

附件 E

锅炉作业人员考试大纲

E1 锅炉作业人员含义

锅炉作业人员包括工业锅炉司炉(G1)人员、电站锅炉司炉(G2)人员和锅炉水处理(G3)人员。

对于申请单一炉型(如有机热载体锅炉、余热锅炉、油田注汽炉等)的锅炉司作人员,其考试内容可以有所侧重,并且在其《特种设备安全管理和作业人员证》上限定操作的炉型范围。

E2 申请人专项要求

- (1)具有中专或者高中以上(含中专或者高中)学历;
- (2)锅炉水处理人员视力无色盲;
- (3)具有相应的锅炉基础知识、专业知识、法规标准知识,具备相应的实际操作技能。

E3 考试方式

考试分为理论知识考试和实际操作技能考试。理论知识考试应当采用“机考化”考试。锅炉司炉人员实际操作技能考试采用在锅炉模拟机上操作的方式,锅炉水处理实际操作技能考试采用实际操作的方式。

具体考试内容见本大纲附录 ea、附录 eb。

E4 理论知识考试内容比例和要求

司炉人员理论知识考试各部分内容所占比例:基础知识占 15%,专业知识占 80%(其中,锅炉专业知识占 50%,安全管理知识占 15%,节能与环保知识占 15%),法规标准知识占 5%。

水处理人员理论知识考试各部分内容所占比例:基础知识占 20%,专业知识占 75%(其中,水处理专业知识占 50%,安全管理知识占 15%,节能与环保知识占 10%),法规标准知识占 5%。

理论知识考试,考试题型包含判断题、选择题,考试题目数量为 100 题,考试时间为 60 分钟。

E5 实际操作技能考试内容比例和要求

司炉人员实际操作技能考试各部分内容所占比例：相关部件识别占 10%，基本操作占 50%，应急处理占 40%。

水处理人员实际操作技能考试各部分内容所占比例：水质分析操作占 50%，水处理设备操作占 40%，水处理设备故障排除占 10%。

司炉人员的实际操作技能考试选择某一结构型式的锅炉进行，其他型式锅炉的实际操作技能由用人单位负责培训。

E6 其他要求

司炉人员应急处理考试中只要有一题未达到合格要求，实际操作技能考试评定则为不合格。

附录 ea

司炉人员考试内容

ea1 基础知识

ea1.1 压力、温度、介质性质、热胀冷缩等

ea1.2 流体力学、传热学知识

(1) 导热、对流、辐射的概念；

(2) 传热基本知识(注 E-1)。

ea1.3 燃料与燃烧知识

(1) 燃料的成分和特性；

(2) 燃料的燃烧过程及特点；

(3) 燃烧的理论空气量、过剩(量)空气系数、燃烧产物、烟气量；

(4) 钢材的机械性能基本知识(注 E-1)。

ea2 锅炉专业知识

ea2.1 专业基础知识

(1) 锅炉的分类、主要参数及型号；

(2) 锅炉热效率及热损失；

(3) 锅炉水循环原理及故障。

ea2.2 锅炉结构及其系统

(1) 锅炉结构；

(2) 锅炉主要受压部件及其作用；

(3) 锅炉热力系统图(注 E-1)；

(4) 锅炉的汽、水流程；

(5) 过热蒸汽的减温方法、作用，减温器类型、减温系统(注 E-1)。

ea2.3 燃烧方式与设备

(1) 层状燃烧；

(2) 室燃；

(3) 循环流化床燃烧；

(4) 生物质燃烧；

(5)电加热设备。

ea2.4 主要安全附件与仪表的作用及操作要求

- (1)安全阀；
- (2)压力测量装置；
- (3)水位测量装置；
- (4)排污与放水装置；
- (5)温度测量仪表；
- (6)自动控制与保护装置；
- (7)氧量计。

ea2.5 辅助设备与管道

- (1)燃料设备及相应管道；
- (2)通风及其空气预热设备；
- (3)烟气净化装置及除渣设备；
- (4)给水设备；
- (5)吹灰设备(注 E-1)；
- (6)锅炉范围内的管道、分汽(水或者油)缸。

ea2.6 锅炉水(介)质处理

- (1)锅炉用水基本要求；
- (2)有机热载体知识(注 E-2)；
- (3)工业锅炉水质(有机热载体)标准；
- (4)电站锅炉水汽质量标准(注 E-1)；
- (5)水垢的形成与危害；
- (6)有机热载体氧化、变质、结焦、积碳的原因与危害；
- (7)锅炉水处理方法；
- (8)锅炉给水除氧(注 E-1)；
- (9)锅炉化学清洗。

ea2.7 运行与维护保养

- (1)锅炉运行前的检查准备、点火、升温升压、运行调节、停炉等操作；
- (2)锅炉辅机的操作；
- (3)锅炉与辅机的维护保养；
- (4)锅炉常见缺陷与危害；
- (5)锅炉巡检要求；

- (6) 燃烧调整；
- (7) 定压运行与滑压运行(注 E-1)；
- (8) 汽包(锅筒)壁温差控制(注 E-1)；
- (9) 锅炉汽温、汽压、水位及炉膛负压控制(注 E-1)；
- (10) 氮氧化物控制；
- (11) 影响燃烧的主要因素，各因素对锅炉燃烧的影响(注 E-1)；
- (12) 锅炉启动过程中热膨胀的监控(注 E-1)；
- (13) 循环流化床锅炉物料循环停滞的处理；
- (14) 受热面的安全运行(注 E-1)；
- (15) 风机抢风、失速、喘振的处理(注 E-1)；
- (16) 炉底水封破坏的判断与处理(注 E-1)；
- (17) 锅炉结渣的处理(注 E-1)。

ea2.8 锅炉常见故障、事故的原因、处理及预防

- (1) 锅炉缺水；
- (2) 锅炉满水；
- (3) 锅炉超压；
- (4) 锅炉爆管；
- (5) 锅炉汽水共腾；
- (6) 锅炉汽水冲击；
- (7) 锅炉二次燃烧；
- (8) 炉膛爆燃；
- (9) 锅炉大面积积焦；
- (10) 热水锅炉循环中断，超温汽化；
- (11) 生物质锅炉受热面粘结性积灰；
- (12) 生物质断料、堵渣和腐蚀。

ea3 安全管理知识

ea3.1 锅炉管理要求

- (1) 锅炉使用登记；
- (2) 锅炉司炉人员的管理；
- (3) 锅炉安全管理制度与记录；
- (4) 水汽、有机热载体品质；
- (5) 锅炉检验；

- (6)操作安全；
- (7)锅炉房安全。

ea3.2 锅炉故障、事故应急处理与预防的要求

- (1)事故分级；
- (2)事故现场应急处理；
- (3)事故报告；
- (4)事故应急预案。

ea4 节能与环保知识

ea4.1 节能知识

- (1)锅炉经济运行指标和能效测试；
- (2)锅炉各项热损失及其影响因素；
- (3)节水、节电、节约燃料技术与操作；
- (4)供热系统余热回收利用技术。

ea4.2 环保知识

- (1)锅炉大气污染物排放控制指标；
- (2)锅炉烟气净化装置及其操作(注 E-1)；
- (3)锅炉噪声的控制；
- (4)废水排放(注 E-1)。

ea5 法规标准知识

- (1)《中华人民共和国特种设备安全法》；
- (2)《特种设备安全监察条例》；
- (3)《特种设备作业人员监督管理办法》；
- (4)《特种设备使用管理规则》；
- (5)《锅炉安全技术监察规程》；
- (6)《锅炉节能技术监督管理规程》；
- (7)其他相关法律、法规、技术标准。

ea6 实际操作技能考试

ea6.1 锅炉基本操作(含节能减排操作)

- (1) 锅炉点火;
- (2) 锅炉升温升压;
- (3) 锅炉送汽、并汽(注 E-1);
- (4) 锅炉运行参数及燃烧调节;
- (5) 锅炉停炉(正常停炉、压火停炉和紧急停炉);
- (6) 安全附件操作(水位表冲洗, 压力表三通旋塞操作);
- (7) 安全阀的手动排放、自动排放(注 E-2);
- (8) 连锁保护装置检查(点火程序控制、熄火保护、低水位连锁、超压连锁、风压保护、燃气低压保护、检漏器连锁保护等);
- (9) 锅炉排污;
- (10) 制粉系统的启动、停止与调整(注 E-1);
- (11) 烟气净化系统投用和退出(注 E-1);
- (12) 辅机定期切换(注 E-1)。

ea6.2 锅炉应急处理操作

- (1) 锅炉缺水;
- (2) 锅炉满水;
- (3) 锅炉超压;
- (4) 锅炉爆管;
- (5) 锅炉汽水共腾;
- (6) 锅炉汽水冲击;
- (7) 锅炉二次燃烧;
- (8) 炉膛爆燃;
- (9) 锅炉大面积积焦;
- (10) 热水锅炉超温、汽化, 有机热载体炉超温、进出口压差过小等;
- (11) 主燃料跳闸(MFT)动作、故障减负荷(RB)动作(注 E-1);
- (12) 给煤机断煤(注 E-1);
- (13) 磨煤机堵塞(注 E-1);
- (14) 单台给水泵故障(注 E-1)。

注 E-1: 仅适用于电站锅炉。

注 E-2: 仅适用于工业锅炉。

附录 eb

水处理人员考试内容

eb1 基础知识

eb1.1 锅炉基础知识

- (1) 锅炉的分类、结构及工作原理；
- (2) 锅炉燃烧、传热知识及与锅炉水处理的关系；
- (3) 锅炉水、汽取样装置及取样要求，取样冷却器的设置要求；
- (4) 锅炉排污的目的、方式、要求和排污量的计算。

eb1.2 化学基础知识

- (1) 物质的量、酸、碱、盐、氧化物、络合物、浓度、溶解度、电解与电离、氧化与还原等基本概念；
- (2) 化学反应与化学方程式、化学平衡与平衡常数；
- (3) 缓冲溶液、溶度积原理；
- (4) 水的离子积常数、pH 的概念；
- (5) 浓度的基本计算。

eb1.3 分析化验基础知识

- (1) 化验室建设与化验室管理；
- (2) 化验分析的一般知识及其基本操作；
- (3) 化验室常用仪器、仪表、设备；
- (4) 化验室用水要求；
- (5) 溶液配制与浓度计算；
- (6) 分析计算与数据处理；
- (7) 容量分析法；
- (8) 重量分析法；
- (9) 仪器分析法；
- (10) 光度法；
- (11) 电化学分析方法。

eb2 水处理专业知识

eb2.1 专业基础知识

- (1)天然水中的杂质及其特点；
- (2)锅炉水处理工作的目的及其意义；
- (3)锅炉用水的主要指标及其各项指标控制的意义；
- (4)锅炉水处理方法的选择原则及其对水质的要求。

eb2.2 锅内水处理

- (1)锅内水质处理的原理、特点及其适用范围；
- (2)加碱性药剂进行水处理的原理及其加药量的计算；
- (3)加磷酸盐进行处理的原理及其加药量的计算；
- (4)锅内加药常用方法、设备类型及其使用操作。

eb2.3 锅外水处理

eb2.3.1 原水预处理的目的是及其常用方法

eb2.3.2 水的沉淀(澄清)处理(注 E-3)

- (1)胶体化学基础；
- (2)水的混凝处理；
- (3)水的沉淀软化；
- (4)沉降原理；
- (5)沉淀(澄清)处理系统及其设备。

eb2.3.3 水的过滤处理(注 E-3)

- (1)水的过滤过程；
- (2)滤池、过滤器；
- (3)滤料；
- (4)其他过滤方式。

eb2.3.4 离子交换处理

- (1)离子交换剂的分类；
- (2)离子交换树脂的命名(注 E-3)；
- (3)离子交换树脂的性能及选用原则；
- (4)新离子交换树脂的处理和贮存(注 E-3)；
- (5)树脂的变质、污染、复苏和报废；
- (6)离子交换树脂装填量、再生剂用量、周期制水量、盐耗等计算；
- (7)离子交换原理(注 E-3)；

- (8) 离子交换平衡(注 E-3)；
- (9) 离子交换速度(注 E-3)；
- (10) 钠离子交换软化处理基本原理(注 E-4)；
- (11) 离子交换软化和降碱处理的方法、原理及要求(注 E-4)；
- (12) 一级复床除盐；
- (13) 一级除盐+混合床除盐(注 E-3)；
- (14) 提高离子交换除盐经济性的措施(注 E-3)；
- (15) 固定床离子交换设备；
- (16) 连续床离子交换设备(注 E-3)；
- (17) 除碳器(注 E-3)；
- (18) 混合离子交换器(注 E-3)；
- (19) 离子交换的辅助设备(注 E-3)；
- (20) 常用离子交换器的运行操作(注 E-3)；
- (21) 离子交换器常见的故障及其消除方法；
- (22) 自动控制钠离子交换器的设置方法及故障处理(注 E-4)；
- (23) 离子交换系统以及设备的防腐(注 E-3)。

eb2.3.5 膜处理(注 E-3)

- (1) 膜的预处理；
- (2) 反渗透(RO)；
- (3) 电除盐(EDI)；
- (4) 水的其他除盐方法。

eb2.3.6 凝结水的处理(注 E-3)

- (1) 凝结水的污染；
- (2) 凝结水的过滤；
- (3) 凝结水的混床精处理；
- (4) 凝结水处理的主要设备和系统。

eb2.4 化学废水处理系统和设备(注 E-3)

eb2.5 汽水系统金属的腐蚀及其防止

- (1) 腐蚀的定义、分类以及原理；
- (2) 影响金属腐蚀的因素及防止措施；
- (3) 物理除氧、化学除氧方法及设备；
- (4) 直流锅炉给水加氧处理(注 E-3)；
- (5) 锅炉水侧金属的腐蚀及其防止(注 E-3)；

(6) 蒸汽系统的腐蚀(注 E-3)。

eb2.6 锅炉的结垢及其防止

- (1) 水垢和水渣；
- (2) 水垢的种类、性质以及鉴别方法；
- (3) 水垢的危害；
- (4) 水垢的形成及其防止；
- (5) 常用的除垢方法及其适用条件和要求；
- (6) 易溶盐“隐藏”现象(注 E-3)；
- (7) 锅炉水的磷酸盐处理(注 E-3)；
- (8) 锅炉水的氢氧化钠处理(注 E-3)。

eb2.7 锅炉的蒸汽污染、积盐及其防止(注 E-3)

- (1) 蒸汽的污染；
- (2) 蒸汽流程中的盐类沉积物；
- (3) 获得清洁蒸汽的方法；
- (4) 过热器反冲洗。

eb2.8 锅炉的水汽质量监督(注 E-3)

- (1) 热力系统水汽理化过程；
- (2) 水汽质量劣化时的处理；
- (3) 锅炉的热化学试验和热力系统汽水查定；
- (4) 凝汽器漏水率的测定方法；
- (5) 锅炉割管检查结垢、腐蚀状况的方法。

eb2.9 锅炉的化学清洗和停用保护

- (1) 锅炉化学清洗的条件、一般工艺过程、清洗质量的要求；
- (2) 锅炉停用保护常用方法及选择；
- (3) 锅炉启动时水处理操作和化学监督(注 E-3)。

eb2.10 大型仪器分析方法(注 E-3)

eb3 安全管理知识

eb3.1 锅炉使用安全管理

- (1) 锅炉注册登记时对水处理的要求；
- (2) 水处理人员持证上岗要求；

- (3) 日常运行化验记录的要求；
- (4) 锅炉水质定期检验的要求；
- (5) 事故应急处置措施和预案。

eb3.2 自身安全管理

- (1) 防止触电；
- (2) 防止烫伤；
- (3) 避免误操作；
- (4) 消防安全。

eb3.3 化学试剂安全管理

- (1) 有毒、有害、易制毒化学试剂的使用及安全管理；
- (2) 易挥发、易燃、易爆试剂的使用及安全管理；
- (3) 避免化学伤害及应急处置措施(吸入、入眼、灼伤、中毒等)。

eb4 节能与环保知识

- (1) 锅炉水处理节能减排的主要措施；
- (2) 锅炉结垢和除垢对锅炉传热及能耗的影响；
- (3) 锅炉冷凝水回用的优点、方法、注意事项；
- (4) 锅炉排污率对能耗的影响，降低排污率的措施；
- (5) 水处理系统运行废液及锅炉化学清洗废液对环保的影响及其处理。

eb5 法规标准知识

- (1) 《中华人民共和国特种设备安全法》；
- (2) 《特种设备安全监察条例》；
- (3) 《特种设备作业人员监督管理办法》；
- (4) 《特种设备使用管理规则》；
- (5) 《锅炉安全技术监察规程》；
- (6) 《锅炉节能技术监督管理规程》；
- (7) 《锅炉水处理监督管理规则》；
- (8) 《锅炉水处理检验规则》；
- (9) 《锅炉化学清洗规则》；
- (10) 其他相关法律、法规、技术标准。

eb6 实际操作技能考试

eb6.1 水质分析操作

(1) 化学试剂标准滴定溶液的制备，包括 H_2SO_4 、EDTA、 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 、NaOH、 KMnO_4 、碘标准溶液等；

- (2) 水样的采集；
- (3) pH 的测定；
- (4) 氯化物的测定；
- (5) 电导率的测定；
- (6) 硬度的测定；
- (7) 酸度、碱度的测定；
- (8) 浊度的测定；
- (9) 油的测定；
- (10) 溶解氧的测定；
- (11) 磷酸盐的测定；
- (12) 亚硫酸盐的测定；
- (13) 铜、铁、钠、二氧化硅、联氨等的测定。

eb6.2 水处理设备操作

(1) 各种离子交换设备的反洗、置换、正洗、运行制水操作，膜装置的运行及其反洗操作；

- (2) 锅内加药操作；
- (3) 除碳器的运行操作；
- (4) 除氧器的运行操作。

eb6.3 水处理设备故障排除

- (1) 离子交换设备出力降低，周期制水量减少；
- (2) 运行或反洗过程交换剂流失；
- (3) 软化或除盐过程中，出水达不到要求；
- (4) 软化水氯离子含量增加。

注 E-3：仅适用于电站锅炉。

注 E-4：仅适用于工业锅炉。