

某化工厂蒸汽平衡存在问题及对策的探讨

张 杰 (中韩(武汉)石油化工有限公司, 湖北 武汉 430070)

摘 要: 随着某化工厂各化工装置进入正常生产阶段, 重要蒸汽用户的负荷波动直接影响到全厂性蒸汽管网的平衡, 为了量化分析各等级的蒸汽平衡, 实现“以热定电、热电联产”, 及时调整锅炉的蒸汽负荷, 有效地调配汽轮机的抽汽负荷、发电负荷, 实现全厂性的蒸汽管网的安全、平稳、经济运行, 特进行探讨。

关键词: CFB 锅炉和裂解炉运行; 蒸汽平衡; 减温减压器; 汽轮机发电机组

1 前言

化工企业蒸汽管网大幅度波动会给乙烯装置的裂解炉、三大蒸汽透平压缩机组及全厂的蒸汽用户操作带来很大困难, 甚至造成全厂的蒸汽用户无法平衡而停车的灾难性事故的发生; 直接影响武汉乙烯的安全运行和经济效益, 故蒸汽平衡在乙烯生产过程中, 起着举足轻重的作用。本文从生产实际出发和 SEI 的设计相对比, 讨论“以热定电、热电联产”的原则下的, 蒸汽平衡问题, 以求安全生产、节能降耗, 提高经济效益。

2 蒸汽系统主要设备实际运行工况和设计工况情况对比

2.1 乙烯装置 7 台炉正常运行 1 台轻烃炉、两台加氢尾油炉、4 台石脑油炉

工况一: 乙烯装置 7 台裂解炉正常运行; 三大机组运行正常情况热电联产装置三台 CFB 炉正常运行, 辅助锅炉备用, 两台汽轮机满负荷运行。

工况二: 乙烯装置 7 台裂解炉正常运行; 三大机组运行正常情况热电联产装置二台 CFB 炉正常运行, 辅助锅炉低负荷运行, 一台汽轮机根据全厂蒸汽平衡情况调节运行。

工况三: 乙烯装置 7 台裂解炉正常运行; 三大机组运行正常情况热电联产装置一台 CFB 炉正常运行, 辅助锅炉满负荷运行, 两台汽轮机停用。

2.2 裂解炉设计产蒸汽量见表 1

表 1 裂解炉设计产蒸汽量 (t/h)

产蒸汽炉	轻烃炉	加氢尾油炉	石脑油炉	热电 CFB 炉	辅助锅炉
工况一	36	108 (2 台炉)	216 (4 台炉)	990 (3 台运行)	0
工况二	36	108 (2 台炉)	216 (4 台炉)	660 (2 台运行)	40
工况三	36	108 (2 台炉)	216 (4 台炉)	330 (1 台运行)	160

2.3 裂解炉实际产蒸汽量见表 2

表 2 裂解炉实际产蒸汽量 (t/h)

产蒸汽炉	轻烃炉	加氢尾油炉	石脑油炉	热电 CFB 炉	辅助锅炉
工况一	39	114 (2 台炉)	260 (4 台炉)	990 (3 台运行)	0
工况二	39	114 (2 台炉)	260 (4 台炉)	660 (2 台运行)	40
工况三	39	114 (2 台炉)	260 (4 台炉)	330 (1 台运行)	160

2.4 从表 1、2 可得出以下结论

①轻烃炉实际产超高压蒸汽比设计多 3t/h, 每台加氢尾油炉实际产超高压蒸汽比设计多 3t/h, 每台石脑油实际产超高压蒸汽比设计多 11t/h, 每小时乙烯装置实际产超高压蒸汽比设计多产超高压蒸汽 53t/h; ②设计热电联产装置对外提供超高压蒸汽 282t/h、高压蒸汽 40.8t/h、中压蒸汽 106.3t/h, 实际热电联产装置对外提供超高压蒸汽 229t/h、

高压蒸汽 40.8t/h、中压蒸汽 106.3t/h; ③每种工况下设计和实际都满足现在全厂蒸汽用量 (未增加化工园区蒸汽用量情况下)。

2.5 全厂蒸汽透平设计工况下进汽量和抽气量见表 3

表 3 全厂蒸汽透平设计工况下进汽量和抽气量 (t/h)

超高压蒸汽透平	超高压进汽	高压抽气量	中压抽气量
裂解 K-201	360	270	——
裂解 K-501	160	——	110
空分透平压缩机	95	50	——
热电 1# 汽轮机	360	65	115
热电 2# 汽轮机	360	65	115

高压蒸汽透平	高压进汽 (t/h)	中压抽气量 (t/h)	低压抽气 (t/h)
裂解 K-601	78	——	52
EO\EG 循环气压缩机	45	22	——
循环水透平泵	66	——	66

2.6 全厂蒸汽透平实际工况下进汽量和抽气量见表 4

表 4 全厂蒸汽透平实际工况下进汽量和抽气量 (t/h)

超高压蒸汽透平	超高压进汽	高压抽气量	中压抽气量
裂解 K-201	315	190	——
裂解 K-501	173	——	110
空分透平压缩机	89	45	——
热电 1# 汽轮机	340	59	116
热电 2# 汽轮机	310	65	120

高压蒸汽透平	高压进汽	中压抽气量	低压抽气
裂解 K-601	74	——	32
EO\EG 循环气压缩机	25	0 (全凝未抽气)	——
循环水透平泵	61	——	61

2.7 从表三、四可得出以下结论

全厂蒸汽透平实际投入蒸汽和抽出蒸汽都存在偏差, 主要影响高压蒸汽管网和低压蒸汽管网的平衡。

3 蒸汽管网控制参数

①超高压蒸汽管网温度、压力控制由热电联产装置控制为主。各用户端蒸汽压力正常不低于 11.5MPa, 温度不低于 510℃; ②高压蒸汽管网温度、压力控制由热电联产装置控制为主。各用户端蒸汽压力正常不低于 3.85MPa, 温度不低于 380℃; ③中压蒸汽管网温度、压力控制由热电联产装置控制为主。各用户端蒸汽压力正常不低于 1.6MPa, 温度不低于 280℃; ④低压蒸汽管网温度、压力控制由热电联产装置控制为主。各用户端蒸汽压力正常不低于 0.35MPa, 温度不低于 190℃。正常工况下, 蒸汽管线不能低流量运行, 避免产生冷凝现象, 造成管线水击。

4 蒸汽系统重要用户

4.1 超高压蒸汽重要用户

按重要性质排序: 丙烯制冷压缩机透平 K501-ST

(1.6MPa 抽汽; 纯凝)、乙烯裂解气压缩机透平 K201-ST (4.0MPa 抽汽; 纯凝)、空分压缩机透平 (4.0MPa 抽汽; 纯凝) 和热电联产装置 1、2 号汽轮机 (4.6MPa、2.0MPa 抽汽; 纯凝)。

4.2 高压蒸汽重要用户

按重要性质排序: 乙烯制冷压缩机透平 K601-ST (0.45MPa 背压)、EO/EG 循环气压缩机透平 K-115 (2.1MPa 背压)、乙烯裂解的急冷水泵透平 P-104A/B-ST (1.7MPa 背压)、乙烯裂解急冷油泵透平 P-102A/B (0.45MPa 背压)、超高压给水泵透平 (0.45MPa 背压)、高压给水泵透平 (0.45MPa 背压)、一循两台给水泵透平 (0.45MPa 背压)、三循给水泵透平 (0.45MPa 背压), 及其他主要用汽装置: 如芳烃抽提装置、化工园区、EO/EG、LLDPE、HDPE 装置等。

4.3 中压蒸汽重要用户

热电联产装置三台除氧器、丙烯机热井泵透平 (0.45MPa 背压)、裂解气机热井泵透平 (0.45MPa 背压)、乙烯机热井泵透平 (0.45MPa 背压), 及其他主要用汽装置: 如 EO/EG、汽油加氢、芳烃抽提、碳五、丁二烯、MTBE、火炬及火炬回收设施、低压火炬、储运、化工园区等装置。

4.4 低压蒸汽主要用户

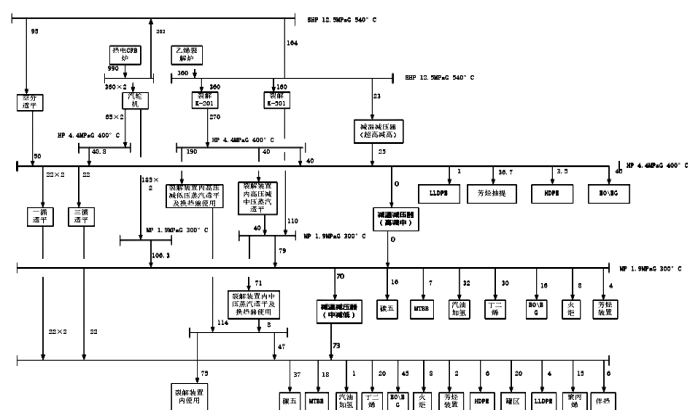


图 1 乙烯设计蒸汽平衡简图 (单位: t/h)

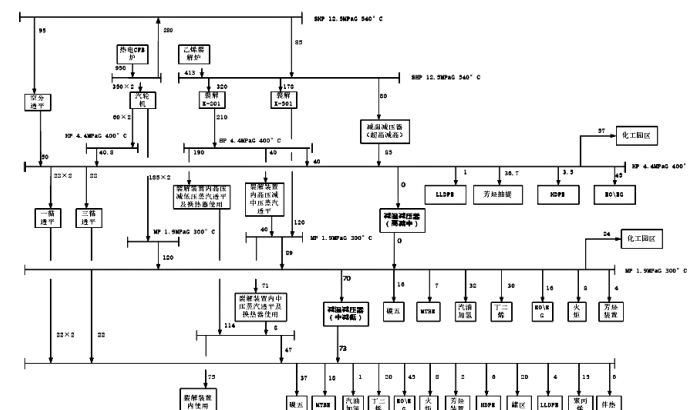


图 2 乙烯实际及设计增加后蒸汽平衡简图 (单位: t/h)

汽油加氢、EO/EG、HDPE、LLDPE、MTBE、芳烃抽提、碳五、丁二烯、JPP、STPP、火炬、罐区、储运、空压、化学水、空分等装置, 乙烯设计蒸汽平衡见图 1。实际乙

烯蒸汽用量见图 2 (按设计要求, 热电联产装置需要向武汉市化工园区提供高压和中压蒸汽, 将新增高压蒸汽负荷 57.0t/h, 中压蒸汽负荷 23.4t/h;)。

通过对各等级蒸汽用户重要性质排序, 可以有效地指导我们在实际生产过程中调整生产装置的热负荷, 平衡蒸汽管网。

5 蒸汽平衡的分析和对策

5.1 实际生产中蒸汽管网平衡存在的问题

①超高压蒸汽管网由于裂解炉在实际生产中蒸汽产量都比设计指标高, 造成裂解超高压蒸汽用量实际比设计减少 53 t/h。高压蒸汽管网由于裂解 K-201 和空分压缩机透平在实际生产中都未达到设计指标, 造成高压蒸汽管网蒸汽量实际比设计减少 85 t/h (超高压蒸汽用量减少, 但高压蒸汽用量增加造成管网超高压减高压减温减压器负荷增大, 调节余量变小, 事故状态下无法进行调节)。中压蒸汽管网蒸汽量过剩, 造成大部分蒸汽由减温减压器转换到低压蒸汽。低压蒸汽管网用气量较大, 裂解 K-601 实际生产中都未达到设计指标, 造成管网用汽大部分由减温减压器转换来, 造成能源的浪费; ②乙烯现有热电机组总装机容量为 130MW, 但目前最大抽汽工况下, 当所有发电机全部运行时, 发电负荷约为 110MW (受抽汽负荷限制), 目前基本满足全厂电负荷的需要; ③ CFB 锅炉炉膛磨损问题是世界性难题, 从当前的运行经验而言, 每 130 天需计划性检修一次, 长周期运行难保证, 一年每台炉停开车至少两次, 打破三炉两机安全运行模式, 累计三个月, 而两台 CFB 锅炉、一台辅助锅炉、一台机运行方式若出现一台 CFB 锅炉跳车 (工况三) 对全厂蒸汽管网的波动幅度将是很大的, 安全风险很高, 保化工的风险极大。

5.2 根据实际情况下蒸汽平衡存在的问题要采取的对策

①尽快在热电联产装置增加一台 360 t/h 超高压 CFB 锅炉过来和 30MW 抽背式汽轮发电机组, 在大幅提高全厂节蒸汽管网的安全性的同时, 可为工厂增加约二亿元、年的经济效益; ②在循环水场一台循环水泵改为中压蒸汽透平泵, 可以减少中压蒸汽 50~60t/h 的走减温减压器的量, 用中压蒸汽透平泵平衡蒸汽管网和节能降耗; ③开展 CFB 锅炉防磨等长周期运行技术攻关, 由现在的运行 130 天停炉检修, 提高到运行 300 天检修, 工厂的安全性和经济性将成倍提高; ④对全厂蒸汽管网的平衡在线测试分析, 找出不同用户和工况下的影响蒸汽平衡的设备和操作点, 如现在发现的裂解装置低压蒸汽产出比设计少, 导致中压蒸汽减温减压器有开度, 损失能源等。

6 结论

通过探讨, 无论从全厂蒸汽系统的安全角度还是经济运行角度来看: 全厂蒸汽平衡是一个动态的“以热定电、热电联产”的过程, 对工厂的安全生产和经济效益影响巨大; 武汉乙烯新上一炉一机和开展动力系统的技术攻关势在必行。

参考文献:

- [1] 赵常兴编著. 汽轮机组技术手册 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2013.
- [2] 周强泰编著. 锅炉原理 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2009.