

「变电站」

预装式变电站的现状及应用趋势

文/云南电网有限责任公司西双版纳供电局 张春国

在我国电力发展速度很快，无论是从生产还是在应用上。电力负荷的总体来说越来越多，城市中土地资源的供应也越发紧张。因此预装式变电站具有很大的发展潜力，具有很大的竞争力，是现在城市变电站小型化的发展趋势。重点分析了预装式变电站高压开关、低压开关和主变压器这三个重要的模块。并进一步对预装式变电站的发展进行了展望，提出以后也可以从模块化定义、与数字化变电站的建设相结合和拓展箱体的发展空间这三个方面进行挖掘。

随着我国社会经济的飞速发展，电力事业和城市发展的进程也在不断飞速进行。目前，电力负荷的总体来说越来越多，城市中土地资源的供应也越发紧张，这就造成了传统土建方式完成的变电站问题日益突出。但是相同容量的预装式变电站的出现对解决这些问题提供新的思路，因为预装式变电站只有传统变电站大小的1/5~1/10，节约土地资源。无论是从整个变电站的设计方面还是建设施工方面，工作量都有着很大的改善。

预装式变电站还在基建项目的申请等方面有着更加便利和简单的手续，实行的效率也大大提高。所以，预装式变电站具有很大的发展潜力，具有很大的竞争力，是现在城市变电站小型化的发展趋势。

一般来说，如图1所示，综合自动化、高压开关、低压开关、低压配套设备和主变压器模块是预装式变电站的五个主要组成部分。预装式变电站能够实现将从高压侧的电能传送到低压侧的功能。预装式变电站成套性强、占地面积小、结构紧凑、安装使用方便、选址灵活、造价低、综合自动化程度高、运行安全可靠等特点。可以将微机综合自动化系统应用到预装式变电站的二次系统，微机综合自动化系统能够通过就地操作或远程操作来实现电力系统的四遥（即遥信、遥测、遥控和遥调）功能，达到变电站无人值守的目的。预装式变电站在发达国家的应用已经比较普遍。

我国从开始采用预装式变电站到现在，其发展相当迅速，尤其是在近年来的城网建设和改造中，已广泛采用了预装式变电站。无论是在农村电网的改造或者在城市电网的升级，或者是在高层建筑、地铁、机场、住宅小区等场所中都有着很广泛的应用。

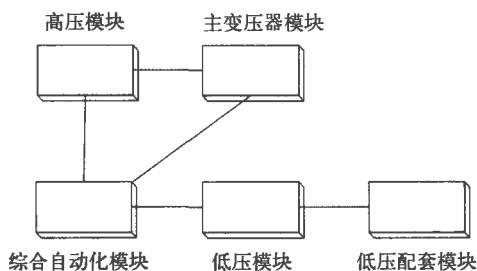


图1 预装式变电站的主要组成部分

预装式变电站的应用分类

预装式变电站的应用涉及到具体使用的条件和配电方式，在本节中将从其应用的条件和配电的方式两方面出发，分别探讨预装式变电站的应用分类。

1. 应用条件分类

如果按照按箱体结构来进行划分的话，又可以分为分体式和整体式等；如果按照安装场所的不同进行分类，预装式变电站可以分为户内型、户外型。在上文中提到过综合自动化、高压开关、低压开关、低压配套设备和主变压器模块是预装式变电站的五个主要组成部分，在本节中将

对其高压开关、变压器及低压配电装置进行相关的分析。组合式是总体布置的一种方式,这种布置方式的主要特点是这三部分各为一室而组成“目”字形或“品”字形布置,如果将两种不同字形布置的方式进行比较的话可以发现“品”字形结构相对来说更加紧凑,“目”字形在接线方面来说就更加方便。需要说明的是,在采用IEC标准的国家中这种所谓的组合式布置被广泛采用。一体式是总体布置的另一种方式,这种布置方式的主要特点是以变压器为主体,并且在变压器箱体内部安装有熔断器及负荷开关,从而形成一体式布置。

2. 高压开关设备

双电源接线、终端接线和环网接线是预装式变电站高压接线的三种主要方式。使用负荷开关和熔断器组合电器的这种接线方式称之为终端接线;采用环网供电单元的这种方式为环网接线,所谓的环网接线由进线间隔、变压器回路间隔、出线间隔这三个间隔组成,熔断器和负荷开关是其中各间隔的开关的主要两种形式。六氟化硫绝缘式和空气绝缘式是目前环网供电单元中的两种结构形式。

在我国电网的建设中(城市电网),推行的正式环网方式的供电。 SF_6 绝缘式环网供电单元在国外已得到普遍使用,国内厂家也有生产六氟化硫环网供电单元的。采用六氟化硫绝缘的方式中,环网供电单元将母线和开关封闭在充满六氟化硫的壳体内,充气压力一般为 $0.02 \sim 0.05 \text{ MPa}$ 。

六氟化硫环网供电单元的基本接线如图2所示。图2中开断、隔离和接地这三个功能分别通过回转不同的动触头来实现,完成三工位回转式六

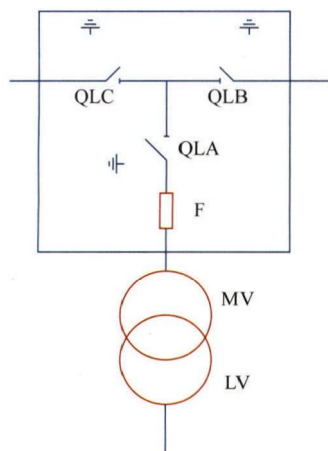


图2 SF_6 环网供电单元基本接线

氟化硫负荷开关分别用QLA, QLB和QLC表示。和负荷开关QLC相连的熔断器用F来表示,其作用是在变压器内部发生故障时充当保护。负荷开关QLC对变压器和熔断器还能起到接地和隔离的作用。

3. 变压器

变压器是预装式变电站核心的部分,变压器的容量变化范围比较大,从 $160 \text{ kV}\cdot\text{A}$ 变化到 $1\ 600 \text{ kV}\cdot\text{A}$ 的都有,目前最常用的容量是 $315 \text{ kV}\cdot\text{A}$ 到 $630 \text{ kV}\cdot\text{A}$ 。在预装式变电站中,变压器的设置方式主要包括以下两种方式:其中一种是用自然和强迫通风来解决散热问题,主要把变压器设置在封闭的室内,这个也是目前被应用较多的方法;另一种方法是不把变压器设置在封闭的变压器室内,而是把变压器暴露在外,这种做法对变压器的散热有利,但是又不会影响变压器的运行性能。预装式变电站的变压器可以分为干式和油浸式这两种。其中油浸式变压器的使用占大多数,是因为油浸式变压器的价格相对来说便宜。但是在某些特殊的场合干式变压器的应用又较多,比如说这些场合的防火要求比较严格,或者是在某些高层建筑中。在市场上流行的油浸式配电变压器种类和型号都很丰富,应优先型号更新的油浸式变压器。

机械强迫通风和自然通风是变压器的通风散热的两种主要的方式。其中机械强迫排风散热是最有效的方式,主要包括以下两种方式:一种以变压器上部空气温度作为风扇动作整定值;另一种以变压器内上层油温不超过 95°C 作为动作整定值。

为了预防因为太阳的辐射导致变压器室中温度异常上升,因此需要在预装式变电站要采取防日照措施。采取双层夹板结构、在变压器周围壁上添加隔热材料、顶盖采用隔热材料的或带空气垫气楼结构都是预防太阳光照射升温的重要措施。

4. 低压配电装置

主开关和分路开关是低压配电装置的主要部分。分路开关占据了很大的空间,因为分路开关的数目比较多,从4台到8台的都有,多的甚至能达到12台,所以对体积也是有一定的要求。另外在选择主开关和分路开关时,短飞弧或零飞弧的开关也应该纳入考虑之中。将低压室门板做成翼门上翻是没有操作走廊的形式下的主要做法,同时翻上的面板在操作时遮阳挡雨。低压室的形式也不尽相同,典型的是带操作走廊和不带操作走廊的这两种形式。如果有带操作走廊的形式,

操作走廊的设计宽度一般为1 000 mm。

预装式变电站的展望

1) 关于模块化定义问题。如上文中所说的那样,目前预装式变电站是以五个典型化功能模块为基础进行划分的,在以后的规划和设计中,可以依靠变电站建设规模来进行不同的设备选择,从而达到组合灵活的目的。具体做法是,可以把单台主变及其各侧设备模块拼接成一个小型变电站,并且通过10 kV电缆将各小型变电站之间联络起来,在土地资源日益紧张的形势下,能够很好地适应不同的站址环境。

2) 与数字化变电站的建设相结合。进一步提高预装配式变电站的模块化装配的条件逐渐在成熟, 是因为数字化变电站的逐渐普及为该想法的实现提供了保障。在不久的将来, 为了将施工效率提高到更大, 可以在各小型变电站之间采用将继电器室和配电装置二次接线做成航空插头的形式。

3) 拓展箱体的发展空间。现在我国的预装式变电站的箱体设计还是存在一些限制, 比如说设备的布置、防火、性能等方面。箱体的设计并

没有在空间发展上延伸，仅仅是基于上一层的设计，这样会造成变电站的土地的高效利用上存在很大的问题，所以在拓展箱体的发展空间上还有很多的工作可以做。

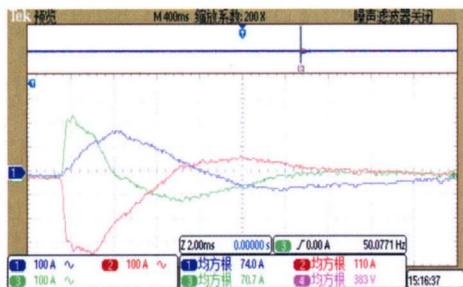
结束语

通过全文的分析可以知道,在我国预装式变电站发展速度很快,无论是从生产还是在应用上。因地制宜采用不同的类型和不同的布置方式,有的情况下只需要采用价廉的空气绝缘预装式变电站。有些要求较高的条件下,比如重污秽地区等场合,采用六氟化硫环网供电单元预装式变电站就有更大的优势。从长远的角度来看,采用六氟化硫环网供电单元预装式变电站是现在发展的方向。本文进一步分重点析了预装式变电站高压开关、低压开关和主变压器这三个重要的模块。预装式变电站的发展以后也可以从模块化定义、与数字化变电站的建设相结合和拓展箱体的发展空间这三个方面进行挖掘。EA

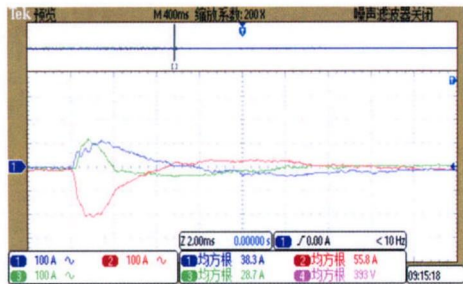
(收稿日期: 2016.07.04)

(编辑：白文亭)

(上接第67页)



(c) 未加启动策略SVG启动电流放大图



(d) 启动策略SVG启动电流放大图

图6 SVG启动试验结果图

图6c示出未加启动策略启动冲击电流波形,可见,冲击电流已经达到将近400 A,这对IGBT有冲击损伤;图6d示出加入启动策略后SVG启动时

冲击电流波形图,冲击电流只有200多A。因此,本文提出的综合启动策略对抑制SVG启动时冲击电流具有良好的实际运用价值。

结束语

本文通过对AC 380 V $\pm$ 120 kvar SVG装置的硬件平台的构建,详细介绍了SVG一次侧主接线电路参数的计算以及选取,还有二次侧主控制系统的硬件设计和软件设计。其中包括基于浮点型DSP (TMS320 F28335) 主控制程序,并通过大量试验与应用表明了SVG具有良好的动态补偿性能。

在SVG装置样机设计完成后,对装置样机进行了现场试验,并对试验结果进行分析。试验首先调试了SVG的性能,如电流跟踪、数据采集功能,试验结果表明各模块运行良好,证明了设计的电路以及软件是合理有效的。最后对SVG启动策略进行验证,发现提出的综合启动策略有效地降低了合闸时SVG的冲击电流,证实了该综合启动策略控制方法能够很好地解决SVG启动时冲击电流过大的问题。**EA**

(收稿日期: 2016.07.04)

(编辑：白文亭)