

螺栓拧紧扭矩的控制

胡晓

(河南省西峡汽车水泵股份有限公司,西峡 474550)

摘要:介绍了螺栓拧紧扭矩的设计和工艺要求,螺栓拧紧方法,常用的拧紧工具,拧紧扭矩的检测等。  
关键词:螺栓连接;扭矩设计;拧紧方法;拧紧工具;扭矩检测

0 引言

螺栓连接是机械制造行业装配的基本方法,在工业生产制造中被广泛应用,也是发动机中最重要的连接方式之一,螺栓连接的质量直接关系着发动机的动力性、安全性和各连接部位密封性。为了使螺栓连接更加可靠、更精确、最有效的方法就是对扭矩进行控制。

1 螺栓扭矩的设计、工艺要求

1.1 常用标准螺栓使用扭矩要求:

表 1

性能等级	8.8 级		10.9 级	
	扭矩(N·m)		扭矩(N·m)	
螺栓直径 (mm)	铸铁	铝	铸铁	铝
4	3	2		
5	6	4		
6	9	7	12	7
8	25	18	33	18
10	45	30	60	30
12	80	55	105	55
14	125	90	165	90
16	180	140	240	140
18	230	180	320	180

1.2 常用管螺纹螺塞拧紧扭矩要求:

表 2

管螺纹尺寸	扭矩(拧入铝或铸铁)(N·m)
1/16"	6
1/8"	8
1/4"	12
3/8"	15
1/2"	24
3/4"	36
1"	45

1.3 常用标准螺栓公差等级要求:



左边的大写字母与安装指示点左上角的扭矩值相对应,代表该螺栓的名义扭矩值。右边的小写字母代表该螺栓扭矩的公差等级:

表 3

	上公差	下公差
a	+5 %名义扭矩值	-5 %名义扭矩值
b	+5 %名义扭矩值	-15 %名义扭矩值

2 螺栓常用的拧紧方法及拧紧扭矩控制

螺栓拧紧的方法有很多种,常用的有扭矩法(T)、扭矩—角度法(TA)和屈服点控制法(Y1/Y2)、螺栓伸长法。

3 装配过程中拧紧工具的选择

为确保零出错拧紧,可根据产品的结构特性和装配工艺,选择满足设计扭矩要求的拧紧工具,根据操作方式可分手持式和固定式两种类型。

3.1 手持式螺刀

手持式螺刀主要包含某些类型的机械扭矩控制,在最简单的情况下,拧紧扭矩受马达功率和冲击力限制。发展到最高阶段,可配置带扭矩控制的离合器,可以达到±3%的精度(基于标准偏差)。

3.2 固定式螺刀

无论是配有高精度定扭离合器式的气动螺刀,还是电动伺服螺刀,都可设计成固定式。如果需要采集测量数据,可以匹配扭矩或者角度测量的传感器来实现,气动螺刀的定扭方式是机械式的,测量过程的设计是一种监控形式的而不是控制方式。带电动伺服控制螺丝刀,测量装置直接控制过程,根据测量的实际值,过程被指向设定值。有了它,测量精度直接进入反馈回路,然后同步到装配结果,这种方式可以达到低于±1%的精度(基于标准偏差)。高的精度对转速的要求特别高。实现高精度的拧紧结果,通常需要设定特别低的拧紧速度来实现。

3.3 矢量控制型电动定扭矩工具

整套电动定扭矩扳手的构成:一部电动定扭矩扳手+一台 DL 控制箱+1 条连接电缆+1 个操作开关监视器+拧紧时辅助夹具(含工件就位传感器及信号输出装置)+随机专用吊环和特制套筒。工具精度 ±5%。该工具具有防漏拧报警及提示功能,当螺栓数量及扭矩全部合格后,拧紧辅助夹具才放行。任务进行中如强行松开夹具取件则报警并锁定扳手。拧紧过程可对扭矩控制,角度监测,下旋角度监测。拧紧过程为一步完成,转速可以根据实际需要任意编辑。具有批次计数功能,可以和夹具联动,避免螺栓漏装。具有错螺纹检测功能。具有重击检测功能。拧紧力矩实时显示。具有工具自诊断,故障提示和维修提示功能。如出现不合格的力矩,可以锁紧工具,等待人工处理,避免不合格品进入下一工位。完善的拧紧信息反馈,控制箱显示拧紧扭矩值,工具有拧紧合格(绿灯)与不合格指示灯(黄灯,红灯),也可通过状态监视器上的灯光显示。

3.4 传感器式固定拧紧轴

固定式传感器电动伺服数控拧紧轴,可实现螺钉拧紧装配过程的自由编程。在螺刀性能参数范围之内,能

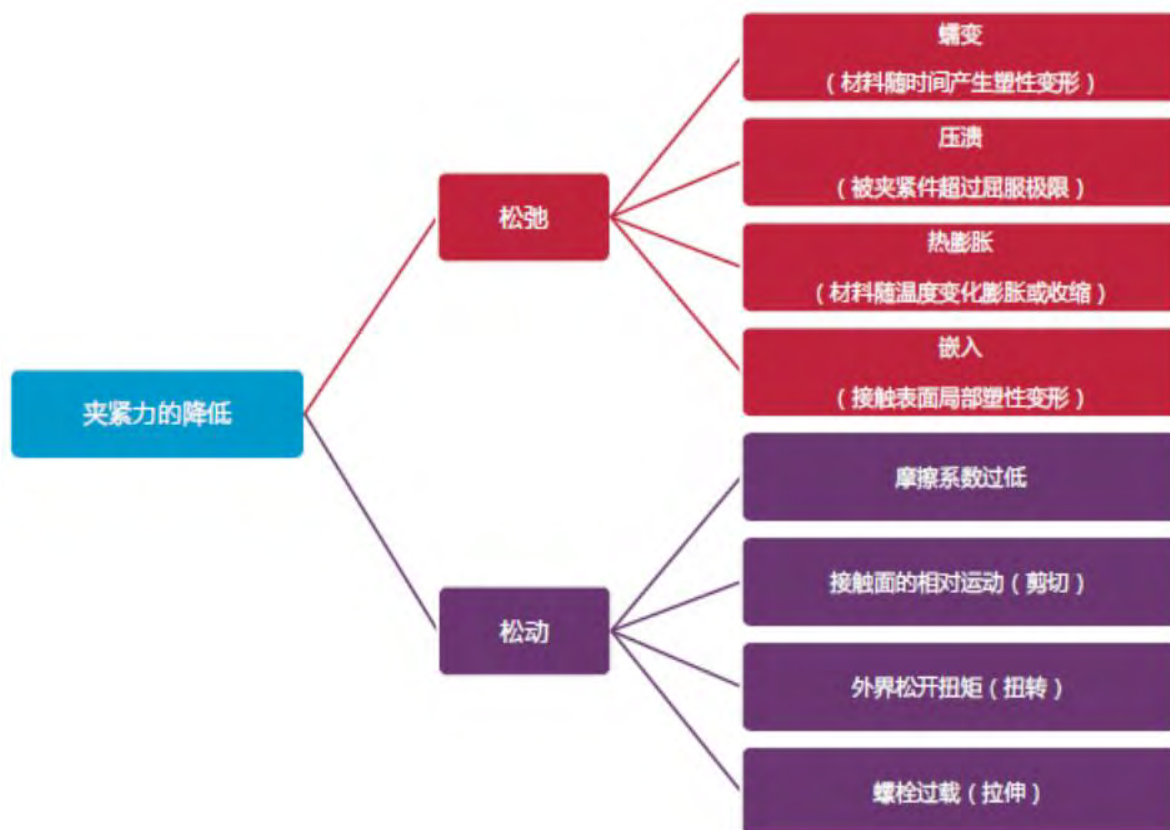


图 1

够根据不同的拧紧工艺要求，自由设定和调节扭矩、转速、等待时间和旋转方向，实现精准的螺钉紧固。固定式电动数控螺刀高精度和全面的监控功能，可以最大程度保证拧紧过程的可靠性。采用无刷电机驱动技术显著降低了运行成本，从而获得螺刀的长寿命使用周期。同时确保稳健的动力性能和扭矩峰值输出，是理想的数控拧紧装配工艺选择。通过内置的扭矩和转角传感器可以实现对数控螺刀在各个拧紧过程中的精确控制，并实时记录所有重要的拧紧过程参数。电动数控螺刀基于伺服控制技术，能确保数百万次拧紧装配的扭矩精度控制在标准偏差 $<\pm 1\%$ 。

#### 4 静态扭矩常用的四种检测方法

Torque(扭矩法, T)

Torque+Angle(扭矩角度法, TA)

Yield(屈服点法, Y1/Y2)

Elongation(螺栓伸长法)

#### 5 扭矩力的衰减

螺纹连接的实质是通过夹紧力使连接件保持在一起，因此“衰减”的实质是拧紧后，夹紧力的降低。我们可以将夹紧力的降低分为松弛和松动两个部分。（图 1）

松弛：

松弛是指随着时间的增加，用于连接零件的螺栓夹紧力相对拧紧时的夹紧力有所降低，但螺栓或螺母并没有转动。

松动：

松动是指夹紧力的降低，导致螺栓或螺母在松动的方

向有转动而进一步造成夹紧力的降低这种情况下，螺栓或螺母可能完全松开，在涉及人身安全的连接中必须避免这种现象的发生。

嵌入：

高应力造成接触表面产生塑性变形，进而导致夹紧力的衰减。

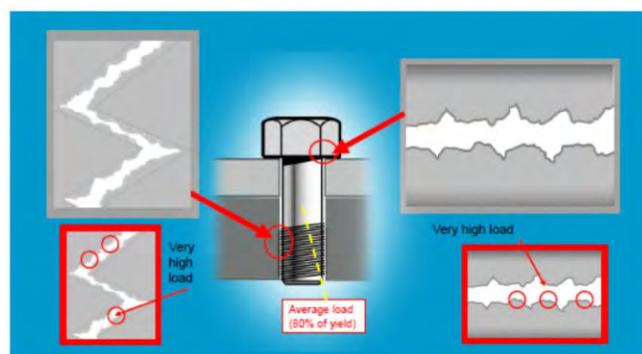


图 2

多螺栓连接：

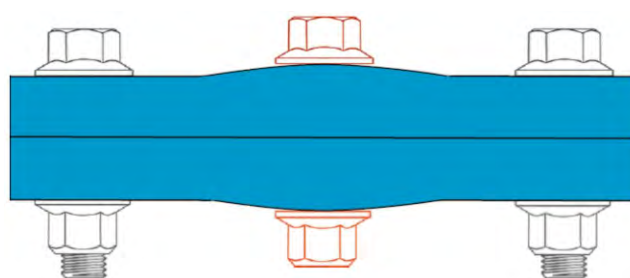


图 3

# 一种叶片芯材变色现象的研究

苏勇

(山东双一科技股份有限公司, 德州 253000)

**摘要:**本文介绍了复合材料风力发电叶片在生产过程中一种芯材变色问题的研究,为一些非金属电加热模具设计提供了一些经验和启发。

**关键词:**风力发电;电加热;芯材变色

如今,风力发电叶片主要构成为环氧树脂和玻璃纤维组成的复合材料,为满足叶片减重的同时又保证叶片刚性的需要,一般需要在叶片复合材料壳体中非承力的区域填充低密度的泡沫芯材,一般叶片结构如图1所示。

在图1中可以看到,除了主承力的区域、前缘粘接角和后缘UD区域,其他部位都有芯材的存在。因为叶片的主要基体材料为环氧树脂,胶粘剂为环氧结构胶,要达到最佳的力学性能,必须对成型后的叶片进行后固化加热,因此,环氧树脂叶片如今都采用自加热模具来生产制作。

在某公司,一种60多米新型号叶片试生产阶段,在前几只叶片生产完成后,发现靠近两侧PVC芯材都存在程度不一的变色现象。其中严重的一只叶片变色范围如下:

①叶片SS外表面后缘大梁边26m-45m处芯材变色,

**作者简介:**苏勇(1974-),男,山东德州人,现任职于“山东双一科技股份有限公司”技术部部长,中级职称,大专,研究方向为复合材料应用与产品开发。

宽约130mm。

②叶片PS外表面后缘大梁边24m-35m处芯材变色,宽约130mm。

其他也存在一些变色现象,不过程度较轻,但是基本都是位于两侧130mm范围内,见图2、图3。

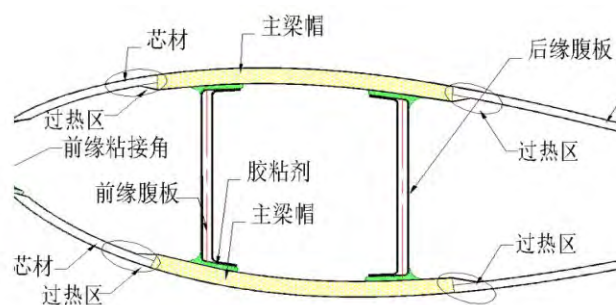


图2

芯材变色可以确定是高温造成。芯材虽然不是主承力部位,但是芯材过烧变色也会影响叶片强度和使用寿命,这是不允许的。通过叶片生产厂家、模具生产厂家共同研究讨论,初步判断为以下原因:由于在生产主模具时,大梁

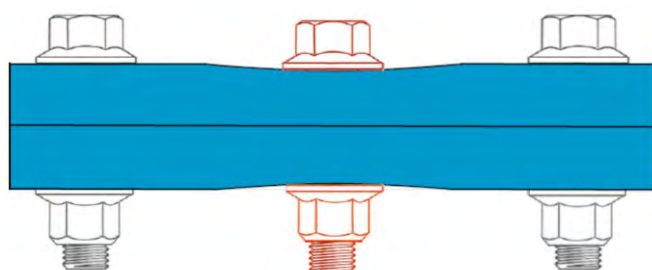


图4

U型螺栓扭矩衰减的可能原因:

①钢板弹簧与板簧底座均为弧形,拧紧后存在微小的间隙。

处理方法:将钢板弹簧与板簧托座接触部分设计为平直。

②钢板弹簧的形变及摩擦,导致了:

- 1)内部弹性势能的减少;
- 2)各弹簧片间的摩擦力逐渐减少。

处理方法:对钢板弹簧进行预压。

## 6 结束语

随着螺纹连接质量要求的不断提高,对于正确选择、使用拧紧工具是至关重要的。螺栓扭矩的有效控制直接关系到产品的可靠性、安全性、密封性(用于螺纹密封的部

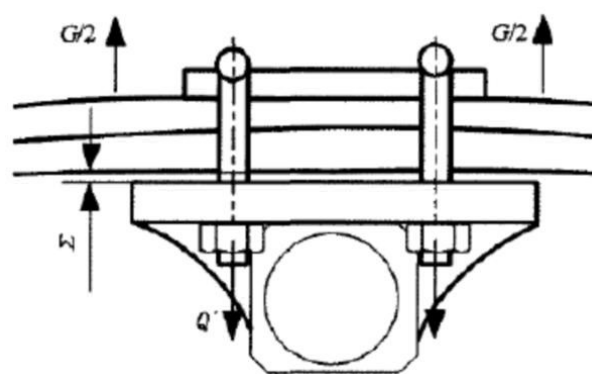


图5

件)只有各项指标都能保证的前提下才能更好地保证产品质量。

**参考文献:**

- [1]卢海波.拧紧工具的扭矩控制能力评价,2009.
- [2]朱正德.正确使用扭力扳手,2006.
- [3]ISO 6789 螺丝、螺母装配工具和手动扭矩扳手的要求.
- [4]VDI 2230 高频螺纹连接的系统性计算.
- [5]VDI 2862 拧紧系统在汽车工业的使用,1999-7.
- [6]DIN 51309 校准-静态扭矩测量仪器,1998-2.