

“十二五”国家重点图书



地下矿用汽车

高梦熊 赵金元 万信群 © 编著



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn

“十二五”国家重点图书

地下矿用汽车

高梦熊 赵金元 万信群 编著

北 京

冶金工业出版社

2016

内 容 提 要

本书共 13 章。第 1 章主要介绍了地下矿用汽车的特点、分类和近几年国内外地下矿用汽车现状与最新发展。第 2~9 章分别介绍了地下矿用汽车动力系统、传动系统(变矩器、变速箱、桥与传动轴)、行走系统(车架与车轮)、制动系统(行车、紧急和停车制动器)、转向系统、工作机构、液压系统、电气系统。第 10~13 章分别介绍了地下矿用汽车的新技术与安全技术、主要技术参数计算、性能检验、生产能力。

本书可供从事地下矿用汽车和地下无轨采矿车辆的研究、设计、使用、管理、维修的工程技术人员、管理人员以及高等院校相关专业的师生参考与试用。

图书在版编目(CIP)数据

地下矿用汽车/高梦熊, 赵金元, 万信群编著. —北京: 冶金工业出版社, 2016. 10

“十二五”国家重点图书

ISBN 978-7-5024-7349-5

I. ①地… II. ①高… ②赵… ③万… III. ①矿山运输—汽车
IV. ①TD56 ②U469.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 251216 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcb@cnmp.com.cn

责任编辑 杨秋奎 常国平 美术编辑 杨 帆 版式设计 孙跃红

责任校对 李 娜 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-7349-5

冶金工业出版社出版发行; 各地新华书店经销; 固安华明印业有限公司印刷

2016 年 10 月第 1 版, 2016 年 10 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 37.75 印张; 917 千字; 591 页

150.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs.tmall.com

(本书如有印装质量问题, 本社营销中心负责退换)

前 言

采矿工业是国民经济的支柱产业。地下矿用汽车是地下矿山主要设备，可在开采范围很广的矿山和有斜坡道的矿山使用，可将采下的矿石从作业面运往溜井，或将矿石运送到地面上或在井下完成辅助运输任务。地下矿用汽车具有动力性能好、通过性强、机动灵活和生产效率高等特点，不但可以提高地下矿山的产量和劳动生产率，促进生产规模的扩大和采矿业迅速发展，确保地下采矿运输的安全，还是进一步降低采矿成本，提高矿山经济效益的重要手段。地下矿用汽车改变了矿山的掘进运输系统、采矿方法和回采工艺，促进地下矿山朝着无轨综合机械化开采的方向发展。随着采矿强度、深度增加以及运输距离的增加，应用地下矿用汽车进行较长距离的运输已势在必行，且显得越来越重要。

国外在 20 世纪 60 年代就已经开始进行地下矿用汽车的研究，国内研制地下矿用汽车始于 70 年代中期。进入 90 年代以来，随着我国地下金属矿山生产规模不断扩大，劳动效率不断提高，产量不断增加，对地下矿用汽车的需求量也越来越多。与此同时，随着国内基础条件研制水平的提高、汽车工业的发展以及国外先进技术的引进，我国地下矿用汽车的研制水平有了很大提高，产品已出口国外。由于地下矿用汽车的工作环境和作业要求的特殊性，其设计不同于露天汽车，在外形、结构、动力系统、自动控制、安全性和节能环保等方面均有更高的要求。

但目前国内尚无一部专门介绍地下矿用汽车设计、制造和使用的著作，更无总结国内外地下矿用汽车发展，系统介绍国外地下矿用汽车的新品种、新技术、新结构，新材料、新标准和新发展的著作，这严重影响我国地下矿用汽车的进一步发展和质量的提高，影响国际竞争力。《地下矿用汽车》的出版就将填补这一空白。

《地下矿用汽车》共 13 章。第 1 章主要介绍了地下矿用汽车的特点、分类

和近几年国内外地下矿用汽车现状与最新发展。第2~9章分别介绍了地下矿用汽车动力系统、传动系统（变矩器、变速箱、桥与传动轴）、行走系统（车架与车轮）、制动系统（行车、紧急和停车制动器）、转向系统、工作机构、液压系统、电气系统。第10~13章分别介绍了地下矿用汽车的新技术与安全技术、主要技术参数计算、性能检验、生产能力。

本书有四大特色：一是实用；二是新颖；三是全面；四是适用范围广。书中绝大部分原始资料与数据取材于国内外最新资料、标准及作者多年的地下矿用汽车设计、制造及现场使用经验，具有一定的前瞻性和参考价值。本书采用了大量的实物照片和图形，具有更强的可读性，更高的使用价值。

本书可供从事地下矿用汽车和地下无轨采矿车辆的研究、设计、使用、管理、维修的工程技术人员、工人、管理人员与大专院校相关专业的师生阅读与参考。

衷心感谢北京矿冶研究总院副院长战凯教授、长沙矿山研究院副院长陈新民教授、吉林大学博士生导师王国强教授、中钢衡重原总工程师萧其林教授的鼓励 and 大力支持。

衷心感谢康明斯（中国）投资有限公司区域应用主管施雄林先生、北京矿冶研究总院石峰教授在本书撰写过程中的大力支持。

由于作者水平所限，书中不妥之处，敬请广大读者和专家批评与指正。

作 者
2016年5月

目 录

1 绪论	1
1.1 地下矿用汽车的作用和特点	1
1.1.1 地下矿用汽车的作用	1
1.1.2 地下矿用汽车的特点	1
1.2 地下矿用汽车的分类与基本结构	2
1.2.1 地下矿用汽车的分类	2
1.2.2 地下矿用汽车的外形结构与组成	3
1.3 地下矿用汽车与露天汽车	4
1.3.1 地下矿用汽车与露天汽车的特点对比	4
1.3.2 地下矿用汽车与露天汽车主要参数分析	4
1.4 国内地下矿用汽车发展	7
1.4.1 中钢集团衡阳重机有限公司	9
1.4.2 北京安期生技术有限公司	9
1.4.3 北京矿冶研究总院	11
1.4.4 金川机械制造有限公司	11
1.4.5 湖南有色重型机器有限责任公司	12
1.4.6 南昌凯马有限公司	13
1.4.7 烟台兴业机械股份有限公司	14
1.4.8 安徽铜冠机械股份有限公司	15
1.5 国外地下矿用汽车的现状与最新发展	15
1.5.1 Atlas Copco 公司	18
1.5.2 Sandvik 公司	24
1.5.3 Caterpillar 公司	27
1.5.4 GHH 公司	30
1.5.5 DUX 公司	32
1.5.6 MTI 公司	36
1.5.7 PAUS 公司	37
1.5.8 ZANAM-LEGMET 公司	39
1.5.9 BELAZ 公司	39
1.5.10 Powertrans 公司	40
1.5.11 Youngs Machine 公司	42
1.5.12 RDH 公司	43
1.5.13 Bell 公司	45

1.5.14	Doosan Moxy 公司	46
1.5.15	Volvo 公司	47
1.5.16	Norment 公司	48
1.5.17	AARD 公司	49
1.6	地下矿用汽车的发展趋势	50
1.6.1	安全越来越受到人们重视	50
1.6.2	环保要求越来越严格	51
1.6.3	人机工程学原理应用越来越广	52
1.6.4	大型化与小型化发展越来越明显	52
1.6.5	地下矿用汽车的品种越来越多	53
1.6.6	自动化程度越来越高	53
2	动力系统	55
2.1	地下矿用汽车用柴油机	55
2.1.1	地下矿用汽车对柴油机的安全要求	55
2.1.2	地下矿用汽车柴油机的常用类型	57
2.1.3	地下矿用汽车柴油机性能特性	57
2.1.4	空冷柴油机基本构造及工作原理	62
2.1.5	水冷柴油机基本构造及系统	70
2.1.6	国内外地下矿用汽车用柴油机与主要技术参数	75
2.2	发动系配套系统设计	81
2.2.1	进气系统设计	81
2.2.2	排气系统设计	94
2.2.3	燃油系统设计	103
2.2.4	导风罩设计	106
2.2.5	柴油机的废气排放及排放控制技术	112
2.2.6	发动机安装	125
2.2.7	发动机冷却系统冷却能力校核与设计计算	127
2.3	柴油机的正确选择	166
2.3.1	风冷与水冷柴油机的选择	166
2.3.2	发动机功率类型选定	167
2.3.3	柴油机功率大小的选择	171
2.3.4	影响发动机输出功率因素	172
2.3.5	其他附件的选择	179
3	传动系统	182
3.1	液力变矩器	182
3.1.1	液力传动的主要优点	182
3.1.2	液力变矩器的分类	183

3.1.3 液力变矩器的结构	183
3.1.4 液力变矩器的工作原理及其特性	184
3.1.5 液力变矩器的选择	188
3.2 动力换挡变速箱	202
3.2.1 分类及特点	202
3.2.2 变速箱功用及地下矿用汽车对变速箱要求	203
3.2.3 Dana 动力换挡定轴式变速箱	204
3.2.4 Allison 行星动力换挡变速箱	231
3.2.5 Caterpillar 行星动力换挡变速箱	238
3.3 驱动桥	239
3.3.1 驱动桥的组成及作用	239
3.3.2 对驱动桥的要求	239
3.3.3 驱动桥术语	240
3.3.4 驱动桥的技术参数	242
3.3.5 驱动桥的结构	251
3.3.6 驱动桥的选择	264
3.3.7 驱动桥设计	272
3.4 万向传动装置	283
3.4.1 概述	283
3.4.2 对传动轴基本要求	283
3.4.3 地下矿用汽车常用传动轴	283
3.4.4 万向节传动装置的设计	292
3.4.5 万向节传动轴的安装与使用	300
4 行走系统	304
4.1 概述	304
4.2 车架	304
4.2.1 前车架与后车架	304
4.2.2 车架横向摆动机构	306
4.3 铰接式车架铰销结构	312
4.3.1 铰接式车架铰销结构	312
4.3.2 铰接式车架铰销强度计算	314
4.4 车轮	315
4.4.1 轮胎	316
4.4.2 轮辋	324
5 制动系统	331
5.1 概述	331
5.2 制动系统的要求	332

5.2.1 通用要求	332
5.2.2 具体要求	333
5.3 国内外地下采矿车辆制动系统性能要求和试验方法	334
5.3.1 国内外标准	334
5.3.2 标准的具体内容	336
5.3.3 制动器术语与定义	340
5.3.4 制动器效率	343
5.4 制动器的类型、结构和工作原理	350
5.4.1 制动器的类型	350
5.4.2 封闭湿式多盘制动器的类型、结构与工作原理	351
5.4.3 弹簧制动器与液体冷却制动器比较	355
5.4.4 封闭湿式多盘制动器的研究	355
5.5 美国 Dana 公司封闭湿式多盘制动器简介	357
5.5.1 Dana 公司制动器系列	357
5.5.2 Dana 公司封闭湿式制动器的结构及特点	357
5.5.3 Dana 公司制动器技术参数	360
5.6 封闭湿式多盘制动器的设计与选择	362
5.6.1 LCB 制动器的设计与选择	362
5.6.2 Posi-Stop 制动器设计与选择	364
5.7 停车制动器及其设计计算	365
5.7.1 结构与工作原理	365
5.7.2 设计与计算	368
6 转向系统	371
6.1 概述	371
6.2 转向系统类型	371
6.3 转向系统控制元件	372
6.4 转向系统一般要求	372
6.4.1 所有转向系统	372
6.4.2 带有正常的和附加的转向操纵元件的转向系统	373
6.4.3 带电气/电子传递装置的转向系统	373
6.5 转向系统人机工程学要求	374
6.6 性能要求	375
6.6.1 正常转向	375
6.6.2 动力助力应急转向系统	375
6.6.3 动力应急转向系统	375
6.6.4 各种转向系统	375
6.7 铰接转向控制装置组成及转向油缸的布置	376
6.7.1 铰接转向控制装置的组成	376

6.7.2 两种铰接转向控制装置特点比较	376
6.7.3 铰接转向油缸的布置	377
6.7.4 紧急转向系统	378
6.8 转向系统的设计	379
6.8.1 转向阻力矩的计算	379
6.8.2 转向力矩计算	379
6.8.3 转向时间	379
6.8.4 油缸力臂、油缸长度与活塞行程的计算	380
6.8.5 转向器的选择	381
6.8.6 转向油泵的选择	382
6.9 转向试验道路	382
6.9.1 转向试验场地	382
6.9.2 车辆试验规范	382
6.9.3 轮胎通过圆的测试程序	384
6.10 转向试验	384
6.10.1 各种转向系统试验	384
6.10.2 正常转向系统试验	384
6.10.3 应急转向系统试验	384
6.10.4 附加转向操纵元件转向试验	385
7 工作机构	386
7.1 工作机构类型	386
7.2 工作机构的要求	387
7.3 举升机构的结构与设计	388
7.3.1 直推式举升机构设计	388
7.3.2 举升系统性能主要评价参数	390
7.4 车厢	392
7.4.1 车厢设计的要求	392
7.4.2 车厢的类型	393
7.4.3 车厢的材料与轻量化	394
8 液压系统	397
8.1 概述	397
8.2 液压系统安全要求	397
8.2.1 一般要求	397
8.2.2 液压回路	397
8.2.3 液压油箱	398
8.2.4 充气式蓄能器	398
8.3 国内外典型的液压系统	398
8.3.1 国内典型的液压系统	398

8.3.2 国外典型的液压系统原理	398
8.4 液压系统组成	399
8.4.1 工作机构液压系统	399
8.4.2 转向液压系统	410
8.4.3 制动液压系统	421
8.4.4 冷却液压系统	437
8.4.5 动力换挡变速箱与变矩器液压控制系统	439
8.4.6 集中润滑系统	453
9 电气系统	457
9.1 电气系统的安全要求及组成与功能	457
9.1.1 电气系统的安全要求	457
9.1.2 电气系统的组成与功能	459
9.2 地下矿用汽车的电气系统	460
9.2.1 CA20 地下矿用汽车的电气系统	460
9.2.2 MT2010 地下矿用汽车的电气系统	468
9.2.3 国外最新地下矿用汽车电气系统	472
10 新技术与安全技术	474
10.1 概述	474
10.2 现代地下矿用汽车新技术	474
10.2.1 柴油机电子控制技术	475
10.2.2 变速箱电子控制技术	486
10.2.3 故障诊断和监控技术	493
10.2.4 信息管理技术	496
10.2.5 自动制动系统	498
10.2.6 自动灭火技术	498
10.2.7 自动润滑技术	501
10.2.8 自动缓速器控制技术	501
10.2.9 智能轮胎技术	501
10.2.10 防疲劳技术	504
10.2.11 主动避撞技术	506
10.2.12 人机工程科学技术	509
10.2.13 再制造技术	515
10.2.14 安全技术	516
10.2.15 虚拟现实技术 (virtual reality, VR)	526
10.2.16 自动化技术	527
11 主要技术参数计算	535
11.1 主要技术参数	535

11.2 地下矿用汽车主要技术参数计算	539
11.2.1 Dana 公司柴油机和液力变矩器共同工作匹配计算	539
11.2.2 例题	548
11.3 地下装载机与地下矿用汽车柴油机与变矩器匹配	550
11.3.1 地下装载机与地下矿用汽车在地下矿山的作用与特点	550
11.3.2 地下装载机与地下矿用汽车柴油机与变矩器系统匹配	550
11.4 其他参数计算	556
12 性能检验	557
12.1 动力装置的性能测定	557
12.1.1 目的	557
12.1.2 测试仪表与精度	557
12.1.3 测量程序	557
12.2 最终检验	559
12.2.1 检验前提	559
12.2.2 柴油机系统	559
12.2.3 传动系统	559
12.2.4 行走系统——轮胎	560
12.2.5 转向系统	560
12.2.6 工作装置——料厢	561
12.2.7 液压系统	561
12.2.8 电气系统	561
12.2.9 其他	561
12.3 试验方法	562
12.3.1 全身振动试验简介	562
12.3.2 落物保护结构试验与翻车保护结构试验	563
12.3.3 转向尺寸的测量	568
12.3.4 牵引力测试	570
12.3.5 能见度测试	572
12.3.6 制动性能试验	573
12.3.7 转向性能测试	574
12.3.8 噪声测试	574
12.3.9 其他测试	574
12.4 最终检验报告	575
13 生产能力	578
13.1 生产能力的估算	578
13.1.1 每小时纯运行时间	578
13.1.2 有效装载量	579

13.1.3	装满系数	580
13.1.4	运行循环中装卸时间	580
13.1.5	每循环往返行驶时间	581
13.2	运输设备台数计算	583
附 录		584
附录 1	单位换算表	584
附录 2	干空气的热物理性质	585
参考文献		587

1 绪 论

1.1 地下矿用汽车的作用和特点

1.1.1 地下矿用汽车的作用

地下矿床的开采包括开拓、采准、回采三个步骤。开拓是矿山的基建工程，是用井巷把地表与地下矿体接通，并建成完整的运输、通风、排水的井巷工程，包括竖井、斜井、平硐、盲井、井底车场和各种硐室，如水泵房、变电室、机修站、破碎硐室、火药库等，还有石门、阶段运输巷道、溜井等。采准是掘进形成采区外形的一些巷道及为了回采工作面的凿岩和爆破而需要的自由空间。前者如采区的运输巷道、通风和人行天井，后者如切割槽、拉底空间、放矿漏斗等。回采就是做完采准后，在采矿工作面进行落矿、装运和管理作业。

开拓、采准、回采是整个地下采矿的重要环节。其中装载工序工作量最繁重，费时最长，对采矿生产率影响很大。据统计，在掘进工作循环中，消耗于这一工序上的劳动量占循环时间的 30% ~ 40%；在井下回采出矿中，运输作业也同样占很大比重。

我们国家自 20 世纪 70 年代中期开始使用地下矿用汽车以来，已有 50 多个矿山使用了地下矿用汽车出矿，但绝大部分矿山还未使用地下矿用汽车。目前拥有各种地下矿用汽车几千台，并且仍以每年 10% 的速度增加。但是由于地下矿用汽车作业环境十分恶劣，任务繁重，机器的有效利用率还很低，所以如何有效地提高现有汽车的生产能力、缩短运输作业时间、延长地下矿用汽车的使用寿命，如何提高我国地下矿用汽车的设计、制造技术水平，研制并推广和更新更加先进、高效的地下矿用汽车，无疑对加快运输速度、提高采矿生产率、降低采矿成本、改善劳动条件、发展我国采矿工业将具有十分重要的作用。

目前，无论国外或国内，地下矿用汽车已成为地下矿强化开采的重要设备。

1.1.2 地下矿用汽车的特点

1.1.2.1 结构特点

(1) 采用低排放柴油机和各种有效的净化装置，使柴油机燃烧完全，从而减少有害气体排放量。

(2) 绝大部分地下矿用汽车铰接车体、液压转向、车体宽度窄、转弯半径小，机动、灵活，提高了通过能力。

(3) 车体高度低，降低了重心高度，减少倾覆力矩，增加行驶稳定性，以适在狭窄低矮地下空间作业，节省巷道开拓工程量。

(4) 四轮驱动，牵引力大，提高了爬坡能力。

(5) 结构坚固，便于承受矿岩的冲击，可靠性高。

(6) 采用湿式多盘制动器, 制动灵敏、可靠, 保证行驶的安全性。

(7) 因巷道运输道路高低不平, 为了提高其通过性能, 国内外地下矿用自卸汽车都具有横向摆动机构, 以便使驱动的四轮在任何情况下都能全轮着地, 时刻具有足够附着力。在路面泥泞和高低不平的地下矿山路面上行驶时, 更能显示出其优越的通过性能。横向摆动机构有两种结构: 一种是设计专用的横向摆动架, 用它将其中一个车桥与车体分离, 实现车体与该车桥的横向相对摆动; 另一种是使用回转支承, 将前后车体连接, 实现前后车桥的横向相对摆动。

(8) 由于巷道高度限制, 除了重型和特重型地下矿用汽车采用悬挂装置外, 一般车桥与车架都是刚性连接, 无悬挂装置。

1.1.2.2 优点

(1) 地下矿用汽车运输机动灵活、应用范围广、生产能力大; 可将采掘工作面的矿岩直接运送到各个卸载场地; 能在大坡度、小弯道等不利条件下运输矿岩、材料、设备等。

(2) 在合理运距条件下, 生产运输环节少, 显著提高劳动生产率。

(3) 在矿山全套设施建成前, 可用于提前出矿。

1.1.2.3 缺点

(1) 地下矿用汽车虽然有废气净化装置, 但柴油发动机排出的废气仍污染井下空气, 目前仍不能彻底解决, 因此, 必须加强通风, 增加了通风费用。

(2) 由于地下矿山路面不好, 轮胎消耗量大, 备件费用增加。

(3) 维修工作量大, 需要技术熟练的维修工人和装备良好的维修设施。

(4) 要求巷道断面尺寸较大, 增加了井巷开凿费用。

1.1.2.4 适用条件

(1) 地下矿用汽车既适合平地面的矿山, 也适用于坡度不大于 $10\% \sim 25\%$ 的有斜坡道的矿山。它可将矿岩从工作面运往溜井口或运送到地面。

(2) 在无轨开采地下矿山, 可作为阶段运输主要运输设备, 构成无轨采矿运输系统, 以提高采矿强度。

(3) 地下矿用汽车经济合理运距为 $500 \sim 4000\text{m}$, 载重量大时取大值。

1.2 地下矿用汽车的分类与基本结构

1.2.1 地下矿用汽车的分类

地下矿用汽车的分类方式可概括为如下几种:

(1) 按卸载方式不同分类。地下矿用汽(卡)车可分为后卸式、推卸式、侧卸式和底卸式四类。后卸式汽车是用液压油缸将车厢前端顶起, 使矿岩从车厢后端靠自溜而卸载。后卸式汽车的主要缺点是卸载空间较大, 在井下卸载时, 需在卸载处开凿卸载硐室。与推卸式汽车相比, 后卸式汽车成本低、自重较轻、速度较快、运量较大、维修保养费用也较低。推卸式汽车车厢内的矿岩是被液压油缸驱动的卸载推板推出车厢后端而卸载, 其卸载高度较低, 但结构复杂。侧倾式地下矿用汽车是车厢向左或向右翻倾卸货。这种地下矿用汽车适用于道路狭窄、卸货方向变换困难的地方。其结构较后倾式地下矿用汽车复杂、造价高、运载量少、生产效率低、使用较少。也有单侧倾斜的地下矿用汽车, 其车厢

只能向某一侧翻倾。这种地下矿用汽车驶入矿场的方向和卸货的位置均受到限制,因此很少采用。底卸式地下矿用汽车只适用特殊场合,很少采用。

(2) 按轮轴配置数分类。地下矿用汽车分为双轮轴式和多轮轴式。国外地下矿用自卸汽车 94% 为双桥结构,6% 为三桥结构。目前,国产地下矿用自卸汽车均为双桥结构。

(3) 按传动方式分类。地下矿用汽车分为液力机械式、机械式、全液压式和电动轮式四类。96% 的地下矿用汽车为液力机械式,其余为电动轮传动式及其他形式。大约有一半使用自动变速箱,一半为手动变速。

(4) 按承载能力分类。地下矿用汽车分微型、轻型、中型、重型和特重型。

(5) 按动力源分类。地下矿用汽车分电动、柴油和混合动力式。

(6) 按车架结构分类。地下矿用汽车分整体式和铰接式。

(7) 按整机高度分类。地下矿用汽车分标准型和低矮型。

(8) 按自动化程度分类。地下矿用汽车分人工操纵、远程操纵、半自主和自主操纵。

(9) 按功能分类。地下矿用汽车分专用汽车和多功能汽车。

(10) 按倾卸机构分类。地下矿用汽车分直推式自卸车与杠杆举升式自卸车。直推式又可细分为单缸式、双缸式、多级式等。杠杆式又可细分为杠杆前置式、杠杆后置式、杠杆中置式等。

1.2.2 地下矿用汽车的外形结构与组成

地下矿用汽车的外形结构如图 1-1 所示。

地下矿用汽车主要由 9 大系统组成:

(1) 动力系统,包括柴油机及相关的辅助设备。

(2) 传动系统,包括变矩器、变速箱、前后驱动桥、传动轴。

(3) 行走系统,包括前后车架、横向摆动架或回转支承、轮胎、轮辋、悬架。

(4) 制动系统,包括停车制动器、辅助、行车制动器及缓速器。

(5) 转向系统,包括上下铰接体、转向油缸。

(6) 工作机构,包括举升油缸及相关机构。

(7) 液压系统,包括举升机构液压系统、转向机构液压系统、制动系统液压系统、变速控制液压系统、冷却系统、润滑系统,有的地下矿用汽车还有油门控制液压系统。

(8) 电气系统,包括所有电气控制与照明。

(9) 控制系统,包括柴油机、换向、换挡、转向、举升和电气控制与照明控制等。

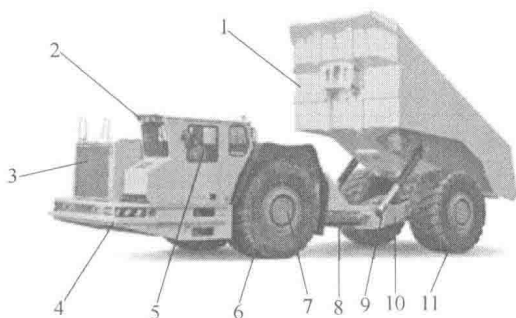


图 1-1 地下矿用汽车的外形结构

1—料厢; 2—电气系统; 3—发动机室(包括动力系统);
4—前车架; 5—司机室(包括控制系统); 6—轮胎与轮辋;
7—前驱动桥; 8—传动系统(包括传动轴、变矩器和
变速箱等); 9—举升机构; 10—后车架; 11—后驱动桥

1.3 地下矿用汽车与露天汽车

汽车是用来将成堆物料装入运输设备所使用的一类机械。它既可作为地下矿物运输的重要设备；又可作为露天矿山、水利、电力、建筑、交通和国防等建设工程的主要施工机械。前者称为地下矿用汽车，后者称为露天汽车。我国 20 世纪 70 年代初才开始开发前者，至今在全国只有近十家生产企业，年产量大约几百台。我国自 20 世纪 50 年代开始进行研制与开发后者，至今在全国有几十家生产，年产量几百万台。为了保护自然环境和合理利用矿藏资源，随着浅埋矿床的耗尽而越来越向深部开采，或因露天开采的深度很大而使地表遭受大面积的破坏时，就必须采用地下开采。可以预测今后地下开采仍将逐渐增加，作为地下开采的主体设备之一的地下矿用汽车也会随之得到较大发展。地下矿用汽车与露天汽车在我国起步较国外晚，近几年虽然发展迅速，但同国外同类汽车的优秀产品相比还有很大差距，特别是地下矿用汽车的技术水平、可靠性与国外差距更大，因此研制工作必须加速。由于目前地下矿用汽车无论从质量上或数量上都满足不了矿山的生产需要，有些矿山采用露天汽车在井下出矿，有些露天汽车生产厂家也正在准备开发地下矿用汽车。为了正确选择、使用地下矿用汽车，正确设计、制造出满足矿山要求的地下矿用汽车，因此有必要了解地下矿用汽车与露天汽车各自的特点。

1.3.1 地下矿用汽车与露天汽车的特点对比

地下矿用汽车是在露天汽车的基础上发展起来的，专门适用于地下采矿和隧道掘进作业的一种机械，因此它们有许多相似之处。例如，它们的原理与基本结构、动力传动部件基本相同，但也有更多的不同，见表 1-1。

表 1-1 地下矿用汽车与露天汽车特点

因 素	地下矿用汽车	露天汽车
使用环境	十分恶劣，地下作业	相对好些，露天作业
空间限制	严格限制	不限制
废气排放	对通风量有严格要求	对通风量无要求
车 速	车速较低	车速较高
驾驶室布置	横向布置或纵向布置	纵向布置
结构牢固性	更牢固的结构	牢 固
选择轮胎依据	耐磨性，防刺伤、划破性；子午线轮胎	牵引性
经济性	很 贵	一 般
维修条件	很 差	好
机动灵活性	更 好	好

1.3.2 地下矿用汽车与露天汽车主要参数分析

为了更直观地说明问题，以标称有效负载能力相近的 Caterpillar 的 735B 露天铰接汽车与 AD30 地下矿用汽车为例进行分析，见表 1-2 与图 1-2。