

基于网络化集中判图的城市轨道交通 新安检系统设计^{*}

张 森¹ 于 敏^{2**}

(1. 广州地铁设计研究院股份有限公司, 510010, 广州; 2. 工业和信息化部电子第五研究所, 510610, 广州//第一作者, 高级工程师)

摘 要 传统的安检系统在每个安检点均配有判图员进行 X 光机判图, 每台 X 光机的判图互相独立, 存在着部分判图员工作不饱满、人力资源浪费的情况。在城市轨道交通安检系统网络化设计的基础上, 首次提出集中判图方式; 通过 X 光机图像实时传输、判图任务灵活分配、判图人力集中调度等功能, 以较少的人力满足安检判图的要求, 达到减员增效的目的。基于网络化集中判图的新安检系统已在广州地铁的广州塔站试点运行, 收效显著, 为该系统在广州地铁“十三五”期间所建新线中的大规模推广积累了宝贵的经验。

关键词 城市轨道交通; 安检; 互联网; 集中判图

中图分类号 X951; U231

DOI:10.16037/j.1007-869x.2021.07.038

Design of New Security Inspection System for Urban Rail Transit Based on Network Centralized Map Judgment

ZHANG Sen, YU Min

Abstract Conventional security inspection system is equipped with a map judge at each security inspection spot. The map judge of each X-ray machine is independent of each other, and problems exist such as insufficient workload for map judge personnel and waste of human resources. Based on the network design of security inspection system of urban rail transit, the centralized map-judging function is proposed for the first time. Through functions such as real-time transmission of X optical and video images, flexible allocation of tasks in map assignment, and centralized manpower dispatching, less manpower is needed for meeting the requirements of security inspection and map-judging, achieving the goal of reducing personnel and increasing efficiency. The new security inspection system based on network centralized map judgement has been launched at Guangzhou Tower station of Guangzhou Metro for test, and the effect is remarkable, providing precious experience for popular-

izing the system in the lines newly built in 'Thirteenth Five-Year' duration of Guangzhou Metro.

Key words urban rail transit; security inspection; Internet; centralized map judgment

First-author's address Guangzhou Metro Design & Research Institute Co., Ltd., 510010, Guangzhou, China

为确保城市轨道交通的公共安全, 落实反恐反恐工作, 各城市均在轨道交通车站站内设置了安全检查设施^[1-2]。

目前, 广州地铁车站每个安检点都配备专值人员进行 X 光机判图工作, 除个别大客流车站外, 大部分的安检员工作处于非饱满状态。特别是郊区线路平低峰时段, 进站乘客很少, 安检员长时间空闲, 造成人力资源的极大浪费。而另一方面, 安检队伍已经逐步成为城市轨道交通中最庞大的运营人员队伍。以广州地铁为例, 目前安检人员已过万人, 随着“十三五”期间新线的陆续开通, 预计 2023 年广州地铁线网的安检人员将突破 2 万人。按目前安检人员平均人工成本, 考虑一定的正常工资涨幅, 预计 2023 年广州地铁全网安检人员的年人工成本将超过 15 亿元, 这将给政府和企业造成极大的经济成本压力。

在不降低城市轨道交通车站安检水平的同时, 如何提高安检人员的工作效率及工作饱满度, 降低人力成本, 成为迫切需要解决的难题。本文在城市轨道交通安检系统网络化设计的基础上, 首次提出应用集中判图功能的新安检系统。

1 安检系统网络化设计

城市轨道交通安检系统的网络化设计是实现

^{*} 工业和信息化部 2018 年工业互联网创新发展工程项目

^{**} 通信作者

集中判图功能的基础条件,随着 GB 51151—2016《城市轨道交通公共安全防范系统工程技术规范》的实施,安检系统网络化设置^[3,4]已经成为技术发展的必由选择,也为实施符合城市轨道交通运营特点的新型安检模式提供了必要的时空条件。

广州地铁新建的安检系统按线网与车站 2 级管理进行建设,按线网、车站和现场 3 级控制的架构进行设计^[5]。该安检系统结构分为 3 层,其中:线网层实现对线网所有安检设备的监控和数据采集,统计分析系统数据,自动生成各种报表;车站层实现对本站安检设备的监控,采集相应的系统事件数据,并进行统计分析,自动生成各种报表;就地层实现对指定区域或出入口的安检出入控制。车站现场的安检设备主要包括通道式 X 光机、安检门、台式液体检测仪、爆炸物检测仪、分类安检通道门、手持式金属探测器、现场取证记录仪、防爆器材、开包查验站及安检辅助器材等。

2 集中判图功能设计

2.1 线网层系统集中判图功能设计

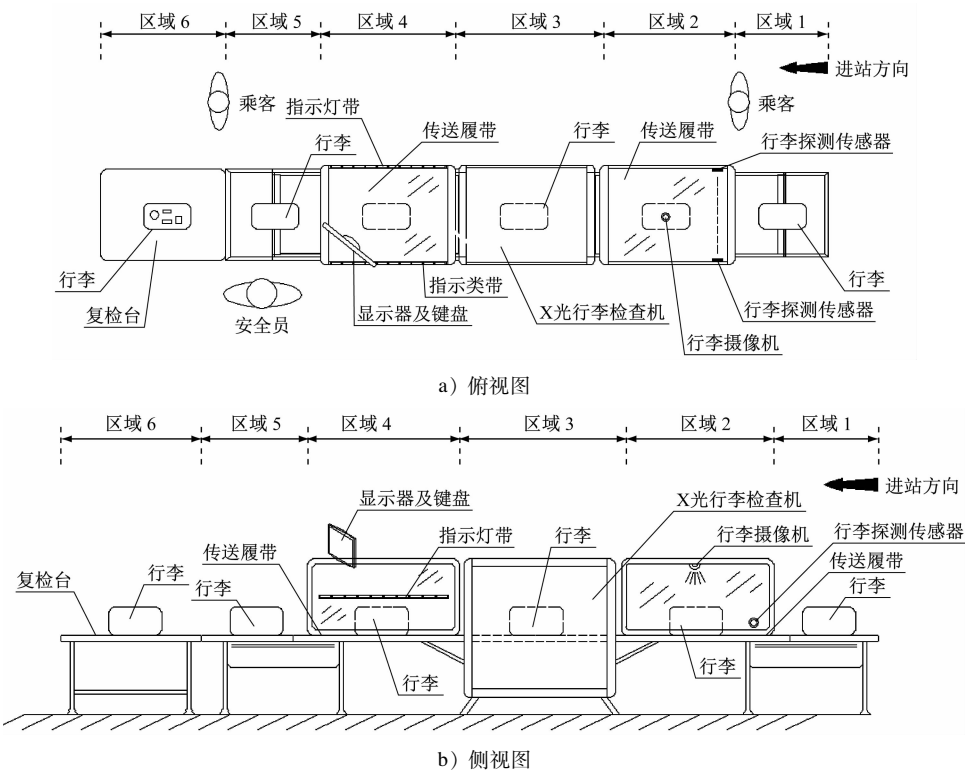
线网层安检系统由服务器、存储设备、网络设

备及多个判图座席组成,其集中判图功能设计为:

- 1) 实时接收各车站安检点上传的行李 X 光扫描图像及行李外观照片,并根据各个判图坐席的当前工作状态及空闲状态,计算空闲时间最长的判图坐席。
- 2) 将接收到某安检点的行李 X 光扫描图像及行李外观照片分配给当前空闲时间最长的判图坐席来进行判图工作。
- 3) 判图坐席进入工作状态,判图员根据行李 X 光扫描图像及行李外观照片判断是否存在疑似危险物。若存在疑似危险物,则在行李 X 光扫描图像上疑似区域进行标注;若有多个行李则将疑似行李进行标注,并将标注后的判图结果实时下传至各车站安检点主机,以辅助现场安检员在众多行李中快速准确找出疑似行李。
- 4) 该判图座席进入空闲状态,接收下一项判图工作。

2.2 终端设备集中判图功能设计

图 1 为安检点终端设备示意图。图 1 中,将乘客进站行走方向依次分为 6 个空间区域,进站安检的过程为:



注:区域 1 为行李放置区域;区域 2 为行李输入区域;区域 3 为行李扫描区域;区域 4 为行李输出区域;区域 5 为行李提取区域;区域 6 为行李复检区域。

图 1 安检点终端设备示意图

1) 乘客进入区域 1 后,将行李放置在安检传送履带上,乘客可能为多人,行李可能为多个。X 光机在区域 1 前端自带光栅探测,从探测到行李开始,至在规定间隔内(如 5 s)没有到探测行李,作为 1 个判图任务。

2) 行李进入区域 2 的传送履带中,框架的下部为传送履带,框架的上部采用透明材质将行李整体覆盖,避免乘客移动行李。传送履带上部框架的顶部内置了行李照像机,用于拍摄行李照片,行李照片传送至安检点主机。

3) 行李进入区域 3,X 光机对其进行扫描,得到图像。X 光机若采用双源双视角配置,可以得到垂直和水平 2 张 X 光扫描图像,以辅助判图员更迅速、准确地判图。安检点主机将行李照片及其 X 光图像实时上传至线网内的集中判图中心系统。

4) 行李随传送履带转动进入区域 4。传送履带的框架采用透明材质,可将行李整体覆盖,避免乘客移动行李。当有疑似行李时,线网集中判图中心将疑似行李 X 光图像及照片下传至安检点主机,并标注显示在显示器上。传送履带设有指示灯带,指示灯带可采用发光二极管灯并接受安检点主机控制,疑似行李通过时指示灯带行李位置亮灯,随着行李的移动,灯带的亮灯部位也同时移动,以辅助安检员快速准确判断疑似行李。此外,显示器及键盘可灵活布置在区域 4~6 中,以方便安检员操作及看图。

5) 区域 5 为行李提取区域。若为安全行李,则乘客直接提取行李后通过安检;若为疑似行李,则安检员需将行李提至区域 6 进行复检。

6) 区域 6 为行李复检台。根据显示器显示的疑似行李的 X 光图像及标注区域,安检员对行李进行疑似危险物复检,并将复检结果上报至线网集中判图中心系统。

2.3 集中判图功能的逻辑流程设计

1) 乘客将随身携带的行李放置在传送履带上,行李进入传送履带中。行李照像机拍摄乘客行李外观照片,并上传至安检点主机。

2) 行李进入 X 光机中,X 光机对行李进行 X 光扫描,得到扫描列像素,并将扫描图像实时上传至安检点主机。

3) 安检点主机根据履带传输速度、传输距离自动计算时间差,将同一个行李的 X 光扫描列像素及外观照片在时间上进行匹配后,实时上传至线网集

中判图中心系统。

4) 线网集中判图中心系统自动将当前接收到的行李列像素及照片分配至空闲时间最长的判图坐席进行判图作业。

5) 线网集中判图中心的判图员对行李进行专业判图。为避免客流高峰时段行李连绵不绝导致判图任务超长,系统具备将长任务切割的功能,即将长任务切割为多个 1~2 m 的短任务,短任务之间有一定的交叉距离,避免将 1 个行李切割在 2 个短任务中。

6) 若行李中存在疑似危险物,判图员在 X 光图像和照片上进行标注,并将标注过的图像及照片实时下发至当前安检点主机上。

7) 对于标注过的可疑行李的 X 光图像及照片,现场安检点显示器显示为可疑报警状态(如图标闪烁等),用于提醒并辅助现场安检员快速准确地确认。

8) 现场安检点主机根据履带速度自动计算出可疑行李的位置,并控制指示灯带进行跟踪,以辅助安检员快速准确找出可疑行李。

9) 安检员在复检台上对可疑行李进行复检。

10) 若存在危险物,安检员通过操作上报复检结果为“危险”,并启动相应的安检后续措施,如劝离乘客、控制乘客、报警等;若不存在危险物,则进入下一步骤。

11) 安检员通过操作上报复检结果为“安全”,取消安检点可疑报警状态。

3 广州地铁广州塔站安检新系统运营实践

2019 年 4 月,在广州城市轨道交通产业创新发展大会上,广州地铁发布了《新时代城市轨道交通创新与发展(广州 2019)》的战略规划,并于同年 9 月在中国城轨交通业主领导人峰会期间,推出了智慧地铁示范车站成果展示,广州塔站的安检新系统是其中的重要成果之一。

广州塔站安检新系统对该站 5 个安检点的 X 光机(见图 2 a))等设备进行网络化连接,在车站设置了集中判图室(见图 2 b))进行集中判图作业。其设备运行的主要指标完成情况如下:

1) 在客流高峰时段,每台 X 光机的判图任务通行率约为 800 个/h,其中:每个判图任务长度约为 0.8 m,包含 1~3 个行李。

2) 应用智能判图 AI(人工智能)识别技术^[6]辅

助判图员工作,早晚高峰时段每个行李的平均判图时间约为2.6 s。

3) 在早晚高峰时段,集中判图室配3~4名判图员,平峰时段判图配员2~3人。相较传统安检模式,新安检系统判图人力资源可平均节约40%。

4) 从现场安检点X光机列像素开始生成到判图员看到第1张列像素图片,平均传输时间为150 ms。

5) 从后台判图员标注出疑似危险物区域到现场安检员看到屏幕报警显示,平均传输时间为150 ms。

6) 新安检系统运行无故障时间大于30 000 h,故障的平均修复时间小于30 min。



a) 安检终端

b) 集中判图室

图2 广州塔站的新安检系统

另外,由于采用了集中判图,现场安检点取消了判图工作站,因此安检门可以布置在X光机两边,乘客放置和等候行李更为便利;由于判图时间的缩短,X光机的履带转速由原先的0.2 m/s增加至0.3 m/s,大幅提升了乘客的安检通行速率^[7]。

广州地铁“十三五”期间线路拟实施安检新系统,广州塔站示范工程为大规模推广安检的新系统和新设备积累了宝贵的运营经验。

4 新安检系统的综合经济效益分析

本文以国内某城市轨道交通线网为例进行说明。该线网的客运量约为500.0万人次/日,设乘客的带包率为70%,则通过X光机的乘客为350.0万人次/日,其中:早高峰时段客流占比约为19.61%(约68.6万人次);晚高峰时段客流占比约为18.81%(约65.8万人次);平峰时段客流占比约为61.58%(约215.5万人次)。该线网约有700个安检点,X光机的通行速度及人工判图速度按每小时服务1 200个人或行李予以估算。经计算,在传统安检模式下,不同运营时段安检点判图员的工作饱满率分别为:早高峰段40.8%,晚高峰段39.2%,平峰段18.3%,全天平均为23.1%。

传统安检模式下,各安检点的判图工作均独立

进行。设线网每天的运营时长为18 h,按每台X光机配1名判图人员及三班两运转工作制计算,则需判图人员约2 100人。

若采用基于网络化集中判图技术的新安检系统,分2种班制进行排班:①高峰时段班制,在工作日的6:00—10:00及15:00—19:00安排1个人工班次,每日工作时间8 h。该班制人员4天工作、3天休息,并按40%安检点计人数,则需人员392人;②平峰时段班制,安排1个班次人工负责其余运营时段判图,每天工作时间为10 h。该班制人员4天工作、3天休息,并按20%安检点计人数,则需人员245人。由此,新安检系统下该线网合计共需判图人员约637人。

综上,采用集中判图后可节约人力1 463人,节约率为69.7%。若按每人每年10万元的人力成本计,并考虑5%的涨幅,则新安检系统在10年全寿命周期内可节约安检判图人力成本约18.4亿元。

5 结语

针对国内大型城市轨道交通的安检现状,本文在GB/T 26718—2011和GB 51151—2016 2个标准化基础上提出在城市轨道交通安检系统中应用网络化集中判图功能,通过X光机图像实时传输、判图任务综合调度、座席任务均衡及分布式集成等技术,实现了安检的实时判图、远程判图和集中判图。同时,随着智能图像AI识别技术的发展,通过AI技术可自动快速识别潜在的危险物体,辅助判图员更快速、更精准判图,进一步减少判图时间,达到安检判图减员增效的目的。

参考文献

- [1] 高勇. 地铁安检—城市轨道交通的必选项[J]. 中国安防, 2010(9):2.
- [2] 张西陆. 广州地铁安检常态化[N]. 南方日报, 2016-04-12(2).
- [3] 潘圣凯. 智能安检技术在温州轨道交通的应用探讨[J]. 中国安防, 2019(9):85.
- [4] 陈阳. 地铁安检设备现状及研发新理念[J]. 低碳世界, 2018(4):335.
- [5] 刘伯德, 张森. 基于网络化大数据的城市轨道交通安检系统[J]. 城市轨道交通研究, 2019(6):182.
- [6] 支洪平, 彭志超, 鲁盈悦, 等. 基于深度学习的X光安检图像智能识别设备的设计与实现[J]. 电子测试, 2019(10):5.
- [7] 朱益军, 谭权, 裴悦刚, 等. 轨道交通大客流快速安检系统构建研究——以北京地铁安检工作实践为例[J]. 北京警察学院学报, 2016(3):34.

(收稿日期:2020-03-27)