

# 高压电工作业人员安全技术培训大纲及考核标准

## 1. 范围

本标准规定了高压电工作业人员的基本条件、安全技术培训（以下简称培训）大纲和安全技术考核（以下简称考核）标准。

本标准适用于高压电工作业人员的培训和考核。

## 2. 规范引用文件

下列文件所包含的条文，通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时，所示版本均为有效。所有标准都会被修订，使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

特种作业人员安全技术培训考核管理规定（国家安全生产监督管理总局令 第 30 号）

GB/T 13869-2008 用电安全导则

DL 408-1991(2005) 电业安全工作规程(发电厂和变电所电气部分)

DL 409-1991(2005) 电业安全工作规程(电力线路部分)

GB/T 4776-2008 电气安全术语

## 3. 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准或用于区分本标准。

### 3.1 电工作业 electrician operation

对电气设备进行运行、维护、安装、检修、改造、施工、调试等作业。

### 3.2 高压电工作业 high voltage operation

对 1 千伏（kV）及以上的高压电气设备进行运行、维护、安装、检修、改造、施工、调试、试验及绝缘工、器具进行试验的作业。

### 3.3 低压电工作业 low voltage operation

对 1 千伏（kV）以下的低压电气设备进行安装、调试、运行操作、维护、检修、改造施工和试验的作业。

### 3.4 防爆电气作业 explosion-proof electric apparatus operation

对各种防爆电气设备进行安装、检修、维护的作业。适用于除煤矿以外的防爆电气作业。

### 3.5 危险场所 hazardous area

爆炸性气体环境或可燃性粉尘环境大量出现或预期出现的数量足以要求对电气设备的结构、安装和使用采取专门预防措施的区域。

## 4. 基本条件

4.1 年满 18 周岁，且不超过国家法定退休年龄；

4.2 经社区或者县级以上医疗机构体检健康合格，并无妨碍从事高压电工特种作业的器质性心脏病、癫痫病、美尼尔氏症、眩晕症、癔病、震颤麻痹症、精神病、痴呆症以及其他疾病和生理缺陷；

4.3 具有初中及以上文化程度。

## 5. 培训大纲

### 5.1 培训要求

5.1.1 应按照本标准的规定对高压电工作业人员进行培训与复审培训。复审培训周期为每 3 年复

审 1 次。特种作业人员在特种作业操作证有效期内，连续从事本工种 10 年以上，严格遵守有关安全生产法律法规的，经原考核发证机关或者从业所在地考核发证机关同意，特种作业操作证的复审时间可以延长至每 6 年 1 次。

5.1.2 理论与实际相结合，突出安全操作技能的培训。

5.1.3 实际操作训练中，应采取相应的安全防范措施。

5.1.4 注重职业道德、安全意识、基本理论和实际操作能力的综合培养。

5.1.5 应由具备特种作业教员资格的教师任教，并应有足够的教学场地、设备和器材等条件。

## 5.2 培训内容

### 5.2.1 安全基本知识

#### 5.2.1.1 安全生产管理

- 1) 安全生产法律、法规、方针；
- 2) 电工作业道德规范与电工安全职责；
- 3) 电气安全工作制度；
- 4) 保证电气作业安全的技术措施和组织措施。

#### 5.2.1.2 触电事故及现场救护

- 1) 电流对人体的伤害；
- 2) 触电事故种类；
- 3) 触电事故分析；
- 4) 触电急救。

#### 5.2.1.3 防触电技术

- 1) 绝缘、屏护和安全间距等防触电技术；
- 2) IT 系统、TT 系统、TN 系统防护及接地装置等防触电技术；
- 3) 双重绝缘、安全电压和漏电保护等防触电技术。

#### 5.2.1.4 电气防火与防爆

- 1) 防爆场所与防爆电气的识别；
- 2) 电气火灾和爆炸的原因；
- 3) 电气防火与防爆基本措施；
- 4) 电气火灾的扑救。

#### 5.2.1.5 防雷和防静电

- 1) 雷电危害及防护；
- 2) 静电危害及防护。

### 5.2.2 安全技术基础知识

#### 5.2.2.1 电工基础知识

- 1) 电路基础知识；
- 2) 电磁感应和磁路；
- 3) 交流电路；
- 4) 电子技术常识。

#### 5.2.2.2 电工仪表及测量

- 1) 电工仪表分类及工作原理;
  - 2) 电压和电流的测量;
  - 3) 功率与电能的测量;
  - 4) 电工常用测量仪表的结构、原理。
- 5.2.2.3 安全用具与安全标识
- 1) 电工安全用具及其使用;
  - 2) 登高安全用具及其使用;
  - 3) 检修安全用具(临时接地线、遮栏、标识牌等)及其使用;
  - 4) 安全色及安全标示牌。
- 5.2.2.4 电工工具及移动电气设备
- 1) 各种电工钳、电工刀、各种螺丝刀、电烙铁等常用电工工具;
  - 2) 常用手持式电动工具。
- 5.2.3 安全技术专业知识
- 5.2.3.1 电力系统基础知识
- 1) 电力系统及电力网的构成、大型电力系统的优点、电力生产的特点;
  - 2) 电力负荷组成及分类;
  - 3) 电能质量概念及其主要参数电压、频率、谐波的标准;
  - 4) 变配电所的主接线和一次电气设备;
  - 5) 电力系统的中性点接地方式。
- 5.2.3.2 电力变压器
- 1) 变压器的结构及工作原理;
  - 2) 配电变压器的分类、型号及参数;
  - 3) 干式变压器、节能变压器的特点;
  - 4) 变压器的安全运行;
  - 5) 高压互感器的作用、特点、工作原理及安全运行。
- 5.2.3.3 高压电器及成套配电装置
- 1) 高压电器基础知识;
  - 2) 各种高压电器的用途、类型、技术性能及安全运行;
  - 3) 高压开关设备的操作机构分类、工作原理及安全操作;
  - 4) 高压开关柜操作回路的二次原理图;
  - 5) 常用高压成套配电装置结构及安全运行;
  - 6) 箱式变电站结构及运行。
- 5.2.3.4 高压电力线路
- 1) 高压输电;
  - 2) 高压架空线路的作用与构成、组件的分类和规格要求、导线截面选择、安全运行;
  - 3) 高压电缆线路的特点、种类、结构、允许载流能力、安全运行;
  - 4) 高压架空线路、电缆线路巡视检查周期及内容;
  - 5) 架空线路的安装;

6) 电力电缆的链接与敷设。

#### 5.2.3.5 过电压保护

- 1) 过电压的概念、危害、分类;
- 2) 内部过电压;
- 3) 雷电过电压;
- 4) 避雷装置及应用;
- 5) 电力线路与变电所的防雷保护。

#### 5.2.3.6 继电保护与二次系统

- 1) 继电保护的任務及基本要求;
- 2) 变压器保护的配置及作用、保护原理;
- 3) 电力线路保护的配置及作用、保护原理;
- 4) 高压电动机保护的装置及作用、保护原理;
- 5) 电力电容器保护的装置及作用、保护原理;
- 6) 自动重合闸的作用及基本要求;
- 7) 备用电源自动投入装置的作用及基本要求;
- 8) 二次系统基本知识;
- 9) 变电站的操作电源;
- 10) 继电保护和二次系统的安全运行;
- 11) 继电保护新技术的发展与应用。

#### 5.2.3.7 变配电所运行管理

- 1) 关于用电单位与供电部门设备产权分界的规定;
- 2) 变配电所运行管理制度及相关文件;
- 3) 变配电所的倒闸操作;
- 4) 电气设备故障及事故处理。

#### 5.2.4 实际操作技能

##### 5.2.4.1 电气安全用具的检查使用

- 1) 绝缘辅助用具的检查及使用;
- 2) 绝缘操作杆的检查及使用;
- 3) 10kV 验电器的检查与使用;
- 4) 临时短路接地线的检查及使用。

##### 5.2.4.2 常用电工仪表的正确使用

- 1) 万用表的使用;
- 2) 钳形电流表的正确使用;
- 3) 接地电阻表的使用;
- 4) 兆欧表的选择及使用, 高压电器的绝缘试验;
- 5) 直流电桥的使用。

##### 5.2.4.3 触电急救操作

- 1) 使触电者正确脱离电源的方法及安全注意事项;

- 2) 心肺复苏急救方法;
- 3) 触电急救注意事项。
- 5.2.4.4 倒闸操作票填写与停、送电倒闸操作
  - 1) 倒闸操作的依据、倒闸操作票格式和管理;
  - 2) 编写倒闸操作票的原则;
  - 3) 倒闸操作的安全规程;
  - 4) 高压电器的倒闸操作技能。
- 5.2.4.5 高压成套装置的使用和维护
  - 1) 固定型高压开关柜的使用、维护和检查;
  - 2) 移动式高压开关柜的使用、维护和检查;
  - 3) 环网式高压开关柜的使用、维护和检查。
- 5.2.4.6 变压器安装、巡视检查与操作
  - 1) 变压器的巡视检查内容;
  - 2) 变压器异常运行判断与处理;
  - 3) 变压器分接开关的切换操作;
  - 4) 变压器的停、送电的操作, 跌落式高压熔断器停、送电操作;
  - 5) 户外变压器安装;
  - 6) 变配电所中高压熔断器的更换。
- 5.2.4.7 变配电所二次设备运行监视、巡视, 异常判断及处理
  - 1) 二次设备运行监视;
  - 2) 变配电所二次设备巡视内容与异常判断;
  - 3) 继电保护装置或自动装置动作的判断与处理;
  - 4) 10kV 系统发生单相接地的判断与处理;
  - 5) 10kV 变配电所中变压器一相熔断器熔断和 PT 断线的判断与处理。
- 5.2.4.8 高压计量装置的安装
  - 1) 电流互感器同名端的判断;
  - 2) 三元件电度表的安装和接线;
  - 3) 二元件电度表的安装和接线。
- 5.2.4.9 10kV 线路的安装
  - 1) 登杆作业一般技能;
  - 2) 隔离开关的安装;
  - 3) 挂设一组 10kV 线路接地线的操作;
  - 4) 避雷器的选用及安装;
  - 5) 横担、悬式绝缘子串的安装。
- 5.3 复审培训内容
  - 5.3.1 典型事故案例分析;
  - 5.3.2 相关法律、法规、标准、规范;
  - 5.3.3 电气方面的新技术、新工艺、新材料。

5.4 培训学时及考试安排:见后面附表 1

## 6. 考核要求

### 6.1 考核办法

#### 6.1.1 考核的分类和范围

6.1.1.1 高压电工作业人员的考核分为理论知识考核（包括安全基本知识、安全技术基础知识、安全技术专业知识）和实际操作技能考核两部分。

6.1.1.2 高压电工作业人员的考核范围应符合本标准 6.2 的规定。

#### 6.1.2 考核方式

6.1.2.1 考核分安全技术理论和实际操作两部分。

6.1.2.1 安全技术理论考核方式为笔试或计算机考试，考试时间为 90 分钟；实际操作考核方式包括操作、口试等方式。

6.1.2.2 安全技术理论考核和实际操作考核均采用百分制，考核成绩 60 分及以上者为考核合格。两部分考核均合格者为考核合格。考核不合格者，允许补考 1 次。

#### 6.1.3 考核内容的层次和比重

6.1.3.1 安全技术知识考核内容分为了解、掌握和熟练掌握三个层次，按 20%、30%、50%的比重进行考核。

6.1.3.2 实际操作技能考核内容分为掌握和熟练掌握两个层次，按 30%、70%的比重进行考核。

### 6.2 考核要点

#### 6.2.1 安全基础知识

##### 6.2.1.1 安全生产管理

- 1) 了解安全生产方针、法律、法规；
- 2) 了解电工作业道德规范与电工安全职责；
- 3) 掌握电气安全工作制度；
- 4) 熟练掌握保证电气作业安全的技术措施和组织措施。

##### 6.2.1.2 触电事故及现场救护

- 1) 了解电气事故的种类、危险性和电气安全的特点；
- 2) 掌握触电伤害的原因和触电事故发生的规律；
- 3) 熟练掌握人身触电的急救方法。

##### 6.2.1.3 防触电技术

- 1) 掌握绝缘、屏护、间距等防止直接电击的措施；
- 2) 掌握保护接地、保护接零、加强绝缘等防止间接电击的措施；
- 3) 掌握双层绝缘、安全电压等防止电击的措施；
- 4) 熟练掌握漏电保护装置的类型、原理和特性参数。

##### 6.2.1.4 电气防火与防爆

- 1) 掌握电气火灾发生的原因；
- 2) 熟练掌握电气防火防爆预防措施；
- 3) 熟练掌握电气火灾的灭火原理及扑救方法。

##### 6.2.1.5 防雷与防静电

- 1) 掌握雷电与静电的危害;
- 2) 掌握静电产生和防治;
- 3) 熟练掌握防雷装置与防雷措施。

#### 6.2.2 安全技术基础知识

##### 6.2.2.1 电工基础知识

- 1) 了解电流组成、电路基本物理量、电阻的串并联、欧姆定律等电路基础知识;
- 2) 了解电磁感应和磁路的基本知识;
- 3) 了解交流电的基本物理量、三相交流电路的基本知识;
- 4) 了解电子技术基本常识;
- 5) 掌握常用电路图形符号。

##### 6.2.2.2 电工仪表及测量

- 1) 了解电工仪表分类、工作原理及使用要求;
- 2) 掌握常用电路物理量的测量方法;
- 3) 熟练掌握电压表、电流表、钳形电流表、兆欧表、接地电阻测试仪、电能表、直流单臂电桥、模拟万用表、数字万用表等电工仪表的使用方法。

##### 6.2.2.3 安全用具与安全标识

- 1) 熟练掌握电气安全用具的种类、性能及用途;
- 2) 熟练掌握安全标志(标志牌)的使用规定;
- 3) 熟练掌握安全技术措施和组织措施的具体内容;
- 4) 熟练掌握杆上作业的安全要求。

##### 6.2.2.4 电工工具及移动电气设备

- 1) 熟练掌握电工钳、电工刀、螺丝刀、电烙铁等常用电工工具的使用方法;
- 2) 熟练掌握常用的手持式电动工具的使用要求;
- 3) 熟练掌握常用的移动电气设备的使用要求。

#### 6.2.3 安全技术专业知识

##### 6.2.3.1 电力系统基础知识

- 1) 了解电力负荷组成及分类;
- 2) 了解变配电所的主接线和一次电气设备;
- 3) 掌握电力系统及电力网的构成、大型电力系统的优点、电力生产的特点;
- 4) 掌握电能质量概念及其主要参数电压、频率、谐波的标准;
- 5) 熟练掌握电力系统的中性点接地方式。

##### 6.2.3.2 电力变压器

- 1) 了解干式变压器、节能变压器的特点;
- 2) 掌握变压器的结构及工作原理;
- 3) 掌握配电变压器的分类、型号及参数;
- 4) 熟练掌握变压器的安全运行;
- 5) 熟练掌握高压互感器的作用、特点、工作原理及安全运行。

##### 6.2.3.3 高压电器及成套配电装置

- 1) 掌握高压电器基础知识;
- 2) 掌握高压开关设备的操作机构分类、工作原理及安全操作;
- 3) 掌握箱式变电站结构及运行;
- 4) 熟练掌握高压开关柜操作回路的二次原理图;
- 5) 熟练掌握常用高压成套配电装置结构及安全运行;
- 6) 熟练掌握高压断路器、隔离开关、负荷开关、熔断器、电容器的用途、类型、技术性能及安全运行.

#### 6.2.3.4 高压电力线路

- 1) 了解高压输电的方式;
- 2) 掌握高压架空线路的作用与构成、组件的分类和规格要求、导线截面选择、安全运行;
- 3) 掌握高压电缆线路的特点、种类、结构、允许载流能力、安全运行;
- 4) 掌握架空线路的安装;
- 5) 掌握电力电缆的链接与敷设;
- 6) 熟练掌握高压架空线路、电缆线路巡视检查周期及内容。

#### 6.2.3.5 过电压保护

- 1) 了解过电压的概念、危害、分类;
- 2) 掌握内部过电压;
- 3) 掌握雷电过电压;
- 4) 熟练掌握避雷装置及应用;
- 5) 熟练掌握电力线路与变电所的防雷保护。

#### 6.2.3.6 继电保护与二次系统

- 1) 了解继电保护的的任务及基本要求;
- 2) 了解备用电源自动投入装置的作用,以及对备用电源自动投入装置的基本要求;
- 3) 掌握高压电动机保护的装置及作用、保护原理;
- 4) 掌握电力电容器保护的装置及作用、保护原理;
- 5) 掌握自动重合闸的作用、设置,以及对自动重合闸的基本要求;
- 6) 掌握变电站的操作电源(直流、交流);
- 7) 掌握变电所微机综合自动化的构成和功能,以及继电保护新技术的发展和应用。
- 8) 熟练掌握二次系统的概念、接线图分类、回路编号及标志;
- 8) 熟练掌握变压器保护的配置及作用、保护原理;
- 9) 熟练掌握电力线路保护的配置及作用、保护原理;
- 10) 熟练掌握继电保护和二次系统对变电所安全的影响及其自身的安全运行;

#### 6.2.3.7 变配电所运行管理

- 1) 掌握变配电所运行值班制度及相关文件规定;
- 2) 熟练掌握变配电所的倒闸操作;
- 3) 熟练掌握电气设备故障及事故处理。

#### 6.2.4 实际操作技能

#### 6.2.4.1 电气安全用具的检查使用

- 1) 熟练掌握绝缘安全辅助用具的检查使用;
- 2) 熟练掌握 10kV 验电器的检查及使用;
- 3) 熟练掌握绝缘操作杆的检查及使用;
- 4) 熟练掌握临时短路接地线的检查及使用。

#### 6.2.4.2 常用电工仪表的正确使用

- 1) 掌握钳形电流表的正确使用方法;
- 2) 掌握接地电阻表的使用方法;
- 3) 掌握高压设备的其它绝缘试验。
- 4) 熟练掌握万用表的正确使用方法;
- 5) 熟练掌握高压电器的绝缘电阻试验,包括兆欧表的选用、一般绝缘件的试验、储能设备的试验。

#### 6.2.4.3 触电急救和防火操作

- 1) 掌握触电者脱离电源后的抢救方法;
- 2) 熟练掌握使触电者脱离电源的方法及安全注意事项;
- 3) 熟练掌握利用模拟人进行心肺复苏法触电急救操作技能;
- 4) 熟练掌握电气火灾灭火器材的选择和使用。

#### 6.2.4.4 倒闸作业票填写与停、送电倒闸操作

- 1) 掌握倒闸作业的依据、倒闸作业票管理;
- 2) 掌握倒闸作业的安全规程;
- 3) 熟练掌握操作卡片与倒闸作业票的编写;
- 4) 熟练掌握高压高压开关设备的倒闸作业操作技能:

#### 6.2.4.5 高压成套装置的使用和维护

- 1) 掌握固定型高压开关柜的检修维护;
- 2) 掌握移动式高压开关柜的检修维护;
- 3) 掌握环网高压开关柜的检修维护与操作;
- 4) 熟练掌握固定型高压开关柜的操作;
- 5) 熟练掌握移动式高压开关柜的操作;
- 6) 熟练掌握带有接地闸刀的手车式高压开关柜的操作。

#### 6.2.4.6 变压器的安装、巡视检查与操作

- 1) 掌握运行变压器异常运行判断与处理;
- 2) 掌握变压器分接开关的切换操作;
- 3) 掌握变压器的停、送电操作,熟练掌握跌落式熔断器停、送电操作;
- 4) 掌握变配电所中更换高压熔断器的方法及其安全要求;
- 5) 掌握户外变压器安装;
- 6) 熟练掌握运行变压器的巡视检查。

#### 6.2.4.7 变配电所二次设备运行监视、巡视与异常判断及处理

- 1) 掌握变配电所二次设备运行监视,继电保护装置动作判断及处理;

- 2) 熟练掌握各种信号装置的使用;
- 3) 熟练掌握继电保护装置或自动装置投入和退出操作;
- 4) 熟练掌握 10kV 系统发生单相接地的判断与处理方法;
- 5) 熟练掌握 10kV 变配电所中变压器、PT 断线的判断与处理方法。

#### 6.2.4.8 高压计量装置的安装

- 1) 掌握电流互感器等同名端判断方法;
- 2) 掌握高压计能三元件电度表的安装接线;
- 3) 掌握高压计能二元件电度表的安装接线。

#### 6.2.4.9 10KV 线路的安装

- 1) 掌握登杆作业一般技能,包括脚扣、升降板的使用,安全帽、安全带和安全绳的正确使用。
- 2) 掌握隔离开关的安装;
- 3) 掌握避雷器的选用及安装;
- 4) 掌握瓷横担、悬式绝缘子串的安装;
- 5) 熟练掌握 10kV 线路悬挂接地封线的操作。

#### 6.3 复审培训考核要点

6.3.1 了解有关安全生产和高压电气方面新的法律、法规、国家标准、行业标准、规程和规范。

6.3.2 掌握新设备、新技术的安全使用和操作技能。

6.3.3 了解典型高压电气事故发生的原因,掌握避免同类事故发生的安全措施和方法。

表 1 高压电工作业人员安全技术培训学时安排

| 项目                |                         | 培训内容        | 学时  |
|-------------------|-------------------------|-------------|-----|
| 安全技术知识<br>(90 学时) | 安全基本知识<br>(16 学时)       | 安全生产管理      | 2   |
|                   |                         | 触电事故及现场救护   | 4   |
|                   |                         | 防触电技术       | 4   |
|                   |                         | 电气防火与防爆     | 2   |
|                   |                         | 防雷和防静电      | 4   |
|                   | 安全技术<br>基础知识<br>(18 学时) | 电工基础知识      | 6   |
|                   |                         | 电工仪表及测量     | 6   |
|                   |                         | 安全用具与安全标识   | 4   |
|                   |                         | 电工工具及移动电气设备 | 2   |
|                   | 安全技术<br>专业知识<br>(52 学时) | 电力系统基础知识    | 6   |
|                   |                         | 电力变压器       | 8   |
|                   |                         | 高压电器及成套配电装置 | 10  |
|                   |                         | 高压电力线路      | 8   |
|                   |                         | 过电压保护       | 4   |
| 继电保护与二次系统         |                         | 10          |     |
| 变配电所运行管理          |                         | 6           |     |
| 复习                |                         | 2           |     |
| 考试                |                         | 2           |     |
| 实际操作技能<br>(88 学时) | 电气安全用具的检查使用             |             | 8   |
|                   | 常用电工仪表的正确使用             |             | 8   |
|                   | 触电急救和灭火的方法              |             | 8   |
|                   | 倒闸作业票填写与停、送电倒闸操作        |             | 16  |
|                   | 高压成套装置的使用和维护            |             | 12  |
|                   | 变压器安装、巡视检查与操作           |             | 8   |
|                   | 变配电所二次设备运行监视、巡视与异常处理    |             | 8   |
|                   | 高压计量装置的安装               |             | 8   |
|                   | 10kV 线路的安装              |             | 8   |
|                   | 复习                      |             | 2   |
|                   | 考试                      |             | 2   |
| 合计                |                         |             | 178 |

表 2 高压电工作业人员安全技术复审培训学时安排

| 项目   | 培训内容                                          | 学时       |
|------|-----------------------------------------------|----------|
| 复审培训 | 典型事故案例分析<br>相关法律、法规、标准、规范<br>电气方面的新技术、新工艺、新材料 | 不少于 8 学时 |
|      | 复习                                            |          |
|      | 考试                                            |          |
| 合计   |                                               |          |