

FROST & SULLIVAN

沙利文

2025全球通信站点 储能系统白皮书

版权所有©2026 弗若斯特沙利文。本文件提供的任何内容（包括但不限于数据、文字、图表、图像等）均系沙利文公司独有的高度机密性文件（在报告中另行标明出处者除外）。未经沙利文公司事先书面许可，任何人不得以任何方式擅自复制、再造、传播、出版、引用、改编、汇编本报告内容，若有违反上述约定的行为发生，沙利文公司保留采取法律措施，追究相关人员责任的权利。

©2026 Frost & Sullivan. All the information contained herein (including without limitation data, words, charts and pictures) is the sole property of Frost & Sullivan, treated as highly confidential document, unless otherwise expressly indicated the sources in the report. Should no one copy, reproduce, diffuse, publish, quote, adapt, compile all or any part of the report without the written consent of Frost & Sullivan. In the event of the violation of the above stipulation, Frost & Sullivan reserve the right of lodging claim against the relevant persons for all the losses and damages incurred.

2026年2月



通信站点高可靠供电挑战突出，储能系统需匹配四大核心特性

无人值守



通信站点数量庞大且分布分散，多位于偏远地区或楼顶机柜中，无法配备专职运维人员。储能系统需具备高度可靠性与自诊断能力，依托远程的云端平台实现远程监控、智能告警和预测性维护，保障长期稳定运行。

极端环境



站点储能设备常暴露于高温、严寒、高湿或高海拔等极端环境，对电芯热稳定性、BMS监测精度和系统散热设计提出严苛要求。系统需具备宽温域适应性和防尘防水能力，确保在各种气候条件下持续安全运行

分布式



通信储能呈高度分布式部署形态，单站容量较小但数量巨大。系统需具备轻量化、模块化设计，并通过云边协同实现成千上万站点的统一监控与集中运维，降低管理复杂度和维护成本。

持续供电



通信业务要求7×24小时不间断运行，任何电源中断都可能导致网络信号中断。储能系统必须实现毫秒级切换与高可靠冗余设计，确保在市电中断、发电机启动前的关键窗口持续供电，维持通信网络稳定。

通信站点的四大特性塑造了与工商业储能及户储不同的系统需求

系统特征	考量维度	通信站点储能	电站储能（工商储能）	便携式储能（户用储能）
无人值守	远程监控体系	强依赖远程监控，需要支持远程告警、远程预测性维护，实现无人值守全生命周期监控	具备EMS和云端系统集中监控，但现场会有值守人员定期巡检	无远程监控，主要由用户本地操作与充放电管理
	安全等级	强调电芯的一致性和稳定性。通信站点包含关键通信设备，因此也重点关注热隔绝和热失控链的绝断保护	注重大规模热失控链的绝断和防护	满足消费电子类安全标准，强调便携与轻量化
	运维频率	一般情况下需达到月度甚至季度级维护周期；系统需要具备一定的远程自动运维能力	周度或月度巡检	基本无运维需求，用户自维或更换
	循环寿命	要求10年以上质保，即供电可靠性	一般要求8年以上质保	随产品形态而异
极端环境	环境适应性	宽温域、高湿、高盐、高海拔等。适应山区、沙漠、海岛等极端环境	环境较可控，通常对环境适应性要求不严	环境要求低，多为短时户外或家庭使用
分布式	TCO与投资回报	关注锂电系统的全生命周期成本和ROI，在具有高可靠性的基础上提供便捷、廉价的运维	与通信站点类似，成本敏感性也较高	高单价、零售定价，成本敏感度低
	能量密度	中等偏高，但容量要求低于大储，以LFP体系为主，除锂电外也有使用钠电的场景	高能量密度优先，常用NCM/LFP体系	采用聚合物锂电芯为主
持续供电	备电时长	备电时长需求最高，需严格覆盖市电切换及发电机断电窗口	备电时长中等，覆盖调峰调频等场景	1-6小时，满足应急与户外场景供电

通信站点锂电能源系统存在基础的差异化设计准则



循环寿命

6000次

10年

通信站点储能系统循环寿命通常在2000至6000次之间，整体使用年限可达10至15年：

- 对于基础设施条件较好的城市或平原区域，电池寿命一般为2000至3000次，对应8至10年的运行周期
- 而在偏远或边缘地区，系统对电池耐久性要求更高，循环次数往往提升至3000至5000次，使用寿命可达10至15年



系统工作温度

-40℃-60℃

95%湿度

在环境适应性方面，通信储能的系统需在-40℃至60℃的宽温区间稳定工作，湿度可承受至95%。同时，为满足高原及边远地区的部署需求，系统设计要求在海拔3000米以下仍能维持正常功率输出，不出现降频或衰减



备电时长

10-12h



能量密度

160Wh/kg

在备电能力方面，通信站点储能系统的典型设计时长为10至12小时，显著长于传统大储电站普遍采用的4小时放电时长，确保网络信号的连续覆盖
与大型储能项目相比，通信站点的容量需求相对较低，大储的电芯能量密度通常在170Wh/kg以上，而通信储能约为160Wh/kg



系统结构

光储备一体

EMS能量调度

在系统适配性方面，通信储能往往要求具备良好的扩展与兼容能力。系统需支持光伏接入，实现通信站点的“光储融合”自发自用模式；同时在运维阶段，需兼容新旧电池的混合运行，通过EMS实现统一的能量管理和均衡控制，从而延长整体系统寿命并降低更换成本。



安全性

电芯一致性

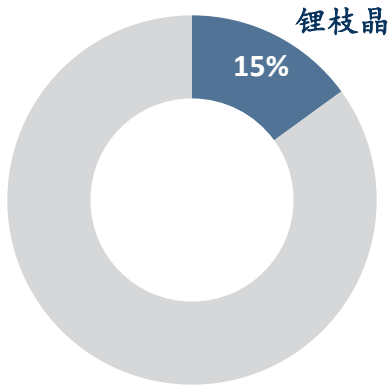
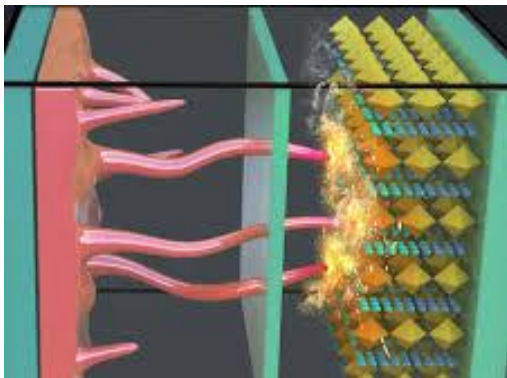
热失控触发温度

安全防护性能

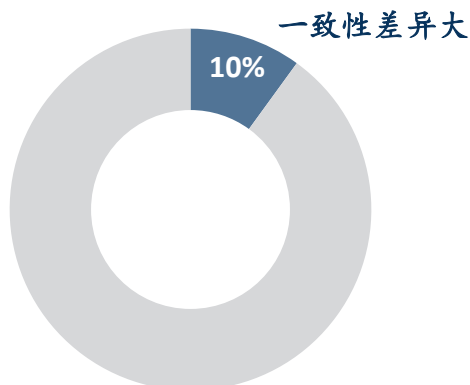
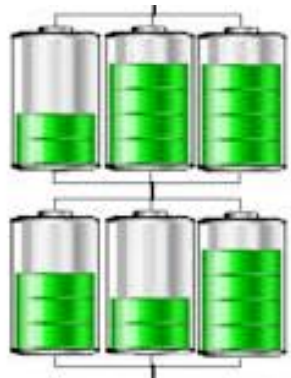
在安全层面，通信行业重点关注的因素是电芯的一致性，其中包括容量一致性、内阻一致性、电压一致性等性能；此外，对于热失控的触发温度也有严格要求；对于模组、系统的热失控防护设计，如机械防护、短路防护等有检验标准

通信站点锂电系统正在面临多种形式的安全隐患

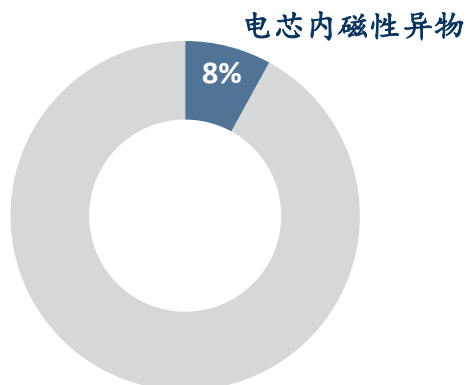
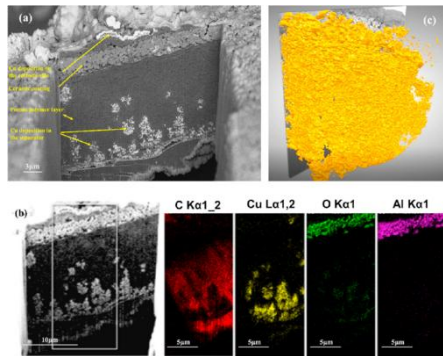
据调研，过去3年内中国通信站点的储能系统正大批量的从铅酸电池的解决方案转向锂电池的储备一体。然而锂电池储能系统的安全隐患远大于铅酸电池，尤其是对于无人值守的通信站点来说，人为无法在短时间内干预，就需要从源头设计到全生命周期管控系统化思考，既要控制电芯本征风险，也要在组系统和监控层构建防线。总体来看，安全事故的根因主要有以下几种：



锂枝晶在通信行业的锂电能源系统中，事故率排名第一，大约占总事故量的15%左右



一致性的差异是第二大的元凶。容量/电压/内阻的一致性差异大到BMS的均衡措施失效，约占总事故量的8-10%



磁性颗粒物在长时间充放电过程中游离正负极，约占总事故量的5%-8%



蚁噬



电芯泄露

其他常见安全问题类型：

- 震动导致的模组连接处松动
- 制程原因导致的内部短路
- 外界环境影响如低温、蚁噬等...

全球市场下的通信站点安全事件频发

对通信行业而言，由于站点具有无人值守的特性，所以更需要注重安全性和可靠性，同时相较于其他电池，锂电池对充、放电的控制要求更高。在不妥当的管理下容易造成过充、过放电，导致电池的损坏，甚至造成电池爆裂、自燃等问题，进而引发一系列的事故。据调研，有关锂电池滥用的情况时有发生：



广东某站点出现备电时间短、低于计算时间且电池下电快的现象。技术人员经过排查后发现，存在开关电源浮充电压、均充电压设定一致性差异的问题，同时电池组荷电态较低



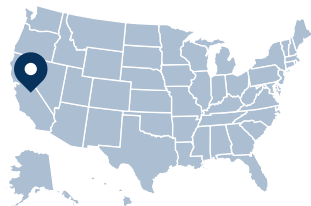
盐城某站点出现备电时间短、远低于计算时间、电池下电快的现象。技术人员经过排查后发现，存在开关电源显示值与实际值偏差大的问题



河池某站点出现两组电池均未接地、并联方式存在隐患、线缆过流能力不足等情况



英国埃塞克斯郡某电信集团某在建的通信站点锂电储能系统项目发生火灾，火势于次日被控制，经排查发现电池单元中的电芯存在制程问题，在调试过程中引发发热失控



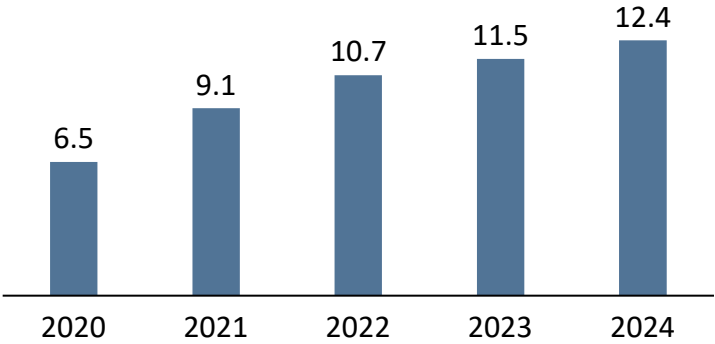
美国加州某5G通信站点发生电池起火。据调查，事故原因是由于电芯的品控问题导致的，事故电芯存在制程缺陷，在多块电芯中发现微小金属颗粒异物，在长期充放电过程中起火



法国里昂某电信运营商的一通信设备机房发生锂电池爆炸起火。该机房狭小密闭，空气流通性极差，且锂电系统存在通风系统不达标，布线交叉等问题，最终导致氢集聚爆炸

随着锂电在通信领域的快速应用扩张，需对其展开全生命周期的安全管控举措

2020-2024年中国通信站点储能锂电池出货量/GWh



- 随着通信网络的持续扩张和5G站点的建设加速，锂电池在通信能源系统中的装机规模和出货量不断攀升。2020-2024年中国通信站点储能锂电池出货量由 6.5 GWh 增至 12.4 GWh，四年间几乎翻倍。预计2030年通信站点的年均需求量将保持在20GWh左右
- 装机规模的快速扩大也意味着运行环境更复杂、数量更庞大、周期更漫长，一旦出现安全事故，其影响范围和经济损失将远超以往。因此，在通信行业全面锂电化的趋势下，强化系统级安全设计与风险防控能力已成为确保网络连续供电与业务稳定运行的关键前提

通信锂电安全风险是比较复杂的系统性研究课题，应提高安全敬畏意识，借助各种手段，从关注行业的认证标准到实际采购，再到产品的运维，对锂电系统做全生命周期的高水平安全管理，对此一共总结出以下三大建议：



准入与认证：

- 了解锂电池作为通信站点能源系统的安全标准与合规细则
- 深刻了解通信站点的锂电产品的行业标准与差异化门槛
- 根据项目情况建立自身对供应商产品的审核机制



采购与选型：

- 制定场景化选型策略：高、中、低风险站点配置差异化标准
- 合同中锁定关键质量参数：循环寿命、热失控温度、一致性阈值
- 引入价格与性能双评价体系而非单维比价
- 交付验收抽检机制，对关键性能和怀疑性能参数做第三方认证



运行与运维：

- 尽可能使用AI-BMS + 云端监控体系，引入远程云边协同的运维体系
- 与供应商建立定期的产品状态评估与维护周期机制
- 设定精细化运维考核指标：MTTR、故障率、一次修复率
- 建立报废回收与梯次利用闭环管理机制

通信锂电产品从行业标准到运营商实践呈现金字塔结构，中标商的安全性能存在显著的领先度

中标标准

中标厂商标准体现了企业在满足行业与运营商要求之上的自研安全体系与技术差异化能力，体现了厂商从“满足标准”走向“超越标准”的能力，是通信锂电系统安全体系智能化发展的重要推动力量

以华为为例，电芯热失控触发温度可达 220℃，明显高于业内标准（180℃），为通信场景提供更高的热稳定裕度。同时，华为通过自研 AI 热失控预警系统，将安全从“被动防护”提升到“主动预警”，大幅降低了锂电系统在无人值守站点环境中的运行风险。

通信行业国标/国际标准

主要包括 GB/T 36276《通信站点锂离子电池组通用技术要求》、YD/T 2344《通信电源用锂离子电池组技术要求及试验方法》，以及 ITU-T L.1210《5G网络可持续供电方案》与 L.1382《通信机房智能能源解决方案》等国际标准

这一层标准的核心在于强调通信站点复杂环境下的安全适应性，例如高温高湿、低压、盐雾、电磁干扰等场景要求，并引入防护等级（IP65+）、远程监控接口、FSU通信协议及BMS告警等规定。与工业标准相比，更加关注通信站点的特殊场景下带来的额外产品需求，以及电池与通信电源、负载、监控系统的协同防护能力。

运营商招标实际标准

运营商标准是行业规范落地到采购和准入层面的执行性文件。强调在招标和验收环节根据项目所在地的特殊场景需求对供应商产品的额外要求

例如要求山区地带的抗震设计、海岛站点的抗盐抗湿等。并明确对远程管理数字化系统的云端监控、告警策略、防盗与运维可视化的具体要求，看重实用程度和用户体验。相较国标与行业标准，运营商标准更注重实际运行可靠性和长期运维安全，是通信锂电安全体系的“落地层”

锂电系统工业标准

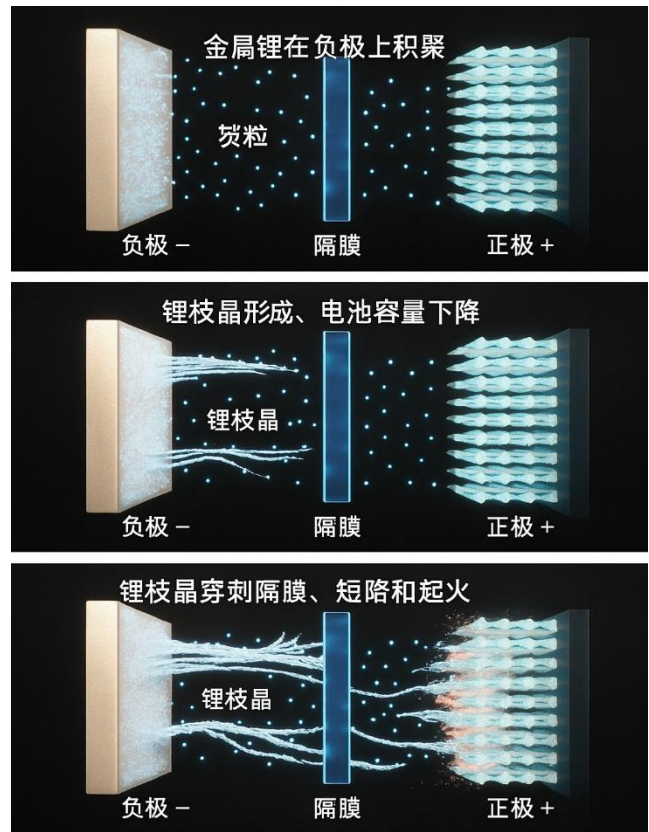
由国际电工委员会（IEC）和中国国家标准体系共同构建。代表性文件包括 IEC 62619《工业用锂离子电池安全要求》、IEC 62133《便携设备用电池安全标准》、UL 1973《固定式储能系统安全规范》以及 GB/T 35590《电化学储能系统安全技术规范》等

这一层标准聚焦于储能产品的本征安全，涵盖短路、防爆、热稳定性、绝缘耐压、跌落冲击等试验的基础要求，确保电芯材料、设计和制造的安全底线。其核心是通用性与基础性。



电芯作为通信储能系统的核心风险源，决定整体安全下限

锂电池单体主要由**四种关键材料**构成：正极材料、负极材料、隔膜和电解液，同时还包括结构件外壳和极耳等结构件。这些部件选材和结构设计直接决定了锂电池的整体品质与安全性能。



电芯常见问题：锂枝晶

1. 正极材料

常用的正极材料包括磷酸铁锂、三元材料（镍钴锰氧化物）、钴酸锂和锰酸锂四类。其中，磷酸铁锂以高热稳定性著称，其热分解温度可超过300° C，且分解后不产生氧气，因而安全性更高。依据ITU-T L.1210（2019）《5G网络可持续供电方案建议》，通信锂电系统建议采用高端磷酸铁锂正极材料

2. 负极材料

负极材料主要包括人造石墨、天然石墨、钛酸锂（LTO）以及硅基负极等类型。其中，人造石墨因其循环寿命长、充放电性能优良、耐高低温性能好且整体稳定性高，是当前通信储能领域的首选负极材料

3. 电解液

电解液是影响锂电安全性能的关键要素，配方或品质不当可能出现析锂、鼓包等现象，进而产生热失控的风险。高品质锂电应采用高安全、可靠的电解液体系，以提升Li⁺迁移活性、降低副反应，并防止析锂与鼓包等隐患

4. 隔膜

隔膜是锂电池中用于隔离正、负极、防止短路的绝缘介质。常见隔膜由聚乙烯（PE）或聚丙烯（PP）制成，但这类聚合物的耐热性较差，熔点一般低于200° C，收缩温度在60° C至160° C之间。为提升耐热性能，通常采用陶瓷粉体或氟塑料涂层的复合隔膜，显著提高了隔膜的热稳定性与环境适应性

5. 结构设计

除材料本身外，电芯的结构设计同样是安全关键。根据形态，锂电芯可分为方形、圆柱形和软包型。其中，方形与圆柱形电芯通常采用铝合金或不锈钢壳体，具备较高的机械强度，能有效抵抗外部冲击和挤压，从而防止因极片损伤或电解液泄漏引发短路

电芯安全的量化标准—— 国标、欧盟与先进企业的核心指标差异

核心指标	通信行业国标	欧盟通信行业标准要求	企业实际具体参数
电压一致性	静态开路电压差：≤0.20V（充满电静置后） 浮充电压差：≤0.20V（浮充24小时后） 放电截止电压差：≤0.30V（以10h率电流放电至终止电压2.7V时）	静态开路电压差：≤0.20V（充满电静置后） 浮充电压差：≤0.20V（浮充24小时后） 放电截止电压差：≤0.30V（以10h率电流放电至终止电压2.7V时）	静态开路电压差：≤0.15V（充满电静置后） 浮充电压差：≤0.20V（浮充24小时后） 放电截止电压差：≤0.20V（以10h率电流放电至终止电压2.7V时）
容量一致性	电池组内单体容量极差：≤3%（最大值与最小值差值与平均值之比）	电池组内单体容量极差：≤3%（最大值与最小值差值与平均值之比）	电池组内单体容量极差：≤3%（最大值与最小值差值与平均值之比）
内阻一致性	内阻偏差：不超过平均值的±15%	内阻偏差：不超过平均值的±15%	内阻偏差：不超过平均值的±10%
热失控触发温度	≥180℃	≥185℃	≥185℃
充电倍率	暂无标准	0.5-1C	0.5-2C
能量密度	>160wh/kg	>150wh/kg	>170wh/kg
循环寿命	≥8000cls	≥6000cls	≥6000cls

通信锂电市场存在电芯品级分类，ABC品级电芯安全性能存在显著差异，行业正加速向A级收敛

- 在通信锂电系统中，电芯不仅影响安全与寿命，也直接决定了运维成本与站点可用性。目前运营商及大型系统集成商对电芯品类的选择普遍形成一致趋势：
- **A级电芯**：面向核心、城镇、5G高功耗站点等关键场景，要求长寿命、高稳定性与智能运维能力，因而主流运营商在项目中基本全部采用A级电芯
 - **B级电芯**：多用于一般场景或预算敏感项目，如室分小型站点、普通室外机柜等，通过系统冗余与监控能力弥补风险；但在无人值守场景中采用比例正在下降
 - **C级电芯**：极少应用。因性能衰减快、一致性差、热稳定性弱，仅在部分农村、偏远地区或短期过渡项目中出现，且主要由小厂商供货。通信行业正逐步减少其使用

电芯品质要求 关键项	A品电芯	B品电芯	C品电芯	电芯参数影响	检验方式
K值	≤0.5mV/天	>0.5mV/天	K值严重超标准	自放电率大，运输&存储场景过放失效风险；电芯内短路导致热失控风险	下线全检
内阻	0.2~0.35mΩ	>0.35mΩ	内阻严重超标准	电芯寿命衰减更快，能效低导致备电损耗高	下线全检
最大充电能力	25℃，≥1C	25℃，≥0.5C，1C充电析锂	25℃，<0.5C，0.5C充电析锂	整机充电能力受限；若超电芯能力使用，导致析锂热失控风险	ORT抽检
能量效率 25℃，0.5C	≥94%	<94%	效率远小于94%	整机能量效率降低，导致备电过程损耗更高	ORT抽检
容量（以100Ah电芯为例） 0.2C，25℃，2.7V-3.56V	≥102Ah	100~102Ah	<100Ah	整机备电能力不满足要求	下线全检
外观 凹坑、划痕、异物、蓝膜褶皱等标准	满足标准	外观不满足标准，但不影响绝缘性能和生命周期可靠性	外观超标准，且绝缘耐压不良，或者不满足生命周期可靠性要求（蓝膜破损、漏液）	外观蓝膜破损，丧失电芯单体绝缘性能，有整机失效起火隐患	下线全检
首次满电电池界面	无规律性析锂，析锂面积≤1%	可能有规律性析锂问题	析锂严重，面积远大于1%	电芯内部有质量隐患，后续使用有热失控起火隐患	ORT抽检

模组作为锂电系统的核心安全枢纽，决定运行风险的感知深度和安全调控能力

模组的核心任务与设计要点

BMS的核心任务是**监测和管理**电池的各项运行参数，确保电池系统的安全、稳定与高效运行，主要组成包括**电池管理单元（BMU）**和**电池控制单元（BCU）**。其中，BMU负责采集与初步处理整组电池及单体电芯的基本参数（电压、电流、温度等），为BMS提供数据支持，并承担内部通信、外部通信及故障分析等功能。BCU基于BMU提供的数据，执行电池控制策略，包括**充放电管理、均衡管理、电芯健康状态（SoH）预测及电气安全防护**等。

云端监控系统具备强大的数据处理与分析能力，可对BMS告警信息进行**深度分析并生成诊断报告，实时推送给现场运维工程师**，不仅提高了系统运维效率，还能在电池异常发生前发出早期预警，指导及时干预。

当检测到短路、过流、过压、反接、过温、单点失效、电芯老化、湿度异常等情况时，系统应在**毫秒级**内自动判断故障类型、位置与影响范围，并将数据上报至云端监控系统，供运维人员快速决策。

电芯在使用过程中会逐渐老化，出现容量衰减、内阻增大等问题，影响寿命与安全。BMS通过计算SoC、SoH和SoE来评估电芯健康状况，并根据变化实时调整充放电策略。高品质BMS应具备**智能算法与数据分析能力，实现电芯状态的实时监控与主动预警**。

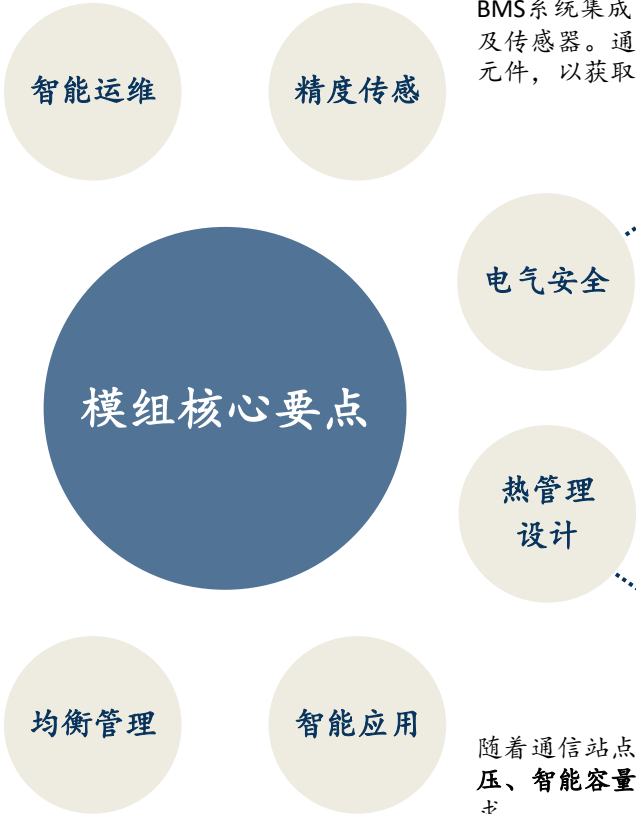
行业传统的均衡技术是被动均衡，通过并联电阻消耗多余能量为热量，效率低且易升温。高品质锂电应优先采用**主动均衡技术**，通过电路设计主动将能量从高电压电芯转移至低电压电芯，具有低损耗、高利用率与高效率的特点。

BMS系统集成了多种电子元件，如芯片、MOSFET、电阻、电感、电容等无源元件以及传感器。通信站点储能系统应用场景复杂多样，建议选用高精度、高可靠性电子元件，以获取更准确的基础数据，并在故障发生时实现更灵敏的响应

在安装阶段，电池可能因接线错误、螺丝松动、异物侵入等导致异常；在使用阶段，也可能因冷凝、水汽渗入、蚁害等环境因素引发电气损伤。**优质BMS应在电气设计阶段就纳入安全防护逻辑，能在检测到异常时及时切断或隔离故障点**

电子元件在运行中会产生热量，导致BMS温度升高，而电子元件寿命随温度升高而急剧下降。目前行业普通BMS在正常使用下温升可达70-100° C，而高品质BMS可将温升控制在50-65° C以内。

随着通信站点能源系统进入智能化阶段，BMS需支持**智能并机、智能混用、智能升压、智能容量测算**等复杂应用。ITU-T L.1210 与 L.1382 标准均提出了此类智能化需求。



模组安全的量化标准—— 国标、欧盟与先进企业的核心指标差异

核心指标	通信行业国标	欧盟通信行业标准要求	企业实际具体参数
密封性	抗低压：在11.6kPa或更低气压下保持6小时（25℃±5℃）无漏液、冒烟、起火或爆炸 抗挤压：17.2MPa压力下液压活塞施压，无漏液。 温度循环：-40℃至70℃交替存储各12小时，循环10次后无漏液	抗低压：在11.6kPa或更低气压下保持6小时（25℃±5℃）无漏液、冒烟、起火或爆炸 抗挤压：17.2MPa压力下液压活塞施压，无漏液。 温度循环：-40℃至70℃交替存储各12小时，循环10次后无漏液	抗低压：在11.6kPa或更低气压下保持6小时（25℃±5℃）无漏液、冒烟、起火或爆炸 抗挤压：17.2MPa压力下液压活塞施压，无漏液。 温度循环：-40℃至80℃交替存储各12小时，循环15次后无漏液
容量一致性	100%深度放电循环后，容量极差≤4%	100%深度放电循环后，容量极差≤3%	100%深度放电循环后，容量极差≤4%
温度适应性	0℃放电容量≥标称容量80%，-10℃≥70%	0℃放电容量≥标称容量80%，-10℃≥70%	0℃放电容量≥标称容量80%，-10℃≥80%
热失控触发温度	≥180℃	≥180℃	≥185℃
能量密度	>120wh/kg	>110wh/kg	>125wh/kg

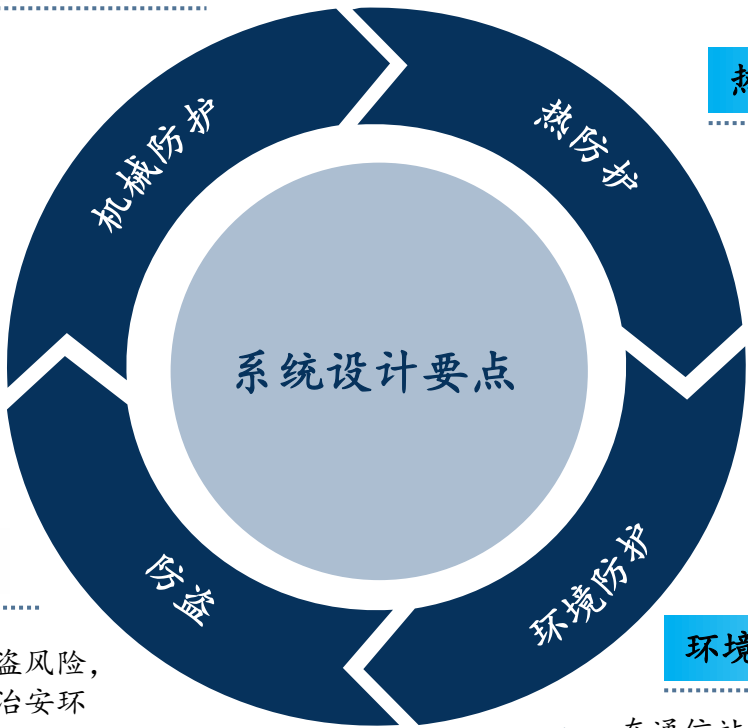
系统层作为通信站点锂电的综合防线核心，决定整体安全体系的稳健性

机械防护：防止结构变形与外壳损伤

- ▶ 在运输过程中，和部分山区的站点使用过程中，因山体地质原因锂电池可能面临震动、碰撞、挤压、跌落等风险；同时，电芯在长期使用中也会出现一定程度的内部膨胀
- ▶ 高品质锂电池应采用**高强度外壳结构与材料**，在较大内外压力下保持结构完整，避免因壳体变形导致电芯及BMS损坏，从而降低因物理损伤引发的安全风险。
- ▶ 部分高品质电池已采用**激光焊接或超声波焊接**等先进工艺，进一步减少因机械紧固不良导致的安全隐患

防盗与防拆：降低盗窃风险，保障业主权益

- ▶ 锂电池作为通信站点的重要资产，仍面临较高的被盗风险，可能导致设备损失与业务中断。由于各地区经济与治安环境差异，部分区域的电池盗窃率可达15%。
- ▶ 因此，建议电池制造商在产品设计中加入防盗与防拆结构，如防篡改螺栓、结构封装或电子追踪等手段，以降低盗窃率并维护业主合法权益。相关设计要求可参见ITU-T L.1221标准。



热防护：防热扩散、隔热与阻燃

- ▶ 研究表明，当温度超过35° C时，锂电池循环寿命会随温度升高而显著下降；每升高10° C，寿命大约减半。在充放电过程中，电池会持续发热，充放电倍率越高，温升越明显
- ▶ 高品质电池包应在电芯间设置隔热结构，防止热量相互传导，同时具备良好的散热通道以快速导出热量。由于BMS工作温度通常高于电芯，应在BMS与电芯之间设置热隔离层，降低舱体内部温度。此外，电池包内部的塑料件与线束绝缘层应符合国际阻燃标准（如UL94-V0），以防止因局部过热导致燃烧风险。

环境防护：防止外壳与内部部件的环境腐蚀

- ▶ 在通信站点实际应用中，复杂环境如金属屑、砂砾、昆虫、水汽、盐雾、电磁干扰等都可能对电池包内部产生影响，造成电气故障，严重时可能引发火灾或爆炸。高品质电池包应具备完善的环境防护设计，防止因冷凝造成短路，避免盐雾腐蚀金属件，并具备抗电磁干扰能力，从而延长电池寿命并降低安全风险
- ▶ 因此在锂电池通用的IP20等级之上进一步提升环境防护等级，加强对焊渣、蚂蚁、昆虫等外来物的隔离防护，以保障电池系统在多种环境下的稳定运行。

系统安全的量化标准—— 国标、欧盟与先进企业的核心指标差异

核心指标	通信行业国标	欧盟通信行业标准要求	企业实际具体参数
机械防护	抗穿刺：电池按测试（直径3~8mm钨钢针垂直穿刺），应不起火、不爆炸 抗挤压：电池承受17.2MPa压力（液压活塞施压），应不起火、不爆炸 振动测试：需通过X/Y/Z三向扫频振动（10~55Hz，0.8mm振幅），功能正常	抗穿刺：电池按测试（直径3~8mm钨钢针垂直穿刺），应不起火、不爆炸 抗挤压：电池承受17.2MPa压力（液压活塞施压），应不起火、不爆炸 振动测试：需通过X/Y/Z三向扫频振动（10~55Hz，0.8mm振幅），功能正常	抗穿刺：电池按测试（直径3~8mm钨钢针垂直穿刺），应不起火、不爆炸 抗挤压：电池承受17.2MPa压力（液压活塞施压），应不起火、不爆炸 振动测试：XYZ三向随机振动（10Hz~55Hz）、碰撞（峰值加速度35g）后无漏液、爆炸
环境适应性	温度循环：-40℃至70℃交替存储各12小时，循环10次后无漏液、爆炸 恒定湿热：60℃、90%~95%湿度下静置12小时，容量保持率≥95%	温度循环：-50℃至70℃交替存储各12小时，循环10次后无漏液、爆炸。 恒定湿热：60℃、90%~95%湿度下静置12小时，容量保持率≥95%	温度循环：-40℃至70℃交替存储各12小时，循环10次后无漏液、爆炸 恒定湿热：65℃、90%~95%湿度下静置20小时，容量保持率≥95%
外部短路防护	正负极用0.1Ω电阻短路，温度降至峰值10℃以下时无起火爆炸	正负极用0.1Ω电阻短路，温度降至峰值10℃以下时无起火爆炸	正负极用0.1Ω电阻短路，温度降至峰值10℃以下时无起火爆炸
有害物质限制	暂无标准	汞≤0.0005%、镉≤0.002%、铅≤0.004%	暂无标准
钴/锂/镍最低回收比例	暂无标准	钴16%、锂6%、镍6%。	暂无标准
热滥用测试	130℃高温环境持续10分钟（大型电池30分钟），防止热失控。		150℃高温环境持续10分钟（大型电池30分钟），防止热失控。
AI热失控预警	暂无标准		1-2小时前：准确率90% 1-2天前：准确率85%

随着通信站点锂电系统走向智能化，智能混搭、智能升压与健康管理成为了智能系统的重要关注点

随着通信站点从单一备电单元演进为备电、储能与调度能力并存的综合能源节点，站点能源系统的运行复杂度显著提升。站点规模更大、分布更广、无人值守成为常态，同时 5G 及未来网络带来的功耗上行与负载波动，使传统依赖统一配置、静态策略和人工经验的锂电方案难以支撑长期稳定运行。在这一背景下，通信站点对能源系统的要求，已从是否能供电转向“是否可管理、可调度、可预测”，智能锂电因此成为站点能源体系演进的必然方向。

智能混搭：应对站点“多规格并存”的现实约束



在实际站点中，不同容量、新旧电池甚至不同技术路线往往因分期建设和滚动扩容而共存。缺乏智能混搭能力时，常出现“小容量或老电池成为短板、整体备电时长被拉低”的情况，甚至因不合理互充与负载分配加速老化，迫使运营商提前整体更换电池，资产利用率显著下降

智能功率与升压：应对“高功耗+强波动”的负载环境



随着 5G 及边缘计算等设备上站，站点负载不再稳定在固定区间，掉电切换、电压波动和瞬时高功率需求更加频繁。缺乏智能功率管理时，电池往往采取保守策略，导致末端供电能力不足或备电时长无法兑现，影响网络连续性和用户体验

状态管理：应对无人值守下的隐性风险

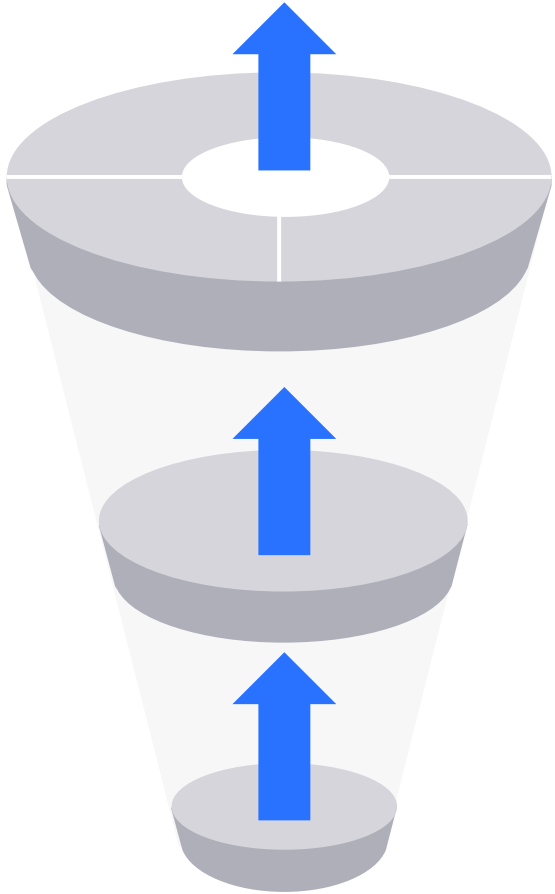


通信站点数量庞大且分散，电池劣化和一致性问题往往在早期难以察觉。仅依赖被动监控与阈值告警，容易在容量明显衰减或安全风险显性化后才被发现，增加突发故障和运维成本。缺乏健康状态管理，会使电池从可控资产演变为不确定风险源

L3行业顶尖

L2行业优秀

L1行业基础



智能混搭

- 支持跨容量、跨SOH、跨体系混搭
- 能量隔离+策略隔离（不互充/不反灌）
- 支持智能+非智能多代设备共存

- 支持跨容量混搭（如50/100/150/200Ah）
- 支持新旧混搭（按SOH限流/限深度）
- 有条件支持跨化学体系协同

- 支持同体系不同容量并联
- 支持新旧电池接入与基础保护
- 具备基本均流/均衡逻辑

智能升压

- 形成站点级“能源协同”能力：与整流/配电/发电机/储能联动，支持关键负载优先级、掉电窗口优化
- 在策略执行层面，可实现**秒级的状态感知与功率/升压策略调整**，使系统在复杂工况下实现更强的持续供电与韧性保障。

- 支持动态升压与功率闭环控制，可随负载变化自适应调整输出
- 具备更完善的限功率、软启动与过载保护策略，适配高功耗站点与负载波动场景，提升末端可用性与稳定性

- 具备基础升压/稳压与限流保护
- 支持站点常规负载供电与基本掉电切换
- 输出功率管理以固定阈值与静态策略为主

状态管理

- 覆盖 SoC / SoH / SoE 等多维健康评估，并具备趋势建模与风险预测能力
- 健康评估结果可直接驱动系统级决策（功率分配、均衡、隔离、备电策略）
- 与云端运维系统形成闭环

- 支持 SoC + SoH 联合估算，能够识别容量衰减与内阻变化趋势
- 可定位异常电芯/电池簇
- 健康状态可驱动充放电策略调整（限流、限深度、保护策略）

- 采集基础运行参数（电压、电流、温度）
- 提供基本 SoC 估算

通信站点在一些特殊场景下，需要再进一步叠加差异化安全设计

海岛



海岛站点通常长期暴露于高盐雾、高湿度、大风与无人值守环境之中，设备腐蚀速度快，维护难度极高，补给与更换周期长。其核心需求是极强的耐腐蚀能力、长周期自维护能力与高可靠性



- 增强型结构防护（IP65+/IP66）
- 盐雾防腐材料、加厚涂层
- 电池仓密封设计
- 防水防潮结构

山区



山区与高海拔场景气候变化剧烈，昼夜温差大，冬季低温严峻，且山体震动剧烈，部分站点面临覆冰与落石风险。站点的核心需求是强环境适应性、强抗震、低温性能、安全冗余



- 低温充放电保护
- 加热片/加热模组
- 抗震支撑结构、强化型外壳箱体
- BMS动态温度梯度管理能力，“低温预加热”策略

城市



城市站点以机房类室内场景为主，电力供应较稳定，但容量紧张、机房空间有限、电磁环境复杂。城市站点需求强调高能量密度、紧凑安装、低噪声与数字化运维能力



- 高能量密度电芯
- 小型化堆叠设计
- 电磁兼容性、防辐射
- 更严格的阻燃、热扩散隔断

高功耗



高功耗站点包括5G大型站点、边缘云、室分大功率站等，需要承受高倍率充放电、大电流瞬态冲击、深循环使用等工况。而且这类站点的备电时长更长、对连续供电可靠性要求极高，核心需求是高倍率性能、低内阻、高热稳定性与长循环寿命



- 高能量密度、高倍率电芯
- 精准的SOC&SOH跟踪

总结来看，通信站点锂电产品的安全等级可分为五档，在电芯本征、系统保护与云端运维方面拉开差距

通信站点锂电系统安全等级



- 高等级电芯体系与一致性控制，具备批次追溯与长期一致性维持能力
- 具备热扩散抑制与隔离、强化结构防护与高等级环境适应（极端温湿/盐雾/震动，复杂场景下稳定输出
- 系统级策略库，支持混搭、功率调度、分级保护与故障自隔离，具备精准提前主动预警与一定的自处置能力
- 云端闭环事故运维，支持远程诊断、策略灰度升级、风险分级管理，显著降低上站频次并提升可用性



- 主流高质量电芯与稳定一致性门槛，具备基础追溯与批次管控，失效概率显著低于行业平均
- 具备完善的机械/IP/热防护设计，热扩散风险可控，满足主流场景环境适应与可靠性要求
- 保护策略完整（电气/热/绝缘/故障隔离），支持远程监控与参数配置，具备较成熟的告警与处置机制
- 可规模化运维体系（告警归因、工单闭环、备件与服务网络），以“事前预防+事后快速恢复”为主



- 满足通信行业国标/国际标准的基本安全与一致性要求，但对长期一致性衰减的管理能力有限
- 具备基础结构防护与必要的热/电隔离，满足一般室外站点环境要求，极端场景需额外加固
- 具备常见保护与基础均衡，策略以阈值触发为主，支持基础远程监控但联动与自处置能力有限
- 以巡检+告警响应为主，可用但效率一般，更多依赖人工经验来控制风险边界。



- 能满足最低合规要求，但一致性与衰减差异更明显，对批次/溯源与质量控制约束不足
- 防护与热管理设计较弱，面对温湿、粉尘、盐雾等环境风险更敏感，可靠性更依赖安装与维护质量
- 具备基础采样与保护，但策略单一、精度与冗余不足，故障隔离能力有限
- 远程运维能力弱，上站频率与故障处理成本偏高，难以支撑大规模无人值守稳定运营



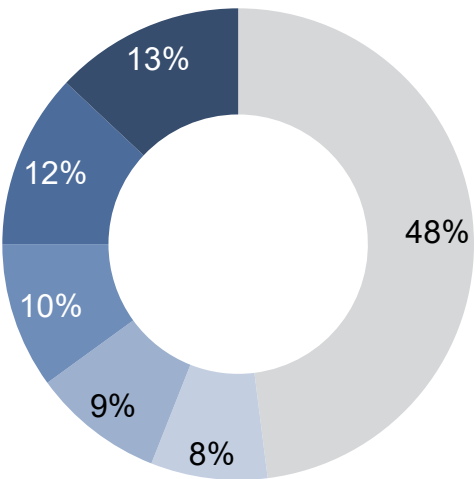
- 质量一致性与来源边界不清晰，缺乏体系化质量管理与追溯，安全下限不稳定
- 结构防护、热防护与环境适应不足，系统抗冲击、防水防尘、防腐等能力欠缺
- 护策略与冗余不足，告警与隔离能力弱，难以有效抑制故障扩大
- 缺乏成体系运维与闭环管理，风险主要依赖人工兜底，不适合通信关键站点

全球通信锂电供应商市场格局较为分散，区域内呈现局部强势厂商

- 全球市场通信储能主要厂商有华为、双登集团、南都电源、理士国际、昆宇电源、国轩高科、中兴通讯、中天科技、拓邦股份、圣阳股份、海四达等，按收入计，2025年前五大厂商共占有全球大约52%的市场份额
- 除国内的储能系统供应商外，因地区性的合规性要求和不同的额认证标准，有部分本土的供应商在各自区域有一定的市场占有率，如特斯拉、瑞典Polarium、Fluence等

2025年前三季度全球通信储能市场厂商市占率 (%)

2025年前三季度全球（除北美地区）通信储能市场厂商市占率 (%)



双登集团

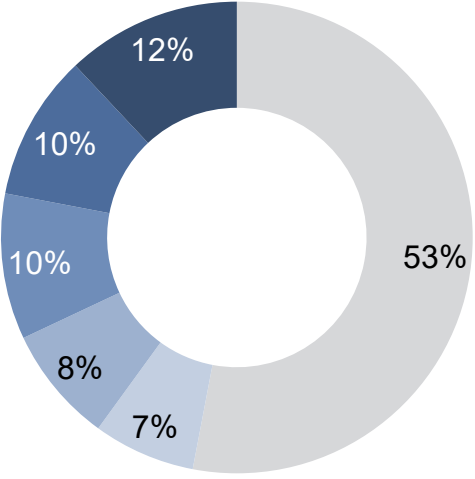
华为

南都电源

理士国际

昆宇能源

其他厂商



双登集团

理士国际

华为

昆宇能源

南都电源

其他厂商

各地区通信锂电系统主要供应商

01

中国

HUAWEI

ZTE中兴

Narada南都电源

02

亚太
(除中国)

HUAWEI

昆宇电源 COSPOWERS

双登集团 SHUANGDENG GROUP

03

欧盟&北美

Polarium

双登集团 SHUANGDENG GROUP

理士国际 LEOCH INTERNATIONAL

04

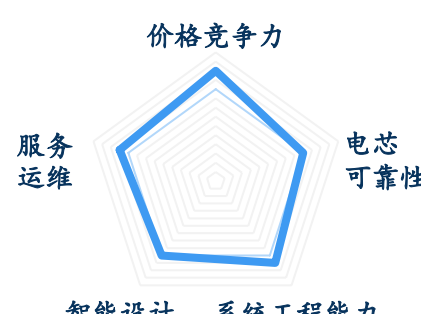
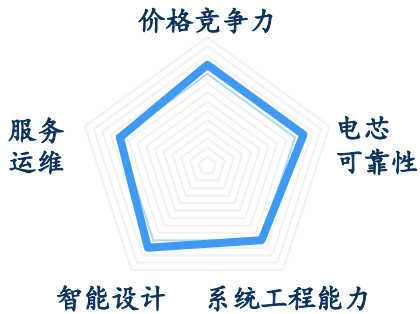
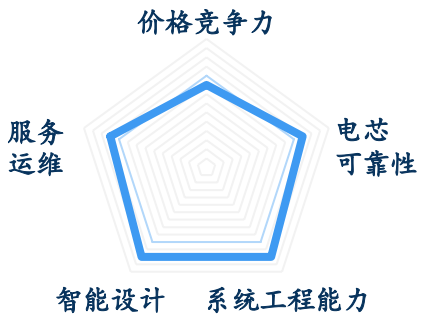
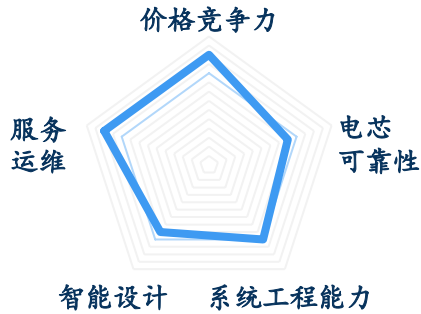
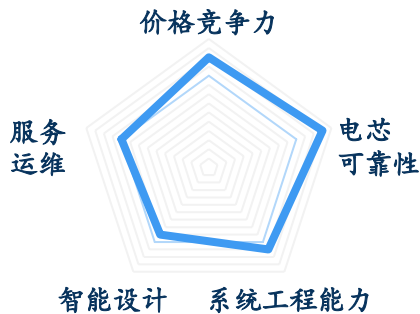
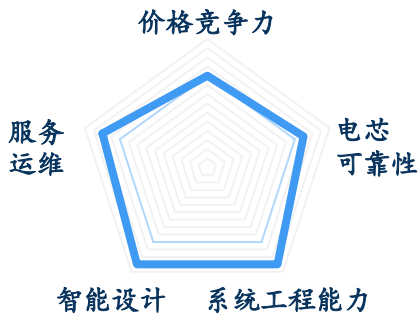
非洲
大洋洲
南美洲

HUAWEI

双登集团 SHUANGDENG GROUP

VALEN Power

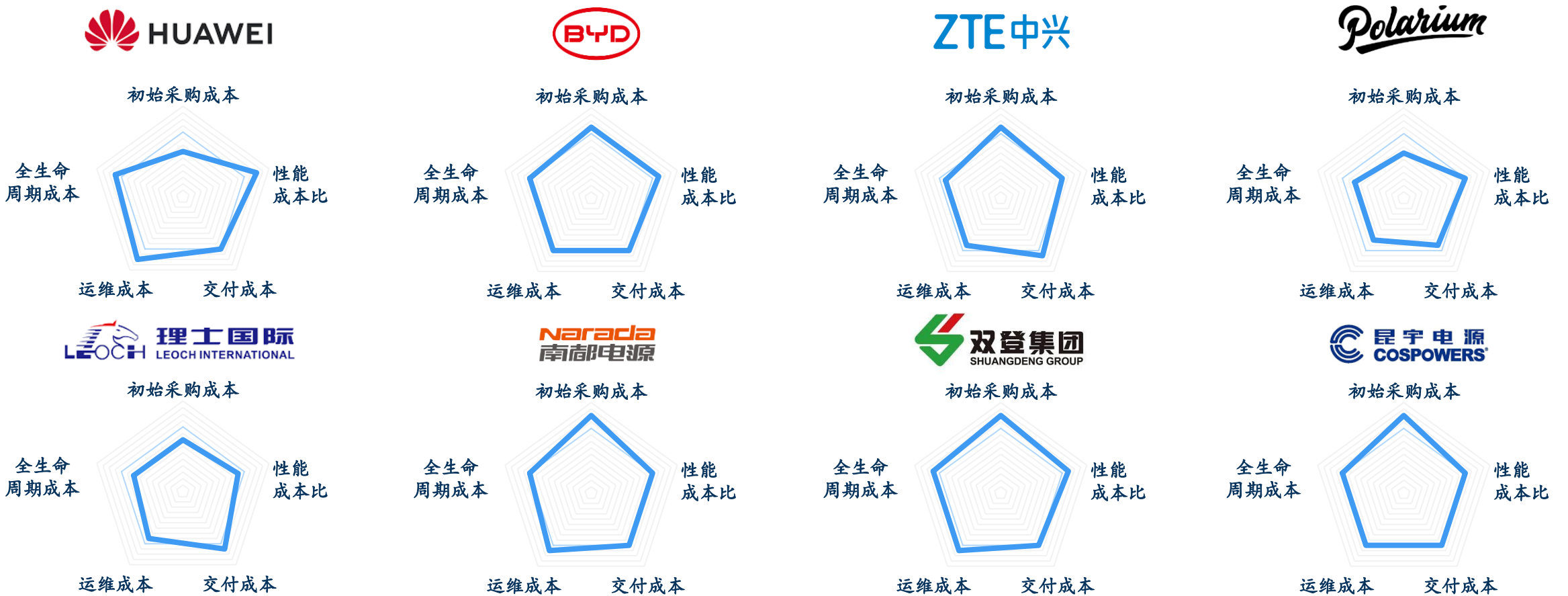
综合来看，传统储能厂商对于产品的把控更为严格，而通信锂电供应商在专业运维方面更具优势



部分本土厂商具有较高的采购价格竞争力，但综合全生命周期，安全可靠的系统产品更具价值

通过以下五大维度衡量供应商在价格方面的竞争力：

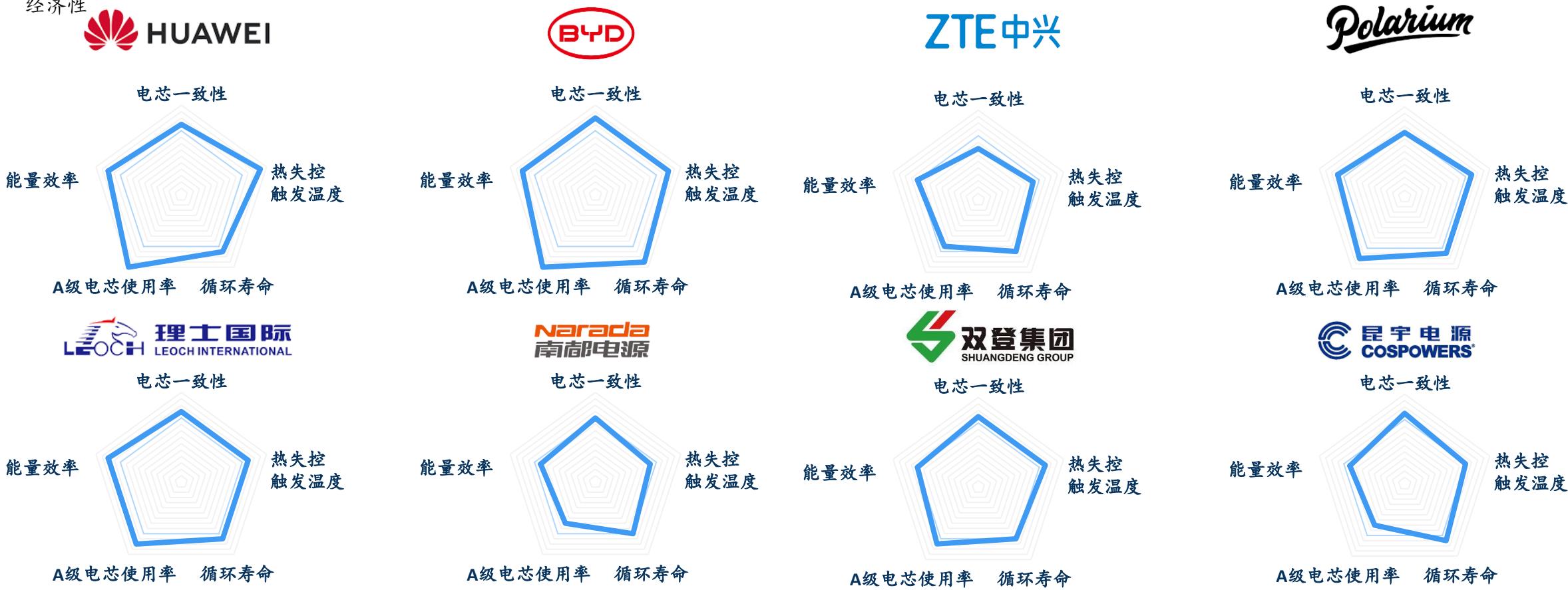
- **初始采购成本**：衡量电池系统设备的本体价格/Wh
- **性能成本比**：评价在相同投资下可获得的有效容量、寿命与安全性能等综合价值
- **交付成本**：反映安装集成、现场适配与调试复杂度对整体成本的影响
- **运维成本**：体现长期使用过程中的故障维修、备件更换与运维人力投入成本
- **全生命周期成本**：综合评估在系统长期寿命与质保范围内的平均成本，衡量真实经济性



传统的储能系统供应商在电芯质量方面拥有更深的技术底蕴，电芯可靠性和安全性更具优势

通过以下五大维度衡量供应商在电芯方面的竞争力：

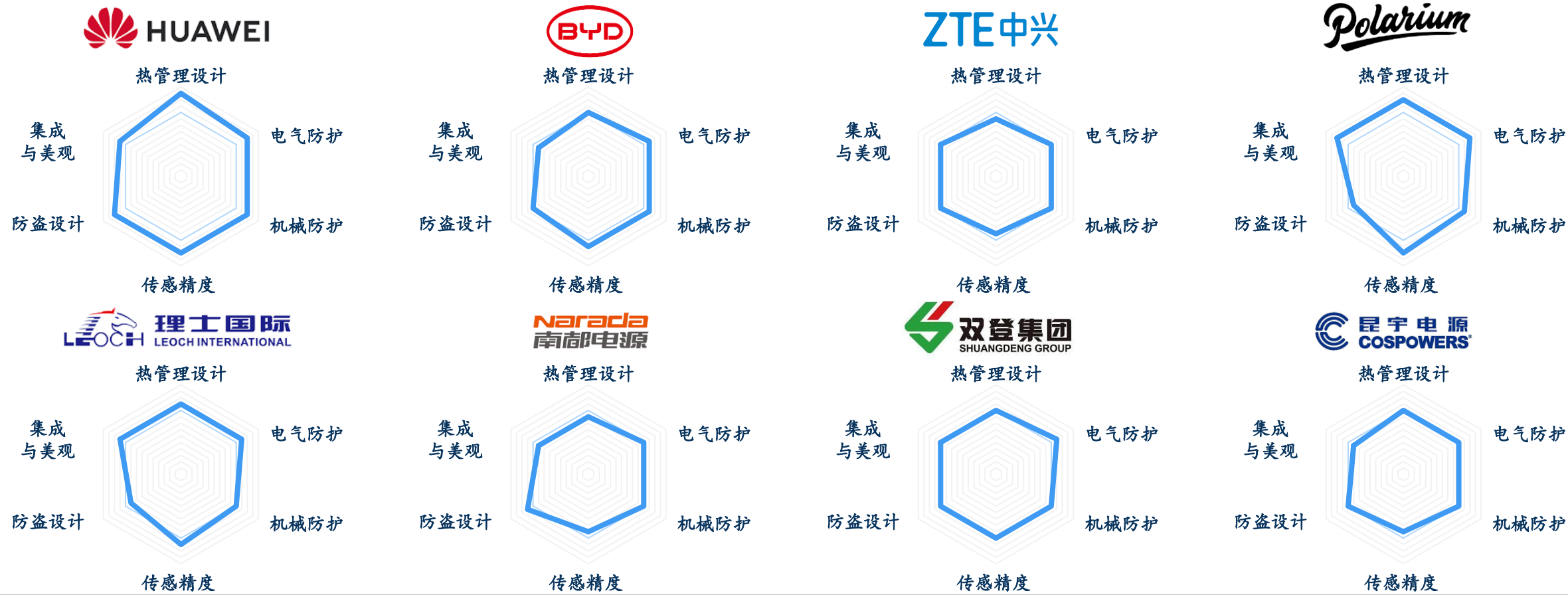
- 电芯一致性：反映电压、容量、内阻等参数的离散程度，是长期稳定运行的基础
- 热失控触发温度：衡量极端条件下保持热稳定的能力，决定本征安全裕度高低
- 循环寿命：表示电芯在多轮充放电后仍能维持有效容量的能力，影响替换周期和
经济性
- A级电芯使用率：体现产品采用高质量电芯的比例，是避免一致性衰退和安全事故的关键指标
- 能量效率：评估电芯从储能到释放的转化效率高低，直接影响可用容量与经济性



系统工程能力在厂商间具有较高区分度，华为在系统设计各方面都较为突出，热管理设计能力尤其优异

通过以下六大维度衡量供应商在系统工程能力方面的竞争力：

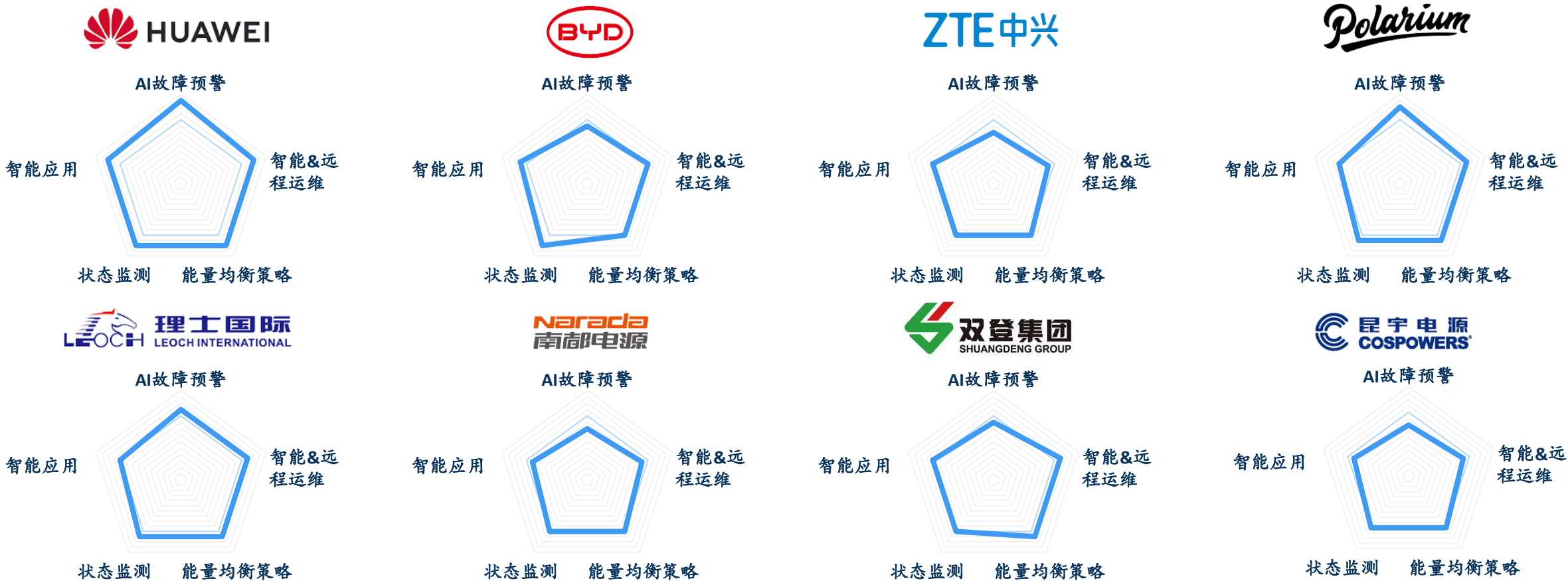
- **热管理设计**：衡量系统在高温、高功率运行下抑制热扩散的能力，包括模块级隔离、故障熔断等，保证单点故障不致损失整组系统避免性能衰退与安全隐患
- **电气防护**：反映防短路、浪涌抑制等电气设计的完备度，与通信设备的兼容能力
- **机械防护**：评价结构强度、抗冲击和抗振能力，确保在运输、施工与极端天气下维持完好性
- **传感精度**：体现产品使用的电压、内阻、温度传感器的传感器质量和检测精度
- **防盗设计**：评估产品在模组层面的防盗防拆设计
- **集成与美观度**：反映机柜化、布线设计、空间利用与产品美观性



智能化设计大多为厂商自研，华为的AI预警和算法策略在客户侧受到广泛的好评和认可

通过以下五大维度衡量供应商在智能化设计方面的竞争力：

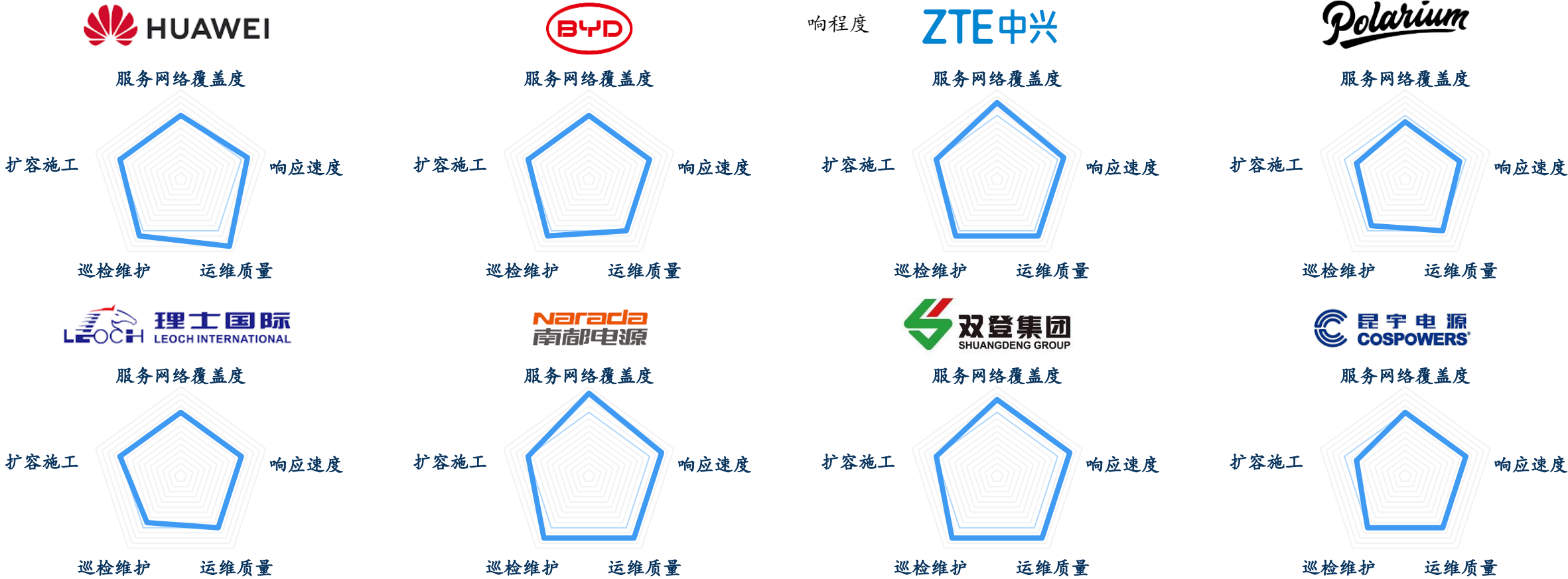
- **AI故障预警**：基于多维参数（电压/温度/内阻）进行异常识别与热失控提前预测的能力
- **智能&远程运维**：自动诊断运维、可视化监控平台能力、云边协同能力
- **能量均衡策略**：主动均衡效率、优化放电策略的算法能力
- **状态监测**：电芯健康估算精度与预测衰退趋势能力，支持寿命管理与容量补偿策略
- **智能应用**：BMS的智能混用、智能升压、智能容量测算等复杂应用



本土的通信锂电厂商在运维方面较为突出，服务覆盖度、服务意愿及服务质量具有显著优势

通过以下五大维度衡量供应商在服务运维方面的竞争力：

- **服务网络覆盖度**：衡量厂商在各区域的服务触达能力，确保偏远站点也能得到及时保障
- **响应速度**：反映故障发生后从报修到到场处理的时效性，是减少停电损失的关键指标
- **运维质量**：评价故障修复率、部件更换质量等，确保问题根因解决而非反复返修
- **巡检维护**：体现常态化健康管理、预防性维护与寿命管理能力，保障系统长期稳定运行
- **扩容施工**：衡量系统在改造、扩容与更换过程中的效率与对通信业务连续性的影响程度



综合而言，各大厂商具有自己的差异化竞争策略，华为各方面综合优势突出，头部客户的服务数量众多



技术最强、质量最优、智能化领先，但成本最高，定位偏向头部客户

在通信行业整体评价最优，其优势主要体现在系统安全设计能力与智能化能力上，尤其是 BMS 与 AI 预警算法的准确性、保护策略的完善程度以及整机系统的工程化能力。产品质感与结构安全性优于其他供应商，品牌认可度高、售后质量行业第一。大型客户服务经验丰富



电芯实力强、寿命长、安全好，价格合适，但系统监控能力偏弱，更偏海外市场

比亚迪的核心优势在于电芯技术底蕴深厚、电芯寿命长、一致性好，核心零部件可靠，属于产品“安全底子好”的厂商，整体性价比较高。然而，其系统层面的智能监控预警、智能运维模块相对一般，对国内通信行业投入有限，更偏向海外市场与车电体系



行业理解深刻、兼容性好，储能产品整体表现中规中矩

中兴凭借深厚的行业背景和见解，其锂电系统整体强调通信场景适配性。在系统集成、设备兼容性、机房与站点施工适配性方面表现较好，设计能力强，特别是在电力电子与整流器协同方面具有优势。但相比其他能源厂商，电芯稳定性稍弱，BMS 智能化与 AI 安全算法成熟度稍弱，售后能力尚可



创新突出、模块设计优秀、外观与系统体验具佳，安全性强但价格偏高

在热管理的效能可视化模块方面有创新性（灭火、风冷、液冷）、均温设计、产品小型化、外观工业设计方面表现突出。系统界面和交互流畅度高，用户体验舒适领先，安全性能优异，属于通信行业的高端精品路线。但价格通常偏高，性价比不如国内厂商



售后能力行业最佳，服务覆盖全面，性价比高，但技术先进性不突出

南都最大的优势是售后体系完善、网点多、响应快、维修到位，在运营商侧口碑较高。产品性价比高、满足基本需求，但在设计创新、智能化及高端场景（高功耗、复杂工况）上不如储能头部厂商



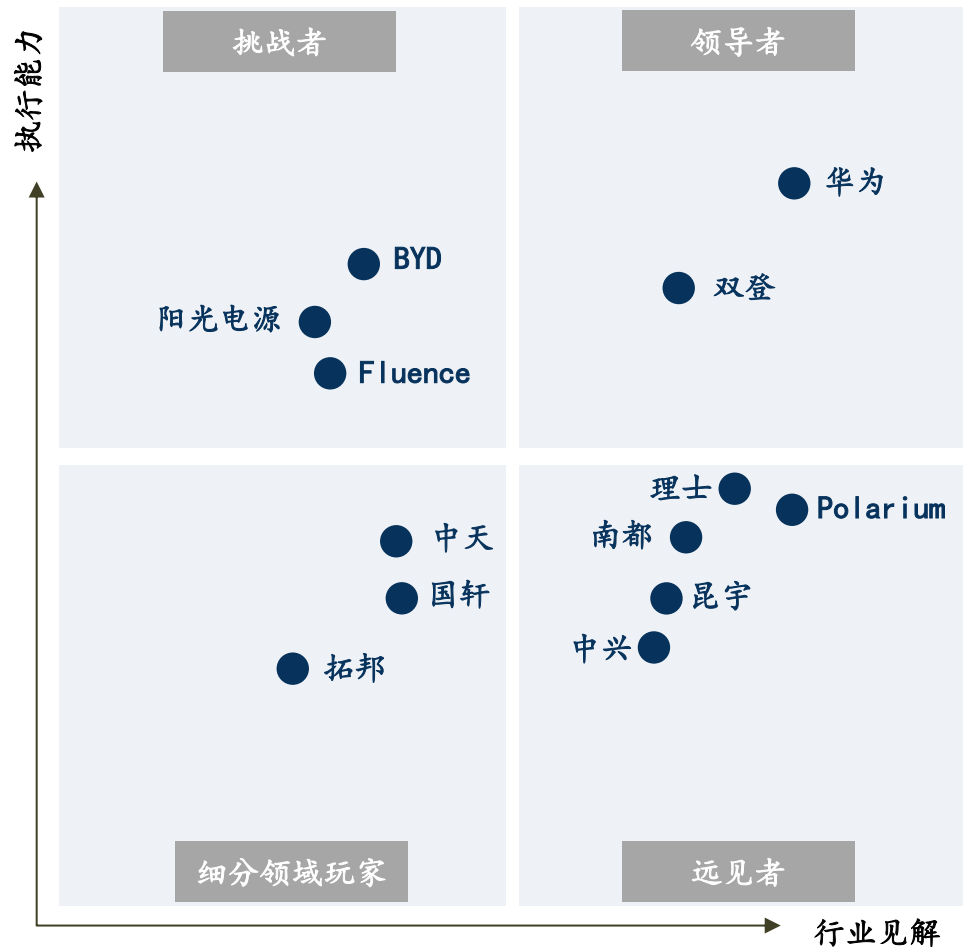
地区合规认证能力强、产品功能中规中矩

理士的核心优势是产品耐用、质量稳定、可靠性好。其产品结构稳健、循环寿命较好，性价比较高，在常规场景的适配度较高

通信储能供应商竞争格局呈现清晰分层，华为和双登依靠对通信行业的远见和技术能力成为领导者

通信站点储能供应商能力评价魔力象限

- 行业见解：代表供应商对通信储能行业的战略理解与技术路线前瞻能力
- 执行能力：代表其在实际项目交付、可靠性保障与运维服务等方面的执行能力



01 领导者象限：既懂通信，又懂储能，且具备规模化交付能力

行业经验深、技术能力强、系统成熟度高、全面满足通信行业高等级需求
此象限企业通常具备完整的通信能源解决方案能力，深度理解通信场景的高稳定性、高安全性与高智能化要求，如：
华为作为最典型的领导者，以行业最强的系统设计能力、领先的BMS/AI预警算法、出色的硬件工程能力与卓越售后树立了标杆，是“通信场景适配度最高”的供应商。

02 挑战者象限：往往“技术强但行业专注度有限”，是运营商的拓展型合作对象

储能技术和产品实力强，但通信行业深度不足或系统层能力有短板
挑战者通常拥有较好的电芯或储能底层技术，但尚未在通信场景中形成全面领先。
BYD依托强大的电芯实力、长寿命与安全性，在底层材料技术上具有优势，但系统监控能力和通信场景理解不足

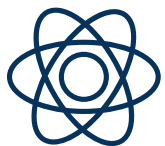
03 远见者象限：行业见解深刻，产品具有差异化特色，但综合能力或规模化能力有限

远见者通常在某些能力上表现突出（如外观设计、模块创新、服务能力），但在系统化、规模化或行业理解上还有提升空间，如Polarium是最典型的远见者，其创新模块（灭火模块、风冷/液冷结构、小型化设计）和系统体验卓越，但价格高、规模化交付能力有限，更偏精品路线

04 细分领域者象限：成本优势明显，但产品力相对弱势

此象限供应商以价格优势切入市场，适合对性能要求不高、成本敏感的项目，如中天能覆盖通信领域的储能需求，产品价格低但稳定性与功能性稍弱，是典型的“低成本+中等质量”供应商

通信站点的锂电储能系统总体呈现四大趋势



备储融合

通信站点储能正从传统“被动备电”转向具备调频调峰、削峰填谷以及为周边负载供能的“可调度分布式资源”
通过VPP平台、AI调度等方式与电网深度联动，带来可观的度电经济收益与运营效率提升，成为通信站点能源价值跃迁的核心趋势



站点绿色能源

全球碳中和战略不断推进，通信站点能源系统正从节能降耗迈向绿电
欧洲、中东等地区已将通信网络纳入绿电规范体系，通过PPA、站点光伏、VPP绿电交易等方式推动通信能源系统绿色升级，绿色能源将成为通信网络建设的新底座



锂电回收标准趋严

欧盟对锂电生产、使用与回收的法规进入全面加强阶段，要求材料回收率、循环利用率、电池护照等标准实现可追溯与强制执行
中国虽已有基础规则，但仍存在执行与体系成熟度差距，未来将在欧盟标准引领下走向更高回收率、更严格供应链透明度与更完善的全生命周期管理，通信站点也需提前布局适配工作



电池体系多样化

通信储能体系从单一锂电走向多元化。钠电池、固态、空气电池等新型电池类型的研发电池将在未来3—5年与现有体系形成互补，为通信站点带来面向不同场景的差异化解决方案与更高可持续性

通信站点从“被动备电”走向“主动调节资源”：备储融合成为核心演进方向

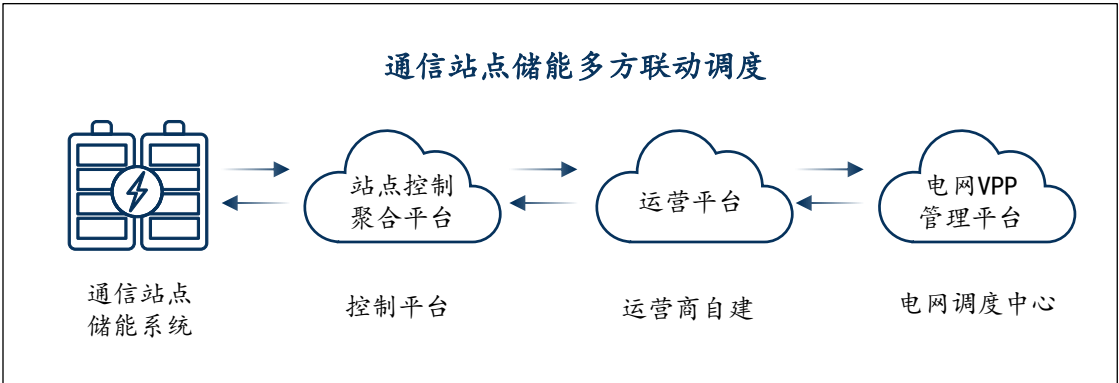
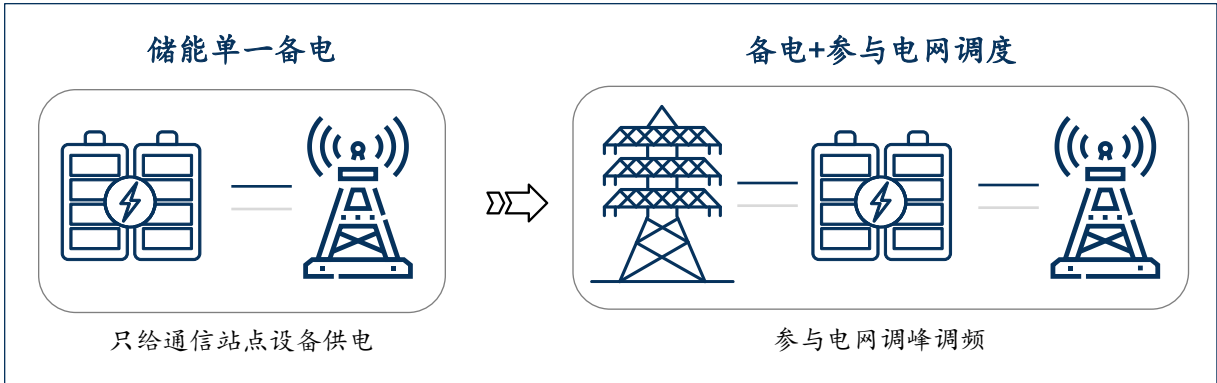
随着通信能源网与电网体系的加速融合，通信站点储能正从过去的“被动备电系统”向“可调度的区域能源资产”转变。过去多年来，通信站点锂电池仅用于站点断电后的应急供电，功能单一、利用率不足，大量储能资源长期闲置。而在 VPP（虚拟电厂）、需求响应等新型电力机制快速发展的推动下，通信运营商开始探索让站点储能参与电网调峰调频，使其从备电设施正式进入社会能源体系，通过站点控制平台、运营商能源运营平台和电网 VPP 平台的多方联动，通信站点储能正在成为电网侧的分布式调节资源，为运营商带来节能收益、为电网提供调节能力



2025年8月中国铁塔北京分公司推出首次规模化应用的准超级站点，针对北京市安全性和季节灾害等需求特点，量身打造“智储·银河”工商储一体机。该产品是北京市建成的首批准超级站点，可实现72小时应急备电支持。该项目接入了附近的119个行政村，实现备储一体。智储·银河同时还搭载数字云平台，基于深度学习和AI求解，实现电力负荷的精准预算。



2023年6月美国德克萨斯州普莱诺市部署光电与储能混合能源5G通信站点，使得站点可以错峰充电，进一步节省成本。站点通过光伏+锂电池+智能控制器的混合能源架构，实现白天以太阳能为主供电、夜间和电价高峰时由电池承担负荷，在低电价时段再智能充电，具备多次日循环、削峰填谷和需求响应能力。



站点能源系统全面迈向绿色低碳：绿电接入新阶段

随着全球碳中和战略的推进，通信站点能源系统正从传统的“高能耗、以市电和柴油为主”快速迈向“绿电就绪、储能协同、智能调度”的新阶段。各国政策相继强化可再生能源比例要求，PPA 绿电采购、站点光伏建设、站点级储能与 VPP 融合正在成为运营商能源体系的标准模式。与此同时，AI 驱动的智能电源与电池管理使站点能够在保障通信连续性的基础上充分利用绿电、降低能耗并实现电力价值化。全球趋势表明，通信站点从能源使用者向绿色能源节点转型已成必然方向，绿电化正成为运营商网络演进和可持续发展的关键能力。

欧盟科学联合研究中心（JRC）正在制定《绿色与可持续通信网络》行为准则



- **通信网络能效要求：**准则要求运营商建立可量化的网络能效指标体系，包括站点能耗透明化、RAN 能耗强度、设备深度节能模式等，并持续降低单位业务能耗
- **可再生能源接入：**鼓励通信站点通过 PPA、现场光伏（on-site PV）、储能协同、需量响应和 VPP 等方式提升绿电占比，并要求站点电源系统具备对电网友好和可调度能力
- **全生命周期可持续性：**提出电源、锂电池、网络设备的全生命周期管理要求，包括碳足迹披露、LCA 评估、退役电池回收与可追溯体系，以及与欧盟《电池与废电池法规》的衔接。

沙特《Vision 2030》绿色能源战略与通信站点绿电化趋势



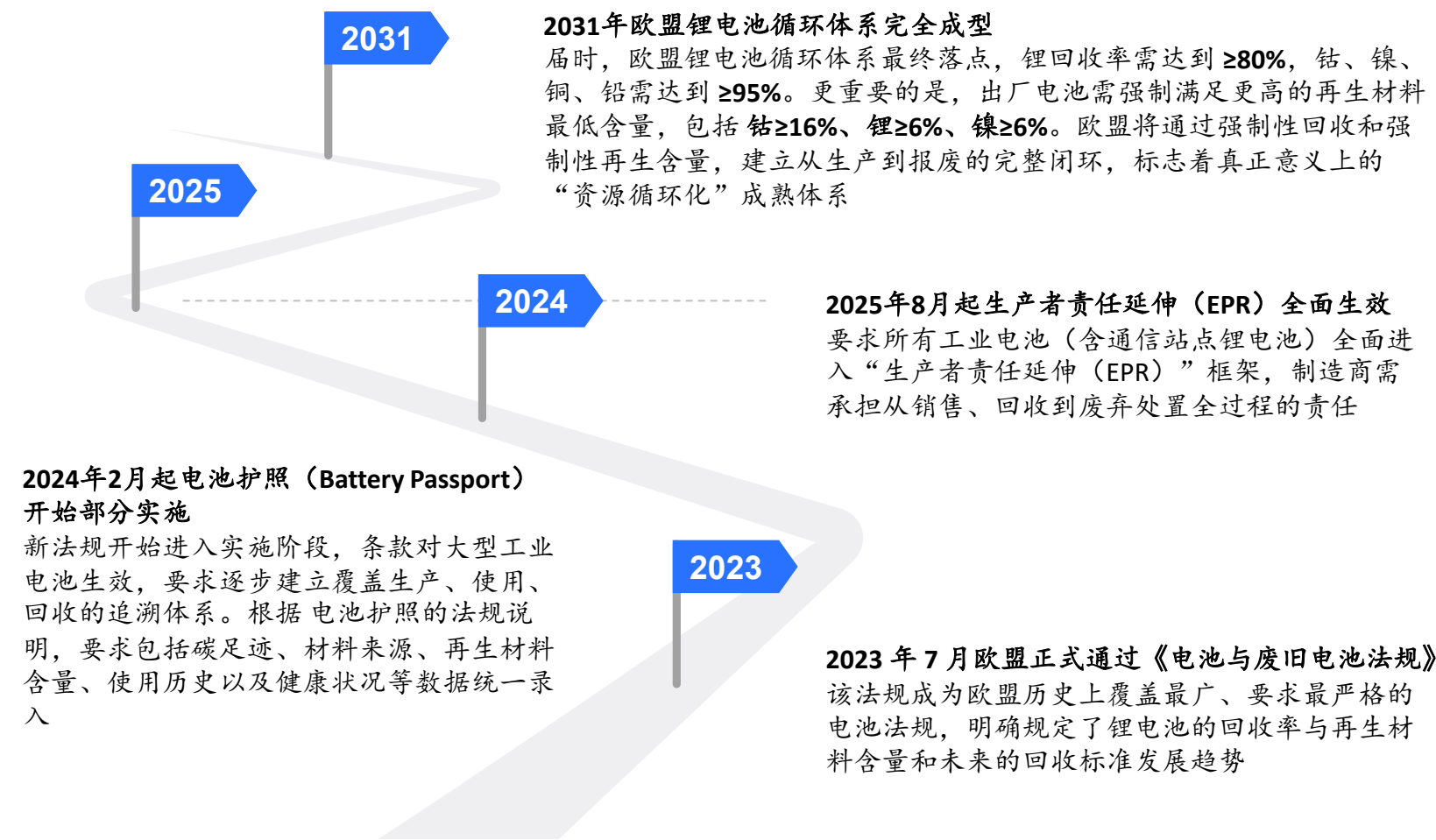
- **2030 年可再生能源占比提升至约 50%：**沙特启动 80+ 亿美元规模的太阳能与风能大型项目。通信站点部署光伏、绿电接入及储能系统是今后必然趋势
- **通信站点摆脱柴油依赖、加速光伏 + 储能替代：**政策推动运营商减少柴油发电使用，特别是沙漠、乡村等电网薄弱区域。运营商被鼓励通过“光伏发电 + 锂电储能”构建低碳站点
- **绿色站点建设纳入 ESG 与碳减排目标体系：**在 Vision 2030 和国家碳中和战略（Saudi Net Zero 2060）的双重推动下，通信运营商需披露能源消耗与减碳表现，通过光伏、储能、智能站点能源系统和绿电采购（如 PPA）提升绿色绩效，实现可持续网络发展

通信网络能源使用将从“只要供电稳定”转向“必须可再生、可追踪”：

- **用能结构“从灰到绿”，提高再生能源占比：**政策层面会要求运营商逐步提高来自光伏、风电等可再生能源的占比，新建与改造站点将被鼓励优先采用场站光伏 + 储能方案，并通过 PPA 等方式锁定长期绿电资源
- **碳管理从粗放统计到全生命周期，纳入统一的碳核算与披露框：**监管与金融机构会把站点能源系统纳入统一的碳核算标准，要求披露从建设、运行到退役回收全过程的碳排放与用能结构；绿电比例和能效指标将直接影响运营商的绿色融资、补贴获取和招标评分，倒逼站点能源方案向“高绿电、高效率、易回收”演进

全球锂电池回收标准趋严：中国通信储能锂电池回收体系将同步进入高标准时代

欧盟锂电池回收标准



中国锂电池回收要求现状

现状：存在行业规范要求，但执行力略显不足
工信部 2024 年修订发布，作为行业准入门槛，对综合利用企业的工艺效率提出了更高的要求：

- 冶炼过程中锂回收率从原来的 85% 提高到 90%
- 电极粉料回收率不低于 98%
- 杂质铝含量需低于 1.5% 等

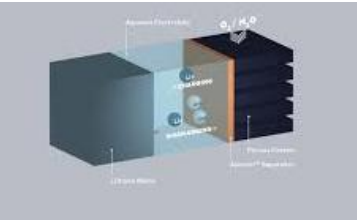
这是目前国内少数明确写出“锂回收率 $\geq 90\%$ ”的文件，但它是面向规范企业的行业条件，更像先进工艺门槛，而不是直接约束全体电池生产与使用主体的统一法规



未来：看齐欧盟锂电回收标准
国内在锂电池回收领域已经建立起较为完整的技术与环保标准体系，但整体上仍以“污染控制、工艺规范和先锋企业技术门槛”为主，缺乏类似欧盟《电池与废电池法规》那样覆盖所有电池品类、设定分阶段回收率和再生材料占比的统一强制性框架。随着欧盟新规的实施以及国内通信、储能场景中锂电装机量的快速增长，可以预见，中国未来在通信站点锂电池回收方面也将逐步向欧盟看齐，从现有的“工艺与环保标准”走向“全生命周期回收率与再生利用比例”的系统化、量化监管

电池体系走向多元化：新型电池为通信站点带来差异化场景匹配能力

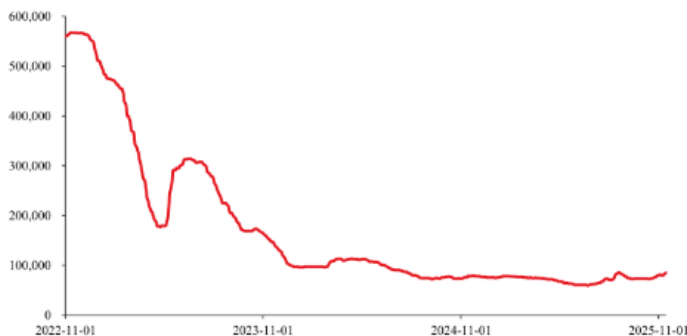
随着通信站点从传统备电走向“备储一体化”、极端环境适配与低碳化运维，电池体系正呈现多元化趋势。除主流锂电体系外，一批新兴化学体系正加速成熟，它们在成本、安全性、低温性能或长时放电等方面具备独特优势，未来有望进入通信站点能源市场并形成补充。但目前这些新技术普遍仍处于产业化早期，规模化商用尚需在成本、一致性、工程适配和运维模式上进一步验证。短期内，通信站点将以锂电为主、多体系并存为辅，中长期则可能演进为“按场景选择最优电池”的组合式能源架构

电池种类	技术特性	应用现状
 钠离子电池	• 热稳定性高：钠电池的热失控温度显著高于锂电池 • 低温性能优异：在-20℃至-40℃区间的低温放电性能普遍优于磷酸铁锂，尤其适用于高寒山区等极寒场景 • 成本稳定性强：不依赖锂、镍、钴等稀缺资源，使其成为通信行业控制 TCO 的强力候选方案	• 宁德时代、远景等企业已推出通信/储能级钠电产品，完全满足小型通信站点备电要求 • 国内部分通信铁塔公司与能源服务商已启动钠电站点示范项目 • 受制于技术成熟度和成本问题，尚未规模化，通信站点的渗透率尚低，但增长趋势显著，预计在偏远地区、海岛、极寒站点率先规模化部署
 固态电池	• 热稳定性极高：固态电池的最大特点是使用固态电解质，热稳定性极高，从根本上避免液态电解液泄漏、燃烧与热失控扩散风险 • 能量密度高：能量密度理论上能超过 350 Wh/kg，可在有限机柜空间内显著提升备电时长	• 目前固态电池仍处于产业化早期，成本高、批量一致性难控制、低温界面阻抗较大 • 日韩企业（如丰田、松下）在加速研发，中国也有宁德时代、卫蓝等企业进行示范验证。但通信行业短期采用概率不高，3-5 年内可能以小规模验证为主，率先用于高端、极高安全要求场景
 空气电池	• 能量密度高：铝空气电池具有非常高的理论能量密度，远高于锂电体系。放电过程无需充电，适用“长时间备电、高可靠性”场景，如海岛孤站、山顶站点、无电网保障环境 • 成本低、材料环保：铝资源丰富、成本低、环保性更强	• 铝空气电池目前最大的限制是“不可反充”或“可逆性差”，补能需更换铝板，需要人文运维的长期干预 • 系统成本、运维更换模式尚不清晰。国内外已有部分车企和能源企业进行示范应用，但通信站点尚未实现规模化部署，更多仍处于研发和试点阶段



供给端：锂电成本加速下降 → 推动通信领域锂电全面渗透

碳酸锂价格走势（单位：原/吨）



- 规模效应释放、材料体系切换降低成本：碳酸锂价格回落、铁锂体系量产成熟，使单位瓦时成本持续下探，通信场景的初装 CAPEX 显著下降
- 铅蓄电池份额降低，锂电替代加速：寿命、体积、能量与运维优势叠加，经济性拐点已出现，加速新建与改造站点向锂电全面转移
- 运营商预算压力下，锂电标准从“能用”转向“用得广”：更大规模招标带来议价空间，国产供应链竞争提升供给能力

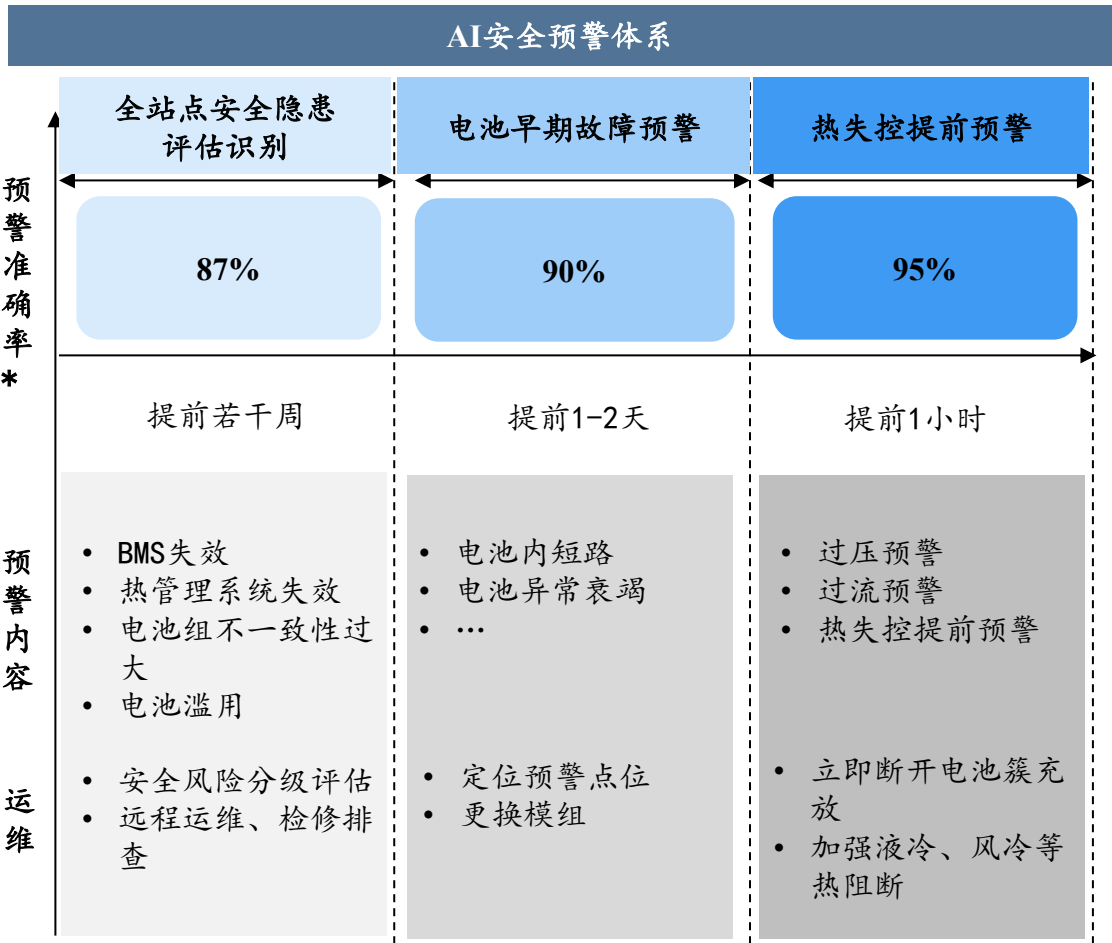
需求端：6G 技术发展 → 通信锂电需求“量级跃升+智能升级”



- 站点功耗进一步攀升，备电容量与放电能力同步增长：高频谱、高密度部署使备电时长与能效管理成为关键投入方向
- 低时延与高可靠性要求提升系统韧性标准：电力中断容忍度下降，电池备电转为核心业务保障能力，而非“保险”
- AI 原生网络架构加速智能运维依赖：电池系统需具备预测、防御、自愈能力，强化“AI-BMS + 云管理”协同体系

行业安全体系将由被动防护走向主动预警，通过大数据与AI发展故障的提前识别与自动运维

随着通信站点使用的锂电池规模持续扩大、单站负载提升、极端环境增多，传统依赖“被动防护”模式已无法满足站点安全要求。行业正在全面转向“主动预警+智能预测+全周期风险控制”的安全体系，通过传感器数字化、AI模型、云端大数据分析和智能BMS，使电池风险能够在萌芽阶段被预测与规避，实现“事前预防”的系统性升级。然而目前AI预警的准确率仍有待提升，目前仍存在较多误报、漏报的报警情况，仍然无法有效地降低运维的成本，因此AI预警已经成为行业发展的重点趋势之一

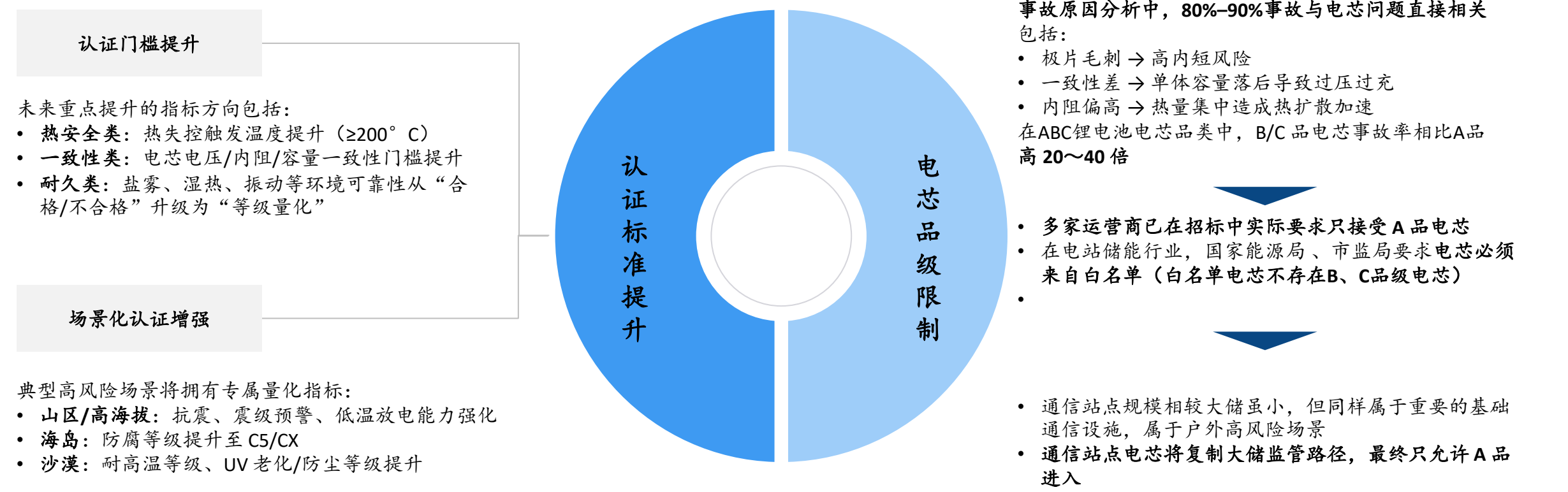


预警准确率：为目前行业领先供应商华为产品系统的预警数据



行业安全管控也将标准收紧与品级管控并行，通信锂电进入高质量时代

随着通信站点储能事故暴露度提升，安全管控正从“基础合规”加速迈向“强监管+高质量”阶段。一方面，国家与通信行业正推动认证体系全面升级，电芯热失控温度、一致性、环境适应性等关键指标将从“合格/不合格”走向“分级量化”，典型高风险场景也将进入专项认证体系；另一方面，行业已逐步由“能用”走向“用得好”，运营商在实际招标中强化电芯品级要求，供应链正由混用 A/B/C 品向“白名单+A 品为主流”收敛。未来通信锂电系统的准入门槛、性能要求与环境适配标准将持续收严，行业整体安全水平将显著提升





上海办公室及 中国研究院：

上海市静安区
南京西路1717号
会德丰国际广场25楼及
27楼

电话：86 21 5407 5781
传真：86 21 3209 8500
www.frostchina.com

香港办公室：

香港中环
康乐广场8号
交易广场2期3006室

电话：852 2191 5788
传真：852 2191 7995
www.frostchina.com

北京办公室：

北京市朝阳区
建国门外大街1号
国贸写字楼2座2401室

电话：86 10 5929 8678
传真：86 10 5929 8680
www.frostchina.com

深圳办公室及 深圳研究院：

广东省深圳市南山区大冲
一路18号华润置地大厦E
座1302室

电话：86 755 3651 8721
传真：86 755 3686 8806
www.frostchina.com

南京办公室及 南京研究院：

江苏省南京市经开区
兴智路6号
兴智科技园B栋401室

电话：86 25 8509 1226
传真：86 25 8509 1226
www.frostchina.com

成都办公室：

四川省成都市青羊区
西御街3号
领地中心东塔14楼

电话：86 28 63207456
传真：86 28 63207456
www.frostchina.com

台北办公室：

台北市信义区
松高路9号
统一国际大楼25楼

电话：886 2 7743 0566
传真：856 2 7743 7100
www.frostchina.com

F R O S T  S U L L I V A N

沙 利 文

FROST & SULLIVAN, THE GROWTH CONSULTING GROUP



沙利文全球官网 www.frost.com

沙利文中国官网 www.frostchina.com

沙 利 文