

扭矩传感器性能检测方法

□国家电投集团山西铝业有限公司 黄江峰 程璐

山西新元自动化仪表有限公司 梅雪峰

【摘要】扭矩是氧化铝生产企业沉降槽耙机重要的测量和保护参数。在实际生产过程中，常常因扭矩传感器本身测量不准确导致设备误报警、误动作，从而引发不必要的设备故障，给生产造成极大影响。针对这一问题，本文提出了一种判断扭矩传感器性能好坏的检测方法，供大家参考借鉴。

【关键词】扭矩；氧化铝；耙机；性能检测

文献标识码：B 文章编号：1003-1870（2023）04-0034-03

引言

扭矩传感器是一种测量各种扭矩、转速及机械功率的精密测量仪器。应用范围十分广泛，在氧化铝生产企业，主要用于沉降槽驱动装置扭矩的检测，是沉降槽耙机非常重要的测量和保护参数。为确保沉降槽耙机安全运行，扭矩异常DCS发出报警信号，达到保护定值DCS联锁保护耙机停止运行。在实际生产过程中，常常因扭矩传感器本身测量不准确导致设备误报警、误动作，从而引发设备不必要的故障，给生产造成极大的影响。如何判断扭矩传感器性能的好坏，本文介绍了采用挂码加载的方法，对扭矩传感器的性能进行检测判断。

1 扭矩传感器的测量原理

扭矩测量比较成熟的检测手段为应变电测技术，它具有精度高、频响快、可靠性好、寿命长等优点。应变片扭矩传感器的测量原理：采用应变片电测技术，在弹性轴上粘贴应变计组成测量电桥，当弹性轴受扭矩产生微小变形后引起电桥桥臂电阻值变化，应变电桥3臂电阻的变化转变为电压信号的变化，从而进行扭矩测量。

2 扭矩传感器检测装置

2.1 检测装置

使用角钢、槽钢等钢材焊接制作成钢制检测支架，在支架上固定一槽钢作为固定板，在固定板两

端各开两个直径6mm的孔，分别用于配重和扭矩传感器的固定。配重在扭矩传感器检测时起平衡作用，防止检测装置因受力不均导致倾倒。传感器另一端连接砝码托盘，托盘上可加载检测用砝码，砝码使用20kgM1级标准砝码。图1为检测装置结构示意图。

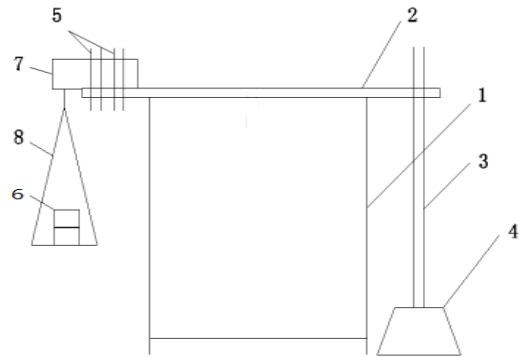


图1 检测装置结构示意图

1 检测支架 2 固定板 3 配重杆 4 配重
5 传感器安装螺栓 6 砝码 7 扭矩传感器 8 砝码托盘

2.2 检测仪器

扭矩传感器输出信号检测，使用北京康斯特仪表科技股份有限公司生产的ConST318智能过程校验仪。该仪器测量扭矩传感器输出mA信号的同时还可以为传感器提供24V稳定电源，其测量精度为0.01级，输出精度为0.02级。校验仪显示屏上半部分显示

测量值，下半部分显示输出值（如图2），可用导航键选择需要操作的区域。校验仪顶部左侧区域为测量信号插孔，右侧为输出信号插孔（如图3）。



图2 校验仪测量界面图



图3 校验仪接口图

3 扭矩传感器检测方法

以氧化铝沉降槽耙机扭矩传感器为例说明检测方法。扭矩测量上限为500kg，输出4 ~ 20mA 电流信号，准确度等级为0.5级。正常情况下，沉降槽扭矩一般为150kg左右。为方便说明检测过程，在传感器常用测量范围选择5个检测点，分别是0kg、50kg、90kg、130kg、170kg。

检测步骤：

表1 扭矩传感器加载负荷数据记录表

项目 载 荷 (kg)	测 量 值	理论输出 值 (mA)	第 1 次加 载 (mA)	第 2 次加 载 (mA)	第 3 次加 载 (mA)	平均值 (mA)	传感器误 差 (%)
0		4.0000	3.9829	3.9815	3.9879	3.9841	-0.099
50		5.6000	5.5955	5.5925	5.5937	5.5939	-0.038
90		6.8800	6.8832	6.8797	6.8857	6.8829	0.018
130		8.1600	8.1694	8.1661	8.1683	8.1679	0.050
170		9.4400	9.4465	9.4538	9.4515	9.4506	0.066

(1) 按照图1所示安装扭矩传感器和配重，用电子秤称量砝码托盘重量，为了方便后期数据处理，用1g~1kg砝码将托盘重量调整到10kg。

(2) 做好准备工作后，将扭矩传感器电源正极连接至校验仪插孔4（见图4），电源负极连接至校验仪插孔7，信号正极连接至校验仪插孔2，信号负极连接至校验仪插孔7。

(3) 扭矩传感器接线完成后，打开校验仪，用导航键“上”将显示屏切换到测量区，按功能切换键“mA”。然后用导航键“下”将显示屏切换到输出区，按功能切换键“V”。用数字键输入24后按确认键，为扭矩传感器提供稳定的24V电源。

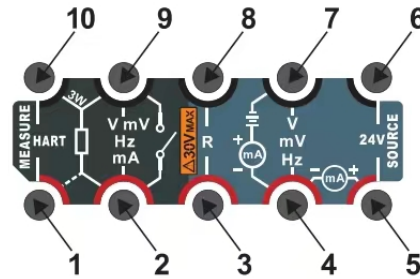


图4 校验仪接线插孔

待校验仪数据稳定后记录0kg检测点数值。然后安装砝码托盘并加载两个20kg标准砝码，待校验仪读数稳定后记录50kg检测点数值。按照上述方法依次在砝码托盘上加载砝码直至载荷加载到170kg，并分别记录各载荷点校验仪数值。

按照加载顺序倒序卸载，分别记录5个检测点的数值。

(4) 如此重复测量三次，得到三组加载负荷检测数据（见表1）和三组卸载负荷检测数据（见表2）。三次测量数据的平均值为扭矩传感器在该点的测量值。

表2 扭矩传感器卸载负荷数据记录表

项目 载 荷 (kg)	理论输出 值 (mA)	第 1 次加 载 (mA)	第 2 次加 载 (mA)	第 3 次加 载 (mA)	平均值 (mA)	传感器误 差 (%)
170	9.4400	9.4465	9.4538	9.4515	9.4506	0.066
130	8.1600	8.1687	8.1664	8.1675	8.1675	0.047
90	6.8800	6.8841	6.8785	6.8890	6.8839	0.024
50	5.6000	5.5962	5.5934	5.5934	5.5943	-0.035
0	4.0000	3.9816	3.9859	3.9872	3.9849	-0.094

表中:

理论输出值= 载荷重量 × 16/ 传感器量程+4

传感器测量误差= (平均值- 理论输出值) / 理论输出值 × 100%

4 检测结果判定

4.1 扭矩传感器最大允许误差判定

检测数据中扭矩传感器加载和卸载过程中最大传感器误差为-0.1%，不大于最大允许误差 ± 0.5%，判定扭矩传感器最大允许误差合格。

4.2 重复性误差判定

扭矩传感器在同一方向上施加同一载荷3次，3次测量数值的最大差值为0.0105mA。重复性误差为最大差值除以扭矩传感器输出量程乘以100%。即 $0.0105/16 \times 100\% = 0.1\%$ ，不大于最大允许误差 ± 0.2%，判定扭矩传感器重复性误差合格。

4.3 非线性误差判定

扭矩传感器各检测点理论输出值与该点3次测量数值的最大差值为0.0138mA。非线性误差为最大差值除以扭矩传感器输出量程乘以100%。即 $0.0138/16 \times 100\% = 0.1\%$ ，不大于最大允许误差 ± 0.2%，判定扭矩传感器非线性误差合格。

4.4 迟滞误差判定

扭矩传感器加载和卸载过程中各负荷点测量值的最大差值为0.001mA。迟滞误差为最大差值0.001除以扭矩传感器输出量程乘以100%。即 $0.001/16 \times 100\% = 0.0\%$ ，不大于最大允许误差 ± 0.2%，

判定扭矩传感器迟滞误差合格。

综上所述，扭矩传感器最大允许误差、重复性误差、非线性误差和迟滞误差均合格。最终判定该扭矩传感器性能符合要求，检测结果为合格。

5 结束语

采用砝码加载重量的方法对扭矩传感器进行性能检测，能够判断扭矩传感器性能是否良好，提前更换检测不合格的扭矩传感器，能够避免因扭矩传感器装置性误差而引发的不必要的生产事故，是确保扭矩测量准确的重要手段之一。此外，采用砝码加载重量的方法对扭矩传感器进行性能检测，检测方法实用简单，实际可操作性强，且在实践中得到了良好的效果。

参考文献

- [1] 郭斌，梅红伟，李涛等. 标准扭矩仪 (JJG 557-2011). 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 2011
- [2] 叶德培，施昌彦，金华彰，戴润生，宣湘，陈红等. 通用计量术语及定义 (JJF 1001-2011). 北京: 国家质量监督检验检疫总局, 2011

作者简介

黄江峰 (1981—)，男，山西临猗人，本科，工程师。研究方向：电气工程及其自动化。

程璐 (1987—)，男，陕西西安人，本科，工程师。研究方向：计量检定校准。