



1毫米,是“华龙一号”340多吨穹顶吊装最大误差。在《大国重器里的中国精度》视频中,“华龙一号”作为累积于每一次不差毫厘的宏伟工程代表精彩亮相,成为镌刻国家发展的重要坐标。近日,位于广东省惠州市惠东县黄埠镇红海湾西北岸的太平岭核电项目2号机组核岛完成了“穹顶”吊装,“1毫米”的中国精度再次在大国重器“华龙一号”镌刻。

而成功书写“中国精度”就是来自中建二局的建筑职工。重量大,误差小,施工过程中的难度可想而知。这群建筑者是如何严格把控,最终完美展现中国精度的呢?其中有哪些不为人知的故事,记者带您一起探访……

从制造到“智”造 把好“预制精度”

此次吊装的太平岭核电项目2号机组核岛“穹顶”,是中建二局参与建设的第4个“华龙一号”核电机组。早在2016年,中建二局就开始参与国家首批“华龙一号”机组建设。相较于本次太平岭2号机组核岛“穹顶”吊装的轻车熟路,中建二局建设者在2018年首次完成防城港“华龙一号”核电站3号核岛穹顶吊装时,却面临着不小的困难。

防城港核电3号核岛的穹顶是个外形酷似巨型“帽子”的半球体,穹顶高度超过13米,直径45米,相当于3.5个标准篮球场大小。但是当时裁剪钢板的机器只能裁切直线,而“帽子”的构件需要弧线,这也是铆工班班长王红星被难住的原因。

市面上最大的地规也无法满足华龙一号巨型钢板的绘制需求。“这就相当于让你在纸上画直径10厘米的圆,但是给你的圆规最大只能画2厘米。”王红星说。

既然没有现成可用的“圆规”,那为什么不能自己造一个?在王红星的启发下,铆工班的成员集思广益、反复打磨,终于成功制造出一个“画圈”的秘密武器——超长版地规,保证了裁切的精度和不同形状的要求,最终编织了一项完美的“帽子”——核岛穹顶。

其实不仅穹顶,核电站是在每1毫米的精度上积累起来的。近年来,二局建设者在预制环节融入了智慧建造,逐步研发不锈钢薄板的TIG自动焊、预埋件自动焊接机器人,让核电品质、中国精度进一步有了智慧技术的全力加持。其中,预埋件自动焊接机器人,很好地解决了核电领域焊接预埋件数量多、质量要求高的难题。施工人员只要将机器人的固定工作台夹具根据焊接型号完成定位调整,这位“焊”将用3倍于人工的工效开展焊接作业。目前,焊接机器人已广泛应用于核岛8万多个预埋件预制工作中,并在2021中国国际服务贸易交易会、首届大国工匠创新交流大会等重要场



合多次亮相。

从图纸到动画 把控“吊装精度”

防城港“华龙一号”核电站3号核岛穹顶吊装时,时任项目总工程师的刘军,他遇到的难题是如何把预制好的穹顶从地面一次成功吊装到60多米高。“整个吊装过程可以简单比作给一个杯子盖上杯盖,还要确保杯子的密闭性。加上核电建设标准非常严苛,误差不允许超过1毫米,相当于我们要实现刀刃与刀刃的对接!”难度之高可想而知。

要在现实中实现这样的精确,仅仅在图纸上把穹顶“画”出来是远远不够的,刘军需要的是“画”出动态的穹顶。

这个想法推动了国内首次把BIM技术应用到核电建造过程中,模拟了吊装的全过程,运用BIM模拟将整个吊装过程提前可视化和动态化呈现,让不可预知的因素通过一次次动态模拟变得清清楚楚。

2018年5月23日,广西防城港核电3号核岛穹顶吊装成功!中建二局建设者们首次成为华龙一号“1毫米”精度的“建”证者。

对于攻下“巅峰”,这只是其中的一步。施工中,二局建设者在核电建设领域运用BIM技术的有效探索,推动太平岭核电项目模块化施工技术得以实现。

核岛筒体钢衬里施工是整个工程施工中的重要部分,有着极大的施工难度。传统工艺采用现场分块安装+焊接作业,当钢衬里模块提升到位后,12块模块需要在高空对接后进行拼装

以“中国精度”提升国家发展高度

——“华龙一号”背后建设者的匠心故事

□本报记者 马超

焊接参数,观察焊缝的位置,调整好焊丝和焊缝的间距。为确保焊接质量,整个焊接过程中,程克辉的眼神紧紧地跟随着弧焊机移动,生怕出一点儿差错。当焊接完成,敲去焊渣,一道笔直完美的焊缝跃入眼帘。但焊接结束并不意味着任务的完成,焊缝还需要经过无损检测100%覆盖,X光片检验,并通过用专业仪器检测。得知最终焊缝合格率100%,程克辉悬着的心终于可以放下了。

由于焊接作业的环境和部位往往都比较局限,2016年为了帮助公司完成《民用核安全设备安装许可证》续证,程克辉带领班组成员挑起了获取证书必须完成的模拟件焊接的艰巨任务。

这个模拟件焊接量非常大,内部结构十分复杂,空间又十分狭小,工艺要求变形的尺寸误差范围不超过3毫米,难度非常高。“我们的操作空间直径不到一米,加上工艺要求需要提前预热,空间温度常常会达到50摄氏度以上。虽然焊接时戴着面罩,但脸还是被烤得发烫,达到喝水都出不了汗的地步……”程克辉回忆道。

经过1个多月的奋斗,模拟件焊缝经过国家核安全局组织的专家评审,合格率达到100%,工件的变形率为零,最终助力公司《民用核安全设备安装许可证》成功续证。2021年10月,国家核安全局再次通过中建二局的续证申请,延续了中建二局作为核系统外唯一一家具有核电站核岛钢衬里施工资质的土建施工单位的“核心”地位。

从1987年,我国大陆第一座大型商用核电站——广东大亚湾核电站正式开工,到党的二十大前夕,我国首座生态示范工程太平岭2号机组核岛迎来“加冕”。30多年来,中建二局始终在我国核电事业日新月异发展变化的过程中,保持着我国核系统外唯一一家独立承建核岛土建工程和唯一一家“常规岛——核岛土建一体化”施工的建筑企业的“核心”地位。

中建二局的建筑者们在防城港和太平岭两个“双核岛”项目、三澳核电项目建设过程中不断探索实践,成为“1毫米”精度的实践者,为创造“中国精度”作出了突出贡献。

焊接,这对核级焊工高空作业要求和焊缝的质量要求极高。“既然高空作业风险高、难度大,何不参考穹顶吊装的思路,采用车间预制、现场拼装焊接、整体吊装的方式进行施工呢?”太平岭项目创新团队提出了业界前所未有的大胆想法。这就相当于搭积木,先拼成一个圈,再一圈一圈地往上摞……说起来简单,但其中却隐藏着不少核心技能。

钢衬里模块化技术落地并运用于太平岭2号核岛,不仅填补了国内该项技术的空白,还缩短核岛土建施工主线工期达54天,创效近2000万元,引领国内核电钢衬里模块化施工技术。

核级匠心“焊”卫“密闭精度”

核岛钢衬里是一个形状类似茶杯、全密闭的容器。单一个核岛就有一万多平方米的钢板,这些全部需要通过焊接成形。如果把这些钢板平铺开,面积相当于一个半的标准足球场。这么大的钢板中,如果出现1.5毫米以上的单个气孔,或者针尖大小的连续气孔,都属于不合格。焊接的严格标准,再次体现了中国精度的精益求精。在这样严苛的条件下,中建二局出现了一位全能焊工,首个实现合格率100%、焊接技术大满贯,他就是程克辉。

作为一名经验丰富的核级焊工,程克辉并不敢松懈。“焊接这门技术,基本上所有的知识书本上都写了,但技术不能到位,还得靠日积月累练出‘手感’。”焊接开始前,程克辉按照图纸及相关的焊接工艺的要求,设置好相应的