

浅析当下扭矩传感器计量检测连接中出现的问题与建议

□浙江省计量科学研究院 闵玥 陈元杰 何翔军

【摘要】扭矩是力值计量中的传统重要参数，在建筑施工、机械制造等领域都发挥着重要作用，但扭矩传感器在实际日常计量检测过程中却存在一些难以与计量标准器连接、连接不规范的问题，影响最终测量数据的准确性。针对当下扭矩传感器计量检测连接中可能存在的问题，本文根据日常检测经验进行了总结分析并提出了相应的建议，供大家参考借鉴。

【关键词】扭矩传感器；连接件；计量检测

文献标识码：A 文章编号：1003-1870（2024）09-0014-04

引言

扭矩是使物体发生转动的一种特殊力矩，等于力和力臂的乘积，国际单位是牛米。扭矩传感器是一种测量扭矩值的常见测量仪器，但扭矩传感器在实际日常计量检测过程中存在连接件选择等人为操作因素，可能引入额外的测量不确定度，给扭矩量值准确溯源造成影响。针对当下扭矩传感器计量检测连接中可能出现的问题和应对方案，本文进行了总结分析。

1 我国扭矩传感器量值溯源现状

根据中华人民共和国国家计量检定系统表JJG2047-2006扭矩计量器具。我国扭矩传感器依据其精度和作用的不同分属于标准扭矩仪、扭矩扳子检定装置等扭矩计量标准器具和扭矩仪、扭转试验机等工作计量器具。依据规程主要有中华人民共和国国家计量检定规程JJG 557-2011标准扭矩仪，JJG

797-2013扭矩扳子检定仪，JJG 995-2005静态扭矩测量仪和JJG 1146-2017工作扭矩仪等。检测用设备主要分为四大类：扭矩标准机、扭矩校准杠杆砝码、标准扭矩扳子和各类扭矩仪。

2 我国扭矩传感器检测连接方式研究现状

关于连接方式对扭矩传感器检测带来误差的研究和控制，现如今国内研究多集中于前沿超高精度的尖端仪器设备，采用的连接方案往往体积重量大、安装复杂、造价高，如挠性联轴器和液压抱闸轴锁紧装置等，以解决由于连接件加工安装和传感器自重等因素带来的传感器与扭矩机不同轴而产生的寄生分量的问题，如图1。但是，此类连接方案安装复杂、费用高且连接尺寸较为单一，不能满足各类尺寸扭矩传感器的连接需求，因而不能广泛适用于追求便捷、效率和成本的检测机构一线日常检测。

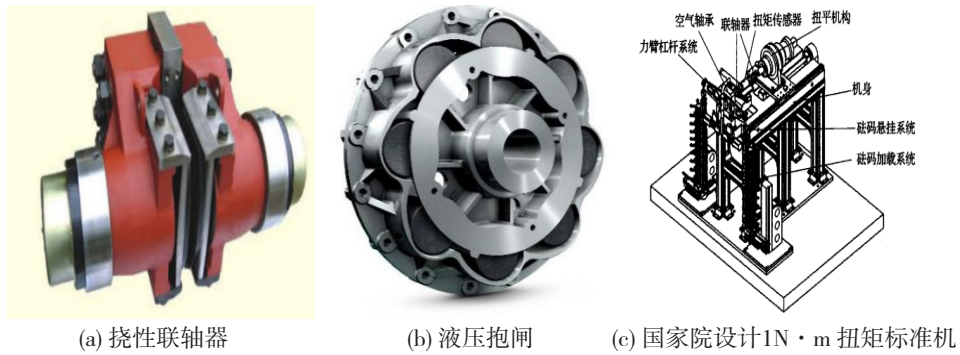


图1 连接方式种类和应用示意图

3 当下扭矩传感器计量检测中出现的连接问题和影响分析

当下扭矩传感器计量检测依据的国家规程规范对其连接方式未作出统一规定，也没有相关国家、行业标准，故连接方式主要依靠检测员个人经验选配和定制，存在着一些可能影响计量效率与准确度的问题，具体如下：

3.1 扭矩传感器输入输出端结构、形状和尺寸各异，导致与计量标准器连接困难

当下缺乏针对扭矩传感器输入输出端结构、形状和尺寸进行统一限定的国家标准或行业标准，故扭矩传感器输入输出端往往根据其不同用途和实际使用场景进行不同的专门设计。这导致扭矩传感器与计量标准器连接困难，检测人员往往只能临时加工定制专用连接件或选择实验室已有连接件叠加组合尝试连接。临时加工定制专用连接件耗时长且成本高，故很多客户不会选择，已有连接件叠加组合使用成为常见做法。而在已有连接件叠加组合仍无法顺利连接时，往往只能暂缓或终止检测，这导致正式检测前的连接装配时间大幅度拉长，严重影响检测人员工作效率。

3.2 缺少对实验室已有连接件的质量把控，磨损等因素导致的连接件不匹配，给扭矩传感器计量检测引入额外不确定度分量

扭矩连接件作为扭矩传感器检测中的易耗品，容易因磨损、过载等原因受到破坏和形变，造成不匹配连接。但检测人员往往会忽略其承受扭矩能力和形变状态而持续使用，至其彻底断裂。过载使用将加快连接件的磨损和形变速度，还存在断裂飞溅伤及检测人员的风险。

不匹配连接将给检测结果数据引入较大的不确定度分量。以杠杆砝码计量标准为例，如图2所示。被测扭矩传感器一端垂直固定，另一端与圆盘形扭矩杠杆通过连接件串接。扭矩杠杆上的细绳一端吊挂砝码，另一端借助自身重力与圆盘形扭矩杠杆相切，稳定后被测扭矩传感器理想承载扭矩值，即为砝码重力和扭矩杠杆半径的乘积。但是，当连接件磨损形变导致连接缝隙后，砝码自重将导致连接件倾斜，连接件与扭矩传感器中心轴不平行，细绳不再与圆盘形杠杆相切，砝码重力对应的力臂也发生变化，最终导致对扭矩传感器真实施加扭矩值与理想标准值有较大差距。

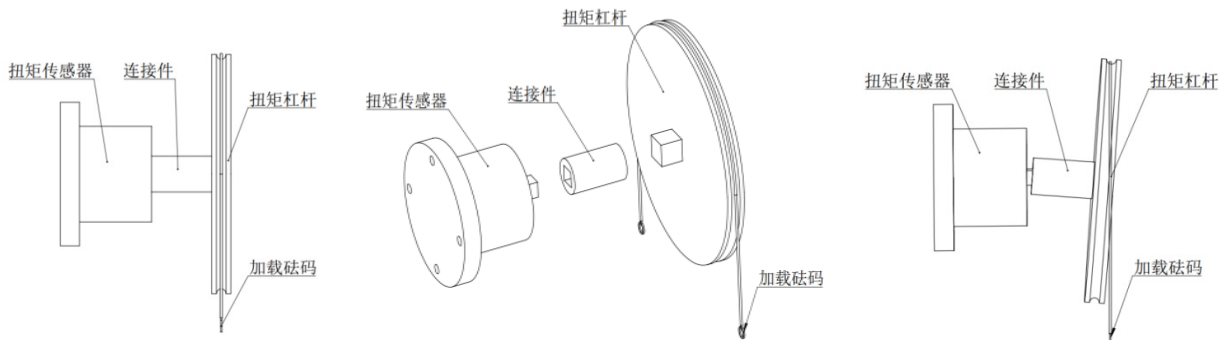


图2 连接方式种类和应用示意图

3.3 扭矩连接件种类繁多易遗失且不易从中人为选出最佳连接方案

由于扭矩传感器接口形状各异，故使用实验室已有连接件进行装配时往往需要多个已有连接件组合使用。对实验室已有连接件不熟悉的检测人员很难在众多形状、尺寸的已有连接件中找到最佳的组合装配。且实验室已有标准连接件组合常不能覆盖实际检测中各式扭矩传感器的连接需求，故也较难确认是已有连接件组合，无法实现待测扭矩传感器的连接。部分连接件遗失，还是未找到正确的连接方案。

4 针对扭矩传感器计量检测连接中出现问题的建议

4.1 出台国家、行业标准，规范扭矩传感器输入输出端的结构形式

建议对扭矩传感器输入输出端结构尺寸制定统一制造标准。在满足各类扭矩传感器实际工况需求

的前提下，尽量追求其尺寸统一、方便连接。扭矩传感器输入输出端一般有方心、方孔、六角、法兰盘多孔连接等方式，而连接常用标准件有法兰盘、套筒、套筒变径转换接头和转接衬套等，如图3所示。

故可以参考我国现有相关国家标准规定的标准尺寸，对方心、方孔、六角等尺寸进行规范统一。现有相关国家标准有：中华人民共和国国家标准GB/T 3227-2018 螺栓螺母用装配工具机动套筒工具的传动四方，GB/T 3228-2022 螺栓螺母用装配工具冲击式机动四方传动套筒的尺寸，GB/T 3390.1-2013 手动套筒扳手套筒，GB/T 3390.2-2013 手动套筒扳手传动方榫和方孔，GB/T 3390.3-2013 手动套筒扳手传动附件，GB/T 3390.4-2013 手动套筒扳手连接附件等。参考这些已有国家标准的尺寸出台扭矩传感器输入输出端结构尺寸的国家、行业标准，不仅有利于适用现有的各类标准连接件，还能更好地融入现有标准体系。



图3 现有扭矩连接件种类示意图

4.2 检测人员需重视实验室已有连接件的质量把控和完备工作

对于扭矩传感器的连接方式来说，首先应尽量购买和使用现有的标准连接件。购买连接标准件时注意制造工艺、尺寸误差和受力范围等参数，定期对实验室已有连接件进行整体检查，及时更换磨损和变形的连接件。同时自行加工定制专用连接件，与连接标准件组合使用后尽量满足各类常规扭矩传感器的连接需求。定制标准件时要注意其使用材料、几何形状、尺寸误差、抗扭强度、热处理要求等参数。试验时也要注意观察连接方式对扭矩检测带来的影响，如利用杠杆砝码施加标准扭矩值时注意相切方向是否符合要求，砝码的重力方向是否准确与杠杆相切，力臂是否为杠杆标准力臂。检查时

可以使用水平泡、水平仪等工具进行辅助。

4.3 电子化管理实验室已有连接件信息，软件算法智能确定最优连接方案

如图4所示，软件算法存储实验室已有连接件形状、尺寸和受力范围等信息，同时储存计量标准器精度、测量范围和端口形状、尺寸信息等。输入被测扭矩传感器量程、精度要求和输入输出端结构尺寸信息，软件智能算法即可自动锁定此次检测所用的计量标准器以及连接方案。同时，核验连接方案所使用的连接件均无过载使用。在利用已有连接件组合无法实现适当连接时，软件智能算法还能自动生成需重新加工购置连接件的尺寸和扭矩承受范围需求。



图4 扭矩连接件电子化管理示意图

5 结语

本文结合我国扭矩传感器量值溯源现状，分析当下扭矩传感器计量检测中可能会碰到的连接问题及其危害影响，对检测人员如何在实际检测过程中避免此类问题进行了思考，期冀能够进一步完善我国扭矩量值溯源体系的落实情况。以上就是在实际工作中遇到的几个问题和思考，不妥之处，请同行指正。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家计量检定系统表 JJG2047-2006 扭矩计量器具.
- [2] 张智敏. 扭矩标准机比对方法的研究[J]. 中国计量, 2007(10):2.
- [3] 肖飞, 瞿懂林, 李涛等. 挠性联轴器在扭矩计量中的应用[J]. 船舶工程, 2012(S1):3.

作者简介

闵玥，女，汉族，1994年出生。江西省赣州市人，硕士研究生，工程师。2010年毕业于北京航空航天大学，长期从事扭矩传感器计量检测及计量技术应用工作。