

中电投河南公司调考试题库

锅炉运行值班员

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，组织编制了卸储煤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。

## 中电投河南公司锅炉运行值班员题库建设工作委员会

主任：董凤林

副主任：韩文旗 张彬 黄国强

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：于斌 杨星涛 王洋 于义冀 鄢志红  
李军

审核：齐广 董建设 武海波 常城 丁远  
蒋秋生 齐昌霄

## 目 录

第一部分 填空题.....	1
第二部分 单选题.....	17
第三部分 判断题.....	44
第四部分 简答题.....	55
第五部分 论述题.....	78
第六部分 操作题.....	122

## 第一部分 填空题

1. 锅炉反平衡法计算热损失有：q2--排烟热损失；q3--气体不完全燃烧热损失；q4--固体不完全燃烧热损失；q5--锅炉散热损失；q6--灰渣物理热损失。
2. 实际供给的空气量与理论空气量之比称为过量空气系数。
3. 锅炉是由锅即汽水系统与炉即燃烧系统组成，它是产生具有一定压力和温度的蒸汽设备。
4. 锅炉的特性参数有：锅炉容量、锅炉蒸汽参数、锅炉效率。
5. 锅炉的主要承压部件有：省煤器、过热器、再热器、水冷壁，下降管，联箱等。
6. 锅炉三大安全附件是安全阀、水位计和压力表。
7. 水在汽化过程中，温度既不升高也不下降，吸收的热量用来增加分子的动能。
8. 火力发电厂生产过程的三大主要设备有：锅炉、汽轮机、发电机。
9. 火力发电厂主要采用自然循环锅炉、强迫循环锅炉、直流锅炉、复合循环锅炉。
10. 火力发电厂排出的烟气会造成大气的污染，其主要污染物是二氧化硫。
11. 直吹式制粉系统中，磨煤机的制粉量随锅炉负荷变化而变化，这是与中间储仓式制粉系统的最大区别。
12. 锅炉各项热损失中，损失最大的是排烟热损失。
13. 所谓热炉是锅炉停炉后，蒸汽压力未降到 0.2MPa，汽包及过热器空气门未开时。
14. 火力发电厂的汽水系统主要由锅炉、汽轮机、凝汽器和给水泵组成。
15. 电接点水位计是利用锅水与蒸汽电导率的差别而设计的，它克服了汽包压力变化对水位的影响，可在锅炉启停及变参数运行时使用。
16. 在外界负荷不变时，如强化燃烧，汽包水位将会先上升后下降。
17. 煤粉品质主要指标是指煤粉细度、均匀性和水分。
18. 随着锅炉额定蒸发量的增大，排污率与蒸发量无关。
19. 如发生烟道再燃烧事故，当采取措施而无效时应立即停炉。
20. 锅炉吹灰前，应适当提高燃烧室负压并保持燃烧稳定。
21. 当机组突然甩负荷时，汽包水位变化趋势是先下降后上升。

22. 自然循环锅炉水冷壁引出管进入汽包的工质是汽水混合物。
23. 当锅水含盐量达到临界含盐量时，蒸汽的湿度将急骤增大。
24. 在表面式换热器中，冷流体和热流体按相反方向平行流动称为逆流。
25. 锅炉水冷壁管管内结垢后可造成传热减弱、管壁温度升高。
26. 停炉时间在3天以内，将煤粉仓内的粉位尽量降低，以防煤粉自燃引起爆炸。
27. 给水流量不正常地大于蒸汽流量，蒸汽导电度增大，过热蒸汽温度下降，此种现象是汽包满水。
28. 蒸汽流量不正常地小于给水流量，炉膛负压变正，过热蒸汽压力降低，此种现象是过热器泄露。
29. 锅炉烟道有泄漏响声，省煤器后排烟温度降低，两侧烟温、风温偏差大，给水流量不正常地大于蒸汽流量，炉膛负压减少，此故障是省煤器泄露。
30. 锅炉给水、锅水或蒸汽品质超出标准，经多方调整无法恢复正常时，应申请停炉。
31. 锅炉大小修后的转动机械须进行不少于30 min试运行，以验证可靠性。
32. 再热器和启动分离器安全阀整定值是1.10倍工作压力。
33. 锅炉运行中，汽包的虚假水位是由变工况下锅内汽水因汽包压力瞬时突升或突降而引起膨胀和收缩引起的。
34. 直流锅炉的中间点温度一般不是定值，而随给水流量的变化而改变。
35. 随着锅炉参数的提高，过热部分的吸热量比例增加。
36. 炉管爆破，经加强给水仍不能维持汽包水位时，此时应紧急停炉。
37. 泵在运行中，如发现供水压力低、流量下降、管道振动、泵窜动，此种现象可判定为水泵入口汽化。
38. 汽包锅炉水位计的配置应至少采用2种以上工作原理共存的配置方式，以保证在任何运行工况下锅炉汽包水位的正确监视。
39. 过热器出口压力不小于 13.5 Mpa 的锅炉，汽包水位以差压式水位计为准。
40. 水冷壁受热面无论是积灰、结渣或积垢，都会使炉膛出口烟温升高、汽温升高、传热减弱。
41. 当火焰中心位置降低时，炉内辐射吸热增加、过热汽温降低。
42. 当锅炉蒸发量低于10%额定值时，必须通过燃烧控制过热器入口烟气温度不

超过管道允许温度，尽量避免用喷水减温，以防止喷水不能全部蒸发而积存在过热器中。

43. 锅炉做工作压力与1.25倍工作压力的超压试验时，汽包水位计不参与超压试验。

44. 停炉时间超过7天，需要将原煤仓中的煤烧空，以防止托煤。

45. 安全阀回座压差一般应为开始启动压力的4%~7%，最大不得超过开始启动压力的10%。

46. 锅炉负荷增加时，辐射式过热器内单位质量蒸汽的吸热量相对减少、而对流式过热器内单位质量蒸汽的吸热量相对增加，主蒸汽温度是升高的。

47. 机组甩负荷或减负荷速度过快时，会造成锅炉汽包水位瞬间急剧下降，即为虚假水位。

48. 在给水平自动三冲量中，汽包水位为主信号，蒸汽流量是前馈信号，前馈信号能有效的防止由于“虚假水位”而引起调节器的误动作，改善蒸汽流量扰动下的调节流量。

49. 过热器的三种布置方式为顺流布置、逆流布置、混流布置，逆流布置方式使过热器平均传热温差最大。

50. 锅炉过热蒸汽调节系统中，被调量是过热器出口汽温、调节量是减温水量。

51. 提高朗肯循环热效率的途径提高蒸汽初压力、提高蒸汽初温度、降低排汽压力。提高蒸汽初压力受到汽轮机低压级叶片湿度的限制。

52. 当过剩空气系数不变时，负荷变化锅炉效率也随之变化，在经济负荷以下时，锅炉负荷增加，效率升高。

53. 当火焰中心位置上移时，炉内辐射传热减弱、过热蒸汽温度升高。

54. 当锅炉负荷增加，屏式过热器出口汽温的变化是降低。

55. 皮托管装置是测量管道中流体的流速。

56. 设备的双重编号是指设备编号、设备名称。

57. 煤粉着火的三个阶段为着火前的准备阶段、燃烧阶段、燃尽阶段。燃尽阶段燃烧时间最长。

58. 影响汽包水位变化的主要因素是锅炉负荷、燃烧工况、给水压力。

59. 就地水位计指示的水位高度，比汽包的实际水位高度要低。

60. 空气预热器低温腐蚀是酸性腐蚀、防止空气预热器腐蚀的根本办法炉前除硫。
61. 受热面定期吹灰的目的是减少热阻，传热系数增大，蒸汽温度降低。
62. 滑参数停机的主要目的是降低汽轮机缸体温度，利于提前检修。
63. 锅炉运行期间，结焦严重或有大块焦渣掉落可能时，应停炉除焦。
64. 煤粉炉停炉后应保持大于30%额定风量，通风5分钟进行炉膛吹扫，清除炉膛内沉积的可燃物。
65. 汽包是加热、蒸发、过热三个过程的连接枢纽。
66. 煤工业分析的内容是水分、灰分、挥发分、固定碳四项内容，四项内容之和等于100%。
67. 锅炉防止超压的设备：对空排汽和安全阀。
68. 三种传热方式是传导、辐射、对流。炉内烟气对水冷壁的主要换热方式是辐射。
69. 水冷壁是锅炉的蒸发设备。
70. 电机检修后，试正反转时应电机与机械设备脱开。
71. 在正常运行中，若发现电动机冒烟，应紧急停机。
72. 发电厂排灰水PH值最高允许排放浓度为6—9。
73. 灰渣泵是一种离心式泵。
74. 备用泵与运行泵之间的连接为并联。
75. 两台泵串联运行时，总扬程等于两台泵扬程之和。
76. 过热器和再热器管子的损伤主要是由于高温蠕变造成的。
77. 水泵并联运行的特点是：每台水泵的扬程相同。
78. 叶片式泵与风机都具有叶轮，叶轮中的叶片对流体做功，使流体获得能量，但因获得能量的方式可分为离心式、轴流式、斜流式。
79. 离心泵的主要部件有叶轮、吸入室、压出室、密封装置等。
80. 离心式风机叶片有前弯式、径弯式、后弯式三种形式。
81. 轴流式风机与离心式风机相比，它的特点流量大、压力小。
82. 离心式风机叶片为后弯式的特点效率高、前弯式的特点压力高。
83. 泵与风机运行过程中，存在多种能量损失，按其性质可分为机械损失、容积

损失、流动损失。

84. 泵与风机的性能参数主要有流量、功率、效率、扬程H（全压P）、汽蚀余量 $\Delta H$ 。

85. 为避免启动过载,离心式泵与风机关门启动,轴流式风机与泵是全开门启动。

86. 泵与风机中相似理论三个相似几何相似、运动相似、动力相似。

87. 泵汽蚀的危害是材料破坏、噪音和振动、性能下降。

88. 泵不发生汽蚀的必须条件为有效汽蚀余量 $\Delta h_a$ 大于必须汽蚀余量 $\Delta h_r$ 。

89. 提高泵抗汽蚀的措施有减少吸入管的流动损失、合理确定两个高度即安装高度和倒灌高度、采用双翼叶轮、采用超汽蚀泵还有设置前置泵、采用诱导轮。

90. 泵与风机并联运行的特点总扬程不变（彼此相同）、总流量为每台泵流量之和。

91. 改变泵与风机性能曲线的方法变速调节、动叶调节、汽蚀调节等。

92. 液态排渣炉适合燃烧挥发分低、熔点低的燃料。

93. 理论上双吸式叶轮的轴向推力等于零。

94. 轴流泵是按升力原理工作的,离心泵是按离心力原理工作的。

95. 单位时间内通过泵或风机的液体实际所得到的功率是有效功率,它小于轴功率。

96. 离心泵中将原动机输入的机械能传给液体的部件是叶轮。

97. 为提高钢的耐磨性和抗磁性需加入的合金元素是锰。

98. 三相异步电动机的额定电压是指线电压,改变三相异步电动机的转子转向需改变相序即旋转磁场的旋转方向,同时也就改变了电动机的旋转方向。

99. 厂用电率和供电标准煤耗率两大技术经济指标是评定发电厂运行经济性和技术水平的依据。

100. 《电力技术管理法规》规定:停炉后一般 18 小时后启动吸风机通风冷却。

101. 一般情况下,裂纹处理消除后应进行无损探伤检查。

102. 水锤有正水锤和负水锤,当压力管路上的阀门迅速关闭或水泵突然启动运行时,使管路压力显著升高,可发生正水锤现象。

103. 造成锅炉部件寿命老化损伤的因素,主要是疲劳、蠕变、腐蚀和磨损。

104. 对管道的膨胀进行补偿是为了减少管道热应力。

105. 燃烧室及烟道内的温度在 60℃ 以上时，不准入内进行检修及清扫工作。
106. 阀门按用途可分为三类关断阀、调节阀、保护阀。
107. 工作介质温度在 540~600℃ 的阀门属于高温阀门。
108. 机组旁路根据新蒸汽流程不同可分为大旁路（III级旁路）、高压旁路（I级旁路）、低压旁路（II级旁路）。
109. 旁路系统的作用有缩短启动时间，延长汽轮机寿命、防止锅炉超压，兼有安全阀的作用，电网故障或机组甩负荷时，锅炉能维持热备用或带厂用电运行，还有保护再热器及降低噪音。
110. 蒸汽携带盐的方式水滴携带、溶解携带，（机械携带、选择携带）两种。
111. 除氧器正常运行的方式有定压运行、滑压运行两种，滑压运行时，当发电机负荷骤降时，除氧器压力骤降、除氧器内箱水闪蒸，可改善除氧效果，但给水泵容易汽蚀。
112. 滑压除氧器防止给水泵汽蚀的措施有提高静压头Hd、改善泵的结构、采用低转速前置泵、缩短滞后时间T、降低下降管的压降 $\Delta p$ 、减缓暂态过程滑压除氧器压力 $\Delta p$ 降等措施。
113. 发电厂的汽水损失有内部损失、外部损失。
114. 现在大型汽轮机采用中间再热不但可以提高循环热效率，还可以降低排气湿度，防止了汽轮机低压末级叶片的水滴冲蚀，危及其安全。
115. 用变形温度DT、软化温度ST、融化温度FT来表示灰的熔融性质指标。
116. 热力学第一定律是表征能量转换和守恒的定律，而热力学第二定律是表征能量传递方向与条件性的定律，即不可能把热量从低温物体传向高温物体而不引起其它变化。
117. 发电机组的联合控制方式的机跟炉运行方式、炉跟机运行方式、其调节方式的选择由运行人员依据机炉设备故障情况来。
118. 机组运行的控制的方式有基础控制方式、锅炉跟随方式、汽机跟随方式、机炉协调控制方式四种。
119. 机组运行控制方式中，锅炉跟随方式运行时，汽轮机调节负荷，锅炉调节主汽压力，负荷响应速度快，但是主汽压力波动大。
120. 机组运行控制方式中，由于锅炉设备故障采用汽机跟随方式，锅炉调节负荷，

汽机调节主汽压力，由于锅炉的惯性大，负荷响应速度慢，但主汽压力波动幅度小。

121. 凝汽式火力发电厂将燃料中的化学能在锅炉中释放出来并转换为蒸汽热能，蒸汽在汽轮机中膨胀做功将热能转换为机械能，用以拖动汽轮发电机，将机械能转换为电能。

122. 在工程热力学中，基本状态参数为压力、温度、比容。

123. 浓酸一旦溅入眼睛或皮肤上，首先应采用清水冲洗方法进行清洗。

124. 所有高温管道、容器等设备上都应有保温层，当室内温度在25℃时，保温层表面的温度一般不超过50℃。

125. 在锅炉正常运行中，不准带压对承压部件进行焊接、检修、紧螺丝等工作。

126. 在做锅炉水压试验过程中，停止（禁止）锅炉本体内外的一切检查。

127. 在锅炉水压试验中，如发生超压，应立即停止上水，并开启事故放水门或对空排汽门进行泄压。

128. 锅炉水压试验后，泄压的速度应 $\leq 0.3\text{Mpa}$ ，否则应采取措施控制泄压速度。

129. 水压试验合格的标准是关闭上水门后，5分钟内汽包的压力下降值 $\leq 0.5\text{Mpa}$ ，再热器压力下降值 $\leq 0.25\text{Mpa}$ 。

130. 机组启动的三个重要阶段是锅炉点火、汽机冲转、带负荷。

131. 当锅炉点火启动升温，升压过程中，压力  $0.49\text{ Mpa}$  时停止升压，通知检修人员热紧螺丝。

132. 锅炉汽包水位正常应维持在“0”水位，其变化范围为 $\pm 50\text{ mm}$ 。运行中各水位计偏差不能大于  $30\text{ mm}$ ，一套水位计故障退出运行时，应立即汇报，并在  $8$  小时内恢复，否则制定措施。最多不能超过  $24$  小时。

133. 汽包就地水位计是很重要的水位计，长时间运行会出现水位呆滞不动或模糊不清，因此应对汽包水位计定期冲洗。

134. 锅炉长时间运行中，金属受热面内外将会结垢和积灰、结焦，为了防止金属受热过热损坏，减少热阻，应定期排污和定期吹灰。

135. 在吹灰过程中，如锅炉发生事故或吹灰装置损坏时，应立即停止吹灰。

136. 发电厂通常的停机方式滑参数停机、额定参数停机、紧急停机。

137. 机组滑参数停机参数控制指标要求主、再热温度下降 $\leq 1.5^{\circ}\text{C} / \text{min}$ ，主、再热蒸汽压力下降 $\leq 0.05 \text{ Mpa} / \text{min}$ 。
138. 锅炉停炉 6 小时以内，应严密关闭引、送风机入口挡板、静叶及各人孔门、检查门，防止锅炉急剧冷却。
139. 锅炉熄火停炉后，应维持允许的最高汽包水位，以减小上、下壁温差，防止出现热应力。
140. 锅炉熄火停炉后，仍要严密监视排烟温度变化情况，以防发生尾部烟道二次燃烧。
141. 锅炉停炉后，待汽包压力降至 0.5—0.8Mpa，汽包壁温差 $< 35^{\circ}\text{C}$ 的情况下，可进行带压放水，以便烘干保养。
142. 锅炉停炉后的常用保养和防腐方式有蒸汽压力法、余热烘干法、充氮保养法、联氨—氨液保养法。
143. 因尾部烟道二次燃烧停炉时，所有风机全停，关闭风烟系统各挡板，密封炉膛，视具体情况对尾部烟道及空预器进行吹灰。
144. 若因炉管爆破停炉时，则应保留一台引风机运行，维持炉膛压力，待炉内蒸汽消失时停止运行。
145. 若因空预器故障停炉时，应手动盘动空预器运行，并做好安全措施，防止永久变形。
146. 锅炉严重缺水时，应严禁（禁止）向炉内上水，经有关人员及设备详细检查后，经总工程师根据检查情况批准是否上水。
147. 停止上水后，应打开省煤器再循环门，保护省煤器，除非省煤器或水冷壁泄漏停炉时，严禁开启省煤器再循环。
148. 遇电气设备着火时，应首先断开电源，禁止带电灭火，不得已时对带电设备灭火时，应用于式灭火器、二氧化碳灭火器进行灭火，不得使用泡沫灭火器灭火。对注油设备应用泡沫灭火器、干砂灭火器灭火。
149. 辅机试运行时间，新安装的转机 $\geq 8$ 小时，大修 $\geq 120\text{min}$ 、小修 $\geq 30 \text{ min}$ 。
150. 辅机的空载电流一般不超过额定电流的 30~40%。
151. 辅机启动时，启动电流值是 6—8 倍空载电流，且电流 25S内不返回，若超过规定值应立即停运。

152. 电机在正常情况下启动，允许冷态下启动 2 次，每次间隔  $\geq 5\text{min}$ ，热态下只能启动 1 次。
153. 辅机运行时，转速 1000rpm 时，其轴承振动  $\leq 0.10\text{ mm}$ ，1500rpm 时，其振动  $\leq 0.085\text{ mm}$ 。
154. 辅机运行时，轴承温度升高，超过规定值时或到达保护值拒动时应紧急停运。
155. 辅机运行时，电动机或辅机发生剧烈振动或内部有撞击声威胁设备安全时，应紧急停运。
156. 绝对压力压力是真实压力，它是表压力与大气压力之和。
157. 过热蒸汽的温度超过其压力下的饱和温度的数值是该压力的过热度。
158. 朗肯循环有四个过程分别是等压加热、绝热膨胀、等压放热、绝热压缩。
159. 传热过程中，传热量的多少由冷热流体的传热平均温差、传热面积、传热系数三方面因素决定的。
160. 提高蒸汽品质的措施有减少给水中的杂质、定期排污、汽包中加装蒸汽净化设备、严格监督汽水品质。
161. 最佳煤粉细度是锅炉净效率最高时的煤粉细度，也即机械不完全燃烧损失与磨煤电耗及金属损失总和最小时的煤粉细度。
162. 调整煤粉细度的方法改变通风量、改变粗粉分离器的折向挡板、改变内锥体的高度。
163. 磨煤机按转速分为低速磨煤机、中速磨煤机、高速磨煤机。
164. 锅炉安全性指标中，在统计时间内，锅炉总运行小时数及总备用小时数之和，与该统计期间总小时数的百分比是锅炉的可用率。
165. 锅炉按排渣的相态分为固态排渣炉、液态排渣炉。
166. 空气预热器有两种：管式空气预热器、回转式空气预热器。
167. 回转式空气预热器的密封装置有：径向、轴向、周向（环向）。
168. 最佳过剩空气系数是排烟热损失  $q_2$ +气体不完全燃烧热损失  $q_3$ +固体不完全燃烧热损失  $q_4$ 之和最小的过剩空气系数。
169. 氢是煤中发热量最高的物质。
170. 煤的成分分析四个基准收到基、空气干燥基、干燥基、干燥无灰基。
171. 发电厂的煤种按照可燃基挥发份可分为：褐煤、烟煤、贫煤、无烟煤。

172. 烟气分析的方法有：化学吸收法、电气测量法、红外线吸收法、色谱分析法。
173. 烟气分析化学吸收法中，常用的仪器是奥式烟气分析仪。
174. 计算锅炉效率的方法有正平衡法、反平衡法。
175. 被常用作计算锅炉效率的方法反平衡法，它不但可以确定锅炉的效率，还能确定各项热损失。
176. 省煤器的作用是利用锅炉尾部低温烟气的热量来加热给水，以降低排烟温度，提高锅炉效率，节省燃料消耗量并减少给水与汽包的温度差。
177. 煤粉的主要物理特性是煤粉的流动性、煤粉的密度、颗粒性。
178. 锅炉漏风试验的目的是检查锅炉本体、制粉系统的严密性。
179. 电动机过负荷的原因有负载过大、电压过低、机械卡住，严重过负荷时会使绕组发热，甚至烧毁电动机和引起附近可燃物质燃烧。
180. 额定蒸发量为 670t / h 及以上锅炉应配有锅炉安全监控系统 (FSSS)。
181. 安全门的总排汽量应大于锅炉的额定蒸发量。
182. 直流锅炉在省煤器水温降至 180℃ 时，应迅速放尽锅内存水。
183. 表征煤被磨成一定细度的难易程度称为可磨性系数。
184. 保证离心式水膜除尘器正常工作的关键是稳定流动和有一定厚度的水膜。
185. 湿式除尘器管理不善引起烟气带水的后果是后部烟道腐蚀、吹风机或引风机振动。
186. 串联排污门打开的操作方法是先开启一次门，后开二次门。
187. 煤粉爆炸具备的条件煤粉与助燃空气积存、积存的可燃物与空气混合物符合爆炸范围极限、具有足够的点火能源或温度。
188. 再热汽温的调节方法有烟气挡板调节、烟气再循环、改变燃烧器倾角、喷水减温。
189. 影响排烟损失的主要因素是排烟温度、排烟量。
190. 锅炉对流过热器的汽温特性是负荷增加时，蒸汽温度升高。
191. 降低锅炉含盐量的方法提高给水品质、增加排污量、分段蒸发。
192. 管子外壁加装肋片，将使热阻减少，传热量增加。

193. 尾部受热面的低温腐蚀是由于  $\text{SO}_2$  氧化成  $\text{SO}_3$  并与烟气中水蒸气结合，形成硫酸蒸汽，当受热面的温度低于硫酸蒸汽的露点温度时，硫酸蒸汽就会凝结在受热面上而腐蚀。
194. 影响蒸气压力变化速度的主要因素有负荷变化的速度、燃烧设备的惯性、锅炉的储热能力、锅炉的容量。
195. 锅炉给水，锅炉水以及蒸气品质超标，经多方努力调整，仍不无法恢复正常时，应申请停炉。
196. 影响过热气温的变化因素有：负荷燃烧工况、压力变化、减温水量的变化、风量的变化、减温水温度。
197. 煤粉着火前的准备阶段包括：水分蒸发、挥发份的析出、焦炭的形成。
198. 自动调节系统的品质有：稳定性、准确性、快速性。
199. 灭火的基本方法：隔离法、窒息法、冷却法、抑制法。
200. 粗粉分离器堵塞的现象是磨煤机出口负压减小，排粉机电流减小，粗粉分离器出口负压增大。
201. 给煤机的类型主要有：圆盘式、皮带式、刮板式、电磁振动式、带电子称重装置和微处理控制器的测重给煤机。
202. 制粉系统干燥出力的大小决定于干燥通风量和干燥温度。
203. 钢球磨煤机中煤量少时，钢球磨煤机和排粉风机的电流减少，系统负压增大。
204. 锅炉检修后的总验收分为冷态验收，热态验收。热态验收时，应带负荷试运行 24h 进行验收。
205. 制粉系统给煤机断煤时，瞬间容易造成汽压，汽温升高。
206. 影响蒸气压力变化的基本原因有内扰、外扰，当蒸气压力与蒸气流量变化方向一致时，属于内扰。
207. 锅炉点火升压阶段或带负荷初期，不宜投用减温水，主要是因为流量小、流速低，减温水喷入后，会使蒸气流量和减水量分配不均，造成热偏差，损坏设备。
208. 锅炉结焦的危害有：汽温升高、排烟损失增大、破坏水循环、出力下降。
209. 轴承润滑油脂的作用：润滑、冷却、清洗。

210. 并列管子蒸汽焓增量（吸热）不同的现象为热偏差。产生热偏差的两个主要原因吸热不均、流量不均。
211. 影响受热面积灰的因素：烟气流速、飞灰颗粒度、管束结构特性。
212. 电除尘器的作用有：减少烟气中的含尘量和环境污染、减少引风机的叶轮的磨损。
213. 影响低温受热面磨损的因素有：飞灰的速度、飞灰的浓度、灰粒特性。
214. 所谓的“四管”泄漏包括：水冷壁、省煤器、过热器、再热器。
215. 消除八漏，通常指的是汽、水、粉、油、煤、灰、风、氢等泄漏。
216. 影响钢球筒式磨煤机工作出力的因素有：磨煤机的转速、护甲、钢球充满系数、通风量。
217. 通常用的中速磨煤机有：MPS 型中速磨煤机、MBF 型磨煤机、HP 碗型磨煤机。
218. 制粉系统可以分为直吹式制粉系统、中间储仓式制粉系统两种。
219. 影响低温腐蚀的主要因素：S03 形成、烟气露点、硫酸浓度和凝结量。
220. 减轻和防止低温腐蚀的措施有低氧燃烧、采用耐腐材料、抑制腐蚀的添加剂、提高空预器金属面温度、燃料脱硫等。
221. 自然循环锅炉的水循环的主要故障有：循环停滞、循环倒流、膜态沸腾。
222. 直流锅炉按水冷壁布置，可分为水平围绕管圈式和垂直管屏式两大类。
223. 旋流燃烧器的布置方法一般有前墙布置、两侧墙布置、顶棚布置和炉底布置四种。
224. 锅炉冷态上水时间夏季 $\geq 2$ 小时，冬季为 $\geq 4$ 小时，且上水过程中严密监视汽包上、下壁温差。
225. 锅炉点火初期，加强水冷壁的下联箱放水，其目的时促进水循环，使受热面受热均匀，以减少汽包壁温差。
226. NO<sub>x</sub> 排放控制技术总体可分为三类：低氮燃料、烟气净化技术、低 NO<sub>x</sub> 燃烧技术。
227. 冷态上水时，一般水温高于汽包壁温，因而汽包下半部壁温高于上半部壁温，当点火初期燃烧很弱时，汽包下半部壁温很快低于上半部壁温。
228. 锅炉的水位事故有：缺水、满水、汽水共腾、泡沫共腾。

229. 直流锅炉，低循环倍率锅炉和复合循环锅炉启动时，为保证蒸发受热面良好的冷却所必须建立的给水流量称为启动流量。
230. 防止风机发生喘振的方法是选择 Q—p 特性曲线没有峰值的风机和避免风机工作点落入喘振区。
231. 根据调节原理调节离心式风机的方法有：改变管道的阻力特性曲线和改变风机的特性曲线来改变风机的工作点。
232. 锅炉的化学清洗一般可分为酸洗和碱洗。
233. 锅炉检修后的验收工作分为分段验收、分部试运行、整体试运行和总体验收。
234. 减温器一般分为：表面式、喷水式。
235. 饱和水压力愈低，升高单位压力时相应的饱和温度上升幅度愈大。
236. 制粉系统出力包括：磨煤出力、干燥出力、通风出力。
237. 发电机保护装置主要有相间保护、单相接地过负荷保护、低电压保护。
238. 单独使用微分作用的调节器能有效的减少动态偏差。
239. 燃烧器按射流流动方式可分旋流和直流两种方式。
240. 在管道内流动的液体有两种流动状态，即层流和紊流，用雷诺数 Re 区分流动状态的，当  $Re \geq 2300$  时，为紊流。
241. 锅炉单冲量给水自动调节系统式根据汽包水位信号来调节给水量的。
242. 锅炉三冲量给水自动调节系统的三个信号是汽包水位、给水流量、蒸汽流量。
243. 电厂常用的温度测量仪表有：膨胀式、热电偶式或热电阻式温度计三种。
244. 每秒钟通过过热器每平方米截面积的蒸汽流量称为过热器的流速。
245. 观察流体运动的两种重要参数是压力和流速。
246. 常用的安全阀分为：重锤式、弹簧式、脉冲式。
247. 安全阀的作用是当蒸汽压力超过规定值时，能自动开启，将蒸汽排出。
248. 在锅炉额定工况下，省煤器中产生的蒸汽量占额定蒸发量的百分数称为省煤器的沸腾率。
249. 当上升管循环流速趋近零时，称为循环停滞。
250. 水蒸汽凝结放热时，其温度保持不变，主要是通过汽化潜热蒸汽凝结放出而传递热量。

251. 根据外力作用的性质不同，金属强度可分为抗拉强度、抗压强度、抗弯强度和抗扭强度。
252. 当高压加热器发生故障，使给水温度降低，蒸汽温度升高。
253. 1 卡约等于 4.2 焦耳。
254. 按照物理条件和化学条件对燃烧速度影响的不同，可将燃烧分为动力燃烧、扩散燃烧、过渡燃烧三类。
255. 蒸汽压力越高，对蒸汽的品质要求越高。
256. 燃料按其物态可分为固体燃料、液体燃料、气体燃料。
257. 煤的可燃成分是指碳、氢、硫。
258. 炉前燃油系统检修需要动火时，应办理动火作票，运行人员应做好安全措施。
259. 防火重点部位的动火作业分为两种：一级动火、二级动火。
260. 电力生产的安全方针是“安全第一、预防为主”。
261. 消防工作的方针是“预防为主、防消结合”。
262. 在锅炉蒸发量不变的情况下，给水温度降低时，过热蒸汽温度升高，主要原因因为燃料量的增加。
263. 锅炉漏风试验一般分正压法和负压法。
264. 对于直流燃烧器，夹心风不仅能增强一次风的刚性，并能及时补给燃烧所需要的氧。
265. 锅炉单独使用积分调节器时，能使被调量无静态偏差。
266. 降低压缩空气湿度的措施有：保证空气干燥装置的正常投入外，并应对系统定期疏放水。
267. 燃油的粘度通常使用动力粘度、运动粘度、恩氏粘度三种方法表示。
268. 锅炉在升温时通常以控制升压速度来控制升温速度。
269. 过热汽温调节一般以烟气侧调节作为粗调，蒸汽侧以喷水减温作为细调。
270. 电除尘器在锅炉排烟温度低于烟气露点情况下不应投入。
271. 风机 8h 分部试运及热态运行时，滑动/滚动轴承温度分别不高于 70℃/80℃。
272. 风机启动前检查风机、电机轴承油位计指示在 1/2 处。
273. 锅炉运行时，定期校对汽包水位指示，以确保水位显示准确。三只水位变送器指示偏差要小于 30mm。

274. 中间储仓式制粉系统, 为保持给粉机均匀给粉, 粉仓的粉位不低于 3m。
275. 汽包水位计常用的有电接点水位计、差压水位计、磁翻板式水位计等。
276. 在炉膛除焦时, 工作人员必须穿着防烫伤的工作服, 工作鞋, 戴防烫伤的手套和必要的安全用具, 并在运行值班员操作处放置“正在除焦”清醒标志。
277. 工作票延期手续, 只能办理一次, 如需再延期, 应重新签发工作票, 并注明原因。
278. 工作票签发人不得兼任工作负责人。
279. 电力生产事故“四不放过”原则包括: 事故原因不清不放过、事故责任者和应受教育者没有受到教育不放过、没有采取防范措施不放过、事故责任者没有受到处罚不放过。
280. 必须改变检修与运行设备的隔断方式或改变工作条件时应重新签发工作票并重新履行许可工作的审查程序。
281. 触电伤员呼吸和心跳均停止时, 应立即用心肺复苏法进行就地抢救。
282. 燃烧室及烟道内的温度在 60℃ 以上时, 不准入内进行检修及清扫工作。
283. 工作票签发人、工作负责人、工作许可人应负工作的安全责任。
284. 在梯子上工作室, 梯子与地面的倾斜度为 60° 左右。
285. 煤粉仓内, 必须使用 12V 电压的行灯, 橡皮线或灯头绝缘良好, 行灯不准埋入残留在煤粉仓内死角处的积粉内。
286. 在特别潮湿或周围均属金属导体的地方工作时, 如汽包、抽气器、加热器、蒸发器、除氧器以及其他容积或水箱等内部, 行灯电压不准超 24V。
287. 如工作中需要变更工作负责人, 应经工作票签发人同意并通知工作许可人, 在工作票上办理工作负责人变更手续。
288. 在主、辅设备等发生故障被迫紧急停止运行时, 需要立即恢复和排除工作, 可不填热力检修工作票, 但必须经值长同意, 这类检修叫抢修。
289. 值班人员如发现检修人员严重违反《电业安全作业规程》或工作票内所填写的安全措施, 应制止工作并收回工作票。
290. 由于运行方式变动, 部分检修的设备将加入运行时, 应重新签发工作票, 并重新履行许可工作的审查程序。

291. 工作任务不能按批准完工期限完成时，工作负责人一般在批准完工期限前 2h 向工作许可人申明理由，办理延期手续。
292. 工作人员接到违反《电业安全工作规程》规定的上级命令，应拒绝执行。
293. 行灯电压不得超过 36V。
294. 升降口、大小孔洞、楼梯和平台，应装设不低于 1.05 米的栏杆和不低于 100mm 高的护板。
295. 生产厂房内外工作场所的井、坑、孔洞或沟道必须覆以与地面齐平的坚固的盖板。检修工作中如需将盖板取下，须设临时围栏。
296. 对隐瞒人身重伤事故、一般电网和设备事故的处分、隐瞒事故的主要策划者和决策者给予开除厂籍处分。
297. 一级动火工作票的有效时间为 48 小时。
298. 电缆进入控制室、夹层、控制柜处的电缆孔洞都应用堵塞防火材料。
299. “三制”是指交接班制、巡回检查制、设备定期轮换与试验制。
300. 《防止电力生产重大事故的二十五项重点要求》规定，当全部操作员站出现故障时（所有上位机“黑屏”或“死机”），应立即停机、停炉。

## 第二部分 单选题

- 20g钢的导汽管允许温度为（ A ）℃。  
A、<450； B、=500； C、>450； D、<540。
- 在一般负荷范围内，当炉膛出口过量空气系数过大时，会造成（ C ）。  
A、 $q_3$ 损失降低， $q_4$ 损失增大； B、 $q_3$ 、 $q_4$ 损失降低； C、 $q_3$ 损失降低， $q_2$ 损失增大； D、 $q_4$ 损失可能增大。
3. 影响汽包水位变化的主要因素是（ B ）。  
A、锅炉负荷； B、锅炉负荷、燃烧工况、给水压力； C、锅炉负荷、汽包压力； D、汽包水容积。
- 在任何情况下，锅炉受压元件的计算壁温不应低于（ D ）℃。  
A、100； B、150； C、200； D、250。
- （ D ）不是热能工程上常见的的基本状态参数。  
A、 $p$ ； B、 $v$ ； C、 $t$ ； D、 $W$ 。
- 工作如不能按计划期限完成，必须由（ B ）办理延期手续。  
A、车间主任； B、工作负责人； C、工作许可人； D、工作票签发人。
- 在中间储仓式（负压）制粉系统中，制粉系统的漏风（ C ）。  
A、影响磨煤机的干燥出力； B、对锅炉效率无影响； C、影响锅炉排烟温度； D、对锅炉燃烧无影响。
- 锅炉间负荷经济分配除了考虑（ B ）外，还必须注意到锅炉运行的最低负荷值。  
A、机组容量大小； B、煤耗微增率相等的原则； C、机组运行小时数； D、机组参数的高低。
- 值班人员如发现检修人员严重违反《电业安全工作规程》或工作票内所填写的安全措施，应（ A ）。  
A、制止检修人员工作，并将工作票收回； B、批评教育； C、汇报厂长； D、汇报安全监察部门。
- 动火工作票级别一般分为（ B ）级。  
A、一； B、二； C、三； D、四。

11. 当合金钢过热器管和碳钢过热器管外径分别涨粗（ A ），表面有纵向氧化微裂纹，管壁明显减薄或严重石墨化时，应及时更换。

A、 $\geq 2.5\%$ ， $\geq 3.5\%$ ； B、 $\geq 2.5\%$ ， $\geq 2.5\%$ ； C、 $\geq 3.5\%$ ， $\geq 3.5\%$ ； D、 $\geq 3.5\%$ ， $\geq 2.5\%$ 。

12. 对于整个锅炉机组而言，最佳煤粉细度是指（ C ）。

A、磨煤机电耗最小时的细度； B、制粉系统出力最大时的细度； C、锅炉净效率最高时的煤粉细度； D、总制粉单耗最小时的煤粉细度。

13. 在锅炉蒸发量不变的情况下，给水温度降低时，过热蒸汽温度升高，其原因是（ B ）。

A、过热热增加； B、燃料量增加； C、加热热增加； D、加热热减少。

14. 锅炉在升压速度一定时，升压的后阶段与前阶段相比，汽包产生的机械应力是（ B ）。

A、前阶段大； B、后阶段小； C、前后阶段相等； D、后阶段大。

15. 当主汽管道运行至20万h前，实测蠕变相对变形量达到0.75%或蠕变速度大于 $0.75 \times 10^{-7} \text{mm}/(\text{mm} \cdot \text{h})$ 时，应进行（ A ）。

A、试验鉴定； B、更换； C、继续运行至20万h； D、监视运行。

16. 一般燃料油的低位发热量为（ A ）kJ/kg。

A、40000； B、30000； C、55000； D、25000。

17. 汽包内禁止放置电压超过（ B ）V的电动机。

A、12； B、24； C、36； D、110。

18. 电力系统装机容量等于工作容量、事故备用容量、检修容量（ A ）。

A、之和； B、之差； C、之比； D、乘积。

19. 由于运行方式变动，部分检修的设备将加入运行时，应重新签发工作票，（ A ）。

A、并重新进行许可工作的审查程序； B、即可进行工作； C、通知安全监察部门，即可继续工作； D、并经总工程师批准，即可继续工作。

20. 锅炉点火器正常投入后，在油燃烧器投入（ B ）s不能点燃时，应立即切断燃油。

- A、1； B、10； C、5； D、30。
21. 壁温小于等于580℃的过热器管的用钢为（ C ）。
- A、20g钢； B、15CrMo； C、12CrMoV； D、22g钢。
22. 在金属外壳上接入可靠的地线，能使机壳与大地保持（ B ），人体触及后不会发生触电事故，可保证人身安全。
- A、高电位； B、等电位（零电位）； C、低电位； D、安全电压。
23. 电接点水位计是根据锅炉水与蒸汽（ A ）的差别而设计的，它克服了汽包压力变化对水位的影响，可在锅炉启停及变参数运行时使用。
- A、电导率； B、密度； C、热容量； D、电阻。
24. 火力发电厂主要采用自然循环锅炉、强迫循环锅炉、复合循环锅炉和（ A ）四种。
- A、直流锅炉； B、固态排渣锅炉； C、液态排渣锅炉； D、层燃锅炉。
25. 水冷壁受热面无论是积灰、结渣或积垢，都会使炉膛出口烟温（ B ）。
- A、不变； B、增高； C、降低； D、突然降低。
26. 在外界负荷不变的情况下，燃烧减弱时，汽包水位（ C ）。
- A、上升； B、下降； C、先下降后上升； D、先上升后下降。
27. 热态上水时，上水温度与汽包壁的温差不能大于（ C ）。
- A、50℃； B、70℃； C、40℃； D、60℃。
28. （ C ）元素是煤的组成成分中发热量最高的元素。
- A、碳； B、硫； C、氢； D、氧。
29. 在介质温度和压力为（ A ）时，年运行小时在1500h以上的高温承压部件属于高温金属监督范围。
- A、450℃/5.88MPa； B、500℃/6.4MPa； C、535℃/10MPa； D、540℃/17.4MPa。
30. 在管道上不允许有任何位移的地方，应装（ A ）。
- A、固定支架； B、滚动支架； C、导向支架； D、弹簧支架。
31. 根据钢中石墨化的发展程度，通常将石墨化分为（ C ）。
- A、二级； B、三级； C、四级； D、五级。
32. 挥发分含量对燃料燃烧特性影响很大，挥发分含量高，则容易燃烧。（ B ）

的挥发分含量高，故容易着火燃烧。

A、无烟煤； B、烟煤； C、贫煤； D、石子煤。

33. 工作票延期手续，只能办理（ A ），如需再延期，应重新签发工作票，并注明原因。

A、一次； B、二次； C、三次； D、四次。

34. 蒸汽在节流过程前后的焓值（ D ）。

A、增加； B、减少； C、先增加后减少； D、不变化。

35. FT（t3）代表灰的（ A ）。

A、熔化温度； B、变形温度； C、软化温度； D、炉内火焰燃烧温度。

36. 管式空气预热器低温腐蚀和堵管较严重的部位经常发生在（ C ）。

A、整个低温段； B、整个高温段； C、靠送风机出口部分； D、低温段流速低的部位。

37. 工作人员进入汽包前，应检查汽包内温度，一般不超过（ A ）℃，并有良好的通风时方可允许进入。

A、40； B、50； C、60； D、55。

38. 汽包上下壁温差形成的热应力方向主要是（ A ）。

A、轴向的； B、径向的； C、切向的； D、任意方向的。

39. 燃烧室及烟道内的温度在（ D ）℃以上时，不准入内进行检修及清扫工作。

A、30； B、40； C、50； D、60。

40. 热力学第（ D ）定律是能量转换与能量守恒在热力学上的应用。

A、四； B、三； C、二； D、一。

41. 风机在工作过程中，不可避免地会发生流体的（ D ）现象，以及风机本身传动部分产生的摩擦损失。

A、摩擦； B、撞击； C、泄漏； D、摩擦、撞击、泄漏。

42. 表示风机特性的基本参数有（ A ）。

A、流量、压力、功率、效率、转速； B、流量、压力； C、轴功率、电压、功率因数； D、温度、比体积。

43. 值班人员如发现检修人员严重违反《电业安全工作规程》或工作票内所填写的安全措施，应（ A ）。

A、制止检修人员工作，并将工作票收回； B、批评教育； C、汇报厂长；  
D、汇报安全监察部门。

44. 运行班长必须在得到值长许可，并做好安全措施之后，才可允许（ A ）进行工作。

A、检修人员； B、签发人； C、工作许可人； D、技术人员。

45. 吹灰器的最佳投运间隔是在运行了一段时间后，根据灰渣清扫效果、灰渣积聚速度、受热面冲蚀情况、（ A ）情况以及对锅炉烟温、汽温的影响等因素确定的。

A、吹扫压力； B、吹扫温度； C、吹扫时间； D、吹扫顺序。

46. 滑参数停机的主要目的是（ D ）。

A、利用锅炉余热发电； B、均匀降低参数增加机组寿命； C、防止汽轮机超速； D、降低汽轮机缸体温度。

47. 容克式空气预热器漏风量最大的一项是（ D ）。

A、轴向漏风； B、冷端径向漏风； C、周向漏风； D、热端径向漏风。

48. 工作票签发人（ C ）工作负责人。

A、可以兼任； B、经总工批准，可以兼任； C、不得兼任； D、经车间主任批准可以兼任。

49. 煤粉着火准备阶段的主要特征为（ B ）。

A、放出热量； B、析出挥发分； C、燃烧化学反应速度快； D、不受外界条件影响。

50. 低温腐蚀是（ B ）腐蚀。

A、碱性； B、酸性； C、中性； D、氧。

51. 煤粉品质的主要指标是指煤粉细度、均匀性和（ C ）。

A、挥发分； B、发热量； C、水分； D、灰分。

52. 锅炉漏风处离炉膛越近，对排烟温度的影响（ A ）。

A、越大； B、越小； C、不确定； D、没有影响。

53. 汽包锅炉点火初期是一个非常不稳定的运行阶段，为确保安全，应（ A ）。

A、投入锅炉所有保护； B、加强监视调整； C、加强联系制度； D、加强监护制度。

54. 在锅炉热效率试验中，（ A ）项工作都应在试验前的稳定阶段内完成。  
 A、受热面吹灰、锅炉排污； B、试验数据的确定； C、试验用仪器安装； D、试验用仪器校验。
55. 水冷壁受热面无论是积灰、结渣或积垢，都会使炉膛出口烟温（ B ）。  
 A、不变； B、增高； C、降低； D、突然降低。
56. 离心泵基本特性曲线中最主要的是（ A ）曲线。  
 A、 $Q-H$ ，流量—扬程； B、 $Q-P$ ，流量—功率； C、 $Q-\eta$ ，流量—效率； D、 $Q-h$ ，流量—允许汽蚀量。
57. 当汽压降低时，由于饱和温度降低，使部分水蒸发，将引起锅炉水体积（ A ）。  
 A、膨胀； B、收缩； C、不变； D、突变。
58. 在锅炉三冲量给水自动调节系统中，（ A ）是主信号。  
 A、汽包水位； B、给水流量； C、蒸汽流量； D、给水压力。
59. 为改变三相异步电动机的转子转向，可以通过调换电源任意两相的接线，即改变三相的（ B ）。  
 A、相位； B、相序； C、相位角； D、相量。
60. 正常启动过程中，最先启动的设备是（ C ）。  
 A、吸风机； B、送风机； C、空气预热器； D、一次风机。
61. 内外壁温差产生的热应力的最大值发生在管筒的（ C ）。  
 A、高温表面； B、低温表面； C、高低温表面； D、任何表面。
62. 在工程热力学中，基本状态参数为压力、温度、（ D ）。  
 A、内能； B、焓； C、熵； D、比容。
63. 物质的温度升高或降低（ A ）所吸收或放出的热量称为该物质的热容量。  
 A、 $1^{\circ}\text{C}$ ； B、 $2^{\circ}\text{C}$ ； C、 $5^{\circ}\text{C}$ ； D、 $10^{\circ}\text{C}$ 。
64. 流体在管道内的流动阻力分为（ B ）两种。  
 A、流量孔板阻力、水力阻力； B、沿程阻力、局部阻力；  
 C、摩擦阻力、弯头阻力； D、阀门阻力、三通阻力。
65. 流体运动的两种重要参数是（ B ）。  
 A、压力、温度； B、压力、流速； C、比容、密度； D、比容、速度。
66. 流体流动时引起能量损失的主要原因是（ D ）。

A、流体的压缩性； B、流体膨胀性； C、流体的不可压缩性； D、流体的粘滞性。

67. ( B ) 的分子间隙最大。

A、液体； B、气体； C、固体； D、液固共存。

68. 液体和固体分子间相互吸引的力为 ( C ) 。

A、摩擦力； B、内聚力； C、附着力； D、撞击力。

69. 气体的标准状态是指气体的压力和温度为 ( B ) 时的状态。

A、0.1MPa、0℃； B、一个标准大气压、0℃；

C、0MPa、0℃； D、0.098MPa、25℃。

70. 下列几种物质，以 ( C ) 的导热本领最大。

A、钢； B、铝； C、铜； D、塑料。

71. 材料的导热系数与材料两侧面的温差成 ( A ) 。

A、正比； B、反比； C、不成比例； D、不成反比。

72. 在流速较小，管径较大或流体粘滞性较大的情况下 ( A ) 的流动。

A、才发生层流状态； B、不会发生层流状态；

C、不发生紊流状态； D、才发生紊流状态；

73. 热力学第 ( B ) 定律表述热力过程的方向与条件的定律，即在热力循环中，工质从热源吸收的热量不可能全部转变为功，其中一部分不可避免地要传递冷源而造成的损失。

A、一； B、二； C、三； D、四；

74. 压容 (p—v) 图上某一线段表示 ( B ) 。

A、某一确定的热力状态； B、一特定的热力过程；

C、一个热力循环； D、以上三个答案都不是。

75. 流体的压缩系数越大，表明流体 ( A ) 。

A、越易压缩； B、越难压缩； C、压力高； D、压力低。

76. 10个工程大气压等于 ( B ) MPa。

A、9.8； B、0.98； C、0.098； D、98。

77. 流体的静压力总是与作用面 ( C ) 。

A、平行； B、垂直； C、垂直且指向作用面； D、倾斜。

78. 粘度随温度升高变化的规律是（ C ）。
- A、液体和气体粘度均增大；                      B、液体粘度增大，气体粘度减小；  
C、液体粘度减小，气体粘度增大；              D、液体和气体粘度均减小。
79. 绝对压力就是（ A ）。
- A、容器内工质的真实压力；              B、压力表所指示的压力；  
C、真空表所指示压力；                      D、大气压力；
80. 液体蒸发时只放出汽化潜热，液体的温度（ B ）。
- A、升高；    B、不变化；    C、降低；    D、升高后降低。
81. 水在汽化过程中，温度（ C ），吸收的热量用来增加分子的动能。
- A、升高；    B、下降；    C、既不升高也不下降；    D、先升高后下降。
82. 绝热膨胀过程，使过热蒸汽的过热度降低。一般情况下，绝热膨胀还使湿蒸汽的干度（ A ）。
- A、降低；    B、升高；    C、不变；    D、先高后低。
83. 流体在运行过程中，质点之间互不混杂、互不干扰的流动状态称为（ C ）。
- A、稳定流；    B、均匀流；    C、层流；    D、紊流。
84. 省煤器损坏的主要现象是省煤器烟道内有泄漏声，排烟温度降低，两侧烟温、风温偏差大，给水流量不正常地大于蒸汽流量，炉膛负压（ B ）。
- A、增大；    B、减小；    C、不变    D、不确定
85. （ B ）是由于流体的粘滞力所引起的流动阻力损失。
- A、局部阻力损失；                      B、沿程阻力损失；  
C、局部阻力损失和沿程阻力损失；    D、节流阻力损失。
86. 水的临界状态是指（ C ）。
- A、压力 18.129MPa、温度 174.15℃；              B、压力 20.129MPa、温度 274.15℃；  
C、压力 22.129Mpa、温度 374.15℃；              D、压力 24.1293Mpa、温度 474.15℃。
87. 在液体内部和表面同时进行（ D ）的现象称为沸腾。
- A、缓慢蒸发；    B、快速蒸发；    C、缓慢汽化；    D、强烈汽化。
88. 一定压力下，水加热到一定温度时开始沸腾，虽然对它继续加热，可其（ C ）温度保持不变，此时的温度即为饱和温度。

- A、凝固点； B、熔点； C、沸点； D、过热。
89. 处于动态平衡的汽、液共存的状态叫（ A ）。
- A、饱和状态； B、不饱和状态； C、过热状态； D、再热状态。
90. 已知介质的压力 $p$ 和温度 $t$ ，在该温度下当 $p$ 小于 $P_{sat}$ （饱和）时，介质所处的状态是（ D ）。
- A、未饱和水； B、湿蒸汽； C、干蒸汽； D、过热蒸汽。
91. 就地水位计指示的水位高度，比汽包的实际水位高度（ B ）。
- A、要高； B、要低； C、相等； D、稳定。
92. 朗肯循环中汽轮机排出的乏汽在凝汽器中的放热是（ C ）过程。
- A、定压但温度降低的； B、定温但压力降低的；  
C、既定压又定温的； D、压力、温度都降低的。
93. 火力发电厂生产过程的三大主要设备有锅炉、汽轮机、（ B ）。
- A、主变压器； B、发电机； C、励磁变压器； D、厂用变压器。
94. 锅炉本体由汽锅和（ C ）两部分组成。
- A、省煤器； B、空气预热器； C、炉子； D、过热器。
95. 按锅炉燃用燃料的品种可分为（ A ）、燃油锅炉、燃气锅炉三种。
- A、燃煤锅炉； B、燃无烟煤锅炉； C、燃贫煤锅炉； D、燃烟煤锅炉。
96. 锅炉膨胀指示的检查，应在（ A ）开始进行。
- A、上水时； B、点火时； C、投入煤粉后； D、达到额定负荷时。
97. 火力发电厂主要采用自然循环、强迫循环锅炉、（ D ）、复合循环锅炉。
- A、层燃锅炉； B、固态排渣锅炉； C、液态排渣锅炉； D、直流锅炉。
98. 下列（ D ）地质年代最长，炭化程度最高。
- A、褐煤； B、烟煤； C、贫煤； D、无烟煤。
99. （ C ）是煤的组成成分中发热量最高的元素。
- A、碳； B、硫； C、氢； D、氧。
100. 煤中氢的含量大多在（ A ）的范围内。
- A、3%~6%； B、6%~9%； C、9%~12%； D、12%~15%。
101. 无灰干燥基挥发分 $V_{daf}$  小于10%的煤是（ A ）。
- A、无烟煤； B、烟煤； C、褐煤； D、贫煤。

102. FT代表灰的（ C ）。
- A、软化温度； B、变形温度； C、熔化温度； D、炉内火焰燃烧温度。
103. 低氧燃烧时，产生的（ C ）较少。
- A、一氧化硫； B、二氧化硫； C、三氧化硫； D、二氧化碳。
104. 低温腐蚀是（ B ）腐蚀。
- A、碱性； B、酸性； C、中性； D. 氧。
105. 回转式空气预热器漏风量最大的一项是（ D ）。
- A、轴向漏风； B、冷端径向漏风； C、周向漏风； D、热端径向漏风。
106. 给水泵至锅炉省煤器之间的系统称为（ B ）。
- A、凝结水系统； B、给水系统； C、除盐水系统； D、补水系统。
107. 直吹式制粉系统中，磨煤机的制粉量随（ A ）变化而变化。
- A、锅炉负荷； B、汽轮机负荷； C、压力； D、锅炉流量。
108. 火力发电厂的汽水损失分为（ D ）两部分。
- A、自用蒸汽和热力设备泄漏； B、机组停用放汽和疏放水； C、经常性和暂时性的汽水损失； D、内部损失和外部损失。
109. 克服烟气侧的过热器、再热器、省煤器、空气预热器、除尘器等的流动阻力的锅炉主要辅机是（ A ）。
- A、引风机； B、送风机； C、一次风机； D、磨煤机。
110. 锅炉停炉后，蒸汽压力未降到0.2MPa，汽包及过热器（ C ）未开者称热炉。
- A、安全门； B、疏水门； C、空气门； D、检查门。
111. 燃煤中灰分熔点越高，（ A ）。
- A、越不容易结焦； B、越容易结焦； C、越容易灭火； D、越容易着火。
112. 锅炉设计发供电煤耗率时，计算用的热量为（ B ）。
- A、煤的高位发热量； B、煤的低位发热量； C、发电热耗量； D、煤的发热量。
113. 理论计算表明，如果锅炉少用1%蒸发量的再热减温喷水，机组循环热效率可提高（ B ）。
- A、0%； B、0.2%； C、0.8%； D、1.5%。

114. 油的黏度随温度升高而（ B ）。
- A、不变； B、降低； C、升高； D、凝固。
115. 采用中间再热器可以提高电厂（ B ）。
- A、出力； B、热经济性； C、煤耗； D、热耗。
116. 煤粉着火的主要热源来自（ A ）。
- A、炉内高温烟气的直接混入； B、二次风的热量；  
C、炉膛辐射热； D、挥发分燃烧的热量。
117. 锅炉各项热损失中，损失最大的是（ C ）。
- A、散热损失； B、化学未完全燃烧损失； C、排烟热损失； D、机械未完全燃烧损失。
118. 118. 火力发电厂的汽水损失分为（ D ）两部分。
- A、自用蒸汽和热力设备泄漏； B、机组停用放汽和疏放水；  
C、经常性和暂时性的汽水损失； D、内部损失和外部损失。
119. 119. 油品的危险等级是根据（ A ）来划分的，闪点在45℃以下为易燃品，45℃以上为可燃品，易燃品防火要求高。
- A、闪点； B、凝固点； C、燃点； D、着火点。
120. 120. 蒸汽动力设备循环广泛采用（ B ）。
- A、卡诺循环； B、朗肯循环； C、回热循环； D、任意循环。
121. 121. 对同一种流体来说，沸腾放热的放热系数比无物态变化时的对流放热系数（ B ）。
- A、小； B、大； C、相等； D、小一倍。
122. 122. 造成火力发电厂效率低的主要原因是（ D ）。
- A、锅炉效率低； B、汽轮机机械损失；  
C、发电机热损失； D、汽轮机排汽热损失。
123. 123. 实际空气量与理论空气量之比称为（ A ）。
- A、过剩空气系数； B、最佳过剩空气系数； C、漏风系数； D、漏风率。
124. 124. 水冷壁的传热方式主要是（ C ）。
- A、导热； B、对流； C、辐射； D、电磁波。
125. 125. 随着锅炉容量的增大，散热损失相对（ B ）。

- A、增大； B、减小； C、不变； D、不能确定。
126. 126. 每小时每平方米炉膛截面放出的热量称为（ A ）。
- A、炉膛截面热负荷； B、炉膛容积热负荷； C、热负荷； D、热效率。
127. 127. 影响导热系数数值的主要因素是物质的种类和（ C ）。
- A、尺寸； B、表面状况； C、温度； D、物理性质。
128. 128. 火力发电厂的汽水系统主要由锅炉、汽轮机、凝汽器和（ D ）组成。
- A、加热器； B、除氧器； C、凝结水泵； D、给水泵。
129. 129. （ A ）和厂用电率两大技术经济指标是评定发电厂运行经济性和技术水平依据。
- A、供电标准煤耗率； B、发电标准煤耗率； C、热耗； D、锅炉效率。
130. 130. 泵的扬程是指单位重量的液体通过泵后所获得的（ D ）。
- A、压力能； B、动能； C、分子能； D、总能量。
131. 在除灰管道系统中，流动阻力存在的形式是（ C ）。
- A、只有沿程阻力； B、只有局部阻力；  
C、沿程和局部阻力都有； D、不能确定。
132. 当管内的液体为紊流状态时，管截面上流速最大的地方（ B ）。
- A、在靠近管壁处； B、在截面中心处；  
C、在管壁和截面中心之间； D、根据截面大小而不同。
133. 不论是层流还是紊流，当管内流体的流动速度增大时，流动阻力（ C ）。
- A、不变； B、减小； C、增大； D、前三者都不是。
134. 水在水泵中压缩升压可以看作是（ B ）。
- A、等温过程； B、绝热过程； C、等压过程； D、等容过程。
135. 在锅炉启动中为了保护省煤器的安全，应（ A ）。
- A、正确使用省煤器的再循环装置； B、控制省煤器的出口烟气温度的；  
C、控制给水温度； D、控制汽包水位。
136. 实际物体的辐射力与同温度下绝对黑体的辐射力相比，（ B ）。
- A、前者大于后者； B、前者小于后者； C、二者相等； D、前三者都不是。
137. 火力发电厂的生产过程是将燃料的（ D ）转变为电能。

- A、动能； B、热能； C、机械能； D、化学能。
138. 在允许范围内，尽可能保持高的蒸汽温度和蒸汽压力，可使（ C ）。
- A、锅炉热效率下降； B、锅炉热效率提高； C、循环热效率提高； D、汽轮机效率提高。
139. 风机特性的基本参数是（ A ）。
- A、流量、压头、功率、效率、转速； B、流量、压头；  
C、轴功率、电压、功率因数； D、温度、比容。
140. （ C ）是风机产生压头、传递能量的主要构件。
- A、前盘； B、后盘； C、叶轮； D、轮毂。
141. 介质只作一个方向的流动，而阻止其逆向流动的阀门是（ B ）。
- A、截止阀； B、止回阀； C、闸阀； D、截出阀。
142. 风机在工作过程中，不可避免地会发生流体（ D ），以及风机本身的传动部分产生摩擦损失。
- A、摩擦； B、撞击； C、泄漏； D、摩擦、撞击、泄漏。
143. 风机的全压是风机出口和入口全压（ B ）。
- A、之和； B、之差； C、乘积； D、之商。
144. 单位重量气体，通过风机所获得的能量用风机的（ C ）来表示。
- A、轴功率； B、进口风压； C、全压； D、出口温升。
145. 离心式风机导流器的作用是使流体（ B ）。
- A、径向进入叶轮； B、轴向进入叶轮；  
C、轴向与径向同时进入叶轮； D、切向进入叶轮。
146. 挥发分含量对燃料燃烧特性影响很大，挥发分含量高，则容易燃烧，（ B ）的挥发分含量高，故很容易着火燃烧。
- A、无烟煤； B、烟煤； C、贫煤； D、石子煤。
147. 在外界负荷不变时，如强化燃烧，汽包水位将会（ C ）。
- A、上升； B、下降； C、先上升后下降； D、先下降后上升。
148. 汽包锅炉点火初期是一个非常不稳定的运行阶段，为确保安全，（ A ）。
- A、应投入锅炉所有保护； B、应加强监视调整；  
C、应加强联系制度； D、应解除所有保护。

149. 在燃烧过程中，未燃烧的固体可燃物随飞灰和炉渣一同排出炉外而造成的热损失叫（ D ）。

A、散热损失； B、化学不完全燃烧损失； C、排烟热损失； D、机械不完成热损失。

150. 凝汽式汽轮机组的综合经济指标是（ C ）。

A、发电煤耗率； B、汽耗率； C、热效率； D、厂用电率。

151. 停炉过程中的最低风量为总风量的（ B ）以上。

A、20%； B、30%； C、40%； D、50%。

152. 高压及其以上的汽包锅炉熄火后，汽包压力降至（ B ），迅速放尽锅水。

A、0.3~0.4MPa； B、0.5~0.8MPa； C、0.9~1MPa； D、0.11~0.12MPa。

153. 煤粉品质主要指标是指煤粉细度、均匀性和（ C ）。

A、挥发分； B、发热量； C、水分； D、灰分。

154. 随着锅炉额定蒸发量的增大，排污率（ D ）。

A、增大； B、减少； C、相对不变； D、与蒸发量无关。

155. 锅炉停备用湿保养方法有（ D ）。

A、4种； B、5种； C、6种； D、7种。

156. 锅炉停备用干保养方法一般有（ B ）。

A、1种； B、3种； C、5种； D、6种。

157. 直流锅炉在省煤器水温降至（ B ）时，应迅速放尽锅内存水。

A、120℃； B、180℃； C、100℃； D、300℃。

158. 细粉分离器是依靠（ B ）进行煤粉分离的。

A、煤粉的自重； B、煤粉运动时的离心力；

C、煤粉粒子间的引力； D、煤粉的流动作用。

159. 如发生烟道再燃烧事故，当采取措施而无效时应（ A ）。

A、立即停炉； B、申请停炉； C、保持机组运行； D、向上级汇报。

160. 检修后的锅炉额定汽压大于5.88MPa，允许在升火过程中热紧法兰、人孔、手孔等处的螺丝，但热紧时锅炉汽压不准超过（ A ）。

A、0.49MPa； B、0.6MPa； C、1.0MPa； D、1.5MPa。

161. 自然循环锅炉汽包下壁温度达到（ B ）以上时，方可停止蒸汽推动。

- A、50℃； B、100℃； C、120℃； D、140℃。
162. 锅炉吹灰前，应（ B ）燃烧室负压并保持燃烧稳定。
- A、降低； B、适当提高； C、维持； D、必须减小。
163. 随着运行小时增加，引风机振动逐渐增大的主要原因一般是（ D ）。
- A、轴承磨损； B、进风不正常； C、出风不正常； D、风机叶轮磨损。
164. 锅炉发生水位事故，运行人员未能采取正确及时的措施予以处理时，将会造成（ A ）。
- A、设备严重损坏； B、机组停运； C、机组停运、甚至事故扩大； D、人员伤亡。
165. 滑停过程中主汽温度下降速度不大于（ B ）。
- A、1℃/min； B、1.5~2.0℃/min； C、2.5℃/min； D、3.5℃/min。
166. 当机组突然甩负荷时，汽包水位变化趋势是（ B ）。
- A、下降； B、先下降后上升； C、上升； D、先上升后下降。
167. 锅炉正常停炉一般是指（ A ）。
- A、计划检修停炉； B、非计划检修停炉； C、因事故停炉； D、节日检修。
168. 液力耦合器通过（ B ）改变传递转矩和输出轴的转速。
- A、电机转速； B、勺管； C、齿轮； D、油位。
169. 离心式风机的调节方式不可能采用（ C ）。
- A、节流调节； B、变速调节； C、动叶调节； D、轴向导流器调节。
170. 汽包内的（ A ）是实现汽水第一次分离的设备。
- A、旋风分离器； B、波形板分离器； C、均汽孔板； D、除湿设备。
171. 由于水的受热膨胀，点火前锅炉进水至-100mm时停止，此时的汽包水位称为（ B ）。
- A、正常水位； B、点火水位； C、最低水位； D、最高水位。
172. 强制循环锅炉的循环倍率比自然循环锅炉的循环倍率（ A ）。
- A、小； B、大； C、大一倍； D、不确定。
173. 锅炉负荷低于某一限度，长时间运行时，对水循环（ A ）。
- A、不安全； B、仍安全； C、没影响； D、不确定。

174. 炉水冷壁引出管进入汽包的工质是（ C ）。
- A、饱和蒸汽； B、饱和水； C、汽水混合物； D、过热蒸汽。
175. 当锅水含盐量达到临界含盐量时，蒸汽的湿度将（ C ）。
- A、减少； B、不变； C、急骤增大； D、逐渐增大。
176. 在表面式换热器中，冷流体和热流体按相反方向平行流动称为（ B ）。
- A、混合式； B、逆流式； C、顺流式； D、双顺流式。
177. 中间再热机组的主蒸汽系统一般采用（ B ）。
- A、母管制系统； B、单元制系统； C、切换母管制系统； D、高低压旁路系统。
178. 一般燃料油的燃点温度比闪点温度（ A ）。
- A、高 3~6℃； B、高 10~15℃； C、低 3~6℃； D、低 10~15℃。
179. 锅炉水冷壁管管内结垢后可造成（ D ）。
- A、传热增强，管壁温度升高； B、传热减弱，管壁温度降低；  
C、传热增强，管壁温度降低； D、传热减弱，管壁温度升高。
180. 锅炉腐蚀除了烟气腐蚀和工质腐蚀外，还有（ B ）。
- A、汽水腐蚀； B、应力腐蚀； C、硫酸腐蚀； D、电化学腐蚀。
181. 为保证吹灰效果，锅炉吹灰的程序是（ A ）。
- A、由炉膛依次向后进行； B、自锅炉尾部向前进行；  
C、吹灰时由运行人员自己决定； D、由值长决定。
182. 在外界负荷不变的情况下，汽压的稳定主要取决于（ B ）。
- A、炉膛容积热强度的大小； B、炉内燃烧工况的稳定；  
C、锅炉的储热能力； D、水冷壁受热后热负荷大小。
183. 预热器管壁在低于露点（ C ）°C 的壁面上腐蚀最为严重。
- A、5~10； B、10~15； C、15~40； D、50~70。
184. 超高压大型自然循环锅炉推荐的循环倍率是（ B ）。
- A、小于 5； B、5~10； C、小于 10； D、15 以上。
185. 采用蒸汽吹灰时，蒸汽压力不可过高或过低，一般应保持在（ C ）。
- A、0.1~0.5MPa； B、0.5~1MPa； C、1.5~2MPa； D、3~5MPa。
186. 在锅炉热效率试验中，入炉煤的取样应在（ B ）。

A、原煤斗入口； B、原煤斗出口； C、煤粉仓入口； D、入炉一次风管道上。

187. 中间再热锅炉在锅炉启动过程中，保护再热器的手段有（ C ）。

A、轮流切换四角油枪，使再热器受热均匀； B、调节摆动燃烧器和烟风机挡板；

C、控制烟气温度或正确使用一、二级旁路； D、加强疏水。

188. 事故停炉是指（ A ）。

A、因锅炉设备故障，无法维持运行或威胁设备和人身安全时的停炉；

B、设备故障可以维持短时运行，经申请停炉；

C、计划的检修停炉； D、节日检修停炉。

189. 停炉时间在（ B ）以内，将煤粉仓内的粉位尽量降低，以防煤粉自燃引起爆炸。

A、1天； B、3天； C、5天； D、6天。

190. 超高压锅炉定参数停炉熄火时，主汽压力不得低于（ B ）。

A、5MPa； B、10MPa； C、13MPa； D、16MPa。

191. 停炉时，当回转空气预热器的入口烟温降到（ C ）以下，方可停止空气预热器。

A、200℃； B、160℃； C、120℃； D、80℃。

192. 给水流量不正常地大于蒸汽流量，蒸汽导电度增大，过热蒸汽温度下降，说明（ A ）。

A、汽包满水； B、省煤器损坏； C、给水管爆破； D、水冷壁损坏。

193. 蒸汽流量不正常地小于给水流量，炉膛负压变正，过热蒸汽压力降低，说明（ D ）。

A、再热器损坏； B、省煤器损坏； C、水冷壁损坏； D、过热器损坏。

194. 锅炉烟道有泄漏响声，省煤器后排烟温度降低，两侧烟温、风温偏差大，给水流量不正常地大于蒸汽流量，炉膛负压减少，此故障是（ B ）。

A、水冷壁损坏； B、省煤器管损坏； C、过热器管损坏； D、再热器管损坏。

195. 锅炉给水、锅水或蒸汽品质超出标准，经多方调整无法恢复正常时，应

- ( B ) 。
- A、紧急停炉； B、申请停炉； C、化学处理； D、继续运行。
196. 锅炉大小修后的转动机械须进行不少于 ( B ) 试运行，以验证可靠性。
- A. 10min； B、30min； C、2h； D、8h。
197. 直流锅炉控制、工作安全门的整定值为 ( C ) 倍工作压力。
- A、1.02/1.05； B、1.05/1.08； C、1.08/1.10； D、1.25/1.5。
198. 再热器和启动分离器安全阀整定值是 ( A ) 倍工作压力。
- A、1.10； B、1.25； C、1.50； D、1.05。
199. 199. 机组启动初期，主蒸汽压力主要由 ( D ) 调节。
- A、锅炉燃烧； B、锅炉和汽轮机共同； C、发电机负荷； D、汽轮机旁路系统。
200. 锅炉运行中，汽包的虚假水位是由 ( C ) 引起的。
- A、变工况下无法测量准确； B、变工况下炉内汽水体积膨胀；  
C、变工况下锅内汽水因汽包压力瞬时突升或突降而引起膨胀和收缩；  
D、事故放水阀忘关闭。
201. 直流锅炉的中间点温度一般不是定值，而随 ( B ) 而改变。
- A、机组负荷的改变； B、给水流量的变化；  
C、燃烧火焰中心位置的变化； D、主蒸汽压力的变化。
202. 高压锅炉的控制安全阀和工作安全阀的整定值为 ( A ) 倍额定压力。
- A、1.05/1.08； B、1.02/1.05； C、1.10/1.10； D、1.25/1.5。
203. 锅炉校正安全门的顺序是 ( B ) 。
- A. 以动作压力为序，先低后高； B、以动作压力为序，先高后低；  
C、先易后难； D、先难后易。
204. 随着锅炉参数的提高，过热部分的吸热量比例 ( B ) 。
- A、不变； B、增加； C、减少； D、按对数关系减少。
205. 205. 炉管爆破，经加强给水仍不能维持汽包水位时，应 ( A ) 。
- A、紧急停炉； B、申请停炉； C、加强给水； D、正常停炉。
206. 火力发电厂辅助机械耗电量最大的是 ( A ) 。
- A、给水泵； B、送风机； C、循环泵； D、磨煤机。

207. 简单机械雾化油嘴由（ B ）部分组成。
- A、二个； B、三个； C、四个； D、五个。
208. 当给水含盐量不变时，需降低蒸汽含盐量，只有增大（ D ）。
- A、深解系数； B、锅水含盐量； C、携带系数； D、排污率。
209. 超临界压力直流锅炉，由于不存在蒸发受热面，因此，工质液体吸热量所占比例较大，越占总吸热量的（ B ），其余为过热吸热量。
- A、20%； B、30%； C、40%； D、50%。
210. 锅炉运行过程中，机组负荷变化，应调节（ A ）流量。
- A、给水泵； B、凝结水泵； C、循环水泵； D、冷却水泵。
211. 如发现运行中的水泵振动超过允许值，应（ C ）。
- A、检查振动表是否准确； B、仔细分析原因； C、立即停泵检查； D、继续运行。
212. 离心泵运行中如发现表计指示异常，应（ A ）。
- A、先分析是不是表计问题，再到就地找原因； B、立即停泵；  
C、如未超限，则不管它； D、请示领导后再做决定。
213. 泵在运行中，如发现供水压力低、流量下降、管道振动、泵窜动，则为（ C ）。
- A、不上水； B、出水量不足； C、水泵入口汽化； D、入口滤网堵塞。
214. 当机组负荷、煤质、燃烧室内压力不变的情况下，烟道阻力增大将使（ A ）。
- A、锅炉净效率下降； B、锅炉净效率不变；  
C、锅炉净效率提高； D、风机效率升高。
215. 增强空气预热器的传热效果应该（ A ）。
- A、增强烟气侧和空气侧的放热系数；  
B、增强烟气侧放热系数、降低空气侧放热系数；  
C、降低烟气侧放热系数、增强空气侧放热系数；  
D、降低烟气侧和空气侧的放热系数。
216. 汽包锅炉应至少配置（ B ）彼此独立的就地汽包水位计和两只远传汽包水位计。
- A、1只； B、2只； C、3只； D、4只。
217. 锅炉汽包水位保护在锅炉启动前和（ C ）前应进行实际传动校验。

- A、进水； B、进水后； C、停炉前； D、停炉后。
218. 汽包锅炉水位计的配置应至少采用（ B ）种以上工作原理共存的配置方式，以保证在任何运行工况下锅炉汽包水位的正确监视。
- A、1； B、2； C、3； D、4。
219. 在一般负荷范围内，当炉膛出口过剩空气系数过大时，会造成（ C ）。
- A、 $q_2$  损失降低， $q_3$  损失增大； B、 $q_2$ 、 $q_3$  损失降低；  
C、 $q_3$  损失降低， $q_4$  损失增大； D、 $q_4$  损失可能增大。
220. 锅炉送风量越大，烟气量越多，烟气流速越大，对流传热增强，则再热器的吸热量（ B ）。
- A、越小； B、越大； C、不变； D、按对数关系减小。
221. 对于整个锅炉机组而言，最佳煤粉细度是指（ C ）。
- A、磨煤机电耗最小时的细度； B、制粉系统出力最大时的细度；  
C、锅炉净效率最高时的煤粉细度； D、总制粉单耗最小时的煤粉细度。
222. 下列四种泵中，压力最高的是（ C ）。
- A、循环水泵； B、凝结水泵； C、齿轮泵； D、螺杆泵。
223. 水冷壁受热面无论是积灰、结渣或积垢，都会使炉膛出口烟温（ B ）。
- A、不变； B、增高； C、降低； D、突然降低。
224. 变压运行时机组负荷变化速度快慢的关键在于（ A ）。
- A、锅炉燃烧的调整； B、汽轮机调门的控制；  
C、发电机的适应性； D、蒸汽参数的高低；
225. 在中间储仓式负压制粉系统中，制粉系统的漏风（ D ）。
- A、对锅炉排烟热损失无影响； B、对锅炉效率无影响；  
C、对锅炉燃烧无影响； D、影响锅炉排烟热损失。
226. 当火焰中心位置降低时，炉内（ B ）。
- A、辐射吸热量减少，过热汽温升高； B、辐射吸热量增加，过热汽温降低；  
C、对流吸热量减少，过热汽温降低； D、对流吸热量减少，过热汽温降低。
227. 过热器前受热面长时间不吹灰或水冷壁结焦会造成（ A ）。
- A、过热汽温偏高； B、过热汽温偏低；  
C、水冷壁吸热量增加； D、水冷壁吸热量不变。

228. 轴流式风机采用（ C ）时，具有效率高、工况区范围广等优点。  
A、转数调节； B、入口静叶调节； C、动叶调节； D、节流调节。
229. 连续排污管口一般装在汽包正常水位下（ C ）处，以连续排出高浓度的锅水，从而改善锅水品质。  
A、50~100mm； B、100~150mm； C、200~300mm； D、400~500mm。
230. 汽包炉锅水加药的目的是使磷酸根离子与锅水中钙镁离子结合，生成难溶于水的沉淀物，通过（ A ）排出炉外，从而清除锅水残余硬度，防止锅炉结垢。  
A、定期排污； B、连续排污； C、疏水； D、酸洗。
231. 当锅炉蒸发量低于（ A ）额定值时，必须控制过热器入口烟气温度不超过管道允许温度，尽量避免用喷水减温，以防止喷水不能全部蒸发而积存在过热器中。  
A、10%； B、12%； C、15%； D、30%。
232. 为减少管道局部阻力损失，在弯管时应尽量采用（ A ），以降低阻力系数。  
A、较大的弯曲半径； B、较小的弯曲半径； C、随便； D、增加粗糙度。
233. 锅炉升温升压至（ B ）时，汽包人孔门螺丝应热紧一次。  
A、0.2~0.4MPa； B、0.5~1MPa； C、2~2.5MPa； D、3~4MPa。
234. 汽包水位计（ B ）超压试验。  
A、参与； B、不参与； C、参与不参与无明确规定； D、以上三种答案都不是。
235. 规程规定锅炉启动时，控制锅炉上水速度，当水温与汽包壁温差大于（ A ）℃时适当延长上水时间。  
A、40； B、50； C、80； D、100。
236. 在锅炉水循环回路中，当出现循环倒流时，将引起（ C ）。  
A、爆管； B、循环流速加快； C、水循环不良； D、循环流速降低。
237. 再热汽温采用喷水调节比烟气侧调节的经济性（ B ）。  
A、好； B、差； C、相同； D、以上三种答案都不是。
238. 停炉时间超过（ A ），需要将原煤仓中的煤烧空，以防止托煤。  
A、7天； B、15天； C、30天； D、40天。

239. 通常固态排渣锅炉燃用烟煤时，炉膛出口氧量宜控制在（ B ）。
- A、2%~3%； B、4%~6%； C、7%~9%； D、10%~12%。
240. 安全阀回座压差一般应为开始启动压力的4%~7%，最大不得超过开始启动压力的（ A ）。
- A、10%； B、15%； C、20%； D、25%。
241. 当锅炉上所有安全阀均开启时，锅炉的超压幅度，在任何情况下，均不得大于锅炉设计压力的（ B ）。
- A、5%； B、6%； C、2%； D、3%。
242. 采用蒸汽作为吹扫介质时，防止携水，一般希望有（ B ）的过热度。
- A、50℃； B、100~150℃； C、80℃； D、90℃。
243. 输入锅炉的总热量主要是（ B ）。
- A、燃料的物理显热； B、燃料的收到基低位发热量；  
C、燃料的高位发热量； D、外来热源加热空气时带入的热量。
244. 煤的外部水分增加，引起过热汽温（ A ）。
- A、升高； B、下降； C、不升不降； D、先升高后下降。
245. 锅炉负荷增加时，辐射式过热器和对流式过热器内单位质量蒸汽的吸热量变化将出现（ B ）种情况。
- A、辐射式过热器吸热量相对增大，对流式过热器吸热量相对减少；  
B、辐射式过热器的吸热量相对减少，对流式过热器吸热量相对增大；  
C、两种过热器吸热量相对增大；  
D、两种过热器吸热量相对减少。
246. 煤粉炉停炉后应保持30%以上的额定风量，通风（ A ）进行炉膛吹扫。
- A、5分； B、10分； C、15分； D、20分。
247. 在机组甩负荷或减负荷速度过快时，会造成锅炉汽包水位瞬间（ B ）。
- A、急剧上升； B、急剧下降； C、缓慢升高； D、缓慢下降。
248. 在给水平动三冲量中，（ C ）是前馈信号，它能有效的防止由于“虚假水位”而引起调节器的误动作，改善蒸汽流量扰动下的调节流量。
- A、汽包水位； B、给水流量； C、蒸汽流量； D、减温水量。
249. 自然循环锅炉的蓄热能力（ A ）直流锅炉的蓄热能力。

- A、大于； B、等于； C、小于； D、小于等于。
250. 炉水中的硅酸和硅酸盐可以互相转化，若使硅酸转变为难溶于蒸汽的硅酸盐时，可提高炉水的（ B ）。
- A、酸度； B、碱度； C、硬度； D、含盐量。
251. 当炉水含盐量达到临界含盐量时，蒸汽湿度将（ D ）。
- A、减小； B、不变； C、缓慢增大； D、急剧增大。
252. 借助循环水泵压头而形成水循环的锅炉称为（ B ）锅炉。
- A、自然循环； B、强制循环； C、直流锅炉； D、不受炉型限制。
253. 为了降低汽轮机的热耗，通常要求再热系统的总压降不超过再热器入口压力的（ C ）。
- A、4%； B、6%； C、10%； D、15%。
254. 对于直流锅炉，调节汽温的根本手段是使（ B ）保持适当比例。
- A、风量； B、减温水量； C、燃烧率和给水流量； D、给粉量。
255. 加强水冷壁吹灰，将使过热汽温（ B ）。
- A、升高； B、下降； C、升高后立即下降； D、下降后立即升高。
256. 锅炉点火初期加强水冷壁放水的目的是（ A ）。
- A、促进水循环； B、提高蒸汽品质； C、增加传热效果； D、稳定燃烧。
257. 要获得洁净的蒸汽，必须降低炉水的（ C ）。
- A、排污量； B、加药量； C、含盐量； D、补水量。
258. 若按煤的干燥无灰基挥发分VdAf进行分类：VdAf在0%~10%之间的煤为无烟煤；VdAf在（ C ）的为烟煤。
- A、小于10%； B、10%~20%； C、20%~40%； D、大于40%。
259. 燃油丧失流动能力时的温度称（ D ），它的高低与石蜡含量有关。
- A、燃点； B、闪点； C、沸点； D、凝固点。
260. 锅炉管道选用钢材主要根据在金属使用中的（ B ）来确定。
- A、强度； B、温度； C、压力； D、硬度。
261. 锅炉燃烧时，产生的火焰（ B ）色为最好。
- A、暗红； B、金黄； C、黄； D、白。
262. 在动力燃烧过程中，燃烧速度主要取决于（ B ）。

- A、物理条件； B、化学条件； C、外界条件； D、锅炉效率。
263. 在扩散燃烧过程中，燃烧速度主要取决于（ A ）。
- A、物理条件； B、化学条件； C、外界条件； D、锅炉效率。
264. 锅炉煤灰的熔点主要与灰的（ A ）有关。
- A、组成成分； B、物理形态； C、硬度； D、水分。
265. 完全燃烧必须具备的条件之一是（ D ）。
- A、水分大； B、灰分大； C、挥发分低； D、足够的燃烧时间。
266. 安全阀总排汽能力应（ A ）锅炉最大连续蒸发量。
- A、大于； B、小于； C、等于； D、无明确规定。
267. 轴承主要承受（ D ）载荷。
- A、轴向； B、径向； C、垂直； D、轴向、径向和垂直。
268. 汽包内饱和水的温度与饱和蒸汽的温度相比是（ C ）。
- A、高； B、低； C、一样高； D、高 10℃。
269. 水泵密封环的作用是减少（ A ），提高水泵效率。
- A、容积损失； B、流动损失； C、摩擦损失； D、机械损失。
270. 空压机是高速转动机械，靠油泵将油注入轴承使轴颈与轴瓦之间变为（ C ）摩擦。
- A、直接； B、间接； C、液体； D、气体。
271. 由于从锅炉排出的炉渣具有相当高的温度而造成的热量损失叫（ D ）。
- A、机械不完全燃烧损失； B、散热损失；  
C、化学不完全燃烧损失； D、灰渣物理热损失。
272. 给水温度若降低，则影响到机组的（ A ）效率。
- A、循环； B、热； C、汽轮机； D、机械。
273. 煤中的水分是（ C ）。
- A、有用成分； B、杂质； C、无用成分； D、可燃物。
274. 转动设备试运时，对振动值的测量应取（ D ）。
- A、垂直方向； B、横向； C、横向、轴向； D、垂直、横向、轴向。
275. 离心式水泵一般只采用（ A ）叶片叶轮。
- A、后弯式； B、前弯式； C、径向式； D、扭曲形。

276. 前弯叶片可以获得（ C ）。
- A、较高的效率； B、较高的流量； C、较高的压力； D、较高的流速。
277. 后弯叶片可以获得（ A ）。
- A、较高的效率； B、较高的流量； C、较高的压力； D、较高的流速。
278. 水压试验介质温度不宜高于（ A ）。
- A、80~90℃； B、120℃； C、150℃； D、180℃。
279. 介质通过流量孔板时，速度有所（ B ）。
- A、降低； B、增加； C、不变； D、不确定；
280. 节流阀主要是通过改变（ C ）来调节介质流量和压力。
- A、介质流速； B、介质温度； C、通道面积； D、阀门阻力。
281. 安全阀应定期进行排汽试验，试验间隔不大于（ C ）。
- A、大修间隔； B、半年间隔； C、1年间隔； D、小修间隔。
282. 直流锅炉为了达到较高的重量流速，必须采用（ B ）水冷壁。
- A、大管径； B、小管径； C、光管； D、鳍片式。
283. 锅炉停用时，必须采用（ B ）措施。
- A、防冻； B、防腐； C、防干； D、增压。
284. 水压试验是为了鉴别锅炉受压元件的（ D ）。
- A、强度； B、硬度； C、严密性； D、强度和严密性。
285. 对流过热器平均传热温差最大的布置方式是（ B ）。
- A、顺流布置； B、逆流布置； C、混流布置； D、都不是。
286. 磨煤机断煤或煤量减小时磨煤机振动（ C ）。
- A、减小； B、不变； C、增大； D、大小交替变化。
286. 锅炉运行中，加入汽包的药一般是（ D ）。
- A、碳酸钙； B、碳酸氢钠； C、硝酸钠； D、磷酸钠、氨和联氨。
287. 机组运行中，主蒸汽压力超过 105%的瞬间压力波动时间一年内的总和应小于（ C ）。
- A、8 小时； B、10 小时； C、12 小时； D、14 小时。
288. 每千克燃料燃烧所需要的理论空气量可以计算出来，实际燃烧中所要供应的空气量应（ A ）理论空气量。

- A、大于； B、小于； C、等于； D、无明确规定。
289. 锅炉过热蒸汽调节系统中，被调量是（ A ）。
- A、A、过热器出口汽温； B、过热器进口汽温； C、减温水量； D、减温阀开度。
290. 在不冒黑烟，不发生化学不完全燃烧前提下，应尽量减少风量，即尽量减少烟气中的（ D ）含量，或尽量提高 CO<sub>2</sub> 含量。
- A、CO； B、NO； C、SO； D、O<sub>2</sub>。
291. 风机试转时，你应站在风机的（ D ）位置。
- A、风机旁； B、电动机旁； C、径向； D、轴向。
292. 灭火的基本方法有（ A ）。
- A、冷却法、隔离法、窒息法、化学抑制法； B、冷却法、隔离法； C、窒息法；
293. 转动机械采用强制润滑时，油箱油位在（ C ）以上。
- A、1/3； B、1/4； C、1/2； D、1/5。
294. 提高蒸汽初压力主要受到（ A ）。
- A、汽轮机低压级湿度的限制； B、汽轮机低压级干度的限制； C、锅炉汽包金属材料的限制； D、工艺水平的限制。
295. 提高蒸汽初温度主要受到（ D ）。
- A、锅炉传热温差的限制； B、锅炉传热温度的限制； C、热力循环的限制； D、金属高温性能的限制。
296. 锅炉冷灰斗水封的作用是（ A ）。
- A、防止向炉膛内漏风； B、防止向炉外喷烟气； C、防止向炉外喷粉； D、防止冒灰。
297. 防止制粉系统放炮的主要措施有（ A ）。
- A、清除系统积粉，消除火源，控制系统温度； B、防止运行中断煤； C、认真监盘，精心调整； D、减少系统漏风。
298. 火力发电厂排出的烟气会造成大气的污染，其主要污染物是（ A ）。
- A、二氧化硫； B、粉尘； C、氮氧化物； D、微量重金属。

299. 油管道应尽量少用法兰盘连接，在热体附近的法兰盘，必须装（ C ），禁止使用塑料垫或胶皮垫。

A、照明灯；            B、金属护网；        C、金属罩壳；        D、设备标志。

300. 在停用的制粉系统进行动火作业，必须将此设备处积粉清除干净，并采取可靠的（ D ），执行动火工作票制度。

A、降粉措施；        B、降温措施；        C、防暴措施；        D、隔离措施。

## 第三部分 判断题

1. 绝对压力是工质的真实压力，即 $P = P_g + P_a$ 。(√ )
2. 绝对压力是用压力表实际测得的压力。(× )
3. 锅炉停止运行，一般分为正常停炉和事故停炉两种。(√ )
4. 事故停炉是指无论由于锅炉设备本身还是外部原因发生事故，都必须停止运行操作。(√ )
5. 术语“MFT”的含义为“总燃料跳闸”。(√ )
6. 热平衡是指系统内部各部分之间及系统与外界没有温差，也会发生传热。(× )
7. 锅炉在不同的稳定工况下，参数之间的变化关系称为锅炉的动态特性。(× )
8. 在选择使用压力表时，为使压力表能安全可靠地工作，压力表的量程应选得比被测压力高1/3。(√ )
9. 流体与壁面间温差越大，换热面积越大，对流换热阻越大，换热量也应越大。(× )
10. 锅炉安全阀的总排汽能力应等于最大连续蒸发量。(× )
11. 灭火的基本方法有隔离法、窒息、冷却、抑制法。(√ )
12. 回转式空气预热器低温受热面一般采用耐腐蚀性能良好的考登钢，也可以采用普通钢板代替。(× )
13. 在火力发电厂中，锅炉是生产蒸汽的设备，锅炉的容量叫最大连续蒸发量，它的单位是t/h。(√ )
14. 锅炉蒸汽参数指锅炉汽包出口处饱和蒸汽的压力和温度。(× )
15. 油的闪点越高，着火的危险性越大。(× )
16. 燃油黏度与温度无关。(× )
17. 烧油和烧煤粉在燃料量相同时，所需的风量也相同。(× )
18. 火力发电厂用煤的煤质特性，包括煤特性和灰特性两部分。(√ )
19. 无烟煤的特点是挥发分含量高，容易燃烧，但不易结焦。(× )
20. 煤的灰熔点低，不容易引起水冷壁过热器受热面结渣（焦）。(× )
21. 煤的不可燃成分是碳、氢、硫。(× )

22. 煤的可燃成分是灰分、水分、氮、氧。( × )
23. 氢是煤中发热量最高的物质。( √ )
24. 碳是煤中发热量最高的物质。( × )
25. 同种煤质外水越高，则所测得的收到基低位发热量越高。( √ )
26. 常用的燃煤基准有收到基、空气干燥基、干燥基和干燥无灰基四种。  
( √ )
27. 煤质元素分析是煤质中碳、氢、氧、氮、硫等测定项目的总称。( √ )
28. 煤质工业分析是煤质分析中水分、挥发分、灰分、固定碳等测定项目的总称。( √ )
29. 燃料油的低位发热量与煤的低位发热量近似相等。( × )
30. 二氧化硫与水蒸气结合后，不会构成对锅炉受热面的腐蚀。( × )
31. 在“锅炉跟踪方式”下，汽轮机控制功率（开环），锅炉自动控制汽压。  
( √ )
32. 按介质流动方向，定期排污门为电动门在前，手动门在后。( × )
33. 一切灭火措施都是为了不使燃烧条件形成。( × )
34. 一切防火措施都是为了破坏已经产生的燃烧条件。( × )
35. 连排扩容器运行中应保持一定的水位。( √ )
36. 影响高压锅炉水冷壁管外壁腐蚀的主要因素是飞灰速度。( × )
37. 既吸收烟气的对流传热，又吸收炉内高温烟气及管间烟气辐射传热的过热器，称为半辐射式过热器。( √ )
38. 蒸汽压力越低，蒸汽越容易带水。( × )
39. 过热蒸汽的过热度越低，说明蒸汽越接近饱和状态。( √ )
40. 焦炭由固定碳和灰分组成。( √ )
41. 在煤粉燃烧过程的三个阶段中，燃烧阶段将占绝大部分时间。( × )
42. 煤的哈氏可磨性系数HGI数值越大，该煤就越容易磨。( √ )
43. 在灰分的熔融特性中，“FT”表示灰分的软化温度。( × )
44. 尾部受热面的低温腐蚀是由于 $\text{SO}_2$ 氧化成 $\text{SO}_3$ ，而 $\text{SO}_3$ 又与烟气中的蒸汽结合，形成酸蒸汽。( √ )
45. 定排工作在高负荷时间段进行，以保证排污效果。( × )

46. 检修后的离心泵在启动前可用手或其他工具盘动转子，以确认转动灵活，动静部分无卡涩或摩擦现象。（ √ ）
47. 转动机械或电动机大修后，应先确认转动方向正确后，才可连接靠背轮，以防止发生反转或损坏设备的情况。（ √ ）
48. 锅炉吹灰前应适当降低燃烧室负压，并保持燃烧稳定。（ × ）
49. 当锅炉燃烧不稳定或有炉烟向外喷出时，严禁炉膛打焦。（ √ ）
50. 不同压力的排污管、疏水管和放水管不应放入同一母管中。（ √ ）
51. 在用反平衡法计算锅炉效率时，由于汽温、汽压等汽水参数不参与计算，所以这些参数对锅炉用反平衡法计算出的效率无影响。（ √ ）
52. 炉膛吹灰器吹灰顺序应按照烟气介质的流动方向进行。（ √ ）
53. 锅炉运行时，当不能保证两种类型汽包水位计正常运行时，必须停炉。（ √ ）
54. 直吹式制粉系统一般不装防爆门，管道部件的承压能力按0.343MPa设计。（ √ ）
55. 垢下腐蚀多发生在水冷壁向火侧的内壁。（ √ ）
56. 当燃煤的水分越低，挥发分越高时，要求的空气预热器出口风温越高。（ × ）
57. 机械携带量的多少取决于携带水滴的多少及锅水含盐浓度的大小。（ √ ）
58. 吹灰的作用是清除受热面的积灰、积渣，保持受热面洁净。（ √ ）
59. 离心泵启动时不必将泵壳内充满水。（ × ）
60. 停止离心泵前应将入口阀逐渐关小，直至全关。（ × ）
61. 冲洗汽包水位计时，应站在水位计的侧面，打开阀门时，应缓慢小心。（ √ ）
62. 省煤器损坏的主要现象是省煤器烟道内有泄漏声，排烟温度降低，两侧烟温、风温偏差大，给水流量不正常地大于蒸汽流量，炉膛负压减小。（ √ ）
63. 停炉前，应对给水电动门和减温水电动门作可靠性试验。（ × ）
64. 改变火焰中心的位置，可以改变炉内辐射吸热量和进入过热器的烟气温度，因此可以调节过热汽温和再热汽温。（ √ ）

65. 对同一台锅炉而言，负荷高时，散热损失较小；负荷低时，散热损失较大。（√）
66. 影响排烟热损失的主要因素是排烟温度和排烟量。（√）
67. 锅炉各项损失中，散热损失最大。（×）
68. 锅炉热效率计算有正平衡和反平衡两种。（√）
69. 锅炉定期排污前，应适当保持低水位，且不可两点同时排放，以防低水位事故。（×）
70. 汽包锅炉电视水位计不是直观水位计。（×）
71. 锅炉缺水的现象为各水位计指示低，给水流量小于蒸汽流量。（√）
72. 水冷壁损坏现象有：炉膛发生强烈响声，燃烧不稳，炉膛风压变正，汽压下降，汽包水位低，给水流量不正常地大于蒸汽流量，烟温降低等。（√）
73. 烟道再燃烧的主要现象是：炉膛负压和烟道负压失常，排烟温度升高，烟气中氧量下降，热风温度、省煤器出口水温等介质温度升高。（√）
74. 发电锅炉热损失最大的一项是机械未完全燃烧热损失。（×）
75. 锅炉水位高/低保护的整定值一般有水位高/低报警，水位极高/极低紧急停炉。（√）
76. 锅炉受热面烟气侧腐蚀主要分为水冷壁管的硫腐蚀、过热器管的高温硫腐蚀和空气预热器的低温硫腐蚀三种。（√）
77. 采用非沸腾式省煤器，目的是提高下降管欠焓。（√）
78. 主汽门关闭后，开启过热器出口联箱疏水门、对空排汽门30~50min，以冷却过热器。（√）
79. 停炉后30min，应开启过热器疏水门，以冷却过热器。（×）
80. 停炉前，应确认事故放水门和向空排汽门处于良好备用状态。（√）
81. 停炉前，应全面吹灰一次。（√）
82. 锅炉启动过程中，在升压后阶段，汽包上下壁和内外壁温度差已大为减小，因此后阶段的升压速度应比规定的升压速度快。（×）
83. 因故锅炉停止上水后，应开启省煤器再循环阀；锅炉连续供水时，应关闭省煤器再循环阀。（√）
84. 再热器汽温调节的常用方法有摆动式燃烧器、烟气再循环、分隔烟道挡

板调节和喷水减温器（一般作为事故处理时用）四种。（√）

85. 大容量发电锅炉辅机电源为6kV的有引风机、送风机、一次风机、磨煤机；电源380V的辅机有回转式空气预热器、给煤机、火焰扫描风机、磨煤机油泵、空气压缩机等。（√）

86. 再热器汽温调节方法有：① 采用烟气挡板；② 烟气再循环；③ 改变燃烧器倾角；④ 喷水减温。（√）

87. 再热汽温的控制，一般以烟气侧控制方式为主，喷水减温只作为事故喷水或辅助调温手段。（√）

88. 过热汽温调节一般以烟气侧调节作为粗调，蒸汽侧以喷水减温作为细调。（√）

89. 灰中酸性成分增加，会使灰熔点升高。（√）

90. 锅炉过热器采用分级控制，即将整个过热器分成若干级，每级设置一个减温装置，分别控制各级过热器的汽温，以维持主汽温度为给定值。（√）

91. 采用变压运行的机组比采用定压运行机组的运行经济性要高。（×）

92. 当负荷降至零时，应停止所有燃料。（×）

93. 自动调节系统的品质指标有稳定性、准确性和快速性等。（√）

94. 火力发电厂防止大气污染的主要措施是安装脱硫装置。（×）

95. 管子外壁加装肋片，将使热阻增加，传热量减少。（×）

96. 锅炉灭火保护一般取炉膛火焰监视信号和炉膛正、负压信号两种。（√）

97. 在锅炉运行中，可以修理排污一次门。（×）

98. 处理磨煤机满煤的方法是：减少给煤或停止给煤机，增加通风量，严重时停止磨煤机或打开人孔盖板清除堵煤。（√）

99. 应尽可能避免靠近和长时间地停留在可能受到烫伤的地方，例如汽、水、燃油管道的法兰盘、阀门，煤粉系统和锅炉烟道的人孔门、检查孔、防爆门、安全阀，除氧器、热交换器、汽包水位计等处。（√）

100. 回转式空气预热器大小修的试转运行时间不少于1h。（×）

101. 停炉后，应停止加药泵的运行，关闭连续排污门、加药门和取样门，对各下联箱进行一次排污。（√）

102. 锅炉停炉前，应进行一次全面放水。( × )
103. 在停炉降温过程中，应注意饱和温度下降速度不小于 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。( × )
104. 待发电机解列，汽轮机自动主汽门关闭后，应关闭各燃油喷嘴，清扫燃油喷嘴中的积油。锅炉停炉后，禁止将燃料送入已灭火的锅炉。( √ )
105. 过热器逆流布置时，由于传热平均温差大，传热效果好，因而可以增加受热面。( × )
106. 使一次风速略高于二次风速，有利于空气与煤粉充分混合。( × )
107. 锅炉漏风可以减小送风机电耗。( × )
108. 锅炉炉膛容积一定时，增加炉膛宽度将有利于燃烧。( × )
109. 锅炉强化燃烧时，水位先暂时下降，然后又上升。( × )
110. 灰的导热系数较大，在对流过热器上发生积灰，将大大影响受热面传热。( × )
111. 锅炉燃烧设备的惯性大，当负荷变化时，恢复汽压的速度较快。( × )
112. 锅炉对流过热器的汽温特性是：负荷增加时，蒸汽温度降低。( × )
113. 影响蒸汽压力变化速度的主要因素是：负荷变化速度、锅炉储热能力、燃烧设备的惯性及锅炉的容量等。( √ )
114. 锅炉受热面结渣时，受热面内工质吸热减少，以致烟温降低。( × )
115. 锅炉给水、锅炉水及蒸汽品质超过标准，经多方努力调整仍无法恢复正常时，应申请停炉。( √ )
116. 汽包是加热、蒸发、过热三个阶段的接合点，又是三个阶段的分界点。( √ )
117. 降低锅炉含盐量的方法主要有：① 提高给水品质；② 增加排污量；③ 分段蒸发。( √ )
118. 锅炉总有效利用热包括：过热蒸汽吸热量、再热蒸汽吸热量、饱和蒸汽吸热量、排污水的吸热量。( √ )
119. 由于煤的不完全燃烧而产生的还原性气体，会使锅炉受热面结焦加剧。( √ )
120. 锅炉燃烧调整试验的目的是：掌握锅炉运行的技术经济特性，确保锅炉燃烧系统的最佳运行方式，从而保证锅炉机组安全经济运行。( √ )

121. 锅炉燃烧器管理系统的主要功能是防止锅炉灭火爆炸。( √ )
122. 汽包内外壁温差与壁厚成正比, 与导热系数成正比。(×)
123. 锅炉压力越高, 升高单位压力时相应的饱和温度上升幅度越大。(×)
124. 烟气流过对流受热面时的速度越高, 受热面磨损越严重, 传热越弱。  
( × )
125. 锅炉在不稳定运行过程中, 各参数随时间的变化特性称为锅炉静态特性。( × )
126. 由于灰的导热系数小, 因此积灰将使受热面热交换能力增加。( × )
127. 闪点越高的油发生火灾的危险性越大。(×)
128. 可燃物的爆炸极限越大, 发生爆炸的机会越多。( √ )
129. 水冷壁吹灰时, 过热蒸汽温度将上升。(×)
130. 过热蒸汽比热容大于再热蒸汽比热容, 等量的蒸汽获相同的热量, 再热蒸汽温度变化较过热蒸汽温度变化要大。( √ )
131. 采用喷水来调节再热蒸汽温度是不经济的。( √ )
132. 当过热器受热面本身结渣、严重积灰或管内结垢时, 蒸汽温度将降低。  
( √ )
133. 负压锅炉在排烟过量空气系数不变的情况下, 炉膛漏风与烟道漏风对锅炉效率的影响相同。(×)
134. 锅炉给水温度降低、燃煤量增加, 将使发电煤耗提高。( √ )
135. 炉膛结焦后, 炉膛温度升高, 有利于减小化学未完全燃烧损失和机械未完全燃烧损失, 所以锅炉效率一定提高。( × )
136. 制粉系统干燥出力是指在单位时间内, 将煤由原煤水分干燥到固有水分的原煤量, 单位以t/h表示。( √ )
137. 钢球磨煤机的出力随着钢球装载量成正比例增加。( × )
138. 制粉系统干燥出力的大小, 主要取决于干燥通风量和干燥风温度。  
( √ )
139. 为防止磨煤机烧瓦, 启动前应确认大瓦滴油正常, 并将低油压保护投入。( √ )
140. 当转动轴承温度过高时, 应首先检查油位、油质和轴承冷却水是否正

常。( √ )

141. 当回转式空气预热器的入口烟气温度降至120℃以下时,可停止回转空气预热器的运行。( √ )

142. 空气预热器一般可分为管式和回转式两种,回转式空气预热器又分为二分仓和三分仓两种。( √ )

143. 为防止空气预热器金属温度太低,而引起腐蚀和积灰,在点火初期应将送风机入口暖风器解列,热风再循环挡板关闭,以降低空气预热器入口风温。( × )

144. 锅炉发生严重缺水时,错误的上水会引起水冷壁及汽包产生较大的热应力,甚至导致水冷壁爆管。( √ )

145. 过热器损坏的主要现象是:过热器处有响声,过热器侧烟气温度下降,蒸汽流量不正常地小于给水流量,过热器压力下降,严重泄漏时炉膛负压变正等。( √ )

146. 锅炉满水的主要现象是:水位计指示过高,水位高信号报警,给水流量不正常地大于蒸汽流量,蒸汽导电度增大,过热蒸汽温度下降。( √ )

147. 锅炉安全门的回座压差,一般为起座压力的4%~7%,最大不得超过起座压力的10%。( √ )

148. 随着锅炉内部压力的升高,汽包壁将受到越来越大的机械应力。( √ )

149. 锅炉初点火时,采用对称投入油枪、定期倒换或多油枪少油量等方法,是使炉膛热负荷比较均匀的有效措施。( √ )

150. 影响锅炉受热面积灰的因素主要是烟气流速、飞灰颗粒度、管束的结构特性、烟气流向和管子的布置方向。( √ )

151. 锅炉停止运行有两种方法:一种是定参数停炉,另一种是滑参数停炉。( √ )

152. 锅炉严重满水时,汽温迅速下降,蒸汽管道会发生水冲击。( √ )

153. 当出现炉膛负压摆动大,瞬间负压到最大,一、二次风压不正常地降低,水位瞬时下降,汽温下降情况时,可判断发生炉内爆管。( × )

154. 在锅炉启动中,发生汽包壁温差超标时,应加快升温升压速度,使之减少温差。( × )

155. 炉膛内发生爆燃必须满足以下三个条件：① 炉膛或烟道中有一定的可燃物和助燃空气存积；② 存积的燃料和空气混合物符合爆燃比例；③ 具有足够的点火能源或温度。（√）

156. 机组启动过程中，锅炉在升压的后阶段，汽包上下壁和内外壁温差已大为减少，因此，后阶段升压速度应比规定的升压速度快。（×）

157. 所有的引、送风机或回转式空气预热器发生故障停止运行时，应申请停炉。（×）

158. 主再热汽安全门起座后不回座，经多方采取措施仍不能回座时，应申请停炉。（√）

159. 锅炉灭火后，应停止向炉内供给一切燃料，维持总风量在25%~40%的额定风量，通风5min，然后重新点火。（√）

160. 锅炉严重缺水时，应立即上水，并尽快恢复正常水位。（×）

161. 发现主汽、主给水管路或其他大直径高压管道严重泄漏时，应紧急停炉。（√）

162. 锅炉排污前应开启定排母管放水门将积水放净，防止腐蚀。（×）

163. 任一台磨煤机跳闸时，应联跳对应的给煤机。（√）

164. 当两台引风机或唯一运行的一台引风机跳闸时，应联跳两台送风机或唯一的一台送风机。（√）

165. 锅炉运行中无论吹灰与否，随时可以打开检查孔观察燃烧情况。（×）

166. 锅炉受热面外表面积灰或结渣，会使管内介质与烟气热交换时传热量减弱，因为灰渣导热系数增大。（×）

167. 水冷壁的传热过程是：烟气对管外壁辐射，管外壁向管内壁传导，管内壁与汽水混合物之间进行传导。（×）

168. 辐射式过热器的出口蒸汽温度是随着锅炉负荷的增加而升高。（×）

169. 当汽包压力突然下降时，饱和温度降低，使汽水混合物体积膨胀，水位很快上升，形成虚假水位。（√）

170. 烟道内发生再燃烧时，应彻底通风，排除烟道中沉积的可燃物，然后点火。（×）

171. 影响过热汽温变化的因素主要有：锅炉负荷燃烧工况、风量变化、汽

压变化、给水温度、减温水量等。( √ )

172. 锅炉蒸发设备的任务是吸收燃料燃烧放出的热量，将水加热成过热蒸汽。(×)

173. 为了保证锅炉水循环的安全可靠，循环倍率的数值不应太大。( × )

174. 蒸汽中的盐分主要来源于锅炉排污水。( × )

175. 在结焦严重或有大块焦渣可能掉落时，应停炉除焦。( √ )

176. 锅炉超压试验在升压至工作压力后，应检查正常后继续升压至试验压力，并保持5min，然后关闭进水门后降压至工作压力时，记录5min的压力下降值，然后在保持工作压力下进行检查。( √ )

177. 锅炉漏风试验一般分正压法和负压法。( √ )

178. 漏风试验的目的是要检查燃烧室、制粉系统、风烟系统的严密性。  
( √ )

179. 锅炉水压试验升压速度一般不大于0.2~0.3MPa/min。( √ )

180. 锅炉超压试验一般6~8年一次，或两次大修。( √ )

181. 再热蒸汽的特性是：密度较小、放热系数较低、比热容较小。( √ )

182. 锅炉水冷壁吸收炉膛高温火焰的辐射热，使水变为过热蒸汽。( × )

183. 锅炉的输出热量主要有：烟气带走的热量，飞灰、灰渣带走的热量，锅炉本体散热损失的热量，化学未完全燃烧损失的热量。(×)

184. 在输送煤粉的气体中，氧的比例成分越大，爆炸的可能性越大，如氧的成分含量降低到15%~16%以下，则不会发生爆炸。( √ )

185. 煤粉密度在0.3~0.6kg/m<sup>3</sup>的空气混合物是危险浓度，大于或小于该浓度爆炸的可能性都会减小。( √ )

186. 煤粉着火前的准备阶段包括水分蒸发、挥发分析出和焦炭形成三过程。  
( √ )

187. 煤粉气流着火的热源主要来自炉内高温烟气的直接混入。( √ )

188. 自然循环回路中，工质的运行压头（循环动力）与循环回路高度有关，与下降管中水的平均密度有关，与上升管中汽水混合物平均密度有关。( √ )

189. 锅炉启动时，当汽压升至0.2MPa时，应关闭所有空气门；汽压升至0.3MPa时，应冲洗汽包水位计。( √ )

190. 锅炉上水水质应为除过氧的除盐水。( √ )
191. 锅炉冷态上水时间夏季为1~2h, 冬季为2~3h。( × )
192. 燃煤锅炉点火前应进行彻底通风, 其通风时间应大于5min, 通风量应大于额定值30%。( √ )
193. 自然循环锅炉点火初期, 应加强水冷壁下联箱放水, 其目的是促进水循环, 使受热面受热均匀, 以减少汽包壁温差。( √ )
194. 当汽包上半部壁温低于下半部壁温时, 上半部金属受轴向压应力。(×)
195. 安全门是锅炉的重要保护设备, 必须在热态下进行调试, 才能保证其动作准确可靠。( √ )
196. 锅炉检修后投入运行时, 应带负荷试运行24h进行热态验收。( √ )
197. 给煤机运行中发生堵塞、卡涩时, 应将给煤机停止, 并做好防止误启动措施后, 方可处理。( √ )
198. 燃料在炉内燃烧时, 实际空气量应大于理论空气量。( √ )
199. 省煤器管损坏停炉后, 严禁打开省煤器再循环门, 以免锅炉水经省煤器损坏处漏掉。( √ )
200. 停炉后10h内, 应严密关闭所有的锅炉人孔门、看火孔、打焦孔、检查孔, 以防锅炉急剧冷却。(×)

## 第四部分 简答题

### 1. 什么叫热力循环？

(1) 工质从原始状态点出发，经过一系列的状态变化后又回到初态的热力过程，称为热力循环。

(2) 热能转化为机械能的循环称为正向热力循环，机械能转换为热能的循环称为逆向热力循环。

### 2. 火力发电厂的基本热力循环有哪几种？

火力发电厂的最基本热力循环是朗肯循环，在朗肯循环的基础上发展出给水回热循环和蒸汽再热循环。

### 3. 热力学第一定律及其实质是什么？

(1) 热可以变为功，功也可以变为热。一定量的热消失时，必生成（产生）与之等量的功；同理，消耗一定量的功时，也将产生与之等量的热。

(2) 热力学第一定律就是能量转换和守恒定律在热力学研究热现象时的具体应用。

### 4. 什么是热能？它与哪些因素有关？

(1) 物体内部大量分子不规则的运动称为热运动。这种热运动所具有的能量叫做热能，它是物体的内能。

(2) 热能与物体的温度有关，温度越高，分子运动的速度越快，具有的热能就越大。

### 5. 什么是动态平衡？

一定压力下汽水共存的密封容器内，液体和蒸汽的分子在不停的运动，有的跑出液面，有的返回液面，当从水中飞出的分子数目等于因相互碰撞而返回水中的分子数时，这种状态称为动态平衡。

### 6. 为什么饱和压力随饱和温度升高而升高？

温度升高，分子的平均动能增大，从水中飞出的分子数目越多，因而使汽侧分子密度增大，同时温度升高蒸汽分子的平均运动速度也随着增加，这样就使得蒸汽分子对器壁的碰撞能力增强，其结果使得压力增大。所以说饱和压力随饱和温度升高而升高。

**7. 7. 定压下水蒸汽的形成过程分为哪三个阶段?各阶段所吸收的热量分别叫什么热?**

(1) 未饱和水的定压预热过程。即从任意温度的水加热到饱和水，所加入的热量叫液体热或预热热。

(2) 饱和水的定压定温汽化过程。即从饱和水加热变成干饱和蒸汽，所加入的热量叫汽化热。

(3) 蒸汽的过热过程。即从干饱和蒸汽加热到任意温度的过热蒸汽，所加入的热量叫过热热。

**8. 什么是循环停滞?**

在循环回路中，并列的上升管，总有受热弱和受热强的情况，当某根管子受热弱时，管内产汽量较少，产生的循环压头不足以推动循环的进行，回路中只有少量的水补充进来或根本就没有水补充进来，这样的情况就称为循环停滞。

**9. 什么是膜态沸腾?**

水冷壁在受热时，靠近管内壁处的工质首先开始蒸发产生大量小汽泡，正常情况下这些汽泡应能及时被带走，位于水冷壁管中心的水不断补充过来冷却管壁。但若管外受热很强，管内壁产生汽泡的速度远大于汽泡被带走的速度，汽泡就会在管内壁聚集起来形成所谓的“蒸汽垫”，隔开水与管壁，使管壁得不到及时的冷却。这种现象称为膜态沸腾。

**10. 火电厂常用的换热器有哪几种?**

有表面式、混合式和蓄热式三种。

(1) 冷热流体分别于换热器壁内、外流动，通过管壁进行热交换，而流体本身不相接触，这种换热器称为表面式换热器。

(2) 冷热流体相互混合，伴随热交换的同时质量也混合，这种换热器称为混合式换热器。

(3) 冷热流体周期交替经过蓄热元件实现换热的换热器称为蓄热式换热器。

**11. 不同转速的转机振动合格标准是什么?**

(1) 额定转速 750r/min 以下的转机，轴承振动值不超过 0.12mm;

(2) 额定转速 1000r/min 的转机，轴承振动值不超过 0.10mm;

(3) 额定转速 1500r/min 的转机，轴承振动值不超过 0.085mm;

(4) 额定转速 3000r/min 的转机，轴承振动值不超过 0.05mm。

## 12. 简述润滑油(脂)的作用?

润滑油(脂)可以减少转动机械与轴瓦(轴承)动静之间摩擦，降低摩擦阻力，保护轴和轴承不发生擦伤及破裂，同时润滑油对轴承还起到清洗冷却作用，以达到延长轴和轴承的使用寿命。

## 13. 轴承油位过高或过低有什么危害?

(1) 油位过高，会使油循环运动阻力增大、打滑或停脱，油分子的相互摩擦会使轴承温度过高，还会增大间隙处的漏油量；

(2) 油位过低时，会使轴承的滚珠和油环带不起油来，造成轴承得不到润滑而使温度升高，把轴承烧坏。

## 14. 什么是离心式风机的特性曲线?风机实际性能曲线在转速不变时的变化情况?

(1) 当风机转速不变时，可以表示出风量  $Q$ -风压  $P$ ，风量  $Q$ -功率  $P$ ，风量  $Q$ -效率  $\eta$  等关系曲线叫做离心式风机的特性曲线；

(2) 由于实际运行的风机，存在着各种能量损失，所以  $Q$ - $P$  曲线变化不是线性关系。由  $Q$ - $P$  曲线可以看出风机的风量减小时全风压增高，风量增大时全风压降低。这是一条很重要的特性曲线。

## 15. 轴流式风机有何特点?

(1) 在同样流量下，轴流式风机体积可以大大缩小，因而它占地面积小。

(2) 轴流式风机叶轮上的叶片可以做成能够转动的，在调节风量时，借助转动机械将叶片的安装角改变一下，即可达到调节风量的目的。

(3) 风机效率高。轴流风机调节叶片转动后，调节后的风量可以在新的工况最佳区工作。

(4) 轴流风机高效工况区比离心风机工况区宽广，故其工作范围比较宽。

(5) 轴流式风机结构比较简单，质量轻，故能节约金属及加工时间。

## 16. 风机运行中常见故障有哪些?

风机的种类、工作条件不同，所发生的故障也不尽相同，但概括起来一般有以下几种故障：

(1) 风机电流不正常的增大或减小，或摆动大；

- (2) 风机的风压、风量不正常变化，忽大忽小；
- (3) 机械产生严重摩擦、振动撞击等异常响声；地脚螺丝断裂，台板裂纹；
- (4) 轴承温度不正常升高；
- (5) 润滑油流出、变质或有焦味，冒烟，冷却水回水温度不正常升高；
- (6) 电动机温度不正常升高，冒烟或有焦味，电源开关跳闸等。

**17. 什么是直吹式制粉系统，有哪几种类型？**

(1) 磨煤机磨出的煤粉，不经中间停留，而被直接吹送到炉膛去燃烧的制粉系统，称直吹式制粉系统。直吹式制粉系统大多配用中速磨煤机或高速磨煤机(风扇磨或锤击磨)；

(2) 根据排粉机安装位置不同，直吹式制粉系统分为正压系统与负压系统两类。

**18. 分析飞灰可燃物含量增大的原因？**

(1) 煤粉着火距离太远，一次风速偏高导致煤粉着火推迟，火焰中心上移，煤粉在炉内停留时间减少，降低了煤粉的燃尽程度，燃烧不完全的结果，也使飞灰可燃物含量增大。

(2) 一、二次风配比不当，二次风不能及时、充足送入并与煤粉良好混合，造成局部缺氧或过量空气量不足，也会导致燃烧不完全，使飞灰可燃物含量增大。

(3) 炉膛火焰中心偏斜，火焰中心的偏移造成煤粉气流贴墙，从而影响煤粉的燃尽。

**19. 简述四角布置的直流燃烧器的调节方法。**

由于四角布置的直流燃烧器的结构布置特性差异较大，一般可采用下述方法进行调整：

(1) 改变一、二次风的百分比。

(2) 改变各角燃烧器的风量分配。如：可改变上下两层燃烧器的风量、风速或改变各二次风的风量及风速，在一般情况下减少下二次风量、增大上二次风量可使火焰中心下移，反之使火焰中心升高。

(3) 对具有可调节的二次风挡板的直流燃烧器，可用改变风速挡板位置来调节风速。

**20. 煤粉水分过高、过低有何不良影响？如何控制？**

煤粉水分过高、过低的影响有：

- (1) 煤粉水分过高时，使煤粉在炉内的点火困难。
- (2) 由于煤粉水分过高影响煤粉的流动性，会使供粉量的均匀性变差，在煤粉仓中还会出现结块、“搭桥”现象，影响正常供粉。
- (3) 煤粉水分过低时，产生煤粉自流的可能性增大；对于挥发分高的煤，引起自燃爆炸的可能性也增大。
- (4) 通过控制磨煤机出口气粉混合物温度，可以实现对煤粉水分的控制。温度高，水分低；温度低，水分高。

#### 21. 暖管的目的是什么？暖管速度过快有何危害？

暖管的目的是通过缓慢加热使管道及附件（阀门、法兰）均匀升温，防止出现较大温差应力，并使管道内的疏水顺利排出，防止出现水击现象。

暖管速度过快的危害：

- (1) 暖管时升温速度过快，会使管道与附件有较大的温差，从而产生较大的附加应力。
- (2) 暖管时升温速度过快，可能使管道中疏水来不及排出，引起严重水击，从而危及管道、管道附件以及支吊架的安全。

#### 22. 锅炉负荷变化时，应如何调节燃料量、送风量、引风量？

锅炉负荷变化时，燃料量、送风量、引风量都需进行调节，调节顺序的原则是：

- (1) 在调节过程中，不能造成燃料燃烧缺氧而引起不安全燃烧。
- (2) 调节过程中，不应引起炉膛烟气侧压力由负变正，造成不严密处向外喷火或冒烟，影响安全与锅炉房的卫生。

#### 23. 自然循环锅炉汽包正常水位值选取的目的是什么？

锅炉汽包正常水位值选取目的为：

- (1) 保证高水位时汽包具有足够的蒸汽空间，避免蒸汽带水，保证蒸汽品质；
- (2) 保证低水位时距下降管入口亦有充足的高度，避免下降管带汽，保证水循环的安全性。

#### 24. 煤粉的主要物理特性有哪些？

煤粉的主要物理特性有以下几方面。

- (1) 颗粒特性：煤粉由尺寸不同、形状不规则的颗粒组成。

(2) 煤粉的密度：煤粉密度较小，新磨制的煤粉堆积密度较小，储存一定时间后堆积密度将会变大。

(3) 煤粉具有流动性：煤粉颗粒很细，单位质量的煤粉具有较大的表面积，表面可吸附大量空气，从而使其具有流动性。

#### 25. 什么是煤的可磨性系数？

煤的可磨性系数是指在风干状态下，将同一质量的标准煤和试验煤由相同的粒度磨碎到相同的细度时，所消耗的能量比。

#### 26. 简述电力生产事故调查“四不放过”原则。

- (1) 事故原因不清楚不放过；
- (2) 事故责任者和应受教育者没有受到教育不放过；
- (3) 没有采取防范措施不放过；
- (4) 事故责任者没有受到处罚不放过。

#### 27. 锅炉钢管长期过热爆管破口有什么特征？

- (1) 破口并不太大；
- (2) 破口的断裂面粗糙、不平整，破口边缘是钝边，并不锋利；
- (3) 破口附近有众多的平行于破口的轴向裂纹；
- (4) 破口外表面会有一层较厚的氧化皮，这些氧化皮较脆，易剥落。

#### 28. 锅炉运行中，为什么要经常进行吹灰、排污？

因为烟灰和水垢的导热系数比金属小得多。如果受热面管外积灰或管内结水垢，不但影响传热的正常运行，浪费燃料，而且还会使金属壁温升高，以致过热烧坏，危及锅炉设备安全运行。

#### 29. 简述对保温隔热材料的要求。

- (1) 热导率小。
- (2) 温度稳定性好。
- (3) 有一定的机械强度。
- (4) 吸水、吸潮性小。

#### 30. 影响对流换热系数的因素有哪些？

- (1) 流动的起因。
- (2) 流体的流动状态。

- (3) 流体有无相变。
- (4) 流体的热物理性质。
- (5) 换热面的几何因素。

### 31. 煤粉细度如何表示？

煤粉细度的表示方法为：煤粉经专用筛子筛分后，余留在筛子上的煤粉量占筛分前煤粉总量的百分比，以 $R_x$ 表示，即

$$R_x = a / (a + b) \times 100\%$$

- 式中
- x ——筛孔边长；
  - a ——筛子上面余留粉量；
  - b ——通过筛子的粉量。

### 32. 什么是经济细度？确定经济细度的方法是什么？

锅炉运行中，应综合考虑确定煤粉细度，把机械未完全燃烧热损失 $q_4$ 、磨煤电耗及金属磨耗 $q_{p+m}$ 都核算成统一的经济指标，它们之和为最小时所对应的煤粉细度，称经济细度。

经济细度可通过试验绘制的曲线来确定。

### 33. 简述运行人员的三熟三能。

三熟：

- (1) 熟悉设备、系统和基本原理；
- (2) 熟悉操作和事故处理；
- (3) 熟悉本岗位的规程制度。

三能：

- (1) 能分析运行状况；
- (2) 能及时发现故障和排除故障；
- (3) 能掌握一般的维修技能。

### 34. 什么叫水锤？水锤的危害有哪些？如何防止？

水锤：在压力管路中，由于液体流速的急剧变化，从而造成管中液体的压力显著、反复、迅速的变化，对管道有一种“锤击”的特征，称为水锤。

危害主要有：

水锤有正水锤和负水锤。

正水锤时，管道中的压力升高，可以超过管中正常压力的几十倍至几百倍，以致使壁衬产生很大的应力，而压力的反复变化将引起管道和设备的振动，管道的应力交递变化，将造成管道、管件和设备的损坏。

负水锤时，管道中的压力降低，也会引起管道和设备的振动。应力交递变化，对设备有不利的影响。同时负水锤时，如压力降得过低，可能使管中产生不利的真空，在外界大气压力的作用下，会将管道挤扁。

防止措施：为了防止水锤现象的出现，可采取增加阀门启闭时间，尽量缩短管道的长度，以及管道上装设安全阀门或空气室，以限制压力突然升高的数值或压力降得太低的数值

### 35. 什么是钢的屈服强度、极限强度和持久强度？

在拉伸试验中，当试样应力超过弹性极限后，继续增加拉力达到某一数值时，拉力不增加或开始有所降低，而试样仍然能继续变形，这种现象称为“屈服”。

- (1) 钢开始产生屈服时的应力称为屈服强度。
- (2) 钢能承受最大载荷（即断裂载荷）时的应力，称为极限强度。
- (3) 钢在高温长期应力作用下，抵抗断裂的能力，称为持久强度。

### 36. 简述密封风机的作用。

在正压状态运行的磨煤机，不严密处有可能往外冒粉，污染周围环境，甚至可能通过转动部分的间隙漏粉，加剧动静部位及轴承的磨损，并使润滑油脂劣化。为此，这些部位均应采取密封措施，即送入压力较磨煤机内干燥剂压力高的空气，阻止煤粉气流的逸出。

### 37. 在什么情况下容易出现虚假水位？调节时应注意什么？

发生以下情况，易出现虚假水位。

- (1) 在负荷突然变化时，负荷变化速度越快，虚假水位越明显；
- (2) 如遇汽轮机甩负荷；
- (3) 运行中燃烧突然增强或减弱，引起汽泡产量突然增多或减少，使水位瞬时升高或下降；
- (4) 安全阀起座时，由于压力突然下降，水位瞬时明显升高；
- (5) 锅炉灭火时，由于燃烧突然停止，锅炉水中汽泡产量迅速减少，水位也将瞬时下降。

在运行中，出现水位明显变化时，应分析变化的原因和变化趋势，判明是虚假水位或是汽包水位有真实变化，及时而又妥当地进行调节。处理不当，可能会引起缺水或满水事故。

### 38. 对运行锅炉进行监视与调节的任务是什么？

为保证锅炉运行的经济性与安全性，运行中应对锅炉进行严格的监视与必要的调节。

对锅炉进行监视的主要内容为：主蒸汽压力、温度，再热蒸汽压力、温度，汽包水位，各受热面管壁温度，特别是过热器与再热器的壁温，炉膛压力等。

锅炉运行调节的主要任务是：

- (1) 使锅炉蒸发量随时适应外界负荷的需要。
- (2) 根据负荷需要均衡给水。对于汽包锅炉，要维持正常的汽包水位 $\pm 50\text{mm}$ 。
- (3) 保证蒸汽压力、温度在正常范围内。对于变压运行机组，则应按照负荷变化的需要，适时地改变蒸汽压力。
- (4) 保证合格的蒸汽品质。
- (5) 合理地调节燃烧，设法减小各项热损失，以提高锅炉的热效率。
- (6) 合理调度、调节各辅助机械的运行，努力降低厂用电量的消耗。

### 39. 锅炉停炉分哪几种类型，其操作要点是什么？

根据锅炉停炉前所处的状态以及停炉后的处理，锅炉停炉可分为如下几种类型。

(1) 正常停炉。按照计划，锅炉停炉后要处于较长时间的备用，或进行大修、小修等。这种停炉需按照降压曲线，进行减负荷、降压，停炉后进行均匀缓慢的冷却，防止产生热应力。

(2) 热备用锅炉。按照调度计划，锅炉停止运行一段时间后，还需启动继续运行。这种情况锅炉停下后，要设法减小热量散失，尽可能保持一定的汽压，以缩短再次启动时的时间。

(3) 紧急停炉。运行中锅炉发生重大事故，危及人身及设备安全，需要立即停止锅炉运行。

### 40. 运行过程中怎样判断钢球磨煤机内煤量的多少？

- (1) 磨煤机出入口压差增大，说明存煤量大；反之，存煤量少。
- (2) 磨煤机出口气粉混合物温度下降，说明煤量多；温度上升，说明煤量减

少。

(3) 电动机电流升高,说明煤量多(但满煤时除外);电流减小,说明煤量少。

(4) 根据磨煤机发生的音响,判断煤量的多少。声音小、沉闷,说明磨煤机内煤量多;声音大,并有明显的金属撞击声,则说明煤量少。

#### 41. 锅炉受热面有几种腐蚀,如何防止受热面的高、低温腐蚀?

(1) 锅炉受热面的腐蚀有承压部件内部的垢下腐蚀和管子外部的高温及低温腐蚀三种。

(2) 高温腐蚀的防止:

1) 提高金属的抗腐蚀能力。

2) 组织好燃烧,在炉内创造良好的燃烧条件,保证燃料迅速着火,及时燃尽,特别是防止一次风冲刷壁面;使未燃尽的煤粉尽可能不在结渣面上停留;合理配风,防止壁面附近出现还原气体等。

(3) 防止低温腐蚀的方法有:

1) 提高预热器入口空气温度;

2) 采用燃烧时的高温低氧方式;

3) 采用耐腐蚀的玻璃、陶瓷等材料制成的空气预热器;

4) 把空气预热器的“冷端”的第一个流程与其他流程分开。

#### 42. 磨煤机停止运行时,为什么必须抽净余粉?

停止制粉系统时,当给煤机停止给煤后,要求磨煤机、排粉机再运行一段时间方可相继停运,以便抽净磨煤机内余粉。因为:

(1) 磨煤机停止后,如果还残余有煤粉,就会慢慢氧化升温,最后会引起自燃爆炸。

(2) 磨煤机停止后,还有煤粉存在,下次启动磨煤机,是带负荷启动,本来电动机启动电流就较大,这样会使启动电流更大,特别对于中速磨煤机会更明显些。

#### 43. 如何防止锅炉结焦?

为防止结焦可采取以下措施:

(1) 在运行上要合理调整燃烧,使炉内火焰分布均匀,火焰中心保持适当位置;

(2) 保证适当的过剩空气量,防止缺氧燃烧;

(3) 发现积灰和结焦时应及时清除;

- (4) 避免超出力运行；
- (5) 提高检修质量，保证燃烧器安装正确；
- (6) 锅炉严密性好，并及时针对锅炉设备不合理的进行改进

#### 44. 影响蒸汽压力变化速度的因素有哪些？

影响蒸汽压力变化速度的因素有：

- (1) 锅炉负荷变化速度。负荷变化的速度越快，蒸汽压力变化的速度也越快。为了限制蒸汽压力的变化速度，运行中必须限制负荷的变化速度。
- (2) 锅炉的蓄热能力。蓄热能力是指锅炉在蒸汽压力变化时，由于饱和温度变化，相应的锅炉内工质、受热面金属、炉墙等温度变化所能吸收或放出的热量。
- (3) 燃烧设备惯性。燃烧设备惯性是指从燃料量开始变化，到炉内建立起新的热负荷以适应外界负荷变化所需的时间。

#### 45. 如何判断蒸汽压力变化的原因是属于内扰或外扰？

可通过流量的变化关系，来判断引起蒸汽压力变化的原因是内扰或外扰。

- (1) 当蒸汽压力与蒸汽流量变化方向相反时，蒸汽压力变化的原因是外扰。
- (2) 当蒸汽压力与蒸汽流量变化方向相同时，蒸汽压力变化的原因是内扰。

#### 46. 引起蒸汽压力变化的基本原因是什么？

- (1) 外部扰动。外部负荷变化引起的蒸汽压力变化称外部扰动，简称“外扰”。当外界负荷增大时，机组用汽量增多，而锅炉尚未来得及调整到适应新的工况，锅炉蒸发量将小于外界对蒸汽的需要量，物料平衡关系被打破，蒸汽压力下降。
- (2) 内部扰动。由于锅炉本身工况变化而引起的蒸汽压力变化称内部扰动，简称“内扰”。运行中外界对蒸汽的需要量并未变化，而由于锅炉燃烧工况变动（如燃烧不稳或燃料量、风量改变）以及锅炉内工况（如传热情况）的变动，使蒸发区产汽量发生变化，锅炉蒸发量与蒸汽需要量之间的物料平衡关系破坏，从而使蒸汽压力发生变化。

#### 47. 蒸汽压力波动有何影响？

蒸汽压力是锅炉安全、经济运行的重要指标之一，一般要求压力与额定值的偏差不得超过 $\pm(0.05\sim 0.1)$  MPa。

- (1) 蒸汽压力超过规定值，会威胁人身及设备安全，影响机组寿命。
- (2) 蒸汽压力过高会导致安全阀动作，不仅造成大量排汽损失，还会引起水位

波动及影响蒸汽品质，安全阀频繁动作，还影响其严密性。

(3) 蒸汽压力低于规定值，降低了蒸汽在汽轮机内的做功能力，使机组热效率下降。

(4) 蒸汽压力频繁波动，使机组承压部件的金属经常处于交变应力作用下，有可能使承压部件产生疲劳破坏。

#### 48. 低负荷时混合式减温器为何不宜多使用减温水？

锅炉在低负荷运行调节汽温时，是不宜多使用减温水的，更不宜大幅度地开或关减温水门。因为：

(1) 在低负荷时，流经减温器及过热器的蒸汽流速很低，如果这时使用较大的减温水量，水滴雾化不好，蒸发不完全，局部过热器管可能出现水塞。

(2) 没有蒸发的水滴，不可能均匀地分配到各过热器管中去，各平行管中的工质流量不均，导致热偏差加剧。

#### 49. 什么是磨煤机出力与干燥出力？

(1) 磨煤机出力是指单位时间内，在保证一定煤粉细度条件下，磨煤机所能磨制的原煤量。

(2) 干燥出力是指单位时间内，磨煤系统能将多少原煤由最初的水分干燥到煤粉水分时所需的干燥剂量。

#### 50. 影响钢球筒式磨煤机出力的因素有哪些？

主要因素有：

- (1) 护甲形状及磨损速度；
- (2) 钢球装载量及钢球尺寸；
- (3) 载煤量；
- (4) 通风量；
- (5) 煤质变化；
- (6) 制粉系统漏风。

#### 51. 锅炉水位事故有哪几种？

锅炉水位事故有缺水、满水、汽水共腾与泡沫共腾4种。

当水位小（大）于允许的正常水位（II值）时，为轻微缺（满）水；当水位小（大）于允许的极限水位（III值）时，则为严重缺（满）水。

汽水共腾是指当蒸发量瞬时增大,使汽包水位急剧变化或水位上升超过极限水位时,由于大量锅炉水被带入蒸汽空间,使机械携带大幅度增加的现象。

泡沫共腾是指当锅炉水中含有油脂、悬浮物或锅炉水含盐浓度过高时,蒸汽泡表面含有杂质而不易撕破,在汽包水面上产生大量泡沫,使汽包水位急剧升高并强烈波动的现象。泡沫共腾时饱和蒸汽带水量增大,蒸汽品质将恶化。

#### **52. 在手控调节给水量时,给水量为何不宜猛增或猛减?**

手动调节给水量的准确性较差,故要求均匀缓慢调节,而不宜猛增或猛减地大幅度调节。主要因为:

- (1) 大幅度调节给水量时,可能会引起汽包水位的反复波动。
- (2) 给水量变动过大,将会引起省煤器管壁温度反复变化,使管壁金属产生交变应力,时间长久之后,会导致省煤器焊口漏水。

#### **53. 自然循环锅炉停炉消压后为何还需要上水、放水?**

停炉消压后,炉温逐渐降低,水循环基本停止,水冷壁内的水基本处于不流动状态,导致水冷壁会因各处温度不一样,使收缩不均而出现温差应力。为消除这一现象,停炉消压后应上水、放水,促使水冷壁内的水流动,以均衡水冷壁各部位的温度,防止出现温差应力。同时,通过上水、放水吸收炉墙释放的热量,可加快锅炉冷却速度,使水冷壁得到保护。

#### **54. 热备用锅炉为何要求维持高水位?**

热备用锅炉停炉时要求维持汽包高水位,因为:

- (1) 锅炉燃烧的减弱或停止,锅水中汽泡量减少,汽包水位会明显下降。
- (2) 在热备用期间,锅炉汽压是逐渐降低的。
- (3) 维持汽包高水位,还可减小锅炉汽压下降过程中汽包上下壁温差的数值。

#### **55. 炉前油系统为什么要装电磁速断阀?**

电磁速断阀的功能是快速关闭,迅速切断燃油供应。炉前油系统装设电磁速断阀的目的是:当因某种缘故需要立即切断燃油供应时,通过电磁断阀即可快速关闭。例如运行中需要紧急停炉时,控制手动电磁速断阀按钮,就能快速关闭,停止燃油供应。又如锅炉一旦发生灭火时,灭火保护装置可自动将电磁速断阀关闭,避免灭火后不能立即切断燃油供应,而发生炉膛爆炸(打炮)事故。

#### **56. 煤的多相燃烧过程有哪几个步骤?**

- (1) 参加燃烧的氧气从周围环境扩散到反应表面；
- (2) 氧气被燃料表面吸附；
- (3) 在燃料表面进行燃烧化学反应；
- (4) 燃烧产物燃烧释放的热量进一步加热固体焦炭使之燃烧；
- (5) 燃烧产物离开燃料表面，扩散到周围环境中。

#### 57. 风量如何与燃料量配合？

风量过大或过小都会给锅炉安全经济运行带来不良影响。

锅炉的送风量是经过送风机进口挡板进行调节的。经调节后的送风机送出风量，经过一、二次风的配合调节才能更好地满足燃烧的需要，一、二次风的风量分配应根据它们所起的作用进行调节。一次风应满足进入炉膛风粉混合物挥发分燃烧及固体焦炭质点的氧化需要。二次风量不仅要满足燃烧的需要，而且补充一次风末段空气量的不足，更重要的是二次风能与刚刚进入炉膛的可燃物混合，这就需要较高的二次风速，以便在高温火焰中起到搅拌混合作用，混合越好，则燃烧得越快、越完全。一、二次风还可调节由于煤粉管道或燃烧器的阻力不同而造成的各燃烧器风量的偏差，以及由于煤粉管道或燃烧器中燃料浓度偏差所需求的风量。此外炉膛内火焰的偏斜、烟气温度的偏差、火焰中心位置等均需要用风量调整。

#### 58. 控制炉膛负压的意义是什么？

大多数燃煤锅炉采用平衡通风方式，使炉内烟气压力低于外界大气压力，即炉内烟气为负压。自炉底到炉膛顶部，由于高温烟气产生自生通风压头的作用，烟气压力是逐渐升高的。烟气离开炉膛后，沿烟道克服各受热面阻力，烟气压力又逐渐降低，这样，炉内烟气压力最高的部位是在炉膛顶部。所谓炉膛负压，即指炉膛顶部的烟气压力，一般维持负压为20~40Pa。炉膛负压太大，使漏风量增大，结果吸风机电耗、不完全燃料热损失、排烟热损失均增大，甚至使燃烧不稳或灭火。炉膛负压小甚至变为正压时，火焰及飞灰通过炉膛不严密处冒出，恶化工作环境，甚至危及人身及设备安全。

#### 59. 锅炉运行中对一次风速和风量的要求是什么？

(1) 一次风量和风速不宜过大。一次风量和风速增大，将使煤粉气流加热到着火温度所需时间增长，热量增多；着火点远离喷燃器，可能使火焰中断，引起

灭火，或火焰伸长引起结焦；

(2) 一次风量和风速也不宜过低。一次风量和风速过低，煤粉混合不均匀，燃烧不稳，增加不完全燃烧损失，严重时造成一次风管堵塞。着火点过于靠近喷燃器，有可能烧坏喷燃器或造成喷燃器附近结焦。一次风量和风速过低，煤粉气流的刚性减弱，煤粉燃烧的动力场遭到破坏。

#### 60. 煤粉气流着火点的远近与哪些因素有关？

- (1) 原煤挥发分；
- (2) 煤粉细度；
- (3) 一次风温、风压、风速；
- (4) 煤粉浓度；
- (5) 炉膛温度。

#### 61. 煤粉细度及煤粉均匀性对燃烧有何影响？

(1) 煤粉越细，越均匀，煤粉总的表面积越大，挥发份越容易尽快析出，有利于着火和燃烧，降低排烟、化学、机械不完全燃烧热损失，提高锅炉效率，但煤粉过细炉膛容易结焦。

(2) 煤粉越粗，越不均匀，不仅不利于着火，燃烧时间延长，燃烧不稳，火焰中心上移，烟温升高，增加机械不完全燃烧和排烟损失，降低锅炉效率，同时增加受热面磨损程度。

#### 62. 简述锅炉烧劣质煤时应采取的稳燃措施？

- (1) 控制一次风量，适当降低一次风速，提高一次风温；
- (2) 合理使用二次风，控制适当的过量空气系数；
- (3) 根据燃煤情况，适当提高磨煤机出口温度及煤粉细度，控制制粉系统的台数；
- (4) 尽可能提高给粉机或给煤机转速，燃烧器集中使用，保证一定的煤粉浓度；
- (5) 避免低负荷运行，低负荷运行时，可采用滑压方式，控制好负荷变化率；
- (6) 燃烧恶化时及时投油助燃；
- (7) 采用新型稳燃燃烧器。

#### 63. 什么是含盐量？什么是碱度？

- (1) 水中各种溶解性盐类均以离子的形式存在，因此水中阴、阳离子含量的总

和称为含盐量，单位是 mg/L；

(2) 水中含有的能与氢离子相化合的物质总量称为碱度，单位为  $\mu\text{mol/L}$ 。

#### 64. 炉外水处理有哪些方法？

(1) 水的沉淀处理。利用在水中添加混凝剂的方法，将水中的悬浮物凝聚成较大的颗粒而沉淀下来，然后加以清除；

(2) 水的过滤处理。使水经过由不同滤料组成的过滤层，进一步把水中的悬浮物过滤出来；

(3) 水的离子交换处理。利用离子交换剂遇水后与水中所含某种离子（欲去除的离子）进行交换的性质，将水中杂质去除。

#### 65. 什么是软化水？什么是除盐水？

(1) 经过软化处理后，硬度下降到一定程度的水称为软化水。软化水由于其含盐量不变，一般仅用于中小型锅炉的补给水。

(2) 除盐水是在软化水的基础上，进一步进行除盐处理的水体。由于其处理成本很高，所以高压及以上锅炉才作为给水使用，部分中压锅炉也用它来作为混合式减温器的减温水。

#### 66. 为什么要对汽包中的炉水进行加药处理？

无论采用何种水处理方法，都不可能将水中的硬度完全去除，同时由于炉水蒸发浓缩或其他原因也可造成炉水硬度升高。

向汽包内加入某种药剂（一般为三聚磷酸钠）与炉水中的钙、镁离子生成不黏结的水渣沉淀下来，然后通过定期排污将其排出，以维持水质合格。

#### 67. 什么是锅炉的蒸汽品质？

电厂锅炉生产的蒸汽必须符合设计规定的压力和温度，蒸汽中的杂质含量也必须控制在规定的范围内。通常所说的蒸汽品质是指杂质在蒸汽中的含量，换句话说就是蒸汽的洁净程度。

#### 68. 锅炉对给水和炉水品质有哪些要求？

(1) 对给水品质的要求：硬度、溶解氧、PH 值、含油量、含盐量、联氨、含铜量、含铁量、电导率必须合格；

(2) 对炉水品质的要求：悬浮物、总碱度、溶解氧、PH 值、磷酸根、氯根、固形物（导电度）等必须合格。

**69. 进入锅炉的给水为什么必须经过除氧？**

这是因为如果锅炉给水中含有氧气，将会使给水管道、锅炉设备及汽轮机通流部分遭受腐蚀，缩短设备使用寿命。防止腐蚀最有效的办法是除去水中的溶解氧和其他气体，这一过程称为给水的除氧。

**70. 在汽包内清洗蒸汽的目的是什么？**

对蒸汽进行清洗的目的是：利用给水作清洗水，将蒸汽所携带水分中的盐分和溶解在蒸汽中的盐分扩散到清洗水中，通过连排或定排排出锅炉外面，从而降低蒸汽里的含盐量，防止过热器及汽轮机叶片结垢，保证机组的安全运行。

**71. 再热器的作用是什么？**

- (1) 提高热力循环的热效率；
- (2) 提高汽机排汽的干度，降低汽耗，减小蒸汽中的水分对汽轮机末几级叶片的侵蚀；
- (3) 提高汽轮机的效率；
- (4) 进一步吸收锅炉烟气热量，降低排烟温度。

**72. 炉底水封破坏后，为什么会使过热汽温升高？**

锅炉从底部漏入大量的冷风，降低了炉膛温度，延长了着火时间，使火焰中心上移，炉膛出口温度升高，同时造成过剩空气量的增加，对流换热加强，导致过热汽温升高。

**73. 什么是超温和过热，两者之间有什么关系？**

- (1) 超温或过热是在运行中，金属的温度超过其允许的温度；
- (2) 两者之间的关系：超温与过热在概念上是相同的。所不同的是，超温指运行中出于种种原因，使金属的管壁温度超过所允许的温度，而过热是因为超温致使管子发生不同程度的损坏，也就是说超温是过热的原因，过热是超温的结果。

**74. 汽压变化对其他运行参数有何影响？**

- (1) 对汽温的影响：一般当汽压升高时，过热蒸汽温度也要升高。这是由于当汽压升高时，饱和温度随之升高，则从水变为蒸汽需要消耗更多的热量，在燃料不变的情况下，锅炉的蒸发量要瞬间减少，即过热器所通过的蒸汽量减少，相对蒸汽的吸热量增大，导致过热蒸汽温度升高。
- (2) 对水位的影响：当汽压降低时，由于饱和温度的降低使部分锅水蒸发，

引起锅水体积的膨胀，故水位要上升。反之当汽压升高时，由于饱和温度的升高，使锅水的部分蒸汽要凝结，引起锅水体积的收缩，故水位要下降。如果汽压变化是由负荷引起的，则上述的水位变化是暂时的现象，接着就要向相反的方向变化。

#### 75. 蒸汽压力变化速度过快对机组有何影响？

(1) 使水循环恶化：蒸汽压力突然下降时，水在下降管中可能发生汽化。蒸汽压力突然升高时，由于饱和温度升高，上升管中产汽量减少，会引起水循环瞬时停滞。蒸汽压力变化速度越快，蒸汽压力变化幅度越大，这种现象越明显。试验证明，对于高压以上锅炉，不致引起水循环破坏的允许汽压下降速度不大于  $0.25\sim 0.30\text{MPa}/\text{min}$ ；负荷高于中等水平时，汽压上升速度不大于  $0.25\text{MPa}/\text{min}$ ，而在低负荷时，汽压变化速度则不大于  $0.025\text{MPa}/\text{min}$ 。

(2) 容易出现虚假水位：由于蒸汽压力的升高或降低会引起锅水体积的收缩或膨胀，而使汽包水位出现下降或升高，均属虚假水位。蒸汽压力变化速度越快，虚假水位的影响越明显。出现虚假水位时，如果调节不当或发生误操作，就容易诱发缺水或满水事故。

#### 76. 如何避免汽压波动过大？

- (1) 掌握锅炉的带负荷能力；
- (2) 控制好负荷增减速度和幅度；
- (3) 增减负荷前应提前提示，提前调整燃料量；
- (4) 运行中要做到勤调、微调，防止出现反复波动；
- (5) 投运和完善自动调节系统；
- (6) 对于母管制机组，应编制各机组的负荷分配规定，以适应外界负荷的变化。

#### 77. 锅炉滑压运行有何优点？

- (1) 负荷变化时蒸汽温度变化小。汽机各级温度基本不变，减小了热应力与热变形，提高了机组的使用寿命；
- (2) 低负荷时汽机的效率比定压运行高，热耗低；
- (3) 电动给水泵电耗小；
- (4) 延长了锅炉承压部件及汽机调节汽门的寿命；
- (5) 减轻汽轮机通流部分结垢。

#### 78. 影响汽温变化的因素有哪些？

(1) 烟气侧的影响因素。主要有炉内火焰中心的位置、燃料的性质、受热面的清洁程度、过剩空气量的大小、一二次风的配比、烟道和炉膛的漏风、制粉系统的启停、吹灰和打焦操作。

(2) 蒸汽侧的影响因素。主要有饱和蒸汽的湿度、给水温度、锅炉蒸发量、减温水量、受热面的布置和特性等。

#### 79. 过热器及再热器的型式有哪些？

(1) 按照不同的传热方式，过热器和再热器可分为对流式、辐射式和半辐射式三种形式。

(2) 根据烟气和管内蒸气的相对流动方向又可分为顺流、逆流和混合流三种型式。

(3) 根据管子的布置方式又可分为立式和卧式两种型式。

(4) 根据管圈数量可分为单管圈、双管圈和多管圈三种型式。

#### 80. 与过热器相比，再热器运行有何特点？

(1) 放热系数小，管壁冷却能力差；

(2) 再热蒸汽压力低、比热容小，对汽温的偏差较为敏感；

(3) 由于入口蒸汽是汽轮机高压缸的排汽，所以，入口汽温随负荷变化而变化；

(4) 机组启停或突甩负荷时，再热器处于无蒸汽运行状态，极易烧坏，故需要较完善的旁路系统；

(5) 由于其流动阻力对机组影响较大，故对其系统的选择和布置有较高的要求。

#### 81. 蒸汽温度的调节设备及系统分哪几类？

蒸汽温度的调节设备及系统分为两大类：

(1) 烟气侧调节设备，有分隔烟气挡板式、烟气再循环和摆动燃烧器等；

(2) 蒸汽侧调节设备，有喷水减温器、表面式减温器以及三通阀旁路调温系统等。

#### 82. 汽温调节的总原则是什么？

(1) 汽温调节的总原则是控制好煤水的比例，以燃烧调整作为粗调手段，以减温水调整作为微调手段。

(2) 对于汽包锅炉，汽包水位的高低直接反映了煤水比例的正常与否，因此调

整好汽包水位就能够控制好煤水比例。

(3) 对于直流炉，必须将中间点温度控制在合适的范围内。

### 83. 如何利用减温水对汽温进行调整？

目前汽包锅炉过热汽温调整一般以喷水减温为主，大容量锅炉通常设置两级以上的减温器。一般用一级喷水减温器对汽温进行粗调，其喷水量的多少取决于减温器前汽温的高低，应能保证屏过管壁温度不超过允许值。二级减温器用来对汽温进行细调，以保证过热蒸汽温度的稳定。

### 84. 什么是直流炉的中间点温度？

在汽包锅炉中，汽包是加热、蒸发和过热三过程的枢纽和分界点。对于直流炉，它的加热、蒸发和过热是一次完成的，没有明确的分界。人们人为地将其工质具有微过热度的某受热面上一点的温度（一般取至蒸发受热面出口或第一级低温过热器的出口汽温）作为衡量煤水比例是否恰当的参照点，即为所谓的中间点温度。

### 85. 如何调节直流锅炉的汽温和汽压？

(1) 直流锅炉的汽温主要是通过给水和燃料量的调节来实现的。汽压的调节主要是利用给水量的调节来实现的。

(2) 直流锅炉发生外扰时，如外界负荷增大，首先反映的是汽压降低，而后汽温下降，此时应及时增加燃料量，根据中间点温度的变化情况适当增加给水量，维持中间点温度正常，将汽压、汽温恢复到原始水平。

(3) 直流锅炉发生内扰时，比如给水量增大时，汽压会上升，而汽温下降。具体调节时应迅速减小给水量。

### 86. 升压过程中为何不宜用减温水来控制汽温？

在高压高温大容量锅炉启动过程中的升压阶段，应限制炉膛出口烟气温度。再热器无蒸汽通过时，炉膛出口烟温应不超过540℃。保护过热器和再热器时，要求用限制燃烧率、调节排汽量或改变火焰中心位置来控制汽温，而应尽量不采用减温水来控制汽温。因为升压过程中，蒸汽流量较小，流速较低，减温水喷入后，可能会引起过热器蛇形管之间的蒸汽量和减水量分配不均匀，造成热偏差；或减温水不能全部蒸发，积存于个别蛇形管内形成“水塞”，使管子过热，造成不良后果。因此，在升压期间应尽可能不用减温水来控制汽温。万一需要用减温水时，也应尽量减小减温水的喷入量。

### 87. 锅炉钢管长期过热爆管破口有什么特征？

- (1) 破口并不太大；
- (2) 破口的断裂面粗糙、不平整，破口边缘是钝边，并不锋利；
- (3) 破口附近有众多的平行于破口的轴向裂纹；
- (4) 破口外表面会有一层较厚的氧化皮，这些氧化皮较脆，易剥落。

### 88. 为什么再热汽温调节一般不使用喷水减温？

使用喷水减温将使机组的热效率降低。这是因为，使用喷水减温，将使中低压缸工质流量增加。这些蒸汽仅在中低压缸做功，就整个回热系统而言，限制了高压缸的做功能力。而且在原来热循环效率越高的情况下，如增加喷水量，则循环效率降低就越多。

### 89. 锅炉水压试验时，有哪些注意事项？如何防止汽缸进水？

- (1) 进行水压试验前应认真检查压力表投入情况；
- (2) 向空排气、事故放水门应开关灵活、排汽放水畅通；
- (3) 试验时应有指定专业人员在现场指挥监护，由专人进行升压控制；
- (4) 控制升压速度在规定范围内；
- (5) 注意防止汽缸进水。打开主汽门后所有的疏水门，设专人监视汽轮机上下缸壁温和壁温差的变化。

### 90. 新装锅炉的调试工作有哪些？

新装锅炉的调试分为冷态调试和热态调试两个阶段。

- (1) 冷态调试的主要工作有：转机的分部试运行、阀门挡板的测试、炉膛及烟道的漏风试验、受热面的水压试验、锅炉酸洗等；
- (2) 热态调试的主要工作有：吹管、蒸汽严密性试验、安全阀压力整定（定砵）、整机试运行等。

### 91. 为什么要进行锅炉水压试验？

对于新装和大修后以及受热面大面积更换的锅炉，汽水管道的连接焊口成千上万，管材质量也不可能完全合乎标准，各个汽水阀门的填料、盘根等也需要动态检验，故在机组热态试运前，需要对汽水系统进行冷态的水压试验，以检验各承压部件的强度和严密性。然后根据水压试验时发生的渗漏、变形和损坏情况查找找到承压部件的缺陷并及时加以处理。

## 92. 如何进行再热器水压试验？

首先在汽轮机高压缸出口蒸汽管道上加装打压堵板，然后在汽轮机允许的情况下用再热器冷段事故喷水或减温水给再热器上水。上水前应关闭汽轮机中压缸入口电动门和再热器疏水门，打开再热器空气门（见水后关闭）。

当压力升到 1MPa 时暂停升压，通知有关人员进行检查。无问题后继续升压直至额定。此间应严防超压。检查完毕，应按照规定的降压速率降压到零。打开空气门及疏水门，放净炉水。

## 93. 为什么要对新装和大修后的锅炉进行化学清洗？

锅炉在制造、运输和安装、检修的过程中，在汽水系统各承压部件内部难免要产生和粘污一些油垢、铁屑、焊渣、铁的氧化物等杂质。这些杂质一旦进入运行中的汽水系统，将对锅炉和汽轮机造成极大的危害，所以对新装和大修后正式投运前的锅炉必须进行化学清洗，清除这些杂物。

## 94. 为什么要进行锅炉的吹管？

锅炉汽水系统中的部分设备如减温水、启动旁路、过热器、再热器管路系统等，由于结构、材质、布置方式等原因不适合化学清洗，所以新装锅炉在正式投运前需用物理方法清除内部残留的杂物，故利用本炉产生的蒸汽对汽水系统及设备进行吹管处理。

## 95. 滑参数停炉有什么优点？

(1) 停炉时的降温降压过程中，保持有较大的蒸汽流量，能够使汽轮机金属温度得到均匀冷却和冷却速度快。对于待检修的汽轮机，可缩短开缸时间。

(2) 充分利用余热发电，节约工质，减少了停炉过程中的热损失，热经济性高。

## 96. 影响停用锅炉腐蚀的因素有哪些？

对于采用热炉放水保护受热面和汽水管路的锅炉，影响停用腐蚀的因素主要有温度、湿度、金属表面的清洁程度和水膜的化学成分等；对于采用充水防腐方法保护受热面及汽水管路的锅炉，影响停用腐蚀的因素主要有水温、溶氧量、水的化学成分和金属表面的清洁度等。

## 97. 锅炉事故处理的总原则是什么？

(1) 运行人员应准确判断事故原因；正确消除事故根源；解除人身、设备威胁；防止引起事故扩大。

(2) 在保证人身及设备安全的前提下，尽量维持锅炉运行，必要时转移负荷至其他机组，保证用户供电及厂用供电。

(3) 紧急停炉时应及时通知调度系统，以便统一调配负荷。

(4) 单元制机组紧急停炉时，为保证汽轮机的安全，停炉后不应立即关闭锅炉主汽门，应待停机后再关闭。

#### **98. 转动机械在运行中发生什么情况时，应立即停止运行？**

转动机械在运行中发生下列情况之一时，应立即停止运行。

- (1) 发生人身事故，无法脱险时。
- (2) 发生强烈振动，危及设备安全运行时。
- (3) 轴承温度急剧升高或超过规定值时。
- (4) 电动机转子和静子严重摩擦或电动机冒烟起火时。
- (5) 转动机械的转子与外壳发生严重摩擦撞击时。
- (6) 发生火灾或被水淹时。

#### **99. 受热面容易受飞灰磨损的部位有哪些？**

锅炉中的飞灰磨损都带有局部性质，易受磨损的部位通常为烟气走廊区，蛇形弯头、管子穿墙部位、管式空气预热器的烟气入口处及在灰分浓度大的区域等。

#### **100. 尾部烟道二次燃烧的原因有哪些？**

(1) 燃烧过程中调整不当，风量过小，煤粉过粗，油枪雾化不好，使未燃尽的可燃物在后部受热面沉积燃烧；

(2) 点火初期，低负荷运行及停炉过程中，炉温低，风、粉、油配比不当，造成大量可燃物沉积在尾部烟道内；

(3) 点火初期或低负荷运行时，制粉系统的三次风内含煤粉，吹入炉膛，炉温低，煤粉不能完全燃尽，可能积在尾部受热面内；

(4) 灭火后未及时停止燃料，点火前通风量不足 25%，时间不足 5 分钟，可能造成可燃物沉积在尾部烟道内。

## 第五部分 论述题

### 1. 论述锅炉的热平衡。

答案:答: 锅炉的热平衡: 燃料的化学能+输入物理显热等于输出热能+各项热损失。

根据火力发电厂锅炉设备流程可分为输入热量、输出热量和各项损失。

(1) 输入热量。

- 1) 燃料的化学能即燃煤的低位发热量。
- 2) 输入的物理显热。燃煤的物理显热和进入锅炉空气带入的热量。
- 3) 转动机械耗电转变为热量。一次风机(排粉机)、球磨机(中速磨煤机)、送风机、强制循环泵等耗电转变的热量,这部分电能转换为热能在计算时将与管道散热抵消。
- 4) 油枪雾化蒸汽带入的热量。这部分热量,当锅炉正常运行时,油枪是退出运行的。因此锅炉正常运行时,输入热量为燃料的化学能+输入的物理显热。

(2) 输出热量。

1) 过热蒸汽带走的热量

$$Q_{\text{a}} = D_{\text{a}}(h_{\text{a}} - h_{\text{f}}), \text{ kJ/h}$$

式中  $D_{\text{a}}$  ——过热蒸汽流量, kg/h;

$h_{\text{a}}$  ——过热蒸汽焓, kJ/kg;

$h_{\text{f}}$  ——给水焓, kJ/kg。

2) 再热蒸汽带走的热量

$$Q_{\text{r}} = D_{\text{r}}(h_{\text{r}}'' - h_{\text{r}}'), \text{ kJ/h}$$

式中  $D_{\text{r}}$  ——再热蒸汽流量, kg/h;

$h_{\text{r}}$  ——过热蒸汽焓, kJ/kg;

$h_{\text{r}}'', h_{\text{r}}'$  ——再热器的出口、入口蒸汽焓, kJ/kg。

3) 锅炉自用蒸汽带走热量

$$Q_{\text{y}} = D_{\text{y}}(h_{\text{y}} - h_{\text{f}}), \text{ kJ/h}$$

式中  $D_{\text{自}}$ ——锅炉自用蒸汽量，kg/h；

$h_{\text{自}}$  ——锅炉自用蒸汽的焓，kJ/kg。

4) 锅炉排污带走热量

$$Q_{\text{pw}} = D_{\text{pw}}(h_{\text{b}} - h_{\text{p}}), \text{ kJ/h}$$

式中  $D_{\text{pw}}$ ——排污水量，kg/h；

$h_{\text{b}}$  ——汽包压力下的饱和水焓，kJ/kg。

(3) 锅炉各项热损失。

1) 锅炉排烟热损失。① 干烟气热损失；② 水蒸气热损失（空气带入水分，燃煤带入水分，氢生成成分）。

2) 化学未完全燃烧热损失（CO，CH<sub>4</sub>）。

3) 机械未完全燃烧热损失。① 飞灰可燃物热损失；② 灰渣可燃物热损失。

4) 散热损失。锅炉本体及其附属设备散热损失。

5) 灰渣物理热损失。

6) 吹灰蒸汽热损失。

7) 灰斗水封冷却水热损失。

## 2. 锅炉启动速度是如何规定的，为什么升压速度不能过快？

锅炉启动初期及整个启动过程升压速度应缓慢、均匀，并严格控制在规定范围内。对于高压及超高压汽包锅炉启动过程一般控制升压速度0.02~0.03 MPa/min；对于引进型国产300MW机组，并网前升压速度控制不大于0.07MPa/min，并网后也不应大于0.13MPa/min。

在升压初期，由于只有少数燃烧器投入运行，燃烧较弱，炉膛火焰充满程度较差，对蒸发受热面的加热不均匀程度较大；另一方面由于受热面和炉墙的温度很低，因此燃料燃烧放出的热量中，用于使炉水汽化的热量并不多，压力越低，汽化潜热越大，故蒸发面产生的蒸汽量不多，水循环未正常建立，不能从内部来促使受热面加热均匀。这样，就容易使蒸发设备，尤其是汽包产生较大的热应力，所以，升压的开始阶段，温升速度应较慢。

此外，根据水和蒸汽的饱和温度与压力之间的变化可知，压力越高，饱和温度随压力而变化的数值越小；压力越低，饱和温度随压力而变化的数值越大，因

而造成温差过大使热应力过大。所以为避免这种情况，升压的持续时间就应长些。在升压的后阶段，虽然汽包上下壁、内外壁温差已大为减小，升压速度可比低压阶段快些，但由于工作压力的升高而产生的机械应力较大，因此后阶段的升压速度也不要超过规程规定的速度。

由以上可知，在锅炉升压过程中，升压速度太快，将影响汽包和各部件的安全，因此升压速度不能太快。

### 3. 锅炉启动前应进行哪些系统的检查？

(1) 汽水系统检查。所有阀门及操作装置应完整无损，动作灵活，并正确处于启动前应该开启或关闭的状态，管道支吊架应牢固；有关测量仪表处于工作状态。

(2) 锅炉本体检查。炉膛内、烟道内检修完毕，无杂物，无人在工作，所有门、孔完好，处于关闭状态；各膨胀指示器完整，并校对其零位。

(3) 除灰除尘系统检查。所有设备完好，具备投入运行条件。

(4) 转动机械检查。地脚螺栓及安全防护罩应牢固；润滑油质量良好，油位正常；冷却水畅通，试运行完毕，接地线应牢固，电动机绝缘合格。

(5) 制粉系统检查。系统内各种设备完整无缺，操作装置动作灵活，各种挡板处于启动前的正确位置，防爆门完整严密，锁气器启闭灵敏。

(6) 燃油系统及点火系统检查。系统中各截门处于应开或应关的位置，电磁速断阀经过开关试验；点火设备完好，处于随时可以启用的状态。

(7) 确认厂用气系统、仪表用气系统已投运，有关供气阀门开启。

### 4. 如何合理选择冲转参数？

(1) 主蒸汽压力。应综合机炉两方面及旁路系统的因素来考虑，要从便于维持启动参数的稳定出发，使进入汽缸的蒸汽流量应能满足汽机顺利通过临界转速和带初始负荷的要求，同时为使金属各部分加热均匀，增大蒸汽的容积流量，冲转蒸汽压力应尽量选择低一些。

(2) 蒸汽温度。应能避免启动初期对金属部件的热冲击；同时防止蒸汽过早进入湿蒸汽区而造成的凝结放热及末几级叶片的水蚀，要有足够高的过热度；总之蒸汽温度应与金属温度相匹配。

(3) 凝汽器真空。冲转瞬间大量蒸汽进入汽轮机内，因蒸汽的凝结需要有个过程，所以真空会有所降低，如果真空过低在冲转瞬间就会有低压缸安全门动作的

危险，同时排汽温度大幅度升高，使凝汽器铜管急剧膨胀，造成胀口松弛而泄漏。过高的真空也是不必要的，在其它冲转参数都具备时仅仅为了等真空上来，必然会延迟机组冲转时间；另外真空过高冲动汽轮机所需的蒸汽量减少，达不到良好的暖机效果从而延长暖机时间。

#### 5. 锅炉启动过程中如何防止蒸汽温度突降？

(1) 锅炉启动过程中要根据工况的改变，分析蒸汽温度的变化趋势，应特别注意对过热器中间点及再热蒸汽减温后温度监视，尽量使调整工作恰当的做在蒸汽温度变化之前；

(2) 一级减温水一般不投，即使投入也要慎重，二级减温水不投或少投，视各段壁温和汽温情况配合调整，控制各段壁温和蒸汽温度在规定范围内，防止大开减温水，使汽温骤降；

(3) 防止汽机调门开得过快，进汽量突然大增，使汽温骤降；

(4) 汽包炉还要控制汽包水位在正常范围内，防止水位过高造成汽温骤降；

(5) 燃烧调整上力求平稳、均匀，以防引起汽温骤降，确保设备安全经济运行。

#### 6. 什么是直流锅炉的启动压力？启动压力的高低对锅炉有何影响？

(1) 直流锅炉、低循环倍率锅炉和复合循环锅炉启动时，为保证蒸发受热面的水动力稳定性所必须建立的给水压力，称为启动压力。

(2) 直流锅炉给水是一次通过锅炉各受热面的，所以，锅炉一点火就要依靠一定压力的给水，流过蒸发受热面进行冷却。但直流锅炉启动时一般不是一开始就在工作压力下工作，而是选择某一较低的压力，然后再过度到工作压力。启动压力的高低，关系到启动过程的安全性和经济性。

(3) 启动压力高，汽水密度差小，对改善蒸发受热面水动力特性、防止蒸发受热面产生脉动、减小启动时的膨胀量都有好处。但启动压力高，又会使给水泵电耗增大，加速给水阀门的磨损，并能引起较大的振动和噪声。目前，国内亚临界参数直流锅炉，启动压力一般选为6.8~7.8MPa。

#### 7. 论述四角布置的直流燃烧器气流偏斜的原因及对燃烧的影响。

(1) 气流偏斜的原因。

1) 射流在其两侧压力差的作用下，被压向一侧而产生偏斜，由于直流燃烧器的四角射流相切于炉膛中心的假想切圆，致使射流两侧与炉膛夹角不同。夹角大的

一侧，空间大、高温烟气补充充分，另一侧补气不充分，致使夹角大的一侧静压大于夹角小的一侧，在压差的作用下，射流向夹角小的一侧偏斜。

2) 炉膛宽、深尺寸差别越大，切圆直径越大，两侧夹角差别越大，射流偏斜越大。

3) 射流受上游邻角燃烧器射流的横向推力作用也迫使气流发生偏斜。

4) 射流刚性的大小，也影响气流的偏斜。

(2) 气流偏斜对燃烧的影响。射流偏斜不大时，可改善炉内气流工况，使部分高温烟气正好补充到邻组燃烧器的根部，不但保证了煤粉气流的迅速着火和稳定燃烧，又不至于结焦，这正是四角直吹式直流燃烧器的特点。但气流偏斜过大时，会形成气流刷墙致使水冷壁炉墙结焦、磨损等不良后果，且炉膛火焰充满度降低。

## 8. 论述假想切圆直径的大小对锅炉工作的影响。

角置式燃烧器以同一高度喷口的几何轴线作切线，这些切线在炉膛横截面中部形成的几何圆形称为假想切圆。燃烧器的四股气流沿假想圆的切线方向喷射，在炉内形成绕假想切圆强烈旋转的气流。

对于不同燃料、不同类型的锅炉，假想切圆的直径完全不一样；同一锅炉的一、二次风也可能采用不同直径的假想切圆。一般切圆直径大约在600~1300mm。较大直径的假想切圆，可使邻角火炬的高温火焰更易达到下游邻角的燃烧器根部，有利于煤粉气流的着火，同时使炉内气流旋转强烈，燃烧后期混合得以改善，有利于燃尽过程。但假想切圆大，一次风气流偏斜程度增大，易引起水冷壁的结渣、磨损。切圆直径过大时，气流到达炉膛出口还有较强的残余旋转，会引起烟温和过热汽温的偏差。由于切圆存在负压无风区，故使炉膛的火焰充满程度也受到不利影响。

## 9. 论述转动机械滚动轴承的发热原因。

(1) 轴承内缺油。

(2) 轴承内加油过多，或油质过稠。

(3) 轴承内油脏污，混入了小颗粒杂质。

(4) 转动机械轴弯曲。

(5) 传动装置校正不正确，如联轴器偏心，传动带过紧，使轴承受到的压力增大，摩擦力增加。

- (6) 轴承端盖或轴承安装不好，配合得太紧或太松。
- (7) 轴电流的影响。由于电动机制造上的原因，磁路不对称，在轴上感应了轴电流，而引起涡流发热。
- (8) 冷却水温度高，或冷却水管堵塞流量不足，冷却水流量中断等。

#### 10. 论述燃煤锅炉的烟气脱硫方法。

烟气脱硫是减少SO<sub>2</sub>排放的一个有效技术措施。燃煤后烟气脱硫，按照脱硫过程是否加水和脱硫产物的干湿形态，可分为湿法、半干法和干法三类。

(1) 湿法烟气脱硫工艺主要有石灰石—石膏法、简易石灰石—石膏法、间接石灰石—石膏法、海水脱硫、磷铵复合肥法、钠碱法、氨吸收法等。其中石灰石—石膏法是目前世界上使用最广泛的脱硫技术，它使用石灰石或石灰浆液与烟气中SO<sub>2</sub>反应，脱硫产物可以综合利用。

(2) 半干法脱硫是利用烟气显热蒸发石灰浆液中的水分，同时在干燥过程中，石灰与烟气中的SO<sub>2</sub>反应生成CaSO<sub>3</sub>等，最终产物为粉末状，可与袋式除尘器配合使用，进一步提高脱硫效率。

(3) 干法烟气脱硫，其反应是在无液相介入的完全干燥状态下进行的，反应产物也为粉末状，不存在腐蚀、结露等问题。干法主要有炉膛干粉喷射脱硫法、高能电子活化氧化法、荷电干粉喷射脱硫法等。

#### 11. 论述运行中如何提高锅炉燃用劣质煤的稳定性。

劣质煤主要指无烟煤，高灰分（大于40%）、低热值（低位发热量小于16.7MJ/kg）的烟煤（包括洗煤），高水分（大于30%）、高灰分（大于40%）和低热值的褐煤等。为了保证锅炉的安全运行，必须首先确保锅炉的燃烧稳定性。提高运行中锅炉燃用劣质煤的稳定性，可以从以下几个方面进行：

- (1) 保持适当的一次风率。燃用劣质煤应适当降低一次风率。对于高挥发的劣质煤，一次风率应在25%~30%；对于低挥发的劣质煤，一次风率应在20%~25%。
- (2) 保持合理一次风速。燃烧劣质煤时，一次风速一般选取24~28m/s。
- (3) 适当降低三次风量。一般燃用劣质烟煤时，三次风率控制在小于或等于30%，三次风速小于或等于60m/s，以50~55m/s为宜；当燃用高水分的烟煤时，运行的三次风速高于此值。
- (4) 保持合适的煤粉细度。从经济性考虑，煤粉细度应维持在最佳值。但对于

劣质煤而言，煤粉细度的控制还要考虑锅炉运行的安全可靠。对高灰分的劣质煤，煤粉细度可按照下式确定： $R_{90}=V_{ar}(1+n)$ 或 $R_{90}=2+1.1V_{daf}$  ( $V_{ar}>18\%$ ,  $n=0.2$ ;  
 $V_{ar}<18\%$ ,  $n=0.15$ )；对于无烟煤的煤粉细度 $R_{90}$ 应小于10%。

## 12. 煤粉为什么有爆炸的可能性？它的爆炸性与哪些因素有关？

煤粉很细，相对表面积很大，能吸附大量空气，随时都在进行着氧化。氧化放热使煤粉温度升高，氧化加强。如果散热条件不良，煤粉温度升高一定程度后，即可能自燃爆炸。煤粉的爆炸性与许多因素有关，主要的有：

- (1) 挥发分含量。挥发分 $V_{daf}$ 高，产生爆炸的可能性大，而对于 $V_{daf}<10\%$ 的无烟煤，一般可不考虑其爆炸性。
- (2) 煤粉细度。煤粉越细，爆炸的危险性越大。对于烟煤，当煤粉粒径大于100 $\mu$ m时，几乎不会发生爆炸。
- (3) 气粉混合物浓度。危险浓度为1.2~2.0kg/m<sup>3</sup>。在运行中，从便于煤粉输送及点燃考虑，一般还较难避开引起爆炸的浓度范围。
- (4) 煤粉沉积。制粉系统中的煤粉沉积，往往会因逐渐自燃而成为引爆的火源。
- (5) 气粉混合物中的氧气浓度。氧气浓度高，爆炸危险性大。在燃用 $V_{daf}$ 高的褐煤时，往往引入一部分炉烟干燥剂，也是防止爆炸的措施之一。
- (6) 气粉混合物流速。流速低，煤粉有可能沉积；流速过高，可能引起静电火花。所以气粉混合物过高、过低对防爆都不利，一般气粉混合物流速控制为16~30m/s。
- (7) 气粉混合物温度。温度高，爆炸危险性大。因此，运行中应根据 $V_{daf}$ 高低，严格控制磨煤机出口温度。
- (8) 煤粉水分。过于干燥的煤粉爆炸危险性大。煤粉水分要根据挥发分 $V_{daf}$ 、煤粉储存与输送的可靠性以及燃烧的经济性综合考虑确定。

## 13. 试述燃料性质对锅炉受热面布置有何影响。

燃料的性质和种类对锅炉的布置方式有很大影响。以固体燃料为例，挥发分、水分、灰分及硫分对锅炉布置就有很大的影响。挥发分低的煤，一般不易着火和燃尽，这就要求炉膛容积大一些，以保证燃料在炉内在足够的燃烧时间；另外还需要有较高的热风温度，即增加空气预热器受热面。燃料的水分较大时，将引起炉膛温度降低，使辐射吸热量减小，因而空气预热器应布置得多些。燃料的灰分

较大时，将加剧对流受热面的磨损，为减轻磨损，可采用塔式布置方式；灰分熔点太低时，为保证在炉膛出口及后部受热面不结渣，可采用液态排渣方式。燃料的硫分较大时，在锅炉的布置上，还要采取各种防止低温腐蚀和堵灰的措施。

#### 14. 运行中影响燃烧经济性的因素有哪些？

运行中影响燃烧经济性的因素是多方面的，复杂的，主要的有以下几点：

(1) 燃料质量变差。如挥发分下降，水分、灰分增大，使燃料着火及燃烧稳定性变差，燃烧完全程度下降。

(2) 煤粉细度变粗，均匀度下降。

(3) 风量及配风比不合理。如过量空气系数过大或过小，一、二次风风率或风速配合不适当，一、二次风混合不及时。

(4) 燃烧器出口结渣或烧坏，造成气流偏斜，从而引起燃烧不完全。

(5) 炉膛及制粉系统漏风量大，导致炉膛温度下降，影响燃料的安全燃烧。

(6) 锅炉负荷过高或过低。负荷过高时，燃料在炉内停留的时间缩短；负荷过低时，炉温下降，配风工况也不理想，都影响燃料的完全燃烧。

(7) 给粉机或给煤机工作失常，进入炉膛粉量不稳定。

#### 15. 叙述燃烧器出口风速与风率的调节必要性。

燃烧器保持适当的一、二、三次风出口速度和风率是建立良好的炉内工况、使风粉混合均匀、保证燃料正常着火与燃烧的必要条件。一次风速过高会推迟着火时间，过低会烧坏燃烧器喷口，并可能造成一次风管的堵管。二次风速过高或过低都可能破坏气流与燃料的正常混合、搅拌，从而降低燃烧的稳定性和经济性。燃烧器出口断面的尺寸及流速决定了一、二、三次风量的百分率。风率的变化也对燃烧工况有很大影响。当一次风率过大时，为达到风粉混合物着火温度所需的吸热量就要多，因而达到着火所需的时间就延长，这对挥发分低的燃煤着火很不利，如果一次风温较低就更为不利。而对于挥发分较高的燃煤，由于其着火后要保证挥发分的及时燃尽，就需要有较高的一次风率。

#### 16. 什么是滑参数启动？滑参数启动有哪两种方法？

滑参数启动是锅炉、汽轮机的联合启动，或称整套启动。它是将锅炉的升压过程与汽轮机的暖管、暖机、冲转、升速、并网、带负荷平行进行的启动方式。启动过程中，随着锅炉参数的逐渐升高，汽轮机负荷也逐渐增加，待锅炉出口蒸

汽参数达到额定值时，汽轮机也达到额定负荷或预定负荷，锅炉、汽轮机同时完成启动过程。

滑参数启动的基本方法有如下两种：

(1) 真空法。启动前从锅炉到汽轮机的管道上的阀门全部打开，疏水门、空气门全部关闭。投入抽气器，使由汽包到凝汽器的空间全处于真空状态。锅炉点火后，一有蒸汽产生，蒸汽即通过过热器、管道进入汽轮机，进行暖管、暖机。当汽压达冲转参数时，汽轮机即可冲转。当汽轮机达额定转速时，可并网开始带负荷。

(2) 压力法。锅炉先点火升压，汽压达冲转参数时，开始冲转，以后随着蒸汽压力、温度逐渐升高，汽轮机达到全速、并网、带负荷，直到达到额定负荷。滑参数启动适用于单元制机组或单母管切换制机组，目前，大多数发电厂采用压力法进行滑参数启动，而很少使用真空法进行滑参数启动。

#### 17. W形火焰燃烧方式有哪些主要特点？

W形火焰燃烧方式的主要特点有：

(1) 煤粉开始自上而下流动，着火后向下扩展，随着燃烧过程的发展，煤粉颗粒逐渐变小，速度减慢。在离开一次风口数米后，火焰开始转折180°向上流动，既不易产生煤粉分离现象，又获得了较长的火焰燃烧行程。

(2) 由于着火区没有大量空气进入，保证了炉膛温度无明显下降。而且，有部分高温烟气回流至着火区，有利于迅速加热进入炉内的煤粉气流，加速着火，提高着火的稳定性。

(3) 下部的拱式着火炉膛的前、后墙以及炉顶拱部分，可以辐射大量热量，提供了煤粉气流比较充足的着火热。

(4) 煤粉自上而下进入炉膛，一次风率可降至5%~15%，风速很低，可以低至15m/s。

(5) 因为燃烧过程基本上是在下部炉膛中的高温区内完成的，而上部炉膛主要用来冷却烟气，因此，锅炉炉膛的高度主要由炉膛出口烟气温度决定。

(6) 火焰流向与炉内水冷壁平行，使得烟气对炉墙不发生冲刷，受热面不易结渣。

(7) 由于火焰不旋转，炉膛出口烟气的速度场和温度场分布比较均匀，可以减

少过热器和再热器的热偏差。

(8) 因为采用了一次风煤粉气流下行后转 $180^\circ$ 弯向上流程的火焰烟气流程,可以分离烟气中的部分飞灰。

### 18. 试述空气预热器积灰和腐蚀的原因。

造成空气预热器积灰和腐蚀的主要原因是锅炉烟气中含有水蒸气、硫的燃烧产物。硫在燃烧时,除部分残留在灰渣中,其余大部分生成 $\text{SO}_2$ ,在一定条件下少部分进一步氧化成 $\text{SO}_3$ 。烟气中含有量的多少与燃烧方式、运行工况、燃料的含硫量及灰的化学成分有关。

$\text{SO}_3$ 与水蒸气结合后,生成硫酸蒸气,当它在金属表面上凝结时,便对金属产生腐蚀;同时凝结在金属表面的硫酸露水与烟气中的灰黏在一起,会越结越多造成预热器堵塞。在实际生产中,末级空气预热器由于处在烟气和空气温度较低处,其发生积灰和腐蚀的可能性最大。

### 19. 论述选择润滑油(脂)的依据。

(1) 负荷大时,应选用黏度大或油性、挤压性好的润滑油。负荷小时应选用黏度小的润滑油。间歇性的或冲击力较大的机械运动,容易破坏油膜,应选用黏度较大或挤压性较好的润滑油,或用这种润滑油制成的针入度较小的润滑脂。

(2) 速度高时,需选用黏度较小的润滑油,或用黏度较大的润滑油制成的润滑脂。对于高速滚动轴承的选择润滑油(脂),为了补足所用润滑油(脂)的机械安全性和成膜性,以及克服离心力的作用,最好选用稠度较大的3号润滑脂。对一般转速不太高的轴承来说,为了降低轴承的转矩,特别是启动转矩,则尽可能选用低稠度的润滑脂。

(3) 在高温条件下,应选用黏度较大、闪点较高、油性好以及氧化安定性好的润滑油,或用热安定性好的基础油和调化剂制成的滴点较高的润滑脂。在低温条件下,应选用黏度较小、凝点低的润滑油,或用这种油制成的低温性能较好的润滑脂。温度变化大的摩擦部位,应选用黏温性能较好的润滑油或使用温度范围较宽的润滑脂(如锂基脂)。

(4) 在潮湿的工作环境里,或有与水接触较多的工作条件下,应选用抗乳化性能较强的油性、防锈性能较好的润滑油(脂),不能选用钠基脂。

(5) 摩擦表面粗糙时,要求使用黏度较大或针入度较小的润滑油(脂),反之,

应选用黏度较小或针入度较大的润滑油（脂）。

（6）摩擦表面位置。在垂直导轨、丝杠上润滑油容易流失，应选用黏度较大的润滑油，立式轴承宜选用润滑脂，这样可以减少流失，保持润滑。

（7）润滑方式。在循环润滑系统中，要求换油周期长、散热快，应选用黏度较小，抗泡沫性和抗氧化安定性较好的润滑油。在飞溅及油雾润系统中，为减轻润滑油的氧化作用，应选用加有抗氧抗泡添加剂的润滑油。在集中润滑系统中，为便于输送，应选用低稠度的1号或0号润滑脂。

## 20. 论述机组负荷调整与控制的几种方式。

机组负荷控制方式常用的有以下几种方式：AGC方式、协调方式（CCS炉跟机）、锅炉跟踪方式、汽轮机跟踪方式。

（1）AGC方式。由网调EMS主机发出AGC请求信号送至电厂网控计算机监控系统，电厂网控监控系统将其保持为长信号，送至机组DCS，机组DCS在AGC方式下接受省调EMS主机发出机组负荷指令值（即“调度负荷指令”），调整控制机组负荷。

（2）协调方式（“CCS炉跟机”）。“汽轮机主控”与“锅炉主控”均处于“自动”。汽轮机侧的压力调节器处于跟踪，汽轮机侧的功率调节器及炉侧的主控调节器投入自动。DEH由DCS控制，控制汽轮机调门开度，满足外界负荷的需求；炉侧的主控调节器投入自动状态，根据前馈信号及DEB直接能量平衡方式进行调节。

（3）锅炉跟踪方式。“汽轮机主控”处于“手动”，“锅炉主控”处于自动。汽轮机侧的压力调节器和功率调节器处于跟踪状态，负荷指令跟踪实发功率，汽轮机调节汽门手动控制。通过调节汽轮机调门开度，调节功率；炉侧的主控调节器投入自动状态，根据前馈信号及DEB直接能量平衡方式进行调节。

（4）汽轮机跟踪方式。“汽轮机主控”处于“自动”，“锅炉主控”处于手动。汽轮机压力调节器调节机前压力，锅炉主控制器手动。机侧汽压调节器投入自动运行，维持机前压力定值运行，机侧的功率调节器和炉侧的压力调节器处于跟踪状态。锅炉手动调功，锅炉的主控制器手动。外界负荷的需求调整靠炉主控制器遥控来实现。

## 21. 论述锅炉冷态动力场试验的目的、方法、内容。

锅炉冷态动力场试验的目的是通过喷燃器和炉膛的空气动力工况，即燃料、空气和燃烧产物三者的运行工况，来决定锅炉炉膛燃烧的可靠性和经济性。试验为研

究燃烧工况，运行操作和燃烧调整提供科学的依据。

试验时的理想工况：从燃烧中心区有足够的烟气回流，使燃料入炉后迅速受热着火，并保持稳定的着火区域；燃料和空气分布适宜，燃烧着火后能得到充分的空气供应，并得到均匀的扩散混合，以迅速燃尽；火焰充满度良好，并形成区域适当的燃烧中心，气流无偏斜，不冲刷管壁，无停滞区和无益的涡流区，燃烧器之间射流不发生干扰和冲击等。

动力场试验方法有飘带法、纸屑法、火花示踪法和测量法。这些方法就是利用布条、纸屑和自身能发光的固体微粒及测试仪器等显示气流方向，微风区、回流区、涡流区的踪迹，也可以综合利用。

动力场试验中，燃烧器射流的主要观察内容有：对于旋流喷燃器，射流形式是开式气流还是闭式气流；射流扩散角、回流区的大小和回流速度等；射流的旋流情况及出口气流的均匀性；一、二次风的混合特性；调节挡板对以上各射流特性的影响。对于四角布置的直流燃烧器，射流的射程及沿轴线速度衰减情况；射流所形成的切圆大小和位置；射流偏离燃烧器中心情况；一、二次风混合特性，如一、二次风气流离喷口的混合距离，射流相对偏离程度；喷嘴倾角变化对射流混合距离及其对相对偏离程度的影响等。对于炉膛气流的观察内容：火焰或气流在炉内充满度；炉内气流是否有冲刷管壁、贴壁和倾斜；各种气流相互干扰情况。

## 22. 论述锅炉结焦、结渣的危害及预防。

结焦、结渣是燃煤锅炉运行中比较普遍的现象。当锅炉燃用劣质煤时，锅炉结焦、结渣的可能性大大增加，严重威胁锅炉的安全、经济运行。灰的熔融特性是测定煤的结焦、结渣、积灰性能的重要指标。我国对灰的熔融特性测定方法是等腰三角锥体标准灰样法。灰的熔融特性温度指标有三个：变形温度、软化温度 $t_{st}$ 和熔化温度 $t$ 。其中，灰的软化温度与结焦、结渣过程有着密切的关系。

锅炉受热面结焦、结渣的危害很大。锅炉受热面结焦、结渣，直接影响锅炉受热面的热传递，使得炉内烟温上升，受热面产生热偏差，受热面使用寿命缩短，严重时引起汽、水管道爆破；锅炉结焦、结渣会使锅炉排烟温度上升，锅炉热效率降低，厂用电耗上升，供电煤耗上升，机组运行成本增加，机组被迫停运。锅炉结焦、结渣掉落时，会引起锅炉炉膛负压波动，压灭炉膛火焰，影响锅炉火检检测，触发锅炉炉膛压力保护、灭火保护；热焦、热渣掉入渣斗会产生大量水蒸

气，熄灭炉膛火焰，容易造成冷灰斗堵塞、锅炉被迫停炉事件的发生，甚至导致人身伤害事件的发生。

为了防止锅炉结焦、结渣，要通过试验寻找锅炉的适应性燃煤数据，根据锅炉适应性燃煤数据，采购适合锅炉燃烧的煤种，加强入炉的配煤工作，控制好入炉煤的灰熔点；加强锅炉检修后质量验收工作，组织合理良好的炉内空气动力场，保证炉内假想切圆在合适的范围内；假想切圆直径增加，实际切圆直径也随之增加，使得燃烧器出口两侧夹角差增大，火焰偏斜的可能性增大，从而造成一次风射流贴边，使得炽热的煤粉气流直接冲刷水冷壁壁面，致使水冷壁壁面局部超温而产生结焦、结渣；定期对一、二次风挡板进行校验，绘制挡板曲线，以指导运行人员作好运行调整。提高锅炉本体吹灰设备的可靠性，保持锅炉本体吹灰工作的正常性；运行中应加强调节，控制好锅炉的炉膛火焰中心，使炉膛出口烟温运行在合适的范围内；加强锅炉汽温、烟温的监视和调整，严禁超温运行；提高汽轮机加热器的投用率，提高锅炉给水温度，降低锅炉热负荷。保证锅炉汽水品质正常，防止锅炉受热面内部结垢，做好过热器反冲洗工作，提高锅炉受热面传热效果。

### 23. 论述锅炉运行中氮氧化物的生成与控制。

由于燃煤中含有氮化合物，在燃烧过程中与氧气产生接触，伴随着高温条件的存在，则会生成氮氧化物，主要有： $\text{NO}$ 、 $\text{NO}_2$ ，另外还有少量的 $\text{N}_2\text{O}$ 等，它们统称为 $\text{NO}_x$ 。在通常的燃烧温度下，生成物 $\text{NO}_x$ 中三种成分的比例为： $\text{NO}$ （90%）， $\text{NO}_2$ （5%~10%）， $\text{N}_2\text{O}$ （1%）。由于氮氧化物毒性很大，其对人类自然环境的危害很大。

煤粉燃烧过程中，生成 $\text{NO}_x$ 量的多少与煤粉的燃烧温度、过量空气系数、燃烧器的布置方式以及运行工况等因素有关。 $\text{NO}_x$ 的生成途径有三个：① 热力型 $\text{NO}_x$ ；② 燃料型 $\text{NO}_x$ ；③ 快速型 $\text{NO}_x$ 。

$\text{NO}_x$ 排放控制技术总体可分为三大类：① 使用低氮燃料；② 烟气净化技术；③ 低 $\text{NO}_x$ 燃烧技术。

（1）低氮燃料的使用。气态燃料的氮含量较固体燃料要小得多，但由于我国能源政策和能源结构的限制，固体燃料的使用占主导地位。通过使用低氮燃料来降低燃煤电站锅炉 $\text{NO}_x$ 的排放是不现实的。

（2）烟气净化技术简单地讲就是利用氨将已生成的 $\text{NO}_x$ 还原为 $\text{N}_2$ 。目前主要有两种方法，选择性催化剂还原法（SCR）和选择性非催化剂还原法（SNCR）。烟气净

化技术尽管能大幅度降低排放量，相比低NO<sub>x</sub>燃烧技术来讲，其投资成本巨大、运行费用昂贵，目前仅在少数发达国家应用。

(3) 在锅炉NO<sub>x</sub>排放控制技术中低NO<sub>x</sub>燃烧技术是广泛使用、实用性较强的一种技术。低NO<sub>x</sub>燃烧技术主要包括燃烧优化、炉内空气分级、燃料分级、烟气再循环以及低NO<sub>x</sub>燃烧器的使用等。其中分级燃烧技术是降低NO<sub>x</sub>排放的最有效、最经济方法，它在控制热力型、快速型NO<sub>x</sub>都处于较低生成水平的同时，可较大幅度降低燃料型NO<sub>x</sub>的生成量。

低NO<sub>x</sub>分级燃烧技术即将锅炉燃烧所需的空气量分级送入炉内，降低锅炉主燃烧区域的O<sub>2</sub>浓度，使其  $<1$ ，炉膛火焰中心形成富燃料区，从而大大降低火焰中心的燃烧速度和温度水平，使得主燃烧区的生成量得到降低；而煤粉完全燃烧所需空气量则由锅炉燃烧中心的其他部位引入。低NO<sub>x</sub>分级燃烧根据锅炉设备特性不同主要分为轴向和径向分级燃烧两种。

#### 24. 叙述锅炉停炉后的保养方法。

实践证明，在相同时间内，运行中的锅炉比冷备用状态时锅炉的金属腐蚀程度低得多。为了使冷备用的锅炉保持完好的状态，锅炉停炉后的保养工作很重要。防止腐蚀是锅炉在冷态备用期间保养工作的主要任务。

锅炉在冷备用期间受到的腐蚀主要是氧化腐蚀。锅炉汽水系统内氧的来源主要有两个：① 溶解在水中的氧；② 由大气进入到系统中的氧。因此，减少水中和外界漏入的氧，或者减少氧与受热面金属接触的机会，就能减轻腐蚀。

除电厂根据实际情况安排锅炉轮换备用进行保养的方法外，常用的冷备用锅炉的保养方法还有以下几种：

(1) 湿法保养。湿法保养包括压力法防腐、联氨法防腐和碱液法防腐等几种。压力法防腐常用的有蒸汽压力法和给水压力法两种，这两种方法适用于停炉时间一周左右的锅炉保养。联氨法防腐适用于长期备用的锅炉保养，防腐效果较好。碱液法防腐就是采用加碱液的方法，使锅炉中充满pH值达10以上的水。锅炉采用湿法保养方法时，在冬季还应做好防冻工作。

(2) 干法保养。锅炉停炉后，放尽炉内各部分受热面内的水，利用锅炉余热或利用点火装置进行微火烘烤，将金属内表面烘干。清除沉积在锅炉汽水系统内的垢、渣，然后放入干燥剂并将汽水系统阀门全部关严，以防空气进入。常用的干

燥剂有无水氯化钙、生石灰、硅胶等。锅炉需长期备用时采用此法。

(3) 气体防腐保养。气体防腐保养法适用于长期备用的锅炉，常用的防腐气体有氮、氨两种。充氮防腐时，氮气的压力应维持在0.3MPa，当氮气压力下跌至0.1MPa时，应继续充气维持氮压。氮气的纯度应定期检验，应保持在99.8%以上。充氨防腐时，锅炉系统内应保持过量氨气压力在 $1.333 \times 10^3$ Pa左右；锅炉重新启动点火前，应将氨气全部排出，并用水冲净。

## 25. 冬季停炉，如何做好防冻保养？

进入冬季后应进行全面的防冻检查，不能有裸露的管道，保温完整。

(1) 管道内介质不流动部分，能排空的尽量排空，不能排空者应定期进行排放或采取微流的方法，防止管道冻结。

(2) 停用锅炉尽可能采用干式保养。必须进行湿式保养时，可轮流启动一台炉水循环泵运行，过热器和再热器部分应采取加热措施。

(3) 投入所有防冻伴热系统。

(4) 锅炉干式保养时，应将炉水泵电动机腔内的水放空，与锅炉同时冲氮保养或联系检修人员灌入防冻剂；炉水泵冷却器及其管道内的存水应放干净。

(5) 冷灰斗水封密封水适当开大保持溢流，防止冻结。

(6) 回转设备的冷却水应保持流动，否则应将冷却水系统解列放尽存水。

(7) 油系统应保持打循环，同时投入油伴热。

(8) 若锅炉本体内有水，当炉水温度低于 $10^{\circ}\text{C}$ 时应进行上水与放水。

## 26. 什么情况下紧急停炉？

(1) 汽包水位超过极限值时。

(2) 锅炉所有水位计损坏时。

(3) 过热蒸汽管道、再热蒸汽管道、主给水管道发生爆破时。

(4) 锅炉尾部发生再燃烧时。

(5) 所有吸、送风机、空气预热器停止运行时。

(6) 再热蒸汽中断时。

(7) 锅炉压力升高到安全门动作压力，而所有安全门拒动时。

(8) 炉膛内或烟道内发生爆炸，使设备遭到严重损坏时。

(9) 锅炉灭火时。

- (10) 锅炉房内发生火警，直接影响锅炉的安全运行时。
- (11) 炉管爆破不能维持汽包正常水位时。
- (12) 所有的操作员站同时黑屏或死机且主要参数失去监视手段时。

### 27. 配有中间储仓式制粉系统的锅炉如何调整燃料量?

该制粉系统运行工况变化与锅炉负荷并不存在直接关系。当锅炉负荷发生变化时，需要调节进入炉内的燃料量是通过启、停给粉机或改变给粉机的转速、调节给粉机下粉挡板开度来实现。

增加负荷时应先增加引风量，再增加送风量，最后增加燃料量；降负荷时相反。当锅炉负荷变化较小时，只需改变给粉机转速就可以达到调节的目的。当锅炉负荷变化较大时，用改变给粉机转速不能满足调节幅度的要求，则在不破坏燃烧工况的前提下可先投、停给粉机只数进行调节，而后再调给粉机转速来弥补调节幅度大的矛盾，必要时投油助燃。若上述手段仍不能满足调节需要时，可用调节给粉机下粉挡板开度的方法加以辅助调节。

启、停给粉机运行方式的调节，由于燃烧器布置的方式和类型的不同，投运方法也不同。一般可参考以下原则：

- (1) 投下排、停上排燃烧器，可降低燃烧中心，有利于燃尽；
- (2) 四角布置的燃烧方式，宜分层停用或对角停用，不允许缺角运行；
- (3) 投、停燃烧器应先以保证锅炉负荷、运行参数和锅炉安全为原则，而后考虑经济指标。

### 28. 配有直吹式制粉系统的锅炉如何调整燃料量?

(1) 配有直吹式制粉系统的锅炉，由于无中间储粉仓，它的出力大小将直接影响到锅炉的蒸发量，故负荷有较大变动时，即需启动或停止一套制粉系统运行。在确定启停方案时，必须考虑到燃烧工况的合理性及蒸汽参数的稳定。

(2) 增加负荷时应先增加引风量，再增加送风量，最后增加燃料量；降负荷时相反。若锅炉负荷变化不大，则可通过调节运行的制粉系统出力来解决。当锅炉负荷增加，应先开启磨煤机的进口风量挡板，增加磨煤机的通风量，以利用磨煤机内的存粉作为增加负荷开始时的缓冲调节；然后再增加给煤量，同时相应地开大二次风门。反之当锅炉负荷降低时，则减少磨煤机的给煤量和通风量及二次风量，必要时投油助燃。负荷变化较大时，通过启、停制粉系统的方式满足负荷要

求。

### 29. 论述对流受热面积灰的危害。

(1) 锅炉对流受热面一般指对流过热器、对流再热器、省煤器和空气预热器。它们与烟气间的换热以对流换热为主，因此称之为对流受热面。

(2) 锅炉运行时，对流受热面积灰是无法避免的。研究发现，对流受热面的积灰颗粒度很小，当灰的当量直径小于 $3\ \mu\text{m}$ 时，灰粒与金属间和灰粒间的万有引力超过灰粒本身的质量。因此当灰粒接触金属表面时，灰粒将会黏附在金属表面上不掉下来。

(3) 烟气流动时，因为烟气中灰粒的电阻较大会发生静电感应。虽然对流受热面的材料是良好导体，但是当其表面积灰后，会变成绝缘体，很容易将因静电感应而产生异种电荷的灰粒吸附在其表面上。实践证明，对流受热面的灰大多是当量直径小于 $10\ \mu\text{m}$ 的灰粒。

(4) 由于灰粒的导热系数很小，对流受热面积灰，使得热阻显著增加，传热恶化，烟气得不到充分冷却，排烟温度升高，锅炉热效率降低，甚至影响锅炉出力。积灰还会使锅炉烟气通流截面减小，通道阻力增加，引风机电耗增加。因此，应采取合适的技术措施做好对锅炉受热面的定期清灰工作，提高锅炉热效率，节约风机耗电，降低供电煤耗。

### 30. 叙述烟气流速与受热面管壁磨损的关系。

(1) 在燃料的种类和烟气冲刷受热面方式相同的情况下，对流受热面管壁磨损的速度，即管子金属被磨去的数量与冲击管子表面飞灰颗粒的动能和冲击次数成正比。飞灰颗粒动能越大，冲击次数越多，则对流受热面管壁的磨损速度越快。

(2) 由于烟气中飞灰的流速与烟气流速基本相同，飞灰的动能大小和冲击受热面管子次数决定于烟气流速，而且飞灰的动能与其速度的平方成正比，飞灰冲击次数与烟速的一次方成正比。也就是说，对流受热面管子的磨损速度与烟气速度的三次方成正比，即烟气流速增加一倍，对流受热面管壁磨损速度增加七倍。

### 31. 论述过热器、再热器的高温腐蚀及其预防措施。

过热器、再热器的高温腐蚀有硫酸型高温腐蚀和钒腐蚀两种。

(1) 硫酸型高温腐蚀。又称煤灰引起的腐蚀，受热面上的高温积灰分为内灰层和外灰层，内灰层中含有较多的碱金属，它们与烟气中通过外灰层扩散进来的氧

化硫以及飞灰中的铁、铝等进行较长时间的化学作用，生成碱金属硫酸盐，处于熔化或半熔化状态的碱金属硫酸盐复合物会对过热器、再热器合金钢产生强烈的腐蚀。灰分沉淀物温度越高，腐蚀越强烈，700~750℃时腐蚀速度最大。

(2) 过热器、再热器的钒腐蚀。当锅炉使用油点火、掺烧油或燃烧含钒煤时，过热器、再热器受热面可能会产生钒腐蚀。煤灰中的钒—钠比 ( $V_2O_5/Na$ ) 为3~5时，灰熔点降低，高温腐蚀速度最快，发生钒腐蚀的受热面壁温范围为590~650℃。

由于燃料中含有硫、钠、钒等成分，要完全避免受热面的高温腐蚀有一定难度。通常采用以下几种方法来防止过热器、再热器的高温腐蚀。

- 1) 严格控制受热面的管壁温度，降低管壁温度以防止和减缓腐蚀。目前主要通过限制蒸汽参数来达到控制受热面壁温的效果。
- 2) 采用低氧燃烧技术来降低烟气中的 $SO_3$ 和 $V_2O_5$ 含量，当过量空气系数小于1.05时， $V_2O_5$ 含量迅速下降。
- 3) 选择合适的炉膛出口温度并予以控制，避免出现炉膛出口烟温过高。
- 4) 定期对锅炉受热面进行吹灰，清除含有碱金属氧化物和复合硫酸盐的灰污层，阻止高温腐蚀的发生。当已存在高温腐蚀时，过多的吹灰反而会因为吹落灰渣层而加速腐蚀进度。
- 5) 合理组织锅炉燃烧，通过改善炉内空气动力场，防止水冷壁结渣、炉膛中心倾斜等可能引起的热偏差的现象发生，减少过热器、再热器的沾污结渣。

### 32. 怎样调整再热汽温？

再热汽温常用的调节方法有烟气挡板、烟气再循环、摆动式燃烧器以及喷水减温等。

(1) 烟气挡板调节。烟气挡板调节是一种应用较广的再热汽温调节方法。烟气挡板可以手控，也可自控，当负荷变化时，调节挡板开度可以改变通过再热器的烟气流量，达到调节再热汽温的目的。如当负荷降低时，可开大再热器侧的烟气挡板开度，使通过再热器的烟气流量增加，就可以提高再热汽温。

(2) 烟气再循环调节。烟气再循环是利用再循环风机从尾部烟道抽出部分烟气再送入炉膛。运行中通过对再循环气量的调节，来改变经过热器、再热器的烟气量，使汽温发生变化。

(3) 摆动式燃烧器。摆动式燃烧器是通过改变燃烧器的倾角来改变火焰中心的高度的，从而使炉膛出口温度得到改变，以达到调整再热汽温的目的。当燃烧器的下倾角减小时，火焰中心升高，炉膛辐射传热量减少，炉膛出口温度升高，对流传热量增加，使再热汽温升高。

(4) 再热喷水减温调节。喷水减温器由于其结构简单，调节方便，调节效果好而被广泛用于锅炉再热汽温的细调，但它的使用使机组热效率降低。因此在一般情况下应尽量减少再热喷水的用量，以提高整个机组的热经济性。为了保护再热器，大容量中间再热锅炉往往还设有事故喷水。即在事故情况下危及再热器安全（使其管壁超温）时，用来进行紧急降温，但在低负荷时尽量不用事故喷水。遇到减负荷或紧急停用时应立即关闭事故喷水隔绝门，以防喷水倒入高压缸。

除了上述几种再热蒸汽调整方法以外，还有几种常用的方法，如：汽—汽热交换器、蒸汽旁路、双炉体差别燃烧等。总之，再热蒸汽的调节方法是很多的，不管采用哪种方法进行调节，都必须做到既能迅速稳定汽温，又能尽量提高机组的经济性。

### 33. 如何调整燃料量？

燃料量的调节，是燃烧调节的重要一环。不同的燃烧设备和不同的燃料种类，燃料量的调节方法也各不相同。

(1) 配有中间储仓制粉系统的锅炉。中间储仓式制粉系统，其制粉系统运行工况变化与锅炉负荷并不存在直接关系。当锅炉负荷发生变化时，需要调节进入炉内的燃料量，它通过改变投入（或停止）燃烧器的只数（包括启停相应的给粉机）或改变给粉机的转速，调节给粉机下粉挡板开度来实现。

当锅炉负荷变化较小时，只需改变给粉机转速就可以达到调节的目的。当锅炉负荷变化较大时，用改变给粉机转速不能满足调节幅度的要求，则在不破坏燃烧工况的前提下可先投停给粉机只数进行调节，而后再调给粉机转速，弥补调节幅度大的矛盾。若上述手段仍不能满足调节需要时，可用调节给粉机挡板开度的方法加以辅助调节。

投停燃烧器（相应的给粉机）运行方式的调节。由于燃烧器布置的方式和类型的不同，投运方法也不同。一般可参考以下原则：① 投下排、停上排燃烧器，可降低燃烧中心，有利于燃尽；② 四角布置的燃烧方式，宜分层停用或对角停用，

不允许缺角运行；③ 投停燃烧器应先以保证锅炉负荷、运行参数和锅炉安全为原则，而后考虑经济指标。

(2) 配有直吹式制粉系统的锅炉。配有直吹式制粉系统的锅炉，由于无中间储粉仓，它的出力大小将直接影响到锅炉的蒸发量，故负荷有较大变动时，即需启动或停止一套制粉系统运行。在确定启停方案时，必须考虑到燃烧工况的合理性及蒸汽参数的稳定。若锅炉负荷变化不大，则可通过调节运行的制粉系统出力来解决。当锅炉负荷增加，应先开启磨煤机的排粉机的进口风量挡板，增加磨煤机的通风量，以利用磨煤机内的存粉作为增加负荷开始时的缓冲调节；然后再增加给煤量，同时相应地开大二次风门。反之当锅炉负荷降低时，则减少磨煤机的给煤量和通风量及二次风量。总之，对配有直吹式制粉系统的锅炉，其燃料量的调节，基本上是用改变给煤量来调节的。

#### 34. 如何防止锅炉汽包满水和缺水事故的发生？

为了有效防止锅炉汽包满水和缺水事故的发生，须认真落实下列措施：

(1) 汽包锅炉应至少配置1~2套彼此独立的就地水位计和3套差压式水位计。

(2) 对于过热器出口压力大于或等于13.5MPa的汽包锅炉，其汽包水位计以差压式（带压力修正回路）水位计为准。汽包水位信号应采用三取中值的方式进行优选。

(3) 汽包水位测量系统，应采取正确的保温、伴热及防冻措施。

(4) 汽包水位计之间偏差大于30mm时，应立即汇报，并查明原因予以消除。当不能保证两种类型水位计正常运行时，必须立即停炉处理。

(5) 当一套水位测量装置因故障退出运行时，应8h内恢复，否则必须制定详细的措施，并征得总工程师批准，但最多不得超过24h。

(6) 锅炉汽包水位高、低保护应采用独立测量的三取二逻辑判断方式；一点故障时自动转为二取一逻辑判断方式；两点故障时自动转为一取一逻辑判断方式，但须制定相应的安全措施，并得到总工程师批准。

(7) 锅炉汽包水位保护在锅炉启动前和停炉前应进行实际传动试验。

(8) 锅炉汽包水位保护的投退，必须严格执行审批制度。

(9) 锅炉汽包水位保护是锅炉启动的必备条件之一，水位保护不完整严禁启动。

(10) 运行人员应加强监视，正确进行“虚假水位”的判断，及时作好水位调整。

(11) DCS系统故障，导致运行人员无法进行远控操作时，应作好防止锅炉满水、缺水事故预想。

### 35. 论述锅炉尾部再次燃烧的预控。

当确认锅炉发生二次燃烧时，应立即事故停炉。为了有效防止锅炉尾部再次燃烧须做好下列工作：

(1) 空气预热器在安装后第一次投运时，应将杂物彻底清理干净，经各方验收合格后方可投入运行。

(2) 回转式空气预热器应设有可靠的停转报警装置、完善的水冲洗系统、消防系统和必要的碱洗手段。

(3) 回转式空气预热器进行水冲、碱洗后，必须采取可靠的措施对其进行干燥。

(4) 锅炉点火时，应严格监视油枪雾化情况，一旦发现油枪雾化不良应立即停用，并进行清理。

(5) 精心调整锅炉制粉系统和燃烧系统运行工况，防止未完全燃烧的燃料积存在尾部受热面或烟道内。

(6) 运行规程应明确省煤器、空气预热器烟道在不同工况的空气预热器烟气温限制值。

(7) 回转式空气预热器进、出口烟、风挡板，应能电动开、关，且关闭严密。

(8) 若发现回转式空气预热器停转，应立即将其隔离，加强监视，必要时投入消防系统。

(9) 锅炉负荷低于25%额定负荷时，回转式空气预热器应连续吹灰；锅炉负荷大于25%额定负荷时，回转式空气预热器至少8h吹灰一次；当回转式空气预热器烟气侧差压增加时，应适当增加吹灰次数。

(10) 锅炉停炉一周以上，必须对回转式空气预热器受热面进行检查。

### 36. 试述压力容器爆破的预防。

为了防止压力容器爆破事故的发生，应做好以下工作：

(1) 根据设备特点和系统的实际情况，制定压力容器的运行规程，确保压力容器在任何情况下不超压、超温。

(2) 各种压力容器安全阀应定期进行校验和实际排放试验。

(3) 运行中各压力容器的安全附件应处于正常工作状态。有关保护的短时间退

出应经总工程师批准。

(4) 压力容器内部有压力时，严禁进行任何修理或紧固工作。

(5) 压力容器上使用的压力表，应列为计量强制检验表计，按规定周期进行强检。

(6) 结合压力容器定期检验或检修，每两个检验周期至少进行一次耐压试验。

(7) 停用超过2年以上的压力容器重新启用时，需进行再检验，耐压试验确认合格方能启用。

(8) 从事压力容器操作的人员，必须持证上岗。

### 37. 叙述炉膛爆燃的防止。

锅炉炉膛发生爆燃造成的危害巨大。防止炉内发生爆燃的关键是避免炉内可燃物的存在，防止炉内可燃物的积存应从以下几个方面考虑：

(1) 燃料和空气混合物进入炉膛，要有稳定的点火能量使燃料着火稳定。

(2) 具备可靠的热控保护系统（包括硬接线保护系统）。确保锅炉灭火后，能可靠切断对炉膛的燃料输送。

(3) 加强锅炉燃烧调整，使燃料燃烧充分，提高煤粉燃尽率，同时防止缺角燃烧情况的发生。

(4) 锅炉炉膛已经灭火或已局部灭火并濒临全部熄火时，严禁投用助燃油枪。

(5) 锅炉熄火后，在立即切断燃料的基础上，应以足够风量进行吹扫，将进入炉膛的可燃物冲淡，并排出炉膛。严禁采取爆燃法对锅炉点火。

(6) 加强对点火油系统的维护、管理，防止燃油漏入炉膛发生爆燃。

(7) 燃油速断阀应定期试验，确保动作正确、关闭严密。

(8) 锅炉热态启动时，严禁对煤粉管道吹扫。

(9) 炉内空气动力场分布合理，不存在死角，以防止可燃物在死角积存。

(10) 锅炉严禁无保护运行。

### 38. 论述提高锅炉热效率的途径。

提高锅炉热效率就是增加有效利用热量，减少锅炉各项热损失，其中重点是降低锅炉排烟热损失和机械未完全燃烧损失。

(1) 降低锅炉排烟热损失。

1) 降低空气预热器的漏风率，特别是回转式空气预热器的漏风率。

2) 严格控制锅炉锅水水质指标, 当水冷壁管内含垢量达到 $400\text{mg}/\text{m}^2$ 时, 应及时酸洗。

3) 尽量燃用含硫量低的优质煤, 降低空气预热器入口空气温度。现代大容量发电锅炉均装有空气预热器, 防止空气预热器冷端受热面上结露, 导致空气预热器低温腐蚀。采用提高空气预热器入口空气温度, 增大锅炉排烟温度(排烟热损失增加)的方法, 延长空气预热器使用寿命。

(2) 降低机械未完全燃烧热损失。

1) 根据锅炉负荷及时调整燃烧工况, 合理配风, 尽可能降低炉膛火焰中心位置, 让煤粉在炉膛内充分燃烧。

2) 根据原煤挥发分及时调整粗粉分离器调整挡板, 使煤粉细度维持在最佳值。

3) 降低锅炉的散热损失, 主要加强锅炉管道及本体保温层的维护和检修。

### 39. 造成受热面热偏差的基本原因是什么?

造成受热面热偏差的原因是吸热不均、结构不均、流量不均。受热面结构不一致, 对吸热量、流量均有影响, 所以, 通常把产生热偏差的主要原因归结为吸热不均和流量不均两个方面。

(1) 吸热不均方面:

1) 沿炉宽方向烟气温度的、烟气流速不一致, 导致不同位置的管子吸热情况不一样。

2) 火焰在炉内充满程度差, 或火焰中心偏斜。

3) 受热面局部结渣或积灰, 会使管子之间的吸热严重不均。

4) 对流过热器或再热器, 由于管子节距差别过大, 或检修时割掉个别管子而未修复, 形成烟气“走廊”, 使其邻近的管子吸热量增多。

5) 屏式过热器或再热器的外圈管, 吸热量较其他管子的吸热量大。

(2) 流量不均方面。

1) 并列的管子, 由于管子实际内径不一致(管子压扁、焊缝处突出的焊瘤、杂物堵塞等), 长度不一致, 形状不一致(如弯头角度和弯头数量不一样), 造成并列各管的流动阻力大小不一样, 使流量不均。

2) 联箱与引进出管的连接方式不同, 引起并列管子两端压差不一样, 造成流量不均。现代锅炉多采用多管引进引出联箱, 以求并列管流量基本一致。

### 40. 锅炉停炉过程中, 汽包上、下壁温差是如何产生的? 怎样减小汽包上、下

## 壁的温差?

锅炉停炉过程中, 蒸汽压力逐渐降低, 温度逐渐下降, 汽包壁是靠内部工质的冷却而逐渐降温的。压力下降时, 饱和温度也降低, 与汽包上壁接触的是饱和蒸汽, 受汽包壁的加热, 形成一层微过热的蒸汽, 其对流换热系数小, 即对汽包壁的冷却效果很差, 汽包壁温下降缓慢。与汽包下壁接触的是饱和水, 在压力下降时, 因饱和温度下降而自行汽化一部分蒸汽, 使水很快达到新的压力下的饱和温度, 其对流换热系数高, 冷却效果好, 汽包下壁能很快接近新的饱和温度。这样, 和启动过程相同, 出现汽包上壁温度高于下壁的现象。压力越低, 降压速度越快, 这种温差就越明显。停炉过程中汽包上、下壁温差的控制标准为不大于 $50^{\circ}\text{C}$ , 为使上、下壁温差不超限, 一般采取如下措施:

- (1) 严格按降压曲线控制降压速度。
- (2) 采用滑参数停炉。

## 41. 锅炉启动过程中, 汽包上、下壁温差是如何产生的? 怎样减小汽包上、下壁的温差?

在启动过程中, 汽包壁是从工质吸热, 温度逐渐升高的。启动初期, 锅炉水循环尚未正常建立, 汽包中的水处于不流动状态, 对汽包壁的对流换热系数很小, 即加热很缓慢。汽包上部与饱和蒸汽接触, 在压力升高的过程中, 贴壁的部分蒸汽将会凝结, 对汽包壁属凝结放热, 其对流换热系数要比下部的水高出很多倍。当压力上升时, 汽包的上壁能较快地接近对应压力下的饱和温度, 而下壁则升温很慢。这样就形成了汽包上壁温度高、下壁温度低的状况。锅炉升压速度越快, 上、下壁温差越大。汽包上、下壁温差的存在, 使汽包上壁受压缩应力, 下壁受拉伸应力。温差越大, 应力越大, 严重时使汽包趋于拱背状变形。为此, 我国有关规程规定: 汽包上、下壁允许温差为 $40^{\circ}\text{C}$ , 最大不超过 $50^{\circ}\text{C}$ 。为控制汽包上、下壁温差不超限, 一般采用如下一些措施:

- (1) 按锅炉升压曲线严格控制升压速度。加热速度应控制汽包下壁温度上升速度为 $0.5\sim 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ , 汽包饱和温度上升速度不应超过 $1.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。
- (2) 汽包强制循环锅炉和自然循环锅炉可采用锅炉底部蒸汽推动投入, 利用蒸汽加热锅水, 均匀投入燃烧器, 自然循环锅炉还可采用水冷壁下联箱适当放水等。
- (3) 采用滑参数启动。

## 42. 漏风对锅炉运行的经济性和安全性有何影响?

(1) 不同部位的漏风对锅炉运行造成的危害不完全相同。但不管什么部位的漏风,都会使气体体积增大,使排烟热损失升高,使引风机电耗增大。如果漏风严重,引风机已开到最大还不能维持规定的负压(炉膛、烟道),被迫减小送风量时,会使不完全燃烧热损失增大,结渣可能性加剧,甚至不得不限制锅炉出力。

(2) 炉膛下部及燃烧器附近漏风可能影响燃料的着火与燃烧。由于炉膛温度下降,炉内辐射传热量减小,会降低炉膛出口烟温。炉膛上部漏风,虽然对燃烧和炉内传热影响不大,但是炉膛出口烟温下降,对漏风点以后的受热面的传热量将会减少,对流烟道漏风将降低漏风点的烟温及以后受热面的传热温差,因而减小漏风点以后受热面的吸热量。由于吸热量减小,烟气经过更多受热面之后,烟温将达到或超过原有温度水平,会使排烟热损失明显上升。

(3) 综上所述,炉膛漏风要比烟道漏风危害大,烟道漏风的部位越靠前,其危害越大。空气预热器以后的烟道漏风,只使引风机电耗增大。

#### 43. 叙述最佳过量空气系数的意义。

(1) 当炉膛出口过量空气系数  $\alpha$  过大时,燃烧生成的烟气量增多,烟气在对流烟道中的温降减小,排烟温度升高,排烟量和排烟温度增大,使排烟热损失  $q_2$  变大;但在一定范围内炉膛出口过量空气系数  $\alpha$  增大,由于供氧充分,炉内气流混合扰动好,有利于燃烧,使燃烧损失  $q_3+q_4$  减小。因此,存在一个最佳的过量空气系数  $\alpha_{zj}$ ,可使  $q_2$ 、 $q_3$ 、 $q_4$  损失之和最小,锅炉效率  $\eta$  最高。最佳  $\alpha_{zj}$  可通过燃烧调整试验来确定,运行中应按最佳的  $\alpha_{zj}$  ( $O_2$ ) 来控制炉内用风量。过量空气系数  $\alpha$  过小或过大都会使锅炉效率  $\eta$  降低。

(2) 锅炉运行中,过量空气系数  $\alpha$  的大小与锅炉负荷、燃料性质、配风方式等有关。锅炉负荷越高,所需  $\alpha$  越小;负荷越低时,由于形成炉内空气动力场有最低风量的要求,导致最佳过量空气系数增大;煤质差(如燃用低挥发分煤)时,着火、燃尽困难,需要较大的过量空气系数  $\alpha$  值;如燃烧器不能做到均匀分配风、粉,则锅炉效率降低,而且最佳过量空气系数  $\alpha_{zj}$  值要大些。通过燃烧调整试验可以确定锅炉在不同负荷、燃用不同煤质时的最佳过量空气系数。若锅炉没有其他缺陷,应按最佳过量空气系数  $\alpha_{zj}$  所对应的氧量控制锅炉的送风量。

#### 44. 25 项反措中,防止汽包炉超压超温的规定有哪些?

(1) 严防锅炉缺水和超温超压运行,严禁在水位表数量不足(指能正确指示水

位的水位表数量)、安全阀解列的状况下运行。

(2) 参加电网调峰的锅炉, 运行规程中应制定相应的技术措施。按调峰设计的锅炉, 其调峰性能应与汽轮机性能相匹配; 非调峰设计的锅炉, 其调峰负荷的下限应由水动力计算、试验及燃烧稳定性试验确定, 并制定相应的反事故措施。

(3) 对直流锅炉的蒸发段、分离器、过热器、再热器出口导管等应有完好的管壁温度测点, 以监视各管间的温度偏差, 防止超温爆管。

(4) 锅炉超压水压试验和安全阀整定应严格按照规程进行。

(5) 大容量锅炉超压水压试验和热态安全阀校验工作应制定专项安全技术措施, 防止升压速度过快或压力、汽温失控造成超压超温现象。

(6) 锅炉在超压水压试验和热态安全阀整定时, 严禁非试验人员进入试验现场。

#### 45. 减温器故障的现象、原因及处理?

(1) 现象:

1) 减温器堵塞:

- a) 减温水流量偏小或无指示。
- b) 投停减温器时汽温变化不明显或不起作用。

2) 减温器套管损坏:

- a) 两侧汽温差值增大。
- b) 严重时减温器联箱内发生水冲击。

(2) 原因:

- a) 减温器喷咀内结垢或杂物堵塞。
- b) 减温水水温变化幅度太大, 使金属产生较大的应力损坏。
- c) 制造、安装, 检修质量不良。

(3) 处理

- a) 如减温器喷咀堵塞, 可关闭减温水门, 用过热蒸汽进行反冲洗。
- b) 如汽温升高, 可调节给水泵转速、关小给水调节阀, 提高给水压力, 增加减温水量。
- c) 采取措施后, 汽温仍不能恢复正常时应降低锅炉负荷运行并汇报班、值长。
- d) 如汽温超过极限值, 经采取措施无效, 可请示停炉。

#### 46. 谈谈如何控制好汽包水位?

(1) 要控制好汽包水位，首先要掌握锅炉的汽、水平衡，树立水位“三冲量”的概念。给水与蒸汽流量的偏差，既是破坏水位的主要因素，也是调整水位的“工具”。

(2) 要掌握各负荷下给水量（蒸汽量）的大致数值。对汽泵、电泵的最大出力及其各种组合下能带多少负荷应心中有数。

(3) 燃烧操作上避免汽压、燃烧的过大扰动，以减少虚假水位影响。在水位事故处理中需要燃烧控制与水位控制的良好配合，尽量避免在水位异常时再叠加一个同趋势的虚假水位。如果掌握得好，在处理中可利用虚假水位，在原水位偏离方向上叠加一个趋势相反的虚假水位来减缓水位的变化趋势。

(4) 对操作中会出现的虚假水位及其程度应有一定的了解，并且事先采取措施预防水位的过分波动。操作上要力求平稳，不要太急、太猛。

#### 47. 锅炉出现虚假水位时应如何处理？

当锅炉出现虚假水位时，首先应正确判断，要求运行人员经常监视锅炉负荷的变化，并对具体情况具体分析，才能采取正确的处理措施。如当负荷急剧增加而水位突然上升时，应明确：从蒸发量大于给水量这一平衡的情况看，此时的水位上升现象是暂时的，很快就会下降，切不可减少进水，而应强化燃烧，恢复汽压，待水位开始下降时，马上增加给水量，使其与蒸汽量相适应，恢复正常水位。如负荷上升的幅度较大，引起的水位变化幅度也很大，此时若控制不当就会引起满水，就应先适当减少给水量，以免满水，同时强化燃烧，恢复汽压；当水位刚有下降趋势时，立即加大给水量，否则又会造成水位过低。也就是说，应做到判断准确，处理及时。

#### 48. 什么是“虚假水位”？在什么情况下容易出现虚假水位？

(1) 汽包水位的变化不是由于给水量与蒸发量之间的物料平衡关系破坏所引起，而是由于工质压力突然变化，或燃烧工况突然变化，使水容积中汽泡含量增多或减少，引起工质体积膨胀或收缩，造成的汽包水位升高或下降的现象，称为虚假水位。“虚假水位”就是暂时的不真实水位，如：当汽包压力突降时，由于炉水饱和温度下降到相应压力下的饱和温度而放出大量热量并自行蒸发，于是炉水内气泡增加，体积膨胀，使水位上升，形成虚假水位；汽包压力突升，则相应的饱和温度提高，一部分热量被用于炉水加热，使蒸发量减少，炉水中气泡量

减少，体积收缩，促使水位降低，同样形成虚假水位。

(2) 下列情况下容易出现虚假水位：

- 1) 在负荷突然变化时：负荷变化速度越快，虚假水位越明显；
- 2) 如遇汽轮机甩负荷；
- 3) 运行中燃烧突然增强或减弱，引起汽泡产量突然增多或减少，使水位瞬时升高或下降；
- 4) 安全阀起座或旁路动作时，由于压力突然下降，水位瞬时明显升高；
- 5) 锅炉灭火时，由于燃烧突然停止，锅中汽泡产量迅速减少，水位也将瞬时下降。

#### 49. 汽包水位计常用的有哪几种？反措中水位保护是如何规定的？

(1) 电接点水位计、差压水位计、云母水位计、磁翻板式水位计等。

(2) 水位保护的规定：

- 1) 水位保护不得随意退出，应建立完善的汽包水位保护投停及审批制度。
- 2) 汽包水位保护在锅炉启动前和停炉前应进行实际传动试验，应采用上水进行高水位保护试验，用排污门放水进行低水位保护试验，严禁用信号短接法进行模拟传动代替。
- 3) 三路水位信号应相互完全独立，汽包水位保护应采用三取二逻辑；当有一路退出运行时，应自动转为二取一方式，并办理审批手续，限 8h 恢复；当有二路退出运行时，应自动转为一取一方式，应制定相应的安全措施，经总工程师批准，限 8h 内恢复，否则立即停炉。
- 4) 在确认水位保护定值时，应充分考虑因温度不同而造成的实际水位与水位计(变送器)中水位差值的影响)。
- 5) 水位保护不完整严禁锅炉启动。

#### 50. 高压锅炉为什么容易发生蒸汽带水？

锅炉压力升高，炉水沸点越高，锅水的表面张力越小，锅水在蒸发时更容易形成小水珠而被带走。同时，随着压力的提高，汽和水的重度差减小，汽水的分离困难，蒸汽容易携带水滴。压力越高，蒸汽的重度越大，蒸汽流动的动能增加，因而更易带水。所以当蒸汽流动速度一定时，压力越高，蒸汽越容易带水。

#### 51. 影响蒸汽带水的主要因素有哪些？

影响蒸汽带水的主要因素为锅炉负荷、蒸汽压力、蒸汽空间高度和锅水含盐量。

(1) 锅炉负荷增加时，蒸汽量增加，蒸汽速度增加，使蒸汽携带水滴的直径和数量都将增大，因而蒸汽温度增加，蒸汽品质随之恶化。

(2) 蒸汽压力升高，汽水重度差减小，使汽水分离困难；蒸汽压力降低时，相应的饱和温度降低，汽包中汽泡增多，水位升高，蒸汽带水量增大，蒸汽品质恶化。

(3) 蒸汽空间高度小，汽水分离困难。

(4) 锅水含盐量增大时都使蒸汽带水量增大。

## 52. 为什么对流过热器的汽温随负荷的增加而升高？

在对流过热器中，烟气与管壁外的换热方式主要是对流换热，对流换热不仅与烟气的温度，而且与烟气的流速有关。当锅炉负荷增加时，燃料量增加烟气量增多，通过过热器的烟气流速相应增加，因而提高了烟气侧的对流放热系数；同时，当锅炉负荷增加时，炉膛出口烟气温度也升高，从而提高了过热器平均温差。虽然流经过热器的蒸汽流量随锅炉负荷的增加而增加，其吸热量也增多；但是，由于传热系数和平均温差同时增大，使过热器传热量的增加大于蒸汽流量增加而要增加的吸热量。因此，单位蒸汽所获得的热量相对增多，出口汽温也就相对升高。

## 53. 汽压变化对汽温有何影响？为什么？

(1) 当汽压升高时，过热蒸汽温度升高；汽压降低时，过热汽温降低。这是因为当汽压升高时，饱和温度随之升高，则从水变为蒸汽需消耗更多的热量；在燃料量未改变的情况下，由于压力升高，锅炉的蒸发量瞬间降低，导致通过过热器的蒸汽量减少，相对蒸汽吸热量增大，导致过热汽温升高，反之亦然。

(2) 上述现象只是瞬间变化的动态过程，定压运行当汽压稳定后汽温随汽压的变化与上述现象相反。主要原因为：

1) 汽压升高时过热热增大，加热到同样主汽温度的每公斤蒸汽吸热量增大，在烟气侧放热量一定时主汽温度下降。

2) 汽压升高时，蒸汽的定压比热  $C_p$  增大，同样蒸汽吸收相同热量时，温升减小。

3) 汽压升高时，蒸汽的比容减小，容积流量减小，传热减弱。

4) 汽压升高时，蒸汽的饱和温度增大，与烟气的传热温差减小，传热量减小。

## 54. 从运行角度看，降低供电煤耗的措施主要有哪些？

- (1) 运行人员应加强运行调整，保证蒸汽压力、温度和再热器温度，凝汽器真空等参数在规定范围内。
- (2) 保持最小的凝结水过冷度。
- (3) 充分利用加热设备和提高加热设备的效率，提高给水温度。
- (4) 降低锅炉的各项热损失，例如调整氧量、煤粉细度向最佳值靠近、回收利用的各种疏水，控制排污量等。
- (5) 降低辅机电耗，例如及时调整泵与风机运行方式，适时切换高低速泵，中储式制粉系统在最大经济出力下运行，合理用水，降低各种水泵电耗等。
- (6) 降低点火及助燃油，采用较先进的点火技术，根据煤质特点，尽早投入主燃烧器等。
- (7) 合理分配全厂各机组负荷。
- (8) 确定合理的机组启停方式和正常运行方式。

#### 55. 论述机组采用变压运行主要有何优点？

- (1) 机组负荷变动时，主蒸汽温度、调节级温度、高压缸排汽温度、再热蒸汽温度基本维持不变，可以减少高温部件的温度变化，从而减小汽缸和转子的热应力、热变形，减少了末级叶片的冲蚀，同时压力降低机械应力减小，提高部件的使用寿命。
- (2) 合理选择在一定负荷下变压运行，能保持机组较高的效率。由于变压运行时调速汽门全开，在低负荷时节流损失很小；因降压不降温，进入汽轮机的容积流量基本不变，汽流在叶片通道内偏离设计工况小，所以与同一条件的定压运行相比，机组内效率较高。
- (3) 机组低负荷运行时调门晃动减小，变压运行调门基本全开前后压差减小晃动减小。
- (4) 给水泵功耗减小，当机组负荷减少时，给水流量和压力也随之减少，因此，给水泵的消耗功率也随之减少。

#### 56. 对运行锅炉进行监视与调节的任务是什么？

- (1) 为保证锅炉运行的经济性与安全性，运行中应对锅炉进行严格的监视与必要的调节。对锅炉进行监视的主要内容为：主蒸汽压力、温度；再热蒸汽压力、温度；汽包水位；各受热面管壁温度，特别是过热器与再热器的壁温；炉膛压力

等。

(2) 锅炉运行调节的主要任务是：

- 1) 使锅炉蒸发量随时适应外界负荷的需要。
- 2) 根据负荷需要均衡给水。对于汽包锅炉，要维持正常的汽包水位 $\pm 50\text{mm}$ 。
- 3) 保证蒸汽压力、温度在正常范围内。对于变压运行机组，则应按照负荷变化的需要，适时地改变蒸汽压力。
- 4) 保证合格的蒸汽品质。
- 5) 合理地调节燃烧，设法减小各项热损失，以提高锅炉的热效率。
- 6) 合理调度、调节各辅助机械的运行，努力降低厂用电量的消耗。

### 57. 运行中影响燃烧经济性的因素有哪些？

- (1) 燃料质量变差，如挥发分下降，水分、灰分增大，使燃料着火及燃烧稳定性变差，燃烧完全程度下降。
- (2) 煤粉细度变粗，均匀度下降。
- (3) 风量及配风比不合理，如过量空气系数过大或过小，一二次风风率或风速配合不适当，一二次风混合不及时。
- (4) 燃烧器出口结渣或烧坏，造成气流偏斜，从而引起燃烧不完全。
- (5) 炉膛及制粉系统漏风量大，导致炉膛温度下降，影响燃料的安全燃烧。
- (6) 锅炉负荷过高或过低。负荷过高时，燃料在炉内停留的时间缩短；负荷过低时，炉温下降，配风工况也不理想，都影响燃料的完全燃烧。
- (7) 制粉系统中旋风分离器堵塞，三次风携带煤粉量增多，不完全燃烧损失增大。
- (8) 给粉机工作失常，下粉量不均匀。

### 58. 汽机高加解列对锅炉有何影响？

- (1) 给水温度降低，炉膛的水冷壁吸热量增加，在燃料量不变的情况下使炉膛温度降低，燃料的着火点推迟，火焰中心上移，辐射吸热量减少；若维持锅炉的蒸发量不变，则锅炉的燃料量必须增加；引起炉膛出口烟气温度升高，汽温升高。同时在电负荷一定的情况下，汽机抽汽量减少，中低压缸做功增大，减少了高压缸做功，造成主蒸汽流量减少，对管壁的冷却能力下降，进一步造成汽温升高；同时因高压缸抽汽量的减少，致使再热器进出口压力上升，从而限制了机组的负

荷，一般规定高加解列汽机出力不大于额定出力的90%。

(2) 给水温度降低，使尾部省煤器受热面吸热增加，排烟温度降低，容易造成受热面的低温腐蚀。

### 59. 论述降低火电厂汽水损失的途径？

火力发电厂中存在着蒸汽和凝结水的损失，简称汽水损失。汽水损失是全厂性的技术经济指标。它主要是指阀门、管道泄漏、疏水、排汽等损失。汽水损失也可用汽水损失率来表示： $\text{汽水损失率} = (\text{全厂汽水损失}) / (\text{全厂锅炉过热蒸汽流量}) \times 100\%$

发电厂的汽水损失分为内部损失和外部损失两部分：

#### (1) 内部损失：

- 1) 主机和辅机的自用蒸汽消耗。如锅炉受热面的吹灰、重油加热用汽、重油油轮的雾化蒸汽、汽轮机启动抽汽器、轴封外漏蒸汽等。
- 2) 热力设备、管道及其附件连接处不严所造成的汽水泄漏。
- 3) 热力设备在检修和停运时的放汽和放水等。
- 4) 经常性和暂时性的汽水损失。如锅炉连污、定排，开口水箱的蒸发、除氧器的排汽、锅炉安全门动作，以及化学监督所需的汽水取样等。
- 5) 热力设备启动时用汽或排汽，如锅炉启动时的排汽、主蒸汽管道和汽轮机的暖管、暖机等。

#### (2) 发电厂的外部损失

发电厂外部损失的大小与热用户的工艺过程有关，它的数量取决于蒸汽凝结水是否可以返回电厂，以及使用汽水的热用户对汽水污染情况。

#### (3) 降低汽水损失的措施

- 1) 提高检修质量，加强堵漏、消漏，压力管道的连续尽量采用焊接，以减少泄漏。
- 2) 采用完善的疏水系统，按疏水品质分级回收。
- 3) 减少主机、辅机的启停次数，减少启停中的汽水损失。
- 4) 减少凝汽器的泄漏，提高给水品质，降低排污量。

### 60. 锅炉效率与锅炉负荷间的变化关系如何？

在较低负荷下，锅炉效率随负荷增加而提高，达到某一负荷时，锅炉效率为最高值，此为经济负荷，超过该负荷后，锅炉效率随负荷升高而降低。这是因为在较低负荷下当锅炉负荷增加时，燃料量风量增加，排烟温度升高，造成排烟损失  $q_2$  增大；另外锅炉负荷增加时，炉膛温度也升高，提高了燃烧效率，使化学不完全燃烧损失  $q_3$  和机械不完全燃烧损失  $q_4$  及炉膛散热损失  $q_5$  减小，在经济负荷以下时  $q_3+q_4+q_5$  热损失的减小值大于  $q_2$  的增加值，故锅炉效率提高。当锅炉负荷增大到经济负荷时  $q_2+q_3+q_4+q_5$  热损失达最小锅炉效率提高。超过经济负荷以后会使燃料在炉内停留的时间过短，没有足够的时间燃尽就被带出炉膛，造成  $q_3+q_4$  热损失增大，排烟损失  $q_2$  总是增大，锅炉效率也会降低。

#### 61. 为什么采用蒸汽中间再热(给水回热和供热)循环能提高电厂的经济性?

##### (1) 蒸汽中间再热:

因为提高蒸汽初参数，就能够提高发电厂的热效率。而提高蒸汽初压时，如果不采用蒸汽中间再热，那么要保证蒸汽膨胀到最后、湿度在汽轮机末级叶片允许的限度以内，就需要同时提高蒸汽的初温度。但是提高蒸汽的初温度受到锅炉过热器、汽轮机高压部件和主蒸汽管道等钢材强度的限制。所以如降低终湿度，就必须采用中间再热。由此可见，采用了中间再热，实际上为进一步提高蒸汽初压力的可能性创造了条件，而不必担心蒸汽的终湿度会超出允许限度。因此采用中间再热能提高电厂的热经济性。

(2) 给水回热: 这是由于一方面利用了汽轮机中部分作过功的蒸汽来加热给水，使给水温度提高，减少了由于较大温差传热带来的热损失；另一方面因为抽出了在汽轮机作过功的蒸汽来加热给水，使得进入凝汽器的排汽量减少，从而减少了工质排向凝汽器中的热量损失，所以，节约了燃料，提高了电厂的热经济性。

(3) 供热循环: 一般发电厂只生产电能，除了从汽轮机中抽出少量蒸汽加热给水外，绝大部分进入凝汽器，仍将造成大量的热损失。如果把汽轮机排汽不引入或少引入凝汽器，而供给其他工业、农业、生活等热用户加以利用，这样就会大大减少排汽在凝汽器中的热损失，提高了电厂的热效率。亦即采用供热循环能提高电厂的热经济性。

#### 62. 锅炉 MFT 动作现象如何?MFT 动作时联动哪些设备?

(1) 锅炉MFT动作现象:

- 1) MFT 动作报警, 光字牌亮。
- 2) MFT 首出跳闸原因指示灯亮。
- 3) 锅炉所有燃料切断, 炉膛灭火, 炉膛负压增大, 各段烟温下降。
- 4) 相应的跳闸辅机报警。
- 5) 蒸汽流量、汽压、汽温急剧下降。
- 6) 机组负荷到零, 汽轮机跳闸主汽门、调速汽门关闭(大机组), 旁路快速打开。
- 7) 电气逆功率保护动作, 发变组解列, 厂用电工作电源断路器跳闸, 备用电源自投成功。

(2) MFT动作自动联跳下列设备:

- 1) 一次风机停。
- 2) 燃油快关阀关闭, 燃油回油阀关闭, 油枪电磁阀关闭。
- 3) 磨煤机、给煤机全停。
- 4) 汽轮机跳闸, 发电机解列, 旁路自投。
- 5) 厂用电自动切换备用电源运行。
- 6) 电除尘停运。
- 7) 吹灰器停运。
- 8) 汽动给水泵跳闸, 电动给水泵应自启。
- 9) 过热器、再热器减温水系统自动隔离。
- 10) 各层助燃风挡板开启, 控制切为手动。

### **63. 论述转动机械试运基本要求?**

(1) 接到辅机试运通知后, 应确认热机、电气、热控所有检修工作结束, 工作票在押或收回, 新安装设备需要具有各有关单位会签的试运申请单。

(2) 确认启动前无自转, 盘车360度且合格, 对拆掉电源线检修后或第一次启动的转机, 要试验转机转动方向正确。

(3) 新安装的转动机械, 启动后连续时间不少于8h, 大小修的转动机械不少于30min。

(4) 转动机械启动后, 逐渐增加负荷, 不应带负荷启动, 风机试运行时应进行

最大负荷试验，风机转动时应保持炉膛负压。对泵类转动机械，水泵类启动前应将泵内注满水，出口门应处于关闭状态。

(5) 给粉机、给煤机、螺旋输粉机不应带负荷试转，要预先将入口进料插板关闭严密。

(6) 初次启动钢球磨煤机，大罐内不应加钢球，试转正常后方可加钢球。带钢球试转时间不大于10min。

(7) 中速磨煤机要带负荷进行启动试验。

(8) 滚动轴承温度一般不超过80℃，滑动轴承温度一般不超过70℃。

(9) 轴承振动值：

转 速 (r/min)	振动允许值 (mm)
3000	0.05
1500	0.085
1000	0.10
750 以下	0.12
注：振动方向包括横向、垂直、轴向	

#### 64. 空气预热器着火如何处理？

立即投入空气预热器吹灰系统，关闭热风再循环门(或停止暖风机运行)，经上述处理无效，排烟温度继续不正常升高时，应采取如下措施：

(1) 对于锅炉运行中不能隔离的空气预热器或两台空气预热器同时着火可按如下方法处理：

1) 应紧急停炉，停止一次风机和引、送风机，关闭所有风门、挡板，将故障侧辅助电动机投入，开启所有的疏水门，投入水冲洗装置进行灭火，如冲洗水泵无法启动，立即启动消防水泵，用消防水至冲洗水系统进行灭火。

2) 确认空气预热器内着火熄灭后，停止吹灰和灭火装置运行，关闭冲洗门，待余水放尽后关闭所有疏水门。

3) 对转子及密封装置的损坏情况进行一次全面检查，如有损坏不得再启动空气预热器，由检修处理正常后方可重新启动。

(2) 对于锅炉运行中可以隔离的空气预热器可按如下方法处理：

- 1) 立即停运着火侧送、引风机、一次风机运行，投油，减煤量，维持两台制粉系统运行，按单组引送风机及预热器带负荷。
- 2) 确认着火侧空气预热器进口、出口烟气与空气侧各挡板关闭。
- 3) 打开下部放水门，同时打开上部蒸汽消防阀进行灭火。
- 4) 确认预热器金属温度降至正常。可打开人孔门进行检查，消除残余火源。
- 5) 处理时，维持预热器运行，防止变形；维持参数稳定。

**65. 空气预热器正常运行时主电动机过电流的原因及处理？**

(1) 原因：

- 1) 电机两相运行。
- 2) 电机过载或传动装置故障。
- 3) 密封过紧或转子弯曲卡涩。
- 4) 异物进入卡住空气预热器。
- 5) 导向或支持轴承损坏。

(2) 处理：

- 1) 检查空气预热器各部件，查明原因及时消除。
- 2) 电机两相运行时应立即切换备用电机。
- 3) 若主电动机跳闸，应检查辅助电动机是否自动启动，若自投不成功可手动强送一次，若不能启动；或电流过大，电机过热，则应立即停止空气预热器运行，应人工盘动空气预热器，关闭空气预热器烟气进出口挡板，降低机组负荷至允许值，并注意另一侧排烟温度不应过高，否则继续减负荷并联系检修处理。

**66. 钢球磨煤机大瓦烧损的主要原因是什么？如何处理？**

(1) 主要原因：

- 1) 大瓦润滑油中断。
- 2) 油质不好使润滑油压降低或油中进入煤粉。
- 3) 润滑油温过高，失去润滑作用。
- 4) 大瓦冷却水少或中断时间较长。
- 5) 机械振动严重。
- 6) 空心轴颈故障，如裂纹、变形造成间隙改变，产生摩擦而引起大瓦烧损。

(2) 处理：

- 1) 发生大瓦温度高时，必须立即高加大润滑油量，重点监视，查明原因。
- 2) 如大瓦温度超过停磨值应立即停止磨煤机运行，保持润滑油系统运行正常，开大油门，增加油量，查明原因处理。
- 3) 如油系统故障，应立即恢复油系统运行，有备用设备应投入备用设备运行。
- 4) 如油质不良，油杂质过多，要彻底换油。如冷却水中断应立即恢复冷却水。
- 5) 如机械振动或设备问题造成摩擦，通知检修处理，各缺陷消除后方可启动。

#### 67. 煤粉为什么有爆炸的可能性?它的爆炸性与哪些因素有关?

(1) 煤粉很细，相对表面积很大，能吸附大量空气，随时都在进行着氧化，氧化放热使煤粉温度升高，氧化加强，如果散热条件不良，煤粉温度升高一定程度后，即可能自燃爆炸。

(2) 煤粉的爆炸性与许多因素有关，主要的有：

- 1) 挥发分含量。挥发分高，产生爆炸的可能性大，而对于挥发分 $<10\%$ 的无烟煤，一般可不考虑其爆炸性。
- 2) 煤粉细度。煤粉越细，爆炸危险性越大，对于烟煤，当煤粉粒径大于 $100\mu\text{m}$ 时，几乎不会发生爆炸。
- 3) 气粉混合物浓度。危险浓度为 $1.2\sim 2.0\text{kg}/\text{m}^3$ ，在运行中，从便于煤粉输送及点燃考虑，一般还较难避开引起爆炸的浓度范围。
- 4) 煤粉沉积。制粉系统中的煤粉沉积，往往会因逐渐自燃而成为引爆的火源。
- 5) 气粉混合物中的氧气浓度。浓度高，爆炸危险性大，在燃用挥发分高的褐煤时，往往引入一部分炉烟干燥剂，也是防止爆炸的措施之一。
- 6) 气粉混合物流速。流速低，煤粉有可能沉积；流速过高，可能引起静电火花，所以气粉混合物流速过高、过低对防爆都不利，一般气粉混合物流速控制为 $16\sim 30\text{m}/\text{s}$ 。
- 7) 气粉混合物温度。温度高，爆炸危险性大，因此，运行中应根据挥发分高低，严格控制磨煤机出口温度。
- 8) 煤粉水分。过于干燥的煤粉爆炸危险性大，煤粉水分要根据挥发分、煤粉贮存与输送的可靠性以及燃烧的经济性综合考虑确定。

#### 68. FSSS 的基本功能有哪些?

(1) 主燃料跳闸 (MFT)。

- (2) 点火前及熄火后炉膛吹扫。
  - (3) 燃油系统泄漏试验。
  - (4) 具有自动点火、远方点火和就地点火功能。
  - (5) 油、粉燃烧器及风门控制管理。
  - (6) 火焰监视和熄火自动保护。
  - (7) 机组快速甩负荷。
  - (8) 辅机故障减负荷。
  - (9) 火焰检测器冷却风管理
- (10) 报警及CRT显示。

### 69. 简述对汽包水位保护的功能有哪些要求？

在汽包锅炉运行中，汽包水位或高或低至超限值都可能造成严重后果，因此必须装设汽包水位保护，并要求有如下功能：

(1) 锅炉缺水时能及时的保护，该保护的作用是避免“干锅”和烧坏水冷壁，具体要求是：

- 1) 水位低保护按 I、II、III 三个定值设置，低于 I、II 值报警，低于 III 值停炉。
- 2) 当水位由低 I 值到低 II 值时，保护系统应自动采取补救措施，例如停止排污、启动备用给水泵、自动开启给水旁路等等。
- 3) 对于单元机组，因为汽轮机甩负荷后，所需蒸汽量减少，使汽包压力升高，引起汽包水位下降，但这是虚假水位，此时保护不应该动作，而是应立即将“水位低”保护闭锁，经过一定延时后，虚假水位已消失，自动解除闭锁作用。

(2) 锅炉出现水位过高时应能及时保护，及时打开汽包事故放水阀，汽包水位达到高 III 值时紧急停炉，实际设置时应达到：

- 1) 当锅炉汽压过高导致安全门开启时，由于蒸汽压力急剧下降，汽包水位出现瞬时增高（虚假水位），这时不应送出水位高的信号，所以要加入延时闭锁。
- 2) 与汽包水位低保护相同，应按 I、II、III 三个定值设置。水位高于 I 值报警，当安全门未动作或动作并闭锁在规定的规定时间之后，水位高至 II 值时应报警并打开事故放水门，而在水位恢复到 I 值以下时应关闭事故放水门，若水位上升至 III 值时，实施紧急停炉。

3) 汽包水位测量应高度可靠，一般采取“三取二”的逻辑判断方式

#### 70. 如何防止制粉系统爆炸？

- (1) 坚持执行定期降粉制度和停炉前煤粉仓空仓制度。
- (2) 根据煤种控制磨煤机的出口温度，制粉系统停止运行后，对输粉管道要充分进行抽粉。有条件的，停用时宜对煤粉仓实行充氮或二氧化碳保护。
- (3) 加强燃用煤种的煤质分析和配煤管理，燃用易自燃的煤种应及早通知运行人员，以便加强监视和巡查，发现异常及时处理。
- (4) 粉仓应设置足够的粉仓温度测点和温度报警装置。当发现粉仓内温度异常升高或确认粉仓内有自燃现象时，应及时投入灭火系统，防止因自燃引起粉仓爆炸。
- (5) 加强防爆门的检查和管理，防爆薄膜应有足够的防爆面积和规定的强度。防爆门动作后喷出的火焰和高温气体，要改变排放方向或采取其他隔离措施，以避免危及人身安全、损坏设备和烧损电缆。
- (6) 粉仓绞龙的吸潮管应完好，管内通畅无阻，运行中粉仓要保持适当的负压。
- (7) 杜绝外来火源。

#### 71. 什么是直流锅炉启动时的膨胀现象？造成膨胀现象的原因是什么？启动膨胀量的大小与哪些因素有关？

直流锅炉一点火，蒸发受热面内的水是在给水泵推动下强迫流动。随着热负荷的逐渐增大，水温不断升高，一旦达到饱和温度，水就开始汽化，工质比容明显增大。这时会将汽化点以后管内工质向锅炉出口排挤，使进入启动分离器的工质容积流量比锅炉入口的容积流量明显增大，这种现象即称为膨胀现象。

产生膨胀现象的基本原因是蒸汽与水的比容差别太大。启动时，蒸发受热面内流过的全部是水，在加热过程中水温逐渐升高，中间点的工质首先达到饱和温度而开始汽化，体积突然增大，引起局部压力升高，猛烈地将其后面的工质推向出口，造成锅炉出口工质的瞬时排出量很大。

启动时，膨胀量过大将使锅内工质压力和启动分离器的水位难于控制。影响膨胀量大小的主要因素有：

- (1) 启动分离器的位置。启动分离器越靠近出口，汽化点到分离器之间的受热面中蓄水量越多，汽化膨胀量越大，膨胀现象持续的时间也越长。

(2) 启动压力。启动压力越低，其饱和温度也越低，水的汽化点前移，使汽化点后面的受热面内蓄水量大，汽水比容差别也大，从而使膨胀量加大。

(3) 给水温度。给水温度高低，影响工质开始汽化的迟早。给水温度高，汽化点提前，汽化点后部的受热面内蓄水量大，使膨胀量增大。

(4) 燃料投入速度。燃料投入速度即启动时的燃烧率。燃烧率高，炉内热负荷高，工质温升快，汽化点提前，膨胀量增大。

## 72. 强制循环锅炉有哪些特点？

(1) 由于装有强制循环泵，其循环推动力比自然循环大好几倍可达0.25—0.5MPa，因此可采用小直径的水冷壁管，使管壁减薄，节约金属。

(2) 循环倍率降低，可以采用蒸汽负荷较高、旋转强度较大的涡轮式汽水分离装置，以减少分离装置的数量和尺寸，从而可采用较小直径的汽包。

(3) 蒸发受热面中可保持足够高的质量流速，并且水冷壁管子进口处一般装有节流圈，而使循环安全；因此蒸发受热面可采用较好的布置方案。

(4) 调节控制系统的要求比直流炉低。

(5) 锅炉在点火前就可启动循环泵，保证了水循环的建立，锅炉能快速启停。

(6) 缺点是由于循环泵的采用，增加了厂用电率及设备的制造费用，而且循环泵长期在高压高温的环境运行，需用特殊材料才能保证锅炉安全运行。

## 73. 论述锅水 pH 值变化对硅酸的溶解携带系数的影响？

当提高锅水中pH值时，水中的OH<sup>-</sup>浓度增加，硅酸与硅酸盐之间处于水解平衡状态，



使锅炉水中的硅酸减少，随着锅水中pH值的上升，饱和蒸汽中硅酸的溶解携带系数减小。反之，降低锅水中pH值，锅水中的硅酸增多，饱和蒸汽中硅酸的溶解携带系数将增大。

## 74. 什么是仪表活动分析，仪表活动分析有何作用？

锅炉运行时的工作状态，是通过各种仪表的指示来反映的。根据仪表的指示数据及其变化趋势，分析锅炉工作状况是否正常的工作，即称为仪表活动分析。

锅炉控制室装有各种热工检测仪表，这些仪表的测点取自锅炉的有关部位，能测知不同部位的有关数据(如压力、温度、流量、水位、电流等)，根据这些数据就可分析、判断锅炉的工作状况。一旦发现某个仪表指示不正常，就应检查与

之有关的其他仪表指示是否正常，根据相互对比，可分析、判断出是锅炉运行状态不正常，或是仪表本身指示不正常。仪表活动分析在运行中可起到消除事故隐患的作用。因为事故发生时，从各种仪表的异常反应可分析判断出事故的部位及性质，这就为正确和及时处理事故创造了条件。

#### 75. 直流锅炉有哪些主要特点？

- (1) 蒸发部分及过热器阻力必须由给水泵产生的压头克服。
- (2) 水的加热、蒸发、过热等受热面之间没有固定的分界线，随着运行工况的变动而变动。
- (3) 在热负荷较高的蒸发区，易产生膜态沸腾。
- (4) 蓄热能力比汽包炉少许多，对内外扰动的适应性较差，一旦操作不当，就会造成出口蒸汽参数的大幅度波动，故需要较灵敏的调整手段，自动化程度要求高。
- (5) 没有汽包不能排污，给水带入炉内的盐类杂质，会沉积在受热面上和汽轮机中，因此对给水品质要求高。
- (6) 在蒸发受热面中，由于双相工质受强制流动，特别是在压力较低时，会出现流动不稳定和脉动等问题。
- (7) 因没有厚壁汽包，启、停炉速度只受联箱及管子、或其连接处的热应力限制，故启、停炉速度大大加快。
- (8) 因无汽包，水冷壁管多采用小管径管子，故直流炉一般比汽包炉省钢材。
- (9) 不受工作压力的限制，理论上适用于任何压力。
- (10) 蒸发段管子布置比较自由。

#### 76. 锅炉安全阀校验时排放量及起回座压力的有何规定？

- (1) 汽包和过热器上所装全部安全阀蒸汽排放量的总和应大于锅炉最大连续蒸发量。
- (2) 当锅炉上所有安全阀均全开时，锅炉的超压幅度，在任何情况下均不得大于锅炉设计压力的6%。
- (3) 再热器进、出口安全阀的总排放量应大于再热器的最大设计流量。

(4) 直流锅炉启动分离器安全阀的排放量中所占的比例，应保证安全阀开启时，过热器、再热器能得到足够的冷却。

(5) 安全阀的起座压力：汽包、过热器的控制安全阀为其工作压力的1.05倍，工作安全阀为其工作压力的1.08倍；再热器进/出口的控制安全阀为其工作压力的1.08倍，再热器进/出口的工作安全阀为其工作压力的1.1倍。

(6) 安全阀的回座压差，一般应为起座压力的4%~7%，最大不得超过起座压力的10%。

### 77. 论述锅炉安全阀校验应具备的条件？

(1) 化学制水车间储存一定的除盐水量。

(2) 除锅炉汽包水位极低、极高保护退出外，(防止安全门起座后，汽包水位极高、极低保护动作，锅炉灭火)其他保护均应投入。

(3) 锅炉点火前的检查、试运工作已结束，主要仪表校验合格并投入运行，安全门及其排汽管、消声装置完整。

(4) 现场通信联络设施齐全。

(5) 现场就地压力表应更换经校验合格精度等级在0.5级以上的标准压力表，校验时需要经常与主控室内压力表进行核对，安全门动作及回座压力以就地压力表指示为准。

(6) 过热器、再热器对空排汽门，锅炉事故放水门传动正常，灵活好用。

(7) 脉冲电磁安全门电气回路静态传动试验合格。

(8) 校验工具、安全防护设施符合“安规”校验要求，且准备完毕。

### 78. 锅炉热效率试验的主要测量项目有哪些？

(1) 输入-输出热量法(正平衡法)。

1) 燃料量。

2) 燃料发热量及工业分析。

3) 燃料及空气温度。

4) 过热蒸汽、再热蒸汽及其它用途蒸汽的流量、压力和温度。

5) 给水和减温水的流量、压力和温度。

6) 暖风机进出口的风温、风量，外来热源工质的流量、压力和温度。

7) 泄漏和排污量。

8) 汽包内压力。

(2) 热损失法(反平衡法)。

1) 燃料发热量、工业分析及元素分析。

2) 烟气分析。

3) 烟气温度。

4) 外界环境干、湿温度，大气压力。

5) 燃料及空气温度。

6) 暖风机进出口空气温度、空气量。

7) 其他外来热源工质流量、压力和温度。

8) 各灰渣量分配比例及可燃物含量。

9) 灰渣温度。

10) 辅助设备功耗。

#### 79. 主、再热蒸汽系统水压试验范围？

主汽系统水压试验范围从给水进口直到过热蒸汽出口包括即省煤器、汽包、水冷壁、过热器、减温器和汽水管道、阀门以及相关的疏放水管、仪表取样门等二次门以内（一次门全开）的设备。

再热器系统水压试验范围为再热器入口导汽管堵板至再热器出口导汽管堵板内包括：事故喷水减温器、冷段再热器、减温器、热段再热器、和管道、阀门以及相关的疏水管、仪表取样门等二次门以内（一次门全开）的设备。

水位计只参加工作压力水压试验，超压试验应解列。

#### 80. 新安装的锅炉在启动前应进行哪些工作？

(1) 水压试验(超压试验)，检验承压部件的严密性。

(2) 辅机试转及各电动门、风门的校验。

(3) 烘炉。除去炉墙的水分及锅炉管内积水。

(4) 煮炉与酸洗。用碱液清除蒸发系统受热面内的油脂、铁锈、氧化层和其他腐蚀产物及水垢等沉积物。

(5) 炉膛空气动力场及漏风试验。

(6) 吹管。用锅炉自生蒸汽冲除一、二次汽管道内杂渣。

(7) 校验安全门等。

(8) 锅炉联锁保护装置试验。

## 第六部分 操作题

### 1. 锅炉上水（200MW 机组类型操作程序）

答案：1、检查确认锅炉内部及本体所有检修工作结束，所有汽包水位计及汽水系统相关流量、压力、温度表计均正常投入，锅炉具备上水条件：给水系统及省煤器放水门关闭；过热及再热器系统疏水门、放空气门开启；所有喷水减温器、喷水调节阀和截止阀均已关闭。

2、上水温度一般为 20~70℃，上水温度与汽包壁温差的差值 $\gt 28^{\circ}\text{C}$ ，汽包上下壁温差 $\gt 40^{\circ}\text{C}$ 。

3、上水时严格控制上水速度，以免引起水击，进水应缓慢、均匀，上至正常水位所需时间为：夏季 $\leq 2$ 小时，冬季 $\leq 4$ 时，若上水温度与汽包壁温度接近时，可适当加快上水速度。

4、包正常运行水容积、水冷壁水容积、省煤器水容积之和为  $97\text{m}^3$ ，由此判断冬季上水时给水流量  $23\text{t/h}$ ，夏季上水时给水流量  $45\text{t/h}$  左右为宜。

5、启动给水泵，开启上水小旁路一二道门，调整给水泵转速控制上水速度。

6、省煤器放空气门连续冒水后关闭，汽包水位上至 $-100\text{mm}$ 停止上水。

7、上水完毕，关闭上水旁路一二道门，停运给水泵。

### 2. 过热器系统水压试验（200MW 机组类型操作程序）

答案：1、联系汽机侧检查水压试验相关措施，检查集汽联箱出口水压堵阀的堵板加装完好。

2、联系检修解列过热器安全门，关闭过热器对空排汽门。

3、锅炉上水前开启过热器空气门，待空气门连续冒水后，逐个关闭空气门。

4、升压操作时应缓慢，当汽包压力 $\lt 9.8\text{MPa}$ 时，升压速度 $\lt 0.3\text{MPa/min}$ ，当汽包压力 $\geq 9.8\text{MPa}$ 时，升压速度 $\leq 0.2\text{MPa/min}$ 。升压时可采用下列方法

1) 用给水泵勺管和水压试验上水小旁路（开始上水时）。

2) 用给水泵勺管和减温器调整门（升压过程中）。

5、当汽包压力升到  $0.98\text{MPa}$  时，暂停升压，稳压  $15\text{min}$ ，进行全面检查，经检查无异常后继续升压。

6、当汽包压力升到  $5.88\text{MPa}$  时，暂停升压，进行全面检查，经检查无异常后继续升压。

7、当汽包压力升到 9.8MPa 时，降低升压速度。升压到 11.77MPa 时，停止升压，全面检查，无异常后继续升压到工作压力。当汽包压力升至 15.3MPa 时，停止升压，关闭上水门，记录 5min 内压力下降值（5min 内压力下降值不超过 0.5MPa 为合格）。再微开上水门维持 15.3MPa 压力，通知检修人员进行全面检查。

8、如需做超压试验，开始升压前，记录各部膨胀指示器一次；开启汽包事故放水一道门，以防超压；关闭所有水位表一次门，各热工仪表一次门（压力表除外）；解列所有安全阀。控制升压速度 $\geq 0.1\text{MPa}/\text{min}$ 。当汽包压力升至 19.1MPa 时，立即将压力降压至 15.3MPa，维持此压力，联系检修人员进行全面检查。

9、泄压操作：水压试验结束后，泄压应缓慢进行。将给水泵转速降至最低，通知汽机停止给水泵。通过控制减温器反冲洗门或过热器疏水门进行降压，泄压速度 $\geq 0.3\text{MPa}/\text{min}$ ，当压力降至 0.1MPa~0.2MPa 时，开启过热器对空排汽门及过热器、省煤器各疏水门，用事故放水门将汽包水位放至正常点火水位。并联系检修人员恢复安全阀，通知汽机对蒸汽母管进行疏水。

10、超压试验后，压力降到零，再抄膨胀指示器一次，以校对是否存在残余变形。

### 3. 锅炉就地双色云母汽包水位计的投入及退出（200MW 机组类型操作程序）

答案：1、水位计的投运前的预热操作

- 1) 水位计初次安装或解列后重新投运时，需要充分预热。
- 2) 首先开启水位计排污门。
- 3) 缓慢开启汽侧一道门至全开。
- 4) 缓慢开启汽侧二道门 1/5 圈，让微弱汽流通过大约 20~30min 左右。
- 5) 使水位计本体温度相对稳定，然后顺序关闭一道门、二道门、排污门，再重新投运。

2、水位计的投运

- 1) 缓慢开启汽、水侧一次阀至全开。
- 2) 缓慢开启水位计的汽侧二道门 1/5 圈。
- 3) 缓慢开启水位计的水侧二道门 1/5 圈。
- 4) 待水位正常后，交替开启汽侧二道门、水侧二道门，直至全开。

3、水位计的退出

- 1)、关闭水、汽侧一道门。

2)、关闭水、汽侧二道门。

3)、缓慢开启放水门，待水位计泄压和余水放尽后关闭。

#### 4. 汽包水位计损坏的处理（200MW 机组类型操作程序）

答案：1、任一汽包水位计泄漏时，应对该水位计进行隔离，并汇报副值长、值长，通知检修处理。如运行无法隔离，应通知检修一起隔离，否则锅炉应适当降压运行，申请停炉处理。

2、隔离需退出水位保护时，应保持机组负荷稳定，同时注意汽包水位变化，加强各水位计校对。

3、水位保护退出时，需经过总工程师批准，并限期（不宜超过 8 小时）恢复，如逾期不能恢复，应立即申请停炉处理。

4、如单侧就地水位计损坏或水位电视故障，锅炉可以运行，但必须立即汇报值长，通知检修及早修复，运行应加强对水位监视，增加水位校对次数。

5、两侧就地水位计均损坏，但给水自动调节正常，LCD 上水位计显示可靠，锅炉可继续运行 8 小时。如给水自动调节系统不可靠，根据可靠的水位计可作短时运行，并立即申请停炉。

6、两侧就地水位计都损坏，给水自动和其它水位计都不可靠，应立即停炉。

7、任一与汽包水位显示、自动、保护有关的变送器损坏，都应将锅炉主控切至手动，稳定锅炉负荷。

8、锅炉运行中无法判断汽包真实水位时，应紧急停炉。

#### 5. 锅炉定期排污（通用类型操作程序）

答案：1、锅炉的定期排污是通过水冷壁下集箱和侧包墙水冷壁下集箱来进行的，每天后夜班或启动过程中根据情况进行定排。

2、开始排污前，应征得主值的同意，注意监视与调整汽包水位，防止锅炉缺水。

3、定排一般应采用程控方式进行，非程控排污时，禁止两个或两个以上水冷壁下联箱同时排污，每个水冷壁下联箱排污时间不超过 30s。

4、正常情况下各定排手动门应在开启位，如电动门泄漏立即关闭对应的手动门，及时填写缺陷单，严禁用排污联箱总门隔绝。

5、操作排污门必须使用专用的扳手，戴防护手套。排污系统及阀门有严重缺陷时，禁止进行排污，排污后应复查排污门关闭的严密性。

6、定期排污时，先开启联箱疏放水，待充分疏水暖管后，开启排污门。操作中应缓慢进行，防止发生水冲击，排污应逐侧逐只进行，不准同时开启两个或两个以上的排污门。

7、锅炉运行不正常或发生故障时不能进行排污，如排污正在进行，应立即终止。

#### 6. 锅炉底部加热装置的投入及退出（200MW 机组类型操作程序）

答案： 1、锅炉底部加热装置的投入

- 1)、检查加热及相关系统阀门位置正确。
- 2)、检查辅汽联箱压力 0.6MPa 以上，开启辅汽至底部加热母管各疏水门。
- 3)、缓慢微开甲、乙侧锅炉底部加热联箱来汽手动总门、电动门。
- 4)、缓慢开启甲、乙侧锅炉底部加热联箱疏水一、二道门进行暖管。
- 5)、暖管结束，关闭疏水门。
- 6)、缓慢开启水冷壁下联箱加热各分门，各加热分门开度应一致，以使各回路受热均匀。汽包及顶棚过热器中间联箱加热分门根据专工要求进行操作。
- 7)、开启过热器对空排汽门、主蒸汽各疏水门及省煤器再循环门。
- 8)、投入加热后，应监视汽包水位的变化，当汽包水位升高时，应开启事故放水门放水，维持汽包水位在+50~+100mm 之间。加热过程中，控制汽包壁温升速度在 0.5~1℃/min，汽包上、下壁温差 $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ，加热蒸汽压力 $\leq 0.5\text{MPa}$ 。
- 9) 当汽包下壁温度达到 100℃以上或锅炉点火后，可退出加热系统。

#### 2、锅炉底部加热装置的退出

- 1)、关闭加热联箱总门及各分门，开启联箱疏水。
- 2)、锅炉启动后热紧加热总门及各分门，关闭加热联箱疏水门。

#### 7. 引风机的启动（以#1 引风机为例）（通用类型操作程序）

答案： 1、检查#1 引风机检修工作结束，工作票已终结，各检查孔、人孔门关闭，风机不倒转，事故按钮完好，各仪表及就地测点齐全准确。

2、空预器转动正常，引风机通道已打开。

3、引风机进出口档板和风烟系统各档板动作正常，引风机静叶调整装置动作灵活，指示正确。

4、引风机变频调节装置正常，KM1、KM2、KM3 开关动作正常，变频器具备启动条件。

- 5、引风机电机地脚螺丝、联轴器牢固，防护罩、接地线完好。
- 6、开启#1 引风机出口挡板，关闭进口挡板和静叶。
- 7、根据要求选择变频或工频方式。工频方式时 KM3 合闸，KM1、KM2 断开。变频方式时 KM1、KM2 合闸，KM3 断开。
- 8、启动一台轴承冷却风机运行，另一台试转正常后投备用。
- 9、确认#1 引风机启动条件已满足，合 QF 开关，如变频方式，12 秒后，变频器自动启动，否则手动启动。
- 10、启动后检查进口挡板联开正常。变频状态静叶全开，变频器自动输出指令 25%。
- 11、检查引风机运行平稳；电流、振动、温度、声音、压力正常，无泄漏现象。
- 12、调整炉膛负压正常。
- 13、检查两台引风机运行正常，汇报值长同意投入机组 RB 功能。

#### 8. 送风机的启动（以#1 送风机为例）（通用类型操作程序）

答案： 1、检查#1 送风机检修工作结束，工作票已终结，各检查孔、人孔门关闭，风机不倒转，事故按钮完好，各仪表及就地测点齐全准确。

2、空预器转动正常，送风机通道已打开。

3、送风机出口挡板和风烟系统各挡板动作正常，送风机动叶调整装置动作灵活，指示正确。

4、检查送风机油站正常备用，启动一台送风机油泵，另一台试转正常后投备用。

5、送风机油站油位 $\geq 75\%$ ，油温  $25^{\circ}\text{C}-40^{\circ}\text{C}$ ，油压 $\geq 2.5\text{Mpa}$ ，润滑油前后滤网压差正常，冷却水畅通。

6、送风机电机地脚螺丝、联轴器牢固，防护罩完好，接地线完好。

7、检查并关闭送风机出口挡板和动叶调整装置。

8、确认#1 送风机启动条件已满足，启动送风机，检查送风机空载电流正常，出口挡板联开正常。

9、检查送风机运行平稳；电流、振动、温度、声音，压力正常，无泄漏现象。

10、调整送风机动叶开度，满足炉膛风量需求。

11、检查两台送风机运行正常，汇报值长同意投入机组 RB 功能。

### 9. 一次风机的启动（以#1 一次风机为例）（通用类型操作程序）

答案：1、检查#1 一次风机检修工作结束，工作票已终结，各检查孔、人孔门关闭，风机不倒转，事故按钮完好，各仪表及就地测点齐全准确。

2、空预器转动正常。

3、检查一次风机出口档板和静叶，风烟系统各挡板动作正常。

4、检查一次风机变频调节装置正常，KM1、KM2、KM3 开关动作正常，变频器具备启动条件。

5、检查一次风机电机地脚螺丝、联轴器牢固，防护罩、接地线完好。

6、检查一次风机冷却水畅通。

7、检查#1 一次风机至磨煤机冷风挡板及该侧空预器出口一次风挡板全关且“挂起”。

8、关闭#1 一次风机入口挡板，开启出口挡板。

9、根据要求选择变频或工频方式。工频方式时 KM3 合闸，KM1、KM2 断开。变频方式时 KM1、KM2 合闸，KM3 断开。

10、确认#1 一次风机启动条件已满足，合 QF 开关，如变频方式，12 秒后，变频器自动启动，否则手动启动，变频器自动输出 25Hz 指令，一次风机入口挡板全开。

11、检查一次风机运行平稳；电流、振动、温度、声音、压力正常，无泄漏现象。

12、增加#1 一次风机出力，检查该风机出口风压略高于#2 一次风机出口风压，依次开启#1 一次风机至磨煤机冷风挡板及该侧空预器出口一次风挡板，注意磨煤机容量风风压变化，根据燃烧情况决定是否投油助燃。

13、检查两台一次风机运行正常，汇报值长同意投入机组 RB 功能。

### 10. 空气预热器的启动（通用类型操作程序）

答案：1、检查有关检修工作结束，工作票已办理终结，各临时措施已拆除，人孔门、检查孔关闭严密。

2、轴承油箱油位正常，油质良好，油温 $<55^{\circ}\text{C}$ 。

3、空预器主、辅电机、上导油泵、支承油泵试运正常，联锁试验合格。

4、启动空预器上导油泵、支承油泵，检查油泵运转正常，油压正常，系统无漏油。

- 5、手动盘动空预器转子，检查无卡涩及异常摩擦现象。
- 6、启动空预器辅助电机，检查空预器转向正确，转动时电流稳定无摆动。
- 7、空预器运转数圈无异常，停辅助电机。
- 8、启动空预器主电机，检查运行平稳，无异音，空预器电流稳定无摆动，辅助电机应不转动。

#### 11. 省煤器泄漏（200MW 机组类型操作程序）

- 答案： 1、根据炉膛负压、主蒸汽流量与给水流量的偏差、各部烟温的变化、汽包水位、引风机电流等参数，判断泄漏情况。
- 2、根据四管泄漏报警、现场声音、冒风烟和蒸汽情况，确定泄漏位置。
  - 3、汇报值长，加强燃烧、水位调整，加强给水，维持水位。
  - 4、若泄露不严重时，降低负荷，降短时间维持运行，并申请准备停炉。
  - 5、投入空预器吹灰。
  - 6、若泄漏严重，退出电除尘、脱硫系统运行，当水位迅速下降，无法维持正常水位，应按紧急停炉处理，停炉后继续加强给水，维持汽包水位，严禁开启省煤器再循环
  - 7、停炉后，维持一台引风机运行，待蒸汽抽尽后停止引风机。

#### 12. 蒸汽温度高（200MW 机组类型操作程序）

- 答案： 1、发现汽温过高时，及时对照各参数，判断超温原因。
- 2、降低汽温自动调节设定值，必要时解列汽温自动调节为手动，开大对应减温水门的开度。
  - 3、减温水量不足时，关小主给水电动总门（可调闸阀），提高减温水压力，从而增大减温水量。
  - 4、降低锅炉负荷，减少上层制粉系统燃烧器出力，降低锅炉总风量。
  - 5、开大上层二次风，关小下层二次风。
  - 6、降低炉膛压力，必要时可短时微正压运行。
  - 7、检查本体各人孔门，检查孔，看火孔，应严密关闭，炉底水封应正常。
  - 8、加强对水冷壁等受热面吹灰。
  - 9、汽压、汽温上升过快时，开启对空排汽门，迅速降低锅炉热负荷，投油维持运行。

### 13. 锅炉灭火（200MW 机组类型操作程序）

- 答案： 1、检查 MFT 动作情况，若 MFT 不动作，应立即手动 MFT，紧急停炉。
- 2、复位各跳闸转机，检查确认各燃油角阀、炉前进油快关阀，主、再热蒸汽减温水调节门、电动门关闭。
- 3、联系汽机人员快速减负荷，尽力保持较高的蒸汽参数。
- 4、调整和控制好汽包水位，并注意灭火初期虚假水位造成对汽包水位波动的影响。
- 5、当 MFT 原因查明后，调整炉膛负压 $-100\sim-50\text{Pa}$  之间，风量 $>30\%$ 额定风量，满足炉膛吹扫条件，吹扫计时 5 分钟后，MFT 信号自动复位，准备重新点火。若不能及时启动，应将引、送风机全停。
- 6、投油枪点火后，启动制粉系统，通过增加燃料，开启过热器对空排汽，提高汽温，当主汽温接近缸温，及时联系汽机加负荷。
- 7、在恢复过程中，控制好升温、升压速度，防止过热器各段超温；加强汽包水位调整，防止因汽包水位高、低而再次灭火。
- 8、锅炉灭火后，要立即停止燃料（煤、油）供给，严禁用爆燃法恢复燃烧，以免引起炉膛及烟道发生爆炸，损坏设备。
- 9、若灭火原因已查明，不能及时消除，锅炉吹扫后备用，及时通知检修人员处理。

### 14. 锅炉停炉后的冷却（200MW 机组类型操作程序）

- 答案： 1、锅炉熄火后应每 1 小时抄录汽包壁温一次，直至全炉放水后 5 小时。
- 2、锅炉熄火后应严密监视排烟温度的变化，防止发生尾部再燃烧。
- 3、停炉 4~6 小时以内，应严密关闭引、送风机入口挡板、静叶及各人孔门、检查门，防止锅炉急剧冷却。
- 4、停炉 6 小时后，可开启送风机、引风机进、出口挡板，打开二次风通道进行自然通风。
- 5、停炉 18 小时后且锅炉放水完毕，可启动送、引风机进行冷却，注意保持炉膛负压 $\geq-50\text{Pa}$ ，汽包壁温差 $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ，汽包金属壁温温降 $\leq 1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，待水冷壁前墙出口联箱接头炉外壁温 $\geq 80^{\circ}\text{C}$ 时停止强制通风。
- 6、在停炉后整个降压冷却过程中应控制汽包上下壁温差 $\geq 40^{\circ}\text{C}$ ，若温差较大，

可放慢降压速度。汽包水位降低时可进行补水冷却。

7、汽包压力降至 0.2MPa 时，开启各空气门。

8、锅炉汽包压力降至 0 时，汽包下壁温 100℃以下时，进行无压放水。

9、如需热炉带压放水，停炉 18~24 小时后，汽压降至 0.5~0.8MPa，汽包各壁温 $\gt$ 200℃，汽包上下壁温差 $\gt$ 40℃时，可进行带压放水。

10、将汽水系统各疏水门、放水门全部开启。

11、当汽包压力降至 0.2MPa 时，开启各空气门、对空排汽门、事故放水门及给水、减温水系统放水门。

12、放水时通知热工人员对压力表管同时进行放水。

13、空预器入口烟气温度低于 150℃且确保空预器内无火灾危险时，停止空预器运行。

14、炉膛温度低于 80℃时，停火检冷却风机运行。

#### 15. 过热器泄漏（通用类型操作程序）

答案：1、根据炉膛负压、汽压、负荷、烟温及汽温偏差、给水流量与主蒸汽流量偏差、汽包水位、氧量、引风机电流等参数，判断泄漏情况。

2、根据四管泄漏报警、现场声音、冒风烟和蒸汽情况，确定泄漏位置。

3、汇报值长，加强对泄漏处的检查和监视。

4、调整燃烧，投入空气预热器吹灰，必要时投油稳燃，退出电除尘。

5、当泄漏不严重，能维持锅炉正常运行，应降负荷运行，同时汇报值长，申请停炉，以防事故进一步扩大。

6、若泄漏严重无法维持运行，应立即停炉运行，防止吹破邻近管子。汇报值长，并做好记录。

7、停炉后，留一台引风机运行，待炉内蒸汽抽尽后停止引风机。

8、停止上水时，开启省煤器再循环。

#### 16. 单侧引风机跳闸（通用类型操作程序）

答案：1、根据报警、引风机状态、电流、炉膛负压判断单侧引风机跳闸。

2、引风机跳闸后不允许强合。

3、检查跳闸侧引风机进出口挡板及静叶是否关闭，同侧送风机联锁跳闸后，出口挡板及动叶是否关闭，否则手动关闭。

- 4、确认 RB 动作正常，若 RB 动作不正常，手动干预，按照 RB 动作逻辑进行。
- 5、解除送引风自动，调整运行侧引风机出力，控制炉膛负压正常。燃烧不稳时投油助燃。
- 6、汇报值长，申请降低负荷运行，注意监视运行引风机不超额定电流。
- 7、注意控制水位、汽温。
- 8、查明原因，准备重新启动。
- 9、若处理过程灭火则按灭火处理。

#### 17. 单侧一次风机跳闸（通用类型操作程序）

- 答案：1、根据报警、一次风机状态、电流、炉膛负压判断单侧一次风机跳闸。
- 2、检查跳闸一次风机进出口挡板联关，跳闸一次风机出口冷风挡板、热风挡板联关，否则手动关闭。
  - 3、RB 投入时，等离子、油枪自动投入，否则手动投入。
  - 4、RB 投入时，负荷、水位自动调整，否则手动调整。
  - 5、RB 投入时，检查#2 磨煤机应自动退出运行，否则手动退出部分喷口。
  - 6、增大另一侧一次风机出力，控制一次风压正常。
  - 7、注意控制水位、汽温。
  - 8、查明原因，准备重新启动。
  - 9、若处理过程灭火则按灭火处理。

#### 18. 单台制粉系统启动（200MW 机组类型操作程序）

- 答案：1、检查制粉系统检修工作结束，工作票已终结；各检查孔、人孔门关闭，无自燃现象，给煤机皮带无跑偏现象，清扫链完好。磨煤机轴承、油站及减速机冷却水正常，事故按钮完好，各仪表及就地测点齐全准确。
- 2、磨煤机油站正常投运，磨煤机减速机油位正常。
  - 3、磨煤机慢传离合器确已分开。
  - 4、大齿轮喷射润滑系统压缩空气正常，油箱油位正常，喷射装置系统正常。
  - 5、磨煤机消防蒸汽及消防水系统完好备用。
  - 6、磨煤机地脚螺丝、联轴器牢固，防护罩、接地线完好。
  - 7、一次风机、密封风机运行正常。
  - 8、磨煤机冷热风关断门、调整门，容量风、旁路风调整门及关断门开关灵活，

位置正确。

9、原煤仓煤位正常，下煤插板开关灵活。

10、调整密封风风压正常，投入密封风压自动。

11、开选中的分离器出口关断门，开磨煤机冷、热风关断门，根据磨煤机出口风温，调整冷热风调门，进行暖磨。

12、启动磨煤机减速油泵，检查油压正常。启动磨煤机双高压油泵，检查油压正常。

13、确认磨煤机启动条件已满足，启动磨煤机，检查电流稳定。

14、启动给煤机给煤，根据料位情况，投给煤机自动。

15、启动后检查磨煤机运行平稳，无异音；磨煤机油站、减速机油泵、大齿轮喷淋油系统运行正常。电流、振动、温度、油压、油位正常，无漏粉漏油现象。

#### 19. 单侧送风机跳闸（通用类型操作程序）

答案：1、根据报警、送风机状态、电流、炉膛负压判断单侧送风机跳闸。

2、送风机跳闸后不允许强合。

3、检查跳闸送风机出口挡板及动叶是否关闭，否则手动关闭。检查送风机出口联络挡板是否联开，否则手动开启。

4、确认 RB 动作正常，若 RB 动作不正常，手动干预，按照 RB 动作逻辑进行。

5、立即解除送引风自动，控制炉膛负压正常，调整运行侧送风机出力，燃烧不稳时投油助燃。

6、汇报值长，申请降低负荷运行，注意监视运行送风机不超额定电流。

7、注意控制汽温、水位。

8、查明原因，重新启动。

9、若处理过程灭火则按灭火处理。

#### 20. 磨煤机跳闸（200MW 机组类型操作程序）

答案：

1、根据报警及磨煤机状态指示，汽压、负荷、氧量、汽温、磨煤机出力变化，判断磨煤机跳闸。

2、立即检查其他磨煤机给煤量是否自动增加，否则手动增加。根据运行磨煤机最大出力确定所带负荷。检查跳磨有关风门是否联动，否则手动操作。

- 3、维持汽包水位、汽温正常。
- 4、如燃烧不稳，必要时投油稳燃。
- 5、检查燃烧稳定，启动备用制粉系统，逐渐恢复原负荷工况。
- 6、检查跳磨的原因。
- 7、全面检查机组状态，汇报机组长、值长。
- 8、各主要参数的控制正常，汽温、汽压、汽包水位。
- 9、做好安措，联系检修处理。