

# RAMS在风险管控中的应用

胡明君

浙江海宁轨道交通运营管理有限公司 浙江 嘉兴 314400

**摘要:**城市轨道交通网络化运营是未来发展的主流,地铁运营风险管理工作成为重要的研究课题。基于地铁从设计建造、联调联试、到地铁运营的全生命周期风险管理是保障运营安全的有效途径。本文首先提出了建设轨道交通RAMS全生命周期风险管理中的系统安全思路,用以来打通地铁建设期到运营期运营风险管理的壁垒,使地铁运营风险在建设期的各关键节点就得以控制,与运营风险管理系统相整合,采取设计、建造/测试、运营管理、运维管理对风险层层管理,使运营风险控制在合理且可以接受的范围之内,使地铁的运维风险控制和隐患治理的经济性达到最优。

**关键词:** RAMS; 风险管控; 隐患治理; 系统安全

引言:随着2021年新《安全生产法》的实行,双控机制的作为法律要求写入了企业主要负责人的管理职责中,地铁作为涉及国计民生的重点基础设施,其运营安全风险如何有效管控成了近年来风险管理焦点问题。

在此我们引入轨道交通RAMS(铁路应用—可靠性,可用性,可维护性和安全性)的系统安全管理思路来探索地铁系统的安全风险管理解决方案。用一些案例来解释如何进行全生命周期的轨道交通风险管理。

## 1 现有地铁运营风险现状分析

### 1.1 现有常见风险管理工具

从现状看,风险管理的方法是挺多的,现在地铁运营各单位常见的有以下几种风险识别和管理方法主要有头脑风暴法、工作危害分析法(JHA)、作业条件危险性分析法(LEC)、安全检查表分析法(SCL)等。

### 1.2 现有运营风险管控存在的问题及原因分析

但是现有地铁风险管理缺乏一套基于地铁全生命周期的风险管理体系,将地铁的建设期和运营期完全打通。引起了地铁运营风险管控中存在几个难点问题亟待解决:

#### 1.3 建设期风险管理和运营期风险管理脱节

建设单位仅管控建设风险,缺乏对运营风险的管控,导致很多在建设期极容易解决的问题在运营期花重大代价进行整改。同时导致运营单位缺乏在建设期运营风险系统化管控手段,只能从人员经验来判断是否存在运营安全,很多风险管理上存在断档区域,严重的影响了运营单位特别是新运营公司的运营安全管理。

#### 1.4 运营部门风险和运维部门风险管理脱节

传统风险识别模式常常以管理属地或部门单独展开,针对同一个风险源往往需要同时需要地铁运营部门和维修部门共同协调才能有效控制。

#### 1.5 运营风险管控难度大,隐患治理成本极高

在航空业RAMS风险管理成本统计中曾经有个著名的十倍定律即:在设备设计中风险没有得到控制,在生产制造中需要花费十倍的代价整改;在生产制造中风险得不到控制,安装调试阶段要花费十倍代价整改;安装调试阶段风险得不到有效控制,运营阶段要花费十倍代价整改;运营维护风险得不到控制,在大修阶段要化十倍代价进行整改。在地铁运营风险管理中往往在建设期特别容易解决问题到运营期变成了巨大的隐患,随着我们地铁行业迅速发展,安全风险管控,隐患治理和经济成本的矛盾将进一步突显,这就需要我们找到更加合适的方法和契机提早对运营风险进行全生命周期管控,提高风险管控和隐患治理的性价比,让运营风险真的可以控制在合理且可行的范围之内

### 1.6 设备的系统安全缺乏有效管理手段

近年来,随着先进的设备系统的不断引入,如信号CBTC,屏蔽门等,大大的提升了地铁运营安全水平,其中得益于其设备系统本来具有的系统安全设置,在设计中按照轨道交通RAMS要求管理,从系统上将风险进行了管控,但是现有风险管理模式不能将设备系统安全和运营风险管控联系起来,特别是在设备老化,大修时<sup>[1]</sup>。现有风险管理体系不能有效将地铁核心系统(如车辆、信号系统)中系统安全的设计进行整合管理。

## 2 基于全生命周期的RAMS管理

### 2.1 RAMS管理总述

RAMS是可靠性(Reliability)、可用性(Availability)、维护性(Maintainability)和安全性(Safety)的首字母缩写。城市轨道交通RAMS是系统的长期运行特征,在地铁系统的整个生命周期内,RAMS管理由已建立的工程概念,方法,工具和技术来实现。系统的RAMS可作为对系统、子系统或组成系统的部件的规定功能是可用和安全的信赖程度

的定性和定量指标的刻画。

### 2.2 建设期RAMS安全管理任务方法

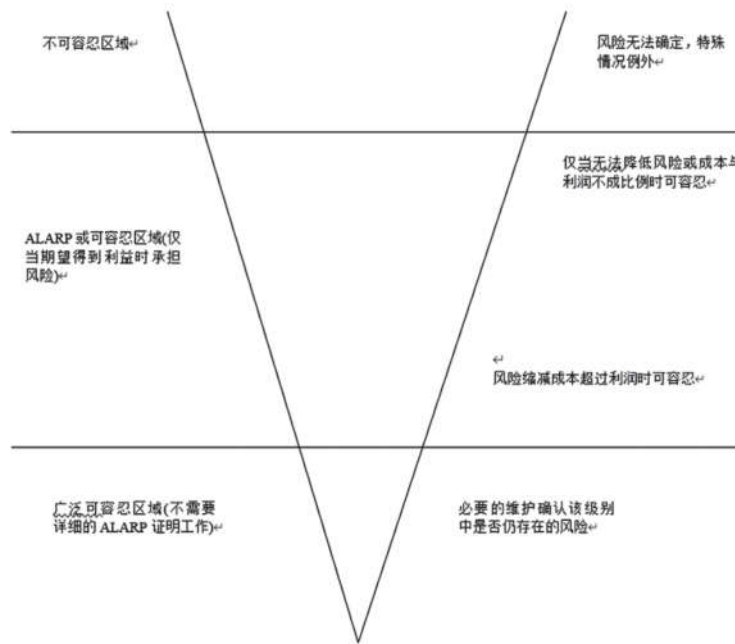
现在地铁RAMS的管理主要集中在车辆、信号系统主机厂的管理之中，在建设单位和运营单位的RAMS还处于初级探索阶段，本文中重点讨论建设单位和运营单位应如何在提前在运营阶段管控系统安全，并对运营风险提前进行管控<sup>[2]</sup>。在招标文件中应该明确系统安全管理要求，要求根据承包商向地铁建设单位提交系统保证计划，说明如何计划、管理及监控在其服务范围内的整体系统安全性、可靠性、可用性及可维护性(RAM)要求，确保能有效地在设计、开发、生产、测试和初步运营阶段中落实相关设计目标。要求承包商设置系统安全经理，全面负责建设期到初期运营期系统安全工作，并对其进行面试，确定其能力符合系统安全管理要求。组建运营安全风险管理工作小组，其成员必须包括建设单业

代、建设单位质量安全部门代表、设备集成商、施工单位代表、地铁运营部门代表（如站务、乘务、OCC、DCC），地铁维护单位代表（如车辆、信号、供电等部门），监理代表等，通过这个工作小组对建设期运营安全风险进行管控。建立运营风险管理原则，建设单位应根据安全性和经济性需求确定自己的风险管理原则，国际上常见的风险管理原则有：

- 1) 低到适当可行原理（ALARP原理在英国和香港等地区使用）；
- 2) GAMAB原理（法国使用）；
- 3) “最小内在死亡率（MEM原理在德国使用）。

一般来说综合安全和成本管控达到最优比在国内的实际来说以ALARP原理最为常见。不同的风险管理原则也确定了全寿命周期中资产成本的管理的基础。

ALARP的管理方法示意如下图。



图一

### 3 建立运营风险危害日志及持续跟进

3.1 由设备系统集成商提供系统的设计的危害日志，交由运营安全风险管理工作小组进行逐条审阅，确定设计提供的危害日志的风险管理项目是否满足项目要求，初始风险评级是否合理，制定已识别风险在设计、生产、测试、调试、初期运营中管理方案及责任人，已经需要提供的管理证据。确定采取各种控制措施后风险能够将剩余风险等级控制在合理范围之内<sup>[3]</sup>。需要重点关注的采取的措施中同时包括地铁运营部门和设备维护部门的管控措施，包括运营管理制度、维护的修程修制、应急预

案、人员配置、人员培训、风险管理责任人等。

危险事件发生的频率	风险等级			
	不希望	不容许	不容许	不容许
频繁	不容许	不容许	不容许	不容许
经常	容许	不希望	不容许	不容许
有时	容许	不希望	不希望	不容许
很少	可忽略	容许	不希望	不希望
极少	可忽略	可忽略	容许	容许
几乎不可能	可忽略	可忽略	可忽略	可忽略
	轻微	次要	重大	特大
	危险后果的严重等级			

图二

3.2 各单位在设计、制造、施工、安装、调试及运营筹备的全过程对风险实施管控,将管控的证据提交运营风险管理小组进行评估确认。同时为了保证各单位系统安全工作正常实施,应根据里程碑事件定期组织系统安全专业,以审核加辅导模式提升各承包商系统安全管理能力,系统安全型审核也可交独立第三方认证机构组织并提供报告。

3.3 在具体评估中可采用以下矩阵进行风险的初始风险评估和剩余风险评估,一般来说ALARP原则规定R1\R2级别风险为不可接受的风险,如果采取措施后仍然不能满足的,需要得到运营和建设单位安全管理委员会进行特殊批准。且其高风险原因必须是因为频次高而伤害导致的,如常见的自动扶梯乘客摔伤的风险,但对此类仍然需要在运营期在运营部门的监管和维护部门的日常维护加强管理项中,特别是涉及的相关系统维护一般会列入安全关键项进行特殊重点控制。

3.4 初期运营前运营风险系统性评估及剩余风险管理工作。

最终,在地铁开通前,建设单位联合运营单位安全部门组织运营风险管理小组确认各系统识别的风险通过设计、建造、调试及运营管理制度建设、维护修程修制、优化应急演练、培训管理等控制手段后都降低到R3\R4可容忍区域并组织专家进行专业评审。评估子系统、部件和外部风险降低设施的总成符合整个系统的所有RAMS要求。确认后交运营单位后,运营单位将建设期的建设剩余风险转化为运营期的初始风险进行评估,采取进一步的控制措施,进行运营期的系统安全风险管控。

#### 4 全寿命周期 RAMS 的系统安全风险管控优势

通过建设单位、运营单位、设备厂家、施工单位监

理单位建立的风险联控平台,真正实现了从建设期到运营期全寿命周期风险全过程管控,综合治理,我们成功的解决了我们前面遇到的难题。

4.1 运营风险可以提前进行管控,用最合适的时机在建设期最合适的时间低成本解决。

4.2 建设期和运营期的运营风险管理机制予以打通,建设期的剩余风险变成了运营期运营风险持续管控,而且同时解决了同一风险源下地铁运营部门和维护部门共同管控的方案。

4.3 通过全寿命周期系统安全的管控,将地铁设备的系统安全设备的功能和维护方式、运营规定、应急管理结合起来,使其地铁各子系统(如车辆、信号等)持续有效的发挥其作业。我们有好的设备同样有好的方法来发挥其作用<sup>[4]</sup>。

结束语:最后一点思考,在国外一些发达国家对地铁开通使用的要求中往往把系统安全评估直接纳入考评项目的必要条件。随着全国地铁行业快速的发展,对于基础密集型地铁行业来说风险管控和隐患治理往往是地铁运营的成本的重要组成部分,RAMS全寿命周期风险管理是值得大面积推广的。

#### 参考文献

- [1]侯晓丽,许红.轨道交通运营安全风险预控管理体系的建立[J].都市轨道交通,2017,11(2):18-21.
- [2]高原.核电机组调试进度与计划管理方法分析[J].山东工业技术,2015(21):134.
- [3]侯刚连,李春跃.核电厂调试工期的优化方案[J].中国核电,2014,7(02):128-133.
- [4]韩豫,成虎.地铁运营安全风险控制管理[J].中国安全科学学报,2013,23(08),164-170