

# 陕西未来能源化工有限公司

## 大型气化岛 多喷嘴气化技术应用与优化

01

陕西未来能源公司简介





# 陕西未来能源公司简介

陕西未来能源化工有限公司于**2011年2月25日**注册成立，项目地址在榆林市。陕西未来能源化工有限公司是由兖矿集团有限公司、兖州煤业股份有限公司、陕西延长石油（集团）有限责任公司共同出资组建的股份制公司，注册资本金**54亿元人民币**，三方股东出资比例分别为兖矿集团有限公司出资**50%**，兖州煤业股份有限公司出资**25%**，陕西延长石油（集团）有限责任公司出资**25%**。未来能源公司下设煤制油分公司和金鸡滩煤矿两个分公司。





# 陕西未来能源公司简介

煤制油系统核心技术由上海兖矿能源科技研发有限公司自主开发，具有自主知识产权，达到“国内领先、国际先进”水平。煤制油项目共采用自有专利技术50项。

**2015年7月31日**，气化装置一次性投料试车成功；**8月23日**，煤制油系统全流程打通生产出合格产品，全国首套百万吨级煤间接液化制油国家示范工程投料试车成功，成为我国煤炭清洁高效利用技术产业化的里程碑，对于实现国家能源多元化发展、保障国家能源安全具有重要的战略意义。



# 大型气化岛应用简介

未来能源气化装置是年处理煤炭**400万吨**大型多喷嘴水煤浆气化岛，采用集成配置，从设备选型、配套公用工程优化、系统长周期稳定运行、生产运行成本、节能减排等多个方面进行研究，实现了气化岛的稳定高效运行。

- 气化岛设置**8台**  $\varnothing$  **3880**的多喷嘴对置式水煤浆气化炉，**6开2备**，气化压力为**4.0MPa**，单炉日处理煤量（干基）约**2000吨**。
- 生产合成气（ $\text{CO}+\text{H}_2$ ）**790000Nm<sup>3</sup>/h**，年操作时间**8000小时**，年消耗原料煤约**459万吨**（收到基）
- 粗煤气初步净化采用混合器、旋风分离器和水洗塔相结合的节能高效的分程除尘方式，使煤气中灰、渣的含量降到最低，并且减少压力损失。
- 渣水处理采用蒸发热水塔直接换热方案回收黑水热量，提高热传递效率。

# 大型气化岛应用简介

- ▶在项目建设初期，将**8套**气化系统有效整合，其中煤浆制备单元、黑水沉降及灰水储存单元、水煤气混合单元为独立辅助单元，进行集成化配置。气化炉单系列检修期间，气化岛的独立辅助单元继续运行，这种优化设计，提高设备使用率，降低了项目投资，缩短建设时间。
- ▶气化岛区域变电站由来自总变站四路**35KV**电源进行供电，下属四个分变电所，为气化岛设备提供**10KV、690V、380V、220V**电压等级的供电；并提供一路事故电源，为烧嘴冷却水泵、照明等主要设备提供应急电源，保证系统长周期安全运行。
- ▶气化岛的分散型控制系统（**DCS**）采用浙江中控**ECS700**系列产品、安全联锁仪表系统（**SIS**）采用**HIMA**品牌产品。
- ▶高效节能的气化岛配套公用工程。

02

大型气化岛运行状况





## 大型气化岛运行状况

大型气化岛的稳定运行是煤制油系统稳定运行的基础，因此结合气化岛实际情况及运行经验，实行**90**天定期倒炉模式，进行在线无波动倒炉，确保气化岛稳定运行，并且形成单套气化炉系统程序化检修的管理模式。优化系统停车组织，提前做好各项准备工作，提高工作效率，气化炉投料并气工作可压缩至**120**分钟左右。强化指标管理，加强灰水水质管控；优化系统运行，精细化操作，积极拓展原料煤来源，进行配比掺烧，降低原材料成本，确保系统长周期稳定运行。



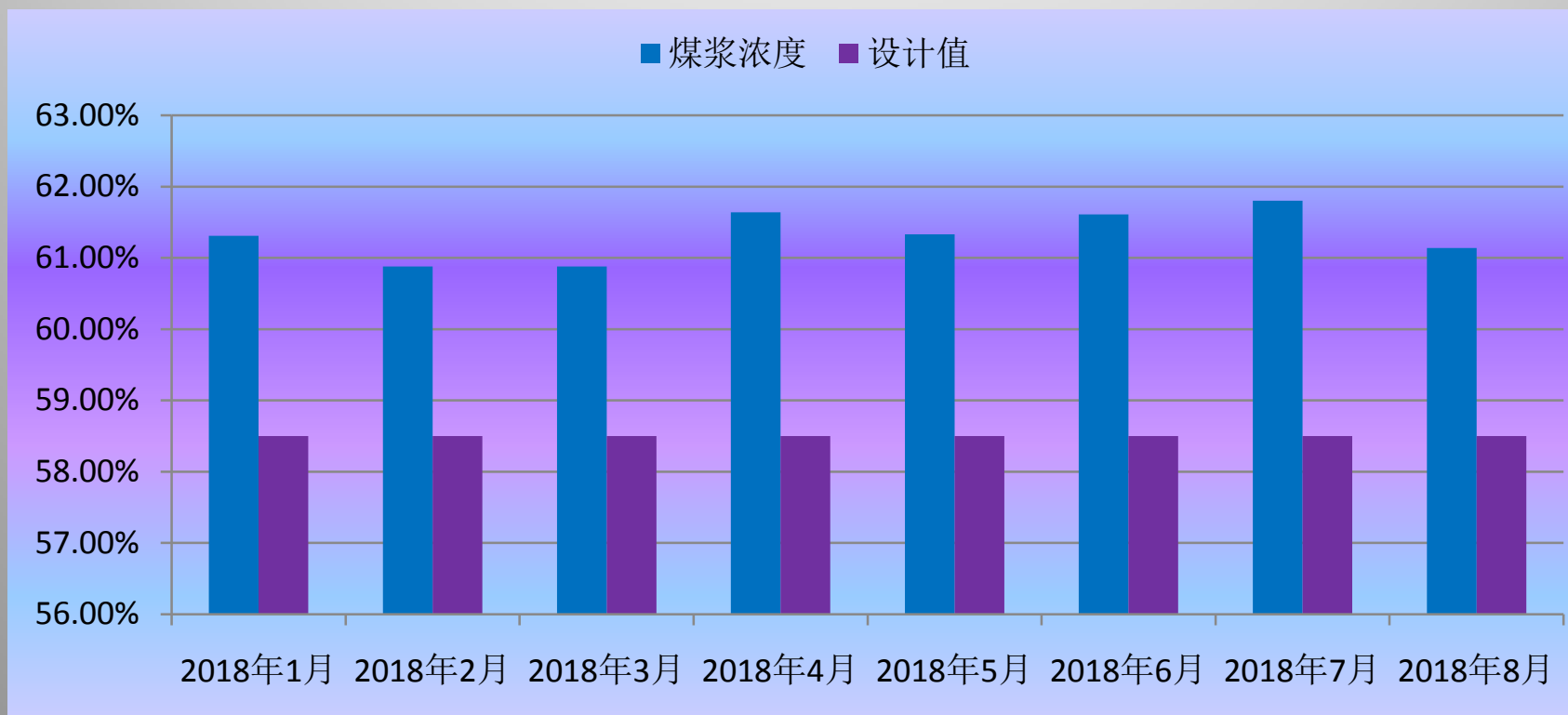
# 大型气化岛运行状况

**1、强化工艺指标管理。**工艺指标管理是工艺管理的重中之重，车间实行从工艺主任到技术员，再到班组、岗位分层逐级管理的纵向管理模式，结合公司控工艺指标、车间控工艺指标以及一般工艺指标的横向管理模式，不断加强工艺指标管理力度，逐渐提升工艺指标合格率。每天对各工艺参数进行日统计，对超标的工艺参数进行原因分析，并制定相应的优化调整方案，严禁超标运行。

**2015年、2016年各运行气化炉的厂控和车间控工艺指标合格率达到99.8%以上，2017年各项工艺指标合格率达到100%。**

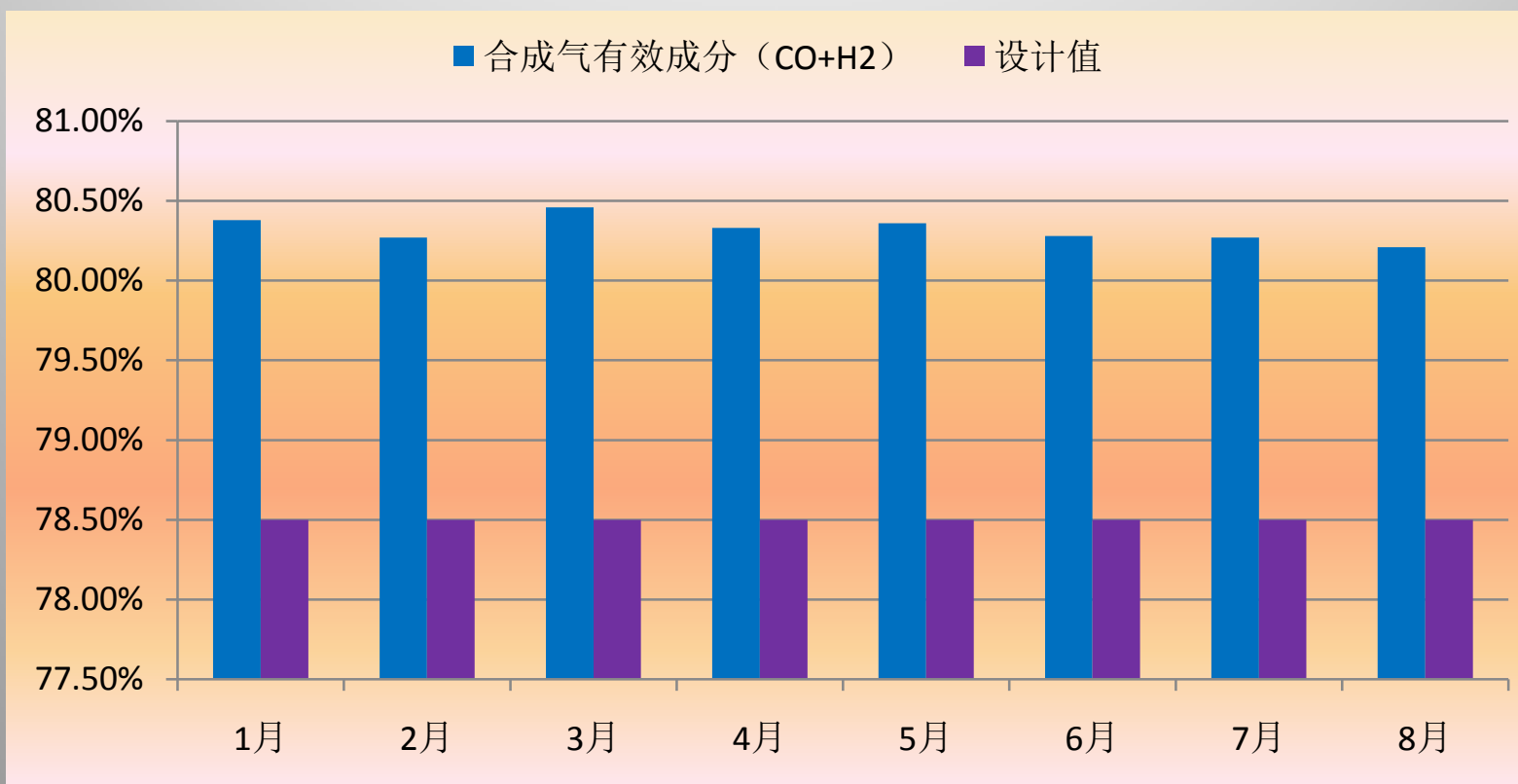
# 大型气化岛运行状况

2018年平均煤浆浓度								
日期	2018年1月	2018年2月	2018年3月	2018年4月	2018年5月	2018年6月	2018年7月	2018年8月
煤浆浓度	61.31%	60.88%	60.88%	61.64%	61.33%	61.61%	61.80%	61.14%
设计值	58.5%	58.5%	58.5%	58.5%	58.5%	58.5%	58.5%	58.5%



# 大型气化岛运行状况

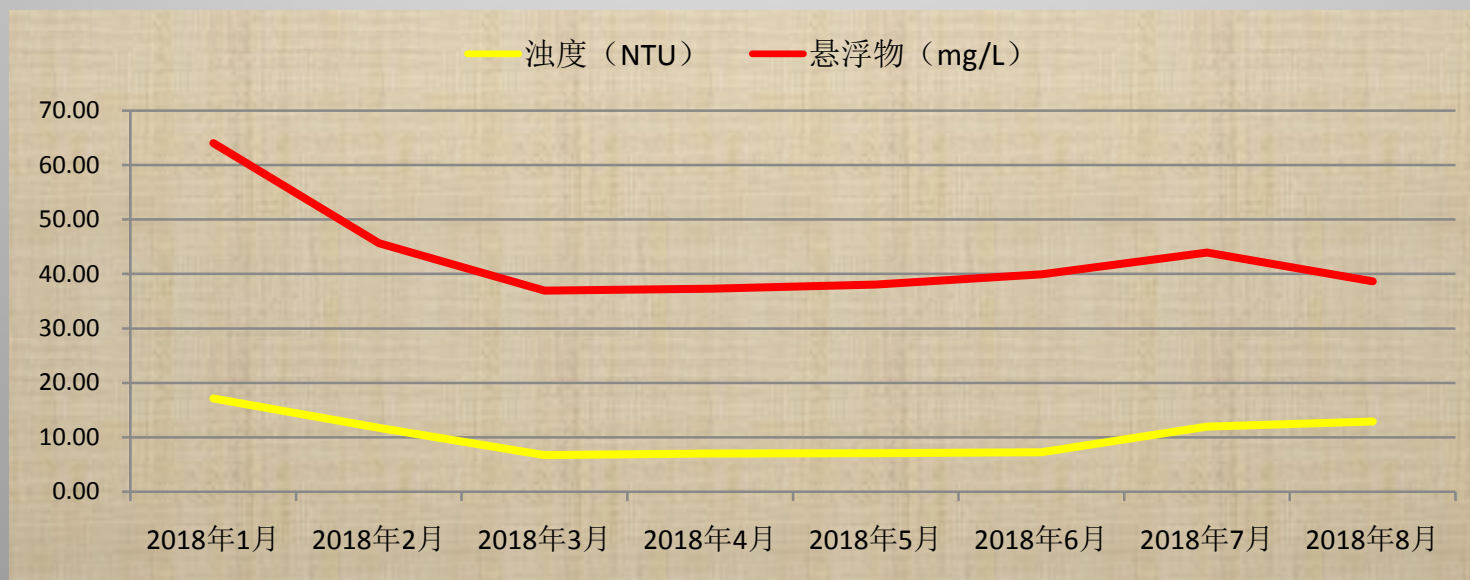
2018年合成气有效成分								
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
合成气有效成分 (CO+H <sub>2</sub> )	80.38%	80.27%	80.46%	80.33%	80.36%	80.28%	80.27%	80.21%
设计值	78.50%	78.50%	78.50%	78.50%	78.50%	78.50%	78.50%	78.50%





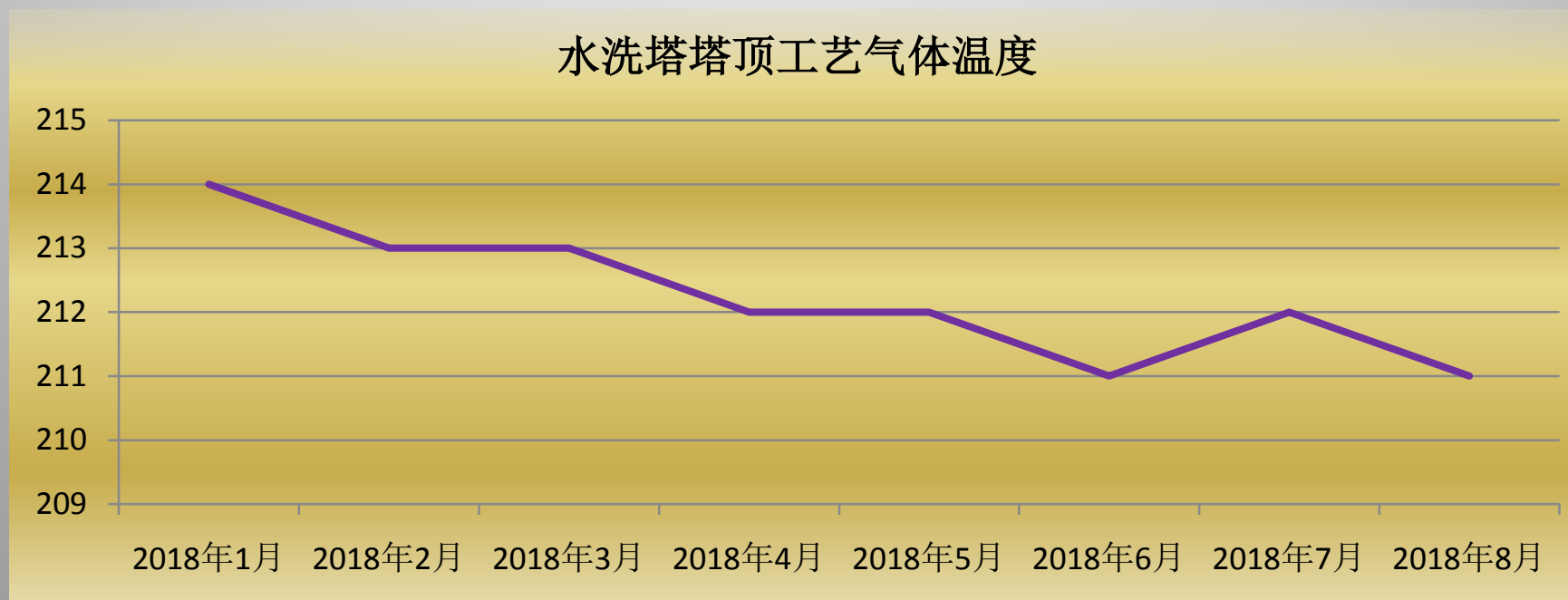
# 大型气化岛运行状况

灰水水质分析										
项目	PH值	溶解固 mg/L	电导率 ≤5500 us/cm	浊度	CL-	总碱度 ≤50 mmol/L	钙硬度 ≤800 mg/L	悬浮物	NH <sub>3</sub> -N mg/L	COD mg/L
				≤50 NTU	≤600 mg/L			≤100 mg/L		
2018年1月	8.13	1925.6	3856.8	17.136	235.36	8.9368	367.71	64.032	235.49	514.44
2018年2月	8.15	1850.7	3673.7	11.71	162.16	9.6264	377.59	45.643	208.97	527.66
2018年3月	8.06	1565.8	3135	6.7361	145.52	8.8074	289.05	36.935	207.49	372.55
2018年4月	8.41	1667.3	3341	7.0447	169.64	8.7713	325.82	37.267	213.93	440.84
2018年5月	8.27	1914.8	3802.7	7.0723	219.45	9.3384	384.34	38.032	240.26	469.84
2018年6月	8.13	2151.2	4274.3	7.258	267.53	9.6473	374.91	39.933	274.96	510.85
2018年7月	8.25	1861.2	3749.5	11.961	246.4	9.2997	335.07	43.935	251.54	451.78
2018年8月	8.33	1994.5	3922.1	12.904	257.29	9.7345	350.2	38.645	263.52	502.45



# 大型气化岛运行状况

水洗塔塔顶工艺气体温度								
	2018年1月	2018年2月	2018年3月	2018年4月	2018年5月	2018年6月	2018年7月	2018年8月
水洗塔塔顶工艺气体温度	214	213	213	212	212	211	212	211



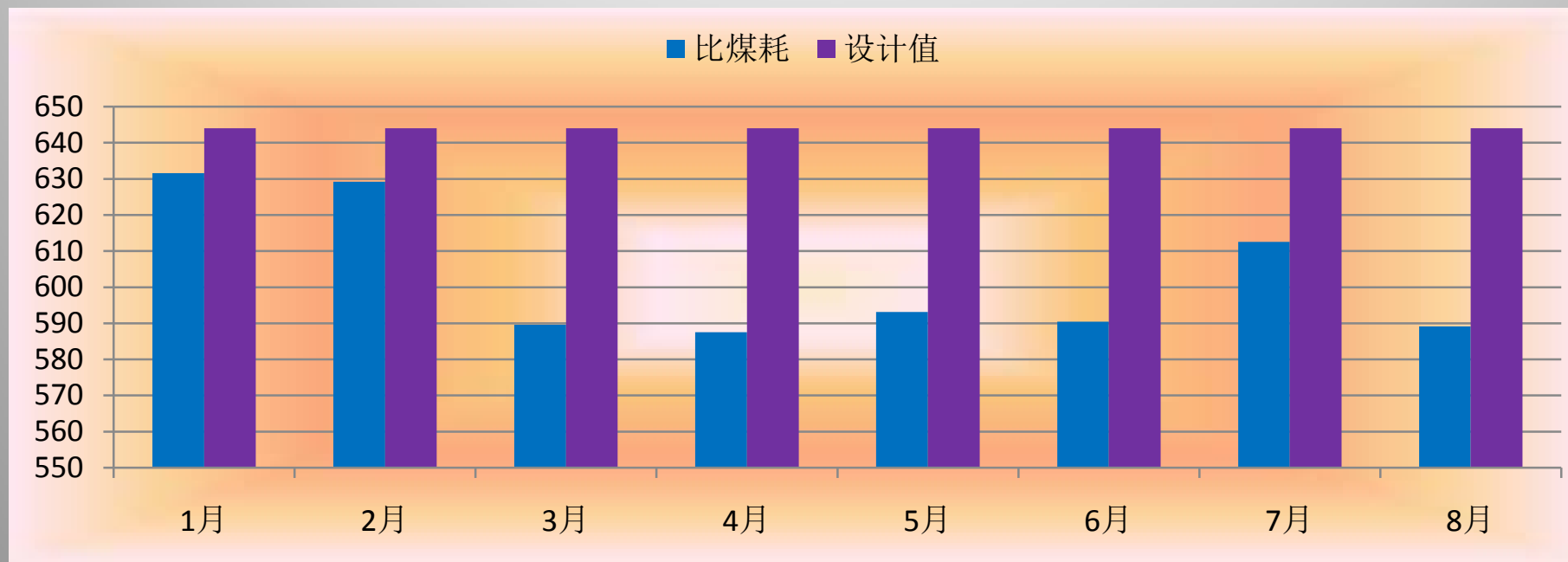
# 大型气化岛运行状况

**2、严把原材料消耗关。压缩内耗是降低生产成本，提高效益有效抓手。通过精细化操作，严格控制工艺指标，不断降低系统单耗；积极配合公司开展气化用原料煤结构调整，实行多煤种配煤掺烧，采用适合水煤浆气化使用的低热值煤炭置换高热值的金鸡滩煤炭，拓展气化原料煤煤源，降低气化岛生产运行成本，提高企业效益。**



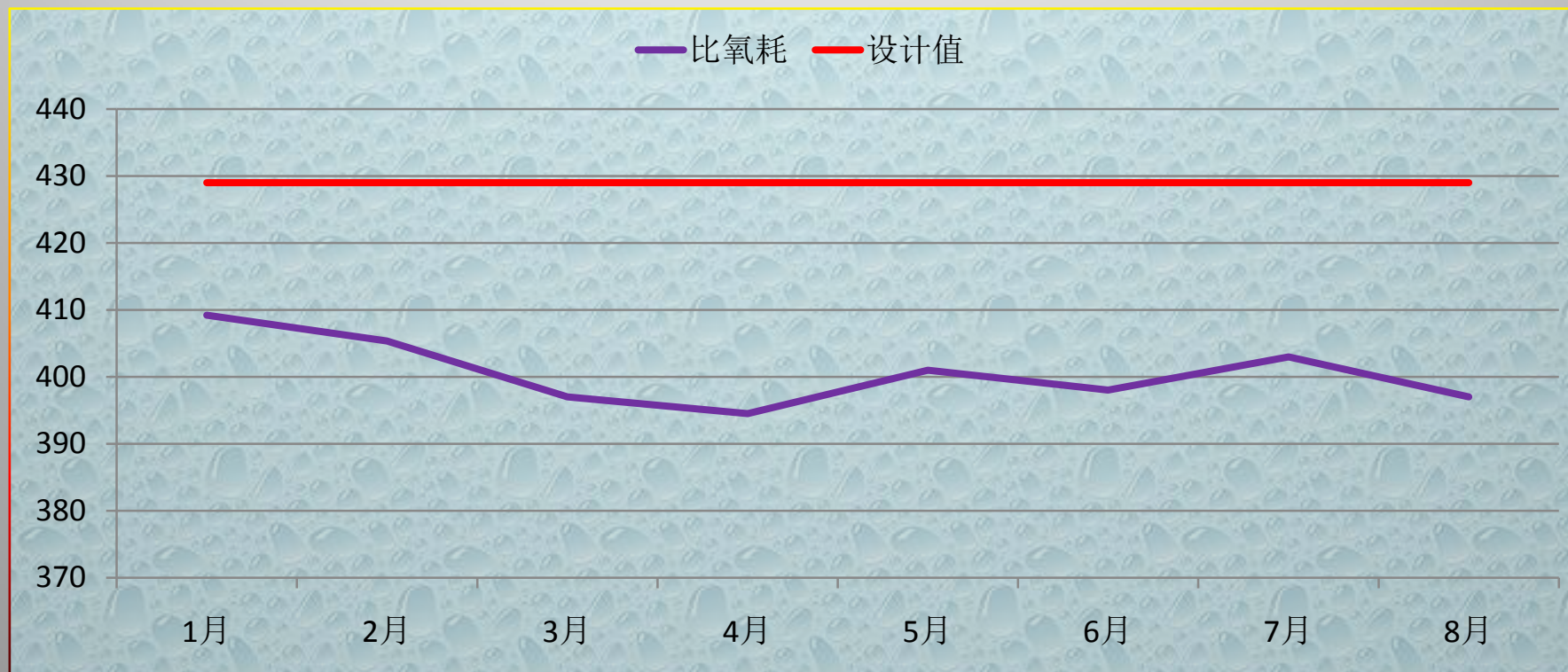
# 大型气化岛运行状况

2018年比煤耗								
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
比煤耗	631.6	629.2	589.6	587.5	593.1	590.5	612.6	589.1
设计值	644	644	644	644	644	644	644	644



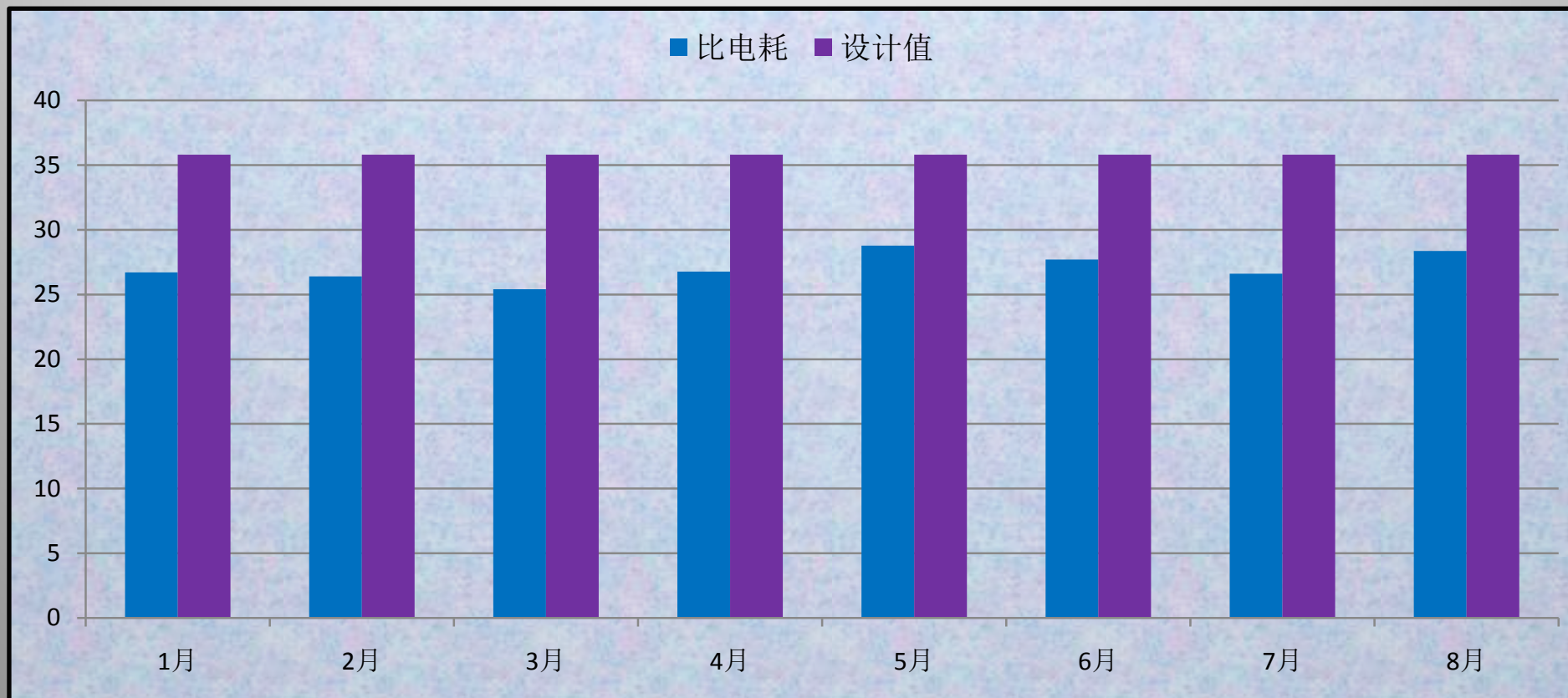
# 大型气化岛运行状况

2018年比氧耗								
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
比氧耗	409	405	397	394.5	401	398	403	397
设计值	429	429	429	429	429	429	429	429



# 大型气化岛运行状况

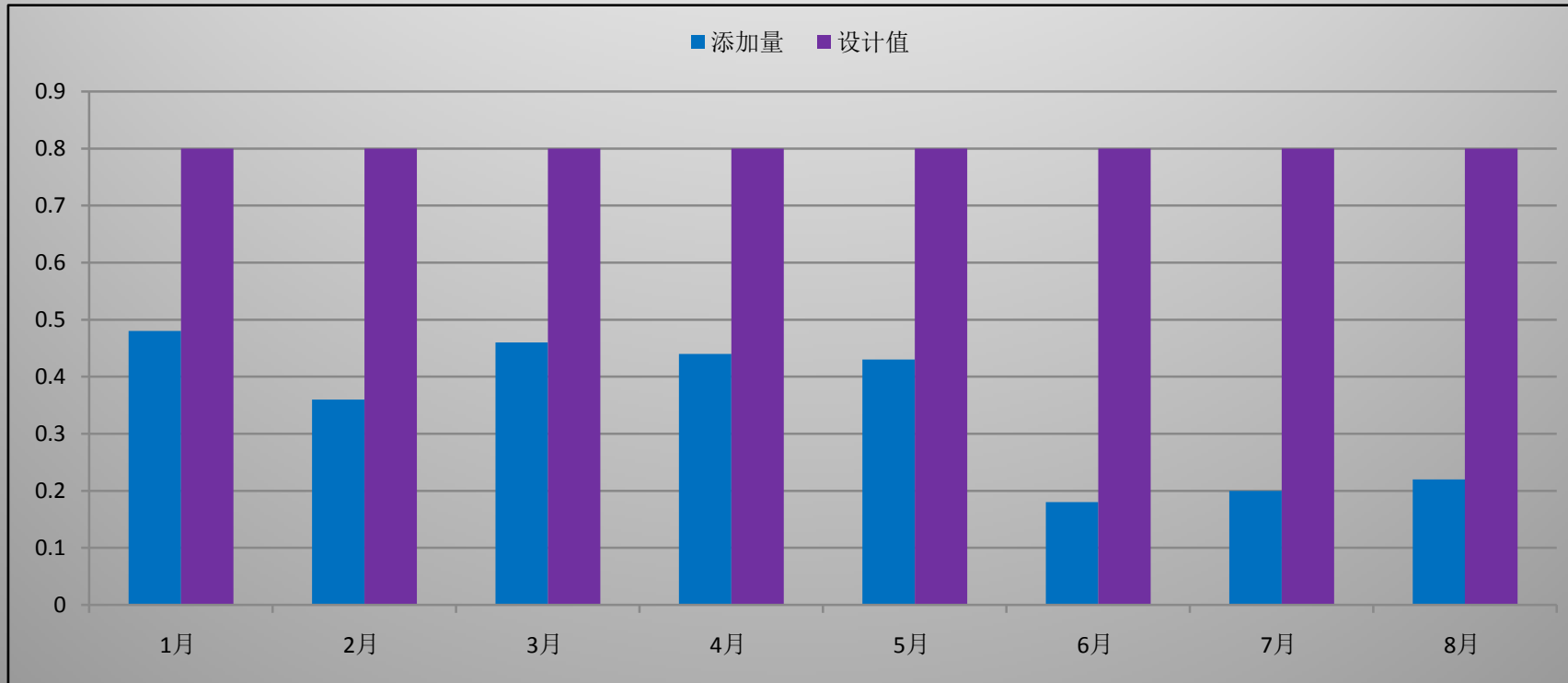
2018年比电耗								
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
比电耗	26.71	26.39	25.4	26.76	28.78	27.7	26.61	28.37
设计值	35.8	35.8	35.8	35.8	35.8	35.8	35.8	35.8





# 大型气化岛运行状况

2018年水煤浆添加剂添加量（‰）								
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月
添加量	0.48	0.36	0.46	0.44	0.43	0.18	0.2	0.22
设计值	0.8-1.5	0.8-1.5	0.8-1.5	0.8-1.5	0.8-1.5	0.8-1.5	0.8-1.5	0.8-1.5



# 大型气化岛运行状况

3、通过精细化操作不断优化系统运行，实现大型气化岛长周期安全稳定运行的同时，不断总结运行经验，精益求精，实现自我突破：

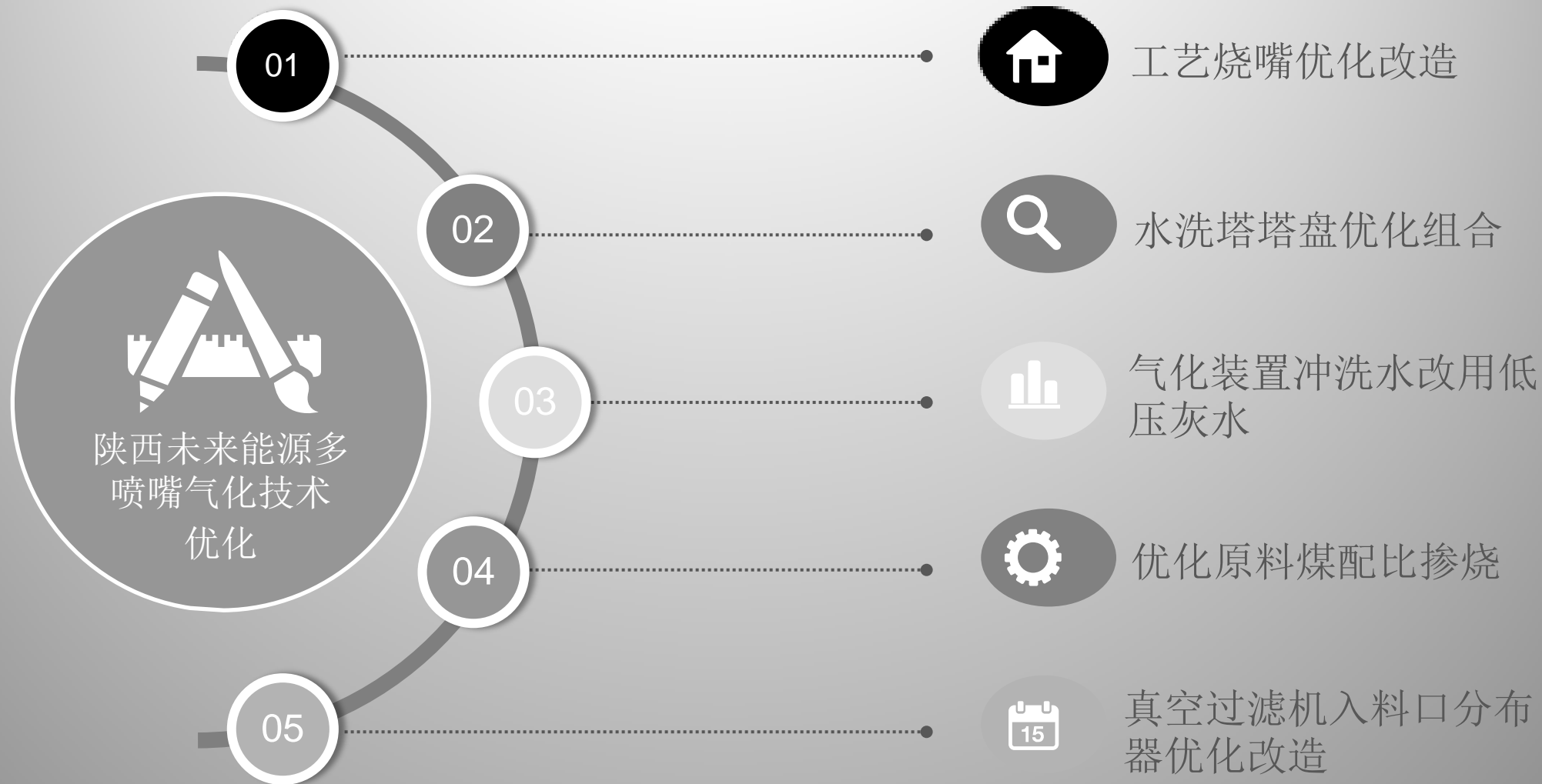
- 气化炉单系统连续稳定运行达到**130**天；
- 气化炉运行负荷突破到**109%**且系统运行稳定；
- 工艺烧嘴使用寿命突破**130**天；
- 水洗塔连续运行**130**天塔盘不带水；
- 拱顶耐火砖使用寿命突破**14000**小时。

03

多喷嘴气化技术应用优化介绍



# 多喷嘴气化技术应用优化介绍

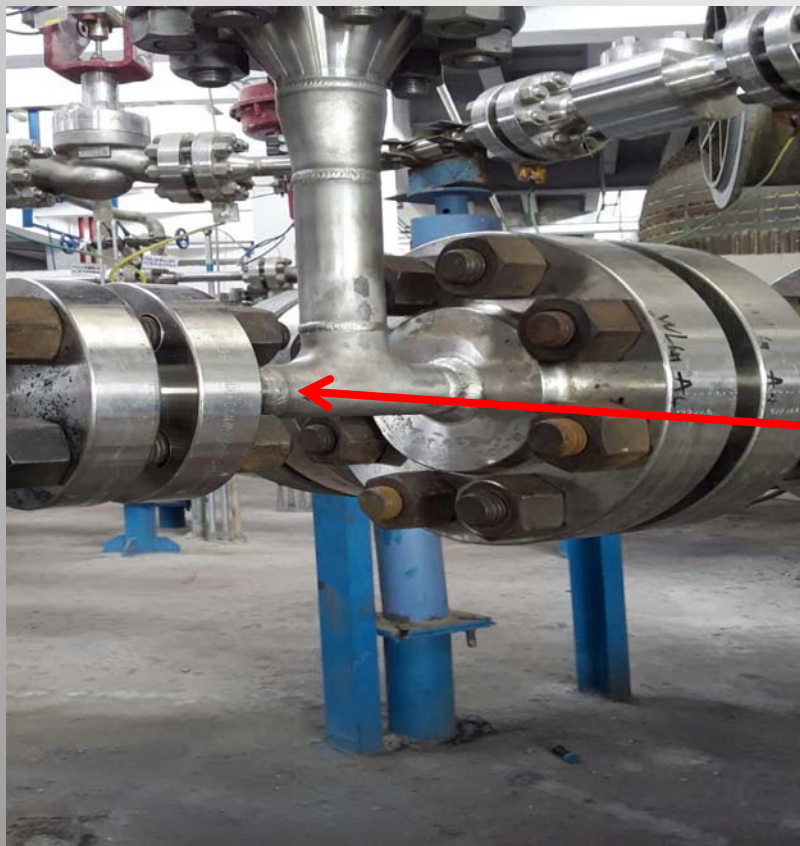




01

# 工艺烧嘴优化改造

自2015年开车以来，工艺烧嘴中心氧枪盲法兰三通接管焊缝开裂导致停车次数达到6次，严重制约了气化炉的长周期安全稳定运行，经公司研究决定对工艺烧嘴中心氧枪盲法兰进行优化改造，杜绝因盲法兰焊缝开裂导致的停车。



中心氧枪  
焊缝开裂

通过对工艺烧嘴中心氧枪的焊缝开裂情况进行分析总结最终得出结论：工艺烧嘴设计压力等级较高中心氧枪盲法兰片较重，系统运行时管线的正常振动与中心氧枪管端盲法兰形成共振，由于疲劳损坏造成焊缝处开裂，造成氧气泄漏气化炉被迫停车更换中心氧枪。

# 工艺烧嘴优化改造

根据分析结论我们制定了解决方案，对工艺烧嘴中心氧枪三通盲法兰更换为管帽，以减少共振引起的焊缝处的疲劳损伤。



优化改造后的中心氧枪管帽

工艺烧嘴中心氧枪盲法兰优化后，截止目前未出现中心氧枪焊缝开裂情况，有效增加了烧嘴使用寿命，达到了**130**天，真正杜绝了因烧嘴中心氧枪三通焊缝开裂导致的停车，为系统安全稳定长周期运行奠定基础。



# 水洗塔塔盘优化组合

水洗塔塔盘自上而下共分为五层，其中上三层为泡罩塔盘，每层塔盘有泡罩980个。下两层为固阀塔盘，每层塔盘六爪固阀数量为2586个，塔盘间距750mm。

同时对带水原因停车的水洗塔内部检查时发现，多套水洗塔塔盘均出现不同程度的吹翻现象，水洗塔顶部旋流板出现变形甚至脱落现象。





# 水洗塔塔盘优化组合



原固阀塔盘



导向固阀塔盘



原泡罩塔盘



优化后泡罩塔盘

水洗塔塔盘由选定的合作单位设计制造安装。共五层塔盘，自上而下1-2层塔盘为泡罩塔盘，直径100mm，第3、4、5层塔盘改造为定向固阀塔盘，双爪结构。

## 水洗塔塔盘优化组合

优化改造完成后水洗塔运行周期最长为**130天**，平均运行周期为**100天**以上，均未出现带水现象，停车后对塔盘运行情况进行检查。



从上图可以看出，塔盘运行情况良好，在当前工艺条件下塔盘再运行**30天**不会出现带水现象。



## 气化装置冲洗水改用低压灰水

为了响应公司节能降耗、提质增效号召，减少一次水用量。车间对低压灰水配管引至冲洗水系统，确定低压灰水与冲洗水管线在合适的位置进行串联接口，并有切换的措施，有效的保证了用水安全。



现场低压灰水并入冲洗水管网作为冲洗用水

经过对系统冲洗水管网的优化，利用低压灰水代替冲洗水，高低压煤浆泵冲洗、磨煤机冲洗、煤浆管线冲洗、塔罐清理等都使用低压灰水进行冲洗。经过一年多的运行，利用低压灰水代替冲洗水，对高低压煤浆泵的橡胶部件及其他设备基本没有影响。因此，通过优化改造，有效的节省了一次水的消耗，每年节约一次水用量约3万立方，同时降低了污水处理压力。



为了开源节流，降低生产成本，公司对气化用煤实行配煤掺烧应用，采用大量的低热值煤炭置换高热值的金鸡滩煤炭，拓展气化原料煤煤源，降低运行成本，提高企业效益。因此对周边煤矿的综合考察并取样分析后，选取配煤效果较好、性价比高的煤种作为配煤煤种。充分利用煤场空间，实现多煤种堆放、取料协调、有序开展，选取最佳配煤比例，满足气化岛用煤要求。对周边适用煤种的选择，严格参照煤质分析报告中的煤灰灰熔性、粘温特性、灰分等项目进行综合分析对比，确认配比煤种和掺配比例，以满足气化炉稳定运行的要求。

各煤样经兖矿水煤浆气化及煤化工国家工程研究中心和华东理工大学进行煤质、煤灰、成浆性等试验后，具体情况分析如下：

### (1) 根据煤灰熔融性分析

煤灰熔融性软化温度隆德（1149℃）、小纪汗（1241℃）、朱家崮（1188℃）、魏墙（1100℃）、银河（1074℃）、麻黄梁（1234℃）、白鹭（1077℃）、常家梁（1113℃）、巴彦高勒（1144℃）均低于气化炉煤灰熔融性软化温度设计指标（<1250℃），有利于气化炉液态排渣，满足气化炉设计要求。

隆德（1149℃）、小纪汗（1241℃）、朱家崮（1188℃）、麻黄梁（1234℃）、巴彦高勒（1144℃）均高于锅炉煤灰熔融性软化温度设计指标（>1130℃），有利于锅炉固态排渣，满足锅炉设计要求。

### (2) 根据粘温特性分析

根据考察情况针对隆德、小纪汗及朱家崮煤炭进行了煤灰粘温特性试验，试验结论中建议操作温度区间为隆德1223℃~1264℃，操作温度区间满足气化炉使用要求；朱家崮1268℃~1300℃，操作温度区间较小，不满足气化炉使用要求；小纪汗1340℃~1490℃，操作温度超出气化炉设计指标（<1350℃），不满足气化炉使用要求。

### (3) 根据成浆性分析

根据煤矿区域布置对隆德、小纪汗、朱家崮及巴彦高勒煤炭进行了成浆性试验，以萘磺酸盐作为分散剂，添加量为100:0.3(煤粉质量:添加剂质量)，不添加稳定剂时，调整适当的煤粗细颗粒配比，隆德、小纪汗、朱家崮及巴彦高勒煤炭分别可以制备出浓度为65%、64%、63%、61%左右、稳定性及流动性均良好的水煤浆，满足气化炉使用要求。

### (4) 初步结论

隆德煤炭满足气化炉各项设计指标要求，可以用于气化炉原料煤使用。

## 金鸡滩掺烧沙子及与各煤矿煤炭掺烧适用性分析

### (1) 金鸡滩掺烧沙子情况分析

1) 根据煤灰熔融特性分析结果并结合气化炉的实际操作，分别选取了沙子/煤灰比例为20%和40%开展粘温特性分析，沙子/煤灰比例为20%和40%均可以明显改善煤灰的粘温特性曲线。金鸡滩灰渣临界粘度温度为1435℃，当沙子/煤灰配比为20%和40%时，其临界粘度温度分别为1189℃、1145℃显著降低。降温过程中，粘度随温度的降低而缓慢增加，表现出玻璃渣特性，气化炉可操作温度范围显著增大。

对比两种添加比例的粘温曲线，当温度高于1300℃，曲线基本上重合。温度低于1300℃，沙子质量比为40%的灰渣粘度随温度降低幅度比20%略快。粘度为25Pa·s时，对应温度分别为1152℃、1187℃。

2) 考虑到经济性，应尽量减少添加剂的使用量。因此，选择沙子/煤灰比例为20%的添加比例为最优配比。此时，对应的沙子与原煤为例约为1%，即1t原煤(空气干燥基)需添加10.4kg沙子。

### 3) 初步结论:

金鸡滩煤炭选择沙子/煤灰比例为20%的添加比例进行掺烧可以满足气化炉各项设计指标要求。煤制油分公司选用金鸡滩+20%沙子的形式进行掺烧试验，

经过一个多月的实验后检查气化炉炉砖磨损较严重，加大的设备磨损、降低的运行周期，不建议采用该方案。

## (2) 金鸡滩与各煤矿煤炭掺烧适用性分析

### 1) 根据煤灰熔融性分析

掺烧后煤灰熔融性软化温度隆德（**1122℃**）、小纪汗（**1097℃**）、朱家崙（**1168℃**）、魏墙（**1109℃**）、银河（**1120℃**）、麻黄梁（**1106℃**）、白鹭（**1119℃**）、常家梁（**1173℃**）、巴彦高勒煤矿（**1187℃**）均低于气化炉煤灰熔融性软化温度设计指标（**< 1250℃**），有利于气化炉液态排渣，满足气化炉设计要求。

### 2) 根据粘温特性分析

各煤种掺烧后煤灰粘温特性试验结论中建议操作温度区间为隆德（**1215℃~1305℃**）、小纪汗（**1238℃~1314℃**）、白鹭（**1212℃~1275℃**）具有较好的温度操作区间，满足水煤浆气化炉使用要求；朱家崙（**1314℃~1443℃**）、魏墙（**1233.5℃~1258℃**）、银河（**1226.5℃~1254℃**）、麻黄梁（**1230℃~1254℃**）、常家梁（无）、巴彦高勒煤矿（无）温度操作区间较小或无，不满足气化炉使用要求。

### 3) 初步结论

隆德、小纪汗、白鹭与金鸡滩混配后操作温度区间较好，满足气化炉各项设计指标要求，可以用于气化炉原料煤与金鸡滩煤炭掺烧使用。



序号	煤矿名称	气化炉			
		直接用于气化炉	与金鸡滩掺烧	与隆德掺烧	掺沙子
1	营盘壕	×	×	√	×
2	隆德	√	√		
3	小纪汗	×	√		
4	朱家峁	×	×		
5	魏墙		×		
6	银河		×		
7	麻黄梁		×		
8	白鹭		√		
9	常家梁		×		
10	巴彦高勒		×		
11	黑龙沟		√		
12	杭来湾			√	
13	金鸡滩	√			×

注：可以使用“√”，不能使用“×”

## 大型气化岛优化配煤研究与应用

以上述煤种的煤质分析为依据，形成以金鸡滩煤种为主要原料煤，混配其他煤种的掺烧方案，不断调整混配比例进行试烧，经过近两年的配煤掺烧生产实践，筛选出较为合适的几种配煤方案。

副煤种 主煤种	隆德	小纪汗	朱家崾	黑龙沟	白鹭
	5:5	7:3	7:3	7:3	7:3
金鸡滩	8:2	8:2	8:2		
	7:3				

通过气化岛配煤研究与应用，进一步降低原料煤成本，扩大了购煤主动权，拓宽了气化原料煤煤源，使气化炉对煤种选择有更宽的选择。

由于气化用煤煤种变更，导致气化黑水中细渣的含量高，为保证澄清槽的安全稳定运行，必须增大澄清槽浓缩黑水的处理效率，由于真空过滤机设计处理能力的限制，原设计单台真空过滤机的处理能力为30m<sup>3</sup>/h，无法满足正常的生产需要。

原设计中，真空过滤机入料口管线通过三个给料分布器使物料均匀流到压滤机滤布上，给料分布器开口方向朝向滤布运行的反方向，且靠近滤布头部，物料流量增大时很容易造成滤布跑料，只有控制物料流量杜绝跑料。

## 真空过滤机入料口分布器优化改造

经过各专业认真分析并结合真空过滤机布料结构制定优化改造方案：取消两个给料分布器，保留中间的给料分布器，同时将给料分布器的开口方向调至与滤布运行的同方向，物料流量增加也不会发生跑料的情况。

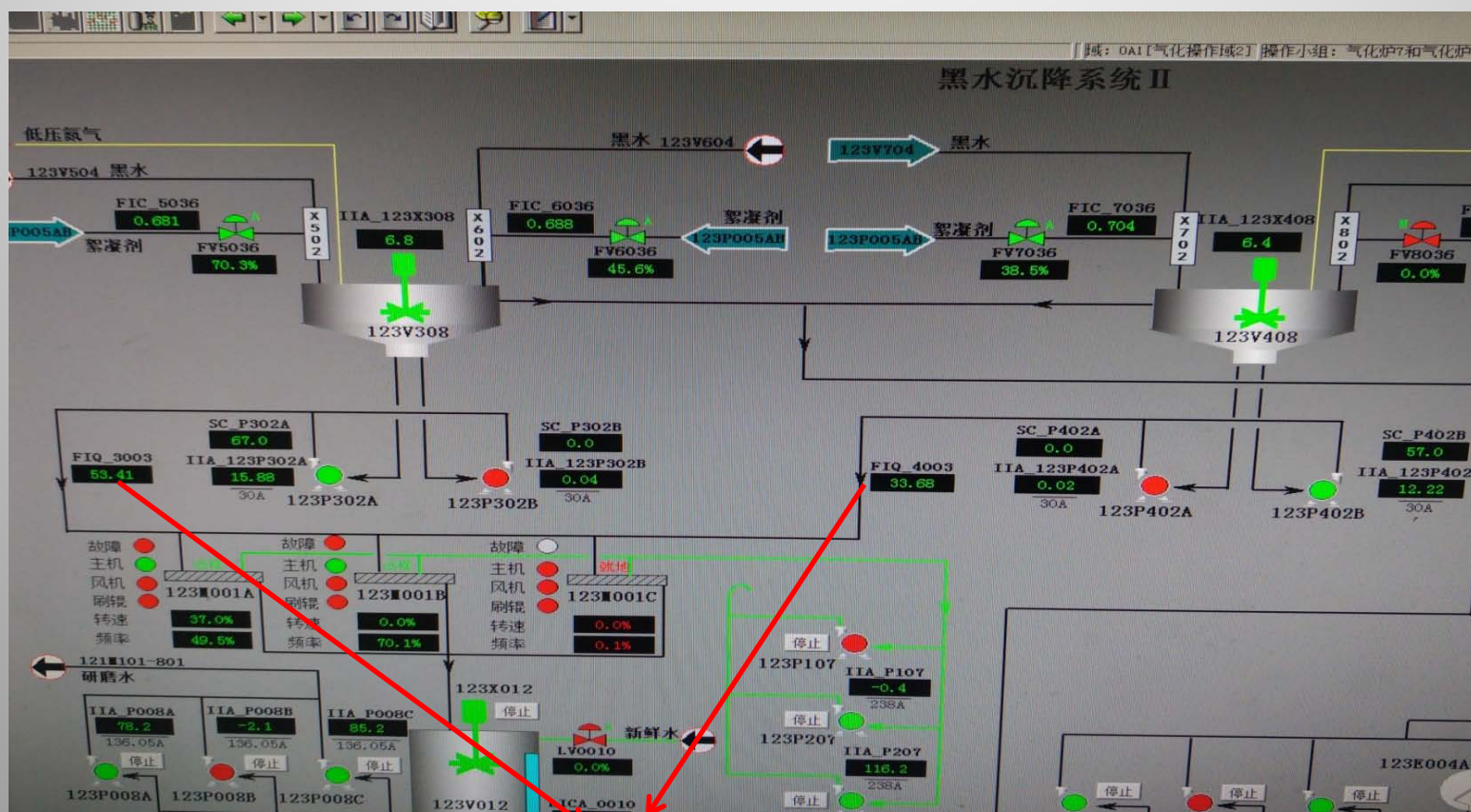


改造后的入料口分布器



# 真空过滤机入料口分布器优化改造

通过改变真空过滤机入料口分布器的布置方式，提高了过滤机的处理能力，原单台真空过滤机处理能力约 $30\text{m}^3/\text{h}$ ，经过对真空过滤机入口物料分布器优化改造，提高了真空过滤机的处理能力，改造后单台压滤机处理能力约提高 $40\text{m}^3/\text{h}$ 。



单台过滤机处理量提高至 $87\text{m}^3/\text{h}$



04

下一步重点工作



## 下一步重点工作



- 1.黑水管线磨损严重。**
- 2.以营盘壕煤种为主的配煤优化研究与应用。**

## 下一步重点工作

### 1、黑水管线磨损严重

气化岛运行三年以来，由于黑水中固含量较高，黑水管线磨损严重，普通20#钢材质管件运行约5000小时磨漏，蒸发热水塔减压角阀耐磨板运行约3000小时就需补焊或更换。针对这一情况车间采用一批耐磨管件，在现行工艺条件下，运行效果不理想，磨损也比较严重。

## 下一步重点工作

### 2、以营盘壕煤种为主的配煤优化研究与应用

根据集团公司和未来能源公司经营策略，大型气化岛下一步使用煤源以营盘壕煤种为主，通过前期分析化验及试烧工作，目前以营盘壕精煤和隆德末煤以1:1的比例掺烧。为进一步优化气化原料煤结构，拓宽气化原料煤煤源，有效降低系统生成成本，有力保障气化岛稳定运行，进行以营盘壕煤种为主的配煤优化研究与应用十分必要。



谢谢！

