

油气管道工厂化预制技术

陈杰朋

中石化河南油建工程有限公司 河南 郑州 450000

摘要:加大管道预制深度,是解决传统管线安装存在的问题、提高管线安装质量、保证安全生产的有效手段。随着模块化施工的推广,管道工厂化预制将引领油气工程地面建设发展趋势。管道工厂化预制,能改变传统现场手工、单个化的施工模式,有降低恶劣天气的影响、设备先进、效率高等优点,提高施工速度和工效,提高施工质量,设备利用程度高,工程总工期缩短。长期以来,管道制作安装工程因焊接工作量大、质量要求高及工期要求紧,作业单位均追求加大管道预制深度。传统管线预制工作主要以现场为主,其工艺方法、工艺设备较为陈旧,产品质量以及生产效率无法保证,为提高机械化预制水平,降低综合成本,减少现场安装工作量,降低安全风险,需要使用工厂预制化技术,引入先进的组配工装和传输装置,形成机械化流水预制作业,按照管段图、单线图指导施工,实现现场的安装插件化。

关键词:工厂化预制;技术管理;质量安全管理;提高工效

由于较大的焊接工作量,高标准的质量要求及紧迫的工期要求,加大管道预制深度是各个施工单位一直以来探讨的问题。简单管线预制工作以往主要以现场预制为主,对管件的加工工作,比如切割下料、坡口成型、组对焊接等,均是在工地现场施工的;在某些地方,有一些简单的预制焊接场所,但其还是简单的作坊预制,仅是简单地将现场的几个工序放到预制厂房内手工预制,其下料、坡口加工、施工设备、产品质量及施工工效均没有发生实质性的改变。

为提高工效,解决以往传统简易预制中存在的问题,提高工程质量,降低安全风险,需要对工艺管道进行工厂化预制,即对图纸拆分成预制模块,对工艺模块进行分析和结合预制、拉运、现场安装情况,形成场站预制模块分解技术,统计分析各站场的加工特性、研究各工序的设备配置、引入先进的预制加工设备,设计先进的组配工装和传输装置,按照简捷、高效生产工艺流程,形成机械化流水作业,按照管段图、单线图指导施工,达到组件预制的流水化,通过多种防变形措施和现场安装技术的研究,保证工艺管道预制和安装质量,达到现场安装插件化,加以管理技术和计算机辅助系统的应用,使得原有的顺序工序变为平行作业工序,达到施工过程的数字化管理。

工厂化、自动化、流水化来应对野外、分散的油气场站建设,其先进性体现为下列几点。(1)改善施工作业环境,提高生产效率。管线预制工厂化,转变传统的现场施工方式,工艺模块的室内预制,大大降低恶劣天气和征借土地周期长对施工的影响,降低现场施工人员的劳动强度,提高施工速度,缩短建设周期。(2)采用先进施工工艺,提高工程质量。管线预制自动化,机械加工坡口,尺寸精确,外观成型好;自动焊焊接一次合格率高;分段组装,有效控制组件的焊接变形和整体组装尺寸精度,确保工程质量。(3)施工组织方式优化,降低综合成本。工序作业流水化,管道预制各工序有效衔接,批量生产,流水作业。工厂

化的预制利于现场安装、土建、电仪等相关工序协同作业,现场施工时间降到最低限度,降低施工综合成本。(4)减少现场安装工作量,降低安全风险。现场安装插件化,减少施工现场高空作业和交叉作业,改扩建站减少动火连头数量,井口实现无动火安装,大大降低现场施工安全风险。(5)形成模块数据库,施工过程可追溯。施工管理数字化,通过对模块定型化、程序化、流水化的施工作业管理,利用计算机辅助管理系统,达到现场数字化的过程控制,使施工记录的数字化可追溯,为业主实施数字化管理提供支持。

工厂化预制,包括固定式生产线、移动式生产线等,固定式生产线适合多规格大批量管道预制的生产模式,但综合成本低、投资高,移动生产线适合小批量多批次预制,投资低,布置于安装现场,成品运输方便,多项目灵活转场,快速形成生产力。

单线图二次优化及审查。工艺工程师对已有的工艺管道轴侧图进行二次优化,每根管线二级分解形成若干独立预制的管段并绘制管段图,管段图中应有管材、管件、阀门的规格型号等信息,有直管下料尺寸、线位号、无损检测等技术要求。管段图送交项目技术负责人审核。管道预制工艺文件包括工厂预制轴测图和预制管段加工工艺卡。工厂预制轴测图应符合下列要求:根据管道设计文件单独绘制工厂预制轴测图,一张图中可包含一个或数个预制管段,满足工厂预制要求。工厂预制轴测图应注明下列内容:(1)管道设计压力、设计温度、公称尺寸、管子厚度、材料牌号以及管件(包括一次仪表元件)和阀门的型号;(2)焊缝位置、焊缝和坡口编号、明确工厂焊接或现场焊接;(3)弯管弯曲半径;(4)螺纹口的螺纹规格;(5)预制管段加工长度和尺寸偏差;(6)注明水平管道的坡度和坡向。

安全技术交底。根据工程施工特点及要求,由技术负责人组织质量、技术、安全、施工管理人员等相关部门人员对预制厂各专业人员进行安全技术交底,交底内容包括

技术要求、质量要求、安全要求、预制顺序以及交工资料编制要求等。

预制厂信息库的建立。预制厂数据管理工程师根据管段图录入管段基本信息并扩展后续施工所需焊接、检测、交接等数据信息,根据管段图材料表录入预制管段材料表,建立材料出入库数据库,根据材料库存情况,对符合要求的管段图进行数据库自动配料并生成材料出库单。数据录入人员录入日报表并上报项目技术员,若发现上报信息有问题,及时与技术员沟通。

设备选型。关键设备的选型和配置是工厂化预制能充分发挥的前提。通过对各类场站使用管材和管件的材质、规格等进行统计分析,了解其加工特点和范围,确定其加工设备,为后续生产线配置提供依据。预制常用设备包括下料切割、坡口加工设备,焊接设备及其他辅助设备及运输装置。预制区域物流运输系统用于确保工序和工序或工段和工段间物流的有效流转。管道切割设备可选等离子切割机,坡口加工设备可采用带锯切割机、高速坡口机或便携式电动管道坡口机,焊接设备根据要求的焊接工艺选择。主要辅助工装包括组对工装、组对平台,主要传输装置包括龙门吊或行吊、运输小车、传送线、叉车、悬臂吊等,根据实际情况进行优选。

材料管理。检查材料数量、规格、外观几何尺等,不同材料按规格、材质等分类堆放,材料管理员按材料到货、发放情况及时形成材料清单上报预制厂数据管理工程师。管子、管件应有制造厂的质量保证书。设计文件要求进行低温冲击韧性试验的材料或进行晶间腐蚀试验的不锈钢材料,应核对供货方提供的相关文件。检查管子的钢号和材料编号印记,应与其材质保证书相符。根据订货合同和执行的相關标准,逐根检测管子的外径、厚度、不圆度和长度,并作出检测记录,对厚度为正偏差的管子做出标记。管子、管件表面应做目视检查,无重皮、裂纹、深的划痕和凹坑等局部缺陷,必要时进行无损检测。铬钼合金钢、奥氏体不锈钢管件和管道附件在管道预制前应进行光谱分析和硬度检验。

预制批量确定。在管道施工中,由于材料到货、现场条件影响,需分阶段进行预制,因此,应按照设备安装计划和材料到货计划,制订管道预制计划,保证预制进度符合工程总体进度计划要求。

钢管切割、下料。下料工段的工作是下料、开孔、坡口加工。管段下料尺寸、坡口形式按技术交底内容和施工图纸要求进行,流程:接收工作订单→图纸审查→确定预制模块→绘制模块总装图→分解绘制单线图→分解绘制管段图→审批完成后下料、坡口加工→质量检查,对加工好的单根管段标注尺寸。材料划线后要做好管道标识移植。不锈钢管道下料全部采用机械加工或等离子切割,其他材料采用等离子切割或带锯机切割,坡口加工按焊接工艺规程执行。一般普通材质管道预留50~80mm安装余量,预留调节段或预留安装余

量应满足三维空间调节要求,具备三维走向的管道应选择便于测量、安装的位置留出安装调节量。

管段组对和焊接。按照管段图和安全技术交底内容将单个管段和管件组焊成简单预制单元,组焊班长接到单线图后将图分发给管工,管工必须核对相应材料。焊接完成后在焊口附近用记号笔标识管线号、预制管段号、焊工号、焊口号以及焊接日期。焊口日报表由组焊班长负责填写,电焊工协助填写:焊口日报的焊口须由焊工自检合格、由项目质检员确认合格。技术员负责审查焊口统计表,将每天的焊口统计表交给文控员进行录入统计。组焊完成后,组焊班长将管段图交还给技术员。如果将自动焊应用到场站工艺管道,可以节约成本、提高工效及提高焊接质量,有广泛的推广意义。

焊缝无损检测。焊后由质检员及时检查,外观质量不合格的不允许进行无损检测。不合格焊口应当及时返修、再次申请检测。预制厂工艺工程师把管道的无损检测数据录入电脑数据库。

管段验收。验收流程:未验收管段堆放—管段组装验收—管段无损检测验收—成品管段验收记录—审定验收日报表—核签验收日报表—录入验收日报表。

预制管段储存交接。预制的管线经质检员验收后分类摆放,并挂牌标识,形成成品存放记录并录入“成品存储数据库”。

设计变更。管道预制的变更管理必须及时准确,在单线图预制前收到变更通知单,应及时修改单线图,防止返工,当某张单线图已预制完成但管段由成品库退回,按变更单重新预制。

成品管段管理。大批量预制成品管段,是管道预制工作管理的难点。管段标识、分区存放、发运、交接验收等各环节必须有严格的管理制度,做到管段标识清晰、封口严密、特殊材质合理保护、合理分区保管、资料与实物一致,实现发运单、预制记录、检验试验报告与管段同步,在实施过程中,每一管段都作为预制产品进行检验、入库。

预制管段拉运的防变形措施。为防止预制管段拉运过程中的变形及碰撞,根据模块的形状及运输工具的尺寸制作拉运支架,将预制管段固定在拉运支架上。拉运支架宜用边角料焊接牢固,多次重复使用。必要时对模块与拉运支架或与运输车辆之间加设软质材料的防护垫,并且绑扎牢靠。

预制管段的现场安装技术。预制管段在现场的安装,按照设计安装图纸整体就位或与设备法兰连接。安装顺序为先地下、后地上;先安装与设备较近模块,后安装较远模块。为保证预制成品安装后的水平度和垂直度,采取以下措施:①对设计无固定基础的模块安装时,应对地基进行夯实,根据需要可在地基层浇筑一薄层混凝土基础,将模块安装在混凝土基础上,以防地基沉降造成模块失稳,水平度和垂直度偏差超标;②模块整体安装时,用钢管分别在模块管线的两边进行支撑固定,并将模块管线与支撑管的连接点进行点

焊固定, 安装完成后, 拆除支撑管道对点焊连接点进行打磨处理。

工程项目管理。用单线图、工艺卡、作业指导书等文件规范操作、指导生产, 材料、焊口、管线及管线号标识, 实现过程的可追溯。无损检测实施“日委托”制, 每天所焊焊口按比例在当日检测完毕并及时反馈结果。利用计算机辅助管理系统进行数字化管理。通过对工程计划与进度控制、材料使用控制、现场二次设计、图纸文件管理、施工过程管理、成本控制等工程项目信息的一体化管理, 统一基础数据, 实现数据共享, 减少数据重复处理, 实现过程控制及资料与施工记录、统计报表同步完成, 满足质量控制与现行工程施工规范要求。

资料管理。资料应完整正确, 分类存档, 满足相关人员随时调用的要求, 资料包括所有原始资料和电子版资料, 保存期限和工程项目资料保存期限一致。管道元件检查记录; 包括但不限于: 管道加工记录, 管道组对记录, 管道弯管加工记录, 管道焊接检查记录, 无损检测报告, 管道热处理报告, 硬度检测、光谱分析及其他理化试验报告。

质量保证措施。施工前完成焊接工艺规程并审批, 做好特殊工种取证, 对管道组成件按标准、图纸设计文件进行检查验收, 在现场设置二级焊材库, 制定焊材保管、烘干、发放、回收管理制度, 并做好记录。

安全措施。工厂实行分区管理。生活办公区与生产区、试验区的距离应满足国家有关标准的要求。工厂应建立完善的生产安全管理制度和操作规程。工厂应设立满足国家规范要求的灭火消防系统和喷淋设施。特殊岗位的作业人员应经过专门的培训, 取得资格证书后才能上岗。进行特殊作业前, 作业人员应根据从事作业的性质穿戴必要的劳动防护用品。管道预制区域应有满足规范要求的采光、通风及消防设施。对使用有毒、有腐蚀介质或可能产生有毒有害气体的场合, 应设置专门的防护、安全设施。打磨作业应安排在相对封闭的区域, 并设置必要的通风设施。

预制化作用。提高油气各类场站工艺管线的预制深度, DN600及以下工艺管线能在作业线上进行自动切割、机械加工坡口、自动焊焊接和模块的组装。提高施工工效, 站内工艺安装工日数减少, 单井井口安装周期缩短, 整体施工周期较新技术采用前缩短。提高焊接质量, 降低综合成本, 提高施工工效和工程质量, 建设单位可提前投产、提前见效, 施工单位减少人工、设备投入成本和工程返修费用, 降低产能建设的综合成本。工厂化预制、插件式快速拼装, 减少高空作业和交叉作业风险, 降低运行场站的动火风险。

参考文献:

[1]赵彪, 何融, 许卫兵, 李盼.石油化工管道的工厂化预制[J].商品与质量, 2017(22): 45.