

CNG出租车加气拥堵的成因分析及效率提升措施

□ 华润燃气控股有限公司 (518001) 李烨 彭知军

摘 要: CNG车辆加气排队等待的主要原因是CNG加气站供应能力不能满足CNG出租车交接班时段集中的加气需求。目前采取的主要方式是增加CNG加气站的数量。但通过合理的统筹可有效地提升CNG加气站设备利用率达到提升供气能力的目的。通过估算理论提升值可达50%，接近了设备的最大供气能力。统筹管理后，提高了高峰期间的运行供应量，可大大降低加气排队等待时间，提高了加气站的竞争力。

关 键 词: 出租车 CNG加气站 加气排队等待 加气效率提升

1 CNG车辆加气现状

天然气作为一种替代汽油燃料的清洁能源，因其经济性而被广泛应用。随着城市化进程的快速扩展和车辆的高速飞增，加气站的数量和规模难以满足现状，导致加气排队影响交通而被广泛的关注。

1.1 加气次数和加气时段

根据国家相关规定，CNG气瓶重量不能超过整

车重量的5%，因此配置的气瓶容量受限。以出租车为例，CNG出租车气瓶加满大约 $13\text{Nm}^3 \sim 14\text{Nm}^3$ ，能行驶200km左右。以每日行驶400km计，日用气约 $25\text{Nm}^3 \sim 30\text{Nm}^3$ ，每天至少需加气两次。但按照出租车“加满交班”的行规，一般每天至少需加气3次~4次。（公交车为多个气罐并联，储量大，一般一天加气1次。）

私家车主要在白天加气，公交车一般在夜间停运后加气。出租车因加满交班的行规，下午4点~5点左

强制性条文，必须严格执行，所以城市燃气钢质管道只要为《技规》所列范围，无论站内还是站外管道，无论干线还是支线管道均必须进行阴极保护。

从实际工程来看，燃气场站站内埋地钢质钢管管径较小，用量较少，管道外防腐通常采用现场制作的方式完成，由于施工现场环境条件等因素的限制，现场制作的管道外防腐层质量控制很难达到工厂预制外防腐层的水平，故对燃气场站站内埋地钢质钢管进行阴极保护是十分必要的。

目前国家能源局已经颁布了行业标准《石油天然

气站场阴极保护技术规范》SY/T 6964-2013可作为站内埋地管道阴极保护设计的依据。建议《燃规》在修编时对于站内埋地燃气钢质管道阴极保护的规定应与《技规》的要求协调一致。

参考文献

- 1 杨罗, 吴小平, 刘曦. 城市燃气设施与公路及铁路安全间距的探讨[J]. 煤气与热力, 2013; 33(12): B30

右有一个加气高峰（因车辆凌晨加满后停运，早班交班的加气高峰不明显）。而正是这个高峰的存在，在供应不足的情况下，势必造成加气车辆的拥堵。有新闻曾报道过某地加气高峰期持续时间达2h~3h。

1.2 气站面临的瓶颈

因天然气价格连续上涨、油价下降以及出租车收费价格上调等影响，加气排队等待所“浪费”的时间内产生的经济效益已接近于使用燃气节省的收益，而加气的排队等诸多不便，导致客户的流失不利于市场开拓。

2 CNG加气站供气能力数据采集及分析

2.1 CNG加气站经济技术选型

CNG加气站项目在设备选型时，需从技术和经济的角度进行分析。代表性的数值如下：设计加气量1万Nm³/d的加气站，压缩设备供气能力1 000Nm³/h，配备2台加气机4条加气枪（后文分析均以该设计选型计算）。

2.2 出租车加气分析

经过抽样统计，出租车辆加气耗时约2.5min。如果算上驶入加气位制动准备阶段、和扣费驶出离站整个过程在4min以上，而使用现金交易找零将导致整个过程更长。加气时间仅占整个过程的50%~60%。通过抽样统计，大部分加气站高峰期单枪加气量在180Nm³/h~200Nm³/h（纯出租车加气）。

公交车主要夜间或凌晨加气，对排队影响不大，故不做分析。

2.3 加气排队时长

设计日加气量1万Nm³/d的加气站，以夏季车辆开空调日用气量30Nm³计算。从设计角度来看，约能服务300台出租车。

理论上集中完全加满300台需要约4 000Nm³天然气。实际上在交班时段加气多为补满交班，考虑到

不需要交班加气的一些情况，即使加气量以2 000Nm³计，每小时加气1 000Nm³，交接班加气持续时长约2h，排队等待时间1小时以上。

3 原因分析

3.1 设备供气能力

仍以设计加气量为1万Nm³/d的CNG加气站为例，设备小时供气能力为1 000Nm³，理论每条枪加气能力为250Nm³/h。

3.2 加气压差的影响

大流量型加气枪流量为1Nm³/min~20Nm³/min（标准型为1Nm³/min~15Nm³/min），在不考虑压差的影响下，理论小时加气量可达1 200Nm³。管道内流速与压差的平方根成正比，通过计算不同压差下加气效率折损系数见表1。可见压差对加气影响较大，此外还受管道大小和长度以及管道的阻力的影响。以标准站的高中低三线加气机为例，低压加气压力主要在15MPa左右，因此实际加气枪小时流量远远小于理想状态下的数据。

3.3 估算高峰期出租车加气单枪理论加气量

公交车加气时间较长，可以通过分析公交车加气数据来简单的估算加气枪的理论最大加气量。通过抽取某加气站为公交车加气的部分数据（表2），取其中最大值第6条数据估算。扣除加气准备时间，时间以7min计，加气压差17.1MPa，加气量75.61Nm³，估算出理论上单枪h最大加气量可达650Nm³。

实际中，加气压差远远小于理论计算，但即使取0.6的压差折损系数，计算出适用于出租车高峰期的理论单枪加气量约为400Nm³/h，仍然远大于实际数200Nm³/h。

3.4 小结

司机偏向于在交通便利的加气点加气，加之出租

表1 不同压差下加气效率折损系数

压差	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
折损系数	1.00	0.97	0.95	0.92	0.89	0.87	0.84	0.81	0.77	0.74
压差	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
折损系数	0.71	0.67	0.63	0.59	0.55	0.50	0.45	0.39	0.32	0.22

表2 公交车加气的部分数据

序号	起始压力 (MPa)	结束压力 (MPa)	加气量 (Nm ³)	起始时间	结束时间	总耗时 (min)
1	3.7	19.3	73.86	9:36	9:46	10
2	2.2	18.9	78.98	9:46	9:58	12
3	3.9	17.7	66.36	9:58	10:11	13
4	2.6	19.5	74.9	16:05	16:13	8
5	4.8	19.5	63.75	16:31	16:39	8
6	2.5	19.6	75.61	17:07	17:15	8

车“加满交班”的行规,随着车辆的不断增加,当短时集中需求量远大于运行供应能力时,就会出现排队现象。因此主要矛盾是短时间内集中的加气需求与运行供气能力之间矛盾。

此外站点停运检修和使用CNG撬车供气的加气子站,受交通、调度等影响导致供应不足造成排队等待或因分流而加大其他站点负荷也加剧了排队等待的情况。

4 改进措施

从整体指标来说,高峰期运行供气能力的提升平均下来是微不足道的。但如何应对交接班高峰期的排队,是CNG加气站“水桶上最短的那根木板”。

4.1 通过政府职能部门协调错峰交班

加气高峰起因是交班加气的集中需求,如能协调间隔1h~2h错峰交班,可显著改善加气排队现象。比如某地出租车分为3点和5点交班,定期轮换。

4.2 一机两枪增加为一机四枪

受设备选型的影响,加气的硬性指标基本已固定,几乎没有可提升空间。目前一种做法是将加气机增加为四枪。但是受设备供气能力限制,在标准站及子站上取得效果并不理想,该方式适合L-CNG加气站运行能力的提升。不过在办理加气站充装许可时,普遍要求为“一人一机”,并且有多地的技术质量监督局要求“一人一机一枪”,该方法并没有得到普遍推广。

4.3 空间换时间,降低等待时间

前文提到,加气时间仅占到整个加气过程耗费时间的50%~60%。换言之,整个加气过程中设备利

用率仅为50%~60%。而通过计算得知,实际加气量也约为设备供气能力的50%,那么是否可以通过提高设备的利用率来提高加气量,增加单位时间内加气服务台次,从而降低排队等待的时间呢?

以某IC卡扣费的加气站的出租车加气为例,粗略的将加气过程划分为3个大流程:加气准备(从驶入制动到打开前后盖和安检)、加气、离站(预付卡扣费及驶离)。通过数据抽样统计得出:加气准备时间约为55s,其中,安全检查约15s;加气时间平均约为140s;离站时间约45s。

为方便举例和图例表示,假设备时间50s,加气时间150s,离站时间50s。传统加气作业如图1所示,前后两台车为流水作业。加气时间线如表3所示。在该作业下,一个加气流程单元为250s,每h服务车辆14.4台。由表3可见传统加气方式下,加气枪有40%的时间处于闲置状态,且无法通过统筹节约时间。

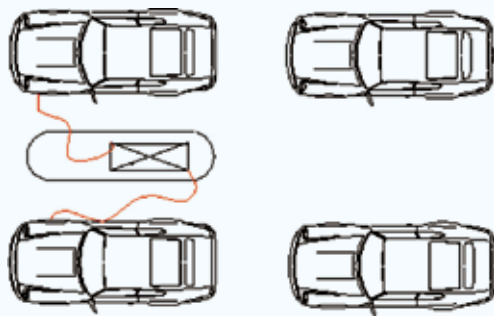


图1

实际运作中,有部分加气站因场地或设备限制,存在多台车辆进站正对加气机加气,加气结束后倒车出站的加气方式。通过分析该模式下的加气站数据,发现其高峰期最大加气量可达270Nm³/h,每h服务了

表3 加气流水时间表

阶段	50s	50s	50s	50s	50s	50s	50s	50s	50s	50s
准备阶段										
加气阶段										
结束阶段										

20台出租车。抽取某站高峰期下1h的加气数据分析（表4）如下：

因两车同时并列加气，前车加气结束扣费完成即可给后车加气。由表4可见，其中最短的等待时间仅14s，平均等待时间是40s（该加气站主要等待的原因是现金收费与找零）。远低于表3中90s准备时间。如能保持14s的最低等待时间，则小时加气量可从272Nm³提升到320Nm³。可见提升设备使用效率进而

提高运行能力是可行的。

如图2所示，通过空间的转变，间接实现时间上的节约。同时并入两列车辆，先给内侧车辆加气（图2红线所示），完成后即立刻外侧车辆加气（图2绿线所示）。在外侧车辆加气时，内侧另一车驶入加气位，即在外侧车辆加气时间内完成准备工作，如此循环。加气耗时时间线如表5所示。

表4

序号	起始时间	结束时间	加气量 (Nm ³)	等待时间 (S)
1	13:58:32	14:01:18	16.96	—
2	14:01:54	14:04:43	15.74	36
3	14:05:10	14:07:44	15.83	27
4	14:08:29	14:10:54	13.2	45
5	14:12:37	14:14:26	11.01	43
6	14:15:05	14:17:42	16.86	39
7	14:17:56	14:19:58	13.09	14
8	14:20:27	14:22:34	9.37	29
9	14:23:03	14:25:21	13.39	29
10	14:25:49	14:27:57	16.32	28
11	14:28:30	14:30:33	11.03	33
12	14:31:58	14:34:23	16.08	25
13	14:36:29	14:39:09	17.9	126
14	14:40:57	14:42:01	4.63	48
15	14:42:42	14:44:53	14.77	41
16	14:45:15	14:47:08	10.78	24
17	14:47:54	14:49:59	13.95	46
18	14:50:26	14:52:58	16.14	27
19	14:54:53	14:56:42	9.38	115
20	14:57:11	14:59:33	15.94	29
合计	61分1秒		272.37	804

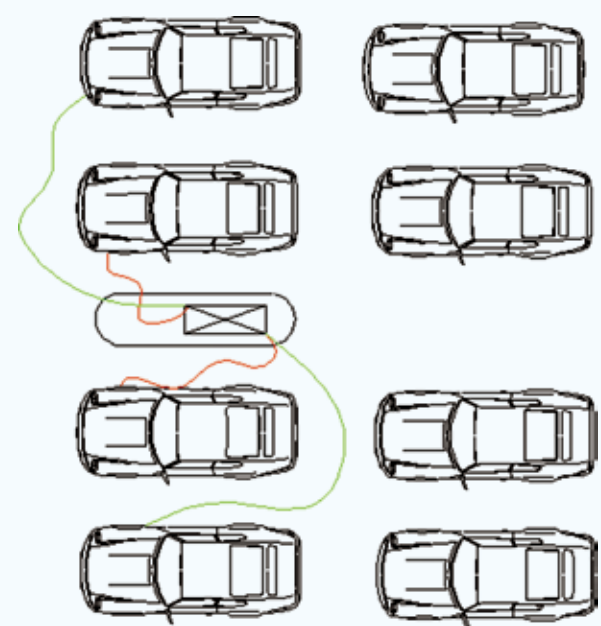


图2

统筹安排后（表5），采取并行加气理论使加气枪一直处于工作状态（红圈所示前车离站时间和后车准备时间均被节省出来），效率提升达到67%。如扣除插拔枪时间以取表4中最短时间14s计，每个加气流程单元耗时164s，相比之前的250s，提升达50%以上。在原每小时每条加气枪加气量为200Nm³，理论可以达到300Nm³。不过并行加气需要加气的场地足够宽敞，如场地不宽敞，可按图3所示排列车辆前后加气，但是这样做提升的效率只有图2的一半。

表5 统筹后的加气时间表

阶段	50s	50s	50s	50s	50s	50s	50s	50s	50s	50s	50s
准备阶段	——										
加气阶段		——	——	——							
结束阶段					——						
准备阶段				——							
加气阶段					——	——	——				
结束阶段								——			
准备阶段							——				
加气阶段								——	——	——	
结束阶段											——
.....											

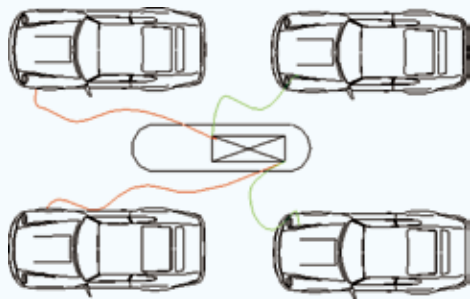


图3

5 并行加气带来的问题及解决办法

5.1 外侧车辆加气时加气枪阻挡内侧车辆通行

通过弹性材料将加气枪悬挂在空中，可实现外侧车辆加气时内侧车辆畅通无阻。此外，还可以避免加气软管在地面磨损和节省收枪时间。

5.2 加气强度增加

并行加气后，加气强度增加较大。单人值守难以保持14s最低时间的等待时间。

从人力成本考虑，可以将4班增加为5班，高峰期两班同时工作。如原四班两倒8:00—20:00，20:00—次日8:00，变更为五班三倒8:00—18:00，15:00—21:00（根据高峰期间而定），20:00—次日8:00。

5.3 设备供气能力限制

理论计算下，采取并行加气两台加气站每小时供气达1 200Nm³，而压缩机供气能力为1 000Nm³，如果算上储气井的缓冲，1h内影响不大。且设备扩容比场地扩大要简单。

6 小结

CNG加气站的特点为“量少频次高”，采取并行加气可以明显提升CNG加气站的加气效率，降低排队时间，提高服务质量，提高加气站的竞争力。

采取并行加气，后车在等待时间内完成准备、安检工作；前车收费、离站完全不影响后车充装。与传统模式相比，效率提升达50%，具有明显的优势。从设计角度来看，并列加气需要的加气区域更大，考虑到疏散需要，宜从单边双车道变为三车道。并且设备利用率从原来的50%提升到75%，在设备选型方面需要与之进行配套。

此外，在互联网思维的冲击下，如为司机提供一种愿意接受交班结算的APP，按月结算余气量，以减少高峰期的补气交班的需求，也不失为一种办法。

欢迎访问《城市燃气》官方网站

简单方便

在浏览器输入 www.gas800.com 即可

轻松实现投稿、查询、订阅和浏览信息

《城市燃气》杂志社网址：www.gas800.com