(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 112510745 B
(45)授权公告日 2023.03.28

(21)申请号 202010973963.5
(22)申请日 2020.09.16
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112510745 A
(43)申请公布日 2021.03.16
(73)专利权人 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司
地址 310014 浙江省杭州市潮王路22号
专利权人 杭州市城乡建设设计院股份有限公司
江苏云杉清洁能源投资控股有限公司
(72)发明人 徐晗 谢瑞 杨文斌 陈晴 傅春翔 王霄鹤 李景一 徐鸥洋 林斌 冯嘉琦 陈云江 李剑锋
(74)专利代理机构 浙江杭州金通专利事务所有限公司 33100
专利代理师 刘晓春
(51)Int.Cl.
H02J 3/36(2006.01)
审查员 冯欣

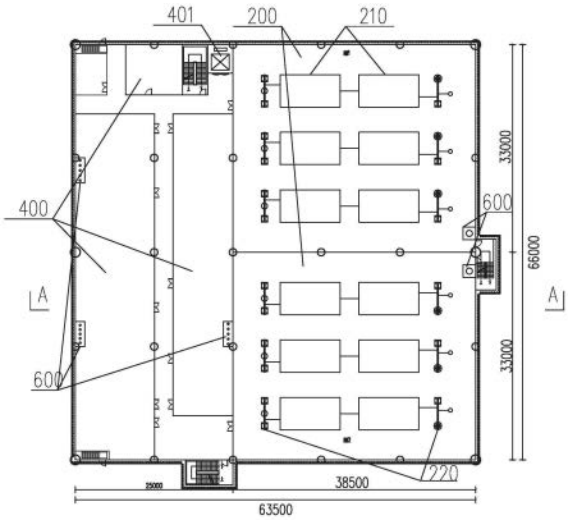
权利要求书1页 说明书5页 附图4页

(54)发明名称

一种66kV集电线路接入的柔性直流海上换流站

(57)摘要

本发明提供了一种66kV集电线路接入的柔性直流海上换流站，为多层布置，包括交流场、阀厅、直流场、辅助生产区；阀厅包括换流阀及其配电装置，处于换流站最下部；直流场包括桥臂电抗器及直流配电装置，与阀厅上下相邻布置于换流站一侧的顶部空间；交流场包括66kV交流配电装置、联接变压器、330kV交流配电装置，布置于换流站另一侧顶部空间。本发明适用于集电系统直接接入换流站的海上风电柔性直流送出系统，将66kV交流集电线路直接接入海上换流站，简化了海上风电柔性直流送出系统的接线，省去了传统深远海风电场中海上升压站的投资及维护费用；并且，换流站布置合理、紧凑，较之现有的同容量海上换流站方案减小了约40%，有效减少了深远海风电场的建设成本。



CN 112510745 B

1.一种66kV集电线路接入的柔性直流海上换流站,其特征在于:所述柔性直流海上换流站包括交流场、阀厅、直流场和辅助生产区,所述交流场设置66kV交流配电装置、联接变压器、330kV交流配电装置,所述阀厅设置换流阀及其配电装置,所述直流场包括桥臂电抗器及直流配电装置;

所述阀厅布置于柔性直流海上换流站的第一侧,其宽度大于柔性直流海上换流站宽度的一半;柔性直流海上换流站第二侧在所述阀厅的高度范围内的余下空间设置为多层,作为辅助生产区使用;

所述直流场布置在柔性直流海上换流站第一侧最上部,所述直流场与所述阀厅处在柔性直流海上换流站的同一侧,与阀厅上下相邻;直流场宽度小于柔性直流海上换流站宽度的一半;

柔性直流海上换流站在直流场高度范围内与直流场相邻的余下空间被分割为两层,交流场布置在所述两层中的顶层,电缆架空层布置在两层中的底层;电缆架空层的一部分处在阀厅上方而构成与阀厅上下相邻的第五层重叠区;

在辅助生产区及阀厅分别设置电缆竖井;

66kV交流配电装置与联接变压器之间的66kV交流海缆,330kV交流配电装置与联接变压器之间的330kV交流电缆均经过所述电缆架空层连接,330kV交流配电装置的330kV交流出线,经过所述电缆架空层中重叠区进入阀厅;

柔性直流海上换流站第二侧在所述阀厅的高度范围内与阀厅相邻的余下空间设置为四层。

2.如权利要求1所述的一种66kV集电线路接入的柔性直流海上换流站,其特征在于:66kV交流配电装置及330kV交流配电装置布置在远离直流场一侧,联接变压器布置在交流配电装置及直流场之间,紧邻直流场布置。

3.根据权利要求1所述的一种66kV集电线路接入的柔性直流海上换流站,其特征在于:66kV交流海缆自海上风电场直接接入海上换流站,通过电缆竖井引接至66kV交流配电装置;自66kV交流配电装置引出的66kV交流电缆连接至联接变压器低压侧,升压后由330kV交流电缆自联接变压器高压侧引出并连接至分别与330kV交流配电装置。

4.如权利要求1所述的一种66kV集电线路接入的柔性直流海上换流站,其特征在于:联接变压器低压侧采用分裂绕组;330kV交流配电装置采用“两进一出”单母线接线,330kV交流出线电缆与换流阀交流侧相连;换流阀直流侧通过穿墙套管引接至直流场,±320kV直流海缆经桥臂电抗器和直流配电装置后,通过电缆竖井引下后出线。

5.根据权利要求1所述的一种66kV集电线路接入的柔性直流海上换流站,其特征在于:阀厅采用正负极阀厅紧邻布置方式,正负极阀塔分为两个阀厅单独布置,整个阀厅内换流阀塔按照“ABCCBA”的相序布置;直流场内桥臂电抗器根据阀厅内换流阀的布置,按照“ABCCBA”的相序排列,通过穿墙套管与下方换流阀直流侧连接。

一种66kV集电线路接入的柔性直流海上换流站

技术领域

[0001] 本发明涉及海上风电及柔性直流输电技术领域，具体涉及一种66kV集电线路接入的柔性直流海上换流站。

背景技术

[0002] 近年来，全球海上风电发展呈现大规模、集群化及深远海化的特点。离岸大于100km、水深超过50m的深远海具有更广阔的海域资源与更庞大的风能资源。中国海岸线长，可利用海域面积广，海上风力资源储备丰富。考虑资源潜力、消纳能力以及近海海域用地日益紧张等因素，深远海风电将成为未来海上风电发展的重要方向。

[0003] 目前，海上风电送出的并网方式主要分为高压交流输电和高压直流输电两大类，其中高压直流输电均采用柔性直流方式。高压交流输电是海航风电送出并网的常规技术方案，当海上风电场规模较小且离岸较近时，一般采用交流电缆加静止无功补偿器的方式接入陆上电网。高压交流送出并网系统结构简单且技术成熟，凡是由于存在交流电缆充电功率的问题限值了其在远海风电送出的应用。柔性直流输电是远海风电送出的首选技术方案。相对于高压交流输电方案，柔性直流输电在远海送出中具有潮流和电压可控、可向系统提供无功支撑、易构成多端直流系统等优势。

[0004] 传统远海风电经柔直送出工程中，单个海上风电场的电能经35kV交流海缆汇集后接入海上升压站，经升压后由220kV交流线路送出到海上换流站，经换流后由高压直流海缆送出到陆上换流站，然后接入交流主网。

[0005] 如果仍采用传统交流集电方案，海底电缆的数目势必增加，电缆投资、相应工程费用及施工难度也将增加。采用大容量66kV交流风机和66kV交流集电线路，取消海上升压站平台，由66kV交流海缆直接接入海上柔性直流换流站的柔性直流送出系统是解决这个问题的有效方案。

[0006] 目前还没有专门适用于于66kV集电线路接入的柔性直流海上换流站。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于配合集电系统直接接入换流站的海上风电柔性直流送出系统，提供一种66kV集电线路接入的柔性直流海上换流站。

[0008] 为实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

[0009] 一种66kV集电线路接入的柔性直流海上换流站，其特征在于：所述柔性直流海上换流站包括交流场、阀厅、直流场和辅助生产区，所述交流场设置66kV交流配电装置、联接变压器、330kV交流配电装置，所述阀厅设置换流阀及其配电装置，所述直流场包括桥臂电抗器及直流配电装置；

[0010] 所述阀厅布置于柔性直流海上换流站的第一侧，其宽度大于柔性直流海上换流站宽度的一半；柔性直流海上换流站第二侧在所述阀厅的高度范围内的余下空间设置为多层，作为辅助生产区使用；

[0011] 所述直流场布置在柔性直流海上换流站第一侧最上部，所述直流场与所述阀厅处在柔性直流海上换流站的同一侧，与阀厅上下相邻；直流场宽度小于柔性直流海上换流站宽度的一半；

[0012] 柔性直流海上换流站在直流场高度范围内与直流场相邻的余下空间被分割为两层，交流场布置在所述两层中的顶层，电缆架空层布置在两层中的底层；电缆架空层的一部分处在阀厅上方而构成与阀厅上下相邻的第五层重叠区；

[0013] 在辅助生产区及阀厅分别设置电缆竖井。

[0014] 进一步地：66kV交流配电装置及330kV交流配电装置布置在远离直流场一侧，联接变压器布置在交流配电装置及直流场之间，紧邻直流场布置。

[0015] 进一步地：66kV交流配电装置与联接变压器之间的66kV交流海缆，330kV交流配电装置与联接变压器之间的330kV交流电缆均经过所述电缆架空层连接，330kV交流配电装置的330kV交流出线，经过所述电缆架空层中重叠区进入阀厅。

[0016] 进一步地：66kV交流海缆自海上风电场直接接入海上换流站，通过电缆竖井引接至66kV交流配电装置；自66kV交流配电装置引出的66kV交流电缆连接至联接变压器低压侧，升压后由330kV交流电缆自联接变压器高压侧引出并连接至分别与330kV交流配电装置。

[0017] 进一步地：联接变压器低压侧采用分裂绕组；330kV交流配电装置采用“两进一出”单母线接线，330kV交流出线电缆与换流阀交流侧相连；换流阀直流侧通过穿墙套管引接至直流场，±320kV直流海缆经桥臂电抗器和直流配电装置后，通过电缆竖井引下后出线。

[0018] 进一步地：阀厅采用正负极阀厅紧邻布置方式，正负极阀塔分为两个阀厅单独布置，整个阀厅内换流阀塔按照“ABCCBA”的相序布置；直流场内桥臂电抗器根据阀厅内换流阀的布置，按照“ABCCBA”的相序排列，通过穿墙套管与下方换流阀直流侧连接。

[0019] 进一步地：柔性直流海上换流站第二侧在所述阀厅的高度范围内与阀厅相邻的余下空间设置为四层。

[0020] 本发明首次提出了66kV直接接入的柔性直流海上换流站平台布置方案，配合集电系统直接接入换流站的海上风电柔性直流送出系统，简化了海上风电柔性直流送出系统的接线，提高了系统的可靠性，同时省去了传统深远海风电场中海上升压站的投资及维护费用节省了深远海风电场的建设成本。

[0021] 并且，本发明从整个海上换流站平台的布置情况来看，总体布局体现“交流场(66kV交流配电装置、联接变、330kV交流配电装置)－阀厅－直流场(直流隔离开关、桥臂电抗器)”的工艺特点，功能区域分割合理、明确，阀厅、交流场设备、直流场设备等房间紧凑布置，辅助生产区布置合理、集中，换流站内主电缆通道简洁、流畅，站内设备安装、运行维护方便。本发明的海上换流站平台尺寸较之现有的同容量海上换流站方案减小了约40％。

附图说明

[0022] 图1为本发明实施例所述的柔性直流海上换流站一层平面布置图；

[0023] 图2为本发明实施例所述的柔性直流海上换流站五层平面布置图；

[0024] 图3为本发明实施例所述的柔性直流海上换流站六层平面布置图；

[0025] 图4为本发明实施例所述的柔性直流海上换流站A-A断面图。

具体实施方式

[0026] 下面将结合附图对本发明作详细的介绍：

[0027] 如图1～4所示，本发明实施例提供的一种66kV集电线路接入的柔性直流海上换流站设置交流场100、阀厅200、直流场300、辅助生产区400，所述交流场100中设置66kV交流配电装置(GIS)110、联接变压器120、330kV交流配电装置(GIS)130，所述阀厅200中设置换流阀210及其配电装置220，所述直流场300中设置桥臂电抗器310及直流配电装置320，所述辅助生产区400中设置站用辅助系统、给排水和消防系统及暖通系统。所述柔性直流海上换流站还设置电缆竖井600以及电缆架空层500。

[0028] 本实施例中，柔性直流海上换流站的整体尺寸为63.5m×66m×35m(长×宽×高)。在以下所述层高均为楼面到楼面之间的距离。本发明的柔性直流海上换流站设置为多层建筑，将换流阀设备布置于下层，便于其小而重的设备搬运；将交流场和直流场布置于顶部，便于安装和维修时吊机可以从屋顶吊入和吊出大型设备。

[0029] 阀厅200布置于柔性直流海上换流站的第一侧，其宽度大于柔性直流海上换流站宽度的一半，从而阀厅200超过柔性直流海上换流站的中线，而占用柔性直流海上换流站第二侧的部分空间。在高度方向上，阀厅200的高度相当于多层的高度，柔性直流海上换流站第二侧的在该高度范围内与阀厅200相邻的余下空间作为辅助生产区400，并设置为多层，分层设置相应的功能区。在本实施例中，阀厅200的高度为20m，将与阀厅200相邻的作为辅助生产区400的空间设置为四层。

[0030] 直流场300布置在柔性直流海上换流站第一侧最上部，所述直流场300与所述阀厅200处在柔性直流海上换流站的同一侧，与阀厅(200)上下相邻；但是其宽度小于柔性直流海上换流站宽度的一半。

[0031] 所述直流场300的高度也相当于多层的高度，柔性直流海上换流站在该高度范围内与直流场300相邻的余下空间被分割为两层，顶层为第六层。由于直流场300的宽度小于柔性直流海上换流站宽度的一半，这两层的空间已超过柔性直流海上换流站的中线，而占用柔性直流海上换流站第一侧的部分空间，由此产生了处在柔性直流海上换流站中部的并且处在阀厅200上方与其上下相邻的第五层重叠区700。

[0032] 交流场100布置在所述第六层，也处在柔性直流海上换流站的顶部，以便于设备吊装，其中，第六层的层高比第五层高，为11米。由此，交流场100处于柔性直流海上换流站的第二侧，但其占用宽度大于柔性直流海上换流站宽度的一半，从而交流场100超过柔性直流海上换流站中线，而占用柔性直流海上换流站第一侧的部分空间并与所述直流场300相邻。在交流场100中，66kV交流配电装置110及330kV交流配电装置130布置在远离直流场300一侧，联接变压器120布置在交流配电装置及直流场300之间，紧邻直流场300布置，处在阀厅100的上方(中间隔着下述的电缆架空层500的重叠区700)。交流配电装置110及330kV交流配电装置130布置在同一侧并左右相邻设置，联接变压器120布置在另一侧，两侧之间设置走廊801。也即66kV交流配电装置110及330kV交流配电装置130布置在辅助生产区400的上方，从而便于通过在辅助生产区400设置电缆竖井600，使66kV交流海缆901直达下述的电缆架空层500及接至66kV交流配电装置110，减少电缆连接长度以及避免线路之间干扰。

[0033] 交流场100下方的第五层为电缆架空层500，第五层的层高为4米，主要作为柔性直流海上换流站内66kV交流海缆、330kV交流电缆等在柔性直流海上换流站内的敷设及连接

的空间。由于交流场100同时也占用到柔性直流海上换流站的第一侧空间，阀厅200同时也占用到柔性直流海上换流站的第二侧空间，电缆架空层500跟随交流场100也占用到柔性直流海上换流站的第一侧空间，在平面布置上，与阀厅200存在一定的重叠区700，也即电缆架空层500的重叠区700也处在阀厅200的上方，重叠区700也处在联接变压器120布置区的下方。电缆架空层500和直流场300在底部处在同一层，两者之间设置走廊802，并在走廊802两侧分别设置电缆架空层500的门和直流场300的门。

[0034] 以上的柔性直流海上换流站构造既考虑到了设备安装的方便性，同时，又考虑到交流电缆和直流电缆走线的合理性，避免线路干扰引起的安全问题以及降低空间利用率的问题。以下将对电缆布置连接进行进一步详细说明。

[0035] 在对电缆布置连接进行进一步详细说明之前，先结合附图对辅助生产区400进行详细说明，辅助生产区400主要布置在柔性直流海上换流站第二侧所余的一至四层，辅助生产区400中的阀冷却室和海水泵房布置在第一层，阀冷却室布置在一层阀厅200旁；辅助生产区400的第二层主要布置新风机房、冷冻机房、备品备件间、办公室、休息室等辅助用房；辅助生产区400的第三层主要布置二次设备室、通信机房、蓄电池室等二次设备用房；辅助生产区400的第四层主要布置站用电室、空调设备间等，附图标401为电梯。第五层、第六层的处于交流场300和电缆架空层500电缆布置区域之外的零星房间也可作为辅助生产区400的工作用房使用。

[0036] 下面结合图4对所述柔性直流海上换流站中高压电缆的连接进行具体说明。66kV交流海缆901自海上风电场直接接入柔性直流海上换流站，通过在辅助生产区400设置的电缆竖井600进入电缆架空层500，引接至交流场100的66kV交流配电装置110；自66kV交流配电装置110引出的66kV交流电缆902经电缆架空层500连接至联接变120低压侧，升压后由330kV交流电缆903自联接变压器120高压侧引出并经电缆架空层500连接至330kV交流配电装置130，联接变压器120高、低压侧分别通过电缆903、902与330kV交流配电装置130、66kV交流配电装置110相连，其中联接变压器120低压侧采用分裂绕组；330kV交流配电装置130采用“两进一出”单母线接线，330kV交流出线电缆904经过电缆架空层的重叠区而与阀厅200的换流阀210交流侧相连；换流阀210直流侧的连接电缆905通过穿墙套管906向上引接至与其上下相邻的直流场300，±320kV直流海缆907经桥臂电抗器310和直流配电装置320后，通过在阀厅200一侧设置的电缆竖井600引下后出线。从而合理利用交流场100、阀厅200、直流场300需求的高度空间的不同及宽度空间的不同，基于各设备的电缆连接关系，而结合嵌入电缆架空层500，使站内电缆布线合理，减少连接电缆的用量以及减少相互干扰，提高平面和高度空间的利用率。

[0037] 海上换流站阀厅200采用正负极阀厅紧邻布置方式，整体尺寸为38.5m×66m×35m(长×宽×高)，正负极阀塔分为两个阀厅单独布置，整个阀厅内换流阀塔210按照“ABCCBA”的相序布置；直流场300内桥臂电抗器310根据阀厅(200)内换流阀210的布置，按照“ABCCBA”的相序排列，通过穿墙套管与下方换流阀210直流侧连接。

[0038] 本发明所述的66kV交流集电线路直接接入海上换流站，适用于集电系统直接接入换流站的海上风电柔性直流送出系统，将66kV交流集电线路直接接入海上换流站，一方面简化了海上风电柔性直流送出系统的接线，省去了传统深远海风电场中海上升压站的投资及维护费用；另一方方面，整个换流站平台布置合理、紧凑，平台尺寸(63.5m×66m×35m)较

之现有的同容量海上换流站方案(89m×78m×44m)减小了约40％。所述柔性直流换流站有效减少了深远海风电场的建设成本,综合效益显著节省了深远海风电场的建设成本,简化了海上风电柔性直流送出系统的接线,提高了系统的可靠性,综合效益显著。

[0039] 本发明应用了具体个例对本发明的原理以及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及核心思想;该部分内容不应理解为对本发明的限制。应当指出的是,对于本领域的技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。

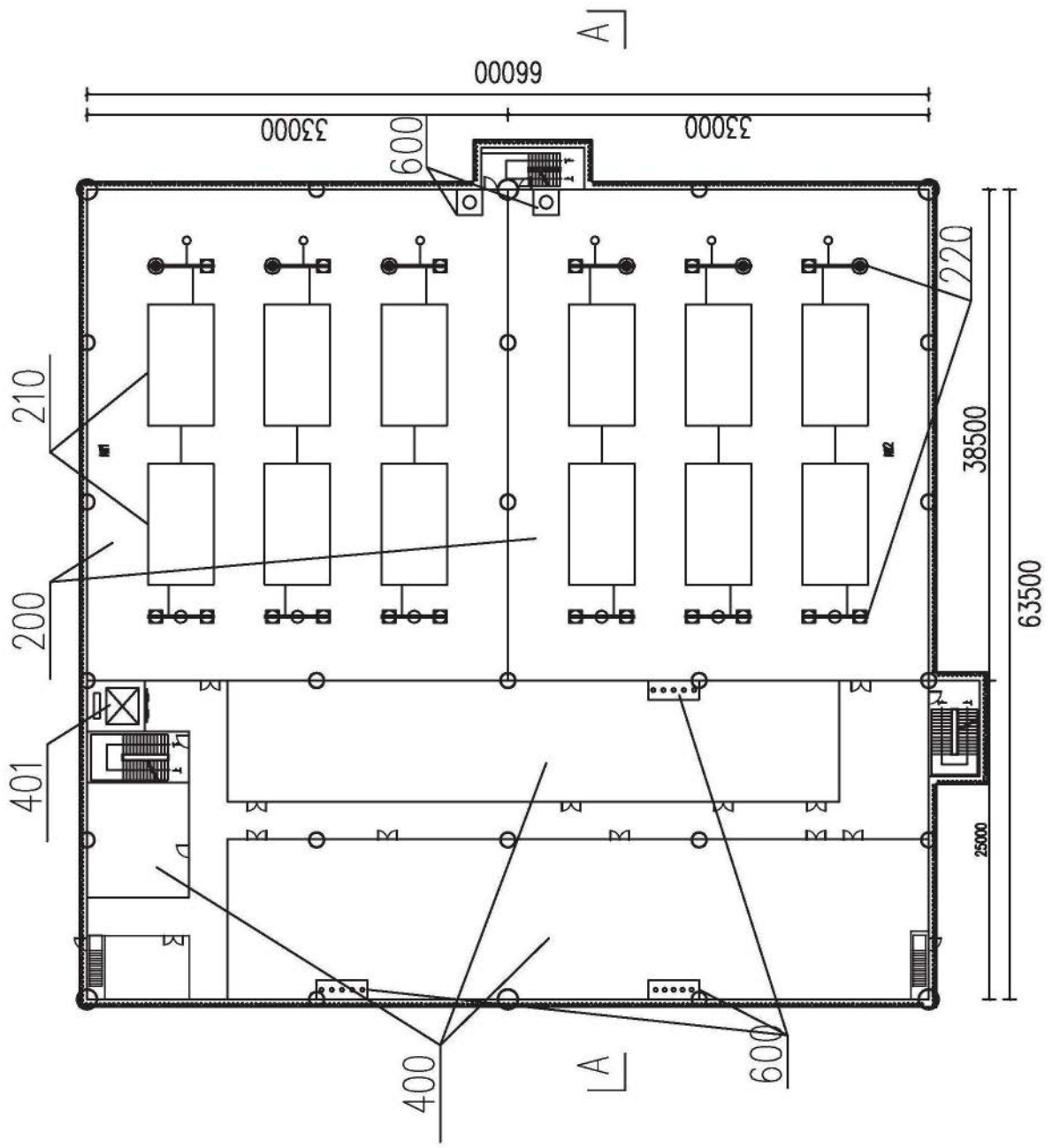

A
66000
33000
33000
600
220
210
38500
63500
200
401
25000
400
A
600

图1

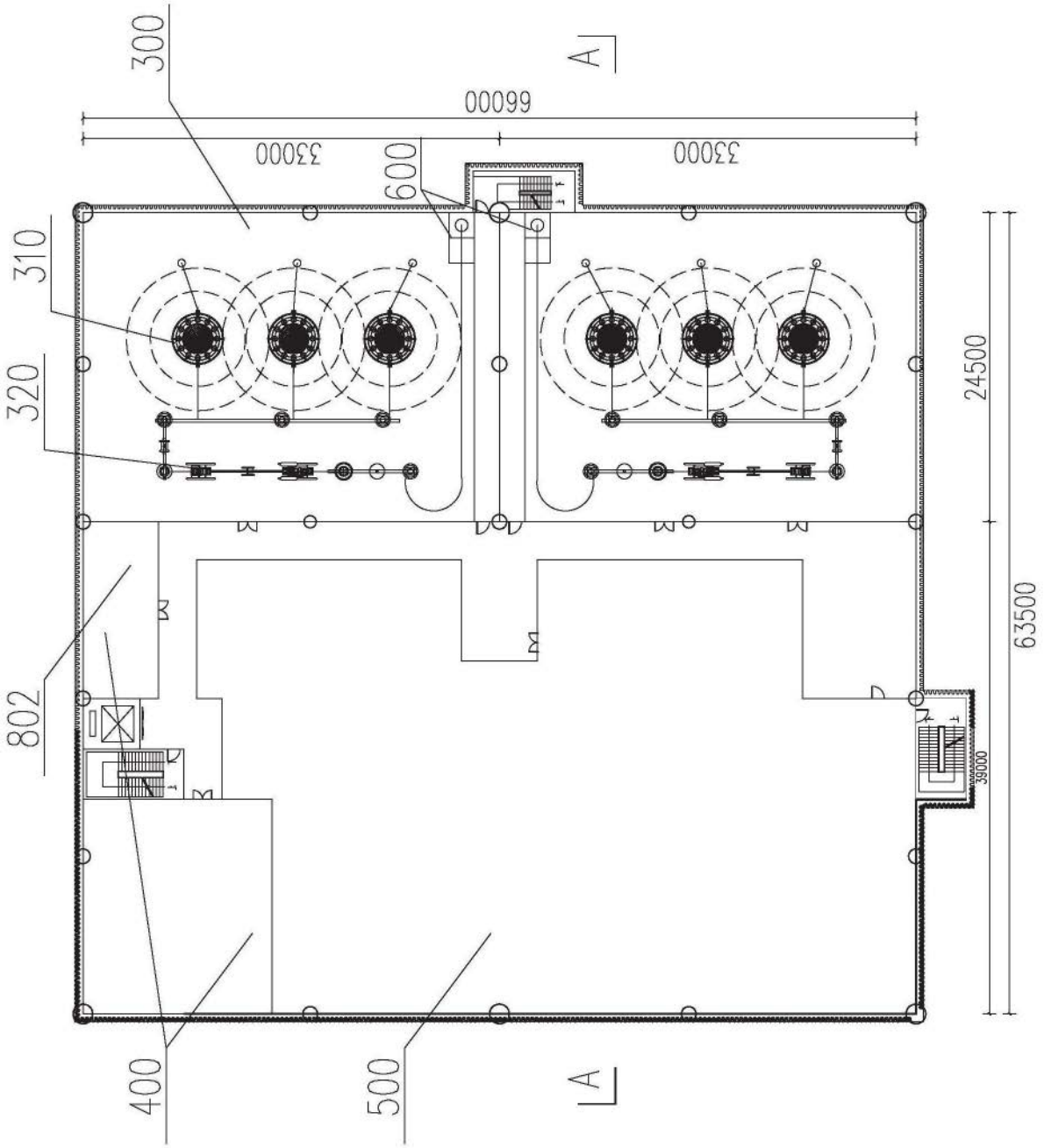

300
A
00099
33000
33000
600
310
320
24500
63500
802
39000
400
500
A

图2


A
66000
33000
33000
300
24500
14000
63500
3000
22000
400
801
130
120
A
110

图3

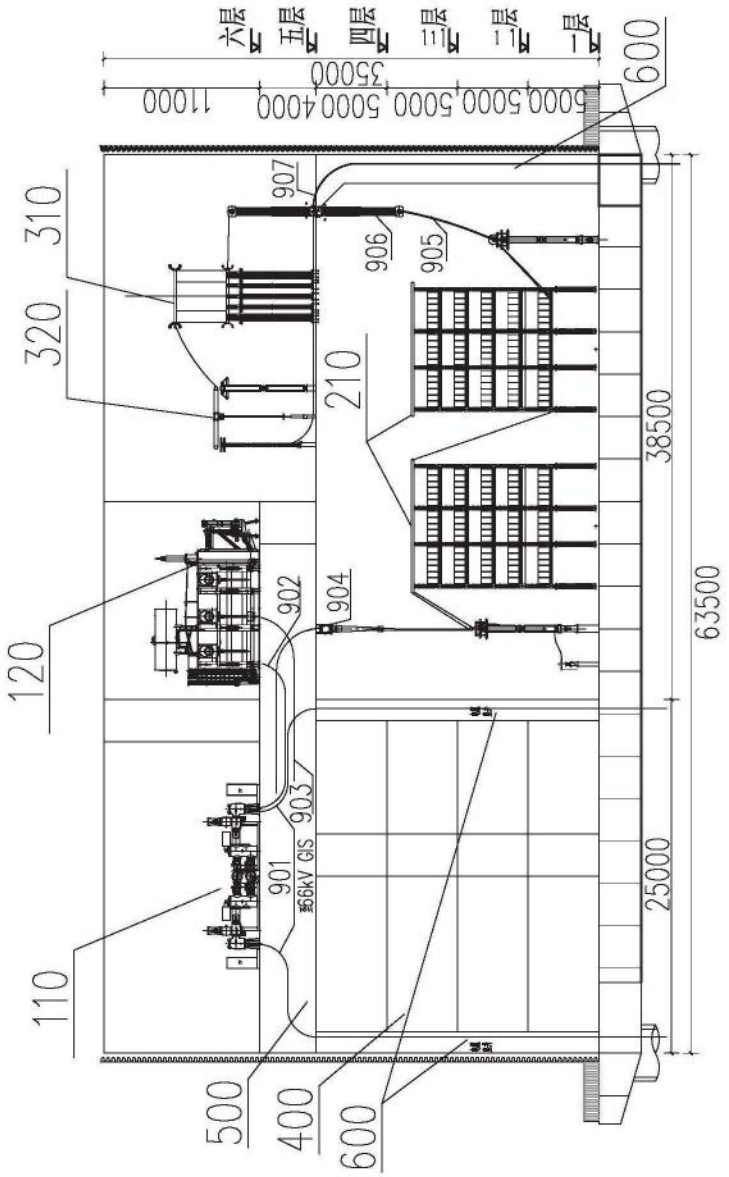

六层
五层
四层
三层
二层
一层
35000
11000
5000 5000 5000 4000
600
907
906
905
310
320
210
38500
63500
120
902
904
903
901
35KV GIS
25000
110
500
400
600

图4