



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

JIANZHU SHEBEI
ANZHUANG ZHUANYE

电气设备安装实习

建筑设备安装专业

主编：谢忠钧



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

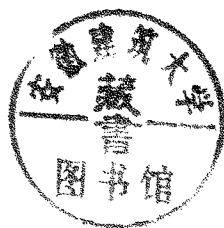


中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电气设备安装实习

建筑设备安装专业

主 编 谢忠钧
责任主审 李德英
审 稿 樊伟樑 赵连玺



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本教材是根据教育部《关于全面推进素质教育深化中等职业教育教学改革的意见》中对教材的编写要求和教育部最新颁布的中等职业学校建筑设备安装专业“电气设备安装实习”课程教学大纲编写的。

本书介绍电气设备安装基本工艺知识及实际操作方法,内容包括电工基本操作、照明动力架空线路的安装、电缆敷设与接头制作、电动机拆装与检修、电动机控制线路安装、低压配电装置安装、母线加工制作、接地装置安装、水位自动控制和火灾自动报警设备安装等。书中每个课题后均有小结和习题。

本书可作为中等职业学校相关专业的教学用书,也可作为电气安装专业不同层次的岗位培训教材,并可供一线施工管理和电气技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

电气设备安装实习/谢忠钧主编. —北京:中国电力出版社, 2002

中等职业教育国家规划教材

ISBN 7-5083-1143-4

I. 电… II. 谢… III. ①电工技术-专业学校-教材
②电气设备-安装-专业学校-教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 088527 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>)

北京密云红光印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

2003 年 3 月第一版 2003 年 3 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 27.25 印张 616 千字

印数 0001—4060 册 定价 32.70 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)

中等职业教育国家规划教材

出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成〔2001〕1 号）的精神，我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编制，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

前 言

《电气设备安装实习》是教育部 80 个重点建设专业主干课程之一，是根据教育部最新颁布的中等职业学校建筑设备安装专业“电气设备安装实习”课程教学大纲编写的。

本书以培养学生的创新精神和实践能力为重点，以培养在生产、服务、技术和管理第一线工作的高素质劳动者和中初级专门人才为目标。教材的内容适应劳动就业、教育发展和构建人才成长“立交桥”的需要，使学生通过学习具有综合职业能力、继续学习的能力和职业变化的能力。

全书介绍了电气安装基本工艺知识及实际操作方法，内容包括电工基本操作、照明动力架空线路的安装、电缆的敷设与接头制作、电动机拆装与检修、电动机控制线路安装、低压配电装置的安装、母线加工制作、接地装置安装和水位自动控制、火灾自动报警设备安装等部分，共 9 个单元。全书图文并茂、通俗易懂，使读者一看就会，并配有生产实习 40 多个，每课题后都附有小结和习题，供参考选用。

本书由天津市政教育中心谢忠钧主编。书中单元一、五部分和单元四、八、九部分分别由天津市政教育中心王俊萍和周钢编写；单元二、三部分由天津市政教育中心谢忠钧和北京城建培训中心徐第编写；单元六、七部分由天津市政教育中心谢忠钧和南京建筑教育中心刘昌胜编写。本书由孙玉林主审。

本书可作为中等职业学校（普通中专、成人中专、技工学校、职业高中）教材，也可作为职工培训或供建筑设备安装人员参考。

编 者

2002 年 12 月

目 录

中等职业教育国家规划教材出版说明
前言

单元一 电工基本操作	1
课题一 电工安全用电及触电急救	1
小结	22
习题	22
课题二 电工常用工具、机具的使用和维护、保养	23
小结	98
习题	99
课题三 常用电工仪表的使用及电工测量技术	100
小结	129
习题	129
课题四 导线的连接及绝缘的恢复	130
小结	136
习题	137
单元二 照明、动力、架空线路的安装	138
课题一 照明线路的安装	138
小结	167
习题	167
课题二 动力线路的安装	168
小结	183
习题	184
课题三 架空线路的安装	184
小结	221
习题	221
单元三 电缆的敷设与接头制作	223
课题一 电缆线路敷设方法	223
小结	237
习题	237

课题二 电缆接头的制作	237
小结	251
习题	251
单元四 电动机拆装与检修	252
课题一 三相异步电动机拆装和检修	252
小结	278
习题	279
课题二 三相异步电动机试运行及首末端判别	279
小结	288
习题	289
单元五 电动机控制线路安装	290
课题一 绘制电气安装接线图	290
小结	297
习题	297
课题二 三相异步电动机控制线路安装	297
小结	318
习题	318
单元六 低压配电装置的安装	319
课题一 配电柜的安装	319
小结	332
习题	332
课题二 配电箱的安装	332
小结	354
习题	354
单元七 母线加工制作	356
课题一 母线的制作与安装	356
小结	377
习题	377
单元八 接地装置安装	379
课题一 接地装置的制作与安装	379
小结	387
习题	387

单元九 水位自动控制、火灾自动报警设备的安装及铜缆、光缆的连接..... 388

 课题一 水位自动控制与火灾报警设备的安装..... 388

 小结 404

 习题 404

 课题二 光缆、铜缆的连接 405

 小结 424

 习题 424

参考文献 425

电 工 基 本 操 作

课题一 电工安全用电及触电急救

电能具有生产、输送、使用及控制方便的优点，广泛用于工农业生产、国防科技及人民日常生活的各个领域，造福人类。然而用电不当，违章管理或操作，又常会发生触电事故或电气漏电等严重危害。因而随着用电规模的扩大、普及范围的广泛，安全用电在生产 and 生活中的重要性更加显著。本课题主要让读者了解触电的危害、形式，触电的防范措施以及文明生产、安全操作的常识，掌握触电急救的操作方法。

一、预防触电的措施

触电事故的发生往往很突然，而且会在瞬间造成严重的后果，但是也有一定的规律可循。为贯彻“安全第一、预防为主”的安全用电基本方针，从根本上减少或避免触电事故的发生，必须在制度上、技术上采取有效的防护措施。

(一) 常用的预防触电措施

(1) 绝缘保护：任何电气设备和线路的组成都包括导体部分和绝缘部分，电气设备的寿命取决于绝缘材料的寿命，称为绝缘保护。

(2) 使用安全电压：人体持续接触而不会使人直接致死或致残的电压为安全电压。其内涵有三点：

- 1) 采用安全电压可防止触电事故的发生。
- 2) 安全电压必须由特定的电源供电。
- 3) 安全电压有一系列的数值，各适用于一定的用电环境。
- (3) 采用遮栏、护罩、护网等屏护措施。
- (4) 设置醒目的安全标志等。

(二) 采用保护接地或保护接零措施

采用保护接地或保护接零的措施，要根据低压供电系统的接地情况而定，如 TT 系统、TN 系统、IT 系统等。

1. 保护接地系统

在电力系统中性点直接接地叫工作接地，其示意图如图 1-1 所示，接地电阻要求小于 4Ω 。电气设备的外露可导电部分接地叫保护接地，其示意图如图 1-2 所示，接地电阻要求小于 4Ω 。

保护接地的作用是，在设备出现漏电故障使其外露的金属部分带电时，人无意

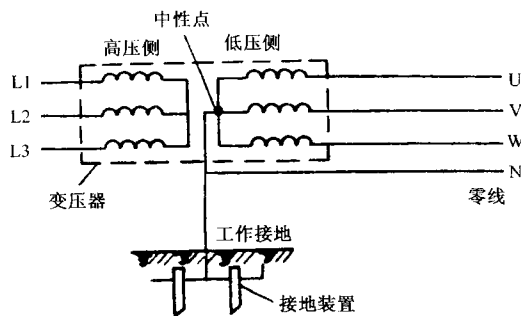


图 1-1 工作接地示意图

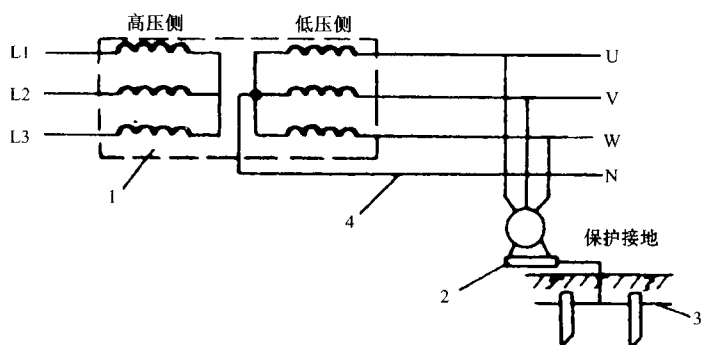


图 1-2 保护接地示意图

1—变压器；2—电机；3—接地装置；4—中性线

碰到带电部分，由于人体电阻比接地体的电阻大得多，几乎没有电流流过人体，从而保证了人身安全。

(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 1-3 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，如图 1-4 所示。注意：IT 系统一般不引出中性线，即三相三线制供电。

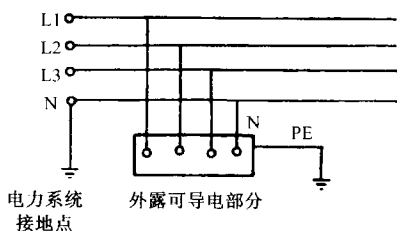


图 1-3 TT 系统

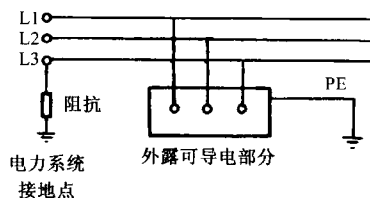


图 1-4 IT 系统

2. 保护接零系统

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叫保护接零，其示意图如图 1-5 所示。

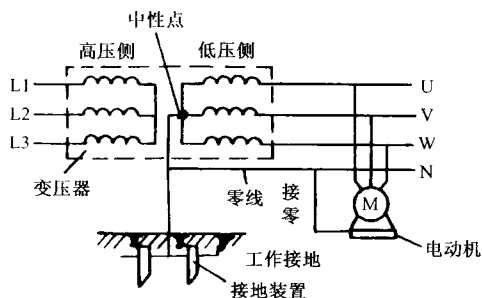


图 1-5 保护接零示意图

保护接零的作用是，在设备出现漏电故障时，电源相线相当于直接接在电源中性线上，所以人不会发生触电事故。

TN 系统是应用广泛的一种供电系统，根据中性线和保护导线的布置连接方式的不同，可分为 TN-C 系统、TN-S 系统 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) 合成为 PEN 线, 则供电系统常用三相四线制, 如图 1-6 (a) 所示。

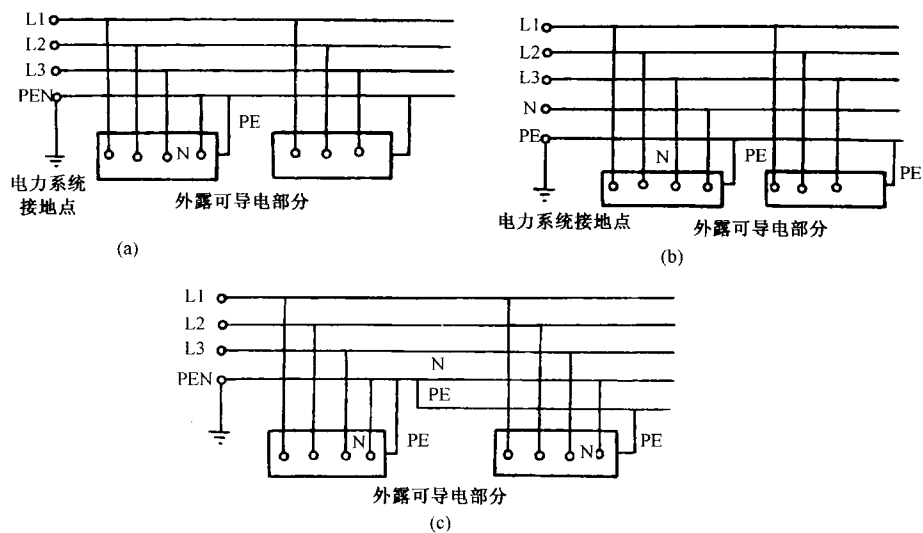


图 1-6 TN 系统

(a) TN-C 系统; (b) TN-S 系统; (c) TN-C-S 系统

(2) TN-S 系统: 在整个系统中, 保护导线与中性线分开, 保护导线为保护零线, 中性线称为工作零线。此系统安全、可靠性高, 施工现场必须使用, 称为三相五线制, 如图 1-6 (b) 所示。

(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。在实际供电中, 以变压器引出往往是 TN-C 系统三相四线制。进入建筑物后, 从总配电柜 (箱) 开始变为 TN-S 系统, 加强建筑物内的用电安全, 又称为局部三相五线制, 如图 1-6 (c) 所示。

3. 重复接地

为了保证中性线安全可靠, 在中性点直接接地的三相四线制低压供电系统中, 中性线也要重复接地, TN-S 系统中 PE 线还要重复接地。重复接地电阻值一般小于 10Ω 。一般规定: 架空线路的干线与支线的终端及沿线每 1km 处, 电源引入车间或大型建筑物处都要做重复接地, 其示意图如图 1-7 所示。

(三) 漏电保护器

在使用漏电保护器的电路中,

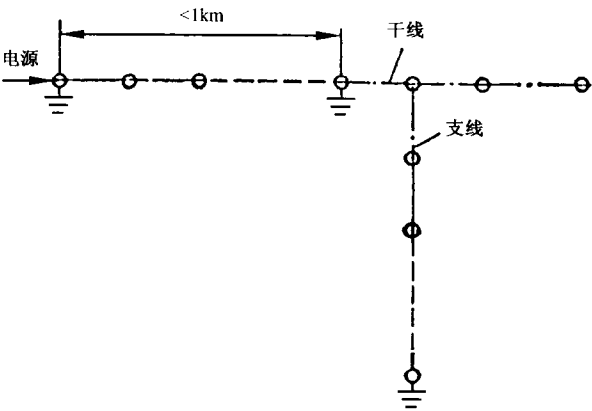


图 1-7 重复接地示意图

无论什么原因造成对地电流，都会使开关动作。如人触及带电体，电流经人体入地，开关要动作。设备绝缘老化，出现轻微漏电，这时虽然做了接零保护，但漏电电流很小，短路保护装置不会动作，会造成设备外壳长时间带电，引起触电。但使用漏电保护器，小的漏电电流，开关就会动作，立即切断电源。采用电流型漏电保护器，一般动作灵敏度在 30mA 以上，漏电电流大于 30mA 开关就会动作；高灵敏度型，动作灵敏度为 10mA。漏电保护器的动作时间很短，在 0.1s 以内即可切断电源。

1. 漏电保护器的安装要求

- (1) 必须选用符合国家标准的产品，应检查产品的合格证和生产资格认证标志。
- (2) 安装前应检查额定电压、额定电流是否满足用户要求，使用的漏电保护器应符合选用条件。
- (3) 漏电保护器试验按钮回路的工作电压不能错，负载侧和电源侧，应按规定安装接线，不能接错。
- (4) 必须保证用电设备的接线正确。安装时要严格区分工作零线（N 线）和保护零线（PE 线），二者不得混用，正、误接线示意图如图 1-8 所示。N 线应接入漏电保护器并穿过漏电保护器的零序电流互感器，经过漏电保护器的 N 线不得作为 PE 线用，不能作重复接地或可导电部分外露，重复接地的位置如图 1-9 所示。漏电保护器后 N 线或相线均不得与其他回路共用，PE 线不能接入漏电保护器，PE 线的接法如图 1-10 所示。

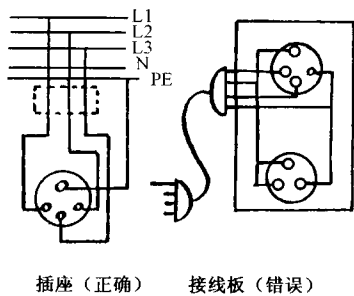


图 1-8 N 线、PE 线正、误接线示意图

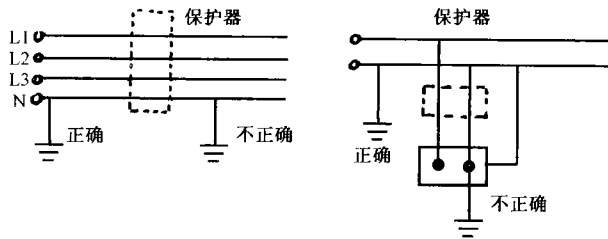


图 1-9 重复接地的位置

- (5) 安装漏电保护器后，仍应安装接地、接零保护措施。
- (6) 有些开关因不具有过载保护作用，因此安装时必须在漏电保护器之后串熔断器做后备保护，连接方法如图 1-11 所示。
- (7) 零序电流互感器安装在电源开关的负荷侧出线中，应尽量远离外磁场，与接触器保持 300 ~ 400mm 距离，以防止外磁场影响而引起漏电保护器误动作。
- (8) 电路接好后，应首先检查接线是否正确，并通过试验按钮进行试验，检查漏电保护器开关是否正常动作。

2. 接线方式

- (1) 漏电保护器在 TT 系统中的典型接线方式如表 1-1 所示。

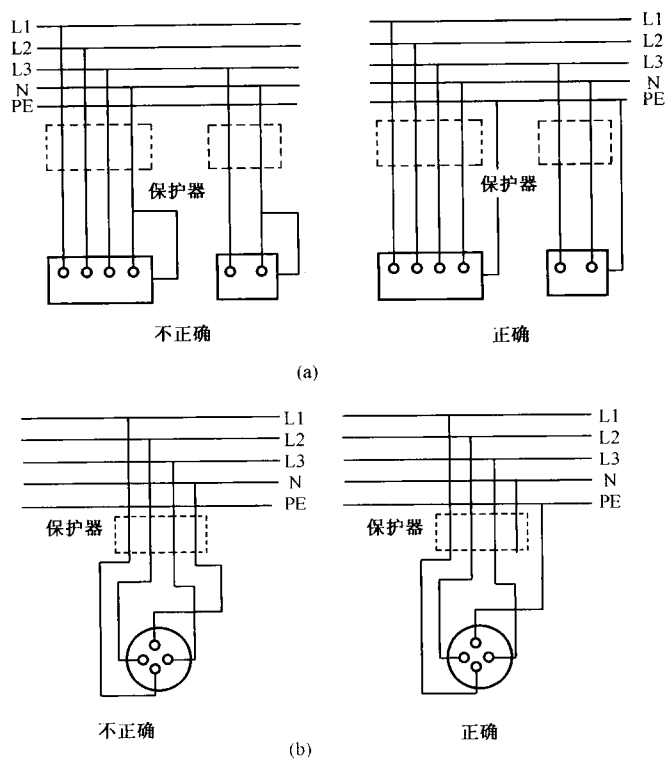


图 1-10 保护零线（PE 线）的接法
(a) 保护零线接法；(b) 插座保护零线接法

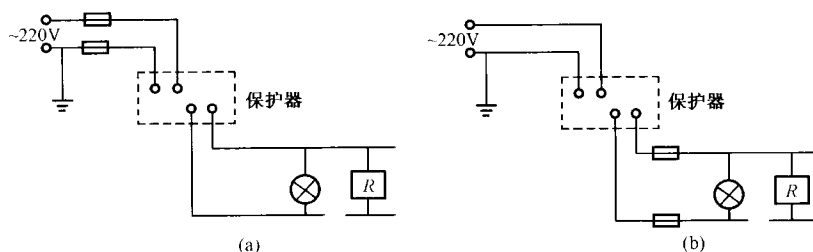


图 1-11 熔断器与保护器的连接
(a) 错误；(b) 正确

表 1-1 漏电保护器在 TT 系统中的典型接线方式

序号	适用的负荷类型	采用的漏电开关类型	典型接线方式
1	三相和单相混合负荷	三极和二极	

续表

序号	适用的负荷类型	采用的漏电开关类型	典型接线方式
2	三相和单相混合负荷	四极	
3	三相负荷	三极	
4	三相负荷	四极	
5	单相负荷	二极	
6	单相负荷	三极	
7	单相负荷	四极	

(2) 漏电保护器在 TN 系统中的典型接线方式如表 1-2 所示。

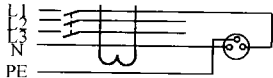
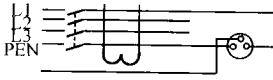
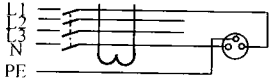
表 1-2 漏电保护器在 TN 系统中的典型接线方式

序号	适用的负荷类型	漏电保护器类型	典型接线方式
1	TN-C 三相和单相混合负荷	四极	

续表

序号	适用的负荷类型	漏电保护器类型	典型接线方式
2	TN-S 三相和单相混合负荷	四极	
3	TN-C 三相和单相混合负荷	三极和二极	
4	TN-S 三相和单相混合负荷	三极和二极	
5	TN-C 三相动力负荷	三极	
6	TN-S 三相动力负荷	三极	
7	TN-C 三相动力负荷	四极	
8	TN-S 三相动力负荷	四极	
9	TN-C 单相负荷	二极	
10	TN-S 单相负荷	二极	
11	TN-C 单相负荷	三极	

续表

序号	适用的负荷类型	漏电保护器类型	典型接线方式
12	TN-S 单相负荷	三极	
13	TN-C 单相负荷	四极	
14	TN-S 单相负荷	四极	

3. 漏电保护器的选择及使用

(1) 漏电保护器及漏电保护器动作电流的选择：

1) 游泳池的供电设备、喷水池和水下照明、水泵、浴室中的插座及用电设备，住宅的家用电器和插座，试验室、宾馆、招待所客房的插座，有关的医用电气设备和插座，都应安装快速型漏电保护器，其动作电流应在 6 ~ 10mA。

2) 环境潮湿的洗衣房、厨房操作间及其潮湿场所的插座，所安装漏电保护器的动作电流应为 15 ~ 30mA。

3) 储藏重要文物和重要场所内的电气线路上主要为了防火，所装漏电保护器的动作电流应大于 30mA。

4) 对有些不允许停电的负荷，如事故照明、消防水泵、消防电梯等，宜酌情装设漏电报警装置，安装动作电流大于 30mA 的延时型漏电保护器。

(2) 漏电保护器的使用场所：根据国标 GB 13955-92《漏电保护器安装和运行》，下列设备和场所应采用漏电保护器。

- 1) 建筑施工场所，临时线路的用电设备必须安装漏电保护器。
- 2) 除Ⅲ类外的手持式电动工具、移动式生活日常电器、其他移动式机电设备及触电危险性大的用电设备，必须安装漏电保护器。
- 3) 潮湿、强腐蚀性等环境恶劣场所的电器设备必须安装漏电保护器。
- 4) 建筑物内的插座回路。
- 5) 安装在水中的供电线路和设备；医院中直接与人体接触的电气医用设备等。应采用安全电压的场所，不得采用漏电保护器代替。

(3) 在 TN 系统中使用漏电保护器的注意事项：

1) 严格区分 N 线和 PE 线。使用漏电保护器后，以漏电保护器起，系统变为 TN-S 系统，PE 线和 N 线必须严格分开。N 线要通过漏电保护器，PE 线不通过漏电保护器，可从

漏电保护器上口接线端分开。

2) 单相设备接线使用漏电保护器后, 单相设备一定要接在 N 线上, 不能接在 PE 线上, 否则会合不上闸。

3) 重复接地使用漏电保护器后, PE 线可以重复接地, 开关后的 N 线不准重复接地, 否则会合不上闸。

4) 使用漏电保护器后, 从漏电保护器起, 系统变为 TN-S 系统, 后面的线路接线不能再变回 TN-C 系统, 否则会引起前级漏电保护器误动作。

二、文明生产和电工基本安全知识

文明生产是工厂管理的一项十分重要的内容, 是对每个工厂企业组织生产的基本要求, 所以文明生产是实现安全用电的可靠保证。参加电工专业操作前必须接受安全教育, 掌握电工基本的安全知识, 才能保证安全生产的正常进行。

(一) 文明生产

文明生产的基本要求如下:

(1) 文明生产, 要求每一个电气安装工作人员, 以认真负责的态度从事工作。对设备周密组织, 妥善布置, 保证设备的安全可靠使用。

(2) 操作电气工作场所应整洁干净、工具材料摆放整齐, 仪表仪器和移动工具保管妥善。

(3) 对电气设备和移动工具应建立档案, 定期进行检修、试验并做好纪录。

(4) 工作后, 应清扫现场, 清除的废电线和电器应堆放到指定的地点, 注意环境保护。

(二) 电工基本安全知识

从事电工作业必须坚持“安全第一、预防为主”的基本方针。在电工作业中应严格执行国家行业标准《电业安全工作规程》, 采取严密的组织措施和行之有效的技术措施, 减免事故的发生, 确保人身和设备的安全。

1. 电工安全操作的组织措施

电工安全操作的组织措施包括工作票制度, 工作许可制度, 工作监护制度, 工作间断、转移与终结制度, 操作票制度。

(1) 工作票制度: 工作票制度是准许在电气设备上或线路上工作的书面命令, 是工作班组内部及工作班组与运行人员之间为确保检修工作安全的一种联系制度, 也是明确安全责任, 向工作人员安全交底, 履行工作许可手续和工作间断、转移、终结手续, 并实施保证安全措施等书面依据。工作票分为第一种工作票和第二种工作票。对于各种工作票的填写范围及其格式在《电业安全工作规程》中都作了相应规定。工作票填写一式两份, 应正确清楚, 不得任意涂改。一份现场保留, 由工作负责人(监护人)收执; 另一份由值班人员(工作许可人)收执, 并按时移交。工作票所到人员必须具备相应的条件, 同时负有相应的安全责任。例如: 工作票签发人, 必须熟练掌握人员、设备、当前方式、安全规程, 并具备相应技术水平的人员担任; 工作票签发人要对工作的必要性、工作是否安全、工作票上所填安全措施是否正确完备、所派监护人和工作班人员是否适当负责; 需变更工作班