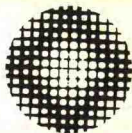


● 谢应闲 编著



小型锅炉及附属设备的 宏观检查与操作

22

劳动人事出版社

小型锅炉及附属设备的宏观检查与操作

谢应闲 编著

责任编辑：张秉淑

劳动人事出版社出版

(北京市和平里中街12号)

冶金印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 32开本 4.875印张 108千字

1989年10月北京第1版 1989年10月北京第1次印刷

印数：5000册

ISBN 7-5045-0414-9/TK·012 定价2.40元

内 容 提 要

本书主要介绍了小型锅炉宏观检查的目的、原则、内容和方法；燃烧设备、给水设备的运行与检查；安全附件、管道、阀门及仪表的检查；水压试验；锅炉房的检查与要求；受热面的积灰、腐蚀、磨损和锅炉缺陷分析、判断与处理。

本书可供司炉工人、锅炉检验和检修人员，以及从事锅炉管理工作人员学习、参考。

本书由谢应周编写；刘福仁审稿。

前 言

蒸汽锅炉是生产和生活广泛使用的、具有爆炸危险的承压设备。为了确保锅炉安全、经济、稳定地运行，必须加强对在用锅炉的宏观检查和运行管理。司炉操作人员是锅炉运行的直接操作者，不断提高他们的专业理论知识和实际操作技术水平具有十分重要的意义。《小型锅炉及附属设备的宏观检查与操作》一书就是为了适应司炉操作人员、锅炉检验、检修人员的实际需要而编写的，同时也可供从事锅炉管理工作的同志学习和参考。

本书在编写过程中，力求内容充实，条理清楚，由浅入深，通俗易懂，理论联系实际，并以典型事例向读者提供了保证锅炉安全、经济、稳定运行的主要技术手段和行之有效的措施。这不仅对司炉操作人员有所帮助，而且对从事锅炉检验、检修的同志亦有所启迪。由于编者的水平有限，书中有不妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 锅炉宏观检查	1
第一节 锅炉宏观检查的目的	1
第二节 锅炉宏观检查的原则	5
第三节 锅炉受压部件宏观检查的主要内容	6
第四节 锅炉宏观检查的方法	16
第二章 燃烧设备	19
第一节 固定炉排的检查	19
第二节 链条炉排的检查	21
第三节 往复推动炉排的检查	23
第四节 煤粉炉的检查	28
第五节 沸腾炉的检查	39
第三章 安全附件、管道、阀门及仪表	49
第一节 弹簧管式压力表	49
第二节 水位表	51
第三节 安全阀	60
第四节 阀门的检查	63
第四章 锅炉附属设备检查及注意事项	85
第一节 给水设备	85
第二节 风机	91
第三节 吹灰器	95
第五章 水压试验	98

第一节	水压试验的目的和条件	98
第二节	水压试验前的检查和准备	99
第三节	水压试验工作程序及注意事项	100
第四节	水压试验的合格标准	102
第六章	锅炉房	104
第一节	锅炉房检查要点	104
第二节	锅炉房设备布置的主要尺寸	107
第三节	锅炉房管理的规章制度	108
第四节	对锅炉使用单位的要求	117
第七章	锅炉受热面的积灰·腐蚀与磨损	121
第一节	锅炉尾部受热面的积灰	121
第二节	锅炉金属的腐蚀	124
第三节	受热面的飞灰磨损	138
第八章	锅炉缺陷的处理	141
第一节	锅炉鼓包、胀粗和弯曲变形的判断与处理	141
第二节	锅筒、集箱、管子裂纹、起槽 苛性脆化的检查与处理	144
第三节	受压部件腐蚀、磨损	147

第一章 锅炉宏观检查

第一节 锅炉宏观检查的目的

锅炉是一种经常接触高温，承受压力，具有一定爆炸危险的设备。它受到烟、火、水、汽，空气和飞灰的侵袭，会使之发生腐蚀、磨损和变形。这是因为，

1. 由于蒸汽压力的作用，各受压元件经常承受较高的压力。

2. 由于热膨胀不均匀，各受压元件内产生不同的热应力，当这个力超过材料的强度极限时，会使卧式快装锅筒内两端管板的角板拉撑或拉筋断裂，元件变形，板边转角处起槽或裂纹。

3. 锅筒内表面经常受汽、水等含盐类物质腐蚀，外表面经常受烟气和飞灰的腐蚀与磨损。

4. 由于接缝渗漏、地基潮湿，使锅筒外表面腐蚀。

5. 由于受热面结有水垢，影响受热面传热，使受热面得不到冷却而发生过热鼓疱或炸裂。

除了以上所述之外，还必须考虑以下几点，

1. 设计上可能出现材料选择不正确，结构不合理，水循环不良，烟、风阻力大，或烟气流速有问题，以及计算上的错误等。

2. 在制造上可能出现不能保证设计规定尺寸和精度，

其误差超过允许的极限。

3 加工工艺可能出现加工工艺不正确，会产生应力变形或应力集中。

4 在安装上可能出现结构件安装超过允许误差限度。如水管锅炉的胀接管端伸出长度不够或过长，欠胀或过胀，设备定位关键尺寸不正确，烟道尺寸或烟气流程没按设计要求砌筑，各附件安装不正确，炉墙没有留伸缩缝，耐火砖灰缝不符合要求，以及部分设备、配件现场制作不能保证质量。

5. 在锅炉运行上，由于违章作业或管理不善将引起缺水事故造成受热面过热，满水事故引起管道内发生水击

6. 水质监督不好，会使锅筒内部结垢和腐蚀。

7. 排污不及时或排污方法不妥，水垢或沉渣会堵塞管道，锅筒、集箱内也会堆积大量污垢。

8. 接缝及开孔处跑冒滴漏会造成严重腐蚀，使金属材料强度下降，久而久之会使材料产生脆化。

综述以上，都可能使锅炉在运行中发生事故，甚至发生严重的爆炸事故。因此，我们把锅炉当作特殊设备进行管理。所谓特殊，主要是，锅炉是一种密闭式容器，由于它经常接触高温，承受压力，具有潜在的爆炸危险。锅炉爆炸后，其后果是十分严重的。例如，一台锅炉水、汽总容量为 25 m^3 ，其中炉水约 15 m^3 ，蒸汽约 10 m^3 ，在表压力为 0.8 MPa 时爆炸，相当于 94.9 公斤梯恩梯炸药爆炸后的威力。

由上可见，其爆炸威力如此之大，决不可轻视。因此，对锅炉内外部的宏观检查十分重要，通过检查，可以达到以下目的：

1. 及时地发现锅炉存在的问题，采取积极的措施，把事故隐患消灭在萌芽状态，切实保证锅炉的安全和经济运行。

2. 为锅炉的大修、中修和小修作好思想上、技术上和物质上的充分准备。

3. 进一步促进锅炉管理部门、锅炉管理技术人员、司炉操作人员认真贯彻落实《锅炉压力容器安全监察暂行条例》、《〈锅炉压力容器安全监察暂行条例〉实施细则》、《蒸汽锅炉安全技术监察规程》，严格执行各项规章制度，采取切实可行的防范措施，搞好安全生产。

4. 认真总结锅炉运行和锅炉管理经验，找出差距，制订措施，为争创先进锅炉房创造条件。

锅炉管理人员，司炉操作人员不仅要了解锅炉宏观检查的目的、要求、内容和方法，而且还应了解锅炉在设计允许的工作压力范围内也会发生爆炸。这是因为受压元件自身的缺陷或损坏逐步发展的结果。如：

1. 内外表面的腐蚀，使受压元件金属壁厚减薄到无法承受正常的工作压力时

2. 由于制造或大修过程中，受压元件板边圆弧处裂纹或起槽，在运行中逐步扩展，加剧应力集中，使元件突然破裂。

3. 因制造质量低劣而留下的隐患，在运行中发展到承受不了正常的工作压力。

4. 材料进厂没有经过严格的质量检验，表面有明显的机械损伤，其内有夹渣、分层，这些都会使受压元件强度下降，以至承受不了原设计的工作压力。

5. 检修或改造不当，质量很差，或因改造不合理，使承压能力下降。

6. 操作错误，先造成锅炉严重缺水，而后又急剧进冷水，使受压元件骤然冷却脆裂而发生事故。

7. 运行管理混乱，或操作不当，使受压元件局部产生苛性脆化，强度降低，承受不了正常的工作压力。

8. 锅内蒸汽压力的作用所产生的应力超过锅炉某一受压元件或受压元件某一部位所能承受的极限强度时而发生事故。

9. 锅炉运行时超过设计压力而发生爆炸。这主要是安全阀、压力表全部失灵。这种情况往往发生在新安装锅炉第一次运行或旧锅炉停运后重新投入运行的时候。初升压时，司炉人员对升压所需时间心中无数，压力表失灵无指示，误以为未升压，继续加强燃烧。使锅内压力超过了锅炉允许压力，而此时安全阀又不动作，直至锅炉爆炸。安全阀失灵的原因是：新安装的锅炉，安全阀还没有定压；水压试验时未把盲板拆除；人为地把安全阀调节螺丝拧紧或把杠杆上的重锤任意外移；安全阀长期不作排汽试验，阀蕊与阀座粘附在一起等等。

10. 司炉操作人员擅自离开工作岗位。这些事故经常发生在早晨刚升火或晚饭后压火不久。因为这时总汽阀是处于关闭状态。如果炉内继续有火供热的话，压力就会迅速上升，此时，司炉操作人员一旦忽视，而安全阀又失灵，就会造成锅炉爆炸事故。

以上几条，进一步证实了锅炉宏观检查的重要性和必要性。决不可麻痹大意。

第二节 锅炉宏观检查的原则

一、根据不同的炉型，确定不同的检查内容

如：立式弯水管锅炉要检查锅壳、封头、炉胆、炉胆顶、弯水管、耳型管、烟喉、炉门圈、下脚圈；卧式快装锅炉要检查锅筒下肚皮、前后管板、锅筒内两端管板上的角板拉撑、拉筋或拉撑管，水冷壁管、烟管、集箱、下降管、烟、风道以及燃烧设备。装有小烟室的要检查喉管等等。水冷壁管焊有鳍片的要检查鳍片和管子连接处情况。

二、根据不同的炉型确定磨损、腐蚀检查重点

沸腾炉要检查埋管的磨损，沸腾段、悬浮段管壁的磨损；立式弯水管锅炉耳型管下部易积灰，且管内水垢不好用机械清除。卧式快装锅炉几种常见的损坏部位。锅壳部分：内部底面斑点腐蚀，焊缝附近腐蚀，汽、水分界线附近腐蚀，进水导管及阀门腐蚀，敷盖绝热层下腐蚀，排污弯头与排污法兰在有泄漏情况下其周围的腐蚀。其它部分：前管板下外表腐蚀，水位表汽、水旋塞周围及排污旋塞下部腐蚀，后管板烟气侧腐蚀。前后管板汽、水分界线附近的腐蚀，火管或水管胀接端的腐蚀，以及管端受烟气中的灰粒磨损等。煤粉炉第一排对流管束（炉膛烟气出口处）管壁的磨损减薄等等。因此，每个锅炉管理人员、司炉操作人员，一定要做到心里有数，重点明确，只有这样，才能把事故消灭在萌芽状态。

第三节 锅炉受压部件宏观检查的主要内容

对于在役锅炉应十分注意表面缺陷的宏观检查，必要时可借助于无损探伤检测或其它方法的检验。锅炉外表常见的缺陷有裂纹、腐蚀、机械损伤、电弧擦伤、弧坑、焊缝表面气孔、焊接咬边、错边、棱角度、以及焊缝或结构的形状尺寸不符合设计要求等。其中某些缺陷是使用中产生的。也有某些缺陷是制造中所遗留下来的，一般使用中产生的缺陷，它直接影响到锅炉的安全运行。加强对在役锅炉的宏观检查是非常必要，现将检查的主要内容分述如下：

(一)检查在役锅筒、集箱、管道有无变形。这些受压部件的变形，是一种危险的讯号，必须认真对待，采取切实可行的措施予以消除。

(二)检查锅筒、集箱管道有无裂纹，从裂纹的种类看，有穿透性裂纹，非穿透性裂纹和龟裂。锅炉两侧防焦箱（集箱）较常发生上述裂纹。其原因，主要有以下几点：一是水冷壁管或下降管布置不合理；二是燃烧中心位置长期改变；三是开关炉门冷风直接冲刷集箱表面；四是水循环不良。特别是隐裂纹，有时还不一定被宏观检查发现，因此，必须引起每个检查人员注意。

(三)检查锅筒、集箱表面腐蚀情况均匀腐蚀分布在整個接触表面，使受压部件厚度减薄，当腐蚀严重以致应力增大到材料抗拉强度时，材料发生破裂。局部性腐蚀，也叫选择性腐蚀，即受压部件上区域性腐蚀。它包括深坑腐蚀、片状腐蚀、密集斑点腐蚀等。这种腐蚀，仅仅减少局部腐蚀处的

承载面积，而未腐蚀部位，则不受大的影响。大面积腐蚀会影响受压部件的强度，严重时将会导致爆裂。要特别注意局部的深坑腐蚀，这种腐蚀，可引起应力集中，使深坑周围材料产生局部应力，若承受反复交变载荷，则有引起疲劳破坏的可能，若材料塑性较差，或处在温度较低的情况下，则有产生脆性破坏的可能；晶间腐蚀，指沿材料晶间边缘进行的腐蚀，它通常不引起材料表面的变化，而只破坏材料的物理性能，使其机械性能大大减低；断裂性腐蚀，是指材料在应力和腐蚀介质的共同作用下产生的腐蚀。它有裂缝的形成和发展两个阶段。开始，材料表面由于局部的应力促进电化学腐蚀，产生细微的沟形裂缝，在应力的作用下，裂缝又慢慢扩展，并在裂缝根部产生局部应力集中，而腐蚀介质进入裂缝继续腐蚀。局部应力又加速腐蚀的进行，最后导致脆性断裂。

对于锅炉的腐蚀，要认真进行分析和研究，不仅要确认腐蚀的面积和深度，而更重要的要分析研究其产生原因，以及对锅炉安全运行的影响。在对锅炉宏观检查时，要准确地检查出腐蚀部位，并在坐标纸上按一定的比例划出锅筒展开图，然后根据腐蚀的面积、深度在坐标纸上标示出来，以便下一次检查时对照参考。

(四)锅筒、集箱、管道在运行中会经常受到烟气中的焦粒或飞灰的冲刷与磨损，特别是沸腾炉的埋管，磨损最快，不加耐磨片，不要几个月就被磨穿。每次停炉检查时首先要考虑埋管的检查，要注意被磨损的部位减薄情况，必要时要对其测厚，找出磨损的规律，提出解决的办法，把检查、处理结果详细记录，存入锅炉管理档案。

(五)锅炉停用后重新启用，要进入锅筒和炉膛内，特

別是鍋筒內，重點檢查上一次被檢查出來的缺陷，經過運行一段時間後，有無新的變化，然後在原来的坐標圖上或檢查記錄簿上再加以補充和說明。

(六) 要經常檢查爐牆兩側入孔門或拔火門處集箱（防焦箱）頂部有無裂紋和嚴重磨損。

鏈條爐、往復爐的兩側集箱一般都布置在入孔門、看火門、拔火門之下處，兩側集箱頂部表面直接受火焰輻射。另外，在調整燃燒過程中，這些門要經常開、關，大量的冷空氣會由此進入爐膛，直接沖刷集箱一部分表面，使其壁溫不斷變化，時高時低，由此產生疲勞應力，在這個力的作用下，又使之產生裂紋，這一點已被無數事實證明。另外，鏈條爐、往復爐在運行中由於某些原因，燃燒中心向老鷹鐵處移動，這時煤閘門處會出現斷火現象。為了使前拱下的燃料着火，有時要借助人力拔火，把爐排后部未燃盡的焦炭，用撬棍撥向前拱之下。這樣，撬火棍就以下集箱頂部為支點，進行硬性摩擦，集箱此處的壁厚會因之減薄，以致承受不了原設計工作壓力。

(七) 要檢查入孔門、拔火門處水冷壁管的局部機械磨損。鏈條爐、往復爐，在爐牆的一側或兩側，都布置了入孔門、拔火門，有的水冷壁管就安裝在拔火門的兩側，拔火時，撬棍最易與其摩擦，曾發生多次管子破裂事故。為了克服這一缺點，可在安裝或檢修時，在被磨損處加裝一段紅套管，其內徑等於被套管外徑，管壁厚不小於4毫米，套管長度不小於200毫米。

(八) 鍋爐爐管，有的布置在爐膛內，有的布置在煙道內，它們經常接觸高溫，並且還受到高溫煙氣的沖刷。有的管子正好布置在煙氣入口處，這個部位一是煙溫高，二是煙

气流速快，烟气中的焦粒和飞灰会加速对管壁的磨损，有的运行不到一年就发生穿孔。因此，要加强对这些部位的检查，特别是停炉后要进行重点检查。

（九）蒸汽管在进入吹灰器之前，在它的最低位置处要装有疏水管和阀门，否则，主汽管内的冷凝水会喷射在被吹灰的受热面上，会使受热面上的细灰在冷凝水的作用下牢牢地粘附在受热面上，结成一层很难除掉的灰垢，既影响了传热，又增加了垢下腐蚀。

（十）加强对铆接锅炉的检查这种锅炉已被淘汰，但仍有个别单位还在使用。宏观检查时，主要检查铆钉有无松动，铆孔周围有无裂纹，有无渗漏痕迹。

（十一）加强对胀接管口的检查。

1. 新安装锅炉的胀接管口，大修换管的胀接管口都要进行全面的检查。检查胀管工艺、胀管记录，抽测胀管率；进行水压试验；检查超胀、欠胀管口数；检查胀口渗漏、泄漏、泪水、浸润情况；核查管端有无裂纹，管口内有无胀偏、凹痕、沟槽、剥皮；检查管端板边与管板的间隙是否符合《规程》要求。要把检查出来的问题认真研究分析，详细整理，必要时，在锅筒胀管展开图上标注其位置和有关数据、尺寸，或者用文字简要说明，以便下一次检修时参考。

2. 定期对胀接管口进行检查。检查胀口有无渗漏，胀口周围有无残存黄白色碱性物质的垢迹。管子胀端有无开裂和磨损。对于卧式快装锅炉，要检查第一束烟管入烟端的磨损情况。此处烟气流速很快，20米/秒以上，烟温高，对其磨损会加剧。

（十二）定期对卧式快装锅炉前后管板的角板拉撑、拉撑管和拉筋的检查。从目前小型锅炉使用情况来看，卧式快

装锅炉仍占有一定的比例。但是，就其运行情况来看，也出现了不少问题，归纳起来，主要有以下几点：一是角板拉撑有的结构不合理，管板与拉撑不是采用弹性连接，而是采用硬性连接，而且此处受弯曲应力，管板与角板拉撑焊缝处就出现裂缝。二是焊接质量低劣，有的只采取表面浮焊，运行一段时间以后，一经检查，就出现焊口拉裂。三是管板与拉撑结合处“呼吸”空位设计不当，缺乏弹性，由此，容易引起不规则的裂纹。因此，必须加强对这一部位的检查，一旦发现裂纹，就及时研究处理。

(十三) 定期检查锅筒、集箱、管子内的水垢、泥垢和腐蚀情况。运行的锅炉中，有一部分采取了可靠的水处理，还有一部分虽然也采取了水处理，但效果不好，未达到水处理的目的，其中还有一部分锅炉根本没有采取水处理措施。有的锅炉（块装锅炉）锅筒内底部积有200~300毫米厚的泥垢，有的只运行几个月就因管内结满水垢而被烧。

(十四) 定期检查小烟室喉管角焊缝有否开裂。这类锅炉已停止生产，目前仍有少数单位还在使用，这是一个严重的问题。卧式快装锅炉Ⅰ型，装有一个小烟室，在这上面又装有一个喉管，喉管与锅筒采用角焊连接，这种结构型式，在锅炉制造上一般不采用。炉膛内的高温烟气由喉管进入第一束烟管，多数锅炉在这个部位开裂，有的裂纹已延伸到锅筒。因此，对还在运行的这种型号的锅炉，要切实做到：加强管理，监督使用，定期停炉检查，争取从速退出运行。

(十五) 检查锅筒下部有无鼓疱变形。卧式快装锅炉，在锅筒下半部受热集中的地方，发生鼓疱变形事故是较常见的。其原因，有的是由于锅炉水质不好，没有进行水处理，或水处理方法不当，效果不好，也有由于缺乏操作技术，管

理不善，加药、排污不及时。此外，还有结构和安装上的问题，也是造成鼓泡变形的一个原因。

这种锅炉下部外侧受炉膛高温火焰辐射，最高辐射温度达 $1100\sim 1300^{\circ}\text{C}$ ，锅筒内的下部又是水垢、泥渣沉积的地方。锅炉的排污管是装在锅筒后端下部，排污口离前端较远，锅筒内前部的沉淀物不能很顺畅地排出，特别是锅炉安装时，有时水平找得不正，出现前低后高，这样就更不利于排出沉渣。因此，每次停炉检查时，锅筒内的下部总会积有很厚的沉渣，为了改善这种情况，一方面在锅筒前端下部加装排污管（采取绝热措施），另一方面，锅炉安装时，预先使锅筒前高 $20\sim 70$ 毫米，排污时，能使沉渣顺利排出。

（十六）定期和不定期检查卧式快装锅炉前后管板变形情况。卧式快装锅炉，在前管板的下部有一个较大的平板面积，没有布置烟管。这是因为锅筒下部需要有一较大的空间，以便停炉检修时，检修人员可以进去检查、修理，或进去清除水垢、沉渣。对于这样大的一个平板面积，应该进行强度计算，假如加装长拉筋元钢或长拉管的话，强度完全可以满足要求，但是，装了拉撑，会影响人员进去检查和修理。装斜拉撑是可以的，但也有问题。根据以往的经验，在拉撑和锅筒连接处，容易积聚水垢和水渣，由此，极易引起变形和鼓泡。因为锅筒内是饱和水和饱和蒸汽，锅筒上半部不受火焰辐射，其锅筒壁温近似于饱和蒸汽温度，锅筒内部的火管，其外部是炉水，但内部是快速流动的高温烟气，它的金属温度就高于锅筒上部壁温几十度。如果火管上积了一层很厚的水垢，因水垢不易传热，火管的壁温会更高。锅筒下部直接受火焰辐射，其金属壁温也会很高。由于火管壁温与锅筒壁温不一样，它们的受热膨胀的程度也不一样，结果在角板