放空筒塔架安装技术

王志坚[1],杨少军[2],哈斯庆乐[2]

(1. 中国二冶集团包钢工程项目部,内蒙古 包头 014010;
2. 中国二冶集团装备制造公司,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 文章以神华新疆68万t/a煤基新材料项目净化装置放空筒塔架安装工程为背景,系统地阐述了大型钢制管式超高塔架的安装方法,并在施工中对安装工艺进行了优化,提高了施工效率和工程质量,取得了很好的经济效益,为今后同类工程的施工积累了经验。

关键词: 放空筒塔架; 拼装; 分拆; 安装

中图分类号: TU758.11 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2018)03-0092-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2018.03.025

Installation Technology of Blow-down Cylinder Tower

Wang Zhi-jian[1], *Yang Shao-jun*[2], *Hasiqingle*[2]

(1. *Baotou Steel Project Dept. of China Second Metallurgy (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region*, *China*;
2. *Equipment Manufacturing Co. of China Second Metallurgy (Group) Corp.*, *Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region*, *China*)

Abstract: In the paper, the installation method of large steel tubular super high tower is systematically elaborated with the installation project for blow-down cylinder tower of purification device for 0.68 million t/a coal-based new material project of Shenhua Group in Xinjiang as background. The installation process is optimized in the construction so that the construction efficiency and quality are improved as well as the economic benefits are very good, which has accumulated experiences for the constructions of similar projects in the future.

Key words: blow-down cylinder tower; assembly; split; installation

神华新疆净化装置二氧化碳放空筒塔架高度为105.5 m,塔架平面形式为正三角型,底部轴线边长为25 m,顶部轴线边长为7.64 m。塔架外形沿高度方向发生两次变化,呈现两个折点。折点分别位于标高116 m及标高194 m处。塔架沿高度方向分9段(不包括底座),共有16层平台。整个塔架重量为432 t。上、下层塔柱连接,塔柱与水平横杆和斜撑杆间的连接型式全部采用高强螺栓法兰连接。法兰材质为Q345B,法兰板厚规格有50 mm、40 mm、30 mm三种,法兰孔径有Φ32 mm和Φ26 mm两种。整个塔架共有连接法兰1 200个,高强螺栓孔14 904个。塔架杆件制作完毕后需进行热浸镀锌防腐处理。

1 对工厂加工构件的总体要求

(1)为保证塔架杆件空间位置及整体垂直度和

收稿日期:2017-10-22

作者简介:王志坚(1963-),男,辽宁省台安县人,高级工程师,现从事工程技术工作。

保证法兰连接节点高强螺栓的穿孔率，需对工厂加工的杆件出厂前进行节段预拼装，并在各节段相邻杆件上标记出杆件拼装控制线。

(2) 在各相邻杆件连接法兰厚度方向端面上打“洋冲”孔作出对应标志，并用数字标明编号。

(3) 杆件镀层外观光亮、细致、无流挂、皱皮现象。法兰连接面无锌瘤、锌渣，法兰螺栓连接孔要保证高强螺栓杆径自由穿过。

2　安装方法

2.1　安装总体思路

根据工程特点，结合塔架安装质量、精度、进度要求和大吨位吊车使用费用等因素综合考虑，决定采用两种安装方法，即立式单件安装方法和卧式整体组装分节段安装方法。

标高 100.5 ~ 116.5 m 部分，即底座和第一段采用立式单件安装方法(100.5 m 为基底标高)。

标高 116.5 ~ 206.0 m 部分采用卧式整体组装再拆分成节段进行安装的方法，将八段塔架拆分成六节段安装，即第 2、3 段为第一安装节段，第 4、5 段为第二安装节段，第 6、7、8、9 段分别为第三到第六安装节段。

2.2　吊装机械选择

底座、第一段散件吊装及塔架卧式拼装选用 50 t汽车吊作为主吊机，另选用 25 t 汽车吊作为辅助吊机。分段整体吊装采用 400 t 履带吊为主吊机，150 t 履带吊为辅助吊机。

2.3　吊装施工流程

0 ~ 16 m(底座及第一段)塔节在基础上组对安装→16 ~ 34 m(第二、第三段组合段)塔节段整体吊装就位→34 ~ 58 m(第四、第五段组合段)塔节段整体吊装就位→58 ~ 70 m(第六段)塔节段整体吊装就位→70 ~ 82 m(第七段)塔节段整体吊装就位→82 ~ 94 m(第八段)塔节段整体吊装就位→94.0 ~ 105.5 m(第九段)塔节段整体吊装就位。

2.4　吊耳及索具

整体吊装的各塔架需在节段顶部设置 3 个板式吊耳，吊耳焊接在主肢管件内部。按照起重量根据 GB 50017—2003 [1] 计算吊耳，选用钢丝绳规格。

3　安装前准备工作

3.1　基础验收

基础施工完毕后，应由土建施工单位，设备安装单位和业主等有关方共同验收。土建施工单位应提交测量记录及其它施工技术资料。基础上应有明显的标高基准线、纵横中心线、外观不得有裂纹、蜂窝、空洞及露筋等缺陷。基础灌浆层应铲好麻面，基础表面不得有油污或疏松层，放置垫铁处应铲平。根据沉降观测要求，布设好观测标记。

3.2　组对拼装胎搭设及拼装

塔架第 2 段至第 9 段在安装现场采用卧式拼装，故需在组对场地先搭设工作面，用 H 型钢将塔架主肢垫起，采用手拉葫芦来调整各主肢的水平度，然后垫底找平。

4　立式组装

(1) 标高 100.5 ~ 116.5 m(底座及第 1 段塔架)采用立式组装单件安装法(正装法)。

(2) 安装时，先如图 1 所示在安装基础上放出塔架安装杆件的控制线和控制点。全站仪跟踪测量控制点坐标，经纬仪测量杆件控制线在基础上“投影”线位置来调整杆件与“投影”线重合。依照经纬仪、全站仪测量数据参照模型数据调整关键控制杆件空间位置，采用临时支撑可靠固定，然后依照：由下往上，逐层逐段，先塔柱，再水平横杆，再斜杆的顺序安装。

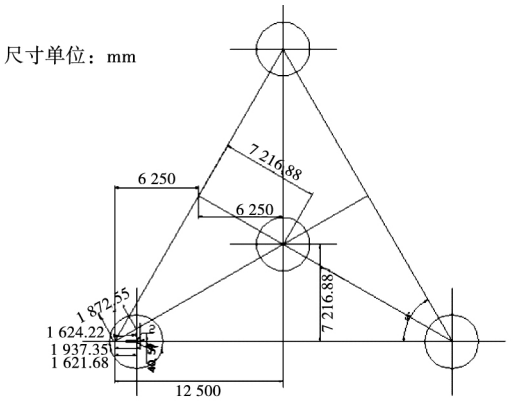


图 1　塔架安装塔柱杆件控制线图

(3) 立式组装顺序

第一步，先进行三个塔架底座的就位，将塔架底座控制面的 0° ~ 180°线和 90° ~ 270°线与地面基础上的相应位置线调整重合；通过经纬仪观测塔架底座主杆(Φ630 mm × Φ12 mm 杆)的控制线与地面基础三角形控制线的“投影”偏差情况，调整使之重合；通过全站仪测量塔架底座连接法兰控制面上的

4个控制点(此控制点在安装法兰0°、90°、180°、270°十字中心线上)的坐标值,经过与模型给出的相应坐标值进行比较,分析标高偏差情况并做微调整,高度允许偏差1.0 mm。调整完毕后,将底座与基础螺栓可靠固定。

第二步,安装第一段三根折弯段塔柱,将折弯段塔柱下法兰与底座主杆上法兰进行100%数量螺栓连接,但不紧固。通过经纬仪观测折弯段塔柱控制线与底面三角形投影线的左右偏差情况,调整使之重合;通过全站仪测量折弯段塔柱上法兰上表面4个控制点的高度坐标值,经过与模型给出的相应坐标值进行比较,分析高度偏差情况并做调整。调整完毕后,将折弯段塔柱下法兰与底座主杆上法兰高强螺栓全部紧固。第一段折弯段塔柱用临时支撑固定于地面上,塔柱上设置临时爬梯。

第三步,先安装标高116.5 m处三根横杆,横杆上设置安全通道和操作平台。通过横杆上的操作平台分别安装三个面上的长斜杆。其余短横杆和短斜杆利用地面搭设的钢结构临时操作平台进行安装。

第四步,通过经纬仪观测折弯段塔柱控制线与底面基础上的三角形投影线的左右偏差情况,调整使之重合;通过全站仪测量直段塔柱上法兰上表面的4个控制点的坐标值,经过与模型给出的相应坐标值进行比较,分析高度偏差情况并调整。

5 卧式拼装

标高116.5~206.0 m之间塔架(包括:第二段至第九段)进行卧式拼装。

(1) 卧式预装时杆件控制面、控制线、标高控制点的确定

卧装时以塔架的三根塔柱构成的三面体控制杆件。

控制线为每相邻两根塔柱钢管外表面切线方向连线的交线。

塔柱标高控制面为每个塔柱连接法兰的表面上(第九段塔柱标高上控制面为第九段塔柱上端圆形封口板的上表面)。

第二段到第八段塔柱控制点为,每塔柱下法兰下表面4个孔的圆心点;每段塔柱上法兰的上表面4个孔的圆心点。第九段塔柱控制点为,第九段塔柱上端圆形封口板的圆心点和第九段塔柱下法兰的下表面的4个孔的圆心点。

(2) 卧式组装顺序

第一步,先将塔架第二段至第四段的第一个面组装成整体。组装时根据杆件轴线画出第一个面两侧塔柱的边线和各腹杆的边线,并将控制点的坐标画在底样上,按照塔架塔柱的边线和控制点将第一个面塔柱放置在预装胎架上,并与胎架可靠固定,通过水准仪观测,调整塔柱控制线水平。然后预装此面上各层标高的横杆,然后预装斜腹杆,第一个面预装完毕。

第二步,将预装好的第一个面旋转到指定位置(旋转角度60°),通过全站仪和经纬仪测量控制点和控制线的位置,经纬仪观测高侧塔柱的控制线与底面放样的投影线重合,全站仪观测各段塔柱法兰表面上的控制点,调整到模型给定的数据后,加临时支撑固定并于地面胎架可靠连接。

第三步,预装第二个面和第三个面,先将第三根塔柱拼装就位,通过水准仪观测杆件上的控制线,调整控制线。然后预装两个面上各层标高的横杆,然后预装斜腹杆,第二、第三个面预装完毕。以此类推,拼装至第九段。

6 立式安装步骤

第一步,将卧装好的第二段、三段为立式整体安装时的第一节段进行整体拆分,拆分前安装口处必须用临时支撑加固。加固方式采用两端“抱箍”夹紧,再用型钢进行支撑。以此类推完成安装节段拆分,具体拆分段如图2所示。

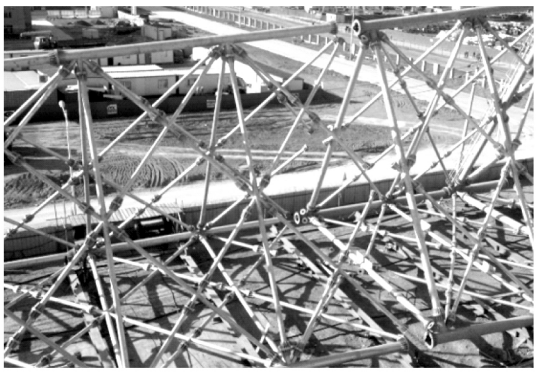


图2 拼装成型后再进行分组节段拆分作业

第二步,加固后将拆分节段翻身垂直放置,然后用400 t履带吊整体吊起与立式安装好的第一段进行安装,接口处的连接法兰采用相应规格的高强螺栓连接,但不拧紧。

第三步,利用经纬仪观测塔柱上的控制线偏差,

保证塔柱上的控制线与基础底面投影线重合; 利用全站仪测量各节段法兰控制点上的高度坐标,控制点的坐标符合模型坐标,保证安装塔架的垂直度在允许控制范围内,合格后拧紧法兰螺栓。

以此类推,依次吊装其上各节段。

7　技术要求

(1) 塔架卧式拼装在分拆成各节段吊装前,应在各分拆部位和吊点部位做刚性加固,并用测量方法校准两组塔节段安装口间的相互连接尺寸,以保证高强螺栓过孔率 100% 。

(2) 塔架组装尺寸偏差满足 GB 50205—2001 要求[2] 。塔架两相交刚性腹杆应在同一平面上,在平面内的位置偏移不大于 3.0 mm,偏移平面的位置偏差不大于 2.0 mm。塔架组装后,各杆件轴线应汇交节点,允许偏差为 3.0 mm。塔架分节段安装时应控制节段所对应安装标高时的垂直度在允许范围内,这样才能保证塔架节段安装完毕后的整个塔架的垂直度。塔架整体垂直度偏差小于 1/1 500 h,且不大于 35 mm。

8　高强螺栓施工

由于高强螺栓连接在结构中作用尤为重要,其施工过程依据 GB 50205—2001 严格控制[2] 。

(1) 施工顺序: 高强度螺栓连接副进货检验→摩擦面检查处理→安装临时固定→组装连接副→初拧、复拧、终拧→冷喷锌防腐。

(2) 高强度螺栓连接副应按当天使用数量领取,使用前严禁任意开箱,严禁各箱之间混用。高强螺栓安装时,应使螺栓杆自由穿入,严禁强行穿入。当不能穿入时,应用铰刀修正,修正后孔径不得大于 1.2 倍螺栓直径,数量不得超过节点总数的 25% 。穿入方向应方便施工操作,并力求一致。

9　结束语

此工程塔架空间结构采用 X - Steel 钢结构样图设计软件建模。法兰采用数控平面钻钻孔。塔架采用平面卧式组装杆件,拼装定位采用“投影”法,即塔体三维建模完成后将组装平面的各个杆件的关键控制点坐标投影到水平面上,通过线坠、经纬仪控制水平投影坐标,水准仪控制相对高差。在空间组装过程中,先通过三维模型给出各杆件关键控制点的坐标,然后采用全站仪的跟踪测量精确定位,保证塔架的整体垂直度。由于塔架的安装采用先地面拼装后整节段空中吊装,减少了高空作业,加快了施工进度,降低了施工成本。该项目工期提前 5 天,利润率可观。

参　考　文　献

[1]　GB 50017—2003,钢结构设计规范[S].

[2]　GB 50205—2001,钢结构工程施工质量验收规范[S].