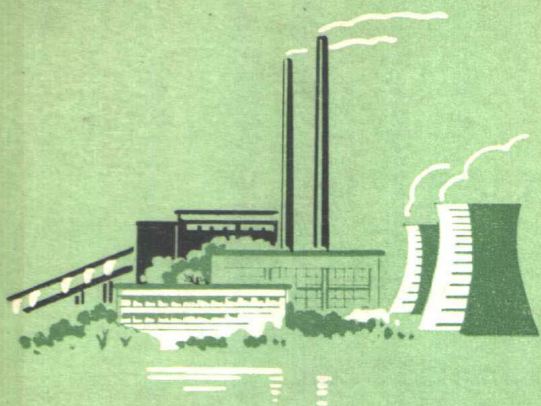




火力发电厂
高压锅炉检修

陕西省电业管理局韩城发电厂 栾泽功

电力工业出版社

火力发电厂

高压锅炉检修

陕西省电业管理局韩城发电厂 栾泽功

电力工业出版社

**火力发电厂
高压锅炉检修**
陕西省电业管理局韩城发电厂 栾泽功
(根据水利电力出版社纸型重印)

*

电力工业出版社出版
(北京德胜门外六铺炕)
新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售
水利电力印刷厂印刷

*

850×1168毫米 32开本 9.375印张 245千字
1976年10月北京第一次印刷
1982年10月新一版 1982年10月北京第一次印刷
印数0001—6860册 定价0.83元
书号15036·4360

前 言

在现代化的火力发电厂中，高压锅炉设备体积庞大，系统复杂，有成千上万个焊口，各种主要部件需要在高温、高压、易磨损和腐蚀的条件下长期工作。因此，必须做好检修工作，使锅炉设备安全经济运行，这对保证发电厂和电力网的正常工作具有重要的意义。

锅炉检修人员的职责就是要掌握锅炉设备的特性，摸清各种部件损坏的规律，通过计划性大修、预防性小修和临时性排除故障，保证锅炉设备长期处于完好状态，实现安全经济运行。我国的锅炉检修工人应以主人翁的高度责任感对待自己的工作，为提高检修质量，加快检修速度，改善设备技术状况和节约检修原材料，做出积极贡献。

我是一个锅炉检修工人。在万恶的旧社会，在三座大山的压迫剥削下，为生活所逼，从十三岁起就进电厂当锅炉检修童工，经常饿着肚子，在生命安全毫无保障的情况下，象牛马一样地干活，还不时受到资本家和封建把头的打骂。在那样的条件下，想学点技术真是难上难啊。毛主席、共产党解放了我，使我这个在旧社会被人称为“苦力”的人，变成了新社会的主人。解放后，党培养我学政治，学文化，学技术，在老师傅的帮助下，在长期的生产实践中，我逐步学会了锅炉检修的一些技术，摸索到一点经验。从一九五八年，我开始把自己检修高压锅炉的体会和向别的老师傅学习的经验，积累整理成资料，有时还讲给青年工人听。

为了适应培训新工人的需要和便于同各电厂锅炉检修工人交流经验，我将自己检修高压锅炉的一点经验体会和十多年来积累的材料整理成书稿。初稿写好以后，得到了陕西省电业管理局、

水利电力出版社、西安电力学校、韩城发电厂领导的支持，指派西安电力学校锅炉教研组李聪老师和出版社的编辑同志帮助我修改和整理书稿。

一年多来，我同李聪老师和编辑同志曾先后到西北、华北和华东许多发电厂调查研究、征求意见和交流经验，同二百多位老师傅和技术人员座谈。各地同志对这本书的编写和出版非常关心，向我们提供了许多宝贵的建议和资料。在此基础上，我们三人共同对书稿进行了修改和充实。因此，本书的编写和出版首先是各级领导的重视、许多同志的支持和帮助的结果。本书所介绍的经验，不是我个人的经验，而是许许多多老师傅的经验；本书是用集体的智慧、集体的力量写成的。从各级领导和许多同志扶植我写书、关心我写书的切身体会中，我感受到党和群众对我的培养、爱护和期望，受到了深刻的教育。就此机会，谨向有关单位的领导和同志们表示衷心的感谢。

由于我文化水平低，技术经验有限，恳请读者对书中的缺点和错误批评指正。

栾 泽 功

一九七五年十月

内 容 提 要

本书共分二十章，有插图、照片 200 幅。书中较系统地介绍了高压锅炉特性，检修必需的材料知识和钳工作业方法；阐述了高压锅炉的汽包和水冷壁、过热器和再热器、省煤器和空气预热器、安全阀和液位计，以及阀门、管道和炉墙等重要部件的结构，产生缺陷和故障的原因，检修工艺方法，安全注意事项和技术改进措施等；介绍了在事故情况下快速检修的措施，以及在运行中处理锅炉承压部件缺陷的方法；还对许多发电厂高压锅炉检修工作创造的新工具、新工艺进行了比较详细的介绍。

本书主要供火力发电厂锅炉检修工人阅读，也可供中专和技工学校锅炉专业师生参考。

目 录

前 言

第一章 火力发电厂简要生产过程和锅炉机组的构造 1

第一节 火力发电厂简要生产过程 1

第二节 锅炉整体简介 3

第二章 锅炉检修概述 15

第一节 锅炉检修的目的和要求 15

第二节 锅炉检修的分类、间隔和项目 17

第三节 锅炉检修准备工作 18

第四节 高压锅炉的特点和检修时应注意的问题 20

第三章 钢 材 31

第一节 钢的性质 31

第二节 在高温下钢的性能变化 37

第三节 钢的分类、钢号编制方法及合金元素的作用 40

第四节 锅炉钢管 45

第五节 钢的热处理常识 52

第四章 锅炉检修常用的材料 61

第一节 研磨材料 61

第二节 盘根材料 63

第三节 垫子材料 65

第四节 炉墙保温材料 67

第五节 其他辅助材料 78

第五章 锅炉检修常用的普通工具和钳工作业 79

第一节 锅炉检修常用的普通工具 79

第二节 钳工作业 88

第三节 钳工作业时安全注意事项 97

第六章 锅炉受热面管子的配制 99

第一节 受热面管子配制前的检查 99

第二节 管子焊接 100

第三节	弯管工艺	110
第四节	蛇形管排的组合和水压试验	124
第七章	锅炉受热面检修专用工具	128
第一节	割管工具	128
第二节	坡口工具	133
第三节	管子焊接对中心卡具	137
第四节	检查管子直径的样板	137
第八章	锅炉受热面的清扫和燃烧室清焦	142
第一节	概述	142
第二节	清扫和清焦工作要点	143
第三节	受热面清扫和燃烧室清焦安全注意事项	144
第九章	汽包的检修	148
第一节	汽包简介	148
第二节	汽包的检修	149
第十章	水冷壁的检修	152
第一节	水冷壁简介	152
第二节	水冷壁检修	155
第十一章	过热器与再热器检修	162
第一节	过热器与再热器简介	162
第二节	过热器与再热器的检修	172
第十二章	省煤器的检修	177
第一节	省煤器简介	177
第二节	省煤器的磨损与防止	180
第三节	省煤器的检修	186
第十三章	阀门检修	190
第一节	阀门简介	190
第二节	阀门检修准备工作	197
第三节	阀门检修专用工具	199
第四节	阀门检修	203
第十四章	安全阀的检修与校验	210
第一节	安全阀简介	210
第二节	安全阀的检修	216

第三节	安全阀的冷态校验	221
第四节	安全阀的热校验	223
第十五章	水位计检修	226
第一节	水位计简介	226
第二节	水位计检修	227
第三节	运行中处理水位计的缺陷	231
第十六章	汽水管道检修	233
第一节	汽水管道概述	233
第二节	汽水管道检修	233
第十七章	锅炉水压试验	239
第一节	锅炉水压试验的目的与要求	239
第二节	锅炉水压试验前的准备工作	241
第三节	锅炉水压试验的程序与检查	243
第十八章	空气预热器检修	249
第一节	空气预热器简介	249
第二节	管型空气预热器检修	254
第三节	空气预热器的腐蚀、堵灰及其防止方法	257
第四节	回转式空气预热器检修概述	263
第十九章	炉墙检修	265
第一节	轻型炉墙检修	265
第二节	敷管式炉墙检修	268
第三节	框架炉墙检修	269
第四节	液态排渣锅炉炉底检修	270
第五节	炉墙、保温检修所用机具	277
第二十章	运行中处理锅炉承压部件的缺陷	278
第一节	阀门盘根漏泄时紧盘根和加盘根	279
第二节	法兰漏泄时紧法兰和焊法兰	281
第三节	用带“帽子”的方法解决仪表阀门盘根的漏泄	283
第四节	运行中更换阀杆螺母	284
第五节	用手工捻缝方法临时处理焊缝砂眼漏泄缺陷	286
第六节	运行中处理锅炉承压部件缺陷时的安全注意事项	288

第一章 火力发电厂简要生产过程和 锅炉机组的构造

第一节 火力发电厂简要生产过程

电力工业是先行工业，是我国社会主义经济的重要组成部分。它提供强大的电力，以满足我国工、农业生产的发展和人民生活的需要。

我国的发电厂主要有水力发电和火力发电两种。水力发电厂是利用水的能量冲动水轮机，而带动发电机发电的。火力发电厂是利用燃料在锅炉内燃烧放出热量，使水加热变成一定压力和温度的过热蒸汽，冲动汽轮机旋转，而带动发电机发电的。

火力发电厂又分为凝汽式发电厂和热电厂两种：前者只生产电能；后者除生产电能外，还向用户供应蒸汽和热水。

我国火力发电厂所用的燃料主要是煤和石油。图 1-1 是一个燃烧煤粉的发电厂生产过程示意图。

煤从煤矿运来后卸到煤场，由输煤皮带送入锅炉的煤斗，再从煤斗经输煤管道进入磨煤机。在磨煤机中煤被干燥，磨制成粉。煤粉由热风伴送经燃烧器进入锅炉的燃烧室中燃烧。

煤粉在锅炉燃烧室中燃烧的产物，先以辐射传热方式将部分热量传给水冷壁，降低了温度；然后，再流经过热器、省煤器及空气预热器，以辐射和对流传热方式将热量传给这些设备。在此之后，烟气的温度已下降到 $130\sim 140^{\circ}\text{C}$ ，所含的热能已不能利用，于是经除尘器除尘后，由引风机通过烟囱排入大气中。燃烧所需要的热空气，由送风机送入空气预热器加热到 $250\sim 350^{\circ}\text{C}$ ，从该处再流向制粉系统和燃烧器中使用。燃料燃烧所产生的灰渣，从锅炉灰渣斗中经由冲灰沟和灰渣泵等组成的除灰系统排至灰场。

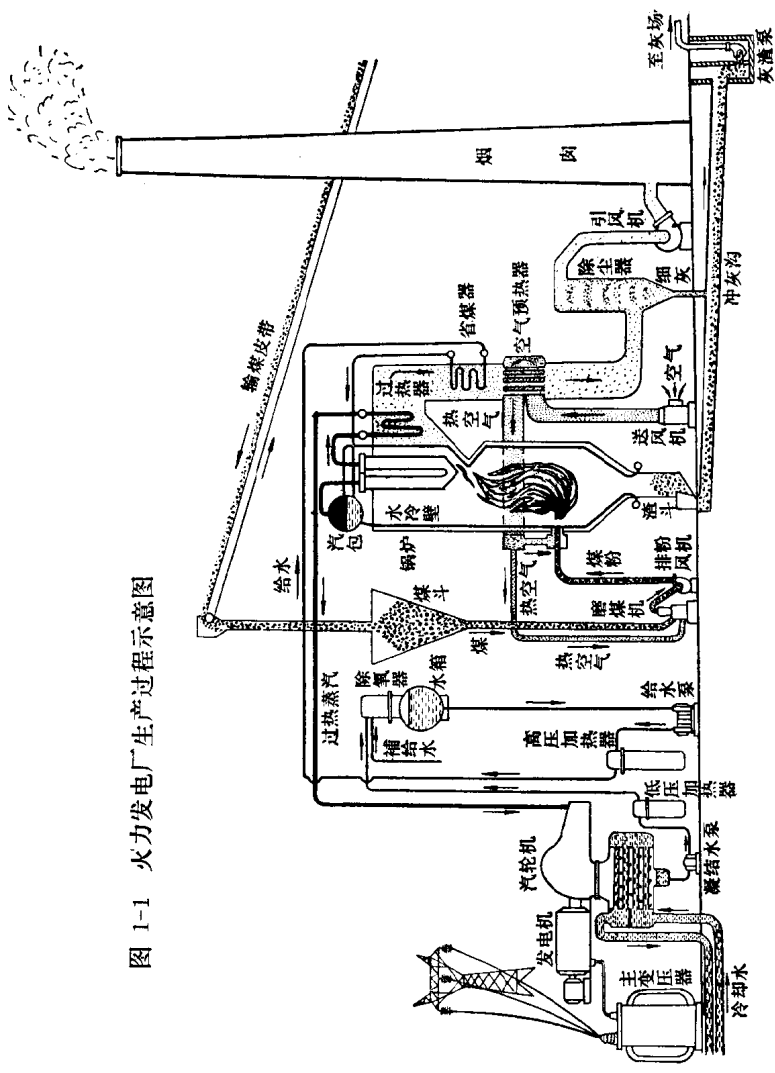


图 1-1 火力发电厂生产过程示意图

锅炉所产生的过热蒸汽，通过蒸汽管道流向汽轮机；在汽轮机内，蒸汽的热能变成汽轮机旋转的机械能。在汽轮机内工作后的废汽，在凝汽器中受到冷却，将它的热量传给冷却水后，又重新凝结成水。

凝结水由凝结水泵打到低压加热器及除氧器中；从化学水处理车间来的补给水也进入除氧器，以除去溶于水中的气体，保护锅炉各受热面金属不受腐蚀。

水从除氧器进入给水泵升压，然后经过高压加热器加热，再经省煤器而进入锅炉汽包中。在锅炉里水又重新受热变为蒸汽。

为了冷却在汽轮机内作完功的蒸汽，用循环水泵把水从河里打入凝汽器。水流过凝汽器内的管子时吸收了汽轮机排汽中所含的部分热能，然后又回到河里。

由于凝汽器的冷却需要大量的冷却水，所以火力发电厂往往建设在靠近江、河、湖、海等大水源的地方。如果缺乏这些水源，则要设置冷水塔或喷水池。这时，冷却水从凝汽器出来后，先进入冷水塔或喷水池进行冷却降温，然后又被利用来供凝汽器冷却之用，所以称它为循环水。

汽轮机的转子通过对轮与发电机转子相连接。当汽轮机带动发电机转子旋转时，发电机的线圈因受磁力线切割而产生电能，将汽轮机的机械能转变成电能。电能沿着发电机母线进入配电设备，从配电设备送到主变压器。在主变压器中，发电机所产生电能的电压得到升高，从10千伏升高到35千伏、110千伏、220千伏以及330千伏等电压，通过高压输电线路把电能传送给用户。

在用户处，电能再通过变压器，把电压降低到所需要的电压。

第二节 锅炉整体简介

锅炉是利用燃料燃烧放出的热量使水加热产生一定压力和温度蒸汽的蒸发设备；也就是把燃料的化学能转变为蒸汽热能的设

备。锅炉设备是由燃烧室、汽包、水冷壁、过热器、省煤器、空气预热器等主要部件，吸风机、送风机、制粉、除尘和除灰等辅助设备，以及汽、水、烟、风、煤、油等管道和阀门组成的。

锅炉的种类型式很多，但构造大致相同。现将我国生产的几种高压和超高压锅炉分述如下：

一、HG-220/100-1型蒸汽锅炉

图1-2为HG-220/100-1型蒸汽锅炉的纵剖面图。它是哈尔滨锅炉厂制造的高压蒸汽锅炉，技术规范为：

额定蒸发量	220吨/时
过热蒸汽出口压力（表压力）	100公斤/厘米 ²
过热蒸汽出口温度	540℃
给水温度	215℃

该锅炉与5万千瓦汽轮发电机组相配套，是按燃用烟煤设计的。燃烧设备采用直流式燃烧器，角式布置于两侧炉墙上。点火设备可采用点火炉或重油喷嘴。

炉膛四周紧密布置光管式水冷壁辐射受热面，炉顶布置辐射过热器，炉膛出口布置屏式过热器。水平烟道内布置两级对流过热器。后部垂直烟道交替布置了省煤器和空气预热器。装有钢珠除灰装置。

锅炉汽包的汽水分离器装置可根据电厂水质情况，选用内置式旋风分离器的单段蒸发汽包或带有外置分离器的两段蒸发汽包。

过热蒸汽温度的调节采用两级喷水减温器，以保证过热器运行可靠及汽温调节灵敏。减温水可采用锅炉本身自制冷凝水或由专用水源供给。

锅炉炉墙采用敷管式、悬挂式和轻型砖墙结构。

二、HG-410/100-1型蒸汽锅炉

图1-3为HG-410/100-1型蒸汽锅炉纵剖面示意图。

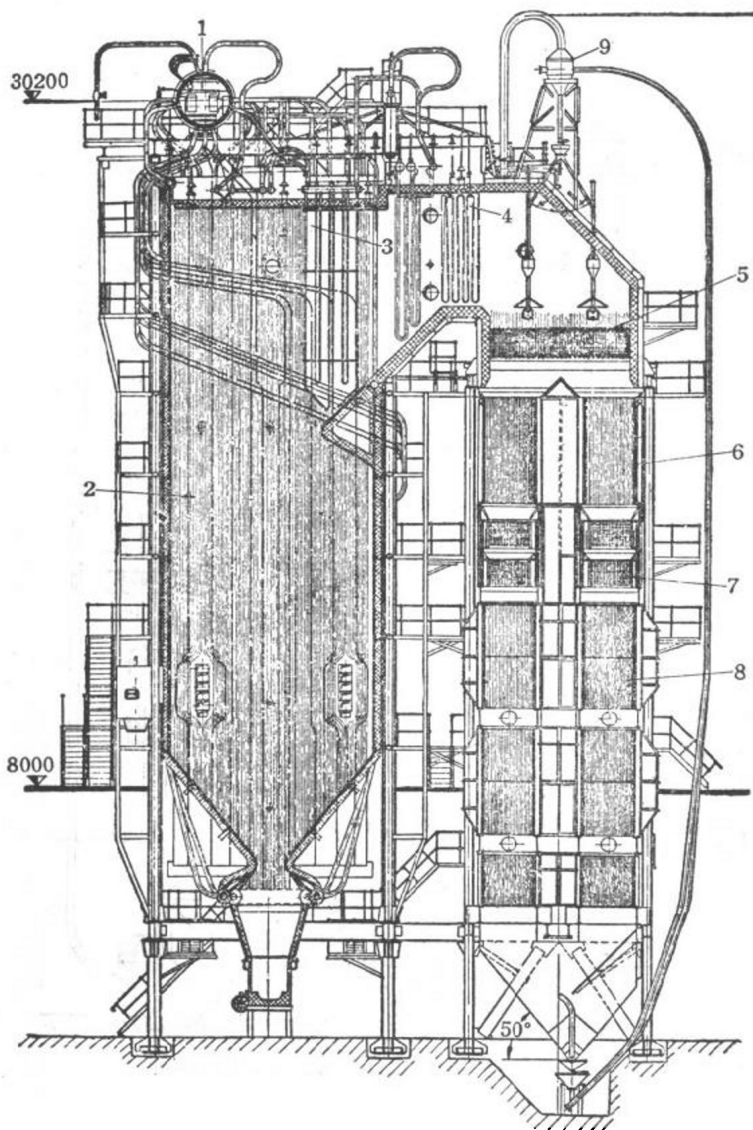


图 1-2 HG-220/100-1型蒸汽锅炉

1—汽包；2—水冷壁；3—屏式过热器；4—对流过热器；5—高温省煤器，
6—高温空气预热器；7—低温省煤器；8—低温空气预热器；9—钢珠除灰
装置

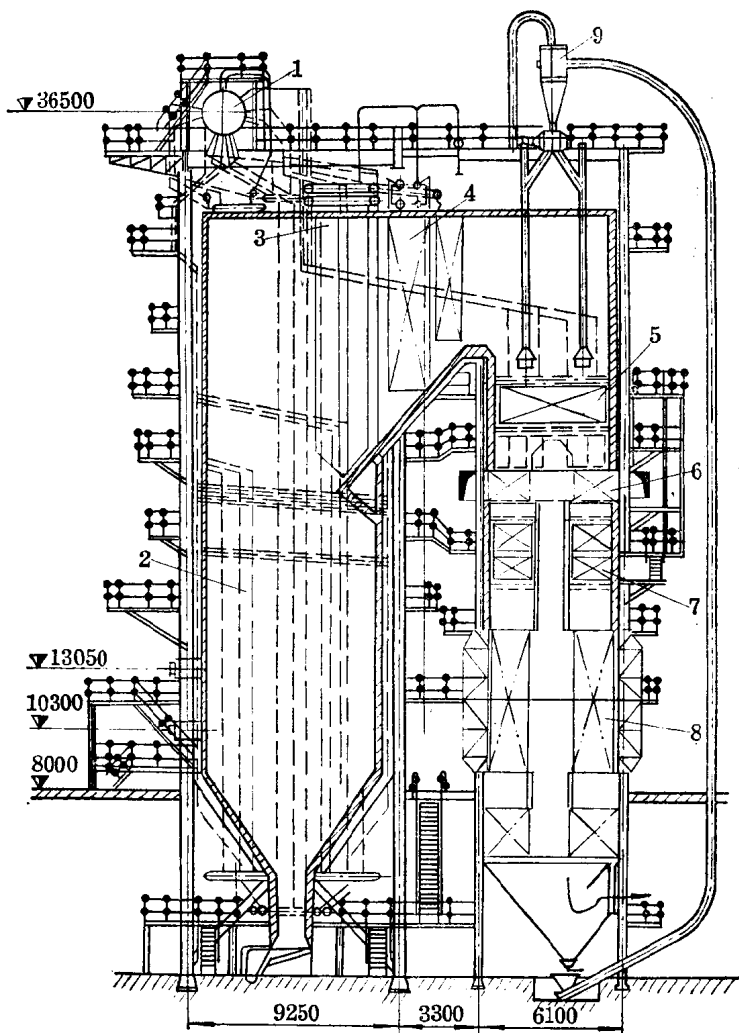


图 1-3 HG-410/100-1型蒸汽锅炉

1—汽包；2—水冷壁；3—屏式过热器；4—对流过热器；5—高温省煤器，
6—高温空气预热器；7—低温省煤器；8—低温空气预热器；9—钢珠除灰
装置

HG-410/100-1 型蒸汽锅炉，是哈尔滨 锅炉厂制造的高压蒸汽锅炉，它的技术规范为：

额定蒸发量	410吨/时
过热蒸汽出口压力(表压力)	100公斤/厘米 ²
过热蒸汽出口温度	540°C
给水温度	215°C

该锅炉是为配10万瓩高压汽轮机组而设计的高压锅炉。设计燃料是烟煤。采用单汽包自然循环。

在燃烧室的四壁紧密布置光管水冷壁。整个水冷壁分为18个独立的循环回路。水冷壁管通过联箱全部悬挂在炉顶钢架上。燃烧室顶部布置辐射过热器，燃烧室出口处布置有 18 片 屏式 过热器，水平烟道内布置前后两级对流过热器。蒸汽沿过热器的流程是：屏式过热器，炉顶辐射过热器、后级对流过热器和前级对流过热器。锅炉尾部交替布置了双级省煤器和空气预热器。

汽包内装置全套汽水分离设备，包括旋风分离器、给水清洗装置和波形板分离器。根据给水品质之不同，可以应用锅炉两段蒸发或外置分离器的三段蒸发系统。

过热汽温的调节采用了两级喷水减温器，保证蒸汽温度调节的灵敏度及可靠运行。喷射水由锅炉本身自制冷凝水供给，简化了制备喷射水的设备。

燃烧设备采用12个扰动式燃烧器，分两排布置于燃烧室前墙。在燃烧器内装设重油喷嘴，作锅炉点火用。

燃烧室区域采用附着式悬挂炉墙，炉顶处的炉墙铺砌在过热器水平管上。过热器和省煤器区域采用轻型砖墙结构。

在对流过热器区内装有移动式蒸汽吹灰器，尾部有钢珠除灰装置，以保证受热面经常保持清洁。

三、SG-400/140型超高压中间再热汽包锅炉

图1-4为SG-400/140 型超高压中间再热汽包锅炉纵剖面结构图。该锅炉系上海锅炉厂制造，其主要技术规范为：

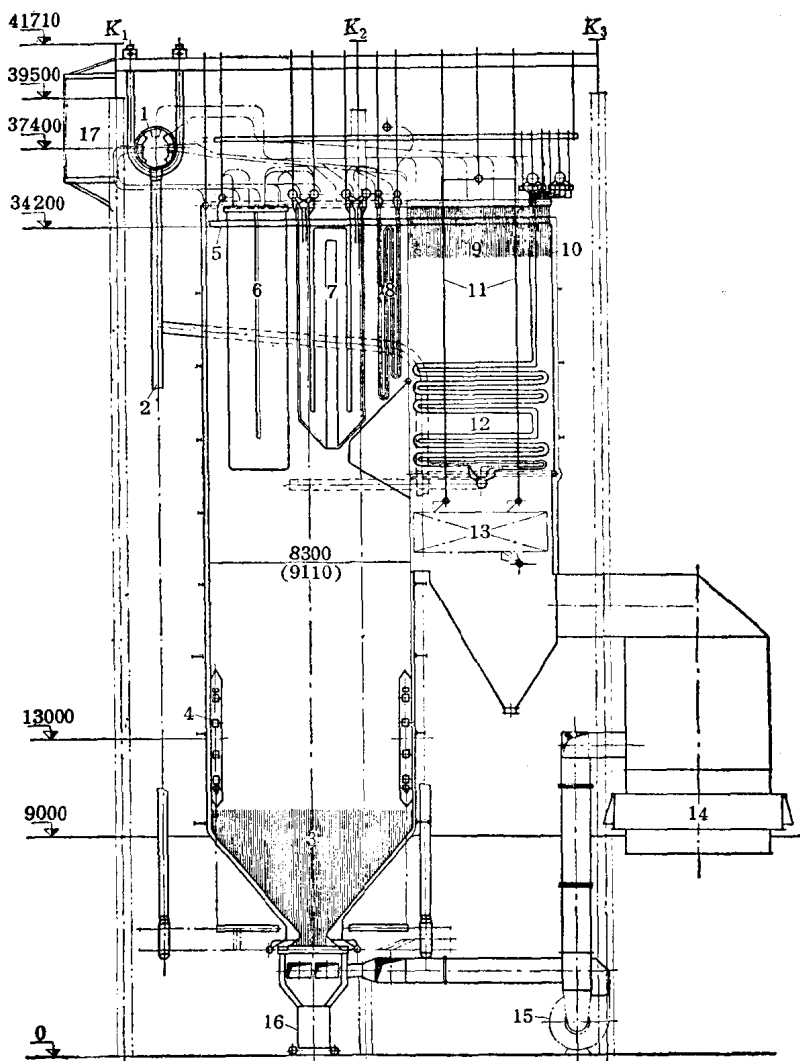


图 1-4 SG-400/140型超高压中间再热汽包锅炉

1—汽包；2—下降管；3—水冷壁；4—燃烧器；5—炉顶过热器；6—前屏过热器；7—后屏过热器；8—对流过热器；9、10—包覆管过热器；11—省煤器悬吊管；12—再热器；13—省煤器；14—空气预热器；15—再循环风机；16—出渣设备；17—司水小室