



浅谈热法海水淡化成套装置安装施工要点

张国利¹ 张信其²

(1 西南交通大学,成都 610031; 2 中铁一局集团有限公司,兰州 730030)

摘要 结合我国渤海湾曹妃甸首钢热法海水淡化厂项目,简要介绍了产量 25 000 m³/d 低温多效热法海水淡化成套装置安装的内容和施工顺序,总结了主要施工要点及措施。着重介绍了设备安装的三个重点:蒸发主体设备吊装、热压缩器安装及设备的防腐与保温。

关键词 热法海水淡化 成套装置 安装 施工

1 工程概况

该海水淡化厂位于唐山曹妃甸地区,临海建厂,为首钢的配套工程。海水淡化工程的总设计规模为 50 000 m³/d。采用热法的低温多效蒸馏-热蒸汽压缩(简称 MED-TVC)工艺,成品水电导率<10 μS/cm,工程占地 60 000 m²。整个工程包括海水预处理系统、海水淡化装置、成品水的储存和配送系统以及相关的自控和检验测验系统等主要设施。其中海水淡化装置的主要设施包括:2 套产水规模为 12 500 m³/d 的热法海水淡化(MED-TVC)系列装置和 1 座产水规模为 25 000 m³/d 膜法海水淡化车间。

2 热法海水淡化系列装置的主要设备

该项目中共包含两套热法海水淡化(MED-TVC)系列装置,其主要设备和设施如表 1 所示。

3 主要设备安装顺序

根据该项目中的施工经验,对于采用热法(MED-TVC)工艺的海水淡化设备,其主要设备和设施的安装顺序见图 1。

4 设备安装技术要点

4.1 土建工程移交

和常规的设备安装工程一样,在土建移交时应重点核查设备基础和预埋锚栓等虽属于土建施工范围,但会对设备安装质量产生影响的项目。

4.2 构件预加工

对于管道支架,步道等钢结构施工,应提前结合设计图纸,仔细对结构构件进行核对,并进行预组装,及时发现图纸中的问题或者结构构件加工中的问题,节约结构安装时间。

表 1 热法海水淡化系列装置的主要设备

分类	名称	数量	说明
主体设备	蒸发器主体	2 套	每套总重 565 t, 分 3 个模块
	热压缩器	2 套	双向不锈钢材质
	蒸馏水泵	2 台	45 °C 时功率 126.72 kW
	浓盐水泵	2 台	45 °C 时功率 153.6 kW
	海水升压泵	2 台	45 °C 时功率 153.6 kW
	冷凝水泵	2 台	45 °C 时功率 153.6 kW
	蒸馏水冷却器	2 套	换热器
	冷凝水冷却器	2 套	换热器
	海水预热器	2 套	换热器
	海水过滤器	2 个	可反冲洗
	海水补给水加热器	2 套	双向不锈钢材质
	除垢剂罐与消沫剂罐	2 套	
	上下游冷凝喷射器	2 套	双向不锈钢材质
	启动喷射器	2 套	双向不锈钢材质
	减温减压装置	1 套	共用
辅助设备及设施	蒸发器主体支架	2 套	钢结构
	工艺管道及阀门	2 套	管材包括不锈钢、玻璃钢和碳钢
	仪器仪表	2 套	部分共用
	电气及自控设备	2 套	部分共用
	管道支撑、支架和步道	2 套	部分共用
	保温和防腐设施	2 套	

4.3 蒸发器主体设备吊装

对于整个海水淡化厂项目的安装施工来说,蒸发器主体设备的吊装是施工组织和技术上的第一重点。蒸发器主体设备总重 565 t, 分三个模块组装,每个模块的长宽高尺寸分别为 10 179 mm×10 739

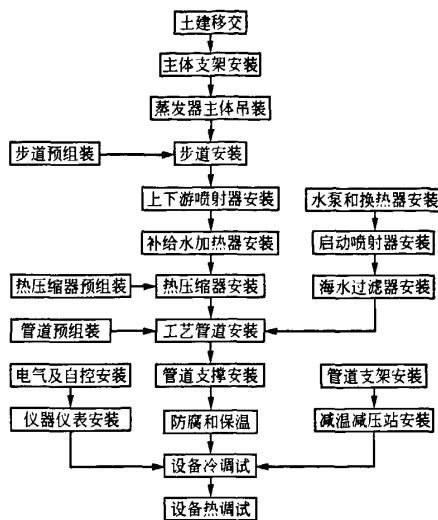


图 1 主要设备和设施的安装顺序示意

$\text{mm} \times 8\ 850\ \text{mm}$, $14\ 550\ \text{mm} \times 9\ 985\ \text{mm} \times 8\ 850\ \text{mm}$, $12\ 083\ \text{mm} \times 11\ 072\ \text{mm} \times 10\ 450\ \text{mm}$, 重量分别为 $160\ \text{t}$ 、 $205\ \text{t}$ 和 $200\ \text{t}$, 按照规范, 本吊装作业属于大型设备吊装。该热法海水淡化装置的蒸发器主体吊装设备选用的是德国 CC2500-1 履带式吊车, 采用超起方式工作, 以增大其安全系数。对于蒸发器主体中的三个模块, 按照设计顺序依次起吊 $200\ \text{t}$ 、 $205\ \text{t}$ 和 $160\ \text{t}$ 的主体模块, 等先前的模块吊装调整完毕, 再进行下一模块的吊装。现场场地需在起吊设备进场前进行清理和夯压, 场地承载力达到 $\geq 20\ \text{t}/\text{m}^2$ 的标准。吊装时需要 $25\ \text{t}$ 汽车吊配合吊装配重。吊装同时需在吊件 4 角加设绳索, 人工牵引以配合吊装作业。

4.4 热压缩器的安装

对于整个海水淡化厂项目的安装施工来说, 热压缩器的安装是施工组织和技术上的第二重点。该项目中, 共有 2 套热压缩器设备, 每套热压缩器有两个组件, 其中每一组件的主体可分为喷射器、扩散器和与蒸发器主体连结的弯头三部分。

4.4.1 安装要求

该热法海水淡化装置中关键设备热压缩器(或称喷射压缩器)的制造和安装允许误差如图 2 和表 2 所示。

除了要满足上述设备的制造安装尺寸要求外, 各组件安装时应尽量仔细, 以使 XX' 轴尽可能顺直。

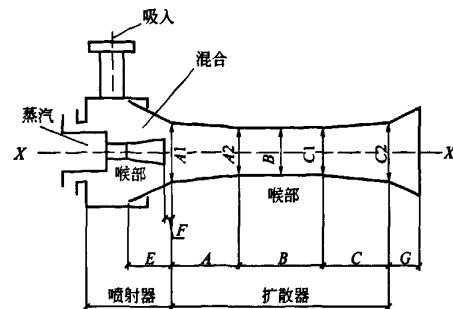


图 2 热压缩器安装允许误差示意

表 2 各部位允许误差值

部位		允许误差
喷射器	喉部直径 $\leq 5\ \text{mm}$	$+0, +0.05\ \text{mm}$
	喉部直径 $> 5\ \text{mm}$	$+0, +1\%$
	出口直径	$+0, +1\%$
	长度	$\pm 2\%, \text{最大 } 10\ \text{mm}$
扩散器	喉部直径 B (车床加工)	$+0, +0.5\ \text{mm}$
	喉部直径 B (焊接制造)	$+0, +1\%$
	直径 $A1, C2$	$+0, +1\%$
	长度 A, B, C, E, F 和 G 总长度	$\pm 2\%, \text{最大 } 10\ \text{mm}$ $\pm 20\ \text{mm}$

对于同心度的允许误差如下:

(1) 扩散器组装。同心度允许误差(ISO R 1101-5.11.1): 直径 $A1, A2, C1, C2$ 的圆心必须在以 XX' 为轴线, 以 $0.02 B$ 为直径的圆内。

(2) 喷射器头部组装(蒸汽室-混合室)。蒸汽室、喷嘴和混合室(流体吸入口)应同样按照上面详细规定的原则进行调整, 其允许偏差如图 3 所示。

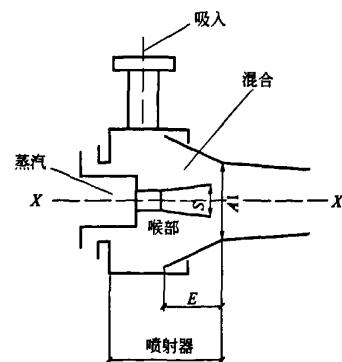


图 3 喷射器喷嘴安装允许误差示意

同心度允许误差(ISO R 1101-5.11.1): 直径 S (喷嘴出口)和 $A1$ (混合室变径出口)的圆心应该在

以 XX' 为轴线, 以 $0.01 A1$ 为直径的圆内。

4.4.2 主要施工方案

对于采用低温多效蒸馏和蒸汽热压缩工艺 (MED - TVC) 的海水淡化设备中喷射器和热压缩器的组装和对中方案示意见图 4。

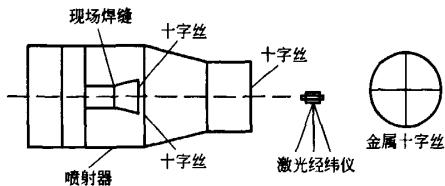


图 4 喷射器安装方案示意

在安装施工中, 由于蒸发器主体设备的顶部距地面约 13.6 m , 喷射压缩器内的蒸汽喷嘴需要在地面先进行组对焊接, 然后再吊装到蒸发器顶部进行整个压缩器(含扩散器部分)的组对与焊接。喷射器喷嘴组对和整个热压缩器的组对都可以采用激光经纬仪进行瞄准定位, 然后通过在需连接构件端面或构件邻近的参考部位张拉绷紧的十字形钢丝线作参照点, 进行各构件同心度的控制。另外, 在压缩器构件吊装作业时, 需要编制详细的吊装作业指导书, 对操作人员进行交底。两端的弯头安装完毕以后, 对压缩器的总体长度和弯头之间的实际距离进行仔细复核。切除压缩器的预留长度时可以分两步进行: 第一次切割时先预留 $1\sim2\text{ cm}$, 以防止因操作误差而造成切割过量的严重后果; 等到压缩器吊装到蒸发器顶部后, 根据实际的测量数据进行第二次切割。压缩器的焊接施工需要按照焊接工艺规程进行操作, 完毕后及时进行清洗和钝化。

4.4.3 安装要点

在该项目的施工中, 热压缩器是由技术提供方委托第三方进行工厂加工, 然后由设备安装施工公司在现场焊接组装。现场控制重点主要是按照规范的要求对构件进行检验和按照规定的质量标准进行焊接组装。

4.4.3.1 检验检测

在热压缩器构件组装的过程中, 通过采用激光经纬仪对准在构件端面或内部张拉绷紧的十字钢丝, 以保证各部件组装的同心度达到规定标准, 参见图 4。

4.4.3.2 组对焊接

采用钨极氩弧焊(TIG)熔焊焊接成本体一色, 根据钨极氩弧焊机的性能及其优点, 选择内充氩气的手工钨极氩弧焊。组对时内壁内齐, 为保证组对尺寸, 防止焊接变形和错位, 影响焊接的正常进行和焊缝成形, 进行定位焊。焊接时, 内侧充氢气保护。采用分段组装焊接, 少量的中间焊口用可溶纸把所焊管口两侧堵住(距焊口 $200\sim300\text{ mm}$), 在水压试验时, 可溶纸自行溶化。

4.5 泵的安装

该海水淡化设备中有 2 套(共 8 台)主要水泵。水泵安装时要重点控制泵体的水平度和连轴器的安装质量。该项目对水泵水平度的允许误差是 0.5% , 即每米长度允许误差 0.5 mm 。在施工中需要对现场测量和安装人员进行明确交底, 并反复进行调整和检测, 严格按照规定的允许误差值进行检验。

4.6 工艺管道施工

该热法海水淡化系列装置的工艺管道安装具有管材多样、场地狭小、时间紧迫等特点。该热法海水淡化装置的工艺管道系统中, 海水进出水管道主要采用玻璃钢管, 蒸汽、阀门和仪表用气管道等采用碳钢管材, 成品水、冷凝水和抽真空管道则采用不锈钢管材, 不同材质的管道需要分别组织专业作业队伍进行施工。

4.6.1 不锈钢管道的安装

不锈钢管道焊接工艺的选择对于壁厚小于 4 mm 的管道, 选用带惰性气体保护的钨极氩弧焊接(GTAW)工艺实施根部焊道和填充焊道的焊接。对于壁厚大于 4 mm , 且直径小于 500 mm 的管道, 选用带惰性气体保护的钨极氩弧焊接(GTAW)工艺实施根部焊道的焊接, 选用带惰性气体保护的手工保护电极氩弧焊接(SMAW)工艺实施填充焊道的焊接。对于壁厚大于 4 mm 且直径 $\geqslant 500\text{ mm}$ 的管道, 采用手工保护电极氩弧焊接(SMAW)工艺实施根部焊道的焊接。施工时先按照选定的焊接工艺及相关参数进行试件焊接, 完成后送到有相应资质的试验单位进行试验, 试验证明合格的焊接工艺规程方可用来指导施工。对于不锈钢焊接施工的焊工, 除了要求具有相应的焊工证件外,

还需要参照焊接工艺规程进行现场试焊,经试验合格的焊工方可允许在项目上进行施工。施工时将各种试验数据和施工记录及时收集整理后放入施工资料。对管道连接的焊缝要及时进行酸洗钝化,做好防腐和防护。

4.6.2 玻璃钢管道与碳钢管道安装

玻璃钢管道采用粘接,碳钢管道采用焊接。该项目中,玻璃钢管道粘接的原材料包括乙烯基 SW901#树脂、P65-901#树脂、环氧树脂、无碱玻璃布、玻璃表面毡、无碱短切毡、固化剂和促进剂等。施工接口铺层时,结合部位应平整,而且必须加工成具有连续的多层贴合结构,同时也应具有与被结合材料相等的强度。第一层最小宽度为 50 mm,第二层开始逐渐增加,以结合部位为中心。接口铺层的打底层为玻璃表面毡和无碱短切毡,中间层为无碱玻璃布和无碱短切毡,表面层为石蜡树脂,各层之间用树脂粘接,铺层的规格与层数以及树脂的种类按照具体的设计要求进行施工。玻璃钢管道粘接施工前应根据当时的气温条件进行凝胶试验,确定树脂与固化剂、促进剂的比例。玻璃钢管道粘接的操作工艺为:清理接口,打磨接口表面,端面打坡口(至内衬),涂刷打底层树脂,铺放表面毡,缠绕浸好树脂的长丝,铺放短切毡,滚压平整密实,铺放中间层的玻璃布和短切毡,用树脂浸润,滚压平整密实,涂刷表面层石蜡树脂。在施工中需要安排有经验的专业作业队伍进行作业,必要时可聘请生产厂家的人员到现场进行技术指导,以确保施工质量达到规定要求。由于该项目地处海边,又经常刮风,为了减少风沙和温度变化对管道连接的质量影响,在现场搭设彩条布帐篷,在帐篷内进行玻璃钢管道粘接作业。

碳钢工艺管道的焊接采用手工电弧焊,按照常规的操作规定进行施工即可。

工艺管道安装施工要和阀门等设备安装同步安排,而且应根据管道试压的需要,合理组织施工的顺序和划分试压管段,使施工作业合理有序地进行。

4.7 管道支撑的安装

该海水淡化装置中的管道支撑安装从技术上来说没多少难度,但是种类繁多,有固定式、导向式、滑动式和弹簧吊架支撑等,因而需要给予足够重视和合理安排。由于该热法海水淡化装置运行时有高温

蒸汽进入系统,许多工艺管道和重要设备,甚至包括总重约 565 t 的蒸发器主体设备都会产生一定量的移动,所以根据不同部位管道的受力特点设计出不同形式的管道支撑,有固定式、允许上下移动式、允许水平移动式、弹簧吊架式等多种支撑形式,如图 5 所示。

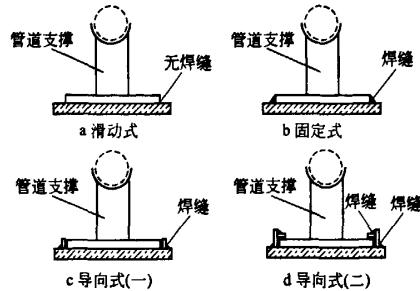


图 5 管道支撑类型示意

管道支撑安装要点如下:

(1) 根据轴测图和管道支撑图纸上的详细标示安装管道支撑。

(2) 对每个支撑的位置进行检查,特别是固定点必须在其精确位置上焊接。

(3) 管道支撑的底板完全固定在基础支撑板上,安装完成后不能存在空隙。滑动垫片与底板的间隙应符合图纸上的规定。

(4) 吊架按照制造商的指导书进行安装,经过特殊的检查以确保在吊钩与底片间没有空隙,所有的预应力都要作用在弹簧吊架上。

4.8 防腐和保温

对于整个海水淡化厂项目的安装施工来说,防腐和保温是施工组织上的第三个重点。

4.8.1 设备防腐

该热法海水淡化装置的主要设备(如蒸发器、热压缩器、上下游喷射器、补给水加热器和部分工艺管道等)都是不锈钢材质。在整套设备的拼接与组装中需要进行大量的焊接工作,易对不锈钢设备表面造成污染,形成锈迹。如不及时进行酸洗和钝化,在以后整个系统的带高温蒸汽运行中,会对不锈钢迅速形成腐蚀,从而缩短整套装备的使用寿命。不锈钢防腐时,使用不锈钢刷或其他不锈钢工具,将焊接处的焊屑除去、刷净,用刷子涂上除斑剂,滞留不少于 30 min,然后用强水流冲洗,再用钝化剂钝化,或



立式污泥干化造粒装置的设计

刘帮樑 许瑞林 沈威如

(浙江旺能环保股份有限公司,杭州 310014)

摘要 介绍了立式污泥干化造粒装置的干化原理、结构组成和日处理 25 t 污泥立式污泥干化造粒装置的应用情况。重点论述了立式污泥干化造粒装置的干料返混涂层工艺。利用燃烧干化后污泥产生的热量满足污泥干化所需能量,是减少外加热量、节约能源的技术途径。实际运行和测试证明,该系统安全可靠、操作方便、运行经济。

关键词 污泥干化 造粒 晶核涂层技术 返混 蒸发曲线

0 引言

污泥干化是实现污泥减量化、稳定化、无害化、资源化的有效途径,而污泥干化成本居高不下是制约污泥干化正常运行的瓶颈。降低污泥干化成本是保证污泥干化正常运行急需解决的关键技术难题。

全面提高污泥处理处置技术水平,研制高效、环保、节能、系列化、配套完善的污泥处理处置设备以降低处理成本,是满足污泥处理处置正常运行的迫切需要。

~~~~~  
参照厂家说明。不锈钢防腐施工的关键是要采用合格的高质量的酸洗药剂,并严格按照说明进行操作,而且在焊接施工中要及时进行污渍的酸洗和钝化,形成操作规程,确保不锈钢设备的防腐防护工作及时到位。

### 4.8.2 设备保温

由于该低温多效蒸馏法海水淡化设备是带蒸汽运行,运行中系统设备处于高温或高于周围环境温度的状态,而且该海水淡化厂又处于海边,环境风力大,所以保温工作对整个系统的工作效率具有很大影响,施工中需要足够重视,精心组织。该海水淡化设备中需要进行绝热的设备包括蒸发器主体、热压缩器、所有换热器、海水补给水加热器以及绝大多数的工艺管道。绝热保温施工中需要特别注意的是,设备的绝热保温材料中禁止使用石棉或含石棉类材料,而应该采用矿棉,即外表像棉纤维的硅质矿毛绝热纤维材料。对工艺管道的绝热,采用预制的管道绝热材料;对平面或圆柱形表面的容器的绝热采

立式污泥干化造粒装置可用于城镇污水处理厂和工业废水处理厂经机械脱水后含水率 80%左右污泥的干化,生产出粒径 2~10 mm、含水率 10%~15% 的污泥颗粒化产品。

### 1 立式污泥干化造粒装置系统及工作原理

立式污泥干化造粒装置系统由湿污泥接收系统、湿污泥输送系统、干料返混涂层系统、干化造粒主机、尾气处理及冷却循环水处理系统、污泥燃烧系统及安全控制操作系统等组成,其工艺流程如图 1 所示。

用绝热板材料;施工时先用焊接或粘接在容器表面的不锈钢钢钉将绝热板固定,相邻的绝热板之间采用不锈钢丝进行缝合,然后在绝热板上面安装不锈钢钢丝或钢带进行加固,最后再安装镀锌钢板防护。

### 5 结语

对于采用热法低温多效蒸馏-热蒸汽压缩(MED-TVC)工艺的海水淡化装置主体设备安装施工来说,其施工组织要点是合理安排施工顺序,确定并执行严格的质量标准,组织专业、敬业的施工队伍;施工技术要点是科学选择大型设备吊装方案,严格按照规定的质量标准进行热压缩器的安装施工,并抓好防腐和保温工作。

---

□ 通讯处:730030 甘肃省兰州市城关区甘南路 418 号永利金色花园 A 座 2308 室

电话:13993127308

E-mail: gpsyxb@126.com

收稿日期:2008-12-22