

城市轨道交通综合实验报告

运输 0906 班 王芸宇 09253017

目录

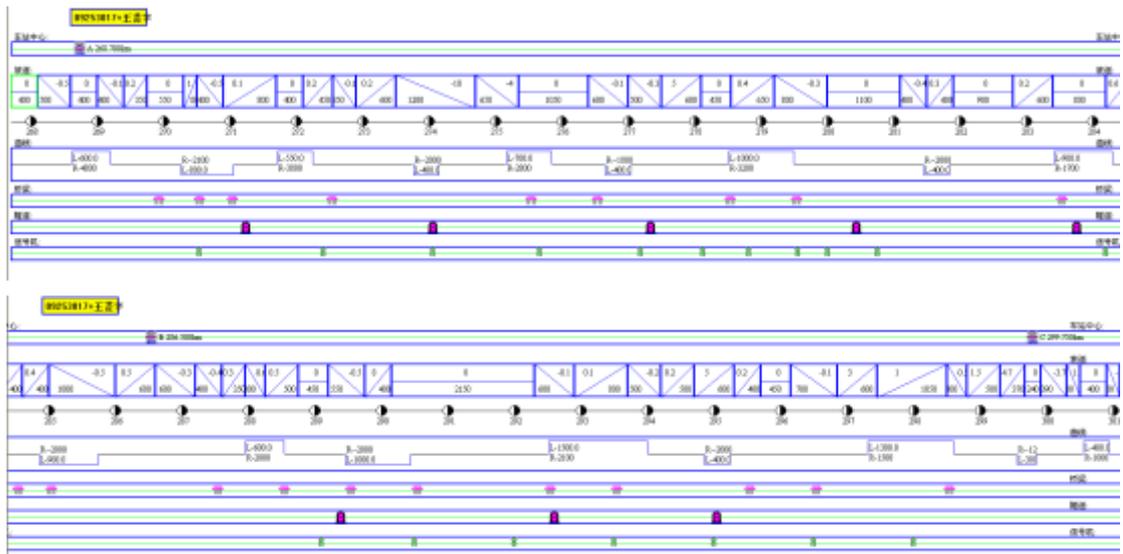
实验一 列车运行计算基础数据输入.....	2
1 线路数据.....	2
2 机车车辆数据.....	2
3 模拟计算结果.....	4
4 实验一总结.....	7
实验二 线路条件对列车运行的影响.....	9
1 模拟区段建立与运行.....	9
2 坡道影响实验.....	11
3 曲线影响实验.....	13
4 节能坡设计实验.....	14
5 线路纵断面设计实验.....	16
6 实验二总结.....	18
实验三 城市轨道交通车站设计（G 站）.....	19
1 概述.....	19
2 车站建筑方案设计.....	22
3 车站规模设计.....	24
4 车站建筑设计.....	26
实验四 机车牵引特性分析与机车选型.....	31
1 机车选型影响因素.....	31
2 机车选型实验结果.....	31
3 结果对比分析.....	36
实验五 列车制动过程模拟实验.....	37
1 停车制动实验.....	37
2 制动过程影响因素分析实验.....	39
3 制动调速实验.....	40
4 定点停车模拟操纵实验.....	45
实验六 列车运行驾驶模拟.....	48
1 最小时分模式下列车运行驾驶模拟实验.....	48
2 固定时分模式下列车运行驾驶模拟实验.....	51
实验七 路网拓扑结构及其数据管理.....	53
实验八 列车运行计划编制.....	54
1 基础数据.....	54
2 开行方案管理.....	55

实验一 列车运行计算基础数据输入

列车运行计算基础数据包括列车运行计算线路数据输入和机车车辆数据管理。

1 线路数据

包括区段属性、限速数据、车站数据、坡道数据、曲线数据、桥梁数据、隧道数据、信号机数据等。根据老师所给数据，得到以下线路图：

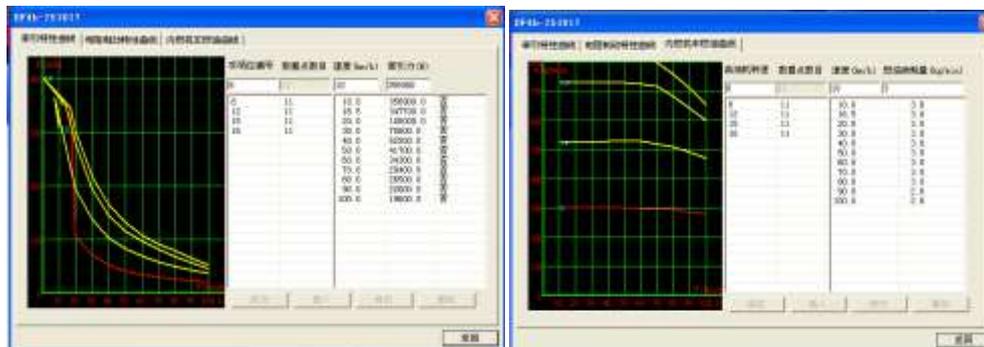


2 机车车辆数据

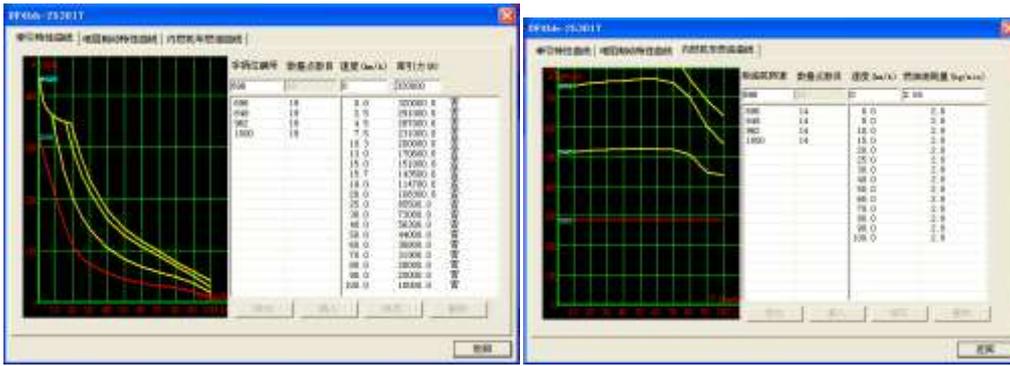
机车和车辆数据是进行列车运行计算的数据基础，在进行牵引计算、制动计算以及确定列车运动状态时，需要机车和车辆的基本信息以及机车在不同手柄位的牵引特性曲线、制动特性曲线、有功电流曲线、能耗曲线等。

2.1 定义机车

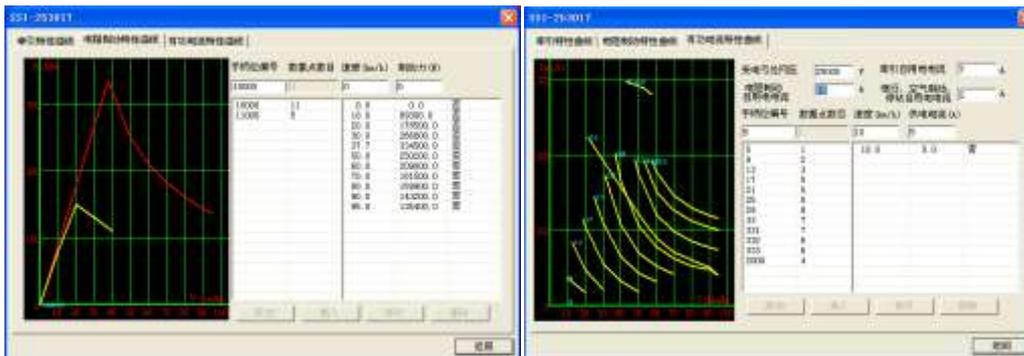
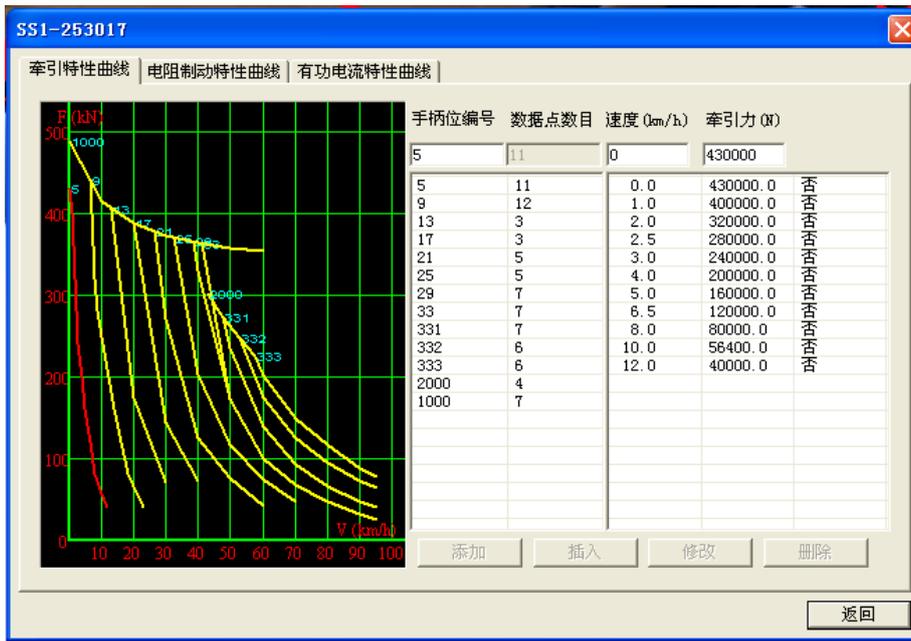
输入 DF4（货）的牵引特性曲线和燃油消耗量曲线如下：



DF4B（货）的牵引特性曲线和燃油消耗量曲线如下：



SS1 型电力机车的牵引特性曲线、机车有功电流曲线及电阻制动特性曲线如下：



2.2 定义列车

根据要求定义三列车如下：

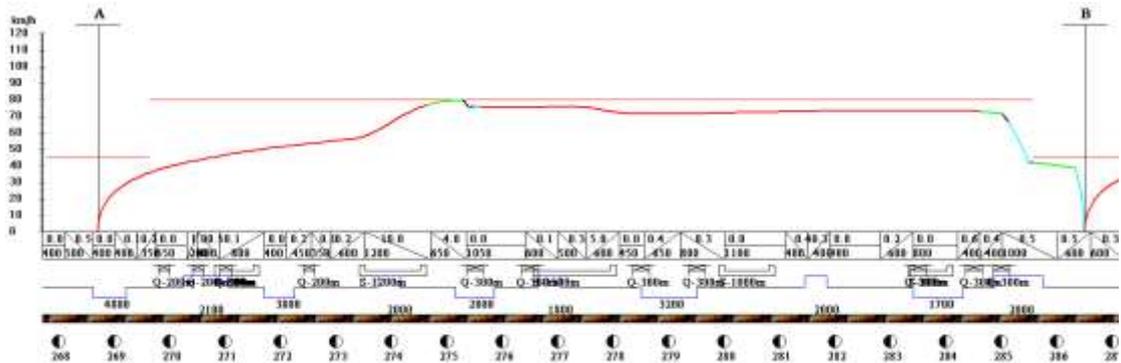


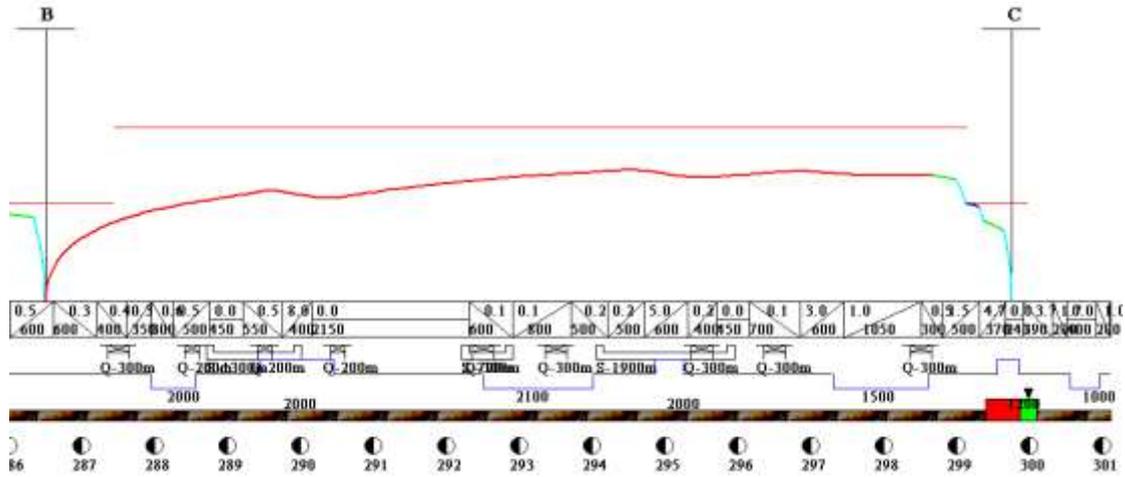
3 模拟计算结果

报告中仅附上速度-路程曲线，通过  按钮还可以分别查看速度时分曲线、手柄曲线等。

1) A 站出发、B 站停车 120s、C 站停车模拟情况

(1) 列车 A





列车: 253017-A次
 机车类型: DF4h-253017
 牵引定数(吨): 3300
 最大牵引力使用系数: 0.9

区间运行时分:

区间	区间距离(km)	运行时分	能耗	车站	通过/停站	停车误差(m)
A--B	17.800	00:19:20(20)	128.7	B	停站	0.0
B--C	13.250	00:17:07(17)	129.1	C	停站	0.0

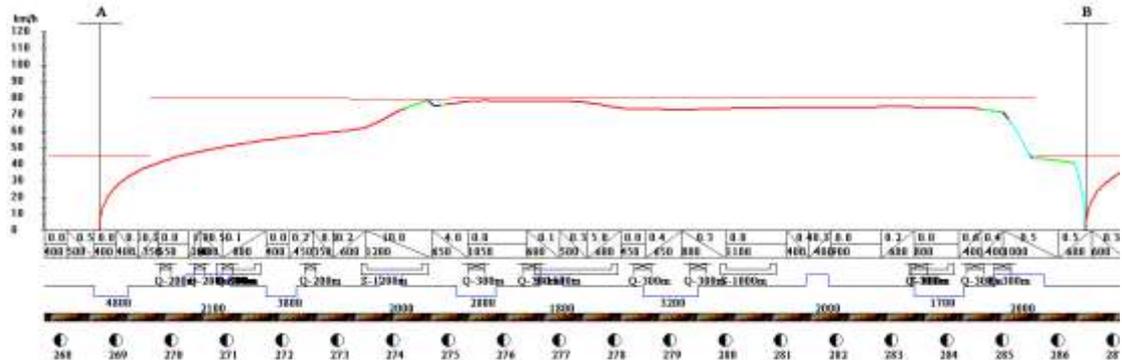
牵引计算结果:

区间	区间距离(km)	走行时间(min)	平均速度(km/h)	最高速度(km/h)	最高速度位置(km)	最低速度(km/h)	最低速度位置(km)	最大加速度(m/s²)	最大减速度(m/s²)	能耗统计(kWh)	制动减速度(km/h)	牵引时间(s)
A-B	17.800	19.3	55.2	79.4	275.636	0.0	269.850	0.10	-0.38	128.68	32.3	960.0
B-C	13.250	17.1	46.4	60.2	294.895	1.3	286.851	0.09	-0.38	129.06	26.2	925.0

区段统计结果:

区间	区间距离(km)	走行时间(min)	平均速度(km/h)	最高速度(km/h)	最高速度位置(km)	最大加速度(m/s²)	最大减速度(m/s²)	能耗统计(kWh)	总停车时间(s)	牵引率(%)
A-C	31.050	36.5	51.1	79.6	275.636	0.10	-0.38	257.74	121.00	86.18

(2) 列车 B



区间运行时分:

区间	区间距离(km)	运行时分	能耗	车站	通过/停站	停车误差(m)
A--B	17.800	00:18:22(19)	112.2	B	停站	0.2
B--C	13.250	00:15:45(16)	104.5	C	停站	0.1

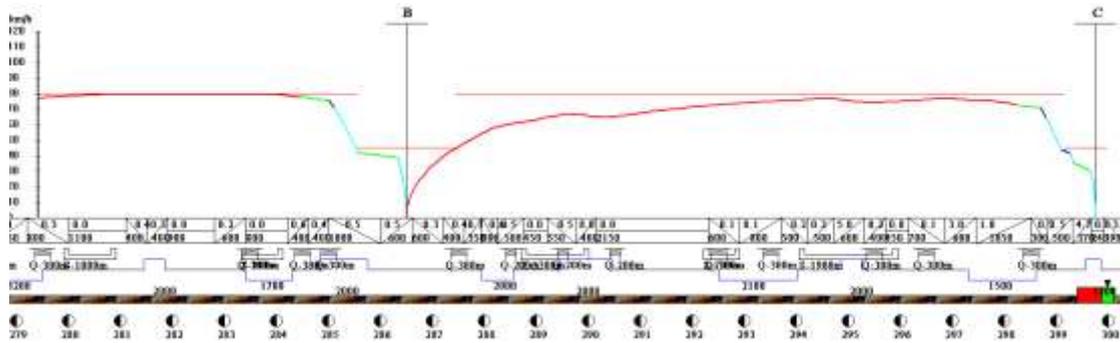
牵引计算结果:

区间	区间距离(km)	走行时间(min)	平均速度(km/h)	最高速度(km/h)	最高速度位置(km)	最低速度(km/h)	最低速度位置(km)	最大加速度(m/s²)	最大减速度(m/s²)	能耗统计(kWh)	制动减速度(km/h)	牵引时间(s)
A-B	17.800	18.4	58.1	78.0	274.962	0.0	269.025	0.13	-0.36	112.19	35.2	915.0
B-C	13.250	15.8	50.5	65.2	294.900	2.3	286.826	0.13	-0.37	104.55	31.4	830.0

区段统计结果:

区间	区间距离 (km)	走行时间 (min)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	最高速度位置 (km)	最大加速度 (m/s ²)	最大减速度 (m/s ²)	能耗统计 (kwh)	总停车时间 (s)	牵引率 (%)
A-C	31.050	34.1	54.6	78.0	274.962	0.13	-0.37	216.74	121.00	85.20

(3) 列车 C



区间运行时分:

区间	区间距离(km)	运行时分	能耗	车站	通过/停站	停车误差(m)
A-B	17.800	00:17:13(17)	790.3	B	停站	0.2
B-C	13.250	00:13:53(14)	780.5	C	停站	0.1

牵引计算结果:

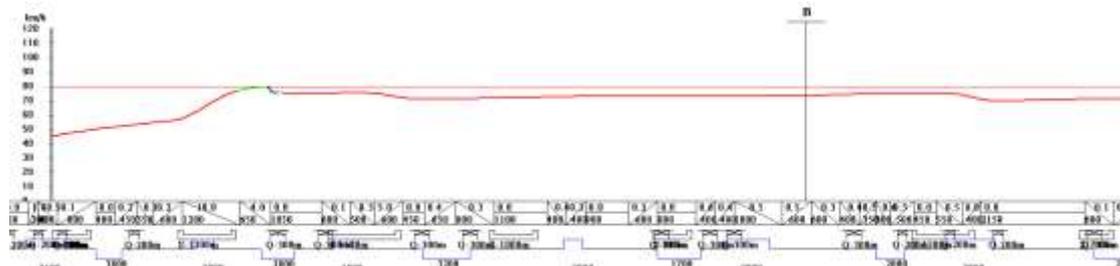
区间	区间距离 (km)	走行时间 (min)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	最高速度位置 (km)	最低速度 (km/h)	最低速度位置 (km)	最大加速度 (m/s ²)	最大减速度 (m/s ²)	能耗统计 (kwh)	制动初速 (km/h)	牵引时间 (s)
A-B	17.800	17.2	62.0	79.5	282.845	0.0	269.850	0.11	-0.38	790.29	32.3	815.0
B-C	13.250	13.9	57.2	76.6	294.802	2.0	286.851	0.11	-0.39	780.51	23.5	705.0

区段统计结果:

区间	区间距离 (km)	走行时间 (min)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	最高速度位置 (km)	最大加速度 (m/s ²)	最大减速度 (m/s ²)	能耗统计 (kwh)	总停车时间 (s)	牵引率 (%)
A-C	31.050	31.1	59.8	79.5	282.845	0.11	-0.39	1570.80	121.00	81.38

2) A 站出发、B 站通过、C 站停车模拟情况

(1) 列车 A



区间运行时分:

区间	区间距离(km)	运行时分	能耗	车站	通过/停站	停车误差(m)
A-B	17.800	00:18:20(19)	140.8	B	通过	0.0
B-C	13.250	00:12:00(12)	80.2	C	停站	0.1

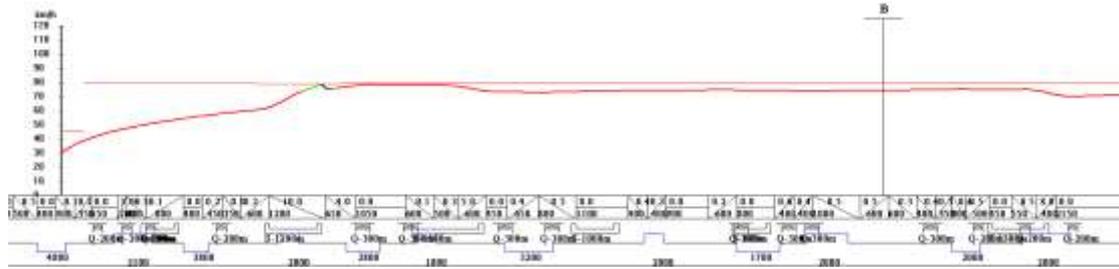
牵引计算结果:

区间	区间距离 (km)	走行时间 (min)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	最高速度位置 (km)	最低速度 (km/h)	最低速度位置 (km)	最大加速度 (m/s ²)	最大减速度 (m/s ²)	能耗统计 (kwh)	制动初速 (km/h)	牵引时间 (s)
A-B	17.800	18.3	58.3	79.6	275.636	0.0	269.850	0.10	-0.38	140.80	0.0	1045.0
B-C	13.250	12.0	66.2	74.6	289.796	2.0	300.809	0.01	-0.38	80.22	29.2	610.0

区段统计结果:

区间	区间距离 (km)	走行时间 (min)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	最高速度位置 (km)	最大加速度 (m/s ²)	最大减速度 (m/s ²)	能耗统计 (kwh)	总停车时间 (s)	牵引率 (%)
A-C	31.050	30.3	61.4	79.6	275.636	0.10	-0.38	221.02	1.00	90.92

(2) 列车 B



区间运行时分:

区间	区间距离(km)	运行时分	能耗	车站	通过/停站	停车误差(m)
A-B	17.800	00:17:25(18)	123.7	B	通过	0.0
B-C	13.250	00:12:00(12)	74.7	C	停站	0.2

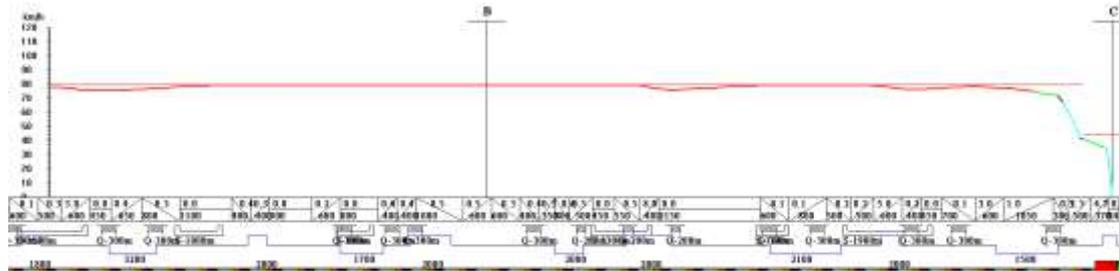
牵引计算结果:

区间	区间距离(km)	走行时间(min)	平均速度(km/h)	最高速度(km/h)	最高速度位置(km)	最低速度(km/h)	最低速度位置(km)	最大加速度(m/s ²)	最大减速度(m/s ²)	能耗统计(ku·h)	制动初速(km/h)	牵引时间(s)
A-B	17.800	17.4	61.3	78.0	274.962	0.0	269.825	0.13	-0.17	123.65	0.0	1000.0
B-C	13.250	12.0	66.2	74.7	288.029	4.5	300.873	0.01	-0.39	74.73	23.9	605.0

区段统计结果:

区间	区间距离(km)	走行时间(min)	平均速度(km/h)	最高速度(km/h)	最高速度位置(km)	最大加速度(m/s ²)	最大减速度(m/s ²)	能耗统计(ku·h)	总停车时间(s)	牵引率(%)
A-C	31.050	29.4	63.3	78.0	274.962	0.13	-0.39	198.39	1.00	98.93

(3) 列车 C



区间运行时分:

区间	区间距离(km)	运行时分	能耗	车站	通过/停站	停车误差(m)
A-B	17.800	00:16:10(16)	869.3	B	通过	0.0
B-C	13.250	00:11:01(11)	446.3	C	停站	0.1

牵引计算结果:

区间	区间距离(km)	走行时间(min)	平均速度(km/h)	最高速度(km/h)	最高速度位置(km)	最低速度(km/h)	最低速度位置(km)	最大加速度(m/s ²)	最大减速度(m/s ²)	能耗统计(ku·h)	制动初速(km/h)	牵引时间(s)
A-B	17.800	16.2	66.1	79.5	282.845	0.0	269.850	0.11	-0.19	869.30	0.0	988.0
B-C	13.250	11.0	72.1	79.5	289.896	1.7	300.100	0.01	-0.39	446.31	28.3	535.0

区段统计结果:

区间	区间距离(km)	走行时间(min)	平均速度(km/h)	最高速度(km/h)	最高速度位置(km)	最大加速度(m/s ²)	最大减速度(m/s ²)	能耗统计(ku·h)	总停车时间(s)	牵引率(%)
A-C	31.050	27.2	68.5	79.5	282.845	0.11	-0.39	1315.65	1.00	87.97

3) 数据比较

通过以上两组数据比较可知,对三辆车来说,B站通过时,首先是走行时间较短,平均速度大。因为中途没有停站,所以机车牵引率发挥较高。不管是内燃机车还是电力机车,能耗都较小。

4 实验一总结

通过本实验,我了解了在列车运行计算过程中所需的基本线路数据的内容,了解各数据

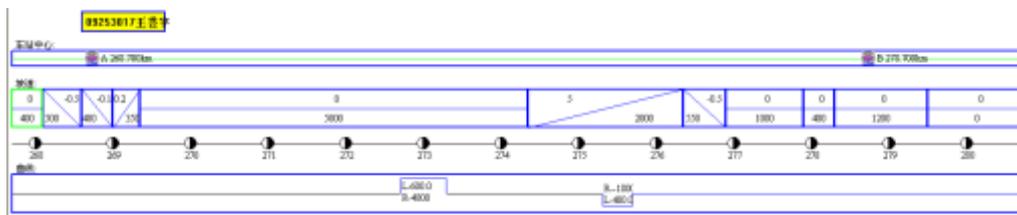
项的组成部分，掌握线路数据的计算机输入过程，并对已输入数据进行完备性检验等。同时通过本实验，我可以全面了解在列车运行计算过程所需要的机车车辆的基础参数，学习机车特性曲线等较复杂数据的组织方法并进行实践。

实验二 线路条件对列车运行的影响

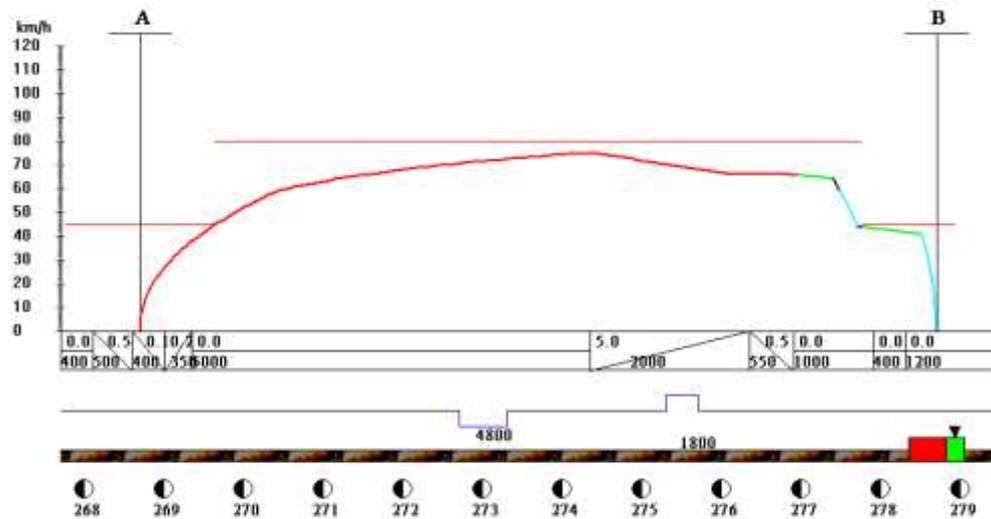
不同线路条件对列车运行有较大的影响，因此，通过改变坡度大小，坡道的组合、曲线半径的大小，可以得到不同的列车运行结果，包括运行速度、时分和能耗的变化结果。

1 模拟区段建立与运行

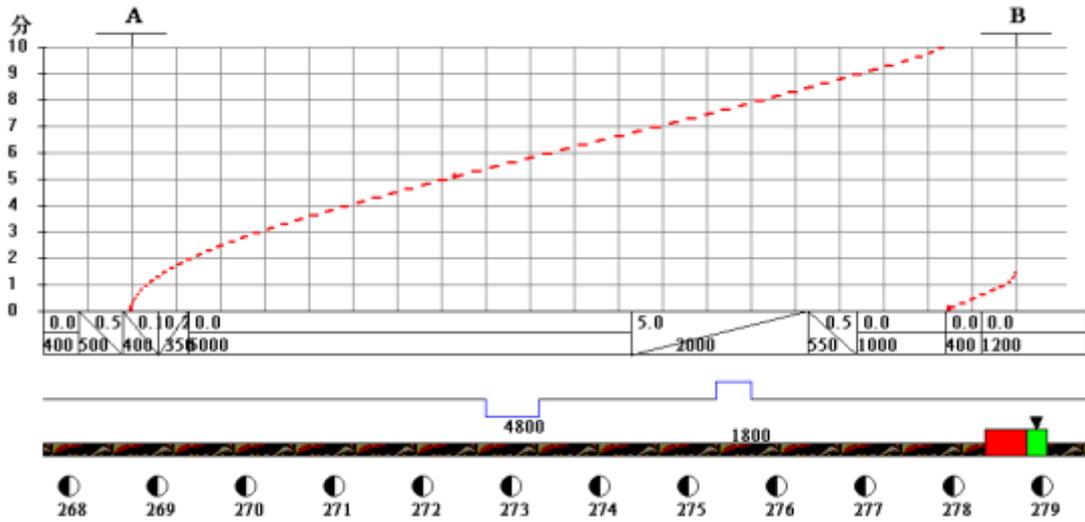
利用实验一建立的线路，删去 B 站后的线路以及 C 站，得到始发站为 A，终点站为 B 的两车站线路如下：



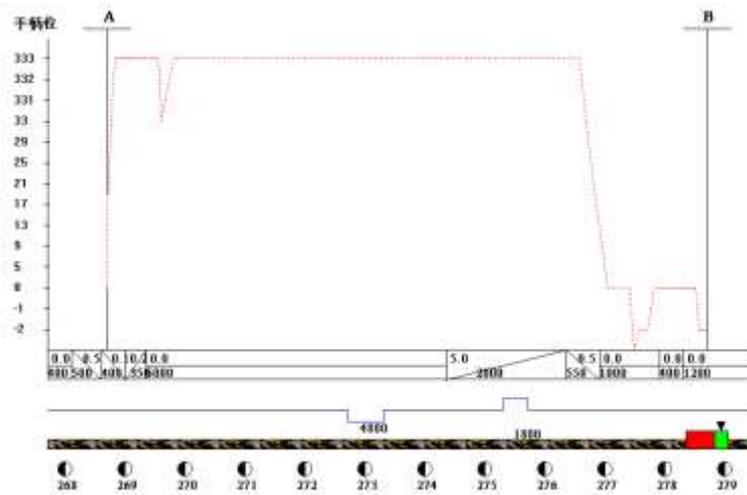
选用实验一中建立的列车 253017-C 进行模拟结果如下：



V-s 曲线



T-S 曲线



手柄位-s 曲线

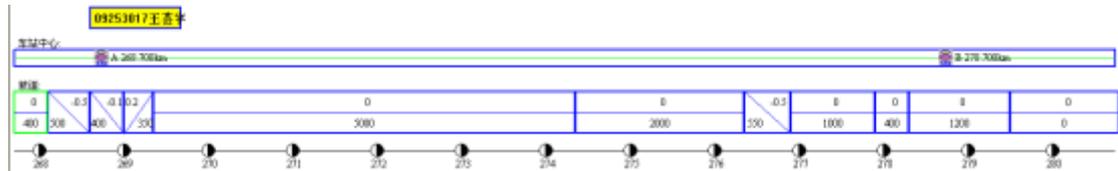
区间	区间距离 (km)	运行时分	能耗	停车误差 (m)
A-B	10.0	00:11:26 (12)	621.7	0.1

区段统计结果										
区间	走行时间 (min)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	最高速度位置 (km)	最大加速度 (m/s*s)	最大减速度 (m/s*s)	能耗统计 (kw*h)	制动初速 (km/h)	牵引时间 (s)	牵引率 (%)
A-B	11.4	52.4	74.5	274.6	0.11	-0.36	621.75	34.7	540	78.64

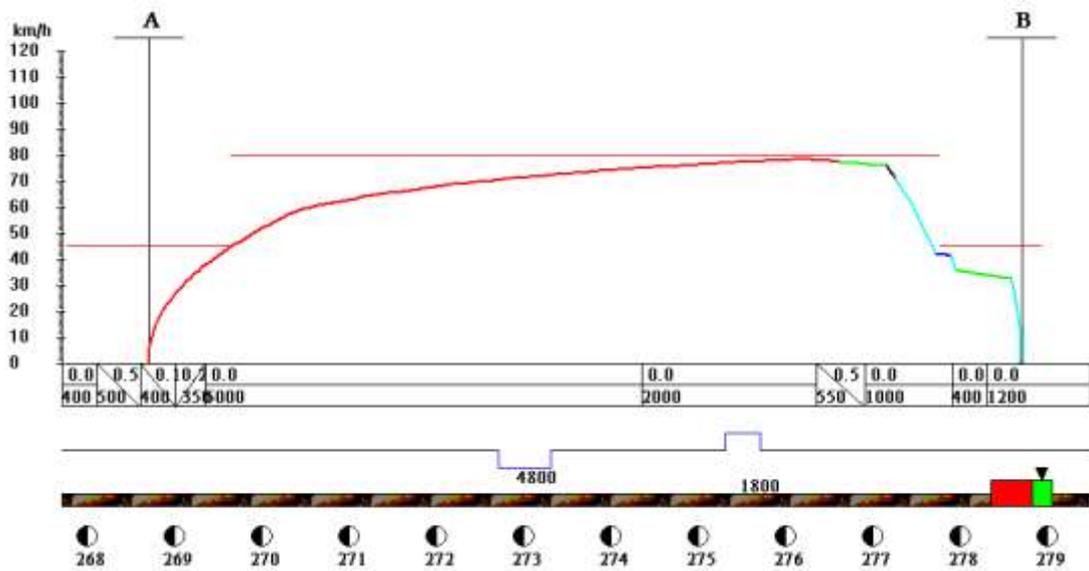
2 坡道影响实验

为验证坡道对列车运行的影响，将线路中央坡度为 5 改为坡度为 0，并用相同车辆进行模拟。

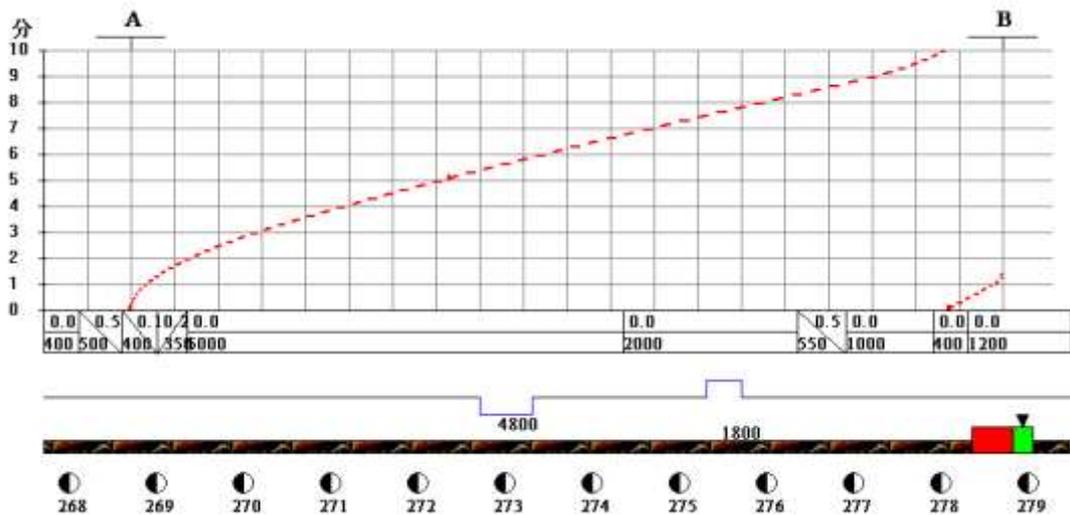
线路修改如下：



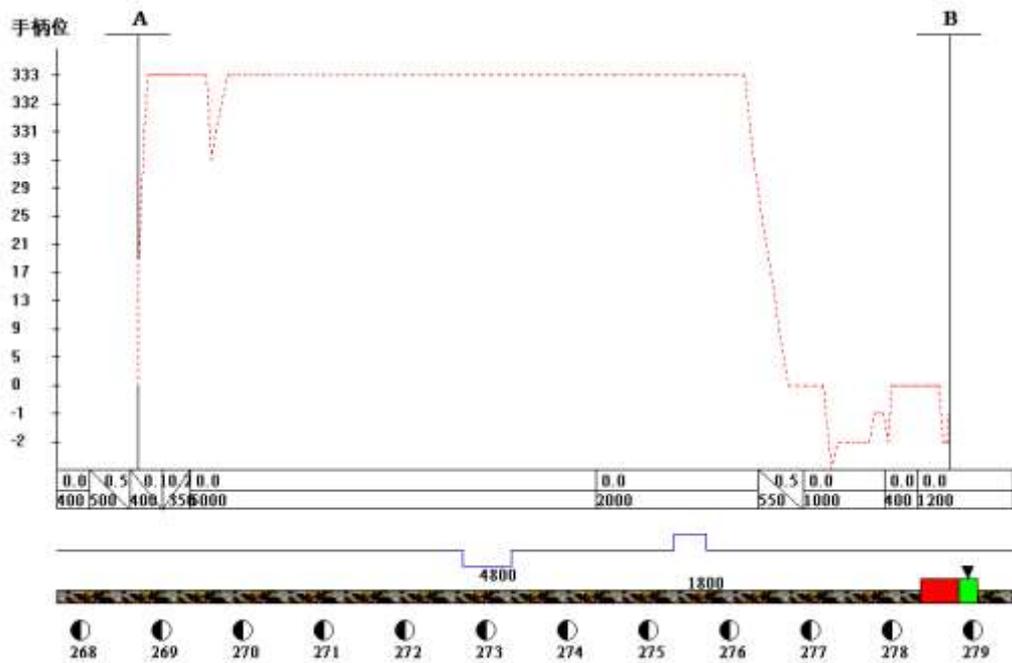
运行结果：



V-S 曲线



T-S 曲线



手柄位-S 曲线

区间	区间距离 (km)	运行时分	能耗	停车误差 (m)
初始	10	00:11:26 (12)	621.7	0.1
修改后	10	00:11:23 (12)	580.6	0.3

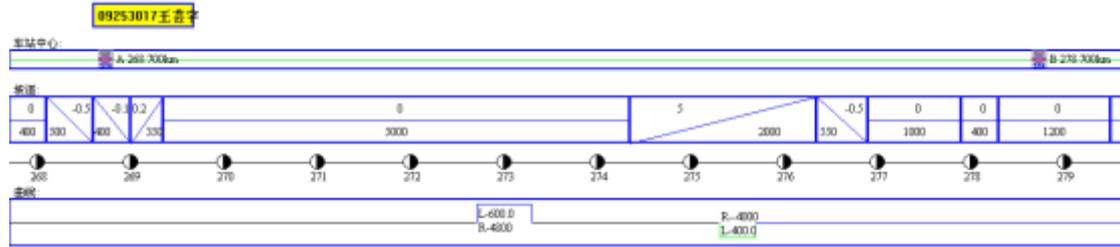
区段统计结果										
区间	走行时间 (min)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	最高速度位置 (km)	最大加速度 (m/s*s)	最大减速度 (m/s*s)	能耗统计 (kw*h)	制动初速 (km/h)	牵引时间 (s)	牵引率 (%)
初始	11.4	52.4	74.5	274.6	0.11	-0.36	621.75	34.7	540	78.64
修改后	11.4	52.6	78.3	276.5	0.11	-0.4	580.59	26.3	510	74.57

经过结果表明，将坡度改小后，运行速度提高，时间减少，能耗减小幅度较大，牵引率减小。

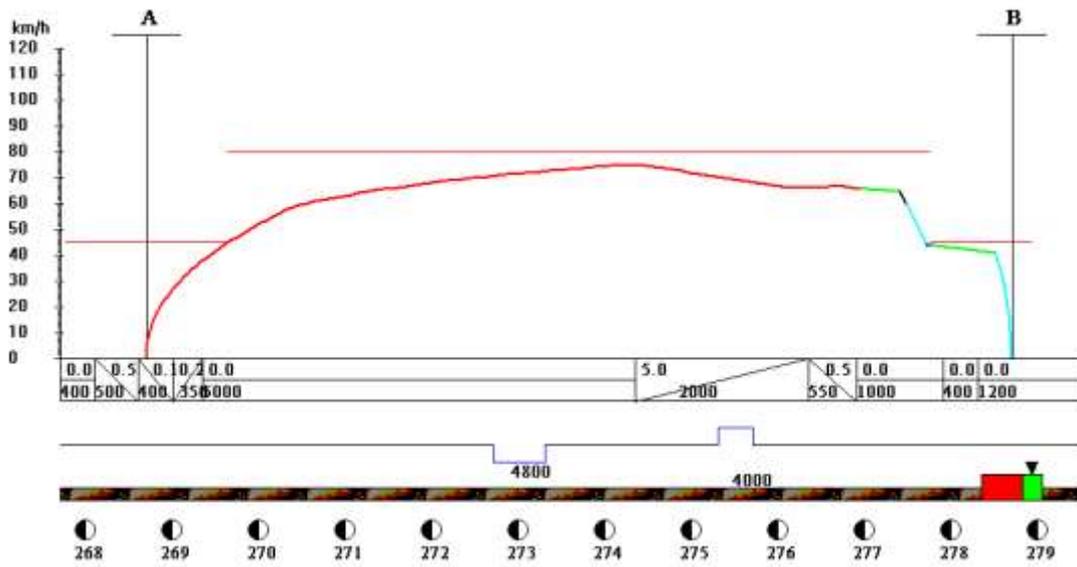
因为在坡度较大的坡段，因受机车车辆性能的限制，列车运行速度也受到一定影响，同时还会造成能耗的损失。因此在线路设计中可以通过调整坡道坡度的大小来提高列车运行速度，同时提高运行的舒适度和减小能耗的损失。

3 曲线影响实验

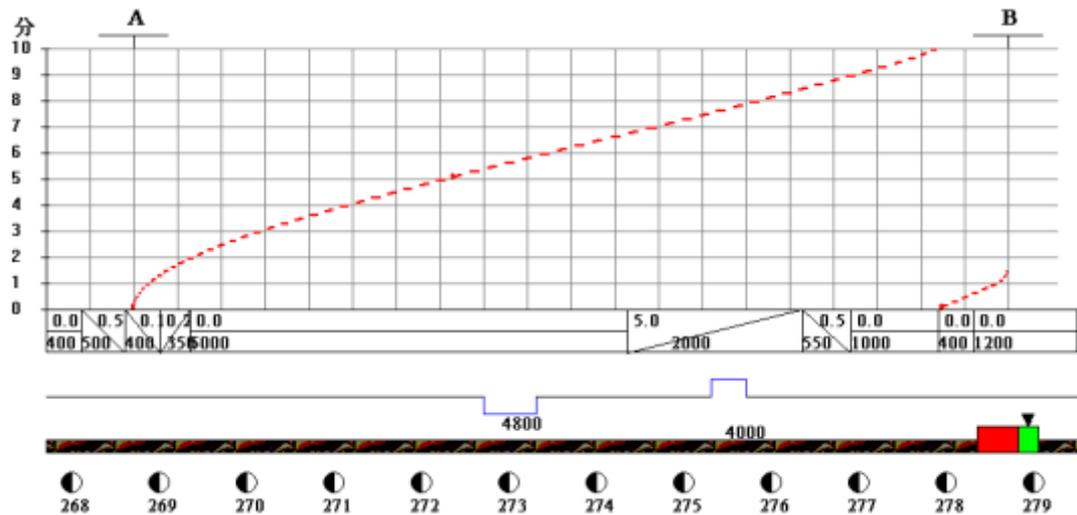
为验证曲线对列车运行的影响，将原有线路中较小的半径扩大，观察影响。将里程 275.3 处半径由-1800 改成-4000，线路如下：



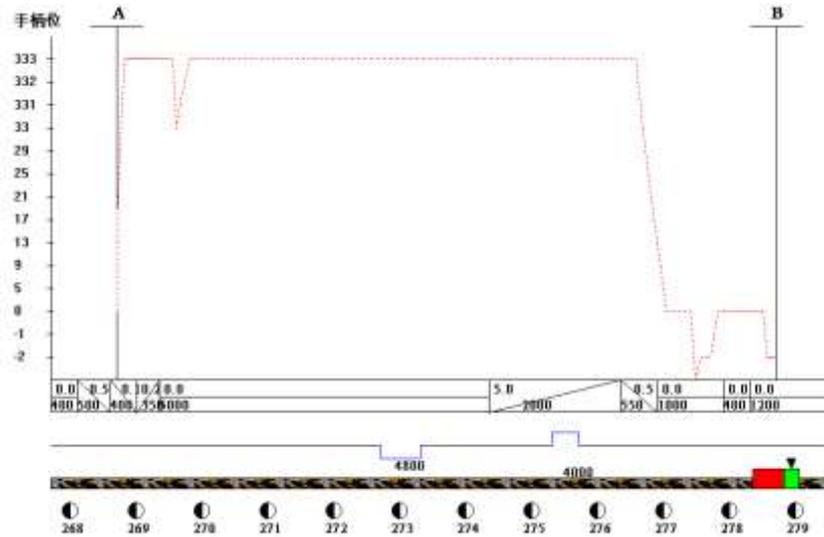
运行结果：



V-S 曲线



T-S 曲线



手柄位-S 曲线

区间	区间距离 (km)	运行时分	能耗	停车误差 (m)
初始	10	00:11:26 (12)	621.7	0.1
修改后	10	00:11:23 (12)	621.7	0.3

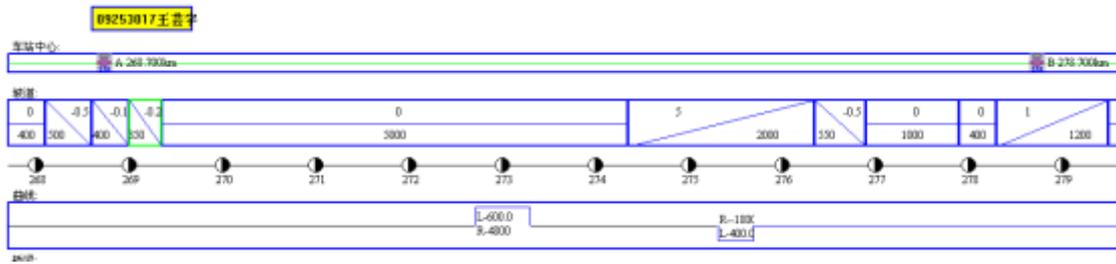
区段统计结果										
区间	走行时间 (min)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	最高速度位置 (km)	最大加速度 (m/s*s)	最大减速度 (m/s*s)	能耗统计 (kw*h)	制动初速 (km/h)	牵引时间 (s)	牵引率 (%)
初始	11.4	52.4	74.5	274.6	0.11	-0.36	621.75	34.7	540	78.64
修改后	11.4	52.4	74.5	274.6	0.11	-0.36	621.67	34.7	540	78.67

结果表明，将曲线半径变大后，运行时分减少，但能耗减小，牵引率有所提升。这是由于曲线半径过小会给车辆带来速度的限制，所以在线路设计时应注意曲线半径不宜过小，以提高运行速度，促进节能。

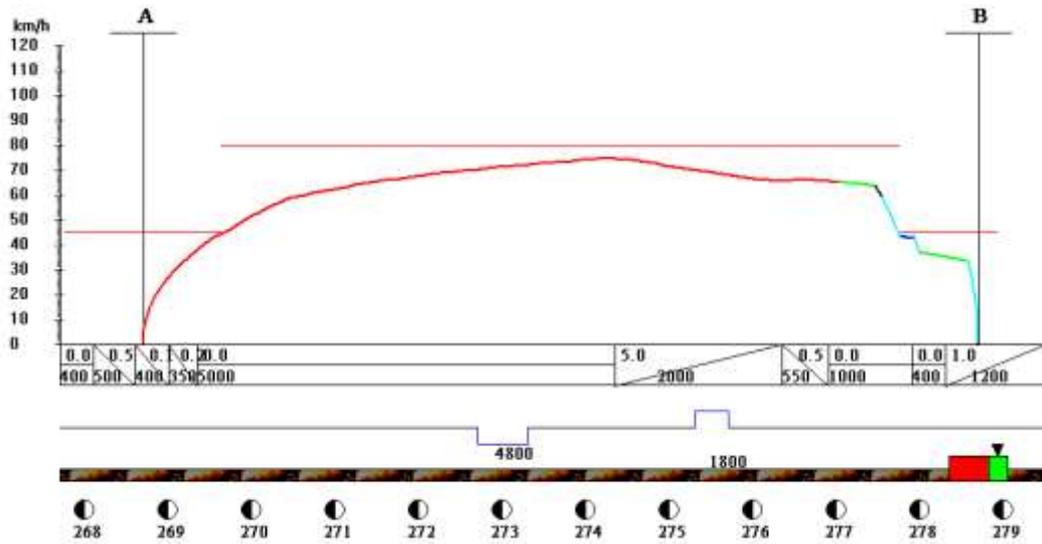
4 节能坡设计实验

节能坡要求满足出站下坡，进站上坡条件。故在 A 站出站时设下坡，B 站进站时设上坡。

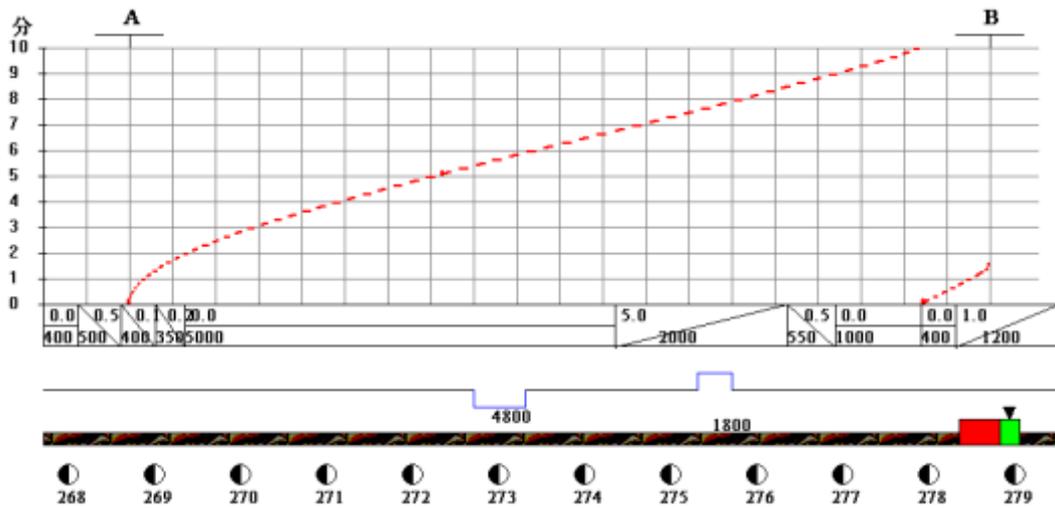
线路修改如下：



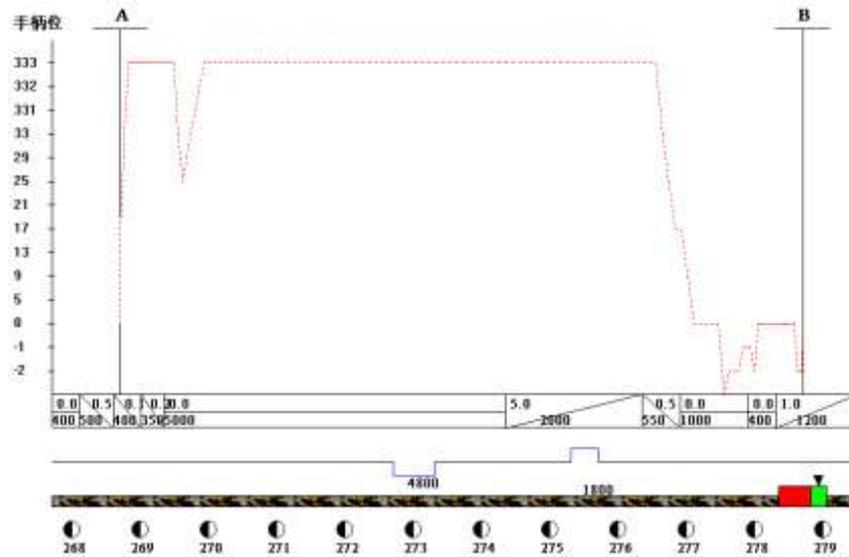
运行结果：



V-S 曲线



T-S 曲线



手柄位-S 曲线

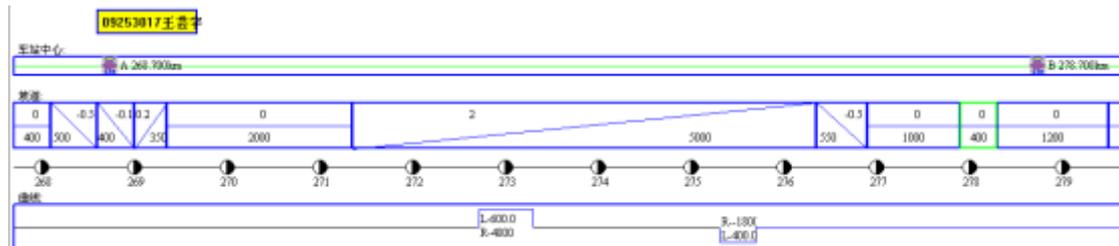
区间	区间距离 (km)	运行时分	能耗	停车误差 (m)
初始	10	00:11:26 (12)	621.7	0.1
修改后	10	00:11:36 (12)	618.2	0.1

区段统计结果										
区间	走行时间 (min)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	最高速度位置 (km)	最大加速度 (m/s*s)	最大减速度 (m/s*s)	能耗统计 (kw*h)	制动初速 (km/h)	牵引时间 (s)	牵引率 (%)
初始	11.4	52.4	74.5	274.6	0.11	-0.36	621.75	34.7	540	78.64
修改后	11.6	51.7	74.3	274.6	0.11	-0.4	618.25	26.9	545.8	78.19

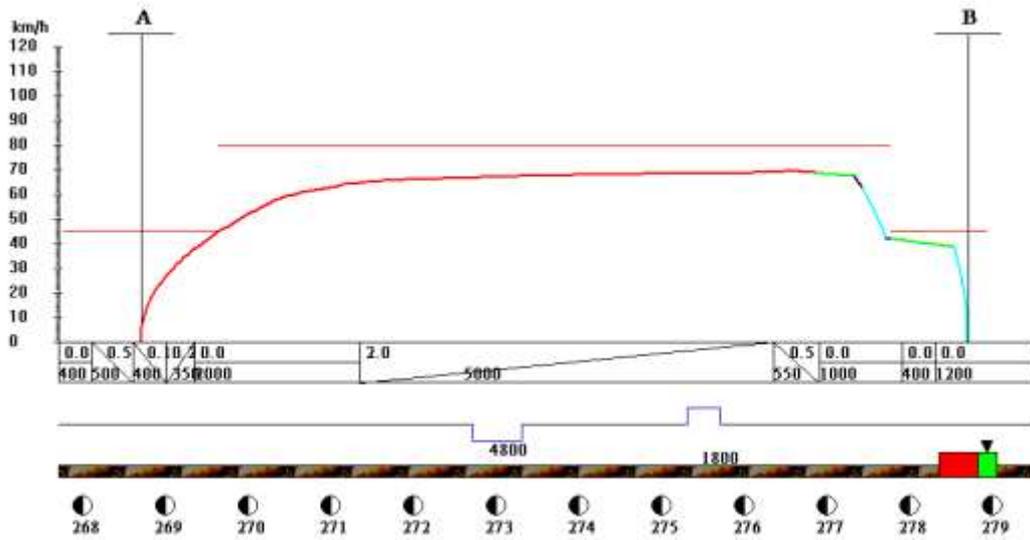
可以看出，设置节能坡后，能耗消耗变小。合理设置节能坡能够充分利用坡道来促进车辆的运行与制动，提高速度，减小能耗。

5 线路纵断面设计实验

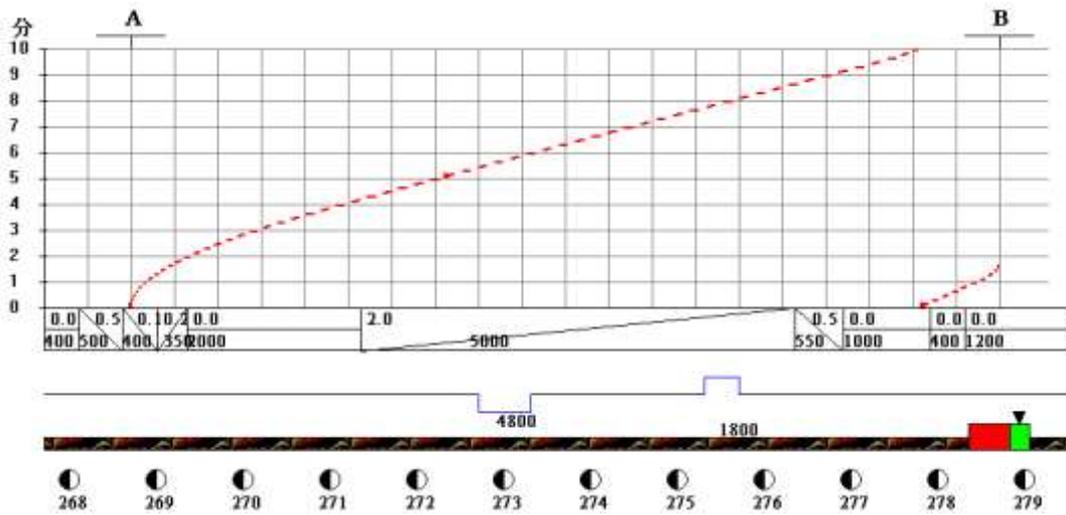
在“高程差”和区段长度不变的前提下，重新设计线路如下：



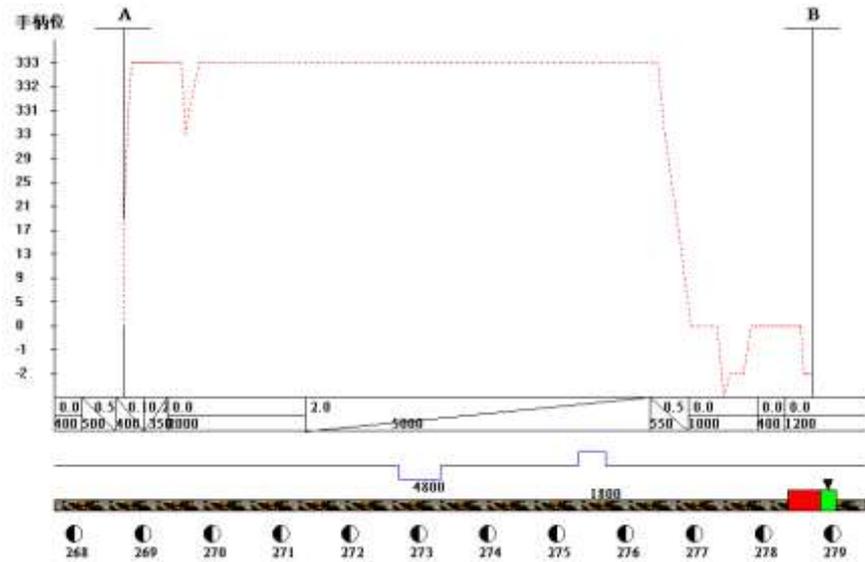
运行结果:



V-S 曲线



T-S 曲线



手柄位-S 曲线

区间	区间距离 (km)	运行时分	能耗	停车误差 (m)
初始	10	00:11:26(12)	621.7	0.1
修改后	10	00:11:39(12)	639.4	0.2

区段统计结果										
区间	走行时间 (min)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)	最高速度位置 (km)	最大加速度 (m/s*s)	最大减速度 (m/s*s)	能耗统计 (kw*h)	制动初速 (km/h)	牵引时间 (s)	牵引率 (%)
初始	11.4	52.4	74.5	274.6	0.11	-0.36	621.75	34.7	540	78.64
修改后	11.7	51.5	69.2	276.8	0.11	-0.38	639.45	32.5	545	77.93

在保持区段长度和高程差不变的条件下，我将中间的坡度拉长。虽然高程差不变，但是得出运行十分提高，能耗加大。这是因为较长的坡度会影响列车的区间运行速度。

6 实验二总结

通过本实验，我了解了在列车运行计算过程中线路条件的变化对列车运行过程和结果的影响，进而根据列车运行时间、能量消耗量的不同确定合理的线路平纵断面形式。

实验三 城市轨道交通车站设计（G站）

1 概述

1.1 设计依据

- 《地铁 xx 线工程工点设计招标文件》及补充招标文件
- 《地铁 xx 线工程规划方案》
- 《地铁 xx 线工程可行性研究报告》（电子版）
- 《地铁 xx 线工程可行性研究报告预审会专家组意见》（电子版）
- 《地铁 xx 线客流预测》（电子版）
- 《线路平、纵剖面图》（电子版）
- 《地铁设计规范》（GB50157-2003）及国家和地区的现行规范与标准
- 《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2005）
- 《建筑设计防火规范》（GB50016-2006）
- 《民用建筑设计通则》（GB50352-2005）
- 《地铁 xx 线管线详查技术报告》（电子版）
- 《人民防空工程设计规范》（GB50225-2003）
- 《人防防空工程设计防火规范》（GB50098-98(2001)）
- 《城市道路和建筑物无障碍设计规范》（JGJ50-2001）

1.2 主要设计原则

车站的总体布局应符合城市规划、城市交通规划、环境保护和城市景观的要求，妥善处理好与地面建筑、地面道路、地下管线、地下构筑物等之间的关系。最终稳定站位、选定站型、控制合理规模。

车站应以交通功能为主，贯彻“以人为本”的设计思想，以“功能合理，运营安全、节能、环保、经济”为整体目标。满足客流需求，保证乘客乘降安全、疏导迅速、布置紧凑、便于管理。

车站应注意内、外环境设计，具有良好的通风、照明、卫生、防恐、防灾、救灾等设施，为乘客提供舒适、安全的乘车环境。

车站设计中，应对总客流预测资料进行汇总分析，重点分析车站客流的组成特征、全日客流分布均衡性、分向客流分布特征等，作为车站规模控制、对相关计算结果进行调整的依据。

各线交汇处的换乘车站应结合客流流线研究换乘形式，其建筑结构应同步规划、同步设计。根据各线规划时差、线路关系、施工难度等因素统筹考虑分期建设：近期建设的线路，换乘节点应同步实施不能同步实施时，应预留换乘节点的土建接口条件。并应优先采用付费区内换乘的形式。车站出入口按共用的原则，统一布局规划设计，节约用地。

车站建筑设计应包括站前广场及与其它交通形式的衔接方案，在规划方案阶段应预留交通衔接设施的用地。依据地铁车站区域位置的不同，确定交通设施的布局和规模。站前广场应考虑设置自行车(含电动自行车)停放场地，数量按照高峰小时分向进站客流量进行计算。

车站设计应考虑地下、地上空间综合利用。设计应对车站所在位置的总体规划布局、现状环境及站内剩余空间等因素进行综合分析，预留相关技术条件。

车站出入口、风亭的位置应根据周边环境和城市规划的要求进行合理布置。应有利于客流吸引和疏散，并尽可能与周围建筑结合。

车站应建设无障碍设施。无障碍设计应满足现行无障碍设计规范的要求，设置为行动不便人士服务的通行设施：坡道、电梯、轮椅牵引机、导盲设施等。

1.3 主要技术标准

车站设计的主要技术标准涉及建筑与结构两个方面，对站内扶梯与楼梯能力、建筑空间的高度、结构的使用年限、抗震设防烈度、用房需求等方面进行规定。

1.4 建筑方面

车站建筑方面对各部位的能力及尺寸要求如表 1 和表 2 所列。

图表 1 车站各部位最大通过能力

部位名称	每小时通过人数 (人/h)
1m 宽自动扶梯	9600
1m 宽楼梯	单向下行：4200
	单向上行：3700
	双向混行：3200

表 2 车站各建筑部位的最小高度 (m)

部位名称	最小高度 (m)
站厅地板面至吊顶面	≥ 3.2
站台地板面至吊顶面	≥ 3.0
一般用地板面至吊顶面	≥ 2.7
出入口、换乘通道地板面至吊顶面	≥ 2.4
楼梯、自动扶梯段踏步面至吊顶面	≥ 2.3

1.5 结构方面

主体结构设计使用年限为 100 年。

抗震设防烈度为 8 度。

人防防护等级为 5 级。

车站结构防水按一级标准进行设计。

结构设计按抗浮设防水位进行抗浮验算。

1.6 各车站用房需求详细情况

G 路站总体设计阶段各车站用房需求详细情况如表 3-3 所列。

表 3 总体设计阶段各车站用房需求一览表 (G 路站区)

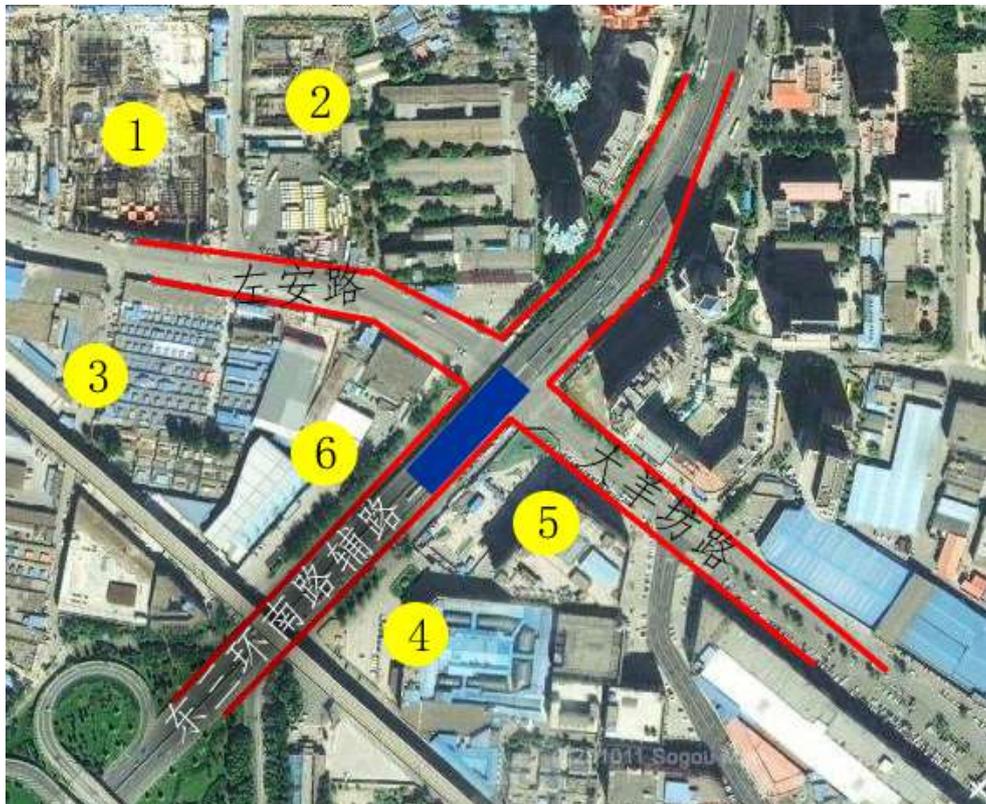
	G 站		G 站 (m ²)	备注
01	ISCS	车站控制室	45	用房短边不小于 6m，不得跨变形缝设置
02		综控设备室	40	紧邻车站候车室、控制室，用房短边不小于 5m
03	车站管理用房	值班站长室	15	设在站厅层，靠近车站控制室
04		会议交接班室	20	设在站厅管理用房较多的部位
05		值班休息室	15	靠近车站控制室，兼做各维修工位休息室
06		男女更衣室	10×2	设在站厅层管理用房较多的部位
07		专用卫生间	6	靠近值班休息室
08		车站备用品	10	车站用品库设在工作人员易于到达的区域，且联系

				方便	
09		公安安全室	15×2	套间, 尽量靠近公共区设置	
10	车站清洁用房	开水间	4	靠近值班休息室, 公共卫生间	
11		公共卫生间	15×2	可依据客流确定大小, 应设在付费区内, 尽量设在站台层, 男女坑位比例 1: 2, 门应开向安全门以内的区域	
12		残疾人专用卫生间	4.2	应设在付费区, 尽量设在站台层, 门应开向安全门以内的区域	
13		清扫工具间	8×2	建安公司保洁用房, 要求每个独立区域设置一处, 工作兼休息室	
14		垃圾间	4	设在隐蔽便于运输的地方	
15		垃圾收集间	5	设在地面出入口隐蔽便于运输的地方	
16	轨道用房	工务用房	20	有配线车站设在配线一侧	
17	供电牵引网	开关柜室	110	牵引降压混合变电所宜设在车站层用电负荷大的一端。底部设电缆夹层, 净高不小于1800mm。用房应集中设置, 彼此由高压-低压依次相邻。隧道柜室分设在车站两端进站侧。	
18		变电所控制室	20		
19		变配电室	90		不宜位于有水房间的下层或贴临。用房不得跨变形缝设置。需要上下层布置时, 应另设电缆夹层。具体布置与系统专业协商。
20		检修工具间	12		
21	供电电源整合	UPS 室	42	短边不小于 6m, 两间用房需同层贴临或上下贴临。	
22		蓄电池室	48		
23	安全门	安全门设备室	35	设在站台层, 靠近车站控制室一端安全门范围外。	
24	通信信号 PISOA	专用通信设备室	55	宽度不小于4.8m, 靠近综控设备室、信号设备室布置。远离厕所、开水房及牵引变电所	
25		商用通信设备室	55	宽度不小于4.8m, 靠近综控设备室、信号设备室布置。远离厕所、开水房及牵引变电所	
26		公安政务通信设备室	35	靠近通信设备室、公安安全室	
27		电缆间	20×2	上下行线靠车站外墙一侧设置。	
28		弱电电缆配线间	4	站厅站台设备集中区, 上下对齐	
29		0A/通信配线间	8	位于车站小端, 净宽不小于2m。配线间与专用通信设备室距离不大于50m, 靠近弱电竖井。	
30	信号设备室	40	宽度不小于4.5m, 靠近车站控制室、信号设备室布置, 远离厕所、开水房及牵引变电所、环控机房		
31	AFC	AFC 机房	20	宽度不小于 4.5m	
32		票务室	15	设于端厅式车站 AFC 机房一端	
33		AFC 配线间	6×2	设于端厅式车站无 AFC 机房一端, 宽度不小于 2m	
34	低压配电	配电室	18×2 15×2	设在站台、站厅两端, 尽量上下对齐, 不对齐时预留电缆连接通道, 站厅层 18 平方米, 站台层 15 平方米。	

35		换气电控室	66×2	靠近环控机房，每端各一。
36		冷冻站电控室	36	靠近冷冻站设置
37		强电电缆竖井	5	站厅站台设备集中区，上下对齐
38	给排水 消防	钢瓶间	20	靠近强弱电集中区域
39		消防泵房	25	靠近出入口布置
40		污水泵房	22	贴临站台公共卫生间布置，下设污水池，水泵基础到楼梯最小距离为0.8m，水池面积12-15 平方米
41		废水泵房	20	位于车站最低点，宜与变电所对侧布置
42	环控通风	小系统机房	200	位于设备用房集中布置的部位，依据车站平面布置
43		冷冻站	270	靠近车站冷负荷大的一端
44		环控通风机房 (风道)	约 300×2	位于车站两端，采用集成闭式系统，依据车站平面布置，连接进排风道
45	通信信号工区	OA 运营维护室	6	设置位置相对集中
46	车站公共区 设施	乘客服务中心	10	设在付费区和非付费区边界处，靠近乘客集中区域，但避开主要集散通道设置
47		监票亭	4	设在付费区和非付费区边界处，但避开主要集散通道设置
48		自动贩卖机	有	面向非付费区，不影响疏散处
49		公用电话	有	面向非付费区，不影响疏散处

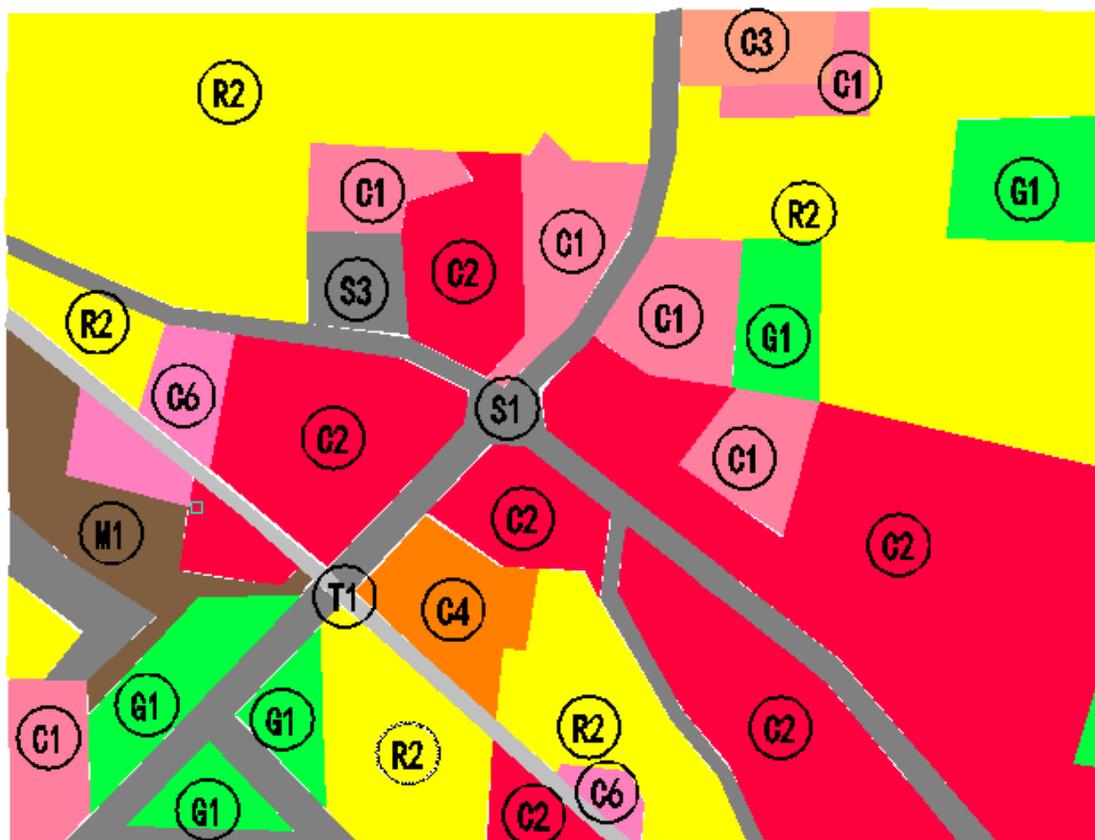
2 车站建筑方案设计

2.1 车站站位及周边环境



G 站属于地铁 14 号线，为位于三环与十里河桥交接处路口，路口西侧为左安路，道路北侧为住宅区(1)(2)，东侧为大羊坊路，东三环南路辅路道路两侧均为商业区，分布有国美电器(5)、家居广场(5)雪铁龙汽车服务公司(6)等大型商城。周围与 10 号线（规划段）十里河站相通，为 14 号线与 10 号线的换乘站。

东三环南路辅路路宽 70m。G 站位于三环路上，呈东北-西南分布。



G 站周围用地规划图

R2 为 2 类居住用地，G1 为绿地，C1、C2 为商业用地。

2.2 车站总体方案确定

G 站位于位于三环与十里河桥交接处路口，为地下两层岛式车站，呈东、西向布置。标准段总宽 20.9m，车站总长 282m，有效站台长 140m。车站主体结构建筑面积为 10089.3 m²，人行通道、出入口及风亭建筑面积为 3096.6 m²，总建筑面积为 13185.9 m²。

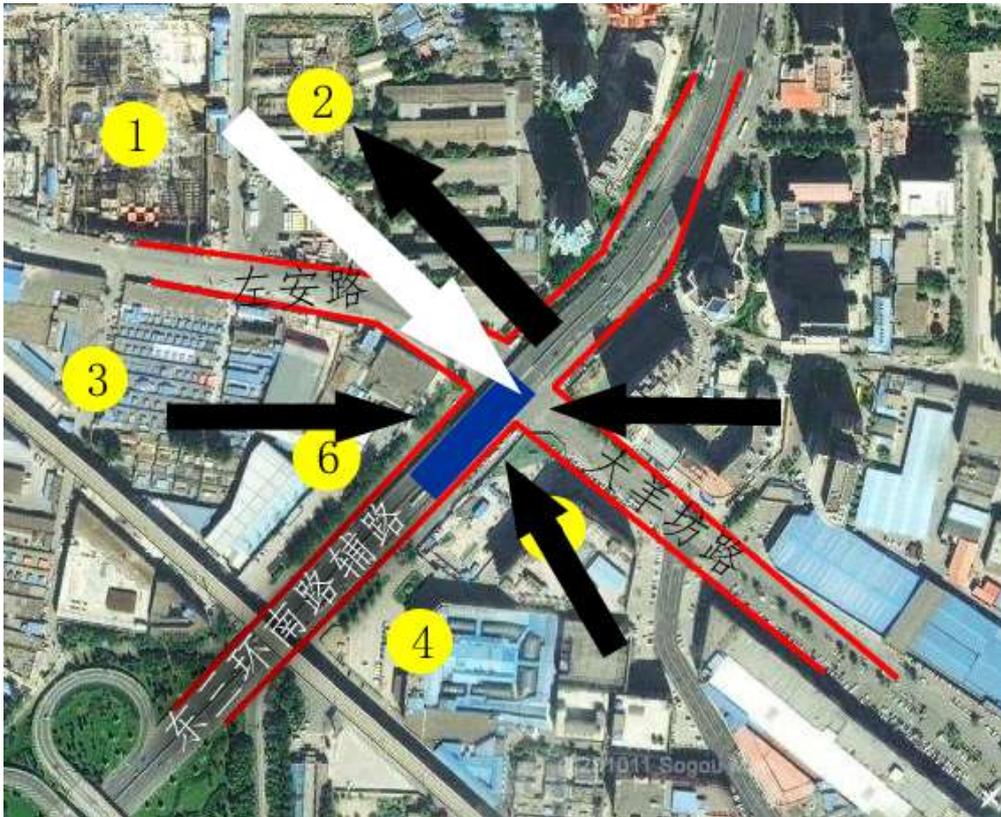
G 路站设置了 3 个出入口通道，1 个换乘通道：A 出入口位于站台西北象限；换乘通道位于西南象限，出入口通道与十号线站台联通；B 出入口位于站台东北象限；C 出入口位于站台的东南象限，也可平行换乘至 10 号线站台。车站共设置了 1 组风亭，位于车站尾部。



车站总体布置图

3 车站规模设计

3.1 客流分析



客流情况

该站的客流，早高峰主要来自西北方向的居民区，晚高峰主要来自从商场、学校集散而来以及通勤返回的客流。

表 G 站客流情况表

G 站	上行人数			下行方向		
	上车人数	下车人数	断面客流	上车人数	下车人数	断面客流
早高峰客流	3401	5436	23461	3588	3929	19976
晚高峰客流	3297	3110	15407	4501	2924	19068

本站远期早高峰

设计客流量为： $(3401+5436+3588+3929) \times 1.3=21260$ (人/小时)

上车设计客流量为： $(3401+3588) \times 1.3=9085.7$ (人/小时)

下车设计客流量为： $(3929+5436) \times 1.3=12175$ (人/小时)

本站远期晚高峰

设计客流量为： $(3297+3110+4501+2924) \times 1.3=17981.6$ (人/小时)

上车设计客流量为： $(3297+4501) \times 1.3=10137$ (人/小时)

下车设计客流量为： $(3110+2924) \times 1.3=7844$ (人/小时)

根据上述客流预测结果分析，G 路站客流以远期早高峰小时预测客流控制，设计客流量为 21260(人/小时)。上车设计客流以远期晚高峰小时预测客流控制，设计客流量为 10137(人/小时)。下车设计客流量以远期早高峰小时预测客流控制，设计客流量为 12175(人/小时)。

3.2 车站用房布置及面积

3.2.1 站厅层设备用房

车站站厅层西端设有必要设备用房：冷冻站、环控电控室、钢瓶间、照明配电室、银行、电缆井。

车站站厅层东端设置主要的设备管理用房：车站控制室、站长室、计算机房、警务室、警务通信设备室、公众通信机房等通信、信号设备用房、AFC 用房、会议室、休息室、更衣室、男女卫生间、蓄电池室、消防泵房、钢瓶间、环控电控室、环控机房、照明配电室、电缆井、等用房。

3.2.2 站台层设备用房

车站站台层西端设有：照明配电室、电缆井、隧道柜室。东端设有：安全门控制室、照明配电室、车站备品库、钢瓶间、35KV 开关柜室、控制室、0.4 KV 开关柜室、检修室、储藏室、清扫工具间、污水泵房、废水泵房、卫生间、整流变压器室、电能吸收装置室等用房。管理用房与设备用房的使用面积如下表所列。

功能	序号	名称	使用面积(m ²)
管理用房	1	车站控制室	50.13
	2	站长室	11.22
	3	等候室	10.56
	4	警务室	23.2
	5	会议室	20.88
	6	车站备品库	11.23
	7	休息室	12.18+12.18
	8	银行	14.85
	9	票务及问讯	8.5
	10	公共卫生间	6.67+6.89+4.6
	11	男女更衣室	10+10
	12	工作人员卫生间	11.4+11.68

	13	站台监察亭	6
	14	清扫工具间	8.52
设备用房	1	AFC 设备室	10.88
	2	AFC 票务室	25.66
	3	综合维修室	8.25
	4	污水泵房	16.6
	5	钢瓶间	9.73+20.88+19.8
	6	照明配电室	16.33+11.23+9.9+12.61
	7	低压电缆井	2×6
	8	蓄电池室	20.79+21.3
	9	警用通信设备室	24.43
	10	车站通信设备室	38.4
	11	信号设备室	65.67
	12	废水泵房	24.46
	13	空调机房	367+165
	14	隧道风机房	430+430
	15	冷冻站	123.67
功能	16	安全门控制室	20.33
	17	公众通信机房	42.6
	18	控制室	32.18
	19	35 KV 开关柜室	66.17
	20	检修	13.7
	21	0.4KV 开关柜室	133.84
	22	强电电缆井	2×5
	23	隧道柜室	25×2
	24	整流机组室	70
	25	电能吸收装置室	35×2
	26	储藏室	9.8

3.2.3 垂直电梯、自动扶梯、楼梯

G 站付费区内设置一部垂直电梯、3 部下行扶梯、两部上行扶梯、两步双向混行楼梯，用于站台与站厅之间的连接。

另外设一部从 14 号线站台换乘到 10 号线 G 站台的下行楼梯。

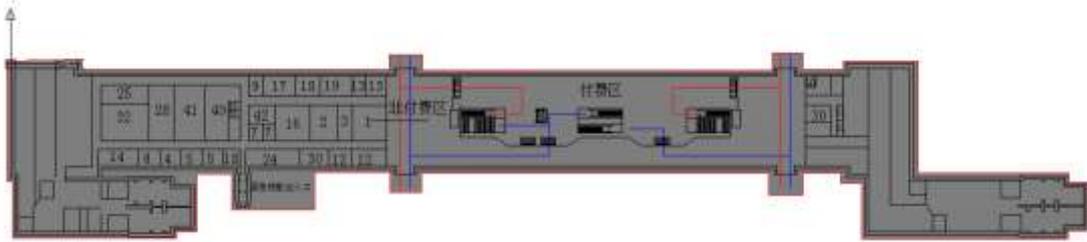
4 车站建筑设计

4.1 车站主体建筑

4.1.1 站厅层

站厅层集散厅划分为非付费区和付费区两部分，两个区域之间设有进出闸机和固定栅栏分隔，在分隔带上靠近进站闸机附近设有票务室(内设半自动售票机)，负责解决票务纠纷和办理补票业务。在非付费区内设有足够的乘客集散空间，布置有自动售票机、自动验票机，还有银行、公用电话等公共服务设施。乘客从地面不同方向就近由出入口通道进入车站站厅

层，在非付费区进行售、检票后进入付费区，通过联系站厅、站台间的楼、扶梯和电梯直接进入站台公共区候车。D路站付费区内设置4部扶梯、1部垂直电梯、2部楼梯。



站厅层示意图

4.2.2 站台层

站台层在站台公共区上设有4部扶梯、1台垂直电梯和2部楼梯，能够满足乘客安全、方便、快捷出站的要求，且同时也能满足在紧急状态下的疏散需要。

(1) 站台长度

远期车辆按7节B型车（18.36米车长）编组。

远期列车编组长度加上允许的停车附加距离：

$$L = l \times n + 4 = 18.36 \times 7 + 4 = 132.52\text{m}$$

综合各种因素选择长度为135m

(2) 站台宽度

岛式站台宽度计算公式：

$$B_2 = \frac{2q\rho}{L} + M + 2b + n \times \text{柱宽} + (\text{楼梯宽} + \text{自动扶梯宽}) \geq B_{2\min}$$

q——远期每列车超高峰小时上、下车设计客流量之和，为远期高峰小时的1.2-1.4倍，人；

ρ——站台上人流密度，0.5m²/人；

L——站台有效长度，m；

M——站台板边缘至安全门立柱内侧的距离，取0.25m；

b——站台边缘安全带宽度，0.45m；

n——站台横断面方向的立柱数目；

柱宽——1.5m

楼梯宽——3.7m

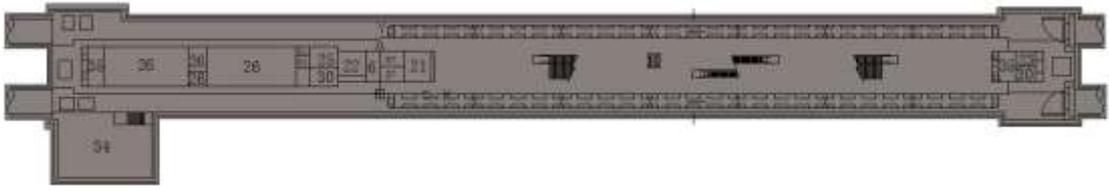
自动扶梯宽度——1.5m

B_{2min}——岛式站台允许最小宽度8m

根据客流特性，早高峰的客流最大，远期早高峰发车间隔为2分钟，故取早高峰上下行上车人数之和除以30作为一辆车上下车人数。

$$B_2 = \frac{2 \times 1.3 \times 16354 \times 0.5}{135 \times 30} + 0.25 + 2 \times 0.45 + 2 \times 1.5 + (3.7 + 1.5) = 14.6\text{m}$$

综合各种因素，采用15m宽岛式站台。站台图示如下：



站台层示意图

(3) 楼梯和扶梯设置

名称	每小时通过人数	
1m 宽通道	单向通行	5000
	双向通行	4000
1m 宽楼梯	单向下楼	4200
	单向上楼	3700
	双向混行	3200

设计客流量 (G 站远期早高峰) 为: $(3401+5436+3588+3929) \times 1.3=21260$ (人/小时)

上车设计客流量 (G 站远期早高峰) 为: $(3297+4501) \times 1.3=10137$ (人/小时)

下车设计客流量 (G 站远期晚高峰) 为: $(3929+5436) \times 1.3=12175$ (人/小时)

车站下行扶梯宽度计算: $12175/7200=1.69$ (m)

车站上行楼梯宽度计算 (已设一个 1m 宽扶梯): $(10137-7200) / 3200=0.89$

站台与站厅之间设有 3 部下行扶梯, 1 部下行扶梯, 2 部混行楼梯。两部 1m 扶梯、一部 3m 混行楼梯为一组, 共两组 (每组 5m 宽), 楼扶梯的设置数量能满足要求。

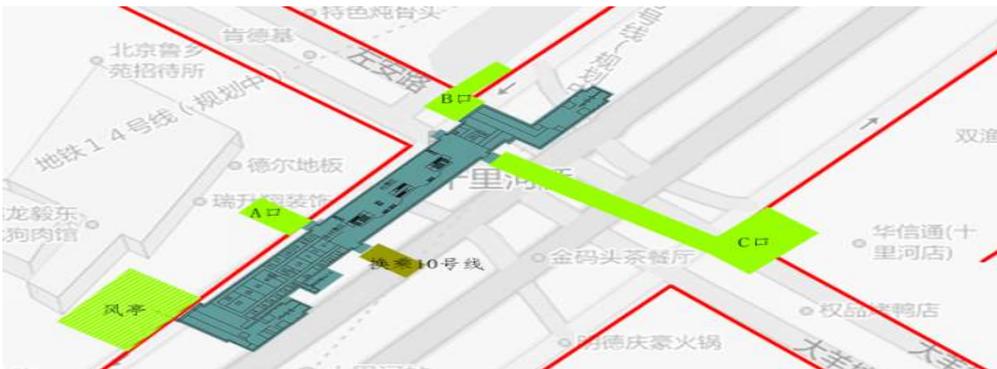
4.2 车站地面建筑设计

G 路站位于三环路 with 左安路交叉口的西南侧, 车站沿三环路大道顺向设置, 呈东西走向。车站采用明挖施工, 两端区间均采用盾构法施工, 车站东端、西端均为盾构始发。

车站总长 268.12m, 标准段宽 25m。

G 路站设置了 3 个出入口通道, 1 个换乘通道: A 出入口位于站台西北象限; 换乘通道位于西南象限, 出入口通道与十号线站台联通; B 出入口位于站台东北象限; C 出入口位于站台的东南象限, 也可平行换乘至 10 号线站台。

车站共设置了 1 组风亭, 位于车站尾部。



4.3 车站物业开发及综合利用

(1) 总体构思

利用车站的建成, 完善城市公交系统, 带动本地区的可持续发展, 完善周边地区已初具规模的居住等用地发展格局。

(2) 功能分析

根据周边土地利用情况可知, G 路站车站周边主要为居住用地、商业用地, 车站的设置

对于居民出行效率会产生极大的改善，对不同用地之间协调发展产生积极影响。

（3）交通流线分析

周边规划已初具规模，交通流线分析除了满足地铁站与邻近地块间的相对流线关系，应充分发挥车站服务范围内地块开发具有较大潜力的特点，采取多形式的交通形式及流线组织，快捷高效地集散客流。

（4）车站与物业、交通衔接规划设想

车站与公交车站、多元化性质物业等组合设置是有效发挥本地区的地块开发潜力的规划措施，也可有效地带动周围区域的相应发展，通过地铁解决区域物业的人流集散，提升物业的有效升值，同时地铁也在此有效地衔接其它公共交通，通过十四号线的延伸效应带动到周边地区发展。

4.4 车站客流组织

本站进出站客流主要以周边 500m 内居住、购物客流为主，以及少量公交换乘客流。

站内乘客的基本流动大致可以分为三个部分：即候车部分(站台)、流动部分(楼梯、自动扶梯、电梯、通道等)、集散部分。为了使车站能够更好地满足功能需要，必须合理地安排以上三个部分，并且必须重视确保通畅的乘客流线指示设施。

在组织人流路线时，着重考虑了以下几点：

- a 乘客流线与站内工作人员流线分开；
- b 进出站客流及换乘客流路线尽量避免交叉和相互干扰；
- c 乘客购票、问讯及使用公共设施时均不妨碍客流通行。

4.5 车站无障碍设计

根据规范要求，应考虑设置为残疾人提供服务的设施和无障碍设计，因此在出入口、售检票系统、站厅、站台、公共厕所等乘客到达区均应考虑无障碍设计。D 路站在 4 号出入口处设置一台垂直电梯，站厅到站台设置 1 台垂直电梯，残疾人进出站可在电梯的辅助下自由的进出车站。在站台公共卫生间设有残疾人专用卫生间，并设有盲人导向系统。

4.6 车站防灾设计

（1）防火分区

根据《建筑设计防火规范》(GB50016-2006)、《地铁设计规范》(GB50157-2003)等有关规定，A 路站设有 5 个防火分区。

站厅层公共区和站台层公共区为一个防火分区；

站厅左端设备及管理用房区为一个防火分区，右端设备及管理用房区分为一个防火分区；

站台层两端设备管理用房区各为一个防火分区。

除公共区外，每个防火分区面积均小于 1500 m²，每个防火分区之间采用耐火极限为 4 个小时的防火墙分隔，防火墙上的门均采用甲级防火门，开启方向为疏散方向，两个防火分区之间墙上设有观察窗时，应采用 C 类甲级防火玻璃。每层分别设置相应的消防设备和设施。

车站设备区、公用区、出入口通道、管理用房、楼扶梯口、走道等处均设置应急照明和疏散指示标志。

车控室、变电所、通信、信号设备室、环控电控室等受气体灭火保护的房间，应采用耐火等级不低于 3 小时的隔墙和耐火极限不低于 2 小时楼板与其他部位隔开，建筑吊顶应采用不燃烧材料，隔墙上的门采用甲级防火门。

（2）防烟分区设计

各站均设置防烟分区，每个防烟分区的面积均小于 750 m²，且防烟分区不能跨越防火分区，梁的高度不小于 500mm。无条件采用梁分隔时，应采用固定式挡烟垂壁。在站台公共区的楼梯、扶梯开孔处和站厅人行通道口处采用固定式挡烟垂壁进行防烟分隔，挡烟垂壁下橡

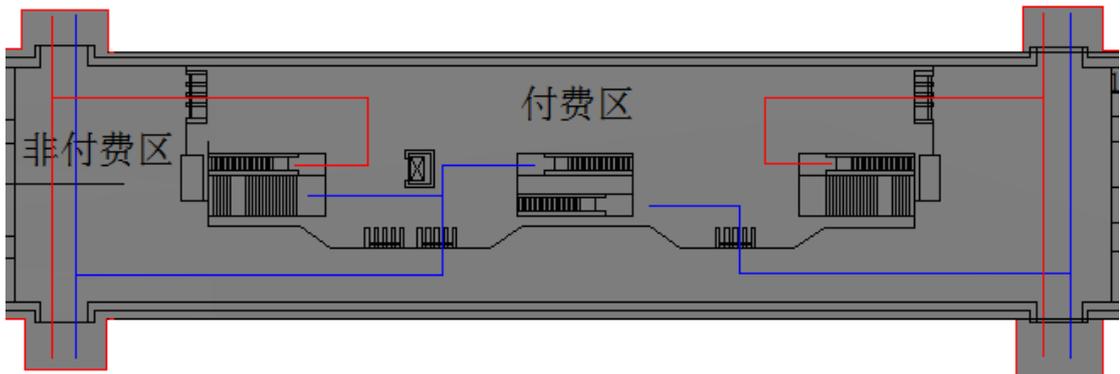
至楼梯踏步面垂距不应小于 2.3m。在设备管理用房区，采用隔墙到顶的形式分隔，挡烟垂壁周围采用空透性吊顶。当楼、扶梯洞口侧面装修面采用密实材料时，可代替挡烟垂壁。

4) 换乘通道

14 号线和 10 号线在十里河站行程两条平行线路，采用 H 型换乘，即从 14 号线站台中部通过楼梯，引出通道与 10 号线站台相连。通道设置为两侧单向通行。

5 车站流线设计与容量校核

5.1 车站流线设计



红色为进站流线，蓝色为出站流线。

5.2 容量校核计算

火灾时紧急疏散量为远期高峰小时上一断面客流量(1 个行车间隔)，加上 1 个行车间隔内(60/30=2 分钟)在站台上候车的设计客流量及工作人员，紧急疏散的有效时间为 6 分钟(其中 1 分钟为反应时间)，疏散到地面站厅。按下面情况验算：

车站内一部上行扶梯照常运行，3 部下扶梯停止运行当步梯使用(考虑到紧急情况除去一台不计，算作两台)，不考虑换乘楼梯。其中自动扶梯通过能力为 120 人/米·分钟，楼梯为 62 人/米·分钟，列车乘客数按上一断面高峰流量计算，为 1685 人。

$$\begin{aligned} \text{疏散时间: } T &= 1 + (Q_1 + Q_2) / 0.9 \cdot [A_1(N-1) + A_2 \cdot B] \\ &= 1 + [23461 \times 1.3/30 + (3401 + 3588) \times 1.3/30 + 20] / 0.9 \times [120 + 62 \times 8] \\ &= 2.83 \text{ 分钟} < 6 \text{ 分钟} \end{aligned}$$

Q1——超高峰时段列车进站的断面客流(取上下行方向中较大者)，一列车乘客数(人)；

Q2——站台上候车乘客和站台上工作人员(人)；

A1——自动扶梯通过能力[人/(min·m)]；

A2——人行楼梯通过能力[人/(min·m)]；

N——自动扶梯台数；

B——人行楼梯总宽度(m)。

因此，车站设计满足紧急疏散要求。

实验四 机车牵引特性分析与机车选型

1 机车选型影响因素

不同类型的机车在运行速度、购置成本、能耗成本、维护成本以及环境影响（如噪声）等方面表现有一定差异。

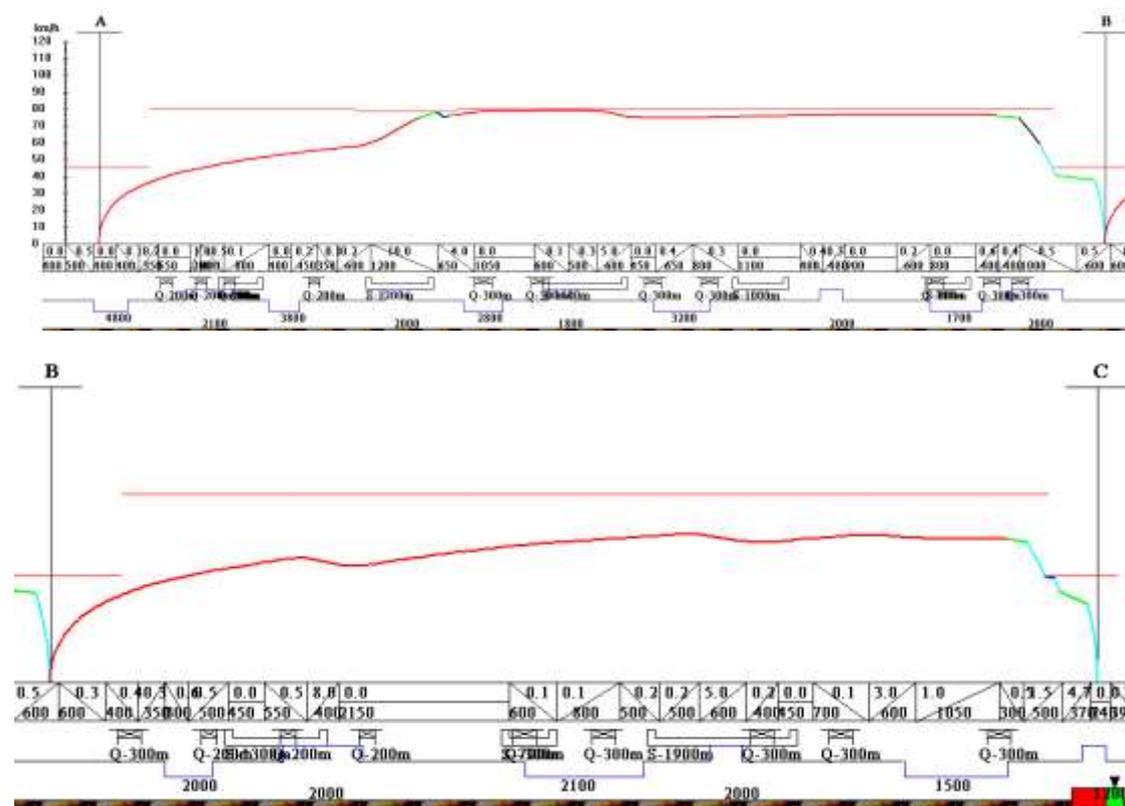
机车选型的重点影响因素：

- 1) 可行性；
- 2) 经济性；
- 3) 其他因素（如环保等）。

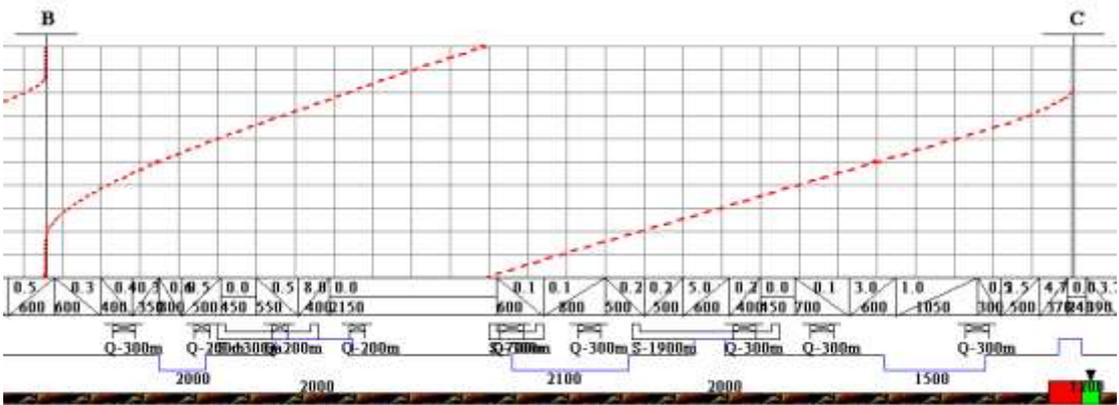
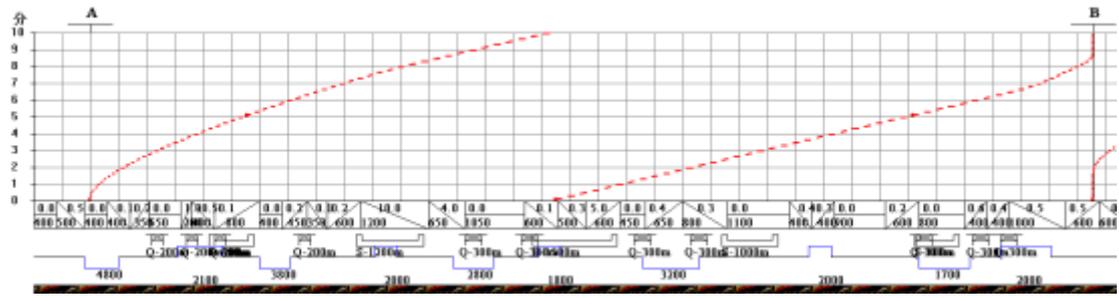
2 机车选型实验结果

选定三种内燃机车进行模拟：DF4 货、DF4B、and5，牵引质量为 3017t

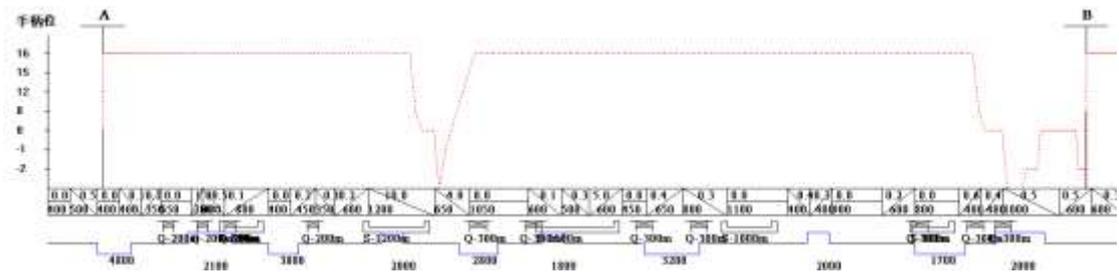
1) 第一辆 3017-4-1，机车类型为 DF4 货，模拟结果如下：（结果文件 4-1，运行文件 4-1-1）



DF4 货机型速度-距离曲线

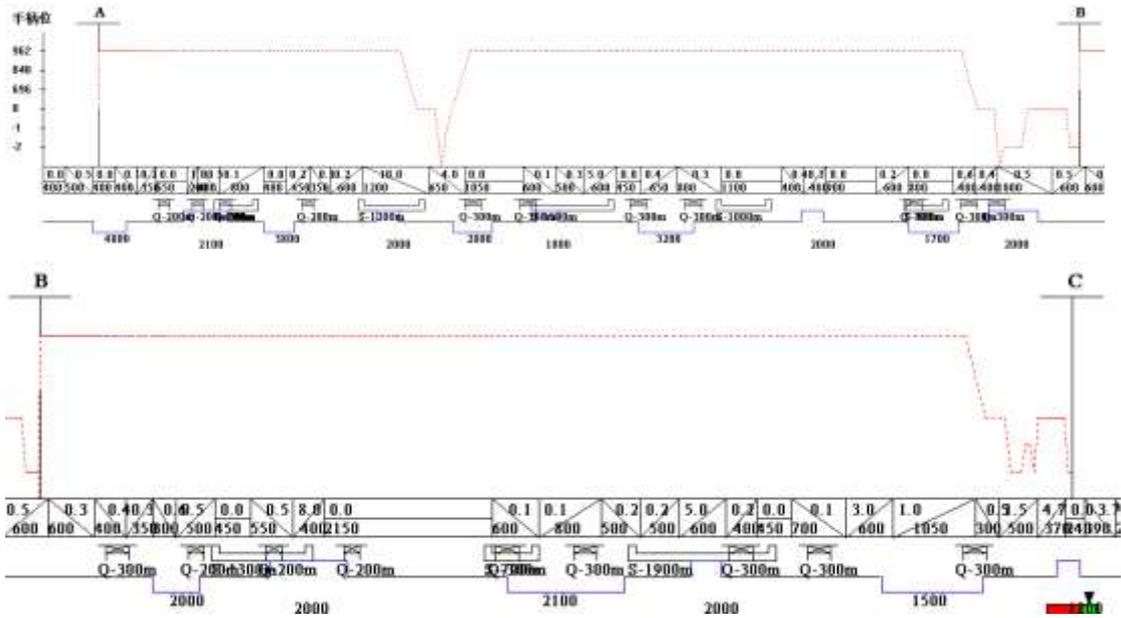


DF4 货机型时分-距离曲线



DF4 货机型手柄-距离曲线

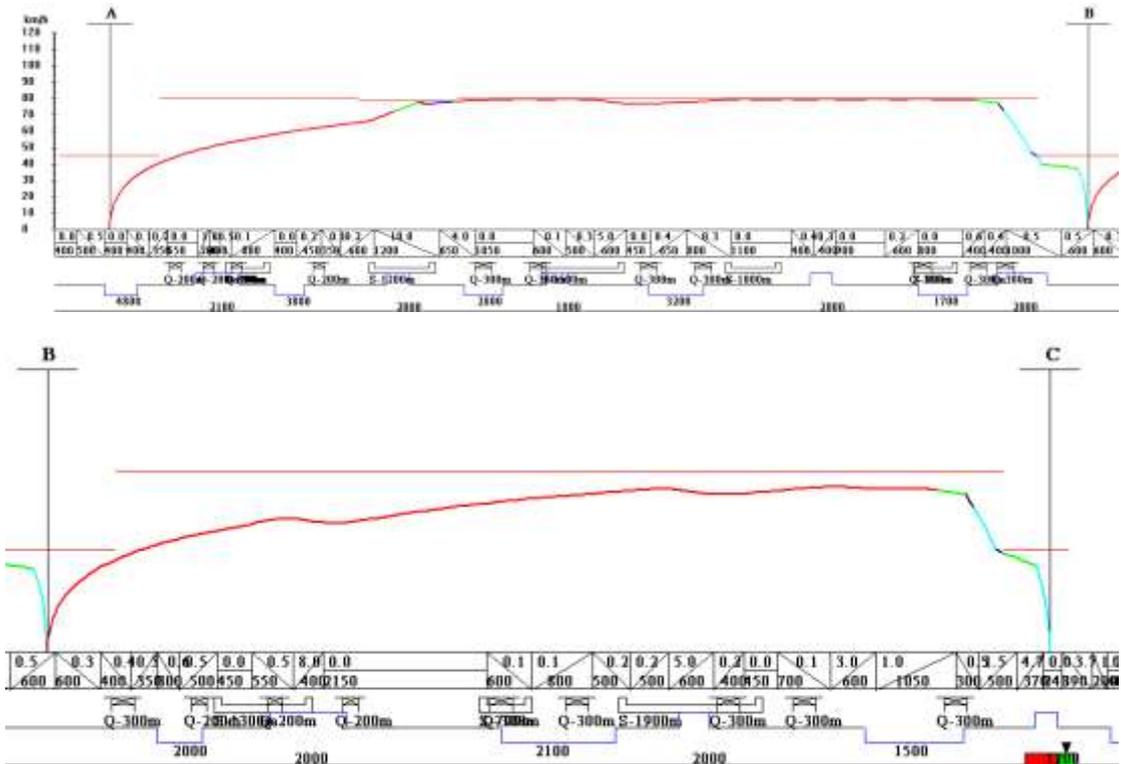
机型	运行区间	运行时分 (h:m:s)	区间距离 (km)	最大加速度 (m/s ²)	最大减速度 (m/s ²)	运行能耗 (kg/kwh)	停车误差 (m)
DF4(货)	A-B	0:18:42	17.8	0.1	-0.33	123.46	0.3
	B-C	0:16:33	13.25	0.1	-0.34	122.56	0.2



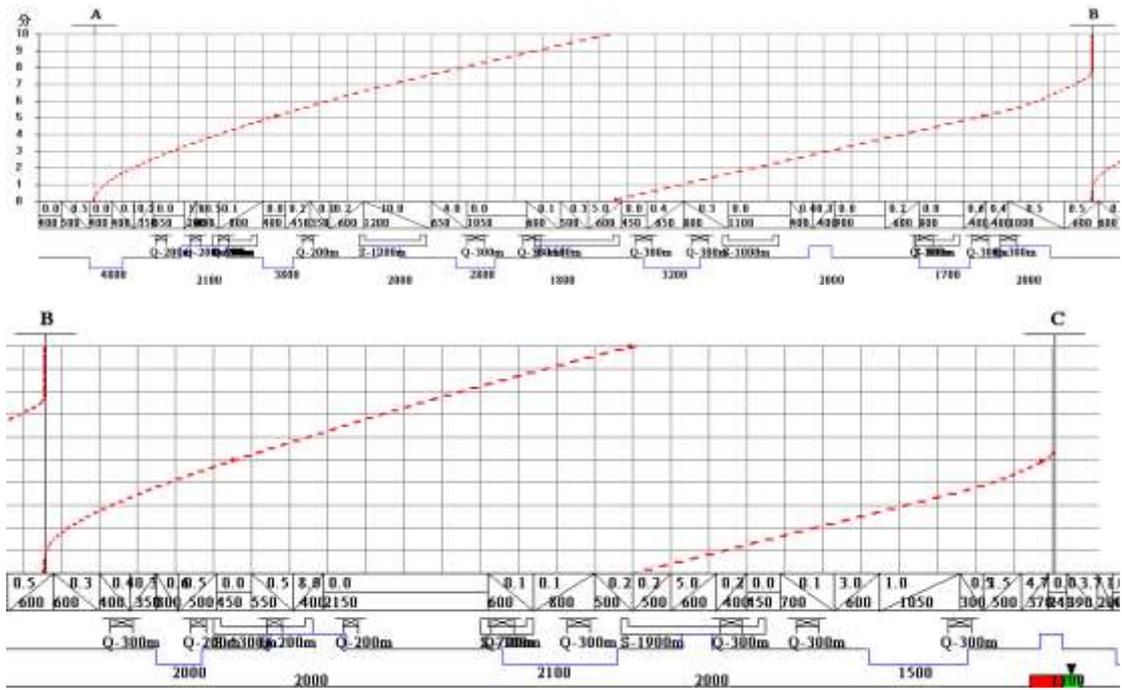
DF4B 机型手柄-距离曲线

机型	运行区间	运行时分 (h:m:s)	区间距离 (km)	最大加速度 (m/s ²)	最大减速度 (m/s ²)	运行能耗 (kg/kwh)	停车误差 (m)
DF4B	A-B	0:18:56	17.8	0.11	-0.32	116.05	0.3
	B-C	0:16:48	13.25	0.1	-0.35	112.88	0.3

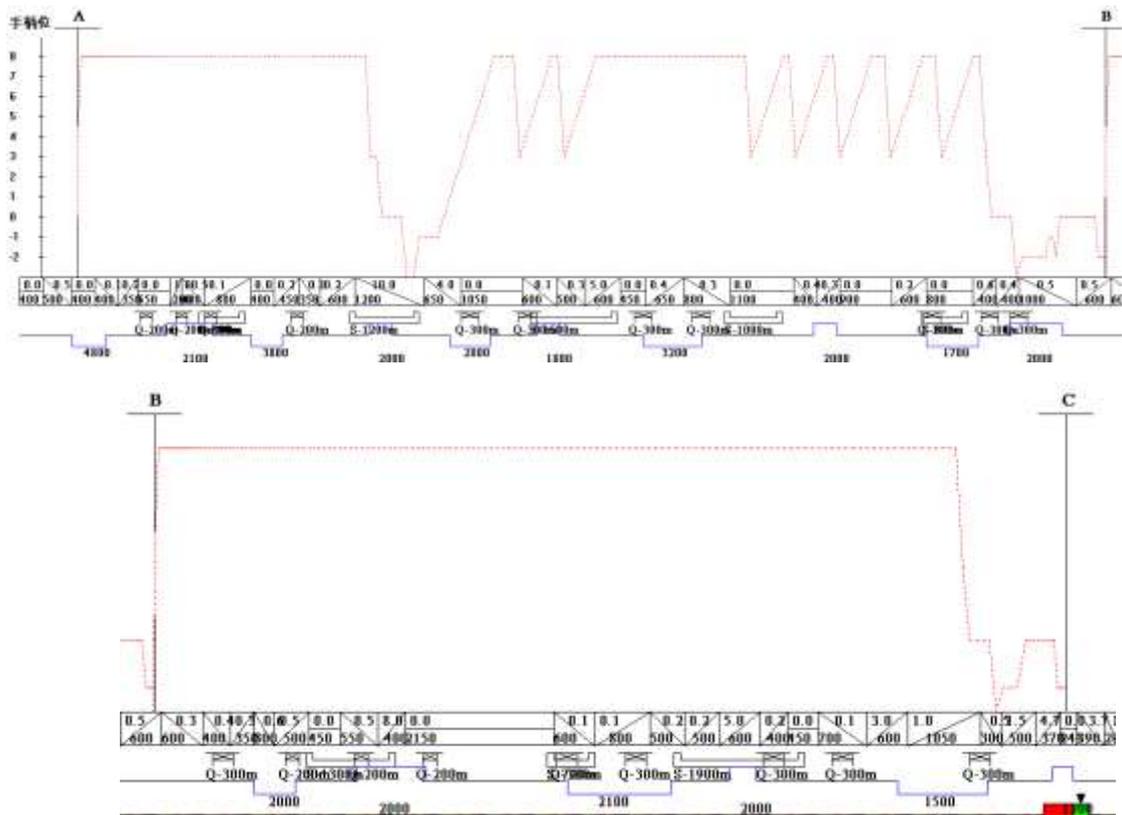
1) 第三辆 3017-4-3, 机车类型为 and5, 模拟结果如下: (结果文件 4-3, 运行文件 4-3-1)



And5 机型速度-距离曲线



And5 机型时分-距离曲线



And5 机型手柄-距离曲线

机型	运行区间	运行时分 (h:m:s)	区间距离 (km)	最大加速度 (m/s ²)	最大减速度 (m/s ²)	运行能耗 (kg/kwh)	停车误差 (m)
and5	A-B	0:17:46	17.8	0.11	-0.33	120.99	0.1

	B-C	0:14:44	13.25	0.11	-0.34	120.29	0.2
--	-----	---------	-------	------	-------	--------	-----

3 结果对比分析

1) 时间、速度、能耗因素

机型	运行区间	运行时分 (h:m:s)	区间距离 (km)	最大加速度 (m/s ²)	最大减速度 (m/s ²)	运行能耗 (kg/kwh)	停车误差 (m)
DF4(货)	A-B	0:18:42	17.8	0.1	-0.33	123.46	0.3
	B-C	0:16:33	13.25	0.1	-0.34	122.56	0.2
DF4B	A-B	0:18:56	17.8	0.11	-0.32	116.05	0.3
	B-C	0:16:48	13.25	0.1	-0.35	112.88	0.3
and5	A-B	0:17:46	17.8	0.11	-0.33	120.99	0.1
	B-C	0:14:44	13.25	0.11	-0.34	120.29	0.2

区段	机型	牵引总重 (t)	区间距离 (Km)	运行时分 (min)	平均速度 (m/s)	最高速度 (m/s)	最低速度 (m/s)	最大加速度 (m/s ²)	最大减速度 (m/s ²)	能耗 (kw*h)
A-C	DF4(货)	3017	31.05	35.3	52.8	78.8	49.2	0.10	-0.34	246.03
A-C	DF4B	3017	31.05	35.7	52.1	78.2	48.5	0.11	-0.35	228.93
A-C	and5	3017	31.05	32.5	57.3	79.5	56.8	0.11	-0.34	241.8

由以上数据可以看出，三种机车的行驶时间都在 39min 以下，都符合条件。其中 DF4（货）和 DF4B 的情况比较相似，DF4B 能耗相对较小。而 and5 机车运行时分小、能耗小、停车误差也较小。

2) 经济性因素

DF4 货换算工程运营费为 241 万元/km，DF4B 换算工程运营费为 235 万元/km，and5 是新型机车，费用较高。

3) 其他因素

东风 4 型内燃机车是大连，资阳，大同机车车辆工厂 1969 年开始试制的大功率干线客货运内燃机车，1974 年转入批量生产。在实际运行中不断改进设计，制造了东风 4B 型、东风 4C 型、东风 4D 型系列产品。东风 4 型的传动方式与第一代东风型内燃机车的最大不同是开始采用交-直流电传动 (AC-DC)。东风 4B 型内燃机车标称功率增加到 1985kW。最大速度，货运 100km/h，客运 120km/h，车长 20500mm，轴式 C0-C0，传动方式为直-直流电传动。以上两种车属于大功率干线客货运内燃机车，耗能较大。

4) 机车选型

综合以上数据考虑，若是要考虑经济因素，应选择 DF4B 型机车，但是长远发展来看，应选择 and5 型机车。

实验五 列车制动过程模拟实验

1 停车制动实验

定义两列车，其中 30171 为重车，30172 为空车（机车均为 DF4 货）。控制每次惰行距离大约为 534m，常用制动取 90kpa，紧急制动取 170kpa，以下为模拟结果：

1) 模拟图像

(1) 重车常用制动

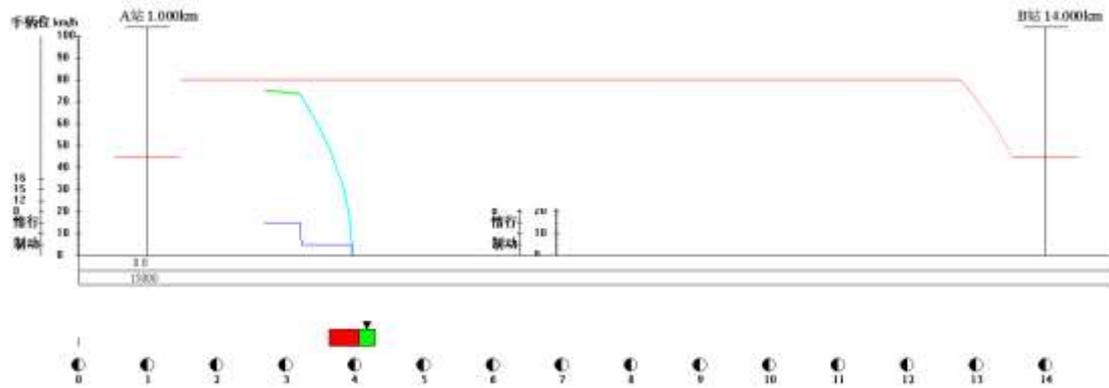


图 1 重车常用制动速度、手柄-距离曲线

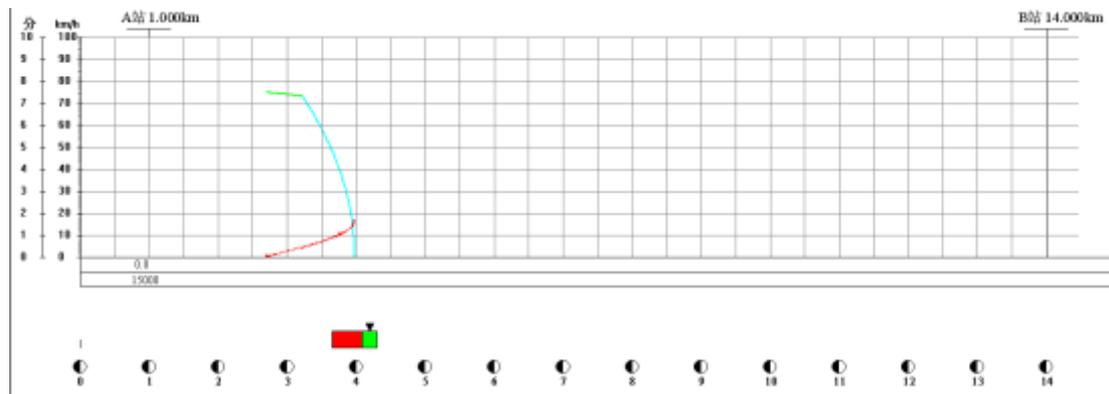


图 2 重车常用制动速度、时间-距离曲线

(2) 重车紧急制动

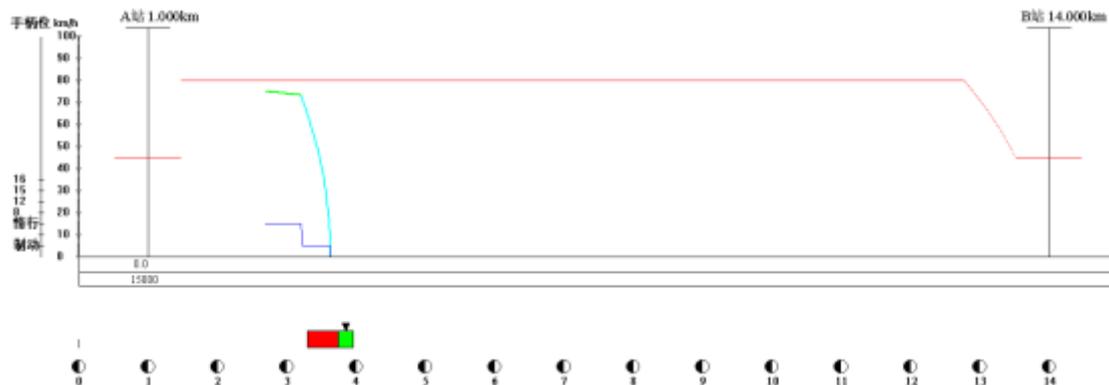


图 3 重车紧急制动速度、手柄-距离曲线

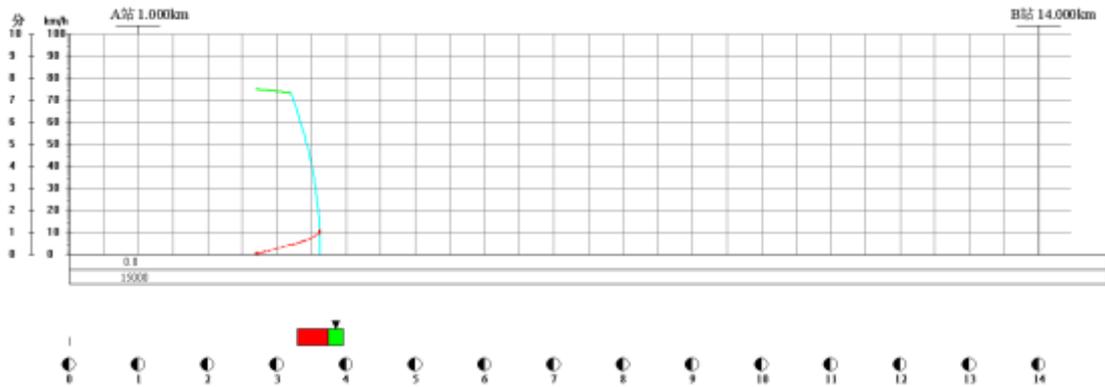


图 4 重车紧急制动速度、时分-距离曲线

(3) 空车常用制动

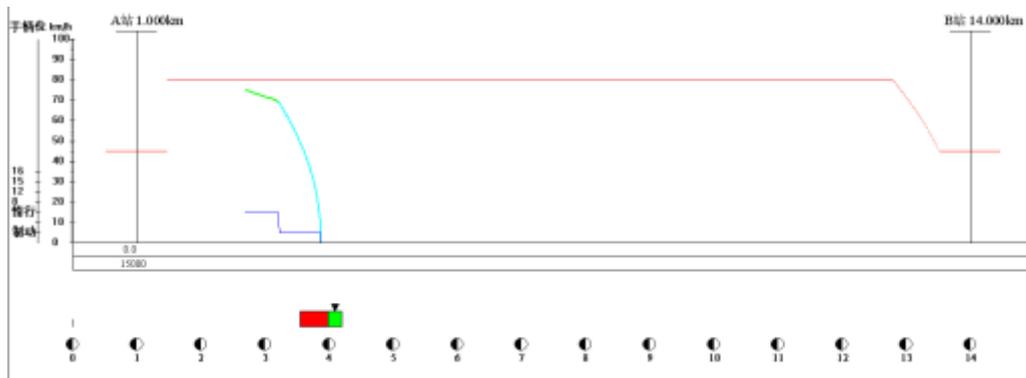


图 5 空车常用制动速度、手柄-距离曲线

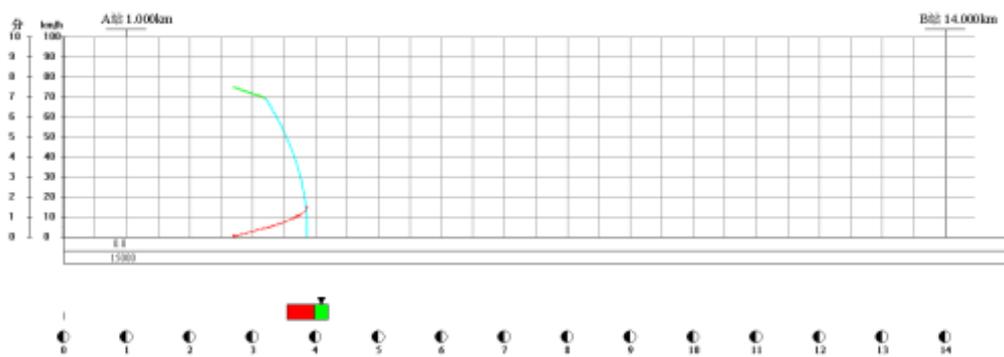


图 6 空车常用制动速度、时分-距离曲线

(4) 空车紧急制动



图 7 空车紧急制动速度、手柄-距离曲线

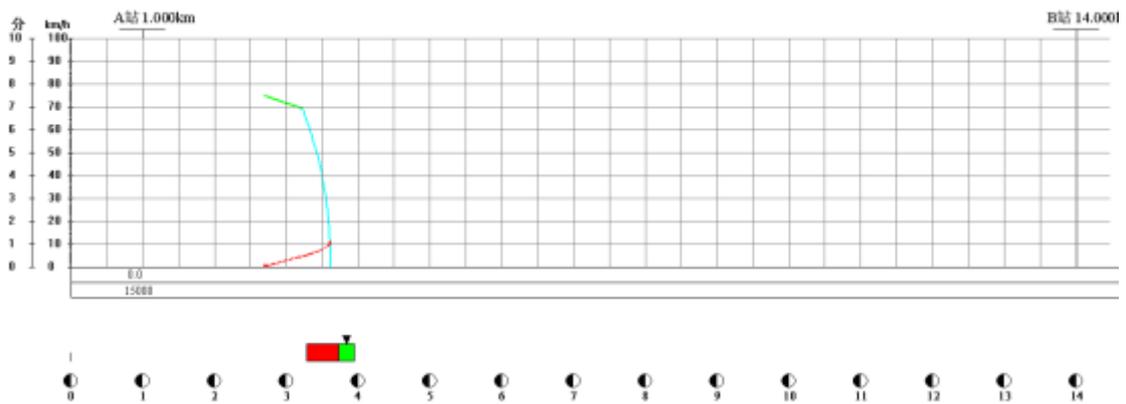


图 8 空车紧急制动速度、时分-距离曲线

2) 数据分析

制动类型	运行时分	运行距离 (m)
重车常用制动	0:01:38	1290.7
重车紧急制动	0:01:06	961.2
空车常用制动	0:01:31	1205.3
空车紧急制动	0:01:05	949.1

(1) 在重车、空车自身的常用制动和紧急制动的对比中可以看出，紧急制动所用时间短，手柄位降低较快，行驶距离较短，差值达到 300m，运行时分相差 0.5min。

(2) 重车的常用制动和空车的常用制动相比较，由于重车质量大，惯性大，速度减小慢，所以行驶的距离较长，时间也较长。所以说在开行重车时更要注意速度的调节。

(3) 重车的紧急制动和空车的紧急制动相比较，虽然质量有所差别，但是运行的时间和距离相差不大，说明在紧急制动的控制下，列车速度能够很快降低。但是紧急制动会给人带来极大不适。

2 制动过程影响因素分析实验

在线路一上进行模拟实验，常用制动系数取 0.5，列车制动初速度 75km/h，列车头部位取 3km 处，初始手柄位取牵引工况最低位。只模拟重车列车。利用控制变量法进行多次模拟，控制变量如下：

列车制动初速度分别取 75km/h, 65km/h, 55km/h, 45km/h.

列车换算制动率分别取 0.28, 0.30, 0.32, 0.34

列车管减压量分别取 50kPa, 90kPa, 140kPa, 160kPa

列车牵引质量分别在给定值的基础上上下各加减 100t, 200t, 所以共有 4 个质量。

得到以下表格：

	列车制动初速度 (km/h)	列车换算制动率	列车牵引质量 (t)	列车管减压量 (kPa)	列车制动距离 (m)	制动时间
默认	75	0.28	3085	90	1290.7	0:01:38
改变列车制动速度	75	0.28	3085	90	1290.7	0:01:38
	65	0.28	3085	90	1075.0	0:01:29
	55	0.28	3085	90	885.1	0:01:21
	45	0.28	3085	90	757.5	0:01:19
改变列车换算制动率	75	0.28	3085	90	1290.7	0:01:38
	75	0.3	3085	90	1261.5	0:01:34
	75	0.32	3085	90	1219.4	0:01:31
	75	0.34	3085	90	1182.2	0:01:26
改变列车牵引质量	75	0.28	2885	90	1290.3	0:01:38
	75	0.28	2985	90	1309.0	0:01:38
	75	0.28	3185	90	1291.0	0:01:38
	75	0.28	3285	90	1309.7	0:01:38
改变列车管减压量	75	0.28	3085	50	2586.8	0:03:42
	75	0.28	3085	90	1290.7	0:01:38
	75	0.28	3085	140	1043.6	0:01:13
	75	0.28	3085	160	974.4	0:01:08

以下进行分析：

(1) 列车制动速度对制动过程的影响：从数据中可以看出，在所有条件不变的情况下，列车初速度越小，列车制动距离越小、时间越短。

(2) 列车换算制动率对制动过程的影响：列车换算制动率是列车换算闸瓦压力与列车所受重力之比，是反映列车制动能力的参数。从数据中可以看出，列车换算制动率越大，制动距离越小、时间越短。

(3) 列车前因质量对制动过程的影响：改变列车牵引质量对制动时间没有影响，但是制动距离有影响。在上下增减 100-200t 时，制动距离在 10m 内波动，总体趋势是牵引质量大，制动距离大。

(4) 列车管减压量对制动过程的影响：列车管减压量越大，制动速度越快，制动距离越短。这是因为列车管减压量越大，常用制动系数越大，距离越小。

3 制动调速实验

将线路一修改为 8‰的下坡道，进行制动调速模拟实验，常用制动系数分别取 0.5，列车运行至少 6km，要求列车不超限速运行，但尽可能高速运行。

(1) 重车模拟情况

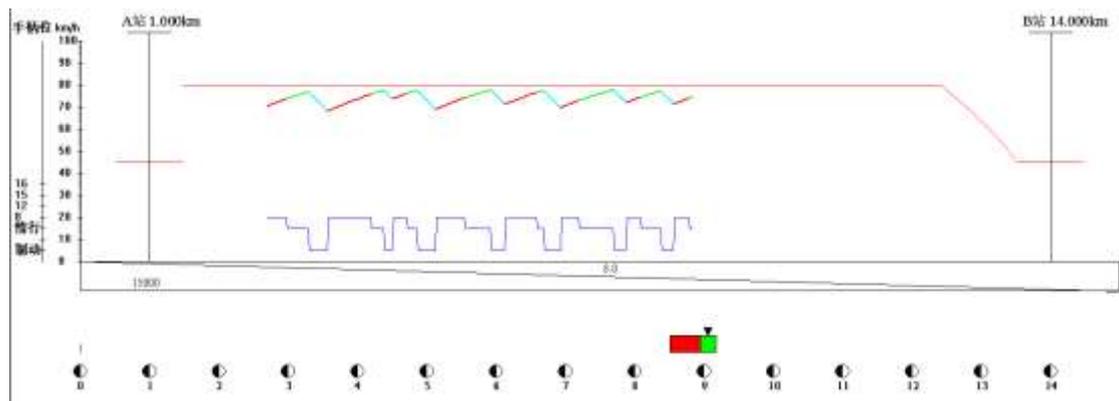


图9 重车调速实验速度、手柄-距离曲线

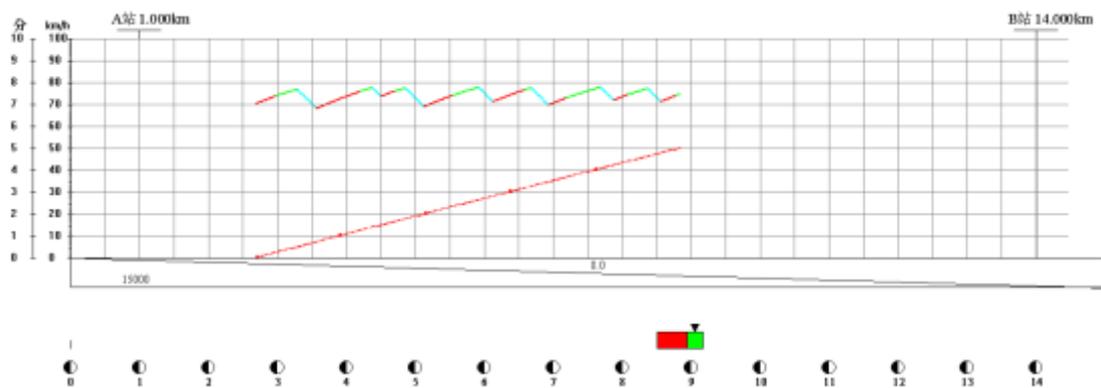


图10 重车调速实验速度、时分-距离曲线

以下为运行文本文件（5秒为间隔）

运行时分	运行距离	实际里程	速度	工况	手柄位	加速度
0:0:1	19.5	3019.490	70.25	8	8	0.2466
0:0:6	118.0	3117.966	71.47	8	8	0.2451
0:0:11	218.1	3218.141	72.70	8	8	0.2435
0:0:16	320.0	3320.001	73.88	惰行	8000	0.2082
0:0:21	423.4	3423.375	74.91	惰行	8000	0.2073
0:0:26	528.2	3528.188	75.95	惰行	8000	0.2064
0:0:31	634.3	3634.285	76.17	空气制动	40000	-0.5993
0:0:36	737.9	3737.863	73.18	空气制动	40000	-0.5977
0:0:41	837.2	3837.249	70.07	空气制动	40000	-0.6609
0:0:46	932.7	3932.707	68.58	8	8	0.2486
0:0:51	1028.9	4028.880	69.82	8	8	0.2471
0:0:56	1126.8	4126.767	71.05	8	8	0.2456
0:1:1	1226.4	4226.358	72.28	8	8	0.2441
0:1:6	1327.6	4327.643	73.49	8	8	0.2426
0:1:11	1430.6	4430.610	74.70	8	8	0.2410
0:1:16	1535.2	4535.244	75.87	惰行	8000	0.2065
0:1:21	1641.4	4641.379	76.90	惰行	8000	0.2056

0:1:26	1748.4	4748.381	76.19	空气制动	40000	-0.6589
0:1:31	1851.9	4851.936	73.80	8	8	0.2422
0:1:36	1955.3	4955.336	75.01	8	8	0.2406
0:1:41	2060.4	5060.400	76.18	惰行	8000	0.2062
0:1:46	2167.0	5166.962	77.20	惰行	8000	0.2053
0:1:51	2272.9	5272.869	74.77	空气制动	40000	-0.6589
0:1:56	2374.3	5374.281	71.48	空气制动	40000	-0.6574
0:2:1	2471.3	5471.297	69.10	8	8	0.2480
0:2:6	2568.2	5568.189	70.34	8	8	0.2465
0:2:11	2666.8	5666.792	71.57	8	8	0.2450
0:2:16	2767.1	5767.094	72.79	8	8	0.2434
0:2:21	2869.1	5869.085	74.00	8	8	0.2419
0:2:26	2972.6	5972.631	75.04	惰行	8000	0.2072
0:2:31	3077.6	6077.615	76.07	惰行	8000	0.2063
0:2:36	3184.0	6184.031	77.10	惰行	8000	0.2054
0:2:41	3291.3	6291.314	76.40	空气制动	40000	-0.6578
0:2:46	3395.0	6394.990	73.11	空气制动	40000	-0.6562
0:2:51	3494.7	6494.693	71.64	8	8	0.2449
0:2:56	3595.1	6595.094	72.86	8	8	0.2433
0:3:1	3697.2	6697.184	74.07	8	8	0.2418
0:3:6	3801.0	6800.952	75.27	8	8	0.2403
0:3:11	3906.4	6906.387	76.47	8	8	0.2388
0:3:16	4013.4	7013.358	77.50	惰行	8000	0.2050
0:3:21	4118.6	7118.554	74.20	空气制动	40000	-0.6581
0:3:26	4219.2	7219.181	70.92	空气制动	40000	-0.6566
0:3:31	4316.5	7316.503	70.35	8	8	0.2465
0:3:36	4415.1	7415.117	71.57	8	8	0.2449
0:3:41	4515.4	7515.431	72.79	8	8	0.2434
0:3:46	4617.3	7617.308	73.84	惰行	8000	0.2083
0:3:51	4720.6	7720.630	74.88	惰行	8000	0.2074
0:3:56	4825.4	7825.392	75.91	惰行	8000	0.2065
0:4:1	4931.6	7931.585	76.94	惰行	8000	0.2055
0:4:6	5039.0	8039.047	77.10	空气制动	40000	-0.6578
0:4:11	5143.7	8143.700	73.82	空气制动	40000	-0.6562
0:4:16	5244.4	8244.381	72.34	8	8	0.2440
0:4:21	5345.8	8345.754	73.56	8	8	0.2425
0:4:26	5448.8	8448.788	74.70	惰行	8000	0.2075
0:4:31	5553.3	8553.299	75.73	惰行	8000	0.2066

0:4:36	5659.2	8659.245	76.76	惰行	8000	0.2057
0:4:41	5765.4	8765.416	75.19	空气制动	40000	-0.6606
0:4:46	5867.4	8867.401	71.89	空气制动	40000	-0.6591
0:4:51	5967.0	8966.984	72.21	8	8	0.2442
0:4:56	6068.2	9068.179	73.43	8	8	0.2426
0:5:1	6171.0	9171.010	74.53	惰行	8000	0.2077

(2) 空车模拟情况

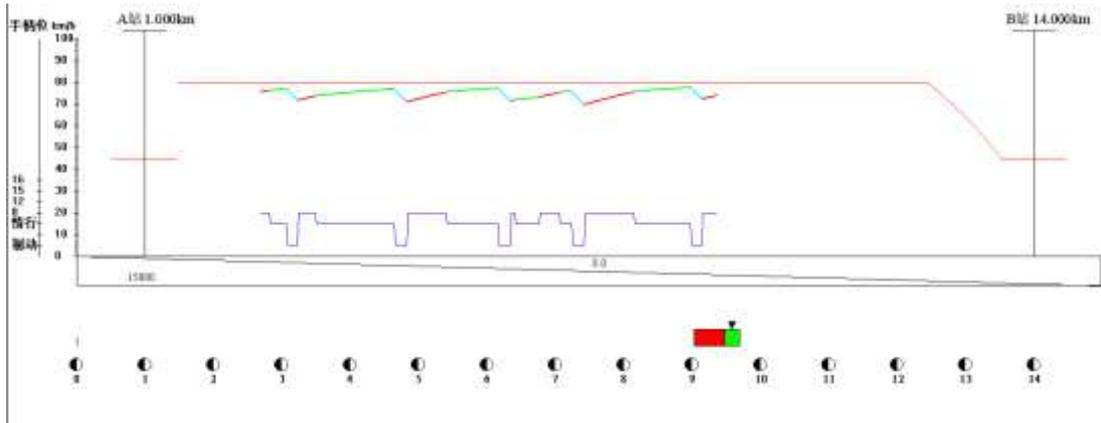


图 9 空车调速实验速度、手柄-距离曲线

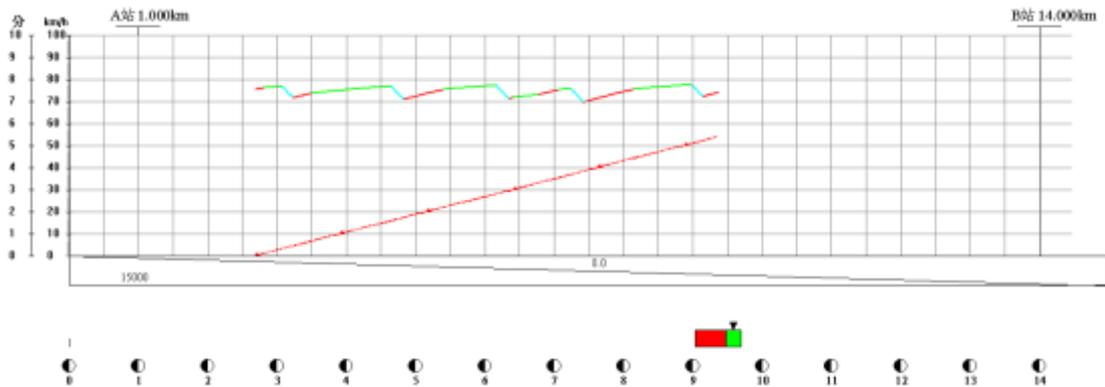


图 10 空车调速实验速度、时分-距离曲线

以下为运行文本文件（5 秒间隔）

运行时分	运行距离	实际里程	速度	工况	手柄位	加速度
0:0:1	20.9	3020.861	75.15	8	8	0.1510
0:0:6	125.8	3125.791	75.90	8	8	0.1476
0:0:11	231.5	3231.526	76.26	惰行	8000	0.0551
0:0:16	337.7	3337.651	76.54	惰行	8000	0.0541
0:0:21	443.7	3443.711	75.45	空气制动	40000	-0.6238
0:0:26	546.1	3546.071	72.13	空气制动	40000	-0.6716
0:0:31	645.8	3645.786	72.13	8	8	0.1649
0:0:36	746.6	3746.565	72.94	8	8	0.1612
0:0:41	848.4	3848.443	73.64	惰行	8000	0.0644

0:0:46	951.0	3950.959	73.96	惰行	8000	0.0633
0:0:51	1053.9	4053.914	74.27	惰行	8000	0.0622
0:0:56	1157.3	4157.300	74.58	惰行	8000	0.0611
0:1:1	1261.1	4261.109	74.88	惰行	8000	0.0600
0:1:6	1365.3	4365.334	75.18	惰行	8000	0.0590
0:1:11	1470.0	4469.968	75.47	惰行	8000	0.0579
0:1:16	1575.0	4575.004	75.76	惰行	8000	0.0569
0:1:21	1680.4	4680.433	76.04	惰行	8000	0.0559
0:1:26	1786.2	4786.250	76.32	惰行	8000	0.0549
0:1:31	1892.4	4892.447	76.59	惰行	8000	0.0539
0:1:36	1998.9	4998.882	76.12	空气制动	40000	-0.6794
0:1:41	2102.1	5102.104	72.75	空气制动	40000	-0.6724
0:1:46	2201.2	5201.204	71.08	8	8	0.1696
0:1:51	2300.5	5300.545	71.91	8	8	0.1659
0:1:56	2401.0	5401.034	72.73	8	8	0.1622
0:2:1	2502.6	5502.646	73.53	8	8	0.1585
0:2:6	2605.4	5605.355	74.31	8	8	0.1549
0:2:11	2709.1	5709.137	75.08	8	8	0.1514
0:2:16	2813.7	5813.748	75.46	惰行	8000	0.0580
0:2:21	2918.8	5918.768	75.75	惰行	8000	0.0569
0:2:26	3024.2	6024.184	76.03	惰行	8000	0.0559
0:2:31	3130.0	6129.987	76.31	惰行	8000	0.0549
0:2:36	3236.2	6236.170	76.58	惰行	8000	0.0539
0:2:41	3342.7	6342.728	76.85	惰行	8000	0.0530
0:2:46	3449.7	6449.652	77.11	惰行	8000	0.0520
0:2:51	3555.9	6555.924	75.18	空气制动	40000	-0.6758
0:2:56	3657.8	6657.848	71.82	空气制动	40000	-0.6691
0:3:1	3757.1	6757.119	71.73	惰行	8000	0.0711
0:3:6	3857.0	6857.001	72.08	惰行	8000	0.0698
0:3:11	3957.4	6957.367	72.42	惰行	8000	0.0687
0:3:16	4058.2	7058.209	72.76	惰行	8000	0.0675
0:3:21	4159.6	7159.648	73.38	8	8	0.1592
0:3:26	4262.1	7262.146	74.16	8	8	0.1556
0:3:31	4365.7	7365.722	74.93	8	8	0.1521
0:3:36	4470.1	7470.130	75.32	惰行	8000	0.0585
0:3:41	4575.0	7574.952	75.61	惰行	8000	0.0575
0:3:46	4677.4	7677.444	72.21	空气制动	40000	-0.6758
0:3:51	4775.4	7775.406	69.70	8	8	0.1757

0:3:56	4872.9	7872.854	70.57	8	8	0.1719
0:4:1	4971.5	7971.493	71.41	8	8	0.1681
0:4:6	5071.3	8071.295	72.24	8	8	0.1644
0:4:11	5172.2	8172.236	73.05	8	8	0.1607
0:4:16	5274.3	8274.289	73.85	8	8	0.1571
0:4:21	5377.4	8377.430	74.62	8	8	0.1535
0:4:26	5481.6	8481.633	75.38	8	8	0.1500
0:4:31	5586.5	8586.540	75.67	惰行	8000	0.0572
0:4:36	5691.8	8691.842	75.95	惰行	8000	0.0562
0:4:41	5797.5	8797.534	76.23	惰行	8000	0.0552
0:4:46	5903.6	8903.608	76.50	惰行	8000	0.0542
0:4:51	6010.1	9010.059	76.77	惰行	8000	0.0533
0:4:56	6116.9	9116.878	77.03	惰行	8000	0.0523

4 定点停车模拟操纵实验

在线路二进行模拟实验，选择 B 站为停车目标点，列车不超限速运行，制动停车到目标停车点，误差为 50m 以内。以下为模拟结果：

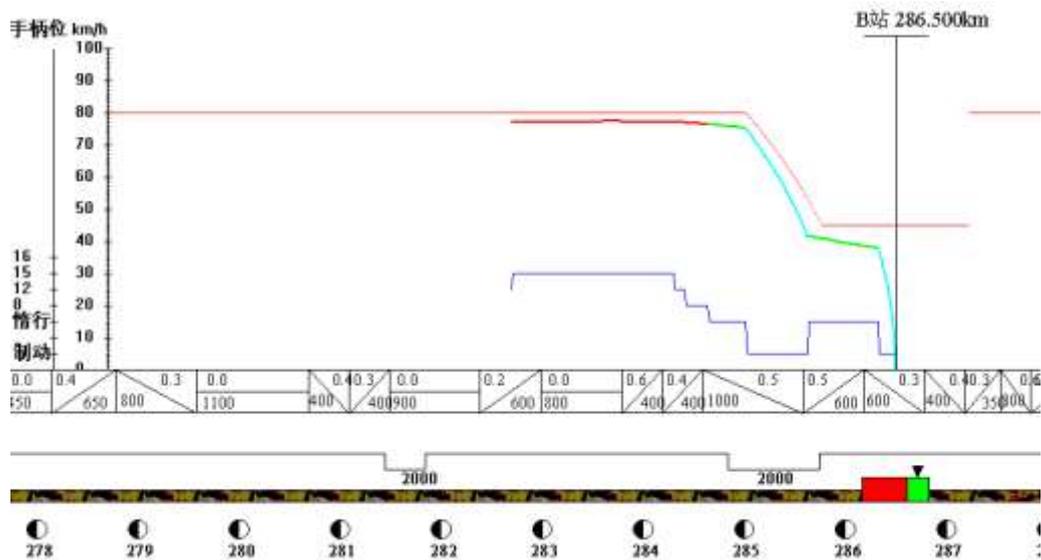


图 11 定点停车速度、手柄-距离曲线

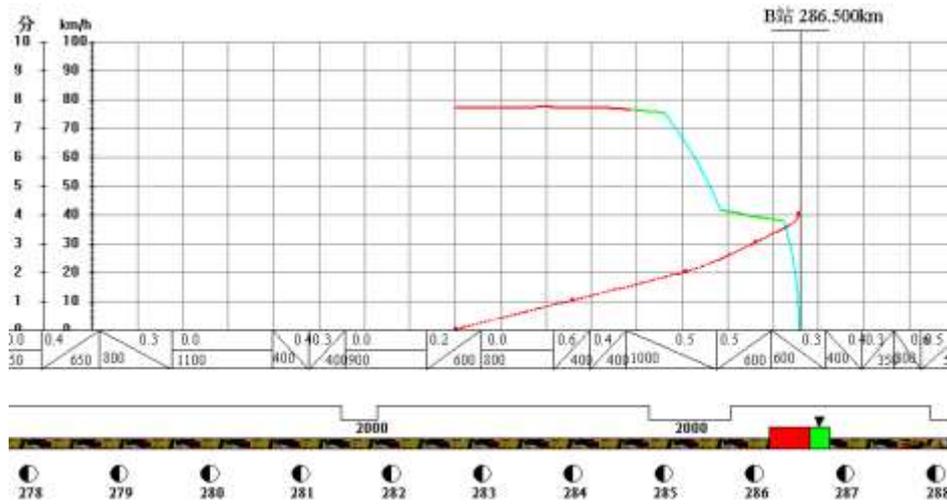


图 11 定点停车速度、时分-距离曲线

运行时分	运行距离	实际里程	速度	工况	手柄位	加速度
0:0:1	21.4	283021.384	76.98	12	12	-0.0241
0:0:6	128.3	283128.296	76.98	15	15	0.0005
0:0:11	235.2	283235.212	76.98	15	15	0.0017
0:0:16	342.1	283342.141	76.99	15	15	0.0028
0:0:21	449.1	283449.090	77.01	15	15	0.0039
0:0:26	556.1	283556.066	77.03	15	15	0.0050
0:0:31	663.1	283663.079	77.06	15	15	0.0060
0:0:36	770.1	283770.133	77.09	15	15	0.0062
0:0:41	877.2	283877.228	77.12	15	15	0.0043
0:0:46	984.4	283984.350	77.13	15	15	0.0008
0:0:51	1091.5	284091.475	77.13	15	15	-0.0026
0:0:56	1198.6	284198.578	77.10	15	15	-0.0060
0:1:1	1305.6	284305.638	77.06	15	15	-0.0084
0:1:6	1412.6	284412.638	77.02	15	15	-0.0106
0:1:11	1519.6	284519.562	76.96	15	15	-0.0115
0:1:16	1626.4	284626.408	76.90	15	15	-0.0100
0:1:21	1733.1	284733.105	76.75	12	12	-0.0276
0:1:26	1839.5	284839.517	76.50	8	8	-0.0479
0:1:31	1945.6	284945.600	76.28	8	8	-0.0433
0:1:36	2051.3	285051.306	75.94	惰行	8000	-0.0724
0:1:41	2156.5	285156.516	75.59	惰行	8000	-0.0687
0:1:46	2261.3	285261.252	75.26	惰行	8000	-0.0651
0:1:51	2365.4	285365.384	74.12	空气制动	40000	-0.8814
0:1:56	2465.1	285465.059	69.71	空气制动	40000	-0.8810
0:2:1	2558.6	285558.616	65.31	空气制动	40000	-0.8803

0:2:6	2646.1	285646.060	60.91	空气制动	40000	-0.8807
0:2:11	2727.4	285727.384	56.49	空气制动	40000	-0.8844
0:2:16	2802.6	285802.562	52.06	空气制动	40000	-0.8878
0:2:21	2871.6	285871.573	47.61	空气制动	40000	-0.8910
0:2:26	2934.4	285934.393	43.14	空气制动	40000	-0.8949
0:2:31	2992.2	285992.159	41.17	惰行	8000	-0.0601
0:2:36	3049.1	286049.118	40.87	惰行	8000	-0.0620
0:2:41	3105.6	286105.644	40.55	惰行	8000	-0.0640
0:2:46	3161.7	286161.724	40.22	惰行	8000	-0.0659
0:2:51	3217.3	286217.344	39.89	惰行	8000	-0.0676
0:2:56	3272.5	286272.498	39.55	惰行	8000	-0.0670
0:3:1	3327.2	286327.191	39.23	惰行	8000	-0.0636
0:3:6	3381.4	286381.445	38.92	惰行	8000	-0.0603
0:3:11	3435.3	286435.284	38.63	惰行	8000	-0.0572
0:3:16	3488.7	286488.728	38.35	惰行	8000	-0.0547
0:3:21	3541.8	286541.794	38.08	惰行	8000	-0.0523
0:3:26	3594.5	286594.499	37.83	惰行	8000	-0.0500
0:3:31	3646.9	286646.859	37.59	惰行	8000	-0.0476
0:3:36	3696.3	286696.324	33.09	空气制动	40000	-1.1141
0:3:41	3738.1	286738.144	27.50	空气制动	40000	-1.1208
0:3:46	3772.2	286772.168	21.86	空气制动	40000	-1.1334
0:3:51	3798.3	286798.299	16.13	空气制动	40000	-1.1568
0:3:56	3816.3	286816.349	10.22	空气制动	40000	-1.2058
0:4:1	3825.9	286825.889	3.81	空气制动	40000	-1.3580
0:4:5	3827.1	286827.111	0.00	停站	40000	0.0000

从数据中可以看出，停车误差为 3m。符合要求。

实验六 列车运行驾驶模拟

1 最小时分模式下列车运行驾驶模拟实验

在线路三上进行列车操纵模拟实验,为了得到最小运行时分,列车运行尽可能贴着限速运行。区段内每个中间站都要停车, 停车误差在 50m 以内。利用手工模拟计算模式, 列车停车制动不能使用电阻制动和空电联合制动; 列车途中运行调速可以使用电阻制动, 但不可以使用空电联合制动。空气制动前, 惰行距离不少于 500m。

模拟结构如下:



图 1 区段 AB 速度、手柄-距离曲线

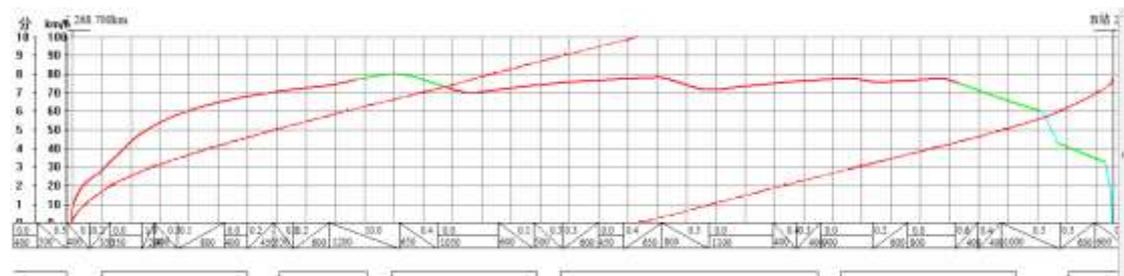


图 2 区段 AB 速度、时分-距离曲线

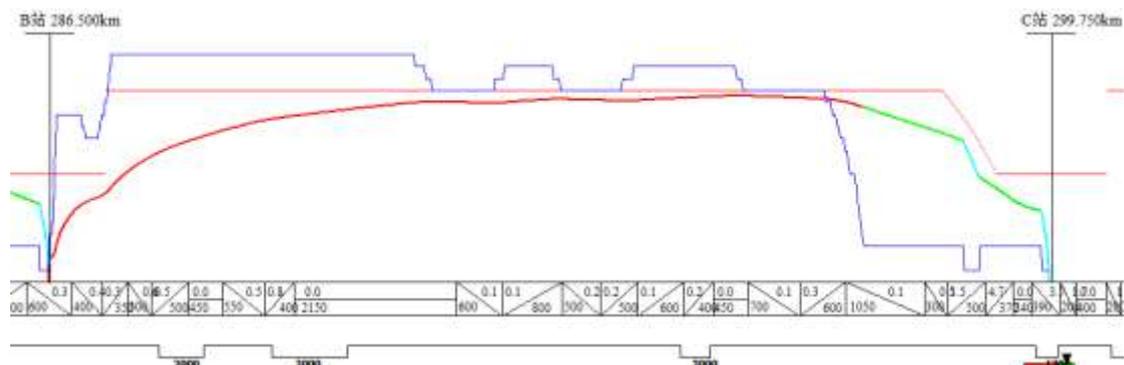


图 3 区段 BC 速度、手柄-距离曲线

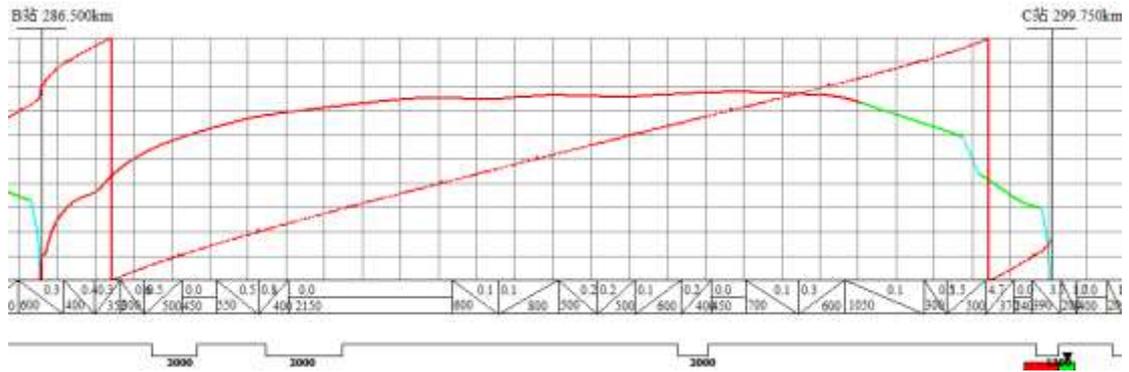


图 4 区段 BC 速度、时分-距离曲线

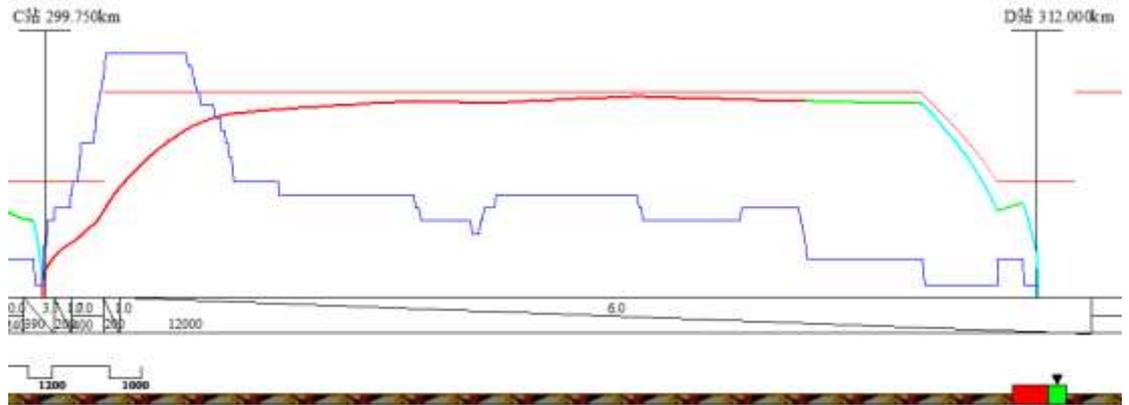


图 5 区段 CD 速度、手柄-距离曲线

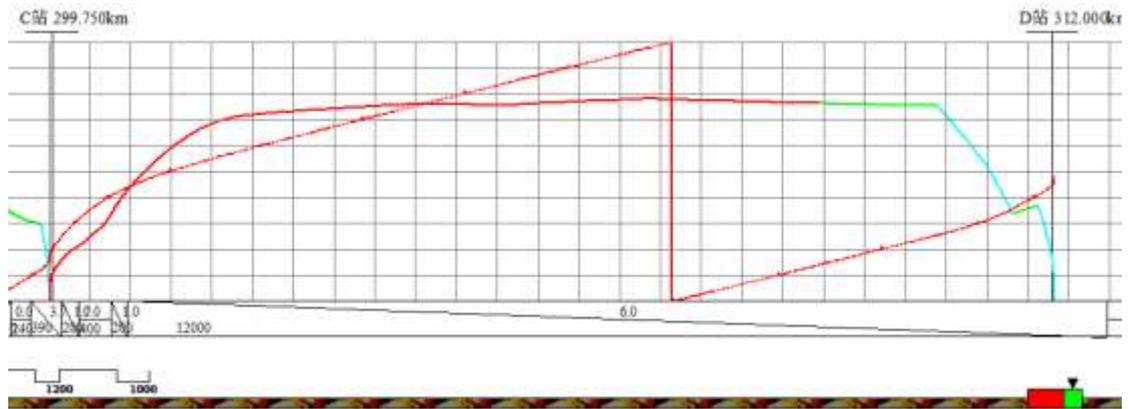


图 6 区段 CD 速度、时分-距离曲线

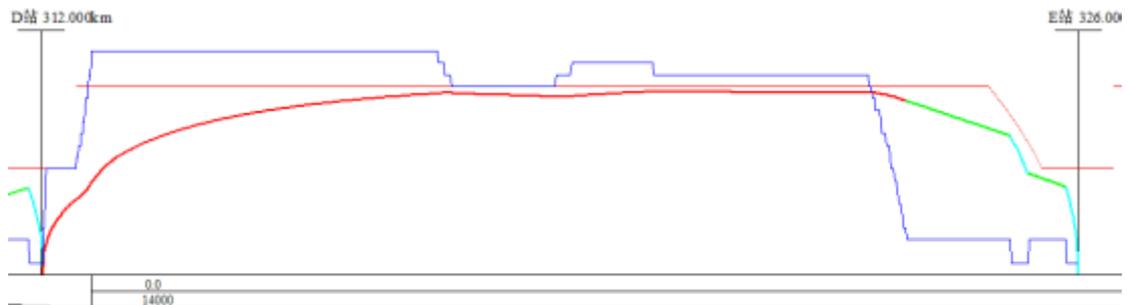


图 7 区段 DE 速度、手柄-距离曲线

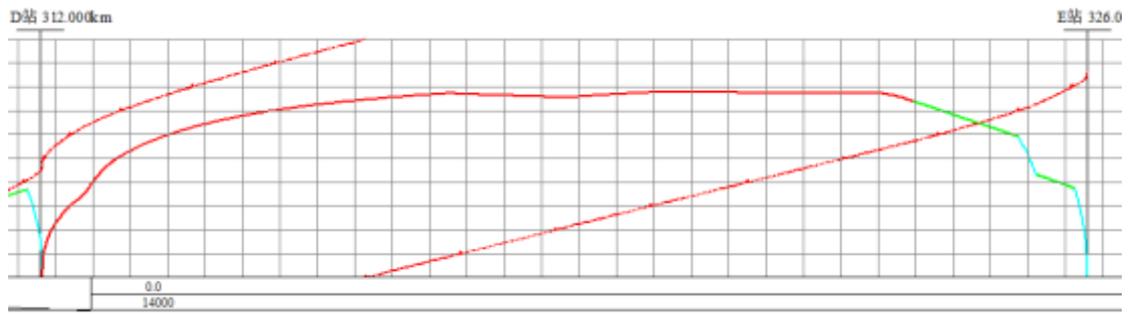


图 8 区段 DE 速度、时分-距离曲线

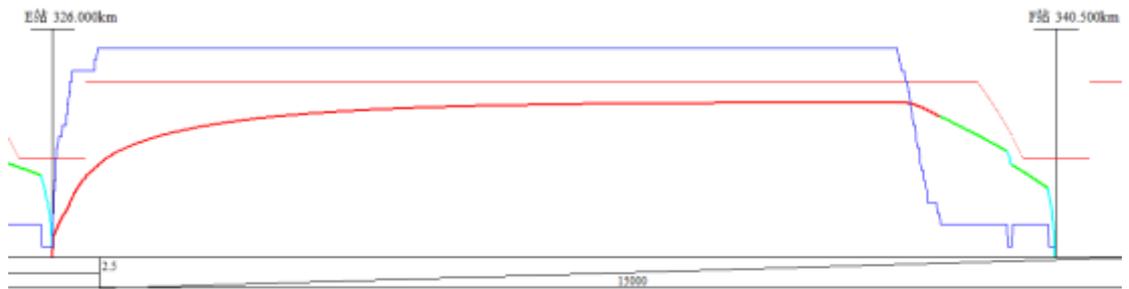


图 9 区段 EF 速度、手柄-距离曲线

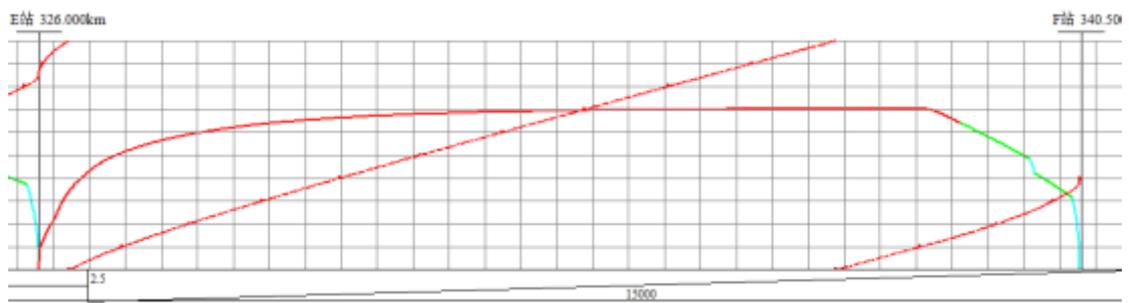


图 10 区段 EF 速度、时分-距离曲线

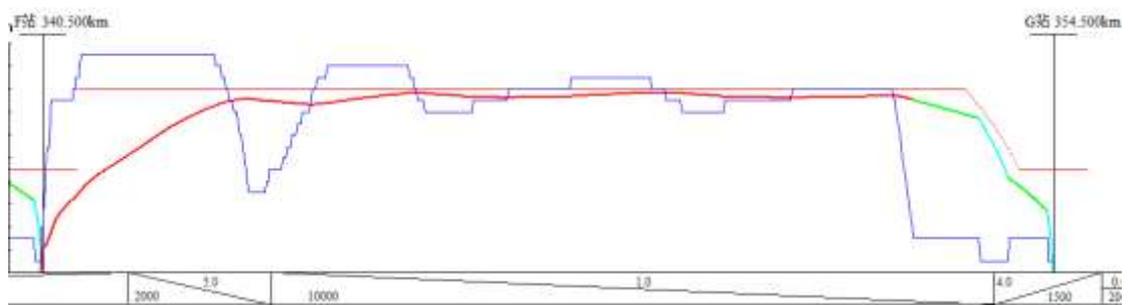


图 11 区段 FG 速度、手柄-距离曲线

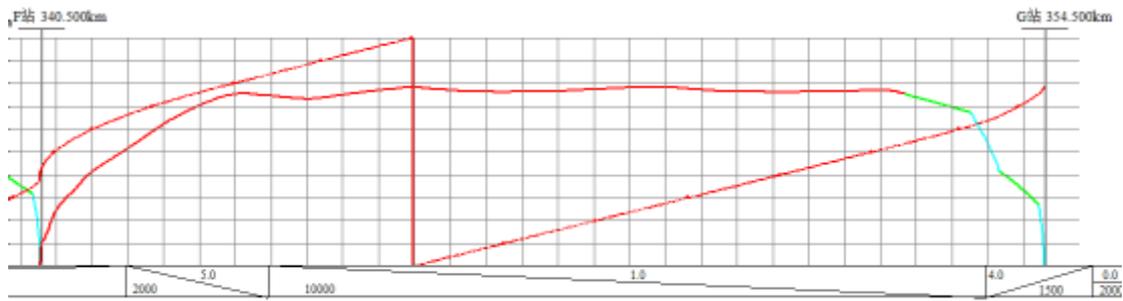


图 12 区段 FG 速度、时分-距离曲线

区段	距离	运行时分	能耗	停车误差
A-B	17800	0:17:41	85.3	16.8
B-C	13250	0:13:52	70.8	30.3
C-D	12250	0:13:00	25.3	-34.3
D-E	14000	0:13:44	72.9	-1.4
E-F	14500	0:15:15	96.8	17.1
F-G	14000	0:13:47	67.3	15.4

分析：线路复杂的条件下，要时刻注意线路状况，及时调节手柄位，保持不能超速。如区段 A-B 中部出现长下坡，需要及时调节手柄位控制速度，以充分利用坡道的加速度。在只有下坡的区段注意不能使用过高的手柄位。在长上坡地带调制最高手柄位，以保证速度。F-G 区段设置了节能坡，应充分利用出站的下坡加速，利用进站上坡促进制动，可以保证节能。

2 固定时分模式下列车运行驾驶模拟实验

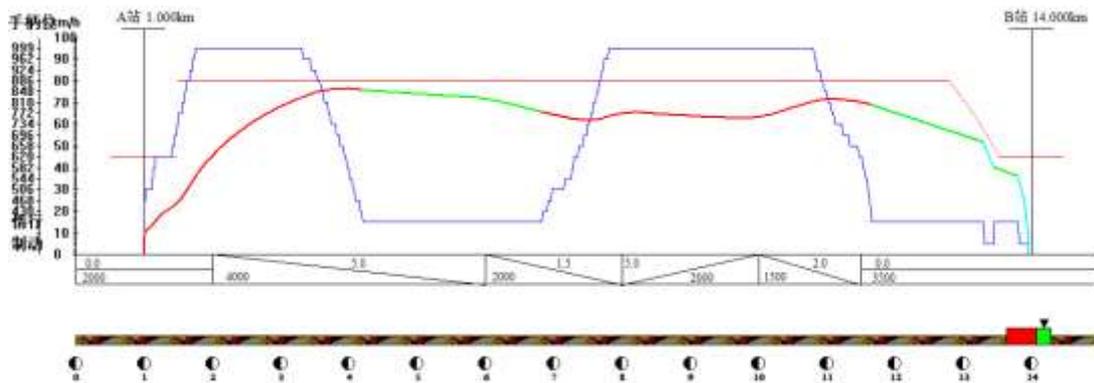


图 13 固定时分模式下列车运行驾驶模拟实验速度、手柄-距离曲线

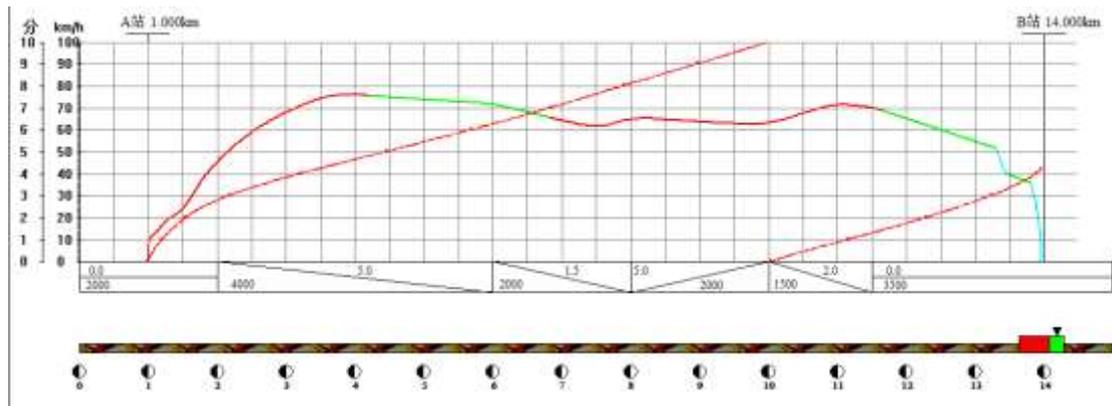


图 14 固定时分模式下列车运行驾驶模拟实验速度、时分-距离曲线

区段	距离	运行时分	能耗	停车误差
A-B	13000	0:14:23	52.0	22.2

固定时分模式下，尽量保持列车速度均衡，在限速以下运行，保持速度波动程度。注意线路的情况，时刻对牵引工况进行微调，保证运行时分在范围内。这就需要对线路的情况比较了解。在做这个实验的时候我测试了多次才得到较为满意的结果。

为了节能，在长下坡线路条件下可充分利用惰行工况，利用列车自身惯性前进，避免因牵引至速度过大后利用制动进行调速，这样耗能比较大。

实验七 路网拓扑结构及其数据管理

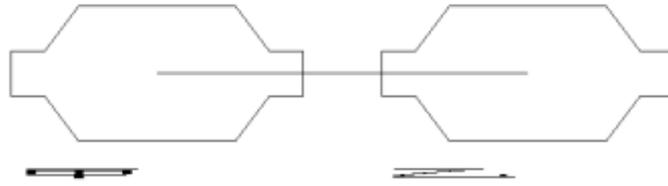


图 1 路网拓扑示意图

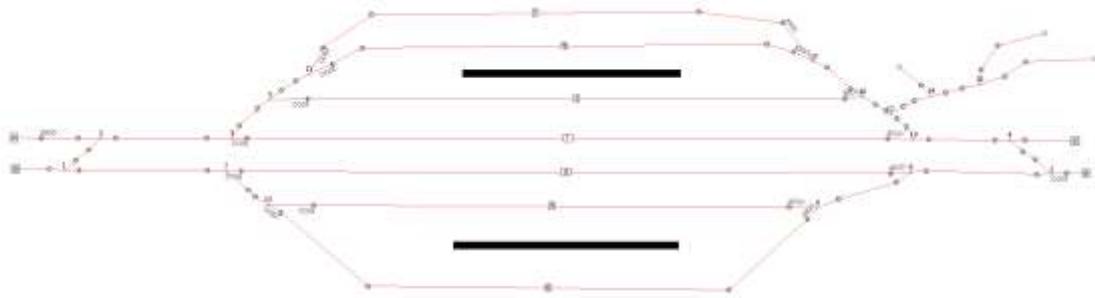


图 2 甲车站平面图

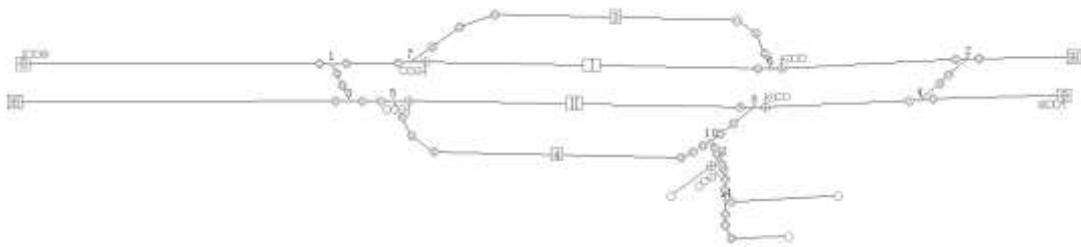


图 3 乙车站平面图



图 4 区间平面图



图 5 路网平面图

实验八 列车运行计划编制

列车运行计划规定了线路、站场、机车、车辆等设备的运用方案，以及与行车相关部门的工作任务。它将整个路网运输生产过程连成一个整体，要求各部门严格按照一定程序有条不紊的工作，从而实现列车安全、正点和高效运行。运行图质量直接影响轨道交通系统的经济效益和社会效益。

1 基础数据

1.1 线路数据

选择已有线路“通勤线”。

1.2 动车管理

选用 CQ6、CRH1，其中 CQ6 运营速度 70km/h，CRH1 运营速度 160km/h。



1.3 作业标准时管理

通过点击“基础数据和参数管理”下拉菜单的“标准作业时管理”菜单项，可管理运营动车在区间和车站的作业时间，可以根据车速自动生成区间运行时分，也可手动自定义车站的运行时间，并对车站的作业时分进行定义，该定义将对运行图车站的作业产生影响，合理的作业时间能够有效地缓解车站作业线的冲突。实验中，部分作业时分定义如下图：

The screenshot shows a software window titled "标准作业时分(秒)定义". It contains a table with the following columns: "通勤线", "方向", "发车时间", "发通时间", "到发时间", "到通时间", "通发时间", "通到时间", and "通过时间". The table is populated with data for the "通勤线" and "CQ6" train type. The data is as follows:

通勤线	方向	发车时间	发通时间	到发时间	到通时间	通发时间	通到时间	通过时间
大学城	思源-大学城	120	150	150	150	150	150	180
大学城	大学城-思源	120	150	150	150	150	150	180
思源	红果园-思源	120	150	150	150	150	150	180
思源	思源-红果园	120	150	150	150	150	150	180
红果园	逸夫-红果园	120	150	150	150	150	150	180
红果园	红果园-逸夫	120	150	150	150	150	150	180
逸夫	图书馆-逸夫	120	150	150	150	150	150	180
逸夫	逸夫-图书馆	120	150	150	150	150	150	180
图书馆	图书馆-逸夫	120	150	150	150	150	150	180
图书馆	逸夫-图书馆	120	150	150	150	150	150	180

图 1 车站作业时分

标准作业时分(秒)定义							
通勤线	1#正线	CQ6	区间运行时分	应用	删除	返回	输出文本
区间名称	直通时间	发到时间	发通时间	通到时间			
思源-大学城	1091	1211	1151	1151			
大学城-思源	1091	1211	1151	1151			
红果园-思源	1252	1372	1312	1312			
思源-红果园	1252	1372	1312	1312			
逸夫-红果园	1937	2057	1997	1997			
红果园-逸夫	1937	2057	1997	1997			
图书馆-逸夫	1730	1850	1790	1790			
逸夫-图书馆	1730	1850	1790	1790			
系统标准 现行标准 上浮(%) 1730 1850 1790 1790 160 km/h 修改 初始 序							

图 2 区间运行时分 1

标准作业时分(秒)定义							
通勤线	1#正线	CRH1	区间运行时分	应用	删除	返回	输出文本
区间名称	直通时间	发到时间	发通时间	通到时间			
思源-大学城	477	597	537	537			
大学城-思源	477	597	537	537			
红果园-思源	547	667	607	607			
思源-红果园	547	667	607	607			
逸夫-红果园	847	967	907	907			
红果园-逸夫	847	967	907	907			
图书馆-逸夫	757	877	817	817			
逸夫-图书馆	757	877	817	817			
系统标准 现行标准✓ 上浮(%) 757 877 817 817 160 km/h 修改 初始 序							

图 3 区间运行时分 2

2 开行方案管理

在开行方案窗口处于显示状态时,可执行相关的开行方案管理的命令,如添加开行方案:



图 4 添加开行方案界面

在输入全部开行方案后，可以显示全部的区间开行计划：

通勤线		开行方案							
状态	起始站	终止站	起始时间	终止时间	动车	列数	字头	停站时间	正线
6	图书馆	大学城	0700	0900	CQ6	6	A	300, 180, 180, 180...	1
3	图书馆	大学城	0700	0900	CRH1	3	A	300, 0, 0, 0, 300	1
6	大学城	图书馆	0700	0900	CQ6	6	A	300, 180, 180, 180...	2
3	大学城	图书馆	0700	0900	CRH1	3	A	300, 0, 0, 0, 300	2

图 5 所有开行方案

本次实验通过执行“开行方案”菜单下的菜单项，还可完成添加开行方案、执行选中方案、撤销选中方案、修改选中方案等步骤。

通过执行开行方案，经过人工调整，可以得到区间运行图：

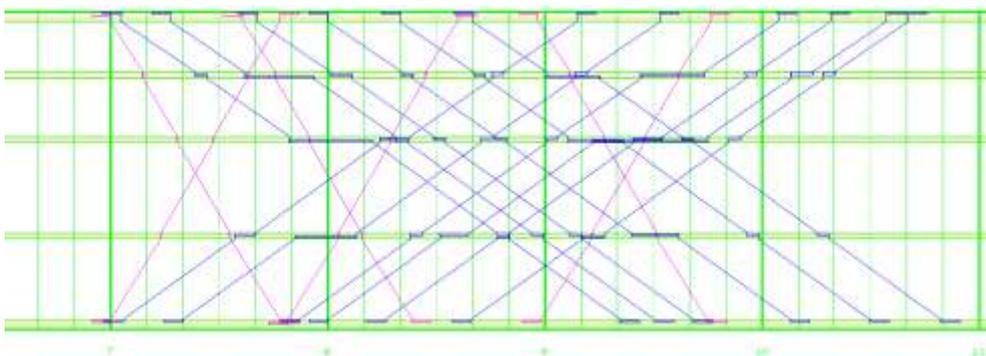


图 6 最终区间运行图