

地铁车辆构造与维修管理

高 爽 编著

中 国 铁 道 出 版 社

2 0 0 3 年 · 北 京

序

轨道运输方式在多种运输方式中相比较而言,最适合人类社会持续健康发展的要求,因此被人类称之为“绿色交通”。城市轨道交通比干线和城际轨道交通更体现出与人类日常生活的亲和,尤其是在大城市中优势最明显。我国在中国共产党的领导下,在新世纪中向全面建设小康社会的目标奋进。大城市将会更大,中型城市也将加入大城市行列。地铁和城市轻轨交通方式将与我们的日常生活变得越来越紧密。地铁和城市轻轨也将成为我国一个很重要的大型运输装备产业。学习、了解这个产业的特点正是广大工程技术和经济工作者的新的兴奋点,对从事轨道交通事业的人士们尤为紧迫。高爽先生是长期从事轨道交通工作的专家,通过他勤奋地努力,认真钻研,将国际国内有关城市轨道交通车辆的知识提供给社会。对我国城市轨道事业的发展无疑是一个贡献。



前 言

参与深圳市地铁一期工程建设已跨 5 个年头,在这几年的地铁工程建设前期准备、设计、施工及运营筹备、设备招标工作中,发现关于地铁车辆的资料和书籍甚少,公开发表的地铁车辆生产管理技术方面教材更少。在北京、上海、广州、香港的地铁中虽然有一些短期培训资料,但没有行业技术和管理等方面的教材。

进入了 21 世纪,我国城市轨道交通事业正处于方兴未艾的时期,我越来越感到完成一本地铁车辆结构和运营管理方面的教材,是一件非常必要和有意义的的事情。我在准备了部分手稿和几次培训授课体会以及向兄弟地铁公司学习心得的基础上,汇集多年来从事铁道机车车辆维修行业管理经验而编成此书。我希望本书能成为一本实用于城市轨道交通行业的教材和城市轨道交通建设者的参考资料。

编写教材过程中分别得到:

原长春客车厂车辆高级工程师王樾林先生对本书第一篇的审阅;北京城市建筑设计院李斌先生对第二篇部分章节的审阅;原北京地铁总工程师、深圳地铁高级顾问,高级工程师阎景迪对全书的审阅,并提出多项宝贵意见,在此表示衷心地感谢。

感谢广州地铁公司、上海地铁公司、香港地铁公司同仁的帮助和支持。

感谢深圳地铁公司各级领导和同仁的帮助和支持。

本书在出版前,有幸得到中国铁道科学院原院长聂阿新先生的审阅,并写序,在此一并表示感谢!

由于作者水平有限,本书难免有许多问题和不足,敬请读者给予指正!



2003 年 9 月 1 日

目 录

第一篇 地铁车辆构造

城市轨道交通概要	3
第一章 国内地铁车辆的类型与编组	8
第一节 车辆类型	8
第二节 列车编组	8
第二章 车体	11
第一节 车体结构	11
第二节 车体内装	15
第三节 车内设备	18
第三章 车体连接装置	23
第一节 车钩缓冲装置	23
第二节 贯通道及渡板	34
第四章 转向架	37
第一节 北京地铁转向架	37
第二节 上海、广州地铁车辆转向架	45
第三节 深圳地铁车辆采用的转向架	50
第五章 空调、通风系统	53
第一节 空调系统	53
第二节 通风系统	54
第三节 事故通风系统	55
第六章 制动系统	56
第一节 制动分类	56
第二节 制动控制系统	57
第三节 克诺尔模拟式地铁制动系统	58
第七章 牵引和电制动特性	65
第一节 城轨动车组牵引和电制动特性	65
第二节 牵引力与电制动力计算	66
第三节 城轨列车运行特点	67
第四节 牵引/制动力相对于速度的特性	68
第八章 主传动系统	69
第一节 主电路工作原理	69
第二节 主电路的保护	71

第九章 VVVF 逆变器与斩波器	73
第一节 VVVF 逆变器工作原理	73
第二节 逆变器结构	75
第三节 斩波器工作原理	81
第四节 VVVF 逆变器与斩波器主要技术参数	82
第十章 牵引电动机	84
第一节 异步电机特性	84
第二节 牵引电机特性曲线	85
第三节 牵引电机结构	87
第四节 牵引电机主要技术参数	89
第五节 逆变器供电的并联工作电机特殊要求	89
第十一章 逆变器与牵引电机的容量配合	92
第十二章 主电路其他主要电气设备	94
第一节 线路滤波器	94
第二节 高速断路器	95
第三节 受电弓	96
第四节 制动电阻器	97
第五节 浪涌吸收器(避雷器)	98
第十三章 辅助供电系统	99
第一节 辅助供电系统概述	99
第二节 辅助逆变器与低压电源的电路结构	100
第三节 各种辅助电路的分析	102
第十四章 车辆控制系统	104
第一节 直流传动控制	104
第二节 交流传动控制	108

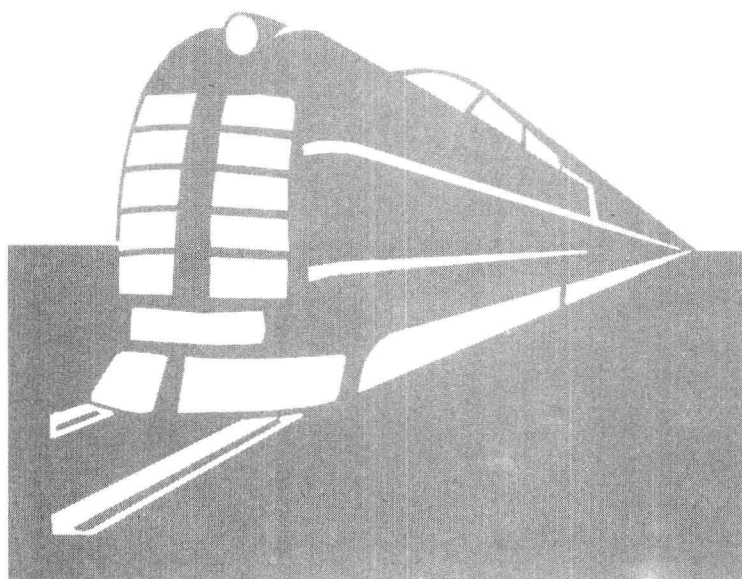
第二篇 地铁车辆维修与管理

第十五章 地铁车辆维修管理概述	117
第一节 地铁车辆维修的基本概念	117
第二节 地铁车辆维修管理的概念和内容	117
第十六章 地铁车辆的维修制度	121
第一节 地铁车辆的定期维修	121
第二节 地铁车辆的故障维修	126
第三节 地铁车辆的改善性维修	126
第四节 地铁车辆维修制度发展趋势	127
第十七章 地铁车辆维修工艺基础	129
第一节 地铁车辆零件的损伤及预防	129
第二节 地铁车辆检修限度	132
第三节 地铁车辆零件常用修理方法	133
第四节 地铁车辆的清洗	134

第五节	检验·····	135
第六节	装配·····	137
第七节	地铁车辆检修工艺流程和工艺文件概述·····	138
第十八章	地铁车辆维修设施和装备·····	141
第一节	地铁车辆段及基地的功能和特点·····	141
第二节	地铁车辆段及基地的布局·····	141
第三节	地铁车辆段及基地的基础设施和维修装备·····	144
第十九章	地铁车辆维修计划管理·····	147
第一节	维修计划的分类和作用·····	147
第二节	维修计划的编制原则和依据·····	148
第三节	维修计划的编制程序·····	150
第四节	维修计划的执行、检查和落实·····	152
第五节	维修计划的调整和变更·····	152
第二十章	地铁车辆维修组织设计·····	154
第一节	地铁车辆维修主要任务和特点·····	154
第二节	地铁车辆维修组织架构设计·····	155
第三节	地铁车辆维修劳动定员·····	158
第二十一章	地铁车辆维修生产控制·····	161
第一节	生产作业控制·····	161
第二节	维修成本控制·····	165
第三节	维修质量控制·····	167
第四节	地铁车辆维修安全控制·····	170
第二十二章	地铁车辆维修备件管理·····	174
第一节	备件的技术管理·····	174
第二节	备件的计划管理·····	177
第三节	备件的库存管理·····	177
第二十三章	地铁车辆的委外维修管理·····	180
第一节	委外维修的目的和主要考虑因素·····	180
第二节	委外维修的基本程序和合同内容·····	181
第二十四章	地铁车辆维修信息管理和信息管理系统·····	184
第一节	地铁车辆维修主要信息和信息管理·····	184
第二节	计算机化是车辆维修管理的必由之路·····	186
第三节	地铁车辆维修管理信息系统·····	187
附录 1	部分城市轨道交通车辆·····	190
附录 2	地铁车辆段部分设施和工艺装备·····	192

第一篇

地铁车辆构造



城市轨道交通概要

一、世界城市轨道交通系统的产生与发展

城市是人类活动的中心,是社会进步的标志。随着经济的迅速发展和科技的进步,城市的规模不断扩大,人口不断增多。城市范围内的大量人员流动,要求配置便捷、可达性强的客运交通工具,以便人们高效率地到达出行目的地。世界上许多大城市的发展经验告诉我们,只有采用快速轨道交通系统(地下铁道、轻轨、高架独轨交通等)作为公共交通的骨干网络,才有可能有效地完成城市客运任务。在此形势下,城市快速交通起到了骨干的作用,其中起主要作用的是地铁和轻轨交通,以下将对此进行简要介绍。

1. 城市地下铁道的发展

1863年,世界上第一条用(蒸汽机)牵引的地下铁道线路在(英国伦敦)建成通车,至今已有将近140年的历史。尽管地下隧道里烟雾熏人,但当时的伦敦市民甚至皇亲贵族们,都乐于乘坐这种地下列车,因为在拥挤不堪的伦敦地面街道上乘公共马车,其条件和速度还不如地铁列车。

世界第一条地下铁道的诞生,为人口密集的大都市如何发展公共交通取得了宝贵的经验;特别是到1879年(电力驱动机车)的研究成功,使地下客运环境和服务条件得到了空前的改善,地铁建设显示出强大的生命力。从此以后,世界上一些著名的大都市相继发展地下铁道交通。

1863年至1899年,英国的伦敦和格拉斯哥、美国的纽约和波士顿、匈牙利的布达佩斯、奥地利的维也纳以及法国的巴黎共5个国家7座城市率先建成了地下铁道。在进入20世纪的最初24年里(1900年至1924年),在欧洲和美洲又有9座大城市相继修建了地下铁道,如德国的柏林、汉堡,美洲的费城以及西班牙的马德里等。1925年至1949年期间,经历了第二次世界大战,各国都着眼于自身的安危,地铁建设处于低潮,但仍有日本的东京、大阪,前苏联的莫斯科等少数城市在此期间修建了地铁。

第二次世界大战以后,1950年至1974年的24年间,世界上地铁建设蓬勃发展。在此期间,加拿大的多伦多、蒙特利尔,意大利的罗马、米兰,美国的费城、旧金山,前苏联的列宁格勒、基辅,日本的名古屋、横滨,韩国的汉城以及中国的北京等约30座城市相继修建了地铁。

1975年至1995年的20年时间里,地铁建设在原有基础上,取得了长足的进展,世界上30多座城市在此期间建成了地铁或正在修建地铁,美洲有华盛顿、温哥华等9座城市;欧洲有布鲁塞尔、里昂、华沙等9座城市;亚洲则更多,有神户、香港、加尔各答以及天津和上海、广州等17座城市。

从上述世界地铁建设发展概况可以看出,在20世纪50年代至90年代间,世界范围内的城市地下铁道有了迅速发展。其主要原因一是在战后以和平和发展为主流的年代里,亚洲、拉丁美洲、东欧的城市化进程加快,数百万人口的城市不断增加;二是发达国家中的小汽车激增与城市街道有限通行能力之间的矛盾日益突出,空气严重污染,使这些城市都面临着如何在较长的距离内,以最有效而快速的方式来输送大量乘客的问题。实践证明,只有通过建造地下铁

表 0-1 世界各国地铁列车和车辆一览表

国别—地名	列车编组	列车客量 (人)	高峰小时 客流量 (人次)	发车间隔(min)			车辆尺寸(m)			定员(人)		空车 质量 (t)	运行速度 (km/h) 最大/旅行	最大 坡度 (%)	轨距 (mm)	站台长度 (m)	集电 系统	供电电压 (V)	牵引电机 功率 (kW/马力)
				高峰	非高峰		长	宽	高	坐席	总容量								
中国—北京	4/6	1 200~1 500	18 400~24 000	3	4		19.5	2.6	3.507	60	250	34	80/35		1 435	118	第三轨	750	86/117
美国—芝加哥	1/8	1 400	42 000	3	4~15		14.63	2.84	3.65	49	150	22.9	88/45	3.5	1 435	100~130	悬线/三轨	600	83/113
俄罗斯—圣彼得堡	4/6	1 500	45 000	1.6	4		18.77	2.7	3.7	44	164	36.2	90/46	4	1 524	80	第三轨	825	73/100
俄罗斯—莫斯科	6/8	1 200~1 750	78 000	1.3	2~3		18.77	2.7	3.7	44	164	36.2	90/48	4	1 524	130~160	第三轨	825	73/100
意大利—米兰	3/6	1 250	31 000	2.5	4~5		17.03	2.85	3.51	36	218	29.6	85/(29~35)	3	1 435	100~120	三、四 轨/悬线	750/1 500	100/136
英国—伦敦	3/8	1 500	45 000	2	5~15		17.5	2.63	2.89	44	190	28	80/32.5	3.5	1 435	107~131	三、四轨	600	60/83
法国—巴黎	3/9	1 530~2 540	49 000	3.5	6		23.8	2.91	4.28	64	264	57	80/42	3.5	1 435	145~225	悬线	1 500	200/276
巴西—里约热内卢	4/8	1 800~2 400	86 000	2	4		21.88	3.17	3.68	40/70	311/360	38	100/34	4	1 600	136~180	第三轨	750	142/190
巴西—圣保罗	2/6	2 000	52 000	2	3~2		21.75	3.17	3.56	61	333	32.8	100/(29~34) (南北)	4	1 600	136~143	第三轨	750	112/152
澳大利亚—悉尼	4/8	1 600	82 450	1.5	3.15		19.3	3.0	—	114	248	46.9	100/45	3	1 435	<200	悬线	1 500	135/184
中国—香港	4-8	3 000	85 000	2	3		22~ 22.85	3.1	3.70	48	375	39	88/33	3	1 435	182	悬线	1 500	90/122
中国—上海	6-8	3 280	70 000	2.5	6		24.14 ~ 22.8	3.0	3.8	62	410	36	80/40	3	1 435	184	悬线	1 500	207/284
中国—广州	6-8			3	6		23.69 ~ 22.8	3.0	3.8	56	432		80/35	3	1 435	184	悬线	1 500	190

道系统,才能解决这一难题。据统计,目前世界上已有40 多个国家和地区的127 座城市建造了地下铁道,累计地铁线路总长度为5263.9 km,年客运总量约为230 亿人次。世界各国地铁列车和车辆一览表 0-1。

2. 轻轨交通

轻轨交通是一种中等运量的城市轨道交通客运系统,它的客运量在地铁与公共汽车之间。轻轨可分为两类:车型和轨道结构类似地铁,运量较地铁略小的轻轨交通称为准地铁;另一类为运量比公共汽车略大,在地面行驶的新型有轨电车。它是在传统的有轨电车基础上发展起来的新型快速轨道交通系统。

有轨电车已有 100 多年历史。在1881 年德国柏林工业博览会期间,展示了一列 3 辆电车编组的小功率有轨电车,只能乘坐 6 人,在 400 m 长的轨道上往返运行。这是世界上第一辆有轨电车,它给世人提供了富有创意的启示。

世界上第一个投入商业运行的有轨电车系统是1888 年在美国弗吉尼亚州的里茨门德市。

此后有轨电车系统发展很快,在 20 世纪 20 年代,美国的有轨电车线路总长达 25 000 km。到 30 年代,欧洲、日本、印度和我国的有轨电车有了很大发展。1908 年我国第一条有轨电车在上海建成通车,到1909 年大连也建成了有轨电车,在随后的年代里,我国的北京、天津、沈阳、哈尔滨、长春、鞍山等城市都相继修建了有轨电车,在当时我国城市的公共交通中发挥了骨干作用。

随着汽车工业的迅速发展,西方国家的私人小汽车数量急剧增长,大量的汽车涌上街头,城市道路面积明显地不够用,于是导致世界上各大城市都纷纷拆除有轨电车线路。这阵风也波及到了我国,到 20 世纪 50 年代末,我国有关的大城市已把有轨电车拆除得所剩无几,仅剩下长春、大连和鞍山3 座城市的有轨电车没有拆光,并一直保留至今,继续承担着正常的公共客运任务。

但汽车数量的过度增长使城市交通又出现了新的问题:交通堵塞,行车速度下降,空气污染和噪声严重,在闹市区甚至连停车也很难找到适当地方。到 20 世纪 60 年代初,西方一些人口密集的大城市,除考虑修建地下铁道外,又重新把注意力转移到地面轨道交通方式上来。

利用现代高科技改造和发展有轨电车系统,在欧美已取得了显著成效。据不完全统计,现在世界上已有 270 多座城市建有新型有轨电车系统,说明新型有轨电车在一些国家的城市中,正在发挥着重要作用。

1978 年 3 月,国际公共交通联合会(UITP)在比利时首都布鲁塞尔召开会议,会上确定了新型有轨电车交通的统一名称,英文为 Light Rail Transit,简称“轻轨”。

我国由建设部负责制定的《城市快速轨道交通工程项目建设标准(试行本)》中将我国快速轨道交通车辆分为三种型式。其中A 型车、B 型车是我们通称的地铁车辆,而C 型车是轻轨车辆。参见表 0-2 所示的各类车型主要技术规格。

我国推荐的轻轨电动车辆有三种型式:4 轴动车、6 轴单铰接式和 8 轴双铰接式车。

原联邦德国是世界上轻轨交通发展较早、轻轨车辆技术较先进的国家。20 世纪 60 年代初首先在科隆和法兰克福修建轻轨铁路,使用 U2 型 6 轴单铰双向运行的动车,车长约 23 m,宽 2.65 m。后又研制出了 8 轴轻轨车,车长约 26 m,车宽 2.4 m,用于汉诺威市。在莱茵—西格—鲁尔地区城市采用 B100/80 型标准轻轨车辆(SLRV),它是 6 轴单铰动车,车长 28 m,车宽 2.65 m。原联邦德国还为欧洲和北美的许多城市提供了多种高性能的轻轨车辆。

二、我国的城市轨道交通的发展

我国的轻轨交通只有长春、大连、武汉、重庆(高架)等城市正在建设中,尚未正式开通。现将我国的地铁交通现状介绍如下。

早在 20 世纪 60 年代,北京已开始修建地铁,1969 年第一条线路通车,全长 23.6 km;1984 年第 2 条线路(环线)通车,全长 19.9 km,两条地铁线路总长 43.5 km,共设有 29 座车站,日均客运量为 146 万人次,占全市日公交客运量的 15%,尚未形成轨道交通为骨干的体系。北京第 3 条地铁线路(复兴门—八王坟),全长 13.5 km,于 2000 年 6 月全线建成通车。

表 0-2 各类车型主要技术规格

序号	项 目 名 称		A 型车	B 型车	C 型车		
			四轴车	四轴车	四轴车	六轴车	八轴车
1	车辆基本长度(m)		22	19	18.9	22.3	29.5
2	车辆基本宽度(m)		3	2.8	2.6		
3	车辆高度	受流器车(m) (加空调/无空调)	3.8/3.6	3.8/3.6	3.7/3.25		
		受电弓车(m) (落弓高度)	3.8	3.8	3.7		
		受电弓工作高度(m)	3.9~5.6				
4	车内净高(m)		2.10~2.15				
5	地板面高(m)		1.1		0.95		
6	车辆定距(m)		15.7	12.6	11	7.2	
7	固定轨距(m)		2.2~2.5	2.1~2.2	1.8~1.9		
8	车轮直径(mm)		φ840		φ760		
9	车门数(每侧)(个)		5	4	4	4	5
10	车门宽度(m)		≥1.3				
11	车门高度(m)		≥1.8				
12	定员人数 (人)	单司机室车	295	230	200	240	315
		无司机室车	310	245	210	250	325
13	车辆轴重(t)		≤16	≤14	≤11		
14	站立人员 标准	定员(人/m ²)	6				
		超员(人/m ²)	9				
15	最高运行速度(km/h)		≥80		≥70		
16	起动平均加速度(m/s ²)		≥0.9		≥0.85		
17	常用制动减速度(m/s ²)		1.0		1.1		
18	紧急制动减速度(m/s ²)		1.2		1.3		
19	噪声 [dB(A)]	司机室内	≤72		≤70		
		客室内	≤72		≤75		
		车外	80~85(站台)		≤82		

注:①车辆详细技术条件,可参照 GB 7928—1987《地下铁道车辆通用技术条件》和 CJ/T 5021—1995《轻轨交通车辆通用技术条件》。

②C 型车未包括低地板车。

天津市在 20 世纪 80 年代建成第一条地铁,线路长 7.4 km,设 6 座车站,日客运量约 3 万人次,远未形成公交骨干能力。

上海市在 20 世纪 90 年代开始兴建地铁,1 号线于 1995 年 5 月建成,1996 年向南延伸至莘庄,全长 20.5 km,设 17 座车站,平均日客运量为 60 万人次,占上海市公交总运量的 8%。上海地铁 2 号线一期工程,于 1995 年 12 月开工建设,1999 年年底试通车,2000 年 5 月正式通车,长 19 km,设 13 座车站及 1 处停车场。上海地铁 3 号线(明珠线一期工程)长 24.7 km,设 19 座车站,于 1998 年开工建设,2000 年底建成通车,至此上海已拥有 65 km 地铁运营线。以后 1 号线北延伸段(上海站—泰和路站)12.5 km、4 号线(明珠二期)22.3 km 已开工建设。预计上海近几年将以每年 10~15 km 的速度发展城市轨道交通。

广州地铁 1 号线西朗—火车东站,全长 18.5 km,设 16 座车站,于 1998 年 12 月建成通车。广州 2 号线全长 23.32 km,共有 20 座车站,已于 2002 年底从三元里—晓港站试通车,2003 年 6 月 28 日全线通车。截至 2000 年上半年为止,我国已建成的地铁线路总长已超过 120 km。

至今我国还有 10 多座城市制定了修建地铁的计划,已经立项正在开工建设地铁的城市有深圳和南京两个城市。

车辆是城市轨道交通最重要的、也是最关键的设备,它不仅投资大,一般为地铁总投资的 10%,约为供电、通信、信号、环控、防灾报警等设备的总和,而且技术复杂,是多专业综合性的产品,涉及机械、电气、电机、控制、材料等领域。本篇主要论述城市轨道交通车辆的基本特征、结构原理及设计等。主要内容有:国内地铁车辆的类型及编组;车体;车体连接装置;转向架;空调、通风系统;制动系统;牵引和电制动特性;主传动系统;VVVF 逆变器与斩波器;牵引电动机;逆变器与牵引电机的容量配合;主电路其他主要电气设备;辅助供电系统;车辆控制系统。

第一章 国内地铁车辆的类型与编组

第一节 车辆类型

国内地铁车辆按牵引供电方式分主要有两大类型:一种是以北京、天津为代表的接触轨(三轨)受流,窄车体车辆(电压为 DC750 V,车长 19 m,车宽 2.8 m,车高 3.5 m);另一种是以上海、广州为代表的接触网受流的宽车体车辆(电压为 DC1 500 V,车长 22.8 m,车宽度 3 m,车高 3.8 m)。这两种车型已定为我国标准车辆,详见《城市快速轨道交通工程项目建设标准(试用本)》。深圳、南京等地铁车辆采用后一种型式。

第二节 列车编组

地铁车辆都是以车组的形式来满足运营要求的,多者 6~8 辆一列,少者 2 辆一列,该车组一般是固定编组,不像地上铁路列车那样,有机车和车辆之分,而是都称为车辆。地铁车辆有动车和拖车之分,两者之间的共同点是都可以乘坐旅客;其主要区别是动车上装有牵引电动机等牵引动力装置,而拖车不带动力装置。

根据客流预测要求,由各城市自己确定需要的车种和编组形式。现将国内已经投入正式运行的地铁车辆列车编组介绍如下:

1. 北京地铁的列车编组

(1) 早期的列车编组为全动车编组,而且都带司机室,少者 2 辆,多者为 6 辆。

(2) 北京复一八线列车编组为六辆编组,三动三拖,具体编组如下:

$$M_c \cdot T + M \cdot T' + T \cdot M_c$$

其符号含义如下:

M_c ——带司机室的动车;

M ——动车;

T' ——拖车;

T ——拖车;

$\cdot$ ——单元中两车之间的连挂;

$+$ ——单元之间的连挂。

M_c 车的司机室端采用自动车钩,各车之间都采用半永久牵引杆。

2. 上海一号线列车编组

(1) 近期为 6 辆编组: $-A=B \cdot C=C \cdot B=A-$

(2) 远期为 8 辆编组: $-A=B \cdot C=B \cdot C=B \cdot C=A-$

3. 上海二号线列车编组

同上海一号线。

4. 广州一号线列车编组

$$-A * B * C = C * B * A -$$

5. 深圳一期工程列车编组

$$-A * B * C = C * B * A -$$

上述 2~5 中的各符号的含意统一介绍如下:

A——带司机室拖车;

B——带受电弓动车;

C——动车;

- ——自动车钩;

= ——半自动车钩;

* ——半永久牵引杆。

上述各车辆的主要技术参数参见表 1-1,深圳地铁一期工程车辆编组详细情况见图 1-1。

表 1-1 国内已投入使用地铁车辆主要技术参数

技术参数	北京早期车辆 ¹	北京复一八线	上海一号线	上海二号线	广州一号线	深圳一期工程 ²
列车编组	2~6 辆 (全动车)	6 辆 (3 动 3 拖)	6 辆 (4 动 2 拖)	6 辆 (4 动 2 拖)	6 辆 (4 动 2 拖)	6 辆 (4 动 2 拖)
供电及 受流方式	DC750 V (三轨)	DC750 V (三轨)	DC1500 V (架线式)	DC1500 V (架线式)	DC1500 V (架线式)	DC1500 V (架线式)
车辆 轮廓 尺寸 (mm)	长	19 520	19 520	24 140(拖车) 22 800(动车)	24 140(拖车) 22 800(动车)	24 140(拖车) 22 800(动车)
	宽	265	2 800	3 000	3 000	3 090
	高	3 509~3 600	3 510	3 800	3 800	3 760
车辆定距 (mm)	12 600	12 600	15 700	15 700	15 700	15 700
每列额定 载客量(人)	360~1 080	1 440	1 860	1 860	1 860	约 1 920
转向架	有摇枕 轴距 2 100 mm	无摇枕 轴距 2 200 mm	无摇枕 轴距 2 500 mm	无摇枕 轴距 2 500 mm	无摇枕 轴距 2 500 mm	无摇枕 轴距 2 500 mm
空气压缩机	活塞式	2 级压缩活塞式 供风量 0.8 m ³ /min	W230/180-2 供风量 1 450 L/min	活塞式三缸 供风量 0.92 m ³ /min	活塞式三缸 供风量 0.92 m ³ /min	活塞式
牵引电动机	直流	鼠笼式异步电 动机 180 kW	鼠笼式异步电 动机 207 kW	鼠笼式异步电 动机 190 kW	鼠笼式异步电 动机 190 kW	鼠笼式异步电 动机约 220 kW
空调与通风	机械通风	机械通风	空调	空调	空调	空调
构造速度 (km/h)	80	80	80	80	80	80
平均加速度 (m/s ²)	0.9	0.83	0.9	0.9 (0~36 km/h)	平均值 1.0 (0 ~35 km/h)	平均值 ≥0.6 (0~60 km/h)
常用制动 平均减速度 (m/s ²)		0.94	1.0	1.0	1.0	1.0
紧急制动 平均减速度 (m/s ²)	1.2	1.2	1.3	≥1.2	≥1.2	1.3
车钩高度 (mm)	660~670	660	720	720	720	720
减速箱 传动比	5.9	7.69	5.95		6.3	6.68

注:1. 北京地铁早期车辆是指工厂设计序号为 DK₁~DK₁₆的车辆。

2. 深圳一期工程车辆主要参数来源于投标文件。

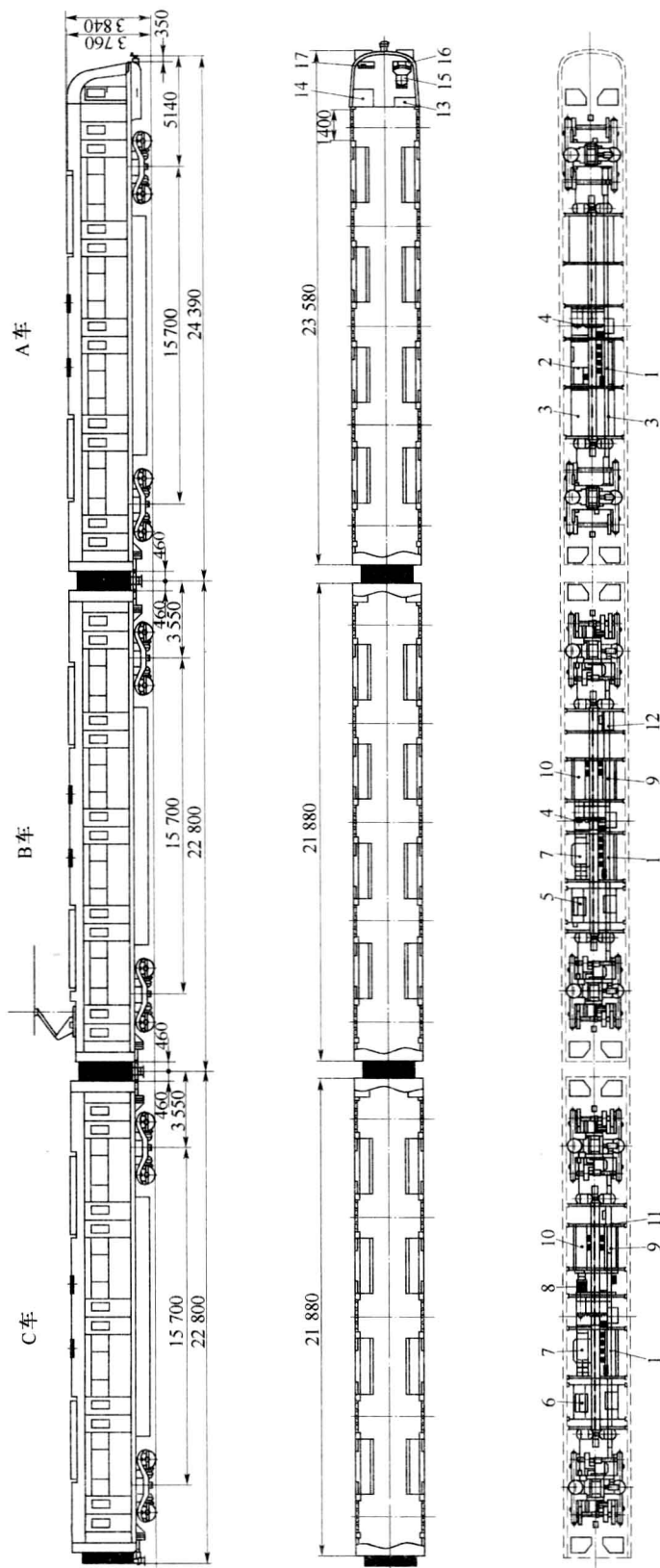


图 1-1 深圳地铁一期工程车辆编组 (投标方案)

1—辅助设备箱; 2—电池充电器和电池主开关箱; 3—蓄电池箱; 4—风动控制装置; 5—MCM/HV 逆变器模块 (PH); 6—MCM 逆变器模块 (PA);

7—制动电阻器; 8—空气供给单元; 9—电子锁; 10—设备箱; 11—ACM 线路电抗器; 12—MCM 线路电抗器;

13—设备柜; 14—电子柜; 15—司机座椅; 16—司机驾驶室; 17—非操作台。

第二章 车 体

车体(图 2-1)主要包括车体结构、内装饰、车内设备(车窗、车门、座椅、立柱、扶手)和空调等。

第一节 车 体 结 构

车体结构主要由底架、侧墙、端墙(司机室)、车顶四大部件组成(见图 2-2)。它是从强度上保证乘客安全的主要部件,也是减轻车辆自重的关键部件。一般车体结构的自重约占车辆自重的 20%~25%,自重的减轻不仅可以带来材料和牵引能耗的节约,而且减轻车辆走行部分和线路的磨耗,延长使用寿命,带来巨大的经济效益。因此研究车体承载结构的轻量化具有现实意义。

一、钢制车体

国内生产的铁路客车和北京地铁车辆基本都是采用钢制薄壁筒形整体焊接结构(见图 2-2)。地铁车辆车体由底架、侧墙、车顶和端墙组成,必要时设司机室。这几大部件单独制成以后,再进行组焊形成车体整体结构。

底架采用无中梁焊接结构,由边梁、横梁、波纹地板、枕梁、牵引梁和缓冲梁组成。

侧墙由边梁、立柱、窗立柱、横梁和墙板等零部件组成。在门口周围设有门边立柱和横梁进行补强。

车顶由边梁、弯梁、纵向梁、顶板和车顶端部组成。如果在车顶上装有受电弓或空调机组等设备时必须根据需要适当加强,确保满足强度要求。

国内铁路客车的端墙都设有端门,除在端门两边设有立柱进行补强以外,其他结构基本与侧墙机构相似,地铁车辆除部分车辆的一端设有司机室外,其余端墙有的设有端门,有的设有贯通道。

司机室的侧墙和顶部的基本结构与客室的侧墙、车顶基本相似,前端一般设有前窗和为满足功能需要而加装必要的结构。

到目前为止,国内生产的铁路客车和北京地铁车辆都采用钢制车体,在 20 世纪 80 年代以前采用的是普碳钢,其自重大,腐蚀严重。在使用中不仅强度随腐蚀而降低,而且增加了维修工作量与开支。为了提高车体的耐腐蚀性,减轻自重,延长车体的使用寿命,从 20 世纪 80 年代开始,采用如 09CuPbCrNi 这种含有铜或镍铬等金属元素的耐大气腐蚀的低合金钢系列,可使车体钢结构自重减轻 10%~15%;在工艺上又采取了一些防腐措施后,使车体寿命有所延长,但仍不能彻底满足减轻自重和防腐蚀的需要。

二、不锈钢车体

不锈钢耐腐蚀性好,强度高。用这种材料制造车体,可以免涂防腐涂料和表面油漆。在保