

文章编号:1001-831X(2004)05-0596-04

# 城市地下空间开发与利用的几个问题<sup>\*</sup>

姜玉松

(安徽理工大学土木工程系,安徽淮南 232001)

**摘要:**本文论述了矿山城市废弃坑道的二次利用问题、大学校园的地下空间利用问题以及轿车进入家庭之后的停车问题。分析认为,位于城市的废弃矿山坑道工程,应当进行有效的二次利用;大学校园有很多适于建在地下的工程与设施,应当充分地进行开发;轿车进入家庭之后,车辆的存放是一个困难的问题,在现有住宅建筑之下增建地下车库是解决停车问题的方法,但存在一些影响建筑物安全方面的技术问题。

**关键词:**地下空间;开发利用;废弃矿井;停车场

中图分类号:TU984.11<sup>+</sup>3

文献标识码:A

## Some Problems of Development and Utilization of Urban Underground Space

JIANG Yu-song

(Department of Civil Engineering, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001 China)

**Abstract:** The paper discusses the recycling of underground heading in discarded mine of mining city, Utilization of Underground Space in university garden and parking of the personal car when the car come into family. Some analyses consider that discarded heading would be effectively utilized in mining city; there are great deals of buildings and facilities suitable for underground in university campus, which should be developed widely; parking of the car is a difficulty thing when all families possess the car, putting garages beneath the existing residence buildings is a good method but it will exist some technical problems concerning buildings' safety.

**Keywords:** underground space; development and utilization; discarded mine; parking

### 1 矿山城市废弃坑道的利用问题<sup>[1]</sup>

#### 1.1 利用现状

我国有不少矿井都位于城镇区域。据统计,全国属于矿业城市(镇)约有400余座,其中煤炭城市约150座。矿山地下开采都有一定的年限,年限达到后矿井就要报废。根据矿井的开采历史及其周期分析,今后10~15年内将是我国大中型矿井衰退、报废的集中期,将有大量的地下巷道、硐室被弃之。矿井报废,但其中的巷道并非已全部不可使用,有些完全可进行二次利用,让其继续发挥余热,为人类、社会服务。比如我校所处的淮南市,就是

一座以煤炭为主的老矿业城市,上个世纪中期开采的老区,不少已经报废,有的已接近报废,现在的煤炭生产主要集中于潘谢新区。这些报废的矿井已是真正的废了,没有什么多大的再利用。人口比较集中的华东地区,江苏、安徽、江西等是金属、非金属、煤炭等矿产较为丰富、产量较大的省份,有着丰富的矿山二次利用资源,如何加强研究,充分利用好这些资源,是一个值得深入探讨的问题。

在国内,对此问题已引起有关人士的重视,但应用实例并不多。国外在这方面比我国要好得多。美国利用矿井采空区建立了一座30万平方英尺的商业、工业中心,运行效果良好。日本利用废巷道

• 收稿日期:2004-10-19

作者简介:姜玉松(1952-),男,教授,主要从事地下工程施工工艺与技术研究。

作为实验、研究、观光使用,其中一些巷道由于大量观光者的光顾而带动了该地区的发展。1965年,德国将采掘岩盐的废巷道用做深层处理放射性废物的实验设施,以及利用采矿空间作为天然气的储能库。1987年,芬兰利用废矿井建立了地下矿井博物馆和地下儿童乐园,实地表演采矿作业,展示采矿器具;澳大利亚利用蛋白矿采掘废址建了一个沙漠海角地下旅馆,并且很负盛名。1965年,乌克兰在地面岩盐矿井内开办了一所医院和一个国家疗养院。国外的这些利用实例对我们具有很好的借鉴意义。

### 1.2 主要用途

利用矿井巷道具有安全、温度与湿度适宜、冬暖夏凉、节省投资等优点。但由于其特殊的环境与条件,利用时可着重于以下几个方面:

(1)做贮藏空间用 这是最适宜,也最主要的用途。因它不需要人在地下长时间驻留,改造费用相对较低。贮存物品可有易爆有毒危险品类、日常生活用品类、垃圾废料类、油气类、设备材料类等。

(2)做文化娱乐空间用 如可作为球类、溜冰、棋类、游艺、舞蹈、录相、图书馆、博物馆等文化体育活动场所。另外,还可借鉴国外经验,将其做为观光岩洞。

(3)做养殖、种植空间用 可利用其作为不需要或过多需要阳光类的动植物、微生物的养殖空间,如填鸭、韭黄、蒜黄、木耳、磨菇等。

(4)其他 生产车间、实验室、变电站、抢救中心、餐饮店、会议室、掩蔽部等。

### 1.3 需要考虑和解决的问题

(1)支护结构的安全性问题 矿井经过了几十年的开采使用,受各种因素的影响,围岩产生有不同程度的松动和变形,原有支护结构的继续利用存在有“超期服役”问题。因此,在利用时要对巷道的围岩、支护结构的稳定性、可靠性做全面的评估,应投入一定的资金予以修复加固。

(2)环境问题 矿山坑道地层变化大,矿物类型多,地下水、地压、地热、有害气体与元素等问题比较突出,对其可利用性影响很大,有些可能会因此而失去利用价值。如煤炭矿井中的瓦斯,金属矿井有危害性微量元素甚至放射性物质等。在利用时要进行认真的调查分析,针对具体情况选择最佳的利用方案。

(3)因地制宜、合理利用问题 利用废弃矿井

要受到各种条件的限制,并非每座矿井都适合所有的用途,也不是每种用途适用所有矿井,必须根据用途类型结合矿井条件,扬长避短,因地制宜地加以利用。一般来说,平硐开拓的矿井可利用性最佳,浅井或斜井开拓次之,深井、立井最差;金属矿井的可利用性最佳,非金属矿次之,煤矿最差。

(4)规划与设计问题 在矿山城市的规划设计中,应将废弃矿井的利用与开发纳入城市总体规划。对已废弃和即将废弃的矿井纳入近期规划,对目前正处在生产期中的矿井纳入中期规划或长期规划,对刚建或投产不久的矿井纳入远期规划。对于计划建设的矿井,在进行矿井设计时即要考虑到将来的二次利用问题,这样可减少二次利用时的改造费用。

(5)科研问题 废弃矿井毕竟是被废而弃之的,要进行二次利用还有很多问题需要进行深入的研究,如支护结构的可靠性、围岩稳定性判定、可利用性评价、修复加固及密封防渗技术、内部环境的监测指标与测量手段等,都要加大研究力度。故建议能够在各省及国家的自然科学基金中对废弃矿井二次利用的科学研究工作予以资助。

## 2 大学校园地下空间的利用问题

大学基本上都坐落于城市、甚至于大城市。象上海、北京、西安、南京、武汉等高等学校云集的城市,大学校园已成为城市的重要组成部分。因此,大学校园的地下空间利用问题自然也就成为城市地下空间利用的重要组成部分。那么,作为我们千呼百吁大力开发地下空间的高等学府自身,在地下空间的开发利用方面又做得如何?如果作一番认真的考察,会发现我们做得并不是很好。

从理论上,任何建筑都可建于地下,但利用地下空间也有其先天不足,如自然光线不够、缺乏日照、自然通风不顺、人有心理上和生理上的压抑感等。因此,并非所有功能的建筑都适合或完全适合于地下,一般原则是人员尽可能不在地下长住久呆。从可利用的地下空间类型来看<sup>[2]</sup>,大学校园有很多适合建于地下、人员不需在地下长住久呆的建筑。首先,实验室是大学的重要组成部分,在建筑面积上占有很大的比重。实验室是最适合于地下的空间,因为学生不需在这里长时间驻留,教师在无实验课时也不必整天停留在实验室,况且每年还有2~3个月的各种休息假期。尤其象模型室之类使用频率比较低、时间比较短的实验室,更适合置

于地下。就我校甚至我系而言,就有很多采矿、井巷、桥梁、建筑等的模型,这些模型的使用率并不是很高(但不可没有),而其摆放却很占面积。其次,是大学学生的文体活动场所,如乒乓球室、台球室、健身房、舞厅、溜冰室、足球场、网球场、篮球场、排球场、游泳池等等,这些场所所占的面积比例也是很高的。这些场所是否都一定要建在地上呢?也不尽然,有的完全可建于地下。影剧院是大学基本都具有的文化建筑,其占地面积较大,而且多为单层建筑,土地利用效率很低,它也很适合于建在地下,因为即使白天使用也要封闭门窗、开灯照明。影剧院建在地下,再在地上进行绿化,一举两得,何乐而不为。再次,象一些设备材料库、店铺、车库等也可考虑建在地下。仔细想想,还会有很多可以建在地下的建筑或场地。

现在大学都在扩招,校园面积纷纷告急,到一些大学走走,高楼大厦已是鳞次栉比,学生的生活、学习、活动空间已相当拥挤。可以想象得到,倘若将能建在地下的建筑都建在地下,把地上的空间留出来,我们的校园会显得多么宽广、绿化得多么幽雅!

为解决校园用地紧张的矛盾,很多学校纷纷开辟新区。开辟新区是一条解决问题的好途径,但并非惟一的途径。现在土地紧张、地价昂贵,开辟新区的代价也很高,我们何不在老区挖潜,充分开发地下空间呢?挖潜的途径一是在现有的空旷场地下建设地下建筑与设施,二是在原有的建筑物底下进行增层建设。底下增层,在基础托换技术上已不成问题,我国已有不少成功典例,如北京的音乐堂(1999年)、哈尔滨的丝绒城(1996年),都成功地进行了地下室的增层建设。另外,我们在新校区的建设中是否考虑、或多大程度上考虑到了地下空间的开发问题?开发和利用地下空间,高校应当“从我做起”,以身作则。

学校扩招普遍存在体育场所不够的问题,我们是否可以考虑将一些体育场地实行双层布置?下层采用半掩埋式,用于对高度要求不是很大的体育场所,如网球场、溜冰场、台球室等,上层作为篮球场、排球场等。这样,体育场所的面积便可增加一倍,而且通风的花费也不需很大。

### 3 轿车进入家庭后的停车库问题

#### 3.1 目前的状况

“小轿车进入家庭”在 21 世纪已不再是梦。改

革开放二十余年,人们的生活水平有了极大提高,购买力大大增强。从经济条件讲,买车已基本不成问题,最大的问题是停车。“停车难”可能会成为影响“轿车进入家庭”的瓶颈。我国人口多,密度大,许多大城市出现交通拥挤、人口饱和、建筑空间拥挤、绿地少、城市基础设施跟不上等城市综合症。家家都有车,车子往哪儿放?

家庭汽车的停放,最基本的要求是其位置尽可能接近用户,使车辆存放、进出方便。近二十年来,大中型城市都相继建成了很多大小不一的住宅小区,将车停放在小区内最为方便。但初步调查,有的小区并未考虑到将来的停车问题,有些小区虽然考虑了停车问题,但其力度远远不够,较难达到满足“家家有轿车”的要求。尤其在一些老住宅区,更没考虑到停车问题。

在我国,由于目前轿车尚未完全进入家庭、停车问题还不是十分突出,对问题的解决也不是十分迫切。但我们必须要有足够的重视,在思想上要意识到问题的严重性,能够很好地解决不久的将来就会遇到的“停车难”问题。

鉴于我国目前人多地少、楼栋密集、楼层高大的现状,在轿车进入家庭之后,解决停车难问题的唯一办法还是修建地下停车库<sup>[6]</sup>,停车库的位置可能就在我们住宅楼的底下。

#### 3.2 停车场的建造模式

根据地下工程与地面工程建造的时间顺序不同,停车场的建造模式有预建式,即先于地面建筑而建;结建式,即结合地面建筑同时建造;后建式,即在地面已有建筑物的底下建造。对于新建生活区可以采用预建式或者结建式,提前或者与建筑物施工同时考虑停车场的建设问题,而对于更加普遍的旧有生活区,则需采用后建式。这种模式对地面建筑危害性较大,设计与施工要求高。

#### 3.3 后建式停车场需要考虑和解决的问题

##### 3.3.1 已有建筑物的变形问题

在现有建筑下面采用“后建式”建造地下车库工程,由于地面荷载很大并且直接作用于车库的上方,开挖时将改变地基的应力状态,不可避免地会引起地基及建筑物的变形。如果变形过大,超过了建筑物的允许变形范围,就会引起建筑物的开裂破坏,从而影响到居民人身及财产的安全。在我国中、东部地区的绝大多数城市座落于厚度较大的第四纪冲积层上面,居民住宅楼又多为砖石或砖混结构、条带基础,因在建筑物下挖掘地下车库引起的

地层沉降问题会尤为突出。

### 3.3.2 停车库的规划设计问题

轿车进入家庭后的停车问题牵涉到城市居民的切身生活问题,虽然目前家庭轿车还未普及但已为期不远。故在规划上要从长计宜,要有超前意识。对于新开发的居民区,必须要考虑居民的停车问题,开发商们切不可急功近利,追求低造价,高出售率而忽视了居民们将来的有效使用。

### 3.3.3 需要研究的技术问题

因地下开挖引起的对既有建筑物的影响程度到底有多大?影响范围又有多大?目前还是个“黑箱”。另外,从哪些方面入手进行、如何进行控制才能减小这种影响,也是一个需要很好研究和探讨的问题,有必要做一些基础性的研究工作。如果在没有可靠理论指导下的情况下冒然施工,没有经济合理的技术方案作保障,一旦出现问题,便会给国家和人民的生命财产造成巨大的损失。

国内在密集的住宅建筑物下深10~20m以内的浅土层中建造地下车库工程者并不多,在这方面的施工技术理论、施工经验还不是十分丰富,从而专家们呼吁,“要加强地下空间开发利用相关工程技术问题的科学研究工作”。需要研究和解决的技术问题主要有以下几个方面:

(1) 一次开挖空间大小不同对建筑物的影响;主要研究一次挖掘高度、宽度和长度不同对建筑物(重点是基础和上部结构)的影响以及建筑物对开挖面(顶板、侧帮和底板)的影响,如受力、变形和位移等,了解开挖边界以外土体中的应力场和位移

场。

(2) 地下车库的埋深对建筑物的影响;埋深越大,施工对建筑物的影响越小,但建成使用期间的通风、排水等问题也越突出,建设投资也会增大;埋深太小,对建筑物的影响及施工时的支撑难度就会增大,易发生安全问题。因此,需要研究埋深不同时,地下施工与地上建筑物的相互影响状况。

(3) 建筑物地基土质不同时,建筑物及地下开挖面的受力、变形和位移状况等。建筑物地基有岩石和土两大类,岩石地基比较稳定,开挖问题不是十分突出,关键是土体地基下的洞室开挖问题。

(4) 建筑物高度不同(即地基的荷载不同)对地下开挖的影响以及土体的应力场和位移场。

(5) 从保证建筑物安全方面,研究合理可行的施工方案和工艺技术。

## 4 结束语

二十一世纪将是地下工程的时代,已为业内人士所公认。追求可持续发展,向地下要空间、要资源、要效益、要生存、要环境将成为本世纪的城市发展与建设的主旋律。今后10~15年内将是我国城市地下工程、地下空间开发利用的重要启动与发展时期。地下空间的开发利用是一项复杂的系统工程,牵涉到的方方面面的问题很多。以上所谈的三个问题虽然没有什么高深的理论,却是地下空间开发与利用所面临的现实问题。由于资料掌握得不是很全面,所谈的问题难免具有片面性。但愿所谈的问题和观点对人们能有所启示。

### 参考文献:

- [1] 姜玉松,汤如山,李玉伟.地下空间的开发与利用综述[J].淮南工业学院学报,2000.8:57-62
- [2] 姜玉松.矿业城市废弃矿井地下工程二次利用[J].中国矿业,2003(6):59-62
- [3] 朱大明.利用地下空间存车、停车的几种建筑模式[J].地下空间,1998(3)
- [4] 朱训.在安徽淮南“2001年中国矿业城市发展论坛”上的发言:21世纪中国矿业城市形势与发展战略思考,会议资料,2001.10
- [5] 黄侃,樊栓保.闭矿后矿井的资源化利用[J].中国煤炭,2000(3)
- [6] 钱七虎.城市可持续发展与地下空间开发利用[J].地下空间,1998(2)