

亲历

跟着大国工匠进车间

在浙江火电,记者跟着“焊工”陈立虎当一天学徒——把极致焊进每一道工艺

■ 本报记者 王柯宇

走进中国能源建设集团浙江火电建设有限公司(以下简称“浙江火电”)的培训车间,焊枪在钢材上产生的滋滋声此起彼伏,火花四溅。

今年52岁的陈立虎站在一位年轻学徒身旁,没有急着开口,而是先听电弧燃烧的声音,“电流小了。”他忽然说,“这样的焊缝再漂亮也是‘花架子’,内部还没焊透。”仅凭听声音,陈立虎就能判断焊接质量的好坏。

从19岁第一次拿起焊枪,陈立虎用33年时间,在弧光中成就顶尖“焊工”。如今,作为浙江火电培训中心副经理,他专注培养核级焊工,这是焊工领域的金字塔尖。

顶尖“焊工”是如何培养出来的?近日,我以一名学徒的身份跟着陈立虎走进培训车间,体验了一日焊接学习。

“我们追求的是极致完美”

培训车间里,160多名学员正为3月底的国家核安全局焊工证考试做最后的冲刺。

“我国从制造大国迈向制造强国,焊工在能源、航空航天、船舶制造等各类重大工程里扮演着至关重要的角色。”陈立虎告诉我,这些年,浙江火电不断开拓产业版图。特别是在核电领域,形成一条完整的核电产业链,目前承担了广西白龙核电、福建宁德核电等核岛安装项目,把一块块钢铁焊进国之重器的筋骨里。

“核岛是核反应堆的核心区域,核级焊工就是保障安全的第一道屏障,无论是反应堆压力容器、主管道,还是各种关键系统,都离不开高质量的焊接,确保绝对安全。”他说。

见我一脸好奇,陈立虎戴上防护面罩和手套给我演示。没有想象中的火花四溅,只有白色弧光跳跃,他手腕轻轻摆动,钢板上便多出一道平整的焊缝。

“这是氩弧焊,不会溅出火花,你要不试试?”放下焊枪后,陈立虎给我递来一个防护面罩。

透过面罩,在弧光底部,一抹橙红色的金属液呈现在我眼前。“仔细看这个熔池,焊丝头贴着它的边缘走,手不能抖,



陈立虎在电焊。

受访者供图



陈立虎向记者(左)讲解氩弧焊技法。

通讯员 马丁 摄

速度要均匀。”陈立虎凑近说,焊缝质量全看这一步。看起来容易,可当我拿起焊枪时,意外状况却接二连三:第一次点焊,焊丝就黏在了钢材上;握焊枪的右手微微发颤……几番尝试,只留下一道歪歪扭扭的焊缝。正当我沮丧时,陈立虎笑着安慰道:“第一次都这样,慢慢来。”

即使隔了层防护,灼热感依旧扑面而来。

“和高温打交道,是我们的日常。”陈立虎摘下手套,手背上布满疤痕,这是他30多年职业生涯留下的印记,“在大口径厚壁管道焊接时,温度最高能到250℃,哪怕穿得再厚,也有火星顺着缝隙钻进来,烫得人一激灵,必须咬牙坚持。”

和普通焊工相比,核级焊工有何特别之处?我们追求的是极致完美。”陈立虎说,

核级焊工的“技能树”,不仅要精通合金钢、不锈钢等多种材料的焊接,更要守规矩,在日常训练和操作中,容不得半点马虎。

14年前,陈立虎刚来培训中心时,公司只有5位核级焊工。而现在,这个数字已突破400人。作为国家重大科技专项之一,2025年刚完工的“国和一号”核电示范项目2号机组核岛的焊接队伍中,就有不少“焊工”是从这个培训车间走出的。

“把功夫传给年轻人,我的目标是为大国重器培养更多人才!”他的语气里,透着自豪。

“把更多不可能书写成‘中国方案’”

结束电焊初体验后,陈立虎带我来到一块大屏幕前——这是今年试运行的核电厂焊工培训智能化管理平台。他点开“实操考评记录”,从每位学员每次模拟考试的考核结果,到焊缝的余高、增宽、咬边等细节数据,全都一目了然。

这个平台开发,其实源自陈立虎的一个心结:教练只有六七个人,学员却有

上百人,想要做到一对一指导,太难了。

“现在有了平台,学员的成长轨迹变得可感可知。考评结果一出来,失分点在哪里,进步体现在哪里,都由数据来说话,把一丝不苟的态度落到实处。”他计划,未来在平台中加入AI题库、AI评片、焊缝外观自动扫描等新功能,让教练的指导更加对症下药。

人如其名,在创新之路上,陈立虎总有股“虎”劲,敢闯敢试。他的手机里珍藏着一张老照片,那是他与团队成功攻克P92新钢种焊接工艺后拍下的合影。2004年,全国首台百万千瓦超超临界火电机组——华能玉环电厂开工建设。主蒸汽管道首次采用了P92新钢种,这种新型马氏体耐热钢的焊条易发热,稍有不慎便会出现未熔合缺陷。而当时,P92焊接工艺领域在国内尚属空白。

陈立虎入选攻关小组后,与团队共同开展焊接工艺评定攻关。耗时大半年,他们研制出适配的焊接工艺。“最难熬的是夏天,焊接工棚温度逼近50℃,每天要喝掉一大桶茶水解暑。”他回忆道,但看到工程顺利完成的那一刻,感觉一切都值了。这项工艺不仅填补了国内空白,还被评为国家级工法,至今仍广泛应用于国内同类机组建设。

在陈立虎看来,工匠精神既在于对传统技艺的坚守,更在于面向未来的创新。除了培养“焊工”,他还带领团队向更高难度的新材料焊接工艺发起冲击。

最近,他正全力攻关新一代国产高温合金材料的焊接工艺,为世界首台650℃高效超超临界机组建设做准备。这台机组将落地玉环,发电效率提升4%,每年减排二氧化碳45万吨。

“我们要把更多不可能,书写成‘中国方案’。”陈立虎坚定地說。

在AI时代,光有传统技术还不够

下午2时,我跟着陈立虎来到自动化教室。现场,焊接教练李泽贇手拿“遥控器”,仔细观察着焊接接头。只需指尖轻按,机头自动焊出了一圈漂亮的鱼鳞纹。

原来,这是一台自动焊接设备。李泽贇手里的示教器就像“方向盘”,能实现自动送丝,焊出稳定可控的焊缝。“陈

师父总说,在AI时代,光有传统技术还不够,学员也得跟上时代潮流,学会操作新设备。”他说。

“核电项目的管道焊接,直径接近1米。”陈立虎用手比画着,手工焊接需要层层打磨,一天下来,腰都直不起来。而现在有了自动焊接设备,就能事半功倍。比如,“国和一号”示范项目里的一回路主管道,就是用自动焊接设备来完成的窄间隙焊,“不仅焊工更省力,质量也没毛病。”

目前,广西白龙核电、福建宁德核电等项目上,有近50%的焊接工艺是由自动焊接设备完成的。

当机器人能搞定精密加工,未来焊工会被取代吗?听到这个问题,陈立虎摇摇头,说“每一次技术革命,都会催生新的工匠需求。再好的机器,也需要优秀的人来把关。”在他看来,虽然智能化是趋势,但懂传统工艺、会操作智能装备还有创新思维的新“焊工”,是机器替代不了的。

当下,技能人才已成为支撑中国制造业、中国创造的重要力量,浙江也是制造业大省和技工教育的主阵地。培训学员时,陈立虎总强调三个“多”——比别人多练一点,多想一点,多学一点,“只要有想法,肯努力,‘焊工’的路子一定会越来越宽。”

说起大国工匠这个头衔,陈立虎的理解很朴素:“我要做的不是简单重复,而是一次次创新突破。一台百万千瓦机组有10万个焊点,靠我一个人永远焊不完,带出更多新‘焊工’,就是我最大的成就!”

这些年,陈立虎培养出省部级劳模2名,全国技术能手3名,各级工匠20余人。2025年,陈立虎领衔的工作室入选全国总工会重点支持的全国劳模工匠创新工作室名单。同时,他带领团队为企业解决各类工程焊接难题50余项,累计为企业降本增效超8000万元。

培训车间里,焊枪起落,弧光不熄。陈立虎和学员们焊接的不只是钢板,也是“中国智造”通向未来的钢铁脊梁。



扫一扫 看视频



王柯宇

在宁波双鹿电池,“技术110”傅祥方带记者感悟匠心——

永不服输,让创新成为习惯

■ 本报记者 李洁薇 王波

宁波江北,藏着一家全球电池行业的“隐形冠军”——双鹿电池。

这家成立于1954年的企业,是全球碱性电池生产领域的领跑者。其生产的“双鹿”电池远销100多个国家和地区,每年有超过50亿节电池从这里运往世界各地。从智能家居、医疗器械到工业配套,产品广泛应用于多个领域。

近日,我们跟随公司高级技师傅祥方,深入车间,在生产一线感悟我国电池生产从跟跑到领跑的创新之路。

有问题,找傅工。傅祥方被同事亲切地称为“技术110”。称呼背后,是傅祥方日复一日“泡”在车间的身影。没有惊天动地的豪言,只有30多年如一日的坚守。正是这份镌刻在平凡里的匠心,成就了一位大国工匠,也照亮了这家老牌企业的升级之路。

夜校补课,把手上功夫练扎实

7时45分,我们见到傅祥方时,他正背对着门,盯着一块占了大半面墙的电子屏幕。

屏幕上实时更新着40余条生产线的运行数据——运行率、故障点位、物料追溯。平均效率显示达96%以上,最高的一条线显示98%。

“这条低的,是2018年从国外引进的产线,跟同类设备比,效率还是略低些。”看完数据,他起身带我去车间,开启每天雷打不动的走访。

进入车间,他指了指生产线上的显示屏:“吸盘上缺纸。”——这是刚才在屏幕上看到的故障点位,他跟负责产线的管理人员交流了几句。正说着,另一个车间的人匆匆找来,想请他过去看看问题在哪。

刚进厂时,傅祥方只是一个“连锉刀都不知道怎么用”的学徒。

夜校补课。从初级到高级,从高级到技师——那几年,他一步步把能考的证都考了下來。2004年,他在宁波市青年工具钳工比武大赛中获得第一名。2005年,成为公司最年轻的钳工技师。

手上的功夫练扎实了,他心里却始终装着车间里那些“搞不定”的设备。

我们继续往车间深处走。傅祥方在其中一台设备前停下,拍了拍巨大的压辊。“这个难题,在公司存在了20多年。”傅祥方坦言,这是一台生产正极材料的压片设备,两个巨大的压辊把黑黑的锰粉压成片状。压力越大,电池性能越好,但压辊也更容易爆裂。从1994年引进开始,它就三天两头出问题——短的三五天,长的两三个月,毫无规律。

“我最怕这个设备。”傅祥方说。那时候他住公司宿舍,半夜设备坏了,第一个想到的就是他。有时候刚洗完澡换上干净衣服,就听见有人说“又爆掉了”,心里别提多沮丧。此后的十几年里,公司请过外国专家,买过原厂零件,找过国内顶尖科研机构,但问题始终没有完全解决。

2016年,傅祥方的岗位调整,接手了这个“烫手山芋”。此时的他,已经不是当年的机修工,而是拥有20多年一线经验和设计能力的主任工程师。

“现在工艺要求的压力,比上世纪90年代提升了好几倍,用老思路肯定不行。”他组织团队攻关,引入新的技术方案。2019年,问题彻底解决,现在那台压辊还在正常运转。

更改结构,从设计上避开材料坑

继续往前走,傅祥方在一台略显斑驳的设备前停下,手在底座上摸了摸。我们学着他的样子也摸了摸,金属表面被磨得异常光滑,带着常年运转留下的温热的痕迹。

“这是我们第一条自主研发的整线,2005年投产的。”他说,“当年安装调试的时候,我就在旁边打地铺。”

那是他记忆最深刻的一段岁月。上世纪90年代初,公司刚刚合资,从国外引进了第一条碱性电池生产线。傅祥方回忆,老车间里是落后的碳性电



傅祥方在调试生产线。

受访者供图



记者(中)跟着工作人员一起听傅祥方(右)介绍电池生产线情况。

本报记者 王波 摄

池生产线,而隔壁的进口设备却像“艺术品”一样精致。“那个时候对我来说,已经刻下了一个目标——我们也应该能做到他们这样。”

此后的几年里,公司又引进了几条进口线,傅祥方全程跟在国外专家身后学习。“他们一到场,我就一直跟着,一直等他们下班,他们走我才走。”

但变化来得比预想中更快。进入21世纪,随着中国电池产业的崛起,外国开始对先进设备实施出口限制。买不到,就只能自己造。而从“用”到“造”,完

全是两码事。

2003年,公司立项研制第一条整线。傅祥方是钳工班长,负责其中三台核心设备的机械安装调试。

“问题比想象的多得多。”他两手比划着向我们演示,两个零件装上去,尺寸差几丝,装的时候发现不了,等整机调试起来,问题才暴露,有时要花几周才能找到根源。那时候整条线几十号人,机械、电气、安装,分好几摊。今天这个解决不了,明天那个又冒出来。实在熬不住,地铺一打,轮流眯一会儿,醒来接着干。

有一件事,他至今记得很清楚。设备上用的输送带,外观和原装进口的看不出区别,可一跑起来就不对,偶尔会卡一下,没有规律,根本找不到原因。

“拿两个输送带放在一起对比,怎么比都觉得一样,但用起来就是不一样。”他一边说着,一边从旁边的备件箱里翻出两截旧输送带。我们用手捏了捏,橡胶质地,手感上确实分辨不出差别。傅祥方说,当年就是被这“看不出区别”的东西困住了大半年。那时,国内精密橡胶件的工艺积累还处在起步阶段。买到合适的设备,怎么办?傅祥方的选择不是等——他和团队反复琢磨,最后改了设备结构,从设计上绕开了这个坑。

2005年,这条线投产,拿下了国家科技进步二等奖。那一年,中国已是电池生产大国,但高端装备仍多依靠进口。这条线的意义,正在于它填补了国内碱性电池生产线的空白——从“买设备”到“造设备”,让双鹿电池从此摆脱了对进口设备的依赖。

梳理难题,带领团队一起攻关

午饭后,傅祥方带着我们走进智能工厂的参观通道。

隔着玻璃往里看,是一片漆黑的车间。50米长的流水线上,只有星星点点的指示灯在闪烁。一节节电池在轨道上飞快穿梭,像暗夜流动的星河。几台AGV小车悄无声息地滑过,把装满成品的料筐运往指定区域。

全程,没看见一个人。

“这是第四代生产线,2016年投产的。”傅祥方介绍。“黑灯车间”这个名字是怎么来的?他笑了笑说:“2014年公司提出要搞无人化,我想既然没人,还要灯干什么?就叫‘黑灯车间’吧。”

名字起得轻松,做起来却没那么简单。傅祥方回忆,当时国内电池产业正处在一个关键转折点上。经过十几年发展,碱性电池产能已跃居全球前列,但规模扩张之后,新的挑战随之而来:从规模扩张到提质增效,整个行业到了必须向

智能化转型的关口。

我们问:“这条生产线最难攻克的是什么?”他指了指底下飞快穿梭的电池:“锌膏注入。”

“电池有正负极,负极材料的俗称就是‘锌膏’。”傅祥方解释,锌膏注入的速度、剂量、位置,差一点都不行——快了慢了,都会影响电池最终的品质。以前靠人盯着,现在要让机器自己看,自己判断。于是,他们便决定引入影像检测系统:电池经过时,系统会拍照,与数据库里的标准工艺实时比对,不合格的自动剔除。“经历过无数次的实验改进,我们最终克服了这一技术难题。”傅祥方说。

从第一代生产线每分钟300节,到如今第五代每分钟600节,傅祥方用了20多年时间,把速度提高了一倍。

在双鹿电池,创新一直是发展的“关键词”。只要是在工艺、生产、销售、工程等方面有任何卡点、难题,各部门都可以随时提出,由全员参与“揭榜挂帅”。

“这两天,我们工程部特意做了梳理,2025年认领的50多个项目,全部完成了。”傅祥方说,“今年一季度,我自己手头还有7个项目同步推进,都是来自生产运行上的质量与效率提升、成本降低等难点痛点问题。”

创新成了他的一种习惯。回望傅祥方的来时路,可谓是无数中国产业工人成长的缩影。在那些不被看见的车间里,一代代工人靠着一股不服输的劲头,把“搞不定”变成“搞得定”。这,或许就是中国制造从跟跑到领跑的底气所在。



李洁薇



王波



扫一扫 看视频



扫一扫 看视频