[电气接点]

550 kV GIL用伸缩节

文/西安西电开关电气有限公司　李振军　刘朋飞

SF_6气体绝缘金属封闭输电线路（简称：GIL）的用途是连接开关设备和架空线路或开关设备和变压器，从而实现在电网中汇总和分配电能的作用。该产品以输送容量大、线路损耗小、可靠性高、电磁辐射低和使用寿命长等优点多替代电缆应用于水电、核电等电站中。并且随着超高压变电站逐步进入城市，它也将以占地面积小、外观好等优点，更多地替代电缆被使用。以550 kV GIL工程设计为例，对工程设计中外壳伸缩节布置需要注意的几个问题进行深入分析探讨。

随着我国经济的腾飞，电力需求在不断加大，很多变电站都需要改扩建，架空线需要比较大的空气绝缘距离，而输电电缆的容量又不够或者是造价太高，这时GIL就凸显出不可替代的作用。GIL作为大容量、长距离输电线路，相对于高压电缆输电线路和架空线路，其主要优势表现在：可靠性高、使用寿命长、传输能力强、损耗低和安全环保等。

GIL长距离布置时，在解决管线的热胀冷缩及基础沉降的方法中，选择设置外壳伸缩节是其中一种有效的方法。工程设计中的伸缩节类型主要有波纹管和补偿单元两种，如图1、图2所示，根据管线布置的需要来合理选择。一般工程设计中在设备连接处、可拆卸单元处主要布置波纹管，在土建伸缩处及母线转弯处主要布置补偿单元。

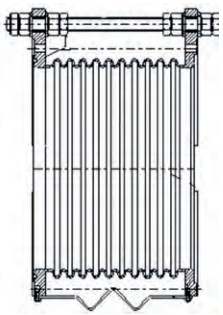

图1　波纹管

图2　补偿单元

波纹管在GIL中的布置

1．波纹管布置在设备连接处

GIL与 GIS设备对接时在设备连接处布置波纹管，可以有效地缓解GIS设备与GIL设备运行时各自的振动对彼此产生影响，同时还可以调整设备制造和安装过程中产生的误差，如图3所示。

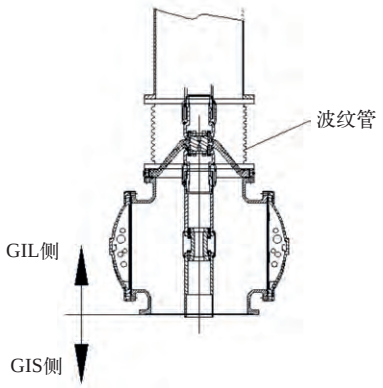

图3　设备连接结构

2．波纹管布置在可拆卸单元处

由于GIL在安装时是从一个方向顺次安装，并且导体为插入式结构，每两个管段之间有交叠的部分，所以其中的某一段发生故障时无法直接退出。因此，在进行长距离直线型布置结构设计时应该考虑设置可拆卸段。当需要进行母线拆卸检修时，不需要将母线大面积拆除，只需从离要拆

部位最近的可拆卸段入手即可。

通常设计时会在每一个独立气室中设置可拆卸结构，如图4所示，可拆卸结构包括一个波纹管和一段可拆卸导体。

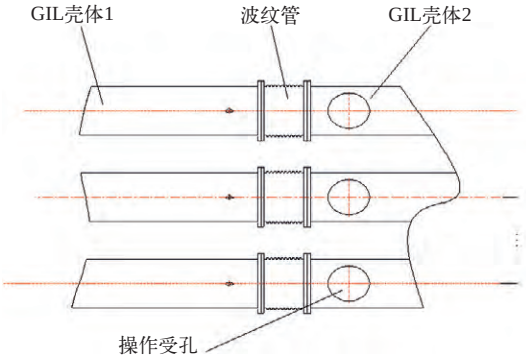

图4　可拆卸结构

当某一个GIL段发生故障时，首先回收故障段所在的气室内的SF_6气体，随后对该气室可拆卸结构进行如下操作即可退出故障段。

1）通过操作手孔，拆除内部的导体，如图5所示。

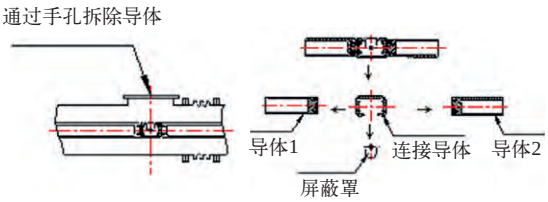

图5　导体拆除顺序图

2）压缩波纹管，使GIL壳体可以退出，如图6所示。

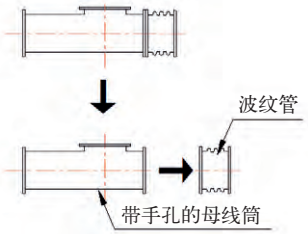

图6　壳体拆除顺序图

3）检修完成后，按照相反的顺序恢复母线。在对接母线壳体前，应将长导体装入壳体内，如图7所示。

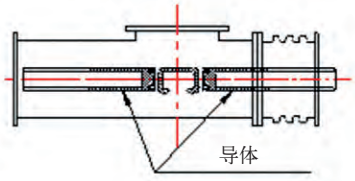

图7　母线复装顺序图

补偿单元在GIL中的布置

补偿单元是角度调节型伸缩节中的一种，这种补偿单元在GIL线路中起到两个作用。

1）对由温度变化产生的热胀冷缩进行补偿。

2）对土建伸缩缝、土建变形以及基础沉降进行补偿。

该类补偿单元中间部分采用刚性外壳，两侧采用可转动单元，如图8所示。调节原理如图9所示，最大转角为3°，如果伸缩节长度为L，则其最大可调节量$S=L\times\tan3^\circ$，可见S与L成线性关系。

图8　补偿单元使用实例

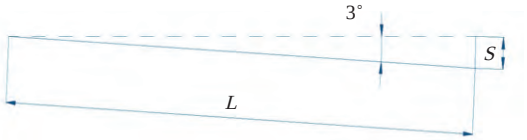

图9　补偿单元调节原理图

当GIL外壳温度发生变化时，其外形尺寸也会随之变化，壳体的最大伸缩量根据1年中温度的最大变化进行计算。影响最大伸缩量的主要原因如下。

以安装时间为基准的1年中周围空气温度的变化$T_{yd}\sim T_{yr}$，单位为K；

日照引起壳体温度变化T_s，单位为K；

产品运行引起的温度变化T_e，单位为K；

壳体的线膨胀系数α_1，单位为1/K；

基础的线膨胀系数α_2，单位为1/K；

需补偿热胀冷缩变形壳体的长度L；

同样，假设基础温度与外界温度相同，最大伸缩量ΔL_y为

$$\Delta L_y=\Delta L_{y1}-\Delta L_{y2}$$

壳体轴向的伸长量

$$\Delta L_{y1}=L\alpha_1(T_{yr}+T_e+T_s)-L\alpha_2T_{yr}$$

壳体轴向的收缩量

$$\Delta L_{y2}=L\alpha_1T_{yd}-L\alpha_2T_{yd}$$

工程设计时需根据以上参数确定母线段每米的最大伸长或收缩量，然后依据计算结果合理布置固定支撑、滑动支撑位置以及补偿单元的位置和长度，使补偿单元调节量满足线路安全运行工况要求。

补偿单元在线路中的布置可采用L形、n形或Z形等方式，主要是通过在线路转角处设置补偿单元来对线路的变形进行补偿，其工作原理如图10所示，当温度升高（或降低）时，由于两侧有固定支撑，伸长（或收缩）只能向转角位置部位集中。由于此种伸缩节可以发生3°以内的摆角变

形，这样就可以吸收（或补偿）两侧线路温度变化引起的变形，避免了因变形无法释放而在母线段内部产生过大的应力，从而避免母线段损坏的情况发生。

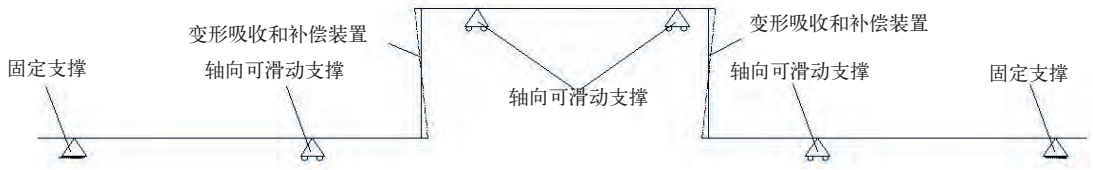

图10　补偿单元使用原理图

结束语

对于长距离的GIL线路设计，外壳的伸缩节选择及布置方式是至关重要的一个环节。工程设计时首先要对初步设计线路外壳的热胀冷缩量进行计算，同时考虑设备制造、安装误差和基础土建的沉降等因素，合理地选取和布置伸缩节。这样可以保证GIL设备的安全运行，也方便GIL的安装和后期检修。EA

（收稿日期：2015.07.03）
（编辑：白文亭）

（上接第43页）

2．完善体系

方案一的经济效益相对较差，有较大的完善空间，所以采取方案二对其实行调节，将原本的4路10 kV高压进线更改成三路10 kV高压进线，设置一个高压总配电室，由市政引进3路10 kV高压电源，它们各自为1#和2#以及3#，且每路容量均为9 050 kV·A。通常由1#电源与2#电源同时各自供电，而3#电源则为备用。当1#或者2#电源出现失电状况时候，3#备用电源则自动开启替代；当1#电源与2#电源一同出现失电状况时，3#备用电源则自动开启用来替代1#电源或者2#电源供电（具体情况具体安排），斟酌到1#电源与2#电源也许会出现同时失电情况，因此变压器配置为偶数台，每两台之间采取低压母联衔接，相互母联的两台变压器的高压进线各自由不相同的高压母线段（1#电源或者2#电源）引入，当变压器进线电源出现失电状况的时候，能够经过电力监控体系割除三级负荷用电，联合低压母联总合闸，用以保障全体一、二级负荷的用电；该方案采取单母线分段运行方法，两个母联开关之间设置机械闭锁和电气闭锁，三路电源进线断路器分别同各自进线隔离手车与计量柜手车之间设置机械与电气闭锁；10 kV高压主结线同样采取放射式体系。

其优点是投资用度相对较低；进线电缆相对较少。10 kV高压进线减少一路，按常规计算，少一路便可节减240万～300万；此外，方案一需要配置28面高压柜而方案二则需配25面，方案一需要配置16组继电保护装置而方案二则需配17组；方案二总配的面积相对方案一减少15 m^2上下，高压柜以及维护的花费也可以节减10万～20万。

其缺点是接线模式繁杂，维护配置较琐碎，闭锁关系图如图4所示；运行调节繁杂。

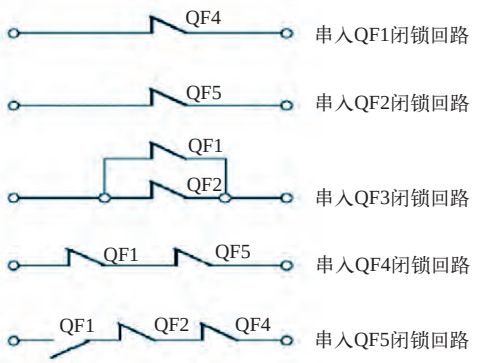

图4　闭锁关图

结束语

综上，各个地区的供电要求尽不相同，想要做好综合体建筑的供电体系施工，务必依据该建筑的实际具体状况，拟定科学的供电方案，严谨落实施工方案的每个流程，逐渐提升施工人员的技能以及素质，做好施工整个流程的管理工作，如此才可以真正提升综合体建筑的供电体系的施工质量。EA

（收稿日期：2015.06.05）
（编辑：白文亭）