



天然气 知识问答手册

李 威 柴向春 郭忠贵 等编著



石油工业出版社

天然气知识问答手册

李 威 柴向春 郭忠贵 等编著

石油工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

天然气知识问答手册/李威等编著.
北京:石油工业出版社,2012.11
ISBN 978-7-5021-9317-1

I. 天…

II. 李…

III. 天然气-问答解答

IV. TE64-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 246210 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)

网 址: www.petropub.com.cn

发行部: (010) 64523620

经 销: 全国新华书店

印 刷: 保定彩虹印刷有限公司

2012 年 11 月第 1 版 2012 年 11 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本: 1/16 印张: 7.75

字数: 153 千字 印数: 1—2500 册

定价: 25.00 元

(如出现印装质量问题, 我社发行部负责调换)

版权所有, 翻印必究

《天然气知识问答手册》

编委会

主 编 李 威 柴向春

副 主 编 郭忠贵

编写人员 周 新 姜 军 裴丽峰

谢 宇 陆 刚 李 雪

陈 建 张 鑫 王秋天

张慧子

序 言

近年来，我国天然气工业取得了很大的发展，已逐步进入了工农业生产和日常生活的方方面面，成为国民经济和人民生活中的重要内容。天然气产业的发展必须依靠科学技术，同时还必须依靠大量熟悉天然气知识和业务的管理人员，而历史正将这二者推向更高的战略地位，人们从未像今天这样强烈地感受到学习的重要性。员工的技术素质是企业繁荣发展的动力之源，是职工适应岗位，参与竞争的基本素质。借此《天然气知识问答手册》出版之际，希望能掀起所有从业人员学习天然气知识的新热潮。

天然气业务是集理论性、实践性和技术性于一体的综合性业务，知识只能来源于实践和持之以恒的学习，总结吸取别人的经验，取长补短，用以提升自身的技术水平和解决生产中的实际问题，为天然气产业发展做出贡献，书籍无疑会发挥不可替代的作用。目前，天然气方面的书籍可谓琳琅满目，而针对从天然气知识的理解，到实际现场应用，以及相关装备设施的使用方面的书

籍却寥寥无几。所以一本既能适用于生产实践，指导生产中的实际问题，又能做到图与文的结合，难与易的循序渐进的书籍是工作学习中必不可少的。

无疑，《天然气知识问答手册》朝此方向迈出了可喜的一步，编写人员深思熟虑，严谨负责，克服困难，集思广益。特别是对天然气深加工方面知识进行了实践摸索，总结整理；对各种设备设施、仪器、仪表、自动化通信等进行了现场核对，订正不实，完善图表；对一些指导性很强的理论进行了更深一步的探讨，深入浅出，自成体系。全书资料翔实，通俗易懂，便于参阅学习。

希望此书能为燃气业务加快发展起到应有的作用，能为读者在疑惑的时候有所提示、有所帮助，这也正是编写人员的期望所在。

中国石油辽河油田公司副总经理



前 言

天然气作为清洁的优质能源和化工原料，在支持国民经济可持续发展、改善人民生活和保护大气环境方面开始发挥越来越重要的作用。随着多条全国性天然气管道工程的相继建成投产，中国天然气工业已步入快速发展的新阶段，天然气从来没有像今天这样与普通百姓的生活息息相关。与此同时，对从事天然气业务人员的知识水平和技术素质也提出了更高的要求。为了给天然气下游业务领域的从业人员和关心天然气的广大读者提供一座了解和掌握天然气知识的桥梁，辽河油田燃气集团公司组织编写了这本《天然气知识问答手册》，以助推天然气产业的快速发展。

本书共分八章，主要包括天然气的理论知识、天然气输送与储存知识、天然气长输管道中的站场、天然气输配过程中应用的设备、天然气管道腐蚀与防护、天然气管道工程的 SDH 光通信网络及自动化控制系统相关知识、天然气管道自动控制，以及天然气综合利用等方面内容，考虑到实际需求，全书采用问答形

式，以学科理论为依据，以实践为指导，语言简洁通俗，论述详尽全面，资料准确，图文并茂，具有很强的可操作性和很广泛的实用性。希望通过本手册的内容，能够增进广大读者对天然气知识的认识和掌握，提高实际工作能力和技术水平。

本书对天然气业务中许多实践经验进行了总结整理，对有关的仪器仪表进行了系统的介绍。由于实际情况千变万化，难免欠于圆满，也有的题目来源于正处于实践检验阶段的理论，尚欠考证。但鉴于目前会面临到这些问题，故录于此，待进一步查阅。

限于编者水平，遗漏错误在所难免，敬请指正。

编者

2012 年 8 月

目 录

第一章 天然气的基础知识	1
第一节 天然气的基本概念及基本参数	1
第二节 天然气的性质	5
第三节 天然气的分类	8
第四节 天然气的热值	10
第五节 天然气有关气质指标	14
第六节 天然气的储量及发展前景	17
第二章 天然气输送与储存知识	20
第一节 天然气长输管道输送工艺及参数	20
第二节 天然气的储存	22
第三节 国内主要天然气管道	25
第四节 城市配气管网	30
第三章 天然气长输管道中的站场	32
第一节 站场的基础知识	32

第二节 站场的工艺流程及设备	36
第四章 天然气输配过程中应用的设备	56
第一节 调压橇的相关知识	56
第二节 流量计量的方法及流量计	57
第三节 过滤分离设备及阀门	64
第五章 天然气管道腐蚀与防护	80
第六章 天然气管道工程的自动控制	89
第七章 天然气综合利用	95
第一节 天然气利用政策	95
第二节 CNG、LNG、NGH 的有关知识	97
第三节 天然气利用	101
第八章 自动化控制系统相关知识	110

第一章 天然气的基础知识

第一节 天然气的基本概念及基本参数

1. 什么是天然气?

答: 广义上, 天然气是指在自然界中存在的一切气体混合物。狭义上, 天然气是指在成分上以烃类为主, 含有一定量非烃类的气体。通常我们所说的天然气是指狭义上的天然气。

2. 天然气的标准参比条件是什么?

答: 天然气的标准参比条件为 293.15K (20℃) 和 101.325kPa (GB/T 18603, GB/T 11062)。

3. 天然气的标准状况指的是什么?

答: 压力为 101.325kPa (或 0.101325MPa) 即一个标准大气压, 温度为 0℃ (273.15K)。

4. 天然气的常温、常压指的是什么?

答: 常温一般是指室温, 即 20℃ (293.15K), 常压为一个标准大气压 (101.325kPa)。

5. 压力的标准单位和常用单位都是什么？写出单位换算关系。

答：压力的标准单位是帕（Pa），常用的计量单位有千帕（kPa）、兆帕（MPa）。换算关系是： $1\text{MPa} = 10^3\text{kPa} = 10^6\text{Pa}$

6. 习惯上说，1MPa 相当于多少千克压力？

答：习惯上说，1MPa 相当于 10kg 压力（标准数值为 $9.8\text{kg}/\text{cm}^2$ ）。

7. 天然气常用温度有哪几种表示方法？

答：天然气常用温度有三种表示方法：

(1) t_C ——以摄氏度为单位的温度；

(2) t_F ——以华氏度为单位的温度；

(3) t_K ——以开尔文为单位的温度。

8. 摄氏温度与华氏温度的换算关系？

答： $t_F = 1.8t_C + 32$ 。

9. 摄氏温度与开尔文温度的换算关系？

答： $t_K = t_C + 273.15$ 。

10. 什么是天然气密度？

答：天然气密度是指在规定压力和温度条件下，气体的质量除以它的体积。单位 kg/m^3 （GB/T 11062）。

11. 天然气的密度一般为多少？

答：天然气的密度一般在 $0.70\text{kg}/\text{m}^3$ 到 $0.75\text{kg}/\text{m}^3$ 之间（ 20°C ），一般说是 $0.71\text{kg}/\text{m}^3$ 。

12. 什么是天然气相对密度？

答：天然气相对密度是指在相同的规定压力和温度条件下，气体的密度除以具有标准组成的干空气的密度（GB/T 11062）。

13. 在 273.15K (0℃)、101.325kPa 和 293.15K (20℃)、101.325kPa 条件下干空气的密度分别为多少?

答: 在 273.15K (0℃)、101.325kPa 和 293.15K (20℃)、101.325kPa 条件下干空气的密度分别为 1.292923kg/m^3 、 1.204449kg/m^3 。

14. 天然气的相对密度一般为多少?

答: 天然气的相对密度在 0.58 到 0.62 之间, 一般为 0.59。

15. 天然气的饱和绝对湿度与天然气的压力和温度有什么关系?

答: 天然气的饱和绝对湿度随温度的升高而增大, 随压力的升高而降低。

16. 什么是天然气流量?

答: 天然气流量就是在单位时间内天然气通过一定截面积的数量。

17. 什么叫体积流量?

答: 单位时间内流过管道横截面的流体体积, 称为体积流量, 单位是 m^3/s 。

18. 我国计量天然气流量 (体积流量) 的标准状态是怎样规定的?

答: 是指压力为 101.325kPa, 温度为 20℃ (293.15K) 的气体状态。

19. 天然气、液化石油气、煤气、甲烷、硫化氢的燃点分别是多少?

答: 天然气的燃点约为 650℃, 液化石油气的燃点约为 490℃, 煤气的燃点约为 500℃, 甲烷的燃点约为 537℃, 硫化氢

的燃点约为 250°C 。

20. 什么是天然气比热容?

答: 单位质量天然气温度升高 1°C 所需要的热量称为天然气的比热容, 单位是 $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ 或 $\text{J}/(\text{mol} \cdot \text{K})$ 。

气体的比热容随温度、压力的升高而增加。

21. 什么是气体的临界温度?

答: 任何气体在温度低于某一数值时都可以等温压缩成液态, 但若高于此温度则无论压力增加到多大, 都不能使气体液化。可使气体压缩为液体的这个极限温度称为该气体的临界温度。气体的临界温度越高就越容易液化。天然气的主要成分是甲烷, 其临界温度很低, 故较难液化。

22. 什么叫天然气的临界温度?

答: 使天然气液化的最高温度叫天然气的临界温度。当温度高于临界温度时, 不管压力多大也不能变成液体。

23. 什么是气体的临界压力?

答: 当温度等于临界温度时, 使气体压缩成液体所需的压力称为临界压力。

24. 什么叫天然气的临界压力?

答: 在临界温度下, 使天然气变成液体的最小压力叫天然气的临界压力。

25. 温标的含义是什么?

答: 是温度的数值表示。它规定了温度的起点(零点)和测量温度的基本单位“度”。

第二节 天然气的性质

26. 天然气由哪些化学成分组成?

答: 天然气中甲烷 (CH_4) 占 80% 以上, 其次为乙烷 (C_2H_6)、丙烷 (C_3H_8)、丁烷 (C_4H_{10}) 和戊烷 (C_5H_{12}), 庚烷以上烷烃极少。非烃气体有二氧化碳 (CO_2)、硫化氢 (H_2S)、一氧化碳 (CO)、氮气 (N_2)、氦气 (He)、氩气 (Ar) 等。

27. 甲烷的主要物理性质是什么?

答: 甲烷是天然气最主要的组分, 它是无色、无臭、无味、无毒性的气体, 比空气轻, 微溶于水。甲烷是可燃气体, 具有爆炸性。

28. 甲烷的临界温度和临界压力分别是多少?

答: 甲烷的临界温度是 -82.1°C , 临界压力是 4640kPa (绝对压力)。

29. 甲烷在常压 (101.325kPa) 下的沸点和凝固点分别是多少?

答: 甲烷在常压 (101.325kPa) 下的沸点是 -161.49°C , 凝固点是 -182.61°C 。

30. 甲烷在 15°C 、 101.325kPa 条件下密度和相对密度分别是多少?

答: 甲烷在 15°C 、 101.325kPa 条件下密度是 0.671kg/m^3 , 相对密度是 0.5549 。

31. 甲烷在沸点下的液体密度是多少?

答: 甲烷在沸点下的液体密度是 425.6kg/m^3 (0.4256g/cm^3)。

32. 甲烷在空气中燃烧的产物是什么？列出化学方程式。

答：甲烷在空气中燃烧的产物是水和二氧化碳，其化学方程式是： $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$ 。

33. 甲烷的爆炸极限范围是多少？

答：甲烷的爆炸极限范围是体积比 5.0% ~ 15.0%（常压，20℃）。

34. 硫化氢的主要物理性质是什么？

答：硫化氢是天然气中常见的杂质之一，它是无色、可燃、毒性很大且具有臭鸡蛋味的气体。

35. 天然气有哪些主要物理特性？

答：经过处理的天然气具有无色、无味、无毒、密度比空气小等主要物理特性，未处理的天然气可有汽油味，有时有硫化氢味（俗称臭鸡蛋味）。

36. 天然气有哪些主要化学特性？

答：经过处理的天然气具有无腐蚀性、易燃易爆等主要化学特性，未处理的天然气可有腐蚀性。

37. 天然气在空气中发生爆炸的浓度范围是多少？

答：天然气在空气中发生爆炸的浓度范围约是体积比 5% ~ 15.0%。天然气在空气中的含量低于 4.7% 时，不会燃烧，也不会爆炸；天然气在空气中的含量高于 15.0% 时，不会爆炸，可以燃烧，但燃烧不彻底。

38. 影响天然气爆炸范围的因素有那些？

答：

(1) 温度的影响：温度越高爆炸范围越大；

(2) 压力的影响：压力增大、低限变化不大、而高限明显增加；

(3) 含惰性气体多少的影响：含惰性气体越多、爆炸范围越小。

39. 可燃气体与空气的混合物发生爆炸的条件有哪些？

答：

(1) 可燃气体在空气中的浓度达到爆炸限范围，如天然气在空气中的含量达到4.7%~15%（体积比）；

(2) 密闭系统；

(3) 遇明火。

40. 天然气燃烧时会生成一氧化碳吗？

答：天然气不完全燃烧会生成一氧化碳。

41. 天然气在空气中含量达到多少时，爆炸威力最大？

答：天然气在空气中的含量达到9.6%时，爆炸威力最大。

42. 天然气四大优点？

答：优质、高效、清洁、安全。

43. 天然气四大用途？

答：

(1) 城市燃气（城镇居民、公商服、汽车等燃气）；

(2) 工业燃料（气代油、气代煤气）；

(3) 天然气化工（以天然气为原料制氢气、合成氨化肥）；

(4) 天然气发电（联合循环发电和冷热电三联供等）。