

大型聚光集热系统对设备性能需求分析

2023.08

目 录

CONTENT

01

大型聚光集热场产生背景

02

主设备性能需求分析

03

解决主设备性能需求的途径

1

大型聚光集热场产生背景

国家能源局：推动光热规模发展



➤ 光热发电规模化发展的重要意义

光热发电兼具调峰电源和储能的双重功能，光热发电规模化开发利用将成为我国新能源产业新的增长点。

➤ 开展光热规模化发展研究工作

“十四五”期间，全国光热发电每年新增开工规模达到300万千瓦左右

➤ 结合沙漠、戈壁、荒漠地区新能源基地建设，落地光热发电项目

大型风电光伏基地建设项目清单中已明确了约150万千瓦光热发电项目

➤ 提高光热发电项目技术水平

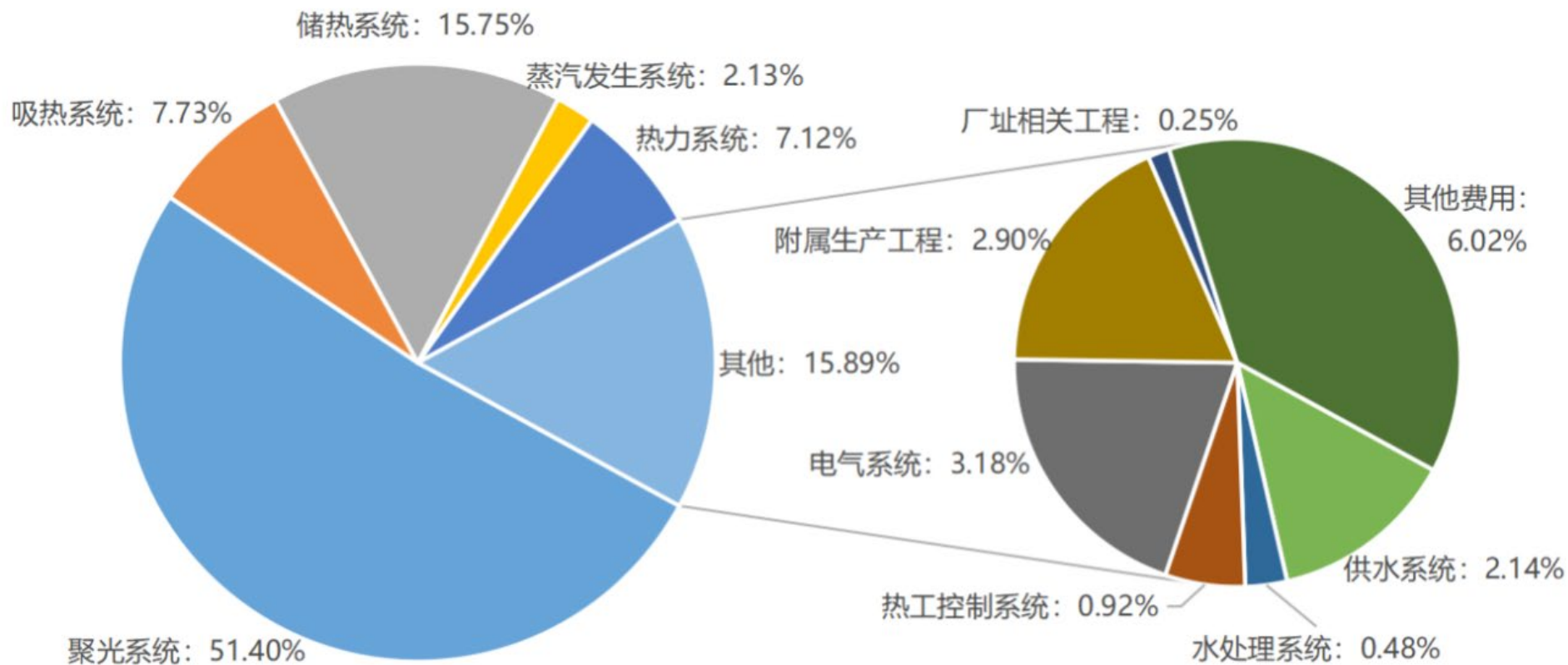
拟建和在建项目技术水平要求不得低于国家的示范项目；

优化光热电站单机规模和镜储等配置，原则上每10万千瓦电站的镜场面积不应少于80万平方米

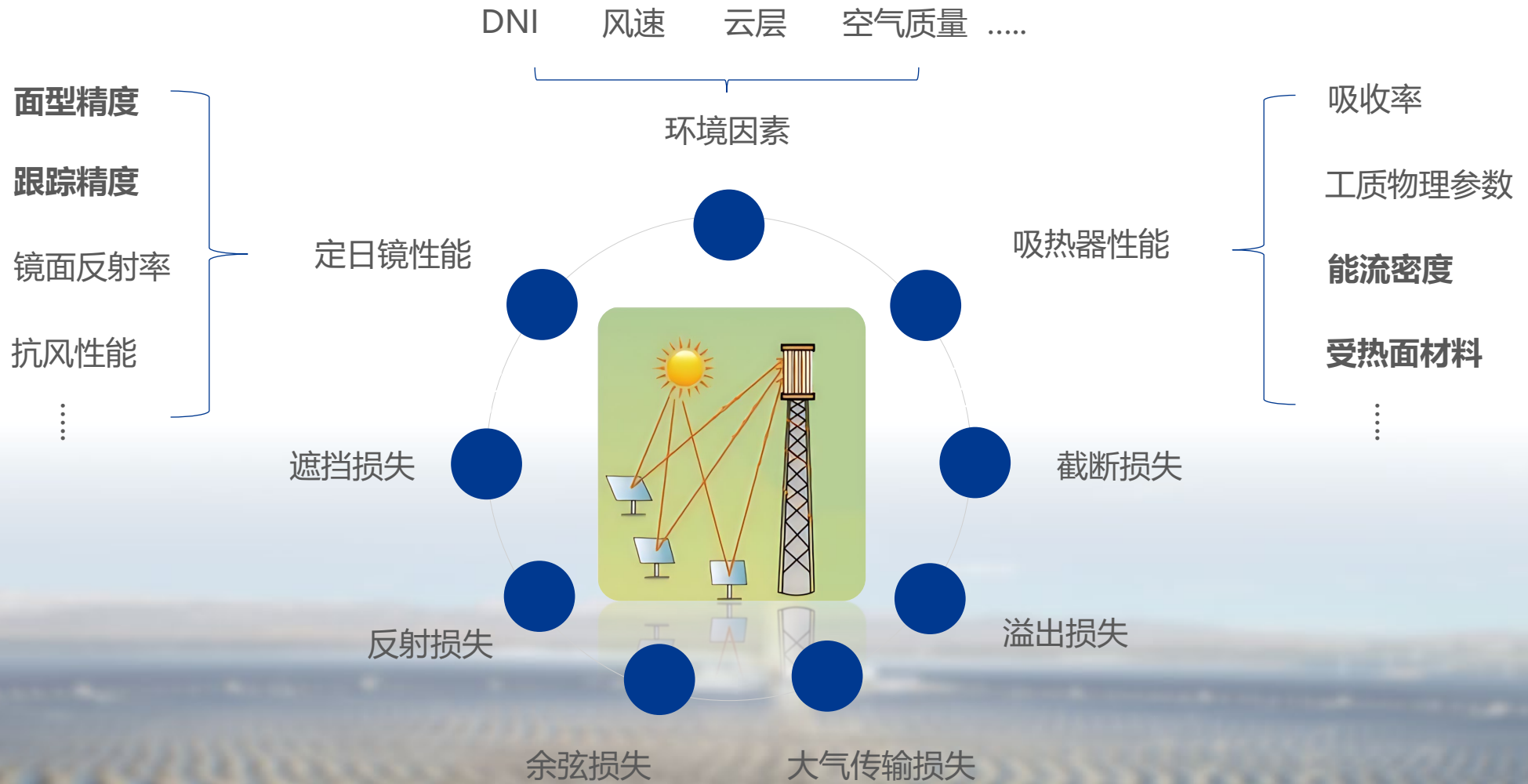
大型聚光集热场



- 某100MW，熔盐塔式太阳能热发电站投资成本构成
- 工程建设地点、设备选型、对各投资比例均有影响
- 聚光集热系统投资占比大



*摘自2021中国太阳能热发电行业蓝皮书



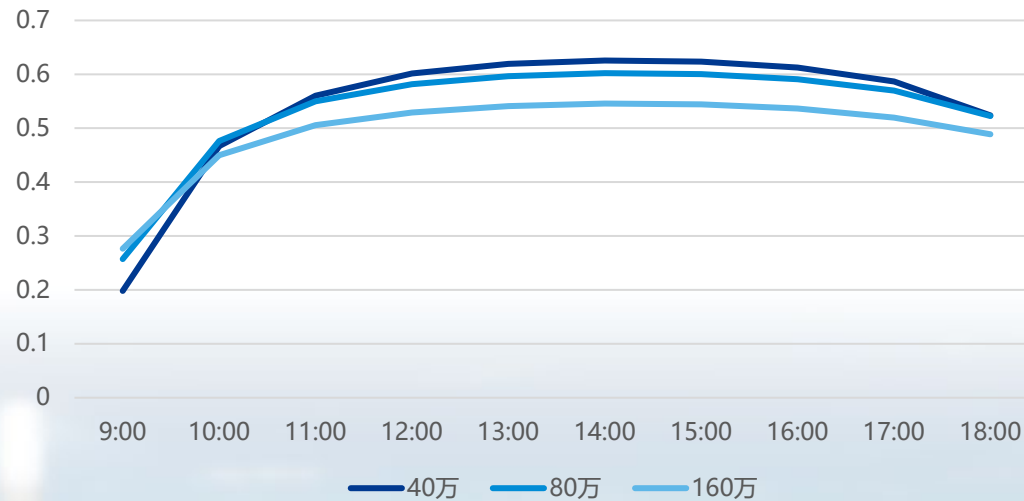
2

主设备性能需求分析

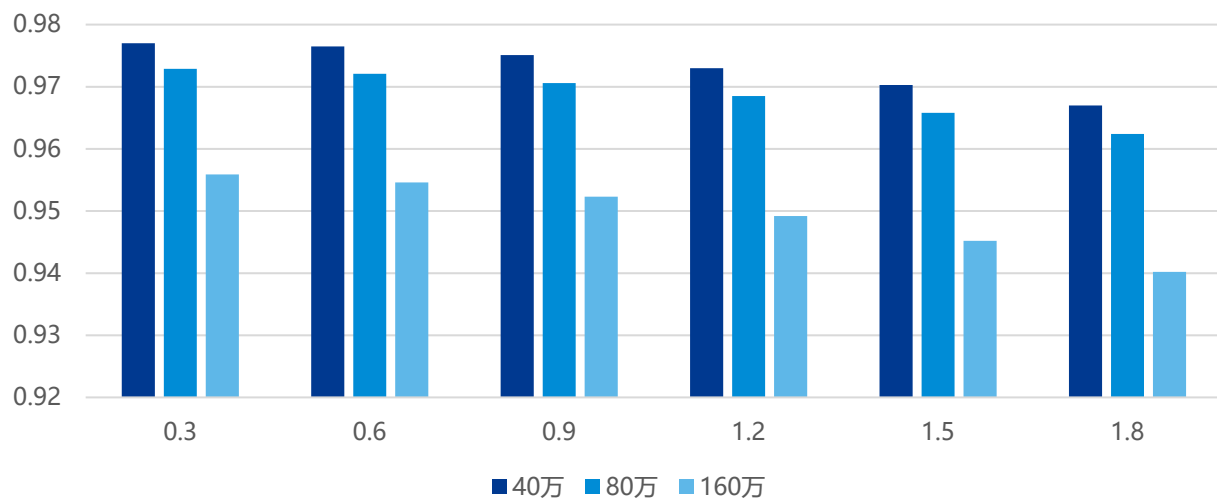
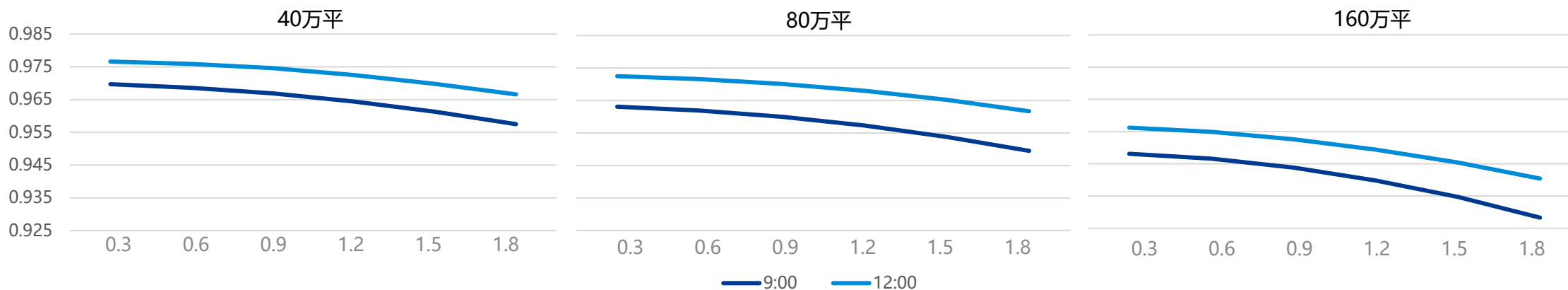
- 塔式太阳能热发电站
- 春分日
- 全镜场

光学效率	40万	80万	160万
9:00	0.198	0.2571	0.2764
10:00	0.4668	0.4762	0.4497
11:00	0.5602	0.5498	0.5055
12:00	0.6016	0.5817	0.529
13:00	0.6194	0.5964	0.5409
14:00	0.6255	0.6022	0.5457
15:00	0.6235	0.6003	0.5441
16:00	0.6126	0.5907	0.5364
17:00	0.5867	0.5698	0.5196
18:00	0.5237	0.5225	0.4887

不同面积镜场光学效率

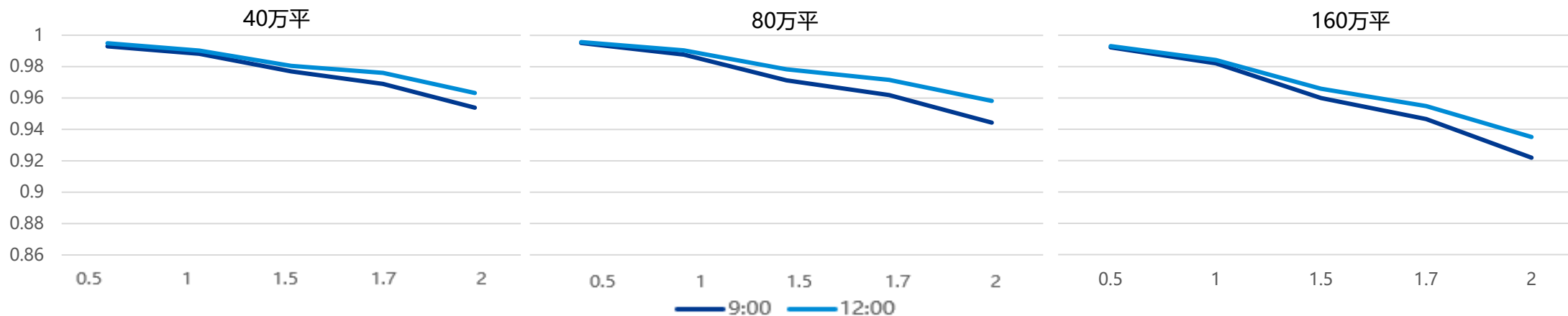


跟踪精度：定日镜旋转中心点相对于太阳光经定日镜会聚于靶面上所形成图案的几何中心点与测试时段内图案的平均几何中心点连线的张角，以其多次测量值的均方根（RMS）表达，单位为mrad。

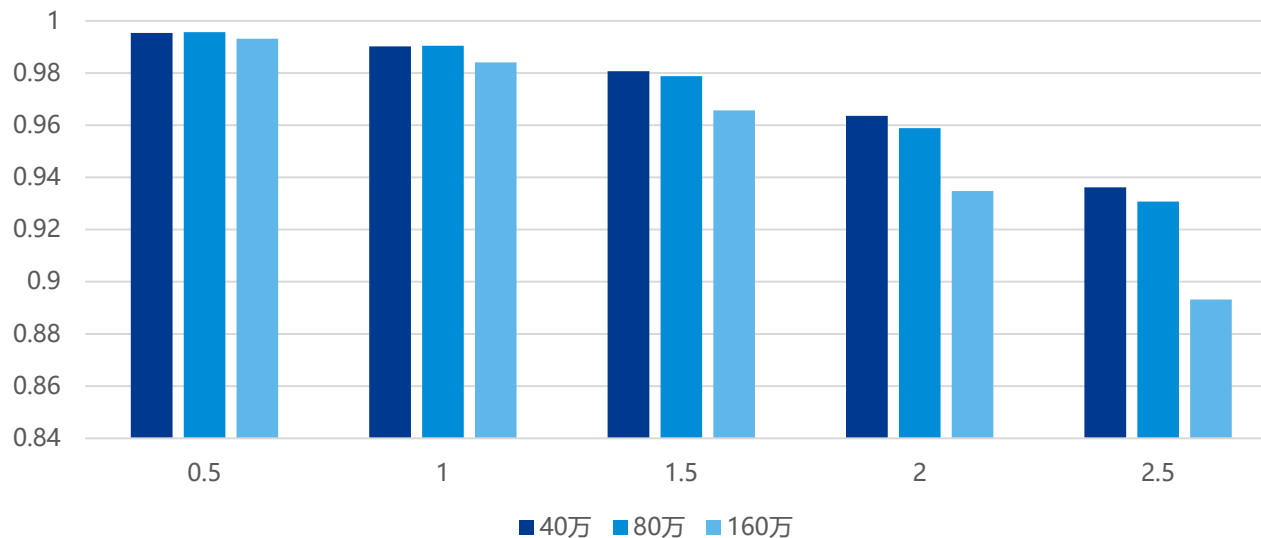


截断效率		0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8
40万	9:00	0.9697	0.9686	0.9669	0.9644	0.9613	0.9575
	12:00	0.9766	0.9759	0.9746	0.9725	0.9698	0.9666
	15:00	0.977	0.9765	0.9751	0.973	0.9703	0.967
	18:00	0.9754	0.9747	0.9733	0.9712	0.9686	0.9655
80万	9:00	0.9631	0.9619	0.96	0.9573	0.9538	0.9495
	12:00	0.9725	0.9716	0.9701	0.968	0.9652	0.9617
	15:00	0.9729	0.9721	0.9706	0.9685	0.9658	0.9624
	18:00	0.9709	0.9699	0.9684	0.9662	0.9634	0.9599
160万	9:00	0.9481	0.9466	0.9438	0.9398	0.9347	0.9283
	12:00	0.9562	0.9549	0.9526	0.9494	0.9454	0.9404
	15:00	0.9559	0.9546	0.9523	0.9492	0.9452	0.9402
	18:00	0.9559	0.9546	0.9523	0.949	0.9448	0.9396

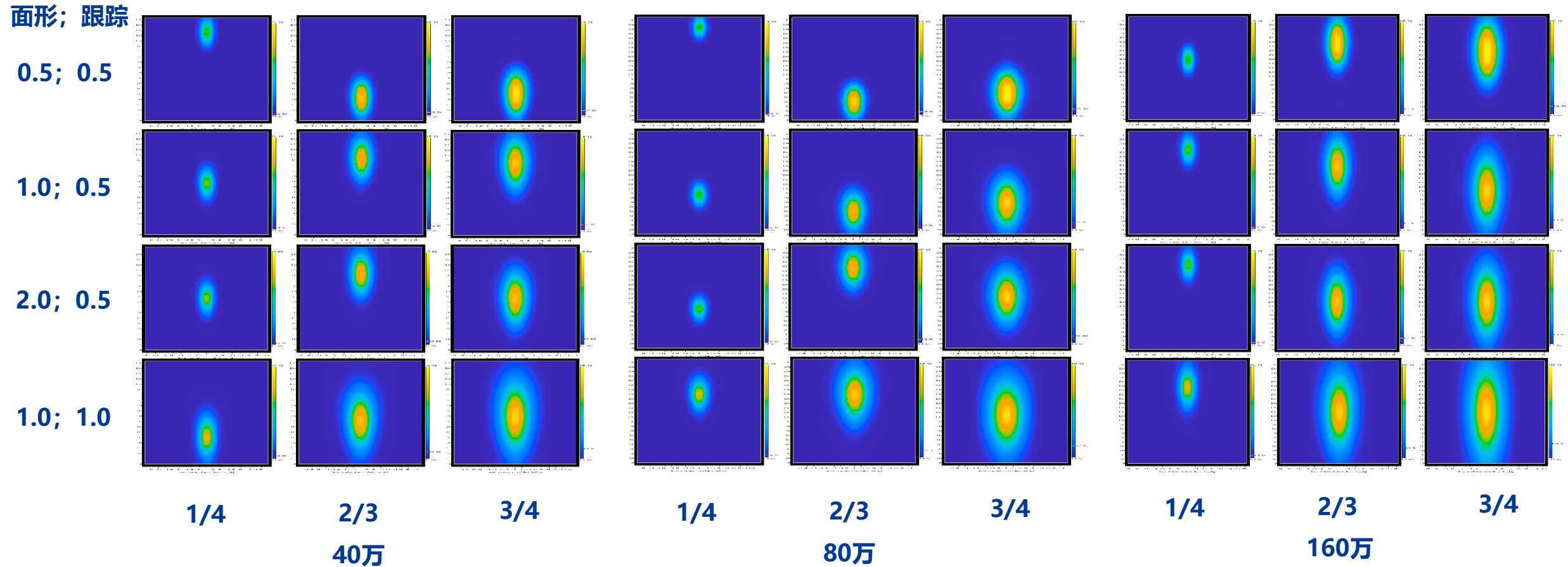
面型精度：定日镜实际反射面法线矢量与理论设计参考平面法线矢量的均方根偏差，分别计算法线矢量的水平（X）和垂直（Y）两个分量，用mrad表示。



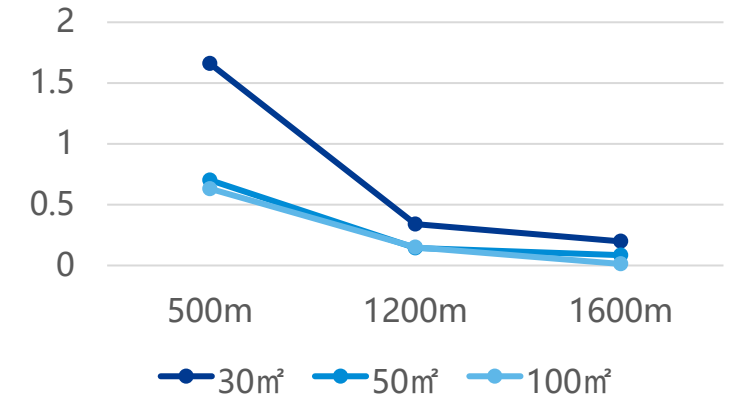
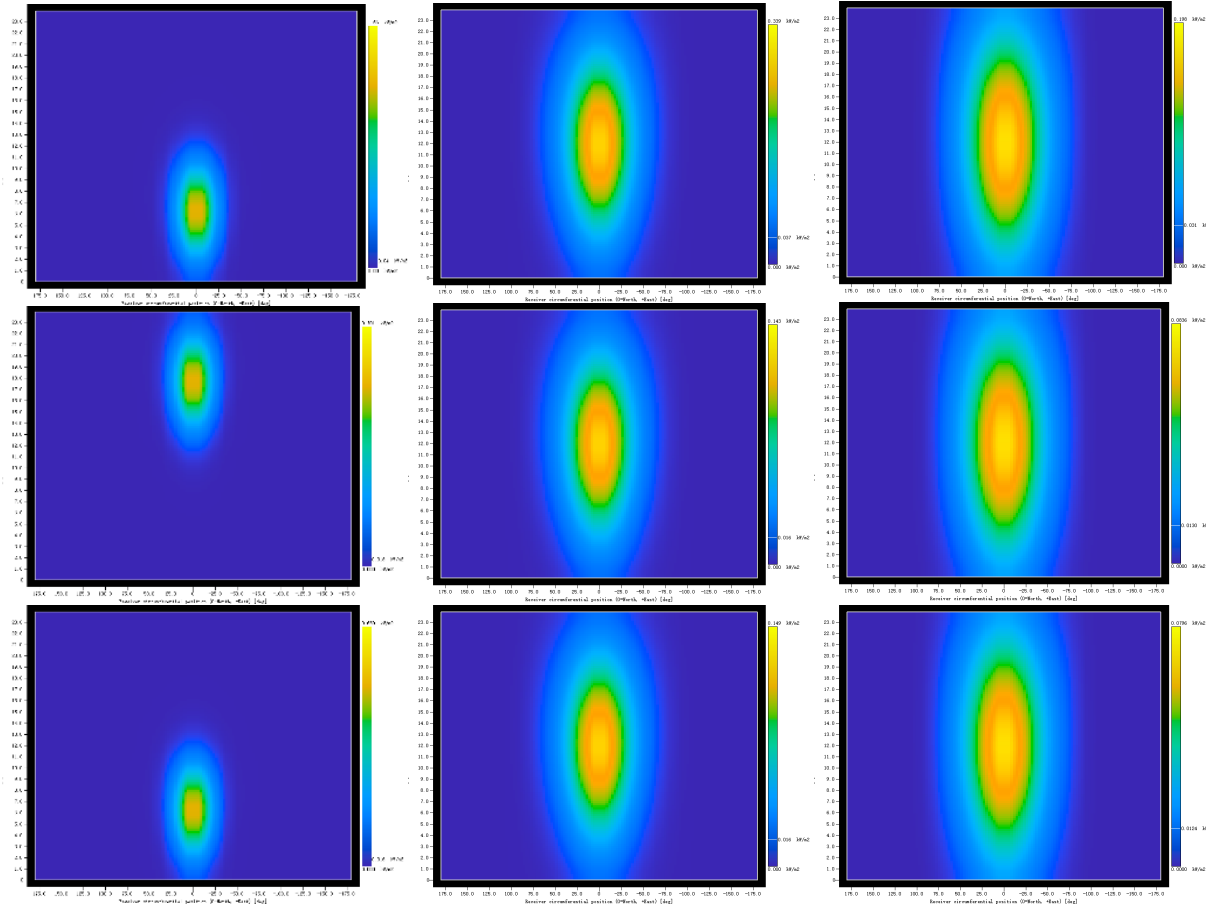
截断效率		0.5	1	1.5	2	2.5
40万	9:00	0.9929	0.9882	0.977	0.9538	0.9192
	12:00	0.9949	0.9902	0.9805	0.9632	0.9356
	15:00	0.9954	0.9902	0.9807	0.9636	0.9362
	18:00	0.9945	0.9897	0.9802	0.962	0.9334
80万	9:00	0.9951	0.9877	0.9713	0.9443	0.9072
	12:00	0.9957	0.9904	0.9783	0.9582	0.9295
	15:00	0.9957	0.9905	0.9788	0.9589	0.9307
	18:00	0.9956	0.9901	0.9771	0.9558	0.9258
160万	9:00	0.9923	0.9821	0.9599	0.9219	0.8717
	12:00	0.9931	0.9842	0.9659	0.9351	0.8936
	15:00	0.9932	0.9841	0.9657	0.9348	0.8932
	18:00	0.9932	0.9841	0.9657	0.9343	0.8921



不同性能指标、不同位置单面定日镜光斑形状、尺寸、能量及能流密度分布：

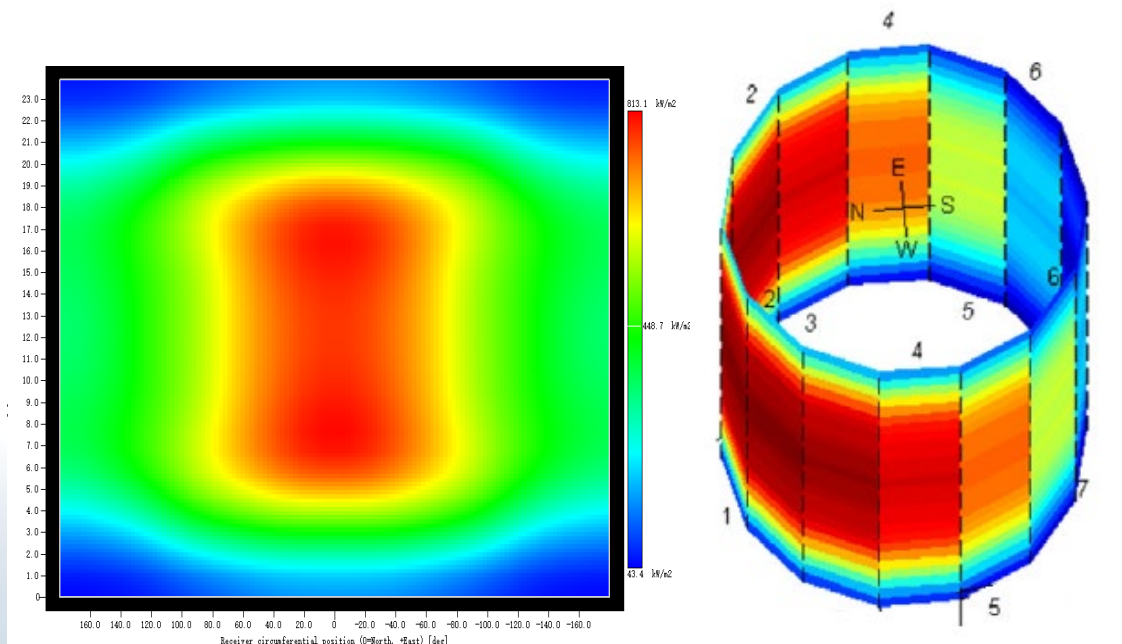


- 相同性能指标、不同面积，单面定日镜光斑形状、尺寸、能量及能流密度分布：
- 理想平面，不考虑实际曲率



能流密度 kw/m ²	500m	1200m	1600m
30m ²	(max)1.66	0.339	0.198
	(min)0.04	0.037	0.031
50m ²	0.701	0.143	0.0836
	0.018	0.016	0.013
100m ²	0.63	0.149	0.0796
	0.016	0.016	0.0124

- 热负荷分布→超温
- 镜场溢出→防护要求



热负荷的分布



热负荷变化率



工质物性参数



受热面材料



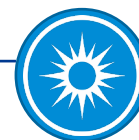
大规模聚光集热场对设备性能提出了更高的要求

3

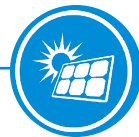
解决主设备性能需求的途径



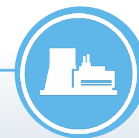
抗风性能



跟踪精度



面型精度



光斑校正系统



合理的镜场布置



生产安装过程

均匀的表面热流密度



合理的结构设计



温度检测系统



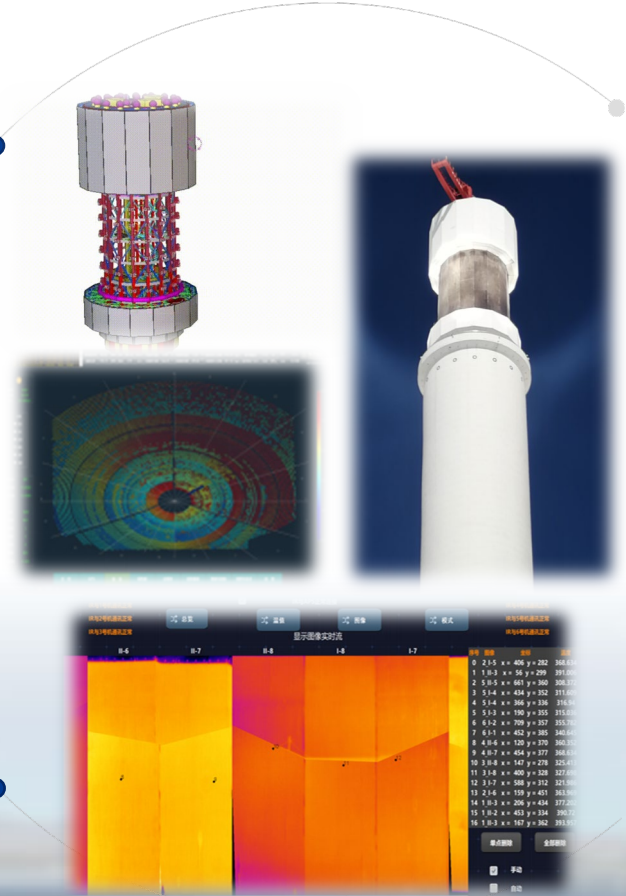
变负荷运行

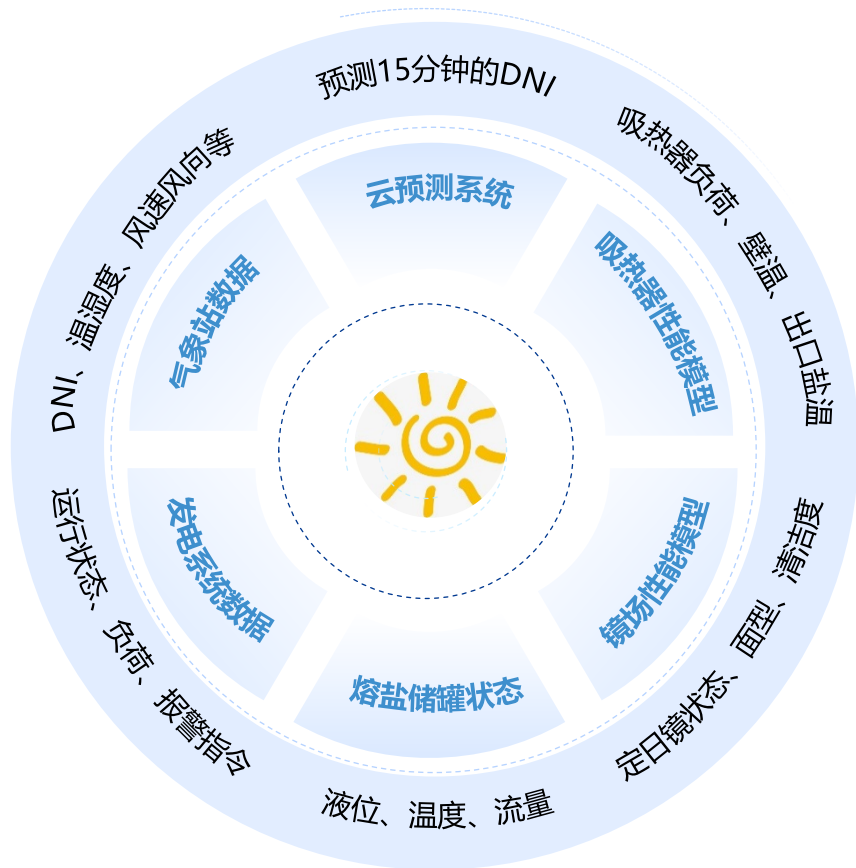


满足防护要求

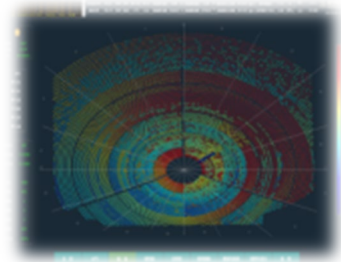
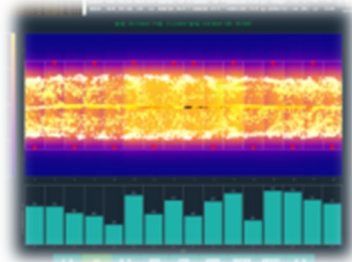


检修维护方便





- 实现吸热器与镜场的高度耦合协调控制
- 及时响应工况、云层干扰、流量扰动等变化需求
- 高度精确的定日镜机械、跟踪模型
- 准确的吸热器瞬态模型与镜场性能模型
- 使镜场和吸热器效率最佳、安全性最佳



共创价值 共享成功

THANKS