



# 地铁车站盾构综合法技术在我国的应用前景探讨

李 围、何 川、张志强（西南交通大学 四川成都 610031）

李志南（广州市地下铁道设计研究院 广东广州 510010）

**摘 要：**在区间隧道采用盾构法施工为主体的地铁工程中，直接采用盾构法或在盾构法的基础上扩建地铁车站，可以充分、有效地利用盾构设备，使盾构法在地铁工程中能得到大规模应用，达到提高地铁工程的建设质量，缩短建设周期，从总体上较大幅度地降低工程造价的目的。这一修建地铁车站的方法在国外已得到较广泛的应用，但在我国尚无先例。结合我国实情，进行直接采用或配合盾构法修建地铁车站的应用技术研究有着十分重要的意义。本文介绍了国外采用此类方法修建地铁车站的基本情况，并指出采用此类方法时需要解决的技术问题，最后结合广州地铁三号线的情况，分析了此类方法的应用前景。

**关键词：**盾构法 地铁车站 规划设计 施工技术

## 一、概述

我国在城市地下铁道的建设中，因埋深条件、周边环境条件等因素的限制不允许采用明挖法施工时，普通矿山法暗挖施工是目前应用较多的施工方法。但从已建地下铁道的工程实践上看，因其有难于从根本上解决防渗漏水问题、施工工艺复杂、施工期间的安全性和工程进度难于控制，以及对周围环境影响较大等原因，在城市地下铁道的建设中的已受到越来越多的局限。而盾构施工法以其良好的防渗漏、施工安全快速、埋深条件影响较小、对周围环境的影响极小等优点，在地下铁道的建设中已成为重要的可选施工方法，在许多场合已成为首选方法。尤其是随着国内外盾构设备技术水平的提高、盾构设备在工程成本中所占比重的下降，盾构施工法的工程造价已接近甚至低于矿山法暗挖施工和明挖法施工。随着我国新一轮城市基础设施大规模建设高潮的到来，地下铁道的建设呈高速增长之势，从长远来看，盾构隧道技术在包括城市地下铁道在内的基础设施建设中的应用前景十分广阔。

另一方面，目前我国上海、广州、北京、南京、深圳等城市在已建和拟建的地下铁道中，盾构施工法仅限于断面型式单一、直径在6m左右的区间隧道中，由于设备能力及设计施工技术经验不足，在车站及特殊断面的隧道中，未有直接采用盾构施工法或间接地在盾构施工法的基础上进行扩挖施工的尝试。这一现状无疑限制了盾构施工法的大规模采用。以广州地铁二号线为例，全线有13个暗挖法施工的区间隧道，其中有6个区间采用盾构法施工，而这6个盾构区间为分不连续区间3段存在，不能充分、有效地利用盾构设备。

在国外许多城市，盾构法不仅用于区间隧道中，也直接或间接地用于建造暗挖地铁车站。前苏联莫斯科曾用9~10m直径的盾构建成3条平行的车站隧道，在中间隧道与两侧隧道间修建通道形成三连拱式地铁车站。日本采用盾构法施工地铁车站的工程实例相当多，在大坂市地下铁道、东京地下铁道多处车站曾用盾构法建成两条平行车站隧道，在两条隧道之间修建站台，形成眼镜型地铁车站；近年随着盾构机技术的进一步发展，日本用两连或三连体盾构机直接修建地铁车站的工程实例也不断增加。利用盾构法施工暗挖地铁车站，已成为世界各国地下铁道施工的最新前沿技术之一。

在这一背景条件下，广州市地下铁道设计研究院会同西南交通大学等单位，决定以广州市地铁三号线





为工程背景，进行直接采用盾构法或间接地在盾构法的基础上修建地铁车站的技术开发研究。目前该项研究以“广州地铁三号线车站盾构综合法施工技术研究”为题获广州市建设科技发展基金资助，并正式开展前期研究工作。本文即根据该项研究的初步报告整理而成。

## 二、国外采用盾构综合法修建地铁车站的现状

以下对国外采用盾构综合法修建地铁车站的主要方法分类整理如下，并简要介绍其特点、适用场所和今后的发展趋势。

### 1. 利用两条单线区间盾构隧道扩挖修建的方法

此方法直接在两条单线区间盾构隧道的基础上，扩挖形成地铁车站。得到实际应用的主要有2种方法，一种是托梁法，一种是半盾构法。日本及前苏联采用此类方法的工程事例较多。

#### (1) 托梁法

采用2台单线盾构，平行施工，而后压入托梁，进行开挖，修筑车站顶部的方法。此方法修建的车站结构见图1。最近完工的日本东京地铁7号线（南北线）的永田町站即采用该法修建。

#### (2) 半盾构法

与托梁法一样，用2台盾构并行开挖两侧，而后用半盾构修筑车站顶部的方法。采用半盾构法修建的车站结构见图2。

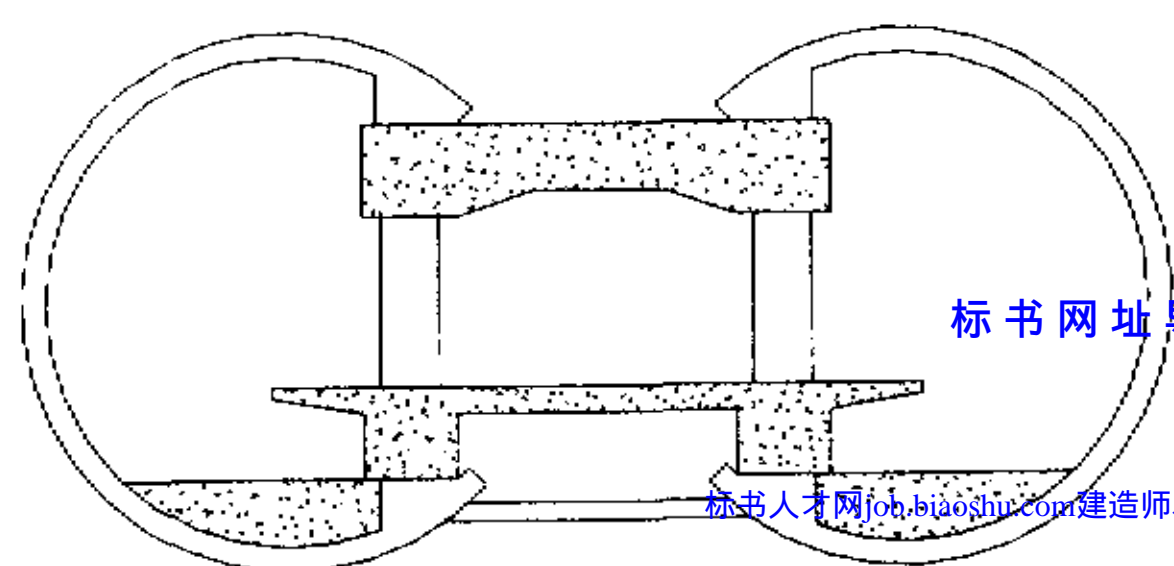


图1 托梁法施工的车站结构

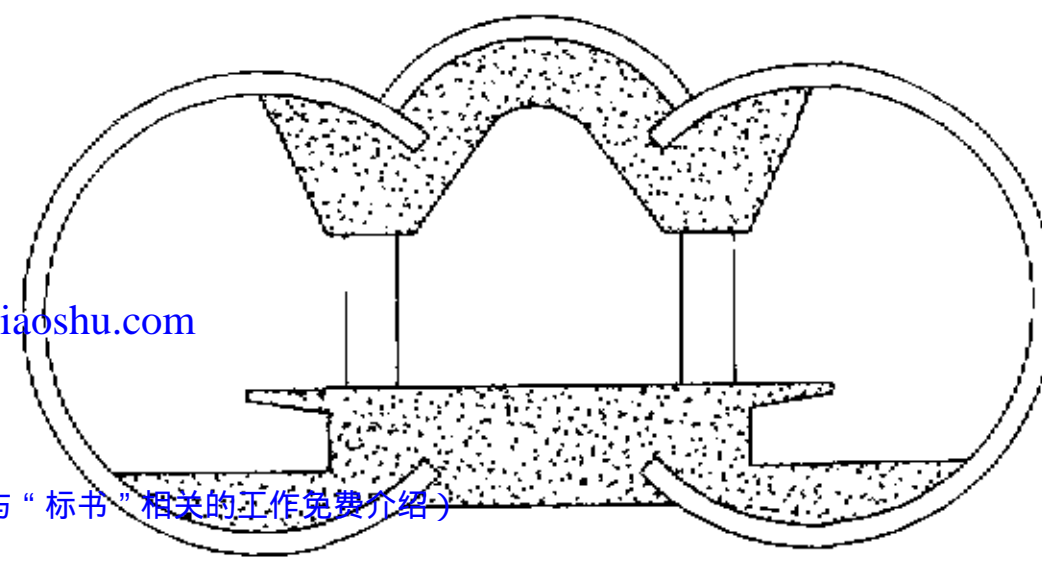


图2 半盾构法施工的车站结构

此类方法已有较多工程实例，但多用于单层岛式站台，且单线区间盾构隧道的建筑界限还应满足车站的使用要求。

圣彼得堡地铁三拱立柱式车站的两旁侧隧道采用了与区间隧道相同的断面，站台全部设置在中央集散厅，在行车隧道和集散厅之间用连续开洞的隔墙代替原有的梁柱体系，并安装有自动控制门，列车到站时，隔墙上的门就自动打开，与列车的门对应。隔墙和门洞均用铸铁管片拼装。此类车站不需要专门的车站盾构，不仅可以加快施工进度，而且也较为经济。该车站的结构见图3。

### 2. 用盾构法建成两条或三条平行隧道的方法

前苏联莫斯科曾用盾构建成三条直径为9~10m的平行车站隧道，在中间隧道与两侧隧道间修建通道形成地铁车站。近未见具体工程的报道。日本近期投入技术研究力量，成功开发出了采用微型盾构将小直径隧道的盾构隧道扩大为大直径的方法，为在区间隧道采用盾构法但在车站受净空限制而不便扩建为车站结构提供了可能途径。图4是采用将盾构隧道直径扩大后，形成车站的示意图。

### 3. 采用固定式或分离式连体盾构机直接修建的方法

日本在采用两连盾构机修建区间隧道成功后，继而又开发了采用固定式或可分离式连体盾构机直接修建车站的方法。图5为采用固定式三连体盾构机修建单层岛式站台车站工程实例。图6为采用分离式三连体盾构机修建单层侧式站台车站工程实例。这些方法越来越多地应用到工程中，取得了良好的效果。日本还有采用此法修建双层地铁车站的计划。

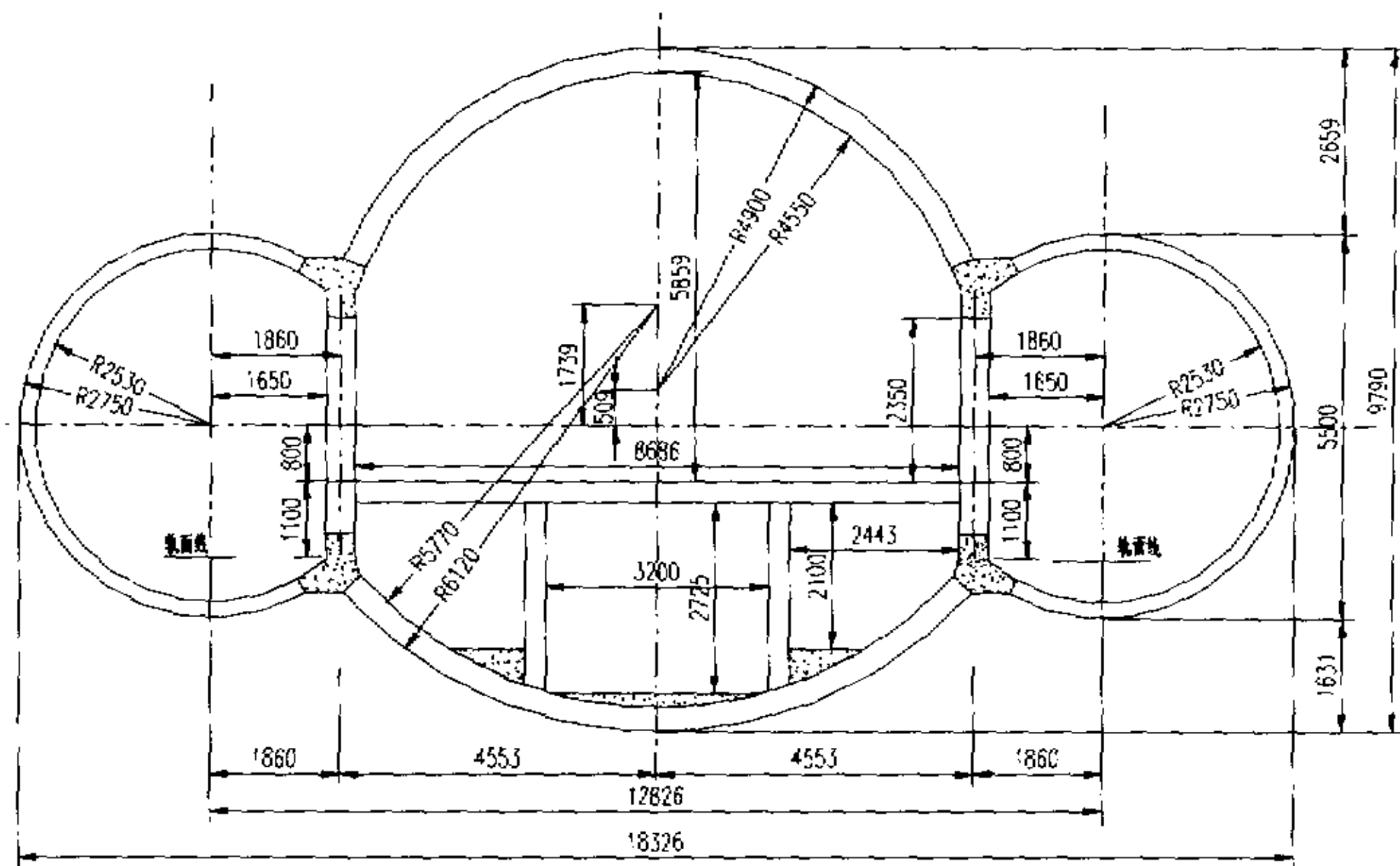


图 3 三拱立柱式车站断面图

4. 以盾构隧道为拱座基础修建单拱结构的方法 标书网地址导航 wz.biaoshu.com

此方法为先修建两个小型盾构并充填混凝土，以此作为拱座基础，再修建上部单拱结构形成车站，见图 7。此方法在俄罗斯较多使用，且已在双层车站中使用，见图 8。在修建上部拱式结构时，可结合辅助工法采用矿山法开挖（如加固土层后开挖或机械开槽形成上部拱式结构后开挖等），也可直接采用若干小型盾构修筑上部拱式结构体后，在上部结构保护下开挖下部。标书人才网 job.biaoshu.com 建造师、造价师（与“标书”相关的工作免费介绍）

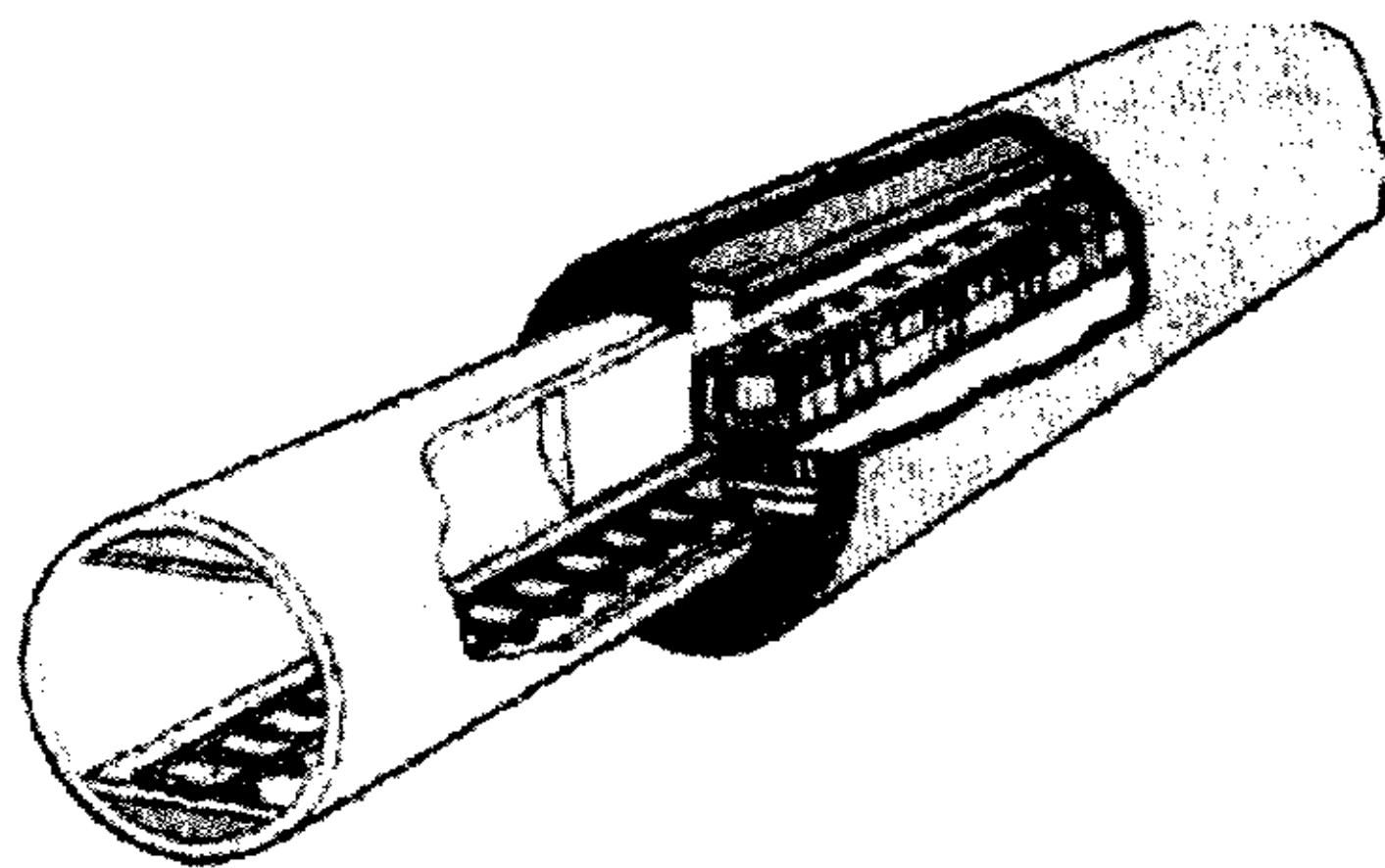


图 4 扩大盾构隧道形成车站示意图



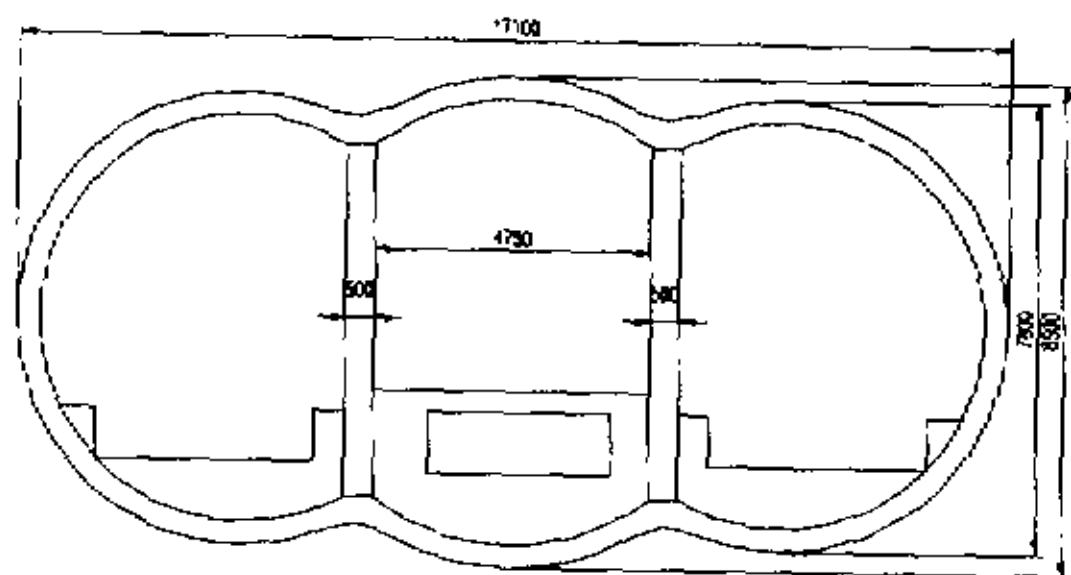


图 5 单层岛式站台车站

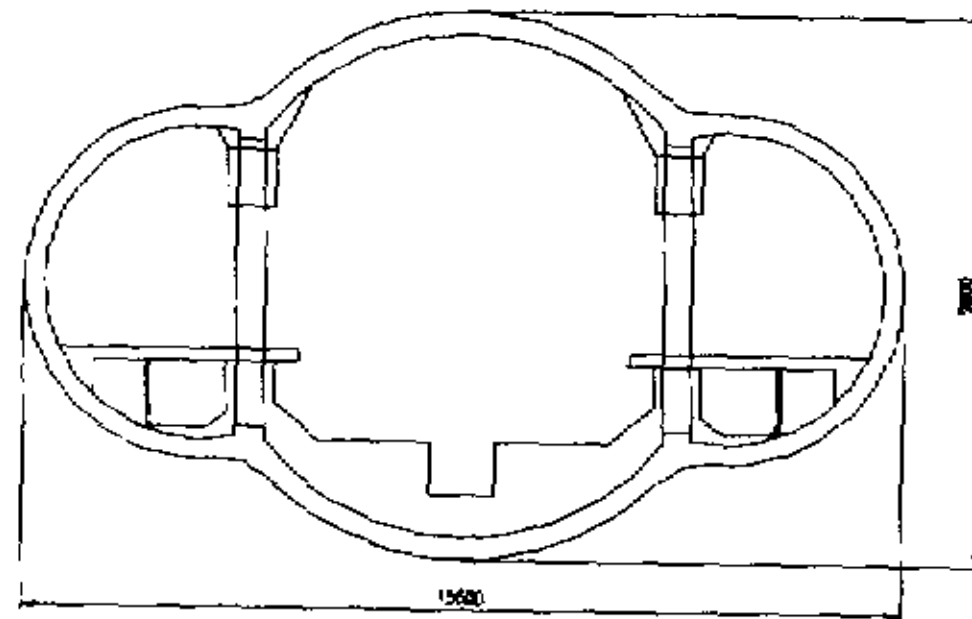
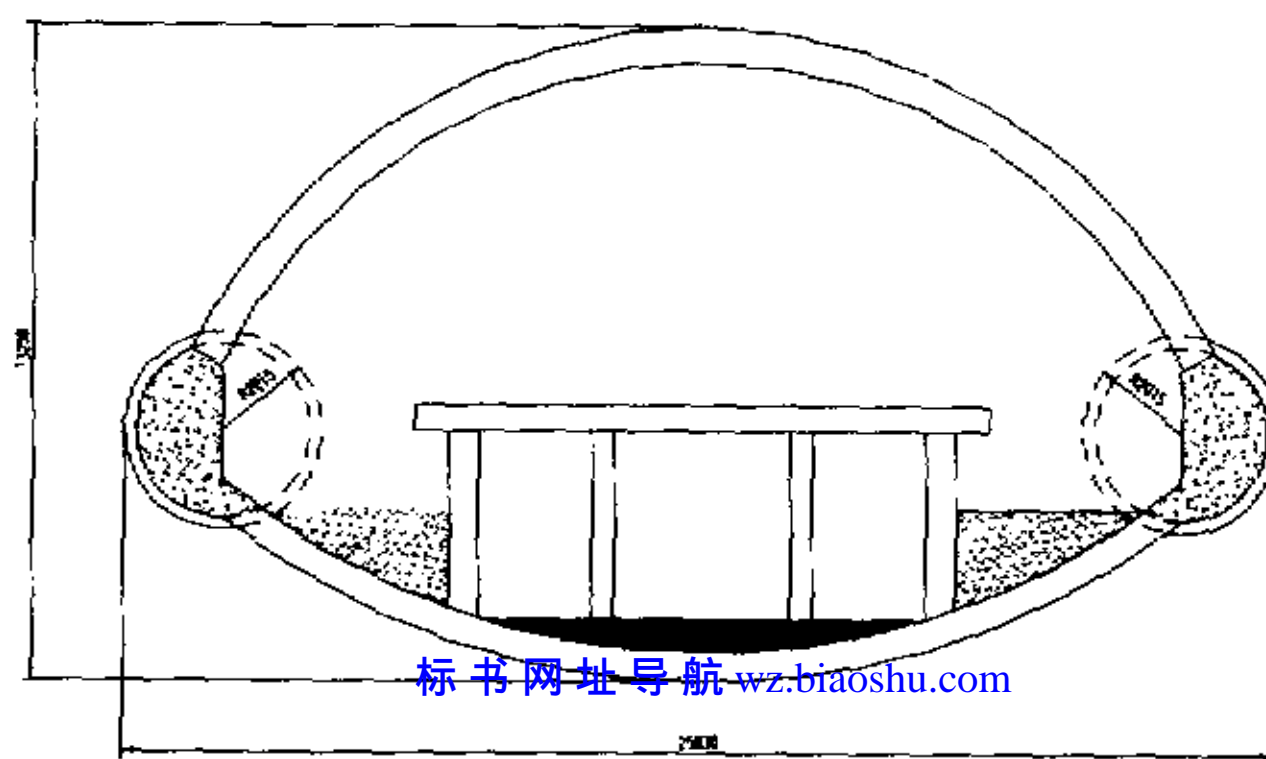


图 6 单层侧式站台车站



标书网地址导航 wz.biaoshu.com  
 标书网人才网 job.biaoshu.com 建造师、造价师（与“标书”相关的工作免费介绍）  
 图 7 以盾构隧道为拱座基础修建的单层车站

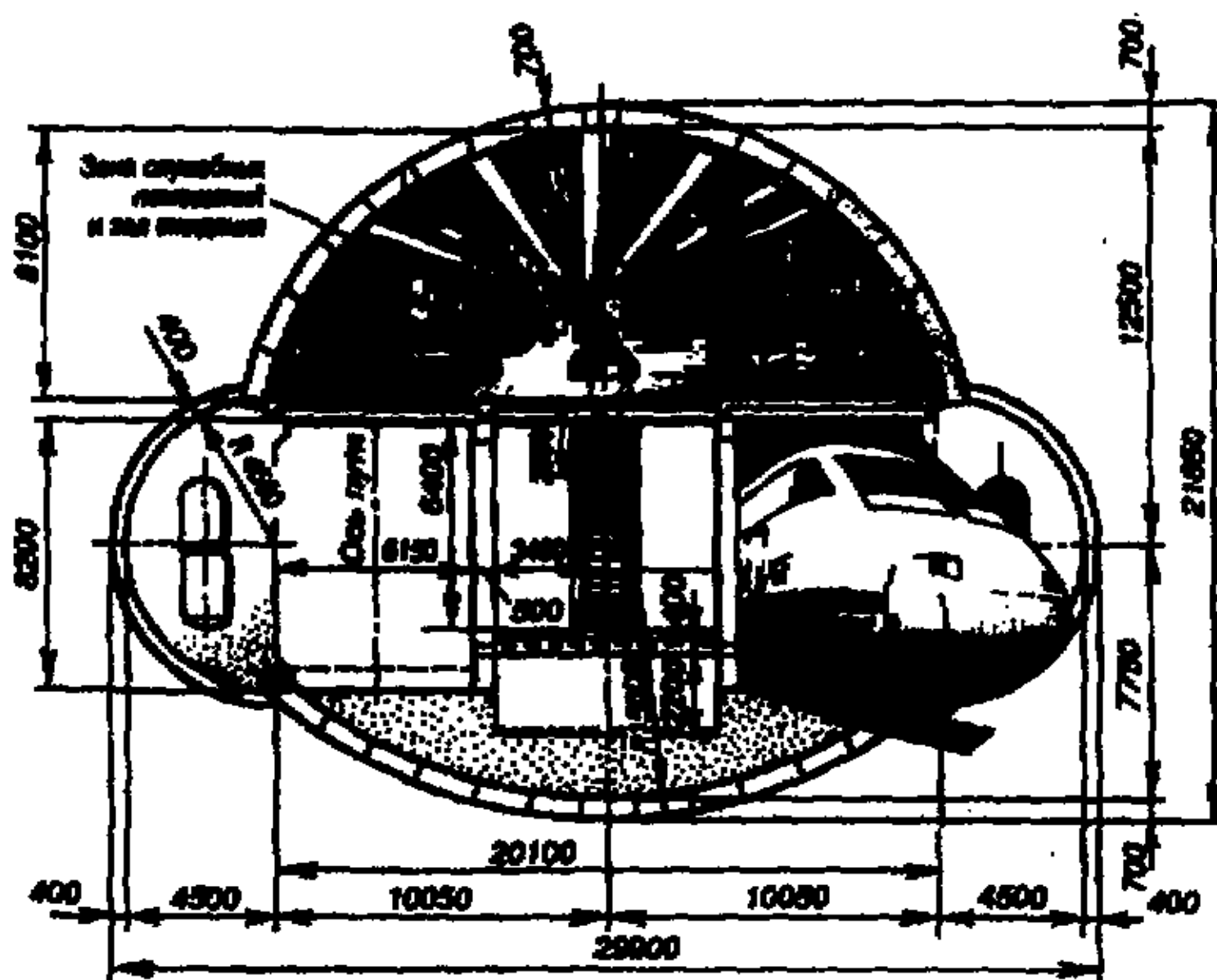


图 8 以盾构隧道为拱座基础修建的双层车站





### 5. 用复式微型盾构先修筑车站结构体而后开挖内部土体的方法

这是一种正在发展中的方法, 其思路是采用小型或微型盾构设备, 先修筑车站结构体, 而后在结构体的保护下开挖内部土体, 可修建大型地铁车站。其形式有多种, 按盾构机刀盘的不同切削方向, 可形成圆弧形或矩形车站结构体。此法不用大型盾构设备, 安全可靠, 可在极其软弱的地质条件下修建大型车站结构。但尚需进一步开发完善小型或微型盾构设备。

### 三、我国现阶段采用盾构综合法修建地铁车站应解决的技术问题

由以上国外结合盾构法施工修建地铁车站的现状可以看出, 盾构隧道技术比较发达的国家在这一领域已经取得了很大的成功, 这一领域也是世界各国地下铁道施工的前沿技术之一。在其中, 机械设备的技術水准起到了重要作用, 研制开发各类专用盾构机械和复杂断面施工控制技术, 也是盾构技术发展的必然趋势。

结合我国盾构法施工技术水平和技術经济情况, 我国现阶段采用地铁车站盾构综合法技术应重点解决以下问题:

(1) 盾构工法条件下车站结构的合理形式与要求。重点论证采用盾构法建成两条车站隧道经扩挖而形成两连拱或三连拱式的地铁车站结构, 研究开发从区间隧道扩建为地铁车站时的主要施工方法和具体的实施步骤。同时要对出入通道的连接形式、或对周围环境有特殊要求的部分进行研究。

(2) 车站结构的计算方法研究。目前国内外对用盾构法和普通暗挖法修建的区间和车站结构体的设计计算已取得了较为丰富的经验, 在计算理论和实用计算方法上也趋成熟。但国外对盾构法施工形成的区间隧道经扩挖修建而成的地铁车站结构体的计算尚无成熟的方法, 国内更无先例。因此, 应从分析这一特殊修建过程中围岩应力的复杂变化和调整形态着手, 建立起一套能综合反映修建过程中的围岩内部应力变化特征和车站结构体在各施工阶段受力特征的力学模式, 并提出相应的计算方法。

(3) 特殊管片、支护结构方式和连接构件的研究。首先, 从满足施工期间的安全、扩挖车站结构时管片的撤除及可重复使用等方面考虑, 研究开发与区间隧道的盾构施工设备相适应的、可配套用于车站段的特殊管片结构。第二, 从施工及运营期间的安全可靠、防渗漏效果、工程造价等因素出发, 针对不同车站结构形式的特点, 研究开发用于车站结构体的优化临时支护方式(或作为结构体一部分的初期支护方式)和永久主体结构形式(如预制装配式或现场浇筑式等)及相应的防排水措施。第三, 研究开发用于车站主体结构与车站其他结构部位的连接构件结构。

(4) 施工过程中控制环境影响的技术研究。针对典型工点研究评价施工过程(重点针对车站主体的扩挖过程)对围岩的影响范围和程度、地表下沉的主要原因和量值、对邻近的地面及地中结构物的影响程度。研究开发施工过程中地表下沉、对邻近结构物的影响控制技术。

(5) 与明挖法、矿山法的经济技术评价研究。对明挖法、普通矿山暗挖法修建地铁车站进行经济、技术评价研究, 论证本方法的适用范围。

### 四、广州地铁三号线采用盾构综合法修建地铁车站的对策

广州地铁三号线线路埋深由于受到一号线广州东站、体育西路站及二号线客村站的埋深限制, 使得三号线北部线路的埋深增大, 主要的施工介质为不同风化程度的白垩系红砂岩地层, 沿线地面多为建筑物密集的繁华地区。在修建方法上若采用在暗挖区间以盾构法施工先行贯通, 在已经形成的区间隧道的基础上再用不同方式对车站、渡线室、联络通道等特殊断面进行扩挖施工这一总体思路, 不仅可大幅缩短建设周期, 提高地铁工程的建设质量, 确保施工期间的安全和极大地减小对周围环境的影响, 而且能通过盾构法的长距离应用, 产生规模效益, 从总体上较大幅度地降低工程造价。从技术性及经济性等多方面分析, 均具有极高的可行性。但还应结合广州地铁三号线的具体情况, 从以下几方面着手进行, 并开展深入研究:

1. 从现实出发, 注重与传统方法的配合, 并基于我国目前在区间盾构隧道采用6m左右的单线盾构隧道技术较为成熟这一特点, 优先采用第一类方法, 尽量优化区间和车站的净空断面, 采用在单线盾构隧道的基础上, 直接扩建的技术方案。





2. 为了适应盾构法的修建，车站的结构形式必须考虑施工方法的特征。应以区间盾构隧道为基础设计和布置车站结构。此外宜优先考虑修建单层的岛式或侧式车站结构形式。有条件时可以考虑将站厅层放在地面，减小地下段的规模，节省投资。

3. 在区间隧道不能满足车站部位的净空要求时，可结合矿山法暗挖技术进行管片撤拆、局部断面扩挖后支护。扩挖过程中，必须与一些辅助工法，如压注法等相配合。在地下水位比较高的情况下，必须跟上治水的措施。

4. 在进行与明挖法及矿山法进行技术经济评价研究时，除考虑技术经济比较和评价外，还应从对地面交通干扰和对周边环境的影响等间接的社会效益方面进行全面评价。

5. 根据线路、客流、地质、周边环境等条件，选取客流量较小、埋深较大、围岩条件较好且周边环境不利于明挖施工的车站进行重点研究，争取将这一方法有步骤地在广州地铁三号线的1~2个车站进行试验应用。

### 参 考 文 献

1. 《シールドトンネルの新技术》. (日) 土木工学社出版, 1995 年
2. 《シールド工法の調査》、《設計から施工まで》, (日) 地盤工学会出版, 1997 年
3. 《トンネル標準示方書》「シールド工法編」, 同解説. (日) 土木学会出版, 1996 年
4. 施仲衡主编《地下铁道设计与施工》. 陕西科学技术出版社, 1997
5. 刘建航、侯学渊. 《盾构法隧道》. 北京: 中国铁道出版社, 1991

标书网址导航 [wz.biaoshu.com](http://wz.biaoshu.com)

标书人才网 [job.biaoshu.com](http://job.biaoshu.com) 建造师、造价师 (与“标书”相关的工作免费介绍)