



高速列车

乘客座椅工业设计中的“人一椅”关系

■ 李娟 著

国家一级出版社



中国纺织出版社

全国百佳图书出版单位

内容简介

高速列车乘客座椅工业设计中的 “人一椅”关系

李娟 著



中国纺织出版社

内容简介

进入 21 世纪以来, 高速列车的快速发展为我国经济增长带来了巨大的推动力, 人们在享受高速列车带来的时间提速同时, 对于乘坐的舒适感也提出了全新的要求, 说到高速列车的舒适性, 我们不得不对与乘客接触最多的座椅进行研究。本书首先阐述了国内外高速列车座椅设计的基本特点, 让大家对高速列车设计的基本情况有所了解, 然后从高速列车座椅设计的基本理论、功能、美学原则、功能形态、材料选择等各个方面进行深入研究, 注重理论, 加强实践。本书的主要针对人群为设计专业的高校学生, 亦可作为高速列车座椅研究者的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

高速列车乘客座椅工业设计中的“人一椅”关系 / 李娟著. -- 北京: 中国纺织出版社, 2019. 4
ISBN 978 - 7 - 5180 - 4768 - 0

I. ①高… II. ①李… III. ①高速列车—座椅—工业设计 IV. ①U292. 91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 035047 号

责任编辑: 武洋洋

责任印制: 储志伟

中国纺织出版社出版发行

地址: 北京市朝阳区百子湾东里 A407 号楼 邮政编码: 100124

销售电话: 010 - 67004422 传真: 010 - 87155801

http: //www. c - textilep. com

E - mail: faxing@ c - textilep. com

中国纺织出版社天猫旗舰店

官方微博 http: //www. weibo. com/2119887771

天津千鹤文化传播有限公司印刷 各地新华书店经销

2019 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 710 × 1000 1/16 印张: 13. 5

字数: 243 千字 定价: 62. 00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社图书营销中心调换

前 言

高速列车发展至今,已是高效、安全、舒适的代名词,它不仅是一种载客运输的交通工具,更是一种快捷、舒适的旅行文化。人们对高速列车的诉求超越了功能实用主义,越来越多地关注到乘坐环境的舒适性、宜人性等人文内涵。高速列车乘客座椅是与乘客接触最多、应用最广的车内设施,也是体现列车品质、提升乘坐舒适度的重要载体^[1]。高速列车乘客座椅因其独特的使用环境、复杂多元的消费群体等特征而具有区别于其他类型座椅的设计原则和设计方法。

工业设计师在实际设计实践中,除了关注座椅的人体几何参数外,还关注乘客在旅行过程中的优质乘坐服务、合理功能配置,美观舒适的造型和布局、符合广大乘客审美要求的色彩纹案等工业设计因素。本书从舒适度理论和工业设计角度,系统地分析影响高速列车座椅舒适度的工业设计因素,包括功能配置、美学设计、人机尺度、“人一椅”界面的功能形态和材料选型。第一章从功能、美学设计、理念等角度阐述国内外经典车型乘客座椅设计的特点;第二章综述座椅舒适度的相关理论及主流评价方法,分析目前国内外轨道车辆座椅舒适度研究现状及存在的问题;第三章通过调研分析构建乘客需求与功能配置模型,提出高速列车座椅功能配置及布局设计建议;第四章阐述座椅美学设计表现手法对视觉体验、风格文化和品牌理念的作用,并举例说明视觉跟踪技术和感性工学技术在高速列车座椅美学设计评价中的应用方法;第五章通过实验研究的方法,得出人机尺度关系优化设计和“人一椅”接触面的曲面形态舒适性设计建议,分别为适用于大群体和小群体的座椅人机几何参数、头枕和腰靠的优化尺度关系、静态乘坐及长期乘坐条件下提升舒适度的座椅曲面形态的设计参考建议;第六章提出座椅蒙面材料及内部填充材料选型的要点和原则。希望本书能为我国高速列车座椅舒适性设计和生产制造提供参考建议。

本书的完成得到了西华大学重点科研基金资助(项目名称:长期坐姿

条件下的座椅造型形面舒适性设计研究,编号:ZW1623119)以及四川省社会科学重点研究基地项目(项目名称:基于久坐疲劳反馈信息的“人一椅”接触面形态优化设计研究,编号:GY-16YB-03)的资助。

由于作者水平有限,书中难免会有疏漏和不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2018年11月

目 录

第 1 章 国内外高速列车乘客座椅设计的特点	1
1.1 高速列车乘客座椅工业设计因素	1
1.2 国外高速列车座椅设计	3
1.2.1 座椅功能	3
1.2.2 美学设计	5
1.2.3 设计理念	6
1.3 中国高速列车座椅设计	8
1.3.1 CRH1 型车座椅	8
1.3.2 CRH2 型车座椅	8
1.3.3 CRH3 型车座椅	9
1.3.4 CRH380A 型车座椅	10
第 2 章 座椅舒适性设计理论	12
2.1 概念及理论模型	13
2.1.1 舒适度概念	13
2.1.2 理论模型	14
2.1.3 乘坐舒适度与座椅舒适度	16
2.2 座椅舒适度评价方法及研究现状综述	17
2.2.1 座椅舒适度评价方法及指标	17
2.2.2 国内外轨道车辆座椅舒适度研究现状	21
2.2.3 UIC567-2004 关于铁路客车座椅几何参数的标准	23
2.2.4 轨道车辆座椅舒适度研究存在的问题及方向	25
2.3 本章小结	26
第 3 章 功能配置	27

3.1	用户需求	27
3.1.1	需求理论模型	27
3.1.2	用户需求的获取方法	30
3.2	乘坐行为模式及需求特征	31
3.2.1	乘客的一般乘坐行为模式	31
3.2.2	基于行为观察的乘客需求分析	35
3.3	座椅的空间布局	39
3.3.1	“人一椅一车”的静态空间与行动空间	40
3.3.2	座椅空间布局的功效性评价方法	48
3.4	乘坐需求模型及座椅功能配置	52
3.4.1	乘坐需求与功能配置模型	52
3.4.2	座椅空间布局	53
3.5	本章小结	54
第4章	美学设计	56
4.1	高速列车座椅美学设计概述	56
4.1.1	美学设计的视觉功效	56
4.1.2	美学设计中的风格文化	58
4.1.3	美学设计中的品牌形象	60
4.2	高速列车乘客座椅美学设计评价方法	63
4.2.1	视觉跟踪技术在座椅美学设计评价中的应用	63
4.2.2	感性工学技术在座椅美学设计评价中的应用	71
4.3	本章小结	77
第5章	功能形态	78
5.1	功能形态与样式形态	78
5.1.1	概念	78
5.1.2	高速列车座椅关键功能形态模块分解	78
5.1.3	座椅人机几何参数术语定义	79
5.2	尺寸重构：高速列车乘客座椅人机几何参数优化设计	81
5.2.1	实验方法	81

5.2.2	实验被试	84
5.2.3	实验测量	86
5.2.4	数据分析及结论	87
5.3	高速列车乘客座椅曲面造型舒适度研究	109
5.3.1	问题的提出	109
5.3.2	体压分布指标及预实验	109
5.3.3	实验方法	119
5.3.4	实验测量	129
5.3.5	数据分析及结论	131
5.4	本章小结	156
第6章	材料选型	159
6.1	表面肌理与触觉心理映射关系	159
6.1.1	表面肌理	159
6.1.2	不同纺织面料的触觉心理特征	160
6.2	不同硬度坐垫的舒适度特征	162
6.2.1	实验方法	163
6.2.2	主观评价分析	164
6.2.3	不同硬度坐垫的体压分布分析	165
6.2.4	分析结论	169
6.3	不同结构特征的坐垫温湿度特征	170
6.3.1	实验方法	170
6.3.2	数据分析	171
6.4	乘客座椅蒙面及内部材料舒适性选型原则	173
6.5	本章小结	173
参考文献		175
附录		183

第 1 章 国内外高速列车乘客座椅设计的特点

1.1 高速列车乘客座椅工业设计因素

乘客座椅舒适度的影响因素复杂,可从人—座椅—环境三个角度解析。如图 1-1 所示,座椅综合舒适度受人本因素、座椅及环境这三方面因素共同作用的影响。其中人本影响因素包括乘客的身体状况、情绪、期望值、教育程度等;座椅因素包括功能设置、人机尺度、形状、材料等;环境因素主要是指车辆环境因素,包括运行状况、振动、噪声、温湿度等。人本因素跟乘客自身的特征有关,是设计活动中无法控制的因素,座椅和环境因素则可通过优良的设计来改善、提升舒适度状况。座椅因素主要涉及的是座椅工业设计活动中的可控制因素,环境则为车辆设计范畴中的可控因素。

然而座椅因素和环境因素这些物理量的控制和设计是要考虑到人的生理特征和心理需求的。例如,座椅的功能配置由乘客的生理需求及行为需求所决定,座椅的美学设计需要满足大部分乘客的审美倾向或者心理诉求等。

在影响高速列车乘客座椅设计的诸多因素中,如功能设置、布局、造型、人机学要素、色彩及表面材料选型等属于设计的内部因素;乘客的心理需求、行为认知、审美经验、文化背景等属于影响座椅设计的外部因素,这些内部与外部因素之间存在着相互作用相互影响的关系。如图 1-2 所示为高速列车座椅设计内、外因素及其之间的相互作用关系模型。内部系统中的功能配置、材料、人机尺度、美学设计影响座椅的最终形态,外部系统因素中主要包括乘客的生理特征、心理需求、个性特征等影响着座椅设计的内部因素,例如乘客在旅途中的生理需求和行为认知特征影响座椅的功能配置等。

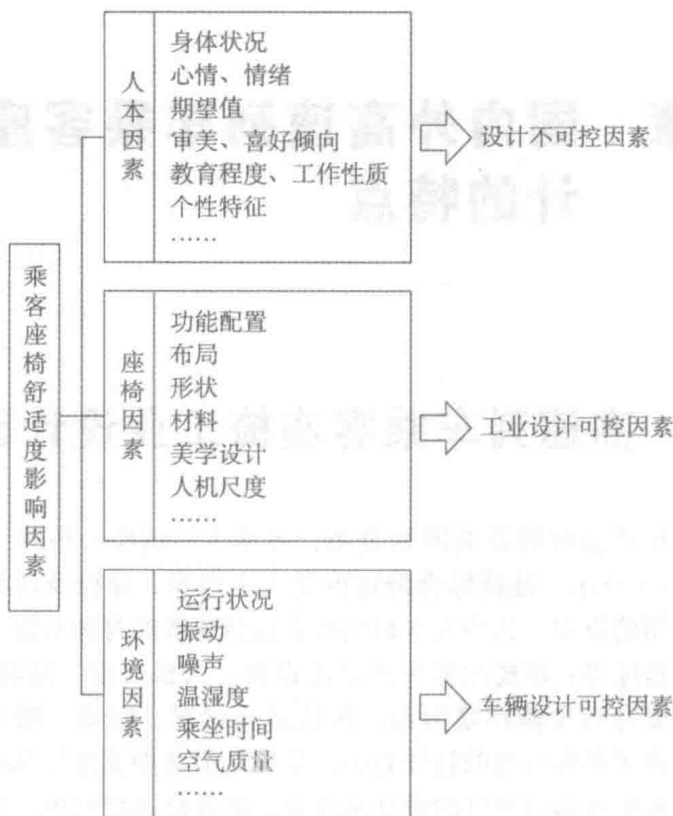


图 1-1 乘客座椅舒适度影响因素

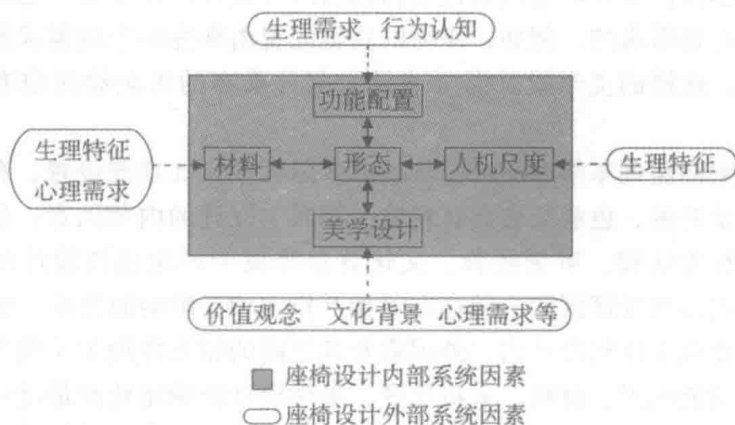


图 1-2 高速列车座椅设计内外系统因素

本书的研究范畴界定为：考虑人的生理特征及心理需求，在功能配置、美学设计、功能形态和材料选型等工业设计可控范畴内，研究高速列车“乘客—座椅”界面的舒适度，提出避免不舒适和提升座椅舒适度的设计建议，为高速列车乘客座椅的设计和制造提供参考。

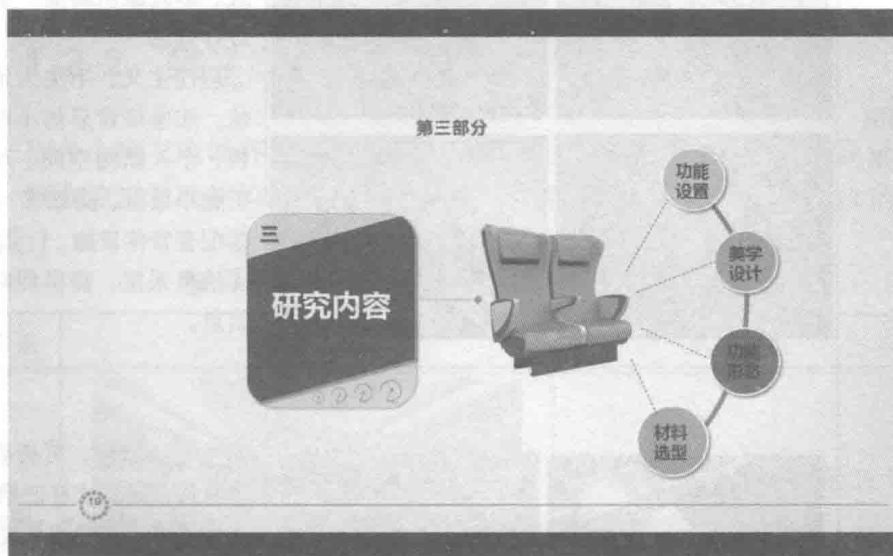


图 1-3 高速列车乘客座椅工业设计因素

1.2 国外高速列车座椅设计

在国外享誉世界的高速列车主要车型有德国的 ICE 系列、法国 TGV 系列以及日本的新干线系列高速列车，以下是从座椅功能、美学设计和设计理念三方面来对这三个系列车型中乘客座椅工业设计的概述。

1.2.1 座椅功能

座椅为乘客在旅行过程中提供相对独立的个人空间，这些座椅设施体现着方便乘客，处处为乘客着想的设计理念，从细微之处体现对乘客的尊重。通常这些设施包括小桌板、扶手、书报夹、阅读灯、用于放置眼镜和小型私人用品的个人储物空间、脚踏板以及座椅内置电源、音像设施、座位信息提示、娱乐设施等。

表 1-1 国外高速列车座椅功能及其附属设施对比

车系	座椅附属设施	特点
德国 ICE		<p>①体现“功能决定形式、形式服从功能”的设计理念</p> <p>②理性主义，不失人情味，如座椅背后的小电视、个人储物空间、可折叠小桌板、脚踏等</p> <p>③配有音像设施</p> <p>④信息系统，提供即时信息。</p>
法国 TGV		<p>①注重功能性，可折叠小桌板，设置水杯凹槽</p> <p>②棋牌桌，提升娱乐性</p> <p>③座位信息提示、非侵扰阅读灯、挂钩、插座等设施注重细节设计</p> <p>④大件行李存放架放置身后，方便存放与保管</p> <p>⑤二等车增大腿部空间。</p>
日本 800 系		<p>①设置独立的木质扶手</p> <p>②私人物品放置空间与小桌板的设计体现了极简风格</p> <p>③座椅包括其椅背、扶手、折叠小桌全都是以樟木（Camphor Laurel，日文中称为“楠木”）材质制造，追求轻量化。</p>

从西方与东方高速列车座椅功能设计的对比中可以得知：


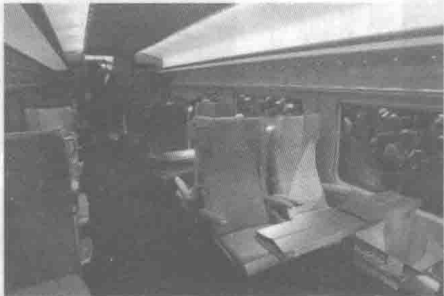
西方：强调功能设施的齐全，以乘坐舒适度的好坏为最终标准。

东方：日本由于国家人口密度较大，在功能设施设计上讲究精简，最大化为整车乘客考虑，以提高整体的乘坐舒适度为出发点。

1.2.2 美学设计

因各个国家地域环境与人文环境的不同，从而产生了各自的设计风格。既有简洁和纯朴的设计，也有丰富的、曲线的、装饰的、创造性的时尚设计。

表 1-2 国外高速列车内室整体设计风格对比

车系	内室设计	风格特点
德国 ICE		<ul style="list-style-type: none"> ① 体现理性、严谨的设计传统； ② 色彩基调质朴、稳重，造型严谨工整。
法国 TGV		<ul style="list-style-type: none"> ① 现代简约、奢华时尚之风； ② 造型简洁，色彩大胆、丰富，有很强的浪漫主义色彩； ③ 商务车使用温和含蓄的淡灰和淡绿座椅，营造出优雅宁静的氛围；经济车厢使用深红座椅，显得明快、时尚。
日本 800 系		<ul style="list-style-type: none"> ① 色调朴素自然；造型崇尚简洁、雅致； ② 浅色为主，极少使用大面积的鲜艳色，色彩对比较少； ③ 喜爱自然风格。

由此三个国家高速列车座椅整体风格设计对比分析可知：

在整体设计风格上，西方追求严谨奔放之美、东方则有含蓄之美。

德国：提出统一、标准化的理性审美标准，强调个性服从整体的设计思路。



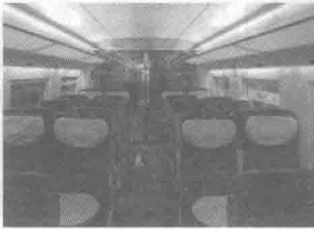

法国：设计夸张、绚丽，基调奢华时尚。

日本：极简主义，崇尚自然和谐，体现东方的含蓄内敛。

1.2.3 设计理念

德国 ICE 追求精细和严谨，崇尚理性和逻辑，对于设计中的每一个细节都有着严谨的考究，如在列车中各类设施均有明显的提示标志帮助和指导乘客做出正确的行为。德国是包豪斯和现代工业设计的发源地，奠定了诸如“功能决定形式、形式服从功能”等现代工业设计通用原则。因此，德国高速列车的内饰设计从造型形式上看，通常采用基本形态元素为中心，形成系统化、简单化和模块化的形式，但从整体设计风格上看，又不失人情味，加上与细节设计的系列搭配，体现出一种内在的科技感和秩序感。

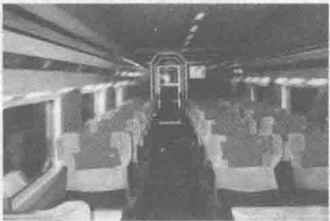
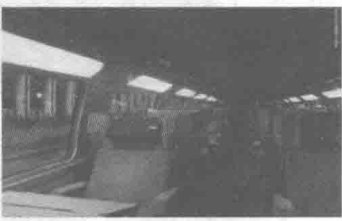


表 1-3 德国 ICE 乘客座椅

车型	座椅图片	车型	座椅图片
ICE1		ICE2	
ICE3		ICET	

法国在艺术发展史上作为巴洛克风格、洛可可风格的重要发源地以及近现代的工艺美术运动、新艺术运动和装饰艺术运动等都对后来的法国奢侈主义消费文化的发展形成了重要的影响，直到今天，法国众多品牌的香水、时装以及 LV 包仍然是奢侈、时尚的代名词。法国高速列车内室设计至今仍然保持着装饰艺术运动中这种强烈而鲜明的设计特征，比如使用高

纯度的颜色与对比色，特别重视强烈的原色与金属色彩，其中常见鲜红、鲜黄、鲜蓝、橘红和金属色系列，包括古铜、金、银等色彩，强调采用豪华与昂贵的材料，设计夸张效果特殊的造型，给人以强烈的视觉冲击力。

表 1-4 法国 TGV 及 AGV 乘客座椅

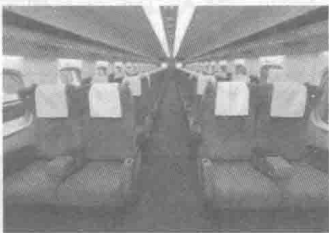
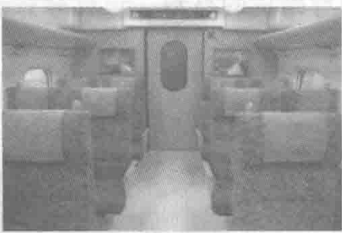
车型	座椅图片	车型	座椅图片
TGV - A		TGV - R	
TGV - D		AGV	

日本的传统文化的基础是大众的而非贵族的，古代日本思想深受中国哲学的影响以及对佛教禅宗的信仰，从而形成简朴、单纯、自然的文化。促使设计崇尚简洁、雅致。但 20 世纪 50 年代后期，日本经济、社会和设计观念受到美国、德国、意大利的影响，逐渐发展出了特有的现代与传统双轨并行的设计风格。因此，综观日本新干线高速列车内室设计，可以看到传统与现代两种特征的融合。不论何种色彩或造型，始终追求精炼的美学高度，由此逐渐形成了强调紧凑细致的高速列车内室设计的特征。座椅色彩一般纯度较低，色调较柔和，有自然和谐之感，但由于内室空间过度利用，颇有狭窄、拥挤之感。

表 1-5 日本新干线乘客座椅

车型	座椅图片	车型	座椅图片
400 系		E4 系	

(续表)

车型	座椅图片	车型	座椅图片
700系		800系	

1.3 中国高速列车座椅设计

1.3.1 CRH1 型车座椅

CRH1 型车的一等座椅排布方式为 2+2 模式，座椅可按照面对面或者面对背的布置方式调节。一等座车座椅宽度为 500mm，座椅前后间距为 970mm，每个座椅两侧均设置有扶手。座椅靠背倾斜度可调整。座椅靠背后设置有供后排乘客使用的可折叠的小桌板、杂志网兜、踏脚板。

二等车座椅采用容纳乘客更多的 2+3 模式。二等车座椅宽度为 450mm，座椅前后间距为 900mm，不设扶手，座椅靠背倾斜度不可调，座椅靠背后方设置有供后面乘客使用的可折叠小桌板、杂志网兜、踏脚板，座椅朝向是固定的。CRH1 型车经过改进设计以后，在保留座椅原造型的基础上，也增加了旋转机构，让座椅可以 180° 旋转。



图 1-4 CRH1 型车一等座椅



图 1-5 CRH1 型车二等座椅

1.3.2 CRH2 型车座椅

一等车客室为 2+2 座椅布置形式，座间距为 1060mm，过道宽度为

600mm。座椅脚踏为背面弹动、转动翻出方式，端部座椅的脚踏和杂物兜安装在客室端部墙壁上。座椅侧扶手设有内置式的可折叠小桌。一等车和二等车的座椅采用旋转 180° 的结构，使乘客总是可以面对车辆行驶方向乘坐，这种结构充分体现了人性化设计，提高了乘坐的舒适度。座椅靠背从 8° 到 30° 任意角度可轻松调节和锁定，而且保证靠背的倾斜不会干扰后面乘客的活动空间。二等车座椅采用 $2+3$ 座椅布置形式，座间距为980mm，过道宽度为600mm。二等坐车座椅尺寸设计比较紧凑，各座椅都设有供乘客使用的小桌板，且侧窗窗台设有放置小物件的台面。

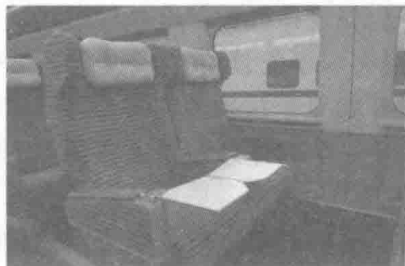


图 1-6 CRH2 型车一等座椅



图 1-7 CRH2 型车二等座椅

1.3.3 CRH3 型车座椅

CRH3 型动车组客室设置一、二等车座椅和观光区座椅。为保证乘客始终面朝列车行驶方向，除了餐车以外其他各车座椅设有转向机构，提高乘客乘坐的舒适性。一等车为 $2+2$ 布置方式，二等车为 $2+3$ 模式，头车观光区设 $2+2$ 模式的一等座椅。一、二等座椅靠背倾斜角度可在 $0^\circ \sim 25^\circ$ 之间连续调节。一等座椅扶手是固定的，二等座椅两端扶手是固定的，中间是活动的。所有旋转座椅靠背后面都设有杂志网兜，而且一等座椅设有扶手、折叠桌和头枕，另外，一等座椅还布置了可调节的脚踏和音频设备。



图 1-8 CRH3 型车一等座椅



图 1-9 CRH3 型车二等座椅