

化石燃料锅炉 安全操作工作守则

根据《锅炉及压力容器条例》第18A条发出



劳工处
职业安全及健康部



本工作守则由劳工处职业安全及健康部编印

1994年12月 初版

2000年8月 第二版

2022年2月 第三版 (本修订版加入现代常用灭火筒的资讯。)

本工作守则可以在劳工处职业安全及健康部各办事处免费索取, 亦可用于劳工处网站 https://www.labour.gov.hk/tc/public/content2_8.htm 下载。有关各办事处的地址及电话, 可参考劳工处网站 <https://www.labour.gov.hk/tc/tele/osh.htm> 或致电 2559 2297 查询。

欢迎复印本工作守则, 但作广告、批核或商业用途者除外。如节录资料, 请注明取材自劳工处刊物《化石燃料锅炉安全操作工作守则》。

化石燃料锅炉 安全操作工作守则

根据《锅炉及压力容器条例》第18A条发出

內容

页数

引言

i

适用的条例及规例一览表

第一章 一般资料

1

1.1 目的和范围

1

1.2 释义

1

1.3 锅炉的登记

3

1.4 合格证书

5

1.5 定期检验

6

1.6 效能良好证明书

6

1.7 禁止令

6

1.8 出售、出租或搬移器具

7

1.9 大修后的检验

8

1.10 意外及欠妥之处

8

第二章 化石燃料鍋爐的主要設備

9

2.1 基本原理

9

2.2 锅炉的种类

9

2.3 锅炉的建造

15

第三章	化石燃料锅炉的操作	25
3.1	一般须知	25
3.2	启动锅炉前的准备工作	26
3.3	检验	26
3.4	清洁	27
3.5	在冷却状态下启动锅炉	27
3.6	合格人员的职责	30
3.7	炉水处理	33
3.8	燃料燃烧装置	34
3.9	关炉	34
第四章	紧急事故	36
4.1	一般须知	36
4.2	触电	36
4.3	炉火熄灭	37
4.4	低水位及超低水位	38
4.5	过高压力	38
4.6	电力故障	39
第五章	保养	40
5.1	锅炉的预防性保养	40
5.2	使用时的保养	41
5.3	炉膛	41

5.4	压力部分	42
5.5	安全阀	42
5.6	水压测试	43
5.7	定期检验	45
5.8	水侧积垢	46
5.9	化学清洗	47
5.10	水侧腐蚀	47
5.11	火侧	48
5.12	火侧腐蚀	48
5.13	残余物	49
5.14	燃油遭盐水污染	49
第六章	防火、灭火及设备	51
6.1	液体燃料	51
6.2	预防措施	51
6.3	灭火	52
6.4	灭火装备	53
第七章	意外及欠妥之处	62
附录I	合格证书级别	64
附录II	水位计的排气/排水	66
附录III	燃烧的基本知识	69
附录IV	电力的基本知识	72

引言

《锅炉及压力容器条例》(第56章)订定有关在香港管制、使用和操作锅炉及压力容器的条文。根据条例第4(1)条,劳工处处长获委任为锅炉及压力容器监督。

本工作守则依据上述条例第18A条发出,旨在为化石燃料锅炉的拥有人及操作锅炉的合格人员提供指引,以确保化石燃料锅炉的操作安全。

本工作守则亦就锅炉的设计、制造、安装、维护、检查、测试和操作上的可接受标准提供建议。

若本工作守则与任何条例和规例之间存在任何冲突或不一致,则以有关条例和规例为准。

根据上述条例第18A(2)条,任何人未能遵守这守则条文的规定,将不会因此而在任何种类的刑事法律程序中负有法律责任;但在任何不论属民事或刑事的法律程序中,包括就条例所订罪行而进行的法律程序,任何法律程序的一方均可依赖任何上述没有遵守规定的事实,以确定或否定该等法律程序所争议的法律责任。

锅炉的拥有人及操作锅炉的合格人员 应遵守本工作守则,亦应适当地遵从制造商的有关指示。

查询

如对本工作守则有任何查询,或须就锅炉及压力容器的管制寻求意见,请与劳工处锅炉及压力容器科联络:

电话 :3107 3458

传真 :2517 6853

电邮 :enquiry@labour.gov.hk

劳工处网站(<http://www.labour.gov.hk>)亦载有关于本处各项服务及主要劳工法例的资料。

如欲查询职业安全健康局提供的服务详情,请致电2739 9000。

投诉

如有任何关于不安全工作地点及作业模式的投诉,请致电劳工处职安健投诉热线2542 2172或在劳工处网页填写并递交网上职安健投诉表格。所有投诉均会绝对保密。



网上职安健投诉表格

适用的条例及规例一览表

- (a) 《锅炉及压力容器条例》(第56章)
- (b) 《锅炉及压力容器规例》(第56A章)
- (c) 《锅炉及压力容器(表格)令》(第56B章)
- (d) 《锅炉及压力容器(豁免)(综合)令》(第56C章)

第一章

一般资料

1.1 目的和范围

本守则目的旨在向业界推广安全操作及维护化石燃料锅炉。

本守则亦可为负责化石燃料锅炉安全和直接监管化石燃料锅炉的人员提供实务指引。

本守则的范围涵盖了化石燃料锅炉在设计, 制造, 安装, 维护, 检查, 测试及安全操作上的基本资料。

1.2 释义

就本守则而言:

「**意外**」指锅炉或压力容器发生的爆炸, 亦指发生在锅炉或压力容器或其任何部分内的损坏或其他事故, 或锅炉或压力容器或其任何部分所受到的损坏或其他事故, 而此等损坏或事故为会使锅炉或压力容器的效能降低和会使其容易爆炸或坍塌, 或为刻意使锅炉或压力容器的效能降低和使其容易爆炸或坍塌者;

「**监督**」指锅炉及压力容器监督,即劳工处处长;

「**辅助设备**」指与锅炉或压力容器(视属何情况而定)接驳的每一喉管、配件及附件;就锅炉而言,亦指与其接驳的任何燃料燃烧装置;

「**锅炉**」指为任何目的,在较大气压力为大的压力下有蒸汽生产的密封容器,亦指任何用以将注入该密封容器的水加热的省热器,任何用以将蒸汽加热的过热器和任何直接附于该密封容器(该容器为当蒸汽被截断时会完全或局部受压)的配件,以及任何其内的油在较大气压力为大的压力下会被加热的容器;

「**锅炉检验师**」指获监督委任为锅炉检验师的人,且该人的委任为未被暂停者;

「**合格证书**」指监督发出的合格证书;

「**效能良好证明书**」指由委任检验师根据《锅炉及压力容器条例》第33条发出的锅炉/压力容器效能良好证明书;

「**合格人员**」指任何人,而其姓名已于当其时记在依据《锅炉及压力容器条例》第7(1)(e)条备存的合格人员登记册内者;

「**燃料燃烧装置**」指油类燃烧装置、其他液体燃料燃烧装置

或气体燃料燃烧装置, 而借该等装置向锅炉供热, 使锅炉内生产蒸汽或油加热;

「**条例**」指《锅炉及压力容器条例》(第56章);

「**拥有人**」就锅炉而言, 包括任何根据租购协议, 或根据与锅炉供应商或其代理人为售卖锅炉而达成的合约, 管有该锅炉 (即使该锅炉的产权仍未移交予他) 的人; 凡锅炉的拥有人不能被寻获, 或不能被确定, 或不在香港, 或无行为能力, 则亦包括该拥有人的代理人;

「**认可检验机构**」指经锅炉及压力容器监督认可的独立检验机构。

1.3 锅炉的登记

1.3.1 新锅炉的拥有人须于其拟将该锅炉投入使用前至少30天, 向监督交付以下文件:

- (a) 制造商证明书副本一份, 以及由认可检验机构就该化石燃料锅炉发出的建造期检验证明书副本一份; 或
- (b) 令监督信纳该化石燃料锅炉在以下各方面均符合认可工程标准或守则的文件证据:

- (i) 在建造、架设、修理(如曾作出修理)该化石燃料锅炉中雇用的焊工和采用的焊接程序;
- (ii) 焊接前后的热处理;
- (iii) 对该化石燃料锅炉作出的试验及检验;
- (iv) 该化石燃料锅炉受压部分所采用的材料类别及等级;
- (v) 监督可借书面通知指明的任何其他有关技术详情;
或
- (c) 凡拥有人不能交付(a)段所提述的文件,亦不能交付(b)段所提述的文件,则交付关于该化石燃料锅炉及其辅助设备的设计,以及建造、检验及试验方法的详情。

1.3.2 以上所有文件必须由锅炉检验师批署,指出这些文件是与拟登记的设备有关的。该锅炉检验师须厘定该锅炉运作时的最高可使用压力,并在连同登记申请书递交的文件上注明。凡文件并非以英文或中文书写,则须附随英文译本或中文译本。

1.3.3 当完成以上各段所描述的所需手续后,监督便会登记该化石燃料锅炉及编配一个登记号码,拥有人必须将登记号码刻印

在该锅炉的显眼位置。

1.4 合格证书

- 1.4.1 任何人如有证据证明他对操作化石燃料锅炉具备足够的经验、技能及知识, 或已通过监督举行的考试, 可向监督提出申请并缴交订明费用, 以取得合格证书。监督如信纳该申请人对操作化石燃料锅炉具备足够的经验、技能及知识, 可向该申请人发给合格证书。
- 1.4.2 如能妥善操作化石燃料锅炉及其辅助设备, 造成人命伤亡的意外大部分都是可以避免的。
- 1.4.3 条例规定合格人员必须时刻在场直接监管化石燃料锅炉的操作, 以确保操作安全。雇主应安排额外人员接受所需的训练及取得合格证书, 令这些人员可在锅炉操作员缺席时临时顶替。在任何情况下, 如没有合格锅炉操作员在场, 则不得操作化石燃料锅炉。
- 1.4.4 操作化石燃料锅炉或监管其操作的合格人员, 必须持有由监督签发的有效合格证书。附录I载列持有不同合格证书人士可操作的相应设备类型。

1.5 定期检验

1.5.1 所有化石燃料锅炉均须根据条例及其附属规例的规定恰当维修,并由锅炉检验师定期检验。大部份种类的锅炉必须最少每14个月进行检验一次。唯某些类别的,例如未届满21年的公用锅炉,它们必须最少每26个月进行检验一次,锅炉拥有人须备存有关的定期检验记录最少三年。

1.6 效能良好证明书

1.6.1 条例第33条订明锅炉检验师发出效能良好证明书的条件。如锅炉检验师在检验后满意该锅炉的情况,便应按订明格式发出效能良好证明书,并把该证明书的两份副本交付拥有人。拥有人必须在7天内把该两份证明书副本交付监督,并备存效能良好证明书的正本,在安装该锅炉的处所的当眼处展示。

1.6.2 条例第49(1)条规定,锅炉只可在效能良好证明书仍然有效时操作。

1.7 禁止令

1.7.1 监督如觉得有以下情况,可发出禁止令,禁止任何人继续使用锅炉:

- (a) 锅炉或其辅助设备在操作上不安全；
- (b) 锅炉或其辅助设备没有按照条例的规定予以检验；
- (c) 锅炉的操作压力较其最高可使用压力为大；或
- (d) 安全阀的封条破损，或安全阀的定位曾遭未获授权的人改动。

1.7.2 拥有人及操作员收到禁止令后，必须立即停止使用该锅炉，并纠正禁止令所针对的失误。拥有人应聘请锅炉检验师详细检验该锅炉及发出新的效能良好证明书。拥有人向监督出示该效能良好证明书后，监督会准许恢复使用有关锅炉。

1.8 出售、出租或搬移器具

1.8.1 如拥有人将化石燃料锅炉出租或出售，必须在7天内将租用者或购买者的姓名或名称及地址通知监督，并报告该宗出售或出租是否涉及搬移该锅炉。

1.8.2 化石燃料锅炉如被搬往新处所或同一处所的另一位置，必须于再次投入使用前，由锅炉检验师检验。拥有人亦须把新的安装地址通知监督。

1.8.3 已登记化石燃料锅炉的拥有人如地址有所更改, 必须在7天内通知监督。

1.9 大修后的检验

1.9.1 如锅炉或其辅助设备、配件及附件曾经大修, 该锅炉必须于再次投入使用前, 由锅炉检验师检验并发出效能良好证明书。大修指对锅炉所作的任何修理, 而此等修理为会影响或可能影响该锅炉的结构者, 包括更改或用烧焊方法修理锅炉的压力部件或其控制及安全装置。

1.10 意外及欠妥之处

1.10.1 如锅炉或其辅助设备发生意外, 或拥有人察觉任何可能危害生命或财产的欠妥之处, 他必须立刻停止使用该锅炉, 并在24小时内将意外或欠妥之处通知监督。他亦须同时将最近期的效能良好证明书的副本连同有关该锅炉及其意外或欠妥之处的详细资料送交监督。(见本守则第七章)

第二章

化石燃料锅炉的主要设备

2.1 基本原理

- 2.1.1 在密封容器内生产蒸汽时,其体积会随着水由液态转化为气态而大幅增加,引致压力上升。在这过程中,水及所生产蒸汽的温度亦随之上升。
- 2.1.2 透过把水位维持在设计的水平并在其上留有蒸汽空间,以及控制蒸汽生产以平衡从锅炉释出的蒸汽,锅炉的设计压力便得以保持。
- 2.1.3 生产蒸汽的过程必须不断有水供应。在任何输入情况下,入口的水压及水温都大致保持不变。热力是透过燃烧煤、油或氣體燃料等化石燃料輸入鍋爐內。

2.2 锅炉的种类

生产电力及工业过程对蒸汽的需求不断增加。蒸汽锅炉现今用途广泛,由经营洗衣店所需的锅炉至生产电力所使用的特大锅炉不等。近年在香港装设的一些锅炉能每小时供应大约2 000公噸蒸汽,蒸汽壓力可高達19 360千帕斯卡(每

平方吋2 800磅), 温度可高达摄氏538度(华氏1 000度)。

化石燃料锅炉一般可分为两大类：

- (a) 火管式或圆筒式锅炉；以及
- (b) 水管式锅炉。

2.2.1 火管式锅炉

由于蒸汽压力高, 加上热水及蒸汽容量大, 因此火管式锅炉有潜在危险性, 其特点通常包括：

- (a) 热的燃烧气体通过被水包围的管道, 再经烟囱排出大气中。
- (b) 热力由极高温燃烧气体传导至水, 将水转化为高压蒸汽。
- (c) 在炉膛内燃烧柴油、煤气等, 以产生热的燃烧气体。
- (d) 在设计上可自动控制操作。

主要的附设装置包括安全阀、压力开关掣、压力计、水位计、阀装置、低水位停炉掣及警报器等。

- | | | |
|---------|----------|-------------|
| 1. 排烟口 | 6. 排污阀 | 10. 压力计 |
| 2. 拉条螺栓 | 7. 火管 | 11. 人孔 |
| 3. 炉身 | 8. 前烟室 | 12. 吹风机 |
| 4. 炉膛 | 9. 火焰感应器 | 13. 供水泵 |
| 5. 燃烧器 | | 14. 水位计(水镜) |

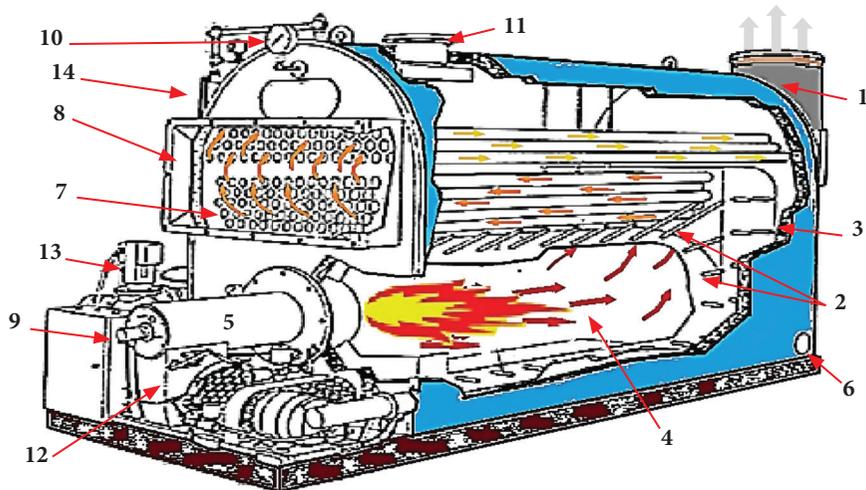


图2.1:火管式锅炉

火管式锅炉有多种设计和构造,例如直立式横管锅炉、「阁麟」锅炉、干炉顶式直立锅炉、苏格兰式船用锅炉、卧式回管锅炉及整体组合式锅炉。整体组合式锅炉是设备齐全的机组,属最新发展的苏格兰式船用锅炉。这些锅炉均在制造厂内组装、测试及调校。图2.1显示一座火管式锅炉。每座锅炉均装有电动供水泵和燃料泵、压气式吹风机、燃烧设备,以及供手控或自动操作的操作设备及安全控制设备。

图2.2显示一个常用于火管式锅炉的典型供水系统。这些系统只要稍经改动或添置辅助设备/配件, 亦可用于水管式锅炉。

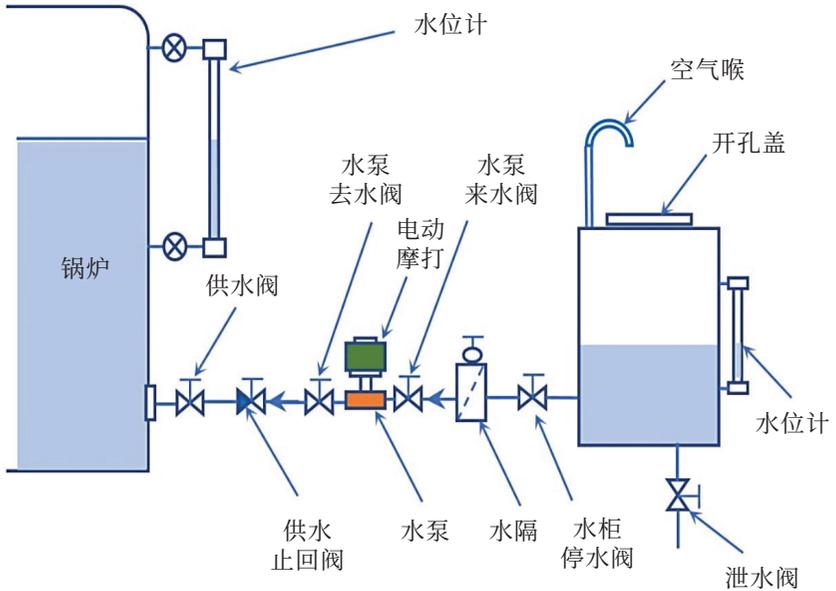


圖2.2: 锅炉的供水系統

2.2.2 水管式锅炉

水管式锅炉提供较佳的炉水循环和较多的受热面, 而且爆炸危险较低。图2.3显示一个基本的水管式锅炉, 其特点通常包括:

- a) 热的燃烧气体包围着水／蒸汽循环流经的管道。
- b) 热力由极高温燃烧气体传导至水, 将水转化为饱和或超高温的高压蒸汽。
- c) 在特别设计的水冷式炉膛内燃烧煤、油或气体, 以产生热的燃烧气体。
- d) 主要的附设装置包括安全阀、炉水供应控制器、燃烧控制系统、水位控制器、压力及温度控制器和低水位警报器及停炉掣等。

水管式锅炉近年大有改进, 已发展出把蒸汽生产管直接驳至蒸汽分离鼓, 并使用弯管取代早期的直管设计。采用蒸汽再热法、供给水再生加热法, 以及建造使用煤粉燃料的大型锅炉, 取代已证实不足以用于新式「高度压气式」锅炉的旧式加煤机, 亦令蒸汽压力及质素大大提高。使用水冷式炉膛令煤粉烧火器的容积燃烧率及单位尺寸得以增加。这种技术消除了熔渣导致耐火砖墙急剧变坏的问题, 并透过降低离开炉膛气体的温度, 把对流受热面的积垢减至可处理的程度。图2.3显示一座新式水管式锅炉。

2.3 锅炉的建造

2.3.1 焊接

制作新式锅炉的压力部件、非压力部件及辅助设备涉及独特的制造方法,并广泛使用多种焊接技术。焊接对建造锅炉鼓及压力部件尤其重要,其发展有助制造更大型及功能更佳的压力部件。所有在锅炉及压力组件上进行的压力部件焊接必须由「合资格焊工」及跟据「核准的程序」进行,「合资格焊工」指获合格监管机构或认可检验机构依据某一标准或守则订定的资格检定程序颁授资格的人士。雇用合格人员以遵从经批准的程序是达致安全及可靠操作的基本条件。而「核准的程序」是指该焊接程序已跟据的接受的法规或规则被正式认可,另一个确保材料及制作质素的重要方法是进行无损探伤检验,例如放射线照相、超声波、磁粉或染料渗透检验。图2.4至2.7显示不同种类的无损探伤检验。



图2.4: 放射线照相检验



图2.5: 超声波检验

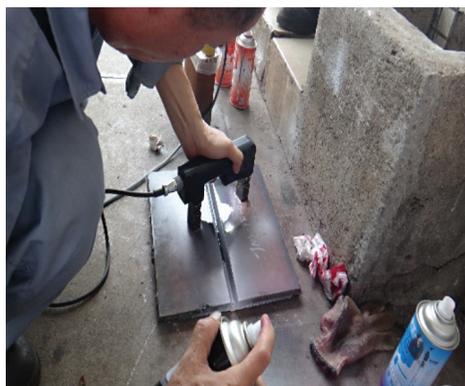


图2.6: 磁粉检验



图2.7: 染料渗透检验

2.3.2 燃料燃烧装置

如图2.8所示，燃料燃烧装置由鼓风机、燃烧器和燃料供应系统组成。鼓风机提供空气用以燃烧及在燃烧前后为炉膛驱气。为了易于燃点和有良好的燃烧，燃烧器将燃油雾化。气体燃料锅炉内的燃烧器(或应称为喷雾器)不是将气体雾化，而是提供符合设计长度与角度的圆锥型火焰，以达致最佳的燃烧效果。

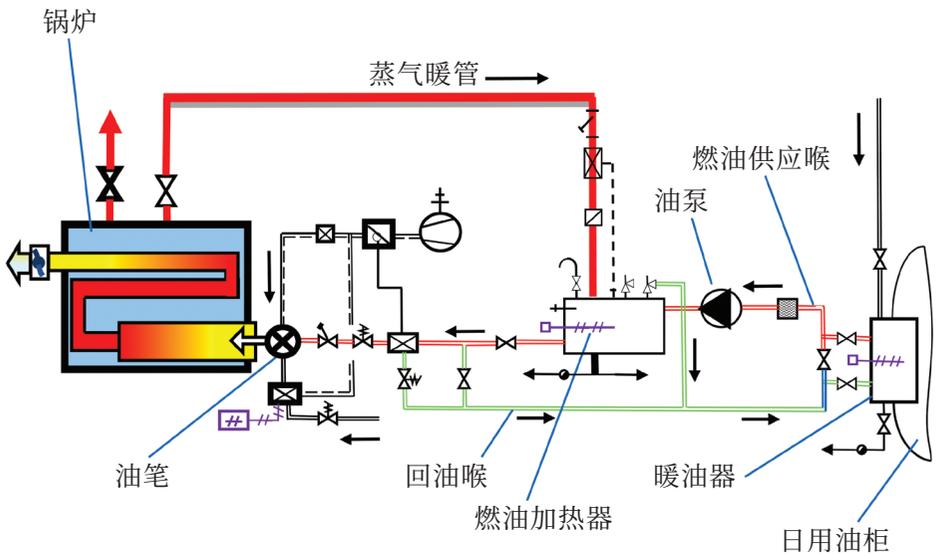


图 2.8: 燃料燃烧装置

2.3.3 配件

2.3.3.1 安全阀

每个化石燃料锅炉都必须有一个直接附设于锅炉、与停止阀分开、并能加上封条的弹簧式安全阀。安全阀能自动防止锅炉在超出最高可使用压力的情况下运作, 而且在其他警报器及自动系统失效时能向操作员发出视觉/声响警报。安全阀的排汽能力必须能够在停止阀关闭下排走锅炉最大蒸发量而不会引致蒸汽压力过度增加。化石燃料锅炉必须设有一套永久性设备, 以便在安全阀排气时把热气流安全地从安全阀排出。图2.9显示一个适用于化石燃料锅炉的典型安全阀。

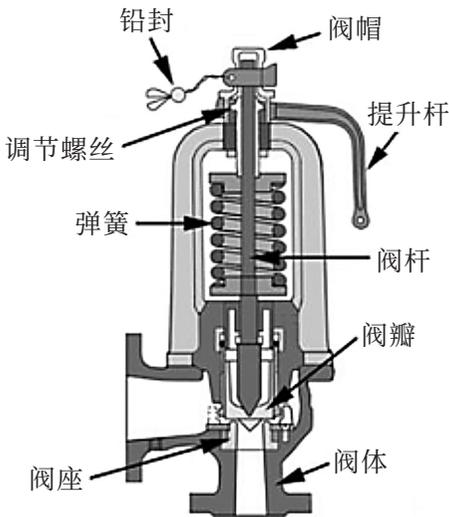


图 2.9:安全阀

2.3.3.2 水位计

每个化石燃料锅炉必须装配至少一个以透明物料制造的水位计。图2.10显示一个典型的水位计。水位计让人时刻看到锅炉内的水位。如装配玻璃管型的水位计,则须设置一个有效防护装置,防止有人因玻璃爆破而受伤。



图 2.10: 水位计(水镜)

2.3.3.3 低水位警报器

当锅炉出现低水位的情况,低水位警报器会发出视觉及/或声响警告讯号。至于启动警报的水位,则须依照制造商的指示或锅炉检验师的建议来设定。

2.3.3.4 停止阀

每个化石燃料锅炉必须装配一个合适的停止阀。图2.11显示一个常见于蒸汽系统的停止阀,用以让蒸汽从锅炉流过。

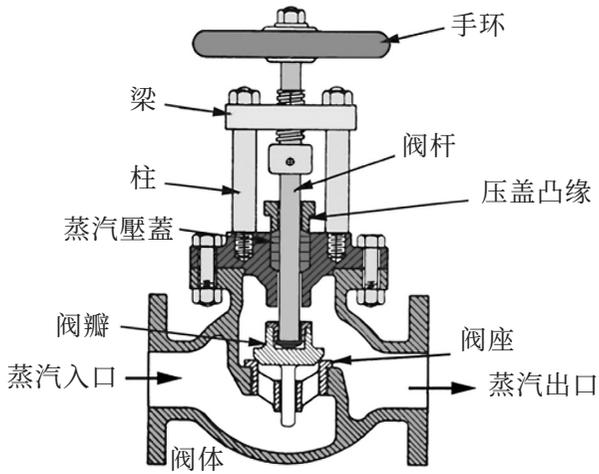


图 2.11: 停止阀

2.3.3.5 蒸汽压力计

与蒸汽锅炉接驳的压力计上应以红线显示锅炉的最高可使用压力。压力计应校准和标示适当的刻度, 以帕斯卡或帕斯卡的倍数显示锅炉内的蒸汽压力。

每个锅炉均须设置用以将试验压力计附连的设备。图2.12显示一个适用于锅炉的压力计。



图 2.12: 压力计

2.3.3.6 杂项

通气孔 — 应装配于锅炉的最高点,以便在开炉时排出藏于锅炉内的空气或在停炉时防止产生真空。

底部排污或排水装置 — 锅炉应装配此等装置,以便在锅炉操作时将沉淀物排出,或当长期停用或维修锅炉时,用于排清锅炉内的水。把热污水从排污装置排出时应确保安全。

2.3.4 锅炉控制

以人手操控锅炉时,操作员须不厌其烦地持续观察锅炉有否受到任何干扰。由于锅炉需时对修正作出反应,这或会令操作员作出过度修正而使锅炉进一步受到干扰。然而,自动控制器不会感到厌烦;一经妥为调校,总会作出适当的调整,减低锅炉所受到的干扰。因此,一般而言,自动控制器可更准确可靠地控制锅炉系统。

锅炉控制可将输出的蒸汽流量、压力和温度调节至理想值。透过调校燃料、空气和水的数量,便能获得理想的蒸汽输出情况。控制系统有一个功能,可「监察」蒸汽输出情况的理想和实际数值,并调校燃料、空气和水的数量,使蒸汽输出情况达致「理想值」。控制器可以由操作员以人手调校,亦可以用气动或电脑系统自动调校。

2.3.5 自动控制装置

仪器和控制装置可确保设备的操作安全可靠和合乎经济原则。化石燃料锅炉的锅炉控制系统包括：

- (a) 锅炉仪器。
- (b) 燃烧控制装置。
- (c) 蒸汽温度控制装置。
- (d) 水位控制装置。
- (e) 燃烧器程序控制装置。

2.3.6 仪器系统

就锅炉的操作而言，测量蒸汽压力、温度、流量、质量及纯度的仪器及方法至为重要。当中包括最简单的手动操作仪器，以至一些用以启动锅炉自动控制装置及其辅助设备的较复杂测量仪器。

法例规定必须使用压力计测定蒸汽鼓的压力。压力计必须易于读取数值，刻度以柏斯卡或帕斯卡的倍数标示，并以红色标记清楚标示核准的最高可使用压力。

在蒸汽锅炉的实际运作中,最好能经常确实知道炉膛壁、省热器、过热器等内喉管的金属温度。这些测量或有助判定压力部件是否安全或其他因素,而使用热电偶是一个非常实际和可靠的量度温度方法,并已得到广泛使用。热电偶特别适合测量多层隔热材料之间介面或隔热材料内其他位置的温度。

蒸汽的纯度或质素对高压力锅炉而言尤其重要,我们可视乎用途,采用以下几种或所有方法测试蒸汽、冷凝水或炉水,以得知蒸汽的纯度或质素:

- (a) 钠搜寻器(火焰光质测试)。
- (b) 导电率(溶解固体量测试)。
- (c) 节流热量计(质素测试)。
- (d) 比重方法(总固体粒子量测试)。

应经常检查工地所有设施,并严格遵守使用设备的相关指示。

2.3.7 自动程序控制

这个控制装置让工作人员可使用单一按钮或开关掣启动燃

烧器具。现时差不多所有锅炉也使用各类燃烧器控制系统,以防止锅炉在炉膛可能出现危险情况时继续运作,并协助锅炉操作员启动及停止燃烧器和燃料设备。最重要的燃烧器控制功能是防止炉膛或磨煤粉机爆炸,因爆炸可危及操作人员的安全,也可能令锅炉受损。所有与锅炉操作有关连的人员都必须清楚明白燃烧器控制系统的性能。

2.3.8 火焰感应

燃烧器控制系统必须能让工作人确实知道每一个燃烧器(不论采用何种燃料)内有或没有火焰。紫外光火焰感应器已成功应用于各类燃料。现时使用的火焰监察仪器在设计上会因应火焰是否存在而进行开或关的操作。现今有一些厂房采用闭路电视系统,以便在控制室内持续观察炉膛的情况,预计未来会出现更多应用方法。

第三章

化石燃料锅炉的操作

3.1 一般须知

为使锅炉及其辅助设备安全可靠,我们不但须要适当留意锅炉的设计、制造及架设过程,其运作情况也同样重要。

良好的操作始于设备安装完成之前。这包括操作员的训练及启动设备的准备工作。

熟习新设备的最佳时间是设备未投入使用之前,即新设备装妥备用期间及停用和打开锅炉进行定期检验之时。所有在预备操作时的测试,例如测试鼓风机、泵和燃烧燃料的设备,或清洁、烘干、煮洗和吹清蒸汽喉等,均应由经验丰富的操作员在一名委任锅炉检验师或监督所授权/批准的人士监管下进行。这些人员均具备有关知识和经验,能够正确调校控制装置、连锁装置、燃烧燃料的设备和操作程序,确保设备能安全操作。

化石燃料锅炉运行和操作期间的所有操作资料均须记录下来以作参考。这些记录册必须由一名负责人尽可能长时间保存,否则应保存最近3年或自登记及使用时开始的连续记录。

3.2 启动锅炉前的准备工作

所有在预备操作时的测试、清洁及吹清蒸汽喉的工作, 均应由经验丰富的合格人员在一名锅炉检验师或监督授权的人士监管下进行。他们应具备正确调校控制装置、连锁装置及断路装置的知识 and 经验, 确保锅炉能安全操作。

每个新锅炉或任何经过大修或改装的锅炉, 均须在准备投入运作之前经过检查、水压测试及安全阀的调校和测试等不同步骤。

3.3 检验

检验锅炉及其辅助设备有两个目的:

- (a) 查证设备的状况; 以及
- (b) 让操作员熟习设备。

检验工作应在建造及定期检查期间开始进行, 直至所有项目完成为止。检验期间不可忽略的一点是预计蒸汽管、废气通道及气槽、吹灰器喉管及排放喉管会膨胀而做好准备。建造或检验期间使用的临时支架、吊架或拉杆均须拆除。

3.4 清洁

装运、架设或修理期间堆积的废物及外来物料必须清除。水侧残余物会阻碍循环系统或堵塞排水管,而气侧残余物则会改变气体或空气的流动。气侧的可燃物料可能会燃点,并以无法控制的速度燃烧,造成巨大的破坏。炽热的燃屑也会使燃点在不适当的时候出现。燃料管应予清理,以防止日后损坏阀门及堵塞燃烧器。此外,雾化蒸汽和雾化空气管也应清理。

3.5 在冷却状态下启动锅炉

3.5.1 在冷却状态下启动化石燃料锅炉时,必须遵照下列程序:

- (a) 阅读并完全熟识锅炉及其辅助设备的详细操作指示。
- (b) 检查锅炉的「效能良好证明书」,确保证明书并未过期,而核准的最高可使用压力亦以红线在压力计上标示出来。
- (c) 关闭蒸汽出口停止阀及排污/排水阀。
- (d) 开启通气孔。

- (e) 把水位计的阀／旋塞设定在正常操作的位置(参阅附录 II)。
- (f) 将适量的水注入锅炉,直至水位略低于半个水位计的高度。
- (g) 检查燃料供应系统是否已接驳妥当,查看有否任何可见的接驳松脱或燃料泄漏情况。
- (h) 若燃料为气体供应形式,应由机电工程署注册工程人员进行有关输气管道的安装工作。
- (i) 设定以低燃烧率加热。
- (j) 开启鼓风机向炉膛驱气,所需时间可依照制造商建议的时间或最少15分钟。操作员应留意烟囱门拍,确保炉膛驱气畅通正常。假如锅炉并没有烟囱调节门,操作员应利用锅炉的个别设计确保驱气有效。
- (k) 开启燃油泵或气体供应总掣,并查看燃油压力是否已提升及燃油循环系统是否正在运行(气体燃料则毋须循环运作)。要确定没有燃料泄漏,如有任何泄漏,应先关掉锅炉及安排修理,然后才可继续运作。
- (l) 现可开启锅炉的燃点系统,使炉膛内燃起火焰,以使用

低燃烧率来产生蒸汽。操作员可视乎锅炉的设计及以往操作经验, 选择使用持续燃烧方法或间歇燃烧方法。间歇式燃烧较为安全, 但产生蒸汽需时较长。习惯上, 间歇式燃烧通常是每隔20分钟燃烧10分钟, 直至产生蒸汽为止。

- (m) 如无法燃起炉火, 回到步骤(g)重做。但如燃点多次也生不起炉火, 应截断燃料的供应, 并依照制造商建议的时间向炉膛驱气, 或驱气最少10分钟。检查燃烧器、火焰感应器及燃料系统, 包括燃料质素(例如燃油是否遭水污染)。如一切正常, 便可回到步骤(g)重做。
- (n) 锅炉必须逐渐加热来产生蒸汽。蒸汽从通气孔喷出3至5分钟后, 应关闭通气孔。这段等候时间是用来确保所有积聚在锅炉内的空气已排出炉外。
- (o) 锅炉在这时可转用高燃烧率, 以便将蒸汽压力提升至使用压力(应低于最高可使用压力)。
- (p) 使水位计排气(排气程序请参阅附录II), 以查看水位计是否操作正常。
- (q) 当蒸汽的压力达到使用压力时, 小心地慢慢开启蒸汽出口停止阀。假如听见蒸汽喉有水锤冲击声或任何异

常的声响, 便不要继续开启停止阀, 反而要把它关至「微开」的位置(约开启半转), 让蒸汽喉升温。如可行的话, 应在这个步骤排走喉底水。蒸汽喉升温数分钟后, 可以再次小心地慢慢开启停止阀, 直至开尽为止。

- (r) 操作期间应经常完全开启蒸汽出口停止阀而不应调至半关状态。

3.6 合格人员的职责

- 3.6.1 锅炉的蒸汽压力必须维持在接近使用压力的范围内。如使用人手操作的锅炉, 可调校燃烧率来控制压力。如使用自动锅炉, 操作员应查看炉火是否在预设的压力范围内自动开关。蒸汽的压力在任何情况下均不可超过最高可使用压力。
- 3.6.2 锅炉的水位必须维持在适当的水平。如使用人手操作的锅炉, 须不时把水注入锅炉内, 使水位维持在半个水位计的水平, 并避免出现水位过高或过低的情况。如使用自动锅炉, 操作员应查看炉水达预设的水位时, 锅炉能否自动注水。
- 3.6.3 操作员应确保有足够的贮水或可靠的供水。一旦供水中断, 便必须关炉。

3.6.4 操作员必须持续监察水位计。即使锅炉设有低水位警报器或自动锅炉设有低水位停炉掣, 操作员也切勿单靠这些装置。操作员若在这些警报装置启动后才采取行动, 可能已经太迟, 更何况这些装置可能会失灵。每一更的操作员应以使旋塞排气的方式测试水位计最少一次。附录II载列使水位计排气的正确步骤。

3.6.5 安全阀是防止锅炉在过大压力下操作而导致爆炸的重要安全装置。安全阀有时会堵塞或失灵, 因此, 若锅炉设有提升杆, 应定期使用提升杆提起安全阀排气。这样可确保安全阀没有堵塞, 操作正常。

3.6.6 应定期为图3.1所示的低水位警报器及过低水位停炉掣进行测试, 以确保其操作正常。这种测试可在锅炉正在燃烧但未投入正常使用时按以下程序进行:

- (a) 关闭供水系统;
- (b) 隔离水位浮波室, 并开启其排水旋塞以降低室内水位;
- (c) 警报器会鸣响; 若设有停炉掣, 警报器会令炉火关掉;
- (d) 假如这些装置在预设的水位未能如常运作, 便须关掉锅炉, 并修理或调校这些装置; 以及

(e) 这些装置如运作正常, 可将浮波室设回正常状态, 开启供水系统, 并重调锅炉使其回复正常运作。

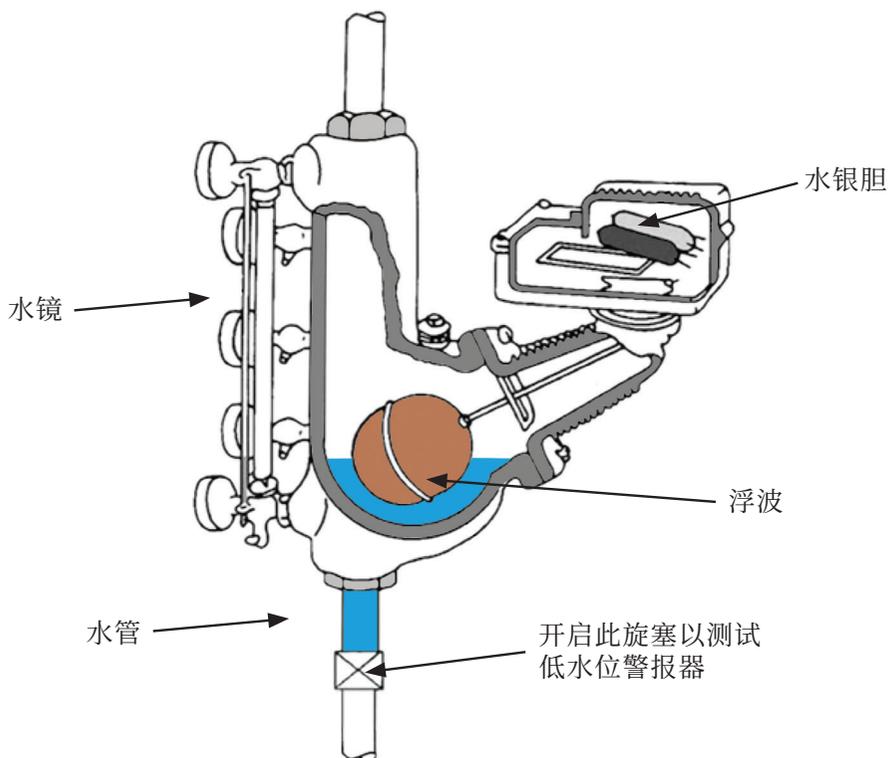


图 3.1: 低水位感应器

3.7 炉水处理

3.7.1 合格人员必须使用建议的抽取样本系统以测试炉水水质。在处理炉水时,应依照锅炉制造商或化学品供应商的建议,使用正确份量的炉水处理化学品。

3.7.2 就通常运作压力范围在0至1 500千帕斯卡(15 bar)之间的低压锅炉而言,炉水水质的一般建议规限如下:

酚酞试剂的碱性 百万分之50至300的碳酸钙 (CaCO_3)

氯化物最高量 百万分之300的碳酸钙(CaCO_3)

磷酸盐 百万分之30至70的碳酸钙 (CaCO_3)

溶解的固体最高量 百万分之1 500

3.7.3 应按照锅炉制造商或化学品供应商的建议,使用适当仪器并遵照适当指示和程序定期测试炉水及冷凝水。测试结果的记录必须由一名负责人尽可能长期保存以作参考,否则应保存最近3年或自登记及使用时开始的连续记录。

3.7.4 合格人员使用化学品处理炉水时必须非常谨慎,因为它们大部分为腐蚀性及/或有毒化学品。

3.8 燃料燃烧装置

- 3.8.1 操作员必须确保没有燃料泄漏。燃油泄漏是很容易察觉的。至于气体燃烧装置, 操作员应在接口上涂上皂液, 以检查接口有否气体泄漏。出现气泡即表示有气体泄漏。在可行情况下, 应使用合适的手提气体泄漏探测器。
- 3.8.2 燃料燃烧器、过滤器及燃油泵必须保持没有泄漏。若设有泄漏探测器, 应定期清洗, 以防止可能发生假警报及错误停炉的情况。

3.9 关炉

- 3.9.1 正常关炉须依照的程序如下:
- (a) 关闭燃油泵或气体供应总掣, 然后截断燃料供应。
 - (b) 向炉膛驱气, 以驱走所有剩余的易燃气体。
 - (c) 关闭蒸汽出口停止阀。
 - (d) 停止炉水供应并关闭入水阀。
 - (e) 让锅炉慢慢冷却。操作员切勿将炉内所有热水排走或为了加速冷却而灌入冷水, 因为这样会造成不适当的热应力。

- (f) 当锅炉冷却而压力降至大约20千帕斯卡时,小心开启通气孔。这样做可防止锅炉内的蒸汽凝结时产生真空。

- (g) 若预计会有一段颇长的时间(例如数星期)停用锅炉,可将锅炉内的水排出并注入氮气以作保藏。排走热炉水时必须小心谨慎。

第四章

紧急事故

4.1 一般须知

本章讨论常见的紧急事故。最适当的处理方法是确切了解事故状况,并善用身为操作员对锅炉装置及周围环境的知识。

4.2 触电

4.2.1 处理触电受害者的程序如下:

- (a) **切勿**触碰受害者;
- (b) 立刻关掉总电掣;
- (c) 使用干的塑胶棒或木棒等绝缘体,将受害者移离带电部分。为应付这种紧急事故,应常备一对适合进行电力工作的手套;
- (d) 让受害者舒适地躺下;
- (e) 拨打999紧急服务热线;
- (f) 松开受害者的衣服,让他畅顺呼吸;

(g) 为受害者盖上毛毡,使他保持和暖;

(h) 若受害者有任何呕吐的迹象,协助他呕吐并于呕吐后为他清理;

(i) 不宜让受害者服食任何药物,而应让他等候治疗。

4.2.2 关掉锅炉,并向劳工处锅炉及压力容器科报告有关事故。未接到监督的指示前,不得再次使用该锅炉。

4.3 炉火熄灭

4.3.1 如炉火在任何反常情况下熄灭,须依照下列程序处理:

(a) 切勿尝试使用炉膛的热力并把燃料注入炉膛以重燃炉火。

(b) 依照制造商建议的时间为炉膛驱气,或最少驱气5分钟。

(c) 开启炉火燃点系统。

(d) 如无法点起炉火,回到步骤(b)重做。

(e) 如尝试多次仍无法重燃炉火,关掉燃料燃烧装置,必要

时关掉锅炉进行检验。

- (f) 检查燃烧器、火焰感应器及燃料供应的燃料品质等。如一切正常,回到步骤(b)重做以燃点炉火。

4.4 低水位及超低水位

- 4.4.1 每当发现有低水位或超低水位的情况,应立即关掉锅炉的电源及燃油供应,并关闭蒸汽出口停止阀,让锅炉冷却。切勿立即把水注入锅炉以恢复水位,因为注入的冷水可能会对炽热的锅炉造成破坏,甚至引起爆炸。切勿单靠低水位警报器或超低水位停炉掣,应使水位计排气以确定水位。如所显示水位有问题而实际水位正常,应小心重新启动锅炉,否则应关掉锅炉并检查锅炉内部有否损坏。检查给水系统,并在需要时加以修理。在彻底检验并认为满意后,才可重新开启锅炉。如有疑虑,应通知锅炉检验师检验该锅炉。

4.5 过高压力

- 4.5.1 锅炉的蒸汽压力绝不能超过批准的最高可使用压力。如有此情况发生,立即熄掉炉火。如安全阀不能自动排气,而锅炉设有提升杆,应使用提升杆以提起安全阀,以减低锅炉内

的压力。适当地关闭蒸汽出口停止阀,以防止过高压力损坏系统。

安全阀如无法自动操作,不应再次使用该锅炉,除非:

- (a) 已找出并修妥导致锅炉内压力过高的故障部分。
- (b) 锅炉没有泄漏、结构损坏或变形的迹象;
- (c) 已彻底检查系统;以及
- (d) 锅炉检验师已测试并正确重调安全阀,且已发出新的「效能良好证明书」。

4.5.2 安全阀防止锅炉产生过高的压力,但操作员绝不能单靠安全阀,而应持续留意蒸汽压力,并在有需要时采取矫正措施。

4.6 电力故障

4.6.1 如供应个别锅炉的电力中断,应关闭该锅炉并通知注册电业工程人员到场找出故障原因和修理电路。除非操作员亦为注册电业工程人员,否则不应尝试修理电路。

4.6.2 自动控制电路应由获妥为授权的人不时检查,以确定其运作正常。

第五章

保养

5.1 锅炉的预防性保养

5.1.1 锅炉能够安全运作非常重要,而采取「预防性保养」程序是确保其运作安全的最佳方法。预防性保养包括在锅炉装置的设计范围内正确操作该锅炉装置的政策,当中包括为装置保持清洁及良好的运作条件。预防性保养亦规定须定期停炉,以进行锅炉运作时不能进行的法定及其他检验,以及所需的修理。与可能出现突发故障或严重意外等相比,预防性保养更具成本效益。

- (a) 为化石燃料锅炉进行的所有保养及一般修理都应予以记录。记录册应由一名负责人尽可能长时间保存以作参考,否则应保存最近3年或自登记及使用时开始的连续记录。
- (b) 为化石燃料锅炉进行牵涉压力部分的所有改装、大修及修理,除非只牵涉更换部件,否则都应予以记录和报告。记录册及报告应由一名负责人自登记及使用该设备时开始尽可能长时间保存。

5.2 使用时的保养

5.2.1 最为重要的是安全操作、避免炉膛出现可能产生爆炸性混合物的情况, 以及保护压力部分, 防止其因过量热应力或过热而出现故障。

5.3 炉膛

5.3.1 防止炉膛爆炸至为重要, 因为此等事故可以引致人命伤亡、高昂修理费及其他负面的经济影响。以下4项是防止炉膛爆炸的重点:

- (a) 完善的操作程序及操作员训练;
- (b) 观察燃烧器的最佳视野, 以便能迅速得知炉火熄灭;
- (c) 能侦测到废气内的未烧可燃物; 以及
- (d) 能即时明确显示出燃烧器的燃料和空气关系。

5.3.2 即使采用全自动控制, 操作员仍必须清楚知道安全操作的程序和基础理论。虽然有其他指标(例如炉内蒸汽压力、蒸汽温度和废气温度下降等)能显示燃油没有燃烧或没有完全燃烧, 但大多数锅炉爆炸都是因未能发觉炉火熄灭所致, 这说明实质看见炉火的重要性无可取代。

5.3.3 能显示废气内有否未燃烧可燃物的「可燃物警报器」是观察火焰的良好后备装置。燃烧器风箱与炉膛空气的气压差是有助炉膛驱气、燃点火焰及确保运作正常的重要辅助指标，亦是建立正确燃料和空气关系的极佳指引，能防止炉火熄灭或未燃烧可燃物在炉膛内及其周围积聚。

5.4 压力部份

5.4.1 安全阀是锅炉十分重要的安全装置。如安装妥当并经锅炉检验师检查，现代的安全阀是非常可靠的。

5.4.2 安全装置另一重点是要有可靠的方法以确定注入锅炉的水到达正确水位。就任何锅炉操作而言，监察给水和炉水的情况及蒸汽纯度是必不可少的。安装在炉膛内的热电偶是非常好的炉内清洁指标，能显示是否需要进行化学清洗。要安全操作及合理保养锅炉装置，亦需要有可靠的方法量度金属温度、气体温度、蒸汽温度以及水的温度。

5.5 安全阀

5.5.1 一般而言，鼓式锅炉的安全阀要进行校定开启压力及关闭压力的测试。进行测试时，须把锅炉压力提升至安全阀打开并排出足够压力令安全阀关闭。

5.5.2 一般而言,每个安全阀的校定开启压力应在锅炉达到最高操作压力后立即检查,并在有需要时予以调校。安全阀的阀座易受湿蒸汽或渣滓损坏,故在测试安全阀前,有需要清理锅炉及排出过热器及蒸汽喉的蒸汽。

5.5.3 测试高压安全阀时,可使用以下方法防止其完全开启:

(a) 利用特制夹限制阀塞升起,并在安全阀开始颤动时将其关闭;以及

(b) 当锅炉在正常温度和压力下运作时,利用特别校准的油压积或空气操作摩打来打开阀塞。将有效的顶起压力和锅炉压力相加就等于开启压力。

5.5.4 测试安全阀时要时刻保持谨慎,安全阀的排气喉和透气喉不应在安全阀上施加过大力度。阀座如受损,高压安全阀便不能闭合。

5.6 水压测试

5.6.1 所有新锅炉在装妥压力部分但未安装耐火层和外壳前,应进行水压测试,在其上施加其核准最高可使用压力的一倍半水压一段充分时间,以检验有否泄漏。测试期间应装上夹

子防止安全阀打开, 备有内塞的焊接式高压阀亦然。凸缘阀应装有匙羹板。

- 5.6.2 应使用高质素的水作水压测试, 以防止炉内生锈和出现腐蚀。测试没有泄水装置的过热器或再热器时, 应使用经过百万分之十的氨和百万分之五百的胼处理以分别控制酸碱度(酸碱值)和氧含量的脱盐水或冷凝水。至于在水压测试后会立即将水排走的部件, 则宜使用清澈的过滤水。
- 5.6.3 锅炉注水后, 通常会以测试用特制泵增加水压。往炉内泵水以逐渐增加压力时, 应持续观察有否任何需要修理或可能引致危险的泄漏状况。进行水压测试期间必须采取安全预防措施, 并确保非必要人员远离测试范围。
- 5.6.4 测试的压力必须维持足够长的时间(最少1小时), 以便能察觉轻微的泄漏情况。其后亦应继续维持该压力以进行检查。检查后应把水排走, 然后把因检验而打开的耐火层、隔热层和外壳重新装上。
- 5.6.5 在完成上述工作后及让锅炉运作前, 应进行最后的全面检查。必须检查锅炉外部的所有部件, 确保没有爆炸风险, 例如在锅炉运作时会移动的外露部件附近的平台和走道。必须检查阴暗角落有否阻塞通道或松散的物品。移除所有可燃物品后, 方可燃点火焰, 以防止爆炸。清理所有膛内的残

余物并检查所有喉管的排列,特别是有可能妨碍吹灰器运作的喉管。

5.6.6 温度对水压测试十分重要。首先,为防止冷凝水在测试部分形成,金属温度要高于周围空气的露点温度,水温亦然。冷凝水会令轻微泄漏不易察觉,甚至不能察觉。其次,水温要够低,以便有关人员能接触锅炉的压力部分并进行仔细检查。水温不能太高而令细小裂缝泄漏出来的水立即蒸发或变成蒸汽。最后,进行水压测试时炉内不应有空气,把水注入锅炉时应将所有透气阀打开直至有水出现。

5.6.7 水压测试后,应移除所有测试期间所使用的匙羹板、夹子和喉塞。水压未达校定开启压力的八成至九成,不得使用夹子(不论夹子是否配备压力喉塞)。反过来说,水压降至校定开启压力的八成至九成时,方可移除夹子。这个程序能保护阀座表面,并防止阀杆超压。

5.7 定期检验

5.7.1 每一个化石燃料锅炉在其「效能良好证明书」的有效期届满前,我们都必须安排把该锅炉打开以进行法定的定期检验,包括清理锅炉、修理损坏的地方和拆除所有阀门以进行检验及大修。安全阀、水位计、低水位警报器及其他自动控制

装置,须在锅炉检验师在场时进行试验操作,试验完成后方能发出「效能良好证明书」。锅炉操作员或拥有人应安排为锅炉进行大修,以供锅炉检验师进行检验。

5.8 水位积垢

- 5.8.1 水中含有各种溶解盐分,当中有些盐分可积结成硬污垢。化学处理可大幅减少硬污垢形成,但难以完全清除可形成硬污垢的盐分。炉内壁及发热元件表面形成的硬污垢不但会减低传热效率,更会令锅炉过热和阻塞直径细小的喉管或阀门。
- 5.8.2 操作员应按照锅炉制造商所建议的相隔时间或于锅炉每运作满六个月后,定期关炉以清理积垢。
- 5.8.3 要减少积垢形成,可在给水内加入化学品,令产生积垢的盐分转化为无黏性的瘀泥并排走,但在小容量化石燃料锅炉采用化学方法未必符合经济效益。由于此等化学品大多有毒或带腐蚀性,操作员在处理化学品时须非常谨慎,并严格跟从化学品制造商的指示。操作员亦应跟从锅炉制造商的指示使用适合的化学品。

5.9 化学清洗

5.9.1 水侧杂质可导致炉管故障或令蒸汽带有固体,从而引致过热器喉管故障或涡轮叶片积聚污垢。油脂和颜料会在炉管烘干并形成传热障碍,导致喉管过热及故障。在自然循环式锅炉,油会发泡并导致蒸汽带有固体及水位显示错误。矽亦可形成传热障碍,且会在较高饱和温度时挥发并由蒸汽带走,在涡轮叶片上形成积聚物。

5.9.2 要清除油脂和颜料,可先以磷酸盐冲洗给水系统,再以苛性碱和磷酸盐来煮洗自然循环式锅炉。煮洗及/或冲洗应在锅炉运作前进行。煮洗和冲洗完成后,腐蚀产物仍会以氧化铁和轧屑的形式留在给水系统及锅炉内。要更有效清洁锅炉,建议待锅炉以较高能量运作并把所有松脱的积垢和氧化物从给水系统带至锅炉后,才进行酸洗以移除氧化铁和轧屑。

5.10 水位腐蚀

5.10.1 就本守则而言,腐蚀包括锅炉金属部分的锈蚀、点蚀及侵蚀。腐蚀导致金属耗损,令锅炉结构部分变弱,从而令结构容易受到破坏。

5.10.2 移除积垢是尽量减少腐蚀的好方法。锅炉因移除积垢工作而暂时停止运作时, 操作员应趁机检查炉内有否严重腐蚀, 特别是局部腐蚀。

5.10.3 观察到严重腐蚀时, 操作员或拥有人须请锅炉检验师检验锅炉并进行适当修理。

5.11 火侧

5.11.1 炉膛过热会令金属部分的微观结构改变, 减弱金属强度。炉膛或火管可能变形, 甚至塌陷。

5.11.2 操作员应确保炉内水位经常保持正常以防止过热。此外, 操作员应调校燃料压力, 甚或更换更适合的燃烧器, 以防止炉火冲击炉膛任何部分。

5.12 火侧腐蚀

5.12.1 燃料难免含有腐蚀性杂质。气体燃料腐蚀性较低, 但燃油可能含有硫磺, 并在燃烧后与氧结合产生二氧化硫和三氧化硫。两种氧化硫均能与水汽结合成为酸液。酸液对于火侧的金属部分极具腐蚀性。

5.12.2 操作员应确保所使用的燃料没有遭水污染。遭水污染的燃料不但可令炉火熄灭,更可能导致酸液产生。操作员应使用低硫磺含量的燃料,并保持锅炉出口至垂直废气管道之间的废气温度高于酸液的露点,即摄氏120度,以防止水气在火侧内形成冷凝水。

5.13 残余物

5.13.1 炉灰、煤屑及不能燃烧的杂质可残留并积聚在炉膛及气体燃料管道,燃油的积聚问题尤为严重。残余物不但阻碍热传导,还会阻塞气体燃料管道,降低锅炉的效率。如残余物情况严重且驱气不良,可能阻塞锅炉并积聚危险的可燃气体。

5.13.2 操作员应定期清理火侧的残余物,并应经常保持正确的燃料和空气比例,以防止煤烟形成并确保燃料完全燃烧。

5.14 燃油遭盐水污染

5.14.1 燃油遭盐水污染会对锅炉造成非常严重的后果。除了会降低燃烧效率及令炉火熄灭外,盐水中的钠盐会在炉膛表面形成玻璃状熔渣。在多数情况下,钠溶渣会促使腐蚀性非常强的钒化合物在高温下产生。这种熔渣的影响不单在于降

低传热或锅炉效率, 还在于会腐蚀火侧金属表面。

5.14.2 操作员必须清除燃油中的水。操作员应让燃油(特别是在新添加的燃油)在油柜中沉淀, 并把沉淀在底部的水排走。如发现大量积水, 操作员应停止使用这些燃油, 并向燃油供应商查询。遭污染的燃油必须从油柜移除, 油柜也须清洗干净以除去可能残留的水及盐分。排走的油水混合物应正确处置, 在任何情况下均不应将这些油水混合物排至公共污水渠内。

第六章

防火、灭火及设备

6.1 液体燃料

液体燃料的汽化率会随温度而改变。挥发性较强的燃料较易在较低温度下挥发成气体,这些气体与适量的空气混合后可形成混合物,燃点后会出现闪燃或爆炸。假如燃点是发生在一个隔室内,会造成具破坏力的爆炸。气体混合物的破坏力可超逾很多固体炸药,一杯汽油的潜在爆炸威力相等与2.26公斤(5磅)炸药。

6.2 预防措施

6.2.1 与液体燃料贮存有关的预防措施一般旨在:

- (a) 清除积聚在使用中的燃油柜或管道系统外的液体或气体。
- (b) 清除周遭可能有气体空气混合物的地方的所有燃点源。

6.2.2 燃油柜的通风管应装设双层密丝网消焰器。消焰器必须保

持清洁,特别要避免涂上油漆,以便能发挥作用。在炉房内,不应让燃油积聚在风箱、炉膛底部或炉房地面。不论任何时间,如炉房内的燃油系统发生渗漏,应立刻截断有关部分的燃油供应。应在那些打开时可能有液体燃料溢出的配件下方放置油密盘。此外,也应经常查看围槽是否有燃油。沙箱应设在炉房内一个易于到达的地方,以便扑灭火警。

- (a) 含油废料能在没有外来热力(例如火焰或火花)的情况下燃烧起来,称为自动燃点。因此,应把含油废料存放在已局部注入水的金属盛器内,以防止自动燃点发生,并应尽快处置这些废料。
- (b) 一般来说,预防火警的最佳方法是注重清洁、弃掉任何形态的易燃废料,以及留意潜在危险的资讯。许多在锅炉操作期间发生的爆炸事故只因不小心及缺乏对潜在危险的认识所致。

6.3 灭火

6.3.1 如炉房内发生火警,合格锅炉操作员应:

- (a) 启动火警警报器。
- (b) 通知消防处。

(c) 关闭炉房的门窗,以限制空气的供应。

(d) 截断燃烧器的燃料供应。

(e) 尝试使用灭火筒扑灭火警。

6.3.2 油造成的火警(油火) — 如用水扑灭油火,应以特别喷雾嘴把水雾喷在油面上。水能把油温降至其起火点以下,从而把火熄灭。然而,应小心防止有过多水积聚。油比水轻并会浮在水面,因而可能会令起初的局部小火变成全面大火。对油火而言,泡沫是较佳的灭火剂。通常每个炉房应最少设置一个9公升(2加仑)装的泡沫灭火筒。浮在油面的泡沫如同毛毯一样,会令火因缺乏燃烧所需的氧气而熄灭。可使用干沙把油局限于一个小范围,防止油火扩散。为截断燃烧器的燃油供应,燃油供应管的总关闭阀通常设于炉房外。

6.3.3 电器造成的火警(电火) — 遇到电火或在电器附近发生火警时,应使用非导电体的灭火媒介,否则灭火者可能会触电。干粉灭火筒及二氧化碳灭火筒均适用于扑灭电火。应把所有可以将受影响部分与电源隔绝的保险丝、开关掣等拔除或打开。

6.4 灭火装备

下文各段介绍一些扑灭油火及电火时常用的手提灭火筒。

6.4.1 泡沫灭火筒

6.4.1.1 旧式的泡沫灭火筒由两部分组成,即载有不同化学品的内层盛器及外壳。外壳由镀铅的钢板构造,内层盛器则以铜造成。内层盛器载有用以制造泡沫的硫酸铝溶液,而外层盛器则盛载碳酸氢钠。使用这类灭火筒时,只需把它上下倒转便可。其他同类的灭火筒可能有双重封闭阀,在倒转灭火筒前,需以「T型」柄或杆将封闭阀松开。

6.4.1.2 泡沫的射程由6米(20呎)至9.1米(30呎)不等。灭火筒一经开启,会把内里约90公升(20加仑)泡沫都喷出。应把泡沫喷在火焰上,如有需要,亦可从另一表面把泡沫反射到火焰上。(图6.1)

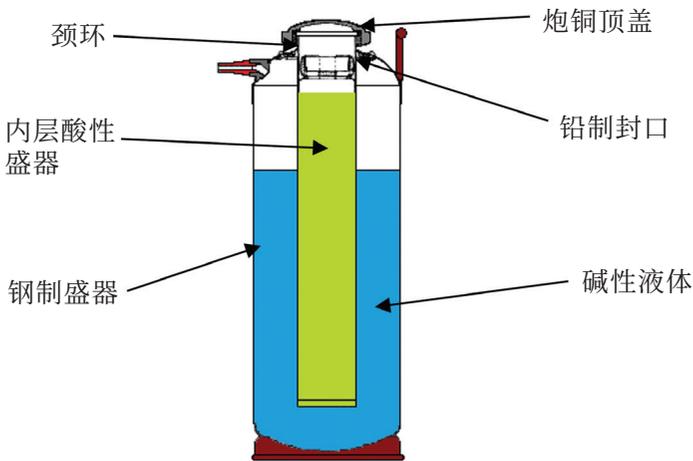


图6.1: 手提泡沫灭火筒

6.4.1.3 另一类是图6.2的手动操作泡沫灭火筒。此装置注有水,并包含一个内层盛器连一个内有二氧化碳液体的小金属瓶,由一个载有制泡化合物的胶袋包着。

操作这类灭火筒时,必须大力拍击盖上的撞掣,以刺穿二氧化碳瓶的封口。然后,气体会令装有泡沫化合物的胶袋破裂,水及泡沫化合物会经一个特制喷嘴喷出,混合物经该喷嘴搅动后便形成手动泡沫。这类灭火筒的泡沫与液体的比例为8:1。灭火筒有一条内管,操作时为直立状态。

6.4.1.4 泡沫灭火筒适用于扑救油火,不应用以扑灭涉及电器设备的火警,否则会有触电及致命的可能。

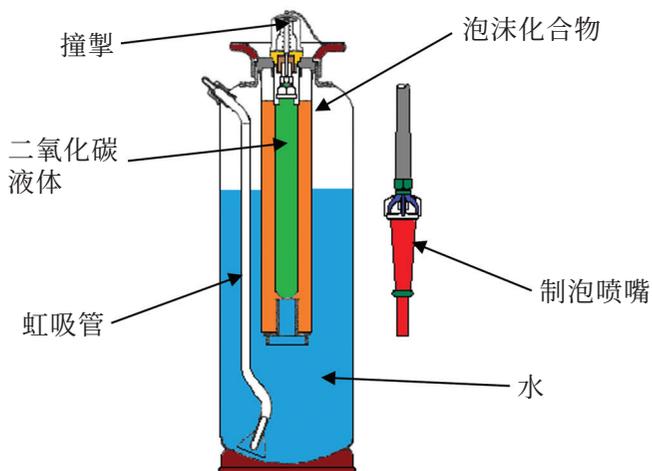


图6.2: 手动操作泡沫灭火筒

6.4.2 干粉灭火筒

6.4.2.1 这类灭火筒适用于扑灭油火及电火。灭火媒介是经精细提炼并以二氧化碳在筒内加压至每平方厘米21公斤压力(约每平方吋300磅)的碳酸氢钠(干粉)。干粉是非导体,无腐蚀性,亦非磨蚀性,而且无毒。灭火筒的筒身设有平板式压力计,可检查二氧化碳压力。另有一类干粉灭火筒,其用作驱逐剂的压缩气载于气管内。图6.3显示一款典型干粉灭火筒。

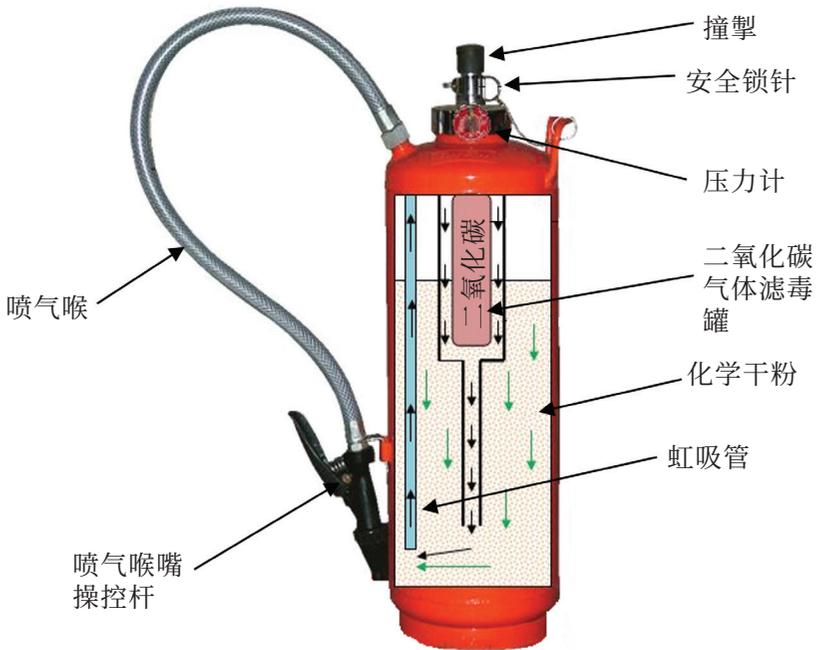


图6.3: 化学粉末灭火筒

6.4.2.2 操作灭火筒时,先把安全夹拉出,并拍击灭火筒顶部按钮,使不锈钢锥孔器刺穿金属封口以释出筒内物质。喷出的粉末烟雾呈平面扇状,体积为7.62米(25呎)长、1.82米(6呎)阔及1.21米(4呎)深。喷射为时约28秒,亦可利用设于喉管末端的操控杆将喷射间歇中断,以延长喷射时间。

6.4.3 二氧化碳灭火筒

6.4.3.1 筒内二氧化碳由阀门及操控杆控制,令未经使用的部分可保存于筒内。灭火筒通常载有2.26公斤(5磅)二氧化碳,在正常温度下,筒内压力约为每平方厘米59.77公斤(每平方吋850磅)。喷射为时约8秒。灭火筒实际上是防漏的,因其有圆顶形镍膜封口,该封膜必须以拍击器刺穿,才能将里面的物质释放。由于二氧化碳是非导电体,这类灭火筒可用于扑灭电器用具造成的火警。图6.4显示一个二氧化碳灭火筒。

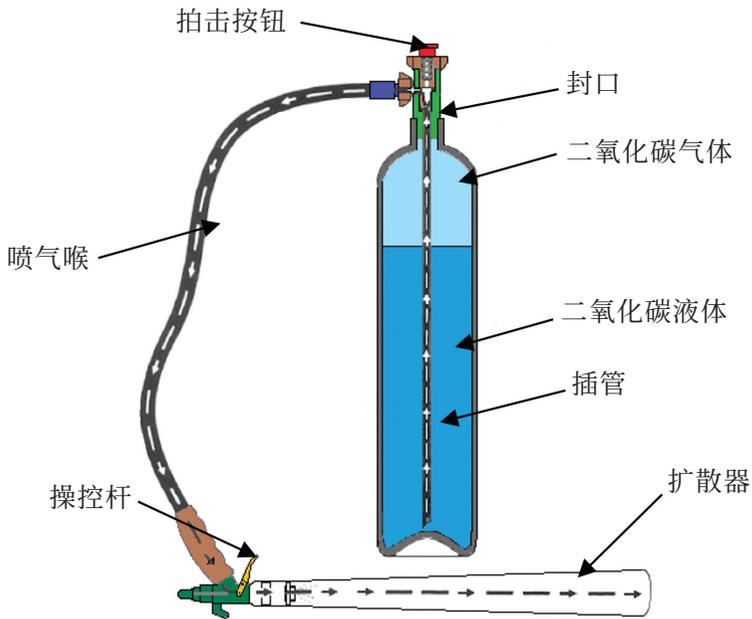


图6.3: 化学粉末灭火筒

6.4.4 灭火筒的颜色分类

6.4.4.1 灭火筒的筒身应为红色, 顶端应展示一条宽带以识别以下的指定灭火媒介:

灭火媒介	显示灭火媒介的颜色
水	红
泡沫	米黄
粉末 (除D级以外的所有类别)	蓝
二氧化碳	黑
湿化学品	鲜黄



图6.5 灭火筒的颜色：有关颜色应展示在灭火筒筒身顶端的宽带上

6.4.5 烟囱火警

6.4.5.1 烟灰及未燃碳能积聚在锅炉烟囱的内壁上，它们实际上会形成另一种燃料，并可能在烟囱内着火。虽然烟囱火警不常发生，但一旦出现便极难扑灭。这类危险的形成是不动声色的，亦通常难以察觉。烟囱火警由烟囱内的积聚物闷燃所致，一般在锅炉停止操作期间或低负荷时发生。有证据显示，锅炉在正常负荷下，废气可「冷却」烟灰及未燃碳积物，所以不会出现闷燃火警。当没有废气或废气流量不足以发挥冷却作用时，积聚物便会着火。

6.4.5.2 烟囱火警发生时，会有极高温的废气和大量黑色浓烟混合着火花从烟囱排出。此时必须立刻关掉锅炉，以及把鼓风机或气闸关上，以阻止空气进

入烟囱,同时须通知消防处。如果烟囱由多座锅炉共用,也须关掉其他锅炉,这主要是为了停止向锅炉供应空气。除非供水充足,否则不应试图用水灭火。若供水不足,可能会造成蒸气火警。应待火焰自行熄灭。为免火势蔓延,必须限制或移去附近的易燃物品。

- 6.4.5.3 要预防烟囱火警,操作员必须定期清洁烟囱,以免积聚烟灰及未燃碳。此外,操作员亦应经常注意锅炉的日常操作情况,并保持正确的空气/燃料比例,确保燃料能够完全燃烧,从而尽量减少产生烟灰或未燃碳。

6.4.6 设置灭火筒

- 6.4.6.1 拥有人须在炉房入口附近设置以下类型的灭火筒各一套:
- (a) 最少一个9公升(2加仑)装的泡沫灭火筒,以供扑灭油火;以及
 - (b) 最少一个干粉灭火筒或二氧化碳灭火筒,以供扑灭电火。

6.4.7 火警演习

6.4.7.1 锅炉操作员、最接近炉房位置工作的工人和一名督导人员应最少每三个月进行一次火警演习。演习应包括：

- (a) 辨识火警类别；
- (b) 辨识使用的灭火筒类别；以及
- (c) 其他应遵行的程序。

6.4.7.2 应把书面灭火程序张贴在炉房入口外。

6.4.7.3 应设置一本火警演习记录册，记录演习日期、参与演习者的姓名及其签名，并将记录册存放在炉房内以供查阅。

第七章

意外及欠妥之处

7.1 一般事项

7.1.1 锅炉拥有人有责任向监督报告下列情况：

- (a) 意外发生在锅炉内或其辅助设备内, 又或锅炉或其辅助设备受到意外; 或
- (b) 锅炉拥有人察觉锅炉或其辅助设备出现相当可能会引致危害生命或损坏财产的欠妥之处。

7.1.2 锅炉拥有人须随即停止使用和操作该锅炉, 并须在切实可行范围内尽快(无论如何须在24小时内)将该意外或欠妥之处(视属何情况而定)通知监督, 而如属适用, 须同时将就该锅炉发出的最近期效能良好证明书送交监督。

7.1.3 任何该等通知均须包括以下详情：

- (a) 安装该锅炉的所在地址或地方；
- (b) 该锅炉的一般描述；
- (c) 现时或过去使用该锅炉的用途；

- (d) 如属适用, 就该锅炉发出最近期效能良好证明书的锅炉检验师的姓名及地址;
- (e) 如属发生在锅炉内的意外, 或属锅炉所受到的意外, 则须包括:
 - (i) 死亡或受伤人数(如有的话);
 - (ii) 该锅炉出现故障的部分的详情, 以及概括交待有关的故障程度(如知悉的话);
 - (iii) 在意外发生时, 该锅炉在操作中承受的压力; 以及
 - (iv) 如属锅炉出现的欠妥之处, 该欠妥之处的性质详情。

注意 在此必须指出, 如安全阀的封条已损坏, 无论基于什么原因, 应视为欠妥。虽然该欠妥之处未必构成即时危险, 但拥有人仍须立即安排锅炉检验师为该安全阀进行检验并重新加上封条。

合格证书级别

以下举例说明持有不同合格证书的人士可操作的器具类别：

<u>合格证书级别</u>	<u>证书有效的锅炉／蒸汽容器类别</u>
A) 所有级别 (第I至VI级)	i) 所有锅炉(包括自动控制和设有过热器的);及 ii) 蒸汽容器
B) 第I级	i) 所有水管式锅炉(包括自动控制和设有过热器的);及 ii) 蒸汽容器
C) 第I(A)级	i) 水管式锅炉(包括自动控制但无过热器的);及 ii) 蒸汽容器
D) 第I(B)级	i) 人工操纵的水管式锅炉(无过热器的);及 ii) 蒸汽容器
E) 第II级	i) 所有火管式锅炉(包括自动控制的);及 ii) 蒸汽容器
F) 第II(A)级	i) 自动火管式锅炉;及 ii) 蒸汽容器

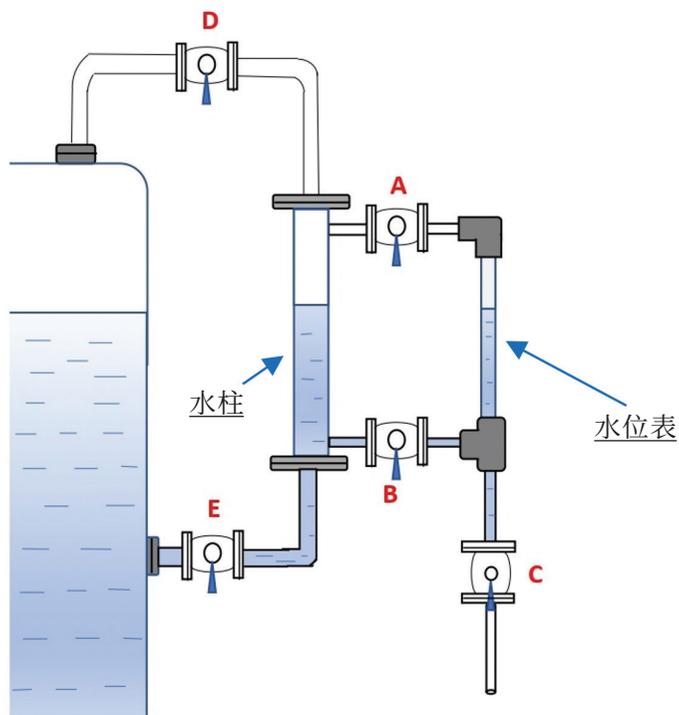
合格证书级别

证书有效的锅炉／蒸汽容器类别

- | | |
|-------------|-------------------------------------|
| G) 第II(B)级 | i) 人工操纵的火管式锅炉;及
ii) 蒸汽容器 |
| H) 第III级 | i) 所有电力加热式锅炉(包括自动控制的);及
ii) 蒸汽容器 |
| I) 第III(A)级 | i) 人工操纵的电力加热式锅炉 |
| J) 第IV级 | i) 消毒及硬化锅炉 |
| K) 第V级 | i) 指明的特定用途锅炉 |
| L) 第VI级 | i) 蒸汽容器 |

一九八一年以前发出的合格证书(即「锅炉及蒸汽容器证书」)会继续有效,持有人可操作该等证书指明的器具类别。任何人士如对该等证书有任何疑问,应向锅炉及压力容器科查询。

水位计的排气/排水



典型水位计

当水位计在运作时,「五」个旋塞手柄全部都会指向下方,这种设计非常普遍。

吹水镜步骤

当锅炉在运作时, 蒸汽旋塞A、D和水旋塞B、E都开启, 排水旋塞C则关闭。

- (a) 首先把蒸汽旋塞A、D和水旋塞B、E关闭, 然后开启排水旋塞C, 以确定所有旋塞都运作正常。接着, 应在排水旋塞C仍然开启时打开旋塞B和E。如果水能顺畅地从旋塞C排出, 代表旋塞B和E没有阻塞。
- (b) 在排水旋塞C仍然开启时关闭旋塞B和E并开启旋塞A和D。如果蒸汽能顺畅地从旋塞C排出, 代表旋塞A和D没有阻塞。
- (c) 进行交叉测试时, 须关闭旋塞D和B, 保持E、A和C开启。如果水能从旋塞C排出, 代表E、A和水柱运作正常。
- (d) 关闭旋塞E和A, 保持D、B和C开启。如果蒸汽能从旋塞C排出, 代表D、B和水柱运作正常。

如发现任何旋塞有阻塞, 应关闭锅炉并彻底检修水位计。

导致水位表显示错误水位的可能原因

- (a) 如旋塞A和D或蒸汽通道关闭或淤塞, 锅炉压力会将水位表的水位压至高于锅炉内的实际水位, 水位表显示的水位因而会有错误。
- (b) 如旋塞B和E或水通道关闭或淤塞, 蒸汽会在水位表较高的部分凝结并积聚。因此, 表面显示的水位可高于实际水位, 导致读数错误。

水位表的正常运作对于锅炉作业的安全十分重要, 因此每天**最低限度**应在管理员换班时对水位表进行测试。

燃烧的基本知识

液体燃料(例如柴油)及气体燃料是碳氢燃料,含有由碳原子及氢原子结合而成的分子。碳氢分子可写成 C_mH_n ,其中 m 及 n 是整数变数,分别代表组成该分子的碳原子及氢原子数目。碳原子及氢原子在高温下均可与氧产生化学反应,这个化学过程通常称为燃烧。燃烧时,燃料内的部分杂质亦会产生化学变化。视乎杂质的种类,燃烧时可能会产生有害物质,例如硫磺可形成酸性氧化物。但燃料所含的杂质量通常非常少。小心操作可将有害杂质产品的影响减至最低甚或消除。

在高温下,碳氢分子会与氧结合并形成二氧化碳和水,同时产生大量热能。这些热能部分会用来保持高温,以助燃料燃烧(化学过程),但大部分热能将取出以作他用。就我们的讨论主题(即化石燃料锅炉)而言,生产的热能大部分都用来提升炉水温度以形成蒸汽。化学程式:



空气中氧气的体积约占20%,对燃烧而言,这是一种既廉宜又方便的氧气来源。从以上化学程式可见,某类碳氢燃料需有最低限度量的氧气或空气才可完全燃烧。空气供应不足会造成燃烧不良,产生黑烟和一氧化碳等,并会令所产生的热能减少。考虑到空气/燃料混合效率,

以及为确保完全燃烧,必需额外供应空气。大部分化石燃料锅炉会获安排额外供应20-50%的空气。但额外的空气会令锅炉效率降低,导致火焰不稳定及废气温度过高。正确的空气量是视乎燃料而定,原因是m和n会随着燃料种类或供应量而改变。操作员应咨询燃料供应商及燃烧器具制造商,以知悉理想的空气/燃料比例。操作员应按需要调校鼓风机的风闸系统以产生理想的火焰。理想的火焰是稳定的火焰(即火焰形状稳定),其废气近乎无色。

由燃烧器注入的气体或雾化燃油会与鼓风机的空气混合,空气气流所产生的湍流会把燃料粒子和空气彻底混合,令碳氢分子和氧分子之间产生大量反应性接触面。如有火焰存在,热力会导致上述化学过程发生并维持该火焰。如没有火焰但有燃点火花产生,这高温火花(摄氏2000度或以上)会触发燃烧程序并造成火焰。燃烧程序能自我持续,只要燃料和空气供应充足,而且混合比例正确,火焰便会维持。

即使在室温下,柴油亦会被蒸发。这些蒸发气体是可燃烧的,其效应与气体燃料相似。当火焰被熄灭或锅炉被关闭后,残余的柴油会被蒸发并与炉膛内的空气混合,形成易燃且十分危险的混合物。如有任何热的物质,可能会引发非常迅速的燃烧,并在极短时间内释出大量热能,亦即发生爆炸。点火用的火花的热力便足以引致爆炸,如操作员不知道

炉膛内有爆炸性混合物而尝试燃点火焰以启动锅炉,这种情况便会发生,因为在火花把燃料/空气混合物燃点以产生火焰前,可能已先把该爆炸性混合物燃点并引致爆炸。类似的现象亦可见于气体燃料。操作员必须采取所有预防措施以防止爆炸性混合物积聚。原则是每次燃点火焰前及每次火焰熄灭后都要为炉膛驱气。切勿尝试利用炉膛的热力燃点火焰,因为在此情况下,会有大量燃料注入炉膛,令爆炸性混合物有机会容易积聚并造成爆炸。

在燃点期间,被燃烧器以高压雾化或经喷嘴注入的燃料微粒会与空气混合。这是一种易燃混合物,但在其大量积聚前便会被燃点及燃烧。然而若经数次火花点火后仍未能燃起火焰,大量爆炸性易燃混合物可能已经产生。操作员不应坚持继续试图燃点火焰,而应关闭燃料供应并彻底为炉膛驱气,以清除所有可能已产生的爆炸性混合物。操作员应检查并排除燃烧系统的任何故障。大部分安装在自动化石燃料锅炉的自动燃烧控制系统,都会自动进行上述程序(不包括检查系统),但操作员应知悉有关后果,绝对不要掉以轻心。若自动装置失灵,操作员必须把系统转为手动控制并进行上述程序。

点火前必须为炉膛驱气!

电力的基本知识

- 电 路： 电路是为了让电流进行某特定功能而设计的一个通路网络。
- 断路器： 断路器是开关掣的一种，除了提供「开／关」功能，还能在短路或电路过载时自动截断电路。断路器的断路点视乎电路的额定值而定。排除故障后，断路器可重调并重新运作。
- 保险丝： 保险丝是以低熔点物料制成的导体，通常呈线状或筒状，位于电力供应电路之中，是构成部分之一。保险丝的作用是保护电路免受短路或电路过载损害，当过量电流出现而产生大量热力时，保险丝会熔断并中断电力供应。保险丝与断路器不同之处在于保险丝烧断后必须更换。
- 接地线： 接地线是连接锅炉金属外壳与电力公司提供的接地终端的体或电线。接地线对预防触电极重要。
- 触 电： 触电是人体成为电流通路的一种现象。触电可导致身体灼伤、心脏活动困难，甚至死亡。

当高电位电线因松脱或外露而接触到锅炉的金属外壳,相对地面而言,外壳亦处于高电位。如接地线亦欠妥,外壳将保持在高电位。高电位可能没有任何迹象显示,但当有人同时接触外壳和地面,电流通路便会通过该人体而形成。电位差只要高于50伏特(不论是交流电或直流电)便能使电流通过人体,即所谓触电。交流电会导致较严重的后果,因为它能使触电者瘫痪,令其紧握欠妥的电路部分。香港的正常供电电压是220伏特交流电,远高于电压50伏特的界限,但要留意的是,低于50伏特的电位差也曾造成严重伤害,情况会因个人身体状况而异。

重要备注:切勿尝试修理任何欠妥的电路,修理工作只应由注册电业工程人员进行。



劳工处
职业安全及健康部