香港莲塘盾构机盾体加工工艺研究

北方重工集团重大部件加工分公司 （辽宁沈阳 110141） 何海洋 刘丽华 洪启祥

摘要：分析香港莲塘盾构机前盾结构，采用分体加工、归圆组对的成形方法，以铣代车，解决了大直径车削加工的难题。

香港莲塘盾构机是当前亚洲最大的土压平衡盾构机之一，将承担香港莲塘地区的公路隧道挖掘工作。该盾构机直径14 100mm，设备总长100余m，由北方重工集团公司与法国NFM公司共同开发研制，取得了突破性成果，并一次性试车成功（见图1）。

1. 盾构机前盾结构分析

盾体主要由前盾、中盾和尾盾三部分组成，这三部分都是管状筒体，其中前盾质量最大、高度最高，前盾直径14 030mm，高度5 545mm，整体质量353 860kg。本件直径、高度、总质量及吊装已超过现有设备加工能力，在毛坯制造过程不能为整体结构，经过工艺性分析，将前盾设计成6部分（见图2）。

图1 总装试车

可以直观地看到只有右下本体最高，其余5件高度（3 705±2）mm。前盾结构复杂，加工制造难度大。

2. 加工工艺方法

从机床的加工范围及天车的起吊能力等方面综合考虑，决定采用以铣代车的方法，利用现有设备解决大直径车削加工的难题。前盾结构如图3所示。

主要加工方案为：6件盾体均粗铣并加工出结合面预孔后，归圆组对并划全线，检查各部尺寸余量均匀性。前盾下本体与前盾左下本体组合，到8m×20m车铣复合机床同铣加工基准，顺时针两两组合，依次铣出。前盾右上本体与前盾右下本体把合时，由于最高尺寸达到5 545mm，超出铣床最大范围，只在*C*基准面铣出一段基准，保证尺寸链连续。

图2 前盾本体装配

前盾右下本体如图4所示，其具体加工方法如下：

（1）将前盾右下本体*A-A*视图1 250mm尺寸下端面朝下，平放在划线平台上，底部适当位置垫等高方箱，以前盾右下本体外圆弧面ϕ14 030$^{0}_{-20}$mm为基准，调整好工件的水平和垂直度误差，各向误差不小于1mm，工件外圆弧面上圆周方向检查点均布不少于8点，对应高度方向检查测点不少于4点，满足图样要求，并做好记录。按ϕ14 030$^{0}_{-20}$mm外圆准确定出尺寸中心，并以工件圆心为基准复检工件的半径尺寸。各项

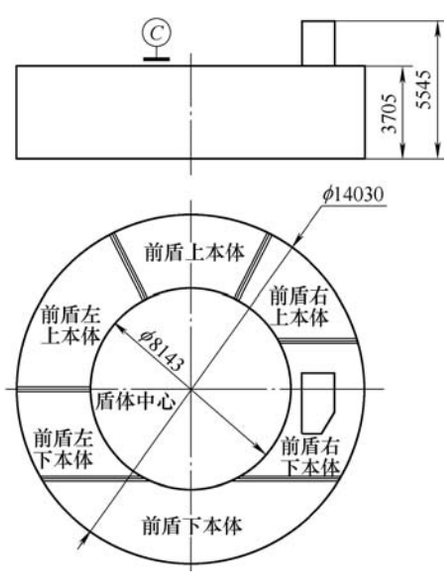

图3 前盾简图

检查合格后，以确定的中心为基准划工件十字中心线，保证各结合面加工余量均匀性，角度正确。工件适当位置焊好焊块，作为调头找正基准使用。

（2）利用ϕ260mm数控镗床，粗铣结合面并单面留10mm余量；粗铣主视图上平面，留10mm余量；结合面把合孔均加工出预孔。

（3）前盾右上本体与前盾右下本体把合，上8m×20m车铣复合机床，同加工各部基准，并引到前盾右下本体上，解决前盾右下本体单独加工、尺寸链不连续的问题。保证各部尺寸与主驱动配合准确。

（4）两件拆开，重新按已加工面为基准划十字中心线及结合面加工线，检查各部尺寸变形情况。

（5）前盾右下本体以结合面为基准立放到工作台上，*C*基准面向上，两结合面沿轴线平行，外圆盾体中心对床头，盾体中心线及*C*基准面找正，卡压牢固。在焊块处铣出找正基准并加工出找正基面，调头加工使用。先加工好*C*基准面各部后，按（2 142±1）mm至*C*基准面返尺寸，保证890mm尺寸各部加工好后与各件精准过渡。

（6）归圆组对，除右下本体外，其余5件均加工好并把合在一起，确定右下本体两结合面去除余量，ϕ260mm数控镗床铣两结合面及把合孔达图样要求。铣好后归圆检查，合格后拆开。

通过这种方法加工出的6件盾体，组合后非常成功，内孔890mm尺寸各件过渡处错牙量在0～2mm以内，取得突破性成功。

3. 结语

采用上述方法加工的盾体各部经组合后，完全满足设计和使用要求。该工艺方法为大直径圆环类分体结构的加工奠定了基础。

参考文献：

[1] 彭林中，张宏. 机械切削工艺参数速查手册[M]. 北京：化学工业出版社，2009.

[2] 彭林中，张宏. 机械切削刀具及应用速查手册[M]. 北京：化学工业出版社，2008.

[3] 周建南.机械工程师手册[M]. 北京：机械工业出版社，1987.

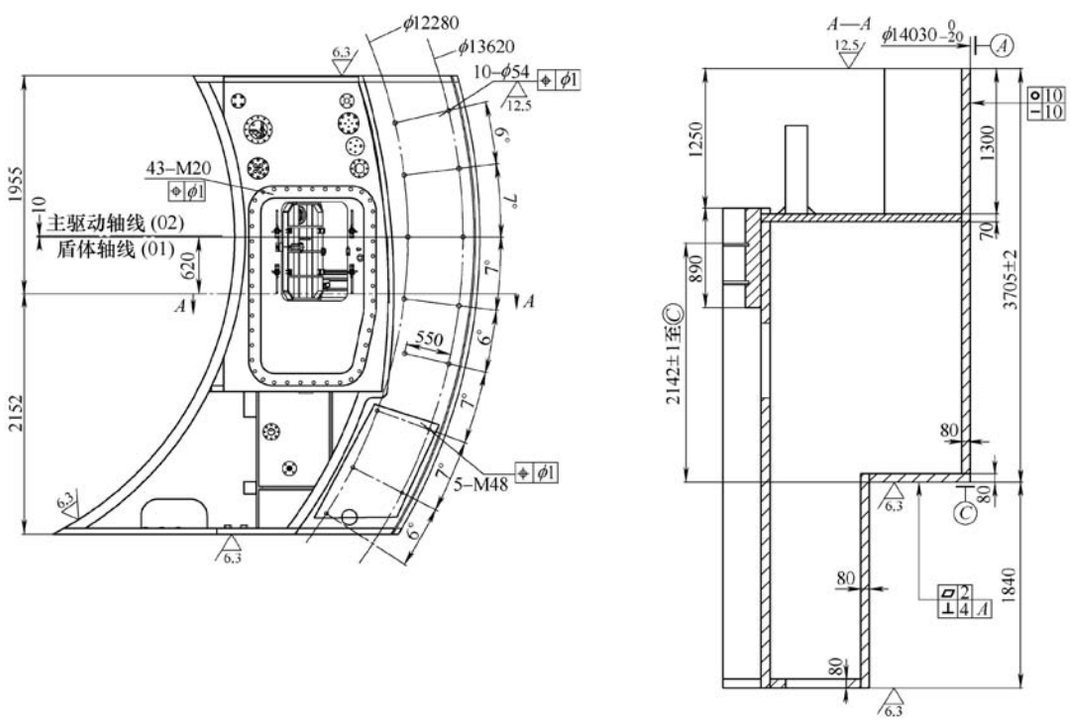

图4　右下本体简图

MW（收稿日期：20151208）