

● 行业综述

我国的天然气及天然气管道工业

潘家华

(中国石油天然气管道局, 河北 廊坊 065000)

摘 要: 分析了我国的能源现状及全球能源的消费结构, 指出目前我国正处在能源需求增长最迅速的时期。我国的天然气资源丰富, 为了更经济合理地利用天然气资源, 应采用高压、高钢级管道输送。最后指出了高钢级管线钢管今后发展的方向是进一步提高钢级和输送压力。

关键词: 中国天然气资源; 输送管道; 高钢级管线钢

中图分类号: TF-9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1001-3938(2008)04-0005-02

1 我国能源现状及全球能源消费结构

能源是人类赖以生存的物资, 人类在各时期对能源的需求增长数量不同。人类城市化的过程是能源需求增长最迅速的时期, 我国当前正处于这个时期。

1978 年是中国对外开放的第一年, 其一次能源生产总量为 6.28×10^8 t 标准煤, 而 2006 年, 其一次能源生产总量达 22.10×10^8 t 标准煤, 是 1978 年的 3.5 倍。这几年能源消费更加迅速, 1978 年的能源消费为 5.71×10^8 t 标准煤, 2006 年能源消费达到 24.6×10^8 t 标准煤, 在全球能源消费总量中的比重由 1978 年的 6.2% 达到 2006 年的 15.6%, 仅次于美国的 21.4%, 居世界第二位^[1-2]。

中国能源消费总量高, 但能源消费结构不合理。空气污染最严重的煤炭占一次能源消费总量的 70% 左右, 而清洁燃料天然气只占 5%。2006 年世界主要国家一次能源消费量结构见表 1。

表 1 2006 年世界主要国家一次能源消费量结构

国家	百万吨油当量					
	石油	天然气	煤炭	核能	水电	消费总量
美国	938.8	366.9	567.3	187.5	65.9	2 126.4
中国	363	52.2	1 198.8	23.3	94.3	1 731.6
俄罗斯	128.5	388.9	112.5	35.4	39.6	704.9
日本	235	76.1	119.1	68.6	21.5	520.3
印度	120.3	35.8	237.7	4	25.4	423.2
德国	123.5	78.5	82.4	37.9	6.3	328.6
加拿大	98.8	87	35	22.3	79.3	322.4
法国	92.8	40.6	13.3	102.3	13.9	262.9
英国	82.2	81.7	43.8	17	1.9	226.6
韩国	105.3	30.8	54.8	33.7	1.2	225.8

我国以煤为主的能源消费结构造成严重的大气污染, 据了解烟尘及 CO_2 的 20% 来自燃煤, SO_2 的 90% 来自燃煤, NO_x 的 67% 来自燃煤。经济发展上去了, 但由于空气污染造成人民的健康状况下降了, 这是绝不允许的, 我们必须逐步改变能源消费结构。改变能源消费结构的措施之一是大力发展天然气。

我国天然气资源比较丰富, 天然气资源量超过 $30 \times 10^{12} \text{ m}^3$, 主要集中在西部周边地区, 例如塔里木、陕甘宁、四川、准噶尔、柴达木等地区, 且向中国输出天然气的国家也多处于西北部, 与天然气消费市场相距太远。为解决这一课题, 应从以下三个方面着手: ①确保长距离天然气管线的安全输送; ②在满足设计要求的条件下建设费用最低; ③天然气的输送费用最低。

2 采用高压高钢级管线钢管输送天然气

20 世纪 80 年代, 国外已成功研制 X80 级管线钢, 但直到 21 世纪初 X80 级的管线建设总计只有 2 300 多 km。

2008 年 2 月, 我国开始建设西气东输二线。西气东输二线的年输气量为 $300 \times 10^8 \text{ m}^3$, 干线管采用 X80 级管线钢管, 干线管直径 1 219 mm, 包括支线全长超过 9 000 km。西气东输二线是当代管道史上最伟大的工程之一, 将会载入史册。

据近期 (2008 年初) 了解, 英国石油公司 (BP) 和美国康菲石油公司以及埃克森美孚石油

公司等将启动由阿拉斯加经加拿大,终点至美国的输气管线工程。该管线的气源来自阿拉斯加北坡,管线由北坡贯穿阿拉斯加经加拿大边界至阿尔伯塔(Alberta)市(长度 3 220 km),继续向前到达美国芝加哥(Chicago)市(长度 2 410 km),管线全长总计 5 660 km,输气量为 $1.1 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{d}$,初步估计需投资 300×10^8 美元。在 20 世纪末 21 世纪初,埃克森美孚石油公司就开始研究建设这条输气管线的最佳方案,并认定采用高压、高钢级管线钢管输送最为经济,并认定选用 X120 级管线钢。

埃克森美孚石油公司邀请日本新日铁、住友两家公司共同研制 X120 级管线钢。经过若干年的试验研究,已取得可喜的成果。其研究成果表明,X120 级管线钢的各项技术指标均能达到标准要求,而且单位屈服强度的价格($\$/\text{MPa}$)比 X80 和 X100 级管线钢低得多。

在输气量确定以后,采用高压、高钢级输送可减小管道管径,降低管材费用,降低钢管运费,降低挖管沟、焊接、防腐涂层等的施工费用,同时因采用高压输送,能耗减小、压缩机站数量减少。总之,采用高压、高钢级是长距离输送天然气管线的发展方向。

3 高钢级焊管发展的技术路线

有竞争性的、优良的高强钢除要满足常规的技术指标,如屈服强度、抗拉强度、屈强比、止裂韧性、可焊性、起裂韧性、韧脆转变温度等之外,在严寒地区,如上述的 Alaska 北坡、我国的北部边界等还要满足使用温度的要求;在经过断裂带、滑坡地区等地还要满足抗大变形的要求;最后还要有较低的单位屈服强度的价格,即 $\$/\text{MPa}$ 。

为满足以上诸多要求,一般从两个方面入手,一是冶炼时的化学成分控制;二是热控轧技术(thermomechanical control process, TMCP),二者配合、优化,最后达到目标。在冶炼过程中尽量少用价格高昂的金属,如 Cr, Mo, Nb 和 Ti 等,以降低管线钢的成本。此外在冶炼时加入 0.000 5% ~ 0.001 5% 的 B 元素以达到特定的目的,最后取得成功,这是管道用高强钢的一个创举。热控轧时在

800 $^{\circ}\text{C}$ 左右进行淬火处理,冷却速度为 20 $^{\circ}\text{C}/\text{s}$,最后得到 3 种金相组织,即下贝氏体(LB)、双相(DP)和回火条状马氏体(TLM),研究专家多推荐选用下贝氏体。

埃克森美孚石油公司与日本新日铁、住友公司于 1993 年开始加速对 X120 级管线钢的研制,至今已达到实用阶段,其最小屈服强度已达到 827 MPa,最小抗拉强度已达到 931 MPa, -20 $^{\circ}\text{C}$ 时的 CTOD 值管体部分小于 0.1 mm,止裂 CVN 值大于 231 J,韧脆转变温度达到 -50 $^{\circ}\text{C}$,可焊性良好,单位屈服强度的价格($\$/\text{MPa}$)低于 X80 和 X100 级管线钢。在此条件下英国石油公司等决定建设由 Alaska 北端至美国芝加哥的管线,并采用 X120 级管线钢。

多数管道工作者,包括笔者在内都相信在 2020 年以前,X120 级管线钢将成为长距离输气管线的首选优质高强钢。

4 结 语

当前,我国冶金工作者、制管工作者、管道工作者以及有关专家必须共同努力,高水平按时完成西气东输二线工程建设,与此同时,建议以上工作部门及有关研究部门积极投入力量研制 X120 级管线钢。我们深信,在若干年以后,X120 钢级将成为高压输气管线,尤其是长距离高压输气管线的首选钢级。

参考文献:

- [1] 张楚汉,龙渝川. 我国能源与水电建设形势及挑战[J]. 科学, 2008(3): 36-41.
- [2] 张德文. 密切关注世界能源变化坚持走可持续发展之路[J]. 世界石油工业, 2008(1): 20-27.

作者简介:潘家华(1930-),男,教授,中国石油天然气管道局高级顾问,中国石油管道天然气股份有限公司管道分公司高级顾问,上海交通大学、天津大学、中国石油大学等 6 所高校兼职教授,中科院金属研究所客座研究员。

收稿日期:2008-05-23

编辑:谢淑霞