

# O&SHA 分析在城市轨道交通信号系统的应用

## Application of O&SHA Analysis in Urban Rail Transit Signal System

马瑞红

Ruihong Ma

卡斯柯信号有限公司北京分公司 中国·北京 100070

Beijing Branch of CASCO Signal Co., Ltd., Beijing, 100070, China

**摘要:** 论文从方法论、分析步骤、典型分析表、应用案例等几个方面,介绍O&SHA分析技术在城市轨道交通信号系统的应用,对于防止轨道交通事故的发生、改善运营的安全状况以及降低事故损失都具有十分重要的意义。

**Abstract:** This paper introduces the application of O&SHA analysis technology in urban railway transit signal system from the aspects of methodology, analysis steps, typical analysis table and application cases, which is of great significance to prevent rail transit accidents, improve operation safety and reduce accident losses.

**关键词:** 轨道交通信号系统; O&SHA; 分析表

**Keywords:** railway transit signal system; O&SHA; analysis table

**DOI:** 10.12346/etr.v3i11.4599

### 1 引言

目前,城市轨道交通是很多城市缓解交通问题的首选方案;信号系统作为城市轨道交通中枢神经,担当着控制和指挥列车运行的任务,不仅是列车运行的通信证,更是安全运行的指挥棒。信号系统作为一种较复杂的安全苛求系统,充分的风险辨识和管理是确保系统持续安全运行的必要条件,分析信号系统中人员操作、安装调试、维护、培训、仓储等过程存在的危险因素,对于防止轨道交通事故的发生、改善运营的安全状况、降低事故损失都具有十分重要的意义。

### 2 O&SHA 分析方法介绍

操作和支持危害分析(O&SHA)是一种分析技术,识别系统操作任务中的危害以及危害的原因因素、影响、风险,并给出风险降低或缓解措施的分析方法;该方法主要针对操作过程、系统设计和人机接口进行综合评价。

O&SHA也称OHA,在系统安全历史上该分析方法较早建立起来了,最早正式设立并颁布是在美军标MIL-STD-882,这套方法建立的初衷也是为了一个集成系统的操作安全,最初叫OHA(Operating Hazard Analysis),后面范围扩大叫O&SHA,以便反应所有操作与支持相关的活动。

O&SHA分析目标是识别和减缓危害在系统操作与支持的过程中,将人员作为系统整体的一部分,接受输入、产生输出,该分析的目的在于确保操作和使用过程中人员和系统的安全,范围包括正常操作、测试、安装、维护、培训、仓储、装卸、处置、运输和紧急/救援操作<sup>[1]</sup>。

### 3 O&SHA 方法论原理

O&SHA分析方法从方法论上讲,包括利用设计信息,如系统设计(设计方案、用户需求)、系统操作、操作手册和已知的危害清单来验证对安全问题考虑的完备性和危害控制的全面性,基本过程分为三个,具体见图1。

过程1:输入过程。旨在明确分析对象、操作过程,并且确定适用的顶层危害及危害清单。

过程2:开展O&SHA过程。详细开展分析,列出流程中的每个任务和步骤,并且进行评价,利用已识别的危害和检查单,识别和评估所有的危害,并且进行文档化记录。

过程3:输出过程。输出包括危害、危害产生的原因,风险评估过程,并产生安全需求,从而形成系统注意事项、警告或者相应的流程<sup>[2]</sup>。

【作者简介】马瑞红(1988-),女,回族,中国甘肃临夏人,本科,工程师,从事城轨特定应用功能安全研究。

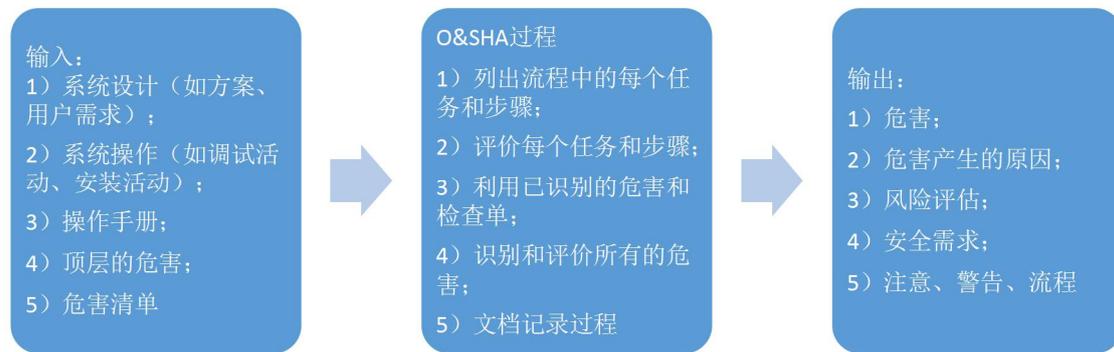


图 1 O&SHA 分析方法原理

### 4 O&SHA 分析过程

O&SHA 分析过程包含了所分析对象操作流程中每一项作业或步骤进行细致的分析，在开展分析过程中，应将人员作为系统的一部分，既充当输入又能产生输出；危害可能是系统设计、安装调试、人为差错、人机接口或流程设计问题导致的。其中，表 1 为整个分析过程拆解的步骤。

O&SHA 分析时应考虑以下几方面：

- ①在人员操作控制下，系统现在的危害状态；
- ②由系统设计问题导致操作危害（如易造成混淆的界面设计、人员超负荷工作等）；
- ③人因危害导致的操作危害（错误操作等）；
- ④流程和操作指南中的错误；

- ⑤并行开展的任务 / 流程的安全影响。
- ⑥人员资质的影响（如资质证书、安全、培训）<sup>[1]</sup>。

### 5 O&SHA 分析表

O&SHA 是一种结构化、严谨详细的分析方法；在开展 O&SHA 分析时推荐采用专门的分析表，下面将结合城市轨道交通信号系统工程项目分析经验，给出典型的分析如表 2 所示。

- ①序号：所分析的操作过程编号。
- ②操作过程：所分析的系统使用的操作过程。
- ③任务描述：简要地描述所分析操作过程中包含的任务的内容。

表 1 分析过程拆解的步骤

步骤	任务	说明
1	定义系统操作	对操作、作业任务进行定义，并明确分析的范围和边界，了解操作活动及其目标
2	获取信息	获取分析所必需的流程、任务等，包括原理图和使用手册
3	列出作业流程和具体的作业	制定 O&SHA 中要分析的全部流程和作业的详细列表。该列表可直接取自设计方案、手册、规程说明或操作计划
4	进行 O&SHA	①将作业列表填入 O&SHA 分析表； ②对作业列表的项目逐一分析，并识别作业中的危害； ③将作业和流程与危害检查表或以往的经验教训进行对比； ④识别危害时，梳理作业间关系、时序以及并行开展的作业
5	风险评估	确认事故风险水平
6	提出纠正措施建议	提出消除或减少所识别危害所需的纠正措施，将该建议转化为系统安全要求
7	确保警告和注意事项的落实	审查编写的规程文件，确保纠正措施得以落实。确保所有的注意和警告事项均按照 O&SHA 的建议，以适当的方式编入手册或张贴于设备之上
8	跟踪危害	将识别到的危害纳入项目危害日志表，根据 O&SHA 所识别的危险致因因素和风险，进行更新与跟踪
9	生成 O&SHA 文档	在分析表中记录整个 O&SHA 过程，列出以及相应产生的安全需求和建议

表 2 O&SHA 典型分析表

序号	操作过程	任务描述	潜在危害	危害原因	事故触发	潜在事故	严酷度	频率	风险等级	安全需求
①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪

④危害：列出各项操作中可能导致事故的特定危害（物的不安全状态、人的不安全行为及不安全的操作条件等）。

⑤危害原因：导致潜在危害存在或发生的原因。

⑥事故触发：由危害导致事故发生的触发条件。

⑦事故：危害可能导致的事故。

⑧严酷度：事故发生严酷等级。

⑨频率：事故发生的频率。

⑩风险等级：定义风险的可接受性。

⑪安全需求：为降低或避免安全影响提出的减免措施。

依据该项目信号系统的调试方案，完成该方案一系列具体过程和任务（局部示例）如表 3 所示。

表 3 调试方案具体过程和任务

编号	过程	任务列表
1-1	轨旁调试前，切换到新联锁，开始调试	切换倒接开关
		确认倒接切换已完成
		开始调试
1-2	轨旁调试后，切换到旧联锁，恢复运营	切换倒接开关
		确认倒接切换已完成
		确认倒接切换已完成

## 6 应用实例

为了说明 O&SHA 分析方法，以一个城轨项目某一倒接过程为例，进行分析。

O&SHA 分析表见表 4。

表 4 O&SHA 分析表

序号	操作过程	任务描述	危害	危害原因	事故触发	事故	严酷度	频率	风险等级	安全需求
1-1	轨旁调试前，切换到新联锁，开始调试	切换倒接开关	切换时，本联锁区有列车在运行	错误操作	道岔错误动作	脱轨	重大的	可能	不可容忍	使用轨旁倒接开关前，调试人员应和车站调度共同确认本联锁区和驶向本联锁区的列车已全部停车
		切换倒接开关	切换时，本联锁区有列车停留在岔区	错误操作	脱轨	脱轨	重大的	可能	不可容忍	使用轨旁倒接开关前，调试人员应和车站调度共同确认本联锁区的道岔区段已全部出清
		确认倒接切换已完成	切换后，未拔出钥匙	错误操作	调试过程中联锁误切换	碰撞、脱轨	重大的	可能	不可容忍	进行轨旁日夜倒接开关操作确认时，应同时确认钥匙已拔出并妥善保管
		开始调试	NA							
1-2	轨旁调试后，切换回旧联锁，恢复运营	切换倒接开关	切换时，本联锁区有调试列车	错误操作	道岔错误动作	脱轨	重大的	可能	不可容忍	使用轨旁倒接开关前，调试人员应和车站调度共同确认本联锁区调试活动均已结束。
		切换倒接开关	切换时，本联锁区有调试列车停留在岔区	错误操作	脱轨	脱轨	重大的	可能	不可容忍	使用轨旁倒接开关前，调试人员应和车站调度共同确认本联锁区的道岔区段调试列车已全部出清
		确认倒接切换已完成	切换后，未拔出钥匙	错误操作	运营过程中联锁误切换	碰撞、脱轨	灾难性的	可能	不可容忍	进行轨旁日夜倒接开关操作确认时，应同时确认钥匙已拔出并妥善保管
		确认倒接切换已完成	切换后，运营系统未恢复	开关失效	运营列车驶向不受控道岔	碰撞、脱轨	灾难性的	偶尔	不可容忍	在调试结束后，确认开关位置在旧系统位置，并确认运营系统工作正常后，才可以允许列车回复日间运营
		开始试运营	日间运营期间，司机转动了倒接开关	错误操作	运营列车驶向不受控道岔	碰撞、脱轨	灾难性的	可能	不可容忍	调试结束后，须在倒接开关旁设置显著的警告标识（如封条），防止司机在日间运营期间误碰到接开关

（下转第 14 页）

A1H-Daily.2019-09-15 08-00-01.xlsx	9/15/2019 8:00 AM
A1H-Daily.2019-09-16 08-00-02.xlsx	9/16/2019 8:00 AM
A1H-Daily.2019-09-17 08-00-02.xlsx	9/17/2019 8:00 AM
A1H-Daily.2019-09-18 08-00-02.xlsx	9/18/2019 8:00 AM
A1H-Daily.2019-09-19 08-00-04.xlsx	9/19/2019 8:00 AM
A1H-Daily.2019-09-20 08-00-02.xlsx	9/20/2019 8:00 AM
A1H-Daily.2019-09-21 08-00-02.xlsx	9/21/2019 8:00 AM
A1H-Daily.2019-09-22 08-00-02.xlsx	9/22/2019 8:00 AM
A1H-Daily.2019-09-23 08-00-02.xlsx	9/23/2019 8:00 AM
A1H-Daily.2019-09-24 08-00-02.xlsx	9/24/2019 8:01 AM
A1H-Daily.2019-09-25 08-00-02.xlsx	9/25/2019 8:01 AM
A1H-Daily.2019-09-26 08-00-02.xlsx	9/26/2019 8:01 AM
A1H-Daily.2019-09-27 08-00-02.xlsx	9/27/2019 8:01 AM
A1H-Daily.2019-09-28 08-00-03.xlsx	9/28/2019 8:01 AM
A1H-Daily.2019-09-29 08-00-03.xlsx	9/29/2019 8:01 AM
A1H-Daily.2019-09-30 08-00-02.xlsx	9/30/2019 8:01 AM
A1H-Daily.2019-10-01 08-00-02.xlsx	10/1/2019 8:01 AM
A1H-Daily.2019-10-02 08-00-03.xlsx	10/2/2019 8:01 AM
A1H-Daily.2019-10-03 08-00-02.xlsx	10/3/2019 8:01 AM
A1H-Daily.2019-10-04 08-00-02.xlsx	10/4/2019 8:01 AM

图 2 日报表文件

据需要选择。用不同的用户名登录，则需要输入对应的密码，否则“确定”按钮是灰色的，不能进行确定。点击进度表选择“预定报表任务”会弹出下拉菜单，选中“每日”，修改右边开始时间内容为早上 8:00，通过以上设置，则会每天早上 8:00 生成对应的报表文件<sup>[2]</sup>。

### 4.3 调用报表

在主图画面添加按钮，使用 VB 中 SHELL 函数，打开报表文件，如上图所示。用户可以打开自己装置的报表进行查看。

## 5 结语

大型工业自动化生产过程中，依托以 Deltav Reporter 为

代表的工业控制集成应用软件对生产数据进行二次开发应用，为工业生产过程中提升产品质量、降低运行成本起到数据支持，促进工业生产管理效率和水平的提升。本次应用对生产数据库的开发提供一种选择应用方向，对同类工业控制系统的建设和后期开发都有借鉴意义<sup>[3]</sup>。

### 参考文献

- [1] 任冠龙,张崇,董钊,等.深水气井测试管柱内水合物沉积动态研究[J].特种油气藏,2019(3):201-204.
- [2] 程心平,王良杰,薛德栋.渤海油田分层注水工艺技术现状与发展趋势[J].海洋石油,2015(2):35-37.
- [3] 吉洋,刘敏,王立苹,等.海上油田分层注水反洗井技术研究与应用[J].中国海上油气,2015(2):47-49.

(上接第 5 页)

## 7 结语

O&SHA 作为 EN50126-2 推荐的分析方法，提供了针对信号系统操作和流程的危害分析，采用专用适合轨道交通信号系统的分析表可确保 O&SHA 分析过程的结构化和严谨性。

分析中应考虑系统使用操作过程中所设计的人员、流程、环境、设备；O&SHA 的工作应尽早开展，以便在系统实验或者使用之前为设计改进提供信息，作为一个连续的闭环迭代过程，从而从安全的角度评价对活动的变更、增补和规范化建议，对于防止轨道交通事故的发生，改善运营的安全状况，降低事故损失都具有十分重要的意义。

### 参考文献

- [1] Railway applications—The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)- Part 1: Generic RAMS process: EN50126-1:2017 [S]. Brussels: CENELEC, 2017.
- [2] Railway applications—The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)- Part 2: Systems Approach to Safety: EN50126-2:2017 [S]. Brussels: CENELEC, 2017.
- [3] Clifton A. Ericson II. Hazard Analysis Techniques for System Safety[M]. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc,2005.