

无源光网络在智能净化厂应用的可行性分析

黄 杰

中国石油西南油气田公司天然气净化总厂, 重庆 400021

摘 要:目前的天然气净化厂园区网以传统铜缆为传输介质,网络结构复杂、总体成本较高、网络带宽不足等问题制约着整个天然气净化行业的发展,特别是在大规模、远距离的应用场景中网络传输性能瓶颈尤为突出。在数字化转型的推动下,数字化、智能化已成为天然气净化行业的发展方向,作为天然气净化厂智能化发展重要基础设施之一的园区网,则应具有结构简单、带宽大、易升级、成本低、承载多业务、扩展性强、寿命长、运维方便等特点。在“光进铜退”的大趋势下,园区网采用无源光网络将会体现出巨大的优势,结合无源光网络的特点和优势,对无源光网络在智能净化厂数据、视频和语音等业务中的应用可行性进行分析,认为无源光网络在部署、运维、扩展等方面更具优势,适合智能净化厂建设,同时可为解决目前存在的运维成本高、扩展性差等问题提供思路。

关键词:智能净化厂;物联网;无源光网络;园区网

DOI:10.3969/j.issn.1006-5539.2022.03.016

Feasibility analysis of the application of passive optical network in the development of intelligent purification plant

HUANG Jie

PetroChina Southwest Oil and Gas Field Company Natural Gas Purification Plant, Chongqing, 400021, China

Abstract: “The integration of information era and industrialization”, and “digital transformation”, digitalization and intelligence have become the development direction of the natural gas purification industry. As one of the important infrastructures for the development of intelligence applications for natural gas purification plants, the next-generation intranet should have the characteristics of simple structure, high bandwidth, easy to upgrade, low cost, ability to carry multiple services, ability to expand, long life, and user friendly in terms of operation and maintenance. However, the natural gas purification plant intranet still uses traditional copper cables as the data transmission medium. The complex network structure, high overall cost, and insufficient network bandwidth constrain the development of the entire industry, especially in large-scale and long-distance application scenarios where the bottleneck in network transmission performance is particularly prominent. Under the general trend of “optical advances and copper retreats”, the adoption of full-optical networks in the new generation of intranet will show major advantages. By analyzing the characteristics, advantages, and feasibility of application of passive optical network in voice, video and data services of intelligent purification plant, we believe that the passive optical network enjoys

收稿日期:2021-09-25

基金项目:中国石油西南油气田公司“天然气净化总厂物联网建设项目”(2204-500233-04-04-652588)

作者简介:黄 杰(1981-),男,重庆人,工程师,学士,主要从事网络安全、信息化管理工作。E-mail:huangjie001@petrochina.

com.cn

more advantages in deployment, operation and maintenance, expansion, etc., and is suitable for the development of intelligent purification plants. The study presented in this paper can also provide references for solving the existing issues.

Keywords: Intelligent purification plant; Internet of things; Passive optical network; Intranet

0 前言

当前,信息技术不但改变了人们的生活,也改变着人们的工作。天然气净化行业作为典型的流程行业也将经历数字化、智能化的蜕变。随着天然气净化厂“十四五”产能的稳步提升,天然气净化处理量也不断增加,在提质增效的整体形势下,依靠传统生产管理模式难以支撑上产目标和战略发展,亟需借助数字化转型和智能化发展,来保证安全生产、清洁生产、高效生产。天然气净化厂的生产运行自动化程度较高,推进数字化转型、智能化发展具有重大意义。

要实现智能净化厂,首先要确保信息基础设施的业务支撑能力,其中最主要的是园区网的升级换代,这已通过大量信息化项目得到验证。例如近年建设的生产物联网、智能巡检、治安防恐、安全管控等项目都集中突显出园区网的扩展性差、结构复杂、成本较高等问题,无法通过简单改造来解决。鉴于智能化园区网的重要作用,需要采用更先进的光介质网络替代传统铜介质网络,在简化网络结构的同时,还能提高网络的整体性能。

近年来,无源光网络^[1-6]越来越受到关注,在“天网监控系统”“海燕车辆二次分析系统”等大型项目中得到了成功应用。天然气净化厂的智能化建设中无源光网络还没有应用先例,主要原因是天然气净化厂智能化建设起步较晚,而且没有业务需求的推动。以生产视频监控为例,在数字化、智能化发展的大趋势下,作为物联网中很重要的数据源,不只是一要看得到,还应看得清、看得准,过去分析视频需要人工长时间查看,而现在摄像机能直接对视频进行智能分析、实时告警,并已广泛应用于生产安全管理。例如:人员姿态分析,当有人受伤倒地时智能监控会联动报警;劳保用品穿戴检测,对入场人员劳动保护用品是否规范穿着进行分析等。通过网线连接摄像机的传统组网方式已无法满足大范围生产监控需求,而无源光网络由于建设成本低、业务承载能力强、抗干扰能力强等诸多优点将成为建设智能化园区网的首选。

1 无源光网络的概念

无源光网络的概念是 20 世纪 80 年代由英国电信公司最早提出,它又被称为被动式光纤网路,是光纤通信网络的一种,其特点是不用电源就可以完成信号传输。除了终端设备需要用电以外,无源光网络中间的节点则

以精致小巧的无源器件构成,只有信号进出网络时才进行电—光和光—电的转换,网络中信号传输和交换的过程中始终以光的形式进行,以光节点取代现有网络的电节点,构成以光纤为介质的通信网络。

基于无源光网络技术的组网方式^[7-12]是一种点到多点的光导纤维接入技术,由局侧的光线路终端(Optical Line Terminal, OLT)、用户侧的光网络单元(Optical Network Unit, ONU)和光配线网络(Optical Distribution Network, ODN)组成,结构见图 1。所谓“无源”是指在光网络中不含任何有源电子器件和电子电源,全部由光分路器等无源器件组成。无源光网络作为一种纯介质网络,避免了外部设备的电磁干扰和雷电影响,减少了线路和外部设备的故障率,提高了系统可靠性,节省了维护成本,是通信行业长期使用的网络技术。同有源系统比较,无源光网络具有大带宽、高可靠、扁平化、易部署、易管理等显著优点,同时无源光网络还优化了园区网的基础布线和网络结构,让整体网络更加高效和简洁^[13-15],满足智能净化厂建设需求。

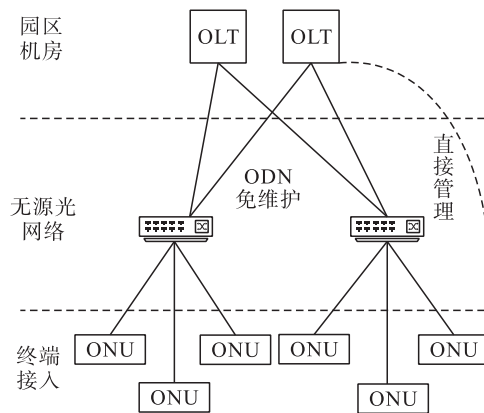


图 1 无源光网络典型结构图

Fig. 1 Typical PON structure

2 无源网络的特点

无源光网络技术包含内容很多,而且在不断迭代更新。早在 20 世纪 90 年代,国际电信联盟就首先提出了基于异步传输模式的无源光网络(Asynchronous Transfer Mode Passive Optical Network, APON),随着以太网技术的快速发展又出现了基于宽带服务的无源光网络(Broadband Passive Optical Network, BPON)技术、基于以太网的无源光网络(Ethernet Passive Optical Network, EPON)

技术,以及基于国际电信联盟千兆比特无源光网络系列标准(ITU-T G.984.x)的最新一代吉比特以太网无源光网络(Gigabit Passive Optical Network, GPON)技术。目前,GPON 技术应用最广泛,10 G 的 GPON 对称技术正逐渐成为主流。无源光网络的技术特点可以总结为单芯双向,波分复用;上行时分复用;下行广播,ONU 选择性接收。

2.1 单芯双向,波分复用

在无源光网络中,上下行通信所采用的波长是不一样的,从 ONU 到 OLT 的方向即为上行,从 OLT 到 ONU 的方向即为下行。以 GPON 为例,规划下行波长 1 490 nm,上行波长 1 310 nm,互不影响,在单根光纤上完全可以实现 OLT 与 ONU 之间的全双工数据通信,见图 2。

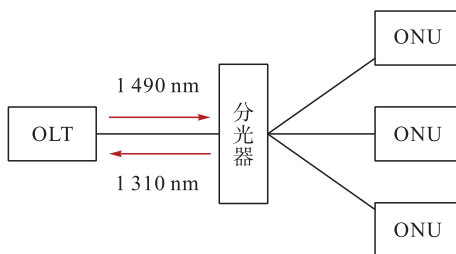


图 2 数据通信示意图

Fig. 2 Data transmission diagram

2.2 上行时分复用

上行方向发端与收端的数量对比关系是“多对一”的关系。既然是“多对一”的关系,这种情况就必须要有仲裁机制来保护上行数据传输不发生冲突。这个仲裁机制便是将上行链路分成不同的时隙,再将这些时隙根据需要分给不同的 ONU,ONU 在属于自己的时隙发送数据。由终端产生的数据、视频和语音等信号分别通过不同的 ONU 在各自的时隙里传输至 OLT,光信号在分光器

里进行耦合,见图 3。

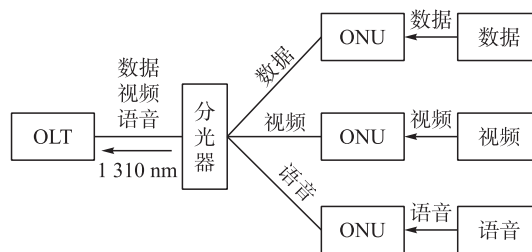


图 3 数据上行示意图

Fig. 3 Schematic diagram of data uplink

2.3 下行广播,ONU 选择性接收

下行方向发端与收端的数量对比关系是“一对多”的关系^[16-18],OLT 将下行数据通过广播的方式发送到所有的 ONU,每个 ONU 会根据相应的过滤条件主动过滤出属于自己的数据,其他数据会丢弃掉,见图 4。

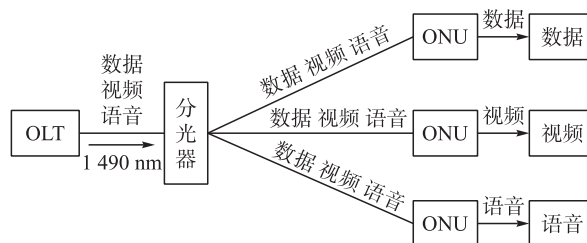


图 4 数据下行示意图

Fig. 4 Schematic diagram of data downlink

3 无源光网络的优势

无源光网络在项目建设和后期运维中都比传统以太网更具优势,主要体现在业务承载能力、建设成本、整体带宽、网络安全、使用寿命等诸多方面。无源光网络与传统以太网对比见表 1。

表 1 无源光网络与传统以太网对比表

Tab. 1 Comparison of passive optical network and Ethernet

项目	传统以太网	无源光网络
业务承载能力	数据、监控、语音等多种业务需要多网并行	一套光纤网络支撑所有业务
建设成本	中	低
综合布线	线缆使用量大且占用空间	少量光纤且占用空间极少
传输距离	小于 300 m	OLT 至 ONU 距离可达 40 km
整体带宽	接入带宽 1 ~ 10 G, 用户带宽 1 G	ONU 带宽 10 G, 用户带宽 2.5 G
网络安全	需要额外部署网络安全设施, 易受电磁干扰	OLT 支持非法 ONU 检测, ONU 支持 MAC 绑定, GPON 支持 AES 加密, 抗电磁干扰能力强
运维成本	接入、汇聚、核心设备需要独立配置, 线缆繁多, 管理运维效率低、成本高	所有前端 ONU 通过 OLT 集中进行配置、管理, 光纤少, 运维简单
能耗	设备多, 对供电、散热要求高	分光器、ONU 为无源设备, 无需供电
使用寿命	设计 15 年	设计 30 年
升级演进	无法平滑升级, 且原有网络设备需要升级	平滑升级, 整个光纤网络无需改动, 只需要升级 OLT 和 ONU 即可

因为光波的传输特性和光缆的物理结构等原因,让光纤本身具有很强的抗电磁干扰能力,同时又不会对外界环境产生新的干扰。此优势使无源光网络适合在天然气净化厂的生产环境中部署。

4 无源光网络的应用分析

4.1 无源光网络部署

智能净化厂建设的总体要求是将天然气净化的生产过程、控制、运行和管理进行统一掌控,要实现这一目标则对网络通信保障能力的要求更高。传统以太网的局限性会制约智能净化厂的快速发展,造成生产水平低下、核心竞争力不足等情况。为防止这种情况发生,需要采用成熟的无源光网络应用于天然气净化领域的数据采集、监测、生产控制等场景,生产自动化,管理智能化。

天然气净化厂目前的园区网都是基于传统以太网的星形拓扑结构,在信息化建设的过程中需要新增大量视频监控、数据采集设备,对网络传输性能要求越来越高。因为是点到点的部署,需要进行大量的综合布线工作,同时由于网线传输距离最大 100 m 的限制,需要部署大量交换机、光缆、光收发器等设施来扩大园区网范围,不但增加了项目建设成本和运维成本,而且后期扩建难度很大。

而无源光网络部署简单,几乎不受传输距离、现场环境和网络带宽的影响,不需要交换机、光收发器等有源设备就能覆盖整个生产园区,故障点大大减少,并且可以针对工作应用场景的业务、接口、安全等需求进行定制,是智能净化厂横向集成的先进、完善、安全的智能网络系统。无论是视频监控系统、现场智能仪表、数据传输传感器、移动设备等各类终端都可以接入。

从传统的点对点接入网络过度到无源光网络是个“减法”过程^[19]。主要是将以太网中的接入层优化为无源光网络,上行部分更换为 OLT,下行部分更换为 ONU,而中间的传输网络则通过光纤组网,优化后的网络结构更简单。无源光网络拓扑见图 5。由图 5 可以看出,监控系统的前端由各种高清网络摄像机组成,在 PON 中通过网线将不同区域的多个摄像机连接到同 1 台 ONU,然后汇集成 1 根光纤连接到分光器,不同区域的分光器再汇集成 1 根光纤连接到 OLT,最后由 OLT 汇聚接入到核心交换机。在核心交换机之上的部分无需改动,与以太网的主要区别在于 OLT 和 ONU 的部分。

OLT 是专门负责光纤链路的局端设备,和 ONU 匹配进行数据流的传输。上行接入核心交换机,下行连接多个 ONU,可以对 ONU 进行集中管理。类似于以太网的数据汇聚层设备。

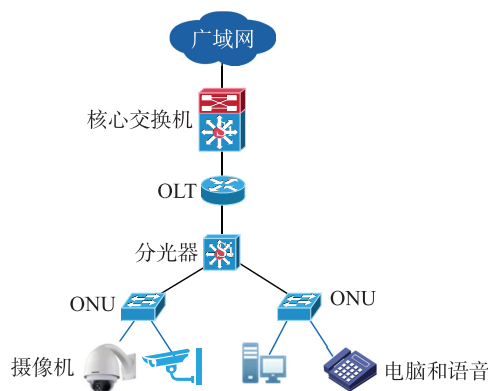


图 5 无源光网络拓扑图

Fig. 5 Passive optical network topology

ONU 是信息点的接入设备,接入业务类型多样,如办公电脑、移动设备、视频和语音等,并且支持 GE /FE、POTS、WIFI、POE 和 CATV 等多种接口,安装方式灵活。无源光网络的带宽设计,主要从两方面来考虑:一是设备规格,OLT 板卡和 ONU 根据实际需求来选择千兆 GPON 或是万兆 GPON;二是 OLT 单个 PON 口下挂 ONU 数量,即由分光比来确定。同时部署方式也非常灵活,完全满足天然气净化厂智能化园区网实际需要。例如对于办公区域可选择光纤到桌面 (Fiber To The Desk, FTTD),实验室可选择光纤到房间 (Fiber To The Room, FTTR),仓库可选择光纤到楼宇 (Fiber To The Building, FTTB)。

4.2 智能语音解决方案

在无源光网络中,语音业务采用基于软交换的解决方案^[20]。在工业生产网络、办公网络等语音需求场景,采用支持语音业务的 ONU,通过 OLT 直接接入到中心运营平台,由中心运营平台提供各种语音业务。语音业务汇入到内部软交换网络中,采用 SIP、H. 248 等标准协议,通过 VoIP 方式进行传输。ONU 承载的各种业务原则上都是基于 TCP /IP 模式承载的,与智能化园区网的主要协议全面兼容。

网络电话发起的语音请求,由 VoIP 数据报文通过 OLT 进行转发,由 OLT 的上行接口上联到内部软交换平台。由于采用 TCP /IP 协议传输数据,主要的工作量只有 ONU 与软交换平台之间 SIP 协议和 H. 248 协议的交互,完成后可将终端注册到内部软交换网络中。

4.3 智能数据回传解决方案

在生产现场采用工业级的 ONU 设备,可根据实际情况为各类数据采集设备提供 FE、RS232、RS485 等接口用于完成数据的采集和传输。在现场数据采集时工业级 ONU 也能连接数据采集网关或者与开关量数据采集设备连接,通过无源光网络快速传送到 DCS 系统,进而完成各类数据分析和决策辅助。

对现场射频识别和智能终端等应用场景下的 WIFI、Zigbee、LTE 等各种无线网络提供数据承载。工业 ONU 设备通过 10 GE 等高速接口实现现场海量数据的回传,支持 NTP、POE 等功能,同时还支持 4 G / 5 G 蜂窝网络承载物联网的数据。

由于无源光网络的大带宽特性,在各工位的工业级 ONU 设备上通过下联支持以太网供电的交换机连接高清摄像机进行高清视频监控,数据与电源共用 1 条链路,方便综合布线也减少后期运维工作量。

5 结论

1) 无源光网络作为一种部署成本低而且灵活性高的大带宽传输手段,完全适合智能净化厂的应用场景。

2) 无源光网络可明显降低智能净化厂的建设成本,并提高建设效率、缩短项目周期、提升企业效益,是智能化园区网理想和经济的接入方式。

3) 由于 OLT 的设备特性,很容易实现对网络的集中管理、维护,而且升级成本较低、可扩展性较强。

4) 无源光网络具有多业务承载能力,并且有很强的抗电磁干扰能力,可以大幅简化天然气净化厂智能化园区网的结构,同时提高安全性。

参考文献:

- [1] 姜 卓. PON 技术在通信接入网中的设计[J]. 中国新通信, 2018, 20(19): 18.
JIANG Zhuo. The design of PON technology in communication access network [J]. China New Telecommunications, 2018, 20 (19): 18.
- [2] 李春生, 林 中. FTTx ODN 技术与应用[M]. 北京: 北京邮电大学出版社, 2016.
LI Chunsheng, LIN Zhong. FTTx ODN technology and application [M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press, 2016.
- [3] 李丽媛. 无源光网络技术(PON)原理及技术应用[J]. 电子技术与软件工, 2013, 26(24): 35.
LI Liyuan. The principle and application of passive optical network technology (PON) [J]. Electronic Technology and Software Engineering, 2013, 26 (24): 35.
- [4] 冯平兴. PON 关键技术及其发展[J]. 计算机产品与流通, 2018, 32(10): 98.
FENG Pingxing. PON key technology and its development [J]. Computer Products and Circulation, 2018, 32 (10): 98.
- [5] 朱建剑, 张华艳. 基于 PON 的 FTTH 接入技术[J]. 电子技术与软件工程, 2020, 26(16): 25-27.
ZHU Jianjian, ZHANG Huayan. FTTH access technology based on PON [J]. Electronic Technology and Software Engineering, 2020, 26 (16): 25-27.
- [6] 王 琴. 基于 PON 的 FTTx 的实现[J]. 电力系统通信, 2008, 36(6): 25-29.
WANG Qin. Implementation of FTTx based on PON [J]. Power System Communication, 2008, 36 (6): 25-29.
- [7] 任 艳, 杜春生, 张 凌. FTTH 实现技术与发展情况[J]. 广东通信技术, 2006, 22(8): 5-9.
REN Yan, DU Chunsheng, ZHANG Ling. FTTH implementation technology and development situation [J]. Guangdong Communication Technology, 2006, 22 (8): 5-9.
- [8] 杜 喆, 沈成彬, 蒋 铭, 等. 基于 PON 技术光接入网的运行、管理和维护[J]. 电信科学, 2010, 26(8): 24-29.
DU Zhe, SHEN Chengbin, JIANG Ming, et al. Operation, management and maintenance of optical access network based on PON technology [J]. Telecommunications Science, 2010, 26 (8): 24-29.
- [9] 宋阿芳, 奚展越, 王 颖. 光进铜退用户端设备部署中存在的问题研究[J]. 电信科学, 2009, 25(10): 91-97.
SONG Afang, XI Zhanyue, WANG Ying. Research on the problems existing in the deployment of light-into-copper retreat client equipment [J]. Telecommunications Science, 2009, 25 (10): 91-97.
- [10] 左 建, 任 艳, 欧月华. PON 中无源光分路器的分析[J]. 电信技术, 2009, 38(6): 92-94.
ZUO Jian, REN Yan, OU Yuehua. Analysis of passive optical splitter in PON [J]. Telecommunications Technology, 2009, 38 (6): 92-94.
- [11] 陶乃勇. 宽带 PPPoE + 配置方案与应用[J]. 计算机与网络, 2020, 46(10): 45-46.
TAO Naiyong. Broadband PPPoE + configuration scheme and application [J]. Computer and Network, 2020, 46 (10): 45-46.
- [12] 马 俊, 刘德强, 王 烁, 等. 宽带接入网技术相关策略及发展建议分析[J]. 通信电源技术, 2020, 37(10): 190-192.
MA Jun, LIU Deqiang, WANG Shuo, et al. Analysis of related strategies and development suggestions for broadband access network technology [J]. Communication Power Technology, 2020, 37 (10): 190-192.
- [13] 张 奇. 基于大数据分析的网格化宽带接入网规划方法及应用[J]. 电信科学, 2018, 34(增刊 1): 185-191.
ZHANG Qi. Planning method and application of grid broadband access network based on big data analysis [J]. Telecommunications Science, 2018, 34 (Suppl 1): 185-191.
- [14] 韦乐平. 接入网[M]. 北京: 人民邮电出版社, 1997.
WEI Leping. Access network [M]. Beijing: People's Posts and Telecommunications Press, 1997.

- [15] 万 帅. 光通信技术在宽带通信用户接入网中的应用分析[J]. 科技传播, 2019, 11(4): 125-126.
- WAN Shuai. Application analysis of optical communication technology in broadband communication user access network [J]. Science and Technology Communication, 2019, 11(4): 125-126.
- [16] 才 勇. 无源光网络在接入网中的应用[D]. 北京: 北京邮电大学, 2010.
- CAI Yong. Application of passive optical network in access network [D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2010.
- [17] 王 刚. 基于光通信技术的宽带通信用户接入网的应用[J]. 中国新通信, 2018, 20(23): 29.
- WANG Gang. Application of broadband communication user access network based on optical communication technology [J]. China New Telecommunications, 2018, 20(23): 29.
- [18] 李红兵, 张佑才. 基于工业互联架构的 PON 系统实现[J]. 电脑编程技巧与维护, 2020, 26(6): 38-39.
- LI Hongbing, ZHANG Youcai. Implementation of PON system based on industrial interconnection architecture [J]. Computer Programming Skills and Maintenance, 2020, 26(6): 38-39.
- [19] 徐秦成, 李晓坤, 陈虹旭, 等. 基于 PON 与 NB-IoT 技术在智慧城市的应用[J]. 智能计算机与应用, 2019, 9(6): 286-291.
- XU Qincheng, LI Xiaokun, CHEN Hongxu, et al. Application of PON and NB-IoT technology in smart cities [J]. Intelligent Computers and Applications, 2019, 9(6): 286-291.
- [20] 张鸿涛. 物联网关键技术及系统应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.
- ZHANG Hongtao. Key technologies and system applications of the internet of things [M]. Beijing: Machinery Industry Press, 2011.

中国石油在建最大规模石脑油加氢装置中交

2022 年 5 月 21 日, 广东石化炼化一体化项目 300 万吨/年石脑油加氢装置举行中交仪式, 标志着中国石油在建最大规模石脑油加氢装置进入投产准备阶段, 成为广东石化项目首套中交的炼油生产装置。

300 万吨/年石脑油加氢装置是中国石油集团在建的同类规模最大装置。该装置工艺复杂, 应用美国 UOP 公司石脑油加氢工艺技术及 HYT-1119 催化剂, 采用先加氢、后汽提、再分馏的工艺流程。

石脑油加氢循环压缩机采用离心式电动压缩机, 并配置反飞动线控制系统, 以氢气回收装置的高压氢气作为补充氢源, 取消了补充氢压缩机, 由此节约了资金及占地。

广东石化公司还通过不断优化设计方案, 采用更加优质的保温材料、较低的排烟温度, 使加氢装置加热炉设计热效率达到 94%, 为国内较高水平。

为加快项目建设进度, 在设计、采购过程中, 这一装置冷换设备全部在出厂前就已完成试压氮气密封, 现场不再进行二次试压, 为装置建设节约了宝贵的施工时间。同时, 装置 3 台总重量 3 200 吨圆筒炉采取整体制造、整体运输、整体安装模式, 进一步提高施工效率、缩短施工周期, 创造了中国石油系统加热炉整体模块化交付的先河。

这一装置自 2020 年 6 月 18 日开工建设以来, 广东石化公司和寰球公司克服工艺路线复杂、大型吊装和交叉施工作业多、施工周期长、工程作业量大等困难, 最终圆满完成项目中交。

(周 舟 摘编自中国石油新闻中心)