

芜湖跨座式单轨规划、设计理念

胡江民





Metro Trans

1 规划理念

2 设计特点





Metro Trans

1 规划理念





1.1城市轨道交通规划基本理念

“依据、支持、超前、回归”总规

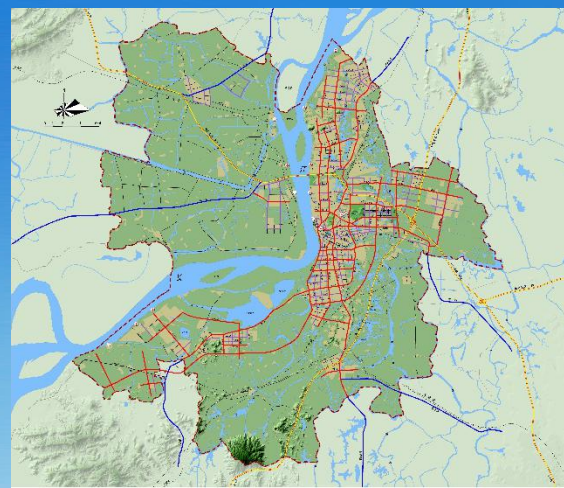
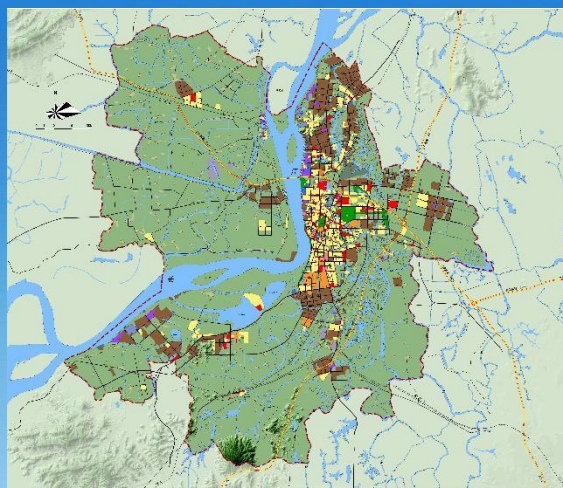
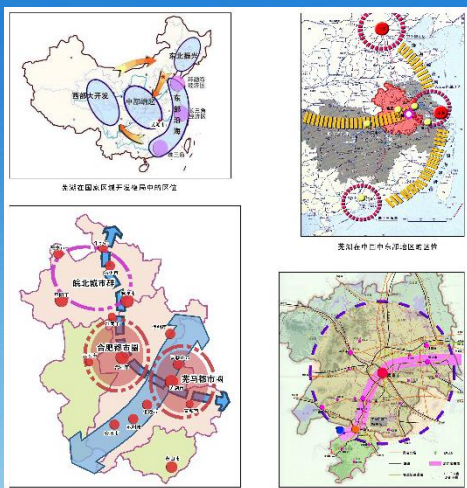
总规，城市宏观战略、综合部署。

依据：总规为线网规划上位规划

支持：线网形态符合城市空间结构发展要求

超前：前瞻性，满足当前需要外，瞻望城市远景规划

回归：融入城市，解决交通问题，拉动土地开发，繁荣城市





1.1城市轨道交通规划基本理念

“宏观+微观”

宏观，符合总规，体现前瞻性；微观，工程可实施性，考虑运营效益

“近期+远期”

近期线网布局尊重现状、实际；远期线网布局面向城市未来

“稳定+灵活”

稳定城市发展与建设成熟区线网；外围地区灵活可变性





Metro Trans

1.2 芜湖单轨规划理念

单轨与国内常规城市轨道交通（地铁）最大区别在于敷设方式以高架为主，单轨规划应：

围绕“高架”作文章

单轨规划理念应以解决高架体系常见难题如景观、噪声、振动、分割、遮挡、互联互通等为纲，以服务为要。

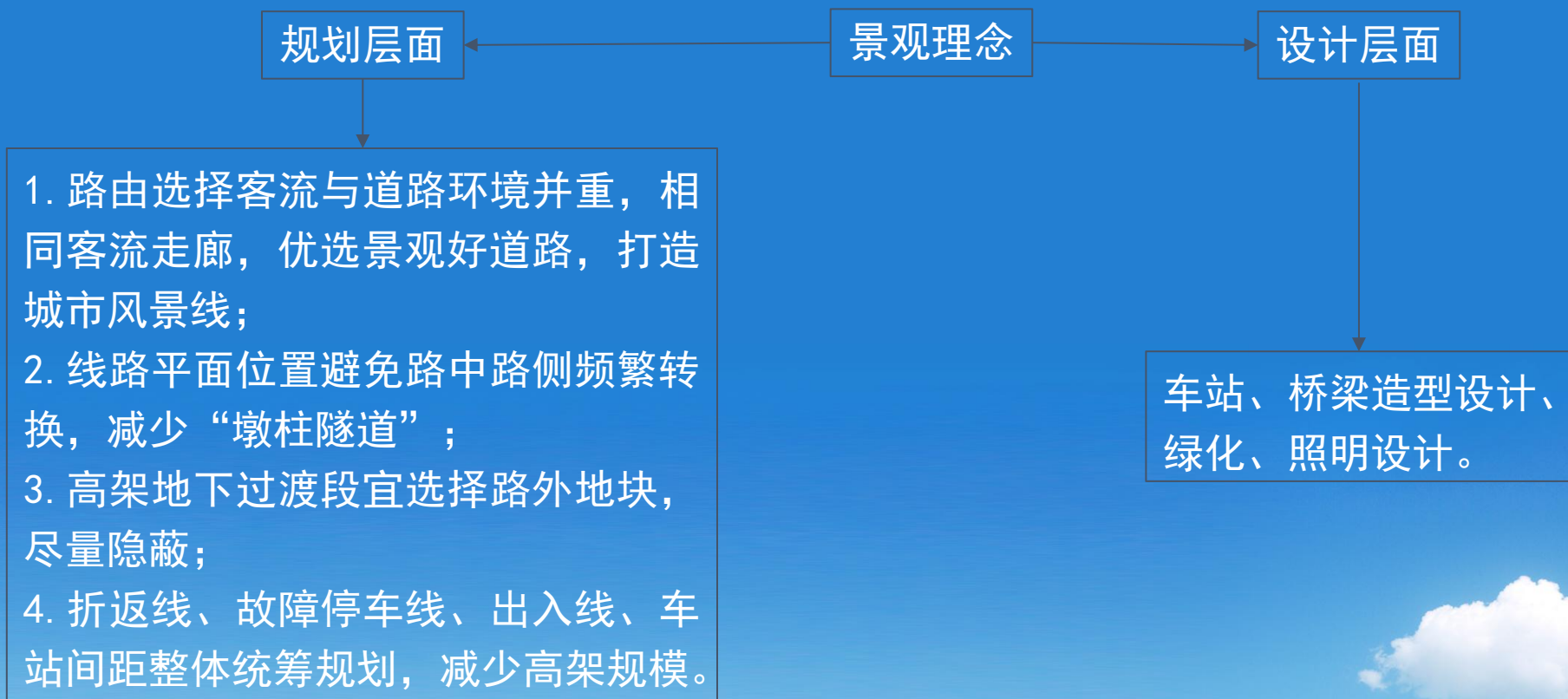




1.2 芜湖单轨规划理念

景观理念

以城市建筑理念打造单轨，使单轨成为城市整体景观的组成部分。





Metro Trans

1.2 芜湖单轨规划理念

景观理念



芜湖2号线一期赤铸山路、梦溪路客流、景观并重



Metro Trans

1.2 芜湖单轨规划理念

景观理念



路中路侧转换门式墩



Metro Trans

1.2 芜湖单轨规划理念

景观理念



芜湖2号线一期高架地下选择地块



Metro Trans

1.2 芜湖单轨规划理念

景观理念



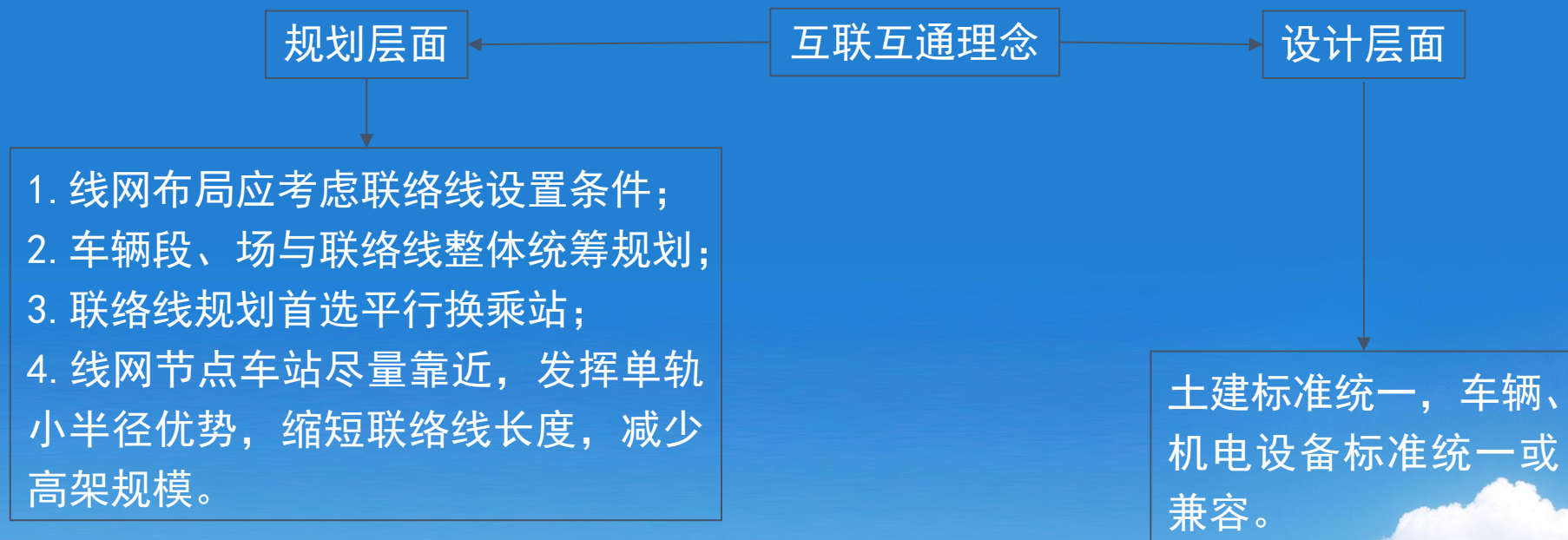
折返线、出入线接轨站



1.2 芜湖单轨规划理念

互联互通理念

互联互通利于资源共享，便于跨线运营，提高网络化运营综合效益，对于线路规模、路由选择、联络线规划受环境条件制约更大的单轨，在规划阶段贯彻互联互通理念尤为重要。

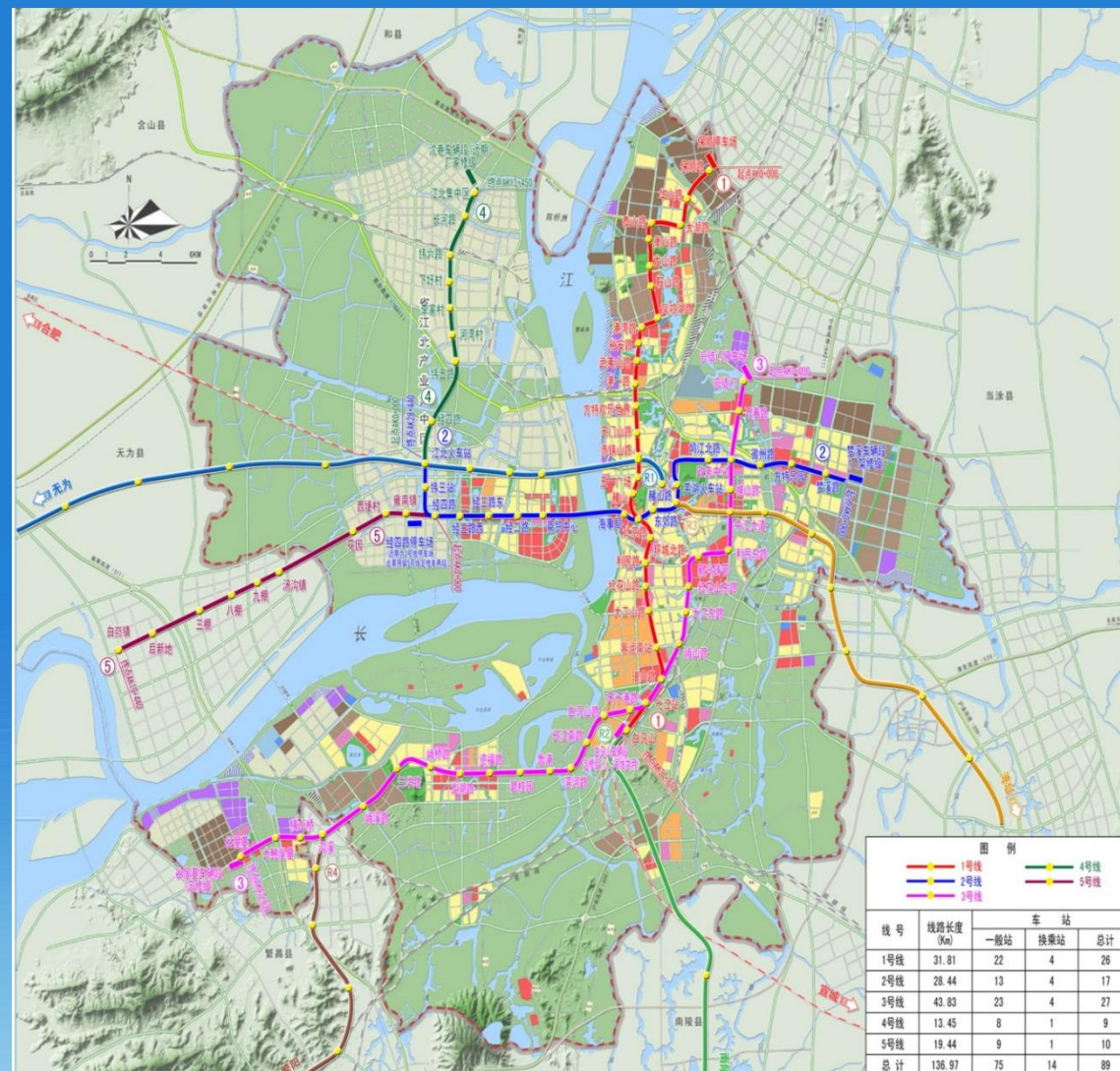




1.2 芜湖单轨规划理念 互联互通理念

芜湖单轨联络线规划：

- 1、2号线北京路站平行换乘；
- 1、3号线弋江站站平行换乘；
- 2、4号线经四路站平行换乘；
- 2、5号线江北火车站平行换乘





Metro Trans

1.2 芜湖单轨规划理念

互联互通理念



1、2号线联络线



Metro Trans

1.2 芜湖单轨规划理念

互联互通理念



1、2号线联络线



Metro Trans

1.2 芜湖单轨规划理念

互联互通理念



1、3号线联络线



Metro Trans

1.2 芜湖单轨规划理念 互联互通理念



1、R2号线联络线



Metro Trans

1.2 芜湖单轨规划理念

互联互通理念



避免“十”字交叉设联络线



Metro Trans

1.2 芜湖单轨规划理念

城市设计理念

城市设计是对城市体型和空间环境所作的整体构思和安排，利用城市设计的理念，把单轨作为城市一部分，进行整体的城市体型、空间环境、景观设计，将使单轨成为城市新风景线、新名片。





Metro Trans

1.2 芜湖单轨规划理念

多网运营融合理念

城市轨道交通网与铁路网、公交网、航空网、水运网多网融合，使内外畅通，一直是城市轨道交通规划设计追求的目标，实际建设中，往往只实现了多网节点锚固，芜湖单轨率先提出了多网运营融合理念，轨道交通运营组织与铁路、公交运营方案相匹配，以最大限度提高服务水平。

智慧交通理念

芜湖正建立涵盖单轨、公交、汽车、铁路、航空等综合交通大数据平台，“车、路、人、环境”实时监测，运营状态信息实时共享，最终实现多种交通方式“零等待”换乘。





Metro Trans

2 设计特点





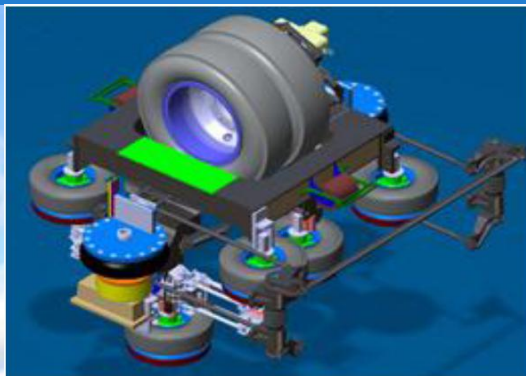
Metro Trans

2.1 单轨核心技术

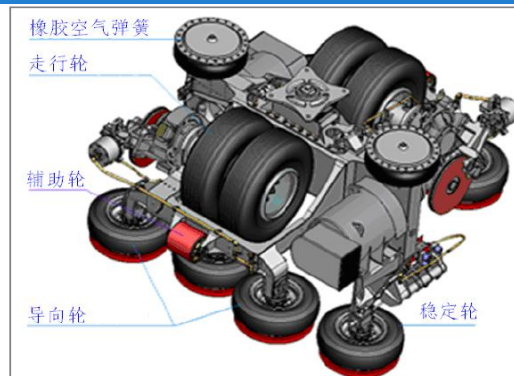
跨座式单轨三大核心技术：车辆（转向架）、道岔、轨道梁。



芜湖单轨车



庞巴迪 300 型转向架（单轴双轮）



重庆单轨（日立大型）转向架（双轴四轮）

转向架



Metro Trans

2.1 单轨核心技术

跨座式单轨三大核心技术：车辆（转向架）、道岔、轨道梁。



换梁式道岔



关节式道岔



Metro Trans

2.2 单轨设计特点

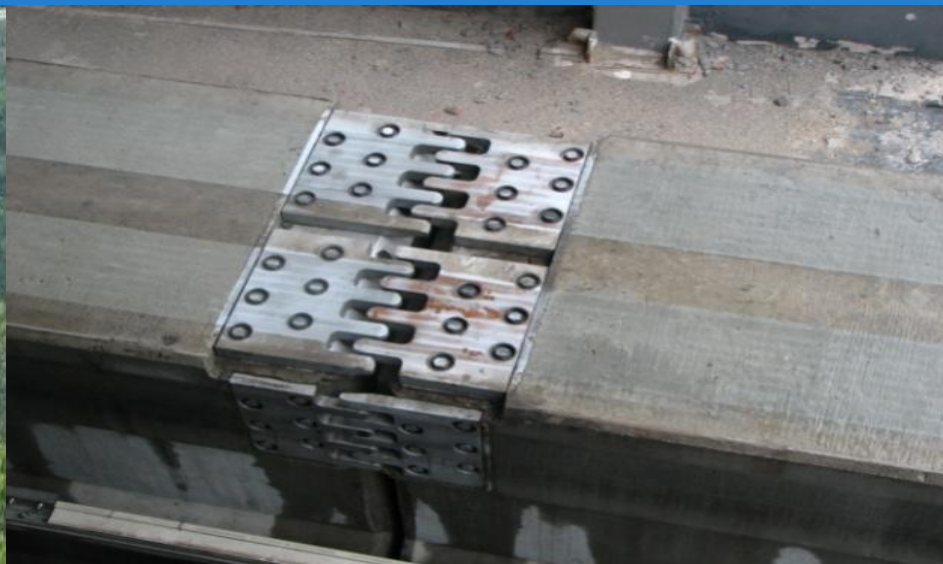
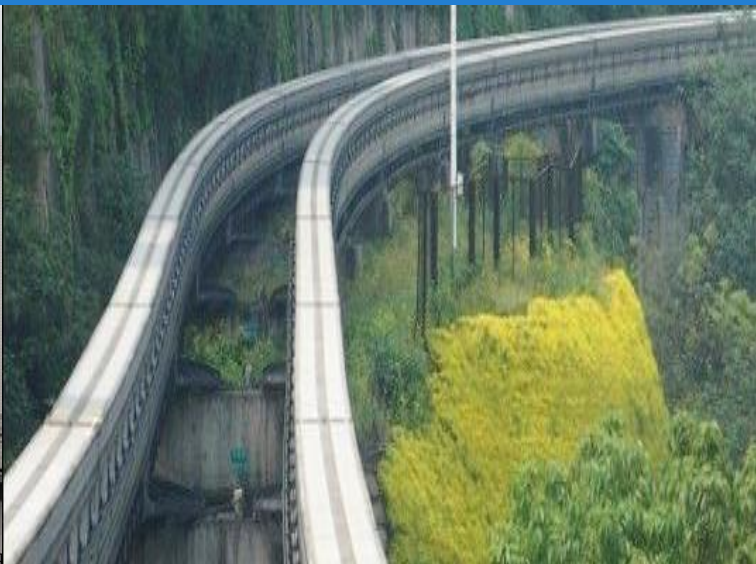
2.2.1 区间设计

(1) 结构体系：简直、连续梁、连续刚构

1) 简支体系

优点：构造简单、施工方便；不均匀沉降适应好。

缺点：造价高；需设置构造复杂、价格昂贵支座；伸缩缝多，舒适性相对差；养护工作量大。





2.2 单轨设计特点

2.2.1 区间设计

2) 连续梁体系

优点：支座少，伸缩缝少、舒适度高；梁型美观；养护简单。

缺点：不均匀沉降反应比简支体系敏感；后期调整余地少，线形控制要求较高；施工技术水平要求高。



马来西亚单轨连续轨道梁



迪拜单轨连续轨道梁



2.2 单轨设计特点

2.2.1 区间设计

3) 连续刚构体系

连续刚构是主梁连续，墩梁固结的连续结构。

优点：伸缩缝少、舒适度高；梁型美观；无支座，造价低；养护简单。

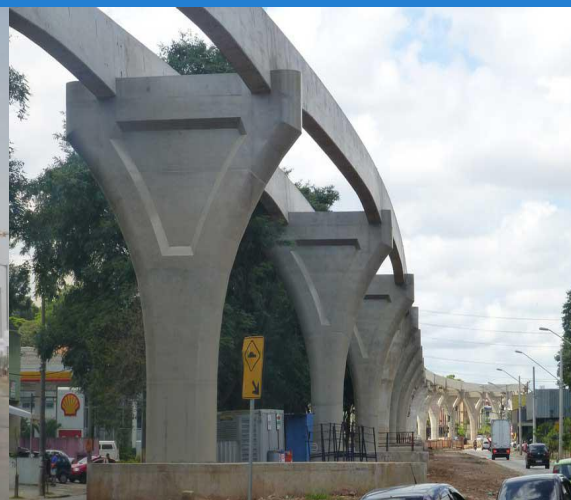
缺点：多次超静定结构，对不均匀沉降敏感；后期调整余地少，线形控制要求高；施工技术水平要求高。



芜湖单轨连续刚构轨道梁



印度孟买单轨连续刚构轨道梁



巴西圣保罗单轨连续刚构轨道梁



Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.1 区间设计

(2) 线形控制

钢轮钢轨系统轨道线形靠调整轨道结构层（如道岔、轨枕、承轨板等）保证其精度。

PC轨道梁线形制造、架设、成桥过程中受多因素影响，须根据每榀梁线形，按各阶段梁体线形变化值反推出梁体初始形状，作为立模和浇注依据。PC轨道梁除施工图外，对每榀梁编制一对一的作业指导书。





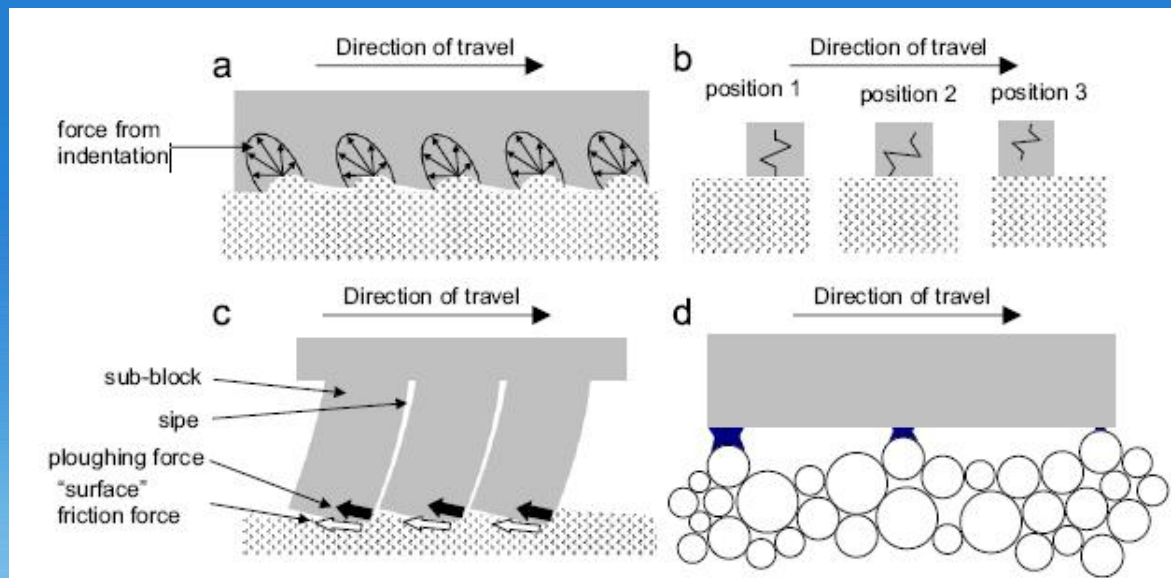
2.2 单轨设计特点

2.2.1 区间设计

(3) 冰雪风险应对

1) 冰雪条件下列车牵引力和制动力降低的机理

胶轮车辆借助动轮与轨面的反作用力前进。当轨面处于冰雪状态时，车轮与接触面之间产生一层“润滑水膜”，降低附着效果，导致附着力不足产生“打滑”，影响运营。



车轮与轨面的附着力关系





2.2 单轨设计特点

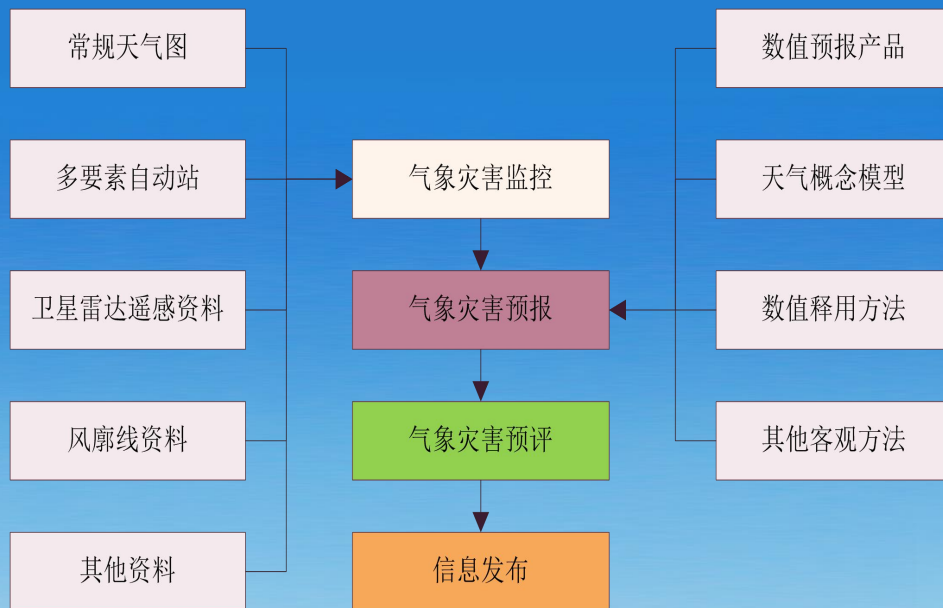
2.2.1 区间设计

2) 冰雪风险应对措施

① 管理措施

1. 建立气象灾害评估机制

建立气象灾害评估机制，与气象部门建立合作关系获取气象信息，并对信息进行评估。

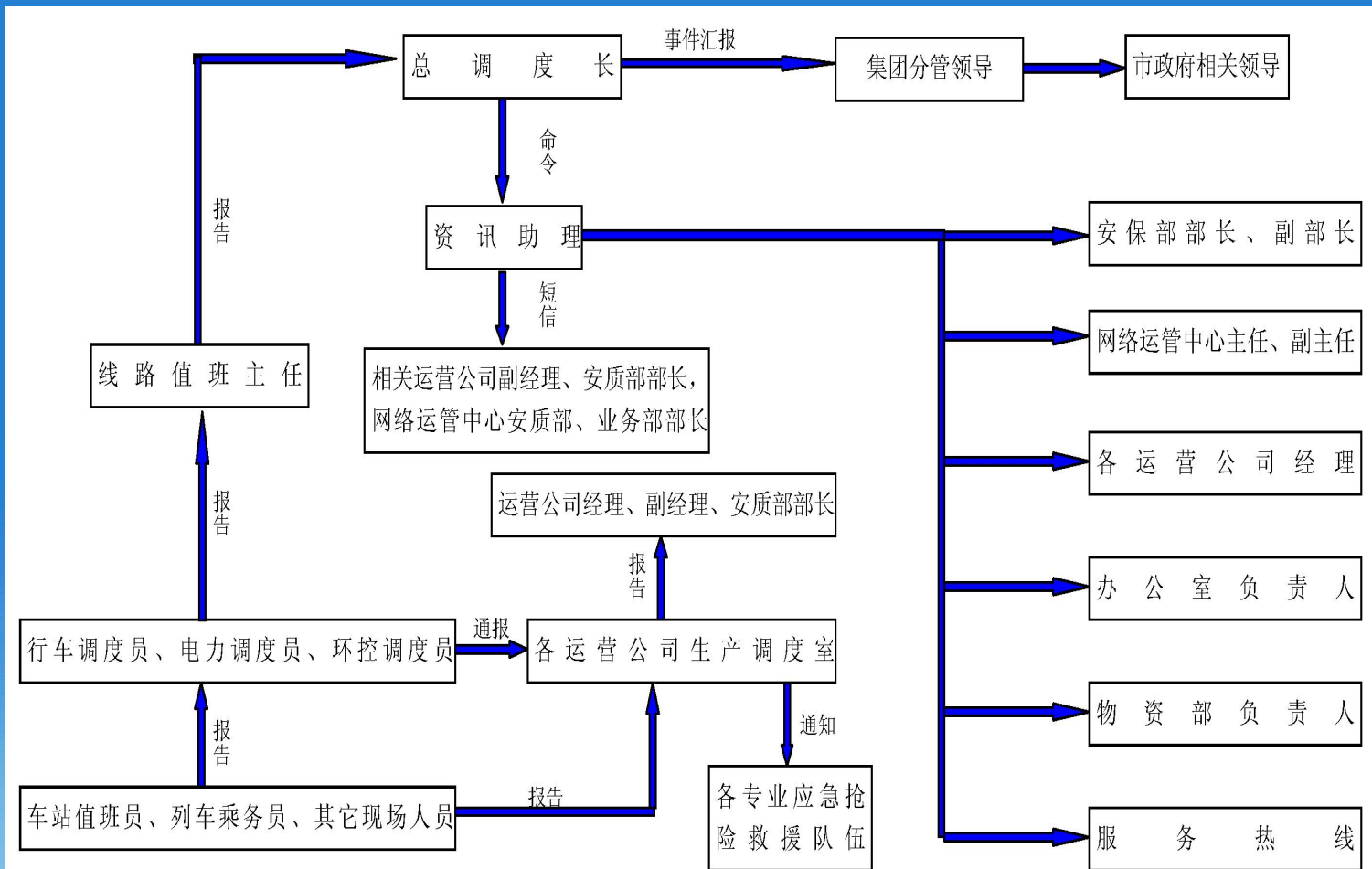




2.2 单轨设计特点

2.2.1 区间设计

II. 制定突发事件应急流程





Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.1 区间设计

III. 制定应急预案

		负责人员及行动
下雪前的准备工作	资讯助理	<ul style="list-style-type: none"> ●通过上网、电话查询等多种方式了解主城各区气温情况。 ●当从天气预报获悉次日主城区下雪或温度将达到摄氏零度及其以下时，立即报告总调度长。 ●按《运营突发事件报告流程》规定进行报告。
	行车调度员	<ul style="list-style-type: none"> ●及时调整夜间作业计划，减少其它夜间施工作业时间，增加工作车巡线和轨道梁上清除冰雪的作业时间。 ●通知各相关部门提前安排人员待令。 ●要求轮乘室提醒列车司机注意控制车速，防止列车运行中打滑，尤其是坡道、弯道和钢箱梁等地段。
	维保公司生产调度室	<ul style="list-style-type: none"> ●接到行车调度员通知重庆市将下雪的情况后，立即安排维修人员待令。 ●减少线路夜间施工作业时间，增加工作车巡线、清除轨道梁上的冰雪的作业时间。增派安全人员进行检查，发现积雪立即处理并报告行车调度员。 ●提前在工作车上准备扫帚及工业盐等除雪物资。
	通号公司生产调度室	<ul style="list-style-type: none"> ●接到行车调度员通知重庆市将下雪的情况后，立即安排维修人员待令。 ●加强通号设备的维修与保养工作，确保设备正常运行。
	物资部人员	<ul style="list-style-type: none"> ●预先备用足够的扫帚、工业用盐等救灾物资。
发现报告	列车司机	<ul style="list-style-type: none"> ●发现因气温过低轨面结冰或打滑时，及时报告行车调度员。
	值班站长	<ul style="list-style-type: none"> ●安排人员到站台瞭望，注意天气变化，发现轨道梁积雪立即报告行车调度员。
应急处理	行车调度员	<ul style="list-style-type: none"> ●安排备用列车在轨道梁上撒放工业盐时，司机按行车调度员命令限速运行，配合工建部人员进行撒盐作业。 ●要求列车司机注意瞭望，密切注意线路状况，发现轨道梁积雪等不良情况及时报告行车调度员。
	列车司机	<ul style="list-style-type: none"> ●控制车速，加强瞭望，发现轨面结冰后，根据列车打滑情况减速或停止运行。 ●广播安抚乘客。
	值班站长	<ul style="list-style-type: none"> ●运营期间如遇低温天气轨道梁积雪，立即报告行车调度员，并放慢售票速度。 ●安排人员维持乘客的秩序。 ●做好乘客解释工作，告知因下雪天气导致列车晚点的情况。
	维保公司抢险救援人员	<ul style="list-style-type: none"> ●运营期间轨道梁结冰时，根据行车调度员命令添乘备用列车，进行撒盐除冰作业。



Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.1 区间设计

②工程措施

1. 车辆

配备除雪专用工程车辆及工具；列车加装除雪装置、撒沙装置、融雪剂喷撒装置等措施等。





Metro Trans

2.2.1 区间设计

2.2 单轨设计特点

II. 轨道梁

轨道梁防融冰雪：①发热电缆加热；②采用防冰雪涂层。

III. 道岔系统

道岔区防冰雪：①人工清扫；②喷洒防冰雪涂层；③施加伴热线伴热；④道岔区域加简易上盖；⑤红外加热。





Metro Trans

2.2.1 区间设计

2.2 单轨设计特点

(4) 救援疏散

1) 依靠外部力量救援（早期日立体系）

以坚持到车站疏散为原则的，有动力列车需自行驶入车站进行疏散，无动力情况下也以后续列车推送故障（火灾）列车至车站疏散为优先。

依靠外部力量救援疏散方式有四种：

- ①救援列车将事故列车推送至前方车站，依靠车站完备的消防疏散设施进行疏散；
- ②将事故列车上的乘客转移至纵向来车，或利用车内的平板转移至另一线的来车上；
- ③使用地面救援车将乘客转移至地面；
- ④采用车内的缓降装置，将乘客转移至地面。



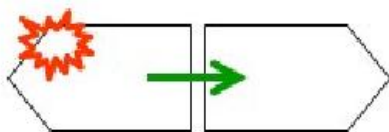


2.2 单轨设计特点

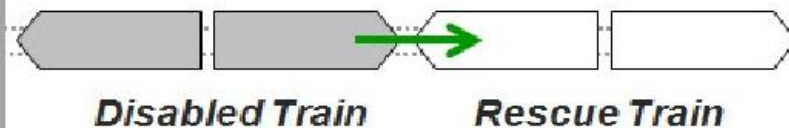
2.2.1 区间设计

1) 依靠外部力量救援（早期日立体系）

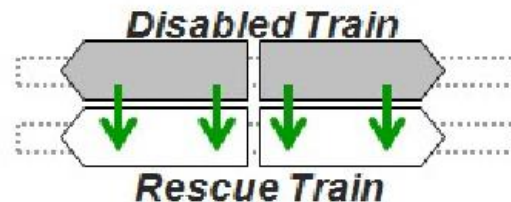
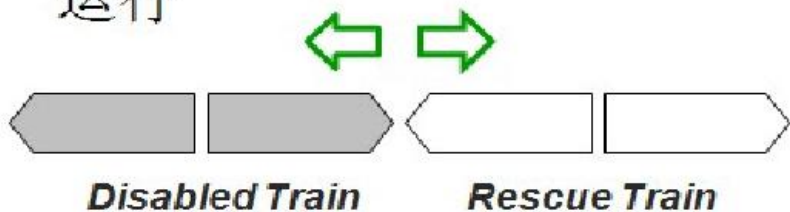
(1) 因Walkthrough design的设计使车厢间的乘客转移变得容易



(2) 使乘客向救援列车的转移变得容易



由救援列车带动的牵引 / 推动运行



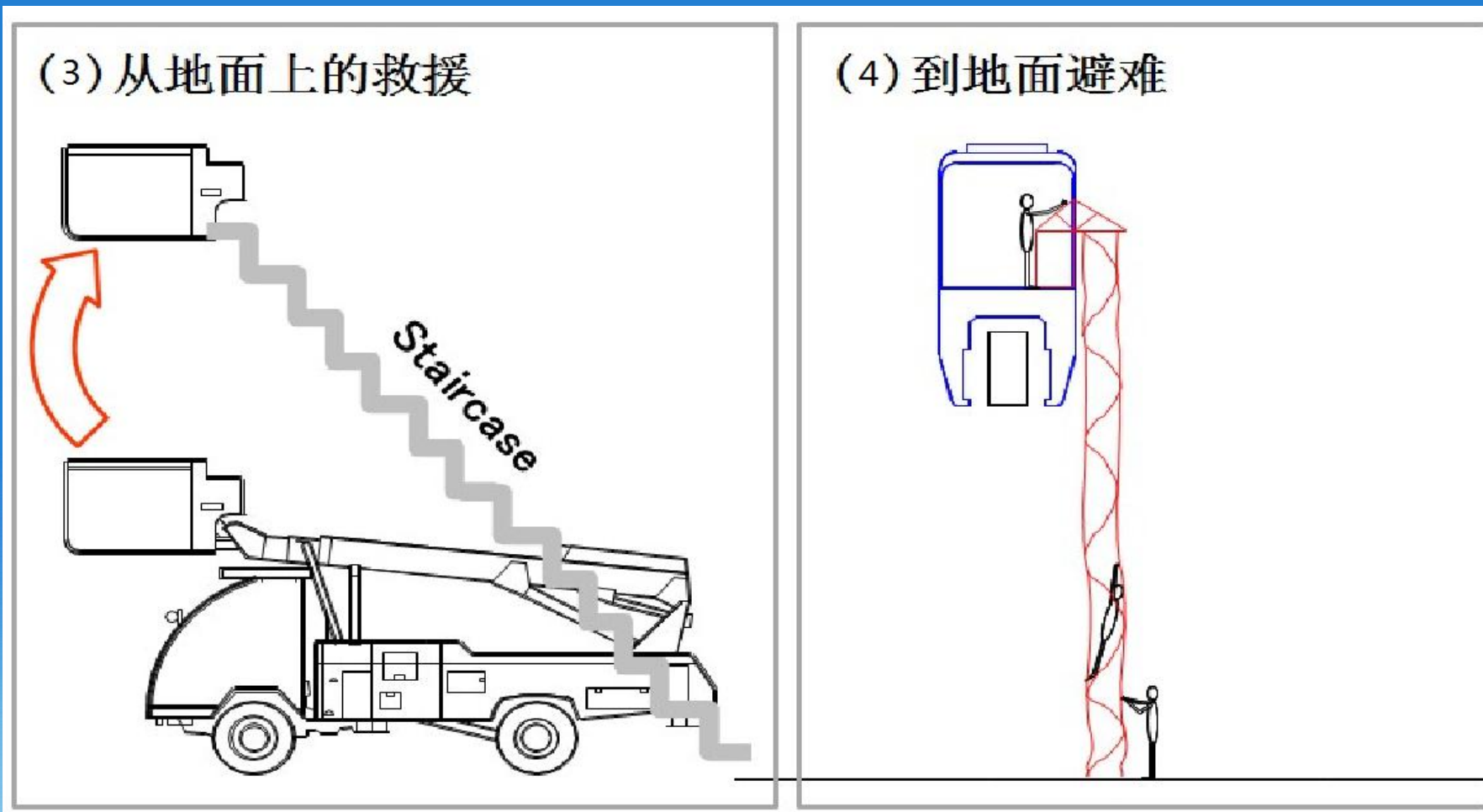


Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.1 区间设计

1) 依靠外部力量救援（早期日立体系）





Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.1 区间设计

1) 依靠外部力量救援（早期日立体系）

依靠外部力量救援存在问题：

①疏散速度有限：使用列车疏散，需要等待空车；使用地面疏散车辆，需等待疏散车辆，且每次疏散人员有限；使用车内缓降装置，需一个一个疏散。

②疏散条件受限：如果车辆距离地面较高，或地面陡峭处，则地面救援、车内缓降均难以实现。





Metro Trans

2.2 单轨设计特点

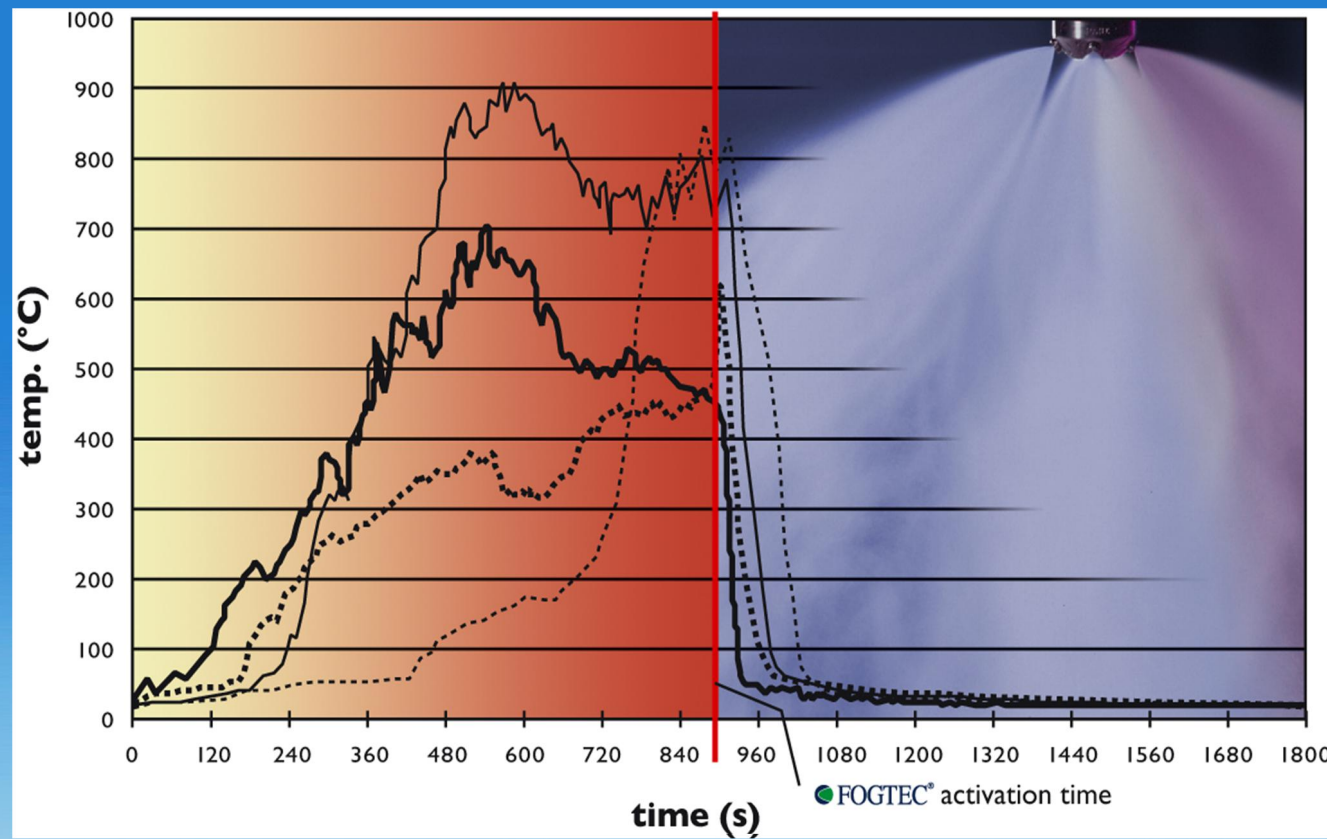
2.2.1 区间设计

2) 主动灭火（欧洲标准）

欧洲铁路车厢间用防火门分割，每节车厢形成一个防火分区。一节车厢发生火灾时，乘客转移至其他车厢。车厢安装高压细水雾系统等主动灭火设施，可主动灭火15分钟，列车足以驶入前方车站进行疏散，即便列车失去动力也可以为救援疏散赢得宝贵时间。

主动灭火方式存在问题：

车辆增加防火门、主动灭火系统，车辆制造费用增加，增大了运营成本。





Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.1 区间设计

3) 主动逃生（轻型跨座式单轨体系）

芜湖单轨等除车站疏散外，还设置疏散通道。疏散通道与车辆地板高差约0.2m，宽度约1.2m，两侧为检修通道，可保持人员视觉安全感。独立公司Logds Register对此种疏散方式进行过评估，疏散一列车人员约17min。



芜湖单轨疏散通道



拉斯维加斯单轨疏散通道



Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.2 车站设计

(1) 车站轻量化

在满足车站功能前提下，减小车站体量，对改善城市街道景观意义重大。





Metro Trans

2.2 单轨设计特点

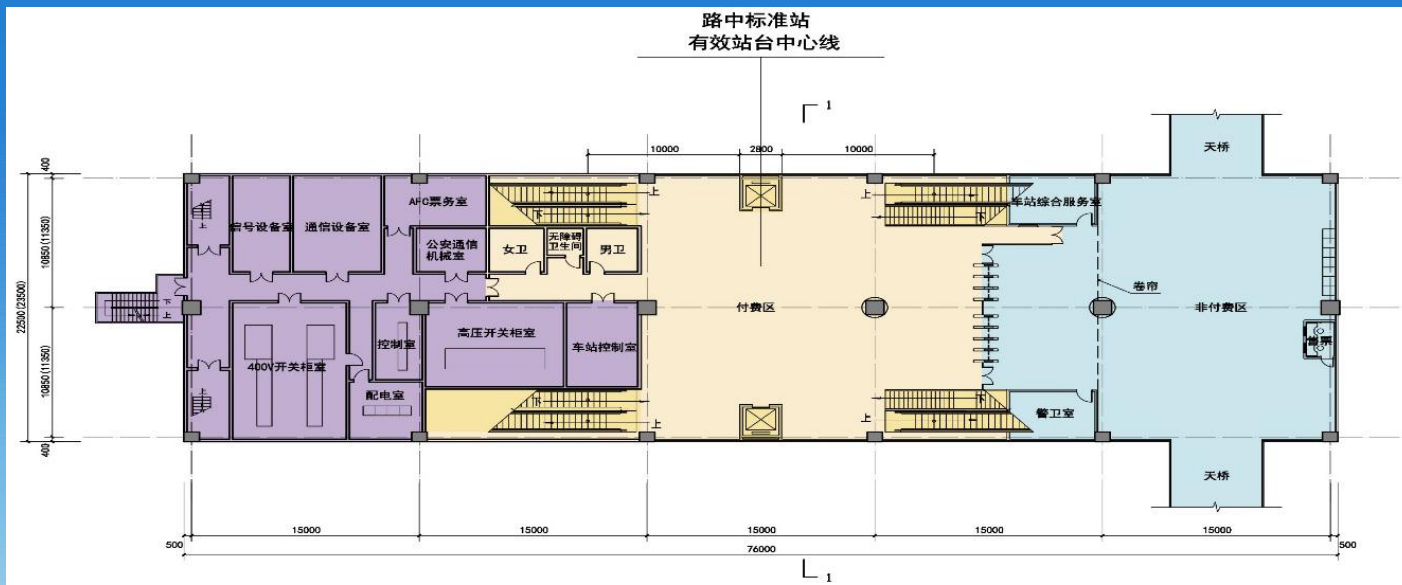
2.2.2 车站设计

(2) 车站轻量化措施

控制车站规模的列车编组、站台宽度等因素主要受客流水平影响，车站轻量化应从平面布局、车站造型、车站结构等方面着手。

1) 合理平面布局

公共区集中布置、设备及管理用房集约化，减小车站规模。





Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.2 车站设计

2) 车站造型

路中站：外观造型简洁、通透，与周围环境协调；创造轻盈灵动的车站形象，在视觉上减小车站体量。

路侧站：可与其他建筑合建，进行物业开发，形成一体化的城市空间。



路中站



北京路站综合体



Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.2 车站设计

3) 车站结构

结构体系：钢-混凝土组合结构体系、混凝土结构体系。

对比项目	组合结构	混凝土结构
施工难度	梁、柱及节点构造、工艺简单，易于施工	钢筋密集，钢筋绑扎、砼浇筑难度大，预应力施工需要专业施工队伍，工艺较复杂
施工周期	主体钢结构工厂加工，现场装配式施工，工期约7个月	主体结构施工约12个月
脚手架	柱、梁施工采用焊接或螺栓连接，楼板施工压型钢板兼作施工底模，不需满堂脚手架	需要采用满堂脚手架
模板	采用钢管柱兼作外模板，型钢梁安装不需模板	梁柱施工均需采用模板
抗震性能	良好	一般
对环境交通影响	不需满堂脚手架，且施工周期短暂，封路或导改时间短，对道路交通的影响小	需满堂脚手架且施工周期长，封路或导改时间长，对道路交通影响较大

组合结构造价略高，结构尺寸小，结构形式轻盈美观，装配式施工对城市交通影响小、施工周期短等显著优势，更适合高架车站。





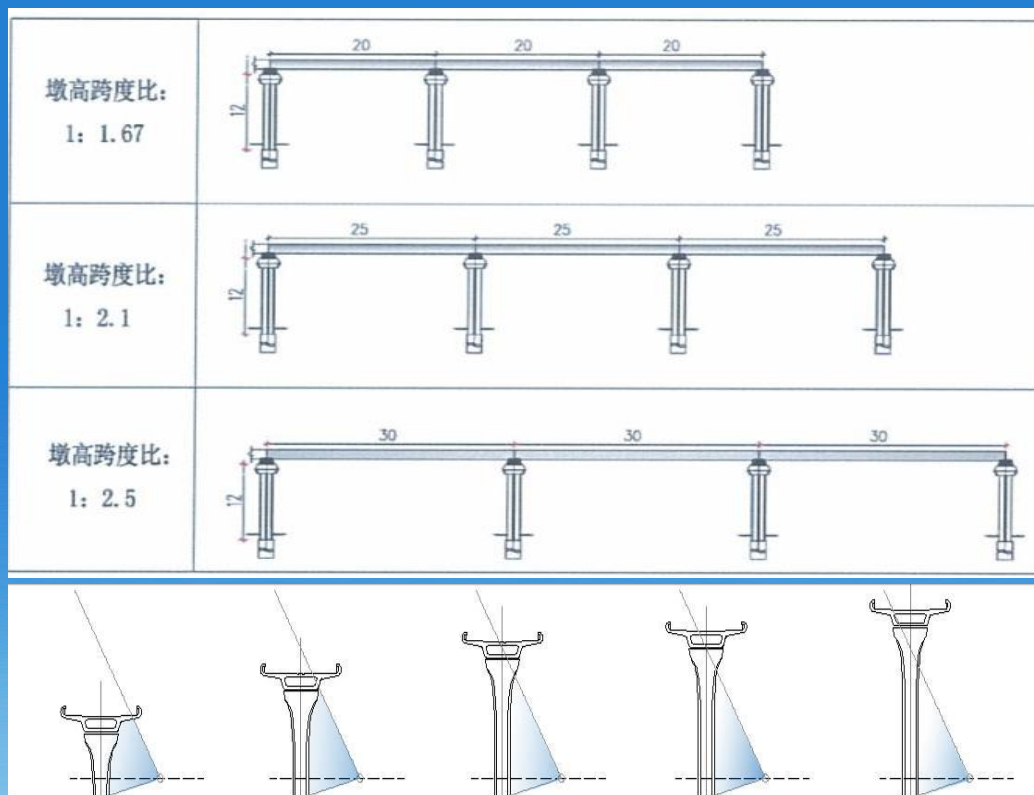
Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.3 景观设计

1) 桥梁整体性景观设计

从美学的角度协调高架桥的跨度和桥高的比例是桥梁整体性景观设计的重点。





Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.3 景观设计

2) 细节结构景观设计

① 上部结构景观

主要指梁部的景观设计。既符合受力要求，又结构轻盈、流畅，条件允许情况下，梁底采用圆曲线、抛物线等。





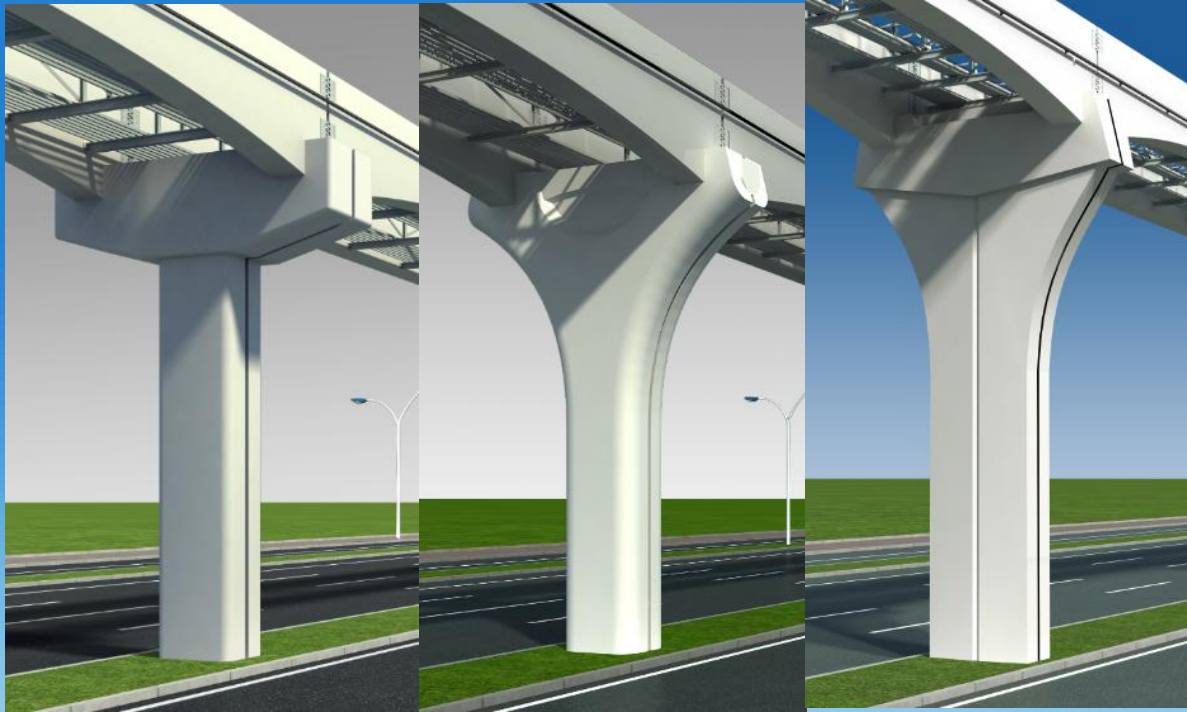
Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.3 景观设计

②下部结构景观

主要指桥墩的景观设计。桥墩选型力求美观大方、简洁流畅，在景观上与城市地理环境、人文景观相融和，避免过于繁琐的造型与装饰，便于施工。





Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.3 景观设计

3) 周边环境景观

①环境绿化：城市景观由城市中的地形、植物、建构筑物、小品等共同组成，除桥梁造型美观，还可增加桥底或附近绿化加以衬托。





Metro Trans

2.2.3 景观设计

2.2 单轨设计特点

②结构绿化：对桥梁的构配件如墩身、梁身等加以装饰手法的运用，提高观赏性。





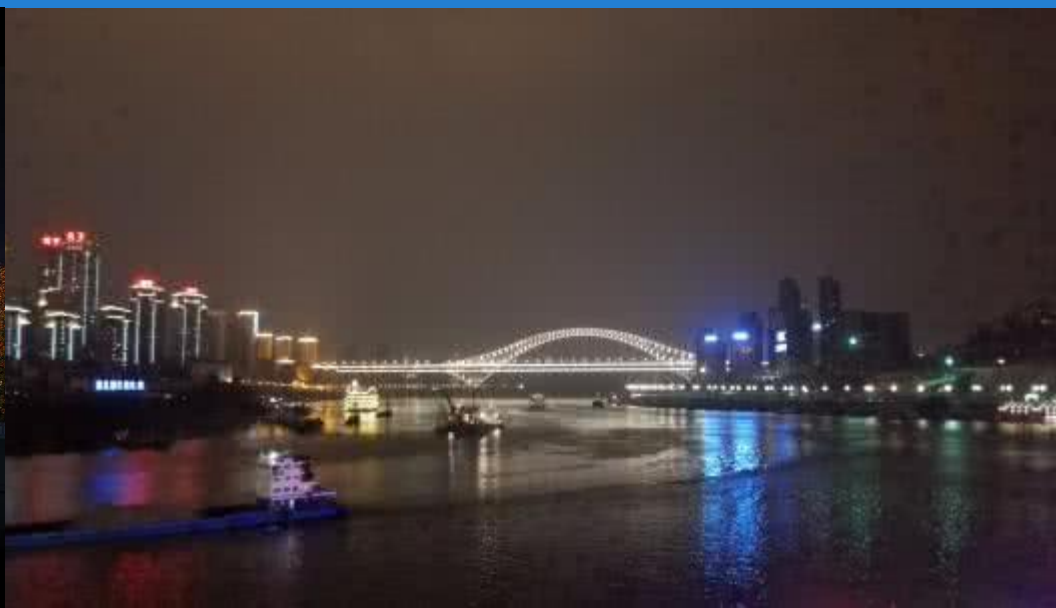
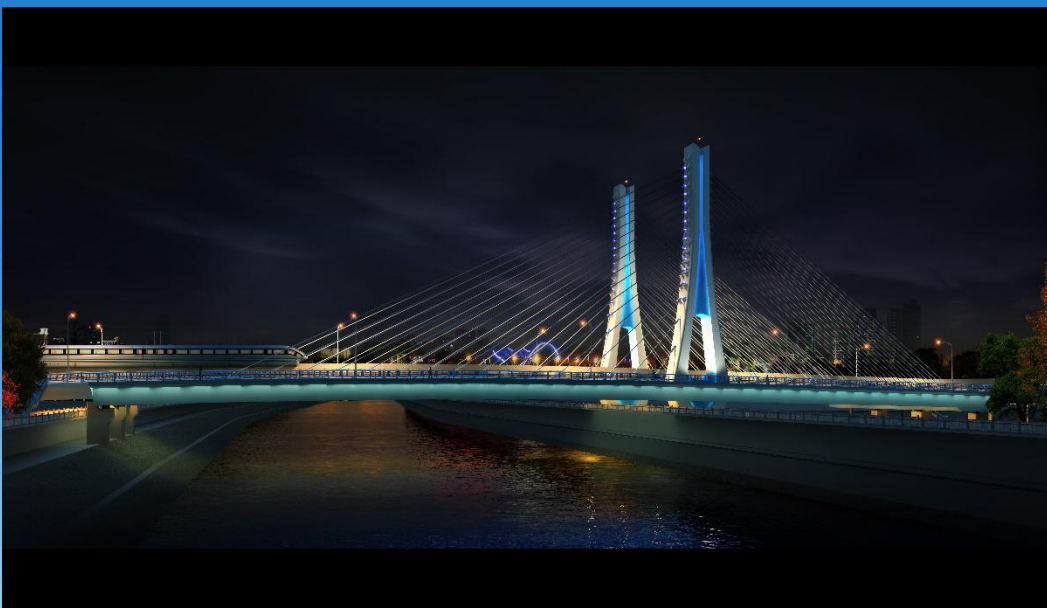
Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.3 景观设计

4) 景观照明设计

随着高科技的发展，新的能源、新的照明系统也使现代桥梁建筑呈现出崭新的空间形态。通过五光十色的装饰照明体现桥梁夜间景观的魅力，通过照明调节灯具类型、照明度高低、光色强弱、色彩选择搭配等营造不同的时空效果，以昼夜、假日、季节等时间段分别控制空间表现，体现不同的主题与情境，使桥梁整体形态在夜空中鲜明、生动，与背景中的城市灯光或其他夜间照明相映成辉，构成如诗如画的夜间景观。





Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.3 景观设计

(2) 车站景观设计

城市总体研究—站点区域研究—站点建筑形象策划—建筑形态设计，逐层深入，最终实现车站景观与城市设计的融合。

车站景观设计应充分展现地域及文化特色，通过对自然风貌、人文景观的推理，提出与城市设计融合或引领城市发展的设计策略、提取城市形象的核心元素，指引车站方案落地。

1) 车站立面设计

在车站轻量化基础上，根据车站所处周边环境，创造与城市街道景观相融合的建筑形象。





Metro Trans

2.2.3 景观设计

2.2 单轨设计特点





Metro Trans

2.2.3 景观设计

2.2 单轨设计特点





Metro Trans

2.2.3 景观设计

2.2 单轨设计特点





Metro Trans

2.2.3 景观设计

2.2 单轨设计特点





Metro Trans

2.2.3 景观设计

2.2 单轨设计特点





Metro Trans

2.2.3 景观设计

2.2 单轨设计特点





Metro Trans

2.2.3 景观设计

2.2 单轨设计特点





Metro Trans

2.2.3 景观设计

2.2 单轨设计特点





Metro Trans

2.2.3 景观设计

2.2 单轨设计特点





Metro Trans

2.2.3 景观设计

2.2 单轨设计特点





Metro Trans

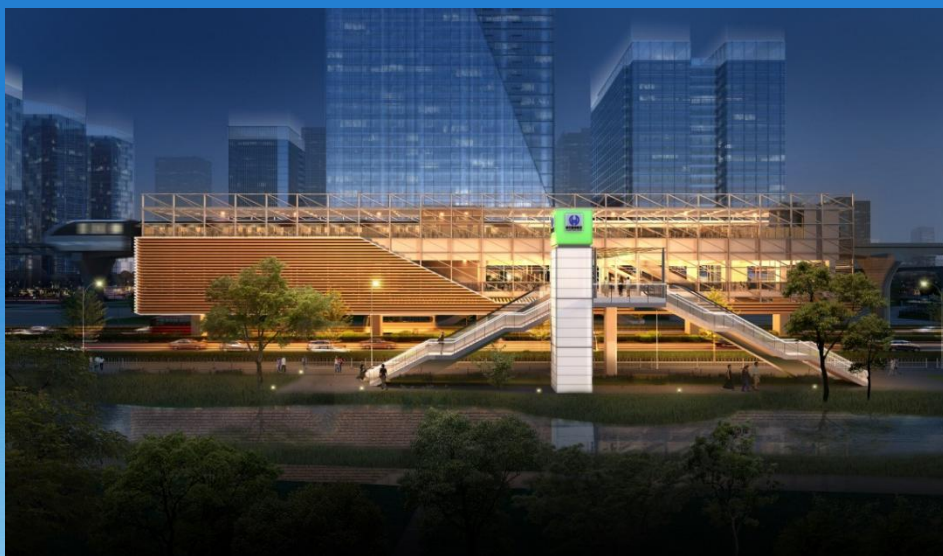
2.2 单轨设计特点

2.2.3 景观设计

2) 天桥及出入口设计

天桥每天被大量行人频繁使用，甚至成为人们对区域认知的标志性新型建构筑物，故无论是远观还是近视，其造型都需要具有较强的景观标识性的特点。

天桥及出入口采取与环境相协调，与车站为一体的整体设计的原则，即过街天桥与车站构成的空中步行系统，共同构筑城市风景线。





Metro Trans

2.2 单轨设计特点

2.2.3 景观设计

3) 地面出入口、风亭、冷却塔、垂直电梯等地面四小件

对于跨座式单轨交通中为数不多的地下站，其“地面四小件”因与人近距离接触，且与城市街道密切相关，是提升城市公共空间品质和文化内涵的重要渠道，设计应最大限度减少出入口、风亭对城市景观的影响。





Metro Trans

谢谢！
THANKS !

