


# 城市轨道交通行车能力设计与检验平台需求导则 条文说明

**签发时间： 2018 年 11 月**

**签发版本： 第一版 ( V1.0)**

**签发人：** 

# 城市轨道交通行车能力设计与检验平台需求导则

## 条文说明

### 1. 总则

- 1.1 为提高城市轨道交通运输效率，规范行车能力设计与检验平台（以下简称“平台”）建设，指导新线和既有线改造工程行车能力设计、评估、检验、运营管理，使线路配线、车辆型式、信号系统设计、运营管理在满足行车能力方面，得到进一步的优化，特制定本导则。

#### 条文说明：

提高城市轨道交通运输效率的措施很多，但在实际运营过程中存在运输能力达不到设计要求的情况，在建设、运营中也没有规范的行车能力检验测试平台需求，通过本导则可有效规范行车能力设计与检验平台的建设。将与行车能力相关的线路配线、车辆设备选型、信号系统设计和运营管理模式的相关数据规范性输入行车能力设计与检验平台，通过仿真测试，发现制约行车能力的具体因素，有针对性提出解决方案。通过行车能力设计与检验平台，可使工程的系统设计和运营管理在行车能力方面的相关因素得以系统性优化，在列车追踪间隔、折返间隔、旅行速度、站停时间等方面都有较大优化，有效地支撑新线建设和既有线改造总体设计、设计评估、工程检验以及运营管理培训。

- 1.2 本导则适用于城市轨道交通不同运量、速度等级的钢轮钢轨线路的行车能力平台建设。

#### 条文说明：

本导则中的数据涵盖城市轨道交通 80km/h、100km/h 的线路等级以及钢轮钢轨制式的线路配线、车辆、运营管理、信号系统的各项技术参数，适用于上述线路条件下的行车能力平台建设，其他城市轨道交通制式的线路可供参考。

- 1.3 本导则从用户角度出发，提出行车能力设计与检验平台建设的用户需求，而不限定平台实现方式。

- 1.4 平台应满足新线和既有线改造工程行车能力的设计、评估、检验、运营管理的要求。

- 1.5 平台应基于运营组织设计，综合线路条件、车辆型式、信号系统控制模式、运营管理等所有影响运输效率因素，进行一体化设计，核算系统或局部设计的系统最大行车能力。

#### 条文说明：

行车能力设计与检验平台的建设应基于工程总体设计运输能力要求，综合所有影响运输能力因素，如：线路配线与参数、车辆性能、信号系统控制模式、运营管理方式及相关专业接口条件，通过多专业一体化设计，核算信号系统轨旁设备配置、控制方式、参数设定等是否满足实现行车最大能力的要求，以及针对不同配线形式的折返站核算折返间隔和出入车辆基地能力，包括连续出入能力和间隔出入能力，发现限制行车能力的因素，系统性提出满足运营实际储备和实际运行

的能力目标。

1.6 平台应以行车安全为基础，通过处理基础设施条件、设备系统技术、行车效率、乘车舒适度等关系，实现建设与运营效益最大化。

**条文说明：**

平台应遵循行车安全第一的原则，在此前提下，通过平台的仿真计算，对线路曲线及道岔限速的设置、折返站的不同配线形式、供电系统的能力匹配、车辆编组及牵引制动特性、信号系统闭塞制式及轨旁设备配置、节能控制等多种因素的综合性分析，实现降低建设维护成本，满足最大行车能力的要求。

1.7 平台应建立完备的数据库，数据库应包含工程设计的各项基础数据和行车系统设备、运营管理参数，满足平台对不同信号系统方案与行车能力匹配性的分析、验证的需要。

**条文说明：**

通过平台数据库中不同线路配线形式、轨道参数、运营组织模式、车辆编组等各项参数的建立，针对不同的信号系统方案和设备配置参数，进行行车能力的匹配性分析验证并给出建议，以实现信号系统满足甚至优于总体设计的行车能力要求，使最终的信号系统设计方案及设备配置达到最优化。

1.8 平台应立足于各系统和运营管理在正常运行模式下，对行车能力的评估，有关系统故障或突发状况不纳入本导则编制范围。

**条文说明：**

行车能力设计与检验平台中的关键是牵引计算模型，该模型考虑的是系统正常运行参数和正常运营管理模式下的行车能力的设计与验证。系统故障及运营突发的状况下，各项数据无法确定，此状态下的行车能力评估不在本导则的编制范围。

1.9 平台建设应遵循《地铁设计规范》（GB50157）和《城市轨道交通工程项目建设标准》（建标104）等相关规范和标准。

**条文说明：**

《地铁设计规范》和《城市轨道交通工程项目建设标准》是城市轨道交通新线建设依据的两个重要标准。本导则在遵守上述两个重要标准的基本规定及原则的基础上，提出了行车能力设计与检验平台建设的技术要求、性能要求、功能要求和基本的数据库参数。

## 2. 术语

2.1 行车能力——在一定的线路条件、车辆类型、信号设备、供电系统等设备设施和行车组织条件下，轨道交通线路在单位时间内所能通过或接发的最大列车对数。

### 条文说明：

行车能力是核定运营组织水平的重要指标。行车能力的正确计算和合理确定，对规划设计、运营组织安排来说非常重要。行车能力涵盖正线通过能力、折返能力、出入车辆基地能力，是上述能力综合平衡确定的。线路上各种配线（特别是折返线）、接轨点是全线行车能力的控制点，因此上述控制点的行车能力应与正线设计的行车密度相匹配。行车能力取决于各项设备设施的综合能力，各项设备设施的能力应力求相互匹配，避免造成某项设备设施的能力闲置。列车出入车辆基地能力计算或确定时，应考虑列车由停车列检库运行至出段信号机或由进段信号机运行至停车列检库的运行时分。单位时间通常指小时。

2.2 行车牵引计算——以动力学为基础，根据线路条件、列车性能、设备设施配置、信号控制方式等，计算列车运行间隔、速度、时分、能耗等指标及其关系的过程。

### 条文说明：

行车牵引计算是设计单位确定线路行车能力、运营组织部门制定列车运行图的基础。牵引计算主要包括列车运行距离、运行时分和运行间隔等计算内容。它是根据线路纵断面及配线形式、列车性能参数、信号系统控制方式等因素，结合列车动力学模型，模拟实际列车运行行为进行计算的。行车牵引计算应构建与实际列车运行相符的列车动力学模型，确保计算结果与实际列车运行相符合。牵引计算是信号闭塞分区划分的基础，闭塞分区依据列车运行速度曲线、时间曲线、闭塞制式、列车追踪间隔时间的要求等进行划分。

2.3 最小追踪间隔——具备追踪运行条件的线路，保证两列车正常追踪运行所允许的最小间隔时间。

### 条文说明：

追踪间隔的确定应以前行列车的运行不能影响后行列车的正常运行为原则，即追踪运行的两列车在运行过程中相互不受干扰。正线列车追踪间隔包括区间追踪间隔、车站追踪间隔和折返追踪间隔。列车需要在车站的正线停车，因此车站地段是决定列车追踪间隔时间的重要地段；折返地段因受线路布置和列车追踪运行限制，通常折返间隔是制约全线追踪间隔的关键因素。

2.4 发车间隔——同一线路的相邻两列同向列车驶离起点站的时间间隔。

### 条文说明：

定义引自 GB/T50833-2012《城市轨道交通工程基本术语标准》。在编制列车运行图时，一般根据每一时间段的客流量来配备运力，依此计算出各时间段的发车间隔。

2.5 折返能力——折返站在单位小时内，实现列车连续折返的最大列车对数（对/h）。

### 条文说明：

列车折返是指列车到达折返站后转线运行，列车折返方式有站后折返和站前折返二种。折返能力主要决定于车站折返线的布置方式、列车的驾驶模式、折返站的站停时间、列车折返运行速度以及列车折返换端时间等因素。

**2.6 站停时间**——是指从列车进站停稳至列车重新启动所需要的时间，即从车轮停止转动至再次启动所需要的时间。站停时间主要由列车开关门时间、乘客上下车时间及发车条件确认时间构成。

**条文说明：**

站停时间是轨道交通运营直接面对乘客提供服务的时间。确定列车站停时间时，应在满足客运组织作业需要的前提下，最大限度地缩短列车站停时间，以提高线路通过能力和旅行速度。站停时间取决于下列因素：

- 车站乘客乘降量；
- 平均上、下一位乘客所需时间，该项时间取决于车辆的车门数、车门宽度等因素；
- 车站客运组织措施；
- 车辆/站台门开、关门的时间；
- 确认车门关门状态良好及发车确认时间。

**2.7 有效站停时间**——列车停站期间，用于乘客上、下车的时间。

**条文说明：**

有效站停时间是列车在车站停车期间，乘客乘降所必需的停车时间。乘客上下车时间根据各站超高峰小时上（下）车客流量、行车间隔、列车车门数量进行计算确定；设计时，乘客平均上、下车时间一般取 0.6s/人。

**2.8 站停作业时间**——列车停站期间，用于开、关车门与站台门及确认发车条件的时间。

**条文说明：**

开关门时间包括列车开、关门时间和预告时间、乘客不均衡延误时间、站台门关门时间。发车条件确认时间指司机反应时间、列车启动反应时间。

**2.9 旅行速度**——正常运行情况下，列车从起点站发车至终点站停车的平均运行速度。

**条文说明：**

旅行速度是衡量城市轨道交通运营速度和运输效率的重要指标。旅行速度是包括在中间站站停时间及起停车附加时间在内的列车运行平均速度。列车运行速度和站停时间、停站次数是决定旅行速度的关键因素。

**2.10 技术速度**——正常运行情况下，列车从起点站发车至终点站停车，不含站停时间的平均运行速度。

**条文说明：**

技术速度是不包括中间站的站停时间，但包括起停车附加时间在内的列车运行平均速度。列车运行速度、停站次数是决定技术速度的关键因素。

2.11 线路速度等级——依据线路条件和运营需求所确定的列车最高运行速度等级。

**条文说明：**

以列车最高运行速度值对线路的速度能力进行分级。例如：80km/h 的线路速度等级，表示该线路轨道、限界、结构、车辆等相关专业允许列车按最高 80km/h 速度值持续行驶。其他线路速度等级以此类推。

2.12 车辆构造速度——根据车辆设计和制造工艺，为保证车辆整体结构强度和运行安全，规定不允许超过的速度。

**条文说明：**

车辆的构造速度又称结构速度，是考虑到车体和转向架运行的安全如结构强度、牵引传动系统转速限制、基础制动装置的热容量以及制动距离等而限定的速度，在实际列车运行控制中，不允许超过该速度值。

2.13 车辆最高运行速度——车辆设计在规定的载荷、平直线路条件下，可保证持续运行的最高速度。

**条文说明：**

车辆最高运行速度是根据车辆性能在规定的条件下，可持续运行的最高速度。通常信号系统控制列车可持续以该最高速度值运行。

2.14 线路允许最高运行速度——平直段、曲线段、道岔、车站等不同路段线路允许列车可达到并持续运行的最高速度。

**条文说明：**

线路允许最高运行速度是根据线路条件计算的允许列车在平直段、曲线、道岔、车站站台等不同路段线路上持续运行的最高速度。通常信号系统控制列车可持续以该最高速度值运行。

2.15 线路最高限制速度——平直段、曲线段、道岔、车站等不同路段线路不允许列车运行超过的最高速度。

**条文说明：**

线路最高限制速度是根据曲线、道岔、站台限速条件计算的列车在相应路段线路上运行时不允许超过的最高速度。线路最高限制速度为列车运行最高限制速度的考虑因素之一。

2.16 列车最高运行速度——信号专业综合线路允许最高运行速度、车辆最高运行速度和运营条件，确定的列车运行可达到的最高速度。

**条文说明：**

列车最高运行速度是信号专业综合考虑线路允许最高运行速度、车辆最高运行速度和运营条件因素确定的在不同路段线路上列车运行可达到的最高速度。信号系统控制列车运行时，为实现运营效率的最大化，在不触发紧急制动或全常用制动的前提下，宜控制列车以该速度持续运行。

2.17 列车运行最高限制速度——信号专业综合车辆构造速度、线路最高限制速度和运营条件，确定的列车运行不得超过的最高速度。

**条文说明:**

列车运行最高限制速度值应结合车辆构造速度、道岔/曲线/站台等特殊区段的线路最高限制速度及临时限速确定。列车运行最高限制速度为信号系统计算 ATP 系统限制速度的因素之一。信号系统控制列车运行时，在任何情况下 ATP 系统监控列车运行的速度均不能触碰该速度值。

**2.18 ATP 系统限制速度**——根据列车运行最高限制速度和实际运行状况，ATP 系统监控列车运行不得超过的速度。

**条文说明:**

在 ATP 系统设计中，结合列车运行最高限制速度、与前行列车的距离等因素实时计算的控制列车安全运行的限制速度，保证列车在各种最不利条件下均不触碰列车运行最高限制速度。

**2.19 ATP 系统紧急制动触发速度**——为防止列车运行超过 ATP 系统限制速度，ATP 系统自动实施紧急制动安全防护措施时的速度。

**条文说明:**

紧急制动是 ATP 系统为防止列车速度超过 ATP 系统限制速度而采取的防护手段。在 ATP 系统中，结合不同车辆及 ATP 设备性能设定实施紧急制动命令的速度值，当 ATP 设备检测列车运行达到该速度时，立即下达紧急制动命令控制列车实施紧急制动，保证列车运行速度在任何不利条件下不触碰 ATP 系统的限制速度。紧急制动触发速度的确定基于系统反应时间，牵引切断延时、紧急制动建立延时、车辆能保证的紧急制动最小减速度、线路坡度等因素，确保 ATP 系统在发出紧急制动指令后，列车的实际速度不触碰 ATP 系统限制速度。

**2.20 ATP 系统最大常用制动触发速度**——为防止列车运行超过 ATP 系统限制速度，ATP 系统自动实施最大常用制动安全防护措施时的速度。

**条文说明:**

为尽量避免列车运行过程中实施紧急制动，根据 ATP 系统的不同特点，可采用在列车速度接近紧急制动触发速度时先采用最大常用制动控制列车速度的方式。在 ATP 系统中，结合不同车辆及 ATP 设备性能设定实施最大常用制动命令的速度值，当 ATP 设备检测列车运行达到该速度时，立即下达最大常用制动命令控制列车实施制动，尽量使列车运行速度不触碰 ATP 系统的紧急制动触发值。最大常用制动在列车速度低于设定值后可自动缓解。

**2.21 ATO 运行速度**——在 ATP 系统防护下，ATO 计算的列车运行控制曲线所规定的速度。

**条文说明:**

在 ATO 模式下，ATO 系统根据 ATP 的目标速度、目标距离结合列车性能参数，在保证列车运行平稳、乘客舒适度的情况下，实时计算控制列车运行的速度曲线，ATO 运行速度定义为该曲线上所规定的速度。

**2.22 列车运行巡航速度**——ATO 自动驾驶加速运行至列车最高运行速度时，保持列车定速运行且允许少量波动的速度。

**条文说明:**

列车巡航速度是自动驾驶设备监控列车以规定速度稳定持续运行而设定的速度。在ATO自动驾驶情况下，达到所计算的最佳运行速度后，ATO将通过惰行和小幅度牵引、制动的措施，使列车保持在最佳运行速度附近。

**2.23 临时限制速度**——根据线路状况、雨雪等环境条件，运营管理部门临时设定的限制速度。

**条文说明：**

由于线路受损或施工维护等因素的影响，或者受雨、雪等恶劣天气影响，由运营单位根据行车组织需要，在特定的时间、空间范围内临时设定的限制速度。该临时限速均低于正常情况下的运行速度。ATP系统需在特定的时间、空间范围内控制列车运行速度不触碰该速度。

**2.24 旋转质量系数**——在空车载荷下，列车回转动能的折算质量与列车总质量的比值。

**条文说明：**

列车在进行牵引计算和制动计算时，需要考虑旋转质量对列车加速度和减速度的影响，地铁列车在设计计算时旋转质量系数通常动车按10%取值，拖车按5%取值。

**2.25 牵引切除延迟时间**——信号车载设备发出牵引切除指令，至列车加速度降至目标加速度的90%所需时间。

**条文说明：**

牵引切除延迟时间主要由两部分组成，即：1) 车载设备发出牵引切除指令到列车牵引系统收到该牵引切除的时间，主要取决于指令传输的方式，即采用硬线传输还是通过网络传输，若采用的网络传输还需要考虑网络传输的延时；2) 牵引系统收到牵引切除指令到牵引加速度降至目标加速度的90%的时间，此时牵引系统将按列车纵向冲击率（一般取 $0.75\text{m/s}^3$ ）限制控制牵引力下降。

**2.26 牵引切除建立时间**——信号车载设备发出牵引切除指令后，列车加速度从目标加速度的90%降至10%所需时间。

**条文说明：**

牵引系统收到牵引切除指令后将按列车纵向冲击率（一般取 $0.75\text{m/s}^3$ ）限制将牵引力下降，牵引切除建立时间理论值可以通过目标加速度与冲击率的关系得到，实测值则在列车型式试验时通过采集相关波形和数据获取。

**2.27 紧急制动延迟时间**——信号车载设备发出紧急制动指令，至列车减速度升至可保证的紧急制动减速度的10%所需时间。

**条文说明：**

紧急制动延迟时间主要由两部分组成，即：1) 车载设备发出紧急制动指令到列车制动系统收到该指令的时间，地铁列车紧急制动通常采用硬线传输；2) 制动系统收到紧急制动指令到紧急制动减速度升至目标减速度10%的时间，这个过程所需时间即为制动系统的空走时间，架控系统的空走时间要略优于车控系统。

**2.28 紧急制动建立时间**——信号车载设备发出紧急制动指令后，列车减速度从可保证的紧急制

动减速度的 10%升至 90%所需时间。

**条文说明：**

这个时间主要取决于车辆制动系统性能，紧急制动不受冲击率极限限制，目前国内较为成熟的地铁车辆制动系统，一般在紧急制动指令发出后的 1.5 秒左右基本可以达到所需减速度的 90%。

**2.29 常用制动延迟时间**——信号车载设备发出常用制动指令，至列车减速度升至常用制动减速度的 10%所需时间。

**条文说明：**

信号车载设备发出常用制动指令到列车制动系统收到该指令的时间，取决于该指令的传输方式，即采用硬线传输还是通过网络传输，若采用网络传输还需要考虑网络传输的延时；牵引系统、制动系统收到常用制动指令后将按列车冲击极限（一般取  $0.75\text{m/s}^3$ ）限制增大制动力。

**2.30 常用制动建立时间**——信号车载设备发出常用制动指令后，列车减速度从常用制动目标减速度的 10%升至 90%所需时间。

**条文说明：**

牵引、制动系统收到常用制动指令后将按列车纵向冲击率（地铁列车通常取  $0.75\text{m/s}^3$ ）限制增大制动力，常用制动建立时间理论值可以通过目标减速度与冲击率的关系得到，一般来说，从目标减速度的 10%升至 90%的响应时间近似等于常用制动减速度值除以 0.75；实测值则在列车型式试验时通过采集相关波形和数据获取。

**2.31 可保证的紧急制动减速度**——列车制动系统异常导致部分制动力损失情况下，系统能够保证列车安全制动距离的最小紧急制动减速度。

**条文说明：**

列车的制动能力与列车的运行安全直接有关，制动系统根据给定的条件（如载荷、最高运行速度、粘着条件、减速度等）计算系统应具备的能力，以确保运行的列车能在规定的制动距离内可靠停车。

对于  $100\text{km/h}$  及以下速度的地铁列车来说，正常情况下在平直干燥轨面上车辆紧急制动平均减速度  $\geq 1.2\text{m/s}^2$ ；当列车发生制动故障，部分车辆失去制动力情况下，在平直干燥轨面上车辆能保证的紧急制动最小减速度  $\geq a \cdot (n-1)/n$

其中：a 为平直干燥轨面上车辆紧急制动平均减速度，n 为一编组列车的车辆数。（如 6 辆编组，一辆车制动故障，正常平均减速度为  $1.0\text{m/s}^2$ ）。

在一辆车制动故障、最小粘着系数不低于  $\mu$ （湿轨一般不高于 0.1）的最不利条件下，制动系统可以保证的紧急制动减速度（GEBR）通常按以下公式计算：

$$\text{GEBR} > 9.8 \times \mu \times K_{\text{wsp}} \times (n-1)/n$$

其中  $K_{\text{wsp}}$  为滑行因子（滑行效率），一般可取  $0.8 \sim 0.85$ 。

**2.32 保持制动施加响应时间**——从车载信号设备发出保持制动施加指令，到信号系统收到车辆

反馈的保持制动已施加状态信号所需时间。

**条文说明：**

这个响应时间主要有三个部分组成：1) 保持制动施加指令的传输时延；2) 各辆车制动单元接收到指令后，控制制动缸压力按冲击限制（地铁列车一般取  $0.75\text{m/s}^3$ ）升至保持制动压力设定值的时间（这一时间大小通常与保持制动压力设定的百分比有关，各线路车辆取值不同）；3) 列车反馈该制动状态信号的时间，为确保安全，通常列车在检知全列各辆车的保持制动均已施加完毕后，通过列车硬线向信号系统输出该反馈信号。目前国内地铁车辆保持制动施加的检测方式大致有两种：一种是各车通过设定开闭阈值的压力开关的机械动作实现，另一种是通过较高精度的压力传感器检测实现；其中后者的检测响应时间要略优于前者。

**2.33 保持制动缓解响应时间——从车载信号设备发出牵引指令到列车速度不为零所需时间。**

**条文说明：**

通常这一响应时间与保持制动压力设定的百分比以及牵引力建立时间有关。信号系统控车条件下牵引指令通常由网络进行传输，一般在  $100\text{ms}$  以内；牵引系统施加牵引至列车速度不为零所需的时间一般由牵引系统励磁时间（约  $1\text{s}$ ）、牵引力上升时间和保持制动缓解时间三部分组成。在牵引系统接收到信号系统的牵引指令后输出牵引力，当系统检测到列车速度不为零时，通过列车网络系统向制动系统输出“保持制动缓解”指令，在判定“保持制动缓解”有效且为非牵引状态下，制动系统缓解保持制动。

**2.34 列车惰行再牵引响应时间——列车惰行状态下，从车载信号设备发出牵引指令开始，至列车加速度上升至目标加速度的 10%所需时间。**

**条文说明：**

列车惰行再牵引响应时间由牵引指令的网络传输时间和牵引力上升时间组成，车载信号设备发出的牵引指令通过列车网络发送给牵引系统控制单元，牵引系统则按照  $0.75\text{m/s}^3$  的冲击率限制发挥牵引力。列车惰行再牵引不存在缓解保持制动的过程，因此该响应时间与列车启动牵引建立时间理论上仅仅差一个保持制动缓解的时间。

**2.35 列车启动牵引建立时间——列车零速状态下，从车载信号设备发出牵引指令到列车速度不为零所需时间，包含保持制动缓解时间。**

**条文说明：**

列车启动牵引建立时间由牵引指令的网络传输时间和牵引力上升时间、保持制动缓解时间三部分组成，车载信号设备发出牵引指令后通过列车网络将该指令发送给牵引系统控制单元，牵引系统则按照  $0.75\text{m/s}^3$  的冲击率限制发挥牵引力，当牵引力上升至一定值后制动系统缓解保持制动。

**2.36 换端后列车牵引建立时间——列车折返换端作业完成并激活另一端驾驶室后，从牵引系统收到牵引指令至列车速度不为零所需时间。**

**条文说明：**

换端后列车牵引建立时间由牵引指令的网络传输时间、牵引系统励磁建立时间、牵引力上升时间、保持制动缓解时间四部分组成。列车折返换端作业完成并激活另一端驾驶室后，车载信号设备发出的牵引指令通过列车网络发送给牵引系统控制单元，牵引系统则首先建立牵引电机的励磁，该励磁时间约为 1s，然后按照  $0.75\text{m/s}^3$  的冲击率限制发挥牵引力，当牵引力上升至一定值后制动系统缓解保持制动。折返换端过程中，列车通常会施加紧急制动，若牵引系统采取紧急制动时分断高速断路器的控制策略，则再次牵引必须在高速断路器闭合后方可进行，此时还需适当增加高速断路器的状态变化需要的时间。

**2.37 纵向冲击率**——单位时间内，列车纵向冲动加速度的变化率值。

**条文说明：**

纵向冲击率影响牵引系统和制动系统的响应时间，冲击率越大，响应时间越小；但如果冲击率太大将会影响乘客乘坐的舒适度，国内地铁车辆的纵向冲击率一般要求不大于  $0.75\text{m/s}^3$ 。

**2.38 粘着系数**——车辆车轮不发生空转/滑行时的最大轮周牵引力/轮周制动力与列车重量的比值。

**条文说明：**

这里的粘着系数包括牵引和制动工况对应的不同取值。国内地铁牵引和制动设计时，牵引粘着系数一般选取  $\leq 0.175$ ，制动粘着系数一般选取  $\leq 0.165$ 。

**2.39 平均减速度**——在规定载荷、平直干燥线路、车轮半磨耗条件下，在列车以最高运行速度运行情况下，系统发出制动指令到列车速度降为零时，列车速度的降低值与速度降低所需时间的比值。

**条文说明：**

目前在国内 100km/h 及以下的地铁车辆 A 型车和 B 型车统型规范中，平均减速度指标对应考核的载荷为超员载荷（AW3）下不小于  $1.0\text{m/s}^2$ 。常用制动减速度偏差范围如下：

空气制动：+15% ~ -15% 的最大常用制动；

混合制动：+10% ~ -10% 的最大常用制动。

**2.40 平均加速度**——在规定载荷、平直干燥线路、车轮半磨耗条件下，从列车规定起始条件始到列车速度到达目标速度值期间，列车速度的增加值与速度增加所需时间的比值。

**条文说明：**

国内 B 型地铁列车一般要求在 AW3 载荷、平直干燥线路、车轮半磨耗条件下，从列车有直流电流开始到列车速度 40km/h 时，平均加速度  $\geq 1.0\text{m/s}^2$ ，到列车速度 80km/h 时，平均加速度  $\geq 0.6\text{m/s}^2$ 。

**2.41 列车牵引特性曲线**——列车在规定载荷、规定网压下，牵引工况所对应的列车运行速度与牵引力之间的关系。

**条文说明：**

牵引特性曲线主要是用来表征列车牵引系统在规定条件下驱动列车的能力，该曲线主要由牵

引系统供货商根据用户需求书的平均加速度、旅行速度、技术速度、线路条件等输入条件，综合考虑列车能耗、牵引系统能力而设计的列车牵引力与列车运行速度的关系曲线。牵引系统供货商一般会设计列车在空车（AW0）、定员载荷（AW2）、超员载荷（AW3），不同网压下

（《IEC60850 轨道交通牵引供电系统电压》中规定的最低工作电压、额定工作电压、最大工作电压），牵引工况所对应的列车牵引力与列车速度的关系曲线。

**2.42 列车制动特性曲线**——列车在规定载荷、规定网压下，制动工况所对应的列车运行速度与制动力之间的关系。

**条文说明：**

列车电制动特性曲线由牵引系统供货商根据车辆用户需求书的平均减速度、粘着系数、旅行速度、技术速度、线路条件等输入条件，综合考虑列车能耗、牵引系统能力而设计的列车电制动力与列车运行速度的关系曲线。牵引系统供货商一般会设计列车在空车（AW0）、定员载荷

（AW2）、超员载荷（AW3），不同网压下（《IEC60850 轨道交通牵引供电系统电压》中规定的额定工作电压、1.1 倍额定工作电压、最大工作电压），电制动工况所对应的列车电制动力与列车速度的关系曲线。

### 3. 技术要求

3.1 平台应满足总体设计、系统设计、工程验收、运营管理的应用需求。

#### 条文说明：

在行车能力总体设计、信号系统设计、验收及运营使用过程中，均存在对行车能力设计、验证方面的需求，行车能力设计与检验平台的实现需要满足上述应用阶段的需求：

- 进行行车能力总体设计时，依托平台应可实现不同的线路条件行车能力设计的比较，分析最佳配置方案，计算相关的技术指标；
- 信号系统设计时，具备行车能力计算、信号系统闭塞分区设置及仿真验证等功能；
- 运用阶段，具备行车能力分析评估及列车运行仿真的功能。

3.2 平台应具备通用性，能涵盖不同线路条件、列车性能、信号制式、运营管理模式和不同特征用户需求，平台运算模型应与列车实际运行特征具有高度吻合性。

#### 条文说明：

城市轨道交通各工程的线路配线、列车编组型式、车辆类型和性能、信号系统的闭塞制式及运营管理模式等不尽相同，平台的实现应充分考虑通用性原则，涵盖各种线路数据、列车特性数据、信号控制数据、运营管理数据参数。平台能够方便地构造各种城市轨道交通的运行环境，迅速地实现特定的行车能力设计及验证、仿真任务。

平台应结合列车运行数据，构造出与实际列车运行相符合的动力学仿真模型，平台计算出的列车速度距离曲线与实际列车运行曲线任意点误差一般不大于 2%(包括加速度、速度以及距离值)。

3.3 平台应涵盖与行车能力相关的全部因素，包括线路、供电、列车、信号、站台门、运营管理等相关参数及工程项目数据。

#### 条文说明：

行车能力计算涉及线路、供电、列车、信号、站台门、运营管理等多专业，平台应涵盖行车能力计算及验证相关专业的参数，参数要求具体见第 6 部分数据库章节规定。

3.4 平台应满足行车能力分析及列车运行仿真的功能需求，并符合下列要求：

- 平台应能根据线路、列车、信号系统及运营相关数据，自动进行列车运行仿真；
- 平台应能根据行车能力因素变化，更新列车运行曲线；
- 平台应支持根据计划运行图所规定的运行交路、运行间隔、配车数量、运行等级等运营参数的运行仿真验证功能；
- 平台应能模拟列车按图运行情况，验证行车能力指标，检验并输出行车能力的制约点；
- 平台应能显示仿真列车运行状态，包括：ATP 限制速度、运行速度和正晚点情况等；
- 平台应能自动/人工编辑列车运行图，并且根据输入条件变更，修编计划运行图。

#### 条文说明：

平台应能根据已设定的线路和列车等参数，实现列车运行的模拟和仿真功能，能够动态显示

列车在线路上的运行状态，并输出列车运行曲线等内容。列车运行仿真中应能实时绘制并显示运行时分曲线、速度-距离曲线、列车防护控制曲线等，同时实时计算并显示列车运行级位、速度、加速度、运行间隔等数值。当列车运行相关数据变化时，平台可以自动更新列车运行状态和运行曲线等数据。

计划运行图/时刻表编制完毕后，在平台上可进行列车运行的模拟和仿真，以检测计划运行图的可行性和合理性。运行仿真过程中平台可以自动地进行冲突检查，自动按图检验行车能力的可行性，输出行车能力的制约点，同时，平台可根据制约点因素自动进行分析计算给出优化的解决方案。

在平台上可根据输入列车运行图的基本数据，如各区间运行时间、站停时间、运行间隔、起始和终到站、时间段、可用列车数、列车折返要求等，平台能够自动完成列车运行图的编制。同时，应支持人工编辑运行图。

**3.5** 平台应提供典型线路的行车能力计算及数据分析，作为设计参考、方便培训。

**条文说明：**

平台内部应存储各种典型线路的行车能力计算数据及相应的行车能力分析结果，可由使用人员调出使用。

**3.6** 平台应采用模块化设计、层次清晰、结构合理，具有良好的可扩展性和可维护性，满足功能扩展、系统升级、设备更新需求。

**条文说明：**

平台采用面向对象的方法和模块化的设计，平台内部所涉及的各类程序、数据均应按其功能独立构成模块，并通过控制程序连接成整体，使平台程序结构和数据结构各自独立。层次清晰，结构合理的软件设计，可充分保证平台系统可靠性的实现，提高系统的可维护性，同时为后续的平台软件维护和升级提供保证。

**3.7** 平台应采用容错设计，屏蔽非法输入，不可因用户的误操作造成系统阻塞、数据丢失及死机现象。

**条文说明：**

容错性设计是保证平台可靠性的重要手段，对用户的操作进行识别，屏蔽用户非法操作；对输入数据的合法性进行检查，屏蔽非法的数据输入。同时平台应具备操作实时提示功能，避免用户的误操作。

**3.8** 平台应具备灵活的数据输入/输出方式，允许按照文件类型、时间段、区域等调取设计文件。

**条文说明：**

平台的数据输入/输出应具有一定的灵活性，支持图形化的数据输入/输出，支持 Excel、TXT、CAD 等多种格式数据文件的导入、导出以及数据转换。对于行车能力计算相关的数据库的数据及能力计算结果，能够支持按照文件类型、时间段、区域等调取。

3.9 平台的运算模型所关联的各个参数应可单独配置、关联、编辑和保存，便于项目设计方案调整、检验，且应保证数据的完整性。

**条文说明：**

平台的行车能力运算模型相关各个参数，应支持单独编辑和关联设置编辑。例如，6.3.1中A型列车的特性参数，既可整体调用，亦可单独修改/保存其中的某项参数。

3.10 平台应可实时查询、调取行车能力分析历史数据。

**条文说明：**

平台应具有历史数据库，将行车能力计算及相应的行车能力分析数据、运行仿真数据按照一定周期存储到历史数据库中，支持历史数据的实时调取及查询。平台应支持文字记录、图形化数据的调取及列车运行仿真的历史回放功能。

3.11 平台应稳定可靠、操作方便、运算快捷、智能化程度高、运算结果精准。

**条文说明：**

稳定可靠是一个成熟系统平台的最基本要求，平台软件架构、各模块之间的接口设计等需要充分考虑可靠性因素，采取必要的容错设计，保证平台运行稳定可靠。

平台应根据输入的基础数据，方便的构建符合实际的列车运行仿真模型，保证行车能力计算和列车运行仿真的准确性。

平台运算快捷程度与运算精度相关，高精度带来的计算准确同时也会影响计算速度，因此平台应在保证运算准确度的前提下，尽量提高运算速度。运算快捷和运算结果精准的指标要求应符合第4章的相关规定。

智能化程度高表示平台能够结合统计分析数据，提供操作及能力计算方面的智能提示。

3.12 平台应支持网络化移动终端的远程访问，并可授权平台脱机运行。

**条文说明：**

平台应为用户提供便捷的使用方式，支撑在不同现场环境下的使用，远程访问和脱机运行是平台必备的工作方式。

3.13 平台操作人机界面设计应能实现图形化，人机界面友善、易于操作。

**条文说明：**

从用户方面考虑，平台应采用交互式法，提供图形化工作界面，操作简便，使数据输入和运算结果更直观清晰的显示。

3.14 平台应具备智能管理功能，维护平台连续运行，记录必要的历史操作和存储数据，支撑系统工程师的维护工作。

**条文说明：**

平台应对用户操作及历史数据进行记录，包括操作、时间、对象、内容、结果等信息，同时具备故障诊断定位和维护管理、统计功能和历史数据回放、用户权限管理、配置管理、数据版本管理、变更记录等维护管理功能。

## 4. 性能要求

4.1 平台应采取信息安全措施，保障平台与移动终端网络安全、防止病毒侵入。

### 条文说明：

从信息安全角度考虑，任何信息系统都应有信息安全防护措施，保证用户数据安全和隐私。平台应与主流杀毒软件、安全防护软件相兼容，至少符合信息安全等级一级的要求。

4.2 平台的可靠性、可用性、可维护性指标应不低于信号维护支持系统指标。

### 条文说明：

平台应具有较高的性能，作为辅助支持系统，可与同为辅助支持系统的信号维护支持系统类比，各项性能指标达到同一水平。

4.3 平台应满足 24 小时不中断连续运行要求。

4.4 平台应支持初始化数据录入和数据变更，项目数据初始化录入时间不宜大于 8 小时，运算时间不宜大于 3 分钟。

### 条文说明：

从用户方面考虑，平台应提供方便的数据录入手段，同时可快速的修改已录入数据或增加数据。录入手段应包括界面逐条输入、多种文件导入。8 小时时限是基于线路规模不超过 50km、40 个车站的数据录入提出，而且应匹配合适的平台资源，快速完成运算。

4.5 列车运行仿真应支持倍速设定，仿真速度可在 10 倍速度的范围内任意选择。

### 条文说明：

从用户方面考虑，可根据需要展示仿真结果，要求仿真速度可调。

4.6 平台运算结果应真实、可信，相同运算条件下的运算结果差异应小于 0.1%。

### 条文说明：

平台在输出运算结果前，应采用多种方式自校验运算结果，并控制运算结果离散性。

4.7 平台运算结果应精确到小数点后两位。

### 条文说明：

考虑用户实际使用需求和经验，运算结果精确到小数点后两位即可保证用户需求，又可控制运算资源和运算速度。

## 5. 功能要求

### 5.1 数据管理

#### 5.1.1 数据录入

(1) 平台数据库可分类设置行车能力计算及验证相关的数据类型，具体数据配置内容满足本导则第6章节的要求。

##### 条文说明：

平台数据库包括项目基础数据、线路数据、站台配线、列车特性数据、信号控制数据和运营管理数据。行车能力计算及验证相关的数据类型支持分类设置，所关联的各个参数应可单独配置和保存，便于项目设计时使用及灵活调用。

(2) 平台应具备线路基础数据输入功能，包括里程标、坡度、曲线半径、隧道内/外及限速等信息。

##### 条文说明：

线路信息数据主要包括：线路、限速、道岔、车站、里程、坡度、曲线半径、长短链、隧道/高架/地面等线路形式等等。

(3) 平台数据库应支持 Excel、TXT、CAD 等多种格式数据文件的导入、导出以及数据转换。

##### 条文说明：

平台应支持对全部线路数据的导入/录入/修改，支持单项数据的导入/录入，输出图纸上各元素应可配置。

(4) 平台应具备操作导示功能。

#### 5.1.2 数据编辑

(1) 平台数据库具备增加、修改和删除功能，并应支持打印不同规格的图纸和报表。

(2) 平台具备根据数据库拼接轨道拓扑图功能，包括线路配线形式、站台形式、里程标、曲线半径、坡度、隧道内/外及限速等参数设置。

##### 条文说明：

平台应具备轨道拓扑图的辅助绘制生成功能，并具备一定程度上的自动绘图功能。同时，可结合人机交互操作（增加、删除、调整相关元素等），形成最终的轨道拓扑图。

(3) 平台应能根据设定的项目、线路、信号数据，按照信号相关设计原则，自动构建信号平面布置图。

### 条文说明：

信号平面布置图能够以二维平面图形式显示线路、线路车站、道岔、坡度、曲线、道岔、计轴、信号机、应答器等元素，方便用户确认录入数据的正确性。支持线路信息及各元素全部信息的显示。支持按照固定里程位置显示该里程范围内的全部元素的信息。

(4) 平台应支持在轨道拓扑图、信号平面图上增加、删除、调整相关元素等内容的人工操作。

(5) 系统应自动记录数据录入和修改时间。

#### 5.1.3 数据监测与误操作提示

(1) 平台系统可自动监测不符合规律的人工录入数据，如：里程标冲突、信号系统性能超出限制范围等。

(2) 当平台系统监测到错误操作时，可根据严重程度，提供声、光报警。

(3) 平台系统应定期或遇异常时，自动重启系统，并且不丢失系统存储数据。

## 5.2 行车能力计算

5.2.1 平台应能根据线路、列车、信号系统、供电及运营相关数据，自动进行列车运行牵引计算。

5.2.2 行车能力计算应包括：

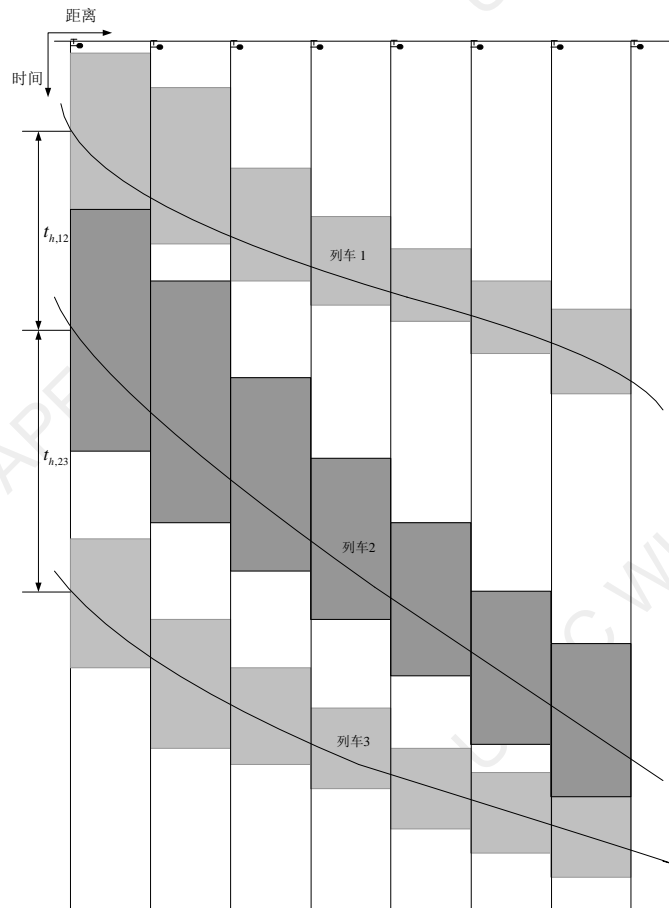
- 正线通过能力；
- 折返能力；
- 不同列车交路运行能力（大小交路套跑、Y型交路、快慢车组合运行等）；
- 出入车辆基地能力（包括连续出入能力和间隔出入能力）；
- 车辆基地内接/发车能力等内容。

### 条文说明：

#### 1) 行车能力

列车能力分析方法根据不同制式下在正线、折返线、出入车辆基地等不同区域的运行特点，在实际应用中有很多种分析表达方式。但究其实质，都是需要逐一分析列车在每个闭塞分区的占用时间（即列车在该分区的最小列车间隔），取最大值为全线的列车间隔。以 UIC406 标准计算方法为例，对每个闭塞分区占用时间窗的计算方法来统一列车间隔的分析方法。

如下图所示，为列车设计间隔示意图：



## 2) 行车能力计算

行车能力计算可支持移动闭塞、准移动闭塞、固定闭塞下的正线通过能力、折返能力、出入车辆基地能力计算。平台进行系统最大行车能力分析。

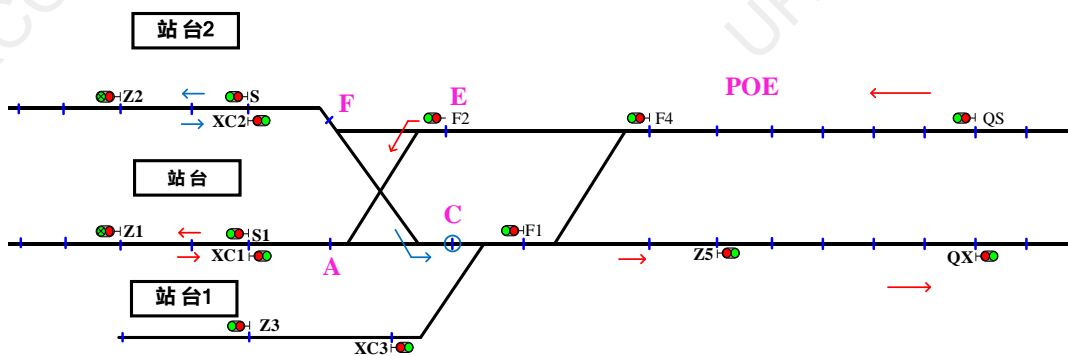
支持配置分析范围、分析方向：显示线路图以备选择分析范围，选择分析范围时通过起点站及其起点信号机、终点站及其终点信号机（通过起点和终点信号机即可判断分析的范围和方向，但为了直观显示所要分析的范围和方向特意增加起点站、终点站）。

识别线路信息中可进行折返计算的车站以备选择，选择折返能力计算车站，选择折返路径，选择关键点。折返时所用到的关键点见下表：

NO.	关键点名称	关键点作用	关键点类型
1	上一站运营停车点	即干扰点 POE，后车追踪前车时的最近不减速位置，后车的初始位置	停车点
2	折入前车站运营停车点	折入时车站出发的起点	停车点
3	折入时出站保护区段终点计轴	站台管辖的终点，前车车尾出清该点后可为后车准备进站进路（同时需考虑是否为侵限计轴的情况）	计轴
4	折入时道岔区段终点计轴	列车在道岔区段车尾运行的终点，同“折出时道岔区段起点计轴”	计轴

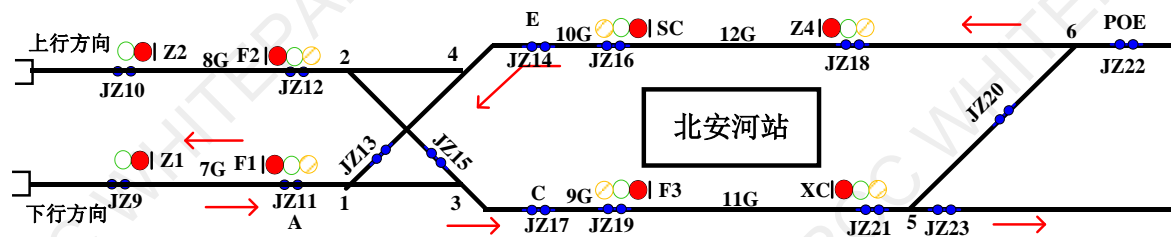
5	折入时终点停车点	折入时在折返轨的停车点，折入的列车停车终点	停车点
6	折出时起点停车点	折出时在折返轨的停车点，折出时列车出发起点	停车点
7	折出时道岔区段起点计轴	折出时道岔区段起点计轴	计轴
8	折出时道岔区段终点计轴	折出时道岔区段终点计轴，折出时车尾在道岔区段运行的终点，前车离开该点后可为后车准备折入进路	计轴
9	折出后车站运营停车点	折出后在站台的停车点	停车点
10	折出后出站保护区段终点计轴		计轴
11	下一站运营停车点	在折出后车站出发的下一站运营停车点	停车点

站前折返关键点示意图，以北京地铁 13 号线西直门站为例：



POE: 干扰点，后车追踪前车时的最近不减速位置，后车的初始位置

站后折返关键点示意图，以北京地铁 16 号线安河桥北站为例：



POE: 干扰点，后车追踪前车时的最近不减速位置，后车的初始位置

两列车追踪出/入段的能力，类似于折返方式分析，布置出/入段和进/出站关键点，出段和入段在转换轨处以停车方式处理。

间隔出/入段能力，出/入段的列车与正线运营的列车间隔进行，比如在正线运营的列车中新增一列车使其出段到正线运营，在正线运营的列车中减少一列车使其回段结束运营。通过布置三列车的出段/入段的路径关键点，用三列车进行依次仿真计算，车 1 和车 3 是正线运营列车，车 2 是新增或者减

少的运营列车。

5.2.3 行车牵引计算中的列车运行速度曲线和时分曲线应以列车多质点模型进行计算，其曲线可根据列车中心位置或列车头部位置进行绘制。

#### 条文说明：

列车运行速度曲线和时分曲线应以列车链状的形式进行计算。多质点模型是将每辆车简化成一个质点，构成质点链，能够反映列车编组、长度对受力和运行的影响。

5.2.4 根据闭塞制式、最小运行间隔和旅行速度指标要求，自动划分闭塞分区。闭塞分区划分应满足列车在区间追踪运行、进出车站追踪运行等不同运行方式的要求。

5.2.5 平台可支持计算结果导出图表，并支持对所需要导出的结果数据进行选择。

### 5.3 文件编辑

#### 5.3.1 总体设计文件

##### (1) 线路平面图

线路平面图应显示线路配线、车站、联络线、道岔、坡度、曲线半径及其对应的里程标。

##### (2) 牵引计算图

牵引计算图应包括以下内容：

- 项目基础数据，如：线路长度、车站数量、平均站间距、列车编组、最小运行间隔、旅行速度等；
- 线路基础数据，如：站台、区间、道岔、配线及上下行线的里程标、坡度、曲线半径等；
- 限制速度，如：线路最高限制速度、ATP 系统限制速度；
- 运行时间，如：区间走行时间、站停时间；
- 列车运行控制曲线，如：ATO 运行速度曲线、后车车头的时/距离运行曲线、后车距安全防护点时/距离运行曲线、前车尾部的时/距离运行曲线、速度/距离运行曲线、追踪间隔时间曲线等。

牵引计算如图 1 所示。

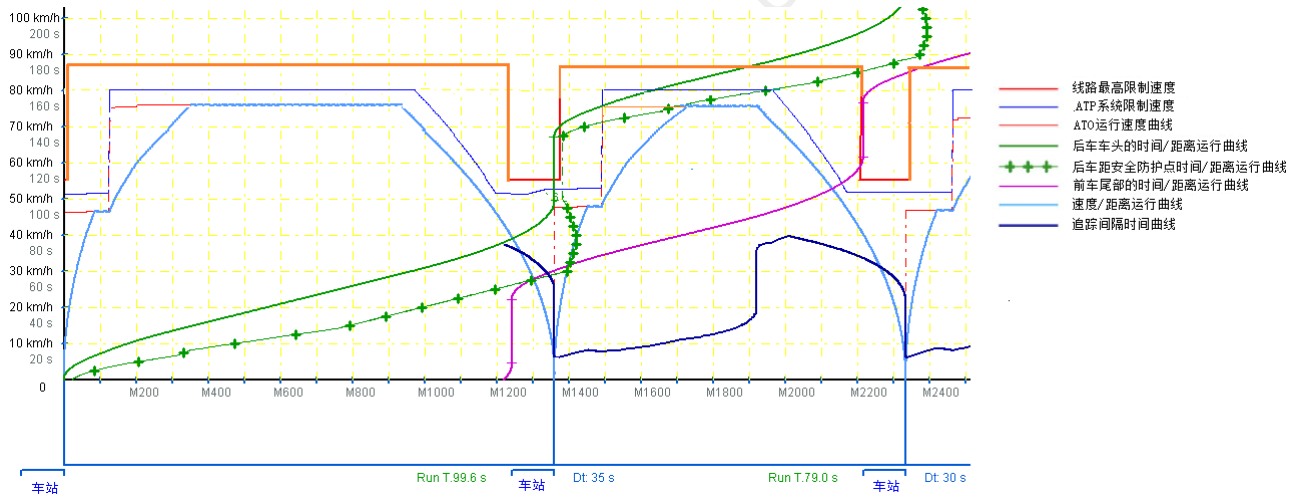


图 1 牵引计算图

### (3) 列车运行控制流程图

根据选择的线路区域和数据库存储的行车能力相关参数，绘制列车运行控制流程图。列车运行控制流程图应包括：列车运行速度、紧急制动触发速度、列车运行目标速度、列车走行距离及列车运行径路等。

列车运行控制流程如图 2 所示。

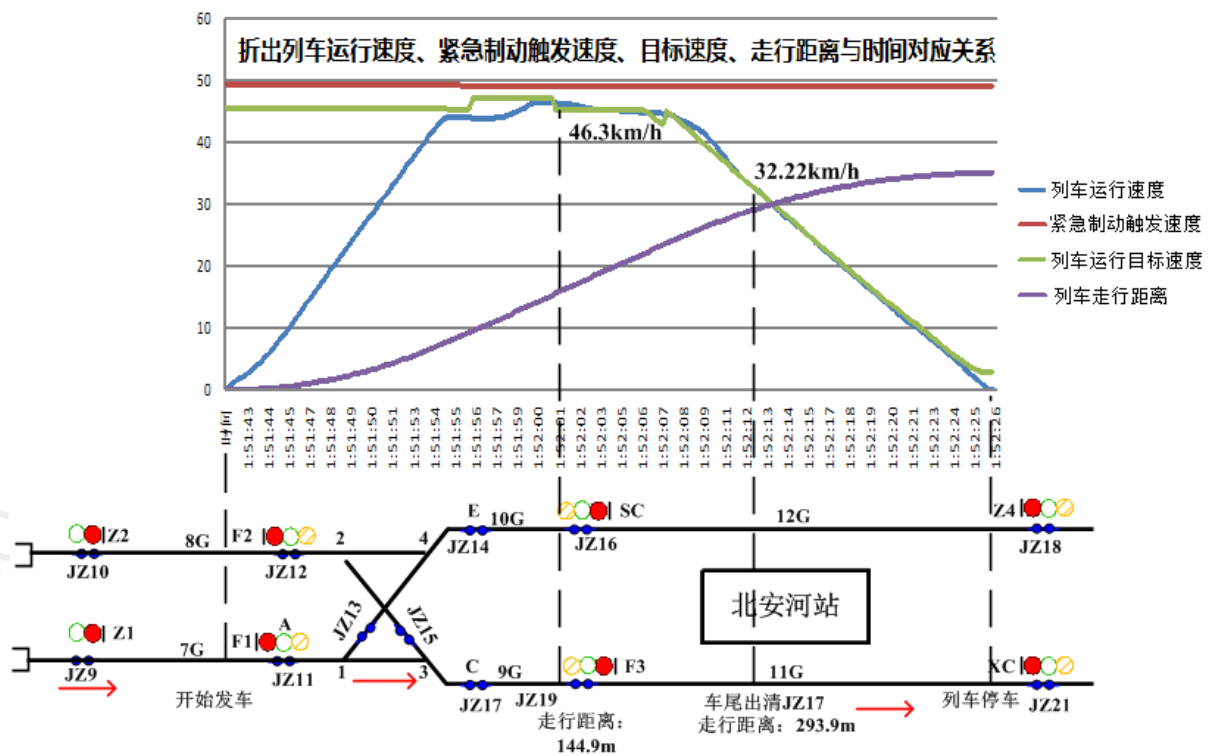


图 2 列车运行控制流程图

### 5.3.2 信号系统设计文件

#### (1) 信号平面图

信号平面图应在线路平面图基础上，布置轨旁信号设备及其位置，如：信号机、转辙机、应答器、计轴等。

#### (2) 列车超速防护控制示意图

为处理行车安全与行车效率的关系，平台应可提供列车超速防护控制示意图。列车超速防护控制示意图应包括：列车运行最高限制速度、ATP 系统限制速度、紧急制动触发曲线、紧急制动曲线、测速误差、定位误差、ATP 响应延时时间、车辆响应延时时间、紧急制动开始建立过程、紧急制动完全建立过程和紧急制动实施过程等因素。

列车超速防护控制如图 3 所示。

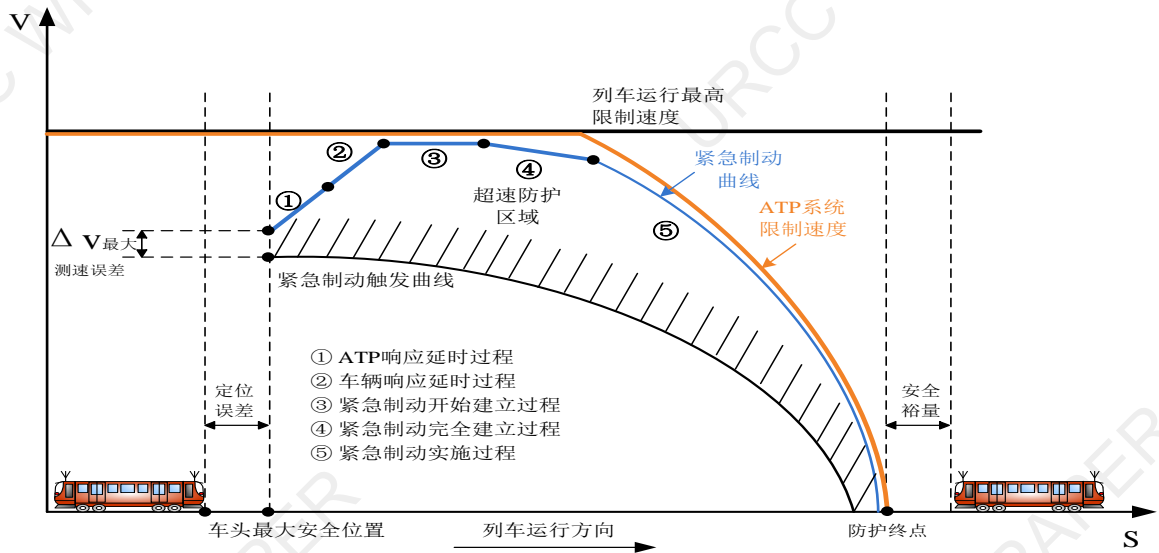


图 3 列车超速防护控制示意图

#### (3) 列车折返作业时序图

平台应能够针对折返站绘制列车折返作业时序图。

具体示例如图 4 所示。

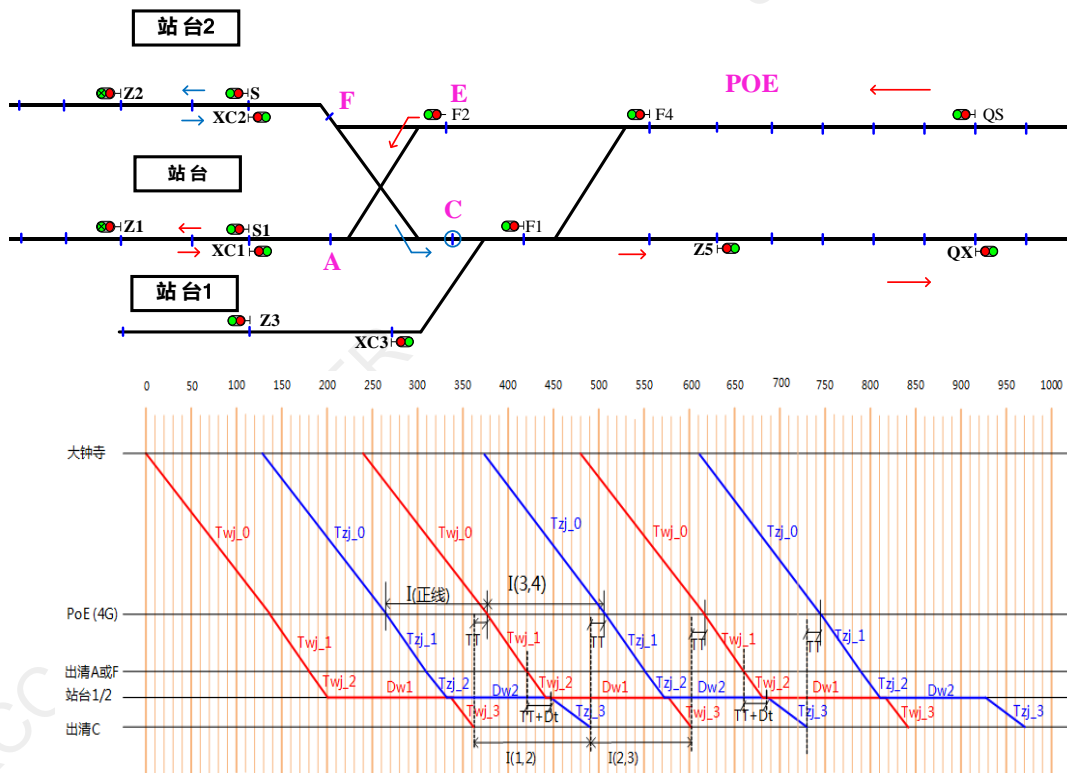


图 4 列车折返作业时序图

**条文说明:**

折返时序图上需具有的元素包括：各关键阶段的运行时间、站型简图、折返间隔计算值、POE 的位置等。关键阶段运行时间可手工输入。

**5.3.3 行车管理设计文件**

**(1) 行车能力分析报告**

行车能力分析报告应包括以下分析数据：

- 旅行速度；
- 技术速度；
- 配车数量；
- 全周转时间；
- 正线最小追踪间隔；
- 连续出入车辆基地的最小追踪间隔；
- 间隔出入车辆基地的最小追踪间隔；
- 快慢车越行能力分析；
- 计划运行图规定运行交路的折返能力等。

条文说明:

行车能力分析结果可用 EXCEL 表格导出, 应包括下列内容:

- 列车运行的速度、距离、时间;
- 折返过程的速度、距离、时间;
- 出入段的速度、距离、时间;
- 各种模式下区间运行时间、运行间隔、总运行时间、总线路长度、旅行速度、技术速度;

(2) 列车运行图

- 计划运行图

如图 5 所示。

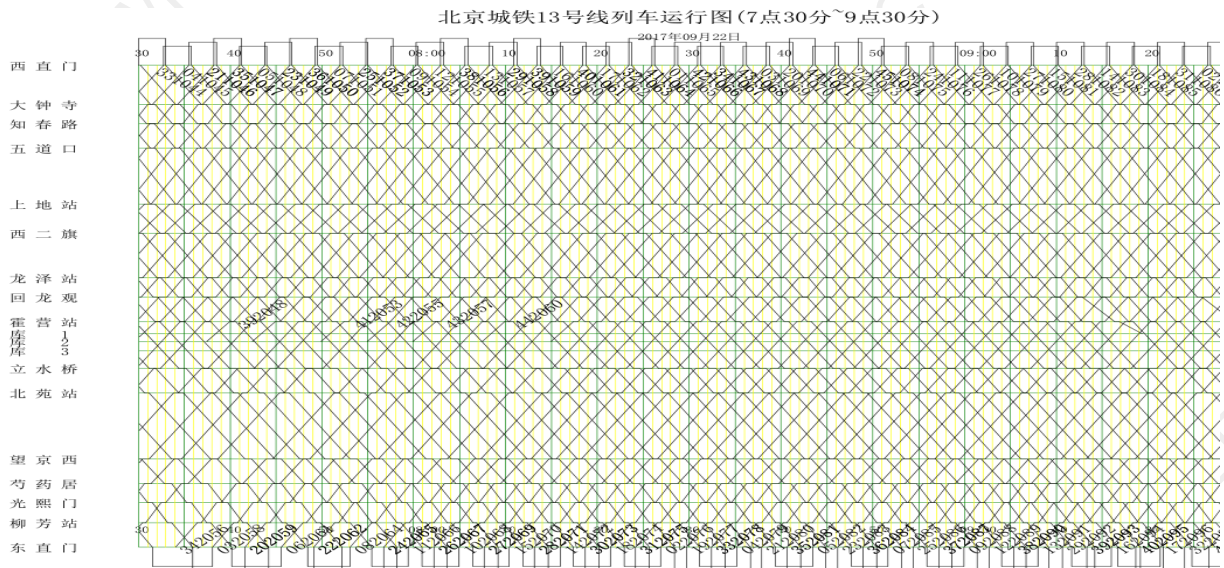


图 5 计划运行图

- 仿真实际运行图

如图 6 所示。

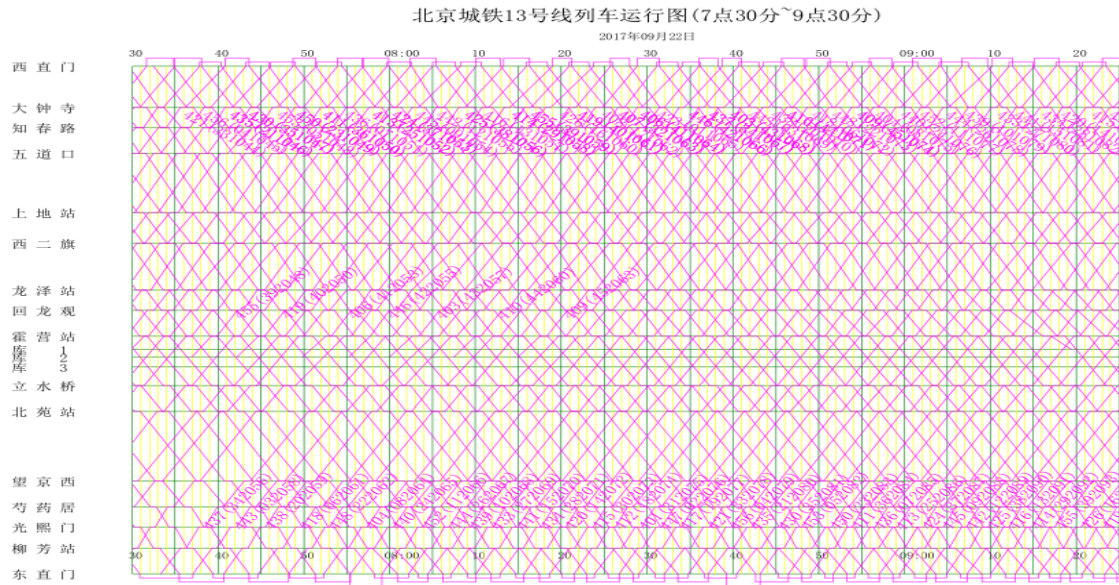


图 6 仿真实际运行图

## 5.4 系统仿真与演示

### 5.4.1 列车运行曲线

- 牵引计算曲线;
- 列车防护控制曲线;
- 列车安全防护点的时间-距离典型特征曲线;
- 列车追踪运行速度、距离、间隔曲线等。

### 5.4.2 列车运行仿真演示

(1) 列车运行状态仿真演示应包括以下内容:

- 固态显示内容, 包括:
  - 线路配线;
  - 供电分区;
  - 信号系统轨旁设备布置;
  - 设备编号。
- 动态显示内容, 包括:
  - 信号系统设备状态, 如: 信号机、列车进路等;

- 列车运行位置；
- 列车运行车次；
- 与运行计划时间正/负偏差；
- 指定列车的运行状态，如：驾驶模式、最高限制速度、运行速度、目的地等。

(2) 列车运行调整仿真，包括以下内容：

- 列车运行控制等级变化；
- 加/减列车。

#### 条文说明：

列车运行仿真演示能够设置列车的出发位置、运行交路，用以仿真演示列车运行和绘制实际运行图，其中“时刻”以开始仿真时的时间为基准。可演示如下过程：

- 移动闭塞、准移动闭塞和固定闭塞下的列车运行；
- 不同运行间隔；
- 不同运行等级（1-4级）；
- 多车等间隔或全线等间隔运行；
- 按照计划运行图运行；
- 能够在计划运行图上绘制列车实际运行图；
- 任意两点的运行时间；

任意一点的运行速度。同一列车运行时，任意两点之间运行时间的查询。可通过在牵引计算图纸上增加两条竖线，显示竖线与时间/距离曲线相交处的坐标及其两竖线与曲线交点纵坐标的差值，即可查询某两点间的运行时间，可采用横向拖动竖线或输入里程的方式进行查询某一里程的信息。

通过在牵引计算图纸上增加一条竖线，显示竖线与曲线相交处的坐标，即可查询某一里程上的速度和间隔，可采用横向拖动竖线或输入里程的方式进行查询某一里程的信息。

在仿真运行结束后可生成运行报告，生成时可选择运行报告所需内容和文件模板，运行报告包括：项目信息（线路名称、模拟线路起始/终止公里标、线路全长、车站数量、线路速度等级）、运行组织（列车运行间隔、在线模拟运行列车数量、闭塞控制模式、列车运行等级、旅行速度、单程运行时间）、运行分析（计划与实际运行图显示、列车运行正点率）。

## 5.5 系统管理

5.5.1 平台可支持程序维护、数据更新、数据类型变更、数据库扩展。

5.5.2 平台可智能统计、分析在线和脱机用户终端运行情况，以便为系统升级奠定基础。

5.5.3 平台应能记录运行中出现的异常，包括自动修复的异常现象，并能标明异常发生的现象、时间、故障点及原因等。

5.5.4 平台应支持设备软件变更、版本升级和历史记录。

## 6. 数据库

### 6.1 项目基础数据

线路名称		车站数量		线路长度		速度等级	
车辆基地配置		运营方式(独立/共线)				控制等级	
车辆选型		列车编组		供电制式		列车长度	
最小运行间隔		旅行速度		折返能力		配车数量	
最大供电能力		站停时间*					

\*注：站停时间为链接表格形式。

#### 条文说明：

项目基础数据是行车能力设计与检验平台的最原始数据，是识别线路类别、速度等级、控制等级等的原始参数。通过这些基础数据，可以进一步分析比较线路配置的合理性、旅行速度的差异性，便于用户了解项目信息，方便项目检索、查询，并可为将来大数据分析提供原始依据。

**线路名称：**填写某地某线编号或线名，有利于识别和区分。

**车站数量：**填写正线车站数量，便于统计分析。

**线路长度：**填写正线线路长度，供分析计算使用。

**速度等级：**填写线路最高运行速度等级。

**控制等级：**指信号系统列车追踪运行的控制方式，填写移动闭塞、准移动闭塞或固定闭塞。

**运营方式：**填写独立运营还是共线运营方式，涉及是否有互联互通需求。

**供电制式：**填写接触网供电或第三轨供电方式，涉及维修方式及应急处置方案。

**最大供电能力：**填写高峰运行期间牵引供电分区一小时内最多允许同时运行列车数，即高峰运行期间能够提供的供几列车同时用电的最大能力，其中包括牵引变电所正常供电模式与越区供电模式。该能力有可能限制区间的通行能力。

**车辆基地配置：**填写本线车辆段、停车场配置情况。

**车辆选型：**填写车辆 A 型车、B 型车或其他车型，与牵引计算密切相关。

**列车编组：**填写列车编组长度，混跑时要分别标明。

**列车长度：**填写编组后列车长度，混跑时分别填写。

**配车数量：**填写总配车数量，包括备用列车数量。

**最小运行间隔：**填写线路设计的最小运行时分间隔，与行车能力密切相关。

**旅行速度：**填写设计确定的旅行速度值，是衡量行车效率和能力的重要指标。

**折返能力：**填写列车在端站折返所需的最小时间间隔，该数值是影响行车能力的关键参数。

**站停时间：**填写各站站停时分（用附表附录形式），该数值是影响旅行速度的关键参数。

## 6.2 线路数据

### 6.2.1 线路限速

序号	数据名称	数据说明				图例序号	备注
		线路条件		线路允许最高运行速度	线路最高限制速度		
1	平直线路限速	线路速度等级	80km/h	80 km/h	87 km/h		
			100km/h	100 km/h	110 km/h		
2	正线区间限速	半径	300m	67 km/h	73 km/h		
			350m	73 km/h	79 km/h		
			400m	78 km/h	84 km/h		
			450m	82 km/h	89 km/h		
			500m	87 km/h	94 km/h		
			600m	95 km/h	103 km/h		
			700m	--	--		
3	站台限速	设站台门（6A）		65km/h	70km/h		引自《城市轨道交通列车运行速度控制导则》
		设站台门（6B）		60km/h	65km/h		
		无站台门		40km/h	45km/h		
4	道岔限速	道岔型号	7#道岔	侧向	25 km/h	30 km/h	
				直向	60 km/h	65 km/h	
			9#直尖轨	侧向	30 km/h	35 km/h	
				直向	80 km/h	87 km/h	
			9#曲尖轨	侧向	35 km/h	40 km/h	
				直向	100 km/h	107 km/h	

序号	数据名称	数据说明				图例序号	备注	
		线路条件		线路允许最高运行速度	线路最高限制速度			
			12#道岔	侧向	50 km/h	55 km/h		
				直向	120 km/h	127 km/h		

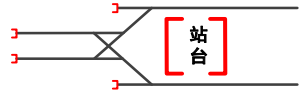

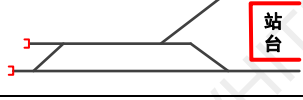


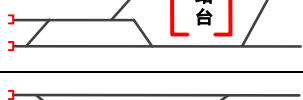




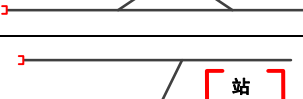

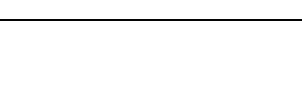
#### 条文说明：

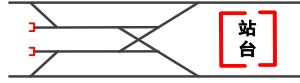
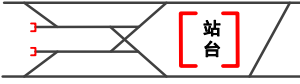
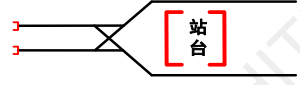

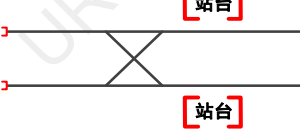
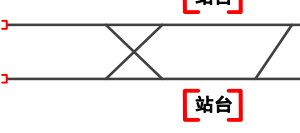
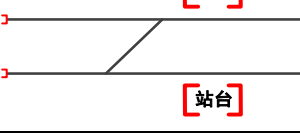

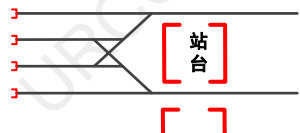
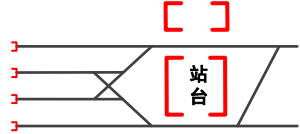
线路作为城市轨道交通工程基础设施，线路数据库建立由线路速度等级、平面曲线、车站和道岔组成。

1. 本导则中的数据涵盖轨道交通 80km/h，100km/h 的线路等级各项技术参数，其他速度等级的城市轨道交通制式线路可参考。
2. 因本导则主要是指导行车能力设计与检验平台建设，更关注限速曲线对行车能力的影响，故本数据库仅体现限速曲线及其相关参数，对于非限速曲线同样是线路数据库的组成部分，但不单独梳理。针对曲线限速，在借鉴《城市轨道交通列车运行速度控制导则》白皮书的基础上确定限速值。
3. 此限速值略高于《地铁设计规范》（GB 50157）的规定值，从目前运营实际来看，规范中所规定的进站限制速度，对列车长度超过 120m 的线路，会影响到列车进站速度效率发挥。对于站台端部速度问题，完全可以通过较小的工程投入予以解决，不应作为行车能力的制约点。为此，本导则数据库从基于保证轨道交通运营效率出发，根据列车长度、进站减速度等计算得出车站站台限速。此站台限速能够满足列车采用较大减速度（不超过  $1.0\text{m/s}^2$ ）进站情况下的站台端部限制速度要求。当然，具体工程使用者，可根据工程实际情况对此取值进行调整。
4. 数据库提供常用的 4 种道岔、尺寸及相关参数。若工程上应用到其他类型道岔，亦可进一步完善本数据库。





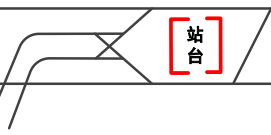
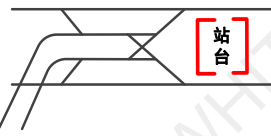
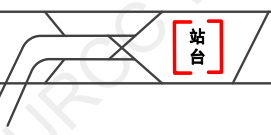
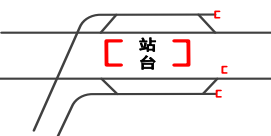
#### 6.2.2 站台配线

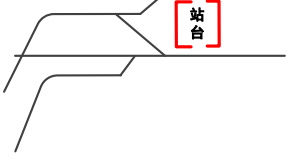
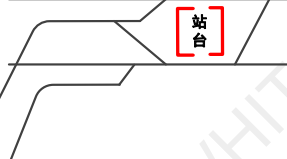
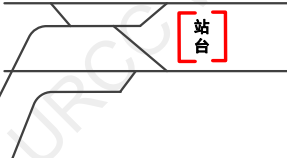
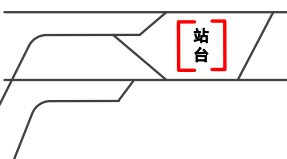
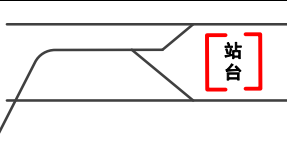


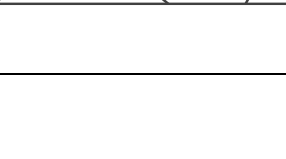
序号	配线形式	车站站型	数据编号	图例序号	示意图	备注
1	站后折返	岛式站台	1.1	图号 ZF-ZH-DAO-001		
			1.2	图号 ZF-ZH-DAO-002		

序号	配线形式	车站站型	数据编号	图列序号	示意图	备注
			1.3	图号 ZF-ZH-DAO-003		
			1.4	图号 ZF-ZH-DAO-004		
			1.5	图号 ZF-ZH-DAO-005		
			1.6	图号 ZF-ZH-DAO-006		
			1.7	图号 ZF-ZH-DAO-007		
			1.8	图号 ZF-ZH-DAO-008		
			1.9	图号 ZF-ZH-DAO-009		
			1.10	图号 ZF-ZH-DAO-010		
			1.11	图号 ZF-ZH-DAO-011		
			1.12	图号 ZF-ZH-DAO-012		
			1.13	图号 ZF-ZH-DAO-013		
			1.14	图号 ZF-ZH-DAO-014		
			1.15	图号 ZF-ZH-DAO-015		

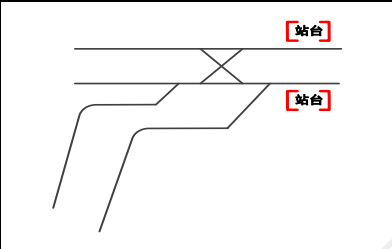
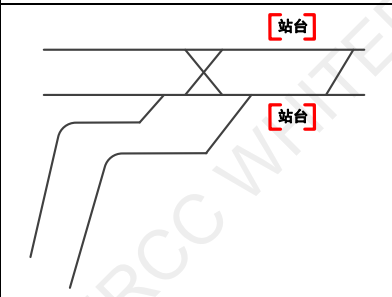
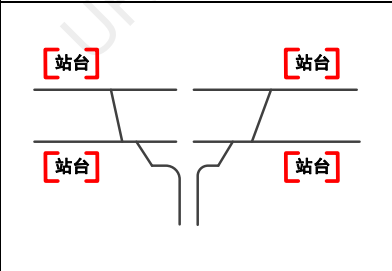
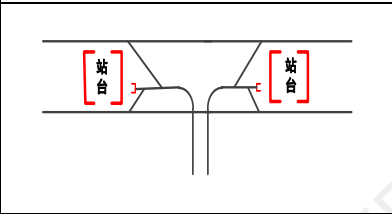
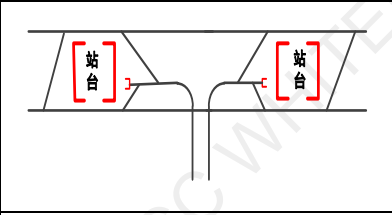
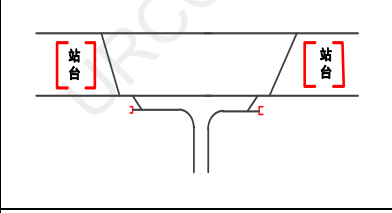
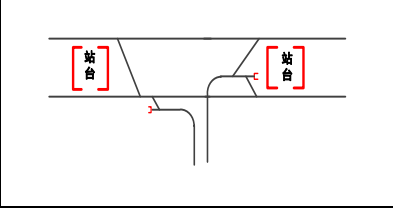
序号	配线形式	车站站型	数据编号	图列序号	示意图	备注
			1.16	图号 ZF-ZH-DAO-016		
			1.17	图号 ZF-ZH-DAO-017		
			1.18	图号 ZF-ZH-DAO-018		
			1.19	图号 ZF-ZH-DAO-019		
		侧式折返	1.20	图号 ZF-ZH-CE-001		
			1.21	图号 ZF-ZH-CE-002		
			1.22	图号 ZF-ZH-CE-003		
			1.23	图号 ZF-ZH-CE-004		
		岛侧式	1.24	图号 ZF-ZH-DAO/CE-001		
			1.25	图号 ZF-ZH-DAO/CE-002		

序号	配线形式	车站站型	数据编号	图列序号	示意图	备注
			1.26	图号 ZF-ZH-DAO/CE-003		
			1.27	图号 ZF-ZH-DAO/CE-004		
2	站前折返	岛式	2.1	图号 ZF-ZQ-DAO-001		
			2.2	图号 ZF-ZQ-DAO-002		
			2.3	图号 ZF-ZQ-DAO-003		
		侧式	2.4	图号 ZF-ZQ-CE-001		
			2.5	图号 ZF-ZQ-CE-002		
		岛侧式	2.6	图号 ZF-ZQ-DAO/CE-001		
			2.7	图号 ZF-ZQ-DAO/CE-002		
		三线双	2.8	图号 ZF-ZQ-DAO/DAO-001		

序号	配线形式	车站站型	数据编号	图列序号	示意图	备注
		岛式	2.9	图号 ZF-ZQ-DAO/DAO-002		
			2.10	图号 ZF-ZQ-DAO/DAO-003		
		三线一岛一侧式	2.11	图号 ZF-ZQ-DAO/CE-001		
			2.12	图号 ZF-ZQ-DAO/CE-002		
		3	车辆基地出入线	岛式	3.1	图号 CRX-DAO-001
3.2	图号 CRX-DAO-001					
3.3	图号 CRX-DAO-003					
3.4	图号 CRX-DAO-004					
3.5	图号 CRX-DAO-005					

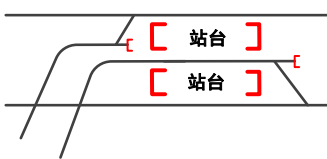
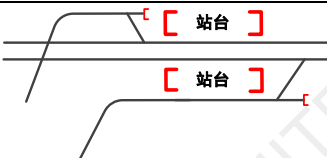


序号	配线形式	车站站型	数据编号	图列序号	示意图	备注
			3.6	图号 CRX-DAO-006		
			3.7	图号 CRX-DAO-007		
			3.8	图号 CRX-DAO-008		
			3.9	图号 CRX-DAO-009		
			3.10	图号 CRX-DAO-010		
			3.11	图号 CRX-DAO-011		
			3.12	图号 CRX-DAO-012		
			3.13	图号 CRX-DAO-013		

序号	配线形式	车站站型	数据编号	图列序号	示意图	备注
			3.14	图号 CRX-DA0-014		
			3.15	图号 CRX-DA0-015		
		侧式	3.16	图号 CRX-CE-001		
			3.17	图号 CRX-CE-002		
			3.18	图号 CRX-CE-003		
			3.19	图号 CRX-CE-004		

序号	配线形式	车站站型	数据编号	图列序号	示意图	备注
			3.20	图号 CRX-CE-005		
			3.21	图号 CRX-CE-006		
			3.22	图号 CRX-CE&CE-001		
		岛侧式	3.23	图号 CRX-DAO&DAO-002		
			3.24	图号 CRX-DAO&DAO-003		
			3.25	图号 CRX-DAO&DAO-004		
			3.26	图号 CRX-DAO&DAO-005		

序号	配线形式	车站站型	数据编号	图列序号	示意图	备注
		三线双岛式	3.27	图号 CRX-DA0/DA0-001		
	3.28		图号 CRX-DA0/DA0-002			
	3.29		图号 CRX-DA0/DA0-003			
	3.30		图号 CRX-DA0/DA0-004			
		岛一侧式	3.31	图号 CRX-DA0/DA0-005		
		四线双岛式	3.32	图号 CRX-DA0/DA0-006		
	3.33		图号 CRX-DA0/DA0-007			
	3.34		图号 CRX-DA0/DA0-007			

序号	配线形式	车站站型	数据编号	图列序号	示意图	备注
			3.34	图号 CRX-DAO/DAO-008		
			3.35	图号 CRX-DAO/DAO-009		
4	越行线	岛式	4.1	图号 YXX-DAO/DAO-001		
			4.2	图号 YXX-DAO/DAO-002		
			4.3	图号 YXX-DAO-003		
		侧式	4.4	图号 YXX-CE/CE-004		
5	主支线	岛式	5.1	图号 ZZX-DAO/DAO-002		
			5.2	图号 ZZX-DAO/DAO-002		
			5.3	图号 CRX-DAO/DAO-003		

序号	配线形式	车站站型	数据编号	图列序号	示意图	备注
6			5.4	图号 CRX-DAO/DAO-005		
		侧式	5.5	图号 CRX-DAO/CE-004		
	无配线	岛式	6.1	图号 WPX-DAO-001		
		侧式	6.2	图号 WPX-CE-001		

#### 条文说明：

折返站配线是城市轨道交通设施重要组成部分，且配线形式种类繁多，从便于平台数据库建立、使用查询、完善数据库角度出发，将配线分为站后折返配线、站前折返配线、车辆基地出入线、越行线、运营主支线以及无配线车站共 6 种形式配线。在数据库建立时，所有配线形式应纳入至 6 种当中。

为数据库建立和检索方便，在 6 种类之下，按照岛式站台、侧式站台、岛侧式站台、三线双岛式、四线双岛式、无配线进行分类，便于检索；在工程实际中，若有其他形式，可以新建类型。

本导则同时提供不同配线形式的道岔配置构成，利于从数据库建立角度实现轨道配线设计。

本导则尽可能多的列举了配线形式，供数据库建立时使用，但当遇到本导则中未提供的配线形式时，亦可新建配线形式，并进一步完善数据库。

### 6.3 列车特性数据

#### 条文说明：

列车特性数据主要用于平台验证设计能力调取计算使用，现阶段国内较为标准、且有大量成熟应用的城市轨道交通车辆主要以 80km/h、100km/h 的 A 型、B 型两种车型为主流车型，常规编组方式为 6 辆编组和 8 辆编组，亦有少数线路车辆采用 4 辆编组的。本导则暂未考虑在国内还没有大批量使用运营的特种车型，但将随着未来车辆技术的发展不断进行相应数据的补充以完善数据库。

信号系统进行行车能力设计所需的列车特性数据主要包括：车辆编组、长度、车重及位置信息、各种速度信息、加减速速度信息、牵引制动特性及相关动作及执行过程时间参数、车门动作时间参数等，这些参数中除 GB50157《地铁设计规范》标准中规定的车辆参数外，特性参数和时间参数存在因车辆和系统供应商不同而略有差异的客观因素。因此，本数据库各数据的来源及取值，在充分调研了国内主要车辆供应商和系统供应商成熟车型理论计算和实际应用数据的基础上，以“多数车辆及系统供应商基本可以达到的水平，同时充分考虑包容性和先进性”为原则，通过综合比对分析，选取相对比较有代表性的各类型数据取值范围作为本导则车辆数据资源供平台验证计算取用。其中：

- 牵引相关数据主要来自中车株洲时代电气股份有限公司、中车青岛四方车辆研究所有限公司、中车大连电力牵引研发中心等系统供应商产品；
- 制动相关数据主要来自铁道科学研究院、中车青岛四方车辆研究所有限公司、克诺尔车辆设备有限公司等系统供应商产品；
- 列车开关门动作时间参数，目前各城市要求基本统一为 2.5s~3.5s 之间可调；开关门提示音的频率和次数，主要取决于各线路运营方的要求，略有差异，目前北京市在线运营的多条线路，提示音频率大多采用 2Hz。

### 6.3.1 A型列车特性数据

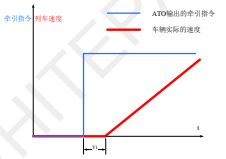
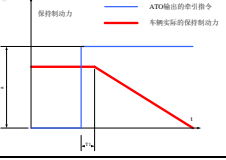
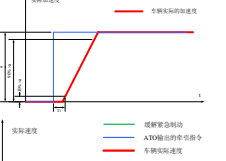
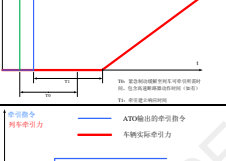
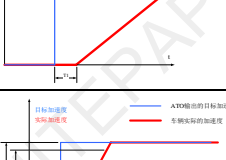
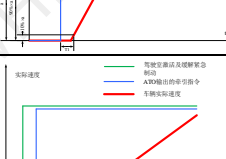

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围	单位	图例序号	备注	
1	6A	长度参数	1.1	列车长度	140		m	详见附图 9	列车两端部车钩连接面（断面）之间距离
			1.2	头车悬垂长度	根据实际项目填写		m	详见附图 9	头车一位端车钩端面到第一车轴中心的距离
		重量参数	1.3	列车重量	根据实际项目填写		t	/	列车编组内各车辆空车重量之和
			1.4	车辆构造速度	80 速度等级	90	km/h	/	
		100 速度等级			110				
		1.5	车辆最高运行速度	80 速度等级	80	km/h	/		
				100 速度等级	100				
		1.6	旋转质量系数	Tc/Tp/T	0.05	/	/		
				Mc/Mp/M	0.1				
		1.7	粘着系数	牵引工况	0.16~0.18	/	/		
				制动工况	0.14~0.16				
		1.8	纵向冲击率	0.75		m/s <sup>3</sup>	/		
		1.9	平均加速度	0~36/40km/h	1.0	m/s <sup>2</sup>	/		
				0~80km/h	0.6				
0~100km/h	0.5~0.6								
1.10	平均减速度	常用制动	1.0	m/s <sup>2</sup>	/				
		紧急制动	1.2						
1.11	可保证的紧急制动减速度（GEBR）	损失 1/6 制动	≥1.0	m/s <sup>2</sup>	/				
		损失 1/3 制动	≥0.8						
1.12		A 型车-4M2T-1500V-80km/h		/					

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围	单位	图例序号	备注
				列车牵引特性曲线	A 型车-4M2T-1500V-100km/h	/		
			1.13	列车制动特性曲线	A 型车-4M2T-1500V-80km/h A 型车-4M2T-1500V-100km/h	/		
		时间参数	1.14	常用制动延时时间	$\leq 1.5$	S		
			1.15	常用制动建立时间	$\leq 0.7$	S		
			1.16	紧急制动延时时间	$\leq 1.3$	S		
			1.17	紧急制动建立时间	$\leq 0.3$	S		
			1.18	保持制动施加响应时间	$\leq 0.3$	S		保持制动施加延时时间
					$\leq 0.1$	S		保持制动施加建立时间
			1.19	保持制动缓解响应时间	$\leq 3$	S		保持制动缓解延时时间
		$\leq 0.1$			S		保持制动缓解实施时间	

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围	单位	图例序号	备注		
			1.20	牵引建立响应时间	$\leq 0.8$	S				
			1.21	列车启动牵引建立时间	$\leq 1.5$	S				
			1.22	列车惰行再牵引响应时间	$\leq 2.0$	S				
			1.23	换端后列车牵引建立时间	$\leq 5.5$	S				
			1.24	牵引切除延迟时间	$\leq 0.5$	S				
			1.25	牵引切除建立时间	$\leq 1.4$	S				
			1.26	车门打开时间	提示音频次	1Hz	无/同步	0		从收到车载信号设备车门打开指令后，至车门完全打开所需时间。
							1次	1		
			2次	3						
			2Hz	无/同步	0					
				1次	0.5					

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围		单位	图例序号	备注	
			1.27	车门关闭时间	车门动作时间	2次	1.5	s		从收到车载信号设备车门关闭指令后，至车门完全关闭所需时间。
						3次	2.5			
					3±0.5		s			
					提示音频次	1Hz		无/同步		
								1次		
								2次		
2Hz	无/同步									
	1次									
	2次	s								
车门动作时间	3±0.5									
2	8A	长度参数	2.1	列车长度	186		m	详见附图9	列车两端部车钩连接面（断面）之间距离	
			2.2	头车悬垂长度	根据实际项目填写		m	详见附图9	头车一位端车钩端面到第一车轴中心的距离	
		重量参数	2.3	列车重量	根据实际项目填写		t	/	列车编组内各车辆空车重量之和	
			性能参数	2.4	车辆构造速度	80速度等级	90	km/h	/	
		100速度等级				110				
		2.5		车辆最高运行速度	80速度等级	80	km/h	/		
					100速度等级	100				
		2.6	旋转质量系数	Tc	0.05	/	/			
				M	0.1					
		2.7	粘着系数	牵引工况	0.16~0.18	/	/			
				制动工况	0.14~0.16					
		2.8	纵向冲击率	0.75		m/s <sup>3</sup>	/			

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围		单位	图例序号	备注	
			2.9	平均加速度	0~40km/h	1.0	m/s <sup>2</sup>	/		
					0~80km/h	0.6				
					0~100km/h	0.5~0.6				
			2.10	平均减速度	最大常用制动	1.0	m/s <sup>2</sup>	/		
					紧急制动	1.2				
			2.11	可保证的紧急制动减速度 (GEBR)	损失 1/8 制动	≥1.05	m/s <sup>2</sup>	/		
					损失 1/4 制动	≥0.9				
			2.12	列车牵引特性曲线	A 型车-6M2T-1500V-100km/h		/			
			2.13	列车制动特性曲线	A 型车-6M2T-1500V-100km/h		/			
			时间参数	2.14	常用制动延迟时间	≤1.5		s		
				2.15	常用制动建立时间	≤0.7		s		
				2.16	紧急制动延迟时间	≤1.3		s		
				2.17	紧急制动建立时间	≤0.3		s		
2.18	保持制动施加响应时间	≤0.3		s		保持制动施加延迟时间				
		≤0.1		s		保持制动施加实施时间				

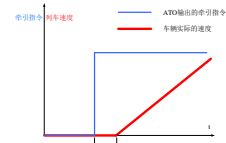
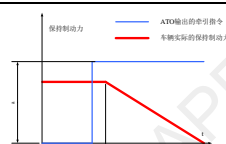
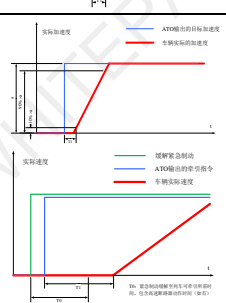
序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围	单位	图例序号	备注
			2.19	保持制动缓解响应时间	$\leq 3$	s		保持制动缓解延迟时间
					$\leq 0.1$	s		保持制动缓解实施时间
			2.20	牵引建立响应时间	$\leq 0.8$	s	 	
			2.21	列车启动牵引建立时间	$\leq 1.5$	s		
			2.22	列车惰行再牵引响应时间	$\leq 2.0$	s		
			2.23	换端后列车牵引建立时间	$\leq 5.5$	s		

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围	单位	图例序号	备注		
			2.24	牵引切除延迟时间	$\leq 0.5$	s				
			2.25	牵引切除建立时间	$\leq 1.4$	s				
			2.26	车门打开时间	提示音频次	s		从收到车载信号设备车门打开指令后，至车门完全打开所需时间。		
		1Hz							无/同步	0
									1次	1
									2次	3
		2Hz							无/同步	0
			1次	0.5						
			2次	1.5						
			车门动作时间	$3 \pm 0.5$	s					
			2.27	车门关闭时间	提示音频次	s		从收到车载信号设备车门关闭指令后，至车门完全关闭所需时间。		
		1Hz							无/同步	0
									1次	1
									2次	3
		2Hz							无/同步	0
			1次	0.5						
			2次	1.5						
			车门动作时间	$3 \pm 0.5$	s					

### 6.3.2 B型列车特性数据

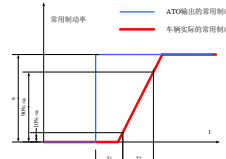
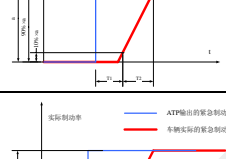
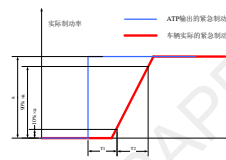
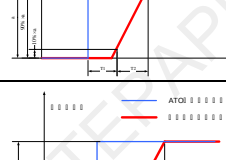
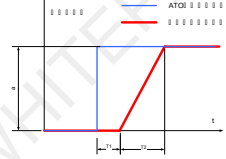
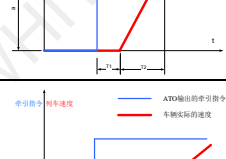
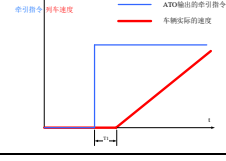
序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围	单位	图例	备注
1	4B	长度参数	1.1	列车长度	79	m	详见附图9	列车两端部车钩连接面（断面）之间距离

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围	单位	图例	备注	
			1.2	头车悬垂长度	根据实际项目填写	m	详见附图 9	头车一位端车钩端面到第一车轴中心的距离	
		重量参数	1.3	列车重量	根据实际项目填写	t	/	列车编组内各车辆空车重量之和	
		性能参数	1.4	车辆构造速度	80 速度等级	90	km/h	/	通常取 1.1 倍的车辆最高运行速度或车辆最高运行速度加 10km/h, 两者取大。
					100 速度等级	110			
			1.5	车辆最高运行速度	80 速度等级	80	km/h	/	等同于线路速度等级
					100 速度等级	100			
			1.6	旋转质量系数	Tc/Tp/T	0.05	/	/	
					Mc/Mp/M	0.1			
			1.7	粘着系数	牵引工况	0.16~0.18	/	/	
					制动工况	0.14~0.16			
			1.8	纵向冲击率	0.75		m/s <sup>3</sup>	/	
			1.9	平均加速度	0~40km/h	0.83~1.0	m/s <sup>2</sup>	/	
					0~80km/h	0.5~0.6			
					0~100km/h	0.6			
			1.10	平均减速度	最大常用制动	1.0	m/s <sup>2</sup>	/	
		紧急制动			1.2				
		1.11	可保证的紧急制动减速度 (GEBR)	损失 1/4 制动	0.9	m/s <sup>2</sup>	/		
				损失 1/2 制动	0.6				
		1.12	列车牵引特性曲线	B 型车-2M2T-750V-80km/h		/			
		1.13	列车制动特性曲线	B 型车-2M2T-750V-80km/h		/			

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围	单位	图例	备注
		时间参数	1.14	常用制动延迟时间	$\leq 1.5$	s	详见附图 4	
			1.15	常用制动建立时间	$\leq 0.7$	s		
			1.16	紧急制动延迟时间	$\leq 1.3$	s	详见附图 6	
			1.17	紧急制动建立时间	$\leq 0.3$	s		
			1.18	保持制动施加响应时间	$\leq 0.5$	s	详见附图 8	保持制动施加延迟时间
					$\leq 0.1$	s		保持制动施加实施时间
			1.19	保持制动缓解响应时间	$\leq 3$	s		保持制动缓解延迟时间
					$\leq 0.1$	s		保持制动缓解实施时间
			1.20	牵引建立响应时间	$\leq 2.0$	s		若牵引系统采取紧急制动后分断高速断路器的策略，再次牵引必须在高速断路器闭合后方可进行，此时需适当增加高速断路器的状态变化需要的时间（数 s）。

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围	单位	图例	备注		
			1.21	列车启动牵引建立时间	$\leq 0.3$	s				
			1.22	列车惰行再牵引响应时间	$\leq 0.8$	s				
			1.23	换端后列车牵引建立时间	$\leq 5.5$	s				
			1.24	牵引切除延迟时间	$\leq 0.5$	s	详见附图 7			
			1.25	牵引切除建立时间	$\leq 1.4$	s				
			1.26	车门打开时间	提示音频次	s		从收到车载信号设备车门打开指令后，至车门完全打开所需时间。		
									无/同步	0
									1次	1
									2次	3
									无/同步	0
									1次	0.5
				2次	1.5					
				3次	2.5					
				车门动作时间	$3 \pm 0.5$	s				
			1.27	车门关闭时间	提示音频次	s		从收到车载信号设备车门关闭指令后，至车门完全关闭所需时间。		
									无/同步	0
									1次	1
				2次	3					

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围		单位	图例	备注
					2Hz	无/同步 0 1次 0.5 2次 1.5			
				车门动作时间	3±0.5		s		
2	6B	长度参数	2.1	列车长度	118		m	详见附图 9	列车两端部车钩连接面（断面）之间距离
			2.2	头车悬垂长度	根据实际项目填写		m	详见附图 9	头车一位端车钩端面到第一车轴中心的距离
		重量参数	2.3	列车重量	根据实际项目填写		t	/	列车编组内各车辆空车重量之和
			2.4	车辆构造速度	80 速度等级	90	km/h	/	
		100 速度等级			110				
		2.5	车辆最高运行速度	80 速度等级	80	km/h	/		
				100 速度等级	100				
		2.6	旋转质量系数	Tc/Tp/T	0.05	/	/		
				Mc/Mp/M	0.1				
		2.7	粘着系数	牵引工况	0.16~0.18	/	/		
				制动工况	0.14~0.16				
		2.8	纵向冲击率	0.75		m/s <sup>3</sup>	/		
		2.9	平均加速度	0~40km/h	0.83~1.0	m/s <sup>2</sup>	/		
				0~80km/h	0.5~0.6				
0~100km/h	0.5~0.6								
2.10	平均减速度	最大常用制动	1.0	m/s <sup>2</sup>	/				
		紧急制动	1.2						
			损失 1/6 制动	≥1.0	m/s <sup>2</sup>	/			

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围	单位	图例	备注
			2.11	可保证的紧急制动减速度 (GEBR)	损失 1/3 制动	$\geq 0.8$		
			2.12	列车牵引特性曲线	B 型车-3M3T-750V-80km/h	/		
		B 型车-4M2T-750V-80km/h			/			
		B 型车-4M2T-1500V-80km/h			/			
		B 型车-4M2T-1500V-100km/h			/			
			2.13	列车制动特性曲线	B 型车-3M3T-750V-80km/h	/		
		B 型车-4M2T-750V-80km/h			/			
		B 型车-4M2T-1500V-80km/h			/			
		B 型车-4M2T-1500V-100km/h			/			
		时间参数	2.14	常用制动延迟时间	$\leq 1.5$	s		
			2.15	常用制动建立时间	$\leq 0.7$	s		
			2.16	紧急制动延迟时间	$\leq 1.3$	s		
			2.17	紧急制动建立时间	$\leq 0.3$	s		
			2.18	保持制动施加响应时间	$\leq 0.3$	s		保持制动施加延迟时间
					$\leq 0.1$	s		保持制动施加实施时间
			2.19	保持制动缓解响应时间	$\leq 3$	s		保持制动缓解延迟时间

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围	单位	图例	备注
					$\leq 0.1$	s		保持制动缓解实施时间
			2.20	牵引建立响应时间	$\leq 0.8$	s		
			2.21	列车启动牵引建立时间	$\leq 1.5$	s		
			2.22	列车惰行再牵引响应时间	$\leq 2.0$	s		
			2.23	换端后列车牵引建立时间	$\leq 5.5$	s		
			2.24	牵引切除延迟时间	$\leq 0.5$	s		
			2.25	牵引切除建立时间	$\leq 1.4$	s		

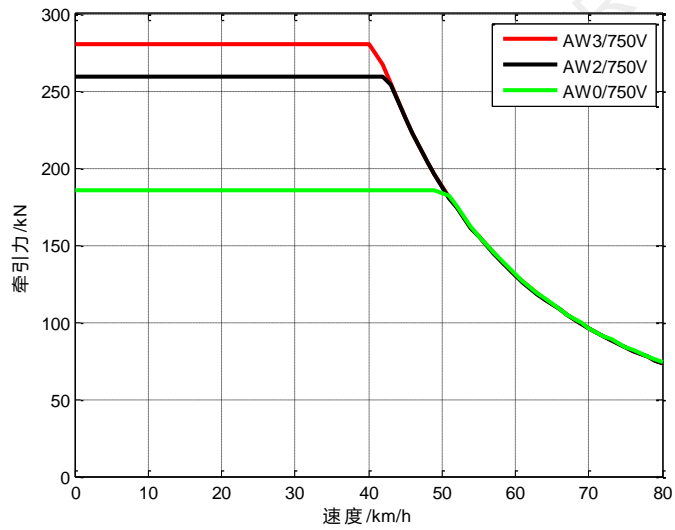
序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围		单位	图例	备注		
			2.26	车门打开时间	提示音频次	1Hz	无/同步	0	s		从收到车载信号设备车门打开指令后，至车门完全打开所需时间。
						1次	1				
						2次	3				
					2Hz	无/同步	0				
						1次	0.5				
						2次	1.5				
			3次	2.5							
			车门动作时间	3±0.5		s					
			2.27	车门关闭时间	提示音频次	1Hz	无/同步	0	s		从收到车载信号设备车门关闭指令后，至车门完全关闭所需时间。
						1次	1				
						2次	3				
					2Hz	无/同步	0				
1次	0.5										
2次	1.5										
车门动作时间	3±0.5		s								
3	8B	长度参数	3.1	列车长度	157		m	见附图9	列车两端部车钩连接面（断面）之间距离		
			3.2	头车悬垂长度	根据实际项目填写		m	见附图9	头车一位端车钩端面到第一车轴中心的距离		
		重量参数	3.3	列车重量	根据实际项目填写		t	/	列车编组内各车辆空车重量之和		
			性能参数	3.4	车辆构造速度	80 速度等级	90	km/h	/		
		100 速度等级				110					
3.5	车辆最高运行速度	80 速度等级	80	km/h	/						
		100 速度等级	100								

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围		单位	图例	备注	
			3.6	旋转质量系数	Tc/Tp/T	0.05	/	/		
					Mc/Mp/M	0.1				
			3.7	粘着系数	牵引工况	0.16~0.18	/	/		
					制动工况	0.14~0.16				
			3.8	纵向冲击率	0.75		m/s <sup>3</sup>	/		
			3.9	平均加速度	0~40km/h	0.83~1.0	m/s <sup>2</sup>	/		
					0~80km/h	0.5~0.6				
					0~100km/h	0.5~0.6				
			3.10	平均减速度	最大常用制动	1.0	m/s <sup>2</sup>	/		
					紧急制动	1.2				
			3.11	可保证的紧急制动减速度 (GEBR)	损失 1/8 制动	≥1.05	m/s <sup>2</sup>	/		
					损失 1/4 制动	≥0.9				
			3.12	列车牵引特性曲线	B 型车-6M2T-1500V-100km/h		/			
			3.13	列车制动特性曲线	B 型车-6M2T-1500V-100km/h		/			
			时间参数	3.14	常用制动延迟时间	≤1.5		s		
				3.15	常用制动建立时间	≤0.7		s		
				3.16	紧急制动延迟时间	≤1.3		s		
3.17	紧急制动建立时间	≤0.3		s						

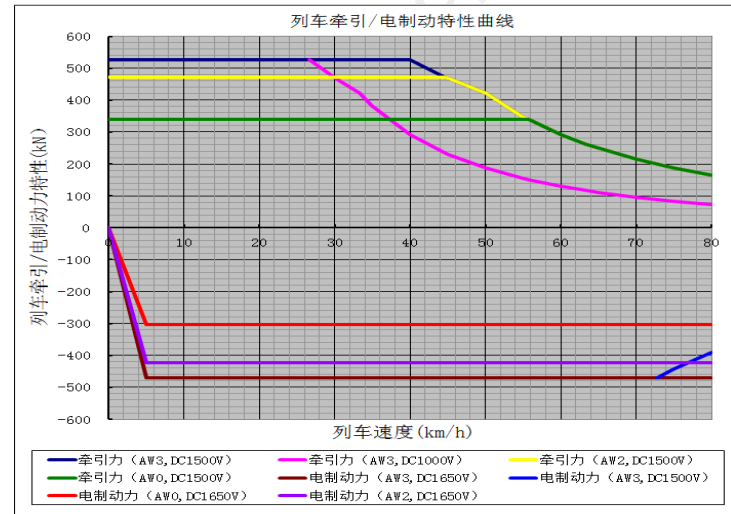
序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围	单位	图例	备注
			3.18	保持制动施加响应时间	$\leq 0.3$	s		保持制动施加延迟时间
					$\leq 0.1$	s		保持制动施加实施时间
			3.19	保持制动缓解响应时间	$\leq 3$	s		保持制动缓解延迟时间
					$\leq 0.1$	s		保持制动缓解实施时间
			3.20	牵引建立响应时间	$\leq 0.8$	s		
			3.21	列车启动牵引建立时间	$\leq 1.5$	s		

序号	列车编组	数据类型	数据编号	数据名称	取值范围	单位	图例	备注		
			3.22	列车惰行再牵引响应时间	$\leq 2.0$	s				
			3.23	换端后列车牵引建立时间	$\leq 5.5$	s				
			3.24	牵引切除延迟时间	$\leq 0.5$	s				
			3.25	牵引切除建立时间	$\leq 1.4$	s				
			3.26	车门打开时间	提示音频次	s		无/同步	0	从收到车载信号设备车门打开指令后，至车门完全打开所需时间。
		1Hz						1次	1	
								2次	3	
		2Hz						无/同步	0	
								1次	0.5	
								2次	1.5	
			3次	2.5						
				车门动作时间	$3 \pm 0.5$	s				
			3.27	车门关闭时间	提示音频次	s		无/同步	0	从收到车载信号设备车门关闭指令后，至车门完全关闭所需时间。
		1Hz						1次	1	
								2次	3	
		2Hz						无/同步	0	

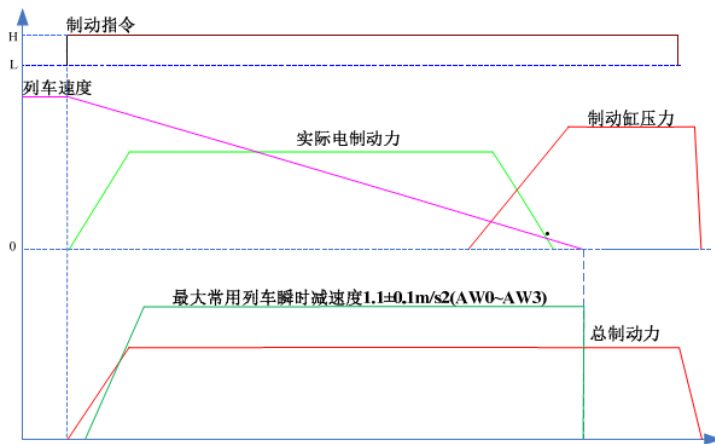
序号	列车 编组	数据 类型	数据 编号	数据名称	取值范围		单位	图例	备注
						1次	0.5		
						2次	1.5		
				车门动作时间	3±0.5		s		



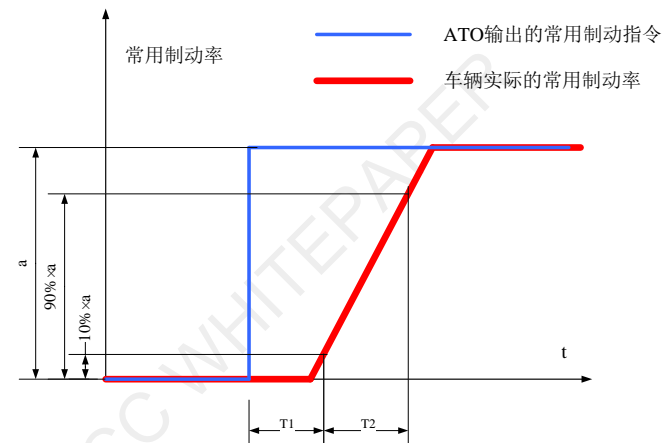
附图 1: 典型牵引特性曲线 (3M3T)



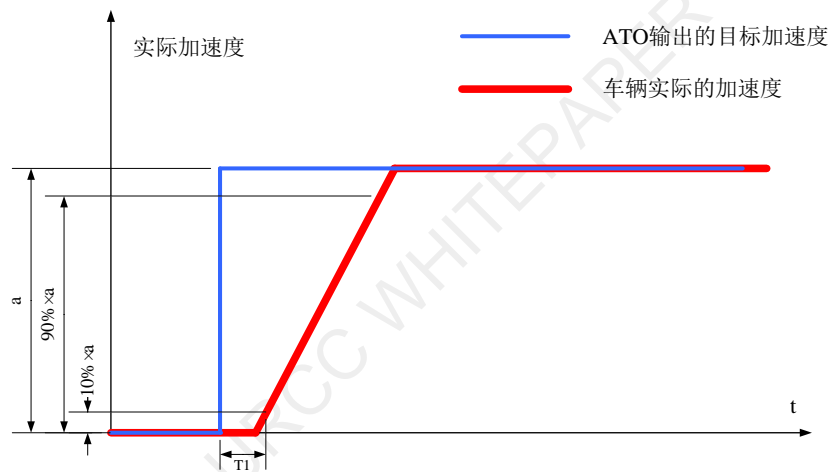
附图 2—典型-牵引/电制动特性曲线 (6M2T)



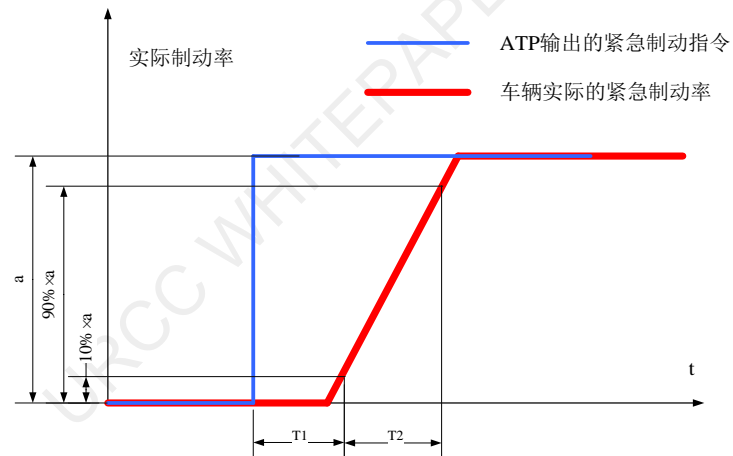
附图 3: 典型制动特性曲线



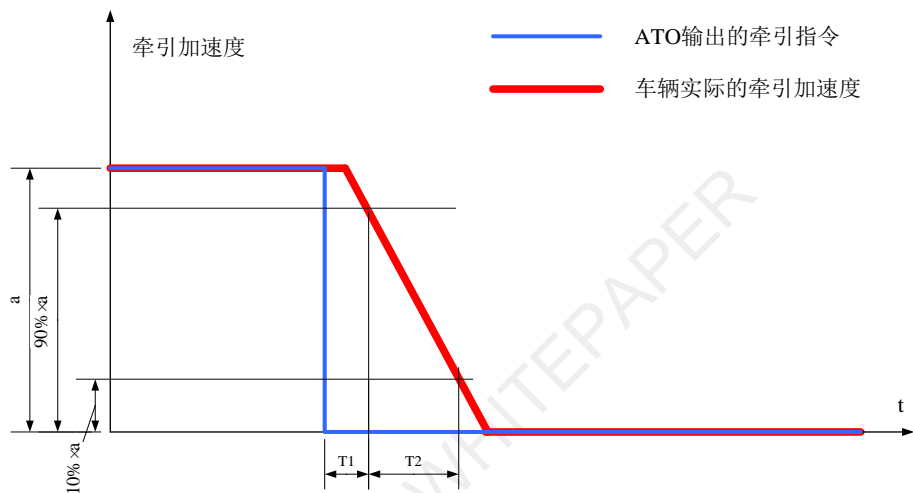
附图 4: 常用制动施加过程



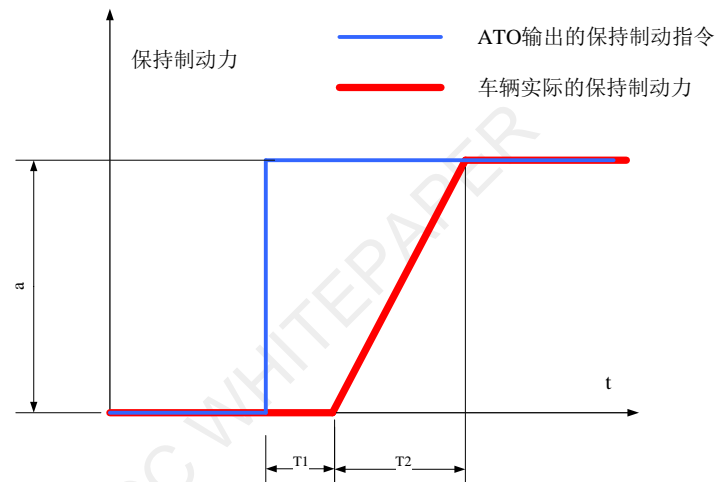
附图 5: 牵引施加过程



附图 6: 紧急制动施加过程



附图 7: 切除牵引过程



附图 8: 保持制动建立过程



## 6.4 信号控制数据

序号	参数分类	数据类型	数据编号	数据说明	取值范围	单位	图例序号	备注
1	正线间隔计算	车站常用制动率	1.1	站台停车、站前折返停车时，考虑停车精度、舒适度等采用的制动率	0.4~0.7	m/s <sup>2</sup>		
		防护点常用制动率	1.2	非站台停车时，采用的制动率，如区间信号机前，站后折返区停车点等非站台区域停车点	0.5~0.8	m/s <sup>2</sup>		
		车载设备测速误差	1.3	车载设备测速误差	2~2.5	km/h		
		ATP 系统限制速度	1.4	根据列车运行最高限制速度和实际运行状况，ATP 系统监控列车运行不得超过的速度	系统动态计算确定	km/h		
		车载设备处理延时	1.5	车载设备处理信息所用周期时间	≤200	ms		
		地面 ATP 处理延时	1.6	地面 ATP 设备处理信息所用周期时间	≤400	ms		
		联锁设备处理延时	1.7	联锁设备处理信息所用周期时间	≤400	ms		
		车-地无线通信延时	1.8	车-地无线通信传输过程中可能存在的最大延时	≤100	ms		
2	折返间隔计算	车载设备换端时间	2.1	本端车载设备切换至对端车载设备的时间（车头车尾互换时间）	≤400	ms		CBTC 无人折返

序号	参数分类	数据类型	数据编号	数据说明	取值范围	单位	图例序号	备注
		进路延时解锁时间	2.2	区段出清后，联锁系统用于解除进路锁定的延迟时间	3	s		
		进路建立时间	2.3	从发出进路建立命令（直向转到侧向或者从侧向转到直向）到进路锁闭，信号开放的时间	13	s		不包含道岔分动方式
3	闭塞控制	闭塞制式	3.1	移动闭塞	不分闭塞区段，允许多列车连续运行	/		
			3.2	准移动闭塞	一个闭塞区段只能一列车			
			3.3	固定闭塞	一个闭塞区段一列车，且需要间隔一个闭塞区段			
4	站台追踪	站台追踪控制方式	4.1	移动闭塞追踪	站台区域不限制单列车运行	/		
			4.2	固定闭塞追踪	一个站台区域一列车			

#### 条文说明：

1) 车站常用制动率和防护点常用制动率采用不同的控制数值，出于提高折返能力考虑，信号系统应支撑此种控制方式。

2) 车载设备测速误差：

车载测试设备普遍运用的是轮轴速度传感器和雷达测速传感器，不同传感器各有其优缺点，轮轴速度传感器的特点是可靠性较高，但是列车发生空转滑行时精度下降，而雷达速度传感器虽然能在一定程度上避免空转滑行误差，但可靠性不太高，现场发生的抗干扰问题案例较多。

列车在实际应用中在没有应答器或其他定位辅助设施情况下，其测速测距误差是累计的，测速测距系统在很大程度上依赖辅助定位来校正误差。

差。轮轴速度传感器的误差，主要来自于速度传感器自身误差、空转滑行误差和轮径磨损误差。

### 3) ATP 系统限制速度

信号系统计算 ATP 系统限制速度时，须将线路每个位置的列车运行最高限制速度作为速度上限值，根据列车位置及运行状态动态计算确定。列车运行最高限制速度作为计算 ATP 系统限制速度的因素之一，如果限速过低，将降低信号系统控制列车的运行速度，存在不经济运营现象，甚至达不到线路速度等级的要求。工程实施中应按照《城市轨道交通列车运行速度控制导则》的规定确定列车运行最高限制速度值。列车运行最高限制速度值应结合列车最高运行速度要求，综合车辆构造速度、线路最高限制速度和临时限速条件确定。为保证列车运行时不超过线路最高限制速度和临时限速，列车运行最高限制速度值应不超过线路最高限制速度和临时限速，且临时限速须低于相应线路路段的线路最高限制速度。

### 4) 进路建立时间

从发出进路建立命令（道岔由直向转到侧向或者从侧向转到直向）到进路锁闭，信号开放的时间。包括进路控制流程时间及道岔动作时间，道岔动作时间以取双动道岔都到位的最大时间。13s 的时间记取未考虑道岔分动控制方式，实际应用过程中，可根据道岔控制方式设定该值。

## 6.5 运营管理数据

### 条文说明：

1) 本章节旨在识别影响正线及场段行车能力的运营管理因素，其中列出的人员操作数据是调研北京市 1 号线、4 号线、5 号线、10 号线、14 号线等线路后计算出的平均数据。

2) 本章节所列数据是基于 GOA2 等级描述，即列车正线采用 AT0 模式运行，人工启动，自动开门/手动关门；车辆基地停车列检库内人工手动驾驶，场段为 AT0 模式运行。全自动运行系统下的作业时间可根据具体工程条件和系统控制情况配置。通过运营管理数据现场调研，站停期间及折返作业的人工作业是影响行车能力的关键因素，可考虑优化流程改善；若采用全自动运行技术，配合可靠安全的站台间隙监测设备，可去除不必要人工作业时间，提升行车能力。

### 6.5.1 站停作业

序号	数据类型	数据编号	数据名称	数据说明	取值范围	单位	备注	
1	车门/站台门打开时间	1.1	开门指令响应时间	车门收到开门指令的时间;	0.75	s		
				站台门收到开门指令的时间;	1.15			
		1.2	开门提示时间	开门提示音时, 车门同时动作;	0	s		开门提示音时间, 具体参见 6.3 列车特性数据
				开门提示音后, 车门才动作。	0.5~3			
		1.3	车门及站台门动作时间	车门打开动作时间;	3±0.5	s		包括在有效站停时间内
				站台门打开动作时间。	3±0.5			
2	有效站停时间	2.1	有效站停时间	有效用于乘客上下车时间, 具体指车门/站台门打开到全部关闭时间。	根据客流或实测数据确定	s		
3	车门/站台门关闭时间	3.1	关门指令响应时间	车门收到关门指令的时间;	0.75	s	包括在有效站停时间内	
				站台门收到关门指令的时间。	1.15			
		3.2	关门提示时间	关门提示音时, 车门同时动作;	0	s		
				关门提示音后, 车门才动作。	0.5~3			
		3.3	车门及站台门动作时间	车门关闭动作时间;	3±0.5	s		
				站台门关闭动作时间。	3.5±0.5			
4	发车人工作业时间	4.1	站台门关闭状态检查时间	司机在站台, 通过站台门 PSL 指示灯检查关闭状态, 并行走到车门与站台门空隙处时间。	2	s	发车人工作业与运营管理相关, 应根据行车细则确定实际项目取值。	
		4.2	车门与站台门空隙检查时间	检查列车门与站台门间空隙是否夹人夹物的时间。	2	s		

序号	数据类型	数据编号	数据名称	数据说明	取值范围	单位	备注
		4.3	司机室门关闭时间	司机室门为手动门；	1.5	s	
				司机室门为电动门，包括按压按钮时间及司机室门动作时间。	4.5	s	
		4.4	发车确认时间	检查车辆 HMI 显示及门全关闭指示灯，确认车门关闭；检查车载/轨旁信号显示，确认行车凭证无误；检查前方线路无异物，道岔位置正确。	2.5	s	
		4.5	ATO 按钮操作时间	司机按压 ATO 启动按钮时间。	1	s	
5	列车启动过程	5.1	列车启动响应时间	从 ATO 启动指令发出到列车速度不为零的时间，不同列车，响应时间不同。	4~6	s	参考 6.3 列车特性数据及 6.4 信号控制数据相关内容。

注：本表基于 ATO 运行、车站自动开门/手动关门的运行方式进行描述。

#### 条文说明：

影响行车能力的主要因素为发车时人工作业时间：

1) 站台门关闭状态检查时间

信号系统具备站台门状态监视的安全防护功能，可考虑优化。

2) 车门与站台门空隙检查时间

因存在车门与站台门空隙夹人夹物的安全风险，站台门未安装经过安全认证的可靠空隙监测装置前，此步骤不可节省。

3) 司机室门关闭时间

若司机室门关闭状态不影响整列车的关门且锁闭环路，电动司机室门多出的 3 秒可考虑不计。

4) 发车确认时间

信号系统具备安全防护功能，可考虑优化。

### 6.5.2 站后折返作业

序号	数据名称	数据说明	取值范围	单位	备注		
1	清人作业时间	包括乘客下车时间，站务人员上车清人作业，并向司机发出关门手信号时间。	根据客流或实测数据确定	s	设定站停时间内完成的作业，不影响折返能力。		
2	车门/站台门关闭时间	包括车门/站台门关门指令响应时间、关门提示时间、车门/站台门动作时间。	见 6.5.1	s			
3	发车人工作业时间	主要包括 站台门关闭状态检查时间，列车与站台门之间空隙检查时间，司机室门关闭时间，发车确认时间。	见 6.5.1	s			
4	无人自动折返操作时间；	司机室内操作	4.5	s	没有站台无人折返按钮的线路，忽略“关闭司机室门、站台无人折返按钮操作”两个步骤。		
		关闭司机室门				司机室门为手动门	1.5
						司机室门为电动门	4.5
	站台无人折返按钮操作（包括行走时间）。	4	s				
ATO 折返操作时间；	进折返库线操作时间：	折返换端操作时间（司机甲）	1~2	s	按照两个司机室都有司机的情况考虑。		
	- 按压 ATO 启动按钮；					- 判断列车停稳；	13~16
	- 按压车内自动折返按钮；	- 牵引手柄置于规定位置（如需）；					
	- 关闭激活钥匙；	- 模式开关置于规定位置（如需）；					

序号	数据名称	数据说明	取值范围	单位	备注
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 方向开关置于 0 位（如需）；</li> <li>- 按压换端按钮（如需）；</li> <li>- 关闭激活钥匙；</li> <li>- 与另一端司机沟通，告知具备换端条件；</li> </ul>			
		出折返库线操作时间（司机乙） <ul style="list-style-type: none"> <li>- 打开激活钥匙；</li> <li>- 模式开关置于 ATO 位置（如需）；</li> <li>- 方向开关置于向前位（如需）；</li> <li>- 按压 ATO 启动按钮。</li> </ul>	4~5	s	

注：本表基于无人自动折返、ATO 有人折返两种作业方式进行描述。

#### 条文说明：

影响行车能力的运营管理因素主要为：

1) 发车确认时间

信号系统具备安全防护功能，可考虑优化。

2) 无人自动折返操作时间

可考虑优化流程，如司机室内某些操作（牵引手柄、模式开关，方向手柄）可在乘降期间完成。

#### 6.5.3 站前折返作业

(1) 同一站台乘降作业

序号	数据名称	数据说明	取值范围	单位	备注
1	车门/站台门打开时间	包括车门/站台门开门指令响应、开门提示、车门/站台门动作三个过程时间。	见 6.5.1	s	
2	有效站停时间	用于乘客上下车的作业时间，具体指车门/站台门打开到关闭时间。	根据客流或实测数据确定	s	
3	操作台换端时间	操作台从一端切换至另一端时间，按照两个司机在两端操作来考虑。	根据实际情况设定	s	本操作在有效站停时间内完成，不影响折返能力计算。

(2) 不同侧站台乘降作业

序号	数据名称	数据说明	取值范围	单位	备注
1	下客侧开门时间	包括车门/站台门开门指令响应、开门提示、车门/站台门动作三个过程时间。	见 6.5.1	s	
2	下客侧有效站停时间	用于乘客下车时间，具体指车门/站台门打开到关闭时间。	根据客流或实测数据确定	s	
3	下客侧关门时间	包括车门/站台门关门指令响应、关门提示、车门/站台门动作三个过程的时间。	见 6.5.1	s	此时间包含在有效站停时间内。
4	上客侧开门时间	包括车门/站台门开门指令响应、开门提示、车门/站台门动作三个过程时间。	见 6.5.1	s	
5	上客侧有效站停时间	用于乘客上车时间，具体指上客侧车门/站台门打开到关闭时间。	根据客流或实测数据确定	s	
6	操作台换端操作时间	操作台从一端切换至另一端时间，按照两个司机在两端操作来考虑。	根据实际情况设定	s	本操作在有效站停时间内完成，不影响折返能力计算。

条文说明：

操作台换端操作在乘客乘降期间完成，不影响行车能力。

#### 6.5.4 车辆基地发车作业

序号	数据名称	数据说明	取值范围	单位	备注
1	列车检查作业	司机按规定内容巡视、检查、试验列车，车辆技术工况应符合电动列车上线技术标准。	根据实际情况设定	s	不影响发车能力计算
2	列车定位作业	司机确认车库大门安全开启，前方线路无异物及人员，鸣笛动车。驾驶列车限速 5km/h 运行到库门附近信号机前，车载设备读取两个应答器并获得定位。	根据实际情况设定	s	不影响发车能力计算
3	互通作业	在发车前 5 分钟，执行完毕与信号楼/车辆控制中心互通制度，等候信号开放。	根据实际情况设定	s	不影响发车能力计算
4	发车确认作业	确认信号开放后，确认前方线路无异物及人员，鸣笛动车。	5	s	

注：本表是基于车辆基地场区（不包括车库区域）按 ATP/ATO 驾驶模式作业进行描述。

#### 条文说明：

若为人工驾驶，发车前必要的安全检查工作仍需保持。列车检查作业、列车定位作业、互通作业可在发车前进行，不影响段场的发车能力，具体时间根据运营实际情况设定。