ICS 29.240.20
CCS F 20

中华人民共和国国家标准

GB/T 15544.4—2026
代替 GB/T 15544.4—2017

三相交流系统短路电流计算 第4部分：同时发生两个独立单相接地故障时的电流以及流过大地的电流

Short-circuit current calculation in three-phase a.c. systems—Part 4：Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and short-circuit currents flowing through earth

（IEC 60909-3：2009，Short-circuit currents in three-phase AC systems—Part 3：Currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits and partial short-circuit currents flowing through earth，MOD）

2026-10-30 发布　　2027-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
引言 …… Ⅴ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　符号 …… 3
5　同时发生两个独立单相接地短路期间的电流 …… 5
5.1　对称短路电流初始值 …… 5
5.2　短路电流峰值、对称开断电流及稳态短路电流 …… 7
5.3　同时发生两个独立单相接地短路期间线路对地短路电流的分布 …… 7
6　在不对称短路情况下通过接地的局部短路电流 …… 7
6.1　概述 …… 7
6.2　厂站内的单相接地短路 …… 7
6.3　厂站外的单相接地短路 …… 9
6.4　厂站附近的单相接地短路 …… 10
7　带地线架空线路的减缩系数 …… 11
8　金属护套或屏蔽两端接地电缆的电流分布及减缩系数的计算 …… 13
8.1　概述 …… 13
8.2　三芯电缆 …… 13
8.3　三条单芯电缆 …… 16
附录A（资料性）　同时发生两个独立单相接地短路的计算实例 …… 19
A.1　概述 …… 19
A.2　数据 …… 19
A.3　计算 …… 19
附录B（资料性）　考虑全功率变流器发电厂接入的短路电流计算实例 …… 21
B.1　考虑全功率变流器发电厂接入后概述 …… 21
B.2　设备元件数据 …… 21
B.3　考虑全功率变流器发电厂接入后计算 …… 22
附录C（资料性）　流经大地的短路电流计算实例 …… 23
C.1　概述 …… 23
C.2　数据 …… 23
C.3　厂站内发生接地短路 …… 23
C.4　厂站外接地短路 …… 25

C.5 厂站附近发生接地短路 …… 27
附录 D（资料性） 三芯电缆减缩系数和入地电流分布计算实例 …… 30
D.1 概述 …… 30
D.2 电缆末端发生接地短路 …… 30
D.3 厂站 A 与 B 间接地短路 …… 32
附录 E（资料性） 三根单芯电流减缩因数 r_3 和入地电流分布计算实例 …… 34
E.1 概述 …… 34
E.2 电缆末端发生接地短路 …… 34
E.3 厂站 A 与 B 间接地短路 …… 36

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是GB/T 15544《三相交流系统短路电流计算》的第4部分。GB/T 15544已经发布了以下部分：

——第1部分：电流计算；

——第2部分：用于短路电流计算的系数；

——第3部分：电气设备数据；

——第4部分：同时发生两个独立单相接地故障时的电流以及流过大地的电流；

——第5部分：算例。

本文件代替GB/T 15544.4—2017《三相交流系统短路电流计算　第4部分：同时发生两个独立单相接地故障时的电流以及流过大地的电流》，与GB/T 15544.4—2017相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

——更改了标准的适用范围，将“GB/T 15544的本部分给出了高压三相交流系统(50 Hz或60 Hz)中不平衡短路情况下预期短路电流的计算步骤”改为“本文件规定了50 Hz三相交流系统中不平衡短路情况下预期短路电流的计算步骤”(见第1章，2017年版的第1章)；

——将范围中提及的本文件术语和定义引用的GB/T 15544.1调整到术语和定义(见第3章，2017年版的第1章)；

——将范围中提及的本文件符号引用的GB/T 15544.1调整到符号(见第4章，2017年版的第1章)；

——删除、更改和增加了部分符号(见第4章，2017年版的第4章)；

——更改了同时发生两个独立单相接地短路期间线路对地短路电流的分布的描述(见5.3，2017年版的5.3)；

——增加了全功率变流器机组提供短路电流计算公式(见表1)；

——更改了厂站内的单相接地短路示意图中场站名称(见图4，2017年版的图4)；

——更改了等效大地渗透深度的公式，将公式(36)中“1851”改为“1.851”[见公式(36)，2017年版的公式(36)]。

本文件修改采用IEC 60909-3：2009《三相交流系统短路电流计算　第3部分：同时发生两个独立单相接地故障时的电流以及流过大地的局部短路电流》。

本文件与IEC 60909-3：2009相比做了下述结构调整：

——增加了8.2.2.1和8.3.2.1；

——增加了附录B；

——附录C对应IEC 60909-3：2009的附录B；

——附录D对应IEC 60909-3：2009的附录C；

——附录E对应IEC 60909-3：2009的附录D。

本文件与IEC 60909-3：2009的技术差异及其原因如下：

——更改了范围的表述(见第1章)，以符合GB/T 1.1的要求；

——更改了标准的适用范围，将“GB/T 15544的本部分给出了高压三相交流系统(50 Hz或60 Hz)中不平衡短路情况下预期短路电流的计算步骤”改为“本文件规定了50 Hz三相交流系统中不

平衡短路情况下预期短路电流的计算步骤”(见第 1 章),因我国交流电网最高电压等级为 1 000 kV,经验证本文件中的计算方法可适用于 500 kV 及以上交流系统;

——将范围中提及的本文件术语和定义引用的 GB/T 15544.1 调整到术语和定义,以符合 GB/T 1.1 的要求;

——将范围中提及的本文件符号引用的 GB/T 15544.1 调整到符号,以符合 GB/T 1.1 的要求;

——在符号中删除了等效电压源 $cU_n/\sqrt{3}$,因符号引用的 GB/T 15544.1 中包含了该符号,更改了 $\underline{M}_{(1)}$、$\underline{M}_{(2)}$、$\underline{Z}_{(1)A}$、$\underline{Z}_{(1)B}$的含义以使表达更加准确,增加了符号 $\underline{M}_{(0)}$、$\underline{Z}_{(2)A}$、$\underline{Z}_{(2)B}$;

——增加了全功率变流器发电厂提供短路电流计算公式(见表 1),以与系列标准 15544.1—2023 相协调;

——用规范性引用的 GB/T 15544.1—2023 替换了 IEC 60909-0:2001(见第 3 章～第 6 章),以符合我国技术条件。

本文件做了下列编辑性改动:

——为与现有标准协调,将标准名称改为《三相交流系统短路电流计算　第 4 部分:同时发生两个独立单相接地故障时的电流以及流过大地的电流》;

——纳入了 IEC 60909-3:2009 技术勘误的内容;

——增加了考虑全功率变流器发电厂接入的短路电流计算实例(见附录 B)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由全国短路电流计算标准化技术委员会(SAC/TC 424)归口。

本文件起草单位:中国电力科学研究院有限公司、国家电网有限公司、远景能源有限公司、西安交通大学、国网安徽省电力有限公司。

本文件主要起草人:周勤勇、张彦涛、李亚楼、张玉红、何飞、云雷、卜广全、张立波、王蒙、牟佳男、段翔颖、韩家辉、段智、张甲雷、武方泽、张健、尹奕恺、谭波、张晨浩、黄丹、张松涛、贺海磊、陈典、索之闻、张泽宇、王雪琼、韩奕、陆润钊、赵蕾蕾、杨京齐、龚浩岳、赵飞。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

——2017 年首次发布为 GB/T 15544.4—2017;

——本次为第一次修订。

引　言

GB/T 15544《三相交流系统短路电流计算》由五个部分构成。

——第1部分：电流计算。目的在于给出三相交流系统短路电流的计算方法，对应IEC 60909-0。

——第2部分：用于短路电流计算的系数。目的在于给出短路电流计算所涉及的相关系数的说明及验证过程，对应IEC TR 60909-1。

——第3部分：电气设备数据。目的在于给出标准内容为短路电流计算涉及的电气设备参考数据，对应IEC TR 60909-2。

——第4部分：同时发生两个独立单相接地故障时的电流以及流过大地的电流。目的在于给出同时发生两个独立单相接地故障时的电流以及流过大地的电流的计算方法，对应IEC 60909-3。

——第5部分：算例。目的在于给出短路电流的算例，对应IEC TR 60909-4。

GB/T 15544.4是核心标准GB/T 15544.1中未涉及的两种特殊情况短路电流计算方法的补充规定，一是中性点不接地系统或中性点高阻抗接地系统中同时发生两个独立单相接地短路时的电流，二是中性点直接接地或中性点低阻抗接地系统中发生一个单相接地短路情况下流经大地的局部短路电流。这两种情况均是针对入地电流的计算，计算结果能用于确定发电厂或变电站以及架空线路杆塔处的感应电压、接触电压或跨步电压以及地电位的升高值。本次修订根据GB/T 15544.1—2023考虑了全功率型换流器对入地电流的影响，勘正了原有文件的编辑性错误，复核了本文件对高电压等级电网的适用性。本文件既能为接地网、杆塔接地装置的布置设计提供依据，也能指导保护整定、绝缘隔离等配套安全防护措施的制定。

三相交流系统短路电流计算 第4部分:同时发生两个独立单相接地故障时的电流以及流过大地的电流

1 范围

本文件规定了50 Hz三相交流系统中不平衡短路情况下预期短路电流的计算步骤。

本文件适用于计算:

a) 中性点不接地系统或中性点高阻抗接地系统中同时发生两个独立单相接地短路时的电流;

b) 中性点直接接地或中性点低阻抗接地系统中发生一个单相接地短路情况下流经大地的局部短路电流,以及交流线路的减缩系数。

本文件计算得到的电流,用于确定发电厂或变电站以及架空线铁塔的感应电压、接触电压或跨步电压以及地电位的升高值。

本文件不适用于:

a) 特定受控条件下(如在短路测试站内)的短路电流计算;

b) 飞机或船舶用电设备的短路电流计算;

c) 中性点不接地或中性点高阻抗接地系统中发生的独立单相接地故障的短路电流计算。

本文件是对GB/T 15544.1的补充。本文件不排斥在特定条件下可以得到同等精度的其他算法,如叠加法。

如GB/T 15544.1所述,短路电流及其参数也可通过系统测试加以确定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 15544.1—2023 三相交流系统短路电流计算 第1部分:电流计算(IEC 60909-0:2016,MOD)

GB/T 15544.3—2017 三相交流系统短路电流计算 第3部分:电气设备数据(IEC TR 60909-2:2008,IDT)

3 术语和定义

GB/T 15544.1—2023界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

同时发生两个独立单相接地短路 two separate simultaneous line-to-earth short circuits

中性点经高阻抗接地或不接地的三相交流系统中,在不同导线的不同位置同时发生的单相接地短路。

3.2

同时发生两个独立单相接地短路的初始短路电流 initial short-circuit currents during two separate simultaneous line-to-earth short circuits

I''_{kEE}

同时发生两个独立单相接地短路期间,流经两个接地点的短路电流初始有效值,两个短路点具有相