

基于不同类型继电保护装置的多级保护配合

继电保护技术主要由电力系统故障分析、继电保护原理、继电保护配置设计整定以及继电保护运行和维护等部分组成。继电保护配置设计、定值的整定对电力系统的安全稳定地运行起着极为重要的作用。但是目前的继电保护装置与早期的继电保护装置存在较大差异,两种设备间对继电保护整定的方式互不兼容,如系统中局部硬件设备的更新及改造,会造成上下级匹配困难。掌握早期继电保护设备的原理并且合理匹配各种整定参数曲线有一定实际意义。

郑贵文/宝钢工程技术集团有限公司

0 引言

继电保护技术广泛应用于中高压电气系统,其中对于单独的小电网有以下特点:

1) 继电保护装置的种类繁多,新旧产品之间存在差异。继电保护设备的元件制造工艺复杂,国内早期采用的继电保护设备基本都是机械式继电器。以早期日本引进继电器为例,速断、过电流保护普遍采用的是机械式继电器,该继电器所能提供的速断反时限曲线全部为硬件固化的特性曲线,不具备可编程性,也没有国际通用的特性曲线可供选择。而目前国内采用的继电保护设备则具有可编程性,并能提供标准的反时限曲线(如IEC曲线、IEEE曲线和 I_{∞} 曲线)进行设置,二者在硬件和软件上有一定差异。

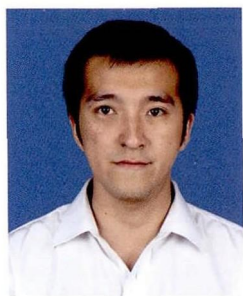
2) 同一系统中,各级继电保护设备需要紧密配合。一个相对独立的电力系统,是由各级继电保护装置构成一个完善的整体保护系统,通过匹配多级保护构建完整的继电保护体系,上下级保

护间相互配合才能提高系统的可靠性。以单母线分段系统为例,自变压器的进线断路器、母线进线断路器以及到各个馈线断路器来说,常规的继电保护配置是考虑速断、过电流和接地等保护自上而下层层匹配,各级之间拉开级差,避免因末级动作而影响整个系统的稳定性。在同一个系统中,各级保护尽可能采用一种整定体系,如过电流保护只采用IEC或者其他某类反时限曲线,这样可以避免不同体系下曲线交叉以及事故越级跳闸,从而影响生产。

1 在局部改造中存在的问题

以钢厂的区域电气室为例,运行20年以上的中高压配电系统中,由于设备更新或者系统扩容导致发生经常性的硬件局部改造。一旦发生局部改造,就可能涉及到新旧继电保护设备的交叉使用,而产生不同类型继电保护装置整定匹配的问题。如果局部改造范围较小,目前的综合保护装置是可以通过模拟原有继电保护的曲线来保证原有系统的一致性的,但是如果改造牵扯面大,相互之间接口多,委曲求全的策略会增加后期维护难度,对维护人员也要求较高,打乱继电保护整定的一致性。

因此,系统中有大面积的局部改造发生时,在继电保护整定的匹配上,应理清原有继电保护设备性能,对原有的保护值整定体系充分了解。如果新型继电保护能覆盖原有的保护功能和保护范围最好,如果不能还可以通过分解保护功能、转移保护功能等手段,实现对原



郑贵文/工程师

关键词/Keywords

继电保护·
过电流保护·
整定值·

有保护范围完整保留。

2 工程实例

现以某钢厂内一区域的电气室发生的局部改造为例，说明不同体系下继电保护整定匹配的方法。

钢厂内总降电气室、1号电气室建于20世纪80年代，全套设备从日本引进，继电保护装置采用机械式继电器，运行30余年。2号电气室建于20世纪90年代末期，继电保护装置采用的是电子式综合保护继电器。目前由于工艺系统调整，需要对部分设备也进行相应调整，并将原有系统中不合理的地方进行一定的修改。

项目单线系统如下图所示。图中点画线部分为本次改造范围，其中1号电气室10 kV进线柜和3 kV受电柜为更新改造，C母线及D母线上设备均为新增，在C母线上设置1面受电安保电源高压柜，其引自2号电气室3 kV母线送电安保电源柜，作为紧急情况下外引备用电源，为C母线、D母线上的必

要设备供电。

2.1 项目难点分析

本次改造中，继电保护整定的难点在于原有1号电气室所有继电保护继电器为20世纪80年代生产，保护曲线采用的是继电器本体固化的特性曲线（本文暂称D曲线）。D曲线是一组反时限曲线，在继电器中有可供选择的D1~D10等10根曲线，曲线无其他参数可整定。

本次改造中更新设备采用的是综合保护继电装置，其提供标准通用型的曲线，如IEC曲线、 I_{ac} 曲线和IEEE曲线等，而在目前的标准反时限曲线组中没有能替代D曲线组的。如通过曲线拟合，将所有新增继电保护曲线都模拟成D曲线，后期再次改造就会面临整个电气室的继电保护都需要重新调整的问题，而且拟合的曲线为维护和实际操作人员带来极大不便。系统中原有设备的继电保护整定值如表1所示。

表1 原有继电保护整定值

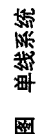
原整定值	1号电气室					2号电气室	
	设备名称	10 kV引入	3 kV引入	C母线进线	3B-01B	3P-01B	受电安保电源
	容量	10 MV·A	10 MV·A		560 kW	300 kW	10 MV·A
	额定电流/A	577.4	1832.9		126	63	
	互感器电压比	180	600		40	20	600
	继电器型号	ICO1E-ATF1	K2CA-D03-R2		NTY-03A	NTY-03A	F650
	51一次侧	1 800	2 000		126	63	2 340
	反时限曲线	D3	D1		6倍电流8 s	6倍电流20 s	$I_{zc} VI/D=3$
	50一次侧	7 500	10 000				9 000
	定时限	0	1				0.7

2.2 继保参数整定方案

为简短说明，本文只探讨具有代表意义的几个回路整定。速断保护（51保护）部分由于采用定时限保护，可以都保持不变，新增部分只考虑拉开级差即可，因此不作详细阐述。

1号电气室10 kV引入开关过电流保护曲线为D3，上级总降电源开关过电流保护为D5曲线，下级3 kV引入开关过电流保护为D3曲线。通过下图可以看出，这两级开关处于承上启下的位置，因

此所选择的曲线需要满足匹配原有上下级的过电流保护曲线的要求，并要拉开级差。但是标准曲线无法完全与原曲线匹配，最终通过比较，10 kV引入选择的是IEC SI ($K=0.25$) 曲线，3 kV引入选择的是IEC SI ($K=0.4$) 曲线。但是IEC SI ($K=0.25$) 曲线与D3曲线均交叉，它们在7倍额定电流附近动作时间会产生交点。交点之前D3曲线动作时间都高于IEC SI ($K=0.25$) 曲线，其交点以后部分范围转移至速断保护中实现。



另外，10 kV引入开关和3 kV引入开关的过电流保护曲线也不匹配，主要是由于10 kV引入的过电流保护整定值过大，所以其范围与3 kV引入开关过电流保护曲线的范围并不重合，可以适当提高3 kV引入开关的过电流保护曲线，并经过与A母线上总体负荷重新评估后发现3 kV引入的过电流保护完全可由IEC SI ($K=0.4$) 曲线替代，这样既提升现有3 kV侧参数调整空间，又能将标准曲线植入原有系统。不同曲线动作时间如表2所示。

表2 不同曲线动作时间

I/I_r	IEC SI $K=0.25$	D3	D4	D5	D1	IEC SI $K=0.4$
2	2.51	6.5	8.5	11	2	4.01
2.5	1.89	3.8	5	6.7	1.25	3.03
3	1.58	2.8	3.8	5	0.95	2.52
4	1.24	1.7	2.3	3	0.56	1.99
5	1.07	1.3	1.8	2.25	0.42	1.71
6	0.96	1.10	1.4	1.8	0.35	1.53
7	0.82	0.88				

2号电气室的继电保护曲线采用的是 I_{ac} 极端反时限曲线，因为受电安保电源和送电安保电源都是在1号电气室断电情况下才启用，所以也采用 I_{ac} 极端反时限曲线，并通过对比后确认与下级电动机回路过电流参数整定不发生冲突即可。

在电动机保护中，原有的继电保护曲线是根据电动机额定电流和在数倍的额定电流的时间来选择的。如本项目中3B-01B电动机（AC 3kV 560 kW），其原有的反时限曲线为额定值的6倍时8 s动作。因此，本次改造所选择曲线的思路是根据达到6倍额定电流时8 s附近选择最邻近的曲线，通过比对，新曲线可以覆盖原有曲线的保护范围。当然这是站在继电保护装置替代的角度考虑，更稳妥的方式是通过近期测试电动机特性曲线后来选择。

最终的继电保护参数选择如表3所示。

通过多次改造，目前1号电气室处在继电保护参数的多重坐标系下，后期的改造中会尽可能地选择在同一坐标系的标准继电保护参数，以使整

表3 最终继电保护整定值

改造后整定值	设备名称	1号电气室					2号电气室		
		10 kV引入	3 kV引入	C母线进线	3B-01B	3P-01B	受电安保电源	3 kV进线	送电安保电源
	容量	10 MV·A	10 MV·A	1 420 kW	560 kW	300 kW	1 420 kW	10 MV·A	1 420 kW
	额定电流/A	577.4	1 832.9	326	122	67.8	326		326
	互感器电压比	180	600	250	40	20	200	600	200
	继电器型号	T650	T650	F650	M650	M650	F650	F650	F650
	51一次侧	1 800	2 000	1 250	126	63	1 250	2340	1 400
	反时限曲线	IEC SI	IEC SI	IEC SI	1.01FLA	1.01FLA	I_{ac}	I_{ac}	I_{ac}
		$K=0.25$	$K=0.4$	$K=0.25$	Curve 8	Curve 8	$VI/D=1.5$	$VI/D=3$	$VI/D=1.5$
	50一次侧	7 500	10 000	6 500			6 500	9 000	6 500
	定时限	0	0.7	0.3			0.3	0.7	0.4

个系统更加简练可靠并易于维护。

3 结束语

随着保护装置不断地更新换代，对系统保护

能力也不断提高，但人才是根本，站在更高的角度看待继电保护的意義，对提高电网的整体稳定性意义深远。

（收稿日期：2016-11-29）EA