

# 燃气、煤粉工业锅炉安全运行 存在的问题及解决办法

冯维君

2019.5.25



中国特种设备安全与节能促进会

China Promotion Association for Special Equipment Safety and Energy-saving

# 目录页

01

动真情

02

用规律

03

靠技术



Part

1

动真情

—德为先、勤为本、实为纲



中国特种设备安全与节能促进会

China Promotion Association for Special Equipment Safety and Energy-saving

动真情—德为先、勤为本、实为纲

1

## 德：不得离岗、睡岗！

- 2010年某食品罐头厂的4吨燃煤锅炉，司炉工离岗，缺水后进水爆炸。
- 2009年3月10日宁波市北仑港发电厂一号机组发生一起特大锅炉炉膛爆炸事故，造成23死亡人，24人受伤。



动真情—德为先、勤为本、实为纲

2

## 勤：认真观察、操作！巡回检查！

- 2014年3月3日上午11时40分左右，邢台市开发区福宾热力供应站发生燃气锅炉爆炸事故，锅炉房被炸毁，锅筒飞出50多米，造成5人死亡，直接经济损失约491万元。



中国特种设备安全与节能促进会

China Promotion Association for Special Equipment Safety and Energy-saving

## 动真情—德为先、勤为本、实为纲



**事故原因：** 锅炉未安装安全阀，安全连锁装置未完成调试的情况下，使用单位擅自启用锅炉，违规操作，导致锅炉超压爆炸。



## 动真情—德为先、勤为本、实为纲

- 2018年11月28日泰安市某有限公司受生产不连续的影响，一台停用20多天的燃气锅炉，于6：20点火、燃烧，主蒸汽阀门关闭，8：40发生超压爆炸（安全阀锈死、压力表无人观察）。



## 动真情—德为先、勤为本、实为纲

- 2004年9月23日山西某公司一台SHS20-2.45-Q型锅炉发生炉膛爆炸，造成23人死亡，8人受伤。



## 动真情—德为先、勤为本、实为纲

**事故原因：** 9月17日因煤气供应不足而停炉，停炉后，燃烧器手动蝶阀（煤气进气阀）没有关闭，即处于开启状态。9月23日点火前既进行必要的没有检查，更没有进行吹扫，直接点火启动，导致，炉膛爆炸。



动真情—德为先、勤为本、实为纲

3

**实：不讲大话、空话、废话。**

简单化：就是复杂问题简单化。

如：工业锅炉爆炸事故的应急预案主要有缺水爆炸、超压爆炸、鼓包开裂爆炸及炉膛爆炸（严格意义上，炉膛爆炸不属于锅炉爆炸）等。



# 动真情—德为先、勤为本、实为纲

缺水爆炸事故预案应当重点把握如下三个问题：

1

如何防止  
缺水

进水？排污阀泄漏？水位表真实、可靠？低水位报警连锁？

2

万一缺水，  
如何保证不  
进水

控制系统不能进水！司炉本人及相关人员制止进水！

3

万一爆炸如何  
将人员伤亡程  
度降到最低



Part

# 2

## 用规律：

—牢记“血的教训”、“血的  
规定”



# 用规律—牢记“血的教训”、“血的规定”

1

## 血的教训

◆ 牢牢把握事故调查处理的主动权。

???

为什么要调查  
事故处理权

为什么要回归  
安全监察

为什么要将特  
种设备事故调  
查处理工作上  
升为政府层面。

➤ 湖北当阳事故案例。20170811湖北当阳爆炸22人死亡、4人重伤。



用规律—牢记“血的教训”、“血的规定”

2

## 血的规定

- 《规程》3.4（4）炉膛和燃烧设备的结构以及布置、燃烧方式应当与所设计的燃料相适应，并且防止炉膛积渣或者积焦。

这是北仑电厂事故教训！



## 用规律—牢记“血的教训”、“血的规定”

- ◆ 《规程》3.20煤粉锅炉或者水煤浆锅炉，在炉膛和布置有过热器、再热器的对流烟道，应当装设吹灰装置。

目的：防止积灰、积焦，导致传热恶化。



## 用规律—牢记“血的教训”、“血的规定”

- ◆ 《规程》3.22额定蒸发量小于或者等于75t/h的燃用煤粉、油、气体的水管锅炉，未设置炉膛安全自动保护系统时，炉膛和烟道应当设置防爆门，防爆门的设置不应当危及人身安全。



为什么要设置防爆门？？？



## 用规律—牢记“血的教训”、“血的规定”

### ◆ 《规程》6.6.6点火程序控制与熄火保护

室燃锅炉应当装设点火程序控制装置与熄火保护装置，并满足以下要求：

1. 在点火程序控制中，点火前的总通风量应当不小于3倍的从炉膛到烟囱进口烟道总容积；锅壳锅炉、贯流锅炉和非发电用直流锅炉的通风时间至少持续20s，水管锅炉的通风时间至少持续60s，电站锅炉的通风时间一般应当持续3min以上；
2. 单位时间通风量一般保持额定负荷下的总燃烧空气量，电站锅炉一般保持额定负荷下的25%—40%的总燃烧空气量；



## 用规律—牢记“血的教训”、“血的规定”

3. 熄火保护装置动作时，应当保证自动切断燃料供给，对A级锅炉还应当对炉膛和烟道进行充分吹扫。

解释：室燃锅炉炉膛爆炸，一般发生在锅炉点火程序和熄火时。点火前如不充分吹扫炉膛内存积的可燃物可能发生爆燃；锅炉运行中突然熄火，而未立即停止燃料供应，进入炉膛的燃料达到一定份额，就会发生炉膛爆炸。

➤ 2004年河北邯郸某公司75t/h燃焦炉煤气锅炉炉膛爆炸事故。



## 用规律—牢记“血的教训”、“血的规定”

- ◆ 《规程》6.6.7.1用油、气体和煤粉作燃料的锅炉，其燃烧器必须保证点火、熄火安全时间符合表6-5、6-6和6-7要求。



目的：防止发生爆炸。



Part

# 3

## 靠技术

——掌握个性与共性问题



中国特种设备安全与节能促进会

China Promotion Association for Special Equipment Safety and Energy-saving

## 靠技术

- 天津锅炉爆炸事故后，劳动部委托北京经济学院举办的培训班，毛、刘接见！
- 1979年震惊世界的全国三起大爆炸后，国家劳动总局对锅炉、压力容器专业毕业的安全监察员4个月培训班。
- 嘉兴事故案例：2017年12月23日嘉兴富欣热电厂管道由于管子材料错用的爆炸事故，造成5人死亡，4人受伤。



# 燃气、煤粉工业锅炉工作原理

## 锅炉的燃烧方式

01

层状燃烧

02

沸腾燃烧

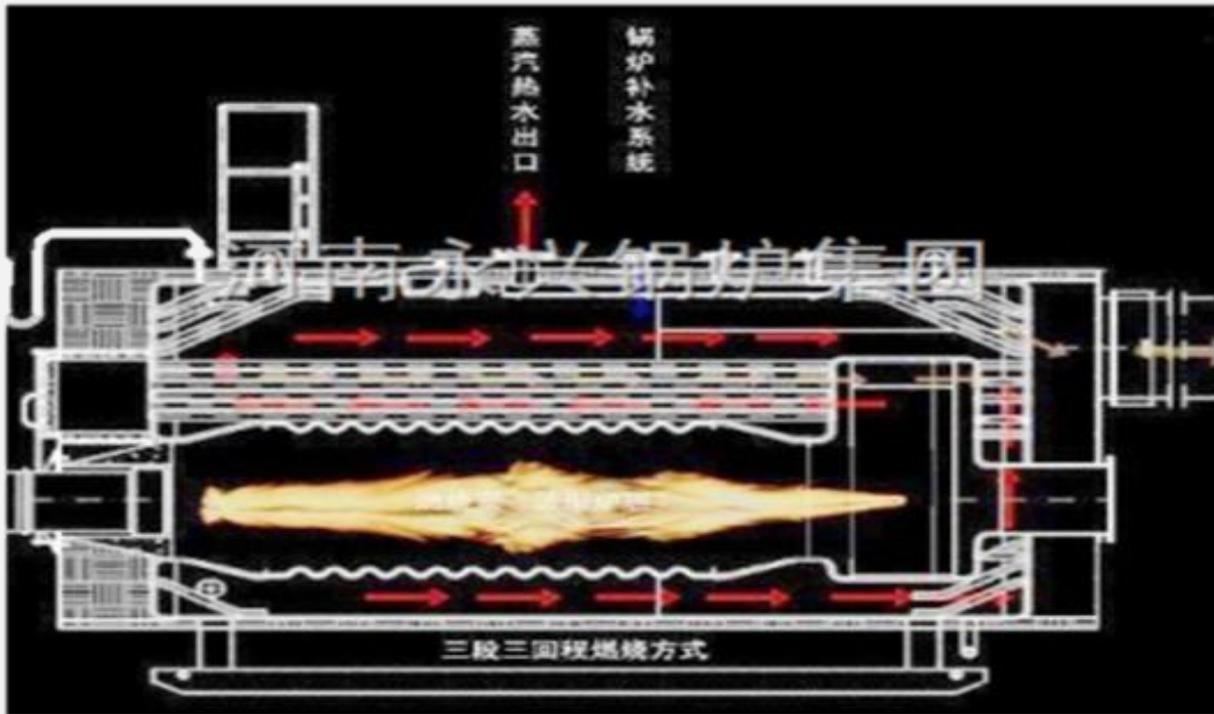
03

悬浮燃烧

这种燃烧方式适用于各种容量的燃油、燃气锅炉和较大容量的煤粉锅炉。

# 靠技术

## ◆ 燃气工业锅炉工作原理



炉膛气体爆炸事故大多发生在锅炉调试阶段或锅炉点火阶段。

1. 如果供气管线上的阀门有内漏，或者在点火之前没有吹扫或吹扫时间（吹扫风量）不够，很容易造成炉膛爆炸；
2. 如果供气管线有外漏，当聚集到爆炸极限范围会发生空间爆炸。所以，应当在锅炉房近顶部安装可燃气体探头检测泄露情况（液化石油气比空气重，在近地部位装探头）。

## 靠技术

沼气掺入循环流化床锅炉进行燃烧，也存在相同的安全问题。

### 主要措施：

1. 燃气锅炉燃烧器一定要经过型式试验，取得型式试验报告；
2. 锅炉调试阶段，一定要注意：调试人员不要聚在燃烧器附近；
3. 点火前一定要给予足够的吹扫时间和吹扫风量，防止可燃气体在炉膛内聚集；



# 靠技术

## 主要措施:

4. 锅炉检修、检验前，燃气管道一定要采取可靠的隔断，防止内漏；
5. 燃气锅炉房一定要保证良好的通风；
6. 掺沼气燃烧的锅炉，燃烧器也要按照规定进行型式试验，取得型式试验报告，并建议按照燃气锅炉要求校核炉膛的承压能力。



## ◆煤粉工业锅炉工作原理

煤粉锅炉将煤粉用空气吹进四周布有水冷壁、形状象方形竖井的炉膛内，悬浮在空中燃烧。

煤粉锅炉的燃烧特点：

1. 煤在送入炉膛前必须先制成煤粉；
2. 煤粉随空气进入炉膛，并在炉膛中呈悬浮状态燃烧。

## 靠技术

### 煤粉工业锅炉运行中存在的主要问题（煤粉自燃、煤粉爆炸、炉膛爆燃）及注意事项：

1. **煤粉自燃**：煤粉在煤粉塔内不能长期储存，一般夏季3天，冬季10天，长期储存会造成煤粉塔内煤粉温度过高产生自燃。司炉人员要时刻监视煤粉仓温度，**不能超过65度**。
2. **煤粉爆炸、火灾事故**。煤粉罐车卸车过程中未与煤粉塔静电接地，极易造成煤粉爆炸。实际运行中由于给料器或密封口不严导致煤粉泄露，周边及电缆因聚集煤粉过多，容易造成电缆短路引发火灾事故。



## 靠技术

煤粉工业锅炉运行中存在的主要问题（煤粉自燃、煤粉爆炸、炉膛爆燃）及注意事项：

- 3. 炉膛爆燃。**煤粉中含有杂质导致料仓下料口堵塞，或煤粉水分较大，结块后下粉严重不均匀，若处理不及时有锅炉断粉灭火的风险。点火程序控制失效，设备故障，点火安全联锁装置失效，点火前炉膛内煤粉集聚过多，或突然灭火后，未及时通风就点火造成煤粉在炉膛内爆燃。还有可能由于锅炉灭火，灭火保护没有动作，运行人员没有发现，继续向炉膛内送粉，在高温条件下发生爆炸。



# 个性问题——燃气锅炉问题

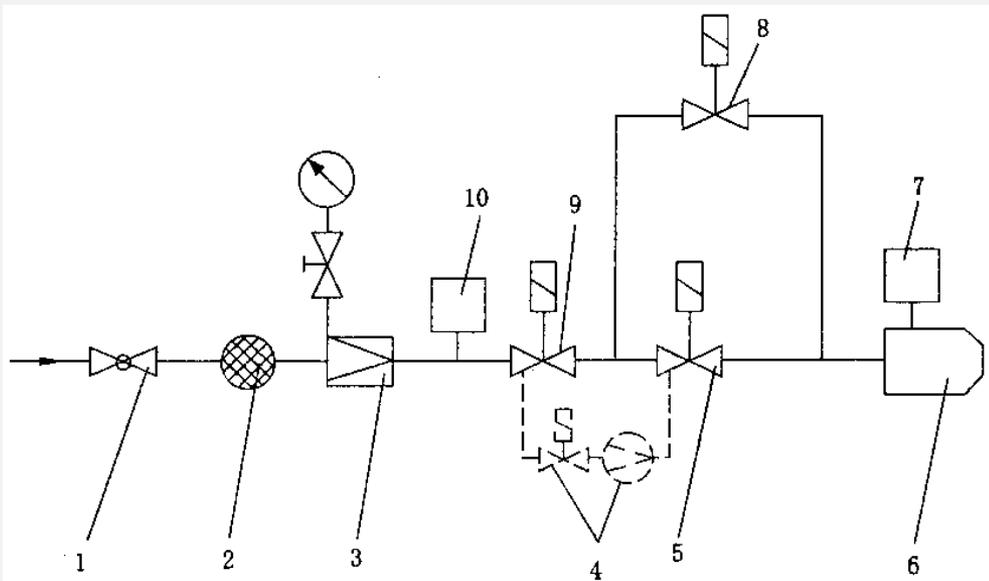
## 1. 燃烧器问题：

- 型式试验假冒：冒牌燃烧器噪音大、易损坏；有的冒牌燃烧器表面上看不出来，但是其电机、切断阀不是原厂配置。
- 制造厂减配。特别是燃烧器检漏装置、稳压阀减配，不符合《燃烧器安全技术规则》（TSGZB01）规定，容易引发安全事故；
- 使用单位或者经销商选用低质低价燃烧器。



# 靠技术

- 稳压阀：由于气源的气压并非完全稳定，当气压增加时，会引起燃气流量增加，反之则减少，所以，易引起燃烧故障。为避免这种情况，在供应管线上须装设一个稳压阀，其气压调整范围应根据气源情况选配。



锅炉房供气系统原理图

- 1、球阀
- 2、燃气过滤器
- 3、稳压器
- 4、气阀检漏装置
- 5、主气阀
- 6、燃烧器
- 7、空气压力开关
- 8、点火气阀
- 9、安全气阀
- 10、过高、过低燃气压力开关



# 靠技术

- 密封性检测装置：检测供气管道上气阀的密闭性，可以通过锅炉控制系统中程序控制器在燃烧器启动前，对气阀进行自动检测。
- 压力开关：压力开关包括空气压力开关及燃气压力过高，过低的压力开关。空气压力开关用来实现在空气不足情况下，防止燃气进入燃烧室的装置；燃气压力过高，过低的压力开关，可在供气压力不正常的情况下通过气阀自动关闭供气管路，停止燃烧器运行，防止不正常燃烧及其它故障发生。压力开关保护范围可根据燃烧工况及气源条件设定。
- 气体过滤器：防止气体中杂质进入而影响供气管线上气阀、稳压阀等正常使用的装置。
- 手动切断阀：在停炉、管线检测及故障时，可通过手动切断阀关闭气源。



# 靠技术

## 2. 燃料的变更问题：

使用单位更换燃料品种后，与锅炉原设计燃烧器不匹配。

## 3. 管道焊接问题：

锅炉房内燃气管道由燃气公司施工，低压管道无法确定是否氩弧焊打底（中压管道属于压力管道，安装单位采用氩弧焊打底）。

**建议：使用单位注意管道一定要氩弧焊打底！一定要安装燃气泄漏报警装置。**



## 4. 高参数、低负荷运行问题：

燃气公司设置的阀前燃气压力，按照满负荷供给，出现的问题：燃气锅炉启动时或者低负荷下运行时，需要的燃气量较少，导致，点火时或者低负荷时燃气压力过高，出现爆燃。

**建议：一定要在安装验收时，请安装单位或者燃烧器制造厂进行调试！**



## 5. 维护保养问题：

- 《法》、《条例》和《规程》都要求进行维护保养，但是，不少企业没有进行维护保养——“坏了才修”；
- 燃烧器调整问题：燃烧器的风压、风量、燃料量等参数调整不重视或者不会调整，影响锅炉运行的能耗、排放及锅炉的安全运行；
- 管板裂纹问题：特别是中心回燃室燃气锅炉由于结构和设计原因，会造成管板管孔区放射性裂纹。



# 个性问题——煤粉锅炉问题

## 1. 煤粉燃爆问题：

- 由于煤粉易燃爆的特性，要求厂区内严格控制烟火；
- 煤粉的存储一般要求粉仓顶部采用惰性气体保护，避免煤粉长时间堆放与空气接触后发生自燃；
- 煤粉输送管路布置，尽量减少弯头，尽量有个自然倾斜角度，避免煤粉堆积，引发自然；
- 控制炉膛温度，避免炉膛温度过高造成结焦严重；对煤粉的灰成分进行分析，选择灰熔点温度较高的煤粉。



## 靠技术

2. 二次燃烧问题：水平烟道处易堆积未燃尽的煤粉，易产生二次燃烧；
3. 受热面管子破裂问题：燃烧器火炬过长或者偏移，易喷到对冲或者相关受热面管子，受高温冲刷、磨损而破裂。
4. 点火问题--燃烧器点火异常导致的锅炉爆炸事故



## 靠技术

- 2018年1月10日，潍坊市复源工贸有限公司使用未经型式试验的燃烧器，点火过程中发生爆炸，造成6死1伤。



**事故原因：**操作人员违章操作，在近一小时时间内连续点火21次，导致炉膛内可燃气体体积聚过多，第22次点火时发生爆炸。



# 共性问题

1. 思想意识问题。
2. 巡回检查问题。
  - 炉膛出口温度、排烟温度和过热器出口温度等温度变化情况？
  - “跑冒滴漏”检查；
  - 异常情况检查；
  - 结水垢（有机热载体结焦）鼓包检查；
  - 查水质（导热油）：是否日常检测？

# 靠技术

## 3. 维护保养问题：

特别是燃烧器、可见部位变化与异常情况、“跑冒滴漏”情况，安全阀校验（2014年慈溪面条厂锅炉爆炸事故案例），安全保护报警、连锁装置，结垢、积焦情况等。

## 4. 低水位报警、连锁保护和超压报警、连锁保护：

有的锅炉制造厂总图中没有明确；有的没有安装；有的锅炉使用单位不定期检查。

- 2019. 2. 28张家口启奥能源管理服务有限公司SZL15-1.6-A II 锅炉爆炸3人死亡。事故原因：自动进水失效，低水位报警、连锁装置失效，缺水爆炸。

**警示：安全监察人员现场检查要了解！检验机构外部检验！**



# 靠技术

## 5. 制造、安装质量问题

- 低质低价问题。

出力不足、配套辅机、附件、电控箱质量差，安全保护、连锁保护装置低配置或者不配置，从而导致一系列问题。

- 成套供应问题。

配套辅机、附件、燃烧器、管道、阀门等采购导致的质量安全、节能问题。



# 结语

有你们的支持与参与，  
我们前进的步伐，  
将更加坚定、有力和稳健！

我们一直在努力！

