

# 电工

(2006年版)




## 进网作业许可考试 参考教材

### 高压类理论部分

国家电力监管委员会

电力业务资质管理中心编写组 编



 中国财政经济出版社

高压类理论部分

# 电工进网作业许可考试 参考教材

(2006年版)

国家电力监管委员会  
电力业务资质管理中心编写组 编

中国财经出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

电工进网作业许可考试参考教材. 高压类理论部分/国家电力监管委员会电力业务资质管理中心编写组编. —北京: 中国财政经济出版社, 2006. 4

ISBN 7 - 5005 - 9015 - 6

I. 电… II. 国… III. 高电压—电工技术—技术培训—教材  
IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 030166 号

中国财政经济出版社出版

URL: <http://www.cfeph.cn>

E-mail: [cfeph@cfeph.cn](mailto:cfeph@cfeph.cn)

(版权所有 翻印必究)

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮政编码: 100036

发行处电话: 88190406 财经书店电话: 64033436

北京牛山世兴印刷厂印刷 各地新华书店经销

880×1230 毫米 32 开 9.375 印张 235 000 字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月北京第 1 次印刷

印数: 1—70 000 定价: 25.00 元

ISBN 7 - 5005 - 9015 - 6/TM·0014

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

# 国家电力监管委员会 电力业务资质管理中心编写组

组 长：张燕敏

副 组 长：张洪波 吕清平 陈淑芳 王元丰

杨传箭 于和平 刘丽松 陈建中

编写组成员（按姓氏笔划为序）：

马国泉 王洪焘 孙方汉 许 刚

李国国 陈淑芳 汪祥兵 武 风

林旭宜 张德奎 张 磊 张 荣

赵启明 高志安 鲁爱斌 廖自强

# 前 言

根据国家电力监管委员会《电工进网作业许可证管理办法》(电监会15号令)的有关规定,电工进网作业许可实行国家统一考试制度,也就是实行全国统一大纲、统一命题、统一组织。并由国家电力监管委员会负责统一组织考试,审定考试科目、考试大纲和合格标准,对考试进行检查、监督和指导。

电工进网作业许可证分为低压、高压、特种三个类别,考试包括笔试、实际操作考试两部分。为了切实做好电工进网许可考试工作,便于考生掌握有关内容,国家电力监管委员会电力业务资质管理中心按照《电工进网作业许可考试大纲》要求,组织编写了《电工进网作业许可考试参考教材》(以下简称《参考教材》)。教材共分为6个部分:低压类理论部分、低压类实操部分、高压类理论部分、高压类实操部分、特种类理论部分、特种类实操部分,并且各部分独立成册。

《参考教材》的内容主要针对进网作业电工的岗位需求,密切联系电力生产实际,注重科学实用,并以安全主线贯穿始终,力争具有针对性、实用性、先进性和科学性。在各章节的文字表述方面,力求层次清楚,简明易懂。该教材紧扣电工进网作业许可考试大纲,不仅能够有效地满足广大考生考试的需求,而且对考生做好考前学习与辅导提供重要参考。

在本教材编写过程中,北京交通大学及电力系统的相关专家(见编写组成员名单)参与了编写工作,杨传箭、于和平同志参与

了具体业务组织，陈淑芳同志作为具体业务负责人进行了全书统稿工作。同时，我们邀请了部分专家参与了审查工作，赵积善、乔新国、全玉生、黄伟、宗士杰、张忠德、杨宗煌、王英彬等同志在参与审查中，提出了宝贵的修改意见，乔新国同志进行了修改统稿。教材编写过程中，得到了编写人员单位的支持与帮助。在此，一并表示衷心的感谢。

在本教材编写过程中参考了有关书籍和资料，在此谨向作者及编者表示衷心的感谢。

由于时间紧迫，不妥之处在所难免，恳请批评指正。

国家电力监管委员会电力业务资质管理中心

2006年6月

# 目 录

第一章 电力系统基本知识	( 1 )
第一节 电力系统、电力网构成	( 1 )
一、大型电力系统优点	( 3 )
二、电力生产特点	( 3 )
第二节 电力负荷	( 5 )
一、电力网负荷组成	( 5 )
二、按发生时间不同负荷分类	( 5 )
第三节 变电所	( 7 )
一、变电所主接线	( 7 )
二、变电所一次电气设备	( 8 )
第四节 供电质量	( 9 )
一、电能质量	( 9 )
二、供电可靠性	( 13 )
第五节 电力系统接地	( 14 )
一、系统接地的型式	( 15 )
二、低压系统接地型式	( 16 )
复习题	( 19 )
第二章 电力变压器	( 20 )
第一节 变压器的工作原理与结构	( 20 )
一、变压器的工作原理	( 20 )
二、变压器的结构	( 22 )

三、电力变压器的型号及技术参数·····	( 27 )
第二节 变压器运行·····	( 34 )
一、变压器允许运行方式·····	( 34 )
二、变压器并列运行·····	( 36 )
三、变压器油及运行·····	( 37 )
四、变压器运行巡视检查·····	( 38 )
五、变压器油色谱在线监测系统简介·····	( 39 )
第三节 其他变压器·····	( 41 )
一、干式变压器·····	( 41 )
二、非晶态合金铁芯变压器·····	( 42 )
三、低损耗油浸变压器·····	( 42 )
四、卷铁芯变压器·····	( 43 )
第四节 互感器·····	( 43 )
一、互感器作用·····	( 44 )
二、电压互感器·····	( 44 )
三、电流互感器·····	( 47 )
复习题·····	( 51 )
第三章 高压电器及成套配电装置·····	( 52 )
第一节 高压电器相关知识·····	( 52 )
一、电力系统短路基本概念·····	( 52 )
二、高压电器中的电弧·····	( 53 )
第二节 高压断路器·····	( 55 )
一、高压断路器的用途、类型和主要技术数据·····	( 55 )
二、真空断路器·····	( 58 )
三、SF <sub>6</sub> 断路器·····	( 61 )
四、断路器操动机构·····	( 63 )
五、断路器运行维护·····	( 68 )
第三节 隔离开关·····	( 72 )



---

一、隔离开关作用、分类和型号	( 72 )
二、户内式隔离开关	( 74 )
三、户外式隔离开关	( 75 )
四、隔离开关操动机构	( 77 )
第四节 高压负荷开关	( 80 )
一、高压负荷开关的作用和分类	( 80 )
二、户内式高压负荷开关	( 80 )
第五节 高压熔断器	( 82 )
一、高压熔断器用途和型号	( 82 )
二、户内式高压熔断器	( 83 )
三、户外式高压熔断器	( 84 )
第六节 高压电容器	( 86 )
一、高压电容器用途与型号	( 86 )
二、高压电容器结构	( 87 )
三、高压电容器安全运行	( 88 )
第七节 高压成套配电装置	( 92 )
一、KYN $\times \times$ 800—10 型高压开关柜	( 92 )
二、RGC 型金属封闭单元组合 SF <sub>6</sub> 开关柜	( 96 )
三、环网开关柜	( 101 )
第八节 高压/低压预装箱式变电站	( 103 )
一、箱式变电站特点	( 104 )
二、XGW2—12 ( Z ) 型无人值班箱式变电站	( 104 )
复习题	( 105 )
第四章 高压电力线路	( 107 )
第一节 架空电力线路	( 108 )
一、架空电力线路构成及其作用	( 108 )
二、架空电力线路技术要求	( 129 )
三、架空电力线路运行维护	( 138 )

第二节 电力电缆线路	(148)
一、电力电缆线路特点	(148)
二、电力电缆基本结构和种类	(149)
三、电力电缆载流能力	(154)
四、电力电缆运行	(160)
五、电力电缆线路常见故障及其处理	(162)
复习题	(163)
<b>第五章 过电压保护</b>	(164)
第一节 过电压概述	(164)
一、过电压及其危害	(164)
二、过电压分类	(165)
三、雷电过电压	(166)
四、内部过电压	(168)
第二节 直接雷击过电压保护	(171)
一、单支避雷针的保护范围	(171)
二、两支等高避雷针保护范围	(172)
三、多支避雷针保护范围	(173)
四、单根避雷线保护范围	(173)
五、两根避雷线保护范围	(174)
第三节 雷电侵入波防护	(175)
一、变电所进线段保护	(175)
二、变电所母线防雷保护	(177)
三、变压器中性点防雷保护	(177)
四、配电变压器防雷保护	(178)
第四节 过电压保护设备	(178)
一、保护间隙	(178)
二、阀型避雷器	(179)
复习题	(185)

第六章 继电保护与二次回路·····	(186)
第一节 继电保护任务及基本要求·····	(186)
一、继电保护任务·····	(186)
二、继电保护基本要求·····	(187)
三、继电保护与二次回路常用电气符号·····	(188)
第二节 变压器保护·····	(190)
一、电力变压器保护设置要求·····	(190)
二、变压器过电流保护·····	(190)
三、常用继电器介绍·····	(193)
四、变压器电流速断保护·····	(199)
五、变压器电流差动保护·····	(200)
六、变压器气体保护·····	(201)
第三节 电力线路及设备保护·····	(202)
一、过电流保护和电流速断保护·····	(202)
二、限时电流速断保护·····	(202)
三、低电压保护和电流方向保护·····	(203)
四、高压电动机保护·····	(203)
五、3kV~10kV 电力电容器组继电保护·····	(204)
六、变电所继电保护自动装置新技术应用·····	(204)
七、继电保护动作与故障判断·····	(205)
八、继电保护与二次回路对变电所安全运行的 重要意义·····	(206)
第四节 电力系统自动装置·····	(207)
一、自动重合闸装置·····	(207)
二、备用电源自动投入装置·····	(209)
第五节 二次回路基本知识·····	(209)
一、二次回路概述·····	(209)
二、二次回路接线图·····	(210)

三、二次回路编号·····	(211)
四、相对编号法·····	(213)
第六节 变电所操作电源·····	(214)
一、交流操作电源·····	(214)
二、硅整流加储能电容作为操作电源·····	(215)
三、铅酸蓄电池直流电源·····	(216)
四、镉镍蓄电池直流电源·····	(216)
复习题·····	(216)
第七章 电气安全技术·····	(218)
第一节 电击·····	(218)
一、电击概述·····	(218)
二、电击方式·····	(222)
第二节 防止电击事故措施·····	(226)
第三节 电气安全用具·····	(233)
一、绝缘安全用具·····	(233)
二、一般防护安全用具·····	(243)
第四节 电气工作安全管理·····	(248)
一、电气工作安全组织措施·····	(248)
二、电气工作安全技术措施·····	(258)
三、电气倒闸操作安全技术·····	(264)
四、变电所两票三制·····	(271)
五、变电所事故处理·····	(273)
第五节 电气装置防火·····	(277)
一、电气火灾·····	(277)
二、扑灭电气火灾·····	(278)
复习题·····	(280)
附 录·····	(281)
附录 1: 发电厂(变电所)第一种工作票·····	(281)

附录 2: 发电厂 (变电所) 第二种工作票 .....	(283)
附录 3: 倒闸操作票格式 .....	(285)
参考文献 .....	(286)

---

# 第一章 电力系统基本知识

电力系统是由发电厂、送变电线路、供配电所和用电单位组成的整体，在同一瞬间，发电厂将发出的电能通过送变电线路，送到供配电所，经过变压器将电能送到用电单位，供给工农业生产和人民生活。因此掌握电力系统基本知识和电力生产特点，是对进网作业电工的基本要求。

## 第一节 电力系统、电力网构成

发电厂将燃料的热能、水流的位能或动能以及核能等转换为电能。电力经过送电、变电和配电分配到各用电场所，通过各种设备再转换成为动力（机械能）、热、光等不同形式的能量，为国民经济、工农业生产和人民生活服务。由于目前电力不能大量储存，其生产、输送分配和消费都在同一时间内完成，因此，必须将各个环节有机地联成一个整体。这个由发电、送电、变电、配电和用电组成的整体称为电力系统。电力系统中的送电、变电、配电三个部分称为电力网。动力系统与电力系统、电力网关系示意图见图 1-1，电力系统、电力网示意图见图 1-2。

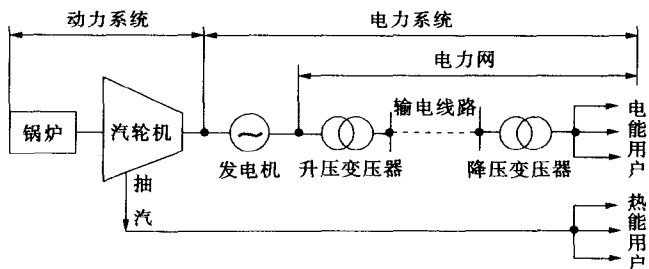


图 1-1 动力系统与电力系统、电力网关系示意图

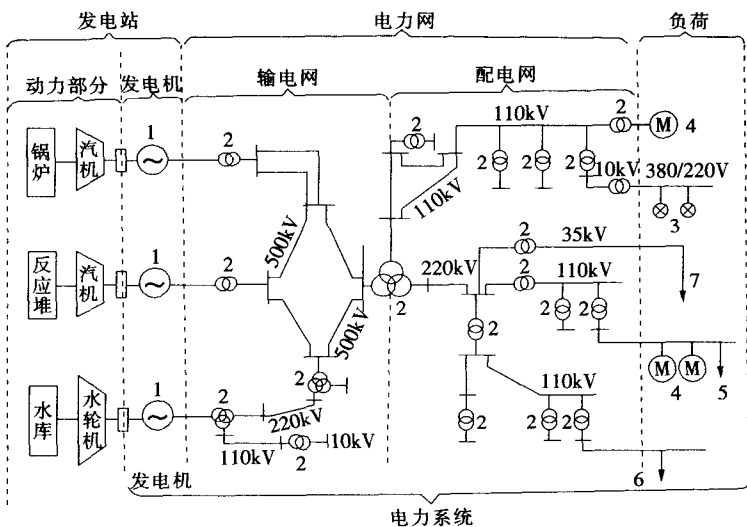


图 1-2 电力系统及电力网示意图

1. 发电机 2. 变压器 3. 电灯  
4. 电动机 5、6、7. 其他电力负荷

电力网是将各电压等级的输电线路和各种类型的变电所连接而成的网络。

电力网按其在电力系统中的作用不同，分为输电网和配电网

网。输电网是以高压甚至超高电压将发电厂、变电所或变电所之间连接起来的送电网络，所以又称为电力网中的主网架。直接将电能送到用户的网络称为配电网。配电网的电压因用户的需要而定，因此，配电网中又分为高压配电网即指 110kV 及以上电压、中压配电网指（35kV）10kV、6kV、3kV 电压及低压配电网 220V、380V。

### 一、大型电力系统优点

大型电力系统主要在技术经济上具有下列优点：

#### 1. 提高了供电可靠性

由于大型电力系统的构成，使得电力系统的稳定性提高，同时，对用户供电的可靠程度相应地提高了，特别是构成了环网、双环网，对重要用户的供电就有了保证，当系统中某局部设备故障或某部分线路需要检修时，可以通过变更电力网的运行方式，对用户连续供电，减少了由于停电造成的损失；

#### 2. 减少了系统的备用容量

电力系统的运行具有灵活性，各地区可以通过电力网互相支持，为保证电力系统所必需的备用机组也可大大地减少；

#### 3. 通过合理地分配负荷

降低了系统的高峰负荷，调整峰谷曲线，提高了运行的经济性；

#### 4. 提高了供电质量；

5. 形成大的电力系统，便于利用大型动力资源，特别是能充分发挥水力发电厂的作用。

### 二、电力生产特点

#### 1. 电力生产特点

(1) 同时性 电能的生产、输送、分配以及转换为其他形态能



量的过程，是同时进行的。电能不能大量储存。电力系统中瞬间生产的电力，必须等于同一瞬间取用的电力。

电力生产具有发电、供电、用电在同一时间内完成的特点，决定了发电、供电、用电必须时刻保持平衡，发、供电随用电的瞬间增减而增减。由于具有这个特点，电力系统必须时刻考虑到用户的需要，不仅要搞好发电工作，而且要搞好供电和用电工作。这不仅是国民经济的需要，用户的需要，而且是搞好发电工作的需要。

(2) 集中性 电力生产是高度集中的、统一的。在一个电网里不论有多少个发电厂、供电公司，都必须接受电力网的统一调度，并依据统一质量标准、统一管理办法，在电力技术业务上受电网的统一指挥和领导，电能由电网统一分配和销售，电网设备的启动、检修、停运、发电量和电力的增减，都由电网来决定。

(3) 适用性 电能使用最方便，适用性最广泛。发电厂、电网经一次投资建成之后，就随时可以运行，电能不受或很少受时间、地点、空间、气温、风雨、场地的限制，与其他能源相比是最清洁、无污染、对人类环境无害的能源。

(4) 先行性。

## 2. 国民经济发展电力必须先行

电力先行是由一系列因素决定的：

1) 工农业方面生产的提高，主要依靠劳动生产率的提高，并不断提高机械化和电气化的水平；

2) 出现许多新的、规模大的、耗电多的工业部门，如电气冶炼、电化学等；

3) 农业、交通运输业等，随着新技术推广，将广泛应用电能，使电能需要量大大增加；

4) 人民生活、文化水平不断提高，都会使居民用电量日益增加。