

控制和减少斜放四角锥、两向正交斜放类型 钢管球节点网架焊接变形的的方法

魏福治, 王志强

(河北省安装工程公司, 河北 石家庄 050011)

摘 要: 针对斜放四角锥、两向正交斜放类型网架的结构特点, 重点介绍采用平衡焊接收缩量 and 合理的焊接顺序减少焊接内应力, 控制网架焊接变形的的方法, 并通过工程实例说明上述方法的作用和效果。

关键词: 径向收缩量; 支座位移; 预留收缩量; 分布轴向焊接法

中图分类号: TG457.4

文献标识码: B

文章编号: 1002 - 3607(2002)03 - 0014 - 03

1 两种网架的结构与焊接变形特点

1.1 斜放四角锥

属四角锥体系, 是由一些倒放四角锥连接而成的空间网架结构形式。连接四角锥底各边成为网架上弦杆, 连接锥顶各边成为网架下弦杆, 四角锥的棱线为网架的腹杆。下弦网格正交正放, 上弦正交斜放(与周边成 45° 角), 下弦网格正方形的顶点对应上弦网格正方形的重心, 见图 1。

从图中看出, 上弦杆短, 下弦杆长, 一般来说上弦受压, 下弦受拉(除角部少数杆件可能变异外), 上弦节点多, 下弦节点少。从以往施工过的几个中小跨度斜放四角锥网架的情况来看, 一般上弦节点均为下弦节点的两倍多, 上弦焊口的数量和焊缝总长度均为下弦的 1.5 倍以上。根据金属热塑变形原理, 每一个焊口焊接后都会发生径向收缩变形。若每个上弦焊口与下弦焊口焊后有同样的径向收缩量, 则整个网架上下弦收缩量的差别就达 1.5 倍以上。同时, 由于结构上的特点, 上弦杆轴向收缩方向恰是下弦网格正方形的对角线方向, 上弦杆轴线方向焊接后收缩量大, 刚度大, 尺寸变短, 而下弦网格均为正方形, 几何形状可变, 对角线方向刚度小, 容易被拉长变形。结果是: 上弦杆轴向焊接收缩的内应力容易将下弦拉起而形成边角上翘。又由于通过网架四角的上弦轴线节点最多, 径向收缩量最大, 所

以四角翘起最高。而在网架四周每边中点连线上, 正好处于下弦杆的轴线方向和上弦网格的对角线方向上, 下弦杆轴线径向收缩量大, 刚度大, 此处网架下弦不易被拉起或拉起较少。所以, 斜放四角锥网架的焊接变形特点是焊接后易出现边角翘起, 中心垂挠(即四边中点翘起较少或不翘, 而四角翘起较高)。同时由于上下弦杆的轴向收缩还会使网架发生水平方向的收缩变形, 使整个网架的纵横向边长小于组拼尺寸。

1.2 两向正交斜放网架

属交叉梁系, 上下弦杆和腹杆均在同一竖直平面内, 组成一个个平面桁架, 两向桁架垂直交叉与周边成 45° 斜放, 见图 2。一般情况下, 上弦受压(四角除外)下弦受拉。为了满足网架结构各杆件的受力特点, 设计上弦杆件较下弦杆件规格(直径、壁厚)大, 中心大, 周边和四角小。例如, 河北体育馆网架跨度 70.4 m × 83.2 m, 网架结构为正交斜放变高度形式, 下弦平, 上弦变高度起坡。杆件分布以纵横向中心线为中心, 对称布置, 平行于网架对角线方向设计为较小直径杆件($\phi 140 \times 10$ 以下), 与之垂直方向设计为大直径、大壁厚杆件($\phi 140 \times 10 \sim \phi 168 \times 14$), 而且与下弦对应的上弦部位杆件规格大于下弦(一倍至数倍)。这样, 就使得网架焊接时上下弦收缩量差别比较大, 两向收缩不均匀, 网架焊接后易出现中心垂挠, 边角翘起现象。这是本类型网架焊接后垂

直方向变形的特点。同样,还会出现水平方向的收缩变形,使整个网架的纵横向边长小于组拼尺寸,同时可能使周边支座位移出现超差。

综上所述,可以看到,斜放四角锥和两向正交斜放钢管球节点网架虽分属不同类型,但其焊接变形的产生原因和变形趋势是大致相同的。为了保证网架的制作安装质量,保证网架结构的安全使用,施工时必须根据网架的特点和具体情况,采取不同的方法和措施来控制和减少网架的焊接变形。

2 控制和减少网架焊接变形的办法

2.1 合理预留焊接收缩量 and 调整上下弦组对间隙

为了保证网架的几何形状和整体尺寸符合规范要求,杆件下料时要预留收缩量,即采用加大球心距组拼,使网架预变形。众所周知,焊接收缩量与很多因素有关,如,杆件的规格(直径、壁厚);节点球的大小、壁厚;对口方式(直接对口或加衬管对口);组对间隙的大小;焊接手段和焊接工艺等。在直接对口手工电弧焊焊接的情况下,组对间隙又是影响收缩量的主要因素,因为在相同情况下,焊缝的组对间隙大,焊缝的径向收缩量也就大;相反,组对间隙小,则焊接收缩量也小。在保证网架焊接质量的前提下,首先确定一个比较合理的基准间隙(基准面上的组对间隙),然后综合考虑影响收缩量的几方面因素,确定一个比较合理的预留收缩量。收缩量的多少,可根据实际经验结合试焊确定。然后根据杆件的受力特点和上下弦收缩量的差别情况,确定各类杆件焊口的组对间隙,并适当调整使上弦间隙小于下弦,以达到既能相对缩小上下弦收缩量的差别,减少网架焊接变形,又能保证网架的几何形状和整体尺寸,支座中心位移符合规范要求的目的。

通过几个中小跨度斜放四角锥平板网架和大跨度正交斜放变高度网架的施工实践,在杆球直接对口和手工电弧焊焊接的条件下,每个网格的预留收缩量约为 $1/1000$ 网格间距。斜放四角锥网架:上弦节点焊口组对间隙 $0.5 \sim 1 \text{ mm}$,下弦节点焊口组对间隙 $2 \sim 2.5 \text{ mm}$;正交斜放变高度网架:上弦节点焊口组对间隙 $1.5 \sim 2.0 \text{ mm}$,下弦节点焊口组对间隙 $2.5 \sim 3.0 \text{ mm}$ 较为适宜。

2.2 合理选择焊接顺序和焊接工艺措施

通过几年来的实践,总结和掌握了一套比较合理的焊接顺序,称之为“分步轴向焊接法”。这种方

法对于减少斜放四角锥和正交斜放网架焊接内应力和控制其变形有较好的作用。

“分步轴向焊接法”是把整个网架的全部焊接工作,按下弦杆轴线方向,分次分向进行焊接的方法,具体作法如下:

自网架中心线开始(斜放四角锥为纵横中心线;两面正交斜放为通过纵横中心线交点的两条对角线),沿下弦杆的轴线方向,分四次(或两次)进行对称焊接。焊接顺序如图1、图2所示。每次焊接沿下弦杆轴线方向(如图1中的A、B向,C、D向与A、B向垂直,图中未画出),向一端(或两端)成排节点均布焊工焊接,对于每个网格的焊接均采用如图1中1-10,图2中1-33的顺序先下弦,后腹杆,再上弦。上下弦交替焊接,同步推进。每次只焊接推进方向杆件的纵向焊口,而不焊与之垂直的另一轴线方向的杆件焊口,如图1中划横断线的焊口。一个轴线方向焊完,再从中心线开始焊另一个轴线方向,直至全部焊完。

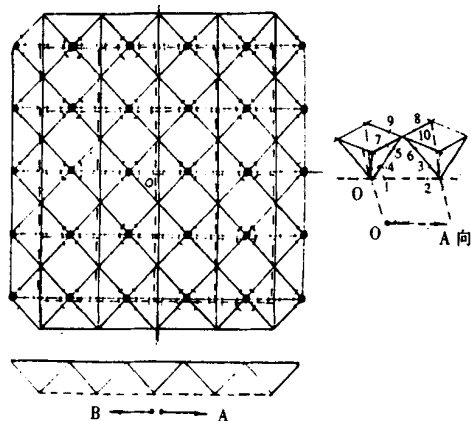


图1 斜放四角锥网架结构与焊接顺序示意图

施焊过程中还要注意正确选择焊接规范,保证焊接质量和减少不均匀收缩造成的局部变形过大。

分步轴向焊接法有如下特点:

(1) 焊接收缩均匀,焊接内应力小。

因为每次只焊接推进方向杆件的一排纵向焊口,所以焊接收缩方向是单向一致的。每焊完一排焊口半个网架就同时向中心收缩一个焊口的收缩量,这样,一排排纵向焊接,一点点向中心收缩,整个网架的收缩是均匀的,焊接内应力是比较小的,避免了同时焊接一排横向焊口造成较大的不规则变形。

(2) 缩小了上下弦焊接收缩量差别,减小了垂直方向的焊接变形。

从焊接推进方向来看,网架是由一个个三角形组成的平面桁架,由于每次焊接都是先下弦、后腹杆、再上弦,依次向前同步推进焊接,这样就最大限度地保证了下弦杆的自由收缩。同时,当焊完每个网格的下弦和腹杆后就形成了一个三角形,三角形是刚度很大的几何不变平面,再焊上弦杆时,相对来说,就限制了上弦杆焊缝的自由收缩,这样就相对减少了上下弦收缩量的差别,减少了焊接变形。

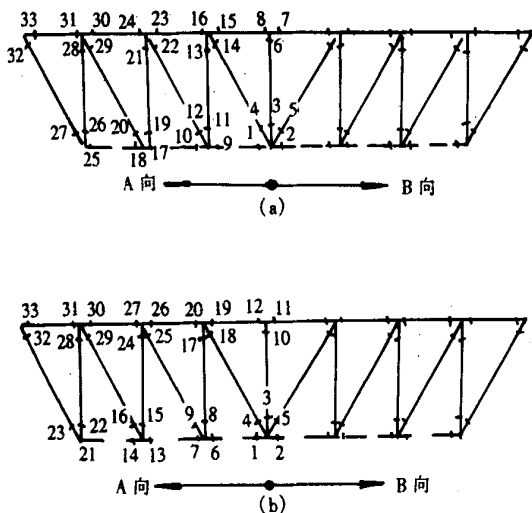


图2 两向正交斜放网架结构与焊接顺序示意图

(3) 焊接热量均匀分散减少了变形。

因为每次只焊推进方向的纵向焊口,每个节点上的焊口均为两次焊完(斜放四角锥上弦节点除外)。并且焊接同节点的几根杆件时均采取依次打底,依次填充罩面的方法,这样,就使焊接热量均匀分散,避免了因热量过分集中而引起的不均匀收缩。对斜放四角锥网架上弦节点来说,在进行一个方向的焊接时对于网架上弦轴线和上弦平面来说,是隔点跳焊的。图1中上弦节点黑点表示为一个方向焊完后,焊过的节点,从图中不难看出,无论从弦轴线方向还是整个平面来看,在进行一个方向的焊接时,均是隔点跳焊,这对整个网架来说,焊接是均匀分散的,这样就减少了不均匀收缩所造成的网架变形。同时,在进行C、D向焊接时,由于上弦节点周围的4个节点均已焊完即相对固定,从而限制了每个节点的收缩趋势,相对减少了上弦节点的收缩量。

2.3 采取适合网架特点的工艺措施

根据两向正交斜放类网架的变形特点,在设置总拼胎具时应对下弦采取适当地工艺起拱,使网架

总拼反变形,对于防止焊接变形是有一定作用的。而对斜放四角锥网架来说,因属于空间网架结构形式,下弦胎具起拱后,对杆件的下料长度和组对间隙影响较大,所以不宜采取起拱的组拼措施。

2.4 选择合理的组拼方案和组拼方法

根据网架的结构特点和现场实际情况,选择合理的组拼方案和组拼方法,实现胎具化施工,保证网架节点焊口组对间隙的准确,对于保证网架的组拼精度,减少网架的焊接变形也有一定作用。

在上述两种类型的网架施工中,都是采用了上下弦分开,在地面或平台上设置下弦胎具组拼下弦,将上弦分解成若干个小拼单元并设立胎具进行预制。然后再将小拼单元与下弦总拼成整个网架。放线、设胎和总拼均从中心开始向四周进行,减少和均衡积累误差,这样利用胎具化施工,大大简化了施工难度,提高和保证了整个网架的组拼精度,减少和防止了网架的组拼变形。

收稿日期:2001-07-26

安装资讯·

走质量兴企之路

陕西省石油化工建设公司多年来坚持走质量兴企之路,实施品牌战略,争创优质工程,促进了企业的发展。

陕石化建的做法是:制定“以质量求生存,以信誉求发展,三年创省优,十年创国优,立足省内,走向全国”的名牌战略,使名牌战略成为公司上下共同的目标。强化质量教育和技能培训,树立“以人为本,质量第一,强化‘三基’,注重效益”的管理思想。实施名牌战略,加强质量管理。开工前有施工方案、有质量要求、有管理措施、有技术交底;在施工过程中,从材料验收到图纸变更,从组织施工到工序交接,从自检到互检,从专检到交工验收,层层把关,把质量管理贯穿于施工的全过程;切实落实质量否决权,把工程质量与员工的工资奖金挂钩,奖罚严明。每年有计划地开展“质量月”、“治理质量通病”、“质量评比”等活动,使“质量在我心中,信誉在我手中,精心完成每一道工序,为用户提供满意的产品和服务”的质量方针深入人心。依靠技术进步,推进名牌战略。

近年来,连续中标陕西靖边至西安天然气管线、西安至宝鸡天然气管线、延安炼油厂180万t/a常压、80万t/a催化扩建工程、永坪15万t/a催化重整、20万t/a柴油加氢技改工程、兴平化肥厂18万t/a多孔硝铵油改气工程、西安石油化工总厂35万t/a沥青工程等,都是一次试车成功,生产出合格产品。

陕西省石油化工建设公司 柴金富供稿