

750 kV、220 kV联合构架梁柱滑动支座研究

文/国网新疆电力公司经济技术研究院 杨世江 李亚宜 高贵亮 党睿 吕圣龙 刘焰飞
中国电力科学研究院有限公司 王建勋

工程背景

变电站站址位于西北地区。站址地貌属相对下降的侵蚀堆积山前戈壁平原，场地地形平坦开阔，起伏不大，750 kV、220 kV联合构架梁柱采用联系梁，桁架结构。

建设规模如下。

1) 主变压器。规划2组1 500 MV·A变压器，本期建设1组1 500 MV·A变压器。

2) 出线回路。750 kV出线：本期3回，远期10回。220 kV出线：本期11回，远期14回。

设计依据及设计原则

1. 主要规程及规范

GB 50009—2012《建筑结构荷载规范》，GB 50017—2003《钢结构设计规范》，NDGJ96—92《变电所建筑设计技术规定》，DL/T 5218—2012《220 kV~750 kV变电站设计技术规程》，GB 50011—2010《建筑抗震设计规范》。

2. 构架设计荷载资料

(1) 导线荷载

750 kV出线侧导、地线控制张力，每相导线水平张力60 000 N，垂直荷载10 000 N，每根底线水平张力10 000 N，垂直荷载1 500 N，

出线单相导、地线最大偏角控制不超过15°，连续出线综合偏角不大于5°。站内侧挂线荷载未详细列出。

(2) 风荷载

《变电所建筑设计技术规程》(DL/T5457—2012)的规定，垂直于风向的结构风压应参与组合，取其对结构的最不利者进行设计。这时的结构风压应该是对应工况的风速产生的。根据当地气象条件，本工程设计基本风压确定为0.56 kN/m²。

(3) 温度荷载

根据气象资料，站区年最高气温平均值37.6℃，年最低气温平均值-15.7℃，温差较大，另据《变电所建筑设计技术规定》第4.4.3条规定：两端设有刚性支撑的连续排架，当其总长度超过150 m时，应考虑温度作用效应的影响。

(4) 地震荷载

站址区地震基本烈度为7°，设计基本地震加速度值为0.15 g，设计地震分组为第二组。

《变电站建筑设计技术规程》第12.2.2条规定，小于或等于8°，Ⅰ、Ⅱ类场地的构支架及其地基基础，可不进行截面抗震验算，而仅需满足抗震构造要求。本

工程地震动峰值加速度为0.15 g，拟建场地的抗震设防烈度为Ⅶ度，设计地震分组为第二组。

(5) 荷载组合原则

构架的设计应考虑下列两种极限状态。

1) 承载能力极限状态采用荷载效应的基本组合(即只考虑永久荷载和可变荷载的组合，不考虑偶然荷载参与组合)时，其设计表达式取下列各式的最不利者：由可变荷载效应控制的组合，由永久荷载效应控制的组合。

2) 正常使用极限状态应根据不同的设计要求，采用荷载效应的标准组合、频遇组合或准永久组合，并按下列设计表达式进行设计。

根据《变电站建筑设计技术规程》(DL/T5457—2012)规定：构架应按不同的工况分别进行组合，并取其对构件的最不利者进行设计。

3. 构架计算分析软件

本工程构架计算分析采用大型通用设计软件MIDAS/Gen，进行各种组合的空间计算分析。与平面计算相比，空间计算更加符合结构实际受力性能，计算结果更加精确，设计可靠度更高且可以

节省材料。根据以往计算经验及工程实际的应用MIDAS/Gen完全可满足工程设计计算要求,分析结果具有较强的可靠性。本工程构架选取一榀构架建模,构架横向梁与构架柱刚接,柱脚按固接计算。

4. 构架形式及材料选用

本工程750 kV构架采用格构式联合架构。梁与柱刚性连接,柱采用变截面矩形断面桁架,梁采用矩形断面桁架,梁柱主材采用圆钢管,分段处采用法兰联结,腹杆采用型钢。构架梁、柱钢材采用Q345B钢。

构架选型及优化

1. 构架方案选择

(1) 可研方案

750 kV出线:本期3回;最终10回。

220 kV出线:本期11回;最终14回。

可研方案是参照《国家电网公司输变电工程通用设计》(110(66)~750 kV智能变电站部分)中方案C-4,750 kV配电装置采用户外悬挂软母线,断路器三列式中型布置。对通用设计方案进行局部优化,1、2号主变压器均与线路配串,低架横穿进串,节省转角构架。

低架横穿的主变进线构架取31 m,出线构架高度41.5 m,间隔宽度42 m。为方便后期扩建,本期750 kV母线一次上齐,间隔内跨母线上方的跨线本期也一次上齐。

《国家电网公司输变电工程通用设计》(110(66)~750 kV智能变电站部分)典型模块中,仅C-4方案中压配电装置采用220 kV配电装置,该方案中220 kV配电装置采用屋外悬吊管型母线,母

线隔离开关采用垂直伸缩式,出线隔离开关采用水平伸缩断口。本次设计对C-4方案中220 kV配电装置进行了局部调整和优化,所有隔离开关均选用三柱式水平旋转隔离开关。

220 kV配电装置采用悬吊式管母线,断路器单列式布置,间隔宽度取13 m。本期220 kV母线一次上齐,间隔内跨母线上方的跨线本期也一次上齐。

(2) 本工程750 kV构架方案选型及优化

本工程经电气的平面优化,750 kV架构采用格构式联合架构,架构总长度为246 m,应考虑温度应力效应的影响。为了降低变电构架过大温度效应,架构不设置分段,梁端设置单向滑移支座以释放水平约束,降低结构的温度效应。本工程750 kV架构共计设置3组单向滑动支座,这是首次将滑动支座应用于矩形断面格构梁。

目前在许多民用建筑及桥梁结构中大量使用滑移支座,而电力行业变电站的建设中滑移支座应用的较少。滑移支座能够承受较大的压力和拉力,并能实现自由

滑动和一定程度的转动,可以有效地释放结构产生的温度应力,其安装方便,计算、加工、安装等都比较成熟。为了进一步降低变电构架过大温度效应,减少温度位移,本工程在变电构架的梁柱连接处设置弹性滑移支座,设置位置在透视图中标出。

(3) 本工程220 kV构架方案选型及优化

本工程经电气的平面优化,220 kV架构采用为双向一体联合型式。

2. 构架优化方案计算结果

在不同工况荷载组合下分别计算,并控制各构件应力不超过设计强度的90%,各构件变形满足设计规范及电气专业要求。构架柱主要构件归并后控制内力结果及材料选用如表1所示。

3. 构架优化方案经济技术指标比较

如表3~表6所示。

结束语

本工程750 kV构架和220 kV架构优化方案是配和电气出线设计,针对联合构架的特点,在典

表1 750 kV柱控制内力及主材选用

构件	轴力/kN	弯矩/(kN·m)	主材选用
格构柱	758.8	—	$\phi 351 \times 12 / \phi 351 \times 9$
格构梁	538.3	—	$\phi 219 \times 10 / \phi 219 \times 8$

表2 220 kV柱控制内力及主材选用

构件	轴力/kN	弯矩/(kN·m)	主材选用
人字柱	375	217(平面外) 60(平面内)	$\phi 300 \times 8$
地线柱	10	146	$\phi 325 \times 8$
梁主材	80	---	L90 × 10

表3 750 kV配电装置区占地面积比较表

	占地面积/m ²	百分比
可研方案	59 508	100%
优化方案	58 687.2	98.6%

表4 750 kV联合构架钢材量比较表

	重量/t	百分比
可研方案(Q345)	1 690	100%
优化方案(Q345)	1 564	92.5%

表5 220 kV配电装置区占地面积比较表

	占地面积/m ²	百分比
可研方案	18 896	100%
优化方案	15 247	80.7%

表6 220 kV联合构架钢材量比较表

	重量/t	百分比
可研方案(Q345)	413.5	100%
优化方案 (Q345)	252.28	61.0%

型设计及可研方案的基础上，对构架形式、构件选择及布置进行优化，各具特色。

从工程量对比分析结果可以看出，采用优化后的构架布置方案，在占地面积、钢材用量等重

要经济指标均具有优势。其中，750 kV配电装置区占地面积较可研方案节省了1.4%；出线构架钢材用量较可研方案节省了7.5%；220 kV配电装置区占地面积较可研方案节省了19.3%；出线构架钢材用量较可研方案节省了39%。在保证构架整体稳定可靠性的基础上，选用优化方案的梁柱联合形式，达到节约占地，节省钢材的目的。[EA](#)

