

从0到1，山东造车记

□ 张春晓 刘一颖 肖芳 张楠



图①：打蜡师在雪蜡车内工作。（□新华社） 图②：雪蜡车上的综合控制系统显示屏显示雪蜡车内的空气质量、车体情况等信息。（□新华社） 图③：由山东制造的第一辆国产雪蜡车。（□记者 于晓波 报道）

一个生动的样本 一张有力的答卷

作者手记

□ 张春晓 刘一颖 肖芳 张楠

山东造车记，是一个激荡人心的故事。在采访的过程中，我们被振奋着，感动着，数次随着项目团队人员的讲述而热泪盈眶。同时，它带给我们更多的是思考，在这次“从0到1”的创新之战中，我们能读懂什么？

这是一个“集中力量办大事”的生动样本。党的十九届四中全会提出，构建社会主义市场经济条件下关键核心技术攻关新型举国体制。新型举国体制，“新”在新的时代背景，新的目标定位，新的“政府—市场”关系，新的体制机制。

这台集光伏发电储能、5G、工业互联、大数据、人工智能等于一身的智能雪蜡车，没有参照，从零开始、跨行业领域，是山东调动方方面面的最优质资源协同攻关研制完成，是科技创新新型举国体制的完美体现。在项目指挥部的协调下，整个机制就像千尺一精精密地运转，各成员单位顾全大局、埋头苦干、不畏艰难、不计代价、加班加点、通力合作，以高度认真的科研精神和高度负责的工作态度，赶时间、抢进度，最终实现了我国第一台自主研发雪蜡车从无到有、从有到优的跨越式突破。值得注意的是，在项目攻关过程中，山东始终保持着敏锐的市场意识，从同步研发中国首款雪蜡并加快产业化步伐，到

实验室1:1的雪蜡车平面展开图上，在脑海中虚构一个立体的雪蜡车箱体。“我站在箱体中间，打蜡师拿着雪板从我身旁走过去……”

让任锁最难忘的，是“六版打蜡台”的故事。雪蜡车，首先保证它的打蜡功能，最核心的就是打蜡台。去北京咨询打蜡师时，任锁了解到，打蜡过程中，产生的气体毒性较大。“在国外的车上，有打蜡师需要戴着防毒面具工作。”

任锁和刘希平达成了共识：与打蜡台的整体结构相比，排风系统更加重要。

国外雪蜡车上是排风，类似空调结构布局，打蜡产生的气体、粉尘从上面被管道吸走。“但一眼看去，管子太凌乱。主管道，打蜡台上的分管道赤裸裸地贴在箱体里。”

能不能采用下排风？这意味着更高的难度、更复杂的设计。因为下排风的打蜡台，在设计方面要克服很大的结构难题。

到底能不能，作实验，拿数据来说话。为了模拟真实的打蜡场景，任锁买来多种进口雪蜡，自己用电熨斗烫雪蜡，进行吸风、排风、消毒等测试。

这是一个不断试错的过程。前前后后，任锁团队一共设计了六版打蜡台。

“最初几个版本，我们根本没有勇气请打蜡师过来试验，因为自己都不是很满意。”直到第四版打蜡台生产出来后，任锁从北京请来两位打蜡师，进行了全流程测试。

“通过离心风机、下排风和光触媒消毒的配合，能实现彻底消毒与吸风。”当做到第六版，任锁发现，无论是雪蜡车采用的下排风系统，还是整合在车厢内的新风系统，都与外国雪蜡车的设计理念不同。“从换气这一环节我就认识到，我们坚持走的创新之路是对的，这不是模仿，是在创造一个全新的空间气体综合管理监控系统。”

更多设计体现在细节里。任锁注意到，打蜡师都是站着工作，一天工作十几个小时，打蜡台使用舒适度也很关键。最终面世的打蜡台长2.9米、宽0.575米、高1.666米。任锁说：“有许多打蜡师，是退役运动员。我们通过收集运动员身高数据，经过与现役的打蜡师沟通，最终确定这样的空间尺寸。”

三组，共六个打蜡台。可变位置、可调角度追

下一步做好雪蜡车运营的文章，山东乘风“三亿人上冰雪”，目光所向，是冰雪产业更远的未来。

这是一张“事争一流、唯旗是夺”的有力答卷。

从某种程度上说，雪蜡车是对山东的一次大考，是对制造强省、“好品山东”创新能力的一次检验。

山东拥有全部41个工业大类，207个工业中类中我省有197个，666个工业小类中我省有526个，是全国工业门类最为齐全、基础最为雄厚、结构最为完善、配套最为完备的省份之一。制造中国首台完全自主知识产权的雪蜡车，山东责无旁贷。

事争一流，唯旗是夺。山东在启动项目之初就设定了“国内首创、世界领先、完全国产”的目标。“全世界单层厢体面积最大”“采用氢燃料电池，零排放，环保节能世界第一”“厢体顶部和侧翻板安装光伏板和发电薄膜，每天可发电30度”“打蜡台设计了追光”……从0到1，山东不但实现了雪蜡车从概念到方案，从设计到制造的重大突破，填补了国内冰雪装备的一项空白，而且诸多指标达到世界领先，充分展示了“山东好品”的硬核实力和独特魅力。

这是一个青年人才“挑大梁当主角”的典型案例。

在这次采访中，我们看到了很多青年人的面孔。山东造雪蜡车，共申报专利81项，其中发明专利24项。而这些专利技术，出自一群80后、90后年轻人之手。

雪蜡车氢燃料电池系统项目开发团队主要成员12名，平均年龄33岁。其中，34岁的刘旭海作为

光系统，方便打蜡师从不同角度观察打蜡效果；噪音，从每台工作85分贝降到六台同时工作60分贝左右；每台减重60公斤，在保障结构强度情况下，做到了最薄最轻……最后一版呈现的打蜡台，浓缩了14项新型和外观专利。

越野滑雪国家集训队的打蜡师Terje说：“太棒了，我喜欢这些设计，真的非常有用。”

“心有余悸”——人、车都在极限条件下 激出最高水平

“现在想起来，仍心有余悸。”

深夜11点，在一次试验中，雪蜡车一直运行平稳。忽然，前方保障人员来电：“车速提不上来，只能低挡运行。”

刘希平急了，因为距离交付产品没几天了。是低温影响程序运行？不应该，第17轮低温检测刚结束。“我怀疑程序本身有问题，已把这几天采集的数据发给后方了。”“随车保障人员又打来电话。

连夜查找，最终确定，问题确实不在外界环境，而在于程序本身存在漏洞。

问题解决后，已是凌晨4点。刘希平刚舒一口气，一阵胃痛袭来，他想起，自己还没吃晚饭。随手拿起桌子上的冷包子，啃了一口。“我啥时候买的包子来？”他仔细想了想，这是两天前的早饭。

雪蜡车项目团队有1000多人，这是一支年轻化、专业化团队。项目启动之初，山东就高标定位——国内首创、世界领先、完全国产。勇攀高峰，这群年轻人发起了一场场攻坚克难的技术攻关，这种“心有余悸”的场景不时发生。

适应绿色办奥理念，山东提出：用中国重汽发布的“黄河”品牌全新一代重型卡车——黄河X7牵引头，匹配氢燃料电池。

以前，牵引头用的柴油发动机，“躺”在驾驶室底下。如今，氢燃料电池包重1吨多，前后宽1米、左右宽2.4米——这已是潍柴雪蜡车氢燃料电池系统开发项目团队“压缩再压缩”的成果，给这庞然大物找寻合适的位置，刘希平团队反复研究，最后，敲定“坐”在驾驶室后面。

“雪蜡车要保有充分功能区域，所以，留给咱

项目负责人，是潍柴首批燃料电池应用工程师，拥有丰富的应用开发经验。

90后李博，作为燃料电池发动机开发负责人，也仅有31岁，他已牵头承担潍柴多项燃料电池开发任务，对燃料电池开发有深刻理解。

35岁的侯伟，算得上是项目组的“老资格”了，作为燃料电池测试核心成员，完成了潍柴多款燃料电池发动机开发和整车测试任务，具有非常强的产品测试能力。

为满足雪蜡车特殊的使用和装配要求，项目团队从零部件、系统匹配、整车应用等方面，迅速展开系统集成工作，并首次采用162kW燃料电池整套系统台架测试方案，为中国雪蜡车装上氢燃料中国“心”。

来自山东省工业设计院的设计团队，50多人基本都是“90后”。经过这次“大战”，每人都收获了很多。

除了负责前期空间设计，在北京冬奥会期间，设计师穆青也作为最了解雪蜡车内装功能的人员，在张家口大本营坚守了近40天。大本营里，很多次响起国歌，很多次传来省领导的关怀和嘱托，每次都让这个小伙子心潮澎湃，眼窝泛红。“能为国家作贡献，我们发自内心地感到光荣和自豪。”冬奥会保障期间，雪蜡车保障团队成立临时党支部，穆青写下了入党申请书。

一台雪蜡车，彰显了中国力量的山东担当，展现了“山东制造”的特色风采，诠释了勇攀高峰的创新精神。

我们期盼，鲁A02022F，向未来，奔向广阔新天地！

们氢燃料电池空间极为有限。大家头脑风暴下，想怎么办？”34岁的项目负责人刘旭海盯着成员们说，“把燃料电池发动机，散热器，升压DC/DC等部件‘塞’在一起，得下狠功夫。下手吧！”白天黑夜连轴转，办公区域的折叠床，不时迎来短暂休息的年轻人。

最后，他们决定采用TOP-DOWN设计理念，这是一种“自顶而下，分步求精”的解决思路。“就像盖房子，不是一层层往上垒。”刘旭海在纸上画了一个长方形，在里面填了几个块。“而是这样，先盖好整体框架，再根据每家每户要求，逐步填充组件。”

“房子盖好了，能不能保暖呢？”凌晨3点半，零下34℃的呼伦贝尔，氢燃料整车试验工程师们正验证氢燃料电池发动机低温启动能力。工程师王侃侃的面罩结了冰霜，长长眼睫毛也挂上了冰霜。“这样看，眼睛真是闪闪发亮。”

青春跃动，热血沸腾。这群年轻人击退一个个“拦路虎”。

他们，让中国雪蜡车成为“单层面积最大的雪蜡车”——申请专利的七轴联动机构，让雪蜡车向左延伸21米，向右延伸1.6米，展翅如鹏。

他们，让中国雪蜡车拥有“世界一流的雪蜡车厢体”——智能综合控制系统，让光伏发电量、空气质量参数等指标一目了然，一键开关。高科技、高颜值、高智能、人性化，集光伏发电储能、5G、工业互联、大数据、人工智能等于一身，正是这群挑大梁的年轻人，让中国雪蜡车实现我国冬季运动装备新突破。

2021年12月10日，在山东省人民政府新闻办公室召开的发布会上，副省长凌文动情地说：“中国最炫的第一台雪蜡车，代表山东制造的最高水平！”

“最炫雪蜡车，倘若没有这些科技、绿色元素，将黯然失色。”管晓艳说，这支青年团队功不可没。

速度！速度！——平台、智能支撑的速度

一辆车从拿出模型到最后下线，需要2-3年。用不到1年的时间，造一辆从来没有的

车，并且要实现“国内首创、世界领先、完全国产”目标，这怎么可能？

海尔卡奥斯工程师高德刚加入项目时，有点找不到节奏。“大家都想尽快把任务分下去，却不知道该怎么拆解任务。”

负责研发的机构和企业分散在济南、烟台、青岛、泰安等地，负责提需求的运动员、打蜡师则忙于备赛训练。

双方对接成本太高、效率不高，怎么办？卡奥斯在平台上做了一个“所见即所得”的交互设计工具。

简单说，只要你是项目中的一员，不管你在何处，属于哪个组，打开电脑，登录网址，就可以通过拖、拉、拽等简单操作，参与到雪蜡车设计中。

干活效率明显上来了，研发所需时间减少60%以上。

这是一次很有挑战性的任务：为雪蜡车装上空调，能在零下35度极端寒冷环境下启动，保证室内恒温在25度以上，新风净化效率也得达到99.9%。

“只给了我们45天时间。”在海尔空气新风项目开发负责人王若峰看来，最难的地方在于，制造雪蜡车的同时，要同步研发相匹配的空调。

这就如同去给房子装空调，要确保温度适宜、空气清新，却不知房子有多大、卧室有几间。

卡奥斯平台上的仿真模拟和虚拟验证工具，帮了王若峰。

把所有可能出现的情况都考虑在内，通过平台进行模拟，并准备好相应的解决方案，再进行虚拟验证。比如，出现极端寒冷天气，运动员又高频进出，导致雪蜡车内温度降低，怎么办？工程师只需现场调整一下空调整体控制逻辑，就可以实现快速升温。

同样的加速，还发生在山东省工业设计研究院。从确定第一版打蜡台方案，到生产出实物，仅用15天。

这得益于研究院自有的全国首个数字化原型创新工场。为海上火箭发射台、2022北京冬奥会重大装备、高速列车智能座舱等重大项目研发设计“站台”的，就是这家创新工场。

有了创新工场全力支持，生产速度比其他普通研发平台要快50%以上。任锁争取到更多时间，创造出更多惊喜：在雪蜡车研发中产生发明、实用新型、外观设计51项专利，占全车专利的60%。

提速！再提速！2021年10月27日，在北京冬奥会开幕倒计时100天之际，雪蜡车交付仪式在首都体育馆举行。

“目送雪蜡车，有种嫁女儿的感觉。”仪式完成后，走出体育馆的任锁和刘希平，趔回去，掏出手机，隔着围墙栅栏，拍下雪蜡车临别前的样子。

两位山东汉子忽然发现，自己流泪了。

鲁A02022F——一起驶向未来

鲁A02022F，这是雪蜡车的车牌号。F是新能源汽车的标识，也是“未来”对应的英文单词Future的首字母。

一起向未来，Together for a Shared Future。

乘着北京冬奥会的春风，中国雪蜡车串起的冰雪产业、蕴藏的科技技术，在齐鲁大地上生出了绿芽。

“三亿人上冰雪”，雪蜡是一片蓝海。在研发制造雪蜡车过程中，山东还同步研发雪蜡，积极抢占市场先机。

绿色办奥，研发国产雪蜡，一开始就明确了“不含氟”的目标。国外高性能雪蜡通常全氟或含氟，虽具有优异的拒水性和较低的雪上摩擦系数，能够为运动员提供更快的滑行速度，但含氟化合物是一种容易在环境中积累的危险化学品物质。

“雪蜡是什么？我连滑雪都不会。”但这并不“妨碍”吴杨接下山东省科技厅支持的“高性能雪板减阻蜡成套技术及产业化”项目。

在青岛，这位中科院兰州化学物理研究所固体润滑国家重点实验室副研究员，带着一群“95后”科研人员，一头扎进实验室。

研发环保绿色，性能卓越的全新雪蜡配方，过程很煎熬。经过两个多月的反复试验，研发团队终于完成配方初选，并在实验室小批量试制出多个系列十几种固体蜡，以及部分粉末蜡、液体蜡。

这些雪蜡具有完全自主知识产权。经第三方检测机构及国家海关技术部门的鉴定，国产雪蜡材料不含氟及有害重金属，无环境毒性、无生物毒性，是名副其实的“绿色雪蜡”。

他们为这些国产雪蜡，取名“泰山”。此后，“泰山”雪蜡不仅随着雪蜡车进入北京冬奥会赛场投入使用，还在甘肃省滑雪队以及宁夏、新疆、辽宁等省部分滑雪俱乐部推广试用。吴杨特别骄傲地说，打蜡师与运动员反馈，“泰山”雪蜡与国外产品没有明显差异，甚至有些性能指标比国外还要好。

接下来，团队将建设设备更齐全的冰雪摩擦学实验室，一方面进一步做好基础研究，开发更多面向专业运动员和大众人群的优质雪蜡产品，另一方面将加快国产雪蜡的产业化进程。

和冰墩墩一样，雪蜡车也成为奥运网红。管晓艳的手机最近响个不停，不少学校老师来电询问，能不能带孩子子们见识雪蜡车，上去看看。“一台雪蜡车，把冰雪运动的种子埋进了孩子们的心田。”

作为雪蜡车耐低温保险杠、踏步专用复合材料的研发企业，山东科华赛邦新材料股份有限公司也因此受到市场关注。年后开工两周的时间里，执行总经理李晓宇就接待了因雪蜡车前来进行交流与合作的6家企业，涉及高端装备、轨道交通、冷链物流等行业，更广阔的市场向其打开了大门。

刘希平依旧很忙，正在对接雪蜡车给他带来的新项目。有上市公司找来，想按照雪蜡车的抽拉厢体，打造一个工作效率更高的医疗检测流动车。“难度不大。”刘希平很自信。

冬奥会结束后，任锁与刘希平见了一面，他问这位亲密“战友”：“老刘，如果接着造第二辆，咱们又会造成什么样？”

“o”的滋味——一项“不知道是什么”的任务

工作20多年，山东省工业和信息化厅轻工纺织产业处处长管晓艳，头一次接了一项“不知道是什么”的任务。

现在很多报道中，“倒叙”雪蜡车的缘起，会这样表述：2020年，山东省承担了北京冬奥会国产雪蜡车攻关项目。

其实，当时并没有“雪蜡车”这一名字。没有名字，是因为这个项目在中国，完全是一块空白。

给滑雪板打蜡，能有效减少雪板摩擦，提升滑雪板的可操控性和滑雪速度，直接影响运动员的竞赛成绩。滑雪板打蜡需要一个严苛的工作环境，一台先进的保障车辆便尤为重要，而这种车辆的核心技术长期由冰雪运动发达国家垄断。

越野滑雪国家集训队副领队王岩说，以前去国外比赛，通常在赛场旁空地上像烧烤似地支个摊来打蜡。在条件较好的场地，有集装箱作为临时打蜡房。

所以，当2020年11月6日，省里召开联合攻关专题会，部署要造一辆只知“为什么”，却不知“是什么”的车时，所有与会者都感受到了扑面而来的压力。

专题会上，明确成立项目指挥部。在会议尾声匆匆赶去的管晓艳，被指定为指挥部的秘书长，“整个人都是蒙的。”

即便是在专用车领域研发经验丰富的刘希平，接到这个任务，心里也有些没底，“没见过，不知道它是难，还是易。”作为中国重汽集团应用工程开发中心专用车产品设计部副主任，这位80后技术骨干，曾在“曼TGA”国产化项目中担任整车总布置。去年，他还在重汽“揭榜挂帅”，研制出一款新能源环卫车。

“可用信息如此稀缺，这还是头一次。”刘希平说。

给什么样的雪板打蜡？打什么样的蜡？不知道。

在百度输入“雪板打蜡车”关键词，蹦出来的词条寥寥。

没有车的图片，有打蜡设备图纸吗？一位打蜡师给刘希平发来了手绘的三张图。“一看，我就头大了，脑子就嗡嗡的。”刘希平哭笑不得，“我们是用CAD制图，一毫米都不能差。”

“上天入地”，终于找到一段外国记者登车采访越野滑雪运动员的模糊视频，只有2分钟，却让大家“如获至宝”。

这，就是“0”的滋味。

你的名字——百度里有了“雪蜡车”词条

每个人心里又憋着一股劲儿。“家门口”的冬奥会，“中国首台”的研发任务交给山东，是对山东制造和创新能力的充分信任，也是山东责无旁贷的使命担当。

“我们说自己是制造强省，我们造不出来，谁还能造！”管晓艳很坚定。

刘希平心中更有一份别样的情结。60年前，新中国名副其实的第一代重型卡车——黄河JN150卡车，就是由中国重汽设计制造，这是中国汽车工业史上重要里程碑。一甲子后，身为中国重汽一员，能参与这样一件写入历史的事情，何其有幸。

“晚上睡不着觉，白天疯狂打电话。”管晓艳说，整个指挥部都在与时间赛跑。

项目团队也不断“扩容”。指挥部成立四个组：综合协调组、系统集成组、工业设计组、体育技术组，如同四个轮子协同发力。

在白纸上写历史，山东的“造车逻辑”是什么？管晓艳一语道破：从“需求侧”发力。

国家体育总局给予了大力支持，帮助山东对接联系运动员、教练员和打蜡师，而刘希平和山东省工业设计研究院设计总监任锁，也成了中国滑雪协会的“常客”，几乎每周去一趟。

量雪板尺寸，打蜡设备分长短，进而推算出车辆厢体尺寸，设计出功能分区，如同一块块拼图不断被集齐，这台车的面貌逐渐清晰。

设计之初，任锁有很多好的想法，但不敢放到方案里，怕找不到合适的供应商。“后来发现完全多虑了，这些在山东全部能实现！”任锁笑着说，自己听到最多的一句话就是“有，没问题！”

需要车载空调，海尔来了。

需要经受冰雪低温的超高清电视，海信来了。

需要太阳能光伏板，力诺瑞特来了。

需要定制家具，大唐宅配来了。

……

坐在一起，大家突然意识到：是不是该给这台车起一个名字了？

“雪橇车，打蜡车，冰蜡车……最终，雪蜡车高票‘胜出’。

从此，百度里有了“雪蜡车”这一词条。

“这是我们山东贡献的。”管晓艳不无骄傲地说。

不是模仿——全新的空间气体管控系统

“你看过《三体》吗？一开始设计的时候，思考久了，会感觉自己在一个科幻空间里。”

在设计雪蜡车的日日夜夜里，任锁常常站在