

# 低压成套开关设备的设计与可靠性分析

冯伟烽

杭州欣美成套电器制造有限公司 浙江 杭州 311200

**摘要:** 由于人类对电力系统的需要和可靠性的增加,对电力系统整体稳定性的要求又再进一步增加了,而低压成套的设备已成为供电系统中非常关键的部分,可以说凡是用到电气系统的场合就没有不了低压装置,低压开关电器已应用于供电系统中,并逐渐向自动化扩展。对低压成套开关器件设计的稳定性进行分析,并对低压成套开关器件设计的基本原理进行研究浅谈,需要满足用户的实际需要、符合国家相关标准。最后,对低压成套开关设备母联回路设计方法加以分析,旨在保证低压成套开关设备设计的可行性、开关设备运行的可靠性及稳定性。

**关键词:** 低压成套开关设备;固定式;抽屉式;可靠性

引言: 低压成套开关设备,是影响整个低压配电系统中的稳定运行,并且为终端用户带来安全可靠、高效经济保障的关键器件,是低压配电系统中的最基础器件使用,范围十分广阔且影响极大。在工程设计、产品制作、选择及应用的过程中,作为高温低压配电技术中至关重要的基础器件,对所有涉及高低压装置以及成套开关电器的运行安全可靠性的多方面问题进行了全面研究,因而尽可能的回避并减少了可能给成套开关电器工作带来安全隐患的现象,从而提高了相关电器操作的精度,对今后的成套开关电器的优化设计、产品制作、技术升级和改造、选型与应用等方面,也具有重要参考的价值。

## 1 产品设计原则

### 1.1 符合国家标准

规范是指公司为了提高产品的质量,从设计、合理、安全、经济性等各个方面,都要符合规范要求的一个规范化的要求。制造公司如果为了使产品质量立足于国际市场,取信于民,就应该确立“质量第一”和“质量就是生命”的观念,确保生产的产品符合国家标准,所以产品设计者必须在满足用户要求的同时,也要严格执行“国标”要求进行产品设计,从而提高产品设计的质量等。

### 1.2 符合用户要求

低压成套开关设备的设计制造,通常都是根据使用者所提交的图样要求进行设计生产的,然后就在其所委托的设计制造场所里进行了布置、装配。但很显然,每

一种产品的特性、技术参数都应该百分之在一边满足现场需要,不然将根本无法应用。这也就是产品公司所应该确立的全心全意地为客户服务的价值观,也是产品设计师所应该遵循的第一条基本准则。在产品设计之前,设计师应该知道客户的需求和意愿,好按照客户合理的想法和需求制定方案,这就需要设计师不仅仅是搜集技术信息,要全面的倾听客户的想法和需求,从而在产品设计时尽量实现<sup>[1]</sup>。

### 1.3 符合3C认证实施规则

检验时如果发现产品有严重偏离要求的,视其行为,严重者将惩罚甚至撤销产品合格证。而对于公司设计者,则一定要高度重视,积极配合公司建设和健全质量管理体系,并严格把关,以确保公司高低压及成套电子设备的安全平稳地达到生产的质量要求<sup>[2]</sup>。

## 2 常见低压成套开关的优缺点

### 2.1 固定式成套开关设备

优点: 构造简洁、整体费用相对较少、性价比相对较高、接线清晰、散热通风功能强,并且电缆接头重量也相对较小。

缺点: 柜内的开关元件通常采用金属紧固件加以固定,这也就造成了在剩余电流断路器和柜门之间并不具有闭合机构,使用的安全需要靠一定的规程来保证;结构之间的影响很大,某电路的装置出现问题后,通常会对其他电路的正常工作产生干扰。

### 2.2 抽屉式成套开关设备

优点: 在成套开关柜中,所采用的塑料壳体式断路器与柜门间均采用了联锁设计,如果塑料壳体式断路器始终处于动作状态,而柜门将永远无法起动,这也就增加了工作的稳定性;橱柜内的各个电路之间并没有形成

**通讯作者:** 姓名: 冯伟烽, 性别: 男, 民族: 汉, 出生年月: 1988年2月, 籍贯: 浙江杭州, 学历: 本科, 职称: 中级工程师, 研究方向: 高低压成套电气设备, 邮箱: 723316942@qq.com

直接的联系,所以如果某些电路发生问题或者需要检测时,只需将其回路间隔抽出即可,并不至于对其他装置或者电路的正常工作产生危害;而且相同规格的抽屉柜也具备较高互换性与兼容性,并且便于进行检查,一旦一个特定的抽屉回路出现了故障,也能够很快速地通过备用抽屉间隔更换,这即使断电的时间也不过长,因此构成了相当可靠的不间断电源能力<sup>[3]</sup>。

缺点:因为散热和通风能力不佳,柜内的环境温度一般都会较高,容易对柜内的相关设备和导电体通流工作的进行造成影响;成本也会相应较高;内部的接线设计就比较复杂了,在安装的过程中,经常存在插不正确、接装的错位等问题;对操作阀簧的机械性能要求也相对较高,从而产生了接触不良和折断等问题;同时因为装置结构的密封性,剩余电流断路器的母排和设备上的导线,在工作环境中的温度检测也就更加不易实现。

### 3 低压成套开关设备的影响因素分析

#### 3.1 选材不当造成的回路过热

在高低压配电的设备中,有相当数量的高电流密度设备和成套的开关电极片均采用了铜电缆作为串联线路,不过作者们也从实际制作中可以看到,部分冶银行业的铜排与产品并不具有足够高的纯度,而且生产效率也还不够高,对导电体的导电性能限制也很大。通常情况下,开关器具的制造企业往往不具备测量电导率的专业仪器,往往导致劣质铜材料进入制造过程,制得的触头或者母线往往因电阻较大而难以承受额定载流量,造成实际投入运行之后开关设备存在严重的发热升温效应,轻则会造成发热量的增加,大量耗费了电力资源,重则可能造成母排及开关触头的烧毁,甚至引发大火,导致了非常巨大的伤亡<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 装配不当造成的回路过热

部分企业在制造设备出厂温度编号的处理过程中,仅依据动、静和触头的中心线是否一致的数据粗略计算和判断,而不能就触头的接触压力和插入深度作出精确计算,且没有在生产的检测报告或说明书之中注明插入深度。不提高系统的直流电阻,就必然会产生成套开关设备的安全隐患。在热隔离电路中,动、静触头之间的热接触特性越差,接触后的有功功率也就会越大,就更容易导致工作环境中的发热程度高于工作环境温度的最高要求。

在实际运行情况中,可能引起触头温度提高的因素主要有以下几点:(1)由于塑壳型剩余电流断路器的活动触头片的压紧簧膜片本身并不能形成一定的结构,在实际工作条件中有磨损、老化、氧化、甚至破坏的情况

发生,从而降低了动、静态触头的电气连接面之间所产生的热接触能力,并因而降低了最适宜的电器连接面工作温度;(2)低压成套开关设备内部支撑设备的结构综合强度不高,进而导致抽屉柜内部的断路器在运行过程中受磁、热、压力因素的作用引起座架的下沉,导致一次的触头不能具有一定的深度,无法在导线板间进行充分对接;(3)运行维护措施不到位,开关柜外部的尘埃、污秽等进入内部,造成触头的接触面不干净,有较多的灰尘和油腻物质,降低了断路器内触头的有效接触面积,导电灰尘还会造成闪络,使触头的表面乃至整个触头都发生烧损<sup>[5]</sup>。

### 4 影响低压成套开关设备可靠性的主要因素研究

4.1 原材料选用不当引起导电回路过热,降低开关设备可靠性

在高低压配电体系中,还有部分大电流、关键的成套开关电器的接线电路中,也广泛使用了铜导体(如:开关柜),但是在实际的开关电器制造过程中我们也能够发现,部分冶银公司所供应的铜排和制品纯度并不高,质量偏差,严重影响到了导电体的电导特性。一般的供电企业也因为没有专业的电导率测试仪器设备,也因此导致了部分品质不合格的黄铜色制产品进入到生产流程中,而采用此类黄铜制材制造的母线连接或触头因为本身电阻较大,也就无法承受额定重量的负荷流量,使用此类铜材料制作的母线或触头因为自身阻力很大而不足以承担一定负荷的载流,造成的变压器在实际投运时发热温升影响很大,轻则发热量加大,导致电力的损失;严重则可能产生发热量过大导致的触头、母排严重烧损,引发火灾事故,带来重大的社会损失。

4.2 绝缘材料不合格引起开关事故,降低开关设备可靠性

根据实际运行情况得知,因为绝缘材质阻燃性能的不符合要求而导致的成套开关电器发生问题的情况很多,例如:在实际产品制作过程中,未能严格根据技术规范做好绝缘处理,进而影响开关柜的整体绝缘性能,并在外界潮湿空气作用和内部强烈的电、磁、热作用下,开关柜整体绝缘性能不断降低,直接影响到开关设备的供电安全可靠<sup>[1]</sup>。另外,还必须进行对电子电气的全面维护检查,以进行防水、防尘,包括了加强对开关电器防护等级的密封件等,在实际应用过程中很容易发生老化,必须在一年之内进行了更好处理,以提高开关箱的全面防水、防尘等功能,从而提高了对开关电器的更多的使用安全可靠。

#### 4.3 可靠性指标体系

4.3.1 平均故障率。本项目重点评价低压成套开关设备事故性及事故出现的次数。

4.3.2 平均无故障工作时间。它重点考察了低压成套开关设备的耐久性问题,即在一定的情况下设备保持规定特性的持续时间。

4.3.3 有效度。它重点考察了低压成套开关设备的耐久性问题,即在一定的情况下设备保持规定特性的持续时间。

4.3.4 平均修复时间。它主要用于评价、考核低压成套开关设备维修性水平。

4.3.5 维修费用率。其主要考核低压成套开关设备的可维修性、经济性。

4.3.6 可靠度。该参数是指所有的成套开关设备在正常的运行情况下,在一个时间段内无故障的可能性。

4.3.7 故障密度。这是指低压成套开关元件在周期中出现发生失效的可能性<sup>[2]</sup>。

#### 4.4 可靠性指标体系的指导作用

在确定可靠性指标时,对这一阶段的低压开关元件的设计与制造,必须从无事故发生率,耐久性、可维护性、有效性和经济性等多方面来加以分析与检测,并考虑到综合措施采取了不同形式的测量指标,从而使所有低压成套开关元件的设计与制造,都符合了可靠性指标的规定,使低压成套开关元件体现了科学性、先进性与实用性、可操作性等诸多属性,更充分体现了用户对产品质量的要求,更具备了市场竞争力。

### 5 低压成套开关设备设计的基本原则浅谈

#### 5.1 满足用户需要原则

低压成套开关设备能结合用户提供图纸设计低压成套开关设备、然后进行生产,可在用户规定的现场安装、使用。所有低压成套开关设备性能、相关参数,均可以达到现场施工的相关标准,反之不予投入应用。这个过程要求相关生产企业秉持一切以用户为主服务的理念,实行低压成套开关设备设计,并在实际设计前明确用户的相关需要,然后联系用户的需求编制相应的设计方案,收集相关技术方面资料以便为低压成套开关设备设计的可行性打下坚实基础<sup>[3]</sup>。

#### 5.2 满足国家相关标准原则

认真执行国家相关标准可确保产品的整体质量、满足各方面的相关标准,要求生产企业方面稳定立足于竞争激烈的经济市场,以便树立良好的企业形象,使得生产出来的低压成套开关设备达到国家相关标准,确保低压成套开关设备的整体质量。

#### 5.3 低压成套开关设备母联回路设计方法分析

##### 5.3.1 母联回路电气测量设计方法

母联回路主要是对母线的三相电压、三相电流等进行检测,而母联回路中还具有不同的电流互感器,主要在输出电量数值计算时使用,因此整个流程中应充分利用计量仪器、剩余电流断路器等保护装置进行计算数据处理。

##### 5.3.2 母联断路器投切设计方法

母联断路器自动投切动作,就是在最后一路入线失压断开进的剩余电流断路器同时关闭母线断路器,待进线电压恢复的时候将母联断路器断开,合上母联断路器后恢复进线,这时母联、入线的投切动作便成自备投动作了,利于较好的利用它控制剩余电流断路器、中间继电器等的各项动作,甚至通过PLC实现动作也可起到很好的效果。

##### 5.3.3 母联断路器设计方法

母联线路通常实行瞬时高速短接I保护、长延时过载L加强宝华,而对于在TN-S连接状态下的收治则采取接地故障四段保护,母联采用4P断路器处理。在TN-C接地的低压进线路中应用的是三段保护,在母联中使用的则是3P断路器。如果为母联断路器额定容量<进线断路器额定电流,可降低一个等级;如果为母联断路器额定电流>进线断路器额定电流50%,则能够判定为母联断路器为主母线提供百分之五十负载电能<sup>[4]</sup>。

#### 结束语

低压成套的电器,其设计、选型使用、生产制造、检查维修及工艺的优劣,将直接关系到开关设备工作的顺利完成,及其系统的安全可靠性。而且,由于可靠性指标已成为产品参与国际市场竞争的一种有力手段和组织管理、控制产品质量的重要方法,并据此开展有关产品可靠性建设、管理与检测的一系列工作,来更有效地促进高低压系统及成套开关等设备可靠性与水平的不断提升。

#### 参考文献

- [1]沈凯. 低压成套开关设备的设计要点及其可靠性指标的确立[J]. 机电信息, 2013(15)
- [2]黄捷斌. 高低压成套开关设备的优化设计[J]. 百科论坛电子杂志, 2020, 000(004):854-855.
- [3]夏金华, 时悦. 高低压成套开关设备的优化方法研究[J]. 水电水利, 2019, 003(010):P.23-24.
- [4]秦爱华, 金龙春. 高低压成套开关设备的优化设计[J]. 山东工业技术, 2019, 000(008):213-213.
- [5]杨翔锋. 论述低压成套开关设备计量检测可靠性的研究[J]. 黑龙江科技信息, 2014(20):15.