



20世纪80年代,伴随着改革开放的春风,电视机、电冰箱、洗衣机、录音机等“四大件”逐渐“飞入寻常百姓家”,极大地提升了人民群众的生活品质。同时,国家对电力的需求不断增加,电网与发电产业的发展不断加速。而作为变压器“钢铁之心”的取向硅钢却长期依赖进口,中国电力的安全和发展面临着被“卡脖子”的被动局面。

宝钢人毅然踏上了取向硅钢的自主研发创新之路,矢志以钢铁精品点亮中国梦。通过10余年的艰苦攻关,宝钢股份成功突破了国外技术封锁,摘取了这颗“钢铁皇冠上的明珠”,提升了中国钢铁行业的整体水平。

通过20余年的不懈努力,宝钢取向硅钢的产能及产量已列全球钢铁企业首位,不仅满足了国内需求,更在国际舞台大放异彩。



张丕军

1982年,大学毕业后进入宝钢。历任宝钢股份硅钢部副部长、中央研究院院长、宝钢集团总经理助理、上海吴淞口创业园董事长、宝钢股份技术参事等多个重要职务,横跨生产、研发、管理等不同领域。他既是宝钢取向硅钢的创新者和推动者,更是宝钢科研管理队伍的代言人。



2004年1月16日,宝钢研究院硅钢研究所成立。



2005年7月,宝钢研究院硅钢研究所开展涂镀层专项试验。



2005年7月,宝钢研究院硅钢研究所开展冷轧专项试验。

自主研发取向硅钢为电力行业发展提供坚实保障



梦想启航,为了国家电力的发展与安全

生产代表钢铁制造领域领先水平的取向硅钢是几代宝钢人的梦想。在宝钢三期工程启动时,公司就特别预留了用地并在1996年将其列入了公司亟待发展的战略产品行列。

保障国家电力安全、服务国家电力事业发展是宝钢开发取向硅钢的初心。在三峡工程建设的前期,国内尚不具备供应高等级取向硅钢的能力。外资供应商对高等级取向硅钢一次提价1000美元/吨并且限量供应。三峡工程处于被外商“卡脖子”的艰难局面。在2003年全国人大会议期间,国家领导接见了宝钢代表并下达了为国家电力安全承担材料供应保障的光荣使命,这进一步加速了宝钢取向硅钢的前进步伐。

取向硅钢技术从何而来?这是绕不开的话题。最初,宝钢希望以引进国外技术的模式入手。“当时,公司领导带领我们遍访五大洲所有具备取向硅钢技术的企业,对方都是热情接待但婉言谢绝;取向硅钢技术不卖。”从张丕军的叙述中,不难感受到当时的焦虑和无奈。终于,有一家厂商愿意洽谈合作,但给出的却是漫天要价的二流技术且限制重重,这既不符合宝钢自身的定位,也无法完成国家交予的任务。

先进技术是买不来的!2003年,宝钢毅然启动了取向硅钢制造技术的自主研发,成立了硅钢项目领导小组,由公司副总经理担任组长;成立工作小组,由张丕军任组长,专项负责突破取向硅钢技术难题。

高瞻远瞩,正确抉择奠定成功基础

回首过去,张丕军认为,宝钢取向硅钢能有今天的成就,在于多次技术路线选择的正确。

项目启动之初,三条截然不同的技术路线摆在团队面前:是技术风险最小但无实质性突破的高温CGO技术,是风险次之但在制造环节难度极大的高温HIB技术,还是研发难度和风险极大,但一旦成功将彻底改变我国取向硅钢技术长期落后局面的低温HIB技术?

在长达半年的讨论中,硅钢项目组针对各项技术进行了全面调研、分析比较和可行性评估并走访了国内各大用户。最终,宝钢人横下一条心,决定迎难而上,向全球最先进的低温HIB技术进军。实践证明,这个选择是后来宝钢取向硅钢取得一切成绩的基础。

在产线设计时,同样面临技术方向的选择。公司曾在环形炉和罩式炉之间有过激烈的争论。环形炉虽然具备了低能耗的优势,但技术上难度很大,且设备供应商没有制造环形炉的经验。硅钢团队对此开展了长达半年的激烈讨论,公司领导也参与其中。最后从未竞争力的角度考量,宝钢人坚定选择了罩式炉。“环形炉能耗只有罩式炉的20%。如果我们选择了罩式炉,就没有硅钢今天的竞争力。”张丕军说。

自力更生,自主设计实验室和产线

建立一流的实验室是自主研发的第一步。当宝钢人寻找到了一家经验丰富、具备制造成套硅钢实验室装备的外国公司后,却遇到了与技术引进时同样的“拦路虎”:对方拒绝向宝钢出售实验设备。

连实验设备都被封锁,自主创新之路比预想的更加困难。调整策略后,宝钢人决定自主设计实验手段和实验装备。在信息远没有如今发达的时代,团队通过网上搜索选取了3家经验丰富的欧洲供应商并以点菜的方式发挥各家所长。多功能炉是实验室的核心设备,当时德国一家供应商的董事长听了宝钢的技术要求后开玩笑道:“如果能制造那么复杂的多功能炉,我们就可以成为高科技公司了。”后来,这家公司真的发展为一家高科技公司。

公司也给予了硅钢团队充分的信任和授权,为硅钢实验室的建设开辟了绿色通道。团队和设备供应商一个下午就完成了商务合同的谈判和签约,成就了“取向硅钢速度”。宝钢人用不到一年的时间就建成了国内独有、世界领先的全套取向硅钢实验装备,具备了完整的大生产模拟能力。张丕军感慨地说:“正因为当初被卡了脖子,所以才建成了世界上最好的硅钢实验室。”

在研发上取得突破后,硅钢团队又面临着产线设计与建设的挑战。尽管合作的是世界一流的设备制造商,但他们也从未做过取向硅钢设备。“以我为主,让最擅长的人做最擅长的事”。硅钢团队与BSEE团队合作完成了产品大纲、物流规划、金属平衡、产线功能及设备配置等,并将自主开发的技术转化为产线设计参数,针对每条产线,研发团队都编写了一本“技术方案输出书”,作为设备制造商设计的依据。就这样,团队以点菜的方式精选了国际设备制造

商,完成了自主集成产线装备的制造。

英才荟萃,硅钢“梦之队”创造历史

最好的硅钢实验室需要世界一流的人才队伍,张丕军接手硅钢研发时寻遍整个公司,没有一个熟悉取向硅钢全流程的技术人员。

在充分挖掘公司内部人才的同时,宝钢也向海内外不拘一格延揽人才,“宝钢取向硅钢的发展愿景和远大目标帮助我们吸引了很多拥有海外经历的高层次人才。”当时加入硅钢团队的李国保、杨勇杰、胡卓超等现在都已经成长为专业带头人和首席工程师。

除了业界精英,硅钢事业也培育了一大批初出茅庐的年轻人,如今宝钢硅钢研究所副所长沈毅毅就是其中的一位。这位热爱航海的小伙子在硅钢实验室的建立过程中发挥了独特的作用,成为了团队中能玩转所有实验室设备的第一人。

在2005至2008年研发工作高峰期,团队平均每年要完成75轮实验,相当于“一年完成三年的实验量”,一年用坏3个投影机灯泡。对每一个来之不易的突破,大家都会以各种形式庆祝一番,再鼓足干劲朝下一个难关进军;“三句半”也成了硅钢团队的保留节目和共同回忆。公司领导也对这支高精尖队伍关怀备至,每逢节假日都会前来慰问,让团队倍感温暖、备受鼓舞。

2004年5月,在经过近10轮次的艰苦试验摸索之后,小组成功研发了第一块高温工艺HIB合格样品;6月,第一块低温工艺HIB合格样品也在大家的期待中诞生。之后,小组不断试验策划,提炼总结规律,优化方案……2005年10月,终于成功实现了低温工艺HIB技术的全面突破!

体系协同,宝钢取向硅钢成功走向市场

全体系高效协同的理念在宝钢取向硅钢从实验室走向大生产的过程中体现得淋漓尽致。

硅钢研发阶段,硅钢团队与各部门、单位通力合作;在研发成果转化到装备的阶段,设计单位贡献颇多。在工程建设上,一大批在生产管理与设备维护上具有丰富经验的专家、“工匠”贡献出自身的力量。在通过了严苛到每个螺丝和阀门的设计审查后,项目终于进入了工程建设阶段,宝钢建设系统的许多领导为此倾尽全力。

2006年8月8日,公司审时度势,调兵遣将组建了硅钢部,现宝钢股份副总经理(常务)储双杰担任第一任部长,加速了硅钢从研发走向生产的协同。前工序验证是宝钢硅钢成功的重要保障,而这不仅仅是硅钢部的成绩,更是炼铁厂、炼钢厂、热轧厂等全流程共同努力的结果。尽管已在实验室阶段取得了成功,但在大生产中往往会遇到意想不到的问题。

“第一轮试制给了我们一个下马威。”取向硅钢团队杨勇杰博士回忆:“炼制出来后,在运往热轧厂的时候铸坯发出了噼里啪啦的爆裂声、裂纹纵横交错,这是在场人员从未见过的情况。”第一批取向硅钢热轧卷的综合合格参数仅为2.4%,而正是因为提前发现技术瓶颈,生产管理问题并释放技术风险,为取向硅钢的成功制造奠定了坚实的基础。同时,如今已如雷贯耳的硅钢四大管理抓手CP、标准岗、九定、火车时刻表等也是针对前工序验证阶段所暴露的管理问题而设计的。这些都为日后取向硅钢的顺利生产、产能爬坡和质量提升作出了巨大的贡献。



硅钢试验用连续退火设备。

调试也是团队面临的大考验。在以引进技术的模式下,工艺商承担了工艺调试任务。但取向硅钢工程没有工艺提供方,怎么办?宝钢人立足自身,组建了调试团队,“我们编写了长达350页的‘一贯制技术方案书’,输出到各工序,转化为CP和操作规范。”张丕军自豪地说:“尽管调试过程中遇到了种种问题,但我们都一一攻克了。”

持续创新,保障国家工程,惊艳国际舞台

2008年5月15日,宝钢成功生产出第一卷合格的取向硅钢成品,标志着取向硅钢自主创新取得成功。短短两个月后,收获第一卷合格高磁取向硅钢,牌号达到B30P105,是当时国产取向硅钢的最高牌号。

宝钢取向硅钢投产第三年即实现了全HIB生产能力,第一年产量达2.6万吨,第二年攀升至9万吨,第三年达到了10万吨。宝钢高磁取向硅钢产品迅速实现了批量稳定生产,填补了国内空白并迅速为国内重大电力工程供料。

2009年10月,B27R090激光刻痕产品顺利通过了由国务院三峡建设委员会组织的技术评审;2010年8月应用于三峡右岸地下电站500KV电力送出工程变压器;2013年1月,参与环炉1000KV特高压工程;2014年,供货世界首条最高电压等级±1100KV昌吉-古泉直流输电工程……伴随着中国电力行业的高歌猛进,宝钢不辱使命,以世界一流的产品品质保障了国家电力安全,不负国之重托。2012年,《宝钢低温高磁取向硅钢制造技术开发与产业化》获得冶金行业特等奖、上海市科技进步奖一等奖;2014年,荣获国家科技进步奖一等奖。

自主研发的背景使得宝钢取向硅钢具备了极强的持续创新能力;产品规格和性能迅速提升,达到国



2014年1月,宝钢《低温高磁取向硅钢制造技术的开发与产业化》项目获国家科技进步奖一等奖。

际领先水平,获得了全球高端用户的赞赏。2017年,宝钢被评为西门子全球优秀供应商。同时,宝钢取向硅钢也随着中国特高压技术迈出国门,在巴西美丽山±800KV直流工程等“一带一路”倡议项目中大放异彩。

宝钢取向硅钢是继汽车板之后,又一个技术进步的发动机,促进了公司全流程能力的有力提升。宝钢取向硅钢的成功为宝钢人注入了不惧任何挑战的信心和勇气,颠覆了过往引进国外先进技术的传统模式,全面开启了宝钢自主创新的道路。宝钢取向硅钢已成为宝钢乃至中国钢铁行业的靓丽名片,打破了行业长期存在的“工艺落后、产品低端”的落后形象。宝钢取向硅钢有力支撑了国家西电东送的能源大战略,为中国电力行业的飞速发展提供了坚实保障。

(图文均由宝钢股份提供)