

全球首个五端柔性直流输电工程 10年来首次大检,记者跟随检修师傅走进舟岱换流站——

海陆空齐上阵,做“全科体检”

本报记者 郑元丹 见习记者 吕凌赫 通讯员 雷雨晴

舟山北部,在岱山、定海、嵊泗、衢山、洋山之间的海面上,大小渔船和货轮来来往往……静谧的海面下,粗壮的电缆夜以继日地为小岛输送着电力,这就是全球首个五端柔性直流输电工程——舟山±200千伏五端柔性直流工程。

如果将传统的直流电运输比喻为航空运输,那柔性直流就是直升机运输。相比于前者,柔性直流技术有着更为灵活的特性,还擅长将不稳定的光伏、风电等清洁能源转换成稳定电能,快速实现有功和无功的独立控制,是为千岛之城舟山供电的绝佳选择。

自2014年投运至今,±200千伏五端柔性直流工程服役近十年,截至目前,累计输电电量超44亿千瓦时。不久前,这位功勋卓著的“电力老将”迎来首次全身“体检”,我们跟随检修师傅一起走进舟岱换流站。

上百个端子,逐一用力摇晃检查

“你怎么穿着短袖短袖?万一直接碰到带电设备就糟糕了,换长袖衣服再进来。”还没有踏入舟岱换流站大门,负责年检现场安全监督的马浩鹏就将我们拦下来一通“批评”。

“化纤材质衣服容易产生静电,进入带电设备区域安全风险高,换全棉工作服就能避免此问题。”马师傅给我们解释。换上全棉蓝色电力专用工作服,迎接我们的是直流场检修负责人甘小龙。走进直流场,放眼望去,整个厅里有好多“小蓝人”。“这次检修有多个部门共上百人参加,是10年来最多的一次。”甘小龙介绍。

盛夏天气闷热,长期处于密闭工作状态的直流场更是如此。在这样的环境中,来往穿梭的检修师傅干起工作来依然有条不紊。“绝缘电阻测试显示正常”“谐波开关检修完毕”……汇报声不时响起。

作为直接连接海底电缆的场所,这里的“体检”要求师傅们胆大心细。正看着,一辆正在作业的曲臂车吸引了我们的眼球。随着驱动曲臂的伸缩和平移,检修师傅被送到设备前。一个绝缘子有近两米高,检修师傅戴着绝缘手套站在



检修师傅站在曲臂车上检修绝缘子。

曲臂车上,认真擦拭着海缆连接处正负极的绝缘子。刚擦完一个,衣服就已经被汗水浸湿。

半个小时后,我们来到室外,顿觉神清气爽。紧接着,甘小龙将我们交给了户外联结变检修负责人沈阳平。此时,沈师傅正忙着检测联结变端子箱牢固性。只见他插上钥匙打开端子箱,对箱内密密麻麻排布的端子进行逐一检查。“一个端子箱里约有上百个端子接口,每一个都要仔细检查。”沈阳平说。

“会不会有漏电风险?”毕竟是“电力小白”,轮到我們时,我们有点畏首畏尾。我们将手深入箱内,轻轻晃动一下立马就抽出来。“你们的检查速度比熟练的老师傅还快啊!这样可不行。”沈阳平开玩笑说。

“看似长期暴露于户外的联结变装置,其实内部多数处于真空环境,这次检修前已做断电处理。”沈阳平鼓励我们,“摇晃力气要大些,不然就不清楚这些端子的联结是否牢固。”于是我们大着胆子用力摇晃端子。一个、两个、三个……检查完最后一个端子箱后,沈阳平看了手表,嘿嘿一笑:“走,请你们看喷泉去。”

随着一阵刺耳的消防警报响起,户外联结变设备上多个消防喷嘴瞬间启动,水

流喷涌而下。保证消防水在危急时刻的畅通,也是本次“体检”的重要一环。

水电极照“X光”,直观呈现“病情”

阀厅是柔直换流站内最核心的区域,在约四五个篮球场大小的区域内,18个7米高的阀塔矗立其中,共计约1700个子模块支持着直流电与交流电的转换工作。

“毫不夸张地说,这是我们舟岱换流站的‘神经中枢’。”负责阀厅检修的段天元说:“现在,我们先给它的水冷系统照‘X光’。”

“水冷系统是什么?X光?是医学上的概念吗?”我们顿时来了兴趣。

一番科普后我们获悉,阀厅里的水冷系统作用相当于给设备洗冷水澡,可将换流阀内各器件产生的热量通过水循环传送到外部,使换流阀子模块在正常温度内工作。

水电极是水冷系统的关键部件,别看它小,它的正常与否影响着整个阀厅的正常运行。以前要确定阀厅水冷系统是否工作正常,需要对水电极进行检查,得先将其中的高品质纯净水排空,然后一一拆卸检查,不光费时费力,还容易在装卸过

程中混入杂质,影响水冷系统的工作。在这次舟岱换流站“体检”中,工作人员首次使用了“X光”技术,通过扫描测试水电极即可确定水冷系统是否正常工作。

现场工作人员拿着X光发射器和底板靠近阀塔水冷系统,将X光发射器和底板保持水平,让X光垂直于底板,摆好姿势,然后对准阀塔水冷系统水电极进行扫描。

“你们看,这两张图片有什么不同?”段天元拿出了两张水电极图片。经过仔细对比后,我们发现第二张图片中水电极周围有一层雾状的阴影。“有雾状阴影就意味着水电极周围存在水垢,这是影响水冷系统正常运转的不利因素之一。”段天元解释道。

今年35岁的段天元加入电力维修工作已有7年,首次参与X光检查。“本次舟岱换流站年检中引进的X光透视检查阀塔水管结垢技术,可自动测算水电极铂针表面垢层厚度,直观呈现铂电极健康状态,较传统换流阀塔排水检测模式,可省去换流阀冷却水排水补水拆卸流程,减少约一半时间。”

在本次“体检”中,舟岱换流站引入了一套智能化检测系统,可以获取所有子模块信息。



拍友 张道历 摄

记者(左)跟随检修工人检查联结变端子箱。 本报记者 郑元丹 摄

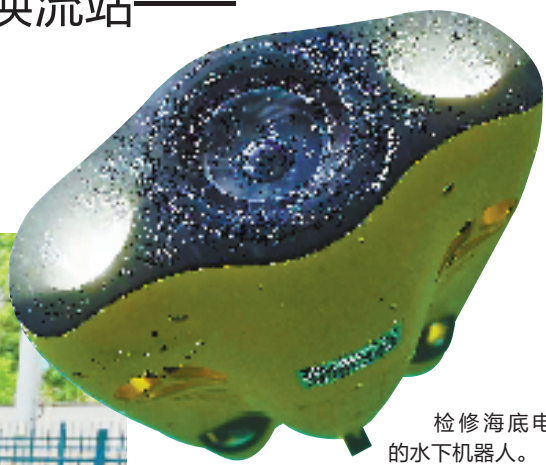
操作水下机器人,下潜海底排查隐患

柔直换流站阀厅设备在带电运行中由于安全距离等原因,无法进入室内巡视,日常巡检主要依赖配置的阀厅红外监控系统 and 地面巡检机器人。

地面巡检机器人可按既定程序采集设备的温度分布数据及外观照片,并反馈到主控室。在“体检”过程中,阀厅设备转入不带电模式,地面巡检机器人可辅助人工进行检修验收。在阀厅不远处,我们看到了机器人与无人机的回传画面。“这个地方再靠近些”“停留观察一下”随着各个指令下达,监控画面内的地面机器人与空中无人机应声而动。

“电力老将”的端口靠海底电缆相互连接。虽说电缆深藏海底,但并非绝对安全,会因为与岸边砂石摩擦出现磨损,渔船落锚偶尔也会不时刮破电缆。之前检修工人需要趁退潮时抓紧检查近岸电缆,而遇到深海内电缆破损,则需出动维修船将电缆吊至海面上进行维修。如今,这些工作已经被水下机器人所取代。

“再靠左一点,注意稳定。”“保持不动,注意水流影响。”在嵊泗海域的海缆



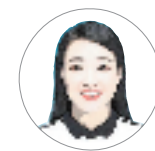
检修海底电缆的水下机器人。 拍友 陈炳翰 摄

管理船上,负责操作水下机器人的检修师傅周宇把着我们的手,操作智能水下机器人下潜至海底,对海缆进行隐患排查。

水下机器人长约50厘米、宽30厘米,体积小、重量轻,能够在布满礁石、地形复杂的海底环境穿梭自如。在周宇的指导下,我们通过远程控制系统打开了水下机器人的照明系统,并迅速下潜。由于技术不熟练,我们操纵的水下机器人在水中摇摇晃晃,连带着镜头画面也不稳定,看上去好像“晕船”了。操作了一会我们手心都出汗了。“一个水下机器人可便宜,万一损坏了怎么办?”“会不会卡在礁石中浮不上来?”“会不会有大鱼过来撞坏机器人”……听着我们的这些问题,周宇不由笑了。

在熟悉了各项性能后,我们渐渐掌握了操作技巧。原来,水下机器人的操作和无人机差不多。“航拍无人机需要注意飞行高度、飞行距离等因素,但水下机器人只要潜下去,就能够在到达一定深度后进行自动巡检。”周宇介绍。我们在甲板上通过显示屏实时监控水下画面。20分钟的仔细检查,水下无人机没有报警,检修工人确定海底电缆没有故障,这一关算过了。

通过运用海陆空智能化设备和先进技术,以往需要15天的换流站检修工作被压缩至9天,效率大大提升。检修完成后,舟山北部海岛电网的供电可靠性大幅提高,同时也为我国其他多端柔性直流工程提供检修示范。



郑元丹



吕凌赫

地表温度60℃的机坪上,记者跟着机场勤务员指挥飞机进出港——

我在机场“遛飞机”

本报记者 赵璐洁

随着暑期旅游旺季到来,除了传统热门旅游目的地以外,三四线城市也表现突出,衢州机场迎来旅客运输高峰。入伏以来,衢州出现持续性高温天气,机坪地表温度达到60℃。

在滚滚热浪中,机场勤务员要完成飞机进出港指挥。在指挥飞机出港的过程中,机场勤务员戴着超长耳机,长线的另一头连接着飞机,看起来像是在牵着绳“遛飞机”。近日,我来到衢州机场,跟着机场勤务员一起在高温下“遛飞机”。

细查机坪 炼成“火眼铁掌”

上午9时,经过衢州机场工作人员的层层检查,我进入机场机坪。来之前,我已经尽力做好防晒准备工作,凡是能晒到的地方都涂抹了防晒霜,但见到机场勤务员张润生的那一刻,我觉得自己准备的还是不够充分,只见他戴着墨镜、挂着口罩、套着袖套、穿着长裤,“全副武装”的样子让人羡慕,我连忙又找来一顶帽子上。

一眼望去,机坪十分空旷,没有一处阴凉地,站在上面,我感觉脚底板有点发烫。

“到了中午会更烫,地表温度可以达到60℃。我们穿的是隔热性更好的厚底鞋,要不然脚底板受不了!”经张润生这么一说,我开始担心起自己鞋底太薄,可能无法在机坪上长时间站立。

“飞机快来了,赶紧过去吧。”还没聊上两句,张润生就让我穿上反光背心,拎上工具箱,跟他去执行接机任务,要接的是9时38分从北京飞来的航班。

这架飞机在衢州机场停留两小时后将载着乘客飞往北京,也就是在飞机出港前,我们要先接机。

飞机降落前20分钟,我们抵达4号机坪。“现在我们要检查地面是否有FOD或者破损。”张润生解释,FOD就是外来物,比如石子、金属物件、塑料制品和小纸屑之类,这些外来物有可能被运行中的航空器吸入发动机或划伤轮胎。



在飞机推出的过程中,我们牵着耳机线跟着飞机走动,就像是在“遛飞机”。

本报记者 祝旖波 摄



我们向机组做出可以飞行的挥别信号。

本报记者 祝旖波 摄

胎。听完他的话,我马上瞪大眼睛仔细检查地面。太阳光照得机坪白晃晃的,一会儿眼睛就花了。而为了弄清地面上有没有异物,有时还需要用手去触摸。

“好烫,长期下来估计可以练成铁砂掌了!”我着着因为接触滚烫的地面而发红的手掌,忍不住和张润生开了玩笑。一圈下来,手掌烫红了不说,我的眼睛也

有点发酸发胀。

“检查时间长了,习惯成自然,我的动态视力比静态视力还好一点。日积月累‘火眼铁掌’就练成了。”张润生打趣道,一个停机位对应的机坪有几万平方米,但他目光所及之处,一眼就能发现地面上的异物。“一丁点的小东西都会对飞机安全造成威胁,千万马虎不得。”

绕机巡检 头顶烈日40分钟

9时38分,飞机降落,轮胎摩擦机坪的轰鸣声让我忍不住想要捂起耳朵。只见张润生有条不紊地挥动指挥棒,两手平举,指挥棒向上伸出,示意飞机可以滑进停机位;飞机到达停止线时两手举起交叉,示意机组刹车。

“快来,做一下绕机检查。”我和张润生带上轮挡和反光锥跑到刚刚停稳的飞

机。还没完全散热的发动机搅动着周围的空气,形成了肉眼可见的阵阵热浪。我们在热浪中穿行,抓紧时间给飞机加轮挡,在飞机周围放置反光锥,机身周围扑面而来的热气,仿佛能将人托起。

“从飞机头部开始,逆时针检查,如果发现问题要及时记录上报。”张润生一边按章作业一边提醒我,“检查时间需要40分钟,坚持不住你可以先撤。”

太阳光直射着机身,折射的阵阵强光让人不自觉得眯起了眼。“原来戴墨镜是为了保护眼睛。”我心里暗想。

绕机检查最重要的是仔细观察飞机上每个点,比如飞机外表、轮胎、机轮刹车等部位是否出现异常或破损。我们认真观察着,仅仅看了三四个检查点,我的眼睛就被刺激得泪水直流。

这时我感觉脸被烈日烤得火辣辣地痛,身上衣服已全部被汗打湿。加上机身周围的噪声折磨着耳朵,我感觉自己就像是置身于一个炎热、嘈杂的闷罐中。

“这里不能碰!”有些走神的我被张润生的吼声拉回了现实,刚伸向飞机的手停在半空中。“起落架刹车片、发动机尾喷口等都是高温部件,最高温度接近200℃,徒手不能碰。”吓得我不由倒吸一口凉气。

大约40分钟后,终于结束了整个绕机检查,我觉得脚步有些虚浮,走起路来都费劲。拖着脚步,我跟着张润生来到值班室休息,一进屋我就迫不及待地打开矿泉水瓶,“咕咚咕咚”灌下一大半才感觉解渴。这时我注意到值班室桌子上放着大大小小的水杯。张润生告诉我,900毫升的水杯他每天起码喝五六杯,相当于5升水。

接机送机 一天走了两万步

和和工作时间相比,休息的时间显得格外短,还没等缓过神来,我们又得出发了。11时38分,先前接机的航班要出港了。

“要遛飞机了吗?该怎么?”听出

我语气中的好奇,张润生提醒说,这活儿可没有想象中的那么简单。他介绍,在“遛飞机”过程中,要一边指挥拖车将飞机牵引到指定位置,一边和飞机机组保持实时沟通。

考虑到我是新手,张润生让我负责将工具准备好,他来安装。根据他的指示,我从晒得泛白的工具包里找出了耳机等工具递给张润生,他将耳机线插入通讯面板,将转弯钩插在飞机前起落架上。“插上转弯钩,飞机就由拖车来控制移动方向,插上耳机线,我们就可以和机组对话了。”话音刚落,耳机里传来机组的声音,和机组确认飞机可以推出后,紧接着我们给拖车司机一个手势,示意可以推出。

在飞机缓慢推出的过程中,我们牵着一根长长的耳机线,线的一端连接着飞机,看起来就像在牵着绳“遛飞机”。这活儿可没有看起来那么悠闲,飞机推出的过程大约需要15分钟,我们额头上的汗已是滴滴答答地往下流,刚在休息室变干了的衣服又湿透了。将飞机“遛”到指定位置和朝向后,我们联系机组刹车,机组确认刹车,接着启动发动机,发动机搅动起的热浪再次袭来。

随着耳机里传来的最后一句,“双发启动好,盖好盖板,看手势滑出,再见!”我摘下耳机,盖上盖板,跟着张润生撤离到安全位置。在轰鸣的引擎声中,我们向机组做出可以飞行的挥别信号。在我看来,这个动作似乎包含着一种仪式感,宣告着这一段保障任务的结束,也标志着飞机新旅程的开始。

就这样,我继续跟着张润生接机、送机,当天有34架次航班。一天下来,微信运动步数显示有两万多步,在排行榜上成功“霸榜”。



赵璐洁

