

■西安航空学院/杨武成 宋文学 罗庚合 王瑜

汽车轮胎装配用扭矩扳手的 现状及发展趋势

产生背景

螺纹联接因其可重复拆装而获得越来越广泛的应用，其典型应用情况见下表。在应用螺纹联接的行业，如汽车、精密设备等制造业中，对螺纹拧紧作业投入的人力和费用就越来越多。尤其对于一些重要的螺纹联接，不但要求工作效率高，还对工作的质量如拧紧力、扭矩等有精确度要求。对于汽车生产制造、售后服务来说，需要进行螺纹联接工作的地方很多。在装配过程中，如果扭矩过大，严重超过螺纹联接件材料的屈服极限，就会使螺纹断裂、失效或者紧固失败；如果扭矩过小，则达不到紧固夹紧效果，也会造成紧固失败。对于重要零部件的装配更严重，如汽车轮胎的螺纹紧固件、汽车车桥的螺纹紧固件等。

典型螺纹联接应用情况

产品名称	洗涤机	叉车	车床	棚车	轿车
采用螺纹数量	115	940	1650	1200	3500

在汽车制造初期较长的一段时间内，手动普通扳手是汽车制造工业最常使用的装配工具。虽然普通扳手简单易操作，但是无法定量进行拧紧操作，常常

因为工人臂力不同而造成螺纹联接件过紧或过松，无法实现设计要求，难以严格保证螺纹联接件的扭矩要求。

随着技术的进步，逐渐出现了各种扭矩扳手。新型扳手可以根据紧固件的屈服极限设定合理的拧紧扭矩，从而保证汽车轮胎装配中的螺纹联接件的可靠拧紧。

现状

目前，国内汽车行业广泛使用的扭矩扳手种类逐年增多，分布范围广泛。在汽车制造企业，用于汽车轮胎装配工作的扭矩扳手，根据动力源不同可以分为手动扭矩扳手、电动扭矩扳手、液压或气动扭矩扳手等。根据使用特性可分为定值扭矩扳手、可调扭矩扳手、示值扭矩扳手、自动化智能扭矩系统等。根据自动化程度不同可分为手动调节扭矩扳手、数显扭矩扳手、自动拧紧机、智能拧紧系统等。

1.手动扭矩扳手

手动扭矩扳手（见图1）的动力源自工人的臂力。现阶段主要分为机械音响报警式、数显式、指针式

(表盘式)和打滑式(自滑转式)几种。其中机械音响报警式扭矩扳手采用杠杆原理,当力矩到达设定力矩时会出现“哒”的一声机械相碰的声音,此后扳手会成为一个死角,相当于普通的呆扳手,此时如再用力,将会出现扭矩过大导致过紧。



图1 手动扭矩扳手

而数显式扭矩扳手和指针式扭矩扳手类似,都是把工人施加于柄部的作用力矩可视化。现阶段生产中常用的数显扭矩扳手和指针扭矩扳手,都是在机械音响报警式扭矩扳手的基础上发展而来。

打滑式扭矩扳手采用过载保护、自动卸力模式。当工人施加于柄部的作用力矩到达设定数值时会自动卸力(同时也会出现机械相碰的声音),然后扳手自动复位。如再用力,将会出现再次打滑,不会出现过度拧紧现象。

过去,机械音响报警式扭矩扳手是汽车生产过程中的主流装备器具,主要原因是价格便宜。随着人们对扭矩重要性认知程度的提高,扭矩扳手可靠性要求越来越高,以及高生产效率的要求,数显式、指针式及打滑式扭矩扳手在汽车装配现场越来越多。

2. 电动扭矩扳手

手动扭矩扳手的操作是靠人力完成的,对于需要较大拧紧力矩的螺纹联接件,靠人力完成就比较困难。另外,随着我国汽车生产效率的提高,人力操作扭矩扳手已经不能满足生产的需要,加之目前劳动力成本上升,手动扭矩扳手正逐渐被电动扭矩扳手(见图2)替代。

电动扭矩扳手是指可以设定扭矩值的电动扳手,也叫定扭矩电动扳手。电动扭矩扳手一般用来紧固大六角高强螺栓或螺母。使用时,先把扭矩调节到规定的数值,然后开启电源,通过电动机提供动力,驱动扳头部旋转,从而紧固螺栓或螺母。

电动扭矩扳手可分为电流式扭矩扳手和动态扭矩传感器式扭矩扳手两种,由控制器和拧紧轴(扳头部)组成。电流式扭矩扳手根据电动机在拧紧过程中

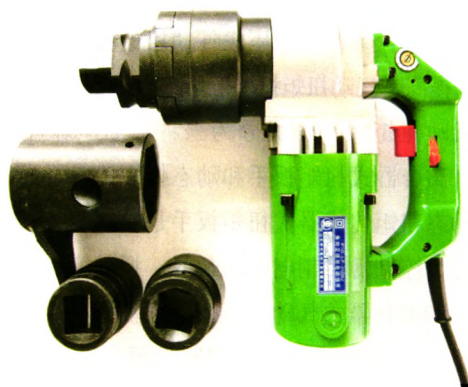


图2 电动扭矩扳手

的电流值变化来判断扭力值,当达到预定扭力时,电动机停止工作。动态扭矩传感器是在拧紧轴上安装有传感器(目前多为应变式传感器),时刻监测扭力值的变化,当达到预定扭矩时,电动机停止工作。

随着计算机控制技术的进步,电动扭矩扳手正逐步向闭环反馈控制的自动化扭矩扳手迈进。

3. 液压或气动扭矩扳手

液压扭矩扳手(见图3)是利用液压系统驱动液压缸或电动机提供的动力来拧紧紧固件。气动扭矩扳手(见图4)是用空压机中的压缩空气作气源,带动扭矩

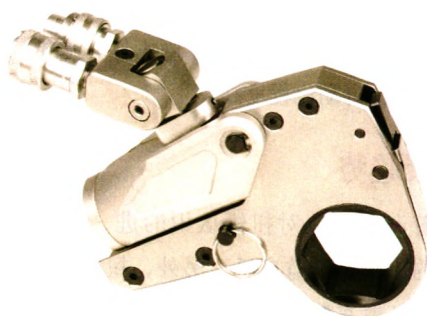


图3 液压扭矩扳手



图4 气动扭矩扳手

扳手中的气动电动机驱动齿轮对螺栓进行拧紧。在汽车装配线上,多使用液压或气动扭矩扳手。随着环保要求的提高,气动扭矩扳手应用越来越广泛。

气动扭矩扳手一般分为三种:油压脉冲式扭矩扳手、离合器式扭矩扳手和动态扭矩传感器式扭矩扳手。动态扭矩传感器式扭矩扳手是当扭矩达到设定扭力值时,控制器控制电磁阀断气,扳手停转。而油压脉冲式和离合器式气动扭矩扳手是根据扭矩值到达设定值后,通过顶针来自动切断气源,从而使扳手停转。在汽车4S售后服务网点,单轴的气动扭矩扳手使用较多。

4.自动拧紧机

在汽车装配生产线上,更多的是用自动拧紧机来完成成组螺纹联接件的拧紧工作。随着技术的进步,一些工艺装备的进口及其国产化,自动拧紧机逐渐在国内很多汽车生产厂家得到广泛应用。近年来,多轴智能型自动拧紧机正在各汽车制造厂得到应用。自动拧紧机一般为立式悬挂结构,由导轨、滑车、平衡装置、操作箱、拧紧轴、变位装置、电气控制设备等主要部件构成,设备由工控机和PLC控制,通过调整变位装置可以改变拧紧轴间距,以适应多品种需要。操纵台安装在操作箱上,方便工人操作。自动拧紧机可一次性完成多个螺纹联接件的紧固工作,效率高,扭矩控制精度高,自动化程度高。

发展趋势

随着汽车行业对扭矩认识的进一步提高,对扭矩扳手的应用将日益广泛。另外,扭矩扳手的使用范围,已经从汽车制造企业逐步完善到汽车售后服务网点。在一些经济实力雄厚的汽车4S店,也已经用上数显扭矩扳手或可调式扭矩扳手,甚至个别网点已经使用单轴便携式自动拧紧机,相比以往的维修工人随意拧紧螺纹的做法,使用扭矩扳手将使汽车联接件的拧紧质量,从制造到维修的全生命周期内都得到控制,大大加强汽车产品的可靠性和安全性。

综上所述,汽车轮胎装配用扭矩扳手的发展趋势将会呈现如下几方面特点:

(1) 品种多样化 从过去的手动扭矩扳手到目前的自动化扭矩扳手,从表盘式到数显式,从定值式到可调式,从单一螺栓或螺母拧紧的扭矩扳手到多轴联

动同时拧紧的自动拧紧机,其品种会根据市场需要和技术进步逐渐丰富并且多样化。

(2) 智能化 早期的扭矩扳手需要专业人员操作才能调整扭矩扳手,并且需要对应的扭矩扳手检定仪来对其进行计量检定,而将来的发展趋势将走智能化、傻瓜式操作道路,真正方便工人操作和调整。过去扭矩扳手的示值需要人工读取,将来加载数值将由传感器直接传输到计算机,甚至通过计算机网络可以传输到远处的总装调度室。未来,将人工智能技术、神经网络技术应用于先进的计算机技术及电控电测技术,扭矩扳手将会实现智能化。

(3) 人性化 绝大多数扭矩扳手将一改过去依靠工人臂力来操作而变为电动驱动,降低工人劳动强度,减少人为原因造成的紧固误差,特别是对于大扭矩螺纹联接件的拧紧工作,更有保障。

(4) 工具化 随着科学的发展,在汽车制造企业,最终将实现扭矩扳手与扭矩检定仪合二为一,出现高度智能化、自动化的螺纹连接件智能拧紧系统。

(5) 机器人化 随着劳动力成本的不断提高,计算机辅助制造系统技术的成熟,扭矩扳手将从手动工具迈向机器人化工具,将具有拟人化、自适应化及可编程化等特点。

结语

随着用户对汽车制造质量、维修质量要求的逐渐提高,影响汽车轮胎装配质量的扭矩扳手得到充分发展和普及。扭矩扳手的使用范围,已经从汽车制造企业逐步完善到汽车售后服务网点。扭矩扳手的种类也从数显扭矩扳手或可调式扭矩扳手,逐步升级到汽车制造企业使用智能拧紧机,而汽车售后服务网点使用单轴便携式自动拧紧机。

通过不断的技术改造和升级,扭矩扳手将从目前的手动器具迈向智能化和自动化仪器设备行列。可以预见的是,在精准的扭矩控制下,汽车制造、维修的紧固件装配质量将会提升到一个新的水平。

关键词:

扭矩扳手 发展趋势 智能化

(收稿日期20130215)