

“未来工厂”什么样？

中国巨石智能制造基地六分厂见闻

本报记者黄书波

“呜……”，中国巨石股份有限公司智能制造基地六分厂智能控制中心里，警报声响起。

宽敞的智能控制中心，硕大的显示屏布满了整堵墙，分门别类对年产15万吨的玻璃纤维生产线进行数字化、可视化的全流程监控，却只有两名值班人员。

值班员李琦快速找到报警源，点击显示屏，“料仓送料延时2秒，自动送料已恢复，无需人工干预，警报解除”。

这是记者在中国巨石看到的场景。中国巨石是全球生产玻璃纤维的龙头企业，位于嘉兴桐乡的智能生产基地六分厂是浙江省已发布的12家“未来工厂”之一。在这里，可以遇见未来的生产和生活。

生产线上，工业机器人是“主力”

玻璃纤维生产线主要分为熔制、成型、拉丝、烘干和检装等生产环节，智能化、数字化嵌入了全流程。

站在智能控制中心里，六分厂厂长顾建定指着显示器上工业电视拍摄的窑炉实况说，“窑炉采用天然气、氧气混合燃烧和电极加热方式熔化粉料，黑色的是未熔化的粉料，白色的是玻璃液，温度需要达到1600摄氏度。”

顾建定回忆，21年前他刚进入中国巨石时，窑炉燃料是重油，通过人工增加或减少重油的加注量来实现温度控制，难度非常大。“现在智能化系统，可以通过对未熔化的粉料感知，自动计算出天然气和氧气的投放量，从而精准控制炉温，提高产品质量。”

行走在占地20万平方米的生产线里，见到最多的是工业机器人——

“这一排是自动分配车，它会将烘箱烘干的原丝筒自动运送到相应的包装线。”

“这些悬空的是智能机械臂，它负责把已完成包装的原丝筒送到指定的摆放位置。”

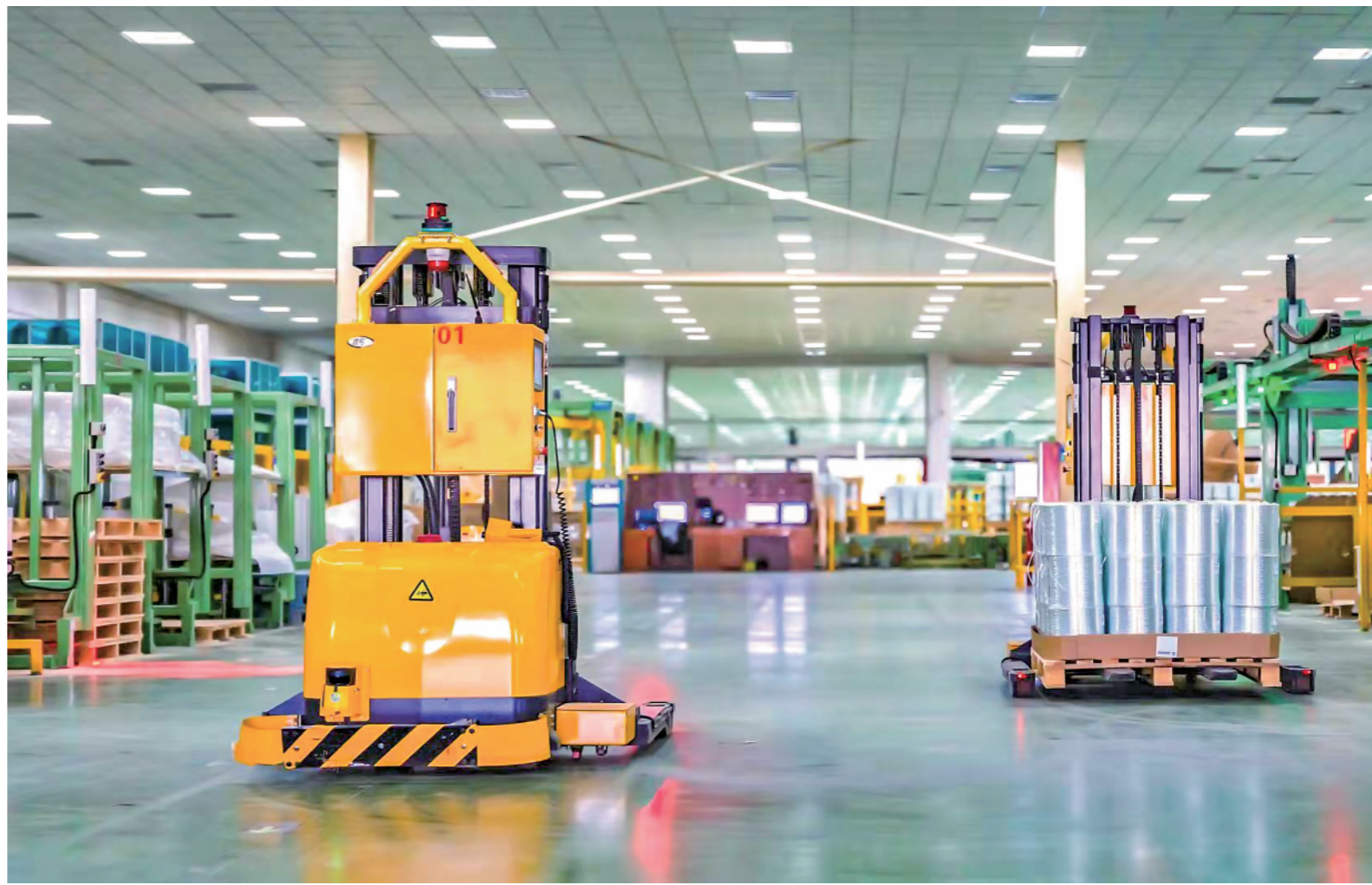
“这些来来回回的是AGV智能搬运机器人，它的任务是把整车的原丝筒送到智能仓储中心。”

顾建定说，“在这条生产线，已经基本不需要人工对产品进行移动和分类了。”

生产环节高度智能化，带来了生产效率的巨大提升。顾建定说，现在这条生产线年人均产量能够达到480吨，比公司此前最好的生产线效率提高了20%，“而那已经是全球最高生产效率了”。

工人还是要的，但“工作越来越轻松”

“未来工厂”并不是不需要工



检装车间AGV小车正在自动运输纱团。 朱满亮摄

人，但工人的劳动强度大大降低。

顾建定介绍，在拉丝环节，这条生产线还需要工人，主要原因是“这个环节的情况千差万别，人工智能还不能像人一样处理错综复杂的情况”。

记者在拉丝车间见到刘培金时，这位云南小伙正在巡视将玻璃液“魔变”成玻璃纤维的拉丝设备。“从每一台拉丝设备顶部下来的玻璃丝有4000根，每一根的直径只有头发丝的十分之一，底部的卷丝装置会将这4000根玻璃丝集束成玻璃纤维。因为温度或杂质等因素，会出现玻璃丝断头的情况，我的任务就是将这些断头处理好。”刘培金说，他在巨石工作了10多年，“感觉工作越来越轻松，以前看5台机器还手忙脚乱，现在可以看15台机器，而且每天处理的情况就三五次。”

“我们正在加强非标准工序的研究，这是一个渐进的过程。”顾建定说，巨石的软件系统，全部具有自主知识产权，“不用担心被人‘卡脖子’”。

资源的循环利用是“标配”

资源的循环利用，是“未来工厂”的“标配”。

像集装箱一样，但比集装箱还

长的烘箱，是玻璃纤维生产线继续熔制、成型、拉丝后的生产环节。离烘箱三五米，并没有热气扑面

的感觉。“烘箱里的温度有100多摄氏度。”顾建定说，以前烘干玻璃纤维，需要花费大价钱购买蒸汽，现在用的是窑炉的余热。窑炉的温度1600摄氏度，以前余热不能充分利用。经过技术改造后，这些余热经过锅炉转化成蒸汽，完全满足了烘箱的温度要求。

每一卷原丝，里面都会有数十克有偏差的纱线，需要人工去除。但在这条生产线上，这些废丝不再是被抛弃，而是会回收利用，“这既降低了成本，也消除了对环境的污染”。

“水也是一样。我们现在做到了每天产生多少工业废水，就回收处理多少，实现了循环利用。”顾建定说，这些重新利用的资源，事实上就是增加的利润。

质量全程控制，问题产品可追溯到个人

数字技术加持，让“未来工厂”实现了产品质量全程控制。

玻璃纤维的质检，曾经是一个大难题。对于玻璃纤维成

品，会有工人随机抽取进行质量检测，检测的结果再反馈到拉丝生产环节，再由拉丝工艺员调整技术参数生产。检测数量多、人为因素多，而且过程复杂，这是玻璃纤维生产质量控制的关键。

“现在我们开发的系统，可以自动对每一卷纱团进行检测，其结果自动反馈到拉丝生产环节，拉丝设备自动进行参数修正，实现了产品质量的精准控制。”顾建定介绍。

记者在包装环节看到，每一卷原丝筒都会被工业机器人自动贴上标签。“这个标签就是这卷原丝筒的‘身份证’，里面备注了生产时间、生产者等关键信息。用户使用过程中发现问题，我们可以追溯到问题产生的源头。”顾建定说，产品质量的提升，让中国巨石享誉全球，“以前是客户问为什么要买巨石的产品？现在是客户问为什么不买巨石的产品？”

不闻噪音不见粉尘，工作环境像宾馆

“未来工厂”给人的印象，不闻噪音，不见粉尘，没有油污。厂外行走汗流浹背，厂内却凉爽宜人。

玻璃液到了拉丝生产环节，

尚有1300摄氏度的高温，但在这里，感觉不到一丝炎热。刘培金说，“这里的温湿度控制得比宿舍还好，夏天工友们都愿意提前来交接班，为的就是享受这里的凉爽。”

记者在生产线的出口，见到一排个人物品存储柜。“这是存储工人工作服的智能衣柜。”顾建定说，这里的工作强度虽然不大，但工人总是要洗衣服的。每天下班后，工人只需把工作服放到存储柜边上的大储物箱里，就会有专门员工负责统一清洗，然后放到单个的智能衣柜里，“第二天只需用岗位证扫一下，智能衣柜就会打开。因为每件工作服里，都嵌入含有员工信息的芯片”。

顾建定说，“来我们这里的参观者反馈，‘这里不是工厂’，而是‘宾馆’”。

“未来工厂实现了从规模效益向技术效益、管理效益、质量效益、品牌效益的转变，实现了‘两流’（人流、物流）更通畅、‘两型’（资源节约型、环境友好型）更进步、‘两减’（减员、减负）更奏效、‘两化’（国产智能化、国产装备化）更到位和劳动条件更改善的目标。”中国巨石总裁张毓强说，这是制造业企业提档升级的方向。

（参与采访：徐潇卓、魏平）

能去“未来工厂”打工吗？

对话巨石集团总裁杨国明

本报记者黄书波

2020年底，浙江省发布首批12家“未来工厂”名单，涉及数字安防、网络通信、智能装备、汽车及零部件制造等领域。

“未来工厂”是什么？“未来工厂”有哪些新变化？“未来工厂”会不会对就业造成冲击？新华每日电讯记者近日专访巨石集团总裁、巨石“未来工厂”顶层设计者之一杨国明。

记者：“未来工厂”的定义是什么？

杨国明：根据浙江省经信厅的描述，“未来工厂”是指广泛应用数字孪生、物联网、工业互联网等技术，实现数字化设计、智能化生产、智慧化管理、协同化制造、绿色化制造、安全化管控和社会经济效益大幅提升的现代化工厂。

事实上，既然是“未来”，说明“未来工厂”的建设是一个动态过程。今天领先的技术，明天又需要革

新。只有瞄准明天的前沿技术，不断吸收今天的先进技术，“未来工厂”才能不断推陈出新，才能引领制造企业升级换代。

记者：巨石“未来工厂”运行了一段时间，这与以前的巨石生产线相比，有哪些新的变化？

杨国明：从我们行业来说，“未来工厂”的运行，确实带来了新的变化。一是效率更高了。“未来工厂”建设之前，巨石最好的生产线年人均产量400吨，这已经是全球最高的水平，但“未来工厂”的生产线，运用大量的工业机器人和数字化、物联网技术，能把年人均产量提高到480吨。二是成本更低了。10年前，年产15万吨玻璃纤维的生产线，需要1200人，现在“未来工厂”只需要300多人，原材料利用率提高，能源消耗精准管控，大幅度下降，每生产一吨玻璃纤维的成本大大降低。三是质量更可控了。以往玻璃纤维的质检是一个难题。每一千米成品都要有人进行质量检测，检

测数量多、人为因素多，而且过程复杂，质量不好控制。现在“未来工厂”的系统会自动对每一卷纱团进行检测，实现了产品质量的精准控制，废等品率和降等品率大幅下降。而且每一卷原丝筒都有“身份”信息，出现问题后可以追溯。四是工作环境更好了。以往工业企业常见的噪音、粉尘、油污和高温环境，在“未来工厂”基本见不到了，一派物流、人流各行其道，井然有序的景象。

记者：巨石的“未来工厂”在国际上处于什么水平？

杨国明：可以肯定，“未来工厂”是今后制造业的发展趋势，目前国外也有不少企业在搞“未来工厂”。谁不搞，谁就会落后于时代。

从巨石所在的玻璃纤维行业来看，国内外建设“未来工厂”的并不多，我们在这一行业是领先的。但不能自满，还是要继续探索。玻璃纤维这个产业是国外先发展，

我们是跟跑，然后是并跑和领跑，只有我们真正成为技术的引领者，才能让“中国标准”更有市场。

记者：从投入产出看，“未来工厂”划算吗？哪些门类的工业适合建设“未来工厂”？

杨国明：客观讲，建设“未来工厂”的投入确实大，一条生产线差不多要多花1个亿。但和产出一核算，还是划算的。这些年原材料价格上涨了好几倍，但巨石人工工资年均增长10%，靠的就是精准管控、物尽其用、人员优化、生产效率提升后单位产品成本的下降。此外，现在许多年轻人都不愿意到工厂上班，不提升智能化生产水平，以后工人都不好找。

个人认为，除了需要纯手工制作的个性化企业，大多数大宗工业品的生产企业，都适合建设“未来工厂”。当然，这需要看企业的实际情况。

记者：“未来工厂”对劳动者的要求也“高大上”吗？

杨国明：从玻璃纤维行业来说，“未来工厂”对劳动者素质要求没有太大的变化。以前初中毕业生可以来巨石打工，现在高中毕业生可以到“未来工厂”打工。这里面有一个认识误区，大家一听“未来工厂”，以为对劳动者的要求也“高大上”。事实上，撇开“未来工厂”的研究人员不谈，单就一线操作人员来说，“未来工厂”不仅劳动强度降低，操作难度也降低了。“未来工厂”追求的

是便捷式操作，劳动者只要会用智能设备，就可以来上班，就像操作智能手机一样，学一学都会。

每一次科技进步，都会带来生产效率的提升，客观上确实会带来用工数量的减少。但你不搞，国外搞了，国内的企业就会失去竞争力。所以应理性看待这个问题，而且精简下来的劳动者，可以向服务业转移。

（参与采访：徐潇卓、魏平）

碳中和蓝图推动海上风电走向深蓝

3月9日拍摄的三峡福清兴化湾海上风电场。
新华社记者林善传摄

新华社福州电（记者张逸之、宓盈婷）蓝天白云下，59台百米高的白色风机矗立在蔚蓝的大海中央，海风吹过，叶片转动，源源不断的电流通过海底电缆汇流至升压站，接入电网后点亮万家灯火。

位于福建福清兴化湾的这座风电场是全球首个大功率海上风电样机试验风场，装机容量为35.74万千瓦，年发电量14亿千瓦时。

这座风场由三峡集团的新能源子公司开发运营。三峡集团是超级工程三峡工程的建设者和运营者。

风电场不远处的福建三峡海上风电产业园于2017年开工建设，占地1000亩，已汇聚了金风科技、东方电气等主机厂和叶片、电机生产企业。

兴化湾风电场是中国海上风电蓬勃发展的缩影。北至辽宁，南到广东，2020年底，中国沿海8个省份有海上风电项目并网，装机容量约900万千瓦，成为全球海上风电装机规模第二大的国家。

中国提出力争2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和。包括光伏、风电在内的清洁能源成为实现“双碳目标”的重要路径，受到全球广泛关注。

随着海上风电装备及工程技术不断突破和成本逐年下降，海上风电的开发利用价值愈发凸显，产业进入快速发展的轨道。

“我国海上风电产业链日趋完善，海上风电建设成本逐步下降，政策支持政策相继出台，海上风电产业已基本具备规模化发展的条件。”水电水利规划设计总院副院长王忠耀近日在福建漳州举行的清洁能源高峰论坛上说。

2020年，中国海上风电新增装机规模306万千瓦，占全球当年新增装机容量的一半。但目前中国海上风电场规模较小，成本较高，与欧洲海上风电发展水平存在一定差距。

厦门大学中国能源政策研究院院长林伯强说，根据陆上风电的发展经验，除了技术进步，规模发展和全产业链协调也是降低成本的重要因素，中国海上风电的发展显然还没有达到让成本快速下降的水平。

困扰中国海上风电发展的另一原因是日益紧张的近海风场资源。随着生态保护的理念在中国深入人心，红树林、珊瑚礁、重要河口、重要滩涂及特别保护海岛、珍稀濒危物种分布区、重要渔业资源产卵场等被划入海洋生态红线，无法进行近海海上风电开发。

此外，中国国家海洋局要求鸟类迁徙通道不得布局海上风电场，如何采取应对措施，让海上风电与鸟类生存适应，也成为风电开发者面对的难题。

多重压力下，走向深远海，成为中国海上风电发展的选择。

兴化湾以南300公里的漳州，正在建设世界一流的远海海上风电产业基地。根据估算，漳州市附近海域海上风电场可开发规模约5000万千瓦。

近日，漳州市与华能集团、华电集团、中广核集团、金风科技等发电和制造企业签署了12份战略合作框架协议，涵盖海上风电技术支持、产业合作等多领域，各方承诺将漳州打造成中国东南沿海重要清洁能源基地。

“我们这次增加了100亿元的投资，主要用于风电海水制氢。”明阳智慧能源集团股份公司高级副总裁金云山说，深远海的风电可直接用来制氢，不仅可以解决风电消耗的问题，也可为附近的化工企业提供绿氢，帮助当地实现零碳经济。

海上风电是技术密集型行业，技术创新带来的降本增效是海上风电可持续发展的关键。国际可再生能源署波恩创新与技术中心主任道尔夫·吉伦在清洁能源高峰论坛视频致辞中说，海上风电70%的技术潜力将来自于适合开发漂浮式海上风电的深远海。

“大容量海上风电机组、漂浮式基础、柔性直流技术等多方面的技术快速进步，在碳中和的大背景下，中国海上风电将走深走远，成为实现‘双碳’目标的重要力量。”王忠耀说。