度是否正常； (D) 振动值是否超标。

答案:B

227. 当吸收塔液位过高时，禁止（ ）。

(A) 冲洗除雾器； (B) 向事故浆池排水； (C) 停运氧化风机； (D) 停浆液循环泵。

答案:A

228. FGD运行中，如果浆液循环泵跳闸会连锁增压风机停运，以防高温烟气烧塔；如果增压风机跳闸同样会连锁浆液循环泵停运，主要是因为循环泵长时间单独运行会造成

( )。

(A)循环浆液pH值急剧下降； (B)吸收塔溢流； (C)磨损浆液循环管； (D)入口烟道处固体物的堆积结垢。

答案:D

229. 下列几组设备，一般说来均应由保安电源接带的是 ( )。

(A)真空皮带脱水机、石灰石浆液泵、DCS电源柜； (B)GGH、脱硫循环泵、搅拌器；  
(C)搅拌器、烟气挡板、工艺水泵； (D)电动执行器、吸收塔排出泵、事故排水坑泵。

答案:C

230. 电动机启动时间过长或在短时间内连续多次启动，会使电动机绕组产生很大热量，温度 ( ) 造成电动机损坏。

(A)急剧上升； (B)急剧下降； (C)缓慢上升； (D)缓慢下降。

答案:A

231. 启动时发现水泵电流大且超过规定时间 ( )。

(A)检查电流表是否准确； (B)仔细分析原因； (C)立即停泵检查； (D)继续运行。

答案:C

232. 水泵启动时，出口门无法打开，应 ( )。

(A)立即停泵； (B)联系检修检查； (C)到现场手动打开； (D)检查原因。

答案:A

233. 运转中，工艺水泵轴承温度不得超过 ( ) °C。

(A)70； (B)80； (C)90； (D)100。

答案:B

234. 石灰石浆液泵、工艺水泵等低压电机停运 ( ) 天以上再次启动时，必须联系电气人员对电机绝缘电阻进行测量，合格后方可启动。

(A)3； (B)7； (C)10； (D)15。

答案:D

235. 启动石灰石浆液泵前，应首先开启 ( )，否则会烧损机械密封。

(A)开启泵入口门； (B)泵出口门； (C)轴封水门； (D)管路冲洗水门。

答案:C

236. 运行中的石灰石浆液连续不断地输送到 ( )，进行脱硫。

(A)吸收塔； (B)石灰石浆池； (C)事故浆池； (D)排水坑。

答案:A

237. 下述关于氧化空气管布置方式的描述中, 错误的是 ( )。

(A)主要有矛式和管网式两种； (B)管网式的出口管应布置在距液面3m以下的位置； (C)运行中的氧化风管内应喷入工业水增湿； (D)矛式氧化空气管的出口应布置在搅拌器浆叶的后方。

答案:D

238. 事故浆液池主要用于存放 ( )。

(A)系统排污水； (B)吸收塔浆液； (C)石灰石浆液清空排水； (D)石膏浆液箱清空排水。

答案:B

239. SO<sub>2</sub>测试仪主要是测量锅炉尾部烟气中 ( )。

(A)SO<sub>2</sub>的浓度； (B)S的浓度； (C)SO<sub>2</sub>的质量； (D)S的质量。

答案:A

240. 下列物质中可作为二氧化硫吸附剂的物质是 ( )。

(A)氧化钙； (B)石膏； (C)氧化铝； (D)三氧化二铁。

答案:A

241. 下述物质中, 常作为化学添加剂用于增加吸收浆液缓冲性能, 提高石灰石湿法脱硫效率的是 ( )。

(A)火碱； (B)硝酸； (C)盐酸； (D)二元酸。

答案:D

242. FGD中, 当大型轴流式增压风机停运后, 一般要求轴冷却风机 ( )。

(A)立即停运； (B)0.5h后停运； (C)2h后停运； (D)一直运行, 不必停运。

答案:C

243. 脱硫系统停用时间超过 ( )天, 需将石灰石粉仓中的石灰石粉清空, 以防止积粉。

(A)7； (B)15； (C)30； (D)40。

答案:A

244. GGH的空气吹扫工作, 应 ( ) 进行一次。

(A)每班； (B)每天； (C)每周； (D)每月。

答案:A

245. GGH的高压水冲洗工作, 至少应( )进行一次, 或根据实际运行情况进行。

- (A)每班; (B)每天; (C)每周; (D)每月。

答案:D

246. 在LIFAC工艺中, 炉内喷钙过程中产生的脱硫副产品主要是( )。

- (A)CaO; (B)Ca(OH)<sub>2</sub>; (C)CaSO<sub>4</sub>; (D)CaCO<sub>3</sub>。

答案:C

247. 在LIFAC工艺中, 炉后增湿(活化器)过程的脱硫副产品主要是( )。

- (A)CaO; (B)Ca(OH)<sub>2</sub>; (C)CaSO<sub>4</sub>; (D)CaCO<sub>3</sub>。

答案:C

248. 对电除尘效率影响较大的因素是( )。

- (A)烟气性质、粉尘特性、结构因素、运行因素; (B)运行结构因素; (C)漏风量及控制得好坏; (D)粉尘的比电阻。

答案:A

249. 我国脱硫石膏产品都含有少量杂质, 下列四种杂质中, 含量最少的是( )。

- (A)亚硫酸盐; (B)粉煤灰; (C)石灰石; (D)重金属离子。

答案:D

250. 分析FGD副产品石膏时, 测定游离水的分析方法为称重法, 即将试样在( )的温度下烘到恒重。

- (A)20℃; (B)45℃; (C)120℃; (D)250℃。

答案:B

251. 测定FGD副产品石膏结合水的含量时, 应将试样在( )下烘到恒重, 测定失重量。

- (A)20℃; (B)45℃; (C)120℃; (D)250℃。

答案:D

252. 测定石灰石烧失量时, 应将试样在( )下灼烧到恒重, 测定失重量。

- (A)120℃; (B)250℃; (C)1000℃; (D)1250℃。

答案:C

253. 为保证系统的安全运行, 通常FGD控制系统需要连锁控制的烟气挡板至少有( )块。

(A)2; (B)3; (C)4; (D)5。

答案:B

254. 为保证脱硫系统及锅炉的运行安全,最好将系统原烟气挡板、净烟气挡板、旁路烟气挡板的电源接到( )。

(A)FGD系统380V段; (B)主厂房380V段; (C)6kV母线; (D)FGD检修电源。

答案:B

255. 在脱硫系统的下列设备中,必须能及时切换成保安电源接带的是( )。

(A)GGH; (B)循环浆液泵; (C)增压风机; (D)旁路烟气挡板。

答案:D

256. 净烟气的腐蚀性要大于原烟气,主要是因为( )。

(A)含有大量氯离子; (B)含有三氧化硫; (C)含有大量二氧化硫; (D)温度降低且含水量增大。

答案:D

257. 脱硫风机相对于GGH的四种布置位置中,最常采用的布置方案是( )。

(A)GGH和吸收塔之前; (B)GGH之后吸收塔之前; (C)吸收塔之后GGH之前; (D)GGH和吸收塔之后。

答案:A

258. 脱硫风机相对于GGH的四种布置位置中,能耗最低的是( )。

(A)GGH和吸收塔之前; (B)GGH之后吸收塔之前; (C)吸收塔之后GGH之前; (D)GGH和吸收塔之后。

答案:C

259. 电厂的热污染主要是指( )。

(A)不采用冷却塔的直排水系统的温排水; (B)烟囱排烟的温度高; (C)锅炉燃烧热损失; (D)炉墙热辐射。

答案:A

260. 启动氧化罗茨风机时,下列阀门中应处于关闭位置的是( )。

(A)出口手动阀; (B)出口管压力表手动阀; (C)出口管路安全阀; (D)冷却水总门。

答案:C

261. 下列现象中,可能引起氧化罗茨风机过负荷跳闸的是( )。

(A) 皮带打滑； (B) 吸收塔液位过低； (C) 吸收塔浆液浓度过低； (D) 入口滤网堵塞严重。

答案:D

262. 如果化验表明脱硫石膏产品中亚硫酸盐的含量过高，则应检查系统中（ ）的运行情况。

(A) 石灰石浆液泵； (B) 循环泵； (C) 氧化风机； (D) 水力旋流器。

答案:C

263. 分析石灰石附着水时，应将试样加热至（ ），保持1h，放冷，称量。

(A) 80℃； (B) 120℃； (C) 250℃； (D) 325℃。

答案:B

264. 吸收塔浆液溢流密封管除了在吸收塔液位过高时将多余浆液排至吸收塔排水坑外，还可起到（ ）的作用。

(A) 排空吸收塔； (B) 正压保护； (C) 输出石膏浆液； (D) 输入石灰石浆液。

答案:B

265. 在FGD第一次启动前，一般要向塔内浆液中加入5%左右的石膏晶种，这么做的目的是（ ）。

(A) 缓冲浆液pH值； (B) 保持吸收塔密度； (C) 加快浆液中石膏的结晶； (D) 提高脱硫效率。

答案:C

266. 脱硫岛短时停运后，再次投入运行时，应按（ ）顺序逐步投入各子系统。

(A) 石灰石浆液制备系统——浆液循环系统——氧化风机——烟气系统； (B) 烟气系统——氧化风机——石灰石浆液制备系统——浆液循环系统； (C) 浆液循环系统——烟气系统——氧化风机——石灰石浆液制备系统； (D) 石灰石浆液制备系统——浆液循环系统——烟气系统——氧化风机。

答案:A

267. 下列现象中会直接引发FGD保护动作现象的是（ ）。

(A) 循环浆液密度值高于保护值； (B) 入口烟气温度高于设定的保护值； (C) 工艺水箱水位低； (D) 入口烟气SO<sub>2</sub>含量超标。

答案:B

268. 大型静叶可调轴流式增压风机停运前，必须将入口可调静叶（ ）。

(A) 关至最小； (B) 关至20%开度； (C) 关至50%开度； (D) 全开。

答案:A

269. 火力发电厂投用脱硫系统的目的是 ( )。

(A) 加强环保； (B) 节约能源； (C) 制造石灰石副产品； (D) 提高锅炉效率。

答案:A

270. 在石灰石输送过程中，当料位计高位探头触动后，进料阀应 ( )。

(A) 关闭； (B) 开启； (C) 静止； (D) 自动。

答案:A

271. 在石灰石输送过程中，一旦输送循环发生故障 ( )。

(A) 联系检修人员； (B) 切断输送循环； (C) 先观察，再处理； (D) 立即停炉。

答案:B

272. LIFAC脱硫系统中，石灰石喷钙系统应在增湿水喷入活化器之前 ( )。

(A) 停止； (B) 启动； (C) 共同进行； (D) 试验。

答案:B

273. 正常运行工况下，煤中含硫量的设定值应为 ( )。

(A) 化验结果； (B) 根据SO<sub>2</sub>排放浓度环保值自行设定； (C) 领导通知； (D) 根据SO<sub>2</sub>排放量确定。

答案:A

274. 运行工况无任何变化，当SO<sub>2</sub>排放浓度突变时应 ( )。

(A) 立即修改脱硫数值； (B) 通知化验员进行化验； (C) 无所谓； (D) 汇报领导。

答案:B

275. 在空压机运行过程中，定期疏水目的 ( )。

(A) 节省能源，回收水资源； (B) 保护设备，提高效率； (C) 调整需要，去除杂质； (D) 保持恒定水位。

答案:B

276. 在空压机定期检查中，颗粒过滤器是用于去除小至 ( ) m的固体颗粒污染物和分离大滴液体。

(A) 0.5； (B) 5； (C) 10； (D) 50。

答案:B

277. 在运行过程中，压缩机的调节系统的目的是根据所需要的空气量来控制压缩机的

输出，以便使其生产 $1\text{m}^3$ 的压缩空气的功耗达到（ ）。

- (A) 恒定值； (B) 最大值； (C) 最小值； (D) 中间值。

答案:C

278. LIFAC脱硫系统在运行过程中，提高电除尘进口温度是为了（ ）。

- (A) 提高脱硫效率； (B) 降低排烟损失； (C) 防止低温腐蚀； (D) 降低锅炉氧量。

答案:C

279. LIFAC脱硫系统中，炉前喷钙系统投用时，炉膛温度应达到（ ）。

- (A)  $500^\circ\text{C}$ ； (B)  $600^\circ\text{C}$ ； (C)  $700^\circ\text{C}$ ； (D)  $800^\circ\text{C}$ 。

答案:D

280. LIFAC脱硫系统中，往炉膛上部约 $1150^\circ\text{C}$ 温度区投何种吸附剂效率最高（ ）。

- (A) 熟石灰； (B) 白云石； (C) 粉状石灰石； (D) 氢氧化钾。

答案:A

281. LIFAC系统的设计脱硫率是由（ ）组成。

- (A) 炉前喷钙脱硫率； (B) 活化器内脱硫率； (C) 再循环灰脱硫率； (D) 炉前喷钙加活化器内活化反应加再循环灰量。

答案:D

282. 低氧燃烧时，产生的（ ）较少。

- (A) 硫； (B) 二氧化硫； (C) 三氧化硫； (D) 氧。

答案:C

283. 锅炉受热面定期吹灰的目的是（ ）。

- (A) 减少热阻； (B) 降低受热面的壁温； (C) 降低工质的温度； (D) 降低烟气温
- 度。

答案:A

284. LIFAC脱硫系统中，向炉内喷入石灰石粉的目的是（ ）。

- (A) 吸收煤中水分； (B) 脱硫； (C) 脱 $\text{N}_2$ ； (D) 改善飞灰特性。

答案:B

285. LIFAC脱硫系统投用后，锅炉热效率会略有（ ）。

- (A) 不变； (B) 降低； (C) 提高； (D) 不同系统不一样。

答案:B

286. LIFAC脱硫系统中，炉前喷钙投用后，烟道和炉膛内结灰速率（ ）。

(A)不变； (B)降低； (C)提高； (D)不同系统不一样。

答案:C

287. 烟道中结灰增加时,将使对流过热器的吸热量( )。

(A)不变； (B)减少； (C)增加； (D)不同系统不一样。

答案:B

288. 检修人员进入活化器前,应检查活化器内的温度,一般不超过( ),并有良好的通风时,方可允许进入。

(A)40℃； (B)50℃； (C)60℃； (D)70℃。

答案:A

289. LIFAC系统中,活化反应器内脱硫效率的最主要的影响因素是( )。

(A)脱硫剂颗粒与水滴碰撞概率； (B)液滴粒径； (C)出口烟温； (D)烟气流速。

答案:A

290. 脱硫吸附剂应为( )。

(A)碱性； (B)酸性； (C)中性； (D)既有碱性也有酸性。

答案:A

291. LIFAC脱硫系统中,活化器投用前应先( )。

(A)投用增湿水； (B)开雾化空气； (C)启动振打装置； (D)开启活化器进出口挡板门,关闭旁路挡板门。

答案:D

292. LIFAC系统启动应先( )。

(A)投用活化器； (B)投用炉前喷钙； (C)投用增湿水； (D)投用活化器振打装置。

答案:B

293. LIFAC脱硫系统中,为了提高活化器脱硫效率,可( )。

(A)降低活化器出口温度； (B)提高活化器出口温度； (C)接近活化器出口饱和温度； (D)提高喷嘴气压。

答案:C

294. LIFAC脱硫系统运行中石灰石粉中断后,应( )。

(A)立即停用活化器； (B)查找原因； (C)继续运行活化器； (D)立即停运增湿水。

答案:D

295. 在石灰石—石膏湿法烟气脱硫吸收塔中, 脱硫系统的能力可用NTU表示, 这个无量纲参数可表示为如下关系式:

$$NTU = KAH \frac{L}{G}$$
。该式中, A是指 ( )。

(A) 传质单元数; (B) 传质系数; (C) 传质界面总面积; (D) 烟气中总持液量。

答案:C

296. LIFAC工艺的炉膛喷射阶段, 石灰石粉的利用率为 ( )。

(A) 50%~70%; (B) 30%~50%; (C) 20%~40%; (D) 15%~20%。

答案:D

297. LIFAC脱硫系统中, 脱硫活化器增湿水流量变送器投运程序是 ( )。

(A) 先开平衡阀, 再开低压阀, 最后开高压阀; (B) 先开平衡阀, 再开高压阀, 最后开低压阀; (C) 先开高压阀, 再开低压阀, 最后开平衡阀; (D) 先开低压阀, 再开平衡阀, 最后开高压阀。

答案:B

298. 运行中发现油站油过滤器前后压差过高时, 首先应 ( )。

(A) 检查油箱油位; (B) 切换过滤器; (C) 联系检修处理; (D) 检查油箱油温。

答案:B

299. 烟气换热器的受热面均应考虑防腐、防磨、防堵塞、防沾污等措施, 与脱硫后的烟气接触的壳体也应考虑防腐措施, 烟气换热器下部烟道应装设 ( )。

(A) 灭火装置; (B) 疏水系统; (C) 冲洗装置; (D) 吹扫装置。

答案:B

300. 当发生强酸或碱灼伤时, 应立即用大量清水彻底冲洗, 迅速将被侵蚀的衣物剪去, 为防止酸、碱残留在伤口内, 冲洗时间一般不少于 ( )。

(A) 2min; (B) 5min; (C) 10min; (D) 15min。

答案:C

## 第三部分 判断题

1. pH值表示稀酸的浓度，pH值越大，酸性越强。( )  
答案:×
2. 空气污染物按其形成的过程，可分为一次污染物和二次污染物。( )  
答案:√
3. 高烟囱排放是处理气态污染物的最好方法。( )  
答案:×
4. 酸雨属于二次污染。( )  
答案:√
5. “环保三同时”是指环保设施与主体设施同时设计、同时施工、同时投运。( )  
答案:√
6. 二氧化硫是无色而有刺激性的气体，比空气重，密度是空气的2.26倍。( )  
答案:√
7. 按煤干燥基全硫分(St, d)范围分级，将煤分为三个等级。( )  
答案:×
8. 煤灰中通常含有五六十种元素，其中最主要的元素为硅、铝、铁、钙、镁、硫、钛、钠、钾等。( )  
答案:√
9. 火电机组烟气排放应配备二氧化硫和烟尘等污染物在线连续监测装置，并与环保行政主管部门的管理信息系统联网。( )  
答案:√
10. 标准状态指烟气在温度为273.15K，压力为101325Pa时的状态。( )  
答案:√
11. 烟囱烟气的抬升高度是由烟气的流速决定的。( )  
答案:×
12. 带有脱硫系统的火力发电厂，一般不会规定烟囱排烟温度。( )  
答案:×
13. 从废气中脱除SO<sub>2</sub>等气态污染物的过程，是化工及有关行业中通用的单元操作过程。( )

答案:√

14. 湿法脱硫效率大于干法脱硫效率。( )

答案:√

15. 总的来说,干法脱硫的运行成本要高于湿法脱硫。( )

答案:×

16. 喷雾干燥脱硫工艺产生的灰渣主要是钙硫反应产物。( )

答案:×

17. 根据吸收剂及脱硫产物在脱硫过程中的干湿状态将脱硫技术分为湿法、干法和半干(半湿)法。( )

答案:√

18. 电子束脱硫属于燃烧前脱硫。( )

答案:×

19. 在炉前喷钙脱硫工艺中,碳酸钙( $\text{CaCO}_3$ )在炉膛温度 $900\sim 1250^\circ\text{C}$ 的区域内,受热分解成氧化钙( $\text{CaO}$ )和二氧化碳( $\text{CO}_2$ ),即: $\text{CaCO}_3\rightarrow\text{CaO}+\text{CO}_2\uparrow$ 。( )

答案:√

20. 锅炉烟道气脱硫除尘设备腐蚀原因可归纳为三类:化学腐蚀、结晶腐蚀和磨损腐蚀。( )

答案:×

21. 内衬采用橡胶是目前烟气脱硫装置内衬防腐的首选技术。( )

答案:×

22. 脱硫系统需要投入的循环泵的数量和锅炉负荷的大小及烟气中二氧化硫的浓度无关。( )

答案:×

23. 除雾器冲洗水量的大小只取决于吸收塔液位。( )

答案:×

24. 运行中应保证每级除雾器冲洗水压力都相同。( )

答案:×

25. 水力旋流器运行中的主要故障是结垢严重。( )

答案:×

26. 除雾器的冲洗时间长短和冲洗间隔的时间完全取决于除雾器的压差。( )

答案:×

27. SO<sub>2</sub>的排放浓度是由二氧化硫连续在线监测仪在烟囱入口处对烟气中SO<sub>2</sub>浓度检测的数值,仪器直接测量的含量是以ppm或mg/m<sup>3</sup>表示的。( )

答案:√

28. 除雾器叶片之间的距离越小,越有利于除雾器的高效运行。( )

答案:×

29. FGD系统中除雾器的冲洗时间越长越好。( )

答案:×

30. 脱硫系统阀门应开启灵活,关闭严密,橡胶衬里无损坏。( )

答案:√

31. 在运行过程中,发现空气压缩机油位较低,可直接打开加油孔旋塞进行加油。( )

答案:×

32. 锅炉MFT后,应连锁停用脱硫系统。( )

答案:√

33. 烟气中的二氧化硫在吸收塔中与石灰石浆液进行反应。( )

答案:√

34. 在吸收塔中主要除去了烟气中的二氧化硫、灰分、氯化氢、氟化氢等。( )

答案:√

35. 烟气挡板设有密封气的主要目的是防止烟道的腐蚀。( )

答案:×

36. 石灰石浆液的加入量取决于吸收塔的液位。( )

答案:×

37. 吸收塔中循环浆液的空心锥喷嘴的作用是将浆液进行细化喷雾。( )

答案:√

38. 除雾器能分离烟气中携带的大量的液滴。( )

答案:√

39. 事故浆液池用于在系统检修期间保存吸收塔内全部或部分的浆液。( )

答案:√

40. 脱硫增压风机启动前,必须关闭吸收塔出口烟气挡板。( )

答案:×

41. 脱硫系统中的工艺水中即使含有杂质也不会影响系统的正常运行。( )

答案: ×

42. 石膏浆液泵出口压力过低不会影响水力旋流器的脱水能力。( )

答案: ×

43. 水力旋流器运行中主要故障有管道堵塞和内部磨损。( )

答案: √

44. 吸收塔内的石膏浆液的质量分数一般为10%~30%。( )

答案: √

45. 石膏水力旋流器投入运行的数目过多, 会导致石膏浆液脱水能力不足。( )

答案: ×

46. 水力旋流器分离出的浓浆的密度一般可达1400~1600kg/m<sup>3</sup>。( )

答案: √

47. 湿法FGD停运后, 必须对系统中可能有浆液沉积的泵体及管路进行冲洗。( )

答案: √

48. 烟气流量增大会造成系统脱硫效率下降。( )

答案: √

49. 向吸收塔内补充石灰石浆液会使吸收塔的pH值降低。( )

答案: ×

50. 对除雾器进行冲洗时, 不必监视吸收塔内水位的变化情况。( )

答案: ×

51. 烟气由旁路切换到FGD运行时, 不应引起炉膛内负压的波动。( )

答案: √

52. 脱硫系统短时间停机后的启动一般指系统停运一个星期以上的启动。( )

答案: ×

53. 立式喷淋吸收塔内加装烟气托盘, 可以明显改善吸收塔内烟气分布的均匀性。( )

答案: √

54. 当DCS自动执行某一顺控程序出现故障时, 可手动按顺控程序完成操作。( )

答案: √

55. 吸收塔的作用是将原烟气中的污染气体以及固体污染物脱除。( )

答案: √

56. 在脱硫系统中，石膏的生成是在水力旋流器中完成的。（ ）

答案：×

57. 吸收塔喷淋层由许多管道和喷嘴组成。（ ）

答案：√

58. 喷淋层喷嘴的作用是将原烟气均匀地喷出，以使烟气和石灰石浆液充分接触。（ ）

答案：×

59. 不断向吸收塔浆液池中鼓入空气是为了防止浆液池中的固体颗粒物沉淀。（ ）

答案：×

60. 吸收塔内除雾器能够除去流过的烟气中所携带的大部分液滴。（ ）

答案：√

61. 二次污染对人类的危害比一次污染物要大。（ ）

答案：√

62. 大气污染是人类活动所产生的污染物超过自然界动态平衡恢复能力时，所出现的破坏生态平衡所导致的公害。（ ）

答案：√

63. GB3095—1996《环境空气质量标准》规定，SO<sub>2</sub>日平均二级标准为0.15mg/m<sup>3</sup>（标准状态下）。（ ）

答案：√

64. 火力发电厂的燃料主要有固体燃料、液体燃料和气体燃料三种。（ ）

答案：√

65. 火力发电厂对大气的污染主要来自燃料的燃烧。（ ）

答案：√

66. 我国的大气污染属于典型的煤烟型污染，以粉尘和酸雨的危害最大。（ ）

答案：√

67. 企业三废是指废水、废气、废渣。（ ）

答案：√

68. 二氧化硫是形成酸雨的主要污染物之一。（ ）

答案：√

69. 石灰石—石膏湿法脱硫是燃烧后脱硫的主要方式之一。（ ）

答案：√

70. 根据脱硫产物的用途，脱硫工艺可分为抛弃法和回收法。（ ）

答案：√

71. 湿式石灰石/石灰洗涤工艺分为抛弃法和回收法，其最主要的区别是抛弃法脱硫效率较低。（ ）

答案：×

72. 石灰石粉的主要成分是氧化钙CaO。（ ）

答案：×

73. 燃烧时脱硫的主要方式是流化床燃烧。（ ）

答案：√

74. 燃烧前脱硫就是在燃料燃烧前，用物理方法、化学方法或生物方法把燃料中所含有的硫部分去除，将燃料净化。（ ）

答案：√

75. 通过煤炭洗选工艺，可以把煤中的有机硫和无机硫去除80%以上。（ ）

答案：×

76. 燃烧过程中脱硫就是在燃烧过程中加入固硫剂，使燃料中的硫分转化成硫酸盐，随炉渣一起排出。按燃烧方式可分为层燃炉脱硫、煤粉炉脱硫和沸腾炉脱硫。（ ）

答案：√

77. 根据吸附剂在吸附器中的工作状态，吸附工艺可分为：固定床、流动床及沸腾（流化）床。（ ）

答案：√

78. 按吸附剂在吸附器中的工作状态，吸附工艺可分为固定床和流动床。（ ）

答案：×

79. 吸附量取决于吸附过程，而吸附速度与吸附速率有关。（ ）

答案：×

80. 煤粉炉内喷钙脱硫是指在常规燃烧方式下向煤中混入脱硫剂（一般为石灰石），在锅炉燃烧系统中起到固硫作用。（ ）

答案：√

81. LIFAC是Limestone Injection into Furnace and Activation of Calcium Oxide的英文缩写，是一种炉内喷钙和炉后活化增湿联合的脱硫工艺。（ ）

答案：√

82. LIFAC工艺分为两个工艺阶段：炉内喷钙、炉后增湿活化。（ ）

答案：√

83. LIFAC工艺的炉膛喷射阶段，石灰石粉的利用率为50%~70%。（ ）

答案：×

84. LIFAC工艺中，活化器的雾化空气停用后，应立即停增湿水。（ ）

答案：×

85. 吸收剂按其来源大致可以分为天然产品与化学制品两类。（ ）

答案：√

86. 常用工业吸附剂主要有：活性炭、活性氧化铝、硅胶、白土和沸石分子筛。（ ）

答案：√

87. 钙基吸收剂主要是：石灰石、石灰、消石灰。（ ）

答案：√

88. 石灰石在大自然中有丰富的储藏量，其主要成分是CaCO<sub>3</sub>。（ ）

答案：√

89. 石灰石与SO<sub>2</sub>的反应速度取决于石灰石粉的粒度和颗粒比表面积。（ ）

答案：√

90. 石灰的主要成分是Ca(OH)<sub>2</sub>，大自然中没有天然的石灰资源。（ ）

答案：×

91. 消石灰是石灰加水经过消化反应后的生成物，主要成分为Ca(OH)<sub>2</sub>。（ ）

答案：√

92. 根据吸附剂表面与被吸附物质之间作用力的不同，吸附可分为物理吸附和化学吸附。（ ）

答案：√

93. 物理吸附是由于分子间范德华力引起的，它可以是单层吸附，也可以是多层吸附。（ ）

答案：√

94. 化学吸附是由于吸附剂与吸附间的化学键力而引起的，是单层吸附，吸附需要一定的活化能。（ ）

答案：√

95. 物理吸附的吸附力比化学吸附力强。（ ）

答案:×

96. 循环泵前置滤网的主要作用是防止塔内沉淀物质吸入泵体造成泵的堵塞或损坏,以及吸收塔喷嘴的堵塞和损坏。( )

答案:√

97. 脱硫系统退出运行时,必须及时关闭吸收塔对空排气门,以防热烟气损坏吸收塔防腐层。( )

答案:×

98. 湿法FGD系统中,保证吸收塔浆液充分氧化,可以减少结垢现象的发生。( )

答案:√

99. 氧化不充分的浆液易结垢的主要原因是浆液中二水硫酸钙的化学性质不太稳定。( )

答案:×

100. 湿法FGD系统中,应选择合理的pH值运行,尤其要避免pH值的急剧变化。( )

答案:√

101. 湿法FGD系统中,吸收塔内的pH值过高,会降低循环浆液对二氧化硫的吸收能力,从而使系统脱硫效率下降。( )

答案:×

102. 表示SO<sub>2</sub>排放含量的单位主要有ppm和mg/m<sup>3</sup>,它们之间可以相互转换。( )

答案:√

103. 启动氧化罗茨风机前,必须先关闭出口门。( )

答案:×

104. 氧化罗茨风机入口过滤器太脏,会导致运行电流大大提高。( )

答案:√

105. 多投入氧化风机,可以适当提高石灰石—石膏脱硫系统的脱硫效率。( )

答案:√

106. 使用管网式氧化空气系统的吸收塔,氧化配气管的喷嘴鼓泡应均匀。( )

答案:√

107. 旋转喷雾器耐磨衬套磨损不得超过壁厚的2/3,不得有裂纹、破损现象。( )

答案:√

108. 湿法烟气脱硫工艺和干法烟气脱硫工艺相比较,湿法的脱硫效率偏低。( )

答案:×

109. 湿法脱硫工艺的主要缺点是烟气温低,不易扩散,不可避免产生废水和腐蚀。

( )

答案:√

110. 燃煤电厂所使用的脱硫工艺中,湿法脱硫工艺所占的比例比干法脱硫工艺所占的比例低。( )

答案:×

111. 用湿式消石灰吸收法脱除烟气中的二氧化硫的过程有两部分:一是吸收,产生亚硫酸氢钙;二是氧化,产生石膏。( )

答案:√

112. 当烟气换热器发生故障时,应立即申请锅炉总燃料跳闸。( )

答案:×

113. 脱硫系统临时停运时必须停止工艺水系统、压缩空气系统、吸收塔系统的运行。

( )

答案:×

114. 吸收塔搅拌器的作用是使塔内浆液混合均匀,保证固体颗粒处于悬浮状态,同时将氧化空气分散到浆液中。( )

答案:√

115. 脱硫系统临时停运只停运几小时,只需将烟气系统、石灰石浆液系统、石膏浆液系统和吸收塔系统停运。( )

答案:√

116. 启动烟气系统前,必须沿烟道检查烟气系统。( )

答案:√

117. 二氧化硫吸收塔防腐内衬应无针孔、裂纹、鼓泡和剥离,磨损厚度小于原厚度的2/3。( )

答案:√

118. 脱硫塔体和出口烟道部分的腐蚀都属于高温腐蚀。( )

答案:×

119. 吸收塔是烟气脱硫的核心装置,要求气液接触面积大,气体的吸收反应良好,

压力损失小，并且适用于大容量烟气处理。（ ）

答案：√

120. 随着吸收塔内循环浆液温度的升高，对烟气中二氧化硫的淋洗吸收的效率也提高。（ ）

答案：×

121. 石灰石—石膏湿法脱硫工艺不适用于燃烧高硫煤的锅炉。（ ）

答案：×

122. 石灰石—石膏湿法脱硫工艺流程复杂，脱硫效率较低。（ ）

答案：×

123. 立式喷淋吸收塔内加装烟气托盘的主要目的是为了更方便检修循环浆液喷嘴。（ ）

答案：×

124. 氧化槽的功能是接收和储存脱硫剂，溶解石灰石，鼓风氧化 $\text{CaSO}_3$ ，结晶生成石膏。（ ）

答案：√

125. 燃烧后的烟气中含有三氧化硫，是造成脱硫设备腐蚀的重要原因之一。（ ）

答案：√

126. 石膏的化学性质不太稳定，是造成石灰石—石膏脱硫系统结垢的主要因素。（ ）

答案：×

127. 烟气换热系统有蓄热式和非蓄热式两种形式。（ ）

答案：√

128. 脱硫风机（BUF）装设在烟气脱硫装置后为最佳。（ ）

答案：×

129. 在脱硫系统跳闸后，系统应自动打开脱硫系统的旁路烟气挡板。（ ）

答案：√

130. 脱硫后净烟气通过烟囱排入大气时，有时会产生冒白烟的现象。这是由于烟气中还含有大量未除去的二氧化硫。（ ）

答案：×

131. 当脱硫系统发生必须停运的故障时，首先应立即关闭脱硫系统的出、入口烟气挡板。（ ）

答案:×

132. 石膏脱水系统由初级旋流器浓缩脱水和真空皮带脱水两级组成。( )

答案:√

133. 干法烟气脱硫是指无论加入的脱硫剂是干态的或是湿态的, 脱硫的最终反应产物都是干态的。( )

答案:√

134. 长期停运的脱硫系统在第一次启动时, 首先应投入石灰石浆液制备系统, 以保证脱硫剂的供应。( )

答案:×

135. 最主要的干法脱硫技术有三类: 喷雾干燥法、炉内喷钙法和简易石灰石—石膏抛弃法。( )

答案:×

136. 长期停运的脱硫系统在第一次启动时, 首先应投入工艺水系统, 向石灰石浆液箱、石膏浆液箱及吸收塔注水。( )

答案:√

137. 运行中应始终将吸收塔内浆液密度保持在 $1250\text{kg}/\text{m}^3$ 左右。( )

答案:×

138. 常规喷雾干燥技术多用在中小规模的机组和燃用中低硫煤的场合。( )

答案:√

139. 6kV高压手车开关的三种位置是指: 工作位置、试验位置、运行位置。( )

答案:×

140. 炉内喷钙和尾部增湿活化工艺(LIFCA)分步实施的三步为: 石灰石炉内喷射、烟气增湿及干灰再循环、加湿灰浆再循环。( )

答案:√

141. 吸附法治理烟气中 $\text{SO}_2$ , 常用的吸收剂是活性炭、分子筛和硅胶等。( )

答案:√

142. 常用的脱硫剂有石灰石( $\text{CaCO}_3$ )、生石灰( $\text{CaO}$ )、消石灰 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 及白云石( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ )。( )

答案:√

143. 石灰( $\text{CaO}$ )、氢氧化钙 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ 、碳酸钙( $\text{CaCO}_3$ )是烟气脱硫较为理想的

吸收剂。( )

答案:√

144. 用水冲洗烟气换热器的主要目的是防止再热器的金属翅片过热烧损。( )

答案:×

145. 回转式GGH一般配有低压水冲洗系统,主要用于在运行中对换热器进行冲洗,防止换热元件粘灰。( )

答案:×

146. 在运行过程中发现烟气换热器两端压差增大时,应立即对烟气换热器进行吹扫。( )

答案:√

147. 脱硫剂颗粒越细,烟气中的SO<sub>2</sub>浓度越低,脱硫率越高。( )

答案:√

148. 脱硫剂颗粒变大时,在保证相同脱硫效率的前提下,脱硫剂的耗量会减小。( )

答案:×

149. 石灰石品质对FGD的脱硫效率有一定的影响。( )

答案:√

150. 当燃料含硫量增加时,排烟SO<sub>2</sub>浓度随之上升,在石灰石—石膏湿法工艺中,在其他运行条件不变的情况下,脱硫效率也会上升。( )

答案:×

151. 除雾器能进一步除去烟气淋洗时所未能除去的二氧化硫气体。( )

答案:×

152. 吸收塔内喷淋层喷嘴的作用是将循环浆液进行细化喷出。( )

答案:√

153. 除雾器是依据挡板原理工作的。( )

答案:√

154. 脱硫设备检修,需要断开电源时,在已拉开的开关、刀闸和检修设备控制开关的操作把手上悬挂“禁止合闸,有人工作!”警告牌即可,不需要取下操作保险。( )

答案:×

155. 大修后脱硫系统启动前,脱硫系统连锁保护装置因为检修已经调好,运行人员可不再进行校验。( )

答案:×

156. 锅炉紧急停炉时, 脱硫系统可按正常步骤停运。( )

答案:×

157. 由于发电厂脱硫系统停运不影响锅炉正常燃烧, 所以不考核。( )

答案:×

158. 由于投用脱硫系统增加了发电厂的费用, 所以锅炉运行中尽可能不投运或少投运。( )

答案:×

159. 脱硫系统大小修后, 必须经过分段验收, 分部试运行, 整体转动试验合格后方可启动。( )

答案:√

160. 脱硫增压风机停运时间没有超过半个月, 启动前不必联系电气人员测电动机绝缘, 如果停运超过了半个月, 启动前必须测电动机绝缘。( )

答案:×

161. 电厂的热污染主要是指烟囱排烟的温度高。( )

答案:×

162. 《火电厂烟尘排放标准》中, 允许烟气排放浓度与火电厂投产年限、除尘器类型、燃烧灰分、烟囱的高度有关。( )

答案:×

163. 酸雨控制区和二氧化硫污染控制区简称两控区。( )

答案:√

164. 物质在静止或垂直于浓度梯度方向作层流流动的流体中传递, 是由流体中的质点运动引起的。( )

答案:×

165. 物质在湍流流体中的传递, 主要是由于分子运动引起的。( )

答案:×

166. 扩散系数是物质的特性常数之一, 同一物质的扩散系数随介质的种类、温度、压强及浓度的不同而变化。( )

答案:√

167. 气体在液体中的扩散系数随溶液浓度变化很大,  $\text{SO}_2$ 在水中的扩散系数远远大于

在空气中的扩散系数。( )

答案:×

168. 气体吸附传质过程的总阻力等于气相传质阻力和液相传质阻力之和。( )

答案:√

169. 当总压不高时,在一定温度下,稀溶液中溶质的溶解度与气相中溶质的平衡分压成反比。( )

答案:×

170. 增大气相的气体压力,即增大吸附质分压,不利于吸附。( )

答案:×

171. 吸附剂的活性是吸附能力的标志。( )

答案:√

172. 吸附剂的再生方法有:加热解吸再生、降压或真空解吸、置换再生、溶剂萃取再生、化学转化再生。( )

答案:√

173. 吸附量取决于吸附速率,而吸附速率与吸附过程有关。( )

答案:√

174. 接入气动执行机构的压缩空气必须经过除油、气水分离、干燥,确保气动执行机构动作可靠。( )

答案:√

175. 影响电除尘器除尘效率的主要因素有烟气流量、粉尘比电阻、粉尘粒径和烟气中含尘浓度等。( )

答案:√

176. 电除尘器运行工况对其后的脱硫系统的运行工况影响不大。( )

答案:×

177. 电除尘器单侧电场有两个以上电场退出运行时,应退出脱硫系统的运行。( )

答案:√

178. 布置有管网式氧化空气管的脱硫吸收塔中液位过低时,可能因浆液中亚硫酸钙氧化不足,造成循环浆液脱水困难。( )

答案:√

179. 吸收塔入口处烟气中的SO<sub>2</sub>体积分数为1000×10<sup>-6</sup>,相当于SO<sub>2</sub>质量浓度为

2860mg/m<sup>3</sup>（标准状态下）。（ ）

答案：√

180. 在湿法脱硫中，烟气冷却到越接近露点温度，脱硫效果就越好。（ ）

答案：√

181. 经过脱硫的锅炉排烟温度越低越好。（ ）

答案：×

182. 除雾器叶片结垢会使系统压降明显降低。（ ）

答案：×

183. 气体的传质过程是借助于气体扩散过程来实现的。（ ）

答案：√

184. 当脱硫增压风机发生故障时，应立即申请锅炉总燃料跳闸。（ ）

答案：×

185. 扩散过程包括分子扩散和湍流扩散两种方式。（ ）

答案：√

186. 当电除尘器有一个电场退出运行时，就应立即停止脱硫系统的运行。（ ）

答案：×

187. 扩散的结果会使气体从浓度较高的区域转移到浓度较低的区域。（ ）

答案：√

188. pH值测量传感器有浸入式、流通式和直接插入式三种形式。（ ）

答案：√

189. 氧化风机出力不足会造成脱硫效率下降。（ ）

答案：√

190. 在脱硫系统的启停过程中如果操作不当，锅炉炉膛负压将有较大的波动。（ ）

答案：√

191. 脱硫系统设置100%烟气旁路，以保证脱硫装置在任何情况下不影响发电机组的安全运行。（ ）

答案：√

192. 吸收塔内水的消耗主要是由于吸收塔向地沟排水。（ ）

答案：×

193. 吸收塔内补充水的途径有工艺水补水、除雾器冲洗水、旋流站回收水等。（ ）

答案:√

194. Ca/S摩尔比增大, SO<sub>2</sub>排放量降低, 脱硫率增大。( )

答案:√

195. 在FGD装置中, 用的较多的玻璃钢是由玻璃纤维和碳纤维制成的。( )

答案:√

196. Ca/S摩尔比越高, Ca的利用率也就越高。( )

答案:×

197. KKS是德语Kraftwerk—Kennzeichen System的缩写, 即发电厂标识系统。( )

答案:√

198. 如果测定的吸收塔内循环浆液的pH值低于规定值, 应将石灰石浆液流量适量增加。( )

答案:√

199.  $L/G$ 的大小反映了吸收过程推动力和吸收速率的大小, 对FGD系统的技术性能和经济性具有重要的影响。( )

答案:√

200. 用工艺水进行除雾器的冲洗只有一个目的, 即防止除雾器堵塞。( )

答案:×

## 第四部分 简答题

1. 什么是环境污染？

答案:答：环境污染是指自然原因与人类活动引起的有害物质或因子进入环境，并在环境中迁移、转化，从而使环境的结构和功能发生变化，导致环境质量下降，有害于人类以及其他生物生存和正常生活的现象，简称为污染。

2. 简述火力发电厂的生产过程。

答案:答：火力发电厂的生产过程概括起来就是：通过高温燃烧把燃料的化学能转变成热能，从而将水加热成高温高压蒸汽，然后利用蒸汽推动汽轮机，把热能转变成转子转动的机械能，再通过发电机把机械能转变为电能。

3. 火力发电厂对环境造成的污染主要有哪几个方面？

答案:答：火力发电厂对环境造成的污染主要有以下几个方面：

- (1) 排放粉尘造成污染。
- (2) 排放硫氧化物、氮氧化物造成污染。
- (3) 排放固体废弃物（如粉煤灰、渣）而造成污染。
- (4) 排放污水造成污染。
- (5) 生产过程中产生的噪声污染。
- (6) 火电厂车间、场所的电磁辐射污染。
- (7) 排放热水造成的热污染。

4. 简述空气中SO<sub>2</sub>沉降途径及危害。

答案:答：大气中的SO<sub>2</sub>沉降途径有两种：干式沉降和湿式沉降。

(1) SO<sub>2</sub>干式沉降是SO<sub>2</sub>借助重力的作用直接回到地面，对人类的健康、动植物生长以及工农业生产会造成很大危害。

(2) SO<sub>2</sub>湿式沉降就是通常说的酸雨，对生态系统、建筑物和人类的健康有很大的危害。

5. 我国控制酸雨和SO<sub>2</sub>污染所采取的政策和措施是什么？

答案:答：我国控制酸雨和SO<sub>2</sub>污染所采取的政策和措施有：

- (1) 把酸雨和SO<sub>2</sub>污染综合防治工作纳入国民经济和社会发展规划。
- (2) 根据煤炭中硫的生命周期进行全过程控制。
- (3) 调整能源结构，优化能源质量，提高能源利用率。
- (4) 重点治理火力发电厂的SO<sub>2</sub>污染。

(5) 研究开发SO<sub>2</sub>治理技术和设备。

(6) 实施排污许可证制度，进行排污交易试点。

6. 二氧化硫对人体、生物和物品的危害是什么？

答案:答：二氧化硫对人体、生物和物品的危害有：

(1) 排入大气中的二氧化硫往往和飘尘黏合在一起，易被吸入人体内部，引起各种呼吸道疾病。

(2) 直接伤害农作物，造成减产，甚至导致植株完全枯死，颗粒无收。

(3) 在湿度较大的空气中，它可以由Mn或Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等催化而变成硫酸烟雾，随雨降到地面，导致土壤酸化。

7. 根据GB13223—2003《火电厂大气污染物排放标准》中有关时间段划分的内容，第三时段火电厂各烟囱SO<sub>2</sub>最高允许排放浓度为多少？

答案:答：第三时段火电厂各烟囱SO<sub>2</sub>最高允许排放质量浓度为400mg/m<sup>3</sup>，其中以煤矸石为主要燃料（入炉燃料收到基低位发热量不大于12550kJ/kg）的资源综合利用火力发电锅炉执行800mg/m<sup>3</sup>的限值；位于西部非两控区内的燃用特低硫煤（入炉燃料收到基硫分小于0.5%）的坑口火力发电锅炉执行1200mg/m<sup>3</sup>的限值。

8. 气体吸收是什么？

答案:答：气体吸收是溶质从气相传递到液相的相间传质过程。气体吸收质在单位时间内通过单位面积界面而被吸收剂吸收的量称为吸收速率。吸收速率=吸收推动力×吸收系数，吸收系数和吸收阻力互为倒数。气体的溶解度是每100kg水中溶解气体的千克数，它与气体和溶剂的性质有关并受温度和压力的影响。组分的溶解度与该组分在气相中的分压成正比。

9. 高烟囱排放的好处是什么？

答案:答：利用具有一定高度的烟囱，可以将有害烟气排放到远离地面的大气层中，利用自然条件使污染物在大气中弥散、稀释，大大降低污染物浓度，达到改善污染源附近地区大气环境的目的。

10. 按脱硫剂的种类划分，FGD技术可分为哪几种？

答案:答：按脱硫剂的种类，FGD技术可分为以下几种：

(1) 以CaCO<sub>3</sub>（石灰石）为基础的钙法。

(2) 以MgO为基础的镁法。

(3) 以Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>为基础的钠法。

(4) 以 $\text{NH}_3$ 为基础的氨法。

(5) 以有机碱为基础的有机碱法。

11. 什么是脱硫装置的可用率？

答案:答: 脱硫装置的可用率定义为

$$\text{可用率} = (A - B - C) / A \times 100\%$$

式中 $A$ ——脱硫装置统计期间可运行小时数；

$B$ ——脱硫装置统计期间强迫停运小时数；

$C$ ——脱硫装置统计期间强迫降低出力等效停运小时数。

12. 石灰石—石膏湿法脱硫工艺有哪些缺点？

答案:答: 初期投资费用太高、运行费用高、占地面积大、系统管理操作复杂、磨损腐蚀现象较为严重、副产物石膏很难处理（由于销路问题只能堆放）、废水较难处理。

13. 石灰石—石膏湿法脱硫系统中主要包含哪些子系统？

答案:答: 典型的石灰石—石膏脱硫系统中包括以下子系统:

- (1) 烟气系统（烟道挡板、烟气再热器、增压风机等）。
- (2) 吸收/氧化系统（吸收塔、循环泵、氧化风机、除雾器等）。
- (3) 吸收剂制备/配制系统（石灰石粉仓、石灰石磨机、石灰石浆罐、浆液泵等）。
- (4) 固体产物脱水/抛弃系统（石膏浆液泵、水力旋流器、真空脱水机等）。
- (5) 废水处理系统（如有抛弃系统则不须设此系统）。
- (6) 公用系统（工艺水、压缩空气、热工及电气等系统）。

14. 简述吸收塔系统组成及主要设备。

答案:答: 吸收塔系统一般包括石灰石浆液再循环系统、氧化空气系统、除雾器冲洗系统、石灰石浆液供给系统、吸收塔溢流密封系统、吸收塔排水坑及事故浆池系统。主要设备有吸收塔、再循环泵、除雾器、搅拌器、氧化风机、吸收塔排水坑、事故浆液池、吸收塔排水坑泵、事故浆液池泵及相关的管路及阀门等。

15. 简述吸收塔内的pH值对 $\text{SO}_2$ 吸收的影响，一般将pH值控制在多大范围内？如何控制pH值？

答案:答: pH值高有利于 $\text{SO}_2$ 的吸收但不利于石灰石的溶解，反之，pH值低有利于石灰石的溶解但不利于 $\text{SO}_2$ 的吸收。一般将pH值控制在5~6.2的范围内。通过调节加入吸收塔的新鲜石灰石浆液流量来控制pH值。

16. 简述影响吸收塔中浆液浓度的因素。

答案:答:使浓度增大的因素有:原烟气对吸收塔内水分的蒸发携带、不断补充的吸收剂及飞灰等固体颗粒物、脱硫反应所生成的固体颗粒物;使浓度变小的因素有:除雾器冲洗水、吸收塔补水、水力旋流器回水、石膏产品的连续排放。

17. 烟气流速对除雾器的运行有哪些影响?

答案:答:通过除雾器断面的烟气流速过高或过低都不利于除雾器的正常运行。烟气流速过高易造成烟气二次带水,从而降低除雾效率,同时流速高,系统阻力大,能耗高。通过除雾器断面的流速过低,不利于气液分离,同样不利于提高除雾效率。此外,如设计的流速低,吸收塔断面尺寸就会加大,投资也随之增加,因此,设计烟气流速应接近于临界流速。

18. 对吸收塔除雾器进行冲洗的目的是什么?

答案:答:对吸收塔除雾器进行冲洗的最主要目的是:不断用干净的水冲洗掉除雾器板上捕集的浆体、固体沉积物,保持板片清洁、湿润,防止叶片结垢或堵塞流道;另外,定期对除雾器冲洗,可以起到保持吸收塔液位、调节系统水平衡的作用。

19. 吸收塔搅拌器的作用是什么?

答案:答:吸收塔搅拌器除了充分搅拌罐体中的浆液,防止吸收塔浆液池内的固体颗粒物沉淀外,还有以下作用:①使新加入的吸收剂浆液尽快分布均匀(如果吸收剂浆液直接加入罐体中),加速石灰石的溶解;②避免局部脱硫反应产物的浓度过高,这有利于防止石膏垢的形成;③提高氧化效果和有利于石膏结晶的形成。

20. FGD系统中,表示烟气特性的参数有哪些?

答案:答:主要有以下参数:

- (1) 体积流量。
- (2) FGD出、入口烟气温度的。
- (3) 出、入口烟气SO<sub>2</sub>浓度。
- (4) 出、入口烟气含尘量。
- (5) 烟囱排烟温度。

21. 烟气换热系统有哪两种形式?

答案:答:烟气换热系统有蓄热式和非蓄热式两种形式。

- (1) 蓄热式工艺利用未脱硫的烟气加热冷空气,统称GGH,分回转式烟气换热器、介质循环换热器和管式换热器,均通过载热体或载热介质将热量传递给冷空气。
- (2) 非蓄热式换热器通过蒸汽、天然气等将热煤重新加热,分为直接加热和间接加热。

直接加热是燃烧加热部分冷空气，然后冷热烟气混合达到所需温度；间接加热是用低压蒸汽（ $\geq 2 \times 10^5 \text{Pa}$ ）通过热交换器加热冷烟气。

22. 脱硫设备对防腐材料的要求是什么？

答案:答：脱硫设备对防腐材料的要求如下：

所用防腐材质应当耐瞬时高温，在烟道气温下长期工作不老化、龟裂，具有一定的强度和韧性。

采用的材料必须易于传热，不因温度长期波动而起壳或脱落。

23. 引起非金属材料发生物理腐蚀破坏的因素主要有哪些？

答案:答：引起非金属材料发生物理腐蚀破坏的因素主要有：①腐蚀介质的渗透作用；②应力腐蚀；③施工质量。残余应力、介质渗透、施工质量是衬里腐蚀破坏的三个方面，三者相互促进。

24. FGD中为什么要增设增压风机？

答案:答：脱硫系统一般采用带旁路的烟气脱硫方案。当烟气通FGD时，就会加大阻力损失，这些阻力损失包括以下三个方面：烟道压损、换热器压损和吸收塔压损。一般对300MW机组的烟气量而言，这三者总的阻力损失在3900Pa左右。机组的引风机不能承担这些阻力损失，因此要求增设增压风机。

25. 石灰石—石膏脱硫系统中循环泵的作用是什么？

答案:答：循环泵的作用是连续不断地把吸收塔收集池内的混合浆液向上输送到喷淋层，并为雾化喷嘴提供工作压力，使浆液通过喷嘴后尽可能的雾化，以便使小液滴和上行的烟气充分接触。

26. FGD系统在正常运行时总的注意事项有哪些？

答案:答：

(1) 运行人员必须注意运行设备以预防设备发生故障，注意各运行参数并与设计值比较，发现偏差，应及时查明原因。同时做好数据的记录以积累经验。

(2) FGD系统内的备用设备必须保证其处于备用状态，运行设备发生故障后，备用设备能正常启动。备用设备必须每个月启动一次。

(3) 浆液设备停用后必须进行冲洗。

27. 脱硫系统中设置CEMS的主要功能是什么？

答案:答：CEMS具有以下三个重要功能：

(1) 提供环保法规所要求的污染物排放信息。

(2) 向电厂管理部门提供控制锅炉运行的关键信息。

(3) 提供FGD工艺控制系统所需要的信息。

28. 简述脱硫系统72h试运行前应具备的基本条件。

答案:答:

(1) 脱硫岛内所有设备已经安装完成并已验收合格, 满足试运要求。

(2) 72h试运前应完成的空负荷试运、带负荷试运已全部结束, 确认已能满足72h试运条件。

(3) 所有仪器、工具均已到位。

(4) 试运需要的脱硫药剂、化学药品、备品备件及其他必需品已备齐。

29. 简述脱硫系统72h试运行前应具备的场地条件。

答案:答:

(1) 试运范围内的工业、生活用水系统和卫生、安全设施已投入正常使用, 消防系统已经过检查并投用。

(2) 现场具有充足的正式照明。

(3) 脱硫岛区域的空调装置、采暖及通风设施已按设计要求能正常投入使用。

(4) 环保、职业安全卫生设施及监测系统已按设计要求投运。

(5) 保温油漆及管道色标完整, 设备、管道和阀门已有命名和标志。

30. 72h试运前, 应具备哪些人员及资料条件?

答案:答: 各运行岗位和试运人员已有正式的通信装置、试运增加的临时岗位, 也有可靠的通信联络措施。

(1) 调试单位已配备足够、合格的调试人员, 并已有明确的岗位责任制。

(2) 施工单位已配备足够的维护检修人员, 并有明确的岗位责任制。检修人员能胜任工作并服从调试人员指挥。

(3) 各种资料准备齐全, 运行规程已编制完成并通过审批。

31. 什么是酸雨?

答案:答: 酸雨通常是指pH值小于5.6的雨雪或其他形式的降雨(如雾、露、霜等), 是一种大气污染现象。酸雨的酸类物质绝大部分是硫酸和硝酸, 它们是由二氧化硫和氮氧化物两种主要物质在大气中经过一系列光化学反应、催化反应后形成的。

32. 酸雨对环境有哪些危害?

答案:答: 酸雨对环境和人类的影响是多方面的。酸雨对水体生态系统的危害表现在酸

化的水体导致鱼类减少和灭绝，另外，土壤酸化后，有毒的重金属离子从土壤和底质中溶出，造成鱼类中毒死亡；酸雨对陆生生态系统的危害表现在使土壤酸化，危害农作物和森林生态系统；酸雨渗入地下水和进入江河湖泊中，会引起水质污染；另外，酸雨还会腐蚀建筑材料，使其风化过程加速；受酸雨污染的地下水、酸化土壤上生长的农作物还会对人体健康构成潜在的威胁。

33. 喷淋式湿法脱硫工艺的核心技术是什么？

答案:答：就喷淋式湿法脱硫来说，其核心技术是吸收塔。吸收塔中主要有喷淋系统、浆液循环系统、搅拌器、除雾器等。其技术核心是三相物质在三维空间中的反应，即烟气在塔中的流速和均匀性，脱硫浆液浓度、密度、酸碱性、均匀性，石灰石粉的细度，Ca/S（总体的与吸收塔内的）比，反应所需的时间等。

34. 简易石灰石—石膏湿法烟气脱硫工艺有何特点？

答案:答：简易石灰石—石膏湿法烟气脱硫工艺的脱硫原理和普通湿法脱硫基本相同，只是吸收塔内部结构简单（采用空塔或采用水平布置），省略或简化换热器，因而与普通的湿法相比，具有占地面积小、设备成本低、运行及维护费用少等优点。

35. 简述海水脱硫的工艺原理。

答案:答：海水脱硫工艺是利用海水的碱度脱除烟气中二氧化硫的一种脱硫方法。在脱硫吸收塔内，大量海水喷淋洗涤进入吸收塔内的燃煤烟气，烟气中的二氧化硫被海水吸收而除去。净化后的烟气经除雾器除雾、烟气换热器加热后排放。吸收二氧化硫后的海水与大量未脱硫的海水混合后，经曝气池曝气处理，使其中的 $\text{SO}_3^{2-}$ 被氧化成为稳定的 $\text{SO}_4^{2-}$ ，并调整海水的pH值与COD达到排放标准后排放大海。

36. 海水脱硫工艺按是否添加其他化学物质作吸收剂可分为哪两类？

答案:答：海水脱硫工艺按是否添加其他化学物质作吸收剂可分为以下两类：

- （1）不添加任何化学物质，用纯海水作为吸收剂的工艺。
- （2）在海水中添加一定量石灰以调节吸收液碱度的工艺。

37. 海水脱硫的主要特点是什么？

答案:答：

（1）工艺简单。采用天然海水作吸收剂，既无需添加其他脱硫剂，也无废料产生，因此可节省脱硫剂制备和废渣液处理系统。

（2）系统可靠，可用率高。因为海水脱硫系统中不存在堵塞、结垢等问题，根据国外经验，可用率保持在100%。

- (3) 脱硫效率高, 可达90%以上, 有明显环境效益。
- (4) 投资低, 运行费用也低。
- (5) 只能用于海边电厂, 且只能适用于燃用含硫量小于1.5%的中低硫煤。

38. 简述电子束法脱硫工艺流程。

答案:答: 电子束烟气脱硫的工艺过程大致由预除尘、烟气冷却、加氨、电子束照射、副产品捕集五道工序组成。

烟气首先经锅炉静电除尘器除尘后进入冷却塔进一步除尘、降温和增湿, 烟气温度从140℃左右降至60℃左右。此后将一定量的氨气、压缩空气和软水混合喷入反应器进口处, 与烟气混合, 经过高能电子束辐射后,  $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 在游离基作用下生成 $\text{H}_2\text{SO}_4$ 和 $\text{HNO}_3$ , 并进一步与 $\text{NH}_3$ 发生化学反应, 生成 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 和 $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 粉末。部分粉末沉降于反应器底部, 通过输送机排出, 大部分粉末随烟气一起进入后续的电除尘器, 从而被收集下来。洁净的烟气经引风机升压后进入烟囱排入大气。

39. 简述电子束法烟气脱硫工艺的特点。

答案:答:

- (1) 能同时脱除烟气中的 $\text{SO}_2$ 和 $\text{NO}_x$ 。
- (2) 运行操作简单, 维护方便。
- (3) 是干法过程, 无废水废渣。
- (4) 副产品是以硫酸铵为主, 含少量硝酸铵构成的有益农业氮肥。
- (5) 投资少, 运行费用较低, 经济性较好, 适合在高硫煤地区运用。
- (6) 电子束运行中产生X射线, 在建筑物处、操作室等处辐射剂量率最大为0.3 Sv/h, 低于国家标准。

40. 简述电子束法烟气脱硫工艺系统的组成。

答案:答:

- (1) 烟气系统。
- (2) 氨的储存和供给系统。
- (3) 压缩空气系统。
- (4)  $\text{SO}_2$ 反应系统。
- (5) 软水系统。
- (6) 副产品处理系统。

41. 喷雾干燥法FGD系统主要由哪几部分组成?

答案:答: 喷雾干燥法FGD系统主要由四部分组成: 吸收塔系统、除尘设备、除雾器及料浆制备系统、干燥处理及输送系统。喷雾干燥装置由吸收塔筒体、烟气分配器和雾化器组成。

42. 简述喷雾干燥法脱硫的工艺流程。

答案:答: 喷雾干燥烟气脱硫技术的工艺流程如下:

- (1) 吸收剂制备。
- (2) 吸收剂浆液雾化。
- (3) 雾粒与烟气的接触混合。
- (4) 液滴蒸发与SO<sub>2</sub>吸收。
- (5) 废渣排出。

43. 简述喷雾干燥法脱硫的优缺点。

答案:答: 主要优点:

- (1) 工艺流程简单, 便于操作, 无废水, 无腐蚀。
- (2) 负荷跟踪特性好。
- (3) 脱硫效率较高, 一般为80%~90%。
- (4) 能耗较低。
- (5) 投资与运行费用比湿法烟气脱硫低。

主要缺点:

- (1) 单机容量小, 钙硫比较高。
- (2) 采用石灰作为吸收剂, 给安全生产带来困难。
- (3) 由于采用了浆液作为吸收剂, 因而吸收剂制备系统较复杂。
- (4) 雾化装置容易发生磨损。
- (5) 输送和储存浆液的管道与容器及吸收塔中有固体沉积。

44. 简述石灰石—石膏湿法烟气脱硫工艺。

答案:答: 该工艺采用石灰石或石灰作脱硫吸收剂, 石灰破碎后与水混合, 磨细成粉粒, 制成吸收浆液。在吸收塔内, 烟气中的SO<sub>2</sub>与浆液中的CaCO<sub>3</sub>以及鼓入的氧化空气进行化学反应生成二水石膏, SO<sub>2</sub>被脱除。脱硫后的烟气经除雾器去水, 换热器加热升温后进入烟囱排向大气。

45. 试述石灰石—石膏湿法脱硫工艺主要优点。

答案:答:

- (1) 脱硫效率高，一般可达95%以上；钙的利用率高，可达90%以上。
- (2) 单机处理烟气量大，可与大型锅炉单元匹配。
- (3) 对煤种适应性好，烟气脱硫的过程在锅炉尾部烟道以后，是独立的岛，不会干扰锅炉的燃烧，不会对锅炉机组的热效率利用率产生任何影响。
- (4) 石灰石来源广且价格低。
- (5) 副产品石膏脱水后即可回收，有较高的综合利用价值。

46. 为什么要在吸收塔顶部设对空排气门？

答案:答：主要作用有以下两个方面：

- (1) 在调试及FGD系统检修时打开，可排除漏进的烟气，有通气、通风、透光的作用，方便工作人员。
- (2) 在FGD系统停运时，可避免烟气在系统内冷凝，腐蚀系统。

因此，当FGD系统运行时，排气门关闭；当FGD系统停运时，排气门开启。

47. 为什么要在吸收塔内装设除雾器？

答案:答：湿法脱硫系统在运行过程中，经吸收塔处理后的烟气夹带了大量的浆体液滴。液滴中不仅含有水分，还溶有硫酸、硫酸盐、碳酸盐、SO<sub>2</sub>等，如果不除去这些液滴，这些浆体液滴会沉积在吸收塔下游侧设备的表面，形成石膏垢，加速设备的腐蚀，还会影响烟气换热器的热交换。如果采用湿排工艺，则会造成烟囱“降雨”（排放液体、固体或浆体），污染电厂周围环境。因此，在吸收塔出口必须安装除雾器。

48. 折流板除雾器的基本工作原理是什么？

答案:答：折流板除雾器利用水膜分离原理实现气水分离。当带有液滴的烟气进入人字形板片构成的狭窄、曲折的通道时，流线偏折产生离心力，将液滴分离出来。部分液滴撞击在除雾器叶片上被捕集下来，部分液滴粘附在板片壁面上形成水膜，缓慢下流，汇集成较大的液滴落下，从而实现气水分离。

49. 高位布置的石灰石浆液泵启动后不上水的原因可能有哪些？

答案:答：

- (1) 吸入管路或填料处漏气。
- (2) 浆液池液位过低，超过了允许吸上高度。
- (3) 引流罐异常漏气或堵塞。
- (4) 出口门未开启或发生故障。
- (5) 入口或出口管堵塞。

(6) 叶轮磨损。

(7) 电动机转向不对或转速不够。

50. 石灰石制备系统的作用是什么？对石灰石粉的细度有何要求？

答案:答：石灰石制备系统的作用是将石灰石破碎，磨制形成合格的碳酸钙吸收浆液，供吸收塔脱硫用。石灰石粉细度通常的要求是90%通过325目筛（44 μm）或250目筛（63 μm）。石灰石浆液要求固体质量分数为10%~25%。

51. 简述石灰石粒径对FGD系统性能的影响。

答案:答：石灰石的粒径不同，石灰石颗粒的表面积也不同。FGD系统中固体石灰石溶解的总表面积直接影响到循环浆液的运行pH值和吸收塔内溶解石灰石的总量，这些变量决定了脱硫效率。总的来说，石灰石粒径越小，脱硫效率越高，吸收剂利用率越高，石膏产品品质越好，但磨制的成本也越高；石灰石粒径越大，则脱硫效率越低，吸收剂利用率越低，石膏产品品质越差，但磨制的成本也越低。不同的FGD应根据设备的投资、运行成本和改变石灰石利用率引起的费用变化，来确定石灰石最佳粒径分布。

52. 石灰石—石膏脱硫系统中，氧化空气的作用是什么？

答案:答：在石灰石—石膏脱硫系统中，吸收塔浆液池注入氧化空气的主要目的是将亚硫酸钙强制氧化为硫酸钙。一方面可以保证吸收SO<sub>2</sub>过程的持续进行，提高脱硫效率，同时提高脱硫副产品石膏的品质；另一方面可以防止亚硫酸钙在吸收塔和石膏浆液罐中结垢。

53. 什么是强制氧化工艺和自然氧化工艺？哪种工艺较好？

答案:答：湿法石灰石—石膏脱硫工艺有强制氧化和自然氧化之分。被浆液吸收的二氧化硫有少部分在吸收区内被烟气中的氧气氧化，这种氧化称为自然氧化。强制氧化是向吸收塔的氧化区内喷入空气，促使可溶性亚硫酸盐氧化成硫酸盐。强制氧化工艺在脱硫效率和系统运行的可靠性等方面均比自然氧化工艺更优越。

54. 简述罗茨风机工作原理。

答案:答：罗茨风机是一种容积式风机，通过一对转子的“啮合”（转子之间具有一定的间隙，并不互相接触）使进气口和排气口隔开。转子由一对同步齿轮传动作反向等速的旋转，将吸入的气体无内压缩地从吸气口推移到排气口。气体在到达排气口的瞬间，因排气侧高压气体的回流而被加压及输送。

55. 氧化风机风量不足可能是哪些原因造成的？

答案:答：造成氧化风机风量不足的原因有：

- (1) 皮带打滑转速不够（带联）。
- (2) 转子间隙增大。
- (3) 吸入口阻力大。
- (4) 密封面有脏物引起安全阀泄漏。
- (5) 安全阀限压弹簧过松引起安全阀动作。

56. 为什么要给氧化空气增湿？

答案:答：主要目的是防止氧化空气管结垢。当压缩的热氧化空气从喷嘴喷入浆液时，溅出的浆液粘附在喷嘴嘴沿内表面上。由于喷出的是未饱和的热空气，粘附浆液的水分很快蒸发而形成固体沉积物，不断积累的固体最后可能堵塞喷嘴。为了减缓这种固体沉积物的形成，通常向氧化空气中喷入工业水，增加热空气湿度，湿润的管内壁也使浆液不易粘附。

57. 简述脱硫系统中工艺水系统的构成及作用。

答案:答：工艺水系统由工艺水泵、储水箱、滤水器、管路和阀门等构成，主要作用是提供除雾器冲洗，各系统的泵、阀门冲洗，提供系统补充水、冷却水、润滑水等。

58. 简述脱硫系统中压缩空气系统的构成及作用。

答案:答：压缩空气系统由空气压缩机、储气罐、干燥器、管路及阀门等构成，主要作用是给系统提供仪用气源、流化风气源、系统中气动阀门气源等。

59. 压缩空气系统主要包括哪些设备？

答案:答：压缩空气系统的主要设备有：空气压缩机、再生式干燥器、空气压缩机出口储气罐、系统管路、安全装置及仪表等。

60. 空气压缩机试运前应检查哪些内容？

答案:答：

- (1) 空气压缩机、相应管道、阀门、滤网安装完毕，出口止回阀方向正确。
- (2) 润滑油油位在规程规定位置。
- (3) 相应阀门开关灵活，位置反馈正确。
- (4) 用手盘动空气压缩机，检查确无卡涩现象。

61. 简述空气压缩机的调试方法。

答案:答：

- (1) 启动前检查设备及系统各部位均正常。
- (2) 空气压缩机启动前要把出口阀全部打开。

- (3) 试启动空气压缩机2~3s, 确定转向正确。
- (4) 测量空气压缩机的转速、电流、进出口压力。
- (5) 定期检查轴承温度振动及密封。
- (6) 空气压缩机应运转平稳, 无异常噪声。若发现异常情况, 应立即停止试运行, 处理正常后方可继续调试。

62. 脱硫系统中石膏脱水系统是由哪些设备构成的?

答案:答: 石膏脱水系统中的设备主要包括: 石膏排出泵、石膏旋流器、水环式真空泵、真空皮带脱水机、滤液泵、滤布冲洗水泵、滤饼冲洗水泵以及有关的箱罐、管路、阀门、仪表等。

63. 石膏脱水系统的作用是什么?

答案:答: 石膏浆液经过脱水后产出副产品石膏。脱水系统一般起到以下作用:

- (1) 分离循环浆液中的石膏, 将循环浆液中大部分石灰石和小颗粒石膏输送回吸收塔。
- (2) 将吸收塔排出的合格的石膏浆液脱去水分。初级旋流器浓缩脱水后, 副产品石膏中游离水含量为40%~60%; 真空皮带机脱水后, 副产品石膏中游离水含量为10%左右。
- (3) 分离并排放出部分化学污水, 以降低系统中有害离子浓度。

64. 水力旋流器有何特点?

答案:答: 水力旋流器是利用离心沉降作用分离不同粒度(密度)混合物的分离设备, 具有结构简单, 体积小, 成本低廉, 分离效果高, 附属设备少, 安装、操作、维修方便等特点。

65. FGD入口烟尘增加对脱硫系统有什么影响?

答案:答: 在运行中因除尘器故障等原因会使FGD入口烟尘增加, 从而会降低脱硫效率。烟尘中的HF(氟化氢)进入脱硫塔与水接触,  $\text{CaCO}_3$ 中 $\text{Ca}^{2+}$ 与 $\text{F}^-$ 发生反应生成 $\text{CaF}_2$ , 同时, 飞灰中的铝离子溶解进脱硫塔内的浆液中, 生成 $\text{AlF}_n$ 。由于这些 $\text{AlF}_n$ 多核络合物阻碍钙的离子化, 使得与 $\text{SO}_2$ 的吸收反应无法进行。即使投入等摩尔的 $\text{CaCO}_3$ , 也无法与 $\text{SO}_2$ 反应, 从而导致钙的供给量不足, 脱硫浆液pH值降低, 脱硫效率下降。另外, 大量的粉尘会污染GGH换热面, 使换热效率降低。此外, 粉尘进入吸收浆液系统, 增加了管道的磨损, 并使副产品石膏的品质大大下降。

66. 烟道漏风对FGD有何影响?

答案:答: 烟道漏风使脱硫系统所处理的烟气量增加, 不但会使脱硫效率降低, 而且会

增加系统电耗，降低脱硫系统运行的经济性。

67. 防止结垢和堵塞的常见方法有哪些？

答案:答：防止结垢和堵塞的常见方法有：在工艺设计上，控制吸收液中水分的蒸发速度和蒸发量；使溶液的pH值合理稳定；使溶液中易于结晶的物质不要过饱和；保持溶液有一定的晶种；严格除尘，控制烟气进入吸收系统所带入的烟尘量；设备结构作特殊设计，或选用不易结垢和堵塞的吸收设备，例如喷淋空塔比填料塔不易结垢和堵塞；选择表面光滑、不易腐蚀的材料制作吸收设备；定期对相关部位进行水冲洗。

68. 石灰石湿法烟气脱硫工艺中，脱硫反应速率取决于什么？

答案:答：脱硫反应速率取决于以下四个速度控制步骤：

- (1)  $\text{CO}_2$ 、 $\text{O}_2$ 和 $\text{SO}_2$ 的吸收。
- (2)  $\text{HSO}_3^-$ 的氧化。
- (3) 石灰石的溶解。
- (4) 石膏的结晶。

69. 简述脱硫系统三种不同的启动方式？

答案:答：

- (1) 长期停运后的启动。长期停运指全部机械设备停运，所有的箱罐无水的状态，停机的时间为一星期以上。长期停运后的启动工作应在脱硫系统进烟气的前一天进行。
- (2) 短期停运后的启动。短期停运后的启动是指系统未进烟气，其他设备处于备用或运行状态，停机时间为1~7d。
- (3) 临时停运后的启动。临时停运一般不超过24h，只需将烟气系统、石灰石浆液系统、石膏浆液系统和吸收塔系统停运。

70. 简述由烟气旁路运行方式切换为FGD运行方式的条件。

答案:答：当系统满足以下条件时，可以切换为FGD的运行方式：

- (1) 锅炉启动完毕，撤出油枪投煤运行。
- (2) 至少有一台吸收塔循环泵投入了运行（为了避免浆液在吸收塔烟气入口处沉积，吸收塔循环泵在原烟气进口挡板打开通入烟气前的运行时间不能超过5min）。
- (3) FGD进口烟气烟温在允许的范围内。
- (4) 进口烟气含尘量在允许的范围内。
- (5) GGH已经启动。

71. 什么是大气污染？

答案:答: 大气污染是指人类活动所产生的污染物超过自然界动态平衡恢复能力时, 所出现的破坏生态平衡所导致的公害。

72. 简述二氧化硫的物理及化学性质。

答案:答: 二氧化硫又名亚硫酸酐, 为无色有强烈辛辣刺激味的不燃性气体。分子相对质量为64.07, 密度为2.3g/L, 熔点为 $-72.7^{\circ}\text{C}$ , 沸点为 $-10^{\circ}\text{C}$ 。溶于水、甲醇、乙醇、硫酸、醋酸、氯仿和乙醚。易与水混合, 生成亚硫酸( $\text{H}_2\text{SO}_3$ ), 氧化后转化为硫酸。在室温及392.266~490.333kPa ( $4\sim 5\text{kgf}/\text{cm}^2$ ) 压强下, 二氧化硫为无色流动液体。

73. 何为两控区? 其控制目标是什么?

答案:答: 酸雨控制区和二氧化硫污染控制区简称两控区。其控制目标为: 到2000年, 排放二氧化硫的工业污染源达标排放, 并实行二氧化硫排放总量控制; 有关直辖市、省会城市、经济特区城市、沿海开放城市及重点旅游城市环境空气二氧化硫浓度达到国家环境质量标准, 酸雨控制区酸雨恶化趋势得到缓解。到2010年, 二氧化硫排放总量控制在2000年排放水平以内; 城市环境空气二氧化硫浓度达到国家环境质量标准, 酸雨控制区降水pH值小于4.5的面积比2000年有明显减少。

74. 硫氧化物的控制方法是什么?

答案:答: 硫氧化物的控制方法有:

- (1) 改用含硫低的燃料。
- (2) 少燃煤或不烧煤而改用其他能源。
- (3) 加高烟囱, 加强空气的稀释扩散作用。
- (4) 通过提高燃烧效率, 减少燃料的耗用量。
- (5) 从烟气中脱硫。
- (6) 从燃料中预先脱硫。

75. 什么是煤炭中的硫的生命周期?

答案:答: 煤炭中的硫的生命周期指煤炭经过开采、加工、运输、转换和终端使用等环节, 其中的硫也经历了相应的环节, 经历了从产生到进入大气环境的整个生命过程。

76. 煤炭干燥基硫分( $S_{t,d}$ )的范围分级是什么?

答案:答: 共分为六个等级:

- (1) 特低硫煤,  $S_{t,d} \leq 0.50\%$ 。
- (2) 低硫分煤,  $S_{t,d} = 0.51\% \sim 1.00\%$ 。
- (3) 低中硫煤,  $S_{t,d} = 1.01\% \sim 1.50\%$ 。

(4) 中硫分煤,  $S_{t,d}=1.51\% \sim 2.00\%$ 。

(5) 中高硫煤,  $S_{t,d}=2.01\% \sim 3.00\%$ 。

(6) 高硫分煤,  $S_{t,d} \geq 3.00\%$ 。

77. 脱硫工艺的基础理论是利用二氧化硫的什么特性?

答案:答: 脱硫工艺的基础理论是利用二氧化硫的以下特性:

- (1) 二氧化硫的酸性。
- (2) 与钙等碱性元素能生成难溶物质。
- (3) 在水中有中等的溶解度。
- (4) 还原性。
- (5) 氧化性。

78. 何谓溶液的pH值?

答案:答: 溶液中氢离子的浓度的负常用对数即为该溶液的pH值, 即 $pH = -\lg [H^+]$ 。

pH值越小, 说明溶液中 $H^+$ 的摩尔浓度越大, 酸度也越大, 反之亦然。同样, 溶液中氢氧离子根的浓度的负常用对数即为该溶液的pOH值。由于水的离子积为常数, 即 $[H^+][OH^-] = 10^{-14} \text{mol/L}$ 。所以,  $pH + pOH = 14$ , 也就是说, 任何水溶液中的pH值与pOH值之和在常温下为14。

79. 火力发电厂常用的脱硫工艺主要有哪几种?

答案:答: 世界上已投入工业应用的烟气脱硫工艺主要有:

- (1) 石灰石/石灰—石膏湿法烟气脱硫。
- (2) 烟气循环流化床脱硫。
- (3) 喷雾干燥法脱硫。
- (4) 炉内喷钙尾部烟气增湿活化脱硫。
- (5) 海水脱硫。
- (6) 电子束脱硫等。
- (7) 各种工艺都有各自的应用条件。

80. 吸收塔浆液池的作用是什么?

答案:答: 吸收塔浆液池处于吸收塔的下部, 在此区域装有搅拌器、氧化风喷嘴等。吸收塔浆液池主要有以下作用:

- (1) 接收和储存脱硫吸收剂。
- (2) 溶解石灰石(或石灰)。

(3) 生成亚硫酸钙和石膏结晶。

(4) 鼓入空气氧化亚硫酸钙，生成硫酸钙。

81. 简述循环流化床干法烟气脱硫系统的组成。

答案:答: 系统由石灰浆液制备系统、脱硫反应系统和收尘引风系统三个系统组成。包括石灰石贮仓、灰槽、灰浆泵、水泵、反应器、旋风分离器、除尘器和引风机等设备。

82. 循环流化床干法烟气脱硫主要控制参数有哪些?

答案:答: 主要控制参数有床料循环倍率、流化床床料浓度、烟气在反应器及旋风分离器中的驻留时间、脱硫效率、钙硫比、反应器内操作温度。

83. 简述炉内喷钙尾部增湿活化(LIFCA)脱硫方法的原理。

答案:答: 炉内喷钙尾部增湿活化技术(LIFCA)原理是: 磨细到325目左右的石灰石粉( $\text{CaCO}_3$ )用气力喷射到锅炉炉膛上部温度为 $900\sim 1250^\circ\text{C}$ 的区域,  $\text{CaCO}_3$ 能迅速分解成氧化钙( $\text{CaO}$ )和二氧化碳( $\text{CO}_2$ ), 锅炉烟气中的一部分 $\text{SO}_2$ 和几乎全部 $\text{SO}_3$ 与 $\text{CaO}$ 反应生成硫酸钙, 在尾部烟道系统的适当部位设置增湿活化器, 使未反应的 $\text{CaO}$ 水合成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 起到进一步脱硫的效果。

84. 简述LIFAC脱硫法的优缺点。

答案:答: 该工艺与其他工艺相比, 投资与运行费用最低, 系统安装迅速, 占地少, 无废水排放。

缺点是钙硫比较高, 仅适用于低硫煤; 易在锅炉尾部积灰, 导致锅炉效率降低。

85. 水力旋流器有何作用? 运行中的主要故障有哪些?

答案:答: 水力旋流器具有双重作用: 石膏浆液预脱水和石膏晶体分级。进入水力旋流器的石膏悬浮液切向流动产生离心运动, 细小的微粒从旋流器的中心向上流动形成溢流; 重的固体微粒被抛向旋流器壁, 并向下流动, 形成含固率很高的底流。

水力旋流器运行中的主要故障有管道堵塞和内部磨损。

86. 水力旋流器每月应做哪些检查?

答案:答: 水力旋流器的零部件每月应进行一次肉眼检查, 查看有没有过度磨损的部件, 如有, 必须更换新的部件。应检查的部件如下:

- (1) 目测检查旋流器部件总体磨损情况。
- (2) 检查溢流管。
- (3) 检查喉管。
- (4) 检查吸入管/锥管/锥体管扩展器。

(5) 检查入口管。

87. 简述旋流器堵塞的现象和处理方法。

答案:答: 检查所有运行中的旋流器溢流和底流排料是否畅通, 如果旋流器溢流和底流的流量减少或底流断流, 则表明旋流器发生堵塞。

处理的方法是: 若是溢流、底流流量均减小, 则可能是旋流器进料口堵塞, 此时应关闭堵塞旋流器的进料阀门, 将其拆下, 清除堵塞物; 若是底流流量减小或断流, 则是底流口堵塞, 此时可将螺母拧下, 清除底流口中的杂物。

88. 如何检查和调整旋流器底流的浓度和细度?

答案:答: 旋流器运行过程中, 应经常观察旋流器底流排料状态, 并定期检查底流浓度和细度。发生底流浓度波动或“底流夹细”时, 均应及时调整。旋流器正常工作状态下, 底流排料应呈伞状。如底流浓度过大, 则底流呈柱状或呈断续块状排出。

调整处理的方法是: 底流浓度大可能是由给料浆液浓度过大或底流过小造成的, 此时可以先在进料处补加适量的水, 若底流浓度仍大, 则需更换较大的底流口。若底流呈伞状排出, 但底流浓度小于生产要求浓度, 则可能是进料浓度低造成的, 此时应提高进料浓度。“底流夹细”的原因可能是底流口径过大、溢流管直径过小、压力过高或过低, 可以先调整好压力, 再更换一个较小规格的底流口, 逐步调试达到正常生产状态。

89. 简述真空皮带脱水机的构造及工作原理。

答案:答: 真空皮带过滤机是一种水平式过滤装置, 皮带表面覆有滤布。滤布由给料隔离辊子、滤布导向辊子、滤布支撑辊子及滤布拉紧辊子绷紧, 以保证滤布与皮带紧密接触。滤布由多孔皮带支撑, 皮带中部退水孔下固定一个真空槽盒, 真空槽盒两侧与主传动皮带之间有两条磨损皮带作真空密封, 下部与真空密封水管相连。当驱动主电动机带动皮带运转时, 滤布与磨损皮带通过它们与胶带间的摩擦力带动同步运转。真空泵运转时, 在主传动皮带中间退水孔处产生负压。石膏浆液在泥浆分配器的作用下, 均匀分散在滤布的表面; 石膏浆液中的水分在大气压力的作用下, 透过滤布纤维孔流入真空槽。脱水后的石膏从头部卸出。

90. 简述FGD从锅炉系统中安全解列的步骤。

答案:答: 安全解列FGD系统的步骤为:

- (1) 打开FGD旁路烟气挡板。
- (2) 停用增压风机。
- (3) 关闭FGD入口烟气挡板。

- (4) 打开吸收塔排气门。
- (5) 关闭FGD出口烟气挡板。
- (6) 停烟气换热器GGH。

91. 简述脱硫系统停运后的检查及注意事项。

答案:答: 脱硫系统停运后, 须注意:

- (1) 有悬浮液的管线必须冲洗干净, 残留的悬浮液可能会引起管路的堵塞。
- (2) 要定时检查系统中各箱罐的液位, 如果是长期停运, 应将各箱罐清空。
- (3) 应考虑设备的换油和维护工作。
- (4) 停运期间应进行必需的消缺工作。

92. 简述触电急救的基本原则。

答案:答:

- (1) 应尽快采取正确措施使触电者脱离电源。
- (2) 根据触电者的伤情, 立即在现场或附近就地开展人工呼吸或胸外心脏按压等抢救工作。
- (3) 救治要坚持不懈地进行, 要有信心、耐心, 不要因一时抢救无效而放弃抢救。
- (4) 救护时要保持头脑清醒, 注意要防止发生救护人员触电事故。

93. 论述创伤急救的基本要求。

答案:答: 创伤急救原则上是先抢救、后固定、再搬运, 并注意采取措施, 防止伤情加重或感染。需要送医院救治的应立即做好保护伤员措施后送医院救治。抢救前, 先使伤员安静躺平, 判断全身情况及受伤程度, 如有无出血、骨折和休克等情况。外部出血应立即采取止血措施, 防止失血过多而休克。外观无伤, 但呈休克状态, 神志不清或昏迷者, 要考虑胸部、内脏或脑部受伤的可能性。为防止伤口感染, 应用清洁的布片覆盖, 救护人员不得用手直接接触伤口, 更不得在伤口内堵塞任何东西或随使用药。搬运时, 应使伤员平躺在担架上, 将其腰部束在担架上, 防止跌下。平地搬运时, 伤员头部在后; 上楼、下楼、下坡时, 头部在上。搬运中应严密观察伤员, 防止伤情突变。

94. 简述LIFAC系统中仓泵的作用。

答案:答: 仓泵是一种间断输送装置, 每次只能够输送一批物料。输送过程中, 一仓物料在管道内形成一个长约20m的气、粉混合的柱塞, 由压缩空气推动, 以5m/s的速度移动。

95. LIFAC系统中活化反应器内的脱硫效率取决于哪些因素?

答案:答:活化反应器内的脱硫效率高低取决于雾化水量、液滴粒径、水雾分布和烟气流速、出口烟温等,最主要的控制因素是脱硫剂颗粒与水滴碰撞的概率。

96. 水平真空皮带脱水机主要由哪几个部分构成?

答案:答:水平真空皮带脱水机由本体和附属设备构成。本体主要由以下几个部分组成:结构支架、输送带、真空室、空气室、台式支架、滤布、滤布张紧装置、过滤物喂料和滤饼排料装置等。附属设备包括滤水泵、真空泵、气液分离器、滤布冲洗水箱、滤液水箱等。

97. 真空皮带过滤机滤出的石膏品质变差,可能是什么原因?

答案:答:可能是以下原因造成的:

- (1) 石膏浆液品质变差。
- (2) 进给浆料不足。
- (3) 真空密封水量不足。
- (4) 皮带机轨迹偏移。
- (5) 真空泵故障。
- (6) 真空管线系统泄漏。
- (7) FGD进口烟气含尘量偏高。
- (8) 抗磨损带有磨损。
- (9) 皮带机带速异常。

98. 三氧化硫生成量受哪些因素的影响?

答案:答:三氧化硫生成量受以下三个因素的影响:

- (1) 燃烧中含硫量越多,二氧化硫和三氧化硫生成量越多。
- (2) 过量空气系数越大,三氧化硫生成量越多。
- (3) 火焰中心温度越高,烟气中高温区范围越大,三氧化硫生成量越多。

99. 发生哪些故障时,必须停运脱硫系统?

答案:答:在以下情况发生时,必须停运脱硫系统:

- (1) 所有吸收塔循环泵都无法投入运行。
- (2) 脱硫系统入口烟温超过了允许的最高值。
- (3) 在正常运行时,出现FGD入口和出口烟气挡板关闭的情况。
- (4) 增压风机因故障无法运行。
- (5) 烟气再热器因故障无法运行,或出口烟气温度过低。

- (6) 系统入口烟气含尘量超标。
- (7) 半数以上吸收塔搅拌器无法投入运行。
- (8) 锅炉MFT或大量投油燃烧。

100. 哪种情况下, FGD可申请锅炉紧急停炉?

答案:答: 在下列情况下, FGD可申请锅炉紧急停炉:

- (1) 脱硫循环泵全部停运, 而FGD入口烟气挡板和出口烟气挡板均未能关闭。
- (2) FGD入口烟温过高(超过FGD设计允许的最高烟温), 而FGD入口烟气挡板和出口烟气挡板均未能关闭。
- (3) FGD出、入口烟气挡板在正常运行时发生关闭而旁路烟道挡板未能同时打开。

## 第五部分 论述题

1. 为什么要实行“三同时”制度？

答案:答：“三同时”制度是指新建、改建、扩建的基本建设项目、技术改造项目、区域或自然资源开发项目，其防治环境污染和生态破坏的设施，必须与主体工程同时设计、同时施工、同时投产使用的制度，简称“三同时”制度。“三同时”制度是防止产生新的环境污染和生态破坏的重要制度。凡是通过环境影响评价、确认可以开发建设的项目，建设时必须按照“三同时”制度的规定，把环境保护措施落到实处，防止建设项目建成投入使用后产生环境问题，在项目建设过程中也要防止环境污染和生态破坏。建设项目的设计、施工、竣工验收等主要环节落实环保措施，关键是保证环境保护的投资、设备、材料等与主体工程同时安排，使环境保护要求在基本建设程序的各个阶段得到落实。“三同时”制度分别明确了建设单位、主管部门和环境保护部门的职责，有利于具体管理和监督执法。

2. 试述煤的化学组成和煤中硫含量的分级。

答案:答：煤是一种固体可燃有机岩，主要由植物遗体经生物化学作用，埋藏后再经地质作用转变而成。俗称煤炭。

煤中有机质是复杂的高分子有机化合物，主要由碳、氢、氧、氮、硫和磷等元素组成，而碳、氢、氧三者总和占有机质的95%以上。煤中的无机质也含有少量的碳、氢、氧、硫等元素。碳是煤中最重要的组分，其含量随煤化程度的加深而增高。泥煤中碳含量为50%~60%，褐煤为60%~70%，烟煤为74%~92%，无烟煤为90%~98%。煤中硫是最有害的化学成分，煤燃烧时，硫转化成SO<sub>2</sub>，腐蚀金属设备，污染环境。按煤中硫的不同含量可将煤分为6级：①特低硫煤： $S_{t,d} \leq 0.50\%$ ；②低硫分煤： $S_{t,d} = 0.51\% \sim 1.00\%$ ；③低中硫煤： $S_{t,d} = 1.01\% \sim 1.50\%$ ；④中硫分煤： $S_{t,d} = 1.51\% \sim 2.00\%$ ；⑤中高硫煤： $S_{t,d} = 2.01\% \sim 3.00\%$ ；⑥高硫分煤： $S_{t,d} > 3.00\%$ 。

3. 试述石膏的物理和化学性质。

答案:答：石膏的矿物名称叫硫酸钙（CaSO<sub>4</sub>），自然界中的石膏主要分为两大类：二水石膏和无水石膏（硬石膏）。

二水石膏的化学分子式为CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O，纤维状集合体，长块状或板块状，颜色为白色、灰白色或淡黄色，有的半透明。体重质软，指甲能刻划，条痕为白色。易纵向断裂，手捻能碎，纵断面具纤维状纹理，显绢线光泽，无臭，味淡。

而硬石膏为天然无水硫酸钙，属斜方晶系的硫酸盐类矿物。分子中则不含结晶水或结晶水含量极少（通常结晶水含量 $\leq 5\%$ ）。无水硫酸钙晶体无色透明，密度为 $2.9 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ，莫氏硬度值为3.0~3.5。块状矿石颜色呈浅灰色，矿石装车松散密度约 $1.849 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ ，加工后的粉体松散密度为 $919 \text{kg/m}^3$ 。

硬石膏和二水石膏同属气硬性胶凝材料，粉磨加工后可用来制作粉刷材料、石膏板材和砌块等建筑材料。在水泥工业中，二者都可以用作水泥生产的调凝剂，起调节水泥凝结速度的作用。

4. 试述石灰石—石膏湿法脱硫系统中，采用抛弃法的利与弊。

答案:答：我国是一个石膏矿资源丰富的国家，虽然分布不太均匀，但市场价格不高。电厂烟气脱硫回收的石膏，由于燃煤煤质不稳定、电厂运行管理水平等原因，造成回收石膏质量不稳定。因此对一些地区，为减少FGD系统的投资，可以采用抛弃法。抛弃法就是将脱硫废渣直接排入灰场，这样会导致灰场使用寿命缩短，还有可能加速输灰管的结垢。但是使用抛弃法也有十分明显的好处，如可以减少回收副产品工艺系统的投资，节省这部分系统所需的运行、检修和维护费用，降低运行成本，还可缩小整个系统的占地面积等。而且由于简化了烟气脱硫工艺，提高了系统运行的安全性。

5. 对脱硫吸收塔有何要求？

答案:答：吸收塔是烟气脱硫的核心装置，应满足以下基本要求：

- (1) 气液间有较大的接触面积和一定的接触时间。
- (2) 气液间扰动强烈，吸收阻力小，对 $\text{SO}_2$ 的吸收效率高。
- (3) 操作稳定，要有合适的操作弹性。
- (4) 气流通过时的压降要小。
- (5) 结构简单，制造及维修方便，造价低廉，使用寿命长。
- (6) 不结垢，不堵塞，耐磨损，耐腐蚀。
- (7) 能耗低，不产生二次污染。

6. 介绍湿法脱硫系统中吸收塔的几种类型。

答案:答：吸收塔主要类型有：喷淋塔、填料塔、双回路塔和喷射鼓泡塔以及双接触流程液柱吸收塔等五种。

(1) 喷淋塔是湿法工艺的主流塔型，多采用逆流布置。烟气以 $3\text{m/s}$ 的流速从喷淋区下部进入吸收塔，与均匀喷入的吸收浆液逆流接触。这种塔内部构件少，结垢的可能性小，压力损失小。逆流运行有利于烟气与吸收浆液充分接触，且阻力损失比顺流小。

(2) 填料塔。这种塔在塔身内采用塑料格栅填料，相对延长了气液两相的接触时间，从而可保证较高的脱硫率。采用顺流或逆流方式，顺流时空塔气速约为4~5m/s，与逆流方式相比，结构较紧凑。

(3) 双回路塔。塔身被一个集液斗分成两个回路：下段作为预冷却区，并进行一级脱硫；上段为吸收区，其排水经集液斗引入塔外另设的加料槽。

(4) 喷射鼓泡塔。采用喷射鼓泡反应器，烟气通过喷射分配器以一定的压力进入吸收液中，形成一定高度的喷射鼓泡层，净化后的烟气经上升管进入混合室，除雾后排放。

(5) 双接触流程液柱吸收塔。它由逆/顺流的双塔组成，平行竖立于氧化反应罐之上。塔内下部均匀布置压力喷嘴，在后置的顺流塔顶部设置有除雾器。由于液柱塔内气液两相反复接触，充分传质，因此，能保证较高的脱硫效率。

7. 试述从吸收塔的吸收区补充新鲜石灰石浆液要好于从氧化区补充的原因。

答案:答：将新鲜石灰石加入氧化区会使过多的 $\text{CaCO}_3$ 进入脱水系统，从而带入石膏副产品中，影响石膏纯度和石灰石利用率，而且不利于 $\text{HSO}_3^-$ 氧化。因为当存在过量 $\text{CaCO}_3$ 时，浆液pH值升高，有助于 $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 的形成，要氧化 $\text{CaSO}_3 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$ 是很困难的，除非有足够多的 $\text{H}^+$ 使其重新溶解成 $\text{HSO}_3^-$ 。而把新鲜石灰石浆液直接补充进入吸收区有利于浆液吸收 $\text{SO}_2$ ，避免浆液pH值过快下降。吸收区内高气液接触表面积，也有利提高石灰石的溶解速度，从而加快 $\text{SO}_2$ 吸收的速率。此外，从吸收区补充新鲜浆液，能使烟气在离开吸收塔前接触到最大碱度的浆液，有利于提高脱硫效率。

8. 试述引起石灰石浆液密度异常的原因及处理方法。

答案:答：石灰石浆液密度异常可能是由以下原因引起的：

- (1) 密度计显示不准。
- (2) 粉仓内的石灰石粉受潮板结或有搭桥现象。
- (3) 石灰石粉给料机机械卡涩或跳闸。
- (4) 密度自动控制系统失灵。
- (5) 制浆池补水流量异常。

相应的处理方法是：

- (1) 检查密度计电源是否正常、石灰石浆液流量是否过低，如无异常，应人工测量石灰石浆液密度，并联系热工人员校准密度计。
- (2) 检查流化风机和流化风管，投运粉仓壁振打装置。
- (3) 清理造成给料机故障的杂物。

(4) 联系热工人员检查石灰石浆液密度控制模块。

(5) 检查工艺水泵运行情况，核对补水门实际开度与DCS显示开度是否相符。

9. 电力生产为什么要贯彻“安全第一”的方针？

答案:答:

(1) 电力生产的特点是高度的自动化和产、供、销同时完成，发电厂、输电线路、变电所的设备组成一个电网联合运转，这种生产要求有极高的可靠性。另外，电能不能大量储存，因此电力生产安全的重要性远大于其他行业。

(2) 就电力工业在国民经济中所处的地位来说，它既为各行各业提供动力，又是一个广大人民群众离不开的服务行业。一旦发生电力事故，不仅影响电力职工的人身安全和设备安全，而且还可能造成重大的社会影响。因此，电力生产“安全第一”的方针不是任意决定的一项方针，而是由电力生产的客观规律所决定的。

(3) 就电力工业本身来说，生产不安全，则不可能做到满发、稳发、多供少损和文明生产，将影响电力企业自身的生存与发展。因此，电力生产必须贯彻“安全第一”的方针。

10. 什么是洁净煤技术？

答案:答: 洁净煤技术是指煤炭在开发到利用的全过程中，旨在减少污染物排放与提高利用效率的加工、燃烧、转化及污染控制等高新技术的总称。它将经济效益、社会效益和环保效益结合在一起，成为能源工业中国际高新技术竞争的一个主要领域。

洁净煤技术按其生产和利用的过程可分为三类：

第一类是在燃烧前的煤炭加工和转化技术。包括煤炭的洗涤和加工转化技术，如型煤、水煤浆、煤炭液化、煤炭气化等。

第二类是煤炭燃烧技术。目前，国家确定的洁净煤发电技术主要有循环流化床燃烧、增压流化床燃烧、整体煤气化联合循环、超临界机组加脱硫脱硝技术等。

第三类是燃烧后的烟气脱硫技术。主要有湿式石灰石/石膏法、炉内喷钙法、电子束法、氨法、海水脱硫等多种。石灰石/石灰—石膏湿法脱硫是目前世界上技术最为成熟、应用最多的脱硫工艺。

11. 影响气体吸附的因素有哪些？

答案:答: 影响气体吸附的因素有：

(1) 操作条件。低温有利于物理吸附，适当升温有利于化学吸附。增大气相的气体压力，即增大吸附质分压，有利于吸附。

(2) 吸附剂的性质。如孔隙率、孔径、粒度等，影响吸附剂的表面积，从而影响吸收

效果。

(3) 吸附质的性质与浓度。如临界直径相对分子质量、沸点、饱和性等影响吸附量。

(4) 吸附剂的活性。吸附剂的活性是吸附能力的标志。

(5) 接触时间。在进行吸附操作时，应保证吸附质与吸附剂有一定的接触时间，使吸附接近平衡，充分利用吸附剂的吸附能力。

12. 工业用吸附剂应具备什么条件？

答案:答：工业用吸附剂应具备以下条件：

(1) 大的比表面积。要具有巨大的内表面，而其外表面往往占总面积的极小部分，故可看作是一种极其疏松的固相泡沫体。

(2) 良好的选择性。对不同气体具有选择性的吸附作用。

(3) 较高的机械强度、化学稳定性与热稳定性。

(4) 大的吸附容量。吸附容量是指在一定温度和一定的吸附质浓度下，单位质量或单位体积吸附剂所能吸附的最大吸附质质量。吸附容量除与吸附剂表面积有关外，还与吸附剂的孔隙大小、孔径分布、分子极性 & 吸附剂分子的官能团性质有关。

(5) 来源广泛，造价低廉。

(6) 良好的再生性能。

13. 试述选择烟气脱硫工艺的主要技术原则。

答案:答：

(1) 二氧化硫排放浓度和排放量必须满足国家和当地环保要求。

(2) 脱硫工艺适用于已确定的煤种条件，并考虑到燃煤含硫量在一定范围内变动的可能性。

(3) 脱硫率高、技术成熟、运行可靠，并有较多的应用业绩。

(4) 尽可能节省建设投资。

(5) 布置合理，占地面积较少。

(6) 吸收剂、水和能源消耗少，运行费用较低。

(7) 吸收剂有可靠稳定的来源，质优价廉。

(8) 脱硫副产物、脱硫废水均能得到合理利用或处置。

14. 试述喷雾干燥烟气脱硫技术的工作原理。

答案:答：喷雾干燥法脱硫技术以石灰为脱硫吸收剂，石灰经消化并加水制成消石灰乳，消石灰乳由泵打入位于吸收塔内的雾化装置。在吸收塔内，被雾化成细小液滴的吸收剂

与烟气混合接触，与烟气中的SO<sub>2</sub>发生化学反应生成CaSO<sub>3</sub>，烟气中的SO<sub>2</sub>被脱除。与此同时，吸收剂带入的水分迅速被蒸发而干燥，烟气温度随之降低。脱硫反应产物及未被利用的吸收剂以干燥的颗粒物形式随烟气带出吸收塔，进入除尘器，被收集下来。脱硫后的烟气经除尘器除尘后排放。为了提高脱硫吸收剂的利用率，一般将部分除尘器收集物加入制浆系统进行循环利用。

15. FGD系统的性能试验包括哪些内容？

答案:答: FGD系统性能试验分预备性试验和主试验两个阶段，各两次试验。预备性试验主要是确定测试仪器性能和FGD的初步运行性能，以调整FGD系统的运行参数，使之达到主性能试验要求。主性能试验则全面考察FGD系统的各项技术指标。各项指标及测试方法如下：

- (1) FGD系统进、出口烟气中的二氧化硫浓度和氧量，用网格法进行测量。
- (2) 吸收塔进、出口烟气温度，采用多点表示法测量。
- (3) GGH出口烟温，采用网格法测量。
- (4) FGD进、出口烟气流量，用网格法测量，同时测量每点的静压，算出FGD系统的压损。
- (5) 除雾器出口液滴含量，采用镁离子示踪法。
- (6) FGD进、出口烟尘含量，用网格法等速取样测量。
- (7) FGD进、出口HF、HCl浓度，进出口各设一个测点，用比色法。
- (8) 电耗，分别用安装在6kV和380V入口处的电能表计量。
- (9) 石灰石粉耗量，以石灰石粉罐车的实际载粉量累加得出。
- (10) 工艺水耗量，安装总水表进行计量。
- (11) 石灰石品质、煤质、水质、浆液pH值、密度及成分等，在实验室中分析。

16. 烟气脱硫设备的腐蚀原因可归纳为哪四类？

答案:答: 锅炉烟气脱硫除尘设备腐蚀原因可归纳为四类：

- (1) 化学腐蚀。即烟道之中的腐蚀性介质在一定温度下与钢铁发生化学反应，生成可溶性铁盐，使金属设备逐渐腐蚀。
- (2) 电化学腐蚀。即金属表面有水及电解质，其表面形成原电池而产生电流，使金属逐渐锈蚀，特别在焊缝接点处更易发生。
- (3) 结晶腐蚀。用碱性液体吸收SO<sub>2</sub>后生成可溶性硫酸盐或亚硫酸盐，液相则渗入表面防腐层的毛细孔内。若锅炉不用，在自然干燥时，生成结晶型盐，同时体积膨胀使防

腐材料自身产生内应力，从而使其脱皮、粉化、疏松或裂缝损坏。闲置的脱硫设备比经常使用的脱硫设备更易腐蚀。

(4) 磨损腐蚀。即烟道之中固体颗粒与设备表面湍动摩擦，不断更新表面，加速腐蚀过程，使其逐渐变薄。

17. 试述橡胶衬里的优缺点。

答案:答: 橡胶衬里的优缺点是:

优点: ①对基体结构的适应性强, 可进行较复杂异形构件的衬覆; ②具有良好的缓和冲击、吸收振动能力; ③衬里破坏较易修复; ④衬胶方式灵活, 对于小型部件, 可采用车间衬胶, 对于大型设备, 可采用现场衬胶; ⑤衬胶层的整体性能好, 致密性高, 具有良好的抗渗性能; ⑥橡胶衬里的价格较低, 其性能价格比非常具有竞争力。

缺点: ①耐热性能较差, 一般硬质橡胶的使用温度为 $90^{\circ}\text{C}$ 以下, 软质橡胶为 $-25\sim 150^{\circ}\text{C}$ ; ②对强氧化性介质的化学稳定性较差; ③橡胶衬里容易被硬物等造成机械性损伤; ④橡胶的导热性能差, 一般其导热系数为 $0.576\sim 1\text{kW}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ ; ⑤硬质橡胶的膨胀系数是金属的 $3\sim 5$ 倍, 在温度剧变、温差较大时, 容易使衬胶开裂及胶层和基体之间出现剥离脱层现象; ⑥设备衬胶后, 不能在基体进行焊接施工, 否则会引起胶层遇高温分解, 甚至发生火灾事故。

18. 对脱硫运行人员应进行哪些培训?

答案:答: 电厂应对脱硫装置的管理和运行人员进行定期培训, 使他们系统掌握脱硫设备及其他附属设施的正常运行操作和应急处理措施。运行操作人员, 上岗前还应进行以下内容的专业培训:

- (1) 启动前的检查和启动要求的条件。
- (2) 处置设备的正常运行, 包括设备的启动和停运。
- (3) 控制、报警和指示系统的运行和检查, 以及必要时的纠正操作。
- (4) 最佳的运行温度、压力、脱硫效率的控制和调节方法, 以及保持设备良好运行的条件。
- (5) 设备运行故障的发现、检查和排除。
- (6) 事故或紧急状态下人工操作和事故处理。
- (7) 设备日常和定期维护。
- (8) 设备运行维护记录, 以及其他事件的记录和报告。

19. 电厂应建立脱硫系统运行状况、设施维护和生产活动等的记录制度, 其主要记录内

容应包括哪些？

答案:答：主要记录内容包括：

- (1) 系统启动、停止的时间的记录。
- (2) 吸收剂进厂质量分析数据的记录，包括进厂数量，进厂时间等。
- (3) 系统运行工艺控制参数的记录，至少应包括：脱硫装置出、入口烟气温度，烟气流量，烟气压力，吸收塔差压，用水量等。
- (4) 主要设备的运行和维修情况的记录，包括对批准设置旁路烟道和旁路挡板门的开启与关闭时间的记录。
- (5) 烟气连续监测数据、污水排放、脱硫副产物处置情况的记录。
- (6) 生产事故及处置情况的记录等。
- (7) 定期检测、评价及评估情况的记录等。

20. 运行中的FGD，运行人员必须记录的参数有哪些？

答案:答：运行人员必须根据表格作好运行参数的记录（至少2h一次），并分析其趋势，及时发现问题，如测量仪表是否准确、设备是否正常等。需记录的主要参数有：

- (1) 锅炉的主要参数，如负荷、烟温等。
- (2) 吸收塔、GGH、除雾器压降。
- (3) FGD进口SO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>的浓度。
- (4) FGD出口SO<sub>2</sub>、O<sub>2</sub>的浓度。
- (5) 氧化空气流量、风机电流等。
- (6) 增压风机出口压力、入口压力和电流。
- (7) 循环泵电流。
- (8) 吸收塔浆液pH值。
- (9) 吸收塔浆液密度。
- (10) 工艺水流量。
- (11) 石灰石浆液密度等。

21. 试述FGD系统在日常的运行维护中，应做哪些工作。

答案:答：

- (1) 按时对有关数据进行记录，字迹清晰、准确。注意各运行参数并与设计值比较，发现偏差及时查明原因，发现异常情况及时采取相应措施并做好记录，汇报班长。
- (2) 严密监视所有运行设备的电流、压力、温度、振动值、声音等是否正常。

(3) 运行人员必须注意运行中的设备，做好事故预想。FGD系统内的备用设备必须保证处于良好备用状态，运行设备故障后，能正常启动，发现缺陷及时通知相关人员。

(4) 浆液管道、箱罐、泵体停用后必须进行冲洗。

(5) 没有必需的润滑剂，严禁启动转动机械。运行后应经常检查润滑剂的油位，注意运行设备的压力、振动、噪声、温度及严密性等。

(6) FGD的入口烟道和旁路烟道可能积灰，这取决于电除尘系统的运行情况。一般的积灰不影响FGD的正常运行。但挡板的运动部件上发生严重的积灰时，对挡板的正常开关有影响，因此应当定期（1~2个星期）开关这些挡板以除灰。当FGD和锅炉停运时，要检查这些挡板并清理积灰。

(7) FGD系统停运后，应检查各个箱、罐的液位，巡视检查FGD岛。如有必要，进行设备的换油和维护修理的一些工作。

(8) 在运行过程中，如有报警，应根据弹出的报警画面，了解报警信息，并采取相应措施。

## 22. 脱硫系统启动前应做哪些检查？

答案:答：脱硫系统启动前，值班员应对所属设备作全面详细的检查，发现缺陷应及时联系检修消除。具体的检查项目有：

(1) 现场杂物清除干净，各通道畅通，照明充足，栏杆楼梯安全牢固，各沟道畅通，盖板齐全。

(2) 各设备油位正常、油质良好，油位计和油面镜清晰完好，无渗油现象。

(3) 各烟道、管道保温完好，各种标志清晰完整。

(4) 烟道、池、罐、塔、仓和GGH等内部已清扫干净，无遗留物，各人孔门检查后已关闭。

(5) DCS系统投用，各系统仪表电源投用，各组态参数正确，测量显示及调节动作正常。

(6) 就地仪表、变送器、传感器工作正常，初始位置正确。

(7) 机械、电气设备地脚螺栓齐全牢固，防护罩完整，连接件及紧固件安装正常，冷却水供应正常。

(8) 手动阀、电动阀开闭灵活，电动阀开关指示与DCS显示相符。

(9) FGD系统内工艺水箱、石灰石浆液箱、石膏浆液箱、吸收塔的排空阀均在关闭的位置。

(10) 检查各连锁保护开关在正确位置。

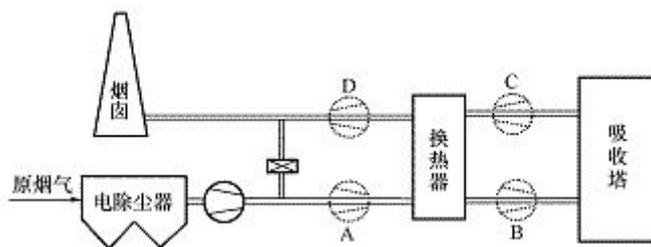
23. 试述吸收塔循环泵启动前应检查的内容。

答案:答:

- (1) 循环浆液系统上各表计齐全、指示正确。
- (2) 循环泵入口门在关闭位置, 轴瓦冷却水门在关闭位置。
- (3) 循环泵事故按钮完好。
- (4) 循环浆液系统上所有的测量表计、电动阀门、电动机接线紧固, 外皮无破损、电动机外壳接地线连接完好。
- (5) 循环泵油位在油标的2/3处, 油质良好。
- (6) 循环泵地脚螺栓、防护罩、齐全紧固, 盘车灵活。
- (7) 吸收塔搅拌器盘车灵活。
- (8) 现场照明充足, 无杂物。
- (9) 循环泵停运7d以上时, 启动前必须通知电气运行人员对电机绝缘电阻进行测量, 合格后方可启动。
- (10) 拆开电源线的工作结束后, 必须对电机进行单电机试转, 确认电机转向与泵要求转向一致。
- (11) 循环浆液管道用工业水冲洗完毕, 相应的阀门开关灵活, 位置反馈正确。
- (12) 吸收塔的液位达到规定值, 满足循环泵的启动要求。

24. 脱硫风机的布置方式有哪几种? 试述我国脱硫工程在选择布置脱硫风机的方案中宜选择的是哪种方案。

答案:答: 脱硫风机的四种布置方式见图F-1。



图F-1

(1) 方案A, 脱硫风机布置在换热器和脱硫塔之前。脱硫风机工作在热烟气中, 其沾污和腐蚀的倾向最小。但由于此时的有效体积流量最大, 风机的功耗也最大。使用回转式GGH时, 原烟气会向净烟气侧泄漏, 目前使用密封风机对其进行空气密封, 烟气的泄漏量可以控制在1%以内。

(2) 方案B, 脱硫风机布置在换热器之后、吸收塔之前。其沾污和腐蚀的倾向较小, 功耗较低。但由于其压缩功的存在, 造成吸收塔入口烟温升高, 会降低脱硫效率。

(3) 方案C, 脱硫风机布置在吸收塔后。风机工作在水蒸气饱和的烟气中, 此时的脱硫风机被称为湿风机。湿风机综合了最大的优点, 但也有显著的缺点, 如湿风机功率约低10%, 其压缩热可将烟气再加热, 在使用GGH时净烟气会向原烟气泄漏等。同时, 湿风机要求使用耐腐蚀材料, 沾污危险较大, 结垢时会影响出力。当吸收塔内处于负压时, 在一定条件下存在衬胶脱落的危险, 影响风机的安全运行。

(4) 方案D, 脱硫风机布置在换热器后。风机工作在含有少量水蒸气的较为干燥的烟气中。此种风机功耗适中, 同样可以利用其压缩功, 沾污倾向较湿风机小。缺点是要求使用耐腐蚀材料, 费用较贵, 吸收塔处于负压运行状态等。在使用回转式换热器时, 原烟气会向净烟气侧泄漏, 需采用良好的空气密封, 才可减少对脱硫效率的影响。

总之, 虽然湿风机综合了最大的优点, 但考虑到电厂的安全运行, 考虑到降低脱硫系统的整体造价、运行成本以及提高投运率, 我国脱硫工程在选择布置脱硫风机的方案中宜选择的是方案A。

25. 试述湿法石灰石—石膏FGD系统对机组安全运行的影响。

答案: 答: 随着环保标准日趋严格, 要求脱硫系统和主机同步运行已成必然趋势。脱硫系统逐渐成为与锅炉、汽轮机相提并论的主要系统。脱硫系统能否长期、稳定、高效地运行, 是保证发电厂安全稳定运行的重要条件之一。除FGD系统稳定性直接影响主机稳定外, 脱硫系统还对发电机组安全性有以下两个方面的影响:

(1) 对锅炉安全运行的影响。当FGD系统启停时, 烟气进行旁路和主烟道之间的切换, 由于两路烟道的阻力不一样, 此时会对锅炉的炉膛负压产生明显的影响, 特别是当FGD (如增压风机) 必须紧急停止的异常情况。

(2) 对锅炉尾部烟道及烟囱的腐蚀。脱硫前烟气温度和烟囱内壁温度基本上大于酸露点温度, 故烟气不会在尾部烟道和烟囱内壁结露, 且在负压区不会出现酸腐蚀问题。而脱硫后烟气温度已低于酸露点温度, 净烟气中尽管SO<sub>2</sub>含量降低, 但SO<sub>3</sub>脱去得不多, 且烟气内腐蚀性成分发生了很大的变化, 有Cl<sup>-</sup>、SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>、F<sup>-</sup>等。净烟气中的水分也大大增加, SO<sub>3</sub>将全溶于水中, 烟气会在尾部烟道和烟囱内壁结露, 加上脱硫后烟囱正压区的增大, 会使烟囱的腐蚀加重。

26. 试述吸收塔液位异常的现象、产生的原因及处理方法。

答案: 答: 吸收塔液位异常指液位过高、过低或波动过大。

造成吸收塔液位异常的原因有：

- (1) 吸收塔液位计不准。
- (2) 浆液循环管道泄漏。
- (3) 各种冲洗阀关闭不严。
- (4) 吸收塔泄漏。
- (5) 吸收塔液位控制模块故障。

相应的处理方法是：

- (1) 冲洗或检查校正液位计。
- (2) 检查修补循环管道。
- (3) 检查更换阀门。
- (4) 检查吸收塔及底部排污阀。
- (5) 更换模块。

27. 试述脱硫系统工艺水中断的现象、原因及处理方法。

答案:答：现象：

- (1) 补给水流量计无流量。
- (2) 补给水压力低报警。

原因：

- (1) 工艺水水源中断，如大厂循环水系统断水、管道泄漏、来水总门阀饼掉等。
- (2) 工艺水泵跳闸，而备用泵没有及时投入运行。

相应的处理方法是：

- (1) 打开旁路烟气挡板门。
- (2) 调整增压风机风量至零，停风机，关闭FGD出、入口挡板门。
- (3) 停运旋流器，浆液返回吸收塔，停运脱水机和真空泵。
- (4) 联系值长或单元长，询问来水是否正常，现场检查水泵及管路情况，尽快恢复供水。
- (5) 若工艺水系统短时无恢复时，应停运其他设备。

28. 试述脱硫风机跳闸的现象、原因及处理方法。

答案:答：现象：

- (1) 电动控制烟道旁路挡板门快速打开。
- (2) 控制系统发出报警信号。

(3) 吸收塔入口烟气流量降至零。

原因:

- (1) FGD主保护动作。
- (2) 增压风机失电。
- (3) 因其他设备故障导致连锁动作, 如全部循环泵停运、GGH停运等。
- (4) 设备本身故障。如轴承振动值高于上限、电机轴承及绕组温度高于上限等。

处理方法:

- (1) 首先应检查烟气旁路烟气挡板门应大开, 确保锅炉安全运行。
- (2) 报告值长或单元长, 并请求检查上级6kV开关有无异常。
- (3) 检查其他停运的设备, 并查明原因。
- (4) 若属脱硫自身故障, 应汇报车间领导, 联系有关检修人员尽快处理。
- (5) 若增压风机停运短时间内无法重启的, 应按操作规程停运FGD。

29. 对不同时期的火电厂建设项目, 分别规定了哪几个时段的排放控制要求?

答案:答: 火电厂按年限划分为以下三个时段:

第1时段——1996年12月31日前建成投产或通过建设项目环境影响报告书审批的新、扩、改建火电厂建设项目, 执行第1时段排放控制要求。

第2时段——1997年7月1日起至2004年1月1日前通过建设项目环境影响报告书审批的新建、扩建、改建火电厂建设项目, 执行第2时段排放控制要求。

第3时段——2004年1月1日起通过建设项目环境影响报告书审批的新建、扩建、改建火电厂建设项目(含在第2时段通过建设项目环境影响报告书审批的新建、扩建、改建火电厂建设项目, 自批准之日起满5年, 在2004年1月1日尚未开工建设的火电厂建设项目), 执行第3时段排放控制要求。

30. 试述电子束法烟气脱硫的工艺。

答案:答: 电子束烟气脱硫工艺是一种物理方法和化学方法相结合的高新技术。它是利用高能电子对烟气的照射产生的活性基因氧化去除 $SO_2$ 、 $NO_x$ 态污染物, 其过程可分为三个反应过程:

(1) 游离基的生成。当用高能电子束辐射烟气时, 电子束能量大部分被 $N_2$ 、 $O_2$ 、 $H_2O$ 所吸收, 生成活性很强的游离基OH基, O原子、 $HO_2$ 基、N基。

(2)  $SO_2$ 、 $NO_x$ 氧化。烟气中的 $SO_2$ 、 $NO_x$ 与产生的游离基OH、O、 $HO_2$ 进行反应, 分别氧化成硫酸 $H_2SO_4$ 和硝酸 $HNO_3$ 。

(3) 氨气反应生成硫酸铵和硝酸铵。

31. 试述海水脱硫的工艺。

答案:答: 海水脱硫工艺装置主要由烟气系统、供排海水系统、海水恢复系统、电气、热工控制系统等组成。其中海水恢复系统的主体结构是曝气池。

海水脱硫工艺的主要流程是: 锅炉排出的烟气经除尘器后, 由系统增压风机送入气气换热器的热侧降温, 然后进入吸收塔, 在吸收塔中被来自循环冷却系统的部分海水洗涤, 烟气中的二氧化硫被吸收, 干净的烟气通过气气换热器升温后经烟囱排入大气; 吸收塔排出的废水排入海水处理厂, 与来自冷却系统的海水混合。鼓风机送入空气, 对混合的海水进行强制氧化, 除去亚硫酸根。混合海水的pH值和COD等指标经处理达到要求后, 排入指定海域。

32. 试述循环流化床干法烟气脱硫工艺。

答案:答: 烟气循环流化床脱硫工艺由吸收剂制备、吸收塔、脱硫灰再循环、除尘器及控制系统等部分组成。该工艺一般采用干态的消石灰粉作为吸收剂, 也可采用其他对二氧化硫有吸收反应能力的干粉或浆液作为吸收剂。

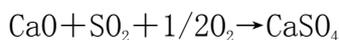
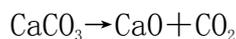
循环流化床干法烟气脱硫的工艺流程为: 由锅炉排出的未经处理的烟气从吸收塔(即流化床)底部进入。吸收塔底部有一个文丘里装置, 烟气流经文丘里管后速度加快, 并在此与很细的吸收剂粉末互相混合, 颗粒之间、气体与颗粒之间剧烈摩擦, 形成流化床。在喷入均匀水雾降低烟温的条件下, 吸收剂与烟气中的二氧化硫反应生成 $\text{CaSO}_3$ 和 $\text{CaSO}_4$ 。脱硫后携带大量固体颗粒的烟气从吸收塔顶部排出, 进入再循环除尘器。被分离出来的颗粒经中间灰仓返回吸收塔循环使用。处理后的烟气经电除尘器进一步除尘后从烟囱排出。

33. 试述LIFAC脱硫工艺基本原理。

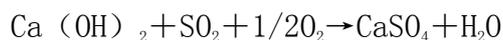
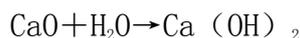
答案:答: 喷钙脱硫成套技术主要由炉内喷钙脱硫和增湿活化两部分组成。石灰石粉借助气力喷入炉膛内 $850\sim 1150^\circ\text{C}$ 的烟温区, 石灰石煅烧分解成 $\text{CaO}$ 和 $\text{CO}_2$ , 部分 $\text{CaO}$ 与烟气中的 $\text{SO}_2$ 反应生成 $\text{CaSO}_4$ , 脱除烟气中一部分 $\text{SO}_2$ 。炉内尚未反应的 $\text{CaO}$ 随烟气流至尾部增湿活化器中, 与喷入的水雾接触, 生成 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 并进一步与烟气中剩余的 $\text{SO}_2$ 反应生成 $\text{CaSO}_4$ 。活化器内脱硫效率的高低取决于雾化水量、液滴粒径、水雾分布和烟气流速、出口烟温等, 最主要的控制因素是脱硫剂颗粒与水滴碰撞的概率。活化器出口烟气中还有一部分可利用的钙化物, 为了提高钙的利用率, 将电除尘器收集下来的粉尘通过灰再循环输送机回送一部分到活化器中再利用。活化器出口烟温因雾化水的蒸发而降低, 为

避免出现烟气温度低于露点温度的情况发生，采用烟气再加热的方法，将烟气温度提高至露点以上10~15℃。

对炉内喷钙，具体化学反应为



对活化器，具体化学反应为



34. 试述喷钙对结渣倾向的影响。

答案:答：灰结渣特性是通过评价水冷壁沉积物的特性，化学和热力学性能来确定的。

水冷壁沉积物的可清理性以及水冷壁沉积物对传热的影响是用来评定结渣潜在可能性的主要数据。

沉积物的可清理性是根据沉积物的物理状态（熔融、烧结等），并通过确定吹灰器除灰效益来评价的。

炉膛内喷钙可导致实际灰成分发生变化，炉内灰的结渣倾向也会相应发生变化。

对于不同的煤，添加石灰石后煤灰的熔融性变化有以下几种情况：

- (1) 灰熔点有所降低，结渣量增加。
- (2) 灰熔点变化不显著，结渣量基本保持不变。
- (3) 灰熔点有所提高，结渣量减少。

从实际运行情况来看，根据石灰石粉量适当调整炉膛吹灰的次数，采用炉内喷钙脱硫技术后不会因结渣问题影响运行。

35. 喷钙后对炉内灰分和静电除尘器的运行有何影响？

答案:答：喷钙脱硫造成炉内灰分增加，灰分的主要来源是：吸附剂带入的杂质、碳酸钙生成的氧化钙以及固硫反应后生成的硫酸钙等。

影响电除尘器（ESP）的因素主要有：烟气量、粉尘比电阻、粉尘粒径、气流分布均匀性和烟气含尘浓度等。

喷钙脱硫后影响ESP除尘效率的几项因素是：

- (1) 烟气通过活化器反应后，烟温约可降低至100℃，烟气体积减小，有利于提高除尘器效率；烟气经过增湿，比电阻有所下降，有利于提高除尘器效率。
- (2) 喷钙后飞灰与石灰石粉混合物的粒径比飞灰略大一些，容易收集。

(3) 活化器中烟气速度较低, 在该流动空间中有20%~30%的除尘效率, 降低了ESP的除尘负荷。

36. 试述干法喷钙类脱硫技术的主要特点。

答案:答:

- (1) 能以合理的钙硫比得到中等甚至较高的脱硫率。
- (2) 与其他方法相比, 工艺流程简单, 占地面积小, 费用最低。
- (3) 既适用于新建大型电站锅炉及中小型工业锅炉, 又适用于现役锅炉脱硫技术改造。
- (4) 既适用于燃中低硫煤(油)的烟气脱硫, 也可用于燃高硫煤(油)的烟气脱硫。
- (5) 吸附剂为石灰石等钙基物料, 资源分布广泛, 储量丰富且价格低廉, 脱硫产物为中性固态渣, 无二次污染。
- (6) 石灰石粉料的制备、输送、喷水雾化增湿等技术环节都是火力发电厂经常使用的成熟技术, 易于掌握, 无需增加运行人员。
- (7) 整个脱硫系统可单独操作, 解列后不影响锅炉的正常运行。

37. 湿法烟气脱硫对脱硫剂有哪些要求?

答案:答: 在湿法烟气脱硫中, 吸收剂的性能从根本上决定了SO<sub>2</sub>吸收操作的效率。因此, 湿法烟气脱硫对吸收剂的性能有一定的要求。

- (1) 吸收能力高。要求对SO<sub>2</sub>具有较高的吸收能力, 以提高吸收速率, 减少吸收剂的用量, 减少设备体积并降低能耗。
- (2) 选择性能好。要求只对SO<sub>2</sub>具有良好的选择性能, 对其他组分不吸收或吸收能力很低, 确保对SO<sub>2</sub>具有较高的吸收能力。
- (3) 挥发性低, 无毒, 不易燃烧, 化学稳定性好, 凝固点低, 不发泡, 易再生, 黏度小, 比热容小。
- (4) 不腐蚀或腐蚀小, 以减少设备投资及维护费用。
- (5) 来源丰富, 容易得到, 价格便宜。
- (6) 便于处理及操作, 不易产生二次污染。

38. 温度对衬里的影响主要有哪几个方面?

答案:答: 温度对衬里的影响主要有四个方面:

- (1) 温度不同, 材料选择不同, 通常140~110℃为一挡, 110~90℃为一挡, 90℃以下为一挡。

(2) 衬里材料与设备基体在温度作用下会产生不同的线性膨胀, 温度越高, 设备越大, 其作用越大, 会导致二者粘接界面产生热应力影响衬里寿命。

(3) 温度使材料的物理化学性能下降, 从而降低衬里材料的耐磨性及抗应力破坏能力, 也会加速有机材料的恶化过程。

(4) 在温度作用下, 衬里内施工形成的缺陷如气泡、微裂纹, 界面孔隙等受热力作用为介质渗透提供条件。

39. 试述石灰石的物理及化学性质。

答案: 答: 石灰石也叫方解石、碳酸钙, 主要由碳酸钙组成。晶体粒度从致密到肉眼可见均有, 呈白色、黄色、灰色或红色。密度为 $2.71 \times 10^3 \text{kg/m}^3$ , 其摩氏硬度值 (MOH) 为 3, 易为小刀划伤。遇冷盐酸会起激烈泡沫反应, 性质与方解石相同。

石灰石在海洋中沉积数量最大。如海水蒸发、钙离子浓度增高可使碳酸钙开始无机作用产生石灰石, 或由海洋各种生物遗骸 (珊瑚、有孔虫、贝壳、藻类) 堆积而成。

40. 石灰石—石膏法在运行中可以从哪些方面来防止结垢现象的发生?

答案: 答: 在石灰石—石膏法脱硫系统中, 可以从以下几个方面来防止结垢现象的发生:

- (1) 提高锅炉电除尘器的效率和可靠性, 使FGD入口烟尘浓度在设计范围内。
- (2) 运行控制吸收塔浆液中石膏过饱和度, 使其最大不超过140%。
- (3) 选择合理的pH值, 尤其避免pH值的急剧变化。
- (4) 保证吸收塔浆液的充分氧化。
- (5) 向吸收剂中加入添加剂, 如镁离子、乙二醇等。镁离子加入后可以生成溶解度大的 $\text{MgCO}_3$ , 增加了亚硫酸根离子的活度, 降低了钙离子的浓度, 使系统在未饱和状态下运行, 可以达到防垢的目的。加入乙二醇, 可以起到缓冲pH值的作用, 抑制 $\text{SO}_2$ 的溶解, 加速液相传质, 提高石灰石的利用率。
- (6) 接触浆液的管道在停运时应及时冲洗干净。
- (7) 定期检查, 及时发现潜在的问题。

41. 石灰石—石膏法中造成堵塞现象的原因有哪些?

答案: 答: 在石灰石—石膏法脱硫系统中, 管路堵塞是最常见的系统故障, 造成这一现象的原因有以下几点:

- (1) 系统设计不合理。如设计流速过低、浆液浓度过大、管路及箱罐的冲洗和排空系统不完善等。
- (2) 浆液中有机械异物 (包括衬橡胶管损坏后脱落的胶片) 或垢片造成管路堵塞。

- (3) 系统中泵的出力严重下降，使向高位输送的管道堵塞。
- (4) 系统中有阀门内漏，泄漏的浆液沉淀在管道中造成堵塞。
- (5) 系统停运后，未及时排空管道中剩余的浆液。
- (6) 系统停运后，未对浆液的管路及系统进行水冲洗。
- (7) 管内结垢造成通流截面变小。
- (8) 氧化风机故障后，循环浆液倒灌入氧化空气分配管并很快沉淀，造成堵塞。

42. 试述循环泵浆液流量下降的原因及处理方法。

答案:答：循环泵浆液流量下降会降低吸收塔液气比，使脱硫效率降低。造成这一现象的原因主要有：

- (1) 管道堵塞，尤其是入口滤网易被杂物堵塞。
- (2) 浆液中的杂物造成喷嘴堵塞。
- (3) 入口门开关不到位。
- (4) 泵的出力下降。

对应的处理方法分别是：

- (1) 清理堵塞的管道和滤网。
- (2) 清理堵塞的喷嘴。
- (3) 检查入口门。
- (4) 对泵进行解体检修。

43. 试述除雾器的主要性能参数。

答案:答：除雾器的主要性能参数有以下几点：

- (1) 除雾效率。指除雾器在单位时间内捕集到的液滴质量与进入除雾器液滴质量的比值。除雾效率是考核除雾器性能的关键指标。
- (2) 系统压力降。指烟气通过除雾器通道时所产生的压力损失，系统压力降越大，能耗就越高。
- (3) 烟气流速。烟气流速过高或过低都不利于除雾器的正常运行。烟气流速过高易造成烟气二次带水，能耗高；流速过低，不利于气液分离，同样不利于提高除雾效率。
- (4) 除雾器叶片间距。叶片间距大，除雾效率低，烟气带水严重；叶片间距小，会加大能耗，冲洗效果下降，叶片上易结垢、堵塞。
- (5) 除雾器冲洗水压。冲洗水压低，冲洗效果差；冲洗水压高，则易加大烟气带水量。
- (6) 除雾器冲洗水量。冲洗水量由系统具体工况决定。

(7) 冲洗覆盖率。指冲洗水对除雾器断面的覆盖程度，一般选择在150%~300%之间。

(8) 除雾器冲洗周期。指除雾器每次冲洗的时间间隔。冲洗过于频繁会加大烟气带水量，冲洗间隔过长，会造成除雾器结垢。

44. 试分析造成除雾器结垢和堵塞原因。

答案:答: 造成除雾器结垢和堵塞的主要原因有:

(1) 系统的化学过程。吸收塔循环浆液中总含有过剩的吸收剂 ( $\text{CaCO}_3$ )，当烟气夹带着这种浆体通过除雾器时，液滴被捕集在除雾器板片上，如果未被及时清除，浆液滴会继续吸收烟气中未除尽的 $\text{SO}_2$ ，生成亚硫酸钙/硫酸钙，在除雾器板片上析出沉淀而形成垢。

(2) 冲洗系统设计不合理。当冲洗除雾器板面的效果不理想时会出现干区，导致产生垢和堆积物。

(3) 冲洗水质量。如果冲洗水中不溶性固体物含量较高，可能堵塞喷嘴和管道造成很差的冲洗效果。如果冲洗水中 $\text{Ca}^{2+}$ 达到过饱和，例如高硬度的地下水或工艺回收水，则会增加产生亚硫酸盐/硫酸盐的反应，导致板片结垢。

(4) 板片设计。如果板片表面有复杂隆起的结构和有较多冲洗不到的部位，会迅速发展成堵塞通道。

(5) 板片的间距。板片间距太小易发生固体堆积、堵塞板间流道。但太宽会使临界流速下降，除雾效果下降。

45. 石灰石—石膏脱硫系统中，烟气换热器的作用是什么？

答案:答: 烟气换热器从热的未处理烟气中吸收热量，再热来自脱硫塔清洁烟气。

原烟气经过烟气再热器后温度降低，一方面是防止高温烟气进入吸收塔，对设备及防腐层造成破坏；另一方面可使吸收塔内烟气达到利于吸收 $\text{SO}_2$ 的温度。

饱和的清洁烟气通过烟气再热器后温度升高，可起到以下四个方面的作用：①增强烟气中污染物的扩散能力；②降低排烟的可见度；③避免烟囱降落液滴；④避免吸收塔下游设备的腐蚀。

46. 液气比对石灰石—石膏法的脱硫系统有哪些影响？

答案:答: 液气比是指与流经吸收塔单位体积烟气量相对应的浆液喷淋量的比值，它直接影响设备尺寸和操作费用。液气比决定酸性气体吸收所需要的吸收表面。在其他参数一定的情况下，提高液气比相当于增大了吸收塔内的喷淋密度，使液气间的接触面积增大，脱硫效率也增大，要提高吸收塔的脱硫效率，提高液气比是一个重要的技术手段。

另一方面，提高液气比将使浆液循环泵的流量增大，从而增加设备的投资和能耗，同时，高液气比还会使吸收塔内压力损失增大，增加风机能耗。

47. 试述提高烟气流速对石灰石—石膏法FGD系统的影响。

答案:答：在石灰石—石膏法FGD系统中，如果保持其他参数不变，提高吸收塔内烟气流速有以下影响：

(1) 可以提高气液两相流的湍动，降低烟气与液滴间的膜厚度，提高传质效果，从而提高脱硫效率。

(2) 由于烟气流速提高，喷淋液滴的下降速度将相对降低，使单位体积内的持液量增大，增大了传质面积，增加了脱硫效率。

(3) 烟气流速提高，可以设计塔径较小的吸收塔，这样就可减少吸收塔的体积，从而降低吸收塔造价。

(4) 烟气速度增加，会使气液接触时间缩短，脱硫效率可能下降。试验表明，烟气流速在2.44~3.66m/s之间逐渐增大时，脱硫效率逐渐下降；但当烟气流速在3.66~24.57m/s之间逐渐增大时，脱硫效率几乎与烟气流速的变化无关。

(5) 烟气速度增加，使吸收塔内的压力损失增大，能耗增加。

(6) 烟气速度的增加，会使烟气携带液滴的能力增加，使烟气带水现象加重。

48. FGD系统脱硫率低的原因有哪些？怎样处理？

答案:答：FGD系统脱硫率低可能是以下原因造成的：

(1) 吸收塔出口和入口的二氧化硫浓度测量不准确。

(2) 循环浆液的pH值测量不准确。

(3) 烟气流量增大，超出系统的处理能力。

(4) 烟气中的二氧化硫浓度过高。

(5) 吸收塔的pH值偏低 (<5.0)。

(6) 循环浆液流量减小。

可采取以下措施进行处理：

(1) 校准二氧化硫监测仪。

(2) 校准pH计。

(3) 申请锅炉降负荷运行。

(4) 检查并增加石灰石浆液的投配。

(5) 检查脱硫循环泵的运行情况。

(6) 增加脱硫循环泵的运行数量。

49. 试述FGD化学监测的目的。

答案:答: 化学监测的目的有以下几点:

(1) 核验在线仪表。

(2) 定期检测工艺过程中的各种流体。例如循环吸收浆液密度、副产物石膏主要成分分析以及烟气温度、流量、成分测定等。

(3) 鉴别和查找工艺过程出现的问题。例如当固体副产物石膏中未反应的石灰石含量偏高时, 需要通过分析石灰石、吸收塔循环浆液来查找原因。

(4) 测定FGD系统的性能。FGD系统安装、调试后须通过一系列考核试验来验证FGD装置能否达到设计性能保证值, 往往要通过化学分析结果来描述FGD系统的性能。

(5) 优化系统性能。通过一系列化学分析判明整个系统或某个子系统目前的性能, 如果其性能下降则需寻找最佳运行参数, 使系统达到预期的性能并获得较好的经济效益。

(6) 按环保标准检测系统排放物是否达到标准; 检测原材料和脱硫副产物是否达到购入和外销合同所规定的要求。

50. 锅炉投油助燃对石灰石—石膏湿法FGD的运行有何影响?

答案:答: 锅炉在燃烧不好时, 需要投油助燃。在投油助燃阶段, 往往因氧量偏小或炉膛燃烧区温度偏低, 导致燃油不能完全燃尽, 甚至投油后还要停止部分电除尘电场的运行, 这就使大量的油污和粉尘通过烟气系统进入吸收塔浆液中, 油污和粉尘都是阻碍硫和钙化学反应的物质。因此, 浆液pH值下降, 脱硫效率降低。如果估计投油助燃在数分钟以上, 应打开FGD旁路挡板门, 将增压风机烟量减至小负荷运行, 以避免浆液污染; 如果锅炉因燃烧恶化, 投油较多, 应立即打开旁路挡板门, 停止增压风机运行, 等待燃烧恢复正常。油枪停运后, 再恢复FGD装置运行。

51. 试述石灰石—石膏湿法脱硫工艺。

答案:答: 锅炉引风机排出的原烟气由增压风机导入脱硫系统, 通过GGH(气气加热器)进行热交换后烟气进入吸收塔。在吸收塔内, 原烟气自下而上通过塔身, 与喷淋系统喷出的雾状石灰石浆液逆流混合, 脱硫后的净烟气经喷淋系统上部的除雾器除去烟气所携带的雾滴后排出吸收塔进入GGH, 经GGH换热升温后经烟囱排出。

吸收SO<sub>2</sub>的浆液落入吸收塔底部反应槽, 通过脱硫循环泵与补充的石灰石浆液再次从吸收塔上的喷淋系统喷出, 洗涤烟气中的SO<sub>2</sub>。混合浆液在反应槽内由外置的氧化风机供给空气使亚硫酸根氧化成石膏。

52. 试述石灰石/石灰—石膏湿法脱硫工艺的主要特点。

答案:答:

- (1) 脱硫效率高。石灰石/石灰—石膏湿法脱硫工艺脱硫率高达95%以上。
- (2) 技术成熟，运行可靠性好。石灰石/石灰—石膏湿法脱硫工艺的发展历史长、技术成熟、运行经验多，一般不会因脱硫设备而影响锅炉的正常运行。脱硫装置的投运率可以达到98%以上。
- (3) 对煤种变化的适应性强。该工艺适用于任何含硫量煤种的烟气脱硫，无论是含硫量大于3%的高硫煤，还是含硫量低于1%的低硫煤，石灰石/石灰—石膏湿法脱硫工艺都能适应。
- (4) 单机处理烟气量大，可与大型燃煤机组单元匹配。
- (5) 占地面积大，一次性建设投资相对较大。不适合于老电厂改造。
- (6) 吸收剂资源丰富，价格便宜。石灰石在我国分布很广，资源丰富，且价格便宜，破碎磨细较简单，钙利用率较高。
- (7) 脱硫副产物便于综合利用。石灰石/石灰—石膏湿法脱硫工艺的脱硫副产物为二水石膏。可用于生产建材产品和水泥缓凝剂等。可以增加电厂效益、降低运行费用。
- (8) 技术进步快。目前国内外对石灰石/石灰—石膏湿法工艺都进行了深入的研究与不断的改进，脱硫工艺日趋完善。

53. 试述钙硫比对脱硫效率的影响。

答案:答: 钙硫比是指注入的吸收剂量与吸收的SO<sub>2</sub>量的摩尔比，它反映单位时间内吸收剂原料的供给量，通常以浆液中吸收剂浓度作为衡量度量。在保持浆液量（液气比）不变的情况下，钙硫比增大，注入吸收塔内吸收剂的量相应增大，引起浆液pH值上升，可增大中和反应的速率，增加反应的表面积，使SO<sub>2</sub>吸收量增加，提高脱硫效率。但由于吸收剂溶解度较低，其供给量的增加将导致浆液浓度的提高，会引起吸收剂的过饱和凝聚，最终使反应的表面积减少，影响脱硫效率。

54. 试述浆液pH值是怎样影响浆液对SO<sub>2</sub>的吸收的。

答案:答: 浆液池的pH值是石灰石—石膏法脱硫的一个重要运行参数。一方面，pH值影响SO<sub>2</sub>的吸收过程。pH值越高，传质系数增加，SO<sub>2</sub>吸收速度就快，但不利于石灰石的溶解，且系统设备结垢严重。pH值降低，虽利于石灰石的溶解，但是SO<sub>2</sub>吸收速度又会下降，当pH值下降到4时，几乎不能吸收SO<sub>2</sub>了。另一方面，pH值还影响石灰石、CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O和CaSO<sub>3</sub>·1/2H<sub>2</sub>O的溶解度。随着pH值的升高，CaSO<sub>3</sub>的溶解度明显下降，而CaSO<sub>4</sub>的溶解

度则变化不大。因此，随着SO<sub>2</sub>的吸收，溶液pH值降低，溶液中CaSO<sub>3</sub>的量增加，并在石灰石颗粒表面形成一层液膜，而液膜内部CaCO<sub>3</sub>的溶解又使pH值上升，溶解度的变化使液膜中的CaSO<sub>3</sub>析出，并沉积在石灰石颗粒表面，形成一层外壳，使颗粒表面钝化。钝化的外壳阻碍了CaCO<sub>3</sub>的继续溶解，抑制了吸收反应的进行。因此，选择合适的pH值是保证系统良好运行的关键因素之一。一般认为吸收塔的浆液pH值选择在5.0~6.2之间为宜。

55. 试论述pH值显示异常的现象、原因及处理方法。

答案:答：在石灰石—石膏法中，pH值一般要求控制在5.0~6.2之间。pH值高有利于SO<sub>2</sub>的吸收但不利于石灰石的溶解，pH值低有利于石灰石的溶解但不利于SO<sub>2</sub>的吸收。造成pH值显示异常的原因有：

- (1) pH计电极污染、损坏、老化。
- (2) pH计供浆量不足。
- (3) pH计供浆中混入工艺水。
- (4) pH计变送器零点漂移。
- (5) pH计控制模块故障。

处理的方法是：

- (1) 清理、更换pH计电极。
- (2) 检查pH计连接管线是否堵塞。
- (3) 检查吸收塔排出泵的供浆状态。
- (4) 检查pH计的冲洗阀是否泄漏。
- (5) 检查校正pH计。
- (6) 检查pH计模块情况。

56. 试述如何确定加入吸收塔中的CaCO<sub>3</sub>的量。

答案:答：CaCO<sub>3</sub>流量的理论值为需脱除的SO<sub>2</sub>量乘以CaCO<sub>3</sub>与SO<sub>2</sub>的摩尔质量之比。需脱除的SO<sub>2</sub>量为原烟气的SO<sub>2</sub>量乘以预计的SO<sub>2</sub>脱除率，通过测量原烟气的体积流量和原烟气的SO<sub>2</sub>含量可得到原烟气的SO<sub>2</sub>量。由于CaCO<sub>3</sub>流量的调节影响着吸收塔反应池中浆液的pH值，为保证脱硫性能，应将pH值保持在某一设定范围内。当pH在线监测器所测得的pH值低于设定值时，所需的CaCO<sub>3</sub>流量应按某一修正系数增加，当pH在线监测器所测得的pH值高于设定的pH值时，所需的CaCO<sub>3</sub>流量应按某一修正系数减小。

57. 试述FGD中一级脱水的作用。

答案:答: 一级脱水有如下作用:

(1) 提高浆液固体物浓度, 减少二级脱水设备处理浆液的体积。进入二级脱水设备的浆液含固量高, 将有助于提高石膏饼的产出率。

(2) 用分离出来的部分浓浆和稀浆来调整吸收塔反应罐浆液的浓度, 使之保持稳定。

(3) 分离浆液中未反应的细颗粒石灰石, 降低底流浆液中石灰石的含量, 这有助于提高石灰石的利用率和石膏的品位。

(4) 向系统外(经废水处理系统)排放一定量的废水, 以控制吸收塔循环浆液中Cl<sup>-</sup>浓度。

(5) 一级脱水后的稀浆经溢流澄清槽或二级旋液分离器获得回收水, 用来调节反应罐的液位或用来制备石灰石浆液。

58. 试述水力旋流器的组成及工作原理。

答案:答: 旋流器一般由外圆筒、进料管、溢流管、底流管等组成。它利用高速旋转的泥浆中的离心力, 将粒径较大的携带附着水的固体颗粒从泥浆中分离出来。当浆液从切向进入外圆筒后形成旋转运动, 由于内外筒体及顶盖的限制, 浆液在其间形成一股自上而下的外旋流。旋转过程中, 粒径较大的携带附着水的固体颗粒, 由于受惯性力作用, 大部分被甩向筒壁, 失去能量沿壁滑下, 经底流口排出。在圆锥部分, 旋转下降的外旋浆液随圆锥的收缩而向旋流子中心靠拢, 旋转浆液进入溢流管半径范围附近便开始上升, 形成一股自下而上的内旋流, 经溢流管向外排出稀液。

59. 试述真空皮带脱水机在运行中应进行检查的内容。

答案:答:

(1) 脱水机在大、小修后启动时, 应进行所有事故停机装置的可靠性试验, 即滤布和皮带超速开关、事故拉绳开关的试验。

(2) 运行中应确保皮带辊子清洁。

(3) 应检查皮带有无磨损。

(4) 检查皮带遮沿有无破损。

(5) 检查滤布导向器的运行情况及其位置。

(6) 检查冲洗水喷嘴有无堵塞。

(7) 检查滤布有无破损和孔洞。

(8) 检查真空软管有无破损和堵塞。

60. 试述FGD系统中各测量仪表发生故障后的应对措施。

答案:答:

(1) pH计故障。若系统中的pH计发生故障,则必须由人工至少每2h化验一次,然后根据实际的pH值及烟气脱硫率来控制石灰石浆液的加入量。且pH计须尽快恢复,校准后立即投入使用。

(2) 密度计故障。需人工在实验室测量各浆液密度,且密度计须尽快修好,校准后立即投入使用。

(3) 液体流量测量故障。用工艺水清洗或重新校验。

(4) SO<sub>2</sub>仪故障。关闭仪表后用压缩空气吹扫,运行人员应立即查明原因并做好参数记录。

(5) 烟道压力测量故障。用压缩空气吹扫或机械清理。

(6) 液位测量故障。用工艺水清洗或人工清洗测量管道或重新校验液位计。

61. 试述检修后的吸收塔出、入口烟气挡板的调试步骤及方法。

答案:答:

(1) 检查烟气挡板的叶片、密封垫、连杆及相应的执行机构,应安装完毕没有损坏。

(2) 所有螺栓紧固完毕。

(3) 烟道安装完毕,烟道严密性试验完毕,烟道内的杂物已清理干净。

(4) 分别用远控、就地电动及就地手动的方式操作各烟气挡板。挡板应开关灵活,开关指示及位置反馈信号正确。

(5) 就地检查挡板的开、关是否到位。当挡板全关时,检查若有间隙,须调整相应的执行机构或密封。

(6) 烟气挡板的连锁保护检查和试验。

62. 试述空气压缩机排气量和压力低于额定值的原因及处理方法。

答案:答:空压机的主要作用是为系统提供仪用气源、流化风气源、系统中气动阀门气源等。造成空气压缩机排气量和压力低于额定值的原因可能有:

(1) 耗气量超过压缩机的排气量。

(2) 进气过滤器堵塞。

(3) 电磁阀失灵。

(4) 控制空气的软管失灵。

(5) 进气阀不能完全打开。

(6) 油气分离器滤芯堵塞。

- (7) 空气泄漏。
- (8) 安全阀泄漏。

可采取的处理方法分别是：

- (1) 检查设备的连接情况。
- (2) 更换过滤器的滤芯。
- (3) 检查电磁阀。
- (4) 更换有泄漏的软管。
- (5) 更换进气阀。
- (6) 更换油气分离器滤芯。
- (7) 检查并排除故障。
- (8) 更换安全阀。

63. 72h试运时，要求满足的技术条件有哪些？

答案:答：

- (1) 工艺水和石灰石粉供应充足，石灰石粉品质应满足要求。
- (2) 锅炉连续满负荷运行，烟气量不得大于脱硫系统设计处理量。
- (3) FGD入口烟气温度的允许范围之内。
- (4) FGD入口烟气烟尘含量在系统设计的允许范围之内。
- (5) FGD入口烟气中SO<sub>2</sub>浓度不大于设计值。
- (6) 烟气要求全部通过FGD，进出口烟气挡板全开，旁路挡板全关。
- (7) 所有设备运转正常、可靠。功率满足运行要求。
- (8) 连锁保护投入率为100%，顺控投入率大于90%，I/O投运率大于99%。
- (9) 脱硫效率要求不小于设计值。
- (10) FGD出口烟气粉尘不大于设计值。
- (11) 烟囱入口烟气雾滴不大于设计值。
- (12) 烟囱入口处烟温大于72℃。

64. 试述FGD事故处理总原则。

答案:答：发生事故时，值班人员应采取一切可行的方法、手段消除事故根源，防止事故的扩大，在设备确已不具备运行条件或继续运行对人身、设备有严重危害时，应停止FGD系统的运行。

发生事故时，班长应在值长的直接领导下，领导全班人员迅速果断地按照现场规程

规定处理事故。对于值长的命令应坚决执行，如对设备、人身有直接危害时，运行值班人员可以向值长指出明显错误之处，并向主管领导和有关部门汇报。

当发现没有对应的事故处理措施时，运行值班人员应根据自己的经验和当时的实际情况，主动果断地采取措施。事故处理完毕后，班长、值班人员如实把事故发生的时间、现象及采取的措施记录清楚，并在班会或安全活动日进行研究讨论，分析事故的原因，总结和吸取教训。

65. 试述脱硫系统保护动作的原因及动作后的处理方法。

答案:答：造成脱硫系统保护动作的原因通常有以下几条：

- (1) 所有吸收塔循环泵都无法投入运行。
- (2) 脱硫系统入口烟温超过了允许的最高值。
- (3) 在正常运行时，出现FGD入口或出口烟气挡板关闭的情况。
- (4) 增压风机因故障无法运行。
- (5) 烟气再热器因故障无法运行，或出口烟气温度过低。
- (6) 系统入口烟气含尘量超标。
- (7) 半数以上吸收塔搅拌器无法投入运行。
- (8) 锅炉MFT或大量投油燃烧。

脱硫系统保护动作后的处理方法如下：

- (1) 检查确定旁路烟气挡板已自动开启。
- (2) 通知运行班长及有关部门。
- (3) 注意调整和监视各浆液池内的浆液密度和液位。
- (4) 保证各搅拌器正常运行。
- (5) 及时排空和冲洗可能因浆液沉淀而造成堵塞的泵、管道及箱罐。
- (6) 查明脱硫系统保护动作的原因，并根据脱硫系统运行规程采取相应措施，并准备随时恢复系统的运行。

66. 试述脱硫系统发生火灾时的现象及处理方法。

答案:答：脱硫系统发生火灾时的现象有：

- (1) 火警系统发出声、光报警信号；
- (2) 运行现场有烟、火及焦糊味；
- (3) 若发生动力电缆或控制信号电缆着火，相关设备可能跳闸，参数会发生剧烈变化。

发生火灾时要及时处理以下事项：

- (1) 正确判断火灾的地点、性质及危险性。
- (2) 选择正确的灭火器迅速灭火，必要时停脱硫系统。
- (3) 联系班长、值长及有关部门，根据指示进行灭火。
- (4) 灭火工作结束后，恢复正常运行。

67. 脱硫系统运行中可能造成人身危害的因素有哪些？

答案:答:

- (1) 粉尘。脱硫系统以石灰石粉为吸收剂，在输粉和制浆的过程中均可能造成粉尘飞扬，对工人的健康有一定的危害。
- (2) 噪声。脱硫系统的设备在生产过程中产生噪声，如风机、水泵等产生噪声较大，如不采取措施，将对人体的健康造成一定的不良影响。
- (3) 电。脱硫系统设备由于雷电或接地不良所造成的损坏并给工作人员带来伤害；电气设备由于工作人员的误操作及保护不当可能会给工作人员带来伤害。
- (4) 机械。脱硫系统中有风机、水泵、输送机等机械设备，在运行和检修过程中如果操作不当或设备布置不合理，都有可能给工作人员造成伤害。
- (5) 有害气体。含有二氧化硫的热烟气泄漏以及脱硫系统检修时烟道中残留的二氧化硫都会危害工作人员健康。
- (6) 酸。三氧化硫溶于水后生成硫酸。它会严重腐蚀金属并危害人体。

68. 试述轴流式风机试转验收的技术质量标准。

答案:答:

- (1) 记录齐全、准确。
- (2) 现场整洁，设备干净，保温油漆齐全。
- (3) 各种标志、指示清晰准确。
- (4) 无漏风、漏灰、漏油、漏水。
- (5) 挡板开关灵活，指示正确。
- (6) 润滑油循环正常，带油环匀速旋转。
- (7) 静止部件与转动部件无卡涩、冲击和显著的振动现象。
- (8) 轴承声音正常，无异音。
- (9) 试运转7h后，轴承温度不超过60℃。
- (10) 轴承振动幅度：幅度 $\leq 0.10\text{mm}$ 为合格，幅度 $\leq 0.08\text{mm}$ 为良，幅度 $\leq 0.06\text{mm}$ 为优。

69. 如何使用二氧化碳灭火器?如何维护和保养?

答案:答: 二氧化碳灭火器的使用方法:

(1) 二氧化碳灭火后不留痕迹, 适宜于扑救贵重仪器设备、档案资料等引起的火灾。二氧化碳不导电, 也适宜于扑救带电的低压电气设备火灾和油类火灾, 但不可用它扑救钾、钠、铝、镁等物质的火灾。

(2) 使用鸭嘴式灭火器灭火时, 先拔掉安全销, 然后压紧压把, 这时就有二氧化碳喷出。使用手轮灭火器时, 将喇叭口对准着火物, 另一只手将手轮按逆时针方向旋转, 高压气体即自行喷出。

(3) 在喷射时, 要注意不可直接接触及喇叭筒, 以防化雪时强烈冷却使手冻伤。

(4) 当人体吸入一定量的二氧化碳时就会窒息, 因此在使用灭火器时应尽量靠近火源, 从火势蔓延最危险的地方喷起。

二氧化碳灭火器的维护与保养方法:

(1) 对二氧化碳灭火器要定期检查, 当二氧化碳灭火器重量减少5%时, 应及时充装。

(2) 应放置在明显、干燥、阴凉的地方, 避免热源和阳光曝晒。

(3) 搬运中应轻拿轻放, 防止撞击。

70. 电力电缆发生火灾应如何扑救?

答案:答: 电缆着火后应立即采取下列方法进行扑救:

(1) 立即切断电源, 并认真检查和找出起火电缆故障点, 同时迅速组织人员进行扑救。

(2) 当敷设在沟中的电缆发生燃烧时, 若与其并列敷设的电缆有明显的燃烧可能, 也应将这些电缆的电源切断。电缆若是分层排列的, 则首先应将起火电缆上面的受热电缆电源切断, 然后把与起火电缆并排的电缆电源切断, 最后把起火电缆下面的电缆电源切断。

(3) 电缆起火时, 应将电缆沟的防火门关闭或将两端堵死, 采用窒息法进行扑救。

(4) 扑救电缆沟道等地方的电缆火灾时, 扑救人员应尽可能戴上防毒面具及橡皮手套, 并穿绝缘鞋。

(5) 扑救电缆火灾时, 可采用手提式干粉灭火器、1211灭火器或二氧化碳灭火器进行灭火, 也可用黄土或干砂进行覆盖灭火。如果用水灭火, 使用喷雾水枪也十分有效。

(6) 在扑救电缆火灾时, 禁止用手直接接触电缆钢甲, 也不准移动电缆。

71. 电除尘器运行中发生故障对脱硫系统有什么影响?

答案:答: 电除尘器在运行中发生故障时, 使FGD入口烟尘增加, 大部分的烟尘被捕捉到浆液中, 烟尘中的HF进入脱硫塔与水接触,  $\text{CaCO}_3$ 中 $\text{Ca}^{2+}$ 与F<sup>-</sup>发生反应生成 $\text{CaF}_2$ , 同

时，飞灰中的 $Al^{3+}$ 与 $F^-$ 发生反应，生成不可溶的络合物，附着在石灰石颗粒表面，阻止浆液中 $H^+$ 与 $CaCO_3$ 的结合，影响石灰石颗粒的溶解反应，导致石灰石屏蔽。烟气中的灰分还会导致浆液的活性降低以及引起吸收塔起泡，导致脱硫效率下降。另外，浆液中的含尘量偏高时，灰分中的活性氧化钙会与硫酸酸雾在GGH换热元件上结合，生成黏附性很强的 $CaCO_4$ ，堵塞GGH换热面，使换热效率降低。此外，粉尘进入吸收浆液系统，增加了管道的磨损，并影响到副产品石膏的纯度、颜色及含水率等，使石膏品质大大下降。

72. 试述脱硫系统工艺水全部中断时如何处理。

答案:答： 当发生工艺水全部中断时，处理方法是： ，

(1) 立即确认真空皮带脱水机和真空泵已跳闸，将石膏旋流器浆液返回吸收塔（或停运石膏排出泵）。

(2) 将各停运浆液管道放空，防止结垢堵塞。

(3) 联系值长或单元长，询问来水是否正常，现场检查水泵及管路情况，尽快恢复供水。在处理过程中，要严密监视吸收塔内温度、吸收塔液位及石灰石浆液箱液位、氧化风机出口温度变化情况，若工艺水系统短时无无法恢复时，应申请值长退出脱硫系统。

(4) 工艺水恢复后，及时对各系统的设备及管道进行冲洗。

73. 氯离子偏高对FGD系统有哪些影响？

答案:答：

(1) 能引起金属的孔蚀、缝隙腐蚀、应力腐蚀及选择性腐蚀。特别当其浓度富集到一定程度后，会严重影响系统的运行经济性、可靠性和使用寿命。

(2) 抑制吸收塔内物理和化学反应过程，改变浆液的PH值（水解作用），影响 $SO_2$ 吸收的传质过程，降低 $SO_2$ 的去除率。

(3) 脱硫剂的消耗量随氯化物浓度的增高而增大，同时，氯化物抑制吸收剂的溶解。

(4) 氯化物会引起后续石膏脱水困难，导致成品石膏中含水量增大（一般要求石膏含水量 $<10\%$ ）。

(5) 吸收浆液中氯化物浓度增高，引起石膏中剩余的脱硫剂量增大（一般要求石膏中过剩 $CaCO_3$ 含量不大于 $3\%$ ）。

(6) 影响石膏的综合利用（石膏用作水泥缓凝剂时，对石膏中的氯含量有严格要求，一般要求小于 $0.1\%$ ）。

(7) 氯化物含量较高时，吸收浆液中不参加反应的惰性物增加，吸收浆液的密度增大，浆液循环系统耗电增加。

74. 在石灰石-石膏湿法FGD工艺中, 为什么会产生废水?

答案:答: 在石灰石-石膏湿法FGD工艺中, 不可避免地要产生一定量的废水。FGD废水的水量水质, 与FGD系统、燃料成分及吸收剂等多种因素有关。燃煤中含有多种元素, 包括重金属元素, 这些元素在炉膛内高温条件下进行一系列的化学反应, 生成了各种不同的化合物, 这些化合物一部分随炉渣排出炉膛, 另外一部分随烟气进入FGD吸收塔, 溶解于吸收浆液中。烟气中含有CO<sub>2</sub>、SO<sub>2</sub>、HCl、HF、NO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>等气体及灰中携带的各种重金属, 包括Cd、Hg、Pb、Ni、As、Se、Cr等, 这些物质进入脱硫浆液中, 并在吸收循环使用中富集。吸收剂石灰石中含有Ca、Mg、K、Cl等元素, 有时, 为了提高SO<sub>2</sub>的去除率, 在脱硫剂中加Mg, 因此, 废水中Mg含量很高。

75. 常用脱硫废水处理系统需要使用哪些药剂, 有何作用?

答案:答: 脱硫废水中需要的药剂有: 氢氧化钙等碱溶液、有机硫、混凝剂、助凝剂、盐酸。

(1) 在中和箱向废水添加氢氧化钙溶液, 调节废水PH值。

(2) 在沉降箱内向废水中添加有机硫, 用于废水中重金属离子的沉淀。

(3) 混凝剂和絮凝剂的配合使用, 可使已结晶析出的无机盐、重金属络合物及SS的细小矾花积聚成较大颗粒, 以便于在废水进入澄清池后更快地沉降。

(4) 在出水箱中加入HCl溶液控制出水PH值, 使经过脱硫废水处理系统后的出水品质合格。

76. 脱硫运行人员的工作任务有哪些?

答案:答: 脱硫运行人员的工作任务主要有:

(1) 注意运行设备的运行情况和变化趋势以防止设备故障, 注意各运行参数并与设计值比较, 发现异常及时处理和汇报。

(2) 严密监视大型设备的电机电流和系统挡板、阀门、箱、罐等设备状态, 发现异常, 立即查找原因并采取措施, 保证系统安全稳定运行。

(3) 必须保证备用设备处于良好备用状态, 在运行设备故障时能够正常启动和良好运行。做好规定的各项定期切换、试验等工作, 如发现不正常情况应立即汇报和报修。

(4) 系统应保持有良好的清洁性, 对出现的系统泄露、沉积、结垢、堵塞及污染现象及时检查发现并进行相应处理。

(5) 运行人员必须做好运行参数完整、清楚、准确的记录并按规定时间填写, 分析参数变化趋势及时发现问题, 积累运行经验, 有助于事故分析, 提高运行水平。

77. 电动机轴承过热，温度升高可能是何种原因，应该如何处理？

答案:答：可能原因：

- (1) 润滑不良，润滑油过多、过少或有杂物。
- (2) 油环卡住。
- (3) 轴瓦上的油槽被脏物堵塞或磨平。
- (4) 靠背轮中心偏差过大，齿轮吻合过紧或轴瓦盖过紧（一般发生在安装或检修以后）。
- (5) 轴承间隙不合适。

处理：

- (1) 用温度计检查轴承温度。
- (2) 检查轴承油位及油质是否合格，不符合规定则应设法加油或换油。
- (3) 如轴承太脏应停电清洗。
- (4) 若发热不严重,且无备用电动机者,应经检修鉴定可以运行,并加强监视。有条件者,应倒备用设备,停运故障电动机。

78. 吸收塔液位过高或过低，如何处理？

答案:答：如果吸收塔液位高，应确认液位计工作良好，排浆管路阀门开关正确，控制系统无误，同时手动关闭除雾器冲洗水门及循环滤液水门、吸收塔补充水门，减小旋流器溢流和底流回流量（根据吸收塔浓度配合使用）及石灰石浆液的加入。

如果吸收塔液位低，应确认液位计工作良好，吸收塔补充水管路无泄漏或堵塞，除雾器冲洗水喷雾正常，同时开大除雾器冲洗水及吸收塔补充水门、循环滤液水门，并增大旋流器溢流和底流回流量及石灰石浆液的加入（根据吸收塔浓度配合使用）。

79. 石膏脱水的过程是什么？

答案:答：吸收塔排放泵将石膏浆液由吸收塔打至石膏旋流器。石膏旋流器的底流，密度较高的石膏浆液由于重力原因送至真空皮带机，由真空皮带机进行二次脱水，生成含水率低于10%的石膏，石膏冲洗水用于冲洗真空皮带上的石膏，减少杂质以提高石膏品质，成品石膏落入石膏库；石膏旋流器溢流密度较小的浆液送至废水旋流给料箱，再通过废水旋流给料泵打至废水旋流器，废水旋流器旋流后，底部密度较高的浆液返回滤液水箱，溢流密度较小的浆液打入废水箱再通过废水泵进入废水处理系统。滤液箱中浆液通过滤液泵将其打至吸收塔，作为补充水，或者打至石灰石浆液箱，作为制浆用水。

80. 吸收塔液气比对脱硫效率有何影响？达到最佳液气比的方法。

答案:答: 提高液气比相当于增大了吸收塔内的喷淋密度, 使液气间的接触面积增大, 脱硫效率也将增大。但是, 提高液气比将使浆液循环泵的流量增大, 从而增加设备的投资和能耗。同时, 高液气比还会使吸收塔内压力损失增大, 增加风机能耗。

运行人员可根据FGD接收的烟气量和SO<sub>2</sub>浓度的具体情况增建或调换循环泵从而调节系统的液气比。在确保脱硫效率的同时, 经济、有效地使用不同地循环泵组合方式, 达到最佳的液气比。

## 第五部分 操作题

1. 启动石灰石浆液泵。

答案：操作步骤：

(1) 检查符合石灰石浆液泵启动条件：石灰石浆液箱搅拌器运行；石灰石浆液箱液位 $>2.2\text{m}$ ；出口阀门关闭，出口冲洗阀门关闭，出口母管冲洗阀门关闭，入口排放阀门关闭，入口阀门关闭；另一石灰石浆液泵停止状态，且出口阀门关闭；至少一台工业水泵运行。

(2) 开启泵冷却水并检查流量正常，减速机油位正常。

(3) 打开泵入口门并确认。

(4) 启动石灰石浆液泵。

(5) 打开泵出口门。

(6) 就地检查泵振动、声音、温升、压力均在正常范围内，管道及泵各部位无泄漏。

(7) 根据流量的需要调节石灰石浆液泵变频器。

2. 停运石灰石浆液泵。

答案：操作步骤：

(1) 关闭石灰石浆液泵出口门。

(2) 停运石灰石浆液泵。

(3) 关闭泵入口门。

(4) 打开泵入口排放门。

(5) 打开泵出口母管排放门。

(6) 打开泵出口冲洗水门并冲洗 $2\text{min}$ 后关闭。

(7) 打开泵出口母管冲洗水门冲洗 $5\text{min}$ 后关闭。

3. 石灰石浆液箱搅拌器跳闸后的处理。

答案：操作步骤：

(1) 立即停止制浆。

(2) 检查搅拌器跳闸的原因。

a) 液位太低造成保护动作。

液位计失灵，屏蔽低液位保护信号。

实际液位低，用滤液水或工艺水补水至搅拌器允许启动的液位。

b) 电气方面的原因。

检查是否有电气故障或电源中断现象。

c) 机械方面的原因。

检查轴承温度高、振动大、电机线圈温度高、过电流等现象。

(3) 故障处理。

搅拌器跳闸无法恢复，则需尽快放空石灰石浆液箱，通过石灰石浆液泵和制浆区地坑泵将石灰石浆液箱浆液打入吸收塔，放空后冲洗所有管道。等待检修进行处理。如长时间无法恢复，吸收塔PH值降低至4以下，则汇报值长，申请退出脱硫系统。

4. 投运氧化风机。

答：操作步骤：

- (1) 查氧化风机在备用状态，如停运7天以上需重新测绝缘。
- (2) 检查氧化风机驱动端及非驱动端油位、油质正常。
- (3) 投入氧化风机驱动端及非驱动端冷却水，检查水量正常。
- (4) 打开氧化风机出口门并就地确认。
- (5) 开启氧化风机放空阀并就地确认。
- (6) 联系集控室启动氧化风机。
- (7) 氧化风机启动正常，关闭放空阀。
- (8) 查氧化风电流、出口压力正常，就地温度、振动、声音正常。

5. 题目：停运氧化风机。

答：操作步骤：

- (1) 开启氧化风机放空阀。
- (2) 查氧化风机放空阀已开启到位，且风机电流已下降。
- (3) 停运氧化风机。
- (4) 关闭氧化风机放空阀。
- (5) 关闭氧化风机出口门。
- (6) 关闭氧化风机驱动端及非驱动端冷却水。

6. FGD临时停运后的启动。(以#1FGD为例)

答：操作步骤：

(1) 进行启动前的全面检查，相关工作票已注销，措施已恢复，人孔已封闭，无影响启动的因素，相关热工信号及保护均已恢复。

- (2) 接到值长命令，启动#1FGD系统。
- (3) 确认#1FGD进、出口挡板门均在开启位置。
- (4) 启动#1GGH密封风机，启动GGH主或辅电机，连锁试验正常后，投连锁。
- (5) 启动#1低泄漏风机。
- (6) 启动任一台#1吸收塔浆液循环泵，并就地检查运行正常。
- (7) 投入#1吸收塔除雾器冲洗水系统。
- (8) 汇报值长，#1FGD已“备妥”。
- (9) 锅炉点火后，#1FGD入口烟温达60℃后，启动第二台浆液循环泵。
- (10) 所有电除尘投运后，启动一台氧化风机。
- (11) 根据脱硫效率，启动一台石灰石浆液泵进行补浆。
- (12) 根据#1吸收塔浆液密度，投入石膏脱水系统。

#### 7. 启动浆液循环泵。

答：操作步骤：

- (1) 检查符合浆液循环泵启动条件：吸收塔液位>6.0m。
- (2) 浆液循环泵排污门已关。
- (3) 浆液循环泵冲洗门已关。
- (4) 吸收塔浆液循环泵轴承温度<70℃。
- (5) 吸收塔浆液循环泵电机轴承温度<70℃。
- (6) 吸收塔浆液循环泵电机各相绕组温度<100℃。
- (7) 减速机温度<80℃。
- (8) 泵出口冲洗水门关闭，入口排放门关闭。
- (9) 检查并开启减速机冷却水及泵机封冲洗水并调整流量。
- (10) 检查泵及减速机油位正常。
- (11) 汇报值长并取得同意。
- (12) 打开浆液循环泵入口门。
- (13) 2min后，启动浆液循环泵。
- (14) 就地检查泵振动、声音、温升、压力均在正常范围内，管道及泵各部位无泄漏。

#### 8. 停运浆液循环泵

答：操作步骤：

- (1) 检查符合浆液循环泵停允许条件：至少3台循环泵运行或吸收塔入口烟气温度小

于60℃。

- (2) 停止浆液循环泵。
- (3) 检查浆液循环泵入口门正常连锁关闭。
- (4) 降低吸收塔地坑液位至1.5米以下。
- (5) 开浆液循环泵入口排放门排放浆液。
- (6) 3min后开启循环泵出口冲洗水门。
- (7) 2min后关闭循环泵进口排放门，出口冲洗水门继续开启。
- (8) 3min后关闭循环泵出口冲洗水门。
- (9) 关闭循环泵减速机及泵体机封冷却水。

9. 石灰石浆液密度下降的现象，原因分析及处理。

答：操作步骤：

- (1) 现象：制浆系统运行正常，但石灰石浆液密度无法达到规定值且呈现下降趋势。
- (2) 原因分析：
  - a) 石灰石浆液密度计故障。
  - b) 石灰石粉旋转给料机堵塞。
  - c) 石灰石粉旋转给料机变频器故障，转速过低。
  - d) 粉仓内石灰石粉板结或搭桥。
  - e) 石灰石浆液箱进水过量。
- (3) 处理方法：
  - a) 冲洗石灰石浆液密度计，仍不能解决则重新校验密度计
  - b) 清理石灰石粉旋转给料机
  - c) 检查并处理石灰石粉旋转给料机变频器
  - d) 增加给粉量，并检查流化风机运行是否正常，流化风管道是否畅通
  - e) 降低石灰石浆液箱进水量，或校验进水流量计；检查中水泥用量是否偏大。

10. 吸收塔液位偏高的原因及处理

答：操作步骤：

- (1) 原因分析：
  - a) 吸收塔液位计故障。
  - b) 吸收塔密度计故障。
  - c) 工业水回收地坑泵故障。

- d) 工艺水向吸收塔泄漏。
- e) 滤液水向吸收塔排放过多。
- f) 石灰石浆液向吸收塔排放过多。
- g) 除雾器冲洗水阀门内漏或冲洗次数过多。

(2) 处理方法:

- a) 冲洗吸收塔液位计，仍不能解决则重新校验液位计。
- b) 冲洗吸收塔密度计，仍不能解决则重新校验密度计。
- c) 检查工业水回收地坑泵运行情况。
- d) 检查所有吸收塔补水阀门、吸收塔搅拌器、循环泵、石灰石浆液泵、石膏排出泵、密度计、PH计、液位计冲洗门是否内漏。
- e) 检查废水排放系统是否正常运行，真空泵补充水流量、滤布冲洗水泵流量是否过大。
- f) 检查石灰石浆液密度是否过低造成向吸收塔补浆流量过大。
- g) 保持正常的除雾器冲洗次数，检查冲洗流量是否异常，是否有喷嘴脱落造成流量过大，冲洗水阀门是否内漏。

11. 真空皮带大修后，在启动前的检查。

答：操作步骤：

- (1) 检修工作全部结束，所有设备齐全、完好，如设备改进，应有异动报告
- (2) 现场杂物清除干净，各通道畅通，照明充足，栏杆楼梯齐全牢固，各沟道畅通，盖板齐全
- (3) 就地显示仪表、变送器、传感器工作正常。
- (4) 就地控制盘及所装设备工作正常，指示灯试验合格
- (5) 机械、电气设备地脚螺栓齐全牢固，防护罩完整，链接件及紧固件安装正常
- (6) 检查确认脱水机皮带、密封带完好，皮带及滤布上无剩余物品，确认皮带、滤布位置正常，滤布张紧度适中
- (7) 送上真空皮带脱水机、真空泵及滤布冲洗水泵电源后
- (8) 启动滤布冲洗水泵，调整冲洗阀及皮带密封水阀至流量正常，检查喷嘴应出水均匀，覆盖面正常
- (9) 启动真空皮带及真空泵，检查皮带及滤布行走正常，试验滤布自动调偏装置动作正常

- (10) 调节真空皮带变频器，各转速试验正常
- (11) 试验真空皮带跑偏开关、滤布跑偏开关、紧急拉线开关动作正常
- (12) 试验滤布冲洗水流量低、密封水流量低等保护正常

12. 运行中脱硫系统的防冻措施。

答：操作步骤：

- (1) 脱硫系统管道保温层完好，保温效果良好。
- (2) 风机房、泵房内采暖投运正常，房间内温度正常。
- (3) 石膏库存储的石膏要及时清理，以防物料冻结。
- (4) 运行过程中，发现有阀门内漏或外漏时，应及时处理或更换阀门。
- (5) 运行中各转机冷却水保持开启。
- (6) 备用中，随时可能启动的转机冷却水保持开启。
- (7) 较长时间不用的转机，且不需要紧急启动的，如：备用的工艺水泵、#2除雾器冲洗水泵、#2滤布冲洗水泵等、备用的滤液泵、备用的石灰石浆液泵，需关闭进口门，打开进口排放门，泵下部有放水螺栓的去下放水螺栓并妥善保管。
- (8) 高压冲洗水泵在气温低于零度后不再运行，并关闭进口门，去下放水螺栓。
- (9) 气温低于零度以后，工业水泵保持双泵运行。
- (10) 间断运行的浆液或者清水管道，在每次操作后，都要开启相关排空阀，将管道内介质放空。
- (11) 压缩空气储气罐下部放水门每小时放水一次。
- (12) 吸收塔补浆管道应该保持小流量，连续补浆；停止补浆要冲洗干净，并尽量将管道内部放空。
- (13) 如果发现气动门打不开，不要远方反复操作，就地操作查明原因，活动后再远方操作。

13. 脱硫系统运行中，脱硫效率降低，PH值下降的原因分析及处理。

答：操作步骤：

- (1) 原因分析：
  - a) 锅炉负荷增加，烟气量增加。
  - b) 原烟气中SO<sub>2</sub>浓度增加。
  - c) 氧化风量不足。
  - d) 石灰石浆液密度偏低。

- e) 吸收塔密度太高。
- f) 浆液品质恶化，吸收塔中毒。
- g) CEMS表计不准。
- (2) 处理方法:
  - a) 根据负荷和原烟气SO<sub>2</sub>浓度，投运备用循环泵及备用氧化风机
  - b) 保持石灰石浆液在规定的密度范围内，用工艺水制浆，提高浆液中石灰石浓度
  - c) 投运石膏脱水系统，降低吸收塔密度，同时保证吸收塔正常液位
  - d) 加大废水排放量，检查电除尘运行情况
  - e) 校核CEMS表计

#### 14. 投运GGH

答：操作步骤：

- (1) 检查GGH所有人孔已封闭，工作票注销，GGH外观正常，GGH上下轴承油位正常。
- (2) 查FGD入口烟温在规定值范围，GGH主辅电机、密封风机、低泄漏风机在备用状态。

所有热工信号已投入。

- (3) 启动GGH密封风机、查出口压力正常，振动、温度正常。
- (4) 启动GGH主电机或辅电机，观察声音，温度，振动及电机电流正常。
- (5) 试验GGH主辅电机连锁连锁；正常后保持主电机或辅电机运行，投连锁。
- (6) 检查GGH低泄漏风机减速机油位正常。
- (7) 关闭GGH低泄漏风机进口门。
- (8) 启动GGH低泄漏风机。
- (9) 慢慢开启GGH低泄漏风机进口门。
- (10) 检查低泄漏风机电流、出口压力，并检查各部温度、声音、振动正常。

#### 15. 停运真空皮带（以#1为例）

答：操作步骤：

- (1) 关闭吸收塔石膏排出泵至#1旋流器供浆门，停运石膏排出泵。
- (2) 关闭石膏排出泵进口门，开启进口排放门，开启出口冲洗水，对石膏排出泵进行冲洗。
- (3) 2min后关闭出口冲洗水。
- (4) 开启#1旋流器工艺水冲洗水门。
- (5) 查#1旋流器及真空皮带滤布已冲洗干净后，关闭冲洗水门。

(6) 停运#1真空泵，查真空泵补水门自动关闭。

(7) 停运#1真空皮带。

(8) 停运#1滤布冲洗水泵。

16. 处理浆液循环泵减速机油温过高。

答：操作步骤：

(1) 在DCS上发现循环泵减速机油温不正常升高，并超过报警值。

(2) 就地用点温计测量减速机外壳，油温偏高，判断非测点误报。

(3) 停运该浆液循环泵。视脱硫效率决定是否启动备用浆液循环泵。

(4) 检查该循环泵油位和油质。

a) 油位偏低，加油。

b) 油质差，更换润滑油。

c) 油内进水，联系检修人员处理。

(5) 检查减速机冷却水是否畅通，水量是否充足，并根据检查情况调整，如为阀门及管道问题，联系检修处理。

(6) 润滑油和水均无问题，则可能是轴承、齿轮或安装问题，联系检修处理。

17. 制备石灰石浆液。(石灰石浆液箱为空箱)

答：操作步骤：

(1) 开启石灰石浆液箱工艺水补水门进行补水。

(2) 石灰石浆液箱液位升至规定液位后(2m)，启动搅拌器。

(3) 启动石灰石粉仓流化风机。

(4) 启动星型给料机。

(5) 开启石灰石粉仓下粉插板。

(6) 启动任一石灰石浆液泵，并打循环观察石灰石浆液箱浆液密度。

(7) 根据石灰石浆液密度和液位，调整变频给料机转速。

(8) 待浆液密度达到规定标准且液位达到要求值，停运流化风机，关闭下粉插板，停运星型给料机，停止工艺水补水。

(9) 查石灰石浆液箱搅拌器、石灰石浆液泵、星型给料机、石灰石粉仓流化风机在备用状态，各部管道无破损、各部冷却水正常、各气动门及手动门正常、箱体液位计正常。

18. 投运真空皮带(以#1为例)

答：操作步骤：

(1) 查#1真空皮带机：皮带无跑偏，滤布无跑偏，滤布张紧度合适；#1真空泵、#1滤布冲洗水泵、#1旋流器在备用状态，各热工信号投运正常。滤布冲洗水箱液位正常。需运行的石膏排出泵冷却水正常投入，油位正常。

(2) 启动#1滤布冲洗水泵，查#1真空皮带各部滤布冲洗水及皮带密封水、润滑油正常，#1真空皮带滤布冲洗水、润滑油、密封水流量低信号消失。

(3) 启动#1真空皮带，观察皮带运行正常。

(4) 启动#1真空泵，真空泵补充水门自动开启正常，水流量符合要求（6~10t/h），真空泵空载电流正常，无异常声音和振动。

(5) 根据吸收塔密度，投入合适数量的旋流子。旋流器至需脱水吸收塔手动门打开，不需脱水吸收塔手动门关闭。

(6) 启动石膏排出泵，检查泵运行正常；开启吸收塔石膏排出泵至#1旋流器供浆门，调整石膏排出泵变频器，#1旋流器运行压力调节至0.12~0.15MPa。

(7) 检查投运的所有旋流子底流、溢流正常，无泄漏。

(8) 观察真空罐负压在正常范围，真空泵负载电流正常，声音及振动正常。

(9) 根据石膏脱水效果及石膏厚度，调节真空皮带至合适的转速。观察滤布自动调偏装置运行正常。

19. 吸收塔排空。（已#1吸收塔为例）

答：操作步骤：

(1) 查#1FGD系统已退出运行，增压风机、吸收塔浆液循环泵、氧化风机已停运。

(2) 查脱硫事故浆液箱已排空。（或液位低能保证吸收塔浆液全部排空）

(3) 开启#1吸收塔石膏排出泵至事故浆液箱手动门，启动一台石膏排出泵向事故浆液箱排浆。

(4) #1吸收塔液位低于3.4m，停止#1吸收塔所有搅拌器运行。

(5) 开启#1吸收塔底部排放门，向吸收塔地坑排放浆液，同时将吸收塔地坑泵切向事故浆液箱，启动吸收塔地坑泵。

(6) 密切关注石膏排出泵振动和流量，发现异常，有可能是泵进口浆液沉淀产生堵塞，停止石膏排出泵运行并冲洗管道。

(7) 密切关注#1吸收塔塔底部排放门排浆情况，调节流量，使地坑不溢出，也不会因液位低使地坑泵跳闸。

(8) 查#1吸收塔底部排放门已无浆液流出，#1吸收塔排空完毕。

20. FGD长期停运后首次启动。(以#1FGD为例)

答：操作步骤：

- (1) 进行启动前的全面检查，相关工作票已注销，措施已恢复，人孔已封闭，无影响启动的因素，相关热工信号及保护均已恢复。
- (2) 接到值长命令，启动#1FGD系统。
- (3) 启动任意一台空压机，储气罐压力升高至正常值，检查空压机运行正常。
- (4) 工业水箱注水，启动一台工业水泵，备用泵投连锁。
- (5) 工艺水箱注水，启动一台工艺水泵。
- (6) 石灰石粉仓上粉。
- (7) 启动#1除雾器冲洗水泵，向#1吸收塔注水，液位超过3.4米后，启动所有吸收塔搅拌器。
- (8) 启动事故浆液泵，向#1吸收塔注浆至11m。
- (9) 石灰石浆液箱注水至2m后，启动石灰石浆液箱搅拌器，启动一台石灰石浆液泵，投入石灰石浆液密度计。开下粉插板，启动石灰石变频给料机制浆。密度达到1223kg/m<sup>3</sup>，液位达到6m后，停止制浆，停运石灰石浆液泵，备用。
- (10) 确认#1FGD进、出口挡板门均在开启位置。
- (11) 启动#1GGH密封风机，启动GGH主或辅电机，连锁试验正常后，投连锁。
- (12) 启动#1低泄漏风机。
- (13) 启动任一台#1吸收塔浆液循环泵，并就地检查运行正常。
- (14) 汇报值长，#1FGD已“备妥”。
- (15) #1FGD入口烟温达60℃后，启动第二台浆液循环泵，并将吸收塔液位补充至规定液位。
- (16) 所有电除尘投运后，启动一台氧化风机。
- (17) 根据脱硫效率，启动一台石灰石浆液泵进行补浆。
- (18) 根据#1吸收塔浆液密度，投入石膏脱水系统。