

导体截面积减小处保护电器安装分析

以工程中遇到的导体截面积减小处保护电器安装问题为例,引发了对导体截面积减小处保护电器安装问题的思考。通过案例分析对于导体截面积减小处保护电器安装提出异议,希望相关规范能够考虑工程应用问题。GB 50054—2011《低压配电设计规范》的编写参考IEC 60364标准,但在IEC 60364—4—43和王厚余编著的《建筑物电气装置》一书中均给出了可以用三角形法计算导体截面积减小处免装短路保护的导体长度,GB 50054也应参考IEC 60364标准给出此计算方法,作为工程设计依据。

逯霞/中国航空规划建设发展有限公司
胡世秋/北方华锦化学工业集团有限公司

0 引言

GB 50054《低压配电设计规范》中关于导体截面积减小处保护电器(用于过负荷保护和短路保护的电器)的安装要求有明确的规定,但是工程实际中分别设置过负荷保护和短路保护电器存在很大的困难,原因为市场上400 V系统常用的保护电器为断路器和熔断器,这两种电器兼有过负荷和短路保护的功能,能安装保护电器自然能实现两种保护功能,设计需要考虑的是保护配合问题;其次保护电器的安装存在很大的困难,受产品的限制,母线插接箱的最大规格为800~1 000 A(某些企业的产品最大只到630 A),保护电器整定值大于此规格时变截面积导体均无法安装保护电器。

1 规范规定

据笔者了解GB 50054《低压配电设计规范》曾经进行了3次修编,关于保护电器在导体截面积较小处的安装规定分

别如下(以下规范部分为原文引用):

(1) GBJ 54—83《低压配电装置及线路设计规范》

第4.0.8条规定在配电线路的导体截面积减小处、配电线路分支处或保护需有选择性的地方,均应装设保护电器,但符合规范第4.0.9条规定者除外。

保护电器应装设在被保护线路与电源线路的连接处,有困难时,可装设在距离连接点3 m以内便于操作和维护的地方。

当从高处的干线向下引接分支线路时,可将保护电器装设在距离分支点30 m以内便于操作和维护的地方。但应保证在该段分支线末端发生单相(或两相)短路时,离短路点最近的保护电器能够动作,且该段分支线路应有不延燃性外层或穿管保护。

说明:考虑到3 m长的分支线路是一短段,在此短段发生故障,干线的保护电器应能正确动作。当分支线路长度为30 m时,此段线路内发生故障时,干线的保护电器可能动作时间过长,因此规定应有不延燃性外层或穿管敷设,防止因故障引起的燃烧蔓延。

第4.0.9条规定,在下列情况的配电线路中,在导体截面积减小处或配电线路分支处可不装设保护电器:

- 1) 上一段线路的保护电器已能保护截面积减小的那一段线路或分支线。
- 2) 采用20 A及以下的保护电器所保护的线路。
- 3) 配电装置内部从母线上接到保护电器的分支线。



逯霞/高级工程师

关键词/Keywords

过负荷保护电器·
短路保护电器·
导体截面积·
T接箱·
插接箱·

4) 室外架空配电线路。

(2) GB 50054—95《低压配电设计规范》

第4.5.2条规定,保护电器应装设在被保护线路与电源线路的连接处,但为了操作与维护方便可设置在离开连接点的地方,并应符合下列规定:

- 1) 线路长度不超过3 m。
- 2) 采取将短路危险减至最小的措施。
- 3) 不靠近可燃物。

第4.5.3条规定当将从高处的干线向下引接分支线路的保护电器装设在距连接点的线路长度大于3 m的地方时,应满足下列要求:

1) 在分支线装设保护电器前的那一段线路发生短路或接地故障时,离短路点最近的上一级保护电器应能保证符合本规范规定的要求动作。

2) 该段分支线应敷设于不燃或难燃材料的管、槽内。

(3) GB 50054—2011《低压配电设计规范》

第6.2.5条规定,短路保护电器应装设在回路首端和回路导体载流量减小的地方。当不能设置在回路导体载流量减小的地方时,应采用下列措施:

1) 短路保护电器至回路导体载流量减小处的这一段线路长度,不应超过3 m。

2) 应采用将该段线路的短路危险减至最小的措施。

3) 该段线路不应靠近可燃物。

第6.2.6条规定导体载流量减小处回路的短路保护,当离短路点最近的绝缘导体的热稳定和上一级短路保护电器符合本规范第6.2.3条、第6.2.4条的规定时,该段回路可不装设短路保护电器,但应敷设在不可燃或难燃材料的管、槽内。

第6.3.4条规定过负荷保护电器应装设在回路首端或导体载流量减小处。当过负荷保护电器与回路导体载流量减小处之间的这一段线路没有引出分支线路或插座回路,且符合下列条件之一时,过负荷保护电器可在该段回路任意处装设:

1) 过负荷保护电器至回路导体载流量减小处的距离不超过3 m,该段线路采取了防止机械损伤等保护措施,且不靠近可燃物。

2) 该段线路的短路保护符合本规范第6.2节的规定。

条文解释为:导体载流量减小的原因包括截面积、材料和敷设方式发生变化等。

第6.3.4条第1款规定是为了操作与维护方便,例如一段安装在高处的水平母线变截面积后经插接开关箱引至配电箱,插接开关箱可以安装在便于操作的高度,但距离母干线截面积减小处的距离不能大于3 m。

国家规范GB 50054修编中均保留了关于导体截面积减小处保护电器的安装要求,但是只有83版规范对不能安装保护电器时的工程处理方式做了明确规定,其他版本规范取消了此条要求,并未解释具体原因。据了解取消此条的原因是后两版标准是按照IEC 60364—4—473(后来这部分内容也作废了)以及IEC 60364—4—43 2008的规定编写的。IEC 60364—4—43 2008中规定了“3 m”,但并未对其来由做具体解释。

2 支持导体截面积减小的工程产品

目前市场上能够支持导体截面积减小的工程产品有:①穿刺夹;②母线插接箱;③母线T接端子;④电缆T接箱。

3 产品规格举例

国家标准13D101—7/10给出的预分支电缆规格。预分支电缆规格如下表所示。从下表可以看出厂家的产品中最大截面积1 000 mm²的主干线可以有10 mm²的分支电缆。

母线插接箱的规格由工程设计确定,母线厂家根据断路器的规格大小一般提供630 A以下的插接箱,也有部分厂家能够提供800 A,1 000 A的插接箱,再大的插接箱就无法安装了。

根据厂家提供的资料,厂家可以提供分支接线为400~3 150 A的母线T接端子。

电缆T接箱的规格由工程设计确定。

对于各种产品的应用范围、产品技术特性和优缺点等本文暂不讨论,其共同点是工程应用后都可以改变导体截面积,通常为减小。

表 国家标准13D101-7推荐的预分支电缆规格

主干电缆		分支电缆截面积/mm ²	分支接头参考尺寸/mm			主干电缆		分支电缆截面积/mm ²	分支接头参考尺寸/mm		
截面积	外径		d_1	d_2	L	截面积	外径		d_1	d_2	L
/mm ²	/mm					/mm ²	/mm				
10	9	10	(2.5~3) D	1.7 D	120	185	24	10、16、25、35、50和70	(2.5~3) D	1.7 D	125
16	9.5	10、16				240	11.6				150
25	11.6	10、16和25				300	12				
35	12	10、16、25和35			125	400	14	10、16、25、35、50、70和95			175
50	14	10、16、25、35和50				500	16				
70	16					630	18				
95	18					800	20				
120	20					1 000	22				185
150	22	10、16、25、35、50和70									

4 工程应用的问题

在工程设计中导体截面积变化是一个经常性的问题，从配电系统方面考虑，供电电源（变压器或总进线处）至末端配电设备存在容量逐渐减小的问题，就存在导体截面积减小的问题。低压电力配电系统接线方式包括放射式、树干式和链式等。

工程设计中，如果导体截面积减小处能够安装保护电器，设计人员从配电的合理和保护的配合性上考虑一般都设置保护电器。对有些配电系统不能安装保护电器的处理方法，经仔细研读GB 50054—2011《低压配电设计规范》给出的答案是通常要求安装保护电器，除非计算满足保护要求。只有距离3 m以内采取措施时可以不装保护电器。

目前市场上常用的低压保护电器产品有断路器、熔断器，这两种产品兼有过负荷保护和短路保护的功能。笔者认为如果导体截面积减小处能够安装保护电器，设计师需要考虑的是过负荷、短路保护的配合，而并非一定只安装一种保护。而且据笔者了解熔断器也无法只提供一种保护功能。

举例如下：某厂房建筑高度15 m，其中某试验区域，一共安装有9台设备，设备额定功率、电流分别为1[#]/1 100 kW、1 672 A；2[#]/2 001 kW、2 945 A；3[#]/650 kW、988 A；4[#]/755 kW、1 235 A；5[#]/842 kW、

1 400 A；6[#]/800 kW、1 216 A；7[#]/700 kW、1 064 A；8[#]/120 kW、182 A；9[#]/240 kW、364 A。根据工艺使用要求、供电系统合理等因素综合考虑这9台设备由一台变压器配电，最大运行时1[#]、2[#]设备同时使用或4[#]、5[#]和6[#]设备同时使用。

综合比较供电方案，1[#]~9[#]设备由同一台变压器的同一母线配电，分别设置有1[#]~9[#]共计9台落地式配电/控制箱，其中1[#]~7[#]控制箱均为设备配套。

母干线上可以安装插接箱时，均已安装，如图1所示i[#]、j[#]设备。对于1[#]~7[#]设备的配电，各方案不同，配电系统示意图分别如图1~图3所示。

图1的配电方案，分支线采用变截面积安装，长度大于3 m，约10 m，优点是施工方便、造价合理，分支母线敷设路径上无可燃材料，如果此段长度只考虑短路防护电器能保护分支回路，利用IEC 60364-4-43 2008给出相似三角形方法计算，可以不设置短路保护。末端过负荷保护、末端线路的短路保护由1[#]~7[#]配电箱内的开关实现。为了工程可靠，可以在分支回路、分支母线接头处安装测温装置，提前发现故障，测温装置为2~3个，因为母线标准段有3 m、4 m和6 m。

图2的配电方案，分支线严格按照现行规范要求参考条文解释在长度3 m处安装插接箱，优点是满足规范要求，缺点是大容量的插接箱改为配电柜或配电箱挂墙安装，现场安装位置有限，通常无法安装，而且安装在房间的半空中，影响美观；同时由插接箱到1[#]~7[#]配电/控制箱采用母线还

是电缆导体现场都会带来施工困难。

图3的配电方案,分支线与母干线采用等截面积,优点是完全满足规范要求;缺点是造成工程投资的浪费,而且母线与1[#]~7[#]配电柜的接线也不容易施工,1[#]~7[#]配电柜为设备配套时连接更存在问题。

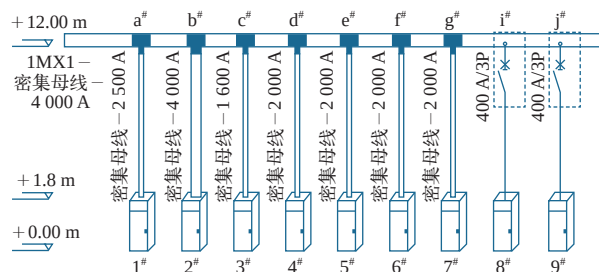


图1 某工程某支配电系统示意图

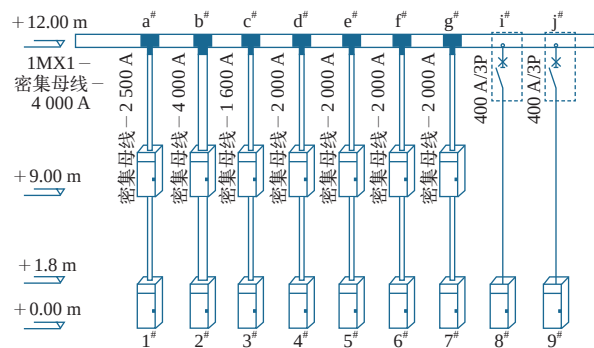


图2 按照规范要求设计的配电系统示意图1

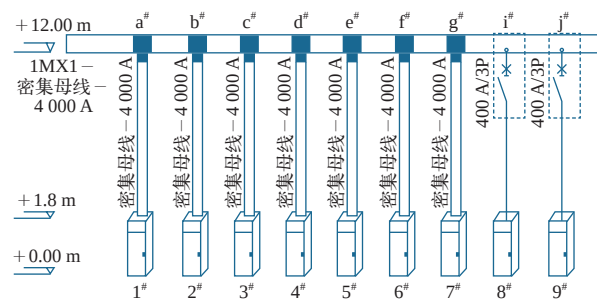


图3 按照规范要求设计的配电系统示意图2

各种方案均存在自己的优缺点,工程实际中需要设计师结合工程需要设计经济、可靠和合理的方案。

5 结束语

GB 50054—2011 中将过负荷保护和短路保护分别论述的原因是为了说明对两种保护的原则性

要求,设计中这两种保护功能一般由同一个保护电器承担。目前市场上的通用的保护电器熔断器无法单独承担两种保护功能。

GB 50054—2011 中6.3.4 条从条文解释理解强调的是可以安装插接箱的情况,考虑插接箱的操作、维护。工程中插接箱内开关的操作可以采用电动操作机构来实现,同时大于3 m的高度不见得都不能维护,还需要结合工程实际情况确定。另外距离母干线截面积减小处距离不大于3 m的地方经常无法安装插接箱。建议规范增加无法安装插接箱时应该采取的措施。

按照GB 50054—2011 的规定,预制分支电缆、T接箱和穿刺夹的应用场合均能在导体变截面积3 m范围内使用,但对于干线截面积和分支线截面积的范围并无要求。如预分支电缆主干线1 000 mm²,分支线10 mm²,支线长度小于3 m是否可以使用。短路电流跟阻抗成反比,长度一定时,短路电流跟截面积单位阻抗成反比,截面积越小,短路电流减少越多,是否一定合理。关于变截面积的长度需要按照IEC 60364—4—43和王厚余编著《建筑物电气装置》给出的相似三角形法计算,工程设计可以参考。

此处仅为笔者在工程应用中实际问题的总结归纳,有不当之处烦请指正。

参考文献

- [1] 中国机械工业联合会. 低压配电设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2012.
- [2] 中国机械工业联合会. 低压配电设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 1995.
- [3] 中国机械工业联合会. 低压配电装置及线路设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 1984.
- [4] 中国建筑东北设计研究院. 民用建筑电气设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2008.
- [5] 中国航空工业规划设计研究院. 工业与民用配电设计手册[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [6] 王厚余. 建筑物电气装置600问[M]. 北京: 中国电力出版社, 2013.

(收稿日期: 2015—06—06) EA