

# 旋转线圈磁测系统控制软件 需求说明书

2023 年 4 月

中国科学技术大学 国家同步辐射实验室

# 1. 概述

合肥先进光源是第四代同步辐射光源，对控制电子束流轨道的电磁铁有极高的性能要求。磁测系统是检测磁铁性能指标的重要手段。旋转线圈磁测系统通过测量和分析线圈与磁场的相互作用产生的感生电压信号获取磁铁性能的各项物理指标。本项目是制作旋转线圈磁测系统的控制软件平台。

## 1.1. 平台结构

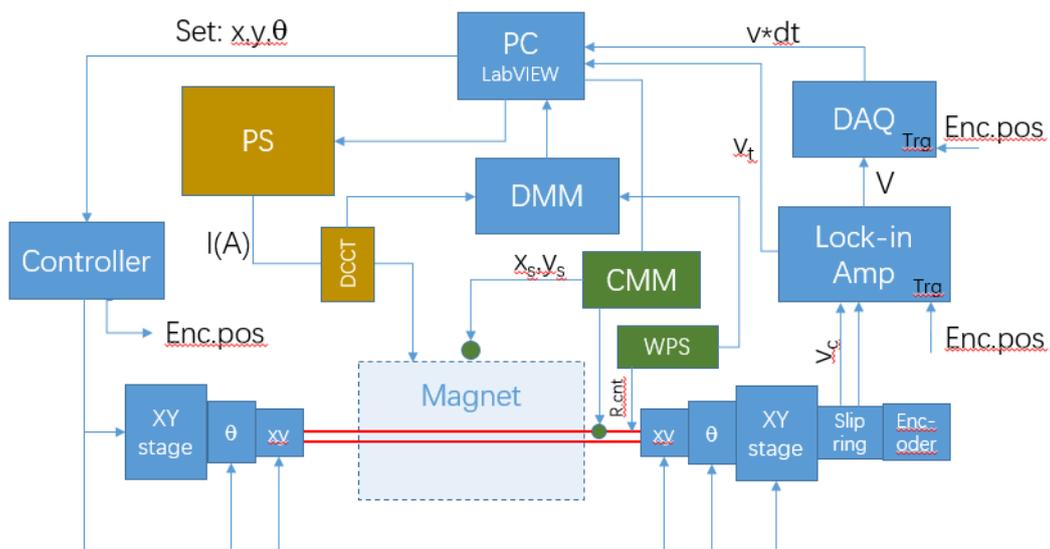


图 1-磁测平台功能框图

各主要部件及功能如下。

- 1) X,Y,θ stage: 驱动张力线平移或旋转
- 2) Controller: 控制平台作同步移动或转动，提供编码器位置信号给锁相放大器和数据采集器。
- 3) Slip ring: 将旋转线圈输出电压端转换成固定端输出
- 4) Encoder: 提供旋转平台位置脉冲信号

- 5) Lock-in amp: 从控制器读取编码器的位置信号作为参考信号，抽取导电环输出电压的各次谐波并送至计算机；放大各次谐波电压并输出至数字电压表。
- 6) DAQ: 测量经锁相放大器放大的电压，测量编码器脉冲时间间隔。
- 7) DMM: 读取磁铁的电流，温度等参数

数字万用表读取通电电流，磁铁温度等。控制器驱动旋转线圈，线圈感生电压信号通过导电环引出。锁相放大器以编码器位置作为参考信号、顺次读取各次谐波的输入电压信号并送至计算机。数字电压表计测放大的电压信号和编码器脉冲时间间隔。控制程序对各次谐波电压以及各次谐波积分电压作 FFT 解析，由此计算磁铁的各阶积分场。

## 1.2. 平台主要部件选型

- 1) X 平移台: Newport (例) M-ILS100CC
- 2) Y 平移台: Newport (例) M-IMS100V
- 3)  $\theta$ 平台: Newport RGV100BL
- 4) 控制器: Newport XPS-D8
- 5) 导电环: Meridian Lab MXT4/HD
- 6) 锁相放大器: Zurich HF2LI
- 7) 数据采集器: DVM: Keithley 2182A 或 DAQ: NI PXIe-4309
- 8) 数字万用表: Tektronix DAQ6510 /7700
- 9) PS
- 10) DCCT

11) 计算机: with LabVIEW

### 1.3. 平台功能

1) 测量对象:

a. 四极, 六极, 八极等多极磁铁

2) 测量方法:

a. 测量旋转线圈的感生电压的各次谐波, 由电压值计算各阶成分的磁场参数;

b. 测量电压信号的各次谐波和采样时间间隔, 由积分电压计算各阶成分的磁场参数。

3) 测量项目

a. GL

b. 高阶场成分

c. 磁中心

d. 球中心

e. 其他指定项目

## 2. 控制平台功能模块

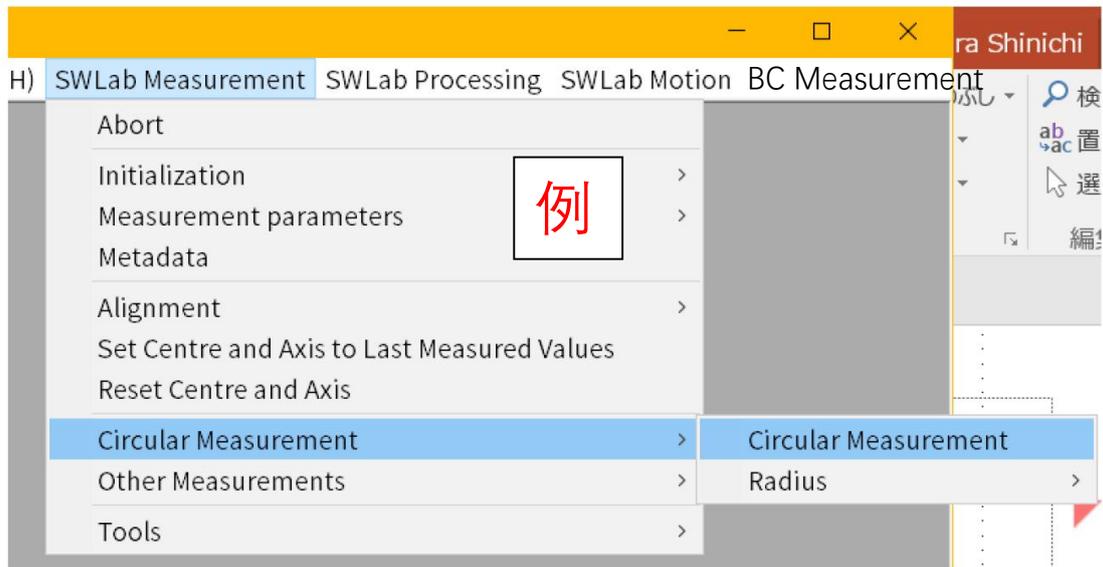


图-同类软件功能导航图（仅供参考）

### 2.1. 主体功能模块

测量程序由 4 个模块组成：

#### 1) Measurement module

- 测量参数设定，保存和读取
- 测量实行
- 结果（波形）表示
- 原始数据保存等

#### 2) Processing module

测量结束后自动解析和手动设定后读取保存文件解析。

- 高阶成分解析
- 磁中心解析

- 测量重复性
- 数据表示和保存等

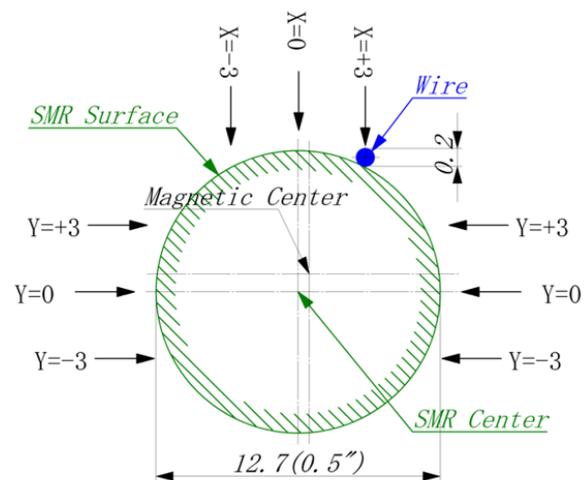
### 3) Motion module

- Home
- 位置设定 (绝对, 相对, 磁中心)
- 转速设定
- 现在位置取得
- 线圈旋转中心
- 紧急停止等

### 4) Ball center measurement

- 标准球中心位置

通过测量球体表面图示的 9 点位置拟合球中心坐标。



## 2.2. 其它功能模块

### 1) 输入项目

(设定和读取)

- a. 磁铁参数
  - b. 设备参数
  - c. 环境参数
  - d. 其他参数
- 5) 输出项目
- a. 测量数据
  - b. Gln 文件
  - c. 高阶成分文件
  - d. 磁中心位置文件
  - e. 球中心位置文件等
- 6) 其他功能
- a. 测试状态表示
  - b. (磁铁的初期化)
  - c. 温度计测等

## 2.3. 其它说明

1) 磁场物理量计算公式

测量项目的计算公式等由订货人另行提供。

2) 方案评审

设计方案通过订货人评审后，再进行研发。

3) 产权归属

由本项目的执行所发生的技术成果及软件应用程序产权归属于国家同步

辐射实验室。

### 3. 交货内容

序号	名称	描述	数量
1	产品设计	理解客户需求，相关仪器等功能，设计人机交互，并提供一份人机交互设计文档，评审完成后，进行研发	1 套
2	系统软件	根据本文档功能及产品设计文档，仪器说明书等，撰写仪器驱动、业务逻辑（采集、流程控制、运算与分析、数据存储等）、人机交互等功能，交互定制系统软件。撰写中不经订货人承认不可改变本文档设计方案	1 套
3	软件系统调试	根据产品设计文档与本文档，完成系统功能、性能、稳定性调试	1 套
4	硬件通讯调试	负责现场的与通讯相关的硬件联接及调试等。调试中使用的测量仪表，电缆等硬件由订货人提供	1 套
5	支持与培训	交付硬件联接与调试文档 1 份，软件使用说明 1 份，并至少现场培训 1 次，并提供 1 年远程支持。	1 套

6	验收	提供平台软件运行应用程序 1 份，并完成部署； 提供软件源码 1 份； 提供硬件联接与调试文档 1 份； 提供软件使用说明 1 份	1 套
---	----	--	-----

## 4. 交货要求

最终交货期限为 2023 年 9 月 15 日。其间承包人必须阶段性的完成以下项目并提出测试结果报告。

- ① 合同生效后 1.5 个月内 完成平移台驱动程序
- ② 合同生效后 2 个月内 完成球中心自动计测程序
- ③ 合同生效后 3 个月内 完成控制程序的动作试验
- ④ 控制器或数据采集器等到货后立刻进行该仪器的单独调试

交货地点：

中国科学技术大学 指定地点

地址：安徽省合肥市金寨路 96 号