



红外均化子系统技术指标：

1. 红外光波长范围波长： $532\pm 1\text{nm}$ ，连续光，输出功率 $\geq 500\text{mW}$ ，功率稳定性（RMS，4hr）： $< 1\%$ ，单模输出，相干长度 $> 50\text{m}$ ，光斑直径 $< 2.5\text{mm}$ ，光斑发散角 $< 1.2\text{mrad}$ ；
2. 红外光纤4根，单根长度12米左右，技术要求如下：
 - ① 适用波长范围： $2.4\mu\text{m} \sim 3.6\mu\text{m}$ ；
 - ② 包层直径小于 $250\mu\text{m}$ ；
 - ③ 光纤芯径小于 $200\mu\text{m}$ ；
 - ④ 数值孔径大于0.2；
 - ⑤ 损耗小于 $0.1\text{dB/m}@2.5\mu\text{m}$ ），并将其铺设至拖链中以实现从靶室中心和表征工位之间的来回移动；
3. 配备光纤馈通4个。红外均化光纤可以搭载在2套反射光成像单元上。



真空腔体及支撑组件子系统技术指标：

1. 所有真空腔体的材料均为铝合金（主要为 5083）；
2. CTS真空腔体与靶室对接法兰通径 DN550mm；支持杆法兰200mm口径，与双锥打靶成13度。
3. CTS负载工作真空度：优于 5×10^{-4} Pa，真空腔体总体泄漏率： $\leq 1.0 \times 10^{-7}$ Pa.L/s；
4. 从大气到负载工作真空度的抽空时间： ≤ 5 h；
5. 靶座运动行程： ≥ 3.6 m，重复定位精度：优于 $\pm 25 \mu\text{m}$ ；
6. 靶定位六自由度并联调节器：
 - ① 负载能力大于20kg；
 - ② 对靶点的调节范围： $-15\text{mm} \sim 15\text{mm}$ (x, y, z) , $-3^\circ \sim 3^\circ$ ($\theta_x, \theta_y, \theta_z$) ；
 - ③ 重复定位精度：优于 $\pm 10 \mu\text{m}$ (x, y, z) , $\pm 2'$ ($\theta_x, \theta_y, \theta_z$) ；
 - ④ 最小运动步长： $5 \mu\text{m}$ (x, y, z) , $1'$ ($\theta_x, \theta_y, \theta_z$) ；
7. 靶点位置稳定性：优于 $\pm 2 \mu\text{m/h}$ ；



8. 反射光成像单元2套:

- ① 成像分辨率优于 $1\mu\text{m}$, 成像视场大于 $3\text{mm}\times 3\text{mm}$, 显微镜工作距离大于 50mm ;
- ② Z向大行程运动行程不小于 230mm , 重复定位精度优于 $\pm 20\mu\text{m}$;
- ③ X向调节范围不小于 $-15\text{mm}\sim 15\text{mm}$, 重复定位精度优于 $\pm 10\mu\text{m}$, 最小运动步长不大于 $5\mu\text{m}$;
- ④ Y向调节范围不小于 60mm , 重复定位精度优于 $\pm 10\mu\text{m}$, 最小运动步长不大于 $5\mu\text{m}$;
- ⑤ 2套反射光成像单元对向安装;
- ⑥ 具备红外均化光纤搭载接口。

9. X射线屏蔽子系统: X射线源最大工况 (110kV , $200\mu\text{A}$) 时, 真空腔体外表面处的X射线剂量率小于 $2.0\mu\text{Gy/h}$; 全面屏蔽。

10. 辅助支撑单元: 支撑力 $0\sim 100\text{kg}$ 可调;



组件功能

红外均化子系统：

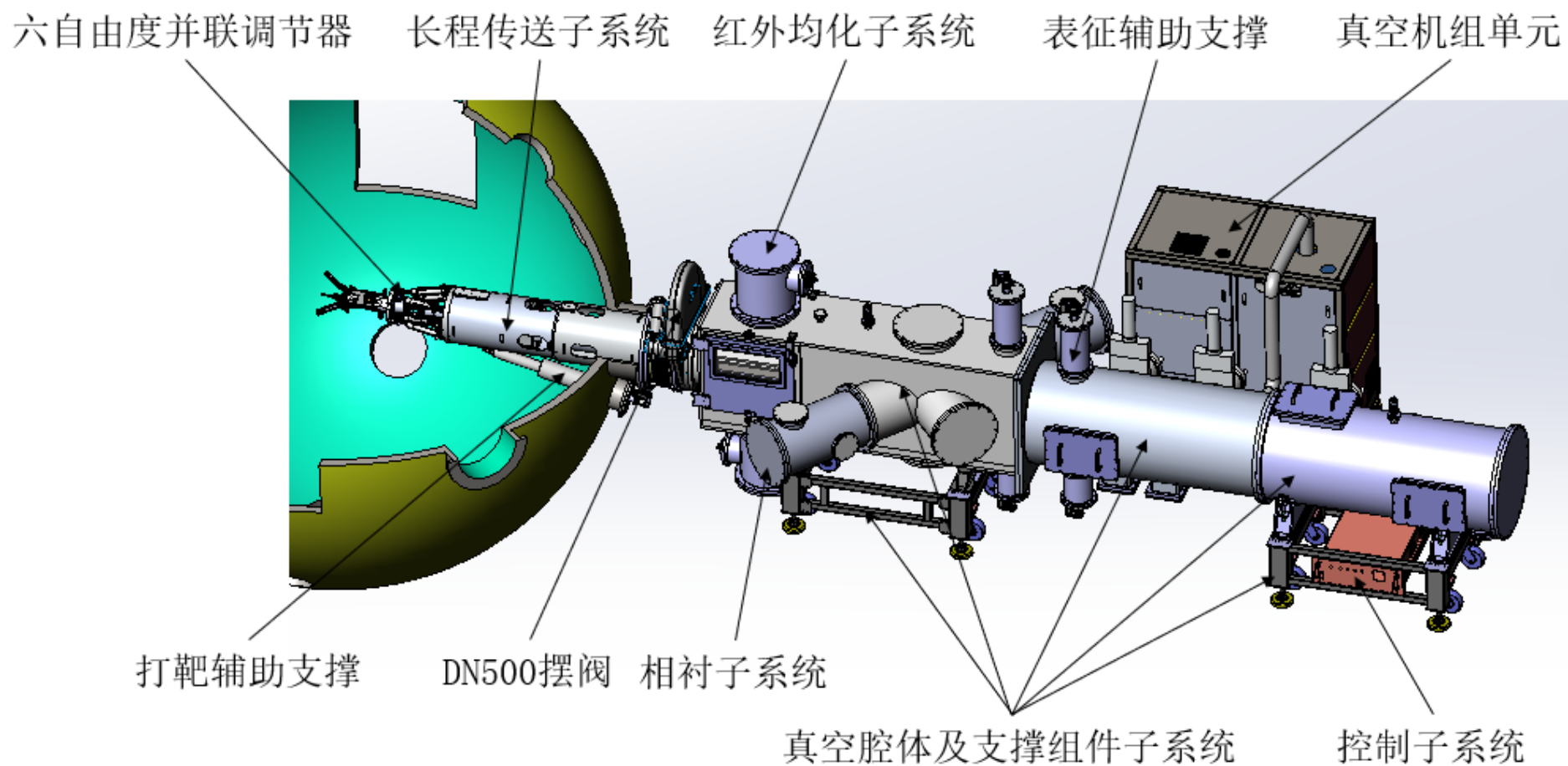
1. 实现红外光纤与双锥对撞冷冻靶相对位置的位姿调整；
2. 实现对双锥对撞冷冻靶的红外均化。

真空腔体及支撑组件子系统：

1. 实现位姿的精密调节和定位，并在束靶耦合及均化表征期间保持良好的位置稳定性；
2. 实现双锥打靶真空腔体与靶室接口法兰之间的快速轻便对接；
3. 实现靶的长程传送；
4. 实现表征辅助支撑；
5. 实现打靶辅助支撑；
6. 实现对用于液/冰层表征的X射线的辐射屏蔽；
7. 实现双锥打靶真空腔体及真空机组与靶场地面之间的振动隔离，整体支撑功能；
8. 真空抽取及密封功能。

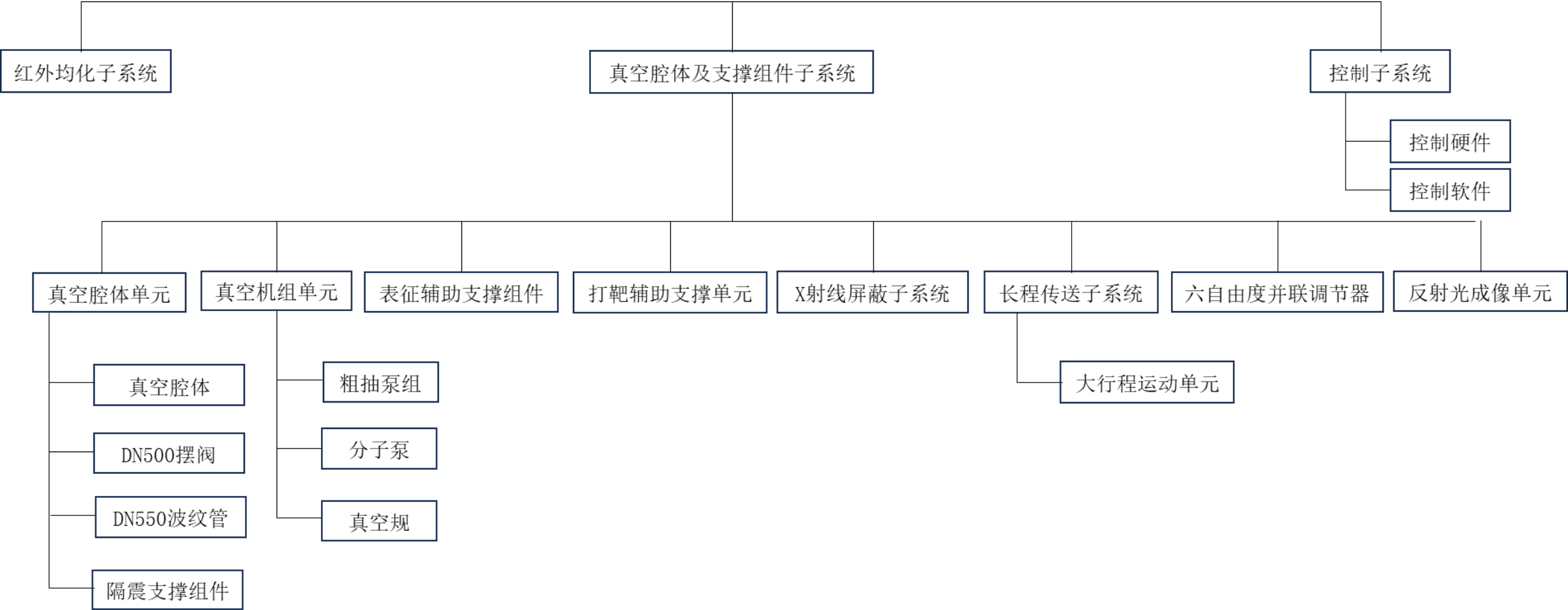


布局





任务分解





任务流程

前期准备阶段

真空腔体及支撑组件子系统——靶装入



真空腔体及支撑组件子系统——抽真空及靶低温制冷



长程传送、六自由度调节——低温预瞄准



真空腔体及支撑组件子系统——燃料注入



真空、长程传送、六自由度并联调节——靶均化表征



发射准备阶段

长程传送、六自由度并联调节——定位靶到靶室中心
及位置复核



发射阶段

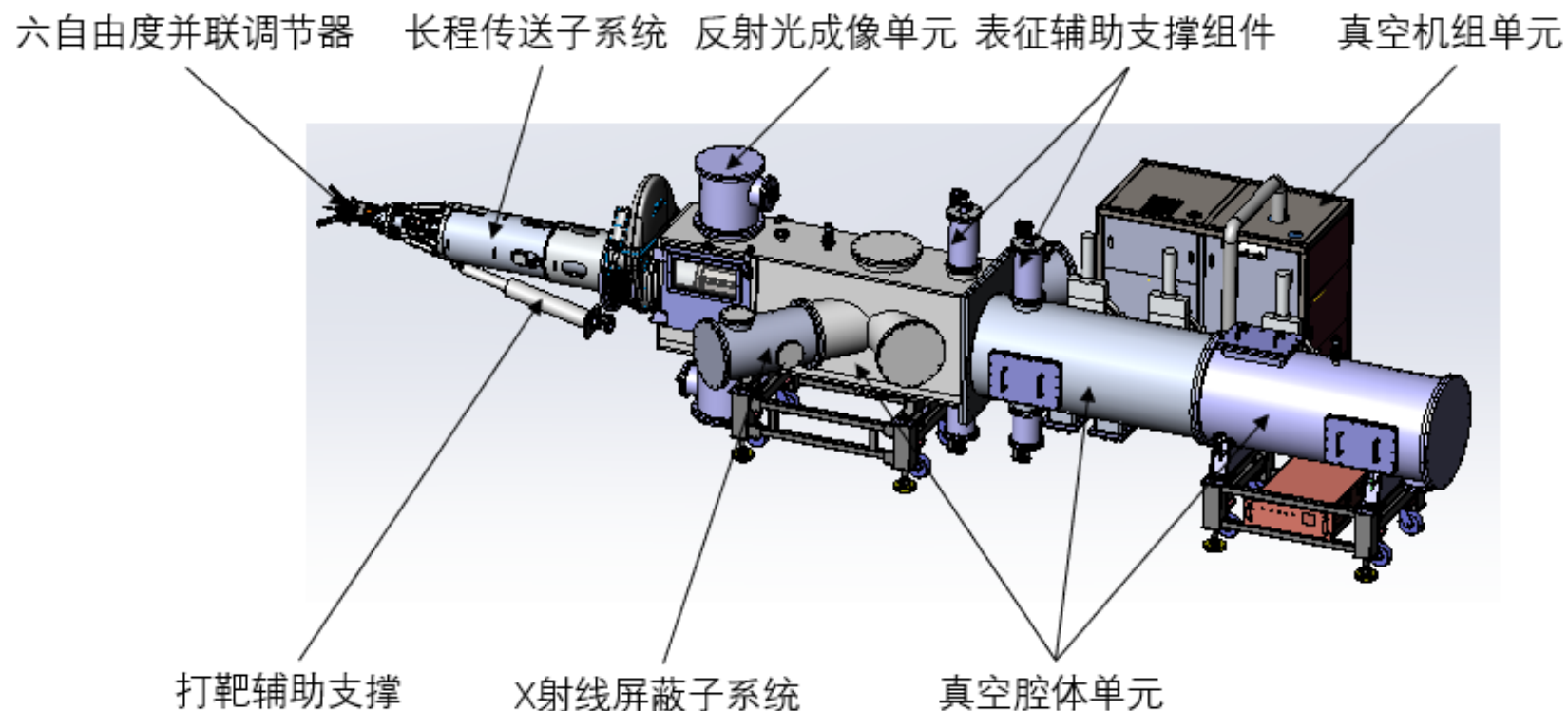
六自由度并联调节——保持靶的位置和姿态稳定

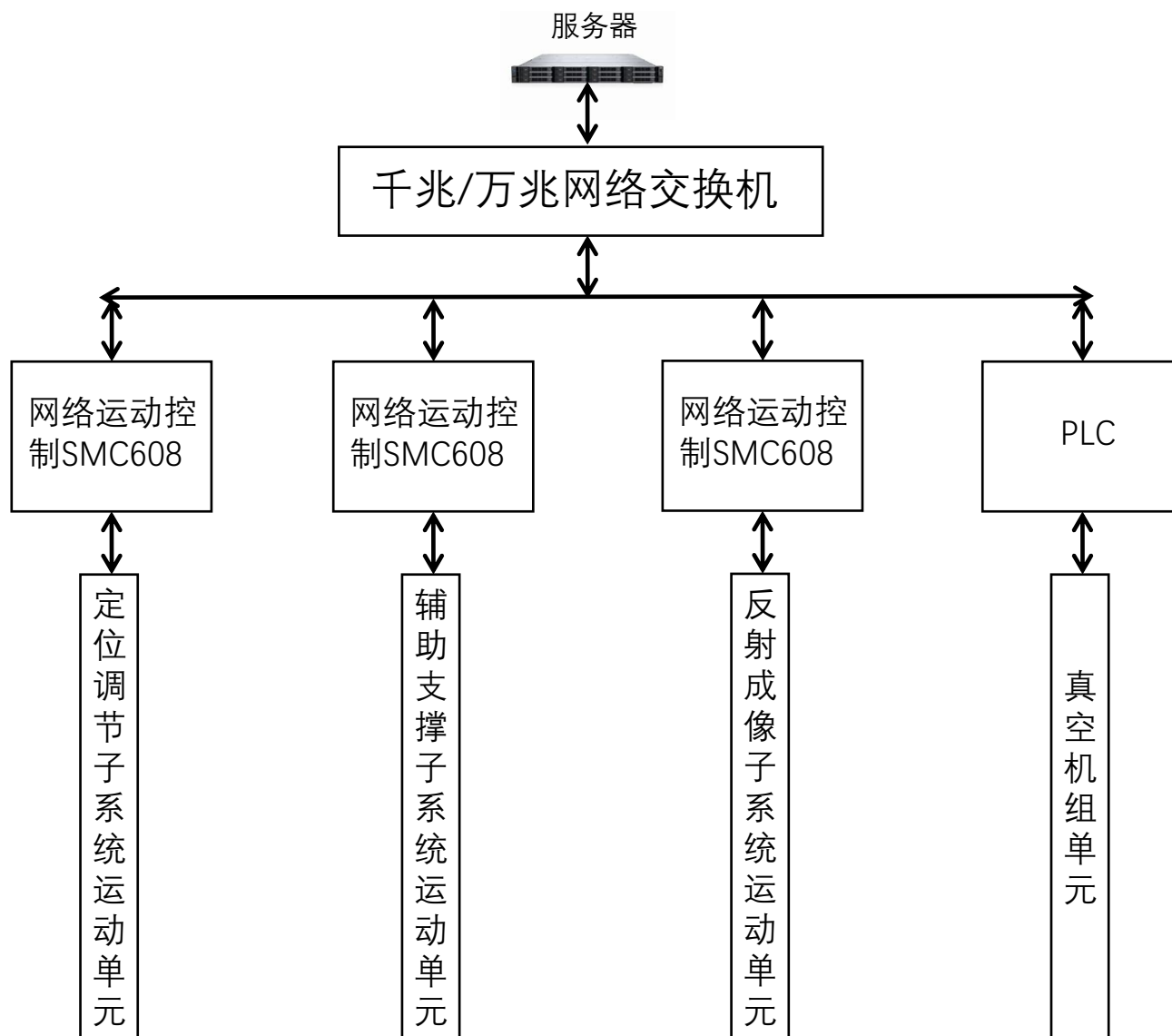


1. 可以搭载反射光成像单元;
2. Z向大行程运动行程 $\geq 230\text{mm}$, 重复定位精度优于 $\pm 20\mu\text{m}$;
3. X向调节范围不小于 $-15\text{mm} \sim 15\text{mm}$, 重复定位精度优于 $\pm 10\mu\text{m}$, 最小运动步长不大于 $5\mu\text{m}$;
4. Y向调节范围不小于 60mm , 重复定位精度优于 $\pm 10\mu\text{m}$, 最小运动步长不大于 $5\mu\text{m}$;

真空腔体及支撑组件子系统--总体概述

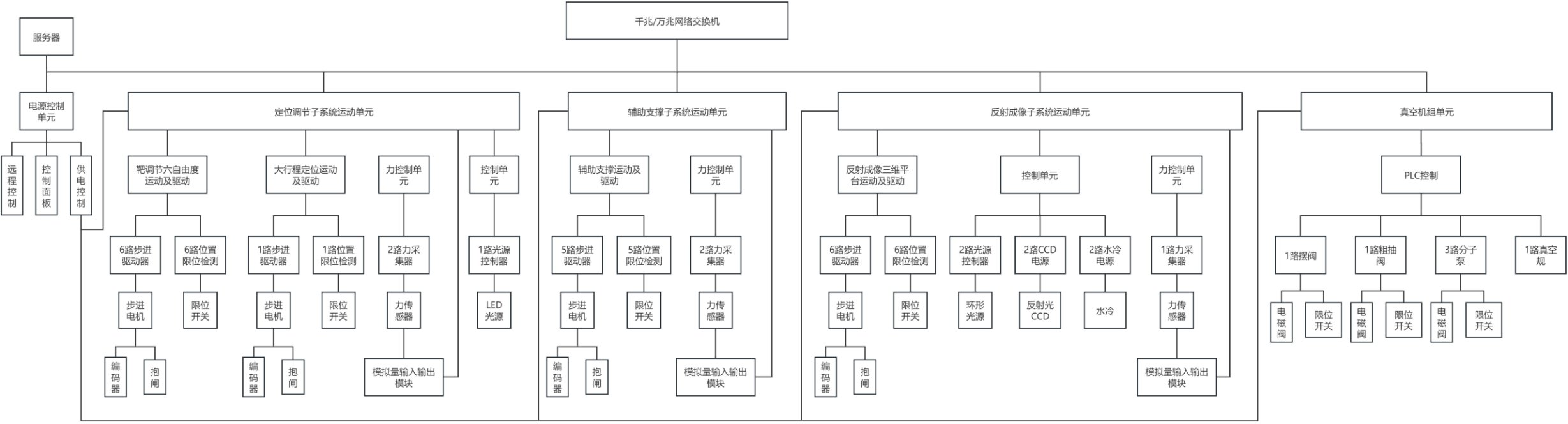
真空腔体及支撑组件子系统主要由真空腔体单元、六自由度并联调节器、长程传送子系统、真空机组单元、X射线屏蔽子系统、反射光成像单元等组成。







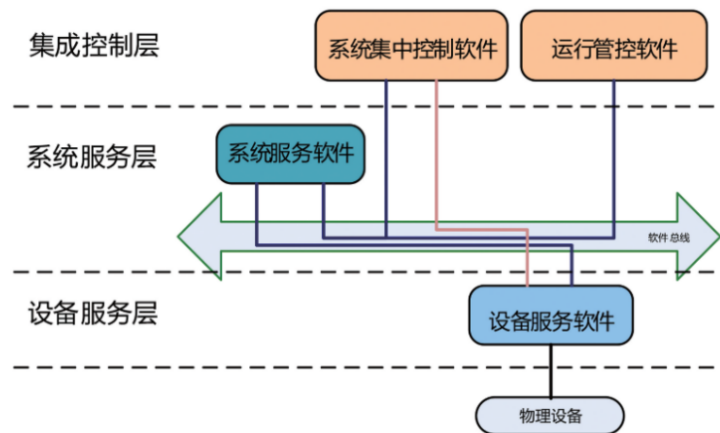
电气控制原理框图



SMC608
8路编码器
16路隔离输入
12路隔离输出
2路ADDA

AELAN10
10路编码器

- 控制软件包括集成控制层、系统服务层和设备服务层三层结构



- 设备服务软件是真实物理设备的软件映射，表现为一个软件设备。软件设备的粒度需综合考虑模块化和功能独立性原则，能提供相对独立的控制功能的设备（包括简单设备、复杂设备、系统级设备或者一个可复用的算法等）则映射为一个软件设备。
- 系统服务软件实现多个设备服务软件的分系统集成服务功能，是包含多个设备的子系统或功能单元的服务软件，其控制对象为一个功能设备，如靶件转移单元、六自由度并联机构等。设备服务软件用于集成设备服务，向集成控制层（靶调节与真空分系统集中控制软件、装置总控软件、装置运行管控软件）提供系统级的服务功能。



总体功能

- 控制软件具备一定的故障定位能力
- 存储操作、运行日志
- 在有效的行程范围内控制各个维度的移动，并能复位

单元模块控制

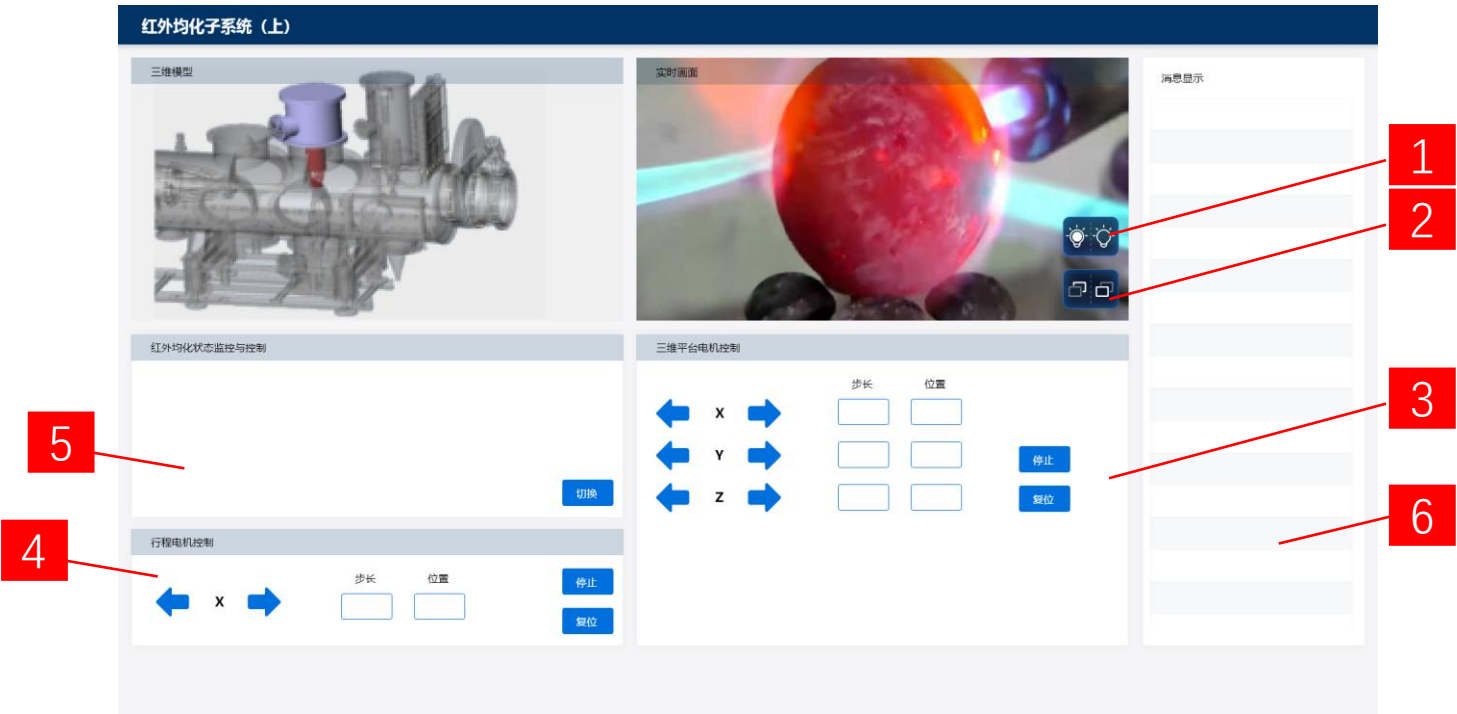
- 送靶大行程控制
- 六自由度控制
- 反射光成像
- 表征辅助支撑控制
- 打靶辅助支撑控制
- 真空控制

内部连锁

- 根据送靶大行程的位置，对反射光阴影成像表征大行程、表征辅助支撑、打靶辅助支撑的运动进行连锁控制
- 根据背光阴影成像表征大行程、靶件转移、表征辅助支撑、打靶辅助支撑的位置以及靶室连接插板阀的状态，对送靶大行程的运动进行连锁控制



控制软件--软件界面--红外均化



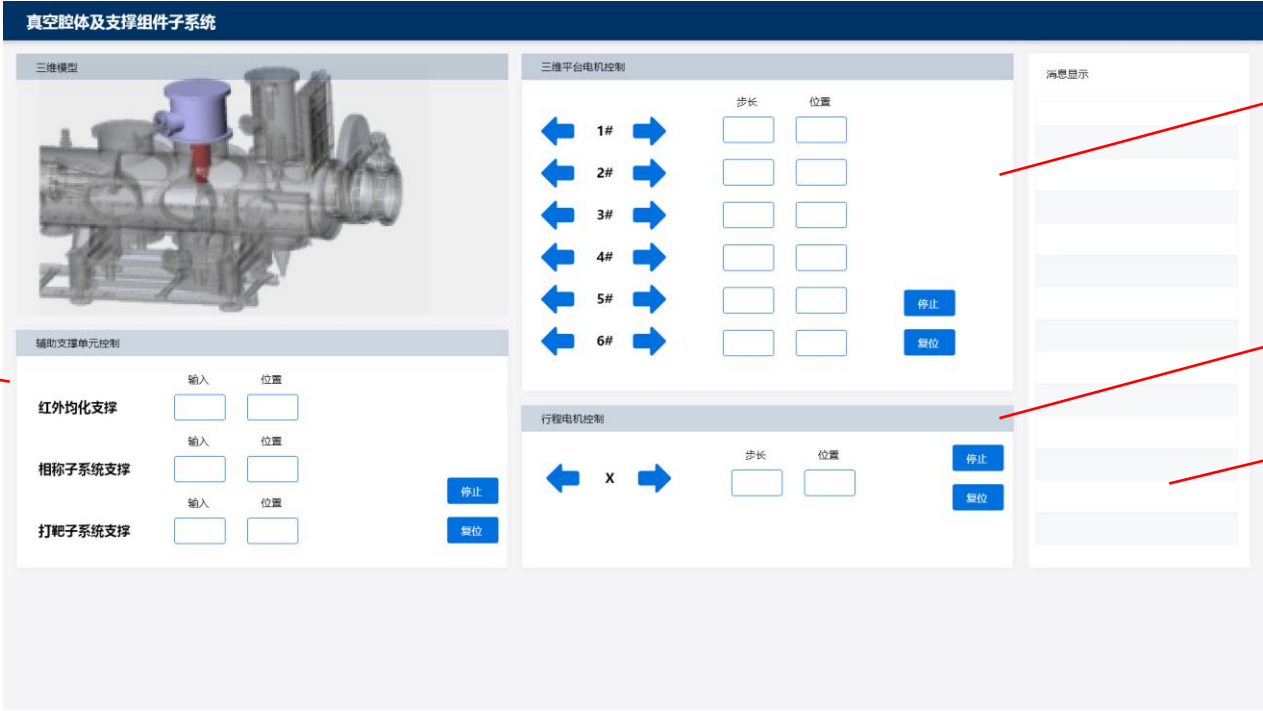
红外均化子系统界面由三维展示图片、实时监控画面、三维平台电机控制、行程电机控制和红外均化操作面板组成。

功能	功能区	编号
实时监控画面	远近摄像头切换	1
	补光灯的开启和关闭	2
三维平台电机控制	三个自由度的点控	3
	点控步长设置	3
	电机位置显示	3
	电机的停止和复位	3
行程电机控制	单方向的点控	4
	点控步长设置	4
	电机位置显示	4
	电机的停止和复位	4
红外均化控制		5
消息显示		6



控制软件--软件界面--真空腔体及辅助支撑

3



真空腔体及支撑组件子系统界面由三维展示图片、六自由度电机控制、行程电机控制和辅助支撑单元控制面板组成。

功能	功能区	编号
六自由度电机控制	六个自由度的点控	1
	点控步长设置	1
	电机位置显示	1
	电机的停止和复位	1
行程电机控制	单方向的点控	2
	点控步长设置	2
	电机位置显示	2
	电机的停止和复位	2
辅助支撑单元控制	红外均化支撑	3
	相称子系统支撑	3
	打靶子系统支撑	3
消息显示		4



绝对编码器转换器



光纤、镜筒、CCD



雷赛运动控制器



光电器件