

附件

# 首台（套）重大技术装备推广应用指导目录 （2024 年版）

二〇二四年九月

# 目 录

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 1. 高端工业母机 .....            | 1  |
| 1.1 数控机床 .....             | 1  |
| 1.2 铸造装备 .....             | 3  |
| 1.3 锻压装备 .....             | 4  |
| 1.4 焊接装备 .....             | 4  |
| 1.5 热、表面处理装备 .....         | 4  |
| 1.6 增材制造装备 .....           | 4  |
| 1.7 工业机器人 .....            | 5  |
| 1.8 其他成形装备 .....           | 6  |
| 1.9 高端工业母机核心系统和关键零部件 ..... | 6  |
| 2. 电子专用装备 .....            | 8  |
| 2.1 集成电路生产装备 .....         | 8  |
| 2.2 片式元件生产装备 .....         | 10 |
| 2.3 新型显示生产装备 .....         | 10 |
| 2.4 太阳能电池生产装备 .....        | 10 |
| 3. 电力装备 .....              | 11 |
| 3.1 核电机组 .....             | 11 |
| 3.2 大型火电机组 .....           | 12 |
| 3.3 大型水电机组 .....           | 12 |
| 3.4 大型风电机组 .....           | 12 |
| 3.5 太阳能机组 .....            | 12 |
| 3.6 生物质能发电装备 .....         | 12 |
| 3.7 新型储能装备 .....           | 12 |
| 3.8 新型电力系统输配电装备 .....      | 13 |
| 3.9 电力装备核心系统和关键零部件 .....   | 14 |
| 4. 大型矿山和冶金装备 .....         | 17 |
| 4.1 千万吨级井工综采综掘成套装备 .....   | 17 |

|     |                           |    |
|-----|---------------------------|----|
| 4.2 | 千万吨级大型露天矿用装备 .....        | 17 |
| 4.3 | 金属冶炼铸造装备 .....            | 17 |
| 4.4 | 金属压延及加工装备 .....           | 18 |
| 4.5 | 物料搬运及港口机械装备 .....         | 18 |
| 4.6 | 大型矿山和冶金装备核心系统和关键零部件 ..... | 19 |
| 5.  | 大型石油和化工装备 .....           | 20 |
| 5.1 | 陆地油气钻采装备 .....            | 20 |
| 5.2 | 油气管道集输装备 .....            | 20 |
| 5.3 | 千万吨级炼油装置 .....            | 21 |
| 5.4 | 百万吨级乙烯装置 .....            | 21 |
| 5.5 | 百万吨级精对苯二甲酸装置 .....        | 22 |
| 5.6 | 煤化工成套装备 .....             | 22 |
| 5.7 | 气体分离、压缩装备 .....           | 22 |
| 5.8 | 大型石油和化工装备核心系统和关键零部件 ..... | 23 |
| 6.  | 先进节能环保装备 .....            | 24 |
| 6.1 | 节水与水处理装备 .....            | 24 |
| 6.2 | 大气污染治理装备 .....            | 24 |
| 6.3 | 固体废物处理利用装备 .....          | 24 |
| 6.4 | 先进节能环保装备核心系统和关键零部件 .....  | 25 |
| 7.  | 先进轨道交通装备 .....            | 26 |
| 7.1 | 动车组 .....                 | 26 |
| 7.2 | 铁路机车车辆 .....              | 26 |
| 7.3 | 铁路工程机械 .....              | 26 |
| 7.4 | 城市轨道交通车辆 .....            | 26 |
| 7.5 | 先进轨道交通装备核心系统和关键零部件 .....  | 27 |
| 8.  | 船舶与海洋工程装备 .....           | 28 |
| 8.1 | 船舶 .....                  | 28 |
| 8.2 | 海洋工程装备 .....              | 29 |

|      |                           |    |
|------|---------------------------|----|
| 8.3  | 海上油气钻采装备 .....            | 29 |
| 8.4  | 船舶与海洋工程装备核心系统和关键零部件 ..... | 29 |
| 9.   | 航空航天装备 .....              | 37 |
| 9.1  | 固定翼飞机 .....               | 37 |
| 9.2  | 直升机 .....                 | 37 |
| 9.3  | 无人机及其他航空器 .....           | 38 |
| 9.4  | 航天运载器 .....               | 38 |
| 9.5  | 航天飞行器 .....               | 39 |
| 9.6  | 机场地面设备 .....              | 40 |
| 9.7  | 航空航天装备核心系统和关键零部件 .....    | 40 |
| 10.  | 新型农业机械装备 .....            | 41 |
| 10.1 | 新型高效拖拉机 .....             | 41 |
| 10.2 | 自走式收获机 .....              | 41 |
| 10.3 | 大型播种机 .....               | 42 |
| 10.4 | 植保机械 .....                | 42 |
| 11.  | 大型工程机械 .....              | 44 |
| 11.1 | 掘进机械 .....                | 44 |
| 11.2 | 起重机械 .....                | 44 |
| 11.3 | 挖掘铲运机械 .....              | 44 |
| 11.4 | 路面压实与桩工机械 .....           | 44 |
| 11.5 | 安全应急装备 .....              | 44 |
| 11.6 | 大型工程机械核心系统和关键零部件 .....    | 45 |
| 12.  | 新型轻工和纺织机械 .....           | 46 |
| 12.1 | 食品机械 .....                | 46 |
| 12.2 | 药品机械 .....                | 46 |
| 12.3 | 印刷机械 .....                | 46 |
| 12.4 | 织造机械 .....                | 46 |
| 12.5 | 印染整理机械 .....              | 47 |
| 12.6 | 化纤与非织造布机械 .....           | 47 |



|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 13. 高端医疗装备 .....            | 48 |
| 13.1 手术装备 .....             | 48 |
| 13.2 医学影像装备 .....           | 48 |
| 13.3 放射治疗装备 .....           | 49 |
| 13.4 体外诊断装备 .....           | 49 |
| 13.5 卫生应急装备 .....           | 49 |
| 13.6 高端医疗装备核心系统和关键零部件 ..... | 50 |
| 14. 精密仪器仪表 .....            | 51 |
| 14.1 仪器 .....               | 51 |
| 14.2 仪表 .....               | 52 |
| 14.3 测量检测装备 .....           | 52 |
| 15. 重大技术装备关键配套及基础件 .....    | 53 |
| 15.1 液压气动密封装置及系统 .....      | 53 |
| 15.2 轴承 .....               | 53 |
| 15.3 传动系统及连接件 .....         | 53 |
| 15.4 控制部件及系统 .....          | 53 |

## 1. 高端工业母机

| 编号              | 装备名称                | 核心技术指标                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1.1 数控机床</b> |                     |                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>1.1.1</b>    | <b>重型精密立式车床</b>     | 最大加工直径：3500~5000mm；<br>最大加工工件高度 $\geq 2500\text{mm}$ ；<br>工作台跳动（端面、径向） $< 0.015\text{mm}$ ；<br>X/Z（直线轴）定位精度 $\leq 12\mu\text{m}$ （行程 $\leq 2000\text{mm}$ ），行程每增加 1000mm 精度增加 $4\mu\text{m}$ ；<br>X/Z（直线轴）重复定位精度 $\leq 6\mu\text{m}$       |
|                 |                     | 最大加工直径 $> 5000\text{mm}$ ；<br>最大加工工件高度 $\geq 4000\text{mm}$ ；<br>工作台跳动（端面、径向） $< 0.02\text{mm}$ ；<br>X/Z（直线轴）定位精度 $\leq 12\mu\text{m}$ （行程 $\leq 2000\text{mm}$ ），行程每增加 1000mm 精度增加 $5\mu\text{m}$ ；<br>X/Z（直线轴）重复定位精度 $\leq 8\mu\text{m}$ |
| <b>1.1.2</b>    | <b>精密车削中心</b>       | 加工工件圆度 $\leq 0.5\mu\text{m}$ ，圆柱度 $\leq 1\mu\text{m}$ ；<br>直线轴定位精度 $\leq 2\mu\text{m}$ ；<br>直线轴重复定位精度 $\leq 1\mu\text{m}$                                                                                                                  |
| <b>1.1.3</b>    | <b>高精度车铣复合加工中心</b>  | 转台直径：630~1000mm；<br>直线轴定位精度 $\leq 5\mu\text{m}$ ；<br>直线轴重复定位精度 $\leq 3\mu\text{m}$ ；<br>回转轴定位精度 $\leq 5''$ ；<br>回转轴重复定位精度 $\leq 3''$                                                                                                       |
|                 |                     | 转台直径：1000（不含）~3000mm；<br>直线轴定位精度 $< 10\mu\text{m}$ ；<br>直线轴重复定位精度 $< 6\mu\text{m}$ ；<br>回转轴定位精度 $\leq 10''$ ；<br>回转轴重复定位精度 $\leq 5''$                                                                                                      |
| <b>1.1.4</b>    | <b>五轴联动铣车复合加工中心</b> | 最大加工直径：630mm；<br>直线轴定位精度 $\leq 6\mu\text{m}$ ；<br>直线轴重复定位精度 $\leq 3\mu\text{m}$ ；<br>回转轴定位精度 $\leq 6''$ ；<br>回转轴重复定位精度 $\leq 3''$                                                                                                          |

| 编号    | 装备名称         | 核心技术指标                                                                                                                                        |
|-------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |              | 最大加工直径：630（不含）～1100mm；<br>直线轴定位精度 $\leq 8\mu\text{m}$ ；<br>直线轴重复定位精度 $\leq 5\mu\text{m}$ ；<br>回转轴定位精度 $\leq 8''$ ；<br>回转轴重复定位精度 $\leq 5''$    |
| 1.1.5 | 五轴立式龙门镜像铣削机床 | 最小壁厚 $\leq 0.9\text{mm}$ ；<br>壁厚精度： $\pm 0.1\text{mm}$                                                                                        |
| 1.1.6 | 五轴立式加工中心     | 工作台尺寸 $> 1000\text{mm}$ ；<br>直线轴定位精度 $\leq 5\mu\text{m}$ ；<br>直线轴重复定位精度 $\leq 3\mu\text{m}$ ；<br>回转轴定位精度 $\leq 5''$ ；<br>回转轴重复定位精度 $\leq 3''$ |
| 1.1.7 | 五轴卧式加工中心     | 工作台尺寸 $< 800\text{mm}$ ；<br>直线轴定位精度 $\leq 4\mu\text{m}$ ；<br>直线轴重复定位精度 $\leq 2\mu\text{m}$ ；<br>回转轴定位精度 $\leq 4''$ ；<br>回转轴重复定位精度 $\leq 2''$  |
|       |              | 工作台尺寸：800～1250mm；<br>直线轴定位精度 $\leq 6\mu\text{m}$ ；<br>直线轴重复定位精度 $\leq 4\mu\text{m}$ ；<br>回转轴定位精度 $\leq 6''$ ；<br>回转轴重复定位精度 $\leq 4''$         |
|       |              | 工作台尺寸：1250（不含）～1600mm；<br>直线轴定位精度 $< 10\mu\text{m}$ ；<br>直线轴重复定位精度 $< 6\mu\text{m}$ ；<br>回转轴定位精度 $< 10''$ ；<br>回转轴重复定位精度 $< 6''$              |
| 1.1.8 | 精密坐标镗加工中心    | 工作台尺寸 $\geq 630\text{mm}$ ；<br>定位精度 $\leq 3\mu\text{m}$ ；<br>重复定位精度 $\leq 1.5\mu\text{m}$ ；<br>回转轴定位精度 $\leq 3''$ ；<br>回转轴重复定位精度 $\leq 1.5''$ |
| 1.1.9 | 卧式数控高速拉床     | Y/Z（直线轴）定位精度 $\leq 15\mu\text{m}$ ；<br>Y/Z（直线轴）重复定位精度 $\leq 10\mu\text{m}$ ；<br>A/C（回转轴）定位精度 $\leq 15''$ ；                                    |

| 编号              | 装备名称         | 核心技术指标                                                                                                                                                         |
|-----------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 |              | A/C（回转轴）重复定位精度 $\leq 10''$ ；<br>粗糙度 $\leq Ra0.8\mu m$                                                                                                          |
| 1.1.10          | 高精度立式磨床      | 最大磨削直径 $\geq 1000mm$ ；<br>直线轴定位精度 $\leq 4\mu m$ ；<br>直线轴重复定位精度 $\leq 2\mu m$ ；<br>内圆圆度 $\leq 0.6\mu m$ ，粗糙度 $\leq Ra0.2\mu m$ ；<br>工作台跳动（端面、径向） $\leq 0.002mm$ |
| 1.1.11          | 精密数控坐标磨床     | 主轴转速 $\geq 45000r/min$ ；<br>直线轴定位精度 $\leq 4\mu m$ ；<br>直线轴重复定位精度 $\leq 2\mu m$                                                                                 |
| 1.1.12          | 精密复合磨削中心     | 加工精度：外圆圆度 $\leq 0.2\mu m$ ，内圆圆度 $\leq 0.4\mu m$ ；<br>圆柱度 $\leq 1\mu m$                                                                                         |
| 1.1.13          | 复合材料飞秒激光切割装备 | 加工幅面 $\geq 250mm \times 250mm$ ；<br>X/Y（直线轴）定位精度 $\leq 0.5\mu m$ ；<br>切割厚度 $\geq 2mm$ ；<br>热影响区 $\leq 5\mu m$ ；<br>拉伸强度 $\geq 95\%$                            |
| <b>1.2 铸造装备</b> |              |                                                                                                                                                                |
| 1.2.1           | 超大型冷室压铸机     | 锁模力 $\geq 90000kN$ ，最大压射力 $\geq 3500kN$ ；<br>最大铸造面积： $2250cm^2$ （40MPa）；<br>最大空压射速度 $\geq 9m/s$ ；<br>建压时间 $\leq 40ms$ ；<br>压铸周期 $\leq 120s$                    |
| 1.2.2           | 单晶定向炉        | 额定容量 $\geq 50kg$ ；<br>温度控制精度： $\pm 1^\circ C$ ；<br>拉晶柱精度误差： $\pm 0.1mm$ ；<br>工作真空度 $\leq 1Pa$ ，极限真空度 $\leq 0.01Pa$                                             |
| 1.2.3           | 高效精密无模成形装备   | 最大成形尺寸 $\geq 5000mm \times 3000mm \times 1000mm$ ；<br>成形精度 $\leq 0.1mm/1000mm$ ；<br>X/Y（直线轴）最大进给速度 $\geq 30m/min$                                              |

| 编号                  | 装备名称           | 核心技术指标                                                                                                                                                                      |
|---------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1.3 锻压装备</b>     |                |                                                                                                                                                                             |
| 1.3.1               | 高效精密径向锻机       | 锻造力 $\geq 6\text{MN}$ ;<br>最高锻造频次 $\geq 310$ 次/分钟;<br>锤头调节精度: $\pm 0.2\text{mm}$ ;<br>夹头行走定位精度: $\pm 1\text{mm}$ ;<br>夹头旋转定位精度: $\pm 0.5^\circ$                             |
| 1.3.2               | 伺服电动螺旋压机       | 公称压力 $\geq 250\text{MN}$ ;<br>运动部分能量: $5000\text{kJ}$ ;<br>行程次数: 8 次/分钟                                                                                                     |
| 1.3.3               | 精密冷温锻造压机       | 工位数 $\geq 5$ ;<br>公称压力 $\geq 16\text{MN}$ ;<br>公称力最大行程 $\geq 16\text{mm}$ ;<br>最大行程次数 $\geq 40$ 次/分钟;<br>成形精度 $\geq 6$ 级                                                    |
| <b>1.4 焊接装备</b>     |                |                                                                                                                                                                             |
| 1.4.1               | 大型线性摩擦焊装备      | 焊接力 $\geq 1000\text{kN}$ ;<br>顶锻力 $\geq 1200\text{kN}$ ;<br>频率: $10\sim 90\text{Hz}$                                                                                        |
| 1.4.2               | 大型惯性摩擦焊装备      | 主轴转速 $\geq 600\text{r/min}$ ;<br>最大转动惯量 $\geq 8700\text{kg}\cdot\text{m}^2$ ;<br>最大顶锻力 $\geq 10000\text{kN}$                                                                |
| 1.4.3               | 高功率激光—电弧复合焊接装备 | 激光功率 $\geq 12\text{kW}$ ;<br>激光输出功率不稳定性 $\leq 1.5\%$ ;<br>电弧电流 $\geq 400\text{A}$ ;<br>有效行程 $\geq 30\text{m}$ ;<br>定位精度 $\leq 0.5\text{mm}$ ;<br>重复定位精度 $\leq 0.3\text{mm}$ |
| <b>1.5 热、表面处理装备</b> |                |                                                                                                                                                                             |
| <b>1.6 增材制造装备</b>   |                |                                                                                                                                                                             |
| 1.6.1               | 微尺度粉末床熔融装备     | 粉末粒径 $\leq 10\mu\text{m}$ ;<br>成形精度: $\pm 2\mu\text{m}$ ;<br>表面粗糙度 $\leq \text{Ra}1.6\mu\text{m}$                                                                           |

| 编号        | 装备名称            |               | 核心技术指标                                                                                                                                                                                                         |
|-----------|-----------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.6.2     | 全覆盖多激光粉末床熔融装备   |               | 成形尺寸 $\geq 300\text{mm}\times 300\text{mm}\times 300\text{mm}$ ;<br>激光器数量 $\geq 8$ 个;<br>每个激光器覆盖全幅面                                                                                                            |
| 1.6.3     | 超大幅面粉末床熔融装备     |               | 成形尺寸 $\geq 1500\text{mm}\times 1500\text{mm}\times 1000\text{mm}$ ;<br>激光器数量 $\geq 20$ 个;<br>制造效率 $\geq 900\text{cm}^3/\text{h}$                                                                               |
| 1.6.4     | 多电子束选区熔化增材制造装备  |               | 成形尺寸 $\geq 800\text{mm}\times 800\text{mm}\times 800\text{mm}$ ;<br>电子枪数量 $\geq 4$ 个;<br>单枪功率 $\geq 4.5\text{kW}$ ;<br>成形精度 $\leq 0.5\text{mm}$ ;<br>孔隙率 $\leq 0.3\%$ ;<br>制造效率 $\geq 200\text{cm}^3/\text{h}$ |
| 1.7 工业机器人 |                 |               |                                                                                                                                                                                                                |
| 1.7.1     | 电子制造用高速高精度工业机器人 |               | 负载 $\geq 12\text{kg}$ ;<br>自由度: 6;<br>重复定位精度: $\pm 0.02\text{mm}$ ;<br>防护等级: IP67                                                                                                                              |
| 1.7.2     | 汽车制造用工业机器人      | 1.7.2.1 点焊机器人 | 负载 $\geq 150\text{kg}$ ;<br>重复定位精度: $\pm 0.05\text{mm}$ ;<br>平均无故障时间 $\geq 80000\text{h}$                                                                                                                      |
|           |                 | 1.7.2.2 弧焊机器人 | 负载 $\geq 6\text{kg}$ ;<br>重复定位精度: $\pm 0.02\text{mm}$ ;<br>重复轨迹精度: $\pm 0.1\text{mm}$ ;<br>平均无故障时间 $\geq 80000\text{h}$                                                                                        |
|           |                 | 1.7.2.3 喷涂机器人 | 重复定位精度: $\pm 0.2\text{mm}$ ;<br>换色时间 $\leq 15\text{s}$ ;<br>平均无故障时间 $\geq 80000\text{h}$ ;<br>防护等级: IP66                                                                                                       |
| 1.7.3     | 冶炼炉高温强冲击载荷工业机器人 |               | 工具末端最大冲击载荷 $\geq 90000\text{N}$ ;<br>定位精度: $\pm 5\text{mm}$ ;<br>最大速度 $\geq 1.8\text{m/s}$ ;<br>无故障冲击次数 $\geq 12000$ 次;<br>机器人本体耐受环境温度 $\geq 80^{\circ}\text{C}$                                               |

| 编号                          | 装备名称           | 核心技术指标                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.7.4                       | 重载工业机器人        | 负载 $\geq 700\text{kg}$ ;<br>重复定位精度: $\pm 0.08\text{mm}$ ;<br>绝对定位精度: $\pm 1\text{mm}$ ;<br>平均无故障时间 $\geq 80000\text{h}$                                                           |
| <b>1.8 其他成形装备</b>           |                |                                                                                                                                                                                   |
| 1.8.1                       | 大型薄膜平行双螺杆挤出机   | 螺杆直径 $\geq 190\text{mm}$ ;<br>长径比 $\geq 34:1$ ;<br>额定转速 $\geq 200\text{r/min}$ ;<br>产能 $\geq 9\text{t/h}$ ;<br>装机功率 $\geq 2000\text{kW}$                                          |
| <b>1.9 高端工业母机核心系统和关键零部件</b> |                |                                                                                                                                                                                   |
| 1.9.1                       | 数控机床滚珠丝杠       | 中径: $25\sim 63\text{mm}$ ;<br>噪声 $\leq 72\text{dB}$ ( $48\text{m/min}$ 以上);<br>精度达到 P1 级                                                                                          |
| 1.9.2                       | 数控机床导轨         | 宽度: $25\sim 55\text{mm}$ ;<br>噪声 $\leq 70\text{dB}$ ( $60\text{m/min}$ 以上);<br>精度达到 P1 级                                                                                          |
| 1.9.3                       | 数控机床直驱转台       | A/C (回转轴) 定位精度 $\leq 10''$ ;<br>A/C (回转轴) 重复定位精度 $\leq 4''$                                                                                                                       |
| 1.9.4                       | 数控机床电主轴        | 回转误差 $\leq 0.1\mu\text{m}$ ;<br>静刚度 $\geq 1000\text{N}/\mu\text{m}$ ;<br>转速 $\geq 15000\text{r/min}$ ;<br>低速输出扭矩 $\geq 300\text{N}\cdot\text{m}$                                  |
| 1.9.5                       | 数控机床双摆角铣头      | A/C (回转轴) 驱动扭矩 $\geq 5000\text{N}\cdot\text{m}$ ;<br>夹紧扭矩 $\geq 6000\text{N}\cdot\text{m}$ ;<br>主轴扭矩 $\geq 1250\text{N}\cdot\text{m}$ ;<br>定位精度 $\leq 8''$ ;<br>重复定位精度 $\leq 4''$ |
| 1.9.6                       | 数控机床高速精密转台轴承   | DN 值 $\geq 7\times 10^5\text{mm}\cdot\text{r/min}$ ;<br>刚性 $\geq 175\text{kN}\cdot\text{m/mrad}$ ;<br>精度达到 P2 级                                                                   |
| 1.9.7                       | 数控机床光栅/时栅回转编码器 | 精度: $\pm 1''$ ;<br>平均无故障时间 $\geq 10000\text{h}$                                                                                                                                   |

| 编号     | 装备名称           | 核心技术指标                                                                                                             |
|--------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.9.8  | 数控机床光栅/时栅直线编码器 | 精度： $\pm 1\mu\text{m}/\text{m}$ ；<br>平均无故障时间 $\geq 10000\text{h}$                                                  |
| 1.9.9  | 数控机床数控装置       | 最高支持通道数 $\geq 8$ ；<br>单通道插补周期 $\leq 1\text{ms}$ ；<br>平均无故障时间 $\geq 30000\text{h}$ ；<br>具备 RTCP 误差补偿、刀轴矢量控制动态前馈控制功能 |
| 1.9.10 | 数控机床伺服驱动器      | 位置输出最高分辨率：28 位；<br>最大调速比：1:100000；<br>最大载波频率：8K；<br>具备 2 倍过载能力（持续 3s），支持动态精度优化、全闭环接口                               |
| 1.9.11 | 重载工业机器人 RV 减速器 | 传动精度 $\leq 50''$ ；<br>背隙回差 $\leq 1'$ ；<br>传动效率 $\geq 85\%$ ；<br>寿命 $\geq 6000\text{h}$                             |



## 2. 电子专用装备

| 编号                  | 装备名称      | 核心技术指标                                                                                                                           |
|---------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2.1 集成电路生产装备</b> |           |                                                                                                                                  |
| 2.1.1               | 硅外延炉      | 晶圆直径：300mm；<br>工艺节点等于或优于 28nm；<br>应用材料：硅、锗硅                                                                                      |
| 2.1.2               | 湿法清洗机     | 晶圆直径：300mm；<br>工艺节点优于 28nm；<br>用于关键层清洗                                                                                           |
| 2.1.3               | 氧化炉       | 晶圆直径：300mm；<br>工艺节点等于或优于 28nm                                                                                                    |
| 2.1.4               | 涂胶显影机     | 晶圆直径：300mm；<br>工艺节点等于或优于 28nm；<br>用于关键层涂胶显影                                                                                      |
| 2.1.5               | 氟化氪光刻机    | 晶圆直径：300mm；<br>照明波长：248nm；<br>分辨率 $\leq 110\text{nm}$ ；<br>套刻 $\leq 25\text{nm}$                                                 |
| 2.1.6               | 氟化氪光刻机    | 晶圆直径：300mm；<br>照明波长：193nm；<br>分辨率 $\leq 65\text{nm}$ ；<br>套刻 $\leq 8\text{nm}$                                                   |
| 2.1.7               | 高能离子注入机   | 晶圆直径：300mm；<br>注入均匀性 $\leq 0.5\%$ ；<br>能量范围 $\geq 1\text{MeV}$ ；<br>能量纯度：99.9%                                                   |
| 2.1.8               | 低能离子注入机   | 晶圆直径：300mm；<br>能量范围：200eV $\sim$ 50KeV；<br>注入剂量： $5\times 10^{13}\sim 5\times 10^{16}\text{ions/cm}^2$ ；<br>束流大小：0.5 $\sim$ 30mA |
| 2.1.9               | 等离子干法刻蚀机  | 晶圆直径：300mm；<br>工艺节点等于或优于 28nm；<br>用于关键层刻蚀                                                                                        |
| 2.1.10              | 特种金属膜层刻蚀机 | 刻蚀晶圆规格：12 英寸；<br>CD1 $\sigma$ 均匀性（片内、片间、批间） $\leq 3\%$ ；                                                                         |

| 编号     | 装备名称     | 核心技术指标                                                                                                                                                                     |
|--------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |          | MTJ 特征 CD: 25~80nm;<br>MTJ 侧壁损伤 $\leq 2\text{nm}$ ;<br>MTJ 侧壁陡直度 $\geq 80^\circ$                                                                                           |
| 2.1.11 | 化学气相沉积装备 | 晶圆直径: 300mm;<br>工艺节点等于或优于 28nm;<br>用于关键层沉积                                                                                                                                 |
| 2.1.12 | 物理气相沉积装备 | 晶圆直径: 300mm;<br>工艺节点等于或优于 28nm;<br>用于关键层沉积                                                                                                                                 |
| 2.1.13 | 化学机械抛光机  | 铜抛光:<br>晶圆直径: 300mm;<br>工艺节点等于或优于 14nm;<br>片内及片间非均匀性 $\leq 5\%$ ;<br>抛光速率 $> 5000\text{\AA}/\text{min}$                                                                    |
|        |          | 钨抛光:<br>晶圆直径: 300mm;<br>工艺节点等于或优于 14nm;<br>片内及片间非均匀性 $\leq 5\%$ ;<br>抛光速率 $\geq 2000\text{\AA}/\text{min}$                                                                 |
|        |          | 铝抛光:<br>晶圆直径: 300mm;<br>工艺节点等于或优于 28nm;<br>片内及片间非均匀性 $\leq 5\%$ ;<br>抛光速率 $\geq 2500\text{\AA}/\text{min}$                                                                 |
|        |          | 介质抛光:<br>晶圆直径: 300mm;<br>工艺节点等于或优于 28nm;<br>片内及片间非均匀性 $\leq 5\%$ ;<br>抛光速率 $\geq 1000\text{\AA}/\text{min}$                                                                |
| 2.1.14 | 激光退火装备   | 晶圆直径: 300mm;<br>工艺节点等于或优于 28nm                                                                                                                                             |
| 2.1.15 | 光学线宽量测装备 | 动态重复性: 宽度 $\leq 0.1\text{nm}$ , 高度 $\leq 0.15\text{nm}$ ,<br>角度 $\leq 0.08^\circ$ ;<br>准确性: 线性度 $\geq 0.9$ , 斜率: within $1\pm 0.1$ ;<br>表面颗粒增加 $\leq 4$ 颗@ $> 30\text{nm}$ |

| 编号                   | 装备名称          | 核心技术指标                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2.2 片式元件生产装备</b>  |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2.2.1                | 多层片式陶瓷电容器用辊印机 | 有效运行时间 $\geq 80\%$ ;<br>膜卷最大可安装直径 $\geq 500\text{mm}$ ;<br>印刷宽度 $\geq 330\text{mm}$ ;<br>印刷速度 $\geq 100\text{m/min}$ ;<br>印刷辊与黑胶辊之间的平行度 $\leq 30\mu\text{m}$                                                                                                                                   |
| 2.2.2                | 多层片式陶瓷电容器用叠层机 | 叠层尺寸 $\geq 310\text{mm} \times 310\text{mm}$ ;<br>叠层效率 $\leq 7\text{s}$ ;<br>图像重复精度: $\pm 2\mu\text{m}$ , 对位台定位精度:<br>$\pm 2\mu\text{m}$ ;<br>叠层图形变形量: $\Delta X \leq 0.015\text{mm}$ ,<br>$\Delta Y \leq 0.015\text{mm}$ ;<br>单膜厚度 $\leq 2\mu\text{m}$ , 层数可达 1000 层;<br>有效运行时间占比 $\geq 85\%$ |
| 2.2.3                | 薄膜流延机         | 适用 PET 膜宽: $350\text{mm}$ ;<br>最大流膜宽度 $\geq 310\text{mm}$ ;<br>流延厚度: $1 \sim 10\mu\text{m}$ , 流延速度 $\geq 100\text{m/min}$ ;<br>烘干温度 $\leq 120^\circ\text{C}$ ;<br>流延极差: $\pm 5\%$                                                                                                              |
| <b>2.3 新型显示生产装备</b>  |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2.3.1                | 超薄玻璃一次拉制成形装备  | 厚度 $\leq 70\mu\text{m}$ ;<br>厚度差 $\leq 10\%$ ;<br>透过率 $\geq 90\%$                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>2.4 太阳能电池生产装备</b> |               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2.4.1                | 钙钛矿真空镀膜机      | 膜厚均匀性 $\leq 5\%$ ;<br>片间膜厚稳定性 $\leq 2\%$ ;<br>组件尺寸 $\geq 0.72\text{m}^2$ ;<br>生产节拍 $\leq 60\text{s}$                                                                                                                                                                                           |
| 2.4.2                | 钙钛矿涂布机        | 膜厚均匀性 $\leq 5\%$ ;<br>片间膜厚稳定性 $\leq 5\%$ ;<br>组件尺寸 $\geq 0.72\text{m}^2$ ;<br>生产节拍 $\leq 60\text{s}$                                                                                                                                                                                           |

### 3. 电力装备

| 编号       | 装备名称                                    |                                     | 核心技术指标                                                                                                                   |
|----------|-----------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.1 核电机组 |                                         |                                     |                                                                                                                          |
| 3.1.1    | 三代核电<br>(华龙一号、CAP 系列)<br>核心系统和<br>关键零部件 | 3.1.1.1 主回路系统<br>装备及堆芯测量<br>系统      | 机组额定功率≥1200MWe;<br>设计寿命≥60 年;<br>堆芯损坏概率≤1.0×10 <sup>-5</sup> /堆年;<br>大量放射性物质释放概率≤1.0×10 <sup>-6</sup> /堆年;<br>换料周期≥18 个月 |
|          |                                         | 3.1.1.2 主泵变频器                       |                                                                                                                          |
|          |                                         | 3.1.1.3 主蒸汽与<br>主给水隔离阀门及<br>高灵敏度调节阀 |                                                                                                                          |
|          |                                         | 3.1.1.4 数字化仪控<br>系统                 |                                                                                                                          |
|          |                                         | 3.1.1.5 乏燃料运输<br>容器                 |                                                                                                                          |
|          |                                         | 3.1.1.6 核级专用焊材                      |                                                                                                                          |
| 3.1.2    | 高温气冷堆<br>核心系统和<br>关键零部件                 | 3.1.2.1 一回路系统<br>装备和测量系统            | 堆芯出口温度≥750℃;<br>单模块热功率≥250MW <sub>t,e</sub> ;<br>设计寿命≥60 年;<br>满足第四代核电安全特性                                               |
|          |                                         | 3.1.2.2 燃料及其<br>装卸系统                |                                                                                                                          |
|          |                                         | 3.1.2.3 数字化仪控<br>系统                 |                                                                                                                          |
|          |                                         | 3.1.2.4 氦气冷却<br>回路相关设备及<br>阀门       |                                                                                                                          |
|          |                                         | 3.1.2.5 氦气回路<br>核级专用焊材              |                                                                                                                          |
| 3.1.3    | 快中子反应堆<br>核心系统和<br>关键零部件                | 3.1.3.1 钠回路系统<br>装备                 | 机组额定功率≥600MWe;<br>设计寿命≥40 年;<br>堆芯损坏概率≤1.0×10 <sup>-6</sup> /堆年;<br>大量放射性物质释放概率≤1.0×10 <sup>-7</sup> /堆年                 |
|          |                                         | 3.1.3.2 钠回路仪控<br>和检测装备              |                                                                                                                          |
|          |                                         | 3.1.3.3 钠回路核级<br>专用焊材               |                                                                                                                          |

| 编号           | 装备名称           |                    | 核心技术指标                                                                                |
|--------------|----------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.2 大型火电机组   |                |                    |                                                                                       |
| 3.2.1        | 燃气轮机           |                    | 额定功率<30MW，单循环热效率≥20%；<br>额定功率：30~50MW，单循环热效率≥26%；<br>额定功率>50MW，单循环热效率≥32%             |
| 3.2.2        | 高效二次再热煤电机组技术装备 |                    | 额定功率≥1200MW；<br>再热蒸汽温度≥630℃；<br>蒸汽压力≥30MPa                                            |
| 3.3 大型水电机组   |                |                    |                                                                                       |
| 3.3.1        | 大型变速抽水蓄能机组     |                    | 单机容量≥300MW；<br>转子交流励磁系统额定电压≥3kV                                                       |
| 3.4 大型风电机组   |                |                    |                                                                                       |
| 3.4.1        | 海上风力发电机组       | 3.4.1.1 近海抗台型风电机组  | 额定功率≥15MW；<br>风能利用系数（Cp 值）≥0.47；<br>设计寿命≥25 年；<br>极限生存风速≥45m/s（10min 平均值）             |
|              |                | 3.4.1.2 深远海漂浮式风电机组 | 额定功率≥7MW；<br>风能利用系数（Cp 值）≥0.47；<br>设计水深≥50m；<br>设计寿命≥25 年；<br>极限生存风速≥55m/s（10min 平均值） |
| 3.5 太阳能机组    |                |                    |                                                                                       |
| 3.6 生物质能发电装备 |                |                    |                                                                                       |
| 3.7 新型储能装备   |                |                    |                                                                                       |
| 3.7.1        | 全钒液流电池储能系统     |                    | 额定功率≥200MW；<br>额定能量≥800MWh；<br>系统能量效率≥65%；<br>设计寿命≥20 年                               |
| 3.7.2        | 铁铬液流电池储能系统     |                    | 额定能量≥6MWh；<br>额定功率≥1MW；<br>额定能量效率≥65%；<br>设计寿命≥20 年                                   |

| 编号              | 装备名称        |                      | 核心技术指标                                                                                                                        |
|-----------------|-------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.7.3           | 钠离子电池储能系统   |                      | 额定能量≥1MWh;<br>额定能量效率≥85%;<br>设计寿命≥3000 次                                                                                      |
| 3.7.4           | 超级电容储能系统    |                      | 单体能量≥30Wh;<br>比能量≥120Wh/kg;<br>80%DOD 循环寿命≥20 万次                                                                              |
| 3.8 新型电力系统输配电装备 |             |                      |                                                                                                                               |
| 3.8.1           | 特高压柔性直流换流阀  |                      | 额定电压：±800kV 及以上;<br>输送容量≥5000MW;<br>控制链路延时≤70μs                                                                               |
| 3.8.2           | 海上风电换流站     |                      | 额定电压：±400kV 及以上;<br>额定电量≥1100MW;<br>极限生存风速≥33m/s（10min 平均值）;<br>抗震烈度≥7 度                                                      |
| 3.8.3           | 混合换相换流阀     |                      | 额定直流电压≥120kV;<br>额定直流电流≥3000A;<br>最大关断电流≥5500A;<br>过负荷电流≥3600A（持续 2h）                                                         |
| 3.8.4           | 直流干式电容器     |                      | 最大电压≥2.8kV;<br>最大电容≥9mF;<br>损耗≤0.05%;<br>可重复峰值电流：30kA                                                                         |
| 3.8.5           | 高海拔特高压换流变压器 |                      | 额定电压：±800kV;<br>应用海拔≥2500m                                                                                                    |
| 3.8.6           | 天然酯绝缘油变压器   |                      | 额定容量≥240MVA;<br>电压等级≥220kV                                                                                                    |
| 3.8.7           | 开关设备        | 3.8.7.1 环保气体<br>开关设备 | 额定电压≥120kV;<br>额定电流≥4000A;<br>额定短路开断电流：40kA;<br>绝缘介质：干燥环保气体;<br>断口满足工频耐受电压（230+73）kV，<br>雷电冲击耐受电压（550+103）kV;<br>机械寿命≥10000 次 |

| 编号                 | 装备名称      |                         | 核心技术指标                                                                                                                                                                  |
|--------------------|-----------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |           | 3.8.7.2 单断口高压真空断路器      | 额定短路开断电流 $\geq 40\text{kA}$ ;<br>断口满足工频耐受电压 $(230+73)\text{ kV}$ ,<br>雷电冲击耐受电压 $(550+103)\text{ kV}$ ;<br>工作环境温度: $-40\sim+40^{\circ}\text{C}$ ;<br>机械寿命 $\geq 10000$ 次 |
|                    |           | 3.8.7.3 高电压大容量高通流能力开关设备 | 额定电压 $\geq 550\text{kV}$ ;<br>额定电流 $\geq 8000\text{A}$ ;<br>额定短路开断电流 $\geq 80\text{kA}$ ,<br>短时/峰值耐受电流 $\geq 80\text{kA}/210\text{kA}$ ;<br>机械寿命 $\geq 10000$ 次         |
|                    |           | 3.8.7.4 海上风电高电压环保型开关设备  | 额定电压 $\geq 70\text{kV}$ ;<br>额定电流 $\geq 1250\text{A}$ ;<br>额定短路开断电流 $\geq 30\text{kA}$ , 额定短时耐受电流 $\geq 30\text{kA}$ (持续 3s) ;<br>绝缘介质: 干燥环保气体                          |
| 3.8.8              | 智能配电网控制装备 | 3.8.8.1 时间敏感网络交换机       | 时间同步精度 $\leq 50\text{ns}$ , 时延 $\leq 1\mu\text{s}$ ,<br>抖动 $\leq 500\text{ns}$ ;<br>支持 802.1AS/Qbu/Qbv/Qci/Qch/CB 等主流 TSN 协议;<br>功耗 $\leq 4\text{W}$                    |
|                    |           | 3.8.8.2 全控型次同步振荡抑制装置    | 额定输入电压/频率: $10\text{kV}/50\text{Hz}$ ;<br>额定功率 $\geq 2.5\text{MW}$ ;<br>治理次同步频率范围: $5\sim 35\text{Hz}$ ;<br>效率 $\geq 98.5\%$ ;<br>补偿时间 $\leq 1\text{ms}$                |
| 3.9 电力装备核心系统和关键零部件 |           |                         |                                                                                                                                                                         |
| 3.9.1              | 核主泵机械密封   |                         | 正常工况密封压力 $\geq 15\text{MPa}$ ;<br>正常工况密封温度: $30\sim 74^{\circ}\text{C}$ ;<br>特殊工况密封温度: $110^{\circ}\text{C}$ ;<br>密封运行周期 $\geq 4$ 个运行周期;<br>密封介质: 冷却水 (含硼)              |
| 3.9.2              | 燃气轮机关键部件  | 3.9.2.1 透平叶片            | 配套应用于燃气轮机要满足本目录编号 3.2.1 所规定产品的核心技术指标                                                                                                                                    |
|                    |           | 3.9.2.2 燃烧室喷嘴           |                                                                                                                                                                         |
|                    |           | 3.9.2.3 火焰检测器           |                                                                                                                                                                         |

| 编号    | 装备名称          |                       | 核心技术指标                                                                                                                                  |
|-------|---------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.9.3 | 抽水蓄能机组控制与保护装备 |                       | 测频分辨率 $\leq 0.0001\text{Hz}$ ;<br>励磁系统所有通道间跟踪精度 $\leq \pm 0.2\%$ ;<br>灭磁开关额定分断电流 $\geq 80\text{kA}$ ;<br>整流桥间均流系数 $\geq 96\%$           |
| 3.9.4 | 海上风电机组核心零部件   | 3.9.4.1 变流器           | 主机额定功率 $\geq 10\text{MW}$ ;<br>效率 $\geq 97\%$ ;<br>平均无故障工作时间 $\geq 18000\text{h}$                                                       |
|       |               | 3.9.4.2 发电机           | 主机额定功率 $\geq 10\text{MW}$ ;<br>效率 $\geq 96\%$                                                                                           |
|       |               | 3.9.4.3 叶片            | 主机额定功率 $\geq 10\text{MW}$ ;<br>风能利用系数 ( $C_p$ 值) $\geq 0.47$                                                                            |
|       |               | 3.9.4.4 主轴承           | 主机额定功率 $\geq 16\text{MW}$ ;<br>精度: P4 级;<br>工作环境温度: $-40\sim +80^\circ\text{C}$ ;<br>设计寿命 $\geq 25$ 年                                   |
|       |               | 3.9.4.5 齿轮箱           | 主机额定功率 $\geq 16\text{MW}$ ;<br>传动效率 $\geq 98\%$ ;<br>振动速度 $\leq 3.0\text{mm/s}$ ;<br>工作噪声 $\leq 105\text{dB (A)}$ ;<br>设计寿命 $\geq 25$ 年 |
| 3.9.5 | 压缩空气储能系统      | 3.9.5.1 压缩机子系统        | 额定功率 $\geq 300\text{MW}$ ;<br>额定效率 $\geq 70\%$ ;<br>变工况运行范围: $40\%\sim 110\%$ ;<br>启动时间 $\leq 8\text{min}$ (冷态启动至并网);<br>非补燃式           |
|       |               | 3.9.5.2 膨胀机子系统        |                                                                                                                                         |
|       |               | 3.9.5.3 蓄热换热子系统       |                                                                                                                                         |
| 3.9.6 | 飞轮储能装置        | 3.9.6.1 大功率电力级飞轮单体设备  | 单机输出功率 $\geq 100\text{kW}$ ;<br>单机输出能量 $\geq 30\text{MJ}$                                                                               |
|       |               | 3.9.6.2 五自由度磁轴承稳定控制装置 |                                                                                                                                         |
|       |               | 3.9.6.3 火储联合调频控制装备    |                                                                                                                                         |
| 3.9.7 | 特高压分接开关       |                       | 额定电流 $\geq 1600\text{A}$ ;<br>容量 $\geq 6400\text{KVA}$ ;<br>切换同步时间 $\leq 12\text{ms}$ ;<br>切换开关绝缘介质: 空气                                 |



| 编号    | 装备名称       |                | 核心技术指标                                                                                 |
|-------|------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.9.8 | 特高压直流套管    |                | 电压等级：±800kV 及以上                                                                        |
| 3.9.9 | 新型数智<br>电缆 | 3.9.9.1 新型感知电缆 | 感知距离≥3m；<br>数据安全等级：满足《GM/T 0035.2-2014》<br>中规定的 II-B 级；<br>测温范围：-40～+150℃；<br>测温精度：±1℃ |
|       |            | 3.9.9.2 超导电缆   | 电压等级≥35kV；<br>额定电流≥2200A；<br>额定容量≥133MVA；<br>电缆单位漏热：2.5～3W/m；<br>额定运行温度：77K（-196℃）     |

## 4. 大型矿山和冶金装备

| 编号                        | 装备名称           | 核心技术指标                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>4.1 千万吨级井工综采综掘成套装备</b> |                |                                                                                                                                                                                                       |
| 4.1.1                     | 半煤岩掘锚一体机       | 截割功率 $\geq 560\text{kW}$ ;<br>掘进断面 $\geq 12\text{m}^2$ ;<br>截割煤岩硬度 $\leq 85\text{MPa}$ ;<br>机载锚杆钻机数量 $\geq 6$                                                                                         |
| 4.1.2                     | 硬岩竖井钻机装备       | 装机功率 $\geq 2000\text{kW}$ ;<br>钻孔深度 $\geq 1000\text{m}$ ;<br>提吊力 $\geq 18000\text{kN}$ ;<br>综合成井速度 $\geq 60$ 米/月;<br>适应岩层单轴极限抗压强度 $\geq 200\text{MPa}$                                                |
| <b>4.2 千万吨级大型露天矿用装备</b>   |                |                                                                                                                                                                                                       |
| 4.2.1                     | 大型无人值守露天矿用挖掘机  | 标准斗容 $\geq 45\text{m}^3$ ;<br>行走速度 $\geq 0.8\text{km/h}$ ;<br>铲斗定位和控制精度 $\leq 0.1\text{m}$ ;<br>目标重构和识别精度 $\leq 0.2\text{m}$                                                                          |
| 4.2.2                     | X 射线与可见光双识别选矿机 | 图像特征识别精度 $\geq 0.1\text{mm}$ ;<br>矿石信息处理、硬件分选能力 $\geq 1300$ 万颗/小时;<br>兼容矿石表面可见光、内部射线多通道图像信息同步采集、同步处理能力                                                                                                |
| <b>4.3 金属冶炼铸造装备</b>       |                |                                                                                                                                                                                                       |
| 4.3.1                     | 双辊薄带铸轧装备       | 最大拉速 $\geq 120\text{m/min}$ ;<br>铸带坯规格: 最大宽度 $\geq 1500\text{mm}$ , 厚度:<br>1.4~2.1mm;<br>产品规格: 最大宽度 $\geq 1500\text{mm}$ , 厚度:<br>0.7~1.9mm                                                           |
| 4.3.2                     | 多功能连铸机         | 不锈钢圆坯直径: 160~700mm;<br>不锈钢方坯尺寸: 190mm $\times$ 190mm;<br>不锈钢矩形坯尺寸: 300mm $\times$ 500mm;<br>不锈钢工或模具钢板坯尺寸:<br>300mm $\times$ 810mm;<br>不锈钢板坯: 厚度 $\leq 300\text{mm}$ , 不锈钢圆坯<br>直径 $\leq 700\text{mm}$ |

| 编号              | 装备名称            |                       | 核心技术指标                                                                                                                                                |
|-----------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.3.3           | 超大断面重型异形坯连铸机    |                       | 最大拉坯速度 $\geq 0.60\text{m/min}$ ;<br>最大断面: 1300mm $\times$ 510mm $\times$ 140mm;<br>质量合格率 $\geq 98\%$ ;<br>年产量 $\geq 1\times 10^6\text{t}$             |
| 4.4 金属压延及加工装备   |                 |                       |                                                                                                                                                       |
| 4.4.1           | 高精度铝热连轧机        |                       | 最大轧制速度 $\geq 10\text{m/s}$ ;<br>产品厚度精度: $\pm 0.014\text{mm}$ (2mm 厚) ;<br>产品凸度公差: $\pm 0.28\%$                                                        |
| 4.4.2           | 宽幅镁合金板带轧制机      | 4.4.2.1 宽幅镁合金板带铸轧装备   | 板材宽度 $\geq 1200\text{mm}$ ;<br>产品厚度精度: $\pm 0.003\text{mm}$ (0.3mm 厚) ;<br>产品卷径 $\geq 1500\text{mm}$                                                  |
|                 |                 | 4.4.2.2 宽幅镁合金板带卷式轧制装备 | 辊面宽度 $\geq 1400\text{mm}$ ;<br>板材宽度 $\geq 1200\text{mm}$ ;<br>产品板厚 $\leq 0.3\text{mm}$ ;<br>产品厚差 $\leq 0.003\text{mm}$ ;<br>产品卷径 $\geq 1500\text{mm}$ |
| 4.4.3           | 宽幅铝带单机架冷轧机      |                       | 辊面宽度 $\geq 1850\text{mm}$ ;<br>轧制速度 $\geq 1500\text{m/min}$ ;<br>厚度精度: $\pm 2.5\mu\text{m}$ (0.2mm 厚)                                                 |
| 4.4.4           | 高强钢钢板精整装备       |                       | 产品钢板抗拉强度 $\geq 2000\text{MPa}$ ;<br>钢板厚度: 0.7~3.5mm;<br>钢板宽度: 800~1850mm;<br>机组速度 $\geq 400\text{m/min}$ ;<br>拉矫平直度 $\leq 3\text{I}$                  |
| 4.4.5           | 液力挤压装备          |                       | 最大挤压力 $\geq 32\text{MN}$ ;<br>挤压筒内径 $\geq 150\text{mm}$ ;<br>产品长度 $\geq 1200\text{mm}$                                                                |
| 4.5 物料搬运及港口机械装备 |                 |                       |                                                                                                                                                       |
| 4.5.1           | 穿越式双车岸边集装箱桥式起重机 |                       | 小车运行速度 $\geq 300\text{m/min}$ ;<br>满载额定起升速度 $\geq 135\text{m/min}$ ;<br>单机效率 $\geq 45$ 循环/小时;<br>双梁四轨道结构及双车交叉穿越自动化作业                                  |

| 编号                             | 装备名称        | 核心技术指标                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------------|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.5.2                          | 门架式链斗卸船机    | 最大单机生产率 $\geq 5000\text{t/h}$ （卸矿石），<br>$\geq 4000\text{t/h}$ （卸煤）；<br>理论单位电耗 $\leq 0.4\text{kWh}$ ；<br>需清仓机工作舱位 $\leq 5\%$ 舱位；<br>全过程封闭、自动化卸料                                         |
| <b>4.6 大型矿山和冶金装备核心系统和关键零部件</b> |             |                                                                                                                                                                                        |
| 4.6.1                          | 大吨位矿用自卸车电动轮 | 牵引功率 $\geq 4\text{MW}$ ；<br>传动效率 $\geq 92\%$ ；<br>减速比 $\geq 30$ ；<br>输出扭矩 $\geq 1 \times 10^6\text{N}\cdot\text{m}$ ；<br>无故障运行里程 $\geq 24000\text{km}$ ；<br>矿用自卸车载重 $\geq 200\text{t}$ |

## 5. 大型石油和化工装备

| 编号                  | 装备名称         | 核心技术指标                                                                                                                                                                   |
|---------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>5.1 陆地油气钻采装备</b> |              |                                                                                                                                                                          |
| 5.1.1               | 智能钻机         | 钻井深度 $\geq 15000\text{m}$ ;<br>最高工作压力 $\geq 70\text{MPa}$ ;<br>控制设备数量 $\geq 10$ 台,系统响应时间 $\leq 0.1\text{s}$ ;<br>实时识别 25 种以上钻井工况                                         |
| 5.1.2               | 卧式五缸高压钻井泵    | 额定输入功率 $\geq 2000\text{kW}$ ;<br>额定工作压力 $\geq 7500\text{psi}$ ;<br>额定排量 $\geq 77.6\text{L/s@24MPa}$ (缸套直径 180mm)                                                         |
| 5.1.3               | 旋转地质导向钻井装备   | 最高工作温度 $\geq 175^\circ\text{C}$ ;<br>最高工作压力 $\geq 140\text{MPa}$ ;<br>姿态测量精度:井斜角: $\pm 0.1^\circ$ , 方位角: $\pm 1^\circ$ ;<br>实钻造斜率: $15.3^\circ/30\text{m}$ ;<br>具有零度造斜功能 |
| 5.1.4               | 大功率电驱压裂装备    | 最高工作压力 $\geq 140\text{MPa}$ ;<br>单机输出功率 $\geq 5800\text{kW}$ ;<br>压裂柱塞泵单泵流量 $\geq 2.5\text{m}^3/\text{min}$                                                              |
| 5.1.5               | 高温高压成像测井装备   | 最高工作温度 $\geq 200^\circ\text{C}$ ;<br>最大工作压力 $\geq 140\text{MPa}$ ;<br>具备伽马、电阻率、中子、密度、阵列声波、微电阻率扫描成像、核磁共振测井评价能力                                                            |
| 5.1.6               | 电驱连续油管作业机    | 最大提升力 $\geq 450\text{kN}$ ;<br>最大注入速度 $\geq 48\text{m/min}$ ;<br>最低运行速度 $\leq 0.01\text{m/min}$                                                                          |
| 5.1.7               | 油气开采及增产气举压缩机 | 排气压力 $\geq 35\text{MPa}$ ;<br>排气量 $\geq 5 \times 10^4\text{Nm}^3/\text{d}$                                                                                               |
| <b>5.2 油气管道集输装备</b> |              |                                                                                                                                                                          |
| 5.2.1               | 天然气田用丙烷冷剂压缩机 | 流量 $\geq 40\text{t/h}$ ;<br>转速 $\geq 6000\text{r/min}$ ;<br>额定功率 $\geq 5000\text{kW}$ ;<br>入口温度 $\leq -40^\circ\text{C}$ ,                                               |

| 编号           | 装备名称             |                | 核心技术指标                                                                                                                               |
|--------------|------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|              |                  |                | 入口压力 $\geq 0.2\text{MPa (a)}$ ;<br>出口温度 $\geq 85^{\circ}\text{C}$ , 出口压力 $\geq 1.5\text{MPa (a)}$                                    |
| 5.2.2        | 液化天然气高压外输泵       |                | 最大流量 $\geq 500\text{m}^3/\text{h}$ ;<br>最大扬程 $\geq 2700\text{m}$ ;<br>最大工作压力 $\geq 16\text{MPa}$ ;<br>最低工作温度: $-196^{\circ}\text{C}$ |
| 5.2.3        | 液化天然气装船泵         |                | 最大流量 $\geq 2000\text{m}^3/\text{h}$ ;<br>最大扬程 $\geq 180\text{m}$ ;<br>最低工作温度: $-196^{\circ}\text{C}$                                 |
| 5.2.4        | 液化天然气接收站卧式闪蒸气压缩机 |                | 活塞力 $\geq 40\text{t}$ ;<br>气量 $\geq 14000\text{kg/h@-120}^{\circ}\text{C}$ ;<br>最低工作温度: $-196^{\circ}\text{C}$                       |
| 5.2.5        | 天然气往复式压缩机        |                | 功率 $\geq 5500\text{kW}$ ;<br>排气压力 $\geq 45\text{MPa}$ ;<br>流量 $\geq 1.5\times 10^6\text{Nm}^3/\text{d}$                              |
| 5.3 千万吨级炼油装置 |                  |                |                                                                                                                                      |
| 5.3.1        | 重整装置用离心式氢气增压机    |                | 轴功率 $\geq 30000\text{kW}$ ;<br>处理量 $\geq 53000\text{Nm}^3/\text{h}$ ;<br>配套装置生产能力 $\geq 4.3\times 10^6\text{t/a}$                    |
| 5.3.2        | 重整装置用往复式氢气压缩机    |                | 活塞力 $\geq 1250\text{kN}$ ;<br>配套装置生产能力 $\geq 8\times 10^5\text{t/a}$                                                                 |
| 5.3.3        | 加氢反应器            |                | 设计压力 $\geq 18\text{MPa}$ ;<br>设计温度 $\geq 450^{\circ}\text{C}$ ;<br>配套装置生产能力 $\geq 2.6\times 10^6\text{t/a}$                          |
| 5.3.4        | 高压螺纹锁紧式换热器       |                | 最大设计压力 $\geq 20\text{MPa}$ ;<br>最大设计温度 $\geq 400^{\circ}\text{C}$ ;<br>设备直径 $\geq 1700\text{mm}$                                     |
| 5.4 百万吨级乙烯装置 |                  |                |                                                                                                                                      |
| 5.4.1        | 乙烯裂解装置机组         | 5.4.1.1 裂解气压缩机 | 配套装置生产能力 $\geq 1.5\times 10^6\text{t/a}$                                                                                             |
|              |                  | 5.4.1.2 丙烯压缩机  |                                                                                                                                      |
|              |                  | 5.4.1.3 乙烯压缩机  |                                                                                                                                      |
| 5.4.2        | 聚乙烯挤压造粒机         |                | 配套装置生产能力 $\geq 4.5\times 10^5\text{t/a}$ ;<br>设计输入功率 $\geq 15000\text{kW}$ ;                                                         |

| 编号                      | 装备名称                | 核心技术指标                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                         |                     | 混炼段转子直径 $\geq 500\text{mm}$ ;<br>齿轮泵设计排量 $\geq 69\text{L/r}$ ;<br>切粒模板孔数 $\geq 5300$ (直径: $3.4\text{mm}$ )                                                                               |
| 5.4.3                   | 聚丙烯挤压造粒机            | 配套装置生产能力 $\geq 3.5 \times 10^5\text{t/a}$ ;<br>设计输入功率 $\geq 13000\text{kW}$ ;<br>螺杆直径 $\geq 350\text{mm}$ ;<br>齿轮泵设计排量 $\geq 55\text{L/r}$ ;<br>切粒模板孔数 $\geq 2400$ (直径: $2.6\text{mm}$ ) |
| <b>5.5 百万吨级精对苯二甲酸装置</b> |                     |                                                                                                                                                                                          |
| 5.5.1                   | 精对苯二甲酸加压过滤装备        | 生产能力 $\geq 3 \times 10^6\text{t/a}$ ;<br>出口最大干基物料量 $\geq 77000\text{kg/h}$ ;<br>过滤后对甲基苯甲酸含量 $\leq 150\text{ppm}$                                                                         |
| 5.5.2                   | 粗对苯二甲酸加压过滤装备        | 生产能力 $\geq 3 \times 10^6\text{t/a}$ ;<br>系统进水 $\leq 139\text{kg/h}$ ;<br>滤液含固率 $\leq 0.2$                                                                                                |
| 5.5.3                   | 精对苯二甲酸干燥机           | 生产能力 $\geq 1.8 \times 10^6\text{t/a}$ ;<br>直径 $\geq 4\text{m}$                                                                                                                           |
| <b>5.6 煤化工成套装备</b>      |                     |                                                                                                                                                                                          |
| 5.6.1                   | 水煤浆气化废锅—激冷流程<br>气化炉 | 单炉投煤量 $\geq 1800\text{t/d}$ ;<br>蒸汽产量 $\geq 0.7\text{t}/1000\text{Nm}^3$ ( $\text{CO}+\text{H}_2$ ) ;<br>蒸汽压力: $4.0\sim 9.0\text{MPa}$                                                   |
| 5.6.2                   | 大型高压水煤浆水冷壁气化炉       | 单炉投煤量 $\geq 5000\text{t/d}$ ;<br>碳转化率 $\geq 98\%$ ;<br>冷态开车时间 $\leq 2\text{h}$                                                                                                           |
| <b>5.7 气体分离、压缩装备</b>    |                     |                                                                                                                                                                                          |
| 5.7.1                   | 大型空分装置用空压机          | 最大工作流量 $\geq 5.2 \times 10^5\text{Nm}^3/\text{h}$ ;<br>压比 $\geq 6$                                                                                                                       |
| 5.7.2                   | 氢气压缩机               | 充装: 最大排气压力 $\geq 30\text{MPa}$ , 最大容积<br>流量 $\geq 1200\text{Nm}^3/\text{h}$ ;<br>加注: 最大排气压力 $\geq 45\text{MPa}$ , 最大排量<br>$\geq 500\text{Nm}^3/\text{h}@12.5\text{MPa}$                  |

| 编号                             | 装备名称       | 核心技术指标                                                                |
|--------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>5.8 大型石油和化工装备核心系统和关键零部件</b> |            |                                                                       |
| <b>5.8.1</b>                   | 大型顶部驱动钻井装置 | 最大载荷 $\geq 11250\text{kN}$ ;<br>主电机额定功率 $\geq 2 \times 1100\text{kW}$ |
| <b>5.8.2</b>                   | 超高压管汇      | 公称通径 $\geq 180\text{mm}$ ;<br>工作压力 $\geq 175\text{MPa}$               |



## 6. 先进节能环保装备

| 编号             | 装备名称           |                    | 核心技术指标                                                                                                                                                                  |
|----------------|----------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.1 节水与水处理装备   |                |                    |                                                                                                                                                                         |
| 6.1.1          | 振动膜高效浓缩与分离装备   |                    | 振动幅度：5~15mm，振动频率：40~60Hz；<br>化学清洗周期≥3个月；<br>脱盐率≥95%（反渗透）                                                                                                                |
| 6.1.2          | 高盐废水处理装备       |                    | 进水 COD <sub>Cr</sub> ：100~3×10 <sup>4</sup> mg/L；<br>出水 COD <sub>Cr</sub> ≤100mg/L；<br>COD 去除率：50%~99%；<br>回收盐品质达到《GB/T 2006-2014》Ⅱ类一等品、《GB/T 5462-2015》工业日晒盐优等要求       |
| 6.1.3          | 有机废液超临界水氧化装备   |                    | 反应压力：25~40MPa，反应温度：400~650℃；<br>固体不溶物<100mg/L；<br>COD <sub>Cr</sub> 处理浓度>1.2×10 <sup>5</sup> mg/L，COD <sub>Cr</sub> 去除率>99.9%                                           |
| 6.2 大气污染治理装备   |                |                    |                                                                                                                                                                         |
| 6.2.1          | 百万吨级电厂二氧化碳捕集装备 |                    | 二氧化碳捕集规模≥150万吨/年；<br>碳捕集热耗≤2.3GJ/tCO <sub>2</sub> ；<br>CO <sub>2</sub> 纯度≥99.5%，CO <sub>2</sub> 捕集率≥90%，碳捕集电耗≤70kW·h/tCO <sub>2</sub> ；<br>吸收剂损耗≤1.0kg/tCO <sub>2</sub> |
| 6.2.2          | 环保岛型大气污染物治理装备  | 6.2.2.1 脱硝装备       | 脱硝效率≥90%，控制设备出口 NO <sub>x</sub> 浓度≤50mg/Nm <sup>3</sup> ；                                                                                                               |
|                |                | 6.2.2.2 除尘装备       | 总除尘效率≥99.9%，除尘设备出口烟尘排放浓度≤15mg/m <sup>3</sup> ；                                                                                                                          |
|                |                | 6.2.2.3 脱硫装备       | 脱硫效率≥98.8%，控制烟囱出口 SO <sub>2</sub> 浓度≤35mg/Nm <sup>3</sup> ；<br>燃烧类设备挥发性有机物去除效率≥97%，出口排放浓度≤20mg/m <sup>3</sup> ；                                                         |
|                |                | 6.2.2.4 挥发性有机物治理装备 | 非燃烧类设备挥发性有机物去除效率≥90%，出口排放浓度≤60mg/m <sup>3</sup>                                                                                                                         |
| 6.3 固体废物处理利用装备 |                |                    |                                                                                                                                                                         |
| 6.3.1          | 含油污泥高值资源化利用装备  |                    | 最大处理量≥7×10 <sup>4</sup> t/a；<br>出料含油率≤0.3%；<br>设备回收油率≥80%；<br>热解炉机械密封压力≥500Pa                                                                                           |

| 编号                     | 装备名称           |                | 核心技术指标                                                                                                      |
|------------------------|----------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.3.2                  | 高热值固废焚烧水冷炉排炉装备 |                | 最大处理能力≥1200t/d;<br>整体热能效率≥98%;<br>炉排表面温度≤150℃;<br>炉渣热灼减率≤1.3%;<br>使用寿命≥8 年                                  |
| 6.3.3                  | 废旧锂电池资源化利用装备   | 6.3.3.1 密封破碎装备 | 电芯处理能力≥1×10 <sup>4</sup> t/a;<br>电极材料回收率≥98%;<br>黑粉纯净度≥98%（铜铝等其他≤2%）                                        |
|                        |                | 6.3.3.2 低温挥发装备 |                                                                                                             |
|                        |                | 6.3.3.3 综合分选装备 |                                                                                                             |
| 6.4 先进节能环保装备核心系统和关键零部件 |                |                |                                                                                                             |
| 6.4.1                  | 退役风电叶片综合利用装备   | 6.4.1.1 高温除尘器  | 处理能力≥2000t/a;<br>回收纤维纯度≥99%;<br>回收纤维强度降低≤10%                                                                |
|                        |                | 6.4.1.2 回收反应炉  |                                                                                                             |
| 6.4.2                  | 磁悬浮鼓风机         |                | 磁轴承控制精度≤10μm，位移重复定位精度：±2μm;<br>多变效率≥87%;<br>工作噪声≤88dB（A）                                                    |
| 6.4.3                  | 磁悬浮真空泵         |                | 功率≥600kW;<br>磁轴承控制精度≤10μm，位移重复定位精度：±2μm;<br>流量范围：80～920m <sup>3</sup> /min;<br>真空度范围：10～70kPa;<br>工作噪声≤80dB |

## 7. 先进轨道交通装备

| 编号           | 装备名称        | 核心技术指标                                                                                                                       |
|--------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.1 动车组      |             |                                                                                                                              |
| 7.1.1        | 高速动车组       | 最高运营速度：400km/h；<br>轴重：14.5t；<br>剩余加速度≥0.05m/s <sup>2</sup> （400km/h 运行）                                                      |
| 7.1.2        | 中国标准市域列车    | 速度等级：160km/h；<br>启动加速度≥1.0m/s <sup>2</sup> ，常用制动减速度≥1.0m/s <sup>2</sup> ，<br>紧急制动减速度≥1.2m/s <sup>2</sup> ；<br>最大载客能力≥8 人/平米  |
|              |             | 速度等级：200km/h；<br>启动加速度≥0.8m/s <sup>2</sup> ，常用制动减速度≥0.9m/s <sup>2</sup> ，<br>紧急制动减速度≥1.12m/s <sup>2</sup> ；<br>最大载客能力≥6 人/平米 |
| 7.2 铁路机车车辆   |             |                                                                                                                              |
| 7.2.1        | 混合动力机车      | 最高运行速度≥100km/h；<br>最大功率≥2200kW；<br>轮周功率：混合工况≥1900kW，柴油机工况（持续制）≥870kW，动力电池工况≥900kW                                            |
| 7.2.2        | 电-电混合动力调车机车 | 牵引功率：接触网工况≥2000kW，动力电池<br>工况≥900kW；<br>最高运行速度≥100km/h；<br>供电模式：接触网+动力电池                                                      |
| 7.3 铁路工程机械   |             |                                                                                                                              |
| 7.4 城市轨道交通车辆 |             |                                                                                                                              |
| 7.4.1        | 中国标准地铁列车    | 轴重≤17t；<br>时速 80 公里：平均加速度≥0.6m/s <sup>2</sup> ，<br>时速 120 公里：平均加速度≥0.5m/s <sup>2</sup> ；<br>紧急制动平均减速度≥1.2m/s <sup>2</sup>    |
| 7.4.2        | 新能源电子导向胶轮列车 | 续航里程≥200km；<br>最高时速≥100km/h；<br>爬坡能力≥12%；<br>循迹转向精度：转角控制精度≤0.05°，循迹控制<br>精度≤150mm，响应时间≤200ms；<br>动力形式：动力电池或氢电混合动力            |

| 编号                     | 装备名称                  |                    | 核心技术指标                                                                                                                |
|------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7.5 先进轨道交通装备核心系统和关键零部件 |                       |                    |                                                                                                                       |
| 7.5.1                  | 高速动车组永磁牵引电机           |                    | 额定功率：750kW；<br>额定效率≥97%；<br>功率密度≥1.05kW/kg                                                                            |
| 7.5.2                  | 动车组关键<br>零部件          | 7.5.2.1 车轮         | 满足 350km/h 及以上动车组运行要求                                                                                                 |
|                        |                       | 7.5.2.2 车轴         |                                                                                                                       |
|                        |                       | 7.5.2.3 轮对         |                                                                                                                       |
|                        |                       | 7.5.2.4<br>齿轮箱轴承   | 满足 350km/h 及以上动车组运行要求；<br>精度：P5 级；<br>使用寿命≥290 万公里；<br>免维护周期≥145 万公里；<br>输入端转速≥6120r/min，输出端转速≥2600r/min              |
|                        |                       | 7.5.2.5 牵引<br>电机轴承 | 满足 350km/h 及以上动车组运行要求；<br>精度：P5 级；<br>使用寿命≥145 万公里；<br>免维护周期≥20 万公里；<br>绝缘电压≥1000V（DC），绝缘电阻≥1000MΩ，<br>击穿电压≥5000V（DC） |
| 7.5.3                  | 城市轨道<br>交通车辆<br>轴承    | 7.5.3.1 轴箱<br>轴承   | 精度：P5 级；<br>温升≤50℃；<br>使用寿命≥240 万公里；<br>免维护周期≥1 个架修期；<br>满足 80~160km/h 使用要求                                           |
|                        |                       | 7.5.3.2<br>齿轮箱轴承   | 精度：P5 级；<br>使用寿命≥240 万公里；<br>免维护周期≥80 万公里；<br>输入端转速≥6200r/min，输出端转速≥1200r/min                                         |
| 7.5.4                  | 重载列车运行控制系统            |                    | 测速误差≤2%；<br>满足 SIL4 级要求；<br>闭塞制式：移动闭塞                                                                                 |
| 7.5.5                  | 轨道交通高性能时间<br>敏感网络控制系统 |                    | 最小控制指令周期≤1ms；<br>通讯带宽≥100Mbps；<br>控制通讯抖动延时≤1ms；<br>满足 SIL2 安全等级、TSN 通信、千兆通信速率要求                                       |

## 8. 船舶与海洋工程装备

| 编号     | 装备名称       |              | 核心技术指标                                                                                             |
|--------|------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.1 船舶 |            |              |                                                                                                    |
| 8.1.1  | 大中型邮轮      |              | 总吨位≥50000t;<br>最大航速≥20 节;<br>载客量≥1000 人                                                            |
| 8.1.2  | 大型液化天然气运输船 |              | 最大运输能力≥75000m³;<br>最大航速≥15 节;<br>货舱蒸发率≤0.14%                                                       |
| 8.1.3  | 大型滚装船      |              | 车道米≥7800m, 甲板最大均布载荷≥4.0t/m²,<br>或载车量≥8000;<br>适用于重型车辆运输或新能源汽车运输;<br>满足国际海事组织船舶能效设计指数 (EEDI) 第三阶段要求 |
| 8.1.4  | 甲醇燃料动力船舶   | 8.1.4.1 油船   | 设计吃水下服务航速≥14 节;<br>载重吨≥10 万吨;<br>满足国际海事组织船舶能效设计指数 (EEDI) 第三阶段要求                                    |
|        |            | 8.1.4.2 集装箱船 | 设计吃水下服务航速≥20 节;<br>可载运标准集装箱数≥10000 箱;<br>满足国际海事组织船舶能效设计指数 (EEDI) 第三阶段要求                            |
|        |            | 8.1.4.3 散货船  | 设计吃水下服务航速≥13 节;<br>载重吨≥20 万吨;<br>常规燃油时船舶设计能效指数满足国际海事组织船舶能效设计指数 (EEDI) 第三阶段要求                       |
|        |            | 8.1.4.4 矿砂船  | 设计吃水下服务航速≥13 节;<br>载重吨≥30 万吨;<br>常规燃油时船舶设计能效指数满足国际海事组织船舶能效设计指数 (EEDI) 第三阶段要求                       |
| 8.1.5  | 氨燃料动力船舶    |              | 使用氨燃料可实现的最大替代率≥80%;<br>经过处理后的船舶废气逃逸氨浓度≤30ppm                                                       |

| 编号                             | 装备名称        | 核心技术指标                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.1.6                          | 纯电动船舶       | 续航能力 $\geq 300\text{km}$ ;<br>总功率 $\geq 600\text{kW}$                                                                                                                                                     |
| 8.1.7                          | 液态二氧化碳运输船   | 最大运输能力 $\geq 7500\text{m}^3$ ;<br>最大航速 $\geq 14$ 节;<br>货舱蒸发率 $\leq 0.12\%$ ;<br>满足国际海事组织船舶能效设计指数 (EEDI) 第三阶段要求                                                                                            |
| 8.1.8                          | 高耐波性地效翼船    | 起降抗浪性 $\geq 3$ 级海况;<br>巡航速度 $\geq 200\text{km/h}$ ;<br>续航航程 $\geq 1000\text{km}$ ;<br>有效载荷系数 $\geq 0.3$ ;<br>巡航升阻比 $\geq 14$                                                                              |
| <b>8.2 海洋工程装备</b>              |             |                                                                                                                                                                                                           |
| 8.2.1                          | 大洋钻探船       | 无隔水管钻探作业: 最大钻深 (含水深)<br>$\geq 11000\text{m}$ ;<br>隔水管钻探作业: 最大作业水深 $\geq 2500\text{m}$ ,<br>最大钻孔深度 $\geq 3500\text{m}$ , 最大钻深 (含水深)<br>$\geq 6000\text{m}$ ;<br>最大可变载荷 $\geq 15000\text{t}$ ;<br>DP3 级动力定位 |
| 8.2.2                          | 大型渔业养殖工船    | 单船养殖水体 $\geq 80000\text{m}^3$ ;<br>设计航速 $\geq 10$ 节;<br>配备自动投饵、成鱼起捕等养殖设施设备;<br>配备养殖设施设备、养殖水质、海域水文<br>气象等监测及远程监控系统                                                                                         |
| 8.2.3                          | 超大功率海洋液压打桩锤 | 最大打击能量 $\geq 3500\text{kJ}$ ;<br>最大打击频率 $\geq 16$ 次/分钟;<br>最大打击速度 $\geq 6\text{m/s}$                                                                                                                      |
| <b>8.3 海上油气钻采装备</b>            |             |                                                                                                                                                                                                           |
| <b>8.4 船舶与海洋工程装备核心系统和关键零部件</b> |             |                                                                                                                                                                                                           |
| 8.4.1                          | 船用高速发动机     | 标定功率 $\geq 4000\text{kW}$ ;<br>标定转速: $1800\text{r/min}$ ;<br>标况燃油消耗率 (UIC 标准条件) $\leq 195\text{g/kWh}$                                                                                                    |

| 编号    | 装备名称        |                           | 核心技术指标                                                                                                                                                                      |
|-------|-------------|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.4.2 | 船用中速<br>发动机 | 8.4.2.1<br>中速气体机/<br>双燃料机 | 缸径：160~180mm；<br>单缸功率 $\geq 100\text{kW}$ ；<br>发动机有效热效率 $\geq 42\%$ ；<br>燃气消耗率 $\leq 8800\text{kJ/kWh}$                                                                     |
|       |             |                           | 缸径：210mm；<br>单缸功率 $\geq 200\text{kW}$ ；<br>平均有效压力 $\geq 2.1\text{MPa}$ ；<br>发动机有效热效率（甲醇模式） $\geq 43\%$ ；<br>额定工况热耗率（甲醇模式） $\leq 8500\text{kJ/kWh}$ ；<br>额定工况替代率 $\geq 90\%$ |
|       |             |                           | 缸径：230mm；<br>单缸功率 $\geq 200\text{kW}$ ；<br>平均有效压力 $\geq 1.8\text{MPa}$ ；<br>发动机有效热效率 $\geq 42\%$ ；<br>燃气消耗率 $\leq 8800\text{kJ/kWh}$                                        |
|       |             |                           | 缸径：240mm；<br>单缸功率 $\geq 200\text{kW}$ ；<br>发动机有效热效率 $\geq 42\%$ ；<br>最大氢能替代率 $\geq 80\%$ ；<br>柴油模式和氨柴双燃料模式（通过后处理装置）下排放均满足国标第二阶段要求                                           |
|       |             |                           | 缸径：270mm；<br>单缸功率 $\geq 300\text{kW}$ ；<br>平均有效压力 $\geq 2.2\text{MPa}$ ；<br>发动机有效热效率（氨模式） $\geq 40\%$ ；<br>额定工况能量消耗率（氨模式） $\leq 9000\text{kJ/kWh}$ ；<br>最高替代率 $\geq 70\%$   |
|       |             |                           | 缸径：320mm；<br>单缸功率 $\geq 405\text{kW}$ ；<br>平均有效压力 $\geq 2.0\text{MPa}$ ；<br>发动机有效热效率 $\geq 43\%$ ；<br>燃气消耗率 $\leq 8350\text{kJ/kWh}$ ；<br>重量功率比 $\leq 11\text{kg/kW}$       |

| 编号    | 装备名称    |                | 核心技术指标                                                                                                                                                                                                                   |
|-------|---------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |         | 8.4.2.2 中速柴油机  | 缸径：450mm；<br>单缸功率 $\geq 1150\text{kW}$ ；<br>平均有效压力 $\geq 2.4\text{MPa}$ ；<br>发动机有效热效率 $\geq 47\%$ ；<br>燃气消耗率 $\leq 7700\text{kJ/kWh}$                                                                                    |
|       |         |                | 缸径：270mm；<br>单缸功率 $\geq 360\text{kW}$ ；<br>平均有效压力 $\geq 2.5\text{MPa}$ ；<br>发动机有效热效率 $\geq 46\%$ ；<br>燃油消耗率 $\leq 180\text{g/kWh}$                                                                                       |
|       |         |                | 缸径：320mm；<br>单缸功率 $\geq 500\text{kW}$ ；<br>平均有效压力 $\geq 2.3\text{MPa}$ ；<br>发动机有效热效率 $\geq 44\%$ ；<br>燃油消耗率 $\leq 180\text{g/kWh}$                                                                                       |
|       |         |                | 缸径：390mm；<br>单缸功率 $\geq 850\text{kW}$ ；<br>平均有效压力 $\geq 2.5\text{MPa}$ ；<br>发动机有效热效率 $\geq 46\%$ ；<br>燃油消耗率 $\leq 185\text{g/kWh}$                                                                                       |
| 8.4.3 | 船用低速发动机 | 8.4.3.1 低速双燃料机 | 缸径：400mm；<br>单缸功率 $\geq 950\text{kW}$ ；<br>平均有效压力 $\geq 1.8\text{MPa}$ ；<br>燃油模式下，有效热效率 $\geq 45\%$ ，燃油消耗率 $\leq 185\text{g/kWh}$ ；<br>燃气模式下，有效热效率 $\geq 48\%$ ，燃气消耗率 $\leq 7420\text{kJ/kWh}$ ；<br>满足 IMO Tier III 排放标准 |
|       |         |                | 缸径：600mm；<br>最大功率 $\geq 13600\text{kW}$ ；<br>转速 $\geq 97\text{r/min}$ ；<br>满足 IMO Tier III 排放标准                                                                                                                          |
|       |         |                | 缸径：820mm；<br>最大功率 $\geq 33250\text{kW}$ ；                                                                                                                                                                                |



| 编号    | 装备名称     |                     | 核心技术指标                                                                                                                                                                                                                     |
|-------|----------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       |          |                     | 转速 $\geq 84\text{r/min}$ ;<br>满足 IMO Tier III 排放标准                                                                                                                                                                         |
|       |          |                     | 缸径: $920\text{mm}$ ;<br>功率 $\geq 63800\text{kW}$ ;<br>转速 $\geq 80\text{r/min}$ ;<br>平均有效压力 $\geq 17.3\text{bar}$ ;<br>燃油消耗率 $\leq 173.3\text{g/kWh}+5\%$ ;<br>燃气消耗率 $\leq 7026\text{kJ/kWh}+5\%$ ;<br>满足 IMO Tier III 排放标准 |
|       |          | 8.4.3.2 氨燃料<br>低速机  | 缸径: $520\text{mm}$ ;<br>有效热效率 $\geq 48\%$ ;<br>氨替代率 $\geq 90\%$ ;<br>氨逃逸率 $\leq 10\text{ppm}$ ;<br>满足 IMO Tier III 排放标准                                                                                                    |
|       |          | 8.4.3.3 甲醇<br>燃料低速机 | 缸径: $920\text{mm}$ ;<br>单缸功率: $5200\text{kW}@75\text{r/min}$ ;<br>能耗指标: $153.2\text{g/kWh}+7\%$ (燃油模式),<br>$6542\text{kJ/kWh}+7\%$ (甲醇模式);<br>甲醇运行范围: $10\%\sim 100\%$ ;<br>有效热效率 $\geq 48\%$ ;<br>甲醇替代率 $\geq 95\%$       |
| 8.4.4 | 高速艇用发动机  |                     | 最大升功率 $\geq 40\text{kW/L}$ ;<br>最低油耗率 $\leq 210\text{g/kWh}$ ;<br>满足船用国二排放标准                                                                                                                                               |
| 8.4.5 | 超低温流体装卸臂 |                     | 公称尺寸: $16\sim 20\text{in}$ ;<br>设计压力 $\geq 1.89\text{MPa}$ ;<br>设计温度: $-196\sim +65^{\circ}\text{C}$ ;<br>单台装卸能力 $\geq 4000\text{m}^3/\text{h}$                                                                            |
| 8.4.6 | 喷水推进装置   |                     | 最大持续功率 $\geq 10000\text{kW}$ ;<br>功率密度 $\geq 5\text{MW/m}^2$ ;<br>喷水推进泵效率 $\geq 90\%$ ;<br>流道效率 $\geq 90\%$                                                                                                                |
| 8.4.7 | 超大锚绞机    |                     | 系统负载 $\geq 320\text{kN}\times 15\text{m/min}$ ;<br>电动液压驱动                                                                                                                                                                  |

| 编号     | 装备名称          |                     | 核心技术指标                                                                                                      |
|--------|---------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.4.8  | 潜液泵系统         |                     | 流量 $\geq 1000\text{m}^3/\text{h}$ ;<br>扬程 $\geq 130\text{m}$ ;<br>水力元件效率 $\geq 78\%$                        |
| 8.4.9  | 动力定位装置        |                     | 定位标准偏差 $\leq 2\text{m}$ ;<br>艏向标准偏差 $\leq 1.5^\circ$ ;<br>达到 DP3 等级;<br>适用四级海况及以上                           |
| 8.4.10 | 浮式生产储卸油装置艏输系统 |                     | 软管绞车通径: DN200~600mm;<br>收放管速度: 0~18m/min;<br>大缆绞车工作拉力: 100~200kN;<br>收放缆速度: 0~36m/min;<br>具有本地和远程控制及监测功能    |
| 8.4.11 | 船用燃料供应系统      | 8.4.11.1 船用甲醇燃料供应系统 | 最大供给流量 $\geq 2700\text{kg/h}$ ;<br>供给温度范围: 10~50°C;<br>供给压力范围: 5~20bar;<br>供给精度要求: 10 $\mu\text{m}$         |
|        |               | 8.4.11.2 船用氨燃料供应系统  | 液氨最大供给流量 $\geq 5300\text{kg/h}$ ;<br>氨气供应流量 $\geq 1000\text{kg/h}$ ;<br>燃料供给压力: 5~90bar;<br>燃料供给温度: 20~45°C |
| 8.4.12 | LNG 船用低温核心装备  | 8.4.12.1 高负荷离心压缩机   | 满载航行工况下设计流量: 26000~35000 $\text{m}^3/\text{h}$ ;<br>出口压力: 1.96~2.0bar (a) ;<br>进口温度: -140°C                 |
|        |               | 8.4.12.2 低负荷压缩机     | 满载航行工况下设计流量: 2600 $\text{m}^3/\text{h}$ ;<br>进口压力: 1.06bar (a) ;<br>出口压力: 14bar (a) ;<br>进口温度: -90°C        |
|        |               | 8.4.12.3 深冷式再液化装置   | 再液化能力覆盖: 0.5~3t/h;<br>磁悬浮轴承支撑、机组最高转速 $\geq 30000\text{rpm}$ ;<br>0~100%全工况运行;<br>集成式撬装结构, 即插即用;<br>5 年免维护   |
|        |               | 8.4.12.4 LNG 惰性气体装置 | 惰性气体氧含量 $\leq 1\%$ ;<br>惰性气体一氧化碳含量 $\leq 100\text{ppm}$ ;<br>露点温度 $\leq -45^\circ\text{C}$                  |

| 编号     | 装备名称                 | 核心技术指标                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 8.4.12.5 混合工质型再液化装置  | 液化能力：0~1500kg/h；<br>比功耗 $\leq 0.70\text{kW/kg}$ ；<br>噪声 $\leq 110\text{dB (A) @1m}$                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|        | 8.4.12.6 LNG 高效换热器   | 天然气处理量 $\geq 66000\text{kg/h}$ ；<br>加热功率 $\geq 4300\text{kW}$ ；<br>设计压力 $\geq 2.5\text{MPa}$                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|        | 8.4.12.7 LNG 低温复合软管  | 尺寸规格：DN200mm，DN250mm；<br>设计压力 $\geq 1.2\text{MPa}$ ；<br>爆破压力：不低于 5 倍设计压力；<br>最小弯曲半径 $\leq 910\text{mm}$ （DN200mm），<br>$\leq 1500\text{mm}$ （DN250mm）；<br>弯曲刚度 $\leq 10\text{kN}\cdot\text{m}^2$ （DN200mm），<br>$\leq 15\text{kN}\cdot\text{m}^2$ （DN250mm）；<br>导热率 $\leq 1\text{W/mK}$ ；<br>重量 $\leq 22\text{kg/m}$ （DN200mm），<br>$\leq 30\text{kg/m}$ （DN250mm）；<br>弯曲疲劳寿命：40 万次 |
|        | 8.4.12.8 LNG 船绝缘层真空泵 | 抽速 $\geq 1250\text{m}^3/\text{h}$ ；<br>极限真空 $\leq 15\text{Pa}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|        | 8.4.12.9 天然气焚烧装置     | 闪蒸汽处理量：0~5000kg/h；<br>含氮废气浓度处理范围：0~100%；<br>排烟温度 $\leq 250^\circ\text{C}$ ；<br>自由流压力：15kPa                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 8.4.13 | 主液货泵                 | 流量 $\geq 1800\text{m}^3/\text{h}$ ；<br>扬程：165m；<br>汽蚀余量/泵停：1.4m/0.7m；<br>振动 $\leq 4\text{mm/s}$ ；<br>泵效率 $\geq 80\%$                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 8.4.14 | 船舶二氧化碳捕获存储装置         | 捕集效率 $\geq 80\%$ ；<br>解析能耗 $\leq 2.4\text{GJ/t}$ ；<br>纯度 $\geq 99\%$ ；<br>系统背压 $\leq 1800\text{Pa}$                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 8.4.15 | 海底挖沟铺缆机              | 工作水深 $\geq 200\text{m}$ ；<br>喷射式挖沟深度 $\geq 3\text{m}$ ；<br>挖沟宽度 $\geq 300\text{mm}$                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

| 编号     | 装备名称        |                    | 核心技术指标                                                                                                                                                                 |
|--------|-------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8.4.16 | 单点系泊系统      |                    | 液滑环设计流量 $\geq 3000\text{m}^3/\text{h}$ ;<br>液滑环设计压力 $\geq 2.5\text{MPa}$ ;<br>承载弯矩 $\geq 1200\text{t}\cdot\text{m}$ ;<br>轴向载荷 $\geq 300\text{t}$ ;<br>设计寿命 $\geq 20$ 年 |
| 8.4.17 | 水下生产系统      | 8.4.17.1 深水水下采油/气树 | 设计水深 $\geq 1500\text{m}$ ;<br>设计压力 $\geq 10000\text{psi}$                                                                                                              |
|        |             | 8.4.17.2 浅水水下采油/气树 | 设计压力 $\geq 10000\text{psi}$ ;<br>具备遥控操作功能                                                                                                                              |
|        |             | 8.4.17.3 水下控制系统    | 设计水深 $\geq 500\text{m}$ ;<br>功能配置: 复合电液控制、纯电控制                                                                                                                         |
|        |             | 8.4.17.4 水下井口装置    | 设计水深 $\geq 500\text{m}$ ;<br>压力等级 $\geq 15000\text{psi}$ ;<br>使用寿命 $\geq 25$ 年                                                                                         |
|        |             | 8.4.17.5 脐带缆       | 钢管最大内压 $\geq 10000\text{psi}$ ;<br>工作电压 $\geq 2.7\text{kV}$ ;<br>功能单元数量 $\geq 12$                                                                                      |
|        |             | 8.4.17.6 水下连接器     | 压力等级 $\geq 5000\text{psi}$ ;<br>最大工作压力 $\geq 3000\text{psi}$ ;<br>通径: 18-3/4"                                                                                          |
|        |             | 8.4.17.7 水下复杂管汇系统  | 工作水深 $\geq 500\text{m}$ ;<br>额定工作压力 $\geq 10\text{MPa}$ ;<br>集成水下电液分配单元、水下控制模块、水下阀门、水下多相流量计、水下温压传感器、水下连接器等 3 项及以上关键零部件                                                 |
|        |             | 8.4.17.8 水下多相流量计   | 设计压力 $\geq 10000\text{psi}$ ;<br>设计深水 $\geq 1500\text{m}$ ;<br>多相流液量测量精度 $\leq 5\%$ (相对);<br>含水率精度 $\leq 2\%$ (绝对)                                                     |
|        |             | 8.4.17.9 水下液动闸阀    | 阀门设计压力 $\geq 5000\text{psi}$ ;<br>设计水深 $\geq 500\text{m}$ ;<br>匹配管道尺寸 $\geq 6\text{in}$ ;<br>执行器设计压力 $\geq 3000\text{psi}$                                             |
| 8.4.18 | 深水高性能动态柔性立管 |                    | 管径 $\geq 6\text{in}$ ;<br>设计温度 $\geq 80^\circ\text{C}$ ;                                                                                                               |

| 编号     | 装备名称      | 核心技术指标                                                                                               |
|--------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        |           | 设计压力 $\geq 10\text{MPa}$ ;<br>适用水深 $\geq 100\text{m}$                                                |
| 8.4.19 | 深水海洋钻探系统  | 工作水深 $\geq 1500\text{m}$ ;<br>钻探深度 $\geq 9000\text{m}$ ;<br>最大钩载 $\geq 9000\text{kN}$                |
| 8.4.20 | 海洋钻井隔水管系统 | 工作水深 $\geq 500\text{m}$ ;<br>额定载荷 $\geq 1250\text{kips}$ ;<br>节流压井管线额定压力 $\geq 15000\text{psi}$      |
| 8.4.21 | 钻柱升沉补偿系统  | 补偿载荷 $\geq 2700\text{kN}$ ;<br>最大静载 $\geq 4500\text{kN}$ ;<br>最大补偿行程 $\geq 7.6\text{m}$              |
| 8.4.22 | 海底液压动力系统  | 工作水深 $\geq 3000\text{m}$ ;<br>额定工作压力 $\geq 15000\text{psi}$ ;<br>排量可调                                |
| 8.4.23 | 生产井测井仪    | 最高工作温度 $\geq 177^{\circ}\text{C}$ ;<br>耐压 $\geq 15000\text{psi}$                                     |
| 8.4.24 | 无线随钻测量仪   | 最高工作温度 $\geq 150^{\circ}\text{C}$ ;<br>最大耐压 $\geq 25000\text{psi}$ ;<br>传输速率范围: $0\sim 40\text{bps}$ |
| 8.4.25 | 水下伸缩节     | 伸缩节冲程 $\geq 50\text{ft}$ ;<br>阻流压井边管承压 $\geq 10000\text{psi}$ ;<br>盘根数量 $\geq 2$ 个                   |
| 8.4.26 | 水下防喷器系统   | 工作水深 $\geq 1500\text{m}$ ;<br>额定工作压力 $\geq 10000\text{psi}$ ;<br>额定液压操作压力 $\geq 5000\text{psi}$      |
| 8.4.27 | 隔水管用挠性接头  | 耐井筒压力等级 $\geq 2000\text{psi}$ ;<br>最大偏转角度: $\pm 10^{\circ}$                                          |

## 9. 航空航天装备

| 编号               | 装备名称            | 核心技术指标                                                                                                                         |
|------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>9.1 固定翼飞机</b> |                 |                                                                                                                                |
| 9.1.1            | 单通道干线飞机         | 最大设计航程 $\geq 4000\text{km}$ ;<br>巡航马赫数 $\geq 0.78$ ;<br>最大起飞重量 $\geq 70000\text{kg}$ ;<br>最大载客量 $\geq 130$ 人                   |
| 9.1.2            | 90 座级支线飞机及系列化   | 满客航程 $\geq 2200\text{km}$ ;<br>巡航马赫数 $\geq 0.78$ ;<br>最大起飞重量 $\geq 43000\text{kg}$ ;<br>系列化机型可满足货运、医疗、应急救援等特种需求                |
| 9.1.3            | 70 座级涡桨飞机       | 最大航程 $\geq 1000\text{km}$ ;<br>巡航速度 $\geq 550\text{km/h}$ ;<br>最大起飞重量 $\geq 27000\text{kg}$                                    |
| 9.1.4            | 50 座级涡桨飞机及系列化   | 最大航程 $\geq 900\text{km}$ ;<br>巡航速度 $\geq 400\text{km/h}$ ;<br>最大起飞重量 $\geq 21000\text{kg}$ ;<br>系列化机型可满足应急救援、医疗、灭火或人工影响气象等特种需求 |
| 9.1.5            | 双发多用途小型固定翼飞机    | 最大航程 $\geq 1300\text{km}$ ;<br>巡航速度 $\geq 270\text{km/h}$ ;<br>最大起飞重量 $\geq 5600\text{kg}$                                     |
| 9.1.6            | 轻型电动飞机          | 最大航程 $\geq 180\text{km}$ ;<br>巡航速度 $\geq 110\text{km/h}$ ;<br>航时 $\geq 1.5\text{h}$ ;<br>载客 $\geq 2$ 人                         |
| 9.1.7            | 大型灭火/水上救援水陆两栖飞机 | 最大航程 $\geq 4000\text{km}$ ;<br>巡航速度 $\geq 450\text{km/h}$ ;<br>最大载水量 $\geq 12000\text{kg}$ ;<br>最大起飞重量 $\geq 50000\text{kg}$   |
| <b>9.2 直升机</b>   |                 |                                                                                                                                |
| 9.2.1            | 大型直升机           | 航程 $\geq 800\text{km}$ ;<br>巡航速度 $\geq 250\text{km/h}$ ;<br>最大起飞重量 $\geq 12000\text{kg}$ ;<br>有效载荷（外挂） $\geq 4800\text{kg}$    |

| 编号                   | 装备名称         | 核心技术指标                                                                                                                                             |
|----------------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9.2.2                | 中型直升机        | 航程 $\geq 600\text{km}$ ;<br>巡航速度 $\geq 220\text{km/h}$ ;<br>最大起飞重量: 4000~12000 (不含) kg;<br>有效载荷 (外挂) $\geq 600\text{kg}$                           |
| 9.2.3                | 轻型直升机        | 航程 $\geq 600\text{km}$ ;<br>巡航速度 $\geq 200\text{km/h}$ ;<br>最大起飞重量: 2000~4000 (不含) kg;<br>有效载荷 (外挂) $\geq 600\text{kg}$                            |
| <b>9.3 无人机及其他航空器</b> |              |                                                                                                                                                    |
| 9.3.1                | 中大型固定翼无人机系统  | 航程 $\geq 1000\text{km}$ ;<br>巡航速度 $\geq 160\text{km/h}$ ;<br>最大起飞重量 $\geq 1000\text{kg}$ ;<br>有效载荷 $\geq 500\text{kg}$                             |
| 9.3.2                | 中大型无人直升机系统   | 航程 $\geq 300\text{km}$ ;<br>巡航速度 $\geq 100\text{km/h}$ ;<br>最大起飞重量 $\geq 500\text{kg}$ ;<br>有效载荷 $\geq 120\text{kg}$ ;<br>航时 $\geq 3\text{h}$      |
| 9.3.3                | 大载重无人灭火救援直升机 | 最大起飞重量 $\geq 500\text{kg}$ ;<br>有效载荷 $\geq 200\text{kg}$ ;<br>作业高度: 60~100m;<br>不间断作业时间 $\geq 12\text{h}$                                          |
| 9.3.4                | 载人飞艇         | 航程 $\geq 700\text{km}$ ;<br>航时 $\geq 10\text{h}$ ;<br>载客 $\geq 8$ 人                                                                                |
| 9.3.5                | 电动垂直起降航空器    | 最大起飞重量 $\geq 500\text{kg}$ ;<br>有效载荷 $\geq 125\text{kg}$ 或载人 $\geq 2$ 人;<br>最大飞行速度 $\geq 110\text{km/h}$ ;<br>取得中国民航局型号合格证                         |
| <b>9.4 航天运载器</b>     |              |                                                                                                                                                    |
| 9.4.1                | 中型运载火箭 (一次性) | 低轨运载能力: 4000~20000kg (低轨为 $42^\circ$ 倾角, $200\text{km}\times 400\text{km}$ 轨道高度的轨道);<br>起飞质量: 200000~800000kg;<br>飞行可靠性 $\geq 0.95$ ;<br>采用无毒无污染燃料 |

| 编号               | 装备名称        | 核心技术指标                                                                                                                                                                                     |
|------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 9.4.2            | 中型运载火箭（可重复） | 低轨运载能力：4000~20000kg（低轨为 42° 倾角，200km×400km 轨道高度的轨道）；<br>起飞质量：200000~800000kg；<br>飞行可靠性 $\geq 0.95$ ；<br>回收可靠性 $\geq 0.9$ ；<br>复用次数 $\geq 10$ 次；<br>发动机点火次数 $\geq 3$ 次；<br>采用无毒无污染燃料        |
| 9.4.3            | 大型运载火箭（一次性） | 低轨运载能力：20000~100000kg（低轨为 42° 倾角，200km×400km 轨道高度的轨道）；<br>起飞质量：800000~2500000kg；<br>飞行可靠性设计指标 $\geq 0.95$ ；<br>采用无毒无污染燃料                                                                   |
| 9.4.4            | 大型运载火箭（可重复） | 低轨运载能力：20000~100000kg（低轨为 42° 倾角，200km×400km 轨道高度的轨道）；<br>起飞质量：800000~2500000kg；<br>飞行可靠性设计指标 $\geq 0.95$ ；<br>回收可靠性 $\geq 0.9$ ；<br>复用次数 $\geq 10$ 次；<br>发动机点火次数 $\geq 3$ 次；<br>采用无毒无污染燃料 |
| <b>9.5 航天飞行器</b> |             |                                                                                                                                                                                            |
| 9.5.1            | 低轨宽带通信卫星    | 单星发射最大重量 $\geq 500\text{kg}$ ；<br>有效载荷功率 $\geq 4000\text{W}$ ；<br>单星交换容量 $\geq 50\text{Gbps}$ ；<br>支持多星堆叠发射                                                                                |
| 9.5.2            | 低轨手机直连通信卫星  | 单星发射最大重量 $\geq 500\text{kg}$ ；<br>有效载荷功率 $\geq 4000\text{W}$ ；<br>采用全数字相控阵天线，波束不小于 16 个                                                                                                    |
| 9.5.3            | 中轨通信卫星      | 卫星重量 $\geq 1000\text{kg}$ ；<br>有效载荷承载重量 $\geq 250\text{kg}$ ；<br>有效载荷功率 $\geq 3\text{kW}$ ；<br>设计寿命 $\geq 10$ 年；<br>搭载星上处理载荷、通信组网载荷和激光通信载荷实现卫星宽带通信和天基组网功能                                  |
| 9.5.4            | 高轨通信卫星      | 最大发射重量 $\geq 8000\text{kg}$ ；<br>载荷功率 $\geq 15\text{kW}$ ；                                                                                                                                 |



| 编号                          | 装备名称             | 核心技术指标                                                                                                                   |
|-----------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                             |                  | 设计寿命 $\geq 12$ 年；<br>搭载高通量载荷实现卫星通信功能                                                                                     |
| 9.5.5                       | 北斗卫星             | 系统定位精度 $\leq 10\text{m}$ ；<br>系统授时精度 $\leq 50\text{ns}$ ；<br>系统测速精度 $\leq 0.2\text{m/s}$                                 |
| <b>9.6 机场地面设备</b>           |                  |                                                                                                                          |
| <b>9.7 航空航天装备核心系统和关键零部件</b> |                  |                                                                                                                          |
| 9.7.1                       | 民用涡轴发动机          | 起飞功率 $\geq 1000\text{kW}$ ；<br>起飞状态耗油率 $\leq 0.287\text{kg/kWh}$                                                         |
| 9.7.2                       | 民用涡桨发动机          | 起飞功率 $\geq 900\text{kW}$ ；<br>起飞状态耗油率 $\leq 0.31\text{kg/kWh}$                                                           |
| 9.7.3                       | 冲压空气涡轮系统         | 典型工况涡轮功率提取效率 $\geq 40\%$ ；<br>典型工况液压泵和发电机效率 $\geq 85\%$ ；<br>全包线复杂工况启动时间 $\leq 7.4\text{s}$                              |
| 9.7.4                       | Ka 频段机载宽带卫星通信系统  | 上行频率：29.46~30.0GHz，<br>下行频率：18.7~20.2GHz；<br>上行峰值速率 $\geq 8\text{Mbps}$ ，下行峰值速率 $\geq 100\text{Mbps}$ ；<br>支持空地数据传输      |
| 9.7.5                       | 高通量卫星机载前后舱协同应用系统 | 飞行数据全航程实时空地下传，更新频率 $\leq 1\text{s}$ ；<br>实时下传参数 $\geq 2000$ 组；<br>可接入不同制式卫星系统数量 $\geq 2$ ；<br>峰值速率 $\geq 150\text{Mbps}$ |
| 9.7.6                       | 平视显示器系统          | 视场 $\geq 36^\circ$ （水平） $\times 27^\circ$ （垂直）；<br>进近引导能力（跑道视距） $\geq 450\text{m}$                                       |

## 10. 新型农业机械装备

| 编号                  | 装备名称          | 核心技术指标                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>10.1 新型高效拖拉机</b> |               |                                                                                                                                                                                                               |
| 10.1.1              | 智能大马力拖拉机      | 配套功率 $\geq 190\text{kW}$ ;<br>最大提升力 $\geq 70\text{kN}$ , 最大牵引力 $\geq 90\text{kN}$ ;<br>平均无故障工作时间 $\geq 350\text{h}$ ;<br>传动方式: 动力换挡或无级变速;<br>整机智能化水平相当于道路车辆 L2 级                                              |
| 10.1.2              | 大马力橡胶履带拖拉机    | 配套功率 $\geq 190\text{kW}$ ;<br>静态接地比压 $\leq 35\text{kPa}$ ;<br>最高行驶速度 $\geq 30\text{km/h}$ ;<br>牵引效率 $\geq 85\%$ ;<br>仿形轮系、高速减震                                                                                |
| 10.1.3              | 智能大型混合动力拖拉机   | 配套功率 $\geq 190\text{kW}$ ;<br>牵引效率 $\geq 78\%$ ;<br>最大牵引力 $\geq 75\text{kN}$ ;<br>最大提升力 $\geq 59\text{kN}$ , 提升时间 $\leq 2.5\text{s}$ ;<br>平均无故障工作时间 $\geq 350\text{h}$ ;<br>能效等级: 1 级;<br>整机智能化水平相当于道路车辆 L2 级 |
| 10.1.4              | 丘陵山地多功能拖拉机    | 配套功率 $\geq 35\text{kW}$ ;<br>最小转向半径 $\leq 3.0\text{m}$ ;<br>最大爬坡度 $\geq 20^\circ$ , 最大坡地作业坡度 $\geq 15^\circ$ ;<br>动力输出装置输出功率 $\geq$ 发动机额定功率 85%;<br>平均无故障工作时间 $\geq 250\text{h}$ ;<br>具有独立驻车制动系统              |
| <b>10.2 自走式收获机</b>  |               |                                                                                                                                                                                                               |
| 10.2.1              | 自走式棉包采棉机      | 配套功率 $\geq 360\text{kW}$ ;<br>作业行数 $\geq 6$ 行;<br>最高作业速度 $\geq 7\text{km/h}$ ;<br>采净率 $\geq 95\%$ ;<br>棉包密度 $\geq 230\text{kg/m}^3$ , 棉包质量: 2~2.2t;<br>采用带式打包系统, 实现不停机自动打包裹膜                                  |
| 10.2.2              | 大喂入量智能谷物联合收获机 | 喂入量 $\geq 15\text{kg/s}$ ;<br>总损失率: 小麦 $\leq 1.2\%$ , 大豆 $\leq 3\%$ , 玉米 $\leq 3\%$ ;                                                                                                                         |

| 编号                | 装备名称                 | 核心技术指标                                                                                                                                                             |
|-------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                   |                      | 实现损失率等在线监测，监测精度 $\geq 95\%$ ；<br>具备作业参数监控、割台、脱粒、分离、清选等<br>关键零部件智能控制功能                                                                                              |
| 10.2.3            | 大型青贮玉米收获机            | 配套功率 $\geq 485\text{kW}$ ；<br>割台幅宽 $\geq 6\text{m}$ ；<br>作业速度：8~10km/h；<br>收获总损失率 $\leq 2\%$ ；<br>籽粒破碎率 $\leq 4$ 粒完整籽粒/升；<br>切割长度无级可调                              |
| 10.2.4            | 马铃薯联合收获机             | 最小离地间隙 $\geq 280\text{mm}$ ；<br>转弯半径 $< 5.5\text{m}$ ；<br>最高行驶速度 $\geq 20\text{km/h}$ ；<br>作业效率 $\geq 0.3\text{hm}^2/\text{h}$ ；<br>伤薯率 $\leq 2\%$ ，损失率 $\leq 4\%$ |
| <b>10.3 大型播种机</b> |                      |                                                                                                                                                                    |
| 10.3.1            | 玉米（大豆）气吸式<br>高速精密播种机 | 作业速度 $\geq 12\text{km/h}$ ；<br>漏播指数 $\leq 3\%$ ；<br>重播指数 $\leq 5\%$ ；<br>合格粒距变异系数：玉米 $\leq 20\%$ ，大豆 $\leq 35\%$ ；<br>播种行数 $\geq 8$ 行，粒距合格指数 $\geq 93\%$           |
| 10.3.2            | 谷物气流输送式高速<br>精量播种机   | 作业速度 $\geq 10\text{km/h}$ ；<br>作业行数 $\geq 18$ 行；<br>各行排种量一致性变异系数 $\leq 4\%$ ；<br>总排量稳定性变异系数 $\leq 1.3\%$ ；<br>具备施肥功能                                               |
| <b>10.4 植保机械</b>  |                      |                                                                                                                                                                    |
| 10.4.1            | 高地隙自走式大型<br>喷杆喷雾机    | 旱田：<br>配套功率 $\geq 95\text{kW}$ ；<br>作业幅宽 $\geq 24\text{m}$ ；<br>载药量 $\geq 3000\text{L}$ ；<br>最低离地间隙：1350mm；<br>具备大流量排药、在线混药、变量喷雾控制等功能                              |

| 编号 | 装备名称 | 核心技术指标                                                                                                  |
|----|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |      | 水田：<br>配套功率 $\geq 15\text{kW}$ ；<br>作业幅宽 $\geq 12\text{m}$ ；<br>最低离地间隙：800mm；<br>具备大流量排药、在线混药、变量喷雾控制等功能 |

## 11. 大型工程机械

| 编号                    | 装备名称           | 核心技术指标                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>11.1 掘进机械</b>      |                |                                                                                                                                                                                                |
| 11.1.1                | 高原凿岩台车         | 最大凿岩功率 $\geq 22\text{kW}$ ;<br>最大钻孔直径 $\geq 108\text{mm}$ ;<br>钻孔定位精度 $\leq 80\text{mm}$ ;<br>工作海拔 $\geq 4000\text{m}$                                                                         |
| 11.1.2                | 大直径竖井掘进机       | 掘进直径 $\geq 14\text{m}$ ;<br>自转扭矩 $\geq 150\text{kN}\cdot\text{m}$ ;<br>公转扭矩 $\geq 300\text{kN}\cdot\text{m}$                                                                                   |
| <b>11.2 起重机械</b>      |                |                                                                                                                                                                                                |
| 11.2.1                | 履带起重机          | 最大起重量 $\geq 4500\text{t}$ ;<br>最大起重力矩 $\geq 98000\text{kN}\cdot\text{m}$ ;<br>主臂长度 $\geq 120\text{m}$                                                                                          |
| <b>11.3 挖掘铲运机械</b>    |                |                                                                                                                                                                                                |
| 11.3.1                | 超大型液压挖掘机       | 斗容 $\geq 40\text{m}^3$ ;<br>整机工作重量 $\geq 700\text{t}$                                                                                                                                          |
| <b>11.4 路面压实与桩工机械</b> |                |                                                                                                                                                                                                |
| 11.4.1                | 双轮铤削搅拌机        | 最大铤削搅拌深度 $\geq 85\text{m}$ ;<br>铤轮扭矩 $\geq 2 \times 100\text{kN}\cdot\text{m}$ ;<br>搅拌成墙墙体垂直度: 2/1000;<br>搅拌墙厚度: 1000~2000mm                                                                   |
| <b>11.5 安全应急装备</b>    |                |                                                                                                                                                                                                |
| 11.5.1                | 耐高温防爆消防机器人     | 消防炮流量 $\geq 80\text{L/s}$ ;<br>水平回转角范围: $-30^\circ \sim +30^\circ$ ;<br>俯仰角范围: $-5^\circ \sim +70^\circ$ ;<br>在 $1000^\circ\text{C}$ 环境中工作时间 $\geq 30\text{min}$ ;<br>防爆等级: Ex d IIB T4 Gb 及以上 |
| 11.5.2                | 大流量多剂联用举高喷射消防车 | 消防泵流量 $\geq 12000\text{L/min}$ (出口压力 $\geq 1.2\text{MPa}$ ) ;<br>消防炮流量 $\geq 9000\text{L/min}$ (出口压力 $\geq 1.0\text{MPa}$ ) ;                                                                  |

| 编号                           | 装备名称      | 核心技术指标                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                              |           | 水、泡沫、干粉混合喷射扬程 $\geq 90\text{m}$ ;<br>超细干粉粉喷率 $\geq 35\text{kg/s}$ ;<br>搭载灭火剂容量: 水 $\geq 8000\text{L}$ , 抗复燃泡沫 $\geq 4000\text{L}$ , 超细干粉 $\geq 6000\text{L}$ ;<br>适用于大型石油储罐灭火场景, 集成配备水、抗复燃泡沫、超细干粉多种灭火介质, 可单独作业, 也可多种灭火剂混合喷射作业 |
| <b>11.6 大型工程机械核心系统和关键零部件</b> |           |                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>11.6.1</b>                | 超大流量车载消防泵 | 最大流量 $\geq 26000\text{L/min}$ (吸深 $\geq 3\text{m}$ );<br>吸深流量 $\geq 14000\text{L/min}$ (吸深 $\geq 7\text{m}$ );<br>出口压力 $\geq 1.2\text{MPa}$ (扬程 $\geq 125\text{m}$ )                                                          |
| <b>11.6.2</b>                | 盾构机轴承     | 精度: P5 级;<br>轴向跳动 $\leq 0.1\text{mm}$ ;<br>适用转速: $1\sim 3\text{r/min}$ ;<br>平均无故障时间 $\geq 10000\text{h}$ (或累计掘进 $10\text{km}$ 以上);<br>15 米级及以上盾构机用                                                                            |

## 12. 新型轻工和纺织机械

| 编号               | 装备名称           | 核心技术指标                                                                                                                                                          |
|------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>12.1 食品机械</b> |                |                                                                                                                                                                 |
| 12.1.1           | 多功能高速一体化灌装装备   | 生产速度 $\geq 48000$ 瓶/小时;<br>生产效率 $\geq 95\%$ ;<br>合格率 $\geq 99.5\%$ ;<br>灌装精度: $\pm 5\text{ml}$ (瓶型 $\leq 500\text{ml}$ 计, 其他按标准折算)                              |
| 12.1.2           | 高速食品包装柔性生产装备   | 生产速度 $\geq 20000$ 杯/小时;<br>合格率 $\geq 99.5\%$ ;<br>柔性包装型态: 单杯、三联、单层六联、双层六联                                                                                       |
| <b>12.2 药品机械</b> |                |                                                                                                                                                                 |
| 12.2.1           | 超大规模生物反应装备     | 反应规模 $\geq 10000\text{L}$ ;<br>表达量 $> 3\text{g/L}$ ;<br>最终原液得率 $> 70\%$                                                                                         |
| 12.2.2           | 高端注射剂微纳米化装备    | 物料加压 $\geq 20000\text{psi}$ ;<br>聚集度指数 (PDI) $\leq 0.3$ ;<br>处理量 $\geq 200\text{L/h}$                                                                           |
| <b>12.3 印刷机械</b> |                |                                                                                                                                                                 |
| 12.3.1           | 卷筒料连续式高速智能胶印装备 | 最大走料宽度 $\geq 700\text{mm}$ ;<br>最大印刷宽度 $\geq 680\text{mm}$ ;<br>最高印刷速度 $\geq 160\text{m/min}$ ;<br>印刷重复长: $430\sim 690\text{mm}$ ;<br>套印误差: $\pm 0.05\text{mm}$ |
| <b>12.4 织造机械</b> |                |                                                                                                                                                                 |
| 12.4.1           | 自动穿经机          | 自动穿经速度 $\geq 140$ 根/分钟;<br>穿经准确率: $100\%$                                                                                                                       |
| 12.4.2           | 全成型电脑横机        | 电子选针器: 8 段;<br>最高速度 $\geq 1.4\text{m/s}$ ;<br>纱嘴数: 16                                                                                                           |
| 12.4.3           | 满锭子三维编织机       | 总锭子数 $\geq 480$ 锭;<br>可编织角度范围: $15^\circ\sim 85^\circ$ ;<br>编织角精度 $\leq \pm 3^\circ$                                                                            |

| 编号                    | 装备名称      | 核心技术指标                                                                               |
|-----------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>12.5 印染整理机械</b>    |           |                                                                                      |
| 12.5.1                | 双层定形机     | 幅宽：1800~3600mm；<br>车速 $\geq 80\text{m/min}$ ；<br>天然气耗量 $\leq 100\text{m}^3/\text{t}$ |
| <b>12.6 化纤与非织造布机械</b> |           |                                                                                      |
| 12.6.1                | 集约式长丝卷绕装备 | 工艺速度 $\geq 3200\text{m/min}$ ；<br>卷绕位距：800~1600mm；<br>锭轴长度：1800mm                    |



### 13. 高端医疗装备

| 编号                 | 装备名称                     | 核心技术指标                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>13.1 手术装备</b>   |                          |                                                                                                                                                                                                                                |
| 13.1.1             | 内窥镜计算机手术系统               | 自由度 $\geq 7$ ;<br>主从控制延迟时间 $\leq 80\text{ms}$ ;<br>图像畸变 $\leq 15\%$ ;<br>镜头景深: 40~110mm                                                                                                                                        |
| 13.1.2             | 神经外科手术导航定位系统             | 系统定位误差 $\leq 1\text{mm}$ , 位置重复性 $\leq 0.05\text{mm}$ ;<br>机械臂末端位移 $\leq 0.1\text{mm}$ ;<br>定位功能: 支持 MRI、CT、PET 等多模态<br>图像融合, 支持多靶点路径规划                                                                                        |
| <b>13.2 医学影像装备</b> |                          |                                                                                                                                                                                                                                |
| 13.2.1             | 正电子发射磁共振成像装备<br>(PET/MR) | PET 参数:<br>空间分辨率 $\leq 4\text{mm}$ ;<br>横向视野 $\geq 600\text{mm}$ , 轴向视野 $\geq 320\text{mm}$ ;<br>灵敏度 $\geq 16\text{cps/kBq}$ ;<br>TOF 时间分辨率 $\leq 450\text{ps}$ ;<br>MR 参数:<br>主磁场强度 $\geq 3.0\text{T}$ ;<br>射频接收通道数 $\geq 48$ |
| 13.2.2             | 超高场强磁共振成像系统              | 主磁场强度 $\geq 5.0\text{T}$ ;<br>梯度强度 $\geq 120\text{mT/m}$ , 梯度切换率 $\geq 200\text{T/m/s}$ ;<br>容积发射通道 $\geq 8$ , 接收通道数 $\geq 96$ ;<br>零液氦挥发                                                                                      |
| 13.2.3             | 人体多核磁共振成像系统              | 主磁场强度 $\geq 3.0\text{T}$ ;<br>梯度强度 $\geq 42\text{mT/m}$ ;<br>支持多种原子核成像                                                                                                                                                         |
| 13.2.4             | 心磁成像设备                   | 传感器灵敏度 $\leq 10\text{fT/HZ}^{1/2}$ ;<br>磁场测量误差: $\pm 5\%$ ;<br>时间基准偏差 $\leq 0.1\%$ ;<br>磁通摆率 $\geq 500\text{pT/ms}$                                                                                                            |
| 13.2.5             | 数字 X 射线血管造影机             | 液态金属轴承球管阳极热容量 $\geq 3.0\text{MHU}$ ;<br>球管焦点 $\leq 0.4\text{mm}/0.6\text{mm}/1.0\text{mm}$ ;<br>探测器像素 $\leq 160\mu\text{m}$ ;<br>探测器动态范围 $\geq 16\text{bit}$                                                                   |

| 编号                 | 装备名称                    | 核心技术指标                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13.2.6             | 彩色多普勒超声系统               | 物理通道数 $\geq 256$ ;<br>声像图指标: 侧向分辨率 $\leq 1.0\text{mm}$ ,<br>轴向分辨率 $\leq 0.5\text{mm}$ ;<br>支持造影成像、三维成像、弹性成像;<br>凸阵、线阵、相控阵探头为单晶体探头                                                                                                               |
| 13.2.7             | 超声电子内窥镜系统               | 视野角: $140^\circ$ , 视野方向: 前方斜视 $45^\circ$ ,<br>景深: $3\sim 100\text{mm}$ , 带器械孔道;<br>扫描角度: $150^\circ$ ;<br>频率覆盖范围: $4\sim 12\text{MHz}$ , 支持 B 模式、<br>M 模式、PW 模式、CMF 模式                                                                          |
| 13.2.8             | 正电子发射断层扫描系统<br>(PET/CT) | CT 探测器物理排数 $\geq 64$ ;<br>PET 灵敏度 $\geq 13.5\text{cps/kBq}$ (NEMA);<br>TOF 时间分辨率 $\leq 210\text{ps}$ ;<br>PET 轴向视野 $\geq 240\text{mm}$                                                                                                          |
| 13.2.9             | 电子胃肠镜系统                 | 广角视野角: $140^\circ$ , 广角景深: $3\sim 100\text{mm}$ ;<br>长焦视野角: $90^\circ$ , 长焦景深: $1.5\sim 3\text{mm}$ ,<br>带器械孔道;<br>像素 $\geq 2\times 10^6\text{Pi}$                                                                                              |
| <b>13.3 放射治疗装备</b> |                         |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 13.3.1             | 质子治疗装备                  | 回旋加速器束流能量 $\geq 230\text{MeV}$ ;<br>引出流强 $\geq 1.2\text{nA}$ ;<br>剂量率 $\geq 2\text{Gy/Liter/min}$ ;<br>束斑直径: $4\sim 9\text{mm}$ , 束斑位置精度 $\leq 1.0\text{mm}$ ;<br>最大射野 $\geq 20\text{cm}\times 20\text{cm}$ ;<br>旋转机架等中心精准度 $\leq 1.0\text{mm}$ |
| <b>13.4 体外诊断装备</b> |                         |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>13.5 卫生应急装备</b> |                         |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 13.5.1             | 体外膜氧合系统                 | 氧气通量: $1.2\sim 7\text{ml}/(\text{cm}^2\cdot\text{min}\cdot\text{bar})$ ;<br>二氧化碳通量: $1.2\sim 8\text{ml}/(\text{cm}^2\cdot\text{min}\cdot\text{bar})$ ;<br>血浆渗透时间 $\geq 96\text{h}$ ;<br>连续运行时间 $\geq 14\text{d}$                                |

| 编号                           | 装备名称       | 核心技术指标                                                |
|------------------------------|------------|-------------------------------------------------------|
| <b>13.6 高端医疗装备核心系统和关键零部件</b> |            |                                                       |
| <b>13.6.1</b>                | 医用 X 射线球管  | 实际等效热容量 $\geq 6\text{MHU}$ ;<br>功率 $\geq 80\text{kW}$ |
| <b>13.6.2</b>                | 高分辨 CT 探测器 | 视野中心投射尺寸 $\leq 0.625\text{mm}$ ;<br>排数 $\geq 256$     |

## 14. 精密仪器仪表

| 编号             | 装备名称          | 核心技术指标                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>14.1 仪器</b> |               |                                                                                                                                                                                                                                           |
| 14.1.1         | 液相色谱三重四极质谱联用仪 | 质量范围：5~2000 (m/z)；<br>分辨率：0.3~2.0FWHM 可调；<br>扫描速度>30000amu/s；<br>MRM 采集速度：500 通道/秒；<br>灵敏度：ESI+，MRM 模式：1pg 利血平，柱上进样，S/N≥200000:1 (RMS)；<br>ESI-，MRM 模式：1pg 氯霉素，柱上进样，SN≥200000:1 (RMS) (@扫描速度 10000amu/s，分辨率：0.6~0.8)；<br>液相色谱最小流速≤5ul/min |
| 14.1.2         | 超导核磁共振波谱仪     | 磁场强度≥14T；<br>可检测观察核范围： <sup>15</sup> N~ <sup>1</sup> H；<br>分辨率≤10 <sup>-9</sup> ；<br>最高频率≥600MHz；<br>高屏蔽性 (≤1m)                                                                                                                           |
| 14.1.3         | 高精度激光跟踪仪      | 最大跟踪测量半径：80m；<br>水平方向测量旋转角度范围：±320°；<br>垂直方向测量旋转角度范围：±60°；<br>空间坐标精度：15μm+6μm/m；<br>最大跟踪速度≥4m/s；<br>姿态测量直径：60m，测量精度≤0.03°                                                                                                                 |
| 14.1.4         | 场发射扫描电子显微镜    | 分辨率≤0.7nm@15kV，≤1.1nm@1kV；<br>加速电压：20V~30kV；<br>放大倍数：10~2000000；<br>电子枪真空度≤1.3×10 <sup>-7</sup> Pa                                                                                                                                        |
| 14.1.5         | 太赫兹特征谱线分析仪    | 工作频率：0.11~1.1THz；<br>频率分辨率≤50Hz；<br>动态范围≥50dB；<br>全波段测试精度：±5%                                                                                                                                                                             |
| 14.1.6         | 高精度组合式六维力测试仪  | Fz 方向测量范围：1~500kN；<br>Fx、Fy 方向测量范围：0.5~200kN；<br>力矩分量测量范围：10~5000N·m；                                                                                                                                                                     |

| 编号                 | 装备名称          | 核心技术指标                                                                                                                         |
|--------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    |               | 各分量耦合误差：±0.5%FS；<br>组合示值误差：±0.5%FS                                                                                             |
| 14.1.7             | 惯性系统方位角高精度校准仪 | 寻北范围：0°~360°（全自动寻北）；<br>寻北精度≤3″；<br>定位时间≤6min；<br>操作温度：-20~+50℃                                                                |
| 14.1.8             | 中子衍射深度应力检测仪   | 样品台线性位移精度≤0.02mm；<br>样品台旋转精度≤0.002°；<br>钛合金应力检测深度≥10mm                                                                         |
| 14.1.9             | 细胞水平表面等离子共振仪  | 细胞在线培养时间≥72h；<br>空间分辨率≤500nm；<br>折射率测量范围：1.33~1.40RIU；<br>折射率测量分辨率≤1×10 <sup>-6</sup> RIU；<br>24 小时基线漂移≤5×10 <sup>-5</sup> RIU |
| <b>14.2 仪表</b>     |               |                                                                                                                                |
| <b>14.3 测量检测装备</b> |               |                                                                                                                                |
| 14.3.1             | 北斗卫星施工定位测控装备  | 测量高度≥500m；<br>水平精度：±（2.5+0.5×10 <sup>-6</sup> D）mm；<br>垂直精度：±（5.0+0.5×10 <sup>-6</sup> D）mm；<br>初始化置信度≥99.9%                   |
| 14.3.2             | 齿轮传递误差检测装备    | 最大加载扭矩≥20000N·m；<br>最小试验转速≤50r/min；<br>角度测量精度≤1″，位移测量精度≤0.04mm/m；<br>可实现接触斑点检测、齿轮啮合错位量模拟                                       |

## 15. 重大技术装备关键配套及基础件

| 编号                      | 装备名称                  | 核心技术指标                                                                                                                                                  |
|-------------------------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>15.1 液压气动密封装置及系统</b> |                       |                                                                                                                                                         |
| 15.1.1                  | 静液压驱动装置               | 额定压力 $\geq 25\text{MPa}$ ，最高压力 $\geq 32\text{MPa}$ ；<br>公称排量 $\geq 37\text{ml/r}$ ；<br>输入转速：1000~3000r/min，<br>输出转速：0~3000r/min；<br>集成油滤总效率 $\geq 73\%$ |
| 15.1.2                  | 气动阀岛                  | 流量：300~1500L/min；<br>控制 I/O 点 $\geq 512$ 个；<br>模拟量输入/输出模块：0~10V，4~20mA；<br>集成诊断、系统优化、环境监测等功能                                                            |
| 15.1.3                  | 定位气动执行系统              | 工作压力 $\geq 0.4\text{MPa}$ ；<br>工作速度 $\geq 50\text{mm/s}$ ；<br>重复精度： $\pm 0.2\text{mm}$                                                                  |
| 15.1.4                  | 超高压气体密封               | 泄漏率 $\leq 1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3 / \text{s}$ （压力：70MPa，<br>温度：-40~+85℃，介质：氢气）；<br>压力循环 $\geq 12000$ 次                              |
| 15.1.5                  | 超高压大流量电液比例伺服<br>二通插装阀 | 最高压力 $\geq 70\text{MPa}$ ；<br>公称通径：25~130mm；<br>额定流量：400~8000L/min；<br>滞环： $\pm 0.1\%$ ，线性度： $\pm 0.1\%$                                                |
| <b>15.2 轴承</b>          |                       |                                                                                                                                                         |
| <b>15.3 传动系统及连接件</b>    |                       |                                                                                                                                                         |
| <b>15.4 控制部件及系统</b>     |                       |                                                                                                                                                         |
| 15.4.1                  | 压接型绝缘栅双极型晶体管          | 额定电压 $\geq 4500\text{V}$ ；<br>额定电流 $\geq 5000\text{A}$ ；<br>导通压降 $\leq 3.5\text{V}$                                                                     |