

98583

TK223.7
1206

工业锅炉自动控制

张亮明 夏桂娟 编

中国建筑工业出版社

本书分析了工业锅炉各调节对象的动态特性；介绍了常用的自动调节系统与新型的微机控制系统；总结了各种参数整定方法；汇集了实践中使用有效，已有厂家组织生产的不同系列的自控装置方案，并列了四个较先进的综合实例。全书结构严密、系统性强，内容较新颖，阐述清楚了，对锅炉生产和更新改造有实际指导作用。

本书可供锅炉、热工、能源工程、发电及暖通等专业的仪表自控工程技术人员参考，也可作上述专业的大专院校“自动调节”课程的教学参考书，还可作为锅炉、供热运行和管理人员的培训式自学教材。



中国建筑工业出版社出版（北京西郊百万庄）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京市昌平县长城印刷厂印刷

*

开本：850×1168毫米 1/32 印张：8¹/₂ 字数：228千字

1987年11月第一版 1987年11月第一次印刷

印数：1—9,220册 定价：1.85元

统一书号：15040·4805

前 言

热能是自然界蕴藏最丰富和最宝贵的能量之一。热能也是推动社会经济发展的物质基础，是生产力发展的前提。随着社会的发展，科学技术的不断进步，人民生活水平的不断提高和改善，热能的使用范围越来越广泛，用量成倍增长。当前，节约能源，提高热能利用率，已成为世界各国关注的大问题。节约能源，合理地分配利用能源，提高热效率，也是搞好我国四化建设的一项重大课题。

目前，在我们国家，几乎每一个厂矿企业单位，都是把锅炉作为将一次能源（煤炭、石油、天然气），转换成二次能源（蒸汽）的重要设备。由于多数单位的锅炉生产实行人工操作，不仅工作人员的劳动条件差，劳动强度大，而且使锅炉的热效率很低。据统计，工业锅炉的平均热效率仅有50%左右。这样，大量的热能未能发挥经济效益而浪费丢失，所以人们都把锅炉称作煤老虎。

怎样使锅炉充分发挥效益呢？使生产的饱和蒸汽（热水）能合理地分配和充分地利用呢？其重要途径就是用仪表控制生产代替人工操作，使锅炉生产自动化，在生产过程中，对炉膛负压、烟气成份、给水管道的压力、流量、汽包水位、蒸汽的温度等热工参数，进行自动检测显示。同时，对给水系统，燃烧系统进行自动调节。用仪表控制锅炉的生产，动作快，调节精度高，能使各个环节都达到最佳运行工况，从而达到提高产品质量，提高热效率，节约能源的目的。

工业锅炉生产自动控制，是科学技术发展的必然趋势，是工业生产中一项重要的技术改革。通过自动控制，彻底改变原始落后的锅炉生产状态，把锅炉工人从繁重的、脏乱的环境中解放出来，使能源合理地分配使用，保证生产所需要的蒸汽（热水），

充分发挥能源的效能，促进国民经济的迅速发展。

本书从理论上分析了工业锅炉调节对象的动态特性；介绍了锅炉生产中常用的自动调节系统和先进的微型计算机控制系统；总结了理论的和实践经验积累的参数整定方法；归纳了实践中使用有效的，厂家组织生产的不同系列的自动控制装置方案；列举了工业生产中运行的锅炉生产自动控制的几个先进的综合实例。本书内容丰富，结构严密，系统性强，知识新，技术先进，叙述由浅入深，通俗易懂，易于自学，对锅炉生产更新有现实指导意义。

本书适用于锅炉、热工、能源工程、化工机械、发电，采暖通风等专业的仪表自控工程技术人员阅读参考；也可作为高等工科院校、中等技术学校的锅炉、热工、发电、暖通、能源专业教学参考书；还可以作为锅炉、供热操作技术工人培训或自学丛书。因水平所限，错误难免，恳请批评和提出意见。

作 者

1986年3月

目 录

第一章 锅炉设备的基础知识	1
第一节 工业锅炉的构造及组成	1
第二节 锅炉的工作过程	3
一、燃料的燃烧过程	4
二、烟气向水（汽等工质）的传热过程	4
三、水的汽化过程	4
第三节 工业锅炉的工作特性参数	5
一、蒸发量	5
二、蒸汽（或热水）参数	6
三、受热面蒸发率，受热面发热率	6
四、锅炉的热效率	6
五、锅炉的金属耗率及耗电率	7
第四节 锅炉运行的可能事故与技术监督	7
第五节 工业锅炉的自动调节任务	9
一、保持汽包水位在规定的范围内	9
二、稳定蒸汽的温度	9
三、控制蒸汽压力的稳定	10
四、控制炉膛的负压在规定的范围内	10
五、维持经济燃烧	10
第六节 工业锅炉微型计算机控制的应用及发展	1
一、数据采集(DAS)	12
二、微型计算机对锅炉生产的操作指导	13
三、监督控制(SCC)	14
四、直接数字控制(DDC)方式	14
五、分级控制方式	15
第二章 锅炉给水系统的自动调节	18
第一节 锅炉汽包水位调节对象的特性	19

一、汽包水位在给水流量作用下的动态特性	20
二、汽包水位在蒸汽流量扰动下的动态特性	22
第二节 单冲量给水调节系统	24
第三节 双冲量给水调节系统	26
第四节 三冲量给水调节系统	28
第五节 汽包水位调节系统的投运和整定	33
一、汽包水位调节系统的投运准备	34
二、汽包水位调节系统的投运	37
三、汽包水位调节系统的参数整定	38
第三章 锅炉蒸汽过热系统的自动调节	47
第一节 过热蒸汽温度调节对象的特性	49
一、减温水量扰动下蒸汽温度对象的动态特性	49
二、烟气侧热量扰动下蒸汽温度对象的动态特性	50
三、蒸汽流量扰动下蒸汽温度对象的动态特性	50
第二节 调节烟气侧热量控制过热器出口汽温的调节系统	51
一、改变烟气温度的调节方法	51
二、改变烟气流量的调节方法	52
第三节 调节减温水的流量控制过热器出口蒸汽温度的调节系统	52
第四节 锅炉过热器蒸汽温度调节系统的整定	55
一、过热器蒸汽温度串级调节系统的投运	55
二、串级调节系统调节器的选型	56
三、蒸汽温度串级调节系统的整定方法	56
第四章 锅炉燃烧系统的自动调节	62
第一节 锅炉燃烧系统自动调节的任务	62
一、维持蒸汽母管压力不变	62
二、保持锅炉燃烧的经济性	62
三、维持炉膛负压在一定范围内	63
第二节 锅炉燃烧过程调节对象的动态特性	65
一、燃料量改变时蒸汽压力变化的动态特性(内扰特性)	65
二、蒸汽流量改变时蒸汽压力变化的动态特性(外扰特性)	67
第三节 燃煤锅炉燃烧过程的自动调节	71
一、“燃料—空气”燃烧过程的自动调节系统	71

二、采用热量信号的燃烧过程自动调节系统	72
三、采用氧量计的燃烧过程自动调节系统	75
第四节 燃油锅炉燃烧系统的自动调节	77
一、单独运行锅炉的调节	77
二、并列运行锅炉的调节	79
第五节 锅炉燃烧调节系统的整定	82
一、蒸汽压力串级调节系统的整定	82
二、空气燃料比值调节系统的整定	87
三、氧量校正调节系统的整定	92
四、炉膛负压调节系统的整定	93
五、给煤调节系统的整定	96
六、一次风调节系统的整定	101

第五章 工业锅炉的微型计算机控制 102

第一节 锅炉微型计算机控制概述	102
一、微型计算机在锅炉生产自动化方面的职能	102
二、工业控制计算机的组成	103
三、工业锅炉微型计算机控制系统的设计原则和步骤	106
四、锅炉控制用计算机的选型问题	108
第二节 微型计算机的数据采集(DAS)及处理	109
一、数据的采集与前置处理	109
二、二次参数的计算	116
第三节 计算机对锅炉生产运行参数的巡回检测与安全监视	118
一、锅炉生产运行参数的巡回检测	118
二、锅炉运行参数的制表与打印	118
三、屏幕显示	119
四、锅炉运行参数的安全监视	123
第四节 锅炉生产过程的计算机监督控制(SCC)	124
一、模拟调节器简介	125
二、锅炉生产正常工况的计算机监督控制	128
三、锅炉点火启动的计算机监督控制	129
第五节 直接数字控制(DDC)	130
一、数字控制系统概述	130

二、采样器和采样定理·····	132
三、保持器·····	134
四、Z 变换和 Z 传递函数·····	136
五、数字控制系统的稳定性·····	142
第六节 直接数字控制系统的设计·····	144
一、计算机实现PID调节规律的控制系统设计·····	145
二、具有最快响应的数字控制系统的设计·····	148
三、具有纯延迟对象的数字控制系统的设计·····	150
第六章 工业锅炉自动检测与控制方案·····	153
第一节 工业锅炉气动仪表自动控制装置·····	153
一、气动单冲量锅炉水位调节系统·····	153
二、带控制点的气动双冲量锅炉水位调节系统·····	156
三、气动三冲量锅炉水位调节系统·····	158
第二节 工业锅炉电动仪表自动控制装置·····	160
一、DKG-10 型锅炉自动控制装置(位式调节)·····	160
二、电动单冲量锅炉水位自动调节系统(连续调节)·····	174
三、电动双冲量锅炉水位自动检测调节系统·····	188
四、电动三冲量锅炉水位自动检测调节系统·····	195
第七章 工业锅炉自动控制的综合实例·····	207
第一节 KZL4-13 型4吨快装锅炉的自动控制·····	208
一、水位自动调节与报警·····	211
二、炉排液压传动机构的控制·····	212
第二节 20吨工业锅炉生产自动控制·····	212
一、三冲量水位自动调节·····	213
二、燃烧过程的自动调节·····	215
三、热工参数的集中检测与显示·····	216
第三节 工业锅炉汽包水位微型计算机控制·····	216
一、三冲量给水微型计算机控制的设计思想·····	216
二、硬件设计介绍·····	222
三、应用软件的设计介绍·····	223
四、经济效益分析·····	225
第四节 微型计算机在工业燃煤锅炉燃烧控制系统上的应用·····	227

一、微型计算机控制系统的设计原则.....228

二、硬件设计介绍.....231

三、应用软件的设计介绍.....236

四、试运情况及性能分析.....249

五、经济效益分析.....256

符号注解.....258

参考资料.....261

第一章 锅炉设备的基础知识

第一节 工业锅炉的构造及组成

工业锅炉依其蒸发量的大小可分为三类，蒸发量在 10t/h 以下的锅炉，称为小型锅炉；蒸发量大于 10t/h ，小于 75t/h 的锅炉，属于中型锅炉；蒸发量大于 75t/h 的锅炉，属于大型锅炉。

小型锅炉一般用于工业生产和采暖。目前我国生产的小型锅炉有下列几种：火筒锅炉，火筒—烟管组合锅炉，小型水管锅炉等。

中型和大型锅炉大多用于发电厂。目前我国生产的中型锅炉以“ Π ”型较多，使用广泛；大型锅炉主要有“ Π ”型锅炉。

工业锅炉根据使用的燃料不同，又可分为燃油锅炉，燃煤锅炉，燃气锅炉等，它们的区别只是燃料供给的方式不同，其他结构都大致一样。图1-1为燃煤工业用锅炉的结构原理图，它的主要构造组成有下列几部分：

汽锅：由上下锅筒和三簇沸水管组成。水在管内受管外烟气加热，因而管簇内发生自然的循环流动，并逐渐汽化，产生的饱和蒸汽集聚在上锅筒里面。为了得到干度比较大的饱和蒸汽，在上锅筒中还应装设汽水分离设备。下锅筒系作为连接沸水管之用，同时储存水和水垢。

炉子：是使燃料充分燃烧并放出热能的设备。燃料（煤）由煤斗落在转动的链条炉篦上，进入炉内燃烧。所需的空气由炉篦下面的风箱送入，燃尽的灰渣被炉篦带到除灰口，落入灰斗中。得到的高温烟气依次经过各个受热面，将热量传递给水以后，由烟囱排至大气。

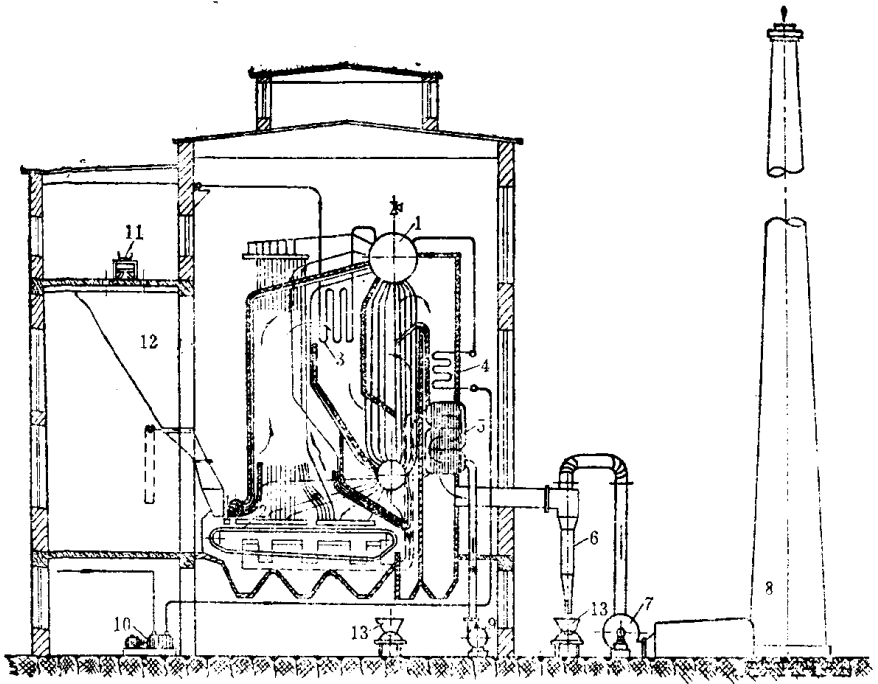


图 1-1 中型锅炉设备简图

- 1—锅筒；2—链条炉排；3—过热器；4—省煤器；5—空气
预热器；6—除尘器；7—引风机；8—烟囱；9—送风机；
10—给水泵；11—运煤皮带；12—煤斗；13—灰车

过热器：是将汽锅所产生的饱和蒸汽继续加热为过热蒸汽的换热器。它系由联箱和蛇形管所组成（蛇形管是受热面，联箱是联接蛇形管並沟通管内蒸汽之用）。一般布置在烟气温度的较高的地方。动力锅炉和较大的工业与采暖用锅炉才有过热器，大多数工业与采暖通风用锅炉均不设过热器。

省煤器：是利用烟气余热加热锅炉给水，以降低排出烟气温度的换热器。省煤器由蛇形管组成。小型锅炉中常采用具有肋片的铸铁管式省煤器或不装省煤器。

空气预热器：是继续利用离开省煤器后的烟气余热，加热燃料燃烧所需要的空气的换热器。热空气可以强化炉内燃烧过程，提高锅炉燃烧的经济性。通常大、中型锅炉均设有空气预热器，小型锅炉为力求构造简单，一般不采用空气预热器。

为保证锅炉的正常工作，锅炉还必须有一些辅助设备，包括以下几部分：

引风设备：包括引风机、烟囱、烟道几部分。用它将锅炉中的烟气连续排出。有些小型锅炉常不采用引风机，而只利用烟囱的自然抽力来排除烟气。

送风设备：由送风机和风道所组成，用它来供应燃料燃烧所需的空气。小型锅炉也常不用送风机。

给水设备：由给水泵和给水管路所组成。给水泵系用来克服给水管路与省煤器的阻力和锅筒的压力，把给水送入锅筒。为了安全，锅炉房通常要有两台以上的给水泵，并且采用气动和电动两种拖动方式，起着相互备用的作用。

水处理设备：其作用为清除水中杂质和降低给水硬度，以防止在锅炉受热面上结水垢或腐蚀，从而提高锅炉的经济性和安全性。

燃料供给设备：由运煤设备、原煤仓和贮煤斗等设备组成，保证锅炉所需燃料的供应。

除灰除尘设备：除灰设备是收集锅炉灰渣并运往贮灰场地的设备。除尘设备是除去烟气中的灰粒，以减少对周围环境污染的设备。

锅炉生产中所需要的温度、压力、流量、液位等检测仪表及各种自动控制装置，将在后面各章节中进行介绍。

第二节 锅炉的工作过程

锅炉最基本的组成是汽锅和炉子两大部分。燃料在炉子里进行燃烧，将其化学能转化为热能；高温的燃烧产物——烟气通过汽锅受热面将热量传递给汽锅内温度较低的水，水被加热，进而沸腾汽化，生成蒸汽。所以锅炉的工作概括起来应包括三个同时进行着的过程：燃料的燃烧过程、烟气向水的传热过程 and 水的汽化过程。现分别简要叙述如下：

一、燃料的燃烧过程

燃煤的工业锅炉的燃烧过程为，燃料煤加到煤斗中，借助于自重下落在炉排面上，炉排借电动机通过变速齿轮箱减速后由链轮来带动，将燃料煤带入炉内。燃料一面燃烧，一面向后移动。燃烧所需要的空气是由风机送入炉排腹中风仓后，向上通过炉排到达燃烧燃料层，风量和燃料量要成比例，进行充分燃烧形成高温烟气。燃料燃烧剩下的灰渣，在炉排末端翻过除渣板（俗称老鹰铁）后排入灰斗，这整个过程称为燃烧过程。燃烧过程进行得完善与否，是锅炉正常工作的根本条件。要使燃料量、空气量和负荷蒸汽量有一一对应的关系，这就要根据所需要的负荷蒸汽量，来控制燃料量和送风量，同时还要通过引风设备控制炉膛负压。

二、烟气向水（汽等工质）的传热过程

由于燃料的燃烧放热，炉内温度很高。在炉膛的四周墙面上，都布置一排水管，俗称水冷壁。高温烟气与水冷壁进行强烈的辐射换热，将热量传递给管内工质。继而烟气受引风机、烟囱的引力而向炉膛上方流动。烟气出烟窗（炉膛出口）并掠过防渣管后，就冲刷蒸汽过热器——一组垂直放置的蛇形管受热面，使汽锅中产生的饱和蒸汽在其中受烟气加热而得到过热。烟汽流经过热器后又经过胀接在上、下锅筒间的对流管束，在管束间设置了折烟墙使烟气呈“S”形曲折地横向冲刷，再次以对流换热方式将热量传递给管束内的工质。沿途降低温度的烟气最后进入尾部烟道，与省煤器和空气预热器内的工质进行热交换后，以经济的较低烟温排出锅炉。省煤器实际上就是给水预热器，它和空气预热器一样，都设置在锅炉尾部（低温）烟道，以降低排烟温度提高锅炉效率，从而节省了燃料。

三、水的汽化过程

水的汽化过程就是蒸汽的产生过程，主要包括水循环和汽水分离过程。经过处理的水由泵加压，先流经省煤器而得到预热，然后进入汽锅。

锅炉工作时，汽锅中的工作介质是处于饱和状态下的汽水混

合物。位于烟温较低区段的对流管束，因受热较弱，汽水工质的容重较大；而位于烟气高温区的水冷壁和对流管束，因受热强烈，相应地工质的容重较小，从而容重大的工质往下流入下锅筒，而容重小的工质则向上流入上锅筒，形成了锅水的自然循环。此外，为了组织水循环和进行输导分配的需要，一般还设有置于炉墙外的不受热的下降管，借以将工质引入水冷壁的下集箱，而通过上集箱上的汽水引出管将汽水混合物导入上锅筒。

蒸汽产生的过程是借助于上锅筒内装设的汽水分离设备，以及在锅筒本身空间中的重力分离作用，使汽水混合物得到分离。蒸汽在上锅筒顶部引出后进入蒸汽过热器，而分离下来的水仍回到上锅筒下半部的水中。锅炉中的水循环，也保证了与高温烟气相接触的金属受热面得以冷却而不会烧坏，是锅炉能长期安全可靠运行的必要条件。而汽水混合物的分离设备则是保证蒸汽品质和蒸汽过热器可靠工作的必要设备。

第三节 工业锅炉的工作特性参数

锅炉设备设计与运行的经济性，以及所生产的蒸汽数量和质量，是锅炉设备的基本特性，通常用下列几个参数表示：

一、蒸发量

蒸发量是表征锅炉容量（生产能力）大小的指标，即锅炉每小时所生产的额定蒸汽量。一般用“t/h”或“kg/h”为单位，常用符号“ D ”表示。因不同锅炉的工作参数各有不同，为了工作的方便需要建立“标准蒸发量”，即锅炉每小时生产的标准蒸汽（一个大气压下的饱和蒸汽，其焓值为640 kcal/kg）量，以符号“ D_{640} ”表示，蒸发量与标准蒸发量之间有下列的关系：

$$D_{640} = \frac{D(i_q - i_s)}{640} \quad \text{kg/h} \quad (1-1)$$

式中 i_q 和 i_s ——锅炉所产生的蒸汽和给水的焓，kJ/kg。

二、蒸汽（或热水）参数

锅炉生产蒸汽的参数，是指锅炉出口处蒸汽的额定压力（表压力）和温度。对于生产饱和蒸汽的锅炉来说，一般只标明蒸汽压力；对于生产过热蒸汽（或热水）的锅炉，则需要标明压力和蒸汽（或热水）的温度。

三、受热面蒸发率，受热面发热率

锅炉受热面是指汽锅和附加受热面等与烟气接触的金属表面积，即烟气与水（或蒸汽）进行热交换的表面积。受热面积的大小，工程上一般以烟气放热的一侧来计算，用符号“S”表示，单位为 m^2 。

每 m^2 受热面每小时所产生的蒸汽量，就叫做锅炉受热面的蒸发率，用 D/S 或 $D640/S$ 表示，单位是 $kg/m^2 \cdot h$ 。受热面的标准蒸发率可用下列换算公式表示：

$$\frac{D640}{S} = \frac{Q}{640 \cdot S} = \frac{D(i_q - i_s)}{640 \cdot S} \quad (1-2)$$

式中 Q —锅炉的额定产热量。

由于各受热面所处的烟气温度水平不同，它们的受热面蒸发率也有很大的差异。例如：炉内辐射受热面的蒸发率会达到 $80 kg/m^2 \cdot h$ 左右；而对流管受热面的蒸发率就只有 $20 \sim 30 kg/m^2 \cdot h$ 。因此，对整台锅炉总的受热面来说，这个指标只反映蒸发率的一个平均值。

热水锅炉则采用受热面发热率这个指标，即每 m^2 受热面每小时能生产的热量，用符号 Q/S 表示，单位为 $kJ/m^2 \cdot h$ 。

一般供热锅炉的 $D/S < 30 \sim 40 kg/m^2 \cdot h$ ，热水锅炉的 $Q/S < 23.5 kW/m^2$ 。

锅炉受热面蒸发率或发热率越高，则表示传热性能好，锅炉所耗金属量少，结构紧凑。

四、锅炉的热效率

锅炉的热效率是指每小时送进锅炉的燃料（全部完全燃烧时）所发出的热量中有百分之几被用来产生蒸汽或加热水，锅炉的热

效率常用符号 η_{ql} 表示。它是一个能真实说明锅炉运行的热经济性的指标。锅炉的热效率 η_{ql} 可用下列公式来计算：

$$\eta_{ql} = \frac{D(i_q - i_s)}{B \cdot Q_{dw}} 100\% \quad (1-3)$$

式中 B ——锅炉每小时消耗的燃料量，kg/h；

Q_{dw} ——煤的低发热量，kJ/kg。

有时为了概略反映或比较锅炉运行的热经济性，常用“煤汽比”或“煤水比”来表示，就是指每一公斤燃料，能产生多少公斤蒸汽。由于煤质好坏和锅炉种类不同，供热锅炉运行时的煤汽比差别很大。

五、锅炉的金属耗率及耗电率

锅炉不仅要求热效率高，而且也要求金属材料耗量低，运行时耗电量少。但是，这三方面是相互矛盾的。因此，衡量锅炉总的经济性应从这三个方面综合考虑，切忌片面性。

金属耗率，就是相应于锅炉每吨蒸发量所耗用的金属材料的重量(t)，目前生产的供热锅炉这个指标为2~6 t/t。

耗电率，就是生产一吨蒸汽耗用电的度数(kWh/t)，耗电率的计算，除了锅炉本体配套的辅机外，还应包括磨煤机等辅助设备的耗电量。

第四节 锅炉运行的可能事故与技术监督

锅炉设备运行中容易发生的事故，是指锅炉设备的组成部分损坏，测量控制仪表失调，造成锅炉运行不正常，诸如蒸发量降低，蒸汽品质下降等等。锅炉运行中发现有任何不正常情况时都应当尽速解决，防止它逐渐扩大。锅炉在运行中比较容易发生的事故有下面几种：

1. 汽包水位过高：锅炉汽包水位过高是由于给水调节阀门失控或操作错误所引起的。出现这种事故时，应立刻停止给水，截

断省煤器烟道，使烟气通过旁通烟道；打开过热器疏水门和锅炉排污门，如果水位降不下来，则应马上停止运行。这种汽包满水事故，会影响汽包的汽水分离效果，产生蒸汽带水的现象，造成汽轮机发生水冲击，引起轴封破坏，叶片断裂的严重后果。

2. 汽包水位过低：锅炉汽包水位过低也是由于给水调节阀门失控和对汽包水位显示仪表监视不严所引起的。发现锅炉汽包水位过低时应当马上检查锅炉的实际水位，如果汽包中已经无水，切不可马上加水，应当降低汽压，紧急停炉。如果突然加水，容易发生爆炸事故。

3. 蒸汽压力过高：锅炉汽包蒸汽压力超过额定压力时也容易发生爆炸事故，这种情况经常发生在燃烧系统呈现开环状态，突然降低负荷或去掉负荷的时候。如果汽包压力上升应马上减少燃料量，减少送风和引风量，严重时 can 放掉一部分蒸汽。

4. 锅炉爆管：锅炉爆管经常是水冷壁，对流排管和过热器管子。前两种管子是由于管内结垢严重或水循环不好所产生的。而过热器爆管主要是由于内部结垢或由于运行不当烟气温度过高所引起的。发生爆管之后应当马上停炉。

5. 锅炉爆炸：锅炉爆炸常常由于下列原因引起：汽包水位降低到受热线以下；锅壁或管壁被烟气烧坏；锅炉被腐蚀产生裂纹和压力过高超过了设计压力。锅炉爆炸危害极大，严重时可发生人身事故，但是只要认真监督，是完全可以避免的。

对锅炉设备应当按规定进行技术监督和检查，检查部分是：锅炉本体、过热器、省煤器、给水系统、汽水管路和起动设备。检查方式可分为四种：

1. 外部视查：每年最少要进行一次，视查锅炉设备的一般情况。凡是能从外部看到的都要查看；并要考查设备运行人员对运行规程熟练程度。

2. 内部检查：最少三年进行一次，检查炉墙内外情况，设备的铆焊情况，连接螺丝、火筒、烟管和水管、给水设备、水垢的情况，给水品质，烟道和炉子内部的情况等等。