

修订版

建筑业企业专业技术管理人员岗位资格考试指导用书

SHIGONGYUAN DIANQI

# 施工员 (电气)

■ 主 编 谢社初

- 专业基础知识
- 岗位知识与专业实务
- 备考练习试题

中国环境出版社

建筑业企业专业技术管理人员岗位资格考试指导用书

# 施 工 员

## ( 电 气 )

主 编 谢社初  
副主编 于昆伦 周友初 左 辉  
主 审 傅志勇

中国环境出版社·北京

## 图书在版编目 (CIP) 数据

施工员·电气/谢社初主编. —2版. —北京: 中国环境出版社, 2013. 3

建筑业企业专业技术管理人员岗位资格考试指导用书  
ISBN 978-7-5111-1318-4

I. ①施… II. ①谢… III. ①建筑工程—电气设备—  
工程施工—资格考试—自学参考资料 IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 030017 号

出版人 王新程  
责任编辑 张于嫣 辛 静  
责任校对 尹 芳  
封面设计 宋 瑞

---

出版发行 中国环境出版社  
(100062 北京市东城区广渠门内大街 16 号)  
网 址: <http://www.cesp.com.cn>  
电子邮箱: [bjgl@cesp.com.cn](mailto:bjgl@cesp.com.cn)  
联系电话: 010-67112765 (编辑管理部)  
010-67112739 (建筑图书出版中心)  
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京市联华印刷厂  
经 销 各地新华书店  
版 次 2013 年 3 月第二版  
印 次 2013 年 3 月第一次印刷  
开 本 787×1092 1/16  
印 张 22.25  
字 数 480 千字  
定 价 60.00 元

---

【版权所有。未经许可, 请勿翻印、转载, 违者必究。】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

# 建筑业企业专业技术管理人员岗位资格考试指导用书

## 编委会

顾问：袁刚强

主任：朱向军

委员：（以姓氏笔画排序）

邓宗国	方 磊	司林海	石俊云
伍 件	刘旭灵	刘孟良	刘 清
刘 琳	刘 霁	刘雪樵	李建新
陈安生	陈伯望	吴志超	宋国芳
余海敏	郑 伟	徐运明	袁志文
曹孝柏	傅志勇	谢社初	蒋建清
熊君放	魏 明		

## ■ ■ ■ ■ ■ 出版说明

2011年7月，住房城乡建设部发布《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》(JGJ/T250—2011，以下简称《职业标准》)，2012年1月1日起正式实施。根据住房城乡建设部《关于贯彻实施住房和城乡建设领域现场专业人员职业标准的意见》(建人[2012]19号，以下简称《实施意见》)精神，湖南省住房和城乡建设厅人教处于2012年委托省建设人力资源协会组织湖南建筑职教集团所属成员单位共20多所高、中等职业院校和建筑业施工企业对湖南省建筑业企业专业技术管理人员岗位资格考试标准进行了专项课题研究，并以《职业标准》为指导，结合本省建筑业发展和施工现场技术管理工作从业人员实际，修订了湖南省建筑业企业专业技术管理人员岗位资格考试大纲，包括施工员(分土建施工员、安装施工员，安装施工员又分水暖与电气两个专业方向)、质量员、安全员、标准员、材料员、机械员、资料员、造价员等岗位。为满足参考人员需要，湖南建筑职教集团由湖南城建职业技术学院牵头，组织建设职业院校、施工企业有关专家编写了上述岗位资格考试指导用书，2012年6月由中国环境科学出版社出版，应用于建筑与市政工程施工现场专业人员岗位培训和资格考试应试人员复习备考。

根据我省建设工程施工项目部关键岗位人员配备、建筑业企业专业技术管理人员岗位资格管理相关规定，现场专业人员必须通过全省统一的岗位资格考试，取得省住房和城乡建设厅颁发的《建筑业企业专业技术管理人员岗位资格证书》方可从事相应岗位的技术和管理工作。为构建科学合理的施工现场专业人员岗位资格能力评价标准，建设客观、公正和便捷高效的常态化考核机制，我们在不断完善岗位资格考试大纲的基础上，建设能力考核的标准化考试题库，实施远程网络考试，相关业务全信息化管理。与此同时，经本套丛书第一版编委会同意，调整部分编写人员，组织对2012年湖南建筑职教集团编写的岗位资格考试指导用书进行修订出版。修订的原则，一是针对性。以《职业标准》、住房城乡建设部人事司印发的《建筑与市政施工现场专业人员考核评价大纲》为指导，以湖南省建筑业企业专业技术管理人员岗位资格考试大纲(2013年修订版)为依据，内容和编排与考试大纲完全对应，涵盖考核试题库全部试题；二是实践性。突破学科，尤其是学校教材体系模式，理论知识以必要、够用为原则，专业技能基本覆盖岗位工作实践业务；三是基础性。把握人才层次标准和职业准入能力测试的特点，考核最常用、最关键的基本知识、基本技能。因主要服务于岗位

培训、自学备考，各分册篇幅作了调整，力求简明扼要。按照湖南省建筑业企业专业技术管理人员岗位资格考试科目设置和大纲要求，《法律法规及相关知识》、《专业通用知识》科目各岗位考试标准相同，指导用书通用；《专业基础知识》、《岗位知识》和《专业实务》科目按各岗位不同能力标准要求编写。本套丛书也可以作为高、中等职业院校师生和相关工程技术人员参考书。

本套丛书的编写得到相关施工企业、职业院校的大力支持，在此谨致以衷心感谢！参与编写、修订工作的全体作者付出了辛勤的劳动，由于全套丛书业务涉及面宽，专业性强，加之时间仓促，疏漏和不足之处有所难免，恳请读者批评指正。

湖南省住房和城乡建设厅人教处  
湖南省建设人力资源协会  
2013年3月

# 前 言

根据“湖南省建筑业企业专业技术管理人员——安装施工员（电气方向）‘专业基础知识’、‘岗位知识’和‘专业实务’考试大纲（2013年修订版）”要求，编者对本书2012年第一版进行了修订。修订后全书分上下两篇共八章，上篇‘专业基础知识’第一章、第二章，介绍电工基础知识和电器材料与设备、电气工程施工图、建筑弱电系统等专业基础知识；下篇‘岗位知识和专业实务’共六章，内容包括强电系统供电配电与照明、电机拖动与控制、建筑防雷与接地安装技术，以及安装施工测量、施工现场临时用电知识、建筑弱电系统（包括电话系统、计算机网络系统、有线电视系统、公共广播系统、安防与监控系统、公共管理与建筑智能化系统、电气消防系统）的安装施工技术、电气安装工程造价及施工组织管理等专业知识。为便于应试人员学习和查阅，本书的篇、章、节的编排与电气安装施工员岗位资格考试大纲完全一致；内容力求与实际应用紧密结合，甄选最常用、最关键的基础知识和基本技能；注意反映电气安装技术领域的新知识、新技术、新产品和最新国家标准和规范。本书为电气安装施工员岗位培训及资格考试应试人员复习备考用书，也可供相关高、中等职业院校师生和工程技术人员参考使用。

本书第一章由于昆伦编写；第三章、第四章由周友初编写；第五章、第六章、第七章、第八章由左辉编写；谢社初编写第二章并任全书主编；傅志勇负责书稿审阅。由于编写者水平有限和时间仓促，书中难免有错漏之处，敬请广大读者批评指正。

本书编写参考了大量的资料和书刊，并引用了部分材料，除在参考文献中列出外，在此谨向这些书刊资料的作者表示衷心的感谢！

# 目 录

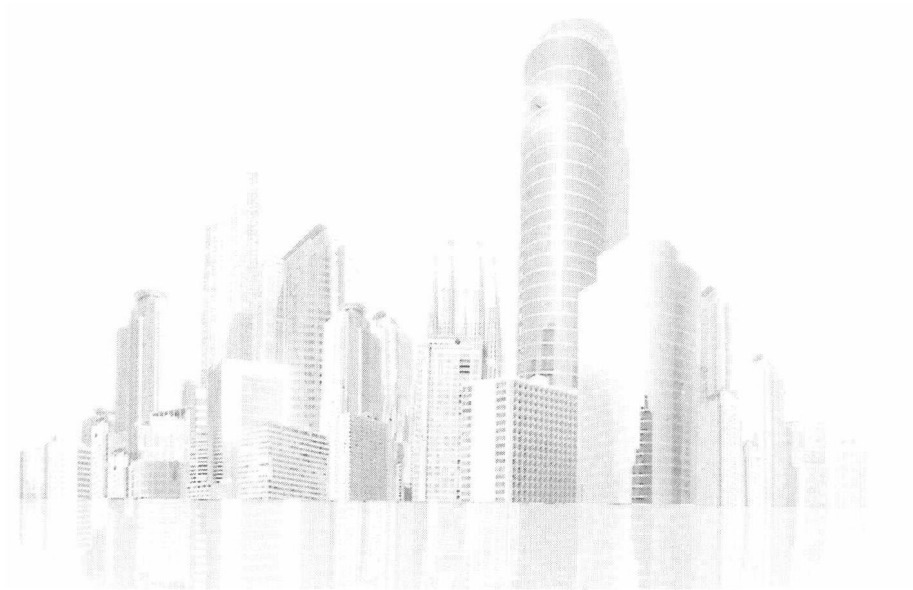
## 专业基础知识篇

第一章 建筑强电安装基础知识 .....	3
第一节 电工基础知识 .....	3
第二节 建筑供配电基础 .....	10
第三节 供配电系统常用设备 .....	14
第四节 电线与电缆 .....	20
第五节 建筑防雷与接地 .....	22
第六节 电气照明 .....	27
第七节 电气工程施工图 .....	29
第八节 安全用电 .....	32
第九节 电气节能 .....	34
第二章 建筑弱电基础知识 .....	36
第一节 通信系统基本知识 .....	36
第二节 有线电视与监控系统基本知识 .....	47
第三节 公共广播系统基本知识 .....	55
第四节 防盗报警与楼宇对讲系统基本知识 .....	58
第五节 公共管理与 BA 系统 .....	61
第六节 电气消防系统 .....	66
第七节 弱电工程施工图 .....	75



## 岗位知识和专业实务篇

第三章 建筑强电系统 .....	81
第一节 变配电设备安装技术要求 .....	81
第二节 配电线路安装技术要求 .....	101
第三节 照明及动力设备安装技术要求 .....	125
第四节 防雷及接地装置安装技术要求 .....	138
第五节 测量仪器与施工测量 .....	149
第六节 施工现场临时用电 .....	155
第四章 建筑弱电系统 .....	161
第一节 通信系统安装技术 .....	161
第二节 有线电视及监控系统安装技术 .....	174
第三节 安防及楼宇对讲系统安装技术 .....	179
第四节 广播系统安装技术 .....	184
第五节 建筑设备自动化系统（BA 系统）设备安装与调试 .....	187
第六节 电气消防安装技术 .....	190
第五章 电气安装工程施工组织管理 .....	197
第一节 施工组织设计 .....	197
第二节 专项施工方案 .....	213
第六章 施工质量管理 .....	216
第一节 施工图纸会审和设计变更 .....	216
第二节 施工质量控制 .....	219
第七章 电气安装工程施工安全管理 .....	242
第一节 安全生产控制的基本要求 .....	242
第二节 安全控制 .....	247
第八章 电气安装工程计价与成本控制 .....	265
第一节 工程计价基本知识 .....	265
第二节 成本的构成和管理特点 .....	274
附录 备考练习试题 .....	278
参考文献 .....	342



## 专业基础知识篇



# 第一章 建筑强电安装基础知识

## 第一节 电工基础知识

### 一、欧姆定律和基尔霍夫定律

#### 1. 欧姆定律

##### (1) 导体电阻:

电阻是表示导体对电流起阻碍作用的参数,用  $R$  表示。在一定的温度下,金属导体电阻的计算公式为:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (1-1)$$

式中,  $R$ ——电阻,  $\Omega$ ;

$L$ ——导体的长度,  $m$ ;

$S$ ——导体的截面积,  $mm^2$ ;

$\rho$ ——材料的电阻率,  $\Omega \cdot m$ 。

##### (2) 一般电路的欧姆定律:

欧姆定律计算公式为:

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-2)$$

式中,  $U$ ——负载两端电压,  $V$ ;

$R$ ——负载电阻,  $\Omega$ ;

$I$ ——流过负载电流,  $A$ 。

##### (3) 全电路的欧姆定律:

当电源电动势  $E$  ( $V$ )、电源内阻  $r$  ( $\Omega$ )、负载电阻  $R$  ( $\Omega$ ) 时,则流过负载的电流为  $I$  ( $A$ )。

$$I = \frac{E}{R + r} \quad (1-3)$$

式中,  $E$ ——电动势,  $V$ ;

$R$ ——负载电阻,  $\Omega$ ;

$I$ ——流过负载的电流，A；

$r$ ——电源内阻， $\Omega$ 。

(4) 电路的连接方式：

1) 电阻的串联：电路中由两个或多个电阻首尾相接，通过这些电阻的电流是相同的。总电阻等于各分电阻之和；串联电路具有分压作用，各电阻上所分电压与电阻值成正比，各电阻上电压之和等于总电压。

2) 电阻的并联：由两个或多个电阻首端与首端连接，尾端与尾端连接，构成两个节点，接于电源之间，这种连接叫并联。各并联电阻承受的电压相等，并联总电阻的倒数等于各并联电阻的倒数和；各并联支路电流之和等于总电流。

## 2. 基尔霍夫定律

(1) 基尔霍夫电流定律 (KCL)：

基尔霍夫电流定律也称为基尔霍夫第一定律，简称 KCL。其内容是：在任一瞬间，流入某一节点的电流之和应该等于该节点流出的电流之和，即

$$\sum I_i = \sum I_o \quad (1-4)$$

(2) 基尔霍夫电压定律：

基尔霍夫电压定律又称为基尔霍夫第二定律，简称 KVL。其内容是：在任一瞬间，沿电路中的任一回路绕行一周，回路中所有电动势的代数和等于各电阻上电压降的代数和，即

$$\sum E = \sum IR \quad (1-5)$$

式中，电动势的正方向与回路的绕行方向一致时取正号，反之取负号；电阻中电流的正方向与回路绕行方向一致时，电阻上电压降取正号，反之取负号。

## 二、正弦交流电的三要素及有效值

### 1. 正弦交流电的基本概念

所谓的交流电，是指大小和方向随时间做周期性变化的电流、电压和电动势。而大小和方向随时间按正弦规律变化的交流电，则称为正弦交流电。

### 2. 正弦交流电的三要素

正弦交流电流解析式为：

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi) \quad (1-6)$$

式中， $i$  (或  $u$ ) ——瞬时值；

$I_m$  (或  $V_m$ ) ——幅值；

$\omega$  ——角频率，rad/s；

$\psi$  ——初相角。

幅值，频率、初相角也就称为确定正弦量的三要素。

### 3. 正弦交流电的有效值

计算或计量中常用交流电的有效值来表示交流电的大小。有效值用大写字母表示。

对于正弦交流电流  $i = I_m \sin \omega t$ ，有

$$I = 0.707I_m \quad (1-7)$$

即正弦交流电流的有效值等于其最大值的 0.707 倍。

同样也有

$$U = 0.707U_m \quad (1-8)$$

#### 4. 对称三相交流电路三相负载的连接

(1) 三相负载作星形连接：在三相四线制电路中，将三相负载分别接于电源各相线与中线之间即构成负载的星形连接。

负载做星形连接时，线电压的有效值是相电压有效值的  $\sqrt{3}$  倍，相位超前相应相电压  $30^\circ$ ；线电流等于相电流。

(2) 三相负载作三角形连接：将三相负载接成三角形后三个顶点与三相电源相线相连，就构成了负载三角形连接的三相三线电路。

当三相负载对称时，负载的相电压等于电源的线电压。线电流的有效值等于相电流的  $\sqrt{3}$  倍，相位滞后于相应的相电流  $30^\circ$ 。

### 三、电压、电流、电功率的概念

#### 1. 电流

单位时间内通过某一横截面的电荷量叫电流，用  $I$  表示。电流的单位为安培 (A)。

#### 2. 电压

电路中某一点的电位等于该点与参考点之间的电压。

电压是衡量电场力做功能力的物理量。在电路中，电场力把单位正电荷从  $a$  点运动到  $b$  点所做的功，称为  $a$  点到  $b$  点间的电压，用  $U_{ab}$  表示。

#### 3. 电功率

一个元件上的电功率等于该元件两端的电压与电流的乘积。元件上的电功率有发出的，也有吸收的。

通常进行电路分析时，电压、电流均须采用参考方向，这时可按情况来确定元件的功率。

(1) 由  $U$ 、 $I$  的参考方向确定公式的符号：

1) 当  $U$ 、 $I$  选相同方向时

$$P = UI \text{ (或 } p = ui) \quad (1-9)$$

2) 当  $U$ 、 $I$  选不同方向时

$$P = -UI \text{ (或 } p = -ui) \quad (1-10)$$

式中， $P$ ——功率，W；

$U$ ——电压，V；

$I$ ——电流，A。

(2) 将已知电压  $U$  ( $u$ ) 和电流  $I$  ( $i$ ) 的数值及符号代入式 (1-9) 或式 (1-10) 中得到计算结果  $P$ 。

若计算结果  $P > 0$ ，表明该元件是吸收功率 (或是消耗功率) 元件；若计算结果  $P < 0$ 。则该元件是发出功率的元件。

## 四、RLC 电路与功率因素的概念

### 1. RLC 交流电路

有电阻、电感、电容元件串联组成的电路称为 RLC 电路。它是正弦交流电路中的典型电路。所有实际用电负荷都可以等效为 RLC 电路。直流电路的定律同样满足交流电路，只是在计算时需考虑其电压、电流的方向性，应按相量计算。

由于 RLC 电路通过的是交流电流，可作出电压、电流的相量图。电路参数不同时，电压与电流的关系也不一样，故电路性质也不同。

### 2. 电路的功率

单相交流电路的有功功率为

$$P = UI \cos\varphi \quad (1-11)$$

单相交流电路无功功率为

$$Q = UI \sin\varphi \quad (1-12)$$

单相交流电路视在功率为

$$S = UI = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (1-13)$$

在三相交流电路中，无论负载采用什么样的连接方式，接于三相线路上的负载的总有功功率等于各相负载的有功功率之和

$$P = P_U + P_V + P_W \quad (1-14)$$

三相对称负载无论采用什么样的连接方式，总的有功功率为

$$P = \sqrt{3}U_L I_L \cos\varphi \quad (1-15)$$

同样，总的无功功率

$$Q = \sqrt{3}U_L I_L \sin\varphi \quad (1-16)$$

总的视在功率

$$S = \sqrt{3}U_L I_L \quad (1-17)$$

### 3. 功率因数

(1) 功率因数及提高功率因数的意义：

有功功率 ( $P$ ) 与视在功率 ( $S$ ) 的比值称为功率因数，即

$$\cos\varphi = \frac{P}{S} \quad (1-18)$$

提高功率因数的意义有：

- 1) 充分发挥电源设备的利用率；
- 2) 减少线路电能损耗和节约材料；
- 3) 减少线路电压损失。

(2) 提高功率因数的措施：

提高功率因数，由于所有用电负荷基本上都是电阻电感性质，所以通常采用的方法是在电感性负载两端并联电容器进行补偿。此外，还可以采用同步电机来提高线路的功率因数和减少异步电动机轻载或空载运行的方法。

补偿电容器容量的计算公式为

$$Q_c = P(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) \quad (1-19)$$

或

$$C = \frac{P}{U^2\omega}(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2) \quad (1-20)$$

## 五、二极管和三极管的基本结构及应用

### 1. 二极管的基本结构及应用

(1) 二极管的结构：一个 PN 结加上引出线和管壳就构成了半导体二极管。

(2) 二极管的特性：

1) 正向特性：当二极管两端外加正向电压比较小时，硅管的  $U_T$  一般小于 0.5 V，锗管的  $U_T$  一般小于 0.1 V；二极管不通。正向电压大于以上值时，二极管才导通。二极管导通时的正向电压值称为二极管的导通压降或管压降，记作  $U_D$ ，一般小功率硅管的  $U_D$  为 0.6~0.8 V，锗管的  $U_D$  为 0.2~0.3 V。

2) 反向特性：二极管外加反向电压不超过其击穿电压时，反向电流很小，近似截止。

3) 反向击穿特性：二极管的反向电压超过其击穿电压时，反向电流急剧增加，称为反向击穿。击穿并不意味着损坏，只要采取限流措施，当反向电压降低后，二极管仍可恢复反向截止特性，否则就会造成热击穿而永久性损坏。

(3) 二极管的应用：利用其单向导电性，可在整流、检波、脉冲与数字电路中做开关元件使用。

### 2. 三极管的基本结构及应用

(1) 晶体管的结构：晶体管有两个 PN 结，三个区，并引出三个电极，分别是发射区引出发射极 e，基区引出基极 b，集电区引出集电极 c。按两个 PN 结的组合方式，晶体管分为 NPN 型和 PNP 型两类。

(2) 晶体管的应用：晶体管具有电流放大作用和开关作用。只要在晶体管各极加合适的偏置电压即可实现，一般用于电子器件中作为电流信号放大和电子开关用。

## 六、变压器和三相交流异步电动机的基本结构和工作原理

### 1. 变压器的基本结构和工作原理

(1) 变压器的基本原理：变压器是利用电磁感应的原理工作的。变压器的主要部件是一个铁芯和套在铁芯上的两个相互绝缘的绕组。两绕组间只有磁的耦合没有电的联系，其中接于电源侧的绕组称为一次绕组，接于负载侧的绕组称为二次绕组。两绕组之间通过电磁感应原理实现电能的传递。

变压器一、二次绕组的匝数比近似等于其电压比，即

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} \quad (1-21)$$

因此，只要改变绕组的匝数比，就能达到改变电压的目的。这就是变压器的基本原理。

(2) 油浸电力变压器基本结构：变压器的基本结构主要由铁芯、绕组、油箱和冷



却装置、绝缘套管和保护装置等组成。所有的油浸电力变压器均设有储油柜，放置在油箱内的变压器的铁芯和绕组均完全浸泡在绝缘油中。变压器工作时产生的热量通过油箱及箱体上的油管向空气中散发，以降低绕组和铁芯的温度，将变压器的温度控制在允许范围内。

(3) 干式变压器的基本结构：干式变压器主要由铁芯、高压绕组、低压绕组、高压接线端子、低压接线端子、弹性垫块、夹件及填料型绝缘等组成。

(4) 变压器的型号及技术参数：

1) 变压器型号：变压器的型号表示一台变压器的结构、额定容量、电压等级、冷却方式等内容。

SL<sub>11</sub>-630/10 为三相油浸自冷铝绕组，额定容量为 630 kVA，高压绕组额定电压 10 kV 级电力变压器（没有 L 时为铜绕组）；SC<sub>9</sub>-630/10 为环氧树脂浇注型铜绕组变压器（环氧树脂浇注干式变压器）。

2) 额定值：标注在铭牌上的相关参数，主要有：

① 额定容量  $S_N$  (kVA)：为视在功率，对三相变压器而言，额定容量指三相容量之和。

② 额定电压  $U_N$  (kV 或 V)：是指规定加到一次侧的线电压和二次额定输出线电压。

③ 额定电流  $I_N$  (A)：允许长期通过的线电流。

④ 连接组别：是变压器一次、二次绕组各自的内部连接方式，如 D/Y<sub>n</sub>11，为变压器一次绕组为三角形连接，二次绕组为星型连接，中性点直接接地，时钟表示为 11 点。

(5) 变压器的功率损耗：变压器的损耗包括有功功率损耗和无功功率损耗两部分。

1) 变压器的有功功率损耗：变压器的有功损耗有铁损和铜损，铁损又称空载损耗，其值与铁芯材质有关，而与负载大小无关，是基本不变的；而铜损与负载电流的平方成正比，负载电流为额定值时的铜损又称短路损耗。

2) 变压器的无功功率损耗：由两部分组成，一部分由励磁电流即空载电流造成的损耗，它与铁芯有关而与负载无关；另一部分无功损耗是指一、二次绕组的漏磁电抗损耗，其大小与负载电流平方成正比。

## 2. 三相异步电动机的基本结构和工作原理

(1) 三相异步电动机原理：在异步电动机的定子里，嵌放着对称的三相绕组  $U_1-U_2$ 、 $V_1-V_2$ 、 $W_1-W_2$ 。转子是一个闭合的多相绕组笼型电动机。

当异步电动机定子对称的三相绕组通入对称的三相电流时，就会产生一个转速为  $n_1$  的旋转磁场。

$$n_1 = \frac{60f}{p} \quad (1-22)$$

式中， $n_1$ ——同步转速，r/min；

$P$ ——电动机的磁极对数；

$f$ ——电源的频率，Hz。

由于定子中旋转磁场的产生，静止的转子与旋转磁场之间有相对切割旋转磁