



国家电网
STATE GRID

国家电网公司
生产技能人员职业能力培训通用教材

用电检查相关规程

国家电网公司人力资源部 组编

GUOJIADIANWANGGONGSI
SHENGCHANJINENG RENYUAN
ZHIYENENGLI PEIXUN
TONGYONG JIAOCAI



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



国家电网
STATE GRID

国家电网公司 生产技能人员职业能力培训通用教材

用电检查相关规程

国家电网公司人力资源部 组编

藏 阅 考 字 章 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

《国家电网公司生产技能人员职业能力培训教材》是按照国家电网公司生产技能人员标准化培训课程体系的要求,依据《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》(简称《培训规范》),结合生产实际编写而成。

本套教材作为《培训规范》的配套教材,共 72 册。本册为通用教材的《用电检查相关规程》,全书共四章、15 个模块,主要内容包括相关设计安装规程,架空配电线路及设备运行规程,电气装置设计规程,电气试验规程。

本书是供电企业生产技能人员的培训教学用书,也可以作为电力职业院校教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

用电检查相关规程 / 国家电网公司人力资源部组编. —北京: 中国电力出版社, 2010

国家电网公司生产技能人员职业能力培训通用教材

ISBN 978-7-5083-9621-7

I. 用… II. 国… III. 用电管理-技术培训-教材
IV. TM92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 195748 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>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 5 月第一版 2010 年 5 月北京第一次印刷

710 毫米×980 毫米 16 开本 6 印张 105 千字

印数 0001—3000 册 定价 11.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《国家电网公司生产技能人员职业能力培训通用教材》

编 委 会

主 任 刘振亚

副 主 任 郑宝森 陈月明 舒印彪 曹志安 栾 军

李汝革 潘晓军

成 员 许世辉 王风雷 张启平 王相勤 孙吉昌

王益民 张智刚 王颖杰

编写组组长 许世辉

副 组 长 方国元 张辉明 马明焕

成 员 陈学宇 刘志刚 马骏骁 田丽华 鞠宇平

倪 春 江振宇 李群雄 曹爱民 杨耀福

丁日君 张 冰



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司

生产技能人员职业能力培训通用教材

前 言

为大力实施“人才强企”战略，加快培养高素质技能人才队伍，国家电网公司按照“集团化运作、集约化发展、精益化管理、标准化建设”的工作要求，充分发挥集团化优势，组织公司系统一大批优秀管理、技术、技能和培训教学专家，历时两年多，按照统一标准，开发了覆盖电网企业输电、变电、配电、营销、调度等34个职业种类的生产技能人员系列培训教材，形成了国内首套面向供电企业一线生产人员的模块化培训教材体系。

本套培训教材以《国家电网公司生产技能人员职业能力培训规范》(Q/GDW 232—2008)为依据，在编写原则上，突出以岗位能力为核心；在内容定位上，遵循“知识够用、为技能服务”的原则，突出针对性和实用性，并涵盖了电力行业最新的政策、标准、规程、规定及新设备、新技术、新知识、新工艺；在写作方式上，做到深入浅出，避免烦琐的理论推导和论证；在编写模式上，采用模块化结构，便于灵活施教。

本套培训教材包括通用教材和专用教材两类，共72个分册、5018个模块，每个培训模块均配有详细的模块描述，对该模块的培训目标、内容、方式及考核要求进行了说明。其中：通用教材涵盖了供电企业多个职业种类共同使用的基础知识、基本技能及职业素养等内容，包括《电工基础》、《电力生产安全及防护》等38个分册、1705个模块，主要作为供电企业员工全面系统学习基础理论和基本技能的自学教材；专用教材涵盖了相应职业种类所有的专业知识和专业技能，按职业种类单独成册，包括《变电检修》、《继电保护》等34个分册、3313个模块，根据培训规范职业能力要求，I、II、III三个级别的模块分别作为供电企业生产一线辅助作业人员、熟练作业人员和高级作业人员的岗位技能培训教材。

本套培训教材的出版是贯彻落实国家人才队伍建设总体战略，充分发挥企业培养高技能人才主体作用的重要举措，是加快推进国家电网公司发展方式和电网发展方式转变的具体实践，也是有效开展电网企业教育培训和人才培养工作的重要基础，必将对改进生产技能人员培训模式，推进培训工作由理论灌输向能力培养转型，提高培训的针对性和有效性，全面提升员工队伍素质，保证电网安全稳定运行、支



撑和促进国家电网公司可持续发展起到积极的推动作用。

本册为通用教材部分的《用电检查相关规程》，由吉林省电力有限公司具体组织编写。

全书第一章由吉林省电力有限公司刘志刚、王敬平编写；第二章由吉林省电力有限公司马俊骁、刘宝红编写；第三章由吉林省电力有限公司田丽华、陆伟滨编写；第四章由吉林省电力有限公司岳建国、王新宇编写。全书由吉林省电力有限公司陈学宇担任主编。华北电网有限公司马鲁晋担任主审、华北电网有限公司马宝忠、崔达江参审。

由于编写时间仓促，难免存在疏漏之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见，使之不断完善。

本册为通用教材部分的《用电检查相关规程》，由吉林省电力有限公司具体组织编写。全书第一章由吉林省电力有限公司刘志刚、王敬平编写；第二章由吉林省电力有限公司马俊骁、刘宝红编写；第三章由吉林省电力有限公司田丽华、陆伟滨编写；第四章由吉林省电力有限公司岳建国、王新宇编写。全书由吉林省电力有限公司陈学宇担任主编。华北电网有限公司马鲁晋担任主审、华北电网有限公司马宝忠、崔达江参审。

由于编写时间仓促，难免存在疏漏之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见，使之不断完善。

本册为通用教材部分的《用电检查相关规程》，由吉林省电力有限公司具体组织编写。全书第一章由吉林省电力有限公司刘志刚、王敬平编写；第二章由吉林省电力有限公司马俊骁、刘宝红编写；第三章由吉林省电力有限公司田丽华、陆伟滨编写；第四章由吉林省电力有限公司岳建国、王新宇编写。全书由吉林省电力有限公司陈学宇担任主编。华北电网有限公司马鲁晋担任主审、华北电网有限公司马宝忠、崔达江参审。

由于编写时间仓促，难免存在疏漏之处，恳请各位专家和读者提出宝贵意见，使之不断完善。



国家电网公司
STATE GRID
CORPORATION OF CHINA

国家电网公司
生产技能人员职业能力培训通用教材

目 录

前言

第一章 相关设计安装规程	1
模块 1 低压配电设计规范 (TYBZ02701001)	1
模块 2 交流电气装置的接地 (TYBZ02701003)	6
模块 3 接地装置施工及验收规范 (TYBZ02701004)	11
模块 4 农村低压电力技术规程 (TYBZ02701005)	14
模块 5 电气装置施工及验收规范 (TYBZ02701006)	20
第二章 架空配电线路及设备运行规程	29
模块 1 架空配电线路及设备运行规程 (TYBZ02702001)	29
第三章 电气装置设计规程	35
模块 1 35~110kV 变电所设计规范 (TYBZ02703001)	35
模块 2 供电系统设计规范 (TYBZ02703002)	39
模块 3 电力设备过电压保护设计规范 (TYBZ02703003)	42
模块 4 电缆线路施工及验收规范 (TYBZ02703004)	45
模块 5 35kV 及以下架空电力线路施工及验收规范 (TYBZ02703005)	50
模块 6 母线装置施工及验收规范 (TYBZ02703006)	53
模块 7 继电保护及安全自动装置运行管理规程 (TYBZ02703008)	57
第四章 电气试验规程	62
模块 1 电气设备交接试验标准 (TYBZ02704001)	62
模块 2 电力设备预防性试验规程 (TYBZ02704002)	71
参考文献	85



第一章 相关设计安装规程

模块 1 低压配电设计规范 (TYBZ02701001)

【模块描述】本模块介绍国家标准《低压配电设计规范》(GB 50054—1995)，涉及电器和导体的选择、配电设备的布置、配电线路的保护和配电线路的敷设等内容。通过对本职业相关条文进行解释，掌握《低压配电设计规范》(GB 50054—1995)相关要求。

【正文】

低压配电设计应做到保障人身安全、配电可靠、电能质量合格、节约电能、技术先进、经济合理和安装维护方便。

一、电器和导体的选择

1. 电器的选择

低压配电设计所选用的电器，应符合国家标准、行业标准和企业标准。通常，所选电器首先满足国家标准，但若有行业标准，也应当满足其要求，因为行业及企业标准一般都不低于国家标准。

所选电器的额定电压、额定电流、额定频率应与所在回路的标称电压、计算电流及额定频率相适应。电器应适应所在场所的环境条件，应满足短路条件下的动稳定与热稳定的要求。用于断开短路电流的电器，应满足短路条件下的通断能力。

另外，当维护、测试和检修设备需断开电源时，回路中应增设隔离电器，如隔离刀闸。由此可能在操作过程中发生带负荷拉刀闸等误操作，因此断路器与对应隔离刀闸应采取技术闭锁措施。当受投资、环境条件等因素限制时，也可采取加强监护等其他措施防止发生误操作。

2. 导体的选择

导体的类型应按敷设方式和现场的环境条件选择。导体绝缘必须满足工作电压的要求。所选导体应有足够的机械强度，固定敷设的导线最小芯线截面应满足表 TYBZ02701001-1 要求。



表 TYBZ02701001-1

固定敷设的导线最小芯线截面

敷 设 方 式		最小芯线截面 (mm ²)	
		铜 芯	铝 芯
裸导线敷设于绝缘子上		10	10
绝缘导线 敷设于 绝缘子上	室内 $L \leq 2\text{m}$	1.0	2.5
	室外 $L \leq 2\text{m}$	1.5	2.5
	室内外 $2 < L \leq 6\text{m}$	2.5	4
	室内外 $2 < L \leq 16\text{m}$	4	6
	室内外 $16 < L \leq 25\text{m}$	6	10
绝缘导线穿管敷设		1.0	2.5
绝缘导线槽板敷设		1.0	2.5
绝缘导线线槽敷设		0.75	2.5
塑料绝缘护套导线扎头直敷		1.0	2.5

注 L 为绝缘子支持点间距。

由于铜、铝电阻率与环境温度成正比变化，导体的允许载流量，应根据敷设处的环境温度进行校正，温度校正系数按式 (TYBZ02701001-1) 计算

$$K = \sqrt{\frac{t_1 - t_0}{t_1 - t_2}} \quad (\text{TYBZ02701001-1})$$

式中 K ——温度校正系数；

t_1 ——导体最高允许工作温度，℃；

t_0 ——敷设处的环境温度，℃；

t_2 ——导体载流量标准中所采用的环境温度，℃。

在三相四线制配电系统中，中性线（简称 N 线）可流过不平衡电流及谐波电流，当回路中接有大量的气体放电灯、可控硅用电设备及三相负荷严重不平衡时，中性线中电流的有效值有可能接近或超过相线电流。因此中性线的允许载流量不应小于线路中最大不平衡负荷电流，且应计入谐波电流的影响。对以气体放电灯为主要负荷的回路，其中性线截面不应小于相线截面。

采用单芯导线作保护中性线（简称 PEN 线）干线，当截面为铜材时，不应小于 10mm^2 ；为铝材时，不应小于 16mm^2 ；采用多芯电缆的芯线作 PEN 线干线，其截面不应小于 4mm^2 。

二、配电设备的布置

1. 配电设备布置的总体要求

(1) 配电室应靠近用电负荷中心，并设置在环境相对较好的场所，如尘埃少、腐蚀介质少、干燥和振动轻微的地方。

(2) 配电设备的布置必须遵循安全、可靠、适用和经济等原则, 并应便于安装、操作、搬运、检修、试验和监测, 并适当留有发展余地。

(3) 配电室内除本室需用的管道外, 不应有其他的管道通过。室内管道上不应设置阀门和中间接头, 水汽管道与散热器的连接应采用焊接。配电屏的上方不应敷设管道。

(4) 落地式配电箱的底部宜抬高, 室内宜高出地面 50mm 以上, 室外应高出地面 200mm 以上。底座周围应采取封闭措施, 防止鼠、蛇类等小动物进入箱内引发短路。

(5) 同一配电室内并列的两段母线, 当任一段母线有一级负荷时, 为防止当没有一级负荷的母线发生故障引起火灾, 有一级负荷的母线直接受到影响, 母线分段处应设防火隔断措施。隔断可以用防火材料的隔板, 也可是隔墙。隔墙是整体时, 墙上开通行门洞。

(6) 高压及低压配电设备设在同一室内时, 当二者中有一侧柜顶有裸露的母线时, 为防止作业人员在柜(屏)顶进行维修工作时, 误跨触到邻近的屏(柜)顶上的裸带电母线而造成电击事故, 高压与低压配电设备二者之间的净距不应小于 2m。

(7) 为便于维修工作和事故时人员逃离事故点, 成排布置的配电屏长度超过 6m 时, 屏后的通道应设两个出口, 并宜布置在通道的两端; 当两出口之间的距离超过 15m 时, 其间尚应增加出口。

2. 配电设备布置中的安全措施

为防止触及带电体威胁人身安全, 可采取的保护办法主要有: 使用安全电压配电、限制放电能量、裸导体包绝缘材料、设置阻挡物、采用隔离外罩或将裸导体置于伸臂范围以外等。实际工作中, 通常采取加隔离外罩或遮护物和增大人体与裸带电体之间的距离两种保护措施, 来防止直接电击事故。

3. 对建筑的要求

(1) 配电室屋顶承重构件的耐火等级不应低于二级, 其他部分不应低于三级。

(2) 当室内发生事故时, 为了能让现场人员迅速撤离事故地点, 同时也便于救护人员进行现场施救, 配电室长度超过 7m 时, 应设两个出口, 并宜布置在配电室的两端。当配电室为楼上楼下两部分布置时, 楼上部分的出口应至少有一个通向该层走廊或室外的安全出口。配电室的门均应向外开启, 但通向高压配电室的门应为双向开启门。

(3) 配电室的门、窗关闭应密合, 与室外相通的洞、通风孔应设防止鼠、蛇类等小动物进入的网罩, 直接与室外露天相通的通风孔还应采取防止雨、雪飘入的措施。

(4) 配电室内的电缆沟通常低于室外地平面, 因此应采取措施防止水渗入。为



解决电缆沟进水后的排水问题,可要求电缆沟底部有一定的坡度,使流水至一端设法排出,经常容易进水的电缆沟内,必要时还应做集水坑,以便将水抽出。

(5) 位于地下室和楼层内的配电室,必须考虑设备安装和建成后维修时的运输通道问题,并应有良好的通风和可靠的照明系统。

(6) 高层建筑内的配电室通常设于位置较偏僻地下室或楼层内,因此设计时一定要向土建设计提出要求,不能只考虑安装时的运输,还应考虑在建筑物建成后,正常使用时配电设备出故障运出维修的可能,否则可能给今后的维修、改造带来极大的困难。

三、配电线路的保护

配电线路应装设短路保护、过负载保护和接地故障保护,直接断开供电电源或发出报警信号。保护动作应具有选择性,但对于非重要负荷的保护电器,可无选择性切断。为缩小故障停电范围,配电线路应采用上下级保护电器。

1. 短路保护

配电线路的短路保护,应在短路电流对导体和连接件产生的热作用和机械作用造成危害之前切断短路电流。当保护电器为符合《低压断路器》(JB 1284—1985)的低压断路器时,短路电流不应小于低压断路器瞬时或短延时过电流脱扣器整定电流的1.3倍。在线芯截面减小处、分支处或导体类型、敷设方式及环境条件改变后载流量减小处的线路,当越级切断电路不引起故障线路以外的一、二级负荷的供电中断,且符合下列情况之一时,可不装设短路保护:

(1) 配电线路被前段线路短路保护电器有效的保护,且此线路和其过负载保护电器能承受通过的短路能量;

(2) 配电线路电源侧装有额定电流为20A及以下的保护电器;

(3) 架空配电线路的电源侧装有短路保护电器。

2. 过负载保护

电气线路短时的过负载(如电动机起动)是难免的,它并不会对线路造成损害。但长时间的过负载运行将使导体绝缘因长期超过允许温升而加速老化,缩短使用寿命。严重的过负载(例如过负载100%)将使绝缘在短时间内软化变形,介质损耗增大,耐压水平下降,最后导致短路,引起火灾和其他灾害。

过负载保护的目的在于防止长时间的过负载运行对线路的绝缘、接头、端子造成损害。

配电线路的过负载保护,应在过负载电流引起的导体温升对导体的绝缘、接头、端子或导体周围的物质造成损害前切断负载电流。被保护线路导体的热承受能力一般呈反时限特性,与之相适应,过负载保护电器的时间—电流特性也宜为反时限特性。

短时间的过负载并不立即引起灾害,因此为保障某些重要负荷的供电不中断,如消防水泵之类的负荷,这时过负载保护可作用于信号。

3. 接地故障保护

接地故障是指相线对地或与地有联系的导体之间的短路,它包括相线与大地、保护线、保护中性线、设备的金属外壳、敷线管槽、建筑物金属构件、上下水和采暖、通风等管道以及金属屋面、水面等之间的短路。

接地故障具有较大的危害性,在接地故障持续的时间内,与它有关联的电气设备和管道的外露可导电部分对地和装置外的可导电部分间存在故障电压,此电压可使人身遭受电击,也可因对地的电弧或火花引起火灾或爆炸,造成严重生命财产损失。

由于接地故障电流较小,保护方式还因接地型式和故障回路阻抗不同而异,因此接地故障保护比较复杂,应满足以下要求:

(1) 接地故障保护的设置应能防止人身间接电击以及电气火灾、线路损坏等事故。

人身间接电击是指电气线路和设备的外露可导电部分,在正常情况下它们是不带电的,在故障情况下,由于绝缘损坏导致电气设备外露可导电部分如外壳带电,当人身触及带电外壳时,会造成伤亡事故。

用于防止触及故障情况下带电的电气线路和设备的外壳、套管或其他外露可导电部分引起的伤亡事故的保护称为防间接电击保护。

(2) 采用接地故障保护时,在建筑物内应将 PE、PEN 干线,电气装置接地极的接地干线,建筑物内的水管、煤气管、采暖管和空调管道等金属管道作总等电位联结。

4. 保护电器的装设位置

保护电器应装设在操作维护方便,不易受机械损伤,不靠近可燃物的地方,并应采取避免保护电器运行时意外损坏对周围人员造成伤害的措施。

保护电器应装设在被保护线路与电源线路的连接处,在线路长度不超过 3m 时,为了操作与维护方便可设置在离开连接点的地方。

四、配电线路的敷设

1. 敷设的一般要求

(1) 配电线路的敷设应符合场所环境、建筑物和构筑物的特征。还要考虑人与布线之间可接近的程度、短路可能出现的应力,以及在安装期间或运行中可能遭受的其他应力和导线自重的影响。

(2) 配电线路的敷设,应避免下列外部环境的影响:应避免由外部热源产生热效应的影响;应防止在使用过程中因水的侵入或因进入固体物而带来的损害;应防



止外部的机械性损害而带来的影响；在有大量灰尘的场所，应避免由于灰尘聚集在布线上所带来的影响；应避免由于强烈日光辐射而带来的损害。

2. 配电线路的常见敷设方式

(1) 绝缘导线布线。直敷布线可用于正常环境的屋内场所。

(2) 钢索布线。钢索布线可用于跨距大、导线自重大的场所。

(3) 裸导体布线。裸导体布线方式不建议采用，如遇有特殊情况需采裸导体布线时，也只能应用于工业企业厂房，不得用于低压配电室。

(4) 封闭式母线布线。封闭式母线宜用于干燥和无腐蚀气体的屋内场所。

(5) 电缆布线。电缆布线具有供电可靠、运行维护方便、不占地面和空间等优点，被大量应用在城镇居民密集的地方、发电厂及变电所的接线中。电缆布线时应经济、合理的选择电缆路径，应使电缆不易受到各种损伤，还要便于维护。

(6) 竖井布线。竖井内布线适用于多层和高层建筑物内垂直配电干线的敷设。

【思考与练习】

1. 低压配电设计所选用的电器，除应符合国家标准，还应满足哪些标准？
2. 为防止触及带电体威胁人身安全，可采取的保护办法主要有哪些？
3. 配电线路应装设哪几种保护？

模块 2 交流电气装置的接地 (TYBZ02701003)

【模块描述】本模块介绍电力行业标准《交流电气装置的接地》(DL/T 621—1997)，涉及电气装置接地的一般规定、A 类电气装置的接地装置及接地电阻、低压系统接地型式和 B 类电气装置的接地电阻、B 类电气装置的接地装置和保护线等内容。通过对本职业相关条文进行解释，掌握《交流电气装置的接地》(DL/T 621—1997) 相关要求。

【正文】

接地装置的作用是为了保证人身安全及电气设备和过电压保护装置正常工作。接地装置的种类按其作用分工作（系统）接地、保护接地、雷电保护接地、防静电接地四种。

A 类电气装置是指交流标称电压 500kV 及以下发电、变电、送电和配电电气装置（含附属直流电气装置）。建筑物电气装置称为 B 类电气装置。

一、A 类电气装置的接地装置及接地电阻

1. 接地装置

接地线和接地极的总和，称为接地装置。

发电厂、变电所电气装置的接地装置，除利用自然接地极外，应敷设以水平接地极为主的人工接地网，对发电厂、变电所的进线段应另设雷电保护接地装置；高

压架空线路杆塔的接地装置可采用可利用铁塔和钢筋混凝土杆自然接地；在居民区，当自然接地电阻符合要求时，可不设人工接地装置。

在土壤电阻率 $100\Omega \cdot \text{m} < \rho \leq 300\Omega \cdot \text{m}$ 的地区，除利用铁塔和钢筋混凝土杆的自然接地外，并应增设人工接地装置。

接地装置可采用水平敷设，也可采用放射形接地极或连续伸长接地极。居民区和水田中的接地装置，宜围绕杆塔基础敷设成闭合环形。

2. 接地电阻

(1) 发电厂、变电站内，不同用途和不同电压的电气装置、设施，应使用一个接地装置，接地电阻应满足其中最小值的要求。

(2) 架空线路的接地电阻不宜大于 30Ω 。同时，架空线路雷电保护接地的接地电阻应符合交流电气装置的过电压保护和绝缘配合要求。

(3) 配电变压器安装在由其供电的建筑物外时，应满足式 (TYBZ02701003-1) 要求，但不应大于 4Ω

$$R \leq 50/I \quad (\text{TYBZ02701003-1})$$

式中 R ——考虑到季节变化接地装置最大接地电阻， Ω ；

I ——计算用的单相接地故障电流，消弧线圈接地系统为故障点残余电流。

配电变压器安装在由其供电的建筑物内时，不宜大于 4Ω 。

(4) 保护配电柱上断路器、负荷开关和电容器组等的避雷器，其接地线应与设备外壳相连，接地装置的接地电阻不应大于 10Ω 。

二、低压系统接地型式和 B 类电气装置的接地电阻

1. 低压系统接地有以下几种型式

(1) TN 系统。系统有一点直接接地，电气装置的外露导电部分用保护线与该点连接。按照中性线与保护线的组合情况，TN 系统有：TN—S 系统；TN—C—S 系统；TN—C 系统。

TN—S 整个系统的中性线与保护线是分开的，如图 TYBZ02701003-1 所示。

系统只在外露导电部分短路时外壳带电，正常运行时设备外壳不会带电，安全性良好。

该系统适用于独立电网供电的高层、大型建筑、住宅小区，也可用于供电给数据处理设备和精密电子仪器设备的生产和应用的电网。

TN—C—S 系统有一部分中性线与保护线是合一的，如图 TYBZ02701003-2 所示。

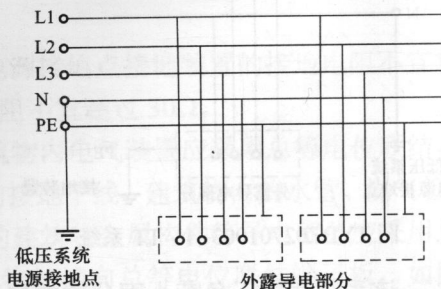


图 TYBZ02701003-1



该系统装置有一定安全水平, PEN 线上的电压仍将蔓延到相连的设备外壳, 由于没有专门的 PE 线, 消除了 TN—C 系统的一些不安全因素。PEN 线分为 PE 线和 N 线后 (一般在进户处分), N 线应对地绝缘, 并且不能与 PE 线再合并或互换。

该系统适用于住宅小区, 一般工业企业。

TN—C 整个系统的中性线与保护线是合一的, 如图 TYBZ02701003—3 所示。

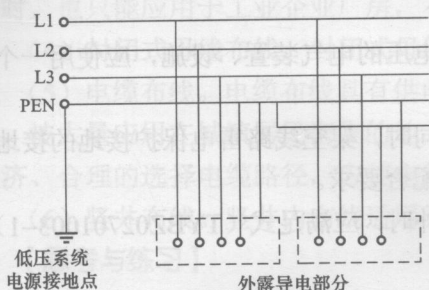


图 TYBZ02701003—2

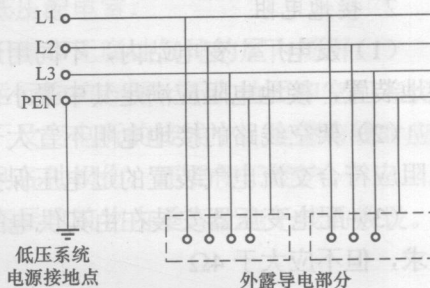


图 TYBZ02701003—3

当系统负荷不平衡及有 3 次谐波负荷时, 外露导电部分有电位。发生对外漏电流部分短路时, 故障设备外壳电压相当高, 且会延 PEN 线窜到所有相连设备外露导电部分, 容易触电、火灾、爆炸。

设置漏电保护时, 受到保护设备外露导电部分与 PEN 线的连接必须是在漏电保护器的电源侧, PEN 线全线对地绝缘。

该系统适用于三相负荷基本平衡, 基本无谐波负荷的一般工业企业。

(2) TT 系统。系统有一个直接接地点, 电气装置的外露导电部分接至电气上与低压电气系统的接地点无关的接地装置, 如图 TYBZ02701003—4 所示。

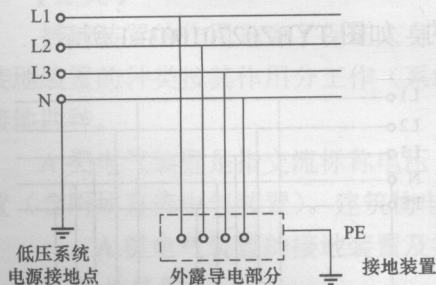


图 TYBZ02701003—4 TT 系统

TT 系统不受 N 线电位偏移的影响; 对外露导电部分短路故障电压蔓延范围局限于同一接地装置的设备, 降低接地电阻可限制故障电压在安全范围内, 安全性好。分散用户分散设置接地装置, 简便可行。

单相对外漏导电部分短路故障过电流保护灵敏度差, 宜设置漏电保护补充。

能被人体同时触及的不同受电设备外露导电部分, 必须连接至同一接地装置。

该系统适用于负荷小而分散的居民、工厂及农村电网; 也适用于供电给数据处理设备和精密电子仪器设备的生产和应用的电网。

(3) IT 系统。系统的带电部分与大地间不直接连接（经阻抗接地或不接地），而电气装置的外露部分是接地的，如图 TYBZ02701003-5 所示。

IT 系统装置发生对外露导电部分单相短路时，故障电流为非故障相的对地电容电流及泄漏电流，其接触电压不超过 50V，在一定时间内允许带接地故障运行，安全性好。

系统的绝缘要求高，且必须装设绝缘监视及接地故障报警装置，故障保护复杂，运行管理麻烦。

该系统适用于有火灾、爆炸危险和对不间断供电要求特别高的生产、库房供电的电网，由独立电网供电。

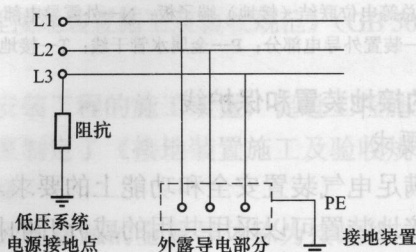


图 TYBZ02701003-5 IT 系统

注：1. 图 TYBZ028003-1~图 TYBZ02701003-5 所示是常用的三相系统的例子。

2. 文字代号的意义：

第一个字母 —— 低压系统的对地关系：

T —— 一点直接接地；

I —— 所有带电部分与地绝缘或一点经阻抗接地；

第二个字母 —— 电气装置的外露导电部分的对地关系：

T —— 外露导电部分对地直接电气连接，与低压系统的任何接地点无关；

N —— 外露导电部分与低压系统的接地点直接电气连接（在交流系统中，接地点通常就是中性点），如果后面还有字母时，字母表示中性线与保护线的组合；

S —— 中性线和保护线是分开的；

C —— 中性线和保护线是合一的（PEN）线。

2. 接地装置的接地电阻和总等电位连接

低压系统由单独的低压电源供电时，其电源接地点接地装置的接地电阻不宜超过 4Ω 。接户线的绝缘子铁脚宜接地，接地电阻不宜超过 30Ω 。

B 类电气装置采用接地故障保护时，建筑物内电气装置应采用总等电位联结。对 PE (PEN) 干线，电气装置的接地装置中的接地干线，建筑物内的水管、煤气管、采暖和空调管道等金属管道，以及便于连接的建筑物金属构件等导电部分应采用总等电位连接线互相可靠连接，并在进入建筑物处接向总等电位联结端子板，如图 TYBZ02701003-6 所示。

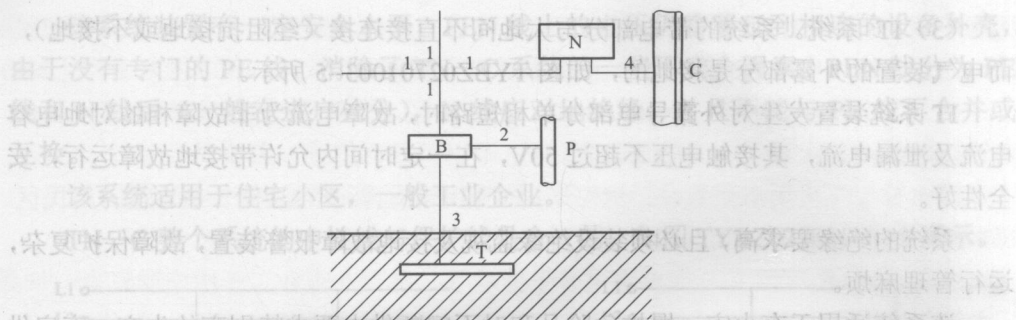


图 TYBZ02701003-6 建筑物内总等电位联结图

1—保护线；2—总等电位联结线；3—接地线；4—辅助等电位联结线；

B—总等电位联结（接地）端子板；N—外露导电部分；

C—装置外导电部分；P—金属水管干线；T—接地极

三、B类电气装置的接地装置和保护线

1. 接地装置及连接要求

接地装置的性能要满足电气装置安全和功能上的要求。按照电气装置的要求，保护接地或功能接地的接地装置可以采用共用的或分开的接地装置。

接地装置应能承受接地故障电流和对地泄漏电流，特别是能承受热的机械应力 and 电的机械应力而无危险，应足够坚固或有附加的机械保护。

接地装置必须采取保护措施防止由于电蚀作用而引起对其他金属部分的危害。可燃液体或气体、供暖系统的金属管道严禁用作保护接地极。

2. 保护线

保护线的最小截面规程中给出了相应的计算公式，根据计算结果采用最接近的标准截面积。在实际应用时，可按表 TYBZ02701003-1 的规定选取。

表 TYBZ02701003-1

保护线的最小截面

mm²

装置的相线截面 S_a	相应保护线的最小截面 S_p
$S_a \leq 16$	S_a
$16 < S_a \leq 35$	16
$S_a > 35$	$S_a/2$

注 1. 应用本表时，如果得出非标准尺寸，则采用最接近标准截面的导线。

2. 表中的数值只在保护线的材质与相线相同时才有效，否则，保护线截面的确定要使其得出的电导与应用本表所得的结果相当。

在任何情况下，非供电电缆或电缆外护物组成部分的每根保护线，其截面有机械保护时，不应小于 2.5mm^2 ；无机机械保护时，不应小于 4mm^2 。

【思考与练习】

1. 低压系统接地有哪几种型式？