

## 国家计量校准规范《球径仪样板》 (征求意见稿) 编制说明

### 1、任务来源

根据国家市场监督管理总局 2022 年法规制定或修订任务，受全国几何量计量技术委员会的委托，由中国计量科学研究院负责修订《球径仪样板》检定规程。

### 2、修订依据

2.1 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》国家计量技术规范；

2.2 JJF 1831—2020《球径仪校准规范》；

2.3 JJG 465-1986《球径仪样板试行检定规程》

### 3、修订背景

在光学领域中，光学元件曲率半径是光学元件和光学系统的关键参数，光学元件曲率半径的准确测量对光学系统的设计和加工具有十分重要的意义。光学车间检测光学元件曲率半径的主要仪器是球径仪，球径仪主要有两种类型，分别为接触式球径仪和非接触球径仪。接触式球径仪是通过边缘圆环上的三点或圆形刀口接触被测光学元件，利用处于三点或圆环中心的精密测长机构测量光学元件的矢高，从而实现光学元件的曲率半径测量。这种方法测量中等范围的曲率半径时，精度尚可，可以达到 0.03%；测量曲率半径过大或者过小的曲率半径时精度较低，有时精度只能达到 0.1%，甚至更低。非接触球径仪主要是自准直显微法曲率半径测量仪，该方法适合长、超长曲率半径的测量，但是测量小曲率半径时由于定焦精度不高准确度较差。近年来一批数字化的球径仪正在取代传统的球径仪：传统的目视测微系统被光电测长系统取代，传统的显微式定焦机构也被光电自动清晰度判别取代。因此球径仪计量与溯源成了光学加工领域人们关心的话题。2020 年 JJF 1831—2020《球径仪校准规范》发布并代替 JJG401—1985《球径仪检定规程》，球径仪校准规范规定了采用球径仪样板的进行校准。但球径仪样板的所依据的检定规程 JJG 465-1986《球径仪样板试行检定规程》已经作废，球径仪样板处于无法可依的现状。且 JJG 465-1986《球径仪样板试行检定规程》采用的方法是干涉法定焦，光栅测长法测量曲率半径。这种方法测量准确度往往由于猫眼位置处的定焦误差，测量精度大受影响，无法满足球径仪样板的精密计量需求。新版的 2020 年 JJF 1831—2020《球径仪校准规范》对球径仪样板的要求均为全球形，或者超半球形的样板，拟采

用测长机测量。这种方法对于小形样板是可行的，但对于曲率半径约 100mm 的，直径相当于 200mm 的球形或者超半球形样板都是不可行的。更何况超半球形的样板无论是扣样板，还是使用干涉法测量面形都是比较麻烦的。

近十年来，曲率半径的测量方法已经有了新的发展，曲率半径的测量方法已经有了很大提高。超高精度三维自由曲面测量仪可以扫描光学元件的轮廓，进而根据拟合出曲率半径，这种方法测量准确度相比于球径仪法的四点拟合，有了很大提高。北京理工大学提出了在共焦显微镜上，将共焦显微信号差动相减以降低环境噪声的激光差动共焦曲率半径测量方法，测量最高精度可达  $\leq 1/100000$ 。传统的精密坐标仪法面形误差的不同拟合的区域会造成曲率半径的不准确。同时，拟合的算法也会有一定的精度。但是激光差动共焦定焦技术测量曲率半径时，面形误差只是引起特征曲线的旁瓣的变化。最佳拟合是通过实际光线传递而拟合的。这种方法测量的曲率半径是最贴近实际应用的，测量的曲率半径是实际应用需求下的最佳曲率半径，精度较为可靠。北京理工大学联合中国计量科学研究院通过国家重大仪器专项项目研制了激光差动共焦曲率半径测量装置（如图 2 所示）该装置已经运行几年，数据稳定可靠，重复性和复现性均较好，这为曲率半径样板计量校准规范的修订奠定了坚实的基础。

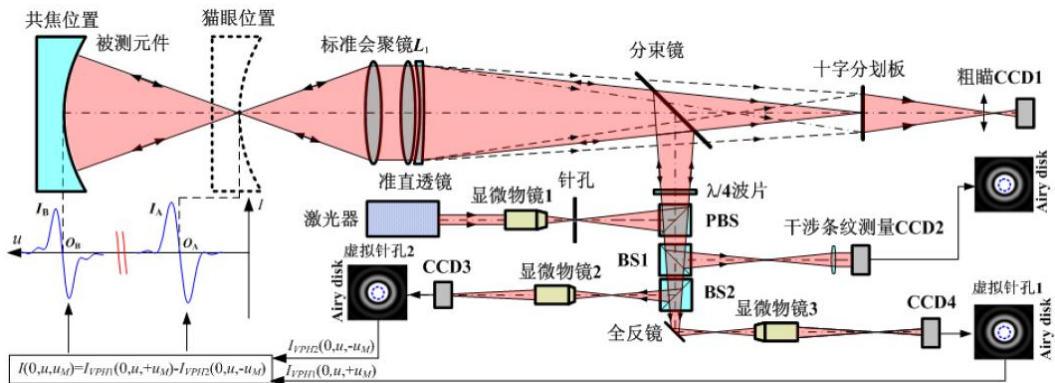


图 1. 激光差动共焦曲率半径测量原理



图 2. 激光差动共焦超长曲率半径测量装置

目前球径仪的曲率半径样板无法做到有效溯源，市场上外国企业销售到中国的仪器也无从验证其准确度，因此曲率半径的样板的计量校准规范修订变得尤为重要。市场上除了接触式球径仪，还有自准直显微法曲率半径测量仪，他们的校准都需要球径仪样板进行校准，《球径仪》检定规程的修订的亟待解决。本次修订正是在 JJG 465-1986 《球径仪样板试行检定规程》基础上，参照 JJF 1831—2020 《球径仪校准规范》对样板的需求，并依据 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》国家计量技术规范进行编写。

#### 4、修订的主要内容及情况说明

本规范是以 JJF1001-2011 《通用计量术语及定义》、JJF1071—2010 《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059.1-2012 《测量不确定度评定与表示》、JJF1094—2002 《测量仪器特性评定》为基础和依据进行修订的。本规范为修订，代替 JJG465—1986 《球径仪样板检定规程（试行）》，与 JJG465—1986 《球径仪样板检定规程（试行）》相比，除编辑性修改外，主要修订内容有：

本规范规定了 3 个计量特性：面形偏差或局部光圈、圆度、样板曲率半径。

本规范取消了曲率半径实测值与曲率半径标称值的之差应符合极限误差的计量特性要求。

对校准所需标准器进行调整，增加了激光差动共焦曲率半径测量仪或轮廓仪对样板曲率半径校准的方法。对于面形误差增加了激光球面干涉仪进行面形

偏差检测的方法，对于圆度的检测增加了轮廓仪进行圆度误差检测的方法。

增加了“激光差动共焦样板曲率半径校准的不确定度分析实例”、“使用轮廓仪进行样板曲率半径校准的不确定度分析实例”等附录。

## 5 具体修改内容

### 5.1 的具体修改内容如下：

- 1) 增加了引言、范围、引用文件等相关章节；
- 2) 调整了原规程中概述的部分内容，增加了球径仪样板的描述；
- 3) 本规范规定了 3 个计量特性：面形偏差或局部光圈、圆度、样板曲率半径。其中面形偏差考虑到干涉仪测量面形的便捷性增加了采用干涉仪测量面形的偏差。在样板的曲率半径上除了使用测长机和干涉仪外，还增加差动共焦法和轮廓仪法校准曲率半径的方法。
- 4) 校准条件中增加了环境条件。温度  $(20\pm 2)$  °C，室温变化不大于 0.5 °C/h，被校仪器与测量标准在室内平衡温度的时间不少于 4h，相对湿度不大于 75%。该环境条件与球径仪校准规范保持一致。

### 5.2 具体修订内容

参见《球径仪样板》(征求意见稿)。