

毕 业 论 文

题 目： 浅析高速动车组转向架

摘 要

CRH 是（China Railway High-speed）中国高速铁路的简写，指的是我国“和谐号”系列动车组。经过引进、消化、吸收、再创新，我国已经形成了自主知识产权的四大系列“和谐号”动车组，并在既有线提速区段、城际客运快速通道、客运专线上成功运营。

转向架是保障动车组安全运行的关键部件之一，它对动车组的安全性、舒适性、运行可靠性及降低对轨道的动作用力、减轻对环境的污染等有着极为重要的作用。它承受车体传来的各种动、静载荷，并传递牵引力、制动力，因此转向架必须有足够的强度，转向架要具有好的平稳性、稳定性和曲线通过性能，高的粘着利用率，可靠地牵引制动性能，并尽可能的满足标准化、简统化的要求。转向架是高速动车组的走行装置，是负责完成整个车辆走行任务的部件。它相当于汽车的底盘和车轮，具有导向、承载、减振、牵引、制动等作用。动车组转向架主要由轮对、构架、一系弹簧悬挂装置、二系弹簧装置悬挂和驱动装置、基础制动装置、安全监测系统等七部分组成。随着动车组运行速度的不断提高，对动车组转向架的综合性能要求也越高，高速动车组转向架的设计通过不断比选、优化论证，其综合性能也得到提升。

关键词：转向架；一系悬挂；二系悬挂

目 录

摘 要.....	II
目 录.....	III
引 言.....	1
第一章：我国动车组简介和动车组转向架设计原理与结构.....	2
1.1 我国和谐系列动车组简介.....	2
1.1.1 和谐号动车组列车.....	2
1.2 动车组转向架设计原则与理念.....	5
1.2.1 采用满足高速运行条件下的设计准则.....	5
1.2.2 提高乘坐的舒适性.....	5
1.2.3 环境政策.....	6
1.2.4 提高性能与适用性的对策.....	6
1.3 高速动车组转向架组成及国外动车组转向架发展.....	7
1.3.1 高速转向架的组成.....	7
1.3.2 德国 ICE 系列高速转向架.....	7
1.3.3 法国 TGV 用高速转向架.....	10
第二章.我国 CRH3 型动车组转向架.....	12
2.1 转向架结构概要及技术参数.....	12
2.1.1 转向架概要.....	12
2.1.2 转向架结构特征.....	13
2.2 转向架主要部件组成及性能.....	14
2.2.1 构架结构.....	14
2.2.2 轮对组成.....	16
2.2.3 轴箱组成.....	17
2.2.4 一系悬挂轴箱定位装置.....	17
2.2.5 二系中央悬挂装置.....	18
2.2.6 基础制动装置.....	22
参 考 文 献.....	23
结 语.....	24
致 谢.....	25

引 言

我国机车车辆装备制造业经过几十年的努力，从小到大，从弱到强，现已成为机车车辆出口大国。机车车辆的大发展支持了铁路运输业的迅猛发展，加速了我国现代化进程。改革开放以来，中国机车车辆制造业实现了历史性的大发展。进入 20 世纪 90 年代以来，围绕铁路“客运提速、货运重载”的需要，机车车辆工业积极开发新技术、新产品，生产规模在世界机车车辆生产领域名列前茅。

发展动车组是适应经济飞速发展的必然选择，是解决铁路运输瓶颈的重要途径，是提高我国机车车辆装备技术平台的主要手段。我国高速列车从自主研发到“引进、消化、吸收、再创新”的道路已取得了成功，大量时速 250、300、350 km/h 的动车组成功上线运行，高速列车水平已经步入了世界先进行列。

第一章：我国动车组简介和动车组转向架设计原理与结构

1.1 我国和谐系列动车组简介

1.1.1 和谐号动车组列车

CRH1 和谐号 CRH1 型电力动车组，是中国铁道部为进行中国铁路第六次大提速里的快速铁路及准备修建的高铁（高速客运专线），于 2004 年起向庞巴迪运输和青岛四方庞巴迪铁路运输设备有限公司（BST）（前称“青岛四方-庞巴迪-鲍尔铁路运输设备有限公司”、BST）订购的 CRH 系列高速电力动车组车款之一。中国铁道部将所有引进国外技术、联合设计生产的中国铁路高速列车（CRH）车辆均命名为“和谐号”。



图 1 CRH1 动车组列车

CRH2

和谐号 CRH2 型电力动车组是运行于中国大陆的高铁动车组列车种类之一，其原型车是日本川崎重工株式会社生产的 E2 系 1000 番台(E2-1000)型新干线列车。此型号现时在中国国内应用广泛，主要为国家干线铁路、区际干线铁路和城际市郊铁路等各种新建高级铁路服务，构造速度在 200km/h 至 350km/h 之间。CRH2 系列车型是国内大功率动车组的主力军，车辆在高速、启停、安全、检测、耐寒、抗沙和卧铺等方面均运用广泛，城际列车、长途列车、高速列车和高速综合检测列车等都能看到其身影，后续很多国产高速列车亦以它为基础技术平台研制。



图 2 CRH2 动车组列车

CRH3 和谐号 CRH3 型电力动车组列车的原型为德国铁路的 ICE-3 列车（西门子 Velaro），中国以引进西门子公司先进技术并吸收的方式，由中国北车唐山轨道客车在国内生产实现国产化。



图 3 CRH3 动车组列车

CRH5 和谐号 CRH5 型电动车组是中国铁道部为实行中国铁路第六次大提速里的快速铁路及正在修建的高速铁路，向法国阿尔斯通和中国中车集团长春轨道客车股份有限公司订购的 CRH 系列动车组车款，整个系列都比较耐高寒。



图 4 CRH5 动车组列车

CRH6 和谐号 CRH6 型电力动车组是由中国中车青岛四方机车车辆股份有限公司和中车南京浦镇车辆有限公司共同研制开发的 CRH 系列电力动车组。列车由四方技术总负责，浦镇四方联合设计，并分别在两公司及广东（新会）基地生产。CRH6 型动车组适用于城市间以及市区和郊区间的短途通勤客运，满足载客量大、快速乘降、快启快停的运营要求。构造速度在 140km/h 至 200km/h 之间。



图 5 CRH6 动车组列车

1.2 动车组转向架设计原则与理念

动车组转向架是保证列车 200km/h 及以上速度安全平稳运行的关键部件。随着列车速度的不断提高,对转向架性能的要求也越来越高。同传统转向架相比保持高速运行稳定性、充分利用轮轨之间的黏着和减轻轮轨相互作用力是动组转向架特有的任务和技术关键。因此,有必要从动力学、结构疲劳、可靠等客角度分析动车组转向架的结构形式和参数等。

1.2.1 采用满足高速运行条件下的设计准则

动车组转向架设计的首要任务就是要保证适应高速运行这一特定工况。因此,应遵循以下设计准则:结构形式的选取、各种参数匹配的选择等均应以满足高速运行为前提;采用可靠性高的技术、结构和部件,尤其应采用成熟的高速技术与结构;为满足动车组在 200km/h 速度下平稳、舒适、安全、经济地运行,应对轴重、车轮踏面形式等制定相应的限度;为适应将来 300km/h 的运行要求,转向架结构、零部件等尽量选用仅做最少设计变更即可改造的设计方案;为便于维修、组装,应尽可能采用通用性强的零部件和结构。

随着世界铁路高速化的不断发展和完善,高速转向架的结构形式逐步趋向于雷同,它们的主要特点表现为无摇枕、采用空气弹簧悬挂装置、有回转阻尼、加装弹性定位等。

1.2.2 提高乘坐的舒适性

动车组作为全新的铁路旅客列车,集高度信息化与智能化为一体,其对乘坐舒适性与乘坐环境的要求必然与传统旅客列车有着质的区别。舒适性的提高与转向架直接相关的系统是二系悬挂装置(包含连接牵引装置),动车和拖车转向架的二系悬挂装置既要确保列车的舒适性,又要确保在轮轨接触力和稳定性方面的性能要求。

随着列车运行速度的提高,即使高速铁路的轨道不平顺度比一般铁路要小,但也可能引起车体和车内旅客承受很大的振动。因此在高速铁路发展初期,振动性能曾经是困扰高速转向架设计的问题之一。空气弹簧的应用,成功地解决了车体振动,特别是垂向振动及乘坐舒适性等问题。

空气弹簧(或称二系悬挂弹簧)作为车体支承,安装在转向架构架和车体之间,空气弹簧本身也经历过不断改进发展,如从采用约束膜式发展到采用自由膜式,节流孔形式从初期的固定节流孔改法为可变节流孔等。空气弹簧的横向刚度,用在无摇枕转向架水平刚度低,水平容许变位可大于土 100mm。

车体和转向架之间的连接功能要求可满足转向架和车体之间传输纵向力和相对转动,不会产生高偏转扭矩,且不会对二系悬挂产生附加作用力。为将转向架纵向颠簸运动和车体运动分离,车体和转向架之间的连接高度尽可能靠近轮对面,即应符合“低牵引”原则。

1.2.3 环境政策

为了抑制速度提高后线路基础振动的加剧,尤其是由此引起的线路疲劳损伤和环境噪声问题,必须尽量减轻转向架的重量,特别是应减轻簧下质量。因此,应采用轻量化的无摇枕转向架、空心车轴、小直径车轮或薄辐板车轮,以及轴箱、齿轮箱采用铝合金结构等。

1.2.4 提高性能与适用性的对策

在动车组转向架设计中,要始终贯彻“先进与成熟的科学技术,经济与适用的性价比、可靠的高速运行安全性与稳定性、方便快捷的保养与维修”这一设计理念。

1)先进性与成熟性

为实现保证动车组转向架能够安全、稳定地高速行驶这一目标,在设计的原则与理念上必须对原有的传统设计方法进行突破,采用先进的模块化结构设计轻量化技术设计理念,大量采用新材料与先进加工工艺等最新成熟技术。采用轻量化的无摇枕转向架、先进的控制牵引方式等均是这一设计理念的体现。

2)经济性与适用性

动车组的经济性主要建立在车辆和各系统的轻量化设计,动车组各车辆的最大轴重控制在 17t(动力轴)或 14t(非动力轴),大大降低了牵引和制动时的能耗。列车采用再生制动方式,在节能、环保及减少机械部件的损耗方面具有独特的优越性。另外,通过适当的设计改进,调整动车、拖车的比例,可以灵活适应 200~300km/h 各速度等级的运行。通过两列短编组的自动联挂,可以方便地适合不同运量的需求。

3)可靠性

各零部件应具有高可靠性并通过先进的监控系统监测,为列车在各种运行环境下的安全性提供可靠的保障。

4)保养与维修性

设计应有利于保养与维护,各主要等都件尽可能等寿命设计,并按无维修、少维修的要求设计。

现代高速转向架的发展，体现了机械学与力学的完美结合。车辆系统动力学迄今已成为一门内容丰富的学科，特别是铁路高速化以来，其理论水平及研究成果都提高到了一个崭新的阶段，以致于使转向架的设计由经验设计跨入到理论设计阶段。

1.3 高速动车组转向架组成及国外动车组转向架发展

1.3.1 高速转向架的组成

高速动车组转向架主要任务是承载、牵引、缓冲、导向和制动，一般由下列主要部分组成：

1. 构架—是转向架骨架，是安装各种零件的载体，承受和传递垂向力和水平力；
 2. 轮对—轮对直接向钢轨传递列车重力和动作用力，通过轮对的回转实现列车在钢轨上的运行，动力轮对还通过轮轨间的黏着产生牵引力，制动力也通过轮对实现；
 3. 轴箱及定位装置—是联系构架和轮对的活动“关节”，它除了保证轮对能自由回转外，还能通过其定位装置使轮对适应线路条件，相对于构架前后、左右活动；
 4. 弹簧悬挂装置—它用来保证一定的轴重分配，缓和轮轨冲击作用，是保证列车/车辆运行平稳性等动力学性能的重要装置，一般由弹簧、阻尼器及其联接部件组成；
 5. 牵引装置即车体与转向架的连接装置，用以传递车体与转向架之间的垂向力和水平力，同时保证车体与转向架之间的回转运动；
 6. 基础制动装置—由制动缸传来的力，经杠杆系统增大若干倍后，传给闸瓦或闸片，通过制动盘或车轮踏面，对列车施行制动；
 7. 驱动机构—对于动力转向架，将牵引电动机的功率通过齿轮减速装置传给轮对。
- 各国高速转向架及其发展各有特点，也有共同之处。

1.3.2 德国 ICE 系列高速转向架

1.3.2.1. ICE 用 MD530 型转向架

1982 年德国决定研制城间 ICE,编组为 2M+3T，设计速度为 350km/h。ICE 试验列车的基础上于 1986 年开始研制 ICE(或称 ICE1)高速动车组，设计速度 280 km/h,采用 MD530 型有摇枕转向架。

MD530 型转向架结构如图 1-1 所示。该转向架是在性能良好的 MD52 型转向架的基础上发展而来的。固定轴距为 2.5m,速度可达 300km/h,每台转向架重 7.5t,车轮踏面采用 DIN5573 (UIC/ORES1002)磨耗型踏面。

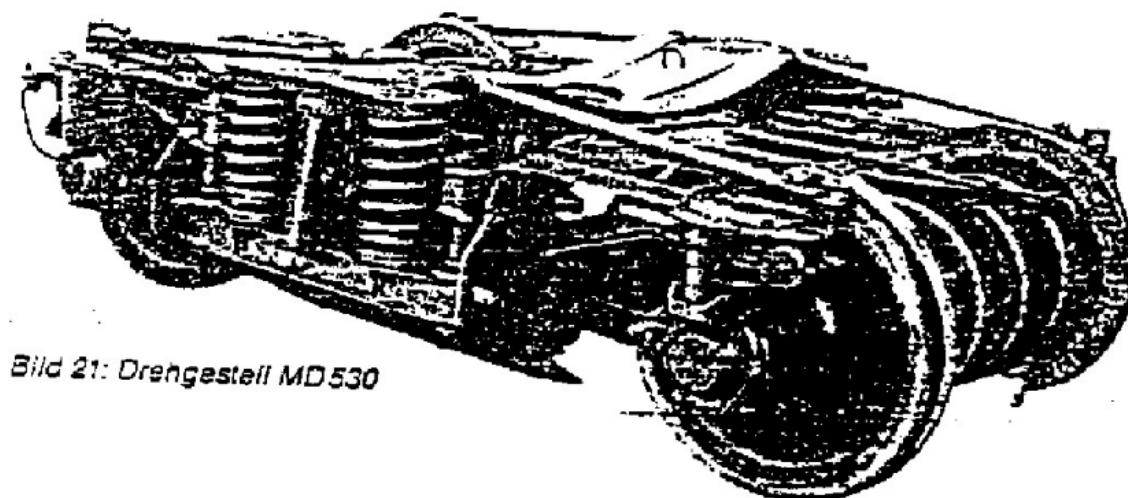


图 1-1 MD530 型转向架

轮对采用 Monobloc 车轮和压制的制动盘，为便于轮对的更换，采用双列圆柱滚子的滚动轴承，由两平行配置的弹性拉板构成无磨耗的轴箱定位，在轮对轴箱与弹性拉板之间没有纵向弹性铰，它由金属橡胶元件构成

在摇枕与无磨耗的可摆动的弹簧支座之间，在转向架的每一侧装设有二系螺旋弹簧组，与该圆弹簧平行配置有液压减振器，为了衰减噪声，在一系和二系弹簧支座与螺旋弹簧组之间都装有附加金属橡胶元件。

通过调整吊杆可使各车轮踏面磨耗均匀，为了预防吊杆发生断裂，在转向架构架和弹簧支座之间设有保险止挡。

由于弹簧支座的横向跨距特别大，因此不需要设附加的侧滚稳定装置。车体支承于转向架两侧的旁承上，并与可回转的橡胶支承座相连接。利用横梁受力所产生的摩擦力矩对回转起约束作用，抑制高速下的转向架蛇行运动。由于运行速度很高，需采用双重方式实现对回转的约束，所以使用了拉杆。万一有一元件失效，仍可以保持回转约束的有效性。

基础制动有两套系统：盘形制动和磁轨制动，每轴 4 个轴。

1.3.2.2 ICE2 用 SGP400 型径向转向架

1993 年秋，ICE2 型动车组经过对比调研，最后选用了 SGP400 型径向无摇枕转向架，其外形如图 1-2 所示，该转向架最大的改进有三个方面的。

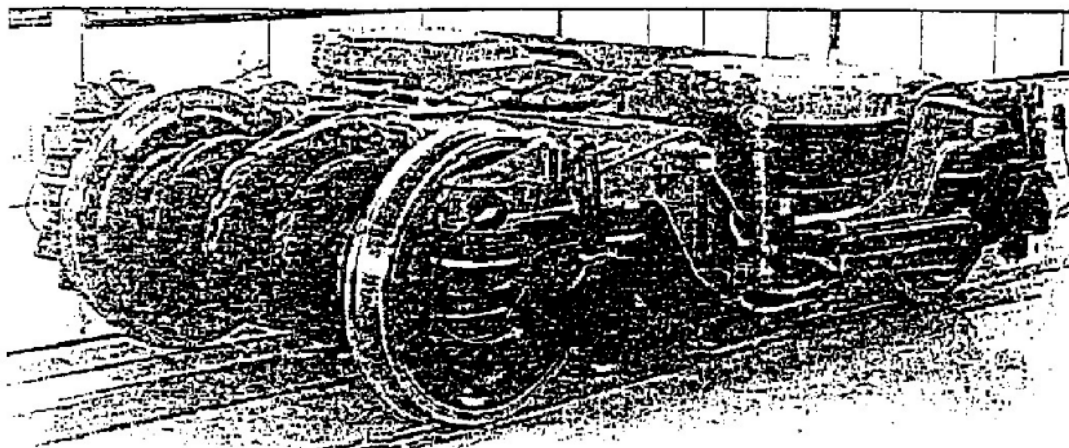


图 1-2 SGP400 型径向转向架

1) 轮对导向的改进

SGP 转向架采用 RHC 径向液压控制轮对定位系统，它包括两个被固定在转向架构架上的导柱，定位套就装在导柱上，用这此液压定位套可以实现水平特性的要求，这些定位套在无维修的塑料外套中相对于轴箱上下滑动，这种方式可以把水平和垂直的导向任务分开，具有最佳的定位性能。

通过曲线运行时相当于低频工况，可实现低的轮对纵向定位刚度。而在高速时，对应于较高的频率，形成较高的定位刚度，能够有效地减少通过曲线时的冲角和导向力，减少轮缘磨耗，同时又能保证高速运行的稳定性。

2) 二系悬挂的横向主动控制系统

通常，车辆转向架二系悬挂柔软的横向弹性有利于保证较好的舒适度，在弯道行驶时，未被平衡的横向力使车体产生横向位移。

对于无源系统，由二系弹簧的横向弹性所形成的线性特性曲线，经过一定行程以后，出于橡胶止挡的作用，就要迭加一个渐增的刚度特性。

为了在弯道行驶时有个尽可能平坦的横向弹性特性，采用由 SCP 开发的横向弹性主动控制系统 AOS,它可以使车体回到中心位置附近，避免横向止挡的接触，以保持柔软的横向弹性特性，从而改变横向舒适度。

SGP-TV 开发了各种有效的横向弹性主动控制系统：

- 气动—机械系统；
- 气动—电子系统；
- 液压—电子系统。

通常，在这个系统中有两个水平放置的“空气弹簧”风缸。在原理上，它的存用方式相应于一个水平起作用的横向位置调整器。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/488044061060006055>