

不同装配工具 对装配质量的影响

□ 宁海知豆电动汽车有限公司/房领生

本文分别采用时间、空间和ANSYS Workbench模拟方法对使用十字批头、套筒和开口扳手紧固十字槽凹穴六角头自攻螺钉的过程进行了分析。分析表明，使用定扭工具和开口扳手对空间的要求都较大，但是使用定扭工具加套筒的形式螺钉所受的应力较小，且能够减少螺钉的损耗。



众所周知，汽车上很多零部件都是采用螺纹联接的形式固定在车身上，而紧固这些零部件使用的螺栓和螺钉有数百甚至上千个，其拧紧质量直接影响整车质量和驾驶安全。相关的研究表明，螺栓或螺钉失效的形式主要有螺纹断裂或剥落、颈部断裂、端部断裂等。造成螺栓或螺钉失效的一个主要原因是拧紧力太大，通过选择合适的装配工具及附件可以有效地减小拧紧力，保证拧紧质量。

螺栓或螺钉的拧紧工具有电动工具、气动工具和手动工具。十字槽凹穴六角头自攻螺钉既可以使用电动工具或气动工具加十字批头或套筒进行紧固，也可以使手动工具紧固，但是采用哪一种装配方式

更合适，学术界在此方面的研究较少。笔者通过装配时间、空间和螺栓所受的应力等方面，同时借助有限元分析软件ANSYS Workbench，分别对使用定扭工具加十字批头或套筒，手动工具对十字槽凹穴六角头自攻螺钉进行紧固的过程分析，并从中选出用于紧固十字槽凹穴六角头自攻螺钉的最佳装配方式。

装配时间分析

电动工具和气动工具分为定扭工具和非定扭工具。使用定扭工具可以将螺栓的扭矩值控制在一个比较小的范围之内，在节省紧固时间的同时保证了紧固质量，对于非定扭工具，虽然能够减少拧紧时间，但是很容易使螺栓的扭矩值超过要

求值，拧紧质量无法得到保障。如果使用开口扳手，螺栓有扭矩要求时须和扭矩扳手配合使用拧紧质量才能够得到保障。众所周知，使用开口扳手时，最好的使用方法是拉动。当拉力的方向与开口扳手手柄垂直时最省力，而且开口扳手所产生的扭矩完全靠操作人员的肌肉决定。劳动强度大，装配比较费时，加上螺栓拧紧后还需要扭力校准，更会耗费大量的时间。所以在进行螺栓紧固的时候，不仅要考虑扭矩值，还要考虑生产的节拍。

空间尺寸分析

十字槽凹穴六角头自攻螺钉头部尺寸和M8套筒尺寸图如图1、图2所示。

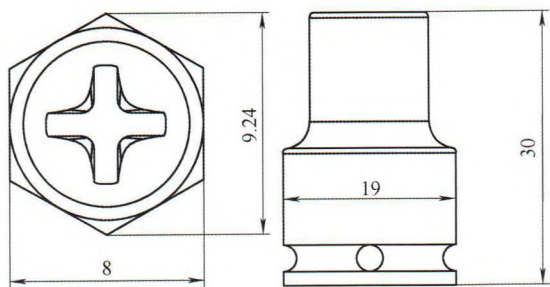


图 1

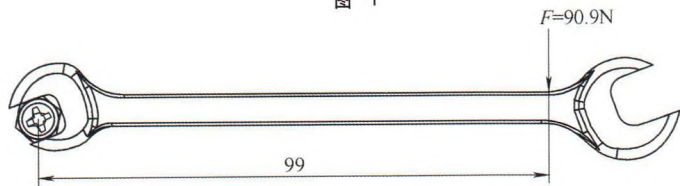


图 2

以ST4.8×16十字槽凹穴六角头自攻螺钉为例，六角头对边尺寸为8mm，外接圆直径为9.24mm，根据螺钉型号可以判定该螺钉所使用的十字批头型号是PH2[#]，所使用的套筒型号是8mm。由某品牌的套筒参数可知，套筒的长度为30mm，套筒直径是19mm。当螺栓安装在比较深的孔内时，使用十字批头拧紧较方便；使用套筒进行安装时，要求孔的深度较浅，而且孔的直径必须达到能够容纳套筒；使用手动工具（此处采用开口扳手），要求螺栓安装在平面或凸台上，工具要与螺栓轴线垂直，对螺栓径向空间要求较大，而电动或气动工具对螺栓轴向空间要求较大，故应在确定螺栓各个方向装配空间的情况下选择合适的装配工具。

ANSYS Workbench模拟分析

为了更清楚地说明问题，这里仅对使用定扭工具加十字批头或套筒、使用开口扳手对十字槽凹穴六角头自攻螺钉进行拧紧的过程分析，扭矩要求为9 N·m。

在使用定扭工具时，螺栓扭矩值越接近9 N·m，附件与螺栓之间的作用力越大，当螺栓扭矩达到9 N·m时工具自动停止转动，故在此处是利用ANSYS Workbench对螺栓扭矩值达到9 N·m瞬间十字批头或套筒与螺钉之间相互作用的分析。对于手动工具，因在对螺钉进行拧紧的过程中无法知道施加的扭矩值大小，所以为了方便对比，此处仅对螺钉扭矩值刚好达到9N·m时的理想状态进行分析。

扳手施加力的位置到螺栓中心的力臂长度 $L=99\text{mm}$ ，在转动力矩值达到 $9\text{N}\cdot\text{m}$ 的瞬间，转动力矩值即为扭矩值，即 $M=T$ 。

因扭矩 $T=M=FL$

故扭力 $F=T/L=9/0.099=90.9\text{N}$

得到了扭力值的大小，就可以进行有限元模拟分析。利用ANSYS Workbench模拟分析得到的等效应力云图。

从十字批头与螺钉等效应力云图中（见图3）可以看到，应力最大值出现在螺钉头与螺杆相连接的部位，最大值在 $1.88\times 10^9\sim 2.12\times 10^9\text{Pa}$ 之间，而在螺钉头部与十字批头相接触的部位，等效应力最大值在 $0.94\times 10^9\sim 1.18\times 10^9\text{Pa}$ 之间。

从套筒与螺钉等效应力云图中（见图4）可以看到，最大值同样出现在螺钉头与螺杆相连接的部位，最大值在 $1.60\times 10^9\sim 1.83\times 10^9\text{Pa}$ 之间，应力值相对于使用十字批头对螺钉进行紧固的情况小了很多；而在螺钉的头部，最大等效应力值在 $2.29\times 10^8\sim$

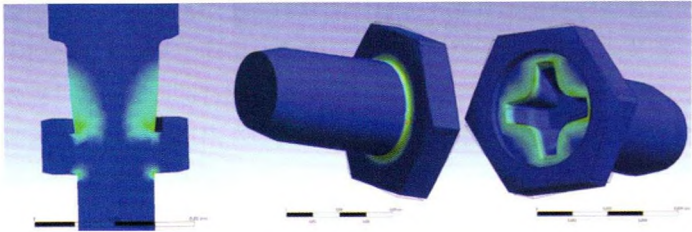


图3 十字批头与螺钉等效应力云

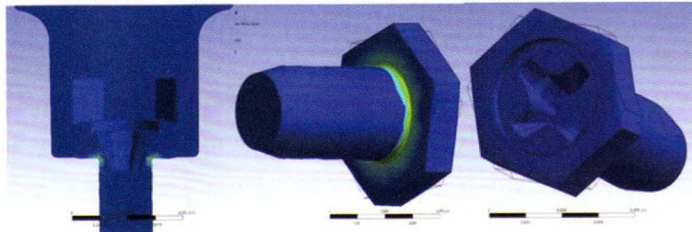


图4 套筒与螺钉等效应力云

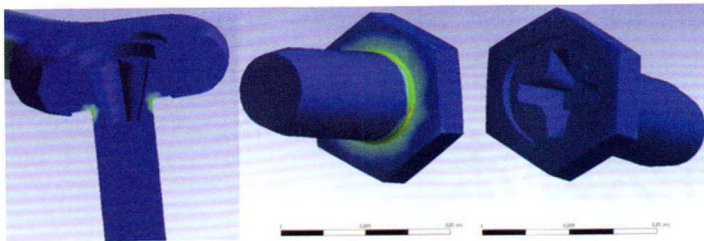


图5 开口扳手与螺钉等效应力云

4.58 × 10⁸Pa之间，等效应力值相对于使用十字批头对螺钉进行紧固的情况明显小了很多。这也说明了使用套筒对螺钉进行紧固对螺钉的损伤较小，可以减少螺钉的损耗。

从开口扳手与螺钉等效应力云中（见图5）可以看到，应力的最大值仍然出现在螺钉头与螺杆相连接的部位，最大值在1.90 × 10⁹~2.14 × 10⁹Pa之间，其他部位应力较小，在0.05 × 10⁸Pa~2.38 × 10⁸Pa之间，应力值在三种情况中最小。

结语

- (1) 对十字槽凹穴六角头自攻螺钉进行紧固时，使用电动定扭工具既节省了时间，又能够保证拧紧的质量。
- (2) 使用定扭工具对螺钉轴向空间要求较大，使用开口扳手对螺栓径向空间要求较大。
- (3) 螺钉紧固时等效应力最大的位置都出现在螺钉头与螺杆相连接的部位，使用开口扳手时应力最大。

(4) 装配附件使用十字批头或套筒时，十字批头对螺钉的头部作用应力最大，易造成螺钉头部损伤。

(5) 装配附件使用套筒时对十字槽凹穴六角头自攻螺钉的拧紧效果较好，能够减小螺钉的受力，减少螺钉的损耗。 **AUTO1950**



房领生
宁海知豆电动汽车有限公司总装工艺工程师，硕士学位，研究方向：机械制造及自动化。

（上接第61页）

3.花键扫描参数配置

依据工艺要求设置第一个扫描点Y值为-77.92mm，设置第二个扫描点Y值为-136.24mm。

测量数据分析

五件工件的测量数据见表4。由图6可知，五组数据线性很好，且差值小于IT/8，在图中表现很有

规律，可以确定单纯的系统误差或随机误差很小，所以，测量方式是合理且可靠的。

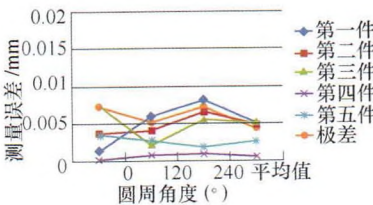


图6

表 4 (单位: mm)

	第一件	第二件	第三件	第四件	第五件	极差
0°	0.001 2	0.003 6	0.007 3	0.000 1	0.003 3	0.007 2
120°	0.005 8	0.004 0	0.002 1	0.000 7	0.002 6	0.005 1
240°	0.008 1	0.006 5	0.005 5	0.000 9	0.001 9	0.007 2
平均值	0.005 0	0.004 7	0.005 0	0.000 6	0.002 6	0.004 4

结语

通过对HEXAGON GLOBAL ADVANTAGE三坐标测量机的合理分析及应用，选择合适的测量设备和测量方法，可以大大提高工作效率，确保测量的准确性，起到事半功倍的作用。 **AUTO1950**



夏军
中级工程师
神龙汽车有限公司襄阳工厂质量分部担任质量检测技术