

CCS项目双护盾TBM供电系统的设计、运行与维护

刘振华, 潘杰

(中国水利水电第十工程局有限公司, 四川成都 610072)

摘要: 结合厄瓜多尔 CCS 项目双护盾 TBM 自备柴油发电厂供电系统的设计、运行与维护实践进行了简单的探讨并提出了相关建议。

关键词: 双护盾 TBM; 供电系统设计; 运行与维护; 厄瓜多尔 CCS 项目

中图分类号: TV7; TV554+.2; TV53

文献标识码: B

文章编号: 1001-2184(2014)04-0015-03

1 CCS项目自备柴油发电厂的优化设计

1.1 发电厂机组的选型设计

根据厄瓜多尔 CCS 项目 TBM2 有关的技术参数、TBM2 正常掘进时的工况运行曲线图以及 TBM2 特殊工况运行曲线图得知: TBM2 在正常掘进过程中的负荷变化为 $0 \sim 4\,000\text{ kW}$; $4\,000 \sim 0\text{ kW}$ 。而 TBM2 在出现卡机等特殊情况时的前 20 s 左右, 其功率有可能突加 $4\,200\text{ kW}$ ($350\text{ kW} \times 12\text{ 台} = 5\,250\text{ kVA}$), 或突减 $4\,200\text{ kW}$ ($350\text{ kW} \times 12\text{ 台} = 5\,250\text{ kVA}$), 此负荷为带变频启动的电动机感性负荷。针对 TBM2 的运行工况以及 CCS 项目的实际情况, 现场采用了每台最大功率为 $1\,800\text{ kW}$ 的 QSK60-G4 康明斯发动机, 共 9 台。

对于 QSK60-G4 柴油发动机与发电机所能承受的突加负荷说明: QSK60-G4 发动机分别所承受的有功功率: 变频起动系数为 $0.85 \sim 1$ 。为了保证能成功起动设备, 将此起动系数放大到 1.1 倍; 瞬间突加 $5\,250\text{ kVA} \times 1.1$ 倍变频起动系数 $= 5\,775\text{ kVA}$, 有功相当于 $4\,620\text{ kW}$ 。每台最大备用功率为 $1\,800\text{ kW}$ 的 QSK60-G4 发动机的机组之瞬间突加带载能力为 $1\,296\text{ kW}$ ($= 1\,800\text{ kW} \times 0.72$), $1\,296\text{ kW} \times 4\text{ 台} = 5\,184\text{ kW} > 4\,800\text{ kW} > 4\,620\text{ kW}$ 。

在不计其它负荷的情况下, 以上 $4\,620\text{ kW}$ 瞬间突加负荷功率接近需要 4 台 (QSK60-G4) 机组。每台 QSK60-G4 发动机的机组相当于瞬间突加带载能力为 $1\,155\text{ kW}$, 小于机组突加负载能力。如果系统已在瞬间突加前运行有 $5\,000\text{ kW}$ 负载, 则对应需要 4 台 (QSK60-G4 + PI734G) 机

组分别带 $1\,250\text{ kW}$ 运行, 则每台机组仍有 550 kW 余量, 4 台机共有 $2\,200\text{ kW}$ 余量。

在 1.1 倍的起动系数下, 8 台 (已有 $5\,000\text{ kW}$ 负载运行, 4 台 + 热备用运行 4 台) 运行的 QSK60-G4 机组总的最大备用容量为: $14\,400\text{ kW}$ 减去已运行的 $5\,000\text{ kW}$ (每台平均 625 kW), 还有 $9\,400\text{ kW}$ 容量, 相当于每台机组有 $1\,175\text{ kW}$ ($1\,800\text{ kW} - 625\text{ kW}$) 瞬间突加负荷容量。而 $4\,620\text{ kW}$ (1.1 倍系数) 突加负荷相当于每台机组仅承受 578 kW 的突加负荷容量, 只相当于机组备用功率的 33%, 即使加上每台机组已带上的 625 kW 负荷, 每台机组也只有 $1\,203\text{ kW}$, 仍小于 QSK60-G4 发电机组的持续功率, 也小于其所能承受的突加负荷容量。在此瞬间突加负荷 (最大单步带载能力的 50%) 且 1.1 倍起动系数下: QSK60-G4 机组的频率降小于 5%, 完全满足国家标准 GB/T 2820。

运行方案: 在瞬间突加负荷前, 起动 4 台机组作为热备用, 共 6~8 台 (视其它负荷运行情况), QSK60-G4 机组运行热备, 即可承受瞬间特殊工况下的突加负荷运行。还有第 9 台机组可以作为第二后备用机组, 完全可以正常供电。

1.2 高压配电系统的设计

发电厂高压配电系统设备的选型主要包括: 10 kV 系统 (图 1) 和 20 kV 系统 (图 2), 设备的选型主要包括: 变压器、高压断路器、高压熔断器、高压开关柜等。

1.2.1 10 kV 系统的设计

10 kV 高压配电系统主要考虑的是变压器充磁问题, 因此, 将单台发电机组并机时的采样点选

收稿日期: 2014-07-07

10kV 系统

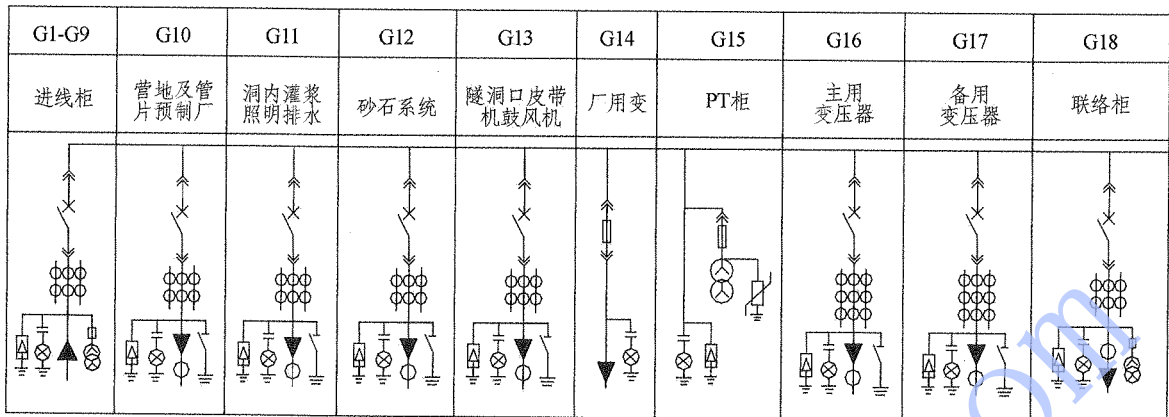


图 1 10 kV 系统设计图

在高压断路器(变压器出线开关)位置与母线 PT 的二次侧,同期点选在高压开关位置并确认开关柜采用 10 kV 等级。为满足 10 kV 高压配电系统的正常运行,10 kV 高压配电系统高压柜的型号选择为:KYN28-12/金属铠装移开式开关设备。

10 kV 变压器的选择:根据发电机组每台最大功率为 1 800 kW,同时,考虑到 TBM 工作与否的负荷变化情况,为了保证发电厂的经济、稳定运行,所选择的变压器型号为:S11-2500/10.5 kV(额定频率:50 Hz;额定容量:2 500 kVA;额定电压:10.5 kV/400 V;短路阻抗:5.56%;连接组别:DYN11;冷却方式:ONAN)的变压器。

10 kV 高压配电系统断路器的选择:根据《电力装置的过电压保护设计规范》等规范,考虑到厄瓜多尔 CCS 项目发电厂的实际参数情况,其设计根据高压配电电气的基本情况、高压配电的环境、设计流程以及高压配电设备的电气性能,将 G1-G9 10 kV 系统真空断路器型号选为:VD4-12/630-31.5 kA。通过测试,其满足短路稳定性校验的一般要求、短路校验的热效应。

10 kV 高压配电系统熔断器的选择:熔断器主要是进行短路保护或严重过载保护。根据《电力装置的过电压保护设计规范》规定,为了满足厄瓜多尔 CCS 项目发电厂的工作要求,在发生故障时能准确地对部分重要设备的故障进行短路或过载保护,其所选用的熔断器:1#~9#高压进线柜 PT 熔断器型号为 XRNT-12/0.5 A;10.5 kV 厂用变熔断器型号为 XRNT-12/16A;10.5 kV 母线 PT 熔断器型号为 XRNT-12/0.5 A。通过测

试,其均满足要求。

1.2.2 20 kV 系统的设计

20 kV 变压器的选择:根据 TBM2 正常掘进时的负荷变化(0~4 000 kW;4 000~0 kW),考虑到在 TBM2 掘进过程中如果其中一台变压器出现故障,为了保证 TBM2 能够继续正常工作,不因此变压器的原因而导致其停止工作,另一台变压器则需要单独承担对 TBM 的供电任务,即所采取的运行方式为一主一备的运行方式。因此,为满足条件,选择型号为:S11-8000/20 kV(相数:3;额定频率:50 Hz;额定容量 8 000 kVA;额定电压:20 kV(Y)/10.5 kV(Δ);短路阻抗:7.57%;连接组别:DYN11;冷却方式:ONAN)的变压器。

最终选定的 20 kV 高压配电系统高压柜的型号为:KYN28-24/金属铠装移开式开关设备(额定电压:24 kV;额定电流 300 A;额定开断电流:25 kA);防护等级:IP4X。系统设计情况见图 2。

20kV 系统

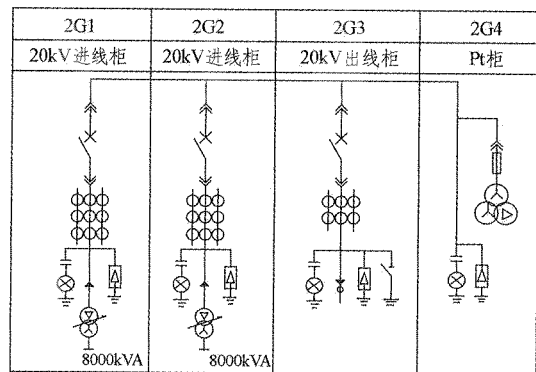


图 2 20 kV 系统设计图

1.3 监控系统的设计

目前监控系统的设计主要采用数字化的监控模式,监测管理通过智能电力监控仪表、带有智能接口的低压断路器、中压综合保护继电器、变压器、直流屏等实现遥控、遥测、遥信功能。监控系统的设计首先要提供人机操作交流界面,采用全图形方式编辑的图形画面具有多种显示特性,用户可以非常直观、方便地编辑、定位、查看有关信息和内容,包括画面文件索引选择、事故自动调用画面等内容,以便全方位地显示多种数值。

为了避免监控的不完善,需要建立监控现场采集层。现场采集层由现场监控单元实现对每个变电所的数据进行实时采集分析与处理。对每一回路的断路器状态等参数进行实时监测并上传,执行上位系统下达的命令,包括控制断路器分合闸、修改设置参数等,同时配合软件可以实现把中压线路的过流、过流速断、变压器过热、单项接地等故障信号及时反映到监控中心。

1.4 系统方案的布置设计

为了使系统运行更为稳定,现发电厂全套系统采取机、电分离法(厂房隔离)。机组与配电系统分离可以提高其使用的方便性并降低维护的难度。高压开关柜与高压配电柜设置在高压配电房,而控制柜则设置在中央控制室集中控制,这样的设计不仅可以将发电机组和配电、操作系统进行隔离,改善机组、设备和人员的工作环境,而且可以把所有的运行参数集中显示,方便操作人员监控,以减小工作人员的疲劳。同时,考虑到TBM2的非正常工况,机组开关采用一体式设计,可以灵活的采取各种方式进行组合,从而保证可以随时累加发电机组而不用改动整个系统,减少后续资金和工作量。

2 供电系统的运行维护

2.1 机组日常维护

2.1.1 运行维护

注意观察运行的发电机上不能有覆盖物,不能有灰尘,预防出现短路情况,如果不可避免的被污染,需将发电机停下来,在做好清洁与干燥工作后检查并确定绝缘、耐压均正常后才能开机。

2.1.2 巡检服务

外观检查:检查蓄电池电压、充电器状态、水加热器运行状态、控制系统的指示灯、按钮开关、显示表工作是否正常、关键部位的连接是否松动。

运行状态检查:机组运行后,柴油机有无“三漏”(漏油、漏水、漏气)现象;机组本体有无异常响声;机组有无释放异味;电压、频率指标是否在额定范围内;带载运行后的机油压力、冷却水温度是否在正常值范围内。

2.2 机组的保养与维护

冷却系统:检查冷却水位,水位应在注水口下5 cm位置;若更换冷却水,应检查添加防冻剂的比例;检查所有冷却管道以及夹头有无漏水;若使用水箱散热器,应确认无物体阻塞在散热片上;若使用热交换器,应确认系统的各阀门置于正确位置。

润滑系统:检查润滑油油位必须在规定的标尺范围刻度内,同时检查润滑油油质,看其有无混入水或燃油;检查润滑系统有无泄漏。

空气滤清系统:主要检查空气滤清器是否清洁,发动机运行时观察指示仪表,检查湿式空气滤清器油盘油位。

电路关断功能:检查内燃机上关断系统所有终端指示灯是否正常。

电池:检查电瓶液是否足够,电瓶液比重应高于1.265。

皮带:检查冷却风扇及充电机皮带张紧度,如发现单根磨损应整组更换;如仅有横向裂纹的皮带仍可使用,但纵向有裂纹的皮带则不可再继续使用,必须更换。

控制联接杆:检查液力或电子调速器拉杆润滑是否充分,如有阻风门控制器,确认系统是否具有良好润滑、有无卡滞。

通气:确认内燃机曲轴箱通气系统无阻碍。

2.3 高压设备的运行与维护

高压设备维护时,必须要形成经常性的制度方案,对于配电系统中的高低压变配电设备,应在每季度各进行一次停电、清扫、检修工作。每年必须对高压变配电设施进行预防性测试一次。对于线路的养护,应按照电力部门的有关规定进行。当供电线路存在异常情况时,应立即采取措施并及时通知项目部相关领导。考虑到维护过程中的检查安全问题,应将制度化与安全管理联系起来,确认所需要维护的高压设备是否停电;其次,操作隔离开关,必须使所要检修的设备与电源侧产生

(下转第35页)

对于所有洞内需用物资在洞外必须按现场总平面布置图堆放,布置合理;做到安全整齐堆放(存放),不得超高;堆料分门别类,悬挂标牌,标牌应统一制作,标明名称、品种、规格、数量等;对于易燃易爆物品分类堆放,专人负责,以便洞内需用时能及时装车发车。工业广场库房应备有 TBM 所需的常用配件和易损工具,建立收发管理制度并记录存档,及时补足所需余量。对于刀具、油料、管片螺栓、轨道、皮带延伸材料、水管、电缆、风筒、砂浆、豆砾石、水泥、工器具和各种零配件等耗材,洞外调度人员需详细了解洞内各施工点的使用情况,做到心中有数,提前准备,准确并及时运送到位。

5 环境保护

洞外调度人员要注意保护和改善施工现场的环境,采取有效措施控制施工现场的各种粉尘、废水、废气、废油、固体废弃物以及噪声、振动等对环境的污染和危害;现场不得焚烧有毒有害物质并且要注意对资源的节约,避免资源的浪费。

6 安全管理

6.1 安全用电

现场作业人员应注意用电安全,发现隐患应及时报告电气专业的工作人员,以便尽早消除隐患;禁止非专业人员私拉乱接电源;电气专业人员必须严格认真按照《电气作业安全操作规程》执行。

6.2 应急预案

(上接第 17 页)

明显的断开点,以便于提高维护人员的自身安全。高压设备除每年进行设备年检外,平时还应加强对设备的维护工作。维护工作的重点应放在日常操作比较频繁的断路器开关上,以保证其切断故障电流的速断性。

2.4 设备参数监督

在进行系统维护的过程中,应重点检查设备的参数情况,对参数值进行验收,确保设备的正常运行。参数的验收包括多方面,如变压器绕组温度正常、温度较高时冷却风扇能启动,温度再高时能够跳闸保护等;配电开关功能正常;重要负载最好有双电源进行供电;对于重要负载,要做好例行的保养工作;变压器按规定周期做好预防性试验。

在系统优化维护过程中,设备参数如果出现问题,要及时做出处理而不是简单地将其记录了

根据《中华人民共和国安全生产法》等法律,法规和有关规定,结合本项目建设实际建立各项应急预案(如电网停电、自然灾害等突发事件);应急工作应遵循“以人为本、安全第一;分级管理、分级负责;属地为主、条块结合;集中领导、统一指挥;信息准确、高效运转;预防为主、平战结合”的原则。

6.3 安全检查

为了清除隐患,防止事故的发生,改善劳动条件并提高职工的安全生产意识,应加强现场安全检查;通过安全检查,可以发现现场的危险因素,以便有计划地采取措施,保证安全生产。只有各个环节都在安全的状态下运行,才能使高效运行得到保障。

7 结语

TBM 洞外调度的最终目标是通过合理的组织实现安全运行、高效运行;物资零损耗,运行零事故,TBM 所需物资零等待,从而为 TBM 的正常生产提供坚强的后勤保障。

参考文献:

- [1] 丁士昭,商丽萍,等.建设工程项目管理[M].北京:中国建筑工业出版社,2011.
- [2] 王贵生.安全生产技术[M].北京:中国建筑工业出版社,2013.

作者简介:

梁和(1980-),男,四川梓潼人,技师,从事机械运行管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

事,要使维护人员认识到设备参数的日常检查关系到整体配电系统的正常运行,对系统优化具有至关重要的作用。

3 结语

综上所述,对于 CCS 双护盾供电系统的设计、运行与维护而言,在设计过程中,既要重视基础设备的选择和配置,同时又要考虑到监控系统的安装。而在具体的维护过程中,则要重视日常的维护工作,建立日常维护制度,重视发电厂机组的维护保养工作,使各种设备能够更好地发挥其功能。

作者简介:

刘振华(1984-),男,四川都江堰人,工程师,从事电气设备技术与管理工作;

潘杰(1969-),男,四川眉山人,工程师,从事电气设备管理工作。

(责任编辑:李燕辉)