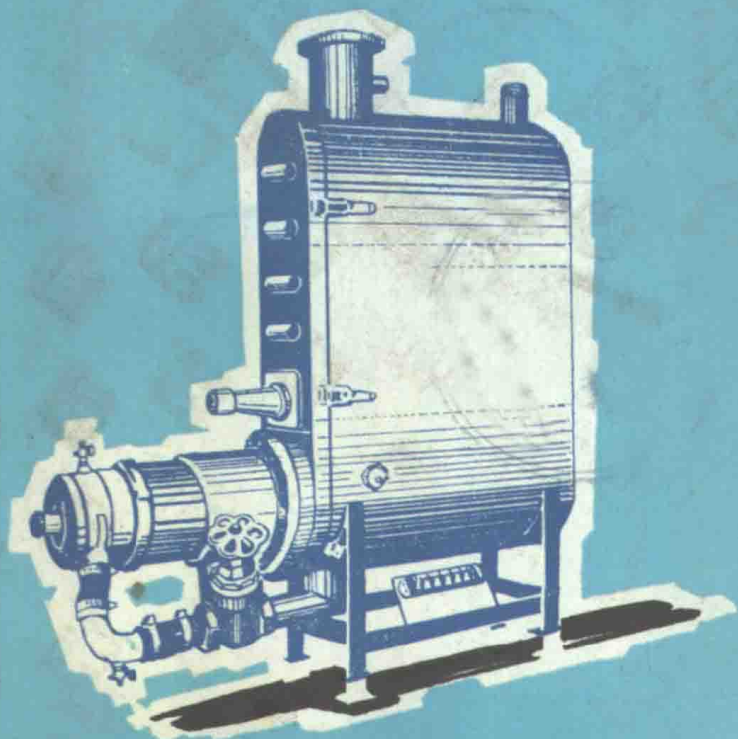


铁路客车

70-51型

燃油锅炉采暖装置



人民铁道出版社

铁 路 客 车

70—51型燃油锅炉采暖装置

三 结 合 编 写 组

人 民 铁 道 出 版 社

1976年·北京

铁路客车
70—51型燃油锅炉采暖装置

三结合编写组

人民铁道出版社出版

(北京市东单三条14号)

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

开本: $787 \times 1092 \frac{1}{2}$ 印张: 7.5 插页: 5 字数: 150千

1976年11月 第1版

1976年11月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—15,000册 定价(科二): 0.60元

(限国内发行)

内 容 提 要

70--51型燃油锅炉独立采暖装置,是我国铁路客车车厢内设备发展的新技术之一。这种锅炉体积小、升温快、效率高,可供铁路客车采暖及热水供应之用。

本书系统阐述70—51型转杯式燃油锅炉的总体、机头、炉体部分和燃烧室、电气控制系统的构造和工作原理,以及安装与改造、使用与保养、检修与试验等经验,同时,在理论上也做了一些叙述。

本书可作为铁路车辆、客运部门的客车乘务检车员和检修工人及列车员学习之用,也可以供有关技术人员和大专院校铁道车辆专业师生教学参考。

毛主席语录

千万不要忘记阶级和阶级斗争

阶级斗争是纲，其余都是目。

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

前 言

在毛主席的革命路线指引下，经过无产阶级文化大革命和批林批孔运动，铁路广大职工以阶级斗争为纲，坚持党的基本路线，促进了我国铁路运输事业的蓬勃发展。为了适应牵引动力向内燃化和电气化过渡，最近几年，我国部分新造客车和不能独立采暖的旧型客车，已经安装和改装了燃油锅炉采暖装置。

在铁路客车上用燃油锅炉独立采暖，代替蒸汽机车集中供汽采暖是一项重要的技术革新。它不仅解决了牵引动力改革后，对客车采暖的要求，而且具有重量轻、体积小、升温快、操作方便、节省劳力、便于旧型客车加速改装和节省钢材等特点。具有优越的技术和经济效果。

由于装用燃油锅炉采暖装置的客车越来越多，运用检修和使用部门迫切要求编写这方面的通俗读物，介绍该装置的构造、原理、试验和检修保养的技术，以便熟练地掌握其性能，更好地为广大工农兵旅客服务。为此，铁道部机辆局和人民铁道出版社组织了燃油锅炉有关设计、制造、修理和教学单位的工人、技术人员和干部，组成了三结合编写组，深入工厂、车间、列车进行广泛调查研究，总结经验，征求意见，并到严寒地区齐齐哈尔铁路局管内进行试验，搜集材料，编写了这本书。

本书主要参加编写单位有：四方车辆研究所，西南交通大学，北方交通大学，济南铁路职工学校，西安信号工厂和三棵树、大连车辆段。在编写过程中，丹东、锦州、沈

阳、北京、加格达奇、齐齐哈尔、白城等车辆段，齐齐哈尔、白城、加格达奇列车段，齐齐哈尔职工学校，浦镇车辆厂、长春客车厂、唐山、四方机车车辆厂等单位，对本书提出了许多宝贵意见和提供了各种资料。西南交通大学车辆74班工农兵学员也参加了本书的编写工作。

70—51型燃油锅炉是一项比较新的技术，由于我们实践经验和理论水平所限，各地经验还没有系统的搜集和整理，书中难免存在一些缺点和错误，希望广大读者批评指正，以便再版时修订。

《铁路客车70—51型燃油锅炉采暖装置》

三结合编写组

1976年3月

目 录

第一章 总体部分	1
第一节 客车采暖装置的发展概况.....	1
第二节 锅炉发热量的确定.....	3
第三节 采暖装置的组成及工作原理.....	9
第四节 70—51型燃油锅炉技术性能.....	14
第二章 机头部分	15
第一节 直流电动机.....	15
第二节 水泵.....	28
第三节 油泵.....	41
第四节 离心式风轮.....	46
第五节 雾化装置.....	50
第三章 炉体部分	56
第一节 燃烧室.....	56
第二节 点火装置.....	62
第三节 炉体.....	65
第四章 控制部分	71
第一节 控制元件.....	71
第二节 控制箱.....	107
第五章 安装与改造	123
第一节 安装技术要求.....	123
第二节 水循环系统.....	129
第三节 供油系统.....	139
第四节 21型硬座车加装70—51A型燃油锅炉.....	146

第五节	23型硬座车加装70—51B型燃油锅炉	153
第六节	22型新造软席卧车加装 70—51A型燃油锅炉	156
第六章	使用与保养	161
第一节	燃油锅炉的使用	161
第二节	常见故障及处理	166
第三节	日常维修与保养	171
第七章	检修与试验	175
第一节	锅炉机械的检修	175
第二节	电机检修	183
第三节	控制元件检修	195
第四节	控制箱检修	208
第五节	试验台	216
附录	I 全国气象参数资料	225
	II 本书所用三极管参数资料	229

第一章 总体部分

第一节 客车采暖装置的发展概况

铁路旅客列车在冬季运行时，为了使车内保持适当的温度和供应旅客所需的热水，必须在客车上安设采暖装置。

我国铁路客车所用的采暖装置，在1956年以前，除公务车和少数高包车使用燃煤独立温水锅炉外，其余都是用蒸汽机车集中供汽的采暖装置。

1956年以后，由于提高了旅客列车的运行速度和增加了旅客列车编组辆数，因此，出现了蒸汽机车供汽不足的问题。于是新造客车开始部分采用燃煤独立温水锅炉采暖装置，1958年以后全部新造客车均采用了这种采暖方式。

随着我国铁路牵引动力内燃化、电气化和科学技术的迅速发展，以及燃煤独立温水采暖锅炉存在的体积重、效率低、焚火劳动强度大和影响车内卫生等一系列缺点，必须对旅客列车采暖装置加以改进。为此我国铁路工人和技术人员作了大量的调查研究和试制工作。1965年四方车辆研究所与长春客车厂联合设计了燃油锅炉独立温水采暖装置，经过长期运行试验和不断改进，取得了良好的效果。

任何新生事物的成长都是要经过艰难曲折的。我们伟大祖国土地辽阔，铁路纵横南北、东西，地理气候条件十分复杂，铁路旅客列车在高原、河川、山地和高寒地区运用情况多变。为适应这些情况和条件，保证达到采暖的各种要求，试制研究工作经历了一段较长的过程。其中，主要是炉体结构方案的确定。

最初的炉体是准备安装在车下的二回程下排烟式（图 1—1），炉中第一回程和第二回程的大部分无水套，热交换以辐射传热为主。这种结构排烟温度过高（ $500\sim 700^{\circ}\text{C}$ ），且需要较好的耐热钢材，工艺复杂。

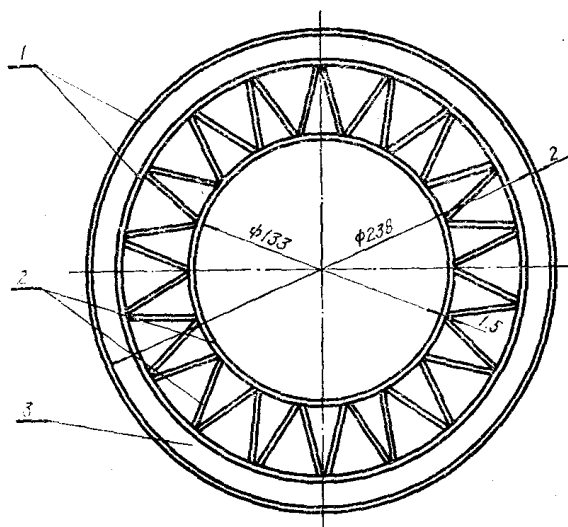


图 1—1 二回程炉体
1——钢板； 2——不锈钢板； 3——水。

第二个方案的炉体如图 1—2 所示，为火管、二回程、下排烟式（LU—1 型），对样机进行试验后发现排烟温度仍然过高，甚至有时向外喷火。针对这个问题，炉体的第三方案改为火管、四回程、上排烟式（LU—2 型）。但由于风轮的风量和压力参数选择不当，造成使用后炉内积灰过多，甚至烧损炉内零件。

为了解决上述问题，参与试验的哈尔滨铁路局三棵树车辆段的工人，根据东北地区民用采暖设备，创造了六回程、上排烟、火墙式炉体（东方红型）。在此基础上青岛车辆段工人试制成功了三回程半、下排烟、板箱式炉体。

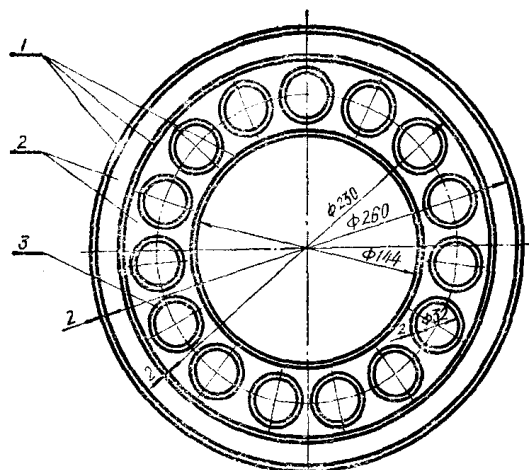


图 1—2 UL—1 型炉体断面
1——钢板；2——水；3——火管。

经过一个冬季的运用考验，发现上述锅炉还有积灰现象，尤其是在高原地区更为严重。这说明进入炉内空气流量和压力还需相应增加，才能保证燃料完全燃烧。为此，重新加大了烟道尺寸，并提高了风轮的风量和风压。改进后效果很好，并经原交通部鉴定定型为70—51型，进行了批量生产。

事物总是一分为二的。70—51型燃油锅炉虽然满足了牵引动力革命对客车采暖方式改变的要求，然而它与燃煤锅炉比较也还存在一些缺点：如结构较复杂、制造工艺要求高、操作不当可能出现爆燃等等。因此，目前有关单位正在研制新型结构，以克服不足之处以求完善。

第二节 锅炉发热量的确定

一、锅炉发热量

铁路客车冬季运行时，由于车厢外部温度较低，车厢内外温差较大，车厢内的热量将通过车体隔热壁（包括车顶、

地板、侧墙、门窗)和通风器向车外发散。为使车内保持一定的温度(适合人体正常采暖温度)必须装设采暖设备以补偿热量的消耗。当采暖装置发出的热量等于车体向外发散的热量时,车内外温差保持不变,此时称为车体热平衡。通常可用下式表示:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = Q_5 + Q_6 + Q_7 \text{ 千卡}^{\text{①}}/\text{小时}$$

$$\therefore Q_1 = Q_5 + Q_6 + Q_7 - Q_2 - Q_3 - Q_4$$

式中: Q_1 ——采暖设备的发热量, 千卡/小时;

Q_2 ——旅客人体所散发的热量, 千卡/小时;

Q_3 ——车厢内电器散发的热量, 千卡/小时;

Q_4 ——太阳辐射热, 由于计算时所取最低外温系在夜间, 故不予考虑;

Q_5 ——通过车体隔热壁消耗的热量, 千卡/小时;

Q_6 ——通风换气消耗的热量, 千卡/小时;

Q_7 ——由于门窗不严密造成的热损耗, 千卡/小时。

人体发散的总热量为

$$Q_2 = 75 \cdot n \quad \text{千卡/小时}$$

式中: 75——车厢内每名旅客平均每小时发散的热量, 千卡/小时;

n ——车厢内旅客人数。

车厢内电器发散的总热量为

$$Q_3 = 1.2 \times 865 P \quad \text{千卡/小时}$$

其中 P 为电灯总功率数(瓦)。

车体隔热壁传递的热量为

$$Q_5 = K \cdot F (t_{\text{内}} - t_{\text{外}}) \quad \text{千卡/小时}$$

注: ①千卡为热量单位, 物理学上认为使1克14.5℃的纯水温度升高1℃时所需要的热量叫做1卡路里, 简称卡。工业上用大卡或千卡为单位。1公斤纯水由14.5℃加热至15.5℃时所需的热量称为1大卡或1千卡。

式中: K ——车体隔热壁的热传递系数, 它与车体的结构有关, 这里取 $K = 1$ 千卡/米²·小时·°C;

F ——车体隔热壁的总面积, 米²;

$t_{\text{内}}$ ——车厢内计算温度, °C;

$t_{\text{外}}$ ——车厢外计算温度, °C。

通风换气带走的热量为

$$Q_6 = 0.24V(t_{\text{内}} - t_{\text{外}}) \text{ 千卡/小时}$$

其中, V 为客车通风器的通风量, 米³/小时。

通过门窗间隙漏泄的热量按经验取车体隔热壁传递热量的15%, 亦即 $Q_7 = 0.15Q_5$ 。 千卡/小时

客车采暖装置的发热量 Q_1 确定之后, 采暖装置中各部件(如锅炉、散热管)的设计计算将根据这个参数来确定。因此, 对于计算 Q_1 有关的各种计算参数都必须逐项的认真和合理的选择。

根据气象统计资料(附录 I), 我国严寒地区外温的最低温度可达 -50.8°C , 而铁路沿线一般最低只有 $-30 \sim -50^\circ\text{C}$ 左右, 根据旅客列车的具体情况, 计算外温选为 $t_{\text{外}} = -40^\circ\text{C}$ 。选择过高的外温, 则不能保证一些运行于严寒地区客车的内部温度; 过低也不经济。

关于客车的车厢内部的温度, 有关资料认为应保持 $16 \sim 20^\circ\text{C}$ 之间。但根据我们在各地的试验和调查, 我们认为车厢内温度的标准应该划分为: 在严寒地区硬座车选为 $14 \sim 16^\circ\text{C}$, 卧车为 $16 \sim 18^\circ\text{C}$; 南方地区硬座车选为 18°C , 卧车为 $18 \sim 20^\circ\text{C}$ 。此外, 为使采暖装置具有足够的发热量, 车厢内计算温度取 $t_{\text{内}} = 18^\circ\text{C}$ 。

70—51型燃油锅炉的发热量为24000千卡/小时。这个数值是根据前述原则, 以一辆客车夜间运行于东北严寒地区的22型硬座车为例计算的。计算的条件是,

车厢内定员 118 人;

车长 23.6 米;

车体总散热面积约为 256 米²;

$t_{\text{外}}$ -40°C ;

$t_{\text{内}}$ 18°C ;

车厢内电器仅为 10 只 30 瓦日光灯, 其总功率为 300 瓦;

通风器为 25 只圆式, 每个换气量控制为 35 米³/小时。

根据上述公式可计算如下:

$$Q_2 = 118 \times 75 = 8850 \text{ 千卡/小时}$$

$$Q_3 = 10 \times 1.2 \times 865 \times \frac{30}{1000} = 3.1 \text{ 千卡/小时}$$

$$Q_4 = 0$$

$$Q_5 = 1 \times 256 [18 - (-40)] = 14848 \text{ 千卡/小时}$$

$$Q_6 = 25 \times 0.3 \times 35 [18 - (-40)] = 15225 \text{ 千卡/小时}$$

$$Q_7 = 0.15 \times 14850 = 2227.5 \text{ 千卡/小时}$$

则:

$$Q_1 = 14848 + 2228 + 15225 - 8850 - 3 = 23500 \text{ 千卡/小}$$

时

所以采暖装置的发热量取为近似值 24000 千卡/小时。

上述计算说明采暖装置的发热量是依据一定的条件选取的, 如果这些条件变化了, 发热量的数值将显的大了或小了。例如同是发热量为 24000 大卡/小时采暖装置的车辆, 如果车厢内旅客人数减少, 运行地区外温低于 -40°C , 通风器全开, 则由于发热量不足以补偿车体的热消耗, 锅炉连续工作还可能导致车内温度下降; 反之, 如果车辆进入南方地区, 车厢外温度较高, 旅客超员以及通风器全关情况下, 车内温度有可能上升很多 锅炉的工作时间相应减少。因此, 在旅客列车运行中使用燃油锅炉采暖装置时, 必须考虑运用条件的变

化，尤其需注意车体隔热壁的防寒性能、通风换气和车门开启次数情况。然而，我国旅客列车运行区间的外温大多数沿线地区均高于 -40°C ，只要做好防寒整备，适当的控制通风器的开启情况，就能够保证车厢内温度达到规定的要求。

二、锅 炉 效 率

锅炉效率是指锅炉所发出的热量和输入锅炉的燃料燃烧时所发出的热量的比值。锅炉效率高则耗油量小，技术经济性能好。所以在设计制造和运用过程中应当尽可能减少热损失以提高锅炉效率。

锅炉热损失一般可用下式表示：

$$q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5$$

式中： q ——锅炉全部热损失，%；

q_1 ——排烟所带走的热损失，%；

q_2 ——机械不完全燃烧损失，%；

q_3 ——化学不完全燃烧损失，%；

q_4 ——散热损失，%；

q_5 ——其它热损失，%。

上式中，对于油炉，机械不完全燃烧损失取 $q_2 = 0$ 。其它热损失 q_5 主要是指灰渣所带走的热量，由于柴油燃烧后没有灰渣所以取 $q_5 = 0$ 。

排烟损失与排烟温度和排烟量有关。排烟温度是指锅炉炉体的最后一个受热面出口处的烟气温度。排烟温度越高，排烟量越多，则排烟损失越大。要降低排烟温度，就要合理的布置足够的散热面。要减少排烟量就要适量的向炉内送风，并堵绝烟道各处的漏风。此外，在运用中还要做到定期清除受热面上的积灰和水垢。使烟气的热量能比较顺利的传给水，以减少热损失。

锅炉排烟所带走的热损失 q_1 ，按百分数计算可按下式估算：

$$q_1 = 0.035 \times [(\alpha_2 + a_2) T_2 - \alpha_2 t_{\text{冷}}] \times \left(1 - \frac{q_2}{100}\right)$$

式中： α_2 ——空气过剩系数，对于油炉一般取 $\alpha_2 = 1.1 - 1.25$ ，本锅炉选取 $\alpha = 1.45$ ；

a_2 ——燃料系数，对于油炉 $a_2 = 0.15$ ；

T_2 ——排烟温度对于 70—51 型燃油炉 A 型取 $T_2 = 300^\circ\text{C}$ ，B 型取 $T_2 = 350^\circ\text{C}$ ①；

$t_{\text{冷}}$ ——进入炉内的冷空气温度，一般可按车厢内温度计算取 $t_{\text{冷}} = 18^\circ\text{C}$ 。

所以对于 70—51A 型炉体

$$q_1 = 0.035[(1.45 + 0.15)300 - 1.45 \times 18] = 16.7$$

化学不完全燃烧损失 q_3 是指部分可燃气体（主要是一氧化碳），没有在炉膛中完全燃烧而造成的热损失。对于油炉一般取 $1 \sim 2\%$ ，但由于本锅炉空气过量系数选取较大，故取 $q_3 = 2.3\%$ 。

散热损失 q_4 是指由于炉体外壁向四周散失热量而造成的损耗。对于热水锅炉一般取

$q_4 = 1 \sim 2\%$ ，由于本锅炉体积较小，对外界散热面小，故选 $q_4 = 1\%$ 。

由此可见 70—51A 型燃油锅炉的热效率为：

$$\eta = 1 - \frac{q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5}{100}$$

注：① 70—51A 型燃油锅炉出厂试验时排烟温度约为 300°C 。运用一段时间后，由于炉膛积灰，炉体内积水垢使换热效果下降排烟温度可达 360°C 以上。B 型分别为 350° 和 410°C 。