

DIANQI ZHAOMING GONGCHENG
SHIYONG ZHINAN

电气照明工程

实用指南

王永辉 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

SHIYONG ZHINAN

电气照明工程

在影片中，他正跟最讨厌的人谈恋爱，而且还是多变的演员。

中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书以技术为主线,以施工和工程造价为辅,系统地介绍了电气照明工程领域相关技术内容,包括电气工程基础知识、电气照明技术、照明工程常用材料、照明工程造价基础知识、照明工程招投标及施工过程控制和照明工程设计案例。

本书适用于从事照明工程设计人员、施工人员使用,可快速提高相关技术人员的技能和水平。

图书在版编目(CIP)数据

电气照明工程实用指南 / 王永辉编. —北京: 中国电力出版社, 2019.1
ISBN 978-7-5198-2093-0

I. ①电… II. ①王… III. ①电气照明-工程施工-指南②电气照明-工程造价-指南
IV. ①TM923-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 116545 号

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市东城区北京站西街 19 号 (邮政编码 100005)

网 址: <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 杨淑玲

责任校对: 黄 蓓 太兴华

装帧设计: 王英磊

责任印制: 杨晓东

印 刷: 北京天宇星印刷厂

版 次: 2019 年 1 月第 1 版

印 次: 2019 年 1 月北京第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 16 开本

印 张: 11.25

字 数: 241 千字

定 价: 49.80 元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

前言

现代社会中，照明是展现城市形象、影响城市经济发展的重要因素，是提高市民夜间生活质量的有效举措，因此受到所有城市的特别重视。

照明专业是照明技术与艺术的有机结合，不仅关系到照明、光学、电气、机械等学科，而且涉及民族文化和艺术的展现，特别是夜景照明，更是完成了建、构筑物及碑、塔、雕塑、园林等历史、文化纪念物的夜景再造。

本书作者多年从事照明及电气相关工作，实践中积累了较丰富的工作经验；坚持学习，善于总结，抓住重点编写出《电气照明工程实用指南》。该书内容丰富，涉及安全用电技术、电气照明工程设计、施工经验，常用材料特性参数以及工程招投标和工程造价编制等范围广泛的知识和必备技能。为从事照明和电气工程的专业人员提供了实际应用资料和经验，可供有关专业人员参考。

祝愿年轻一代工程技术人员迅速成长，编写出更多更好的作品。

任元会 2018-08-01

2018年10月

前言

随着国民经济的快速发展，照明已经成为提升城市形象、彰显城市文化特色和丰富市民夜生活的重要方式。各大中小城市均采用以小投入、大效果的方式改变城市面貌。与此同时，照明工程技术人员综合能力的提升变成了至关重要的问题。

由于技术人员成长周期长、技术水平提高慢等因素导致了大量优秀人才流失，甚至招聘到合格的技术人员已经成为一种奢求。为了提高电气照明工程技术人员的技术水平和人员素质，特组织相关领域的资深专家编写了本书。本书从实际工作出发，针对实际工作中经常遇到的各种问题给出解决方案，本书可作为照明工程、设计公司技术人员培训及自学教材使用。

本书成书过程中得任元会先生的指点和帮助，蒙先生垂青而座前受教感激之至，更为先生风采倾倒，唯祝先生康健。同时，对光谷照明产业学院王仕银、北京哈汝凌国际光电科技有限公司焦建国、天津市拓达伟业技术工程有限公司罗江蓉、上海麦索照明设计咨询有限公司王俊、深圳市美景照明有限公司徐友平、深圳市诺尔迅科技有限公司陈连喜、四川亿光年照明工程有限公司黄聪辉等提供技术支持的业界同仁表示由衷的感谢。

由于时间紧张仓促成书，且编者水平有限，书中缺点、错误在所难免，欢迎各位同行批评指正，共同为提高行业技术水平做贡献。

王永辉

2018年10月

第一章 照明工程计价基础知识	105
第一节 工程计价的理论基础	105
第二节 工程造价的构成	107
第三节 工程造价的计价	111
第四节 工程造价的计价	113
第五节 工程造价的计价	126
第二章 照明工程计价基础	128
第一节 工程计价的理论基础	128

第一章

目 录

电气工程基础知识

序
前言

第一章 电气工程基础知识	1
第一节 电气安全知识	1
第二节 负荷分类	7
第二章 电气照明技术	9
第一节 供电系统及接地形式	9
第二节 照明设备防雷击措施及电涌保护器选择	18
第三节 常用光源	27
第三章 照明工程常用材料	35
第一节 电缆导线	35
第二节 电气导管、线槽及常用辅材	50
第三节 开关电器	63
第四节 剩余电流动作断路器及附件（RCD）	80
第五节 交流接触器	89
第六节 照明系统控制方式及设备	96
第七节 电能计量设备	101
第四章 照明工程造价基础知识	105
第一节 工程造价的基本内容	105
第二节 建筑安装工程费用的构成	107
第三节 工程定额计价	111
第四节 工程量清单计价	113
第五节 投标报价的策略	126
第五章 照明工程招投标及施工过程控制	128
第一节 工程项目的组成及常见承发包模式	128

第一章

电气工程基础知识

第一节 电气安全知识

一、电流通过人体时的危害

电流通过人体时，热效应会造成人体电灼伤，化学作用会造成电烙印和皮肤金属化，电磁场能量对人体的辐射会导致头晕、乏力和神经衰弱。因此电流通过人体非常危险，尤其是通过心脏、中枢神经和呼吸系统的危害性更大。

就通过人体的一条给定的电流通路而言，对人的危险主要取决于电流的数值和通电时间。在《电流通过人和家畜的效应》（GB/T 13870.1—2008）中规定的时间/电流区域，实际上并不直接用于电击防护设计，必须以时间为函数的接触电压（即通过人体的电流与人体阻抗的乘积）的运行极限值作为判断。由于人体的阻抗值随接触电压而变化，所以电流与电压的关系不是线性的，因此需要综合其他关系数据。人体的不同部分如皮肤、血液、肌肉、其他的组织和关节对电流呈现的阻性和容性分量组成了人体阻抗，人体阻抗的数值取决于若干因素，特别是电流路径、接触电压、电流的持续时间、频率、皮肤潮湿程度、接触表面积、施加的压力和温度。

1. 在 15~100Hz 范围内正弦交流电的效应

(1) 感知阈。

感知阈是通过人体能引起任何感觉的接触电流的最小值。感知阈取决于若干参数，如与电极接触的人体的面积（接触面积）、接触的状况（干燥、潮湿、压力、温度）等；而且，还取决于个人的生理特征。

(2) 反应阈。

反应阈是能引起肌肉不自觉收缩的接触电流的最小值。反应阈取决于若干参数，如与电极接触的人体的面积（接触面积）、接触的状况（干燥、潮湿、压力、温度）等，而且还取决于个人的生理特征。与时间无关的 0.5mA 的电流值，是在 GB/T 13870.1—2008 中假设作为当接触可导电的表面时的反应阈。

(3) 活动抑制。

在 GB/T 13870.1—2008 中的“活动抑制”意味着这样一种电流效应，即受到电

流影响的人的身体（或身体部分）不能自主地活动。对肌肉的效应有可能是由于电流通过受损伤的肌肉或通过相关联的神经或相关联的脑髓部分流通所导致的结果。能导致活动抑制的电流值取决于受损肌肉的体积、受电流损伤的神经类型和脑髓的部位。

（4）摆脱阈。

摆脱阈是人手握电极能自行摆脱电极时接触电流的最大值。摆脱阈取决于若干参数，如接触面积、电极的形状和尺寸等。而且还取决于个人的生理特征。在 GB/T 13870.1—2008 中，约 10mA 的值是针对成年男性而假设的，约 5mA 的数值适用于所有人。

（5）心室纤维性颤动阈。

心室纤维性颤动阈是通过人体能引起心室纤维性颤动的接触电流最小值。

心室纤维性颤动阈取决于生理参数（人体结构、心脏功能状态等）以及电气参数（电流的持续时间和路径、电流的特性等）。对于正弦交流（50Hz 或 60Hz），如果电流的流通被延长到超过一个心搏周期，则纤维性颤动阈具有显著下降，这种效应是由于诱发期外收缩的电流，使心脏不协调的兴奋状态加剧所导致的结果。当电击持续时间小于 0.1s，电流大于 500mA 时，纤维性颤动就有可能发生，只要电击发生在易损期内，而数安培的电流则可能引起纤维性颤动，对于这样的强度而持续的时间又超过一个心搏周期的电击，有可能导致可逆性的心跳停止（见图 1-1，表 1-1）。

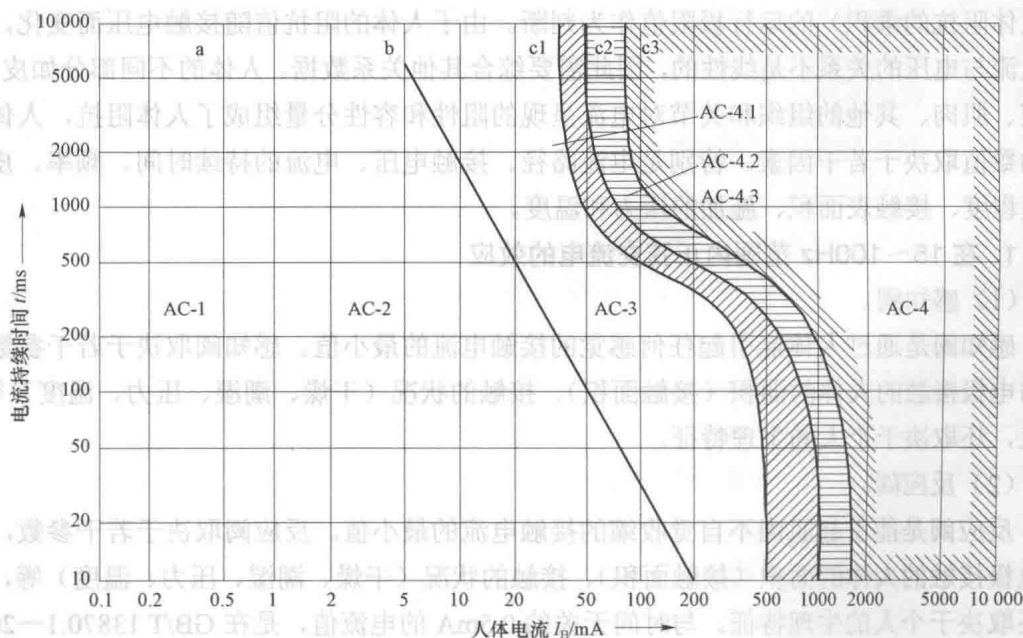


图 1-1 电流路径为左手到双脚的交流电流（15~100Hz）
对人体效应的约定时间/电流区域

表 1-1 一手到双脚的通路，交流 15~100Hz 的时间/电流区域

区域	范围	生 理 效 应
AC-1	0.5mA 的曲线 a 左侧	有感知的可能性，但通常没有“吓一跳”的反应
AC-2	曲线 a 到曲线 b	可能有感知和不自主的肌肉收缩但通常没有有害的电生理学效应
AC-3	曲线 b 到曲线 c	可强烈地不自主的肌肉收缩，呼吸困难，可逆性的心脏功能障碍。活动抑制可能出现，随着电流幅而加剧的效应，通常没有预期的器官破坏
AC-4	曲线 c1 以上	可能发生病理-生理学效应，如心搏停止，呼吸停止以及烧伤或其他细胞的破坏，心室纤维性颤动的概率随着电流的幅度和时间增加
	c1-c2	AC4.1 心室纤维性颤动的概率增到大约 5%
	c2-c3	AC4.2 心室纤维性颤动的概率增到大约 50%
	曲线 c3 的右侧	AC4.3 心室纤维性颤动的概率增到大约 50%以上

电流的持续时间在 200ms 以下，如果相关的阈被超过，心室纤维性颤动只有在易损期内才能被激发，关于心室纤维性颤动，图 1-1 与从左手到双脚的路径中流通的电流效应相关，对其他电流路径，应考虑心脏电流系数

(6) 心脏-电流系数 (F)。

电流通过某一路径在心脏中产生的电场强度 (电流密度) 与该等量接触电流通过左手到双脚时在心脏内产生的电场强度 (电流密度) 之比。

心脏-电流系数可用以计算通过除左手到双脚的电流通路以外的电流 I_h ，此电流与左手到双脚的电流 I_{ref} 具有同样心室纤维性颤动的危险。

$$I_h = \frac{I_{ref}}{F}$$

式中 I_{ref} ——路径为左手到双脚的人体电流；

I_h ——其他各路径的人体电流；

F ——心脏-电流系数。

注：心脏电流系数被认为只是作为各种电流路径心室纤维性颤动相对危险的大致估算，例如：从手到手的 225mA 的电流与从左手到双脚的 90mA 的电流，具有产生心室纤维性颤动的相同的可能性。具体可参考表 1-2。

(7) 人体的阻抗。

人体的阻抗值取决于许多因素，尤其是电流的路径、接触电压、电流的持续时间、频率、皮肤的潮湿程度、接触的表面积、施加的压力和温度。

(8) 与电击相关的其他效应。

其他的电气效应，如肌肉收缩、血压上升、心跳脉冲的形成和传导的紊乱 (包括心房纤维性颤动和瞬时的心律紊乱) 都可能发生。这样一些效应通常并非是致命的。如果有数安培电流持续的时间超过数秒，则深度的烧伤和其他内部伤害都可能发生，也可能见到外表烧伤。相关的非电伤害，如外伤性的伤害应予以考虑。

(9) 电流对皮肤的效应。

图 1-2 表示人皮肤的变化与电流密度 I_t (mA/mm²) 和电流的持续时间之间的关系



曲线。作为指导，给出下列数据：

- 1) 在 $10\text{mA}/\text{mm}^2$ 以下，一般对皮肤观察不到变化，当电流的持续时间较长（若干秒）时，在电极下的皮肤可能是灰白色的粗糙表面（0 区）。
- 2) 在 $10\sim 20\text{mA}/\text{mm}^2$ 之间，在电极边缘的皮肤变红出现带有类似的略带白色的隆起的波纹（1 区）。
- 3) 在 $20\sim 50\text{mA}/\text{mm}^2$ 之间，在电极的下的皮肤呈现褐色并深入皮肤。对于电流持续更长时间（几十秒），在电极周围可观察到充满电流痕迹（2 区）。
- 4) 在以 $50\text{mA}/\text{mm}^2$ 上可能发生皮肤被碳化（3 区）。
- 5) 采用大的接触面积，尽管是致命的电流幅度，而电流密度仍可降低到不会引起皮肤的任何的变化。

表 1-2 不同电流路径的心脏-电流系数（ F ）表

电流路径	心脏电流系数	电流路径	心脏电流系数
左手到右脚或双脚	1.0	背脊到左手	0.7
双手到双脚	1.0	胸膛到右手	1.3
左手到右手	0.4	胸膛到左手	1.5
右手到左手、右脚或双脚	0.8	臀部到左手、右手或双手	0.7
背脊到右手	0.3	左脚到右脚	0.04

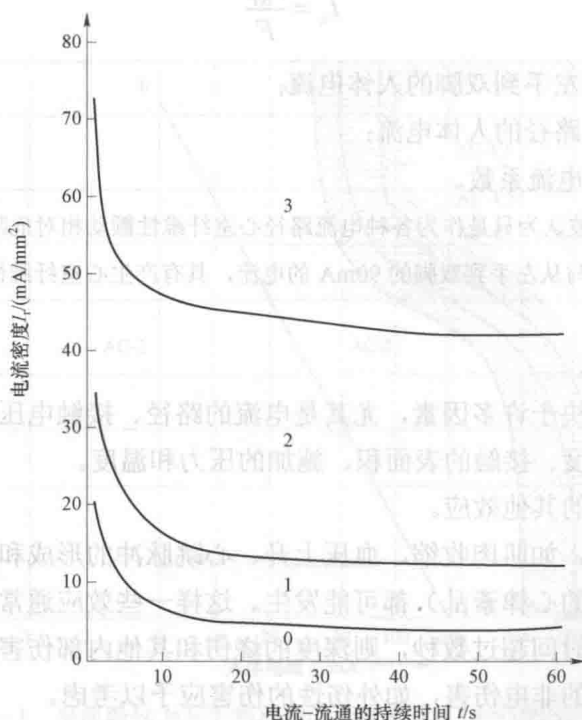


图 1-2 人的皮肤状况与电流密度 I_t 和电流的持续时间的关系曲线

注：区域 3 呈现皮肤碳化；区域 2 呈现电流伤痕；区域 1 呈现皮肤变红；区域 0 没有效应。

2. 其他因素对人体触电的影响

(1) 电流通过人体持续时长对人体触电的影响。

通过人体的电流时间越长对人体的影响越严重。同时，心脏每收缩和舒张的间隙触电是最危险的，即使电流很小也会引起心室颤动。因此触电时间越长就越危险。

(2) 作用于人体的电压对人体触电的影响。

当人体电阻一定时，作用电压越高通过人体的电流则越大，危害性也越大，且随着作用电压增高人体电阻还会随之下降，电流亦随之增大而加重人体伤害。

(3) 电源频率对人体触电的影响。

经统计表明，电源频率在 50~60Hz 时，对人体的伤害最为严重。

(4) 人体电阻对人体触电的影响。

人体电阻由皮肤电阻和内部电阻共同构成，内部电阻一般约 500Ω，皮肤电阻随表面干湿程度和接触电压大小而变化。皮肤越干燥，其阻值越大，因此在阴暗潮湿及浴室等环境中更容易发生触电危险。

(5) 电流通过人体不同途径对人体触电的影响。

从左手到脚的通路使得电流直接经过心脏，是最危险的途径。

(6) 个体健康状况对人体触电的影响。

患有心脏病、结核病及精神系统疾病的人或者其他自身抵抗力较弱的人触电后更容易诱发病源，其后果相对更严重。

二、防电击分类

电气设备按防电击的不同要求分为 0、I、II、III 四类。此分类不说明其防电击性能高低，仅区分各类电气设备对防电击采取的措施不同。低压装置中设备的应用详见表 1-3。

表 1-3 低压装置中设备的应用

设备类别	设备标志或说明	设置于装置的连接条件
0 类	仅用于非导电环境	非导电环境
	或采用电气分割防护	对每一项设备单独地提供电气分割
I 类	保护联结端子的标志采用 GB/T5465.2 的 5019 号符号，或字母 PE，或绿黄双色组合	将这个端子连接到装置的保护等电位联结上
II 类	采用 GB/T 5465.2 的 5172 号符号（双正方形）作标志	不依赖于装置的防护措施
III 类	采用 GB/T 5465.2 的 5180 号符号（在菱形内的罗马数字 III）作标志	仅接到 SELV 或 PELV 系统

1. 0 类设备

例如家用台灯等。这类设备采用基本绝缘作为基本防护措施，而没有故障防护措施。此类设备过去广泛应用于各个领域，但当设备的基本绝缘破损时，极易发生触电事故，



此类设备因此特性将逐步淘汰。我国从 2009 年 1 月起已正式淘汰 0 类灯具。

2. I 类设备

例如洗衣机、电冰箱、有接地插脚的风扇等，此类设备采用基本绝缘作为基本防护措施，采用保护接地联结作为故障防护措施。

此类设备是目前使用最广泛的，除具有金属外壳和基本绝缘外，采用经 PE 线接地的措施保障安全。当基本绝缘破损使金属外壳带电时，故障电流可通过由 PE 线构成的通路返回电源，同时保护电气装置（含剩余电流动作保护装置）检测到故障电流时及时动作切断电源。

3. II 类设备

例如家用电视机等带塑料外壳的电器设备，此类设备采用基本绝缘作为基本防护并且附加绝缘作为故障防护措施或提供基本防护和故障防护功能的加强绝缘。发生接地故障时，没有外露的可导电部分让人体接触到危险电压，从而保证安全。

4. III 类设备

此类设备将电压限制到特低电压值作为故障防护的措施，是以降低设备的工作电压来实现安全目的。在特殊环境下采用安全的特低电压供电，当发生接地故障或人体接触带电导体时，接触电压较低。特低电压指的是交流 50V 或者直流 120V 以下的电压。此电压一般通过隔离变压器实现，即特低电压与一次回路相隔离，导体之间无直接联系。

因供电电压低，此类设备一般为小型手持设备，使用于特殊场所或特殊用途，如车间的局部照明和手提式行灯。设备应按最高标称电压不超过交流 50V 或直流（无波纹）120V 设计。

三、防护等级分类

IP 是 Ingress Protection 的缩写，IP 等级是针对电气设备外壳对异物侵入的防护等级，来源是国际电工委员会的标准 IEC 60529，这个标准在 2004 年也被采用为美国国家标准。在这个标准中，针对电气设备外壳对异物的防护，IP 等级的设定为 IPXX，其中 XX 为两个阿拉伯数字，第一标记数字表示接触保护和外来物保护等级，第二标记数字表示防水保护等级。该标准在我国被等同采用为《外壳防护等级（IP 代码）》（GB 4208—2008）。IP 等级编码含义详见表 1-4。

表 1-4 IP 等级编码含义

防护等级	第一位数字		第二位数字	
	技术要求	说 明	技术要求	说 明
0	无防护	无专门防护	无防护	无特殊的防护
1	防护≥50mm 的固体	防范≥50mm 固体异物进入如人手无意识进入并接触带电或运转部位	防垂直滴落	垂直滴下之水滴无影响

续表

防护等级	第一位数字		第二位数字	
	技术要求	说 明	技术要求	说 明
2	防护≥12.5mm的固体	防范≥12.5mm 固体异物进入如人手指无意识进入并接触带电或运转部位	15°防滴落	当设备倾斜 15°时仍可防止滴水
3	防护≥2.5mm的固体	防范≥2.5mm 固体异物进入如直径或厚度≥2.5mm 的工具、导体无意识进入并接触带电或运转部位	防淋水	防止雨水，或垂直入夹角小于 60°内滴水无影响
4	防护≥1mm 的固体	防范≥1mm 固体异物进入如直径或厚度≥1mm 的细丝、导体无意识进入并接触带电或运转部位	防溅水	防止各方向飞溅而来的水滴
5	防尘	完全隔绝人体或工具接触设备内部带电或运转部分能防范灰尘进入量达到影响设备功能的程度	防喷水	防止各方向喷水侵入
6	尘密	完全防止灰尘进入完全隔绝人体或工具接触设备内部带电或运转部分	防海浪或强力喷水	防止大浪或喷水孔急速喷出的水侵入
7			防短时浸水影响	侵入水中在一定时间或水压的条件下，仍可正常运行
8			防持续潜水影响	侵入水中在较长时间或水压的条件下，仍可确保正常运行

第二节 负 荷 分 类

电力负荷应根据对供电可靠性的要求及中断供电对人身安全、经济损失上所造成的影响的程度进行分级，并应符合下列规定。

一、一级负荷

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。

- (3) 中断供电将影响重要用电单位的正常工作。

例如：重要交通枢纽、重要通信枢纽、大型体育场馆、经常有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，当中断供电将造成重大设备损坏或发生中毒、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



视为一级负荷中特别重要的负荷。

二、二级负荷

符合下列情况之一时，应视为二级负荷。

(1) 中断供电将在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) 中断供电将影响较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。

三、三级负荷

不属于一级和二级负荷者应为三级负荷。

夜景照明为美化夜间环境而设置,一般情况下中断供电不会造成经济损失和人身伤害,如无特殊要求均归入三级负荷。

第二章

电气照明技术

第一节 供电系统及接地形式

一、基本名词

1. 在电气回路中，一般由相线、中性线、PE 线或 PEN 线构成

(1) 相线俗称火线，三相分别用 L1、L2、L3 表示。正常工作时通过工作电流，带有工作电压。我国最常用的相电压为 220V，线电压为 380V，分别用黄、绿、红色导线敷设 L1、L2、L3 三相。

(2) 中性线用 N 表示，称为 N 线。中性线是带电导体，正常工作时通过单相电流或三相不平衡电流以及谐波电流，这些电流引起的电压降使其正常时对地带有一定值的电压。中性线敷设用淡蓝色导线。

(3) PE 线是回路内用作设备保护接地的导线，不是回路的带电导体，正常工作时无电流无电压，接地故障时通过故障电流并带有故障电压。PE 线用黄绿双色导线。

(4) PEN 线有 PE 线和 N 线两种功能，是特定历史时期使用 TN-C 系统的产物，老旧建筑中依然使用，新建及改造时需要将 PE 线和 N 线分开，以满足安全要求。正常工作时带有单相电流或者三相不平衡电流和较低的对地电压。如此电流、电压异常，则需考虑线路是否存在安全隐患。PEN 线可采用黄绿双色导线敷设，端头处做淡蓝色色标，亦可通常采用淡蓝色导线敷设，端头处做黄绿双色色标。

2. 系统接地和保护接地

一般的供电系统都有两个接地：一个是系统内电源端带电导体接地；另一个是负载端电气设备外露可导电部分的接地。对于常用的低压供电系统而言，前者指的是变压器或发电机中性点接地，称为系统接地，即工作接地；后者指的是用电设备、电气导管及金属线槽等外露可导电部分接地，称之为保护接地。图 2-1 为此两种接地示意图。

系统接地是为了保障系统的正常运行，如雷击时地面瞬变磁场使得线路感应瞬间的过电压，此过电压时间很短，但幅值大上升陡度大，使得线路和设备承受极其危险的电

涌电压冲击。系统接地后，感应雷电荷顺利对地泄放，降低线路及设备绝缘被瞬间击穿的危险。

在供电系统中若无系统接地，如果其中某一相发生接地故障时，另外两相对地电压由原相电压 220V 上升至线电压 380V。此种状态下电流不大，保护装置难以动作，导致故障持续存在而增大对人员、设备的危险性。图 2-2 为无系统接地时一相接地故障电压分析示意图。

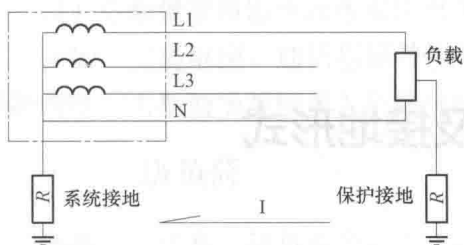


图 2-1 系统接地和保护接地示意图

注：保护接地连接于设备外露可导电部分

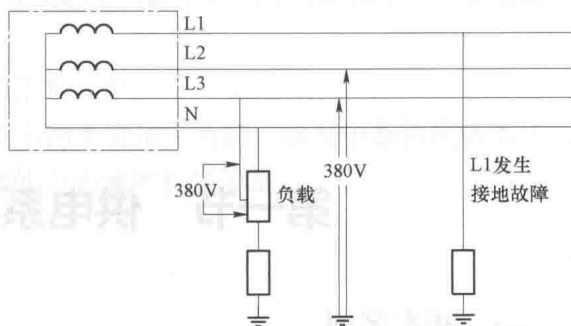


图 2-2 无系统接地时一相接地故障电压分析示意图

对于系统不接地的供电系统，一般做其他的安全措施后用于特殊需要。

保护接地是电气设备外露可导电部分的接地，如图 2-3 所示。设备外露可导电部分与相线接触后若无接地保护系统，可导电部分对地电压为相电压 220V，人员不慎接触后伤亡危险极大。做接地保护后，此电压仅为接地位置电阻产生的电压降，且保护接地为故障电流提供顺畅通路，依靠保护电器动作切断电源，使得人员伤害及电气火灾的概率降至最低。供电系统中 PE 线和 PEN 线上严禁装设开关及熔断器，以防止意外开断而造成不必要的损失。

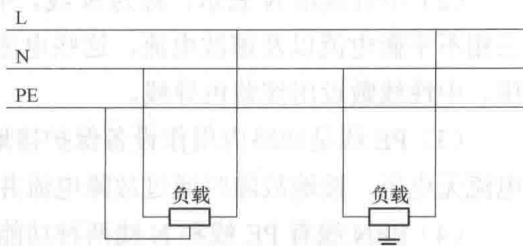


图 2-3 保护接地示意图

二、载流导体（带电导体）线制

载流导体俗称“带电导体”，是指正常工作时通过电流的导体，相线 L 和中性线 N（PEN）是载流导体，保护线 PE 线在正常工作时是不通过电流的，不是载流导体。常用的载流导体线制如下：

1. 单相两线制

家庭常用的照明供电即为此线制，由一根相线和一根中性线构成回路，如图 2-4 所示。

2. 三相三线制

常见的给三相电动机供电的线制，如图 2-5 所示。