

冲压技术丛书

轨道机车车辆 冲压件制造技术

 中国锻压协会 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



中国锻压协会成立于1986年7月,是全国一级社团法人单位,是锻造、冲压和钣金企业的行业组织。中国锻压协会服务于行业、服务于企业、服务于政府,是政府与企业间的桥梁纽带,旨在促进行业交流、进步与繁荣,为行业的共同利益服务。

为冲压行业出版一批适应行业发展、满足企业需求及教学参考的冲压专业书籍,是协会组织编撰“冲压技术丛书”的出发点和归宿点。在历时三年多的编撰过程中,共有110余位来自企业、高校和科研院所的专家、学者和工程技术人员参与其中。秉持博采众长、百花齐放的原则,从多层面、多角度阐述冲压技术涉及的产品、材料、工艺、模具、设备、生产实例,及其相互关系与各自发展。力求以综合性、典型性、纲目化、实用性和新颖性的风格与特点,为冲压业界各方面的读者都带来阅读价值。

希望本套丛书能够成为助力冲压企业取得更大进步和发展的良师益友,成为中国冲压行业迈向更大辉煌的阶梯。

中国锻压协会

北京市海淀区学清路16号学知轩大厦3层

邮政编码: 100083

电话: 010-68465045

传真: 010-68465044

网址: www.chinaforge.org.cn

冲压技术丛书

轨道机车车辆冲压件 制造技术

中国锻压协会 编著

主 编 宋拥政

副主编 侯英玮

参 编 (按姓氏笔画排序)

李 焱 张瑞喜 陈 卫 陈明丹 郑勇福

黄永红 梁继业



机械工业出版社

本书介绍了轨道交通装备行业中机车、客车、货车和城际机车的典型冲压件制造技术,内容涉及冲压的材料、工艺、模具、设备和生产实例,及其相互关系和发展趋势。重点介绍了各车种的分离件、弯曲件、拉深件、胀形件、翻边件和校平件的制造技术。

本书可供轨道交通装备行业冲压领域的工程技术人员参考,也可作为理工科中高等院校教学或培训教材,还适合机械制造与材料工程方向的研究生作为拓展性学习材料。同时还可作为政府部门、行业协会、科研院所和高等院校了解行业现状、制定发展规划、探究科研项目等的参考文献。

图书在版编目(CIP)数据

轨道机车车辆冲压件制造技术/中国锻压协会编著. —北京:机械工业出版社, 2013. 8

(冲压技术丛书)

ISBN 978-7-111-43838-0

I. ①轨… II. ①中… III. ①轨道车-机车车辆-冷冲压-生产工艺
IV. ①U270.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 204046 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 孔 劲 责任编辑: 孔 劲 王春雨

版式设计: 霍永明 责任校对: 张晓蓉

封面设计: 姚 毅 责任印制: 张 楠

唐山丰电印务有限公司印刷

2014 年 3 月第 1 版第 2 次印刷

184mm × 260mm · 15.5 印张 · 384 千字

3001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-43838-0

定价: 88.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

策划编辑: (010) 88379772

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

教材网: <http://www.cmpedu.com>

销售一部: (010) 68326294

机工官网: <http://www.cmpbook.com>

销售二部: (010) 88379649

机工官博: <http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线: (010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

冲压技术丛书

出版委员会

主 任 张 金

委 员 齐俊河 韩木林 朱继美 高丽红

顾问委员会

名誉主任 何光远 李社钊

主 任 缪文民

副 主 任 王仲仁 周贤宾

委 员 (按姓氏笔画排序)

王红旗 卢险峰 阮雪榆 孙友松 李志刚 李硕本 宋玉泉
宋宝蕴 苑世剑 周开华 周永泰 荣惠康 俞新陆 涂光祺

编写委员会

主 编 宋拥政

编 委 (按姓氏笔画排序)

王野青 任运来 祁三中 许发樾 苏娟华 李光瀛
李继贞 宋拥政 张 一 张 琦 陈 军 赵 军
赵升吨 赵彦启 侯英玮 徐伟力 舒鑫源 管延锦

丛书序一

继“锻件生产技术丛书”出版之后，锻压行业另一套大型技术文献“冲压技术丛书”也与冲压业界的广大同仁见面了。编辑出版“冲压技术丛书”是中国冲压行业一项具有里程碑意义的重要工作！

锻压是人类发明的最古老的生产技术之一。人类发现和使用金属已有数千年，锻压生产技术随之不断发展。锻压技术对人类具有宝贵的实用价值。迄今人类生产的大部分金属材料，都是用锻压方法加工成成品零件。锻压产品无处不在。

锻压加工是指通过设备和模具，使材料受力变形获得要求的成品零件。锻压加工材料大部分为金属材料，金属材料受力变形在学术上称为塑性成形，可分为体积成形和板材成形，有冷、温、热多种成形方式。锻压加工分为锻造、冲压和钣金三大领域。

冲压加工主要针对金属板材的冷态成形，所以被称之为冷冲压或板料冲压，简称冲压。冲压生产与冲压行业在制造业中占有重要地位，冲压制造技术是现代制造技术的重要组成部分。

我国的冲压生产几乎遍布制造业的各个领域，涉及方面广泛，工艺内容繁杂，生产布局分散，且企业群体众多，同时受“工艺性”行业观念的影响，一直没有受到制造业界的应有重视。虽然改革开放以来，尤其是随着汽车制造业的发展，我国冲压行业整体水平明显提高，但与先进工业国家相比，仍有很大差距。从总体上看，冲压行业内的相互交流与合作明显不够，发展不平衡且较为缓慢，这不但影响了冲压行业自身的发展，也影响到与之紧密相关产业的发展与进步。

中国锻压协会本着服务行业、推动进步与发展的宗旨，历时3年多，组织了110余位行业专家、学者和工程技术人员编撰了这套共6个分册的“冲压技术丛书”，它对我国冲压行业的生产技术状况进行了系统的梳理、归纳和总结，内容涉及冲压件的材料、工艺、模具、装备、生产实例，及其相互关系与各自的发展趋势，有基础应用理论，更有实践经验总结，还有对沿革的概述和对未来的展望，是从事冲压技术研究、教学和生产实践者的必不可少的学习资料，也是培养年轻冲压技术人员的重要教材，将有助于冲压行业企业取得更大的进步和发展。

在这套丛书出版之际，请允许我代表中国锻压协会，代表冲压行业的同仁们，向所有参加编撰辛勤工作的专家、学者和工作人员，致以衷心的祝贺和感谢！

中国锻压协会秘书长  于北京

丛书序二

冲压成形是应用广泛、历史悠久的产品制造工艺，是汽车、飞机、农机、机车、电子产品等的基本制造方法，几乎没有一种现代工业装备上不采用冲压成形零件。全世界约 70% 以上的金属材料要通过变形加工制成产品，其中大部分零件又要以板材、管材或型材作为原材料或半成品进行冲压加工成形。所以，发展冲压制造技术对于发展制造业具有十分重要的意义，冲压行业在国民经济中占有重要的地位。

我国的冲压行业和冲压制造技术经历了六十余年的发展历程。尤其是改革开放三十多年来，冲压行业从小到大、从旧到新、由内向外不断发展壮大，为我国制造业和各行各业的快速发展起到了重要的支撑作用。冲压制造技术随着发展制造业和先进制造技术而不断发展，尤其在汽车工业迅猛发展的推动下，冲压制造技术在深度和广度上取得了前所未有的进展，正在朝着与高新技术结合，用信息技术、计算机技术、现代测控技术和先进适用技术与装备，改造提升传统冲压技术的方向迅速迈进。同时，也为我国冲压行业逐步走上专业化道路，与汽车工业、航空航天工业、装备制造业和材料工业的协调发展，与国际冲压行业和市场接轨奠定了基础。

面对我国冲压行业和冲压制造技术的巨大进步，中国锻压协会秉持服务行业、推动进步和发展的宗旨，历时 3 年多，组织 110 余位行业专家、学者和工程技术人员，编撰大型技术文献“冲压技术丛书”，旨在对国内代表性行业的冲压制造技术现状，进行系统的梳理、归纳和总结及展望，以满足冲压行业发展的需要，为冲压业界各方面的读者都带来阅读价值。

“冲压技术丛书”共分六册，包括《冲压技术基础》《汽车冲压件制造技术》《航空航天钣金冲压件制造技术》《农业机械工程机械冲压件制造技术》《轨道机车车辆冲压件制造技术》和《电机电器电子高速精密冲压件制造技术》。

《冲压技术基础》分册，介绍冲压制造技术中新的综合性的共性基础内容。重点介绍冲压变形基础理论、冲压用金属板材、冲压工艺、冲压模具、冲压数值模拟与模具数字化制造、省力与近均匀冲压技术、冲压设备和冲压生产设施。

《汽车冲压件制造技术》分册，重点介绍汽车的冲压技术概况、中小件冲压技术、精冲件制造技术、覆盖件成形技术、冲压同步工程与质保体系、车架件冲压技术、车轮冲压技术、桥壳冲压成形技术、拉弯件成形技术、车身轻量化新工艺新技术。

《航空航天钣金冲压件制造技术》分册，重点介绍飞机的蒙皮类零件、框肋类零件、型材类零件、弯管类零件、旋压类零件及其他成形零件的冲压制造技术。

《农业机械工程机械冲压件制造技术》分册，重点介绍农业机械工程机械的中小件

冲压技术、覆盖件成形技术、管材件成形技术、钣金件制作技术。

《轨道机车车辆冲压件制造技术》分册，重点介绍机车、客车、货车和城际机车的分离件、弯曲件、拉深件、胀形件、翻边件和校平件的冲压制造技术。

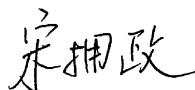
《电机电器电子高速精密冲压件制造技术》分册，重点介绍电机铁心件、换热器翅片、电子引线框架、电连接器和精密微薄件的冲压制造技术，高效精密压力机及其自动化周边设备。

在“冲压技术丛书”编撰过程中，中国锻压协会与丛书主编始终坚持从企业中来，到企业中去“企业路线”，从丛书的分册与架构，到章节设置与内容安排等，一切遵循从冲压生产实际出发，满足行业发展需要的原则，尤其重视来自冲压生产一线技术专家的参与和意见；始终贯穿以代表性冲压制造业的典型冲压件制造技术为主线，内容涉及冲压成形的材料、工艺、模具、设备和生产实例，及其相互关系与各自的发展趋势，并注重综合性、典型性、纲目化、实用性和新颖性。这些理念、做法、要求和目标，得到了冲压行业参编单位及其专家、学者、工程技术人员的大力支持和一致赞同，丛书的编辑出版工作也受到机械工业出版社的高度重视并列入重点出版项目。大家为了这个共同的目标，积极努力，不畏艰辛，甘于奉献，终成正果。

应该说，这套凝结着我国冲压行业的专家、学者和工程技术人员心血与智慧的丛书，是国内外冲压业界首套基于冲压生产现状，跨行业、多学科、综合性的技术文献。它的问世，是在我国当今市场经济下，唯有行业协会才能运作完成的具有里程碑意义的大事，它凝聚了我国冲压行业冲压制造技术的精华，体现了我国冲压行业的技术软实力，将为我国冲压行业薪火相传、永续发展做出贡献！

在此，我谨代表丛书编写委员会向所有参与丛书编撰出版的专家、学者、工程技术人员和工作人员表示衷心感谢！在丛书编写过程中，得到了哈尔滨工业大学王仲仁先生、北京航空航天大学周贤宾先生、南昌大学卢险峰先生、华中科技大学李志刚先生、广东工业大学孙友松先生、中国模具协会周永泰先生等老一辈学者、专家的热情帮助，在此深表谢意！

这套丛书由于涉及的业务面广，专业类多，内容浩繁，加上时间仓促，经验有限，错误与不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。丛书出版后，随着时间的推移和技术的发展，未来还要再进行修订，以求进一步更新、完善和提高。

中国锻压协会“冲压技术丛书”主编  于北京

前言

本书根据中国锻压协会“冲压技术丛书”主编提出的丛书编撰规划和《轨道机车车辆冲压件制造技术》编写大纲，由丛书主编组织国内轨道机车车辆行业代表性企业、高等院校的专家学者和工程技术人员进行编撰。参编单位有：大连机车车辆有限公司、长春轨道客车股份有限公司、齐齐哈尔轨道交通装备有限责任公司、大连交通大学、中国锻压协会。

本书介绍轨道机车车辆行业典型冲压件的现实制造技术，内容涉及冲压的材料、工艺、模具、设备和生产实例，及其相互关系与各自的发展趋势。

本书共分4章。重点论述轨道机车车辆冲压技术概况（第1章）、机车冲压件制造技术（第2章）、客车冲压件制造技术（第3章）、货车冲压件制造技术（第4章）。

第1章由大连交通大学侯英玮、中国锻压协会宋拥政撰写，第2章由侯英玮、大连机车车辆有限公司黄永红撰写，第3章由长春轨道客车股份有限公司郑勇福、梁继业撰写，第4章由齐齐哈尔轨道交通装备有限责任公司李焱、张瑞喜、陈明丹、陈卫撰写。全书由宋拥政审定和统稿。

在此谨向参与本书编撰的全体专家、学者、工程技术人员和出版工作人员表示衷心感谢！

本书编写过程中，济南轨道装备有限责任公司的韩万智、李淑宗、李庆富、谭华灵等技术专家对本书的编撰提出了宝贵的建议；大连交通大学运新兵，大连机车车辆有限公司程强、张明明、李开，齐齐哈尔轨道交通装备有限责任公司李建军等，都给予了热情帮助，在此一并表示感谢！

编 者

目 录

丛书序一

丛书序二

前言

第 1 章 概论	1
1.1 轨道机车车辆的概况与划分	1
1.1.1 机车分类	1
1.1.2 客车分类	3
1.1.3 货车分类	3
1.1.4 城际机车	3
1.2 轨道机车车辆冲压件分类	4
1.2.1 按结构特点分类	4
1.2.2 按工艺特点分类	7
1.3 轨道机车车辆冲压件材料	8
1.3.1 冷冲压材料的种类与一般要求	8
1.3.2 冲压件材料应用概况	9
1.4 轨道机车车辆冲压件模具	9
1.4.1 冲裁模具的典型结构	9
1.4.2 压弯模具的典型结构	11
1.4.3 拉深模具的典型结构	13
1.4.4 成形模具的典型结构	14
1.5 轨道机车车辆冲压生产设备	15
1.5.1 常用冲压设备分类	15
1.5.2 板材冲压设备	16
1.5.3 板材切割设备	19
1.5.4 其他常用设备	19
1.6 轨道机车车辆冲压工艺过程	19
1.6.1 冲压工艺设计的主要内容及依据	20
1.6.2 冲压件工艺性分析	20
1.6.3 冲压工艺方案制定	20
1.6.4 有关工艺计算	23
1.6.5 模具设计	23
1.6.6 冲压设备选择	24
1.6.7 冲压工艺文件制定	24
1.7 轨道机车车辆冲压技术发展趋势	25

参考文献	26
------------	----

第 2 章 机车冲压件制造技术	27
2.1 概述	27
2.2 机车冲压件材料	27
2.3 机车冲压生产设备	28
2.4 分离件制造技术	30
2.4.1 分离工艺内容与类型	30
2.4.2 分离件模具与生产设备	30
2.4.3 典型分离件生产实例	31
2.5 拉深件制造技术	32
2.5.1 拉深件类型	32
2.5.2 拉深件制造工艺	32
2.5.3 拉深模具划分	33
2.5.4 拉深件生产设备	33
2.5.5 典型拉深件生产实例	34
2.6 热压成形件制造技术	34
2.6.1 热压成形件的类型与材料	35
2.6.2 热压成形件制造工艺	35
2.6.3 热压成形的模具与设备	35
2.6.4 典型热压成形件生产实例	38
2.7 翻边件制造技术	41
2.7.1 翻边件的类型与制造工艺	41
2.7.2 翻边件的模具与生产设备	42
2.7.3 典型翻边件生产实例	42
2.8 弯曲件制造技术	43
2.8.1 弯曲件的类型及材料	43
2.8.2 弯曲件制造工艺	43
2.8.3 弯曲件的模具与生产设备	50
2.8.4 典型弯曲件生产实例	51
2.9 其他成形技术	53
2.9.1 板式结构压形模具	53

2.9.2 调直	55	3.5.6 数控转塔冲床冲切技术	107
2.9.3 校平	56	3.5.7 数控切割技术	109
2.9.4 辊形	56	3.6 拉深件制造技术	114
2.10 冲压件常见缺陷与解决措施	56	3.6.1 拉深件类型	114
2.10.1 弯曲裂纹	56	3.6.2 拉深件材料	114
2.10.2 表面拉伤	57	3.6.3 拉深件制造工艺	115
2.10.3 大型曲面成形的常见缺陷	57	3.6.4 拉深件模具	118
参考文献	59	3.6.5 拉深件生产设备	120
第3章 客车冲压件制造技术	60	3.6.6 拉深过程中的润滑	120
3.1 概述	60	3.6.7 典型拉深件生产实例	121
3.1.1 轨道客车的分类	60	3.7 胀形件制造技术	124
3.1.2 轨道客车的基本结构	61	3.7.1 胀形件类型	124
3.1.3 轨道客车冲压件制造工艺概况	66	3.7.2 胀形件材料	124
3.1.4 轨道客车的冲压工序名称	67	3.7.3 胀形件制造工艺	124
3.1.5 轨道客车冲压件生产的基本条件	68	3.7.4 加强筋模具设计	125
3.2 轨道客车常用材料	69	3.7.5 胀形件生产设备	125
3.2.1 轨道客车用金属板材	69	3.7.6 典型胀形件生产实例	125
3.2.2 轨道客车用碳钢类材料性能	70	3.8 翻边件制造技术	128
3.2.3 碳钢类板材的供应标准	71	3.8.1 翻边件类型	128
3.2.4 轨道客车用不锈钢材料	74	3.8.2 翻边件材料	129
3.2.5 不锈钢板材的供应标准	75	3.8.3 翻边件制造工艺	129
3.2.6 轨道客车用铝合金材料	76	3.8.4 翻边件模具	131
3.2.7 轨道客车用铝合金材料供货状态	78	3.8.5 翻边件生产设备	131
3.3 模具设计与制造	81	3.8.6 典型翻边件生产实例	132
3.3.1 生产轨道客车冲压件模具	81	3.9 弯曲件制造技术	136
3.3.2 冲压模具设计与制造	82	3.9.1 弯曲件类型	136
3.4 冲压件生产常用设备	86	3.9.2 弯曲件材料	137
3.4.1 钢板开卷设备	86	3.9.3 弯曲件制造工艺	137
3.4.2 下料设备	86	3.9.4 弯曲件模具	144
3.4.3 校平机	88	3.9.5 模具压弯件生产设备	146
3.4.4 机械压力机	89	3.9.6 模具压弯件生产实例	146
3.4.5 折弯机	90	3.9.7 折弯成形技术	149
3.4.6 数控转塔冲床	90	3.9.8 拉弯成形技术	160
3.4.7 数控拉弯机	91	3.9.9 震锤成形技术	168
3.4.8 震锤成形机	92	3.9.10 冷弯成形技术	175
3.4.9 辅助设备	92	3.10 校平技术	180
3.5 分离件制造技术	93	3.10.1 校平工艺	180
3.5.1 分离件类型	93	3.10.2 校平机及其应用	181
3.5.2 分离件制造工艺	93	3.10.3 校直液压机校平	184
3.5.3 冲裁模具	102	3.10.4 摩擦压力机校平	184
3.5.4 分离件生产设备	104	3.10.5 型钢调直机校平	184
3.5.5 典型分离件模具	104	3.10.6 震锤成形机校正	185

3.11 客车冲压件常见缺陷及解决措施	186	4.4.2 板材下料	209
3.11.1 分离件	186	4.4.3 板材切割	209
3.11.2 拉深件	189	4.4.4 板材校平、加工	210
3.11.3 翻边件	190	4.4.5 板材冲压	210
3.11.4 胀形件	191	4.4.6 型材下料、校直	210
3.11.5 弯曲件	191	4.5 分离件制造技术	211
3.11.6 震锤成形件	194	4.5.1 分离件类型及其制造工艺	211
3.11.7 校平件	194	4.5.2 分离件模具	212
3.12 客车冲压件制造技术发展趋势	195	4.5.3 分离件生产设备	212
参考文献	198	4.5.4 典型分离件生产实例	213
第4章 货车冲压件制造技术	199	4.5.5 冲压用料排样及计算	217
4.1 概述	199	4.6 拉深件制造技术	219
4.1.1 铁路货车冲压件用钢材	199	4.6.1 拉深件的类型及其成形工艺	219
4.1.2 铁路货车冲压件特点及工艺 流程	200	4.6.2 拉深件材料	222
4.1.3 铁路货车冲压件生产的基本 条件	201	4.6.3 拉深件模具	222
4.2 常用材料	201	4.6.4 拉深件生产设备	222
4.2.1 铁路货车用钢材发展历程	201	4.6.5 典型拉深件生产实例	222
4.2.2 材料种类与力学性能	201	4.7 翻边件制造技术	227
4.3 模具设计与制造	203	4.7.1 翻边件类型及制造工艺	227
4.3.1 应用三维技术设计模具	203	4.7.2 典型翻边件生产实例	228
4.3.2 模具材料选择	206	4.8 弯曲件制造技术	230
4.3.3 模具使用设备选择	207	4.8.1 弯曲件类型及其制造工艺	230
4.3.4 模具安全性及使用性	208	4.8.2 弯曲件模具	234
4.4 冲压生产常用设备	209	4.8.3 弯曲件生产设备	235
4.4.1 板材、型材预处理	209	4.8.4 典型弯曲件生产实例	236
		4.9 铁路货车冲压件制造技术展望	238
		参考文献	238

第1章 概 论

1.1 轨道机车车辆的概况与划分

铁路车辆是铁路运输的重要装备，是用来运送旅客、装运货物或作其他特殊用途的运载工具。铁路车辆一般没有动力装置，必须连挂成列，由机车牵引才能沿轨道运行。

新中国成立以来，我国轨道机车车辆工业经历了跨越式的发展。从单一依靠蒸汽机车，到自主研制开发了“东风”系列内燃机车、“韶山”系列电力机车，并形成了轨道机车车辆的系列化、型谱化和标准化。截至2008年底，全国铁路机车保有量达到18437台，其中电力机车6305台，占机车总数的34.2%；内燃机车12132台，占机车总数的65.8%。全国主要干线全部实现内燃、电力机车牵引，国家铁路中的蒸汽机车已经全部被淘汰。我国现已普遍运用的25型系列新型空调客车和双层客车，运行速度和舒适性显著提高；相继试制成功的25t轴重C80型重载敞车等，已批量投入使用；“和谐号”动车组也已大范围运行。轨道机车车辆工业为铁路运输装备现代化提供了强大的支撑，为我国经济建设做出了巨大的贡献。

轨道机车车辆可分为：机车、客车、货车和城际机车。

1.1.1 机车分类

机车是铁路运输的牵引动力装备。铁路机车有多种类型，有不同的分类方法。

机车按所用动力分为内燃机车和电力机车两大类。

内燃机车是由柴油机、燃气轮机通过传动装置驱动的机车，为自带能源式机车。目前国内产内燃机车的主车型为东风系列（DF）。

电力机车是一种非自给式机车，是由车顶安装的受电弓从外界获得电能，再由电动机通过传动装置驱动的机车。其代表机型是韶山系列（SS）。

机车按动力配置分为动力集中型和动力分散型两类。

动力集中型是将动力装置集中在机车上，像东风、韶山系列等机车均采用动力集中配置方式，该方式检查维修比较方便，但是轴重比较大。

动力分散型是将部分动力装置安装在不带动力的车辆上，带动力的车辆叫动车，不带动力的车辆叫拖车。动力分散配置一方面可以减小机车的最大轴重，改善列车的牵引和制动性能，另一方面也减小了对线路的影响，降低噪声。大多高速客运列车（动车组）采用动力分散方式。

1. 内燃机车

内燃机车是以内燃机作为原动力的机车。铁路上采用的内燃机绝大多数是柴油机。

内燃机车的优点是热效率高，动力装置体积小、功率大，用水少，利用率高，速度高，劳动条件好。

内燃机车按传动方式的不同，可分为电力传动和液力传动两种类型。

(1) 电力传动内燃机车 根据电机形式不同，有多种组成方式。采用直流发电机和直流电动机配合，为“直-直流电传动”内燃机车；采用交流发电机和直流电动机配合，为“交-直流电传动”内燃机车。现在，还有“交-直-交流电传动”和“交-交流电传动”等类型的内燃机车。

在电力传动内燃机车上，一般都采用直流串励电动机。

(2) 液力传动内燃机车 在液力传动内燃机车上，原动力仍是柴油机，在柴油机和机车动轮之间，装有一套液力传动装置，以改变柴油机的外部特性，适应列车运行的要求。

液力传动与电力传动的内燃机车相比，除传动装置不同外，其余部分都是相似的。

目前我国国家铁路以发展电力牵引为主，主要干线要求实现电气化。但是应当看到，许多二级干线、支线铁路、专用线和其他铁路（地方铁路、工矿铁路和合资铁路等），以及大量的调车小运转作业，还是要大量采用内燃机车。在未来我国铁路机车总保有量中，内燃机车仍会占有较大的比例。报废的内燃机车需要补充，在役的内燃机车需要技改或换型，还有较大的国际市场份额，所以，我国的内燃机车仍有相当大的发展空间，前景看好。

2. 电力机车

电力机车是以外部电力作为牵引动力的机车。电力牵引具有功率大、效率高、起动速度快、易实现多机牵引、运营费用低、不污染环境、司机劳动条件好等优点，是世界各国公认的最佳铁路牵引方式，也是我国铁路牵引动力的主要发展方向。

采用电力机车牵引的铁道称为电气化铁道。电气化铁道由牵引供电系统和电力机车两部分组成。

自1958年以来，我国电力机车经过了50多年的发展历程。交直流传动的电力机车从SS1型发展到SS9型，交流传动的电力机车从DJ1型发展到功率高达10MW以上的“和谐型”。我国电力机车技术成功实现了从有级调速到无级调速、从电子模拟控制到数字计算机网络控制、从交直流传动到交流传动的三次技术飞跃，使我国的电力牵引技术进入了一个新的时代，达到了世界先进水平。

3. 动车组

动车组是带有可操纵动力的固定编组的列车组。带动力的车辆叫动车，不带动力的车辆叫拖车。动车组包含可操纵的动车和不同功能的拖车，以固定编组的方式运行。运行时不能解编；往返运行不需换头，只需改变操纵端；某些动车组允许重联运行。

动车组按动力类型，分为内燃动车组和电动车组。用内燃机作动力，通过电传动装置或液力传动装置的动车组，叫内燃动车组；由电气化铁路接触网供电，驱动牵引电动机的动车组，叫电动车组。世界上已运营的动车组绝大多数为电动车组，这主要是能源、环保、效率及高速的需要。

动车组按照牵引动力的分布方式，分为动力集中型和动力分散型。动力集中动车组的头尾两端为带司机室的动力车，中部为供旅客乘坐的车辆，称为拖车，也有一端为带司机室并

有坐席的可操纵的拖车。动力分散型动车组的头车、尾车和中部，全部或部分车辆带有动力，或部分转向架带有动力，头车和尾车除了带司机室外也有坐席。

动力分散型动车组的优点是：①动力装置分布在列车不同的位置上，能够实现较大的牵引，编组灵活；②由于采用动力制动的轮对多，制动效率高，且调速性能好，制动减速度大，适合于限速区段较多的线路；③列车中一节动车的牵引动力发生故障，对全列车的牵引力影响不大。动力分散型动车组的缺点是：牵引装置的数量多，总质量大。

动力集中型动车组的优点是，动力装置集中安装在2~3节车上，检查维修比较方便。缺点是动车的轴重较大，对线路不利。

动车技术的发展主要表现在以下方面：提高牵引制动功率和运行的速度与舒适性，降低单位功率质量，应用电子技术、微机控制和计算机网络技术等。

1.1.2 客车分类

铁路车辆按用途分为客车、货车及特殊用途车三大类。

主要用来运送旅客和为旅客服务的车辆称为客车。客车车体采用薄壁筒形结构，由底架、侧墙、车顶、外端墙和内端墙、门窗等组成。为了满足旅客旅行生活需要，车体内部一般设有卧铺设施、给水、车电、通风设施和空调取暖设施等。

根据用途客车可分类如下：

(1) 运送旅客的车辆

硬座车、软座车、硬卧车、软卧车、双层客车。

(2) 为旅客服务的车辆

餐车、行李车。

(3) 客车类特种用途的车辆

邮政车、公务车、卫生车、试验车等。

1.1.3 货车分类

主要用来装运货物的车辆称为货车。根据其用途分类如下：

(1) 通用货车 能够装卸多种货物，具有很好的适用性和通用性的车辆称为通用货车。通用货车有：棚车、平车、敞车。

(2) 专用货车 专供装运某些指定种类货物的车辆称为专用货车。专用货车有：罐车、保温车、集装箱车、大平车、毒品车、家畜车、散装水泥车、粮食车、特种车（如铺轨机车辆、长钢轨机组车辆等）。

(3) 货车类特种用途的车辆 主要有发电车、救援车、除雪车、检衡车、专用宿营车等专供铁路特种作业的车辆。

1.1.4 城际机车

城市轨道交通车辆主要指地铁车辆和轻轨车辆，是城市轨道交通工程中最重要装备。城市轨道交通车辆应具有先进性、可靠性和实用性，应满足容量大、安全、快速、舒适、美观和节能的要求。城市轨道交通车辆以地铁车辆为代表。地铁车辆按有无动力可分为两大类：第一类是拖车（T），即本身无动力牵引装置的车辆；第二类是动车（M），即本身装有动力牵

引装置的车辆，动车又分为带有受电弓的动车和不带受电弓的动车，由于动车本身带有动力牵引装置，因而兼有牵引和载客两大功能。地铁车辆在运营时一般采用动拖结合、固定编组，形成电动列车组。

最初，我国城市轨道交通车辆主要采用碳素钢作为车体材料，造价低，但车体自重大、易腐蚀、维修成本高。20 世纪 80 年代，耐腐蚀性能较好的耐候钢在国内地铁车辆上得到广泛应用。随着大型铝合金型材和焊接技术的成熟，铝合金及不锈钢轻型车体结构被大量应用。近年来，我国在引进不锈钢车体生产技术的基础上，自行设计、生产的 DKZ6 无涂装不锈钢地铁车辆，采用高强度不锈钢材料和轻量化结构设计，已成功运行。

我国在生产制造钢轮、钢轨车辆以外，还生产制造了单轨车辆、直线电动机车辆。首辆自主产权的 CFC-01 型中低速磁浮列车也已实地运行测试成功。

我国城市轨道交通车辆在引进、吸收、消化国际先进技术的同时进行创新，整列车辆的国产化生产取得很大成绩。国产地铁车辆的技术性能和技术水平都已接近和达到了国际先进水平。

1.2 轨道机车车辆冲压件分类

1.2.1 按结构特点分类

1. 转向架构件

转向架是轨道车辆的重要部件，列车在轨道上行驶时，车体与转向架之间、转向架与轨道之间会产生各种力和位移，转向架承受并传递这些力和位移，保证列车沿着轨道安全、可靠地运行。

转向架一般有动车转向架和拖车转向架两种，基本结构相同，主要区别在于驱动系统。动车转向架需要配置牵引电动机、齿轮箱、齿轮箱悬挂装置以及动力轮对等，这是动车转向架和拖车转向架的主要区别。

动车转向架结构如图 1-1 所示，一般由构架、轮对、轴箱、悬挂装置、制动装置、牵引装置、驱动系统组成。

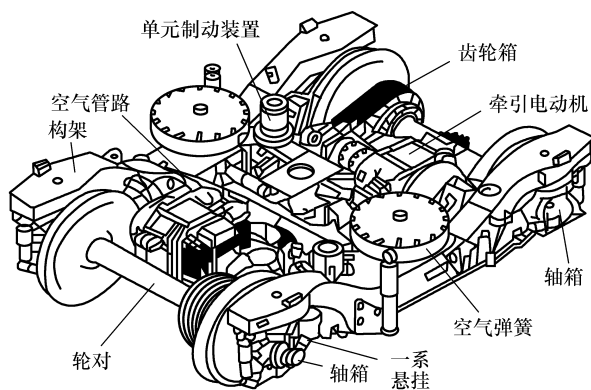


图 1-1 动车转向架

2. 车体构件

(1) 客车车体结构 (25 型客车车体) 图 1-2 为 1996 年以后生产的 25 型硬座客车车体钢结构, 由底架、侧墙、车顶和端墙四大钢结构部分, 焊接成一个上部为圆弧、下部为矩形的封闭壳体, 俗称薄壁筒形车体结构。封闭壳体的内面或外面用纵、横梁和立柱加强, 成为整体承载的合理结构。

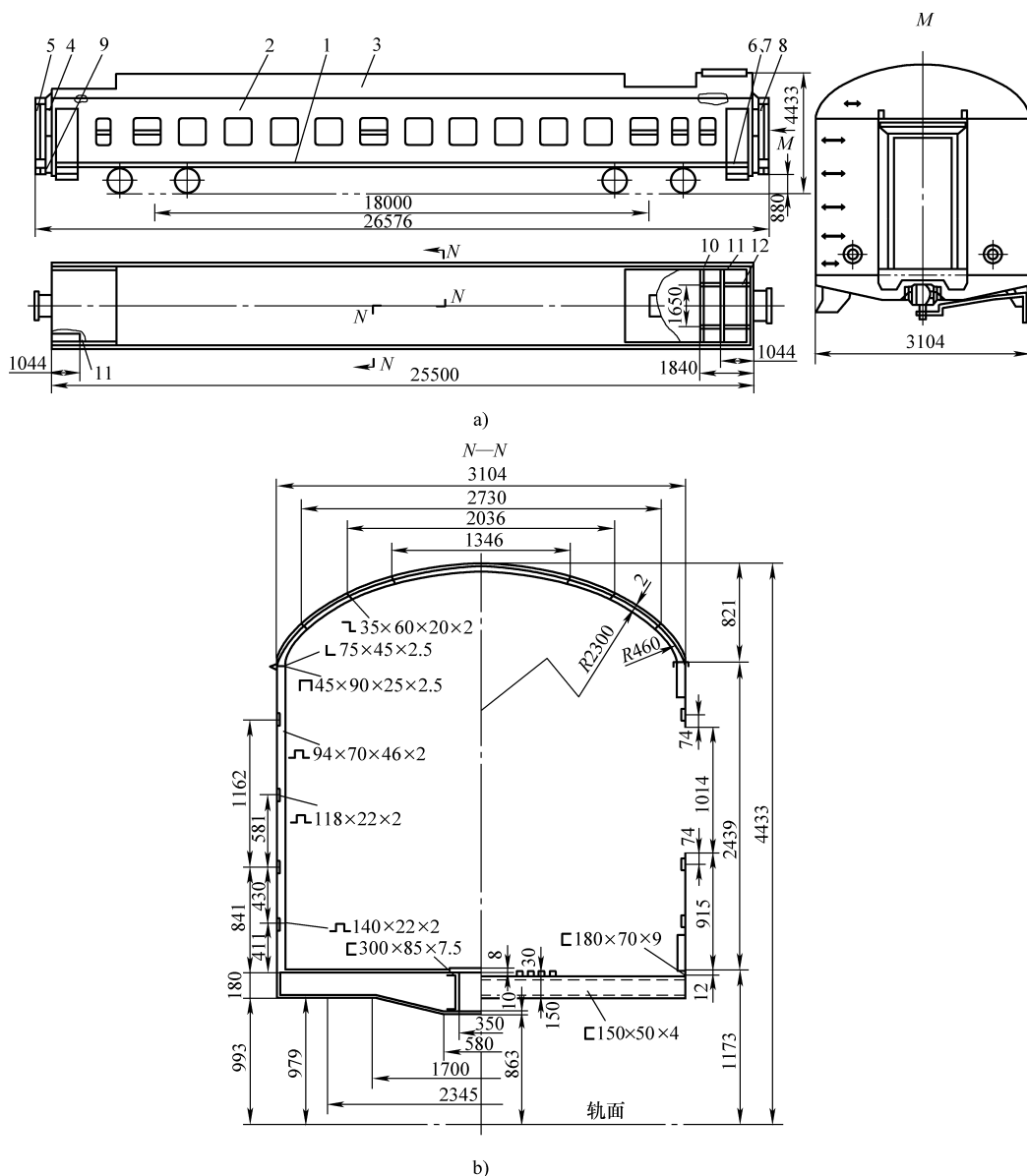


图 1-2 25 型硬座客车车体钢结构

- 1—底架钢结构 2—侧墙钢结构 3—车顶钢结构 4—端墙钢结构 5—风挡 6—四位翻板安装
7—二、三位翻板安装 8—脚踏组成 9—钩缓装置 10—水箱横梁 11—横梁 12—水箱吊梁

1) 底架由牵引梁、枕梁缓冲梁、下围梁（或称下侧梁），枕梁间的纵向金属波纹地板，