

以年轻的心态坚定地投身于城轨事业中

单位：北京鉴衡认证中心
上海申通鉴衡轨道交通检测认证公司

姓名：王亚龙





Metro Trans

城轨正青春

一、因何坚定

二、怎样年轻

三、何为事业

四、行业帮助



一、因何坚定

克服职业疲劳，对行业自信，对中国城轨未来在世界上的位置自信。

1. 时间：城轨还能高速发展多久？

运营里程2018年5761公里，185条。2013年2539公里，87条。

5年间增长3222公里，98条线路。每年645公里、20条新线。

在实施的建设规划线路总长7611公里

=已探明储量能够高速发展“11.8年”。

2. 空间：城轨有多大的市场容量？

2018年完成建设投资5470亿+运营成本1478亿=6948亿。

1478亿/5761公里=2500万/公里 10亿/28.2公里=3500万/公里

不含更新改造、折旧费用，运营成本将以每年161亿的速度增长。

11.8年后，运营成本到达3413亿。

数据引自协会2018年统计报告、2014年统计报告。

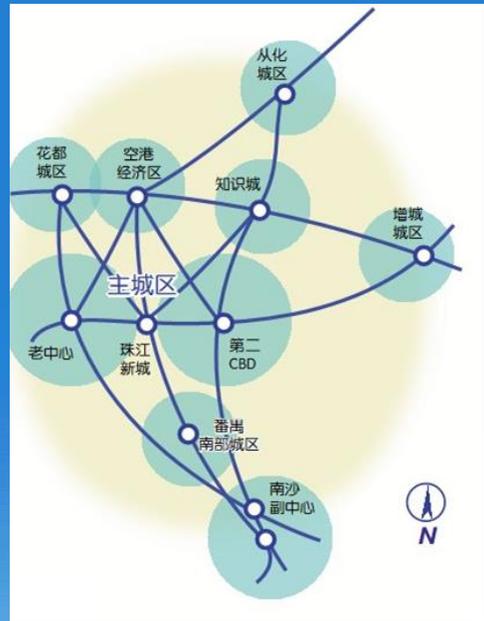


一、因何坚定

3. 新增：市域快速轨道系统符合国情需要，会有显著发展

2. 0. 1 城市轨道交通 urban rail transit

采用专用轨道导向运行的城市公共客运交通系统，包括地铁系统、轻轨系统、单轨系统、有轨电车、磁浮系统、自动导向轨道系统、市域快速轨道系统。



广州规划6条市域高速轨道
(图片引自广州市人民政府网站)



成都市域铁路规划
(图片引自成都市政规划研究设计院)



上海2020-2035年市域铁路规划
(图片引自地铁族)



Metro Trans

一、因何坚定

4. 人才供需：城轨的体量 人才的缺口 幸福的烦恼——由招聘到吸聘

2020年我国城市轨道交通运营里程比2015年增长近一倍，按“十三五”新建投运3500公里左右测算，五年需新增从业人员21万人左右。

2020-2025？

中华人民共和国国家发展和改革委员会
National Development and Reform Commission

请输入关键字

热门搜索：产业结构调整 企业债券 特色小镇

首页 > 政策发布中心 > 通知

国家发展改革委 教育部 人力资源社会保障部
关于加强城市轨道交通人才建设的指导意见

发改基础〔2017〕74号

各省、自治区、直辖市及计划单列市、新疆生产建设兵团发展改革委、教育厅（委、局）、人力资源社会保障（劳动保障）厅（局）：

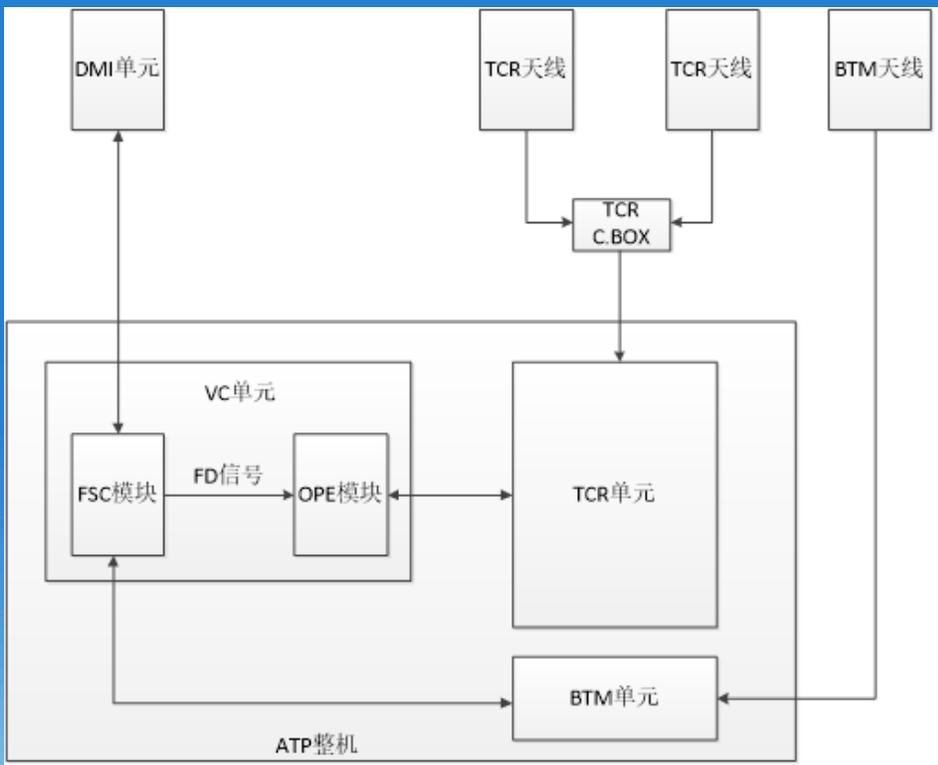
城市轨道交通是城市公共交通体系的骨干，是构建城市综合交通运输体系的重要支撑。发展城市轨道交通，有利于优化城市空间结构、缓解交通拥堵、带动城市综合开发，显著提升城市环境质量、生活质量和竞争力，是建设和谐宜居现代化城市的重要抓手。近年来，我国城市轨道交通进入快速发展时期，建设运营规模快速增长、新建轨道交通城市数量不断增加、技术装备水平不断提高，目前全国已批准43个城市建设城市轨道交通，特别是“十二五”以来陆续批准的



一、因何坚定

5. 对人才的态度：城轨是有理走遍天下的行业

城轨行业是安全苛求行业，为青年技术人才稳定发展提供了良好的氛围，能者居之，唯结果说话，不唯资历。



概述

装有的某厂家型号的ATP的多辆动车同一地点发生多次系统自动切系故障。

原因分析

查看发生故障的ATP的故障记录显示，现场发生异常时宕机时ATP两系的同步心跳信号脉冲停止，从而导致ATP切系。

故障分析

通过现场数据收集分析，从故障分布点可以看出，由于现场故障跟地理位置有关系，提议在现场进行动态测试，测试发生故障的地点的干扰情况。

经过分析和测试，初步认为该ATP设备在现场发生的同步心跳信号消失的故障，跟ATP设备本身没有直接关系，是由于收到了现场的干扰信号导致。

通过企业内部大量的试验及在现在试验，确认故障的干扰源为超标的轨道不平衡电流通过空间辐射经TCR天线回路耦合到了系统的背板，从而导致该同步心跳信号被干扰，从而导致ATP误判主系故障，切换到备系工作状态。

结论

通过故障的原因分析，一方面与当地部门沟通，通过技术手段解决轨道不平衡电流问题，另一方面对ATP的接口EMC进行优化设计，采用多点接地，增加磁环滤波，对部分电路增加滤波的方式解决了此故障。



Metro Trans

一、因何坚定

行业体量和规模较大
发展潜力大、空间高
对人才需求量价齐升
人才技术显性作用强

——城轨行业是适合作为毕生事业的选择





二、怎样年轻

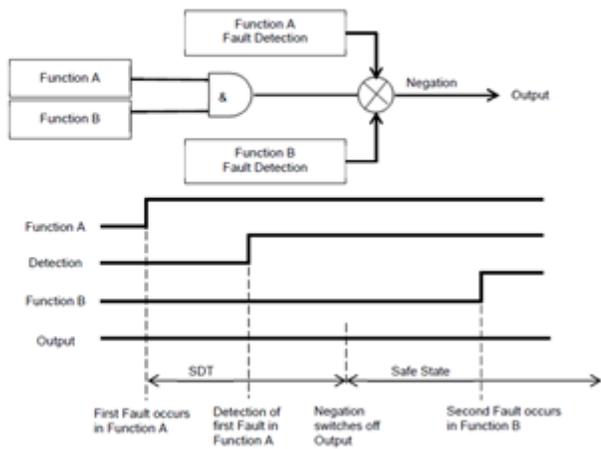
年轻是心态和能力的体现，不是绝对的年龄值；
富人靠财富，穷人靠变异，如何在城轨行业里选择自己做什么；

1. 起步：城轨涉及多领域，常见专业都能找到起步岗位

安全案例-V——技术安全报告——故障安全设计原理

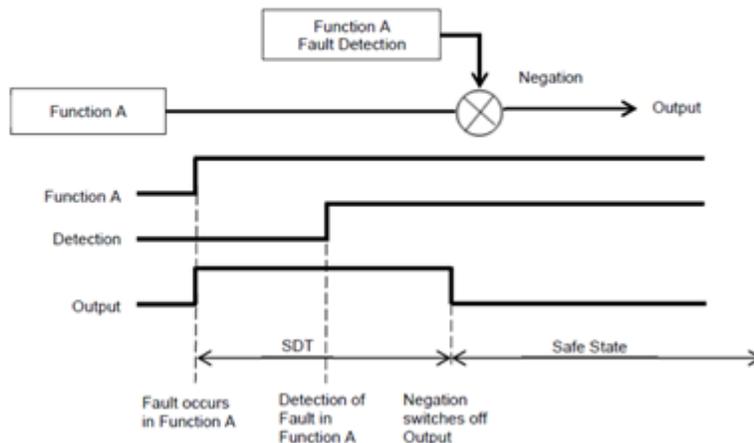
组合故障安全设计：

输入或输出的2取2的架构设计，当一个单元的输入或输出的故障，不会导致系统的危险发生，另一个单元的故障出现，才导致系统危险的发生。在第一个单元故障时，应得到及时的检测，并进入安全状态。



安全案例-V——技术安全报告——故障安全设计原理

反应故障安全设计：
当安全关键器件故障时，系统检测到这个故障，在SDT时间内强制进入到安全状态。





二、怎样年轻

2. 发展方向：是横向还是纵向

同一产品/专业按照科研-产品-工程-运营的纵向发展，对起步位置有要求；
兼容多个专业阶段：研发&安全，规划&融资，VV&认证等

固有安全设计：

根据设备本身的固有物理特性实现的安全设计，比如重力安全继电器，由于重力的物理特性，失电时，触点打开，不粘连。

故障检测设计：

- 电源电压过电压和欠电压的监控；
- 强制导向型安全继电器对于触点的状态检测设计；
- 安全输出端口是否意外输出的监测。

隔离设计。

- 安全功能和其非安全功能模块的隔离设计；
- 安全输入输出电路模块和其他电路的物理绝缘设计。



Metro Trans

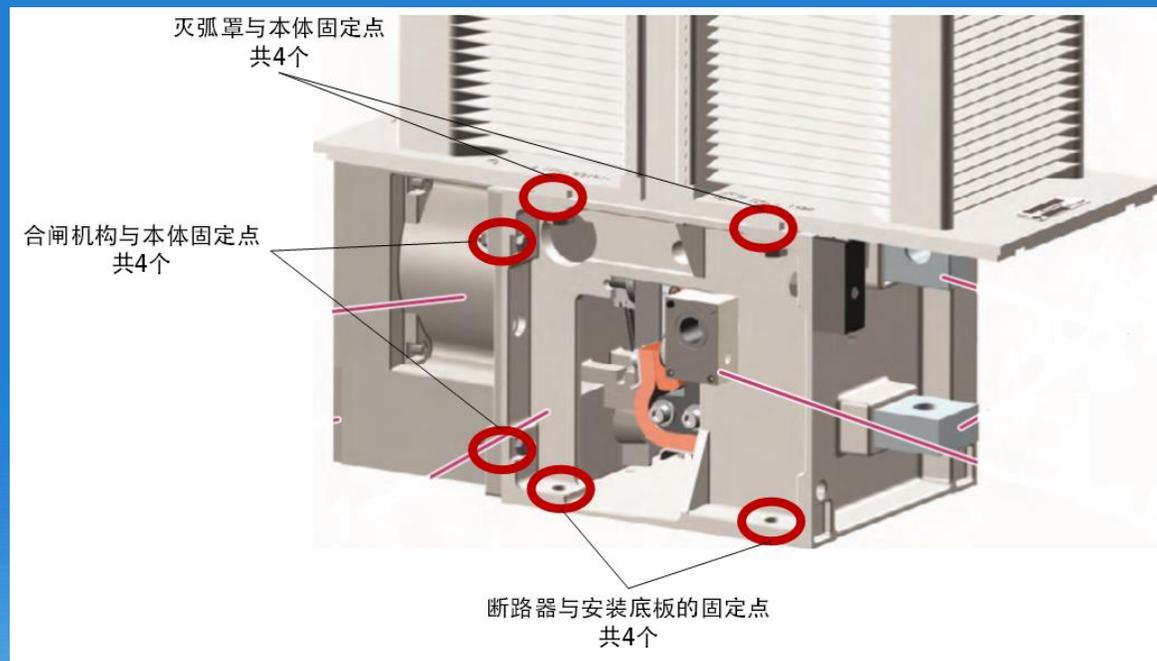
二、怎样年轻

3. 职业态度：不要因年龄而不敢言，刨根问底：为何童话安排孩子拆穿皇帝的新装

发生频率：每年50起贯穿性开裂现象。每次检修周期（24个月），断路器外壳开裂的几率约为25%，这个几率是外壳上有2个以上贯穿性开裂的才算。只有1个贯穿性开裂的外壳仍然继续使用。



(1) 发现问题



(2) 统计归类

车载高速直流断路器的A、B之争：1A&1B孰优孰劣，如何检测

GB/T 21413.3-2008 (IEC 60077-3:2001, IDT) 《铁路应用 机车车辆电气设备 第3部分:电工器件 直流断路器规则》

9.3.5.2 冲击

在 9.3.5.1 描述的试验之后,冲击试验应按照 IEC 61373:1999 的相关试验方法进行。该试验包括两种工作状态,试验中断路器不应改变工作状态。

GB/T 21563-2008/IEC 61373:1999 轨道交通机车车辆设备冲击和振动试验

本标准仅根据设备在车上的位置将试验等级分为三类。

1类 车体安装

A级 车体上(或下部)直接安装的柜体、组件、设备和部件。

B级 车体上(或下部)直接安装的箱体内部的组件、设备和部件。

注:当设备安装位置不明时,应采用B级。

2类 转向架安装

安装在轨道机车车辆转向架上的柜体、组件、设备和部件。

3类 车轴安装

安装在轨道机车车辆轮对装置上的组件、设备和部件或总成。

(3) 寻找依据

2.3.1 → 模拟长寿命试验

按下表标准进行振动试验,横向和纵向两个方向上的试验都按照标准中纵向的要求执行。试验时间:断路器闭合状态下4小时;断路器断开状态下1小时:

指标 方向	ASD 量级 (ms ⁻²) ² /Hz	加速度 r.m.s.值 m/s ²	时间 h	判定标准
垂向	1.857	7.9	5	试验结束后,产品的外观、结构应不产生裂纹、机械损伤。
横向	0.901	5.5	5	
纵向	0.901	5.5	5	

2.3.2 → 冲击试验

按下表标准,在断路器分闸及合闸状态下分别进行冲击试验,横向和纵向两个方向上的试验都按照标准中纵向的要求执行。

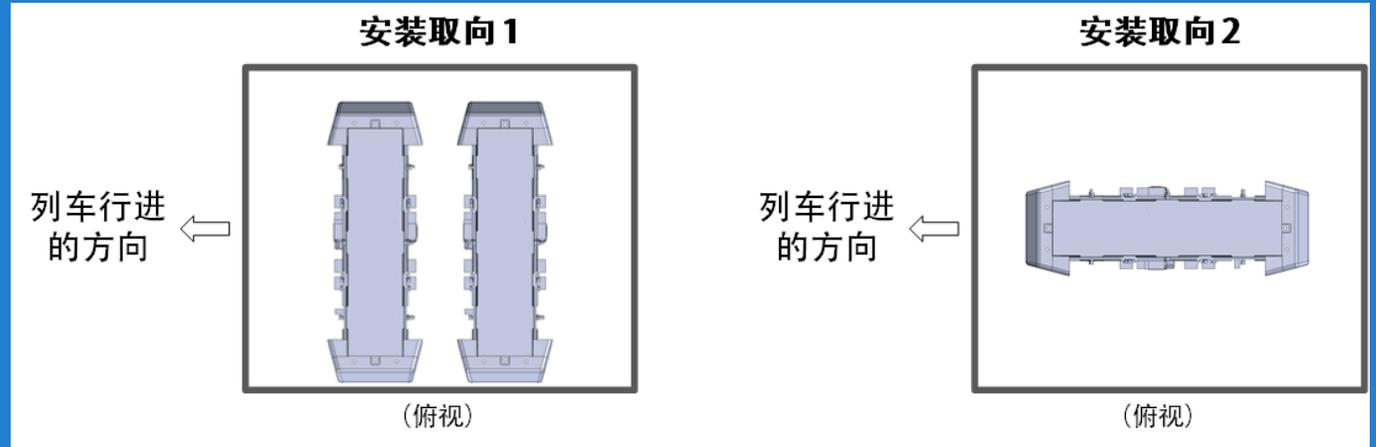
指标 方向	峰值加速度 A/(m/s ²)	标称持续时间 D/(ms)	次数 (次)	判定标准
垂向	30	30	±3	试验结束后,产品的外观、结构应不产生裂纹、机械损伤。
横向	50	30	±3	
纵向	50	30	±3	



Metro Trans

二、怎样年轻

(4) 补缺, 监督执行





二、怎样年轻

3. 职业态度：眼见为实 实事求是

慷慨歌燕市，从容作楚囚
引刀成一快，不负少年头
作者？

7. Safety Certificate

The Railways and Other Guided Transport Systems (Safety) Regulations 2006

Made - - - - - 9th March 2006
Laid before Parliament 17th March 2006
Coming into force except for regulations 19, 23 to 26, 29 and 34 regulations 19, 23 to 26, 29, and 34 - - - - - 10th April 2006
1st October 2006



(四) 建立产品安全认证制度

国家发展和改革委员会文件

发改产业[2010]2866号

国家发展改革委关于进一步推进城市轨道交通装备制造业健康发展的若干意见

各省、自治区、直辖市及计划单列市发展改革委，中国南车集团公司、中国北车集团公司：

为进一步落实《装备制造业调整和振兴规划》，巩固轨道交通装备制造业的发展成果，引导我国城市轨道交通事业健康发展，现提出以下意见。

一、充分认识促进城市轨道交通装备制造业健康发展的重要意义

“十五”以来，我国城市轨道交通装备制造业认真贯彻落实国务院确定的方针政策，坚持对外开放，走依托国内市场、引进和自主创新相结合的发展之路，整体水平和能力又上了一个新台阶。相关制造企业在广泛采用新技术、新材料、新工艺的基础上，制

- 1 -

L 138/118 EN Official Journal of the European Union 26.5.2016

7. On the basis of the information provided by the national safety authorities in accordance with Articles 17 and 19, the Agency may address a recommendation to the Commission for a CSM covering elements of the safety management system which need to be harmonised at Union level, including through harmonised standards, as referred to in point (f) of Article 6(1). In such case, Article 6(2) shall apply.



CHAPTER III
SAFETY CERTIFICATION AND AUTHORISATION

Article 10

Single safety certificate

1. Without prejudice to paragraph 9, access to the railway infrastructure shall be granted only to railway undertakings which hold the single safety certificate issued by the Agency in accordance with paragraphs 5 to 7 or by a national safety authority in accordance with paragraph 8.

The purpose of the single safety certificate is to provide evidence that the railway undertaking concerned has established its safety management system and that it is able to operate safely in the intended area of operation.

8.3.4 安全认证证书

GB/T 30013—2013

7.2.7 在寒冷地区，车辆基地应具备车辆存放的供暖条件。
7.2.8 车辆基地的起重设备、电梯和压力容器等特种设备应完成安装、调试，并通过验收。

8 运营设备系统基本条件

8.1 供电系统

8.1.1 变电所内设备、电力监控系统、杂散电流腐蚀防护系统、动力照明系统和供电电缆等各类设备和器材的材料、规格和功能应符合 GB 50157 和 GB 50490 的规定。
8.1.2 电力监控系统应功能完善，具备实时监控、报警和记录的功能。
8.1.3 各变电所均应有两路独立可靠的电源供电。一级负荷应采用双电源双回路供电，主变电所数量和牵引变电所数量应根据负荷需要。当有外电源点退出，则在外电源点跨区供电时仍能满足负荷需要。
8.1.4 应完成各变电所电气元件、开关的整定值调整。
8.1.5 车站及区间照明系统的照度应符合 GB/T 18275 的规定，并出具照度测试报告；应急照明、应急电源和电能计量装置的配置应符合 GB 50157 和 GB 50490 的相关标准要求。
8.1.6 接地、安全标识应齐全、清晰，配备安全工具，并放置到位。
8.1.7 变电所内、外部设备应响应报警，电缆桥架应做接地处理，无杂物。变电所外部应设置防火要求，具备巡视和检修条件。
8.1.8 电缆孔洞应封堵，安装防鼠板，电缆应悬挂走向标识牌。

8.2 通信系统

8.2.1 传输系统、广播、公务电话、调度电话、无线通信和闭路电视应符合 GB 50157、GB 50382 和 GB 50490 的规定。公务电话应实现网络制式互联互通，并与市话互联互通。
8.2.2 传输系统应支持语音、文字、数据和图像等各类信息的数字传输功能以及告警、网管和保护功能应符合 GB 50490 的规定。
8.2.3 时钟系统应实现母钟、子钟各项功能和网络管理功能，并能够向相关设备系统发送时间信号。
8.2.4 通信系统应按一级负荷供电，通信电源应具有集中监控管理功能，并应保证通信设备不间断、无间断地供电；通信电源的后备供电时间不应少于 2 h。
8.2.5 通信设备机房的温度、湿度和电磁干扰，应符合 GB 50157 的要求。
8.2.6 在应急情况下，通信系统应保持正常的通信功能。
8.2.7 换乘站应实现直通电话互联互通，能实现图像传输和图像互联互通。
8.2.8 宜进行 144 h 测试。

8.3 信号系统

8.3.1 列车自动驾驶、列车自动监控应符合 GB 50157、GB 50490 和 GB 50578 的规定。
8.3.2 信号系统应完成控制中心、车站、车辆基地以及车载、轨旁信号设备的安装和调试。
8.3.3 信号系统应确保控制中心与车站间、轨旁设备与车载设备间的安全控制信息传递无误、联动准确；完成车辆基地与正线信号系统的接口调试。
8.3.4 信号系统应具备列车自动驾驶功能、控制中心和车站的列车自动监控功能，宜具备列车自动驾驶功能。
8.3.5 信号系统应具有完整的测试报告，并应具备资质的安全认证机构出具的安全认证证书和安全评估报告，对证书的限制项，应制定安全防护措施。
8.3.6 设置屏蔽门的车站，信号系统宜具备列车车门与站台屏蔽门系统联动功能。

ICS 25.040
N 10



中华人民共和国国家标准

GB/T 20438.1—2006/IEC 61508-1:1998

电气/电子/可编程电子安全相关系统的功能安全 第 1 部分：一般要求

Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems—Part 1: General requirements

(IEC 61508-1:1998, IDT)

2006-07-25 发布 2007-01-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

3级文件体系

(1) 法律依据： 欧盟轨道交通互联互通指令

(2) 认证规则 (11个子系统规则) :

- ① 车辆 (机车和客车) : REGULATION (EU) No 1302/2014
- ② 车辆 (货车) : REGULATION (EU) No 321/2013
- ③ 车辆 (噪声) : REGULATION (EU) No 1304/2014
- ④ 基础设施: REGULATION (EU) No 1299/2014
- ⑤ 控制指挥和信号系统: REGULATION (EU) 2016/919
- ⑥ 供电: REGULATION (EU) No 1301/2014
- ⑦ 运营管理: REGULATION (EU) 2015/995
- ⑧ 货运通信系统: REGULATION (EU) No 1305/2014
- ⑨ 客运通信系统: REGULATION (EU) No 454/2011
- ⑩ 隧道内安全: REGULATION (EU) No 1303/2014
- ⑪ 行动不便人员便利性:REGULATION (EU) No 1300/2014

(3) 技术依据: 11个子系统规则以“正文引用、附件罗列”的形式, 建立与欧盟强制标准和强制技术规范的联系。这些标准和技术规范构成了TSI认证的技术依据。

组织体系

(1) 欧委会交通总司C3处, 维护“法律依据”

(2) 欧洲铁路局, 根据欧盟 REGULATION No 881/2004, 维护“认证规则”



Making the railway system work better for society

THE AGENCY

ACTIVITIES

APPLICANTS

LIBRARY

EVENTS & NEWS

REGISTERS

ERA > Activities > Technical Specifications for Interoperability

Technical Specifications for Interoperability

(3) 标准组织, 负责维护“技术依据。”



(4) 认证机构。由Notified Body负责承担TSI认证

《互联互通认证合格评定程序Regulation 2010/713/EU》对认证模块进行了定义。

附录（详细规定）

- ① 技术和地区适用范围；
- ② 车辆功能定义和要求；
- ③ TSI对车辆的必备要求；
- ④ 车辆技术和功能规范，接口技术和功能规范，运营和维护规则、人员要求，车辆型号注册
- ⑤ 车辆部件的划分，车轮、车轮防滑系统、受电弓、主断路器等技术要求；
- ⑥ 认证单元划分、认证模式（由模块组成）；
- ⑦ 实施要求；
- ⑧ 采用的技术标准和规范。

1. 子系统可选的认证模式：

- ① SB模块+SD模块；
- ② SB模块+SF模块；
- ③ SH1模块。

选择的依据为产品的安全危害程序是否要求每件验证、质量管理体系的覆盖度、批量生产的规模。

SB模块中type examination主要活动包括：

- ① 计算；
- ② 与经证明过相似的设计方案的比对分析；
- ③ 测试试验；
- ④ 对上述过程文件的审查。

设计阶段

SB模块：type examination

SH1模块

生产阶段

SD模块：生产过程质量管理体系

SF模块：产品验证

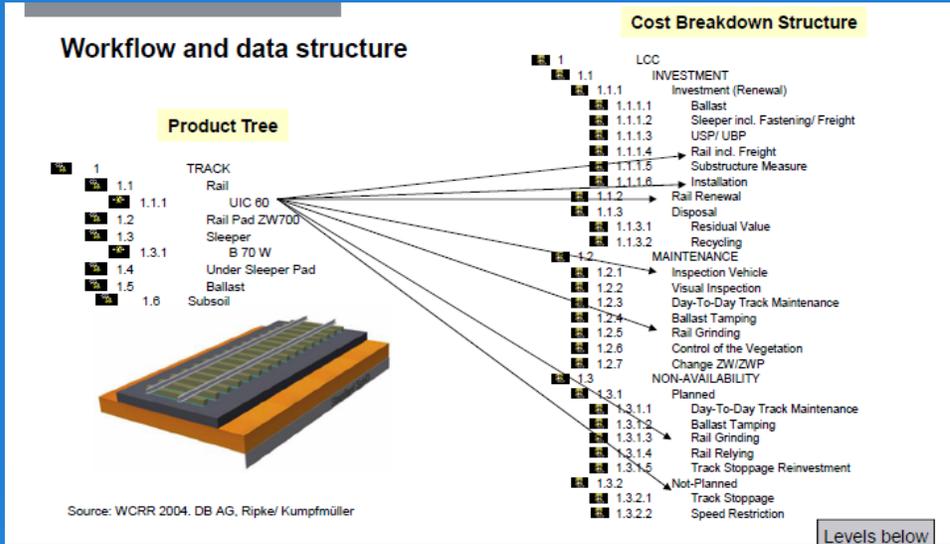
设计检查 + 质量管理体系



Metro Trans

二、怎样年轻

3. 职业态度：温故知新



UIC 60 E1 E2

文件名称	评估内容	专业
仿真计算报告	评估轮轨几何接触参数仿真计算结果，参数选择是否最优	车辆
轮轨材质选取相关实验报告	轮轨硬度匹配是否合理，抗热损伤匹配。	车辆/轨道
曲线超高及限速计算	曲线超高和轨底坡设置值是否合理，弯道限速设置要求是否合理	轨道
制动系统方案	车辆制动力分配原则是否合理	车辆
转向架设计	轮对内距与轨道间距是否匹配，轮径差设置标准是否满足轨道最小曲线条件下的行车安全。	车辆
曲线设计	最小曲线条件下的行车安全。	轨道
接触线和受电弓碳滑板材料匹配选型报告	评估材料匹配是否最优，接触电阻应尽可能小，接触线应耐磨损、耐高温	接触网/车辆
接触网设计文件	线岔、分段绝缘器等部位，避免设计原因出现的硬点；定位及支持装置，评估设计是否满足标准要求，防护是否合理；曲线或竖曲线区段，接触线的偏移（拉出）值、导高设计。	接触网
受电弓设计	受电弓平均接触压力选取是否合理	车辆
关键设备选型报告	接触网线岔、分段绝缘器、补偿装置、恒张力弹簧补偿器、车辆主断路器等较复杂设备技术参数是否达标。	接触网/车辆
轮轨、弓网关系动态测试计划、测试报告	测试项目是否完整，测试方法是否，评判标准是否正确，测试结果是否合格。	测试方
检修维护计划	轨道、轮对检修周期，检测内容，病害轨道处理，转向架日常检查，轮对璇修，曲线、道岔的综合养护等； 车辆受电弓日常维护，绝缘子清洁，主断路器定期测试； 接触网检修周期，检测内容，病害处理	轨道/车辆/接触网

及时跟随

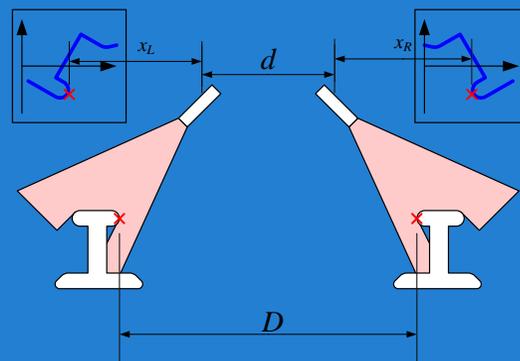
交通运输部办公厅文件

交办运〔2019〕17号

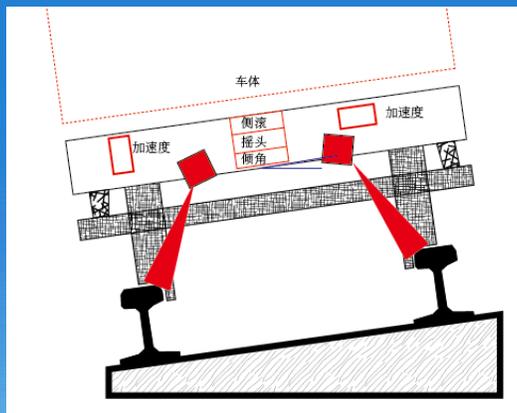
交通运输部办公厅关于印发 《城市轨道交通初期运营前安全评估 技术规范 第1部分：地铁和轻轨》的通知

各省、自治区、直辖市交通运输厅(局、委)：

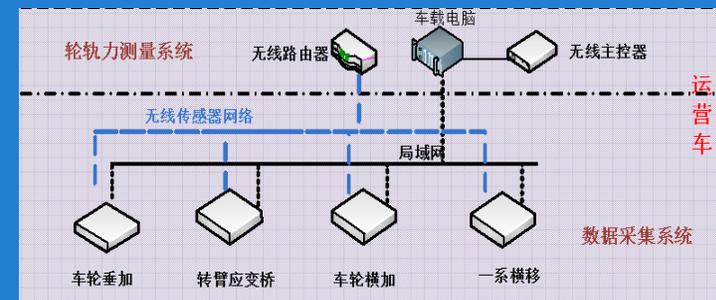
为贯彻落实《城市轨道交通初期运营前安全评估管理暂行办法》(交运规〔2019〕1号)有关规定,切实做好初期运营前安全评估工作,我部组织起草了《城市轨道交通初期运营前安全评估技术规范 第1部分：地铁和轻轨》。经交通运输部同意,现印发给你们,



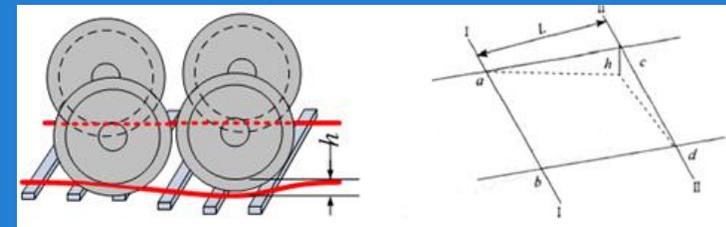
轨距检测原理图



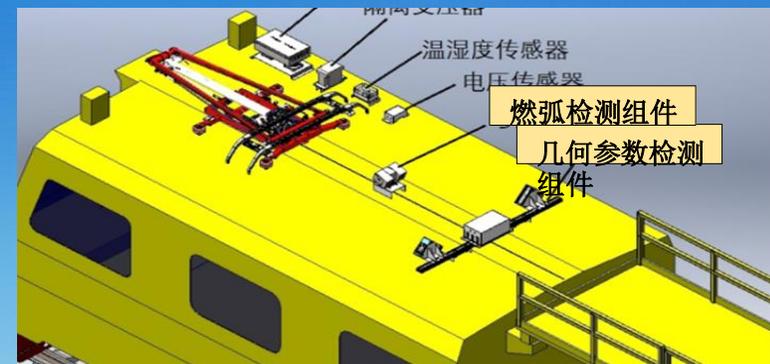
水平不平顺检测原理图



测力轮对系统硬件



三角坑检测原理





主动设问

7.8 退行防护

ATP 车载设备应监督实际列车行驶方向，当退行距离或退行速度超过容许量时，系统应产生报警并立即采取紧急制动。退行防护标准见附录 A。

列车退行防护的相关标准如下：

- 列车退行速度超过5km/h实施紧急制动；
- 列车最大退行次数为3次；
- 列车3次退行允许的最大距离分别为2米，2米，1米；
- 列车退行最大距离为5米，超过后车载ATP将一直实施紧急制动。
- 退行防护余度是可配置的，在系统中唯一。

附录 A

(规范性附录)

附录 A 系统参数值

系统参数值见表 A. 1。

表 A. 1 系统参数值

参数	取值范围
车载、地面设备数据记录时间	≥168h
单个CBTC地面设备可以处理的列车数量	≥30列
列车位置最大测量误差	≤2%
用于ATP功能的列车测速分辨率	≤2km/h
用于ATP功能的列车测速误差	≤2km/h
列车速度命令的分辨率	±0.5km/h~±5km/h
车载设备至地面设备的信息传输延时	≤2s
地面设备至车载设备的信息传输延时	≤2s
零速度检测标准	速度值处于≤1km/h的范围且持续时间不小于2s
退行防护标准	<u>0.5m~5m或≥5km/h</u>





Metro Trans

盲人摸象：积极沟通 兼听

“主角”的思维：一支团队 主要就靠1-2个人影响其工作质量

“咨询”的逻辑：比如车门的“开门动车”故障

细致：工业级和民用级空气开关的区别





肯干：不比谁聪明，比别人多付出

- 硬件系统需求、系统架构、运行环境
- 系统安全功能测试与验证
- 系统关键功能及性能指标验证
- 单元及模块开发环节技术评审
- 单元和模块测试验证
- 生产问题追踪及测试分析
- 生产工艺、检测相关文件评审
- 生产工装设计技术评审、测试验证
- 原理图设计评审
- 器件选型
- PCB布局布线
- 单板热设计评审及测试
- 标准电路测试验证
- 单板白盒测试验证
- 测试问题分析整改
- 射频相关指标测试确认
- 单板白盒测试：信号质量、时序、模拟电路相关性验证、电源测试等
- 环境试验：高低温、湿热、盐雾、沙尘、IP等
- EMC试验：ESD、EFT、SURGE、EMI等
- 机械相关：振动、冲击、跌落、机械强度等
- 可靠性：加速寿命试验、可靠性分析
- 安规试验：绝缘耐压、绝缘电阻等、安全间隙检查
- 射频相关：S参数、场强、驻波、带宽等
- 通信相关：2544相关性能、传输延迟、发送功率、接收灵敏度等
- 特殊性能测试



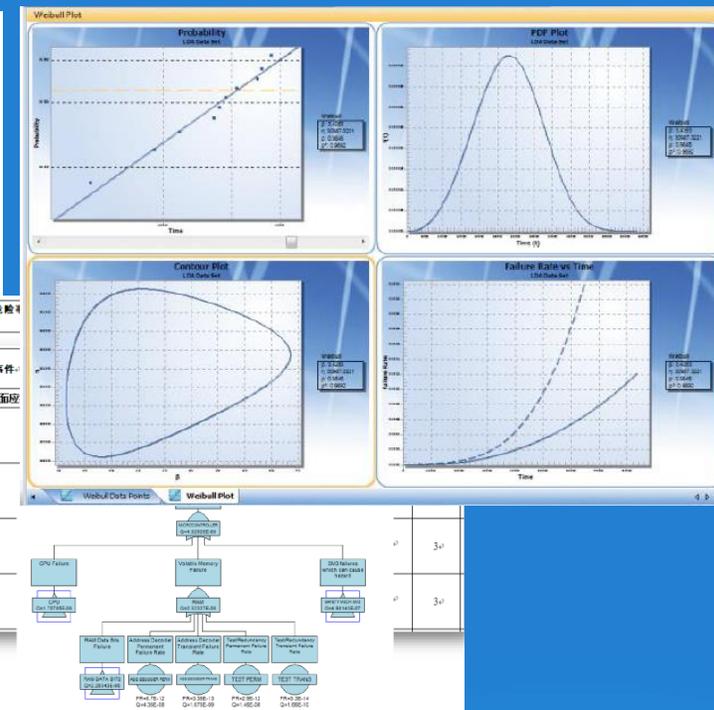
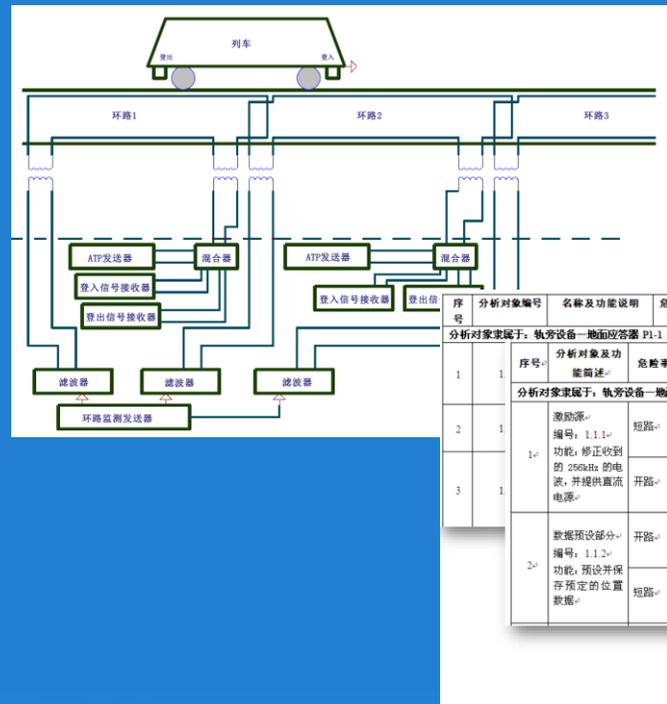
实践：亲力亲为

通过分析产品各寿命周期的可靠性数据，进行可靠性相关预测

- Weibull (2, 3参数)
- 对数正态
- 正态
- Gumbel
- 指数
- 瑞利
- 伽马Gamma

计算

- 标准计算/条件概率计算
- 可靠度/不可靠度
- 故障率
- 平均寿命



一将无能 累死千军：在团队里，能限制奥尼尔的更可能是科比



1. 企业阶段与个人发展一致

头部资源的整合 出道即巅峰 一巅16年

2. 企业与个人发展方向一致

专注：克诺尔、Flachglas、监测企业
只做一件事 一个产品

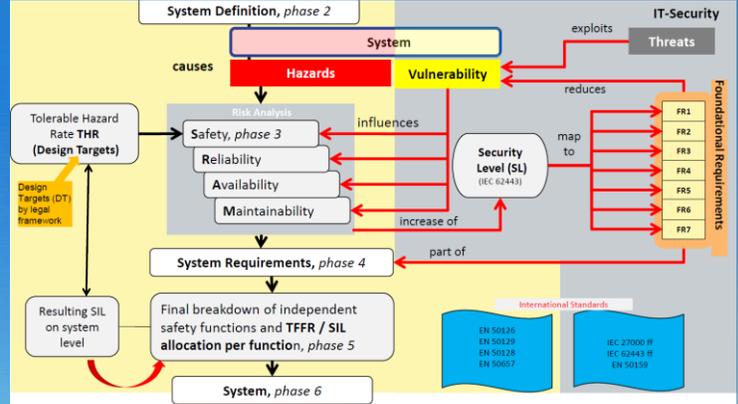
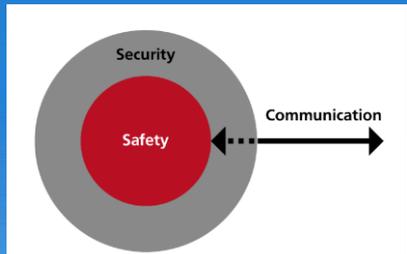
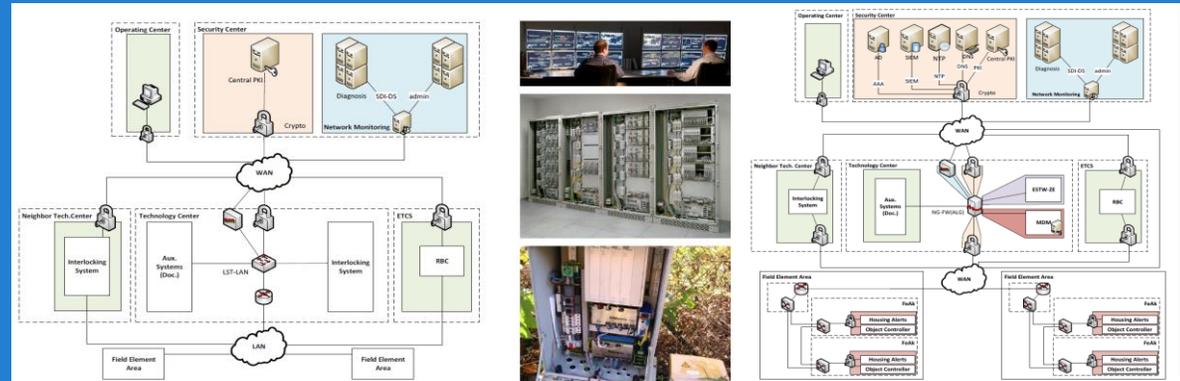
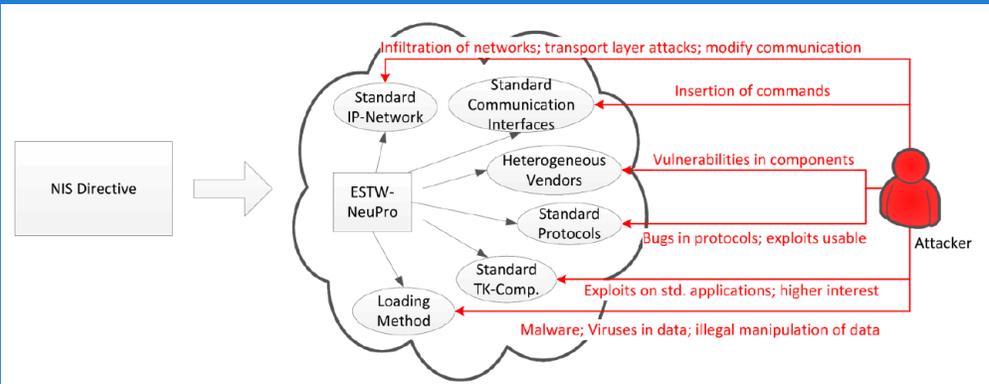
3. 个人想做哪个新兴领域

市域 信息安全



4. 会不由自主地做到极致、去参与

5. 行业在进步，需求在变化，昨日的事物可能已不适应现在的行业。



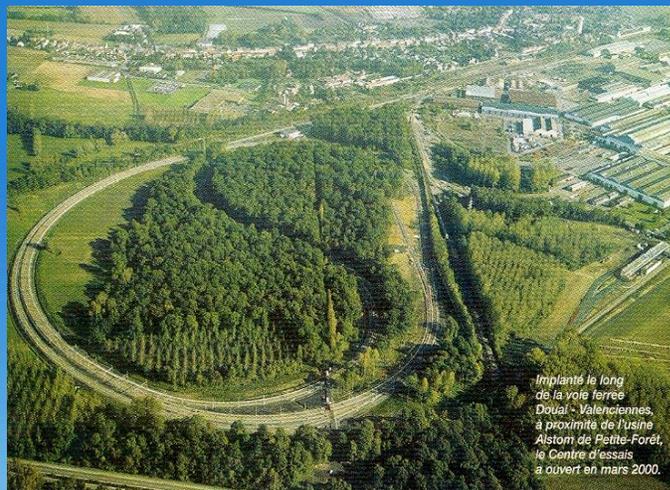
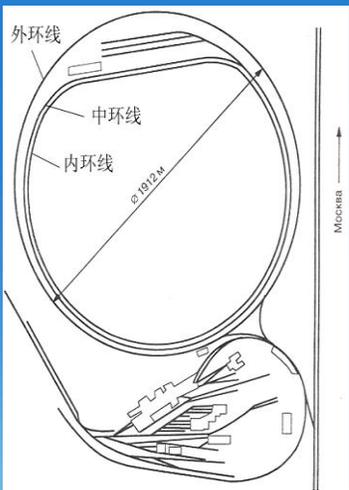
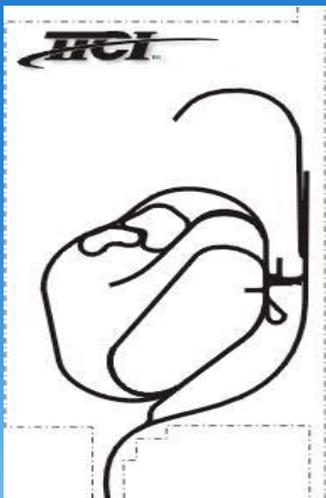
四、行业平台的帮助

- (1) 标准 体系化
- (2) 示范工程的落地
- (3) 人才培养

政府在权力清单内行事 经济组织按照利益形式-协会已经做到了行业有问题第一时间想到找协会，且高效实施：当年策划 当年实施 当年落地 当年见效。

希望一：筹建试验验证基地

40多家业主、800多家核心厂家、世界第一的工程需求，对现有城轨试验线能力提出了新需求；
创新的基础是有一块好的试验田，否则大批优秀的自主产品无试验线可上、无业绩可用；
提供市场化、开放经营、多股东的试验验证基地，能够使我国企业的创新力迅速走向工程应用，缓解业主的压力。



美国运输技术中心TTC 俄罗斯谢尔宾卡环行试验基地

法国瓦朗谢讷铁路试验中心全视图

西门子试验中心（PCW）



Metro Trans

谢谢！

地铁让城市更美好 你我因城轨更亲切

