



建筑工程施工临时用电 安全实操指引

祁志强 邝成子 主编

中国建筑工业出版社

建筑工程施工临时用电 安全实操指引

祁志强 邝成子 主编



中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程施工临时用电安全实操指引 / 祁志强, 邝成子

主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2012.1

ISBN 978-7-112-13929-3

I. ①建… II. ①祁… ②邝… III. ①建筑工程—施工现场—安全用电 IV. ①TU731.3

中国版本图书馆CIP数据核字 (2011) 第280196号

本书总结了施工临时用电安全的实践成果与管理经验, 将施工现场的实际操作与安全用电理论结合, 针对每一个施工临时用电的节点, 选取工地实样, 对照《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46—2005相关条文进行解读, 提供节点构造的正确做法, 分析一线用电人员作业的情况。以“规范要点、强制性条文、常见问题、专家点评”的方式进行编写。

本书可帮助施工现场的技术、管理人员和电器操作人员掌握施工临时用电“应知、应会”的基本操作技能, 做到现场用电符合要求, 实现施工现场临时用电的安全。

责任编辑: 酆锁林 万 李

责任校对: 刘 钰

建筑工程施工临时用电安全实操指引

祁志强 邝成子 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

北京京点设计公司制版

东莞市信誉印刷有限公司承印

*

开本: 880×1230 毫米 1/16 印张: 8 字数: 216 千字

2012 年 1 月第一版 2012 年 1 月第一次印刷

定价: 75.00 元

ISBN 978-7-112-13929-3

(21956)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

指导单位

东莞市住房和城乡建设局
东莞市科学技术协会

支持单位

东莞市建设工程安全监督站
东莞市建筑业协会

主编单位

东莞市土木建筑学会

参编单位

东莞市建设工程安全监督站
东莞市建筑业协会
东莞市建筑科学研究所
东莞市建设培训中心
中国建筑第五工程局广东公司
中铁二局股份有限公司
广东鸿高建设集团有限公司
东莞市建安集团有限公司
东莞市健升建筑工程有限公司
《东莞经济》编辑部

编委会

编委会主任：朱川 连希波
编委会副主任：黎小成 祁志强 李小兵 赵亮 刘镇庭
编委：崔岗平 刘怡 翟炳坤 黄满权 罗柱洪 陈春 汤智强 刘炯

编辑部

主编：祁志强 邝成子
技术专家：邝成子 李洪江 汤洞 张平 宁洵 谢芳 齐建衡 张桂标 郭志川 王永仪 江茜
组织统筹：郑金伙

前 言

施工现场临时用电过程中的触电伤亡事故是建筑行业五大伤害事故之一。同时，施工现场临时用电系统的设置与选型是否科学、合理，对用电设备的安全与预防电气火灾至关重要。

在当前的安全生产形势下，强化施工现场临时用电的安全，是一项十分重要的工作。

为进一步宣贯行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46—2005（以下简称《规范》），切实提高施工现场临时用电系统的安全性，为工程施工、管理提供可操作的指引，我们组织了富有施工临时用电经验的机电专家团队进行深入调研，听取施工企业意见，总结近年来东莞市在建筑工地不断强化施工临时用电安全的实践成果与管理经验，将施工现场的实际操作与安全用电理论相结合，编写了这本《建筑工程施工临时用电安全实操指引》。

《建筑工程施工临时用电安全实操指引》（以下简称《指引》）针对每一个施工临时用电的节点，选取工地实样，对照《规范》相关条文进行解读，提供节点构造的正确做法；分析一线用电人员作业的情况。以“规范要点、强制性条文、常见问题、专家点评”的方式进行编写。

我们希望通过这本《指引》，帮助电器操作人员掌握施工临时用电“应知、应会”的基本操作技能，做到现场用电符合《规范》要求，实现施工现场临时用电的安全。同时，为社会提供图文一体，读得懂、易操作的科普教育读本。

将“教、学、用、管”融为一体，通过政府主导、专家指导、行业参与、企业推动相结合的方式，适时引导专业技术、实操工艺走向标准化，并将这些成果整理成书，广为传播，相信对于提高建筑工程施工临时用电安全水平，确保安全生产，推动科普服务于企业发展，都有着现实与深远的意义。

在编写《指引》的过程中，东莞市住房和城乡建设局、东莞市科学技术协会给了我们极大的支持和帮助，东莞市建设培训中心提供了大量实景图片，使我们的工作进展十分顺利。在此深表感谢！

因编者水平所限，难免有错漏之处，请业界有识之士多多指正。

东莞市土木建筑学会
2011年12月

目 录

第一章 施工现场临时用电概述.....1	第三节 配电室进出线 (SDB-03).....18
第一节 施工现场临时用电的特点.....1	第四节 配电室构造 (SDB-04).....22
第二节 施工现场临时用电的危害.....2	第五节 配电室内部布置 (SDB-05).....24
第三节 人体触电的类型.....2	第六节 总配电柜 (箱) (SDB-06).....27
第四节 施工现场临时用电安全管理的重要性.....3	第七节 施工现场配电线路 (SDB-07)、电线杆 (SDB-08).....34
第五节 认识与掌握《规范》的三个要点.....3	第八节 分配电箱 (SDB-09).....46
第二章 TN-S 接零保护系统.....9	第九节 开关箱 (SDB-10).....56
第一节 TN-S 接零保护系统示意图.....9	第十节 施工现场保护接零和重复接地 (SDB-11).....69
第二节 TN-S 接零保护系统的特点.....10	第十一节 用电设备 (SDB-12).....80
第三章 三级配电系统示意图.....11	第七章 施工现场常用仪表与测试.....82
第四章 施工现场临时用电实体展示平台简介.....12	第一节 建筑电工对用电设备的测试与检查 (实操).....82
第五章 施工现场临时用电系统节点选取顺序图.....15	第二节 漏电保护器的测试.....88
第六章 施工现场临时用电节点解读.....16	第三节 铜芯导线连接工艺.....92
第一节 变压器 (SDB-01).....16	第八章 触电现场急救.....111
第二节 工作接地 (SDB-02).....17	第一节 触电现场急救的重要性.....111
	第二节 现场急救具体方法.....112
	参考文献.....121

第一章 施工现场临时用电概述

施工现场临时用电，是指施工企业针对施工现场需要而专门设计、设置的临时用电系统。

第一节 施工现场临时用电的特点

一、伤害隐蔽性

电的形态特殊，看不见、听不到、闻不着、摸不得，用仪表可测得电流、电压和波形等，隐蔽性强，易造成用电伤害事故。

二、使用临时性

施工现场临时用电是工程施工前通过专项设计、设置，并维护至工地完工后拆除的一个使用周期的临时用电系统。

三、系统复杂性

随着工程规模的不断扩大，机械化程度的提高，各种机电设备数量增多，配电系统要为工地每个作业部位提供动力用电与照明用电。

四、使用多变性

施工现场临时用电是随着施工机械和施工机具的周期性和移动性而发生变化，如基础施工阶段、主体施工阶段、装饰施工阶段的施工临时用电在形式、位置及用电安全防护的要求不尽相同，会给施工临时用电提出多变的需求。

五、工作环境恶劣

施工现场露天作业多，受地理位置和气候条件等制约，电气装置、配电线路和用电设备容易导致触电事故。

六、建筑用电人员水平参差不齐

建筑作业人员自我保护意识差，安全用电知识和技能欠缺，均容易发生触电事故，给施工现场临时用电安全管理带来一定的难度。

目前建筑职业教育往往滞后于行业发展的需要，《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46—2005（以下简称《规范》）于 2005 年 7 月 1 日实施，距今已有 6 年。许多建筑电气类书籍仍未对《规范》进行全面深入的介绍，未把《规范》作为建筑电工必须掌握的内容宣贯于教科书中。鉴于施工现场临时用电的现实性和迫切性，针对施工现场用电的种种问题，编写了本书。

第二节 施工现场临时用电的危害

一、施工用电的人体触电伤害事故

施工现场临时用电系统未严格按照 TN-S 接零保护系统进行设置，系统在失去接零保护和漏电断路保护两道安全防线的状态下，造成人体接触到带电体，发生触电伤害事故。

例如，如果外脚手架带电，会造成在外脚手架上的作业人员触电伤害；如果地下室底板或楼板钢筋网带电，会造成接触钢筋网的作业人员群体触电伤害。

二、电气火灾造成的人员伤害和财物损失

在临时用电系统运行过程中，由于配电线路的不合理设计和设置，可能引发用电故障（短路、过载），其产生的电弧和线路过热，会引起火灾。火势凶猛，短时间迅速蔓延至大面积着火，遇到易燃易爆品可能会发生爆炸事故，所以电气火灾会造成人员伤害和财物损失的重大事故。

第三节 人体触电的类型

人体触电，是指电流流经人体，使其产生病理生理效应。

按误触电的形式，可分为单相触电（图 1-1）、两相触电（图 1-2）和“跨步电压”（地面上相互为 0.8m 一步的两点之间因接地短路电流而造成的电压）触电（图 1-3）。

施工现场的触电事故大多情况是单相触电事故，通常是由于带电钢构件、开关、导线及电动机缺陷而造成人体误触电事故。



图 1-1 单相触电



图 1-2 两相触电

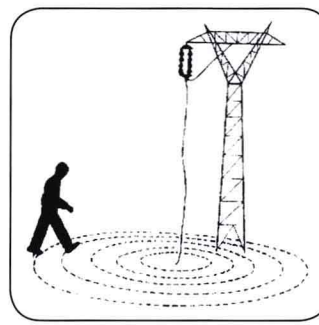


图 1-3 “跨步电压”触电

第四节 施工现场临时用电安全管理的重要性

为了有效地防止施工现场意外触电伤害事故,保障人身安全、财物安全,施工现场临时用电必须严格按《规范》要求实施。因为该《规范》就是针对建筑施工现场的特点而编制,是一个适应性很强的施工现场临时用电系统的安全技术规范,同时又是一个以防触电伤害为目的的法规性技术文件。

第五节 认识与掌握《规范》的三个要点

一、采用 TN-S 接零保护系统

在电源中性点直接接地的低压供电系统中,用电设备的保护方式分为 TT 系统与 TN 系统。

TT 和 TN 是采用的国际标准符号,第一个字母 T,表示中性点直接接地;第二个字母 T,表示电气设备外露可导电部分对地直接作电气连接,与电力系统任何接地无关;N 表示电气设备外露可导电部分与电力系统的接地点作直接电气连接。

1. 适用于室内配电使用的 TT 系统

TT 系统——电源中性点直接接地,电气设备外露可导电部分直接接地的保护系统,其中电气设备的接地点独立于电源中性点接地。

TT 系统的防触电原理(图 1-4):当线路中一相电源触碰设备外壳金属,人体误接触带电体时,人体的电阻与设置的接地装置总电阻形成一个并联等效电阻,以接地装置小的电阻通过大的电流,较大的人体电阻通过小的电流(20mA 以下)。TT 系统主要依靠降低接触电

压和减小流经人体电流，避免触电事故发生和减轻触电伤害的程度。通过降低接地的电阻值，最大限度保障人身安全。这种系统虽然简单，但实际上施工用电的露天性和接地装置难以保证接地电阻（ 4Ω 以下）的要求，一旦发生人体触电事故，流经人体的电流很可能大于安全电流（对于 50Hz 工频电流，其强度在 20mA 以下，一般可被认为安全电流）。所以，在室外露天环境使用接地保护 TT 系统有一定的危险性，不能确保人身安全。因此，在施工现场不允许使用 TT 系统。

2. 施工现场使用 TN-S 系统

TN-S 系统——工作零线与保护零线分开设置的接零保护系统。

TN-S 系统的防触电原理（图 1-5）：采用接零保护不是降低接触电压和减小流经人体的电流，而是当电气设备发生碰壳漏电故障时，将事故电流转化为短路电流，短路电流经设备外壳和 PE 线形成闭合回路，使其变成单相短路故障，较大的单相短路电流使保护装置准确而迅速动作，切断事故电源，消除隐患，确保人身的安全。开关箱中漏电动作时间不应大于 0.1s。与“TT”系统相比，TN-S 系统具有较高的安全性和可靠性，是保障施工现场用电安全，防止触电和电气火灾事故发生的安全防护措施。《规范》规定在施工现场必须使用 TN-S 系统。

TN-S 系统中的专用保护零线（PE 线）是一条生命和财物安全的保护线。

PE 线要达到以下技术要求：

- (1) PE 线与通过总漏电保护器的 N 线之间不得再做电气连接，PE 线应单独敷设，不作他用。
- (2) 必须使用统一标志的绿 / 黄双色线。

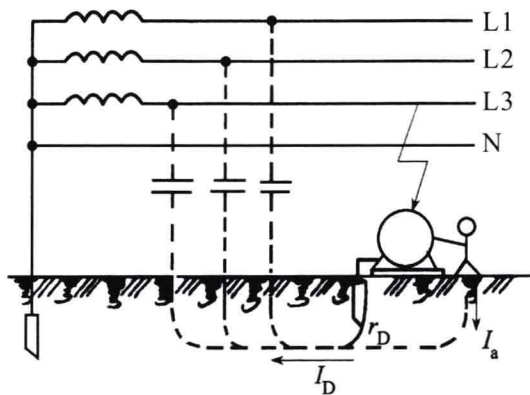


图 1-4 TT 系统单相接地电路

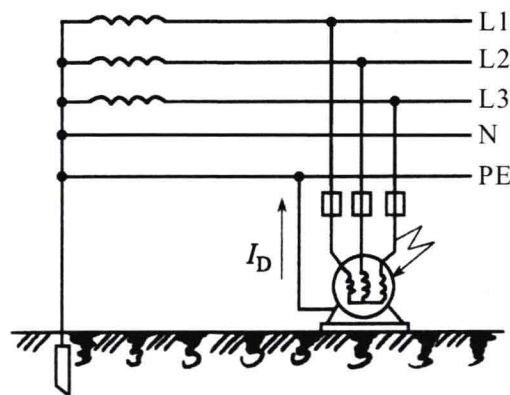


图 1-5 TN-S 系统保护接零单相短路电路

(3) 当相线截面不大于 16mm^2 时, 保护零线与相线直径相等; 当相线截面为 $16 \sim 35\text{mm}^2$ 时, PE 线最小截面为 16mm^2 ; 当相线截面大于 35mm^2 时, 保护零线取相线截面的 50%。单相线路, 保护零线与相线相同。与电动机外壳连接的 PE 线应为截面不小于 2.5mm^2 的绝缘多股铜线。手持式电动工具的 PE 线应为截面不小于 1.5mm^2 的绝缘多股铜线。

(4) 保护零线每一处重复接地装置的接地电阻值不应大于 10Ω 。

(5) 电气设备不带电的外露导电部分必须可靠地连接保护零线:

- 1) 电动机、变压器、照明器具、手持电动工具的金属外壳;
- 2) 电气设备传动装置的金属部件;
- 3) 配电屏与控制屏的金属框架;
- 4) 室内、外配电装置的金属框架及靠近带电部分的金属围栏和金属门;
- 5) 电力线路的金属保护管、敷线的钢索、滑升模板金属操作平台等。

(6) 保护零线接线应采用焊接、压接、螺栓连接或其他可靠方法连接, 不应采用缠绕或钩挂连接。

(7) PE 线应在各接地极上距地面 0.3m 处设置测试点作接地电阻检测用, 测试点需有明显标志。

(8) 重复接地连接线应与配电箱、开关箱内的 (PE 线) 端子板连接, 保护零线 (PE 线) 设置重复接地的部位。

- 1) 总配电箱 (配电柜) 处;
- 2) 各分路分配电箱处;
- 3) 各分路最远端用电设备开关箱处;
- 4) 塔式起重机、施工升降机、物料提升机、混凝土搅拌站等大型施工机械设备开关箱处。

二、采用三级配电系统

三级配电指总配电箱 (柜)、分配电箱、开关箱三级控制, 实行分级配电。

总配电箱应设在靠近电源的区域, 分配电箱应设在用电设备或负荷相对集中的区域, 分配电箱与开关箱的距离不得超过 30m , 开关箱与其控制的固定式用电设备的水平距离不宜超过 3m 。

动力与照明应分别设置开关箱。

配电箱、开关箱的操作顺序：

(1) 送电操作顺序为：总配电箱→分配电箱→开关箱；

(2) 断电操作顺序为：开关箱→分配电箱→总配电箱。

但出现电气故障的紧急情况可除外。

对配电箱、开关箱进行定期维修、检查时，必须将其前一级相应的配电隔离开关拉闸断电，并悬挂“禁止合闸、有人工作”停电标志牌，严禁带电作业。

配电箱与开关箱的构造配置要求以及技术参数选择见本《指引》第六章。

专家点评：

1. 《规范》要求对三级配电应遵守三项原则，即分级分路原则，动、照分设原则，压缩配电间距原则（放射式配电、树干式配电、链式配电和环形配电）。

(1) 分级分路原则

1) 从总配电箱（柜）向分配电箱可以分路，即一个总配电箱（柜）可以分接若干个分配电箱。

2) 从分配电箱到开关箱配电同样也可以分路，即一个分配电箱可接多个开关箱。

3) 从开关箱到用电设备配电实行“一机一闸”制，不存在分路问题。

按照分级分路原则的要求，在三级配电系统中，任何用电设备均不得越级配电。

(2) 动、照分设原则

1) 动力线路与照明线路应分开设置；设置动力分配电箱和照明分配电箱。

2) 动力开关箱与照明开关箱必须分箱设置。

(3) 压缩配电间距原则

是指总配电柜与分配电箱之间、分配电箱与开关箱之间、开关箱与用电设备之间应尽量缩短距离。

2. 对三级配电需要纠正的误区：施工现场 3 个配电箱等同三级配电的错误认识；有的在现场上布置了很多串联的分配箱，而最终控制用电设备的还是分配电箱，缺少开关箱，不能满足三级配电要求。所以，三级配电控制的关键就是总配电箱—分配电箱—开关箱，要保证

每个用电设备都有一个专用开关箱。

3. 个别工地为节省线材,采用串联分配电箱的配线形式(图 6-20)应注意串联的链式配线只适用于近距离、小容量负荷场所使用,且链接独立负荷不宜超过 3~4 个。

4. 有的工地,虽然做到了重复接地,但在引下线上没有可测试的端子,无法测试。

三、采用二级漏电保护系统

二级漏电保护是指在总配电箱和开关箱中分别装设漏电保护装置。二级保护是《规范》对施工现场临时用电提出的最基本的要求,即临时施工用电系统实行至少两级漏电保护。

综上所述,采用 TN-S 接零保护系统与两级漏电保护作为防触电伤害的两道保护防线。TT 系统和 TN-S 系统见图 1-6 和图 1-7。

四、《规范》强制性条文

1. 条文 3.1.4 临时用电组织设计及变更时,必须履行“编制、审核、批准”程序,由电气工程技术人員组织编制,经相关部门审核及具有法人资格企业的技术负责人批准后实施。变更用电组织设计时应补充有关图纸资料。

2. 条文 3.1.5 临时用电工程必须经编制、审核、批准部门和使用单位共同验收,合格后方可投入使用。

3. 条文 3.3.4 临时用电工程定期检查应按分部、分项工程进行,对安全隐患必须及时处理,并应履行复查验收手续。

专家点评:

现在大多数工地都做到了三级配电、三级漏电保护,这样一旦开关箱内漏电保护器失灵,分配电箱内的漏电保护器就可以起到补救作用;若只在总配电箱内安装总漏电保护器,一旦某一用电设备或线路漏电,开关箱的漏电保护失效且漏电电流足够大(漏电电流不够大将导致部分设备带电),则总柜漏电保护跳闸,会造成大面积停电,即影响无故障设备的正常运行,也会造成夜间施工无照明状态,给安全带来隐患,又不便查找故障点。因此,在总配电箱、分配电箱、开关箱实现分级分段的漏电保护,可大大提高用电的安全性和可靠性。施工现场应根据用电的分级不同,分别安装具有不同漏电参数的漏电保护器,用电设备出现漏电现象时,漏电保护装置动作,跳闸断电。

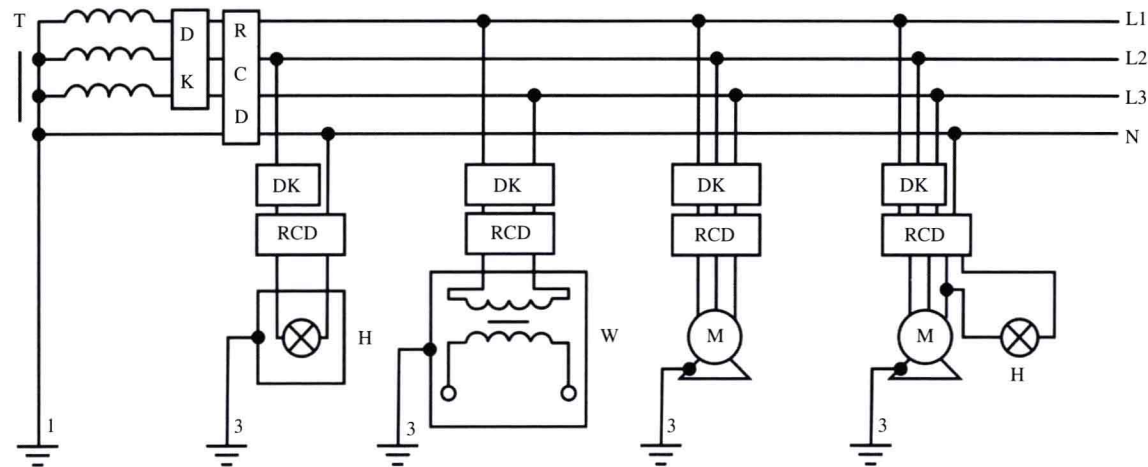


图1-6 TT系统保护接地接线方法示意图

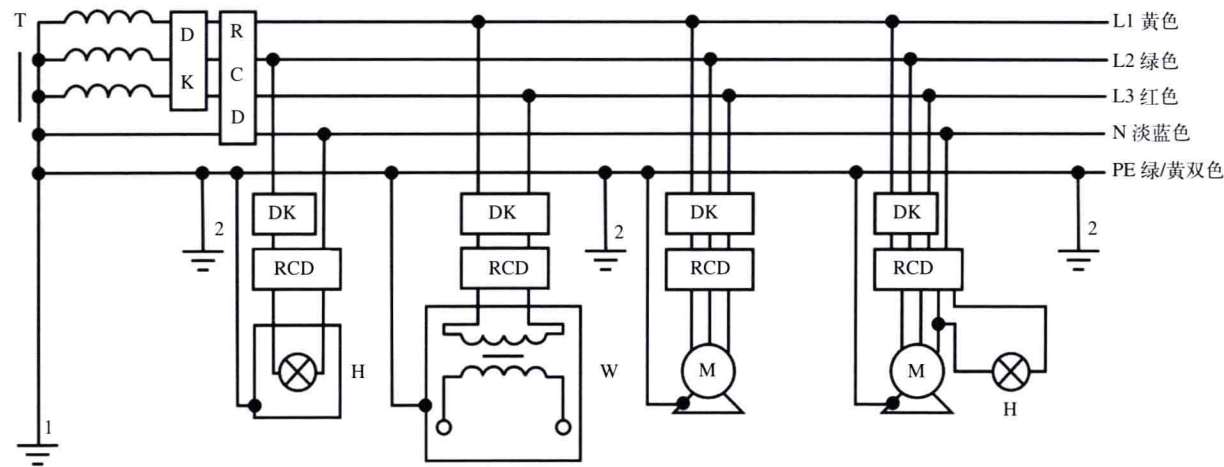


图 1-7 TN-S 系统保护接零接线方法示意图

L1、L2、L3—相线；N—工作零线；PE—保护零线；1—工作接地；2—重复接地；3—保护接地；T—变压器；
 RCD—漏电保护器；H—照明器；W—电焊机；M—电动机；DK—带熔断器式隔离开关

第二章 TN-S 接零保护系统

第一节 TN-S 接零保护系统示意图

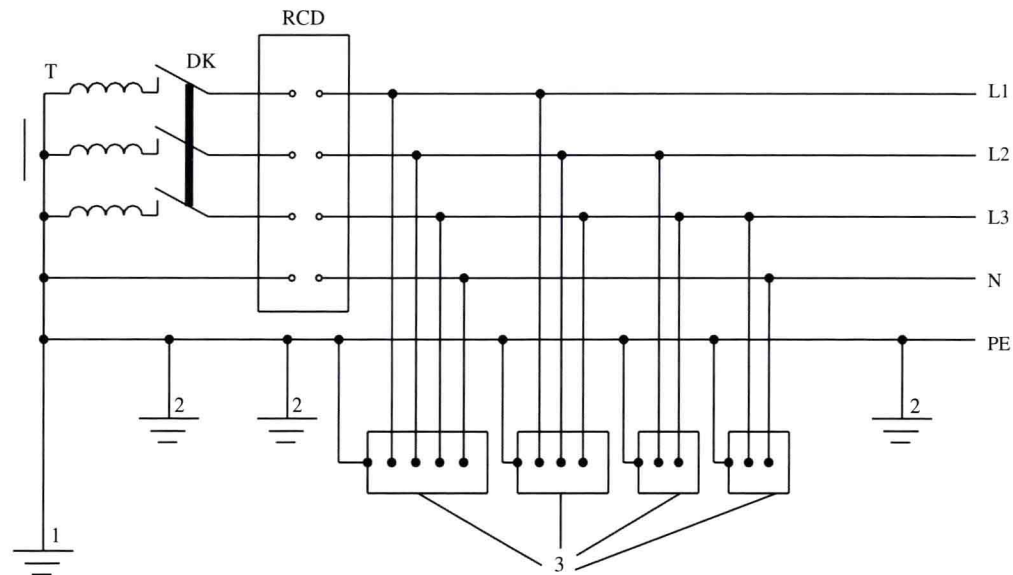


图 2-1 TN-S 接零保护系统示意图

1—工作接地；2—重复接地；3—电气设备金属外壳（正常不带电的外露可导电部分）；L1、L2、L3—相线；N—工作零线；PE—保护零线；DK—带熔断器式总电源隔离开关；RCD—总漏电保护器（兼有短路、过载、漏电保护功能的漏电断路器）；T—变压器

第二节 TN-S 接零保护系统的特点

规范要点

1. 在 TN-S 系统中,变压器中性点工作接地并分别单独引出 N 线和 PE 线,整个系统的工作零线(N)与保护零线(PE)是分开的;如图 2-1 所示。
2. 在 TN-S 系统中,所有电气设备外露可导电部分均接 PE 线保护接零,即电气设备的金属外壳及与该设备相连接的金属构架,应与 PE 保护线可靠连接。
3. TN-S 系统正常运行时, N 线可能会存在一定电位,但 PE 线为零电位,无电流通过,故 TN-S 系统设备外壳为零电位。
4. 在 TN-S 系统中, N 线与 PE 线必须严格分开,不能混接、错接。
5. 在 TN-S 系统中,漏电断路器正常工作时,漏电开关无剩余电流(实际上有稍许的正常剩余电流);当发生一相碰壳时,碰壳处电位差 $\geq 110\text{V}$,会有较大的剩余电流流过漏电断路器导致漏电断路器动作。
6. TN-S 系统的 N 线不应重复接地,但 PE 线应重复接地。
7. TN-S 系统安全性能较好,适合在施工现场采用,是一种较为安全实用的接零保护方式。

第三章 三级配电系统示意图

三级配电是指施工现场从电源进线开始至用电设备之间，应经过三级配电装置。按照《规范》的规定，即由总配电箱或配电室的配电柜开始，依次经由分配电箱、开关箱到用电设备。这种分三个层次逐级供电的系统称为三级配电系统。它的基本结构形式可用一个系统框图来描述，如图 3-1 所示。

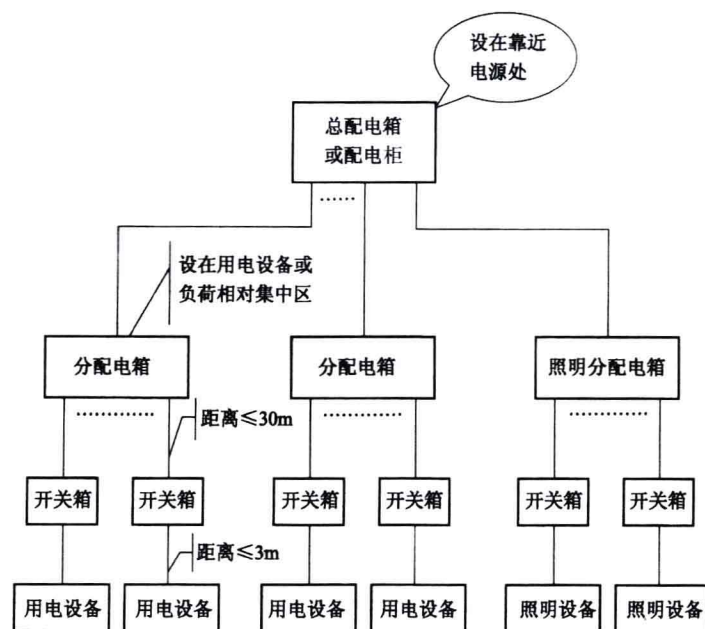


图 3-1 三级配电系统结构形式示意图