

各位朋友，晚上好。今天我们不谈那些宏大的能源叙事，我想和各位聊聊一个具体、甚至有些“冷门”的工程难题——高速公路沿线那些为通信、监控、应急救援提供电力的站点，在寒冬里如何可靠启动。这个问题，关乎我们看不见的“生命线”。

## 高速公路沿线储能系统低温启动的挑战与解决之道

各位朋友，晚上好。今天我们不谈那些宏大的能源叙事，我想和各位聊聊一个具体、甚至有些“冷门”的工程难题——高速公路沿线那些为通信、监控、应急救援提供电力的站点，在寒冬里如何可靠启动。这个问题，关乎我们看不见的“生命线”。

你们或许知道，锂电池，这个为我们手机、电动汽车提供动力的核心，其内部化学活性在低温下会显著降低。这不是一个简单的“怕冷”问题。当环境温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ ，尤其是达到零下 $10^{\circ}\text{C}$ 、 $20^{\circ}\text{C}$ 时，电解液粘度增加，锂离子迁移速率急剧下降，电池内阻大幅升高。其直接表现就是可用容量骤减，放电能力衰弱，最要命的是，电池管理系统（BMS）可能因电压过低而直接“锁死”系统，拒绝启动。想象一下，在一条穿越山区或北方平原的高速公路上，一个关键的交通监控或通信基站因为储能系统无法唤醒而失效，这不仅仅是 inconvenience，而是潜在的安全风险。

我们来看一些数据。根据一些行业测试，普通磷酸铁锂电池在 $-10^{\circ}\text{C}$ 环境下，其放电容量可能衰减至室温下的60%左右，而在 $-20^{\circ}\text{C}$ 时，这个数字可能低于50%。启动功率，这个瞬间需要的大电流输出能力，衰减得更为严重。这意味着，为常温环境设计标准储能系统，在低温下可能根本无法带动站点设备开机，或者勉强启动后迅速崩溃。这不是设备质量问题，而是物理化学规律使然。

### 从现象到本质：低温启动的技术瓶颈

所以，我们面对的并非单一问题，而是一个系统性的挑战链：电芯本身的低温性能、BMS的低温保护逻辑、PCS（变流器）的低温工作范围，以及整个系统集成热管理策略。很多方案提供商只关注其中一个环节，比如给电池仓裹上厚厚的“棉被”，但这治标不治本。内部产热不足，外部保温再好，初始启动的能量从哪里来？这就像一个在冰窖里熟睡的人，裹着再厚的被子，也需要一个初始的热源才能苏醒。真正专业的解决方案，必须从电化学、电力电子和控制系统三个维度协同设计。首先，在电芯选型或配方上，就需要考虑低温特性，但这往往伴随着成本或能量密度的权衡。其次，BMS必须具备智能的、分阶段的低温管理策略，而不是简单地“一刀切”关断。最后，也是至关重要的一环，是设计一套低功耗、高可靠性的主动或半主动热管理系统，在系统休眠期间，用极小的能量维持一个核心温度区间，并在接收到启动指令后，能快速、高效地将电芯加热到安全工作窗口。这套逻辑，阿拉上海话讲，就是要“螺蛳壳里做道场”，在有限的安装空间和初始电量里，完成精细的能量调度。

### 一个来自现场的案例：内蒙古G6高速的守护者

去年冬天，内蒙古段G6京藏高速沿线，气温一度跌破零下 $25^{\circ}\text{C}$ 。当地一个为长隧道群和应急电话提供后备电源的通信站点，原有的储能系统频繁出现“冬眠”故障。我们的团队，海集能，接到了这个挑战。海集能深耕储能领域近20年，在江苏南通和连云港拥有专门应对复杂场景的研发与生产基地。我们为这个站点定制了一套光储柴一体化解决方案，其核心之一，便是针对极寒环境的“低温自启动”储能柜。我们做了什么？简单说，是“预防”与“治疗”结合。在系统设计阶段，我们采用了宽温程电芯，并内

置了基于半导体技术的低功耗伴热模块。在BMS策略上，我们设定了多级温度阈值：当电芯温度低于5°C时，伴热系统以微功率模式运行，如同给电池“保温杯”；当温度低于-10°C且需要启动时，系统会优先调用光伏或备用能源，对电池仓进行快速脉冲加热，待核心温度升至0°C以上，再允许大电流放电。整个冬季，该站点实现了100%的可靠启动率，保障了那段关键高速公路的通信畅通。这个案例让我们更深信，解决极端环境问题，需要的是系统性工程思维，而不仅仅是堆砌部件。

## 海集能的思考：标准化与定制化之间的平衡

面对全球多样化的气候和电网条件，作为一家从电芯到系统集成再到智能运维全链条打通的数字能源解决方案服务商，我们一直在思考标准化与定制化的边界。对于站点能源，尤其是高速公路、通信基站这类关键基础设施，完全的标准化是不现实的。连云港基地的标准化产线，确保了核心模块（如PCS、标准电池模组、智能控制器）的质量与效率；而南通基地的定制化能力，则允许我们像一位经验丰富的裁缝，为内蒙古的极寒、中东的酷热、沿海的高湿等特殊工况“量体裁衣”，将低温自启动、智能温控、远程运维等特性作为可配置的模块，灵活集成。这种“标准化内核，定制化外壳”的模式，让我们能够高效地为全球客户提供“交钥匙”解决方案，同时确保每一套系统都真正适应其所在的环境。

所以，当我们回过头来看“高速公路沿线低温启动困难”这个问题时，它已经从一个技术痛点，演变为一个关于能源可靠性哲学的讨论。在能源转型的浪潮中，我们是否应该对那些处于网络末梢、环境恶劣但至关重要的节点，投入同城市中心一样的关注与创新？储能系统的价值，是否应该用其在最严苛条件下的表现来重新衡量？这个问题，留给大家思考。

或许，下次当您驾车飞驰在温暖的车厢里，穿过寒冷的高速公路时，可以想一想，那些默默伫立在路旁、保障着您行程安全与通信顺畅的站点，它们内部的“能量心脏”，正在如何与严冬智慧地博弈。您认为，未来在应对类似极端环境挑战时，除了技术本身，我们还需要在哪些层面（比如政策、标准、商业模式）进行创新与协作？

---

来源: <https://www.tieyalegroup.es>