

K
O
N
G
T
I
A
O
K
E
C
H

空调客车

吴宗哲 主编

章音 主审



长春客车工厂科技咨询服务公司

前 言

为了适应空调客车发展的需要，我们把多年来在研究、试制和生产维修铁路空调客车中所积累的资料，编写了《空调客车》一书，本书的主要内容已作为1986年在长春客车工厂和1988年在广州海军接待站举办的空调培训班的讲义。由于当时编印的讲义数量较少，不能满足各铁路局车辆段的要求。为了更好地为铁路工程技术人员和工人同志服务，我们重新整理了讲义并收集了新的资料。增添了绪论、新产品简介、日本《东芝》、《三菱》单元式空调机组的译文资料和电气线路说明。对东德空调软卧车的电气线路作了分析、研讨和说明；还着重例举了长春客车工厂生产的典型空调客车等等。

参加本书编写工作的人员有：

纵允俊高级工程师、薛克仲、陈占甲、叶兴国和岳喜麟等工程师。史贵林和宁英杰高级工程师、王继彦工程师和姜佩林助理工程师也参加了一些编写工作。本书的日文资料由冯伯欣同志翻译。封面由刘颖工程师设计。

本书由长春客车工厂高级工程师吴宗哲主编，特请西南交通大学副教授章音主审。

由于时间比较仓促，我们的水平有限，难免有不当之处，敬请广大读者批评指正。

长春客车工厂科技咨询服务公司

1988年8月于长春

内 容 提 要

《空调客车》一书，全面介绍了铁路空调客车的基本知识，系统地介绍了我国铁路客车的最大生产基地——长春客车工厂生产的空调软卧车的单元式空调、柴油发电机组和车电装置；同时还例举了长春客车工厂生产的典型空调客车电气线路和东德空调软卧车电气线路。并附有日本《东芝》、《三菱》单元式空调机组的有关资料等。本书内容丰富，适合于工厂、学校、路局车辆段的工程技术人员和工人阅读，并能指导现场的工作。

封面设计 刘 颖

空调客车

吴宗哲 主编

章 音 主审

长春客车工厂科技咨询服务公司

(吉林省长春市西安桥外)



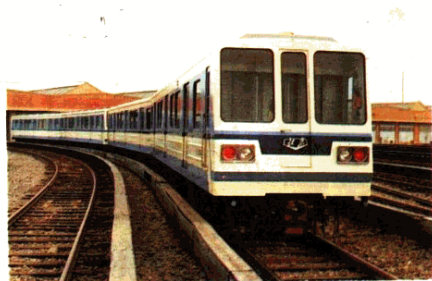
▲ 公务车会议厅 1



▲ 公务车会议厅 2



▲ 公务车主包房



▲ DK 8 地铁客车



▲ 新型地铁电动客车

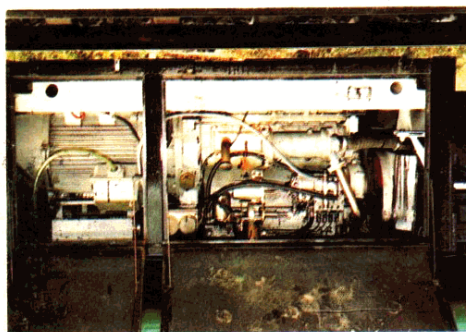


▲ 新型地铁电动客车内部布置

不锈钢软席卧车

介绍

- | | |
|----------------|----------------|
| 1、车辆外貌 | 3、走廊 |
| 2、车下柴油发电机组 | 5、带有不锈钢洗面器的洗面室 |
| 4、装有印花不锈钢固板的厕所 | |



目 录

前 言

第一篇 绪 论

第一节	客车和空调客车	1 - 1
第二节	对车内空气参数的要求	1 - 2
第三节	改变客车车内空气参数的方法	1 - 5
第四节	我厂主型空调车简介	1 - 7

第二篇 空气调节

第一章	空气调节的一般知识	2 - 1
第一节	空气调节的意义及任务	2 - 1
第二节	空气的基本知识	2 - 3
第三节	湿空气的状态参数	2 - 4
第四节	湿空气的焓湿图 ($l-d$ 图)	2 - 11
第五节	$l-d$ 图在空气调节中的应用	2 - 14
第六节	利用干、湿球温度确定空气状态	2 - 26
第七节	铁路客车空调参数的要求	2 - 32
第二章	制冷原理	2 - 35
第一节	热工原理	2 - 35
第二节	单级蒸汽压缩式制冷的理论循环	2 - 36
第三节	制冷剂	2 - 43
第三章	制冷机及辅助设备	2 - 50
第一节	活塞式制冷压缩机的结构	2 - 56
第二节	能量调节	2 - 67
第三节	制冷热交换设备	2 - 69
第四节	辅助设备	2 - 72

第四章	空调客车的通风系统	2-98
第一节	通风系统的组成	2-98
第二节	通风量的确定	2-110
第五章	铁路客车的空调装置	2-113
第一节	客车空调装置的安装形式	2-113
第二节	空调机组的类型	2-117
第六章	长春客车工厂制造的空调客车	2-140
第一节	硬座空调客车	2-140
第二节	软卧空调客车	2-142
第三节	车顶单元式空调车运行注意事项及维护	2-143
第四节	单元式空调机组的安装	2-148
附录	国际单位制(SI-1单位制)及其换算	2-151

第三篇 柴油 机

第一章	柴油机的基本原理	3-1
第一节	柴油机的基本概念	3-1
第二节	柴油机的工作原理	3-7
第二章	柴油机的基本构造	3-8
第一节	机体组件	3-8
第二节	曲柄连杆机构	3-11
第三节	配气机构及进排气系统	3-17
第四节	柴油机的燃烧过程及燃料供给系统	3-23
第五节	润滑系统	3-33
第六节	冷却系统	3-37
第七节	起动系统	3-42
第三章	柴油机的调整及使用维护	3-45
第一节	柴油机的调整	3-45
第二节	柴油机的使用	3-46
第三节	柴油机的维护保养	3-49
第四章	柴油机常见故障的判断与处理	3-51

第一节	柴油机故障的产生原因	3-51
第二节	柴油机故障现象及一般判断方法	3-52
第三节	柴油机常见故障的判别和处理方法	3-53

第四篇 空调客车电气

第一章	低压电器	4-1
第一节	控制电器	4-1
第二节	配电电器	4-23
第二章	空调客车电气控制	4-33
第一节	电工系统图常用图形符号	4-33
第二节	直流电动机的起动	4-37
第三节	异步电动机的起动	4-42
第四节	鼠笼型异步电动机的变极调速	4-46
第五节	铁路客车空调控制电路的基本规律和要求	4-49
第三章	典型铁路客车空调电路	4-52
第一节	L8CCK 36软卧车空调电路	4-52
第二节	CCK 39软卧空调电路	4-57
第三节	CCK 38硬座车空调电路	4-62
第四节	日本东芝车辆空调装置电路	4-78
第五节	CCK 37硬座空调车电气图	4-86
第六节	CCK 36车空调电路	4-90
第七节	民主德国阿门多尔夫和高尔利次工厂生产的独立供电空调客车电气	4-94
第八节	客车空调柜使用维护	4-106
第四章	单车柴油发电机供电	4-107
第一节	起动蓄电池组充电发电机及专用电器	4-107
第二节	柴油机起动专用电机电器	4-114
第三节	水温油温及油压测量表	4-118
第四节	小型同步发电机	4-121
第五节	小型柴油同步交流发电励磁调节器	4-123
第六节	CCK 39软卧空调车柴油发电机供电系统	4-132
第七节	L8CCK 36软卧车柴油发电机供电系统	4-139
第八节	车端电气连接器	4-143

第五章 轴温监测报警	4-147
第一节 轴温产生及其危害	4-147
第二节 轴温监测方法及设备	4-142
第三节 CMOS 集成电路	4-148
第四节 其它集成电路	4-160
第五节 铂电阻轴温传感器	4-162
第六节 轴温测量原理	4-164
第七节 轴位的转换与显示	4-165
第八节 轴温报警电路	4-169
第九节 电源	4-170
第十节 整机电路	4-171
第十一节 使用与维护	4-175
第十二节 故障及处理方法	4-176
第六章 轴温监测报警装置维修问题 100 例	4-177

第五篇 产品资料

一、CU792型空调装置用空调操作控制箱 使用说明书(日本三菱)(译文)	5-1
二、CU792型空调装置使用说明书(日本三菱)(译文)	5-12
三、RW22型软卧空调车使用说明书	5-26
四、YZ22型硬座空调车使用说明书 CCK37、CCK37B	5-45
五、YZ22型硬座空调车使用说明书(CCK38、CCK38C)	5-60
六、新产品简介	5-90
1. 交流电动车组(单元式空调机组接触网供电)	5-90
2. 新型地铁电动客车	5-91
3. 不锈钢空调软卧车(单元式空调机组柴油机组供电)	5-91
七、新型客车灯具	5-91
八、JL ₁ 型机车连接器	5-93
九、JL ₂ 型机车连接器	5-95

第一篇 绪论

第一节 客车和空调客车

铁路车辆是用以运输旅客和货物的运载工具。铁路车辆可分为客车和货车两大类。

属于客车的有：供运输旅客的硬座车、硬卧车、软座车和软卧车；供旅客膳食用的餐车；供运送行李和邮件的行李车和邮政车。此外还有一些属于特殊用途的客车以及双层客车、地铁客车、地上和地下联运的客车、市郊客车等。

按结构特点和用途，现有的客车可以分为十八种，车型名称及特点如下：

一、软座车：旅客座位的座垫和靠背均有弹簧装置和乳胶或高回弹聚氨酯软垫，对面两座椅的中心距离在1800mm以上。

二、硬座车：旅客座椅的座垫及靠背为木制面，而新造客车则全部采用钢骨架，并用人造革包裹着乳胶或聚氨酯泡沫塑料的半硬制品；或虽有弹簧靠背座椅，但其对面两座椅的中心距离不足1800mm，新造一般为1500mm。

三、硬卧车：卧铺垫无弹簧装置，一般为三层铺，或设有边铺。

四、软卧车：卧铺垫有弹簧软垫、蒙面布和铺套，并且单间定员不超过四人。新造软卧车包间面积为 4m^2 ，双层铺且有空调装置。

五、餐车：设有厨房和餐室。

六、行李车：供运送行李之用，设有行李间及行李员办公室。

七、邮政车：供运送邮件之用，设有邮政间及邮政办公室。

八、厨房车：设有厨房，但没有餐室，专门供应旅客伙食。

九、公务车：供国家机关办公专用的客车及其附属车。

十、医务车：设有医疗设备的客车。

十一、卫生车：专供运送伤员之用，设有供伤员使用的设备（不包括医务室及厨房）。

十二、试验车：设有试验（如电气试验、制动试验、热工试验、动力试验、油脂试验等）设备。试验车根据试验内容命名，如“动力学试验车”等。

十三、维修车：设有检查和维修铁路及其设备的装备（如修理磅秤车、检查轨道车、接触网检修车等）。

十四、文教车：设有文娱和教育用的器具及设备（如文化车、技术教育车、电影车等）。

十五、特种车：凡按特种用途设计但与上述车种结构和用途不同的客车，均属特种车（如运猴车、发电车、救援车、蒸汽锅炉车等）。

十六、代用座车：由棚车加装改造的一种带有横向座席的代用客车。车内设备与一般客车大致相同，有厕所，给水装置，采暖装置等。

十七、代用行李车：由棚车加装改造成的一种运送行李用的车辆。

十八、简易座车：由棚车加装改造成的一种带有纵向长条座席的简易客车。车内设备十分简单，车端有一厕所间，采用火炉取暖，端部开有通过门。

由上述车种中的两种或三种合造成一辆时，称为合造车。

一般车辆均有走行部——转向架，空气制动、手制动和基础制动组成的制动装置，车钩缓冲装置，车体和车辆内部设备等五大部分。

车辆内部设备，主要指客车上为旅客旅行所提供的必要的设备，例如给水装置——供给盥洗和厕所等处的温水和冷水，采暖装置——保证冬季车内具有适当的温度；通风及空调装置——保证车内所需的温度（冬季升温、夏季降温）、湿度及新鲜空气；车电装置——供给电灯、电扇广播及各种用电设备的电源。

根据车内空气参数的改变方式，又可分为普通车和空调车两种。

普通车一般采用燃煤（燃油）循环温水采暖，自然通风器和活动车窗、电扇通风换气。部分车上也有安装机械通风装置。

空调客车主要指车内空气参数的改变依靠空调装置来实现。

为了扩大空调客车的采暖能力和不使用空调机组时的通风换气能力，扩大客车对地区、季节的适应能力和提高经营方面的经济效益，部分空调客车上还配备完整的自然通风装置和采暖装置。

第二节 对车内空气参数的要求

对于客车，要求在车内创造既卫生又舒适的条件，以保证旅客的身体健康，减少旅途中的疲劳或提高学习和工作效率。

在正常的气象条件下，健康的人只要能够使身体内所产生的热量和向外界散发出去的热量间保持平衡，人就感到舒适。否则，人就感到冷或热。

空气中的氧气是人们生存所必须的。由于人体的呼吸作用，使车内氧气含量逐渐减少而二氧化碳、水蒸汽逐渐增加（如表1.1所示）。由于人体散发热量，周围空气温度会逐渐升高（如表1.2所示）。同时，还会产生其他有害气体和灰尘使空气变得污浊，卫生条件下降、舒适性降低（如表1.3所示）。

综上所述，影响车内卫生和舒适性的主要因素是：车内空气的温度、相对湿度、人体周围的空气流动速度；空气的清纯度等。而改变室内空气参数的目的，就是使之上述诸项达到一定的标准。而这个标准即受到舒适卫生要求，又受到我国的气候特点、人民的生活习惯及设备的经济效益的影响。综合上述诸因素，现制定了适合我国国情的标准。

人在不同体力负担下的肺部换气 表1.1

状态	吸入空气的总量 l/min	氧气消费量 l/min	碳酸气呼出量 l/min	呼出空气中 碳酸气的成分 (%)
静卧	7	0.24	0.19	2.7
静立	10	0.33	0.26	2.6
按4.5km/h 的速度步行	25	1.00	0.87	3.5

成年人发散的热和水蒸汽的数量 表1.2

室内空气温度 (°C)	发散的热量 kcal/h	水蒸汽发数量 g/h	潜热 kcal/h
15	93.0	31.1	18.6
18	85.0	32.4	19.4
21	75.5	45.4	26.5
24	66.5	55.7	35.4
27	55.5	77.8	46.5
30	41.5	94.0	56.5

室内温度对成年人的影响 表1.3

室内温度 (°C)	休息时		工作时	
	在1h内增高的体温 (°C)	在1h内每分钟增多的脉搏次数	在1h内增高的体温 (°C)	在1h内每分钟增多的脉搏次数
15.5	-	-	-	6
21.1	-	-	0.056	7
26.7	-	-	0.168	11
29.4	0.05	1	0.336	17
32.2	0.17	4	0.672	31
35	0.5	15	1.280	61

一、我国客车空气调节车内参数的参考值 (如表1.4所示)

我国客车空气调节车内参数参考值

表1.4

项目	季节	
	夏季	冬季
客车内温度范围 (°C)	24~29	18~22
客车内湿度范围 (%)	>70	<30
客车内空气流速范围 (m/s)	0.25~0.5	0.05~0.25
新鲜空气量 (m ³ /h·人)	20~25	略小于20~25
车内空气含尘量 (mg/m ³)	1	

二、部级、国家级优质产品室内空气参数对照表如表1.5所示。

部级、国家级优质产品室内空气参数对照表 表1.5

项 目		部级优质品	国家优质品		
非 空 调 车	外温 - 35℃时	软座车、硬卧 车、软卧车	$\leq +18^{\circ}\text{C}$	$\leq +20^{\circ}\text{C}$	
		其他车	$\leq +16^{\circ}\text{C}$	$\leq +18^{\circ}\text{C}$	
	室内温度要求	厕所、洗脸室	$\leq +10^{\circ}\text{C}$	$\leq +12^{\circ}\text{C}$	
北 京 以 南 地 区 空 调 车	夏 季 +35℃ 60%	客 室 温度	+24℃~+28℃	同左	
		相对湿度	40%~50%		
		微风速	0.25m/s~0.35m/s		
	新风量		20~25m ³ /h·人		
	冬 季 -14℃	客 室	温度	+18℃~+20℃	同左
			相对湿度	40%~60%，最小30%	
微风速			0.20m/s		
新风量		15~20m ³ /h·人(推荐)			
空调车		CO ₂ 含量	$\geq 0.15\%$	$\geq 0.10\%$	
卫生要求		含尘量	$\geq 1\text{mg}/\text{m}^3$	同左	

三、准轨铁路客车通用技术条件对室内空气参数的要求

1. 非限定运行区间的非空调客车，车外空气计算温度为 - 35℃，采暖装置须保证下列要求：

A. 软座车、硬卧车和软卧车的客室和乘务员室内平均气温不低于18℃。其他车的客室和乘务员室，餐车的餐厅和厨房，行李车和邮政车的办公室，分拣室及乘务员室内平均气温不低于+16℃。

B. 厕所和洗脸室内均气温不低于+10℃。

C. 各车走廊内平均气温介于厕所和客室平均气温之间。餐车走廊内平均气温为+10℃~+16℃。

2. 运行在北京以南地区的空调客车，车内外设计计算参数须符合表1.6的规定。

3. 空调客车须满足下列卫生条件的要求：

A. 客室内空气中二氧化碳的容积浓度不大于0.15%。

B. 客室内每立方米空气中的灰尘含量不超过1mg。

C. 行车速度为80km/h时，软席卧车客室内噪声不得超过65dB(A)餐车的餐厅、行李车的

办公室、邮政车的分拣室和其他车的客室内噪声不得超过68dB(A)。

表1.6

季	车外空气		客室内				洗脸室内平均气温 (°C)	走廊和厕所内平均气温 °C	供给每个旅客的新鲜空气量 (m ³ /h)
	计算温度 (°C)	计算相对湿度 (%)	平均气温 (°C)	沿方向的空气长度差 (°C)	平均相对湿度 (%)	平均风速 (m/s)			
夏季	+35	60	+24 ~ +26	>3	40 ~ 65	软座车、硬卧车和 软卧车 >0.25, 其它 车 >0.35	—	—	20 ~ 25
冬季	-14		+18 ~ +20	>3	40~60 最小30	>0.2	<+18	低于客室 但不低于 +14°C	15~20

第三节 改变客车车内空气参数的方法

改变客车车内空气参数的方法很多,效果也大不一样。究竟采用什么方法,要根据不同车种的要求和国情,即经济实力、科技水平,人民的生活水平来选择。

改变客车车内空气参数方法概括起来,有直接法和间接法两种。

一、直接法

直接法就是通过车辆本身所具有的设备或设施来改变车内空气参数的方法。如安装自然通风器、活动车窗,进行车内通风换气;安装燃煤温水锅炉、电加热器等加热室内空气和安装空调机组进行制冷、空气预热;以及上述方法的有机组合。

1. 温水采暖和自然通风方法

这是一种采用燃煤锅炉温水采暖和用自然通风器活动车窗通风换气相结合的方法。

这种方法的优点是原理简单、技术成熟、投资费用低。缺点是效果不好,结构笨重,而且上煤、司炉、上水、排水等操作和辅助劳动强度大,工作多。

虽然如此,但由于国情的限制,以及它这种方法有足够的采暖能力和起码的通风换气条件,所以基本上能够适应全国各地的气候条件。采用这种方法的为属于通用型低标准客车,它约

占我国铁路上运行客车总数的98%，现在我厂生产客车的95%左右，都属于这种类型。如图号为CCK22、CCK22C、CCK32、CCK33、CCK40等硬座车。

2. 安装空气调节装置方法

这是一种对室内温度、湿度、风速、空气成分及灰尘含量都能控制，并使之达到规定标准的先进的客室空气调节方法。

世界上工业比较发达的国家，早在三十年代就已开始了使用空调客车，五十年代比较普遍，六十年代得到大量发展。与此同时空调机组的形式和供电方式也不断更新和发展。但是，由于投资大、结构复杂，须要有一定的操作维修技术。因此，广泛用于车内空气参数要求严格的客车上。

我国从五十年代开始生产空调客车，但发展很慢。我国首列干线长途空调旅客列车京沪13/14次特快列车是1980年开始运行的。空调客车主要是软卧、软座和南方的硬卧、硬座车等。我厂先后生产几百辆空调客车。软卧如图号CCK39、CCK36、L8CCK36、L7CCK34、CCK29、LCCK28；硬座车的图号为CCK30、CCK31、CCK37、CCK37B、CCK38、CCK38C、LCCK22、L1~L5CCK22。

空调车的机组中通常都具有空气预热器，以适应南方的春、秋、冬季需要，如CCK37、CCK37B。但也有在室内安装电加热器，以满足北京地区的冬季要求，如L2CCK22。而安装温水采暖的空调车，则能适应北方严寒的冬季，成为所谓“全天候客车”，如CCK39、L8CCK36、CCK38、CCK38C等等。

3. 客车上的空调装置，从不同的角度，可划分为不同的类型。

A. 按对送入车内空气的冷却方法，可分为：

① 冰水冷却装置：用自然冰或人工冰作冷媒，冷却进入车内的空气，或用冰、水直接与空气接触的方式来冷却空气。

② 蒸汽喷射式冷却装置：依靠蒸汽的喷射，在密闭容器（即蒸发器）中造成低压，而使容器中水的温度因蒸发而降低，然后由水再冷却空气。

③ 吸收式冷却装置：利用强烈吸湿剂把容器中的水所蒸发出来的水蒸汽吸收掉，从而保持蒸发器中的真空度，使水蒸发而降温，再冷却空气。

④ 压缩冷却装置：这种装置的冷源是在致冷压缩机产生的压力下很容易冷凝和蒸发的冷冻剂，在冷却系统中循环作用的结果。

现在的客车空调，都采用压缩冷却装置。

B. 按压缩机的动力方式划分：

① 机械传动：直接依靠车轴传动。

② 内燃传动：内燃机通过，皮带或联轴节传动。

③ 电力传动：电动机通过，皮带或联轴节传动。

现在客车上的空调装置，几乎都是采用电力传动。

C. 按空调机组供电方式划分：

① 本车供电：由车轴发电机或本车安装的柴油发电机组供电。我厂生产的LCCK2属于前者，L8CCK36、CCK39则属后者。

② 集中供电：由列车中编挂的发电车（柴油发电车）集中向各车供电或由地面电站通过接触电网或第三轨供电。

由地面供电的通常是指电气化铁路运行的列车或地铁中的电动车组。

列车集中供电的客车有专为集中供电而设计的客车，如我厂生产的CCK 37、CCK 37B、CCK 38、CCK 38C等和具有本车供电与集中供电转换设备的客车，如L8CCK 36、CCK 39就属这种类型，它的适应性很强，既可与集中供电空调车联挂使用，又可单独编挂在列车中使用，具有广泛的适应性。

D. 按空调机组的组成方式为：

① 分装式：指将机组中的压缩机、冷凝器、蒸发器、通风机、空气预热器等分别安装或其中几个结合在一起而形成的几个部件，然后分别装在客车的不同部位。

② 单元式：将压缩冷凝机组、空气冷却器，空气预热器等组合在一起，装在一个机体内形成一个完整的单元，故称单元式。

E. 按在每一辆车上安装机组数量划分：

① 集中式：一节客车安装一套带有通风、制冷、加热、加湿等系统的装置。

② 分散式：一节客车安装二台或二台以上的单元空调机组（包括窗式空调机组）。

从空调机组的组成方式和机组在每辆车上安装数量的分类方法不难看出，现在客车上采用的空调装置，一般可分为三种类型：

(a) 分装集中式：如我厂制造的LCKK28（机组为4FS7K）CCK 36（机组为4FS7B），L7CCK 34（机组为BF10×10）。

(b) 单元集中式：如我厂制造的CCK 39（机组LCK25B），L8CCK 36（机组LCK25）。

(c) 单元分散式：如我厂制造的CCK 37、CCK 37B（机组LCK20×2）CCK 38、CCK 38C（机组CU792×2）。

改变客车车内空气参数的方法，如图1-1所示。

表1.7列出了我厂生产的主型空调客车的主要技术参数。

二、间接法

这种方法是指对客车周围的外界空气进行预处理，再借助于上述的直接法中讲过的各种方法来改变车内空气参数的方法。

须进行预处理的外界空气通常是指地上的长大隧道或地下铁道隧道内的空气。在这些隧道内都设有通风口与机械通风装置，实现洞内通风换气。在国外，也有在地铁站等处建立大功率的洞内空调装置，来降低洞内温度和换气。这样，在车辆到站开门或借助车上的换气装置的作用，来改变车内空气参数。

第四节 我厂主型空调车简介

我厂生产了十几种空调客车。其中有代表性的有硬座空调车CCK 37、CCK 37B、CCK 38、CCK 38C和软卧CCK 39。下面分别介绍：

一、硬座空调车

根据空调机组的型式和客车结构的不同，主要有适宜于南方用的CCK 37、CCK 37B和南北方通用的CCK 38、CCK 38C，分述如下。