

前 言

本标准第 442.1.2 条、第 442.1.3 条、第 442.2 条～第 442.8 条为强制性的,其余为推荐性的。

本标准是系列标准《建筑物电气装置》的一部分,在技术内容上等同采用 IEC 60364-4-442:1993《建筑物电气装置 第 4 部分:安全防护 第 44 章:过电压保护 第 442 节:低压电气装置对暂时过电压和高压系统与地之间的故障的防护》和其第 1 次修改(1995)、第 2 次修改(1999)。

《建筑物电气装置》国家系列标准包括如下 7 部分:

第 1 部分 范围、目的和基本原则

第 2 部分 定义

第 3 部分 一般特性评估

第 4 部分 安全防护

第 5 部分 电气设备的选择和安装

第 6 部分 检验

第 7 部分 特殊装置或场所的要求

在 IEC 60364-4-442 的技术内容中引用的 IEC 60664-1:1992,已被等同采用为相应国家标准 GB/T 16935.1—1997《低压系统内设备的绝缘配合 第一部分:原理、要求和试验》。

本标准的附录 A 是提示的附录。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国建筑物电气装置标准化技术委员会归口。

本标准由中国机械科学研究院、北京市劳动保护研究所、广州电器科学研究所、中国电子工程设计院负责起草。

本标准主要起草人:李世林、郭汀、朱德基、何伟恩、黄德明。

IEC 前言

- 1) IEC 有关技术问题上的正式决议或协议,由特别关心这些问题的国家委员会组成的技术委员会制定,对所涉及的问题尽可能表达国际上的一致意见。
- 2) 这些决议或协议以标准的形式供国际上使用,并在此意义上为各个国家委员会所接受。
- 3) 为了促进国际上的统一,IEC 希望:所有国家委员会,在其国内情况允许的条件下,在各自国家的规程中采用 IEC 标准。IEC 标准与相应的国家规程之间,如有不一致处,尽可能在国家规程中明确指出。

本标准由 IEC 第 64 技术委员会起草。
本报纸的正文基于下述文件。

六个月法则	表决报告
64(CO)175	64(CO)213

赞同这个标准的全部信息,可在上表的表决报告中获得。
附录 A 仅供参考。

第 1 次修订的 IEC 前言

本修订由 IEC 第 64 技术委员会起草。
本修订的正文基于下述文件。

国际标准草案	表决报告
64/748/DIS	64/795/RVD

赞同这个修订文件的全部信息,可在上表的表决报告中获得。

第 2 次修订的 IEC 前言

本修订由 IEC 第 64 技术委员会起草。
本修订的正文基于下述文件。

国际标准草案	表决报告
64/1046/FDIS	64/1061/RVD

赞同这个修订文件的全部信息,可在上表的表决报告中获得。

IEC 引言

本标准的规定不适用于全部或部分由公用电力公司管辖的系统(参见 IEC 364-1 中的范围)。

流经变电所外露可导电部分的接地极的故障电流,引起了变电所的外露可导电部分对地电位,即故障电压的显著升高,它的量值取决于:

- 故障电流的大小,和
- 变电所外露可导电部分的接地极的电阻。

故障电流可能引起:

- 低压系统对地电位即应力电压的普遍升高,从而可能使低压设备的绝缘被击穿;
- 低压系统外露可导电部分的对地电位的普遍升高,从而产生故障电压和接触电压的升高。

注:本标准中的“高压(HV)”一词系指超过电压区段Ⅰ上限的电压。“低压(LV)”一词系指不超过电压区段Ⅰ上限的电压。

中华人民共和国国家标准

建筑物电气装置 第4部分:安全防护
第44章:过电压保护 第442节:低压
电气装置对暂时过电压和
高压系统与地之间的故障的防护

GB 16895.11—2001
idt IEC 60364-4-442:1993

Electrical installations of buildings—
Part 4: Protection for safety—
Chapter 44: Protection against overvoltages—
Section 442—protection of low-voltage installations
against temporary overvoltages and faults between
high-voltage systems and earth

442.1 通则

注:本标准各条只考虑以下四种情况,它们通常是引发最严重的暂时过电压(其定义见 IEC 604-03-12)的原因。

- 高压系统与地之间的故障。相应条文的解释性说明见附录 A;
- 低压 TN 和 TT 系统中的中性导体断开(见 442.6 条);
- 低压 IT 系统的意外接地(见 442.7 条);
- 低压电气装置中的短路(见 442.8 条)。

442.1.1 范围和目的

本标准规定了向低压系统供电的变电所的高压侧一旦发生高压系统与地之间的故障时,向低压系统的人员和设备提供的安全措施。

442.1.2 故障电压

由高压系统的接地故障引起的故障电压或接触电压,它的量值和持续时间不应超过图 44A 中曲线 F 和 T 所给的值。

442.1.3 应力电压

由高压系统接地故障引起的用户电气装置中低压设备上的工频应力电压,它的量值和持续时间不应超过表 44A 中规定的值。

注

- 1 工频应力电压系指绝缘两端所呈现的电压。
- 2 如果低压设备的绝缘水平合适,并且符合 442.3 条所规定的条件,则变电所低压设备允许承受更高的应力电压。

表 44A

低压电气装置中允许的交流应力电压, V	切断时间, s
$U_0 + 250$ V	> 5
$U_0 + 1\ 200$ V	≤ 5
<p>注</p> <p>1 由于特殊原因(例如系统中有一根相导体接地), 低压系统对地的(最高)标称电压不足 U_0 时, 应力电压应另行规定。</p> <p>2 表中第 1 行数值用于较长的切断时间的系统, 例如阻抗接地的高压系统; 第 2 行数值用于较短切断时间的系统, 例如直接接地的高压系统。上述两行数值是低压设备考虑了暂时过电压因素进行适当绝缘设计的准则(见 GB/T 16935.1—1997 的 1.3.7.1)。</p> <p>3 当低压设备接入一个其中性导体与变电所的高压系统的保护接地极相连的 TN 系统, 且在总等电位联结影响区域外使用时, 它的基本、双重和加强绝缘会出现这些交流暂时过电压。当低压设备在总等电位联结区域内使用时, 该总等电位联结连接到建筑物装置电源进线端的 TN 系统的保护导体上, 则不会出现这些过电压。</p>	

442.1.4 引用标准

下列标准所包含的条文, 通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时, 所示版本均为有效。所有标准都会被修订, 使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 13870.1—1992 电流通过人体的效应 第一部分: 常用部分(neq IEC 60479-1:1984)

GB 14821.1—1993 建筑物的电气装置 电击防护(eqv IEC 60364-4-41:1992)

GB 16895.1—1997 建筑物电气装置 第 1 部分: 范围、目的和基本原则(idt IEC 60364-1:1992)

442.2 变电所的接地系统

变电所应有一个接地系统, 它应与下列物体连接:

- 接地极;
- 变压器箱;
- 高压电缆的金属护层;
- 低压电缆的金属护层。但中性导体已通过独立接地极接地的除外;
- 高压系统的接地导体;
- 高压设备和低压设备的外露可导电部分;
- 装置外可导电部分。

442.3 变电所的接地配置

如果 442.3.1 或 442.3.2 条能分别或同时满足, 则可认为已符合 442.4 条和 442.5 条所列的条件; 如果 442.3.1 条或 442.3.2 条均不能满足, 则应满足 442.4 和 442.5 条的要求。

442.3.1 变电所连接到

- 带有已接地的合适的有金属护层的高压电缆; 或
- 带有已接地的合适的有金属护层的低压电缆; 或
- 带有已接地的合适的有金属护层的高压和低压混合电缆。

而且在所有情况下:

- 上述电缆总长度超过 1 km。

442.3.2 变电所的外露可导电部分的接地电阻不超过 $1\ \Omega$

442.4 低压电气装置中与系统接地类型有关的接地配置

442.4.1 符号

本标准中使用的符号有：

I_m ：高压系统中流经变电所外露可导电部分的接地极部分的接地故障电流；

R ：变电所外露可导电部分的接地极电阻；

U_0 ：低压系统相线对中性点的电压；

U ：低压系统线电压；

U_f ：低压系统中外露可导电部分与地之间的故障电压；

U_1 ：变电所低压设备中的应力电压；

U_2 ：用户系统低压设备中的应力电压。

442.4.2 TN 系统

a) 当故障电压 $R \times I_m$ 能在图 44A 中给出的时间内被切断时，低压系统的中性导体可以与变电所外露可导电部分的接地极相连接（见图 44B 中的 TN-a）。

注：如果建筑物内电气装置的低压设备的外露可导电部分是用保护导体与总等电位联结相连接，则接触电压实际为 0 V。

b) 如果条件 a) 得不到满足，低压系统的中性导体应通过一个电气上独立的接地极接地（见图 44B 的 TN-b），在这种情况下应满足 442.5.1 条要求。

442.4.3 TT 系统

a) 当应力电压 $(R \times I_m + U_0)$ 与表 44A 给出的切断时间的关系适合于用户系统低压设备的绝缘水平时，低压系统的中性导体可以与变电所外露可导电部分的接地极相连接（见图 44C 中的 TT-a）。

b) 如果条件 a) 得不到满足，低压系统的中性导体应通过一个电气上独立的接地极接地（见图 44c 中的 TT-b）。在这种情况下应满足 442.5.1 条要求。

如果建筑物内电气装置的低压设备的外露可导电部分是用保护导体与总等电位联结相连接，则接触电压实际为 0 V。

442.4.4 IT 系统

a) 如果在故障电压 $(R \times I_m)$ 下，能按图 44A 中给出的时间内切断，则用户电气装置中的低压设备的外露可导电部分可与变电所外露可导电部分的接地极相连接（见图 44D、44J 和 44K）。

如果该条件不能满足，则低压电气装置中的低压电气设备的外露可导电部分应与一个电气上独立于变电所的外露可导电部分的接地系统的接地极相连接（见图 44E~44H）。

b) 当用户电气装置中的低压设备的外露可导电部分通过一个电气上独立于变电所的接地极接地时，及当应力电压 $(R \times I_m + U_0)$ 与表 44A 给出的切断时间的关系适合于用户电气装置的低压设备时，则低压系统的中性点阻抗（如果有的话）应与变电所的外露可导电部分的接地极相连接（见图 44E）。

如果上述条件不能满足，则中性点阻抗应经过一个电气上独立的接地极接地（见图 44F 和 44H）。这种情况下应满足 442.5.2 条要求。

442.5 对变电所低压设备中的应力电压的限定

442.5.1 TN 系统和 TT 系统

当 TN 系统和 TT 系统的中性导体通过一个电气上独立于变电所外露可导电部分的接地极接地时（见图 44B 中的 TN-b 和图 44C 中的 TT-b），应力电压 $(R \times I_m + U_0)$ 应在与变电所低压设备的绝缘水平相对应的时间内被切断。

注：变电所低压设备的绝缘水平可高于表 44A 中给出的值。

442.5.2 IT 系统

当 IT 系统的中性点阻抗(如果有的话)及用户电气装置的外露可导电部分,均通过一个电气上独立于变电所的接地极接地时(见图 44F、44G 和 44H),则应力电压($R \times I_m + U_0$)应在与变电所低压设备的绝缘水平相对应的时间内被切断。

442.6 TN 和 TT 系统中中性导体开路引起的应力电压

应考虑到,当三相 TN 或 TT 系统的中性导体开路时,承受相对中性导体间的额定电压的基本、双重和加强绝缘和元件能短暂地承受线电压。这时的应力电压能达到 $U = \sqrt{3} U_0$ 。

442.7 IT 系统意外接地引起的应力电压

应考虑到,当 IT 系统的某个相导体意外的接地时,承受相对中性导体间的额定电压的基本、双重和加强绝缘和元件能短暂地承受线电压。这时的应力电压能达到 $U = \sqrt{3} U_0$ 。

442.8 相导体与中性导体间的短路引起的应力电压

应考虑到,当相导体与中性导体间短路时,在 5 s 内应力电压能达到 $1.45 U_0$ 。

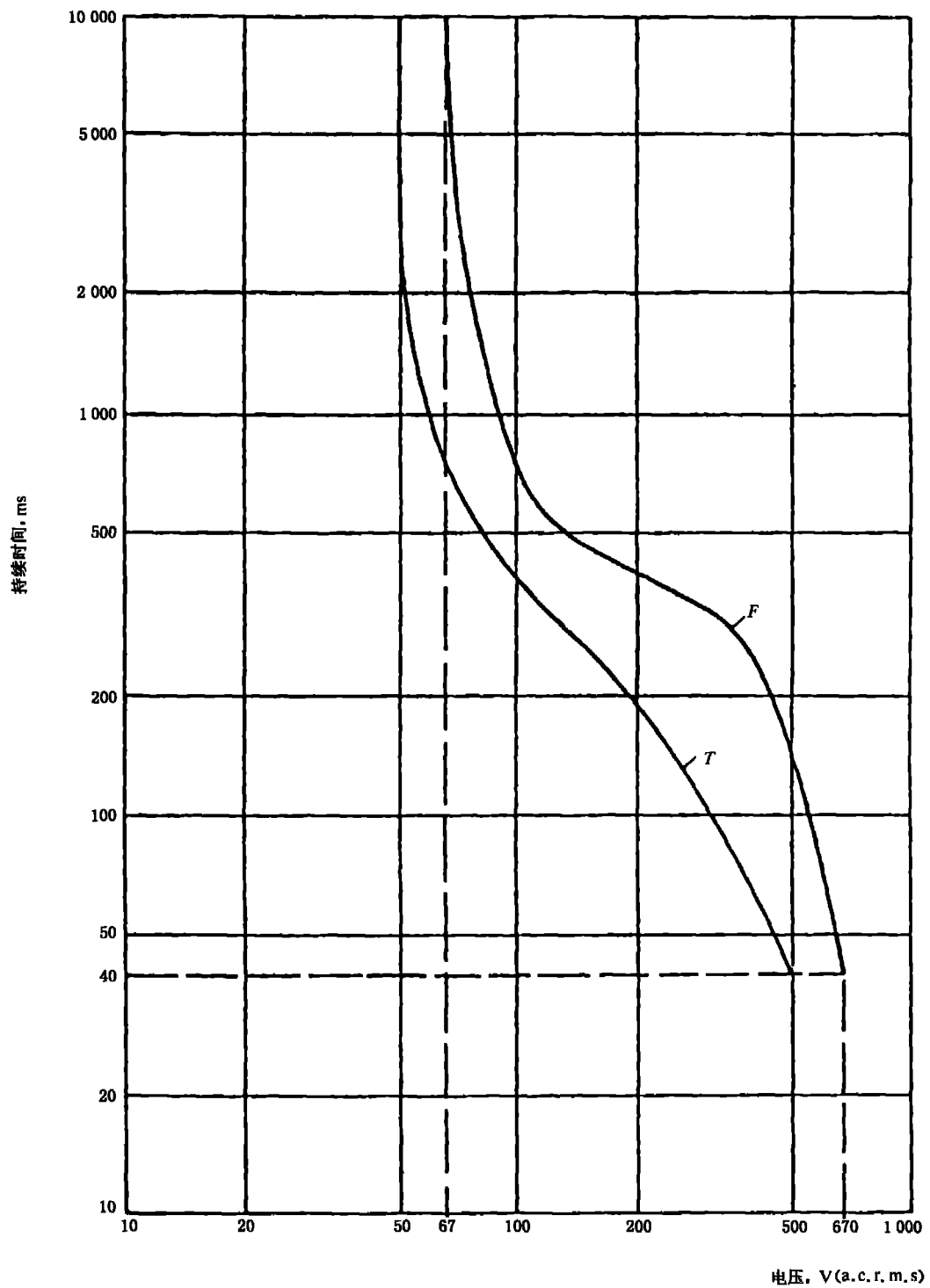


图 44A 由高压系统接地故障引起的故障电压 F 和接触电压 T 的最长持续时间

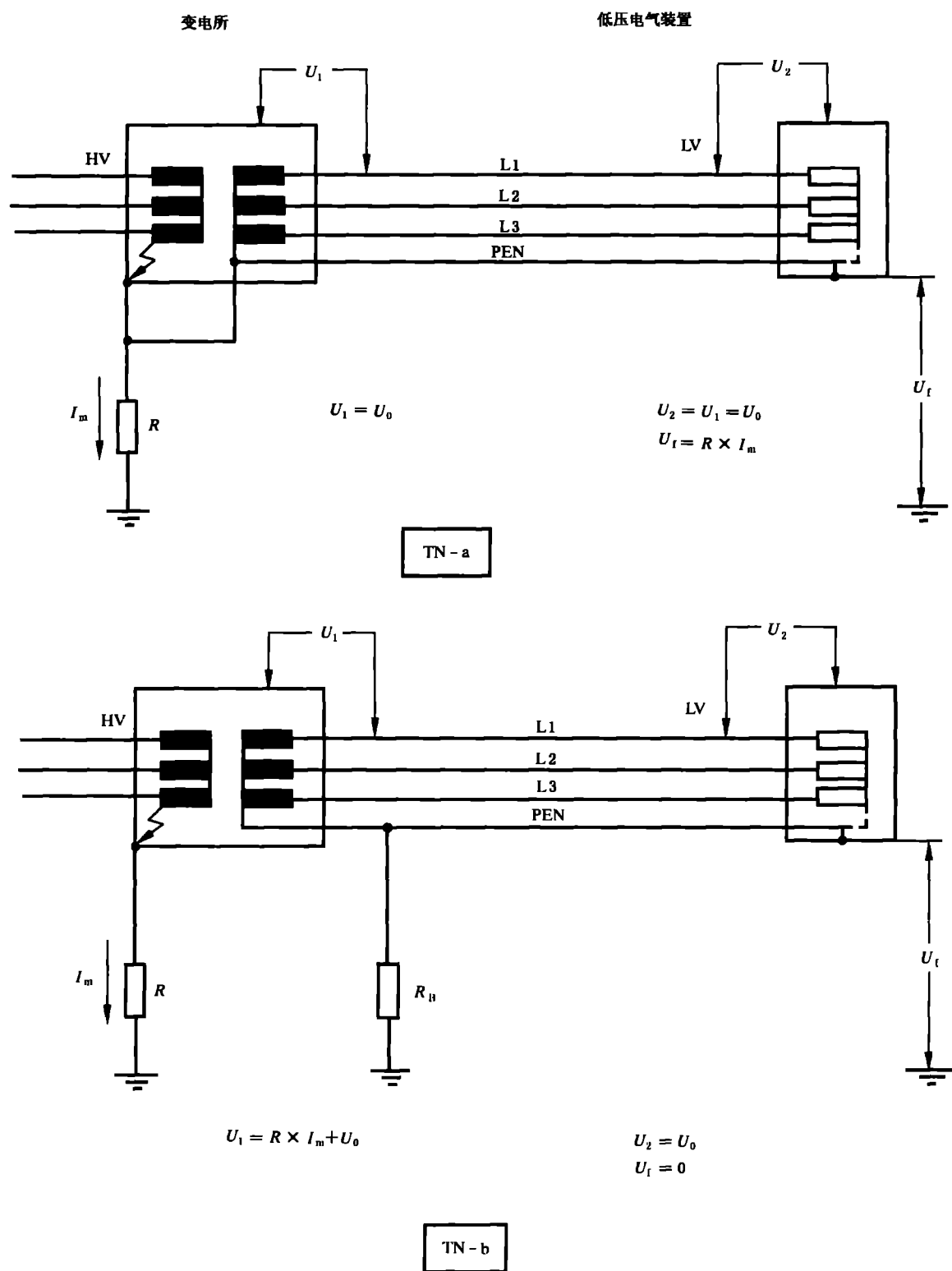


图 44B TN-系统

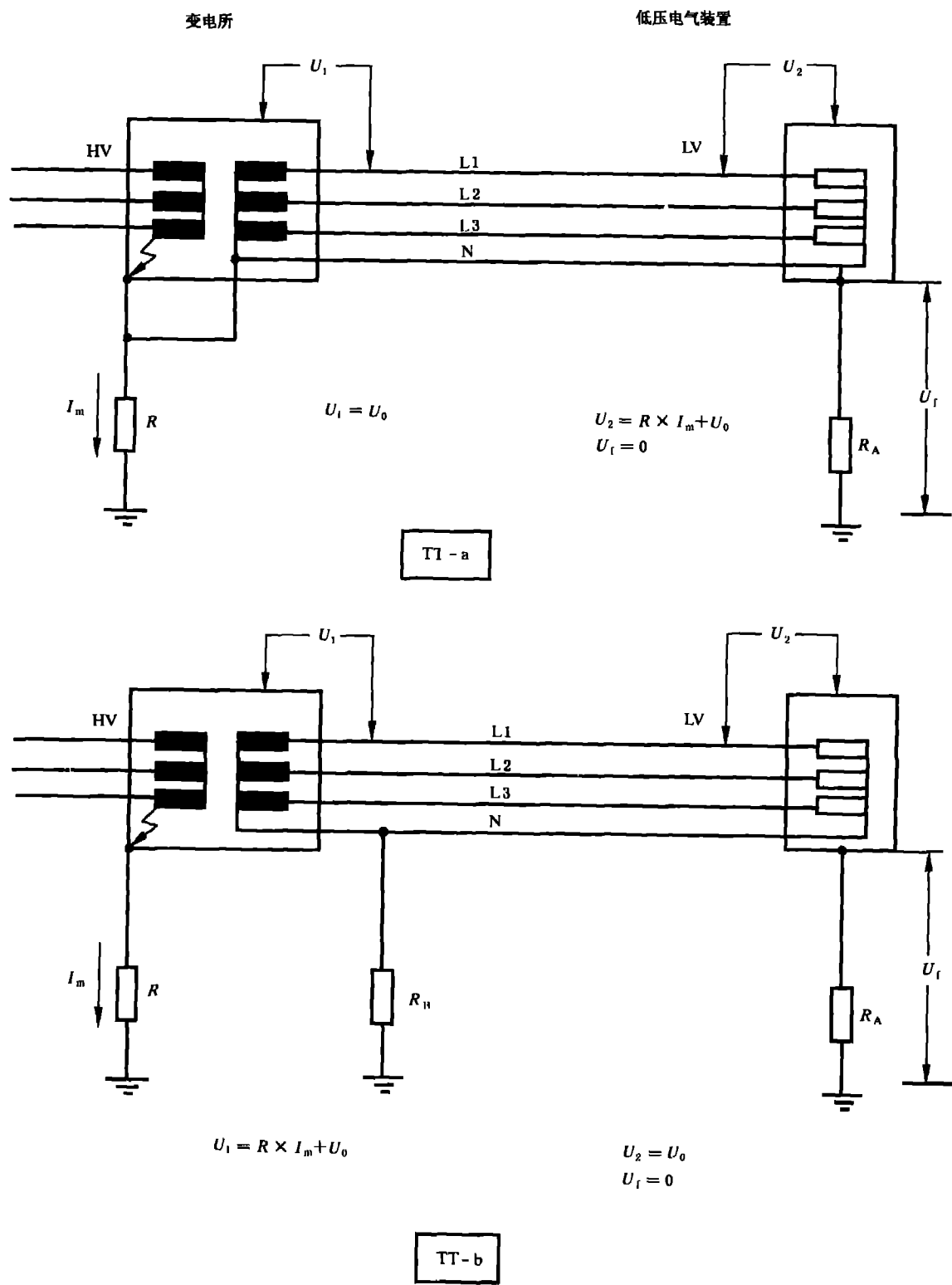
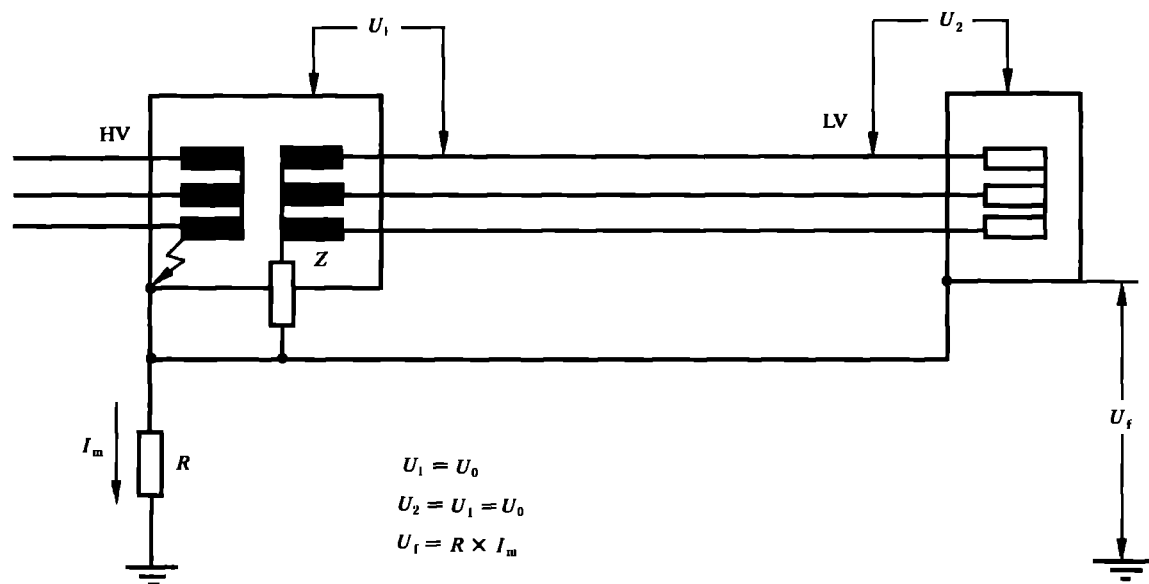
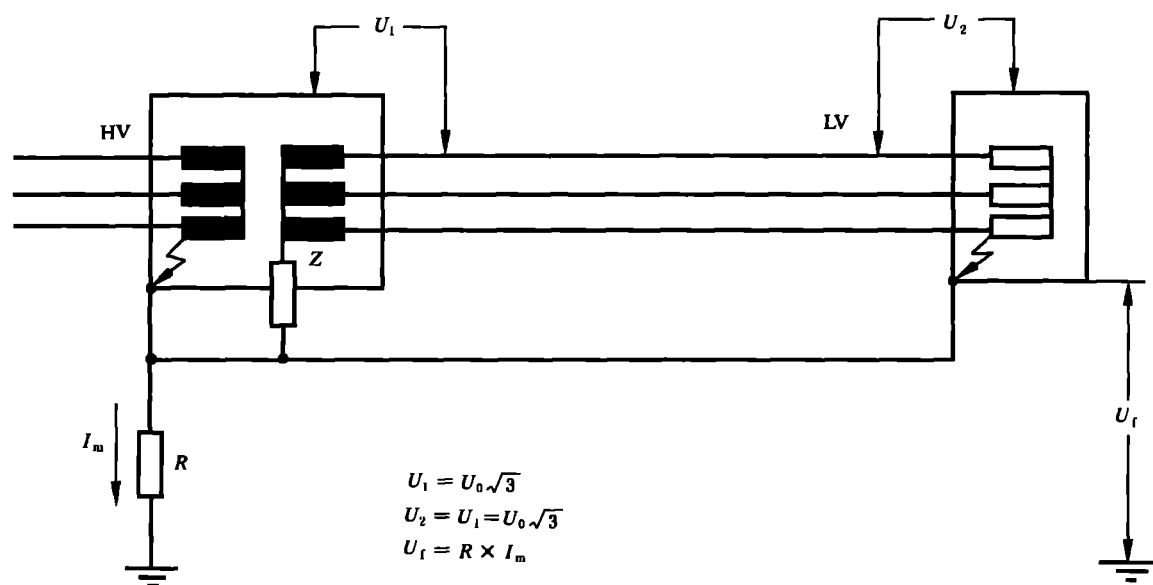


图 44C TT-系统

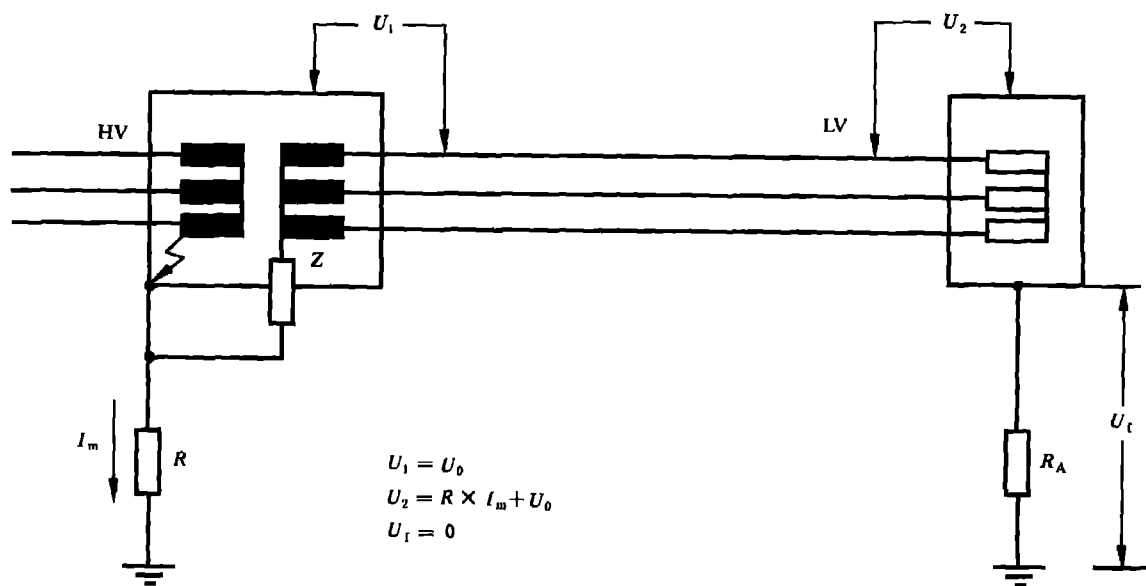


1. 低压系统中不存在故障

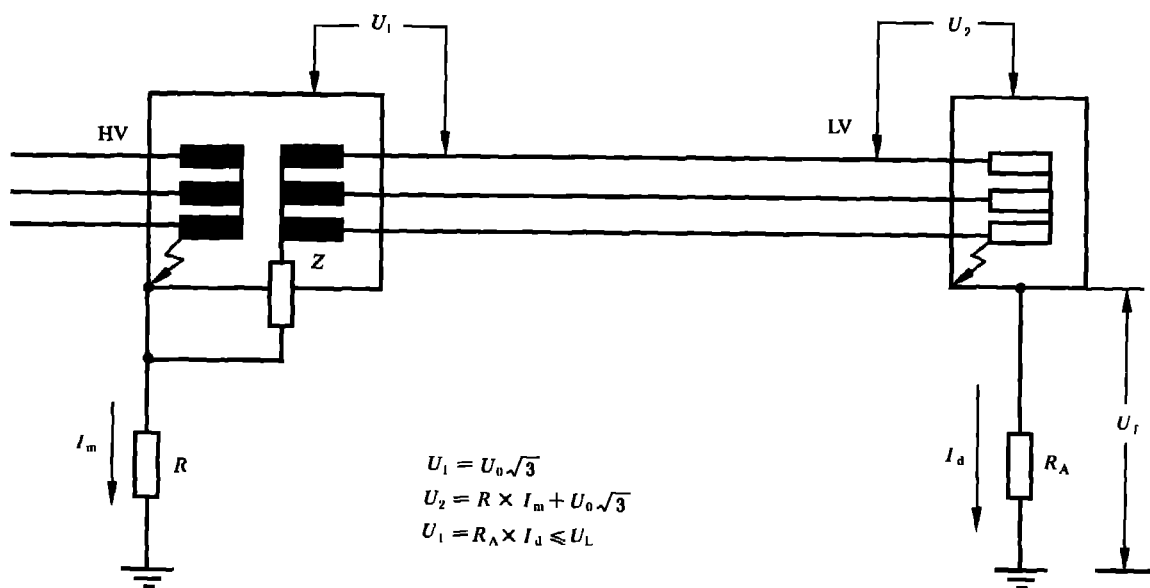


2. 低压系统中存在第一次故障

图 44D IT-系统, 例 a



1. 低压系统中不存在故障



2. 低压系统中存在第一次故障

图 44E IT-系统, 例 b

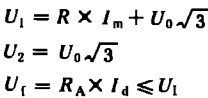
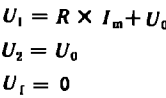
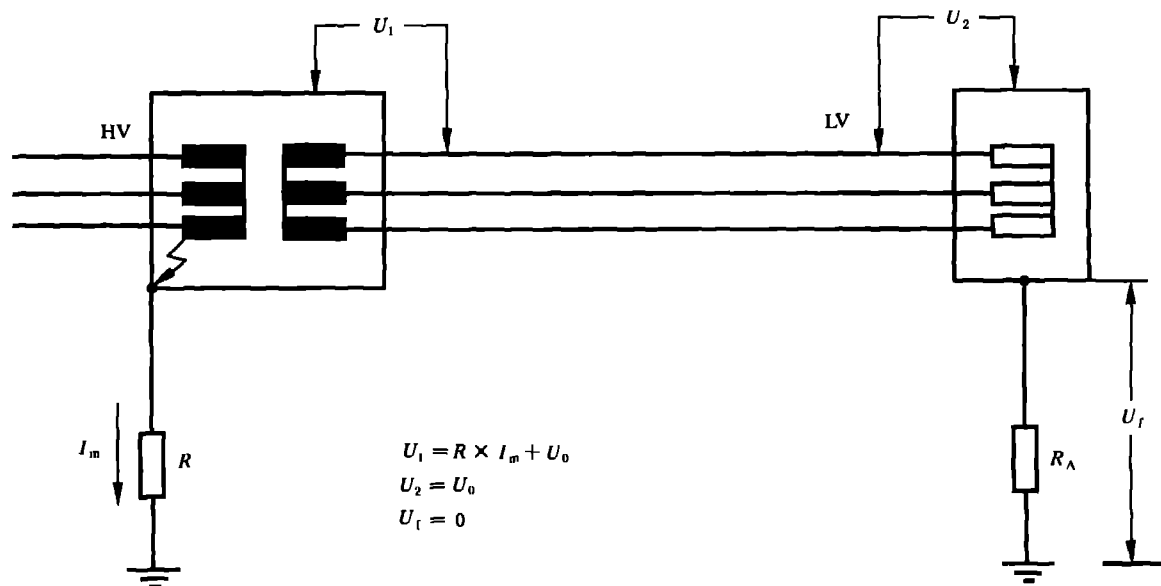
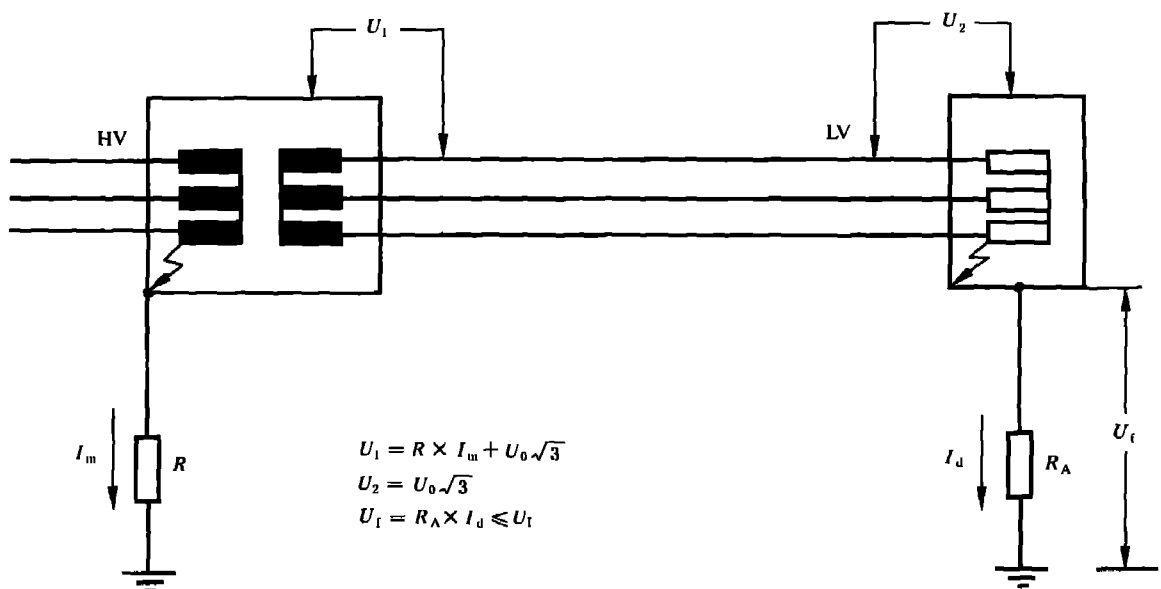


图 44F IT-系统,例 c1

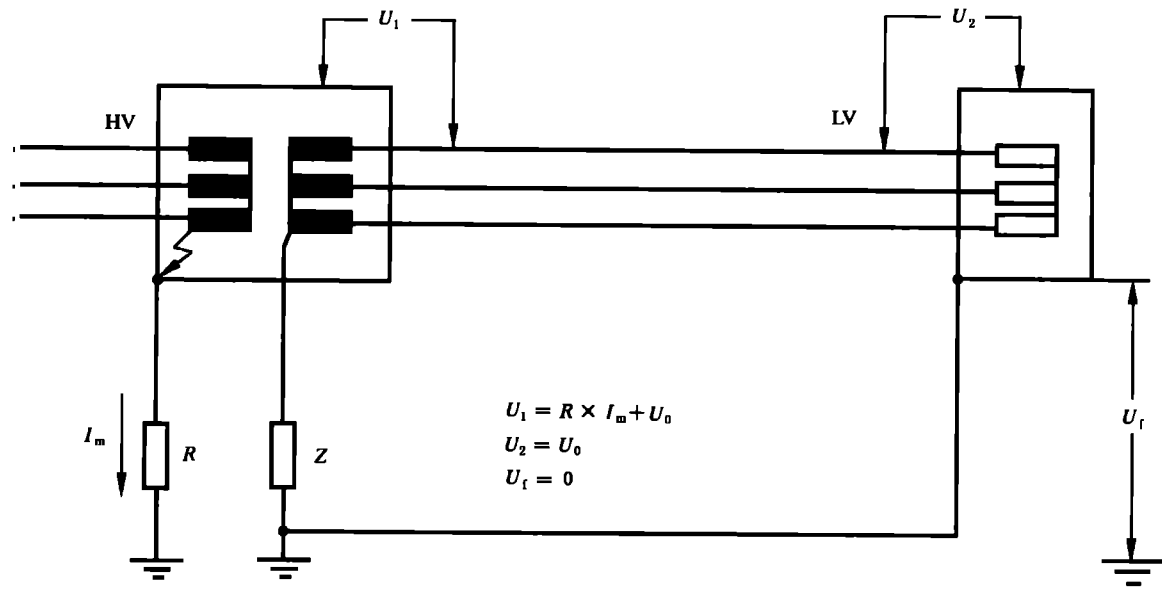


1. 低压系统中不存在故障

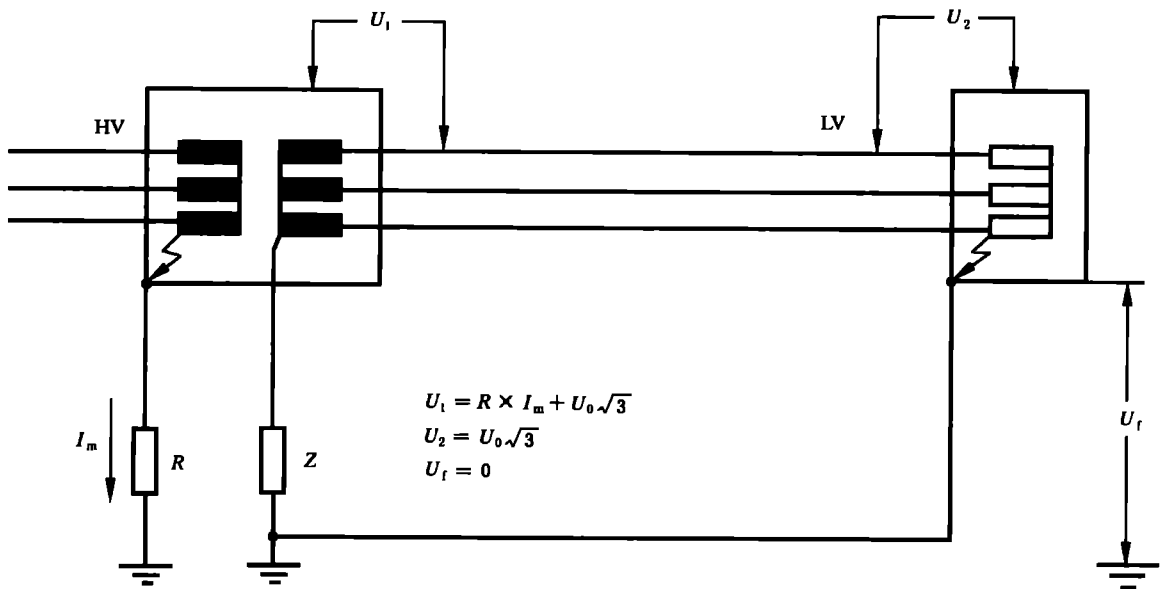


2. 低压系统中存在第一次故障

图 44G IT 系统, 例 c2

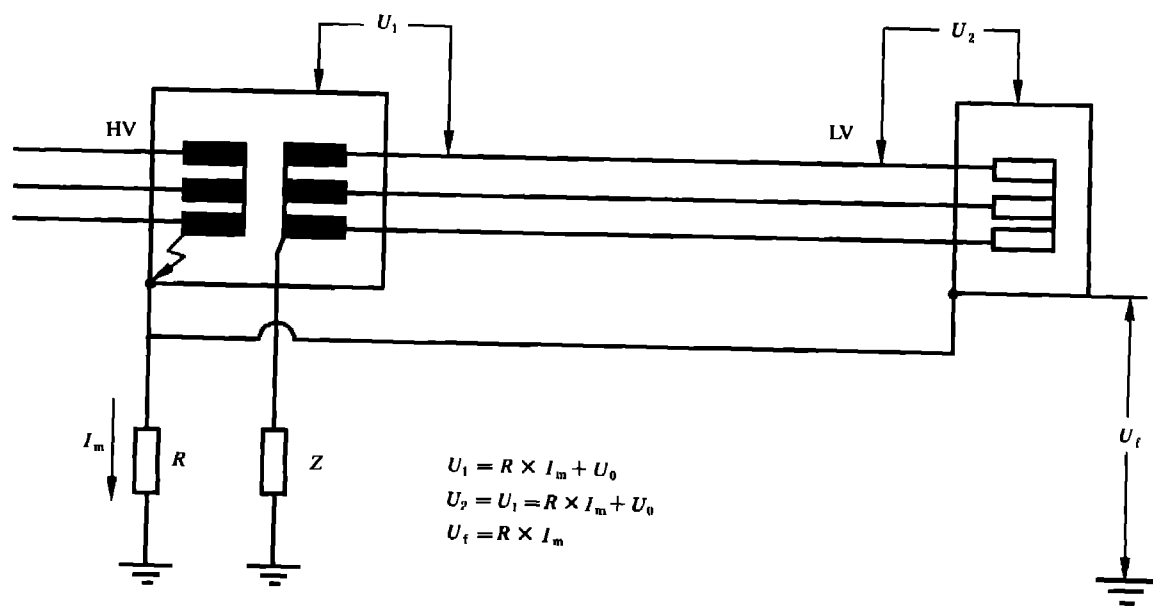


1. 低压系统中不存在故障

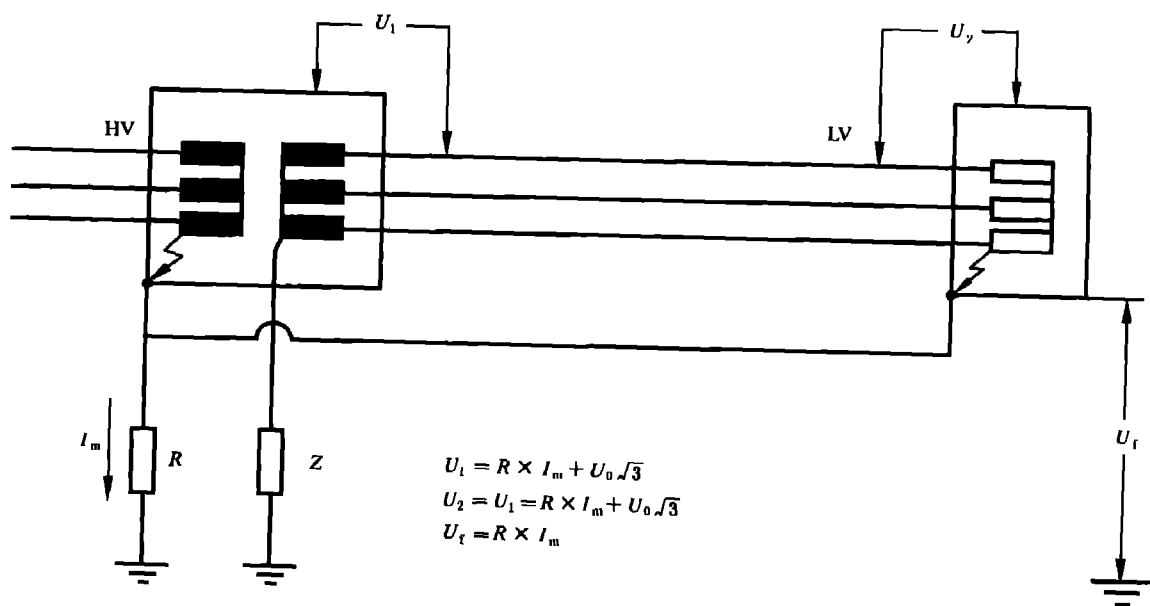


2. 低压系统中存在第一次故障

图 44H IT-系统, 例 d

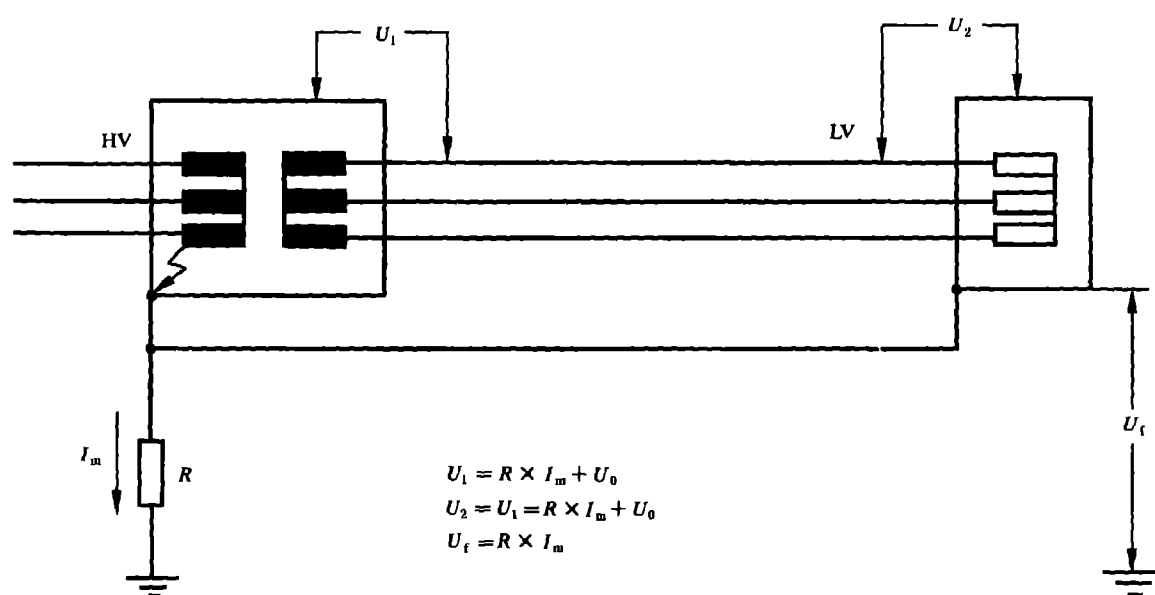


1. 低压系统中不存在故障

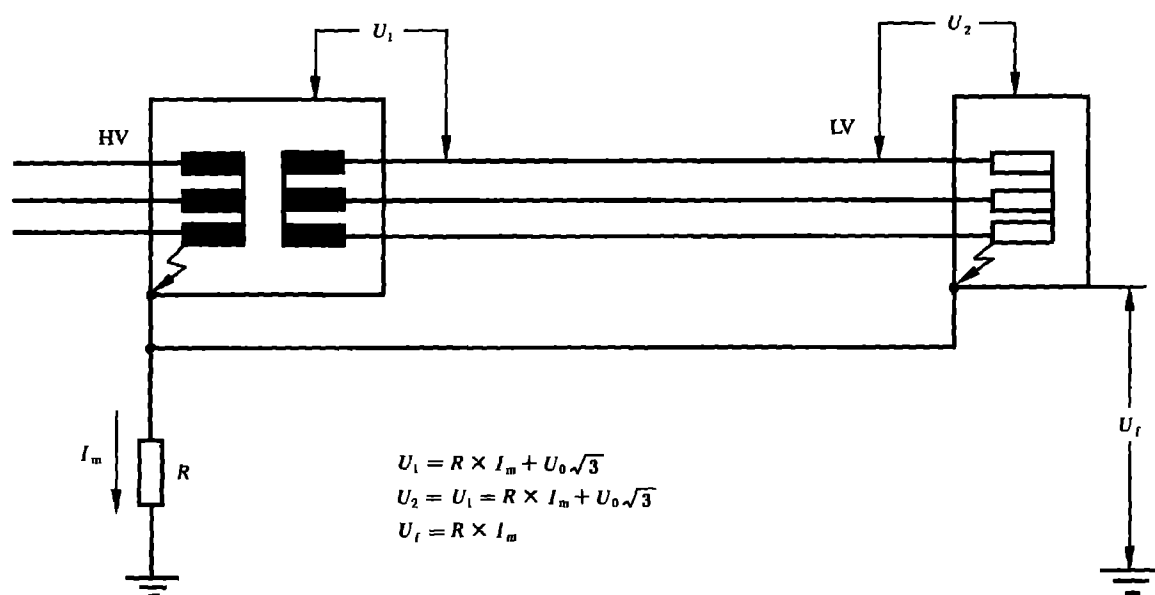


2. 低压系统中存在第一次故障

图 44J IT-系统, 例 e1



1. 低压系统中不存在故障



2. 低压系统中存在第一次故障

图 44K IT-系统, 例 e2

附 录 A
(提示的附录)
有关条款的注释说明

A442.1 通则

本标准规定了因高压系统的接地故障而在低压系统中,对人员和设备提供安全措施。

以不同电压运行的系统间的故障,是指那些可能发生在变电所高压侧的故障,该变电所通过运行于更高电压的配电系统向低压系统供电。此故障产生的故障电流经与变电所外露可导电部分相接的接地极。

故障电流的大小取决于故障回路的阻抗,即取决于高压系统中性点是如何接地的。

流经与变电所外露可导电部分相连的接地极的电流,引起变电所外露可导电部分对地电位的升高,这个电位的高低受以下因素影响:

- 故障电流的大小,和
- 变电所外露可导电部分的接地极电阻。

故障电压可能高达数千伏,低压电气装置接地系统视接地类型的不同可能引起:

- 低压系统对地电位的普遍升高,它可能导致低压设备的绝缘击穿;
- 低压系统外露可导电部分对地电位的普遍升高,它往往导致故障和接触电压。

切断高压系统中的故障通常比切断低压系统中的故障更加费时,因为继电器需要有延迟时,以避免瞬间故障引起误动作。高压开关设备的动作时间,也比低压开关设备的动作时间长。这就意味着,低压系统外露可导电部分上的故障电压和与之相对应的接触电压的持续时间,会比低压电气装置规范中规定的时间长。

变电所或用户电气装置的低压系统中,可能还有一种绝缘被击穿的危险。保护电器在短暂恢复电压异常情况下动作。可能会使切断电路困难,甚至不能切断电路。

应当考虑高压系统的如下情况:

有效接地的高压系统

这类系统包括那些中性点直接接地的或中性点经低阻抗接地的系统,它们的接地故障都由保护设备在一个合理的短时间内予以消除。

在相关的变电所中已考虑了中性点不接地的情况。

此系统中通常电容电流忽略不计。

绝缘的高压系统

仅考虑由高压带电部分与变电所外露可导电部分之间的第1次接地故障形成的单一故障状况,故障引起的电容电流需不需要切断取决于它的大小和其保护系统。

带有消弧线圈的高压系统

在相关的变电所中已考虑了不装设消弧线圈的情况。

当高压系统的接地故障发生在高压导体与变电所外露可导电部分之间时,只产生较小的故障电流(剩余电流通常约为几十安培),这些电流可持续较长时间而不予以切断。

A442.1.2 故障电压

图44A引自于GB/T 13870.1—1992图5的曲线C1。

在探讨故障电压值时,应考虑以下因素:




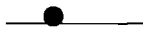



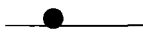

- a) 高压系统内发生接地故障时的故障危险的可能性小;
- b) 只要总等电位联结符合GB 14821.1—1993的7.1.2.1条要求,并在用户电气装置或其他地方

设有辅助接地极,那末接触电压总是低于故障电压的。

国际电报电话咨询委员会(CCITT)给出的自动切断时间与故障电压的对应关系为:0.2 s 时为 650 V;大于 0.2 s 时为 430 V。这些值仅略高于图 44A 给出的值。

表:IT 系统可能发生的不同情况

(考虑了低压电气装置中的第 1 次故障,参阅 442.4.4 和 442.5.2 条)

系统	变电所低压设备 的外露可 导电部分	中性点阻抗 (如果有)	低压电气装置中 设备的外露 可导电部分	U_1	U_2	U_f
a				$U_0 \sqrt{3}$	$U_0 \sqrt{3}$	$R \times I_m$
b			0	$U_0 \sqrt{3}$	$R \times I_m + U_0 \sqrt{3}$	0*
c**	0	0	0	$R \times I_m + U_0 \sqrt{3}$	$U_0 \sqrt{3}$	0*
d	0			$R \times I_m + U_0 \sqrt{3}$	$U_0 \sqrt{3}$	0*
e**		0		$R \times I_m + U_0 \sqrt{3}$	$R \times I_m + U_0 \sqrt{3}$	$R \times I_m$

* 事实上, U_f 等于第一次故障电流与外露可导电部分接地极电阻的乘积($R_A \times I_d$)它应小于或等于 U_L 。
进而言之,在系统 a、b 和 d 中,在某些情况下,第一次故障的电容电流可能会使 U_f 的值增大,但这种情况通常被忽略了。

** 在系统 c_1 和 e_1 中,中性点与地之间装设有阻抗(有阻抗的中性点)。
 c_2 和 e_2 中,中性点与地之间没有装设阻抗(中性点绝缘)。

图 44D 至图 44K 给出了在用户电气装置有或没有第一次故障情况下的各种可能存在的接地配置。