

管道工厂化预制的创新与推广

中国建设第八工程局有限公司东营东辰20万吨/年芳烃工程项目部

一、创新背景

化工石油是中建安装强力发展的板块，年合同额已占到总合同额的60%。石油化工项目的特点是高温高压、易燃易爆，设备多，工艺管线复杂，质量要求高，安全风险大。中建安装陆续承接了东营东辰20万吨/年芳烃项目、宁波禾元180万吨/年DMTO装置等多个化工石油项目，工程量大，工期紧，工艺管道多为易燃易爆介质，焊接质量要求高，绝大部分的管道都在室外，对环境要求高，不易于保证质量和工效。大力提高技术装备能力，是公司持续稳步发展的必备条件。

二、选题理由

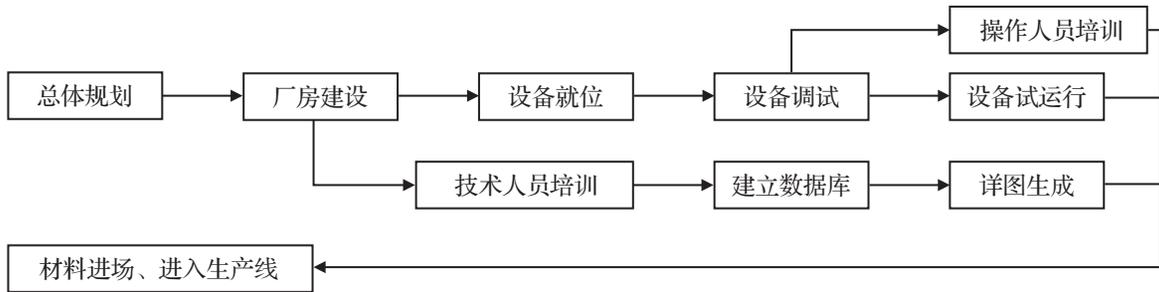
采用工艺管道工厂化自动生产线预制是

- 1、项目质量、安全、进度全面履约的需要；
- 2、公司项目管理标准化建设的需要；
- 3、公司实现“技术一流、装备一流、人才一流、管理一流”发展目标的需要。

三、对策与实施

（一）创新点

通过合理的管道生产工艺流程设计，使生产线的管道预制管理系统软件和先进的管道预制生产设备的高效结合与运行，实现工厂化、自动化、标准化的管道预制模式，大幅度提高了产能和工效。



车间运行的基本流程图

（二）场地准备

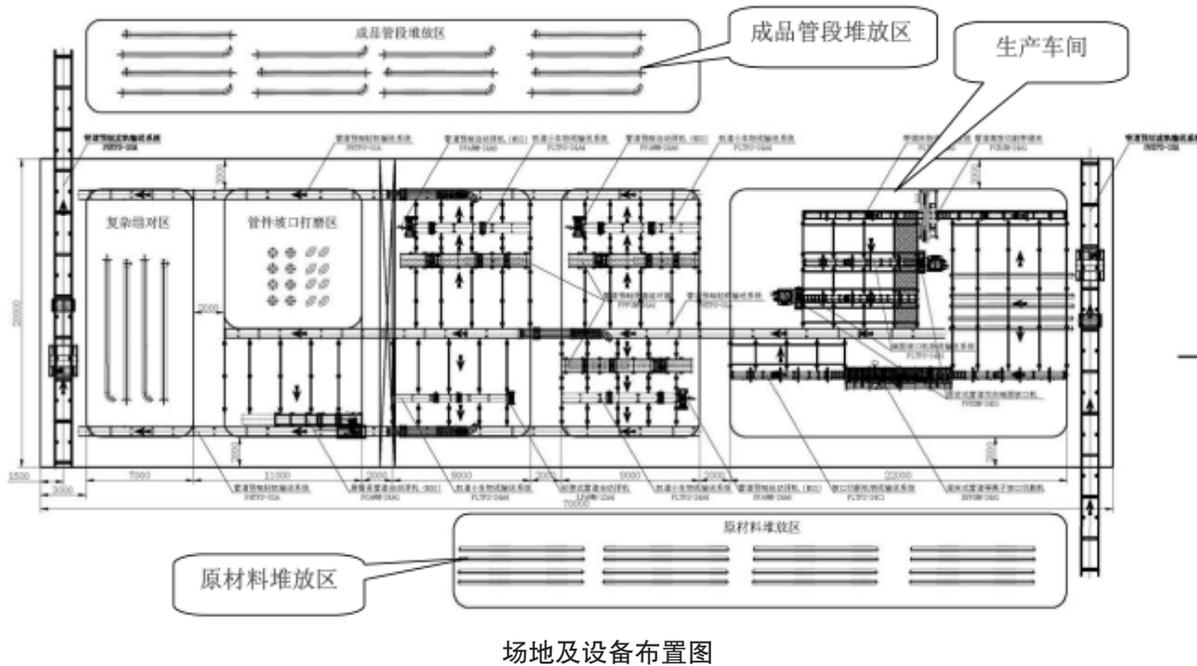
1、在项目现场建设一个占地面积约6480平方米的管道预制厂（详见管道预制厂总平面布置图），共分管子管件堆放场、生产车间和管段成品堆场三大部分。

2、生产线区域划分及工位设置

- （1）管子材料堆放区
- （2）管子抛丸油漆区
- （3）管子切割下料区
- （4）组对点焊区
- （5）自动焊接区

- (6) 管段后处理区
- (7) 管段成品堆放区

整个生产区域利用工字钢和花纹板搭设简易作业平台，以方便各工位之间管段的横向运输。

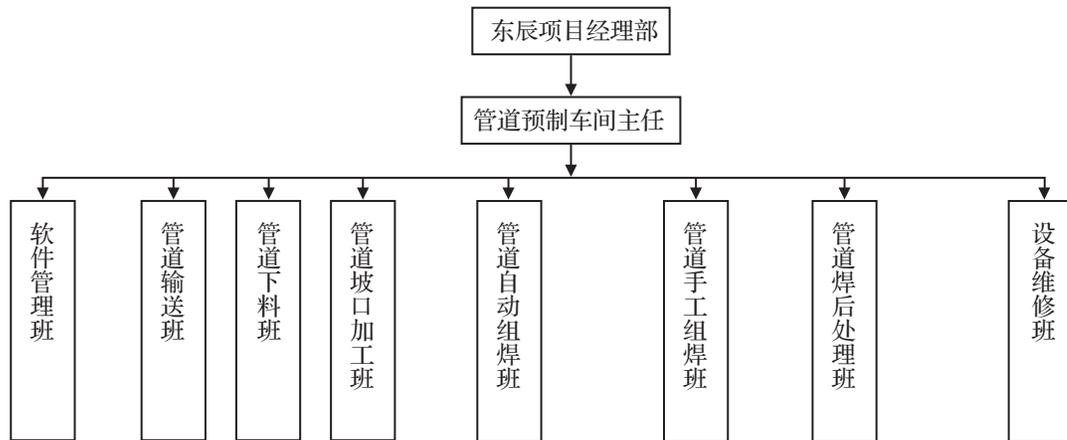


场地及设备布置图

(三) 预制车间组织机构及人员设置

1、预制车间组织机构

为了加强管道预制车间的管理，加强预制车间内施工设备的管理，提高设备完好率和利用率，提高管道预制工效和产品质量，公司抽调一部分管理人员和作业工人组成管道预制车间，管道预制车间归属项目经理部管理，组织机构图及管理职责如下：



管道预制车间组织机构图

2、预制车间岗位职责

- 项目经理部：全面负责预制车间材料供应、人员组织等工作；
- 车间主任：制定工作目标，下达生产任务，负责管道预制生产管理；
- 软件管理班：设计详图管理及预制过程管理；

- 管道输送班：管材、管件、半成品及成品的输送及装卸；
 管材下料班：依据图纸进行下料，标注管线信息；
 管道坡口加工班：管道破口切割、加工、打磨；
 管道组对班：管道组对；
 管道焊接班：管道焊接；
 焊缝返修班：对于焊接不合格的焊缝进行返修，并分析缺陷原因反馈到自动焊接小组，以调整焊接工艺；
 设备维修班：设备管理及维修。
- 3、预制车间岗位人员设置

预制车间岗位人员设置表

序号	班组	人数	备注
1	车间主任	1	
2	软件管理班	2	
3	管道输送班	6	
4	管材下料班	4	
5	管道坡口加工班	4	
6	管道组对班	9	
7	管道焊接班	6	
8	焊后管理班	2	
	总计	34	

(四) 设计生产工艺流程

详图设计 → 材料进货 → 下料 → 管线信息标识 → 坡口 → 组对 → 焊接 → 焊缝质量检查 → 焊口返修 → 管道重轨物流输送系统 → 预制成品 → 管段装车出运

1、详图设计

(1) 建立数据库

项目拿到工艺图纸后，根据设计要求、管道等级表及管道表、材料表在pdsoft三维设计软件中建立相对应数据库。

(2) 绘制单线图

建立好数据库后依据图纸进行三维单线图绘制。

(3) 生成预制图纸

利用pdsoft三维设计软件将绘制好的单线图进行焊口编号，并注明现场焊口和预制焊口，生成初期的车间预制图纸。

(4) 管道预制管理系统软件

利用pdsoft三维设计软件将初期预制图纸的管线信息接入到管道预制管理系统软件中，形成管段信息管理、焊缝信息管理、探伤信息管理、热处理管线信息管理以及所需物资计划表等信息。为以后生产管理做好技术性准备。

2、材料进货

(1) 材料入库

根据项目物资管理要求和现场施工队伍施工情况，制定以下管理办法：

- ① 现场所有材料先进入材料仓库做好材质和规格的标识。
- ② 管道标识完毕后调入防腐施工队伍按照设计要求进行管线防腐。
- ③ 管线防腐完毕后将物资根据需用量计划调入施工队伍。
- ④ 车间生产中所需材料由预制车间根据预制单线图提出材料计划，然后向施工队伍领取，多退少补。

(2) 车间材料领取注意事项

① 车间材料领取原则上不允许直接从材料仓库领取，材料仓库对接施工队伍，施工队伍领料必须凭借专业技术人员签署的领料单。

② 车间向施工队伍领取材料时，要有针对施工队伍的领料单，领取过程要有双方书面签字的内容作为核算预制工程量和余料退还材料的原始依据。

- ③ 整个材料领取和余料退还的过程要求项目技术员全程跟踪。

(3) 下料、坡口

下料班组拿到审查后的图纸按照图纸尺寸进行下料。下料后根据图纸对管段进行信息标识，内容包括：管线号编号、所在图纸号编号、焊口进行编号、下料尺寸、管头标注所接管件等，并且下完的管段在图纸中做出明确标识以方便组对班组找料。

(4) 组对

焊口组对采用管道预制快速组对器，进行管段焊口（部分）的机械化多功能组对。

(5) 焊接

打底焊和盖面焊分开，自动焊机操作人员要严格根据焊接工艺进行焊接，保证焊接质量。焊接完毕后要及时在焊缝附近标注自己的焊工编号，为以后焊接质量的追溯做好准备。

(6) 焊缝质量检查

① 焊缝质量检查分为两个部分。第一部分为自检，检查的主要内容为焊缝表面的飞溅，焊接接头的处理以及打底焊与组对时点焊部位的接头情况。第二部分为射线探伤，根据设计要求的探伤比例由车间下发委托单，进行焊缝检测。

- ② 射线探伤的结果由探伤负责人员及时与自动焊操作人员沟通，以提高焊缝一次合格率。

(7) 焊缝返修

- ① 焊缝返修要做好返修记录，记录内容要包含：返修日期、返修结果、返修口的焊工号。
- ② 返修后焊口若有热处理等其他处理工艺时，要及时上报车间主任，以做好相应善后处理。

(8) 预制成品管理

① 预制成品堆放

预制成品有专门的区域进行存放，存放时按照管线号分组排列。

② 预制成品统计

每天完成的焊口都运输到存放区域，由项目资料员按照《车间预制品台账登记表》进行登记管理。等级表内容包括：管线号、管线所在图纸、预制焊口号、探伤焊口号、预制焊口焊工编号、是否进行热处理、焊接日期等信息。以便统计日生产量和控制过程质量。

(五) 管道预制与现场实际安装情况相结合

管道预制车间中预制的管道需要与现场管道安装紧密结合，因此需要制定严格的管理制度和执行标准。

结合东辰项目的管理特点和现场施工情况，管道预制车间预制管道的原则是，项目技术员和施工队

负责人核查需要预制的单线图纸，双方共同确认后发至管道预制车间。此种管理办法主要意在减少因现场变更或者其他安装条件不准确的情况下导致现场返工的签证，以节约项目成本。

四、实施效果

(一) 大幅提高了产能和工效，实现年生产能力20万寸径，3个月预制期完成5万余寸口的生产任务；

序号	生产线	区域	工位数	焊工数	生产能力	
1	固定式管道预制生产线	自动焊接区	6	自动焊操作工： 6人	(120-150)寸/台 /天 × (6台 × 25天 × 12月) =21.6万-27万寸/年	21.6-27万寸/年
按照预制车间80%左右的负荷，年生产能力能达到20万寸径						

(二) 焊接质量得到保障，自动焊接一次合格率达98%，确保了项目质量目标的实现；

(三) 机械自动化生产代替劳动力密集型施工，大大减少了施工人员的数量，一方面缓解了优秀劳动力资源的需求压力，另一方面降低了施工成本；

费用方法	生产能力	人工数	人工费 (元/天)	机械费		成本合计 (元)
				机械费组成	费用(元/天)	
自动 生产线	900寸/天	6/34	300*6+28*200 =7400	自动生产线+ 吊车+其它	381万/10年/300天=1270 1270+2000+500=3770	11170
传统手工焊接	900寸/天	22/70	300*22+48*150 =13800	电焊机+吊车 +其它	900+2000+500=3400	17200
日成本降低额						6030
季成本降低额						542700

(四) 此项成果在宁波禾元180万吨/年DMTO装置、东营石大维博混合碳四深加工装置等项目中成功推广应用，目前正着手投入到新疆东辰30万吨/年甲醇装置项目中使用，大大提高了自动生产线的周转利用率和标准化应用率。

五、推广价值

目前国内石化项目兴建火热，而劳动力日渐短缺，尤其是在当前的建筑企业管理模式下，技术工种更显短缺，劳动力成本也日趋昂贵，作为劳动密集型行业，如何提高机械化水平，减少劳动力需求必将成为施工企业成本的分水岭。

通过三个项目的管道工厂化预制运行，人、机协调及管理已日趋成熟，探索出了一套行之有效的技术和管理方法。该生产线软件硬件一体化设计，能有效降低劳动力需求，并且能够提前进行大规模室内预制，大大提高了生产效率，保证了质量，在预制过程中，能够发现和解决大量的图纸问题，保证后续施工顺畅。生产线建成后形成独立的工作单位，可以同时为其他项目服务，甚至对外开展业务，应用推广前景广泛。

先进的技术装备与管理方法，彰显了企业实力，树立了“中国建筑”良好的品牌形象，也提高了公司的核心竞争力，为公司开拓石油化工市场奠定了坚实的基础。