

文章编号: 2095-2163(2019)02-0152-03

中图分类号: TP274.2

文献标志码: A

POWERLINK 在油气田井口数据传输系统中应用的初步探究

曹庆年, 刘燕峰, 孟开元

(西安石油大学 计算机学院, 西安 710065)

摘要: 在大多数油气田生产现场中,数据采集与传输都采用 Modbus 通讯协议。随着生产智能化,对通信性能的要求愈来愈高,Modbus 的弊端逐渐显露,急需一种高性能的通信技术替代 Modbus 的地位。POWERLINK 是一项基于标准以太网的开源实时通信技术,其直接交叉通信,多路复用,主从结构等特性,使其在工业控制与数据采集领域中得到重用。本文结合 POWERLINK 的诸多特性,论述其在油气生产物联网系统(The Internet of Things for the Production of Oil and Gas,简称 A11 系统)中数据采集与传输方式上的应用可行性与价值。

关键词: Modbus; POWERLINK; 特性; A11 系统

Preliminary study on using POWERLINK in data transmission system in oil and gas field

CAO Qingnian, LIU Yanfeng, MENG Kaiyuan

(School of Computer Science, Xi'an Shiyou University, Xi'an 710065, China)

[Abstract] In most oil and gas fields, Modbus communication protocol is used for data acquisition and transmission. With the development of intelligent production, the requirement of communication performance is getting higher and higher. The drawbacks of Modbus are gradually exposed, and it is urgent to replace Modbus with a high-performance communication technology. POWERLINK is an open source real-time communication technology based on standard ethernet. Its direct cross-communication, multiplexing, master-slave structure and other characteristics put it in an important position in the field of industrial control and data acquisition. In this article, the feasibility and value of the application of data acquisition and transmission in the Internet of Things for the Production of Oil and Gas (A11 system) are discussed in combination with its many characteristics.

[Key words] Modbus; POWERLINK; characteristic; A11 system

0 引言

时下,自动化技术表现出飞速发展势头,并在各个领域得到了广泛的应用。尤其在工业生产领域中,各种工业网络技术正相继涌现,且各具独特技术优势,如 Modbus TCP/IP、ProfiNet、Ethernet/IP、POWERLINK 等等。其中,POWERLINK 凭借其确定性强、实时性好、协议开源、无需任何授权费用业已成为工业以太网的代表^[1]。POWERLINK 的如上诸多特性,则使其在许多领域的应用中成为关注焦点,例如自动化生产、高精度运动控制、数据监控与通信等等。为了加速推进中国石油油气生产信息化建设,实现油气生产管理水平的提升,以及工业化与信息化的有效融合,《中国石油“十二五”信息技术总体规划》提出了建设油气生产物联网系统^[2]。本文主要针对油气田井口数据的采集与传输方式是否可以使用 POWERLINK 技术这一问题做出如下的探讨与论述。

1 Modbus 的弊端

在现今的油气田生产现场中,绝大多数仪器仪表都采用传统的 Modbus 总线技术进行数据通信。但随着互联网技术的进步,智慧油田设想的问世,Modbus 技术却已在限制和制约着智慧油田的良性发展。文中将 Modbus 与 POWERLINK 进行比较,比较后的结果详见表 1。

表 1 POWERLINK 与传统的 Modbus 总线比较

Tab. 1 Comparison between POWERLINK and traditional Modbus bus

名称	Modbus	POWERLINK
物理层	RS-485	IEEE802.3
传输速率	10 Mbps	100 Mbps
最小循环周期	10 ms	100 μs
节点传输距离	100 m@1 Mbps	100 m@100 Mbps
延迟	100 μs	0.1 μs

由表 1 可见,对 Modbus 与 POWERLINK 对比后的结果拟做解析分述如下。

作者简介: 曹庆年(1963-),男,教授,主要研究方向:计算机网络与通信;刘燕峰(1991-),男,硕士研究生,主要研究方向:计算机系统结构;孟开元(1968-),男,副教授,主要研究方向:计算机网络与通信。

收稿日期: 2018-11-20

(1)在物理层方面。Modbus 采用 RS-485 通信接口,而 POWERLINK 则采用 IEEE802.3 标准,这就说明,只要有以太网的地方,就可以实现 POWERLINK,同时能够高效接入到互联网当中去。

(2)在传输速率方面。Modbus 的 10 Mbps 速率是完全可以满足以前的生产要求的,但是伴随着工业生产的智能化与数字化的潮流走向,数据量的增加却使得其速率达到了瓶颈,从而也限制了工业生产的高速发展。

(3)在最小循环周期方面。Modbus 需要 10 ms 时间,而在现今的生产中,10 ms 已经是一个相对较长的时间了,同时随着节点数的增加,循环周期可能会更长,这就对生产的安全性、可靠性、时效性都将产生巨大的影响。

(4)在节点传输距离和延迟等方面。Modbus 与 POWERLINK 也有着明显差距,而工业生产中时间、速率、安全性、可靠性的要求却越发严格。

综上分析论述后可知,Modbus 技术已难以满足现代工业生产的发展需求。

2 POWERLINK 与 A11 系统概述

2.1 POWERLINK

POWERLINK 本身是基于标准以太网技术,物理层遵循 IEEE802.3 协议。因此参照前文分析可知,只要存在以太网接口设备,就可以实现 POWERLINK。同时 POWERLINK 的应用层采用了 CANopen 协议,该协议使用了对象字典,还规定了过程数据对象(PDO)、服务数据对象(SDO)、网络管理等多种通讯机制^[3]。研发可得其 OSI 模型如图 1 所示。

不仅如此,POWERLINK 的设计优越性还表现在如下方面:例如 0.1 μs 系统同步、100 μs 循环时间、100 Mbps 带宽、240 个节点等等,即使在极短循环下也可以进行大量数据吞吐。同时,其交叉通信、多路复用、异步数据等特色也使其在工业控制领域中发挥着更加出色的作用。更进一步地,POWERLINK 还可支持多种网络拓扑结构,例如,星形、树形、总线形、环形等结构,以及这些拓扑结构的任意组合^[5]。

2.2 A11 系统

为了推进国内油气田生产信息化建设,A11 系统在“十二五”中即获提出。该系统规范中指出,在油气生产物联网系统中,应坚持规划、标准、设计、投资、建设、管理相统一的原则,利用物联网技术,综合考虑油气田生产现状与发展前景,建设低成本、高效

益、生产过程全自动的系统。该系统主要分为数据采集与监控子系统(data acquisition and control system)、数据传输子系统(data transmission system)、生产管理子系统(production monitoring and management system)三大部分,各个子系统功能职责划分参见表 2。

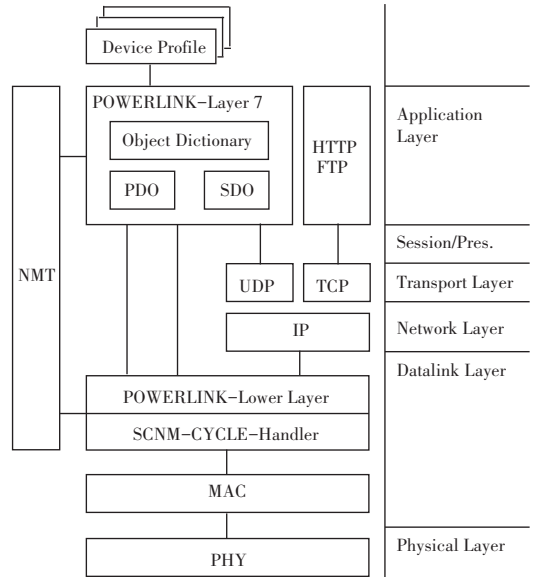


图 1 POWERLINKOSI 模型^[4]

Fig. 1 The OSI model of POWERLINK

表 2 A11 系统的三大部分

Tab. 2 Three parts of A11 system

系统组成	系统功能定义	系统功能设计
生产管理子系统	分析管理决策功能	使用 PC 客户端或者大屏幕展示生产实时画面,并通过各项数据对生产进行分析,对工况做出诊断,可以进行报表管理、物联网设备管理等
数据传输子系统	数据传输功能	使用有线或无线方式传输生产数据,视频画面或者控制信息等 无线网络: WiMax、GPRS、3G、TD-LTE 有线网络: 光纤
数据采集与监控系统	数据采集与监控功能	站点: 单井、丛式井、计量站、中转站、注水站等 数据: 油压、套压、温度、电量、载荷、流量、角位移等 设备: RTU、摄像头、可燃气体检测仪等

3 POWERLINK 与井口数据的传输

在油气田的生产现场,井口数据居于核心位置,例如,温度、压力、载荷、角位移等等,每一项指标是否在合理、正常的范围内,对整个生产过程都有着至关重要的意义。在数据采集的过程中,由于井口数

据单元较多,设备的响应时间也不一致,如抽油机一次运动的时间需数分钟,如何及时获取这些数据,并在第一时间调取相应操作,是保证顺利安全生产的首要任务。对此可展开研究阐释如下。

3.1 POWERLINK 的多路复用机制

在节点数量多,数据采集周期不确定的生产环境中,POWERLINK 采用多路复用机制进行处理。多路复用致力于解决系统设备的快慢问题。在系统配置时,将现场设备分为快速设备和慢速设备。对于快速设备而言,将在每个周期进行数据采集;而对于慢速设备,即可根据其运行周期(设备自身运行周期),在每隔 1 - N 个周期(系统周期)进行采集。如图 3 所示。在图 3 中,a 代表周期中的异步数据。1 和 2 是快速设备,每个系统周期进行数据刷新采集;3 与 4、5 与 6 都是慢速设备,采用多路复用机制,分别在 2 个不同周期复用同一时间槽。



图 2 多路复用机制

Fig. 2 Multiplexing mechanism

3.2 定时主动上报模式 (PRC 技术)

传统的 Modbus 总线技术采用请求—应答模式采集数据,只有管理员请求数据时,井口控制器才会做出响应。而在油气田生产过程中,井口数据正常即是保证安全生产的头等大事,若井口数据异常,管理人员应在第一时间得到消息。POWERLINK 采用轮询序列技术 (Poll Request Chaining Technology, PRC),研究了定时主动上报模式,在通信开始前,需要配置从站参数,告知每个从站应在循环周期的哪一个时刻上报^[6]。由于其循环周期时间很短,所以每一次的主动上报几乎都可以做到实时。

3.3 POWERLINK 传输井口数据

在引入上述的 2 个 POWERLINK 通信机制,也就是多路复用机制与定时主动上报模式的基础上,就可以启用一定的技术分类策略来进行井口数据的传输。研究内容具体如下。

(1) 依据现场设备运行周期,将数据分为短周期数据和长周期数据。其中,短周期数据指采集周期短,需要在每个 POWERLINK 周期内进行采集的数据,例如井口温度、压力等常规数据;长周期数据指设备运行周期长、采集时间间隔大的数据,例如抽油机功图数据,就需要一个抽油机运行周期才能结束采集。按照这种分类方式,可以采用多路复用机

制:短周期数据在每个 POWERLINK 周期进行传输,长周期数据则多路复用一个时间槽,分别在不同的周期中进行传输。这样一来,不仅提高了网络的利用率,还避免了可能造成的网络拥塞。

(2) 依据数据时效性,分为紧急数据和非紧急数据。其中,非紧急数据指井口一些计量数据,这些数据大多对生产安全不具实质决定性影响;紧急数据指那些对生产环节有重大影响的数据,例如,井口温度、压力等,紧急数据的异常,可能造成现场发生事故,所以就需对这些数据进行实时的采集与监测。按照这种分类方式,研究采用定时主动上报模式。在此种模式下,井口控制单元在尚未收到采集命令的时候,也会主动提交这些数据,保证管理人员能够第一时间获取最新的数据,启用正确的操作,避免事故的发生。

在前文分析基础上可推证得出,POWERLINK 在井口数据的传输中有着自身独特的优势与方式,从而能够保证数据传输的效率,并且保证生产环节的安全。

4 结束语

综上所述,与传统的总线技术 Modbus 相比,POWERLINK 技术无论在通信效率、通信距离上都远远超越 Modbus。POWERLINK 基于以太网的底层以及其免费开源等优良性质,让使用者仅需耗费很低的成本,却用很快的速度将其实现。本文又结合 A11 系统与油气田井口数据的复杂性,通过论述 POWERLINK 多路复用机制和定时主动上报模式,阐明了 POWERLINK 在油气田井口数据传输系统设计中能够发挥更大的作用,为下一步将 POWERLINK 技术应用于井口控制器提供有益的参考与借鉴。

参考文献

- [1] CENA G, SENO L, VALENZANO A, et al. Performance analysis of Ethernet Powerlink networks for distributed control and automation systems[J]. Computer Standards & Interfaces, 2009, 31 (3): 566-572.
- [2] 中国石油天然气集团公司. 油气生产物联网系统建设规范[Z]. 北京: 中国石油天然气集团公司, 2014.
- [3] 孙健, 陶维青. CAN 应用层协议 CANopen 浅析[J]. 仪器仪表标准化与计量, 2006(2): 22-24.
- [4] 肖维荣, 王瑾秋, 宋华振. 开源实时以太网 POWERLINK 详解[M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.
- [5] 贾鸿莉, 于森. 实时以太网 Powerlink 技术的研究[J]. 中国科技信息, 2016(21): 37-38.
- [6] 耿晓哈. 基于实时以太网 PowerLink 的列车网络的实现研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2017.