

光伏电池工厂高效建造与节能运行思考

2023年11月



国际领先的工业环境服务商

CEEC | 2023

为实现“碳中和”目标，推广新能源解决方案

目录

Contents

第一部分

光伏行业分析

第二部分

项目高效建造模式分析

第三部分

节能运行：高效机房

第四部分

节能运行：数字化运维



以终为始 精益设计

BEGIN WITH THE END IN MIND FOR LEAN
CONSTRUCTION



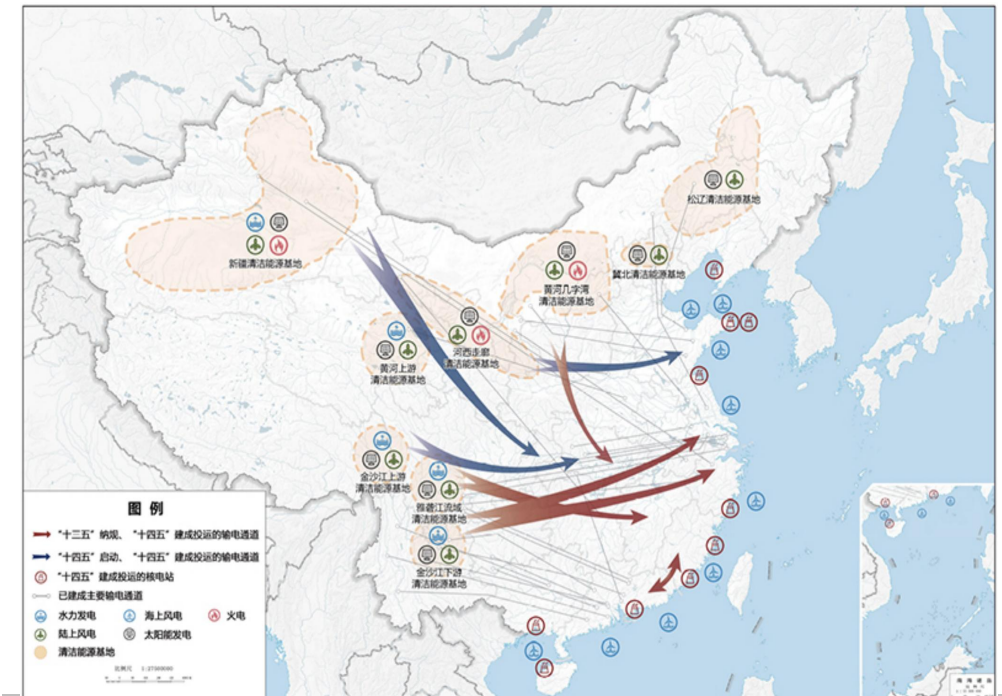
01

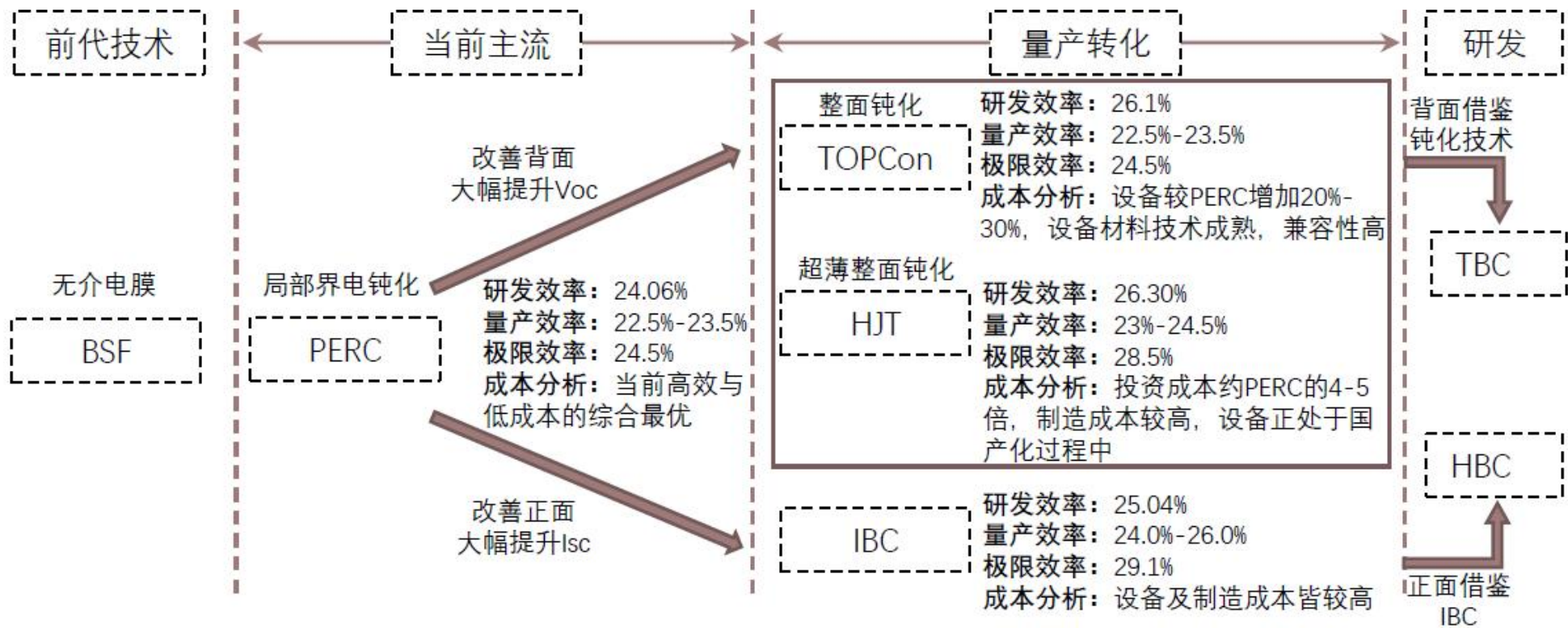
光伏行业分析

- 2020年9月，我国在第七十五届联合国大会一般性辩论上提出“力争2030年前二氧化碳排放达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和目标”，实现“双碳”是中国高质量发展的内在要求，也是中国对国际社会的庄严承诺。2021年10月，习近平总书记在昆明举行的《生物多样性公约》第十五次缔约方大会领导人峰会上发表主旨讲话，首次提出“中国将持续推进产业结构和能源结构调整，大力发展可再生能源，在沙漠、戈壁、荒漠地区加快规划建设大型风电光伏基地项目。”
- 2021年12月，国家能源局发布第一批“大基地”项目清单，风光总装机容量97.05GW。2022年2月，国家能源局发布第二批“大基地”清单，计划到2030年规划建设风光基地总装机容量约455GW，其中“十四五”规划建设装机约200GW，“十五五”规划建设装机约255GW。2023年4月，国家能源局在二季度新闻发布会上表示，第三批“大基地”项目清单近期已正式印发实施。

时间	沙戈荒“大基地”规划关键节点
2021.10	国家主席习近平在昆明举行的《生物多样性公约》第十五次缔约方大会领导人峰会上发表主旨讲话，提出“中国将持续推进产业结构和能源结构调整，大力发展可再生能源，在沙漠、戈壁、荒漠地区加快规划建设大型风电光伏基地项目。”
2021.11	国家发改委办公厅、国家能源局综合司发布了《关于印发第一批以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地建设项目清单的通知》，公布了第一批大型风电光伏基地建设项目清单，项目涉及内蒙古自治区、青海省、甘肃省等18个省份和新疆生产建设兵团，总装机规模97.05GW。
2021.12	2021年12月，国家能源局下发《关于组织拟纳入国家第二批以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地项目的通知》。《通知》要求各省省级能源主管部门上报第二批新能源大基地名单，标志着第二批风光大基地项目的报送工作正式启动。
2022.1	国家能源局在《关于委托开展“十四五”规划输电通道配套水风光及调节电源研究论证的函》中提出，为配套风光基地，以及水电、光热发电等电源建设方案，研究论证“十四五”规划的“三交九直”12条特高压通道，并就“十四五”期间需新增的输电通道以及配套电源规模提出建议。
2022.1	国家发改委、国家能源局印发《“十四五”现代能源体系规划》，明确提出“加快推进以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地项目建设，积极推进黄河上游、新疆、冀北等多能互补清洁能源基地建设。”
2022.2	国家能源局发布的《以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地规划布局方案》，计划以库布齐、乌兰布和、腾格里、巴丹吉林沙漠为重点，以其他沙漠和戈壁地区为补充，综合考虑采煤沉陷区，规划建设大型风电光伏基地。《方案》提出到2030年规划建设风光基地总装机455GW，其中“十四五”期规划建设风光基地总装机约2亿千瓦，“十五五”时期规划建设风光基地总装机约2.55亿千瓦。
2023.4	国家能源局2023年二季度新闻发布会显示，第一批97.05GW基地项目已全面开工，项目并网工作正在积极推进，力争于今年年底前全部建成并网投产，第二批基地项目已陆续开工建设，第三批基地项目清单近期已正式印发实施。

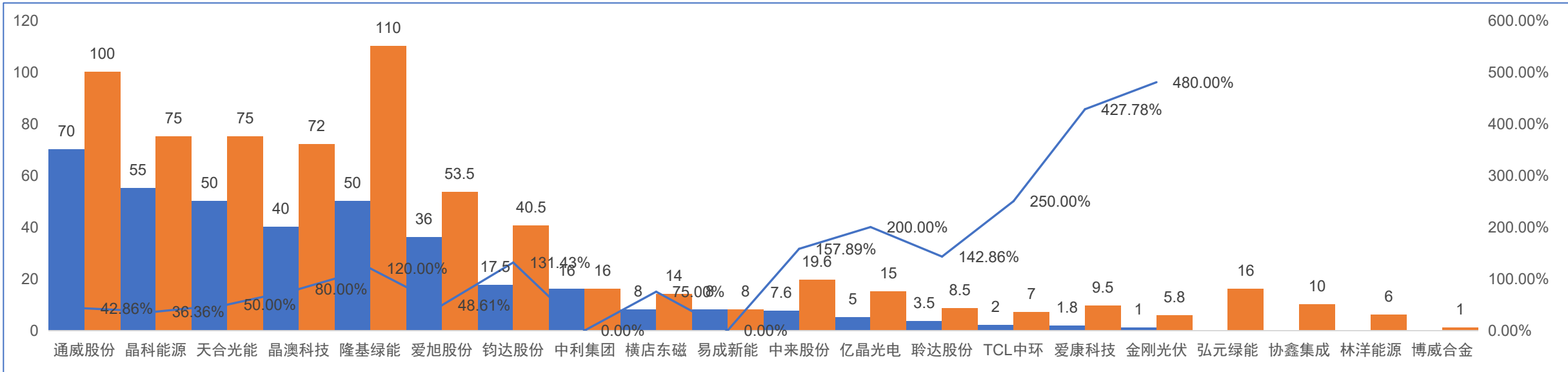
“十四五”大型清洁能源布局示意图



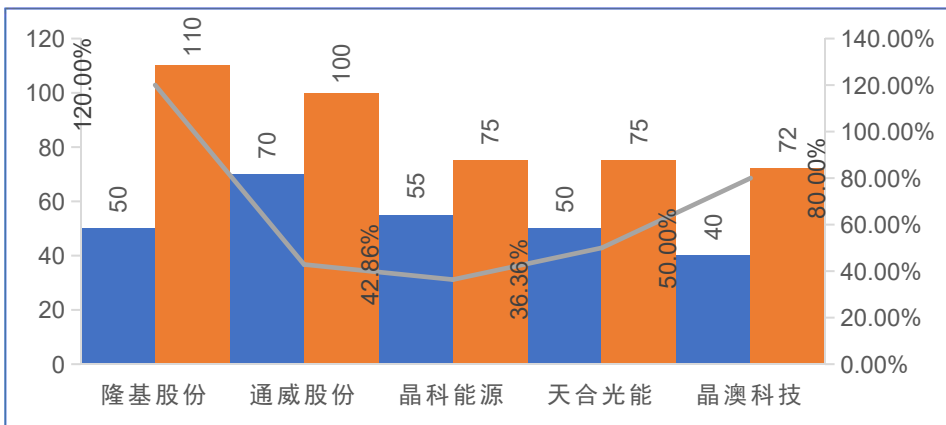


➤ 光伏电池技术的演化为多种技术共同作用的结果，主要遵循**更高转换效率与更低度电成本**的技术发展路径。

2023年上市企业电池产能增幅统计(GW)



2023年头部企业扩产及产能释放情况(GW)



2022E

100⁺GW

2023E

240⁺GW

产能规划

600⁺GW

注：数据以企业实际发布为准。



双碳背景

双碳背景下，绿色能源发展需求旺盛



国产替代

国产光伏工艺设备技术成熟，处于全球领先

分析：

光伏产业在中国的发展是**有成熟技术沉淀、有广阔市场应用场景、有稳定的产业链及充沛的行业从业人员**。这为产业的快速发展奠定了良好的基础。

占先机、抢利润、稳生存

缩短
工期

确保
品质

节省
成本

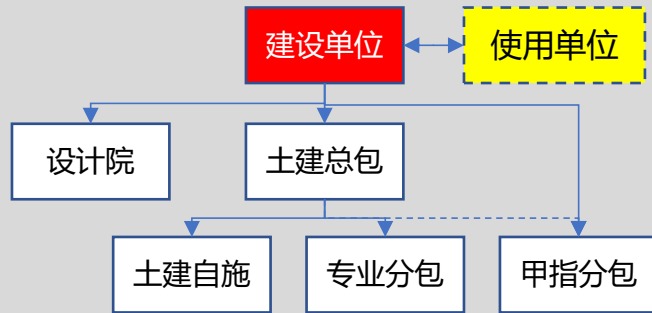
建造模式的正确选择是保障目标达成的必要条件



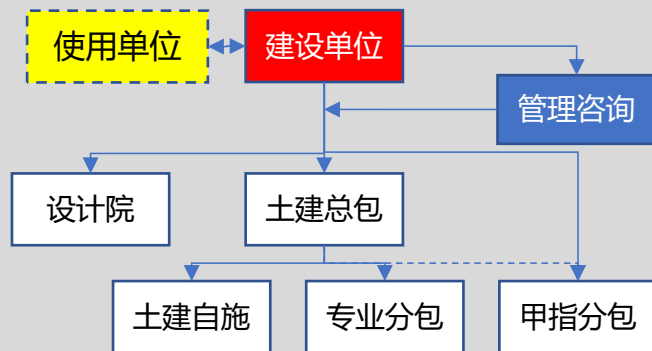
02

项目高效建造模式分析

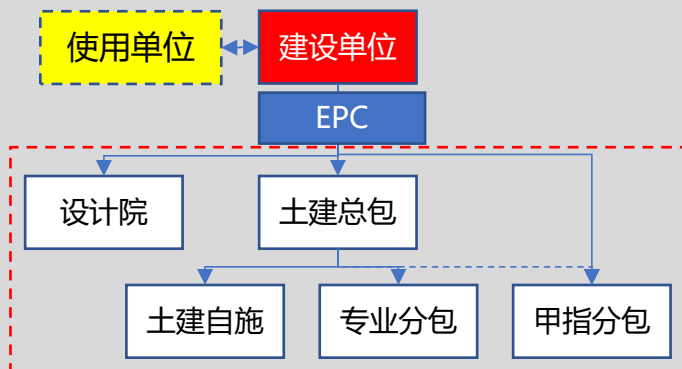
传统发包模式



项目管理模式



EPC模式

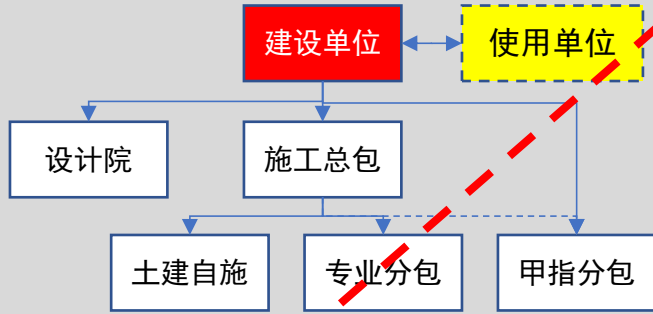


序号	发包模式	优点	缺点	建设单位资源需求及风险			
				人员需求	成本风险	进度风险	质量风险
1	平行发包 (PC)	<ul style="list-style-type: none"> ●分工明确，利于专业化分工 	<ul style="list-style-type: none"> ●包商数量庞大且目标不一致，协调工作量大，管理难度大； ●成本、进度风险高 	数量大 专业性强	高	高	中
2	项目管理咨询 (EPCM)	<ul style="list-style-type: none"> ●责任明确、质量可控 ●建设方管理工作量小、专业性要求低 	<ul style="list-style-type: none"> ●成本费用高； ●EPCM单位协调难度高，进度风险高 	数量少 专业性低	高	高	可控
3	总承包 (EPC)	<ul style="list-style-type: none"> ●责任清晰明确、降低成本、质量可控 ●项目周期短 ●建设方管理任务轻 	<ul style="list-style-type: none"> ●对EPC单位依赖性强 ●EPC选择难度大 ●挂靠现象较普遍、难以甄别 	数量少 专业性低	低	低	可控



建造模式：传统工程总包与一体化EPC

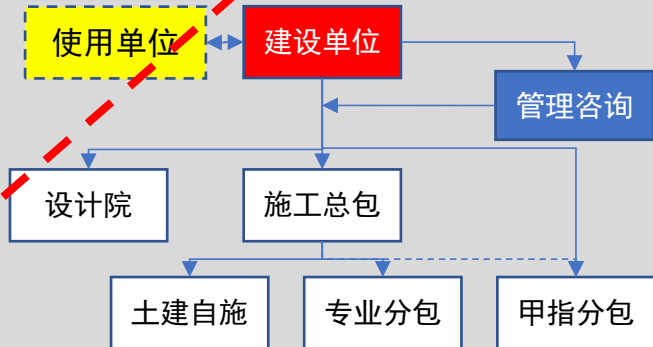
传统发包模式



组织与组织问题
(多组织)

内耗
强沟通

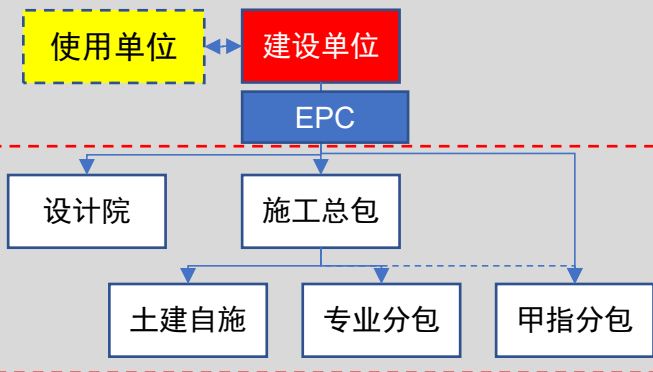
项目管理模式



组织与组织问题
(多组织)

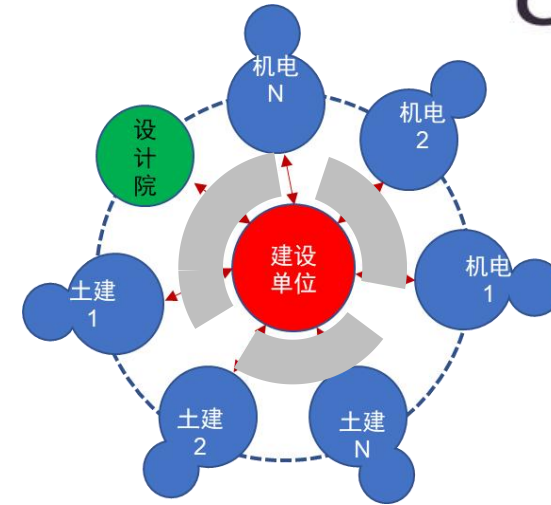
低效
工期

EPC模式



组织与组织问题
(下沉多组织)

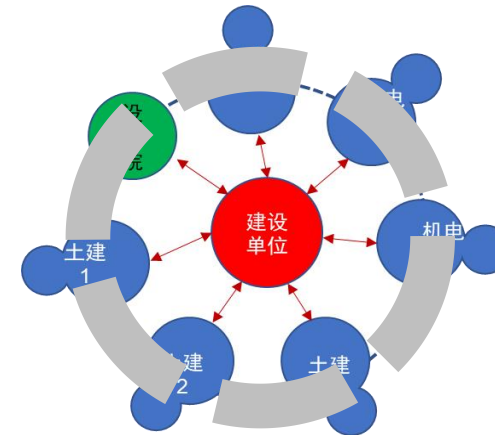
品质
成本



资源 ×
组织 ×
管理 ✓
协同 ✓
应急 ×

管理咨询、名义EPC：均解决不了资源与复杂的组织问题，无法应对全系冲突及突发情况的处置，无法胜任短平快、高要求项目；

(平行包模式、设计院牵头的EPC、以施工单位牵头的EPC、联合体EPC)



资源 ✓
组织 ✓
管理 ✓
协同 ✓
应急 ✓

一体化EPC：简单的组织关系、全领域资源集中化，优秀胜任能力，强有力的资源储备，可应对任何突发情况，是短平快的首选；

(集设计、施工、管理全能EPC)

TOPcon扩充迅速，窗口关键期、更需要 **快、好、省**：



一体化EPC模式优势决定

- **轻管理**：提供建筑全生命周期服务，代甲方、交钥匙，大幅度减少业管理成本；
- **控风险**：及时解决设计重难点问题，更为敏捷的把控设计变更，从源头控制风险，提升整体交付品质；
- **提进度**：通过设计团队与建造团队的一体作战协同融合，最大程度的缩短建设工期。



Topcon工期环境需求决定

- **快**：结合现阶段Topcon发展现状，为更好的迎接市场带来的机遇与危机，决定了快速完工、产品快速上市，占有市场份额、及早盈利为唯一目标；
- **风险可控**：在厂房建设方面，投资方主要精力在产品研发与销售，厂房建设方面需要风险可控。





一体化服务

INTEGRATED SERVICE

公司在新能源领域内的服务内容涵盖锂电（锂电池、干法 / 湿法制膜、正负极材料、锂电组件车间）、光伏（光伏材料、光伏电池片、光伏组件）、风能、氢能等细分产业工程建设，具备覆盖行业全产业链、设计施工经验丰富、服务高效且科学全面、战略供应商多等核心优势。与隆基、晶科能源、天合光能、晶澳科技、阿特斯、东方日升、通威、爱旭、保利协鑫、中环、晶科、中材科技、星源材质、欣旺达、亿纬锂能等多家行业龙头企业建立长期合作关系，能够提供从前期工程咨询到最终运行维护等环节的完整服务，是国内为数不多的具备真正 EPC 一体化系统建设能力的公司。

公司已具备新能源行业建筑EPC一体化系统建设能力

在建筑生命周期内，围绕工程前期、中期、后期为客户提供一体化解决方案和全方位服务。

1工程咨询

前期立项咨询
勘察设计咨询
施工管理咨询
投产交付评审

2工程设计

概念设计
初步设计
施工设计
施工规划

3采购管理

采购计划
材料采购
设备采购

4产品制造

洁净产品
净化设备
成品支架
备品备件

5建筑施工

土建工程
机电安装
大面积洁净室控制
工厂化预制

6新能源专项

特气化学品建设
纯废水处理
NMP热回收系统
干燥间湿度控制

7调试检测

设计精度检验
建筑精度检验
安装精度检验
运行精度检验

8运行维护

系统运行诊断
系统运行维护

2,000,000m²

土建工程同时实施能力

3,000,000m²

机电工程同时实施能力

2,000,000m²

年洁净面积累计实施能力

180

累计实施新能源项目数量

国内最早进入新能源行业的企业之一

ONE OF THE EARLIEST ENTERPRISES TO ENTER THE NEW ENERGY INDUSTRY IN CHINA



在新能源工程领域的四大优势

FOUR ADVANTAGES IN THE FIELD OF NEW ENERGY ENGINEERING



新能源工程全产业链布局

LAYOUT OF THE WHOLE INDUSTRIAL CHAIN OF NEW ENERGY PROJECTS



行业难点解决方案

INDUSTRY DIFFICULTY SOLUTION



工程保障

ENGINEERING SUPPORT

以先进的管理技术及协调能力保障工期

项目名称	产品	洁净面积m ²	建设时间
宣城华晟项目	异质结电池片	24714	62天
协鑫光伏电池及配套项目	TOPCon电池	110000	170天
天津爱旭二期机电安装工程	高效晶硅太阳能电池	30000	45天
眉山通威项目	电池片 (TOPCon工艺)	80966	80天
弘元光伏一体化制造基地	电池片 (TOPCon工艺)	163200	200天
海宁正泰项目	PERC电池及电池组件	20000	60天
义乌晶澳项目	PERC电池片组件	70680	90天
阿特斯项目	PERC电池片组件	60000	45天
高景太阳能EPC项目	光伏硅片	40000	90天
一道新能源项目	PERC/TOPCon电池	37000	120天
惠州亿纬项目	磷酸铁锂电池/三元聚合锂电池, 软包叠片电池	26832	83天
南京欣旺达项目	磷酸铁锂电池	100000	100天

光伏项目成果展示

PHOTOVOLTAIC PROJECT RESULTS SHOW



碱抛工艺段



纯水站



动力站



组装干燥车间



负极涂布机



混浆车间



物流线



SE激光工艺段



冷却塔



变配电间



蒸汽管道流线标识



空压机设备



加药装置



制氮机成套设备

锂电池项目成果展示

LITHIUM BATTERY PROJECT RESULTS SHOW

新能源产业主要客户



国际领先的工业环境服务商

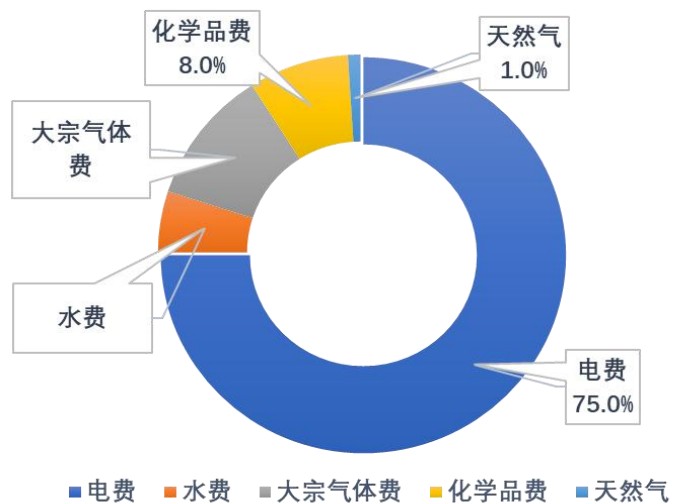


03

节能运行：高效机房

高科技厂房能耗特点：

以某工业厂房为例，每月能源费用构成如下：



生产工厂中，冷冻机房的耗电量占工厂运行总能耗的相当大比例：

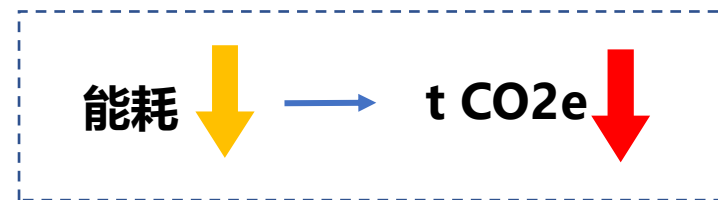
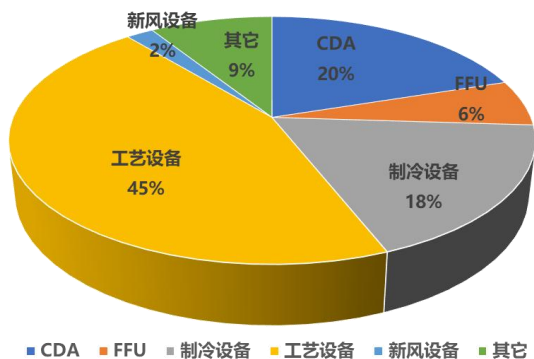
电子行业（新能源） 工厂中冷冻机房的能耗约为工厂总能耗的**18-25%**

制药行业工厂中冷冻机房的能耗约为工厂总能耗的**20-30%**

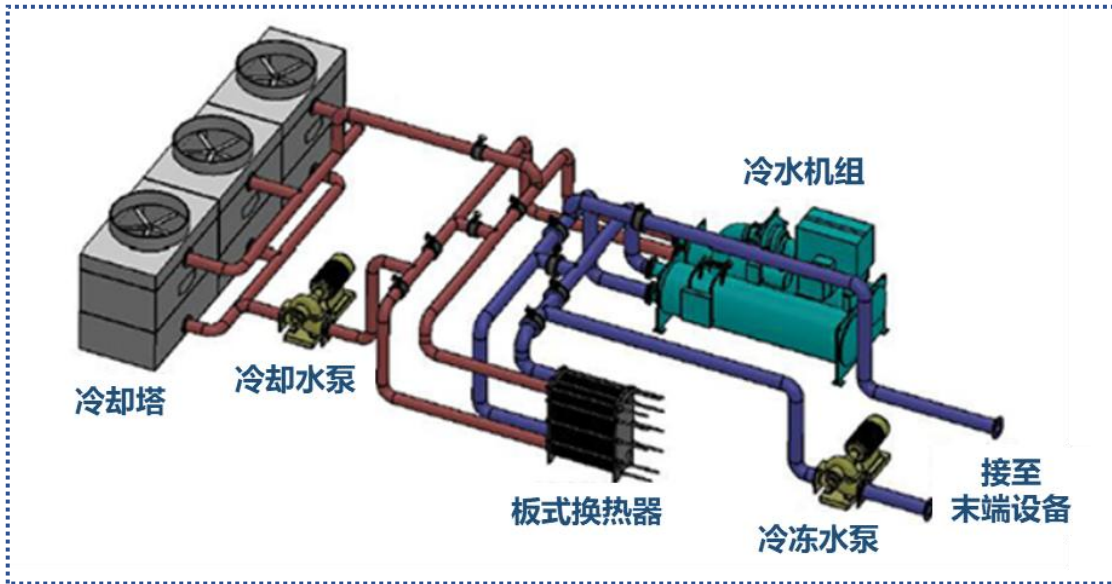
食品和饮料行业工厂中冷冻机房能耗为工厂总能耗的**30-35%**

汽车制造行业工厂中冷冻机房能耗约为工厂总能耗的**10-15%**

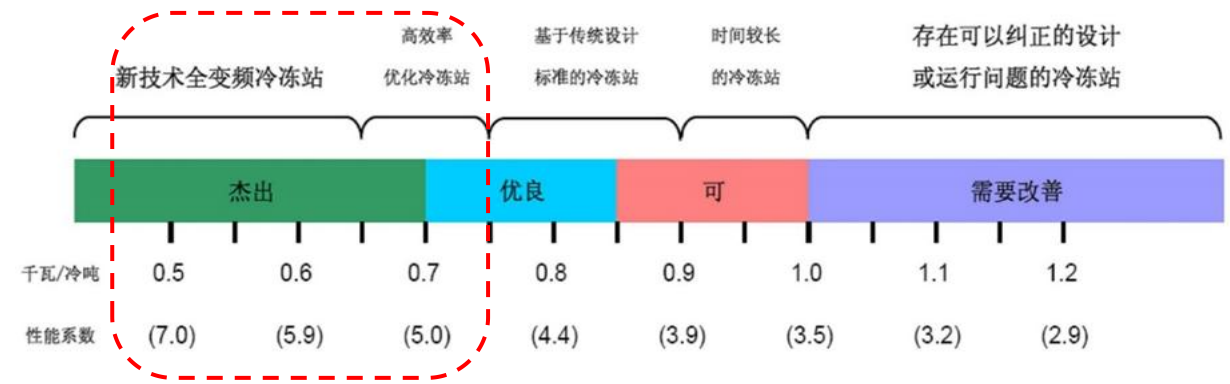
厂房电能消耗占比：工艺设备占比40%+，动力设备占比**50%+**



冷冻站系统能效对建筑/工厂降耗减排有着重要意义！

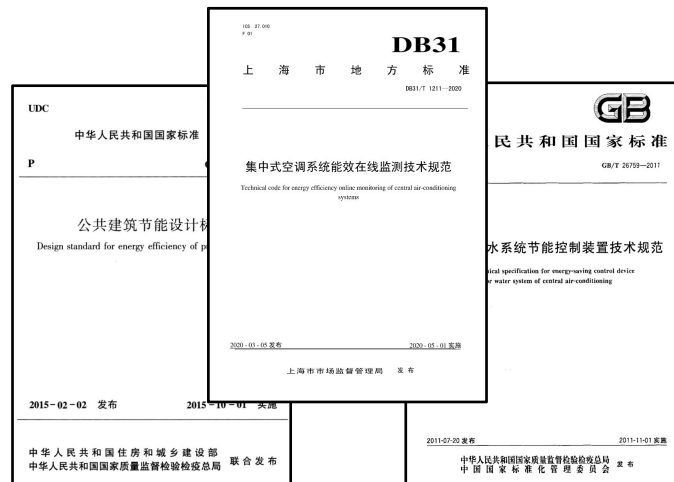


国际标准：高效机房SCOP ≥ 5.0



参考标准：

- GB50189-2015 公共建筑节能设计标准
- DB31/T 1211-2020 集中式空调系统能效在线监测技术规范
- GB/T 26759-2011 中央空调水系统节能控制装置技术规范



运行时间：一个制冷周期

数据：能源管理系统统计周期内的制冷量、分类分项的能耗数据

检查时间：由业主、供货方、第三方专业资质监测机构共同约定时间进行抽检

检验标准：参照国标文件或三方认可的测试大纲

$$SCOP_{\text{机房}} = \frac{Q_{\text{主机冷量}}}{W_{\text{主机}} + W_{\text{冷冻水泵}} + W_{\text{冷却水泵}} + W_{\text{冷却塔}}}$$

高效机房的理念和常规做法，已成为行业共识、并得到广泛推广

用行业领先的技术，运用到各个阶段，涉及包括：**设备选型、深化设计、模拟仿真、调试测试、高效运维**为高科技厂房提供全生命周期的系统性解决方案

始终保持末端服务质量的前提下，系统运行能耗最低

选型优化



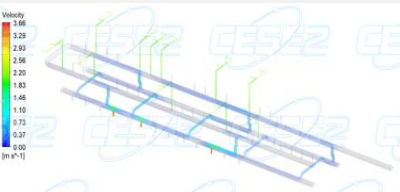
高效冰机-国标一级能效
 高效水泵85%以上 -低扬程
 高效率变频冷却塔

系统深化



大温差、小流量设计
 水蓄冷、冰蓄冷系统
管网件低阻力选型：
 顺水三通、45°顺水弯头

水利平衡

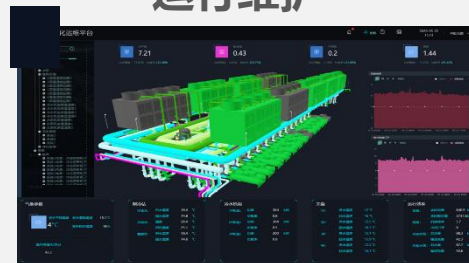


减少投资成本：管道、平衡阀
 整体冷却塔流量偏差在±7%以内
 安全性高：管网系统重量降低
 储水量减少，水质处理加药量减少

工程设计



运行维护



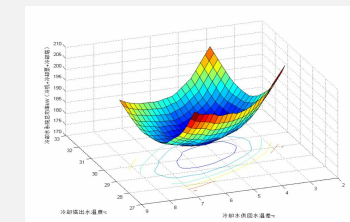
模拟仿真

全年8760h能效数据模型
 全年负荷、阻力、能耗模拟



深度节能寻优

通过有效调控，保证冷冻站在实际运行期间始终运行在整体**能效最佳工况**组合



能效验证

- 完善的能效保证措施
- 提供科学及时的数据分析服务以及运行维护管理
- 第三方验证核算

传感器	建议测量精度
水温传感器	± 0.3°C + (± 0.1 % MS)
水压传感器	± 0.1%MS
压差传感器	± 0.1%MS
电磁流量计	± 0.2%MS
温湿度传感器	±2% RH, ±0.3°C
CO2浓度传感器	±50PPM





比较项目	单位	国内常规制冷机房	高效制冷机房	备注
制冷机房EER	KW/KW	3.5	5.4	全年平均运行能效
节能率	%	/	35%	与EER3.5比较
装机容量	RT	3000		相当于8-10万m2的厂房
全年预估用冷量	万RTh	842.4		开机180天/年, 24h/天 负荷系数取0.65
	万kWhc	2962.7		
全年预估用电量	万kWhc	846.5	548.6	
电价	元/kWhc	0.65		综合电价按0.65元/kWh计算
全年运行电费	万元	550.2	356.6	
高效机房全年节省运行电费	万元		193.6	与EER3.5比较
全寿命周期节省运行电费	万元		2903.7	与EER3.5比较, 按15年计算
高效机房全年减少碳排放量	吨CO₂e		2970	与EER3.5比较
全寿命周期减少碳排放量	吨CO ₂ e		44550.9	与EER3.5比较, 按15年计算

运行经济性比较



采用高效机房较传统做法相比，需增加一定初投资费用（主要包括制冷主机、水泵、控制系统等）；如总制冷量3000RT的机房，投资约**增加400万**的费用，**年运行节省电费193.6万**，**投资回收期为2.066年**。

建设期间明确的成本支出

工程初始
投资上升
20%~30%

- 施工图纸优化设计
- 更加适合、高效的设备选型
- 主要耗能设备出厂试验、更优性能更小阻力构件选择
- 控制系统的优化设计、工业级高精度传感器使用
- 符合使用侧需求的节能策略及精细化的系统调试、更加细致的现场安装
- 全过程的技术配套服务



如何确保运行生命周期内的切实实现？

运营维护
成本下降
25%~35%

- 系统能效上升带来配电投入减少
- 减少机房设备空间（常规情况）
- 减少运行管理成本及维护成本支出
- **能效提升25%~40%**
- **运行成本下降25%~35%**
- 产品能源单耗下降、市场竞争提升
- 其它收益（政府补贴等）



04

节能运行：数字化运维

□ 数字双胞胎，高度集成 (透明化)

- ✓ BIM三维可视化技术



□ 高效能源 (节能)

- ✓ 能源管理系统 (EMS)
- ✓ 高效节能控制系统 (ECS)



□ 数字化管理 (高效)

- ✓ 设备管理系统 (EAM)
- ✓ 智能巡检机器人



聚焦关键目标，力达极致指标

围绕工厂运维“人/机/料/法/环”核心要素，运用数字化、智能化技术与工具实现稳定、节能、透明、高效等管理目标

冷冻水系统

热水系统

纯废水系统

特气系统

化学品系统

工艺冷却水系统

厂务监控系统FMCS (稳定)

一般排气系统

给排水系统

空调系统

洁净环境

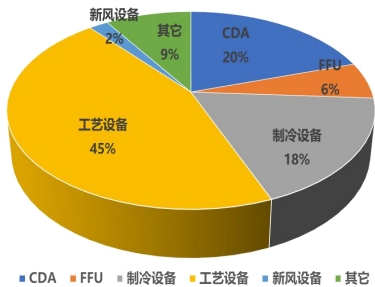
大宗气体系统

废排气系统

把数据采上来，把能耗管起来，把节能做起来

—— 让收益可量化，成效看得见

某典型行业能耗分布



- 能源消耗占运营成本比重高；
- 企业成本压力凸显；
- 管理节能/技术节能空间大；
- 政策导向加持

基础+定制化功能

可实现能耗趋势统计、同比环比、能流平衡、能源分摊；对比排名、能源绩效、报表；能源审计、折标煤/碳排放核算等

业务价值/收益

自动数据采集，降低工时 — 人工抄表效率低、不准确
数据可视化，透明管理 — 多维数据分析与展示
动态考核，精细管理 — 规范考核，降低运营成本
深度分析，智能优化 — 能源异常诊断及消耗预测、节能优化调控

案例说明

某半导体企业通过数字化系统植入，能源管理水平显著提升；其中高效冷站SCOP可达5.5以上，较常规电费节省约290万元/年，投资回收期2~3年。



➤ 设备设施运维管理系统

数字化让设备资产会说话；数字化让设备管理更轻松

—— 数字化为精益管理赋效能

传统运维特点：

- 运维效率低；人工成本高；
- 运维工作不透明，可考核性差；
- 运维知识共享性差；
- 事前判断不够，事后损失大

基础+定制化功能

可实现资产信息、巡检管理、PM管理、备品备件/知识库管理、故障报警、绩效管理、保养及维修管理、关键设备预测性维护、报表及驾驶舱等



业务价值/收益

经对不同行业调研分析总结，应用效果可达到如下水平：

- ✓ 运维作业有效完成率达**99%**以上
- ✓ 作业质量与合格率**96%**，有效避免错检、漏检
- ✓ 降低劳动力投入**20-35%**
- ✓ 事件反馈从平均**8~10分钟**降至**2分钟**内

➤ 厂房及厂务系统数字孪生技术应用

数字双胞胎，高度集成，一套平台可到底

- 设备与数据实时绑定、更透明；
- 全面打通各类数据、消除孤岛；
- 系统联动更直观、业务易闭环等
- 直观表达系统介质类型及流向；
- 故障定位更精准、操作便捷；
- 适用远程操作及业务培训等



- ❑ 融合BIM/IOT/3D可视化引擎等先进技术、结合精益管理实现数字孪生在细分领域的应用突破，**达到业内领先水平**
- ❑ 该成果已应用于国内某12寸线集成电路生产线、某P3级生物安全实验室等多个重点项目中

➤ 智能巡检机器人研制应用

(重点区域机器人)

- 表计识别 (准确率≥97%)
- 图文识别
- 滴水及漏液检测
- 环境监测
- 与后台管理系统实时对接



可获收益:

- 1、减少人工投入，提高运维效率 (投入产出1~3年内)；
- 2、降低人为不确定因素影响，助推巡检质量；
- 3、大幅降低人身伤害，提升安全管理水平；
- 4、为追溯/预测性维护打基础 (数据高价值应用)

为无锡打造“新能源装备之都”注入强劲动力

为推动我国新能源产业发展贡献力量！



中电二公司 刘颢