

一、专业实践训练整体情况

实践单位名称	杭州西子轨道交通设备有限公司	
实践单位地点	杭州市青山湖科技大道 2329 号	
实践岗位名称	安全工程师	
专业实践训练时间	集中进行	2021 年 10 月 12 日开始 至 2022 年 04 月 22 日结束
		专业实践训练累计 192 天（单位考核前），其中项目研究天数 190 天（单位考核前）
<p>(1) 基本概况（含实践单位简介、实习实践内容等）</p> <p>杭州西子轨道交通设备有限公司隶属于西子国际控股有限公司，专注于轨道交通站台门及电梯零部件研发、设计、生产、安装及维保，拥有世界级生产流水线，是站台门行业为数不多的门体自制厂家，产品自制率达到 90%以上。本次实践内容为：参与西子轨道站台门安全等级 SIL2 评估项目，担任安全工程师角色，研究站台门失效模式及失效率分析，提出安全需求，出具 FMEDA 分析报告。</p>		
<p>(2) 项目研究概述（含项目名称、项目来源、项目经费、主要研究目标和技术难点等）</p> <p>1. 项目名称：轨道交通站台门系统安全完整性评估认证（SIL2 级）</p> <p>2. 项目来源：全球轨道交通行业正朝着全自动无人驾驶方向快速发展，国内轨道交通无人驾驶也在如火如荼的进行中，据 RT 轨道交通数据统计，截止 2020 年底，中国内地已运营和正在建设的全自动运行城轨系统的城市有 26 座；预计到 2023 年，我国将有 19 座城市开通运行全自动运行线路，共计运行线路将达到 40 条，运营里程将突破 1200 公里，运营车站将达到 861 座，全自动驾驶是未来地铁建设的趋势。在无人驾驶项目中，由于列车上没有司机，因此对于站台屏蔽门管理与有人驾驶项目不同，安全要求及可用性要求更高，为适应市场需求，西子轨道交通设备有限公司决定在自主系统基础上研发安全等级满足 SIL2 的站台门控制系统并获取第三方评估认证。</p> <p>3. 项目经费：人民币 160.7 万元，主要包含设备、第三方型式试验及测试、第三方评估认证等费用；</p>		

(3) 项目开展情况 (含项目研究内容、研究方案及技术路线, 研究团队分工、本人承担任务及完成情况, 存在问题与改进建议等, 不少于 500 字。)

1. 研究内容: 研究站台门失效模式及失效率分析, 提出安全需求, 出具 FMEDA 分析报告。

2. 方案及技术路线: 通过对系统硬件功能模块的失效模式进行分析, 评估硬件功能模块失效对系统级的影响, 并对是否可诊断情况进行分析, 为平均失效率和安全完整性等级的计算提供有效的数据支撑; 主要技术路线采用 FMEDA 分析方法。

3. 团队分工:

序号	角色	姓名	序号	角色	姓名
1	项目经理	姜良鹏	6	验证与确认工程师	王静
2	测试工程师	朱绍亮	7	配置管理员	李昌明
3	系统工程师	陈梁	8	质量工程师	周力超
4	软件工程师	聂飞	9	RAM 工程师	章焕
5	硬件工程师	郭张军	10	安全工程师	童宇飞

4. 本人承担任务及完成情况:

承担内容: 负责站台门失效模式及失效率分析。提出安全需求, 出具 FMEDA 分析报告。

完成情况: 以屏蔽门系统安全功能安全等级达到可容忍危害率满足 $10^{-7}/h \leq THR < 10^{-6}/h$ 为核心目标, 采用风险矩阵方法进行风险评估后, 根据硬件设计规范中的硬件设计列出功能模块及其功能, 再对每个功能模块的功能级别的失效模式进行分析, 检查从系统设计上该功能的失效是否会影响到安全功能。根据分析结果, 进一步对有安全风险的功能模块进行器件级别的失效分析, 找出哪些器件的失效模式最终影响到系统安全, 必要的情况下补充危害控制措施。最终, 针对 PSD 系统的 SIL2 安全目标, 详细介绍 PSD 系统的定量分析过程, 基础数据以及最终的计算结果深度参与认证过程, 完成了 FMEDA 分析报告。

5. 问题及改进建议 (自评):

在参与整个项目的过程中, 还是暴露了自身对于 SIL 认证的核心标准内容的理解不够深入, 虽然在完成项目实践后, 对于自己所负责部分的内容理解有了长足进步, 对于完整的站台门安全设计的部分还缺乏足够的了解和研究。第一次接触并参与认证, 对功能安全认证体系与流程不太熟悉。项目结束以后, 还要继续加强理论学习, 对相关数据分析不能流于表面, 要深入研究探讨数据背后对于整个系统设计的意义。

二、专业实践训练收获

(一) 围绕考核评价指标体系，举例说明以下收获（不少于 800 字）

通过本次实践，本人获得了以下几方面的提升。

一、对 IEC61508 等欧洲标准的内容进行了深度的了解与学习。

本次实践项目站台门失效模式及失效率分析是轨道交通站台门系统安全完整性评估认证（SIL2 级）的主要认证内容之一。而 SIL 认证的核心内容是来自 IEC61508 等欧洲标准。在实践过程中，接触并学习了几种通用的分析方法，如故障树分析法，FMEDA 分析法等等。其中 FMEDA 分析法是本次实践中的主要分析方法。通过参与本项目，对于 FMEDA 的概念和意义有了更深入的了解，分析方法的应用也更加熟练。

二、对站台门系统的功能与基本原理掌握有了较大的提升。

本人从事的工作内容为全过程参与站台门项目的招投标、设计联络、建设安装及后期维护，工作重心比较偏重于功能需求与现场安装，对于系统原理，设计理念一直不甚了了。而本次参与实践的项目本身的认证过程相当于从功能需求出发而进行的系统设计。参与本项目，并且直接负责安全功能的认证，为我提供了一个从源头了解设计理念的机会。通过本次实践，我对站台门系统各项功能的实现、底层逻辑，设计理念有了新的理解。

三、团队协作

离开校园多年，工作岗位又是管理类，参与本次实践，与他人合理协作完成共同目标是非常新线的体验。在这次实践过程里，由于自身也有工作，通常需要利用工作间隙来往于主城区与实践单位所在地临安。虽然通勤时间较长，但是团队气氛融洽，项目推进效率很高。项目伊始，我需要花费大量时间查阅相关标准，对于认证项目的许多操作步骤知其然不知其所以然。需要向现场的其他团队成员频繁发问。但是尽管如此，团队成员及校外导师仍然耐心的引导我，帮助我慢慢步入正轨，这让我受益良多。

总结：本次实践项目对我来说是一种既新鲜又收获巨大的体验。在完成项目的过程中，我的理论知识得到了提升，而拥有宝贵的实践机会，通过数据反哺理论，形成了一个良好的循环；汲取知识之余，也让我对站台门系统有了更深入的整体理解，这让我在日后的工作更加游刃有余。而团队协作方面的体会与感受有助于我在今后的工作中拥有更好的自身定位和沟通技巧，受益一生。

(二) 取得成效

SIL 认证是基于 IEC 61508 (GB/T 20438)，IEC 61511(GB/T 21109)，IEC 61513，IEC 13849-1，IEC 62061，IEC 61800-5-2，ISO26262 等标准，对安全设备的安全完整性等级(SIL)进行评估和确认的一种第三方评估、验证和认证。目前国内大部分的地铁线路均未对站台屏蔽门系统的 sil 认证有硬性要求。例如我就职的杭州地铁对于站台屏蔽门设备的招标内容中并不包含 SIL 认证等级的要求。但是 SIL 认证作为验证、认证设备功能安全完整性的重要证明，确是全自动无人驾驶模式下地铁设备的刚需

由于地铁站台屏蔽门系统在国内的起步发展时间较晚，目前仅有 4-5 家国内站台屏蔽门生产企业取得 SIL2 认证。所以即使国内已有多条无人驾驶地铁线路上线，也只是针对整体无人驾驶系统做了 SIL 认证需求，没有对站台屏蔽门系统做单独的认证要求。在目前的形势下，能抢先一步成为第一批取得 SIL 认证的国内站台屏蔽门生产企业，将有助于自身在国内站台屏蔽门市场站稳脚跟，把握先机。而即使对于非无人驾驶模式下的站台屏蔽门系统，拥有 SIL2 认证也足以证明企业的研发能力，以及系统的安全可靠性。据了解，虽然目前尚无明确的 SIL 认证要求，但是许多新的地铁项目中，对站台门的招标要求里，对于系统可靠性的部分要求已经接近欧洲标准。

我的学位论文题目为《基于 SIL2 认证的屏蔽门控制系统研究与设计》。论文是研究基于欧洲三大标准的 SIL 认证对于屏蔽门系统在功能安全方面的可靠性要求，来进行整体的系统设计。论文的整体思路中，将重点针对屏蔽门的几项核心功能的可靠性进行研究。本次实践项目，就是杭州西子轨道交通设备有限公司对自研屏蔽门系统进行 SIL2 功能安全认证。本人参与认证中站台门失效模式及失效率分析的部分。该部分工作通过对系统硬件功能模块的失效模式进行分析，评估硬件功能模块失效对系统级的影响，并对是否可诊断情况进行分析，为平均失效概率和安全完整性等级的计算提供有效的数据支撑。而这部分工作将作为我学位论文中重要的数据来源和研究参考。而论文中涉及完整的屏蔽门功能设计中其他功能部分，都会用与失效模式及失效率分析类似的风险分析法和设计思路来提供数据。

3. 在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】

成果名称	类别[含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等]	发表时间/授权或申请时间等	刊物名称/专利授权或申请号等	本人排名/总人数	学校排名/总参与单位数
------	--	---------------	----------------	----------	-------------

本人承诺

在专业实践训练及考核报告撰写过程中，如实提供材料，严守学术道德、遵循学术规范。

签字:



2020年 6月 8日

三、考核评价

<p>校外合作 导师(或现 场导师) 评价</p>	<p>重点对研究生项目研究开展情况、职业素养、行业知识掌握、环境和岗位适应能力、工程实践能力、团队协作能力，以及通过技术创新、成果转化、解决工程实际问题等取得的经济和社会效益等方面的评价：</p> <p>行业经验丰富，解决实际问题能力强，为整个项目进行提供了很大帮助，考评优秀。</p> <p>校外合作导师（或现场导师）签字：余林 2022年6月8日</p>
<p>校内导师 评价</p>	<p>重点对研究生科学素质、基础及专业知识掌握、技术应用创新能力、取得的研究成果、项目研究与学位论文撰写的相关程度等方面的评价：</p> <p>报告内容充实，符合要求。</p> <p>校内导师签字：刘成 2022年6月8日</p>

<p>实践单位 过程考核 意见</p>	<p>实际实践开始时间:2021年10月12日 实际实践结束时间:2022年4月22日 专业实践训练累计天数:192天 其中项目研究天数:190天 实践单位过程考核结果: <input checked="" type="checkbox"/>优秀 <input type="checkbox"/>良好 <input type="checkbox"/>合格 <input type="checkbox"/>不合格 审核签字并盖公章: 余林 2022年6月8日</p>
<p>最终考核 结果审核 备案</p>	<p>考核总成绩(由现场答辩考核成绩90%+单位过程考核成绩10%组成): 是否重修: <input type="checkbox"/>是 <input type="checkbox"/>否 教学管理部(或相关分院)审核签字(公章): _____ 年 月 日</p>

四、相关支撑材料

在校期间主要研究成果【含产品与样机、专利（含申请）、著作、软件著作权、论文、标准、获奖、成果转化等】证明材料原件扫描件，具体提交要求如下：

1. 产品与样机扫描件包含企业证明材料（含产品与样机功能及创新性介绍、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。

2. 授权专利扫描件包含专利证书授权页；未授权专利扫描件包含专利受理书扫描件和专利请求书扫描件。

3. 著作扫描件包含封面、封底和版权页。

4. 软件著作权扫描件包含著作权证书和登记申请表。

5. 论文扫描件包含封面、封底、目录和论文全文（含收录证明）。

6. 标准扫描件包含封面、版权页、发布公告、前言和目次。

7. 获奖扫描件包含显示单位和个人排名的获奖证书。

8. 成果转化扫描件包含企业证明材料（含成果技术说明、社会经济效益、个人贡献说明及相关照片等）。