

铁路客车燃煤温水采暖装置

王春泮 主编

毕建华 主审
廉 洁

中 国 铁 道 出 版 社

1997年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书较系统地介绍了燃煤温水采暖装置的结构、使用和维修方法,并附加了有关技术问答一百余题,既可以作为培训教材,也可作为自学材料,还可以从中抽题考试,是从事客车焚火、维修人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

铁路客车燃煤温水采暖装置/王春泮主编.-北京:中国铁道出版社,1997.7

ISBN 7-113-02759-8

. 铁... . 王... . 铁路车辆:客车-采暖设备
.U271.038

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 17179 号

铁路客车燃煤温水采暖装置

王春泮 主编

中国铁道出版社出版发行

(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

北京市燕山联营印刷厂印

1997年10月第1版 第1次印刷

开本:787×1092 1/32 印张:3 字数:63千字

印数:1—10000 定价:9.00元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

铁路客车燃煤温水采暖装置是铁路客车的重要组成部分,是铁路客车在冬季运行中保证车厢内温度适宜的重要设备之一。目前,铁路客车采用燃煤温水采暖装置约占全路采暖客车的三分之二以上。因此,燃煤温水采暖装置的使用与保养,直接影响旅客列车的服务质量和运行安全。

为使铁路客车检修人员、车辆乘务员、列车员及焚火人员能够系统地掌握铁路客车燃煤温水采暖装置的基础知识、使用管理方法和技术要求,编者汇集有关资料,结合现场实践经验,编写了《铁路客车燃煤温水采暖装置》一书。

本书较系统地叙述了燃煤温水采暖装置的构造、维修和使用方法,重点介绍了各种车型燃煤温水采暖装置的结构及操作方法,同时介绍了燃煤温水采暖装置所采用的新技术、新设备的概况。既可以作为维修和焚火人员自学教材,也可以用本书进行技术培训。

参加本书编写的人员有佟玉良、么军、刁有邦、黄明安、王作奎、秦建越、李永祥、王广金、聂星、刘力加、程学东等,沈阳铁路局车辆处毕建华、廉洁进行了审阅。在编写过程中得到了铁道部车辆局有关领导的支持,得到费学尧、李云国、钟家亮等同志的协助,在此一并表示感谢。

本书在编写过程中,为使铁路客车燃煤温水采暖装置的构造及原理部分内容全面,为专业技术人员提供一定的理论

知识,引用和参考了部分有关书籍,在此表示谢意。

由于业务水平有限,收集资料不全,故疏误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

1997年6月

目 录

第一章 铁路客车采暖装置概述.....	1
第一节 铁路客车采暖装置种类及特点.....	1
第二节 铁路客车采暖装置的技术要求.....	6
第二章 燃煤锅炉采暖装置的工作原理及组成.....	7
第一节 燃煤锅炉采暖装置工作原理.....	7
第二节 燃煤锅炉采暖装置温水循环方式.....	9
第三节 燃煤锅炉采暖装置组成方式	11
第三章 燃煤锅炉采暖装置主要部件的构造及作用	
.....	14
第一节 燃煤锅炉	14
第二节 膨胀水箱	16
第三节 散热管	20
第四节 强迫循环装置	21
第五节 水位表和水温表	26
第六节 常用阀的构造与作用	28
第七节 附 件	31
第四章 燃煤锅炉采暖装置的管路系统	33
第一节 YZ ₂₂ 型硬座车采暖装置的管路系统	33
第二节 25型客车温水采暖装置的管路系统	36
第三节 硬卧车温水采暖装置的管路系统	37
第四节 软卧车温水采暖装置的管路系统	37
第五节 餐车温水采暖装置的管路系统	38

第五章 燃煤锅炉的燃烧及传热过程	39
第一节 燃烧过程	39
第二节 传热过程	42
第六章 燃煤锅炉采暖装置的使用与维修	46
第一节 燃煤锅炉温水采暖装置的使用	46
第二节 车厢内温度的调整	51
第三节 温水采暖装置的常见故障及处理方法 ...	54
第四节 日常管理	59
附 件:铁路客车采暖装置技术问答.....	64

第一章 铁路客车采暖装置概述

第一节 铁路客车采暖装置种类及特点

铁路旅客列车在冬季尤其是在严寒地区运行时,为了提高客车车厢内的空气温度,给旅客和客运工作人员创造适宜的环境温度,经常提供盥洗用水,保证客车给水系统不发生冻结,在铁路客车内部一般都安装采暖装置。

客车采暖装置是保证旅客在冬季旅行中有一定舒适条件所必不可少的重要设备之一。

铁路客车采暖装置按热源的媒介不同,可分为蒸汽、独立温水、电热和热风等方式。

一、蒸汽采暖装置

蒸汽采暖是 60 年代以前,大多数铁路客车所用的采暖方式。采用蒸汽机车集中向编挂客车供汽,具有加热设备简单,作用比较可靠,便于装卸和调节等优点。但是,在列车的暖汽主管与客车车厢之间的连结处的热损耗大,当车厢外部气温较低,一旦供汽的蒸汽压力不足时,就有可能冻结暖汽主管或暖汽软管,甚至冻裂车厢内散热管。另外,对编挂客车辆数较多的旅客列车,其后部的车厢内因得不到足够压力的蒸汽,车厢内温度较低。

随着列车速度的提高和科学技术的发展,铁路牵引动力已逐步实现了内燃化和电气化,也就停止了蒸汽机车的生产。

如果再采用蒸汽采暖就需另设蒸汽锅炉。而蒸汽采暖装置锅炉燃料热效率低,仅为 25.6% 左右,蒸汽锅炉供热蒸汽压力大,安全性差,维修费用较高,因此铁路客车的蒸汽采暖装置已经基本淘汰,大部分被独立温水循环采暖装置取而代之。

二、独立锅炉温水循环采暖装置

自 1956 年以后,我国新造软席、卧车等车型均采用燃煤锅炉独立温水循环采暖装置。燃煤锅炉独立温水循环采暖装置的基本原理,是利用安装于客车一位端的温水锅炉,将冷水加热后通过水的循环输送到客车车厢的散热管内,用热水加热散热管壁,再利用散热管壁的热量来加热车厢内的空气,达到采暖的目的。

因为独立温水循环采暖装置中的温水仅在本车厢内循环,与其它车厢之间没有热量交换,所以,一般都称为独立温水循环采暖装置。按热源不同又可分为燃煤、燃油和型煤三种方式。

1. 燃煤锅炉式

自 1958 年开始,我国凡新造客车全部采用独立温水循环采暖装置,在 1960 年至 1961 年期间,虽然生产过一批 23 型硬座客车仍采用蒸汽采暖,但随着运输发展的需要早已全部改装成独立温水循环采暖装置。

我国铁路客车所采用的燃煤锅炉独立温水循环采暖装置,其基本结构是参考原苏联 23.6m 客车的图纸,并结合我国铁路客车的具体情况设计制造的。

燃煤锅炉采暖装置的散热管散发热量比较适宜,一般不高于 70℃,感觉热度柔和;燃料热效率比较高;能适应各种类型的机车牵引;不论站停或库停时均能独立使用,无需预热。

但仍存在锅炉热效率较低,锅炉体比较笨重,占有车内有效空间,焚火劳动强度较大,影响车内卫生等缺点。

2. 燃油锅炉式

为了适应铁路牵引机车由蒸汽型向内燃和电力型机车发展的需要,从1956年初开始研制了燃油锅炉独立温水循环采暖装置,将蒸汽采暖的客车改造为油炉采暖,运用了20多年,曾占全路独立温水采暖装置客车的1/5左右。

燃油锅炉采暖装置实际上也是独立温水循环采暖装置的一种,它具有重量轻,体积小、温升快、热效率高、操作方便,并能减轻操作人员的劳动强度等优点。在70年代,不但新造客车全部采用,旧杂型客车的蒸汽采暖也都改为燃油炉采暖装置。

但是,燃油炉存在易爆炸以及漏油而引起火灾等不安全因素。另外,在使用过程中,有机器运转的噪音和柴油的气味,直接影响旅客正常乘坐。因此,铁道部于1988年6月21日发布铁辆[1988]582号文件决定将铁路客车独立温水循环采暖装置燃油锅炉全部改为燃煤锅炉。从1988年下半年开始,在客车做厂修和段修的同时对燃油锅炉进行改造,到1990年底全路已全部改完,停止了铁路客车燃油炉采暖装置的使用。独立温水循环的客车采暖装置全部采用燃煤锅炉采暖装置的结构。

3. 型煤锅炉式

目前我国铁路客车燃煤独立温水循环采暖装置的燃烧结构,绝大部分是采用散烧原煤方式。散烧原煤在技术上是一种落后的形式,弊病较多,相比较而言热效率低,浪费能源,将大量烟尘排入大气,污染环境,散烧原煤需要量大,储运和在客车上携带很不方便,因此,研究了型煤方式。

型煤锅炉独立温水循环采暖装置,其设计重点是改变燃烧条件和内部结构,最大限度地节约能源和提高热效率,保持现有客车设备的完整,符合原来燃煤锅炉的设计空间。锅炉体参照了原锅炉体的结构。一炉装型煤 27 块,持续燃烧时间一般在 10~12h,如果考虑封火状态,其时间会更长,这期间无需加煤,可减轻操作者的劳动强度。

型煤分为本体煤和点火煤,形状均为边长为 100mm 的正方体,煤本体有 16 个 11mm 的通风孔,每块煤质量约 1kg。

型煤的燃烧为上燃反烧式。即从上方点火,一般用半张报纸即可点燃,约在 30min 后炉口温度可达 500℃ 以上。燃烧是自上而下逐层燃烧,直到最低层型煤的挥发烧尽为止;而固定炭是从低层燃烧,逐次上移,直到最上层的型煤燃烧尽,如此自上而下,又自下而上的反复燃烧过程,使燃烧充分、热效率较高、火力充足、持续时间长。

但是型煤属于易燃品,存在不易携带和储存的致命弱点,因此,目前未能推广使用。

三、电热采暖装置

电热采暖装置是一种比较新型和先进的采暖方式,这种方式是利用电流热效应的原理,将电能变为热能,然后加热空气。

电热采暖装置的设备比较简单,以一定功率的电热元件为单位,可以按加热需要分布在车厢内座席或卧铺下部,也可以组合制成空气预热器,安装在机械强迫通风系统的中央空气调节器或诱导器内。

电热采暖装置的特点是电热元件体积小、重量轻、内部仅有镍铬合金螺旋丝和填充容热物质。这种采暖方式能量耗损

小,热效率高(可达 96%),容易控制和调节发热量,工作可靠。但耗电量大,而且绝缘技术要求高,必须可靠接地。所以通常用于成组列车的集中供电(电压为 380V/ 220V)或电气化线路接触网式供电的列车中,电热元件的额定电压通常为 220V,可按基本相同的功率,分别将其接到三相电网上。

目前,我国铁路客车大部分采用轴枢式发电机和蓄电池并联的 48V 供电系统,尚不能采用电热采暖方式。按有关规定,电热采暖也只适用于外温在零下 20℃ 左右的环境。

四、热风采暖

轻油动车组列车是利用发动机的废气余热采暖,即将废气通过安装于通风机吸风道内的空气加热器加热后输入车厢内,称为热风采暖。

综上所述,为使铁路客车在天气寒冷地区的冬季,保持适宜的温度,除了应提高车厢内的隔热(防寒)性能外,还需要安装不同型式的采暖装置,以补偿车厢内散去的热量。

近年来,我国新造铁路空调客车采用了电热采暖或热风采暖装置。但是,由于我国北方地区冬季气温较低,一般在零下 20~40℃,电热采暖装置难以保证各种车型的车厢内温度适宜,所以,目前运行在北方的客车大部分仍保留或加装温水采暖装置。

目前,采用燃煤锅炉温水采暖的客车车厢内温度仍偏低。这个问题涉及到客车采暖装置的设计和制造质量,客车的保温性能,设备的维修和管理,操作者的焚火技术素质等多方面因素。针对以上问题,有关部门研制出 40kW 燃煤炉,BC - 型散热器,DXB - S 型电动循环水泵及 25 型手动水泵,STK93 - 型无泄漏手动水泵等采暖装置主要部件,通过装

车后进行效能及运行试验与原来的采暖装置相比较,取得了较好的效果,能够满足我国最严寒地区客车冬季采暖的需要。改进后的新型客车采暖装置的主要部件已通过部级鉴定,正在推广使用。为了保证焚火质量,铁道部要求对担当独立采暖装置的客车焚火人员,在每年采暖期前组织学习有关技术要求,经考试合格后发给合格证,方准独立焚火工作。

总之,铁路客车采暖装置应根据热源和具体情况来确定采暖方式。例如蒸汽机车牵引的客车,应该采用蒸汽采暖装置,电力机车牵引的客车,应采用电热采暖;内燃机车牵引的客车(在北方寒冷地区运行的客车)可以采用燃煤锅炉独立温水采暖装置。这种采暖装置既经济又适应各种环境。

第二节 铁路客车采暖装置的技术要求

1. 由车厢内散热管(散热元件)加热的空气或经空气预热器加热并由风道送入车厢内的空气温度必须温和适宜。

2. 能够按季节气温变化并随车厢内旅客数量的多少调节采暖装置的散热量。

3. 能使车厢内的各个部位温度均匀一致。

4. 散热元件的表面温度不宜过高,一般不能超过 70 。

5. 采暖设备的热效率高,设备简单,便于维修和保养。

6. 采暖装置正常工作时无发生火灾事故的危险,并不向车厢内散发有害气体。

7. 采暖装置工作和调温设施应尽量采取自动或半自动化的方式。

第二章 燃煤锅炉采暖装置的工作原理及组成

第一节 燃煤锅炉采暖装置工作原理

铁路客车燃煤锅炉采暖装置是温水采暖装置的一种。在温水采暖装置中以水为热媒进行热的传递。其基本原理是锅炉将冷水加热至 90℃ 通过客车厢内的散热管,把热量传给车厢内的空气使车厢内温度得到提高,而冷却后的水,由管路流回锅炉,经重新加热后再流出锅炉到车厢内的散热管。热水不断地向车厢内散热管输送,冷却后的水不断流回锅炉,在车厢内进行热交换。如此循环不止,达到采暖的目的。这种采暖装置是由水将热量输送至客车车厢内的,这种输送热量的物质——水,叫热媒。

温水采暖系统的作用,是和温水循环情况直接相关的,散热管内的水循环不良,无论锅炉内的水温有多高,也收不到良好的效果,由此可见,对温水采暖系统来讲,水的循环状况是采暖效果的关键。

采用水作为热媒来传递热量的理由:

1. 水的比热大($c = 4.18 \text{ J/g} \cdot \text{℃}$),与其它物质比较,用等量的水可以吸收更多的热量,而且放热的时间较长。
2. 水的成本低,容易获得。
3. 水对人体无害。

水在 4℃ 时体积最小,密度最大。随着温度的上升和下

降,密度减小,体积增大。温水采暖系统管路中各处水的温度不同,因而可形成不同的压力,使水不断流动。此外,采暖系统还留有多余的空间,以容纳体积膨胀后的水,保证水的正常循环。

图 2 - 1 所示为温水采暖装置简图。水在锅炉中加热后经水管 1 进入到膨胀水箱 2,膨胀水箱上分出两个独立的管路系统,每一系统包括上部出水管 3,立管 4 和与锅炉连接的下部散热管 5。

图 2 - 1 温水采暖装置简图

1 - 水管;2 - 膨胀水箱;3 - 出水管;4 - 立管;5 - 散热管。

膨胀水箱的作用是:容纳整个采暖系统因受热膨胀而形成的多余的热;与大气相通,排除系统内空气,以免影响温水在管路中循环。

水在不同温度下的物理性质不同,应当指出,温度在 4 时,水的密度为 1,温度在 0 时,其密度小于 1,即有反常膨

胀性质。故水结冰时体积要膨胀,易造成管路冻裂。

独立温水采暖装置,在环境温度较低、车体和通风热损耗较大时,为了维持车厢内所需的温度,防止管路中水结冻,管路中有强迫温水循环设施。强迫温水循环设施通常是在管路系统中接入手动水泵或电动水泵。

第二节 燃煤锅炉采暖装置温水循环方式

铁路客车燃煤锅炉独立温水采暖装置的温水循环;分自然循环和强迫循环两种方式。

一、自然循环形式

图 2 - 2 所示为自然循环作用原理图,封闭管路充满水,在 A 端直管部分加热。在未加热前,管路内的水的压力保持平衡,即 $h_2 = h_1$,管路内的水不会流动;加热后 A 端水的温度升高,体积增大,密度变小,此时 h_2 水柱的重量就比 h_1 水柱大,即 $h_2 > h_1$,不能保持平衡,水即按图中箭头所示方向流动,水流到 B 端时温度下降,而流到 A 端时又被加热,因此只要热源不中断,自然循环作用就会永远进行下去。

燃煤锅炉独立温水采暖装置的温水管路和上述原理大体相似。当锅炉焚火后,也会使炉内形成水的自然循环。据原苏联叶果罗夫工厂的试验,在 23.6m 全钢客车的温水采暖系统中,当锅炉出水口温度为 90 ~ 95 时,温水管直径为 70mm,钢管内的循环水量可达 500L/ h。但由于温水采暖系统的管路较长,并有很多弯曲部分,再加上管路中安装的各止阀、接头等,使温水在循环流动时受到很大的阻力。因此,在严寒期间完全依靠管路自然形成的压力差来实现水路的正常循环是比较困难的,也是不能满足采暖需要的,所以采用强迫循环。

图 2 - 2 自然循环作用原理图

二、强迫循环方式

为了克服温水循环的阻力,解决温水自然循环方式的压力不足问题,加快温水循环的速度,提高散热管的散热效能,在采暖系统中采用了机械强迫循环方式。在温水管路系统上安装了手动水泵和电动水泵,即利用手动水泵和电动水泵来达到加速温水循环的目的,使温水循环方式由自然循环变为强迫循环。采用强迫循环形式温水流量增大,可以使锅炉内热水热量较快较多地送到车厢内,提高采暖装置的工作效率。

装有手动水泵的采暖装置,当温水循环不畅时,可由人力操纵水泵,使水加速循环。但使用手动水泵时,乘务人员的劳动强度较大,尤其是在寒冷地区运行的客车,使用手动水泵强迫循环,已满足不了客车采暖的需要。因此,在客车采暖装置中安装了电动水泵,乘务人员可根据需要随时开机,减轻了

乘务人员的劳动强度。

温水采暖装置中即使装有电动水泵,手动水泵仍有使用价值,向锅炉内补水时需要手动水泵。在电动水泵发生故障而不能使用时,也需要手动水泵来代替工作。

第三节 燃煤锅炉采暖装置组成方式

铁路客车燃煤锅炉独立温水采暖装置的组成方式

一、管路布置方式

按管路布置方式分为上出水式和下出水式温水采暖装置两种(见图 2—3)。

图 2 - 3 上出水式和下出水式温水采暖装置

下出水式温水采暖装置所使用的材料较少,使用较小管径的管路,系统质量较轻,但由于锅炉和立管里水的温度差不大,在自然循环中形成的水压不大,压力差比上出水式小,管路中水的循环不及上出水式好,因此在我国铁路客车中温水采暖装置的管路绝大部分都采用了上出水式。上出水式一般都是从膨胀水箱中引出上出水管的,其走向分为两种:一种是