

无缝钢管生产线关键设备安装工艺技术研究

于旭良

(烟台鲁宝钢管有限责任公司 山东 烟台 265500)

摘要: 无缝钢管是重要的基础原材料工程之一,是一种经济型钢材品种,被广泛应用于石化、电力、化工、煤矿、机械、军事、航空等领域。随着国民经济的快速发展,无缝钢管的相关产业也高速发展,无缝钢管的品种规格日益增多,产品生产过程的科技含量也逐渐提高。无缝镀锌钢管生产企业的整体装备技术水平迅速提高,在大批国际先进水平的生产线装置的建造中陆续使用了大量的新工艺、新材料。基于此,文章对国内现代大型无缝钢管生产线及关键设备的基本构造、装置技术等进行阐述和探究,供同类企业参考与借鉴。

关键词: 无缝钢管; 生产设备; 安装技术

1 项目概述

无缝管线切割机的主要装置有穿孔机、连铸轧管机、定径机,其中核心装置为连铸轧管机。所采用的连铸轧管机,是目前世界上工艺最完整、最先进、最精密的 PQF 型连铸轧管机。此外,轧高压线机组上所有的关键部件安装均是布置在全封闭的高架平台结构上,而该高架平台安装完毕后,全部设备的起重装置均要完全通过该厂房系统内现有的大型车辆起重机来吊装,而无法直接通过吊机车来吊装,在架设工艺方面缺乏能够借鉴的成功经验。所以,希望对我国的现代大型无缝薄壁钢管生产线所配套采用的各种大型关键生产工艺设备的制造、运行安装以及维修改造工艺等的进一步研究,能够在无缝钢管项目的工艺升级维修改造项目工程建设中得以应用,从而解决钢管穿孔机主机架、定径机主机架设备安装及主轴减速机设备安装的现场安装作业及生产施工方面的诸多专业技术难题,保证到生产现场及施工过程的安全性能检测,提高生产安装质量,缩短生产设备生产与施工安装周期,降低生产运行时间成本,提高工人的生产劳动效率。

2 主要的技术特点

2.1 穿孔机吊装难度大

穿孔机机架主要是由主机和车体两部分组成,重量分别为 76t 左右和 72t 左右。机架外形尺寸为 4800mm×523mm×5263mm。车体单平台行驶,主机不能直接使用大吨位吊车安装;同时,两个穿孔机机架结构均比较复杂不规则,机架平面设计要求一般机架不

允许空挂焊点,吊架在机架提升安装到位后需要允许可以通过上下四个翻转链轮来自动调节机架水平。两个机架可同时安装在位于轧机上下各两条平行轧制轨道轴线位置上,与这两条水平轧制轨道线平行和垂直排列。两个机架上可以并排连接机架上的 8 个 M160 液压螺栓,而无需插入这两套机架。8 个液压螺栓接缝后把手却还不能马上插入其他两个机座上完成对接,需要把手预先固定后套装固定在车架某侧一个机座上,然后用手套在这个机架轨道上来回平行滑动至另一个。同时,车架轨道上固定有 8 个 M100 型联合的“T”型螺栓,无法在车架轨道上对接。

2.2 PQF 六轴机架限动芯棒连轧管机座安装精度要求极高

安徽天大借用了当前世界范围内性能最成熟、先进可靠的侧换的 6 座三辊轧机管道机座,设备均安装固定在一个 PQF 大平台架上,3 台发动机驱动、减速器、6 个主轴支架、2 个台架 H2 液压站,承重量约为 400t,均设有限动载荷。大机架安装在 25673mm 立柱、26378mm 立柱、2126770mm 主梁上,连接到一个整体。大跨度框架 PQF 平台的整体安装是在 6m 台阶上进行的高空施工作业,不仅要保证 6 个独立柱体的垂直中心位置、圆柱体表面的倾斜,而且还要保证 6 个独立柱面之间的垂直,因此平台安装精度要求极高。

2.3 安装直径困难

钢管校准过程通过调整一定数量钢管的空心直径,将钢管轧制成达到所需钢管外径精度和钢管椭圆度标准的标准成品钢管,校准机内部包括两个 C 型节点减速机 and 四个主齿轮减速机。C 型主机单缸重为 105t,

主齿轮减速器轴重为 95t, 也可以位于 6m 平台位置上, 现场仅有 50t 机车和 30t 机车, 不能由两辆车完成。同时, 平台中心高度与设备中心位置间的距离之差高达 20m, 大型起重机一般也不能直接向下吊挂至设备的中心部位。滑向式装置基座的位置在发生变化后, 需要垂直地降落在原平台基座中心位置, 滑动轨道高度与原装置基座之间的高度差达 1100mm, 校准机台垂直下降的工作难度很大。

3 项目的关键设计技术特点、施工操作方法要领

3.1 技术特点

大型液压穿孔机机架安装采用了单片吊装、高空液压对接、整体吊装垂直下降就位安装技术, 通过装配系统设计和液压悬挂系统的设计, 使用建筑物范围内现有的两台 30t 车和 50t 车, 单片空间装配、液压位置整体施工工艺完成的机架整体安装。通过自主的拼装和设计, 发明并安装固定了这两台机械吊装的机器, 合理的设置出两组来自不同运动方向上的重力点, 采用力矩平衡设计的原理, 将穿孔机容量均匀而合理且有效可靠地分布并固定在两个吊装机械壳体之间, 避免了机械吊车严重超载。在其实际的运动负荷工况试验中能分别地按这两种不同受力类型的机器设计和承载的最大承载能力 (30t 和 50t) 载荷, 满足装载质量要求。为有效保护平台支座螺栓不变形与平台地基良好接触, 平台高度尽量高于平台底座螺栓吊顶, 消除平台地基螺栓对平台机架接头受力的直接影响, 然后在机架与平台整体牢固对接固定后, 通过液压提升装置将整体机体降到设备底座上。

该新技术通过利用自主研发成的新型双机联动非接触重型系列起重悬挂工具, 合理地设置了各种起重悬挂受力点, 满足了现有的列车起重牵引能力, 节省部分机械费用, 保证线路施工过程安全生产; 整体安装采用机架采用悬垂式对接安装技术后的垂直对接位置, 保证了锥形穿孔机座的整体安装位置精度及符合设计工艺要求, 提高了安装工作质量。

3.2 PQF 六机架限动芯棒连锭轧管机座安装新技术

PQF 锭轧机是整个无缝管生产线安装的第一个主要设备, 当日就在投入安装使用。当时国际最先进的 SMSINSE 公司设计主要用于侧装换辊 6 个机座 (以下简称 PQF) 的三辊管, 主要分为节点、传动机构两部分完成。锭轧管机上的第六节机架是由 9 块六边形板片组装成一个 $10320\text{mm} \times 2370\text{mm} \times 1095\text{mm}$ 规格的大机架底座, 主载荷传动布置在三个 120° 垂直分布的平面上。

载荷输出装置位于一个大负荷框架平台的上方, 使一个大架主机底座安装和整个大载荷框架平台的底座安装一起成为锭管状轧管系统整体结构安装工艺的工作基础。为此, 设计规定了一系列设备安装操作工艺流程, 保证生产操作流程的统一合理协调, 严格确定了对每一个操作环节的安装要求精度、安装现场的设备整体精度控制和安全质量。

3.2.1 关于 PQF 管与大底座安装的找正装配与工艺关系的分析研究

大底座上安装使用的 PQF 管板尺寸一般是为 $10320\text{mm} \times 2370\text{mm} \times 1095\text{mm}$, 用于安装固定的箱体结构, 28 个 M64 “T” 型螺栓槽孔中还都各独立设计有上下 4 个横向交叉平行排列的排渣槽, 由上下 3 个大底座支架共同支撑, PQF 管接头与管身相连的和其他连接所有部件的主要的紧固连接部件都必须集中位于两个大直径的底座螺栓上, 提高大口径底座螺栓的螺栓紧固安装速度和安装精度要求, 而轧制线的最大允许安装偏差一般为 $\pm 0.05\text{mm}$ 。考虑到主沉降, 除 3 个支撑点外, 底座表面上的标记点允许沉降误差约为 0.25mm , 其余各标记点沉降允许沉降误差仅为 0.2mm 。大地基与支架之间 “T” 型螺栓固定轴的受力比为 $1008 \sim 1170\text{kN}$ 。由于传动控制装置的底部结构大部分要由上下三个固定支架进行支撑, 在粗找出大地基支座后, 先在大地基装置与固定支架装置之间安装固定连接的螺栓, 然后分别在大地基地座与支承装置支座之间安放固定锚栓。

3.2.2 施工安装方案和施工精度检测与验收

主要工艺方案研究技术小组经过前期设计, 通过对各现场工程图纸质量要求的逐一比较及仔细地检查记录和图纸分析, 决定了可具体采用的以下几种主要施工及安装施工方法: 先在安装平台中心每边一根可控制移动柱子表面中心线的表面标高线上各打了一个 “十” 字记号, 将中心所有移动柱子全部安装和固定安装到位后, 设置平台中心线位置和控制柱子标高, 因为每个控制柱子表面的平均高度误差范围约为 $+6000\text{mm}$, 使每一控制柱表面高度误差范围应先分别准备好 5m 长的铝尺子和 500mm 的平面尺值或精密尺值水平, 垂直控制柱表面的平均误差范围: 标高 $\pm 0.2\text{mm/m}$, 中心线 $\pm 0.2\text{mm/m}$, 对角线 $\pm 0.2\text{mm/m}$, 水平线 0.05mm/m , 上下两表面的总平面误差小于 0.10mm/m 。

在传动支承装置底座上安装一个 12670mm 的减速器调节两个支柱主梁长度, 每个调整支柱和两个主梁中心线之间连接有 2 个 $\phi 100\text{mm}$ 的安装销, 调整好分

别安装调节两个支架主梁高度和支柱中心线,调整后固定好两个支柱主梁中心线和两支柱中心线连接螺栓,对角线紧密固定,防止部分变形。

安装好第一梁后安装第三横梁,将其一侧横梁与主梁进行连接,查看其接触到另一侧梁的实际平行度,根据其实际接触间隙再加斜纹垫,然后安装固定横梁另一端,要求与各加载装置间的最小接触间隙都不应超过 0.05mm,最后再安装一个总支撑框架,用液压钥匙螺栓将上述所有螺栓连接用螺栓固定焊接在一起。为了能够使整个驱动加载装置和各加载装置电机对齐,对大架梁进行了表面处理作为支承基座的调整。

根据 PQF-6 型管锭纵杆约束式机床夹具的主要设计技术特点要求和夹具安装性能要求,科学组织设计制订了夹具安装主要工艺要求和装配工艺,严格规定了夹具各装配通道板的夹具安装工艺精度,保证产品的安装设计精度可靠和夹具安装的质量。

3.3 C 型定径机的就位及安装拆卸技术

根据校准机床的结构型式设计和设备底部的防划伤与磨损,首先根据大型设备的外形设计和结构设计滑动安装可用固定的安装平台进行拆卸,本套机组可分别根据 C 型节点、主齿轮减速器等滑动安装按顺序进行安装拆卸,并保证能使大型设备滑向固定基座,快速安装拆卸整个机器,到位组装后,有拆卸固定平台便于搬运携带,再可进行拆卸二次组装或重复使用,节省了二次小车生产成本,降低了施工机械成本,节省了施工时间等。

然后是根据大型起重机的起重辅助装置位置和吊车 C 座的安装孔位置,以高空起重机平台(可悬挂在 C 座平台上)为起点,在高空起重机平台框架上平行铺设 2 个“L”滑移轨迹,它们延伸到固定直径机构的基础上。为了减少滑移阻力,决定在 1/1000 个斜坡的主要方向上释放,然后将可拆卸的手推车装配到平台边缘,借助 500t 大悬架将 C 型底盘悬挂到平台,放置在手推车上,采用升降器和滑轮块进行水平和垂直拉力,使 C 型校准机在滑车上水平、垂直移动,并将 C 型托架移

到设备基础上。

最后,由于滑轨与装置底座相差约 1100mm,为了垂直降落在底座上,需要拆除手推车,使 C 型机通过安全稳定的液压升降装置垂直下降和位置,然后将手推车置于安装主减速器中,这样反复进行。

采用该技术,在运动承载能力不符合提升要求的情况下,实现了 C 型机的水平、垂直移动和流体动力设备达到吊顶,保证了施工安全、施工进度和安装质量。

4 结语

安徽天大工程公司在无缝钢管工程现场改造实践中积累的新技术得到了成功推广应用,解决了大型穿孔机的维修安装改造难题,得到了客户的一致高度认可,获得了直接经济效益逾百万元。同时,该技术的使用缩短了建设工期。本次生产线施工提前 8 天达到投产试验期限。这两条钢管轧制线设计年产约 50 万吨,8 天即可生产约 1 万吨的钢管,间接经济效益非常客观。该工艺技术方法的顺利成功开发研制和设备引进,将进一步为公司今后配套安装采用此类新设备产品提供最有力直接的工程技术支持。

参考文献:

- [1] 袁德智. 重钢钢管公司 $\phi 114\text{mm}$ 连轧无缝钢管生产线工艺技术和装备水平[J]. 重钢技术, 2016, 59(2): 57-63.
- [2] 谢兆伟. 无缝钢管生产线关键设备安装工艺技术研究[J]. 中国化工贸易, 2017, 9(12): 91.
- [3] 曾斌, 李朋斌. 现代大型无缝钢管生产线关键设备安装工艺技术[J]. 中国科技博览, 2015(21): 44-45.
- [4] 雷建斌, 李益灵. 无缝钢管生产线自动化控制系统研究[J]. 中国高新区, 2018(5): 170.

作者简介: 于旭良(1981.09-),男,汉族,山东烟台人,本科,工程师,研究方向:无缝钢管生产设备维护与管理。