

螺旋铰刀现场铰孔提高工作效率

■ 南京汽轮机厂（江苏 210000） 华宁芳 孙克强

摘要：螺旋铰刀具有一定的导向作用，受力均匀，稳定性好，铰刀自身重量较轻携带方便，工作过程中不受装配空间的约束。并且具备加工余量大、耐磨性好、工作效率高、铰孔质量高、劳动强度小及工装成本低等优势。

1. 汽轮机工作原理

由高压蒸汽推动汽轮机透平叶轮旋转，将蒸汽的热能转变成转子的机械能从而做功产生电能。汽轮机分为背压式、凝汽式、抽汽式和抽背式。背压式汽轮机没有凝汽装置，进入汽轮机的工作蒸汽经过各级叶轮旋转做功，末级排汽供热用户。凝汽机是进入汽轮机的工作蒸汽在各级膨胀做功，最后变为负压排入凝汽器内，经冷却后形成凝结水回收再利用。抽汽机的工作过程与抽背式基本一样，其工作过程是将进入汽轮机的工作蒸汽在做功过程中抽出一部分供应用户需要，剩余部分将继续做功最后排入冷凝器。

汽轮机在安装过程中永远不能忽视轴与轴之间的联接重要性。联轴器的功能是把两轴联接在一起，在机械运转时两轴不能分离，只能在机器停车并将联接拆开后两轴才能分离。联轴器所联接的两轴由于制造及安装过程中的误差、承载后的变形以及温度变化等影响，都会引起两轴之间的相互位置变化，往往不能保证严格的对中。联轴器有无弹性元件决定了其对各种相对位移有无补偿的能力，即在发生相对

位移条件下，其能否保持联接功能以及能否起到联轴器的作用。联轴器可分为刚性联轴器、挠性联轴器和安全联轴器。

2. 刚性联轴器的特点

目前的汽轮机行业中，高中压转子与低压转子主要是刚性联轴器中的凸缘式联接，此联轴器特点是构造简单、成本低、可传递较大的转矩，但不允许两轴之间有相对位移。其优势是转速低、无冲压、轴的刚性大、对中性较好。高中压转子与低压转子联接部分如图1所示。汽轮机低压转子（汽轮机端）与发电机端相联接部分如图2和图3所示。

联轴器上的螺栓孔径留有0.5 mm余量，用于汽端总装的铰配。待电厂总装找中后，铰配至所要求的尺寸。联轴器螺栓外圆留有余量，最终尺寸根据铰孔尺寸装配加工。在现场安装时，联接法兰上的螺栓、螺母及止动垫片成组称重，使对称位置的联接零件组重量之和相差不超过7 g，并在全部螺栓以及接触面上涂抹二硫化钼润滑剂（U型）或同等代用品。联接螺栓成组安装后，法兰孔及对应组件打上标记。汽轮机转子低压端、发电

机端联轴器如图4所示。

汽轮机端与发电机端的联接工作要求相当高，现场联接孔的精度要求也是很高。

3. 常用手用铰刀与螺旋铰刀

铰刀是对已有的孔进行半精加工和精加工用的工具。它可以用手操作或在车床、钻床、镗床等机床上工作。由于铰削余量小，切削厚度薄，因此与钻头或扩孔钻相比，铰刀齿数多、导向好、容屑槽浅、刚性增加，所以铰孔的加工精度一般可达到H7~H9级，表面粗糙度值 $R_a=1.6\sim0.4\ \mu\text{m}$ 。

铰刀的生产率较高，费用成本较低，既可铰削圆柱孔，也可铰削圆锥孔，因此在孔的精加工中应用广泛。

铰刀种类很多，根据使用方式可分为手动铰刀和机用铰刀；根据用途分为圆柱孔铰刀和圆锥孔铰刀。此外，还可按刀具材料、结构等进行分类，如硬质合金铰刀、镶片铰刀等。

最常用的手用铰刀是整体式的（见图5）。此铰刀结构简单，手动操作方便。由于此铰刀一般采用实心多刃，现场携带不便，一把常用手用铰刀（ $\phi 56\ \text{mm}$ ）重量大

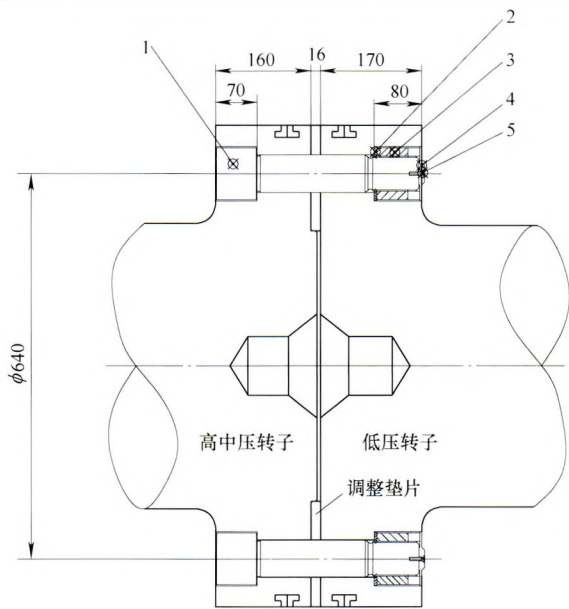


图 1

1.螺栓 2.垫圈 3.开槽螺母 4.盖板 5.螺钉

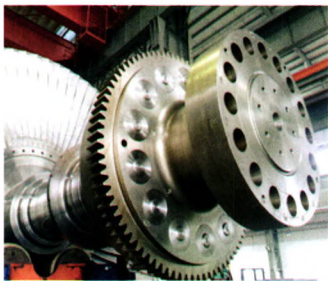


图2 低压转子与发电机端联轴器

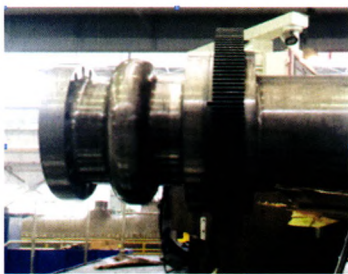


图3 汽轮机端与发电机端联轴器

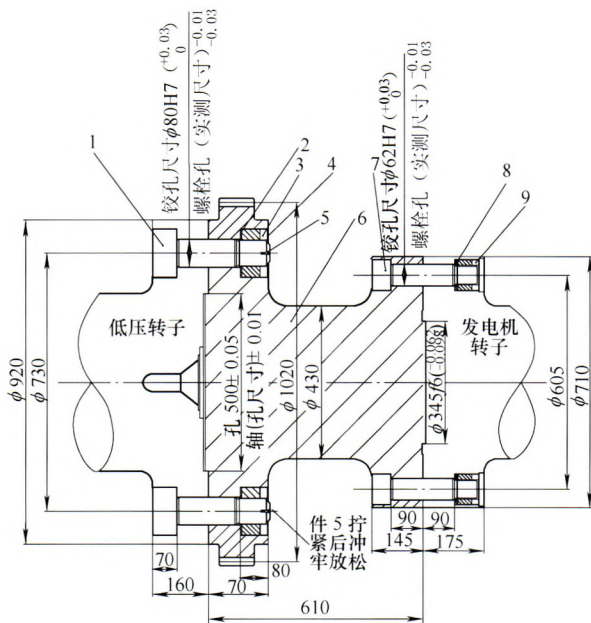


图 4

1.螺栓 2、8.垫圈 3、5.开槽螺母 4.盖板 6.联轴器接长轴 7、9.螺钉

概10 kg左右,在磨损后尺寸不能调节,故使用寿命短,在铰削过程中用力不均衡,切削量很小大概仅有0.10 mm,中心孔也很难对准,铰刀退出时又不能反转,因铰刀有后角,反转时容易使切屑塞在铰刀刀齿后面和孔壁之间,最终会使孔壁划伤,同时磨损铰刀。转子材料一般都采用30Cr1Mo1V-590、241~277HBW,最终造成联轴器孔质量差,两轴之间没有达到最理想状态——无间隙,这样两轴之间就会产生振动,当振动达到一定极限时汽轮机的蒸汽力矩和发电机的磁力矩不能相互平衡,作用于各个轴段的扭矩会使该区域传递的有效功率下降,同时也会使轴在瞬间产生冲击扭矩或周期交变扭矩,将引起转速变化并激发轴系的扭转振动,从而在轴系上产生交变的扭应力,使材料发生疲劳损坏,影响转子的使用寿命。这样一来此铰刀是达不到安装要求的。

螺旋铰刀也具有一个或者多个刀齿,是用以切削薄金属已加工表面的旋转刀具(见图6)。经过铰刀加工后的孔可以获得精确的尺寸和形状,主要是用于铰削工件上已钻削(或扩孔)加工后的孔,提高孔的加工精度,降低其表面粗糙度值,使销孔螺栓与销孔之间的配合间隙符合图样要求。螺旋铰刀目前主要有三大特点:①铰刀前端有一段螺旋,主要起一定的导向作用,能准确地找准孔的位置,能切削一定的加工余量。②铰刀设计成其中心有一通孔槽,主要是减轻重量($\phi 56$ mm)携带方便,同规格铰刀重量只有5.2 kg左右。③其一次铰削量为0.25 mm,耐磨性好、工作效率高、铰孔质量高、劳动强度小、工

装成本低。

此螺旋铰刀一般比较适用于安装过程中的联轴器铰孔，并且是人工铰孔排除机械铰孔。因联轴器孔位置在空间上有一定局限性，这时我们会采取人工现场（电厂）铰孔。

采用螺旋铰刀进行切削加工，其重量只有常用手用铰刀的一半左右，在铰削孔的过程中基本上能够准确无误地找准中心位置，这是因为螺旋铰刀前端有大约30 mm长度的螺纹，主要是起导向及前端切削作用，这样就能使切削刃部位有

较强的切削力同时还会使联轴器孔中心处于正确的位置，受力方面也比较均衡，其切削量是常用手用铰刀的2倍多，最大铰削量为0.25 mm，而常用铰刀最大只能铰削0.10 mm，做功也只是常用手用铰刀的一半左右，铰孔的精度也随之提高，这样一来螺旋铰刀使用寿命也会大大延长，使用刀具成本就会降低。随之带来转子之间产生的扭转振动也会降低。

现我单位有一实例：一台印度老机组改造的50 MW 冷凝式汽轮机（N50-8.83），其主要是以通

流改造提高热效率。由于用户方目前严重缺电，急需进行通流改造来提高热效率，且用户给的生产周期很短，只有4个月时间，用户方资金情况也不是太好，所以要求更换主要零部件。现整个轴系中只更换了转子、汽轮机联轴器等，但不更换发电机联轴器。上文中已说明联轴器分汽轮机高压端、汽轮机中压端、发电机端，这样随时会带来汽端联轴器（新）与现场发端联轴器（旧）联接孔不一致，这时就会考虑到给联轴器孔留有一定的余量。现从下述表格中不难看出12个联轴器孔径基本上不同（见表2和图7）。

转子需要重新安装时，联轴器孔就必须在原有尺寸上进行铰孔，主要是使汽轮机转子与发电机转子之间能很好地刚性联接。目前汽端联轴器孔要求孔 $\phi 55^{+0.03}_{-0.03}$ （H7）mm，但到现场铰孔量只需放0.50 mm。只要准备2把螺旋铰刀 $\phi 54.75$ mm、 $\phi 55.00$ mm即可完成。而采用普通常用手用铰刀铰孔就需要四种： $\phi 54.53 \pm 0.01$ mm粗铰、 $\phi 54.87 \pm 0.01$ mm半粗铰刀、 $\phi 54.95 \pm 0.01$ mm半精铰刀和 $\phi 55$ H7 mm精铰刀，每种又需要2把，总数需要8把完成。从上述实例中两种形式的铰刀在同一情况下更能体现他们之间的不同，所以说采用螺旋铰刀是最合适不过了，又一次体现了螺旋铰刀方便之处。

对一个制造企业来讲，产品的好坏直接检验制造工艺水平的好坏。制造工艺不好，产品质量就没法保证。制造企业只有在制造工艺上加以提高才能保证过硬的产品质量，才能取得用户信任，才能继续有新的发展和新的未来。

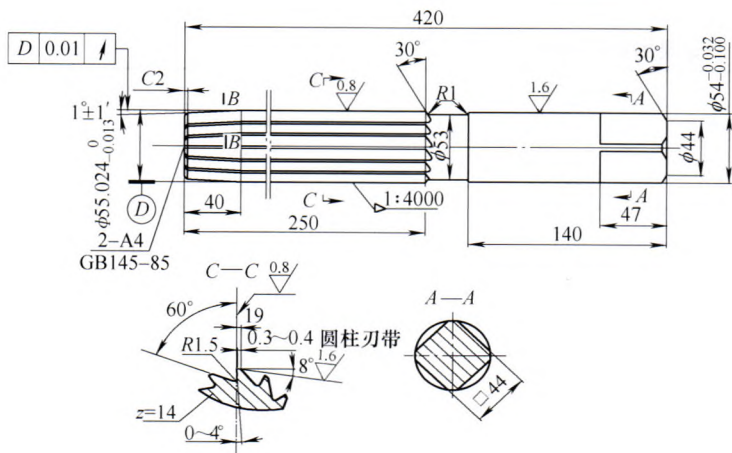


图5 整体式手用铰刀

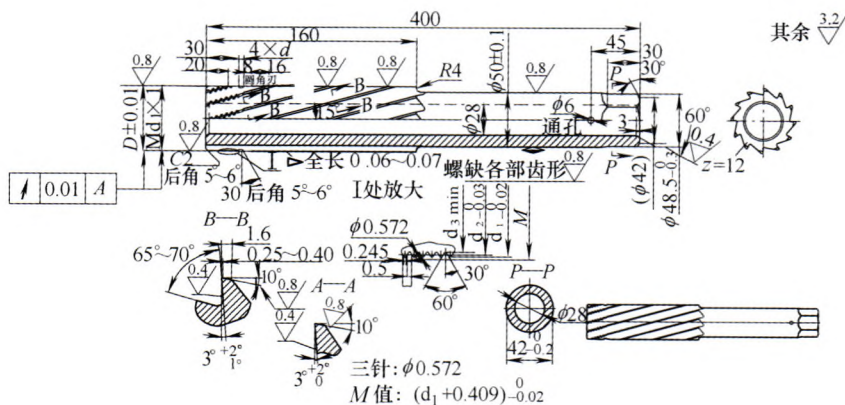


图6 螺旋铰刀

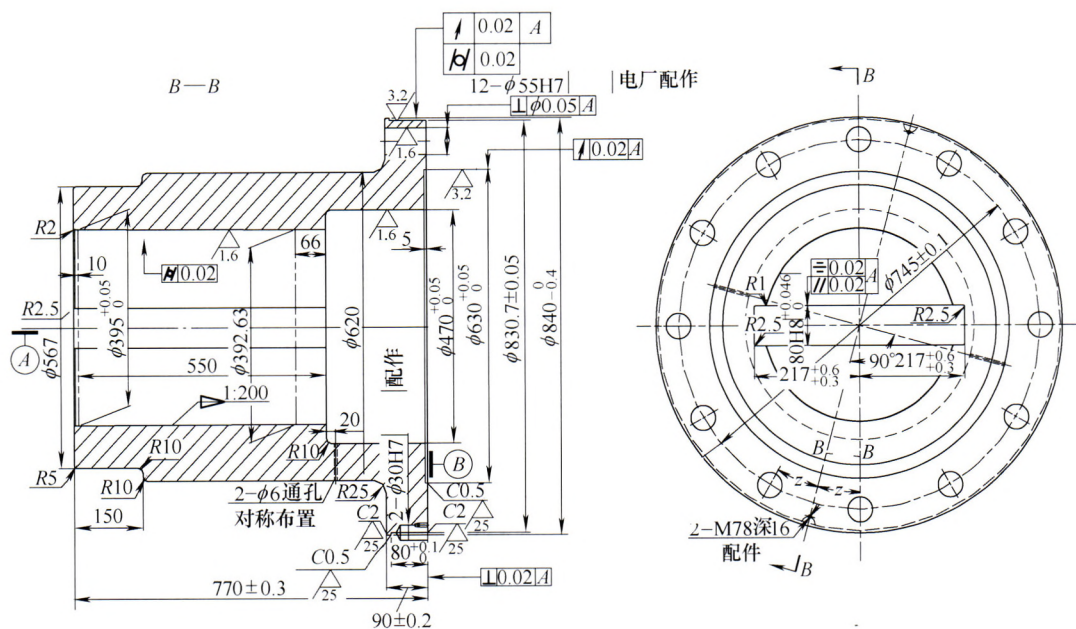


图 7

表1 记录的联轴器螺栓长度

(单位: mm)

螺栓编号	初记录	并紧后	伸长	备注
1	270.10	270.36	0.26	
2	270.48	270.75	0.28	
3	270.33	270.61	0.28	
4	270.61	270.90	0.29	
5	270.64	270.95	0.31	
6	270.62	270.90	0.28	
7	269.65	269.88	0.23	
8	270.59	270.83	0.24	
9	270.60	270.84	0.24	
10	270.85	271.08	0.23	
11	270.47	270.72	0.25	
12	269.75	270.04	0.29	

表2 螺栓尺寸数据记录

(单位: mm)

联轴器孔编号	汽发联轴器孔径	螺栓尺寸	孔与螺栓之间的总间隙	备注
1	56.07	56.04	0.03	
2	56.05	56.03	0.02	
3	55.45	55.42	0.03	
4	55.47	55.45	0.02	
5	56.04	56.00	0.04	
6	55.89	55.86	0.03	
7	55.80	55.78	0.02	
8	55.48	55.44	0.04	
9	55.84	55.82	0.02	
10	55.16	55.13	0.03	
11	54.83	54.80	0.03	
12	56.06	56.03	0.03	

MW (收稿日期: 20140730)