

## 关于对垃圾发电仿真培训相关三个规范 征求意见的通知

各会员单位、各相关单位：

根据中国电力发展促进会可再生能源分会以及中电联垃圾发电标委会的工作安排，现对《电力行业仿真培训与考核规范—垃圾发电集控值班员》、《电力行业仿真培训基地建设规范》（垃圾发电部分）（技术文件）、《电力行业仿真培训与考核规范—垃圾发电运行指导教师》三个规范进行公开征求意见。

上述规范由中国电力企业联合会电力培训标准化技术委员会提出，由光大环保（中国）有限公司、深圳市能源环保有限公司、中节能（秦皇岛）环保能源有限公司、国网河南省电力公司技能培训中心等单位参与编写工作，现根据中电联标准化工作规则，向行业各单位征求意见。

对本标准的意见建议或反馈请邮寄至：北京市白广路二条一号中国电力企业联合会标准化管理中心收，邮编：100076。或邮件反馈至电促会可再生能源发电分会。

工作联系人：王克松 联系电话：13341011991

邮箱：[kesong1979@163.com](mailto:kesong1979@163.com)。

附件：征求意见稿

中国电力发展促进会可再生能源发电分会

2020年8月3日



# T/CEC

中国电力企业联合会标准

---

## 电力行业仿真培训与考核规范 垃圾发电集控值班员

Simulation Training and Assessment Specification in Electric  
Power Industry- operator of Waste-to-Energy plant unit

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

---

# 目 次

前 言.....	3
1 范围.....	4
2 规范性引用文件.....	4
3 术语和定义.....	4
4 岗前培训.....	5
5 在岗培训.....	13
6 复证培训.....	21
7 证书及有效期.....	26

# 前 言

本标准按 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会电力培训标准化技术委员会提出、归口管理和负责解释。

本标准起草单位：光大环保（中国）有限公司，光大环保能源（南京）有限公司，光大环保能源（镇江）有限公司，光大环保能源（苏州）有限公司，深圳市能源环保有限公司，中节能（秦皇岛）环保能源有限公司，国网河南省电力公司技能培训中心。

本标准起草人：吴永新、赵雪燕、徐学祥、陆雅峰、姜影、易军、孙永坤、彭本坤、曹跃华、沈剑飞。

本标准为首次制定。

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

# 电力行业仿真培训与考核规范

## 垃圾发电集控值班员

### 1 范围

本标准规定了垃圾发电集控值班员仿真培训及考核的相关要求。

本标准适用于垃圾发电仿真培训机构，针对垃圾发电集控值班员开展的仿真培训及考核。

电力行业仿真培训基地执行本标准，可颁发电力行业仿真培训证书。

### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的，其最新版本适用于本文件

DL/T 2017-2019 垃圾发电机组仿真机技术标准

电力行业仿真培训基地建设规范：垃圾发电部分

电力行业仿真培训与考核规范：垃圾发电运行培训指导教师

### 3 术语和定义

下列术语及定义适用于本文件。

#### 3.1

**垃圾发电机组 waste-to-energy power plant unit**

以垃圾焚烧产生热能发电的机组。

#### 3.2

**垃圾发电集控值班员 operator of Waste-to-Energy plant unit**

从事垃圾发电机组的巡视检查、运行、异常处理等工作的人员。

#### 3.3

**岗前培训 pre-job training**

对未从事过垃圾发电集控运行工作的人员实施的培训。

#### 3.4

**在岗培训 on-the-job training**

对正在从事垃圾发电集控运行工作的，尚未取得电力行业仿真培训证书或证书已过期的  
人员实施的培训。

#### 3.5

**复证培训 recertification training**

对从事垃圾发电集控运行工作的，已经取得电力行业仿真培训证书，且证书在有效期内  
的人员实施的培训。

#### 3.6

**仿真 simulation**

建立物理模型和/或建立数学模型，使其与真实世界过程、概念或系统在相同受控输  
入下的特性是相像的。

### 3.7

#### **仿真系统 simulation system**

利用仿真技术对仿真对象特征、特性或其它方面进行理想化近似表达的系统。

### 3.8

#### **仿真机 simulator**

以运行技能培训为目的,利用仿真技术对参考机组特征、特性进行理想化近似表达的仿真系统装置。

### 3.9

#### **仿真培训基地 simulation training base**

有一定数量和质量的仿真机以及仿真培训指导教师,且经过专家审查评估合格的培训机构。

## 4 岗前培训

### 4.1 培训对象及目标

#### 4.1.1 培训对象

培训对象是新上岗或转岗从事垃圾焚烧发电生产运行的人员。要求学员对电厂生产过程有一定的认识 and 了解,具有本专业或相关专业大专及以上学历(或具有同等学历)。

#### 4.1.2 培训目标

通过仿真机培训,使学员了解机组运行规程;了解机组的系统组成和设备特性;能完成机组正常启停和变工况运行中各项操作,使机组安全、稳定、经济运行。能够正确判断事故或异常情况,并能配合他人正确处理事故,防止事故扩大。通过仿真机培训,学员能够具备机组基本运行技能,并通过仿真机培训考核获得相应的岗位合格证书。

### 4.2 培训要求及内容

#### 4.2.1 仿真对象系统及设备

##### 4.2.1.1 培训要求

- a) 掌握焚烧炉和余热锅炉设备及系统;
- b) 掌握烟气净化设备及系统;
- c) 掌握汽轮机设备及系统;
- d) 掌握电气设备及系统;
- e) 掌握环保监管相关规定的内容。

##### 4.2.1.2 培训内容

- a) 焚烧炉和余热锅炉设备及系统
  - 1) 焚烧炉和余热锅炉本体设备及系统;
  - 2) 空气预热器系统及设备;
  - 3) 引风机系统及设备;
  - 4) 送风机系统及设备;
  - 5) 助燃系统及设备;
  - 6) 压缩空气系统及设备;
  - 7) 吹灰系统及设备;
  - 8) 给料系统及设备;
  - 9) 出渣系统及设备;
  - 10) 液压系统及设备。
- b) 烟气净化设备及系统

- 1) 脱硝系统及设备；
  - 2) 脱酸系统及设备；
  - 3) 活性炭喷射系统及设备；
  - 4) 除尘系统及设备；
  - 5) 烟气脱白系统及设备；
  - 6) 飞灰处理系统及设备。
- c) 汽轮机设备及系统
- 1) 汽轮机本体设备及系统；
  - 2) 抽汽系统及设备；
  - 3) 加热器及疏放水系统及设备；
  - 4) 除氧给水系统及设备；
  - 5) 凝结水系统及设备；
  - 6) 冷却水（循环水、闭式水、开式水）系统及设备；
  - 7) 凝汽器、真空系统及设备；
  - 8) 轴封系统及设备；
  - 9) 调节保安系统及设备；
  - 10) 润滑油系统及设备；
  - 11) 主蒸汽、再热蒸汽、旁路系统及设备。
- d) 电气设备及系统
- 1) 电气一次系统接线图；
  - 2) 发电机、变压器、励磁机及电动机的工作原理及运行方式；
  - 3) 发电机-变压器组控制、测量、同期的原理；
  - 4) 发电机-变压器组的保护配置；
  - 5) 励磁调节系统的型式、组成及运行方式；
  - 6) 变压器冷却控制系统的工作原理及运行方式；
  - 7) 厂用电系统的操作基本原则和保护配置及自动装置；
  - 8) 厂用电系统的运行方式；
  - 9) 直流系统的组成及运行方式；
  - 10) 保安电源的运行方式；
  - 11) 交流不间断电源（以下简称“UPS”）系统的工作原理及运行方式。

## **4.2.2 控制系统**

### **4.2.2.1. 培训要求**

- a) 了解仿真对象分散控制系统（DCS）；
- b) 了解燃烧控制系统；
- c) 掌握给水控制系统；
- d) 掌握汽温控制系统；
- e) 掌握锅炉主燃料跳闸系统（MFT）；
- f) 掌握除氧器水位、热井水位以及加热器水位控制系统；
- g) 了解数字电液控制系统（DEH）；
- h) 了解汽轮机安全监视（TSI）与保护控制系统；
- i) 了解烟气处理控制系统；
- j) 掌握机组联锁保护设置及投退。

### **4.2.2.2. 培训内容**

- a) 仿真对象 DCS 系统的构成与特点

- b) 燃烧控制系统
  - 1) 燃烧控制系统的任务和特点;
  - 2) 燃烧控制系统的基本组成;
  - 3) 各子控制系统的控制策略;
  - 4) 各子系统相关参数的监视与控制。
- c) 给水控制系统
  - 1) 给水控制系统的控制特点;
  - 2) 给水控制系统的控制原理;
  - 3) 汽包水位 (汽包炉) 的监视与控制。
- d) 汽温控制系统
  - 1) 主汽温度控制系统的控制特点;
  - 2) 主汽温度的监视与控制。
- e) 锅炉主燃料跳闸 (MFT)
  - 1) MFT 的动作条件;
  - 2) MFT 动作后的联锁动作指令。
- f) 除氧器水位、热井水位以及加热器水位
  - 1) 除氧器水位、热井水位以及加热器水位控制系统的控制策略;
  - 2) 除氧器水位、热井水位以及加热器水位的监视与控制。
- g) 数字电液控制系统 (DEH)
  - 1) DEH 的组成及基本功能;
  - 2) DEH 转速调节系统的控制策略;
  - 3) DEH 负荷控制系统的控制策略;
  - 4) 汽机冲转和增减负荷操作。
- h) 汽轮机安全监视 (TSI) 与保护控制系统
  - 1) TSI 监控系统的检测范围;
  - 2) TSI 参数的监视与控制;
  - 3) 汽机保护跳闸动作条件。
- i) 烟气中污染物排放控制系统
  - 1) 烟气中污染物排放控制系统的基本组成;
  - 2) 烟气中污染物排放控制系统的控制;
  - 3) 烟气参数的监视与调整。

#### **4.2.3 机组正常运行监视及调整**

##### **4.2.3.1 培训要求**

- a) 掌握焚烧炉和余热锅炉正常及异常运行监视;
- b) 熟悉烟气净化设备正常及异常运行监视和常规检查;
- c) 掌握汽轮机正常及异常运行监视;
- d) 熟悉电气设备正常及异常运行监视和常规检查。

##### **4.2.3.2 培训内容**

- a) 焚烧炉和余热锅炉运行监视

焚烧炉燃烧的监视和调整; 余热锅炉运行主参数蒸汽压力和过热汽温、再热蒸汽温度的监视和调节, 汽包水位的调节。

- b) 烟气净化设备运行监视

烟气净化系统主要参数的监视, 包括脱酸系统、脱硝系统、活性炭喷射系统、除尘系统等系统的主要参数以及烟气污染物指标。



#### c) 汽轮机运行监视

汽轮机主要运行参数的监视，包括负荷与蒸汽流量、主蒸汽压力和温度、监视段压力、凝汽器真空、轴向位移、轴承振动、胀差、轴承金属温度、润滑油压力和温度等。

#### d) 电气设备运行监视和检查

1) 发电机主要参数的监视，包括发电机定子电流、电压，发电机有功功率和无功功率，发电机转子电流、电压以及各部位温度；

2) 电气设备（变压器、封闭母线、高低压配电装置、电动机以及变频器等）的定期检查和参数监视。

### 4.2.4 机组冷态启动

#### 4.2.4.1 培训要求

- a) 熟悉机组冷态启动前的准备工作；
- b) 掌握辅助系统投运操作；
- c) 掌握焚烧炉点火、升温及余热锅炉升温升压操作；
- d) 熟悉冷态启动各工况环保设备及烟气指标的控制要求；
- e) 熟悉冷态启动注意事项；
- f) 掌握汽轮机冲转、升速至额定转速操作；
- g) 掌握发电机并网操作；
- h) 掌握机组升负荷至额定负荷操作。

#### 4.2.4.2 培训内容

- a) 机组冷态启动前的准备工作
  - 1) 焚烧炉和余热锅炉启动前检查及确认项目；
  - 2) 烟气净化系统具备投运条件；
  - 3) 汽轮机启动准备工作；
  - 4) 发电机-变压器组及厂用电系统具备投运条件。
- b) 辅助系统投运
  - 1) 压缩空气系统的投运操作，包括仪用空气系统和厂用压缩空气系统；
  - 2) 冷却水系统的投运操作，包括闭式冷却水、循环水以及开式冷却水系统；
  - 3) 余热锅炉上水方式和上水操作以及上水注意事项；
  - 4) 助燃系统的投运操作；
  - 5) 空气预热器系统的投运操作；
  - 6) 风烟系统投运操作，包括引风系统和送风系统；
  - 7) 烟气净化系统投运操作；
  - 8) 汽机油系统的投运操作，包括润滑油系统、调节保安系统和盘车装置；
  - 9) 发电机辅助系统的投运操作；
  - 10) 凝结水系统投运操作，凝结水系统相关用户；
  - 11) 轴封蒸汽系统和真空系统的投运操作；
  - 12) 除氧器加热系统投运操作及正常运行时的汽源切换操作；
  - 13) 给水泵系统的投运操作。
- c) 焚烧炉点火、升温及余热锅炉升温升压
  - 1) 焚烧炉点火、升温期间的相关操作；
  - 2) 焚烧炉点火、升温期间的参数监视与控制；
  - 3) 余热锅炉升温升压期间的相关操作；
  - 4) 余热锅炉升温升压期间的参数监视与控制；
  - 5) 余热锅炉并网操作。

- d) 冷态启动各工况环保设备及烟气指标的控制要求
  - 1) 根据炉膛温度及时标记工况序列并针对性投运环保设备，控制环保指标。
- e) 汽轮机冲转、升速至额定转速操作
  - 1) 汽轮机冲转前的状态及主蒸汽参数检查与确认；
  - 2) 汽轮机冲转操作；
  - 3) 汽轮机冲转及升速期间的本体参数监视和控制。
- f) 机组并网带初负荷操作
  - 1) 发电机-变压器组改热备用操作，励磁系统投运操作；
  - 2) 发电机并列条件及同期装置使用规定；
  - 3) 发电机并列操作。
- g) 机组升负荷至额定值
  - 1) 汽轮机暖机的重要性及必要性；
  - 2) 机组升负荷的操作以及整个过程参数的监视与调整；
  - 3) 低压加热器随机滑启操作，以及机组运行中低压加热器的投运操作；
  - 4) 相关汽源的切换操作；
  - 5) 机组运行的负荷调节，机组运行方式的投运与切换操作。
- h) 冷态启动的注意事项
  - 1) 焚烧炉点火、升温期间注意事项；
  - 2) 余热锅炉升温升压期间注意事项；
  - 3) 余热锅炉并汽的注意事项；
  - 4) 烟气净化系统投运的注意事项；
  - 5) 汽轮机冲转及升速期间注意事项；
  - 6) 机组并网期间的注意事项；
  - 7) 机组升负荷期间的注意事项。

#### **4.2.5 机组热态启动**

##### **4.2.5.1 培训要求**

- a) 了解机组热态启动状态划分；
- b) 掌握热态启动注意事项；
- c) 掌握热态启动操作。

##### **4.2.5.2 培训内容**

- a) 了解机组的热态启动状态划分
  - 1) 焚烧炉和余热锅炉状态划分；
  - 2) 烟气净化系统状态划分；
  - 3) 汽轮机状态划分；
  - 4) 发电机-变压器组状态划分。
- b) 掌握热态启动注意事项
  - 1) 焚烧炉和余热锅炉热态启动的注意事项及相关操作控制；
  - 2) 烟气净化系统启动的注意事项及相关操作控制；
  - 3) 汽轮机热态启动的注意事项及相关操作控制；
  - 4) 发电机-变压器组启动注意事项及相关操作。
- c) 掌握热态启动操作
  - 1) 焚烧炉和余热锅炉热态启动前的检查确认工作；
  - 2) 焚烧炉点火、升温 and 余热锅炉升温升压、并汽操作；
  - 3) 烟气净化系统启动操作；

- 4) 机组热态启动前的检查确认工作；
- 5) 汽轮机冲转、升速至额定转速、并网带负荷及升负荷操作。

#### **4.2.6 机组停机**

##### **4.2.6.1 培训要求**

- a) 熟悉机组停机的分类及目的；
- b) 熟悉机组停运前的准备工作；
- c) 掌握正常停炉操作；
- d) 掌握烟气净化系统停运操作；
- e) 掌握正常停机操作；
- f) 掌握滑参数停机操作。

##### **4.2.6.2 培训内容**

- a) 机组停运的分类及目的
- b) 机组停运前的准备工作
  - 1) 焚烧炉和余热锅炉停运前的准备工作；
  - 2) 烟气净化系统停运前的准备工作；
  - 3) 汽轮机停运前的准备工作。
- c) 正常停炉操作
  - 1) 正常停炉减负荷操作；
  - 2) 正常停炉过程中主蒸汽压力、主蒸汽温度的监视与调整；
  - 3) 余热锅炉解列操作；
  - 4) 空气预热器停运的操作；
  - 5) 停炉后上水、放水操作；
  - 6) 焚烧炉辅机的停运要求及停运操作；
  - 7) 机组正常停运过程中焚烧炉、余热锅炉及辅机的注意事项；
  - 8) 焚烧炉和余热锅炉停炉后的保养。
- d) 烟气净化系统停运操作
  - 1) 脱酸系统停运要求及停运操作；
  - 2) 脱硝系统停运要求及停运操作；
  - 3) 活性炭喷射系统停运要求及停运操作；
  - 4) 除尘系统停运要求及停运操作；
  - 5) 烟气净化系统停运后的保养。
- e) 正常停机操作
  - 1) 正常停机减负荷操作；
  - 2) 正常停机过程中主蒸汽压力、主蒸汽温度的监视与调整；
  - 3) 除氧器及空气预热器汽源切换的操作；
  - 4) 给水泵组逐台停运的操作；
  - 5) 厂用电切换操作；
  - 6) 加热器停运的操作；
  - 7) 发电机解列操作及解列后的检查项目；
  - 8) 汽轮机打闸后的操作及检查项目；
  - 9) 机组正常停运过程中汽机及辅机的注意事项。
- f) 滑参数停机操作
  - 1) 滑参数停机减负荷操作；
  - 2) 滑参数停机过程中主蒸汽压力、主蒸汽温度的监视与调整；

- 3) 除氧器及空气预热器汽源切换操作;
- 4) 给水泵组逐台停运的操作;
- 5) 加热器停运的操作;
- 6) 发电机解列操作及解列后的检查项目;
- 7) 机组解列后焚烧炉、余热锅炉辅机的停运要求及停运操作;
- 8) 汽轮机打闸后的操作及检查项目;
- 9) 机组滑参数停运过程中汽轮机及辅机的注意事项。

#### **4.2.7 事故及异常处理**

##### **4.2.7.1 培训要求**

- a) 熟悉事故处理原则;
- b) 熟悉机组紧急停炉停机条件及处理;
- c) 熟悉机组故障停炉停机条件及处理;
- d) 掌握焚烧炉和余热锅炉异常运行及常见事故处理;
- e) 掌握烟气净化系统异常运行及事故处理;
- f) 掌握汽轮机设备典型事故及处理;
- g) 掌握发电机-变压器组及厂用电系统异常运行及事故处理。

##### **4.2.7.2 培训内容**

- a) 事故处理原则
- b) 紧急停炉停机条件及处理
- c) 故障停炉停机条件及处理
- d) 焚烧炉和余热锅炉异常运行及常见事故处理
  - 1) 焚烧炉炉膛结焦现象、原因、预防及处理;
  - 2) 余热锅炉受热面泄漏现象、原因、预防及处理;
  - 3) 余热锅炉受热面结焦现象、原因、预防及处理;
  - 4) 焚烧炉尾部烟道二次燃烧现象、原因、预防及处理;
  - 5) 余热锅炉满水、缺水现象、原因、预防及处理;
  - 6) 焚烧炉风烟系统异常现象、原因、预防及处理;
  - 7) 挡板及阀门卡涩现象及处理。
- e) 烟气净化系统异常运行及事故
  - 1) 脱酸系统故障现象、原因及处理;
  - 2) 脱硝系统故障现象、原因及处理;
  - 3) 活性炭喷射系统故障现象、原因及处理;
  - 4) 除尘系统故障现象、原因及处理;
  - 5) 环保指标异常现象及处理。
- f) 汽轮机设备及系统异常运行及事故
  - 1) 真空系统事故及异常现象、原因及处理;
  - 2) 汽轮机水冲击事故现象、原因及处理;
  - 3) 机组强烈振动事故现象、原因及处理;
  - 4) 汽轮机轴瓦损坏事故现象、原因及处理;
  - 5) 汽轮机转子机械损坏事故及异常现象、原因及处理;
  - 6) 润滑油系统事故及异常现象、原因及处理;
  - 7) 调节保安系统事故及异常现象、原因及处理;
  - 8) 凝结水系统事故及异常现象、原因及处理;
  - 9) 给水系统事故及异常现象、原因及处理;

- 10) 循环水系统事故及异常现象、原因及处理；
- 11) DEH 系统事故和异常现象、原因及处理。
- g) 电气设备及系统异常运行及事故
  - 1) 发电机过电压保护动作后的处理；
  - 2) 发电机定子接地故障的现象、排查及处理；
  - 3) 发电机三相电流不平衡现象及处理；
  - 4) 发电机转子绕组匝间短路的现象及处理；
  - 5) 发电机转子一点接地的现象及处理；
  - 6) 发电机逆功率事故的现象、动作过程及处理；
  - 7) 高压厂用母线失电原因、现象及处理；
  - 8) 高压厂用母线单相接地故障的排查及处理；
  - 9) 400V 母线失电现象及处理；
  - 10) 电动机变频器轻故障和重故障的现象及处理；
  - 11) 电动机跳闸、保护拒动的现象及处理；
  - 12) 电动机接地故障的处理；
  - 13) 变压器轻瓦斯报警的检查分析及处理；
  - 14) 变压器重瓦斯跳闸的处理；
  - 15) 直流系统故障检查及处理。

### 4.3 培训学时及分配

岗前培训学时分配见表 1-1。

表 1-1 岗前培训学时分配

序号	内容	学时
1	仿真系统及设备	32
2	机组正常运行与监视	16
3	机组启停	154
4	事故和异常处理	60
5	考核	12
总学时		274

### 4.4 考核

#### 4.4.1 考核要求

考核学员是否具有胜任未来岗位的知识 and 技能，考核学员在现任岗位上的技能有无提升。重点从以下几方面考核。

##### 4.4.1.1 机组的启停及正常监视调整的考核

- a) 严格按照规程规定进行操作，系统设备启停顺序、操作步骤正确无误、操作无漏项；
- b) 操作应熟练，参数调整方法应正确得当，主要参数匹配，启动曲线比较平滑；
- c) 锅炉、汽轮机、电气、烟气净化系统操作配合主动、协调；
- d) 焚烧炉应掌握的监视点：燃料量、炉膛负压、炉膛温度、氧量、省煤器出口烟温等；  
余热锅炉应掌握的监视点：汽包水位、主蒸汽压力、过热器出口汽温、再热器出口汽温、给水流量等；
- e) 烟气净化系统应掌握的监视点：脱酸系统、脱硝系统、活性炭喷射系统、除尘系统等系统的主要参数以及烟气污染物指标；

f) 汽轮机应掌握的监视点：主蒸汽压力、主蒸汽及再热蒸汽温度、蒸汽流量、给水流量及温度、凝结水流量、调门开度、汽机油温、除氧器水位、凝汽器水位、加热器水位等；

g) 电气应掌握的监视点：机组有功功率及无功功率、发电机电压及电流、励磁电压及电流、频率及功率因数、各主要变压器相关参数等。

#### **4.4.1.2 事故处理的考核**

- a) 能独立、迅速地判断一般故障，做到准确无误；
- b) 处理故障果断，思路清晰，抓住重点；
- c) 考察同其他人的协调配合能力；
- d) 严格控制各运行参数不超过最大允许范围；
- e) 处理过程严格按事故处理原则进行，不得造成事故扩大；
- f) 全部处理操作符合安全生产规程及运行操作规程要求。

#### **4.4.2 考核形式**

考核形式主要以上机考核为主；根据具体考核内容和目的的不同，也可以采用笔试、提问和答辩等相结合的形式。

## **5 在岗培训**

### **5.1 培训对象及目标**

#### **5.1.1 培训对象**

培训对象是尚未取得垃圾发电仿真培训证书或证书已过期的在岗运行人员。要求学员对电厂生产过程有较熟悉和较全面的认识和了解，具有本专业或相关专业大专及以上学历（或具有同等学历）。

#### **5.1.2 培训目标**

通过仿真机培训，使学员熟练掌握机组运行规程；熟练掌握机组的系统组成和设备特性；能熟练完成机组正常启停和变工况运行中各项操作，使机组安全、稳定、经济运行。能够及时、正确地判断事故或异常情况，并能独立、有效、及时地进行正确处理，防止事故扩大。通过仿真机培训使学员进一步提高生产运行技能，提高学员在机组发生异常或事故的情况下的应变和处理能力。

### **5.2 培训要求及内容**

#### **5.2.1 仿真对象系统及设备**

##### **5.2.1.1 培训要求**

- a) 掌握焚烧炉和余热锅炉设备及系统；
- b) 掌握烟气净化设备及系统；
- c) 掌握汽轮机设备及系统；
- d) 掌握电气设备及系统；
- e) 掌握环保监管相关规定的内容。

##### **5.2.1.2 培训内容**

- a) 焚烧炉和余热锅炉设备及系统
  - 1) 焚烧炉和余热锅炉本体设备及系统；
  - 2) 空气预热器系统及设备；
  - 3) 引风机系统及设备；
  - 4) 送风机系统及设备；
  - 5) 助燃系统及设备；
  - 6) 压缩空气系统及设备；

- 7) 吹灰系统及设备；
- 8) 给料系统及设备；
- 9) 出渣系统及设备；
- 10) 液压系统及设备。
- b) 烟气净化设备及系统
  - 1) 脱硝系统及设备；
  - 2) 脱酸系统及设备；
  - 3) 活性炭喷射系统及设备；
  - 4) 除尘系统及设备；
  - 5) 烟气脱白系统及设备；
  - 6) 飞灰处理系统及设备。
- c) 汽轮机设备及系统
  - 1) 汽轮机本体设备及系统；
  - 2) 抽汽系统及设备；
  - 3) 加热器及疏放水系统及设备；
  - 4) 除氧给水系统及设备；
  - 5) 凝结水系统及设备；
  - 6) 冷却水（循环水、闭式水、开式水）系统及设备；
  - 7) 凝汽器、真空系统及设备；
  - 8) 轴封系统及设备；
  - 9) 调节保安系统及设备；
  - 10) 润滑油系统及设备；
  - 11) 主蒸汽、再热蒸汽、旁路系统及设备。
- d) 电气设备及系统
  - 1) 电气一次系统接线图；
  - 2) 发电机、变压器、励磁机及电动机的工作原理及运行方式；
  - 3) 发电机-变压器组控制、测量、同期的原理；
  - 4) 发电机-变压器组的保护配置；
  - 5) 励磁调节系统的型式、组成及运行方式；
  - 6) 变压器冷却控制系统的工作原理及运行方式；
  - 7) 厂用电系统的操作基本原则和保护配置及自动装置；
  - 8) 厂用电系统的运行方式（正常运行方式、允许运行方式）；
  - 9) 直流系统的组成及运行方式；
  - 10) 保安电源的运行方式；
  - 11) UPS 系统的工作原理及运行方式。

## **5.2.2 控制系统**

### **5.2.2.1. 培训要求**

- a) 了解仿真对象分散控制系统（DCS）；
- b) 熟悉燃烧控制系统；
- c) 掌握给水控制系统；
- d) 掌握汽温控制系统；
- e) 掌握锅炉主燃料跳闸系统（MFT）；
- f) 掌握除氧器水位、热井水位以及加热器水位控制系统；
- g) 熟悉数字电液控制系统（DEH）；

- h) 熟悉汽轮机安全监视 (TSI) 与保护控制系统;
- i) 了解烟气处理控制系统;
- j) 掌握机组联锁保护设置及投退。

#### 5.2.2.2. 培训内容

- a) 仿真对象 DCS 系统的构成与特点
- b) 燃烧控制系统
  - 1) 燃烧控制系统的任务和特点;
  - 2) 燃烧控制系统的基本组成;
  - 3) 各子控制系统 (燃料主控、送风控制、引风控制以及燃烧器控制等) 的控制策略;
  - 4) 各子系统 (总风量、氧量、炉膛负压、一次风压、一次风温度与一次风量等) 相关参数的监视与控制。
- c) 给水控制系统
  - 1) 给水控制系统的控制特点;
  - 2) 给水控制系统的控制原理;
  - 3) 汽包水位 (汽包炉) 的监视与控制。
- d) 汽温控制系统
  - 1) 主汽温度控制系统的特特点;
  - 2) 主汽温度的监视与控制。
- e) 锅炉主燃料跳闸 (MFT)
  - 1) MFT 的动作条件;
  - 2) MFT 动作后的联锁动作指令。
- f) 除氧器水位、热井水位以及加热器水位
  - 1) 除氧器水位、热井水位以及加热器水位控制系统的控制策略;
  - 2) 除氧器水位、热井水位以及加热器水位的监视与控制。
- g) 数字电液控制系统 (DEH)
  - 1) DEH 的组成及基本功能;
  - 2) DEH 转速调节系统的控制策略;
  - 3) DEH 负荷控制系统的控制策略;
  - 4) 汽机冲转和增减负荷操作。
- h) 汽轮机安全监视 (TSI) 与保护控制系统
  - 1) TSI 监控系统的检测范围;
  - 2) TSI 参数的监视与控制;
  - 3) 汽机保护跳闸动作条件。
- i) 烟气中污染物排放控制系统
  - 1) 烟气中污染物排放控制系统的基本组成;
  - 2) 烟气中污染物排放控制系统的控制范围;
  - 3) 烟气参数的监视与控制。

### 5.2.3 机组正常运行监视及调整

#### 5.2.3.1 培训要求

- a) 掌握焚烧炉和余热锅炉正常及异常运行监视;
- b) 掌握烟气净化设备正常及异常运行监视和常规检查;
- c) 掌握汽轮机正常及异常运行监视;
- d) 熟悉电气设备正常及异常运行监视和常规检查。

#### 5.2.3.2 培训内容



a) 焚烧炉和余热锅炉运行监视

焚烧炉燃烧的监视和调整；余热锅炉运行主参数蒸汽压力和过热汽温、再热蒸汽温度的监视和调节，汽包水位的调节。

b) 烟气净化设备运行监视和检查

烟气净化系统主要参数的监视，包括脱酸系统、脱硝系统、活性炭喷射系统、除尘系统等系统的主要参数以及烟气污染物指标。

c) 汽轮机运行监视

1) 汽轮机主要运行参数的监视，包括负荷与蒸汽流量、主蒸汽压力和温度、监视段压力、凝汽器真空、轴向位移、轴承振动、胀差、轴承金属温度、润滑油压力和温度等。

2) 汽轮机定期试验项目：主蒸汽门、调门严密性试验、润滑油低油压联锁试验、汽轮机超速试验、跳闸回路试验和阀门活动性试验以及真空严密性试验。

d) 电气设备运行监视和检查

1) 发电机主要参数的监视，包括发电机定子电流、电压，发电机有功功率和无功功率，发电机转子电流、电压以及发电机各部位温度；

2) 电气设备（变压器、封闭母线、高低压配电装置、电动机以及变频器等）的定期检查和参数监视。

## 5.2.4 机组冷态启动

### 5.2.4.1 培训要求

- a) 熟悉机组冷态启动前的准备工作；
- b) 掌握辅助系统投运操作；
- c) 掌握焚烧炉点火、升温及余热锅炉升温升压操作；
- d) 掌握冷态启动各工况环保设备及烟气指标的控制要求；
- e) 掌握汽轮机冲转、升速至额定转速操作；
- f) 掌握机组并网带初负荷操作；
- g) 掌握机组升负荷至额定值操作；
- h) 熟悉冷态启动注意事项。

### 5.2.4.2 培训内容

a) 机组冷态启动前的准备工作

- 1) 焚烧炉和余热锅炉启动前检查及确认项目；
- 2) 烟气净化系统具备投运条件；
- 3) 汽轮机启动准备工作；
- 4) 发电机-变压器组及厂用电系统具备投运条件和启动前应完成的工作。

b) 辅助系统投运

- 1) 压缩空气系统的投运操作，包括仪用空气系统和厂用压缩空气系统；
- 2) 冷却水系统的投运操作，包括闭式冷却水、循环水以及开式冷却水系统；
- 3) 余热锅炉上水方式和上水操作以及上水注意事项；
- 4) 助燃系统的投运操作；
- 5) 空气预热器系统的投运操作；
- 6) 风烟系统投运操作，包括引风系统和送风系统；
- 7) 烟气净化系统投运操作；
- 8) 汽机油系统的投运操作，包括润滑油系统、调节保安系统和汽机盘车装置；
- 9) 发电机辅助系统的投运操作；
- 10) 凝结水系统投运操作，凝结水系统相关用户；
- 11) 轴封蒸汽系统和真空系统的投运操作；

- 12) 除氧器加热系统投运操作及正常运行时的汽源切换操作;
- 13) 给水泵系统的投运操作和投运前的准备工作。
- c) 焚烧炉点火、升温及余热锅炉升温升压
  - 1) 焚烧炉点火、升温期间的相关操作;
  - 2) 焚烧炉点火、升温期间的参数监视与控制;
  - 3) 余热锅炉升温升压期间的相关操作;
  - 4) 余热锅炉升温升压期间的参数监视与控制;
  - 5) 余热锅炉并汽操作。
- d) 冷态启动各工况环保设备及烟气指标的控制要求
  - 1) 根据炉膛温度及时标记焚烧炉工况序列并针对性投运环保设备操作,控制环保指标。
- e) 汽轮机冲转、升速至额定转速操作
  - 1) 汽轮机冲转前的状态及主蒸汽参数检查与确认;
  - 2) 汽轮机冲转操作;
  - 3) 汽轮机冲转及升速期间的本体参数监视和控制。
- f) 机组并网带初负荷操作
  - 1) 发电机-变压器组改热备用操作,励磁系统投运操作;
  - 2) 发电机并列条件及同期装置使用规定;
  - 3) 发电机并列操作。
- g) 机组升负荷至额定值
  - 1) 汽轮机暖机的重要性及必要性;
  - 2) 机组升负荷的操作以及整个过程参数的监视与调整;
  - 3) 低压加热器随机滑启操作,以及机组运行中低压加热器的投运操作;
  - 4) 厂用电切换操作;
  - 5) 相关汽源的切换操作;
  - 6) 机组运行的负荷调节,机组运行方式的投运与切换操作。
- h) 冷态启动的注意事项
  - 1) 焚烧炉点火、升温期间注意事项;
  - 2) 余热锅炉升温升压期间注意事项;
  - 3) 余热锅炉并汽的注意事项;
  - 4) 烟气净化系统投运的注意事项;
  - 5) 汽轮机冲转及升速期间注意事项;
  - 6) 机组并网期间的注意事项;
  - 7) 机组升负荷期间的注意事项。

## **5.2.5 机组热态启动**

### **5.2.5.1 培训要求**

- a) 了解机组热态启动状态划分;
- b) 掌握热态启动注意事项;
- c) 掌握热态启动操作。

### **5.2.5.2 培训内容**

- a) 了解机组的热态启动状态划分
  - 1) 焚烧炉和余热锅炉状态划分;
  - 2) 烟气净化系统状态划分;
  - 3) 汽轮机状态划分;
  - 4) 发电机-变压器组状态划分。

- b) 掌握热态启动注意事项
  - 1) 焚烧炉和余热锅炉热态启动的注意事项及相关操作控制；
  - 2) 烟气净化系统启动的注意事项及相关操作控制；
  - 3) 汽轮机热态启动的注意事项；
  - 4) 发电机-变压器组启动注意事项及相关操作。
- c) 掌握热态启动操作
  - 1) 机组热态启动前的检查确认工作；
  - 2) 焚烧炉点火、升温 and 余热锅炉升温升压、并汽操作；
  - 3) 烟气净化系统启动操作；
  - 4) 汽轮机冲转、升速至稳定转速的操作；
  - 5) 机组并网带初负荷的操作；
  - 6) 机组升负荷至额定值的操作。

## 5.2.6 机组停机

### 5.2.6.1 培训要求

- a) 熟悉机组停机的分类及目的；
- b) 熟悉机组停运前的准备工作；
- c) 掌握正常停炉操作；
- d) 掌握烟气净化系统停运操作；
- e) 掌握正常停机操作；
- f) 掌握滑参数停机操作。

### 5.2.6.2 培训内容

- a) 机组停运的分类及目的
- b) 机组停运前的准备工作
  - 1) 焚烧炉和余热锅炉停运前的准备工作；
  - 2) 烟气净化系统停运前的准备工作；
  - 3) 汽轮机停运前的准备工作。
- c) 正常停炉操作
  - 1) 正常停炉减负荷操作；
  - 2) 正常停炉过程中主蒸汽压力、主蒸汽温度的监视与调整；
  - 3) 余热锅炉解列操作；
  - 4) 空气预热器停运的操作；
  - 5) 停炉后上水、放水操作；
  - 6) 焚烧炉辅机的停运要求及停运操作；
  - 7) 机组正常停运过程中焚烧炉、余热锅炉及辅机的注意事项。
- d) 烟气净化系统停运操作
  - 1) 脱酸系统停运操作；
  - 2) 脱硝系统停运要求及停运操作；
  - 3) 活性炭喷射系统停运操作；
  - 4) 除尘器停运前要求及操作。
- e) 正常停机操作
  - 1) 正常停机减负荷操作；
  - 2) 正常停机过程中主蒸汽压力、主蒸汽温度、再热蒸汽温度的监视与调整；
  - 3) 除氧器及空气预热器汽源切换的操作；
  - 4) 给水泵组逐台停运的操作；

- 5) 厂用电切换操作;
  - 6) 加热器停运的操作;
  - 7) 发电机解列操作及解列后的检查项目;
  - 8) 机组解列后焚烧炉、余热锅炉辅机的停运要求及停运操作;
  - 9) 汽轮机打闸后的操作及检查项目;
  - 10) 机组正常停运过程中汽机及辅机的注意事项。
- f) 滑参数停机操作
- 1) 滑参数停机减负荷操作;
  - 2) 滑参数停机过程中主蒸汽压力、主蒸汽温度、再热蒸汽温度的监视与调整;
  - 3) 滑参数停机过程中快速降缸温的操作技巧;
  - 4) 给水泵组逐台停运的操作;
  - 5) 厂用电切换操作;
  - 6) 加热器停运的操作;
  - 7) 发电机解列操作及解列后的检查项目;
  - 8) 汽轮机打闸后的操作及检查项目;
  - 9) 机组滑参数停运过程中汽机及辅机的注意事项;
  - 10) 焚烧炉、余热锅炉、汽轮机、发电机及烟气净化系统停运后的保养。

## 5.2.7 事故处及异常处理

### 5.2.7.1 培训要求

- a) 熟悉事故处理原则;
- b) 熟悉机组紧急停运条件及处理;
- c) 熟悉机组故障停运条件及处理;
- d) 掌握焚烧炉和余热锅炉异常运行及常见事故处理;
- e) 掌握烟气净化系统异常运行及事故处理;
- f) 掌握汽轮机设备典型事故及处理;
- g) 掌握发电机-变压器组及厂用电系统异常运行及事故处理;
- h) 熟悉机组综合性事故处理。

### 5.2.7.2 培训内容

- a) 事故处理原则
- b) 紧急停炉、停机条件及处理
- c) 故障停炉、停机条件及处理
- d) 焚烧炉和余热锅炉异常运行及常见事故处理
  - 1) 焚烧炉炉膛结焦现象、原因、预防及处理;
  - 2) 余热锅炉受热面泄漏现象、原因、预防及处理;
  - 3) 余热锅炉受热面结焦现象、原因、预防及处理;
  - 4) 焚烧炉尾部烟道二次燃烧现象、原因、预防及处理;
  - 5) 余热锅炉满水、缺水现象、原因、预防及处理;
  - 6) 焚烧炉风烟系统异常现象、原因、预防及处理;
  - 7) 挡板及阀门卡涩现象及处理。
- e) 烟气净化系统异常运行及事故
  - 1) 脱酸系统故障现象、原因及处理;
  - 2) 脱硝系统故障现象、原因及处理;
  - 3) 除尘系统故障现象、原因及处理;
  - 4) 活性炭喷射系统故障现象、原因及处理;

- 5) 环保指标异常现象及处理。
- f) 汽轮机设备典型事故
  - 1) 真空系统事故及异常现象、原因及处理；
  - 2) 汽轮机水冲击事故现象、原因及处理；
  - 3) 机组强烈振动事故现象、原因及处理；
  - 4) 汽轮机轴瓦损坏事故现象、原因及处理；
  - 5) 汽轮机转子机械损坏事故及异常现象、原因及处理；
  - 6) 润滑油系统事故及异常现象、原因及处理；
  - 7) 调节保安系统事故及异常现象、原因及处理；
  - 8) 大轴弯曲事故现象、原因及处理；
  - 9) 凝结水系统事故及异常现象、原因及处理；
  - 10) 给水系统事故及异常现象、原因及处理；
  - 11) 循环水系统事故及异常现象、原因及处理；
  - 12) DEH 系统事故和异常现象、原因及处理。
- g) 电气设备及系统异常运行及事故
  - 1) 发电机过电压保护动作后的处理；
  - 2) 发电机定子接地故障的现象、排查及处理；
  - 3) 发电机三相电流不平衡现象及处理；
  - 4) 发电机转子绕组匝间短路的现象及处理；
  - 5) 发电机转子励磁机磁场一点接地的现象及处理；
  - 6) 系统或发电机振荡事故的现象及处理；
  - 7) 发电机逆功率事故的现象、动作过程及处理；
  - 8) 400V 母线失电现象及处理；
  - 9) 高压厂用母线失电原因、现象及处理；
  - 10) 高压厂用母线单相接地故障的排查及处理；
  - 11) 电动机变频器轻故障和重故障的现象及处理；
  - 12) 电动机跳闸，保护拒动的现象及处理；
  - 13) 电动机接地的排查及处理；
  - 14) 变压器轻瓦斯报警的检查分析及处理；
  - 15) 变压器重瓦斯跳闸的处理；
  - 16) 直流系统故障检查及处理。
- h) 机组综合性事故
  - 1) MFT 动作条件、动作现象及动作后处理；
  - 2) 压缩空气失去现象、原因及处理；
  - 3) 全厂厂用电中断现象、原因及处理。

### 5.3 培训学时及分配

在岗培训学时分配见表 1-2。

表 1-2 在岗培训学时分配

序号	内容	学时
1	仿真系统及设备	16
2	正常运行与监视	8
3	机组启停	66
4	事故和异常处理	24

5	考核	6
总学时		120

## 5.4 考核

### 5.4.1 考核要求

考核学员是否具有胜任未来岗位的知识 and 技能，考核学员在现任岗位上的技能有无提升。重点从以下几方面考核。

#### 5.4.1.1 机组的启停及正常监视调整的考核

- a) 严格按照规程规定进行操作，系统设备启动顺序、操作步骤正确无误、操作无漏项；
- b) 操作应熟练，参数调整方法应正确得当，主要参数匹配，启动曲线比较平滑；
- c) 锅炉、汽轮机、电气、烟气净化系统操作配合主动、协调；
- d) 焚烧炉应掌握的监视点：燃料量、炉膛负压、炉膛温度、氧量、省煤器出口烟温等；余热锅炉应掌握的监视点：汽包水位、主蒸汽压力、过热器出口汽温、再热器出口汽温、给水流量等；
- e) 烟气净化系统应掌握的监视点：脱酸系统、脱硝系统、活性炭喷射系统、除尘系统等系统的主要参数以及烟气污染物指标；
- f) 汽轮机应掌握的监视点：主蒸汽压力、主蒸汽及再热蒸汽温度、蒸汽流量、给水流量及温度、凝结水流量、调门开度、汽机油温、除氧器水位、凝汽器水位、加热器水位等；
- g) 电气应掌握的监视点：机组有功功率及无功功率、发电机电压及电流、励磁电压及电流、频率及功率因数、各主要变压器相关参数等。

#### 5.4.1.2 事故处理的考核

- a) 能独立、迅速地判断一般故障，做到准确无误；
- b) 处理故障果断，思路清晰，抓住重点；
- c) 考察同其他人的协调配合能力；
- d) 严格控制各运行参数不超过最大允许范围；
- e) 处理过程严格按事故处理原则进行，不得造成事故扩大；
- f) 全部处理操作符合安全生产规程及运行操作规程。

### 5.4.2 考核形式

考核形式主要以上机考核为主；根据具体考核内容和目的的不同，也可以采用笔试、提问和答辩等相结合的形式。

## 6 复证培训

### 6.1 培训对象及目标

#### 6.1.1 培训对象

培训对象是已经取得垃圾发电仿真培训合格证书两年以上的在岗运行人员。要求学员具有本专业或相关专业大专及以上学历（或具有同等学历）。

#### 6.1.2 培训目标

通过仿真机培训，使学员进一步熟练掌握冷态启动、热态启动和滑参数停机的操作步骤和技巧；正确、果断地处理机组各类异常现象，对各类综合性事故判断正确，分析合理，处理及时，有效地防止事故扩大化；能对垃圾发电厂的安全性、经济性进行分析并提出相应的对策。通过仿真机考核，获得相应的仿真培训合格证书。

### 6.2 培训要求及内容

#### 6.2.1 机组正常运行监视及调整

### 6.2.1.1 培训要求

- a) 掌握焚烧炉和余热锅炉正常及异常运行监视；
- b) 掌握烟气净化设备正常和异常运行监视及常规检查；
- c) 掌握汽轮机正常及异常运行监视；
- d) 掌握电气设备正常和异常运行监视及常规检查。

### 6.2.1.2 培训内容

#### a) 焚烧炉和余热锅炉运行监视

焚烧炉锅炉燃烧的监视和调整；余热锅炉运行主参数蒸汽压力和过热汽温、再热蒸汽温度的监视和调节，汽包水位的调节。

#### b) 烟气净化设备运行监视和检查

烟气净化系统主要参数的监视，包括脱酸系统、脱硝系统、活性炭喷射系统、除尘系统等系统的主要参数以及烟气污染物指标。

#### c) 汽轮机运行监视

汽轮机主要运行参数的监视，包括转速、负荷、蒸汽流量、主蒸汽压力和温度、再热蒸汽的压力和温度、监视段压力、凝汽器真空、轴向位移、轴承振动、胀差、轴承金属温度、润滑油压力和温度等。

#### d) 电气设备运行监视和检查

1) 发电机主要参数的监视，包括发电机定子电流、电压，发电机有功功率和无功功率，发电机转子电流、电压及各部位温度；

2) 电气设备（变压器、封闭母线、高低压配电装置、电动机以及变频器等）的定期检查和参数监视。

### 6.2.2 机组启动

#### 6.2.2.1 培训要求

- a) 掌握机组试验内容、操作技巧和注意事项；
- b) 掌握机组各种启动工况下的操作技巧和注意事项；
- c) 掌握辅助系统投运操作；
- d) 掌握焚烧炉点火、升温和余热锅炉升温升压操作；
- e) 掌握机组启动各工况环保设备及烟气指标的控制要求；
- f) 掌握汽轮机冲转、升速至额定转速操作；
- g) 掌握发电机并网操作；
- h) 掌握机组升负荷至额定值操作。

#### 6.2.2.2 培训内容

##### a) 机组试验项目

1) 锅炉试验项目：水压试验（包括超压试验）、漏风试验；

2) 汽轮机试验项目：主汽门、调门严密性试验、润滑油低油压联锁试验、汽轮机超速试验、跳闸回路试验和阀门活动性试验以及真空严密性试验。

##### b) 机组各种启动工况下的操作要点

1) 冷态和热态工况下的启动操作，操作注意事项；

2) 应用各种启动工况下的启动曲线，严格控制各阶段机组的运行参数。

##### c) 辅助系统投运

1) 焚烧炉和余热锅炉辅助设备及系统的投入操作、运行监视和注意事项；

2) 烟气净化辅助设备及系统的投入操作、运行监视和注意事项；

3) 汽轮机辅助设备及系统的投入操作、运行监视和注意事项。

##### d) 焚烧炉点火、升温和余热锅炉升温升压

- 1) 炉膛吹扫条件和操作程序;
  - 2) 焚烧炉点火操作方式;
  - 3) 余热锅炉升温升压期间的参数监视与控制;
  - 4) 余热锅炉并汽操作。
- e) 机组启动各工况环保设备及烟气指标的控制要求
- 1) 根据锅炉运行参数及时投运环保设备, 控制烟气指标;
  - 2) 根据相关规定及时、准确地完成环保数据报备的相关工作。
- f) 汽轮机冲转、升速至额定转速操作
- 1) 汽轮机冲转操作;
  - 2) 汽轮机冲转及升速期间的主蒸汽参数监视与调整, 汽轮机本体参数监视和控制。
- g) 机组并网带初负荷操作
- 1) 发电机-变压器组改热备用操作, 励磁系统投运操作;
  - 2) 发电机并列条件及同期装置使用规定;
  - 3) 发电机并列操作。
- h) 机组升负荷至额定值
- 1) 汽轮机暖机的重要性及必要性;
  - 2) 机组升负荷的操作以及整个过程参数的监视与调整;
  - 3) 低压加热器随机滑启操作;
  - 4) 厂用电切换操作;
  - 5) 机组运行的负荷调节, 机组运行方式的投运与切换操作;
  - 6) 机组运行过程中各类试验和定期切换项目、目的、周期及操作方法;
  - 7) 机组运行优化, 电气及热力系统各辅机对机组安全、经济运行的影响, 运行优化调整的方法及技巧。

## **6.2.3 机组停机**

### **6.2.3.1 培训要求**

- a) 掌握机组停机的分类及目的;
- b) 掌握机组停运前的准备工作;
- c) 掌握正常停炉操作;
- d) 掌握烟气净化系统停运操作;
- e) 掌握滑参数停机操作。

### **6.2.3.2 培训内容**

- a) 机组停运的分类及目的
- b) 机组停运前的准备工作
  - 1) 焚烧炉和余热锅炉停运前的准备工作;
  - 2) 烟气净化系统停运前的准备工作;
  - 3) 汽轮机停运前的准备工作。
- c) 正常停炉操作
  - 1) 正常停炉减负荷操作;
  - 2) 正常停炉过程中主蒸汽压力、主蒸汽温度的监视与调整;
  - 3) 余热锅炉解列操作;
  - 4) 空气预热器停运的操作;
  - 5) 停炉后上水、放水操作;
  - 6) 焚烧炉和余热锅炉辅机的停运要求及停运操作;
  - 7) 机组正常停运过程中锅炉及辅机的注意事项。



- d) 烟气净化系统停运操作
  - 1) 脱酸系统停运操作；
  - 2) 脱硝系统停运要求及停运操作；
  - 3) 活性炭喷射系统停运操作；
  - 4) 除尘系统停运前要求及操作。
- e) 滑参数停机操作
  - 1) 滑参数停机减负荷操作；
  - 2) 滑参数停机过程中主蒸汽压力、主蒸汽温度、再热蒸汽温度的监视与调整；
  - 3) 滑参数停机过程中快速降缸温的操作技巧；
  - 4) 整个减负荷过程中汽缸温度、汽缸胀差和汽轮机总胀的监视，注意降温过程中汽轮机振动监视；
  - 5) 除氧器及空气预热器吹灰汽源切换操作；
  - 6) 给水泵组逐台停运的操作；
  - 7) 厂用电切换操作；
  - 8) 低加停运的操作；
  - 9) 发电机解列操作及解列后的检查项目；
  - 10) 机组解列后焚烧炉和余热锅炉辅机的停运要求及停运操作；
  - 11) 汽轮机跳闸后的操作及检查项目；
  - 12) 机组滑参数停运过程中汽机及辅机的注意事项；
  - 13) 机组停运后发变组转冷备或检修的操作。

## **6.2.4 事故及异常处理**

### **6.2.4.1 培训要求**

- a) 掌握事故处理原则；
- b) 掌握机组紧急停炉条件及处理；
- c) 掌握机组故障停炉条件及处理；
- d) 掌握焚烧炉和余热锅炉异常运行及常见事故处理；
- e) 掌握烟气净化系统异常运行及事故处理；
- f) 掌握汽轮机系统和设备各种典型事故的分析及处理；
- g) 掌握电气系统和设备各种典型事故的分析及处理；
- h) 掌握机组综合性事故的分析及处理。

### **6.2.4.2 培训内容**

- a) 事故处理原则
- b) 紧急停炉（机）条件，紧急停炉（机）后的主要操作及确认项目
- c) 故障停炉（机）条件，机组故障停运时的操作及重点监视参数。
- d) 焚烧炉和余热锅炉异常运行及常见事故处理
  - 1) 炉膛结焦现象、原因、预防及处理；
  - 2) 余热锅炉受热面泄漏现象、原因、预防及处理；
  - 3) 余热锅炉受热面结焦现象、原因、预防及处理；
  - 4) 焚烧炉尾部烟道二次燃烧现象、原因、预防及处理；
  - 5) 余热锅炉满水、缺水现象、原因、预防及处理；
  - 6) 焚烧炉风烟系统异常现象、原因、预防及处理；
  - 7) 挡板及阀门卡涩现象及处理。
- e) 烟气净化系统异常运行及事故
  - 1) 脱酸系统故障现象、原因及处理；

- 2) 脱硝系统故障现象、原因及处理;
- 3) 除尘系统故障现象、原因及处理;
- 4) 活性炭喷射系统故障现象、原因及处理;
- 5) 环保指标异常现象及处理。
- f) 汽轮机设备典型事故
  - 1) 汽轮机水冲击事故现象、原因及处理;
  - 2) 机组强烈振动事故现象、原因及处理;
  - 3) 汽轮机轴瓦损坏事故现象、原因及处理;
  - 4) 汽轮机转子机械损坏事故及异常现象、原因及处理;
  - 5) 大轴弯曲事故现象、原因及处理;
  - 6) 润滑油系统事故及异常现象、原因及处理;
  - 7) 凝结水系统事故及异常现象、原因及处理;
  - 8) 给水系统事故及异常现象、原因及处理;
  - 9) 循环水系统事故及异常现象、原因及处理;
  - 10) 调节保安系统事故和异常现象、原因及处理;
  - 11) DEH 系统事故和异常现象、原因及处理。
- g) 电气系统典型事故
  - 1) 发电机-变压器组过励磁的现象及处理;
  - 2) 发电机定子接地故障的现象、排查及处理;
  - 3) 发电机三相电流不平衡现象及处理;
  - 4) 发电机转子绕组匝间短路的现象及处理;
  - 5) 系统或发电机振荡事故的现象及处理;
  - 6) 发电机逆功率事故的现象、动作过程及处理;
  - 7) 发电机过电压保护动作后的处理;
  - 8) 高压厂用母线失电原因、现象及处理;
  - 9) 高压厂用母线单相接地故障的排查及处理;
  - 10) 电动机跳闸, 保护拒动的现象及处理;
  - 11) 变压器重瓦斯跳闸的故障处理。
- h) 机组综合性事故
  - 1) MFT 动作条件、动作现象及动作后处理, MFT 后的机组恢复操作;
  - 2) 全厂厂用电中断现象、原因及处理。

### 6.3 培训学时及分配

验证培训学时分配见表 1-3。

表 1-3 验证培训学时分配

序号	内容	学时
1	机组正常运行与监视	4
2	机组启停	18
3	事故和异常处理	18
4	考核	8
总学时		48

### 6.4 考核

#### 6.4.1 考核要求

考核学员是否具有胜任未来岗位的知识 and 技能，考核学员在现任岗位上的技能有无提升。重点从以下几方面考核。

#### 6.4.1.1 机组的启停及正常监视调整的考核

- a) 严格按照规程规定进行操作，系统设备启动顺序、操作步骤正确无误、操作无漏项；
- b) 操作应熟练，参数调整方法应正确得当，主要参数匹配，启动曲线比较平滑；
- c) 锅炉、汽轮机、电气、烟气净化系统操作配合主动、协调；
- d) 焚烧炉应掌握的监视点：燃料量、炉膛负压、炉膛温度、氧量、省煤器出口烟温等；余热锅炉应掌握的监视点：汽包水位、主蒸汽压力、过热器出口汽温、再热器出口汽温、给水流量等；
- e) 烟气净化系统应掌握的监视点：脱酸系统、脱硝系统、活性炭喷射系统、除尘系统等系统的主要参数以及烟气污染物指标；
- f) 汽轮机应掌握的监视点：主蒸汽压力、主蒸汽及再热蒸汽温度、蒸汽流量、给水流量及温度、凝结水流量、调门开度、汽机油温、除氧器水位、凝汽器水位、加热器水位等；
- g) 电气应掌握的监视点：机组有功功率及无功功率、发电机电压及电流、励磁电压及电流、频率及功率因数、各主要变压器相关参数等。

#### 6.4.1.2 事故处理的考核

- a) 能独立、迅速地判断一般故障和综合故障，做到准确无误；
- b) 处理故障果断，思路清晰；
- c) 考察整体协调配合能力；
- d) 严格控制各运行参数不超过最大允许范围；
- e) 处理过程严格按事故处理原则进行，不得造成事故扩大；
- f) 全部处理操作符合安全生产规程及运行操作规程。

#### 6.4.2 考核形式

考核形式主要以上机考核为主；根据具体考核内容和目的的不同，也可以采用笔试、提问和答辩等相结合的形式。

## 7 证书及有效期

### 7.1 证书

经电力行业仿真培训基地考核合格，颁发电力行业仿真培训证书。

### 7.2 有效期

7.2.1 电力行业仿真培训证书有效期为 2 年。

7.2.2 电力行业仿真培训证书在有效期内的人员参加复证培训，经考核合格者，证书有效期顺延 2 年。

7.2.3 电力行业仿真培训证书不在有效期的人员应参加在岗培训与考核，不得参加复证培训。

---

# T/CEC

团 体 标 准

T/CEC 2020xxxx

---

## 电力行业仿真培训基地建设规范 (垃圾发电部分) (技术文件)

Simulation training base specification in electric  
power industry  
(waste-to-energy plant unit)  
(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

---

中国电力企业联合会 发布



## 目 次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 总则 .....	3
5 机构岗位设置.....	3
6 设备及设施.....	4
7 仿真培训师资.....	5
8 培训管理.....	6
9 基地评估.....	7
10 基地复查和抽查.....	8
11 基地年检.....	9
12 基地撤销.....	10
附录 A（规范性附录） .....	14
附录 B（资料性附录） .....	18

## 前 言

本标准按 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会电力培训标准化技术委员会提出、归口管理和负责解释。

本标准起草单位：国电浙江北仑第一发电有限公司、国网湖北省电力有限公司技术培训中心、光大环保（中国）有限公司、深圳市能源环保有限公司、中节能（秦皇岛）环保能源有限公司。

本标准起草人：陈映琼、姜胜、吴永新、钟日钢、王振兴。

本标准为首次制定。

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

## 引 言

中国电力企业联合会技能鉴定与教育培训中心、中国电力教育协会电力仿真培训委员会长期致力于仿真培训体系的建设，旨在加强行业自律，提升仿真培训的质量。以电力行业仿真培训基地建设为主线，制定了一系列的规章制度与文件。

电力行业仿真培训基地是行业认可的具有一定资质与水平的仿真培训组织，在执行电力行业仿真培训与考核规范的前提下，具有发放《电力行业仿真培训证书》的资质。《电力行业仿真培训证书》得到企业的认可。围绕基地建设，建立了电力行业仿真培训基地的管理体系，包括评估、年检和复查制度，仿真基地能进能出，滚动发展。

为推动仿真培训的标准化、规范化和国际化，特制定本标准。



# 电力行业仿真培训基地建设规范 (垃圾发电部分)

## 1 范围

本标准规定了垃圾发电仿真培训基地机构岗位设置、设备及设施、仿真培训师资、培训管理、基地评估、复查和抽查、年检及监督撤销等的相关要求。

本标准适用于各垃圾发电仿真培训机构开展的仿真培训及管理。

## 2 规范性引用文件

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

DL/T 2017-2019《垃圾发电机组仿真机技术标准》

电力行业仿真培训与考核大纲：垃圾发电集控值班员

电力行业仿真培训与考核大纲：垃圾发电运行培训指导教师

## 3 术语和定义

DL/T 2017-2019《垃圾发电机组仿真机技术标准》中的术语和定义以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **仿真 simulation**

建立物理模型和/或建立数学模型，使其与真实世界过程、概念或系统在受控输入下的特性是相像的。

### 3.2

#### **仿真系统 simulation system**

利用仿真技术对仿真对象特征、特性或其它方面进行理想化近似表达的系统。

### 3.3

#### **仿真机 simulator**

以运行技能培训为目的，利用仿真技术对参考机组特征、特性进行理想化近似表达的仿真系统装置。

### 3.4

#### **垃圾发电 waste-to-energy plant unit**

以垃圾焚烧产生热能发电的机组。

## 3.5

**仿真培训 simulation training**

围绕实际生产过程，使用仿真机对受训学员开展的技能提升过程。

## 3.6

**电力行业仿真培训基地<sup>1)</sup> simulation training base**

满足本文件中相关要求，按照本文件中的评估程序评估合格，由中国电力企业联合会授权的仿真培训机构。

## 3.7

**基地评估 evaluation of the training base**

中国电力企业联合会<sup>2)</sup>组织电力行业仿真培训专家依照评估细则对仿真培训机构进行的评价。

## 3.8

**基地复查 reexamination of the training base**

对基地开展定期复核。

## 3.9

**基地抽查 spot-check of the training base**

对基地开展不定期复核。

## 3.10

**基地年检 annual examination of the training base**

由中电联组织的对基地的年度检查。

## 3.11

**指导教师 simulation training teacher**

具有相应专业的知识和技能，并且具有现场实际生产经验，经过有资质的机构培训考核合格的仿真培训教学的教练员。

## 3.12

**高级指导教师 simulation training senior teacher**

具备教学策划、教材编写、模型测试及培养仿真培训教学人员的能力，且经过有资质的机构培训考核合格的指导教师。

## 3.13

**兼职指导教师 part-time teacher**

在仿真培训机构，承担一定仿真培训任务的非全职的技术人员。

## 3.14

**仿真培训专家 simulation training expert**

指经中电联按照程序遴选并聘任的，在聘期内的电力行业仿真培训专家。

---

1) 本标准中电力行业仿真培训基地简称基地。

2) 本标准中中国电力企业联合会简称中电联。

## 4 总则

- 4.1 垃圾发电仿真培训基地是经中电联组织评估合格的，采用仿真技术手段对垃圾发电生产运行及相关人员实施培训的机构或组织。
- 4.2 基地由中电联监督、检查和指导。
- 4.3 基地按照《电力行业仿真培训与考核大纲：垃圾发电集控值班员》进行培训与考核，考核合格颁发中电联统一印制的电力行业仿真培训证书。

## 5 机构岗位设置

### 5.1 基本要求

基地应设置专职基地负责人，并配备相应的职员（具体详见附录A），至少应包含教学管理负责人、教学负责人、指导教师和系统维护人员。

### 5.2 基地负责人

#### 5.2.1 要求

应具有大学本科及以上文化程度、3年及以上垃圾发电生产运行与培训经验，有较强的组织管理能力。

#### 5.2.2 岗位职责

- 5.2.2.1 基地负责人是基地安全、培训质量第一责任人。
- 5.2.2.2 负责基地人员的管理、设备的建设、设备升级改造项目 and 培训项目的审核。
- 5.2.2.3 协调、组织和完成电力仿真培训委员会下达的各项任务。
- 5.2.2.4 负责基地年检工作。

### 5.3 教学管理负责人

#### 5.3.1 要求

应具有大学本科及以上文化程度，具有教学管理经验，并取得电力行业《仿真培训管理》岗位培训证书。

#### 5.3.2 岗位职责

- 5.3.2.1 负责教学计划、教学质量、考试管理、设备安全、文档及合同管理。
- 5.3.2.2 负责培训实施过程中的具体业务工作。
- 5.3.2.3 制定、完善、落实本基地的有关管理制度。
- 5.3.2.4 负责培训设施建设、维修和更新，确保培训设施运行良好。
- 5.3.2.5 负责统计报表和信息、资料上报工作。
- 5.3.2.6 负责培训项目的质量调查，并落实纠改措施。

### 5.4 教学负责人

#### 5.4.1 要求

应具有大学本科及以上文化程度，具有相关教学或培训经验，并取得电力行业仿真培训管理岗位培训证书。

#### 5.4.2 岗位职责

5.4.2.1 按照《电力行业仿真培训与考核大纲：垃圾发电集控值班员》，实施相应的培训与考核。

5.4.2.2 组织培训教学文档的编制，落实培训计划及培训师资。

5.4.2.3 负责基地培训项目的管理。

5.4.2.4 负责基地指导教师的业务培训及管理。

#### 5.5 指导教师

##### 5.5.1 要求

应具有丰富的垃圾发电生产现场运行经验和扎实的理论基础，并取得相应的培训证书。（具体详见第七章）

#### 5.6 系统维护员

##### 5.6.1 要求

应具备仿真设备设施维护和管理能力。

##### 5.6.2 岗位职责

5.6.2.1 负责仿真设备台账的建立。

5.6.2.2 负责培训过程中出现的软、硬件设备的缺陷消除以及相应的台账记录。

### 6 设备及设施

#### 6.1 设备配置

6.1.1 应具有一定数量不同类型、规格的仿真机，具体详见附录 A；

6.1.2 仿真机技术指标应达到 DL/T 2017-2019《垃圾发电机组仿真机技术标准》。

#### 6.2 培训教学场所

6.2.1 应具备满足培训教学要求的仿真机房，具体详见附录 A。

6.2.2 应具备满足教学要求的多媒体教室。

#### 6.3 培训环境

6.3.1 应悬挂中电联统一制作的电力行业仿真培训基地标牌。

6.3.2 应在培训场所悬挂基地情况介绍、仿真机配置情况等标识。

6.3.3 应悬挂相应的管理制度、安全注意事项等。

### 7 仿真培训师资

#### 7.1 总体要求

- 7.1.1 应配备一定数量的专职指导教师（见附录 A），专职指导教师应取得电力行业仿真培训指导教师职业培训证书。
- 7.1.2 基地可聘有一定数量的兼职指导教师。承担较多培训教学工作量的兼职指导教师应取得电力行业仿真培训指导教师职业培训证书。
- 7.1.3 基地与兼职指导教师应有正式的书面聘用合同。
- 7.1.4** 基地应重视指导教师的培养，加强指导教师的培训与交流。
- 7.1.5 指导教师应定期按照《电力行业仿真培训与考核大纲：垃圾发电运行培训指导教师》相应部分接受培训与考核。

## **7.2 指导教师**

### **7.2.1 岗位职责**

- 7.2.1.1 根据培训计划，完成培训授课、指导任务。
- 7.2.1.2 根据《电力行业仿真培训与考核大纲：垃圾发电集控值班员》相应部分进行命题，对学员进行考核和评分。
- 7.2.1.3 配合有关技术人员处理仿真机系统存在的缺陷和故障。

### **7.2.2 业务管理**

- 7.2.2.1 每年应参加不少于 100 学时的脱产进修（包括现场实习、培训交流等）。
- 7.2.2.2 每年应承担不少于 400 学时的仿真培训上机指导任务。
- 7.2.2.3 每年应有培训教学、现场业务培训等相关方面的总结。

## **7.3 高级指导教师**

### **7.3.1 岗位职责**

- 7.3.1.1 履行指导教师的岗位职责。
- 7.3.1.2 根据不同的培训对象制定培训计划。
- 7.3.1.3 按计划开展指导教师的业务培训工作。

### **7.3.2 业务管理**

- 7.3.2.1 满足指导教师的业务管理要求。
- 7.3.2.2 应对指导教师的业务培训工作进行年度总结。
- 7.3.2.3 应了解或掌握国内外垃圾发电生产和垃圾发电行业的新技术与培训动态。
- 7.3.2.4 宜注重培训经验总结及论文发表。

## **7.4 兼职指导教师**

### **7.4.1 岗位职责**

- 7.4.1.1 根据培训计划，完成培训授课、指导任务。
- 7.4.1.2 根据《电力行业仿真培训与考核大纲：垃圾发电集控值班员》相应部分对学员进行考核和评分。

## 7.4.2 业务管理

- 7.4.2.1 每年应参加不少于 70 学时的培训交流等。
- 7.4.2.2 每年应承担不少于 100 学时的仿真培训上机指导任务。
- 7.4.2.3 每年应有培训教学、培训交流等相关方面的总结。

## 8 培训管理

### 8.1 培训要求及内容

应按照《电力行业仿真培训与考核规范》相应部分中的具体培训要求及内容实施培训。

### 8.2 培训教学计划

应根据不同的培训对象及培训要求制定培训计划，包括培训内容、培训目标、培训方法及培训时间安排。培训计划应由仿真培训机构编制。

- 8.2.1 根据仿真培训的特点，培训计划宜以半天作为一个时间单元进行编制。
- 8.2.2 培训计划的内容应具体，应把每个时间单元的内容逐条列出。
- 8.2.3 培训计划应明确培训日期，每个时间单元的任课指导教师，每项教学内容学员要掌握的程度等。

### 8.3 培训教案

应根据培训实际需要，利用仿真系统设计培训模式，宜结合多媒体等手段进行设计；培训教案编写格式宜规范，内容应完整，审批手续应齐全，相关培训教案宜体系化。

### 8.4 培训教材

每套仿真机都应有相应的仿真机规程、培训讲义、启停操作票及系统图册；专业试题库宜齐全。

### 8.5 培训记录

应填写培训日志，记录培训过程中学员的出勤情况、培训内容、仿真机的运转情况；培训记录应完整、规范。

### 8.6 培训档案

每期培训班形成的文档资料应及时整理归档，做到资料齐全、管理规范，宜采用计算机管理。

### 8.7 培训反馈

应根据学员的反馈意见，对存在的问题应列出改进措施；应建立改进情况检查机制，实现闭环管理。

### 8.8 培训班主任

应明确班主任的职责和任务，并在培训过程中执行。

### 8.9 培训教学

培训教学管理应规范；可定期或不定期检查培训计划中确定的教学内容是否全面得到落实；应检查教学方式、方法是否得当，应及时了解学员对教学情况的意见和建议，视情况对教学计划和内容进行动态调整；宜实现多媒体信息化教学。

### 8.10 培训师资

应重视专职指导教师的业务培训，加强对兼职培训师的业务指导。

#### 8.11 培训相关制度：

- a) 应制定学员管理制度、学员档案管理制度。
- b) 应制定班主任管理规定、指导教师管理规定。
- c) 应制定设备管理制度。
- d) 应制定培训反馈制度。

## 9 基地评估

### 9.1 领导与组织

9.1.1 中电联是基地评估的主管部门。

9.1.2 中电联定期开展基地评估工作，组织专家组根据本文件对申报单位进行评估。

### 9.2 评估程序

#### 9.2.1 申报

##### 9.2.1.1 申报条件

满足《垃圾发电仿真培训基地评估细则》（见附录 A）要求的仿真培训机构，均可申报。

##### 9.2.1.2 申报材料

申报单位应提交如下材料：（样表见附录 B 表 B.1 至 B.5）

- a) 电力行业仿真培训基地申报表；
- b) 仿真培训系统设备汇总表；
- c) 指导教师情况汇总表；
- d) 专、兼职指导教师取得“电力行业仿真培训指导教师职业培训证书”的全部复印件；
- e) 仿真培训业绩汇总表；
- f) 电力行业仿真培训基地自评表；
- g) 电力行业仿真培训基地自评报告。

#### 9.2.2 审核与考察

##### 9.2.2.1 初审

依据评估指标，专家组对申报单位提交的申报材料进行初审，初审合格后进入现场考察阶段。初审不合格，中止评估。

##### 9.2.2.2 现场考察

- a) 专家组对初审合格的申报单位进行现场考察，依据评估指标打分，给出评估报告。
- b) 评估报告应给出合格或不合格建议。
- c) 评估指标：
  - 1) 评估指标设有五个方面，共有 27 个评估项目，其中 10 个核心项目；具体指标详见附录 A；
  - 2) 评估项目标准分为 A、B、C 三个等级；
  - 3) 评估结论合格或不合格二种。

### 9.2.3 专家会议评审

中电联组织召开专家评审会议，对专家组的评估报告进行评审，给出评估结论，报中电联审核批准。

## 9.3 结果适用

9.3.1 中电联对评估合格的申报单位统一发文公布，授予“电力行业仿真培训基地”资质。

9.3.2 评估合格的基地依据本文件进行管理。

## 10 基地复查和抽查

基地复查与抽查是对电力行业仿真培训基地持续监督与检查的制度。基地定期接受中电联的复查和抽查，复查和抽查指标满足基地评估要求。重点检查基地培训质量保障、规范运行、教学记录等情况。

### 10.1 范围

#### 10.1.1 复查

10.1.1.1 新取得资格的基地，应在二年内向中电联提交复查申请，由中电联组织专家进行现场核查；

10.1.1.2 正常运行的基地每隔四年进行自查，向中电联提交复查自评报告。中电联对部分基地进行现场核查。

#### 10.1.2 抽查

年检材料不齐全，或出现培训质量、培训业绩实际情况不符合的单位。中电联组织专家对其核查。

### 10.2 现场核查

10.2.1 专家组赴现场对复查或抽查单位进行核查，给出复查报告。

10.2.2 复查报告应给出合格、整改或不合格建议。

10.2.3 满足基地评估指标（见附录 A）要求，运行规范有序，质量保障体系完备，为合格。

10.2.4 出现下列情况之一的基地，需要整改：



- a) 取证培训没有严格按照《电力行业仿真培训与考核规范》相应部分执行，出现培训内容或培训时间等不符；
- b) 培训过程没有执行质量流程管理，培训质量无法保障；
- c) 连续二年没有进行取证培训；
- d) 连续五年没有进行培训教材或培训教案更新；
- e) 仿真设备 10 年内无升级改造，不能满足培训要求；
- f) 无培训情况反馈或指导教师情况反馈，或纠正措施不到位；
- g) 出现台账、培训记录造假的。

10.2.5 根据基地评估指标（见附录 A）要求，核心评估项目出现一个 C 项，为不合格。

### 10.3 专家会议评审

中电联组织召开专家评审会议，对专家组实地核查情况和复查报告进行评审，给出评审结论，报中电联审核批准。

### 10.4 结果适用

- 10.4.1 合格的基地继续履行基地职责，开展培训和发证。
- 10.4.2 整改的基地可以开展培训业务，整改期间停止发证，直到整改通过。
- 10.4.3 不合格的基地，由中电联发文取消基地资格。

## 11 基地年检

### 11.1 领导与组织

- 11.1.1 中电联是基地年度检验的主管部门。
- 11.1.2 每年 1 月 1 日至 20 日期间，基地应向中电联提交上年度年检材料。
- 11.1.3 基地应对其提交的年检材料的真实性负责。

### 11.2 年检内容：

- a) 年度专、兼职指导教师和高级指导教师人数；
- b) 年度仿真系统的数量及型号；
- c) 年度培训人数和天数；
- d) 年度发放电力行业仿真培训证书人员信息。

### 11.3 年检提交资料：

- a) 基地年检申请表；
- b) 设备情况登记表；
- c) 指导教师登记表；
- d) 培训情况登记表；
- e) 证书发放登记表；

f) 上年度工作总结及本年度工作要点。

#### 11.4 年检结论

11.4.1 基地设备、指导教师及培训业绩满足《电力行业仿真培训基地评估指标》要求，为年检合格。

11.4.2 基地设备、指导教师及培训业绩有一项未满足《电力行业仿真培训基地评估指标》要求，为年检基本合格。

11.4.3 基地设备、指导教师及培训业绩，超过一项未满足《电力行业仿真培训基地评估指标》要求，为年检不合格。

11.4.4 培训基地未申报年检，或在年检中隐瞒真实情况、弄虚作假的，为年检不合格。

#### 11.5 结果适用

11.5.1 年检基本合格的基地，限期1年整改。整改期间允许发放电力行业仿真培训证书，并应在第二年年检时提交整改报告。

11.5.2 连续二年年检为基本合格的基地，为年检不合格。

11.5.3 年检不合格的基地，限期6个月整改。整改期间停止发放电力行业仿真培训证书。在整改期限内提交整改报告。

## 12 基地撤销

### 12.1 有下列情况之一的，视情节轻重，给予警告或责令限期整改：

12.1.1 培训组织不力，培训质量达不到要求，造成不良影响的。

12.1.2 工作人员责任心不强，影响培训考核公正性的。

12.1.3 工作人员在培训过程中有严重违纪行为的。

12.1.4 复查不合格的。

12.1.5 抽查不合格的。

### 12.2 有下列情况之一的，撤销基地资质：

12.2.1 新取得资格的培训基地二年期满未提出复查申请的。

12.2.2 无法保证培训质量，造成较大社会影响的。

12.2.3 出现滥发仿真培训合格证书事件的。

12.2.4 连续两年没有开展仿真培训工作的。

12.2.5 因年检、复查或抽查不合格，限期整改后仍不合格的。

**12.3 由于设备、人员、管理及市场需求等原因，无法继续满足本文件要求的，可以主动申请基地撤销。**

**12.4 撤销后的基地，中电联不再监督和管理。**

## 附录 A

## (规范性附录)

A.1 垃圾发电仿真培训基地评估指标见表 A.1。

表 A.1 垃圾发电仿真培训基地评估指标

评估方面	评估项目	项目内涵	等级标准	评估方式及要求
一、设备条件	*1.1 仿真设备	应具有一定套数的不同类型、规格的仿真机。仿真机技术指标应达到 DL/T 2017-2019《垃圾发电机组仿真机技术标准》的要求。	A: 具有二套及以上合格的仿真机; B: 具有一套合格的仿真机; C: 无法满足 B 条件要求。	基地提供所有仿真机技术资料, 进行现场核查。
	1.2 仿真机房	有满足培训教学要求的仿真机房。	A: 仿真机机房总面积在 120 平方米及以上; B: 仿真机机房总面积在 60 平方米及以上, 120 平方米以下; C: 仿真机机房总面积在 60 平方米以下。	现场核查机房情况。
	1.3 教学场所	有满足教学要求的多媒体教室和先进教学手段的多媒体教学设备。	A: 拥有 2 个及以上能容纳 30 人满足教学要求的多媒体教室, 教学设备功能齐全、设备完好; B: 拥有 1 个能容纳 30 人满足教学要求的多媒体教室, 教学设备功能齐全、设备完好; C: 没有满足教学要求的多媒体教室。	核查多媒体教室和固定资产登记表。
二、人员条件	*2.1 专职指导教师数量	配备一定数量的专职指导教师, 专职指导教师全部取得电力行业仿真培训指导教师职业培训证书。(电力行业仿真培训专家(技术类)在聘期内视作免考的高级指导教师)	A: 应具有 6 人及以上的在职人员, 其中包括 4 人及以上专职指导教师, 其中至少 1 人取得电力行业仿真培训高级指导教师职业培训证书; B: 应具有 4 人及以上的在职人员, 其中包括 2 人及以上的专职指导教师; C: 无法满足 B 条件要求。	基地提供专职指导教师的简历资料及取得电力行业仿真培训合格证书原件, 并提供人员定编有关材料。

评估方面	评估项目	项目内涵	等级标准	评估方式及要求
	*2.2 专职负责人	配备专职负责人	A: 专职负责人具有大学本科及以上文化程度、具有垃圾发电生产运行与培训经验,有较强的组织管理能力、有正式任命文件; B: 专职负责人具有大学本科及以上文化程度,垃圾发电生产运行与培训经验一般,有一定的组织管理能力,有正式任命文件; C: 没有专职负责人。	基地提供专职负责人的简历资料及任命文件。
	2.3 专职指导教师职称	专职指导教师队伍结构合理,具有高级职称和中级职称教师占有一定比例	A: 专职指导教师队伍结构合理,全部具有中级以上职称,其中至少1人具有高级职称; B: 专职指导教师队伍结构较合理,具有中级以上职称的指导教师占指导教师总数的70%; C: 专职指导教师队伍结构基本合理,没有高级职称的指导教师。	1. 听取基地领导介绍。 2. 核查教师业务档案。
二、 人员条件	2.4 兼职指导教师情况	聘有一定数量的兼职指导教师	A: 聘有一定数量的兼职指导教师,承担较多培训教学工作量的兼职指导教师应取得电力行业仿真培训指导教师职业培训证书,兼职指导教师现场运行经验丰富,有正式的书面聘用合同; B: 聘有一定数量的兼职指导教师,兼职指导教师现场运行经验较丰富,有正式的书面聘用合同; C: 没有聘兼职指导教师。	核查兼职指导教师参与教学任务、聘任合同等相关资料。
	2.5 教学负责人和系统维护人员	配备专职教学负责人和系统维护人员	A: 有专职教学负责人和专职仿真系统维护人员,维护人员具有较高的仿真系统维护能力; B: 有专职教学负责人和专职仿真系统维护人员,维护人员具有一定的仿真系统维护能力; C: 没有专职教学负责人,有兼职仿真系统维护人员,维护人员不具有仿真系统维护能力。	1. 核查专职教学负责人资料。 2. 核查专职系统维护人员资料。 3. 核查开发项目情况及资料。
三、 培训管理	3.1 仿真培训规范	建立满足运行职业种类岗位要求的培训规范	A: 以《电力行业仿真培训与考核规范》为指导,建立了满足运行岗位不同级别人员职业能力要求的培训规范;培训规范针对性、可操作性强,并能在仿真培训中贯彻执行; B: 以《电力行业仿真培训与考核规范》为指导,基本建立了满足运行岗位不同级别人员职业能力要求的培训规范;培训规范针对性、可操作性强,并能在仿真培训中贯彻执行; C: 没有建立满足运行岗位不同级别人员职业能力要求的培训规范。	1. 现场核查运行人员仿真培训规范或标准。 2. 核查送培单位培训效果评价反馈资料。 3. 核查培训规范或标准应用情况。

评估方面	评估项目	项目内涵	等级标准	评估方式及要求
三、培训管理	3.2 仿真培训流程	建立科学的培训流程管理	<p>A：培训教学组织与管理制度健全、规范，并能很好的贯彻。培训教学井然有序，形成了教学质量保证体系；</p> <p>B：培训教学组织与管理制度比较规范，培训教学秩序稳定；</p> <p>C：培训教学组织与管理制度基本合理，培训教学秩序基本稳定。</p>	<p>1. 核查培训教学组织与管理的各种规章制度、培训规范等资料。</p> <p>2. 核查近3年各种培训教学资料及记录。</p> <p>3. 同指导教师座谈。</p>
	*3.3 培训教学计划	培训计划具有针对性	<p>A：培训计划有具体内容、目的要求、培训方法和时间安排，计划周密完整并且能够根据不同的培训对象及岗位要求，制定出不同类别的、切实可行的、针对性强的培训计划；</p> <p>B：培训计划有具体内容、目的要求、培训方法和时间安排，计划周密完整；</p> <p>C：培训计划不完整。</p>	核查近3年培训班的培训计划。
	3.4 培训教案	培训计划实施中具有符合学员实际需求的培训教案	<p>A：指导教师编写的教案等资料内容符合学员培训实际需要，充分利用仿真系统设计培训模式，提升了知识、技能传承效率，教案编写、审批等环节齐全；</p> <p>B：指导教师编写的教案等资料内容基本符合学员培训实际需要，利用仿真系统设计培训模式，提升了知识、技能传承效率，教案编写、审批等环节比较齐全；</p> <p>C：指导教师编写了教案等资料，教案编写、审批等环节基本齐全。</p>	<p>1. 核查教案编写情况。</p> <p>2. 核查教案使用情况。</p>
	*3.5 培训教学管理	培训教学管理规范并实现信息化	<p>A：在教学管理中管理科学，每期的培训计划、学员考核成绩等资料俱全；</p> <p>B：在教学管理中管理科学，每期的培训计划、学员考核成绩等资料基本齐全；</p> <p>C：教学管理流于形式，学员资料不全。</p>	在计算机中查看近3年来的教学资料及学员培训成绩资料。
三、培训管理	*3.6 培训教材	仿真机专用教材（讲义、规程、启停操作票等）和专业题库。	<p>A：每台仿真机都有相应的培训规程，培训教材、题库齐全；</p> <p>B：每台仿真机都有相应的培训规程，培训教材、题库基本齐全；</p> <p>C：仿真机培训规程或培训教材不完整，题库不健全。</p>	<p>1. 核查基地所有仿真培训资料及规程。</p> <p>2. 核查专业题库情况。</p>

评估方面	评估项目	项目内涵	等级标准	评估方式及要求
	3.7 培训记录	有培训日志记录培训过程中学员的出勤情况、培训内容、培训设备的运转情况以及需要交待的其他情况。	A：培训记录完整、规范、不缺不漏，记录内容详实； B：培训记录基本规范、有个别遗漏现象； C：培训记录不健全。	核查近3年来所有仿真机培训记录本。
	3.8 班主任管理	建立班主任制度，明确班主任的职责和任务。	A：班主任制度健全，在培训过程中能够严格执行，确保了培训的顺利进行； B：班主任制度健全，但执行不到位的； C：班主任制度不健全的。	核查班主任制度及相关记录资料。
	*3.9 培训情况反馈	建立培训情况反馈制度	A：有培训情况反馈资料，每期培训班结束后均有学员的反馈意见，对学员的反馈意见有处理措施，培训服务质量好； B：有培训情况反馈资料，对学员的反馈意见有处理措施，培训服务质量较好； C：没有培训情况反馈资料。	核查近3年来的资料。
	3.10 学员档案管理	建立学员档案管理制度	A：学员档案资料齐全、管理规范，实现学员档案计算机管理； B：学员档案资料比较齐全、管理比较规范，实现学员档案计算机管理； C：学员档案资料不齐全、管理不规范，学员档案没有采用计算机管理。	核查近3年的学员档案资料。
	3.11 师资培训	专职指导教师的业务培训	A：重视专职指导教师的素质提高并有相应措施，每年安排脱产学习或下现场累计超过100学时、并有学习总结和记录； B：重视专职指导教师的素质提高，每年安排脱产学习累计达到100学时； C：基本重视专职指导教师的素质提高，每年安排脱产学习累计不到100学时。	核查为提高教师业务水平而制定的相关文件和教师学习的相关资料。
四、机构管理	*4.1 管理制度	内部管理制度健全	A：教学和管理等组织结构合理，机构健全，服务意识强，管理制度健全，形成了培训教学质量保证体系； B：教学和管理等组织结构基本合理，制度基本健全，基本形成了培训教学质量保证体系； C：内部管理制度不健全。	核查教学和管理等组织机构，各种规章制度。

评估方面	评估项目	项目内涵	等级标准	评估方式及要求
	4.2 岗位责任制	岗位责任制明确	A：“岗位规范”和“岗位职责”健全，工作制度化、规范化，各项工作井然有序； B：“岗位规范”和“岗位职责”基本健全，各项工作有序； C：“岗位规范”和“岗位职责”不健全。	核查“岗位规范”和“岗位职责”及相关资料综合评价。
	4.3 设备管理	设备管理制度化	A：设备、仪器购置、使用、维护管理制度健全，并定期进行维护和维修； B：设备、仪器购置、使用、维护管理制度完整，维护和维修基本正常； C：设备、仪器购置、使用、维护管理制度不健全，不能进行正常的维护和维修。	核查设备维护情况及相关制度。
	4.4 仿真系统操作指导书	仿真系统操作规范化	每套仿真系统具有相应《仿真系统操作指导书》，使指导教师都能熟练操作每一台仿真机。 A：《仿真机系统操作指导书》健全，内容符合实际要求，切实可行； B：《仿真系统操作指导书》健全，内容符合实际要求； C：《仿真机系统操作指导书》基本健全，或内容基本完整。	核查《仿真系统操作指导书》。
	4.5 培训服务合同	有定型的“培训服务合同或协议”。	A：有定型的“培训服务合同或协议”并能严格执行； B：有定型的“培训服务合同或协议”，基本能够执行； C：没有定型的“培训服务合同或协议”。	核查近3年培训服务合同或协议。
	4.6 设备档案管理	建立设备管理台账。	A：设备管理台账健全，使用及维护维修情况记录详细； B：设备管理台账健全，使用及维护维修情况记录较齐全； C：设备管理台账基本健全，使用及维护维修情况记录不齐全。	核查近3年的设备管理台账。
五、 培训 业绩	*5.1 培训年限	开展仿真培训工作年限	A：仿真机验收合格后，正式开展仿真培训工作3年以上； B：仿真机验收合格后，正式开展仿真培训工作2年以上； C：无法满足上述A或B条件要求。	核查近3年的培训学员记录和档案。

评估方面	评估项目	项目内涵	等级标准	评估方式及要求
	*5.2 培训人数	仿真培训人数	A：近3年累计培训800人天或20期以上，如果按期计算，每期培训学时满足《电力行业仿真培训与考核大纲：垃圾发电集控值班员》规定的培训学时要求； B：近3年累计培训500人天或10期以上，如果按期计算，每期培训学时满足《电力行业仿真培训与考核大纲：垃圾发电集控值班员》规定的培训学时要求； C：无法满足上述A或B条件要求。	核查近3年的培训学员记录和档案

## A.2 评估指标说明

A.2.1 本评估指标设有五个评估方面，评估项目有二十七项，标有\*者为核心评估项目，共10项。评估项目标准等级分为A、B、C三个等级，具体等级标准见表内描述。

A.2.2 评估结论分为合格、不合格二种，其标准如下：

- a) 合格：全部评估项目中：C等级不超过2项，其中核心评估项目中的C等级为零项；
- b) 不合格：全部评估项目中：C等级超过2项，或核心评估项目中的C等级大于零项。



## 附录 B

## (资料性附录)

B.1 表 B.1-B.5 给出了基地评估申报填报的信息。

B.1.1 电力行业仿真培训基地申报表见表 B.1

表 B.1 电力行业仿真培训基地申报表

单位名称			
详细地址		邮编	
联系人姓名		联系电话	
电子邮箱		手机	
申请基地类别			
申报 单位 意见	(盖章) 年 月 日		
主管 单位 意见	(盖章) 年 月 日		
所属 集团 公司 意见	(盖章) 年 月 日		

## B.1.2 仿真培训系统设备汇总表见表 B.2

表 B.2 仿真培训系统设备汇总表

序号	仿真培训系统设备			
1	仿真系统类别	机组容量 (电压等级)	控制系统型号	备注
	机位数量	是否独立机房	是否模拟现场控制室环境	
2	仿真系统类别	机组容量 (电压等级)	控制系统型号	备注
	机位数量	是否独立机房	是否模拟现场控制室环境	
3	仿真系统类别	机组容量 (电压等级)	控制系统型号	备注
	机位数量	是否独立机房	是否模拟现场控制室环境	
4	仿真系统类别	机组容量 (电压等级)	控制系统型号	备注
	机位数量	是否独立机房	是否模拟现场控制室环境	
5	仿真系统类别	机组容量 (电压等级)	控制系统型号	备注
	机位数量	是否独立机房	是否模拟现场控制室环境	

B.1.3 指导教师情况汇总表见表 B.3

表 B.3 指导教师情况汇总表

序号	姓名	性别	年龄	学历	职称	专、兼 职	指导教师培 训 合格证级别	取证时间	最后复证 到期时间	
教职工总数_____人				专职教师_____人			兼职教师_____人			
专职教师职称										
高级_____人			中级_____人			初级_____人		无职称_____人		



## B.1.5 基地评估自评内容见表 B.5

表 B.5 基地自评表

评估方面	评估指标	自评结果 (A/B/C)	评定说明
设备 条件	*1.1 仿真设备		
	1.2 仿真机房		
	1.3 教学场所		
人员 条件	*2.1 专职指导教师数量		
	*2.2 专职负责人		
	2.3 专职指导教师职称		
	2.4 兼职指导教师情况		
	2.5 教学负责人和系统维护人员		
培训 管理	3.1 仿真培训规范		
	3.2 仿真培训流程		
	*3.3 培训教学计划		
	3.4 培训教案		
	*3.5 培训教学管理		
	*3.6 培训教材		
	3.7 培训记录		
	3.8 班主任管理		
	*3.9 培训情况反馈		
	3.10 学员档案管理		
	3.11 师资培训		
机构 管理	*4.1 管理制度		
	4.2 岗位责任制		
	4.3 设备管理		
	4.4 仿真机操作规程		
	4.5 培训服务合同		
	4.6 设备档案管理		
培训 业绩	*5.1 培训年限		
	*5.2 培训人数		

# T/CEC

团 体 标 准

---

## 电力行业仿真培训与考核规范 垃圾发电运行培训指导教师

Simulation training and assessment specification in electric  
power industry

Instructor for operator of Waste-to-Energy plant unit

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

---

# 目 录

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基础理论知识.....	2
5 专业知识.....	4
6 相关知识.....	5
7 专业技能.....	5
8 考试考核.....	6
9 证书及有效期.....	7

# 前 言

本标准按GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电力企业联合会电力培训标准化技术委员会提出、归口管理和负责解释。

本标准起草单位：深圳市能源环保有限公司、光大环保能源（南京）有限公司、光大环保能源（镇江）有限公司、广州环保投资集团有限公司、中节能（秦皇岛）环保能源有限公司。

本标准起草人：钟日钢、刘汉俊、冉从华、何座成、彭本坤、吴永新、易军、谈强、王振兴

本标准为首次制定。

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



# 电力行业仿真培训与考核规范

## 垃圾发电运行培训指导教师

### 1 范围

本标准规定了垃圾发电运行仿真培训指导教师和高级指导教师培训、考核、证书发放、复训的相关要求。

本标准适用于垃圾发电运行仿真培训机构，规定了垃圾发电运行仿真培训指导教师应具备的知识和技能要求。

### 2 规范性引用文件

凡是标注日期的引用文件，仅标注日期的版本适用于本文件。凡是不标注日期引用文件，其最新版本（包括所有的修改）适用于本文件。

DL/T 2017-2019《垃圾发电机组仿真机技术标准》

### 3 术语和定义

DL/T 2017-2019《垃圾发电机组仿真机技术标准》中的术语和定义以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**垃圾发电 waste-to-energy incineration power plant unit**

以垃圾焚烧产生热能发电的机组。

#### 3.2

**仿真 simulation**

建立物理模型和/或建立数学模型，使其与真实世界过程、概念或系统在受控输入下的特性是相像的。

#### 3.3

**仿真机 simulator**

以运行技能培训为目的，利用仿真技术对参考机组特征、特性进行理想化近似表达的仿真系统装置。

#### 3.3

**仿真培训 simulation training**

围绕实际生产过程，使用仿真机对受训学员开展的技能提升过程。

#### 3.4

**指导教师 simulation training instructor**

具有相应专业的知识和技能，并且具有现场实际生产经验，经过仿真培训指导教师培训考核合格，从事仿真培训教学的教练员。

#### 3.5

**高级指导教师 simulation training senior instructor**

具备仿真培训教学策划、教材编写、模型维护及仿真培训教学人员培养能力的指导教师。

## 4 基础理论知识

### 4.1 要求

#### 4.1.1 指导教师要求：

- a) 掌握工程热力学的基本概念和基本理论；
- b) 掌握传热学的基本概念，热量传递的方式和规律；
- c) 掌握流体力学的概念，流动阻力的形式和影响因素；
- d) 了解测量误差的基本概念；
- e) 掌握泵与风机的形式、特性和运行特点；
- f) 了解电路和电子技术的基本概念；
- g) 掌握同、异步电动机及变压器的工作原理及特性；
- h) 了解励磁系统的种类和工作原理；
- i) 了解热工调节对象的基本特性和调节原理；
- j) 了解污水水质指标；
- k) 了解水污染控制的基本原则和方法；
- l) 了解燃烧对大气污染的影响；
- m) 掌握燃烧中硫化物、氮氧化物污染控制；
- n) 了解固体废物处理与处置的基本概念及基本原理；
- o) 了解除尘装置的类型及工作原理；

#### 4.1.2 高级指导教师要求：

- a) 掌握指导教师要求的全部内容；
- b) 了解电厂金属材料的性能指标；
- c) 了解测量装置的种类与工作原理；

### 4.2 考核内容

#### 4.2.1 指导教师考核内容

##### 4.2.1.1 工程热力学：

- a) 温度的含义，热力学温标、摄氏温标及其转换关系；
- b) 功、热量、内能、焓的概念；
- c) 蒸汽的饱和温度、饱和压力、汽化潜热的概念；
- d) 热力学第一、二定律，理想气体状态方程，道尔顿分压定律；
- e) 卡诺循环效率和卡诺原理，发电厂蒸汽动力循环的种类。

##### 4.2.1.2 传热学：

- a) 热量传递的三种方式；
- b) 导热的基本定律；
- c) 强制对流换热关系式及影响因素；
- d) 热交换器的种类，锅炉受热面换热方式。

##### 4.2.1.3 流体力学：

- a) 流体的密度、粘度、可压缩性概念；
- b) 绝对压力、表压力、真空及相互关系；
- c) 层流、紊流概念及雷诺数关系式，帕斯卡原理；
- d) 伯努里方程、减少流动阻力的方法；
- e) 并联、串联管道之间压力和流量关系。

##### 4.2.1.4 热工测量仪表：

测量误差、绝对误差、相对误差的概念。

#### 4.2.1.5 电厂金属材料：

- a) 金属材料的强度、塑性、硬度、疲劳强度概念；
- b) 材料的热应力、热疲劳和高温蠕变概念。

#### 4.2.1.6 泵与风机：

- a) 泵与风机的形式及分类；
- b) 离心式泵与风机的运行特性及特性曲线；
- c) 轴流式泵与风机的运行特性及特性曲线；
- d) 泵的汽蚀及预防；
- e) 管网特性及泵与风机的调节；
- f) 泵与风机串联运行和并联运行。

#### 4.2.1.7 电路和电子技术：

- a) 电路的基本概念和基本定律；
- b) 电磁感应的基本原理；
- c) 电路暂态过程的基本概念；
- d) 运算放大器的基本知识；
- e) 简单的集成电路；
- f) 数字电路的基本知识。

#### 4.2.1.8 电机学：

- a) 同步、异步电动机的基本知识和结构；
- b) 交流电动机及变压器的绕组和电动势及交流绕组的磁动势；
- c) 基本电磁关系；
- d) 同步电动机的并联运行；
- e) 三相异步电动机的结构和运行原理；
- f) 三相异步电动机的功率、转矩；
- g) 三相异步电动机的启动和调速。

#### 4.2.1.9 环境工程学：

- a) 水污染控制基本原则和处理方法；
- b) 固体废物处理与处置基本原理；
- c) 固废的产生、来源、分类及其危害、资源回收利用的意义及途径；
- d) 燃烧过程中硫氧化物、氮氧化物的污染控制；

#### 4.2.2 高级指导教师考核内容

##### 4.2.2.1 指导教师考核内容；

##### 4.2.2.2 除指导教师考核内容外，还包括：

- a) 发电厂蒸汽动力循环的种类及经济性分析；
- b) 锅炉受热面的换热方式及换热量的计算；
- c) 流体流动阻力的形式和产生原因；
- d) 测量误差的折合值；
- e) 各种接触式、非接触式测量装置的原理；
- f) 热工调节对象的自平衡能力，单容调节对象的动态特性；
- g) 比例、积分、微分调节器的动作规律；
- h) 水位、汽温调节系统原理；
- i) 垃圾发电厂常用钢材的使用温度范围；
- j) 风机的喘振及预防；
- k) 三相异步电动机的运行特性。

## 5 专业知识

### 5.1 要求

#### 5.1.1 指导教师要求：

- a) 掌握垃圾特性及燃烧原理；
- b) 掌握焚烧炉、余热锅炉、汽轮机、发电机的运行原理；
- c) 掌握典型焚烧炉的类型及工作原理；
- d) 掌握垃圾发电主要污染物的种类及控制方法；
- e) 了解化学水处理系统工艺、主要设备及工作原理；
- f) 熟悉固体废弃物处理与处置的基本知识；
- g) 了解环境监测的基本知识；
- h) 了解渗滤液处理工艺的基本知识。

#### 5.1.2 高级指导教师要求：

- a) 掌握指导教师要求的全部内容；
- b) 掌握垃圾焚烧工艺、烟气净化工艺对污染物控制的影响；
- c) 了解外电网系统对电厂的影响。

### 5.2 考核内容

#### 5.2.1 指导教师考核内容

##### 5.2.1.1 锅炉专业：

- a) 垃圾进料系统、储存系统的构成及作用；
- b) 焚烧炉系统的组成及工作原理；
- c) 余热锅炉系统的组成及工作原理；
- d) 焚烧炉、余热锅炉控制的任务及要求；
- e) 焚烧炉、余热锅炉辅助系统的组成及作用。

##### 5.2.1.2 汽机专业：

- a) 汽轮机本体结构组成及工作原理；
- b) 凝汽器系统的组成及工作原理；
- c) 汽轮机润滑油系统的组成及作用；
- d) 汽轮机调节保安系统的组成及作用；
- e) 抽真空系统的组成及作用；
- f) 加热器系统的组成及作用；
- g) 汽轮机主蒸汽系统的构成及各组成部分的作用；
- h) 汽轮机各辅助系统的组成及作用。

##### 5.2.1.3 电气专业：

- a) 电气一次系统的构成；
- b) 电气二次系统的构成；
- c) 发电机及励磁系统的构成及工作原理；
- d) 变压器的构成及工作原理；
- e) 直流系统及交流不停电系统（UPS）的作用。

##### 5.2.1.4 热控专业：

- a) 热工自动化系统的作用、组成及特点；
- b) 烟气在线监测系统（CEMS）的构成。

##### 5.2.1.5 环化专业：

- a) 脱硝、脱酸系统的工作原理及特点；

- b) 活性炭喷射系统的工作原理及特点；
- c) 除尘系统构成、各组成部分的原理及作用；
- d) 渗滤液处理系统的组成；
- e) 飞灰无害化处理系统的工作原理；
- f) 垃圾发电主要污染物的种类及排放限值。

#### 5.2.2 高级指导教师考核内容

##### 5.2.2.1 指导教师考核内容；

##### 5.2.2.2 除指导教师考核内容外，还包括：

- a) 化学取样及试验的目的；
- b) 影响飞灰无害化处理的因素及控制措施；

## 6 相关知识

### 6.1 要求：

#### 6.1.1 指导教师要求：

- a) 了解垃圾发电厂安全管理、技术管理、可靠性管理等相关知识，并能应用于培训管理工作过程；
- b) 了解仿真设备的使用与维护知识；
- c) 了解电力生产及安全管理方面的各项法规；
- d) 了解生活垃圾焚烧污染物控制标准。

#### 6.1.2 高级指导教师要求：

- a) 指导教师的要求；
- b) 掌握仿真培训质量流程管理；
- c) 了解电网、调度技术管理规范；
- d) 掌握生活垃圾焚烧污染物控制标准。

## 7 专业技能

### 7.1 要求

#### 7.1.1 指导教师要求：

- a) 具备较强的语言表达、沟通协调及应变能力；
- b) 具备较强的课件制作、课程讲授能力；
- c) 掌握仿真培训质量管理的基本工作流程；
- d) 掌握仿真机上进行各项试验的方法，能对存在的问题进行分析；
- e) 掌握进料、储料对整个生产过程的影响，能指导学员对各系统进行调整和控制；
- f) 掌握机组各种启动方式的特点、操作步骤和注意事项，能指导学员整组启动过程的各项操作；
- g) 掌握各种停机的要求和注意事项，能指导学员机组停运过程的操作及分析各阶段的要点；
- h) 掌握焚烧炉工况变化时各主要运行参数的变化特性及调整方法，能指导学员对各参数进行控制和调整；
- i) 掌握电气一次系统的组成、运行方式及操作要求；
- j) 了解电气二次系统的组成、运行方式及操作要求；

- k) 掌握垃圾焚烧发电污染物排放标准，能指导学员正确控制和调整环保物耗；
- l) 掌握环保监管相关规定的内容，能指导学员按照相关规定及时、准确的完成环保数据的报备工作；
- m) 了解飞灰无害化处理的步骤和要点；
- n) 了解渗滤液处理的方式，不同处理方式对垃圾发电工艺的影响；
- o) 掌握机组在运行过程中出现的各类异常及事故的现象，能指导学员正确处理；
- p) 了解垃圾发电机组设备检修后的验收标准。

#### 7.1.2 高级指导教师要求：

- a) 指导教师的要求；
- b) 掌握仿真培训质量管理流程，能制定培训实施方案；
- c) 掌握变压器的接线组别及环网并列要求与特性；
- d) 具备机组在运行过程中出现的各类异常及事故原因分析的能力，能指导学员正确处理各类异常及事故；
- e) 掌握仿真设备和现场设备的差异。

### 7.2 考核内容

#### 7.2.1 指导教师考核内容：

- a) 机组各种启动方式的特点、操作步骤和注意事项，启动过程的各项操作，机组各种启动方式的差异；
- b) 各种停机方式的目的、要求和注意事项，机组停运过程的各项操作，各阶段的操作要点；
- c) 焚烧炉燃烧特性及燃烧调整；
- d) 变工况下机组各自动控制系统的动态响应特性；
- e) 各种工况下运行参数的调整；
- f) 各类异常和事故的现象及处理；
- g) 机、炉控制的任务及要求；
- h) 脱酸、脱硝、活性炭系统及除尘系统的启动、停止、运行调节；
- i) 焚烧量、吨垃圾发电量、厂用电率等主要技术经济指标的意义；
- j) 电气设备继电保护和自动装置的原理、使用及投退原则；
- k) 环保监管相关规定的内容；
- l) 飞灰无害化处理程序和方法；
- m) 常见误操作事故及防误操作措施。

#### 7.2.2 高级指导教师考核内容：

- a) 指导教师考核内容；
- b) 机组不同运行方式对安全、经济运行的影响；
- c) 各类异常及事故的原因分析；
- d) 各种工况下运行参数的优化调整。

## 8 考试考核

### 8.1 培训考试报名条件

仿真培训机构按照中电联的要求组织报名，并对个人申报材料的真实性审核。

#### 8.1.1 指导教师报名条件

从事垃圾发电运行仿真培训教学工作的专职指导教师、承担较多教学工作量的兼职指导教师且具有下列条件之一：

a) 具有相关专业大专及以上学历,从事垃圾发电运行仿真培训或垃圾发电集控值班员工作3年以上;

b) 具有相关专业中专学历,从事垃圾发电运行仿真培训或垃圾发电集控值班员岗位工作10年以上;

c) 具有中级及以上专业技术资格或同等职业技能等级,从事垃圾发电运行仿真培训或垃圾发电集控值班员工作3年以上。

#### 8.1.2 高级指导教师报名条件

从事垃圾发电运行仿真培训教学工作的专、兼职指导教师,同时满足下列条件:

a) 具备良好的语言和文字表达能力;

b) 具备指导和培养垃圾发电运行仿真培训指导教师的能力;

c) 已取得垃圾发电行业仿真培训指导教师证书2年及以上,且证书在有效期内,满足以下条件之一的:

1) 具备相关专业大学本科及以上学历;

2) 具备相关专业高级技术职称;

3) 具备相关专业中级技术职称,且从事垃圾发电运行仿真培训教学或垃圾发电现场生产6年以上;

4) 具备相关专业大专学历,且从事垃圾发电运行仿真培训教学或垃圾发电现场生产8年以上。

## 8.2 考核方式

8.2.1 命题范围为本文件规定的内容;

8.2.2 指导教师的考试分为理论考试、技能考试,考试形式为闭卷笔试;高级指导教师考核形式为答辩。

## 8.3 成绩的适用及认证

8.3.1 指导教师的考试为资格考试。

8.3.2 指导教师理论、技能考试成绩均达到合格标准,颁发中电联“电力行业运行仿真培训指导教师职业培训证书(垃圾发电)”。

8.3.3 高级指导教师答辩考核合格,颁发中电联“电力行业运行仿真培训指导教师职业培训证书(垃圾发电)”(高级)。

## 9 证书及有效期

9.1 指导教师、高级指导教师证书有效期4年。

9.2 指导教师和高级指导教师应在证书有效期内参加复训,经复训考试、考核合格者,证书有效期顺延4年。

9.3 证书不在有效期的指导教师、高级指导教师应报名参加培训考试认证,不得参加复训。