

ICS 29.240.01

K 40

备案号: J2009—2015

**DL**

中华人民共和国电力行业标准

**P**

**DL / T 5718 — 2015**

---

# 单三相混合配电方式设计规范

Code for design of monophase and triphase  
hybrid distribution mode

**2015-04-02 发布**

**2015-09-01 实施**

---

国家能源局 发布

中华人民共和国电力行业标准

单三相混合配电方式设计规范

Code for design of monophas and triphase  
hybrid distribution mode

**DL/T 5718 — 2015**

主编机构：中国电力企业联合会

批准部门：国 家 能 源 局

施行日期：2015 年 9 月 1 日

中国电力出版社

**2015 北 京**

中华人民共和国电力行业标准  
**单三相混合配电方式设计规范**  
Code for design of monophase and triphase  
hybrid distribution mode  
**DL/T 5718 — 2015**

\*

中国电力出版社出版、发行  
(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)  
北京九天众诚印刷有限公司印刷

\*

2015 年 7 月第一版 2015 年 7 月北京第一次印刷  
850 毫米×1168 毫米 32 开本 1.625 印张 37 千字  
印数 0001—3000 册

\*

统一书号 155123·2567 定价 **14.00** 元

**敬告读者**

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪  
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**



## 前 言

依据《国家能源局关于下达 2011 年第一批能源领域行业标准制（修）订计划的通知（电力行业部分）》（国能科技〔2011〕27 号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本规范。

本规范规定了配电网单三相混合配电方式设计应遵循的技术原则和技术要求，并参考了相关标准，为规范单三相混合配电方式设计提供依据。

本规范由中国电力企业联合会提出，由电力行业农村电气化标准化技术委员会归口，由中国电力科学研究院负责具体技术内容的解释。

本规范主编单位：中国电力科学研究院

本规范参编单位：国网安徽省电力公司

本规范主要起草人员：盛万兴 宋晓辉 梁 英 王金丽  
史常凯 李建芳 贾东梨 孟晓丽  
宋祺鹏 安四清

本规范主要审查人员：张莲瑛 朱金大 欧阳亚平 刘福义  
陈俊章 蔡冠中 吴 平 张 灏  
翟向向 赵宝光 陈志强 张 博  
于增林 于晓牧 王凤臣 胡 驰  
刘长林 朴在林 解 芳 许跃进

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。



## 目 次

1	总则 .....	1
2	术语 .....	2
3	基本规定 .....	3
4	中压系统 .....	4
5	配电变压器 .....	5
6	低压线路 .....	7
6.1	接线方式 .....	7
6.2	导体和电器选择 .....	7
6.3	供电半径 .....	7
6.4	敷设方式 .....	8
6.5	其他规定 .....	8
7	接地 .....	9
7.1	低压系统 .....	9
7.2	农村低压系统 .....	11
7.3	城镇低压系统 .....	11
7.4	其他规定 .....	11
8	保护 .....	12
9	电能质量 .....	13
10	无功补偿 .....	15
	本规范用词说明 .....	16
	引用标准名录 .....	17
	附：条文说明 .....	19

## Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirement	3
4	Medium voltage system	4
5	Distribution transformer	5
6	Low voltage line	7
6.1	Connection mode	7
6.2	Conductor and electrical equipment	7
6.3	Power supply radius	7
6.4	Laying mode	8
6.5	Other provisions	8
7	Grounding	9
7.1	Low voltage system	9
7.2	Rural low voltage system	11
7.3	Urban low voltage system	11
7.4	Other provisions	11
8	Protection	12
9	Power quality	13
10	Reactive power compensation	15
	Explanation of wording in this code	16
	List of normative standard	17
	Addition: Explanation of provisions	19



## 1 总 则

**1.0.1** 为了规范和统一单三相混合配电方式设计的技术原则和技术要求,更好地指导单三相混合配电方式建设工作,制订本规范。

**1.0.2** 本规范适用于 10 (20) kV 及以下配电网单三相混合配电方式设计。

**1.0.3** 单三相混合配电方式设计,除应符合本规范外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

## **2 术 语**

### **2.0.1 单相配电方式 monophase distribution mode**

采用单相配电变压器供电的配电方式，低压侧采用单相二线或单相三线供电制式。

### **2.0.2 三相配电方式 triphase distribution mode**

采用三相配电变压器供电的配电方式，变压器低压线路主干线一般采用三相四线或三相三线供电制式。

### **2.0.3 单三相混合配电方式 monophase and triphase hybrid distribution mode**

在一个供电小区中，单相配电方式与三相配电方式共存的配电方式。



### 3 基本规定

**3.0.1** 配电方式应满足当地经济社会发展和人民群众物质文化、生活水平提高的需要，与环境相适应。

**3.0.2** 配电方式应综合考虑负荷性质、供电质量、线损及投资等因素，因地制宜，远近结合，统筹规划，经技术经济比较后确定。

**3.0.3** 存在三相用电负荷的供电区，不宜采用单相配电方式。符合下列要求的单相负荷供电区，可以采用单相配电方式或单三相混合配电方式：

1 农村居住区。

2 城镇低压供电系统需改造的老旧居住区。

3 单相供电的公共设施负荷，如路灯、收费站、大型广告牌、景观照明等。

4 棚户区、临时安置点等临时、过渡性用电地区以及其他一些具有特殊条件的区域。

**3.0.4** 适用单相配电方式的供电区，当规划配电变压器容量不超过 10kVA 时，宜选择单相二线配电方式；当规划配电变压器容量超过 30kVA 时，宜选择单相三线配电方式。

**3.0.5** 单相配电变压器高压侧进线应采用单相二线供电制式。严禁采用一线一地供电制式。



## **4 中 压 系 统**

**4.0.1** 中压线路的主干线宜采用三相三线供电制式。

**4.0.2** 次干线、分支线供电制式宜结合配电方式，经技术经济比较后确定，符合下列规定：

**1** 供电区域内包含三相配电方式的，次干线、分支线应采用三相三线供电制式。

**2** 向多台单相配电变压器供电的中压线路，宜按投资、年费用最优进行方案比较后选取供电制式。

**4.0.3** 单相配电变压器接入系统方式宜根据中压网现状、配电变压器规划布局等情况制订。单相配电变压器应均匀分布到各相，保持三相负荷平衡。

**4.0.4** 导线宜采用水平、垂直排列方式。线间距离应符合《10kV及以下架空配电线路设计技术规程》DL/T 5220、《架空绝缘配电线路设计技术规程》DL/T 601 的规定。



## 5 配电变压器

**5.0.1** 单相配电变压器宜选用低压侧为单相三线制（440V/220V）的配电变压器。

**5.0.2** 三相配电方式不宜采用三台单相配电变压器供电。特殊情况下需要采用三台单相配电变压器向用户供电的，三台单相配电变压器应集中安装，挂接负荷宜均等。严禁采用安装于不同位置的三台单相配电变压器向三相负荷供电。不宜采用二台单相配电变压器组成 VV 接线向用户供电。特殊条件下需要采用 VV 接线的，二台配电变压器的中性点不应同时接地。

**5.0.3** 三相配电变压器宜选用 Dyn11 接线组别。在系统接地型式为 TN 及 TT 的低压电网中，当选用 Yyn0 接线组别的三相变压器时，其由单相不平衡负荷引起的中性线电流不得超过低压绕组额定电流的 25%，且其一相的电流在满载时不得超过额定电流值。

**5.0.4** 配电变压器容量选择以现有负荷为基础，适当留有裕度。柱上单相配电变压器单台容量不宜大于 100kVA。当采用箱式变压器时，单台单相配电变压器容量不宜低于 80kVA。

**5.0.5** 配电变压器布置与安装方式应符合下列规定：

- 1 配电变压器应靠近负荷中心。
- 2 单相配电变压器宜采用单杆柱上安装方式。安装单相配电变压器杆塔高度不宜低于 8m，杆塔采用混凝土电杆时宜选用普通钢筋混凝土杆，台架按最终容量一次建成。
- 3 单相配电变压器低压出线宜按 1 回～3 回设计，三相配电变压器低压出线宜按 2 回～4 回设计。
- 4 柱上及屋顶安装的配电变压器底部对地面净空距离不得小于 2.5m，并在明显位置设置安全警示标志。



## **DL / T 5718 — 2015**

**5** 配电变压器的布置与安装、型式选择等应符合《农村电力网规划设计导则》DL/T 5118、《农村电网建设与改造技术导则》DL/T 5131 的规定。

**5.0.6** 单相配电变压器高压侧应安装避雷器和熔断器。



## 6 低 压 线 路

### 6.1 接 线 方 式

**6.1.1** 低压电网接线宜采用辐射接线。

**6.1.2** 低压线路为电缆的，可采用环式接线。以单相配电变压器与三相配电变压器为电源的低压电网不宜组成环式接线供电。

### 6.2 导体和电器选择

**6.2.1** 导体和电器选择应符合《低压配电设计规范》GB 50054—2011 第 3.1、3.2 节的规定。

**6.2.2** 低压架空导线宜采用绝缘线，三相四线制的主干线不宜采用架空集束绝缘导线。

**6.2.3** 单相二线制的低压线路零线截面，应与相线截面相同。三相四线、单相三线制的低压线路零线截面，宜与相线截面相同。采用环式接线线路的导线截面宜相同。

### 6.3 供 电 半 径

**6.3.1** 低压线路供电半径应综合考虑供电电压、供电可靠性、供电能力及投资水平，经优化计算后确定。

**6.3.2** 低压单相三线制（440V/220V）配电方式低压线路供电半径参考《农村电力网规划设计导则》DL/T 5118 第 7.2.3 的表 4 确定。低压单相二线供电制式低压线路供电半径不宜超过 250m。

**6.3.3** 三相四线制式低压线路供电半径按《农村电力网规划设计导则》DL/T 5118、《农村电网建设与改造技术导则》DL/T 5131 规定执行。



## 6.4 敷 设 方 式

**6.4.1** 中、低压线路宜采用架空敷设。

**6.4.2** 中、低压配电线路符合下列要求的可采用电缆线路：

- 1 架空线路难以通过的地区。
- 2 易受热带风暴侵袭沿海地区主要城镇的重要供电区域。
- 3 电网结构或安全运行的特殊需要。

**6.4.3** 架空敷设的三相四线制低压线路导线宜采用水平排列或四角形排列；低压单相二线、单相三线制线路导线宜采用水平排列。沿建筑物敷设的线路零线宜置于建筑物一侧，沿道路敷设的线路零线宜置于靠近道路一侧。

**6.4.4** 低压电缆宜采用电缆沟槽、直埋或排管敷设方式。电缆敷设应满足《低压配电设计规范》GB 50054—2011 相关规定。

## 6.5 其 他 规 定

**6.5.1** 低压配电线路的选型与布置还应符合《低压配电设计规范》GB 50054—2011、《电力工程电缆设计规范》GB 50217、《架空绝缘配电线路设计技术规程》DL/T 601、《10kV 及以下架空配电线路设计技术规程》DL/T 5220、《农村电力网规划设计导则》DL/T 5118 及《农村电网建设与改造技术导则》DL/T 5131 等相关标准的规定。



## 7 接 地

### 7.1 低 压 系 统

**7.1.1** 低压系统接地可采用 TN、TT 和 IT 型式，宜分别符合下列要求：

**1** TN 系统：系统有一点直接接地，电气装置的外露可导电部分通过保护线与该接地点相连接。根据中性导体（N）和保护导体（PE）的配置方式，TN 系统可分为如下三类：

1) TN-C 系统：整个系统的 N、PE 线是合一的（见图 7.1.1-1）。

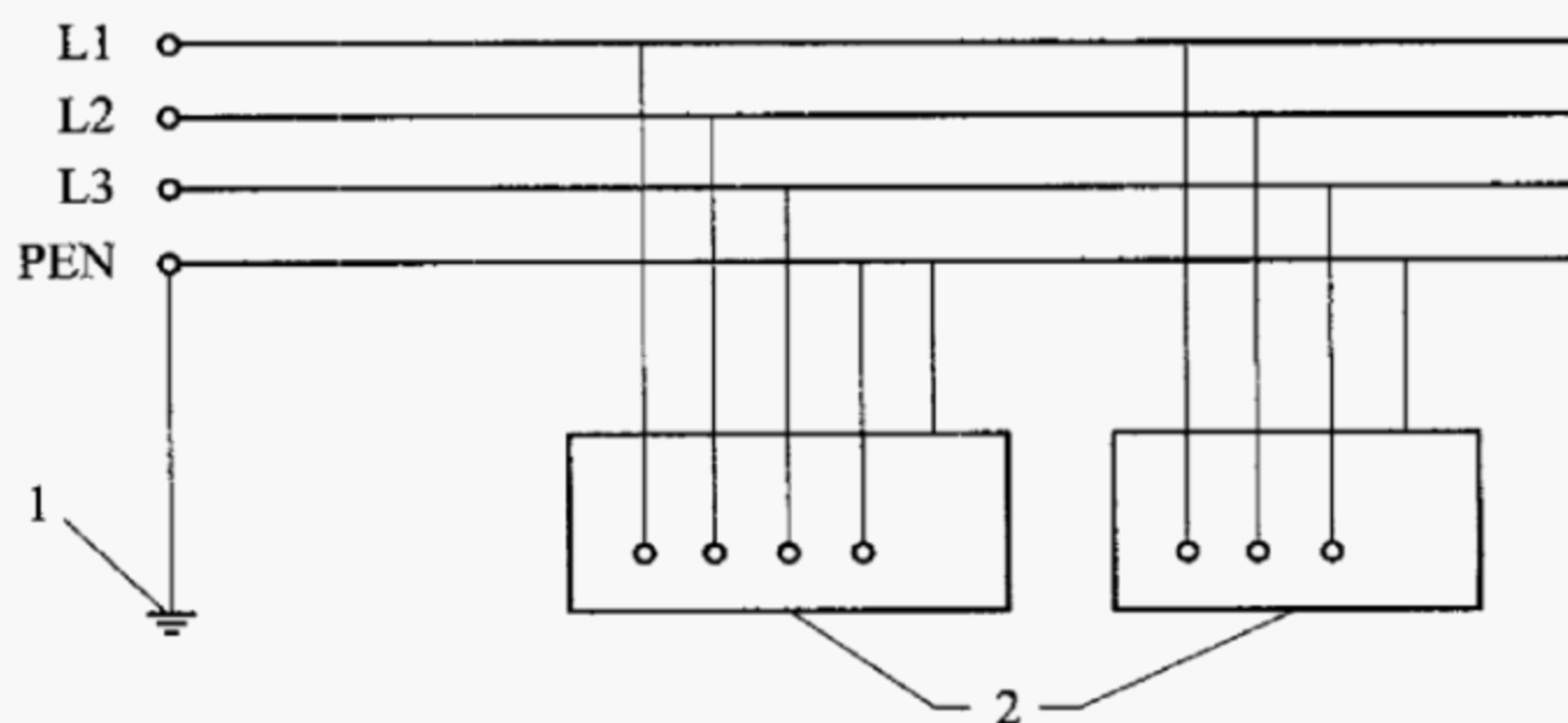


图 7.1.1-1 TN-C 系统

1—电力系统接地点；2—外漏可导电部分

2) TN-C-S 系统：系统中有一部分线路的 N、PE 线是合一的（见图 7.1.1-2）。

3) TN-S 系统：整个系统的 N、PE 线是分开的（见图 7.1.1-3）。

**2** TT 系统：系统有一点直接接地，电气设备的外露可导电部

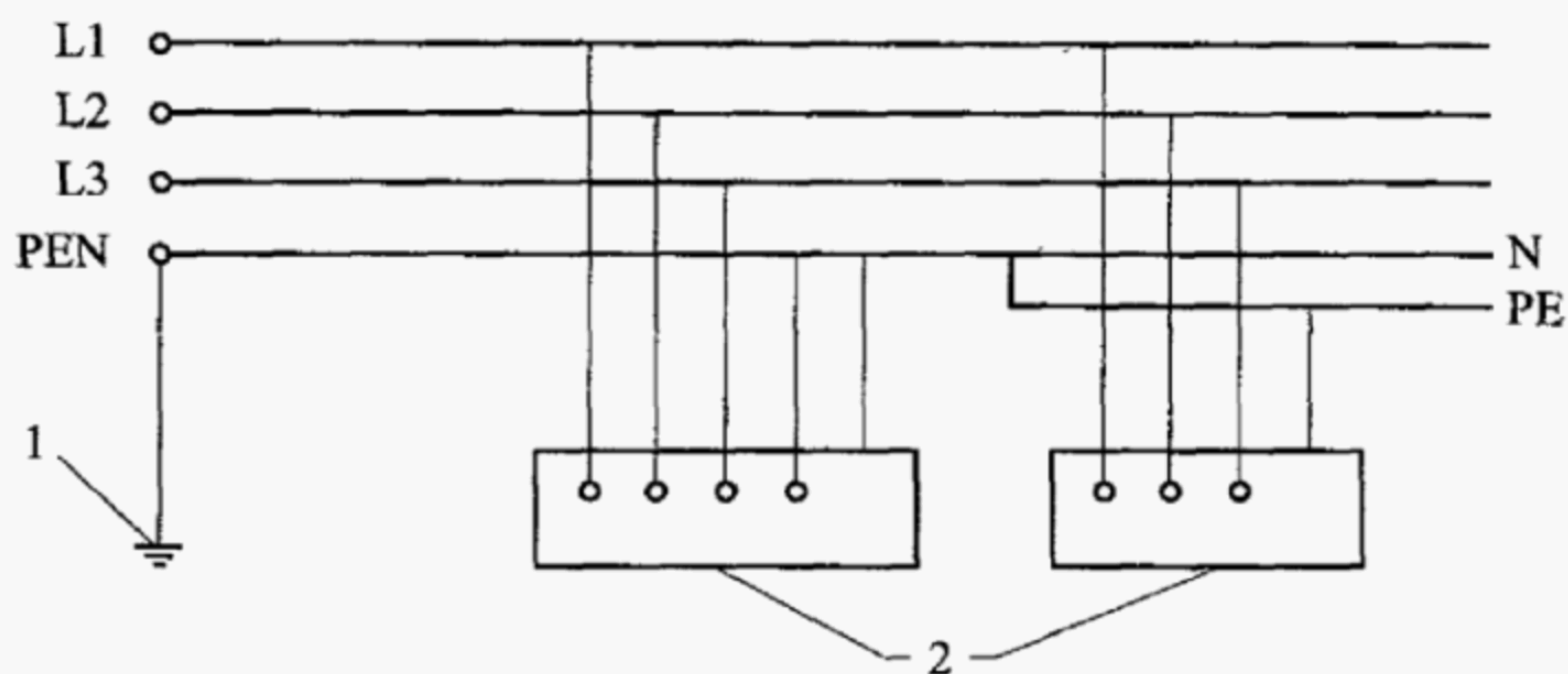


图 7.1.1-2 TN-C-S 系统  
1—电力系统接地点；2—外漏可导电部分

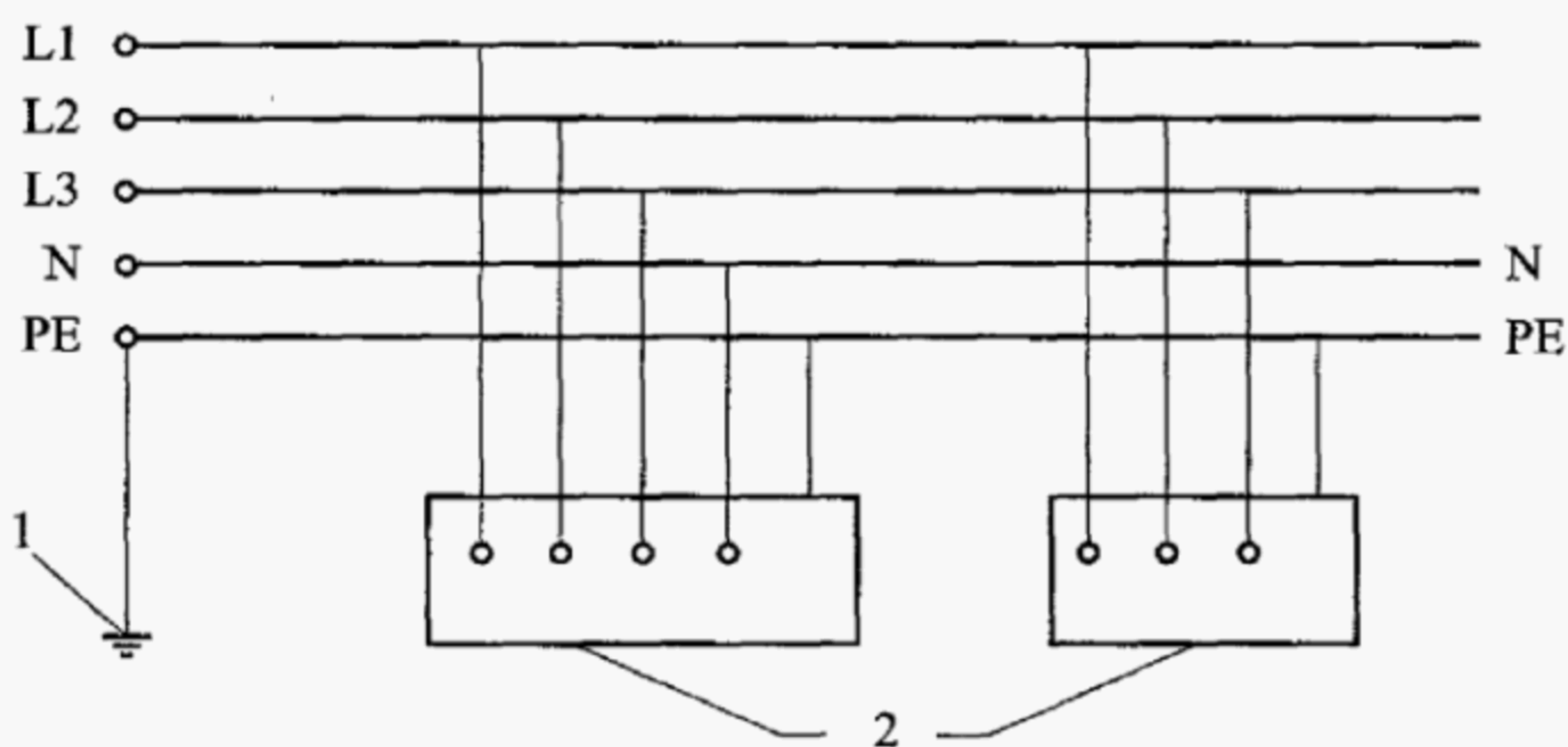


图 7.1.1-3 TN-S 系统  
1—电力系统接地点；2—外漏可导电部分

分通过保护线接至与电力系统接地点无关的接地极（见图 7.1.1-4）。

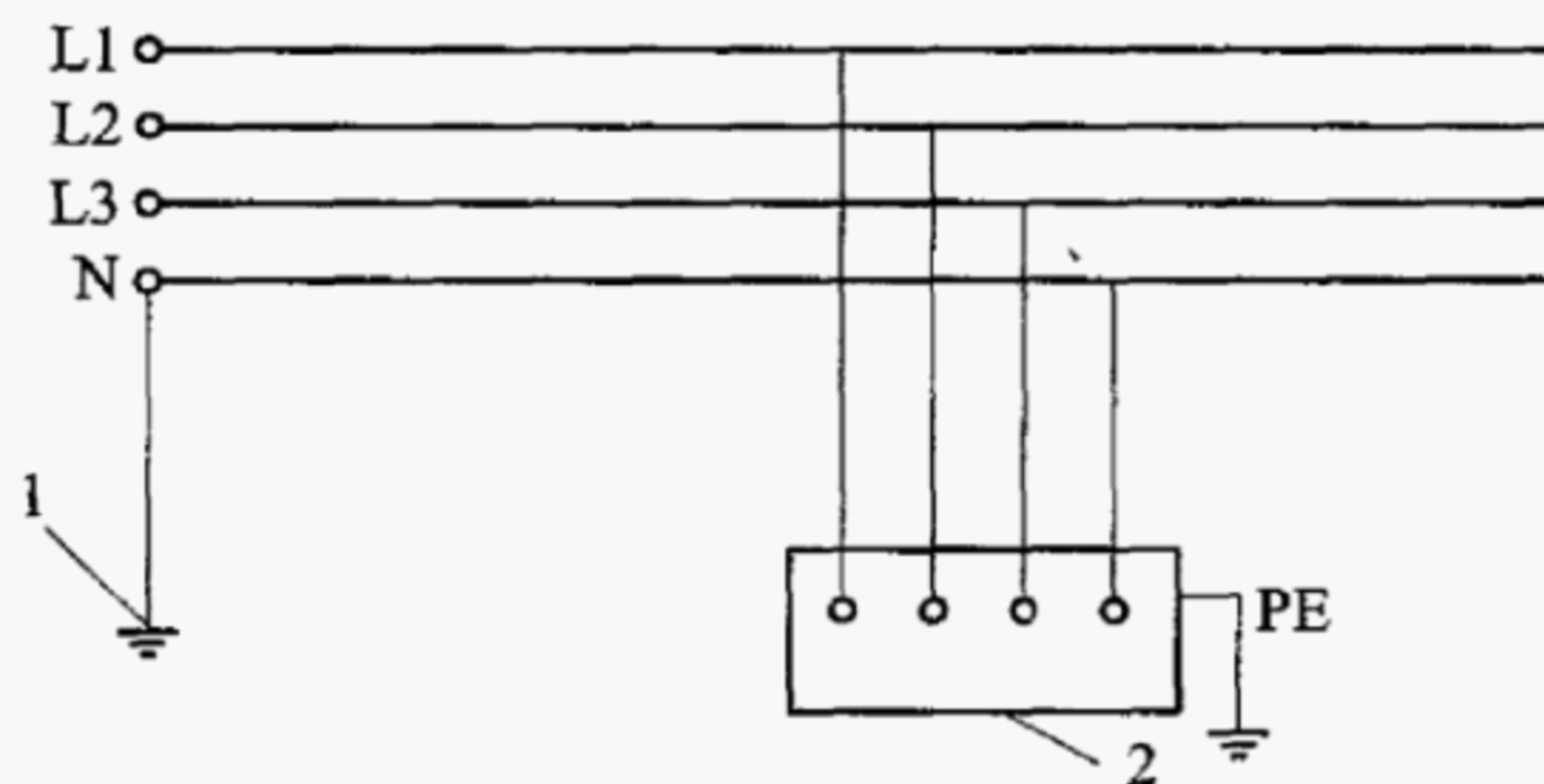


图 7.1.1-4 TT 系统  
1—电力系统接地点；2—外漏可导电部分



3 IT 系统：电力系统与大地间不直接连接，电气装置的外露可导电部分通过保护接地线与接地极连接（见图 7.1.1-5）。

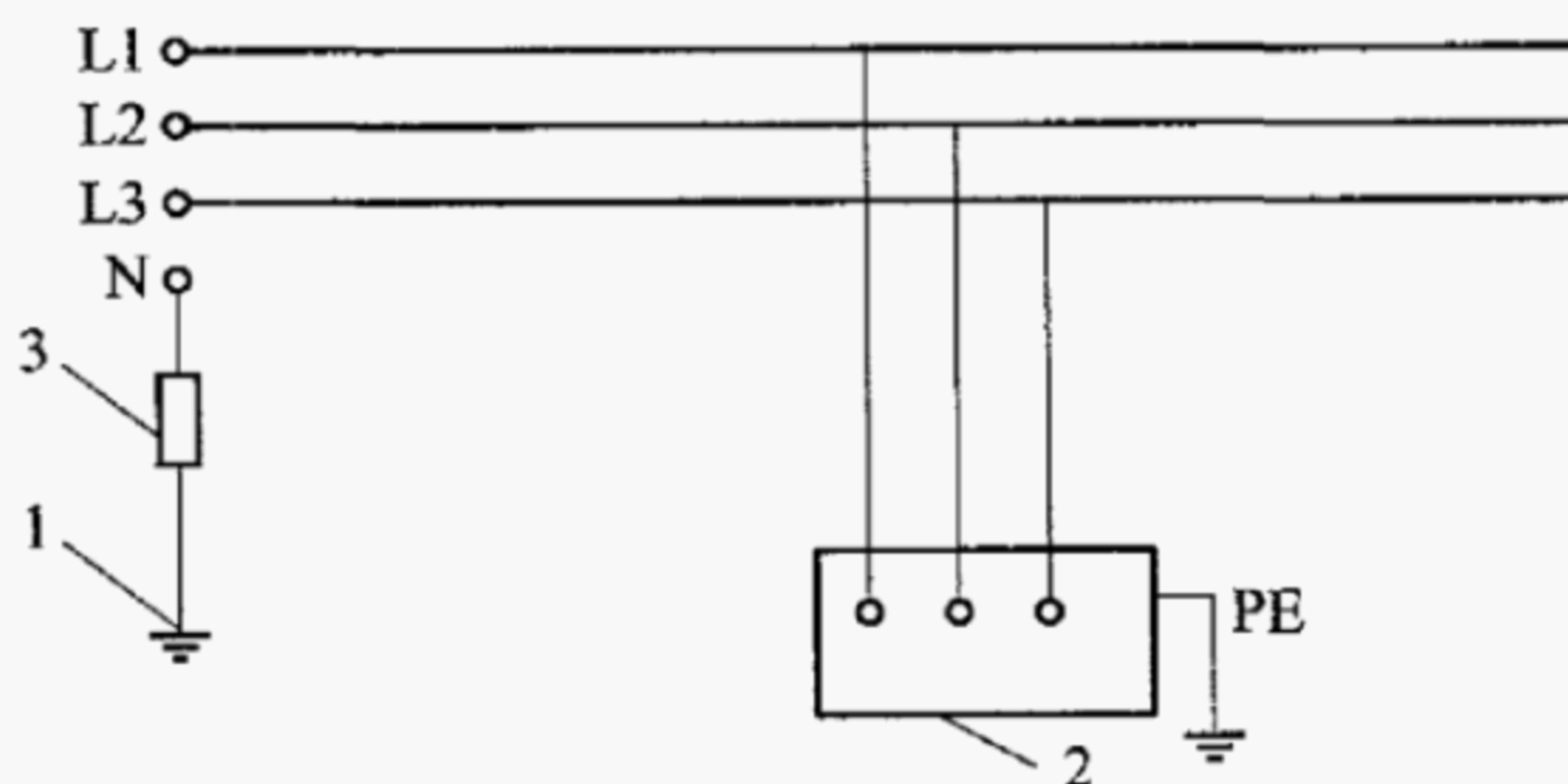


图 7.1.1-5 IT 系统

1—电力系统接地点；2—外漏可导电部分；3—阻抗

## 7.2 农村低压系统

农村单相二线、三相四线制低压系统宜采用 TT 接地方式；单相三线制低压系统宜采用 TN 接地方式。

## 7.3 城镇低压系统

城镇低压系统宜采用 TN 接地方式，零线除在配电变压器低压侧接地外，在主干线路末端及各分支末端重复接地。

## 7.4 其他规定

配电变压器的接地电阻应按《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065—2011 的规定执行。

## **8 保 护**

**8.0.1** 配电线路应装设短路保护和过负荷保护。

**8.0.2** 短路保护、过负荷保护应按《低压配电设计规范》GB 50054—2011 第 6.2、6.3 条的规定执行。

**8.0.3** 剩余电流保护应按《农村低压电力技术规程》DL/T 499 规定执行。



## 9 电能质量

**9.0.1** 配电系统中的波动负荷产生的电压变动和闪变在电网公共连接点的限值，应符合《电能质量 电压波动和闪变》GB 12326 的规定。

**9.0.2** 配电系统中的谐波电压和在公共连接点注入的谐波电流允许限值宜符合《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549 的规定。

**9.0.3** 供配电系统中在公共连接点的三相电压不平衡度允许限值宜符合《电能质量 三相电压不平衡》GB/T 15543 的规定。

**9.0.4** 电压偏差应符合《电能质量 供电电压偏差》GB 12325—2008 的规定。计算电压偏差时，应计入采取下列措施后的调压效果：

- 1 自动或手动调整并联补偿电容器、并联电抗器。
- 2 改变供配电系统运行方式。

**9.0.5** 配电系统的设计应符合下列要求：

- 1 应正确选择变压器的电压分接头。
- 2 应降低系统阻抗。
- 3 应采取补偿无功功率措施。
- 4 宜使三相或二相负荷平衡。

**9.0.6** 设计低压配电系统时宜采取下列措施，降低低压配电系统的不对称度：

- 1 220V 单相用电设备接入 220V/380V 三相系统时，宜使三相平衡；接入 220V/440V 系统时，宜使二相平衡。
- 2 由单相供电的 220V 负荷，线路电流小于等于 60A 时，可采用单相二线制供电；大于 60A 时，宜采用单相三线制供电。

**9.0.7** 对波动负荷的供电，除电动机启动时允许的电压下降情况



外，当需要降低波动负荷引起的电网电压波动和电压闪变时，宜采取下列措施：

- 1 采用专线供电。
- 2 与其他负荷共用配电线路时，降低配电线路阻抗。
- 3 较大功率的波动负荷或波动负荷群与对电压波动、闪变敏感的负荷，分别由不同的变压器供电。
- 4 对于大功率电弧炉的炉用变压器由短路容量较大的电网供电。
- 5 采用动态无功补偿装置或动态电压调节装置。

**9.0.8** 控制各类非线性用电设备所产生的谐波引起的电网电压正弦波形畸变率，宜采用三相配电方式，配电变压器选用 Dyn11 接线组别。



## 10 无功补偿

**10.0.1** 无功补偿应坚持全面规划、合理布局、全网优化、分级补偿、就地平衡”的原则。按照集中补偿与分散补偿相结合，高压补偿与低压补偿相结合，调压与降损相结合的补偿策略，确定最佳补偿方案。

**10.0.2** 无功优化补偿应积极应用信息化和自动化技术，实现电压无功综合治理和优化控制。

**10.0.3** 补偿后的功率因数应符合下列要求：

1 容量为 100kVA 及以上的公用配电变压器，其低压侧功率因数应达到 0.9，其他公用配电变压器低压侧功率因数宜达到 0.9。

2 容量为 100kVA 及以上的 10kV 电力用户，其低压侧功率因数不低于 0.95，其他电力用户低压侧功率因数不低于 0.9。

3 农业用户配电变压器低压侧功率因数不低于 0.85。

**10.0.4** 中压线路补偿点以一处为宜，不宜超过两处，补偿容量依据局部电网配电变压器空载损耗和无功负荷两部分来确定。

**10.0.5** 配电变压器低压侧的无功补偿容量应包括下列两部分之和。当数据不足无法计算时，宜按配电变压器容量的 10%~30% 进行配置（宜取较低值）。

1 按变压器最大负载率为 75% 时，变压器自身消耗的无功功率（约为配电变压器容量的 4%~6%）。

2 把低压侧的负荷功率因数补偿到 10.0.3 的规定值需要的补偿容量。

**10.0.6** 100kVA 及以上配电变压器无功补偿装置宜采用具有电压、无功功率、功率因数等综合控制功能的自动装置。



## 本规范用词说明

**1** 为便于在执行本规范条文时区别对待,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) 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”;反面词采用“不宜”。
- 4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的用词,采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。



## 引用标准名录

- 《供配电系统设计规范》GB 50052—2009  
《低压配电设计规范》GB 50054—2011  
《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065—2011  
《电力工程电缆设计规范》GB 50217  
《电能质量 供电电压偏差》GB 12325—2008  
《电能质量 电压波动和闪变》GB 12326  
《电能质量 公用电网谐波》GB/T 14549—2008  
《电能质量 三相电压不平衡》GB/T 15543—2008  
《农村低压电力技术规程》DL/T 499  
《架空绝缘配电线路设计技术规程》DL/T 601  
《农村电力网规划设计导则》DL/T 5118  
《农村电网建设与改造技术导则》DL/T 5131  
《10kV 及以下架空配电线路设计技术规程》DL/T 5220

中华人民共和国电力行业标准

单三相混合配电方式设计规范

**DL/T 5718—2015**

条 文 说 明



## 制 订 说 明

本规范制订过程中，编制组进行了国内外单相配电方式应用的调查研究，总结了我国单相和三相配电方式工程建设的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《单三相混合配电方式设计规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

## 目 次

1	总则 .....	22
2	术语 .....	23
3	基本规定 .....	26
4	中压系统 .....	32
5	配电变压器 .....	36
6	低压线路 .....	40
7	接地 .....	41
8	保护 .....	42
9	电能质量 .....	43
10	无功补偿 .....	44



## 1 总 则

本章阐述了本规范的主要目的及适用范围。

本规范侧重规定单三相混合配电方式设计中的技术要点及相关要求，对于单三相混合配电方式的适用条件和应用范围只进行原则性的规定。

单三相混合配电方式涉及中低压配电网，目前国内中压以 10kV 为主，浙江、江苏等一些区域试点应用了 20kV 作为中压配电电压。虽然也有一些区域对 35kV 配电化进行试点应用，但还没有以 35kV 为电源的单相配电方式的试点应用经验。因而本章规定本规范的应用范围为 10（20）kV 及以下配电网单三相混合配电方式设计。



## 2 术 语

本章给出本规范较为重要的 3 个术语的定义。

### 2.0.1 单相配电方式

根据国际电工委员会 IEC 标准（建筑物的电气装置 60364-3、第二版、1993），配电系统的类型有两个特征，即带电导体系统的类型和系统接地的类型。带电导体的类型分为交流系统：单相二线制、单相三线制、二相三线制、二相五线制、三相三线制及三相四线制；直流系统：二线制、三线制。我国常用方式包括三相三线制、三相四线制、单相二线制及单相三线制四种；另外，我国单相配电变压器通常采用 A、B、C 中二相作为进线，本规范将采用二个相线的方式称为二相二线制。

单相配电方式的定义可以从中压配电线路、配电变压器、低压线路等多个方面给出，例如中压配电线路采用三相中的二相或一相、配电变压器采用单相配电变压器、低压线路采用单相二线的配电方式，均可称为单相配电方式。但采用中压配电线路作定义时将缩小单相配电方式的范围，采用低压线路作定义时将扩大单相配电方式的范围并且不能突出与三相配电的主要区别，而采用配电变压器作定义则含义明确并且也间接涉及中压线路和低压线路。因而本规范将单相配电方式定义为采用单相配电变压器的配电方式，并根据低压线路的供电制式将单相配电方式分为单相二线配电方式或单相三线配电方式。

单相配电方式主要在三个方面与三相配电方式存在差异：一是 10kV 部分，二是配电变压器部分，三是低压线路部分。与传统的三相配电方式相比，其特征为：

（1）采用了单相配电变压器。



(2) 单相配电变压器低压供电制式采用单相二线制或单相三线制。

(3) 中压供电线路可采用三相或二相二线。在单三相混合配电区域，中压供电线路采用三相，个别分支可以采用二相。

中压电网三相三线制指采用 A、B、C 三相供电方式，中压电网二相二线制指采用 A、B、C 三相中的二相进行供电的供电方式。

低压电网由于低压负荷存在三相负荷和单相负荷，因而供电制式存在多样化。三相负荷通常采用三相三线制或三相四线制；单相负荷供电有三种供电制式，即单相二线制、单相三线制和三相四线制。

(1) 低压单相二线制。单相二线制通常以单相配电变压器作为电源，由一根相线和一根中性线向用户供电；也可以三相配电变压器为电源，取三相中的一相向单相用户供电。接线图如图 2-1 所示。

(2) 低压单相三线制。通常以单相配电变压器为电源，单相三线制由两根相线和一根中性线组成，两根相线间的电压是相线与中性线电压的 2 倍，中性线与其中一根相线向单相用户供电。接线图如图 2-2 所示。

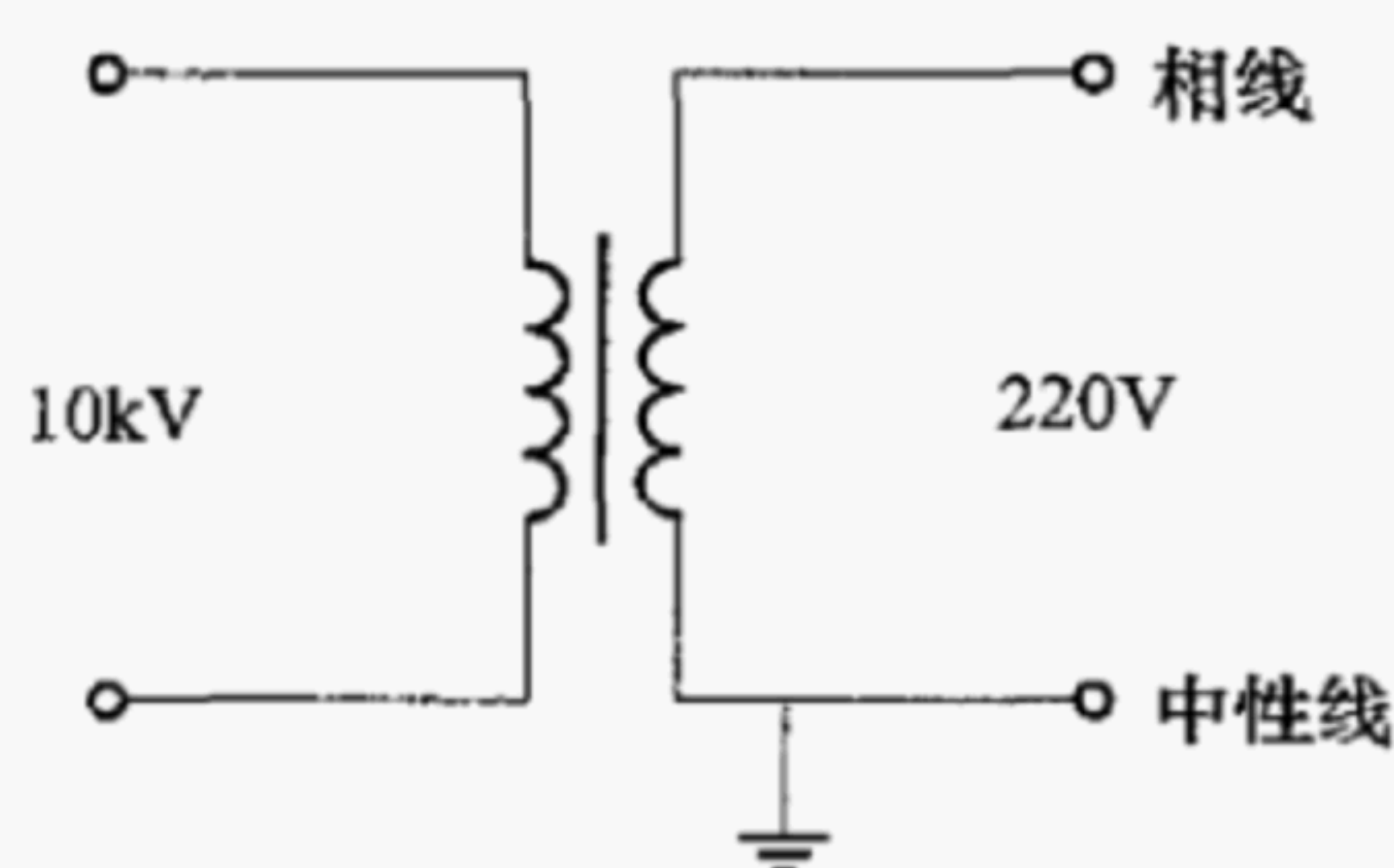


图 2-1 单相二线制接线示意图

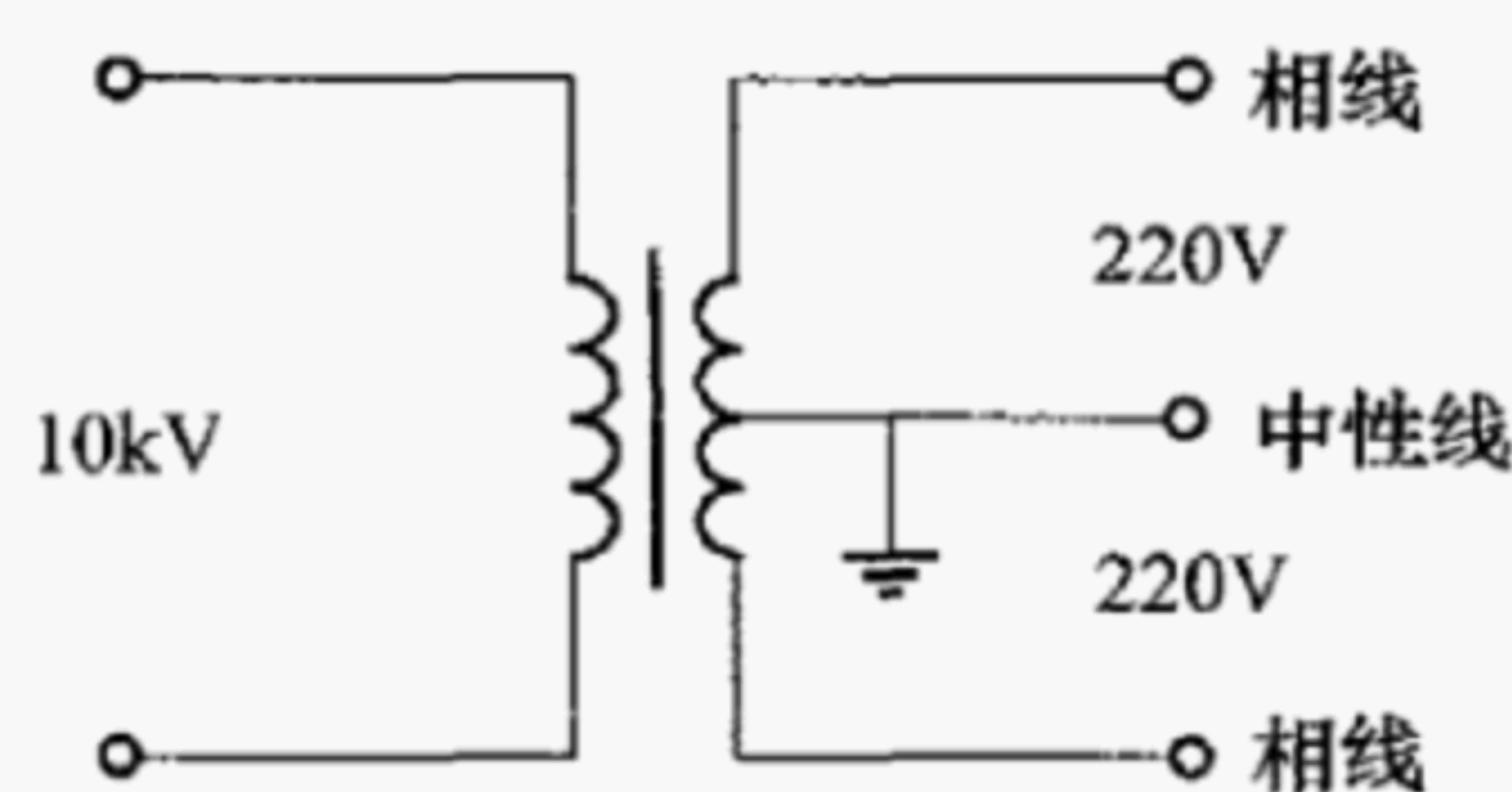


图 2-2 单相三线制接线示意图

单相二线制和单相三线制均可采用单相配电变压器作为电源，低压线路按两线或三线架设。

(3) 低压三相四线制。三相四线制主要以三相配电变压器作

为电源，向单相或三相负荷供电，低压线路按四线架设。

**2.0.2 三相配电方式**

本条简要规定了三相配电方式的定义。

**2.0.3 单三相混合配电方式**

本条规定了单三相混合配电方式的定义。



### 3 基本规定

配电方式选择主要涉及单相配电方式的选择适用问题。

我国长期以来以三相配电方式为主。在英国、美国、加拿大、日本、韩国等国应用的单相配电方式，具有占地面积小、投资少、线损低、施工方便、发展灵活及电压质量高等优点。我国单相负荷普遍存在且数量逐年扩大，为单相变压器应用提供了客观条件；同时，农网中特别是中西部农网普遍存在的低压供电半径过长、电压合格率偏低等现实，也为单相配电方式应用提供了场景。单相配电方式在我国已有一定应用，且已达到一定规模，但应用效果参差不齐，一些应用工程投资、综合线损不降反升，甚至由于噪声、不能提供三相电源等带来一些不便。

技术上，单相配电方式特别是单三相混合配电方式在多数供电区均可用。单相配电方式的实践及理论研究表明，合理应用单相配电方式有助于降损节能、改善供电质量、节约投资，是三相配电方式的有益补充，但不合理应用则可能起完全相反的效果。在中低压电网规划设计中，应慎重选择单相配电方式，宜经技术经济比较后确定，其中是否应用单相配电变压器是配电方式选择的关键环节。

调查及理论研究表明，单相配电方式的合理应用具有一定条件和规律性，这些条件及规律，对于单相配电方式的工程应用具有积极意义。

配电方式的选择既不是纯粹的经济问题，也不是纯粹的技术问题，而是受负荷性质、负荷水平、投资水平、地理环境、供用电安全、社会环境甚至运行、管理、决策偏好等多种因素影响，不宜单纯从经济或技术上进行配电方式的选择。



配电方式选择的影响因素可分为四类：一是负荷，二是技术经济指标，三是环境社会因素，四是对供用电系统影响。

(1) 负荷。主要包括负荷水平、负荷分布、负荷性质及负荷发展前景等。

在单相配电方式适用选择中，首先需要面对第一类因素，也就是需要回答以下四个问题：

1) 从整个中压系统供电范围看，负荷水平如何？负荷发展前景如何？

2) 从整个中压系统供电范围看，有无三相负荷？若有，其分布及所占比重如何？

3) 从局部供电区域看，有无以单相负荷为主的区域？

4) 以单相负荷为主区域的负荷水平、负荷分布及负荷发展前景如何？

前两个问题主要影响中压系统建设，在负荷水平较低、发展潜力较小并且三相负荷较少的区域，中压系统可考虑单相二线制式，其他情况下则采用三相方式。

后两个问题主要影响配电台区的建设，在可预见范围内，负荷水平相对较低、三相负荷较少的区域，可采用单相配电方式，否则采用三相配电方式。

对于局部区域，如果上述问题回答的结果是可以采用单相配电方式，则根据第二类影响因素确定采用的具体配电方式。

(2) 技术经济指标。技术经济指标主要包括线损率、投资/年费用、规划目标、单相配电设备、供电可靠性、电压质量。

第二类因素直接影响配电台区的建设。这些因素中，规划目标的影响较大，不同的规划目标将直接影响选择结果。目前常用的规划目标包括年费用最小和线损最小。本条给出了不同负荷水平下的线损水平指标和优化线损率，以及不同配电方式的年费用计算指标及优化计算，以年费用最小或线损最小为目标时可参照相关结论。



(3) 环境社会因素。环境社会因素主要包括土地占用、景观及噪声等因素。

对于减少土地占用，可以从降低单座配电站占地面积、减小线路走廊、优化整个供电区配电站分布、优化线路路径等方面着手。具体到单三相配电方式，同容量的单相配电站占地面积通常小于三相配电站占地面积，但二座单相配电站的占地面积通常大于一座三相配电站的占地面积。对低压线路，如果采用电缆或集束绝缘线敷设，单、三相线路占地面积基本相当；否则，三相四线低压线路走廊大于或等于单相配电方式走廊，但由于线间距较小，并且不影响线下行人、车辆通行，不同配电方式低压线路占地面积的差异可不计。在城网中，如果只需安装一台配电变压器，则采用单相配电方式更有利于减小占地面积，单相配电方式具有优势；否则，单相配电方式占地面积通常相对较大，三相配电方式则具有优势。

对于景观，所有架空低压线路对景观均有不利影响，而电缆线路对景观的影响则可忽略，因而单、三相配电方式的低压线路对景观的影响可认为基本相当。对配电站来说，如果均采用地下变电站、室内变电站，对景观的影响可忽略，对景观影响最严重的是柱上变压器，位于两者之间的是箱式配电站。如果采用柱上变压器，减少配电变压器布点，有助于减小对景观的不利影响；如果采用箱式配电站，减小配电站布点也有助于减小对景观的不利影响。在城网中，特别是居住区中，通常采用箱式配电变压器或配电站，如果只需安装一台配电变压器，则采用单相配电方式，由于体积相对较小，对景观的影响也相对较小，单相配电方式具有优势；否则，由于单相配电方式的配电站数量要多于三相配电方式，采用三相配电方式更有利于降低对景观的不利影响。

噪声受多方面因素影响，如配电变压器制造水平、型式、容量大小、安装方式、距用户距离等，其中距用户距离对用户的影响较大，采用三相配电方式时，距用户的距离相对较远，有利于



降低噪声对用户的影响。

(4) 对供用电系统影响。对供用电系统的影响主要包括安全性、三相不平衡、二次保护、供电质量(电压、谐波、可靠性)、接地方式等方面的影响。

鉴于我国长期以三相配电方式为主,并且三相配电方式对各类供电区均有较好的适应性,并考虑到单相配电方式选择应用的复杂性,为避免单相配电方式的不合理应用,本章不明确规定需要采用单相配电方式的情况,侧重于对单相配电方式选择进行原则性的规定。

**3.0.1** 本条规定了配电方式选择的基本要求。

**3.0.2** 本条规定了配电方式选择中应考虑的因素,并强调需要进行技术经济比较。

**3.0.3** 单相配电方式通常只向单相负荷供电,采取一些措施后也可向三相负荷供电,如对少量三相负荷可采用单相转三相供电装置供电或由二个单相配电变压器组成 VV 接线供电,但这些措施将会增加用电成本,实际应用效果并不理想。在存在三相负荷的供电区采用单相配电方式,固然可以节约投资、降低线损,但是一定程度上把三相负荷供电问题推向了用户,不利于经济社会发展和有序用电。存在三相用电负荷的供电区,不宜采用单相配电方式”,规定了单相配电方式的应用场景,并强调两个方面的内容:一是不宜采用单相配电方式解决三相负荷供电问题;二是不宜在有三相负荷的区域采用单相配电方式供电,以免将三相负荷供电问题推向用户。

单相配电方式通常在农村居住区、临时性用电点等具有较好技术经济性的区域。为便于应用,本条给出了一些可以采用单相配电方式的场景。

**3.0.4** 在进行电网规划建设方案比选时,常用的经济性指标包括投资、年费用、少供电量损失等,其中年费用反映的内容较为全面,常作为方案比选的重要指标。



年费用计算公式为

$$NF = (Z + M + V) \left[ \frac{r_0(1+r_0)^n}{(1+r_0)^n - 1} \right] + D \quad (1)$$

式中：NF——平均分布在  $n$  年内的线路费用；

$Z$ ——中压线路投资；

$M$ ——低压线路综合投资；

$V$ ——配电变压器台架综合投资；

$D$ ——供电系统年运行费用；

$n$ ——线路的经济使用年限；

$r_0$ ——电力投资回收率。

年费用还包括一些沉没成本，如高压变电站投资、供电系统管理费用等。沉没成本影响分析结果的绝对值，但不影响分析结果的相对值，也就不影响配电方式的适用选择，故年费用计算中可不计入沉没成本。另外由于供电可靠性不足引起的少供电量损失也可不考虑。这样供电系统年运行费用主要是供电系统线损造成的损失。

针对不同负荷密度，综合考虑变压器投资、中低压线路投资和运行费用，当年均负荷密度小于  $25\text{kW}/\text{km}^2$  时，单相二线配电方式较优；当年均负荷密度大于  $25\text{kW}/\text{km}^2$  时，单相三线配电方式较优，如图 3-1 所示。

适用单相配电方式的供电区，当规划配电变压器容量不超过  $10\text{kVA}$  时，宜选择单相二线配电方式；当规划配电变压器容量超过  $30\text{kVA}$  时，宜选择单相三线配电方式。

**3.0.5** 在美国、加拿大等国，中压系统采用三相四线供电制式，单相配电变压器进线采用单相二线即一根相线一根零线方式。我国中压系统采用三相三线供电制式，单相配电变压器进线与美国、加拿大等相同时，需要将单相配电变压器的一端接地，由于我国中压网以中性点不接地方式为主（目前一些城市的中压系统和  $20\text{kV}$  系统采用小电阻、消弧线圈接地），单相配电变压器进线不



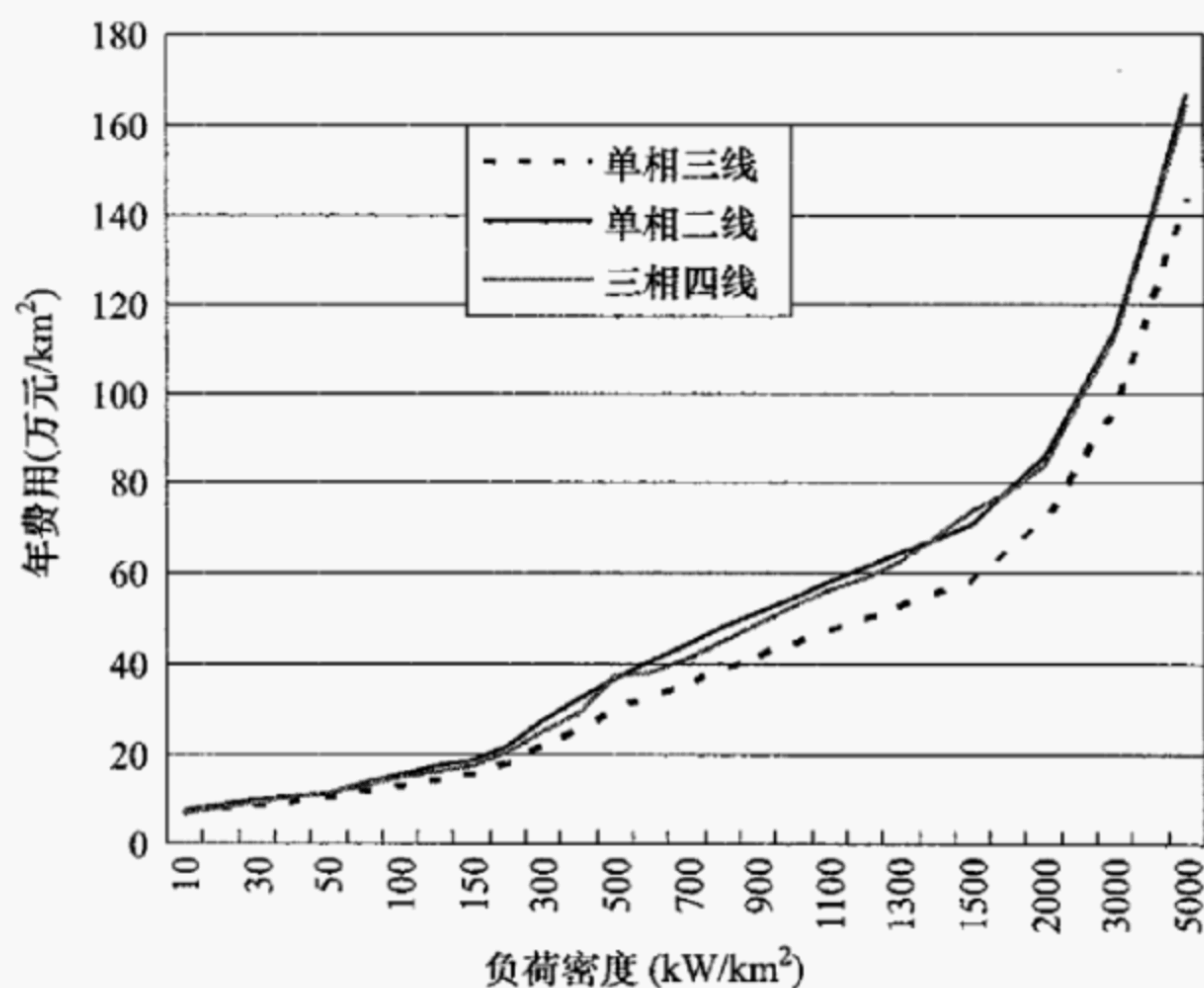


图 3-1 不同负荷密度下各配电方式的年费用变化趋势图

具备采用单相二线供电制式的条件，早期曾采用过一线一地方式（高压侧进线一端采用一根相线、另一端接地）。对农村地区，采用一线一地方式时需要改变中压系统中性点接地方式、更改保护系统，在发生单相接地故障时保护将动作，一定程度上降低了电网可靠性；并且在正常工作时将有入地电流，对人、畜具有不利影响。本条明确提出“单相配电变压器高压侧进线应采用单相二线供电制式”，并强调严禁采用一线一地方式。



## 4 中 压 系 统

中国农业大学、北京交通大学、国网江苏省电力公司等机构的研究及实践表明，对于采用单相配电方式的供电区，当负荷水平较低时，中压配电线路采用二相二线供电制式可以有效降低投资、提高配电网技术经济水平，在负荷水平较低的农村特别是中西部偏远地区，可以采用二相二线制式的中压配电网建设方式，但具体适用情况需要根据技术经济比较后确定。然而，考虑到随着经济的发展及生活水平的提高，当前负荷为单相负荷供电区有可能出现三相负荷需求，并且供电区域越大出现三相负荷需求的概率越大，如内蒙古等地区的农业生产区、林业区，近年来出现了功率较大的粉碎机、木材加工等三相负荷。因而，从发展的角度看，一回中压出线不宜全线采用二相二线供电制式。

**4.0.1** 本条规定了中压线路的主干线宜采用三相三线供电制式。

**4.0.2** 三相电压不平衡是供电制式选择的一项重要技术指标。

对中压系统，从变电站出线母线看，当采用的单相配电变压器较少时，如只有一台或二台，由于相对母线容量或整体负荷来说其所占比重极小，对母线三相平衡的影响基本可以忽略。当采用的单相配电变压器较多时，不妨假设单相配电变压器的台数为 $3n$ ，只要这些单相配电变压器按容量均匀分布在A、B、C三相间，则从母线看，相当于接装了 $n$ 台三相配电变压器，因而其三相不平衡性与三相配电方式基本相当。

从局部中压线路来看，越接近母线，其三相不平衡性受单相配电方式影响越小。而越靠近末端，三相不平衡性受单相配电影响越大。这样，不同的线路段所受单相配电方式影响将会有所不同。

整体来看，单相配电方式对三相不平衡性有一定影响，其中



对局部线路段影响较大，而对母线侧影响相对较小。

计算表明，当中压线路三相电压不平衡度为 2% 时，5km 长的中压线路，当单相配电变压器集中安装在 A、B 二相的末端时，可安装单相配电变压器总容量为 1300kVA，当沿 A、B 二相均匀安装时，可安装单相配电变压器总容量约为 2700kVA；15km 长的中压线路，当单相配电变压器集中安装在 A、B 二相的末端时，可安装单相配电变压器总容量为 430kVA，当沿 A、B 二相均匀安装时，可安装单相配电变压器总容量约为 860kVA。可以看出，当将单相配电变压器容量均匀分配到 A、B、C 三相上时，三相间的容量差不会超出上述值，不会造成三相电压不平衡超标。

电压不平衡度用  $\varepsilon_U$  表示，通常以电压负序分量与正序分量的方均根值的百分比表示，即

$$\varepsilon_U = \frac{U_2}{U_1} \times 100\% = \sqrt{\frac{1 - \sqrt{3 - 6\alpha}}{1 + \sqrt{3 - 6\alpha}}} \times 100\% \quad (2)$$

式中：  $\alpha = \frac{U_{ab}^4 + U_{bc}^4 + U_{ca}^4}{(U_{ab}^2 + U_{bc}^2 + U_{ca}^2)^2}$ ；

$U_1$  ——正序电压；

$U_2$  ——负序电压。

表 4-1 给出  $\alpha = 2\%$ 、不同线路长度线路末端最多安装的单相变压器容量。如果单相变压器沿线路均匀分布，可安装的容量是表 4-1 容量的 2 倍。

表 4-1 不同线路长度线路末端可安装的单相变压器容量 (kVA)

线路长度 (km)		1	2.5	5	10	15
未装接单相 变压器相的 负载电流 (A)	0	4800	1920	960	480	320
	50	4978.83	1981.14	981.91	470.72	306.67
	100	4961.51	1963.82	941.45	442.68	274.11
	200	4926.87	1901.42	886.24	380.81	217.00
	300	4880.50	1835.48	822.32	327.42	166.56



从表 4-1 可知，单相配电方式引起的三相电压不平衡与单相配电变压器容量（假定与负荷成正比）、线路负荷水平等有关。当线路长度为 15km 时，可装接的不平衡容量通常在 217kVA～320kVA 之间（农网中压线路负荷电流通常小于 200A）。

本条针对供电范围相对较小的次干线、分支线，提出其供电制式宜结合配电方式，宜经技术经济比较确定。为方便实际应用，基于上述分析，提出了二相二线供电选择的基本原则。

**4.0.3** 本条从电网规划设计的角度，规定单相配电变压器布置及接入配电网的原则。一些地方出台单相配电变压器典型接入系统方式，但从“因地制宜”的原则出发，不宜生搬硬套相关典型设计。本条规定“单相配电变压器接入系统方式宜根据中压网现状、配电变压器规划布局等情况制订”。

单相配电变压器在 A、B、C 三相间的分布，对三相不平衡具有一定影响。本条同时规定了“单相配电变压器应均匀分布到各相，保持三相负荷平衡”。

当三相不平衡度越限时，可以采用以下措施：

（1）调节三相负载使之平衡。在设计供电系统时，首先要把单相用户均衡地接在 A、B、C 三相上。

需要注意，均衡分配用户不仅仅是形式上每相接单相负荷用户总数的三分之一，而是要把其中用电负荷大小、负荷曲线、功率因数等在同一等级的用户也均衡地分配到三相上。例如，某村单相用户，其中用电水平一般户，负荷较小，日用电时间较短，线路质量较差；用电水平较高户，负荷较大，日用电时间较长，线路质量较好；地埋线户，泄漏电流较大，则每相上应尽量接这三类用户的各三分之一。

（2）使用三相不平衡补偿装置。对于三相不平衡系统，可采用对称分量法将电流相量分解为正序分量、负序分量和零序分量，而三相平衡系统中只有正序分量，故只需补偿负序分量和零序分量，就可以将不平衡的三相电流转变成平衡的三相电流。采用星



角混合接法的电感、电容元件，可补偿或大大减小零序分量与负序分量，使系统转变成基本平衡系统。

此外，还可以通过改变运行参数来改善不平衡。为降低负序电流的影响，以避免产生负序压降，需要一个低的内部系统阻抗。为此可以将不平衡负载接至电网的高短路容量水平点，或者通过降低内部阻抗的其他系统措施来实现。

**4.0.4** 本条规定中压架空线路导线的排列方式和线间距离。



## 5 配电变压器

**5.0.1** 运行经验表明，单相三线制配电变压器较单相二线制配电变压器具有较好的灵活性、适用性，一般情况下，推荐单相配电主要选用单相三线制配电变压器。

**5.0.2** 在美国、日本的一些区域采用 2 台~3 台单相变压器组合为三相供电方式。其中，两台单相变压器采用 VV 接线方式实现三相供电方式如图 5-1 和图 5-2 所示。在图 5-2 (b) 中，从 a、0 点或 b、0 可得到 110V 的单相电源，a、b、c 三点可得到线电压为 220V 的三相电源。若利用这种方法实现三相供电，需满足三相线电压是用户照明电压 2 倍的条件。

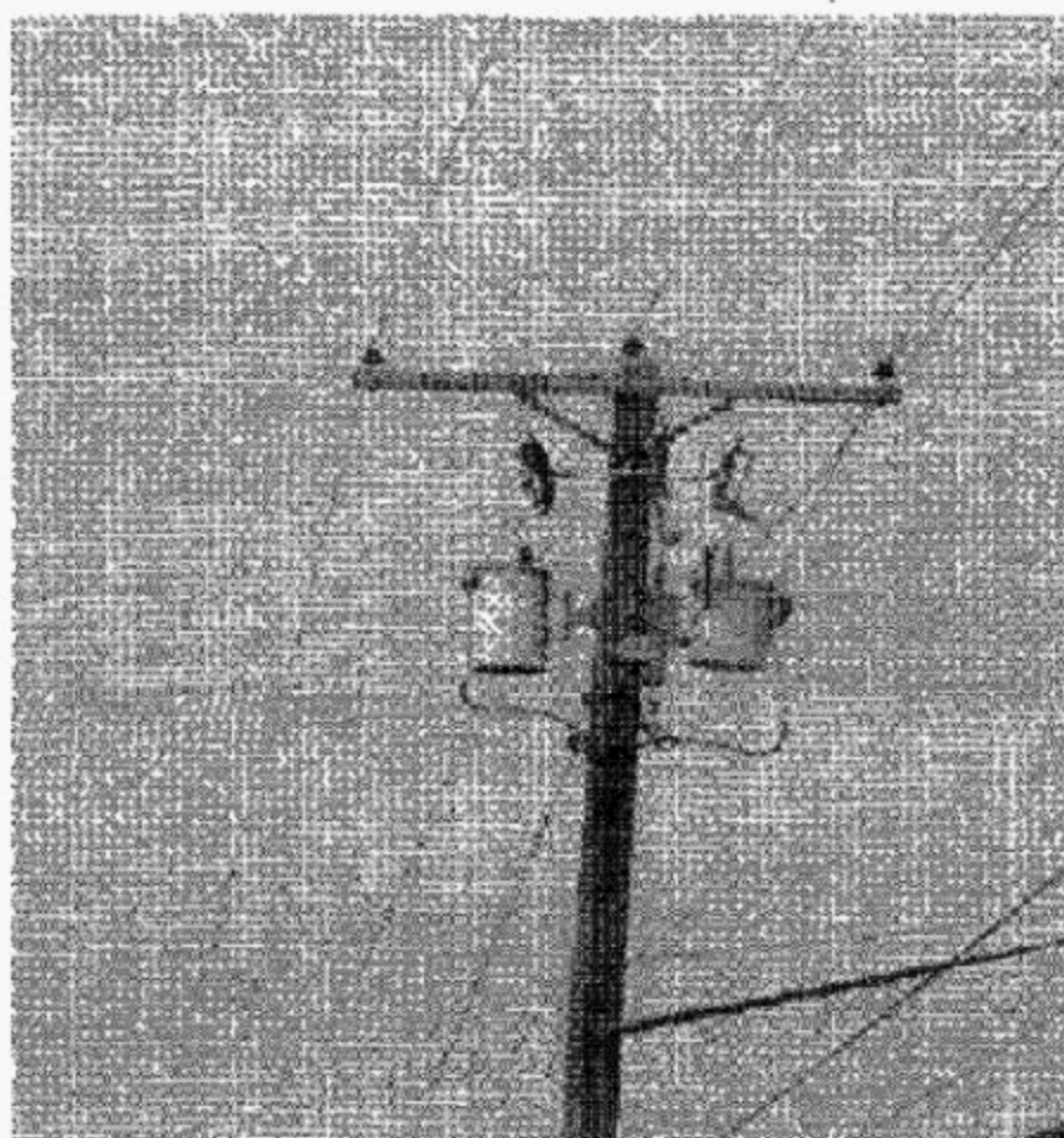


图 5-1 单相配电变压器 VV 接线安装示例

在我国，低压电网为 380V/220V，单相三线变压器低压侧电压为 $\pm 220\text{V}$ ，组成 VV 接线时形成的三相电压为 440V，与额定



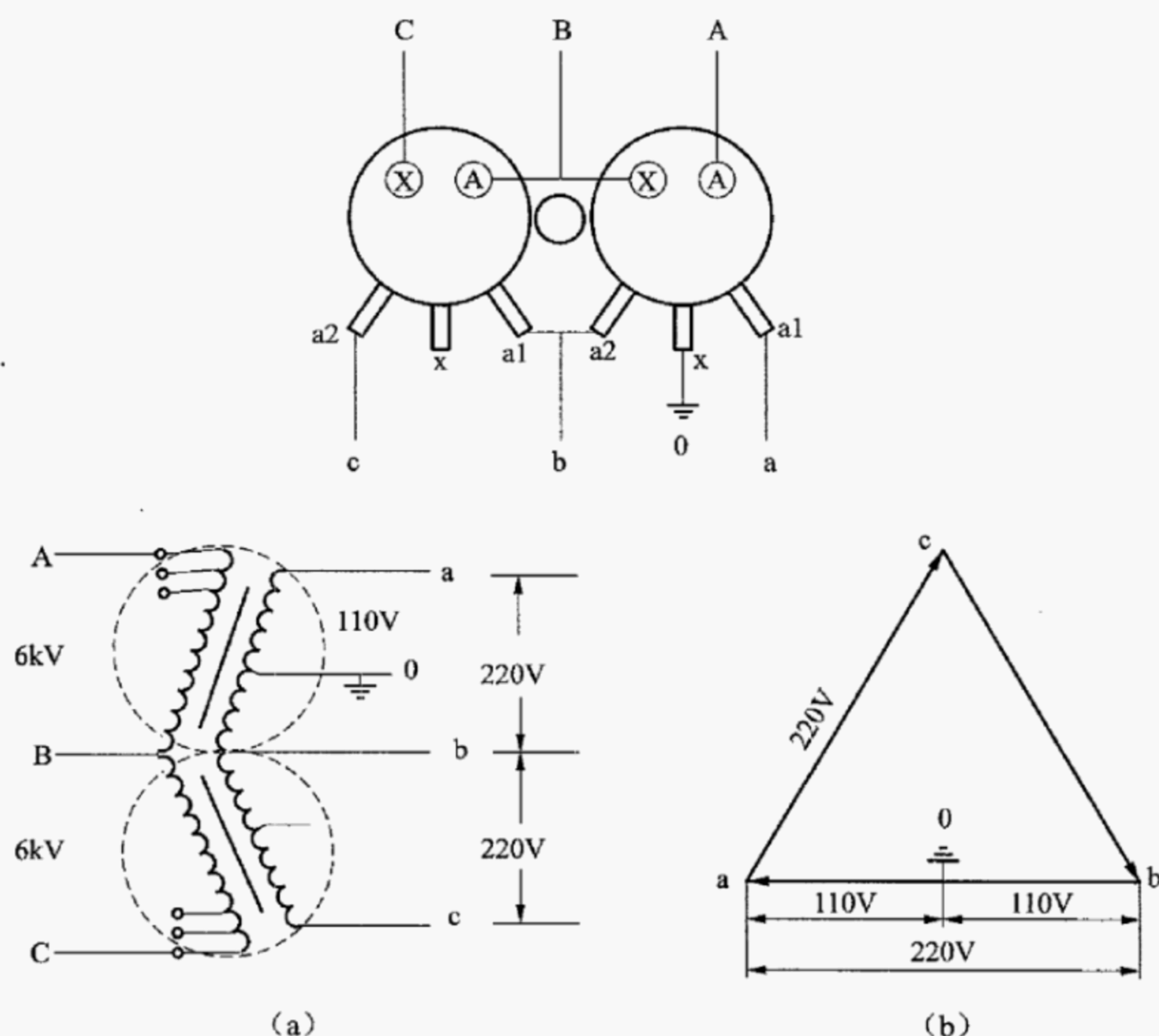


图 5-2 两台单相变压器组成 VV 接线方式原理

(a) 两台单相变压器 VV 接线；(b) 低压侧电压相量图

电压380V 不符，比380V 高15.8%。因而，通常情况下不宜采用 VV 接线。但在一些特殊条件下，也可以采用 VV 接线供电，可采用的方法为：将二个单相配电变压器的分接头均调到最低挡，可以将配电变压器出口线电压调节到420V 左右，考虑到用户的电压降，用户端电压偏差可以限制在+10%以内。采用 VV 接线供电时，需要注意二台单相配电变压器低压侧的中性点不能同时接地，并且中性点不接地的单相配电变压器不能向单相负荷供电，并有以下缺点：① 设备利用率低；② 配电变压器失去电压调节能力；③ 低压线路三相电压不平衡严重。

虽然可以采用三台单相配电变压器向三相负荷供电，但其经



济性（线损、投资）不如采用三相配电变压器，并且单相配电变压器采用单相三线供电制式时，存在低压侧电压偏高、三相不平衡严重、设备利用率低等问题（与采用的接线方式相关）；特别是当三台单相配电变压器安装于不同位置时，安装时容易接错相别，并且三相不平衡严重，安全隐患较大。采用三台单相配电变压器向三相负荷供电时，单相配电变压器宜采用单相二线供电制式。

基于上述原因，本条规定“三相配电方式不宜采用三台单相配电变压器供电。特殊情况下需要采用三台单相配电变压器向用户供电的，三台单相配电变压器应集中安装，挂接负荷宜均等”、“三相配电方式不宜采用二台单相配电变压器组成 VV 接线向用户供电。特殊条件下需要采用 VV 接线的，二台配电变压器的中性点不应同时接地”。

出于供电安全、供电质量考虑，明确提出“严禁采用安装于不同位置的三台单相配电变压器向三相负荷供电”。

**5.0.3** 我国在相当一段时间内，工业与民用建筑中，对 1000kVA 及以下容量电压为 10（6）/0.4kV~0.23kV 的配电变压器，几乎全部采用 Yyn0 接线组别，但目前大都采用了 Dyn11 接线组别。

以 Dyn11 接线与 Yyn0 接线的同容量的变压器相比较，前者空载损耗与负载损耗虽略大于后者，但三次及以上的高次谐波激磁电流在一次侧接成三角形条件下，可在一次侧环流，与一次侧接成 Y 形条件下相比较，有利于抑制高次谐波电流，这在当前电网中接用电力电子元件日益广泛的情况下，采用三角形接线是有利的。另外 Dyn11 接线比 Yyn0 接线的零序阻抗要小得多，有利于单相接地短路故障的切除。还有，当接用单相不平衡负荷时，Yyn0 接线变压器要求中性线电流不超过低压绕组额定电流的 25%，严重地限制了接用单相负荷的容量，影响了变压器设备能力的充分利用。因而在低压电网中，推荐采用 Dyn11 接线组别的配电变压器。

Yyn0 接线变压器负荷的不平衡率不得超过其额定容量的



25%，是根据《供配电系统设计规范》GB 50052—2009 的规定。

**5.0.4** 本条规定了配电变压器容量选择的主要依据。

**5.0.5** 本条规定了配电变压器的安装方式及台架设计的一些基本原则。

**5.0.6** 本条规定了单相配电变压器必要的安全保护措施。



## **6 低 压 线 路**

- 6.1** 本节规定了低压线路的接线方式。
- 6.2** 本节规定了低压导体和电器的选择原则。
- 6.3** 本节规定了低压供电半径的选择原则。
- 6.4** 本节规定了低压线路的敷设方式。
- 6.5** 本节规定了低压配电线路的选型与布置的依据。



## 7 接 地

**7.1** 本节按《低压配电设计规范》GB 50054—2011、《交流电气装置的接地设计规范》GB/T 50065—2011 和《农村低压电力技术规程》DL/T 499 的规定制订。

**7.2** 《农村低压电力技术规程》DL/T 499 规定，农网以 TT 接地方式为主，TN-C 接地方式为辅，其中 TN-C 接地方式主要用于城镇的低压系统。而城网接地方式则以 TN-C 为主。农网中，以 TT 为接地方式的，需装设剩余电流保护一级保护，而城网由于采用了 TN-C 接地方式，不需装设剩余电流保护一级保护。

单相配电方式可分为单相二线配电方式和单相三相配电方式。对单相二线配电方式和三相四线配电方式，接地采用 TT、TN-C 均可；对单相三线配电方式，当采用 TT 接地方式时，由于相线间电压为 440V，当零线断线时，加于用户用电设备的电压可能较高，甚至可以接近 440V，有可能引起设备事故；而对单相二线，零线断线时加于用户用电设备的电压不高于或略高于正常用电时的电压；对三相四线配电方式，考虑中性点电压偏移，零线断线后，加于用户用电设备上的电压通常不超过正常电压的 20%。因而，如果单相配电方式采用单相三线方式，从用电安全的角度看，应采用 TN-C 等零线重复接地的接地方式。在农村，如果采用了 TN-C 接地方式，配电变压器侧将不宜加装剩余电流保护总保，一定程度上降低了供用电系统安全水平。

结合《农村低压电力技术规程》DL/T 499 规定及安全性考虑，本节规定“农村单相二线、三相四线制低压系统宜采用 TT 接地方式；单相三线制低压系统宜采用 TN 接地方式”。

**7.3** 本节按《农村低压电力技术规程》DL/T 499 规定制订。

**7.4** 本节规定了配电变压器接地电阻选择的依据。



## **8      保      护**

- 8.0.1**    本条规定了配电线路的主要保护。
- 8.0.2**    本条规定了短路保护和过负荷保护应遵守的规定。
- 8.0.3**    本条规定了剩余电流保护应遵守的规定。



## 9 电 能 质 量

**9.0.1** 本条规定了配电系统中的波动负荷产生的电压变动和闪变在电网公共连接点的限值。

**9.0.2** 本条规定了配电系统中的谐波电压和在公共连接点注入的谐波电流允许限值。

**9.0.3** 本条规定了供配电系统中在公共连接点的三相电压不平衡度允许限值。

**9.0.4** 本条参考《供配电系统设计规范》GB 50052—2009 第 4.0.6 条制订。

**9.0.5** 本条参考《供配电系统设计规范》GB 50052—2009 第 4.0.5 条制订。

**9.0.6** 本条参考《供配电系统设计规范》GB 50052—2009 第 4.0.12 条制订。

**9.0.7** 本条参考《供配电系统设计规范》GB 50052—2009 第 4.0.10 条制订。

**9.0.8** 本条参考《供配电系统设计规范》GB 50052—2009 第 4.0.11 条制订。



## 10 无 功 补 偿

- 10.0.1 本条规定了无功补偿的基本原则。
  - 10.0.2 本条规定了无功优化补偿应积极应用新技术。
  - 10.0.3 本条规定了无功优化补偿的目标。
  - 10.0.4 本条规定了中压线路无功补偿配置原则。
  - 10.0.5 本条规定了无功补偿装置容量计算原则。
  - 10.0.6 本条对容量超过 100kVA 配电变压器无功补偿进行了规定。
-





155123.2567

定价：14.00 元

上架建议：规程规范/

电力工程/输配电