

# 科学利用机动气源的研究

沈阳市煤气总公司(110005) 毛亮 李强 韩艳军 张颖博 王雪妮

**摘要** 机动气源是城市气源的重要组成部分。因储气容积与机动气源呈反比,随着机动气源的增加而降低。本项目主要是研究机动气源对储气容积的影响。根据沈阳市调度系统数据,结合现状供气情况,利用供、需气图表分析机动气源对储气容积的影响程度,为在有机动气源下合理的确定储气容积提供理论依据,避免不必要的投资。

**关键词** 储气容积 机动气源 调峰

## 1 前言

城市燃气用量不断变化,根据用气量的变化规律,分为月不均匀性、日不均匀性和时不均匀性。由于气源的供应量不可能完全按用气量变化而随时改变,为保证按用户要求不间断地供应燃气,必须考虑燃气生产与使用的平衡问题。一般平衡燃气生产与使用的方式主要有以下3种:1、改变气源的生产能力和设置机动气源;2、利用缓冲用户和发挥调度的作用;3、建设储气设施。

目前,沈阳市主要利用CNG、LNG机动气源调节月不均匀性和部分日不均匀性,利用储气罐调节日和小时不均匀性。

## 2 现状分析

从气源角度分析,作为管道气源短缺的城市,沈阳市主要依靠CNG、LNG机动气源补充供需差量。以2008年为例,2008年日平均用气量为62万 $m^3$ ,管道气源日平均供气量为47万 $m^3$ ,日平均供需差量为15万 $m^3$ ,需由CNG、LNG机动气源补充。

从用气角度分析,沈阳市受季节影响和用户比例的限制,用气的季节不均匀性和小时不均匀性均较大。2008年冬季采暖期阶段日平均用气量为83

万 $m^3$ ,而非采暖期阶段日平均用气量仅为47万 $m^3$ ,日用气量相差近1.8倍。沈阳市季节不均匀性较大,即使未来引进新的天然气气源,受气源调节能力和储气设施容积限制,利用CNG、LNG机动气源进行季节调峰也有可能是未来平衡季节不均匀性的主要措施之一。

## 3 机动气源对储气容积的影响

沈阳市主要利用储气罐进行储气。储气罐的主要功能有以下3点:

(1)随燃气用量的变化补充制气设备所不能及时供应的部分燃气体量。

(2)当停电、修理管道、制气或输配设备发生暂时故障时,保证一定程度的供气。

(3)可用以混合不同组分的燃气,使燃气的性质(成分、发热值)均匀。

确定储气罐储气容积时,主要根据上述第一项功能。以2009年1月14日沈阳市燃气用气量为例,以下计算所需的储气容积。

### 3.1 储气容积的计算

3.1.1 小时用气量百分比(见表1)

3.1.2 小时供应量百分比

小时供应量按均匀供气考虑,即小时供应量百分比=1÷24=4.17%

3.1.3 储气容积计算

根据小时供应量和用气量的百分比,做出储气容积计算表(见表2)。

3.1.4 储气容积比

根据储气容积计算表(表2)可以看出燃气储气容积比最大值为0,最小值为-16.11%,这两个数值的绝对值相加为:0+16.11%=16.11%。即所需的储气

表 1 小时用气量百分比

时间	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19
m <sup>3</sup> /h	62 676	55 470	54 294	62 005	54 997	60 400	50 326	38 721	52 765	70 739	90 492	79 619
%	5.63	4.98	4.88	5.57	4.94	5.43	4.52	3.48	4.74	6.36	8.13	7.15
时间	19-20	20-21	21-22	22-23	23-0	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
M <sup>3</sup> /h	49 545	38 891	42 690	29 509	28 774	21 839	23 122	22 143	21 712	28 551	30 380	43 212
%	4.45	3.5	3.84	2.65	2.59	1.96	2.08	1.99	1.95	2.57	2.73	3.88

注：数据采用时间段与调度系统数据时间段一致，即早 7：00 至次日早 7：00 为一天。

表 2 储气容积计算表 (%)

时间	供应量		用气量		燃气的 储存量	时间	供应量		用气量		燃气的 储存量
	该小 时内	累计值	该小 时内	累计值			该小 时内	累计值	该小 时内	累计值	
7-8	4.17	4.17	5.63	5.63	-1.47	19-20	4.17	54.17	4.45	70.27	-16.11
8-9	4.17	8.33	4.98	10.62	-2.28	20-21	4.17	58.33	3.49	73.77	-15.43
9-10	4.17	12.50	4.88	15.50	-3.00	21-22	4.17	62.50	3.84	77.60	-15.10
10-11	4.17	16.67	5.57	21.07	-4.40	22-23	4.17	66.67	2.65	80.26	-13.59
11-12	4.17	20.83	4.94	26.01	-5.18	23-0	4.17	70.83	2.59	82.84	-12.01
12-13	4.17	25.00	5.43	31.44	-6.44	0-1	4.17	75.00	1.96	84.80	-9.80
13-14	4.17	29.17	4.52	35.96	-6.79	1-2	4.17	79.17	2.08	86.88	-7.71
14-15	4.17	33.33	3.48	39.44	-6.10	2-3	4.17	83.33	1.99	88.87	-5.54
15-16	4.17	37.50	4.74	44.18	-6.68	3-4	4.17	87.50	1.95	90.82	-3.32
16-17	4.17	41.67	6.36	50.54	-8.87	4-5	4.17	91.67	2.57	93.39	-1.72
17-18	4.17	45.83	8.13	58.67	-12.83	5-6	4.17	95.83	2.73	96.12	-0.28
18-19	4.17	50.00	7.15	65.82	-15.82	6-7	4.17	100.00	3.88	100.00	0.00

容积为日用气量的 16.11%。

### 3.1.5 储气容积图

根据燃气的供应量和用气量的百分比绘制如下储气容积图(见图 1)。

根据图 1 可以看出 a-b 和 c-d 时间段供气量小于用气量,由储罐供气以补充气源不足的部分。b-c 和 d-e 时间段供气量大于用气量,多余气量存入储罐。即在 a-b 时间段由储罐向外供气,供气量为 A,此时,需储气容积为 A;然后储罐有一小幅度进气,进气量为 B(b-c 时间段);接着储罐继续供气,供气量为 C(c-d 时间段),此时,需要储气容积为 C-B;最

后储罐进气,进气量为 D(d-e 时间段),储罐补充至原有高度。储罐需要的储气容积 A+C-B 等于储罐的进气量 D,D=A+C-B。

### 3.2 有机动气源时储气容积的计算

由于 CNG、LNG 机动气源设备启动和停产比较方便,负荷调整范围大,即可以调节季节性、日用气不均匀性,同时也可以平衡小时用气不均匀性。因此,科学利用机动气源可以有效地降低储气容积。当有机动气源存在时,燃气的供应量可分为两部分,管道气源供应量和机动气源供应量。管道气源供应量不能随时间改变,而机动气源供应量可根据用气量

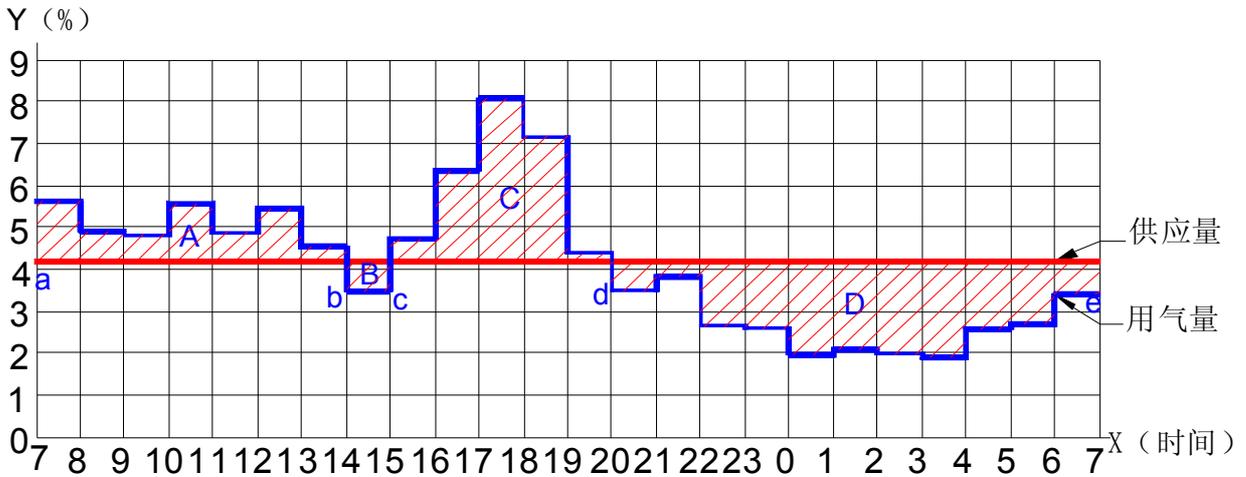


图1 储气容积图

的需要进行调整。2009年1月14日总用气量为1 112 874m<sup>3</sup>,管道气源供应量按日平均用气量620 000m<sup>3</sup>取值,则机动气源供应量为492 874m<sup>3</sup>。

3.2.1 机动气源可根据用气需求随时调整供气量时所需的储气容积。

(1)燃气供应量百分比

管道气源供应量百分比=620 000÷1 112 874=55.7%

机动气源供应量百分比=492 874÷1 112 874=44.3%

管道气源小时供应量百分比=55.7%÷24=2.32%

机动气源小时供应量百分比可根据用气需要进行调整,是变值。

(2)储气容积计算

不考虑机动气源开启,输送的特点及可能增加的成本和带来的不便,机动气源可根据用气需求随时调整供气量,得出如下储气容积计算表(见表3)。

(3)储气容积比

根据储气容积计算表(表3)可以看出燃气储气容积比最大值为0,最小值为-1.3%,这两个数值的绝对值相加为:0+1.3%=1.3%。即所需的储气容积为日用气量的1.3%。

(4)储气容积图

根据燃气的供应量和用气量的百分比绘制如下储气容积图(见图2)。

根据图2可以看出在a-b和c-d时间段,因管道供应量小于用气量,不足气量部分由机动供应

量补充,使燃气供应量与用气量相等。在b-c时间段因管道供应量大于用气量,不需要机动气源供应,管道供应量比用气量多余的部分A存入储罐,在d-e时间段向外供出,储罐恢复至原有高度。储气容积=储气量A=供气量B,其中储气量A是小时管道供气量比小时用气量多余量的总和。由此可得出机动气源供应量可随用气量随时改变时,所需的储气容积等于管道小时供气量比小时用气量多余量的总和。

沈阳市现有机动气源为八棵树储配站内的CNG、LNG、LPG和大青储配站内的CNG、LNG。根据现有工艺,这5种机动气源都不能随用气量的变化随时调整供应量的变化,气源启运后,输送量在一段时间内为定值。因此,按机动气源是变量做出的储气容积只是理想状态下的最小储气容积。

3.2.2 机动气源按固定量输出

根据2009年1月14日用气量的变化,机动气源按早8点至21点连续14个小时均匀输入考虑。

(1)燃气供应量百分比

管道气源供应量百分比=620 000÷1 112 874=55.7%

机动气源供应量百分比=492 874÷1 112 874=44.3%

管道气源小时供应量百分比=55.7%÷24=2.32%

机动气源小时供应量百分比=44.3%÷14=3.16%

(2)储气容积计算

根据气源供应量和用户的用气量得出储气容积计算表(见表4)。

表3 储气容积计算表 (%)

时间	管道气供应量	机动气供应量	供气量		用气量		燃气的储存量
	该小时内	该小时内	该小时内	累计值	该小时内	累计值	
7-8	2.32	3.31	5.63	5.63	5.63	5.63	0.00
8-9	2.32	2.66	4.98	10.62	4.98	10.62	0.00
9-10	2.32	2.56	4.88	15.50	4.88	15.50	0.00
10-11	2.32	3.25	5.57	21.07	5.57	21.07	0.00
11-12	2.32	2.62	4.94	26.01	4.94	26.01	0.00
12-13	2.32	3.11	5.43	31.44	5.43	31.44	0.00
13-14	2.32	2.20	4.52	35.96	4.52	35.96	0.00
14-15	2.32	1.16	3.48	39.44	3.48	39.44	0.00
15-16	2.32	2.42	4.74	44.18	4.74	44.18	0.00
16-17	2.32	4.04	6.36	50.54	6.36	50.54	0.00
17-18	2.32	5.81	8.13	58.67	8.13	58.67	0.00
18-19	2.32	4.83	7.15	65.82	7.15	65.82	0.00
19-20	2.32	2.13	4.45	70.27	4.45	70.27	0.00
20-21	2.32	1.17	3.49	73.77	3.49	73.77	0.00
21-22	2.32	1.51	3.84	77.60	3.84	77.60	0.00
22-23	2.32	0.33	2.65	80.26	2.65	80.26	0.00
23-0	2.32	0.26	2.59	82.84	2.59	82.84	0.00
0-1	2.32	0.00	2.32	85.16	1.96	84.80	-0.36
1-2	2.32	0.00	2.32	87.48	2.08	86.88	-0.60
2-3	2.32	0.00	2.32	89.80	1.99	88.87	-0.93
3-4	2.32	0.00	2.32	92.13	1.95	90.82	-1.30
4-5	2.32	0.24	2.57	94.69	2.57	93.39	-1.30
5-6	2.32	0.41	2.73	97.42	2.73	96.12	-1.30
6-7	2.32	0.26	2.58	100.00	3.88	100.00	0.00

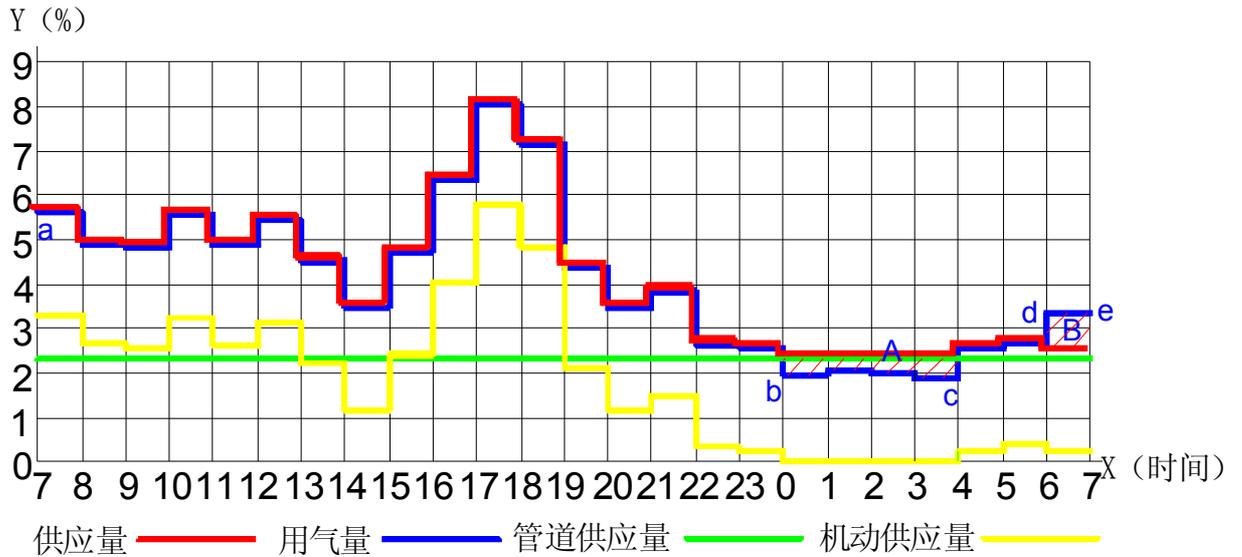


图2 储气容积图

表4 储气容积计算表(%)

小时	管道气供应量	机动气供应量	供气量		用气量		燃气的储存量
	该小时内	该小时内	该小时内	累计值	该小时内	累计值	
7-8	2.32	3.16	5.48	5.48	5.63	5.63	-0.15
8-9	2.32	3.16	5.48	10.97	4.98	10.62	0.35
9-10	2.32	3.16	5.48	16.45	4.88	15.50	0.96
10-11	2.32	3.16	5.48	21.94	5.57	21.07	0.87
11-12	2.32	3.16	5.48	27.42	4.94	26.01	1.42
12-13	2.32	3.16	5.48	32.91	5.43	31.44	1.47
13-14	2.32	3.16	5.48	38.39	4.52	35.96	2.44
14-15	2.32	3.16	5.48	43.88	3.48	39.44	4.44
15-16	2.32	3.16	5.48	49.36	4.74	44.18	5.18
16-17	2.32	3.16	5.48	54.85	6.36	50.54	4.31
17-18	2.32	3.16	5.48	60.33	8.13	58.67	1.67
18-19	2.32	3.16	5.48	65.82	7.15	65.82	0.00
19-20	2.32	3.16	5.48	71.30	4.45	70.27	1.03
20-21	2.32	3.16	5.48	76.79	3.49	73.77	3.02
21-22	2.32	0.00	2.32	79.11	3.84	77.60	1.50
22-23	2.32	0.00	2.32	81.43	2.65	80.26	1.17
23-0	2.32	0.00	2.32	83.75	2.59	82.84	0.91
0-1	2.32	0.00	2.32	86.07	1.96	84.80	1.27
1-2	2.32	0.00	2.32	88.39	2.08	86.88	1.51
2-3	2.32	0.00	2.32	90.71	1.99	88.87	1.84
3-4	2.32	0.00	2.32	93.04	1.95	90.82	2.21
4-5	2.32	0.00	2.32	95.36	2.57	93.39	1.97
5-6	2.32	0.00	2.32	97.68	2.73	96.12	1.56
6-7	2.32	0.00	2.32	100.00	3.88	100.00	0.00

### (3)储气容积比

根据储气容积计算表(表3)可以看出燃气储气容积比最大值为5.18%,最小值为-0.15%,这两个数值的绝对值相加为:5.18%+0.15%=5.33%。即所需的储气容积为日用气量的5.33%。

### (4)储气容积图

根据燃气的供应量和用气量的百分比绘制如下储气容积图(见图3)。

由图3可以看出当有机动气源时,在a-b、c-d、e-f、g-h、i-j、k-l时间段燃气供应量小于用气量,由储气罐向外供气;在b-c、d-e、f-g、h-i、j-k时间段供气量大于用气量,多余用气量存入储罐。由图1、图3比较可看出当有机动气源时储罐的入罐量和出罐量比原先有大幅度下降,因此,在燃气用量较大的时间

段,开启机动气源,提高燃气的供应量可有效的降低储气容积。

## 4 结论

一般计算城市所需的储气容积时,如果气源产量能够根据需用量改变一周内各天的生产工况时,储气容积以计算月最大日燃气供需平衡要求确定,否则,应按计算月平均周的燃气供需平衡要求确定。现根据沈阳市近3年的用气数据,分别对计算月的最大日储气容积比和平均周储气容积比进行比较分析。

### 4.1 选用时间

因沈阳市部分用户在冬季采用天然气进行采

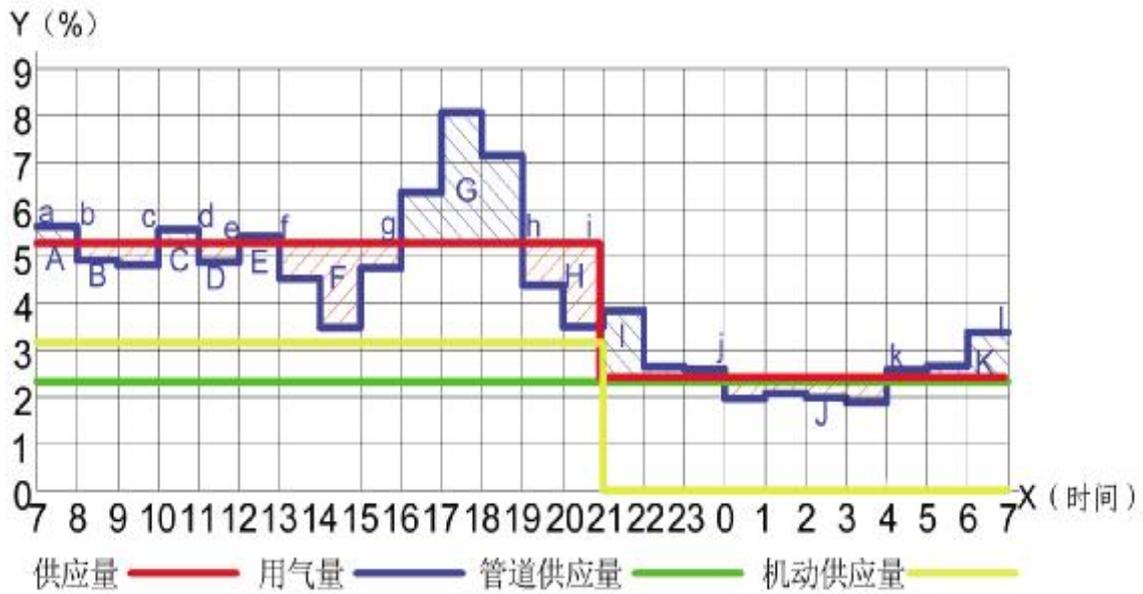


图3 储气容积图

暖,为保证冬季采暖期数据的连续性,在年时间段的选取上以当年4月1日至次年3月31日时间段的数据作为全年的数据进行分析。根据现有数据年选取时间为2006年、2007年和2008年;这3年月最大用气量均发生在1月份。计算月中的最大日分别为2007年1月9日、2008年1月15日和2009年1月14日。

4.2 储气容积比

(1) 2006年至2008年储气容积按常规计算方法的得到的值见表5。

表5 储气容积比

年份	2006年	2007年	2008年
最大日储气容积比 (%)	19.05	20.17	16.11
平均周储气容积比 (%)	33.18	33.63	38.16
非采暖期平均日用气量 (m <sup>3</sup> )	470 302	488 840	473 860
采暖期平均日用气量 (m <sup>3</sup> )	686 750	679 198	832 265
非采暖期/采暖期 (%)	68	72	57

(2) 有机动气源情况下

根据表5可以看出沈阳市非采暖期平均日用气量基本是采暖期平均日用气量的70%,受季节不均匀性的影响,即使未来沈阳管道气源充足,沈阳仍需要约30%的机动气源满足季调峰的需要。因此此次机动气源量按日总用气量30%取值,调峰时间按14个小时均匀输入计算,得出相应的最大日储气容积比、平均周储气容积比(见表6)。

表6 储气容积比 (%)

	2006年	2007年	2008年
最大日储气容积比	9.19	9.86	6.46
平均周储气容积比	23.48	23.62	28.51

通过表5和表6对比,当有机动气源存在时,储气容积比可下降约10%。以沈阳市最大日用气量120万m<sup>3</sup>计算,当合理利用机动气源时,所需的储气容积可节约12万m<sup>3</sup>。合理利用机动气源不但能够保证气源供应,同时也可降低所需储气罐罐存,减少不必要的投资。