

“双碳”目标下钢铁的“风光”发展之路

Development of New Energy Wind Power and Photovoltaic Steel Under the Carbon Peaking and Carbon Neutrality Goals

供稿|王嘉¹, 富志生², 杨新龙² / WANG Jia¹, FU Zhisheng², YANG Xinlong²

内容导读

新能源风电和光伏产业在行业内被形象地称为“风光”产业,随着西部“风光”新能源产业的快速发展,“电需”增加为拉动“钢需”注入了强劲动力并提供了发展契机。在梳理国内尤其是西部地区“风光”新能源产业发展的基础上,分析阐述了“风光”新能源产业用钢特点,提出了深研新能源产业政策,抓住西部“风光”产业机遇,以产业链优势加快布局“风光”行业用钢的研发,构建涵盖上下游产业链的研发体系,助力“双碳”目标下钢铁企业绿色转型的建议。

2023年3月,由中国钢铁工业协会、中国电力企业联合会、中国节能协会绿色低碳金融产业委员会主办,酒钢集团、冶金科技发展中心承办的绿色钢铁、绿色能源、绿色金融产业融合大会在酒钢集团召开,围绕再生钢铁原料高质化利用、推动绿色能源在钢铁产业开发与利用等核心问题提出了新的思路。当前,随着地球上煤炭、石油、天然气等常规能源储量日趋枯竭,以高效储能为纽带,构建可再生能源为源头的智能化多能源(冷、热、电、气)供应体系,可助推我国能源革命和能源结构的绿色转型^[1]。进入新时代,钢铁行业应积极响应并大力推进绿色低碳发展,紧紧抓住绿色能源产业的发展契机,加快布局绿色新能源用钢的研发和应用,促进

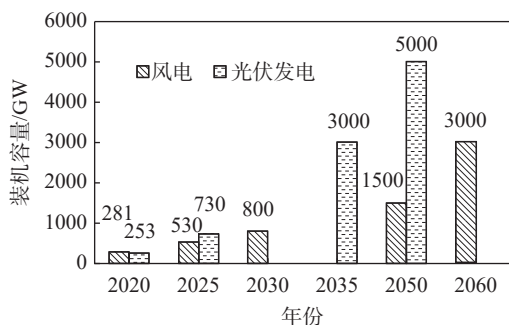
绿色钢铁—绿色能源—绿色金融产业融合发展。

国内新能源“风光”产业的发展

2020年我国能源消费与工业生产过程CO₂排放量合计为1.15×10¹⁰t,电力、钢铁、水泥、铝冶炼、石化化工和煤化工等重点行业及交通、建筑领域碳排放量合计占我国总排放量(不含港澳台地区数据)的90%以上^[2],因此推动能源绿色低碳转型和高质量发展,对实现我国“双碳”目标至关重要。碳达峰、碳中和“1+N”政策体系文件中提出大力提升风电、光伏发电规模,非化石能源消费比重在2030年达到25%左右,因此风电和光伏产业在行业内被形象地称为“风光”产业。据《风能北京宣言》及《中

作者单位: 1. 甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司炼轧厂, 甘肃 嘉峪关 735100; 2. 甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司钢铁研究院, 甘肃 嘉峪关 735100

国 2050 年光伏发展展望（2019）》的预测，未来我国风电新增装机容量及光伏发电总装机规模见图 1。



注：2030、2060 年光伏发电总装机规模及 2035 年风电新增装机容量未统计

图 1 我国风电新增装机容量及光伏发电总装机规模发展预测

由图 1 可知，预计 2060 年我国风电新增装机容量将达到 3000 GW 以上，约为 2020 年的 10 倍；2050 年光伏发电总装机规模达到 5000 GW 以上，约为 2020 年的 20 倍。而钢材是风力发电机组及光伏产业链中不可或缺的原材料，未来随着我国新能源风电和光伏发电迅速发展，装机规模的不断扩大，将使得“钢需”大幅增加。

新能源“风光”行业用钢特点分析

风电用钢特点及需求

按资源分布情况，风电装机分为陆上风电装机与海上风电装机^[3]。陆上风电装机基础主要由钢筋混凝土及少量型钢构成；海上风电装机基础重点是钢管桩，用钢材质以低合金高强度钢为主，必须具有一定的耐蚀和耐候性能。风电发电机组用钢主要包括风机基础、风机塔架和机舱用钢 3 部分，风机塔架

又由塔筒、法兰构成。风电发电机组用钢品种以碳钢厚板、电工钢和特殊钢锻件为主，塔筒基础还要使用螺纹钢做成钢筋混凝土结构。用钢牌号通常以 Q355D、Q355NE、Q390ND、Q390NE、Q420NE、Q345E、Q345D 及 Q345C 为主；PC 钢棒是制作塔筒基础的预应力混凝土管桩的重要材料，牌号以 30MnSi 系列钢种为主。通过对某风电企业调研可知，一台功率 1500 kW 的风电机组耗钢量约为 170 t，消耗钢材比例见图 2。

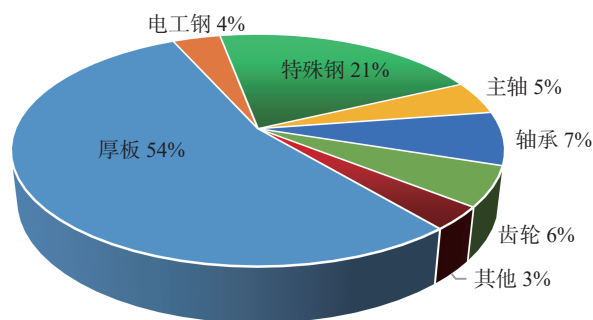


图 2 1500 kW 的风电机组耗钢比例

风电设备大多安装在戈壁荒漠及海上，运行环境非常恶劣。风力发电机组的设计寿命通常为 20 a，特别是随着风电项目“以大换小”增容改造行动的深入开展，未来还会有大量老旧风电机组面临退役^[4]。因此在我国“双碳”战略背景之下，未来风电用钢市场规模将不断扩大。目前装机容量 6 MW 以上风力发电站塔筒需求钢板宽度为 2600~3300 mm，厚度为 40~50 mm，最大单重达 18 t，其中单重≥10 t 的中厚板需求量约占 30%。据中船集团风力发电塔设计数据，目前主流的 6.7 MW 装机容量风力发电站塔筒设计用钢量见表 1。

表 1 6.7 MW 装机容量风力发电站塔筒设计用钢量

部件		用钢牌号			用钢量/t	工艺
		常温型	低温型	超低温型		
塔筒	筒件	Q355C	Q355D	Q355NE	201.30	TI级探伤，热轧或正火
	法兰		Q355NE		10.78	整体碾环锻造，正火+回火
	门框		Q355NE		25.07	TI级探伤，热轧或正火
	附件		Q235B		24.06	
基础环	筒体	Q355C	Q355D	Q355NE	53.00	TI级探伤，热轧或正火
	顶部法兰		Q355NEZ25		12.61	整体碾环锻造，正火+回火
	底部法兰		Q355NEZ25		14.59	整体碾环锻造，正火+回火
地基	基础施工		HRB400E		80.00	

由表 1 测算，每台 6.7 MW 风力发电塔除基础施工外需要中厚板约 341 t，基础施工需要钢筋建材约 80 t，平均每 MW 总用钢量约 63 t，其中中厚板约 51 t，钢筋建材约 12 t。

目前西北地区风电装机量为 75 GW，预计到 2025 年新增风电装机量为 38.53 GW，从长远看，《风能北京宣言》预测到 2030 年全国新增风电装机容量至少达到 800 GW，按照西北地区风电装机容量占全国总装机容量 30% 测算，预计到 2030 年西北地区新增风电装机容量 240 GW，除去 2025 年之前增加的 38.53 GW，2026—2030 年西北地区新增风电装机容量约 200 GW，根据每 MW 用钢量估算，新增用钢量约 1260 万 t，其中中厚板用量约 1020 万 t，平均年需求量约 204 万 t；钢筋建材用量约 240 万 t，平均年需求量约 48 万 t。这对作为西北地区最大的碳钢与不锈钢生产基地以及西北最大的中厚板生产基地的酒钢集团来说是难得的发展机遇。

光伏发电用钢特点及需求

光伏产业链用钢主要为碳钢“Q235 钢板+热镀锌钢”、耐候钢和不锈钢等，钢材消耗最多的部分是制造光伏电站基础设施的光伏支架，光伏支架是支撑光伏组件的“骨骼”，其性能直接影响光伏电站的运营稳定性、发电效率以及投资收益。光伏支架底座主要以混凝土桩为主，用材为 30MnSi 线材产品。2015 年后 Q355NH 耐候钢等新型工业材料代替常规镀锌钢板广泛应用于光伏支架，可减少热镀锌加工带来的环境污染，缩短工期，降低成本，同时具有优良的机械性能和耐大气腐蚀能力^[5]。

光伏支架为非标准产品，需要根据现场情况，客户需求及产品参数进行定制化生产，每个项目的

用钢量差异较大^[6]。通过对某光伏支架企业进行调研可知，光伏支架用钢量一般为每 MW 20~30 t，表 2 为某光伏企业光伏支架用钢量的情况。

表 2 光伏发电支架用钢量（不含混凝土基础用钢）

名称	长度/m	单位质量/(kg/m)	单个阵列个数	总质量/kg
横梁	30.34	2.700	4	327.67
斜梁	3.236	3.140	10	101.61
斜撑	1.300	1.220	10	15.86
立柱	15.000	5.179	1	77.69
斜拉杆	1.080	0.616	8	5.32
总计				528.15

以表 2 中数据为例，建设每 MW 光伏发电需要支架 45 套，每套光伏支架用钢 528.15 kg，折合每 MW 光伏发电用钢量为 23.77 t，到 2030 年西北地区光伏发电装机容量增加 60 GW，据此估算 2030 年西北地区仅光伏支架用钢总需求就可增加约 143 万 t。

光热熔盐电站用钢特点及需求

熔盐槽式光热发电技术是借助槽形抛物面聚光镜将太阳光聚焦反射到集热管上，集热管通过传热流体熔盐将收集的热能传递到蒸汽发生系统，蒸汽发生系统将蒸汽送入蒸汽轮机发电。2016 年，世界上首个独立运行的高温熔盐槽式太阳能发电示范回路在甘肃阿克塞戈壁正式并网发电^[7]。通过调研可知，每个发电塔需配备 1 台高温压力容器罐和 1 台中温压力容器罐，高温罐一般采用 347H 不锈钢，中温罐一般采用 SA516Gr70N 钢，每台发电塔发电能力为 50~60 MW。某企业熔盐槽式发电站 50 MW 装机容量储罐用钢量见表 3。

表 3 50 MW 装机容量储罐用钢量

用途	型式	储存介质	设计温度/℃	主体材料	罐体尺寸/(m×m)	罐体壁厚/mm	主材用量/t
中温罐	立式拱顶圆筒形储罐	290~400℃太阳盐	400	SA516Gr70N	φ24.0×12.0	10~28	245
高温罐		400~565℃太阳盐	575	347H	φ25.2×12.0	10~30	270

由表 3 可知，每台 50 MW 光热发电塔储罐需要碳钢 SA516Gr70N 245 t，347H 不锈钢 270 t。主流规格 (10~30) mm×(1800~2600) mm 的 50 MW 级光热发电站一般需要 6000 面定日镜，每个定日镜需要消耗管桩用钢 30MnSi 8.5 kg，因此 50 MW 级光热发电

站需要管桩用混凝土钢筋 30MnS 线材约 51 t。

2030 年西北光热装机容量 8.71 GW，其中新建装机容量 7.84 GW，建造光热发电塔约 157 个。据表 3 测算将新增用钢总量约 8.89 万 t，其中 SA516Gr70N 系列碳钢中厚板、347H 系列的不锈钢板和 30MnSi

系列的线材的用量分别为 3.85、4.24 和 0.80 万 t。

创新发展新能源“风光”用钢的思考

深研新能源产业政策,高站位科学谋划

党中央和国务院高度重视钢铁行业的碳达峰、碳中和工作,钢铁企业未来生产的产品必须是绿色的。中国钢铁界的龙头企业宝武集团表示其未来将开展绿色产品设计,制造工艺创新,为社会提供强度更高、寿命更长、效能更好的产品,一方面可以减少钢铁材料本身的使用量,另一方面可以代替高碳材料,从而支撑社会实现低碳转型^[8]。而风电光伏用钢的技术方向则集中在高强度、高耐蚀和高效能三个方面,产品发展方向符合低碳行动。酒钢应积极落实国家“双碳”战略目标,抢抓新能源产业政策机遇,加快推进风电、光伏用钢的研发,是助推能源结构转型的一条具体实施路径。

抓住西部“风光”产业机遇,突破“两头在外”的困境

我国风能及太阳能建设的主基地在西北地区,查阅资料可知,2022 年我国风电光伏发电装机容量约占全国发电总装机容量的 29.6%,其中西北五省区风电光伏发电装机容量约占全国风电光伏发电装机容量的 21.4%,西北风电光伏发电装机容量达到了西北地区发电总装机容量的 42.7%,高于全国平均水平 29.6%。预计“十四五”时期,我国西北地区“沙戈荒”风光基地总装机量将达 160 GW,占全国“沙戈荒”风光基地开发建设总规模的 53.6%^[9]。因此西北风电光伏用钢市场体量巨大,这将为酒钢突破原料与市场“两头在外”的困境迎来重大机遇。

以产业链优势加快布局,支撑绿色低碳转型

近年来,酒钢集团按照“强龙头、补链条、聚集群”的产业发展思路,碳钢及不锈钢产业链高端化、智能化、绿色化发展迅速,以“酒钢西重”牌风电塔筒为主的新能源装备制造发展势头强劲。当前钢铁新材料的发展趋势正在向高洁净度、高均匀性、超细组织、高精度和高附加值的方向努力,更多地将体现在钢铁新材料先进制造工艺和用户应用技术的提升上^[10]。而新能源风电光伏用钢的发展除碳钢外,强度更高、寿命更长、效能更好的耐候钢和不锈钢,因具有高洁净度、高均匀性、超细组织、高

精度和高附加值的特点,是未来钢铁绿色发展的方向。酒钢研发风电光伏用钢系列产品的产业链优势明显,加快布局新能源风电光伏用钢的研发和应用势在必行。

结束语

西北地区具有“风光”资源丰富的地域优势,已经发展成我国重要的新能源基地。在“双碳”目标下,地处西北地区的酒钢应抓住“电需”增加为拉动“钢需”注入强劲动力的机遇,结合自身产业链优势进而优化“钢需”,大力发展新能源风电光伏用钢,为实施“双碳”目标下“酒钢方案”的推进发力。“十四五”阶段,酒钢应优先以“风光”产业需求为出发点,进一步加大科技创新投入力度,加快研发风电光伏用耐候钢、不锈钢等高端产品,构建涵盖上下游产业链风电光伏用钢的研发体系,支撑社会低碳转型的同时有序推进钢铁产业的绿色发展。

参考文献

- [1] 夏德宏,蒋滨繁.能源与人类社会.金属世界,2020(5): 70
- [2] 严刚,郑逸璇,王雪松,等.基于重点行业/领域的我国碳排放达峰路径研究.环境科学研究,2022,35(2): 309
- [3] 朱家宁,张诗钊,葛维春,等.海上风电外送及电能输送技术综述.发电技术,2022,43(2): 236
- [4] 蒋莹.大力促进风光产业高质量发展.中国发展观察,2023(2): 119
- [5] 李钟实.太阳能光伏发电系统设计施工与应用.2版.北京:人民邮电出版社,2019
- [6] 王可,王晶.我国光伏支架用钢现状及发展趋势浅析.中国钢铁业,2022(2): 23
- [7] 刘义达,李官鹏,祁金胜.熔盐槽式太阳能光热发电技术特点及发展方向.能源与节能,2023(3): 1
- [8] 胡艳平.践行绿色低碳 钢铁行业在行动.冶金管理,2022(20): 4
- [9] 潘荔,梁志宏,刘志强,等.我国西北地区风电、光伏发电发展形势分析.中国能源,2022,44(10): 56
- [10] 王明顺,艾厚波,张倩.锌铝镁产品特点、应用及未来展望.金属世界,2022(6): 80

作者简介:王嘉(1972—),男,主要从事炼钢轧钢生产管理,钢铁冶炼及轧制工艺研究。

通信作者:富志生(1969—),男,高级工程师,主要研究方向:炼钢工艺及新产品研发。通信地址:甘肃省嘉峪关市酒钢公司炼轧厂 109 室。E-mail: fontname@163.com。