

低压配电设计规范

前 言

中华人民共和国国家标准

低压配电设计规范

Code for design of low voltage electrical
installations

GB 50054-95

主编部门：中华人民共和国机械工业部

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：1996年6月1日

中国计划出版社

1995 北京

关于发布国家标准《低压配电设计规范》的通知

建标[1995]325号

根据国家计委计综【1986】250号文的要求，由原机械电子工业部会同有关部门共同修订的《低压配电设计规范》已经有关部门会审，现

批准《低压配电设计规范》GB50054—95 为强制性国家标准，自一九九六年六月一日起施行。原国家标准《低压配电装置及线路设计规范》GBJ54-83 同时废止。

该规范由机械工业部负责管理，其具体解释等工作由中机中电设计研究院负责，出版发行由建设部标准定额研究所负责组织。

中华人民共和国建设部

一九九五年十二月二十六日

修 订 说 明

本规范是根据国家计划委员会计综【1986】250 号文要求，由原机械电子工业部负责主编，具体由原机械电子工业部中电设计研究院会同有关单位，共同对《低压配电装置及线路设计规范》（GBJ54-83）修订而成。在修订过程中，规范组进行了广泛的调查研究，认真总结了规范执行以来的经验，吸取了部分科研成果，广泛征求了全国有关单位的意见，最后由我部会同有关部门审查定稿。

这次修订的主要内容是向国际电工委员会（IEC）标准靠拢，在配电网线路的保护中，为了防止人身间接电击、电气线路损坏和电气火灾，全面采用了国际电工标准，对配电设备的布置，也参照国际电工标准修订了安全措施，在线路敷设中增订了电缆桥架、电缆竖井设计的规定，以及由于电气产品更新、换代等原因增补修改了有关条文。

本规范在执行过程中，如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄送机械工业部中机中电设计研究院（地址：北京广安门外莲花河胡同1号；邮政编码：100055），并抄送机械工业部行业发展司，以便今后修订时参考。

机械工业部

一九九五年七月

第一章 总 则

第 1. 0. 1 条 为使低压配电设计执行国家的技术经济政策，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，制订本规范。

第 1. 0. 2 条 本规范适用于新建和扩建工程的交流、工频 500V 以下的低压配电设计。

第 1. 0. 3 条 低压配电设计应节约有色金属，合理地选用铜铝材质的导体。

第 1. 0. 4 条 低压配电设计除应执行本规范外，尚应符合现行的国家有关标准、规范的规定。

第二章 电器和导体的选择

第一节 电器的选择

第 2. 1. 1 条 低压配电设计所选用的电器，应符合国家现行的有关标准，并应符合下列要求。

一、电器的额定电压应与所在回路标称电压相适应；

二、电器的额定电流不应小于所在回路的计算电流；

三、电器的额定频率应与所在回路的频率相适应；

四、电器应适应所在场所的环境条件；

五、电器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。

第 2. 1. 2 条 验算电器在短路条件下的通断能力，应采用安装处预期短路电流周期分量的有效值，当短路点附近所接电动机额定电流之和超过短路电流的 1% 时，应计入电动机反馈电流的影响。

第 2. 1. 3 条 当维护、测试和检修设备需断开电源时，应设置隔离电器。

第 2. 1. 4 条 隔离电器应使所在回路与带电部分隔离，当隔离电器误操作会造成严重事故时，应采取防止误操作的措施。

第 2. 1. 5 条 隔离电器宜采用同时断开电源所有极的开关或彼此靠近的单极开关。

第 2. 1. 6 条 隔离电器可采用下列电器：

一、单极或多极隔离开关、隔离插头；

二、插头与插座；

三、连接片；

四、不需要拆除导线的特殊端子；

五、熔断器。

第 2. 1. 7 条 半导体电器严禁作隔离电器。

第 2. 1. 8 条 通断电流的操作电器可采用下列电器：

一、负荷开关及断路器；

二、继电器、接触器；

三、半导体电器；

四、10A 及以下的插头与插座。

第二节 导体的选择

第 2. 2. 1 条 导体的类型应按敷设方式及环境条件选择。绝缘导体除满足上述条件外，尚应符合工作电压的要求。

第 2. 2. 2 条 选择导体截面，应符合下列要求：

一、线路电压损失应满足用电设备正常工作及起动时端电压的要求；

二、按敷设方式及环境条件确定的导体载流量，不应小于计算电流；

三、导体应满足动稳定与热稳定的要求；

四、导体最小截面应满足机械强度的要求，固定敷设的导线最小芯线截面应符合表 2.2.2 的规定。

固定敷设的导线最小芯线截面 表2.2.2

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≤2m	1.0	2.5
室外L≤2m	1.5	2.5
室内外2>L≤6m	2.5	4
2<L≤16m	4	6
16<L≤25m	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。

第 2.2.3 条 沿不同冷却条件的路径敷设绝缘导线和电缆时，当冷却条件最坏段的长度超过 5m,应按该段条件选择绝缘导线和电缆的截面，或只对该段采用大截面的绝缘导线和电缆。

第 2. 2. 4 条 导体的允许载流量，应根据敷设处的环境温度进行校正，温度校正系数可按下式计算：

$$K = \sqrt{\frac{t_1 - t_0}{t_1 - t_2}}$$

(2. 2. 4)

式中^K ——温度校正系数；

t_1 ——导体最高允许工作温度(°C)；

t_0 ——敷设处的环境温度(°C)；

t_2 ——导体载流量标准中所采用的环境温度(°C)。

第 2. 2. 5 条 导线敷设处的环境温度，应采用下列温度值：

一、直接敷设在土壤中的电缆，采用敷设处历年最热月的月平均温度；

二、敷设在空气中的裸导体，屋外采用敷设地区最热月的平均最高温度；屋内采用敷设地点最热月的平均最高温度（均取 10 年或以上的总平均值。）

第 2. 2. 6 条 在三相四线制配电系统中，中性线（以下简称 N 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。

第 2. 2. 7 条 以气体放电灯为主要负荷的回路中，中性线截面不应小于相线截面。

第 2. 2. 8 条 采用单芯导线作保护中性线（以下简称 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 。

第 2. 2. 9 条 当保护线（以下简称 PE 线）所用材质与相线相同时，PE 线最小截面应符合表 2. 2. 9 的规定。

相线芯线截面 S (mm^2)	PE 线最小截面 (mm^2)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

注：当采用此表若得出非标准截面时，应选用与之最接近的标准截面导体。

第 2. 2. 10 条 PE 线采用单芯绝缘导线时，按机械强度要求，截面不应小于下列数值：

有机械性的保护时为 2.5mm^2 ；

无机械性的保护时为 4mm^2 。

第 2. 2. 11 条 装置外可导电部分严禁用作 PEN 线。

第 2. 2. 12 条 在 TN（系统中，PEN 线严禁接入开关设备。

注：TN—C 系统——在 TN 系统中，整个系统的中性线与保护线是合一的。其定义应符合现行国家标准《交流电气装置接地设计规范》的规定。

TN 系统——在此系统内，电源有一点与地直接连接，负荷侧电气装置的外露可导电部分则通过 PE 线与该点连接，其定义应符合现行国家标准《交流电气装置接地设计规范》的规定。

第三章 配电设备的布置

第一节 一般规定

第 3.1.1 条 本章的规定适用于工业厂房和民用建筑一般场所内的配电设备的布置。

变电所低压配电室的配电设备布置，应符合国家标准《10kV 及以下变电所设计规范》（GB 50053-94）的规定。

第 3.1.2 条 配电室的位置应靠近用电负荷中心，设置在尘埃少、腐蚀介质少、干燥和震动轻微的地方，并宜适当留有发展余地。

第 3.1.3 条 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。

第 3. 1. 4 条 配电室内除本室需用的管道外，不应有其它的管道通过。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。

第 3. 1. 5 条 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，并应能防止鼠、蛇类等小动物进入箱内。

第 3. 1. 6 条 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，母线分段处应设防火隔断措施。

第 3. 1. 7 条 当高压及低压配电设备设在同一室内时，且二者有一侧柜顶有裸露的母线，二者之间的净距不应小于 2m。

第 3. 1. 8 条 成排布置的配电屏，其长度超过 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。

第 3. 1. 9 条 成排布置的配电屏，其屏前和屏后的通道最小宽度应符合表 3. 1. 9 的规定。

配电屏前后的通道最小宽度(m) 表3. 1. 9

配电屏种类		单排布置			双排面对面布置			双排背对背布置			多排同向布置		
		屏前	屏后		屏前	屏后		屏前	屏后		屏间	前、后排屏距墙	
			维护	操作		维护	操作		维护	操作		前排	后排
固定式	不受限制时	1.5	1.0	1.2	2.0	1.0	1.2	1.5	1.5	2.0	2.0	1.5	1.0
	受限制时	1.3	0.8	1.2	1.8	0.8	1.2	1.3	1.3	2.0	2.0	1.3	0.8
抽屉式	不受限制时	1.8	1.0	1.2	2.3	1.0	1.2	1.8	1.0	2.0	2.3	1.8	1.0
	受限制时	1.6	0.8	1.2	2.0	0.8	1.2	1.6	0.8	2.0	2.0	1.6	0.8

注:1. 受限制时指受到建筑平面的限制、通道内有柱等局部突出物的限制;

2. 控制屏、柜前后的通道最小宽度可按表 3.1.9 的规定执行或适当缩小;

3. 屏后操作通道是指需在屏后操作运行中的开关设备的通道。

第二节 配电设备布置中的安全措施

第 3.2.1 条 在有人的一般场所,有危险电位的裸带电体应加遮护或置于人的伸臂范围以外。

注:①置于伸臂范围以外的保护仅用来防止人无意识地触及裸带电体;

②伸臂范围是指人手伸出后可能触及的区域。

第 3.2.2 条 标称电压超过交流 25V (均方根值) 容易被触及的裸带电体必须设置遮护物或外罩,其防护等级不应低于《外壳防护等级分类》(GB 4208-84) 的 IP2X 级。

第 3.2.3 条 遮护物和外罩必须可靠地固定,并应具有足够的稳定性和耐久性。

第 3.2.4 条 当需要移动遮护物、打开或拆卸外罩时,必须采取下列的措施之一:

一、使用钥匙或其它工具；

二、切断裸带电体的电源，且只有将遮护物或外罩重新放回原位或装好后才能恢复供电。

第 3. 2. 5 条 当裸带电体用遮护物遮护时，裸带电体与遮护物之间的净距应满足下列要求：

一、当采用防护等级不低于 P2X 级的网状遮护物时，不应小于 100mm；

二、当采用板状遮护物时，不应小于 50mm。

第 3. 2. 6 条 容易接近的遮护物或外罩的顶部，其防护等级不应低于《外壳防护等级分类》（GB 4208 — 84）的 IP4X 级。

第 3. 2. 7 条 当采用遮护物和外罩有困难时，可采用阻挡物进行保护，阻挡物应能防止下列情况的发生：

一、人体无意识地接近裸带电体；

二、操作设备过程中人体无意识地触及裸带电体。

注：阻挡物用于防止无意识地触及裸带电体，不能防止故意绕过阻挡物而有意识地触及裸带电体。阻挡物是指栏杆、状屏障等。

第 3. 2. 8 条 在有人的一般场所，人距裸带电体的伸臂范围应符合下列规定：

一、裸带电体布置在有人活动的上方时，裸带电体与地面或平台的垂直净距不应小于 2.5m；

二、裸带电体布置在有人活动的侧面或下方时，裸带电体与平台边缘的水平净距不应小于 1.25m；

三、当裸带电体具有防护等级低于 IP2X 级的遮护物时，伸臂范围应从遮护物算起。

第 3.2.9 条 在正常的人工操作时手中需执有导电物件的场所，计算伸臂范围时应计入这些物件的尺寸。

第 3.2.10 条 配电室通道上方裸带电体距地面的高度不应小于下列数值：

一、屏前通道为 2.5m 当低于 2.5m 时应加遮护，遮护后的护网高度不应低于 2.2m；

二、屏后通道为 2.3m，当低于 2.3m 时应加遮护，遮护后的护网高度不应低于 1.9m。

第 3.2.11 条 网安装在生产车间和有人场所的开敞式配电设备，其未遮护的裸带电体距地面高度不应小于 2.5m；当低于 2.5m 时应设置遮护物或阻挡物，阻挡物与裸带电体的水平净距不应小于 0.8m，阻挡物的高度不应小于 1.4m；阻挡物内屏前、屏后的通道宽度应符合本规范第 3.1.9 条的规定。

第三节 对建筑的要求

第 3. 3. 1 条 配电室屋顶承重构件的耐火等级不应低于二级，其它部分不应低于三级。

第 3. 3. 2 条 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。

第 3. 3. 3 条 配电室的顶棚、墙面及地面的建筑装饰应少积灰和不起灰；顶棚不应抹灰。

第 3. 3. 4 条 配电室内的电缆沟应采取防水和排水措施。

第 3. 3. 5 条 当严寒地区冬季室温影响设备的正常工作时，配电室应采暖。炎热地区的配电室应采取隔热、通风或空调等措施。

有人值班的配电室，宜采用自然采光。在值班人休息间内宜设给水、排水设施。附近无厕所时宜设厕所。

第 3. 3. 6 条 位于地下室和楼层内的配电室，应设设备运输的通道，并应设良好的通风和可靠的照明系统。

第 3. 3. 7 条 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，其防护等级不宜低于《外壳防护等级分类》（GB 4208-84）的 IP3X 级。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。

第四章 配电线路的保护

第一节 一般规定

第 4. 1. 1 条 配电线路应装设短路保护、过负载保护和接地故障保护，作用于切断供电电源或发出报警信号。

第 4. 1. 2 条 配电线路采用的上下级保护电器，其动作应具有选择性；各级之间应能协调配合。但对于非重要负荷的保护电器，可采用无选择性切断。

第 4. 1. 3 条 对电动机、电焊机等用电设备的配电线路的保护，除应符合本章要求外，尚应符合现行国家标准《通用用电设备配电设计规范》（GB 50055 — 94）的规定。

第二节 短路保护

第 4. 2. 1 条 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。

第 4. 2. 2 条 绝缘导体的热稳定校验应符合下列规定：

一、当短路持续时间不大于 5s 时，绝缘导体的热稳定应按下式进行校验：

$$S \geq \frac{I}{K} \sqrt{t}$$

式中 S ——绝缘导体的线芯截面 (mm^2)；

I ——短路电流有效值（均方根值 A）；

t ——在已达到允许最高持续工作温度的导体内短路电流持续作用的时间 (s)；

K ——不同绝缘的计算系数。

二、不同绝缘、不同线芯材料的 K 值，应符合表 4. 2. 2 的规定。

三、短路持续时间小于 0. 1s 时，应计入短路电流非周期分量的影响；大于 5s 时应计入散热的影响。

绝缘 线芯	不同绝缘的K值			
	聚氯乙烯	丁基橡胶	乙丙橡胶	油浸纸
铜芯	115	131	143	107
铝芯	76	87	94	71

表 4. 2. 3 条 当保护电器为符合《低压断路器》（JBI284-85）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。

第 4. 2. 4 条 在线芯截面减小处、分支处或导体类型、敷设方式或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：

一、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；

二、配电线路电源侧装有额定电流为 20A 及以下的保护电器；

三、架空配电线路的电源侧装有短路保护电器。

第三节 过负载保护

第 4. 3. 1 条 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。

第 4. 3. 2 条 下列配电线路可不装设过负载保护：

一、本规范第 4. 2. 4 条一、二、三款所规定的配电线路，已由电源侧的过负载保护电器有效地保护；

二、不可能过负载的线路。

第 4. 3. 3 条 过负载保护电器宜采用反时限特性的保护电器，其分断能力可低于电器安装处的短路电流值，但应能承受通过的短路能量。

第 4. 3. 4 条 过负载保护电器的动作特性应同时满足下列条件：

$$I_B \leq I_n \leq I_x \quad (4.34-1)$$

$$I_2 \leq 1.45I_x \quad (4.34-2)$$

式中 I_B ——线路计算负载电流 (A)；

I_n ——熔断器熔体额定电流或断路器额定电流或整定电流 (A)；

I_x ——导体允许持续载流量 (A)；

I_2 ——保证保护电器可靠动作的电流 (A)。当保护电器为低压断路器时， I_2 为约定时间内的约定动作电流；当为熔断器时， I_2 为约定时间内的约定熔断电流。

注：按公式 4. 3. 4-1、式 4. 3. 4-2 校验过负载保护电器的动作特性，当采用符合《低压断路器》(JB1284-85) 的低压断路器时，延时脱扣器整定电流 (I_n) 与导体允许持续载流量 (I_x) 的比值不应大于 1。

第 4. 3. 5 条 突然断电比过负载造成的损失更大的线路，其过负载保护应作用于信号而不应用于切断电路。

第 4.3.6 条 多根并联导体组成的线路采用过负载保护，其线路的允许持续载流量（ I_s ）为每根并联导体的允许持续载流量之和，且应符合下列要求：

- 一、导体的型号、截面、长度和敷设方式均相同；
- 二、线路全长内无分支线路引出；
- 三、线路的布置使各并联导体的负载电流基本相等。

第四节 接地故障保护

（1）一般规定

第 4.4.1 条 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。接地故障保护电器的选择应根据配电系统的接地型式，移动式、手握式或固定式电气设备的区别，以及导体截面等因素经技术经济比较确定。

第 4.4.2 条 防止人身间接电击的保护采用下列措施之一时，可不采用本规范第 4.4.1 条规定的接地故障保护。

- 一、采用双重绝缘或加强绝缘的电气设备（I 类设备）；
- 二、采取电气隔离措施；
- 三、采用安全超低压；

四、将电气设备安装在非导电场所内；

五、设置不接地的等电位联结。

注：I 类设备的定义应符合《电气和电子设备按防触电保护的分类》（GB / T12501-92）的规定。

第 4. 4. 3 条 本节接地故障保护措施所保护的电气设备，只适用于防电击保护分类为 I 类的电气设备。设备所在的环境为正常环境，人身电击安全电压限值（ U_T ）为 50V。

注：I 类设备的定义应符合《电气和电子设备按防触电保护的分类》（GB / T12501-92）的规定。

第 4. 4. 4 条 采用接地故障保护时，在建筑物内应将下列导电体作总等电位联结：

一、PE、PEN 干线；

二、电气装置接地极的接地干线；

三、建筑物内的水管、煤气管、采暖和空调管道等金属管道；

四、条件许可的建筑物金属构件等导电体。

上述导电体宜在进入建筑物处接向总等电位联结端子。等电位联结中金属管道连接处应可靠地连通导电。

第 4.4.5 条 当电气装置或电气装置某一部分的接地故障保护不能满足切断故障回路的时间要求时，尚应在局部范围内作辅助等电位联结。

当难以确定辅助等电位联结的有效性时，可采用下式进行校验：

$$R \leq \frac{50}{I_a}$$

(4.4.5)

式中 R ——可同时触及的外露可导电部分和装置外可导电部分之间，故障电流产生的电压降引起接触电压的一段线段的电阻 (Ω)；

I_a ——切断故障回路时间不超过 5s 的保护电器动作电流 (A)。

注：当保护电器为瞬时或短延时动作的低压断路器时， I_a 值应取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。

(1) TN 系统的接地故障保护

第 4.4.6 条 TN 系统配电线路接地故障保护的動作特性应符合下式要求：

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

式中 Z_s ——接地故障回路的阻抗 (Ω)；

I_a ——保证保护电器在规定的时间内自动切断故障回路的电流 (A) ;

U_0 ——相线对地标称电压 (V) 。

注：TN 系统——在此系统内，电源有一点与地直接连接，负荷侧电气装置的外露可导电部分则通过 PE 线与该点连接，其定义应符合现行国家标准《交流电气装置接地设计规范》的规定。

第 4. 4. 7 条 相线对地标称电压为 220V 的 TN 系统配电线路的接地故障保护，其切断故障回路的时间应符合下列规定：

一、配电线路或仅供给固定式电气设备用电的末端线路，不宜大于 5s；

二、供电给手握式电气设备和移动式电气设备的末端线路或插座回路，不应大于 0. 4s。

第 4. 4. 8 条 当采用熔断器作接地故障保护，且符合下列条件时，可认为满足本规范第 4. 4. 7 条的要求。

一、当要求切断故障回路的时间小于或等于 5s 时，短路电流 (I_d) 与熔断器熔体额定电流 (I_n) 的比值不应小于表 4. 4. 8-1 的规定；

切断接地故障回路时间小于或等于5s的
 I_d/I_n 最小比值 表4. 4. 8-1

熔体额定电流(A)	4 ~ 10	12 ~ 63	80 ~ 200	250 ~ 500
I_d/I_n	4.5	5	6	7

二、当要求切断故障回路的时间小于或等于 0.4s 时，短路电流 (I_d) 与熔断器熔体额定电流 (I_n) 的比值不应小于表 4.4.8-2 的规定。

切断接地故障回路时间小于或等于 0.4s 的
 I_d/I_n 最小比值 表 4.4.8-2

熔体额定电流 (A)	4 ~ 10	16 ~ 32	40 ~ 63	80 ~ 200
I_d/I_n	8	9	10	11

第 4.4.9 条 当配电箱同时有本规范第 4.4.7 条第一款、第二款所述的两种末端线路引出时，应满足下列条件之一：

一、自配电箱引出的第 4.4.7 条第一款所述的线路，其切断故障回路的时间不应大于 0.4s

二、使配电箱至总等电位联结回路之间的一段 PE 线的阻抗不大于

$$\frac{U_L}{U_0} Z,$$

或作辅助等电位联结。

注：UL：安全电压限值为 50V。

第 4.4.10 条 TN 系统配电线路应采用下列的接地故障保护：

一、当过电流保护能满足本规范第 4.4.7 条要求时，宜采用过电流保护兼作接地故障保护；

二、在三相四线制配电线路中，当过电流保护不能满足本规范第 4.4.7 条的要求且零序电流保护能满足时，宜采用零序电流保护，此时保护整定值应大于配电线路最大不平衡电流；

三、当上述一、二款的保护不能满足要求时，应采用漏电电流动作保护。

(I) TT 系统的接地故障保护

第 4.4.11 条 TT 系统配电线路接地故障保护的動作特性应符合下式要求：

$$R_A \cdot I_a \leq 50V$$

(4.4.11)

式中 R_A ——外露可导电部分的接地电阻和 PE 线电阻（ Ω ）；

I_a ——保证保护电器切断故障回路的动作电流（A）。当采用过电流保护电器时，反时限特性过电流保护电器的 I_a 为保证在 5s 内切断的电流；采用瞬时动作特性过电流保护电器的 I_a 为保证瞬时动作的最小电流。当采用漏电电流动作保护器时， I_a 为其额定动作电流 $I_{\Delta n}$ 。

注：TT 系统——在此系统内，电源有一点与地直接连接，负荷侧电气装置外露可导电部分连接的接地极和电源的接地极无电气联系，其定义应符合现行国家标准《交流电气装置接地设计规范》的规定。

第 4. 4. 12 条 TT 系统配电线路内由同一接地故障保护电器保护的外露可导电部分，应用 PE 线连接至共用的接地极上。当有多级保护时，各级宜有各自的接地极。

(N) IT 系统的接地故障保护

第 4. 4. 13 条 在 IT 系统的配电线路中，当发生第一次接地故障时，应由绝缘监视电器发出音响或灯光信号，其动作电流应符合下式要求：

$$R_A \cdot I_d \leq 50V$$

(4. 4. 13)

式中 R_A ——外露可导电部分的接地极电阻 (Ω)；

I_d ——相线和外露可导电部分间第一次短路故障的故障电流

(A)，它计及泄漏电流和电气装置全部接地阻抗值的影响。

注：IT 系统——在此系统内，电源与地绝缘或一点经阻抗接地，电气装置外露可导电部分则接地。其定义应符合现行国家标准《交流电气装置接地设计规范》的规定。

第 4. 4. 14 条 IT 系统的外露可导电部分可用共同的接地极接地，亦可个别地或成组地用单独的接地极接地。

当外露可导电部分为单独接地，发生第二次异相接地故障时，故障回路的切断应符合 TT 系统接地故障保护的要求。

当外露可导电部分为共同接地，则发生第二次异相接地故障时，故障回路的切断应符合 TN 系统接地故障保护的要求。

第 4. 4. 15 条 IT 系统的配电线路，当发生第二次异相接地故障时，应由过电流保护电器或漏电电流动作保护器切断故障电路，并应符合下列要求：

一、当 IT 系统不引出 N 线，线路标称电压为 220 / 380V 时，保护电器应在 0. 4s 内切断故障回路，并符合下式要求：

$$Z_s \cdot I_a \leq \sqrt{\frac{3}{2}} U_0$$

(4. 4. 15-1)

式中 Z_s ——包括相线和 PE 线在内的故障回路阻抗（ Ω ）；

I_a ——保护电器切断故障回路的动作电流（A）。

二、当 IT 系统引出 N 线，线路标称电压为 220 / 380V 时，保护电器应在 0. 8s 内切断故障回路，并应符合下式要求：

$$Z_s \cdot I_a \leq \frac{1}{2} U_0$$

(4. 4. 15-2)

式中 Z_s ——包括相线、N线和PE线在内的故障回路阻抗（ Ω ）。

第4.4.16条 IT系统不宜引出N线。

(v) 接地故障采用漏电电流动作保护

第4.4.17条 PE或PEN线严禁穿过漏电电流动作保护器中电流互感器的磁回路。

第4.4.18条 漏电电流动作保护器所保护的线路及设备外露可导电部分应接地。

第4.4.19条 TN系统配电线路采用漏电电流动作保护时，可选用下列接线方式之一：

一、将被保护的外露可导电部分与漏电电流动作保护器电源侧的PE线相连接，并应符合本规范第4.4.6条的要求；

二、将被保护的外露可导电部分接至专用的接地极上，并应符合本规范第4.4.12条的要求。

第4.4.20条 IT系统中采用漏电电流动作保护器切断第二次异相接地故障时，保护器额定不动作电流 $I_{\Delta no}$ ，应大于第一次接地故障时的相线内流过的接地故障电流。

第4.4.21条 为减少接地故障引起的电气火灾危险而装设的漏电电流动作保护器，其额定动作电流不应超过0.5A。

第 4. 4. 22 条 多级装设的漏电电流动作保护器，应在时限上有选择性配合。

第五节 保护电器的装设位置

第 4. 5. 1 条 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。

第 4. 5. 2 条 保护电器应装设在被保护线路与电源线路的连接处, 但为了操作与维护方便可设置在离开连接点的地方, 并应符合下列规定:

- 一、线路长度不超过 3m;
- 二、采取将短路危险减至最小的措施;
- 三、不靠近可燃物。

第 4. 5. 3 条 当将从高处的干线向下引接分支线路的保护电器装设在距连接点的线路长度大于 3m 的地方时, 应满足下列要求:

- 一、在分支线装设保护电器前的那一段线路发生短路或接地故障时, 离短路点最近的上一级保护电器应能保证符合本规范规定的要求动作;
- 二、该段分支线应敷设于不燃或难燃材料的管、槽内。

第 4. 5. 4 条 短路保护电器应装设在低压配电线路不接地的各相（或极）上，但对于中性点不接地且 N 线不引出的三相三线配电系统，可只在二相（或极）上装设保护电器。

第 4. 5. 5 条 在 TT 或 TN — S 系统中，当 N 线的截面与相线相同，或虽小于相线但已能为相线上的保护电器所保护，N 线上可不装设保护；当 N 线不能被相线保护电器所保护时，应另在 N 线上装设保护电器保护，将相应相线电路断开，但不必断开 N 线。

第 4. 5. 6 条 在 TT 或 TN — S 系统中，N 线上不宜装设电器将 N 线断开，当需要断开 N 线时，应装设相线和 N 线一起切断的保护电器。

当装设漏电电流动作的保护电器时，应能将其所保护的回路所有带电导线断开。在 TN 系统中，当能可靠地保持 N 线为地电位时，N 线可不需断开。

在 TN — C 系统中，严禁断开 PEN 线，不得装设断开 PEN 线的任何电器。当需要在 PEN 线装设电器时，只能相应断开相线回路。

第五章 配电线路的敷设

第一节 一般规定

第 5. 1. 1 条 配电线路的敷设应符合下列条件：

一、符合场所环境的特征；

二、符合建筑物和构筑物的特征；

三、人与布线之间可接近的程度；

四、由于短路可能出现的机电应力；

五、在安装期间或运行中布线可能遭受的其它应力和导线的自重。

第 5. 1. 2 条 配电线路的敷设，应避免下列外部环境的影响：

一、应避免由外部热源产生热效应的影响；

二、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；

三、应防止外部的机械性损害而带来的影响；

四、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；

五、应避免由于强烈日光辐射而带来的损害。

第二节 绝缘导线布线

第 5. 2. 1 条 直敷布线可用于正常环境的屋内场所，并应符合下列要求。

一、直敷布线应采用护套绝缘导线，其截面不宜大于 6mm^2 ；布线的固定点间距，不应大于 300mm。

二、绝缘导线至地面的最小距离应符合表 5. 2. 1 的规定。

绝缘导线至地面的最小距离 表5. 2. 1

布线方式	最小距离 (m)
导线水平敷设时: 屋内	2.5
屋外	2.7
导线垂直敷设时: 屋内	1.8
屋外	2.7

三、当导线垂直敷设至地面低于 1. 8m 时，应穿管保护。

第 5. 2. 2 条 瓷（塑料）夹布线宜用于正常环境的屋内场所和挑槽下的屋外场所。

鼓形绝缘子和针式绝缘子布线宜用于屋内、外场所。

第 5. 2. 3 条 采用瓷（塑料）夹、鼓形绝缘子和针式绝缘子在屋内、屋外布线时，绝缘导线至地面的距离，应符合本规范表 5. 2、1 的规定。

第 5. 2. 4 条 采用鼓形绝缘子和针式绝缘子在屋内、屋外布线时，绝缘导线最小间距，应符合表 5. 2. 4 的规定。

屋内、屋外布线的绝缘导线最小间距 表5. 2. 4

支持点间距 (L)	导线最小间距 (mm)	
	屋内布线	屋外布线
$L \leq 1.5m$	50	100
$1.5m < L \leq 3m$	75	100
$3m < L \leq 6m$	100	150
$6m < L \leq 10m$	150	200

第 5. 2. 5 条 绝缘导线明敷在高温辐射或对绝缘导线有腐蚀的场所时,导线之间及导线至建筑物表面的最小净距,应符合本规范第 5.4.4 条的规定。

第 5. 2. 6 条 屋外布线的绝缘导线至建筑物的最小间距,应符合表 5. 2. 6 的规定。

布线方式	最小间距 (mm)
水平敷设时的垂直间距	
在阳台平台上和跨越建筑物顶	2500
在窗户上	200
在窗户下	800
垂直敷设时至阳台窗户的水平间距	600
导线至墙壁和构架的间距(挑檐下除外)	35

第 5. 2. 7 条 金属管、金属线槽布线宜用于屋内、屋外场所,但对金属管、金属线槽有严重腐蚀的场所不宜采用。

在建筑物的顶棚内,必须采用金属管、金属线槽布线。

第 5. 2. 8 条 明敷或暗敷于干燥场所的金属管布线应采用管壁厚不小于 1. 5mm 的电线管。直接埋于素土内的金属管布线,应采用水煤气钢管。

第 5. 2. 9 条 电线管与热水管、蒸汽管同侧敷设时,应敷设在热水管、蒸汽管的下面。当有困难时,可敷设在其上面。其相互间的净距不宜小于下列数值:

一、当电线管敷设在热水管下面时为 0.2m，在上面时为 0.3m。

二、当电线管敷设在蒸汽管下面时为 0.5m，在上面时为 1m。

当不能符合上述要求时，应采取隔热措施。对有保温措施的蒸汽管，上下净距均可减至 0.2m。

电线管与其它管道（不包括可燃气体及易燃、可燃液体管道）的平行净距不应小于 0.1m。当与水管同侧敷设时，宜敷设在水管的上面。

管线互相交叉时的距离，不宜小于相应上述情况的平行净距。

第 5.2.10 条 塑料管和塑料线槽布线宜用于屋内场所和有酸碱腐蚀介质的场所，但在易受机械操作的场所不宜采用明敷。

第 5.2.11 条 塑料管暗敷或埋地敷设时，引出地（楼）面的一段管路，应采取防止机械损伤的措施。

第 5.2.12 条 布线用塑料管（硬塑料管、半硬塑料管、可挠管）、塑料线槽，应采用难燃型材料，其氧指效应在 27 以上。

第 5.2.13 条 穿管的绝缘导线（两根除外）总截面面积（包括外护层）不应超过管内截面面积的 40%。

第 5.2.14 条 金属管布线和硬质塑料管布线的管道较长或转弯较多时，宜适当加装拉线盒或加大管径；两个拉线点之间的距离应符合下列规定：

- 一、对无弯管路时，不超过 30m；
- 二、两个拉线点之间有一个转弯时，不超过 20m；
- 三、两个拉线点之间有两个转弯时，不超过 15m；
- 四、两个拉线点之间有三个转弯时，不超过 8m；

第 5. 2. 15 条 穿金属管或金属线槽的交流线路，应使所有的相线和 N 线在同一外壳内。

第 5. 2. 16 条 不同回路的线路不应穿于同一根管路内，但符合下列情况时可穿在同一根管路内。

- 一、标称电压为 50V 以下的回路；
- 二、同一设备或同一流水作业线设备的电力回路和无防干扰要求的控制回路；
- 三、同一照明灯具的几个回路；
- 四、同类照明的几个回路，但管内绝缘导线总数不应多于 8 根。

第 5. 2. 17 条 在同一个管道里有几个回路时，所有的绝缘导线都应采用与最高标称电压回路绝缘相同的绝缘。

第三节 钢索布线

第 5. 3. 1 条 钢索布线在对钢索有腐蚀的场所，应采取防腐蚀措施。

钢索上绝缘导线至地面的距离，在屋内时为 2.5m；屋外时为 2.7m。

第 5. 3. 2 条 钢索布线应符合下列要求：

一、屋内的钢索布线，采用绝缘导线明敷时，应采用瓷夹、塑料夹、鼓形绝缘子或针式绝缘子固定；用护套绝缘导线、电缆、金属管或硬塑料管布线时，可直接固定于钢索上。

二、屋外的钢索布线，采用绝缘导线明敷时，应采用鼓形绝缘子或针式绝缘子固定；采用电缆、金属管或硬塑料管布线时，可直接固定于钢索上。

第 5. 3. 3 条 钢索布线所采用的铁线和钢绞线的截面，应根据跨距、荷重和机械强度选择，其最小截面不宜小于 10mm^2 。钢索固定件应镀锌或涂防腐漆。钢索除两端拉紧外，跨距大的应在中间增加支持点；中间的支持点间距不应大于 12m。

第 5. 3. 4 条 在钢索上吊装金属管或塑料管布线时，应符合下列要求：

一、支持点最大间距符合表 5. 3. 4 的规定。

钢索上吊装金属管或塑料管
支持点的最大间距 表5.3.4

布线类别	支持点间距(mm)	支持点距灯头盒(mm)
金属管	1500	200
塑料管	1000	150

二、吊装接线盒和管道的扁钢卡子宽度不应小于 20mm；吊装接线盒的卡子不应少于 2 个。

第 5.3.5 条 钢索上吊装护套线绝缘导线布线时，应符合下列要求：

一、采用铝卡子直敷在钢索上，其支持点间距不应大于 500mm；卡子距接线盒不应大于 100mm。

二、采用橡胶和塑料护套绝缘线时，接线盒应采用塑料制品。

第 5.3.6 条 钢索上采用瓷瓶吊装绝缘导线布线时，应符合下列要求：

一、支持点间距不应大于 1.5m。线间距离，屋内不应小于 50mm；屋外不应小于 100mm。

二、扁钢吊架终端应加拉线，其直径不应小于 3mm。

第四节 裸导体布线

第 5.4.1 条 裸导体布线应用于工业企业厂房、不得用于低压配电室。

第 5. 4. 2 条 无遮护的裸导体至地面的距离，不应小于 3. 5m; 采用防护等级不低于 IP2X 的网孔遮栏时，不应小于 2. 5m。遮栏与裸导体的间距，应符合本规范第 3. 2. 5 条的规定。

第 5. 4. 3 条 裸导体与需经常维护的管道同侧敷设时，裸导体应敷设在管道的上面。

裸导体与需经常维护的管道(不包括可燃气体及易燃、可燃液体管道)以及与生产设备最凸出部位的净距不应小于 1. 8m。

当其净距小于或等于 1, 8m 时，应加遮护。

第 5. 4. 4 条 裸导体的线间及裸导体至建筑物表面的最小净距应符合表 5. 4. 4 的规定。

裸导体的线间及裸导体至建筑物表面的最小净距 表5. 4. 4

固定点间距(L)	最小净距(mm)
$L \leq 2m$	50
$2m < L \leq 4m$	100
$4m < L \leq 6m$	150
$6m < L$	200

硬导体固定点的间距，应符合在通过最大短路电流时的动稳定要求。

第 5. 4. 5 条 起重行车上方的裸导体至起重行车平台铺板的净距不应小于 2. 3m，当其净距小于或等于 2. 3m 时，起重行车上方或裸导体下方应装设遮护。

除滑触线本身的辅助导线外、裸导体不宜与起重行车滑触线敷设在同一支架上。

第五节 封闭式母线布线

第 5. 5. 1 条 封闭式母线宜用于干燥和无腐蚀气体的屋内场所。

第 5. 5. 2 条 封闭式母线至地面的距离不宜小于 2. 2m；母线终端无引出线和引入线时，端头应封闭。

当封闭式母线安装在配电室、电机室、电气竖井等电气专用房间时，其至地面的最小距离可不受此限制。

第六节 电缆布线

(I) 一般规定

第 5. 6. 1 条 选择电缆路径时，应按下列要求：

一、应使电缆不易受到机械、振动、化学、地下电流、水锈蚀、热影响、蜂蚁和鼠害等各种损伤；

二、便于维护；

三、避开场地规划中的施工用地或建设用地；

四、电缆路径较短。

第 5. 6. 2 条 对于露天敷设的电缆，尤其是有塑料或橡胶外护层的电缆，应避免日光长时间的直晒，必要时应加装遮阳罩或采用耐日照的电缆。

第 5. 6. 3 条 电缆在屋内、电缆沟、电缆隧道和竖井内明敷时，不应采用黄麻或其它易延燃的外保护层；

第 5. 6. 4 条 电缆不应在有易燃、易爆及可燃的气体管道或液体管道的隧道或沟道内敷设。当受条件限制需要在这类隧道内敷设电缆时，必须采取防爆、防火的措施。

第 5. 6. 5 条 电缆不宜在有热管道的隧道或沟道内敷设电力电缆，当需要敷设时，应采取隔热措施。

第 5. 6. 6 条 支承电缆的构架，采用钢制材料时，应采取热镀锌等防腐措施；在有较严重腐蚀的环境中，应采取相适应的防腐措施。

第 5. 6. 7 条 电缆的长度，宜在进户处、接头、电缆头处或地沟及隧道中留有一定余量。

(I) 电缆在室内敷设

第 5. 6. 8 条 无铠装的电缆在屋内明敷，当水平敷设时，其至地面的距离不应小于 2. 5m；当垂直敷设时，其至地面的距离不应小于 1. 8m。当不能满足上述要求时应有防止电缆机械损伤的措施；当明敷在配电室、电机室、设备层等专用房间内时，不受此限制。

第 5. 6. 9 条 相同电压的电缆并列明敷时，电缆的净距不应小于 35mm，且不应小于电缆外径；当在桥架、托盘和线槽内敷设时，不受此限制。

1kV 及以下电力电缆及控制电缆与 1kV 以上电力电缆宜分开敷设。当并列明敷时，其净距不应小于 150mm。

第 5. 6. 10 条 架空明敷的电缆与热力管道的净距不应小于 1m；当其净距小于或等于 1m 时应采取隔热措施。电缆与非热力管道的净距不应小于 0. 5m，当其净距小于或等于 0. 5m 时应在与管道接近的电缆段上，以及由该段两端向外延伸不小于 0. 5m 以内的电缆段上，采取防止电缆受机械损伤的措施。

第 5. 6. 11 条 钢索上电缆布线吊装时，电力电缆固定点间的间距不应大于 0. 75m；控制电缆固定点间的间距不应大于 0. 6m。

第 5. 6. 13 条 电缆在屋内埋地穿管敷设时，或电缆通过墙、楼板穿管时，穿管的内径不应小于电缆外径的 1. 5 倍。

第 5. 6. 13 条 桥架距离地面的高度，不宜低于 2. 5m。

第 5. 6. 14 条 电缆在桥架内敷设时，电缆总截面面积与桥架横断面面积之比，电力电缆不应大于 40%，控制电缆不应大于 50%。

第 5. 6. 15 条 电缆明敷时，其电线固定部位应符合表 5. 6. 15 的规定。

电缆的固定部位 表5.6.15

敷设方式	构架型式	
	电缆支架	电缆桥架
垂直敷设	电缆的首端和尾端	电缆的上端
	电缆与每个支架的接触处	每隔1.5 ~ 2m处
水平敷设	电缆的首端和尾端	电缆的首端和尾端
	电缆与每个支架的接触处	电缆转弯处
		电缆其它部位每隔5 ~ 10m处

第5.6.16条 电缆桥架内每根电缆每隔50m处，电缆的首端、尾端及主要转弯效应设标记，注明电缆编号、型号规格、起点和终点。

(I) 电缆在电缆沟或隧道内敷设

第5.6.17条 电缆在电缆沟和隧道内敷设时，其支架层间垂直距离和通道宽度的最小净距应符合表5.6.17的规定。

电缆支架层间垂直距离和通道宽度的最小净距(m) 表5.6.17

名称	电缆隧道	电缆沟		
		沟深0.6m及以下	沟深0.6m以上	
通道宽度	两侧设支架	1.0	0.3	0.5
	一侧设支架	0.9	0.3	0.45
支架层间	电力线路	0.2	0.15	0.15
垂直距离	控制线路	0.12	0.1	0.1

第5.6.18条 电缆沟和电线隧道应采取防水措施；其底部排水沟的坡度不应小于0.5%，并应设集水坑；积水可经集水坑用泵排出，当有条件时，积水可直接排入下水道。

第5.6.19条 在多层支架上敷设电缆时，电力电缆应放在控制电缆的上层；在同一支架上的电缆可并列敷设。

当两侧均有支架时，1kV 及以下的电力电缆和控制电缆宜与 1kV 以上的电力电缆分别敷设于不同侧支架上。

第 5. 6. 20 条 电缆支架的长度，在电缆沟内不宜大于 350mm；在隧道内不宜大于 500mm。

第 5. 6. 21 条 电缆在电缆沟或隧道内敷设时，支架间或固定点间的最大间距应符合表 5. 6. 21 的规定。

电缆支架间或固定点间的最大间距(m) 表5. 6. 21

敷设方式	塑料护套铝包铅包钢带铠装		钢丝铠装
	电力电缆	控制电缆	
水平敷设	1.0	0.8	3.0
垂直敷设	1.5	1.0	6.0

第 5. 6. 22 条 电缆沟在进入建筑物处应设防火墙。电缆隧道进入建筑物处，以及在进入变电所处，应设带门的防火墙。防火门应装锁。电缆的穿墙处保护管两端应采用难燃材料封堵。

第 5. 6. 23 条 电缆沟或电缆隧道，不应设在可能流入熔化金属液体或损害电缆外护层和护套的地段。

第 5. 6. 24 条 电缆沟一般采用钢筋混凝土盖板，盖板的重量不宜超过 50kg。

第 5. 6. 25 条 电缆隧道内的净高不应低于 1. 9m。局部或与管道交叉处净高不宜小于 1. 4m。

隧道内应采取通风措施，有条件时宜采用自然通风。

第 5. 6. 26 条 当电缆隧道长度大于 7m 时，电缆隧道两端应设出口，两个出口间的距离超过 75m 时，尚应增加出口。人孔井可作为出口，人孔井直径不应小于 0. 7m。

第 5. 6. 27 条 电缆隧道内应设照明，其电压不应超过 36V；当照明电压超过 36V 时，应采取安全措施。

第 5. 6. 28 条 与隧道无关的管线不得穿过电缆隧道。电缆隧道和其它地下管线交叉时，应避免隧道局部下降。

(IV) 电缆埋地敷设

第 5. 6. 20 条 电缆直接埋地敷设时，沿同一路径敷设的电缆数量不宜超过 8 根。

第 5. 6. 39 条 电缆在屋外直接埋地敷设的深度不应小于 700mm；当直埋在农田时，不应小于 1m。应在电缆上下各均匀铺设细砂层，其厚度宜为 100mm，在细砂层应覆盖混凝土保护板等保护层，保护层宽度应超出电缆两侧各 50mm。

在寒冷地区，电缆应埋设于冻土层以下。当受条件限制不能深埋时，可增加细砂层的厚度，在电缆上方和下方各增加的厚度不宜小于 200mm。

第 5. 6. 31 条 电缆通过下列各地段应穿管保护，穿管的内径不应小于电缆外径的 1. 5 倍。

一、电缆通过建筑物和构筑物的基础、散水坡、楼板和穿过墙体等处；

二、电缆通过铁路、道路处和可能受到机械损伤的地段；

三、电缆引出地面 2m 至地下 200mm 处的一段和人容易接触使电缆可能受到机械损伤的地方。

第 5. 6. 32 条 埋地敷设的电缆之间及其与各种设施平行或交叉的最小净距，应符合表 5. 6. 32 的规定。

第 5. 6. 33 条 电缆与建筑物平行敷设时，电缆应埋设在建筑物的散水坡外。电缆引入建筑物时，所穿保护管应超出建筑物散水坡 100mm。

埋地敷设的电缆之间及其与各种设施平行
或交叉的最小净距(m) 表5.6.32

项 目	敷设条件	
	平行时	交叉时
建筑物构筑物基础	0.5	
电杆	0.6	
乔木	1.5	
灌木丛	0.5	
11kv及以下电力电缆之间, 以及与 控制电缆之间	0.1	0.5(0.25)
通讯电缆	0.5(0.1)	0.5(0.25)
热力管沟	2.0	(0.5)
水管、压缩空气管	1.0(0.25)	0.5(0.25)
可燃气体及易燃液体管道	1.0	0.5(0.25)
铁路	3.0(与轨道)	1.0(与轨底)
道路	1.5(与路边)	1.0(与路面)
排水明沟	1.0(与沟边)	0.5(与沟底)

注：①路灯电缆与道路灌木丛平行距离不限；

②表中括号内数字，是指局部地段电缆穿管，加隔板保护或加隔热层保护后允许的最小净距；

③电缆与铁路的最小净距不包括电气化铁路。

第 5. 6. 34 条 电缆与热力管沟交叉，当采用电缆穿隔热水泥管保护时，其长度应伸出热力管沟两侧各 2m；采用隔热保护层时，其长度应超过热力管沟和电缆两侧各 1m。

第 5. 6. 35 条 电缆与道路、铁路交叉时，应穿管保护，保护管应伸出路基 1m。

第 5. 6. 36 条 埋地敷设电缆的接头盒下面必须垫混凝土基础板，其长度宜超出接头保护盒两端 0. 6~0. 7m。

第 5. 6. 27 条 电缆带坡度敷设时，中间接头应保持水平；多根电缆并列敷设时，中间接头的位置应互相错开，其净距不应小于 0. 5m。

第 5. 6. 38 条 带坡度或垂直敷设油浸纸绝缘电缆时，其最大允许高差应符合表 5. 6. 38 的规定。

敷设电缆最大允许高差 表5. 6. 38

有无铠装	最大允许高差(m)	
	铅包	铝包
铠装	25	25
无铠装	20	20

注：当油浸纸绝缘电缆敷设的高差超过要求时，可采用不滴流电缆或塑料电缆。

第 5. 6. 39 条 电缆敷设的弯曲半径与电缆外径的比值，不座小于表 5. 6. 39 的规定。

电缆弯曲半径与电缆外径比值 表5. 6. 39

电缆护套类型		电力电缆		其它多芯电缆
		单芯	多芯	
金属护套	铅	25	15	15
	铝	30	30	30
	纹铝套和纹钢套	20	20	20
非金属护套		20	15	无铠装10 有铠装15

注：①表中未说明者，包括铠装和无铠装电缆；

②电力电缆中包括油浸纸绝缘电缆(不滴流电缆在内)和橡塑绝缘电缆、其它电缆指控制信号电缆等。

第 5. 6. 40 条 电缆在拐弯、接头、终端和进出建筑物等地段，应装设明显的方位标志，直线段上应适当增设标桩，标桩露出地面直为 150mm。

(V) 电缆在排管内敷设

第 5. 6. 41 条 电缆在排管内的敷设，应采用塑料护套电缆或裸铠装电缆。

第 5. 6. 42 条 电缆排管应一次留足备用管孔数，但电缆数量不宜超过 12 根。当无法预计发展情况时，可留 1~2 个备用孔。

第 5. 6. 43 条 当地面上均匀荷载超过 $10\text{t} / \text{m}^2$ 时或排管通过铁路及遇有类似情况时，必须采取加固措施，防止排管受到机械损伤。

第 5. 6. 44 条 排管孔的内径不应小于电缆外径的 1. 5 倍。但穿电力电缆的管孔内径不应小于 90mm；穿控制电缆的管孔内径不应小于 75mm。

第 5. 6. 45 条 电缆排管的敷设安装应符合下列要求：

一、排管安装时，应有倾向人孔井侧不小于 0. 5% 的排水坡度，并在人孔井内设集水坑，以便集中排水；

二、排管顶部距地面不应小于 0.7m，在人行道下面时不应小于 0.5m；

三、排管沟底部应垫平夯实，并应铺设厚度不小于 60mm 的混凝土垫层。

第 5.6.46 条 排管可采用混凝土管、陶土管或塑料管。

第 5.6.47 条 在转角、分支或变更敷设方式改为直埋或电缆沟敷设时，应设电缆人孔井。在直线段上，应设置一定数量的电缆人孔井，人孔井间的距离不宜大于 100m。

第 5.6.48 条 电缆人孔井的净空高度不应小于 1.8m，其上部人孔的直径不应小于 0.7m。

第七节 竖井布线

第 5.7.1 条 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。

第 5.7.2 条 竖井垂直布线时应考虑下列因素：

- 一、顶部最大垂直变位和层间垂直变位对干线的影响；
- 二、导线及金属保护管自重所带来的载重及其固定方式；
- 三、垂直干线与分支干线的连接方法。

第 5.7.3 条 竖井内垂直布线采用大容量单芯电缆、大容量母线作干线时，应满足下列条件：

- 一、载流量要留有一定的裕度；
- 二、分支容易、安全可靠、安装及维修方便和造价经济。

第 5.7.4 条 竖井的位置和数量应根据用电负荷性质、供电半径、建筑物的沉降缝设置和防火分区等因素确定。选择竖井位置时应符合下列要求：

- 一、靠近用电负荷中心，应尽可能减少干线电缆的长度；
- 二、不应和电梯、管道间共用同一竖井；
- 三、避免邻近烟囱、热力管道及其它散热量大或潮湿的设施。

第 5.7.5 条 竖井的井壁应是耐火极限不低于 1h 的非燃烧体。竖井在每层楼应设维护检修门并应开向公共走廊，其耐火等级不应低于三级。同时楼层间应采用防火密封隔离；电缆和绝缘线在楼层间穿钢管时，两端管口空隙应作密封隔离；

第 5.7.6 条 竖井内的同一配电干线，宜采用等截面导体，当需变截面时不宜超过二级，并应符合保护规定。

第 5.7.7 条 竖井内的高压、低压和应急电源的电气线路，相互之间的距离应等于或大于 300mm，或采取隔离措施，并且高压线路应设

有明显标志。当强电和弱电线路在同一竖井内敷设时，应分别在竖井的两侧敷设或采取隔离措施以防止强电对弱电的干扰，对于回路线数及种类较多的强电和弱电的电气线路，应分别设置在不同竖井内。

第 5.7.8 条 管路垂直敷设时，为保证管内导线不因自重而折断，应按下列规定装设导线固定盒，在盒内用线夹将导线固定。

一、导线截面在 50mm^2 及以下，长度大于 30m 时；

二、导线截面在 50mm^2 以上，长度大于 20m 时。

附录一 名词解释

本规范用名词	解 释
导体绝缘允许最高持续工作温度	电线电缆在其布线的任一位置上,其绝缘可在长期的持续工作情况下,不受严重损坏地承受的最高温度
导体绝缘允许短路极限温度	电线电缆在短时间的短路电流作用下,不降低其绝缘性能,能承受的允许最高温度
导体载流量	导体在给定条件下运行时,其稳定工作温度不超过规定值的最大负载电流
约定动作电流	在约定时间内能使继电器或脱扣器动作的规定电流值
约定熔断电流	在约定时间内能使熔体熔断的规定电流值
电气装置	用于某一目的,性能互相配合的若干电气设备的组合
固定式设备	牢固安装在支座(支架)上的设备,或用其它方式固定在一定位置上的设备
移动式设备	工作是移动的设备,或在接有电源时能容易地从一处移至另一处的设备
手握式设备	正常使用时要用手握住的移动式设备
I类电气设备	除靠基本绝缘防止电击外,还将易触及的外露可导电部分连接到PE线上,当基本绝缘失效时,外露可导电部分一般不致带危险电位的用电设备
外露可导电部分	平时不带电压,但故障情况下能带电压的电气装置的容易触及的外露可导电部分
装置外可导电部分	不属电气装置组成部分的可导电部分

续表

本规范用名词	解 释
等电位联结	使各外露可导电部分和装置外可导电部分电位基本相等的电气连接
电气隔离	为防电击将一电气器件或电路与另外的电气器件或电路完全断开的安全措施
安全超低压	用安全隔离变压器或具有独立绕组的变流器与供电, 上吒余蜀牡纛分E) 导体之间或任何一个导体与地之间有效值不超过50V的交流电压
保护线 (PE线)	为防电击用来与下列任一部分作电气连接的导线: 1. 外露可导电部分; 2. 装置外可导电部分; 3. 总接地线或总等电位联结端子; 4. 接地极; 5. 电源接地点或人工中性点
中性线 (N线)	与电源的N点连接并能起传输电能作用的导体
保护中性线 (PEN线)	具有PE线N线两种功能的导体
接地故障回路阻抗	通过接地故障电流的回路内的阻抗, 计算此阻抗时, 回路始于接地故障点, 终于接地故障点
故障电压	发生接地故障时, 外露可导电部分或装置外可导电部分对地呈现的电压
三相四线制	是带电导体配电系统的型式之一, 三相指 L_1 、 L_2 、 L_3 三相, 四线指通过正常工作电流的三根相线和一根N线, 不包括不通过正常工作电流的PE线, 本章所规定的TN-C、TN-C-S、TN-S、TT等接地型式的配电系统均属三相四线制

附录二 本规范用词说明

一、为便于在执行本标准条文时区别对待, 对要求严格程度不同的用词说明如下:

1. 表示很严格, 非这样做不可的用词:

正面词采用“必须”;

反面词采用“严禁”。

2. 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3. 对表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

二、条文中指明应按其它有关标准、规范执行的，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

附加说明

本规范主编单位、参加单位和主要起草人名单

主编单位：机械工业部中机中电设计研究院

参加单位：机械工业部第八设计研究院

北京有色冶金设计研究总院

中国航空工业规划设计研究院

北京市建筑设计院

主要起草人：王增尧 王厚余 冯宗恒 吕光大 宋正华 汤继东

条文说明

前 言

中华人民共和国国家标准

低压配电设计规范

GB 50054—95

条文说明

前 言

根据原国家计划委员会基本建设标准定额局(85)计标发(46)号文要求，由原机械电子工业部负责主编，具体由原机械电子工业部中电设计研究院会同有关单位共同编制的《低压配电设计规范》(GB50054—95)，经建设部一九九五年十二月二十六日以建标字(325)号文批准发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等有关单位人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《低压配电设计规范》编制组根据国家计委关于编制标准、规范条文说明的统一要求，按《低压配电设计规范》的章、节、条顺序，编制了《低压配电设计规范条文说明》，供国内各有关部门和单位参考。在使用中如发现本条文说明有欠妥之处，请

将意见函寄机械工业部中机中电设计研究院(地址：北京广安门外莲花河胡同1号；邮政编码：100055)。

一九九五年

十二月

第二章 电器和导体的选择

第一节 电器的选择

第2.1.1条 国家现行的有关标准是指国家标准、行业标准和企业标准。通常，行业及企业标准都不低于国家标准，一般比国家标准更全面具体。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。

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。只要电器能正常工作就不必要求与所在回路标称电压及频率完全一致，因为电器可在偏离标称值或额定值一定范围内正常工作。

第2.1.4条 在我国，对额定电压1000V以上的高压隔离电器，当因误操作能引起严重事故时，采用隔离电器与能带负荷断开所在回路的电器相连锁。但对低压线路，尚未严格采取此项措施，本条在实际使用中留有一定的灵活性，当考虑到安全、方便及节约投资等诸因素后，可采取连锁措施，也可采取加强监护等其它措施。

第 2. 1. 8 条 操作电器是为完成一定功能而对有负荷电流的回路进行关合、断开或切换的电器，它包括负荷开关、断路器、接触器、半导体电器等，为操作安全，不得利用隔离电器、熔断器及连接片等作为操作电器。

第二节 导体的选择

第 2. 2. 3 条 导体长度超过 5m 时，中心区的热量不易沿两端散掉，因此当冷却条件最坏处的长度超过 5m 时，则应按该段条件选择导体。在实际设计与施工中，经常遇到直埋电缆过马路穿管保护，且保护管长度超过 5m，若全路段电缆载流量都按穿管段考虑，势必增大全路段电缆的截面，从而造成投资增加，若经过技术经济比较后，可采用只对该段线增大截面或其它措施。

第 2. 2. 6 条、第 2. 2. 7 条 在 TN 系统中，中性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。

第 2. 2. 8 条~第 2. 2. 12 条 为了提高保护线的可靠性，采用国际电工委员会的标准。

TN 系统——在此系统内，电源有一点与地直接连接，负荷侧电气装置的外露可导电部分则通过 PE 线与该点连接。其定义应符合现行国家标准《交流电气装置接地设计规范》的规定。

TN—S 系统——在 TN 系统中,整个系统的中性线与保护线是分开的,见图 2. 2. 12—1。

TN—C—S 系统——在 TN 系统中,系统中有一部分中性线与保护线是合一的,见图 2. 2. 12—2。

TN—C 系统——在 TN 系统中,整个系统的中性线与保护线是合一的,见图 2. 2. 12—3。

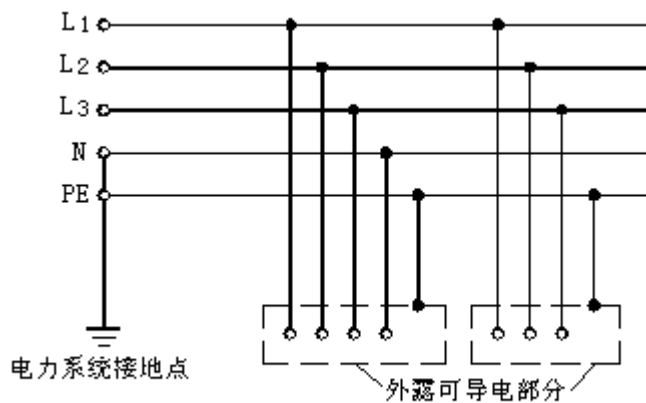


图2. 2. 12-1 TN-S系统, 整个系统的中性线与保护线是分开的

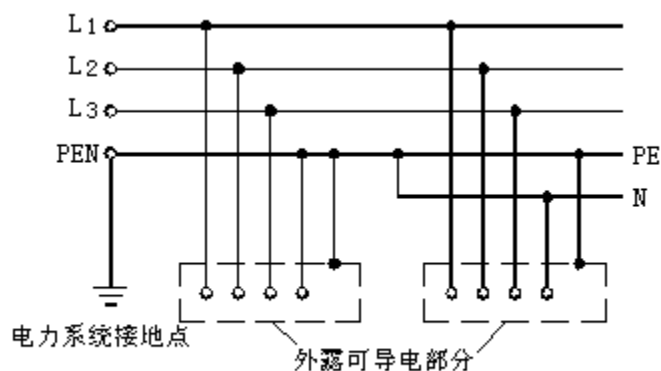


图2. 2. 12-2 TN-C-S系统, 系统中有一部分中性线与保护线是合一的

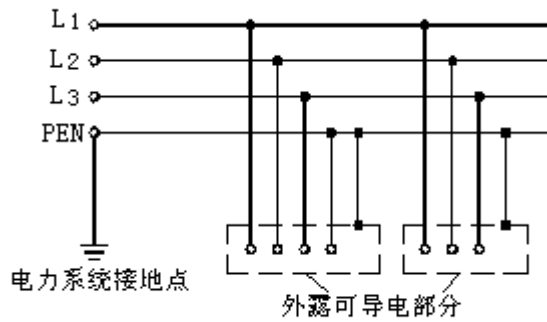


图2.2.12-3 TN-C系统, 整个系统的中性线与保护线是合一的

第三章 配电设备的布置

第一节 一般规定

第3.1.5条 落地式配电箱底部的适当抬高是为了防止水进入配电箱内和便于施工接线。底部抬高后还应将底座四周封严，以防止鼠、蛇类等小动物爬入箱内裸导体上引起短路事故。

例如某大酒店厨房用的落地配电箱底部抬高后未封严，一老鼠钻进箱内，爬在母线上造成短路。

第3.1.6条 本条的规定是作为增强一级负荷配电可靠性的措施之一，当没有一级负荷的母线发生故障引起火灾时，有一级负荷的母线可因存有隔断而不直接受到影响或少受影响，隔断可用防火材料的隔板，也可是隔墙，隔墙是整体形时，墙上应开通行门洞。

第3.1.7条 防止电工在柜(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。

第 3. 1. 8 条 根据过去设计的经验和调查，许多工业企业的供配电系统，由单台变压器供电的低压配电屏并排排列的长度一般不超过 6m，屏后的通道只有一个出口，已能满足安全运行的要求，且便于建筑形式的布置，当配电屏的长度超过 6m 时，屏后通道宜设两个出口；以便于维修工作和事故时人员逃离事故点。

第 3. 1. 9 条 有的开关在屏后操作，因此屏后的通道要适当加宽，以便于操作和维修工作的进行。由于这种操作不是经常性的，屏后通道不能完全按屏前操作维护通道一样的要求。

第二节 配电设备布置中的安全措施

第 3. 2. 1 条 防直接电击事故有许多种保护办法，如采用安全超低压配电、限制放电能量、裸导体包绝缘材料、采用遮护物、将裸导体置于伸臂范围以外的保护等。

本节所定的安全保护措施主要是采用遮护物和外罩以及加大人与裸带电体之间的距离等办法，以防止人无意识地触及裸带电体。

第 3. 2. 2 条 本条采用国际电工委员会标准 IEC364—4 的规定，不需防直接电击保护的安全电压是交流 25V。根据国标《外壳防护等级分类》(GB4208—84)的规定，IP2X 级的防护，能防止直径大于 12mm 的固体异物进入防护壳内；能防止手指或长度不大于 80mm 的类似物触及壳内带电部分或运动部件。

第 3. 2. 3 条 所谓可靠地固定是指防护物不能随便被移动或被无意识地碰倒，具体做法由设计者定。

第 3. 2. 4 条 本条是采用国际电工委员会标准 IEC364—4 的规定，主要是为了使防护物能起到可靠的保护作用，加强可靠性；具体采用哪一种措施较合适则要依据实际情况而定。

第 3. 2. 6 条 容易接近的遮护物的顶部防护等级要求较高，因顶部容易掉进异物，如短段金属线，垃圾块及小金属零件等等，故防护等级要求较高。IP4X 级的防护，是能防直径(厚度)大于 1mm 的固体物进入防护壳内。

第 3. 3. 7 条 阻挡物也是防止人体无意识地接近带电部分或在设备正常运行时无意识地触及带电部分，阻挡物的设置与制作的要求没有遮护物那样严格，一般是作为简易的防护措施，但也应起到防直接电击的保护作用。

第 3. 2. 8 条 本条采用国际电工委员会标准 IEC364-4 的规定。

按防护外壳的分级，低于 IP2X 级的有 IP0X 和 IP1X 两级，IP0X 级为无防护级，即没有专门的防护；IP1X 级是防止直径大于 50mm 的固体异物进入带电体的防护壳内。因此，防护等级低于 IP2X 级的阻挡物时，计算人的伸臂范围则应从阻挡物算起。

第 3. 3. 9 条 人在工作时，有时手中握有导电的金属工具，因此当计算此种情况的伸臂范围时座加上手执工具的长度。

第 3. 2. 10 条 根据我国情况一般人的举手高度在 2. 2m 左右，在屏前通道内，因通行的人较屏后多，且并非全是经过训练的电工，故在举手高度上再加 0. 3m 的安全距离，规定屏前裸导体的高度为 2. 5m。屏后通行的人少，一般为经过训练的电工，所以安全距离考虑为 0. 1m，屏后高度定为 2. 3m。

第 3. 2. 11 条 本条规定 2. 5m 的安全高度的说明同前所述。阻挡物与裸导体间距定为 0. 8m，是考虑人的手臂长一般不大于 0. 75m。我国人体平均身高为男 1. 63~1. 69m，女为 1. 53~1. 58m，男女肩高不超过 1. 3~1. 4m。为了防止人的身体前倾后伸臂触电，将阻挡物高度定为 1. 4m。

第三节 对建筑的要求

第 3. 3. 1 条 根据低压配电装置室的性质和防火规范的一般要求而定。由于三级耐火等级的屋顶承重结构为燃烧体不防火，不够安全，条文中规定将屋顶承重结构改为不低于二级耐火等级。

第 3. 3. 2 条 主要是考虑当室内发生事故时，现场人员容易逃离事故地点，同时也便于救护人员接近现场，平时使用也较方便。有的配电室是分楼下和楼上两部分布置的，其内部有楼梯上下相通，楼下部分有通向室外的门，但这不够，楼上部分也应有通往室外走道或楼梯间的

安全门，当楼上或楼下发生火灾或其它事故时，楼上的人员可直接从楼上逃至室外。

第 3. 3. 3 条 一般配电室的电气设备和元件不是密封的，容易积灰造成事故，另外观察表计也要较明亮的光线，因此要求配电室的环境清洁、明亮，因此土建设计要注意不使用易起灰的装修材料，使室内少积灰和光线明亮。另外，有时为与整个建筑群体谐调，配电室内的装修标准宜相应的提高，如高级酒店和高级科研机构的建筑物内的配电室可提高装修标准，如采用水磨石地面、油漆墙面，顶棚加吊顶等。

第 3. 3. 4 条 配电室内的电缆沟距户外较近时和在地下水位较高的地区，沟内容易渗水，因此土建应采取防止渗水的措施。另外在电缆管道穿过墙基处，若管口及其周围密封不严实，户外地下水也容易由管口处流入地沟。地沟底部应有一定的坡度，当沟内有水进入时，可以使其流至一端设法排出，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。

第 3. 3. 5 条 有的电气元件，如继电器、熔断器、仪表、导线、照明光源等，对使用的环境温度有一定的要求，否则就会影响正常的工作，因此在严寒地区和炎热地区应考虑合适的室温问题。有人值班的配电室应保证人正常工作的室温和照明，必要时，还需考虑应有的生活设施，如给水、排水，厕所等设施。

第 3. 3. 6 条 在高层建筑内通常将配电室设于地下室或楼层内，且位置较偏僻，因此一定要考虑到安装时和建成后维修时的运输通道问题。设计时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，后者常常容易为设计人员所忽略。地下室的通风一般不好，必要时配电室应设机械通风，还应有紧急照明系统，保证事故停电时，有可靠的安全照明。

第 3. 3. 7 条 鼠、蛇类等小动物往往能从密合不严的门缝和通风孔爬入室内，因此配电室的门窗应密合，并应在通风孔上装设遮护网。IP3X 级防护标准是能防止直径大于 2. 5mm 的固体异物进入的，如遮护网的网孔较大时，南方地区蛇类较多，蛇容易穿过网孔爬入室内，造成事故。因此规定遮护网的防护等级为 IP3X 较可靠。

第四章 配电线路的保护

第一节 一般规定

第 4. 1. 1 条 为防止人身电击，应分别采取措施来防止两种情况的电击。一种称为防止直接接触带电体的保护(简称为防直接接触保护或防止直接电击保护)。这是指电气线路和设备在正常工作情况下，人身直接接触及其带电体造成的伤亡事故另一种称为防止间接接触带电体的保护(简称防间接接触保护或防间接电击保护)。这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、套管或其它外露可导电部分引起的伤亡事故的保护就称为防间接电击保护。本章所涉及的就是这种防间接电击保护。

第 4. 1. 2 条 配电系统上下级保护电器的动作应具有选择性。以往由于我国保护电器的性能较差，在低压配电系统中要做到是有困难的。目前低压电器发展较快，熔断器、断路器的更新换代产品的特性已有很大的改善。例如按新标准生产的熔断器 (NT 型等) 选择比为 1: 1. 6，具有三段保护的断路器也能大量生产，目前配电系统要做到选择性已具有一定条件。但是考虑到低压配电系统量大面广，低压配电系统要做到完善的选择性还有困难。因此本条规定是保证重点，即保证重要负荷不间断供电，对于一、二级的非重要负荷允许无选择性切断。

第 4. 1. 3 条 供给电动机、电焊机等用电设备的末端线路，除符合本章一般要求外，尚有用电设备的特殊保护要求，应符合国家标准《通用用电设备配电设计规范》(GB50055—94) 的规定。

第二节 短路保护

第 4. 2. 2 条 公式 4. 2. 2 是校验芯线温度是否因短路而超过极限温度从而使绝缘软化的基本公式，计算系数 K 考虑了芯线的物理特性，如热容量 ($J / ^\circ C \cdot mm^3$)、电阻率、导热能力等，以及短路时的初始温

度和最终温度(这两种温度取决于绝缘材料), 此式还考虑了芯线截面、短路电流以及短路电流作用的持续时间等因素。

式 4. 2. 2 中的 K 值依下式计算:

$$K = \sqrt{\frac{Q_c(B+20)}{\rho_{20}} \ln\left(1 + \frac{Q_f - Q_i}{B + Q_i}\right)}$$

式中 Q_c —— 芯线材料的体积热容量 ($J / ^\circ C \cdot mm^3$);

B —— 芯线材料在 $0^\circ C$ 时的电阻率温度系数的倒数 ($^\circ C$);

ρ_{20} —— 芯线材料在 $20^\circ C$ 时的电阻率 ($\Omega \cdot mm$);

Q_i —— 芯线的起始温度 ($^\circ C$);

Q_f —— 芯线的最终温度 ($^\circ C$)。

其值如表 4. 2. 2-1、表 4. 2. 2-2:

芯线材料	B ($^\circ C$)	Q_c ($J / ^\circ C \cdot mm^3$)	ρ_{20} ($\Omega \cdot mm$)	$\frac{Q_c(B+20)}{\rho_{20}}$
铜	234.5	3.45×10	17.241×10	226
铝	228	2.5×10	28.214×10	148
铅	230	1.45×10	214×10	42
钢	202	3.8×10	138×10	78

	聚氯乙烯	普通橡胶	乙丙橡胶	油浸纸
Q_i ($^\circ C$)	70	75	90	80
Q_f ($^\circ C$)	160	200	250	160

当短路持续时间小于 0.1s 时，短路电流的非周期分量对热作用的影响显著，这种情况应校验 $K S > I^2 t$ 以保护在电器切断线路前，导体能承受包括非周期分量在内的短路电流的热作用。当短路时间大于 5s 时，部分热量将散到空气中，校验时应计入这一因素。

第 4.2.3 条 按《低压断路器》(JB1284—5)规定，保证断路器脱扣的电流为短路电流整定值的 120%，再考虑计算误差等因素。

第三节 过负载保护

第 4.3.1 条 电气线路短时间的过负载(如电动机起动)是难免的，它并不对线路造成损害。长时间不大的过负载将对线路的绝缘、接头、端子造成损害。绝缘因长期超过允许温升将因老化加速缩短线路使用寿命。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，引起火灾和其它灾害，过负载保护的目的在于防止后一种情况的发生。

第 4.3.3 条 本条中列出了可不装过负载保护的几个例外情况，其中第二款系指不论负载多大，由于受电源本身容量的限制不可能使线路过负载，例如为防人身电击，经小容量隔离变压器引出的线路，自小容量太阳能电源引出的线路等。

第 4.3.3 条 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的。

第 4.3.4 条 关于过载保护的两个条件，式 4.3.4-1 不需解释，式 4.3.4-2 系 IEC 试验得出。式中 I^2 为规定时间内的最小熔化电流或断路器的最小脱扣电流。此值应小于导体载流量的 1.45 倍，此时保护电器能对导体起过载保护作用。这些电流和时间的数值在熔断器和低压断路器标准中均有规定。根据 JB4011.1-85-5.6.3 标准，过电流选择比为 1.6:1 的“g”熔断体(见 JB4011.1-85.7.2.7)，其约定时间和约定电流列于表 4.3.4-1。

过电流选择比为 2:1 的“g”熔断体，其约定时间和约定电流由其它部分规定。

“g”熔断体的约定时间和约定电流 表4.3.4-1

额定电流 I_n (A)	约定时间 (h)	约定电流 (A)	
		I_{nf}	I_f
$16 \leq I_n \leq 63$	1	1.25 I_n	1.6 I_n
$63 < I_n \leq 160$	2		
$160 < I_n \leq 400$	3		
$400 < I_n$	4		

注：①额定电流小于 16A 的“g”熔断体的约定时间和约定电流在其它部分规定。

②“gM”熔断器， I_n 值为熔断体的额定电流。

JB4011.1-85-8.4.3.5 约定的电缆过载保护(仅对“8G”熔断体)验证(见表 4.3.4-2)。

为了验证熔断体能保护电缆防止过载，熔断体应经历下面的约定试验，每只熔断体安装在其合适的熔断器支持件或安装在 8.4.1 规定的试验架(设备)上，但提供表 11 规定截面积的铜导线。熔断器及连接的导线应以熔断体的额定电流进行预热，预热的时间等于约定时间，然后将试验电流增加到 $1.45 I_z$ ，值(I_n 见表 1.1 规定)。熔断体在小于约定时间内熔断，此试验可在降低的电压下进行。

注：如果 $1.45 I_n$ 大于约定熔断电流，则不需要进行此试验。

约定电流过载保护试验表 表4.3.4-2

熔断体的 I_n (A)	辅导线的名义截面积 (mm^2)	I_z (A)
12	1	15
16	1.5	19.5
20和25	2.5	26
32	4	35
40	6	46
50和63	10	63
80	16	85
100	25	112
125	35	138
160	50	163
200	70	213
250	120	299
315	185	392
400	240	461

用作直接起动电动机的断路器各极同时通电时的反时限断开动作特性见表 4.3.4-3。

用作直接起动电动机的断路器各极同时
通电时的反时限断开动作特性表 表4.3.4-3

脱扣器	X	Y	Z	周围空气参考温度(°C)
无温度补偿	1.05	1.20	2	20或40制造厂 有规定者除外
				-20
有温度补偿	1.00	1.30		-5
		1.20		+40

注：当三极过电流脱扣器仅由二极通电时，Y 栏中规定的最大电流值应增加 10%。

必须注意此处的保护电器和电线电缆为近年我国采用 IEC 标准后的产品，如 DW15、ME、AH、DZ15、DZX19、DZ20、DZ25、HB 断路器等和 RT12、RT15、RT14、RT17、RL6 熔断器等。

应该说明此二式只适用于大倍数过载的验算，小倍数过载(如 5% 或 20%的过载)在国际上尚在研讨中，没有作出规定。

此二式中有关的名词定义和技术数据详见附录及有关产品标准。

式 4.3.4—2 中的 I^2 ，当为封闭式熔断器时，因熔断器产品的标准测试设备的热容量比实际使用中的热容量大许多，即测试所得的熔断时间较实际使用中的熔断时间为长，这时 I^2 乘以 0.9 的系数，

如 $I_f = 1.6I_N$ ，则 $I_2 = 0.9I_f^2 = 0.9 \times 16I_N^2 = 1.44I_N^2$ ，而式 4.3.4-2 要求 $I_2 \leq 1.45I_N^2$ ，得 $I_N \leq I_2$ 。

我国产品标准中尚未列出半封闭式熔断器(如瓷插式熔断器)的技术数据，条文中对此种熔断器未作规定。按英国电气装置规程(1981 年

第 15 版)半封闭式熔断器(BS3036)的 I_n 与 I_x 的 a 值取为 0.725,可供参考。

第 4.3.5 条 线路的过负载毕竟还未成短路,短时间的过负载并不立即引起灾害,在某些情况下可让导体超过允许温度运行,也即牺牲一些使用寿命以保证对某些负荷的供电不中断,如消防水泵之类的负荷,这时保护可作用于信号。

第四节 接地故障保护

第 4.4.1 条 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、PE 线、PEN 线、配电和用电设备的金属外壳、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。接地故障是短路的一种,自然需要及时切断电路以保证线路短路时的热稳定,不仅如此,若未切断电路,它还具有更大的危害性,当发生接地短路时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。所以接地故障保护比较复杂,国际电工标准和一些技术先进国家对它都很重视,作出具体规定。

条文中电气设备使用特点是指设备是固定式还是手握式、移动式，导体截面在许多情况下决定故障回路阻抗，故列为需协调配合的一个方面。

第 4. 4. 2 条 切断故障电路是防人身间接电击的措施之一，但不是唯一的措施。如技术经济上不可能不合理时，还有其它措施可采用。采用其它措施后仍需切断故障回路，但这仅是为了防电气火灾等其它灾害。

第 4. 4. 3 条 按防电击保护的分级电气设备共分 0、I、II、III 四类，详见《电气安全名词术语》(GB4776-84)第 3. 3. 2—3. 3. 5 条规定。

人体受电击时安全电压限值 U_z 为 50V 系根据国际电工委员会标准 IEC479-1 的规定。正常环境下当接触电压不超过 50V 时，人体可接触此电压而不受伤害。但为消除火灾危险 IEC364—41 标准将切断接地故障电路的最大时间值规定为 5s，详见本规范第 4. 4. 6 条的说明。

第 4. 4. 4 条 单一的切断接地故障保护措施因保护电器产品的质量、电器参数的选择和其使用中的变化以及施工质量、维护管理水平等原因，其动作并非完全可靠。且保护电器尚不能防止由建筑物外进入的故障电压的危害，因此 IEC 标准和一些技术先进的国家都规定在采用此种保护措施时，还应采取本条所规定的总等电位联结措施，以降低人体受到电击时的接触电压，提高电气安全水平。

条文中第三款对建筑金属构件的联结未作硬性规定，这是由于第二款中的金属管道与此等构件系指楼板钢筋，已有多处的自然接触而连通，而建筑金属构件的人工联结有时比较困难的缘故。

图 4. 4. 4 所示的建筑物作了等电位联结和重复接地，图中 T 为金属管道、建筑物钢筋等组成的等电位联结， B_m 为总等电位联结端子板或接地端子板， Z_h 及 R_s 为人体阻抗及地板、鞋袜电阻， R_A 为重复接地电阻。由图可见人体承受的接触电压 U_c 仅为故障电流 I_d 在 a-b 段 PE 压线上产生的电压降，与 R_s 的分压；b 点至电源的线路电压降都不形成接触电压，所以总等电位联结降低接触电压的效果是很明显的。

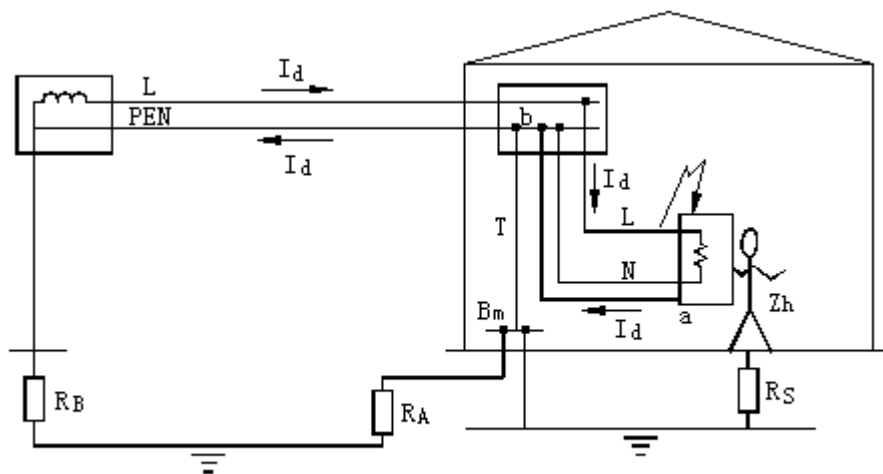


图4. 4. 4 总等电位联结作用的分析

总等电位联结藉提高地电位和均衡电位来降低接触电压，它不是一项可有可无的电气安全措施。下面规定了 TN 系统手握和移动式电气设备供电线路切断故障回路时间限值为 0. 4s，即是考虑了总等电位联结的作用而规定的。

IEC 标准和一些技术先进国家的电气规范都将总等电位联结列为接地故障保护的基本条件。

第 4. 4. 5 条 总等电位联结固然能大大降低接触电压，如果建筑物离电源较远，建筑物内线路过长，则过电流保护动作时间和接触电压都可能超过规定的限值。

这时应在局部范围内作辅助等电位联结，图 4. 4. 5—1 为其中一例。图中双手承受的接触电压 U_c 为电气设备 M 与暖气片 R_a 之间的电位差；其值为 a—b—c 段 PE 线上的故障电流 I_d 产生的电压降，由于此段线路较长，电压降超过 50V，但因离电源远，故障电流不能使过电流保护电器在 5s 内切断故障。为保证人身安全应如图虚线所示作辅助等电位联结。这时接触电压降低为 a—b 段 PE 线的电压降，其值小于安全电压限值 50V。

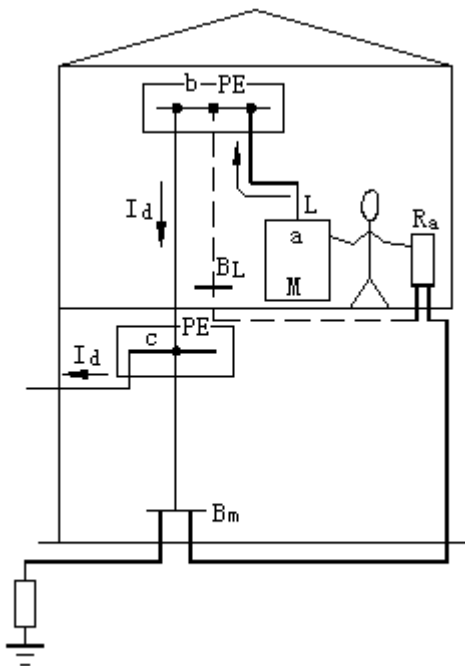


图4. 4. 5-1 辅助等电位联结作用的分析之一

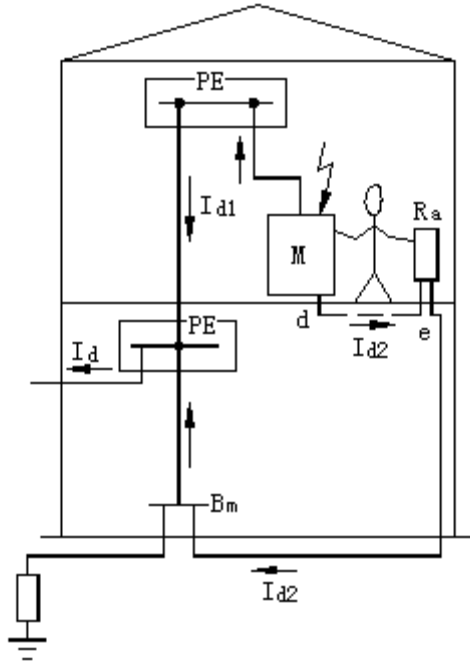


图4. 4. 5-2 辅助等电位联结作用的分析之二

实际上，由于辅助等电位联结后故障电流的分流使 R_a 电位升高，接触电压将更降低。

也可将图中的 R_a 与 M 直接连接，如图 4. 4. 5-2 虚线所示，这时人体承受的接触电压仅为故障电流的分流在 R 与 M 间等电位联接线 d—e 上产生的电压降，显然此值将小于 50V。

图中 B_m 和 B_L 分别为总等电位联结和辅助等电位联结端子板。

上例说明辅助等电位的目的在于使接触电压降低至安全电压限值 50V 以下，而不是缩短保护电器动作时间。

为使接触电压不超过 50V，应使：

$$I_d \cdot R \leq 50V$$

此处, R 即公式 4. 4. 5 中的 R, 也即图 4. 4. 5-1、图 4. 4. 5-2 中的 a—b 和 d—e 线段电阻, 故障电流 I_d 应大于或等于式 4. 4. 5 中的 I_a , 故:

$$I_a \cdot R \leq 50V$$

$$R \leq \frac{50}{I_a}$$

第 4. 4. 6 条 本条按 IEC 标准 364-4-41 的规定对两个系统分别作出规定。

式 4. 4. 6 是保证保护电器在规定时间内切断故障的电流。这可作如下说明:

接地故障电流	$I_d = \frac{U_o}{Z_s}$
而	$I_d \geq I_a$
故	$\frac{U_o}{Z_s} \geq I_a$
即	$Z_s \cdot I_a \leq U_o$

Z_s 包括变压器阻抗和自变压器至接地故障处相线和 PE (PEN) 线的阻抗。因 TN 系统接地故障电流大, 故障点一般被熔焊, 故障点阻抗可忽略不计。

第 4. 4. 7 条 对供电给固定式设备的末端线路切断故障的时间规定为不大于 5s, 这是因为使用它时设备外露导电部分不是被手抓握住, 发生接地故障时不论接触电压为多少它易于挣脱, 也不易出现在发生接地故障时人手正好与之接触的情况。5s 这一时间值的规定是考虑了防电

气火灾以及电气设备和线路绝缘热稳定的要求，同时也考虑了躲开大电动机起动机起动电流以及当线路长、故障电流小时保护电器动作时间长等因素，因此 5s 值的规定并非十分严格。本条第一款对 5s 的规定采用了“宜”这一严格程度用词。

供电给手握式和移动式电气设备的末端配电线路，其情况则不同。当发生接地故障时，人的手掌肌肉对电流的反应是不由意志的紧握不放，不能迅速脱离带电体，从而长时间承受接触电压。按 IEC 标准 479-1 规定的数值如不及时切断故障将导致心室纤颤而死亡。另外，这种设备容易发生接地故障，而且往往在使用中发生故障，这就更增加了危险性。IEC 标准 364-41 修改文件规定，各级电压的手握式和移动式设备供电线路切断故障的允许最大时间为一相应的定值。对于 220 / 380V 的电气装置，此时间值为 0.4s，确定此值时已计及了总等电位联结的作用、PE 线与相线截面自 1:3 到 1:1 的变化，以及线路电压偏移等影响。这一修改大大简化了设计工作。

第 4.4.8 条 为进一步简化设计，按熔断器产品标准 JB4011 提供的刀型触头式、螺栓连接式、圆筒型帽式、螺旋式熔断器数据规定了接地故障电流 I_d 与熔体额定电流 I_n 的最小比值，如规范条文中表 4.4.8-1、表 4.4.8-2 所示。

第 4.4.9 条 如果在 TN 系统中，一配电盘既供电给固定式设备、又供电给手握式和移动式设备，当固定式设备发生接地故障时，因 TN 系统内 PE 线连通整个电气装置，故障引起的危险对地电压将通过它蔓

延到所有手握式和移动式设备的金属外壳，而固定设备切断故障电路的时间允许达 5s，这给正在使用手握和移动设备的人带来很大危险。为保证安全，固定式设备也需按不大于 0.4s 的要求切断电路，其结果是不少线路将放大线芯截面，第 4.4.9 条规定了另外两个解决办法，其一是使自配电盘至总等电位联结回路一段 PE 线的阻抗不大于

$$\frac{50}{U_o} \cdot Z_s,$$

这可用图 4.4.9 来说明。图中固定设备 M 发生接地故障，其故障电压沿 PE 线蔓延至移动式设备上。人体承受的预期接触电压等于图中 PE 线上 m-n 段的电压，其值要求不大于 50V。设 Z_s 为故障回路阻抗， I_d 为接地故障电流。 U_o 为相线对地电压， Z_{mn} 为 PE 线上 m-n 线段的阻抗， ΔU_{mn} 为 m-n 段电压降，则应使

$$\Delta U_{mn} = \frac{Z_{mn}}{Z_s} U_o \leq 50V$$

或

$$Z_{mn} \leq \frac{50}{U_o} Z_s$$

另一措施是将在该局部范围内作局部等电位联结，以消除或降低外露可导电部分的电位，如图中虚线所示。也可将设备外露可导电部分与装置外可导电部分用等电位联结线直接相连。

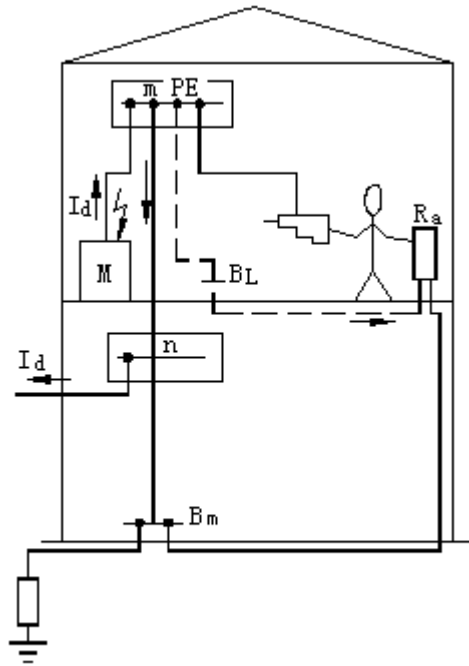


图4.4.9 PE线回路阻抗分析

第4.4.10条 用一般的过电流保护(熔断器、低压断路器)兼作接地故障保护最为经济简单,应优先采用。如过流保护不能满足式4.4.5要求时,采用漏电电流保护最为有效,但必须设置专用的PE线,其费用较大,施工麻烦。如果零序保护灵敏度足够,为节约投资,可采用零序保护,其缺点是需躲过不平衡电流,与漏电保护相比灵敏度不够高,且不能用在单相配电线路上,IEC标准已不列入零序保护,但从我国技术水平、经济条件和设计习惯考虑,仍列入规范中。

第4.4.11条 TT系统的故障回路阻抗包括变压器相线和接地故障点阻抗以及外露导体接地电阻和变压器中性点接地电阻。故障回路阻抗大,故障电流小,且其故障点阻抗是难以估计的接触电阻。因此TT系统故障回路阻抗和故障电流是难以估算的,它不能用TN系统的公式(式4.4.6)来验算保护的有效性。IEC标准365—4—41列出了如式

4. 4. 11 的验算公式，从式可知保护动作的条件是当外露导体对地电压达到或超过 50V 时保护电器应动作，这时的故障电流 I_d 应大于保护电器的动作电流 I_a ，即：

$$I_d = \frac{50}{R_A} \geq I_a$$
$$R_A \cdot I_a \leq 50V$$

在切断接地故障前，TT 系统外露导体呈现的对地电压仍然超过 50V，因此仍需按规定时间切断故障，当采用反时限特性过电流保护电器时，应在不超过 5s 的时间内切断故障，但对于手握式和移动式设备应按接触电压来确定切断故障时间，这实际上是难以做到的。所以 TT 系统通常采用漏电电流动作保护。TT 系统接地型式见图 4. 4. 11。

注：TT 系统——在此系统内，电源有一点与地直接连接，负荷侧电气装置外露可导电部分连接的接地极和电源的接地极无电气联系。其定义应符合现行的国家标准《交流电气装置接地设计规范》的规定。

第 4. 4. 12 条 TT 系统内由同一保护电器保护范围内的各设备外露可导电部分应用 PE 线接至共用的接地极上，即通过严 PE 线将设备外露导体分片连通，这样可限制故障电压线 PE 线蔓延的范围，做到这一点实际上可能遇到困难，因此本条不作硬性规定

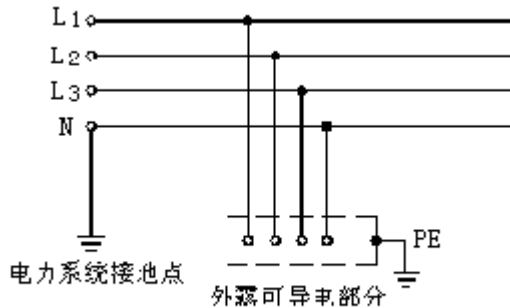


图4. 4. 11 TT系统接地型式

第 4. 4. 13 条 IT 系统有两种型式，即电源中性点对地绝缘或经接地阻抗(约 $1000\ \Omega$)接地，正常工作的 TT 系统如一相发生接地故障(被称作第一次接地故障)，中性点对地绝缘的 IT 系统的故障电流决定于另外二相非故障接地相的对地电容值；中性点经接地阻抗接地的 IT 系统的故障电流则受接地阻抗的限制。因此这二种接地故障电流和故障电压(式 4. 4. 13 中的 R_A 、 I_d)都不超过 50V，不需切断故障电路，只作用于信号，以保持供电的不中断。这时运行人员应及时排除第一次接地故障，否则当另一相再发生接地故障时(被称作异相接地故障或第二次接地故障)将发展成相间短路，导致供电中断。

接地故障是配电线路最常见的故障，IT 系统第一次接地故障时不切断故障线路，是此系统最大优点，为保证人身安全，它要求发生接地故障时发出信号，装置内的接触电压不大于 50V，即如式 4. 4. 13 所示：

$$R_A \cdot I_d \leq 50V$$

为达到此要求，应减少配电系统的对地电容，例如限制装置线路总长度。

注：IT 系统——在此系统内电源与地绝缘或一点经阻抗接地，电气装置外露可导电部分则接地。其定义应符合现行的国家标准《交流电气装置接地设计规范》的规定。

IT 系统接地型式见图 4. 4. 13。

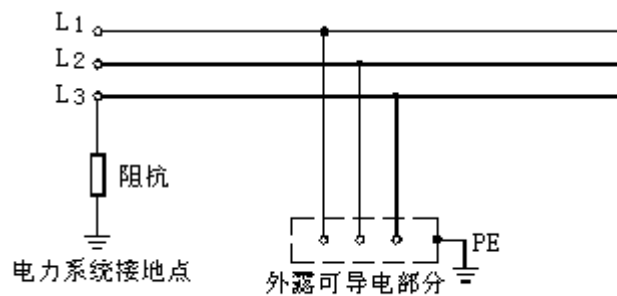


图4. 4. 13 IT系统接地型式

第 4. 4. 14 条 外露可导电部分单独接地的 IT 系统，如两次接地故障都发生在同一相，对人身并不构成危险，如发生在异相，则故障电流经二个接地极电阻形成回路，其保护要求和 TT 系统相同，如图 4. 4. 14—1 所示。

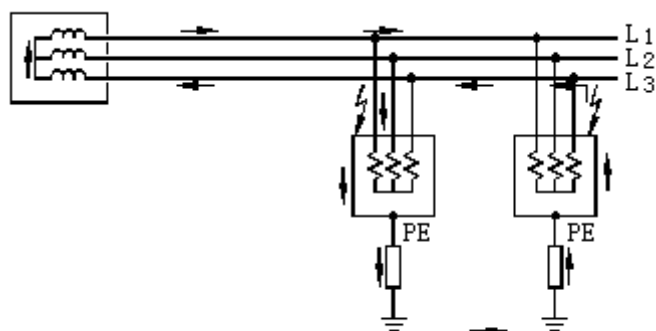


图4. 4. 14-1 异相接地故障情况分析之一

当外露可导电部分采用共同的接地极时，故障电流不经接地，而经 PE 线构成回路。其保护要求和 TN 系统相同，如图 4. 4. 12 所示

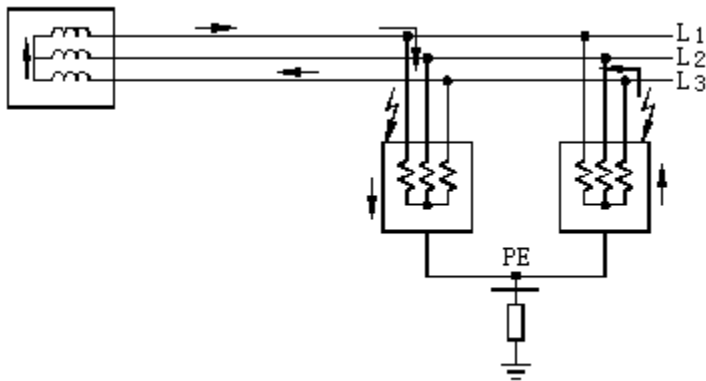


图4.4.14-2 异相接地故障情况分析之二

第4.4.15条 异相接地故障保护对动作电流 I_a 的要求如式4.4.15-1及式4.4.15-2所示，式中的两个接地故障系发生在同一配电系统内不同回路的不同相上。

第4.4.16条 IT系统配出N线时，如果N线对地短路，线路绝缘监察器不能发出信号，无法发现故障。因N线的接地，此IT系统将按TT系统运行，如图4.4.16所示。如再发生相线接地故障，则成为非电容性的接地故障，但线路保护不能切断此故障电路，此时危险故障电压和对地电弧、电火花都可能发生，故IT系统不宜配出N线。

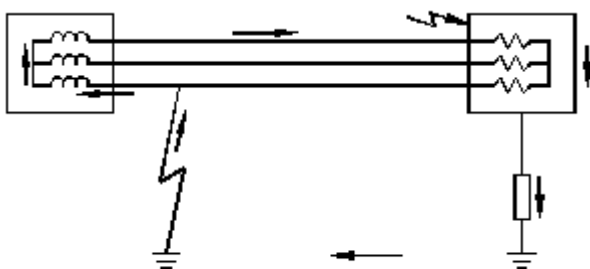


图4.4.16 IT系统N线对地故障分析

第4.4.18条 漏电电流动作保护器保护范围内的用电设备外露可导电部分如果不作接地，则接地故障电流需经人体形成回路，其值主

要决定于人体和地面电阻，它可能在很大范围内变化，而漏电电流动作保护器的额定动作电流也可在很大范围内选定。在某些情况下可能因种种原因而不能可靠动作。即便能可靠动作，人体不可避免地将遭受一次电击，即使没有生命危险，也非上策。另外，如发生接地故障，在人体触及外露可导电部分前，对地故障电压将持续存在，成为事故隐患。例如因对地放电，产生电弧、电火花而引起火灾等，所以漏电电流动作保护器所保护的线路及设备的外露导电体应予接地。

第 4. 4. 19 条 TN 系统内安装漏电电流动作保护器如第 4. 4. 19 条所举的两种方式，图 4. 4. 19-1 及图 4. 4. 19-2 分别表示第一款和第二款所述的方式。第二款所述的局部 TT 系统的方式显然更为安全可靠，它的外露导电体系用专设的接地极接地，其 PE 线不与局部 TT 系统以外的 PE 线相连通，所以不存在局部 TT 系统以外危险故障电压沿 PE 线窜入的问题。但它需设置单独接地极，在许多情况下常常难以做到。

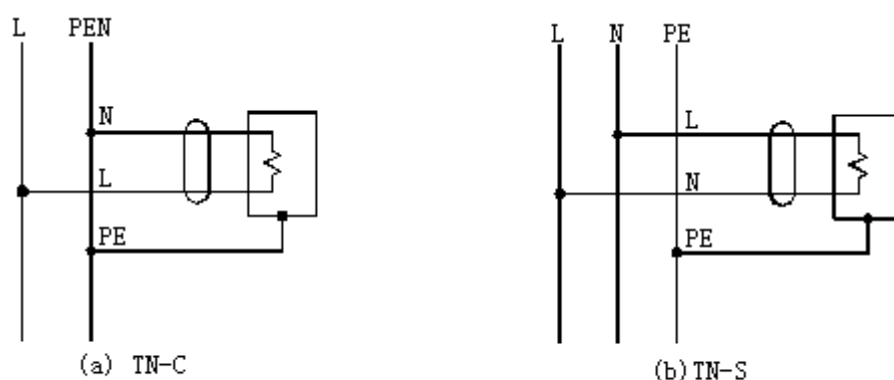


图4. 4. 19-1 漏电电流动作接线之一

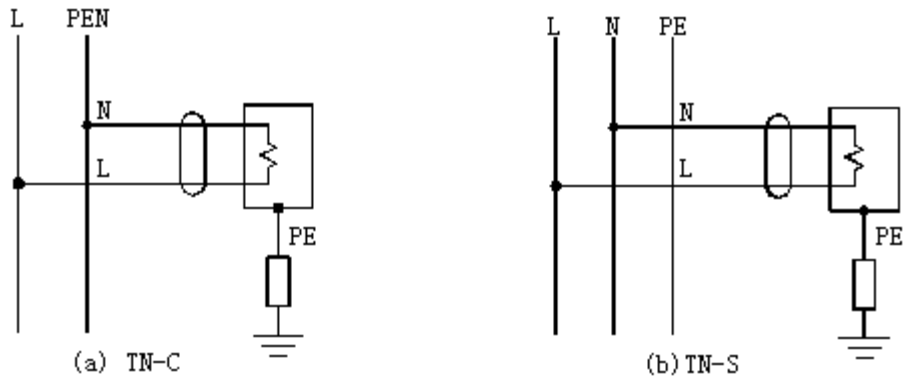


图4.4.19-2 漏电电流动作接线之二

第4.4.20条 IT系统采用漏电电流动作保护时,其不动作电流 $I_{\Delta no}$ 如不大于第一次接地故障时相线内流过的接地故障电流,则在发生第一次接地故障时就可能误动作。

第五节 保护电器的装设位置

第4.5.5条 TN—S系统——在TN系统中,整个系统的中性线与保护线是分开的。

第4.5.6条 等效采用IEC标准。TN—C系统的PEN线是严禁断开的。