

# CCS项目双护盾TBM供电系统电气主接线形式分析

李 骏

(中国水利水电第十工程局有限公司,四川 成都 611072)

摘 要:结合厄瓜多尔 CCS 项目施工现场的实际情况,介绍了项目施工现场自发电供电系统情况,分析了柴油发电厂高压配电装置运行的可靠性、灵活性和经济性。

关键词:双护盾 TBM;柴油发电厂;电气主接线;供电系统;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)04-0025-02

## 1 工程概述

CCS 项目位于南美洲厄瓜多尔东北部,处于亚马逊原始森林边缘地带丛林中,当地政府在项目施工区域没有基础设施建设。项目部在进场前就采用何种方式供电进行过详细的讨论,最终确定的方案是自建自备发电厂供电系统。项目部自建的供电系统是集输电线路和发电、变电、配电设备组成的系统,项目部对供电系统的主要要求是供电的安全可靠、同时经济运行,发电厂的电气系统包括发电机组、升压变电站和高压配电系统,电源系统由九台柴油发电机组形成九条电源回路,其中任意回路出现故障停止供电时,其他电源回路应仍能担负项目所有的负荷,以保证可靠供电。高电压为 10 kV,变电所设两台主变压器,一台停止运行时,另一台必须保证安全生产的施工用电负荷(TBM 负荷区域)。随之而来的问题就是要确定采用何种方式发电?需要采用多大容量的发电机组?分析确定项目施工现场所有负荷的大小。其中 CCS 项目主体工程之一的引水隧洞采用双护盾 TBM 硬岩掘进机施工是其最大的负荷区域,占总负荷的 80%。根据 TBM 厂家 HK 提供的技术参数资料以及通过一系列理论计算论证后最终确定需自建自备总容量为 16 200 kW 的自发电柴油发电厂。

## 2 柴油发电厂的基本情况

### 2.1 厂址环境

柴油发电厂位于亚马逊原始森林厄瓜多尔境内,为无人区,属热带雨林气候,有一条新建的宽 8 m 的公路,燃料物资运输可以满足发电厂需求。

收稿日期:2014-07-07

由于该地区降水量很大,故该电厂排水系统的设计必须满足该地区的排水量,这也是保障发电厂正常运行的条件之一。

### 2.2 厂区分布情况

#### 2.2.1 发电机组区域

柴油发电机组的型号和规格为 VPC1800,发动机型号为 QSK60-G4,发电机型号为 PI734G,并机系统采用 TGCM 系统。

#### 2.2.2 10 kV 升压站区域

变压器参数为 400 V/10 kV-2 500 kVA,连接发电机组与升压变压器低压侧低压电缆规格型号为 VV-0.6/1 kV-1×400,10 kV 高压配电系统电源进线高压电缆规格型号为 YJV22-15 kV-3×50,10 kV 高压配电系统用电负荷出线高压电缆规格型号为 YJV-/8.7-15 kV-3×400。

#### 2.2.3 20 kV 升压站区域

变压器规格型号为 10 kV/20 kV-8 000 kVA。

#### 2.2.4 成套高压柜区域

10 kV 成套高压柜型号和规格为 KYN28-12,20 kV 成套高压柜型号和规格为 KYN28-24。

#### 2.2.5 中控室区域

包括通讯系统、机组运行参数监控系统 KYN28 及成套高压柜监控系统。

## 3 输电、配电及用电系统

根据项目现场实际情况,输电距离在 1~2 km 范围内有以下负荷区域:26 km 营地及混凝土搅拌站、TBM 工业广场、洞内照明排水及皮带加力站、隧道风机及洞外皮带机全部采用 10 kV 高压电缆输送;由于输水隧洞总施工长度为 13 km,

根据 TBM 用电系统特性及长距离输电情况,同样也采用高压输电,电压等级为 20 kV。

高压输电到其他负荷区域采用降压变压器,到达用电设备的额定电压等级为 690 V/380 V/220 V/DC24 V,每个负荷区域都有相应的终端配电室,通过低压电缆分布到用电设备终端,采用低压配电箱。

#### 4 柴油发电厂高压配电装置电气主接线形式的优缺点

##### 4.1 电气主接线要求

对于一个电厂而言,电气主接线在电厂设计时即根据机组容量、电厂规模及电厂在电力系统中的地位等因素,从供电可靠性、运行的灵活性和方便性、经济性、发展和扩建的可能性等方面,经综合比较后确定其接线方式能保证正常和事故情况下的送电要求,电气主接线又称电气一次接线图。电气主接线应满足以下几点要求:①运行的可靠性:主接线系统应保证对用户供电的可靠性,特别是保证对重要负荷的供电;②运行的灵活性:主接线系统应能灵活的适应各种工作情况,特别是当一部分设备检修或工作情况发生变化时,能够通过倒换开关的运行方式做到调度灵活、不中断地向用户供电;主接线系统还应保证运行操作的方便以及在保证满足技术条件的要求下做到经济合理,尽量少占用地,节省投资。

##### 4.2 电气主接线具有的优、缺点

###### 4.2.1 可靠性

在研究主接线可靠性时应重视对国内外长期运行的实践经验和其可靠性进行定性分析;主接线的可靠性应包括一次部分和相应组成的二次部分在运行中可靠性的综合,在很大程度上也取决于设备的可靠程度。可靠性的具体要求在于断路器检修时不应影响对系统的供电;断路器或母线故障以及母线检修时,应尽量减少停运的回路数和停运时间,并要保证对一级负荷及全部或大部分二级负荷的供电。

###### 4.2.2 灵活性

主接线应满足在调度、检修及扩建时的灵活性。调度时,应能灵活地投入和切除发电机、变压器和线路,调配电源和负荷,以满足系统在事故运行方式、检修运行方式以及特殊运行方式的系统调度要求;检修时,可以方便地停运断路器、母线

及其继电保护设备,进行安全检修而不致于影响电力网的运行和对用户的供电;扩建时,可以容易地从初期接线过渡到最终接线。

###### 4.2.3 经济性

为节省投资,主接线应力求简单,以节省断路器、隔离开关、电流和电压互感器、避雷器等一次设备;要节省继电保护和二次回路,以节省二次设备和控制电缆;要能限制短路电流,以便于选择价廉的电气设备或轻型电器;主接线设计要为配电装置布置创造条件,尽量使占地面积减少;经济合理地选择主变压器的种类、容量和数量,要避免因两次变压而增加的电能损失。

##### 4.3 柴油发电厂电气主接线形式分析

柴油发电机组通过出口断路器输出 400 V 三相交流电,再通过升压变压器高压侧升为 10 kV,继而通过高压断路器汇集至 10 kV 高压柜母线,10 kV 母线出线回路有五条,其中三条回路直接通过 10 kV 高压电缆输送到负荷中心,另外两条输送至发电厂 20 kV 升压站,汇集至 20 kV 高压柜母线,20 kV 高压柜母线为单母线不分段形式。

根据 CCS 项目现场柴油发电厂的运行情况,电压等级为 10 kV 和 20 kV(TBM 负荷区域供电)两种,成套高压配电装置的主接线采用汇流母线接线方式中的单母线接线。单母线接线方式的优缺点主要是从可靠性、灵活性、经济性方面考虑:

(1) 优点:接线简单清晰,操作方便,不易发生误操作,有利于扩建;设备少,投资省,占地面积小。27 km 柴油发电厂区域功能很明显,高压配电室采用成套高压柜,智能化程度高,单母线接线方式接线简单明了,电源进线回路以及用户出线回路也有相应的标识,还能够为项目部节省投资。在满足项目部正常施工用电的前提下,能够保证在项目建设周期中不出现大的故障,比如母线故障时,单母线接线方式是最佳的选择。

母线汇流并分配电能,高压断路器采用小车式断路器,接通或断开电源和负荷电流,10 kV 回路出线带接地刀闸,取代了安全接地线的作用。

(2) 缺点:供电可靠性差,母线故障或检修时,发电厂全厂全区均必须停电,进而直接导致 CCS 项目施工和生活营地停电时间很长,最终造成项目部要承担经济上的重大损失;断路器检修

(下转第 39 页)

证明效果还是很理想的。笔者列出了以下结论和建议,旨在为今后类似 TBM 的施工提供参考。

(1) 底部砂浆回填可以不跟进每一环管片进行。本工程采用每四环 2+1+1 的方式,并从管片安装孔注浆;采用顶部砂浆回填替代顶部水泥回填灌浆,确保顶部回填饱满且减少水泥回填灌浆工作量,还能节省大量成本;火车砂浆运输罐和 TBM 砂浆存储罐的容量增大为 8 m<sup>3</sup>(容量根据工程需要调整),确保了每环底部和顶部管片均能填满;最好能设计为在 TBM 进行砂浆拌制,这样更能确保砂浆用量满足需求,也能规避运输过程中的所有风险和问题。

(2) 豆粒石回填跟进管片安装进行,对确保管片安装质量及安全起到了至关重要的作用;豆粒石管路在喷射时磨损非常严重,成本增加,建议将豆粒石系统在后配套顺序里往前调整,尽量减少管路长度并采用高耐磨内衬材料的管路。

(3) 水泥灌浆系统中的设备生产能力及水泥

\*\*\*\*\*

(上接第 26 页)

时,所在回路必须停电,直接造成该回路负荷区域停电,使该施工区域用电设备不能工作,进而影响工期;对于 TBM 负荷区域,只要停电就是重大的经济损失,而且还不能按时完工,直接影响项目的总工期。

当 27 km 柴油发电厂出现 10 kV 母线故障或需要检修时,直接的结果就是发电厂机组停机,所有负荷区域停电,TBM 等一级重要负荷停电,直接影响项目的施工进度,进而面临最终拖延工期后的巨额罚款。

断路器出现故障或需要检修时,直接影响局部负荷区域的供电,使局部施工停滞,电气设备不能运转,其结果也会影响 TBM 掘进机的正常施工,使 TBM 不能掘进,比如隧洞内外出渣皮带机系统的供电电源就是一条独立的、由 10 kV 高压电缆输送的,也就是说:如果发电厂这条出线的高

材料存储运输能力配置要确保工程量及进度需求,尽量满足跟进 TBM 掘进进行灌浆施工,能够减少甚至避免进行二次灌浆的工作;水泥灌浆制浆系统配置为全自动制浆系统,操作简便,计量准确,效率更高。

(4) 最后,笔者有一个大胆的设想:将水泥和豆粒石干料在 TBM 进行均匀拌合,用豆粒石喷射泵进行喷射回填,通过地下水或自然受潮后胶结凝固,这样能大大提高整个后配套回填灌浆的质量与效果,并大量减少水泥回填灌浆的工作量。但这仅为设想,还有待科学验算和工程实践论证其效果及可行性。

作者简介:

王 勇(1982-),男,重庆南川人,工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作;

高 强(1985-),男,重庆长寿人,助理工程师,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

压断路器需要检修或故障不能合闸、不能正常工作时,隧洞皮带机就不能运行,而直接导致 TBM 不能正常掘进出渣,直接影响到隧洞施工的进度。

## 5 结 语

考虑到 CCS 项目施工的实际情况,笔者理论结合实际分析计算了 27 km 柴油发电厂电气主接线采用单母线不分段接线方式是能够满足项目施工要求的。因为项目为先期投资,如果采用其他主接线形式将直接导致投资成本增加,虽然单母线不分段接线形式在供电可靠性方面较差,但若工作人员的日常维护到位,减少故障的发生,及时监控电气设备,做到零故障,依然能够保障项目施工的用电,从而不影响项目施工进度。

作者简介:

李 骏(1990-),男,湖南益阳人,技术员,从事电力系统发电厂技术工作。

(责任编辑:李燕辉)

## 2014 年南方九省(市、区)水电学会工作交流会在宜昌召开

2014 年 9 月 17 日“2014 年南方九省(市、区)水电学会工作交流会”在宜昌召开。湖北省水电学会理事长常晓林主持会议。中国水电学会吴仪航常务副秘书长出席会议并讲话,高度赞扬了南方九省(市、区)水电学会所开展的工作和起到的作用。湖北省水电学会名誉理事长郭际康、湖南省水电学会理事长苏祥林以及各省水电学会代表先后在会上发言,介绍了各自开展的工作及对学会工作的建议。与会代表还商定了 2015 年的会议由贵州省水力发电工程学会承办。在完成了会议议程后,会议圆满结束。