

实用电工技能丛书

建筑安装电工

徐 第 孙俊英



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

实用电工技能丛书

建筑安装电工

徐 第 孙俊英



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书主要介绍建筑安装电工必须掌握的电工基础知识、识图基本知识、外线工程、变配电工程、内线工程、设备安装工程、防雷接地工程、电动施工机具的使用与维修技术、弱电工程的知识等。书中的电气图形符号均采用最新国家标准。为了方便读者，同时给出了新旧电气图供比较和学习。

本书内容丰富、实用性强，适于具有初中文化水平的建筑业电工阅读，也可作为各类电气工程从业人员的培训教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑安装电工/徐第, 孙俊英编著. -北京: 中国电力出版社, 2002

(实用电工技能丛书)

ISBN 7-5083-0902-2

I. 建… II. ①徐…②孙… III. 建筑安装工程-电工-基本知识 IV. TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 002437 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京通天印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2002年5月第一版 2002年5月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 17印张 515千字

印数 0001—4000册 定价 28.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

《实用电工技能丛书》

编委会名单

主 编 刘治国

编 委 (按姓氏笔划排序)

宋玉春 任 平 孙俊英

李 航 武继茂 徐 健

徐 第

策划人员 马家斌 何 郁 黄晓华

潘宏娟 李建强 赖广秀

实用电工技能丛书 建筑安装电工

前 言

每个从事建筑电气安装工程工作的人员都应该了解建筑电气安装工程都有哪些工程项目，电气安装工程应怎样施工。因此书中介绍了建筑工程的基本知识，电气安装工程施工的基础知识，并详细地介绍了外线工程、变配电工程、内线工程、设备安装工程、防雷接地工程和弱电工程的工程内容及施工方法。

本书适于具有初中以上文化程度的读者阅读，并可以作为各类电气工程从业人员培训班教材。为了便于读者检查学习效果，在每章后面都附有思考题。

作者在成书过程中，参阅了大量有关书籍和资料，特向参考书籍的作者表示谢意。

由于作者水平所限，书中内容难免有错误和不足之处，希望各位读者提出批评和修改意见。

作者

2001年12月

实用电工技能丛书
建筑安装电工

目
录

前言

1 第一章 建筑安装电工准备知识

- 第一节 建筑供电系统 1
- 第二节 建筑电气安装工程 12
- 第三节 识图基本知识 15
- 第四节 安全用电基本知识 40
- 思考题 56

57 第二章 外线工程

- 第一节 架空线路工程 57
- 第二节 电缆线路工程 89
- 思考题 117

119 第三章 变配电工程

- 第一节 变压器安装工程 119
- 第二节 高压配电装置 146
- 第三节 低压配电装置 162
- 第四节 变配电室 175
- 思考题 234

235 第四章 内线工程

- 第一节 建筑物内电气安装
 工程施工程序 235
- 第二节 内线工程图 236
- 第三节 线路暗埋敷设施工 259
- 第四节 线路明敷设施工 289
- 思考题 323

324 第五章 设备安装工程

- 第一节 照明设备安装 324
- 第二节 动力设备安装 345
- 思考题 353

355 第六章 防雷接地工程

- 第一节 防雷工程 355
- 第二节 接地装置 374
- 思考题 386

387 第七章 弱电工程

- 第一节 共用天线电视系统 392
- 第二节 火灾自动报警系统与消防联动控制系统 417
- 第三节 防盗报警与出入口控制系统 425
- 第四节 电话系统 433
- 第五节 楼宇自动化和综合布线

	系统	439
	思考题	450
452	第八章 电动施工机具的使用与 维修	
	第一节 手持电动工具	452
	第二节 交流异步电动机	462
	第三节 三相交流电动机基本控制 电路	478
	第四节 建筑工地常用电气机械 设备	511
	第五节 混凝土搅拌机	518
	第六节 塔式起重机	523
	思考题	532
	参考文献	534

第一章

建筑安装电工准备知识

非建筑行业的电工按工作内容一般可以分为运行电工、维修电工、运转电工和试验电工等。这些电工要掌握的基本理论知识和基本操作技能是相同的,但由于工作内容的不同,往往侧重于电工的某一方面专业知识和技能。建筑安装电工的工作内容包括从发电、送电到用电各个环节的电气线路、设备的安装工作,所需要的知识既要包含上面各类电工所涉及的内容,又不需要那么专业,所以其他行业的电工转而从事建筑安装电工工作时,会发现许多工作内容是以前从未接触过或了解很少的内容。这里我们把这些非建筑行业电工不十分关注的内容,称为建筑安装电工准备知识。

第一节

建筑供电系统

建筑供电系统通常是指对工业与民用建筑设施和建筑工地供电各个环节组成的系统。建筑供电系统是电力系统的一个电能用户,建筑供电系统是建筑安装电工的工作对象。

一、电力系统

电力系统由发电厂、变电所、电力网和电力用户组成,从发电厂到用户的供电过程,如图 1-1 所示。

1. 发电厂

发电厂是通过发电设备把各种一次能源(煤炭、石油、天然气、水能、核能、太阳能、风能等),转换为二次能源——电能的场所。根据推动发电机的动力不同,可以分为热力发电、水力发电和风力发电等。热力发电是通过煤炭、石油、天然气的燃烧,或集中太阳的热量,或利用原子核的裂变反应产生热量加热锅炉中的水,产生高温、高压水蒸

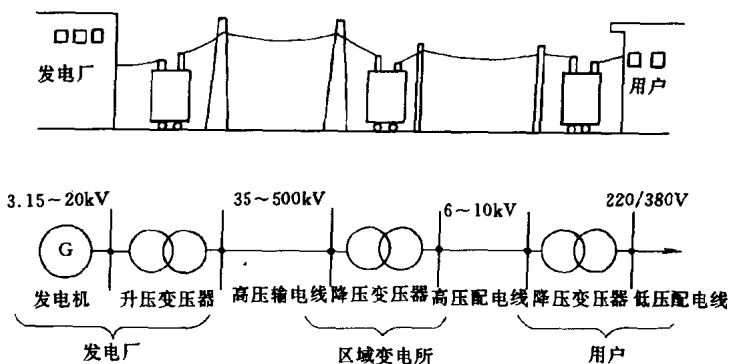


图 1-1 电力系统示意图

气，来推动汽轮机带动发电机运转发电的。水力发电则是利用落差造成的水的流动，推动水轮机带动发电机发电的。而风力发电机则是利用风力推动发电机转动发电的。发电厂一般都建在离一次能源近的地方，发出的电能通过电力网的导线输送到远方的用户。考虑到绝缘的问题，发电机发出的电压一般不太高，在 10kV 上下。

2. 电力网

电力网用来输送和分配电能，简称电网。它由各种电压等级的电力输电路和变电设备组成。为了把电能传输到远方，减小电网上的电能损失，减少导线材料，主干电网的电压很高，为 500kV 到 1000kV。城市附近的电网为增加安全性，电压稍低，为 110kV、220kV。电网到达用户供电系统的电压大多为 6~10kV，而真正到达用户用电设备的电压则多为 220/380V 的低电压。

电网的另一个作用是把各个发电厂连接起来，一个发电厂的电力本地区用不完，可以通过电网送到缺少电力的地区，互相补充。

3. 变电所

变电所是变换电压和分配电能的场所，所以也叫变（配）电所。电厂发出的电能要通过一个升压变电所，把电压升到主干电网的电压，并送入电网传输；电网到达城市附近时，又要通过降压变（配）电所把高压变成适合进城的较低电压，并同时分配到若干条线路中。在城市周

围的变（配）电所要把电压进一步降低到 10kV，准备把电能送到各个用电户。

4. 电力用户

电力用户是利用电能进行生产和生活的单位的总称。绝大多数电力用户直接使用的是 220/380V 的低压电，这就需要用户处有一个 10kV/380V 的变（配）电所，把电压降低并将电能分配到各条低压配电线路中去，通过低压配电线路把电能送到每一个用电设备。也有一些用户（主要是工业企业）直接使用的电压高于 1kV，他们需要专门的变（配）电所来获得所需的电压。

二、电网的额定电压

电气设备的标准化，便于大量成批生产，使用中便于互换。根据国民经济发展的需要、技术经济的合理、制造能力和生产系列性等因素，国家制定颁布了电网和与其相连接的电气设备的额定电压，见表 1-1。

表 1-1 我国交流电网和电气设备的额定电压

分类	电网和用电设备额定电压 (kV)	发电机额定电压 (kV)	电力变压器额定电压 (kV)	
			一次绕组	二次绕组
低压	0.22	0.23	0.22	0.23
	0.38	0.40	0.38	0.40
	0.66	0.69	0.66	0.69
高压	3	3.15	3 及 3.15	3.15 及 3.3
	6	6.3	6 及 6.3	6.3 及 6.6
	10	10.5	10 及 10.5	10.5 及 11
	—	13.8, 15.75, 18, 20	13.8, 15.75, 18, 20	—
	35	—	35	38.5
	63	—	63	69
	110	—	110	121
	220	—	220	242
	330	—	330	363
500	—	500	550	

表中电网的额定电压是线路首末两端电压的平均值，可作为其他电力设备额定电压的依据。

用电设备的额定电压等于电网额定电压。虽然处在同一电压等级电网中，不同位置的用电设备的实际端电压略有不同，但为了用电设备的成批生产，以其额定电压为准来制造。所以用电设备的额定电压等于同级电网的额定电压。

发电机的额定电压规定比同级电网额定电压高 5%。这是因为，电网在传输功率时有电压损失，一般允许的电压偏移为 $\pm 5\%$ 。因此，为了维持线路的平均电压在额定值，要求发电机（电源）的额定电压比电网的额定电压高 5%。

电力变压器一次绕组的额定电压根据连接情况不同，可分为两种：当变压器直接与发电机相连接时，其一次绕组的额定电压与发电机额定电压相同，即高于同级电网额定电压 5%；当变压器作为用电设备与电网相连时，一次绕组的额定电压与同级电网额定电压相等。

电力变压器二次绕组的额定电压是指一次绕组在额定电压作用下，二次绕组的空载电压。而当满载时，变压器一、二次绕组的阻抗将引起一个电压降（相当于电网额定电压的 5%），从而使二次绕组的端电压小于空载电压。同样，为了补偿线路中的电压损失，变压器二次绕组额定电压也像发电机额定电压一样，需提高 5%。因此，规定变压器二次绕组的额定电压比同级电网额定电压高 10%；若变压器靠近用户、供电半径较小，即线路较短，线路电压损失可以忽略不计，这时规定变压器二次绕组的额定电压比同级电网额定电压高 5%，用来补偿变压器自身的电压损失。

三、供电质量

评价供电质量主要考虑三个指标：电压指标、频率指标和可靠性指标。

1. 电压指标

电压指标包括电压偏移和电压波动。

电压偏移是指用电设备的实际端电压偏离其额定电压的百分数。电压偏移过大将造成设备损坏或不能正常使用。常用电器的电压偏移允许值为：

电动机：正常情况下：+5%；-5%。

特殊情况下：+5%；-8%~-10%。

照明：一般工作场所及住宅：+5%；-5%。

视觉要求较高的室内：+5%；-2.5%。

事故照明、道路照明：+5%；-10%。

一般用电设备：+5%；-5%。

电压波动是指电压在短时间内的快速变动情况，电压波动过大也会影响电器的正常使用。

2. 频率指标

我国电网的标准频率为50Hz。当电网频率降低时，电动机的转速会相应降低，因而将影响工厂产品的产量和质量。频率变化对电力系统运行的稳定性也将造成很大影响，因而对频率的要求要比对电压的要求严格，一般不允许超过额定频率的 $\pm 0.5\%$ 。

3. 可靠性指标

可靠性指标是根据用电负荷的性质和因停止供电在政治、经济上造成的损失大小或影响程度，对供电系统提出的不中断供电的要求。为此，将电力负荷分为下列三级，用不同的供电方式给以保证。

(1) 符合下列情况之一时，应为一级负荷：

1) 中断供电将造成人身伤亡时。

2) 中断供电将在政治、经济上造成重大损失时。例如：重大设备损坏、重大产品报废、用重要原料生产的产品大量报废、国民经济中重点企业的连续生产过程被打乱需要长时间才能恢复等。

中断供电将影响有重大政治、经济意义的用电单位的正常工作。例如：重要交通枢纽、重要通信枢纽、重要宾馆、经常用于国际活动的大量人员集中的公共场所等用电单位中的重要电力负荷。

在一级负荷中，当中断供电将发生中毒、爆炸和火灾等情况的负荷，以及特别重要场所的不允许中断供电的负荷，应视为特别重要的负荷。

(2) 符合下列情况之一时，应为二级负荷：

1) 中断供电将在政治、经济上造成较大损失时。例如：主要设备损坏、大量产品报废、连续生产过程被打乱需较长时间才能恢复、重点

企业大量减产等。

2) 中断供电将影响重要用电单位的正常工作。例如：交通枢纽、通信枢纽等用电单位中的重要电力负荷，以及中断供电将造成大型影剧院、大型商场等较多人员集中的重要的公共场所秩序混乱。

3) 不属于一级和二级负荷者应为三级负荷。

一级负荷应由两个独立电源供电，当一个电源发生故障时，另一个电源不应同时受到损坏。一般采用双路供电方式，两路分别取自不同的发电厂或变配电所，必要时要备有自备发电机。

二级负荷一般也应由两个独立电源供电，不能做到全部负荷双路供电时，应对其中最重要部分提供双路供电或配置自备电源。

三级负荷对供电电源无特殊要求。

四、低压供电系统的接地方式

为了保证用电安全，防止触电事故的发生，必须采取有效的防护措施。而采用何种防护措施要根据低压供电系统的接地情况来决定。

低压供电系统的接地方式，根据国际电工委员会（IEC）的规定，分为三类，即 TT 系统、IT 系统、TN 系统。

第一个字母表示电源侧接地状态：

T——表示电源中性点直接接地；

I——表示电源中性点不接地，或经高阻接地。

第二个字母表示负荷侧接地状态：

T——表示负荷侧设备的外露可导电部分接地，与电源侧的接地相互独立；

N——表示负荷侧设备的外露可导电部分，与电源侧的接地直接作电气连接，即接在系统中性线上。

1. TT 系统

电力系统中性点直接接地，电气设备的外露可导电部分也接地，但两个接地相互独立。如图 1-2 所示。

2. IT 系统

电力系统的带电部分与大地间无直接连接（或有一点经高阻抗接地），电气设备的外露可导电部分接地。IT 系统一般不引出中性线，即平常说的三相三线制供电，如图 1-3 所示。

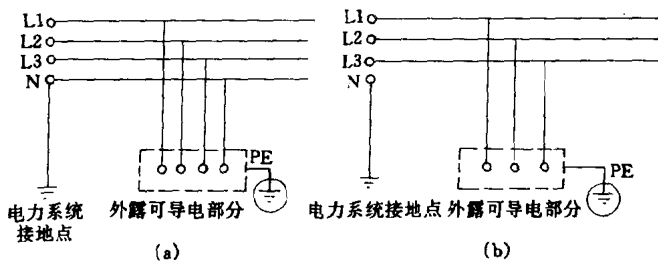


图 1-2 TT 系统

- (a) 带有中性线的四线制系统；
 (b) 没有中性线的三线制系统

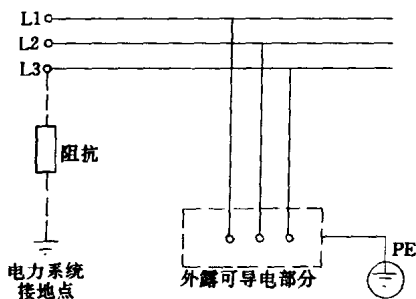


图 1-3 IT 系统

3. TN 系统

TN 系统的电源中性点直接接地，设备的外露可导电部分与电源中性线相连接。

注意：一般以大地电位为零，中性点直接接地后，电源中性线的电位即为零，这时我们就将中性线叫做零线。

TN 系统是用得最广泛的一种供电系统，根据中性线（N 线）和保护导线（PE 线）的布置情况，TN 系统又分 TN-C 系统、TN-S 系统和 TN-C-S 系统。

(1) TN-C 系统。在系统中，保护导线（PE 线）和中性线（N 线）是同一条导线，称为 PEN 线。这种供电系统就是平常用的三相四线制，如图 1-4 所示。

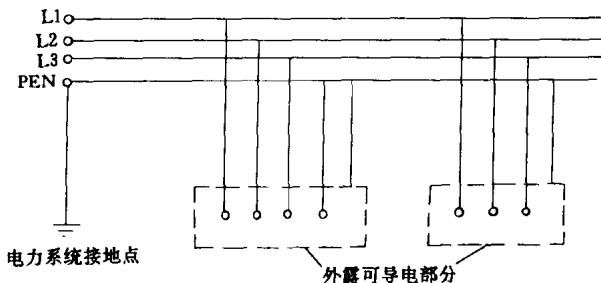


图 1-4 TN-C 系统

由于 PEN 线中有中线电流流过，PEN 线就有可能因过流发热而造成损坏，一旦 PEN 线损坏，就失去了保护导线的作用。

(2) TN-S 系统。在整个系统中，保护导线与中性线分开，使用两条导线，保护导线称为保护零线（PE 线），中性线称为工作零线（N 线），如图 1-5 所示。在工地上，有的师傅称工作零线为零线，而称保护零线为地线，称相线为火线。所有外露可导电部分均与保护零线（PE 线）相接，工作时保护零线（PE 线）中没有电流，中线电流从工作零线（N 线）中流通，这样就保证了保护零线（PE 线）的可靠性。这种系统的安全可靠性高，通常称这种系统为三相五线制。

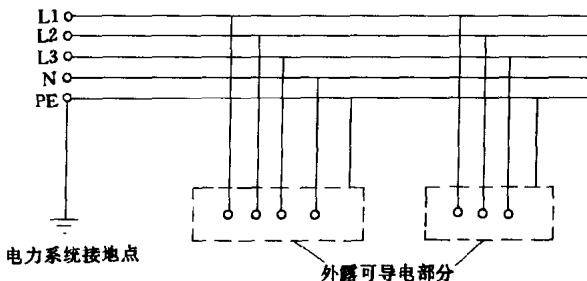


图 1-5 TN-S 系统

(3) TN-C-S 系统。在整个系统中，保护导线和中性线开始是合一的，从某一位置开始分开，如图 1-6 所示。在实际供电中，从变压器引出的往往是 TN-C 系统，三相四线制，进入建筑物后，从建筑物总配电

箱开始变为 TN-S 系统，加强建筑物内的用电安全性，这种做法也可以称为局部三相五线制。

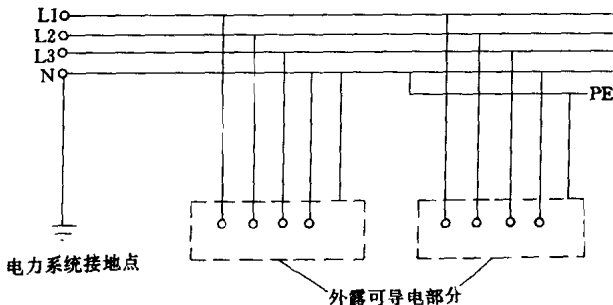


图 1-6 TN-C-S 系统

五、供电系统的电力负荷计算

供电系统所需要的电能，通常是经过总降压变电所从电力系统中获得的，因此，合理地选用变电所中的变压器、主要电气设备及配电导线等是保证供电系统安全可靠供电的重要前提。供电系统电力负荷计算的主要目的就是为合理地选择变压器容量、各种电气设备及配电导线等提供科学的依据。

(一) 额定功率的换算

由于各种设备的运行情况不同，进行负荷计算之前，需要把所计算设备的额定功率 (P_N) 折算成统一工作制的额定功率，称为设备容量 (P_e)。

如果设备是连续运行的，我们称它的连续负载率 (暂载率) 为 100%，这种设备的设备容量就是它的额定功率，即

$$P_e = P_N$$

如果设备是不连续运行的如起重机、电焊机，它们的连续负载率不是 100%，这些设备计算功率要用下面的公式进行计算：

$$\text{起重机 } P_e = 2P_N \sqrt{JC}$$

$$\text{电焊机 } P_e = S_N \sqrt{JC} \cos \varphi$$

式中 JC 是设备连续负载率。起重机的连续负载率 $JC=0.4$ ，电焊机 $JC=0.65$ 。连续负载率标在设备铭牌上。