# 采购需求及技术规格要求

**1、货物需求一览表**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 货物名称 | 数量 | 预算（万元） | 交货期 |
| 1 | 储能磁体线圈系统（包含线圈隔热支撑、线圈骨架、接头、电流引线等子系统，包含与低温系统连接、电源母线连接、冷屏和杜瓦连接的接口，以及电压、温度、电流等测试信号的接口） | 1 | 310.00 | 合同签订后12个月 |

**2、工程技术要求**

**2.1、设备的主要用途及功能**

该储能磁体超导线圈主要用于NICA加速器电力系统稳态调节储能系统，可产生0.5MJ储能，在可实现液氦迫流冷却，并达到6kA载流。

**2.3、工作条件**

1. 运行在超临界氦迫流冷却低温环境下，可实现5~10K温度区间运行；
2. 可在5~10K温度区间内实现6kA级稳定载流和~kA/s快速电流变化，稳定运行时间>2小时；
3. 失超发生时超导磁体失超保护可迅速动作，且不发生磁体烧坏。

**2.4、 技术性能指标要求**

1. 超导缆线：
2. 接头电阻阻值：<5nΩ（测试温度77 K和5K）；
3. 液氮温区直缆临界电流≥2000A，≤250 mm弯曲半径下临界电流≥1960A（衰减率<2%）；
4. 储能磁体超导线圈
5. 空心电感值：≥27.5mH；
6. 稳态运行电流：≥6kA（直流，自场，持续时间不低于2小时，稳态运行时端电压波动幅度≤10mV且无明显上升趋势，温度波动≤2K）；
7. 临界电流：≥12kA@5K，自场；
8. 快速励磁：电流变化率≥1000A/s，可保持稳定运行，除感应电压外线圈端电压波动幅度≤10mV且无明显上升趋势，温度波动≤2K；
9. 稳态运行温度：~5K；
10. 结构型式：螺线管；
11. 线圈冷却方式：液氦迫流冷却，最高运行压力1.0MPa；
12. 电压耐压值：运行端电压耐压值≥100V，线圈对地耐压值≥1kV。

**2.5、 技术服务要求及质保要求**

1. 根据线圈设计方案，完成不同类型集束缆线制备（不同层数），包含超导接头和内部冷却回路接头。超导接头阻值<5nΩ@77K，集束缆线短样在250mm弯曲半径和直缆下临界电流衰减<2% @ 77K；
2. 完成两种集束缆线短样制备，弯曲状态下临界电流测试:
3. 内部采取带孔铜轴结构，外部绕制多层YBCO带材，弯曲后进行固化；
4. 内部采取多芯软铜线，铜线上绕制多层YBCO带材，然后采取穿管到不锈钢管内，不锈钢管内壁与导体之间预留空隙，形成迫流冷却通道。
5. 完成集束缆线超导接头原型件研制和接头阻值测试（@77K和@5K），并提供测试报告；
6. 根据双方最终选定的集束缆线结构形式，完成小型模型线圈的绕制工艺流程验证（模型线圈内半径≤300mm，轴向匝数>15匝）；
7. 完成线圈骨架、线圈支撑等结构设计分析，并提供详细的设计分析报告，完成骨架、线圈支撑等结构加工研制；
8. 完成电流引线、信号传感以及线圈绝热拉杆等子系统研制与装配；
9. 完成不少于10路的低温传感器布置（其中4.2K 温度传感器不少于7组，分布于电流引线与线圈接头位置处，线圈内部接头位置以及线圈内部）；
10. 完成不少于7对失超检测电压测量线布置（线圈端电压、各层电压）、7对内部接头和电流引线接头阻值测量引线；
11. 完成失超情况下能量释放组件布置（可根据实际工作需求采取内置二极管或者外置泄能电阻）；
12. 完成储能磁体线圈绕制和线圈支撑等结构装配，要求绕制后的线圈临界电流相比理论计算值衰减<10%（@77K），提供绕制过程工艺记录等质量文件；
13. 完成储能磁体线圈液氮迫流冷却下小载流量励磁试验，并提供测试报告；
14. 协助完成储能磁体系统总装和超临界氦迫流冷却励磁试验。

**2.6、验收标准及验收程序**

1. 线圈绕制前开展集束缆线短样在液氮温区测试，测试参数需满足如下技术指标：
2. 高场区集束缆线临界电流≥2000A（直缆），≤250 mm弯曲半径下临界电流≥1960A（衰减率<2%）；
3. 集束缆线超导接头在液氮温区和液氦温区阻值测试，阻值小于5nΩ@77K，5K；
4. 绕制完成的超导储能线圈信号测量系统需满足以下技术指标：
5. 低温传感器≥10路（其中4.2K 温度传感器不少于7组，分布于电流引线与线圈接头位置处，线圈内部接头位置以及线圈内部）；
6. 失超检测电压测量线≥7对（线圈端电压、各层电压）；
7. 内部接头和电流引线接头阻值测量引线≥7对；
8. 配备泄能模块（内置二极管或外接泄能电阻）。
9. 绕制完成的超导储能线圈在液氮浸泡下进行稳态载流和循环励磁试验，需满足以下技术指标：
10. 空心电感值：≥27.5mH；
11. 临界电流：≥900A@77K，自场
12. 稳态运行电流：≥500A（直流，自场，持续时间不低于2小时）；
13. 电流变化率：≥200A/s；
14. 绕制完成的超导储能线圈在液氦迫流条件下进行稳态载流测试和循环励磁测试，测试参数满足如下技术指标：
15. 空心电感值：≥27.5mH；
16. 稳态运行电流：≥6kA（直流，自场，持续时间不低于2小时）；
17. 临界电流：≥12kA@5K, 自场；
18. 电流变化率：≥1000A/s（单次励磁范围为0到6kA，循环励磁次数≥10次）；
19. 稳态运行温度：~5K，循环励磁10次后温度波动≤2K；
20. 线圈冷却方式：液氦迫流冷却，最高运行压力1.0MPa；
21. 电压耐压值：运行端电压耐压值≥100V，线圈对地耐压值≥1kV。