

# 地铁某盾构区间视频监控摄像头布置研究

朱红霞

(武汉地铁集团有限公司 湖北武汉 430030)

**【摘要】**为解决盾构区间监控摄像头布置的问题,本文以某盾构区间视频监控摄像头的布置为例,基于专家调查法,充分利用专家的知识经验,得出地铁盾构区间需要重点监控的区域;利用层次分析法,将地铁盾构区间监控区域选择的定性问题转化为监控区域重要程度指数的数学问题,从而得出某地铁盾构区间视频监控摄像头需要布置的位置;再通过采用访谈的方式,向专家、盾构区间施工工人了解摄像头监控区域需要监控的项目和内容,得出盾构区间监控区域视频监控摄像头的监控内容表。通过确定盾构区间监控区域和监控内容,解决视频监控摄像头装而不用问题,使监控系统发挥其实时掌握现场施工动态,增强施工现场的安全管理,减少安全事故的发生的作用。

**【关键词】**盾构区间;摄像头;监控区域;监控内容

**【中图分类号】**TU92 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1674-7461(2016)03-0107-06

**【DOI】**10.16670/j.cnki.cn11-5823/tu.2016.03.20

## 引言

近年来为了缓解城市交通拥堵的压力,中国许多大中城市纷纷加入了修建地铁的行列。2005—2014年,中国内地拥有城市轨道交通的城市从8座发展为22座,运营线路数由17条,增长为83条;运营线路总长由381.6km增长至2699.6km,年均增长231.8km,运营车站数由237座增长至1770座<sup>[1]</sup>。预计到2020年,全国城市轨道交通的里程将达到7395km,成为世界上拥有轨道交通运营里程最多的国家<sup>[2]</sup>。

城市地铁工程建设是一项复杂的高风险性系统工程,建设过程中存在着很大不确定性,尤其是在地铁施工过程中,具有隐蔽性、复杂性和突发性等诸多突出的特点<sup>[3]</sup>,这些特点,在一定程度上给地铁施工的安全管理造成不可预见的影响,如果控制不当,极易造成安全事故,带来较为严重的经济和社会问题。如何加强地铁现场施工安全管理,控制事故发生频率,一直是施工企业、地铁公司、政府管理部门关注的焦点。视频监控技术在地铁施工现场管理中的应用,可以进一步规范地铁施工现场

的管理,增强对现场的质量管理、成本管理、进度管理、安全管理、资源管理、现场管理等各方面的监管力度,为项目管理人员提供数字化的施工生产视频监控信息,实现文明、规范、安全、高效施工,视频监控系统因其直观、方便、快捷、信息内容丰富而在地铁施工管理中得到广泛的应用<sup>[4]</sup>。

地铁施工现场应用视频监控系统,能远距离直观地对工程项目的安全实施监控,使管理部门能随时、随地直观地视察和了解工程项目安全管理情况,通过对工程项目重大危险源、重点关键安全环节和特殊部位安全隐患的监控,通过对起重吊装设备监控,通过对施工现场操作人员安全生产状况有效的监督,提高了安全方面的监管力度,起到了杜绝、避免、减少安全事故的发生作用<sup>[5]</sup>。然而,在实际的应用过程中,视频监控系统往往还存在着很多问题。首先,施工工人往往按照自己的主观的感受布置监控摄像头,不可避免的出现某些重点区域没有布置摄像头,而某些非重点区域却布置了摄像头的现象;其次,施工工人针对已经安装好的摄像头,不知道监控区域监控什么项目,看什么内容。这些问题导致工地摄像头出现“装而不用”的现象,严重

**【作者简介】**朱红霞(1971-),男,高级工程师。主要研究方向:工程管理。

的影响了视频监控系统在施工现场安全管理上的作用。因此 地铁工程项目布置视频监控摄像头的过程中 找到施工现场的重点监控区域 清楚监控区域的监控内容至关重要。地铁盾构区间因为自身的特点:空间狭小 视频监控摄像头容易被遮挡;盾构机是地铁施工特有的机械,摄像头的监控区域、安装布置方法不同于一般的建筑工程项目;隧道四周封闭、光线较暗,不易于摄像头监控区域内安全风险的监控,这些特点增加了监控摄像头的布置和布置之后安全风险监控的难度。

本文基于专家调查法和层次分析法,以某盾构区间视频监控摄像头布置为例,查找资料和充分利用专家的知识经验,得出地铁盾构区间需要重点监控的区域。采用层次分析法,通过1-9级标度法,将定性问题转化为定量问题,建立了盾构区间监控区域重要程度判断矩阵,定量的描述了盾构区间监控重要程度指数,根据区域监控重要程度选择摄像头布置位置。通过采用访谈的方式,向专家、盾构区间施工工人了解摄像头监控区域,需要监控的项目和内容,得出盾构区间监控区域视频监控摄像头监控内容表,真正的掌握盾构区间现场施工动态情况,更好的实现施工现场的安全管理,减少安全事故的发生。

## 1 工程概况

该标段包含两个区间一个车站,1号区间总长840.8m,车站外包总长158.6m,为地下标准双层岛式车站,包括车站主体部分(站台及站厅层)、附属部分(出入口、风亭等)采用明挖法施工;2号区间线路总长为1669.3m,区间采用盾构法施工。本标段工程计划工期为26个月,合同工程总造价38701.0万元,标段如图1所示。

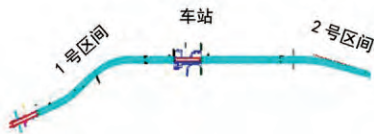


图1 XX标段平面图

该标段周围环境复杂,施工难度大。

(1) 位于交通要道上,交通流量大,交通繁忙,疏解量大;

(2) 地下水位高、降水难度大,根据勘测报告抽水试验资料显示,地下承压水的静止水位埋深为地

面以下4~4.4m,基坑开挖深度为地面以下17~19m,施工中采用井点降水施工方法降低承压含水层的承压水水头,将其控制在安全埋深以内,以防止基坑底部发生突涌,确保施工时基坑底板的稳定性;

(3) 管线复杂、干扰较大,施工范围内道路下面有电力、通信、燃气、给水、雨水等管线,其中主要有直径1200mm排水管两根,埋深分别为3.34m、3.17m;直径1200mm埋深1.27m和直径500mm埋深1m的给水管。

本文以1号区间为例,介绍在盾构区间施工中,如何布置视频监控摄像头,才能充分发挥视频监控系统在盾构区间施工中的作用,及时有效地掌握了现场施工动态情况,全过程、多方位的对施工进度进行实时监控,更好的实现施工现场的安全管理,1号区间施工平面图如图2所示。



图2 XX标段1号区间施工平面图

## 2 盾构区间摄像头的布置

### 2.1 层次分析法

现实世界中往往会遇到很多问题,需要对其进行决策,由于这些问题中所包含的内容具有多重性,为了便于对其进行研究,统一将其转换为定量问题进行研究,层次分析法是解决该类问题的常见方法,是一种定性定量相结合的多准则决策方法,可以将人的主观判断用数量的形式表达和处理,方法简洁,使复杂的系统分解,能将人们的思维过程数学化、系统化,便于人们接受,从评价者对评价问题的本质、要素的理解出发,比一般的定量方法更讲求定性的分析和判断,所需定量数据信息较少,而又具有一定的精度,体现了人们的决策思维的基本特征,即分解、判断、综合<sup>[6]</sup>。

盾构区间监控区域的选择,需要有科学依据,而且能够被直观的理解,但在研究监控摄像头布置的过程中,发现关于这方面定量的数据较少,没有直接的数据,证明哪些区域应该被选择。层次分析法只需要利用专家的知识经验,对每个监控备选区域打分,就可以将区域选择的定性问题,转化为利

用专家打分表求解监控区域重要程度指数的数学问题,正是解决盾构区间监控区域选择的绝佳方法。层次分析法一般分成以下几个主要步骤:

2.1.1 建立判断矩阵

判断矩阵的建立是为了指出同一层次之间两个因素谁更重要。如果上层因素与下层因素有关系,即可建立以下矩阵:本区间所处地形起伏不大,地面标高 20.50m 左右。本工程所处地层和岩性如表 1 所示,自上而下为:填土层及第四系填土层、II 级阶地堆积平原区、下伏基岩。预暗挖段隧道穿越地层主要为 10-2 粉质粘土、11 粘土、11b 粉质粘土。根据勘察资料显示,拟建场地主要发育上层滞水、孔隙承压水及基岩裂隙水三种类型地下水。预暗挖隧道穿越地层富含承压水。

表 1 层次分析法判断矩阵

$A^i$	$X_1$	$X_2$	...	$X_n$
$X_1$	1	$x_{12}$	...	$x_{1n}$
$X_2$	$x_{21}$	1	...	$x_{2n}$
...	...	...	...	...
$X_n$	$x_{n1}$	$x_{n2}$	...	1

其中  $x_{ij}$  表示在同一因素  $A_i$  中,因素之间的重要程度。该程度由 1 到 9 之间的整数及其倒数表示,可形成判断矩阵标度。该标度由外国人 SATTY 研究得出,如表 2 所示。

表 2 判断矩阵标度及内涵

标 度	内 涵
1	表示两因素相比,两因素一样重要
3	表示两因素相比,该因素比另一因素微微重要
5	表示两因素相比,该因素比另一因素比较重要
7	表示两因素相比,该因素比另一因素很重要
9	表示两因素相比,该因素比另一因素极其重要
2,4,6,8	表示重要值介于上述程度之间
倒数	表示两因素变换次序相比较之后得出的重要程度

2.1.2 选择标度

通过研究证明,人类可以对 5 个到 9 个之间的对象进行比较,说明了上述标度选择的合理性,而

表 3 平均随机一致性指标 R. I. 表(1000 次正反矩阵计算结果)

矩阵阶数	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R. I.	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.46

人类在估计事物的强弱程度的时候一般会选择 5 种级别,即一样,比较好,好,很好,及其好,当对其的精度有更高要求时,相邻之间的数字也可以用来比较,以上标度由相邻的 9 个整数构成,具有可行性。

2.1.3 求解特征向量

如果判断矩阵  $X = (x_{ij})_{n \times n}$

对矩阵每一行的数字相乘,得出公式

$$M_i = \prod_{j=1}^n b_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

对 n 次方的  $M_i$  进行开方,得出公式

$$\bar{w}_i = \sqrt[n]{M_i} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

标准化向量  $\bar{W} = [\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_n]$  得出,

$$w_i = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{j=1}^n \bar{w}_j} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

特征向量  $W = [w_1, w_2, \dots, w_n]$  求解最大特征值

max, 公式为

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(BW)_i}{nw_i}$$

2.1.4 一致性检验

由  $CR = \frac{CI}{RI}$  进行检验,其中,  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ 。

采用 Saaty 教授提出的标度对 RI 进行确定,具体数值如表 4.3 所示。

CI 便是一致性比值,只有当 CR 的计算值小于 0.1 的时候,这是才能认为判断矩阵满足一致性;否则需要不断对矩阵进行调整变化,令其符合一致性检验。

2.2 1 号盾构区间摄像头布置实例

采用问卷调查的方法,调查地铁施工区间易发生安全事故、且危害性比较大,适合利用视频监控的区域,得出盾构机出土口、吊装井口、盾构尾端、管片拼装区、吊装运输区、盾构机操作室、楼梯口、脚手架、临时洞口 9 个视频监控备选区域。专家考虑事故发生频率、事故危害重要程度、人工监管难度、摄像头作用效果四个方面的因素,根据自身的知识和经验,对这几个区域的相对重要程度打分,评定视频监控备选区域安装摄像头重要性<sup>[7]</sup>。

2.2.1 专家调查判断矩阵

表4 1号区间监控区域判断矩阵

A <sup>i</sup>	出入口	吊装井口	盾构尾端	管片拼装区	吊装运输区	操作室	楼梯口	脚手架	临时洞口
出入口	1	1/3	1/3	1/2	1/4	1/5	2	2	3
吊装井口	3	1	1	2	1/2	1/3	3	3	4
盾构尾端	3	1	1	2	1/2	1/3	3	3	5
管片拼装区	2	1/2	1/2	1	1/2	1/3	2	2	3
吊装运输区	4	2	2	2	1	1/3	4	4	5
操作室	5	3	3	3	3	1	5	5	7
楼梯口	1/2	1/3	1/3	1/2	1/4	1/5	1	1	2
脚手架	1/2	1/3	1/3	1/2	1/4	1/5	1	1	2
临时洞口	1/3	1/4	1/5	1/3	1/5	1/7	1/2	1/2	1

### 2.2.2 特征向量

$W = [w_1, w_2, \dots, w_n] = [0.062, 0.135, 0.139, 0.091, 0.192, 0.256, 0.047, 0.047, 0.029]$

### 2.2.3 一致性检验结果

$$\lambda_{\max} = 9.178 \quad CI = 0.022$$

$CR = 0.015 \leq 0.1$ , 矩阵满足一致性。

### 2.2.4 摄像头布置

判断矩阵满足一致性,根据判断矩阵得出的特征向量,可以知道9个备选监控区域的重要程度。根据该盾构区间视频监控摄像头布置的技术导则,要求该盾构区间有6个摄像头,所以选择重要程度排名靠前的6个备选区域:盾构机操作室、吊装运输区、盾构尾端、吊装井口、管片拼装区、盾构机出入口,如图3所示。

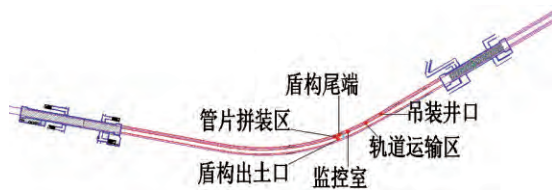


图3 XX标段1号区间视频监控摄像头布置

盾构机操作室需要监控盾构机掘进过程中的盾构推力、扭矩、推进速度等参数,保证盾构机正常运作,按照既定计划安全掘进。吊装运输区需要监控吊装运输区域,车辆行驶的安全,避免脱轨或碰撞,造成人员伤亡,管片损伤,水平运输中断。盾构尾端需要监控是否在掘进过程中定期、定量、均匀的注入盾尾密封油脂,确保盾尾密封和铰接处的密封效果,防止地下水和注浆浆液进入盾尾或铰接处。吊装井口需要监控盾构机下井工作,材料垂直吊运进区间隧道。管片拼装区需要监控管片吊运

和拼装区域,避免吊起的管片掉落或与其他管片碰撞,拼装工作不当引起管片拼装过程中管片之间相互挤压产生破损,拼装时管片就位不准等;盾构机出入口需要监控土舱的出土量,使土舱内的改良土保持一定的压力,使之与开挖面的土压力保持动态平衡,达到控制地面沉降的目的<sup>[8-9]</sup>。

### 2.2.5 摄像头监控内容

针对选定的监控点,采用访谈的方式,向施工现场的工人了解,在实际施工过程中,每个监控区域需要监控的内容,确保每个位置的监控摄像头能够监控到该区域所有需要监控的内容,预防风险,减少事故,监控区域内容如表5所示。

## 3 结论

本文利用专家调查法、层次分析法,查找资料和充分利用专家的知识经验,通过对1号区间视频监控摄像头布置的研究得出如下结论:

1) 盾构区间视频监控摄像头布置最应该布置的位置为:盾构机出入口、吊装井口、盾构尾端、管片拼装区、吊装运输区、盾构机操作室。

2) 通过访谈的方式,得出每个监控位置需要监控的内容。盾构机出入口,监控出土安全;吊装井口,监控吊装安全和洞门施工;盾构尾端,监控开仓与刀具更换和盾尾安全;管片拼装区,监控管片吊装和拼装安全;吊装运输区,监控隧道施工运输和轨行区施工安全;盾构机操作室监控盾构机掘进参数。

3) 确定盾构区间监控区域和监控内容,解决视频监控摄像头装而不用问题,使监控系统发挥其实时掌握现场施工动态,增强施工现场的安全管理,减少安全事故发生的作用。

表5 盾构区间监控区域监控内容表

监控区域	监控项目	监控内容
盾构机出土口	出土安全	传送带有超载作业情况 出土过量未采取有效措施
吊装井口	吊装安全	吊运重物起升或下降速度不平稳、不均匀,进行突然制动 有超载作业情况 吊装过程未严格执行吊装专项方案或安全操作规程
	洞门施工	洞门或联络通道管片拆除后,出现渗漏、掉渣等,未及时封闭,暴露时间过长 洞门未按设计要求制作洞圈和密封装置
盾构尾端	开仓与 刀具更换	压气作业未采取两种不同动力空压机保证不间断供气 压气环境内有易燃易爆物品
	盾尾安全	盾尾渗漏水
管片拼装区	管片拼装	管片吊运、拼装过程中连接不牢或无防滑脱装置 管片破损 拼装机旋转时,旋转范围有人或障碍物
吊装运输区	隧道施工运输	车辆停驶时未采取防溜车措施 隧道内存在杂物未清理、积泥(水)影响车辆通行 车辆连接不可靠或无保险链,且超载、超限 车辆司机室载人 平板车搭载人
	安全防护 与保护措施	光线不足未设置足够照明 风管维护不当、破损、漏风,吊挂不平直 未按规定设置警示、通信、排水、消防设施 车辆超速行驶或隧道内无限速标志 车辆未配置灭火器
	轨行区施工安全	堆放的材料或机具侵入行车界限 在轨行区内吸烟、酗酒、追逐打闹 躺在道床上休息 未经允许登乘工程车、轨道车,攀爬运行中的车辆 向轨行区乱扔建筑垃圾
盾构机操作室	盾构掘进施工	掘进参数异常、姿态异常、地面沉降超限 盾构机长期停滞,且不在加固区,为制定并采取防止沉降、坍塌、渗漏等措施

## 参考文献

- [1] 刘仲等. 2014年中国城市轨道交通运营线路统计和分析——中国城市轨道交通“年报快递”之二. 城市轨道交通研究[J]. 2015(1):1-6.
- [2] 李峰. BT模式下城市轨道交通工程项目管理研究[M]. 2015, 吉林大学.
- [3] 刘仁辉,于渤,金真. 基于区间估计的地铁施工安全风险评价指标筛选[J]. 预测, 2012(2):62-66.
- [4] 罗郁文. 建筑工地无线视频监控系统的设计与实施[M]. 2013, 南昌大学.
- [5] 平玉柱等. 远程视频监控系统在工程项目安全管理上的应用[J]. 工程管理学报, 2011(S2):70-74.
- [6] 赵静,但琦. 数学建模与数学实验[J]. 高等教育出版社, 2000.
- [7] 高艾云. 珠三角软弱围岩地铁区间隧道施工安全管理研究[M]. 2014, 兰州交通大学.
- [8] 吴江滨. 北京地铁隧道穿越南四环路施工安全风险管. 山西建筑[J]. 2009(34):198-200.
- [9] 宫志群. 地铁盾构区间隧道施工风险分析及评价[M]. 2006, 天津大学.

## Research on Video Surveillance Camera Arrangement of A Subway Shield Zone

Zhu Hongxia

(Wuhan Metro Group Co., Ltd., Wuhan 430030, China)

**Abstract:** This article discusses how to arrange the shield zone surveillance camera with the arrangement of video surveillance camera in a certain shield zone as an example. Based on the expert investigation method and the full use of the expert knowledge and experience, the article concludes that the subway shield zone needs to focus on monitoring the region. Using analytical hierarchy process (AHP) method, this article transfers the subway shield zone monitoring area selection into mathematical problems of the monitoring region important index, so as to obtain location of video surveillance cameras in a subway shield zone. The author talks to experts and construction workers about content of the project of the camera monitoring area and obtains the monitoring content table. By determining monitoring area and monitoring content of the shield zone, the problem of installing the video surveillance cameras without using is solved. Thus, the monitoring system masters the field construction dynamics, enhances the safety management of the construction site and reduces safety accidents.

**Key Words:** Shield Zone; Cameras; Monitoring Region; Monitoring Content

## 新技术正在重塑建筑业

建筑行业在采用新技术方面是以慢著称的。谷歌的 Project Tango 或将改变这一切,如果它的 self-3D 制图软件达到预期效果的话。我们对更快更精准数据的饥渴,正在推动所有行业逐步逼近数字技术能够而且将会带来的行业巨变的时刻。

谷歌的 Project Tango Development Kit 平板“配备了能够理解空间和移动的技术”。但是最强大的功能还需要在第三方开发人员明白如何开启它潜在的真正价值的时候才能展现出来。这一过程需要时间,尽管我们仍需等待才能挖掘出它的真正价值,但是改变的步伐一直都在加速。这项技术所需要的全套工具或许最好应该被描述为一个配备了摄像功能、发射器和广角镜头的小型装置。当然我们也知道,智能手机和一般的平板电脑也可以具备这些功能。这几个组件是 3D 室内绘图技术所需要的全部要素。再深入一步,配备上一款名为“穿墙”(Through the Wall)的增强现实 APP 后,用户在一座建筑的任意房间内举起设备就能看到墙体内部的管线和电线。2014 年就有报道称,借助这项技术,用户可以通过移动平板电脑看穿墙体,并生成可编辑 3D 图像。有观点认为,未来新技术的运用,将彻底颠覆建筑行业,建筑工人将不再需要传统中必不可少的工具,如射钉枪等。

事实上,目前已经有不少建筑软件了,包括 Construction Manager, PlanGrid 等,但我们常常会忘记它们的存在,软件的使用率更是低到令人痛心。似乎建筑行业对于新技术存在着些许不信任,从而和其他行业相比影响了新技术的采用率。

技术在发展的过程中往往会一路披荆斩棘,任何的因循守旧都势必被摧毁。这是一个数字协同的时代,有些领域只需要一点点鼓励,就能意识到数字工具比生锈的工具盒里的那些家伙们要强大的多。

虚拟现实技术的出现已经在建筑界掀起了波澜。无论是参观建筑工地,或是参观项目现场,老式昂贵的现场实体模型正在被有身临其境的虚拟参观所取代。BIM 宣告了建筑行业数字模型的诞生。无论往哪儿看,个性化,几乎所有的东西都要个性化,似乎在每个人心中都已经变成了头等重要的事情。

谷歌的 Project Tango Development Kit 让我们提前窥见了未来技术将会带给我们的惊喜。尽管新技术的全面采用尚需时日,但是无疑我们是在朝着这个大方向前进的,而且在前进的路上,那些带路者们将拥有无尽的可能。