

短路电流限制领域存在的问题



英诺威电气经过大量走访、长期的调研，发现我国诸多工业行业在中压配电系统短路电流限制领域，存在诸多问题，这些问题有着多方面的原因，而其中主要的原因在于，电气工作者对于短路故障及短路电流限制本身基础性认识不足，本文旨在通过问题的指出，希对读者有所启发，从而尽快采取行动、规避短路故障造成严重损害的同时，通过科学灵活的短路电流限制措施，优化系统，从而通过技术知识创造更多企业效益。

作者：
桑文山
运营总监
英诺威电气

前言

电力系统中的发生短路故障是不可避免的。除了对故障点附近的破坏（例如由于电弧带来的影响），短路电流从电源流向故障点会向电缆、变压器和开关柜等设备施加较大的电动力和热应力。系统中的开关设备要能够（有选择性地）开断相关的故障电流。

然而随着发电量的增涨和系统网络互联的日益增多，以及工业用户生产规模不断的扩大，要求更大功率的设备生产，需要更大功率的变压器或新增发电机，都会导致更高的故障电流，供电系统容量的持续增涨使得系统网络达到甚至超过它们的短路电流承受能力，严重威胁用户供电系统的安全性和供电可靠性，一旦发生异常高的短路故障，断路器开关设备无法耐受并遮断短路电流，有可能导致设备损坏，甚至火灾、人员伤亡，会给用户造成非常大的损失及长时间生产中断。

如何科学有效的防治短路电流、确保供电系统安全可靠运行是电气管理者不可回避的挑战。

然而令人忧虑和担心的是，英诺威电气近年来通过走访了大量钢铁、化工、水泥、发电、石化等行业用户及设计公司设计院，经过大量的沟通和调研，发现我国诸多工业行业在中压配电系统短路电流限制领域，存在诸多问题，可谓乱象丛生。

不少的用户和工程电气设计者，对于短路故障的暂态过程、短路电流以及短路电流限制的认识（理论、标准、试验）亟待加强；严格按照标准进行全面详实短路电流计算的工程比例较低；所采用的短路电流限制的手段，要么比较传统单一，未充分考虑对系统的影响，要么采用有问题的“故障电流限制器”以限制系统预期短路电流等等，给用户系统的安全运行埋下了隐患。

存在的问题

1. 不少在工业企业供电系统工程设计、建设时，缺乏科学、严谨、详细的短路电流计算和短路电流水平评估分析：

- 由于诸多原因，用户缺乏详实的系统数据，如详实的系统单线图、外网短路容量、电动机参数等；
- 未依据短路电流计算标准（IEC 60909-0, GB/T 15544-1）进行计算；
- 缺乏运行工况的细分、建模、详细数据导入等过程；
- 缺乏对短路电流计算结果的分析和评估并给出专业合理的建议；
- 有的工程甚至没有短路电流计算，在这种情况下还在做短路电流限制。



2. 不少的工业企业，在新建阶段或已建成之后，缺乏对自身系统短路电流水平科学、详细的短路电流计算和分析评估，导致电气管理者：

- 不知道系统的短路电流水平如何，短路电流水平处于黑箱状态。国内的很多大型的工业企业如此，例如大型钢铁企业，规模庞大、系统复杂，不断有新增的高炉煤气发电、干熄焦发电、烧结发电陆续接入厂用电系统，自发电率可达 70%，系统预期短路电流水平比较高，直流分量高，但经走访了解，钢厂用户管理者忙碌于生产、维修等工作中，未能动态的、全面的、深入的短路电流计算和评估，严重的短路故障时有发生。

- 电气管理者所掌握的短路电流水平信息有误，比实际水平低，造成没有及时采取短路电流限制手段加以防治，给系统埋下严重风险。比如：有些工业企业在建设阶段，总降变电站有当地供电局设计院设计，而供电局设计院在做短路电流计算时，没有计入电动机的反馈电流。



3. 由于系统长期未发生过严重的短路故障，用户电气管理者对于短路电流的防治不重视，甚至在短路电流水平异常高、超，未及时采取短路电流限制手段的情况，长期运行，认为发生严重的短路故障的概率低，存有侥幸心理，当系统发生严重故障后，追悔莫及。

4. 由于短路故障及短路电流限制，涉及电力系统暂态分析、开关电器、故障电流限制器等一系列技术，具有一定的复杂性，尽管一些用户和设计院重视短路故障防治，但由于对短路故障和短路电流限制基础理论以及故障电流限制器掌握的不够，在系统设计阶段按照设计习惯，惯性地、被动地采取母线分段、升压变提升电压等级、高阻抗的变压器、限流电抗器等保守的方法措施来限制短路电流，缺乏从系统设计的整体层面权衡和考量，导致系统经济性、系统的可靠性、供电连续性、系统的灵活性失去平衡，系统效能不佳。



5. 对于系统曾经发生严重的短路故障，或造成严重损失的用户电气管理者，包括该工程当时的设计院人员，或者重视短路故障防治的用户和设计院，由于对短路故障和短路电流限制基础理论以及故障电流限制器掌握的不够深入：

- 采用了性能夸大、不合格的限流设备，例如“爆炸桥”，导致系统处于风险之下，误动拒动频发。给用户造成了很大的损失。
- 或采用非有效的限流设备来限制短路电流，比如近年来出现的“深度限流”这种采用快速断路器并联限流电抗器的设备，给客户系统埋下严重的系统风险，有的甚至已经造成了严重的损失。
- 甚至采用没有限流功能的设备来限制短路电流，比如“快速开关”（开断速度快的交流断路器）。

基于以上情况，英诺威电气在未来两个月内，将在英诺威电气官网以及优酷视频等平台陆续发布有关短路故障及短路电流限制的网络研讨视频（Webinar），冀以此普及有关与之相关的基础、标准和试验三个维度方面的知识，使您快速掌握其诀窍，从而更好的开展这方面的工作。

后附网络研讨视频 Webinar 的部分内容概要，供您有所了解。同时我们诚挚的期待，您能积极与我们互动、交流，向我们提出问题或者宝贵建议，我们将尽最大可能将您的问题和建议融入到视频内容中，使视频内容更加丰富详实，从而与大家一同分享，一同成长。

联系我们：

电话：029-8938 5800



Webinar 系列视频内容刚要

快速让您成为短路电流限制行业专家

1. 短路故障

- 1.1. 短路故障的定义
- 1.2. 短路故障是如何在电力系统中发生的？
- 1.3. 短路故障的常规分类
- 1.4. 短路故障的边界条件
- 1.5. 短路故障的数学表达
- 1.6. 影响短路电流幅值的因素
- 1.7. 相位对短路电流的影响
- 1.8. 最严重的短路故障

问题：最严重的三相短路发生的概率是多少？在什么情况下发生？其概率有多大？

2. 短路电流计算与评估

2.1. 短路电流计算

- 2.1.1. 为什么要做短路电流计算？短路电流计算的目的是什么？

短路电流计算是系统设备选型、继电保护的整定、短路电流水平评估的重要基础，其结果对系统的经济型、可靠性、供电连续性、系统的灵活性都有重大影响。

- 2.1.2. 短路电流计算依据什么标准？
- 2.1.3. 短路电流计算计算哪些参数？这些参数功能和意义是什么？
- 2.1.4. 短路电流计算的过程以及软件

2.1.5. 如何解读短路电流计算结果

- 结果数据
- 短路电流计算单线图
- I_k'' 及 i_p 的意义
- 案例

2.2. 短路电流水平的评估

2.2.1. 短路电路水平的评估是基于什么来评估的？

- 系统选型的额定允许值或者已建系统的评估后的额定允许值。
- 基于多种运行方式（含最大运行方式）下系统的预期最大短路电流
- 三相短路，直流分量最大，且在最不利的相位角下的计算

2.2.2. 电力系统中系统的额定允许值有哪些参数来表征？

$I_k'' \max$ 和 $i_p \max$ 的意义

问题：

- 什么是断路器的额定峰值耐受电流，即动稳定电流？系统设备比如断路器、开关柜、为什么有这个参数？它表征的是什么？

2.2.3. 如何评估分析系统短路电流水平

- 评估的方法
- 案例

3. 短路电流限制

3.1. 什么是短路电流限制？

3.2. 短路电流限制的物理本质和数学表达是什么？

3.3. 结合短路电流计算标准，短路电流限制如何定义？

3.4. 短路电流限制的前提条件是什么？

存在的问题：

- 有些用户系统的短路电流水平实际并不高，却采用不必要的短路电流限制
- 有些用户系统在未做短路电流水平评估的情况下，也就是都不知道短路电流水平多高的情况下，在限制短路电流

3.5. 短路电流限制面向的是系统哪些短路电流？

3.6. 短路电流限制的措施和手段有哪些？

3.7. 目前国内市场上设备级的短路电流限制设备有哪些？

问题

- 断路器（包含开断速度比较快的断路器）能否用以限制短路电流？
- 爆炸桥到底是一个什么样的设备？
- “深度限流”是一个什么样的设备？能否有效的限制短路电流？

4. 故障电流限制器

- 4.1. 故障电流限制器的定义
- 4.2. 故障电流限制器的功能和作用
- 4.3. 故障电流限制器的性能要求
 - 应在短路故障零秒之后从什么时候开始限制？
 - 故障电流限制器的限流比
 - 开断类型的故障电流限制器的全开断时间要求
- 4.4. 故障电流限制器的分类
- 4.5. 故障电流限制器对系统的影响
- 4.6. 系统对故障电流限制器的影响

5. UFCL 快速限流器

- 5.1. UFCL 快速限流器的工作原理
- 5.2. UFCL 快速限流器的限流特性
- 5.3. UFCL 快速限流器的功能
- 5.4. UFCL 快速限流器的短路故障识别
- 5.5. UFCL 快速限流器的应用
- 5.6. UFCL 快速限流器的试验
- 5.7. 快速限流器试验报告如何解读
- 5.8. UFCL 快速限流器常见问题问答