

# 继电保护整定计算及定值仿真系统

刘 健, 赵海鸣

(陕西电力调度中心, 陕西 西安 710004)

**摘要:** 继电保护整定计算及故障仿真系统的开发, 使用了新的思路和方法, 涵盖了继电保护整定计算及定值管理工作的全过程, 切实解决了多年来保护定值计算中, 参数、阻抗图、计算过程、计算结果、定值单管理分离等造成的过程繁杂、不易管理的问题。也很好解决了计算程序限制多造成使用不便的问题, 计算工作既可以全自动进行, 也可以方便地加入工程师的丰富经验, 使整定值达到最优设置。其定值仿真功能更能提前发现定值是否正确、合理, 还可以进行电网实际故障模拟等工作。

**关键词:** 继电保护; 整定计算; 定值仿真

中图分类号: TM74

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2002)09-0047-03

## 1 引言

随着电网规模的不断扩大, 电网结构也日趋复杂。不仅造成继电保护整定计算的工作量越来越大, 而且使继电保护整定值的配合越来越困难。由于电网的运行方式多种多样, 目前只能采用电网最大、最小、检修等几种运行方式来简单概括所有运行方式的方法计算保护定值。而选择合理的运行方式进行计算, 对保证继电保护装置的可靠运行以及充分发挥继电保护装置的性能具有十分重要的作用。由于一般的计算程序在运行方式的选取、整定原则的编制、配合关系的选择、计算过程的控制等方面都有严格的限制, 造成由程序自动计算出的整定值, 不少情况下很不合理, 如保护范围过大或过小, 失配多, 动作时限长等, 严重影响了保护性能。另外, 对于局部新设备的投产, 一般只能进行局部电网保护定值的整定计算。但目前的整定计算程序都不能很好地处理这些问题, 有可能使整个电网保护定值的配合出现偏差, 造成保护定值之间的不配合而使保护误动。

由于整定计算出的定值无法通过实际故障来验证其选择性和灵敏度, 目前的整定计算程序只能校验保护定值的远、近后备的灵敏度。但当保护范围伸得较远时, 与其它线路或电气保护的配合关系则无法验证。因此目前采用的灵敏度校验方法, 实际上是一种开环工作方法, 对计算出的定值在系统故障时的动作情况如何, 继电保护工作者无法在系统发生故障前掌握。

整定计算及管理工作内容非常繁杂, 并且责任重大, 对安全性要求很高。目前, 继电保护定值整定

计算程序, 大多停留在整定计算工作全过程中的一个阶段——整定计算阶段, 缺少整定计算过程中其它环节, 如: 参数、保护配置、保护定值、分析计算、各种保护装置的定值计算、统计分析等的管理。

针对以上问题, 研制了一套以图形建模方法为基础的电力系统继电保护整定计算、管理及仿真系统。可以利用图形化软件进行数据、过程管理, 电网故障分析, 定值整定及仿真等。在整定计算中, 可以方便地建立各种运行方式的计算模型, 进行自动计算。也可以通过控制计算进程, 方便地融入整定工程师的宝贵经验, 借助整定程序优化电网各级继电保护装置的整定值, 以实现不同电网结构及不同运行方式下的最佳整定方案, 最大限度发挥继电保护装置的性能。通过灵活的电力系统故障仿真, 实现对全网继电保护定值的仿真校验, 摆脱目前继电保护装置动作行为只能在其动作后才能判断是否正确的被动状况, 提高电网的安全运行水平和灵活性。同时对继电保护定值整定计算的全过程进行管理, 可以自动生成各序网图、参数表(有名值和标么值)、保护型号配置图等。还可以自动形成计算书、定值通知单、接地和相间后备保护定值配置图等, 并自动进行分类管理, 大大提高了整定计算全过程的水平。

## 2 软件的核心功能

### 2.1 图形建模功能

可以通过选择已定义好的线路和各种电气设备的模块, 方便地绘制各种电气元件, 包括断路器、刀闸、线路、发电机、二卷变、三卷变、自耦变压器、电抗器、分裂电抗器、电容器、母线、外部等效系统以及接地标志、连线等。按提示菜单, 方便地输入各种参

数,出错时,软件设置的模糊识别功能立即发出强烈的告警信息。在绘制图形时,可以任意缩放、旋转、自动捕捉、块复制等功能,有效防止连接不良,提高建模速度。

同时,元件的所有信息,如参数、定值、保护型号等,可以直接从电网图上获取。考虑到计算机技术的迅速发展,各种数据均可以实现自动升级,有效提高资源的利用。

## 2.2 网络故障计算功能

本系统能自动分析网络拓扑结构。建立了电网模型、输入参数后,即可以进行计算工作,省去了编制网络接点、支路等繁杂工作。可以进行简单故障、复杂故障、网络等值、分支系数、助增系数、支路短路电流、各序电流、任意多个 T 接线、零序互感线路等的计算;灵活、方便地实现各种运行方式;故障点、故障类型、过渡电阻大小等可以任意设定;计算可以自动进行,也可以通过对计算过程的控制,实现特殊要求时的计算工作。

计算结果可以通过查看单个量或查看全部量来查看各支路各序量、相电流值或母线各序量、相电压值等,包括标么值和有名值。

## 2.3 序网图自动生成功能

能根据建立的一次电网模型的网络结构自动生成各序网图,并可以方便地查看或打印各序网图,大大提高了工作效率。

## 2.4 优化整定值功能

整定工程师的经验是极为宝贵的财富,他们有时仅需调整一个定值,就可以使整个电网的保护定值非常合理。因此融入整定工程师的宝贵经验,借助整定程序优化电网各级继电保护装置的整定值是本系统的一个重点。

给予整定计算人员一定的编程权限,无疑是解决上述问题的一种新思路,但在实际应用中必将会遇到很大困难。(1)若对某一过程进行编程处理,即使其过程再简单,计算、校核、审核等人员也必须先核对其思想是否正确,是否符合相关规定,再核对其程序是否正确,与原程序进行的工作如何衔接等,这将大大增加工作量。(2)由于整定计算工作是一项有许多限制的工作,只能在规程、规定允许的情况下进行发挥,赋予整定计算人员随意发挥的权限不但没有太多的实际意义而且极易出错。(3)整定工程师的经验往往综合了多方面的知识来优化整定值,用口头或一般的文字很容易表述清楚。但要通过编程来实现,工作量将会非常大,甚至不可能实现。

为此,采用基本整定原则(如国标)和满足多种特殊要求的特殊原则(如各地的特殊要求)相结合的整定原则(各种整定原则可根据需要进行选用),可以方便地对计算过程进行控制的方案,不但可以方便地融入整定工程师的宝贵经验优化电网整定值,而且安全、可靠、方便、快捷。

如根据某电网整定的一般要求,通过选择确定的基本整定原则,设为默认值,在以后的整定计算中,就不必再次选择整定原则。如果需要对基于此原则计算出的定值进行优化,则根据整定工程师的经验(如调整系数值、改变配合原则、插入特殊定值、选择合理运行方式等多种手段),对局部或全网的整定值进行优化(系统自动记录所有的计算过程),以获取最佳整定值。

另外,针对一次系统局部发生变化或者出现特殊运行方式,采用限制电网保护定值变化区域,强制配合等手段,进行局部电网的整定计算工作,防止发生失配现象,很好地解决了这类问题。

## 2.5 保护的仿真功能

本系统解决了困扰整定计算工作多年的计算出的整定值在系统故障前无法验证其正确与否的问题,同时可以进行故障中继电保护装置动作行为的分析和事故预想等。可以大幅度提高工作效率和工作质量,为继电保护工作提供了先进的管理手段。

对已建成的一次网络可根据需要在母线或线路各处设置任意类型的故障,进行保护定值仿真,对继电保护的定值进行校验,防止运行中继电保护定值失配及灵敏度不足等问题。检查仿真时可以设置搜索全网,也可以搜索本线路及上下两级的保护动作情况。

根据模拟故障的计算结果与继电保护定值进行比较来判断继电保护的動作行为。可以对各种保护分别进行判断,若动作条件满足(包括动作值及延时等,阶段式、纵联、重合闸等均可以模拟)则跳开相应的断路器,并重新进行故障计算,继续搜索,直到故障切除。仿真定时器的间隔、仿真时间段的长度以及故障存在的时间、过渡电阻、哪些开关拒动、误动等都可根据需要设置。当仿真完成后,自动生成完整的仿真报告,包括系统运行方式、故障地点、故障类型、相别、各故障量、保护定值、动作时间、开关状态等,并能在电网一次结线图上显示保护、开关的動作情况。

如在电网故障中,保护装置動作行为较为复杂,可以设置故障时系统的实际运行方式,在已知故障

点处(或通过录波图等分析故障点位置和故障类型,采用逐步逼近的方法,确定故障点)模拟相同类型的故障以及开关的变位情况等,观察保护的動作情况,分析故障中保护装置的動作行为是否正确。

调度员可根据事故预想方案,利用仿真系统在相应的故障点处设置故障,了解保护装置及断路器在不同情况下的動作情况,作为事故预想的根据,使事故预想的方案更符合实际。

## 2.6 管理功能

### (1) 定值单的自动生成功能

当完成系统整定配合后,进入定值单生成模块。程序可根据保护装置类型自动提供一种装置定值单的模板(EXCEL格式,此模板可以事先设置,以满足各种装置的需要),定值项的值自动取自整定出的定值。定值单可以修改、保存、打印。

### (2) 计算书自动生成功能

定值整定的整个过程都自动记录在计算书中。手工进行整定计算时,计算书同步显示,清楚地显示每步操作的情况,十分方便。计算书可以查看、保存、打印。

### (3) 定值单管理功能

可以显示所有生成的系统定值单,也可以分别显示正在整定、待执行、已执行、已作废四种状态的定值单。可查阅各定值单对应的装置型号、保护对象、定值单编号等。可以将待执行定值单通过点击转化为已执行定值单,并自动添加执行日期。可以将已执行定值单通过点击转为已作废定值单,并自动记录作废日期。对于已作废的定值单可设定保留期限,到期后自动删除。

### (4) 数据库查询功能

在日常保护管理中根据需要可以随时查阅下列有关数据:一次设备的参数、保护装置配置型号、保护装置整定值、短路电流值(含所对应的方式)、母线等值阻抗、分支系数(含所对应的方式)等。电网参数、保护配置、保护定值、统计数据等。

## 3 计算及仿真依据和原则

该软件在计算及仿真过程中严格遵循 DL/T 559-94《220~500 kV 电网继电保护装置运行整定规程》、DL/T 584-95《3~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程》,结合陕西电网特点,确保了计算及仿真结果的正确性和实用性。

## 4 应用情况

该系统于 1999 年 10 月在陕西电网开始试用,于 2001 年开始正式使用。从使用情况看,该系统思路新颖,界面友好,操作简便,方便灵活,功能齐全,性能稳定,可扩展性强,解决了整定计算工作中的许多实际问题,有效地减轻了整个继电保护整定计算工作的工作量。

## 5 结论

该软件的开发应用,不仅将整定计算人员从繁重的手工劳动中解放了出来,而且可以很好地融入整定工程师的宝贵经验。这样不仅大大提高了电网继电保护整定值的可靠性,而且可以很方便地优化保护定值。故障仿真的应用更使继电保护整定计算工作得到了进一步升华,整定计算人员可以提前发现整定计算中的错误,从而为电网的安全稳定运行打下坚实的基础。代表了当前继电保护整定计算、管理及仿真技术的最新发展方向。标志着已经实现了用计算机完成继电保护整定计算的全过程——定值计算、定值优化、定值仿真及各种管理工作,有效地促进了电网安全生产和管理的现代化。

收稿日期: 2002-02-01

作者简介:

刘健(1962-),男,高级工程师,从事 330kV 电网继电保护整定计算及运行管理工作。

赵海鸣(1962-),女,高级工程师,从事 330kV 电网继电保护整定计算工作。

## System of setting calculation and simulation of relay protection

LIU Jian, ZHAO Hai-ming

(Shaanxi Electric Power Dispatch Center, Xi'an 710004, China)

**Abstract:** This paper presents a new system of setting calculation and simulation of protective devices in electric power systems. With this software package, an integrated environment is provided for fault calculation and management of system parameters, impedance graph, calculation results and settings. Many problems and inconvenience involved in traditional setting calculation are well solved. The setting calculation can be carried out automatically. It is easy to take account of expert knowledge during the calculation process to optimize the settings.

**Key words:** relay protection; setting calculation; setting simulation