


城市轨道交通列车运行速度控制导则

Guideline of Train Operation Speed Control in Urban Rail Transit

签发时间：2017年5月

签发版本：第一版 (V1.0)

签发人： 

城市轨道交通列车通信与运行控制国家工程实验室由交控科技股份有限公司牵头，采用“政产学研用”协同创新模式，联合北京交通大学、北京市轨道交通建设管理有限公司、北京地铁车辆装备有限公司共同申报，并经国家发改委批复成立的第一个国家级城轨信号系统科技平台。白皮书是国家工程实验室的重大研究成果发布形式之一，旨在为城市轨道交通建设业主方提供决策依据，为设计方提供设计指南，为运营方提供运营维护指导。

《城市轨道交通列车运行速度控制导则》是为明确统一城市轨道交通的线路、车辆、限界、信号等专业关于列车限制速度的概念和定义，建立正线、曲线、道岔、站台等区域的列车最大限制速度设置的标准，释放线路、车辆能力而编制。

对本书有任何问题或建议，欢迎与我们联系。

联系电话：010-52824660；邮箱：whitepaper@bj-tct.com

城市轨道交通列车运行速度控制导则

Guideline of Train Operation Speed Control

in Urban Rail Transit

前言

城市轨道交通作为公共交通最重要的交通工具，应重点解决安全和效率两项基本需求。其运输效率是提高客运服务水平，降低运营成本的关键。运输效率与运营管理、土建结构、限界、线路配线、线路曲线、车辆性能、信号系统控车模式等因素有关，通过系统设计综合考虑各种因素，在保证运营安全的基础上提高运输效率。

为明确、统一城市轨道交通的线路、车辆、限界、信号等专业关于列车限制速度的概念和定义，建立正线、曲线、道岔、站台等区域的列车最大限制速度设置的标准，释放线路、车辆能力，特编制本导则。

本导则由城市轨道交通列车通信与运行控制国家工程实验室组织编写。

本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

主要编写人：牛英明、沈景炎、申大川、唐涛、张艳兵、王道敏、朱宏、张良、张通利、马芳平、喻智宏、李晓刚、刘超、张强、罗铭

主要审查人：施仲衡、郜春海、郭景英、牛建华、李新文、代津岳、朱翔、张琼燕、朱东飞、王路萍、吴明、赵万才、任敬、丘庆球、梁东升、吴海峰、李德堂、王江涛、徐中伟、肖培龙、刘新平、崔科、王伟、田桂艳、杨基宏、李恩龙、曾宪钧、赵磊

目次

1. 总则	1
2. 术语	2
3. 列车运行速度控制依据	3
4. 列车运行速度控制规定	6
5. 列车运行控制速度汇总表	9

城市轨道交通列车运行速度控制导则

1.总则

- 1.1 为适应城市轨道交通高密度、高速行车的需求，在保证列车运行安全的条件下提升速度效益。协调城市轨道交通信号速度控制与线路、车辆、限界和运营管理相关规范，综合分析列车运行速度控制与速度目标，为进一步发挥信号系统能力提供依据，特制定本导则。
- 1.2 本导则适用于采用 ATC 信号系统、最高运行速度 100km/h 及以下的城市轨道交通全封闭线路的列车运行控制速度设计。
- 1.3 遵循《地铁设计规范》(GB50157-2013)和《城市轨道交通工程项目建设标准》(建标 104-2008)等相关规范和标准，以线路、车辆、运营组织规定的限速要求为依据，明确列车运行速度控制目标。
- 1.4 速度控制原则应符合下列要求：
 1. 本导则有关列车运行控制速度覆盖 ATP/ATO 速度控制等级。
 2. 若车辆具备速度保护功能，列车在信号控制模式下运行时，应旁路车辆速度保护功能。
 3. 临时限速属于运营组织临时规定的限速要求，临时限制速度须低于相应线路路段的线路最高限制速度。

2.术语

- 2.1 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。
- 2.2 基础设计速度——线路平直线地段的轨道、桥梁、隧道及限界等基础工程的设计速度。
- 2.3 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。
- 2.4 车辆最高运行速度——车辆设计在规定载荷、平直线路条件下，可保证持续运行的最高速度。
- 2.5 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。
- 2.6 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。
- 2.7 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。
- 2.8 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。
- 2.9 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。
- 2.10 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。
- 2.11 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。
- 2.12 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。
- 2.13 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。
- 2.14 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。

3.列车运行速度控制依据

3.1 车辆限制速度的要求包括下列内容：

1. 列车运行最高限制速度应低于车辆构造速度；
2. 车辆最高运行速度应与线路速度等级规定的速度相一致；
3. 车辆最高运行速度可作为列车最高运行速度，信号系统可以此速度控制列车巡航运行；
4. 当列车运行速度上升至车辆最高运行速度后不应施加牵引，但允许列车惰行加速。

3.2 线路限制速度的要求包括下列内容：

1. 线路基础设计速度、车辆构造速度值应一致；
2. 线路允许最高运行速度可作为列车最高运行速度，信号系统可以此速度控制列车巡航运行；
3. 区间曲线线路限速应根据曲线半径和超高，选用未被平衡横向加速度（ α ）进行控制计算。在正常运行模式下，计算线路允许最高运行速度时，按 $\alpha=0.4\text{m/s}^2$ 取值；计算线路最高限制速度时，按 $\alpha=0.6\text{m/s}^2$ 取值。当曲线超高按最大值为 120mm 设置时，曲线线路限制速度按表 3-1 的规定确定；
4. 车站曲线线路限速应根据曲线半径、超高、未被平衡横向加速度（ α ）进行控制计算。在正常运行模式下，计算线路允许最高运行速度时，按 $\alpha=0.3\text{m/s}^2$ 取值；计算线路最高限制速度时，按 $\alpha=0.4\text{m/s}^2$ 取值。车站曲线的限制速度按表 3-1 的规定确定；
5. 车站区域未设站台时的限速按照车站曲线限速确定，车站区域设站台时的限速按照设置站台门和不设置站台门分别规定限速值；
6. 道岔侧向限速应根据导曲线半径、未被平衡横向加速度（ α ）进行控制计算。在正常运行模式下，计算线路允许最高运行速度时，按 $\alpha=0.5\text{m/s}^2$ 取值；计算线路最高限制速度时，按 $\alpha=0.65\text{m/s}^2$ 取值，或按线路允许最高运行速度+5km/h 计算。道岔的限制速度按表 3-2 的规定确定。

表 3-1 曲线线路限速表

线路条件		正线区间曲线		车站曲线							
最大超高 (mm)		h=120mm		h=15mm (无站台)		h≤15mm (有站台)					
适用速度范围		v≤100km/h		v≤100km/h		v≤60km/h-65km/h					
曲线限速 (km/h)		线路允许最高运行速度	线路最高限制速度	线路允许最高运行速度	线路最高限制速度	线路允许最高运行速度		线路最高限制速度			
横加加速度 (m/s ²)		0.4	0.6	0.3	0.4	设站台门	无站台门	设站台门	无站台门	设站台门	无站台门
欠超高 (mm)		61	92	46	61						
速度计算公式		$3.91 \times R^{1/2}$	$4.24 \times R^{1/2}$	$2.27 \times R^{1/2}$	$2.54 \times R^{1/2}$	6A	6B	--	6A	6B	--
曲线半径 m	300	67.7	73.4	--	--	--	--	--	--	--	--
	350	73.1	79.3	--	--	--	--	--	--	--	--
	400	78.2	84.8	--	--	--	--	--	--	--	--
	450	82.9/80	89.9/87	--	--	--	--	--	--	--	--
	500	87.4/80	94.8/87	--	--	--	--	--	--	--	--
	600	95.8/80	103.8/87	--	--	--	--	--	--	--	--
	700	100/80	107/87	--	--	--	--	--	--	--	--
	800	--	--	64.2	71.8	64	60	40	69	65	45
	900	--	--	68.1	76.2	65	60	40	70	65	45
	1000	--	--	71.8	80.3	65	60	40	70	65	45
	1200	--	--	78.6	88/87	65	60	40	70	65	45
	1500	--	--	87.9/80	98/87	65	60	40	70	65	45
	2000	--	--	100/80	107/87	65	60	40	70	65	45
直线		100/80	107/87	100/80	107/87	65	60	40	70	65	45
附注	曲线限速计算公式 $V=[(\text{设计超高}+\text{欠超高}) \times R/11.8]^{1/2}$ 当曲线计算速度大于车辆最高运行速度时,取车辆最高运行速度。 1、车站曲线超高大于15mm,另行计算。 2、进站速度是根据当前地铁6A、6B列车长度计算,进入站台端的最高速度。在实际工程中,出现4辆或8辆车,尚需根据不同列车长度和性能,核算进站和过站的速度。										

表 3-2 道岔限制速度

道岔号数	尖轨类型	导曲线半径(m)	道岔直向通过速度 (km/h)		道岔侧向通过速度 (km/h)	
			线路允许最高速度	线路最大限制速度	线路允许最高速度	线路最大限制速度
7	曲尖轨	150	60	65	25	30
9	直尖轨	180	80	87 (注3)	30	35
	曲尖轨	200	100	107 (注3)	35	40
12	曲尖轨	350	120	127 (注3)	50	55
<p>说明：1、道岔直向和侧向允许最高速度，均按道岔设计图规定。若需要提高通过速度，应予验算或另行加强设计。</p> <p>2、道岔侧向的最大限制速度，均按+5km/h规定。基本满足按未被平衡横向加速度$\alpha=0.65\text{m/s}^2$（即欠超高100mm）计算控制，计算值按5km/h倍数取整。</p> <p>3、道岔直向通过最大限速，均按+7km/h规定。由于道岔多数设在车站站台端部，应注意道岔直向通过速度实际上应受站台因素控制（见表3-1）。若为区间道岔，可按表中速度核算采用。</p>						

4.列车运行速度控制规定

列车运行控制相关的各级速度相对关系如图 4-1 所示，图中以线路速度等级 80km/h，站台配置站台门为例进行说明。

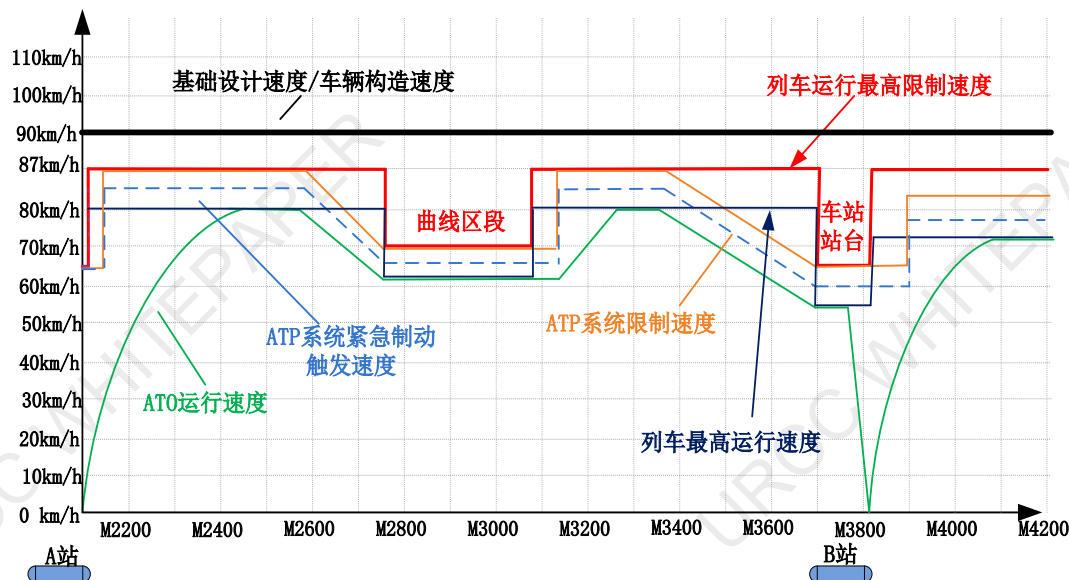


图 4-1 列车运行控制相关的各级速度相对关系图

- 4.1 列车运行最高限制速度应不超过线路最高限制速度、临时限速。
- 4.2 ATP 系统限制速度应根据列车运行最高限制速度和列车运行状况进行动态计算确定。
- 4.3 ATP 系统紧急制动触发速度控制应符合下列要求：
 1. 信号系统应根据 ATP 系统限制速度，实时计算确定 ATP 系统紧急制动触发速度。
 2. 当列车运行达到紧急制动触发速度时，ATP 系统车载设备应向车辆发出紧急制动触发命令，车辆实施紧急制动。在 ATP 紧急制动指令执行延迟响应时间内，应确保列车运行速度不超过 ATP 系统限制速度。具体控制过程如图 4-2 所示：

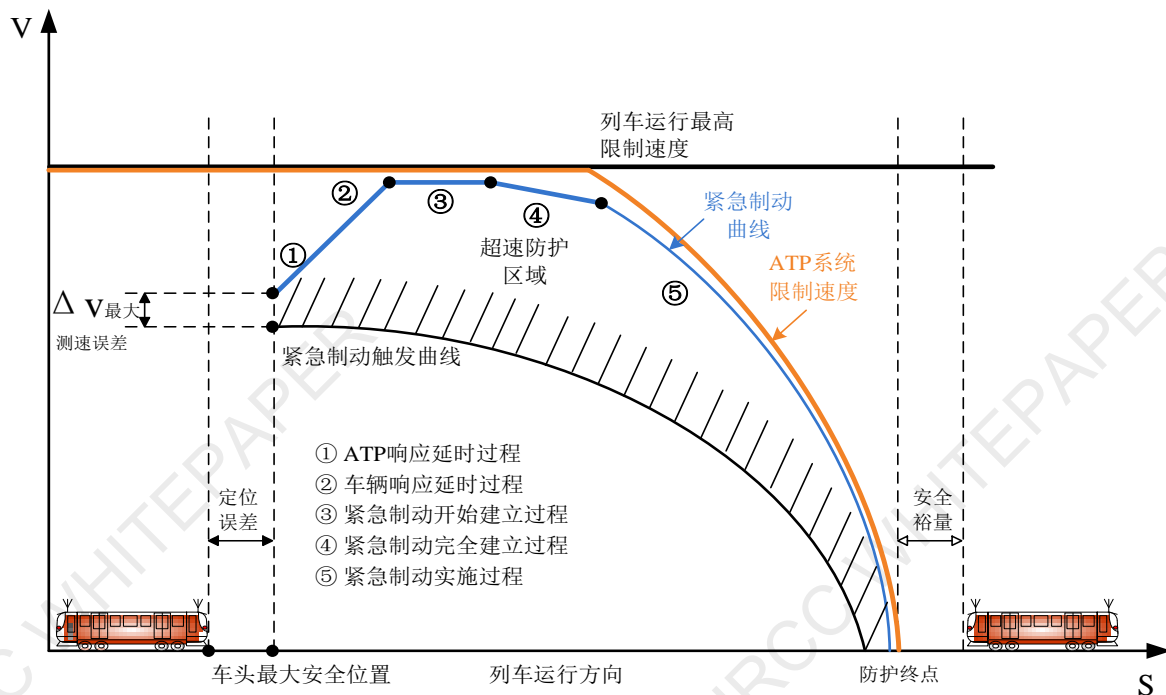


图 4-2 列车超速控制过程图

3. ATP 系统最大常用制动触发速度可根据 ATP 系统紧急制动触发速度设置。

4.4 信号系统在自动驾驶模式下，根据 ATP 系统限制速度、运行等级、列车运行计划和实际列车运行状况等因素确定 ATO 速度控制曲线，并按照该曲线规定的速度自动驾驶列车运行。

4.5 信号系统可将车辆最高运行速度设置为列车最高运行速度并巡航运行，巡航速度的波动范围宜为 $\pm 2\text{km/h}$ ；ATO 应采取相应措施，控制列车在巡航速度波动范围内运行。

4.6 信号系统可将线路允许最高运行速度设置为列车最高运行速度并巡航运行，巡航速度的波动范围宜为 $\pm 2\text{km/h}$ ；ATO 应采取相应措施，控制列车在巡航速度波动范围内运行。

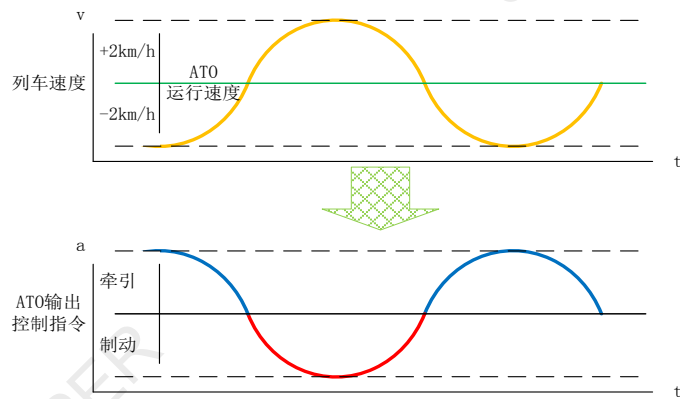


图 4-3 列车巡航控制过程图

4.7 ATP 系统防护控制确定紧急制动触发速度时应考虑下列最不利因素：

1. 列车运行最高限制速度；
2. 移动授权终点；
3. 速度测量误差；
4. 列车位置测量误差；
5. 信号车载设备处理延迟时间；
6. 在平直干燥轨道上车辆能保证的紧急制动最小减速度；
7. 车辆紧急制动响应时间；
8. 车辆紧急制动施加至其规定制动力的延迟时间；
9. 线路坡度；
10. 临时限制速度。

5.列车运行控制速度汇总表

控制模式	列车运行控制速度			
非限制人工驾驶模式（EUM）	车辆实施速度保护			
ATP/ATO	线路条件		列车最高运行速度 (km/h)	列车运行最高限制 速度 (km/h)
	平直 线路	80km/h	80	87
		100km/h	100	107
	道岔 侧向	7#曲尖轨	25	30
		9#直尖轨	30	35
		9#曲尖轨	35	40
		12#曲尖轨	50	55
	站台	设站台门（6A）	65	70
		设站台门（6B）	60	65
		不设站台门	40	45
	正线区间曲线	300m	67	73
		350m	73	79
		400m	78	84
		450m	82	89
		500m	87	94
		600m	95	103
		700m	--	--
	车站曲线（无站 台）	800m	64	71
		900m	68	76
		1000m	71	80
		1200m	78	88
		1500m	87	98
		2000m	--	--
限制人工驾驶模式（RM）	段场道岔侧向及曲线限速 (7 号道岔)		25	30