

# 梦圆“伏羲”：南方电网的“中国芯”

——南方电网数字电网研究院有限公司“伏羲”芯片团队侧记



“伏羲”芯片核心攻关团队

二十世纪初,作家刘慈欣曾在《球状闪电》中对未来图景作此描绘——人类社会高度数字化,对芯片的依存空前泛化,在遭遇大规模球状闪电摧毁时,世界停摆,国土定格于至暗时刻,人类重回电力出现前的农耕部落。这般极端危机在当时看来不过是天方夜谭,而如今,信息化进程一日千里,芯片之于人类,已如“云”端科技的地基,其土壤价值不言而喻,一旦缺失,恐怕后果将比书中所写有过之而无不及。

“中国芯”之痛,是对几代中国 IT 人的沉重拷问,在电力行业此痛更甚,能源工控领域部分关键芯片进口率达 90%,命运掐在他人手中,断供则至少倒退 20 年。也正是因此,南方电网数字电网研究院有限公司(以下简称“南网数研院”)自主研发的国内首款电力主控芯片“伏羲”问世,对继电保护领域具有划时代的意义。

“伏羲”的研发之路并非一蹴而就,争议与质疑贯穿始终。举国之力方攻克难题,凭什么一群电力专业的人能造出来?“伏羲”之前的电网是怎么样的?未来之路该去往何方? 这些问题的答案,都写在了故事的起点。

## 为国立“芯” 布局始于斯

“伏羲”的前世,发端于对继电保护装备核心芯片的研发。

“主控芯片作为电网二次装备核心器件,涉及千万量级的电网关键装置,是电力工业控制的大脑,关键技术掌握在外国手里,就卡住了我们的‘脖子’。”“伏羲”团队首席带头人李鹏温和谦润,却句句掷地有声。

李鹏与电力结缘已久,二十年前年少入行,曾困于岭南闷热潮湿的酷暑,在变电站里彻夜抢修。高温难耐,抢修队员的汗水沿着衣裤滑落,竟如雨水流淌在变压器外壳之上。这一幕长留心间,电力工作者的辛劳,让他敬重之余不禁心生疑惑:“电力系统需要稳定运行,有什么能够替代大量人力为电网解困?”

是什么?必然是电网技术的演进。

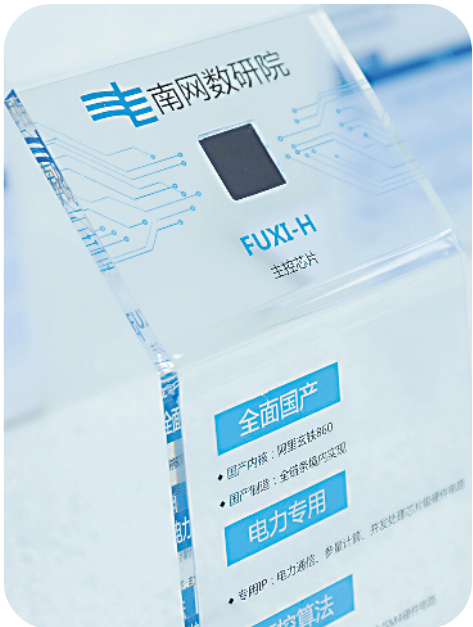
那一年,李鹏刚博士毕业,却深感自身局限,怀揣推动祖国电网发展之心,他前往德国深造。2007 年,南方电网公司信息化的起步之时,他放弃美国科研机构的优厚待遇,带着最先进的智能电网技术,踏上了回归祖国的班机。这也是“伏羲”远航的开端。

电网稳定运行的地基是芯片,李鹏忧心于进口芯片可能藏有的“攻击后门”。“如果国外不法分子通过芯片发起网络攻击,将会造成国家大面积停电。”

民生无小事。2013 年,在中国工程院院士李立浈的指导下,李鹏带领的南方电网智能芯片团队启动“伏羲”项目预研。彼时,国产化多核芯片领域尚属空白,拓荒并非易事,此间头绪繁杂,艰难加码,历经申报失败,设备厂商接连退出的困境,他听到最多的,是这样的劝说——风险太大了,项目无法收尾的责任如何承担?

退而求其次的方案不是没有,呼声最高的是研发单核国产化芯片,再退一步,则是用成熟的 ARM 核替代国产核。李鹏在项目存亡的关键时刻一锤定音——“伏羲”必须用国产核,中国“芯”不能再依葫芦画瓢基于 ARM 国外指令架构。“真正的自主化,必须基于真正的国产指令集。没有人去试错,国产化永远发展不起来。”国产电力专用芯片的概念由此而生。

毕其功于一役,李鹏对团队下了军令状,作为“国家队”的一员,南方电网公司要肩负民族与国家的使命。2018 年,由南方电网公司牵头



2021 年,南网数研院成功研发我国首款电力专用主控芯片“伏羲”,实现量产和规模化应用。

的国家重点研发计划“电力系统终端嵌入式组件和控制单元安全防护技术”成功申报,电力专用 CPU 芯片为其重点研制课题。

“质疑我们的声音太多,项目任务书搁置了很长一段时间。专家隔三岔五地突击检查,考核严格甚至是苛刻。”团队技术负责人习伟笑道,“那时候心理压力巨大,如果不能交付,我可能就只得从南方电网商铺盖走入咯。”

芯片虽小,精细如丝,耗费成百上千道工序未可知,更别提那数十门学科的顶尖学术融通。精密光学、高分子物理、微环境控制……绕不开的技术壁垒,工程浩大道阻且长,一个不小心,或许真会成为“绝唱”。

那是 2018 年 12 月 1 日,距离他投身“伏羲”,时光流逝已 5 年。

这一路困顿,尝尽人情冷暖,如今只道是寻常。但谁的功勋都并非凭空而降,光阴不打诳语,困时困地的难题他用勤勉找到解法,昼与夜交错,精密仪器的微光见证着他们远大的抱负,这方寸之地,“伏羲”正破土生长。

2019 年底,“伏羲”芯片第一版样品顺利交付,完全基于国产指令架构和国产内核,从设计到封装全过程均在国完成,综合性能是进口同类产品 1.5 倍,网络风暴抵御能力提升了 60 倍。

电力芯片国产化“无人区”破局,“中国芯”镶嵌上南网创造的名号,如浩瀚星河微茫一束,这只是“伏羲”迈出的第一步。

## 十年一剑 回首见真章

“科研要习惯孤独,也要耐得住苦。”

团队技术骨干姚浩已经记不清,这是第几个埋首于工作的春节。有一年在拉萨接到突发任务,高原反应剧烈,他打着点滴在网吧修改方案,这在节奏安逸的西藏堪称奇景。常年加班熬夜,身体拉起警报,他 2021 年初的小目标是有个健康的体魄,继续为伏羲“卖命”。

“实现了吗?” 他大笑:“好像没有,flag 倒了,我就遁了。”

数年前姚浩加入团队,人生从此有了完全不同的支点。他负责的芯片研发验证节节相扣,是梯队中极为重要的一环。仿真验证模板稀有,试验条件苛刻,他与团队三班倒保证按期投产。样片交付只是起步,仍需克服产品寿命短、性能适配等现实问题。电力专用主控芯片的生命力,他们所探索的

远不及沧海一粟。

“伏羲”初生,行业内鲜有人知,推广也是难题。然而即便遭遇断供危机,大多数终端厂家依然对国产芯片技术成熟度和稳定性存疑。“他们觉得我们在瞎搞,也根本不相信我们能搞出什么结果。”犹如夏虫不能语冰,破解刻板成见,为国产芯片正名,需要付出数倍的努力。

“单是说服厂家试用,就费了不少力气。好在‘伏羲’技术过硬,效果背书,我们有绝对的领先性。”团队软硬件专家陈军健与陶伟建立了“客户服务 357 制度”——小问题 3 天闭环,一般问题 5 天,再复杂也绝不能超过 7 天,如此贴心的乙方上哪儿找去?团队更是自主研发了配套软硬件平台及核心模组,一站式解决方案让国产化替代阔步前行。时至今日,与“伏羲”交互相连的系统外部客户已达 40 余家,市场化的路子,立住了才算真本事。

“研发芯片看着光鲜,背后许多吃着泡面赶火车的日子,大家看不到。”陈军健大半天时间都在出差,依靠高铁上时断时续的信号进行远程会议,处理客户技术诉求。时光在晨昏间飞驰,他怀揣着视若珍宝的初代“伏羲”,在颠簸中合衣而眠,奔走异乡那些年,山高水长,路途难忘。

“军健儿子出生那天,他还在线上主持边缘计算芯片设计会议。我们知道后很内疚,跟他道喜也道歉,他还笑着跟我们说,芯片也是我们团队的孩子,我放不下。”姚浩说。

塘基不可仓卒而成,“伏羲”之路,每一步都在舒适圈以外,他们逼近谜题,与一个个难解的数据相视,自选择入局之日起,就注定不能只是守土老老。

如他们笃信的那样——生而为人,当负其责,谁人不苦,谁人不累,行而尽其事,回首方显真章。

## 于无声处 读懂“芯”与“魂”

自主创新为魂,“伏羲”拉开了电力芯片国产化的时代序幕。

团队并未止步于国家重点项目交付验收合格,此后数年,在李鹏的带领下,基于芯片研制的芯片化保护装置成功挂网,推动量产研发加速,降本提效,为大规模应用引路。2021 年,历时近十年、多场景验证,国内首个基于国产指令架构、国产内核的电力专用主控芯片“伏羲”实现量产,标志着我国电力工控领域核心芯片从“进口通用”向“自主专用”转变,电力二次设备核心元器件真正实现了自主可控,保障了近千亿元国产电网设备的供应安全。

做学术的人生性严谨,对于“伏羲”的未来,他们并没有给出放之四海皆准的答案。团队考量深远,布局光伏风电,为新能源接入“大脑中枢”,研发链接电网全场景的系列化国产芯片,以实现新与旧、传统与智能的平衡。新型电力系统所需要的,就是“伏羲”的方向。

故事至此,已有了圆满的句点。但也不是没有遗憾。

遗憾是那无奈的缺席,是肩上担起重责,分离成为日常。“伏羲”正值攻坚期,家在深圳的技术骨干于杨和李肖博,归家次数屈指可数,子女的许多个成长瞬间,错过便无法再重来。

遗憾是那 12.91 公里,是从芯片



南方电网公司历时 5 年成功研发我国第一款电力专用主控芯片“伏羲”并实现量产,标志着我国电力工控领域核心芯片从“进口通用”向“自主专用”转变,对于国家电力能源和信息安全、工控领域科技自主可控具有重大意义。“伏羲”芯片入选 2021 年央企十大“国之重器”。

实验室到习伟家的距离,也是他与孩子的距离,并不遥远却极难相见。他日日加班至深夜,只能看一眼妻女沉睡的面容。错失的父亲节来信里,女儿笔迹稚嫩,歪歪斜斜地写道:“亲爱的爸爸,父亲节快乐!妈妈跟我说您工作很忙,她说您正在做一件伟大的事!我相信爸爸可以做到的,我为您骄傲!” 量产那天,他摸摸女儿熟睡的小脑袋,轻声说:“爸爸做到了。” 做到了。快十年了,他们做到了。 2021 年 12 月 30 日,“2021 年度

央企十大国之重器”重磅揭晓,南网数研院“伏羲”芯片与“天问一号”探测器等国家级重点项目一同当选为十大“国之重器”,举世瞩目。

这是属于他们的加冕时刻。最初的他们并不为青史留名,荣誉只是他们逐梦的馈赠,那一片赤诚之心,日月可鉴。

读懂他们的赤子心,也就读懂了“伏羲”。 (彭雅莹)



2019 年 12 月,由南网数研院自主研发的“伏羲”芯片问世。