

~~317370~~

高等学校教学用书

船舶蒸汽鍋炉設計

B. M. 布茲尼克著



國防工業出版社

新
學
社

PDG

317370

18834

高等学校教学用书

船舶蒸汽锅炉设计

B. M. 布兹尼克著

范恂如译



国防工业出版社

1961

40800

078712

內 容 簡 介

本书对設計船舶蒸汽鍋炉的原则、方法、步骤等都作了系統的叙述。首先扼要地說明了燃料对鍋炉特性的影响、燃燒計算法、鍋炉型式的選擇原則和鍋炉的初步布置方法；然后詳尽地系統地介紹了炉鍋各部件的設計原則和苏联科学家們所研究出的炉膛、对流受热面、自然循环、气体及空气阻力以及强度等的計算法，并附有实例和必要的参考数据

原书是苏联造船学院及水运学院作为船舶蒸汽鍋炉課程設計及毕业設計的主要参考书，同时也是为造船工业的工程技术人员写的；本书在我国經過三年多来使用的經驗，証实了也作为机械工业的鍋炉技术人员参考用。

D231/20



船舶蒸汽鍋炉設計

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业許可証出字第074号

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

787×1092 1/16 印張 15 7/9 351 千字

1956年2月第一版

1961年12月第三次印刷

印数：1,457—1,966册 定价：(10-5)1.80元

統一书号：15034·607

目次

緒論	7
第一章 輔助計算	8
1 燃料的種類和性質對於鍋爐結構及特性的影響	8
2 燃料的特性	12
3 空氣量及燃燒產物的計算	14
1. 計算公式(14)——2. 空氣量及燃燒產物的計算示例(18)	
第二章 選擇鍋爐類型的依據	20
1 船用鍋爐結構的主要發展方向	20
2 船用鍋爐的類型及其特性	20
1. 關於鍋爐相對特性的若干注意(20)——2. 船用鍋爐的特性(22)	
3 對船用鍋爐的要求	40
第三章 對選擇鍋爐熱工特性的建議	43
1 有關鍋爐內損失的資料	43
1. 排出氣體的熱損失(43)——2. 化學不完全燃燒的熱損失(44)——3. 機械不完全燃燒的熱損失(44)——4. 散入四周介質的熱損失(45)	
2 關於選擇鍋爐效率及決定燃料消耗量的建議	46
3 鍋爐初步熱平衡的編製	47
4 按照計算結果的鍋爐熱平衡結算	48
第四章 鍋爐定型尺寸的決定及受熱面的佈置	50
1 鍋爐設計的任務	50
2 節熱器及空氣預熱器裝置合理性的依據	51
3 鍋爐尺寸的決定及初步佈置計算	52
1. 鍋爐尺寸的決定(52)——2. 鍋爐初步佈置計算(55)	
4 鍋爐理論圖的繪製	58
第五章 爐膛計算	60
1 爐膛出口處氣體溫度數值的依據	60
2 輻射受熱面的決定	61
3 在爐膛內發出的熱量及理論燃燒溫度的決定	62
4 爐膛內傳熱計算	63
1. ВТИ 方法(63)——2. ЦКТИ 方法(66)——3. ЦКТИ 爐膛計算法示例(68)	
第六章 爐膛機構的設計	70
1 燃燒器及調風機構的結構與特性	70
1. 燃燒器分類(70)——2. 燃燒器及調風機構的結構(70)——3. 燃燒器的引火物(74)	
2 燃燒器及調風機構的設計	74
1. 保證高的爐膛蓄積熱負荷的措施(74)——2. 燃燒器的計算與設計(75)——3. 調風機構的計算與設計(81)	
3 成層燃燒燃料的爐膛結構與設計	83

1. 爐膛過程的機械化(83)——2. 用推板的爐膛結構(84)——3. 用推板的爐膛的主要特性的決定(86)——4. 爐排的設計(87)	
第七章 平均溫度差的決定	89
1 選擇換熱流體相互間運動方式的依據	89
2 換熱流體的各種相互以不同方式流動時平均溫度差的決定	92
1. 換熱流體的順流、逆流及多次交叉流(92)——2. 換熱流體的交叉流(93)——3. 換熱流體的混流(95)——4. 決定平均溫度差的示例(99)	
第八章 鍋爐蒸發受熱面設計	102
1 選擇蒸發受熱面結構特性的依據	102
2 計算傳熱係數的決定	105
1. 決定傳熱係數的一般公式(105)——2. 受熱面外側流體溫度及冲刷完全性的估計(105)——3. 接觸放熱係數的決定(107)——4. 三原子氣體輻射放熱係數的決定(112)	
3 鍋爐蒸發受熱面計算法	113
1. 計算順序(113)——2. 鍋爐蒸發受熱面計算示例(114)	
第九章 蒸汽過熱器設計	117
1 蒸汽過熱器的結構與特性	117
1. 蒸汽過熱器的分類(117)——2. 蒸汽過熱器的結構(117)——3. 蒸汽過熱器的連接方式(120)——4. 蒸汽過熱器的特性(121)	
2 蒸汽過熱器的設計與熱力計算	122
1. 影響蒸汽過熱器溫度特性的因素(122)——2. 蒸汽過熱器可靠性的保證(124)——3. 選擇蒸汽過熱器型式的依據(127)——4. 蒸汽過熱器的設計(128)——5. 蒸汽過熱器的佈置與熱力計算(129)——6. 蒸汽過熱器各管內蒸汽分配不均勻性的計算(133)——7. 蒸汽過熱器內的流阻計算(137)——8. 蒸汽過熱器熱力計算示例(139)——9. 蒸汽過熱器各管內蒸汽分配不均勻性計算示例(141)	
第十章 節熱器設計	143
1 節熱器的結構與特性	143
1. 節熱器的分類(143)——2. 節熱器的結構(143)——3. 節熱器的特性(146)——4. 節熱器受熱面的型式(147)——5. 選擇節熱器受熱面型式的依據(149)	
2 節熱器的設計與熱力計算	150
1. 節熱器的設計(150)——2. 節熱器的佈置與熱力計算(152)——3. 節熱器熱力計算示例(158)	
第十一章 空氣預熱器設計	160
1 空氣預熱器的結構與特性	160
1. 空氣預熱器的分類(160)——2. 空氣預熱器的結構(160)	
2 空氣預熱器的設計與熱力計算	160
1. 選擇空氣預熱器型式及空氣預熱溫度的依據(160)——2. 空氣預熱器可靠性的保證(162)——3. 空氣預熱器的設計(163)——4. 空氣預熱器佈置所必需的主要依賴關係(164)——5. 空氣預熱器的佈置方法(170)——6. 空氣預熱器的校核熱力計算(172)——7. 空氣預熱器熱力計算示例(174)	
第十二章 附件的選擇與配置	178
1 附件尺寸的決定與選擇	178
2 附件的配置	180
第十三章 鍋爐骨架、覆板、支座及構件的設計	181

1 鍋爐骨架及覆板的結構	183
2 鍋爐骨架、覆板、支座及構件的設計	186
1. 鍋爐的骨架與覆板(186)——2. 鍋爐的支座(187)——3. 鍋爐的構件(188)	
第十四章 鍋爐汽筒內部機構的設計	189
1 內部機構的結構與配置	189
2 內部機構的設計	190
1. 乾燥和潔淨蒸汽的獲得方法(190)——2. 汽筒直徑的決定(192)——3. 分離器(193)——4. 有孔遮板(195)——5. 給水管(196)——6. 上部放洩(197)——7. 蒸汽冷却器(197)——8. 有孔遮板計算示例(198)——9. 分離器計算示例(199)	
第十五章 循環計算	202
1 循環可靠性的條件	202
2 自然循環的計算方法	203
1. 計算次序(203)——2. 計算時的原始資料(204)——3. 下降管排數及沸騰前的加熱不足的決定(205)——4. 循環線路阻力的決定(207)——5. 有效運動水頭的決定(209)——6. 循環速度及次數的決定(214)——7. 鍋爐內水循環可靠性的檢查(214)——8. 複雜的循環線路的計算(215)——9. 船用汽鍋內水循環計算示例(216)	
第十六章 氣體與空氣的阻力計算	224
1 傳熱與氣體阻力間的關係	224
2 鍋爐內氣體及空氣流動阻力的決定	224
1. 摩擦損失(224)——2. 局部阻力(229)——3. 自生通風力(235)——4. 爐膛機構的阻力(236)	
3 鍋爐的氣體及空氣阻力的計算順序	237
4 產生通風的機構	238
1. 煙囪(238)——2. 鼓風入密封爐體內(239)——3. 鼓風入密封空氣箱內, 雙層覆板內及灰坑內(239)——4. 平衡通風(239)——5. 誘導通風(240)	
第十七章 非全負荷時的鍋爐計算	241
1 計算任務	241
2 漸次接近法	241
3 簡單方法	242
1. 輔助計算及爐壁計算(242)——2. 對流受熱面的計算(242)——3. 非全負荷時的鍋爐熱力計算示例(248)	
第十八章 鍋爐強度計算	253
1 選擇材料的依據	253
2 圓筒形鍋筒	255
1. 鍋筒結構(255)——2. 包板計算(256)——3. 管板計算(258)	
3 長方形截面的鍋筒	262
1. 鍋筒結構(262)——2. 鍋筒計算(263)	
4 端板	265
1. 蝶板結構(265)——2. 凸形端板的計算(266)	
5 銲接墊環與加強物	267
1. 銲接墊環與加強物的結構(267)——2. 銲接墊環與加強物的計算(267)	
6 鍋爐零件的接合	268
1. 銲接(268)——2. 脹接(268)——3. 法蘭與螺柱(269)——4. 人孔與手孔的蓋板(270)	

317370

18834

高等学校教学用书

船舶蒸汽锅炉设计

B. M. 布兹尼克著

范恂如译



国防工业出版社

1961

078719

內 容 簡 介

本书对設計船舶蒸汽鍋炉的原则、方法、步骤等都作了系统的叙述。首先扼要地說明了燃料对鍋炉特性的影响。燃燒計算法、鍋炉型式的选择原则和鍋炉的初步布置方法；然后詳尽地系統地介紹了炉鍋各部件的設計原則和苏联科学家們所研究出的炉膛、对流受热面、自然循环、气体及空气阻力以及强度等的計算法，并附有实例和必要的参考数据

原书是苏联造船学院及水运学院作为船舶蒸汽鍋炉課程設計及毕业設計的主要参考书；同时也是为造船工业的工程技术人员写的；本书在我国經過三年多来使用的經驗，証实了也作为机械工业的鍋炉技术人员参考用。

船舶蒸汽鍋炉設計

国防工业出版社出版

北京市书刊出版业营业許可証出字第074号

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行 各地新华书店經售

787×1092 1/18 印張 15 7/9 351 千字

1956年2月第一版

1961年12月第三次印刷

印数：1,457—1,966册 定价：(10-5)1.80元

統一书号：15034·607

目 次

緒論	7
第一章 輔助計算	8
1 燃料的種類和性質對於鍋爐結構及特性的影響	8
2 燃料的特性	12
3 空氣量及燃燒產物的計算	14
1. 計算公式(14)——2. 空氣量及燃燒產物的計算示例(18)	
第二章 選擇鍋爐類型的依據	20
1 船用鍋爐結構的主要發展方向	20
2 船用鍋爐的類型及其特性	20
1. 關於鍋爐相對特性的若干注意(20)——2. 船用鍋爐的特性(22)	
3 對船用鍋爐的要求	40
第三章 對選擇鍋爐熱工特性的建議	43
1 有關鍋爐內損失的資料	43
1. 排出氣體的熱損失(43)——2. 化學不完全燃燒的熱損失(44)——3. 機械不完全燃燒的熱損失(44)——4. 散入四周介質的熱損失(45)	
2 關於選擇鍋爐效率及決定燃料消耗量的建議	46
3 鍋爐初步熱平衡的編製	47
4 按照計算結果的鍋爐熱平衡結算	48
第四章 鍋爐定型尺寸的決定及受熱面的佈置	50
1 鍋爐設計的任務	50
2 節熱器及空氣預熱器裝置合理性的依據	51
3 鍋爐尺寸的決定及初步佈置計算	52
1. 鍋爐尺寸的決定(52)——2. 鍋爐初步佈置計算(55)	
4 鍋爐理論圖的繪製	58
第五章 爐膛計算	60
1 爐膛出口處氣體溫度數值的依據	60
2 輻射受熱面的決定	61
3 在爐膛內發出的熱量及理論燃燒溫度的決定	62
4 爐膛內傳熱計算	63
1. ВТИ 方法(63)——2. ЦКТИ 方法(66)——3. ЦКТИ 爐膛計算法示例(68)	
第六章 爐膛機構的設計	70
1 燃燒器及調風機構的結構與特性	70
1. 燃燒器分類(70)——2. 燃燒器及調風機構的結構(70)——3. 燃燒器的引火物(74)	
2 燃燒器及調風機構的設計	74
1. 保證高的爐膛蓄熱熱負荷的措施(74)——2. 燃燒器的計算與設計(75)——3. 調風機構的計算與設計(81)	
3 成層燃燒燃料的爐膛結構與設計	83

1. 爐膛過程的機械化(83)——2. 用推板的爐膛結構(84)——3. 用推板的爐膛的主要特性的決定(86)——4. 爐排的設計(87)	
第七章 平均溫度差的決定	89
1 選擇換熱流體相互間運動方式的依據	89
2 換熱流體的各種相互以不同方式流動時平均溫度差的決定	92
1. 換熱流體的順流、逆流及多次交叉流(92)——2. 換熱流體的交叉流(93)——3. 換熱流體的混流(95)——4. 決定平均溫度差的示例(99)	
第八章 鍋爐蒸發受熱面設計	102
1 選擇蒸發受熱面結構特性的依據	102
2 計算傳熱係數的決定	105
1. 決定傳熱係數的一般公式(105)——2. 受熱面外側腐蝕度及冲刷完全性的估計(105)——3. 接觸放熱係數的決定(107)——4. 三原子氣體輻射放熱係數的決定(112)	
3 鍋爐蒸發受熱面計算法	113
1. 計算順序(113)——2. 鍋爐蒸發受熱面計算示例(114)	
第九章 蒸汽過熱器設計	117
1 蒸汽過熱器的結構與特性	117
1. 蒸汽過熱器的分類(117)——2. 蒸汽過熱器的結構(117)——3. 蒸汽過熱器的連接方式(120)——4. 蒸汽過熱器的特性(121)	
2 蒸汽過熱器的設計與熱力計算	122
1. 影響蒸汽過熱器溫度特性的因素(122)——2. 蒸汽過熱器可靠性的保證(124)——3. 選擇蒸汽過熱器型式的依據(127)——4. 蒸汽過熱器的設計(128)——5. 蒸汽過熱器的佈置與熱力計算(129)——6. 蒸汽過熱器各管內蒸汽分配不均勻性的計算(133)——7. 蒸汽過熱器內的流阻計算(137)——8. 蒸汽過熱器熱力計算示例(139)——9. 蒸汽過熱器各管內蒸汽分配不均勻性計算示例(141)	
第十章 節熱器設計	143
1 節熱器的結構與特性	143
1. 節熱器的分類(143)——2. 節熱器的結構(143)——3. 節熱器的特性(146)——4. 節熱器受熱面的型式(147)——5. 選擇節熱器受熱面型式的依據(149)	
2 節熱器的設計與熱力計算	150
1. 節熱器的設計(150)——2. 節熱器的佈置與熱力計算(152)——3. 節熱器熱力計算示例(158)	
第十一章 空氣預熱器設計	160
1 空氣預熱器的結構與特性	160
1. 空氣預熱器的分類(160)——2. 空氣預熱器的結構(160)	
2 空氣預熱器的設計與熱力計算	160
1. 選擇空氣預熱器型式及空氣預熱溫度的依據(160)——2. 空氣預熱器可靠性的保證(162)——3. 空氣預熱器的設計(163)——4. 空氣預熱器佈置所必需的主要依賴關係(164)——5. 空氣預熱器的佈置方法(170)——6. 空氣預熱器的校核熱力計算(172)——7. 空氣預熱器熱力計算示例(174)	
第十二章 附件的選擇與配置	178
1 附件尺寸的決定與選擇	178
2 附件的配置	180
第十三章 鍋爐骨架、覆板、支座及構件的設計	181

1 鍋爐骨架及覆板的結構	183
2 鍋爐骨架、覆板、支座及構件的設計	186
1. 鍋爐的骨架與覆板(186)——2. 鍋爐的支座(187)——3. 鍋爐的構件(188)	
第十四章 鍋爐汽筒內部機構的設計	189
1. 內部機構的結構與配置	189
2. 內部機構的設計	190
1. 乾燥和潔淨蒸汽的獲得方法(190)——2. 汽筒直徑的決定(192)——3. 分離器(193)——4. 有孔隔板(195)——5. 給水管(196)——6. 上部放洩(197)——7. 蒸汽冷卻器(197)——8. 有孔隔板計算示例(198)——9. 分離器計算示例(199)	
第十五章 循環計算	202
1. 循環可靠性的條件	202
2. 自然循環的計算方法	203
1. 計算次序(203)——2. 計算時的原始資料(204)——3. 下降管排數及沸騰前的加熱不足的決定(205)——4. 循環線路阻力的決定(207)——5. 有效運動水頭的決定(209)——6. 循環速度及次數的決定(214)——7. 鍋爐內水循環可靠性的檢查(214)——8. 複雜的循環線路的計算(215)——9. 船用汽鍋內水循環計算示例(216)	
第十六章 氣體與空氣的阻力計算	224
1. 傳熱與氣體阻力間的關係	224
2. 鍋爐內氣體及空氣流動阻力的決定	224
1. 摩擦損失(224)——2. 局部阻力(229)——3. 自生通風力(236)——4. 爐膛機構的阻力(236)	
3. 鍋爐的氣體及空氣阻力的計算順序	237
4. 產生通風的機構	238
1. 煙囪(238)——2. 鼓風入密封爐艙內(239)——3. 鼓風入密封空氣箱內、雙層覆板內及灰坑內(239)——4. 平衡通風(239)——5. 誘導通風(240)	
第十七章 非全負荷時的鍋爐計算	241
1. 計算任務	241
2. 漸次接近法	241
3. 簡單方法	242
1. 輔助計算及爐膛計算(242)——2. 對流受熱面的計算(242)——3. 非全負荷時的鍋爐熱力計算示例(248)	
第十八章 鍋爐強度計算	253
1. 選擇材料的依據	253
2. 圓筒形鍋筒	255
1. 鍋筒結構(255)——2. 包板計算(256)——3. 管板計算(258)	
3. 長方形截面的鍋筒	262
1. 鍋筒結構(262)——2. 鍋筒計算(263)	
4. 端板	265
1. 螺旋結構(265)——2. 凸形端板的計算(266)	
5. 焊接墊環與加強物	267
1. 焊接墊環與加強物的結構(267)——2. 焊接墊環與加強物的計算(267)	
6. 鍋爐零件的接合	268
1. 銲接(268)——2. 脹接(268)——3. 法蘭與螺柱(269)——4. 人孔與手孔的蓋板(270)	

7 管子.....	271
1. 熱水管(271)——2. 熱汽通熱器的管子(273)	
附錄 ЦКТИ 按烏卡洛維契 (М.В.Вукалович) 的資料所作出的應用於循環計算 的水蒸汽表	274
參考文獻	278
中俄名詞對照表	279

緒 論

公元 1815 年，俄國製造了第一艘汽船，同時開始船用汽鍋的設計和製造。

俄國科學家和發明家蘇赫夫 (В.Г.Шухов)、陶爾高連考 (В.Я.Долголенко) 和塔布列維奇 (В.В.Табулевич) 創造了煙管鍋爐、自然循環的水管鍋爐及直流式水管鍋爐的原始結構。與此同時，格利涅凡次基 (И.В.Гриневецкий)、加夫利連考 (А.П.Гавриленко) 和基爾西 (К.В.Кириш) 等研究了汽鍋的理論。

俄國鍋爐製造的發展受到了外國資本在俄國工業中所佔優勢的阻礙。雖然如此，在 1911~1917 年間仍然製成了許多用水管鍋爐的船舶動力裝置，而這些鍋爐在技術上、運轉上以及佈局上都標誌着最新的技術成果。

鍋爐製造在偉大的十月社會主義革命後，開始以空前未有的速度發展。

由於在斯大林五年計劃的年代中國家工業化的結果，蘇聯的鍋爐製造業成為主要工業部門之一。出現了新式結構的自然循環式鍋爐，發展了強制循環式及直流式的鍋爐，創造了新式結構的具有高度生產率的機械化爐膛，掌握並運用了鍋爐的自動管理；因而大大地提高了整個鍋爐裝置的經濟性，縮減了它的重量和大小。

蘇聯工程師創造了第一流結構的陸用和船用鍋爐。例如，蘇聯在直流式鍋爐的製造領域內處於領導地位。

結構新式而複雜的鍋爐和爐膛機構的出現以及保證鍋爐裝置有高度經濟性和可靠性，就要求在科學上研究一系列的問題，並在理論上作深入的發展。蘇聯科學家們卓越地執行了這個任務。院士基爾底徹夫 (М.В.Кирпичев) 和他執教的學校創造了相似理論和模型理論。根據這些理論，在對流傳熱方面進行了廣泛的實驗研究工作並建立了鍋爐對流受熱面的計算法。研究出了輻射傳熱的理論、汽鍋爐膛計算法、自然循環計算法、氣體及空氣阻力計算法以及強度計算法等等。

這樣，蘇聯科學家們掌握了汽鍋的一切主要理論和計算的問題。

在蘇聯工廠內按照蘇聯工程師的設計所完成的鍋爐，現正不斷地在蘇聯內河及海洋船隊的船隻上工作。

鍋爐製造領域內的領導者是屬於一些卓越的綜合科學研究院——以波樂琢諾夫 (И.И.Ползунов) 命名的中央鍋爐汽輪機研究所，以德借爾日斯基 (Ф.Э.Дзержинский) 命名的全蘇熱工研究所以及蘇聯科學院動力研究所等等。

由於在鍋爐製造方面的傑出成就，很多的專家榮獲了斯大林獎金。

在科學家和製造者們創造性的友好的基礎上，蘇聯的鍋爐製造力求達到日新月異的成就。

第一章 輔助計算

1 燃料的種類和性質對於鍋爐結構及特性的影響

船用汽鍋的大小、結構上的特點、熱工特性和運轉情況，決定於鍋爐的蒸汽產量、蒸汽參數和燃料特性。

燃料的種類和性質對於鍋爐的結構和特性的影響非常巨大而多樣。

船用鍋爐一般是按照船隻經常航行區域內的主要燃料而設計。

我國（蘇聯）有巨大而廣闊的水流——因之必然的，在船用鍋爐上燃燒着各種品級的燃料。經驗指出，不同的燃料應該使用不同的爐膛機構。

首先應該區別燃燒液體燃料和固體燃料的鍋爐。固體燃料和液體燃料性質相互間不同到這種程度，要求使用結構根本不同的爐膛機構。因此並沒有特別的方法來設計一個既能適宜於燃用固體燃料，又能適宜於燃用液體燃料的鍋爐，雖則有時會有這種必要。但在設計燃用固體燃料的鍋爐時，必須考慮到當船舶調入另一航行區域時，是否有掉換燃料種類的可能性。

燃料的技術特性——揮發物、灰分、水分和硫的含有量、焦炭的性質、灰的熔解溫度等——影響鍋爐的結構，尤其是燃燒機構，並且也影響到鍋爐的運轉情況。

灰和熔渣使爐膛和鍋爐氣路的受熱面骯髒，使它們的工作惡化，引起燃料燃燒的困難，並嚴重地使管理人員的工作複雜化。有時熔渣的形成，可能妨害鍋爐的工作而使之損壞，這常發生在當燃料層的燃燒紛亂或受熱面的結垢嚴重時。為了排除灰分和熔渣，必須裝置特別的機構，這使設備複雜而價貴。受熱面的骯髒增加，引起氣體冷卻的不足和排出氣體熱損失的提高。

存在於燃料中的水分，需要消耗熱能來蒸發，因此減低了燃燒溫度，惡化燃燒，而增加燃燒不完全的損失。

當燃燒含有多量水分的固體燃料時，爐排的一部分變成燃料的乾餾區域，致引起它尺寸的增加。燃料中的水分增加，使位於低溫地帶的節熱器[●]及空氣預熱器的受熱面，由於上面粘附有潮濕灰分而發銹。

當燃料的水分高到約50%時（如在內河船舶的鍋爐中燃用的新鮮木柴）它們的燃燒幾乎成爲不可能，因為燃料所發出的熱量，不能使燃燒產物加熱到燃燒過程能够穩定的溫度。

燃料內的硫只部分地燃燒，並且只具有低度的發熱值。在燃燒過程中，硫形成硫酸酐，當與水分接觸時，即成硫酸，腐蝕鍋爐整體的受熱面。

● [節熱器]也有人叫[省煤器]。——編者

重油內含有很少的灰分、水分及硫，這多少簡化了燃油鍋爐的設計和運轉。

燃料中的有機成分和與之有關的揮發物，對於燃料燃燒有很大的意義。

揮發物多的燃料較易燃着，而且燃燒比揮發物少的燃料（例如無煙煤）較為穩定。

經驗指出：小塊的未選過的無煙煤燃燒特別困難，小塊的燃料與着火不良的燃料混合起來，可使燃燒過程不均勻和不穩定，因之嚴重地增加了機械不完全燃燒和過剩空氣係數的損失。

無煙煤由於揮發物少，燃燒時在燃料層內發生高溫。燃燒層溫度高可使爐條過熱或燒壞，因此燃用無煙煤時，爐排需要冷卻，但這在燃用揮發物多的煤是不必要的。

中度焦結性的燃料在燃料成層燃燒時是有利的，因藉此減少了自燃燒層飛走的未燃盡的顆粒。焦結性強會增加未燃盡的燃料。當燃料不焦結時，會形成粉狀焦炭而增加飛灰的損失。

灰的熔解溫度影響爐膛的結構及工作。易於熔解的灰阻塞了空氣進入爐膛的通路，使燃燒發生困難甚至停止。

未燒或有細末的煤在煤層內燃燒是有困難的：因為這時未燃盡燃料的飛走量和經過爐排的下落量都增加。當燃燒焦結的煤時，就沒有這些因有細末而發生的困難。

在設計鍋爐時，特別是爐膛機構時，應該考慮到所有這些情況。

對流受熱面的工作情況，在燒煤的與燒油的鍋爐中是不同的。

當燒油時，氣流在鍋爐氣路內的速度一般為 $30 \sim 35$ 公尺/秒或以上，當採用細管時，自爐膛進入對流管簇時的氣體溫度高達 1400°C 以上，這保證使溫度差大。所有這些，都使設計師能在鍋爐對流受熱面內建立強有力的傳熱。

燒煤時情況即不同，氣流速度一般為 $5 \sim 8$ 公尺/秒，只是在一定的條件下才能增大到 $10 \sim 12$ 公尺/秒。所用的管子較粗，自爐膛進入對流管簇時氣體的溫度約為 $1000 \sim 1100^{\circ}\text{C}$ ，在這種情況下，設計師不可能獲得強有力的傳熱。為了減低排出氣體的溫度以提高效率，必須增加對流受熱面，這就使燒煤鍋爐的重量及尺寸增加。

因此鍋爐的輻射受熱面和對流受熱面的尺寸，是依據燃料的種類和性質而轉移的。

燒煤的鍋爐和燒油的一樣，靠近爐膛形成輻射受熱面的 $2 \sim 3$ 排管子，往往用較管簇的其餘各排為粗的管子。但當燒煤時，由於氣體速度的變更，促使氣路被灰分阻塞。在燒煤的鍋爐內佈置對流受熱面時採用不同直徑的管子，一般說來是不必要的。例如，如高熱負荷的燒油鍋爐那樣，將形成輻射受熱面的最初幾排管子的直徑增加，是不適宜的，因為爐膛內的氣體溫度比較低，並且熱的傳遞也比燒油的鍋爐為弱。

燒煤鍋爐在熱負荷方面常較燒油的弱，因此，不必為了減少下降管的流阻，使上升管工作穩定，而增加下降管的直徑。

燃料的種類和性質，決定鍋爐爐膛機構的結構、尺寸和特性。

三角形鍋爐爐膛的通常結構，不太適宜於固體燃料的層燃，因它在二側的高度不夠。因此由於鄰近煤床的鍋爐管子為火焰所冲刷，結果形成熔渣，因之引起了需有特

表1 固體燃料和重油的

產 區	產 地	牌 號 和 種 類	符 號	燃料可燃質原 素成分, %					可 燃 質 的 低 熱 值 Q _н , 大卡/公斤
				C ^r	H ^r	S _н ^r	N ^r	O ^r	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I. 礦									
頓巴斯區		長焰煙煤	Д	75.0	5.5	5.8	1.6	12.1	7290
		多氣煙煤	Г	80.5	5.4	4.3	1.5	8.3	7700
		汽鍋用肥煙煤	ПЖ	83.0	5.1	4.8	1.5	5.6	8000
		瘦煙煤	Т	90.0	4.2	2.2	1.5	2.1	8260
		“栗煤”無煙煤	AC	93.0	1.8	2.2	1.0	2.0	7970
		有層煤的“栗煤”無煙煤	AC ^{III} 和 AP ^{III}	93.0	1.8	2.2	1.0	2.0	7970
		有統煤的“栗煤”無煙煤	AP ^{III}	93.0	1.8	2.2	1.0	2.0	7970
庫司涅茲區	安日洛-蘇特日斯克	汽鍋用焦結煙煤	ПС	91.0	4.3	0.7	1.9	2.1	8340
	列寧斯克	多氣煙煤	Г	83.0	5.8	0.7	2.7	7.8	7910
	克米洛夫斯克	汽鍋用焦結煙煤	ПС	88.5	4.5	0.5	1.8	4.7	8200
	普霍克別耶夫斯克	帶焦結煙煤	СГ	89.0	4.6	0.5	2.2	3.7	8180
	基薩列夫斯克	“	СС	89.3	4.3	0.5	2.3	3.6	8200
	沃霍諾夫斯克	汽鍋用肥煙煤	ПЖ	86.5	5.5	0.5	2.7	4.8	8230
	亞拉列切夫斯克	瘦煙煤	Т	89.0	4.1	0.7	2.0	4.2	8150
卡拉岡達區	烏拉爾	汽鍋用肥煙煤	ПЖ	85.5	5.2	1.0	1.4	6.9	8050
		同上	ПЖ	80.0	5.6	8.1	1.2	5.1	7770
烏拉爾	基薩洛夫斯克	連礦膏	ПЖ	79.0	5.4	9.9	1.7	4.0	7600
	埃高爾希斯克	“統煤”無煙煤	AP	90.0	3.7	0.6	0.6	5.1	7980
	坡爾塔瓦斯克★	“	AP	95.0	0.8	0.2	0.5	3.5	7650
	布列地斯克★	“	AP	93.5	1.7	0.8	0.6	3.4	7840
科米 ACCP	伏爾庫斯克	汽鍋用肥煙煤	ПЖ	85.5	5.3	0.9	2.3	6.0	8130
	別蘇伊斯克	多氣煙煤	Г	77.0	6.0	4.0	1.4	11.6	7370
克里木省	米奴西斯克	長焰煙煤	Д	79.0	5.5	0.8	2.2	12.5	7470
哈卡斯自治省	切列姆赫夫斯克	“	Д	78.0	5.7	1.4	1.6	13.3	7400
伊爾庫次克省	蘇長斯克	汽鍋用肥煙煤	ПЖ	86.0	5.0	0.6	1.4	7.0	8000
沿海邊區	“	瘦煙煤	Т	—	—	—	—	—	—
	伏洛潘洛夫斯克★	汽鍋用肥煙煤	ПЖ	87.0	5.5	0.5	1.0	6.0	8130
格魯吉亞 CCP	天克瓦爾捷斯克	“	ПЖ	81.0	5.8	2.0	1.7	9.5	7830
	天克維布斯克	多氣煙煤	Г	77.5	5.8	2.4	1.5	12.8	7380
卡查赫 CCP	布爾查哥斯克	“	Г	77.0	6.5	5.4	1.4	9.7	7500
基爾吉茲 CCP	高加茹克斯克	“	Г	77.0	5.0	2.5	1.0	14.5	7170
	塔司哥墨爾斯克	“	Г	79.0	4.9	0.6	1.2	14.3	7300
				II. 其 他					
				木柴	51.0	6.1	—	0.6	42.3
				低硫重油	87.5	10.7	1.0	0.8	—
				高硫重油	84.0	11.5	4.0	0.5	—

計算特性(按 ВТИ)

挥发物 V, %	乾質的灰分 A ^c , %	工作質的水分 W ^p , %	工作質的低發熱值 Q _н ^н , 大卡/公斤	廢物的最大含有量, %		灰 的 熔 解 點			焦 炭 特 性
				W _{最大}	A _{最大}	開始變形溫度 t', °C	軟化溫度 t'', °C	熔解溫度 t''', °C	
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
煤									
43.0	22.5	12.0	4900	16.0	30.0	1000~1100	1100~1200	1150~1250	粉狀或焦結的
39.0	16.0	8.0	5900	11.0	25.0	1050~1100	1100~1200	1200~1250	熔化焦結的
32.0	20.0	5.0	6050	8.0	30.0	1000~1050	1150~1200	1200~1250	同上
12.0	14.0	4.0	6800	8.0	27.0	1000~1150	1100~1300	1150~1350	粉狀或微焦結的
4.0	14.0	6.0	6400	9.0	22.0	1000~1150	1050~1350	1100~1400	粉狀的
4.0	15.0	6.0	6330	10.0	27.0				
15.0	12.0	4.0	7030	8.0	16.0	1050~1150	1200~1400	1250~1500	焦結的
39.0	11.0	6.0	6580	11.0	14.0	1100~1150	1150~1300	1200~1400	熔化焦結的
18.0	13.0	7.0	6590	9.0	17.0	1050~1400	1100~1450	1200~1500	焦結的
18.0	11.0	6.0	6800	10.0	16.0	—	—	—	"
18.0	10.0	7.0	6820	9.0	14.0	1300~1400	1450~1500	>1500	"
28.0	11.0	7.0	6770	11.0	17.0	—	—	—	"
10.0	18.0	5.0	6320	9.0	22.0	1050~1350	1300~1450	1400~1500	粉狀或微焦結的
25.0	21.0	7.0	5880	10.0	31.0	1150~1500	1450~1500	>1500	焦結的
40.0	27.5	4.0	5380	9.0	33.0	1000~1400	1200~1500	1250~1500	焦結或結實的
40.0	35.0	8.0	4500	—	—	—	—	—	焦結的
7.0	24.0	6.0	5670	9.0	30.0	1350~1500	>1500	>1500	粉狀的
3.5	20.0	9.0	5520	—	—	1150~1200	1250~1500	1400~1500	"
4.0	20.0	7.5	5760	—	—	1100~1350	1300~1500	1400~1500	"
4.5	30.0	7.0	4990	—	—	—	—	—	"
30.0	16.0	6.5	6340	16.0	20.0	1000~1150	1100~1300	1150~1400	焦結的
42.0	40.0	6.0	4120	—	—	1100~1500	1500	>1500	"
42.0	12.0	12.0	5710	16.0	18.5	1150	1300	1350	"
45.0	17.0	12.0	5330	16.0	25.0	1000~1200	1000~1350	1150~1400	"
32.0	29.0	6.0	5310	9.0	35.0	1050~1150	1200~1300	1300~1400	熔化焦結的
—	34.0	4.0	—	6.0	38.0	—	—	—	同上
25.0	40.0	5.0	4600	—	—	>1500	—	—	"
35.0	30.0	7.0	5060	10.0	37.0	1150~1400	1400~1500	1400~1500	焦結的
40.0	30.0	12.0	4470	15.0	40.0	1400~1500	>1500	—	"
7.0	40.0	6.0	4200	10.0	50.0	1300~1400	1400~1500	>1500	"
35.0	19.0	14.0	4910	18.0	23.0	1000~1500	1100~1500	1100~1500	微焦結的
35.0	13.0	9.0	5730	15.0	21.0	—	—	—	"
燃 料									
85.0	1.0	40.0	2440	—	—	—	—	—	黏結成鬆軟的
—	0.2	3.0	3370	8.0	—	—	—	—	同上
—	0.2	3.0	3370	8.0	—	—	—	—	同上