

锅炉工必读

天津市第一机械工业局主编

—— 工 人 ——
技术等级标准
—— 自学丛书 ——



机械工业出版社

本书是参照第一机械工业部颁发的《工人技术等级标准》编写的，内容比较全面地阐述了二至六级锅炉工所必须掌握的基础知识和操作技能。

本书由李洪岳编写，彭海育主审。参加审阅的还有张俊儒、孙大雪、蒋梓赜、赵容正、邓雷、荆汝榕和顾家增等。

锅炉工必读

天津市第一机械工业局 主编

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可延出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $14 \frac{3}{4}$ · 字数 327 千字

1982年8月北京第一版·1982年8月北京第一次印刷

印数 000,001—113,000 · 定价 1.00 元

*

统一书号：15033·5378

前 言

提高工人技术理论水平和实际操作技能，是工业企业开展全员培训工作的主要内容之一，也是提高产品质量、增加品种、降低成本、扩大再生产的重要措施。为了适应职工自学和全员培训工作的需要，我们受第一机械工业部委托，参照部颁的《工人技术等级标准》，选定其中的三十五个主要工种，组织编写了这套工人技术学习读物。

这套工人技术学习读物，定名为《工人技术等级标准自学丛书》。分别由机械工业出版社和天津科学技术出版社出版。每个工种单独成册，每册按《工人技术等级标准》中的应知应会要求，分成基础知识和操作实例两个部分。由二级工到六级工逐级撰写。在编写过程中，力求做到取材先进实用；内容密切联系生产实际；层次分明、文字简练、通俗易懂；表达形式新颖。但由于《工人技术等级标准》要求范围宽广，这套自学丛书的叙述只能突出重点，难以包括《标准》的全部内容。

《工人技术等级标准自学丛书》可供各系统、各部门具有相当初中以上文化水平的机械工人自学使用。也可以作为工厂进行技工培训和考核的参考用书。

组织编写这套丛书，曾得到原参加制订《工人技术等级标准》的同志和天津市机械工程学会及天津大学等有关院校、工厂、科研单位的协助，特此表示感谢。

这套丛书的专业性较强，涉及的知识面广。由于我们缺乏经验，编写时间又仓促，错误和不当之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

天津市第一机械工业局

一九八一年元月

目 录

二级工

基础知识	7
操作实例	130

三级工

基础知识	140
操作实例	204

四级工

基础知识	225
操作实例	294

五级工

基础知识	311
操作实例	371

六级工

基础知识	393
操作实例	444

二 级 工

基 础 知 识

1 自用锅炉的名称、型式、规格、性能、主要部件结构及使用规则和维护保养方法

锅炉是把燃料的化学能转变为热能，将热能传递给水，使水变为蒸汽的一种受压受热容器。蒸汽的用途主要是为工业生产和人民生活提供动力和热能。例如火力发电厂，就是利用锅炉产生的蒸汽推动汽轮机转子旋转，将热能转变为机械能；汽轮机再带动发电机发电，使机械能转变成电能。其它工业如炼油、纺织、医药、化工、酿造、机械行业都要利用蒸汽来获得热能或动力。另外，蒸汽还可供人民生活取暖、饮食、消毒等需要。可见，锅炉设备在国民经济建设中占有极其重要的位置。下面以操作者在工作中经常使用的锅炉为例，对锅炉的一些基本知识加以讲述。

一、锅炉基本特性

1. 蒸发量 蒸发量又叫出力。表示锅炉每小时能够产生的蒸汽量。设计制造锅炉时，所规定的蒸发量又叫额定蒸发量或额定出力。单位为吨/时或公斤/时。

2. 蒸汽参数 蒸汽参数表示蒸汽所具有的压力和温度。如果锅炉不安装过热器，蒸汽温度就是这个工作压力下的饱和温度。设计制造时所规定的压力和温度，分别称为额定工作压力和额定蒸汽温度。

测定蒸汽压力的单位一般为公斤力/厘米²。测定蒸汽温度的单位是℃。

3. 锅炉效率 指燃料完全燃烧所放出的热量被锅炉有效利用的程度。也可以认为是锅炉产生的蒸汽所具有的热量与同时进入锅炉的燃料所拥有热量的比值,再折成百分比。例如,一台快装锅炉的效率是70%,就是说进入锅炉的燃料所拥有的热量有70%被蒸汽带走。所以锅炉效率又称为锅炉热效率。

4. 蒸发率 锅炉的蒸发量与蒸发受热面之比称为锅炉的蒸发率。单位为公斤/米²·时。由于锅炉各段受热面吸热强度不同,蒸发率也不一样。一般火管锅炉平均为15~20公斤/米²·时,水管锅炉为30公斤/米²·时以上。蒸发率越高,同样蒸发量时所需的受热面就越小。

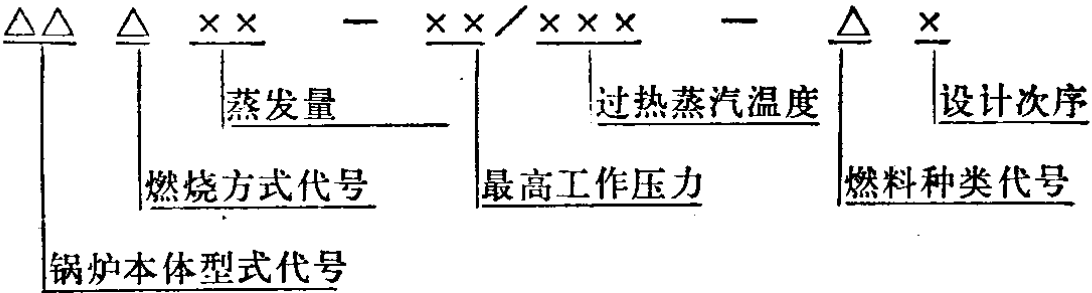
5. 炉膛容积热负荷 表示燃料燃烧在每立方米炉膛容积中,每小时所发出的热量。单位为大卡/米³·时。炉膛容积热负荷过大,表示炉膛容积过小,每小时在1米³的炉膛容积里燃烧了过多的燃料,燃料在炉膛里停留时间不够,燃烧不完全。反之,则表示炉膛容积过大,结构不紧凑,对燃烧不利。

6. 炉排热强度 表示每平方米炉排上,每小时燃烧的燃料所产生的热量。单位为大卡/米²·时。

二、锅炉型号的表示方法

锅炉和其它机械设备一样,都有型号和规格,以表示它的结构形式和容量参数。蒸发量<35吨/时,蒸汽出口压力≤25公斤力/厘米²的锅炉,其型号编制应按JB 1626-75进行。

我国工业锅炉型号由三部分组成,各部之间用短线相连。表示如下:



1. 第一部分 第一部分分为三段,前△△是汉语拼音字母,代表锅炉本体型式 (表1-1); 第三个△字母表示燃烧方式 (废热锅炉无燃烧方式代号) (表1-2); ××以阿拉伯字母表示蒸发量吨/时 (热水锅炉以出水有效热量表示,单位为10⁴大卡/时, 废热锅炉以受热面表示,单位为平方米)。

表1-1 锅炉本体型式代号

锅炉本体型式	代 号	锅炉本体型式	代 号
立式水管	LS(立、水)	单锅筒纵置式	DZ(单、纵)
立式火管	LH(立、火)	单锅筒横置式	DH(单、横)
卧式内燃	WN(卧、内)	双锅筒纵置式	SZ(双、纵)
卧式外燃	WY(卧、外)	双锅筒横置式	SH(双、横)
卧式快装	KZ(快、纵)	纵横锅筒式	ZH(纵、横)
单锅筒立式	DL(单、立)	强制循环式	QX(强、循)
热水锅炉	RS(热、水)	双横锅筒式	HH(横、横)

表1-2 燃烧方式代号

燃 烧 方 式	代 号	燃 烧 方 式	代 号
固定炉排	G(固)	下饲炉排	A(下)
活动手摇炉排	H(活)	往复推动炉排	W(往)
链条炉排	L(链)	沸腾炉	F(沸)
抛煤机	P(抛)	半沸腾炉	B(半)
倒转炉排加抛煤机	D(倒)	室燃炉	S(室)
振动炉排	Z(振)	旋风炉	X(旋)

2. 第二部分 第二部分表示蒸汽参数。分为两段,中间

以斜线分开。第一段××用阿拉伯数字表示蒸汽压力，第二段×××表示过热蒸汽温度（℃）。蒸汽温度为饱和温度时，本段的×××则不表示出来。

3. 第三部分 第三部分也由两段组成，第一段△以汉语拼音字母代表燃料种类；第二段×以阿拉伯数字表示设计次序和第一段连续顺序书写。原型设计无第二段，见表 1-3 所示。

表1-3 燃料品种代号

燃 料 品 种	代 号	燃 料 品 种	代 号
无烟煤	W(无)	褐煤	H(褐)
贫煤	P(贫)	油	Y(油)
烟煤	A(烟)	气	Q(气)
劣质烟煤	L(劣)	煤矸石	S(石)

4. 举例 LSG 1-8：表示立式水管、固定炉排、蒸发量为 1 吨/时、工作压力为 8 公斤力/厘米²、饱和蒸汽、按第一次设计制造的锅炉。

WNL4-13-1：表示卧式内燃链条炉排、蒸发量为 4 吨/时、工作压力为 13 公斤力/厘米²、饱和蒸汽、按第一次变形设计制造的锅炉。

SHL10-13-1：表示双锅筒横置式水管链条炉排、蒸发量为 10 吨/时、工作压力为 13 公斤力/厘米²、饱和蒸汽、适用多种燃料、按第一次变形设计制造的锅炉。

三、锅炉结构及规格

1. 立式锅炉 目前常使用的立式锅炉有：立式大横水管、多横水管、直水管、弯水管及多横火管（考克兰）等锅炉。现以立式大横水管、立式多横火管和直水管锅炉为例作一介绍：

(1) 立式大横水管锅炉 (LSG): 这种锅炉是立式锅炉中构造最简单的一种。其结构主要由锅筒 (也称锅壳)、封头、U形圈 (有的结构没有)、炉胆、炉胆顶、冲天管和大横水管等七个受压部件组成。如图 1-1 所示。

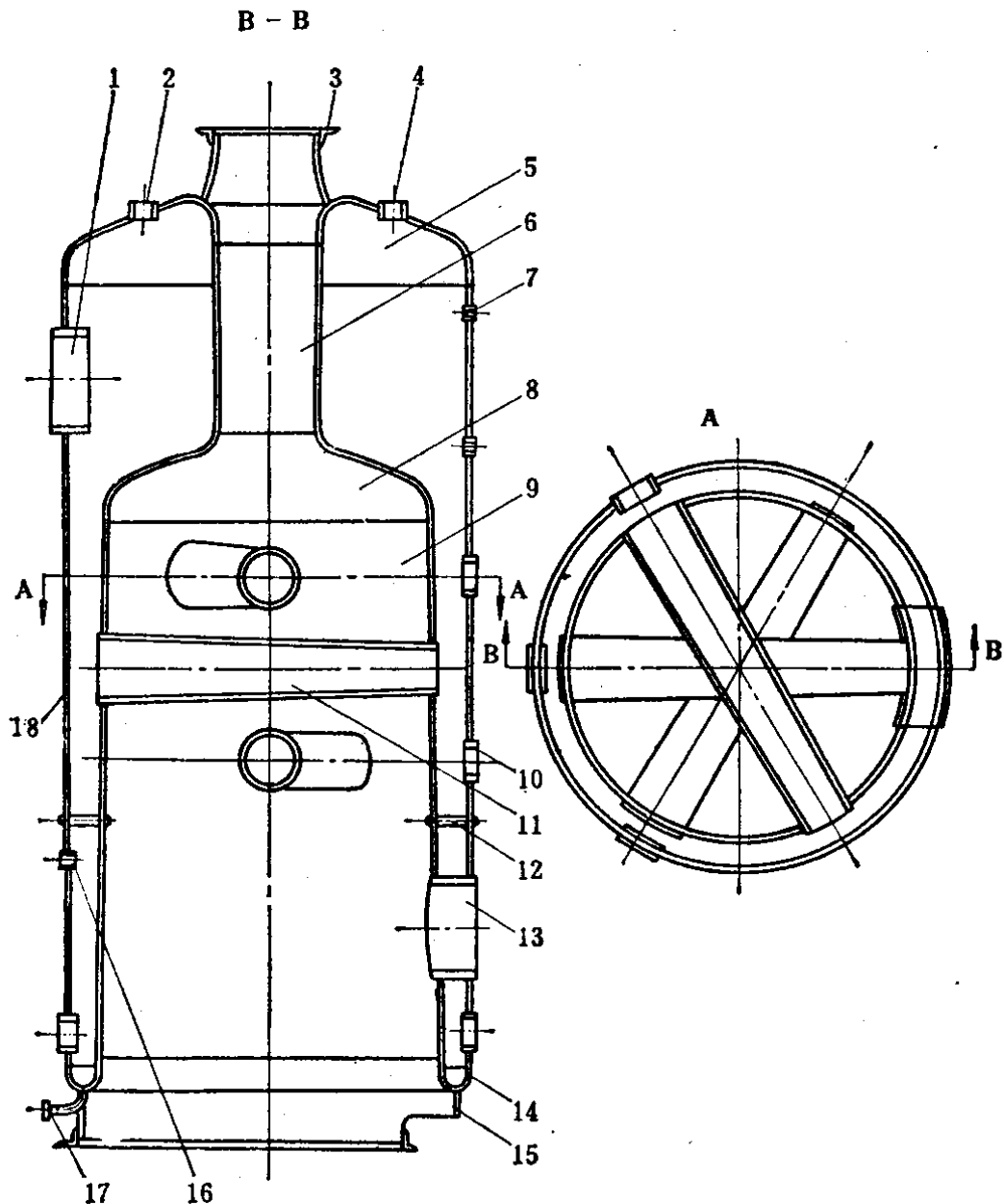


图1-1 立式大横水管锅炉

- 1—人孔 2—安全阀接口 3—烟囱法兰 4—主汽阀接口 5—封头
 6—冲天管 7—水位表接口 8—炉胆顶 9—炉胆 10—横水管手孔
 11—大横水管 12—短拉撑 13—炉门 14—U形圈 15—下脚圈
 16—进水阀接口 17—排污管 18—锅筒

烟囱直接装在锅炉封头上部。燃烧设备为固定炉排，人工加煤。运行时，煤在炉排上燃烧后，烟气首先冲刷炉胆和大横水管，然后经冲天管进入烟囱排至大气。

① 锅筒 锅筒 18 是由一节至三节钢板卷制而成。锅筒的连接，老式锅炉均采用铆接方式，但由于焊接工艺的发展取代了铆钉连接工艺，我国在锅炉制造上已不采用铆接而采用焊接。

在 U 形圈 14 的底部或外圈另加一个下脚圈 15，以便检查炉胆与 U 形圈的连接缝，减少因地面潮湿而对 U 形圈部分的腐蚀，同时作为锅炉支座搁置在水泥地基上。如图 1-2 所示。

锅筒下部和正对横水管管口部位的锅筒上，应开设手孔 10。其目的是为了清除锅内的水垢、泥污和检查腐蚀、变形等缺陷。手孔一般为内压式椭圆形。手孔尺寸的大小和开设手孔的数目多少根据锅炉大小而定。

手孔因开设在锅筒上，其手孔座或加强形式如图 1-3 所示。

从密封效果来看，图 1-3 中 a、c 式较好。

手孔盖常见为内压式，如图 1-4 所示。

在锅筒上还应开设人孔 1，以便进入炉内清理水垢和检修。人孔为椭圆形，其位置应开在炉胆顶以上。锅筒开孔处应加强。人孔加强圈的形式如图 1-5 所示。这种形式的人孔，其人孔盖与加强圈呈平面接触，受力均匀，有较好的密封效果。

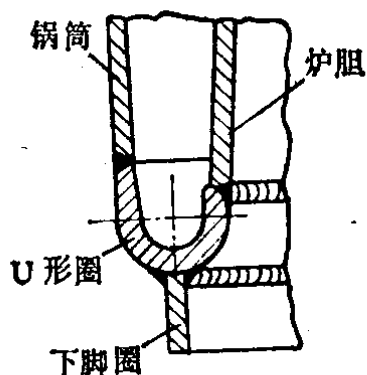


图1-2 炉胆、锅筒、U形圈和下脚圈连接图

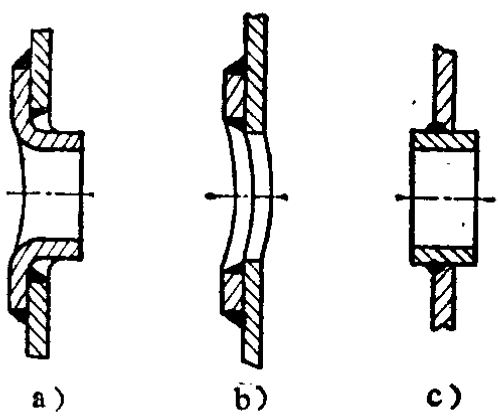


图1-3 手孔加强形式图

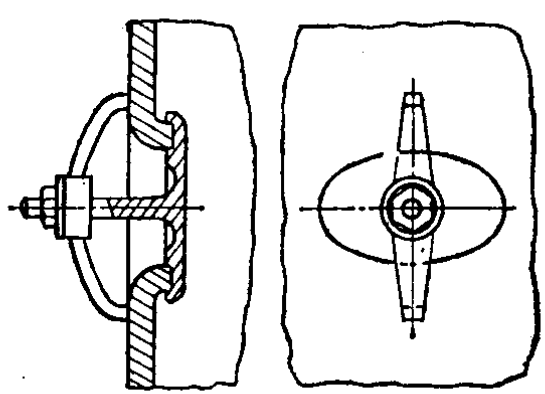


图1-4 内压式手孔组装图

人孔盖采用内压式。当炉内有汽压时，除因人孔盖“压马”将盖拉紧外，其内部汽压又给孔盖以一定压力，可更使孔盖与加强圈压紧。图 1-6 所示为人孔盖组装后的形式。

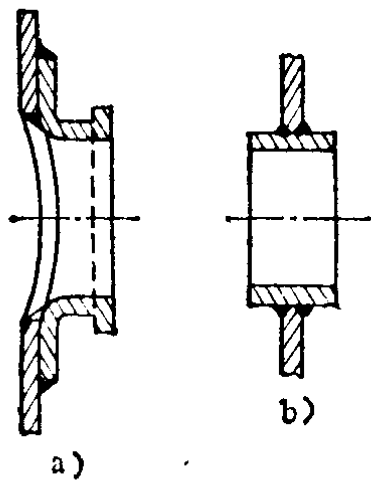


图1-5 人孔加强圈

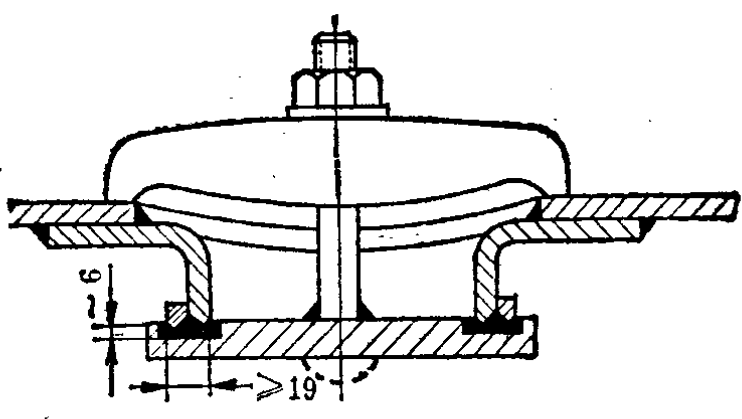


图1-6 人孔结构图

锅筒下部开有炉门 13，以便向 炉 膛 内加煤、清炉、除灰。炉门形状一般为椭圆形或长圆形。不允许为方形或长方形，以免在方形直角处锅筒钢板应力集中。炉门的连接形式目前多采用如图 1-7 所示的两种形式。

此外，在锅筒部分还要开设进水孔 16、水位表孔 7、在 U 形圈底部开设排污孔 17 等。一般都采用焊接一个短管、装

设一对法兰的连接形式。

② 炉胆 炉胆 9 应用整块钢板卷制而成。它分直筒形和锥形两种。从水循环角度来看,直筒形炉胆较差,故一般均为锥形炉胆。炉胆的锥度一般为 1:8~1:9。

炉胆与锅筒的连接形式,如图 1-8 所示,图中 a、b 均为焊接形式。为了避免弯曲应力对焊缝的影响,在锅筒与炉胆间

要增设一圈圆钢短拉撑。如图 1-8 b 和图 1-9 所示。在锅筒与炉胆底部焊上一 U 形圈,强度和弹性均较好。

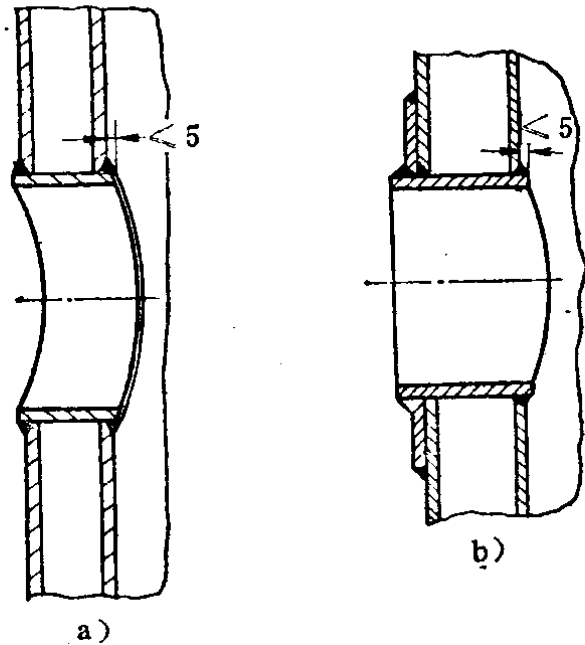


图1-7 炉门连接形式图

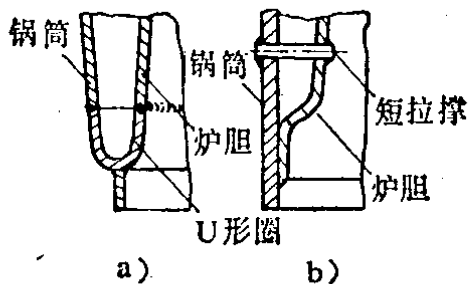


图1-8 炉胆与锅筒的连接形式图

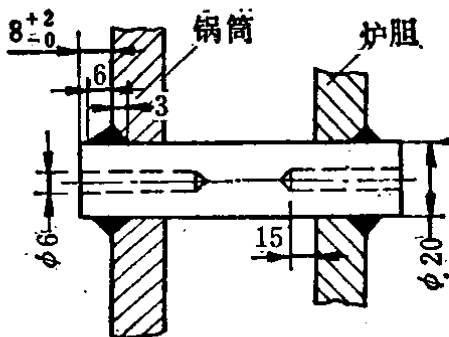


图1-9 焊接短拉撑图

在炉胆下部与锅筒间,要留有适当间距,这样一来有利于水循环,二来便于清除炉胆下部的水垢污物。这个间距根据锅筒直径的大小决定,但至少要求留有 50 毫米。若间距

过小，在水质不良的情况下，水垢污物充满底部，甚至超过炉排表面以上，以致使一部分炉胆受热面传热不良，将炉胆烧坏变形；若间距过大，炉胆与锅壳的连接困难，也会减少炉胆受热面积。

③ 封头 封头系指锅筒与冲天管间连接的受压元件。封头形式有两种：一种为平板形封头 a；一种为凸形封头 b。如图 1-10 所示，在封头钢板厚度相同的情况下，凸形封头能承受的压力较平板形封头高。

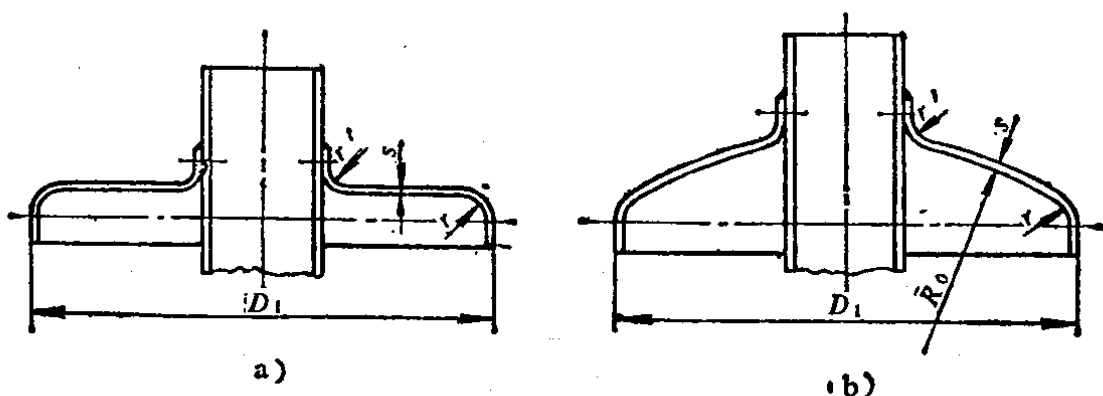


图1-10 立式大横水管锅炉封头样式图

为了避免应力集中，增加结构弹性，对于封头与锅筒、冲天管连接时，均需扳边。扳边的圆弧半径有一定的要求。

封头与锅筒连接的形式，目前都采用封头周围向内扳边，与锅筒电焊对接，如图 1-11 所示。

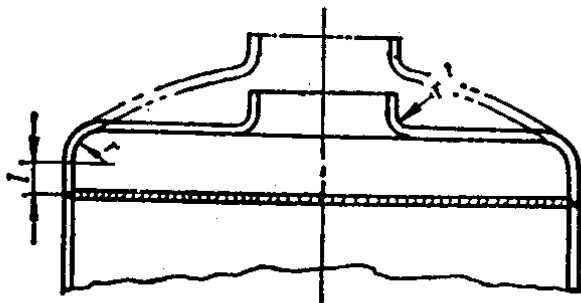


图1-11 封头与锅筒连接样式图

封头与冲天管连接形式如图 1-12 所示。图中 a 为焊接中常见形式。即封头向外扳边与冲天管采用填角焊。封头扳边后，应有一定的直边长度，以减少焊缝的弯曲应力。图中 b

为封头向内扳边与冲天管对接焊。封头扳边后要有一定的直边长度。这种形式既无钢板过热问题，又无焊缝受弯曲应力的影响，较为理想。

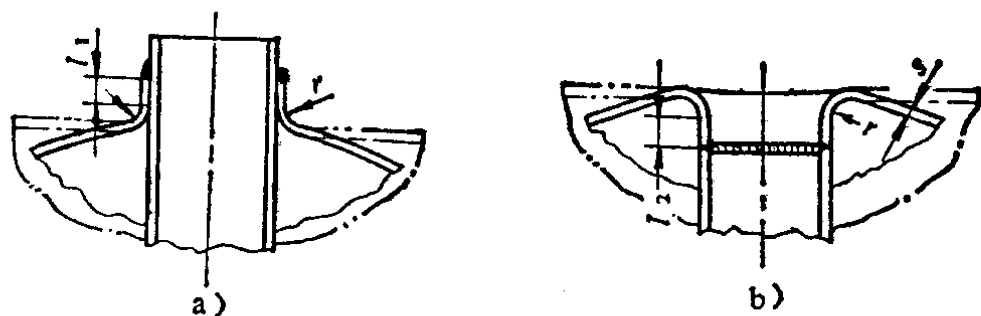


图1-12 封头与冲天管连接样式图

④ 炉胆顶 炉胆顶 8 的形式，分平板形与凸形两种。虽然形式与封头基本相同，但工作情况不同。炉胆顶受外压且直接受高温火焰冲刷，钢板易过热及腐蚀。

炉胆顶与冲天管的连接形式如图 1-13 所示。图中为炉胆顶扳边与冲天管对接焊。扳边后的直边长度应符合规定，此种结构较为理想。

炉胆顶与炉胆连接如图 1-14 所示。在焊接中应采用对接焊，严禁采用搭接电焊。因搭接电焊，两层钢板接触不易紧密，中间留有气层，在运行中，易造成钢板过热，开裂等现象。

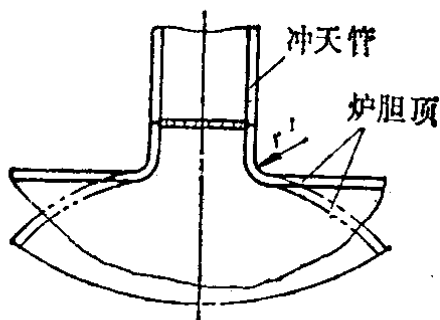


图1-13 炉胆顶与冲天管连接样式图

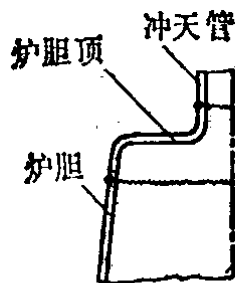


图1-14 炉胆顶与炉胆连接样式图

⑤ 大横水管 立式大横水管锅炉一般有 1~4 根横水管 11，交叉横置于炉胆上中部。装设横水管有三个作用：第一，由于横水管直接受烟气冲刷，受热强度较大，为主要受热面之一。第二，由于横水管受热强度高，蒸发速度快，因而促进了水循环。有一种异径横水管，其中心线水平安装，水由直径较小的一端进入，由直径较大的一端流出，如图1-15所示。另一种等径横水管，为了便于水循环，则将横水管装设与水平线成大于5°的倾斜夹角如图 1-16 所示。第三，横水管还兼起支撑炉胆作用，增加炉胆强度。

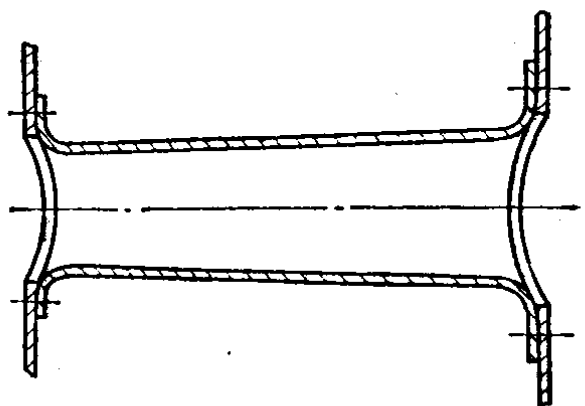


图1-15 两端直径不同的横水管

横水管与炉胆的连接方式，目前均采用焊接形式，即将炉胆开孔，并开焊接坡口，将横水管插入，与炉胆焊接。

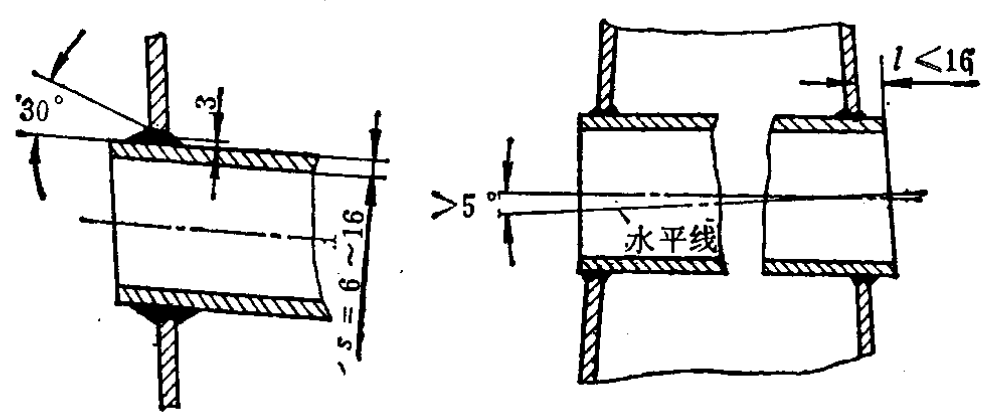


图1-16 两端直径相同的横水管图

⑥ 冲天管 冲天管 6 上部与封头相连，下部与炉胆顶相连。冲天管应用无缝钢管制成，也有的用 钢板 卷 焊 而 成

的。它的工作条件恶劣。在锅炉生火时，蒸汽还没有大量产生，冲天管上部易烧红、变形；而下部是在正常水位面下，冷却情况较好。因此，冲天管热应力较大，且在水位线附近易腐蚀。为了保护冲天管，可在冲天管内加装生铁套管。如图 1-17 所示。生铁套管具有耐腐蚀、价格低、易更换等优点。

立式大横水管锅炉主要规格见表 1-4。

立式大横水管锅炉的特点：

- ① 结构简单，移运、安装及管理较方便。

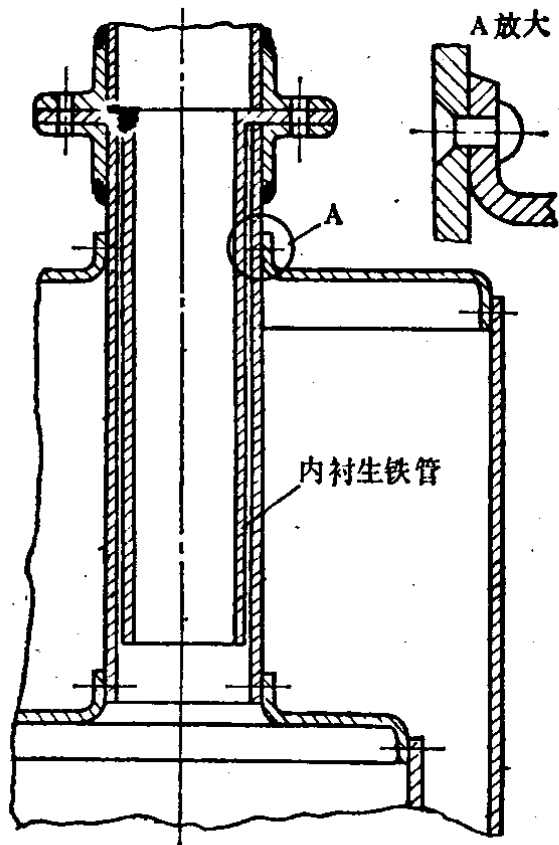


图1-17 冲天管内衬生铁套管

表1-4 立式大横水管锅炉主要规格

(注：均系老型号，目前已不生产)

型 号	主 要 技 术 参 数		
	蒸发量(吨/时)	蒸汽压力 (公斤力/厘米 ²)	蒸汽温度(°C)
LSG0.1-5	0.1	5	饱和
LSG0.2-5	0.2	5	饱和
LSG0.3-4	0.3	4	饱和
LSG0.4-8	0.4	8	饱和
LSG0.6-5	0.6	5	饱和
LSG0.7-8	0.7	8	饱和

② 生火、升压及停炉较快。

③ 清除水垢比较方便。

(2) 立式多横火管锅炉 (LHG): 这种锅炉由锅筒、封头、炉胆、U形圈、管板、横火管等五个主要受压部分组成。如图 1-18 所示。

固定炉排搁在炉胆底部, 烟气先冲刷炉胆, 再经喉管进入后烟箱 (也称后燃烧室), 然后进入水平横火管到前烟箱, 再由前烟箱入烟囱排至大气。

① 锅筒 锅筒 2 一般由上、中、下三节组成, 且中间一节即连接前后管板的锅筒部分, 因受力较复杂, 所以要比上下两节锅筒钢板厚些。

为了便于清理和检修, 在锅筒下部至少开三个手孔, 互成 120° 夹角, 其中一个最好靠近炉门。

② 封头 立式多横火管锅炉的封头 1 多为半球形的。即用多块球面扇形钢板与一块球面圆形钢板拼制而成。半球形封头具有较高的强度, 且能加大蒸汽空间, 使锅炉有较大的存汽量。

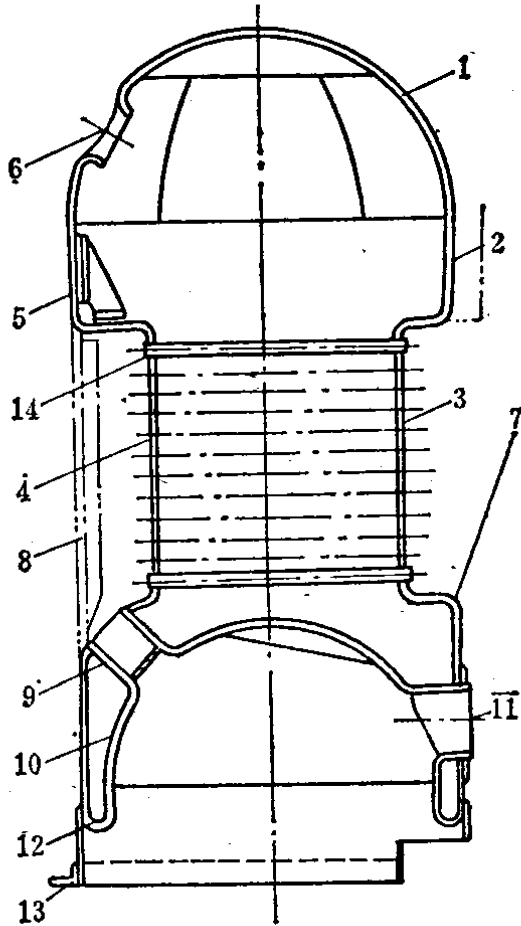


图1-18 立式多横火管锅炉

- 1—封头 2—锅筒 3—前管板
- 4—后管板 5—角板拉撑 6—人孔
- 7—前烟箱门 8—后烟箱门 9—喉管
- 10—炉胆 11—炉门 12—U形圈
- 13—角铁箍 14—横火管