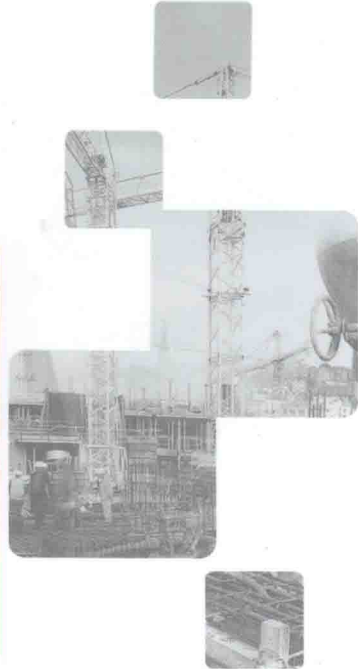


施工现场 临时用电



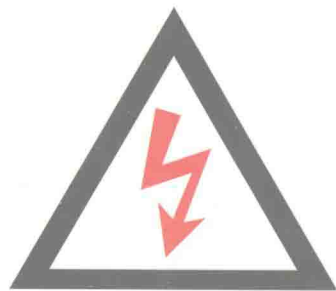
安全手册

临时用电**隐患辨识及对策**

马永强◎著 >>>>>>

300多张实景图辨识临时用电安全隐患
判断标准科学权威整改对策针对实用

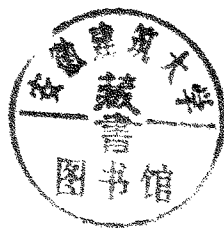
石油工业出版社



施工现场临时用电安全手册

——临时用电隐患辨识及对策

马永强 著



石油工业出版社

内 容 提 要

本书以图文并茂的形式告诉读者，施工现场临时用电存在哪些常见的安全隐患；并以防止发生人身触电和电气火灾为主要目的，提出安全隐患的危害、判断隐患参照的标准以及对策，既指出“哪里错”，也解释判定的依据；还告诉“怎样纠错”，帮助现场人员提高安全操作意识。

本书适合施工现场临时用电的电工、工程技术人员和监督人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

施工现场临时用电安全手册/马永强著.

北京: 石油工业出版社, 2012. 11

ISBN 978 - 7 - 5021 - 9309 - 6

I. 施…

II. 马…

III. 建筑工程 - 施工现场 - 用电管理 - 安全技术 - 手册

IV. TU731.3 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 240728 号

出版发行: 石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

编辑部: (010) 64523562 发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 保定彩虹印刷有限公司

2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷

787 × 1092 毫米 开本: 1/16 印张: 9

字数: 229 千字

定价: 85.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

序

近几年随着新疆油田公司各项业务的拓展，伴随着油田建设、维修工程的实施，在施工过程中也存在着大量的临时用电违章现象，2009—2011 年共查处七项许可作业违章共 1282 起，其中临时用电违章 573 起，占有所有违章的 44.7%。作者作为一名现场安全监督，利用业余时间将近五年日常工作中现场拍摄的临时用电违章图片进行归纳整理，利用自己所学的电气安全专业知识，对这些违章图片进行理论分析，经过一年多的时间，通过辛勤的努力，撰写出这本《施工现场临时用电安全手册：临时用电隐患辨识及对策》，我衷心地祝贺他。

这本书图文并茂，针对施工现场安全生产管理人员、现场电工、电气设备操作工人以及其他工人的需求，以实用知识为主、兼顾基础知识，直截了当地指出现场临时用电设备及线路中，哪些是隐患或缺陷，这些隐患会导致什么后果，应该采取什么样的对策来消除隐患。隐患和对策全部来自于施工现场实拍，每一个隐患都是真实存在的，每一个隐患对应一个对策。考虑到临时用电的专业性较强，为了使读者更好地掌握临时用电安全知识，作者还绘制了几十张电气原理图，对临时用电安全隐患的危害加以解释。书中的对策充分考虑科学性、实用性和经济可行性，具有很强的可操作性，我为作者开拓性的思维而感到欣慰。

这是一本来自现场的书，是一本适应现场的书，是一本以图文形式把复杂知识简单化的书，是一本力争让所有人都可以读懂的书。本书不仅适合各级管理人员阅读，也适合专业电工阅读。本书是新疆油田公司安全环境监督中心安全专家出的第二本有关现场隐患辨识及对策的书籍，我期待他们继续努力，为我们呈现更多的安全手册。

新疆油田公司安全副总监
陈荣灿

前 言

1991年，我开始在发电厂从事电力技术与管理工作，2006年，从事生产现场安全监督工作。在日常安全监督检查中发现施工现场临时用电安全隐患非常多，在与现场管理人员的交流中得知，这些隐患往往都是因为施工现场人员乱接线，各级施工管理人员缺乏电气专业知识，对标准条款理解不深，检查时发现不了问题造成的。作为一名安全监督，有责任做一些工作以减少和杜绝施工现场的安全隐患，确保施工安全，但由于现场交流时间的限制，往往感觉有些力不从心。通过与孙孝真同志的交流并在他的鼓励下，决定借鉴他所著的《实用井控手册——现场井控装置隐患辨识及对策（图文本）》，编写一本用电安全方面的书籍。

通过本手册我想告诉读者，施工现场临时用电存在哪些常见的安全隐患，以防止发生人身触电和电气火灾为主要目的，提出安全隐患的危害、参照的标准以及对策。既指出“哪里错”，也解释判定的依据，还告诉“怎样纠错”，帮助现场管理人员提高现场监督检查的能力。

我从近五年收集的几千张现场隐患图片中，挑选出典型的366张图片，包括绘制的40张电气原理图，重点对65项临时用电安全隐患进行辨识和分析，力求图文并茂，理论联系实际，具有较强的针对性和可操作性，尽可能使用通俗易懂的语言，描述如何辨识临时用电隐患，并提出相应的解决对策。也希望通过这种直观的表达方式，提高大家的阅读兴趣，很轻松地掌握知识要点。

本书共七章，第一章是施工现场临时用电安全基础知识介绍，以方便读者看懂隐患的图片。第二章到第六章是施工现场临时用电隐患识别、危害辨识、对策及判定依据，是此书的核心部分。第七章是看图识别隐患，提供存在隐患的图片，可以看作是对前面所掌握知识的练习。建议阅读方法：（1）从第一章看起，困惑之处可越过，书中每一个隐患辨识都是独立的，读者可以依据自身工作需要选择性地阅读，电气原理图可以忽略；（2）直接从第二章看起，以看图片为主，文字为辅，电气原理图解惑而用。

由于本人知识的局限性，书中难免出现一些解释不清和不当之处，欢迎各位读者将意见和建议反馈给我。

在本书的编写过程中，孙孝真、张一佳对本书的文字表述和对策合理性方面给予了很多帮助和重要建议，陈振生、孙珀、卢新兵、王加茂、包明魁、郭海韬、于文江、刘舜、李鹏程等新疆油田公司安全环境监督中心的同志在本书初审中提供了很多宝贵建议，在此对他们提供的帮助表示诚挚地感谢。

笔者

2012年8月

目 录

第一章 施工现场临时用电安全基础知识	(1)
第二章 TN-S 保护接零系统常见隐患及对策	(11)
第一节 电源接入点接线设置常见隐患	(11)
第二节 保护接零 (PE) 分线设置常见隐患	(24)
第三节 重复接地线的设置常见隐患	(30)
第三章 三级配电箱安装及接线常见隐患及对策	(34)
第一节 配电箱及开关箱安装常见隐患	(34)
第二节 配电箱 (开关箱) 内电器安装常见隐患	(38)
第三节 配电箱 (开关箱) 内接线安装常见隐患	(48)
第四章 两级漏电保护系统常见隐患及对策	(60)
第一节 漏电保护器安装常见隐患	(63)
第二节 漏电保护器接线常见隐患	(70)
第五章 配电线路常见隐患及对策	(77)
第一节 室外电缆敷设常见隐患	(77)
第二节 室内电缆敷设常见隐患	(84)
第三节 电缆线路接头常见隐患	(88)
第六章 施工现场用电设备常见隐患及对策	(92)
第一节 用电设备常见隐患	(92)
第二节 焊接设备常见隐患	(98)
第三节 手持式电动工具常见隐患	(106)
第四节 照明灯具常见隐患	(115)
第七章 看图识别隐患	(121)
第一节 存在隐患的图片	(121)
第二节 参考答案	(134)
引用标准	(138)

第一章 施工现场临时用电安全基础知识

一、电源中性点直接接地的 220V/380V 三相四线制低压电力系统

如图 1-1、图 1-2 所示，电源中性点直接接地的 220V/380V 三相四线制低压电力系统在我国低压配电系统中所占比例最大，同时在施工现场电源普遍为该系统。



图 1-1 中性点直接接地的 220V/380V 三相四线制变压器示意图

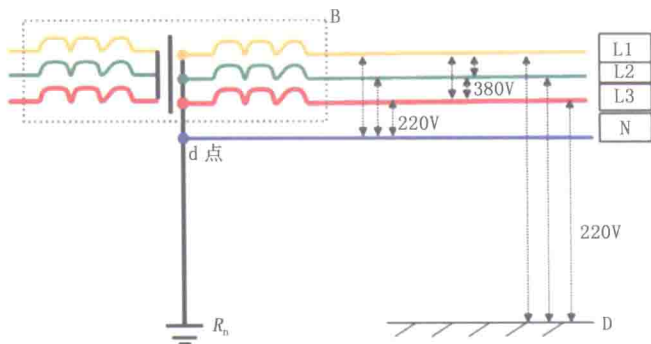


图 1-2 电源中性点直接接地的 220V/380V 三相四线制低压电力系统

B—变压器；d 点—变压器中性点；D—大地； R_n —中性点接地电阻，也叫工作接地电阻；

L1，L2，L3—三相工作相线（用黄、绿、红三色表示）；N—工作零线（用蓝色表示）；L1，L2，L3，N—四线

二、配电箱内部接线标识

国际电工委员会规定，三根相线（火线）电工符号为 L1、L2 和 L3，符号电缆的 L1，L2，L3，N 和 PE 导线颜色分别为：黄、绿、红、蓝、黄/（绿）。

我国早期规定，三根相线（火线）电工符号为 A 相、B 相和 C 相，电缆的 A，B，C，N 和 PE 导线颜色分别为：黄、绿、红、蓝、黑，现已逐步沿用国际通用标准。如图 1-3 所示。

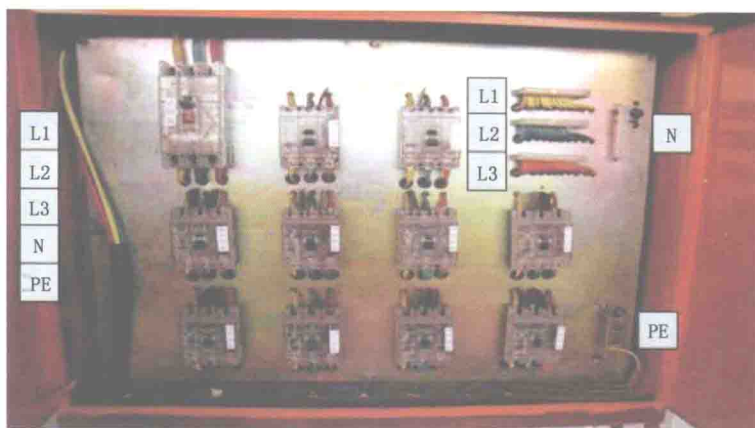


图 1-3 配电箱线路标识（出厂五芯电缆颜色为黄、绿、红、蓝、黑）

三、中性线

中性线在这里指引自变压器中性点的导线，如果仅供给用电设备正常工作形成电流通路，称之为工作零线，用 N 表示；如果不仅供给用电设备正常工作形成电流通路，同时还与用电设备外壳相连接，称之为保护中性线，用 PEN 表示；如果仅与用电设备外壳相连接，称之为保护接零线，用 PE 表示。如图 1-4 所示。

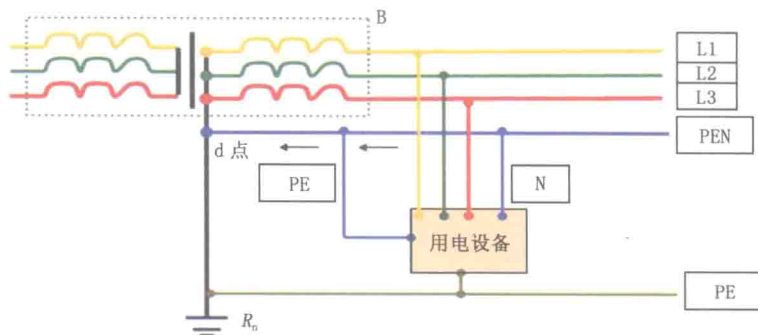


图 1-4 PE、PEN 和 N 的表示方法

四、保护接地

保护接地是指将用电设备金属外壳经接地线直接接到接地体上。

五、工作接地

工作接地是指将工作变压器中性点直接接地。

六、PE 线

PE 线也叫保护导体，专门用于将电气装置外露导电部分接地的连接导体，保护接地和保护接零的连接导体都叫 PE 线。为了解释说明需要，将保护接地的连接导体称为保护接地线，保护接零的连接导体称为 PE 线。

七、重复接地

在 220V/380V 三相四线制、中性点直接接地的系统中，中性线干线的一处或多处用连接导线接到接地装置称为重复接地，连接导线称为重复接地线。

在 TN-S（三相五线制）或 TN-C-S（局部 TN-S）系统中，工作零线（即 N 线）是不允许重复接地的，只能将保护零线（即 PE 线）做重复接地。

八、空气断路器

空气断路器又称自动空气开关，在建筑施工作业场所使用普遍，主要用来保护电气设备免受过电流和短路故障等不正常情况的危害，与 TN-S 接线系统配合可以及时切除单相接地故障，简称为断路器。常见式样如图 1-5 所示。

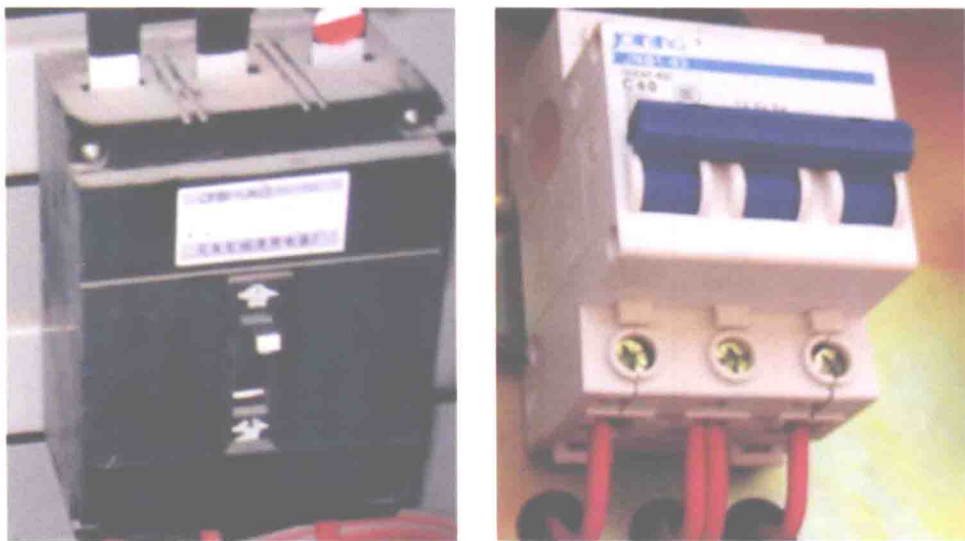


图 1-5 常见空气断路器式样

九、漏电断路器

漏电断路器通常具备漏电保护、过电流保护和短路保护功能。常见式样如图 1-6 所示。



图 1-6 常见漏电断路器式样

十、用电系统接地形式

如图 1-7 ~ 图 1-10 所示，用电系统接地形式主要有 TT 接线系统，TN-C 接线系统、TN-S 接线系统和 TN-C-S 接线系统。

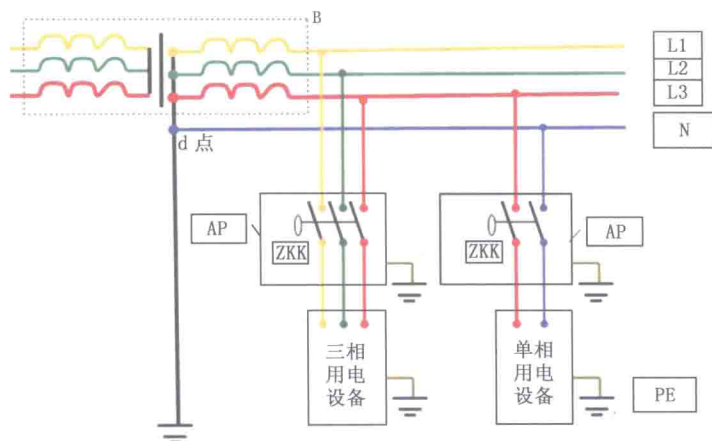


图 1-7 TT 接线系统

B—变压器；ZKK—自动空气开关；AP—配电箱；d 点—变压器中性点；
L1, L2, L3—三相工作相线（用黄、绿、红三色表示）；PE—保护地线；N—工作零线

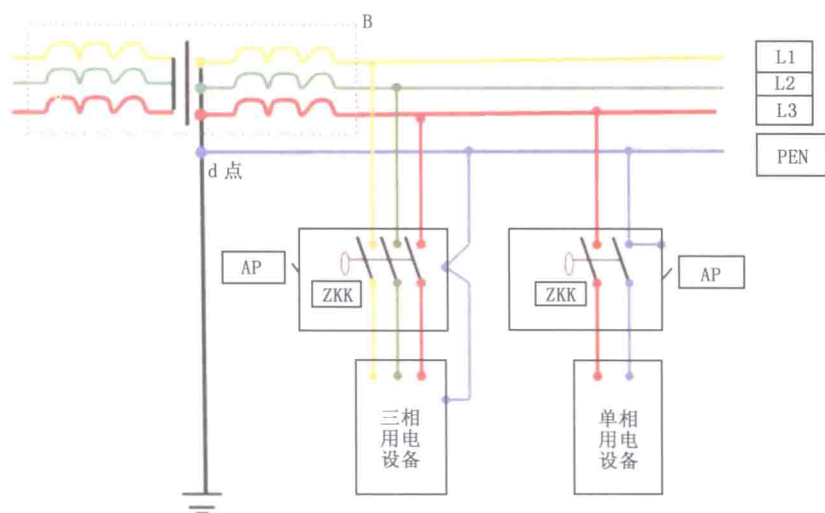


图 1-8 TN-C 接线系统

B—变压器；ZKK—自动空气开关；AP—配电箱；d 点—变压器中性点；
L1, L2, L3—三相工作相线（用黄、绿、红三色表示）；PEN—中性线（工作零线和保护零线合二为一）

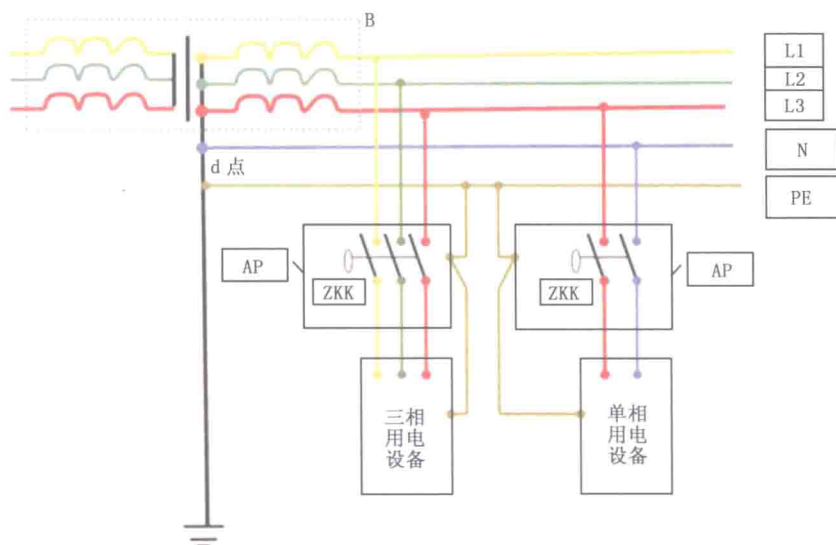


图 1-9 TN-S 接线系统

B—变压器；ZKK—自动空气开关；AP—配电箱；d 点—变压器中性点；
L1, L2, L3—三相工作相线（用黄、绿、红三色表示）；PE—保护零线；N—工作零线

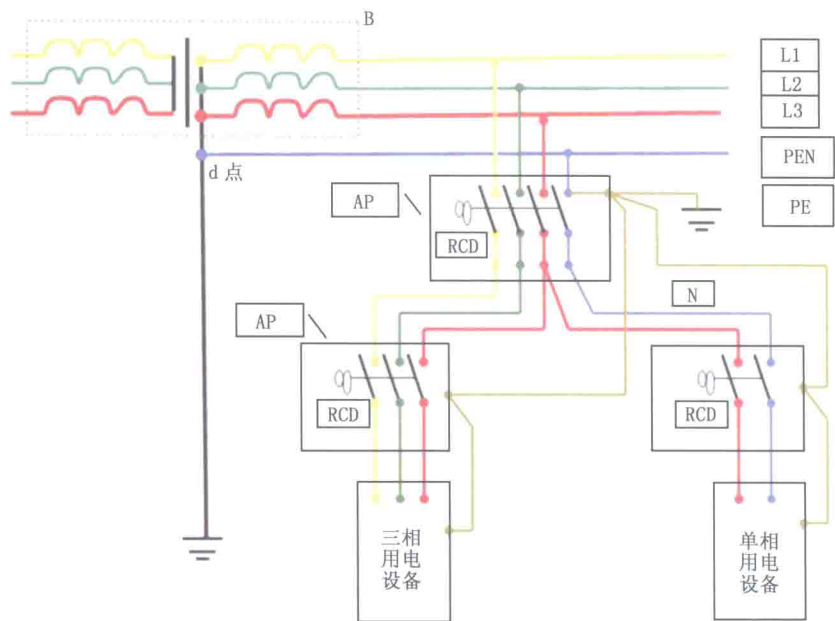


图 1-10 TN-C-S 接线系统（局部 TN-S 接线系统）

B—变压器；RCD—漏电断路器；AP—配电箱；d 点—变压器中性点；L1，L2，L3—三相工作相线（用黄、绿、红三色表示）；PEN—中性线（工作零线和保护零线合二为一）；PE—保护零线；N—工作零线

十一、施工现场临时用电系统接地形式要求及故障分析

1. 要求

JGJ 46—2005 《施工现场临时用电安全技术规范》要求规定，在电源中性点直接接地的 220V/380V 三相四线制低压电力系统中，临时用电系统必须接成 TN-S 或局部 TN-S 接线系统。

2. 故障分析

(1) 采用 TT 接线系统时，当 D2 设备 L1 相火线碰触到设备外壳，经过 $a-R_e-R_n-d$ 回到变压器中性点，形成电流通路。由于回路电阻为 R_n 和 R_e 之和，形成电流值为 $220V \div (4 + 10) \Omega = 15.7A$ ，该单相接地电流不能让漏电断路器 RCD_2 断路器功能可靠动作，只能使漏电保护功能动作，相比 TN-S 系统存在单相接地保护功能不全面（图 1-11）。

(2) 采用 TN-C 接线系统时，当 D2 设备 L1 相火线碰触到设备外壳，回路电阻为 $a-b-c-d$ 回路电缆的阻值，非常小，因此形成了单相短路电流，该电流值可以让漏电断路器 RCD_2 切除故障。但是总漏电断路器 RCD 进出电流平衡，不能作为 RCD_2 后备保护。D1 设备 L3 相火线碰触到设备外壳，由于接地故障电流经 $A1-B1$ 又回到工作零线，因此进出电流相等，漏电保护功能失效（图 1-12）。

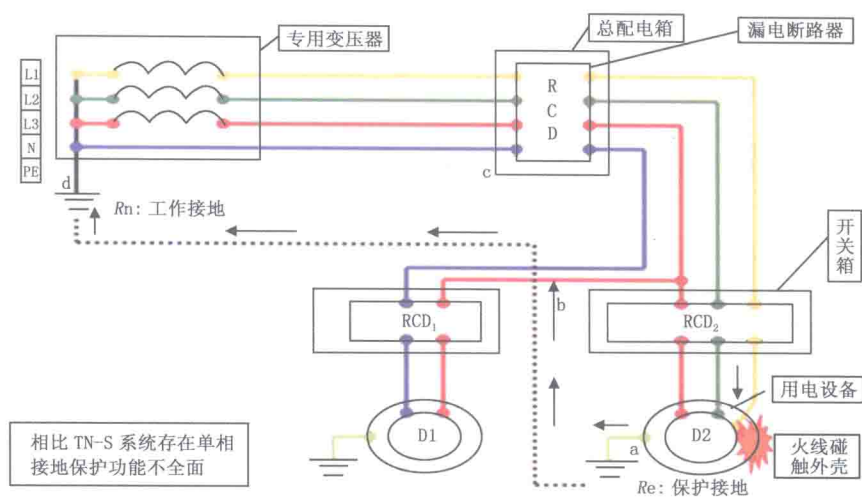


图 1-11 接成 TT 系统的单相接地故障原理分析图

D1—单相（220V）用电设备；D2—三相用电设备；RCD—漏电断路器；d—变压器中性点；
 R_n —中性点接地电阻，也叫工作接地电阻（规定不大于 4Ω ）； R_e —设备单独保护接地电阻（一般的不大于 10Ω 、油气等危险作业环境不大于 4Ω ）；L1，L2，L3—三相工作相线（用黄、绿、红三色表示）；
 N—工作零线（用蓝色表示）；L1，L2，L3，N—四线；箭头—单相接地电流方向

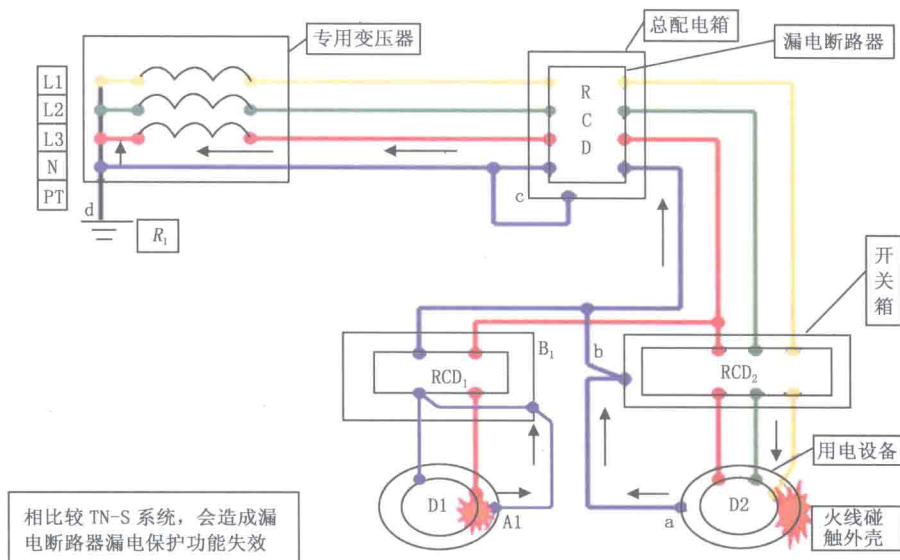


图 1-12 接成 TN-C 系统的单相接地故障原理分析图

D1—单相（220V）用电设备；D2—三相用电设备；RCD—漏电断路器；d—变压器中性点； R_n —中性点接地电阻，也叫工作接地电阻（规定不大于 4Ω ）；L1，L2，L3—三相工作相线（用黄、绿、红三色表示）；N—工作零线（用蓝色表示）；A1，B1，a，b，c—用电设备及配电箱外壳接零保护接线点；箭头—单相接地电流方向

(3) 采用 TN-S 接线系统时, 当 D2 设备 L1 相火线碰触到设备外壳, 经过 a—b—c—d 回到变压器中性点, 形成电流通路。由于回路电阻为回路电缆的阻值, 非常小, 因此就在该回路形成了单相短路电流, 让漏电断路器 RCD₂ 断路器功能可靠动作, 切除故障。当 D2 设备及电缆发生漏电, 经过 a—b—c—d 回到变压器中性点, 形成漏电电流通路, 漏电断路器 RCD₂ 漏电保护功能可靠动作, 切除故障 (图 1-13)。

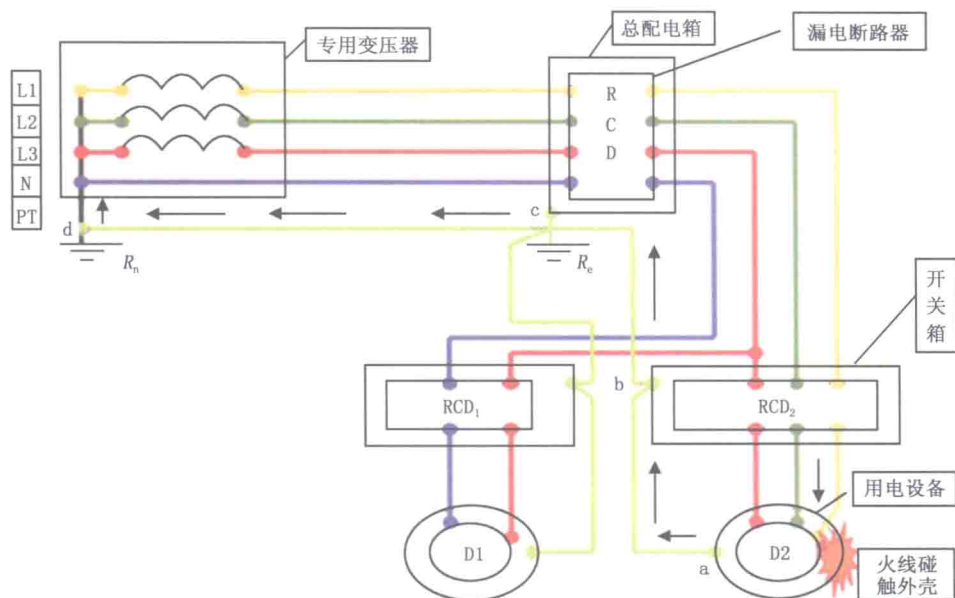


图 1-13 接成 TN-S 系统的单相接地故障原理分析图

D1—单相(220V)用电设备; D2—三相用电设备; RCD—漏电断路器; d—变压器中性点; R_n —中性点接地电阻, 也叫工作接地电阻(规定不大小于 4Ω); L1, L2, L3—三相工作相线(用黄、绿、红三色表示); N—工作零线(用蓝色表示); a, b, c—用电设备及配电箱外壳接零保护接地点; 箭头—单相接地电流方向

(4) 采用局部 TN-S 接线系统时, 当 D2 设备 L1 相火线碰触到设备外壳, 经过 PE 线 a—b—c, 回到工作零线 d, 形成了单相短路电流, 让漏电断路器 RCD_2 断路器功能可靠动作, 切除故障。当 D2 设备及电缆发生漏电, 经过 C 点重复接地点和 a—b—c—d 均可形成漏电流通路, 漏电断路器 RCD_2 漏电保护功能可靠动作, 切除故障 (图 1-14)。

(5) 建筑施工现场临时用电现场不能将总配电箱外壳直接做单独的接地极, 然后从该接地极直接引出 PE 线。

当设备相火线碰触到设备外壳,经过单独接地极—工作接地极回到变压器中性点,形成电流回路。由于回路电阻为单独接地极阻值和工作接地极阻值之和,形成电流值为 $220\text{V} \div (4 + 10) \Omega = 15.7\text{A}$,该单相接地电流不能让漏电断路器 RCD_2 断路器功能可靠动作,只能使漏电保护功能动作,相比 TN-S 系统存在单相接地保护功能不全面,实际上就是接成了 TT 接线系统(图 1-15)。

在第一、第二章中提到的“用电设备外壳”一词，在这里主要包括了配电箱、照明设备、用电设备等需要进行防止间接触电保护措施的金属外壳低压电器。

十二、固定用电配电柜、盘、箱

泛指经过专业设计、安装，生产单位长期固定使用的配电柜、盘、箱，通常接线形式为 TN - C 或 TT 接线。

第二章 TN-S 保护接零系统常见隐患及对策

TN-S 方式供电系统是一种接线保护形式，接线时把工作零线 N 和专用保护线（简称 PE 线）严格分开，PE 线是从电源中性点直接用导线连接到设备外壳。系统正常运行时，PE 线线上没有电流，只是工作零线上有不平衡电流。当电气设备的金属外壳带电（相线碰壳或设备绝缘损坏而漏电）时，电流经过 PE 线直接回到电源中性点，形成强大的短路电流，会造成断路器迅速跳闸、熔断器快速熔断，从而切断故障电流，保证安全。

临时电源接入点接线设置常见隐患，（1）从固定配电箱引入临时电源时，未按照局部 TN-S 系统接线；（2）在总配电箱处将独立接地极重复接地作为 PE 干线接入点，未按照局部 TN-S 系统接线；（3）临时用电设备直接从三相四线制配电箱中引出；（4）临时用电电源直接从固定配电箱开关上部引出；（5）三相四线制移动式发电系统未接成 TN-S 接零保护系统。

保护接零（PE）分线设置常见隐患，（1）在 TN-S 接零保护系统，一部分设备做保护接零，一部分设备做保护接地；（2）PE 干线或分线采用缠绕、钩挂、搭接方式连接；（3）绿/黄双色线用作相线或工作零线；（4）工作零线 N 与 PE 线之间做电气连接；（5）PE 线上装设漏电断路器或开关。

重复接地线的设置常见隐患，（1）TN-S 和局部 TN-S 接线系统中需要做重复接地；（2）重复接地阻值不满足要求。

第一节 电源接入点接线设置常见隐患

一、隐患 1

从固定配电箱引入临时电源时，未按照局部 TN-S 系统接线。

1. 危害辨识

TN-S 系统一方面可以发挥 TN-C 系统的功能，当发生单相接地时，保证单相接地电流可以形成短路回路电流（大电流），总断路器或总熔断器快速切断故障电流，使临时供电系统不存在故障电流和故障电压，不会造成人员触电和影响引入点以上回路用户；另一方面可以发挥漏电保护器的功能，也就是包括了 TT 系统的功能，当电气设备外壳出现 30mA