

# φ10.22m盾构机刀盘制作工艺中的重点技术分析

秦皇岛秦冶重工有限公司 (河北 066318) 桂敬伟 任 斌 周丽娟

**【摘要】** 从下料控制、焊接变形控制方面综合介绍了φ10.22m土压平衡式大直径盾构机刀盘的制作工艺。

## 1. 概述

φ10.22m土压平衡式盾构机是北京市政集团根据北京地铁14号线15号标的地质条件量身打造的,是国内迄今为止最大的土压平衡式盾构机,其制造精度要求极高。

此盾构机的主要组成部件刀盘、盾体(包括前盾、中盾、中折盾、盾尾)、螺旋输送机和拼装机是由我公司制造的。其中刀盘是盾构机的重要部件之一,它通过液压马达驱动旋转,切削或破碎前方开挖区内土体或岩石,其制造质量直接影响着盾构机的性能和隧道施工的效率。

## 2. 刀盘结构简介

此盾构机的刀盘外径10.22m,为便于运输和制造,设计成中心圈、外圈左部和外圈右部活动相接的结构形式。刀盘盘体局部如图1所示,刀盘成品如图2所示。

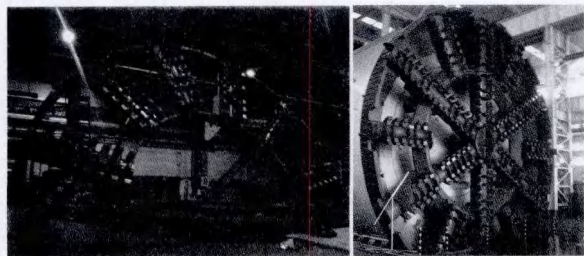


图1 刀盘局部断面

图2 刀盘成品

从图中可以看出,盘体中心圈、外圈左部、外圈右部三部件均是由管状材和钢板组焊而成,制造难度较大。对我公司而言,此刀盘的制作存在以下

困难:①我公司虽有制作过φ6.15m、φ6.35m盾构机刀盘的经验,但制作直径如此之大的刀盘尚属首次,经验不足。②该刀盘中的异形件较复杂,焊接变形的控制难度较大。③受工期紧张因素所限,编制加工工艺的质量要求很高。

## 3. 刀盘制造工艺中的重点技术与措施

为了满足节省下料成本、方便车间组对焊接的要求,我们从零件下料到制作成品的各个环节均采取了相应措施。

(1) 刀盘外环的下料和成形 刀盘的盘体外圈(左部和右部)的圈板均是由钢板卷制而成,由于钢板较厚(钢板厚度120mm)、宽度相对较窄(610mm)、长度超长(卷板外径10.22m,总长超过32m),且外圈上豁口较多,若下料时直接下成长方形钢板,卷制成形后各个豁口必须由人工气割或机加工成形,这不仅加大了车间生产操作的难度,表面质量无法保证,而且还会增加机加工成本。经过对卷板件的受力及图样要求的分析,我们采用了钢板长度方向分两段拼接、豁口或圆孔处进行断续下料的方式,在外圈组对成形后再气割掉断续处余料。

为达到最佳效果,我们重点采取了以下方法:

①下料钢板的展开长度按钢板中性层精确展开,以保证后道工序卷圆后尺寸达到图样要求的角度尺寸。②由于在组对、卷板过程中极易产生变形,故在下料时钢板宽度方向必须留有余量,且余量留在

非掘进方向侧。③为减少窄条钢板下料时的变形,排板采用“背靠背”的形式。此下料方式的好处在于:两件一同卷板,不仅节省了两件卷板的时间,而且由于宽度方向加宽,在卷板时也减少了卷板过程中的变形。

刀盘外圈按中性层展开、断续下料后的形状如图3所示。

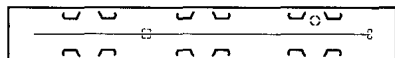


图3 刀盘外圈展开下料示意

(2) 厚壁管的下料及加工 刀盘盘体中各个辐条均为厚壁钢管(外径610mm,壁厚70mm或100mm),其中大部分辐条钢管的端部均需要加工成圆弧或异形。对于这些辐条钢管,如果完全靠切削加工来完成,不仅工期较长,加工成本也较高。因此,对于没有特殊组对要求的辐条钢管,我们采用直接火焰切割成形辅以砂轮磨光切口的方法;对于刀盘中必须焊后加工的辐条钢管进行火焰切割留量、之后进行机加工的方法。由于机加工时立车断续走刀,如果在火焰切割过程中所留加工余量太大,则在机加工过程中的耗时就较多。因此外圈中必须焊后加工的辐条钢管端头在切割时应尽量少留加工余量,同时在焊接过程中尽量控制变形。

手工火焰切割成形时存在气流不稳、割枪易摆动的缺点,因此我公司采用了减速割具进行辅助切割,以保证切割时火焰平稳,气割出的切口光滑、平整。工人火焰切割时所用工具如图4所示。



图4 火焰切割工具

### (3) 焊接过程控制

由于此刀盘尺寸较大,所用钢板也较厚,焊接后的焊接应力较大,易产生焊接变形,因此我们对焊接结构进行了仔细研究。根据分析结果,选定了最佳焊接方法、焊材、设备及焊接参数,编制了焊接工艺。

具体工艺如下:

焊接方法:采用CO<sub>2</sub>气体保护焊。属于低氢型

焊接方法,与CO<sub>2</sub>反应生成水气,不易产生冷裂纹,电弧热量集中,变形小。

焊接设备:采用松下CO<sub>2</sub>气体保护焊机,KH600型。

焊接材料:选择 $\phi 1.6$ mm的ER50—6焊丝+YJ502(Q)焊丝。

焊前准备:严格清理坡口两侧30~50mm范围内的油污、铁锈等,采用砂轮机将焊缝两侧50~100mm内进行打磨,呈现金属光泽。

工艺措施:①焊前预热。其目的是减小温差,降低焊接应力,防止出现裂纹,并有助于改善接头性能。采用氧乙炔火焰进行预热,预热范围是坡口及周围80~100mm,预热温度100~150℃。②为了减少刀盘的整体变形,要求必须按焊接顺序逐一完成组对、点焊定位、打底焊接后,再对称进行焊缝的填充及盖面焊。③采用小电流、多层多道式的焊接,要求焊枪直线运动、不允许横向摆动,减少焊接内应力。④多层焊道连续施焊,每层焊缝焊完后,应仔细清整、检查,避免产生夹渣,同时可减少焊接应力。⑤对于重要且焊后难以退火处理的焊缝,采用火焰加热200~250℃后保温一段时间的方法来减少焊接应力;对于焊接成小部件的零件,采用直接进行退火处理来消除焊接应力。⑥对完成的焊缝进行无损检测,要求达到JB/T6061—2007《焊缝磁粉检验方法和缺陷磁痕分级》Ⅱ级标准。

(4) 加工基准的控制 在组对中心圈时,由于辐条钢管数量较多且长度较大,要求必须有组对时的参考基准,所以组对中心辐条之前,必须将中心圈粗加工完定出基准面和基准外圆(或里孔)之后才可组对各个辐条钢管。

由于工件直径较大,与扭腿联接的尺寸要求较严格,因此决定中心圈与外圈左右部连接一体后再加工与扭腿联接的端面及孔。在加工时,要求操作者必须按两半体的相同尺寸面找正作为加工基准,需要注意的是,之前的外圈非掘进侧加工时,要加工出基准面,参考此基准面再加工其他尺寸。

## 4. 结语

通过采用合理的工艺措施,我公司顺利完成了北京地铁14号线 $\phi 10.22$ m盾构机刀盘的加工制作,工作中取得的成功经验,为今后指导大型类似结构件的制造提供了参考依据。MW (20120713)