



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 15544.1—2023

代替 GB/T 15544.1—2013

## 三相交流系统短路电流计算 第 1 部分：电流计算

Short-circuit current calculation in three-phase a.c. systems—  
Part 1: Calculation of currents

(IEC 60909-0:2016, Short-circuit current calculation in three-phase a.c. systems—  
Part 0: Calculation of currents, MOD)

2023-03-17 发布

2023-10-01 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、上角标与下角标 .....	6
4.1 概述 .....	6
4.2 符号 .....	6
4.3 下角标 .....	7
4.4 上角标 .....	8
5 短路电流特性:计算方法 .....	9
5.1 概述 .....	9
5.2 计算假设 .....	10
5.3 计算方法 .....	11
6 电气设备的短路阻抗 .....	12
6.1 概述 .....	12
6.2 馈电网络 .....	13
6.3 变压器 .....	13
6.4 架空线和电缆 .....	16
6.5 限流电抗器 .....	16
6.6 同步电机 .....	17
6.7 发电机变压器组 .....	18
6.8 风电机组 .....	19
6.9 全功率变流器机组 .....	20
6.10 异步电动机 .....	20
6.11 静止变频器驱动电动机 .....	21
6.12 电容与非旋转负载 .....	21
7 初始短路电流计算 .....	21
7.1 概述 .....	21
7.2 三相短路电流初始值 .....	26
7.3 两相短路 .....	28
7.4 两相接地短路 .....	28
7.5 单相接地短路 .....	29

8	短路电流峰值计算	30
8.1	三相短路	30
8.2	两相短路	31
8.3	两相接地短路	32
8.4	单相接地短路	32
9	对称开断电流的计算	32
9.1	三相短路	32
9.2	不平衡短路	35
10	短路电流直流分量	35
11	稳态短路电流计算	36
11.1	概述	36
11.2	三相短路	36
11.3	不平衡短路	39
12	变压器低压侧短路高压侧单相断开	39
13	异步电动机机端短路	40
14	短路电流的热效应	41
附录 A (规范性)	系数 $m$ 和 $n$ 的计算公式	43
附录 B (资料性)	节点导纳和节点阻抗矩阵	44
参考文献		47

## 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 1 部分。GB/T 15544 已经发布了 5 个部分：

- 第 1 部分：电流计算；
- 第 2 部分：短路电流计算应用的系数；
- 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电流；
- 第 5 部分：算例。

本文件代替 GB/T 15544.1—2013《三相交流系统短路电流计算 第 1 部分：电流计算》，与 GB/T 15544.1—2013 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 删除了“当系统标称电压为 500 kV 及以上，并且含有远距离交流输电线路时，需特殊考虑。”，并在适用范围中略去了 60 Hz 系统（见 2013 年版的 1.1）；
- 修改了规范性引用文件（见第 2 章，2013 年版的 1.2）；
- 增加了部分术语和定义（见 3.23~3.27），并删除了术语“同步电机的超瞬态电势”（见 2013 年版的 1.3.16、3.6.1 和图 8）；
- 修改了部分符号和下角标（见 4.2 和 4.3，2013 年版的 1.4.1 和 1.4.2）；
- 修改了表 1 中的标称电压、电压系数要求和脚注（见表 1，2013 年版的表 1）；
- 删除了图 5 及相关陈述（见 2013 年版的 2.3.2 和图 5）；
- 删除了“计算中若计及电阻但具体数值不知道，可按  $R_Q = 0.1X_Q$  和  $X_Q = 0.995Z_Q$  计算。”（见 2013 年版的 3.2）；
- 增加了在计算 110 kV 及以上电压等级短路电流时，可采用等效的方式考虑配网异步电动机的贡献（见 7.1.3）；
- 删除了通过变压器接入网络的异步电动机的相关规定（见 2013 年版的 3.8.2）；
- 将“在高压直流输电系统中，计算交流系统短路电流时应特别考虑电容器组与滤波器的影响。”更改为“在高压直流输电系统中，计算交流系统短路电流时需要特殊考虑电容器组与滤波器的影响。”（见 6.12，2013 年版的 3.10）；
- 增加了“计算最小短路电流时  $K_{s0} = 1$ 。”（见 6.7.2）；
- 增加了新能源及全功率变流器提供短路电流计算相关内容（见 6.8、6.9、9.1.3、9.1.4、11.2.2、11.2.3、11.2.4 和 11.2.5），并相应修改了初始短路电流、短路电流峰值、对称开断电流的计算公式（见第 7 章、第 8 章和第 9 章，2013 年版的 4.2、4.3 和 4.5）。

本文件修改采用 IEC 60909-0:2016《三相交流系统短路电流计算 第 0 部分：电流计算》。

本文件与 IEC 60909-0:2016 的技术差异及原因如下。

- 删除了“当系统标称电压为 500 kV 及以上，并且含有远距离交流输电线路时，需特殊考虑。”（见第 1 章），并在适用范围中略去了 60 Hz 系统。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通过适当修改可以适用于 500 kV 及以上交流系统。
- 规范性引用文件具体调整如下：
  - 用修改采用国际标准的 GB/T 156—2017 代替了 IEC 60038:2009；

- 用修改采用国际标准的 GB/T 2900.74—2008 代替了 IEC 60050-131；
- 删除了正文中未引用的 IEC TR 60909-1:2002、IEC TR 60909-2:2008、IEC 60909-3:2009 和 IEC/TR 60909-4:2000。

——增加了术语“三相短路”“两相接地短路”，并修改了“两相短路”的定义(见第 3 章)。

——删除了本文件中未出现的部分符号和上角标(见第 4 章)。

——修改了短路点等效电压源的部分陈述；修改了表 1 中的中压及高压标称电压，增加了超高压及特高压的电压系数；同时修改了脚注 a，并增加了“对于超高压、特高压系统， $c_{\max}U_n$  可取最高运行电压”，以适应于我国电网的实际情况(见 5.3.1)。

——删除了“计算中若计及电阻但具体数值不知道，可按  $R_Q=0.1X_Q$  和  $X_Q=0.995Z_Q$  计算。”；因为本文件的适用范围涵盖低压至特高压，该  $X/R$  典型参数推荐值不适用于超高压、特高压系统(见 6.2)。

——增加了“变压器高压侧零序阻抗与变压器型号及接地方式有关”；删除了“若基于全功率变流器的发电厂站提供的短路电流不高于无该厂站时母线初始短路电流的 5% 时，可忽略其贡献的短路电流。”。因为新能源汇集厂站可能汇集多个基于全功率变流器的发电厂，单个发电厂提供的短路电流不超过 5%，但多个发电厂提供的短路电流之和很大，按此规则忽略后，可能带来较大误差(见 6.9)。

——增加了在计算 110 kV 及以上电压等级短路电流时，可采用等效的方式考虑配网异步电动机的贡献。因为在我国输电网的短路电流计算数据中，将配电网等值到了 110 kV 或 220 kV 电压等级，不适宜采用异步电动机的全电压等级模型，等效模拟异步电动机提供短路电流的方式可获得较高的计算精度(见 7.1.3)。

——增加了全功率变流器的三相最大电源电流“可用新能源机组故障期间提供的无功电流代替，一般可采用可调节电流源模型(见 GB/T 19963 和 GB/T 19964)”(见 7.2.1)。

——增加了两相接地短路短路电流峰值“为简化计算，可采用与三相短路相同的  $\kappa$  值。”(见 8.3)。

本文件做了下列编辑性改动：

——将标准名称改为《三相交流系统短路电流计算 第 1 部分：电流计算》；

——修改了参考文献。

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、国家电网有限公司国家电力调度控制中心、西安交通大学、广东电网有限责任公司。

本文件主要起草人：孙华东、张彦涛、许涛、张玉红、于钊、贺静波、卜广全、郭强、李亚楼、段翔颖、陈麒宇、王雪琼、施浩波、张健、覃琴、叶俭、杨银国、梅成林、康小宁、赵兵、王虹富、黄彦浩、王琦、潘晓杰、陈迅。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1995 年首次发布为 GB/T 15544—1995；

——2013 年第一次修订为 GB/T 15544.1—2013；

——本次为第二次修订。

## 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:短路电流计算应用的系数。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 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 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 60909-4。

# 三相交流系统短路电流计算

## 第 1 部分：电流计算

### 1 范围

本文件规定了额定频率为 50 Hz 的三相交流系统中的短路电流计算方法。本文件提出的短路点等效电压源法,是一种简洁实用的短路电流计算方法,其计算结果一般情况下具有可接受的精度。如果能够得到相同的计算精度,不排斥采用其他计算方法,如叠加法。用叠加法计算得到的短路电流,依赖于某一特定潮流,因此不一定是最大短路电流。

本文件适用于平衡短路故障和不平衡短路故障的短路电流计算。本文件不适用于中性点不接地或谐振接地系统中,发生一处单相接地故障的短路电流计算。本文件不适用于受控条件(短路试验站)下人为短路和飞机、船舶用电气设备的短路计算。

在中性点不接地或谐振接地系统中,同时发生两个独立单相接地短路故障时,短路电流的计算见 GB/T 15544.4—2017。

短路电流和短路阻抗也可通过系统试验、系统分析仪器测量或通过数字计算机确定。在现有低压系统中,能够在预期的短路点通过测量得到短路阻抗。

短路阻抗的计算通常基于电力设备的额定参数以及系统的拓扑结构,这种方法的优点是既可应用于现有系统,也可应用于规划系统。

通常情况下,需计算两种不同幅值的短路电流:

——最大短路电流,用于选择电气设备的容量或额定值;

——最小短路电流,用于选择熔断器、设定保护定值或校核感应电动机启动。

注:假设三相短路电流是由于三相同时短路而产生。由于三相不在同一瞬间短路,在短路电流中可能出现较大的直流分量的研究不属于本文件范围。

### 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 156—2017 标准电压(IEC 60038:2009,MOD)

GB/T 2900.74—2008 电工术语 电路理论(IEC 60050-131:2002,MOD)

### 3 术语和定义

GB/T 2900.74—2008 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1 短路

##### 3.1.1

**三相短路** **three-phase short circuit**

三相导体之间意外的或有意的、可伴随或不伴随对地短路的导电通路。