(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 213754009 U
(45)授权公告日 2021.07.20

(21)申请号 202022698979.8

(22)申请日 2020.11.19

(73)专利权人 西安热工研究院有限公司
地址 710048 陕西省西安市碑林区兴庆路136号

(72)发明人 寇水潮 牟春华 孙钢虎 周万竣 李永强 高菘 周红斌 杨永宏 兀鹏越 柴琦 王小辉 田磊陈

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200
代理人 陈翠兰

(51)Int.Cl.
H02J 3/38(2006.01)
H02J 3/06(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

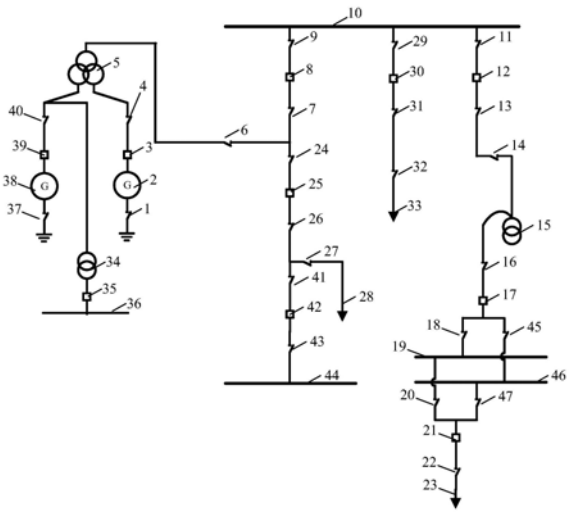
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54)实用新型名称

一种双电压等级接线的水电站黑启动系统

(57)摘要

本实用新型一种双电压等级接线的水电站黑启动系统，包括所述第一水轮发电机、三绕组主变压器、第一500kV断路器、第二220kV断路器、第一220kV线路、500kV断路器、第二500kV线路、第四500kV断路器、第三500kV线路、高压厂用变压器和10kV厂用进线开关；通过将黑启动路径上所有开关、刀闸均闭合，仅保留为线路供电的断路器处于断开状态，利用水轮发电机自储能打开导叶启动机组，当水轮发电机定速至额定转速时，励磁系统控制方式切换为自动方式，使水轮发电机带三绕组主变压器建压至额定电压，及时恢复厂用系统工作电源，提升电网黑启动能力，保证了厂网应对极端情况的安全性。



CN 213754009 U

1.一种双电压等级接线的水电站黑启动系统，其特征在于，包括第一水轮发电机(2)、第一220kV线路(23)、第七500kV刀闸(24)、第二500kV线路(28)、第十500kV刀闸(29)、第三500kV线路(33)、高压厂用变压器(34)、10kV厂用进线开关(35)和10kV母线(36)；

所述第一水轮发电机(2)的一端连接第一中性点接地刀闸(1)，发电端依次经第一出口断路器(3)、第一出口刀闸(4)、三绕组主变压器(5)第二分支、第一500kV刀闸(6)、第二500kV刀闸(7)、第一500kV断路器(8)、第三500kV刀闸(9)、第二500kV母线(10)、第四500kV刀闸(11)、第二500kV断路器(12)、第五500kV刀闸(13)、第六500kV刀闸(14)、联络变压器(15)、第一220kV刀闸(16)、第一220kV断路器(17)、第二220kV刀闸(18)、第一220kV母线(19)、第三220kV刀闸(20)、第二220kV断路器(21)、第四220kV刀闸(22)与所述第一220kV线路(23)相连；

所述第七500kV刀闸(24)一端T接在第一500kV刀闸(6)和第二500kV刀闸(7)之间的公共点，另一端依次经第三500kV断路器(25)、第八500kV刀闸(26)、第九500kV刀闸(27)与所述第二500kV线路(28)相连；

所述第十500kV刀闸(29)一端与所述第二500kV母线(10)相连，另一端依次经第四500kV断路器(30)、第十一500kV刀闸(31)、第十二500kV刀闸(32)与所述第三500kV线路(33)相连；

所述高压厂用变压器(34)一端与所述三绕组主变压器(5)第一分支相连，另一端经10kV厂用进线开关(35)和10kV母线(36)10kV母线(36)相连。

2.根据权利要求1所述的一种双电压等级接线的水电站黑启动系统，其特征在于，还包括第二水轮发电机(38)、第十三500kV刀闸(41)、第一500kV母线(44)、第五220kV刀闸(45)、第二220kV母线(46)和第六220kV刀闸(47)；

所述第二水轮发电机(38)一端连接第二中性点接地刀闸(37)，发电端依次经第二出口断路器(39)、第二出口刀闸(40)与所述三绕组主变压器(5)第一分支相连；

所述第十三500kV刀闸(41)一端T接在所述第八500kV刀闸(26)和第九500kV刀闸(27)之间的公共点，另一端依次经第五500kV断路器(42)、第十四500kV刀闸(43)与第一500kV母线(44)相连；

所述第五220kV刀闸(45)一端与所述第一220kV断路器(17)和第二220kV刀闸(18)之间的公共点相连，另一端与所述第二220kV母线(46)相连；

所述第六220kV刀闸(47)一端与所述第二220kV母线(46)，另一端与所述第三220kV刀闸(20)和第二220kV断路器(21)之间的公共点相连。

3.根据权利要求2所述的一种双电压等级接线的水电站黑启动系统，其特征在于，进行所述第一水轮发电机(2)和三绕组主变压器(5)带所述第一220kV线路(23)、第二500kV线路(28)、第三500kV线路(33)黑启动前，所述第一中性点接地刀闸(1)、第一出口刀闸(4)、第一500kV刀闸(6)、第二500kV刀闸(7)、第一500kV断路器(8)、第三500kV刀闸(9)、第四500kV刀闸(11)、第二500kV断路器(12)、第五500kV刀闸(13)、第一220kV刀闸(16)、第一220kV断路器(17)、第二220kV刀闸(18)、第三220kV刀闸(20)、第四220kV刀闸(22)、第七500kV刀闸(24)、第八500kV刀闸(26)、第九500kV刀闸(27)、第十500kV刀闸(29)、第十一500kV刀闸(31)、第十二500kV刀闸(32)、第二中性点接地刀闸(37)、第二出口刀闸(40)均处于闭合状态；所述第一出口断路器(3)、第二220kV断路器(21)、第三500kV断路器(25)、第四500kV断

路器(30)、10kV厂用进线开关(35)、第二出口断路器(39)、第十三500kV刀闸(41)、第五500kV断路器(42)、第十四500kV刀闸(43)、第五220kV刀闸(45)、第六220kV刀闸(47)均处于断开状态。

4.根据权利要求3所述的一种双电压等级接线的水电站黑启动系统,其特征在于,所述第一水轮发电机(2)和三绕组主变压器(5)对所述第一220kV线路(23)充电时,所述第一出口断路器(3)、10kV厂用进线开关(35)、第二220kV断路器(21)处闭合状态。

5.根据权利要求4所述的一种双电压等级接线的水电站黑启动系统,其特征在于,所述第一水轮发电机(2)和三绕组主变压器(5)对所述第二500kV线路(28)充电时,所述第三500kV断路器(25)处闭合状态。

6.根据权利要求5所述的一种双电压等级接线的水电站黑启动系统,其特征在于,所述第一水轮发电机(2)和三绕组主变压器(5)对所述第三500kV线路(33)充电时,所述第四500kV断路器(30)处闭合状态。

7.根据权利要求6所述的一种双电压等级接线的水电站黑启动系统,其特征在于,所述第一水轮发电机(2)无法定速或建压时,断开所述第一出口断路器(3),调整所述第二水轮发电机(38)定速,并建压至额定状态,闭合所述第二出口断路器(39)。

一种双电压等级接线的水电站黑启动系统

技术领域

[0001] 本实用新型属于水电黑启动技术领域，具体涉及一种双电压等级接线的水电站黑启动系统。

背景技术

[0002] 随着全球环境的改变，极端自然灾害近年来频繁出现，对人类的正常生活产生了重大影响，而电力作为工业、农业、居民生活等领域最基本的需求，如何保证电力稳定、可靠、安全的供应，一直是世界各国电力工作着为之奋斗的目标。电网建设从全局角度，全力建设坚强电网，制定各项考核制度，目的是减少停电概率，黑启动正好作为电网发生安全事故后的强力保证，无论是全网还是局部地区电网，在电网失电后，具有能力的机组应在第一时间恢复送电，减轻电网压力。为此，各地地网专门制定政策，将黑启动纳入辅助服务的政策中，具备黑启动能力的电厂，每年将获得经济补偿，特别是能够在电网失电后，及时帮助电网黑启动的机组，奖励幅度更大。目前公知的黑启动技术存在以下问题：(1)送出线路电压等级单一，通常为一种电压等级和一种接线结构，导致黑启动时恢复范围较小，特别是对于大型机组，削弱了黑启动供电能力；(2)两台机组并未采用扩大单元接线，如果一台机组自储能力不足，在启动失败的情况下，不能够快速启动另外一台机组，延长了黑启动时间，同时两台机组不能够实现快速备用转换功能；(3)黑启动时励磁采用手动方式空充线路，导致线路投入的时候，电压自动抬升，各电气设备带来安全隐患。

实用新型内容

[0003] 针对现有技术中存在的问题，本实用新型提供一种双电压等级接线的水电站黑启动系统，能够在电网失电的时候，快速将电源送出至两种电压等级和结构的电网，扩大恢复范围，保证了电网安全性。

[0004] 本实用新型是通过以下技术方案来实现：

[0005] 一种双电压等级接线的水电站黑启动系统，包括第一水轮发电机、第一220kV线路、第七500kV刀闸、第二500kV线路、第十500kV刀闸、第三500kV线路、高压厂用变压器、10kV厂用进线开关和10kV母线；

[0006] 所述第一水轮发电机的一端连接第一中性点接地刀闸，发电端依次经第一出口断路器、第一出口刀闸、三绕组主变压器第二分支、第一500kV刀闸、第二500kV刀闸、第一500kV断路器、第三500kV刀闸、第二500kV母线、第四500kV刀闸、第二500kV断路器、第五500kV刀闸、第六500kV刀闸、联络变压器、第一220kV刀闸、第一220kV断路器、第二220kV刀闸、第一220kV母线、第三220kV刀闸、第二220kV断路器、第四220kV刀闸与所述第一220kV线路相连；

[0007] 所述第七500kV刀闸一端T接在第一500kV刀闸和第二500kV刀闸之间的公共点，另一端依次经第三500kV断路器、第八500kV刀闸、第九500kV刀闸与所述第二500kV线路相连；

[0008] 所述第十500kV刀闸一端与所述第二500kV母线相连，另一端依次经第四500kV断

路器、第十一500kV刀闸、第十二500kV刀闸与所述第三500kV线路相连；

[0009] 所述高压厂用变压器一端与所述三绕组主变压器第一分支相连，另一端经10kV厂用进线开关和10kV母线10kV母线相连。

[0010] 优选的，还包括第二水轮发电机、第十三500kV刀闸、第一500kV母线、第五220kV刀闸、第二220kV母线和第六220kV刀闸；

[0011] 所述第二水轮发电机一端连接第二中性点接地刀闸，发电端依次经第二出口断路器、第二出口刀闸与所述三绕组主变压器第一分支相连；

[0012] 所述第十三500kV刀闸一端T接在所述第八500kV刀闸和第九500kV刀闸之间的公共点，另一端依次经第五500kV断路器、第十四500kV刀闸与第一500kV母线相连；

[0013] 所述第五220kV刀闸一端与所述第一220kV断路器和第二220kV刀闸之间的公共点相连，另一端与所述第二220kV母线相连；

[0014] 所述第六220kV刀闸一端与所述第二220kV母线，另一端与所述第三220kV刀闸和第二220kV断路器之间的公共点相连。

[0015] 进一步的，进行所述第一水轮发电机和三绕组主变压器带所述第一220kV线路、第二500kV线路、第三500kV线路黑启动前，所述第一中性点接地刀闸、第一出口刀闸、第一500kV刀闸、第二500kV刀闸、第一500kV断路器、第三500kV刀闸、第四500kV刀闸、第二500kV断路器、第五500kV刀闸、第一220kV刀闸、第一220kV断路器、第二220kV刀闸、第三220kV刀闸、第四220kV刀闸、第七500kV刀闸、第八500kV刀闸、第九500kV刀闸、第十500kV刀闸、第十一500kV刀闸、第十二500kV刀闸、第二中性点接地刀闸、第二出口刀闸均处于闭合状态；所述第一出口断路器、第二220kV断路器、第三500kV断路器、第四500kV断路器、10kV厂用进线开关、第二出口断路器、第十三500kV刀闸、第五500kV断路器、第十四500kV刀闸、第五220kV刀闸、第六220kV刀闸均处于断开状态。

[0016] 进一步的，所述第一水轮发电机和三绕组主变压器对所述第一220kV线路充电时，所述第一出口断路器、10kV厂用进线开关、第二220kV断路器处闭合状态。

[0017] 进一步的，所述第一水轮发电机和三绕组主变压器对所述第二500kV线路充电时，所述第三500kV断路器处闭合状态。

[0018] 进一步的，所述第一水轮发电机和三绕组主变压器对所述第三500kV线路充电时，所述第四500kV断路器处闭合状态。

[0019] 进一步的，所述第一水轮发电机无法定速或建压时，断开所述第一出口断路器，调整所述第二水轮发电机定速，并建压至额定状态，闭合所述第二出口断路器。

[0020] 与现有技术相比，本实用新型具有以下有益的技术效果：

[0021] 本实用新型两台机组采用扩大单元接线，黑启动时相互备用，避免一台机因故障无法启动时，另外一台机组以较少的操作实现快速启动，降低了黑启动失败的风险，节省了黑启动时间，从黑启动机组在故障情况下实现快速送出。

[0022] 进一步的，本实用新型励磁采用自动控制方式，直接将水轮发电机和三绕组变压器建压至额定，避免手动方式分级零起升压操作时间长的问题，同时在线路投入时，自动减磁应对容性电流的助磁作用，维持额定电压，防止产生电压抬升问题，保证黑启动设备安全。

附图说明

[0023] 图1为本实用新型黑启动原理示意图。

[0024] 图2为本实用新型黑启动前原理示意图。

[0025] 图3为本实用新型第一水轮发电机和三绕组主变压器对第二500kV线路充电原理示意图。

[0026] 图4为本实用新型第一水轮发电机和三绕组主变压器对第三500kV线路充电原理示意图。

[0027] 图5为本实用新型第一水轮发电机和三绕组主变压器对第三500kV线路充电原理示意图。

[0028] 图中:第一中性点接地刀闸1;第一水轮发电机2;第一出口断路器3;第一出口刀闸4;三绕组主变压器5;第一500kV刀闸6;第二500kV刀闸7;第一500kV断路器8;第三500kV刀闸9;第二500kV母线10;第四500kV刀闸11;第二500kV断路器12;第五500kV刀闸13;第六500kV刀闸14;联络变压器15;第一220kV刀闸16;第一220kV断路器17;第二220kV刀闸18;第一220kV母线19;第三220kV刀闸20;第二220kV断路器21;第四220kV刀闸22;第一220kV线路23;第七500kV刀闸24;第三500kV断路器25;第八500kV刀闸26;第九500kV刀闸27;第二500kV线路28;第十500kV刀闸29;第四500kV断路器30;第十一500kV刀闸31;第十二500kV刀闸32;第三500kV线路33;高压厂用变压器34;10kV厂用进线开关35;10kV母线36;第二中性点接地刀闸37;第二水轮发电机38;第二出口断路器39;第二出口刀闸40;第十三500kV刀闸41;第五500kV断路器42;第十四500kV刀闸43;第一500kV母线44;第五220kV刀闸45;第二220kV母线46;第六220kV刀闸47。

具体实施方式

[0029] 下面结合具体的实施例对本实用新型做进一步的详细说明,所述是对本实用新型的解释而不是限定。

[0030] 本实用新型能够解决220kV、500kV电压等级二分之三、双母线及扩大单元接线水电站黑启动问题,特别是黑启动中存在的送出线路电压等级单一、黑启动机组无备用问题、手动励磁电压方式带线路充电升高问题。

[0031] 本实用新型一种双电压等级接线的水电站黑启动系统,如图1所示,包括第一中性点接地刀闸1、第一水轮发电机2、第一出口断路器3、第一出口刀闸4、三绕组主变压器5、第一500kV刀闸6、第二500kV刀闸7、第一500kV断路器8、第三500kV刀闸9、第二500kV母线10、第四500kV刀闸11、第二500kV断路器12、第五500kV刀闸13、第六500kV刀闸14、联络变压器15、第一220kV刀闸16、第一220kV断路器17、第二220kV刀闸18、第一220kV母线19、第三220kV刀闸20、第二220kV断路器21、第四220kV刀闸22、第一220kV线路23、第七500kV刀闸24、第三500kV断路器25、第八500kV刀闸26、第九500kV刀闸27、第二500kV线路28、第十500kV刀闸29、第四500kV断路器30、第十一500kV刀闸31、第十二500kV刀闸32、第三500kV线路33、高压厂用变压器34、10kV厂用进线开关35和10kV母线36;其中,所述第一中性点接地刀闸1一端与第相连,另一端依次经第一水轮发电机2、第一出口断路器3、第一出口刀闸4、三绕组主变压器5第二分支、第一500kV刀闸6、第二500kV刀闸7、第一500kV断路器8、第三500kV刀闸9、第二500kV母线10、第四500kV刀闸11、第二500kV断路器12、第五500kV刀闸13、

第六500kV刀闸14、联络变压器15、第一220kV刀闸16、第一220kV断路器17、第二220kV刀闸18、第一220kV母线19、第三220kV刀闸20、第二220kV断路器21、第四220kV刀闸22与所述第一220kV线路23相连；所述第七500kV刀闸24一端T接在第一500kV刀闸6和第二500kV刀闸7之间的公共点，另一端依次经第三500kV断路器25、第八500kV刀闸26、第九500kV刀闸27与所述第二500kV线路28相连；所述第十500kV刀闸29一端与所述第二500kV母线10相连，另一端依次经第四500kV断路器30、第十一500kV刀闸31、第十二500kV刀闸32与所述第三500kV线路33相连；所述高压厂用变压器34一端与所述三绕组主变压器5第一分支相连，另一端经10kV厂用进线开关35和10kV母线3610kV母线36相连。

[0032] 本实施例中，还包括第二中性点接地刀闸37、第二水轮发电机38、第二出口断路器39、第二出口刀闸40、第十三500kV刀闸41、第五500kV断路器42、第十四500kV刀闸43、第一500kV母线44、第五220kV刀闸45、第二220kV母线46和第六220kV刀闸47，所述第二中性点接地刀闸37一端接地，另一端依次经第二水轮发电机38、第二出口断路器39、第二出口刀闸40与所述三绕组主变压器5第一分支相连；所述第十三500kV刀闸41一端T接在所述第八500kV刀闸26和第九500kV刀闸27之间的公共点，另一端依次经第五500kV断路器42、第十四500kV刀闸43与第一500kV母线44相连；所述第五220kV刀闸45一端与所述第一220kV断路器17和第二220kV刀闸18之间的公共点相连，另一端与所述第二220kV母线46相连，所述第六220kV刀闸47一端与所述第二220kV母线46，另一端与所述第三220kV刀闸20和第二220kV断路器21之间的公共点相连。

[0033] 本实施例中，所述第一水轮发电机2参数如下表：

[0034]

额定功率	220.5MW	功率因数	0.9
额定定子电压	18kV	相数	3
额定定子电流	7858A	额定频率	50Hz
额定转速	200rpm	额定励磁电压	302V
额定励磁电流	1567A	空载励磁电压	122V
空载励磁电流	850	定子绕组接线方式	3Y
冷却方式	密闭自循环空气冷却	励磁方式	全静止可控硅励磁方式
生产厂家	哈尔滨电机有限责任公司	直轴同步电抗 Xd	1.058
纵轴同步电抗 Xq	0.682	直轴瞬变电抗 X'd	0.30
纵轴瞬变电抗 X'q	0.682	纵轴超瞬变电抗 X"q	0.201

[0035] 本实施例中，所述三绕组主变压器5参数如下表：

[0036]

型号	SUB 外铁心式 特别三相升压变	额定容量	500/250/250MVA
额定电压	550/18/18kV	额定频率	50Hz
额定电流	537/8020/8020A	联结组	Ynd11，d11
空载损耗		187.92kW	
空载电流	0.066%	阻抗高压-低压 1	15.12%
阻抗高压-低压 2	15.15%	阻抗低压 1-低压 2	29.26%

[0037] 本实施例中，所述联络变压器15参数如下表：

[0038]

型号	SUB-MRT	额定容量	750/750/30MVA
额定电压	550/242/38.5kV	额定频率	50Hz
额定电流	787/1789/450A	联结组	Ynaod11(自耦变压器)
生产厂家	日本三菱电机公司	阻抗HV-MV	12.36%
阻抗MV-LV	98.00%	阻抗HV-LV	109.5%

[0039] 本实施例中，所述高压厂用变压器34参数如下表：

[0040]

型号	DC-630-18/√3	额定容量	3×630kVA
额定电压	18kV	额定频率	50Hz
额定电流	60.62A	联结组	YD11
阻抗电压		8.76%	

[0041] 如图2所示，进行所述第一水轮发电机2和三绕组主变压器5带所述第一220kV线路23、第二500kV线路28、第三500kV线路33黑启动前，所述第一中性点接地刀闸1、第一出口刀闸4、第一500kV刀闸6、第二500kV刀闸7、第一500kV断路器8、第三500kV刀闸9、第四500kV刀闸11、第二500kV断路器12、第五500kV刀闸13、第一220kV刀闸16、第一220kV断路器17、第二220kV刀闸18、第三220kV刀闸20、第四220kV刀闸22、第七500kV刀闸24、第八500kV刀闸26、第九500kV刀闸27、第十500kV刀闸29、第十一500kV刀闸31、第十二500kV刀闸32、第二中性点接地刀闸37、第二出口刀闸40均处于闭合状态；所述第一出口断路器3、第二220kV断路器21、第三500kV断路器25、第四500kV断路器30、10kV厂用进线开关35、第二出口断路器39、第十三500kV刀闸41、第五500kV断路器42、第十四500kV刀闸43、第五220kV刀闸45、第六220kV刀闸47均处于断开状态。

[0042] 如图3所示，所述第一水轮发电机2和三绕组主变压器5对所述第一220kV线路23充电时，所述第一出口断路器3、10kV厂用进线开关35、第二220kV断路器21处闭合状态，所述第一水轮发电机2机端电压为16.46kV、机端电流为3.81kA、励磁电压为50V、励磁电流为365A，所述10kV母线36电压为10kV，所述三绕组主变压器5高压侧电压为527kV。

[0043] 如图4所示，所述第一水轮发电机2和三绕组主变压器5对所述第二500kV线路28充电时，所述第三500kV断路器25处闭合状态。

[0044] 如图5所示，所述第一水轮发电机2和三绕组主变压器5对所述第三500kV线路33充电时，所述第四500kV断路器30处闭合状态。

[0045] 本实施例中，所述第一水轮发电机2无法定速或建压时，断开所述第一出口断路器3，调整所述第二水轮发电机38定速，并建压至额定状态，闭合所述第二出口断路器39。

[0046] 本实用新型一种双电压等级接线的水电站黑启动系统，使用时包括如下步骤：

[0047] 1)10kV厂用进线开关35转冷备用，进入步骤2)；

[0048] 2)第二水轮发电机38转冷备用，进入步骤3)；

[0049] 3)退出第一水轮发电机2一次调频功能，进入步骤4)；

[0050] 4)退出所述第一220kV线路23、第二500kV线路28、第三500kV线路33重合闸，进入步骤5)；

[0051] 5)依次断开所述第一出口断路器3、第二220kV断路器21、第三500kV断路器25、第四500kV断路器30、10kV厂用进线开关35、第二出口断路器39、第五500kV断路器42、第十三500kV刀闸41、第十四500kV刀闸43、第五220kV刀闸45、第六220kV刀闸47，进入步骤6)；

[0052] 6)依次闭合所述第一中性点接地刀闸1、第一出口刀闸4、第一500kV刀闸6、第二500kV刀闸7、第三500kV刀闸9、第四500kV刀闸11、第五500kV刀闸13、第一220kV刀闸16、第二220kV刀闸18、第三220kV刀闸20、第四220kV刀闸22、第七500kV刀闸24、第八500kV刀闸26、第九500kV刀闸27、第十500kV刀闸29、第十一500kV刀闸31、第十二500kV刀闸32、第二中性点接地刀闸37、第二出口刀闸40、第一500kV断路器8、第二500kV断路器12、第一220kV断路器17，进入步骤7)；

[0053] 7)所述第一水轮发电机2空气围带排气，检查确认空气围带压力表指示为0，进入步骤8)；

[0054] 8)退出所述第一水轮发电机2制动闸，进入步骤9)；

[0055] 9)拔出所述第一水轮发电机2接力器锁锭，进入步骤10)；

[0056] 10)所述第一水轮发电机2定速200r/min，进入步骤11)；

[0057] 11)所述第一水轮发电机2带三绕组主变压器5以AVR方式升压至16.46kV，进入步骤12)；

[0058] 12)闭合所述10kV厂用进线开关35，检查并确认所述10kV母线36为10kV，恢复所述第一水轮发电机2带所述10kV母线36运行，进入步骤13)；

[0059] 13)闭合所述第二220kV断路器21，对所述第一220kV线路23充电，检查确认所述第一220kV线路23电压为220kV，进入步骤14)；

[0060] 14)闭合所述第三500kV断路器25，对所述第二500kV线路28充电，检查确认所述第二500kV线路28电压为527kV，进入步骤15)；

[0061] 15)闭合所述第四500kV断路器30，对所述第三500kV线路33充电，检查确认所述第三500kV线路33电压为527kV，进入步骤16)；

[0062] 16)所述第一水轮发电机2和三绕组主变压器5带所述第一220kV线路23、第二500kV线路28、第三500kV线路33黑启动结束。

[0063] 本实施例中，所述步骤11)中以AVR升压时，退出所述第一水轮发电机2低励限制功能；所述步骤16)黑启动结束时，依次断开所述第二220kV断路器21、第三500kV断路器25、第四500kV断路器30，停止所述第一水轮发电机2运行，转速为0。

[0064] 本实用新型一种双电压等级接线的水电站黑启动系统，包括所述第一水轮发电机、三绕组主变压器、第一500kV断路器、第二220kV断路器、第一220kV线路、500kV断路器、第二500kV线路、第四500kV断路器、第三500kV线路、高压厂用变压器和10kV厂用进线开关；通过将黑启动路径上所有开关、刀闸均闭合，仅保留为线路供电的断路器处于断开状态，利

用水轮发电机自储能打开导叶启动机组，当水轮发电机定速至额定转速时，励磁系统控制方式切换为自动方式，使水轮发电机带三绕组主变压器建压至额定电压，及时恢复厂用系统工作电源，依次实现第一220kV线路送电、第二500kV线路送电、第三500kV电线路送电，为电网提供一种多电压等级、多接线结构的新型黑启动系统，提升电网黑启动能力，保证了厂网应对极端情况的安全性。

[0065] 以上所述，仅是本实用新型专利的较佳实施例，并非对本实用新型专利作任何限制，凡是根据本实用新型技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效结构变化，均仍属于本实用新型技术方案的保护范围内。

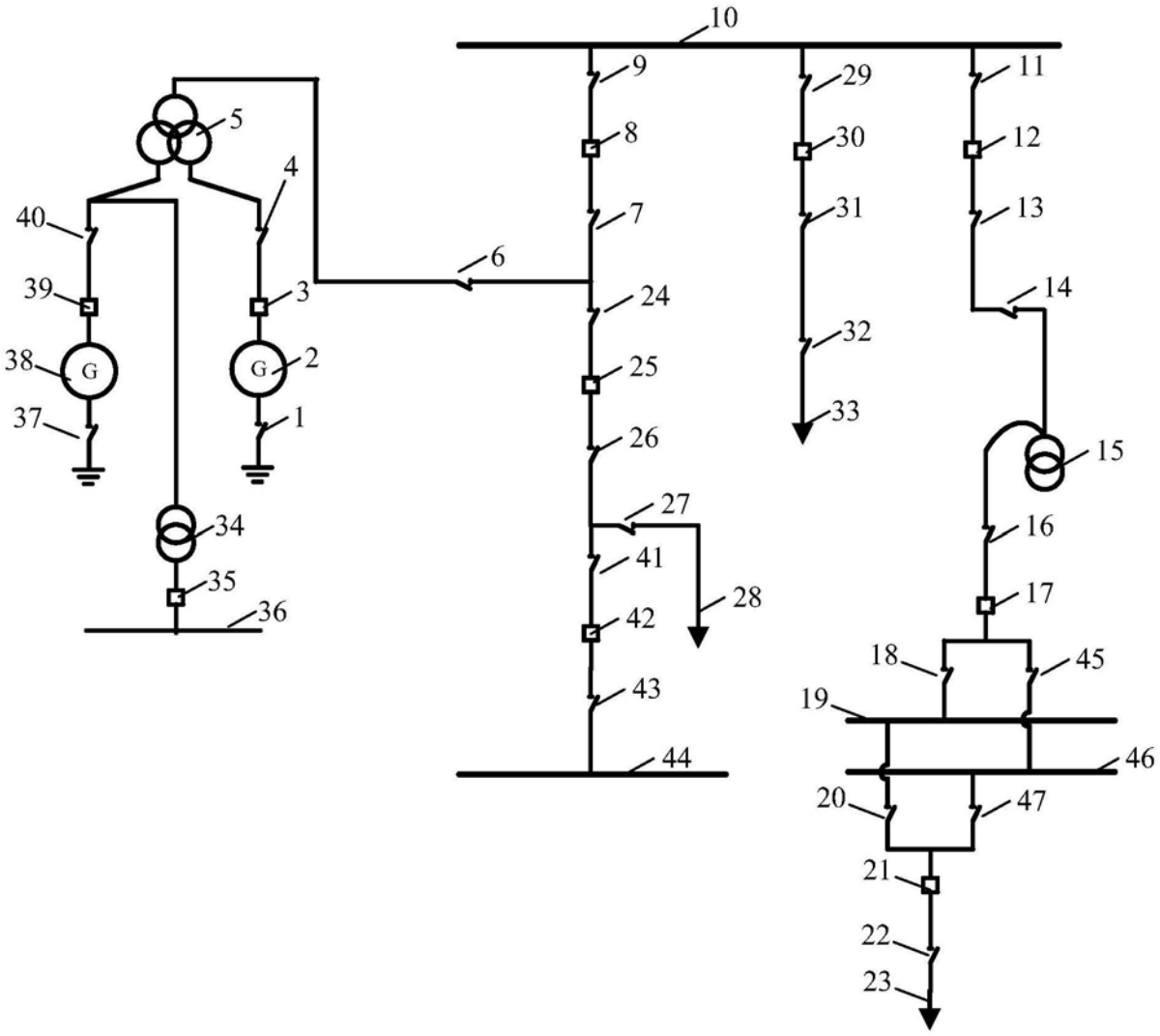

10
9
29
11
5
8
30
12
4
7
31
13
40
6
39
3
24
14
38
G
G
2
25
32
37
1
26
33
15
34
27
16
41
28
35
17
36
42
18
45
43
19
46
44
20
47
21
22
23

图1

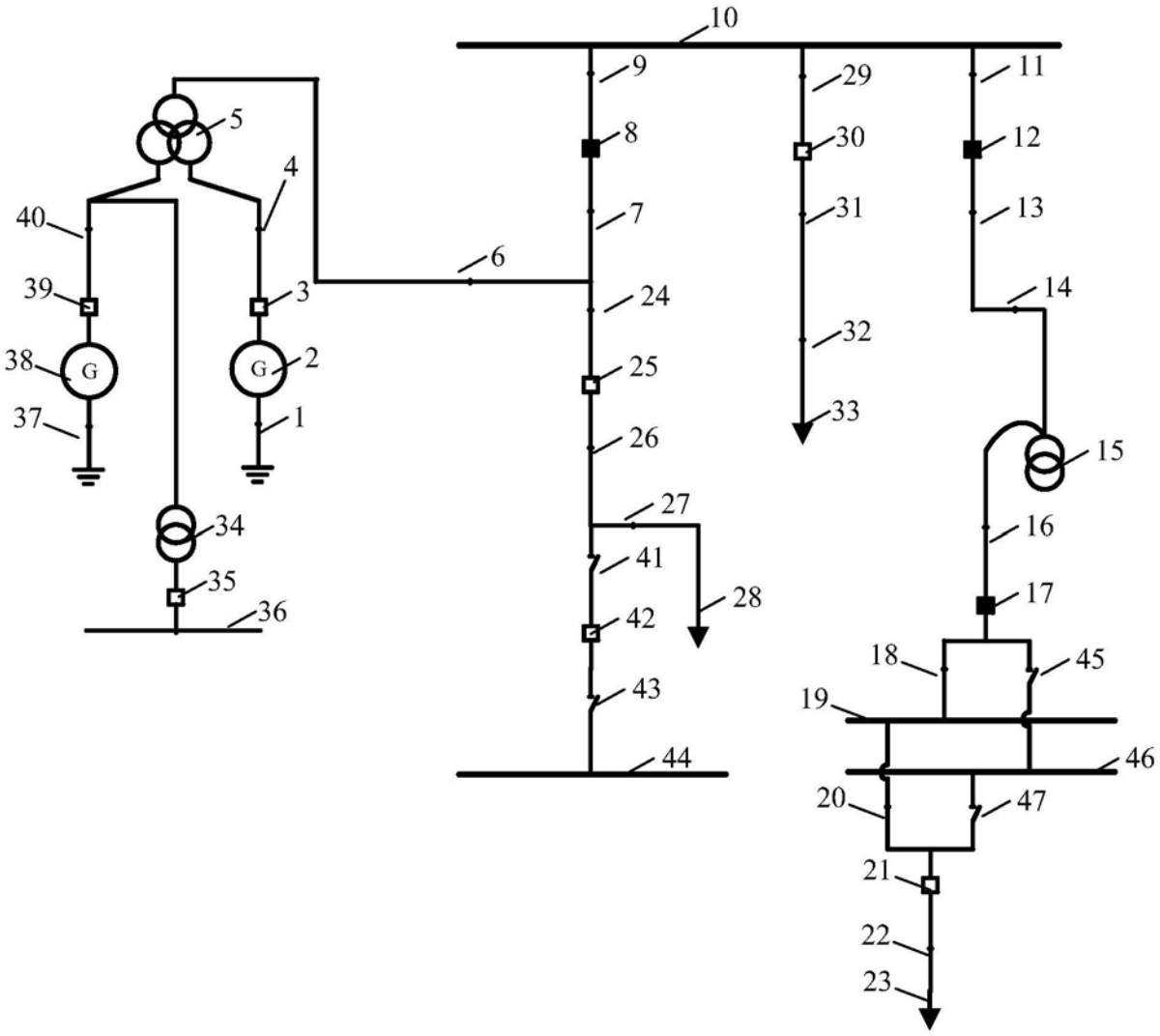

10
9
29
11
5
8
30
12
4
7
31
13
40
6
39
3
24
14
38
G
G
2
32
25
37
1
33
26
15
27
34
41
16
28
35
17
36
42
18
45
43
19
46
44
20
47
21
22
23

图2

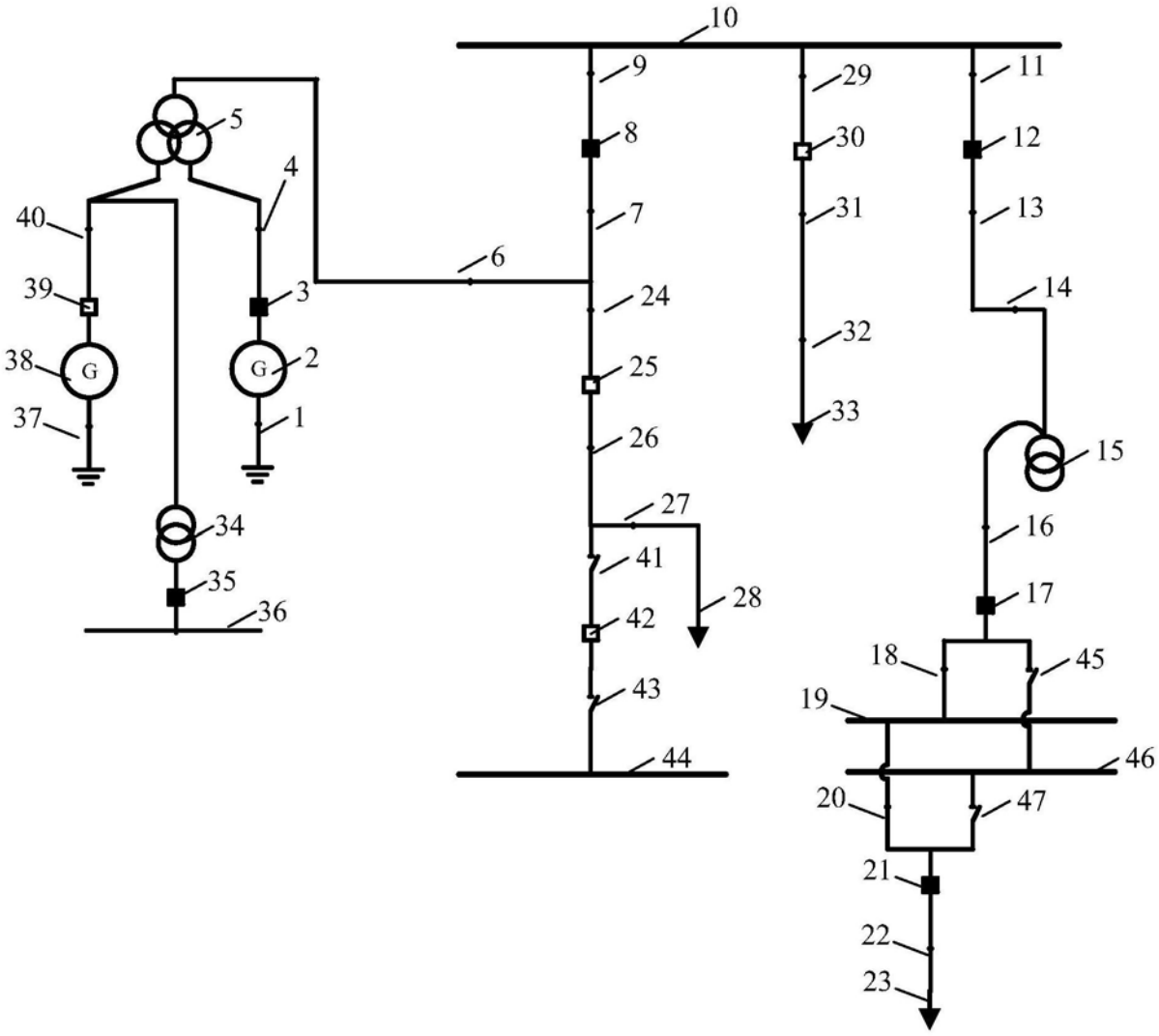

10
9
29
11
5
8
30
12
4
7
31
13
40
6
39
3
24
14
38
G
G
2
32
25
37
1
33
26
15
27
34
41
16
35
28
17
36
42
18
45
43
19
46
44
20
47
21
22
23

图3

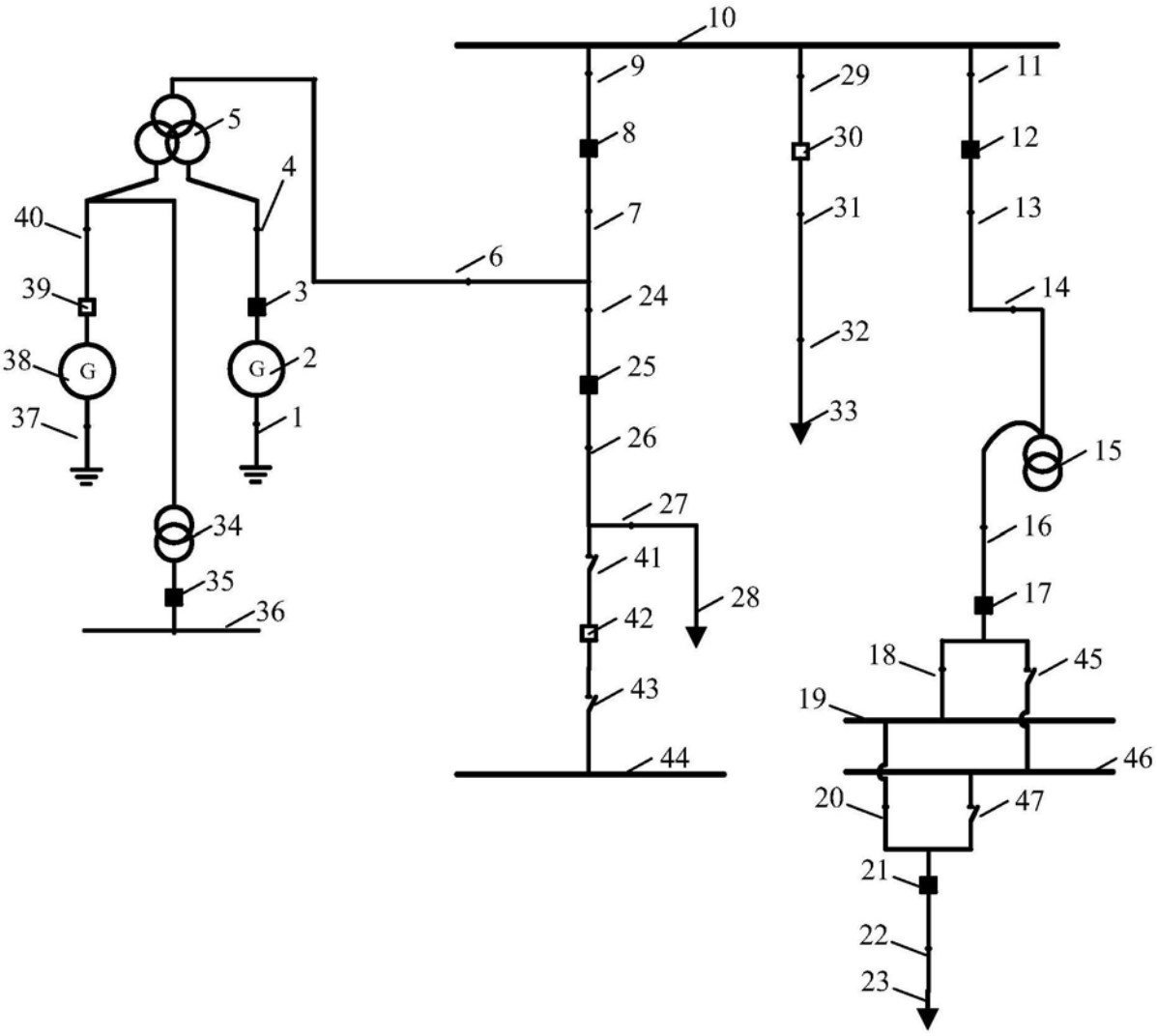

10
9
29
11
5
8
30
12
4
7
31
13
40
6
39
3
24
14
38
G
G
2
32
25
37
1
33
26
15
27
34
16
41
28
35
17
36
42
18
45
43
19
46
44
20
47
21
22
23

图4

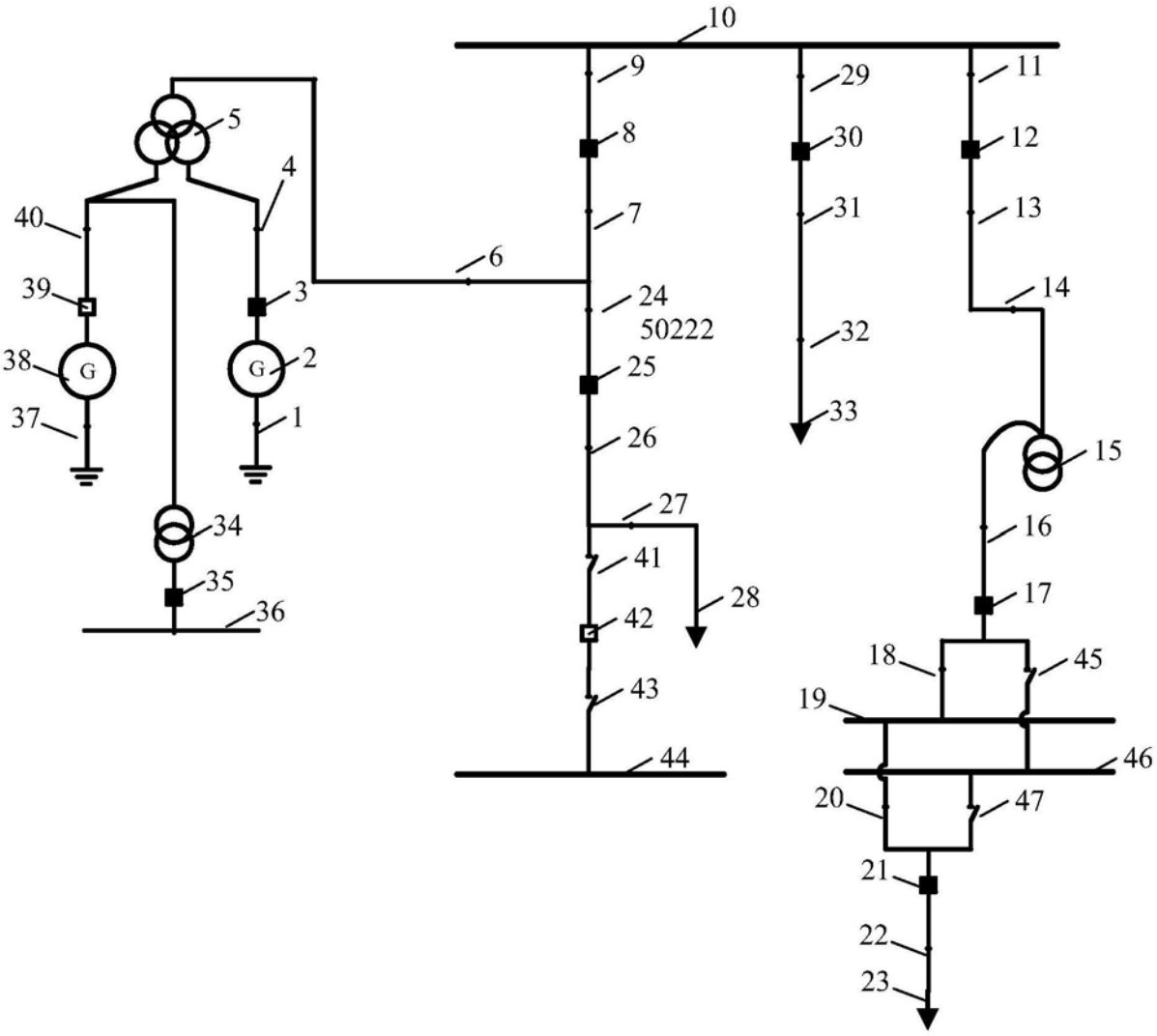

10
9
29
11
5
8
30
12
4
7
31
13
40
6
39
3
24
14
50222
38
G
G
2
32
25
37
1
33
26
15
27
34
16
41
28
35
17
36
42
18
45
43
19
46
44
20
47
21
22
23

图5