

Application of EPAnet Software for Optimization Design in Refinery Firefighting Water System

Hongchao Liu, Tiegang Zhang

CNPC Engineering Construction Cooperation, EastChina Design Branch, Qingdao Shandong
Email: tg803@126.com

Received: Aug. 17th, 2017; accepted: Sep. 1st, 2017; published: Sep. 11th, 2017

Abstract

Firefighting water system in some refinery in Shandong province is simulated by EPAnet software. The worst using condition of firefighting water system is checked and studied. By analyzing point pressure and piping velocity, some optimization design measures are taken. These measures may reduce engineer investment and be used to check and optimize firefighting water system in similar refinery.

Keywords

Refinery, Firefighting Water System, Optimization Design

EPAnet软件在炼油厂消防水系统优化设计中的应用

刘宏超, 张铁刚

中国石油工程建设有限公司华东设计分公司, 山东 青岛
Email: tg803@126.com

收稿日期: 2017年8月17日; 录用日期: 2017年9月1日; 发布日期: 2017年9月11日

摘要

采用EPAnet软件模拟山东某炼油厂消防水系统, 完成了消防水系统最不利运行工况的校核, 通过分析节点压力、管段流速等参数, 提出了系统优化设计的途径, 降低了工程投资, 可供类似项目消防水系统校

核和优化时借鉴。

关键词

炼油厂, 消防水系统, 优化设计

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

EPAnet 是由美国国家环境保护局(EPA)开发的有压管网水力特性模拟的计算机程序[1], 主要用于区域、城市和乡镇供水管网的规划和设计[2] [3], 也用于自动喷淋系统等的设计。

目前, 炼油厂消防水系统设计多采用传统经验法, 尽管满足《石油化工企业设计防火规范》(GB50160-2008)要求, 但消防水泵扬程及管道管径的选取偏于保守, 导致工程投资增加。将 EPAnet 软件应用于山东某炼油厂消防水系统的设计和优化中, 通过初选法确定系统设计参数, 用 EPAnet 建立模型, 根据软件模拟结果对系统进行优化。

2. 工程概况

山东某炼油厂占地约 85 hm², 根据 GB50160-2008, 同一时间内火灾按一处厂区消防用水量最大处考虑。经计算, 厂区消防用水量最大处为液化石油气球罐区, 其消防用水量为 1908 m³/h (530 L/s), 火灾延续供水时间为 6 h, 一次设计消防用水量为 11,448 m³。

厂区采用独立的稳高压消防水系统。厂区设置 1 座消防加压泵站, 设计规模为 2000 m³/h, 消防水储量为 20,000 m³。站内配置 1 台电动消防水泵和 2 台柴油机消防水泵, 单泵额定流量为 1000 m³/h, 额定扬程为 120 m 正常时一电一柴即可满足炼厂消防供水要求, 失电时采用两台柴油机消防泵。配置消防稳压泵 2 台(1 用 1 备), 单泵额定流量为 54 m³/h, 额定扬程为 100 m; 配置消防水储罐共 2 座, 总有效容积为 20,000 m³。消防水管网平时由稳压泵维持压力不低于 0.8 MPa(g), 消防时最不利点的系统工作压力不低于 0.8 MPa(g), 消防时开启消防水泵, 确保消防管网最不利点的压力不低于 0.8 MPa(g)。

根据保护对象的消防用水量 and 传统经验法, 首先初步确定了厂区消防管网的布置和管径选择初步方案。消防加压泵站和液化石油气球罐区周围消防管道的管径采用 DN450, 工艺装置和其它罐区采用 DN300, 辅助生产设施采用 DN200。

3. EPAnet 的应用

3.1. 模型建立

根据厂区消防水系统初步设计方案, 分别建立节点、管段、水泵、储水罐等要素, 并依据设计参数对上述要素赋值, 如节点赋值流量, 管段赋值管径和长度, 水泵赋值流量和扬程等。EPAnet 中水头损失可采用 Hazen-Williams, Darcy-Weisbach 或 Chezy-Manning 公式计算[1]。本工程消防水管道选用流体输送用无缝钢管(GB/T8163-2008), 材质为 20#钢。管道水头损失采用 Hazen-Williams 公式计算, 管壁粗糙系数 C_h 取 100 [4]。厂区消防水系统模型如图 1 所示。

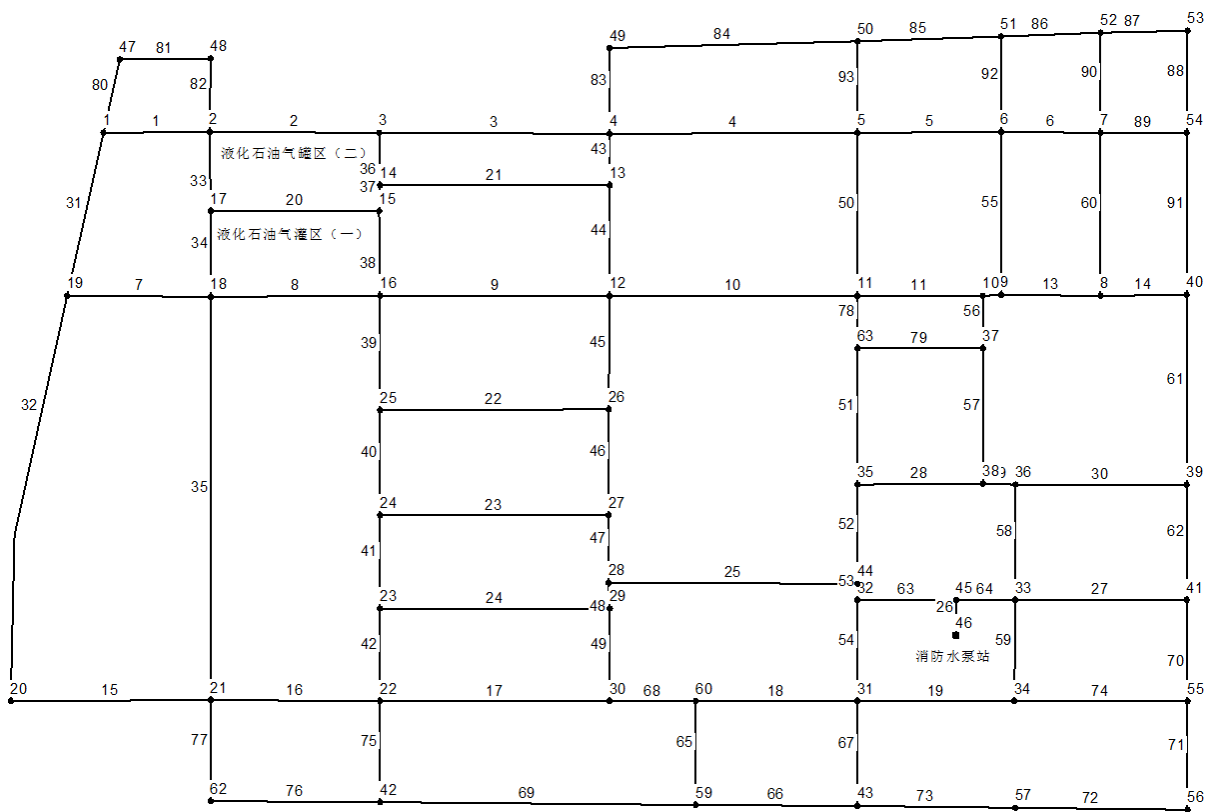


Figure 1. Firefighting water system model in refinery
图 1. 厂区消防水系统模型

3.2. 消防水系统最不利运行工况校核

厂区消防用水量最大处为液化石油气球罐区, 消防用水量为 $1908 \text{ m}^3/\text{h}$ (530 L/s), 消防时供水压力不低于 0.8 MPa(g) 。消防水系统的最不利运行工况为液化石油气罐区处发生火灾, 同时考虑管网一处管道发生事故停用, 由其余环段供给消防用水。消防水系统模型中设置液化石油气球罐区附近节点 15 和 18 为火灾用水点, 用水量分别为 $954 \text{ m}^3/\text{h}$ (265 L/s), 节点 16 处于发生事故的环段, 所连接的管段 8、9、38 和 39 均无过流量, 采用 EPAnet 对模型执行分析, 结果如图 2 所示。

从图 2 和分析结果可知, 最不利工况时, 火灾点消防用水量为 530 L/s , 节点 18 模拟工作压力最低, 为 1.07 MPa(g) , 管段 21 流速最高, 为 2.41 m/s 。

根据消防水系统初步设计方案的模拟结果, 最低工作压力明显大于 0.8 MPa(g) , 最高流速明显小于 GB50160-2008 要求的不大于 3.5 m/s , 说明该消防水系统还有较大的优化空间。

3.3. 系统优化

1) 系统工作压力

该炼油厂消防水系统在最不利工况时各节点工作压力详见图 3。

从图 3 可知, 消防水系统各节点工作压力为 $1.07 \text{ MPa(g)} \sim 1.20 \text{ MPa(g)}$, 设计最低工作压力为 0.80 MPa(g) , 系统工作压力满足要求, 且仍有降低空间。通过调整水泵参数进行多次重新模拟可知, 选用总流量为 $2000 \text{ m}^3/\text{h}$, 扬程为 95 m 的水泵即可满足系统工作压力大于 0.80 MPa(g) 的要求。

本方法还可用于扩建或改建工程, 当消防水管网已建成或不易改变时, 用于校核管网工作压力及流

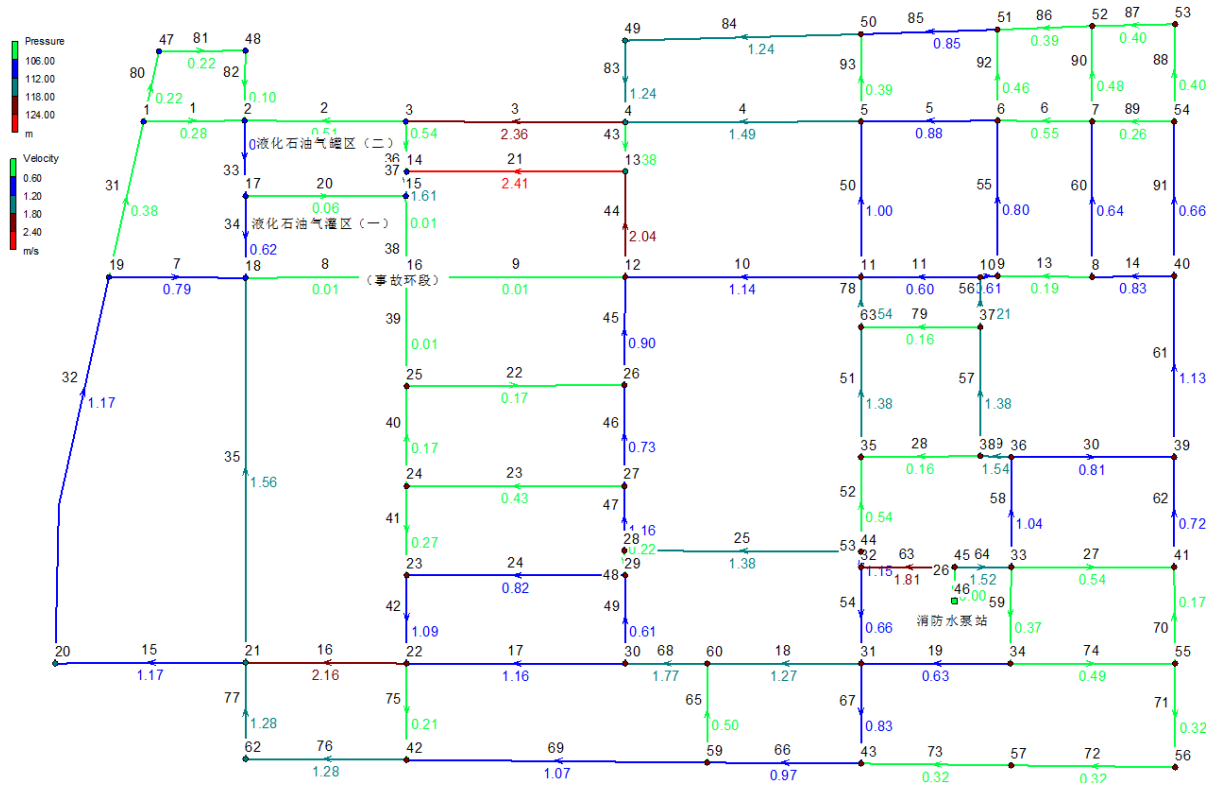


Figure 2. Firefighting water system worst running condition

图 2. 消防水系统的最不利运行工况

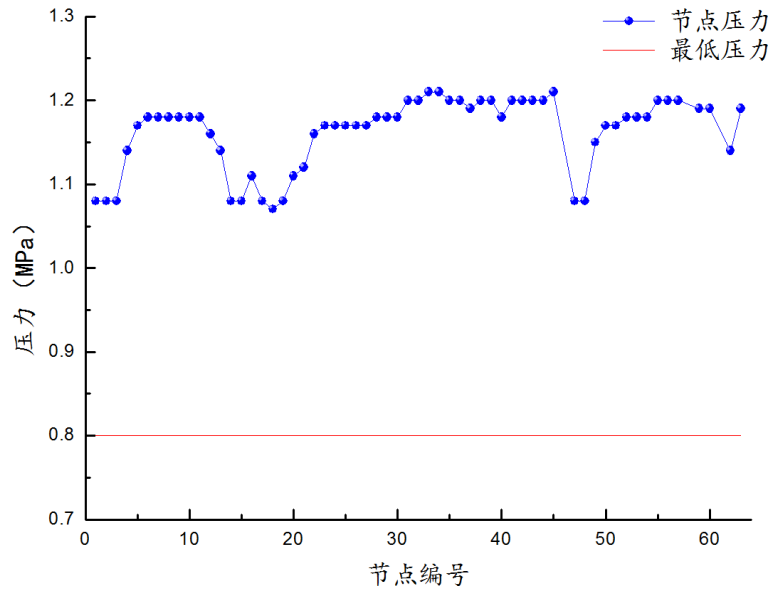


Figure 3. Point pressure of firefighting water system worst running condition

图 3. 消防水系统的最不利运行工况各节点压力

量、确定消防水泵的参数选取和更换方案。

2)管径的选取

在最不利工况时,该炼油厂消防水系统各管段流速详见图 4。

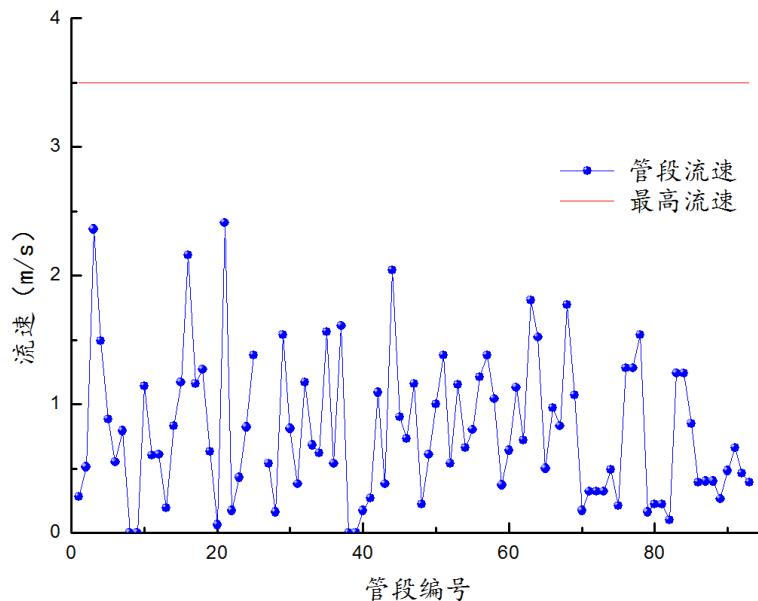


Figure 4. Piping velocity of firefighting water system worst running condition
图 4. 最不利运行工况时消防水系统各管段流速

Table 1. Firefighting water piping material statistics

表 1. 消防水管网工程材料统计表

| 设计方法 \ 管道直径 | DN450(m) | DN300(m) | DN200(m) | 管道总重量(t) |
|-------------|----------|----------|----------|----------|
| 经验法 | 3820 | 6550 | 2185 | 747 |
| 软件模拟法 | 1205 | 9165 | 2185 | 649 |

从图 4 可知, 消防水系统各管段流速较大的管道分别为管道 3 (2.36 m/s)、管道 16 (2.16 m/s)和管道 21 (2.41 m/s), 称为“控制管段”。将管道 3 和 16 的管径由 DN300 调整为 DN250 进行重新模拟, 各“控制管段”的流速分别为管道 3 (2.64 m/s)、管道 16 (2.73 m/s)、和管道 21 (2.99 m/s), 最不利节点处压力 1.04 MPa(g), 表明设计方案与规范要求的流速 >3.5 m/s、工作压力 <0.80 MPa(g)之间仍有一定调整空间。

本方法适用于新建或扩建工程中核算消防水管道流速, 确定管道规格。

4. 工程量对比

管网投资在消防水系统总投资中占有较大比重。本工程消防水管道均采用, 分别对采用“传统经验法”和“软件模拟法”设计方案的消防水管网工程量进行统计, 详见表 1。

从表 1 可知, 采用“软件模拟法”设计方案的消防水管网工程量明显低于“传统经验法”, 通过软件模拟优化, DN450 管道减少 2615 m, 可节约钢材 98 t, 考虑管道施工及防腐材料等费用, 可节约工程建投资约 78.4 万元, 优化效果显著。

5. 结论

采用传统经验法确定的消防水泵扬程和消防水管网管径偏大。采用 EPAnet 软件对炼油厂消防水系统进行模拟和优化, 可准确校核系统最不利运行工况时的管网水力状况。同时, 通过分析节点工作压力、管段设计流速等运行参数, 提出了优化设计的方向和途径, 降低了消防水管网工程投资, 可供新建、扩建或改建炼油厂消防水系统工况校核和优化设计时参考。

参考文献 (References)

- [1] Rossman, L.A. (2000) EPANET2 Users Manual. CINCINNATI: US EPA.
- [2] 邵会卿, 张丽, 陈楚楚, 等. EPANET 软件在区域供水管网改造设计中的应用[J]. 水资源与水工程学报, 2012, 23(6): 128-131.
- [3] 张凤娥, 曾念, 张敏, 等. 用 EPANET 水力模型优化乡镇供水管网[J]. 中国给水排水, 2008, 24(2): 43-45.
- [4] 中华人民共和国公安部. GB50974-2014 消防给水及消火栓系统技术规范[M]. 北京: 中国计划出版社, 2014.

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: hjce@hanspub.org