

## 案例 2：创新模具检测方法 助推新旧动能转换

### 一、服务背景

2013年3月，国务院发布了《计量发展规划（2013—2020年）》，明确提出要“构建国家产业计量测试服务体系”，将产业计量纳入了我国计量事业的第一个发展规划，推进计量测试项目能力建设。根据国家质检总局对国家产业计量测试中心的建设要求，我院紧密结合节能家电产业关键领域、关键参数的计量检测需求，制定和完善关键参数测量规范，重点解决关键参数的测量技术难题，提供专业的检测服务和技术支持，提高服务能力和服务水平，有效提升产品质量，为提高产业核心竞争力做好计量支撑服务。2017年6月，山东省委、省政府做出了实施“新旧动能转换”重大工程的战略部署，聚焦代表山东优势和未来发展方向的十大产业，包括高端装备制造、高端化工、信息产业、能源原材料、海洋经济、现代农业、文化产业、医养健康、旅游产业、现代金融，以新旧动能转换统领全省经济发展大局。

山东省作为装备制造业大省，在精密仪器及机械加工制造领域有着良好的工业基础。精密机械加工属于高端装备制造产业范畴，基础性强、涉及面广，是其它高新产业生存和发展不可或缺的基石。近年来，随着先进制造技术的发展，高精度零部件使用越来越广泛，与此同时，对计量测试技术提出了更高的要求，关键领域、关键参数的测量能力与水平成为制约精密制造发展的一个重要因素。

山东瑞祥模具有限公司是国家高新技术企业、精密机械加工企业，是中国模具工业协会成员单位、山东模具工业协会理事成员，专业生产无损检测用试块、锻模、冲模、压铸模、塑料模和工装夹具等。在日常检校业务中，得知公司生产的超声波探伤试块由于缺乏相应的计量检测方法，一直无法进行量值溯源，这成为困扰企业发展的一道难题。

### 二、需求方向

为解决超声波探伤试块的量值溯源问题，我院工程与机械计量研究所组织相关技术人员走进瑞祥模具，从研发设计部门到生产加工一线，深度调研该企业的计量需要，为其量身定制计量检测方案。

超声波探伤试块（以下简称试块）是按一定用途设计制作的几何体，试块的尺寸和形位公差精度直接影响着超声检测设备测量结果的准确性，其几何形状和参考反射体尺寸（孔、槽或圆弧等）对评定和校准超声检测设备、调节超声检测设备的幅度和（或）时间分度均有重要作用。超声波探伤试块作为山东瑞祥模具的核心产品之一，其加工生产严格按照相关国家标准的技术要求，但也面临着客户在采购时要求企业提供合法、公正的第三方检测报告的要求。由于缺乏相应计量检测技术规范，计量技术机构无法提供检测报告，已严重影响了该产品的销售和经济效益，制约了企业的进一步发展。同时，还了解到其它试块生产单位及试块使用单位也有着相同的计量检测需求，因此，起草制定试块的国家校准规范显得尤为迫切。

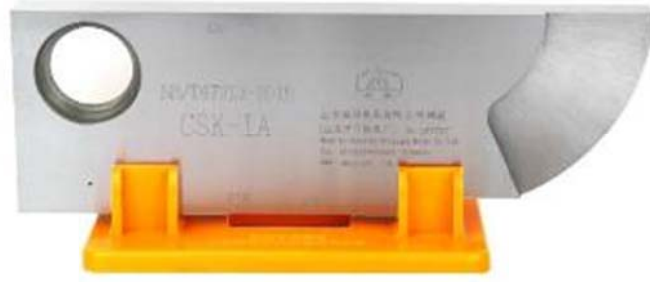


图 1. 型号为 CSK-IA 的试块

### 三、服务路径和模式

我院根据试块产业的计量需求，深入企业生产一线，从试块的制造加工工艺出发，研究试块生产加工过程，对试块的关键几何量参数，如外形尺寸、参考反射体尺寸及形状位置误差等进行研究。研究人员在充分利用现有计量检测设备的基础上，查阅了国内外相关技术文献，并凭借多年来在几何量计量检测方面积累的经验，展开了技术攻关。研究人员按照标准要求选择不同测量设备、制定相应的测量方法，并作为第一起草人制定了 JJF1487-2014《超声波探伤试块校准规范》，为超声波探伤试块的校准提供了技术依据，提高了试块检测领域的理论水平和技术手段，得到了业界和同行的高度认可。当前，该项目已通过 CNAS 实验室校准认可，并面向该产业开展计量检测工作。



## 中华人民共和国国家计量技术规范

JJF 1487—2014

### 超声波探伤试块校准规范

Calibration Specification for Blocks used in Ultrasonic Testing

图 2. 超声波探伤试块校准规范

### 四、具体技术研究和推进过程

超声波探伤试块种类繁多、形状多样，不同的试块结构不同，外形、孔、槽等尺寸亦不同，给规范的起草工作带来很大难度。规范起草人员克服困难，对关键参数进行认真细致的分析研究，并根据校准项目及测量不确定度的要求确定了主要校准设备及校准方法。对于关键参数的测量提供了以下三种方法：

#### 1、三坐标测量法

试块参数的校准首选采用三坐标测量机进行检测。三坐标测量机作为一种高精度、自动化的测量设备，在机械加工制造行业得到了广泛应用，其在精密测试和产品质量控制上发挥着十分重要的作用。测量之前，首先需要建立试块的三维立体模型，并将其导入三坐标测量程序中；然后建立测量坐标系使其与工件坐标一致，并用自动测量模式对其进行测量；最后通过测量软件对该试块被测尺寸和

形位公差进行计算和评价。

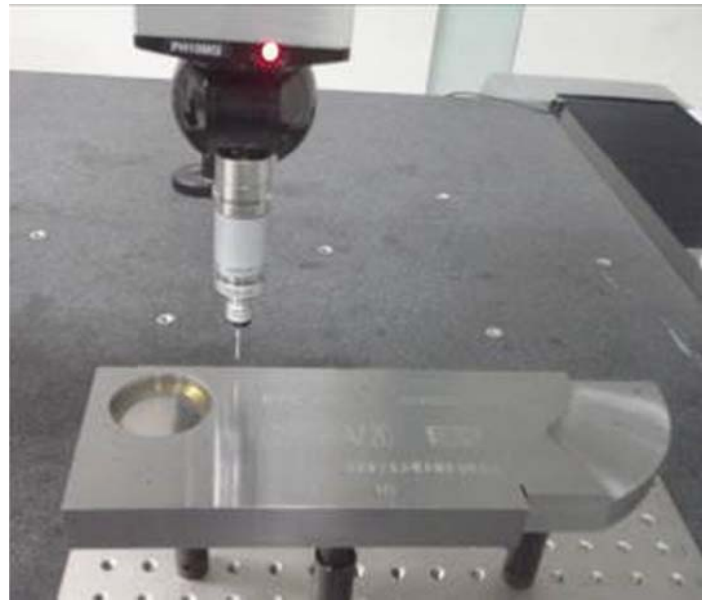


图3. 三坐标测量机测量

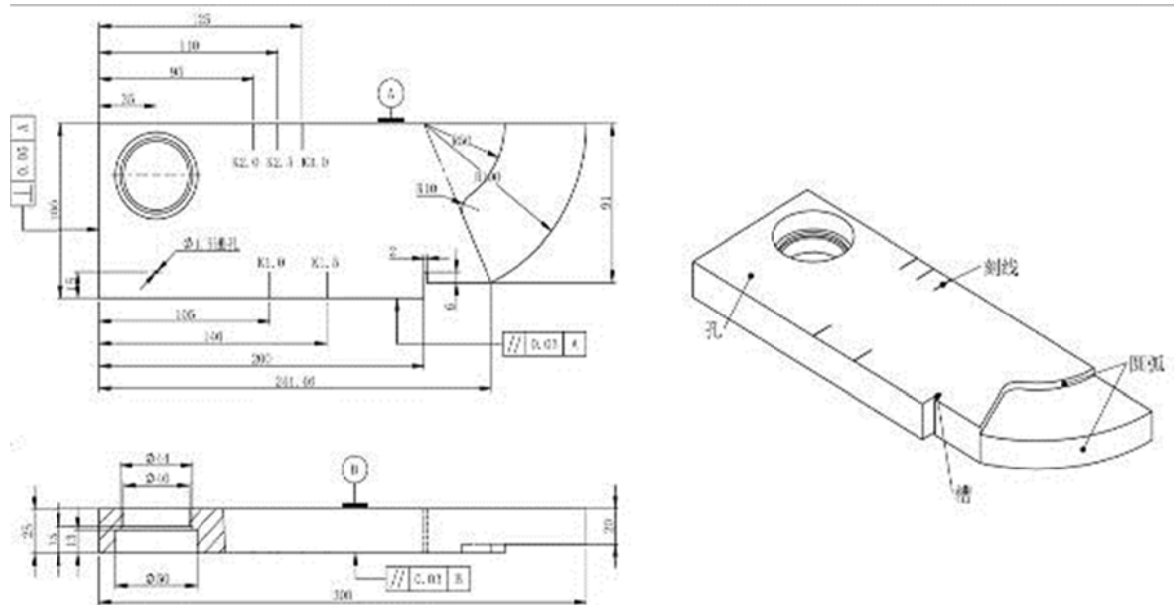


图4. CSK-IA试块设计参数

←→	毫米	距离2 - 100平面 至 直线2 (Y 轴)				
轴	标称值	测定	正公差	负公差	偏差	超差
M	100.0000	100.0233	0.0500	0.0500	0.0233	0.0000
←→	毫米	距离3 - 91面 至 直线2 (Y 轴)				
轴	标称值	测定	正公差	负公差	偏差	超差
M	91.0000	91.0387	0.0500	0.0500	0.0387	0.0000
←→	毫米	距离4 - 300点 至 端面 (X 轴)				
轴	标称值	测定	正公差	负公差	偏差	超差
M	300.0000	300.0137	0.0500	0.0500	0.0137	0.0000
←→	毫米	距离5 - 200点 至 端面 (X 轴)				
轴	标称值	测定	正公差	负公差	偏差	超差
M	200.0000	200.0619	0.0500	0.0500	0.0619	0.0119
←→	毫米	距离6				
轴	标称值	测定	正公差	负公差	偏差	超差
M	0.0000	0.0000	0.0500	0.0500	0.0000	0.0000
FCF平行	毫米	// 0.03 C				
特征	标称值	测定	正公差	负公差	偏差	超差
直线2	0.0000	0.0104	0.0300	0.0000	0.0104	0.0000
FCF垂直	毫米	⊥ 0.05 C				
特征	标称值	测定	正公差	负公差	偏差	超差
端面	0.0000	0.0251	0.0500	0.0000	0.0251	0.0000
⊙	毫米	位置2 - 100圆弧				
轴	标称值	测定	正公差	负公差	偏差	超差
D	200.0000	199.9169	0.1000	0.1000	-0.0831	0.0000
←→	毫米	距离8 - 底面 至 平面2				
轴	标称值	测定	正公差	负公差	偏差	超差
M	25.0000	25.0125	0.0500	0.0500	0.0125	0.0000

图5. 三坐标测量机测量数据

## 2. 用深度指示表测量深度尺寸

对于孔、槽等小尺寸参数的测量，根据被测孔、槽等深度尺寸的不同，选取合适的深度指示表。如果指示表测头过大，可将测头更换为合适尺寸的探针。测量时，将深度指示表的基座放在试块基面上，调整好指示表的初始值，拖动深度指示表的基座慢慢移动，使指示表测头（或探针）插入到孔（或槽）的底部，此时指示表的读数与初始值之差的绝对值即为该孔（或槽）的深度尺寸。

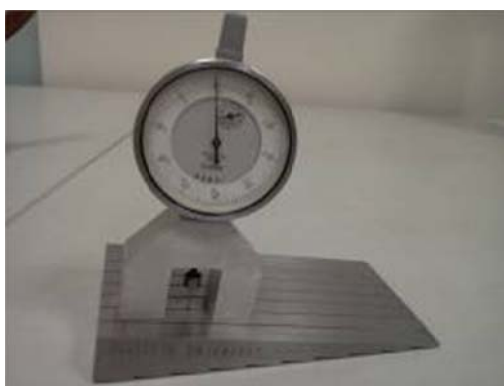


图6. 指示表测量槽深

### 3. 塑性复制品法

对于不易测量的槽尺寸、平底孔直径、底面平面度和粗糙度等参数，可用覆膜法来进行间接测量。覆膜法是将有机硅凝胶注入到被测槽或者孔中，待固化后取出复制品，该复制品反映了被测对象的尺寸特征。可用影像测量仪对塑性复制品复现的几何尺寸及形状位置误差进行测量。

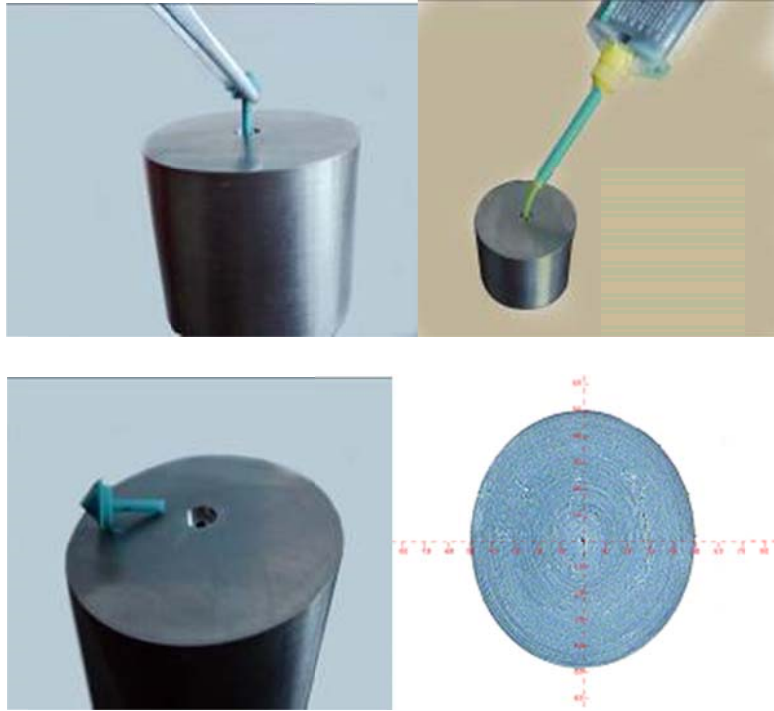


图7. 塑性复制品制作方法与测量

以上三种试块关键参数的校准方法均已通过试验验证，方法科学、简洁、准确、可靠。该校准规范顺利通过了国家质检总局组织的相关专家评审并已发布实施。

### 五、服务效果

我院将计量测试与产业需求紧密结合，构建国家产业计量测试服务体系，开展产业计量测试服务工作。在稳固和完善现有计量检定和校准服务的基础上，不断向关键参数测量技术服务和计量科技创新服务的方向发展，通过关键参数的测量掌握核心技术和数据，支撑全省装备制造业发展转型，助力产业深度调整升级，推动产业向高端化、规模化方向发展，为我省高端装备制造业新旧动能转换重大工程提供计量技术支撑。