

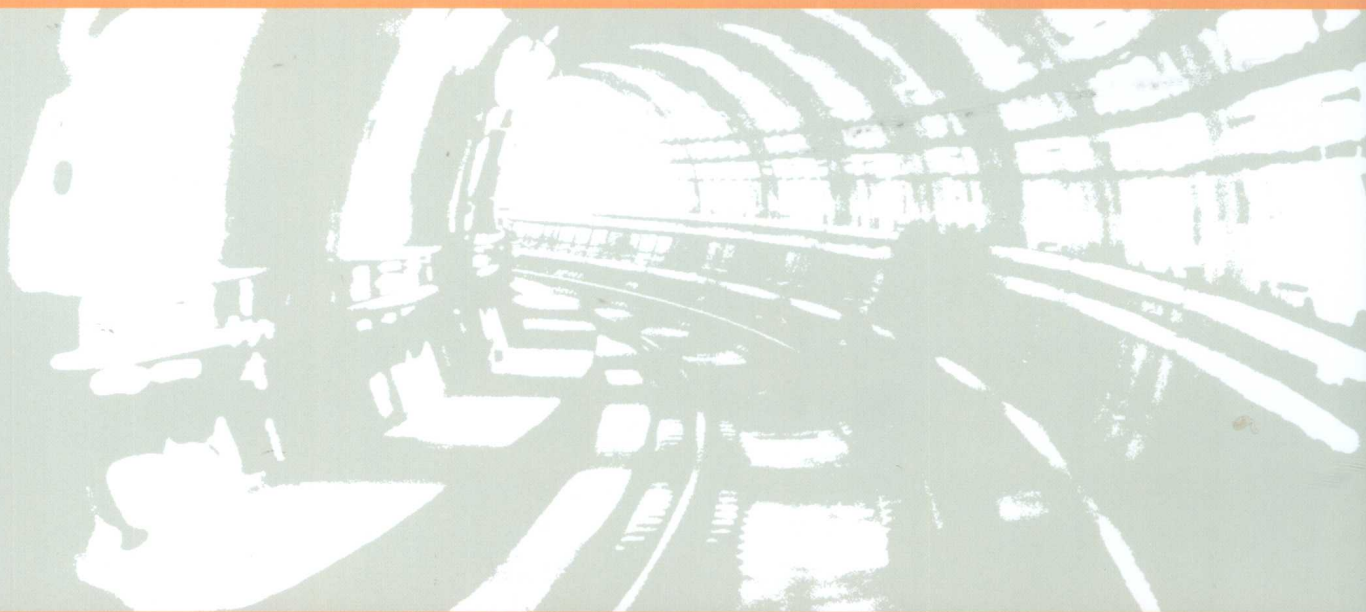


21世纪交通版高等学校教材
城市轨道交通系列教材

城市轨道交通设备系统

Equipment System in Urban Mass Transit

周顺华 主编
金锋 主审



人民交通出版社
China Communications Press

21 世纪交通版高等学校教材
城市轨道交通系列教材

Equipment System in Urban Mass Transit
城市轨道交通设备系统

周顺华 主编
金 锋 主审

人民交通出版社

内 容 提 要

本书为城市轨道交通系列教材,全书共分十一章,首先介绍了容纳城市轨道交通设备系统的车站建筑设计,在此基础上系统介绍了城市轨道交通设备系统,包括供电系统、通信系统、信号系统、火灾自动报警系统、自动售检票系统、通风空调系统、给排水及消防系统,同时还介绍了控制中心、车辆段与综合基地的设备组成。

本书可作为高等院校交通工程、土木工程等相关专业本科生和研究生的教学参考书,也可供从事城市轨道交通工程建设、运营、管理等领域的有关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通设备系统/周顺华主编. —北京:人民交通出版社,2009.6

ISBN 978-7-114-07766-1

I. 城… II. 周… III. 城市铁路—设备 IV. U239.5

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第082666号

21世纪交通版高等学校教材

城市轨道交通系列教材

书 名:城市轨道交通设备系统

著 者:周顺华

责任编辑:沈鸿雁 王文华

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757969,59757973

总 经 销:北京中交盛世书刊有限公司

经 销:各地新华书店

印 刷:北京凯通印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:17.75

字 数:445千

版 次:2009年6月 第1版

印 次:2009年6月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-07766-1

印 数:0001~3000册

定 价:32.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

城市轨道交通的兴建,不仅仅是为了解决城市的公共交通问题,同时还能起到节省土地资源、减少交通排放、改善城市居住环境和投资环境等多方面的作用,所以近几年来我国城市轨道交通的建设发展非常快,社会对城市轨道交通相关专业人员的需求也较大。迄今,我国城市轨道交通的从业人员大多与国铁或者说铁道行业有关,也确实因为“国铁”与“城市轨道”之间有若干方面是相通的,特别是对于通才教育的高等教育来说,也许交通是要强调专业或者学科相通的一面,而非特殊的一面。诚然,“通”或者“广”是需要基础的,这不仅仅是知识的构成,而更为重要的是对技术问题判断、处理的思维习惯和认真严谨的态度。思维习惯和工作态度是可以培养的,培养的有效途径之一就是主动接受教育。

城市轨道交通的服务对象是客流。就一般乘客而言,车体的舒适性、速度、进出车站的便捷性等是可以感受的。显然,让乘客的所有感受能够达到优良的组合,是我们专业技术人员努力的目标。非常遗憾的是这一目标可能是永无止境的,所以未来技术人员应该不停地思考不足之处,不断地追求新技术,实现不断的自我发展。我在上学的时候,国内仅北京有地铁,也没有听说过自动售检票系统和列车自动驾驶系统,只是知道城市轨道交通(那时候称地下铁道)涉及许多专业,单方面的最优的简单组合,不一定就能够实现系统的最优。到了20世纪90年代,国内的城市轨道交通开始加快发展步伐,那个时候许多土建的专业人员开始知道在有限的轨道交通车站内部需要容纳许多的“系统”,正是众多的“系统”保证车体的快速和舒适。这些系统分别属于不同的学科领域,很难将这些系统纳入到一门课程之内。随着城市轨道交通的快速发展,国内从事这一行业的设计、施工、建设管理、监理等方面的技术人员得到迅速的扩张,当交通类或土建类的设计院纷纷承担起城市轨道交通的各项设计任务的时候,让技术人员知道城市轨道交通设备系统的组成已成为必要,尤其是交通类的大学生们更应该了解这些系统的组成,但苦于没有现成的教材,于是萌生了邀请设计院的同行们一道来编写《城市轨道交通设备系统》这样一本教学参考书,使在校的学生们有机会了解土建之外的系统,让他们今后的技术作品能够更加完善。

本书由周顺华主编,金锋主审,在编写过程中得到了上海市政工程设计研究院罗衍俭先生,南京市地下铁道责任有限公司余才高、裴顺鑫先生的大力支持,主审人广州市地下铁道总公司教授级高工金锋先生提了许多富有建设性的意见,为本书内容的提升起到了很好的作用。全书共分十一章。第一章由周顺华编写;第二章由张旭东、罗衍俭编写;第三章由叶玉萍、莫汉军编写;第四章由王之峰编写;第五章由罗志兵编写;

第六、七章由张守芝、徐舰编写；第八章由郝盛编写；第九章由秦烽编写；第十章由高继传编写；第十一章由周鸣语编写，并请铁道第二设计院的张强先生审阅。在编写及文稿整理过程中博士生庄丽、研究生王春凯等做了大量的工作，上海市政工程设计研究院的祁玉华先生为本书的编写做了有益的工作，编写人员也吸取了近期城市轨道交通方面大量的最新成果，在此一并表示感谢。

本书大量的资料来源于上海地铁和南京地铁的大运量、中速度设备系统，未包括中小运量的城市轨道交通系统，这有待于以后补充完善；此外，限于作者的水平以及参与实践机会有限，对一些问题的认识也不尽合理，恳请读者对书中的不足之处提出批评指正。

周顺华

2009年1月于同济大学

人民交通出版社公路类教材一览

(◆教育部普通高等教育“十一五”国家级规划教材 ▲建设部土建类专业“十一五”规划教材)

一、交通工程教学指导分委员会规划推荐教材

1. ◆交通规划(王 炜) 33 元
2. ◆道路交通安全(裴玉龙) 36 元
3. 交通系统分析(王殿海) 31 元
4. 交通管理与控制(徐建闽) 26 元
5. 交通经济学(邵春福) 25 元

二、21 世纪交通版高等学校教材

(一) 交通工程专业

1. ◆交通工程总论(第三版)(徐吉谦) 36 元
2. ◆交通工程学(第二版)(任福田) 38 元
3. ◆交通管理与控制(第四版)(吴 兵) 35 元
4. ◆道路通行能力分析(陈宽民) 27 元
5. ◆交通工程设计理论与方法(马荣国) 40 元
6. ◆公路网规划(裴玉龙) 27 元
7. 交通工程专业英语(裴玉龙) 28 元
8. ◆交通运输工程导论(第二版)(姚祖康) 23 元
9. 交通流理论(王殿海) 21 元
10. 交通系统仿真技术(刘运通) 26 元
11. 停车场规划设计与管理(关宏志) 30 元
12. 交通工程设施设计(李峻利) 35 元
13. ◆智能运输系统概论(第二版)(杨北升) 25 元
14. 智能运输系统概论(第二版)(黄 卫) 24 元
15. ◆运输经济学(严作人) 40 元
16. ◆道路交通工程系统分析方法(王 炜) 28 元
17. 交通调查与分析(第二版)(严宝杰) 38 元
18. 城市轨道交通系统(彭 辉) 32 元
19. ◆交通运输设施与管理(郭忠印) 33 元
20. 道路交通安全管理法规概论及案例分析(裴玉龙) 29 元
21. 交通地理信息系统(符梓砂) 31 元
22. 公路建设项目可行性研究(过秀成) 27 元
23. 交通工程专业生产实习指导书(朱从坤) 7 元

(二) 土木工程专业(路桥)/道路桥梁与渡河工程专业

I. 专业基础课教材

1. 土木工程概论(项海帆) 32 元
2. 道路概论(第二版)(孙家驷) 20 元
3. 土质学与土力学(第四版)(袁聚云) 30 元
4. 公路工程地质(第三版)(莫明健) 23 元
5. ▲道路工程制图(第四版)(谢步瀛) 36 元
6. ▲道路工程制图习题集(第四版)(袁 果) 26 元
7. ◆道路建筑材料(第四版)(李立寒) 35 元
8. ◆测量学(第三版)(许娅娅) 36 元
9. ◆基础工程(第三版)(王晓谋) 33 元
10. 结构设计原理(第二版)(叶见曙) 51 元
11. 公路经济学教程(袁剑波) 23 元
12. 专业英语(第二版)(李 嘉) 33 元

II. 专业核心课教材

13. ◆路基路面工程(第二版)(邓学均) 52 元
14. ◆道路勘测设计(第二版)(杨少伟) 40 元
15. 道路结构力学计算(上、下)(郑传超、王秉纲) 50 元
16. 水力学(王亚玲) 19 元

17. ◆桥梁工程(第二版)(姚玲森) 62 元
18. 桥梁工程(第二版)(土木、交通工程)(邵旭东) 52 元
19. ◆桥梁工程(第二版)(上)(范立础) 42 元
20. ◆桥梁工程(第二版)(下)(顾安邦) 38 元
21. 桥梁工程(陈宝春) 45 元
22. ◆桥涵水文(第四版)(高冬光) 28 元
23. ◆现代钢桥(上)(吴 冲) 34 元
24. ◆钢桥(徐君兰) 16 元
25. ◆公路施工组织及概预算(第三版)(王首绪) 32 元
26. ▲桥梁施工及组织管理(第二版)(上)(魏红一) 39 元
27. ▲桥梁施工及组织管理(第二版)(下)(邬晓光) 39 元
28. ◆隧道工程(第二版)(上)(王毅才) 65 元

III. 专业方向选修课教材

29. ◆道路工程(严作人) 40 元
30. 道路工程(土木工程专业)(凌天清) 32 元
31. ◆高速公路(第二版)(方守恩) 21 元
32. 高速公路设计(赵一飞) 38 元
33. 城市道路设计(吴瑞麟) 22 元
34. GPS 测量原理及其应用(胡伍生) 28 元
35. 公路测设新技术(维 应) 36 元
36. 公路施工技术与管理(廖正环) 40 元
37. 土木工程造价控制(石勇民) 30 元
38. 公路工程定额原理与估价(石勇民) 36 元
39. 道路桥梁检测技术(胡昌斌) 31 元
40. 特殊地区基础工程(冯忠居) 29 元
41. 道路与桥梁工程计算机绘图(许金良) 31 元
42. ◆公路小桥涵勘测设计(第三版)(孙家驷) 31 元
43. 路基设计原理与计算(李峻利) 40 元
44. 路基路面工程检测技术(李宇峙) 46 元
45. 公路土工合成材料应用原理(黄晓明) 22 元
46. 水泥与水泥混凝土(申爱琴) 30 元
47. ◆环境经济学(董小林) 32 元
48. 公路环境与景观设计(刘朝辉) 30 元
49. 桥梁工程概论(第二版)(罗 娜) 27 元
50. 桥梁检测与加固(王国鼎) 27 元
51. 桥梁钢-混凝土组合结构设计原理(黄 侨) 26 元
52. 桥梁结构试验(章关永) 22 元
53. 桥梁抗震(叶爱君) 15 元
54. ◆桥梁建筑美学(第二版)(盛洪飞) 30 元
55. 大跨度桥梁结构计算理论(李传习) 18 元
56. 隧道结构力学计算(夏永旭) 29 元
57. 公路隧道运营管理(吕康成) 22 元
58. ◆地铁与轻轨(第二版)(张庆贺) 39 元
59. 土木规划学(石 索) 38 元

IV. 实践环节教材及教参教辅

60. 《道路勘测设计》毕业设计指导(许金良) 30 元
61. 桥梁计算示例丛书—桥梁地基与基础(第二版)(赵明华) 18 元
62. 桥梁计算示例丛书—混凝土简支梁(板)桥(第三版)(易建国) 27 元

63. 桥梁计算示例丛书—连续梁桥(邹毅松)	20 元
64. 结构设计原理计算示例(叶见曙)	40 元

V. 研究生教学用书

道路与铁道工程

1. 现代加筋土理论与技术(雷胜友)	24 元
2. 道路规划与几何设计(朱照宏)	32 元

桥梁与隧道工程

1. 高等桥梁结构理论(项海帆)	35 元
2. 高等钢筋混凝土结构(周志祥)	27 元
3. 结构分析的有限元法与 MATLAB 程序设计(徐荣桥)	28 元
4. 工程结构数值分析方法(夏永旭)	27 元
5. 箱形梁设计理论(第二版)(房贞政)	32 元

(三) 公路工程管理专业

1. ◆工程项目融资(赵 华)	29 元
2. 管理信息系统(李友根)	31 元
3. 公路工程定额原理与估价(石勇民)	36 元
4. 工程风险管理(邓铁军)	21 元
5. ◆工程质量控制与管理(邹晓光)	29 元
6. 公路工程造价编制与管理(沈其明)	31 元
7. 工程项目招标与投标(周 直)	30 元
8. 高速公路管理(王逸仓)	35 元

(四) 工程机械专业

1. ◆施工机械概论(王 进)	35 元
2. ◆公路施工机械(第二版)(李自光)	43 元
3. 现代工程机械发动机与底盘构造(陈新轩)	38 元
4. 工程机械维修(许 安)	38 元
5. 工程机械状态检测与故障诊断(陈新轩)	29 元
6. 工程机械底盘设计(郁录平)	36 元
7. 公路工程机械化施工与管理(郭小宏)	40 元
8. 工程机械设计(吴永平)	38 元
9. 工程机械技术经济学(吴永平)	23 元
10. 工程机械专业英语(宋永刚)	36 元

三、普通高等学校规划教材

1. 交通土建工程制图(第二版)(和丕壮)	38 元
2. 交通土建工程制图习题集(第二版)(和丕壮)	20 元
3. 画法几何与土建制图(第二版)(林国华)	39 元
4. 画法几何与土建制图习题集(第二版)(林国华)	25 元
5. 土木工程制图(丁建梅 周佳新)	36 元
6. 土木工程制图习题集(丁建梅 周佳新)	18 元
7. ◆土木工程计算机绘图基础(尚守平)	39 元
8. 工程经济学(李雪琳)	22 元
9. 工程测量(胡伍生)	25 元
10. 交通土木工程测量(张坤宜)	33 元
11. 结构设计原理(毛瑞祥)	26 元
12. 路基路面工程(何兆益)	45 元
13. 道路勘测设计(第二版)(孙家骝)	46 元
14. 道路与桥梁工程概论(黄晓明)	32 元
15. 公路施工组织与管理(赖少武 李文华)	35 元
16. 公路工程施工组织学(第二版)(姚玉玲)	38 元
17. 公路施工与组织管理(廖正环)	22 元
18. 公路养护与管理(许永明)	18 元

19. 水力学与桥涵水文(叶镇国)	38 元
20. 桥位勘测设计(高冬光)	20 元
21. 道路规划与设计(李清波)	46 元
22. 道路交通环境工程(张玉芬)	19 元
23. 公路实用勘测设计(何景华)	19 元
24. 公路计算机辅助设计(符锌砂)	30 元
25. 公路工程预算与工程量清单计价(雷书华)	35 元
26. 公路工程造价(周世生)	42 元
27. 软土环境工程地质学(唐益群)	35 元
28. 公路与桥梁施工技术(盛可鉴)	30 元
29. 桥梁美学(和丕壮)	40 元
30. 桥梁结构理论与计算方法(贺拴海)	58 元
31. 钢管混凝土(胡曙光)	38 元
32. 隧道施工(于书翰)	23 元
33. 公路隧道机电工程(赵忠杰)	40 元
34. ◆道路交通管理与控制(袁振洲)	40 元
35. 交通工程学(第二版)(李作敏)	28 元
36. 交通项目评估与管理(谢海红)	36 元
37. 工程项目管理(周 直)	20 元
38. 测绘工程基础(李芹芳)	36 元
39. 工程机械运用技术(许 安)	40 元
40. 现代工程机械液压与液力系统(颜荣庆)	39 元
41. 水泥混凝土路面施工与施工机械(何挺继)	30 元
42. 现代公路施工机械(何挺继)	45 元
43. 工程机械机电液一体化(焦生杰)	28 元

四、高等学校应用型本科规划教材

1. 结构力学(万德臣)	30 元
2. 道路工程制图(谭海洋)	28 元
3. 道路工程制图习题集(谭海洋)	24 元
4. 道路建筑材料(伍必庆)	37 元
5. 土木工程材料(张爱勤)	39 元
6. 土质学与土力学(赵明阶)	30 元
7. 结构设计原理(黄平明)	47 元
8. 结构设计原理学习指导(安静波)	35 元
9. 结构设计原理计算示例(赵志毅)	40 元
10. 工程测量(朱爱民)	30 元
11. 基础工程(刘 辉)	26 元
12. 道路勘测设计(张维全)	32 元
13. 桥梁工程(刘龄嘉)	45 元
14. 公路工程试验检测(乔志琴)	47 元
15. 路桥工程专业英语(赵永平)	44 元
16. 水力学与桥涵水文(王丽荣)	27 元
17. 工程招标与合同管理(刘 燕)	33 元
18. 工程项目管理(李佳升)	32 元
19. 公路施工技术(杨殿军)	64 元
20. 公路工程机械化施工技术(徐永杰)	32 元
21. 公路工程经济(周福田)	22 元
22. 公路工程监理(朱爱民)	33 元
23. 道路工程(资建民)	38 元
24. 道路工程 CAD(许金良)	23 元
25. 路基路面工程(陈忠达)	45 元(供)

各地经销商电话见人民交通出版社网站首页,网址:<http://www.cpress.com.cn>。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 城市轨道交通设备系统的组成	2
1.2 城市轨道交通设备系统的发展	2
1.3 设备系统在城市轨道交通中的地位	3
1.4 城市轨道交通的系统最优思想	3
思考题.....	4
第 2 章 车站建筑	5
2.1 总平面设计	5
2.2 车站平面设计.....	10
2.3 车站换乘设计.....	31
2.4 车站出入口.....	36
2.5 风亭与冷却塔、膨胀水箱	40
2.6 车站环境设计.....	42
2.7 车站装修.....	42
2.8 无障碍设计.....	43
2.9 车站防灾.....	44
2.10 车站建筑布置案例	45
思考题	47
第 3 章 供电系统	48
3.1 供电系统功能.....	48
3.2 供电方式.....	48
3.3 变电所.....	53
3.4 供电负荷分类.....	55
3.5 电力监控系统(SCADA)	56
3.6 牵引电网.....	58
3.7 动力照明供电系统.....	61
3.8 杂散电流及其防护.....	63
3.9 综合接地系统.....	66
3.10 供电系统运营维修机构	66
思考题	68
第 4 章 通信系统	69
4.1 传输系统.....	69
4.2 有线电话系统.....	71

4.3	无线通信系统	77
4.4	闭路电视监视系统	79
4.5	广播系统	82
4.6	时钟系统	84
4.7	电源系统及接地、防雷	84
4.8	公用通信系统	85
4.9	公安(消防)通信系统	88
4.10	通信房屋技术要求	89
	思考题	89
第5章	信号系统	90
5.1	信号系统的基础设备	90
5.2	信号系统的构成	92
5.3	系统功能	94
5.4	ATC 系统的闭塞方式	97
5.5	信号系统的控制方式	100
5.6	系统局部故障的降级使用	102
5.7	维修系统的组成及功能	103
5.8	信号系统与其他专业的接口	103
5.9	信号系统生产用房	105
5.10	信号系统安全性、可靠性、可用性	106
5.11	信号系统配置的一般方法	106
5.12	城市轨道交通现代信号技术的发展	107
	思考题	108
第6章	火灾自动报警系统	109
6.1	火灾自动报警系统	109
6.2	地铁 FAS 系统构成	111
6.3	FAS 系统与其他系统的接口及电源接地要求	118
6.4	火灾自动报警系统发展的展望	120
	思考题	120
第7章	自动售检票系统	121
7.1	AFC 系统结构	121
7.2	线路 AFC 系统	123
7.3	车站设备(终端设备)	125
7.4	票务管理及运行模式	131
7.5	设备布置、设备用房设置原则	133
7.6	接口及技术要求	134
7.7	AFC 系统的发展趋势	135
	思考题	135

第 8 章 通风空调系统	136
8.1 通风空调系统的制式	137
8.2 通风空调系统的技术要求	139
8.3 通风空调系统的组成	141
8.4 通风空调系统的运行模式	150
8.5 负荷计算	151
8.6 城市轨道交通环境模拟计算软件简介	155
8.7 地下车站的防排烟	157
8.8 通风空调设备选型	159
8.9 城市轨道交通通风空调系统的自动控制	164
8.10 通风机房布置.....	166
思考题.....	173
第 9 章 给排水及消防系统	174
9.1 城市轨道交通给排水及消防系统的设计原则	174
9.2 给水系统	175
9.3 排水系统	176
9.4 人防给水排水	178
9.5 消防系统	179
9.6 气体灭火系统	181
9.7 管材	185
思考题.....	185
第 10 章 控制中心	186
10.1 控制中心的功能.....	186
10.2 控制中心的技术设备.....	189
10.3 控制中心的辅助设备.....	205
10.4 控制中心案例.....	213
思考题.....	223
第 11 章 车辆段与综合基地	224
11.1 车辆基地的基本功能和设计原则.....	224
11.2 车辆段.....	227
11.3 综合维修中心、物资总库、培训中心.....	233
11.4 车辆段与综合基地主要设备介绍.....	234
思考题.....	269
参考文献	270

第1章 绪 论

城市轨道交通包含了通常所说的地铁、轻轨、市郊铁路、独轨、有轨电车和磁浮系统等。“地铁”(Metro)一词已经由早期的“地下铁道”(under ground railway)演变成城市轨道交通体系的一类,其特点是:①运量大,车体较宽(2.8~3.0m),一般单方向每小时的运量超过3万人;②全封闭式,全线无平交道口,可以实现高密度发车,发车密度达30对/h,所以“地铁”已经脱离了中文的原意。“轻轨”(light rail transit)也不是中文表面上钢轨轻的意思,而是指与地铁相对应的一种交通系统,即运量相对较小,一般单方向客运量为1~3万人/h,车体的宽度相对较小,一般在2.6m以下。显然,从土建工程量来说,地铁的工程量要大些,而轻轨的工程量相对要小些,但这两种系统都可以采用高架线、地面线和地下线的方式。目前的独轨和磁浮交通系统则大都采用高架的方式,这两种交通系统也无平交道口,而有轨电车由于速度与运量较轻轨小,所以就可以采用平交道口的方式,因而造价更低、线路的走向也更加灵活方便。

城市轨道交通系统与其他公共交通工具相比的优点除了运量大之外,就是全天候、快捷、舒适和节能、环保。要实现此目的,就必然要涉及土建系统的合理性、设备系统的先进性和可靠性。无论是土建工程还是设备系统,都是随着社会整体工业水平的提高而发展的。最早的伦敦地铁采用的是蒸汽机车,随着电力机车的出现,伦敦地铁也实现了电气化,这也是世界上最早的第三轨供电的地铁系统。之所以由电力机车来替代蒸汽机车,主要有以下几方面的原因:①蒸汽机车的排烟污染大;②蒸汽机车产生的噪声很大。事实上,人们乘坐这种交通工具,除了速度比其他交通工具快之外,在舒适性方面也存在问题,同时对周边环境的影响也较大。人类的需求促进了技术的发展。

此外,技术的发展并没有固定模式。伦敦地铁从蒸汽机改为第三轨供电,芝加哥的西部铁路线则采用高架接触网供电,不仅如此,在芝加哥高架铁路电气化的同时,斯卜拉斯(Sprague)还于1897年发明了多单元的动车系统,也就是我们今天的动车组,一改由单一机车牵引若干车辆的模式,使牵引力更加均匀,也更有利于启动时加速。一般的电力机车是采用旋转电机牵引,这几乎是固定的模式。但20世纪80年代中期,为了解决城市轨道交通中困难地段的曲线半径小、坡度大等困难,日本和加拿大研发了直线电机系统,目前世界上已有5个国家建成10余条直线电机的轨道交通线路。世界上绝大多数铁路都是由两根钢轨组成,但实际上欧洲人很早就开始研发独轨铁路了。英国人派门(P. H. Palmer)于19世纪初研发了由马牵引的独轨马车,当然那时所采用的轨道材料为木轨;1888年爱尔兰建设了跨座式的独轨铁路,并由蒸汽机牵引;1897年德国人发明了悬挂式的独轨。现代铁路很容易使人联想到钢轮钢轨,其除了钢轮钢轨之外,还可以采用其他模式,如橡胶轮系统、磁浮系统等。

城市轨道交通主要解决大城市的公共交通问题。大城市一般都面临着客流集中、用地紧张、环境要求高等诸多的技术课题,尤其是随着现代经济的发展,一方面人们对速度和舒适性的要求越来越高,另一方面也意识到资源和环境对人类的重要性,所以对轨道交通系统的基础

设施建设要求精巧细致,做到节省用地,同时由于生活节奏的加速,也要求轨道交通能够更加便捷、快速和舒适,这实际上就形成庞大的系统工程。这一系统工程要求以乘客为中心,集车辆、信号、供电、环控、交通组织、土建工程等为一体。从车辆、信号、供电、环控、交通组织到土建工程的专业跨度非常大,无论是谁都难以掌握这么多门类的专业知识,所以对于轨道交通系统来说,专业之间的协调或者说专业之间的接口,显得尤为重要。尤其对上建类的学生来说,更应该了解其他专业的技术要求,因为与其他专业相关的设备系统通常都要与土建发生关系,例如供电的接触网系统,需要土建提供安装的支架,若对刚性接触网系统,盾构隧道的下沉量或者施工中的偏差还将影响道床的结构形式;再如环控系统的设备容量一方面受控于某区段的土建规模,另一方面设备容量的大小也直接影响到建筑布局 and 结构形式。这充分说明轨道交通是项系统工程。

1.1 城市轨道交通设备系统的组成

城市轨道交通运营设备的主体是车辆。正是因为车辆的产生、发展和演变,才导致了当前多种形式的城市轨道交通模型。对土建工程师来说,车辆类型的选定也就意味着结构断面也基本确定了。对于某时间段内的运量,可以采用大车、大长度、大的时间间隔的方式来解决,也可以选用小车、小长度、缩短发车的时间间隔来解决同一运量。表面上看,这是解决运输的理念不同,其实不同运输理念的背后,常常受许多技术因素的影响。例如要缩短发车的时间间隔,就需要许多先进的技术作支撑,否则是难以实现的。如前所述,现代社会对公共交通的要求非常高,所以就必须要有多数的先进设备作保证。

目前,就城市轨道交通中最为普遍的地铁与轻轨而言,除车辆系统之外,还必须包含以下设备系统:①供电系统,由变电所、接触网(或接触轨)、电力监控设备等组成;②通信系统,分有线通信和无线通信等;③信号系统,由联锁装置和列车运行控制系统组成;④防灾报警系统,目前主要是火灾自动报警系统,由火灾报警控制器和火灾探测器以及火灾联动控制装置组成;⑤自动售检票系统,这是最近 30 年出现的技术,可以提高售票的效率,减少工作人员;⑥通风空调系统,这又与换气方式以及隧道和站台的分割关系有关,目前有三种基本系统:开式系统、闭式系统、屏蔽门系统;⑦给排水及消防系统,实际上这是完整的解决生活、生产、消防的用水和排水问题。除了这些设备系统之外,为了便于了解轨道交通的运行状态并及时处理各种突发事件,通常要设置控制中心,既可以一条线设置一个也可以多条线共设一个。与控制中心相类似的还有车辆段和综合基地,这是保证轨道交通正常运行的后勤基地,可以按线单独设置也可以多线共建。

上述设备有些是为了保证行车所必须设置的,如供电、信号、通信等;有的则是面向乘客的,如自动售检票、通风空调、防灾报警等;有的是既为车辆服务又为乘客服务的,如给排水与消防系统。显然,设备系统的技术水平主要取决于机电学科和电子科学。

1.2 城市轨道交通设备系统的发展

城市轨道交通的设备随着电力、机械、电子等工业的发展而得到迅速发展。20 世纪初信号技术主要是机械式集中联锁、电话闭塞和机械式自动停车装置,到了 20 世纪 30 年代美国研制了继电式电气集中及利用轨道电路的自动闭塞,以色灯信号机取代了臂板信号机,感应式自

动停车装置取代了机械接触式自动停车装置。其中轨道电路技术,实现了由列车来控制信号显示,从而大大缩短了行车间隔。随后出现的计算机给信号技术和设备控制技术带来了革命性的发展。就信号技术而言,早期主要依靠驾驶员的瞭望信号来操作列车的加速或减速,现在已经在计算机的监控下自动完成,列车的调度和运输的组织也可以在计算机控制下实现自动化。

随着网络技术的发展,轨道交通车站及沿线分布的各种机电设备,都可以采用计算机网络实现自动化管理和控制。例如环境与设备监控系统(EMCS)就可以对空调、通风、给排水、照明、自动扶梯、导向系统、防淹门等实现最优化控制,从而延长设备的使用寿命。

火灾自动报警系统(FAS)也随着城市轨道交通客流的日益集中而得到迅速发展,特别是国外的几次火灾和毒气事故,促使人们实现报警与消防救灾联动。售票系统主要依靠人工售票,所以在车站里需要设置足够面积的人工售票亭。当自动售检票系统(AFC)出现之后,一方面可以节省车站内的面积,另一方面也可以大大提高售检票的效率。电力对现代轨道交通来说是至关重要的,目前轨道交通的电力调度可以在控制中心通过电力监控系统(SCADA),对全线变电所的运行状况实现监视和控制。

由上述几个简单的例子可以发现,设备在城市轨道交通系统中占有非常重要的地位,而设备系统的更新对于土建人员来说,是非常时髦的,计算机出现便有计算机控制,网络出现便有网络控制。但无论多么先进的设备都必须设置在土建结构空间之内,所以土建工程无论从建筑布置还是结构设计,最好能够把握设备系统发展的脉络,以便留出足够的设备系统改建的空间。

1.3 设备系统在城市轨道交通中的地位

城市轨道交通系统的主要目的是解决大城市客流问题。大城市的概念不仅仅是由于人员多才称其“大”,更主要的是具有相对较高的经济水平,从而成为某地区的中心,由此带来的是连锁的流动人员问题。流动人员越多,城市的地位越高,交通问题也越突出,而正由于经济条件相对好的原因,客流群体对交通便捷和舒适的要求也就越高。在这方面除了路网规划和车站的建筑布局合理之外,能够使乘客体会到便捷和舒适的便是设备系统,例如售检票系统的便捷性,通风空调系统的舒适性,自动驾驶系统的快速和安全性。另一些设备系统如车辆段、综合基地和控制中心等,是保证安全运行所必需的。

城市轨道交通的设备特征是以机电和网络等现代电子技术为基础的,一方面现代工业技术是直接为人服务的纽带,另一方面设备的功能也大大体现了人类自身功能的延伸,如驾驶系统、自动售检票系统。这些系统除了最大限度地满足为乘客服务之外,还应该体现节能、环保。尤其是对于地下线路,除了牵引用电之外,照明、环控、排水等均需要消耗电能,设备的优劣也就直接影响到了耗电量的大小。

减小乘客的滞留时间,加大行车密度,从而节省建筑空间,既可以降低能耗也能够节省用地,这实际上也是对设备的功能要求更高。目前行车间隔时间最短的必须采用无人驾驶系统,该系统涉及电子科学、控制科学等众多学科领域。

1.4 城市轨道交通的系统最优思想

城市轨道交通系统涉及建筑、土建、机电、环境等众多的学科领域。对于从事专业技术研发的技术人员来说,总是希望自己的作品是最为先进的,这样才富有创新性,也更富有挑战性。

诚然,这是我们社会技术之所以能够不断进步的动力之一。但如前所述,城市轨道交通系统涉及众多的学科领域,这些不同学科领域的产品或者成果组成系统的目标是有效地解决城市公共交通问题。其中“有效”的含义除了包含大运量和快捷之外,显然不能离开成本,以高昂代价所换取的高效不是我们追求的目标。

虽然全球的城市轨道交通从经济效益方面来看绝大多数处于亏损状态,但对技术人员来讲,不能形成亏损是城市轨道交通必然的意识,通过系统配置的寻优避免亏损,这是今后城市轨道交通系统集成追求的目标。

系统集成功能的最优,是城市轨道交通功能的最佳,同时运营成本最低。满足功能要求的最经济的配置才是最优的配置,而不是单项技术指标最先进的配置。为此,作为城市轨道交通领域的从业人员,应该思考和研究设备配置与大系统功能之间的关系。一方面设备系统的类型差别很大,导致初期投入和使用成本会相差很大;另一方面即使同一类型,因设备的功能需要不同以及技术特点的不同,也会导致经济性差别很大。最为典型的例子是大连轨道交通 3 号线的信号系统采用 CTC+ATP 方式,在不影响使用功能的前提下,其造价仅是常规系统的 1/6~1/5。另一负面例子是某城市的第一条轨道交通在信号设备方面的配置是满足列车运行间隔时间为 45s,但折返设备的能力是行车间隔 2min,造成了信号设备投入的浪费。这充分说明设备系统的选择空间非常大,而这恰恰是我们在认识上面需要引起重视的。

以系统集成功能最优为目标,要求我们的专业技术人员应该既要充分了解城市轨道交通的功能,同时还得具备对设备系统的性能与配置方面的知识,这才会使设备的选型和采购趋于合理。尤其是对于设备功能相同条件下,用高低不同的配置在设备的使用寿命中如何发挥效益,这是设备选购中值得深思的。其次,设备的配置与资金的状况是不容忽视的另一重要问题,而这是依靠任何一个单一专业都无法解决的问题。

资源共享是节省设备系统投入的新课题。城市轨道交通一般应形成路网,不同线路之间的设施(如车辆段、控制中心等)应尽可能多线共用。由线组成网是目前我国城市轨道交通建设、管理的基本思想。从解决城市交通的角度出发,城市轨道交通不仅要考虑自身的问题,还应与其他交通系统共同形成解决城市交通的网络体系。就城市轨道交通自身而言,也应该逐渐抛弃由线组网的思想,建立网络运营、网络维修、网络管理的思想,从而在真正意义上实现资源共享。

现实中可能一时无法实现系统的真正最优,但我们依然要以最大的努力去追求系统最优和功能最优。

从以上简单的叙述可以发现,设备在城市轨道交通系统中占有非常重要的地位,它既是实现轨道交通系统功能的保障,又是技术、经济不同层次的具体体现,应按照系统工程和价值工程的理论,配置符合功能需求和全寿命周期内价值最大的设备系统。但目前本课程只能根据轨道交通的现行情况,介绍设备系统的一些技术特征,希望我国的城市轨道交通能够实现系统最优。

思考题

1. 新能源、新材料、电子信息技术的发展对城市轨道交通有何影响?
2. 你心目中人的生存环境与未来的城市交通模式是怎样的?
3. 如何理解系统最优和局部最优?

第2章 车站建筑

车站是轨道交通与乘客联系的最重要节点,是供列车到、发及折返、乘客集散的唯一途径,所以车站在路网中占有极其重要的地位。此外,为了保证安全高效的运行,车站内部需要安置数量较多的设备。

车站建筑设计成功与否直接关系到城市轨道交通线路设计的成败。作为交通类建筑的一种,车站的建筑设计与其他建筑设计有很多相似之处,一般需要通过设计者的深入研究、分析、构思后形成一种“能”和“形”的组合。所谓“能”就是指被建对象的功能组合,“形”表示被建对象实实在在展现在人们面前的形态。通常我们说:某某建筑很好用,就是说这种“能”的组合合理;某某建筑好看或者美观就表示这种“形”的组合很成功。只有“能”和“形”的有机组合,才能形成一个好的建筑设计。

城市轨道交通的车站建筑设计应更偏重“能”的设计:由若干专业和系统组合为一体的车站工程,其功能设计是非常重要的。这是保证城市轨道交通快捷的前提。

城市轨道交通车站建筑设计包括两大部分内容:总平面设计和平面设计。车站建筑首先要根据线路的走向,结合现场踏勘和调查,初步拟定包括车站的基本站位、站型、出地面的风井、出入口位置等车站总平面布局。

在初步拟定的总平面布置基础上,进行车站平面设计。车站平面设计首先要确定功能分区,即公共区与设备管理区的划分,然后根据对乘客进出站流线的分析,对公共区进行布置,根据各系统专业的提资对设备管理区进行房间布置。

在建筑平面设计的基础上,结合城市的特征等因素对总平面布置(站位、出入口风井)进行调整,几经反复完成车站的建筑设计。

2.1 总平面设计

车站总平面设计首先要根据线路设计确定车站的站位,然后结合现场的周边状况确定出地面建筑物的位置等因素,进行站位的调整。

车站平面设计的前期工作包括调查、收集资料,分析设计资料和确定功能要求。构思、落实设计方案,是做好车站总平面布局的关键。

收集设计资料主要包括:轨道交通线路、车站位置的地形、地貌图及该站的客流资料;有关城市道路、公交站点的资料;批准的用地范围内现存建筑物总平面图及规划总平面图;有关城市地下通道或天桥的位置;有关城市地下管网、地下建筑物、地下构筑物的资料;有关地区内的文物古迹、古木及有保留价值的建筑物、构筑物和其他有关资料。

2.1.1 总体布局原则

(1) 车站站位应满足城市规划要求,并应与线路方案协调。应对场地工程地质、水文地质

条件、既有和规划的地下管线、地面建筑、地面公交线路等进行详细调查,尽量减少既有建筑物的拆迁和管线改移,尽可能避免施工对地面交通的干扰。

(2)需根据车站的特点、场地的地形、地理环境、地面规划,因地制宜地以灵活多样的形式布置车站,合理进行地下、地面空间的综合开发。

(3)车站总平面设计应积极配合城市道路、建筑、公交的规划,以充分吸引和疏散客流量为目的,合理地布置出入口、风亭、冷却塔的位置。有条件时应尽量优先与沿街建筑相结合。目前无法结合的,可设部分临时出入口或预留口,待规划实施时续建。

地面上建筑物、构筑物应与城市景观相协调,尤其沿道路中间及两侧绿化带的建筑物、构筑物与设备,更应充分考虑与城市环境的关系,同时也要兼顾市民过街的要求。

(4)应充分考虑车站与其他轨道交通线路、地面公交及出租车等的换乘与衔接,设计中应本着“以人为本”的原则,选择合理、便捷的换乘方式。近、远期工程统一规划,统一设计,分期实施,预留切实可行的换乘土建接口。

(5)高架、地面车站的设计,不应影响地面城市道路交通功能。造型设计要与周围环境及城市景观相协调。车站与相邻建、构筑物的距离等应满足防火、防振动和防噪声等有关设计规范要求。在施工期间,应最大限度减少对城市交通的影响,充分利用市政配套设施(过街天桥、地下通道和地面横道线等)。

(6)各车站均要考虑相应的市政配套设施,如自行车棚、停车位等。

(7)出入口风亭建筑宜后退道路红线布置,一般后退距离不小于3m,位于城市主干道的后退距离不小于5m。特殊地段经规划同意可贴近红线。风亭的设置应尽量远离居民、学校等建筑,并征得环保等部门的同意,排风口不应面向建筑。

(8)设于道路两侧的出入口宜平行或垂直于道路红线。客流量大的出入口应设小型集散广场,设自行车停车场。

(9)地面出入口应尽量与邻近建筑物合建。出入口规模宜按初、近、远期中最大分向客流量乘以1.1~1.25的不均匀系数计算确定。特殊情况不能满足时,则所有出入口总规模应满足初、近、远期中总客流最大值的需要。

(10)车站地面出入口的建筑形式,应根据所处的具体位置和周边建筑规划要求确定。位于广场、绿地上的出入口优先考虑做无盖敞开式出入口。

(11)地面出入口应有明显的引导标志,便于乘客识别,出入口外应有客流集散场地。

(12)独立修建的出入口、风亭与周围建筑物之间的距离应满足防火要求。

(13)由于环境的需要而采用低风亭(上部进排风)时,需考虑排水设施。风亭的周边应配合绿化和安全措施。

(14)风亭应设在空气洁净的地方,任何建筑物距风亭口部的直线距离不应小于5m。

(15)应有统一规定出入口编号的方法。

2.1.2 总平面设计要点

1) 站位选择

车站站位的比选、确定是总平面设计时的首要任务,甚至是车站设计的头等任务。站位比选涉及很多方面,首先就是前面已经提到的资料收集,对收集到的资料应进行必要的核对和调查。

在对基础资料进行分析后,应按照车站所处区域的条件,对车站站位、主体工程建筑布置、

出入口通道、风道风亭位置以及车站结构形式和初步的施工方法进行综合研究,以保证车站的站址选择既满足功能要求,也能照顾到周围条件的实际情况:既满足车站各方面的客流需要,方便乘客乘坐及换乘,也要注意轨道交通建设与城市规划、建设的协调发展,充分发挥轨道交通建设对城市发展的推动作用;站址选择时,还要合理地考虑拆迁工程,并统筹兼顾施工期间的地面交通;在统一考虑工程地质、水文地质和地下管线条件以及车站和两端区间施工方法的前提下,尽量减小车站埋深,以减小乘客进出站时的坡度和坡长,降低工程造价。对条件较为复杂的车站,除进行多方案比选外,还应征求市规划等部门的意见,反复研究,认真优化。

一般轨道交通车站都建在城市道路和城市公共建筑较密集地带,以便充分发挥轨道交通工程的功能和吸引、疏解客流。同时,还可兼备城市其他功能的作用,如人行过街以及连接车站周围公共建筑。这样,轨道交通才能更好地发挥其综合效能,改善本区区域城市市政建设的条件和标准,最大限度地方便乘客使用轨道交通。根据轨道交通建设的一般特点以及与城市道路的关系,轨道交通车站站址主要以设于道路交叉口、横跨道路、平行道路(或斜交道路)三种情况为主要特征。其中,最为复杂、最不易处理好的就是设于道路交叉口(或横跨道路)的车站。

车站站址若定在城市道路交叉路口,应尽可能地首选跨路口设站或尽量向路口延伸设站。如图 2-1 所示为跨路口的车站总平面布置,其中图 2-1a)为车站与四个象限相连通,图 2-1b)为

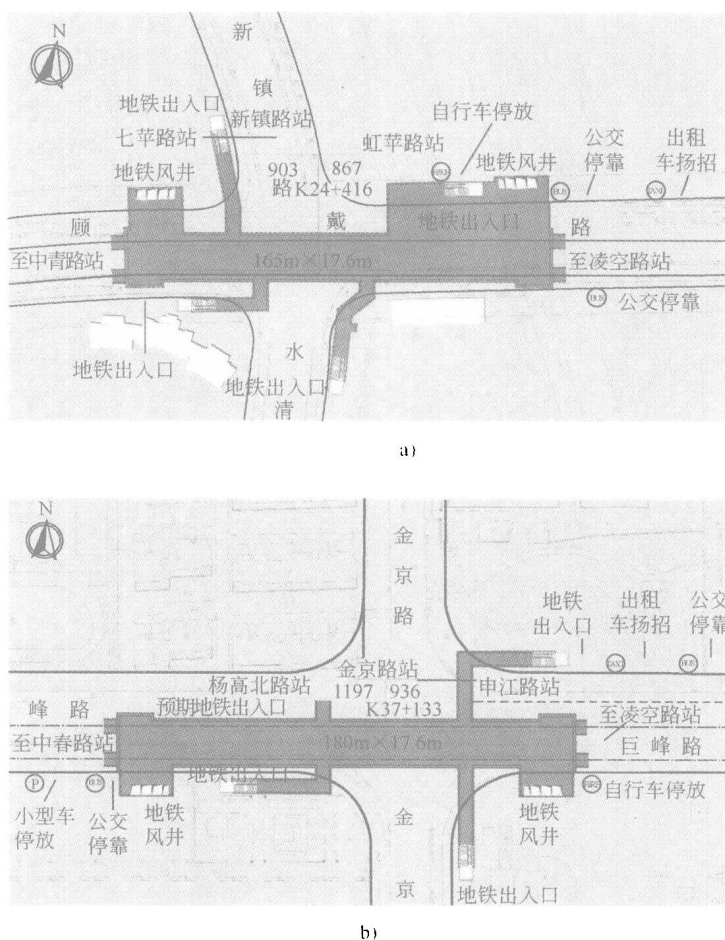


图 2-1 车站跨路口总平面布置
a) 车站与四个象限相连通; b) 车站与三个象限相连通