

超大规模新能源电站运维系统 技术架构





1、背景



能源与环境挑战

- 能源枯竭：目前主要使用化石能源，污染大，储量有限
- 环境污染：气候变化；环境污染

解决之道-能源革命

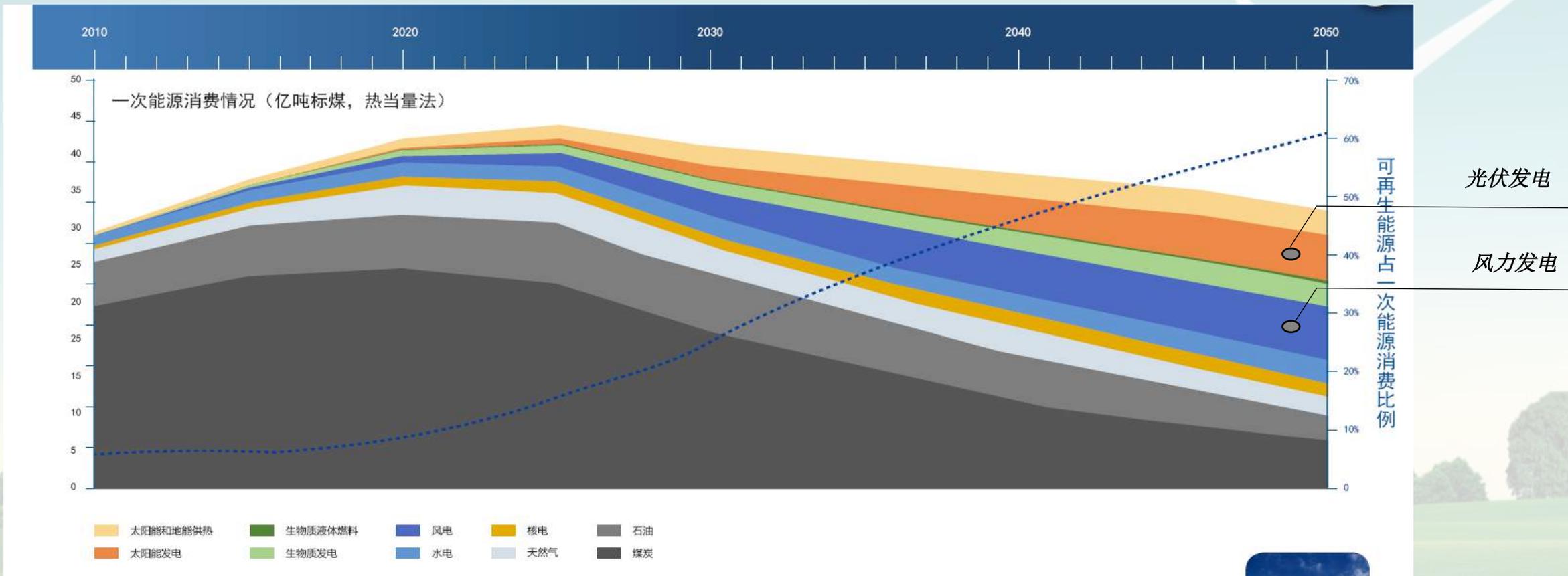
- 提高能源效率：降低能源损耗，节能，能源二次利用；
- 使用清洁能源：调整能源生产和消费结构，降低化石能源使用比例，使用可再生和清洁能源。



着力优化能源结构，把发展清洁低碳能源作为调整能源结构的主攻方向。坚持发展非化石能源与化石能源高效清洁利用并举，逐步降低煤炭消费比重，提高天然气消费比重，大幅增加风电、太阳能、地热能等可再生能源和核电消费比重，形成与我国国情相适应、科学合理的能源消费结构，大幅减少能源消费排放，促进生态文明建设。

到2020年，非化石能源占一次能源消费比重达到15%，天然气比重达到10%以上，煤炭消费比重控制在62%以内。

-国务院办公厅，《能源发展战略行动计划（2014 - 2020年）》



多个发电集团提出到2020年新能源发电能力将超过20GW。

运营商-高效

- 有效监控
- 故障诊断
- 分析决策

电网-安全

- 调度安全
- 信息安全

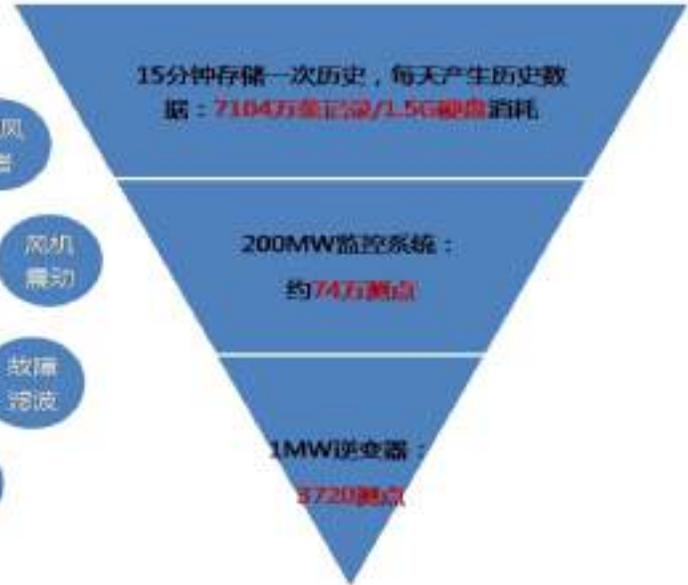
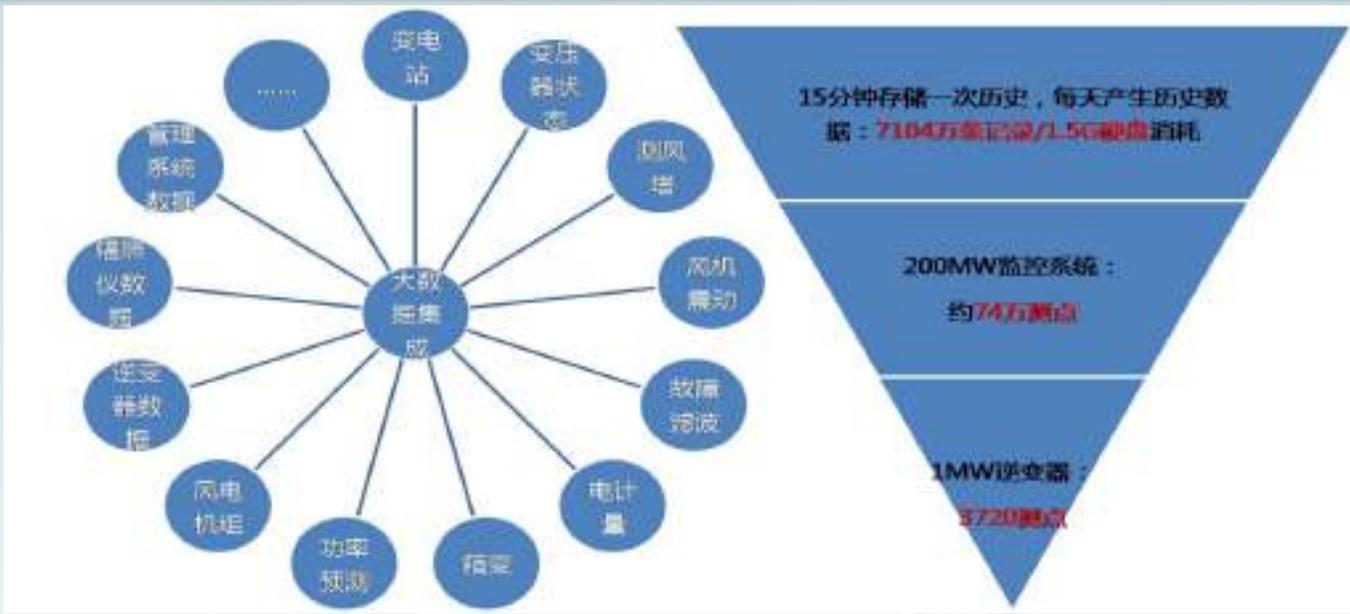


挑战-大量设备的广域分布





挑战-基于综合数据的故障诊断

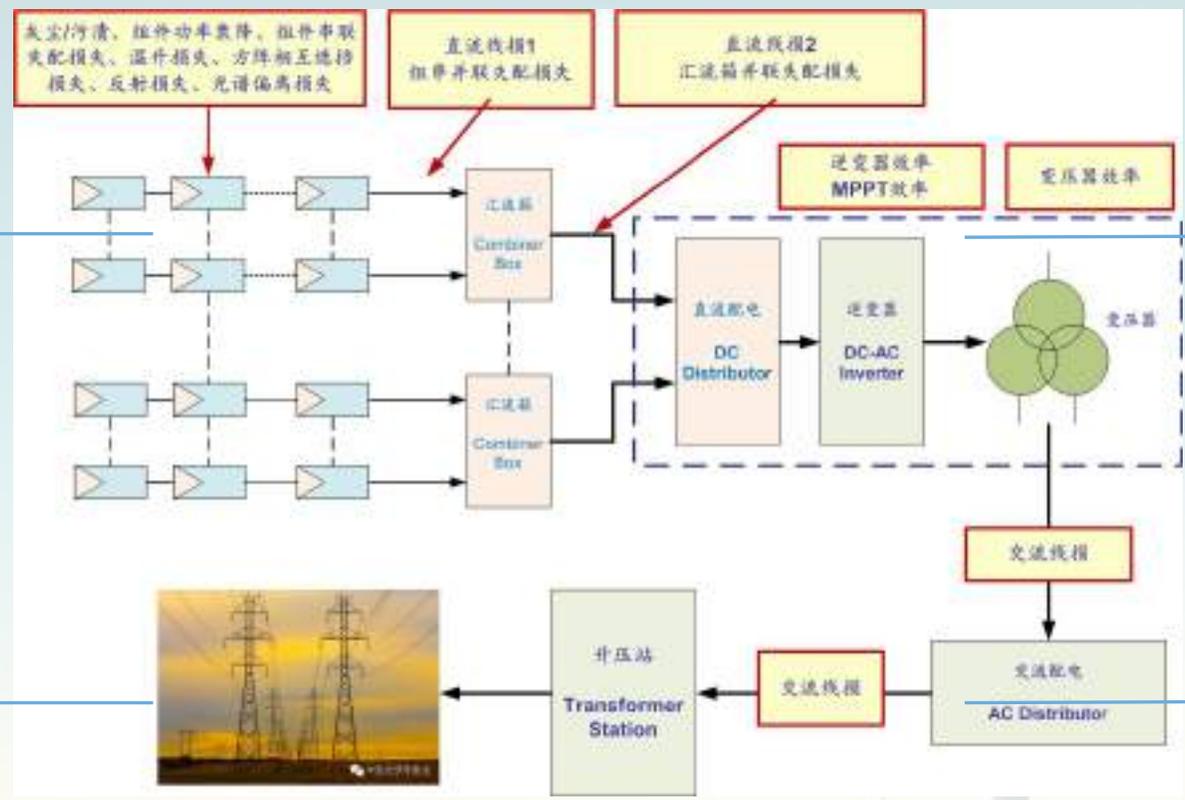


综合风电设备，光伏设备，保护，变压器，开关，气象信息等
多专业数据，统一建模，及时发现设备故障，并安排检修计划



挑战-基于海量信息的数据分析

- 光伏板转换效率分析
- 光伏板衰减特性分析
- 光伏板遮挡情况分析

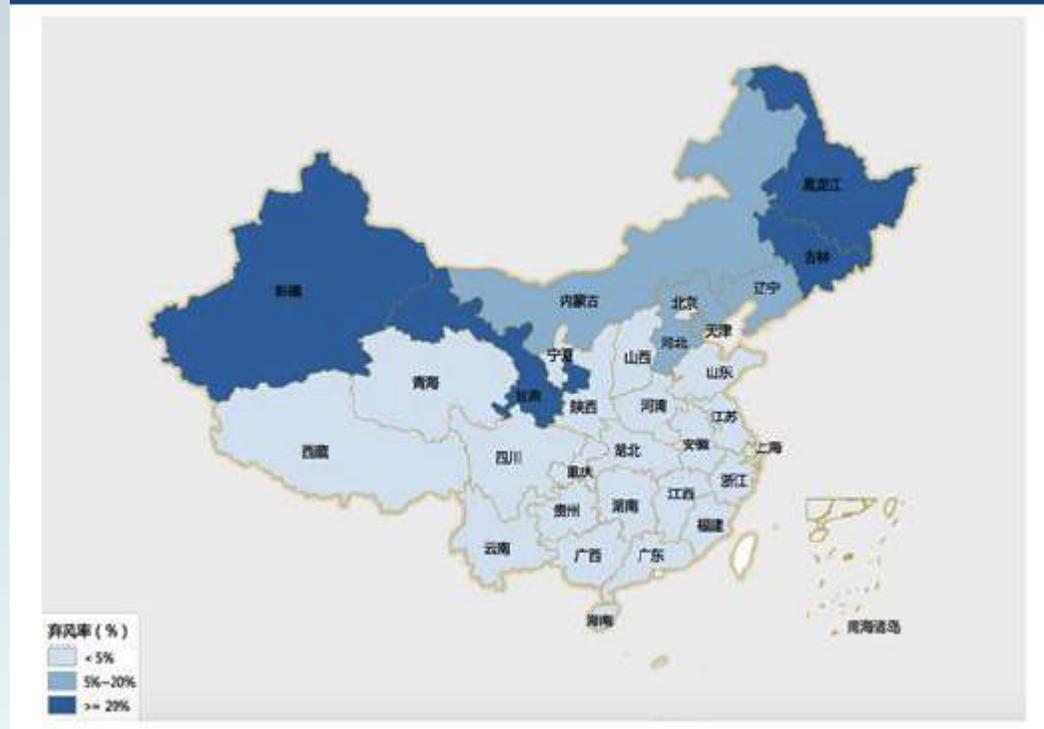


- 逆变器逆变效率分析
- 逆变器故障情况分析

- 系统发电能力分析
- 电能质量分析
- 发电经济效率分析

- AGC/AVC调节特性评估
- 功率预测误差分析
- 气象数据分析
- 站内箱变, 升压变损耗分析



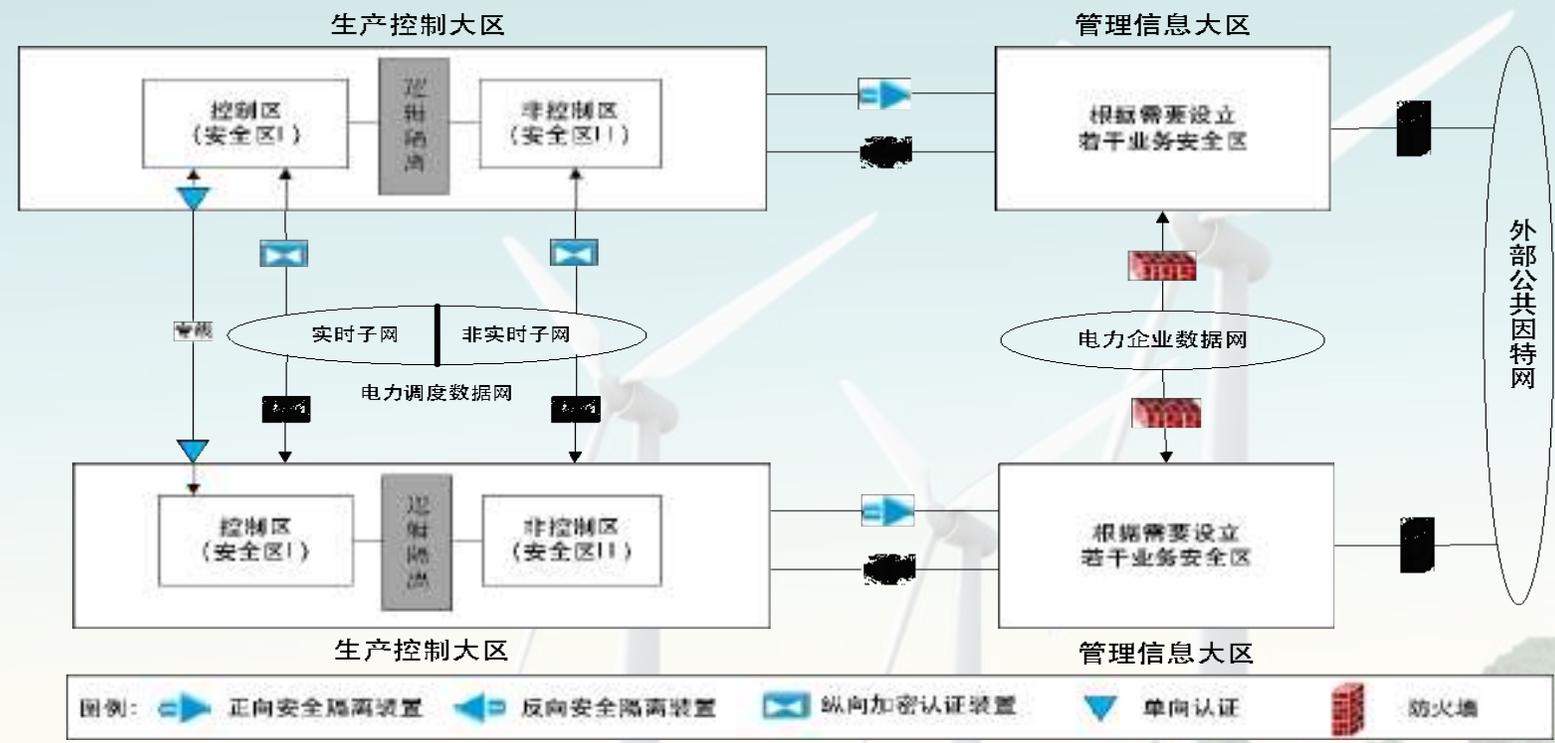


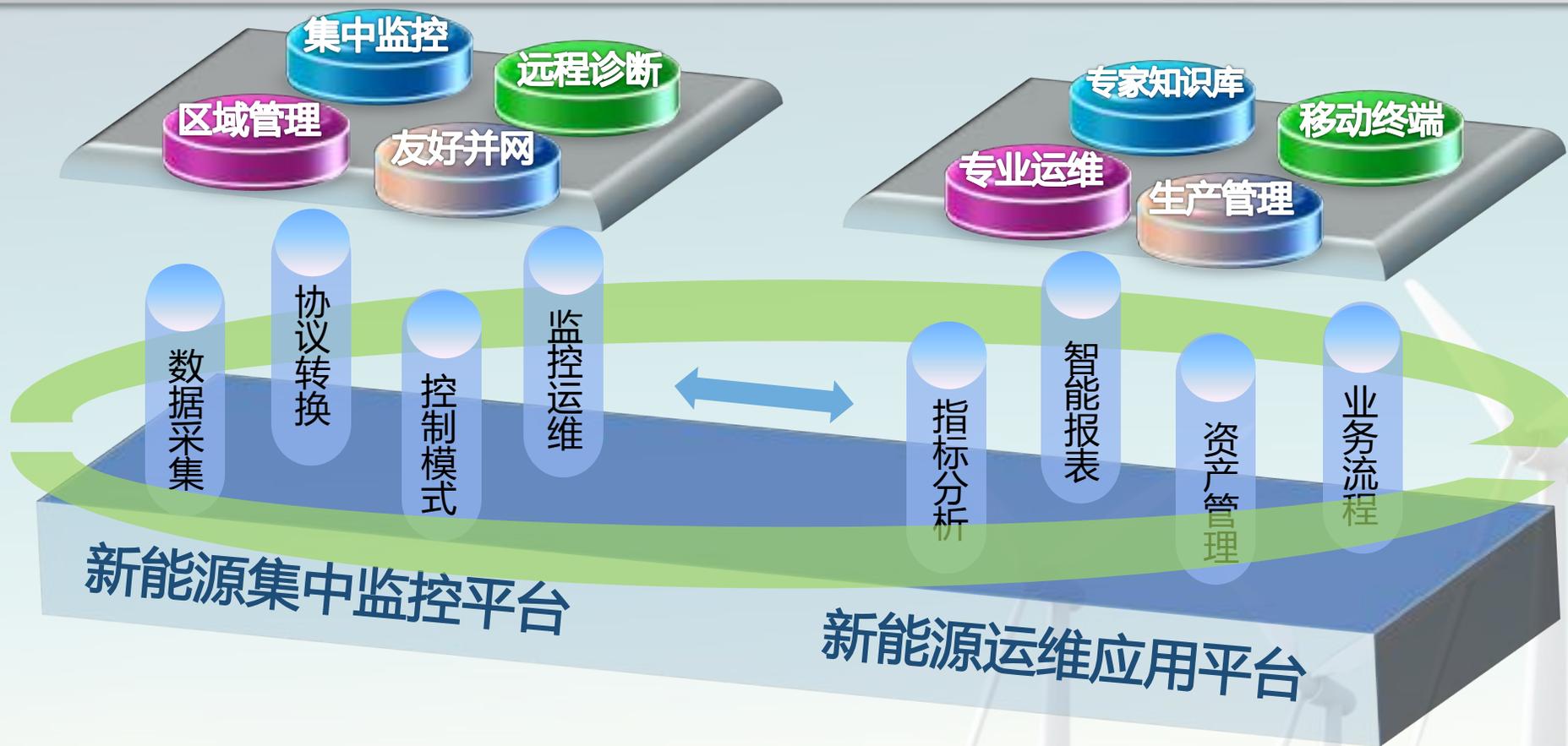
由于电力大规模储存的困难和风光新能源的“靠天吃饭”的特性，可预测，可控制是输电网对风光上网的要求。

- 储能设备
- 当地消纳
- **提高预测准确性**

2014年8月1日，国家发改委第14号令《电力监控系统安全防护规定》经发改委主任办公会审议通过，予以公布，自2014年9月1日起施行。

- 禁止生产控制大区内部的E-Mail服务，禁止控制区内通用的WEB服务。
- 允许非控制区内部业务系统采用B/S结构，仅限于业务系统内部使用。允许提供纵向安全WEB服务，但应优先采用专用协议和专用浏览器的图形浏览技术，也可以采用经过安全加固且支持HTTPS的安全WEB服务。
- 生产控制大区重要业务（如SCADA/AGC/AVC、实时电力市场交易等）的远程通信应采用加密认证机制。





以集控系统为核心，智能运维为目标，构建集团、区域集控、子站“三级一体”的管控模式。逐步实现集团新能源电站管控的标准化，规范化建设。

规范化目标：统一数据采集、统一协议转换、统一控制模式、统一UI界面；

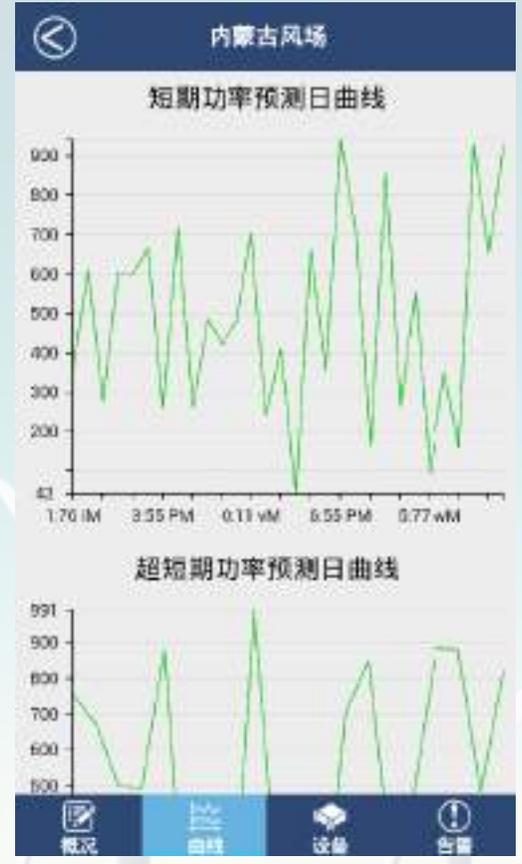
统一指标分析、统一报表格式、统一资产管理、统一业务流程；

标准化建设：子站接入标准化、数据建模标准化、监控界面标准化、统计分析标准化



2、功能







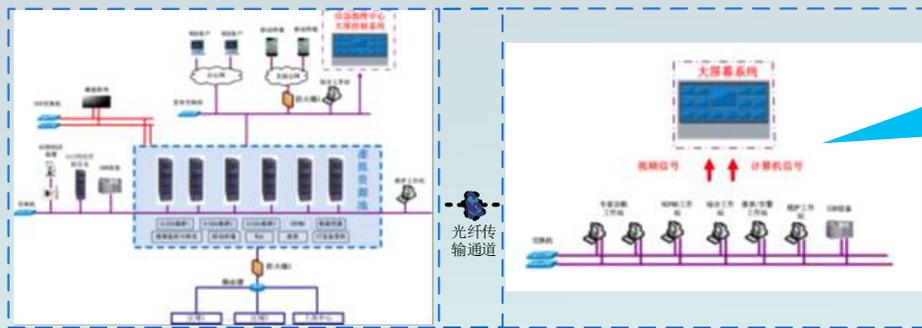
3、架构





架构-总部-地区-站三级架构

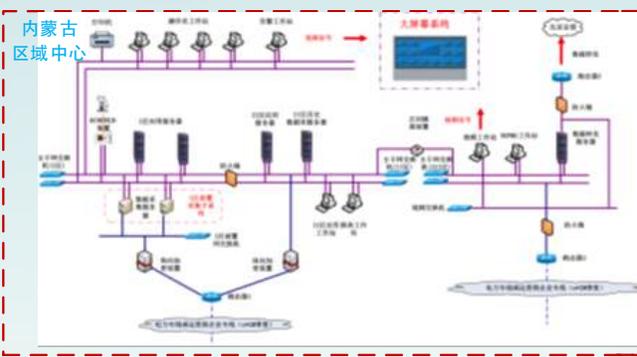
北京监视中心



总部系统，容量大，性能高

- 1) 系统在III区
- 2) 集团数据分析中心、管理中心
- 3) 大屏展示中心

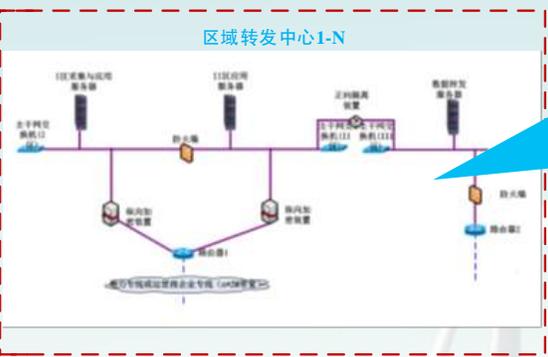
内蒙古区域中心



上海转发中心



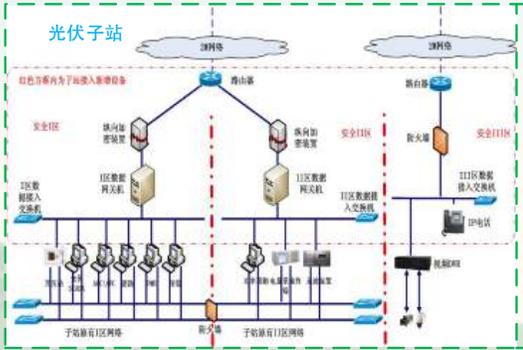
区域转发中心1-N



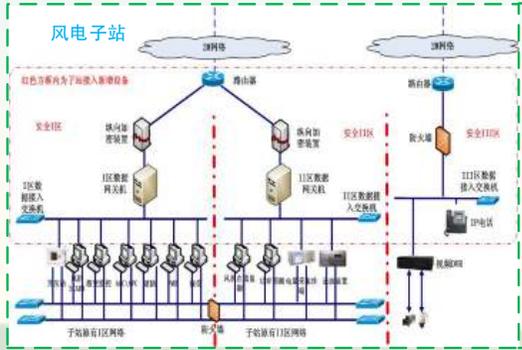
区控中心，以实时监控为主。

- 1) 系统建设在I、III区
- 2) 集控、运维在I区
- 3) 数据转发在III区

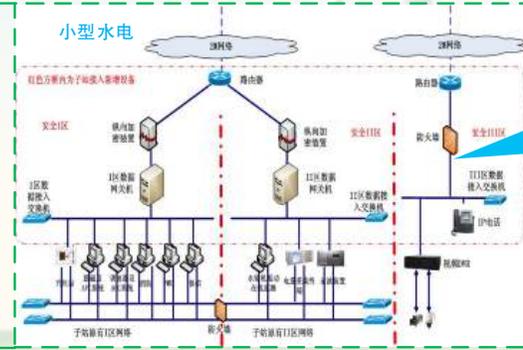
光伏子站



风电子站



小型水电



子站

- 1) 在I、II区增加网关机等设备，进行数据接入和对上转发

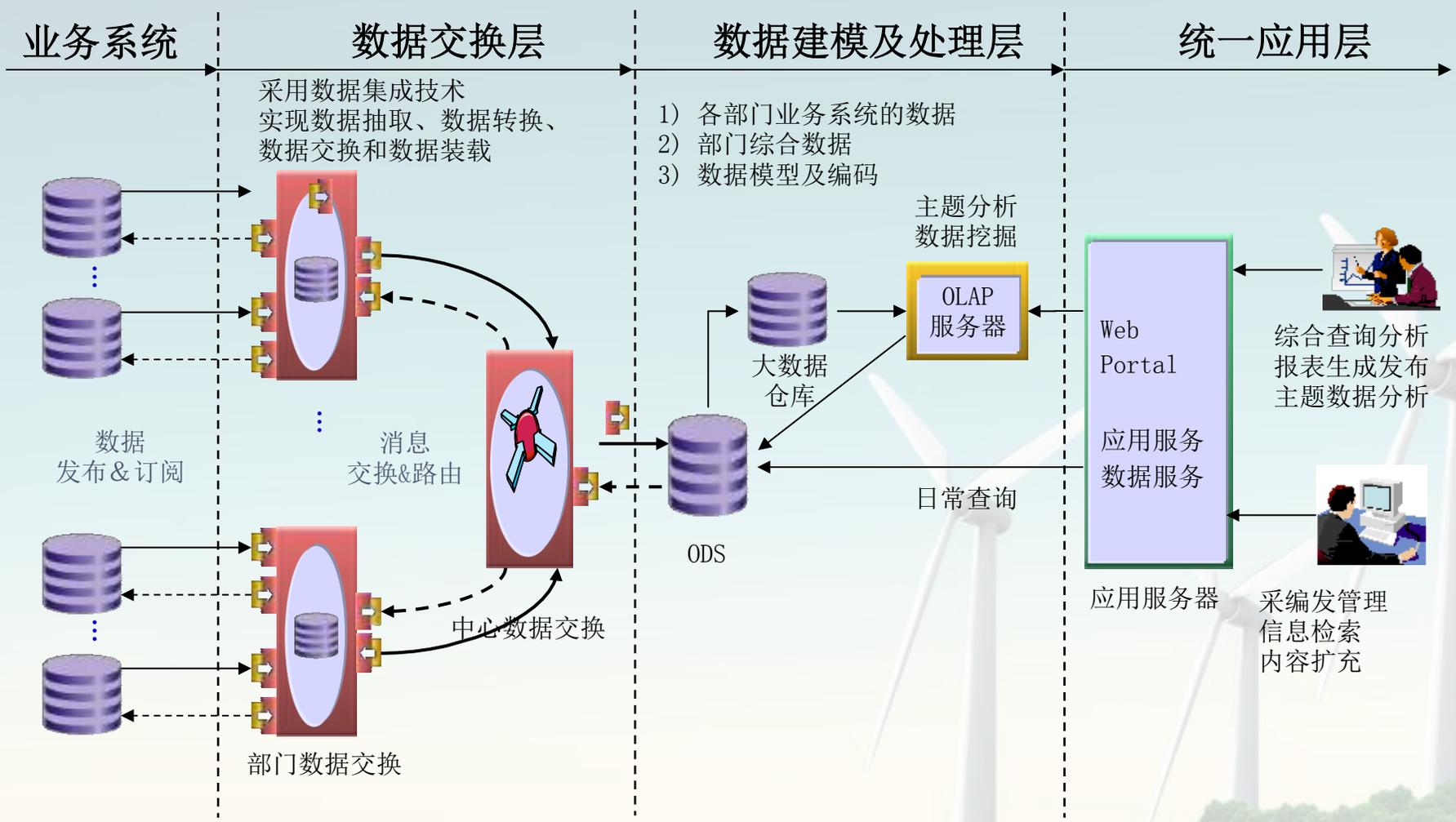


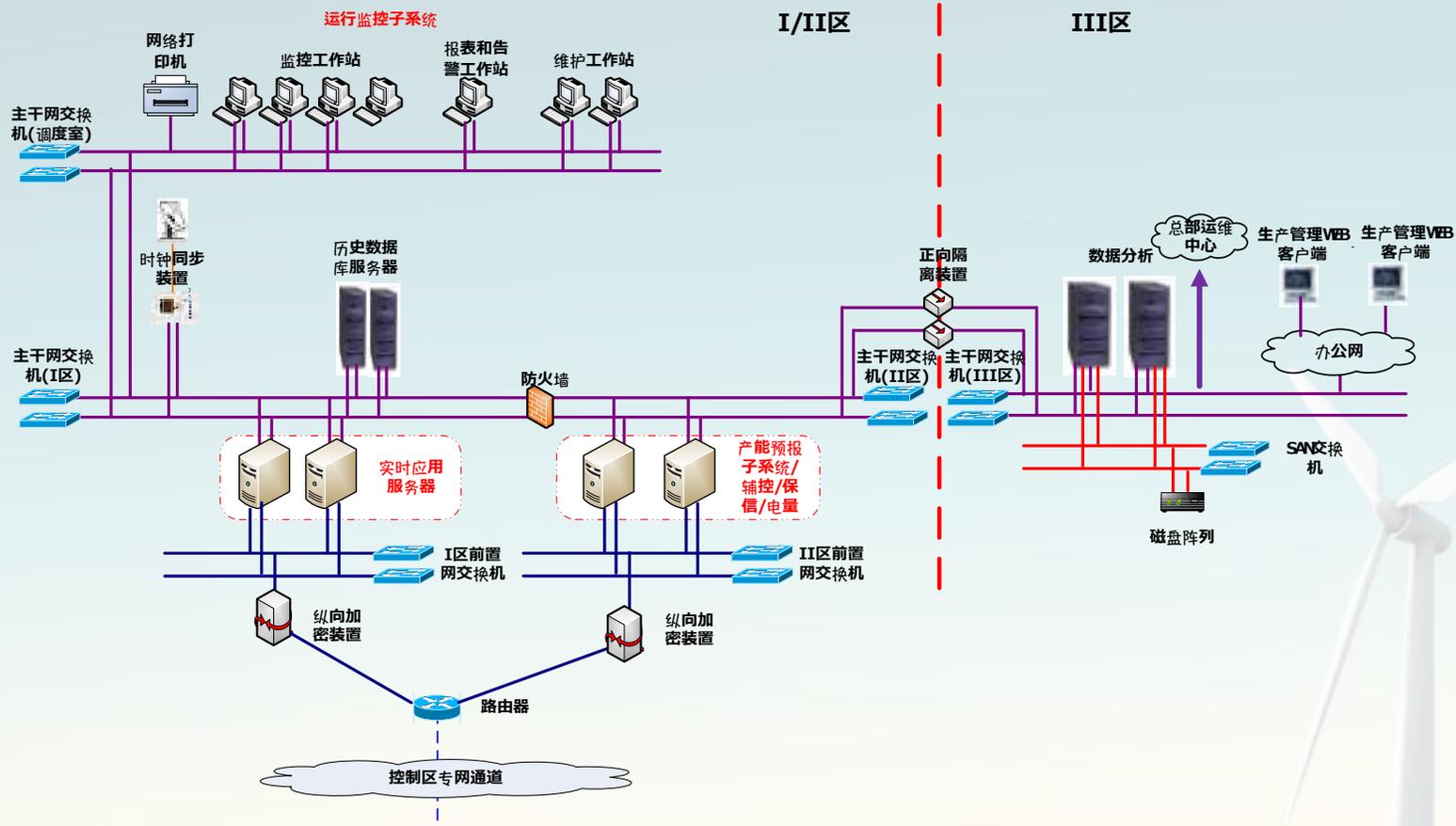
架构-实时处理软件架构

基于统一平台开发实时应用，在总部，地区，站重用基础模块，包括基础设施管理，消息中间件，实时数据库，历史数据库，图形界面，报表工具等等，

- 提升运维的一致性
- 保证业务的稳定性
- 实现新业务的快速上线







安全区将系统各业务物理部署割裂。

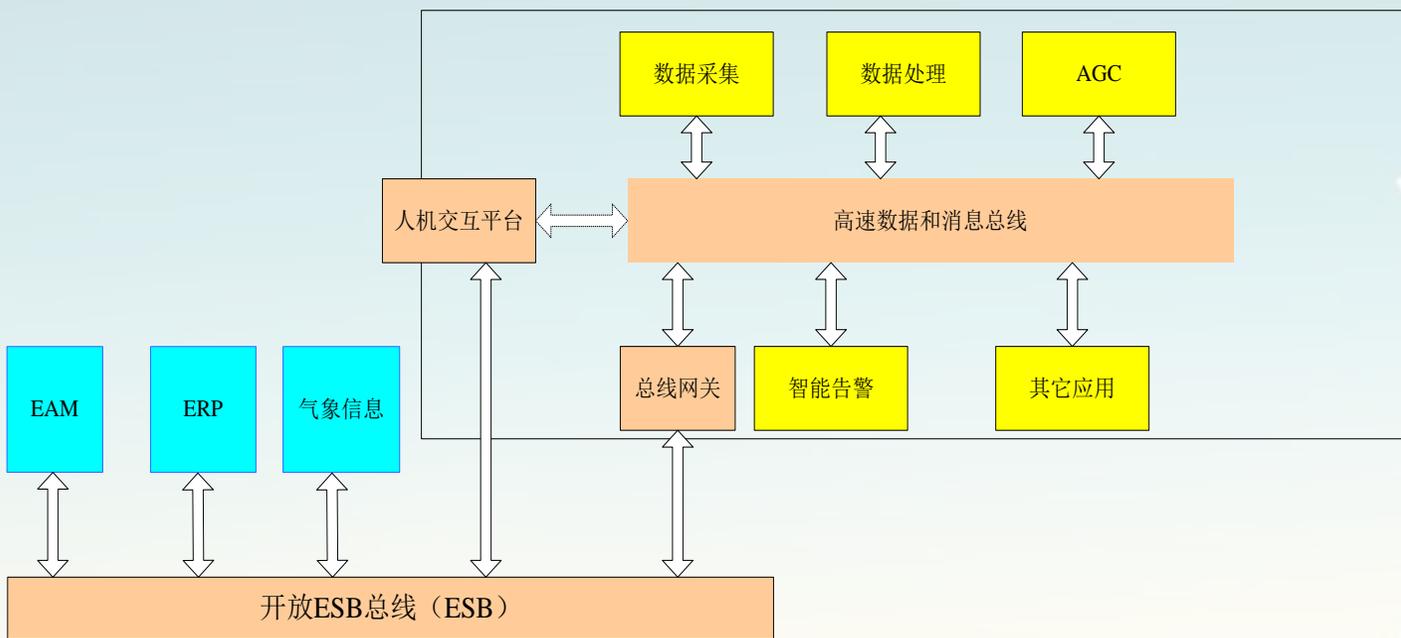
- 实时监控，AGC/AVC在I区
 - 功率预测，保信，辅控等在II区
 - 数据分析，设备管理等在III区
- 平台负责数据在各区的同步，使得业务数据在各区共享，业务流程在各区贯通。



4、关键技术



消息总线是SOA架构的基础，提供同步/异步，组播，订阅/发布等机制。系统内部使用去中心化的高速消息总线，实现大数据实时处理下的高性能；对外使用基于开放协议的集中式ESB，易于管理。



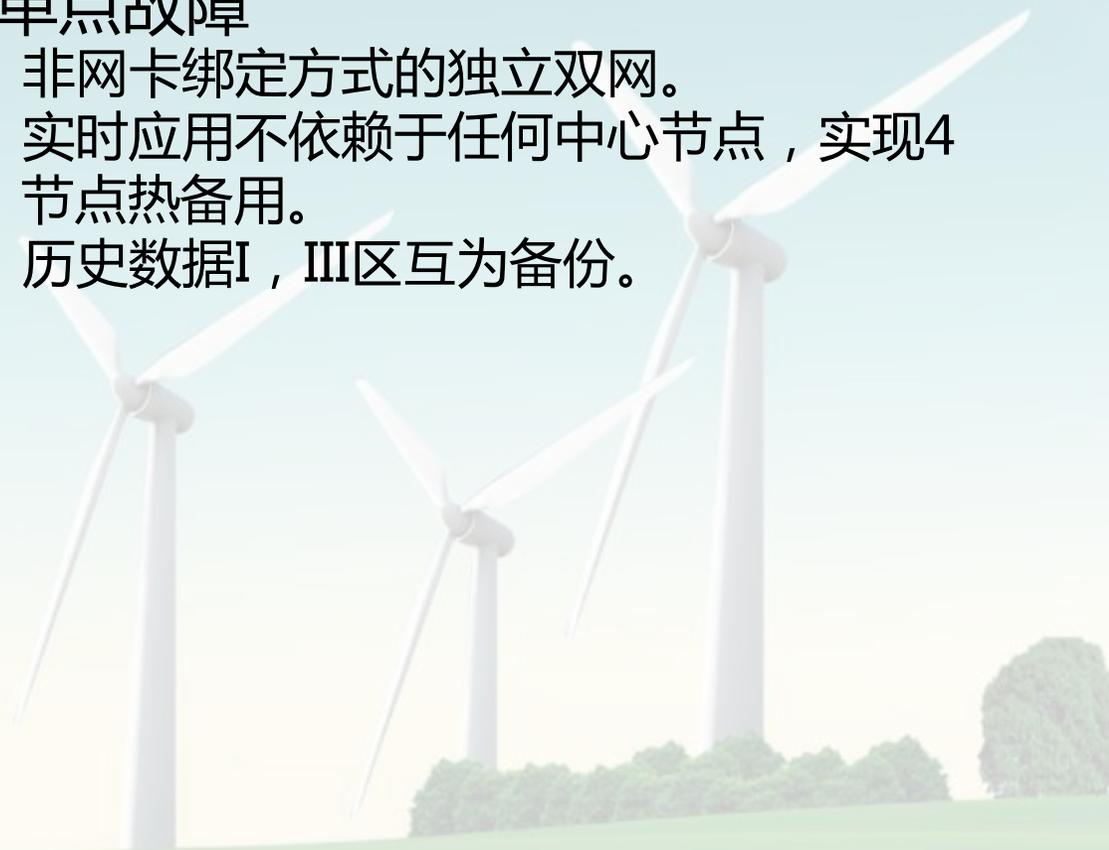
去中心化 vs 中心化

	高速消息总线	开放服务总线
结构	分布式点对点通信	集中式消息服务器
协议	私有二进制序列化	基于开放标准JMS, WS, XML/Json及IEC等
性能	高	中
安全	低	高
管理性	中	高
可靠性	高	高



消除单点故障

- 非网卡绑定方式的独立双网。
- 实时应用不依赖于任何中心节点，实现4节点热备用。
- 历史数据I，III区互为备份。

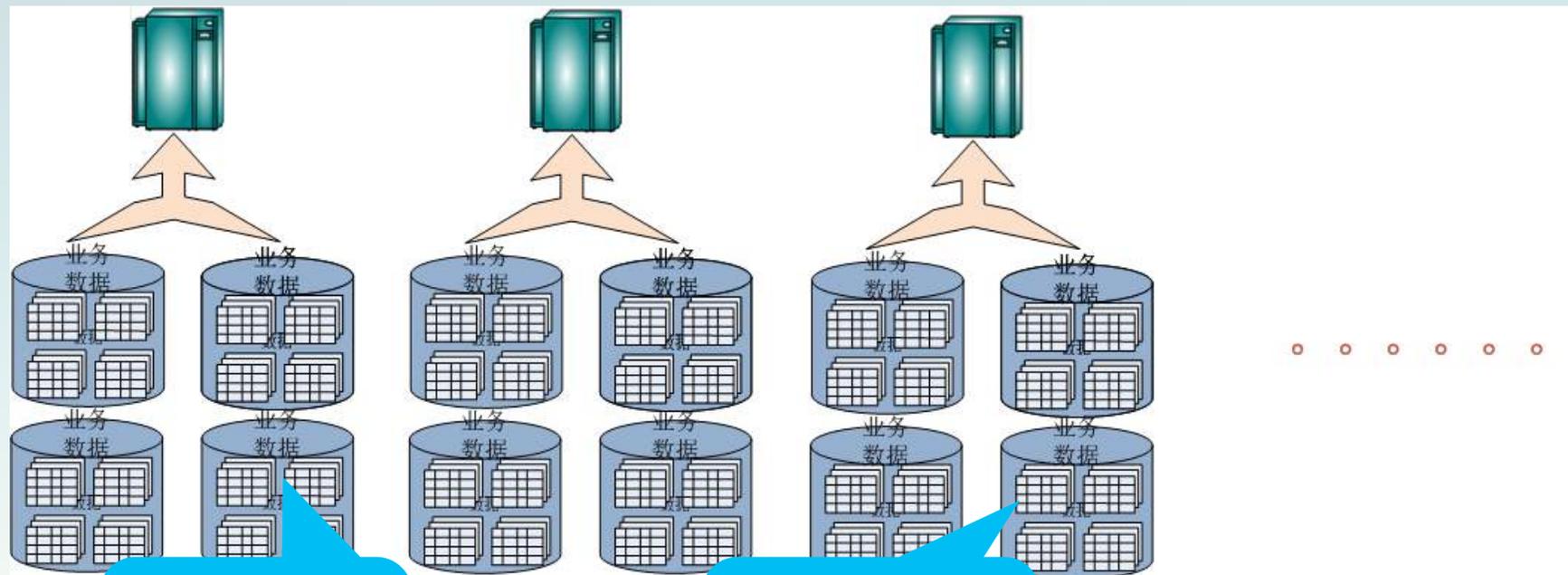




千万点级别数据容量实现

◆ 采集容量扩展：增加应用集群扩展处理容量，适合系统按计划逐步扩容

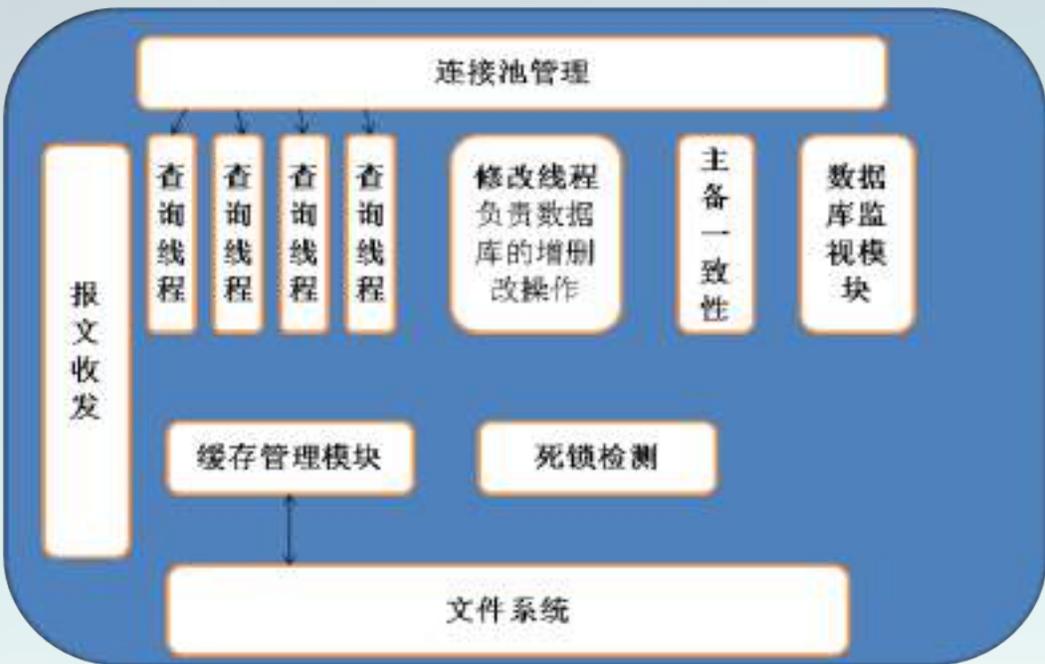
动态分片 vs 静态分片



单SCADA支持
100万点实时数
据处理能力

可配置集群实现
千万点级别实时
数据处理能力

- 静态分片的优点
 - 运维直观，某站属于某实例
 - 隔离性好
 - 责任区和权限设定简单
 - 适合于有计划的扩容
 - 每个实例内可以强结构化
 - 方便总部-区域同步



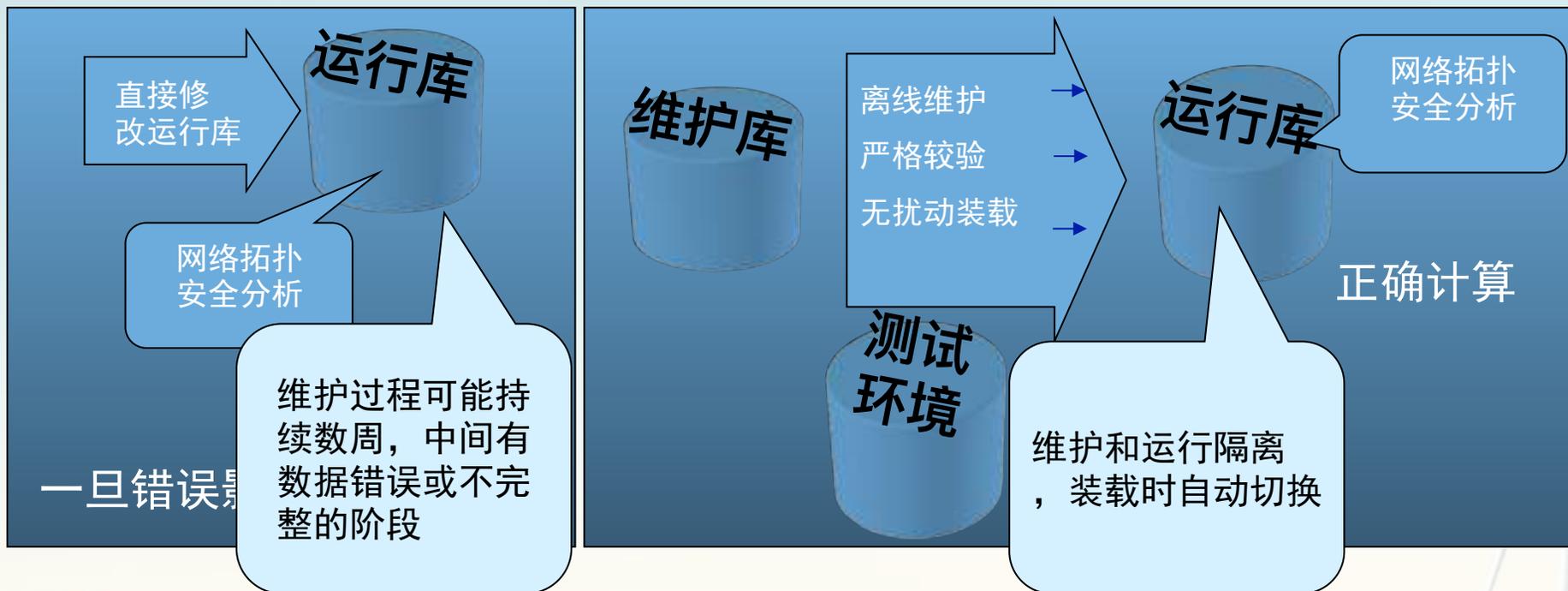
强结构化 vs 弱结构化

和流行的NoSQL比较,SOPHICDB更强调结构化建模、单实例的处理能力、维护使用的便利性上。不利于实现动态分片。

高性能内存数据库SOPHICDB

	开源NoSQL	SOPHICDB	优缺点分析
存储	键值对	记录表, 关联数据连续存储	连续遍历速度快
结构	无关系	层次关系	有利于直接表达复杂模型, 但不利于自动分片
接口	简单, 程序解释	元数据自描述, 对象映射, 紧耦合	简化应用编程, 效率高
索引	Hash树	Hash树, 地址索引表	地址索引表为一次间接寻址, 常数时间
维护方式	即时生效	长事务提交, 版本管理	有利于一次维护过程持续数天

短事务vs 长事务



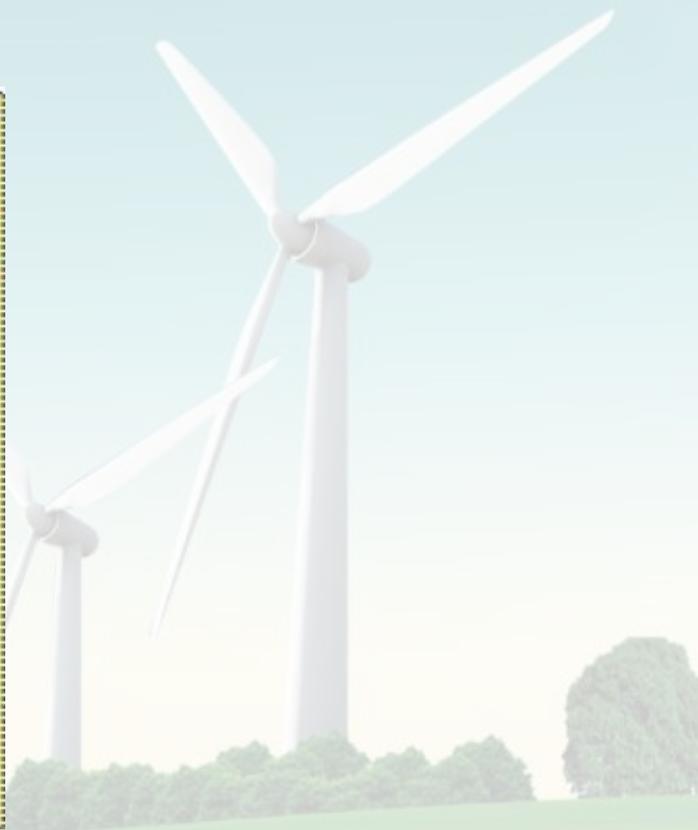
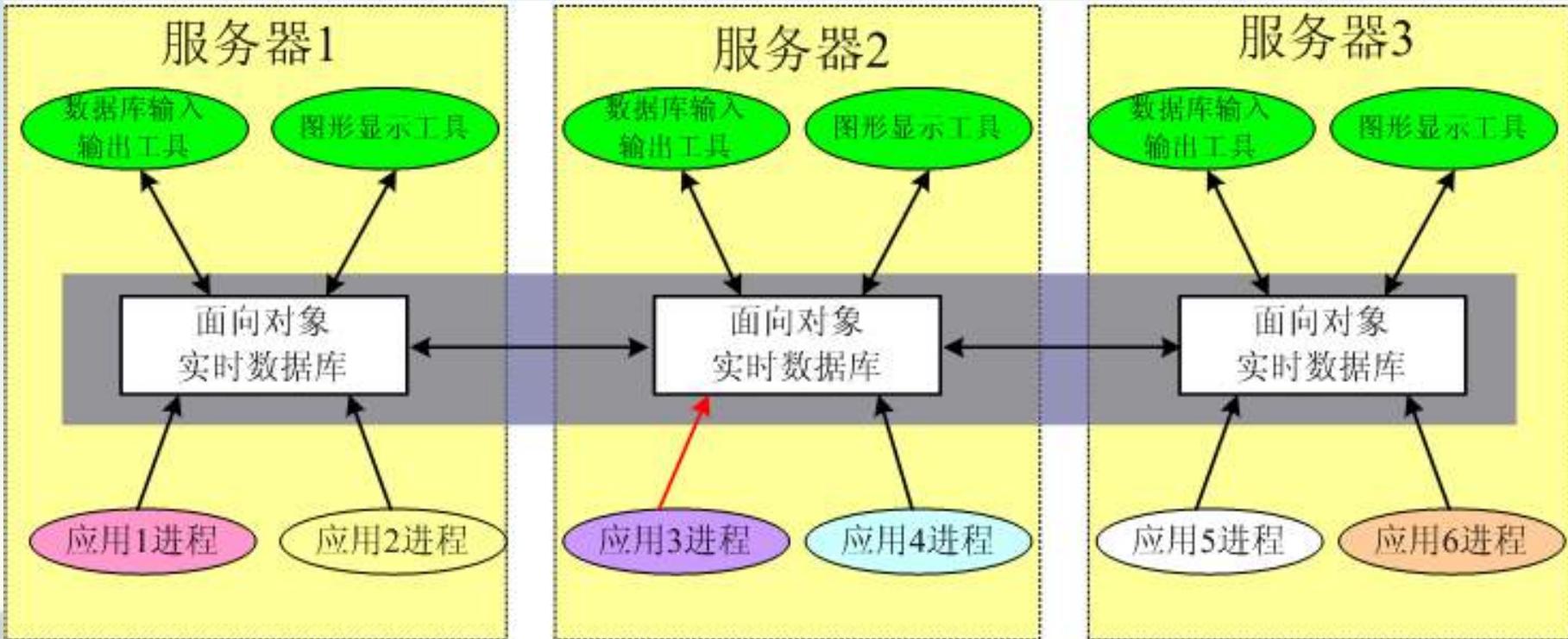
长事务的优点

- 运行和维护、测试分离
- 版本管理
- 可回溯，用于反演或研究

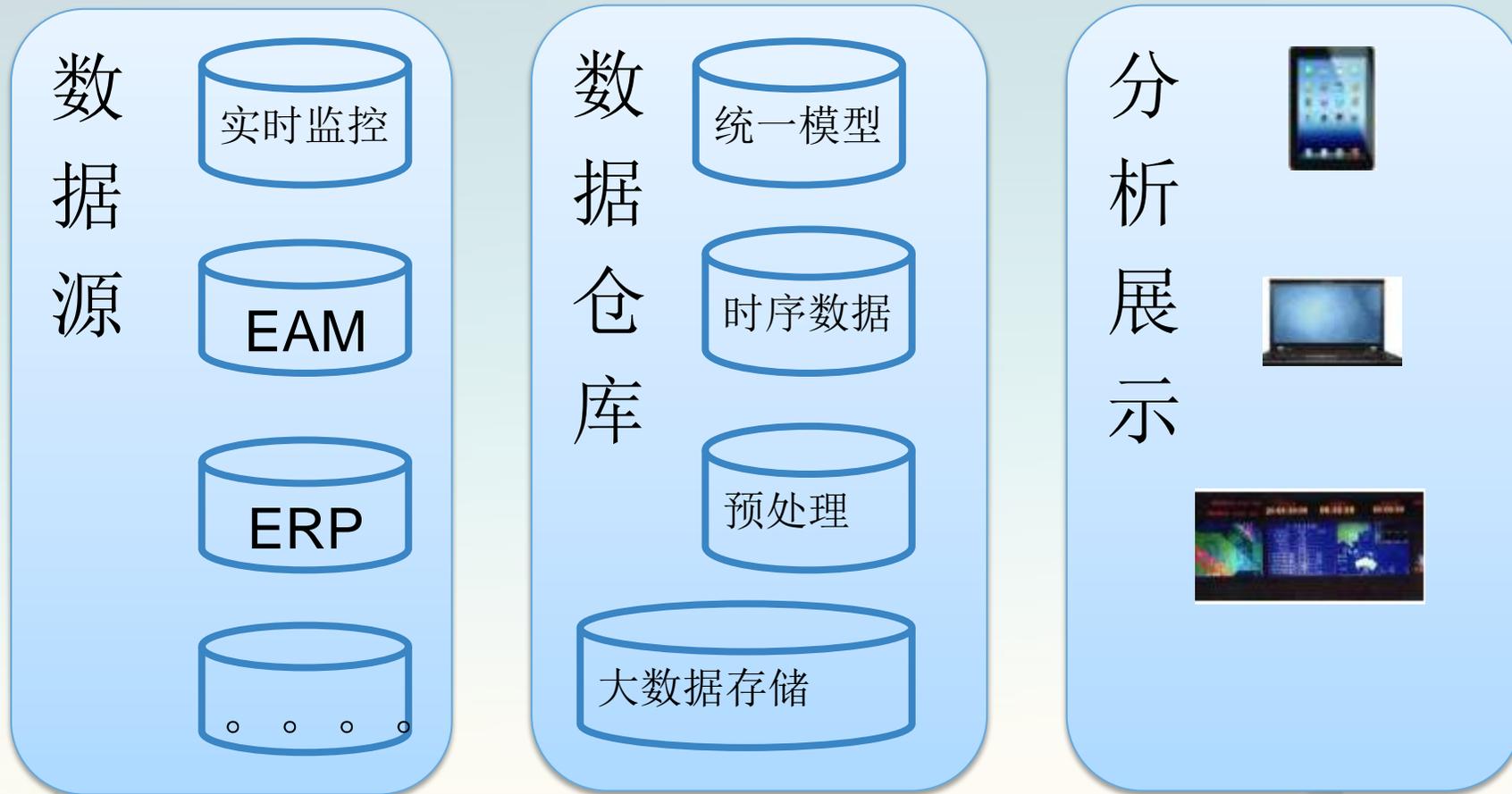


•实时应用要求数据访问尽量本地化

- 以数据库和消息总线为核心的任务管理，服务将结果写入内存库，工具或其他服务通过总线读取数据
- 若干数据集和与该数据关系最紧密进程构成应用，作为调度单元。
- 服务型任务，周期型任务和触发型任务。



- 一千万点每日产生一百亿条记录！（分钟级），每年三万亿条记录



•业务特点

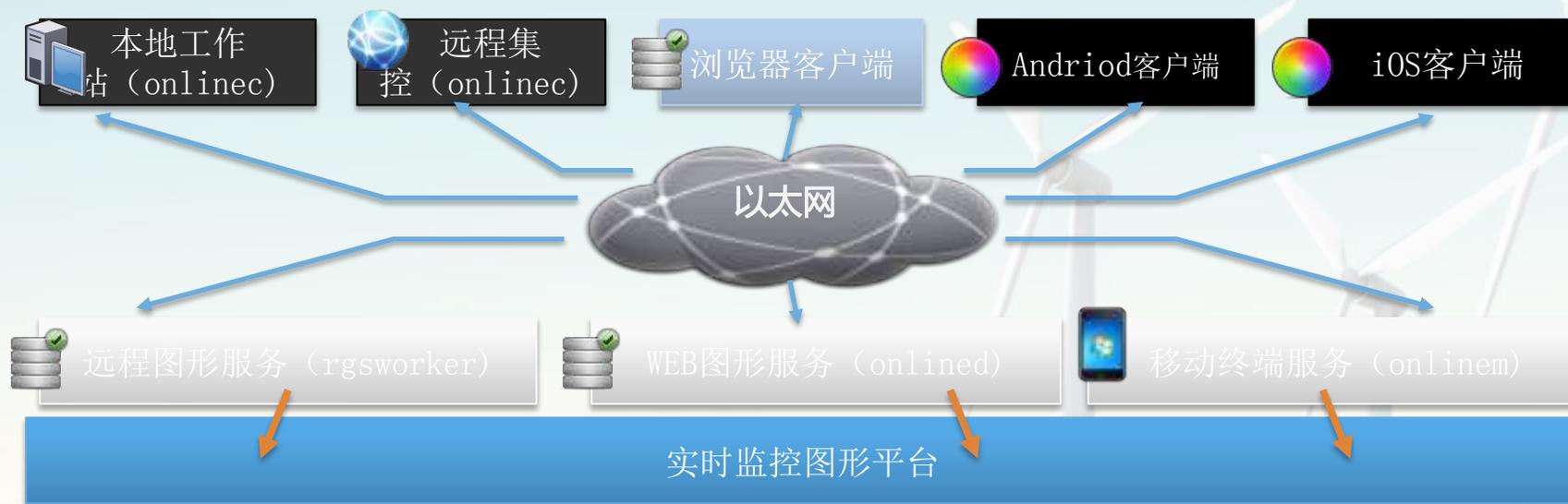
- 写多读少，数据量平稳
- 时序数据为主
- 细节数据使用不多

•解决方案

- 大多数细节数据使用时序数据库压缩存储。
- 对象建模，数据行转为列。
- 预统计，如最大最小滚动统计。



- 使用私有安全协议替代Http协议，满足安全一区要求。
- 一次绘制，CS，BS，移动App各处使用。
- 远程变化数据推送刷新，保证低带宽下的及时性。





5、总结和展望



开源解决方案 vs 自己造轮子

- 大数据没有标准解决方案，Hadoop也不是唯一的解决方案，架构的选择来自于业务需求，团队的技术积累等等综合因素。
- 新能源大数据解决方案来自于团队在电力领域十年的专业积累。
 - Hadoop本身主要用于离线数据分析，最近热门的spark,storm等用于核心的实时控制系统还不够稳定，同时这种架构相对部署要求较高，也很难作为大量的站级监控的统一架构。
 - 核心基于C++开发，单机内存数据库性能优化，低成本满足站级实时控制的要求。
 - 将原有架构去中心化改造，使用静态分片的方式，在工业领域容量可预测的前提下，具备性能可预测，可管理的优点。
 - 充分考虑能源领域特有的安全要求，平台统一考虑高可用，数据的同步和任务的管理，使得应用尽量少的受到安全规则的约束。
 - 统一集团、区域和站级监控的技术架构，使得多级公用尽可能多的模块。
 - 在集团层面，可选Hadoop作为历史数据存储，替代昂贵的Oracle RAC集群进行数据分析。



•能源互连网技术发展

- 储能、多介质能源协调控制

•从数据统计向数据挖掘转变。

•从故障告警向故障预测转变。

- 设备模型的建立。
- 非结构化数据分析，如图片、视频等等。

•新技术的应用

- 无人机、巡检机器人
- 移动检修
- 更精确的天气预报和功率预测技术

