

# 变电工程设计电气专业主设人工作手册 专题报告

## 配电装置

中国电力工程顾问集团  
华北电力设计院工程有限公司变电电气室  
2011 年 12 月

## 目 录

1	配电装置选型的基本原则 .....	1
2	500kV 配电装置 .....	1
2.1	500kV AIS 配电装置 .....	1
2.2	500kV GIS 配电装置 .....	6
2.3	500kV HGIS 配电装置 .....	15
3	220kV 配电装置 .....	17
3.1	220kV AIS 配电装置 .....	17
3.2	220kV GIS 配电装置 .....	20
4	主变压器及低压无功补偿区域 .....	21
4.1	主变压器布置 .....	21
4.2	低压无功补偿区域布置 .....	22

## 1 配电装置选型的基本原则

随着国土资源日益减少，节约工程用地已经成为工程设计中重要的指导思想。根据国家电网建运[2006]486 号文《关于在跨区电网建设中尽量节约用地和少占基本农田的紧急通知》的规定“变电站或换流站站址选择时应避让基本农田，尽量占用山地，坡地或荒地；当变电站或换流站无法避让基本农田时，在选择技术方案时应优先选择占地少的技术方案。当经济比较与节约用地有矛盾时，经济比较应服从节约用地；当变电站或换流站必须占用基本农田时，规划设计单位应将基本农田占用纳入比较，推荐站址应为基本农田站用最少的站址”。

对于具体工程，应利用技术经济综合比较的方法，在定量、定性分析的基础上，对配电装置型式进行研究及优化，基本原则和要求如下：

- (1) 突出技术先进、运行可靠、经济指标优的特点，做到节约用地；
- (2) 满足安全运行、操作巡视方便及施工、消防的相关要求；
- (3) 如采用 GIS 设备，应根据进出线具体位置进行优化布置，以减少分支母线的交叉及长度，从而节约设备投资。

## 2 500kV 配电装置

对于 500kV 变电站，500kV 配电装置布置要求满足布局合理、运行可靠、维护检修方便、经济合理、节约占地、与环境协调等要求。

目前，500kV 交流配电装置主要有三种布置型式，分别为 AIS、GIS 和 HGIS 布置。

### 2.1 500kV AIS 配电装置

AIS 指敞开式设备布置型式，分为柱式断路器及罐式断路器两种。根

据具体工程不同，因从站址环境、条件、成本分析、故障统计及用户习惯等多个方面综合考虑后确定。对于 500kV 交流变电站而言，国内生产的瓷柱式断路器和罐式断路器都有着成熟的运行经验，并被广泛的应用于变电站中。

### 2.1.1 瓷柱式断路器及罐式断路器技术比较

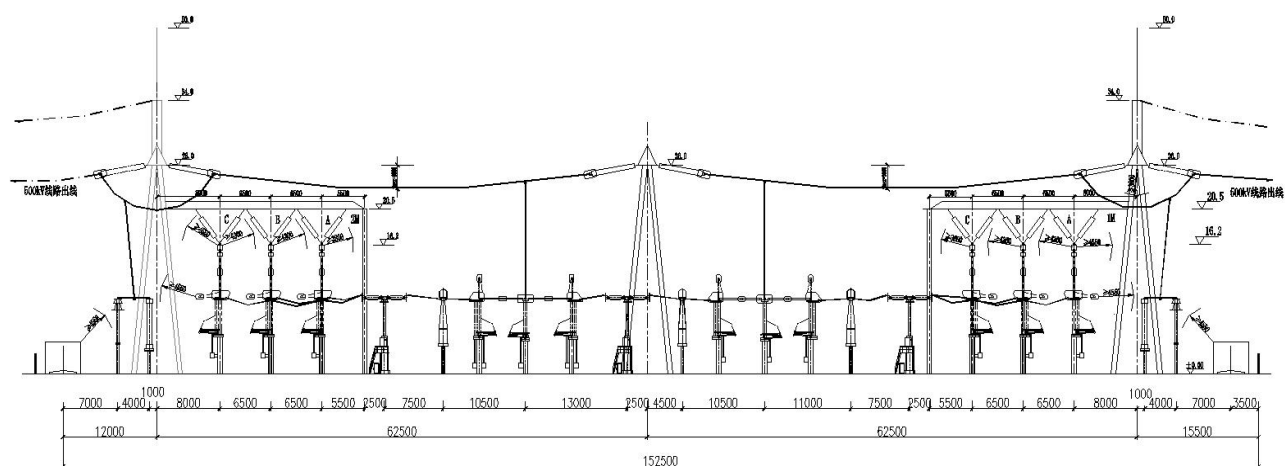
瓷柱式断路器与罐式断路器技术比较见下表：

	瓷柱式断路器	罐式断路器
外绝缘水平	外绝缘部位较多，受大气污秽影响较大，受雷击外闪几率较大	外绝缘部位较少，受大气污秽影响较小，受雷击外闪几率较小
抗震能力	重心位置高，约 7.5m，可以耐受 8 度地震	重心位置低，约 2m，均可以耐受 9 度地震
检修率	配独立支架安装的电流互感器，维护工作量较小，运行可靠性高	配套管式电流互感器，维护工作量较大，运行可靠性较高
保护配置	独立式电流互感器，保护配置较容易	断口两侧设置电流互感器，易于保护配置
高寒环境运行性能	可在-30℃下正常开断 50kA 或 63kA	可在-40℃正常开断 50kA 或 63kA

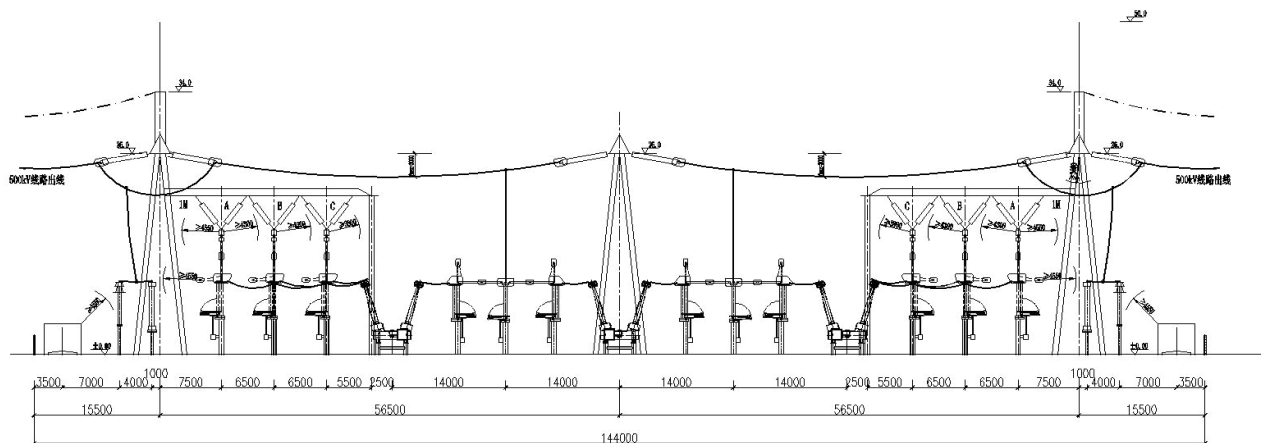
由上表可知，在寒冷地区，由于罐式断路器由于罐体外可加装加热装置，故在相同的 SF6 密度下，其更能适用于严寒的气候条件，而柱式断路器需采用混合气体或降压降容方案才可满足低温环境下的运行性能。此外，罐式断路器重心较低，抗震性相对较强；而对于柱式断路器基本不存在对地绝缘问题，结构简单，维护方便，且价格上有一定的优势；因此，这两种断路器型式的选择应结合具体工程气候条件、地震烈度、各运行单位习惯等综合考虑后确定。

### 2.1.2 瓷柱式断路器及罐式断路器电气布置

瓷柱式断路器布置需单独配独立支架安装的电流互感器，罐式断路器布置采用断路器配套管式电流互感器，其占地尺寸略小于瓷柱式断路器方案。根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版，采用瓷柱式断路器型式、一个半断路器接线，500kV 配电装置间隔纵向尺寸为 62.5m-62.5m，间隔宽度为 28m，上层跨线挂点高度 26m，跨线相间 8m，相地 6m，下层设备相间 7.5m，相地 6.5m。具体断面图如下：



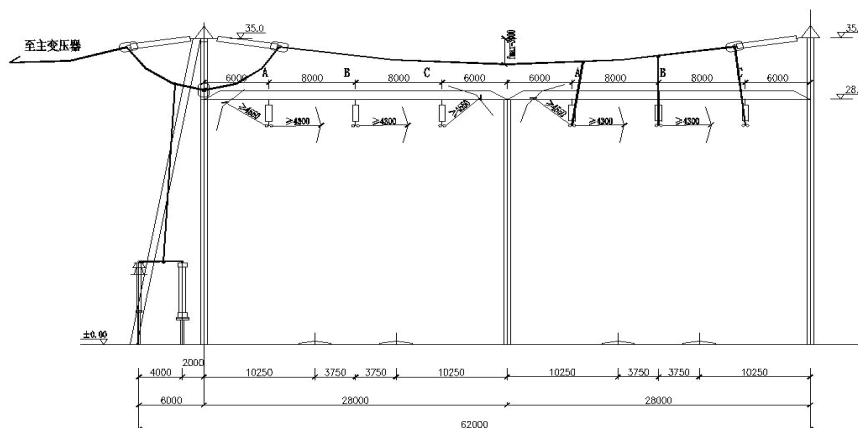
根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版，采用罐式断路器型式、一个半断路器接线，500kV 配电装置间隔纵向尺寸为 56.5m-56.5m（两台主变均高架进串），间隔宽度为 28m，上层跨线挂点高度 26m，相间 8m，相地 6m，下层设备相间 7.5m，相地 6.5m。具体断面图如下：



由于主变进串方式不同，500kV 罐式断路器配电装置间隔纵向尺寸需根据通用设计中 D-1 至 D-3 模块进行调整。

### 2.1.3 AIS 配电装置进出线进串方式

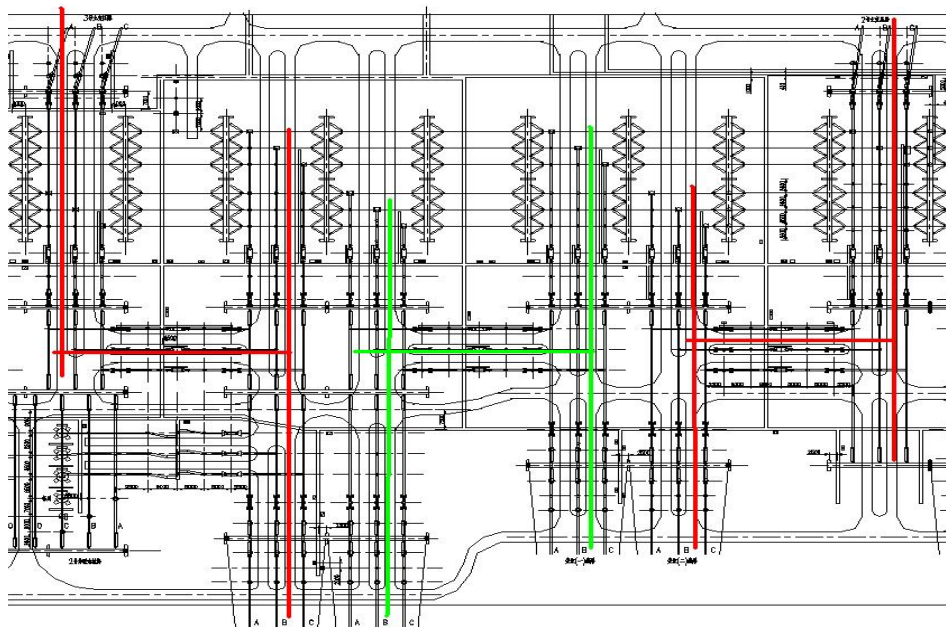
AIS 配电装置进出线进串主要有两种方式，分别为高架和低架进串。根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版中相应模块，高架进串将 500kV 主变进线构架调整为 35m，设置高架架线跨线，并引接至相应间隔的上跨线。具体断面图如下：



根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版中相应模块，低架进串在间隔上跨线下设置 20.5m 高构架，A、C 边相通过引下至支柱绝缘子后接入三柱组合式隔离开关中间触头，B 相由 20.5m 高跨线直接引下至隔离开关中间触头。具体断面图如下：



在以往 500kV 变电站中，也采用过 AIS 平环式布置方案。该方案采用一个半断路器接线，两条悬吊式管母线集中布置在配电装置的一侧，串内两个元件只能向相反方向出线。与常规的 500kV AIS 敞开式布置方案相比，该方案配电装置内设备布置、电气接线及引线均较为复杂，且一个完整串内设备呈三列布置，设备分区不明显、运行维护较为不便。平环式布置方案具体平面布置图如下：



## 2.2 500kV GIS 配电装置

GIS 设备指 SF<sub>6</sub>气体绝缘封闭式组合电器，将断路器、隔离开关、电压及电流互感器、母线、避雷器、接地开关等元件，按电气主接线的要求，依次连接，组合呈一个整体，并且全部封闭于接地的金属管内，管内充SF<sub>6</sub>气体，作为绝缘兼灭弧介质。

### 2.2.1 GIS 与 AIS 敞开式配电装置技术比较

GIS与AIS敞开式设备的技术比较见下表：

序号	项目	SF <sub>6</sub> 气体绝缘封闭式组合电器	AIS敞开式设备
1	安全可	解决了隔离/接地开关的运行可靠性难题，带电部分全部密封于	相比而言可靠性低。通过2003、2004年全国12类输变电设施主要可靠性



	靠性	<p>惰性气体SF6中，与盐雾、积尘、积雪等外部影响隔离，大大提高了运行的可靠性。此外还具有优良的抗地震能力。GIS 采用新型全六氟化硫密封三工位隔离/接地开关，并且使用新型触指，使隔离开关（DS）与接地开关（ES）结构合二为一，动触头公用，变直动操作为转动，且公用一个操动机构。这种新型全密封组合隔离开关完全解决了常规隔离开关经常出线的问题。</p>	<p>指标完成调查情况中可以看出隔离开关非计划停时间的绝对数是很高的，其中，导电回路过热是主要问题之一。隔离开关导电回路的过热现象主要出现在动静触头的接触部位，其直接原因是暴露在大气中的触头受到沙尘、雨雪、潮气、盐雾及腐蚀性气体的侵蚀，致使接触表面积灰、积垢、锈蚀、生成化合物薄膜，导致接触表面电阻增大，温升过高。根据运行经验，户外隔离开关的工作电流如果达到其额定电流的70%，一般会发生过热。</p>
2	运行维护及检修测试	<p>不需要定期清扫绝缘子，维护工作量大大减少；断路器触头在SF6气体中没有氧化问题，可长期连续使用，检修周期长达15~20年一次；发生故障时，故障点不如AIS 明显找到，且处理事故比较费时检修测试，对运行维护人员素质要求高，许专门训练；SF6为不燃烧气体，没有火灾和爆炸危险</p>	<p>（1）有26m 高构架，有高空作业，耐张绝缘子串多，维护工作量大，费时多； （2）设备检修周期较GIS 费时 （3）发生故障时，故障点明显，事故易于处理 （4）运行维护人员有一定经验 （5）有些设备有发生火灾和爆炸危险</p>
3	施工	<p>由厂家现场组装，施工安装工作量减少，缩短建设周期</p>	<p>施工周期长</p>
4	扩建灵活性	<p>GIS 扩建不如AIS 灵活，受法兰盘、导体管径和环氧树脂制支持绝缘子尺寸的限制，接口问题比较复杂，必须采用同一厂家的产品或按接口尺寸向别的厂家作特殊订货。</p>	<p>扩建方便灵活</p>
5	环境保护	<p>GIS 设备的导电部分均为外壳所屏蔽，外壳接地良好，因此其导电体所产生的辐射、电磁干扰等均被外壳屏蔽了。断路器开断过程中产生的噪声也被外壳屏蔽。所以采用GIS 可使运行人员不受电磁场对人体的影响，GIS 设备也不会对通信、无线电产生干扰。对周围环境的影响小。</p>	<p>有电晕，无线电干扰和静电感应问题，但能限制在规程中规定值内</p>
6	占地	<p>与AIS敞开式设备相比，占地可以</p>	<p>占地面积较大</p>

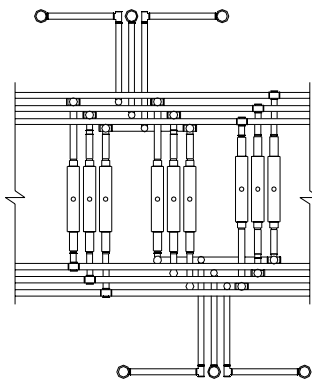
	减少约50~60%	
--	-----------	--

### 2.2.2 550kV GIS 布置型式及特点

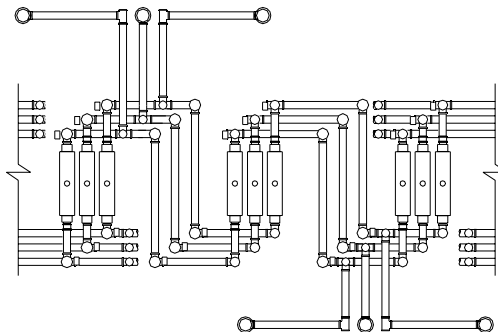
GIS布置型式的确定综合考虑以下因素：

- (1) 尽量压缩占地，结构简单，布置清晰；
- (2) 设备总体尺寸与配电装置间隔宽度相匹配；
- (3) 应具有良好的运输和吊装条件，满足设备安装(不带电)和设备检修(周围设备带电)时吊装和运输的空间活动范围要求；
- (4) 检修和扩建时应尽量缩短停电时间或不停电。

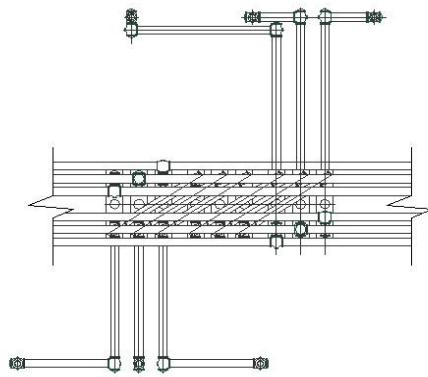
对于 550kV GIS 设备、一个半断路器接线的典型布置方案主要有“单列式”和“一字型”两大类布置型式，其中“单列式”布置又分为典型单列式布置、常规斜连单列式布置、高位斜连单列式布置；“一字型”布置根据主母线布置方式的不同，又可分为母线分相布置、母线集中布置。



(a) 典型单列式布置



(b) 常规斜连单列式



(c) 高位斜连单列式

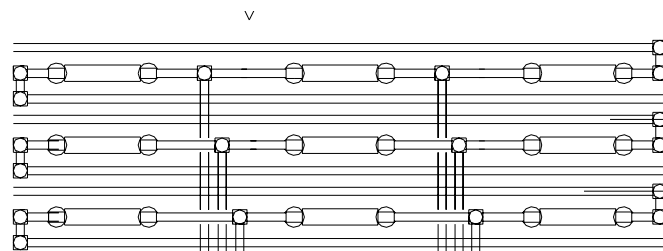
一个半断路器接线“单列式”布置示意图

如上图所示，“单列式”布置 GIS 设备的断路器垂直于主母线布置。

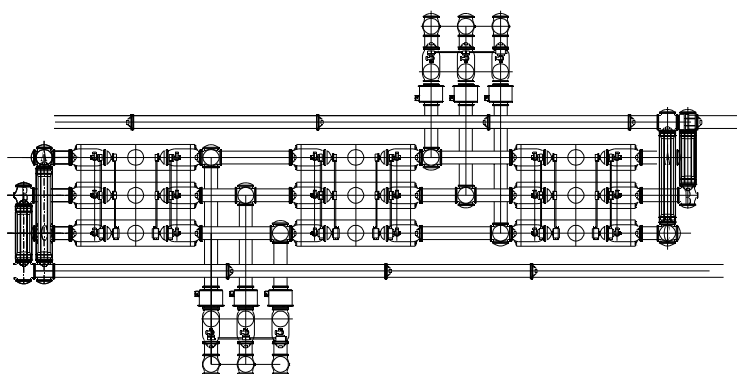
典型接线单列式布置：不易于实现交叉接线，适宜于向两侧出线 and 进出线数量相当的接线形式，一个半断路器接线中同一串的两个元件只能向不同的方向出线。

常规斜连单列式布置：是在典型接线单列式布置基础上发展而来的，其特点是：易于实现交叉接线，出线方向灵活，但横向尺寸较典型单列式布置大，断路器间的分支母线较长，设备造价增加；GIS 主母线距离基础表面较近，需要设置横跨主母线的工作台。

高位斜连单列式布置：是在常规斜连单列式布置基础上演变而来的，其特点与常规斜连单列式布置基本相同，不同之处在于由于断路器的斜连分支母线采用高位布置，斜连分支母线不占横向空间，因此该布置方式的横向尺寸较常规斜连单列式布置的横向尺寸小。



(a) 母线分相布置



(b) 母线集中布置

一个半断路器接线“一字型”布置示意图

如上图所示，“一字型”布置 GIS 设备的断路器平行于主母线布置。进出线方向灵活，纵向尺寸较小。

母线分相一字型布置方案主母线高位布置，便于巡视，但存在设备的抗震性能降低、安装检修不方便等缺点；

母线集中一字型布置方案，配电装置均为低位布置，安装检修方便，配电装置功能分区清晰，整体美观，但横向尺寸相对较大。

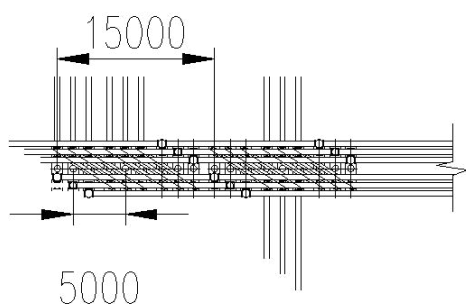
综上所述，各布置型式的主要特点见下表：

布置方式	优 点	缺 点
典型单列式布置	串内设备连接的分支母线较短	不易于实现交叉接线，同一串的两个元件只能向相反的方向出线
常规斜连单列式布置	易于实现交叉接线，进出线方向灵活	串中分支母线最长，增加造价
高位斜连单列式布置	易于实现交叉接线，进出线方向灵活，斜连的分支母线不占横向空间	串中分支母线较长，GIS 主母线高度较高

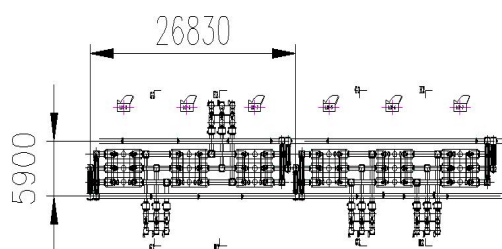
母线分相一字型布置	纵向尺寸较小，交叉接线、进出线方向灵活，串中连接母线较短	需选用大吨位吊车跨过主母线吊装断路器；主母线较高，抗震性能降低
母线集中一字型布置	纵向尺寸较小，交叉接线、进出线方向灵活	横向尺寸相对较大，主母线较长

根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版中 A 模块，高位斜连单列式布置和母线集中的一字型布置方案为目前 550kV GIS 设备的通用布置型式。

经调研目前国内 550kV GIS 主要设备厂家，西安西电开关电气有限公司、新东北电气高压开关有限公司、平高电气股份有限公司、AE-Power 及阿海珐的上述两种 GIS 布置方案的主要尺寸见下图：

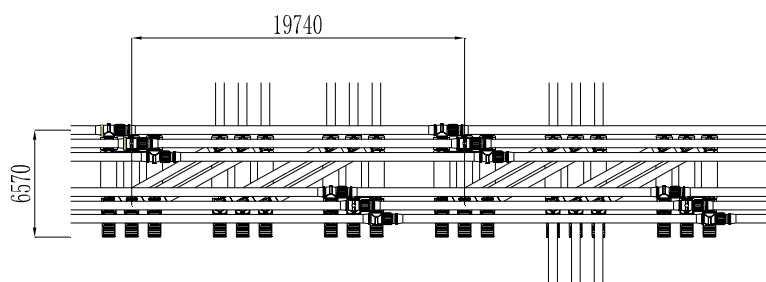


(a) 高位斜连单列式

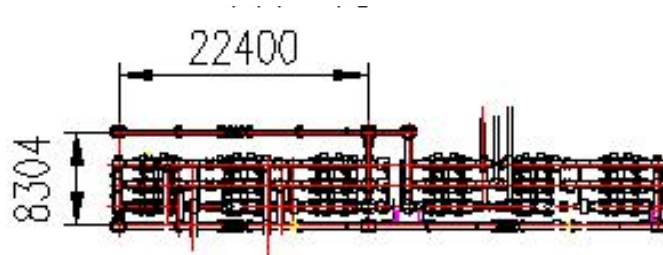


(b) 一字型

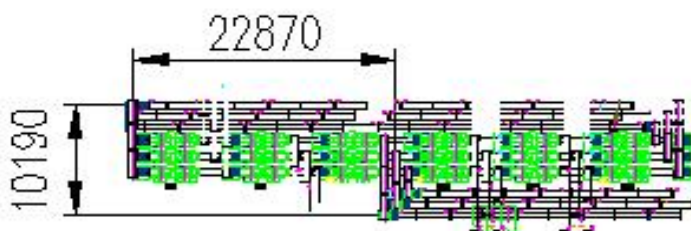
西高方案及主要尺寸



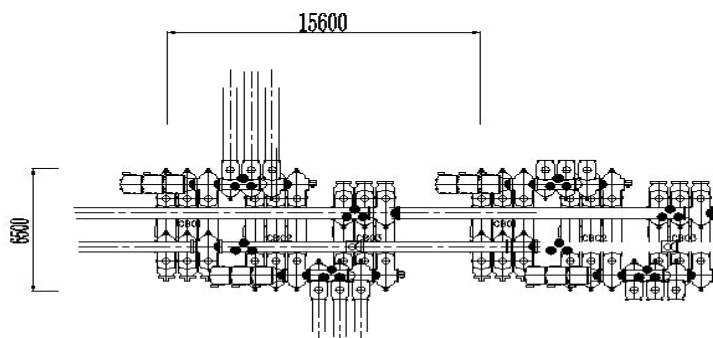
沈高方案及主要尺寸(高位斜连单列式)



平高方案及主要尺寸(一字型)



AE-Power 方案及主要尺寸(一字型)



阿海珐方案及主要尺寸(一字型)

上述各设备厂家 550kV GIS 设备主要电气参数制造能力见下表：

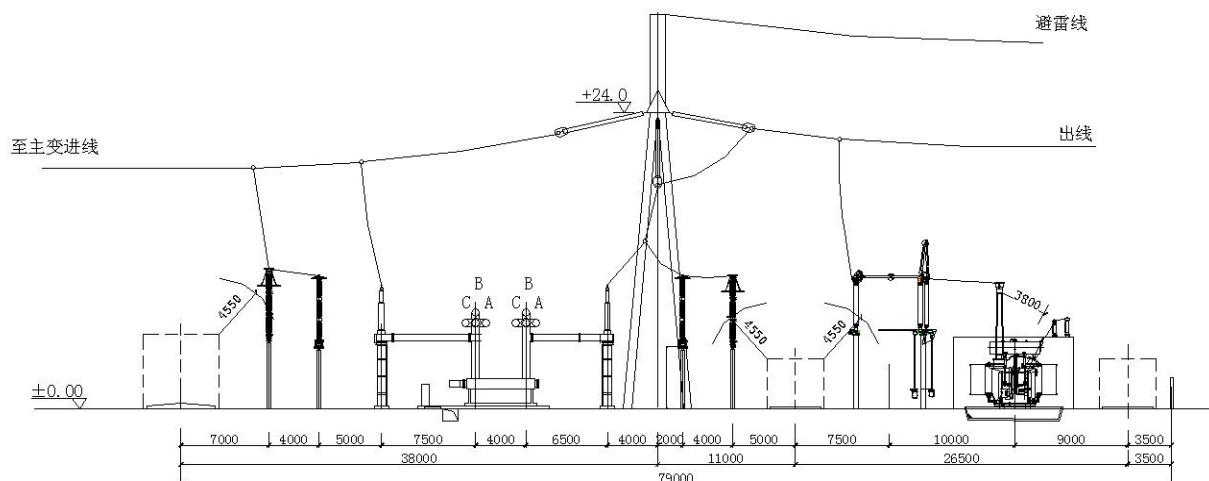
设备厂家	断路器额定电流 (A)	隔离开关额定电流 (A)	母线额定电流 (A)
西开	6300	5000	6300
沈高	6300	6300	6300
平高	6300	6300	6300
AE-Power	6300	6300	6300

### 2.2.3 550kV GIS 配电装置电气布置

根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版中 A1-A3 模块，

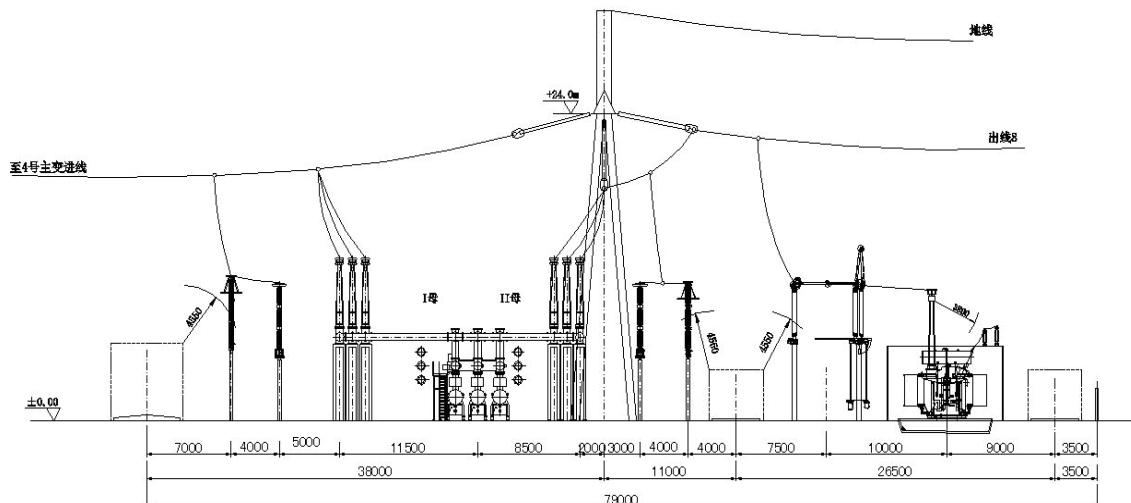
采用高

位斜连单列式布置方案的 550kV GIS 设备断面图如下：



由上图可见，高位斜连单列式布置方案中断路器位于组合电器的最下方，主母线及串内高位斜连分支母线均布置在断路器上方，断路器单元检修时需将灭弧室抽出，因此在断路器灭弧室抽出侧应留出足够的检修空间，该空间尺寸不应小于灭弧室长度，并留有一定裕度，断路器另一侧仅需设置日常维护通道。

根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版中 A4 模块，采用一字型母线集中布置方案的 550kV GIS 设备断面图如下：

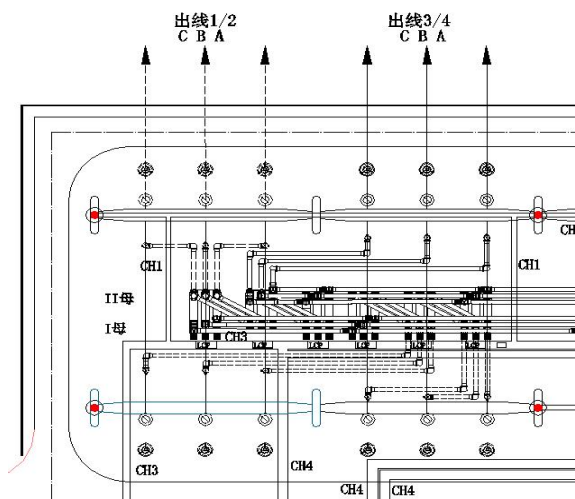


由上图可见，一字型母线集中布置方案中主母线、分支母线布置在断路器两侧，断路器检修时，由于灭弧室平行于主母线，检修抽出时所需空间较小，故断路器检修时抽出灭弧室的尺寸不是控制尺寸。

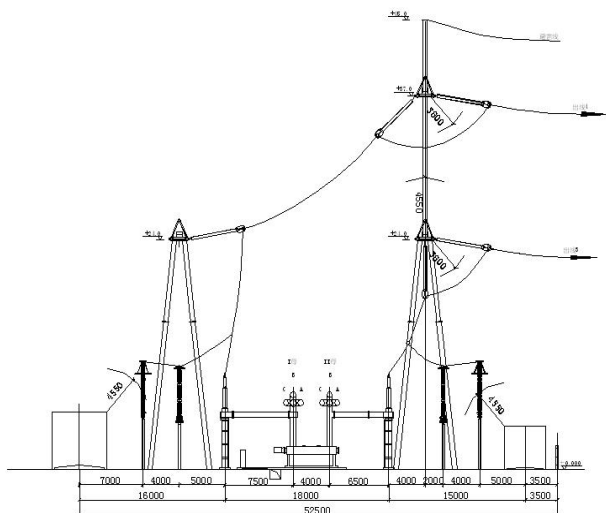
上述两个 550kV GIS 布置方案中，出线间隔宽度为 26m，出线构架挂点高度 24m，相间 7m，相地 6m。

#### 2.2.4 550kV GIS 双层出线

根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版中 A1 模块，当 500kV 配电装置中出线回路数较多时，为减少配电装置横向尺寸，可采用双层出线布置方案，具体如下：







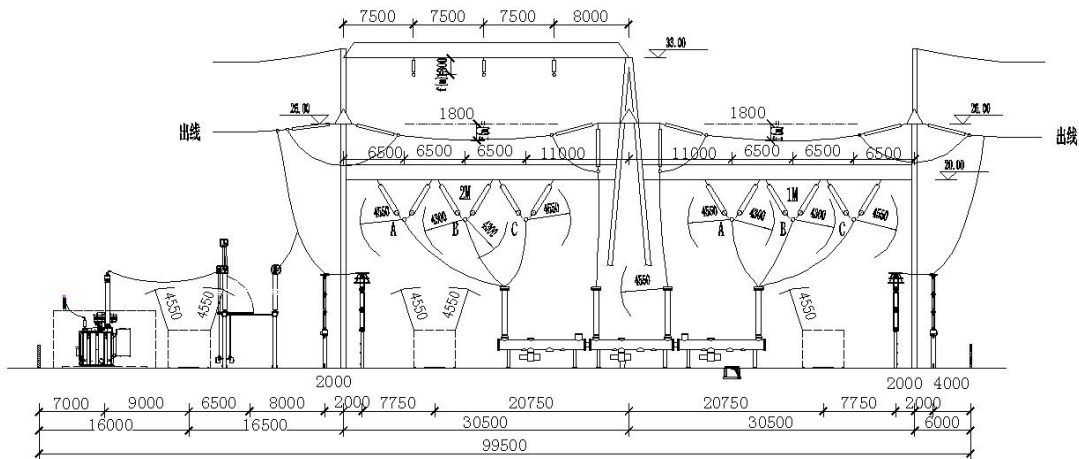
该配电装置中，在原有 24m 高出线构架上方设置上层出线构架，挂点高度 37m，以满足双层出线一回运行另一回检修时上下层之间带电距离校验。这种配电装置型式可减少 500kV 配电装置横向尺寸，但运行人员检修维护时较为不便，因此当采用 500kV GIS 双层出线方案时，应与运行单位沟通后确定。在工程设计时需与线路专业密切配合该双层出线构架定位、挂点及高度等。

### 2.3 500kV HGIS 配电装置

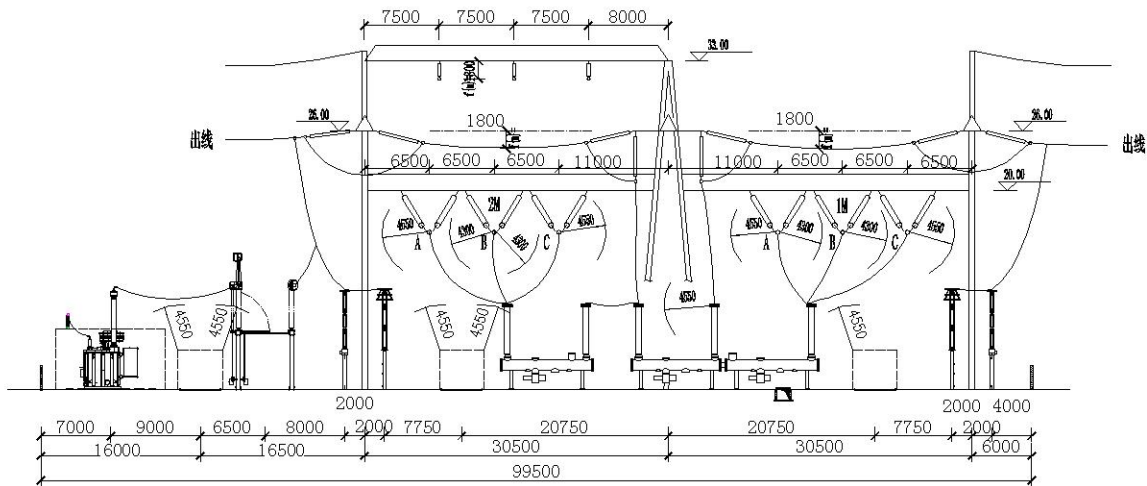
HGIS 设备指 SF6复合式组合电器，将断路器、隔离开关及电流互感器、接地开关等元件，按电气主接线的要求，依次连接，组合呈一个整体，并且全部封闭于接地的金属管内，管内充SF6气体，作为绝缘兼灭弧介质。与GIS设备不同的是，HGIS的母线采用敞开式管母线，母线设备及出线设备一般采用AIS敞开式型式。

对于550kV HGIS设备、一个半断路器接线的典型布置方案主要有“3+0”和“2+1”两种，其中“3+0”布置方案指HGIS设备中三台断路器均通过封闭式SF6气体绝缘金属管连接，“2+1”布置方案指HGIS设备中两台断路器与另

一台断路器的两部分组合电器通过软导线进行连接。根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011年版中B模块，采用“3+0”布置方案的550kV HGIS设备断面图如下：



根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011年版中B模块，采用“2+1”布置方案的550kV HGIS设备断面图如下：



由以上两图可见，两种 HGIS 布置方案中配电装置尺寸相同，纵向尺寸均为 30.5m-30.5m，间隔横向宽度为 27m，下层悬吊式管母线挂点高度 20m，母线相间 6.5m，中层跨线挂点高度 26m，相间 7.5m，相地 6m，上层跨线挂点高度 33m，相间 7.5m，相地 7.5m 或 8m。

HGIS 配电装置中，需要注意校验上层跨线跳线与中层跨线耐张绝缘子串均压环之间的带电距离，并满足 500kV B1 值 4550mm。但由于该处尺寸较为紧张，且现场施工时存在一定的误差，建议采取以下措施：

①上层跨线挂点高度由通用设计的 33m 调整为 33.5m。（推荐）

②放大中层跨线弧垂。

### **3 220kV 配电装置**

对于 500kV 变电站，220kV 配电装置布置要求满足布局合理、运行可靠、维护检修方便、经济合理、节约占地、与环境协调等要求，并结合《国家电网公司输变电工程-通用设计》中相应模块，与 500kV 配电装置型式统一进行选择。

目前，220kV 交流配电装置主要有两种布置型式，分别为 AIS 和 GIS 布置。

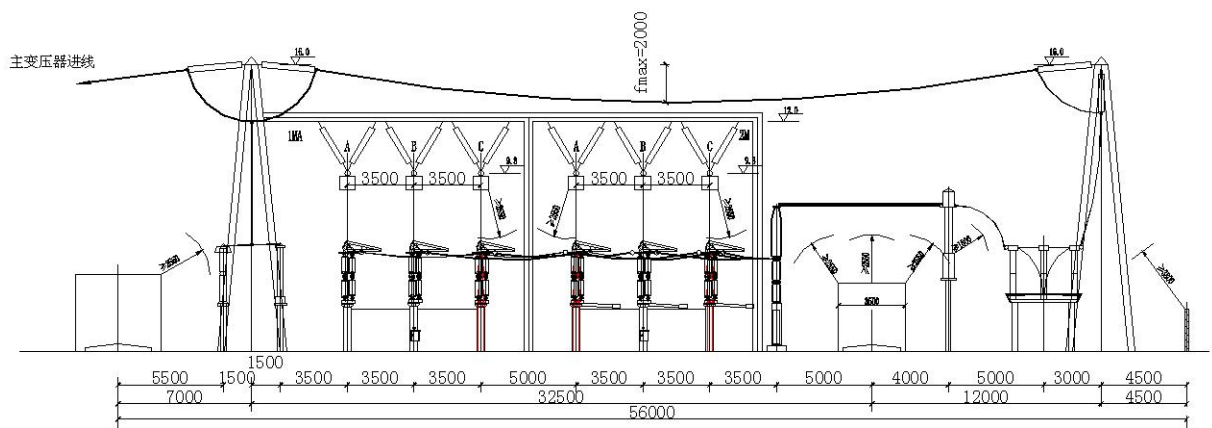
#### **3.1 220kV AIS 配电装置**

AIS 指敞开式设备布置型式，分为柱式断路器及罐式断路器两种。根据具体工程不同，因从站址环境、条件、成本分析、故障统计及用户习惯等多个方面综合考虑后确定。具体柱式断路器与罐式断路器技术分析比较见 500kV AIS 配电装置部分内容。

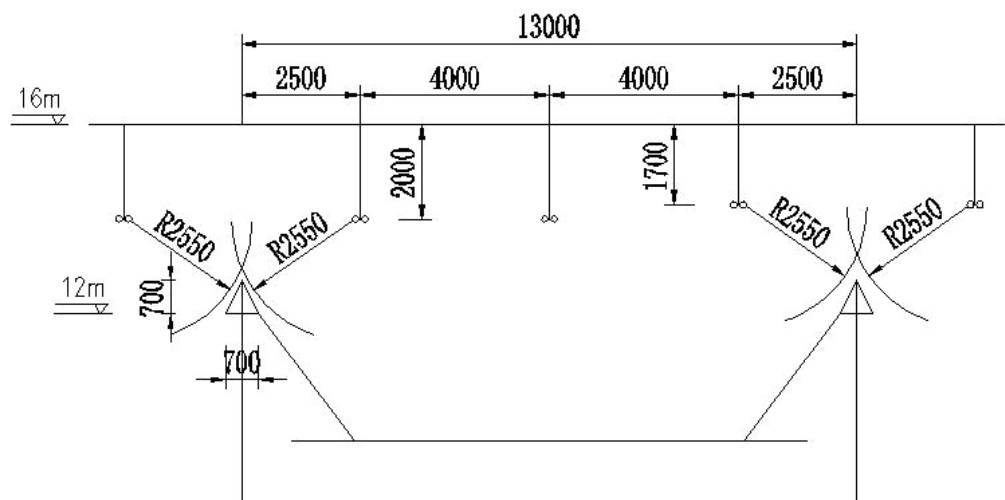
##### **3.1.1 悬吊式管母线及支持式管母线电气布置**

根据《220~500kV 变电所设计技术规程》第 4.2.4 条，“500kV 变电站中的 220kV 配电装置，可采用双母线，技术经济合理时，也可采用一个半断路器接线。”当采用双母线接线时，220kV AIS 配电装置可分为悬吊式管母线与支持式管母线两种布置方案。

根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版中相应模块，采用瓷柱式断路器型式、悬吊式管母线布置方案的 500kV 变电站中 220kV 配电装置间隔纵向尺寸为 56m（道路至围墙），间隔宽度为 13m，上层跨线挂点高度 16m，弧垂 2m，跨线相间 4m，相地 2.5m，下层设备相间 3.5m，相地 3m。具体断面图如下：



该配电装置中，在主变进线或母联间隔相邻的情况下，母线梁两侧均有上层跨线，考虑上层跨线可能在母线梁上人检修时 10m/s 风速下发生风偏，导致该处带电距离不满足要求，具体见下图：



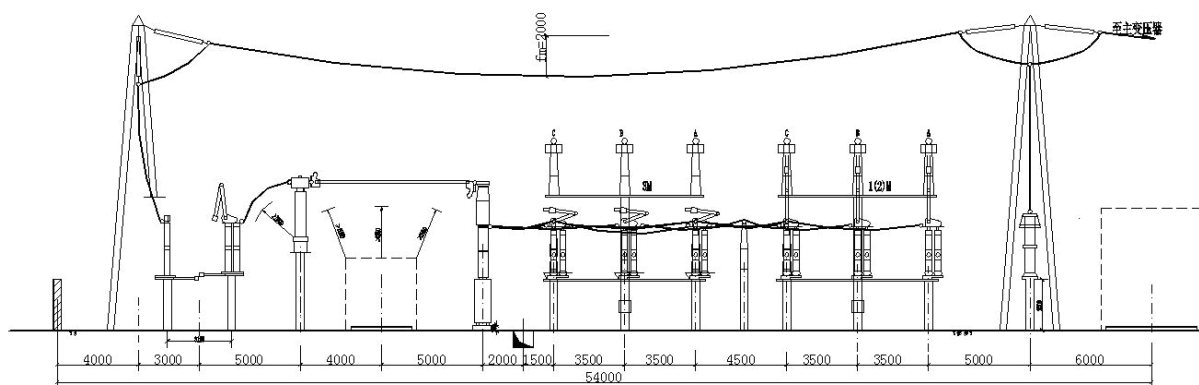
建议采取以下措施：

- ① 上层跨线挂点高度由通用设计的 16m 调整为 16.5m。

②上层跨线弧垂由通用设计的 2m 调整为 1.7m。（推荐）

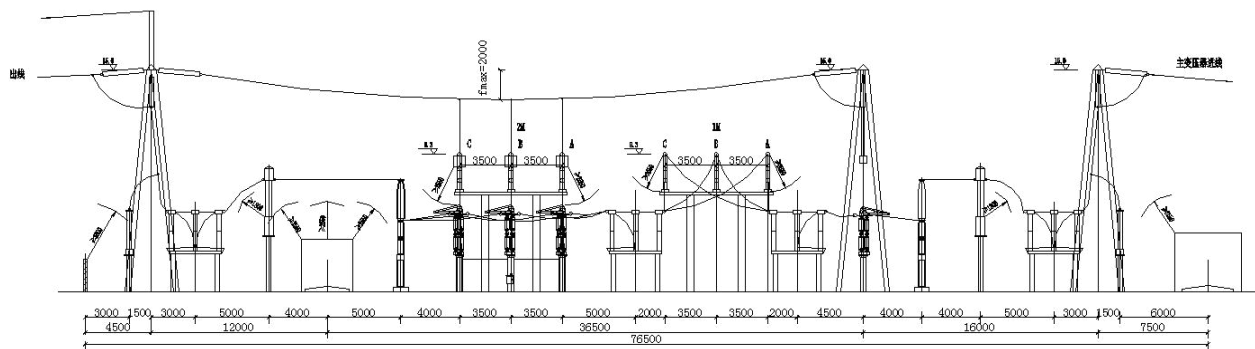
③配电装置布置中，避免母联、主变进线间隔相邻。

根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版中相应模块，采用瓷柱式断路器型式、支持式管母线布置方案的 500kV 变电站中 220kV 配电装置间隔纵向尺寸为 54m（道路至围墙），间隔宽度为 13m，上层跨线挂点高度 15m，弧垂 2m，跨线相间 4m，相地 2.5m，下层设备相间 3.5m，相地 3m。具体断面图如下：

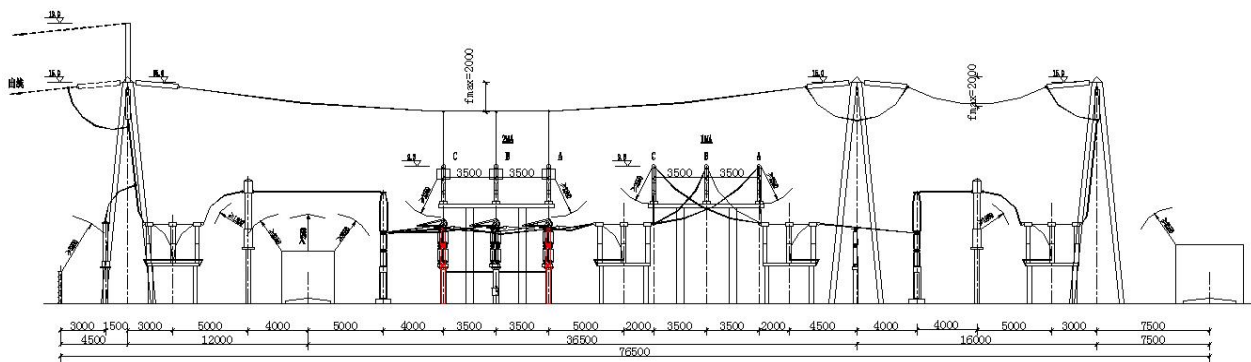


### 3.1.2 进出线双向布置方案

为减少 500kV 变电站中 220kV 配电装置横向尺寸，根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版中相应模块，220kV 配电装置进出线双向布置方案如下图：



出线-主变进线间隔断面图

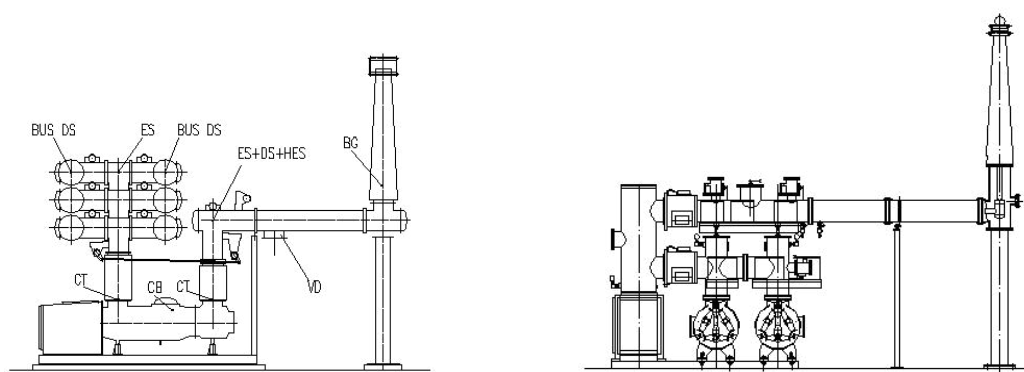


出线-母联间隔断面图

该配电装置中，进出线间隔主变侧母线下母线隔离开关均需采用双柱式隔离开关，其中主变进线间隔需安装倒装支柱绝缘子，并利用倒装金具引下软导线方式连接单柱式隔离开关，通过出线间隔上层跨线与出线侧母线连接。这种双向布置方案可节省 220kV 配电装置横向尺寸 39-78m，但需增加纵向尺寸 22.5m。

### 3.2 220kV GIS 配电装置

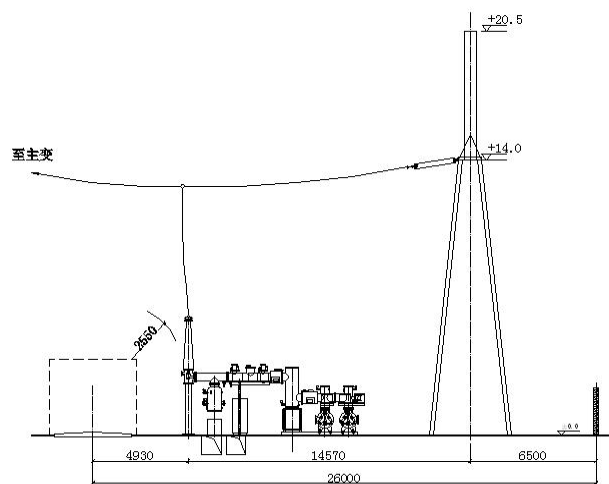
对于 252kV 电压等级、双母线接线的 GIS 设备主要分为母线三相分箱与母线三相共箱两种，具体如下图：



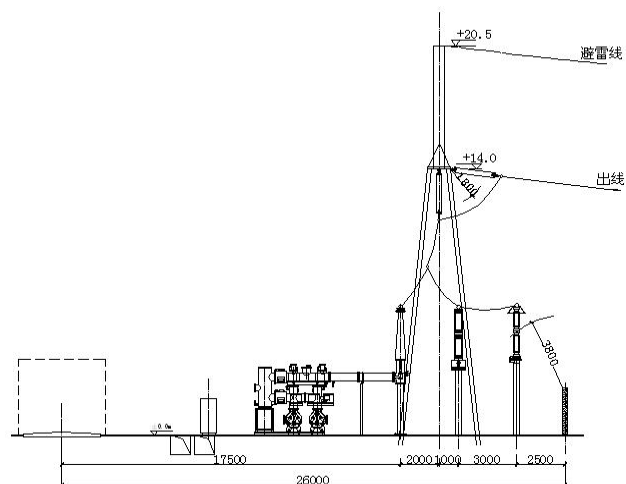
母线三相分箱

母线三相共箱

根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版中相应模块，252kV GIS 设备断面图如下：



主变进线间隔断面图



出线间隔断面图

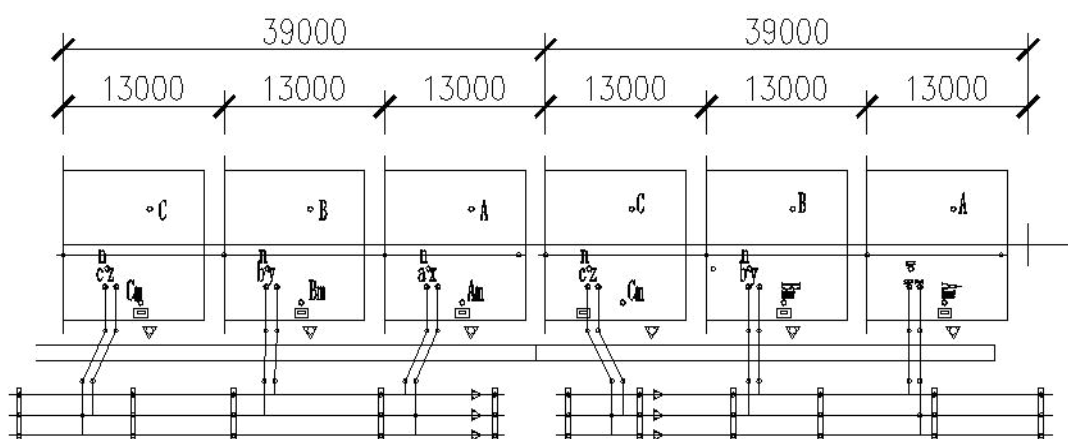
该配电装置中，间隔纵向尺寸为 26m（道路至围墙），双回路出线采用同一跨构架，构架宽度为 24m，挂点高度 14m。其中，利用出线构架作为主变进线构架，并由上跨线引下至主变进线套管。值得注意的是，上述间隔纵向尺寸 26m 对应母线额定电流为 4000A 的 GIS 设备，当母线额定电流大于 4000A 时，需与 GIS 设备厂家配合 GIS 设备进出线套管之间尺寸，并适当增加间隔纵向尺寸。

另外，根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版中 A1 模块，当 220kV 配电装置中出线回路数较多时，为减少配电装置横向尺寸，同样可采用双层出线布置方案，具体见 2001 版通用设计。

## 4 主变压器及低压无功补偿区域

### 4.1 主变压器布置

在 500kV 变电站中，主变压器的型式选择需结合站址大件运输条件、电气总平面布置及运行单位意见等进行综合考虑，一般可选用单相自耦或三相三绕组两种型式。根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版中相应模块，以 500kV 单相自耦变压器布置方式为例，具体如下图：



该布置方案中，单相变压器一字形排列，上方设置主变压器构架，中性点管母线安装在防火墙上，低压套管通过支柱绝缘子支软导线方式连接主变汇流母线，其中单相变压器防火墙间距 13m 对应容量为 400MVA 的变压器，具体工程中，还应根据主变压器容量及变压器外形尺寸等综合考虑防火墙间距。

另外，当具体工程中本期或远景主变中性点采用经小电抗接地的接地方式时，需在主变压器及低压无功补偿区域预留其安装位置，并将中性点管母线安装在防火墙的外侧，以便于与中性点小电抗连接。

## 4.2 低压无功补偿区域布置

在 500kV 变电站中，低压无功补偿装置一般位于站区中心，其布置方式及占地面积往往直接决定了全站的整体布局。

### 4.2.1 低压无功补偿设备选型

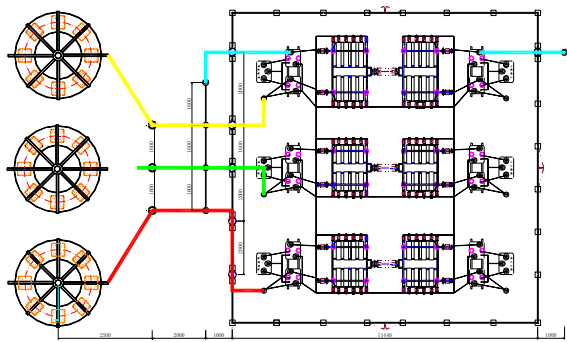
对于 500kV AIS 敞开式布置型式的变电站，在合理布局的前提下，可不因电容器组、电抗器组的设备型式及布置而显著增加站区占地面积，但是对于户外紧凑型布置，特别是 GIS 方案，由于整个站区面积较小，电容器组及电抗器组的户外布置对全站占地面积大小带来了较大的影响，其场



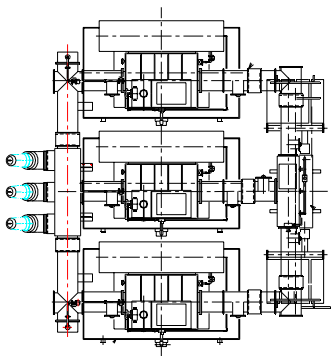
地面积甚至达到变电站围墙内面积的 40%以上，因此采用占地面积较小的电容器组、电抗器组对于优化变电站总平面布置具有重要意义。

对于电容器组而言，目前几大设备厂家除了可以提供框架式电容器组外，集合式电容器组也都在生产，从而与框架式电容器形成互补。同常规的框架式电容器组相比，这种电容器装置除性能、安装维护等方面表现优秀外，还能极大程度的节省占地面积。采用集合式电容器组与传统的框架式电容器组相比具有如下优点：

- 设计结构紧凑，占地面积仅为框架式电容器的 37%。具体见下图：



框架式电容器组布置图



集合石电容器组布置

图

（配干式串联电抗器）

（配油浸式串联电抗器）

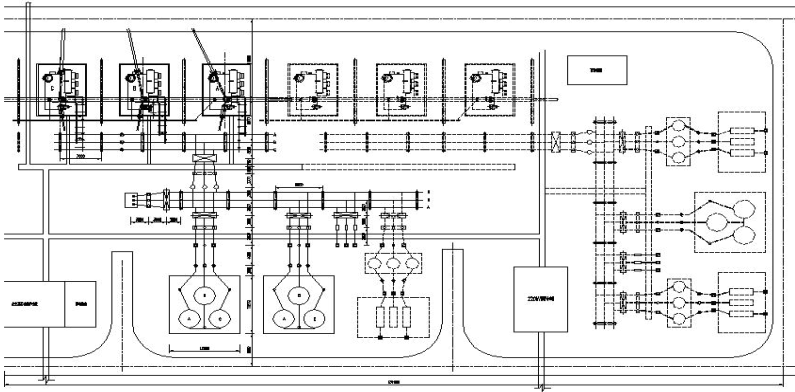
- 工作场强较低，确保安全电气绝缘的裕度大。
- 装置直接落地安装，无需围栏，外壳可接地。
- 抗震强度高。
- 维护量小。
- 运行安全性和可靠性高。
- 使用寿命长。

对于电抗器组而言，油浸式铁芯并联电抗器与传统的干式空芯电抗器相比，其具有可靠性高、抗震性好、损耗小、抗干扰能力强、占地面积较小、维护工作量少等特点。

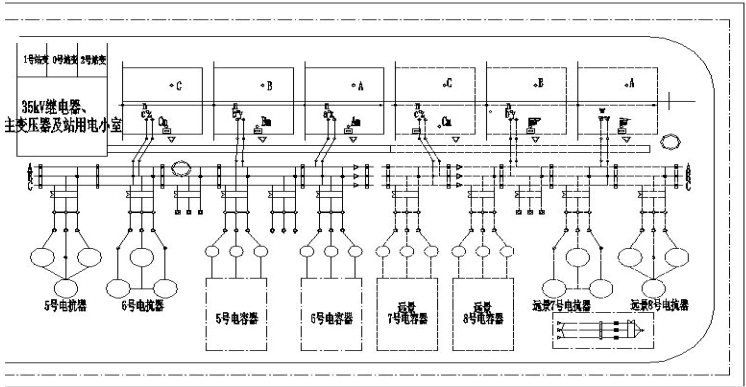
综上所述，当采用户外紧凑型 (GIS) 布置方案时，可根据《国家电网公司输变电工程-通用设计》2011 年版中相应模块对低压无功补偿设备进行选型，进而对全站电气总平面布置进行设计优化。

#### 4.2.2 低压无功补偿布置型式

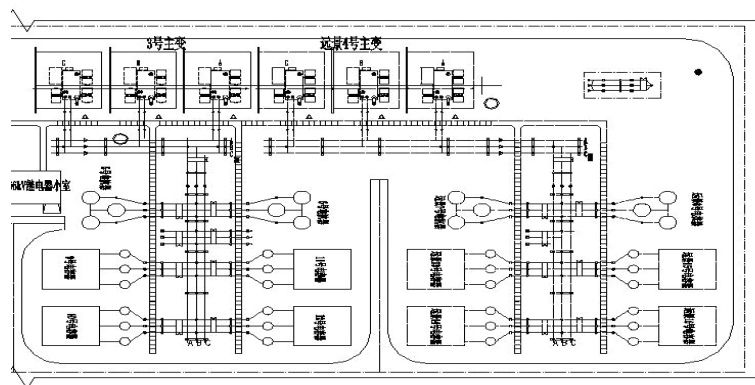
对于 500kV 变电站低压无功补偿布置型式，在以往工程中，主要分为以下几种：



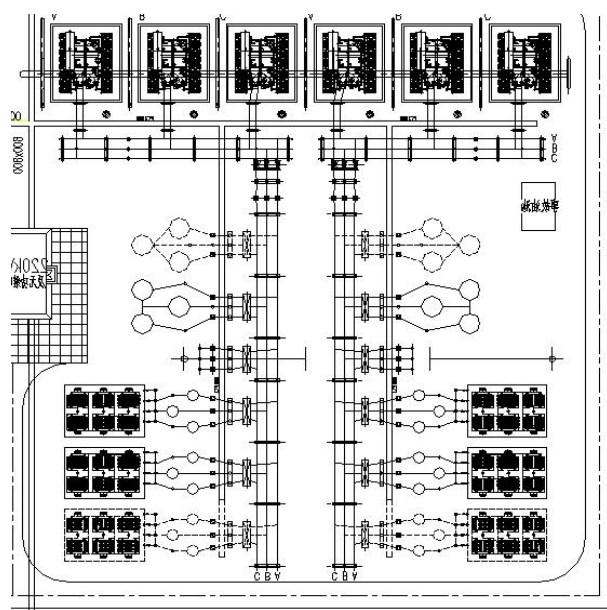
垂直布置方式



一字型布置方式



面对面布置方式



π 字型布置方式

在具体工程中，需根据系统对变电站内低压容性、感性无功补偿的配置要求，并结合《国家电网公司输变电工程-通用设计》和全站电气布置要求等综合考虑后确定。