

油气管道SDH光传输网关键设计

张皓若^{1*}, 刘晓峰², 郑海鹏², 赵雅琴²

¹中国石油管道局工程有限公司国际事业部, 河北 廊坊

²中国石油天然气管道工程有限公司, 河北 廊坊

Email: *360727502@qq.com

收稿日期: 2021年6月4日; 录用日期: 2021年8月27日; 发布日期: 2021年9月6日

摘 要

SDH光传输网络是国家管网集团的骨干传输网, 是油气管道集中调控数据传输的唯一平台, 是国家管网相关单位生产、运营、管理信息传输的重要通道。SDH光传输网的合理设计对提高企业管理水平和生产效率具有重要作用。本文对SDH概念及基本原理进行了介绍, 论述了油气管道SDH光传输网络工程设计的关键。

关键词

油气管道, 系统容量, 业务流向, 网络保护

*通信作者。

Key Design of SDH Optical Transmission Network for Oil and Gas Pipeline

Haoruo Zhang^{1*}, Xiaofeng Liu², Haipeng Zheng², Yaqin Zhao²

¹China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd. International, Langfang Hebei

²China Petroleum Pipeline Engineering Corporation, CPPE, Langfang Hebei

Email: *360727502@qq.com

Received: Jun. 4th, 2021; accepted: Aug. 27th, 2021; published: Sep. 6th, 2021

Abstract

SDH optical transmission network is the backbone transmission network of PipeChina. It is the only platform for data transmission of centralized control of oil and gas pipelines. It is an important channel for information transmission of relevant production, operation and management. The reasonable design of SDH optical transmission network plays an important role in improving the management level and production efficiency of enterprises. This paper introduces the concept and basic principle of SDH, and discusses the key points of SDH optical transmission network engineering design for oil and gas pipeline.

Keywords

Oil and Gas Pipeline, System Capacity, Data Flowing, Network Protection

Copyright © 2021 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着光传输技术的发展，光纤通信已经成为油气管道数据通信最主要的传输手段。目前，管道光传输网已经建成以“光通信为主，卫星通信为辅，租用公网为补”的覆盖全国大部分省市的通信网络。SDH技术通过定义全球统一标准的光接口规范、同步复用映射和强大的网管能力，已成为传输网的主流技术，被广泛应用在油气管道光传输网中。

2. SDH 概念及基本原理

2.1. SDH 概念

根据 ITU-T 的定义，SDH (同步数字体系)是为不同速率的数字信号的传输提供相应等级的信息结构，包括复用方法和映射方法，以及相关的同步方法组成的一个技术体制。SDH 是一整套可进行同步数字传输、复用和交叉连接的标准化数字信号的等级结构。

其中基于分布式光纤传感技术、负压波技术和实时瞬态模型技术的泄漏检测系统是在长输油气管道

中常用且效果比较好的技术手段[1]。

2.2. 基本原理

SDH 有一套标准的信息结构等级称为同步传送模块 STM-N ($N = 1, 4, 16, 64$), 其帧结构如图 1 所示 [2]。

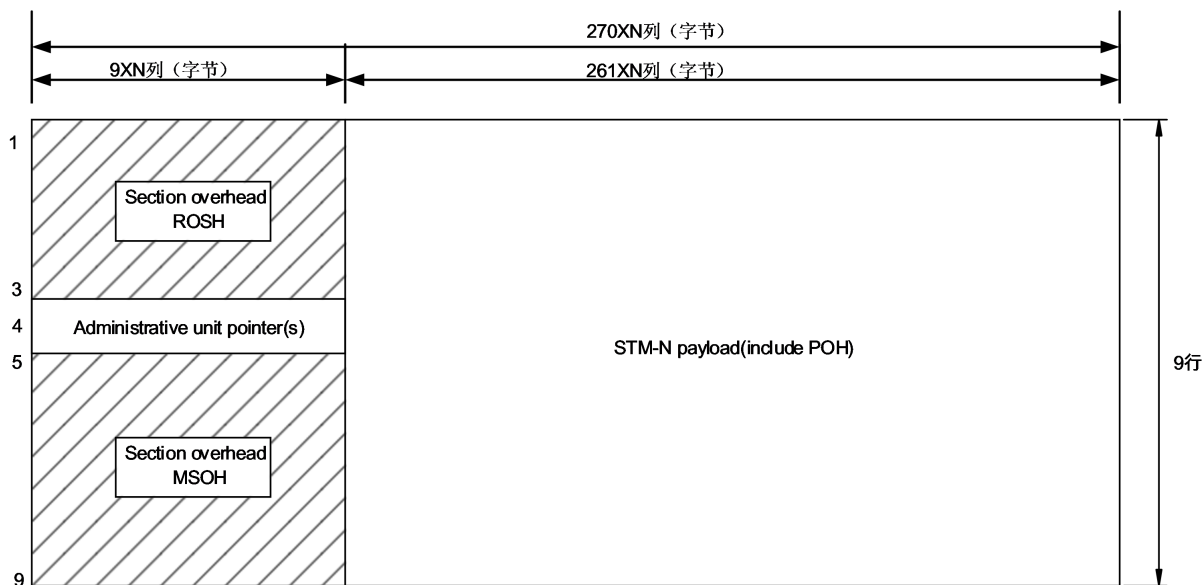


Figure 1. STM-N frame structure diagram

图 1. STM-N 帧结构示意图

SDH 帧结构主要由段开销(SOH)、信息净荷(含 POH)和管理单元指针(AU-PTR)组成。信息净荷区用于传送用户信息,并对通信新能进行监视、管理和控制,管理单元指针指示信息净荷在 STM-N 中的位置,段开销用于网络运行、管理和维护。

帧结构中最小单元为字节(每字节为 8 bit),每帧由 2430 字节组成,帧频为 8000 帧/s,周期为 125 μ s,包含段开销、管理单元指针、信息净负荷。STM-N 由基本模块信号的 N 倍组成,STM-N 的帧结构由 270 \times N 列 \times 9 行组成,周期不变,仍然为 125 μ s,比特率为 STM-1 的 N 倍。

SDH 采用字节间插同步复用的方式将低速的支路信号复用成 STM-N 高速信号,其基本的复用结构如图 2 所示。

3. 油气管道 SDH 光传输网设计

油气管道通信传输网络是油气管道集中调控数据传输的唯一平台,是国家管网相关企事业单位生产、运营、管理信息传输的重要通道,合理的设计才能保障网络有效性、可靠性。本文从以下几个方面对油气管道 SDH 光传输网设计提出设计思路。

3.1. 业务类型及数据流向

SDH 网络承载最重要的业务是生产型业务,主要有 SCADA 业务、工业电视、办公网络、视频会议、语音等业务,其中 SCADA 业务是 SDH 光传输网络承载的核心业务。

SCADA 业务依据油气管道的调控模式,数据流向如图 3 所示。

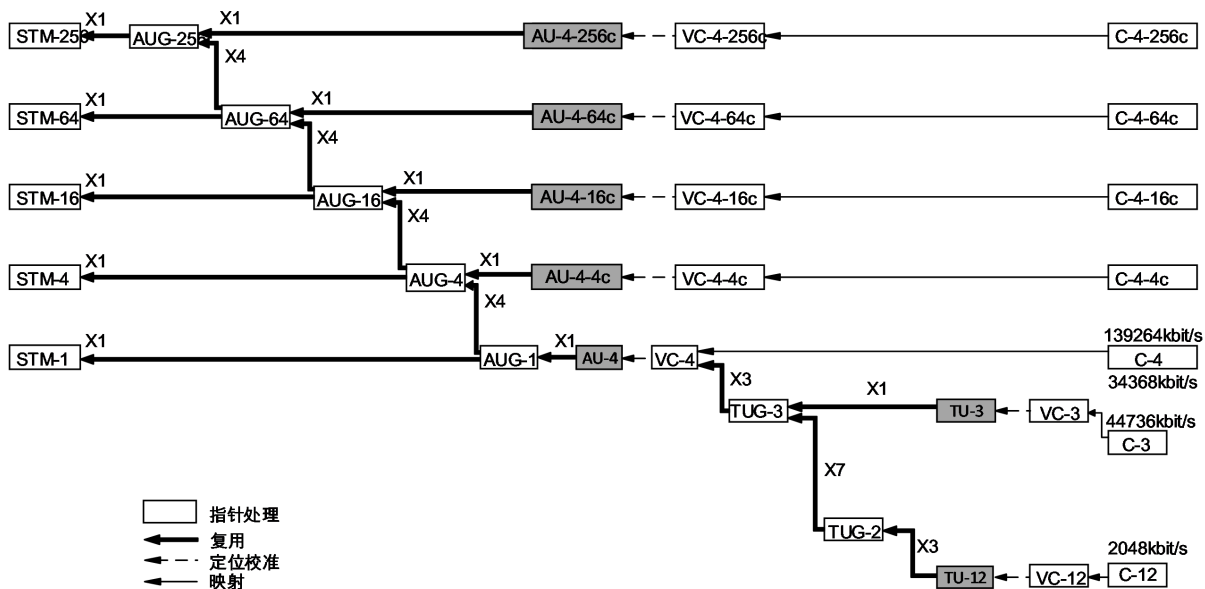


Figure 2. Reuse structure diagram
图 2. 基本复用结构图

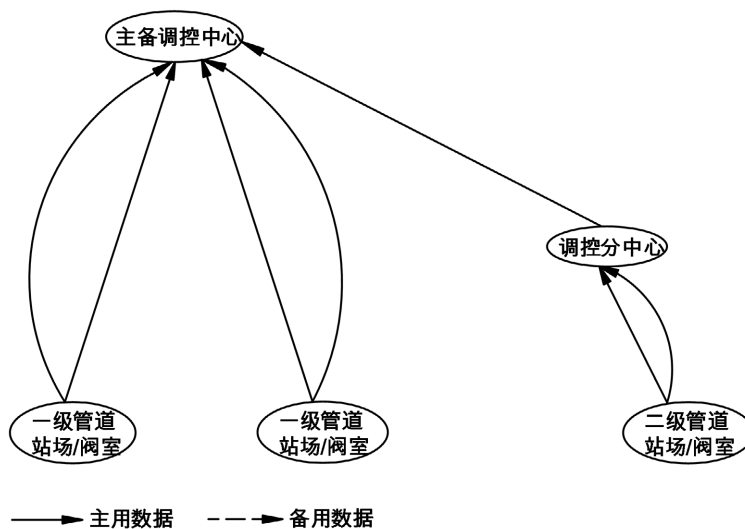


Figure 3. SCADA data flow diagram
图 3. SCADA 数据流向图

一级调控管道的站场/阀室 SCADA 业务传输至主备调控中心，二级管道的站场/阀室 SCADA 业务传输至调控分中心，由调控分中心传输至主备控制中心。

其它生产型业务主要传输至分公司，由分公司传输至地区公司总部，部分业务不经过分公司直接流向地区公司总部其数据流向如图 4 所示。

3.2. 系统容量

SDH 光传输网络以及系统容量需依据根据业务种类，业务传输带宽确定。SDH 网络早期主要承载小颗粒的生产数据，业务带宽较小，如 SCADA 数据带宽为 128 k/路，话音数据为 64 k/路。近年来，随着信息化技术、视频图像技术高速发展及“智能管道、智慧管网”建设理念的提出，SDH 网络承载的数据

类型由数据、语音向高清图像、信息化数据、智能化数据逐步演变，业务带宽需求跳跃式增加，如高清视频图像带宽 4~8 M/路，信息化业务 100 M/路。

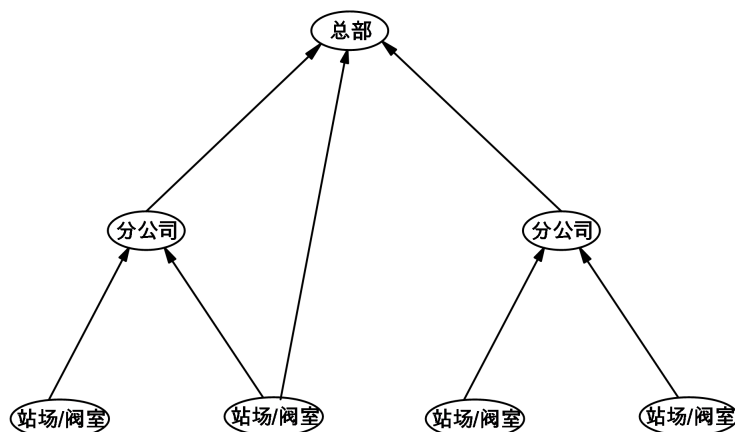


Figure 4. Production data flow diagram

图 4. 生产数据流向图

一般来讲，管道站场管理本站站场、阀室、高后果区的摄像机数量约为 30 个，按照 4 M/路计算，工业电视及信息化业务单站带宽约为 220 M/站。由于油气管道业务流向为集中型，若某长输管道设置 10 座站场，则线路带宽约为 2200 M 因此，干线 SDH 光传输网络的系统容量多设计为 2.5 G 或 10 G。

3.3. 网络保护方式

SDH 光传输网络的物理拓扑结构可采用线形、星形、树形、环形等基本拓扑结构，油气管道的 SDH 光传输网络多采用线性及环形拓扑结构。

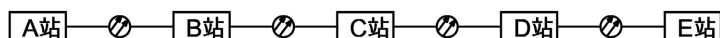


Figure 5. Linear structure diagram

图 5. 线形结构图

图 5 为典型的油气管道 SDH 线形拓扑结构，由于光缆资源有限，不具备与其它管道 SDH 设备组网成环的条件，所以多根据工程建设情况利用光缆中的 4 芯光纤采用 1 + 1MSP 线性复用段保护方式，如蒙西煤制天然气外输管道一期工程采用此种保护方式。

随着油气管道的建设增多，管道光传输系统之间的组件环形网络越来越方便，典型的结构如图 6 所示[3]。

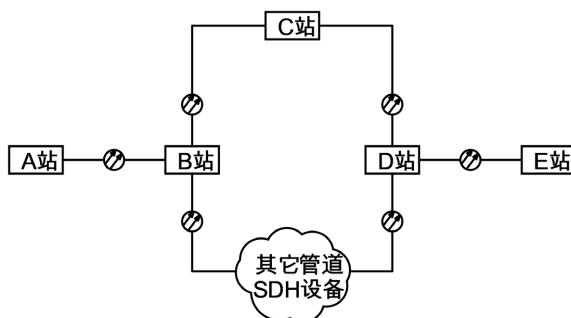


Figure 6. SDH network typical structure diagram

图 6. SDH 网络典型结构图

此种网络结构多采用子网链接保护(SNCP)与 1 + 1MSP 线性复用段保护相结合的方式。SNCP 环采用 1 + 1 保护方式, 是基于业务的保护, 无站间协议, 具有双发选收的特点, 油气管道之间的 SDH 设备组网多采用此种网络保护方式。如图 6 所示, B 站、C 站、D 站与其它管道 SDH 设备之间组件 SNCP 保护环, A 站与 B 站之间, D 站与 E 站之间采用 1 + 1MSP 线性复用段保护保护方式。

3.4. SDH 网络链路计算

SDH 光传输系统中继段设计采用最坏值计算方法, 应同时满足系统所允许的衰减和色散要求。衰减受限系统的再生中继距离可按照式 1 估算, 色散受限系统的再生中继距离可按照式 2 进行估算[4]。

$$L_1 = \frac{P_s - P_r - P_p - \sum A_c - M_c}{A_f + A_s} \quad \text{式(1)}$$

$$L_2 = \frac{D_{\max}}{D} \quad \text{式(2)}$$

式中 L_1 : 衰减受限再生中继段长度, km;

L_2 : 色散受限再生中继段长度, km;

P_s : S 点寿命终了时的光发送功率, dBm;

P_r : R 点寿命终了时的光接收灵敏度, dBm;

P_p : 最大光通道代价, dB;

$\sum A_c$: S、R 间活动连接器损耗之和, dB;

M_c : 光缆富裕度, dB;

A_f : 光纤平均衰减系数, dB/km;

A_s : 光纤固定熔接接头平均损耗, dB/km;

D : 光纤色散系数, ps/(nm·km);

D_{\max} : S、R 点间通道允许的最大总色散值, ps/nm。

以某管道新建 10 G SDH 光通信系统为例, 采用图 5 线性拓扑结构, A 站与 B 站之间的站间距约为 60 km, 随管道建设 G.652D 管道光缆, 工作波长按照 1550 nm 考虑。 A_f 取值为 0.22 dB/km, A_s 取值为 0.043 dB/km, M_c 取值为 3 dB, $\sum A_c$ 取值为 1 dB, 根据 STM-64 光接口参数规范, 选用 L64.2 光接口, P_s 取值为 -2 dB, P_r 取值为 -26 dB, P_p 取值 2 dB, 经过计算可知, 衰减受限再生中继距离约为 68.44 km。

G.652 光纤在 1550 nm 窗口的色散系数为 18 ps/(nm·km), D_{\max} 取值 1600 ps/(nm·km), 色散受限再生中继段长度约为 88.88 km。

结合上述计算, 对于站间距 60 km, 配置 L64.2 光接口是合适的, 当然光接口选择 V64.2 也是适用的, 此时应根据工程建设需求, 充分考虑 SDH 建设的经济性, 选择合适的光接口。

4. 结束语

SDH 技术已经广泛应用在油气管道通信网中, 但在油气管网 SDH 光传输网建设中, 应结合全网的实际情况进行合理设计, 合理利用资源, 从而提高 SDH 管道光传输网络的可靠性和安全性, 为油气管道安全运行提供有力保障。

参考文献

- [1] 曲柏达, 韩冬梅. 油气管道通信传输网技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 2016: 175-177.
- [2] 王菊. SDH 专网组网研究及网络设计[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京邮电大学, 2011.

- [3] 刘永军, 韩冬梅, 渠忠强. SDH 光通信保护在油气管道项目的应用[J]. 数字通信世界, 2018(9): 168-169.
- [4] 黄为民, 陈颖霞, 张红, 等. GB/T 51242-2017 同步数字体系(SDH)光纤传输系统工程设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2017.