

# 如何让传统装配工具

## 适应多品种、中小批量的当代生产模式

□文 / 朱正德

**扭**矩扳手用于机械装配已有较长历史,对控制螺纹付连接的质量、特别是批量生产下的装配作业发挥了很大的作用。不可否认,由于各种气动扳手,尤其是高精度电动拧紧枪的不断发展和扩大应用,这一二十年来,扭矩扳手的覆盖面已有所减小。但鲜明的技术特点如结构紧凑、简单耐用、灵活机动、价格较低等,决定了它们在制造业特别是汽车行业中的存在价值。考察不久前才投入批量生产的一些商用车、乘用车生产厂,无论是在整车的总装线还是在动力总成的装配线上,定值式扭矩扳手依旧占了装配拧紧工具中的很大比例,包括在一些比较重要的连接部位。

近年来,随着新技术的不断注入,扭矩扳手、特别是用于现场的定值式扭矩扳手的功能得到了很大的提升和拓展,对螺纹连接装配质量和工作效率的提高起了很大的促进作用。

### 1 新一代定值扭矩扳手

扭矩扳手兼具拧紧工具和检测器具的双重特性,在完成装配作用的同时,还将拧紧扭矩控制在规定范围内。在众多品种中,对大批量生产的行业如汽车、摩托车、空调等工厂的装配工位,应用最多的是一种称为定值式(又名“预置式”)的扭矩扳手。这是一种人们已相当熟悉的工具,结构较简单。扳手扭矩的产生和改变大小主要靠调整扭矩弹簧得到,至于预置的值则必须由专人将扳手放入相关的仪器才能调接到位。操作时,手持扳手的工人沿顺时针方向对连接螺栓施加一平稳的旋转力矩,此时扭矩扳手内部会产生一个反时针方向的旋转力矩,从而引起包括扭矩弹簧在内的有关机件的位移。当扳手转到某一状态,会听到“咔哒”的机械响声,表明已达到设定的装配扭矩值。

这类扳手具有结构紧凑、操作简便直观、经久耐用等优点,扭矩控制精度也较高,可达到 $\pm 4\%$ ,能够满足装配质量的要求。但对于操作者有较高的要求是一个显著缺点,整个拧紧过程必须很平稳,在即将达到设定扭矩值时,如用力太猛,将产生极大的误差。图1是一典型实例:装配扭矩设定值为

17.5Nm。控制范围为 $\pm 3.5$ Nm,图中,由于拧紧时用力太猛,最终产生的装配扭矩达到23Nm,已大大超差。从图中可见,当达到设定值17.5 Nm、扳手发生“咔哒”声时,因机械作用原因,扳手内的反力矩会有一个跌落,但因施力过猛,很快回升,并超过额定上限值21Nm。

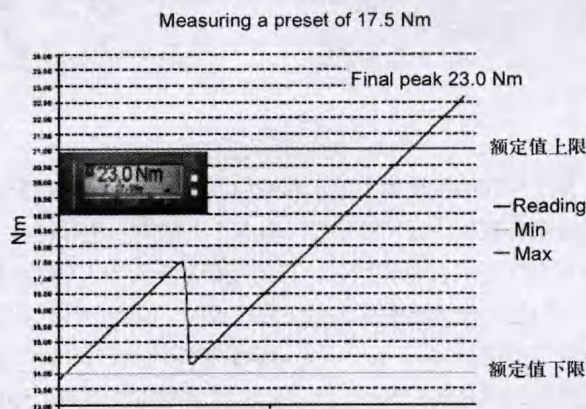


图1 定值扳手工作原理图

新一代电子定值扳手仍采用传统产品纯机械结构的工作原理,但在增加了成熟的扭力轴/电阻应变传感器和信号控制环节后,可彻底消除原有定值扳手在技术上存在的不足。图2a是其典型产品,需指出的一点是,这一新颖产品依然保留了传统定值扳手的主要特点,即操作时当拧紧扭矩达到额定值那一刻会发出“咔哒”声,因此在国外,这一产品还是被称为“Clicking torque wrench”。

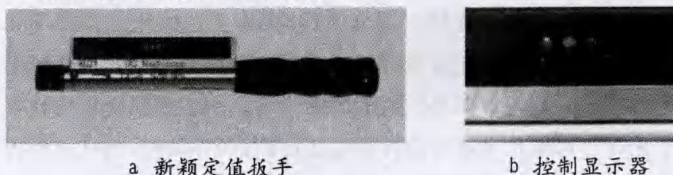


图2

从图2b可见,在扳手杆部的黑色底版上嵌有3个醒目的LED(发光二极管),其开始闪烁的时间与扳手达到的扭矩值相

对应,也能预先设置。具体规定如下(以图1所示实例说明):

※ 操作者手持扳手进行拧紧操作时,当产生装配扭矩达到设定值下限的50%时(相当于图1中的7Nm),中间的黄色LCD开始闪烁,提示工人要更平缓地施加力矩,不可用力过猛;

※ 当装配扭矩达到设定值的下限,即图1中的14Nm时,黄灯停止闪烁,右边的绿灯亮,此后操作者只需稍加施力,即可听到定值扳手特有的“咯哒”声,表示拧紧力矩达到设定值;

※ 如工人因精力不够集中等原因或用力过猛,拧紧力矩超过了设定值的上限,如图1中的21Nm,或没达到下限值14Nm就停了下来,则都会引起左侧红色LCD点亮,告知此处的装配扭矩已不合格,需返工处理。

利用无线通讯技术,上述新颖定值扳手还能把实际拧紧扭矩值发送到一个工作站,如图3所示。

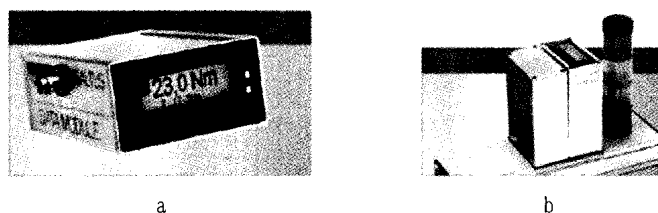


图3 无线通讯工作站

位于中间的模块用于显示和编程,左侧模块是一适配器,可以将储存数据通过RS232接口输出。右侧的三色灯柱自上而下分别是红色、黄色和绿色,与扭矩扳手上3个LCD灯泡相对应。图3a是工作站居中那个模块的顶视图,其当前显示状态正好对应了图1的实例,从中可见设定的扭矩值为17.5Nm,而实际扳紧后的值达到23Nm。模块显示屏周围的按钮用于编程、设置,藉此,这种新颖定值扳手已经不需要事先利用高精度仪器进行预置值(额定值)的设定和相应调整。该工作站一次可储存2000组数据,根据用户需要还可以扩展,并在输出、刷新后继续下一轮工作。

由此可见,在增加了无线通讯功能后,利用新颖定值扭矩扳手,不仅能快速、准确、方便地执行螺纹付连接的装配作业,而且由“定性”质量控制上升到定量控制,乃至可以对所记录数据做进一步的分析。上述图3所示的工作站的作用距离达15m,每个工作站能同时用来监控5把扳手,因此,根据不同用户的需要,它既可放置在装配工位附近,为操作者提供更清晰的提示,也可放置在较远的固定位置,用于现场质量检验人员或生产线管理者实时监控装配工序的正常运行。而且这种扳手较之纯机械的传统定值扳手控制精度更高,可以达到 $\pm 1\%$ 。

## 2 快捷式电子扭矩扳手功能的拓展

如本文前言中所指出的,扭矩扳手作为一种简便、高效的

工具,其主要用途是执行生产线上的装配作业,并已在实践中证明了自身的价值。而另一方面,对已经装配完毕的螺纹付连接做拧紧扭矩的检验,以判别装配质量,也是一项重要的、且经常实施的操作。这时就需采用读数式(也称“指示型”)扭矩扳手。这类扳手的品种很多,大致可分为机械指示表和电子数显两类,由于电子技术和传感技术的日趋成熟、普及,后者的应用比例正在增加,出现了多种新颖产品,进而拓展了在企业中的用途。

传统电子扭矩扳手虽有较高精度,在进行操作时还能即时地显示拧紧扭矩值,但因无法产生清晰、明确的指示,如像定值扭矩扳手发出的“咔哒”声,以至于让使用者难以直接按变化的显示值准确把握停下时机。加上价格偏高的因素,致使机械式定值扳手长期以来都是装配作业中的首选,而电子扭矩扳手的主要任务是对已经装配完毕的螺纹付连接做拧紧扭矩的检验,以判别装配质量。

现今,与新一代定值扳手并行地又开发了适用于装配工序的快捷式电子扭矩扳手,实现了对传统产品的突破,见图4。这种新型工具外型短小,与定值扳手很相似,控制面极简单,只有“0”和以箭头标志的“上”、“下”三个按钮,两个LCD指示灯和一个显示框。利用“0”和“上”、“下”按钮,可在显示框中设置装配扭矩额定值的上、下限,在图1所示例子中,设定值分别为14Nm和21Nm,整个设置过程十分简单。实施装配作业时,当拧紧扭矩逐渐增大,达到设定值的下限时,扳手控制面上的绿色LCD灯泡亮,同时由蜂鸣器发出一声尖叫。这时操作者即停止,就可确保装配扭矩处于合格范围。只有在操作不当或用力过猛或注意力不集中时,拧紧扭矩才可能先后超过设定值的下限,进而超过合格区域。当超出“上限”时,蜂鸣器会发出三声尖叫,并伴随控制面上的LCD红色灯泡亮,表明此时的装配扭矩已超差。



图4 快捷式电子扭矩扳手

扳手控制面上的“显示框”显示的是峰值扭矩,当完成一次检测后用“0”按钮清零,然后开始下一次操作。

快捷式电子扭矩扳手有二种规格:2~100Nm,20~200Nm,检测精度均为 $\pm 4\%$ ,符合DIN EN ISO 6789标准的要求。相比常用的电子扳手,“瘦身”的快捷式扳手价格较低,是一种专门配备在装配生产线的高效工具,相比上一节介绍的新一代定值扭矩扳手,更加适合在多品种、中小批量的生产场合使用。