



城市轨道交通系列教材

城市轨道交通列车运行计算

CHENGSHI GUIDAO
JIAOTONG LIECHE YUNXING JISUAN



王月明 著



科学出版社

城市轨道交通系列教材

城市轨道交通列车运行计算

王月明 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍了城市轨道交通系统中列车（电动车组）运行相关的牵引与制动计算，涉及牵引力、阻力、制动力的计算，列车运行合力、列车运行时分计算、制动计算、能耗计算等内容。本书强调列车及其运行过程的参数与数据，注重运用需要，同时也注意了与干线列车牵引计算的不同。

本书可作为高等学校车辆工程专业城市轨道交通车辆方向（地铁与轻轨）的教材，或铁路机车车辆专业方向、动车组方向的教学参考书，也可供铁路相关专业及铁路有关部门的工程技术人员学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通列车运行计算 / 王月明著. -- 北京: 科学出版社, 2016.3

城市轨道交通系列教材

ISBN 978-7-03-047605-0

I. ①城… II. ①王… III. ①城市铁路-轨道交通-列车-运行-计算-教材 IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 050070 号

责任编辑：杨 岭 于 楠 / 封面设计：墨创文化

责任校对：贺江艳 / 责任印制：余少力

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码：100717

<http://www.sciencep.com>

成都创新包装印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年3月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2016年3月第一次印刷 印张：12.75

字数：300千字

定价：42.00元

“城市轨道交通系列教材”编委会

主 编	蒋葛夫	翟婉明	
副主 编	阎开印		
编 委	张卫华	高 波	高仕斌
	彭其渊	董大伟	潘 炜
	郭 进	易思蓉	张 锦
	金炜东		

前 言

地铁列车运行计算是列车运行过程数值计算的一种概括,包含传统的牵引计算内容。作者多年来在本科生中开设了城市轨道交通列车牵引计算的相关课程,也从事过地铁系统在论证和建设过程的一些牵引计算具体工作,在这些过程中,深切感受到现有的干线列车牵引计算规程与城市轨道交通列车牵引计算需求的不同,由此促使作者响应并参加城市轨道交通系列教材的建设计划,促成了本书的编写。

地铁列车由电动车组构成,轻轨列车可以看成编组较短的电动车组,单节轻轨车或有轨电车可以看成是电动车组的特例。电动车组是由动车和拖车组成的固定编组,从技术构成来看,不同于机车车辆,但具有相同的构造原理。从运用来看,又是新的方式,必然具有一系列的特点。电动车组的运行计算,既包含牵引力、阻力、制动力三大纵向力的基本计算,也包含时分计算和制动计算等传统内容,但由于地铁列车是客运列车,通常不需要计算牵引重量,代之以各种加速度的计算,再加上牵引电机功率(本书简称牵引功率)估算、运行能耗计算、运用问题计算等内容,因此本书定名为《城市轨道交通列车运行计算》。

本书中与传统机车车辆模式列车相关的牵引计算内容,可以参考相关的干线列车适用的列车牵引计算教材及《列车牵引计算规程》,但要注意与《地铁设计规范》、《城市快速轨道交通工程项目建设标准》等相关规定不同的部分。

本书原稿作为课程讲义在本科教学中多次使用,并在多方支持下不断补充修改。在本书编写过程中,有关地铁部门给予了大力支持和帮助,对此表示衷心感谢!

为本书进行部分数据计算的有张馨月、肖云霞、蒋咏志等,在此表示衷心感谢!

鉴于作者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在不妥之处,恳请读者指正。

编 者

2015 年 6 月

目 录

第 1 章 列车运行概述	1
1.1 列车运行计算的相关问题	1
1.1.1 列车运行计算的研究内容与方法	1
1.1.2 列车运行计算的用途与特点	2
1.1.3 关于《列车牵引计算规程》	2
1.1.4 列车运行计算中采用的符号与主要量的单位	3
1.1.5 列车运行计算中常用的术语	3
1.2 城市轨道交通列车构造及技术参数	5
1.2.1 车辆型式及列车编组	5
1.2.2 车辆主要技术标准	5
1.2.3 列车运行交路	5
1.2.4 运营指标	6
1.2.5 全日开行计划	6
1.2.6 运用条件	7
1.2.7 载客量	8
1.2.8 列车质量表	8
1.2.9 牵引和制动性能	8
1.2.10 列车故障运行能力	8
1.2.11 车辆主要技术参数(实例)	9
1.3 城市轨道交通的线路简介	9
1.3.1 线路的平面与纵断面	9
1.3.2 线路的主要技术标准	10
1.3.3 线路纵断面	13
1.3.4 城市轨道交通的一般线路	14
1.3.5 平直道的概念	15
1.4 列车运行及运行控制简介	16
1.4.1 列车控制系统	17
1.4.2 列车在 ATP 控制下的运行	17
1.5 列车运行所受外力	19
第 2 章 地铁列车的牵引力及牵引特性	21
2.1 牵引力及其形成	21
2.1.1 牵引力的定义	21

2.1.2	牵引力的形成	21
2.1.3	牵引力的分类	22
2.2	粘着特性及粘着利用	23
2.2.1	粘着	23
2.2.2	粘着牵引力	24
2.2.3	计算粘着系数	24
2.2.4	提高粘着牵引力的措施	25
2.3	地铁电动车组的牵引特性	28
2.3.1	电动车组牵引特性的特点	28
2.3.2	电动车组的牵引特性曲线	29
2.3.3	牵引特性曲线及其计算	31
2.3.4	牵引特性曲线的直观作用	33
2.4	牵引力的计算标准和取值规定	34
2.4.1	牵引力的计算标准	34
2.4.2	多动车牵引力取值规定	36
第3章	列车运行阻力	37
3.1	列车运行中的受力	37
3.2	基本阻力	37
3.2.1	基本阻力的构成	38
3.2.2	基本阻力中各部分的比例	40
3.2.3	基本阻力的计算	40
3.3	附加阻力	41
3.3.1	坡道附加阻力	41
3.3.2	曲线附加阻力	43
3.3.3	隧道附加阻力	48
3.4	列车总阻力计算	48
3.4.1	列车的总运行阻力	48
3.4.2	列车的加算附加阻力与加算坡道	49
第4章	列车制动力	50
4.1	制动方式及制动力的形成	50
4.1.1	制动方式	50
4.1.2	制动力的形成	51
4.2	制动能力的计算	51
4.2.1	制动力	52
4.2.2	制动率	54
4.2.3	制动功率	54

4.2.4	制动减速度	56
4.2.5	制动力上升时间	58
4.2.6	闸瓦平均摩擦系数	59
第5章	列车运行计算原理	61
5.1	列车运行工况与纵向合力	61
5.1.1	列车运行的三种工况	61
5.1.2	单位合力及单位合力曲线	61
5.1.3	单位合力曲线的应用	63
5.2	列车运动方程及速度时分计算原理	65
5.2.1	列车运动的微分方程	65
5.2.2	时分计算基本公式	67
5.3	速度时分计算中的几种计算模型	69
5.3.1	单质点模型	69
5.3.2	均布质量模型	70
5.3.3	多质点模型	72
5.4	单质点模型中换坡点速度的计算	75
5.4.1	换坡点速度计算的试凑法	75
5.4.2	单质点法的换坡点直接求解方法	77
5.4.3	单质点法的换坡点迭代求解方法	78
5.4.4	三种换坡点速度算法比较实例	80
5.5	列车运行的各种速度限制	83
5.5.1	曲线限速	83
5.5.2	其他限速	83
5.6	起动加速性能计算	83
第6章	制动问题计算	85
6.1	制动距离的计算	85
6.1.1	制动 $V-S-T$ 问题的基本算法——分析计算法	85
6.1.2	制动 $V-S-T$ 问题的简化算法——等减速度法	86
6.1.3	制动空走距离与空走时间	86
6.1.4	制动基本命题($V-S-B$)的分析计算	91
6.2	地铁列车进站制动试凑算法	92
6.2.1	地铁列车进站制动概述	92
6.2.2	地铁列车进站制动试凑算法	93
6.3	地铁列车进站制动变步长反向递推算法	96
6.3.1	地铁列车进站制动变步长反向递推简介	96
6.3.2	地铁列车进站制动反向递推算法原理	96

6.3.3	地铁列车进站制动反向递推算法	97
6.3.4	地铁列车进站制动反向递推算法实例计算	98
6.4	地铁列车运行距离与进站制动点并进的算法	99
6.4.1	地铁列车进站制动算法成立条件	99
6.4.2	地铁列车进站制动算法原理分析	99
6.4.3	地铁列车进站制动算法对比分析	101
第7章	地铁电动车组的牵引功率	102
7.1	地铁电动车组的加速度与剩余加速度	102
7.1.1	起动加速度、平均起动加速度	102
7.1.2	最大运行速度下的剩余加速度	103
7.2	牵引电机功率的确定	104
7.2.1	牵引功率与最大运行速度的关系	104
7.2.2	牵引功率与恒功率起始点速度的关系	107
7.3	地铁电动车组的功率重量比	108
7.4	地铁电动车组的动拖比	109
第8章	列车运行能耗计算	111
8.1	列车运行过程的能量分析	111
8.1.1	列车在平直道运行过程的能量变化关系	111
8.1.2	列车运行能耗指标	112
8.2	牵引过程的耗能计算	113
8.2.1	按牵引电机特性曲线计算	113
8.2.2	按功能转换原理计算	118
8.2.3	牵引过程中运行阻力消耗能量的单独计算	118
8.3	惰行过程的阻力功计算	119
8.4	制动过程的能量分析	120
8.4.1	制动过程列车初始动能	120
8.4.2	列车初始动能的转换关系	120
8.4.3	列车初始动能的计算	121
8.5	制动能的回收与存储	123
8.5.1	制动能的比例	123
8.5.2	制动能回收的仿真算例	123
第9章	列车运行相关的运用问题计算	126
9.1	制动粘着计算	126
9.1.1	制动粘着系数	126
9.1.2	粘着系数与减速度的关系	128

9.1.3	粘着系数与轮轨滑移率的关系	129
9.1.4	牵引粘着需求及制动粘着需求	130
9.2	停放制动力的计算	131
9.2.1	停放制动力的需求计算	131
9.2.2	停放制动力的安全余量	131
9.2.3	坡道下滑的验算	132
9.3	制动应用中的问题计算	132
9.3.1	制动限速问题的分析计算	132
9.3.2	制动减速度问题	138
9.4	地铁电动车组的故障运行能力分析计算	140
9.4.1	坡道起动能力计算	140
9.4.2	坡道运行速度	140
9.5	试车线最短长度计算	141
9.5.1	起动加速过程所需的最短距离	142
9.5.2	惰行过程所需的最短距离	144
9.5.3	制动过程所需的最短距离	146
9.6	技术速度与旅行速度的计算	147
9.6.1	技术速度	147
9.6.2	旅行速度	148
9.6.3	旅行速度的计算	149
9.6.4	站间距对旅行速度的影响	153
9.6.5	最大运行速度对旅行速度的影响	154
9.7	列车运行参数计算	154
9.7.1	列车周转时间	154
9.7.2	列车日均(日车)走行千米	155
9.7.3	全日列车总走行千米	155
9.8	列车配置数量的计算	156
9.8.1	运用列车数	156
9.8.2	在修车辆数	156
9.8.3	备用车辆数	157
9.9	列车编组计算	158
9.9.1	高峰时段开行列车对数	158
9.9.2	列车行车间隔	158
9.9.3	列车编组辆数	158

第 10 章 牵引计算方法的研究与进展

10.1 牵引计算的研究背景

10.1.1 人工计算和图解法发展阶段

10.1.2	单质点列车模型电算方法的发展阶段	160
10.1.3	精确电算方法——多质点列车模型的发展阶段	160
10.2	国内列车牵引计算的研究	161
10.2.1	国内牵引计算理论的研究	161
10.2.2	列车运行仿真的研究	162
10.2.3	列车运行模型的研究	163
10.2.4	列车优化操纵及节能运行的仿真研究	164
10.3	国外牵引计算研究情况	164
参考文献		165
附录		167
附录 A	城市快速轨道交通工程项目建设标准	167
附录 B	国内各大城市地铁车辆数据	172
附录 C	地铁线路纵断面实例	179
附录 D	车辆技术条件实例(B型车)	183
附录 E	工程项目中对牵引计算的要求	189

第 1 章 列车运行概述

城市轨道交通列车运行计算涉及干线铁路列车牵引计算的主要内容,如运行时分、制动计算等,但不进行牵引质量计算,同时还包含运行过程相关的分析计算和运用中与列车运行相关的一些参数计算。为此,我们需要先了解列车运行计算的主要内容与方法,还要了解与列车运行相关的列车及线路参数。

1.1 列车运行计算的相关问题

1.1.1 列车运行计算的研究内容与方法

列车运行计算研究的是城市轨道交通车辆——地铁列车、轻轨车辆、有轨电车、单轨列车、市郊列车的具体应用问题,是关于列车纵向力学的一门应用学科。它研究直接作用在列车上的、与列车运行方向相平行的各种外力(包括牵引力、运行阻力、制动力)以及这些力和列车运动的关系。它以力学为基础,以科学试验和实际操纵经验为依据,研究列车运行过程中的各种现象和原理,并解决城市轨道交通车辆在实际运行和设计计算上的一些主要技术问题和技术经济问题。

列车运行计算研究的主要内容如下。

- (1)研究列车运动过程中作用在列车上的各种力,说明产生这些力的原因和过程,以及这些力的变化规律、计算方法及其与列车运动的关系。
- (2)列车运行速度、时间、距离的解算方法。
- (3)列车能耗的计算方法。
- (4)列车制动问题的解算。
- (5)与列车运用相关的运行问题的计算。
- (6)计算机在列车运行计算中的应用。

这些问题的研究结果对于城市轨道交通系统与工程的规划、建设、车辆选型、运营组织、列车的节能运行与优化操纵、列车的运行控制技术、列车试验技术都有非常重要的意义。

城市轨道交通列车运行计算与干线铁路的列车牵引计算在计算原理、力学基础方面是完全相同的,但由于运用场合及运用条件的不同,在线路、车辆构造等方面,其计算内容和计算方法有很多不同,主要有以下特点。

- (1)一般不直接研究牵引质量,而是以研究列车的起动加速度和站间运行时分为主。
- (2)整个线路不长,站间距离较短,坡段数量较少,线路纵断面不需要合并化简。
- (3)列车牵引力和制动力的计算方法不同于干线机车车辆。

(4)列车的惯性质量与干线机车车辆的惯性质量数值不同,两者的基本计算公式的表达也因此而受影响。

(5)列车由电动车组构成,编组较短,可以采用多质量纵向动力学模型进行计算。

(6)列车的操纵有恒速模式可以选用,在区间运行计算中的处理就可以简单化了。

1.1.2 列车运行计算的用途与特点

列车运行计算主要用于以下方面。

(1)为城市轨道交通建设项目的可行性研究、系统规划、车辆选型、系统的技术经济分析等提供数据方面的依据。

(2)为运营中的城市轨道交通系统核算和比较各种运输方案的综合运输成本、优化操纵方案、实现节能运行提供依据。

(3)为车辆制造企业在产品开发、制造、试验等过程中提供参考。

列车运行计算的最大特点是理论与实践紧密结合,它的许多计算依据是由大量试验得出的、以经验公式和图表的形式表达的试验数据。没有大量的试验就没有牵引计算学科的发展。应用列车运行计算的基本理论指导实践并及时总结实践经验也很重要。过去进行干线列车牵引计算主要依靠手算及图解等原始方法,计算过程烦琐、复杂,花费时间长,效率低下。近年来,随着计算机应用的普及和深入,列车运行计算的手段和方法都有了很大的发展,应用计算机的牵引电算方法和技术进行有关计算和绘图,大大节省了计算时间,提高了计算效率和技术水平。

1.1.3 关于《列车牵引计算规程》

由于我国城市轨道交通发展较晚,现行的列车运行计算依据仍然参考干线铁路所广泛使用的《列车牵引计算规程》(下面简称《牵规》),它是铁路行业重要的基础技术规范,它规定了干线列车牵引计算的基本原则、方法、计算公式,并提供了大量的计算机数据资料,是铁路各部门进行牵引计算工作的依据和准则。其主要内容如下。

(1)说明规程的任务和适用范围、计算精度、绘图规则和使用符号。

(2)规定牵引计算所需的各种计算公式和曲线图表。

(3)规定计算牵引重量、化简线路纵断面、绘制速度曲线、时间曲线、确定区间运行时分的原则和方法。

(4)确定机车能耗计算方法和主要数据。

(5)提供进行牵引计算所必需的机车性能资料、主要技术参数,规定计算标准。

对于城市轨道交通,由于在系统、线路、移动设备等方面与干线相比有所不同,所以不同列车的运行计算的方法及细节也有一定的不同,具体体现在以下方面。

(1)列车构成方式不同。地铁列车采用电动车组方式,与机车牵引车辆的运行及运用方式不同,在牵引力和制动力计算等方面有很多不同。

(2)线路参数不同。地铁线路的站间距都较短,以城区内的传统地铁系统为例,平均

站间距为1~1.5km,需要计算的坡段数较少。一般情况下不需要采用线路纵断面化简。

(3)一条地铁线路只有少数几个站有道岔和配线,运行计算中需要处理的限速条件中大多不需要考虑道岔限速。

1.1.4 列车运行计算中采用的符号与主要量的单位

在列车运行计算中为了方便地表达物理量之间的数学关系,便于书写、阅读、校对和记忆,采用一定的符号代表一定的物理量。根据《有关质量、单位和符号的一般原则》(GB 3101-93)规定,按下列基本原则制定。

(1)选用符号尽量符合国家标准,并适当照顾使用习惯。

(2)变量的符号通常使用单个拉丁字母和希腊字母,有时带有下标和其他说明性标记,量的符号必须用西体印刷。

(3)下标尽量采用国际通用的,没有国际通用的可选汉语拼音字母,下标的字体比基本符号略小,但基准线比基本符号稍低。表示物理量符号的下标用斜体,其他下标正体印刷。

(4)质量单位为吨,用t表示。

(5)速度单位为千米/时,用km/h表示。

1.1.5 列车运行计算中常用的术语

本书涉及的相关术语主要如下。

1. 列车

干线铁路中,列车是机车联挂车辆列并赋予列车号的整个编组,完成运输任务后,机车与车辆列摘解,机车的保养、维修、存放在机务段,车辆列的存放以及车辆的保养、维修在车辆段。

城市轨道交通系统中,列车是由动车和拖车组成的编组固定的电动车组,有地铁列车、轻轨列车的称呼(单节车称为轻轨车辆)。本书采用地铁列车、地铁电动车组的称呼。

2. 车辆

在机械工程领域和机械学科中,车辆泛指各种车辆,包括汽车、工业车辆、运输车辆,而在干线铁路运输系统内部,车辆是和机车相对应的专业名词,专指铁路客车、货车、特种车辆。在城市轨道交通的地铁和轻轨系统中,由于列车中没有机车的概念,只有动车和拖车(即动力车、非动力车)组成的动车组,而且动车上设有客车坐席,所以地铁列车和轻轨列车也在很多场合被地铁车辆、轻轨车辆代替。例如地铁运营系统的列车维修中心(维修基地)曾被广泛地称为车辆段、车辆维修中心、车辆维修基地等。

另外,有时在限定所讨论的对象时,会有列车、车辆、转向架、车轴的层次或分级概念,此时,一节车(单车)可以使用车辆或车厢来表述。在列车网络中,也有列车总线

(WTB)和车辆总线(MVB)的术语,也是属于以上的考虑。

3. 动车

动车是指动车组中带动力的车辆,也称为动力车。动车带有牵引控制单元(TCU),因此,只有动车才有电制动能力。有的动车还带有受电弓,而辅助空气压缩机(或人力应急升弓泵风设备)通常是设置在受电弓车的。动车在技术文件和图纸中经常被标记为M车,带受电弓的动车经常被标记为 M_p 车。

一列车的头车和尾车既可以是动车,也可以是拖车,头车若是动车则在技术文件和图纸中经常被标记为 M_c 车。

4. 拖车

拖车是指动车组中的不带动力的车辆,也称为非动力车,显然拖车没有电制动能力。主供风系统的空气压缩机安装在拖车的情况较多。拖车在技术文件和图纸中经常被标记为T车,带受电弓的拖车经常被标记为 T_p 车,头车若是非动力车则经常被标记为 T_c 车。

5. 编组

把多节车辆连成一个车列,再联挂上机车就是一列完整的列车。由于地铁列车是动车组形式,所以这里的编组是指整个列车。在本书中编组是相对于单车或单元而言的。

6. 粘着

这是一个最有铁路特色的专业术语。粘着的原始含义是黏附、粘贴或贴靠、附着,其中附着的概念广泛应用于汽车等轮胎类车辆描述轮胎与路面的接触关系,而粘着则被应用于铁路系统的轮轨关系描述中。轮轨接触区域同时存在物理(力学)中所定义的静摩擦与动摩擦,粘着就是区别于摩擦而概括的描述工程运用中的实际状态的专业术语。

7. 制动率

制动率是指全列车制动闸瓦或闸片的压力总和与列车所受重力之比值。制动率的概念可以延伸至一节车、一个转向架、一根轴相应比值,也即单车制动率、转向架制动率、轴制动率。制动率是描述列车制动能力的一个物理量。只有用相对值(比值)去比较不同列车(辆、架、轴)的制动力大小才有意义。

8. 制动倍率

制动倍率专指基础制动装置从制动缸出力到闸瓦(闸片)压力之间的放大倍数。这种放大可以通过杠杆、齿轮、凸轮等机构来实现,所以有的场合称其为杠杆比。

9. 列车运行交路

列车运行交路是指列车往复运行的路径。

1.2 城市轨道交通列车构造及技术参数

1.2.1 车辆型式及列车编组

列车编组信息包括动拖车数量、位置、车钩型式、受电弓位置。

某地铁线采用 B 型车, 初、近、远期采用 4M2T(4 动 2 拖)6 辆编组。编组型式如下。

初期: $-T_c * M = M * T_c -$ (架控)

近期: $-T_c * M = M * T_c -$ (架控)

远期: $-T_c * M = M * M = M * T_c -$ 或 $-T_c * M * M = M * M * T_c -$ (车控)

上述各式中, M 为不带司机室的动车; T_c 为带司机室的拖车; $-$ 为自动车钩; $=$ 为半自动车钩; $*$ 为半永久牵引杆。

1.2.2 车辆主要技术标准

(1) 车辆型式: B 型车(长 19m, 宽 2.8m, 高 3.8m, 转向架中心距 12.6m)。

(2) 列车编组: 初、近、远期均采用 6 辆编组(即 6-6-6)。

(3) 最高运行速度: 80~100km/h。

(4) 旅行速度: ≥ 35 km/h。

(5) 列车平均起动加速度: ≥ 0.83 m/s²、1.0m/s²。

(6) 列车常用制动减速度: ≥ 1.0 m/s²。

(7) 列车紧急制动减速度: ≥ 1.2 m/s²。

(8) 驱动形式: VVVF 交流传动。

(9) 制动系统: 采用微机控制的模拟式电空制动系统。

(10) 采用无摇枕两轴转向架。

(11) 设列车自动控制系统。

(12) 设列车控制系统。

(13) 设列车乘客信息显示系统。

(14) 客室采用电动塞拉门、顶置式单元空调。

(15) 采用不锈钢或铝合金车体。

(16) 直流 1500V 架空接触网供电。

1.2.3 列车运行交路

在高峰时段, 列车是在始发站与终到站之间往返运行的, 列车运行交路图是表达运行路径的直观和简便的方法。图 1-1 是某城市地铁线路的列车运行交路图。

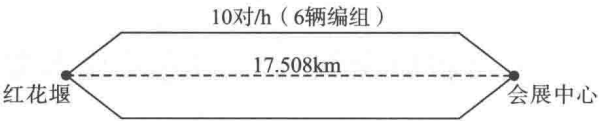


图 1-1 某城市地铁线路的列车运行交路图

1.2.4 运营指标

初期运营指标如表 1-1 所示。

表 1-1 初期运营指标

设计年度		初期
项目		
高峰小时单向最大断面客流预测量/万人次		1.4092
车辆选型(最大运行速度 80km/h)		B 型
列车定员/(人/列)		1440
高峰小时列车开行对数/(对/列)		10
高峰小时列车最小运行间隔/min		6
高峰小时单向设计最大输送能力/万人次		1.44
列车配属数/(列/辆)	运用列车	12/72
	备用、检修车	3/18
	合 计	15/90

1.2.5 全日开行计划

列车全日开行计划实例如表 1-2 所示。

表 1-2 列车全日开行计划实例

时段	初期列车对数
5:30—6:30	6
6:30—7:30	8
7:30—8:30	10
8:30—9:30	10
9:30—10:30	8
10:30—11:30	8
11:30—12:30	8
12:30—13:30	8
13:30—14:30	8