2014年度院优秀宣传项目

沈阳城开中心　　大师工作室

威海市商业银行　　大师工作室

沈阳丽阳广场　　第三设计所

宝能集团天津小白楼商业综合体　　天津分院

院 刊 总第 39 期

2014 年 10 月出版

中国建筑东北设计研究院有限公司

China Northeast Architectural Design & Research Institute Co. ,Ltd

编辑委员会

主　任：王洪礼

副主任：刘克良、窦南华、吴一红

委　员：刘泽生、陈正伦、崔长起、赵成中、刘　战、吕　丹、谭　明、张丙吉、金　鹏、刘德军、金丽娜、王金元、郭晓岩、吴光林、蔡　平、陈志新、黄　堃、刘子青、孙　哲、高连玉、陈　勇、段承宇、司馥声、王志刚、于信涛

主　编：刘克良

责任编辑：马历男

地址：沈阳市光荣街 65 号

邮编：110006

电话：024－62123555

传真：024－23861440

网址：www.cscecnei.com

E-mail: dbyk8023@163.com

目　录

□建筑论坛

2 沈阳西站综合交通枢纽建筑设计引发的思考　付 青

6 极具绿色生态景观休闲空间的人文社区　樊肃宁 刘 迪

10 建筑与环境的有机统一　王发龙 李 倩 张 抒

16 从画面到现实　景 毅

20 教育类建筑设计浅析　刘 明 李雨玲

24 开敞自然 极具吸引力的城市空间　刘阳蕊 李 楠 王 洋

28 区域国际化下的集群效应　尚 博 张 抒 王雯雯

32 承载梦想 希冀未来　谭鑫强 刘振生 王发龙

36 可持续性景观在城市景观设计中的运用　唐丽琴 吴 丹 王翱宇

40 古典园林的现代演绎　李 楠 刘阳蕊 原 圆

□结构研究

44 HRB500 级钢筋在环球国际大厦工程中的应用　尚作庆 吴 迪 刘子青 孙海霞

48 国家建筑标准设计图集 13J104（替代 03J104）《蒸压加气混凝土砌块、板材构造》值得商榷　高连玉

59 用华夏古建墩柱技巧实现抗风隔震结构设计的探讨　李豪邦

□给排水设计

68 浅谈沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼消防系统设计　许为民

71 浅谈自动末端试水装置在自动喷水灭火系统中的作用和功能　祝可心 金 鹏

75 盘锦水游城消防设计　王海卿

79 沈阳市第九人民医院消防设计　万 芳 梁书凯

81 太阳能热水与建筑一体化设计的探讨　王 瑜 赵小超

□暖通设计

83 热计量的经济性分析　扈晓庆 范 爽 方修睦

□电气设计

89 大连中心裕景项目的智能化系统设计　田 丰 朱 江

95 谈 LED 在建筑电气设计中的应用　李 宁 郭晓岩 唐 迪

沈阳西站综合交通枢纽建筑设计及引发的思考

付　青

摘　要　通过沈阳西站综合交通枢纽项目的设计探讨交通建筑零换乘问题。通过对地标性建筑的形象塑造。引发对未来建筑从必然形体走向自由形体的思考。从可持续发展的绿色建筑设计方向出发，提出未来设计应更加全面整合包括场地、热工、光学、声学等方面在内的全方位的、更加理性的、能量化和优化可控的参数化设计目标。

关键词　地标建筑　交通零换乘　可持续发展的绿色建筑设计　参数化　优化

沈阳西站综合交通枢纽项目于 2009 年就已设计完成。几经周折于 2013 年年底全部竣工。目前已投入使用。跨越将近六年的时间，直到今天每每想起这个项目，在设计上仍意犹未尽，很多相关思考仍在延续。

下面从几方面分别谈谈设计感想：

1、项目规模与选址

本项目在原老西站基地上原地重建。拟建成为一级客运站（日发送旅客 14500 人；最高聚集人数 1375 人；发车位数 20 个）。要求满足公共交通和长途客运两大部分的功能。

设计中考虑两个问题，一是基地与城市对外交通出入口的快速便捷连接；二是与其它交通枢纽实现“零距离”换乘。

老西站一直是沈阳市西部门户，原址重建用地范围东至重工南街（60m 宽）、西至壮工街、北至重工南街 132 巷（16m 宽）、南至沈亲东路(60m 宽)。是沈阳连接辽南地区大连、鞍山、营口及省外河北、天津等地区的交通咽喉。

沈阳西站综合交通枢纽——夜景亮化鸟瞰图

2、总平面布局

该地区交通非常拥挤，重建新站更带来挑战。设计中将主体站房沿重工南街从南到北一字排开，局部一层架空，保持了原有的一条规划路，并使其与重工南街相连，整体布局形成两个大环，并在架空部位设置了换乘大厅，成功地分解了长客与公交两部分功能，使公交与长客在各自口部先后与城市干道相连，避免了交叉，并在换乘大厅半室外通道处自然地实现了局部零换乘要求。

站房东部主入口退后重工南街将近 50m，形成站前广场，其中靠近北端设有出租车停靠场地，保留了南部原有的城市绿地，与城市生活形成良性互动；站房西部被规划路一分两半，分别设置长客及公交的停发车场，各自循环，流线分明。一级站班次较多，进出站车辆较频繁，出站口分别安排在重工南街 132 巷及规划路两条次干道上右转上路。

随着市场经济的发展和城乡交往的增加，原有的旅客乘车和候车方式发生了很大的变化。旅客在客运站停留的时间缩短，候车厅由“等候型”向“通过型”转变。小站房、大站场的建设模式是未来的发展方向。相关商业等其它领域的融合也进一步被整合到设计中来。

3、交通流线组织

客运站性质决定了其必为交通汇聚的场所。交通组织是客运站设计的核心内容。

本客运站外部交通流线包括长客及公交两部分车辆进出站流线、两部分旅客进出站流线、货运流线、城市公共交通流线、社会车辆进出站流线。

其中：

长客车辆流线组织——

各个方向来的车辆都须经过沈新东路与重工南街交叉口，驶入路线主要通过沈新东路组织。车辆进站后在一层下客 、卸货，在地面洗车、检测、停放或通过坡道上到二层发车平台短时间等候发车。二层驶出车辆去

往南、北、东方向时，下北侧坡道经由北侧出口进入重工南街 132 巷驶出；开往西向的出站车辆可下南侧坡道进入沈新东路或下北侧坡道进入重工南街 132 巷绕壮工街及保留路再进入沈新东路驶出。

长客人流组织——

客运站的人流主要由重工南街方向通过站前广场进入入口大厅，乘扶梯或电梯上到二层东部售票厅购票；另外还有一部分公交换乘旅客，也通过垂直交通体系进到二层售票厅购票。旅客购票后经过中部安检区安检后进入西部候车厅等候，由西侧检票口检票上车出发。

一层落客区的人流通过出站通道到达换乘广场，直接换乘公交或经过站前广场出站。

公交枢纽车辆流线组织——

公交车辆由沈新东路驶入公交始发站上客出站在靠近始发站区域 10 个停车位临时停靠等候发车。驶出车辆穿过保留道路由重工南街组织。夜间停止运营后，先发班次可以靠近始发站区域停靠，后发班次可以与长客共用一层的 77 个停车位。

公交枢纽人流组织——

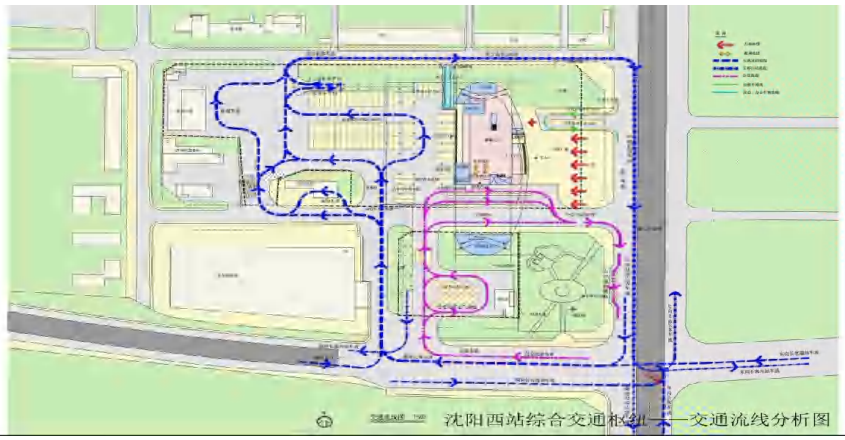
公交人流主要来自重工南街方向，还有部分长客的换乘旅客。通过站前广场进入换乘广场等候上车出站，实现公交室内化。出站人流通过换乘广场和站前广场出站，可以方便换乘出租，也可直接出站。公交长客旅客人员间换乘主要通过换乘广场实现。

社会及其它车辆组织——

出租车停靠站临近站前广场，设有停靠等候区；社会车辆及接送站车辆可以停放站前社会停车场或从重工南街 132 巷进入地下一层停车场；内部办公车辆主要在地下一层停车场解决。自行车停放处设置站前广场，靠近入口处，使用方便。

货运组织——

在站场二层北部设有行包托运厅，连接售票厅及发车场，满足行包托运功能要求。一层设有行包提取处。



沈阳西站综合交通枢纽——交通流线分析图

4、功能组织

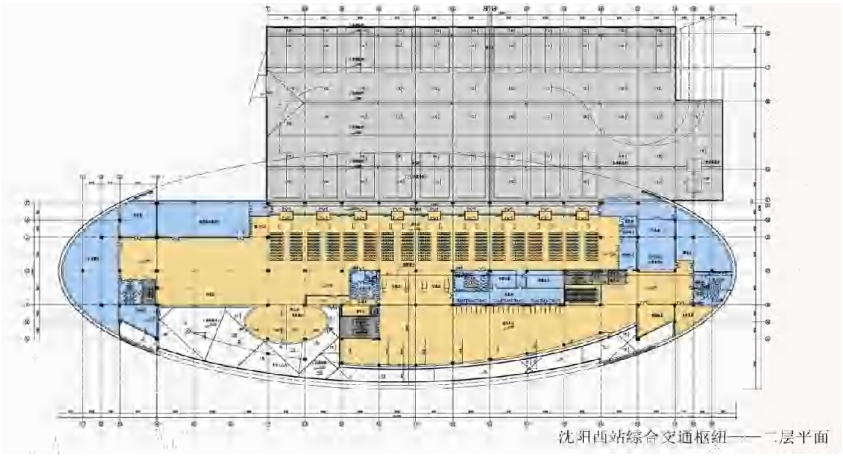
本客运站集中了多种交通工具和多项服务内容。功能立体交织，由平面模式转向了空间模式。

客运站部分主要由站场及站房两部分解决，站场部分主要由一层停车场和二层发车场组成；站房部分由一层换乘广场及二层候车厅、售票厅、三、四层站务办公组成。一层换乘广场满足旅客公交长客零距离换乘，此外还可以提供室内公交候车场所。二层主要是发车平台，进站后售票托运，等候上车；设有 18 个发车位，在高峰期间还可以增加 4 发车位，保障高峰期的使用。

公交枢纽站由公交始发车场组成。公交始发站位于一层建筑底层架空部分，毗邻保留道路。分为 2 个发车通道共 8 个始发位，每个通道柱距 9 米，保整每条通道为 2 车道，运营通畅。公交办公主要在道路南侧布置，临近始发站使用方便。

办公部分主要由一层的公交办公、三、四层集中办公部分组成。地下一层汽车库为社会停车及内部停车使用，设有部分设备用房。

沈阳西站综合交通枢纽　一层平面



沈阳西站综合交通枢纽——二层平面

5、造型设计

综合复杂的基地状况及来自功能的多方面要求，造型设计选用椭球形整体结构，以流线型的动感元素为城市带来新的想象力和冲击力。

西站从其所处环境，不仅仅给城市一个平视角度，更多的视角也给予了旁边的高架桥。从空中俯瞰，第五立面的设计也尤为重要。建筑以谦逊姿态、柔美造型与自然环境有机融合，作为城市西部的主要标志成功地镶嵌在基地上。

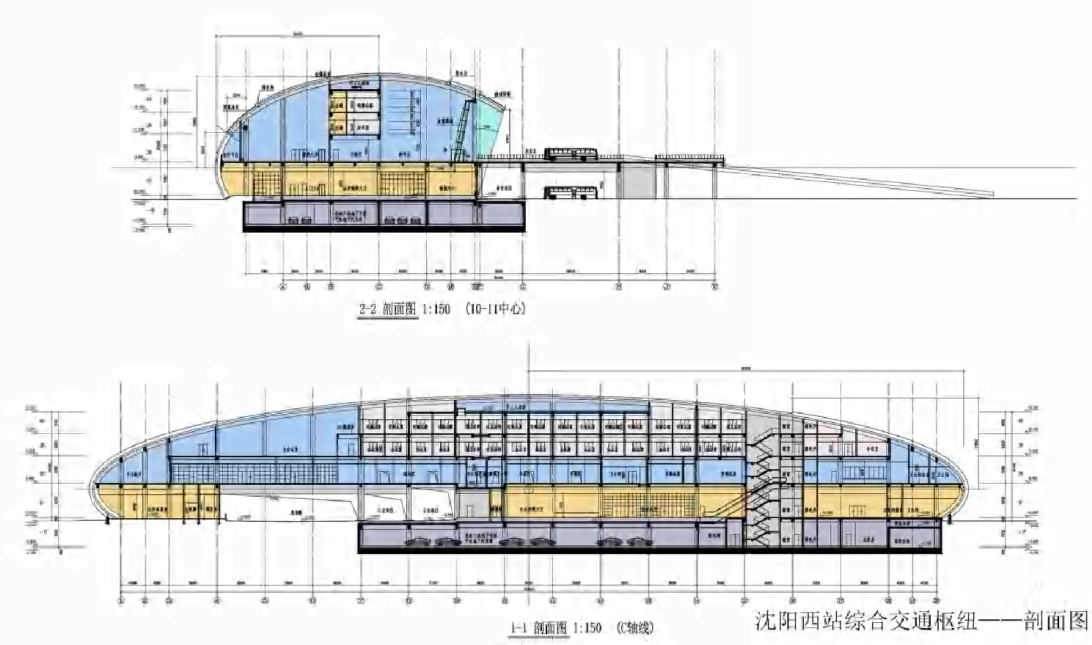
整体化的城市造型，加强了城市界面的连续性。建筑材料以铝板和玻璃幕墙为主，局部配合水平向的百叶装饰，建筑形象细腻而又明快。当夜幕降临，灯光透过玻璃幕墙，映衬出一条水平光带，向天空逐渐延展，勾画出一道美丽的夜色轮廓，与站前绿地中的竖向标志塔形成鲜明对比，共同标示出沈阳西站综合交通枢纽的方位。

建筑整体色调上，以银色金属铝板以其自然编织质感与大片玻璃幕墙交织，浑然一体，轻盈而迷幻，形成由建筑到环境的自然过渡。

室内空间与外部造型呼应，营造城市空间到客运站整个流程空间的连贯过渡。

办票大厅、候车大厅等大公共空间均采用大跨度柱网，由中央的跃层空间上下贯穿。双层表皮系统将自然光由上部到侧面一体的导入。形成令人兴奋的流动空间体验。

西站是一个充满了未知和梦想的建筑。无论从其变幻的生态型建筑空间构成还是到微观转折开合的幕墙设计，都以其较高难度挑战着建筑设计的极限。屋面天窗的花瓣形处理及二层夺目的椭圆柱形精品店的菱形窗格划分更给夜色的沈阳增添一抹炫丽的色彩。



2-2 剖面图 1:150 (10-11中心)

1-1 剖面图 1:150 (C轴线)

沈阳西站综合交通枢纽——剖面图

6、绿色建筑设计方面的思考

节地——本工程四周环境环境复杂，设计采用椭圆形平面成功地组织了人流、各路车流，基本实现了本客运站的交通零换乘；同时紧缩的设计给城市留出了大片的绿地和广场使用空间，柔化了边界，美化了城市，使周围环境更加人性化。在非常有限的用地上各种使用要求各得其所。

节材——根据本工程特异的造型特点，外墙和屋面一体化采用金属幕墙和玻璃幕墙，最有效的适应了造型的特点。

节能——考虑太阳辐射对室内的不利影响，根据不同部位的具体情况采用单银或双银 Low-E 玻璃，特殊部位玻璃加釉处理。本项目虽然地处北方，但透过玻璃的热辐射仍然存在很大问题，尤其来自西侧及顶部的直射阳光，仍需进行遮阳的处理。地下车库尚未实现自然采光，可以考虑利用太阳能光导纤维来实现。进站和出站仍然设计在室外，相对来说汽车尾气的影响还在室外。更人性化的设计，将考虑把进站和出站设计在室内，尾气处理的问题,尤其在北方寒冷季节，主动排风方式将会损失大量热能。被动式通风节能方式有待于进一步探索。

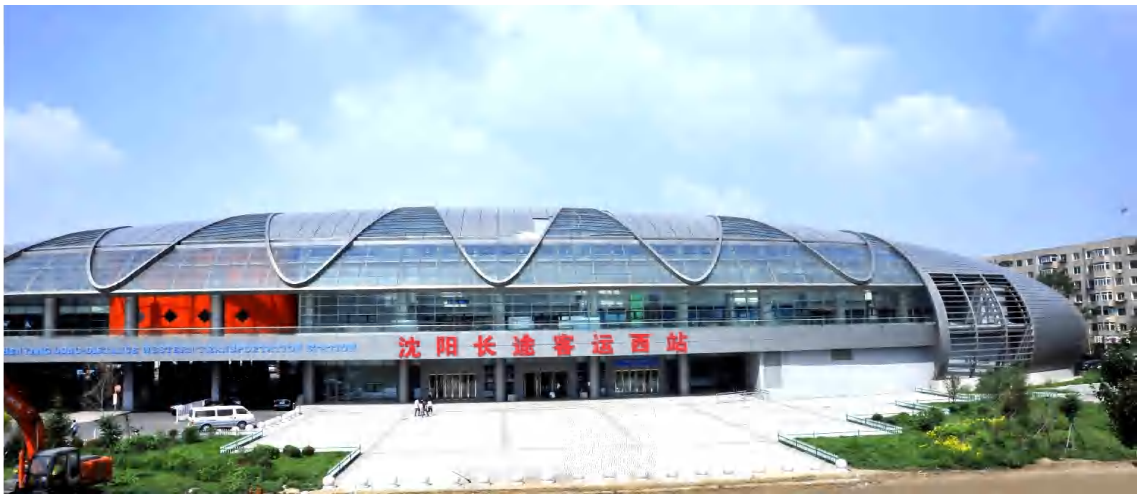
节水——本设计均采用高效、低噪声设备。公共卫生间采用感应式水嘴和感应式小便器冲洗阀。设计中尚未考虑污水的二级处理，可以考虑将这部分污水处理后用于车场洗涤和植物浇灌。

结构——上部主体框架中存在大跨度框架，故在大跨度框架中采用了钢结构形式设计。而钢结构具有诸多绿色节能的优点。

7、参数化设计及优化方面的思考

在全球建筑正在多方探索，从必然形体走向自由形体的革命中，西站项目无疑具有重要的现实意义。它引发了设计朝向参数化方向发展的必然宿求。

整个形体进一步变化的可能及对变化的控制、理性的量化的分析和优化演变，以期进一步达到在热工、光学、声学以及材料构造和结构合理性安全性能上的要求，更是未来设计追求的目标。



沈阳长途客运西站-东侧正门

沈阳长途客运西站-南侧立面

极具绿色生态景观休闲空间的人文社区

樊肃宁　　刘 迪

摘　要　本文对鞍山市鞍钢集团 DN3 地块规划建筑设计项目的设计过程进行一个介绍和总结，通过对项目概况，设计原则， 规划设计，交通组织，竖向分析，景观绿化系统，建筑设计等方面进行分析和阐述。

关键词　规划设计　　景观绿化系统　　建筑设计

一、　设计依据

小区地形，道路及红线范围图，设计任务书及甲方要求；鞍山市控制规划图

《高层民用建筑设计防火规范》（GB50045-95　2005 版）

《建筑设计防火规范》（GB50016-2006）

《城市居住区规划设计规范》（GB-50180-93 2003 版）

《汽车库建筑设计规范》（JGJ100-98）

《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》（GB5076-97）

《城市道路和建筑物无障碍设计规范》（JGJ50-2001）

《住宅建筑规范》（GB50096-2011）

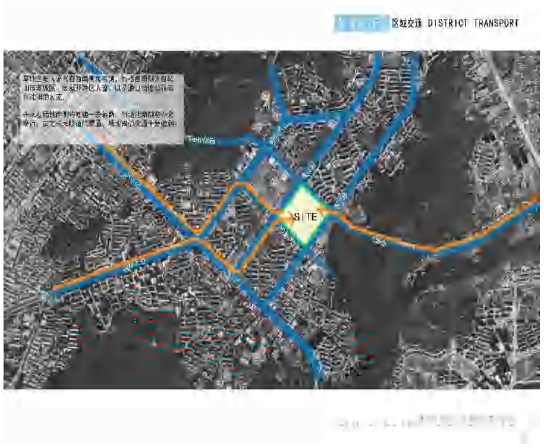
《民用建筑设计通则》（GB503522005）；

国家及辽宁省其他有关规范和标准

二、　项目概况

区位：项目位于鞍山市东北部，曙光路与自由东路的交汇处，与鞍钢高中毗邻而建。项目地处于立山区商业圈及生活区的核心位置，毗邻立山及木架山。空气清新，适宜人居，远离工业区及矿山。

地块现状：用地周边的主要两条市政路已成型，其他为待见规划路，地块内起伏不大，相对平坦。



三、　设计原则

1.　景观资源最大化

1)　高层住宅：丰富域市干道界面，营造内部景观系统，提升住宅品质

2)　小高层：有中心景观，组团间景观，组团内景观，院楼景观层层递进的，创造舒适而自然的居住环境。

2. 环境：融入自然的都市生活

1) 确定以环境为中心、自然舒适的模式进行项目的整体开发。

2) 建立居住生活环境与自然环境之间和谐的共生关系。

3) 建立项目与城市之间良性互动关系，合理的配置商业、会所等公共资源，在解决项目自身的服务功能的同时，为周边城市区域的发展提供动力。

3. 资源节约——可持续的生态战略

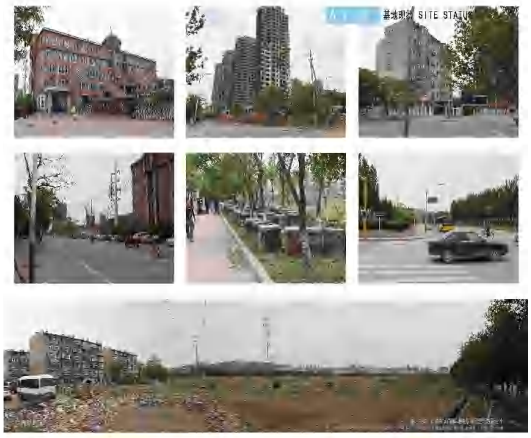
1) 创造人为生态景观，重组自然资源构架，构筑主要的开发空间带，使到居住开放空间和自然开放空间构成一个清晰的景观网络。

2) 强调绿色人文的居住生活理念，最大限度地发挥自然资源的生态特色，使社区的建设彰显人与自然、人与建筑、人与人、人与社会之间的“和谐共生”的关系。

四、 规划设计篇

根据对地块现状的分析，我们确定出该项目的规划目标如下：

1. 充分利用周边道路优势的同事避免城市干道对住宅区域的影响。
2. 创造丰富的城市空间和道路界面。
3. 明确的规划脉络，营造集中的公共活动空间和舒适的居住尺度。
4. 避免单调的建筑布局形式，寻求丰富立体空间和城市天际线。



根据我们确定的规划目标，我们的措施如下：

规划设计上的，中轴对称，正南正北朝向、园区主景观与三个组团的景观排列有序构成了整个小区的布局模式。主轴从小区会所主入口横穿小高层区，形成统领园区的中心景观带，景观轴构成以小高层为主景观节点和公共活动空间。

建筑整体布局上采用高低搭配，整体采用高层+次高层+小高层的布局模式。高层主要半包围小高层区，点版结合，错落布置，在减小城市主干道对小区内部干扰的同时创造出丰富的街道界面意象。小区会所、商业在东南角与主入口联系密切，创造小区重要的主入口形象节点，并结合小高层形成小区主景观带。

五、 交通组织

1. 入口设置

根据周边道路等级和周边地块开发现状，冯家街与梓华路交汇处设计小区形象主入口，以人行为主。在冯家街及梓华路上设计小区次入口，结合人行及地下车库入口。在自由东街与曙光路设置直接下地下车库的车行出入口。

2. 道路系统

小区中轴线形成主要步行景观轴，车辆沿小区周边车库出入口直接进入地下车库，真正实现人车人流人车互不干扰。

小区内主干道，及部分次干道兼做消防车道，部分宅间道路采取铺装地面，结合环境进行统一设计。

六、 竖向设计

1. 设计原则

竖向设计以周边控规道路标高为基础，结合现状地形，尽量减少土方工程量，合理、经济地设计道路控制标高点。

2. 基地竖向设计

场地地势整体较为平坦，无大高差地段。

3. 整个竖向设计基于周边道路和周围环境，最大限度的利用有限的土地资源及尽可能少的挖填土方。

七、 景观绿化系统

小区主景观带结合会所入口，竖向经过小高层区，到达高层区，形成三个节点景观，自由水景结合景观步行路，广场节点布置在景观带上。高层住宅区域与小高层住宅区域共用小区主景观带，并分别设子了各自的景观中心。首层院落周围设置铁艺栏杆式围墙，让私家院落围而不堵，视线景观流畅舒适。

高层在创造良好的景观视线资源的同时充分考虑景观的最优化，通过由景观的点到线，上升为整个面的设计方法，使小区内具有中心性较强的景观点，各点组成清晰地主要脉络，形成小区内优美的景观效果。

八、 建筑设计

1. 户型设计

住宅设计根据不同的产品，不同组团，不同的位置形成不同的建筑形态，户型设计既注重经济实用，又能提供独特的居住空间体验，产品具多样性，满足不同要求。洋房采用两连拼的组合方式，主要布置在景观带两侧，首层带私家院落面积相对较大，向上逐渐退台收分，首层及二层都有独立的楼梯进入半地下室空间。洋房入户采用双大堂设计，首层拥有八户大堂，电梯八户。地下车库同样配置一个大堂，电梯入户。

高层大部分采用一梯四户型，赢板结合，在花园中心设置较大面积的楼王户型，在住宅北向、西向看海位置，看内部大花园位置设置舒适性户型，在临路设置紧凑型户型。

立面设计立足于建筑的整体性，同时也着力避免立面形式有主次之分，推敲各个立面、要素，以求达到每个面均为“主立面”的效果。建筑设计足位与现代典雅的建筑风格，用现代的建筑手法展示传统建筑的魅力，采取简洁的墙面，经典的线脚，通过稳重的材料与传统的居住生活要求有机结合，通过多样的设计手法，通过有选择的引入先进理念。

会所区：采用古典线脚进行装饰，采用横向的延展，竖向的层次，结合入口广场对称布局，材料上采用石材，体现仪式感，提升小区的品质形象。

小高层区与会所呼应，采用现代的手法铺以线脚，通过柱式的竖向形式，体现其尊贵，高档。在基座重要部位采用石材，将中心区的品质进一步提升。在顶部设计挑檐屋顶，丰富建筑的第五立面。

高层区：采用三段式处理，基座采用一些装饰元素，体现品质，楼身采用简洁的墙面，搭配部分线脚，顶部进行收分，配以挑檐处理，与多层相呼应。

建筑与环境的有机统一

——中国医科大学附属盛京医院本溪中国药都规划设计

王发龙　李 倩　张 抒

摘　要　本文对中国医科大学附属盛京医院本溪中国药都项目的设计过程进行一个介绍和总结，通过对基地的周边环境，地形地貌，限制条件，功能需求，开发时序等方面进行分析和阐述。

关键词　规划设计　中国医科大学　有机统一

一、项目概况：

中国医科大学附属盛京医院本溪中国药都项目，地处沈溪新城北部，坐落在本溪市高新区歪头山松木堡村。项目总占地面积约 930 亩，规划总建筑面积约 40 万平方米。

基地内现状地形以自然山地为主，总体地势南低北高。其中南区平坦开阔，北区山谷分为东西两部分，中部地区为人工修建的蓄洪水库。大部分用地坡度在 8%以下，适宜建设。周边群山环抱，自然条件得天独厚。

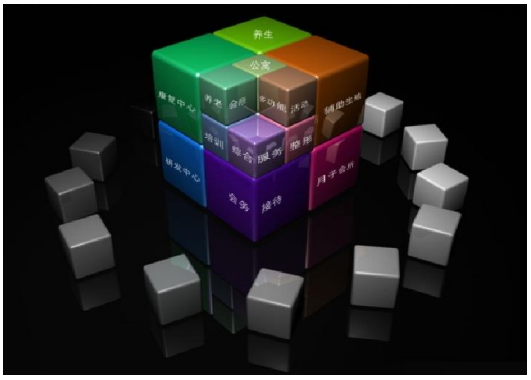
二、项目分析

经过对项目建设规模和功能特征的分析，归纳出本项目建设的主要难点：

1. 功能内容多样：容纳科研、医疗、康复、养老、会议、住宿等多项功能，

2. 近远期规模矛盾：近期建设的功能、规模与未来发展的不确定性。

3. 环境协调：所处区位外部环境与建筑环境的协调融合。



SWOT 分析：

1. 发展优势

1）区位优势

项目地处沈阳与本溪交界的区域，东为建设中的本溪新城，西为发展繁荣的沈阳城区。

2）交通优势

本溪市交通设施建设逐步完善，形成了“快捷畅通、四通八达”的公路、铁路网。

3）环境优势

山是城之魂、水是城之灵、文是城之韵。山脉、水脉、文脉相容的该地区拥有休养、医疗的绝对环境优势。

2. 发展不足

主要表现为周边配套设施不全、市场规模不足、资源整合不够。

3. 发展机遇

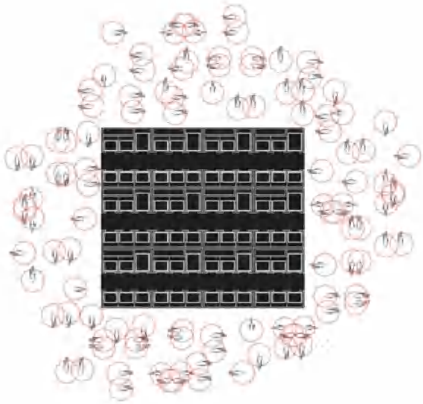
本项目抓住休养、医疗性综合项目的市场规模的快速放量，以及生态疗养时代来临等外部市场机遇。

4. 发展挑战

主要表现为周边区域多种综合医疗性项目产品的发展迅速，对该地块的发展构成了威胁。

三、设计过程

1. 项目人流互动及交往分析



Supercore

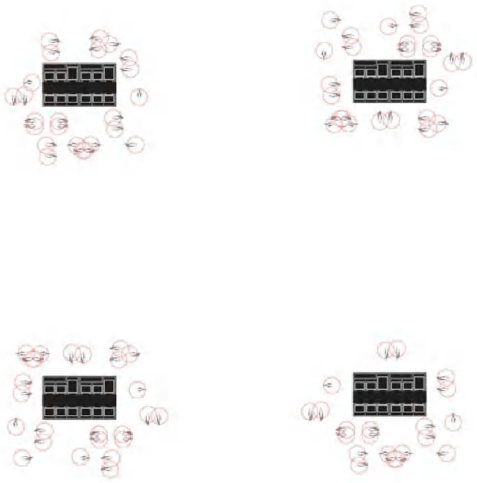
超级核心

培训中心、会务接待、研发中心、多功能健身餐饮中心，生活服务、员工公寓等单元，更多的需要集中管理经营，集中互动活动。在这样的条件下，多以超级核心的网络构成。

Network of dispersed cores

分散核心的网络

各功能医护单元，例如高级月子会所、辅助生殖中心、整形美容中心等，既需要多的医患互动，又需要保证独立完整性，则多以核心分散式网络构成。



Isolated cores

分离的核心

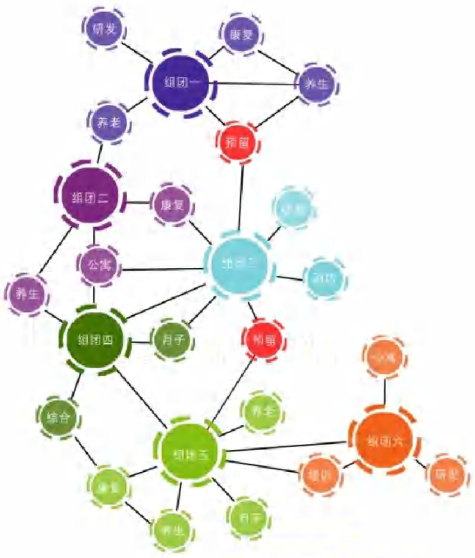
康复中心、养生中心、养老会所，为病患打造安静的，私密的休养环境，应尽量减少对外界的互动，选择分离的核心网络构成。

根据单元之间的功能、类型、人群、交往互动模式进行比对分析得出以下结论。

本项目采用超级核心，分散核心，分离核心、相互结合相互协调的网络形态。

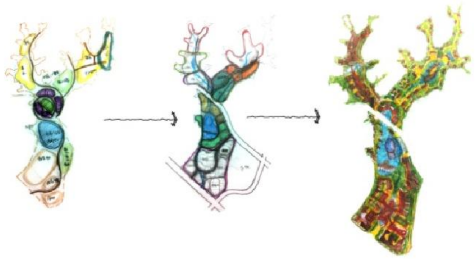
2. 功能分析

以组团的形式布局。使每一个组团都可单独成为一个功能混合体，每一个功能混合体下又可分成若干个单元，其功能是多样的，混合体包含了预想开发的任意几项功能单元。每一个单元都有它特定的功能，并且根据未来发展可置换新的功能单元。每一个组团又可看成是一个开发时段，即保持独立的完整性，又承接着未来的连续性。



3. 方案设计过程

在方案设计过程中，我们将解决各功能区之间的联系作为重点，力图使交通便捷，功能合理。同时整合实体空间与虚空间的关系，彼此形成系统体系。我们将区域视作可生长的生命体，探索和模拟一种可能存在的模式。



三、设计成果

1. 总体布局

总体布局以组团的形式呈现，每个组团相对独立，各自反映一种主要的医疗服务功能，其内部也由若干个不同功能单元组成。

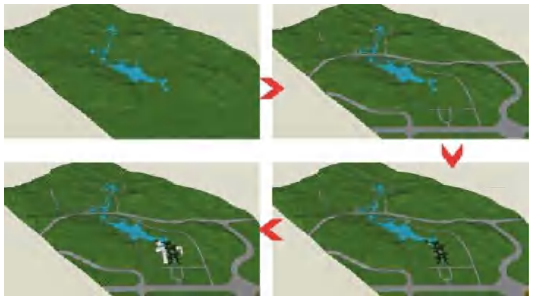
每一个组团既具有建筑形态的独特性，又具备医疗类建筑的功能通用性，并且根据未来发展可置换不同的功能内容。依据时间和空间的不同要求。

设计构思充分尊重自然，利用自然，设置山地公园，绿色健康步道，让医患能充分感受自然的活力；同时力求通过运用目前较成熟的绿色建筑技术，创造一个节地节水、节能节材、自然和谐的绿色生态综合项目。

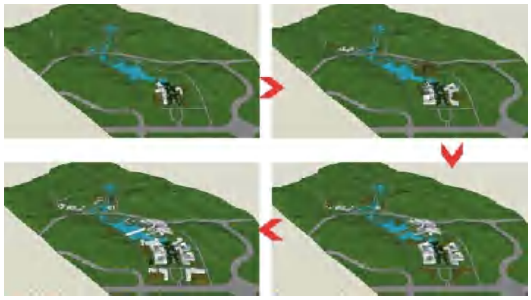
结合整体地块的尺度与功能，将全区规划为 4 大区块，每个区块及所属组团融入柔性空间来满足未来扩建的需要。空间形态强调归属性、通用性，以达到轻松愉快的办公、医疗、休养及居住氛围。

2. 自然生长

基地内由景观中心向外围发散出点状功能个体并形成第一个功能中心。继续向外生长，形成具备多种功能小组团中心。



建筑组群落完整形成，功能上的到完美重组、置换后形成相对独立又相互依托的组团。



接待区趋于完整，并形成新的建筑中心组群，并跨过道路向北侧山谷继续生长。

3. 防洪设计

排洪管线：

利用现状山体谷线汇聚较低点设置洪水收集设施，通过地下排洪管线淹没出流排入景观水系，最终排入区域南部沙河。

截洪沟：

阻止山洪进入用地，减轻用地内排水负担，一般设置在地势较高的地段，基本平行于等高线布置。

排涝泵站：

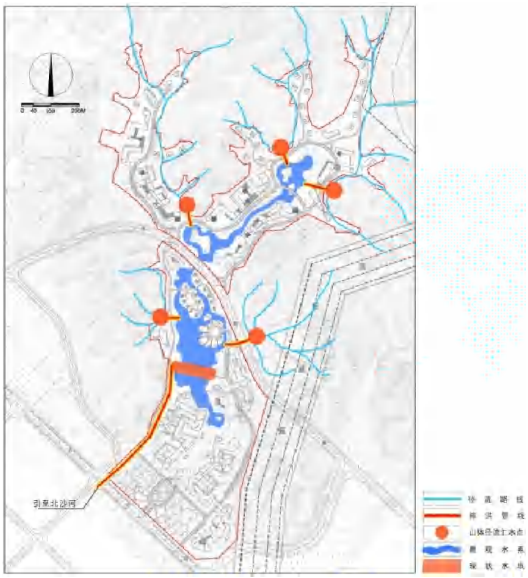
为了降低泵站规模或不建泵站，排水分区内的自然水体应尽量保留，以增加调蓄能力；用广场、停车场、人行道等应尽量建设成透水性良好的地面，以减少地面径流。

水坝：

拦截江河渠道水流以抬高水位或调节流量的挡水建筑物。可形成水库，抬高水位、调节径流、集中水头。

挡土墙：

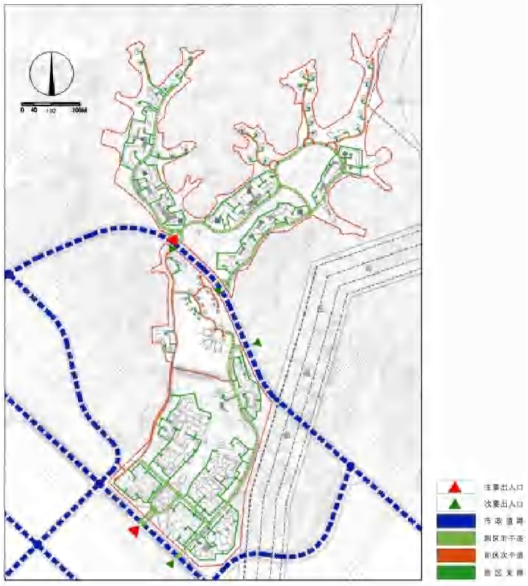
支承路基填土或山坡土体、防止填土或土体变形失稳。



4. 交通分析

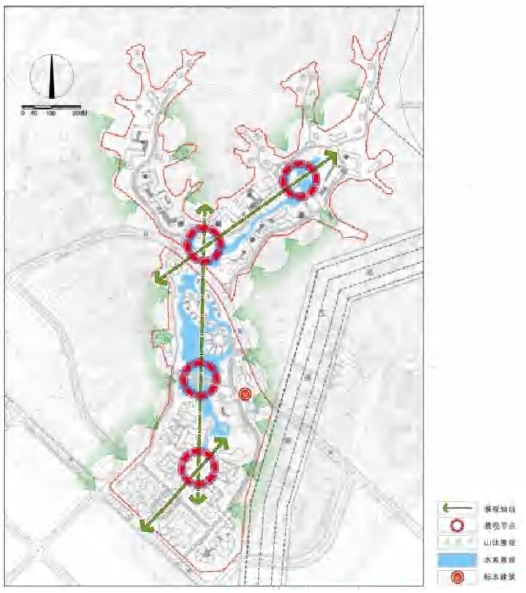
基地内道路层次分明，市政道路配合园区干道，使园区内交通系统的可到达性发挥到极致，配合园区支路，使得基地内机动车和非机动车流线分明有序，避免了内部不同功能分区交通流线互相干扰问题。

考虑到人流、车流的疏散，设计环状与支状道路相结合的路网结构。 环状配合支状的道路系统，使用者可以便捷的到达区域内的各个组团。



5.景观设计

根据道路与山水格局，以自然山体作为对景，创造滨水景观、院落景观、道路景观等特色景观，将现状景观优势最大化利用，创造优美自然的园区环境。



现状水库蓄洪坝体年代较为久远，出于对下游新规划区域的安全性的考虑，对现有坝体进行了加固改造。增设了人、车通道，并结合景观的需求，设置叠水，观景平台，湿地等元素，将坝体及周边区域改造为一个生态景观节点，与酒店观景平台，绿色生态公共服务区一起构成整个区域的核心景观。

酒店北侧的会议中心、高档休闲组团，以“岛”的概念为主，会议中心与高档休闲组团分别处于水库东侧两个小岛上，最大限度的争取景观界面。同时，自身的优美造型和丰富形态也成为景观的一部分。

北区为开放式水景广场，场地高差的微妙变化以及水景绿化带的连续，引导观者视线逐渐离开一般性的城市环境，进入纯净自然的医疗区域。岛上瞭望塔与山中木平台连接，巧于因借、倒影成趣。景观与环境形成远观如写意、近观如工笔的自然美态。

整体景观更富自然与生态性，植物配置与组合造景相结合，使两岸野趣横生，鸟语花香，芦苇摇曳，充分体现人与自然的和谐共生。

五、设计总结

在医疗空间的设计，最大限度地满足人的行为方式，体谅人的情感，力图创造一种人与人之间相互交流的场所，着重从医疗空间的布局、建筑色彩与材料的运用、以及无障碍设计等方面体现人文关怀与时代需求。

考虑到目前阶段高端医疗服务的普及性，及未来医疗服务产业内容和规模发展的不确定性，我们将近期与远期建设统筹考虑，近期的“功能集聚”和远期的“功能扩展”以生物体“自然生长”的形式予以体现。

中国医科大学附属盛京医院本溪中国药都项目的建立与发展，将“有机生长”的理念贯穿始终，以“百年树木”的精神为未来医疗产业的有序发展奠定基础。使其必将成为“环境优美，设施完善，服务健全”的现代医疗园区成功典范。

设计充分尊重自然，利用自然，设置山地公园，绿色健康步道等，让医患都能充分感受自然的活力；同时力求通过运用目前较成熟的绿色建筑技术，创造一个节地节水、节能节材、自然和谐的绿色生态综合项目。

六、结语

一个集科研、医疗、康复、养老、会议、住宿等多功能综合项目的建设与发展，应如一棵参天大树的生长过程——生根发芽、由小及大、枝繁叶茂。设计依托盛京医院的百年发展历史，将“有机统一”的理念贯穿始终，将不同功能组团相对独立设置，并借助多种有效措施将其中的共享服务功能集中设置，达到资源的有效利用。

作为一项国内投标的竞赛项目，通过为期一个多月的方案创作、文本制作、模型制作、多媒体制作等工作过程。最终在公开竞标中力压同济大学、北京市设计院、清华大学等投标单位，赢得中国医科大学附属盛京医院本溪中国药都项目最终设计权。

在喜悦的同时，也充分体会到在设计中一定要投入非常多的精力和智慧，更离不开团队齐心协力的工作状态和对夺得“战斗胜利”的决心和信心。

从画面到现实

——唐山国丰维景国际酒店设计

景　毅

摘　要　对于设计者来说每一个建成的项目都有着其不同的设计初衷。也许展现给世人的只是一个项目，但是对设计者本身而言它也许是一个任务，也许只是一份工作，也许只是一份收入，也许是一个理想、一个愿望、一副用尽全力去实现的画面。一曲在理性与感性、情商与智商之间来回错位的探戈。

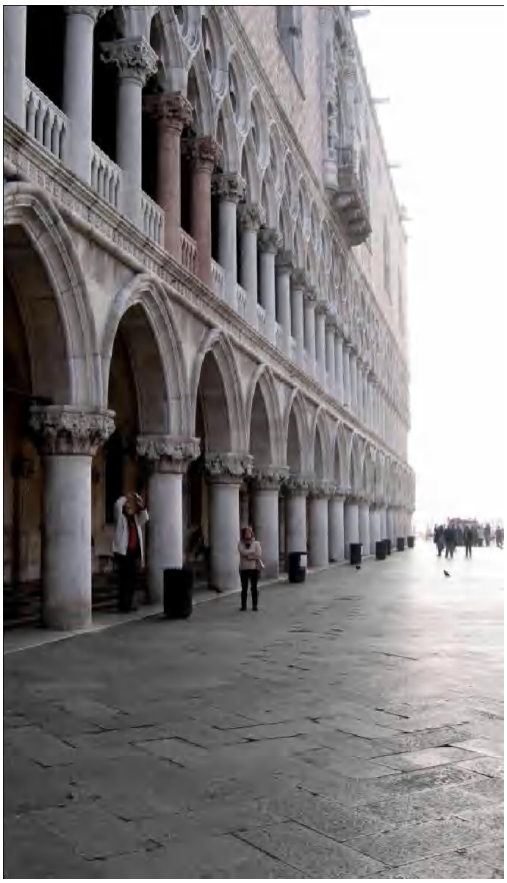
关键词　酒店　威尼斯

序

2006 年当我乘坐着贡多拉小船，沿着运河向举办威尼斯双年展的绿园城堡市立公园方向行驶时，必须经过几座大桥。每次在这个季节，各种大型展会的大型宣传广告和会标都会悬挂在大桥两边的最高位置上，而在最有名的 16 世纪建造的里亚尔托桥上，就是那年建筑双年展的海报。依次下去，是经过历史建造物大木桥，桥上悬挂有整修之后重新开放的 Palazzoggrassi 美术馆举办的“Where are we going?”当代艺术收藏展的大型横幅，而桥的另一面则是德国著名摄影家 Thomas Ruff 的个展横幅。加上同时举办的威尼斯电影节，整个威尼斯弥漫着浓郁的艺术和建筑的气氛。

作为一个年轻的建筑师漫步在威尼斯的街道上，我是骄傲的。回到现实的工作中后难忘在威尼斯的点点滴滴，怀念在威尼斯街景，怀念那里的建筑气息… …

2007 年冬天一个从天而将的机会轻轻的飘落在我面前，唐山国丰钢铁集团要投资一个威尼斯风格的酒店。一切就这样简单的开始了，那年我 28 岁，我是幸运的。



概述

唐山是一座经济飞速发展的城市，同时人们对物质生活的追求也日新月异。这个酒店是唐山唯一个标准五星级的酒店。酒店地处丰南新区，背靠津唐大运河，与著名的“运河唐人街”隔河相望，独揽交通与繁华双重便利。酒店建筑规模为 40000 平方米，客房 360 间，2012 年试营业。用地的西侧为津唐大运河的起点，我在设计中拓宽了水面变成了现在的“惠丰湖”，为酒店提供了更优良的环境与景观视野。酒店的主入口及前区广场朝东布置暗喻“紫气东来”。清晨阳光与周边的水环境相互交融，云蒸霞蔚，加上古朴的威尼斯风格，经过了六年的时间我做到了我想要的。

规划

基地的轮廓近似于三角形，且基地的东侧（侧向）为主要道路。常规的南北布局无法很好的解决建筑与基地的关系，纯粹的厢楼同样是规划设计中的败笔。

因此在经过一系列分析后我决定用正反两条曲线组织建筑的平面布局，既创造出被环抱的前区空间，使来客能感受到强烈的仪式感；又能使客房部分与湖面多角度的结合，自助餐厅直入水中，在这块不规则的用地里因地制宜。

从东侧的主广场过来，用典型的西方中轴布局解决酒店入口及大堂，两侧对称布置会议入口及 VIP 入口。流线清晰，空间相互呼应。广场区的环境设计与主体的发散角度相互吻合，使建筑与环境有机结合。这种布置也满足了现代酒店高效、便捷的使用要求，提高了酒店的流程效率，使客人按直觉便能找到其想要的功能区，而且各个区域相对私密。

体量

在设计时首先考虑了巨大的建筑体量对环境的影响。虽然建筑的消防高度控制在了 50 米以下，然而酒店的长度接近 170 米，和周边的建筑相比的确是一个庞然大物。因此将酒店的平面形态处理成“蜿蜒”状。如此在各个主视点看酒店都看不到完整的建筑体量，感受不出酒店究竟有多大的体量，这是种将体量隐藏在自己身后的设计手法。在客流主要来向上将建筑主立面沿山墙向中心层层退台，创造出空中花园的同时，体量消减的处理减少了建筑对城市的压迫感。从而使建筑更加积极的融入城市空间。体型的变化也为客房争取了更多的沿湖景观朝向，也通过层层叠叠、连绵不绝体量柔化了与基地环境间的关系。

空间

从基地前区开始我为来客设计了一序列的空间感受，第一点：从城市的角度看到酒店优雅别致的造型，满足人们心里对酒店建筑需求的价值感。第二点：来客走到广场入口感受到开阔且细致的前区广场及中轴对称空间，给人强烈的向心感，吸引客人向酒店走去。第三点：25 米长的雨棚空间是广场和酒店大堂的过渡区，像是慢慢揭开酒店神秘的面纱，稍许漫长，终究美丽。第四点：酒店大堂为 970 平方米，层高 10.8 米，让人真正感受到酒店内部第一个震撼空间。第五点：与大堂相连的水上自助餐厅直径 25 米，270 度观看湖景。这些只是酒店其中一条轴线的空间序列感受，其它几条轴线也做了同样的空间设计。

细部

在酒店的设计中，我始终希望续写威尼斯的美丽气氛。主立面的连续券拱，中轴制高点的拱顶，每一个窗口，每一个檐口，每一个山花我都像那些西方古老的工匠一样精雕细琢。幕墙分格，柱式的比例，金属装饰的大样，所有细节都融入威尼斯的传统元素。在东方让建筑语汇讲述一个古老的西方故事。

结语

唐山国丰维景国际花园酒店的设计以尊重和维护城市环境、建筑文化、基础设计原则为出发点，努力在现代化的城市中塑造建筑独立的灵魂，并成为城市不可分割的一部分。

教育类建筑设计浅析

--香港中文大学ＡＢ教学楼Ｃ实验楼设计体会

刘　明　　李雨玲

摘　要　本文对香港中文大学ＡＢ教学楼Ｃ实验楼的设计过程做了简单的分析，并在文章的最后总结了设计过程中存在的问题和取得的经验，希望对今后教育类建筑的设计工作提供一定的借鉴意义。

关键词　教育建筑；香港中文大学；教学楼；实验楼

0，引言：

香港中文大学（深圳）一期建设项目位于龙岗区大运新城区域，龙岗区大运公园南侧，龙翔大道以北，由龙岗北通道两侧地块组成，包含了上园、下园及中园三个区域，总用地面积约100公顷。其中可建设用地为上园和下园，共约50公顷(上园193761.43平方米,下园307671.53平方米)，其余为由该校管理的公共绿地。具体位置详见图1。

拟建场地原始地貌为大部分地段为台地、残丘，局部为冲洪积阶地及低丘陵，原始地貌部分破坏，现状主要为大运山公园绿化植被、园区设施及道路。场地内整体呈现北高南低，西高东低，地面坡度较大，垂直切割强烈。

根据香港中文大学（深圳）一期项目的方案设计，整个校区由两个地块组成：下园校区为10-14号地块，上园校区为10-15号地块。

下园包括了教学区、行政办公区、综合活动中心区、学生生活区以及室外活动区，共分为五个区域。教学楼AB以及实验楼C组成了教学区，AB楼之间以架空连廊的形式连接一起，是整个教学区形成了一个整体,长边平行于市政道路龙翔大道，为校园阻挡了外界的喧嚣。

行政办公区在教学区的东北角，主要由行政楼及会堂组成，由于地形限制，行政办公区通过错层连廊以及与教学区形成的百万大道和教学区联系在一起，保证了教学与办公的便捷性。

综合活动中心区在教学区的北边，主要由学生中庭，学生活动中心和图书馆组成。其中，学生中庭是连接教学区与综合活动中心区的纽带，也是校区百万大道的尽头，给校区提供了别样的景致。

学生生活区在教学区的西北角兹临学生活动中心，主要由本科生书院宿舍组成。室外活动中心布置在了教学区的西边,距离教学区和学生生活区都较远,从而避免了该区域对学生学习和生活的影响。下园校区内部共设737个停车位（包含十个残疾人停车位）以及3000个自行车停车位,可以满足校区内部以及部分外来车辆的停车需求，同时也体现了低碳校园这一概念。

上园主要是大部分师生的住宿设施,共分为三个区域：学生住宿区、教职员住宿区和公建设施区。学生住宿区主要由一栋师生福利房、两栋研究生宿舍、一栋本科生宿舍以及消防水泵房组成，它占据了上园区大部分用地，在主出入口南边。

在学生住宿区的西北边的教职员住宿区共有四栋楼组成，依着地势依次而建。在学生住宿区的南边设置了自行车集中停放处,在教职员住宿区的东边设置了三块绿化运动场地及地面停车场，由这两部分从而组成了公建设施区，这样的布置完全满足教职员以及学生日常生活的配套需要。上园校区同样遵循低碳校园这一基本原则，在校区内设置3000个自行车停车位。

1 设计构思

整个建筑组团由A商学院、B理工学院教学楼、C湿式实验楼组成。总建筑面积110200.24平方米。其中A楼建筑面积：22952.62平方米；B楼建筑面积49777.10平方米；C楼建筑面积37471.52平方米。详细效果图详见图2。

1.1 A商学院、B理工学院教学楼

建筑设计以「学术聚落」为概念，包括校内大部份课室、演讲厅、实验室、学生设施等配套，建构集中、高效率、方便各学系互相沟通交流的教学大楼。教学大楼以「之」字形态交叠，形成序列院落空间,成为校园学习活动的空间主轴，让不同学系的教学空间交叉重叠，不单方便师生穿梭大楼各部份，亦促进学系间的对话交流。大楼交叉展开，当中营造了很多人性化尺度的庭院空间，将林荫中轴的绿化延伸到大楼内，同时加强建筑的自然采光及通风,亦为师生提供舒适的休憩活动空间。交叉大楼由林荫中轴的水平提高,形成一条有盖连廊,当中穿插着咖啡室、展厅、访客中心等公用设施，构成一条提供校园生活所需的内街，也是学生课余时间的聚脚点。

1.2 C湿式实验室楼

实验室楼为一个单体在首层以上部分分成科研实验室楼及教学实验室楼两部份,中央以采光顶相连或局部楼层相连，形成一公共研讨空间，令实验室楼不单从功能出发，也是校园中其中一个重要的社交及学术交流空间。大楼内采用模数设计，配合现代实验室的布局需要，也方便日后按功能将空间灵活组合。

建筑耐久年限：50年。

1.3 建筑消防分类：

A商学院教学楼以标高63.00m首层为基准面，地上部分7层，首层以上部分6层与下首层用楼板及防火隔墙完全分开，分别疏散至室外。

首层以上部分以楼梯在首层直通室外地面最低点室外地面标高计算建筑高度，建筑高度为27.8米，大于24米，所以定性为不超过32米的二类高层。下首层高度为5.0米，参照首层以上部分从严执行《高层民用建筑设计防火规范》。

B理工学院教学楼以标高55.00m至56.00m下首层为基准面，地上7层，建筑高度29.95米，主要功能为教学楼，所以定义为不超过32米的二类教学楼，执行《高层民用建筑设计防火规范》。

C楼为超过32m的二类高层。

建筑耐火等级：不低于二级；抗震烈度：7度。

2.平面设计

2.1 A教学楼

2.1.1 地下一层平面图（-8.00m标高）

建筑地下一层平面为平战结合的人民防空工程；该工程人防分类为甲类，抗力级别为常6核6级，平时功能为汽车库，战时功能为二等人员掩蔽所。

2.1.2 下首层平面（-4.00m标高）

建筑下首层平面主要为餐厅、厨房、教职工会所、卸货区及平战结合的人民防空工程。人防部分分类为甲类，抗力级别为常6核6级，平时功能为汽车库，战时功能为二等人员掩蔽所。

2.1.3 首层及二层（+1.000m, +5.000m标高）

首层及二层主要功能为教室，包括4个40人教室、5个50人教室、2个60人教室、2个80人教室、2个80人马蹄形教室、2个120人马蹄形教室及5个研讨室。也有半户外的研讨空间。

2.1.4 三至五层（+9.000m, +13.000m, +17.000m标高）

三层至五层主要功能为干式实验室及预备实验室，也有半户外的台阶式研讨空间。

2.1.5 顶层（+21.450m标高）

顶层为商学院学系办公室及设备用房。

2.2 B理工学院教学楼

2.2.1 下首层平面（-6.00m标高）

下首层为学生活动设施（包括银行、电脑及电子用品店、书店）、信息科技处、设备用房（中央冷站、变电所、发电机房、空调机房、核心机房等）及其他后勤设施（卸货区、垃圾房）。

2.2.2 首层及二层（+0.000m, +4.000m标高）

首层及二层主要功能为教室，包括21个40人教室、5个50人教室、8个60人教室、4个80人教室、4个120人阶梯教室、2个150人阶梯教室、1个200人阶梯教室、2个250人阶梯教室及21个研讨室。也有半户外的研讨空间。教学楼与中央绿地的界面有连廊将教学楼建筑群相连，除了是便捷舒适的交通空间外，也有邮局、理发店、咖啡店、展览厅、访客中心及纪念品店。增加连廊空间的活力。大楼交叉展开，当中在首层营造了很多人性化尺度的庭院空间，将林荫中轴的绿化延伸到大楼内，也是师生的课余的交流场所。

2.2.3 三至五层（+8.000m, +12.000m, +16.000m标高）

三层至五层主要功能为干式实验室及预备实验室、4个80人教室，也有半户外的台阶式研讨空间。

2.2.4 六层平面（20.45m标高）顶层为理工学院学系办公室。

2.3 C湿式实验室楼

2.3.1 下首层平面（-6.00m标高）

下首层为重力实验室、科研实验室、实验室安全事务处、设备用房（污水处理站、中水泵房、给水泵房、饮用水站、消防水池及水泵房、高压配电室所、发电机房、空调机房等）及其他后勤设施（卸货区、垃圾房、动物存放室、化学废料储存间及危险品储存间等）。

2.3.2 首层至七层（C3楼科研实验室翼）（+0.000m, +5.000m, +10.000m, +15.000m, +20.000m, +25.000m, +30.000m标高）

湿式实验室楼分开科研实验室翼及教学实验室翼，中间为一有盖庭院。平面设计以实验的模数安排，方便日后使用方作灵活间隔。首层至七层主要功能为科研实验室、预备实验室及研习间。

2.3.3 首层至四层（C2教学实验室翼）（+0.000m, +5.000m, +10.000m, +15.000m标高）

教学实验室翼首层至四层主要功能为标准40人实验室、预备实验室及研习间。首层在庭院旁附设咖啡厅。

3.竖向交通设计

3.1 A商学院教学楼

本建筑共设6楼梯及2部普通电梯。其中首层以上部分3部封闭楼梯间及1部室外楼梯，均设有直接对外开窗。下首层及地下一层车库设有3部楼梯间（其中AS-02地上共用），2部可以直接对开疏散开窗。楼梯AS-02在首层以下部分为防烟楼梯间。

教学楼的设计鼓励师生利用楼梯上落，在靠近百万大道一侧设有室外连廊，结合连廊设有1部室外楼梯及1组上行扶手电梯，舒缓楼内交通压力，电梯主要为辅及供轮椅人士使用。

3.2 B理工学院教学楼

本建筑首层以上部分共设11组楼梯和8部普通电梯。除BS-03为防烟楼梯间外，其它地上楼梯（BS-01, BS-02, BS-04至BS-11）均为封闭楼梯间，设有直接对外开窗。下首层直接疏散到室外，不设置楼梯，通过BL-01 BL-04 BL-06三部电梯及室外台阶与上首层连通。

此外，电梯大堂亦加设非疏散楼梯，鼓励师生利用楼梯。连廊的设计亦加强首层至三层的垂直交通，设有3组室外楼梯及1组上行扶手电梯，舒缓教学楼内交通压力，电梯供轮椅人士使用。

3.3 C湿式实验室楼

本建筑共设6组楼梯和8部电梯。

C3楼为超过32米的二类高层，设有6部防烟楼梯间、3部消防电梯及5部普通客梯，楼梯间均可直接对外开窗。按《高层民用建筑防火规范》每层面积大于4500平方米时，应设置3台消防电梯，满足要求。

此外，中庭亦加设非疏散楼梯，鼓励师生利用楼梯上下。连廊的设计亦加强首层至三层的垂直交通，设有1部室外楼梯及1组上行扶手电梯，舒缓湿式实验室楼内交通压力。

B楼及C楼在百万大道一侧三层设置有连通连廊，并可连通通向学生活动中心，结合连廊设置有4部室外楼梯及2部上行扶梯，便于师生使用。

4.剖面设计

4.1 A商学院教学楼

地上(首层以上)六层、下首层一层，其中地下部分为停车场(战时为人防区)，地上部分为教室及干式实验室部份。

建筑总高度（地上）：27.8m

建筑层高：建筑层高均为 4m，地下一层层高为4m，下首层层高为5.0m

建筑面层厚度：地下车库面层为300mm，其他房间面层为100mm(厨房区域局部降板厚度为800；卫生间上下不对位时降板500mm)。

室内外高差：0.15m；室外至门厅：0.05m。

4.2 B理工学院教学楼

地上(首层以上)六层、下首层一层，其中吊层部分为商店、餐厅、设备用房等，上层为教室及干式实验室部份。

建筑总高度：29.95m

建筑层高：建筑层高均为 4m，下首层层高为5.0m或6.0m

建筑面层厚度：房间面层为100mm；部分卫生间降板500mm(卫生间上下不对位时)

室内外高差：0.15m；室外至门厅：0.05m。

4.3 C湿式实验室楼

C2为教学实验室楼，共五层，C3为科研实验室楼，共八层。

建筑总高度：29.60m及44.60m

建筑层高：建筑层高均为 5m，下首层层高为6.0m

建筑面层厚度：房间面层为100mm；部分卫生间降板500mm(卫生间上下不对位时)

室内外高差：0.15m；室外至门厅：0.05m

5.立面设计

配合校园纯朴学术风气，及中文大学弘扬中国传统文化的理念，教学楼及实验室楼的立面设计以简约、朴实的材料为基调，结合环保及绿化的设计元素。此外，由于这系列建筑面临龙翔大道，为提供宁静的学习环境，立面上亦加上减噪装置。

实验室楼（C幢）及商学院教学楼（A幢）以双层外墙设计，以混凝土砖作板块外层立面，窗户后退，以减少马路汽车噪音的影响。而面向庭院的立面则以青砖墙配合竖条窗户，并在可开启的窗户旁加上垂直减噪铝板。

连廊及端头台阶式研讨空间外墙以铝金属格栅及垂直绿化构成一半通透的立面，让建筑与城市对话。主入口两旁教学楼的立面也是构成校园印象的重要部份，两座楼分别以玻璃及陶板组成特色体量，以接近对称的建筑配合不同的材质互相呼应，令主入口的空间既具活力，也不失端庄。详见图4，5。

6.无障碍设计

按照有关规定及规范要求，在本工程内应创造无障碍的使用条件，使无障碍人士能方便地利用出入口，各层厅室，卫生间，餐饮等各项设施。为此，本设计包括了以下几个方面：

7.1 在地下停车场设有专用的残疾人停车位，残疾人可利用地下车库内的电梯到达各个楼层。

7.2 残疾人可从-6.00和±0.00入口直接进入教学楼及湿式实验室楼，并通过相应的电梯达到各楼层。

7.3 在教室层设置了残疾人专用卫生间。

7.4 阶梯教室内设置了轮椅座席。

7.主要建筑构造

7.1 屋面

屋面防水等级为II级，为不上人屋面，面层为细石混凝土外刷涂料。细石混凝土应按要求设置分仓缝按要求设置分仓缝。上人屋面面层为室外防滑地砖。

按《屋面工程技术规范》(GB 50345-2012)为二道防水设防，防水材料分别采用单面自粘型沥青基聚氨酯胎防水卷材(3厚)和聚氨酯防水涂料(1.5厚)。

屋面保温采用40厚挤塑板，满足节能要求。

屋面排水为有组织排水，女儿墙的高度为1000~2000mm。

7.2 外墙

地下室外墙全部采用钢筋混凝土墙体。

外墙采用加气混凝土砌块砌筑，厚度为200，砌块外表面应用聚合物水泥砂浆、涂膜等做防水处理。B理工学院教学楼临龙翔大道为现浇混凝土墙体加上薄粉擦。

B理工学院教学楼外墙大部份为涂料及条形窗。由于龙翔大道交通繁忙，窗户为减噪玻璃窗，并设有铝合金挡板。详见图6。

7.3 玻璃幕墙

玻璃幕墙用于教学楼顶层学系办公室，为隐框式幕墙，幕墙内侧根据安全、防火和节能的需要砌筑900m高的实墙，玻璃采用中空Low-E镀膜玻璃，玻璃颜色为淡紫色。

7.4 内墙

7.4.1 加气混凝土砖墙体

防火分区隔墙、设备用房之间的隔墙（除钢筋混凝土墙外）及房间之间的实墙均采用 200mm 厚加气混凝土砖砌筑。卫生间的加气混凝土隔墙表面需刷 1.5mm 厚聚合物水泥防水涂料，具体做法详见 03J104 第 52 页 II-II 剖面图。

较小办公房间隔墙或部分管井间隔墙采用 100 mm 厚加气混凝土砖砌筑。

7.4.2 防火卷帘：

防火卷帘采用特级防火卷帘，防火卷帘在吊顶以上至梁底部分需用相同耐火极限的材料封堵。

8 结语：

本工程为综合性教育建筑，其中多条规范属于教育建筑独有的规范，在设计过程中遇到多次规范与功能之间的冲突与困难，为今后再次承接教育类建筑积累了宝贵经验。本项目为与香港设计公司合作完成的设计项目，在设计过程中港方设计师在我们完成施工图后都会将设计图纸（主要是建筑专业和结构专业）汇总，重新建一个 SKP 模型，看看模型上与原有设计理念是否一致，同时核对建筑和结构专业模型是否能完全对应。这种认真的态度和工作方式很值得我们学习，建议在之后的项目上采用相同的方法提高项目的设计质量。

图 1 香港中文大学深圳分校总平面图

图 2 香港中文大学 B 教学楼透视图

开敞自然 极具吸引力的城市空间

---中国药都会展中心景观规划设计

刘阳蕊　李 楠　王 洋

摘　要　本文对中国药都会展中心景观项目的设计过程做了简要的分析，从设计理念到设计目标，从设计原则到设计成果，希望对今后的大型博览型的景观设计提供借鉴，为今后景观设计的可持续发展提供依据。

关键词　规划设计　天女木兰　生态化。

一、项目概况

本次规划的范围为沈本新城核心区的药都会展中心，地块总长度 642 米，宽度为 265 米，总用地 149417 平方米。其中硬质铺装约 1 万平方米、绿化用地约 2 万平方米。项目用地位于沈本新城核心区（本溪经济技术开发区），沈本产业大道(枫叶路)西南侧。项目基地距离沈阳市中心 47 公里，距离本溪市中心 34 公里，距离桃仙机场 33 公里，交通便利。

二、项目分析

经过对项目自然条件、人文条件、功能需求的了解，对本项目进行了综合分析。

1. 区位优势

本项目位于沈本新城核心区（本溪经济技术开发区），为未来城市建设的核心位置。

2. 资源与文化优势

医药资源储备丰富，医药文化历史悠久。

3. 医药产业优势

随着医疗被人们和社会的重视，本项目抓住了现代人们的需要心

理，本项目拥有较好的发展前景。

4. 现状不足

本项目位于经济开发区，虽然有较好的发展前景，但是目前周边配套设施并不完善、距离市区距离略远。

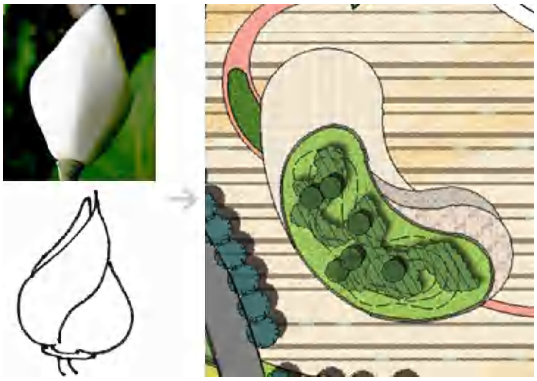
三、建筑分析

景观设计与建筑设计密切相关，了解建筑风格是景观设计的前提，本项目的建筑为体量感很强的弧线设计，在景观设计上，既要突出建筑的体量感，又要增加景观元素的存在感。

四、设计理念

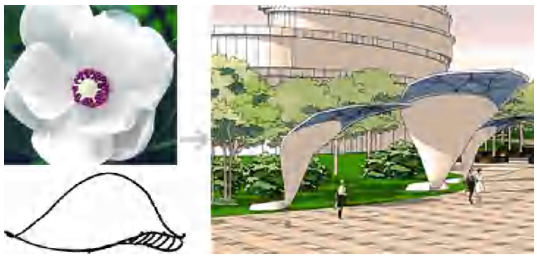
天女木兰花开时节，满树银花，随风飘荡，芳香无比，宛若天女散花。天女木兰为本溪市的市花，具有一定的地域特色，本项目的设计理念源于天女木兰，根据天女木兰本色的形态特点及不同时期的开花形态，进行抽象化的艺术处理，运用设计语言进行表达，形成绿岛、广场、廊架等景观节点。

1. 绿岛



2. 广场

3. 廊架



五、设计原则

1. 适应性原则

会展中心规划与周边的自然环境相互协调适应，充分考虑基地道路、用地等人工环境。同时，根据对特征人群的职业、风尚、文化修养的分析，进行合理的定位及功能分区，指导广场景观设计构思。

2. 以人为本的原则

人是场所的真正主人，广场景观的功能布局应能满足人的活动需求。如合理设计导示系统，保证基地内通行的路线明确、畅通；更多的考虑遮阴功能，如在广场内合理设计休闲绿地及可供庇荫的廊架景观构筑物等等。

3. 生态化原则

谋求可持续发展，以满足人们不断提高的物质和精神生活需求。同时通过运用生态景观设计元素，充分体现会展中心的生态、自然、健康的特点。

4. 个性化原则

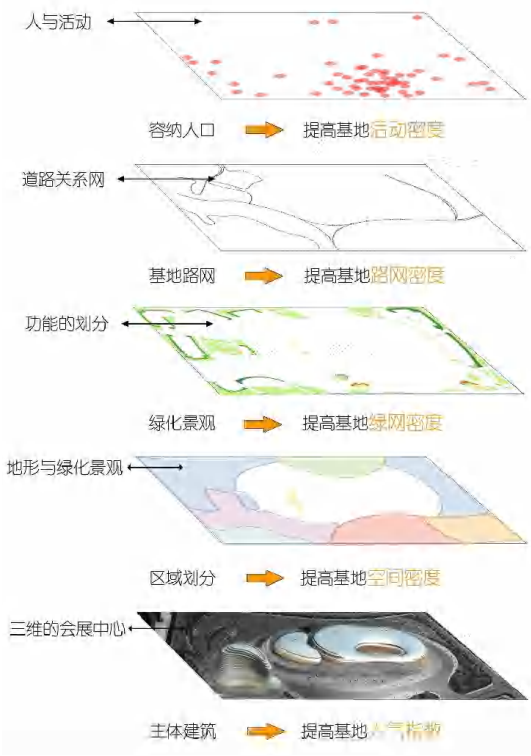
将本溪市市花“天女木兰”花作为景观元素融入整个广场的景观设计中。广场的构思和细节设计中，通过个性化的设计手段，利用药都独特的内部资源优势，提升广场的生态、经济、社会价值。

5. 参与性原则

场所不再是单方面的环境景观，而是力争通过设计来增加可调动人们参与其中的景观设施等，真正实现人的参与性，实现“人是场所的真正主人”的宗旨。

六、设计目标

本项目通过景观设计，打造一个全新四维会展中心。



七、设计成果

1. 总体布局

在设计过程中，我们坚持设计源于自然、高于自然，充分利用现有环境，因地制宜，合理分区，在充分满足人们使用功能的同时，追求生态化景观设计的最优化。

本项目为大型博览型景观，在设计过程中我们对人流量做了详细的分析，在会展中心西侧设计了很多停车位，以保证其满足人们使用功能，同时会展中心的前广场以开阔为主，可以避免人多拥挤的情景出现，同时在会展中心东南角，我们设计了曲径通幽的

小游园，通过合理的植物搭配，增添了整个会展中心景观设计的趣味性，会展中心的西侧设计了具有体量感的模纹，与具有体量感的建筑相呼应。

2. 功能分区

为满足基地使用要求，突出景观特色，将基地分为中心广场景观区、种植体验区、次入口集散广场区和停车区等，将基地的公共区与私密区进行有效的划分，中间区域开场为公共活动区，两侧较为私密，空间变化丰富。以建筑为界，将基地的动静区域也进行划分，“前动后静”。

1）中心景观区

采用天女木兰的元素，对中心广场进行图案化处理，仿佛是一朵盛开的花朵。为服务于建筑满足其功能需求，中心广场的设计以开放空间为主，并配以绿地水景加以点缀。由于地形的影响，将建筑整体抬高，并以台阶坡道的形式与中心广场进行连接，体现建筑的高大伟岸。

2）种植体验园

园内共分为一区四园，分别为：公共休闲区、科教交流体验园、亲子体验园、嬉戏互动园和疗养静思园。公共休闲区可提供人们休闲、休憩、交流、畅谈的场所；四园也可供各种人群体验不一样的感受。

3）次入口集散广场

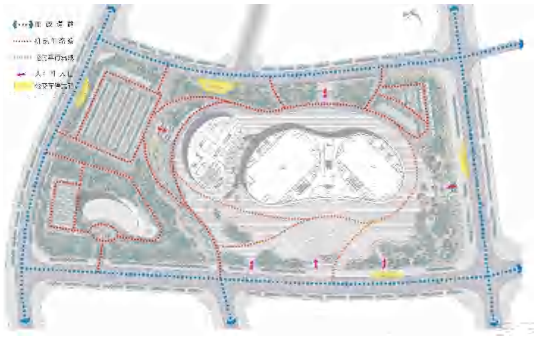
秉承中心广场设计理念，其位于建筑西北侧，与基地西北方向规划绿地相呼应，以满足市民休闲娱乐并可进出基地内部。

4）停车场

对停车场及室外展场进行了高效、合理的布局安排。设置了“专用停车场”和“室外展场兼临时停车场”两种复合型场地。

3. 交通分析

由于本项目人流量和车流量比较大，我们设计了环形流线和直线流线相结合的交通流线，道路划分明确清晰，停车场位置距离主干道比较近，可以减少内部的车流量。



4.亮化分析

亮化设计是景观设计中的不可分离的一部分。亮化设计应遵循功能性与美学统一的原则，不仅要让整个环境亮起来，同时要让整个环境美起来，灯光是一个较灵活及富有趣味的设计元素，通过不同造型、颜色的灯柱、灯光，缔造出独具特色的夜晚景观效果。

本项目的亮化设计紧扣主题，以天女木兰花的花蕊为设计原型，通过对花蕊形态要素的简化与抽象，并赋予一定的景观功能，形成基地内有特色的景观小品，与基地融为一体。

5.植物设计

植物设计在整体环境景观构建上有着及其重要的地位，尤其在景观意境及文化意蕴的传递中有着独特的作用。严整而虚实有序的形体结构是“形而下”与“形而上”交流的有效媒介，可以通过树影、声响、叶色等传递风、月、云、日、气、四季等自然的信息。植物素材丰富而独特的形体语言作为空间塑造的工具，具有其他材料所不能比拟的魅力。植物材料的自然属性中孕育着历史、文化和空间情节，在满足生态功能的基础上可以营造文化、意境、独特的空间情调。巧妙地运用线条、空间感、质感、颜色、风格等美学原理将植物设计融入整个环境设计中，本项目植物配置力求简洁大方，细致地考虑彼此间的相互关系，广场空间布局采用方正、秩序格局，而绿地空间布局则呈曲线、自然格局，两者在对比中形成呼应。达到景观的生态的平衡感与视觉的平衡感。

1）适地适树的原则

在广场的景观视轴上，结合道路绿地系统种植乡土速生树种，以形成整齐有秩序的绿地视廊。在绿地节点上依据景区场所特性种植各类观赏性树木，突出景观特色，形成特别的小环境氛围。

2）合理搭配的原则

绿地内合理配置常绿树种及落叶树种的比例，利用植物本身形态各异的特点，乔木、灌木与地被花卉组团种植，形成不同的景观节点。

3）季相变化的原则

利用植物本身季相变化的特点，打造三季有花、四季有景的景观效果。

八、设计总结

景观设计作为城市建设的重要元素之一，随着我国国民经济的发展，社会主义市场经济的完善，我国人民的物质文化生活水平得到了不断提高，也在不断的丰富和发展，现代景观设计着力与美学与景观生态化原则的统一。

园林设计中需要考虑较多因素，设计中要合理利用现有资源，进行优化配置，组合各种可用资源，以人为本，坚持生态化原则，实现环境、资源、人类需求的完美结合，满足人们物质文化需求。

本项目在设计过程中尊重自然，利用自然，将本溪市的市花天女木兰抽象为设计理念贯穿于整个环境设计中，打造了一个全新的生态化的四维会展中心，力求成为本溪市具有代表意义的地标。

区域国际化下的集群效应

——“海峡国际农博城”项目工程勘察及设计

尚 博　张 抒　王雯雯

摘　要　本文就“海峡国际农博城”项目的设计过程进行一个简要的介绍与总结，通过对多个分散地块周边条件的分析和整合，以期展示一个相对合理的规划与建筑设计方案。

关键词　区域发展　集群效应　功能分区

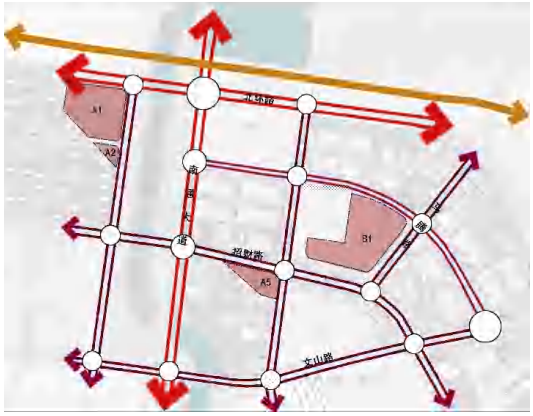
一、项目背景：

闽侯县位于福建省东部，福州市西南侧，闽江下游两岸，呈月牙形拱卫省城。东邻福州市晋安区、鼓楼区、仓山区以及长乐市、罗源县，南接福清市、永泰县，西抵闽清县，北靠古田县，是全省离省会最近的一个县。

南通农副产品批发物流中心作为福州南部“南屿--南通”新区的标志性项目，凭借海峡西岸大开发的契机，已经牢牢立足本地，并已起到了带动区域发展的作用。与之同时该区块相对缺乏有品质的商业配套，缺乏区域性地标建筑的问题较为突出。“海峡·国际农博城”的兴建将解决这个矛盾，促进该地区更加快速的发展。

二、区位条件及现状概况

“海峡·国际农博城”区块位于福建省福州市南部南通新区，南侧紧临 316-324 国道连接线，北侧为马腾山，西侧为现状陈厝村，东侧为乌龙江，京福高速从基地北侧穿过。



场地分为四个地块：

A1 地块位于整个市场区域的西侧，陈厝河西岸，正对南通大桥。场地现状为自然村落。地势平整，植被茂密。

A2 地块位于 A1 地块南侧，面积较小，地形现状与 A1 相似。

A5 地块位于 B1 地块的西南侧，招财路南侧，现状陈厝村北侧。场地现状为净地，地势平坦。

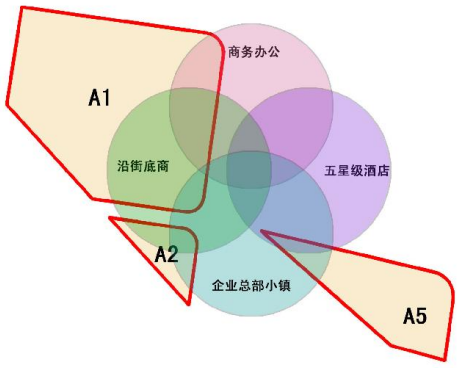
B1 地块位于批发市场中心区的核心区块东南部，招财路北侧。场地现状为净地，地势平坦。

三、项目规划定位及设计标准

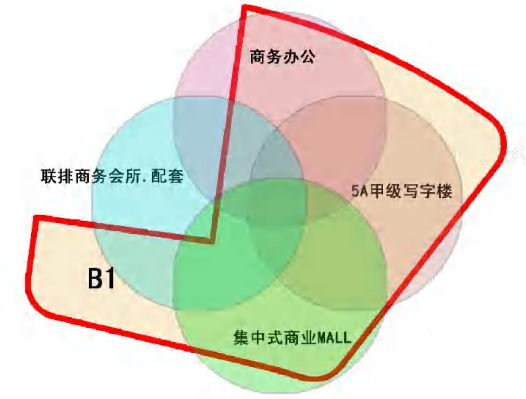
依据福州市市区总体规划，立足地块区域经济社会发展总体要求，做到既满足海峡农副产品物流中心专业批发市场的商业配套功能需求，又满足城市区域大商业概念综合配套的功能需求，以建设高品位、综合性新型现代农产品商贸物流项目为出发点，体现商贸物流、办公、会展三大主要功能，建筑布局合理，流程简洁，建筑造型美观，个性鲜明，创造良好的投资生产环境。

四、设计宗旨

“海峡·国际农博城”作为城市区域大商业概念综合配套，集酒店、商业、办公、会展等多功能为一体。



“海峡·国际农博城”A 组团以企业总部小镇商务办公和五星级酒店为主，在设计中一方面要满足企业总部小镇低密度、多样化、中式水乡特色风格等要求，另一方面必须满足五星级酒店作为该区域接入点的标示性，以体现区域的档次。

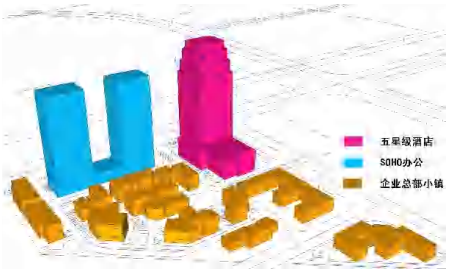


B 组团则以商业和 SOHO 办公为主，在设计中强调以商业人流为主的流程设计，合理安排不同类型的商业，使之相对独立又处于一条商业流线上，并且同时应避免各种商业与办公、人与车、不同商业类型之间的交叉与干扰，使设计流线更合理、更便捷。特别是综合商业与专业市场、会展中心等各分区功能的流线组织设计要合理流畅，保证流线设计中各项活动区域及设施布置相匹配，保证商业人流在综合体内的活动便捷、明了、顺畅，做到运行秩序井然，管理方便，设施先进以达到最大的综合效率，同时要考虑在紧急情况下，人员迅速快捷地疏散。

五、设计理念

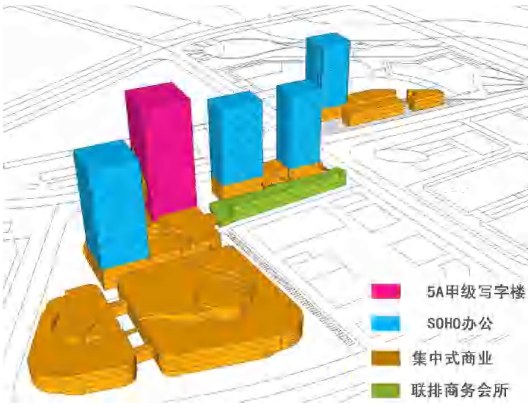
1、明晰的功能分区

“海峡·国际农博城”有海峡农副产品物流中心专业批发市场的商业配套功能需求，又有城市区域大商业概念综合配套的功能需求，因此我们希望在设计中按照不同区块的区位优势合理的进行总体功能布局。



A1、A2 地块因为距离专业批发市场较

远，承担的主要是为城市区域进行大商业概念综合配套的功能，因此布置五星级酒店、企业总部小镇、SOHO 办公等商务性较强的功能。



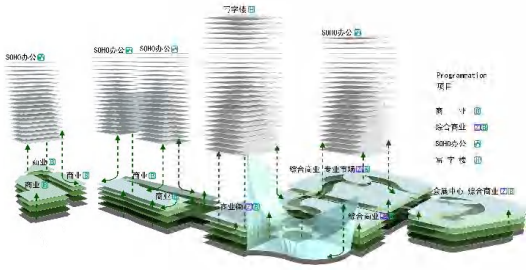
A5、B1 地块处于市场中心区，周边商业气氛浓厚，故在 A5 地块与 B1 地块南部招财路两侧布置集中商业、商务会所、SOHO 办公、5A 甲级写字楼等功能，形成完整的商业链条；B1 地块北侧与各专业批发市场相近，布置土特产品专业市场与会展中心等从功能上与周边市场相呼应，相辅相成形成集群效应。

2、人车分行

我们秉承“人车分行”的设计理念，将车行区域与人行区域完全分开，互不干扰。A1 地块高层部分的车辆进入基地后直接通过地下车库出入口进入地下停车场，总部基地区域设置一条环形车道集中解决车行交通，车行道内部为步行区域。A2、A5 地块均是沿南侧设置车行通道与周边道路形成环路解决消防问题。B1 地块沿基地西侧和北侧的商业背面设置车行道路，沿街商业街面以步行路为主，尽量减小车辆对商业的影响。

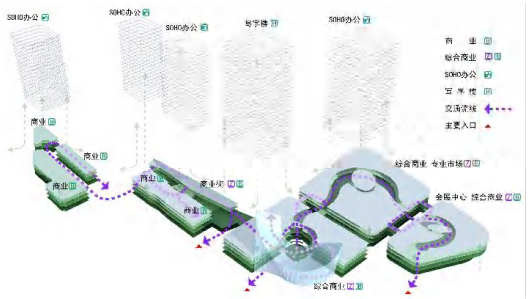
3、商业界面最大化

1）沿街界面



设计中秉承商业效益最大化原则，为商业提供足够的临街道界面，合理便捷的流线和方整的形状，为商业提供最大可利用空间资源。将综合商场和商业街沿招财路排开，充分利用沿街界面，以满足集中商业的人流组织要求和提高商业价值。

2）线性商业流线

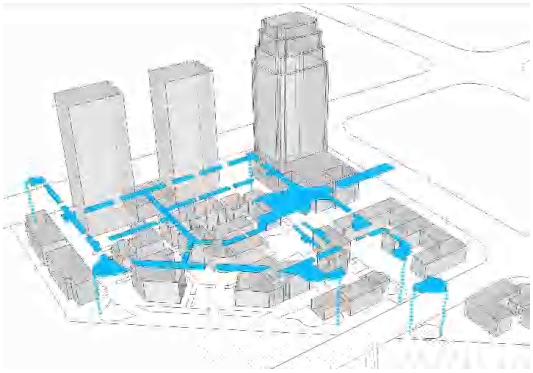


线性商业街隐藏在集中商业内部，流线简明清晰富有变化，通过商业流线组织将人从共享中庭逐级引入北侧专业市场和会展中心上方，使整个商业街界面最大化。而流线南侧的另一端则与商业街相连，把整个商业区域连成一个整体。

3）下沉广场形成“双首层”

在中心商业前广场设置下沉广场，通过扶梯台阶等将人流直接引入负一层下沉广场，形成一层综合商业和负一层超市“双首层”，增加了主商业界面的商业价值。

4、现代中式水乡空间的建构



方案通过对乌镇、周庄、丽江、福州等具有浓郁中国风味的水乡古镇的对比研究寻找中国古典水乡的形态、尺度、细节特征并应用到设计中。街河合一、灰瓦白墙、坡屋顶、镂空窗花等水乡的传统元素被有机的组合。不追求形式而追求中式的神韵。

5、现代商业建筑的外表气质

B 组团在高层建筑立面造型设计上采用简洁明晰的现代手法，高层建筑通过竖向的垂直线条，强调高层建筑的高度和体量，突显标志性。外部材质上主要采用低辐射玻璃、铝合金条板等现代感强的材料，以简洁、现代、动态的造型和富于玻璃质感肌理的材质来表现现代商业办公建筑的独有特质。

专业市场和会展中心部分复杂的多功能体归纳至简洁明晰的体块之下，采用动态平衡的手法，来与现代会展商贸建筑的“现代、活力、多样”的抽象意向相吻合。

最核心部分的 5A 甲级写字楼和 SOHO 办公通过一个流线形、强调动势的弧形屋顶相连结，双曲面玻璃屋顶下扣住的玻璃幕取意“飘动”的造型意向，弧形的空间和造型不仅契合了大型商业内部空间的需求，同时彰显了综合体组团的气势。

六、总平面布局

A1 地块北侧自东向西依次为五星级酒店、和 SOHO 办公（第二层商业）。酒店为首的高层组群一方面能产生一个很好的空间形象，体现标志性，另一方面高层放在地块的北侧可以减少对区块内的光线遮挡。企业总部小镇以中式园林风格为主，处于 A1 地块南部以及 A2 地块全部。A5 地块考虑与周边商业街氛围相协调，设置了商业内街，与 B1 地块中的商业部分相呼应。SOHO 塔楼则位于路口处，与 B1 地块高层共构天际线。

B1 地块高层沿南部的招财路一线展开，形成完整的城市界面，由东至西依次为超高层 SOHO、超高层 5A 甲级写字楼、两栋高层 SOHO，其中两栋超高层位于东南角的黄金位置，并从形态上构成了一对双子楼组合统领整个区域。综合商场位于两座超高层的下方，西侧 SOHO 下面为商业街和连排商业会所。

七、结语

设计团队力求打造一个提供具有国际一流品质、富有现代感的工作空间，集合购物、娱乐、餐饮等功能的商贸物流综合区，其建筑布局和规划是推进可持续发展的重要元素。最终的目标是提供一个真正的场所，并在其形成的过程中对整个区域进行整合与强化，从而为打造宜人的商贸环境而不懈努力。

承载梦想　希冀未来

---沈阳市青少年服务中心及妇女文化宫建筑竞赛项目

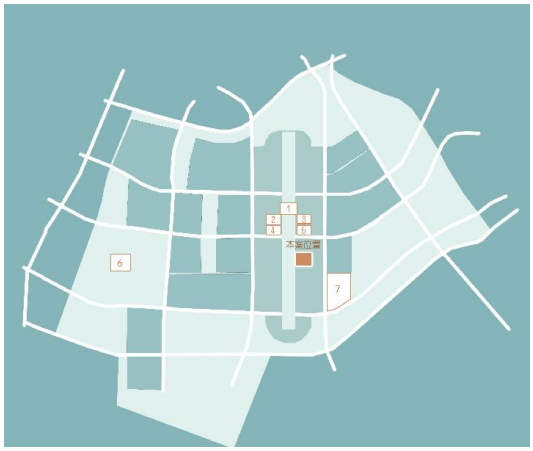
谭鑫强　刘振生　王发龙

摘　要：本文通过对沈阳市青少年服务中心及妇女文化宫项目前期条件的分析，结合项目本身的特点，功能需求等方面进行设计和思考。并项目的设计过程进行一个介绍和总结。

关键词：规划设计；体量完整；和谐统一；功能合理；空间丰富有趣味性

一、项目概况：

沈阳市青少年服务中心及妇女文化宫项目用地位于沈阳市浑南新区国家大学科技城内，紧邻沈阳市新的行政中心，位于城市中轴线东侧。用地四至：东至智慧四街，南至沈抚运河，西至智慧三街，北至新南站路。该地块总占地面积约 6.99 公顷，呈南北窄，东西长的矩形。沈阳市青少年服务中心与妇女文化宫共用该场地，总建筑面积约为 7.6 万平方米，其中青少年服务中心建筑面积约为 5 万平方米，妇女文化宫约 2.6 万平方米。



二、项目分析

经过对项目周边环镜和内部功能特征的分析，归纳出本项目设计要点主要有：

1. 空间协调：所处区位位置特殊，在体现建筑物自身特点的的同时又要与外部大的整体规划相适应，尤其要注意对中轴线的空间关系与体量协调，形成空间环境与建筑环境的紧密融合。

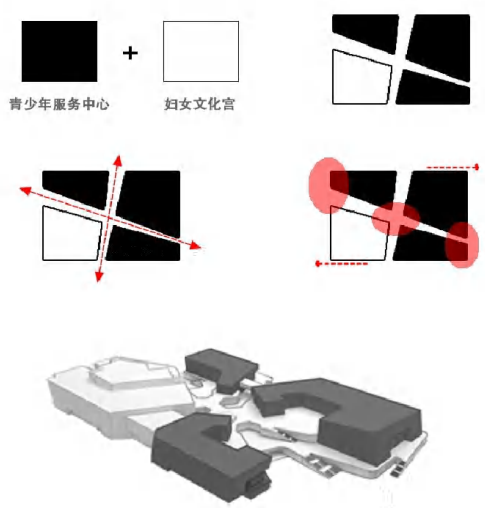
2. 功能内容多样：项目同时容纳青少年活动中心和妇女文化宫两个主要区块，两大区块中又各自包含培训、活动、服务、办公、剧场、会议等多种功能，每个项目的功能需求、空间需求、流线要求十分复杂，如何将多种功能合理的布置是必须要解决的基本问题。

3. 自身特点如何体现：作为专门为青少年和妇女设计的公共建筑，形态上一定要体现青少年的活泼向上和妇女的包容大气。如何通过造型、空间设计、色彩等来凸显这些特点，是设计要面对的另一难点所在。

4. 绿色建筑新技术运用：利用风环境分析，采光日照分析等模拟实际情况，对户外活动广场，室内的采光条件和风环境进行分析，降低能耗以达到节能目的。

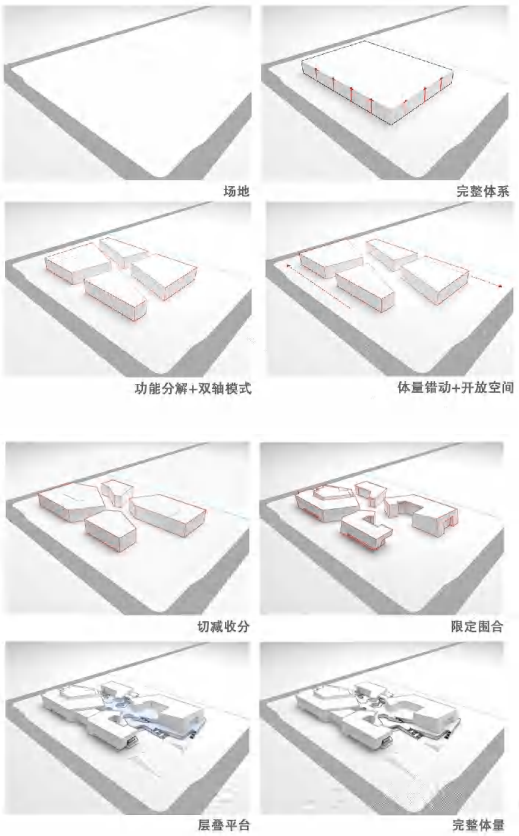
三、方案生成过程

1. 功能体量拆解



青少年活动中心的建筑面积约为5万平方米，而妇女文化宫约为 2.9 万平方米，考虑到以后独立分割管理的需要，应该在规划上有所分割，通过多方案比较采用了以中线和对角线十字交叉的方式分割，依靠建筑体量和层数不同来平衡各部分面积。

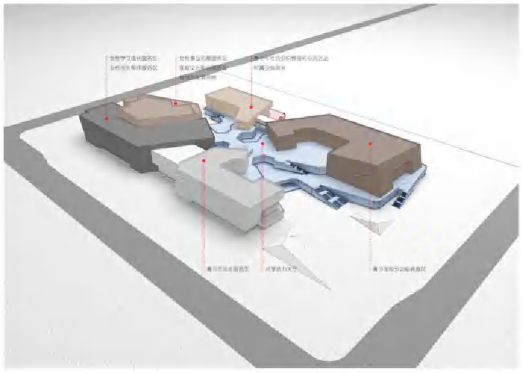
2. 体量生成



考虑到与中轴线两侧大体量的公共建筑相和谐，维持尺度感的延续，开始采用了比较完整的体量。通过功能上的分解和体量上的切割，在大框架界面完整的前提下形成几个小的体量。经过空间错动和形体完善丰富建筑体量和空间感。最后用一个 2 层的平台将各部分联系在一起形成有机的整体。

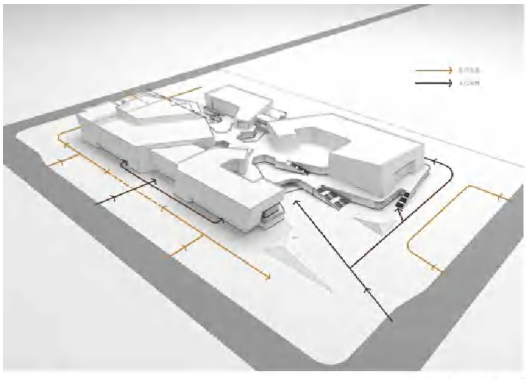
四、设计成果

1. 总体布局



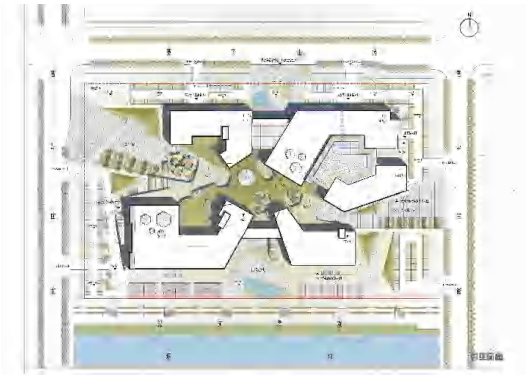
功能分区

四个体量按照功能需求进行分割。青少年活动中心位于东侧和南侧的体量中。西南角较大的体量中布置的是青少年课余活动区，相对较大的体量保证内部功能的使用空间；西北角的体量是青少年民生服务区，临近广场和北侧的办公入口；东南角是青少年社会组织管理和实训基地。妇女文化宫位于基地东北角独立的体量中，其中内容包括女性学习成长服务区、女性民生帮扶区、女性事业拓展区、家庭文化促进服务区等功能。中部的平台是青少年活动中心和妇女文化宫的共享空间，也是联系各个区块功能之间的纽带。



交通流线

整个场地的交通流线考虑人车分流设计。主要的车行交通集中在基地的北侧和东侧，青少年活动中心和妇女文化宫各有自己独立的出入口和停车区。地下停车场入口位于基地北侧临近各自的车行出入口。人行流线主要依靠东北和西南两个开放广场引导人流，整个建筑的主入口面向东侧的广场，通过广场将人流引入建筑后，在通过平台中心的共享交通厅将人流倒引到各功能区块。每个不同的功能区块都有自己独立的对外出入口，外围通过环道连接，方便独立使用。



景观规划遵循“两轴”“四核心”布置：

沿开放广场方向进入位于建筑最核心位置的中央活力厅，立体的景观体系，丰富了景观层次，人流在此汇聚并分散到各个建筑区块内。把两个重要景观节点连成一条直线，就形成了景观设计中“两轴”的其中一轴---活力轴。

基地南面临河，得益于这一地形优势，巧妙地将基地景观设计与南侧河道结合起来，因地制宜，充分利用水域景观面，达到景观渗透的目的，形成基地景观新亮点，从而延伸出另一条景观轴线---文化轴。

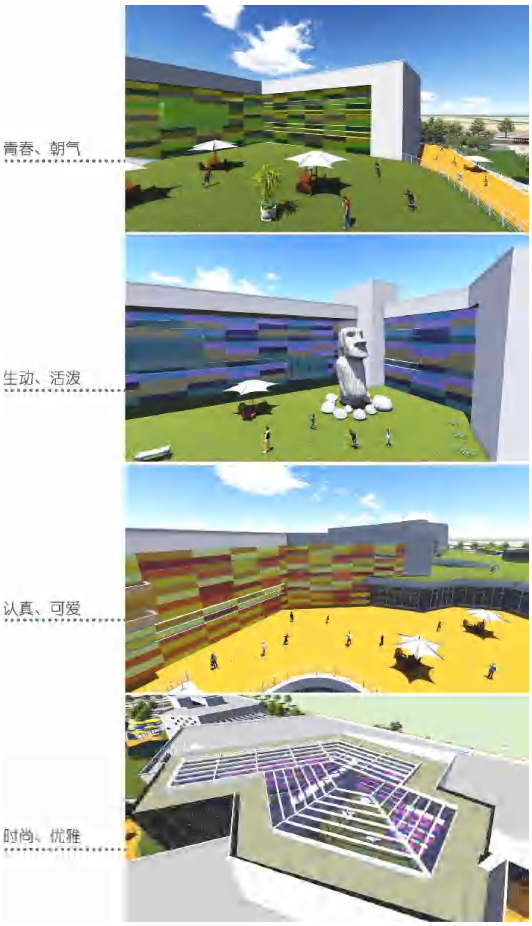
为了避免造成空间上的压抑感觉，基地主入口处的开放广场与市民广场成环抱状布置，迎接市区主要人流的到来，同时，开放广场也成为基地最先映入人们眼帘的空间，是整个场地中的重中之重，也成为展示建筑形象的良好景观空间。

沿活力轴延伸出的另一个景观节点为供妇女文化宫入口使用的时尚广场，集散广场供场地车行入口使用，生态广场借用河道的宜人景色，起到景观渗透的作用。四个景观广场通过位于中心位置的共享休闲平台相互联系。

2. 立面设计

对建筑外围采光要求不高的功能空间，在建筑表面采用一种非重复模式平铺的处理手法，通过使用预制的表层覆盖物和正面穿孔玻璃纤维面板，以实现其精度和合理性。不规则的开窗形式丰富建筑内部空间的光影效果，进而增加艺术感和雕塑感。

对内庭院采光要求较高的功能空间，采用的是色彩鲜艳明亮的条形开窗形式，增加开窗面积。一个个生动且富有韵律感的玻璃窗交替布置，使人们通过色彩对视觉的刺激真切地体验空间变化带来的奇妙感受，提升建筑活泼的气质，展现了青少年的青春朝气和女性的时尚优雅。



3. 空间设计

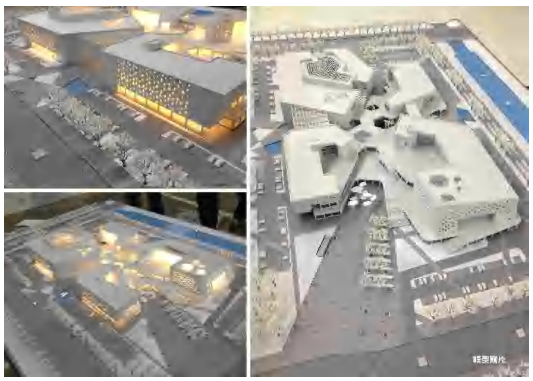
建筑朴实有力且灵活多变的形态集中体现了积极，进取、绿色、健康的设计精神。在空间感官上相对独立却又紧密相连的设计理念使建筑表现出了强烈的形体张力，简约自由的形态使建筑与环境浑然一体，层叠的室外平台配合丰富的步行台阶，使建筑成为一组具有高度可达性的连续体量，创造了丰富的建筑人文感受。

五、设计总结

沈阳市青少年服务中心暨妇女文化宫是设计团队充分研究基地环境、建筑体量、功能和立面后得出的最优设计方案。设计注重建筑环境景观设计，着重分析新建建筑与周边建筑物之间的空间关系，处理好各建筑间空间景观和环境的衔接。注重建筑的造型设计、色彩、细节与实用性相结合。内部设计在满足使用功能的要求下采用大空间、开放式的功能布局，注重共享空间的实用性。

我们期望通过对项目高品质的设计，开发以及建设，达到具有“功能设施完善、东北领先、全国一流”的青少年服务中心和妇女文化宫，形成具有公益性，文化性，艺术性的综合性地标建筑。

模型图



六、结语

参与本次竞赛共有八家设计单位，其中包括法国 AS 建筑工作室和北京市建筑设计研究院有限公司联合体；日本鹿岛建设技术咨询有限公司和中国中建集团有限公司联合体；中国建筑标准设计研究院；辽宁省建筑设计研究院；上海建筑设计研究院有限公司；辽宁大建筑设计有限公司；沈阳万融星辰建筑设计有限公司。

作为一项国内投标的竞赛项目，通过为期一个多月的方案创作、文本制作、模型制作、多媒体制作等工作过程，最终获得的成果令人欣慰。虽然最终由于种种原因仅获得竞赛第二名，但是我们仍认为这一个多月的忙碌是有价值的，最终的成果也是是设计团队无数的心血和不分昼夜辛勤劳动所凝成的结晶。经历过这次投标过程，使我们的设计团队有了信心和动力，在以后的每一个项目中继续创造出更多的精彩设计。

可持续性景观在城市景观设计中的运用

---沈阳新世界会展中心景观规划设计

唐丽琴　吴　丹　王翱宇

摘　要：本文结合沈阳市新世界会展中心的景观设计实例，通过对该项目多角度的介绍与分析，重点在景观设计的施工实践与景观的可持续性方向提出了几点可运用及借鉴的设计方法。

关键词：节约型园林　石材干挂　GRC

一、项目概况

沈阳新世界会展中心项目用地位于浑河北岸，地块总面积 25.4 万平方米，基地东侧是沈阳“金廊工程”的主线青年大街，南邻浑河，两岸自然资源丰富，景色优美，景观条件优越，北临沈阳重要交通干线“大二环”沈水路路段，“大二环”为沈阳市区内重要交通干线，在沈阳城市建设发展中起着十分重要的作用，可以说本项目建设是沈阳“以河为魂、借桥拓城、南北金廊、东西银带”战略构想的新实践。（如图 1）

图 1　项目区位

二、项目分析

沈阳新世界会展中心是集会展、商业、办公楼、酒店、酒店式公寓等多功能于一体的大型综合性项目。结合对项目性质及其“金廊工程”地理位置的重要性，归纳了本项目在景观设计中面临的几个重难点：

1. 景观设计中现代科技元素与人文历史的并存。项目用地紧邻浑河，浑河是沈阳的母亲河，“浑河晚渡”的浑河文化在今日仍深深影响着当今的沈城人民，在景观设计中如何将昨天的记忆融入今天的生活，将深厚的文化向未来传承，是我们设计中考虑的重点。

2.“节约型园林”及以人为本的设计理念在景观设计中的体现。沈阳新世界会展中心项目主体部分 K11 融合的三大核心元素“艺术. 人文. 自然”如何在景观设计中充分体现出来，以及在运营使用中实现节能减排，形成可持续发展的绿色景观。

3. 北方独特的寒冷气候在景观设计中的人文体现。由于沈阳特殊的寒冷气候，在景观设计中如何满足市民的心理和情感需求，实现景观功能与艺术美学的充分结合，将是该项目景观设计的思考方向。

三、设计成果分析

1. 平面功能布局

沈阳新世界会展中心项目的规划理念将该地块的用途定位于一个包括零售、办公、住宅、酒店和会议中心多功能的综合体。（如图 2）

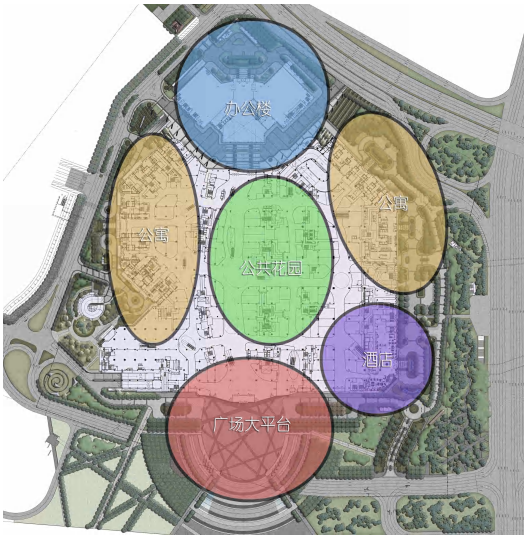


图 2　功能布局

因此主要的景观设计目标是对这些不同功能用途的区域创建一个统一且个性的景观要素。综合性的功能定位决定了其公共、开放与半开放的景观特点，整体布局将建筑群设置在半开放半围合的绿化公园的框架内，

结合建筑六层的屋顶花园设计突出了休闲娱乐的功能，为整个建筑群体提供了一个动静分明的休憩场所。项目整体被视作是与浑河沿岸的公共滨水公园的一种延伸和重要组成部分。（如图 3）

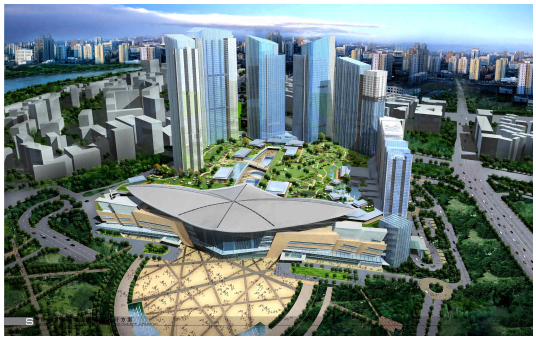


图 3 鸟瞰效果图

2. 景观细节设计分析

该项目的景观设计在遵守设计要求的前提下，依据设计目标和设计理念，在景观设计的细节中体现和充实着沈阳新世界的鲜明特色，并通过细节的处理加强景观环境与人的交流，具体设计细节效果如下：（如图 4）

图 4 总平面图

（1）功能区的划分及交通流线的分布上，将人流尽可能的引向内部的绿化公园及建筑主体。在现有地下人行通道的基础上，增加小的疏散广场及连通到新世界中心内部的人行通道，以此满足疏散要求并增加内外的互动，加大了内部休闲广场与景观设施的使用率，既方便商业餐饮等区域的营业和布局，也减少了青年大街的交通压力。

（2）空间处理上，基于项目功能的多样性，在一层绿化公园的景观空间处理上设计了包括大型开放空间和街道小空间景观的布局。其中国际盛事广场是一个大型开放空间，为项目提供了宏伟的入口及为滨水公园提供了聚集点，平台广场还设计成表演场所与分层座位和遮阴座位的休憩空间，不仅能俯瞰整个浑河两岸的景观还可沿着树木成荫的步级向下通往滨水公园。广场前端提供了大面积的草坪绿地与树木，有助于创造绿化公园和公众滨水长廊的整合发展。广场上采用导向性强的直线造型铺装图案突出了该项目与世界各地主要城市的联系性并象征着该项目的国际地位。而在沿街小空间的景观处理上，采用半开放的空间处理形式，在商家企业的入口处设计展示企业形象的特色雕塑或艺术品，既方便吸引游客进入商业餐饮区，同时又运用分层植物的半围合空间尽可能的避免周边环境对这一小空间的干扰。

（3）景观设计语言的一致性。为塑造出该项目独特的个性，同时也为提高迎客区独特的景观性质，在地面铺装、特色水景、组合性的特色灯具、特色花盆、重要入口门廊纪念性雕塑的设计和运用上，都采用风格一致的景观元素且和谐统一的材料色系，从而有助于增强项目内不同区域之间的联系并将之整合为一体的特色景观。酒店入口区的一系列分层种植墙和特色水景墙，其造型及色彩的协调统一创造了宏伟欢快的迎宾效果。（如图 5）

图 5 东侧入口效果图

（4）特色花盆及种植槽的石材干挂。石材干挂法又名空挂法，是当代饰面饰材装修中一种新型的施工工艺。（如图 6）该方法以金属挂件将饰面石材直接吊挂于墙面或空挂于钢架之上，不需再灌浆粘贴。其原理是在主体结构上设主要受力点，通过金属挂

件将石材固定在构筑物上，形成石材装饰的饰面。这一施工工艺虽然加大了施工难度，却大大提高了该项目的观赏及使用品质，能避免石材脱落，减少维修费用。

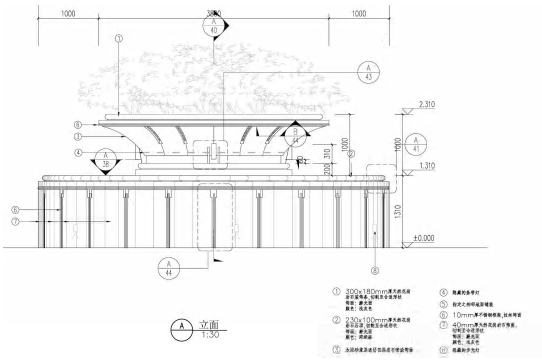


图 6 特色花池立面详图

（5）建筑“第五立面”屋顶花园的景观设计。新世界会展中心项目 L6 层屋顶花园总面积 53096.4 平方米，其中包括自然休闲步道、中式古建餐厅、多功能婚礼草坪、艺术展览广场和儿童活动场地等多功能场所。尤其为了体现了新世界项目在沈阳独特的地域文化特色，中式古建餐厅的设计结合独特的景观手法与植物小品的设计，为整个项目增色不少。其中酒店和公寓的平台花园，提供不规则的景观休闲机会，在自然森林环境和半私密的庭院花园内设有多个餐饮阁楼供客人享用。园中每个细节都经过精心的处理，体现出极简主义风格，凸显材料本身的美感，其中艺术展品在休闲空间内巧妙的穿插布置，人们聚集在这里，就艺术问题相互交流，让参观者与艺术作品置身于同一空间中，丰富了更纯粹的艺术体验。在处理屋顶花园空间尺度的大小，楼顶风大及阳光炽烈的实际问题上，我们选用了耐旱、耐寒并且便于维护的植物品种近 30 多种，植物的品种、色彩、形态各异，满足了环境和空间多样性的要求，在施工阶段由于场地覆土条件苛刻，大部分区域覆土高度为 200mm-600mm 左右，局部覆土 1500mm,考虑到基础难以施工的问题，不能实现种植大型乔木，于是我们采用了 GRC 可移动矮墙的手法，来增加覆土厚度，以满足种植需要。(如图 7）GRC（Glass fiber Reinforced Concrete）即玻璃纤维增强混凝土，是一种以耐碱玻璃纤维为增强材料、水泥砂浆为基体材料的纤维水泥复合材料。具有很好的抗拉和抗折强度，以及较好的韧性，尤其适合制作装饰造型和用来表现强烈的质感。

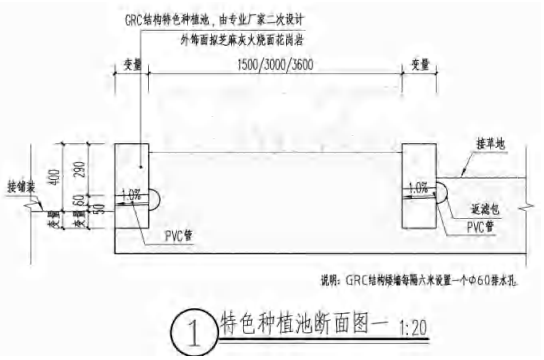


图 7 GRC 可移动种植池断面图

屋顶绿化还有一个最关键的问题---灌溉和排水。首先是灌溉，灌溉需求取决于很多因素：植物层的需水量、绿色屋顶的蓄水能力还有当地降水情况。其次是排水，本项目在处理灌溉和排水的问题上采用的是有组织的内排水，即有收水点连接到集水井由建筑内部排出并回收用于绿化灌溉,由此利用雨水的再循环，实现景观的可持续性发展。（如图 8）

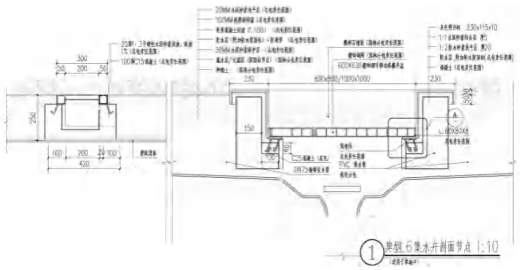


图 8 集水井剖面详图

（6）机电设备等建筑基础设施的修饰美化和遮盖。我们在屋顶几个机电小屋的周围设计了花槽墙进行绿化修饰，其功能第一是遮挡了在屋面上出现的燃气管，同时花槽墙的上方我们覆盖适当厚度的种植土，可以美化修饰机电小屋的外饰面。（如图 9）

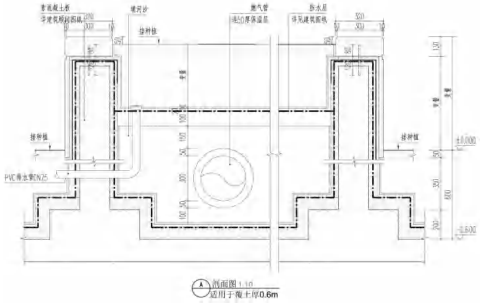


图 9 燃气花槽墙

（7）分层次的种植区。在植物配置的景观效果营造上，该设计旨在创造分层次的种植区，利用梯田式的种植墙、不同植物的种植类型和高度，以创造一个整体且具有层次感的效果。（如图 10）混合地被植物和常绿树木配合种植区内的硬景设计，即使在冬季亦有较丰富的空间结构及植物景观的色彩效果。

图 10 分层的植物配置结合硬景设计效果图

（8）冬季景观效果的营造。冬季的景观设计涵盖了以特色雕塑，植物种植和硬质材料的选择。针对沈阳北方城市的地域性特点，在景观细节的设计上，注重以人为本的原则，满足市民的心理需求和情感需求，如活动场地尽量设计在避风向阳的位置，植物配置也以夏季遮阴通风，冬季向阳防风为首要原则，广场及道路的铺装选择防滑抗冻的材料等。白雪皑皑的冬季，积雪在树枝及灌木堆坡上形成一个个别致的天然雕塑品，结合硬景铺装表面纹理的使用为寒冷的冬季营造出丰富的景观趣味性效果。

四、结论和建议

沈阳新世界会展中心项目涵盖的设计内容广泛，涉及了生态、人文、施工结构多学科的专业知识，本文从景观的可持续性、城市景观空间、人文低碳等几个方向为出发点，通过对项目中景观细节设计的分析得出以下几点实施性建议：

（1）关注景观设计项目中的小空间与城市外部空间的协调，形成大空间与小空间城市整体环境的统一，增加与使用者的融合互动。我们在精心设计相关项目的同时也需考虑其与城市大空间、大环境的协调，每个设计的创意细节与施工都是城市的一部分，它们需要融入整体空间，其次加强景观与参与者的交流互动，结合地域文化及以人为本的原则通过增强景观趣味性的方式，实现景观功能与景观艺术美学的充分结合，尤其在北方寒地城市的景观设计中尤为重要。

（2）人文、低碳“节约型”设计理念的进一步实施和深化。我国当前的浪费和耗能是中国可持续发展的最大障碍，面对日趋严峻的资源紧缺和生态环境问题，生态低碳环保的“节约型园林”的设计理念日益重要。“节约型园林”应包含节约资源和能源、改善生态与环境、促进人与自然的和谐这三个目标。我国地域辽阔，各个地区差异大，在实施“节约型园林”的战略中，应以“因地制宜”为原则，节约能源，就地取材，探索具有地方特色的“节约型”建设模式。例如景观设计从设计到施工的过程中，我们更应注重从经济费用和环保低碳的角度考虑，尽可能利用当地材料展示地方特色，充分发挥生态资源的循环再利用，如水、太阳能、风能、地热等可再生能源与当地环境的合理利用。实现景观功能性、美观性与生态性的统一，完善可持续性景观的发展。

五、结语

沈阳新世界会展中心项目是一个从设计施工到再学习的过程。从目前已经完成的工作内容中，我们仍在不断的完善着这一过程，预期到该项目 2018 年完工的这一阶段，她将是我们再学习的一个过程，我们期待着该项目竣工的一天，她定将成为沈阳新的标志性景观，我们更希望以此项目为目标和新的起点，去迎接未来更多的挑战。

参考文献

[1] 梁雪. 肖连望编著. 城市空间设计[M]. 天津：天津大学出版社, 2000

[2] 朱建宁. 促进人与自然和谐发展的节约型园林[J]. 中国园林, 2009(2):78-82

[3] http://www.baike.com/wiki/干挂石材&prd=so_1_doc 互动百科词条：石材干挂. 由石材百科创建

[4] http://www.baike.com/wiki/grc&prd=so_1_doc 互动百科词条：GRC. 由贪睡猫创建

古典园林的现代演绎

---营口奕丰泉天下文化酒店景观规划设计

李 楠　刘阳蕊　原 圆

摘　要　本文介绍了营口奕丰泉天下文化酒店景观规划设计项目。通过对项目概况、设计理念、项目分析以及现场实际施工遇到的困难的具体阐述，希望为今后的山地酒店景观设计项目提供一些意见和建议。

关键词　规划设计　营口奕丰泉天下文化酒店　满清文化特色；

一、项目概况：

营口奕丰泉天下文化酒店景观规划设计坐落于辽宁省营口经济开发区（简称营口开发区）双台镇，紧邻营口鲅鱼圈商区。双台镇位于盖州市西南部，是营口市十个小城市建设重点镇之一。1997 年被营口市确定为一级旅游区，是营口地区独家绿色生态环保区。该地区盛产水稻、水果和水产品，地上和地下的淡水资源十分丰富，温泉资源更是本案本案的最大优势之一。这里的温泉野浴流传几百年，悠久的历史和温泉疗疾保健功效的美名流传至今。项目核心景观面积约为 2.5 公顷。基地现状山势起伏，中心景区现状山体由于开山采石而形成高度三十余米的崖壁。并沿山脊向内形成坑体，山顶视野开阔，可俯瞰周围的景色。为营造变化丰富的水系景观提供了有利条件。

区域绿化与水系分析

二、设计理念：

景观设计遵循师法自然，巧于因借的原则。“泉”倾天下，浑然天成——依山而建，叠岩起伏，曲径通幽，层林尽染；使森林、小溪、亭榭自然一体，虽由人作，宛若天开。中式元素的现代诠释，充分采用中国古典园林的框景、障景、对景、漏景等多种造景手法，结合中国古典的传统纹样，运用现代的景观设计手法，来营造丰富多变的景观空间，达到步移景异，小中见大的景观效果。注重传统人文环境的营造，展示满清文化特色，把文化性、知识性融入到景观设计中来，从景观设计上凸显本案的尊贵性。秉承中国传统文化的精髓理念，把现代都市文化融入到灵性的自然生态景观、诠释传统与现代的景观邂逅，营造出中国皇家园林般尊贵气质的景观氛围。采用中国传统园林“一池三山”的传统创作手法，营造出皇家园林的尊贵气质。

酒店山上入口处鸟瞰图

酒店景观设计由中国传统文化出发，结合风水理念，传承满清文化，形成：“一湖碧影透荷香，六亭驻停阅山晨。二龙距潭分日月，七景绕堤点墨痕。三庭墅院洗凝脂，八旗传统承古今。四时花木多奇色，龙之九子震乾坤。”的景观设计理念。

“一湖碧影透荷香，六亭驻停阅山晨”

一湖为利用中央现状坑体改造形成的中央湖区；六亭为围绕湖区周边形成的六处驻足观景点。二龙代表山水二龙，山中之龙即现状与龙形似的山势，水中之龙即由山顶飞流直下汇入湖区的蜿蜒水系；七景代表中央水系周围设置的七处主要景点，包括酒店入口前庭景观，无边际倒影池，水榭，观龙庭，酒吧区，SPA区及山顶飞瀑。

三庭墅院洗凝脂 八旗传统承古今
四时花木多奇色 龙之九子震乾坤

三庭为合院式，独院式和双拼式三种庭院形式，院落设计同时秉承满清八旗传统，融入八旗特色，围绕庭院室外泡池区进行整体设计，充分利用现状高差，同时保证不同院落形式中入户方式及泡池形式的不同，体现中式传统文化在现代景观中的传承发展。植物设计上充分考虑一年中的季相变化，利用植物表达不同的景观意境。形成四季皆景，景景皆异的景观效果。铺装小品等元素的设置上考虑到中国民间有“一龙生九子，九子各不同”的说法。将九子的形象作为经典景观元素运用到拴马椿、抱鼓石、小兽、清水石缸、太湖石等景观元素中，形成既有古意又有现代韵味的景观效果。

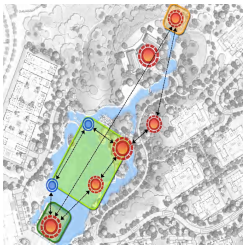
三、项目分析：

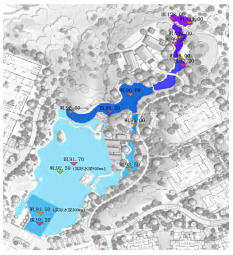
根据对业主要求的理解与自身的设计理念，我们将酒店景观区分为三个大的区域——酒店核心景观区，别墅景观区和自然沟壑景观区。

酒店核心景观区总平面图

1、 酒店核心景观区

酒店核心景观区是本次设计的重点，由五大部分组成。由南到北依次为：前厅入口、山上入口、水榭舞台、酒吧茶室及云龙饮水轩。地势逐渐抬高，酒店视野极其开阔。山上入口前方的自然水系，倒映远处北部的瀑布，波光粼粼，山景秀丽，让人心旷神怡。





酒店核心景观区结构与高程分析图

水系中的地下室在酒店入口处有高差变化，我们顺势而为，将入口处水面升起，形成无边际倒影池，丰富了水系景观，增添趣味性。考虑到地下室的排风井位置，我们将倒影池的西侧辟为茶座休息区。以景观桥连接户外会场。与建筑专业协商后，将排风井的位置放置在地下室西侧侧壁上，既隐秘又不影响使用。而将茶座低于无边际倒影池，以景墙相隔，人们坐在茶座里，手可以触碰水面，欣赏倒影，拉近了人与景观的距离。在水面跌水处设置灯光条带，不但可以照明、强化跌水景观，而且夜晚时分在其他观赏点，还有细碎的跳跃的光影，给人带来丰富的景观体验。水中的景观灯序列则在照明的基础上，与地面铺装一起强调了酒店主入口的中心，使游客在室内即有良好的感受。

酒店核心景观区夜景鸟瞰图

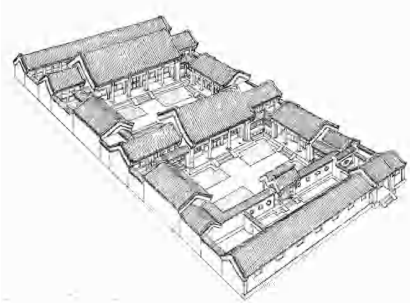
水榭舞台的主体名为知乐榭，旨在希望在酒店休闲旅游的人们可以远离喧嚣，知足常乐。从知乐榭经游廊可以到达酒吧茶室休息区。酒吧茶室位于水中的一座小岛，前后错落的四栋建筑掩映在周围的绿植里，由景观桥及汀步与外界相连。酒吧的北侧是层级向上的瀑布景观及“山中之龙”。景色变化丰富，是天然的休息娱乐区域。

水榭与酒吧鸟瞰图

总体来说，酒店核心景观区动静结合，收放自如，可以为居住其中的游客带来细致的景观体验。

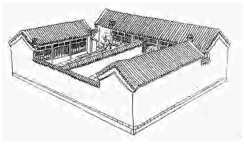
2、 别墅景观区

“三庭别墅洗凝脂，八旗传统承古今”是对别墅庭院景观的总体描述。三庭即别墅的三种庭院形式，这三种庭院形式分别为合院式、独院式和双拼式。每个别墅内都有温泉泡池引入，温泉水滑洗凝脂正式这个酒店的特色所在。



合院式

独院式别墅



双拼式别墅

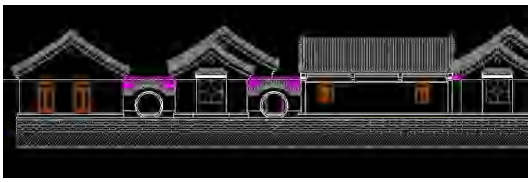
庭院设计秉承满清八旗传统，将院落划分为红、黄、蓝、白等不同等级，并将满清传统的马墙、漏窗、青砖步道运用其中。无论中国宫殿还是大宅、民居，都有大大小小的院落组成，中国人含蓄内敛的性格正式在这种环境中养成，院落文化可以说是中国居住文化的根基。庭院设计的基础由此而来。通过不同特色的院落设计表现中式传统文化元素在现代景观中的传承与发展。

2.1、合院式别墅景观——正黄旗、镶黄旗

合院式别墅位于酒店核心景观区的西侧，分为正黄旗和镶黄旗，地位尊崇。景观设计以简化传统文化元素，塑造具有古典风格的现代景观。

正黄旗、镶黄旗别墅平面图

但是由于现场地形原因，王府院的实际标高较高，毛石挡土墙上面的护坡部分倾斜角度过大。我们经过分析并与甲方及现场沟通后，决定降低建筑室外标高以减缓护坡坡度。这样做以后面临了两个问题——建筑西侧会裸露一部分基础，月亮门无法供游客出入使用。我们觉得裸露的基础部分可以用景墙——毛石景墙或者砖砌景墙来遮挡。但是砖砌景墙的基础对深度有要求，使得其与建筑外的管道冲突；而毛石景墙的外观与精致的建筑外立面不符。经过协商，决定采用条石来作为挡墙，既美观又减小了对管道的影响。



合院式别墅西侧局部立面图

而月亮门的处理也相应简单。考虑到王府院的地理优势与整个庭院景观的设计概念，则不能再月亮门处安装木头门；如果在月亮门处安装栏杆，则破坏了整个月亮门的圆润与和谐之美。所以我们觉得在月亮门上安装玻璃，以白钢收边，既保证有人安全使人无法通过，又可以俯瞰整个山下温泉汤屋，视线通透，充分利用王府院的优势。

合院式别墅局部透视图

2.2、独院式别墅景观——正蓝旗、正白旗

独院式景观位于酒店核心景观区的东侧，分为正蓝旗（行政别墅）和正白旗（蜜月别墅）。

正蓝旗别墅平面图

正白旗别墅平面图

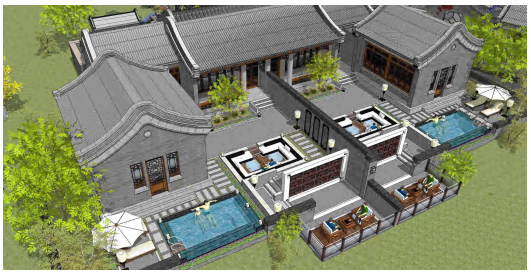
独院式别墅的使用单位多为家庭，所以庭院中的景观主题为温泉泡池。泡池均为无边际泡池，但不同别墅的泡池大小、细节各不相同。在泡温泉的过程中，不但可以欣赏院外的风景，还可以听见潺潺的水声。而周围种植池挡墙还增添了别墅的私密感。

正蓝旗别墅鸟瞰图

正白旗别墅鸟瞰图

2.3、双拼式别墅景观——正红旗、镶红旗、镶蓝旗、镶白旗

双拼式景观与合院式及独院式的不同。以下沉景观和观赏平台为主。下沉平台打造室外客厅空间，与观景平台以镂空木格栅景墙相隔，视线通而不透，增加了景观的趣味性。而悬挑的观景平台则采用钢化玻璃护栏，使游客在休息的过程中充分体会自然的奇妙之处。



双拼式别墅鸟瞰图

双拼式别墅局部透视图

别墅景观的设计难点在于地势变化复杂，高差较大，院落和之间呈阶梯状下降。所以别墅周围挡土墙的竖向设计就显得比较关键。如何才能让挡墙做到既保证私密又不遮挡视线，既符合实际情况又能体现设计理念，我想这将是我们细节推敲上的重点与难点。

3、 自然沟壑景观区

自然沟壑景观区是酒店地块的雨水冲沟，高差变化复杂。我们将此地块改为跌水景观，以植物设计为主。多采用低矮灌木与草本植物，与岩石瀑布的宏伟壮观对照呼应，更突显瀑布的壮美。

四、设计总结：

本项目定位于高端五星酒店，对于提升城市形象、改善城市功能都有着不可估量的作用。我们作为此项目景观部分的设计人员对这个项目投入了极大的热情。从概念方案，到一次次的推敲修改，到对现状地形和高差的利用，酒店的景观设计，就像一幅古韵悠然的山水写意，记载着古意今风的岁月章回。

虽然有一些不尽人意的部分，但是我们仍会继续探索，如何才能达到人与自然和谐共生。这将是我们未来努力的方向。

HRB500 级钢筋在环球国际大厦工程中的应用

尚作庆　吴迪　刘子青　孙海霞

摘　要：超高层建筑中，采用新型高强 HRB500 级钢筋代替传统 HRB400 级钢筋作为框架梁的主要受力钢筋，可以有效的降低钢筋配筋量，节约工程造价。通过对多组同截面尺寸框架梁的换算钢筋拉力比计算后发现，当梁配筋率较高时，采用 HRB500 钢筋后，梁中受力钢筋所产生的拉力要小于采用 HRB400 级钢筋时所产生的拉力。随着配筋率的继续升高，分别采用两种钢筋所产生的钢筋拉力比逐渐减小，说明选用 HRB500 级钢筋能更有效的降低钢筋配筋面积。在型钢混凝土柱的梁柱连接节点中，采用 HRB500 级钢筋可降低框架梁中纵向钢筋的布置层数，增加截面的有效高度 h_0，进一步降低配筋。

关键词：HRB500 钢筋；换算钢筋拉力比；型钢混凝土柱

1 工程概况

沈阳环球国际大厦二期由辽宁太平洋实业有限公司开发建设，基地位于沈阳市沈河区北站一路 41 号，北临北站一路、南临小北关街 202 巷、东临敬宾街，西侧与一期建筑相临。基地占地面积：8907 ㎡。

图 1 沈阳环球国际大厦二期效果图

沈阳环球国际大厦二期总建筑面积 124113.3m^2。地下 4 层，深 18.5 米；地上 39 层，高 166.8 米，室内外高差 0.9 米。其中地下 1~4 层为停车库，建筑面积 22351.4m^2；地上 1~7 层为商场、影院，建筑面积 37681.5 m^2；8~22 层为办公楼，建筑面积 29682.0m^2；23~37 层为公寓，建筑面积 29682.0m^2，结构主要屋面距地面高度为 167.7m。

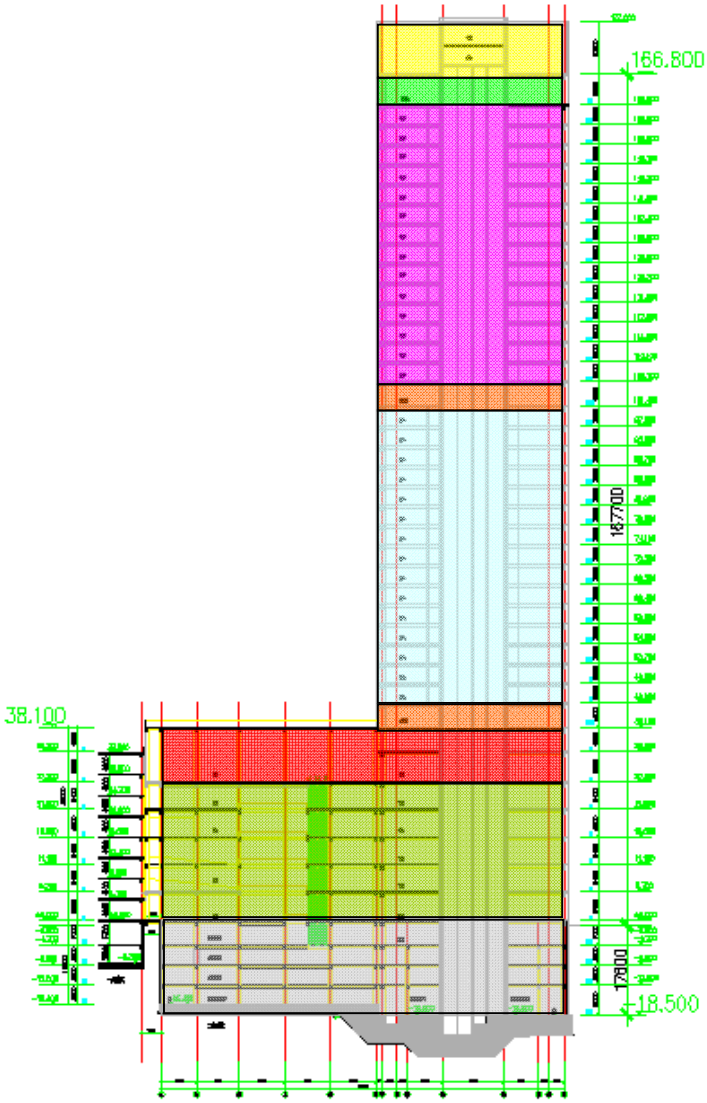


图 2 沈阳环球国际大厦二期剖面图

本工程采用平板式筏板基础，主楼采用框架-核心筒结构，裙楼采用框架-剪力墙结构。主楼与裙房在地下部分相连，地面以上完全脱开。主塔楼抗震设防类别为丙类。按抗震设防烈度 7 度设计。主塔楼结构高度 167.7 米属 B 类（超 A 类）的超限高层建筑。主

塔楼部分平面为矩形，长 52.2 米，宽 37.2 米，高宽比 4.66。剪力墙由下至上厚度逐步减小；框架部分下部选用型钢混凝土柱，上部选用钢筋混凝土柱；楼盖采用主次梁楼板体系。

2 HRB500 级钢筋在本工程中的应用

2.1 HRB500 级钢筋的特点

HRB500 级钢筋是应用于混凝土结构的热轧带肋钢筋，其具有强度高和节省原材料等特点，性价比明显高于目前使用的 HRB400 和 HRB335 钢筋。在《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）中首次把 HRB500 级钢筋引入设计规范，作为梁、柱中主要受力钢筋，其可使构件的承载能力和延性得到提高， 但对于构件的裂缝和挠度的控制没有贡献[1]。表 1 为 HRB335，HRB400 和 HRB500 钢筋强度对比。

表 1 钢筋强度设计值（N/mm^2）[2]

钢筋级别	抗拉强度设计值	抗压强度设计值
HRB335	300	300
HRB400	360	360
HRB500	435	410

2.2 HRB500 钢筋在本工程中的应用位置

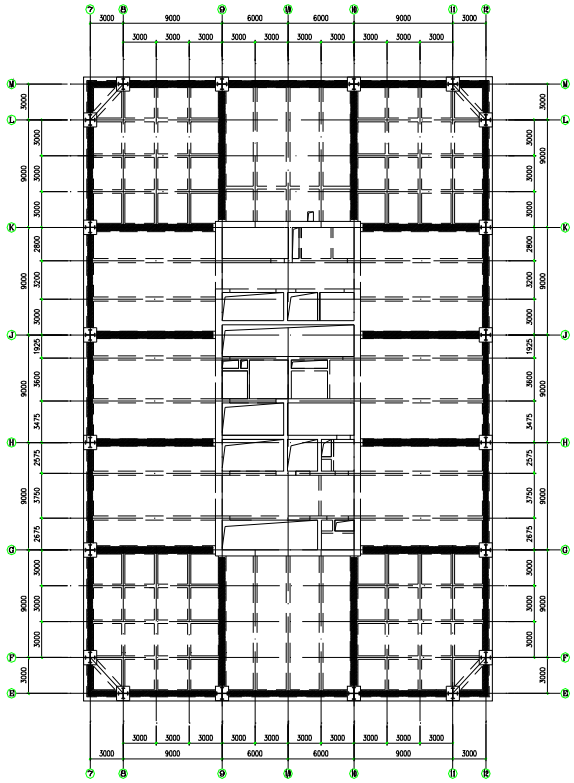


图 3 HRB500 钢筋平面位置示意图

本工程于 2010 年 3 月开始进行超限设计，此时新版《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）和《高层建筑混凝土结构技术规程》（JGJ3-2010）并未发布，因此本工程整体计算按原有老规范进行，并采用 PKPM2005 版软件进行设计。在设计过程中，新规范开始发布实施，按照新规范的设计精神，本工程的一些构造措施按新规范进行采用。

根据《混凝土结构设计规范》（GB50010-2010）优先采用高强钢筋的设计原则，本工程在标高 5.650 米（第二层）至标高 166.800 米（大屋面）间各层框架梁纵向受力筋选用 HRB500 级钢筋，具体框架梁位置见图 3 中所示黑线，其余梁、剪力墙及楼板内钢筋均采用传统钢筋。

3 本工程设计选用 HRB500 钢筋的优势

3.1 有利于降低配筋量

本工程中采用 HRB500 级钢筋对框架梁配筋有较大影响，图 4 为结构第 24 层（标高 106.150 米层）主框架梁编号图（外筒次梁未表示），表 2 为结构第 24 层主框架梁采用 HRB500 级和 HRB400 级钢筋配筋量对比表，其中 KL1~KL6 截面均为 650mmX1100mm。

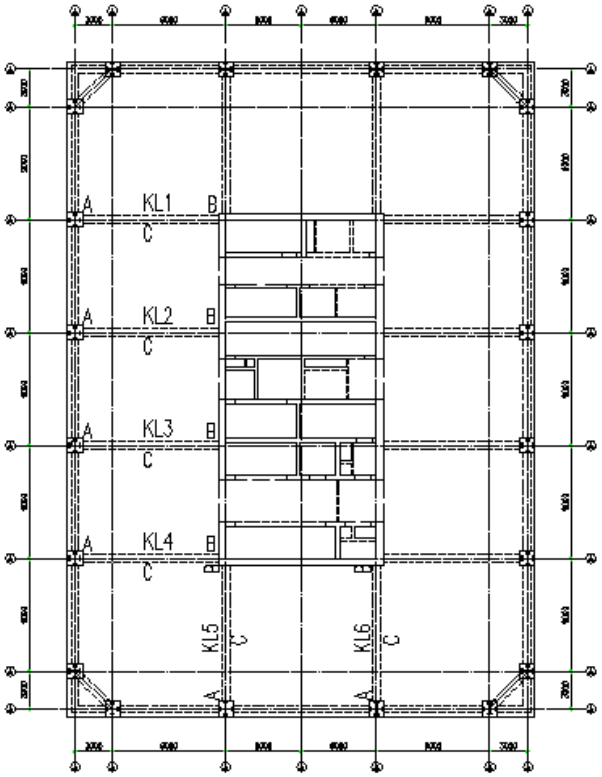


图 4 主框架梁编号示意图

表 2 框架梁选用 HRB500 级和 HRB400 级钢筋配筋对比

位置	弯矩 KN.m	HRB400		HRB500	
		配筋量 cm^2	配筋率 %	配筋量 cm^2	配筋率 %
KL1A	-2286	50	0.71	41	0.58
KL1B	-3681	130	1.93	96	1.42
KL1C	3077	69	0.97	57	0.82
KL2A	-2072	45	0.64	37	0.52
KL2B	-2859	93	1.36	77	1.13
KL2C	2569	56	0.80	47	0.66
KL3A	-2177	47	0.67	39	0.55
KL3B	-2810	91	1.33	75	1.10
KL3C	2609	57	0.82	48	0.67
KL4A	-2767	61	0.88	51	0.72
KL4B	-3436	118	1.73	91	1.33
KL4C	2960	66	0.93	55	0.77
KL5A	-1902	41	0.58	34	0.48
KL5B	-4390	112	1.65	88	1.29
KL5C	2778	62	0.87	51	0.72
KL6A	-1820	39	0.55	32	0.45
KL6B	-4398	112	1.65	88	1.29
KL6C	2779	62	0.87	51	0.72

从上表中可以看出，采用更加高强的钢筋可以有效地减少框架梁纵向配筋面积和降低配筋率。

本文采用换算钢筋拉力方法对梁中纵向钢筋所受拉力进行分析（换算钢筋拉力=钢筋拉应力 X 钢筋面积）。表 3 列出了框架梁中受拉钢筋分别采用 HRB400 和 HRB500 时的换算钢筋拉力和换算钢筋拉力比。图 5 为 KL1~KL6 各计算点换算钢筋拉力比与其配筋率（采用 HRB400 级钢筋）之间的关系。

表 3 框架梁选用 HRB500 级和 HRB400 级钢筋时换算钢筋拉力

位置	换算钢筋拉力（kN）		换算钢筋拉力比值
	HRB400	HRB500	K=T500/T400
KL1A	1800	1783.5	0.991
KL1B	4680	4176	0.892
KL1C	2484	2479.5	0.998
KL2A	1620	1609.5	0.994
KL2B	3348	3349.5	1.000
KL2C	2016	2044.5	1.014
KL3A	1692	1696.5	1.003
KL3B	3276	3262.5	0.996
KL3C	2052	2088	1.018
KL4A	2196	2218.5	1.010
KL4B	4248	3958.5	0.932
KL4C	2376	2392.5	1.007
KL5A	1476	1479	1.002
KL5B	4032	3828	0.949
KL5C	2232	2218.5	0.994
KL6A	1404	1392	0.991
KL6B	4032	3828	0.949
KL6C	2232	2218.5	0.994

其中，T400 为框架梁中采用 HRB400 级钢筋时的钢筋换算拉力；T500 为框架梁中采用 HRB500 级钢筋时的钢筋换算拉力。

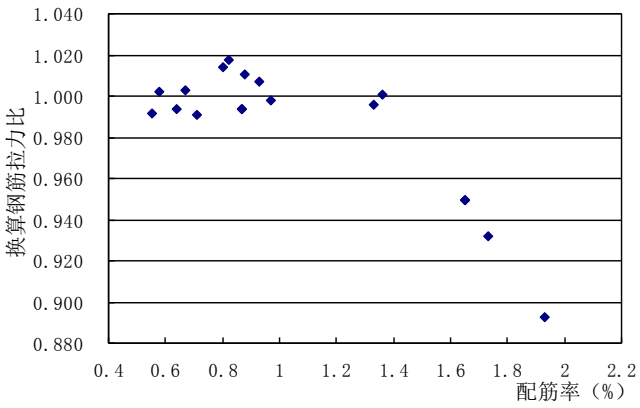


图 5 换算钢筋拉力比随配筋率变化

根据钢筋等强代换原则，虽然 HRB400 和 HRB500 两种等级钢筋抗拉强度不同，但理论上经换算后的钢筋拉力应相等，因此两种强度钢筋的换算拉力比值应等于 1。从表 2、3 和图 5 中可以看出，当梁配筋率不太高时，两种钢筋的换算拉力比均在 1.0 附近，但随着配筋率的继续升高，其换算拉力比逐渐降低，这说明当采用更高强的 HRB500 级钢筋时，框架梁受弯截面内的受拉钢筋所需提供的拉力更小，更能节省钢筋面积和降低配筋率。

3.2 有利于梁柱节点连接

由于本工程在第 22 层（97.500 米层）以下采用型钢混凝土柱来降低下部框架柱的轴压比，因此为了更好的保证型钢混凝土柱和框架梁共同工作，其梁柱节点连接就显得尤为重要。

由于型钢混凝土中型钢的影响，在框架梁宽度范围内单层所能排布的钢筋数目要少于普通钢筋混凝土梁，而本工程属于超高层建筑，地震作用在框架梁端部产生的弯矩较大，如采用普通 HRB400 级钢筋，梁

中需配置的纵向钢筋较多，这将会增加钢筋的布置层数，减小截面的有效高度 h_0。截面的有效高度减小会使纵向钢筋所需承受的拉力增加，这会进一步增加受拉钢筋面积。

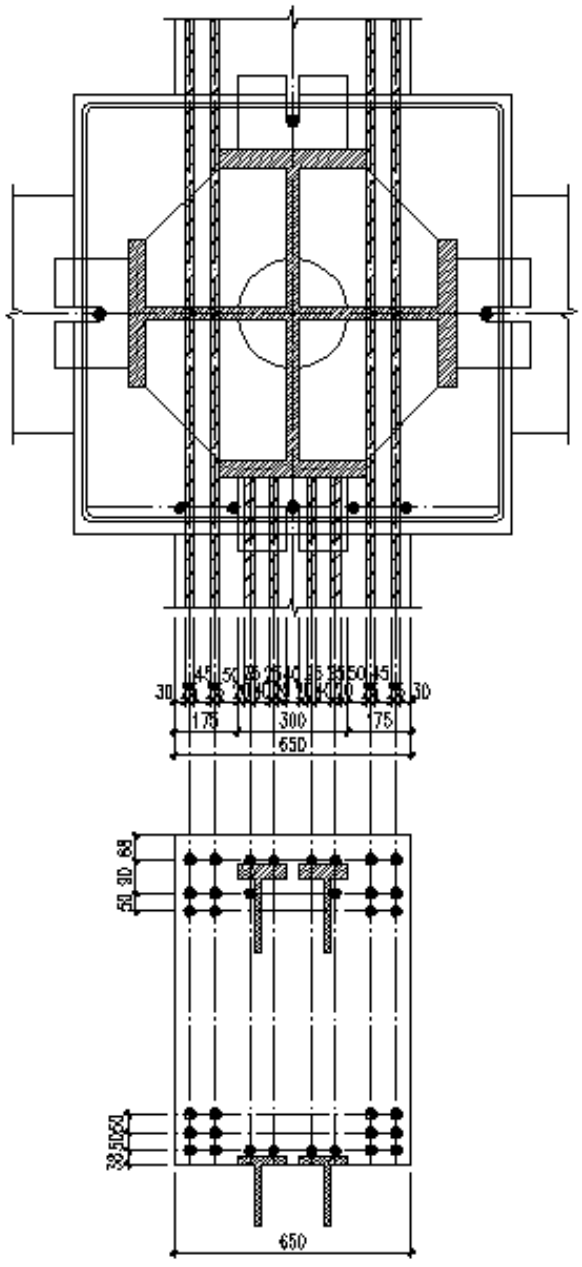


图 6 型钢混凝土柱与钢筋混凝土框架梁连接节点

而在节点中采用新型高强 HRB500 级钢筋代替传统 HRB400 级钢筋，将会减少框架梁端部所需配筋量和钢筋布置的层数，增加截面的有效高度 h_0，进一步减少受拉钢筋面积。

3.3 有利于节约造价

本工程 HRB500 钢筋总用量大约为 1000 吨，钢筋采购于河南中钢集团，价格约为 3850 元/吨；而工程中 HRB400 钢筋采购时价格约为 3800 元/吨，由于 HRB500 钢筋强度是 HRB400 钢筋的 1.2 倍，根据钢筋等强代换原则，理论上采用 HRB400 级钢筋需用的钢筋面积将是 HRB500 级钢筋的 1.2 倍（换算后本工程约为 1200 吨）。实际根据上文所述，本工程如选用 HRB400 级钢筋替代 HRB500 级钢筋，则需用的钢筋面积要多于预计的 1200 吨。下表为理论上本工程选用 HRB500 级钢筋和若用 HRB400 级钢筋代换的造价对比：

表 4 理论上采用 HRB500 级和 HRB400 级钢筋的价格对比

钢筋等级	重量 吨	单价 元/吨	总价 万元
HRB500	1000	3850	385
HRB400	1200	3800	456

从上表中可知本工程采用 HRB500 级钢筋代替 HRB400 级钢筋，理论上钢筋总价将节约 71 万元。

4 结语

本工程应用 PKPM 软件对受力钢筋分别采用 HRB400 和 HRB500 两种强度等级钢筋的框架梁进行计算，结果发现：用 HRB500 级钢筋代替传统的 HRB400 级钢筋将会降低框架梁中纵向配筋量，节约工程造价。特别是当框架梁采用 HRB400 级钢筋配筋率较高时，随着配筋率的继续提高，梁内受拉钢筋所需提供的拉力减小，更能进一步降低钢筋面积和配筋率。

在型钢混凝土柱的连接节点中，由于 HRB500 级钢筋对降低配筋面积的贡献，可减少钢筋布置层数，增加截面的有效高度 h_0，进一步降低配筋，从而更好的保证节点连接。

参考文献

[1] HRB500 钢筋的研究开发和利用.建筑结构.2003.8.
[2] GB50010-2010 混凝土结构设计规范[S]. 中国建筑工业出版社，2010.

国家建筑标准设计图集 13J104（替代 03J104）《蒸压加气混凝土砌块、板材构造》值得商榷

高连玉　张京街

摘　要　住房和城乡建设部于 2013 年底发文（建标[2013]169 号），将《蒸压加气混凝土制品应用技术规程》JGJ/T17（以下简称《规程》）列为标准修订项目，笔者作为新版《规程》的主要修编者，企盼通过对新颁布实施的国家建筑标准设计图集《蒸压加气混凝土砌块、板材构造》（13J104）进行认真学习、吸收，以充实《规程》有关内容。通过反复阅读该图集，发现其中一些关键内容存有明显弊端，值得商榷。笔者以多年从事蒸压加气混凝土制品应用技术研究与实际的角度，对《图集》的诸多弊端提出自己的观点，以供商榷。以此来共同探讨蒸压加气混凝土制品的合理应用，保证建筑质量，促进整个行业科学发展。

关键词　图集　商榷　适用高度　专用砂浆　防火　建筑抗震　薄灰缝　屋面刚度　配筋　排块设计　裂缝防治　饰面处理　导热系数

1　前言

蒸压加气混凝土砌块及板材由于具有自重轻、导热系数小、有一定强度、可加工性和耐久性强，作为绿色节能墙材，已经受到广大设计、施工、开发商和住户的青睐。尤其随着墙材革新、建筑节能工作的不断推进，这几年更得到了快速发展。目前我国已有蒸压加气混凝土制品生产企业约 1500 余家，总设计能力已经达到 1.1 亿 m^3 / 年，覆盖 29 个省、市、自治区，占全部墙体材料年产量的 9%，占新型墙体材料的 15%。我国蒸压加气混凝土已经形成一个包括制品生产、装备制造、配套材料与设备生产、建筑应用和科研设计在内的完整产业体系，整个行业已成为我国墙材革新、建筑节能、低碳绿色的重要组成部分。

如此大量的蒸压加气混凝土制品大量代替传统粘土砖应用于各类建筑的同时，也经常遇到建筑墙体开裂、墙面抹灰空鼓、饰面掉皮等质量问题。分析表明，引发质量问题的原因除了一部分是因为制品质量低劣所致以外，大部分则是由于应用技术（设计、施工）不当而引起的。因此编制一部具有权威性、安全性、适用性的蒸压加气混凝土砌块、板材构造图集是十分必要的。一部好的标准图集是广大设计和施工人员的重要工具性文件，既可节省设计人员的繁杂的工作量，加快施工进度，又能保证制品的工程应用质量，从而起到为推广绿色墙材助力、为建筑质量护航的作用。

住房和城乡建设部于 2013 年底发文（建标[2013]169 号）将《蒸压加气混凝土制品应用技术规程》JGJ/T17（以下简称《规程》）列为标准修订项目。目前围绕该《规程》修订工作的各项试验研究正紧张进行，笔者作为新版《规程》的主要修编者，企盼通过对新颁布实施的国家建筑标准图集《蒸压加气混凝土砌块、板材构造》（13J104）的认真学习、吸收，以充实《规程》有关内容。发现《图集》许多内容值得商榷，《图集》的表述前后矛盾，与其他相关标准的规定不一致等，希望引起行业重视，以免错误引导。

为了蒸压加气混凝土行业的健康、可持续发展，为了确保其砌块、板材的应用质量从而提高建筑质量，笔者斗胆提出供商榷的主要内容如下。

2　关于总说明

2.1 关于砌块的适用范围

2.1.1　在承重结构上的适用范围

《图集》“总说明”第“2.3.1”条明确规定：“作为承重墙：适用于 H≤9m，1～3 的底层承重结构”，与《图集》总说明第“1.2”节规定的本图集主要依据标准之一《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》(JGJ/T 17)关于蒸压加气混凝土承重结构房屋的高度限值规定相悖。

《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17 第“3.0.2”节“表 3.0.2”中规定了“地震区蒸压加气混凝土砌块横墙承重房屋总层数与总高度（m）限值”见下表（表 2.1）：

表 2.1.　地震区加气混凝土砌块横墙承重房屋总层数与总高度（m）限值

强度等级	抗震设防烈度		
	6	7	8
A5.0(B07)	5/16	5/16	4/13
A7.5(B08)	6/19	6/19	5/16

从表 2.1 中不难看出，《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17 明确规定，蒸压加气混凝土砌块，按照其“强度等级”和地震区“抗震设防烈度”的不同，可以用于地震区横墙承重房屋的层数为 4 层～6 层的多层建筑，房屋的总高度限值为 H≤13 m～19m。由于蒸压加气混凝土的密度低，将其建造砌块承重多层房屋可以显著降低建筑物自重，从而能大幅度降低地震作用，减轻房屋震害。

影响蒸压加气混凝土砌体强度的主要因素是砌块的自身强度和块材的高度。《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17 给出了砌块每皮高度为 250mm 砌体的抗压强度，随着砌块高度的降低，砌体抗压强度随之降低。试验研究表明，砌块高度较高的砌体具有较高的砌体抗压强度，因此，一般规定承重砌块的高度不得小于 200mm。 砌筑砂浆采用了专用粘结砂浆后，砌体沿通缝抗剪强度会有较大的提高，再按相关标准在砌筑灰缝内配置一定的钢筋后，其墙体的延性也会得到很大的提高。砌体墙片恢复力特性试验及地震台模拟（七层住宅）试验研究，均证明在采用合理的砌块尺寸、合格的强度、配套的技术后，在地震区建造 6 层及 6 层以下多层承重建筑是完全可行的。相关研究成果已通过部级技术鉴定，并已获国家科技推广证书，许多研究成果已经纳入相关国家、行业及地方标准，有效地指导了工程应用。一批建造了三十余年的蒸压加气混凝土砌块承重多层房屋至今完好。中国建筑东北设计研究院投入数百万元进行了蒸压加气混凝土砌块砌体结构多层房屋的系统抗震试验研究，成果已经通过部级鉴定并获得部级科技进步一等奖，同时获得国际科技部全国重点科技成果证书。成果内容已被多项国际、行业标准引用，对这些成果《图集》编制者在没有涉及、也不了解的前提下，其编组质量不够理想是必然的。

2.1.2 多层钢结构上的适用范围

《图集》“总说明”第“2.3.1”条明确规定，作为砌体填充墙，蒸压加气混凝土砌块（板）适用于高度 H≤24m 的多层钢结构的外墙。笔者认为，房屋建造高度的限值，应取决于结构计算依据和构造保证。国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 规定，填充墙及隔墙在与周边主体结构构件有可靠的构造连接措施，并能满足传力、变形、耐久及防护要求后，其应用范围不受房屋高度影响，不知《图集》出于何种理由仅仅将其用于高度 H≤24m 多层钢结构房屋。《图集》在外墙平面外（抗风、抗震）的设计方法及可靠构造是严重不足的，没按《砌体结构设计规范》GB 50003 的规定在传力、变形、耐久及防护方面给出安全、合理的交代。如砌块填充墙（尤其是外墙）与主体结构柱的连接仅仅靠两侧粘接玻纤网格布的构造节点。

2. 2 关于专用砂浆

《图集》“总说明”第“9.4”节明确规定：“专用抹面砂浆的主要技术指标应符合《蒸压加气混凝土用砌筑砂浆和抹灰砂浆》JC 890 的有关规定。”该标准是于上世纪九十年代末编制的，与当下砂浆的发展状态已不相适应，标准中的砂浆粘结强度指标明显偏低，砂浆抗冻性规定与其他相关标准也不一致。规定的专用砂浆最低强度等级为 M2.5，这明显违背了国家强制性标准《墙体材料应用统一技术规范》GB 50574、《砌体结构设计规范》GB 50003 关于砌筑砂浆最低强度等级 M5.0 的规定。

随着国家大力发展预拌砂浆的政策导向，与各类新型墙体材料相配套的性能好、便于应用的专用砂浆已涌入市场并得到了很好的应用效果，为了规范专用砂浆的合理应用，工程建设标准化协会组织编写了《非烧结块材砌体专用砂浆技术规程》CECS 311：2012，从砂浆性能指标要求到设计选用、施工技术及试验方法均作出了详细规定，还给出了专用砌筑砂浆砌体沿通缝抗剪强度的最低限制，以方便地震设防区验算墙体的抗震能力，值得借鉴。

2. 3 关于力学性能

1） 《图集》“总说明”11 页“表 5 蒸压加气混凝土砌块强度级别”是从现行国家标准《蒸压加气混凝土砌块》（GB 11968）直接引来的，应补充与之对应的抗压强度、抗拉强度标准值和设计值，便于设计人员取值。

2） 《图集》“总说明”13 页“表 16 蒸压加气混凝土板基本性能”是从现行国家标准《蒸压加气混凝土板》（GB 11968）直接引来的，设计及应用者更需要的是屋面板的结构性能，如极限荷载、破坏荷载、挠度、裂缝开展情况等，墙板的物理力学性能，如墙板的抗冲击性能、抗弯性能、吊挂力等。而这些内容《图集》均未涉及。

3) 《图集》“总说明”的第一条编制依据中所列出的执行标准名录中有《墙体材料应用统一技术规范》

GB 50574（以下简称《墙规》），也就是说《图集》应当执行《墙规》关于蒸压加气混凝土性能指标的各项规定。但《墙规》中关于蒸压加气混凝土劈压比限值在《图集》中却没有涉及。目前，企业对制品的抗压强度能否达标十分重视，因现行国家产品标准《蒸压加气混凝土砌块》（GB 11968）规定的强度指标仅有抗压强度一项，故生产中仅将控制制品抗压强度作为质量管理的第一目标，忽略了制品劈拉强度对工程应用的影响。一些企业产品的出现了抗压强度达标，劈拉强度却严重低下的情况，对此重要指标《图集》也应当有所规定。

欧、美及日本等国的蒸压加气混凝土制品劈裂强度大都为制品抗压强度的 1/5 左右，表现出来的结果是墙体开裂现象很少，墙体耐久性很强。我国制品劈裂强度却为抗压强度的 1/8～1/10，因此产品应用于墙体以后会频频出现墙体开裂。众所周知，外部作用总是在最薄弱环节找到突破点的。可以说蒸压加气混凝土的劈裂强度的大小是防止墙体开裂、提高墙体延性的一项至关重要且不可忽略的指标。《墙规》将制品的劈压比限值作为一项重要控制项进行了规定，见表 2.2。

表 2.2　蒸压加气混凝土的劈压比

强度等级	A3.5	A 5.0	A7.5
劈压比	0.16	0.12	0.10

制品劈压比限值规定不仅有利于墙体的质量与应用效果，而且有利于抵制蒸压加气混凝土行业所流行的一天多运转（合理的养护制度为一天二运转，目前一些企业居然实行一天五运转或六运转）、养护制度不到位的乱象，因这种乱象只能会使制品脆性突出、劈拉强度低下，用于墙体后将会产生大量裂缝的恶果。回避或忽略“劈压比限值”规定，等于降低了制品的准入门槛，一些劈压比不合格，内伤严重的制品就会“带病上岗”，将危及墙体安全乃至影响房屋质量。

2.4　关于耐火极限

《图集》“总说明”14 页“表 19 蒸压加气混凝土产品耐火极限”表中，给出了 50mm 厚的防火薄板的耐火极限＞3.5h，而表中 75mm 厚的薄砌块耐火极限仅为 2.5h，这实在令人难以置信。表下“注 2”的说明指出：“防火薄板依据企业提供资料编写，仅供参考”，笔者试问本《图集》到底是国标还是某企业产品广告。笔者希望国标图不要出现被企业行为掌控的局面，否则不利于推广与应用。

3　关于蒸压加气混凝土砌块建筑构造

3.1 关于薄灰缝

《图集》A1 页（P16）“2 构造要求”中“2.1”节规定“墙体灰缝要求：优等品砌筑时厚度宜为 3~5mm”。《建筑抗震设计规范》（GB50011）的“13.3.4”条的第“3”款明确规定：“填充墙应沿框架柱全高每隔 500mm～600mm 设 2φ6 拉筋，拉筋伸入墙内的长度，6、7 度时宜沿墙全长贯通，8、9 度时应全长贯通。”故该项规定是脱离实际的，墙体质量无法保证。

3. 2 关于柔性连接

《图集》A1 页（P16）“2 构造要求”中“2.3”节“墙缝要求”中规定“柔性连接”，如何满足结构设计要求？如何满足《图集》所示的连接方式能满足传力、变形、耐久及防护要求？

3. 3 关于墙面防裂

《图集》A2 页（P17）“2.7 墙面防裂措施”主要用界面剂和专用抹灰砂浆，这种规定过于生硬，目前防裂的砂浆有多种，应用效果均十分理想，何况采用专用砂浆后，还用不用界面剂尚有争议，图集中的提法显然不宜。

由于蒸压加气混凝土制品表面吸水速度快，普通砌筑砂浆抹在制品表面时，砂浆中的水份极易被吸水快的制品表面（砌筑面）和浮于制品表面的渣屑所“强夺”，严重影响了砂浆水化凝结，从而可降低灰缝粘结强度，即降低了砌体沿通缝抗剪切强度，震害调查及墙体构性试验表明墙体的阶梯型交叉裂缝均为砌体沿通缝抗剪不足所致。这已成为各方人士抵制应用蒸压加气混凝土制品的重要原因，因此开发、研制出工作性（保水性、流动性、粘稠性、吸附性）好且制取方便、价格合理的蒸压加气混凝土专用砂浆，将是蒸压加气混凝土砌块建筑推广中的关键材料与技术，近年来国内许多企业与科研院所对此进行了开发与创

新，已形成专门针对蒸压加气混凝土特点的各种配方砂浆产品，经试验及应用，效果十分理想。笔者建议，不可以仅仅采用界面剂一种做法，应面向市场应用现状，将专用砂浆也纳入其中，且在给出专用砂浆、界面剂的同时，还要给出性能指标的具体要求。

3.4 关于墙面装饰

《图集》A2 页（P17）“3 装饰工程中做法要求”中，“3.1 ……不得空鼓开裂”，此句不应是标准设计图集用语，《图集》应给出不空鼓开裂的做法，如，涂料的透汽性、外墙饰面防水透汽构造等。对此《墙体材料应用统一技术规范》（GB 50574）对严寒和寒冷地区建筑外墙有多项规定，而本图集却从未涉及。北方寒冷及严寒地区蒸压加气混凝土外墙面空鼓、开裂、脱落、面砖坠落现象极为普遍，这已经成为推广、应用蒸压加气混凝土制品的一大障碍。究其原因，此类质量通病大多源于墙体外饰面选择了蒸汽渗透阻较大的材料（如弹性涂料、透气性不佳的瓷砖等），使得墙体成为外封闭、不透气，室内潮湿汽体在墙体中的由内向外迁移过程中所必然会遇到较大的蒸汽渗透阻，当遇到负温时，就会形成结露、结冰、冻胀，从而引发外饰面质量弊端（图 3.4—1）。

图 3.4-1 蒸压加气混凝土饰面构造不当引发的空鼓、掉皮

因此，选择理想的饰面（对于外墙涂料来讲，应根据其透气性及不同气候分区做不同的选择）做法并予以一定的排湿构造（国外资料称之为湿气逃逸孔），对蒸压加气混凝土的应用技术来讲是至关重要的。应当学习国外先进经验，将墙体的排湿构造编入《图集》，图 3.4—2 为澳大利亚蒸压加气混凝土饰面排湿构造示意。

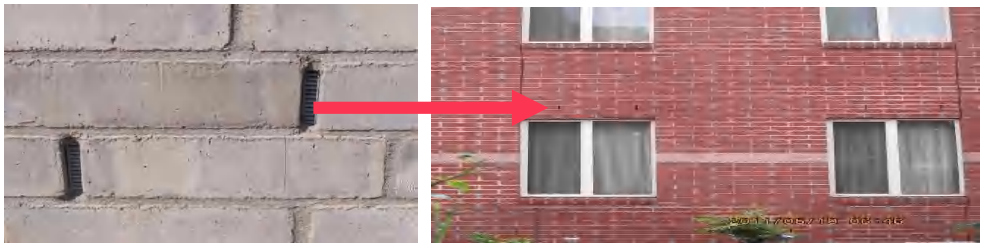


图 3.4-2 澳大利亚加气混凝土墙的饰面透气构造

综上，《图集》应补充针对性强、适用性强的饰面构造，尤其要给出墙体涂料选择的规定或设置排湿构造，以确保墙体质量。

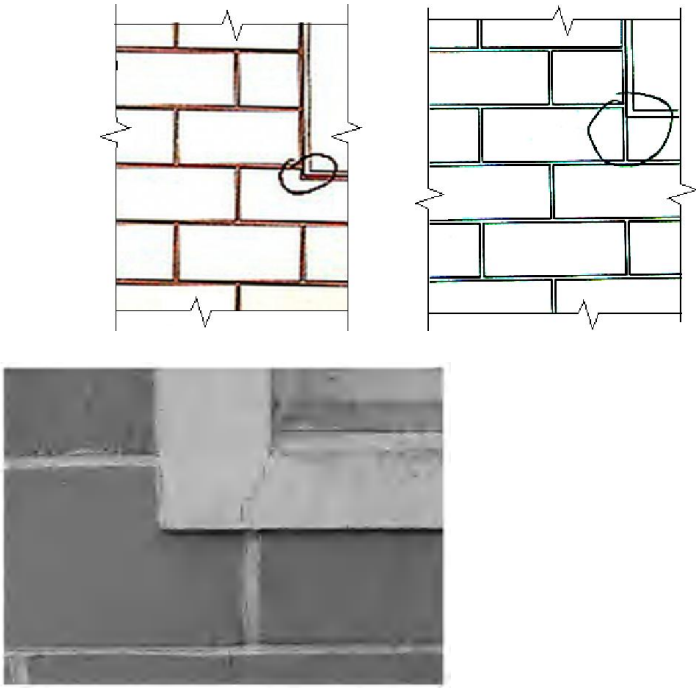
3. 5 关于墙体排块设计

《图集》A3 页（P18）“4 施工及验收要求”中，4.2“砌块排块要求”问题较多，这从《图集》的砌块排块设计图 A5~A7 页可以看出。编者没有考虑排块设计时应将建筑模数（门、窗洞口）尺寸与砌块的尺寸相结合的重要性，不了解蒸压加气混凝土生产设备（切割机）的切割能力。《图集》排块图中出现了长度尺寸为 171mm、173mm、174mm、167mm、134mm、198mm、265mm 等尺寸，这些尺寸生产企业的切割机是切不出来的。若上述尺寸进行墙体排块，施工现场只能采取用其他材料（砖或落地灰等）填堵找零，必将引起墙体开裂。

《图集》在窗的洞口下角出现了“L”型砌块（见图 3.5-1a），没有生产企业能生产这样规格的砌块，施工现场只能用其他材料填堵找零，必将引起墙体开裂。工程调查发现，外墙窗下角出现裂缝（见图 3.5-1c）的原因之一，正是该外墙该部位在无法找到“L”型砌块时不得已采用其他零星材料填堵造成的。

此外，《图集》排块图违背了《墙体材料应用统一技术规范》（GB 50574）“7.2.1”条第 5 款“墙体洞口下边角处不得有砌筑竖缝”的规定（新颁布的行业标准《建筑工程裂缝防治技术规程》JGJ/T 317 对此

也有类似规定），这种做法（见图 3.5-1b）为该部位的开裂留下隐患。《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17 的 9.2.1 明确规定，砌块砌筑时，应上下错缝，搭接长度不宜小于砌块长度的 1/3。调查发现一些砌块类房屋窗下角的裂缝正是竖向缝处。这种做是导致墙体必裂的构造，应当予以废止。窗洞口下角处正确的做法见图 3.5-2。



a. A 7 页 ⑥立面图局部　b. A6 页 ⑤立面图局部　c. 窗洞墙下角竖向开裂实例

图 3.5-1　不合理的排块设计与实例

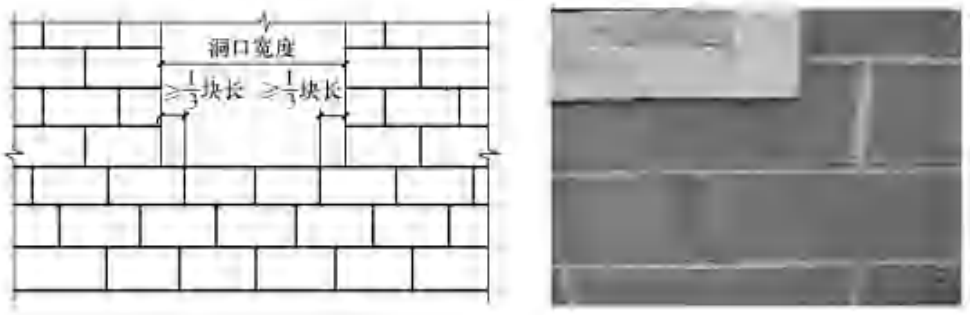


图 3.5-2　合理的排块设计与窗下角未开裂实例

《图集》排块图上有的块高为 173mm、150mm、134mm 的薄型砌块，这又是承重加气混凝土砌块的大忌。蒸压加气混凝土砌块之所以能用来承重，关键是砌块的高度尺寸较普通粘土砖大许多，尺寸较高的砌块有着良好的抗弯能力，从而可提高砌块强度对砌体强度的贡献率，较高的砌体强度可以用于承重墙设计并有着满意的可靠度。然而如将砌块加工成小尺寸，则砌体强度将急剧下降。研究表明，砌体强度 f_c 与块体高度的平方（h_1^2）成反比（见下式）。

$$f_c = 0.058\frac{h_1^2}{l_1}f_1 + \frac{43}{h_1^2}\sqrt{f_1 f_2} \le 0.8 f_1$$

式中：　f_1—砌块强度等级；　f_2—砂浆强度等级

《蒸压加气混凝土建筑应用技术规程》JGJ/T 17 所示的砌体抗压设计强度是指砌块高度为 250 mm 而言的，同时规定：当砌块高度小于 180mm 时，其砌体抗压强度设计值将乘以块高修正系数 C，即：

$$C = 0.01\frac{h_1^2}{L_1} \le 1.0$$

式中：*h1*——砌块高度；L_1——砌块长度（mm）

将《图集》所示的 134 mm 高度的砌块代入上式验算，得到强度折减系数为 0.287，也就是说砌体抗压强度将损失 71.3%，砌体力学试验表明，较低的强度破坏总是发生在薄型砌块上，用如此薄的砌块砌墙将为墙体构成极大的安全隐患。

合理的墙体排块设计，应将墙体安全放在首位，将制品尺寸与建筑模数的有机结合，当遇到不可避免的零星尺寸时，可将零星尺寸挪到现浇混凝土构件部位予以调整，尤其要注意的砌块块型选择与砌体强度的关系。

4 关于结构构造

4.1 关于砌块填充墙柔性连接

《图集》B1 页（P81）“3 构造要求”中 “3.1”对柔性连接做法作了规定：“砌块墙两侧与墙、柱之间设置柔性缝，宽度为 10~20mm，……；墙顶面与梁、板之间设置柔性缝，采用面外多点限位连接做法，见 B19 页。”与现行国家标准《砌体结构设计规范》（GB50003）的规定不符。

《砌体结构设计规范》（GB50003）第“6.2.3”条规定：“填充墙、隔墙应分别采取措施与周边主体结构构件可靠连接，连接构造和嵌缝材料应能满足传力、变形和防护要求。”；第“6.3.4”条的第 1 项规定“填充墙两端与框架柱，填充墙顶端与框架梁之间留出不小于 20mm 的间隙”而非《图集》所说的“10~20mm”；第“6.3.4”条第 1 款第 3 项规定“填充墙两端宜卡入设在梁、柱底及柱侧的卡口铁内，墙侧卡口板的竖向间距不宜大于 500mm，墙顶卡口板的水平间距不宜大于 1500mm，”以保证填充墙的稳定性，并非仅在“墙顶面与梁、板之间采用面外多点限位连接做法，见 B19 页”。《图集》A42 页和 A43 页规定的填充墙两侧与柱用 PE 棒、PU 发泡剂、专用嵌缝剂，再加上网格布，但无构造要求，不能保证实现传力、变形设计要求。

鉴于填充墙柔性连接技术的复杂性，有关机构正在从事此项研究，据悉，下一版的《砌体结构设计规范》将会有所体现，在没有可靠研究依据情况下，建议《图集》编制者严格执行其他现行标准，而不可随意设计构造。

4.2 钢筋混凝土梁、柱与砌块内墙柔性连接构造

《图集》B12 页（P92）为“钢筋混凝土梁柱与砌块内墙的连接构造详图”，图 4.2-1 为构造详图的一部分。从图中可见，将砌块与柱之间采用柔性连接，即砌块与柱之间留有 20mm 的间隙，为了使砌块固定，在柱的竖向每隔 500mm（600mm），采用 L 型铁件，将两者之间连接并予以固定，这种构造做法显然欠妥。

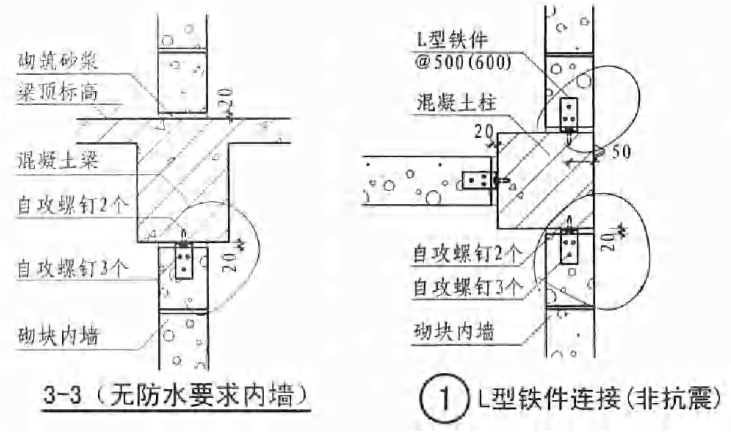


图 4.2-1 钢筋混凝土梁柱与砌块内墙的连接构造详图

试验研究表明，砌体砌筑完成后，由于砂浆会产生压缩变形，整个墙体在自重作用下将以发生徐变，试验表明，层高 2.7m 的墙经过 14 天，就会使整个墙身下沉约 0.6mm，在沉降过程中，砌体在锚固在混凝土柱（墙）上的 L 型拉结铁件处将受到变形约束，制品强度较低，故此种构造将导致砌块砌体在 L 型铁件端部出现裂纹，如图 4.2—2 中虚线所示（照片箭头所指处），这在一些工程中已得到验证。这种不考虑长

期荷载作用下的徐变及砂浆的压缩变形的做法应当得到纠正。建议编制单位将砌体填充墙与主体结构构件的拉结作为一项课题进行研究，使其构造既能保证有效的拉结作用，又能适应墙体的竖向变形（简称可调节拉结），届时再编一部专门的图集，那将是编制组的一项重大技术创新。

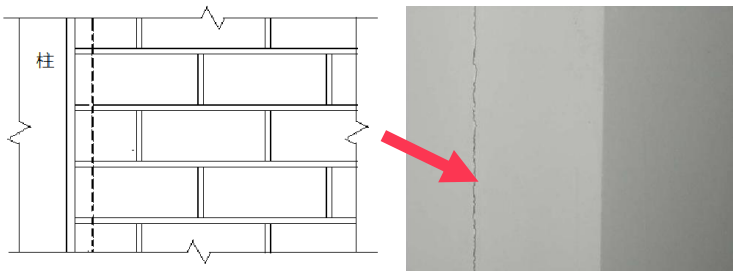


图 4.2-2　因 L 型铁件产生裂缝示意图

说到 L 型铁件的连接方式的同时，顺便说一下《图集》也应给出当前工程用的最多的拉结筋构造节点，按照国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 规定给出墙体拉结筋的设置构造要求，即：“框架柱伸入墙体的拉结筋的伸入长度不宜小于 700 mm，且拉结钢筋应错开截断，相距不宜小于 200 mm”。

调查表明，蒸压加气混凝土砌块填充墙当采用拉结筋构造时，往往在拉结钢筋的端部形成纵向裂缝。这是因为混凝土框架柱（墙）伸入填充墙的拉结钢筋如果断于同一截面位置，当墙体发生竖向变形（徐变等）时，该部位常常产生裂缝（见图 4.2—3）。

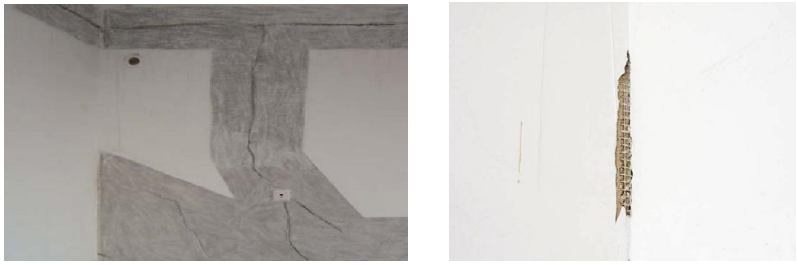


图 4.2-3 因拉结钢筋断在同一断面而引起的墙体开裂

故国家标准《墙体材料应用同一技术规范》GB 50574、《砌体结构设计规范》GB 50003 规定埋入填充墙内的拉结筋应错开截断。

综上，不论 L 型铁件的连接方式还是拉结筋构造，均应注意到由于墙体竖向变形而在拉结件（筋）端头部位开裂的不利因素。

4.3　蒸压加气混凝土板

4.3.1　关于屋面板

《图集》既然为砌块、板材构造，就应该将屋（楼）面板的设计与构造介绍清楚，以方便工程应用。然而该《图集》对蒸压加气混凝土板材的企口型式、连接构造、抗震、防裂等措施几乎均未涉及，板材部分的一些条文及构造显得过于落后及不具可操作性。如《图集》B29 页(P109)“2.2”基本要求的规定：“本图集蒸压加气混凝土板作为围护结构墙体使用。是以两端与主体结构简支梁连接参与工作。设计时应保证蒸压加气混凝土板满足各种荷载作用下的承载力和变形的要求，以及安装节点的承载力要求”，在《图集》中没有具体构造，对如何“保证”也没有交待。不具可操作性。建议编者应当给出屋面板的保温、防水、抗震构造，这将涉及到板材的企口形状，实现刚性或半刚性屋盖的保证措施。

4.3.2　关于板材配筋

《图集》未对板材的配筋方式做出详细交代，但在第 B31 页（P111）中却看到了平口型板的钢筋配置方式。值得指出的是，《图集》题目既然含有配筋板材，就应当将受弯板材的配筋要求，钢筋设计强度取值，保证构件适筋破坏的措施，提供屋面实现刚度或中等刚性的抗震构造，缩小屋面整体变形确保屋面质量的做法一一介绍清楚。《图集》中出现了将板内钢筋设置在板材的中间（中和轴位置）的单排钢筋配制构造，这种将钢筋放在中间的做法对板材受力不起任何作用。

5 关于热工性能指标及选用表

5.1 关于热工性能指标取值

《图集》C3 页（P146）“表 C2 热工性能指标选用表计算取值”中，规定的一些保温材料热工性能指标（见表 5.1—1），与现行国家标准《民用建筑热工设计规范》（GB 50176）及相关的产品标准规定不符，大都低于甚至显著低于《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定，其结果使得即使采用了蒸压加气混凝土，其墙体也达不到预期的节能设计目标。

表 5.1-1 热工性能指标选用表计算取值

材 料	干密度ρ_0（kg/m^2）	材料导热系数 λ[W/(m·K)]	蓄热系数 S_{24} [W/(m^2·K)]	修正系数	计算导热系数 λ[W/(m·K]	计算蓄热系数 S_{24}[W/(m^2·K)]
模塑聚苯板	18~22	0.039	0.36	1.05	0.41	0.38
挤塑聚苯板	22~35	0.030	0.36	1.15	0.35	0.41
硬泡聚氨酯板	30	0.024	0.36	1.10	0.26	0.39
岩棉板	150	0.040	0.75	1.10	0.44	0.82
玻璃棉板	80	0.035	0.59	1.10	0.40	0.65

《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.1—2002 按表观密度不同分为六类，导热系数分为两个档次，见表 5.1-2。

表 5.1-2 模塑聚苯乙烯泡沫塑料热物理性能（GB/T 10801.1—2002）

项 目		单位	性 能 指 标					
			Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
表观密度	不小于	kg/m^3	15.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0
压缩强度	不小于	kPa	60	100	150	200	300	400
导热系数	不大于	W/(m·K)	0.041		0.039			

第Ⅰ类和第Ⅱ类模塑聚苯乙烯泡沫塑料的热物理性能指标完全一致，显然外墙保温采用第Ⅰ类绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料即可。我国建筑节能设计标准一般要求聚苯板的表观密度为 20kg/m^3 或 18~20 kg/m^3，总之不大于 30 kg/m^3。因此，即使按国家标准《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.1 的规定，表 5.1-2 中规定的模塑聚苯板的导热系数亦应是 0.041W/(m·K)，《图集》以 0.039 W/(m·K)作为材料“计算取值”显然是不合理的。

国家标准《民用建筑热工设计规范》（GB 50176），规定的干密度为 30kg/m^3 的聚苯乙烯泡沫塑料的导热系数为 0.042 W/(m·K)，大于产品标准规定的 0.041W/(m·K)。《民用建筑热工设计规范》GB 50176 规定的建筑材料（包括保温材料）的热工物理性能计算参数，考虑了围护结构在正确设计和正常使用条件下，材料中的正常含水率和材料的不均匀性和密度波动等的影响。按 GB 50176 的规定取值，计算结果将比较接近实际，并安全可靠。

此外，表 5.1—1 中热工性能指标修正系数取 1.05 也是不合理的。国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 是 1993 年发布实施的，由于当时仅要求建筑节能 30%，墙体内保温即可满足要求，实施墙体外保温和夹心保温尚未提上日程。因此，该规范对保温材料规定的修正系数，没有考虑实施外保温和夹心保温时，连结筋、龙骨、锚栓等对保温材料热物理性能造成的影响，仅考虑了灰缝、潮湿、干燥缓慢、吸湿、压缩等。当今严寒和寒冷地区若实现建筑节能 65%的要求，应以墙体外保温和夹心保温墙为主，而表 5.1-1 的修正系数显然是不合理的。因此，表 5.1-1 中模塑聚苯板的导热系数应为 0.042 W/(m·K)、修正系数应为 1.2、导热系数设计计算值应为 0.05 W/(m·K)，而非 0.039 W/(m·K)、1.05 和 0.041 W/(m·K)。

5.1.2 挤塑聚苯板

国家标准《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》（GB/T 10801.2—2002），主要以压缩强度不同分为十类，规定的导热系数λ随着压缩强度的增加而减少，其中“Ⅰ、Ⅱ”类压缩强度分别大于等于 150kPa 和 200kPa，导热系数小于等于 0.03 W/(m·K)，没有对其密度提出要求。挤塑聚苯板用于墙体内、外保温层或夹心保温层的修正系数，亦应取为 1.2。将 0.03 W/(m·K)乘以 1.2，导热系数设计计算值应为 0.036 W/(m·K)而不是 0.035 W/(m·K)。

5.1.3 硬泡聚氨酯板

国家标准《建筑绝热用硬质聚氨脂泡沫塑料》（GB/T 21588——2008），将硬质聚氨脂泡沫塑料按用途分为三类，其密度和导热系数指标见表 5.1-3。其中Ⅰ类——适用于无承载要求的场合。

表 5.1-3 硬质聚氨脂泡沫塑料物理力学性能

项目	单位	性能指标		
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
芯密度 ≥	Kg/m^3	25	30	35
初期导热系数 平均温度 10℃、28d 或 ≤	W/(m·K)	—	22	22
平均温度 23℃、28 ≤	W/(m·K)	26	24	24

由上表看出，用于墙体保温的应为Ⅰ类硬泡聚氨酯板，其芯密度（应为干密度的代表值）为ρ_0≥25 kg/m^3，而不是《图集》的 22~35 kg/m^3，干密度小于 25 kg/m^3 为不合格品，导热系数应为 0.026 W/(m·K)，而不是 0.024 W/(m·K)。

国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 规定“聚氨酯硬泡塑料”材料的导热系数为 0.033，因此硬泡聚氨酯板导热系数取值，是以 GB 50176 取值，还是以 GB/T 21588 取值，值得商榷。其用于墙体内、外保温时，修正系数应取 1.20 而不是 1.10。

5.1.4 岩棉板

国家标准《绝热用岩棉、矿棉及其制品》（GB/T11835—2007），规定的岩棉板的密度和导热系数见表 5.1-4。

表 5.1-4 岩棉板的密度和导热系数

密度（kg/m^3）	40~80	81~100	101~160	161~300
导热系数（W/(m·K)）	≤0.044		≤0.043	≤0.044

从表 5.1-4 可见，当岩棉板密度为 150 kg/m^3 时，导热系数应≤0.043 W/(m·K)。《民用建筑热工设计规范》GB 50176 规定岩棉板密度为 150 kg/m^3 时，导热系数取值为 0.45 W/(m·K)。因此，《图集》中规定岩棉板的密度为 150 kg/m^3，材料导热系数取值为 0.040 W/(m·K)（见表 3.1-1）是不合理的。

为使热工性能指标计算结果具有可比性，并尽量接近实际，且安全可靠，岩棉板用于墙体内、外保温层或夹心保温层的修正系数，亦应取为 1.2，而不是《图集》取的 1.1（见表 5.1-1），则导热系数设计计算值应为 0.045×1.2=0.54 W/(m·K)，而非《图集》规定的 0.44 W/(m·K)（见表 5.1-1）。

5.1.5 玻璃棉板

国家标准《绝热用玻璃棉及其制品》（GB/T13350—2008），规定的岩棉板的密度和导热系数见表 5.1-5。

表 5.1-5 玻璃面板的密度和导热系数

密度（kg/m^3）	24	32	40	48	64~120
导热系数（W/(m·K)）	≤0.049	≤0.046	≤0.044	≤0.043	≤0.042

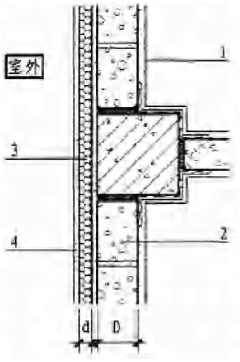
从表 5.1-5 可见，5 当玻璃棉板密度为 80 kg/m^3 时，导热系数应≤0.042 W/(m·K)。《图集》中规定玻璃棉板的密度为 80 kg/m^3，材料导热系数取值为 0.035 W/(m·K)，低于《绝热用玻璃棉及其制品》GB/T 13350 的最高限值是不合理的。

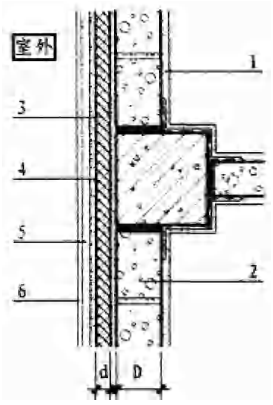
因此，为使计算结果具有可比性，并尽量接近实际且安全可靠，玻璃棉板用于墙体内、外保温层或夹心保温层的修正系数，亦应取为 1.2，则导热系数设计计算值应为 0.45×1.2=0.54 W/(m·K)，而非《图集》规定的 0.40 W/(m·K)。

5.2 复合外墙主断面传热系数计算有误

以上已就保温材料的热工性能指标取值存在的问题作了说明，以下举例说明按《图集》给出的材料热物理性能指标所计算的墙体主断面传热系数存在的较大误差，这种误差是不利于蒸压加气混凝土推广和应用的。

例一：《图集》C13 页（P156）“表 C12 严寒和寒冷地区居住建筑复合模塑聚苯板外墙外保温热工指标选用表”中的外墙构造做法如图 5.2-1a 所示，当采用 200mm 厚、B06 级蒸压加气混凝土砌块（灰缝≤15），60mm 厚的模塑聚苯板时。





a 外保温采用聚苯板

1. 外墙内饰面层　2. D 厚蒸压加气混凝土砌块
3. d 厚聚苯板　4. 外墙外饰面层

b 外保温采用玻璃棉板

1. 外墙内饰面层　2. D 厚蒸压加气混凝土砌块
3. d 厚玻璃棉板　4. 防水透气层
5. 空气层　6. 外墙外饰面层

图 5.2-1 外墙构造做法

按《图集》“表 C2”的规定，取导热系数理论计算值、修正系数和导热系数设计计算值分别为：0.039 W/(m·K)、1.05 和 0.041 W/(m·K)，忽略了内、外饰面层的热阻，计算得到主断面传热系数 K_{dz} 和平均传热系数 K_m（《图集》中“表 C3”~“表 C21”各个计算表中均将平均传热系数的符号记作“K”是错误的）分别为 0.41W/(m·K)和 0.49 W/(m·K)，与《图集》“表 C12 严寒和寒冷地区建筑复合模塑聚苯板外墙外保温热工指标选用表”一致。完全符合国家现行标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》（JGJ 26—2010）关于严寒（C）区 4~8 层外墙平均传热系数最高限值 0.50 W/(m²·K)的规定。

然而，按 5.1.1 所述，按国家现行有关标准的规定取值，取导热系数理论计算值、修正系数和导热系数设计计算值分别为：0.042 W/(m·K)、1.2 和 0.05 W/(m·K)。如不考虑饰面层的热阻，计算得出主断面传热系数 K_{dz} 应为 0.46 W/(m²·K)，外墙的平均传热系数 K_m 应为 0.55 W/(m²·K)；如若考虑饰面层的热阻，当外饰面层采用薄抹灰砂浆，其热阻忽略不计，内饰面层采用 20mm 厚的导热系数为 0.18 W/(m·K)的保温砂浆，其热阻约为 0.11（m²·K/W），计算得出主断面传热系数 K_{dz} 应为 0.44 W/(m²·K)，外墙的平均传热系数 K_m 应为 0.53 W/(m²·K)。显然，无论是否计入饰面层热阻，计算所得外墙平均传热系数 K_m，均不符合国家现行标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》（JGJ 26—2010）关于严寒（C）区 4~8 层外墙平均传热系数最高限值 0.50 W/(m²·K)的规定。

因此，《图集》“表 C12”中的“主断面传热系数 K_{dz}”和“平均传热系数 K_m”计算结果有误，不可采用。

例二：《图集》C17 页（P160）“表 C16 严寒和寒冷地区公共建筑复合玻璃棉板外墙外保温热工指标选用表”中的外墙构造做法如图 5.2-1b 所示，当采用 200mm 厚、B05 级蒸压加气混凝土砌块（灰缝≤15），80mm 厚的玻璃棉板时。

按《图集》“表 C2”的规定取导热系数理论计算值、修正系数和导热系数分别为：0.035 W/(m·K)、1.10

和 0.040 W/(m·K)，忽略内、外饰面层和空气层的热阻，计算得其主断面传热系数 K_{dz} 和平均传热系数 K_m 分别为 0.32W/(m·K)和 0.39 W/(m·K) ，与《图集》表 C16 一致；完全符合国家现行标准《公共建筑节能设计标准》（GB 50189）严寒（A）区体形系数大于 0.3 的节能建筑外墙平均传热系数 K_m 高限值为 0.40 W/(m·K)的规定。

然而，按 5.1.5 所述，按国家现行有关标准的规定取值，取导热系数理论计算值、修正系数和导热系数设计计算值分别为：0.045 W/(m·K)、1.2 和 0.054 W/(m·K)。分两种情况：

1）如不考虑饰面层和空气层的热阻，计算得出主断面传热系数 K_{dz} 应为 0.38 W/(m²·K)，外墙的平均传热系数 K_m 应为 0.46 W/(m²·K)。

2）如若考虑饰面层的热阻，当内饰面层采用 20㎜ 厚的导热系数为 0.18 W/(m·K)的保温砂浆，其热阻约为 0.11（m²·K/W）；外饰面层即外叶墙采用 90mm 厚的装饰混凝土砌块，其导热系数为 1.51 W/(m·K)，热阻则为 0.06（m²·K/W）；空气层通常为 20mm 厚，考虑拉结件的影响，修正系数取为 0.8，其热阻为 0.16×0.8=0.13（m²·K/W）当外饰面层采用薄抹灰砂浆，其热阻忽略不计，内饰面层采用 20㎜ 厚的导热系数为 0.18 W/(m·K)的保温砂浆，其热阻约为 0.11（m²·K/W），计算得出主断面传热系数 K_{dz} 应为 0.44 W/(m²·K)，外墙的平均传热系数 K_m 应为 0.53 W/(m²·K)。

显然，无论是否计入饰面层热阻，计算所得外墙平均传热系数 K_m，均不符完全符合国家现行标准《公共建筑节能设计标准》（GB 50189）严寒（A）区体形系数大于 0.3 的节能建筑外墙平均传热系数 K_m 高限值为 0.40 W/(m·K)的规定。

因此，《图集》“表 C16”中的“主断面传热系数 K_{dz}”和“平均传热系数 K_m”计算结果有误，不宜采用。

图 5.2-1b 的构造做法显示，其应为夹心保温墙体，由内叶墙（承重或自承重蒸压加气混凝土砌块）、夹心保温层（玻璃棉板和空气间层）和外叶墙（图中的外墙外饰面层由空气间层将其与保温层和内叶墙分离，而需独立砌筑，因此，外饰面层应为装饰混凝土砌块砌体或烧结装饰多孔砖砌体而构成外叶墙）构成。在《图集》“A 建筑构造”中，对夹心保温墙体的构造做法没有做出说明，因此，夹心保温墙体无论是设计，还是施工，按《图集》规定均难以实施。此外，保温层应采用憎水玻璃棉板，不需在其外侧设置防水透气层。

此外，饰面层和空气层均为墙体组成的一部分，“表 C12”及“表 C16”等各个《热工指标选用表》中，“主断面传热系数 K_{dz}”的计算，均未计入饰面层和空气层的热阻，是不合理的。

由于《图集》所规定的保温材料的“材料导热系数”和“计算导热系数”（见表 5.1-1），低于甚至显著低于现行国家有关产品标准和国家标准 GB 50176，由其计算所得到的节能建筑墙体“主断面传热系数 K_{dz}”和“平均传热系数 K_m”，要低于或显著低于该建筑的“主断面传热系数 K_{dz}”和“平均传热系数 K_m”所能达到的实际水平，而让人误以为该节能建筑具有较高的热工性能，采用较薄的加气混凝土砌块或保温材料，就可满足建筑节能的需要，从而会使人们受到误导，不利于蒸压加气混凝土制品及其节能建筑的健康发展。

6 结语

《蒸压加气混凝土砌块、板材构造》国家建筑标准设计图集（13J104）已发布实施，但《图集》中诸多内容值得商榷，若不及时得到纠正，将影响蒸压加气混凝土的推广与应用，希望能引起相关部门重视。

国家建筑标准设计图集是国家针对工程建设构配件与制品所编制的通用设计文件，是对现行有关标准的细化和具体化。编制人员应理解相关标准内容，开展过相应的研究，并具有一定的工程应用经验。编制的标准图集应具有先进性、针对性、适用性和可操作性。

（**注：** 本文作者高连玉、张京街（重庆市建筑科学研究院总工程师）均为新版《蒸压加气混凝土制品应用技术规程》的主要修编人，目前该《规程》的修编工作正在紧张进行中）

用华夏古建墩柱技巧实现抗风隔震结构设计的探讨

------兼论地震中底层强柱弱梁的不可能性

李豪邦

提　要　本文从国内外震害实例、框架结构底层柱破坏的特点，思辨、推算分析认定：结构的抗震设计必须考虑震时的地面震动位移、该位移对柱（墙）生成的内力影响极其严重、震害中所有底层柱（墙）的破坏皆与此位移有关。该位移对梁的应力影响很小、因而要求强柱弱梁——破坏先从梁起始的局面无法实现。在当今普遍缺失可摆脱地面位移对结构破坏的情况下，本文借鉴我国华夏古建中立柱做法，通过对撞击的进一层认识，提出在砼结构中运用具有可变柱头及高径比受计算限制的柱：承静载为墩、抗风时为顶底具有摇移铰的斜压柱及强震时随了上下端外周稀筋砼环部的破裂瞬间进入可隔震的近似摆柱状态，从而起到隔震作用。

关键词　震时地面动位移　冲撞　隔震　墩柱　摇移铰接柱　摆柱

1、结构抗震是一项涉及面广有难度的艰涩课题

对新建建筑进行结构设计，其最核心的要求就是结构安全，不仅在静载和飓风作用下要安全，而且在可能出现地震的区域还须考虑抗地震的问题，使建筑在遇小震时不坏，遇中震是损伤不大，经修补后可续用，遇大震时不得出现倒塌，以确保生命的安全。对这些分层次的安全要求，从实际来看，设计中要做到安全抗风是有把握的，但对抗震来说，由于存在相关设计技术面，并需要高额经济的支持，这就须结合国家财力的允许。技术水平的发展来操作实施。就从共和国建国以来，发生唐山、汶川、玉树大地震来看，首先就是对设防烈度划定的不准，使一些应列入的地区未被列入，或列入的地位偏低而失妥。再者是业界对抗震措施的选定及在设计中抗震的力学计算方法也只是有半个世纪少多一点的历程、算法是从等代静力计算入手发展成为当下的反应谱现论，此种计算是否能真实反应结构的力学行为也还是值得考虑。地震在极短时间内以其晃（水平地震）、颠（竖向地震）、沉（扰动地基形成不均下沉）造成极大范围的破坏，这在力学上是有其独特的有别予静力作为的特征。人们对地震的实际接触感受机会极小，绝大多数人终生难遇、甚至是家族系统都不曾有过记忆。好在当今有了摄像记录，这才使一些有心欲知震情的人有了一定的局部认识。虽然个人难遇，但从国家大角度全面来看，我国地震的发生是频繁的、涉及的地域广阔；更加由于我国开启科技发展的年代较晚，而进程中又屡遭日寇侵略，军阀内战长时间动乱横行，致使不少民居建多而不牢，改造进度不足，一旦遭遇大震就比好多发达国家（如智利等）显现出异常残酷、损失太大、伤亡惨重。这可以从以下资讯〔1〕、〔2〕、〔3〕中看出

①地球每年发生地震约 500 万次，其中人能感受到的 5 万次，7 级以上的地震约 20 次，8 级以上的 1 次。我国从 1949 年以来发生 7 级以上的 49 次，8 级两次。

②我国大陆由于受印度板块楔入欧亚大陆，形成青藏高原隆升，并侧向扩张。生成诸多活的断裂、活的褶皱、活的盆地，它们活动的速率多是每年几毫米到十多毫米（南美智利有达 90 毫米），活动中与邻部在边界处强烈对抗，在能量集聚到相当大时，以冲撞、撕裂、错动状态出现逆断、正断、走滑断等断裂形成强震。正由于此使我国发生的地震约占全球陆地地震的 1/3。使我国在建筑设计中要求设防到 7 度及其以上的地区面积占了全国土地面积的 41.4%，而其中不少大城市是划归在 8 度区内。

③从单例来看，发生于 2008.5.12 日的汶川地震是先后接续了四处地应力超高集聚点（汶川、彭州、北川、青川）在先后 90 秒内接连释放能量，形成了长 300 多公里，厚约 20 公里的断裂。它造成烈度达 11 度的面积有 2419km^2、10 度区 3144km^2、9 度区 7738km^2、8 度区 27788km^2、7 度区 84449km^2、6 度区 314906km^2。其中汶川漩口镇曾由于逆断摩挤喷涌出岩屑与石块 400 万 m^3，将 2000m 长的山谷填平。可以想象、汶川地震中接连四个超高应力集聚处先后释放能量，中间有隔，每处地震也就十多秒，在如此短时间内竟运用震波无形手法，无隙地连续冲撞构成对地表及地面以上一切设施的强力震撼及至破坏，大到山崩地裂、小到桥断房

塌、铁路钢轨弯变，甚至将或走或站的人摔倒。其完成破坏工作的量值是远非常规所见的力、动力，即使尽力扩大作为，也是无可比拟的。仿佛在那瞬间一切的动力、静力作为由于相比之下量级太小，就似乎自然完全失效，退让给突发无形无隙的连续高速冲撞并生成有别于常规形变的畸变。然而当今在计算建筑结构于地震极短瞬间出现的内力时，却只是依据于常规，习用的加速度乘质量等于力的基本公式加入考虑频率的影响扩大后施之于结构框架中。按静力学理论中平衡与变形协调规则最终求得杆件的轴力、弯矩剪力等内力值；全与瞬间发生的冲撞特征无关；这从力性感认知判断角度来看，把结构在静力作用下的全局各杆都应变与冲撞作用时的个别件局部畸变等同看待，这是否合适，颇令人怀疑。若从一些有关文献报道来看震灾中是存在不少令人费解的矛盾情况，如 1971 年美国圣费尔南多地震造成新建的橄榄景医院大楼[4]（该楼系按 1968 年规范设计的）遭到严重破坏使其拆了重建。而我国多次地震对一些古建筑（如唐山 1976 地震时的蓟县独乐寺观音阁[5]、1975 年辽宁海城地震时海城原山西会馆及该地文化馆内的古建[6]、1974 云南大关地震时木构古建）虽然是简单支搭，无撑无墙，感觉上抗力薄弱，却是无损地经受住了强震的考验。看来地震使建筑破坏的根由还是具有有待人们深入探究的空间。

2、必须重视地震作用时地面动位移对结构生成的严重影响

从一次地震来看，在地震瞬间释放的巨大能量中，一部分能量会形成为波[7][8][9]，这种携带巨大能量的，不论纵波、横波及次生的面波，会伴有反射、折射地向四周扩散、传播。在传播中这些波的强度及部分特性（位移量、持时值）会随传距的加长出现减弱变化，而处于不同地质地貌的地域也会有差异。甚至断裂带两侧、上下盘区的震灾轻重情况也会有明显不同。这些携带了巨大能量的波，遇了建筑之后就会通过基础向上反映出波所携带地面震动位移能量、加速度能量对上部结构各部分生成作用影响。

从当前依据国家规范进行抗震设计计算来看，特别是采用时程计算法，要求选用实际强震记录的加速度时程曲线，其加速度最大值按规范 GB50011 表 5.1.2-2 依据设防烈度及计算多遇地震或罕遇地震的不同，取用规定的值来进行计算。这在考虑地震的加速度影响力方面是充分而又细致的。但须认清此项计算未涉及震时的地面动位移（即地面来回晃动的幅值，此值在 EL.Centro 曾测得的是 213.4mm，[7]）。从人们对作用力传递的常规力性感认知来说，地震作用由基础传给上部结构是必须首先通过底层的柱（墙）而上传。底层柱墙是首当其冲的关卡。对此，我们可以设想，当地面位移波初来时，柱底会是随了地面出现位移，但此时上部结构由于具有很大质量的惰性，不能随着柱底产生瞬间移动，这就使底层柱形成了处于图 1 所示的受力不利状态。今简化近似地视柱顶底端为嵌固，计算可知柱的顶底端弯矩 M 值为

$$M=\frac{6EJ\triangle}{H^2} \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中 J 为柱的截面惯性矩。今取柱为周边对称配筋，全部纵筋的配率 ρ 按 GB50010-2012 第 9.3.1 条规定取最大值为 5%，考虑全周匀配、单侧 ρ=1.5%，配筋用 HRB335，强度设计值 f_y=300N/mm²。今取柱截面为正方形，边长为 bmm。今更概略地假设柱所承担的轴力 N 全由砼承受，而柱承担的弯矩 M（强度与变形）则由对称的两边配筋承受，由此知 M 及与生成 Δ 相关的 J 值如下

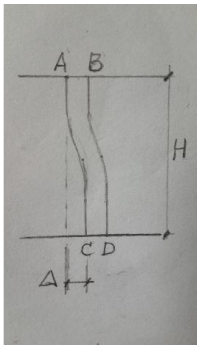


图 1

$M=0.015b^2\times300\times(b-70)=4.5\ b^2(b-70)$

$J=\int x^2dA=0.015\ b^2\left(\frac{b-70}{2}\right)^2\times2=0.0075\ b^2(b-70)^2$

将上式代入（1）可知

$$\Delta=\frac{MH^2}{6EJ}=\frac{4.5b^2(b-70)\times H^2}{6E\bullet0.0075b^2(b-70)^2}=\frac{100H^2}{E(b-70)}=\frac{H^2}{2000(b-70)}\text{----（2）}$$

今分别取 b 等于 400mm、500mm、600mm、700mm、800mm 及 H 等于 4000mm、5000mm、6000mm 代入式（2）计算，可得 Δ 值如下

表 1

当 b 值为：	400	500	600	700	800
当 H 值为 4000 时	24.2mm	18.6mm	15.1mm	12.7mm	10.9mm
当 H 值为 5000 时	37.9mm	29.1mm	23.6mm	19.8mm	17.1mm
当 H 值为 6000 时	54.5mm	41.8mm	33.9mm	28.6mm	24.6mm

弹性工作时允许的柱底最大位移。这样一般看来，允许的地面位移也就不过是 2～3 厘米。以此值与 1940.5.18EL.Centro 测得的地面位移 u=8.4in=213.4mm(图 2)，二者相比 说明：地震时底层柱端的严重破损应是与震时的地面动位移相关。这在汶川震灾中如图 3 所示是多有所见。

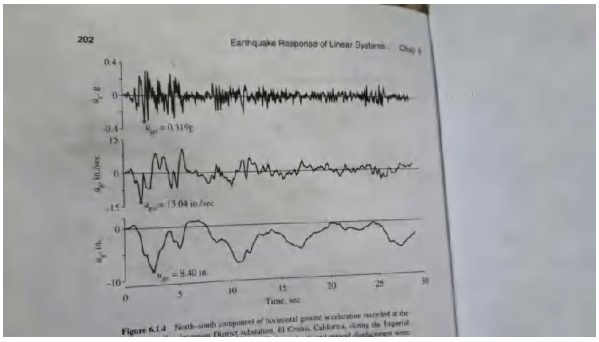


图 2

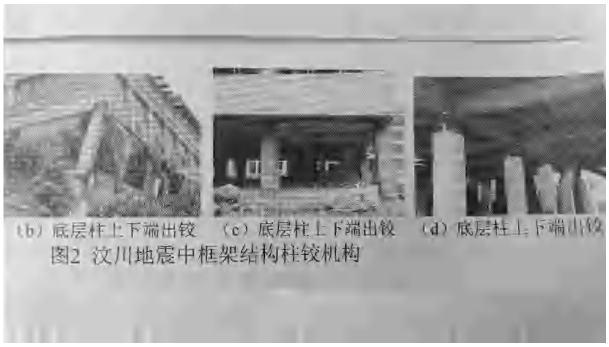


图 3

如何应对地面动位移对楼体底层柱生成的影响，这从式(2)计算的数据表 1 来看：改小柱截面是有利、加大柱高也好，但这两种手段都与上部结构的承重所需是直接矛盾，不能允许；而式（2）计算用的配筋率又是规范规定的最高值，不允再大，这里形成了关卡。可想象得出，人们从地震时站立不稳的角度是很容易觉察出地震存在动位移，只是长期以来业内人士，也包括西方专攻结构抗震的科学家们始终拿不出令人放心的简便妥善办法；致使长期以来，就如何对待地面动位移问题，对前辈人士成了一个无奈的“禁区”、无法跨越。这从抗震规范的制定、设防也最高到 9 度（似乎是 9 度时不存在明显的地面位移)。无法进入 10 度，11 度境地即明显看出。若从地面位移角度深究 GB50011-2010 表 5.1.5-2 中所列罕遇地震计算给的加速度最大值 8 度时 400（510） cm/s^2 ,9 度时 620 cm/s^2 ， 以此对照 E1.CenTro 于 1940.5.18 记录[10]的加速度为 0.312g=315 cm/s^2 ,其对应地面动位移为 213.4mm（图 2）就看出罕遇计算是完全忽略了地面动位移的实际存在，这显示出对罕遇地震的计算会是全无实际意义。地面位移是门坎，不过门坎就入不了内。在解决“禁区”这一问题上，起作用的是国人对我国华夏古建的典型之一，应县木塔，进行内力分析过程中，逐步悟知的。应塔总高 67m 、属木构高层古建、曾经受过五次地震、6 度的 3 次、7 度的 1 次、7～8 度的 1 次、但塔顶 9m 高的刹杆丝毫未动、通过以力性感认知为基础的思辨推理计 算、完全证实运用古建中常见的墩柱、底端平坐础石上、顶端搭梁，只要是高径比经计算取用的合适，即可解决地面动位移生成的难题。相对于古哲匠师妥帖运用墩柱、显得当今人悟觉似嫌太过迟缓、究其原由是源于行业的主导技术惯性。当我们的先人造出了水泥之后、他们结合运用钢材、逐步创造出钢筋砼框架、在完善中、先辈们对框架的成就是十分崇拜、以致形成了业内人士脑海中的思维定势。在这种自感自身持有科学理论的心态下、是看不到群山中有着诸多飞来峰、磐陀石以其罕见的奇险状态度过了千万年来的沧桑巨变；对我们祖先建造已经历数百、上千年华夏木构古建的承载能力、这些先辈工程师、学者也是以居高临下的心态、视其为工匠所作没学问，不屑做深刻的理论探究，必要表态时、随意说点理由、含糊其辞。至于到了更近时期、对这一局面起重要影响的直接作用则是最近三十多年来学界人士多是撂了手笔、全用电脑处理设计与研究。致使人们生成了依赖电脑，缺失了人脑在

技术上深追细究的独立思考能力。而今，我们要认清墩柱之所以能解决地面动位移问题的机理。这就须从地面动位移的特征、引发对结构破坏的过程、墩柱的特点、一步步从相关事例实际中仔细观察从情感知觉层面上认知。仔细对照图 2 中上行的加速度曲线与底行的动位移曲线、可看出在地震中动位移是随同 一系列高速的抖动形成的，动位移自身的周期相对于抖动着的加速度周期要长很多，这正符合于人们立、走不稳会摔倒、柳树树梢左右摇摆扫地反映出的特征。图 2 底行显示出地面相对于原本静止位置是首先向移侧移动了 8.4in 的最大位移。但迅即向回摆动接近原位，甚至越过原位而后再出现向移侧的摆动、这样的循环摆动就是在急速抖动中进行着近似简谐运动（即地面晃动）。其最终的停位会是比原位有向移侧的移动，但其移动的量会是比最大动位移 8.4in 明显为小。

我们用这种左右连续摆动的位移观点，通过逐步分解来观测分析载于《5.12 汶川地震生命线系统震害调查图集》[11]中第 51 页的绵竹回澜立交桥的盘旋式人行辅桥两桥墩的破坏结果。该桥墩与顶上梁是连续整浇一体（图 4）。从图中可看出，桥墩柱高径比颇小，柱较为壮实。上图中柱箍筋尚未完全失效，下图箍筋则断裂，柱顶压酥的高度约为柱直径的 1.5 倍，但上部桥梁看不出有明显破坏。桥梁未塌落地面是由破坏后墩柱顶钢筋笼内的碎砼块堆摞支持，这说明桥墩柱所受压力不大，桥墩柱头的破坏非上部压重所致。对此人行桥下与梁整浇一体的柱，从当今结构规则可视为单质点结构、按国家标准 GB50011 进行计算是无论如何也算不出梁不坏而柱却有着如此巨大、能使柱损坏到如此程度的内力。但从深厚广泛的力性感认知：高速撞击会使构件出现畸变的角度来观测地震动位移生成的结果，则可对问题看清。在柱底出现动位移时，柱顶所受力为最大，而该处传力件是柱上段的顶面、受力件是位于柱顶的左右梁。由于梁的相接面积大，且梁底配置的粗筋比较多，故与柱头相比显然柱头是薄弱环节会首先遭到破坏。对此破坏过程细分步骤来说应是如下

图 4

（1）当地震位移首波来临，柱底随动时，柱顶由于存在巨大质量的惰性，是基本处于静止状态，此时柱的变形如图 1 所示。随了柱的变形，似乎图 1 中的 AB 线应呈现微量倾斜趋势；但分析来看，此趋势是必须通过柱中受拉侧钢筋伸入梁内段的弹性甚至塑性伸长的微量变形、借助筋侧与砼中水泥浆的握裹力，再经过与骨科间的一步步传递、经过较长的间接路线、生成诸多变形后到达于梁筋使其变形后才能实现。然而地震时每个震动的时间极短，来不及等待柱梁钢筋间的 传力过程，这就使得梁柱间弯矩的传递是不同于剪力,轴力的传递，其间存在有效性问题，须设效应系数。今若参照枪弹打玻璃是只穿孔而不裂、推究其理是玻璃的支座反力因变形缓慢而来不及生成。依此而论，地震时底层柱向梁传递因地面动位移出现的“弯矩”时，其传递的效应系数应为零才合适。这反映出地震时框架结构的首层梁是不承受竖重之外因地面水平向动位移出现的弯矩值。

（2）单分析柱来看，当地震位移首波来临，此时的柱由于其顶底端配筋量相对于地面位移引生“图 1 弯矩”所需是不够，故图 1 点 A 处外表面会出现塑性变形,在 A 点下出现多道明显的水平裂缝；而表面内、因水泥中早已存在的干缩应力及脆性会引发借助钢筋受拉变形时的伸长、形成扩展连续的内部竖、斜细微裂纹。此时柱顶的 B 点处，砼是经受有可能超限的压，但由于竖立筋及箍筋的存在，是可以无损地适应。

图 5

（3）当紧随首次正向波过后的反向首波来临时、对位于 B 处一侧受拉区出现的状况是与正向首波时的 A 点处状况基本相同。但对受压侧的 A 处则由于在前震波作用时筋已出现了明显的塑性伸长，砼也出现了内外明显的裂纹，在此情况下受压时会随了对塑变伸长筋的承压致外鼓，而带动 A 一侧外层砼呈斜坡状剥落破坏。

（4）当首伦反向波结束，第二伦正向出现时。其承压 B 侧是重复刚过去的反向波对 A 侧的行为、即对已

塑变伸长了的筋硬压，令其外鼓、形成鼓筋之内砼因受压生成扩展破损及鼓筋底端砼的新开裂。而在 A 侧则是因筋的第二次拉长牵动前次未裂的筋底砼，使其开裂，并向下扩展。

再后，如若动位移继续反复出现，则其影响基本都是重复压侧破损斜面向内向下扩充，拉侧筋底砼的加深开裂。此例反映出，柱中伸入梁内的竖筋在地震出现地面动位移时是存在严重的负面效应；筋的反复拉长压曲会带动砼过快地出现开裂，颓损及至伤失其承载能力。

有关地面动位移存在并影响柱顶端逐步破坏的状况还可从图 5 中看出。该图系引自徐有邻先生著《汶川地震震害调查及对建筑结构安全的反思》[12]书中照片 2.3.7。图中建筑为强震区的二层砖房、底层为“框支柱”支托。从图中看出：二层阳台栏墙上的花盆摆放整齐、未被强震甩下。这说明该楼二层在强震作用时是未曾有过晃动，但二层是整体挫落了下来。细看照片可看出，楼底“框支柱”的破坏是看不出有竖向钢筋及箍筋的露出。似乎该柱不是钢筋砼柱、其状倒像是砌块柱（判断而论，对二层砖房，底层用大点的砌块填芯柱，不改虑抗震还是可以允许的）。对砌块柱无竖筋与上相连，这在地震的地面动位移波前来冲撞时。受拉侧砌块只是将砂浆缝拉裂而块体不碎，但受压测砌块则会被压裂破碎后落下（空心砌块的壁厚仅为 20~30 毫末、很难在上存留）。这样在反复的地面位移波作用下，柱顶的砌块被一层层左、右、中依序破碎、在逐层破碎中，柱身缩短着，上面的二楼则一步步无晃地落下。从这一栋位于强震区二层砖房阳台边花盆不动的实况中，我们应是悟知：与梁无竖筋相连的柱，在地面动位移出现时，柱就形成了顶底似为铰的摆柱，随了地面动位移，底端来回移动顶端只是跟了转动，隔绝地面动位移的上传，更由于柱的顶底为平面，这就使建筑整体在最终具有了难得的令柱态归铅垂位的能力。

以上两例，前者是单层框架，后者是无筋柱框架，这与楼层框架结构相比似嫌还有些差距。今借重庆大学土木工程学院李英民先生等位所写《汶川地震建筑物震害若干问题分析及对策》[13]（载于第 9 届中日建筑结构技术交流会论文集中 p53~69）一文中对砼框架结构“强柱弱梁”问题实况的调查来进一步认识。该文是综合汶川震灾后写出的。如文中所述:“这是用惨重的人员伤亡和巨额的经济损失换来的‘带血的震动台试验’、我们必须认真整理震害资料，开展深入的研究，从中总结经验和教训，促进抗震防灾技术的发展”。文中对“强柱弱梁”问题的提法是“规范所倡导的强柱弱梁破坏模式几乎没有实现。框架结构普遍出现柱铰。梁铰几乎

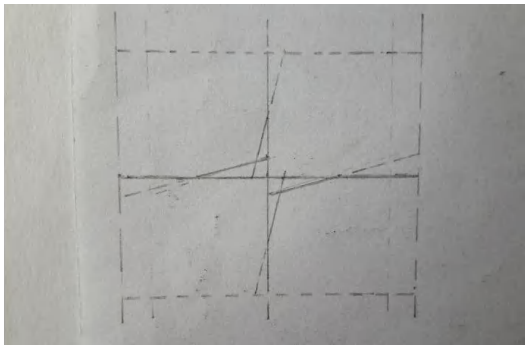


图 6

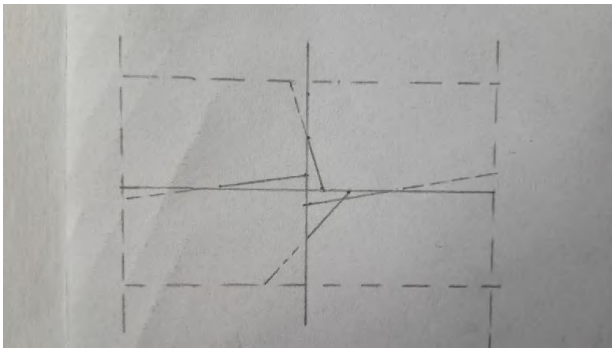


图 7

未现…”。正由于此，他们提出了“规范所倡导的梁铰为主的梁柱交接机构为何没有形成？”的问题。从该文列出的实物照片（图 3）来看：建筑物中破坏的都是底层柱的上下两端，而梁端都相对完好，对此状况我们可从以下几个方面来进行分析。

（1）今设一规整、两等跨对称的多层框架，取其二层楼面中柱节点来看，按 GB50011 中计算“水平地震作用” 采用不论是“震型分解反应谱法”或是“应部剪力法”，计算所得在该节点上下左右所承受的单由水平地震作用引起的力距概略值应是如图 6 所示。当楼层层数较多，节点处上下柱高及截面尺寸皆相同时，则单由水平地震作用引发的节点上下柱、左右梁的端弯距值应是接近相等，只是上柱的底弯矩会略小于下柱的顶弯矩值。在此情况下若考虑到左右梁因连续而存在因竖重所生的支座负弯矩时，则会是梁的端弯矩值大于柱端弯矩。在此按规范规定算法计算的情况下，规范要求设计者在设计中，采取一定措施使震时首先出现梁铰是会在纸面上出现的。

（2）取位于建筑物中的一榀上述框架，令其底层中柱产生一位移Δ ，则由此Δ生成底中柱顶节点四周的力矩会是近似如图 7 所示。可以看出，围绕该节点四力矩的平衡条件是：底柱的顶端弯矩值（其值应是适度小于 $6EJ/H^2$)应是等于上柱的底端弯矩加上左右梁端弯矩的三者之和。

（3）设若上述建筑全楼所有框架的所有底层柱，其底端皆产生位移Δ（这在地震中确实是如此）。此时如仍要求计算绘出节点弯矩图则会是一无结果的伪命题，称其为“伪”的原由可从力性感认知角度看出：在图 7 中单独一个柱底出现Δ，而其它柱都原位不动，则其它柱对出现Δ的柱可提供反向平衡力矩。而今是全部柱都出现Δ，这就形成了缺失提供反向平衡力矩的依靠基础，因而是一无结果的伪命题。这里我们就认清了：对全楼出现柱底位移Δ的情况是只能出现在地震时极短瞬间连续震动形成，它是地震波能量的作用，由于其间的作用时间极快，似乎是不允形变的全面生成传递，因而其结果与静载不同，这很类似于以枪弹打玻璃是仅穿孔而不碎裂、掉搪瓷杯落石质地面上是只磕出小凹坑，掉点瓷而不影响全局。对这些细琢磨，似乎有着相同哲理：即局部静载作用下使全结构出现全面的应力应度与全面或局部出现冲撞导致局部畸度，二者在结构中实际生成的内力效应，在力学上是存在很大差异。

3．我国于千年前在华夏古建工法中就运用墩柱使结构具有了抗风并隔震的双重功能

我国各地保留的古建木结构可说是到处都有，其中华夏木构工法（亦称抬梁式、它是借助竖向静载压力在梁柱接 的斗拱部以走斜的斜压力方式下传风载水平力）是适用面广，加工方便，传递内力巧妙合理，抗风能力强，能隔断地震作用的高性能结构。由于传力合理，不出现高额峰值应力，不生成个别部的严重塑变，就使结构有了可由力学理论支持并解释的长寿根据。其长寿可达到数百年甚至千年，成为建筑中最长寿结构。和其它工法木构及西欧的所有古木构相比，寿长可超出十多倍之巨。古建中的应县木塔[14]就是在这些方面做了近千年的实物抗风、耐久试验及五次隔震的实物试验；这是我们业界进行的时间最长，涉及隔震、抗风、耐久的最珍贵的结构实物试验。

这种华夏木构工法的古建，初看时，对外行人会是感到新奇。对内行人，特别是了解当今涉及理论，并熟悉规范的人士，当他们进入全高 67m，底层中厅跨 14 m，中厅中央点净高 7.15~13.8m 的应县木塔（图 8）内，明层只有 32 根木柱支顶，周边无墙空空荡荡，木柱底端底层者立础石上，楼层者骑下部木梁上；顶端直接搁梁。梁下有杆（枋、阑额）以燕尾榫构造从柱顶开通的卯口插入相拉；对这种构造的柱，作为

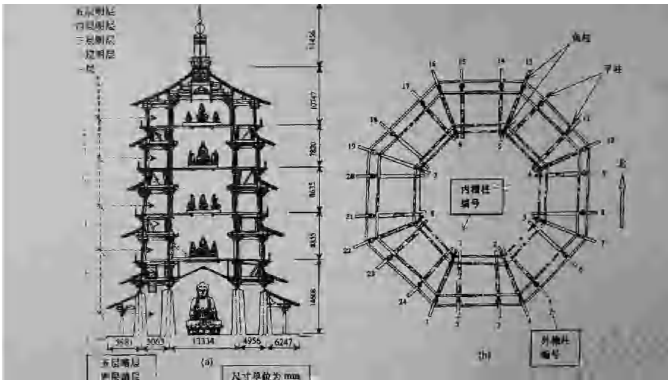


图 8

结构设计人员来看是上下铰接，难以承受水平向推力。结合应塔是如此高大的高层建筑，层层柱一律上下铰接，确实是令业内人士大惑不解，甚至生成担心倾倒的危惧感。无法承认它竟能承受飓风、地震而不倒的现实。然而通过冷静观察，详查细究，推理思辨反复核算即可了解其奥秘，取得确凿数据完全证实应塔就是在力学理论上有能力抵抗千年飓风及五次地震[17]（1305.05.03 烈度 7~8、1626.06.28 烈度为 7，余三次为 6）的袭击。

应塔是我们祖先圣哲匠师，师徒传技，凭借对力性认知的灵感积累，经反复的小试、实物试，择优去劣，精细构筑，形成明层与暗层两类结构，明层设 32 根墩柱（柱高 2.8m 径 0.56m，高径比为 5.顶底是当今可视之为摇移铰的平接）与刚性良好的暗层（由上下楼面板，内外圈垛木壁、中设诸多斜撑杆构成楼面盒架）层层相间连续搭支。在屋顶及各层大悬檐采用桔泥卧瓦及斗拱配合压重作用下，成功地达到既能在飓风作用下，柱身运用上下铰位作反向移动的趋势，以斜压传力方式稳妥传下水平风力到地基。而在地震时，则在柱底端随地面动位移移动时，柱顶只是绕摇移铰转动（柱顶与梁相接面出现左右反复的微量张合），从而隔断了水平向地震波的上传。此动作就实质言，是与前述图 5 中出现的情况相同，只是图 5 柱中砌块因脆性逐层压碎，

使柱高在地震中逐步缩矮，而应塔木柱则因木材性能的优越，而在地震后不显痕迹。古建木构的这种隔震特性并不罕见，发生于 1975.02.04 辽宁海域地震时位于 8 烈度区内的海域原山西会馆及文化馆内的两处古建木构就基本保持完好[6]。

4．澄清认识树立新思维借用墩柱理念是今后改善结构抗震的首选

现在看来，要真正实施“大震不倒”，就必须在考虑罕遇地震计算时，也必须考虑如何对待不可忽略的震时地面动位移。这里利用墩柱就成为首选，但此中存在敏感的问题是必须切断柱竖筋与梁的联系。然而这项措施对业内人士的固有结构思维是明显存在抵触。为及早转变思维方式，澄清认识列出以下几点新认识与同行切磋或许是有益。

（1）在框架结构中、上下固结的柱，在整体结构受风时，于柱高的中部，必有一反弯点，该点的弯矩值为零。今将该处柱竖筋全切断，就理论而言应是受力没问题。

（2）对前条切断之处，插一垫块，取代原有部分砼，也应是可以允许。

（3）将垫块加厚，加厚成为垫墩，更加长成为垫柱即墩柱，此垫柱的高度中心是位于柱的反弯点处，则垫柱顶底端从理论上讲应是承受一弯矩，其值为反弯点的剪力乘以柱高之半，由于垫柱的顶底面无钢筋与上下结构相连，因而只能是借用柱承担轴压力离开柱截面的中心位。形成偏心受压（即柱的斜压受力，传递风力到地基）来构成此项弯矩值。

（4）对墩柱在设计计算时，必须确保顶底相接合面的边缘最大应力（按最不利工况组合）是处于允许范围之内。从传力实质角度来讲；墩柱斜传力与框架中该部位柱二者承受的剪力与弯矩效应是完全相同，只是在柱端部的应力分布上二者存在差异。墩柱的短是为了减小承受（隐）力矩的量值，墩柱的粗其目得在于提高自身承担（隐）力矩的能力。墩柱架结构与框架结构二者在抵御外来水平作用的思路是存在差异。框架是梁柱牢结,合作硬顶外来力；墩柱架是借助墩柱顶底无筋之柔、以变形趋势柔抗外来力（风力）。这在地震时，适应明显的地面动位移，与框架比是有很好的适应能力。

（5）应塔中墩柱的高经比是 280/56=5.我们拿这里的 5 与 GB50010-2010 表 6.2.15 对比，表中柱的高经比 lo/d 的范围值 7～43，这与 5 相比显然反映出墩抗在受压时是自身具备稳定的特征含义。

（6）采用了墩柱的墩柱构架，应是满堂布于底层（不得与具有硬性抗侧力的结构件无条件地混用），由于其提供的抗侧力能力是均衡布设，故其上不宜采用框剪体系结构。由于墩柱构架具有隔震效应，故其上所建砌体结构的高限可给予放宽。设于墩柱构架层的楼梯其底端应具有双向滑移功能。

（7）应当认清采用墩柱构架对地震中竖向震是无隔震效应，但考虑到：①墩柱构架与沿用已久的常规框架二者在涉及竖向震的性能上是基本相同，而大量震害中未曾发现明显因竖震生成的灾难。⑪起振时，在应力应变方面，竖振涉及结构负重的影响远较水平振为大，需输入较大能量方可启动。再者，水平振时，左右是完全对称平衡，而竖振则上下不平衡，相差巨大，致使衰减进行很快。根据以上两点，则对于在居住类建筑中可略计竖震影响。但考虑到冲撞对抗剪有着脆性破坏的不利、故对框架中主梁在构造上以设弯起筋为宜。

5、对墩柱构架抗风与抗震存在技术矛盾问题的思考

总结图 5 中砌块柱能确保上层不晃及应塔木柱已有千年抗风、抗震的成功检验，从而可看出、对砼墩柱构架中墩柱的要求应是满足以下三点。

（1）墩柱顶底与上梁底及地梁顶应是平面相接。砼可整浇一体、但竖筋须是切断、不得通过。可考虑允许在柱心处插销子筋，以确保在极端情况下不出现错位滑动。

（2）墩柱的高径比要尽量小，以满足抗风计算的受力要求（即顶底相接面边缘最大应力须不大于规范允许值），为满足此要求墩柱可与由上柱延伸下的柱段或由下梁突起的柱头相接。此外，为了减小震时地面位移引发柱端的撞击力度，应是尽量减小柱宽 b 值。

（3）必须避免墩柱最终出现如图 4 所示，因地震时地面动位移引生顶底反复撞击，生成散碎态，使柱颓损失效。

这里看得出，抗风要求高径比小，就得将柱径 b 加大，而地震时为减少因撞击对上部生成竖震的影响是要求柱径 b 尽量减小，同时还要求墩柱头能超高强延性好。这里明显矛盾的问题是必须解决。对此我们只能是研究采用非常规手段处置。考虑到墩柱在其服役承载过程中除去始终存在的竖重工况（静重加活重）之外，是必须分别考虑及计算竖重加风及竖重加地震两个方面。风载是常年都会出现，不会总是空缺。但地震对绝大多数建筑终其一生也难以相遇，即使相遇了、其作用的时间也只是极短促的几十秒之中。考虑到地震与较大风载同时出现的机率几近为零，可以略计。这样，我们在针对墩柱受力服役过程中、就可以区分两阶段工况，先是满足常规抗风的缓作用静力所需，将墩柱端局部长段做成中心为截锥的高约束砼、周边是稀筋砼的特殊构造。而后在一旦出现强烈地震时、利用其突发具有高破坏能力的撞击，使墩柱端周边的稀筋砼部破坏脱落，中心部出现超高强的平台锥，使竖向撞击幅值减小，能进入隔震效果较好的状态。而震后应是及时采用快凝水泥砼将已脱落部妥善修复以恢复其抗飓风的能力。这里从强震开始到修复完之间、使结构缺失了抗飓风能力是有嫌不足，但我们在设计中可适量放大一点锥顶径、使其能承受全竖重及 1/4 风压的合作用来作为弥补（据初步计算[15] [16]锥端径用 300mm 承担竖重千吨重应是可能）。着实看，墩柱抗震是属于隔震系列，此前，众多的简易隔震做法，近百年来在国内外都曾有过提出、甚至实施。但却无人将其坚持执行，究其因有二：一是有恐地面位移大滑出界限之外，二是自身无复位机制；对照墩柱隔震来看，对这两点是都有改善。应县木塔屹立 958 年，年年抗风，还曾抵御了烈度为 7~8 的地震、它珍贵的接受实际检验的经历完全证实，只要设计计算考虑周到，对墩柱就是可以放心使用。墩柱，这一外形粗壮、存在于楼层梁下，地梁上之间的短柱在仅承受竖重时，似为一垫柱、在承受风载时是一顶底为摇移铰的斜压受力柱、在地震时则会蜕变为摆柱，等同于一巨型辊轴中切出中心竖段、令柱进入可隔震的境界，然而它又不是圆弧的顶底边、是平面，这就使它具有了“复位”机能。由于采用墩柱能解决高烈度区当前难以处置的因地面动位移引发严重破损的后果，制止了地震能量的上传，因之，这就为在其上建造砌体结构开创了方便，这对当前发展中小城镇的建设是给出了有力的技术支持。

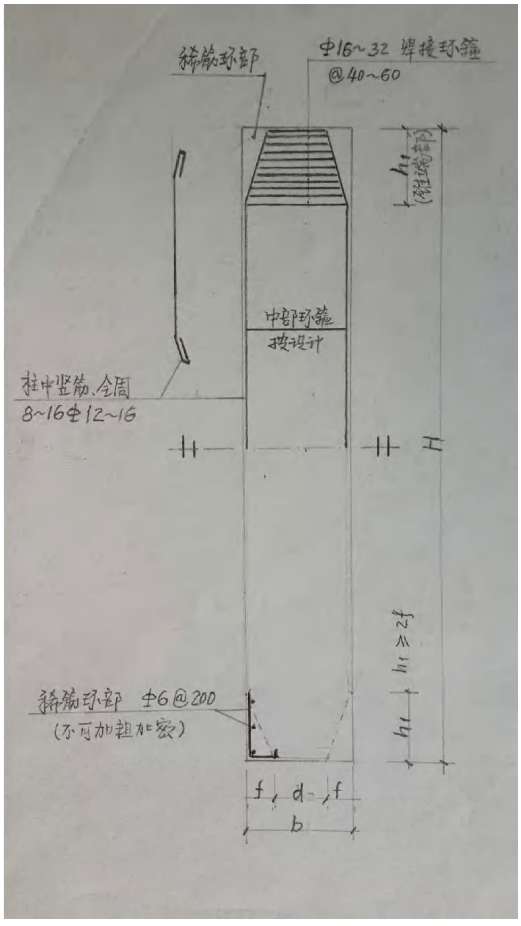


图 9

6、对墩柱构造处置设计及计算的初步建议

建议的墩柱作法示如图 9，从图中可看出、该柱在借助配筋手法不同，用以达到发挥砼材料不同强度特性方面是划分为高、低、中三部分。高性能部是柱端中心受高约束的锥状砼部、配置密布粗一些的环状箍可令其承载能力极度提高。低性能部是锥状外周的稀筋环（环截面为三角形）部、稀筋部仅配置少量细径筋使该部在受风时能以承力，而在受地震波冲撞时显现出敏感的脆性。中性能部是上下锥状部之间的常规柱身部。对墩柱作如此的构造是出于下述的受力考虑。

（1）对墩柱的受力状况在计算中是分两阶段，其一是抗飓风时、其二是出现强震时，对不同阶段取不同的截面进行计算。

（2）当抗飓风时、截面取沿柱高为等截面、宽为图 9 中 b，其在风与竖重作用下、发生在柱端截面边缘的压应力须控制在稀筋砼强度设计值的允许范围之内。对中间锥状高强部的存在可不予考虑。

（3）当地震时，视锥状砼外的稀筋环部已压碎失效，柱端受力皆由受约束的顶面直径为 d 的锥状台部

来承担。其承担的力为全竖重及少量风（可用 0.25 的全风）生成剪力与竖重的合作用。

（4）对上下锥部之间的柱身部强度因单算抗风时，已有安全结论，故可略计

从以上不难看出，采用此三性砼共体墩柱的构造做法是首先考虑建筑物必须抗风安全，故而墩柱是高径比较小的短粗形态（计算的柱宽为 b）。而当强震出现地面动位移时随即利用动位移生成的柱顶底竖向撞击效应，使柱的顶宽由 b 减窄为 d，呈现出柱的高径比明显增大，这从本文公式（2）推论的表 1 中数据来看是会明显减轻强震生成对上部建筑的能量输入。此做法虽然有短暂欠足的缺憾：震后须进行对震毁的柱端外周环修补（工作量小，不存在技术难度），但却是以简便手法解决了抗风与隔震完全对立，互不相容的难题使其同位共处、融合一体。

参考文献

[1]嵇少丞，地震与中国大陆形影相随【M】
[2]马宗晋，大地震：汶川，海城，智利，玉树【M】
[3]肖承邺，邹其嘉、世界奇异震害【M】
[4]美国工程科学院全国研究会地震工程研究委员会、论地震工程研究 1982【M】
[5]罗哲文，谈独乐寺观音阁的抗震性能问题【D】、罗哲文文集
[6]辽宁省革命委员会基本建设委员会、海城地震建筑震害调查 1975【R】
[7]李杰、李国强，地震工程学导论【M】
[8]蒋溥、戴丽思，工程地震学概论【M】
[9]日、金井清，地震工程学【M】
[10]美 Anilk.chopra,结结动力学理论及其在地震工程中的应用【M】
[11]中国地球物理研究所、5.12 汶川地震生命线系统震害调查图集【M】
[12]徐有邻，汶川地震震害调查及对建筑结构安全的反思【M】
[13]李英民，汶川地震建筑物震害若干问题分析及对策【C】
[14]陈明达，应县木塔【M】、文物出版社 1966
[15]过镇海，混凝土的强度和本构关系—原理与应用【M】
[16]蔡绍怀，现代钢管混凝土结构【M】
[17]李大华等，山西应县木塔与历史地震[J]，山西地震总 112 期

浅谈沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼消防系统设计

许为民

摘　要　结合郑州机场等已建航站楼的设计和使用情况，简述沈阳桃仙国际机场 T3 机场航站楼及附属建筑消防设计与经验，探讨大空间建筑消防系统设计思路。

关键词　航站楼　供水形式　电伴热　管道连接

1　工程概况

新建 T3 航站楼位于机场现有 T2 航站楼东南侧，建筑总规模为 24.83 万㎡，建筑高度 29.085m。航站楼平面呈“U”型布置，由主楼和两个指廊组成，为国际和国内旅客合用的两层式建筑，局部设有夹层。航站楼已于 2013 年 7 月 1 日建成使用。

2　系统形式

本工程消防系统包括室内外消火栓给水系统室内消火栓给水系统、自动喷水灭火系统、固定消防水炮灭火系统、大空间主动喷水灭火系统、气体灭火系统、餐厅厨房的灶台专用灭火系统、水喷雾灭火系统。因 T3 航站楼与现有 T2 航站楼毗邻，为提高消防供水安全性，设计采用 T3 与 T2 航站楼消防管网连通，连通处设电动阀，阀门平时关闭，紧急情况下开启，相互供水。

2.1 设计参数

航站楼一次火灾用水量为 936m³，由地下独立设置的容积为 1000m³消防水池提供，内分两格，泵房内设有室内外消火栓给水泵、自动喷水给水泵及消防水炮给水泵。水池补水接自场区室外环状给水管网。系统不设屋顶水箱，火灾初期的水压及水量由 DLC 气体顶压设备保证。为保证消防用水清洁，泵房内另设两台外循环水消毒器。各消防系统的用水量及延续时间详见下表：

表 1 消防给水系统设计参数

系统名称	设计流量（L/s）	火灾延续时间(h)	用水量（m³）
室外消火栓系统	30	3	324
室内消火栓系统	30	3	324
室内消防水炮系统	40	1	144
自动喷水灭火系统	40	1	144

2.2 室外消防给水系统

航站楼室外消防给水系统为低压制，设计保证最不利点的消火栓出口压力不小于 0.10MPa，管网成环状布置，供水由地下室消防泵房内的室外消火栓给水泵供给。为保证供水安全，日常通过室外给水管网稳压，在与室外给水管网连接的起端设置倒流防止器。消火栓间距不大于 120m，消防用水管上布置有分段和分区检修的阀门，保证检修时关闭的消火栓不超过 5 个。

2.3 室内消火栓系统

室内消火栓系统设计成独立的给水系统，其平时压力由消防泵房内 DLC 气体顶压应急消防气压给水设备维持。火灾时启动消火栓泵进行灭火。

室内消火栓给水系统设计成环网，室内消火栓间距不超过 30 米，消火栓的设置保证室内火灾部位同时有两股充实水柱到达，消火栓充实水柱长度 13 米。室内消火栓给水管道采用阀门分成若干独立段，检修停止使用的消火栓数不应超过 5 个，栓口压力大于 0.5MPa 的消火栓采用减压稳压型，在管网最高点设置试验消火栓。

消火栓箱采用带消防软管卷盘消火栓箱，底部设 5Kg 磷酸铵盐手提式灭火器 3 具，消火栓箱内均应带发光二极管（LED,DC24V）和消防启泵按钮。

2.4 自动喷水灭火系统

航站楼、侯机廊内除小于 5 平方米的卫生间及不宜用水扑救的场所外均设置自动喷水灭火系统，行李分拣区、贵宾接待区及地下管廊易结冻场所均设置预作用自动喷水灭火系统。

航站楼的喷淋按中危险级Ⅰ级设计，行李分拣区按中危险Ⅱ级设计。在超过 800mm 高度的封闭吊顶内，布置水喷淋喷头。喷淋灭火系统设计成独立的给水系统，其平时压力由消防泵房内 DLC 气体顶压应急消防气压给水设备维持。系统在室外消防车能够到达区域设置 4 套消防水泵接合器。

系统共设有 33 套湿式报警阀，5 套预作用报警阀，每组报警阀控制的喷头数目不超过 800

个。报警阀布置相对集中，水力警铃安装在报警阀间室外走廊处。

喷头建议采用进口产品，行李分拣区及地下管廊易结冻场所采用易熔合金喷头，贵宾接待区采用进口干式喷头，其余位置均安装流量系数K=80的快速响应喷头。喷淋系统设备（喷头、水流指示器及报警阀等）要求达到UL及FM国际认证标准。

关于喷头的布置问题：

装设网格、栅板类通透性吊顶的场所，系统的喷水强度应按表5.0.1规定值的1.3倍确定，喷头布置形式按网格、栅板的投影面积所占比例根据规范要求设置。

折板吊顶处，喷头布置按规范第7.1.11条执行，喷头设在折板上。远机位候机厅和局部排列式圆盘吊顶处，圆盘直径超过1.2米，喷头为直立喷头，同时在排列式圆盘下设置喷头。

2.5 大空间主动喷水灭火系统

在航站楼一层及二层地铁口部的共享空间内，设计采用ZNM-A20X2-I一体化设置的大空间主动喷水灭火系统。其同时开启个数为2个，采用180度转角，保证其保护范围内任意地方同时有二股水柱到达。

系统技术参数：射水流量 10 L/s；工作电压220 V；标准工作压力 0.5Mpa；保护半径 25 m；安装高度 6-20 m。系统设计用水量为20 L/s。

由于大空间主动喷水灭火系统与自动喷水系统设置在不同的防火分区且自动喷水系统用水量为40 L/s，能够满足大空间主动喷水灭火系统的要求，设计采用大空间主动喷水灭火系统与自动喷水灭火系统合用给水系统，其平时压力由消防泵房内的气体顶压设备维持。火灾时启动喷洒泵抽取消防水池内贮存的消防水供大空间主动喷水灭火系统灭火。

2.6 自动固定消防水炮灭火系统

本项目在航站楼二层离港大厅和候机厅的超大净空处采用了自动固定消防水炮灭火系统。

系统设计参数：水炮水量为20L/S，射程50米，系统炮口处压力不小于0.8MPa,固定消防水炮按两股同时到达设计，消防水量为40L/S。系统设计成独立的给水系统，其平时压力由消防泵房内的消火栓系统气体顶压设备维持，火灾时启动消防水炮泵抽取消防水池内贮存的消防水灭火。

系统控制：消防水炮联动是由LA100系统主机完成，消防水炮启动方式有自动、消防控制室手动和现场应急手动等三种方式。消防水炮泵和消防水炮的工作状态在控制室显示。

为保证使用安全性，固定消防水炮采用直流-喷雾无极转换功能的水炮，平时使用时为手动控制。

2.7 水喷雾灭火系统

水喷雾灭火系统主要用于开口部位比较大的柴油发电机房灭火。与自动喷水系统共用水泵，由烟感温感探测器控制启动。布置方式为面积法。

设计喷水强度：20L/min·㎡；火灾延续时间：0.5h，设计秒流量：30L/s。（实际开启喷头数）。（消防用水量：54m³次）

2.8 气体灭火系统及厨房的灶台专用灭火系统

气体灭火系统设计范围：航站楼的电信机房、进线间、变电站、数据库备份机房、UPS间、离港机房、弱电中心机房、资料室、安检信息监控机房、指挥中心等房间。设计采用全淹没组合分配的IG541（INERGEN）气体灭火系统（可靠性高的进口设备）。

IG541（INERGEN）全淹没气体保护灭火系统的设计参数：

钢瓶充装压力15.0MPa（20℃时）；

储瓶间允许使用温度0℃~50℃；

设计灭火浓度40%；

防护区的灭火浸渍时间为10min；

设计延迟时间为30s；

灭火剂喷放至设计用量的95%时，其喷射时间不大于60s且不小于48s。

灭火系统控制方式：每一系统应有自动控制、手动控制和机械应急操作三种启动方式，系统的自动控制应在同时接收到烟感报警和温感报警信号后才能启动。

UPS和IDF间等分散且面积较小的机房设淹没式七氟丙烷预制灭火装置，适用于较。设计参数为：设计灭火浓度9%.设计灭火时间8秒，设计延时30秒。灭火启动形式要求自动、手动操作二种方式。

餐厅厨房的灶台、烟罩、烟道设有的专用R-102灭火系统。

2.9 移动式灭火器

航站楼整个建筑建筑物均配置磷酸铵盐干粉灭火器，每具灭火器的灭火级别不小于3A，灭火器充装量为5kg，主要设置在消火栓箱下部，每处2～4具。根据建筑物的危险等级和灭火器的保护距离，在其他合适位置设置灭火器

箱。灭火器箱应设置在明显和便于取用的地点，且不得影响安全疏散。弱电中心机房、数据库备份机房、变电站、高低压配电室、柴油发电机房等重要房间，应配置推车式磷酸铵盐灭火器MFT/ABC50 .

2.10 电伴热系统

根据机场原有航站楼的运行实际，现有 T2 航站楼行李分拣区域冬天易出现消防管道及消防栓被冻住甚至冻裂的情况。本设计采用电伴热带进行伴热，完全进行加温保护，避免冬天管道被冻住甚至冻裂情况的发生。

设计选用具备电气（UL/CSA）及火灾（FM）安全认证的电缆，电源电压为 220v，采用 C 型断路器并带 30mA 漏电保护开关，并设有铜丝屏蔽接地保护，以确保最大限度的节能和安全。

3 管材及管件

本工程室内外消火栓管道、喷淋管道及大空间主动喷水灭火系统管道采用内外热镀锌钢管，管道公称压力 1.60MPa；消防水炮灭火系统给水管采用内外壁热镀锌无缝钢管，管道公称压力 2.50MPa。DN≤80mm 采用丝扣连接，DN>80mm 采用沟槽式卡箍连接。卡箍管件数量众多，其质量对整个系统的可靠性显得尤为重要。

由于市场上大部分卡箍管件以手烧炉铸造生产为主，机械加工为辅。其在生产过程中不能够将铸造产品一次高精度浇铸成型，而需要通过机床加工修整管件精度，这样使得管件铸造成品在机械加工这一过程中破坏了管件本体的球化金属晶格，大大降低了原来国标要求产品应具有的 QT450-12 牌号的球墨铸铁管件的抗拉强度和延展性能，由此影响了沟槽产品在消防管道水压力作用下的性能，也缩短了这些管件的使用寿命。

另外，市场上产品同一规格两个不同质量的产品的现象较为普遍，它们外观形状相似，颜色相同，但产品的质量和工作压力有一定的差距，当然成本也有区别，在项目供货或安装中，就常常会发生鱼目混珠、以次充好的问题，为业主在项目管理中增加难度，为项目的安装质量埋下隐患。

因此本设计对卡箍管件的选取提出了严格要求，根据机场的使用特点和重要性，设计要求产品具有 FM、UL、 VDS 认证，并在公安部消防产品网上有各种沟槽卡箍管件国家消防检验报告，同时注意使用期限。为保证产品可靠及稳定性，产品选用时要求产品在实际项目中应用时间较长，以保证性能和产品使用寿命情况规避未知风险。

管件的密封圈是防止渗漏的重要组成部分，要有效地控制密封胶圈的产品质量，避免密封质量不稳定，易发生渗漏或密封圈老化，严重影响了产品的正常使用寿命，否则将增加项目的后期运营成本。

4 结语

本工程二层离港大厅面积大，空间高度高，在建筑形式上是一个开阔、明亮没有繁密结构的大空间体，属于超常规大空间建筑。这种大空间建筑形式给消防安全带来了一定的隐患，国内没有相应的设计规范，需要采用合理的消防灭火系统来弥补超规所带来的风险。设计通过消防性能化论证和研究，认为采用与火灾探测器联动的固定消防水炮是一个较好的方案，能使火灾时的灭火效果大大提高，同时保证了建筑物整体美观性和便于业主以后大空间商业利用。另外，设计对消防卡箍管件提出了严格要求，其必须具有 FM、UL、ADS 认证，以降低安全风险。

航站楼建筑体量庞大、功能复杂、人员密集，其消防安全尤为重要，设计在满足规范要求的前提下，充分注重细节，合理选用管道系统的管材、配件及连接方式。对于超限超规建筑的消防系统设置进行消防性能化分析和论证尤为重要，应充分考虑建筑的功能和使用特点，完善系统设计

参考文献

[1] 高层民用建筑设计防火规范(GB 50045-95); (2005 年版)

[2] 自动喷水灭火系统设计规范(GB 50084-2001); (2005 年版)

[3] 水喷雾灭火系统设计规范（GB 50219-95）

[4] 气体灭火系统设计规范(GB50370-2005);

[5] 大空间智能型主动喷水灭火系统设计规范(DBJ 15-34-2004)；

[6]《固定消防炮灭火系统设计规范》 GB50338-2003

浅谈自动末端试水装置
在自动喷水灭火系统中的作用和功能

祝可心　金 鹏

摘　要　国家规范中对末端试水装置作了大量规定，由此可见末端试水装置对指导自动喷水灭火系统有着不可或缺的重要意义。初期可检测相关设备是否合格，后期指导用户对消防设备的定期维护保养，使之更有效地预防火灾。本文提出并讨论了设置自动末端试水装置对提高喷洒系统的可靠性，确保系统的安全运行的重要性。

关键词　自动末端试水装置　自动喷水灭火系统　消防智能系统

自动喷水灭火系统是目前世界上公认的最有效自救灭火方式，该系统具有安全可靠，经济实用，灭火成功率高等优点。末端试水装置是安装在自动喷水灭火系统每个防火分区或每层管网的末端，用于检验系统启动、报警及联动等功能的装置。是喷洒系统的重要组成部分，通过此装置可以检测整个系统运行状况，确保系统支持运行。笔者通过对自动喷洒灭火系统的理解及工程经验总结，来探讨采用末端试水装置的合理安装形式以及末端压力表数据的合理读取，希望能促进自动喷水灭火系统技术的完善，进一步提高自动喷洒系统的可靠性。

1 关于设置末端试水装置的国家标准

国标 GB50084-2005《自动喷水灭火系统设计规范》中强制条文 6.5.1 中对末端试水装置的规定设置要求：每个报警阀组控制的最不利点喷头处，应设末端试水装置，其他防火分区，楼层均应设直径为 25mm 的试水阀。末端试水装置和试水阀应便于操作，且应有足够排水能力的排水设施。第 6.5.2 条规定：末端试水装置应由试水阀、压力表以及试水接头组成。试水接头出水口的流量系数，应等同于同楼层或防火分区内的最小流量系数喷头。末端试水装置的出水，应采取孔口出流的方式排入排水管道。

为了检验系统的可靠性，测试系统能否在开放一只喷头的最不利条件下可靠报警并正常启动，要求在每个报警阀的供水最不利点处设置末端试水装置。末端试水装置测试的内容，包括水流指示器、报警阀、压力开关、水力警铃的动作是否正常，配水管道是否畅通，以及最不利点处的喷头工作压力等。其他的防火分区与楼层，则要求在供水最不利点处装设直径 25mm 的试水阀。以便在必要时连接末端试水装置。

在国家标准《自动跟踪定位射流灭火系统技术规范》中也有类似的规定：4.10.1 条：每个防火分区的管网最不利点处应设末端试水装置；4.10.2 条：末端试水装置应由试水阀、压力表、试水接头及排水管组成。试水管路及试水阀的公称直径宜为 50mm，试水接头出水口的流量宜为 5L/s；4.10.3 条：末端试水装置的出水应采取间接排水方式；4.10.4 条：末端试水装置宜安装在卫生间、楼梯间、空调机房等便于进行操作测试的地方。

与喷洒系统要求基本相同，只是水量增加到了 5L/s，这一水量相当大，在高压下（自动消防炮灭火系统一般 0.8MPa 以上，自动射流灭火装置一般 0.3~0.6MPa）间接排水受水点排水能力要求非常高，也不便操作。

在中国工程建设协会标准 CECS 263-2009《大空间智能型主动喷水灭火系统技术规程》中 6.6.2 条中规定模拟末端试水装置应由压力表、试水阀、电磁阀、智能型探测组件、模拟喷头（高空水炮）及排水管组成。

随着最新国家标准 GB 5135.21-2011《自动喷水灭火系统 第 21 部分：末端试水装置 》 的发布，对末端试水有了最新装置的定义：末端试水装置是由试水阀、压力表、试水喷嘴及保护罩等部件组成，用于监测自动喷水灭火系统的末端压力、并可检验系统启动、报警及联动等功能的装置。

值得注意的是，新国标明确规定了末端试水装置的具体分类：

按控制方式分为：

1)手动式末端试水装置；2)电动式末端试水装置

按反馈装置分为：

1)带信号反馈装置式末端试水装置；2)不带信号反馈装置式末端试水装置

除此之外，新国标对末端试水装置的外观、额定工作压力、材料、连接形式、流量系数、耐盐雾腐蚀性能、密封性能等等都作了实验要求。

该标准已于 2012 年 6 月 1 日起正式实施，也就是说末端试水产品已经有了国家强制标准，不再是由阀门和压力表等现场组装，是要由国家正规的检测机构检测合格并颁发证书的产品了。另外该产品在 2014 年已纳入国家强制 3C 认证的范围，由此可见相关职能部分对该产品的重视。

2 末端试水装置的功能

国标 GB50261-2005 《电动喷水灭火系统施工及验收规范》中对末端试水装置的有关规定：7.07 条：湿式系统的联动试验：启动一只喷头或以 0.94～1.5L/s 的流量从末端试水装置处放水时，水流指示器、报警阀、压力开关、水力警铃和消防水泵等应及时动作并发出相应的信号。末端试水装置检验水流指示器、报警阀、压力开关和水力警铃能否及时动作和报警是现场可观察的, 但是从打开末端试水装置的阀门起, 必须经过一段时间的出水,可能启动消防泵。但是打开末端试水装置，报警阀就一定会报警吗？很显然不会，否则不会规定以 0.94～1.5L/s 的流量放水了。

根据 2009 JSCS-CP2《全国民用建筑工程设计技术措施建筑产品选用技术》，国产 ZSFZ 报警阀（规格为 DN100）最低动作流量 60.0L/min， 所以管网流量要达到 1.00L/s 以上，才能够启动报警装置，由此可见流量的测量是十分重要的，由此对应的是国标 GB50084-2005《自动喷水灭火系统设计规范》中条文 5.0.1 中规定系统最不利点处的工作压力，不应低于 0.05MPa。

那么 0.05MPa 是根据公式：$K = Q/\sqrt{10P}$， 当 K 值为 80 时，Q 值为 60L/min 时， 计算出 P 值为 0.05MPa，所以我们在末端试水装置中规定了要装压力表来测量压力。

实际上这种装压力表测量动压的方法是不科学的。国家标准设计《常用小型仪表及特种阀门选用安装》图集（01SS105）给出了弹性压力表工作原理：“被测介质压力经仪表接头导入弹性元件使之自由端产生位移进而转换到刻度盘读数”。由于弹性元件一般和流速平行，因而这种机械传动无法把流速的动能完全转换到弹性元件上。即使迎着流体流向斜插到管道中心，实际测量时也不能准确显示工作压力（动压）。在查阅了国内外很多文献，没有找到一篇论文提及单台压力表如何测量动压 ，而国际上测量动压的传统方法是通过压力传感器来测量时比较科学可靠的。

3 国内目前使用末端试水装置的现状

在查阅了国内很多有关消防的杂志及走访调研一些大的建筑的消防设施，发现用户能定期使用末端试水装置检测的消防系统少之又少，这也是造成高层建筑消防设施不合格率畸高的主要原因，那么用户为什么不按照规定进行定期放水测试呢?我们认为有以下两个原因：

1、末端试水装置很多用户非常不方便查找，有的还被装修所掩藏。

2、规范中规定了孔口出流方式不方便。由于设计不会按照最低压力来取值，所以在实际中经常漏斗的水会溢出，十分不方便，此处参照美国的末端试水产品，建议可采用带视窗的试水接头可直接连接至排水管。

鉴于目前国内已出现电动末端试水装置，该装置采用流量传感器来测流量及压力传感器来测量动压，具备手动末端试水装置所达不到的准确性及科学性，另外在高层及大体量的建筑中集中测试非常

便捷，这样这种具有自动控制功能的末端试水装置能定期定时频繁自动测，及时发现系统的故障，从而大大的提高了自动喷水灭火系统的可靠性。

4 自动末端试水装置

自动末端试水装置由电动阀、压力传感器、流量传感器、试水喷嘴、保护罩及信号处理模块等组成，用于检测自动喷水灭火系统末端压力，并可检验系统启动、报警及联动等功能的装置。

自动末端试水装置可实时显示所检测管道的工作压力、流量及阀门的开关状态，并可通过总线与监控主机保持实时通讯。表 1 给出自动末端试水装置与手动末端试水装置比较的数据。图 1 为自动末端试水装置示意图；图 2 大空间自动末端试水装置示意图；图 3 为自动末端试水装置应用于自动喷洒系统示意图。

表 1 自动末端试水装置与手动末端试水装置的比较

	自动末端试水装置	手动末端试水装置
组成	电动阀、压力传感器、流量传感器、控制与显示单元、试水接头	试水阀、压力表　试水接头
压力测试	压力传感器可准确测出水流时的动压	机械压力表不能精确测量动压
流量测试	有	无
方便性	通过监控主机可直接对每台设备进行防水操作，无需现场操作	人员必须现场操作
后期维护	后台主机可直观显示现场每台设备的运行情况，并能显示每台设备的安装位置，方便查找维护	在体量大的工程中查找极不方便，操作不方便，大部分项目难做到定期测试，火灾隐患大，
科学性	在规定时间内测量压力流量等数值并存储，用户可随时查询操作记录	无数据存储功能
系统可靠性	提高喷洒系统字体运行可靠性	差

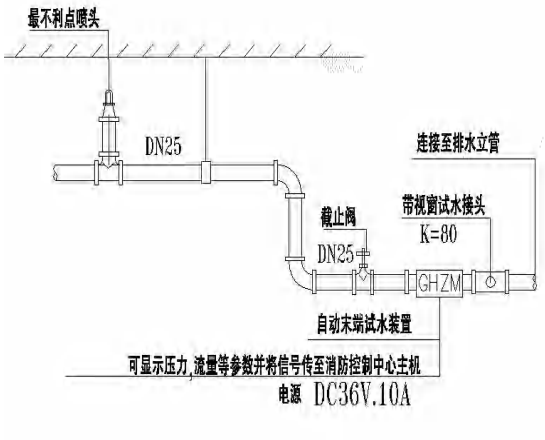


图 1 自动末端试水装置示意图

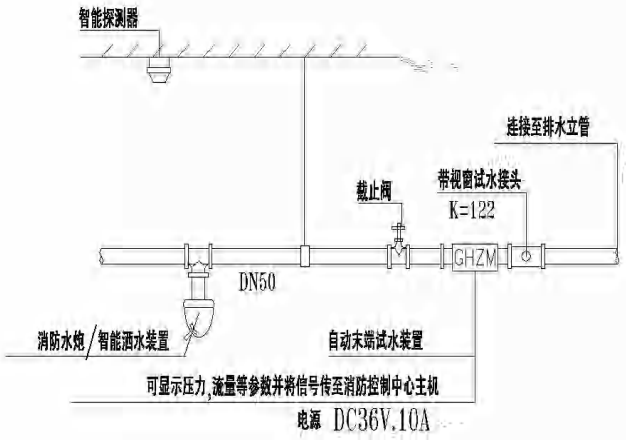


图 2 大空间自动末端试水装置示意图

5 结论

自动喷水灭火系统依靠其控火、灭火效果好，可靠性高等优势得到了普遍应用。但令人堪忧的是，由于日常维护不到位，系统常常在发生火灾时下难以发挥应有作用，而末端试水装置的正是检测自动喷水灭火系统正常可靠性的主要部件，其有效性至关重要。

为进一步提升消防设施的数字化、自动化、智能化管理水平，实现真正意义的自动喷洒系统，采用消防自动末端试水系统装置。该装置具有在模拟喷淋系统保护区最不利点处的喷头工作时，水流指示器、报警阀与压力开关、水力警铃的联动、复位性能等功能，并可实时显示所检测管道的工作压力、流量及

阀门的开关状态，并可通过总线与监控主机保持实时通讯。该装置可实现对系统末端喷头流量、压力的检测和远程监控，与手动末端试水装置相比，具有数字化、易操作、易管理等特点。由于该装置具有科学性、合理性，特别是该装置可有效提高系统日常维护检查的效率，对保证自动喷水灭火系统的可靠性有积极的意义。建议加大电动末端试水装置的应用推广力度，并列入国家法规，强制执行。同时加强产品质量监管，做好日常管理维护，进一步提高自动喷水灭火系统的可靠性。

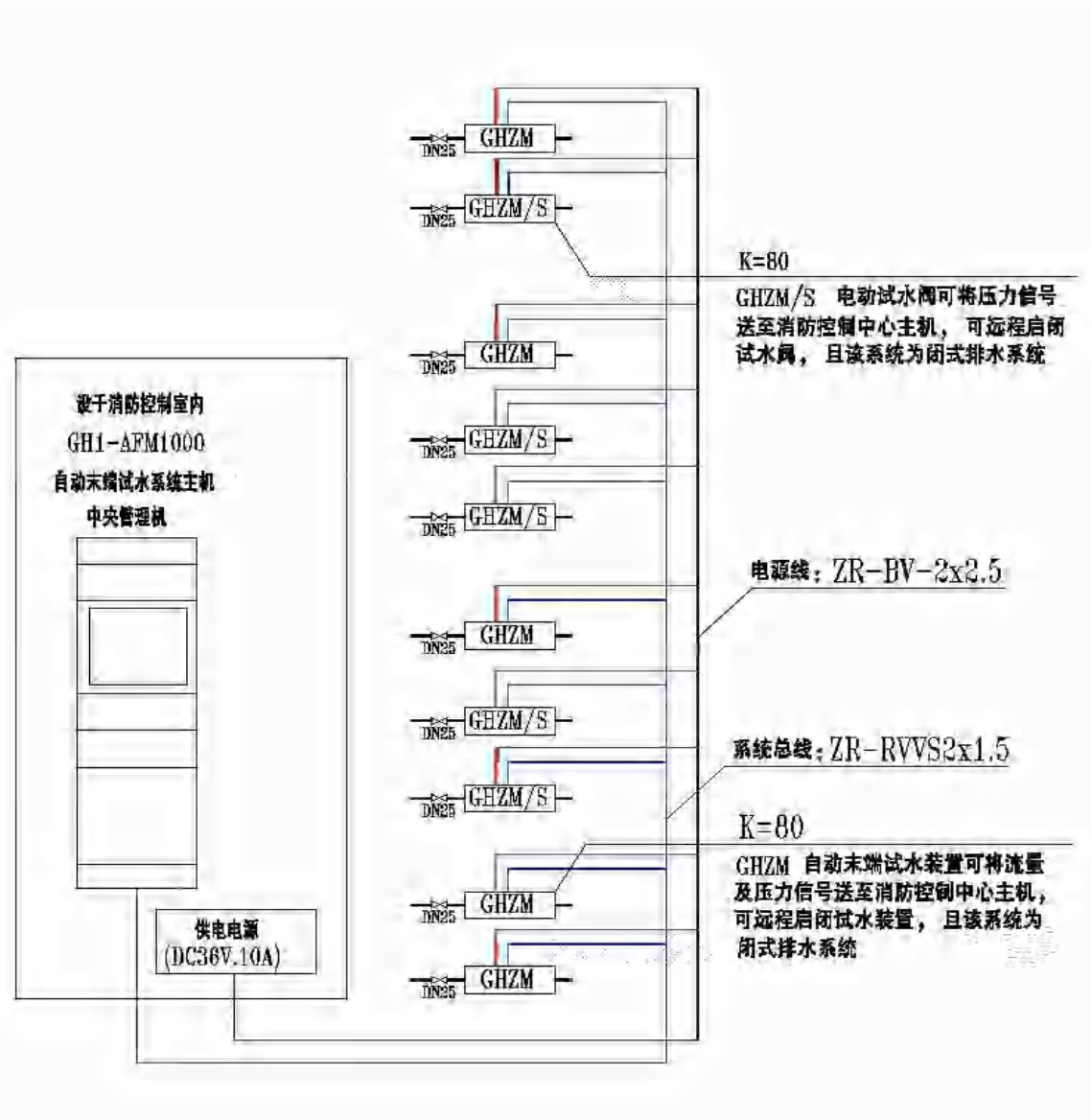


图 3 自动末端试水装置应用于自动喷洒系统示意图

参考文献：

1.《自动跟踪定位射流灭火系统技术规范》（报批稿）

2. GB 25204-2010，自动跟踪定位射流灭火系统

3. GB50084-2001(2005 年版) ，自动喷水灭火系统设计规范

4. CECS 263-2009，大空间智能型主动喷水灭火系统技术规程

盘锦水游城消防设计

王海卿

摘　要　消防设计在建筑设计中占据着重要地位，盘锦水游城为一座大型的商业综合体，其项目大，人员密集，功能多样，因此，消防设计系统复杂，设备多样，本文以盘锦水游城为例，探讨对于不同的区域，消防设计的不同。

关键词　小型智能扫描射水高空水炮　水喷雾灭火　水幕　气体灭火　建筑灭火器

1 工程概况

盘锦水游城位于石油大街。是集购物餐饮休闲娱乐于一体的大型城市商业综合体，其建筑面积 136400 ㎡，其中地下二层，地上十七层，建筑主体高度 72m，地下二层为车库及设备用房，地下一层至六层为商业，七层至十七层为客房　。

图 1 盘锦水游城外观效果图

2 消防设计

盘锦水游城的消防设计主要包括室外消火栓系统、室内消火栓系统、自动喷水灭火系统、小型智能扫描射水高空水炮灭火系统、水喷雾灭火系统、水幕系统、气体灭火系统以及建筑灭火器配置。

消防水池设于回迁住宅地下室，储备整个园区一次消防用水量（消防水幕除外），其水源为市政自来水。地下消防专用水池 870m³（内分为二格）。消防泵房与消防专用水池相邻布置，内设整个小区的室内高、低区消火栓给水泵、自动喷水给水泵及室外消防水泵，步行街及水游城防火玻璃需水幕保护，于地下二层设置水幕消防水池 700m³（内分为二格），消防泵房与消防水幕水池相邻布置，内设消防水幕给水泵，消防水箱有效容积为 18m³，水箱及增压、稳压设施分别设于回迁住宅 2#楼、11 层 1#回迁办公楼及酒店屋顶水箱间内。

2.1 消火栓给水系统

住宅消火栓系统分高低二个区，地下至七层（销售）及八层（回迁）为低区，八层（销售）及九层（回迁）至屋顶为高区。各区室内消火栓给水管成环状布置(回迁住宅与销售住宅消防管网各自独立)，消火栓栓口工作压力大于 0.5Mpa 时，采用减压消火栓（八层、九层至二十层）。低区由 1#回迁 11 层办公屋顶水箱保证初期消防用水及压力，高区由 2#回迁住宅楼屋顶水箱保证初期消防用水及压力。高低区消防系统室外配消防水泵接合器。

2#回迁五层办公消火栓系统不分区，室内消火栓给水管成环状布置，由低区消火栓水泵供给。由 1#回迁 11 层办公屋顶水箱保证初期消防用水及压力。消防系统室外配消防水泵接合器。

1#回迁 11 层办公消火栓系统分高低二个区，一层至五层为低区，六层至屋顶为高区。各区室内消火栓给水管成环状布置，消火栓栓口工作压力大于 0.5Mpa 时，采用减压消火栓（六层至十一层）。高低区消防系统室外配消防水泵接合器。

表 1 酒店及商业消防用水量标准

序号	消防系统名称	消防用水量标准（L/S）	火灾延续时间（h）	一次灭火用水量（m³）	备注
1	酒店室内消火栓系统	40	3	432	由消防水池供
2	酒店自动喷水灭火系统	30	1	108	由消防水池供
3	酒店室外消火栓系统	30	3	324	由消防水池供
4	小型智能扫描射水高空水炮灭火系统：	20	1	72	与自动喷水系统不同时作用
5	水喷雾灭火系统：	30	0.5	54	与自动喷水系统不同时作用
合计	（取同时使用最大值）1，2，3之和			864	实际水池储水870m³（设置在回迁住宅地下）
6	商业消防水幕系统	70	3	756	由消防水幕水池、市政补水及环流河补水，水池储水700m³（设置在商业地下二层）
总计	（取同时使用最大值）1，2，3,6之和			1620	

水游城商业及酒店消火栓系统不分区，室内消火栓给水管成环状布置(水游城商业与酒店消防管网各自独立)，由高区消火栓水泵供给，入口处由减压阀调整压力。消火栓栓口工作压力大于 0.5Mpa 时，采用减压消火栓（地下至十层）。由酒店屋顶水箱保证初期消防用水及压力。消防系统室外配消防水泵接合器。

消火栓的布置应保证两股充实水柱同时到达室内任何部位，同时为满足业主的使用要求，布置在便于取用又比较隐蔽的位置。消防电梯前室设消火栓；顶层设试验及检查用消火栓。水游城商业及酒店部位消火栓设消防卷盘。

消火栓给水加压泵由设在各个消火栓箱内的消防泵启泵按钮和消防控制中心直接开启消防给水加压泵。消火栓水泵开启后，其水泵运转信号反馈至消防控制中心。消火栓给水加压泵在泵房内和消防控制中心均设手动开启和停泵控制装置。备用泵应在工作泵发生故障时自动投入工作。

2.2 自动喷水灭火系统

本工程采用湿式灭火系统，除小于 5 ㎡卫生间，34 层及 34 层以下住宅及不易用水扑救部位外，其它部位均设喷水保护，35 层 2#回迁住宅仅走道设置。

本工程自动喷洒系统不分区，其各部分设计用水量见表 3

35 层 2#回迁住宅共用回迁住宅 2#楼屋顶消防水箱。为满足最不利点喷头水压要求，设自动喷水系统增压水泵及稳压气压水罐，每个楼为一个独立系统，报警阀设置于地下车库内，住宅仅走道设置喷洒保护。

住宅的地下车库及回迁办公、会所共用 1#回迁办公楼屋顶消防水箱。为满足最不利点喷头水压要求，设自动喷水系统增压水泵及稳压气压水罐，回迁办公、回迁住宅车库、销售住宅车库均为各自独立系统，报警阀设置于各自地下车库及回迁办公楼内。每个系统报警阀前配消防水泵接合器。

表 2 消火栓设计用水量表

	室内消火栓（L/S）	室外消火栓（L/S）	火灾延续时间（h）	消防用水量（m³/次）
普通住宅	20	15	2	252
11层1#回迁办公楼	20	20	2	288
2#回迁多层办公楼	15	20	2	252
地下车库	10	20	2	216
酒店及商业	40	30	3	756

表 3 自动喷水灭火系统各部分设计用水量

	危险等级	喷水强度（L/min·m²）	作用面积（m²）	火灾延续时间（h）	设计秒流量（L/S）	消防用水量（m³/次）
35层2#回迁住宅	中危险I级	6	160	1	20	72
办公	中危险I级	6	160	1	20	72
酒店及会所	中危险I级	6	160	1	20	72
车库及商场	中危险II级	8	160	1	30	108

水游城商业及酒店共用酒店屋顶消防水箱。为满足最不利点喷头水压要求，设自动喷水系统增压水泵及稳压气压水罐。系统分为酒店及水游城商业、步行街商业三部分。每个系统报警阀前配消防水泵接合器。

自动喷水系统由洒水喷头（*K*=80），水流指示器，报警阀组，压力开关，末端试水装置等组成。为了保证系统安全可靠，每个报警阀组控制的喷头数不超过 800 个，最不利喷头处设末端试水装置，其它防火分区和各楼层的最不利喷头处，均 DN25mm 试水阀。不作吊顶处，采用直立型喷头；吊顶下布置的喷头，采用下垂型喷头。当梁，通风管道，桥架等障碍物的宽度大于 1.2m 时，其下方增设喷头。酒店客房内及办公室采用快速响应边墙型扩展覆盖喷头（*K*＝115）。 酒店客房的卫生间及走道、大堂采用快速响应隐蔽式喷头，其余部分均采用快速响应喷头（*K*=80），厨房灶位上方选用 93° C 玻璃球闭式喷头（*K*=80）；地下停车库及无吊顶区域选用 68° C 快速响应喷头向上安装。水流指示器前设信号阀。

火灾发生后喷头玻璃球爆碎，向外喷水，水流指示器动作，向消防控制中心报警，显示火灾发生位置并发出声光等信号。系统压力下降，报警阀组的压力开关动作，并自动开启自动喷水灭火给水加压泵，与此同时向消防控制中心报警。并敲响水力警铃向人们报警。给水加压泵运行状况在消防控制中心有信号显示。

2.3 小型智能扫描射水高空水炮灭火系统

商业商场共享大厅超 12 米空间未设置自动喷水灭火系统，此部位采用大空间智能消防水炮灭火系统进行保护，可同时开启四组，每组前设置水平安装的电磁阀。与自动喷水系统报警阀前合用自动喷水给水泵。设计秒流量：20L/s，火灾延续时间：1 小时，（消防用水量：72 m3/次）。分为水游城（业主自营）、商业（销售）二套独立管网。与自动喷水系统共用水泵及水泵接合器。

本系统由消防水源、智能灭火装置、电磁阀、水流指示器、信号闸阀、末端试水装置和 ZSD 红外线探测组件等组成，全天候自动监视保护范围内的一切火情。一旦发生火灾，ZSD 红外线探测组件向消防控制中心的火灾报警控制器发出火警信号，启动声光报警装置报警，报告发生火灾的准确位置；同时将灭火装置对准火源，打开电磁阀，喷水扑灭火灾。火灾扑灭后，系统可以自动关闭电磁阀停止喷水。 系统同时具有手动控制、自动控制和应急操作功能。

2.4 水幕系统

水幕系统主要用于水游城商业大空间设置防火玻璃处，喷水强度：0.5L/s·㎡，火灾延续时间 3 小时。设置独立的水幕水池及水幕消防水泵（消防用水量：756m³/次），消防时此水可由市政自来水及水景补水。水幕消防水池容积约为 700m³。

卷帘采用耐火极限>3h 的特级复合式防火卷帘，不需水幕保护。

水幕系统系统由水幕喷头，水流指示器，电动阀，雨淋报警阀组，压力开关及感温感烟探头等组成。为了保证系统安全可靠，每个报警阀组控制的喷头数不超过 500 个，最不利喷头处设末端试水装置。发生火灾时，感温感烟探测组件向消防控制中心的火灾报警控制器发出火警信号，报告发生火灾的准确位置；同时开启对应位置处水幕系统，打开电动阀，喷水保护防火卷帘及防火玻璃。火灾扑灭后，系统可以自动关闭电动阀停止喷水。系统同时具有手动控制、自动控制和应急操作功能。为了避免水灾及减少用水量，分段设置水幕系统，最大开启为相邻二个同时开启。

2.5 气体灭火系统

按酒店管理公司要求，酒店的高低压配电房、变压器房、电话交换机房和计算机房设置全淹没 1G541 洁净气体灭火系统。系统的主要分区和基本设计参数：储存压力为 15MPa；设计浓度采用 37.5%。

系统具有自动、手动及机械应急启动三种控制方式。保护区均设二路独立探测回路，当第一路探测器发出火灾信号时，发出警报，指示火灾发生的部位，提醒工作人员注意；当第二路探测器亦发出火灾信号后，自动灭火控制器开始进入延时阶段(0-30s 可调)，此阶段用于疏散人员(声光报警器等动作)并联动控制设备(关闭通风空调、防火卷帘门等)。延时过后，向保护区的电磁驱动器发出灭火指令，打开驱动瓶容器阀，然后由驱动瓶内氮气打开相应的防护区选择阀，并经过选择阀打开相应的 IG541 气瓶，向失火区进行灭火作业。同时报警控制器接收压力信号发生器的反馈信号，控制面板喷放指示灯亮。当报警控制器处于手动状态，报警控制器只发出报警信号，不输出动作信号，由值班人员确认火警后，按下报警控制面板上的应急启动按钮或保护区控制器只发出报警信号，不输出动作信号，由值班人员确认火警后，按下报警控制面板上的应急启动按钮或保护区门口处的紧急启停按钮，即可启动系统喷放 IG541 灭火剂

2.6 建筑灭火器配置

按照《建筑灭火器配置设计规范》，电气变配电用房等设置必要数量的二氧化碳手提灭火器，在地下车库设置必要数量的推车式磷酸铵盐干粉灭火器，其余部分设置必要数量的手提式磷酸铵盐等干粉灭火器。

酒店、办公按严重危险级配置，配置基准：3A/具，最大保护面积：100 ㎡/A；采用手提式磷酸铵盐型灭火器，每具 5Kg 装，设于灭火器专用箱内；高低压配电室、商场、车库按中危险级配置，配置基准：2A/具，最大保护面积：150m2/A；采用手提式磷酸铵盐型灭火器，每具 4Kg 装，设于灭火器专用箱内，住宅按轻危险级配置，配置基准：1A/具，最大保护面积：50m2/A；采用手提式磷酸铵盐型灭火器，每具 2Kg 装，设于灭火器专用箱内；并增设推车式磷酸铵盐型灭火器，每具 20Kg 装

3 结论

盘锦水游城为一座大型的商业综合体，其项目大，人员流动性大，如何确保安全，是及其重要的。因此，本项目根据不同的建筑类型和功能特点，设计不同的消防形式，保证了整体建筑的安全使用。

参考文献

[1] 高层民用建筑设计防火规范(GB 50045-95); (2005 年版)
[2] 自动喷水灭火系统设计规范(GB 50084-2001); (2005 年版)
[3] 水喷雾灭火系统设计规范（GB 50219-95）
[4] 气体灭火系统设计规范(GB50370-2005);
[5] 大空间智能型主动喷水灭火系统设计规范(DBJ 15-34-2004);
[6]《固定消防炮灭火系统设计规范》 GB50338-2003

沈阳市第九人民医院消防设计

万 芳　梁书凯

摘　要　本文以沈阳市第九人民医院消防给水设计为例，介绍消火栓系统、自动喷水灭火系统，气体灭火系统等，探讨医院类民用建筑消防给水设计特点，以及消防给水设计的安全性，经济性。

关键词　消火栓系统　自动喷水灭火系统　自动跟踪定位射流灭火系统　气体灭火建筑灭火器

1 工程概况

沈阳市第九人民医院位于沈阳市铁西区南十一西路 18 号，南临南十一西路，东临启工街，西临肇工南街，北临南十西路。属于原有医院的改扩建工程。本工程为综合性的门诊病房楼，包括门诊、急诊、住院、停车等各种功能。项目总用地面积是 7682.4 ㎡。总建筑面积：35295 ㎡，建筑高度 51.0m, 地上十二层，地下二层。

2 消防设计

沈阳市第九人民医院的新建病房楼功能齐全，包括门诊、急诊、住院，以及地下停车场，因此消防设计主要有消火栓系统设计，自动喷水灭火系统设计，自动跟踪定位射流灭火设计，气体灭火设计，以及建筑灭火器设计[1]。

沈阳市第九人民医院的消防用水由地下室消防水池、水泵房提供。一次火灾用水量合计：486m³。消防水池及消防泵房设于地下层。消防水池总容 500m³。供全院消防用水。消防水池补水由市政自来水提供，市政自来水为单路供水，管径 DN100。

2.1 消火栓系统设计

沈阳市第九人民医院的消火栓系统采用临时高压消防给水系统，采用湿式系统，消火栓系统竖向不分区，消火栓设计水量为室内 30L/s，室外 20L/s，火灾延续时间 2h[1]。

消火栓给水管网成环状布置，保证两股水柱到达室内任何部位。并设置消防卷盘，保证一股水柱到达地面任何部位。消防电梯前室设置消火栓，楼顶设试验用消火栓。当消火栓处工作压力 > 0.5MPa 时设减压型消火栓。室外设两组地下式水泵接合器。消火栓箱采用铝合金制，内配 SN65 消火栓，∅65 麻质衬胶水带长 25 米，QZ19 水枪，并配消防按钮。部分配消防卷盘。消火栓可由消火栓处的消防按钮、消防控制中心及泵房内就地启动。

室外消火栓管网成环状布置，消火栓间距不大于 120m，保护半径不大于 150m。室外消火栓采用地下式双出口消火栓，每个消火栓有 DN100 和 DN65 的栓口各一个。消火栓距路边不大于 2m。

2.2 自动喷水灭火系统设计

沈阳市第九人民医院设湿式自动喷水灭火系统。系统竖向不分区。消防水池及水泵设于地下室消防水泵房内，消防初期用 18m³水箱设于消防水箱间内，报警阀组设于报警阀室内，环状供水。设计喷水强度 8L/min·m²，设计用水量 35 L/s，火灾延续时间 1 h。当配水管工作压力大于 0.4MPa 时设减压孔板减压[2]。

自动喷水灭火系统由消防水池、喷洒泵(水泵接合器,高位消防水箱)、湿式报警阀组、信号阀、水流指示器、闭式喷头及试水阀(泄水阀)、末端装置等通过管网连接组成。湿式系统准工作状态时管道内充满用于启动系统的有压水。当闭式喷头爆裂，水流流动，而引起水流指示器动作，带动湿式报警阀组动作，水力警铃报警，压力开关闭合发出指令启动喷洒泵，同时水流指示器动作信号传至消防指挥中心，结合烟感、温感探测器的报警信号确定某一区域发生火灾，如此时喷洒泵还未启动，可由消防指挥中心启动喷洒泵，喷洒泵亦可在消防泵房就地启动。

2.3 自动跟踪定位射流灭火设计

沈阳市第九人民医院入口处大厅超过 12m，此部位采用的是自动跟踪定位射流灭火装置，设置两组自动跟踪定位射流灭火装置，每组前设置水平安装的电磁阀。与自动喷水系统报警阀前合用自动喷水给水泵。设计流量：10L/s，火灾延续时间：

1h,与自动喷水系统共用水泵及水泵接合器。

本系统由消防水源、喷射型自动射流灭火装置、电磁阀、水流指示器、信号闸阀、末端试水装置和探测组件等组成，全天候自动监视保护范围内的一切火情。一旦发生火灾，探测组件向消防控制中心的火灾报警控制器发出火警信号，启动报警装置报警，报告发生火灾的准确位置；同时将灭火装置对准火源，打开电磁阀，喷水扑灭火灾。火灾扑灭后，系统可以自动关闭电磁阀停止喷水。系统同时具有手动控制、自动控制和应急操作功能。

2.4 气体灭火设计

沈阳市第九人民医院变电所房设置七氟丙烷预制灭火系统。假定所有保护区域内的可能出现的最低温度约为16℃，极端最高温度约为32℃，而在通常情况下的正常温度约为16℃。防护区实际应用的浓度不应大于灭火设计浓度的1.1倍。设计浓度8%，设计喷射时间不大于8S，灭火浸渍时间1min[4]。

启动方式分为自动控制和手动控制，防护区设有手动和自动控制的转换装置。当人员进入防护区时，将灭火系统转换为手动控制方式，当人员离开时，恢复为自动控制方式。

2.5 建筑灭火器的设置

沈阳市第九人民医院建筑灭火器按严重危险级设计[5]，其中住院部，门诊部以及手术区配置基准：3A/具，最大保护面积：50m^2/A；采用手提式磷酸铵盐型灭火器，每具5Kg装，地下车库配置基准：2A/具，最大保护面积：75m^2/A；采用手提式磷酸铵盐型灭火器，每具4Kg装，地下设备用房部分配置基准：2A/具，最大保护面积：75m^2/A；采用手提式磷酸铵盐型灭火器，每具3Kg装。同时，在地下车库增设推车式磷酸铵盐型灭火器，每具20Kg装。

3 结论

1、 医院长期有大量的病人，他们属于弱势群体，一旦发生火灾，这些行动不便的患者很难逃生，尤其是骨伤科患者，有的甚至还躺在担架上，对于人员的救护增加了难度。因此，医院类民用建筑的消火栓应设置消防卷盘，切应每个消火栓处均设置，便于使用，达到能够自救的目的。

2、 医院的洁净手术室，为了保证洁净的环境，不能够设置自动喷水灭火系统，否则对净化效果有影响，但是手术室正在手术的患者基于其重症的身体状况、 正处于麻醉手术的状态是绝无可能自行撤离的，因此更应设置自动灭火系统，可采用自动喷水灭火系统，使用铝合金喷头，并将手术室内管道进行清洁保护，保证手术室的净化环境，或采用高压细水雾灭火系统。

参考文献：

[1] 高层民用建筑设计防火规范(50045-95) (2005年版)
[2] 自动喷水灭火系统设计规范(GB 50084-2001)(2005年版)
[3] 汽车库.修车库.停车库设计防火规范(GB50067-97)
[4] 气体灭火系统设计规范（GB50370-2005）
[5] 建筑灭火器配置设计规范(GB 50140-2005)
[6] 综合医院建筑设计规范(JGJ 49-88)
[7] 周建昌.刘洪令，医院手术室消防设计探讨[J].给水排水.2012.38:180-181

太阳能热水与建筑一体化设计的探讨

王 瑜　赵小超

摘　要　太阳能是一种可再生的洁净能源，是绿色建筑节能不可或缺的一项，同时太阳能热水也是绿色节能建筑评价标准之一。本文阐述太阳能热水系统的发展，并以沈阳市太阳能资源利用情况为例，分析了太阳能热水与建筑一体化设计的有效结合方式。

关键词　太阳能热水系统　绿色建筑　建筑节能一体化

0 引言

随着现代化工业的发展，尤其在石油的危机爆[1]，使世界经济的产生了巨大的影响，而国际上的舆论对“能源危机”也有了更多的重视。在人们不断的开发与利用能源来调整能耗结构与保障建筑能源安全的同时，面临着资源的短缺的十分严重问题。因此，合理利用能源并创造出更高质量的建筑是人们更为关注的一项目标，即人们如今提倡的绿色建筑一体化。新能源包括很多，太阳能、水能、核能、风能等，而其中太阳能不仅是最基本的能源，也是巨大并且取之无尽的能源，它的清洁性、经济性和无需运输等优势也成为人们最为理想选择的替代能源。

由于受气候影响，我国大陆上太阳能资源分布西南部的基少于北部，西部多于东部，也就是说太阳能资源低纬度地区的要比纬度高地区的能源少。在我国东部沿海降雨多、云量大，大部分地区受海洋性气候的影响，地面上接收的太阳辐射相对较少。而我国西部属于大陆性气候，干旱而且晴天较多，雨量校少，因而接收的地面太阳辐射总量就相对较大。根据当地气候和自然条件，以及可充分利用太阳能等可再生能源的相关的资料表明，可再生能源的使用量占建筑总能耗比例要大于 5%，有些甚至会大于 10%。太阳能的应用还在不断的研究和创新，目前在太阳能热水、太阳能地热以及太阳能发电等上面已经十分普及。本文结合沈阳市太阳能热水的应用情况，探讨并分析了全天候太阳能热水器的设计与安装，以及太阳能热水在建筑一体化设计和实践中存在的问题。

1 太阳能热水系统

随着计算机技术和传感技术的发展，对新的控制技术的需要日益的提升，逐步取代了较落后的技术。诸如采用最优化控制技术、计算机系统远程监控遥控技术，以及在太阳能效率最高的同时储存大量热量、在用水量最低点不自动辅助加热、有效的利用系统等方面的研究，将是今后太阳能热水系统主要发展趋势。在太阳能热利用过程中，最为关键的是将太阳的辐射能转化为热能。而由于太阳能较为分散，需要设备将其集中，所以，太阳能集热的理念及设计备受关注，同时也是各种利用太阳能装置的关键部分。

2 太阳能热水系统与建筑一体化的结合的必要性

目前，中国在太阳能热水器的产量在世界排名第一。太阳能热水系统在实际项目中的应用还并不够完善，比如太阳能集热器的摆放缺乏整体协调性，普遍位置摆放较随意，严重影响了建筑外观；管线无预留空间或预留空间小，导致管线肆意占用通风道；太阳能热水系统管道冻裂的现象时有发生；管道漏水或由于穿墙、屋顶而破坏建筑防水、保温等现象很多；甚至还有安装在屋顶上的太阳能热水器被风吹落等比较严重的事件发生。还有的开发商和物业，严禁业主私自安装太阳能破活小区整体形象，也阻碍了太阳能的推广。这些都是由于太阳能系统的设计和施工没有跟建筑一体化设计相结合，导致出现的各种连带问题，从而严重阻碍了太阳能热水系统这项节能技术应用更好的向前发展 。

2.1 太阳能与建筑一体化的结合

近年来，国内建筑能耗在全社会能耗所占的比重不断增加，若综合并充分的利用太阳能，全面的实现太阳能与建筑一体化，太阳能热水可补充一定的建筑能耗，并针对建筑的不同需求，提供不同的设计方案。在建筑设计方面上，应将气候与建筑的使用考虑在是否适合太阳能热水系统中两方面因素。

太阳能的应用受当地可用的太阳能辐照强度影响较大，此外还需要系统恰当的设计和系统使用目的相结合。同时，太阳能热水系统与建筑的一体化是一项复杂的综合技术：设计、安装与验收涉及到建筑、结构、电气与给排水等专业。如在系统设计中，给排水专业应向建筑专业提出具体的系统设计方案和技术要求，并向电气专业提出完整明确的系统控制方案；建筑专业应根据建筑外立面，合理明确太阳能热水系统的各组成部分在建筑中的位置；结构专业对设置在建筑中的太阳能板件和水箱等的荷载进行计算校核等。只有各专业间良好的协调配合才能达到太阳能热水系统与建筑的完美结合。

2.2 太阳能与建筑一体化结合的应用与推广

从外观上应与建筑整体有机结合，达到与周围环境相协调；建筑阳台、墙面、屋面等共同组成的围护结构，建筑结合型太阳能热水器也作为建筑组成元素，使太阳能热水系统与建筑的使用功能更好的结合在一块。既可以巧妙的利用空间，又可以形成多功能的建筑构件，发挥建筑一体化的优势。

从性能上应完全满足建筑的功能及围护的要求，在保证可靠的防排水结构同时，也应考虑安装维护等其他方面因素。多年来经过不断的设计改进与试验，在太阳能与建筑结合设计时，防水问题有以下改进：集热板或集热管可以与坡屋面相结合，镶嵌到南向屋面暗装，并有一定角度，与坡面相平，与瓦形成浑然一体的感觉。既保证了外立面的美观又保证了屋面雨排水的流畅不渗漏。

太阳能技术在多年的探索中，也研究出了一系列新的关键技术。采用太阳能加热和辅助能源的双热双产水系统智能控制，可根据天气情况及用水状况自动控制、切换，在无人看守的情况下，在充分利用太阳能的基础上，保证了 24 小时供应热水，使系统最少使用常规能源。北方冬季防冻问题也是多年来一直不容易突破的难题，多年来一直使用保温和电伴热带的方式进行，这种方式存在着受外界条件所限的缺陷，机械排空的方式，真正达到了系统防冻的万无一失。

2.3 沈阳市太阳能热水系统与建筑一体化结合的应用情况

沈阳市每年大约有 2745 个日照小时，日照时间平均每天大约 8 小时，夏天日照时间更长，长达 12 小时，太阳能的有效利用面积已经达到 60 万平米。而太阳能每年产生的光能热量可高达 165 兆焦耳。如果能够因地制宜，采用合理的方法，有效充分的利用能源、对于减少环境污染，将具有重大的经济意义和社会意义。

沈阳市已经从 1996 年开始就有太阳能热水器的应用，而且还在不断扩大应用范围。截止到 2006 年底，全沈阳市太阳能热水器家庭机安装量已经超过 15 万台，太阳能热水器的家庭占有率逐年提升。从 2002 年起，太阳能热水系统与建筑一体化设计的应用在沈阳的发展变出现了势不可挡的趋势。据不完全统计，当前采用了一体化设计安装的工程已经有将近八十多个，采光面积 1 万平方米，总日产热水量已经能够达到 600 吨左右。全市对太阳能的利用已经从单一的热水器的应用开始向多领域全面发展。目前，沈阳市已经广泛的把太阳能应用到亮化工程上，包括交通信号灯，太阳能路灯，草坪灯等，在青年大街，二环路等许多重要道路沿线上，都有应用，已经成功运行。新小区住房也逐步用上了太阳能热水，还有学校、办公楼以及大型会所的改造都改进成了太阳能热水系统，在沈阳浑南新开发地区，太阳能的应用更为普遍。

沈阳市建委正在制定的《沈阳市太阳能推广应用规划》，将给沈阳市太阳能资源的利用和推广，起到决定性发展作用。其中最明显的一个应用，就是在新建建筑设计中，已经把太阳能热水系统纳入其中，综合考虑该建筑。所有新建和改建的住宅建筑，必须按照相关标准考虑太阳能热水器一体化设计。扶持和推广一些示范工程，住宅和公共建筑由开发单位和使用者的要求决定是否进行太阳能热水的一体化设计和施工，一旦采用，政府将给予政策奖励和扶持。根据市建委的推广应用规划，本应该符合该设计采用太阳能热水系统的建筑，而未进行设计的，将不给予设计审查通过。未经允许，擅自把太阳能热水的安装取消，将不给予竣工验收合格证。

目前存在的主要问题是：太阳热水器建筑一体化结合和系统优化设计的水平低，还没有可用作建筑构件的太阳热水器产品；被动太阳能建筑应用局限在农村、乡镇，单一的模式限制了技术的进一步提高；主、被动结合供热、空调综合利用太阳能建筑还完全是空白；同时，全天候太阳能热水系统的日常管理，也应该纳入物业管理的范围，确保其以后日常的运行，监控，保养，维修工作的平稳和安全的运行。我国的太阳能产业界和建筑业界对这些存在的问题都有充分的认识，并已开始携手为这些问题的解决而共同努力。

3 小结

随着国内经济的高速发展，太阳能的应用已经不断普及开，行业的技术提升不断的加快、必将形成更加完善的建筑一体化设计的理念和标准。

从市场的需求分析来看，由于我国人民生活水平的不断提高和居住条件的逐步改善以及人们节能意识的提高，加上我国已是世界上太阳能用量较多的国家。因此，太阳能综合利用市场前景看好，只要技术可靠，市场需求量会稳步上升并有快速发展。

参考文献

[1] 李天德，宗建亮，熊豪．石油危机对世界经济周期性波动的影响[J]．国际贸易问题，2008，1：3-7.

[2] 李勇，胡明辅，赵宏伟等．平板型与真空管型太阳能热水器发展状况分析[J].应用能源技术，2007，11(119)：36-39.

[3] 申刚．简述太阳能集热器的选型[J]．建筑节能，2008，34(8)：241-242.

[4] 包铁链，杨茜，于天津．太阳能管路系统选材及连接方式浅析[J].太阳能，2011，3：60-64.

[5] 倪建斌．太阳能热水器系统与建筑一体化有机结合的探讨[J]．建筑节能，2008，1：35-37.

热计量的经济性分析

扈晓庆　范　爽　方修睦

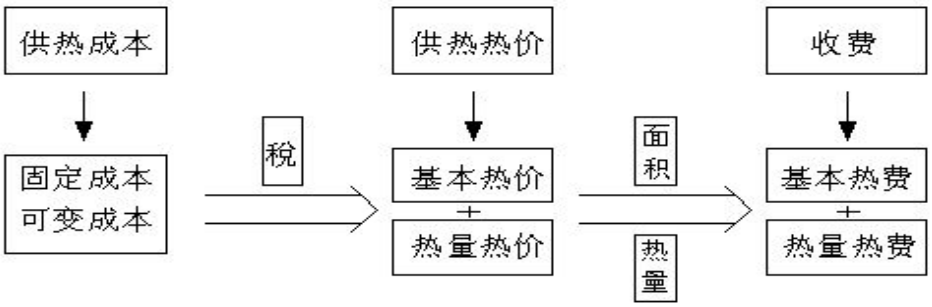
摘　要　本文从全寿命分析的角度探讨了节能投资带来的节能收益。并以沈阳为例，确定不同计量方案的成本，以及在目前的热价下，分析该城市节能 50%住宅建筑在不同节能方式下各种计量方案的经济性，确定了各方案计量收益及投资回收期。

关键词　全寿命分析　节能　计量收益　投资回收期

引言

在从按面积收费到按热量收费的过程中，面对的最大的问题就是经济性的问题：即到底是几方在节能工作中受益了，仅仅是某一方则一定推行不下去，没有热消费者的受益，热改也会推行不下去；节能投入能否有效回收，如果回收期很长，那节能工作也推行不了。这就亟待解决：当城市采用供暖按热量收费后，采暖系统的节能比例有多大，实行热计量后的节能收益是否大于热计量设备的投资等问题。待热计量这一新生事物的节能效益真正为百姓所认可，国家、供热企业因此节约了大量能源、资金后，便可在供暖按热量收费全面推开基础上，统一实行两部制热价，图 1-1 表示了热量生产成本、供热热价及热费的关系。可是到目前为止，国内还没有系统地对热计量的节能效益以及与节能投资的关系进行系统地研究。本文从建筑物及系统的角度，在围护结构节能、自由热被利用以及行为节能的情况下，从全寿命分析的角度探讨了节能投资带来的节能收益。并以沈阳为例，确定不同计量方式的成本，以及在目前的热价下，分析该城市节能 50%住宅建筑在不同节能方式下各种计量方案的经济性，确定各方案计量收益及投资回收期。

图 1-1 成本、热价及收费的关系



1、技术经济动态评价指标——净现值

所谓“寿命周期”，是指建筑物或设备从设计、建造、使用直到拆毁的全过程，即产品“从摇篮到坟墓”的整个生命历程中。技术经济评价采用全寿命周期现值成本法。该方法中，项目的成本支出并不片面考虑初始投资，而是大量收集建筑物全寿命周期内，包括运行、维修等后期费用的信息，均列入成本计算范围，将其折现到评价初期，根据实际需要选择评价指标，作出评估。它是以节约的能耗支出作为节能收益，将其与后期费用以某一折现率折现到评价初期，和初值投资求差值，由此来判断此项关键技术是否具有经济合理性，其表达式（1-1）：

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} (CI - CO)_t (1+i)^{-t} \qquad (1\text{-}1)$$

式中 CI ——现金流入量；

CO ——现金流出量；

i ——基准折现率；

t ——年，从 1~n 年；

NPV ——净现值。

具体到实际中，公式（6-1）[i0F]可表示为下式（6-2）：

$$NPV = F \bullet (P/A,i,n) - I - f_1(P/A,i,n) - [f_0(P/F,i,m) + f_0(P/F,i,2m) + \cdots] + S(P/F,i,n) \tag{1-2}$$

$$(P/A,i,n) = \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \tag{1-3}$$

$$(P/F,i,m) = (1+i)^{-n} \tag{1-4}$$

式中 F ——关键技术产品的年产值效益值；

$(P/A,i,n)$——等额系列现值系数或年金现值系数；

$(P/F,i,m)$——一次支付现值系数；

I ——初始投资；

f_1——日常运行、维修费用；

f_0——每次大修费用；

n ——关键技术的寿命周期；

m ——大修年限， $m < n$ ；

S ——残值；

i ——基准折现率，在热计量中取 3%。

它是对项目进行动态评价的最重要指标之一。判别准则：NPV>0 且净现值越大的方案相对越优。一般情况下，各方案在各自寿命周期内的净现值不具有可比性，这时必须设定一个共同的分析期。

2、动态投资回收期

投资回收期就是在考虑资金的时间价值基础上，从项目投建之日起，用项目各年的净收益将全部投资收回所需的期限，其表达式如（2-1）：

$$\sum_{t=0}^{P_t'} (CI - CO)_t (1+i)^{-t} = 0 \tag{2-1}$$

式中 P_t'——动态投资回收期，年。

动态投资回收期更为实用的计算公式是：

$$P_t' = (\text{累积折现值出现正值的年数}) - 1 + \frac{\text{上年累积折现值的绝对值}}{\text{当年净现金流量的折现值}}$$

判别准则：设基准动态投资回收期为T_C'，若 $P_t' < T_C'$项目可以接受，否则应予拒绝。

3、热计量方案的成本

图 3-1 为沈阳市某小区节能 50%的住宅建筑。该建筑一梯两户，3 个单元，共六层，层高 2.9 米，建筑面积约为 3939.84m^2，共计 36 户和 228 组散热器，此建筑采用的计量设备价格和使用寿命见表 3-1，以及热计量方案见表 3-2。

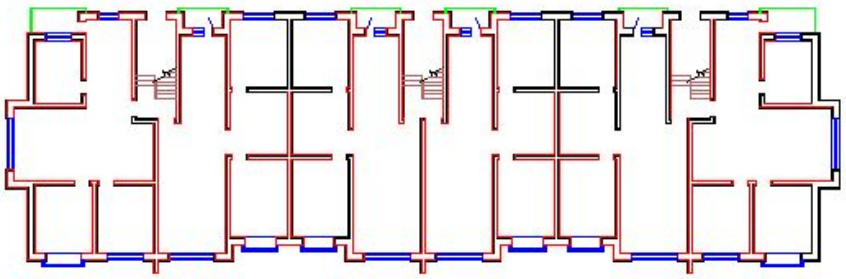


图 3-1 建筑平面图

表 3-1 设备价格及寿命周期

设备名称	设备计算单位	设备价格（元/个）/（元/户）	使用寿命（年）	设备数量（个）	初始安装费占设备价格比例
总热量表	个	12000	10	1	0.08
蒸发式热量分配表	个	70	10	228	0.08
电子式热量分配表	个	130	10	228	0.08
国产户用热量表	户	900	5	36	0.08
进口户用热量表	户	1300	5	36	0.08
温度法热量表	户	800	10	36	0.5
恒温阀	个	70	10	228	0.08
差压控制阀	个	3000	10	1	0.08

表 3-2 热计量方式

方案 A	楼栋热表+差压控制阀+恒温阀
方案 B	楼栋热表+差压控制阀+恒温阀+蒸发式热量分配表
方案 C	楼栋热表+差压控制阀+恒温阀+电子式热量分配表
方案 D	楼栋热表+差压控制阀+恒温阀+国产户用热量表
方案 E	楼栋热表+差压控制阀+恒温阀+进口户用热量表
方案 F	楼栋热表+差压控制阀+恒温阀+温度法热量表

由于各方案在各自寿命周期内的净现值不具有可比性，根据最小公倍数法设定共同的分析期为 10 年。计量投资费用中包括：热计量仪表和温控阀的购置费和温控阀的购置费，安装费和拆除费用；抄表读数，分摊计算、账单制作及发送等服务费用。除温度法热量表的初始安装费用占价格的 50%之外，其他热表的安装费和中途更换热表的拆卸费用均占热量表价格的 8%。而热量分配表，要每年对其进行读数，读表费用为 10 元/（年·个），其他仪表没有考虑仪表的读表费，分析中未考虑电子式热量分配表和楼道间数据通讯及存储所需要的设备以及安装调试费。计量投资及运行费用见表 3-3。

表 3-3 计量投资及运行费用

方案	A	B	C	D	E	F
仪表费用（元）	33240	49200	62880	65640	80040	62040
初始安装费（元）	2659.2	3936	5030.4	5251.2	6403.2	17059.2
初始投资（元）	35899.2	53136	67910.4	70891.2	86443.2	79099.2
读表费用（元/年）	—	2280	2280	—	—	—
更换热表费用（元）	—	—	—	37584	54288	—

4 热计量方案经济性分析算例

以图 3-1 的建筑构型为例，分析沈阳地区该建筑上在不同计量方案下的计量收益：（1）两部制热价与按面积热价相比，不同节能阶段时，用户每年节省的采暖费用 ΔS_i；（2） “两部制”热价和不同节能率下，用户每年节省采暖费用 ΔF_i。沈阳热价见表 4-1，以及该建筑物在节能 50%情况下的耗热量指标及节能率见表 4-2。

表 4-1 沈阳热价

城市	两部制热价		一部制热价	
	热量热价 f_r 元/GJ	基本热价 f_j 元/m²	面积热价 f_m 元/m²	面积 A (m²)
沈阳	37.97	13.06	34.79	3939.84

表 4-2 方案 2 建筑的耗热量指标及节能率

节能	围护结构节能		自由热节能		行为节能	
50%建筑	q_{H2} (W/m²)	η_1	q_{H3} (W/m²)	η_2	q_{H4} (W/m²)	η_3
沈阳	25.1	23.89%	19.11	23.89%	18	5.8%

1.“一部制”热价下，面积热费 F_m：

$$S_m = f_m A = 34.79 \times 3939.84 = 137067.03 \text{元}$$

2. 两部制热价下，不同节能率下的热量热费和总热费

基本热费 F_j

$$F_j = f_j A = 13.06 \times 3939.84 = 51454.31 \text{元}$$

(1) 围护结构节能下的热量热费 F_{r1} 和总热费 S_w

$$F_{rw} = \frac{d \times q_{H2} \times 24 \times f_r \times 3.6 \times A}{10^6} = \frac{151 \times 25.1 \times 24 \times 37.97 \times 3.6 \times 3939.84}{10^6} = 48987.3\text{元}$$

$$S_w = F_j + F_{rw} = 51454.31 + 48987.3 = 100441.6\text{元}$$

(2) 自由热节能下的热量热费 F_{rz} 和总热费 S_z

$$F_{rz} = \frac{d \times q_{H3} \times 24 \times f_r \times 3.6 \times A}{10^6} = \frac{151 \times 19.11 \times 24 \times 37.97 \times 3.6 \times 3939.84}{10^6} = 37296.71\text{元}$$

$$S_z = F_j + F_{rz} = 51454.31 + 37296.71 = 88751.02\text{元}$$

(3) 行为节能下的热量热费 F_{rx} 和总热费 S_x

$$F_{rx} = \frac{d \times q_{H4} \times 24 \times f_r \times 3.6 \times A}{10^6} = \frac{151 \times 18 \times 24 \times 37.97 \times 3.6 \times 3939.84}{10^6} = 35130.34\text{元}$$

$$S_x = F_j + F_{rx} = 51454.31 + 35130.34 = 86584.65\text{元}$$

3. 两部制热价与面积热价相比，用户节省的采暖费用如下：

围护结构节能下，用户每年少交采暖费 ΔS_w

$$\Delta S_w = S_m - S_w = \frac{137067.03 - 100441.6}{36} = 1017.37 \text{ 元/（户·年）}$$

自由热节能下，用户每年少交采暖费 ΔS_z

$$\Delta S_z = S_m - S_z = \frac{137067.03 - 88751.02}{36} = 1342.11 \text{ 元/（户·年）}$$

行为节能下，用户每年少交采暖费 ΔS_x

$$\Delta S_x = S_m - S_x = \frac{137067.03 - 86584.65}{36} = 1402.29 \text{ 元/（户·年）}$$

表 4-3 “两部制”热价与面积热价相比用户节省的采暖费

项目		总热费（元/年）	总节约热费（元/年）	用户少交采暖费（元/年）	节约热费比例
一部制热价		137067	—	—	—
两部制热价	围护结构节能	100441	36626	1017.37	0.267
	自由热节能	88751	48316	1342.11	0.352
	行为节能	86584	50483	1402.29	0.368

4. 在热计量的寿命周期内（10 年），不同节能方式下，36 家用户热计量的收益如下：

(1) 围护结构节能收益 P_w

$$P_w = \Delta F_w (P/A,i,n) = \Delta F_w \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = 11703.07 \frac{(1+0.03)^{10} - 1}{0.03(1+0.03)^{10}} = 99829.56\text{元}$$

(2) 自由热节能收益 P_z

$$P_z = \Delta F_z (P/A,i,n) = \Delta F_z \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = 8910.185 \frac{(1+0.03)^{10} - 1}{0.03(1+0.03)^{10}} = 76005.68\text{元}$$

(3) 行为节能收益 $\mathrm{P_x}$

$$P_{\mathrm{x}} = \Delta F_{\mathrm{x}} (P/A,i,n) = \Delta F_{\mathrm{x}} \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} = 2037.56 \frac{(1+0.03)^{10} - 1}{0.03(1+0.03)^{10}} = 17380.8\text{元}$$

5. 不同热计量方案的净现值

方案 A 的净现值（此时用户调节恒温阀，利用了自由热）

$$NPV_A = P_Z - 35899.2 = 76005.68 - 35899.2 = 40106.48\text{元}$$

方案 B 的净现值

$$NPV_B = P_Z + P_X - 2280(P/A,i,n) - 53136$$

$$= 93386.48 - 2280 \times \frac{(1+0.03)^{10} - 1}{0.03(1+0.03)^{10}} - 53136 = 20801.62\text{元}$$

方案 C 的净现值

$$NPV_{\mathrm{C}} = P_Z + P_X - 67910.4 - 2280(P/A,i,n)$$

$$= 93386.48 - 67910.4 - 2280 \times \frac{(1+0.03)^{10} - 1}{0.03(1+0.03)^{10}} = 6027.22\text{元}$$

方案 D 的净现值

$$NPV_{\mathrm{D}} = P_Z + P_X - 70891.2 - 37584(A/P,i,5)$$

$$= 93386.48 - 70891.2 - \frac{37584}{(1+0.03)^5} = -9925.01\text{元}$$

方案 E 的净现值

$$NPV_{\mathrm{E}} = P_Z + P_X - 86443.2 - 54288(A/P,i,5)$$

$$= 93386.48 - 86443.2 - \frac{54288}{(1+0.03)^5} = -39886\text{元}$$

方案 F 的净现值

$$NPV_{\mathrm{F}} = P_Z + P_X - 79099.2 = 14287.28\text{元}$$

根据判别准则：NPV>0 且净现值越大的方案相对越优。由上可知：$NPV_{DA} > NPV_B > NPV_F > NPV_C > 0$，$NPV_D < 0$，$NPV_E < 0$。通过公式可得出：在这 10 年之中采用方案 A 意味着每户的净收益为 111.41 元/年，方案 B 的净收益 57.78 元/（年·户），方案 C 的净收益 16.74 元/（年·户），方案 F 净收益 40 元/（年·户），方案 D 和方案 E 意味用户对国产和进口户用热量表的投资在这 10 年之中是收不回来的。但根据实际情况中，方案 A 是整个建筑的热费根据热表计量的热量值进行收费，然后根据每户的建筑面积进行分摊，其实质还是按面积收费。根据 3 节和 4 节，可得出不同方案下逐年的净现值，见图 4-1。直线与 x 轴的交点即为投资的回收期。由图 4-1 可知方案 A 回收期为 4.46 年，方案 B 回收期为 7 年，方案 C 回收期为 9 年，方案 F 回收期为 8.27 年。

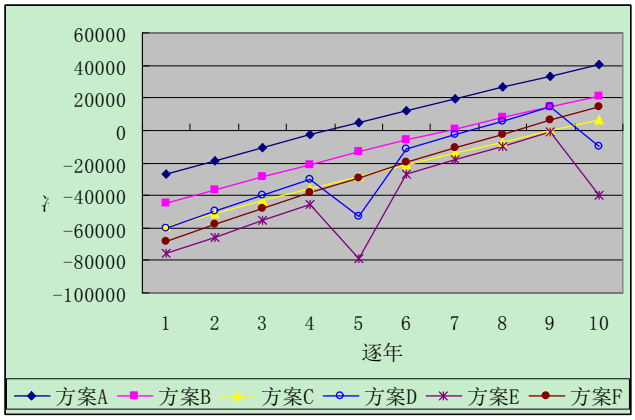


图 4-1　沈阳各方案下逐年的净现值及投资回收期

5 结语

（1）以沈阳为例，两部制热价与目前的面积热价相比，不同节能阶段时，得出用户每年节省的采暖费用。

（2）就沈阳而言，在目前的热价下，方案 A、B、C 和 F 可以 10 年之内可回收；而方案 D 和 E，即使用户的采暖费用节省，也无法抵偿计量的投资。由此可见，目前可以推行使用方案 A、B、C 和 F，推迟采用方案 D 和 E，从长远来看，随着技术和生产水平的不断提高，方案 D 和 E 成本降低可靠性增强，为户用热量表的推广起到积极的作用。

参考文献

1　刘卫民，陈续祥，盛晓文．对热费体制改革的经济学思考．观察思考
2　亲贫的市区供暖费用改革中期报告．亚洲发展银行．2003.11
3　杨丹．综合修正系数及基本热费的份额对用户热费影响的研究．哈尔滨工业大学硕士学位论文．2005.3：50-64
4　刘晓君，毛鹤琴．建筑技术经济学．中国建筑出版社．2000:56~58
5　http://www.topenergy.org/show.php?newsid=250
6　扈晓庆，牛庆照，方修睦，张继军．不同气候区典型城市采暖热计量的节能率分析．暖通空调．2007.10：397~401

大连中心裕景项目的智能化系统设计

田 丰　朱 江

摘　要　大连中心裕景项目为超高层综合体项目，总建筑面积约 40 多万平方米，为大连地标性建筑。本项目功能复杂、规模大、系统多、定位较高，本项目的设计既有一般工程的常规系统，也有一些特殊的系统，如商业的千兆无源光网络、数字监控系统等。本文结合实际工程，重点对商业部分的弱电设计做了介绍与分析。

关键词　超高层建筑　楼宇自控　智能一卡通　无线对讲　客流统计　紧急求助报警　计量远传　数字有线电视。

一.　工程概况

大连中心裕景项目（见图 1）占地 6.23 公顷，总建筑面积约 40 多万平方米，地下共四层，地上为五层商业裙楼及两座超高层塔楼。地下二~四层主要为车库、设备用房及后勤用房；地下一~地上六层为商业；塔楼一(ST1)，高度为 383 米，为 80 层的大连标志性建筑，包括公寓、酒店、健身中心等；塔楼二(ST2)为 62 层的办公楼。地下车库、商业裙房总面积约为 20 万㎡。

图 1 大连中心裕景效果图

二. 系统设置

商业语音及数据系统、语音及数据综合布线系统、楼宇自控系统、智能安防系统(含数字监控、保安报警、门禁、无线巡更等子系统)、智能一卡通系统、停车场管理系统、无线对讲系统、数字有线电视系统、客流统计系统、无线 WiFi 系统、多媒体信息显示系统、智能集成系统、远传计量系统、可视对讲系统及智能家居系等。

三. 商业语音及数据系统、语音及数据综合布线系统

本工程裙房的地下一层至六层整体销售给商业投资公司，根据投资公司的要求，商业区域均划分成独立的商业店铺或商业区(主力店)，店铺每户预留 2 个网络点、2 个电话点、2 个 POS 点，主力店预留光纤进线即可，其他区域无一般网络、电话应用。因此，根据业主日后尽量减少维护的要求，在与电信运营商沟通后，本次裙房店铺部分的网络、电话系统并未采用一般大型工程中常用的语音及数据综合布线系统，而是采用了光纤到店铺网络形式（即 HTTx），系统架构采用千兆无源光网络（即 GPON）。

GPON(Gigabit-Capable PON)起源于无源光网络 (PON)系统，是基于 ITU-TG.984.x 标准的最新一代宽带无源光综合接入标准，具有高带宽、高效率、大覆盖范围、用户接口丰富等众多优点。GPON 系统可提供 1.25G 上行及 2.5G 下行速率，且系统结构较简单。系统由光网络单元(ONU)、光线路终端 (OLT)和无源分光器 (ODN)组成。GPON 系统构成见图 2。

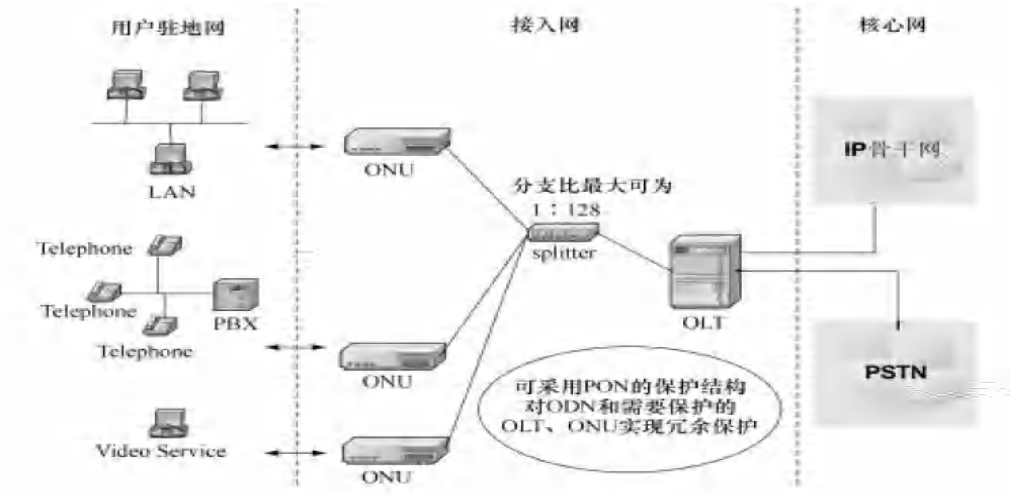


图 2　GPON 系统架构图

结合本工程，在地下一、地下二层靠外墙部位设 3 个运营商机房，分别对应联动、电信、移动三家运营商。由室外运营商主干网引光纤至机房。机房内设置 OLT 设备，为接入网提供网络侧与核心网之间的接口。作为 PON 系统的核心功能设备，OLT 具有集中带宽分配、控制各 ONU、实时监控、运行维护管理 PON 系统的功能。机房内还需设置 ODN 设备，分支比为 1:16/32/64 或 128。根据末端 ONU 的数量，从 3 个运营商机房引光纤至地下一层商业主配线机房内的光纤配线架，再由配线架引单模光纤至店铺内弱电智能配线箱（见图 3）。根据用户选择不同的运营商，在配线机房内跳线到相应的运营商光纤配线架，在末端选择相应的 ONU 设备。这种组网方式简单，业主需要维护的设备少，管井内不需要设置网络机柜，布线方式简洁，根据用户的多少，直接从商业主配线机房配出，减少中间环节。

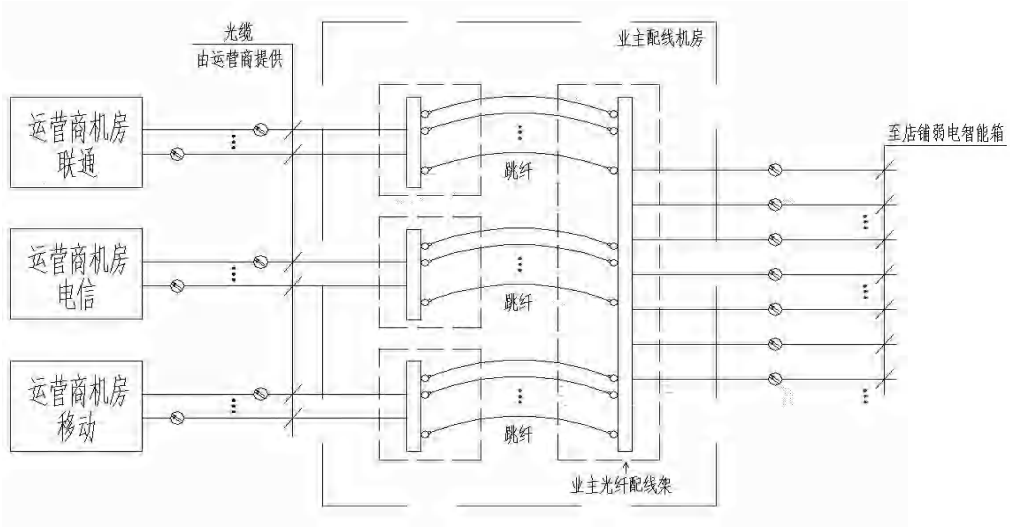


图 3 运营商至末端设备网络示意图

商铺内的 POS 收银系统，因 ONU 设备无法提供此功能，而采用单独设置系统的方式实现此功能。在店铺弱电智能配线箱内设置光电转换模块，将 POS 机信息直接传至地下一层商业主配线机房内的专用机柜，再由此机柜设备引至银行主机房。

地下二层的物业管理用房及一层、四层的服务台、四层的消防控制中心的网络，采用语音及数据综合布线系统，主机柜设于地下二层物业办公室内。主网络通过路由器与小型程控交换机与 ONU 设备连接，实现与外网的接驳。（见图 4）

本工程采用的 GPON 网络形式在设计中比较少见，因其设备造价较 EPON 贵，因此应用范围不如 EPON 广泛。但是 GPON 对比 EPON 的优势也是很明显的，因此随着社会的发展、技术进步，价格会进一步降低，GPON 会让人们得到更好的体验与服务。

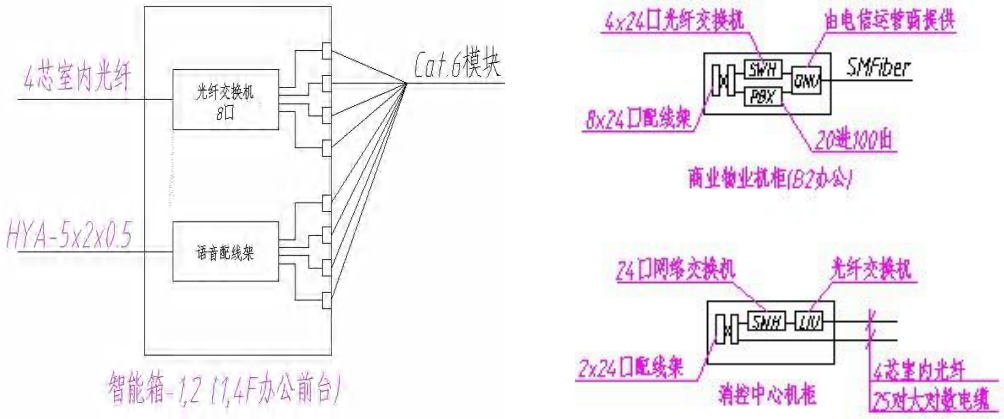


图 4　综合布线系统末端弱电配线箱

四. 建筑设备监控系统

本工程建筑高度高、层数多、体量大，建筑面积四十多万平方米。建筑物内部的设备非常多，系统也非常复杂。为了提高设备利用率，合理地使用能源，加强对建筑设备状态的监视等，本工程设置建筑设备监控系统。

建筑设备监控系统能够自动控制建筑物内的机电设备。通过软件，系统地管理相互关联的设备，发挥设备整体的优势和潜力，提高设备利用率，优化设备的运行状态和时间(但并不影响设备的工效)，从而可延长设备的服役寿命，降低能源消耗， 减低维护人员的劳动强度和工时数量。最终，降低了设备的运行成本。

建筑设备监控系统通过多层次控制网络，对楼宇的不同机电系统进行监测及控制，监控范围包括冷冻站、空调、给排水、电气、照明等专业设备。

系统由工作平台、网络控制器、直接数字控制器、传感器等组成，网络传输采用以太网。系统为分布智能系统，在总线通信网络失效时，各直接数字控制器(DDC)均能独自继续其正常运作。楼控监控中心设于四层消防控制中心，在变配电室值班室、热力站及冷冻站值班室设置子工作站。各 DDC 根据所监控设备的要求，设于相应的机房内或弱电房内。楼宇系统各设备的供电，均设有 UPS 不间断供电单元，DDC 则备用电池作为后备电源。(见图 5)

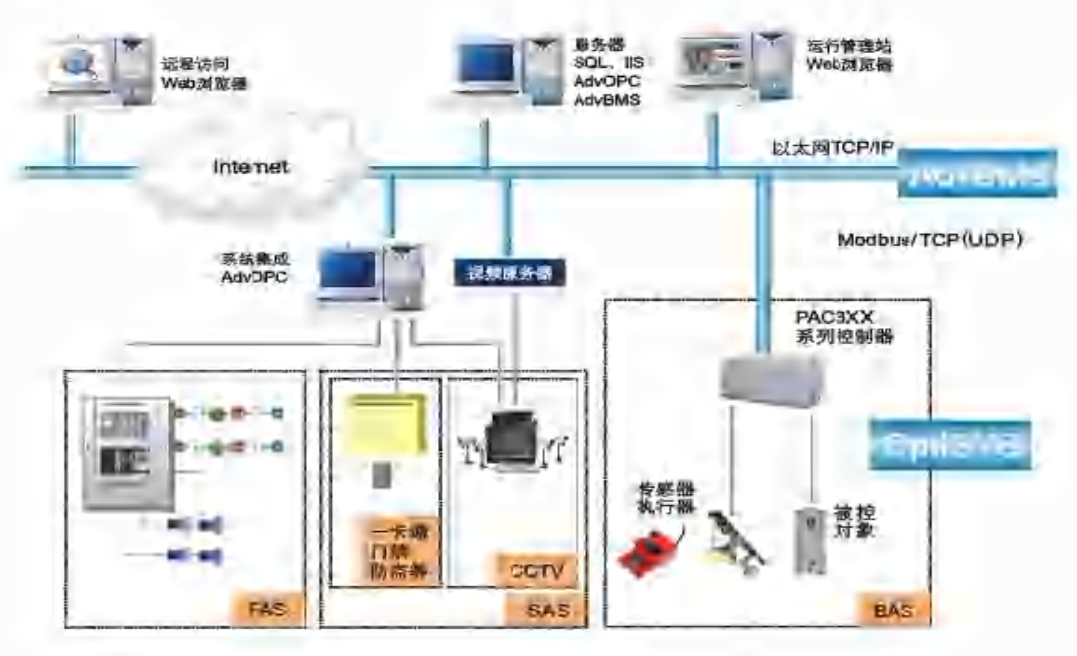


图 5 建筑设备监控架构示意图

五. 智能安防系统

1. 数字监控系统

本工程规模庞大，监控点位众多，仅裙房商业及地下车库部分就有 630 多个监控点，且业主要求摄像机的画面分辨率达到 720p，视频文件集中存储。由于模拟摄像机的画面分辨率达不到 720p，因此只能采用 IPC（IP Camera），即网络摄像机。基于 IPC 的视频监控系统主要为 NVR 和 IPVS。

NVR（Network Video Recorder）网络视频存储，是一个基于互联网协议的连接在网络中的设备。 NVR 基于互联网，因此可以通过局域网或因特网进行远程管理而具有非常强的灵活性。NVR 的基本功能就是同时远程访问并且记录 IP 摄像机拍摄到的视频流。NVR 的优异之处在于易于使用和安装，因而受到广泛推崇和接受。IPVS（IP Video Surveillance）IP 视频监控，它是通过计算机网络和 Internet 进行通信时最常用的一种协议。IP 视频监控系统（又称网络视频监控系统）能够将视频信息数字化，并通过有线或无线 IP 网络进行传输。这使实时监控和录像等功能可以扩展到所有具备网络连接的地方，同时也使这类系统可以方便的与其他安防系统（如门禁系统等）实现无缝集成。IPVS 是第 3 代监控系统，由于技术较新，在国内的使用率并不高。NVR 是典型的第 2 代(或 2.5 代)监控系统，易于使用和安装，技术较为成熟，在国内接受程度较高。因此，本工程采用 NVR 系统。

随着网络技术、IP Camera 技术的发展，NVR 也从“Analog camera+编码器+NVR”、“IPC+NVR”发展到了现在的“IPC+IPSAN（或 FCSAN）”。“IPC+NVR”的系统架构简单，存储数据相对安全，硬件性能要求不高，投资成本较低，但因硬盘分散放置，维护管理相对繁琐，因此适用于中、小规模的项目。“IPC+IPSAN（或 FCSAN）”的系统架构相对复杂，对路由器及服务器的性能要求较高，初投资不低，但硬盘的维护管理及系统扩展方便，适用于规模大的项目。FCSAN 传输带宽高，目前有 1,2,4 和 8Gb/s 四种标准，主流的是 4 和 8Gb/s，性能稳定可靠，技术成熟；但其成本极其高昂，需要光纤交换机和大量的光纤布线；维护及配置复杂，需要培训完全不同于 LAN 管理员的专业 FC 网络管理员。IPSAN 成本低廉，购买的网线和交换机都是用以太网，甚至可以利用现有网络组建 SAN；部署简单，管理难度低；万兆以太网的出现使得 IPSAN 在与 FCSAN 竞争时不再逊色于传输带宽；基于 IP 网络的天生优势使得 IPSAN 很容易实现异地存储、远程容灾等技术（见图 6）。

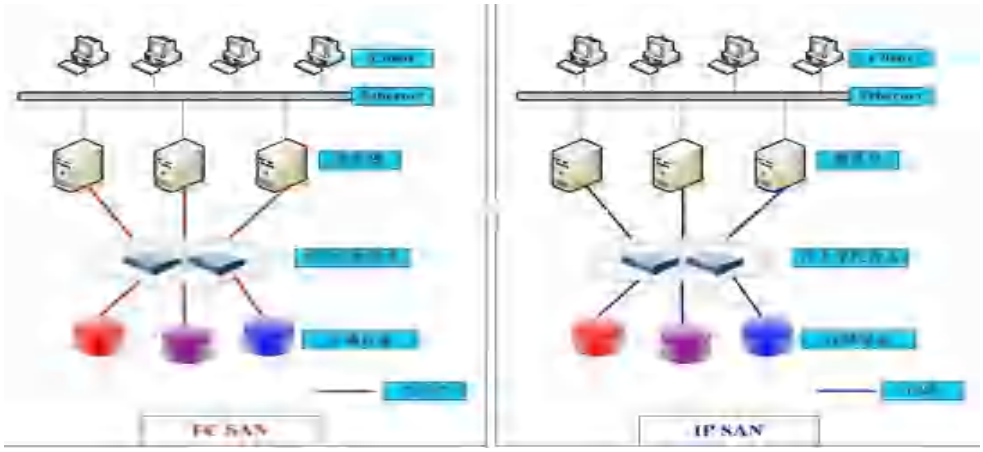


图 6　FCSAN 与 IPSAN 的区别

本工程采用“IPC+IPSAN”系统架构，主要由 IP Camera(POE)、IPSAN 或 NAS、光纤交换机、显示设备以及控制设备组成。总安防控制中心设在四层南侧。总控中心与分控室之间通过以太网互联。总控中心可以控制整个项目的所有监控点，分控室只能控制本区域监控点。

数字监控系统对下列区域进行监视：地下停车场，主要通道及出入口，电梯厅、楼梯前室、电梯轿厢、自动扶梯处、商场的主要通道及公众区域、室外等。室外、停机坪等开阔地域设置云台摄像机，主要出入口、楼梯、电梯厅、商场、公共走道采用半球摄像机、球形摄像机；地下车库采用固定枪式摄像机及球形摄像机，电梯轿厢内设置电梯专用微型彩色摄像机。

2. 保安报警系统

保安报警系统以通过各报警点，经数据采集器及系统网络将信号传至报警主机处理。报警点设备包括门磁开关、手动报警按钮、脚踢式报警

按钮、红外双鉴探测器等。系统主机交接数字监控系统及门禁系统，提供联动功能。（见图 7）

本工程在地下车库内设置了大量手动报警按钮，并在报警按钮处设置摄像机。当手动报警按钮被按下后，联动触发摄像机摄像，并将信息传送至安防中心。

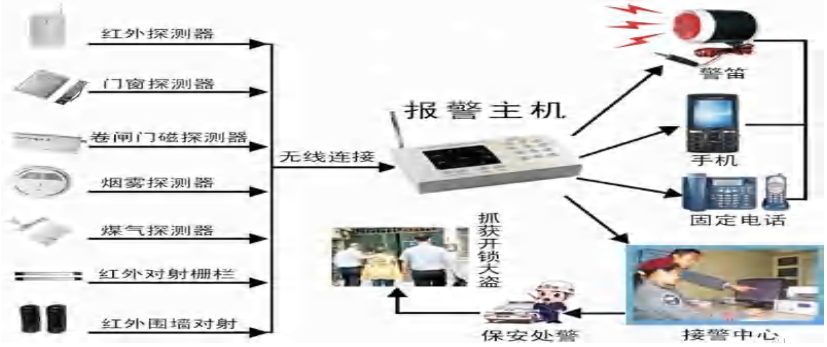


图 7 安防报警系统示意图

3. 门禁系统

采用身份识别设备来进行工作人员的出入口控制，通过系统数据库资料，自动进行智能识别。系统设备主要包括读卡器、电控门锁、出门按钮、门禁控制器及管理计算机等。在重要机房如通信机房、安防消防中心、BMS 机房、空调机房、变电所等处设置门禁点；在贵重物品贮藏室，考勤处、员工入口、塔楼与商业交界口等处设置门禁点。（见图 8）

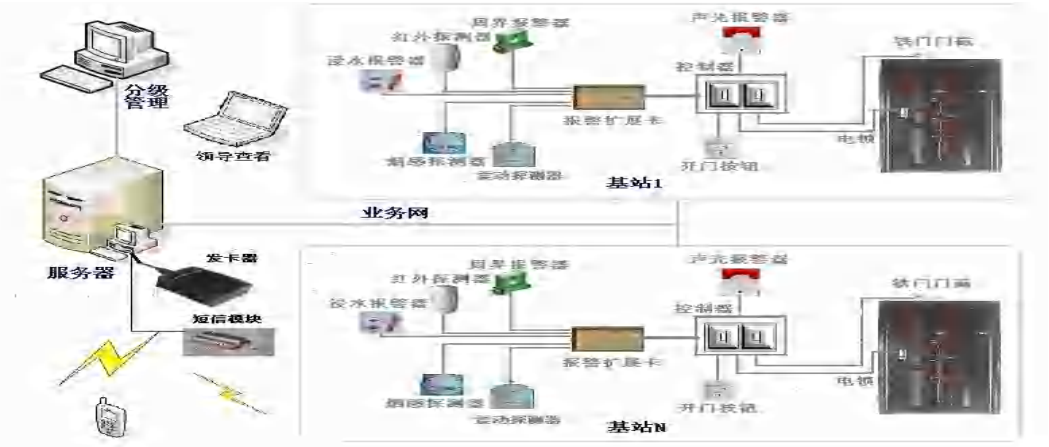


图 8 安防门禁系统示意图

4. 无线巡更系统：

巡更系统为离线操作系统，使用带地址码巡更站，透过手提巡更记录器阅读每位置的巡更站信息。在地下车库、各层楼梯处、不同功能区分隔处、出入口处、室外周界设巡更点。门禁系统、保安报警系统以及巡更系统主机设在各安防分控室内并通过以太网连接至总安防控制中心。

六. 智能一卡通系统

一卡通系统是以计算机网络管理为核心，智能感应卡为信息载体的基础上实现，它包括停车场管理、门禁管理等组成的一个"一卡通"系统。设计的目标是住户和物业人员通过使用一张授权的感应卡能实现停车、进门及员工考勤。物业管理部门统一发给住户及物业管理人员通用感应卡并授权，每张卡片在系统数据库内部都有相对应的用户个人资料。用户只须持一张有效通用卡即可凭卡按其权限在停车场停车，进出门禁通道等，物业管理人员还可凭卡实现考勤等功能。整个系统由控制主机统一自动管理，实现了自动无人管理。

七. 地下车库管理系统

本系统按既有内部车辆又有临时车辆考虑，对内部车辆使用远距离感应卡，对临时车辆使用临时卡，共用出入口设备。出入口均设置自动放行与自动关闭的档车器，出入口均设置图像对比系统，车库入口提供车位位满自动显示。（见图 9）

图 9　停车场收费岗亭示意图

八. 无线对讲系统

为便于管理部门、保安巡逻及服务人员通讯联络的需要，在本项目内建立无线对讲系统。在消防控制室设主控设备-基站。考虑到本工程规模大，单基站其场强覆盖能量有限，在各个安防分控室设置分基站，主基站与分基站通过八芯双绞线汇接，使主基站与分基站以相同的频率进行同播。对讲系统沿各座的弱电竖井垂直走线，采用转发器，功分器，收天线、线缆等设备将信号分布到各层。具体实施应委托专业承包商实测场强，报无线电管理委员会批准频率，另行设计、实施。

九. 数字有线电视系统

本工程采用混合式有线电视网络，传输干线为光纤设备，用户分配网采用同轴电缆设备。其下行传输通道主要传输模拟电视信号和数字电视信号，其上行物理传输通道由当地有线电视运营商确定。

十. 客流统计系统

在商业设置一套客流统计系统，主系统设备设于地下物业办公室，系统采用视频图像分析，并通过计算软件分析后，提供客流的统计。统计系统主机设于地下二层物业办公室。摄像机的位置于商场出入口、电梯厅大堂及扶梯上落位置。

十一. 无线 WiFi 系统

系统采用结构化网络，通过网关与物业网络连接。无线 AP 采用 POE 供电，带宽 150Mbit/s。在商业主要通道上设置无线 AP 发射点，供顾客浏览网页及接收广告。系统机柜单独设置，不与其他系统合用。

十二. 多媒体信息显示系统

在商业设置一套多媒体信息显示系统，系统设备设于地下物业办公室，本系统能向公众或来访者提供告知及信息发布等功能，本系统由信息采集、信息编辑、信息导览系统组成。系统的信号传输纳入建筑物的信息网络系统，并配置专用的网络适配器的传输系统。在商业大堂、电梯厅设置液晶电视屏，在室外设置 LED 全彩显示屏，发布一般或指定的信息。

十三. 智能集成系统

本系统主要是将楼内的楼宇自控系统、保安监控系统、保安报警系统、巡更系统、门禁管理系统、火灾自动报警系统等相关子系统集成起来，做到可以在同一人-机界面下对所有机电设备及子系统进行监视、控制和管理，提高管理效率，节约能耗，延长设备使用寿命，降低整个大厦的运行成本。系统集成主机设在四层消防控制室内。

十四. 远传计量系统

本设计考虑远传计量的需求，预留远传计量系统。在弱电竖井内设置数据采集器及桥接器。数据采集器将水表、电表的脉冲信号转换为数字信号，通过传输接口传至桥接器，再由桥接器通过通讯线缆将信号传至物业中心，为日后统一计费管理提供初始条件。

十五. 总结

大型民用建筑智能化系统设计涉及到众多的子系统，其技术内容更新很快，且设计内容复杂，设计中需根据现行国家标准规范的要求，并结合业主的实际需求，提供完整、合理的解决方案。

谈 LED 在建筑电气设计中的应用

李 宁　郭晓岩　唐 迪

摘　要　本文通过多种传统光源与 LED 在住宅建筑、公共建筑等建筑电气设计及实际应用中的对比，充分展现 LED 相对于传统光源在节能、环保、高效等多方面的优势。

关键词　LED　照明　光效　绿色建筑

1　前言

照明是民用建筑必不可少的重要内容。据统计，我国照明用电量约占全国总用电量的 13%。作为建筑电气能耗的主要部分，照明能耗又占整个建筑电气能耗的近 1/3，可见，高效的照明灯具对民用建筑的节能具有很大意义。2013 年 9 月，工信部印发了产业关键共性技术发展指南，明确提出将 LED 芯片、荧光粉等环节的关键技术作为贯彻落实国务院创新驱动战略的产业关键共性技术。LED 产品由于其自身独有的优势，不仅得到了国家相关部门的重视，还在消费市场中得到广泛的好评。因此，LED 照明产品在建筑行业特别是在绿色建筑中的应用潜力是十分巨大的。

近年来，随着 LED 相关技术的不断发展和完善及经济性指标的不断提高，LED 作为节能高效的照明光源就已经逐渐被业界所认可，并被越来越多的人所熟知，故本文不再把 LED 发光原理、配光器件、电源驱动等灯具的基本特性作为讨论的重点，而重点将笔者在多年从事建筑电气设计工作中积累的一些与 LED 设计和实际应用相关的经验和体会与大家共同研讨和分享。

2　LED 在办公场所应用的优势

发光效能高，是 LED 最为显著的特点之一。

白炽灯、卤钨灯光效为 12~24lm/W,荧光灯光效为 50~70lm/W，钠灯光效为 90~140lm/W，大部分的耗电变成热量损耗。LED 经过几十年的技术发展和改进，其发光效率有了很大的提升。LED 的光效经改良后将达到 50~120lm/W，具有极大的发展潜力。

有研究表明，未来的光效有可能超过 200lm/W。各类光源性能比较见表 1。

表 1 各类光源性能比较

光源种类	光效(lm/W)	显色指数(Ra)	平均寿命(h)
白炽灯	15	100	1 000
紧凑型荧光	70~80	80	8 000
普通荧光灯	70	70	10 000
三基色荧光灯	90	80~95	12 000
金卤灯	75~95	80	6 000~12 000
卤钨灯	20	90	3 000~5 000
LED 灯泡	81.8	70	40 000

在建筑电气设计中，LED 的高光效对满足国家相关标准及规范有重要的意义。2014 年 6 月 1 日开始实施的新版《建筑照明设计标准》（GB 50034-2013）较旧版的照明功率密度限值有更加严格的要求。例如，在经常遇到的办公建筑电气设计中，普通办公室在照度标准值为 300lx 的前提下，LPD(W/㎡)由原版的现行值 11、目标值 9，提升为新版的现行值 9、目标值 8，而且该规范条文为强制性条文。这对照明设计提出了更高的要求，选用高光效灯具势在必行。《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2006）中，公共建筑评价标准的控制项和优选项对于照明功率密度值（LPD）的要求，分别对应《建筑照明设计标准》中照明功率密度值的现行值和目标值。普通气体放电灯，如荧光灯或节能灯在满足一般项的 LPD 要求时通常比较容易，但在满足优选项时，可能会有一些难度。

笔者采用 DIAlux 计算软件，设定在相同的室内环境下(室内长 10.8m，宽 7.5m，高 2.65m，室内面积 81 ㎡，工作面高度为 0.75m，维护系数取 0.8，计算照度为 300lx)，对 T8 3x18W 荧光灯和 LED 3x18W 管灯进行

了比较。

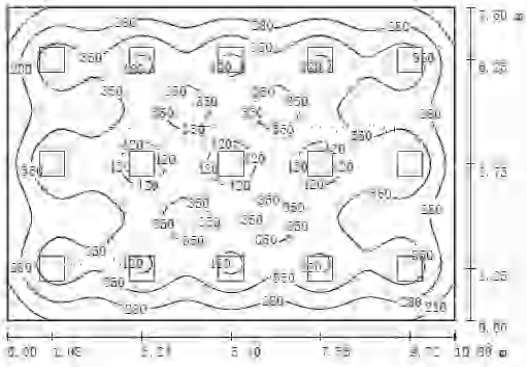


图 1　荧光格栅灯(3x18W 单灯光通量 3 750lm)

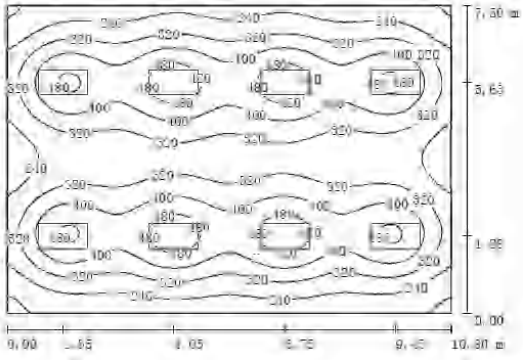


图 2　LED 栅灯(3x18W 单灯光通量 4 600lm)

通过比较可以发现，传统的荧光格栅灯(3x18W)需要 15 套(图 1)，LPD 达到了 10 W/㎡，仅仅满足旧版的《建筑照明设计标准》LPD 限值，在新标准颁布后，已经力不从心。LED 格栅灯仅需 8 套(图 2)，LPD 为 5.33 W/㎡，甚至大大低于新版规范的目标值。在设计中，如果项目建设单位有申报绿色建筑二星、三星的要求，使用 LED 灯具，满足《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2006）第 5.2.19 条的优选项是非常容易的，这样对项目整体的申报有非常大的帮助。在国家提倡“节能减排”的大环境下，对新建建筑有绿色建筑评价的要求；对既有建筑的改造，更具有深远意义。

由此可见，LED 的高光效对于传统荧光灯有较大优势，而且，随着技术的不断进步，这种优势还会继续扩大。笔者认为，在电气设计时，用 LED 灯具取代传统灯具的可操作性是很强的。特别是在既有建筑改造中，无论是满足《建筑照明设计标准》（GB50034-2013）中的现行值要求，还是满足《绿色建筑评价标准》（GB/T 50378-2006）的优选项(目标值)要求，LED 光源与传统光源的可直接替换性，都使之成为可能。

3　LED 在居住建筑设计中应用的优势

LED 的高光效特性同样适用于居住建筑领域。

住宅建筑中的公共照明是在物业管理成本中占有较大的比例。电气设计中，在满足《建筑照明设计标准》中的照度要求的同时，应尽量降低灯具的功率，即选择高光效的灯具。公共部位照明多采用自熄式灯具，如红外感应式、声光控制式，同时为适应灯具频繁开启的特点，光源多采用白炽灯，但白炽灯光效很低，因此以往常采用紧凑型荧光灯（即节能灯）来代替。近年来，LED 灯在光效飞速提升的同时，采购成本也大大降低，同时，LED 灯寿命长，还具有比节能灯更适合频繁开启关闭的特性。而且，很多 LED 灯也配置了 E14、E27、E40 等标准安装灯头，可以做到与传统光源的直接替换，非常方便。另外，LED 灯的长寿命，也大大降低了物业的维护成本。当年，紧凑型荧光灯的问世，替代高功率、低光通的白炽灯，使得人们赋予它“节能灯”的称呼；现在 LED 灯替换紧凑型荧光灯也是大势所趋，相信在不久的将来，LED 灯将是“节能灯中的节能灯”。

为了获得并分析各类典型光源的实际应用数据，笔者对白炽灯、紧凑型荧光灯、LED 灯在相同的室内环境条件下，做了实验对比。

实验选取了 40W 白炽灯、7W 紧凑型荧光灯以及 7WLED 灯三种灯型。在完全相同的环境下，40W 白炽灯的照度仅为 47.4lx，基本等同于 7W 紧凑型荧光灯 49lx 的照度，而同样是 7W 的 LED 灯，照度可达到 244lx。由此可见，若要满足同等照度要求，LED 灯的功率则远远小于白炽灯及紧凑型荧光灯。

4　LED 在低温场所照明设计中应用的优势

低温照明是指环境温度在 5℃以下场所运用人造光源来照明，例如冷藏柜、冷冻柜、冰箱、冷库、室外照明等。LED 即使在-40

℃的低温环境下，也能瞬间启动，而且 LED 随着温度越高发光效率递减，在低温中发光效率良好(见图 4)。这一特点，使得 LED 非常适合在冷库中应用。在笔者参与的某冷库项目设计中，库内的照明灯大都采用了 LED 灯具，相比建设单位之前建设的冷库内使用的大功率白炽灯，不仅照明效果好、减少了大功率白炽灯热量释放对冷库环境的影响，而且用电成本更低，所以业主反馈的使用情况非常好。谈到这里，不得不提到 LED 在冷库设计中另外两个优势：首先，冷库内温度低、层高较高，当库内存放货物时，替换损坏的灯具较为困难。原先冷库采用白炽灯时，几乎每年都需要更换一次，不仅维修量大，而且影响冷库正常使用。LED 灯的寿命是白炽灯的几十倍，可达数年，能大大降低灯具的维护费用，避免经常换灯的烦恼。结合绿色建筑的理念，在建筑全寿命周期内，LED 的节能效果是非常显著的。这一特点，使得 LED 非常适合冷库内的照明。那为什么不使用光效同样很高、寿命也较长的荧光灯呢？这里引出 LED 的另一个优势，环保无毒。冷库内大多存储的是肉类、水果、蔬菜等食物成品或食物原材料。随着社会的不断发展和进步，现在人们极为重视食品安全，国家更是为食品的生产、运输、储存等环节制定严格的法律法规。大家都知道，荧光灯内含有汞和荧光粉，通常每只节能灯内的汞含量大约为 5mg。在库内货物的搬运或者灯具更换时，只要荧光灯破损，就会造成汞挥发，荧光粉洒落至食品上，会严重影响食品安全。LED 不包含汞、钠元素等可能危害健康的物质，能更好的满足食品储存的需求。

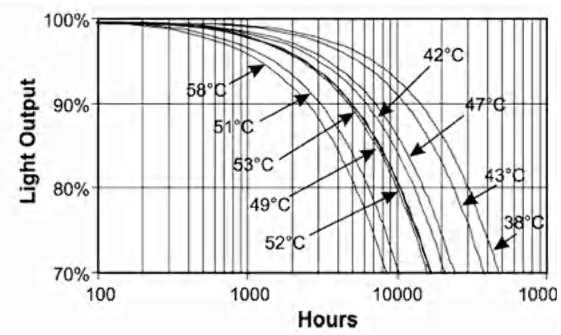


图 4　LED 温度--发光效率曲线

由图中可以看出，温度越高，LED 的光效越底，光衰越大，寿命越短。

5　LED 在中小学教室等场所内应用的优势

频闪光是发光时出现一定频率的亮暗交替变化。普通荧光灯的供电频率为 50Hz，表示发光时每秒亮暗 100 次，属于低频率的频闪光，会使人眼的调解器官，如睫状肌、瞳孔括约肌等处于紧张的调节状态，长时间处在这种环境下很容易导致视觉疲劳。在我国 20 世纪 80 年代以后，直管型（电感式）日光灯普遍应用于家庭、学校、图书馆等，成长中的中小学生受害很大，视力下降明显，近视眼显著增多。如果光源发光时为直流供电，人眼即既不会有频闪感觉，也不会造成视力伤害，这种光称为无频闪光。荧光灯、高压汞灯、高压钠灯、金卤灯等传统光源均会发生频闪效应，即使是通过驱动电器提高频闪的频率，也只是减小或降低频闪对人身的伤害，只有由直流驱动的 LED 光源，才能算是真正的无频闪光源。

传统光源的发光角度是 360°，而 LED 的发光角度为 120°，所以 LED 光的指向性更强。在教室黑板等处的局部照明使用 LED 优势更加明显，而且相比传统光源，LED 用于教室的大面积照明更不易产生眩光。

另外，从上文中荧光灯和 LED 的光效比较可知，LED 在较大面积的照明场所，节能的效果是非常明显的。由此可见，LED 灯在今后势必会更多地应用于学校教室照明。同时，LED 驱动的输入电压为交流 220V，输出电压为直流 3V 左右，驱动电流仅为十几毫安，不会造成触电事故。相比传统光源，LED 更适合应用在幼儿园、老年人公寓等对用电安全要求更高的场所。

6　LED 在户外照明中应用的使用优势

为了避免光的浪费与光污染，灯具应尽可能地将光线投向需要照明的空间方向，因此，除少数装饰照明或全空间照明灯具外，大多数灯具都需要具有一定的指向性。在这个方面，LED 相较其他光源更具有先天性的优势。荧光灯、高压钠灯、金卤灯等传统光源均为点状或线状光源，且多为全空间方向发光；LED 体积小，接近点光源，其发光方

向具有很强的指向性，发光角度为 120°(见图 5)，特别适宜加装各种透镜达到不同的配光目的，实现很高的光利用率。LED 路灯的灯具效率可以超过 90%，而应用全空间方向发光的光源的路灯，其发光效率基本都在 70%以下，部分路灯甚至还不到 50%。同时，LED 的高指向性，也能减少眩光对车辆驾驶者的影响，可提高交通安全性。所以，近些年来，随着技术的提升，国家的支持，高光效、高显色性、低能耗的 LED 路灯在道路上已经随处可见。

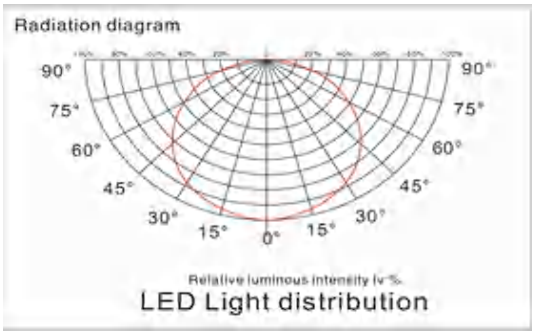


图 5　**LED 发光角度**

LED 灯具还在景观园林设计中大放异彩。笔者参与设计的很多住宅项目，园区内大多采用了 LED 景观灯具。这些灯具体积小、寿命长，而且功率低，能降低物业运营成本。LED 最特殊的是采用直流驱动，这点用在太阳能上尤其重要。因为太阳能发出的电也是直流的，可以省去逆变器这一环节的成本和能量损耗。

LED 灯功率较小，甚至不需要市电，仅由太阳能供电即可满足使用要求。以上诸多的优点，都使得 LED 景观灯特别受到建设单位的青睐。

7　结束语

对 LED 照明近年来的迅猛发展笔者深有体会。现在，随意走入一家灯具市场或者超市，各种功率、各种造型的 LED 占据了大部分的展示区，有的品牌还可以通过驱动电源直接调节 LED 筒灯的色温，用一种灯具即可实现多种感觉的照明效果。相比之下，传统光源的灯具就黯淡许多。大功率的白炽灯停止生产和销售后，小功率的白炽灯也几乎在市场上绝迹。笔者在做本文提到的对比实验时，仅在一处比较偏远的五金小卖店，才买到一只白炽灯。

由于 LED 灯头种类齐全，可与传统光源直接替换，且 LED 灯的价格也较往年降低了不少，甚至单灯价格会低于节能灯，所以使得节能灯在市场上的比例大幅度减少。笔者也经常与装修设计单位的同行们进行交流，大家普遍认为，无论公装还是家装，LED 的使用都越来越普遍。小巧的灯头体积、丰富的灯具形状、超低的电量能耗等诸多优点，是设计者和消费者选择它的主要原因。

照明是电气设计师几乎每天都能接触到的内容。设计师不仅应该关注照度、功耗、光效等技术指标，同时还应当关注照明灯具实际应用过程中的诸多要素，比如灯具的体积、安装的重量、维护的频率、外观的美感，以及最重要的初期投资和后期运营成本等等。

近年来 LED 在民用建筑中的应用已经表现出良好的发展势头。随着技术的不断提升、市场规模的不断扩大、生产成本的不断降低，LED 在照明设计中的应用前景将一片光明。

参考文献

[1] 中华人民共和国住房和城乡建设部，中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.建筑照明设计标准（GB 50034-2013） [S].北京：中国建筑工业出版社，2013.

[2] 中华人民共和国建设部，中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局.绿色建筑评价标准（GB/T 50378-2006） [S].北京：中国建筑工业出版社，2006.

2014年度院优秀宣传项目

中国医科大学附属盛京医院沈北院区二期
第一设计所

沈阳中环广场　　大连分院

吉林省长白山十八坊北八坊商业街区 大连分院

沈阳地铁九号线兴华地下商业街　　U&A工作室