 DOI: https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v5i8.7035

# Research on Standardization of Reciprocating Natural Gas Compressor Skid Series

**Zhichao Huang　Changjun Wang**

Cnooc Enertech Equipment Technology Co. Ltd., Engineering Design Research and Development Center, Tianjin, 300452, China

**Abstract**

Natural gas compressor skid is one of the important equipments in offshore oil (gas) field exploitation, which integrates natural gas compression and pretreatment process equipment, pipeline system and control system. It has the characteristics of compact structure, high integration, small occupied space and easy vibration and pulsation suppression in skid, and is widely used in gas pressurization, natural gas pressurization and export, and oilfield associated gas recovery. Combined with historical data and potential demand, this paper selects typical reciprocating natural gas compressor unit as the research object to carry out standard series research.

**Keywords**

natural gas compressor; shell and tube heat exchanger; main motor; coupling

# 往复式天然气压缩机橇系列标准化研究

黄志超　王长军

中海油能源发展装备技术有限公司工程设计研发中心，中国·天津 300452

**摘　要**

天然气压缩机橇是海上油（气）田开采的重要设备之一，集天然气压缩与前后处理工艺设备、管路系统、控制系统于一体，具有结构紧凑，集成度高，占地空间小，易于在橇内实施振动与脉动抑制等特点，广泛用于燃气增压、天然气增压外输、油田伴生气回收等作业。论文结合历史数据和潜在需求，选取典型往复式天然气压缩机组为研究对象开展标准系列化研究。

**关键词**

天然气压缩机；管壳式换热器；主电机；联轴器

## 1 引言

中国天然气压缩机生产和成橇技术起步比较晚，2012 年以前，技术相对比较落后，海洋平台天然气压缩机橇主要依赖进口。为了打破国外技术壁垒，相关设备生产商进行天然气压缩机成橇技术自主攻关，迄今为止，中国已经掌握海洋平台天然气压缩机成橇关键技术，积累宝贵的经验，海上石油平台上投入使用了 60 多套天然气压缩机橇。

为了实现降本增效目标，形成标准系列化的产品，便于相关需求方按照标准化的模式进行采购，有利于形成战略协议采购，有必要对天然气压缩机橇块进行标准化系列化研究 [1]。

结合近年来积累的天然气压缩机的历史数据，天然气压缩机由于进排气压力、处理量、气体组分等不同，工况各异，难以全部实现标准化。选取具有代表性的往复式天然气压缩机为研究对象，以平台常用分离器出入口压力和排气量为关键参数开展标准系列化研究工作，形成 6 个常用标准系列。具体如表 1 所示。

**表 1　天然气往复式压缩机常用规格推荐系列表**

| 序号 | 入口压力 (kPaG) | 出口压力 (kPaG) | 最大流量 ($X10^4Sm^3/d$) | 电机功率 (kW) | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 300 | 3750 | 10 | 500 | — |
| 2 | 300 | 3750 | 15 | 710 | — |
| 3 | 300 | 3750 | 20 | 1000 | — |
| 4 | 500 | 3750 | 10 | 400 | — |
| 5 | 500 | 3750 | 15 | 560 | — |
| 6 | 500 | 3750 | 20 | 710 | — |

## 2 往复式天然气压缩机橇主工艺流程

压缩机橇产品橇块线范围包含如图 1 和图 2 所示部分。

【作者简介】黄志超（1984-），中国天津人，本科学历，中级工程师，从事机械制造及其自动化研究。

 DOI: https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v5i8.7035

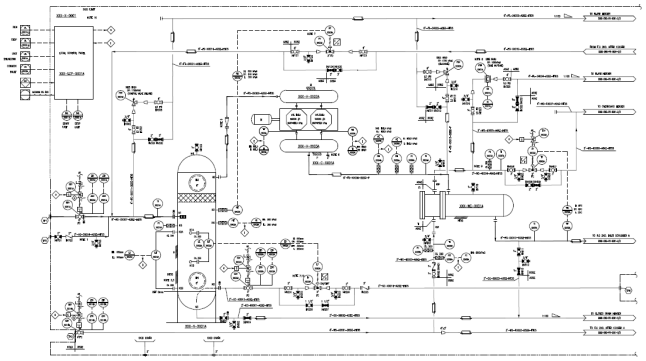

图 1 一级压缩工艺流程

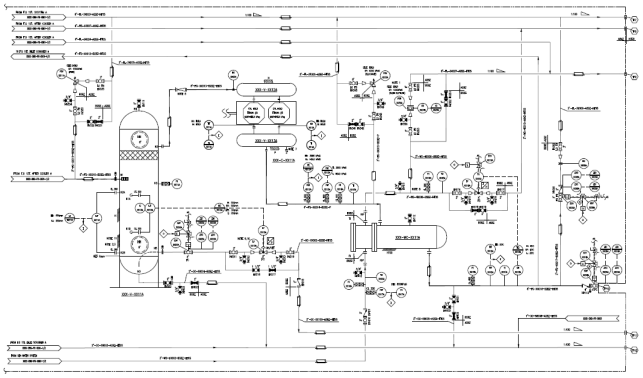

图 2 二级压缩工艺流程

## 3 设备配置

往复式压缩机橇供货范围包括但不限于表 2 所列内容。

表 2 往复式压缩机供货明细表

| 序号 | 主要配置 | 设备 | 数量 | 序号 | 主要配置 | 设备 | 数量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 机械设备 | 往复式压缩机 | 1 台 | 3 | 压缩机润滑系统 | 主油泵 | 1 台 |
| | | 主电机 | 1 台 | | | 预润滑泵 | 1 台 |
| | | 联轴器 | 1 台 | | | 润滑油冷却器 | 1 台 |
| | | 备件 | | | | 曲轴箱液位控制器 | 1 套 |
| 2 | 主工艺气系统 | 入口洗涤罐 | 2 台 | | | 无油流开关 | 1 套 |
| | | 管壳式换热器 | 2 台 | | | 润滑油分配器 | 1 套 |
| | | 吸气缓冲瓶 | 2 台 | | | 润滑油补油罐 | 1 台 |
| | | 排气缓冲瓶 | 2 台 | | | 润滑油污油罐 | 1 台 |
| | | 主工艺管线 | 1 套 | 4 | 仪表和控制 | LCP 盘及控制系统 | 1 套 |
| | | 入口关断阀 | 1 台 | | | 温度、压力变送器 | |
| | | 出口关断阀 | 1 台 | | | 液位变送器 | |
| | | 紧急泄放阀 | 1 台 | | | 温度表、压力表 | |
| | | 工艺管线阀门 | 1 套 | | | 振动变送器 | |
| | | 调节阀 | | 5 | 调试与服务 | 现场安装 / 调试 / 海上联调 | |
| | | 安全阀 | | | | 现场培训 | |

## 4 标准系列化研究

以流量为 $15x10^4m^3/d$ 的两套典型往复式天然气压缩机组为研究对象，开展标准系列化研究，结合主要技术指标进行分析，明确其标准系列化主要内容 [2]。

### 4.1 往复式天然气压缩机系列一

该系列往复式压缩机橇的入口压力为 300kPaG，出口压力为 3750kPaG，处理量为 $15x10^4m^3/d$。

#### 4.1.1 系列一压缩机、联轴器、主电机、管壳式换热器、控制盘技术指标

系列一关键部件主要技术参数如表 3 所示。

表 3 关键部件主要技术参数表

| 序号 | 主要部件 | 内容 | 参数 | 序号 | 主要部件 | 内容 | 参数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 压缩机 | 标准 | AIP618 | 4 | 联轴器 | 形式 | 弹性膜片联轴器 |
| | | 类型 | 水平对置往复式 | | | 型号 | GCH456−70 |
| | | 列数 | 2 | | | 护罩 | 无火花黄铜护罩 |
| | | 级数 | 2 | 5 | 主电机 | 标准 | IEC |
| | | 额定转速 | 1200rpm | | | 类型 | 工频 |
| 2 | 管壳式换热器 | 标准 | GB151 | | | 额定转速 | 1000rpm |
| | | 换热管 | 钛 | | | 功率 | 710kW |
| | | 壳体 | 碳钢 | | | 电制 | 6300V/3ph/3W/50Hz |
| | | 管箱 | 钛 | | | 防爆等级 | ExdIIBT4 |
| | | 支撑 | Q235B | | | 防护等级 | IP56 |
| 3 | 控制盘 | 控制器 | 基于 SiemensS7-300PLC 控制系统 | | | 环境温度 | -11 ～ 35.4℃ |
| | | 电源 | 220V/1Ph/2W/50Hz | | | 温升等级 | ClassB |
| | | 防护型式 | IP56，SS316，柜体厚度 3mm | | | 绝缘等级 | ClassF |
| | | 防爆形式 | ExdIIBT4 | | | 起动方式 | 直启 ( 配空间加热器 ) |
| | | | | | | 绕组及轴承测温 | PT100 |

#### 4.1.2 系列一工艺气系统技术指标

系列一工艺气系统技术指标如表 4 和表 5 所示。

 DOI: https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v5i8.7035

表 4 洗涤罐技术参数表

| 名称 | 一级进气洗涤罐 | 名称 | 二级进气洗涤罐 |
|---|---|---|---|
| 型式 | 立式 | 型式 | 立式 |
| 内径 mm | 900 | 内径 mm | 800 |
| 容器长度 (T/T) mm | 2600 | 容器长度 (T/T) mm | 2600 |
| 设计压力 KPaG | 1550 | 设计压力 KPaG | 1550 |
| 设计温度℃ | 100 | 设计温度℃ | 100 |
| 腐蚀裕 mm | 6 | 腐蚀裕量 mm | 6 |
| 容器类别 | II | 容器类别 | II |
| 壳体材料 | 碳钢 | 壳体材料 | 碳钢 |
| 内件形式 | 丝网 | 内件形式 | 丝网 |
| 内件材料 | SS316L | 内件材料 | SS316L |
| 过滤精度 μm | 10 | 过滤精度 μm | 10 |
| 过滤效率 | 99% | 过滤效率 | 99% |
| 法兰密封面型式 | RF | 法兰密封面型式 | RF |
| 法兰磅级 LB | 150/300 | 法兰磅级 LB | 300 |
| 液压试验压 MPa | 按 GB150 规定 | 液压试验压力 MPa | 按 GB150 规定 |

表 5 脉动缓冲瓶技术参数表

| 名称 | 一级吸气缓冲瓶 | 一级排气缓冲瓶 |
|---|---|---|
| 容器外径 mm | 550 | 550 |
| 容器长度 (S/S)mm | 1250 | 1250 |
| 设计压力 kPaG | 1550 | 1550 |
| 设计温度℃ | 100 | 142 |
| 腐蚀余量 mm | 6 | 6 |
| 壳体材料 | 碳钢 | 碳钢 |
| 封头材料 | 碳钢 | 碳钢 |
| 法兰材料 | 16Mn | 16Mn |
| 无损检测 | 按规范 | 按规范 |
| 名称 | 二级吸气缓冲瓶 | 二级排气缓冲瓶 |
| 容器外径 mm | 500 | 500 |
| 容器长度 (S/S)mm | 800 | 1000 |
| 设计压力 kPaG | 1550 | 4000 |
| 设计温度℃ | 100 | 163 |
| 腐蚀余量 mm | 6 | 6 |
| 壳体材料 | 碳钢 | 碳钢 |
| 封头材料 | 碳钢 | 碳钢 |
| 法兰材料 | 16Mn | 16Mn |
| 无损检测 | 按规范 | 按规范 |

## 4.2 往复式天然气压缩机系列二

该系列往复式压缩机橇的入口压力为 500kPaG，出口压力为 3750kPaG，处理量为 $15x10^4m^3/d$。

### 4.2.1 系列二压缩机、联轴器、主电机、管壳式换热器、控制盘技术指标

系列二关键部件主要技术参数如表 6 所示。

表 6 关键部件主要技术参数表

| 序号 | 主要部件 | 内容 | 参数 | 序号 | 主要部件 | 内容 | 参数 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 压缩机 | 标准 | AIP618 | 4 | 联轴器 | 形式 | 弹性膜片联轴器 |
| | | 类型 | 水平对置往复式 | | | 型号 | GCH456−70 |
| | | 列数 | 2 | | | 护罩 | 无火花黄铜护罩 |
| | | 级数 | 2 | 5 | 主电机 | 标准 | IEC |
| | | 额定转速 | 1200rpm | | | 类型 | 工频 |
| 2 | 管壳式换热器 | 标准 | GB151 | | | 额定转速 | 1000rpm |
| | | 换热管 | 钛 | | | 功率 | 560kW |
| | | 壳体 | 碳钢 | | | 电制 | 6300V/3ph/3W/50Hz |
| | | 管箱 | 钛 | | | 防爆等级 | ExdIIBT4 |
| | | 支撑 | Q235B | | | 防护等级 | IP56 |
| 3 | 控制盘 | 控制器 | 基于 SiemensS7-300PLC 控制系统 | | | 环境温度 | -11 ～ 35.4℃ |
| | | 电源 | 220V/1Ph/2W/50Hz | | | 温升等级 | ClassB |
| | | 防护型式 | IP56，SS316，柜体厚度 3mm | | | 绝缘等级 | ClassF |
| | | 防爆形式 | ExdIIBT4 | | | 起动方式 | 直启（配空间加热器） |
| | | | | | | 绕组及轴承测温 | PT100 |

### 4.2.2 系列二工艺气系统技术指标

系列二工艺气系统技术指标如表 7 和表 8 所示。

表 7 洗涤罐技术参数表

| 名称 | 一级进气洗涤罐 | 名称 | 二级进气洗涤罐 |
|---|---|---|---|
| 型式 | 立式 | 型式 | 立式 |
| 内径 mm | 800 | 内径 mm | 550 |
| 容器长度 (T/T)mm | 2200 | 容器长度 (T/T)mm | 2000 |
| 设计压力 KPaG | 1750 | 设计压力 KPaG | 1750 |
| 设计温度℃ | 100 | 设计温度℃ | 100 |
| 腐蚀裕量 mm | 6 | 腐蚀裕量 mm | 6 |
| 容器类别 | II | 容器类别 | II |
| 壳体材料 | 碳钢 | 壳体材料 | 碳钢 |
| 内件形式 | 丝网 | 内件形式 | 丝网 |
| 内件材料 | SS316L | 内件材料 | SS316L |
| 过滤精度 μm | 10 | 过滤精度 μm | 10 |
| 过滤效率 | 99% | 过滤效率 | 99% |
| 法兰密封面型式 | RF | 法兰密封面型式 | RF |
| 法兰磅级 LB | 150/300 | 法兰磅级 LB | 300 |
| 液压试验压力 MPa | 按 GB150 规定 | 液压试验压力 MPa | 按 GB150 规定 |

 DOI: https://doi.org/10.26549/gcjsygl.v5i8.7035

表 8 缓冲瓶技术参数表

| 名称 | 一级吸气缓冲瓶 | 一级排气缓冲瓶 |
|---|---|---|
| 容器外径 mm | 610 | 610 |
| 容器长度 (S/S)mm | 1050 | 1050 |
| 设计压力 kPaG | 1750 | 1750 |
| 设计温度℃ | 100 | 145 |
| 腐蚀余量 mm | 6 | 6 |
| 壳体材料 | 碳钢 | 碳钢 |
| 封头材料 | 碳钢 | 碳钢 |
| 法兰材料 | 16Mn | 16Mn |
| 无损检测 | 按规范 | 按规范 |
| 名称 | 二级吸气缓冲瓶 | 二级排气缓冲瓶 |
| 容器外径 mm | 457 | 457 |
| 容器长度 (S/S)mm | 600 | 600 |
| 设计压力 kPaG | 1750 | 4100 |
| 设计温度℃ | 100 | 156 |
| 腐蚀余量 mm | 6 | 6 |
| 壳体材料 | 碳钢 | 碳钢 |
| 封头材料 | 碳钢 | 碳钢 |
| 法兰材料 | 16Mn | 16Mn |
| 无损检测 | 按规范 | 按规范 |

### 4.3 往复式天然气压缩机工艺管线与阀门

设计标准：ASMEB31.3/ASMEB16.5。

工艺管线材质为碳钢，滑油 / 仪表气管线材质为不锈钢，海水系统管线材质为双相不锈钢，试验及无损检测标准依照 ASMEB31.3。

### 4.4 往复式天然气压缩机成橇信息

系列一成橇：尺寸 9.5m( 长 )x4.8m( 宽 )x4.5m( 高 )，重量 53.0t。

系列二成橇：尺寸 10.5m( 长 )x5.0m( 宽 )x4.5m( 高 )，重量 66.0t。

整橇三维模型如图 3 所示。

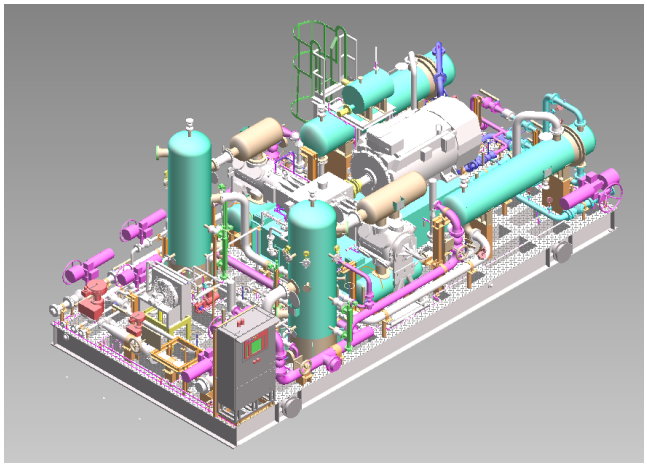

图 3 整橇三维模型

## 5 结语

天然气压缩机组是油（气）田生产过程中关键设备之一，对于回收油田伴生气，天然气集输，燃气透平发电机组燃料气增压等作业中应用广泛。天然气压缩机组具备需求量较大，采购金额较高等特点，适宜形成长期框架协议招标采购，经过系统性的研究形成标准系列化产品，有利于供需双方形成战略合作关系。

## 参考文献

[1] 张良 , 刘勇 , 韩超 . 三甘醇脱水装置影响因素定量分析 [J]. 内蒙古石油化工 ,2010(08):30−33.

[2] 韩万龙 , 张磊 , 常志波 . 天然气三甘醇脱水一体化集成装置 [J]. 石油科技论坛 ,2017(S1):98−100+204.