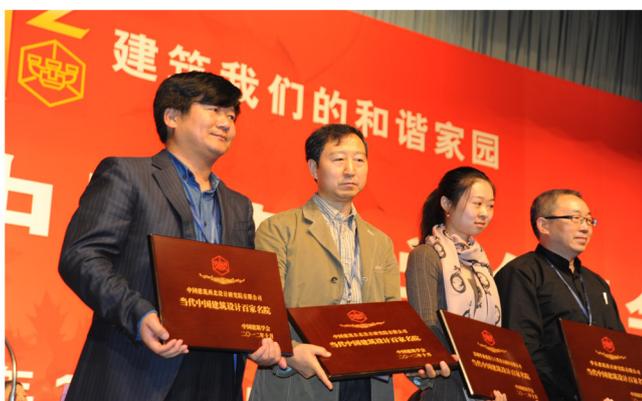


# 我院荣获“当代中国建筑设计百家名院”等多项荣誉

中国建筑学会2012年年会于10月16-18日在北京国际会议中心隆重举行。在本次年会上，我院被评为“当代中国建筑设计百家名院”，我院刘克良首席总建筑师、王洪礼总建筑师、赵成中总建筑师被评为“当代中国百名建筑师”。



刘克良首席总建筑师被评选为“当代中国百名建筑师”



王洪礼总建筑师被评选为“当代中国百名建筑师”



赵成中总建筑师被评选为“当代中国百名建筑师”



## 编辑委员会

主任：王洪礼

副主任：刘克良、窦南华、冯晓明、  
戴显明、吴一红

委员：刘泽生、陈正伦、金鹏、  
郭晓岩、蔡平、陈志新、  
王兴祥、高连玉、苑振芳、  
黄堃、刘子青、孙哲、  
崔长起、金丽娜、王金元、  
吴光林、张丙吉

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 沈阳市政府礼堂改扩建工程设计 王洪礼 孙云飞  
6 融入肌理 营造氛围 东北大学科技交流中心方案设计 唐思远  
9 建筑重生 援老挝国家文化中心的更新  
王小剑 黄广辉 纪兴  
13 区域环境下建筑性格的塑造  
辽源市公安局业务用房方案设计 叶忠波  
16 阜新市中心医院综合病房楼设计 张宁 王威  
20 沈阳七好国际鞋城建筑特点 赵宏宇 李力红  
23 办公建筑节能设计探讨 梁钧铭  
27 起居室（厅）与布局 陈莹

## □ 结构研究

- 29 沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼结构设计  
张叙 黄伟 梁峰 宋濯非  
37 锦州国际酒店的结构设计 张叙 梁峰 赵刚  
45 运河水景式购物中心—盘锦水游城结构设计  
赵刚 张叙  
49 预应力在框架结构中的应用 宋濯非 张璐 王卓  
55 HRB500 钢筋在沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼工程中的应用  
梁峰 张叙 刘鸿宇 张璐 宋濯非 杨春晖

## □ 给排水设计

- 62 沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼给排水设计  
许为民 王海卿 宿国生  
68 沈阳棋盘山全运会三大中心综合管网设计 刘栋  
74 青岛海泉湾度假城演艺中心给排水消防设计 李景帅  
77 自动喷水灭火系统及其发展趋势 姜浩 万芳

## □ 暖通设计

- 81 公共建筑内防排烟设计中的一些问题 郭琳

## □ 电气设计

- 84 沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼楼宇自控系统的设计 卢洋  
90 沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼屋顶融雪电伴热系统设计 高明  
94 集中控制型智能疏散指示系统浅析 赵明明 马成  
97 Revit MEP 在建筑电气设计中的实例应用 葛阳

# 沈阳市政府礼堂改扩建工程设计

王洪礼 孙云飞

**摘要** 一座城市的政府办公楼从某种意义上说是该城市的窗口，展示着城市的形象和面貌。本文以沈阳市政府礼堂改扩建工程设计为例，讲述了如何从当地历史及人文出发，设计一座具有当地特色、各条流线互不交叉、功能分区明确的老建筑改扩建工程。

**关键词** 历史 老建筑 改扩建



沈阳市政府礼堂改扩建工程（摄影：汪峰）

## 一、建筑历史

位于沈阳市府广场的沈阳市人民政府办公楼，是一座很有特色的老建筑，至今已有接近 90 年的历史。在这几十年里，它目睹了沈阳所经历的风风雨雨，历史变迁。



原“奉天市政公署”旧址（四层）

1923 年 5 月 3 日，奉天省设奉天市政公所筹备处，其年 8 月 4 日奉天市政公所正式成立，隶属于奉天省长公署，1929 年 4 月 12 日改奉天市政公所

为沈阳市政公所。1931 年“九·一八”事变之后，沈阳市政公所被迫解体。

在 1931 年 9 月 20 日，也就是“九·一八”事变之后的两天，日本关东军司令本庄繁任命关东军参谋大佐兼奉天特务机关长土肥原贤二为沈阳市伪市长，改市政公所为奉天市政公署，后来迫于国际国内舆论压力，于当年 10 月 20 日把土肥原贤二撤换。1937 年 12 月，日本人将奉天公园改建为“伪满奉天市政公署”大楼。当时该建筑平面呈天井型结构，总建筑面积 1.5 万平方米，由深褐色外墙面砖罩饰。

1945 年日本战败投降，当年的 9 月 6 日，我十六军分区司令部搬进原伪满市政府大楼。不久，我军撤出，这里又成为国民党的市政府办公楼。1948 年 11 月 2 日沈阳解放后，这座饱经沧桑的建筑重新回到人民的手中，成为沈阳市人民政府办公地。上世纪九十年代在原有四层结构基础上又向上加建了一层，整栋建筑依然保持了原有的建筑风格。

## 二、建筑构思

此次沈阳市政府礼堂改扩建工程我们更多的是出于历史文物建筑风格延续和统一方面考虑，要甘于充当建筑的配角，不张扬自我，把本建筑融入历史文脉当中去，我们认为跟原有建筑风格保持一致是对历史文化的尊敬。



沈阳市政府礼堂改扩建工程北立面（摄影：汪峰）

在历史文物建筑的改扩建中，建筑手法多种多样，我们可以借鉴的国外设计也有许多，但从沈阳当地的气候和政府办公建筑性质出发，以及历史文脉一贯性出发，我们认为与原有建筑面貌连贯统一更为合适。所以本工程设计与基地内原有建筑自然结合，围合形成统一整体，立面风格与原有建筑协调一致，不破坏原有建筑的完整性，与周围环境相和谐。



沈阳市政府礼堂改扩建工程南立面（摄影：汪峰）

白驹过隙，唯有建筑见证着历史的变迁，想当年叱咤风云的人物——张作霖、张学良、本庄繁、土肥原贤二，如今在楼里忙碌的身影，又可曾想起他们？我们的设计构思源于保护历史，也是尊重历史。

正所谓“建新如旧”，沈阳市政府礼堂改扩建工程就是我们对文物保护建筑改扩建工程的一种尝试和探索方式。

## 三、建筑平面

本工程位于沈阳市政府院内，原市政府礼堂和食堂所在位置，东西两端与原市政府办公楼相接围合成口字形院落空间。由于是旧建筑的改扩建工程，需要退让出一条通向内院汽车兼消防通道，使得建筑占地面积仅为 1100 多平方米。



建筑用地平面图

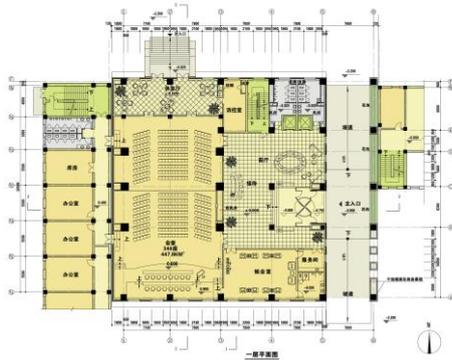
建筑平面设计充分利用两边原有建筑的垂直交通系统，解决消防安全疏散问题，节约建筑空间。我们在入口前厅设计了两部电梯，便于领导及来访者直达各层办公区域，其后设男女公共卫生间，形成私密空间。一部可达地下一层和地上二层的楼梯，方便与会者使用；

根据功能需要安排平面布局，地下一层为餐饮区、活动区及设备房间。在一层设置礼堂（多功能活动厅）、休息厅、候会室，二层设置全体会议室、放映室等，便于原建筑的工作人员前来参加会议。三层以上所有办公用房均为南向采光、通风良好，会议室、公共卫生间等均北向布置；

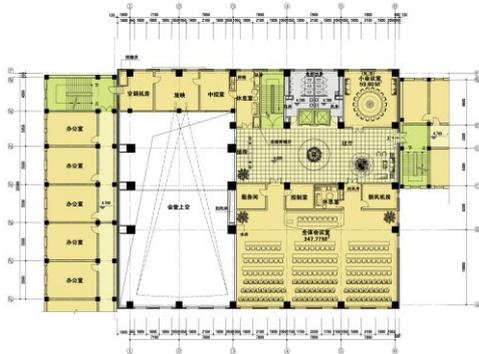
在三层以上办公室过厅内设置若干个上下层连通的共享空间，顶部设有电控可开启的天窗，除起到丰富空间的作用外，也将阳光、空气和绿化引入室内，为办公区提供了一个生态化的室内环境，解决了建筑中部的秘书办公和领导休息室的通风和采光问题，并解决了建筑进深过大的问题。



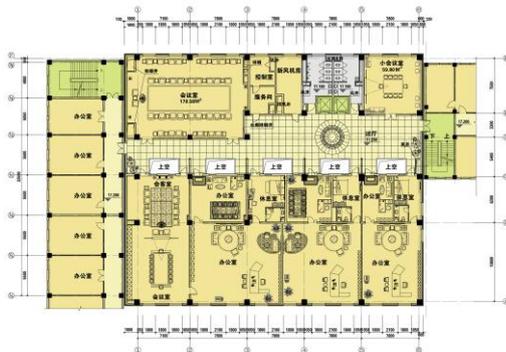
地下一层平面



一层平面图



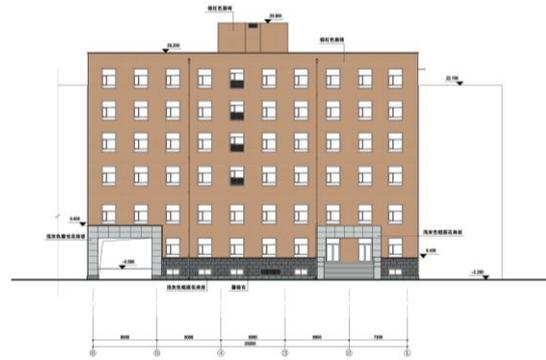
二层平面图



五层平面图

#### 四、建筑立面

建筑外立面的墙裙干挂蘑菇石，外墙粘贴小块棕红色面砖，尺寸大小及位置与原建筑相同，总高度达 28.4m。建筑立面风格、材质、比例等在最大程度与两侧老建筑保持协调一致，使之保持为和谐统一的整体。



⑥-①轴立面图



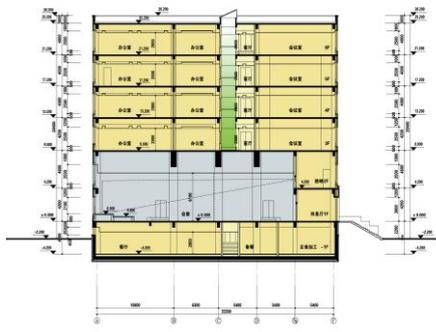
④-⑤轴立面图

#### 五、建筑结构

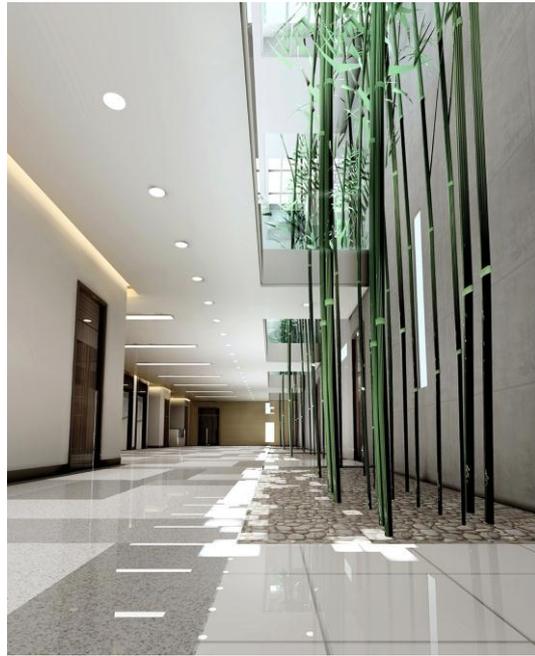
一层礼堂顶部的柱子设计成倒悬挂结构，即保证了一层礼堂的大空间，又满足上层建筑可以分割成办公的小空间，是结构设计上的巧妙之处。

## 六、结语

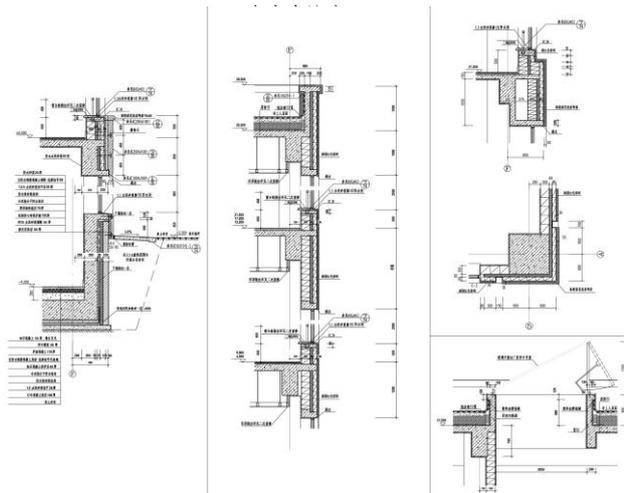
麻雀虽小，五脏俱全；市政府礼堂改扩建的建筑面积虽小，却是对建筑历史文化和传统的传承。本项目与其说是政府的办公建筑，不如说是我们对文物保护建筑改扩建的一次“尝鲜”。



剖面图



室内走廊效果图



部分节点



内走廊

### 参考文献:

- 【1】李光, 唐丽, 旧有建筑外立面改造中的现代建筑设计手法探析 [J]. 中外建筑, 2012 (8): 32-34
- 【2】历史遗产的保护和改造 [J]. 建筑创作, 2005 (3): 114-121

# 融入肌理 营造氛围

## ——东北大学科技交流中心方案设计

唐思远

**摘要** 本文通过对百年名校东北大学的历史与文化、校园的肌理与尺度、建筑的材质与色彩的调研与分析，抽象与提取、并应用到建筑设计中，充分融入东大校园肌理，营造东北大学校园的文化氛围。

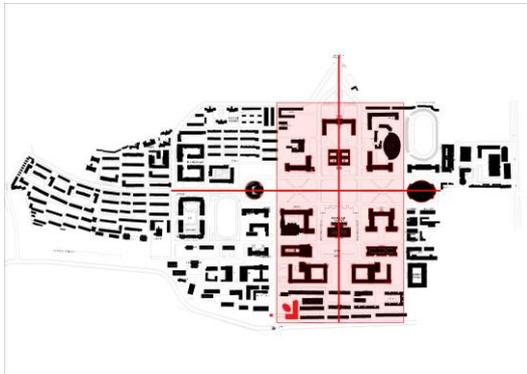
**关键词** 肌理 文化 营造

### 一、项目概况

本项目选址在东北大学本部校园内，东北大学是国家重点大学，有近百年的文化历史。基地北侧为出版社办公楼，南侧为文体路，西侧为东大南校门，东侧为学生宿舍。用地面积约 6000 m<sup>2</sup>。

### 二、调研与分析

1.空间序列分析：东大校园空间序列分明，北门，图书馆，综合科技大楼依次展开形成一条南北方向的轴线，体育馆与汉卿会堂之间形成一条东西方向的轴线，其他教学楼对称的布置在两条轴线两侧。处于轴线上的建筑多为对称形体，未处于轴线上的建筑多为非对称形体。



2.建筑年代与性格分析：东大由于学校历史悠久，校园中的建筑的建造年代也有差别，按照建造的年代来分，可分为文革前，

文革后，新世纪三个时期，从调研中我们也发现，每个时期的建筑都有其自身的符号与特点，各个时期的建筑互相之间又存在联系。三个时期的建筑都存在一些中式的符号，在空间布局上多处形成庭院，呈现一种中式内敛的性格特征。

3.建筑高度与色彩的分析：东大以七层以下的建筑居多，只有位于主轴线上的综合科技大楼为十五层，是校园的最高建筑，在建筑的色彩方面，灰色是校园的主色调，在建筑的檐口，窗间墙部位有一些白色和砖红色。

### 三、设计理念

通过上面深入的调研与分析，我们用五个字“低 活 中 新 简”；来作为本案的设计理念。“低”是指建筑层数不易太高，不得高于综合科技大楼。“活”是指布局灵活，本案没有位于校园的轴线上，在建筑布局上要强调灵活的形态而摒弃对称的形态。“中”是指要有中式韵味的建筑。“新”是指新建建筑要体现时代特征，首先是一个现代的建筑，“简”是指在设计上力求简约。

每一个学校都是一个微观的宇宙，一个自律的物质构架和精神世界。我们试图在现有的匀质环境中寻找确定的秩序和相互关系。使新建建筑完美的融入到东大的这个微观的宇宙之中。

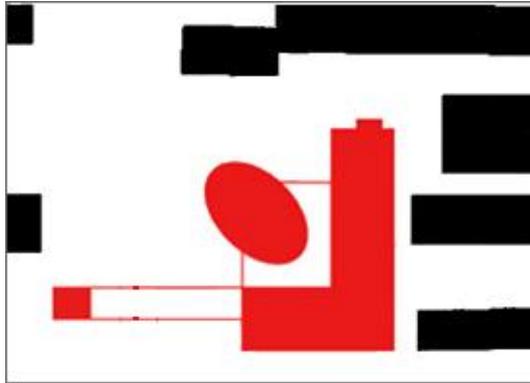
### 四、设计过程

1.基地分析：基地的南侧为城市道路，西侧为校园的南门和校园内部道路，东侧为学生宿舍，北侧为出版社大楼。基地的南侧和西侧是主要的城市展示界面，在设计中要予以足够的考虑，另外基地建筑的布局对东层的学生宿舍可能会造成遮挡，我们通过日照分析，确定在垂直高度方面上，建筑的最大可见范围。由于基地紧邻校园南大门，南门对我们也有一定的影响，我们在设计中决

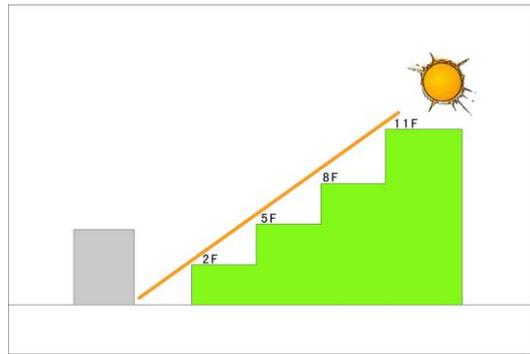
定把新建建筑与南门统一考虑，南门作为新建建筑的一部分。

2.校前广场空间改善：目前的校前广场的交通十分混乱，在上下班的高峰期出现车辆堵塞的现象。在设计中，我们引入绿岛在校前区划分了三个区域，分别为公交车停靠区，出租车等客区，出租车落客区。避免了多种交通矛盾集中于一点的情况，大大改善了广场的交通压力。

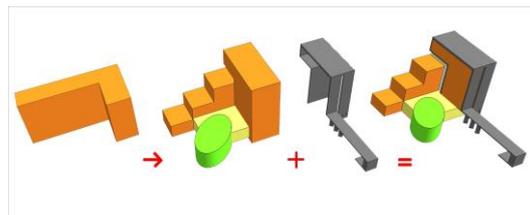
3.建筑单体的空间布局：由于未处于两条轴线上，我们按照前面的设计理念的大前提，采用灵活性的空间布局，在整体上采取一个L行的半围合体与一个椭圆体相结合的形式。L行的体量表现为双重性格，对外封闭，但对内开放，通过围和，在南侧沿城市道路形成完整的城市界面，东侧为学生宿舍，在布局上形成一种封闭的围合感，整体对西侧校园道路一侧形成开放的形态，椭圆形的体量作为一个活跃的元素，位于基地的西侧，作为一个对外展示的空间节点。同时也是作为科技交流中心的建筑性格的体现，作为一种建筑的标识性。



4.对东侧宿舍遮光的处理：考虑到对原有建筑的遮挡问题，L行体量靠东一侧层层收进，在满足东层宿舍的采光要求的前提下，形成了多个观景的平台，可以眺望广场和校园内部的景观，同时通过设置室外楼梯用以连接各个平台，这样既解决了采光的实际问题，又创造了丰富的外部空间形态，同时也起到了丰富建筑立面的效果，可谓是一举多得。



5. 建筑氛围的营造：作为东大校园内的建筑，其建筑性格应该是低调的，内敛的，同时应该营造出一种校园的文化氛围，同时作为一个新建建筑，它同时应该是一个现代的东西。在现代的建筑中融入传统的元素与符号，这是我们在设计之初，一个大方向上的把握。首先在建筑形体的处理上，我们还是运用现代的建筑手法，强调体块之间的穿插与组合，强调虚实之间的对比。整个建筑是又若干个纯净的形体组合而成。



其次在通过建筑材料来营造建筑的文化氛围，建筑的主体采用灰色面砖，主要是考虑到与东大的主色调统一协调，营造一种安静，内敛的文化氛围。在建筑的主立面上，我们同时在窗间墙的部位，采用砖红色的面砖，在主体的灰色调中，形成跳跃的元素，同时也形成一定的韵律感。



椭圆体的部位我们设计之初打算用拆模混凝土来实现，通过混凝土的粗狂与面砖的细

腻形成对比，同时拆模混凝土本身也是带有一种浓厚的文化气息。另外在立面的细部处理上我们还从东大校园的一些建筑上提取元素，比如说椭圆形的多功能厅的立面竖线条的比例尺度与东大的汉卿会堂。东侧的退台的比例尺度与东大的科学馆相协调。



立面的横线条与科学馆相协调



6. 校门的改造：通过对本案与广场和大门的分析，我们提出一个校门改造的设想，把大门作为新建建筑的一部分，建筑与大门作为一个整体来考虑，共同参与空间的整合，新建入口处的三片折墙在限定空间的同时，也可用于悬挂海报和条幅，作为科技交流中心的一个展示平台。



7. 室内空间文化氛围的营造：对于建筑

的内部空间处理上，我们还是强调科技交流中心的交流，为人们提供可交流的公共空间和舒适静谧的环境，在多功能厅的入口处，形成一个扩大两层通高的共享厅，底部和上部都可以作为聊天和休憩之用。共享厅的屋顶设置天窗，底部设置浅水池，多功能的墙面采用木质材料，天光打在墙上，洒下柔和的光，水面上植绿竹，整个环境很清新，惬意，散发着文化的气息。



## 五、结语

本案是我有幸参与的第一个投标的方案，也是刚从学校出来不久，参与到这样一个校园中的项目，还是特别的感兴趣。本案在老总的悉心指导下，和整个团队的努力下，最后确定为中标方案。在整个方案的设计过程中，我的收益还是蛮多的。如何在设计之初，收集和整理大量的信息与资料，通过筛选与整理，提取其中有用的部分，作为指导我们设计的依据，使我们的设计能够做到有理可依，有据可循，使我们的设计能够根植到周围的环境中，与其他建筑之间能够协调统一，真正的做到融入城市肌理，营造文化氛围。

# 建筑重生

## ——援老挝国家文化中心的更新

王小剑 黄广辉 纪兴

**摘要** 结合老挝国家文化中心更新维修项目的实际经验，来论述单体建筑在改造维修中所遇到的问题及合理解决方案。并就本项目整个过程进行归纳总结，探索维修改造项目在实际操作中的基本规律。

**关键词** 更新 人文 重生

### 一、引言

随着社会的发展，建筑以新建形式出现的状态已开始出现饱和的征兆，建筑的维修改造将会慢慢成为城市建设的一个领域。

建筑物一旦落成，就会成为该区域环境的一部分，随着岁月的演进，旧建筑会成为新建筑的环境，甚至成为某个区域环境的中心。在这个过程中，建筑物开始被赋予所跨越不同社会形态的痕迹，成为了环境和历史的载体。

建筑在融入历史的同时，也在创造着历史。排除战争、自然力破坏或人为拆迁等因素，建筑物自身的损坏相对来说比较缓慢，建筑物可以跨越不同的社会形态，不论是中国的故宫，亦或是埃及的金字塔，经历千百年后，依旧屹立于世界建筑之林，成为当地乃至全世界共同的财富。建筑长时间被人为使用，不可避免的会出现装修装饰上的破损，而随着社会、文化以及人们生活的不断发展、变化，建筑原有的功能形式可能会不能适应人们新的要求，这就会出现逆差性，使得建筑需要去改造。建筑的生命周期的全过程，就是一个不断更新、不断改造的过程，以创造出方便、舒适的空间环境。在此，笔者通过所参与的老挝国家文化中心维修更新项目的实际经验，总结维修改造项目所遇到的具体问题以及对其的解决方案。

### 二、指导思想：保持人文特征，适于长期使用

援外工程经过这些年的发展，应有的特点和规章制度已经日趋成熟，我国政府部门对援外工程的把控也非常严格，通过各方努力，援外建筑的质量和效果得到国内外一致认可，优质工程更是不胜枚举。随着建筑生

命周期的延续，建筑需要维修改造的问题日益突出，由于援外工程的特殊性，既需要设计者从全局把控建筑维修的要求，又要及时听取使用者对建筑各空间使用上的感受，这个过程不仅仅是对建筑表面的维修，更是建筑人性化设计的深入，让“老”建筑重新焕发青春，经历时间的洗礼，建筑本身见证着历史，同时也创造着历史，成为历史的一部分。保持积淀的人文特征，更适合于使用者



图1 老挝国家文化中心外景

使用，是维修改造的要点所在。所以对该类项目的总结是很有必要的，对以后该类项目的运行具有指导意义。

老挝国家文化中心是我国于1999年对老挝的援建项目，2001年竣工交付使用，至今已使用12年。该工程总建筑面积为8364m<sup>2</sup>，地处老挝首都万象的市中心，是我国援建老挝的标志性公共建筑，是中老人民世代友好的象征。自建成之日起至今，一直是当地的标志性建筑之一，她充分展示了中国人的聪明智慧，是中国人民对世界各国人民无私援助的一个典范，是中老友谊的象征，为树立中国的国际形象、提升国际地位、扩大影响力发挥了巨大作用。

由于工程使用年限较长，建筑许多部分已出现损坏、设施陈旧老化现象。2009

年我方在老方要求下，赴现场实地考察，并对国家文化中心进行了局部维修，但是由于使用频率高、年限长，文化中心许多部分又出现新的破损，设施陈旧老化现象日趋明显；设备维护的不及时和后勤保障人员配备缺乏，加上采用 10 多年前的设计标准，当时选用的主要装修建材和主要机电设备目前已基本被淘汰、主要机电设备维修部件无法采购到，影响维修工作，一定程度上影响正常使用。

之后通过考察组近一个月实地考察，对老挝国家文化中心的基本问题及情况都已有了了解，并据此提出基本意见，涵盖该建筑将来可能出现的问题。维修范围及档次经过与外方多次沟通后达成一致。整个工作得到我驻老挝大使馆和经商处的指导和认可。

经过考察组现场勘查，详细了解建筑的整个情况以及外方需求后，得出基本结论：

1. 外观方面：建筑外立面状况良好，整个设计极富当地特色，已成为首都万象标志性建筑。很好的延续了当地人文特征。考察组确定予以保留。（见图 1）

2. 功能方面：就功能空间划分而言还是比较合理的，没有重大问题存在，外方对功能使用方面也没有其他要求。但内部主要空间设施陈旧，建筑装饰简陋，已不符合国家级演艺中心的需求。所以确定仅对主要功能空间的装饰装修进行更新，包括观众厅、前厅、会议室、贵宾室等。（见图 2）

3. 其它技术方面：

a). 屋面有多处漏雨点，且有新漏点出现，已影响到功能使用。外方要求予以重视。（见图 3）

b). 内部装饰装修有不同程度损坏，影响整体美观，需就具体情况进行维修。

### 三、系统分析：分析使用现状，落实最终效果

前期对项目的认知和对不可预见问题的掌控，对改造项目尤为重要。建筑认知可分为两个部分：第一，是对项目目前情况的了解，在完全了解的基础上，对项目最终效果要有一定的预判，援外工程不同于国内工程，只能在考察期间对整个工程进行详勘，所以前期预判出所要达到的效果后，循着效

果对建筑现状详细分析，会事半功倍；第二，形成初步改造方案，区分需要维修的部位和不需要维修的部位，以及这些改造对其它部位造成的影响，这样才能做到有的放矢，为下一步做好准备。



观众厅现状



图 2 舞台现状

所面临的问题及解决方案：

1. 内部功能空间装饰陈旧。在预算一定的情况下，如何确保维修改造的质量和效果成为重中之重，对此，拟定一个原则，着重于重要功能空间的维修改造，辅助功能空间在满足使用要求的前提下，装修不予改动。这样，既可以保证维修后的效果，又能够很好的兼顾预算等方面的要求。

通过权衡之后，对建筑的前厅、观众厅、贵宾室、会议室以及常用功能空间的卫生间进行重新装修，而对于办公室、值班室等辅助空间只进行功能上的维修，装修上不做变动。这时，出现了两个不可避免的问题，第一，建筑装饰的整体性如何保持？因为只是针对局部进行装修，可能会出现整体风格不协调的问题，基于这个问题，建筑专业工程师和室内装修专业工程师进行了长时间

的沟通，在尊重原有建筑风格的前提下，很好的提升了重要功能空间的装修档次。（见图 4，前厅改造后；图 5，观众厅改造后；图 6，卫生间改造后）



图 4 前厅改造后

第二，新维修部分与未维修部分交接处如何处理？需要维修和没有维修部分之间一定会出现交界面，这个交界面的处理会影响建筑室内细节上的效果，对整体效果而言也是很重要的。在项目中，交界面更多的被留在了室内外交接处（外门处）、室内空间的分界处，以及楼梯间与内部走廊的交接处，楼梯间踏步颜色与想连接的走廊颜色的不同，提供了警示的效果，做到了建筑人性化的特点。这一点在维修改造项目中会呈现的非常鲜明，因为使用者在长期使用过程中的亲身感受会带给设计师多视角的感触，使设计师在距离使用者最近的地方，来切身的考虑使用者。

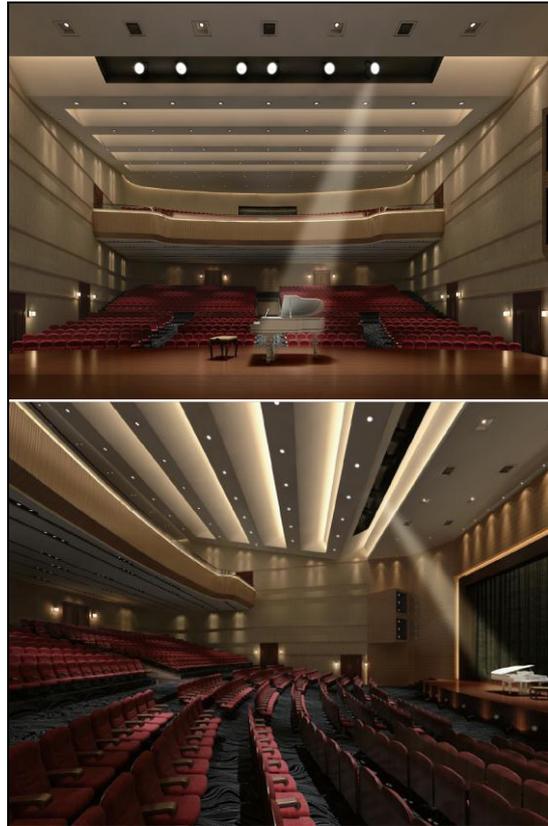


图 5 观众厅改造后

第三，维修部分对其它相关联部位的影响。维修中经常会碰到部分区域的拆除，在拆除中，是否会对相连接部分造成影响，这点很重要，不仅会影响到造价的问题，更会影响到设计效果是否达到的问题，所以，前期的思考和反复的推敲是很有必要的过程。



图 6 卫生间改造后

2. 屋面使用年限有近 12 年，多处出现漏雨点，且不断有新漏点出现，表示老化严重，基本上已到使用寿命。解决方案有 2 个。

- a) 就漏点维修
- b) 整体更换。

就漏点维修方案的优势在于在短期内可达到效果，但竣工图与现状严重不符，且

不能上至屋顶详查，不能精确确定漏点位置和漏点构造，若仅就漏点维修，继续漏雨的可能性大大增加，不仅不利于建筑长期维护，也会对已维修好的内部装饰造成不可预见的破坏，故此方案不可取。经过认真分析研究后，屋面维修采用整体更换方案，屋面材料更换为铝镁锰合金屋面，防水等级为Ⅰ级（屋面防水等级主要跟所使用的材料有关），在此需注意施工工序问题，在室内维修施工前，对屋面先行施工，确保整个维修改造工程不出现“非受迫性”损坏现象。

#### 四、凤凰涅槃：深化设计思想，落实理性脉络

在前期分析后，项目就进入到了正式的施工图设计阶段，前期的分析成为该阶段的指导，在这个阶段，如何很有逻辑性的将所

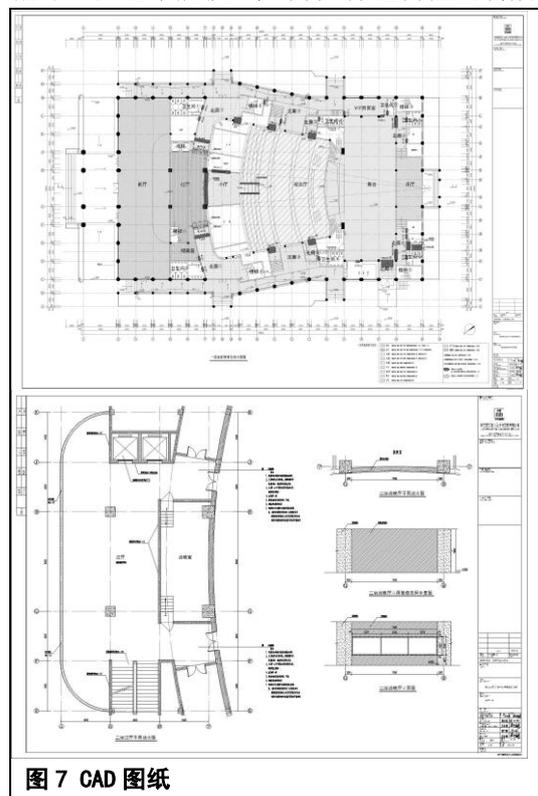


图7 CAD图纸

要表达的东西表达清楚是主要着眼点，在这个项目中，笔者采用的是功能区域划分的方式，将各个不同的功能空间划分为若干个区域，在各层平面中进行标示，之后，在各个区域内进行维修设计，类似于将各功能空间作为放大图进行放大处理，可以很清晰的看出整套图的脉络。（见图7）

在整个设计中，各专业需将本专业维修项可能产生的问题进行分类、总结，相互间

的影响要在可控范围内。建筑专业不仅要掌控全局，而且与给排水专业、暖通专业、电气、电讯专业的相互沟通更为重要，大道设备更换，小到管线穿墙，对室内的整个效果都会有影响，所以，改造工程是一个庞杂的工序，需要很有调理的梳理后，进行设计。

在这一阶段，还需要注意的一个问题是对拆除部分的定量问题，拆除部分是整个工程施工中的第一道工序，拆除什么、如何拆除、拆除程度对施工有着指导意义，在定量明晰的情况下，整个工程的预算也会在这个基础上，有定量上的控制。（见图8）

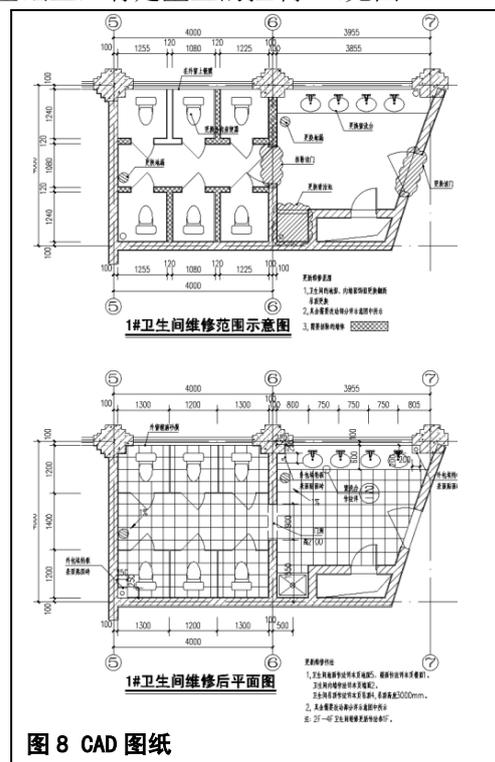


图8 CAD图纸

#### 五、结语

至此，该项目告一段落，在整个项目进行过程中，还是存在着很多的不足，导致这种结果的原因很多，有经验上的不足，也有考虑上的欠佳，这些问题都是在前期分析阶段出现的，所以，前期分析很重要，缜密的考虑会让整个工程有序的进行。

笔者的感悟：建筑生命的循环是改造维修设计的出发点，这将成为城市建设中建筑物延续的新趋势和新方向，改造性再利用会最大限度发挥建筑在社会、文化当中的作用。增设新功能，保留老文化将是老建筑获得重生的一种新思路。

# 区域环境下建筑性格的塑造

## ——辽源市公安局业务用房方案设计

叶忠波

**摘要** 本文记述了辽源市公安局业务用房方案设计的项目概况以及设计中思考的主要问题及应对策略，对于布局如何与区域环境相协调，形式如何与建筑性格相协调，形态如何与使用功能相协调进行了探索。

**关键词** 公安局 区域环境 建筑性格 建筑形式

### 场地基本情况：

该项目规划区域为辽源市老发电厂厂区，位于人民大街西侧，半截河东侧。项目用地规模为 3.087 公顷，规划建筑物限高为 45m，规划容积率不大于 1.5。

场地北侧与东侧为城市道路；

场地北侧有城市广场；

场地西侧有水系远处有小山；

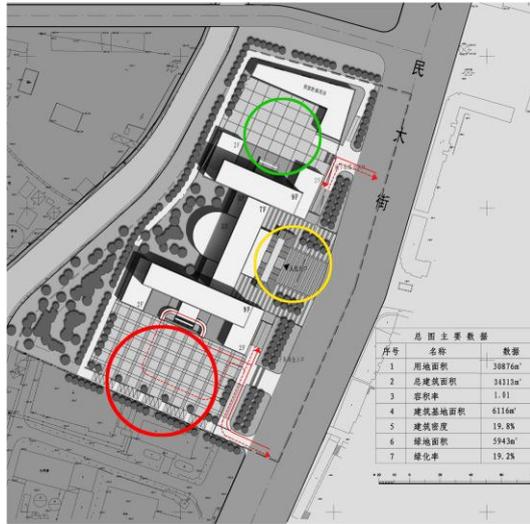
场地内部无特殊建筑，可以利用；

场地自东向西有约两米高差。

为了契合建筑在快速发展的城市环境中的合理地位，方案主要考虑了以下三个方面的因素。

### 1、从场地环境出发，进行建筑的总体布局。

“工”字型很好的兼顾了各方：将场地分为南、中、北三个区块，办公楼位于中心区块。（图 01、02）



在南侧留出一个方整广场，使建筑有良好的朝向；

东侧略凹与城市干道形成一个缓冲空间，有利于在城市道路上形成良好的建筑形象；

在北侧预留发展用地，可建设附属功能用房，与主体建筑围合一个内院，满足公安局内部训练使用；

西侧与水系呼应，布置环境优美的休闲环境；

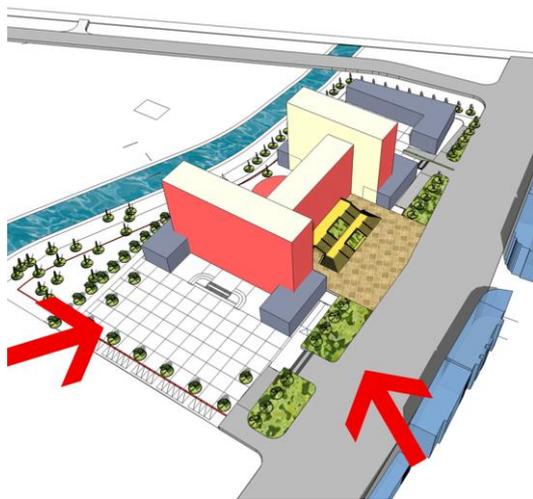
根据不同的功能要求以及人流的不同组织方式，场地中设置外部停车场、地下停车库，并在建筑主要出入口处设计形象及集散广场；

策略性地将高起的楼体放置在南北侧，既利于采光通风又增加其识别性；

设计中绿化系统沿南北轴向布置，由南至北分别为主广场、中心内庭院、内部自用广场；沿河与街道布置线性绿化带。

## 2、从建筑的地域特征和性格属性出发，进行建筑形态的塑造。

场地的两面临街，建筑有两个方向的城市界面以及一个南向广场界面，设计中，必须考虑这三个界面与城市街区的关系，处理好人与建筑、城市与建筑的关系。（图 03）



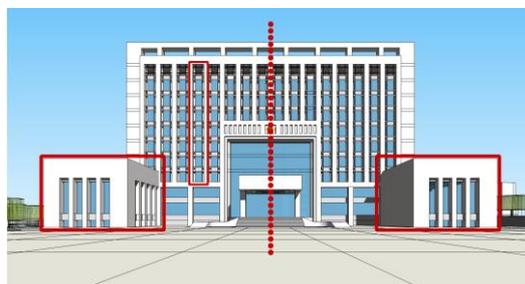
**厚重：**以强烈的虚实对比，石材与玻璃的运用来体现北方建筑的厚重，给人以安定、稳重的视觉感受；

**对称：**运用中轴对称的手法，使大楼以对称的形象面对广场和城市道路，有利于展现办公楼庄重恢弘的气势；

**重复：**重复的构图能够产生节奏与韵律，能够使建筑立面拥有统一的主题。首先，立面开间多次重复，每个开间大小一致，这给里面造型定下了统一的基调。其次，相似楼层的窗户标准化，这不仅是出于美学角度的考虑，也为将来的施工创造方便；

**中心：**强调立面的构图中心，既强调各面的出入口，又使建筑显得大气、庄严；

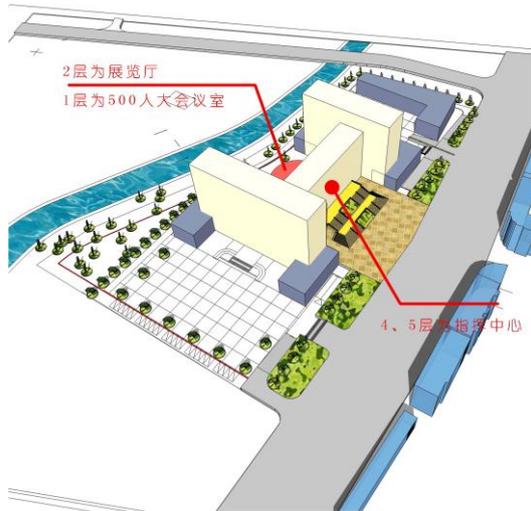
**基座：**台基不仅使建筑更加高大，而且使建筑显得更加稳固，给人以安全感。建筑底部设计台基，这是对古典建筑设计原则的发展，也符合建筑功能的要求。（图 04、05）



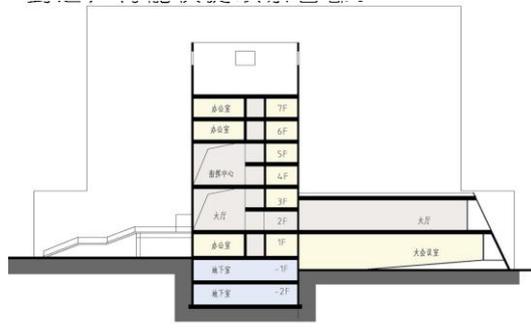
## 3、从现代办公建筑的自身特征出发，实现建筑功能与流线设置。

鉴于本案处于城市场地的特殊性，设置三个出入口，南北广场及临街面各一个出入口。其中临街面设置上至二层大台阶，南北广场出入口设置上半层台阶，突出出入口形象；

将 500 人大会议室设置于建筑中部的一层，利用 2 米高差和一层层高来满足会议室的层高。于会议室上部布置展厅，即满足了功能上的需求又使临街入口大厅有较大的纵深；（图 06）



指挥中心设置于中部 4、5 层，即方便到达，又能快捷联系各部。（图 07）



# 阜新市中心医院综合病房楼设计

张宁 王威

**摘要:** 本文通过对阜新市中心医院的设计总结, 探讨当代综合医院规划与设计的创作之路。

**关键词:** 医院总体规划、医院改扩建理念、综合病房楼单体设计

## 一：项目概况

阜新市中心医院始建于1949年, 经过多年的发展成为辽西地区较大型集医疗、预防、科研、教学、康复为一体的综合性国家三级甲等医院, 同时也是中国医科大学附属一院联盟医院。

医院占地面积31409平方米, 建筑面积36708平方米, 在职员工914人, 原有开放床位640张, 临床、医技科室38个, 年门诊、急诊量167984万人次。

与共和国同龄的中心医院, 在几代中心医院人的艰苦创业、拼搏奋斗下, 由一个占地面积只有140平方米, 建筑面积200平方米, 医务人员7名、床位10张、2个临床科室的小医疗所, 历经56年风雨岁月的洗礼后, 已经逐渐发展成为规模强大、设施先进、技术力量雄厚的阜新地区医疗行业的旗舰。

建院几十年来, 阜新市中心医院承担全市重要的医疗任务, 自身有了一定的发展和建设。但随着人民群众对医疗水平需求的提

高, 现在医院出现病房紧张, 基础设施老化、设备陈旧等问题。作为地区中心医院, 已经不能满足人民群众的日益增长的医疗需求。目前医院住院、医疗、办公场地不足, 医疗科研、教学场所得不到保证, 已经严重的阻碍了医院的发展, 因此急需进行整体改扩建建设。

在保证不影响医院正常诊断、治疗的情况下, 项目已经进行了分期规划建设, 其中一期工程为新建综合病房楼, 总建筑面积



63779 平方米，其中地上面积为 60672 平方米，地下面积为 2780 平方米。地上建筑层数为 22 层，总床位数 1108 床。现一期工程已基本竣工即将投入全面使用，是医院整体改造的基础和关键。

门诊医技综合楼为二期工程，规划总建筑面积为 50938 平方米。规划建成后总建筑面积达 100485 平方米，总床位达到 1500 张。

本文重点介绍一期新建综合病房楼项目的创作过程和设计心得。

## 二、方案总体构思：

做为整体改造的第一步，新建综合病房楼意义重大，在规划之初，经过了充分的调研和策划，重点考虑了一期病房楼与二期门诊医技综合楼及远期办公科研建筑群的规划关系。

像所有的城市中心大型综合医院一样，本项目在设计建设之初便面临着医疗用房面积的扩张和土地面积狭小的矛盾，如何有效的解决用地紧张、将复杂的医疗流线和医疗功能有机组合，成了设计的难点和关键。

现状基地地势平坦，基地内多为建院后几十年来在不同时期增建的多层建筑物，包括门诊楼、内科病房楼，外科病房、CT 楼及数栋解放后的老式建筑，可供一期建设的用地在基地的西南角，靠近次级市政道路。原为医疗辅助用房，用地大小仅有长 87 米×宽 35 米。根据实际情况，一期综合病房楼功能集中布置，向高层发展，利用地下做设备用房，并与正在使用中的一栋多层外科病房楼紧邻，设计中需与其联通，共享手术层医疗资源。

医院原有的门诊楼临北侧城市主干道，交通便利但与拟建的一期新病房楼距离较远，为保证在整体改造期间医院的正常运行，保留原门诊楼，拆除原门诊南侧的建筑作为二期新门诊医技楼的发展建设用地。达到新老门诊结合，老门诊进行立面改造，与新门诊连接形成一个整体建筑。通过空中医疗连廊将新门诊和一期综合病房楼相互连接。医疗连廊设有多个接口，可与三期行政办公和教学科研楼相连接，形成一套完整的空中交通体系，空中连廊下面规划了广场、绿化、停车配套设施。



本规划理念优点：

1.充分利用了原门诊原有的入口广场和停车场，就医人流从主干道---老门诊主入口---共享大厅，通过扶梯进入新门诊医技综合楼内部。

2.新门诊位置临近主干道，建筑形象突出，便于形成良好的城市沿街景观，提升医院的标志性。

3.扩大了住院部内院的景观和绿化面积。形成前诊后养的医疗规划格局。

4.住院区由新老两座病房楼组成，新建综合病房楼为本次设计的重点，是整个院区的标志性建筑。

## 三、综合病房楼单体设计：

一期高层综合病房楼的主要使用功能为：手术部、ICU 中心、血液病理科及住院部。

(1) 功能分区介绍：

建筑地下一层主要布置设备用房，预留地下通道接口，可以与远期地下停车场相互连通，可作管道或者供应联系。

一层、二层主要为医疗服务部分；

三层为 50 床透析中心和病房部分；

四层为 20 床 ICU 和病房部分；

五层东侧为手术医护服务区与东侧原外科楼手术医护服务区相连通；

六层为手术区，可扩建 13 个手术室，可根据实际需要进行设计，并且与东侧原外科楼手术区污廊和净廊分别相连通。

七层为计算机中心和洁净空调机房及部分病房。

八层~十六层以及十八~二十一为标准层，每层设置两个护理单元，每个护理单元为 40 床。

十七层为20床CCU和导管室及部分病房。

二十二~二十二层为康复中心及办公用房。

#### (2) 垂直交通系统设计介绍:

垂直交通设计是高层建筑的关键问题之一,对新建的高层医院调查中普通反映电梯量偏少,候梯时间过长,因此,我们在垂直交通设计中采取了以下措施,以确保垂直交通的方便通畅。

病人垂直交通流线和探视家属流线共设计12台医用梯,根据新建综合病房楼的总病床数1108床,属于较舒适级的标准;另外分别设置一台污物电梯和一台洁净梯方便手术部使用,同时兼做两部消防电梯使用。

#### (3) 护理单元设计介绍:

标准层为2个护理单元,每个护理单元40个床位。在每个护理单元中央位置设置一个护理区,包括护士站,会诊室,治疗室、处置室。功能紧凑,护士站视线开阔,服务半径短。

#### (4) 手术部设计介绍:

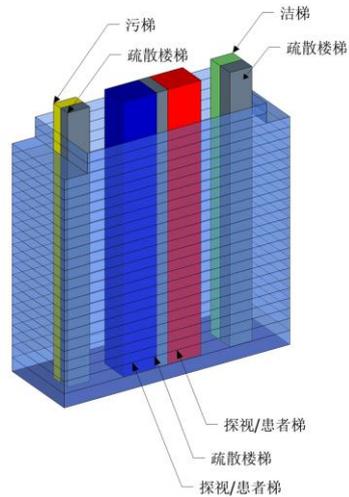
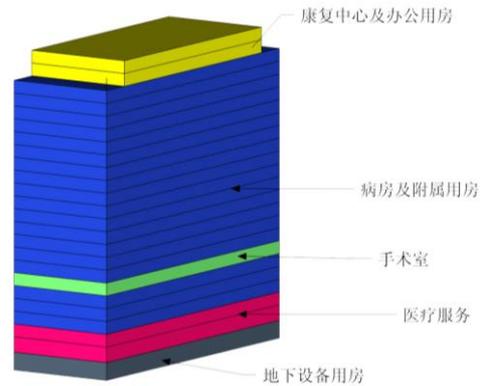
手术部设在六层,与东侧原外科楼手术部相连接,最多可扩建13间手术室。

手术部附属房间有:换床间、病情讲解、苏醒间、监护室、无菌器械室、辅料室、麻醉准备室、医护更衣,淋浴间、办公室等。

手术区流线安排将病人流线、医护流线、污物流线等流线严格分开,互不交叉。

在设计一期高层综合病房楼的过程中,为提升医疗建筑空间的适应能力,尽量统一轴线柱网尺寸和楼层层高,使空间可以适应因医疗水平的进步而产生的技术变革要求,同时满足医院上下楼层之间的复杂的功能组合。

伴随着医疗技术的发展、医疗流程的标准化及科技成果的普遍应用,人们在医院停留期间内,可以有更多自由支配的时间,优质的服务、良好的心情,可以辅助患者的治疗,医院的休闲等候空间也就显得更加重要。同时这种空间对避免流线干扰、减少交叉感染、缓解医患矛盾及提高空气质量等都所有帮助,在本次的设计中加强了此类空间



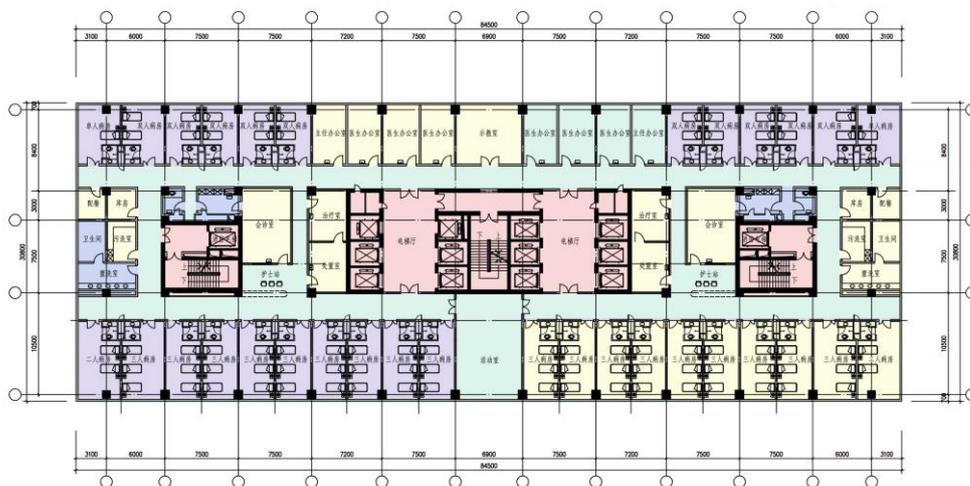
的设计。

#### 四、结语：

现代医院的设计是一门跨学科的工作，涉及规划学、建筑学、医院、心理学、管理学、医疗技术设备等学科于一身。建筑没有治疗的功能，但它会阻碍、或者促进治疗，时代在飞速发展，医疗水平、诊疗水平在进步，医生如此，医疗建筑的设计者也应如此。当我们感叹于医疗技术取得巨大进步的同时，作为建筑师，不应忽略承载这些进步的建筑物。在设计阜新市中心医院的过程中，我们立足于院的长远发展，力图用我们的努力，确保医院的健康有序发展。



综合病房楼六层平面  
(手术层)



综合病房楼标准层平面

# 沈阳七好国际鞋城建筑特点

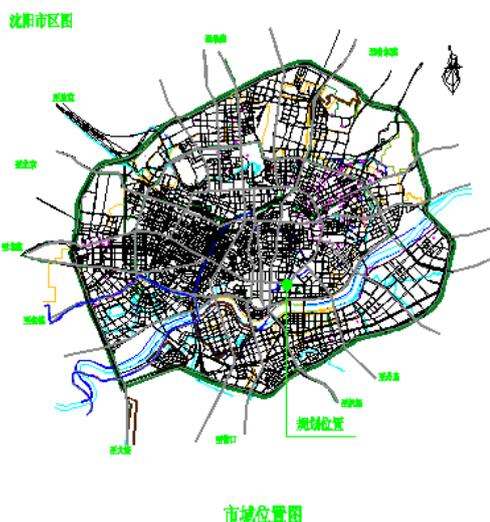
赵宏宇 李力红

**摘要** 本文就沈阳七好国际鞋城的建筑设计的建筑风格、体量、造型、平面功能、流线等各方面做简要介绍与工程总结。

**关键词** 综合体 双塔 流线

## 一、项目概况

沈阳七好国际鞋城项目位于沈阳市东陵区，用地北侧临城市主干道文化路，西侧临城市道路南塔东街，东侧为规划路，南侧至用地边界。



本工程为新建大型城市综合体商业开发项目，建设总用地面积 11420.3 m<sup>2</sup>，总建筑面积 93638 m<sup>2</sup>，包括两栋高层办公塔楼（17 层，73 米高），地上 7 层裙房（集中商业及餐饮会务），地下一层、二层为车库及设备用房等功能。（其中地上建筑面积 77116 m<sup>2</sup>，地下建筑面积 16522 m<sup>2</sup>）。

### 建筑风格

采用现代时尚的建筑风格，利用垂直构图，形成挺拔而富有韵律的立面效果。建筑形象精致明快，特别是 17 层的姊妹双塔体量挺拔，庄重典雅，虚实得当，具有地标风范。

## 二、形体组合

“两座塔楼，一个裙房”形体组织简洁而清晰，双塔楼相互呼应挺拔有序。裙房配合塔楼以同样简洁的手法形成了虚实对比强烈、统一整齐的沿街立面效果。



材料与色彩:

本工程外饰面塔楼、裙房采用银灰色铝板、铝构架及空挂灰色调花岗石板为主强调竖线条,外窗为透明 Low-E 中空玻璃窗,橱窗采用无框清玻。

### 三、裙楼平面布置

裙楼平面呈梯形布置,南北长 95 米,东西宽 101 米。裙楼共计七层,一至七层层高 5 米,合计建筑面积 53092 m<sup>2</sup>,总高度 35 米。北侧、西侧为商业及办公入口;南侧为商业入口;东侧主要为货物及商业入口。

功能划分

一至六层为集中商业约 45568 m<sup>2</sup>,经营模式为品牌鞋业批发及零售。七层为餐饮及会务会展约 7524 m<sup>2</sup>,其中西北角为会务区,北侧布置有一个品牌发布大厅。

商场设计

#### 1. 入口的选择

在四个方向设置主要商业出入口。文化路一侧(北侧)既选择了人流主要来向,同时在建筑的主要展示面形成视觉中心,其它两个方向分别布置在南塔东街(西侧)及市政规划道路(东侧)两条市政路方向。南侧出入口考虑和二期工程的人流衔接。

#### 2. 柱网布置

营业厅用 8.4X8.4 及 8.4 X9.0 米两种柱网尺寸;营业厅环绕着中厅布置,形成了封闭的“商场环”,交通组织亦采用环状,使商场每个部分均有客流,避免死角。



商场主要通道效果图

#### 3. 竖向交通设计

商场竖向交通运输主要靠自动扶梯来解决,本工程每层营业厅建筑面积约 5800 m<sup>2</sup>,设两组自动扶梯(两上、两下),同时在中庭设置了两部观光电梯既有利于客流通达又有利于中庭的景观造型。另外在东北角和西侧、东南侧入口设置了两组客梯一组货梯为顾客服务。楼梯间临建筑外侧布置,既保证了顾客的安全疏散又保证了营业厅的完整。

#### 4.中庭布置

中庭是现代商场设计中一个不可缺少的因素,尤其对大型商场,本工程在商场中心部分设计了中庭,形成交通、人气及视觉中心,增强了商场的方位感,改善了购物环境。



中庭部分效果图

商场从二层起每层设置两处卫生间,一层设置一处卫生间。各层分设男女卫生间并单独设置了残疾人卫生间,共提供男大便器 70 个,小便器 112 个,洗手盆 46 个;女大便器 173 个,洗手盆 38 个;残疾人厕所 7 个(可满足约 14500 人使用)。另外提供电话服务及顾客休息区等。

### 四、办公塔楼设计

功能分区

塔楼地上部分共十七层,建筑高度 73m。一至七层为裙房商场,八至十七层为主体塔楼办公区。标准层建筑面积,东塔楼为 1026 m<sup>2</sup>、西塔楼为 1377 m<sup>2</sup>,平面为矩形,内廊式布局方式,柱网规整,平面使用率达

70.5%。

鸟瞰图

### 塔楼造型设计

塔楼位于建设用地东北与西北部，文化路南侧，地处城市文化主线重要节点，毗邻南塔鞋城，位于东陵区成熟商圈核心要地。主塔楼庄重典雅、虚实得当，具有地标风范，建成之后不仅将成为文化路上一颗璀璨的明珠，也将成为南塔商圈与东陵区的标志性建筑 and 一张闪亮的城市名片。

两座塔楼均为板式塔楼，造型体量充分利用垂直构图，形体修长优美。立面一方面采用花岗岩以彰显厚重本色；一方面配以铝板、玻璃幕墙强化现代气息，同时形成挺拔而富有韵律的立面效果。实现传统与现代，科技与经典的完美融合。

### 楼平面设计



办公入口大堂效果图



办公室内效果图



# 办公建筑节能设计探讨

梁钧铭

**摘要** 建筑节能已经成为近期建筑的热点与发展趋势。办公建筑的能耗在建筑能耗中占相大的比重,本文是对办公建筑的发展趋势,以及建筑产生的能耗问题进行研究与分析。通过分析结果对建筑节能方面采取的措施,平面,立面,材料做法进行讨论,和某些细部构造做法进行探讨。

**关键词** 办公建筑 节能措施 设计

**1.办公建筑的特点:** 正如工厂在世纪初是工业化的象征一样,办公建筑是后工业时代的象征,是当今全球知识经济的标志"在经过一个多世纪的发展后,办公建筑容纳了城市中半数以上的工作人口,成为世纪最重要的建筑类型之一。因为办公建筑的设计取决于对功能!利用率和适应性的/客观的要求,通常人们认为办公建筑是理性化的,并且正趋向一致性。然而,综观国际间以及地区间的差异,显示出这些需求并不像人们想象的那样清晰和具有普遍意义,相似的机构会配备类型完全不同的办公建筑。

而办公空间方面的差异主要体现在办公建筑楼层的两种不同形式的划开放式和围合式"通常,办公空间的划分取决于楼层平面,这也就解释为什么英国办公空间的划分不同于其他国家,采用开放式平面布局。国家文脉是产生这些差异的主要原因"因为建筑是在顺应自然的限定,体现地域资源与经济技术,同时与生计方式和居住行为相适应的情况下产生的。建筑反映了其所在地区的文脉,而文脉支配了建筑功能需求的影响,使办公建筑不仅是功能需求或技术可能性的体现,因而在地区和国际之间存在着差异。

**2.办公建筑的发展趋势:** 2.1 办公形式的多元化——出现中小体量的写字楼群,满足企业的个性化需要,而且写字楼向多功能方向发展,重视与城市总体环境的融合;2.2 办公空间的多元化——从私密办公模式和开敞的办公模式向混合办公模式转变;2.3 生态的设计理念——考虑清洁能源的使用,广泛应用低能耗做法与低能耗材料,以达到环保节能的效果。2.4 人性化的设计——将技术,美学,生态学等多种手段共同运用于设计

## 一、概述



过程中,以满足人的生理!心理以及对大自然的需求等多重因素; 2.5 智能化的设计——通过以计算机为核心的智能控制器,对建筑设备进行全面的监控调节和运行管理,降低系统运行能耗,满足人体舒适要求。

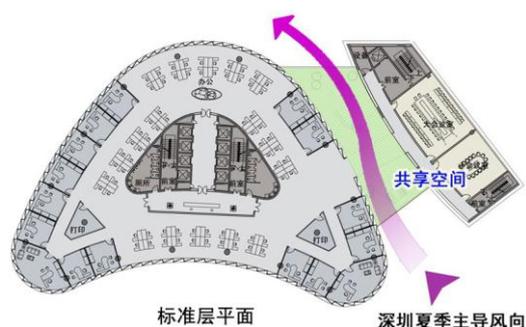
## 二、设计与节能

**1.建筑的选址与朝向:** 选址是建筑规划的一个重要步骤,也是建筑节能设计的第一个环节。通常,建筑选址需要从三方面考虑: 1.根据气候分区进行选择"严寒或寒冷地区为防止"霜洞效应",建筑不宜布置在山谷,洼地,沟底等凹地处夏季炎热地区则应当把建筑建在冷空气聚集的低洼地带炎热潮湿地区为了最大限度地保证自然通风,把建筑建在山顶则是最好的选择。2.朝向问题。日照和人们的生活,健康,工作效率密切相关,

在规划设计中要注意合理利用太阳辐射。我国大部分地区处于北温带,据研究表明,朝向在南偏东范围内对建筑冬季日照辐射得热影响很小。朝向在南偏东巧 15 到 30 度,建筑仍能获得较好的太阳辐射热,偏转角度超过 30 度则不利于日照。3. 冬季防风和夏季有效利用自然通风。寒冷地区,建筑应选择避风的地方建造夏季炎热地区,则应顺应当地的盛行风向。

对于高层办公建筑尤其要注意后两点,因为办公建筑多建造于市区内,高层办公楼的大体量不但会对周围建筑产生遮挡,影响其日照,还会显著改变近地处的气流速度和气流流场"因此在对大体量的办公建筑进行设计时,有条件的情况下应对建筑周围风环境进行模拟分析,以避免产生“楼房风”的危害。

**案例：深圳高新联合总部大厦方案设计**  
设计时间：2010.06 项目区位：广东深圳



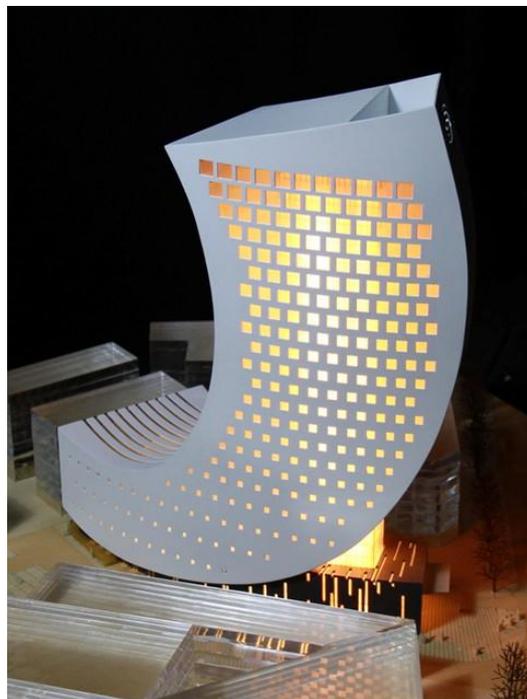
此方案通过设置建筑内部南北通透的共享空间,加快室内外空气的流通,从而减少建筑能耗。(见上图)

**2.建筑立面设计与节能：**出于对美观的追求,目前办公建筑的“窗墙比”有越来越大的趋势,尤其是高层办公建筑立面以玻璃幕墙居多,由此引起的空调能耗呈上升趋势。因此《公建标准》对窗墙面积比做了强制性规定,要求建筑每个朝向的窗(包括透明幕墙)墙面积比均不应大于 0.7,当窗包括透明幕墙墙面积比小于时,玻璃或其他透明材料的可见光透射比不应小于 0.4。

因此对于建筑师来说,在设计时不能仅考虑形式,必须在一定的限度内进行创作,在进行建筑立面设计时,应在满足采光要求的

前提下确定合理的窗墙比,并选择热工性能良好的窗户材料,以减少能耗。

**案例：深圳动漫大厦方案设计** 设计时间：  
2010.11 项目区位：广东深圳



此方案通过对房间功能的需要合理变化采光窗的大小,通过控制“窗墙比”减少日照影响建筑产生的能耗。(见上图)

**3.建筑外维护结构节能措施：**围护结构是室内和室外的物理界限,是多种功能的集合体。围护结构采用新的材料!构造和技术,对降低建筑能耗的意义重大,越来越成为建筑师不可忽视的环节。保温外墙体分为单一材料墙体和复合墙体。单一墙体即为墙体自保温结构,如混凝土空心砌块!轻质实心砌块等常见的复合墙体包括砌块复合墙体。现浇或预制混凝土夹心墙以及外贴挂复合墙体。

**玻璃幕墙：**建筑师出于美观和利用自然采光降低人工照明能源的考虑,越来越多的在建筑立面采用玻璃幕墙,但却因此带来采暖和制冷能耗增高的隐患。而双层玻璃墙由于其自身特点,可以克服上述隐患,具有较大的节能潜力,目前在公共建筑中正得到广泛的应用,办公建筑,尤其是高层办公楼也不例

外。因此以下仅对双层玻璃幕墙的基本类型进行分析。

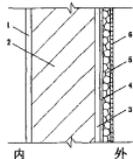


图 2-3 砌块复合墙体(外墙外保温)  
内饰面 2-结构层 3-找平层 4、5-保温层 6-外饰面  
(参考文献[31]自绘)

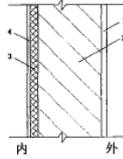


图 2-4 砌块复合墙体(外墙内保温)  
1-外饰面 2-结构层 3-保温层 4-内饰面  
(参考文献[31]自绘)

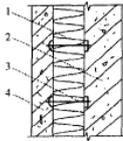


图 2-5 现浇混凝土夹心墙墙体<sup>[4]</sup>  
1-保温层 2-结构层 3-连接卡具 4-保护层

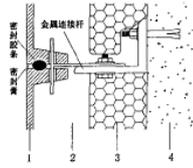


图 2-6 GRC 外墙保温装饰挂板<sup>[4]</sup>  
1-GRC 外壳 2-通气层 3-保温层 4-结构层

1. 外挂式图一两层玻璃墙面之间不做水平和竖向分隔"此幕墙可有效隔绝噪音,但因空腔内气流缺乏组织,对改善建筑的热环境效果不明显。若对此类幕墙两侧及上下作竖向封闭,并在其上檐及下部加设进、出风调节盖板,通过调节盖板的开启状态,则可改善其热工性能。

2. 空气环流式图一两层玻璃墙面之间每两层高设置一个金属或玻璃挡板水平分隔层,在每两层之间便形成一个水平向贯通的夹层走廊,走廊/外皮的上、下部分别设有可调节的进“出风口”整个建筑四周则在竖向上分配出多个空气环流层"水平向空气环流和竖向的自由对流同时起作用,在冬天或夏天,只需开启“外皮”南侧或北侧相应的气流进出调节板即可加强这种温度缓冲圈的效果。

3. 走廊式:此系统是以一层为单位进行水平划分的,建筑外侧每层均形成外挂式走廊。在每层楼的楼板和天花高度分别设有进、出风调节盖板"并将进、出风口在水平方向错开一块玻璃的距离,以避免进、排气的短路。

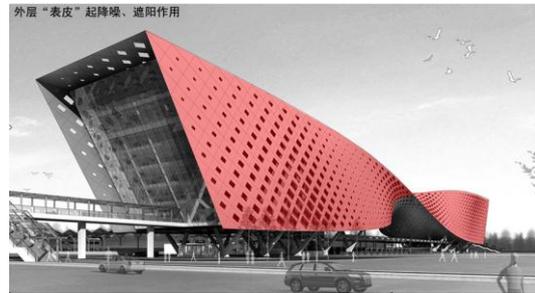
4. 箱——箱式,该幕墙在水平方向以两块玻璃为一单元,分别在其两边做竖向分隔,形成一层楼高,两块玻璃宽的箱式玻璃夹层单元。为避免进、排气流“短路”每单元的进!出风口也在水平方向上错开设置。

5. 井——箱式,此幕墙系统是由箱——箱式变化而来"在竖向有规律地设置了贯通层井,这样,“双层皮”之间便形成纵横交错的网状

通风系统。由于“井”相对较深,其上、下部空气温差导致的烟囱效应十分明显,加速了“双层皮”间的空气流动,这使得该幕墙具有更高的通风效率,在夏天尤其适宜。因进、排气口距离远,因而完全杜绝了空气“短路”的可能,而在冬天则可以关闭或减小进风口,减缓“井”内空气流速,以形成适宜的温度缓冲区。

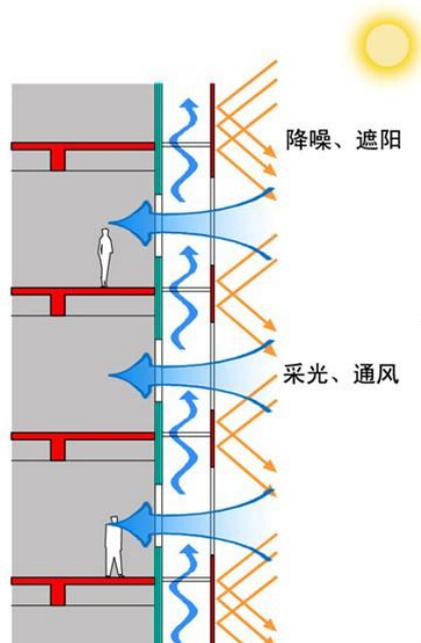
6. 双制式模块:是由四个箱一箱立面与一个双制式通风技术单元组合而成。

案例: 珠海横琴口岸方案设计 设计时间:  
2011.12 项目区位: 广东珠海



珠海横琴口岸“建筑外立面采用双层围护机构,最外层“表皮”采用穿孔铝板,起降噪、遮阳的作用,内层“表皮”采用LOW-E中空玻璃,以获得最佳的节能效果。

4.不同区域建筑单体节能探讨: 中低层普通办公建筑常采用板式的结构形式,平面布置多以内廊格间式为主,房间进深小,有利于天然采光。在夏热冬冷地区,这种方式对室内形成穿堂风十分有利。需要注意的是建筑的窗墙。面积比应在满足日照要求的条件下,尽可能小,以减少夏季太阳辐射,并尽量避



免在东、西向开窗。高层办公建筑多为高档写字楼,为了高效利用建设资金!提高建筑的使用效率,多采用点式的结构形式,以及大进深,开放式的平面布局。

有资料显示,夏热冬冷地区的太阳能辐射资源,在冬季低于我国北方和西部地区,但明显超过欧洲,并与北美洲基本持平,在夏季则与我国北方及西部地区基本持平。相比之下,虽然欧洲太阳能辐射资源较贫乏,分别只占到我国西北地区平均太阳辐射资源的和我国夏热冬冷地区平均太阳辐射资源的,但在被动式太阳能利用方面远比我国广泛。由此可以看出,我国被动式太阳能利用还有很大潜力。

在夏热冬冷地区办公建筑中利用天然采光需要平衡日照和遮阳的矛盾,基本设计技巧是:

1.建筑采用长方形的形式或者在建筑内设置中央天井,增加天然光照射的区域,避免使用东,西向的玻璃窗。

5.选择合适的窗墙面积比,在满足日照要求的情况下尽可能减小窗户面积。

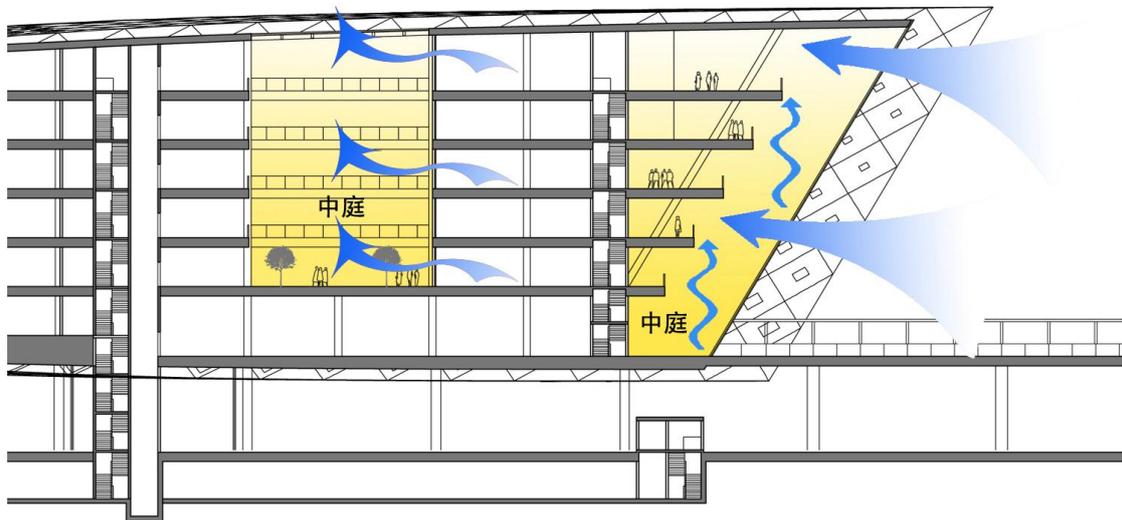
**案例: 珠海横琴口岸方案设计 设计时间: 2011.12 项目区位: 广东珠海**

建筑内部设置共享空间,根据季节的变化,调节窗户的开启,改善室内外空气的流通,从而降低建筑的能耗。(见图 1-1)

### 三、总结

建筑节能工作是一个复杂庞大的系统工程,在积极推进建筑节能工作的同时,要防止出现高投入,低效益的现象。我国建筑节能的工作应重点发展适合中国国情、低成本、高效益,可推广的建筑节能技术。为此,除经济性外,建筑节能还应与建筑节能材,减少环境影响等其他方面统筹考虑,进行综合优化设计。

图 1-1



2.室内采用开敞空间或者玻璃隔板,使光线可深入室内。

3.建筑外立面采用浅色饰面,使更多光线反射入室内,建筑内饰面亦为浅色,加强光线漫射,减少眩光。

4.采用可以反射光线的百叶或遮光板,将光线反射入室内深处,改善采光均匀度。

# 起居室（厅）与布局

陈莹

随着社会的进步、科学技术的发展，以及人民生活水平的不断提高，住宅户型的需求和套内面积的不断增长，因而在人们的心目中，住宅已不再是作为单纯的寄居地，而是寻求更为方便、舒适的居住环境，因而对建筑师提出了新的要求：如何提高住宅功能质量，科学合理的布局，充分体现以人为本，成为设计中要充分考虑的问题。

在住宅设计中、卧室、起居室（厅）、厨房和卫生间为住宅户内套型设计的基本空间。起居室（厅）是人们休闲、娱乐、会友、交流的场所，因而起居室（厅）的设计更是能体现以人为本的宗旨，一个好的住宅设计，从起居室（厅）的布局要求来看，笔者就以下几个方面的问题提出如下看法，供借鉴。

1、起居室（厅）的位置：由于套型面积的增大，加之目前住宅市场的需求，趋向大厅小卧室，而起居室（厅）作为家庭的主要活动场所，从以人为本出发，则起居室（厅）布置在南向为合适，它不仅能解决采光问题，更有利于人们的身心健康。朝向和日照对北方地区来说，是住宅设计卫生标准中一个非常重要的因素，具有天然采光条件是居住者生理和心理健康的的基本要求，若将起居室（厅）置于北向，此方案不可取（不

排除在北朝向有好的景观除外）。对于在设计中由于面宽所限，卧室布置在南向，利用住宅楼山墙两侧设置东、西向起居室（厅）

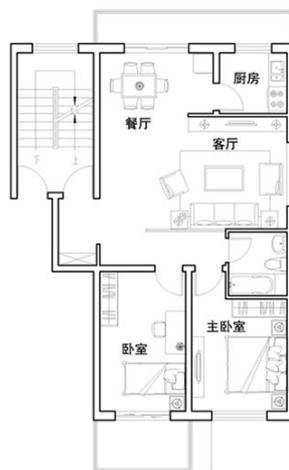


图1

的布局，此方案也是可取的。（见图1）

2、起居室（厅）的面积：起居室（厅）作为家庭主要活动休闲场所，在住宅设计规范中规定其净面积不应小于 10 m<sup>2</sup>，但从目前住宅建设发展趋势看，大厅小卧室的平面布局在北方地区已越来越为人们所欢迎。不少楼盘起居室（厅）的大小达到 25~40 m<sup>2</sup>，甚至有更大的趋向。同时在起居室（厅）的开间已从过去的 3.6m 宽度扩大到 4.2m 或更宽，相对于家具的布置，对大的电视机视距尺寸的要求极为有利。

3、起居室（厅）的平面布局：起居室

(厅)作为家庭主要活动和会友的场所,其厅的面积大小是一个重要因素,但在设计中往往对卧室、厨房、卫生间等房间开向起居室(厅)的门的位置不当,数量过多,因而带来厅虽大,但过道洞口太多,布置家具的墙面太短或太零碎,难以布局。

在住宅设计规范中规定布置家具的墙面直线长度宜大于3m,笔者认为起居室(厅)能做到至少有一个墙面的直线长度达到至少3m或以上为好,这有利于家具(长沙发等)的布局,而对于开向起居室(厅)的门



图2

4、起居室(厅)的采光和通风:应有直接采光和自然通风,所谓直接采光,应是窗户直接对外,而不应将起居室(厅)开向走廊或内开井,这种间接采光方式是不允许和不合适的。按照住宅设计规范(GB50096-2011)中第7.1.5条规定:卧室、起居室(厅)、厨房的采光窗洞口的窗地面积比不应低于1/7(即指直接采光房间的窗洞口面积与该房间地面面积之比)。

5、起居室(厅)装修:现实生活中,大多数家庭对起居室(厅)的装修极为重视,大吊顶、大吊灯无其不有,此做法笔者认为

洞数量,应尽量给予规划、合理布局,达到数量最少,图2、3在卧室内设一短走廊,既解决了直接开向起居室(厅)门的数量,又达到了有利于住宅设计中私密性空间的要求。

起居室(厅)与户门布局的关系:住宅设计其入户门首先面对起居室(厅),因而视线问题不可不引起注意,一目了然的设计不可取,应结合入户口部设玄关,布置鞋架或在装饰设计中以屏蔽予以处理(见图2、3)



图3

不可取。特别当住宅层高仅为2.8m时,其净高也只在2.65m左右,本已不高,再做大面积吊顶,加之吊灯必然显得压抑,若要吊顶,可以在周边做局部吊顶,或在四周贴以石膏花饰,既能达到高雅效果、又无压抑感,既自然、又环保。在空调器的安装上,往往厅过大,对柜式空调器,外墙洞在下部开口、应做到统一规划为宜。

综上所述:住宅设计中以人为中心,充分体现对人的尊重和关怀,创造方便、舒适的居住环境,因而起居室(厅)的设计显得尤为重要,也是搞好住宅设计的关键部位。

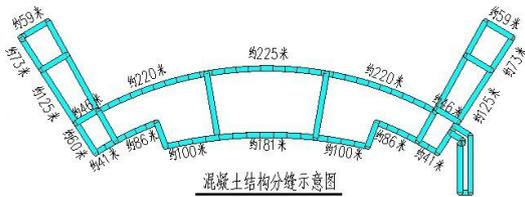
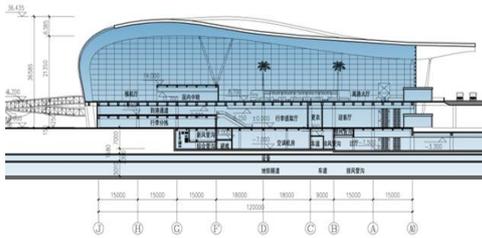
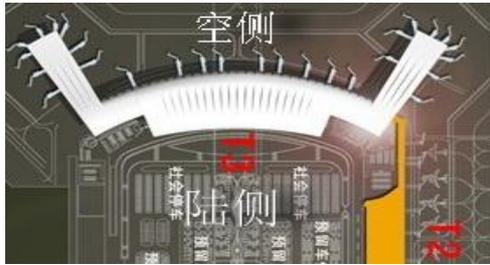
# 沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼结构设计

张叙 黄伟 梁峰 宋濯非

**摘要** 本文主要介绍在沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼的设计过程中,在所涉及的钢与混凝土结构整体设计、超长结构设计、大跨度重荷载结构设计及在新材料使用等方面所取得的设计经验。

**关键词** 后注浆桩 超长结构 HRB500 级钢 变形曲面钢桁架 铸钢节点 温度应力 预应力

一. 情况介绍: 沈阳桃仙机场 T3 航站楼位于现机场 T2 航站楼西南方向,距 T2 航站楼最近距离为 100 米左右,由主楼大厅和两侧两个指廊组成,占地面积约 8.8 万平米,建筑面积约 25 万平米,其中地上面积约为 21 万平米,地下面积约 4 万平米。



主楼大厅平面为弧形的两层建筑,内部为两层钢筋混凝土建筑,二层楼面标高 8.70 米,局部夹层标高 4.2 米。二层以下为钢筋混凝土结构。大厅屋面为弧形钢桁架结构。两个指廊为两层钢筋混凝土结构,屋面为弧形钢桁架结构。候机大厅有一层地下室,中轴线附近设置地下二层,为地铁、道路通行区。指廊部分仅局部设置地下可通行管沟,无地下室。混凝土结构部分延长方向设置 8

道温度缝,将混凝土框架结构分成 9 个结构单元。主厅的混凝土结构,内弧长约 430 米,外弧长约 716 米,宽约 60 米~120 米。航站楼柱网布置,径向为 7 个 15 米、18 米、9 米+1 个变跨度柱距,沿环向均分为 33 个柱列,最大柱距约 21.5 米,建筑±0.00 标高相对于绝对标高为 56.450m。

## 二. 设计用参数、结构形式及使用材料:

### 1. 结构控制参数

建筑结构安全等级	混凝土结构二级	抗震设防烈度	7 度
	屋盖钢结构一级	抗震构造措施	8 度
设计基准期	50 年	钢筋混凝土框架抗震等级	一级
设计使用年限	50 年	大空间支承钢结构的柱子	一级
抗震设防分类	重点设防类	基础设计等级	甲级

2. 地震地质条件: 根据《沈阳桃仙机场 T3 航站楼岩土工程详勘报告》及《沈阳桃仙国际机场场地地震安全性评价》该场地土类别为中硬土,场地类别为 II 类,该场地为对建筑抗震有利地段,抗震设防烈度为 7 度,设计基本地震加速度为 0.10g,设计周期值为 0.35s (第一组),地震影响系数最大值为 0.095。场地无液化。

3. 基础形式及地下室结构: 根据工程地质勘察报告及建议,航站楼均采用桩基

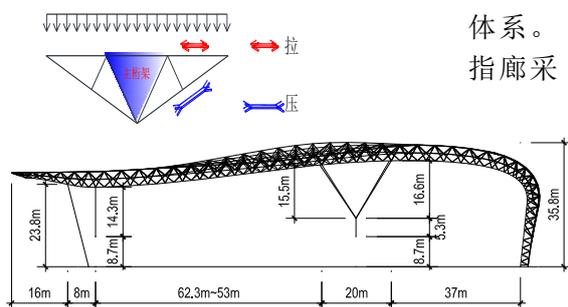
础。桩基础形式采用螺旋钻孔压灌桩基础（薄砂层处桩底注浆，每桩底注浆量为1000Kg）。桩端持力层采用③层中粗砂层，单桩承载力为1300KN（桩长19米左右）和1200KN（桩长小于16米时）。地铁、道路部分采用人工挖孔桩，桩端持力层为③层中粗砂层。地下室外墙及底板采用防水砼，抗渗等级P6。为防止施工阶段超长地下室混凝土结构及大体积混凝土承台出现早期凝缩裂缝，承台连系梁间隔45米左右预留后浇段或加强段，同时参加混凝土膨胀剂。

4. 主体结构形式：本工程地下及地上两层采用钢筋混凝土框架结构，屋面采用大跨变形曲面钢桁架结构，桁架在空侧直落于基础。



混凝土结构：主体结构采用现浇钢筋混凝土框架结构。一般楼板采用现浇普通钢筋混凝土梁板体系，主厅的环向梁及大跨度悬挑梁采用有粘结预应力混凝土结构，以控制结构变形和温度应力。地下室采用现浇整体防水混凝土梁板结构。

屋面钢结构：主楼采用带落地格构柱的大跨变截面立体桁架与支承直柱及叉撑柱形成的结构体系。指廊采用



用曲线形变截面立体桁架体系。空间桁架截面形式：为满足建筑设计屋面渐变扭转形成自然采光和室内空间视觉效果，主楼和指廊屋面结构采用由核心立体桁架和两侧附属桁架构成的空间立体桁架结构受力体系。附属桁架与主桁架通过上弦水平杆件和共用的下弦形成整体，构成重叠立体桁架屋面结

构受力单元。主楼桁架跨度：74m+47m、檐口悬挑24m；指廊纵向跨度36m。二层支承屋面钢结构的构件混凝土柱，屋盖结构支承体系由陆侧立V字形柱，大厅中柱下段为混凝土直柱，上段在两桁架单元间设一组四叉撑柱，空侧竖向构件结合造型由屋面桁架向下弯曲至地面，成为三角形格构柱。

5. 计算程序：本工程混凝土结构采用中国建筑科学研究院编制的SATWE分析程序进行计算分析，屋面钢结构及钢结构混凝土合并整体分析采用美国CSI软件公司开发的有限元分析程序SAP2000进行计算分析，midas/gen进行校核，节点有限元计算采用Ansys分析软件。基础分析设计采用中国建筑科学研究院PKPM独基、条基、钢筋混凝土地基梁、桩基础和筏板基础设计软件JCCAD（2008年4月版）。温度应力分析的计算程序为PMSAP。

6. 使用材料：

混凝土强度等级：

混凝土柱：C40~C50；

梁、板、承台、外墙：C30；

预应力混凝土梁：C40；

地下室防水混凝土抗渗等级P6。

钢筋：HRB235,  $f_y=210N/mm^2$ ；

HRB400,  $f_y=360N/mm^2$ ；

HRB500,  $f_y=435N/mm^2$

预应力钢绞线： $f_{ptk}=1860N/mm^2$

埋件钢材：Q235B.Z

钢结构用钢材：

普通型钢：Q235B.Z；Q345B；

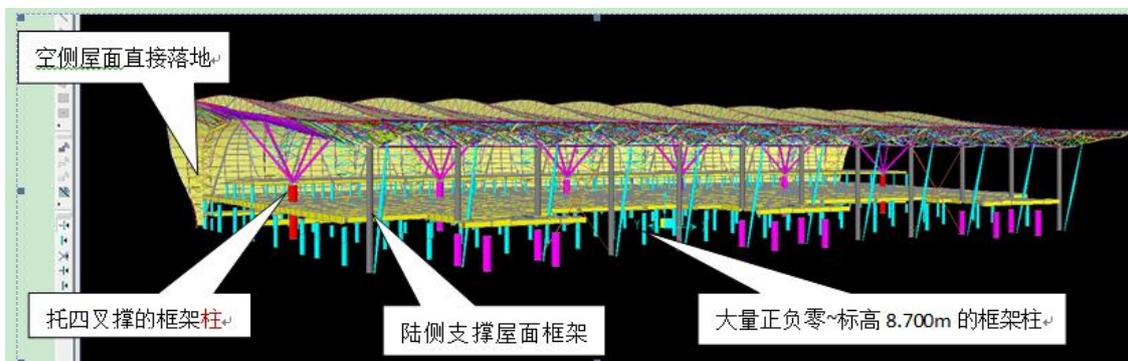
铸钢件：20Mn5V；

节点高强度螺栓：40Cr

连接材料：手工焊采用低氢焊条：E43系列、E50系列。自动焊或半自动焊采用的焊丝与焊剂应与主体材料相匹配。高强螺栓：采用扭剪型10.9级。

### 三. 混凝土部分结构设计关键点：

1. 计算中的结构扭转问题：由于混凝土结构与钢结构需共同工作，钢结构在空侧由于钢桁架及幕墙构件较刚，刚心偏于空侧，我们在计算中采取了在路侧加钢撑、增加路侧混凝土柱截面等方法，有效调整了结构刚度，控制了扭转问题。



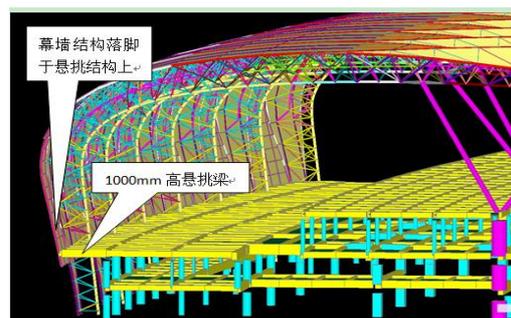
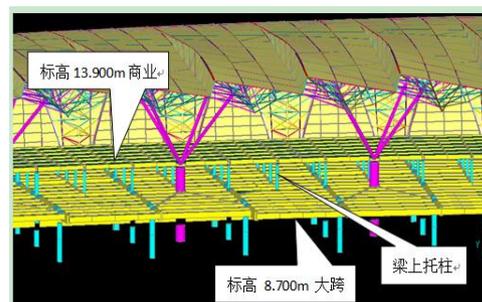
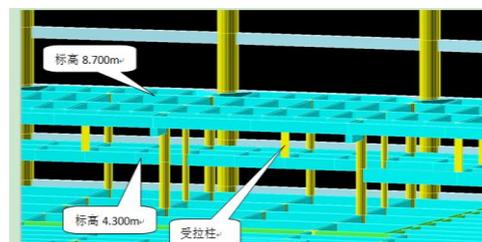
2. 部分桩基础采用后注浆技术:场地内局部有持力砂层(③层砂)较薄的现象,对此问题我们采用在薄砂层区域桩底注浆的方法,以保证单桩承载力。要求勘测部门对薄砂层区域的每柱下进行钻孔,为设计施工提供准确的桩底标高和桩长。我们在设计中对每承台均进行了桩底标高标注,试桩及检测结果证实此后注浆方法安全可行。

3. 超长无缝设计:地下部分最长段约600米为超长无缝设计,地上C2区最长边长度为220余米为超长无缝设计。我们为此进行了专家论证也进行了温度应力计算,取基准温度为10度,以施工阶段降温30度(-20度)为控制温度进行计算,并按计算结果进行楼板配筋,构造上采取了设置后浇带、控制后浇带浇筑时间(地下部分要求两侧混凝土浇筑完成3个月后低温合拢)、添加膨胀剂、添加聚丙烯抗裂纤维、00层板中加无粘结预应力筋、上部结构的环向梁中加有粘结预应力筋等方式,有效解决了温度应力问题。

4. 地铁及市政道路在航站楼中穿越:本工程的地下二层为地铁及市政道路层,地铁及道路直接从航站楼中穿过,为此我们反复与地铁及市政设计单位配合,获取相关专业提供的荷载,配合相关设计单位采取地铁路基减震等措施,在结构设计中增加基础刚度,将地下二层桩筏基础的筏板厚度取为1.5米(地下一层的底板厚度仅0.5米),配合相关地铁市政专业进行较为复杂的接口设计等。

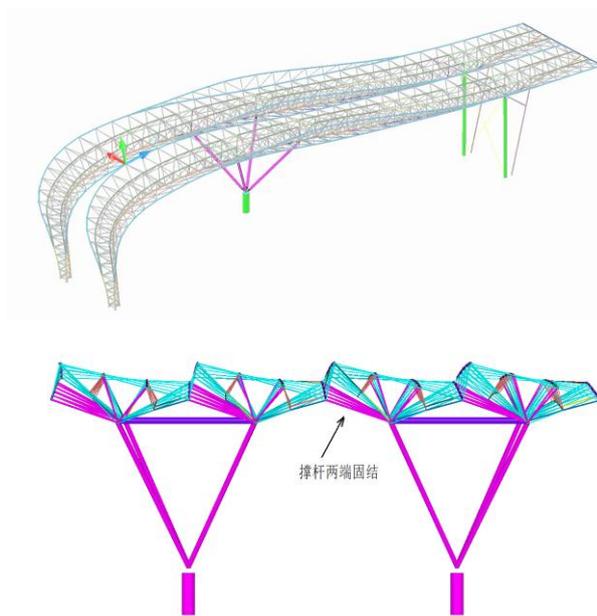
5. 重荷载大跨度及悬挑部位使用HRB500级钢筋,结合预应力筋控制梁的挠度裂缝:地下二层为地铁及市政道路的通道,上部结构柱在地下二层底进行梁托柱转换,转换梁承受荷载极大。4.2米层下部为行李分拣厅,有行李车穿梭需要净高很高,使得4.2米的梁截面必须小于1米,由于跨

度19.8m,较大,我们在跨中增设吊柱以减小梁跨度。8.7米层存在大跨度、重荷载、小截面梁的设计,此层框架梁的跨度普遍在20米左右,空侧悬挑梁跨度为5米多,200厚的建筑面层、转换梁、承载夹层吊柱等,使得梁负荷较大,由于层高的关系,建筑师对梁截面控制很严,径向梁不得大于1.2米、环向梁不得大于1.0米,部分梁配筋率在2%以上,为此我们采取了使用新规范中的新四级钢、结合加预应力钢筋控制挠度等方法,有效减少了梁中钢筋排数及钢筋量。8.7米层的框架柱需承载上部钢构屋面,柱中弯矩剪力均较大,柱中未加型钢,部分柱配筋率达3%以上,圆柱中的纵筋需配两圈,箍筋也较多,钢筋密、施工难度大,使用了四级钢后,纵筋仅配一圈即可满足要求,节约了钢筋,减少了施工难度,节约了工程造价。



6.与多家设计及施工单位进行配合：航站楼工程内部要与运营、招商等部门配合涉及后期改造利用 13.9 以上空间及出发层的大型 LED 屏幕的设置。设计中要与空侧陆侧两家幕墙厂家进行预埋及荷载控制的配合；与水暖电及航空系统的设备厂家进行设备基础、结构留洞配合；与地铁和市政道路部门进行地下室下部贯穿通道的配合。由于机场是个十分复杂的综合项目，外部涉及机场站坪、市政道路桥梁、交通中心停车场等单位进行配合，由于大家工程部位有很多交叉上部、下部在同一平面位置互为条件。尤其是施工作业面由于工期紧，大家都同一场地上时间空间都存在很多的争夺。几乎每周要开两次施工监理例会进行协调，设计院要为遇到的问题进行施工方案推荐、可行分析、进行相应的设计调整，仅结构专业往来的邮件目前已经超过 400 封。施工图出图后的工作量超过了初设及施工图阶段的总和。

#### 四. 钢结构设计的关键点:



##### 1. 结构体系:

为满足建筑设计屋面渐变扭转形成自然采光和室内整齐划一倒三角形的空间视觉效果，主楼和指廊屋面结构采用由核心立体桁架和两侧附属桁架构成的空间立体重叠桁架结构受力单元。附属桁架通过天窗桁架及下弦撑杆与相邻结构单元连接传递纵

向水平力，并在柱顶设置拉杆，形成整体稳定、平面受力为主具有一定空间协同能力的结构体系。附属桁架与主桁架通过上弦水平杆件和共用的下弦形成整体。结构主要竖向荷载和跨度方向的水平力由核心桁架承担，次结构通过与核心桁架整体组合形成一定的平面刚度和抗扭刚度，并满足了受力和传力的需要。

由于屋面结构环向总长度约 900m，为控制结构温度应力，结合下部混凝土结构缝位置将屋面钢结构分为五个结构单元。钢结构单元分区及结构缝位置见分缝图：

##### 2. 设计控制:

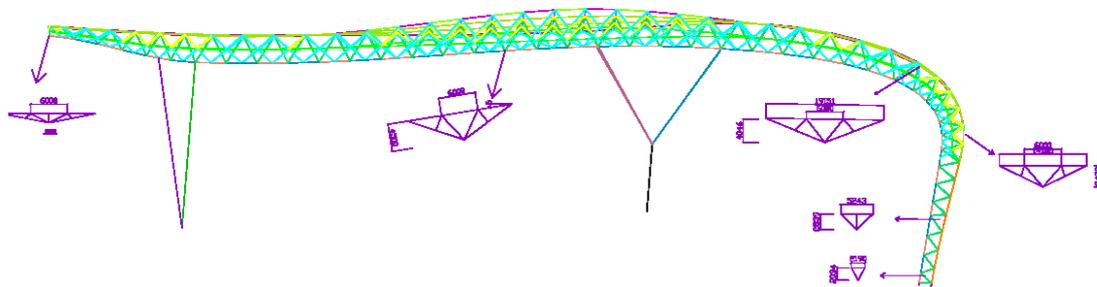
杆件强度应力比：0.80；挠度：恒载作用：1/500；恒+可变荷载标准组合作用：1/400；悬挑部分：1/200。屋面结构平均水平位移：1/550（相对平均层高）。结构体系控制按相关规范要求执行。

性能化设计目标：所有结构构件在多遇地震下按弹性设计，并按常遇地震弹性复核。关键构件：叉撑斜杆、与叉撑连接的混凝土柱、空侧格构柱下端，按常遇地震弹性设计。叉撑斜杆的上下节点按大震不屈服复核。结构整体稳定分析考虑双非线性的结构屈曲状态。

##### 3. 计算模型建立:

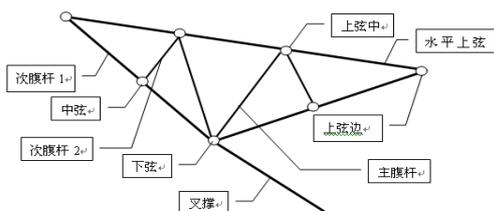
计算时分别建立单钢结构和混凝土与钢结构组合模型。单钢结构模型用于钢结构体系的分析研究，包括杆件规格选择，节点连接方式假定；强度、变形、屈曲模态控制以及结构体系整体性能控制与调整。混凝土与钢结构组合模型是结构体系实际的工作模型。引入下部混凝土结构刚度和质量，改变上部钢结构的支承条件，按设计控制要求和性能化设计目标进行整体计算分析和调整。模型中桁架上下弦及中弦杆为连续杆件、腹杆两端为铰接、天窗桁架与主桁架下弦间的撑杆两端为刚性连接。屋面桁架与柱的连接节点为铰接，陆侧斜柱、叉撑柱和落地格构柱的柱脚均为不动铰支座。

桁架上施加的荷载为面荷载，通过虚拟面单元角点将屋面荷载作用致桁架节点上。



空间桁架尺寸：空间立体桁架根据受力需要，上弦宽度随扇形面和建筑造型变化。桁架宽度主楼悬挑端为 15.8m，最宽处 17.5m，到空侧落地段收窄为 2.5m。桁架高度由悬挑端 0.5m 渐变为最高 4.5m，落地段为 2.5m。指廊陆侧宽度 13.83m，远端宽度 19.67m，桁架高度由 4.5m 渐变为 3.5m。

截面名称	截面尺寸(钢管均采用焊接管)
上弦中	325x10~325x16
上弦边	299x8~299x10
下弦	351x12~351x22
中弦	194x8~194x12
主腹杆	146x8; 194x10; 203x16 等
叉撑	650x20; 650x22
柱端拉杆	325x16



4.结构分析：根据分区建立的模型分别采用 sap2000 和 midas/gen 进行静力分析、反应谱（小震、中震）分析和弹性时程（小震、中震）；采用 Ansys 进行大震动力弹塑性时程分析、弹塑性稳定性分析和节点有限元计算。对主楼结构非线性地震反应分析模型的应力比进行统计分析，得到 Brawley Airport、EL centro、人工地震动三种地震记录作用下发生塑性铰杆件为 664 根（全部出现在次腹杆上），约为杆件总数的 0.4%。三

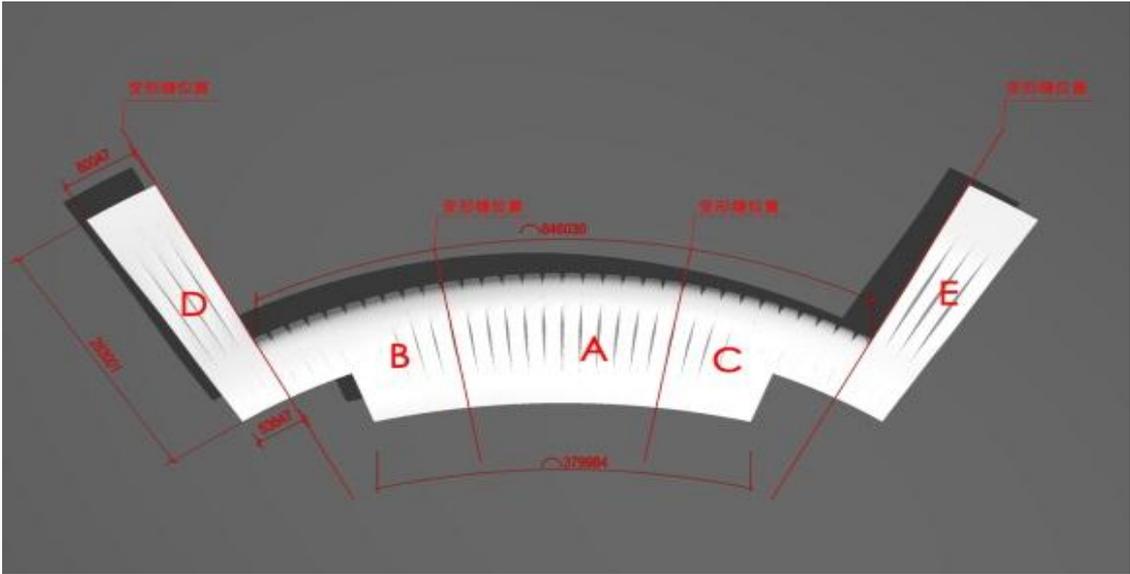
种地震记录作用下主要杆件（屋盖下弦杆、叉撑杆、柱顶拉杆）均未发生塑性铰。

由于指廊屋面结构长度接近 400m，且平面长宽比较大，故对指廊组合模型进行了考虑行波效应后的多遇地震作用分析。采用施加三向支座位移时程的方法进行动力计算，输入的位移时程共三组分别由 Brawley Airport、El Centro Array、人工地震动的加速度时程积分求得。分析结果表明：行波效应对杆件轴力的影响，考虑行波效应后杆件轴力略有增减，其规律与以往同类型结构相似。取考虑行波效应后时程分析响应包络值与反应谱法的较大值作为地震计算结果，并与静力响应进行组合，得到杆件应力比，由计算结果可以看出考虑行波效应后，少部分杆件应力比有所增加，应力比>1.0 杆件数未增加，控制工况为地震参与组合的杆件数量略微增加，位移响应稍有增大，但未超过相应限制。

按照结构性能化设计目标，分别对 T3 航站楼主楼和指廊进行了静力分析，多遇设防烈度地震、常遇地震及罕遇地震分析，考虑了下部混凝土、桁架杆件连接节点模拟形式、不同阻尼比等因素的影响，地震分析方法采用了反应谱法与时程分析法。可以得出如下结论：

(1) 主楼和指廊结构在静力组合工况下所以杆件应力均小于 1.0；设防烈度地震参与组合工况不起控制作用；位移时程未发现发散现象，结构不倒塌；指廊结构刚度满足要求，结构整体稳定性满足要求。

(2) 组合模型和钢结构相比：静力作用下节点位移和杆件内力基本相近；地震荷



上图屋面钢结构分缝图

载作用下组合模型位移稍有增加，杆件内力增加较为明显。

(3) 刚接模型与铰接模型相比：结构位移响应基本没有变化，但由于弯矩的影响，部分杆件应力比有所增加（增量不超过5%）。

(4) 阻尼比 0.02 与 0.05 相比：地震荷载作用下前者的位移、杆件内力均比后者大，故单钢结构模型按 0.02 取值，钢-混组合模型按 0.035 取值是合理偏安全的。

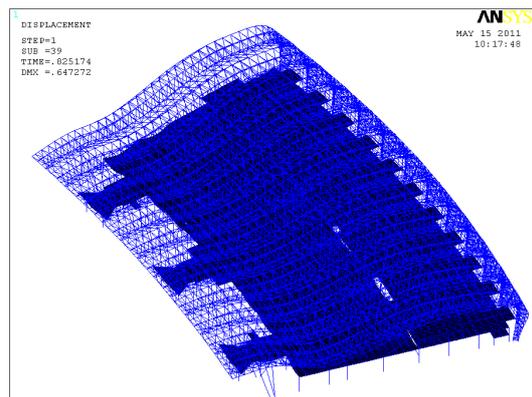
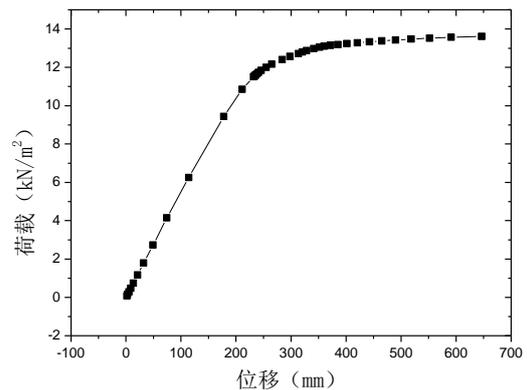
(5) 时程分析法与反应谱法相比：杆件内力和位移响应基本相近。

(6) 主楼和指廊满足中震弹性和大震不屈服的性能化设计指标

5. 钢结构整体稳定问题：支承点少、结构超静定约束少、变形大是大跨度空间结构的特点。因此，结构的整体稳定性是大跨空间结构设计重点。按照规范要求进行了结构弹性屈曲模态分析和考虑材料非线性、几何非线性的双重非线性的弹塑性稳定性分析。五个结构特征值屈曲模态分析前六阶的屈曲因子均大于规定值，均为局部杆件失稳。

双重非线性的弹塑性稳定性分析，荷载考虑恒载+全跨雪荷载工况，加载方式为恒载一次施加，可变荷载分级增加至结构失稳。考虑双重非线性效应的同时，还考虑了最大节点初始几何缺陷为跨度 L 的 1/300，

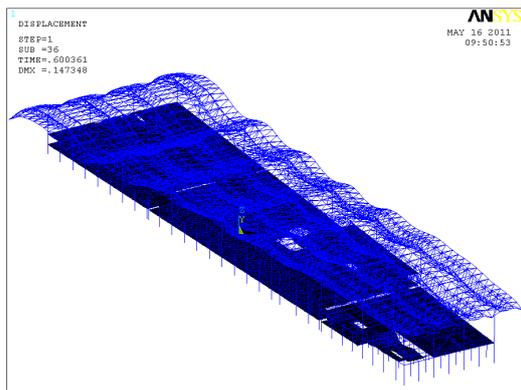
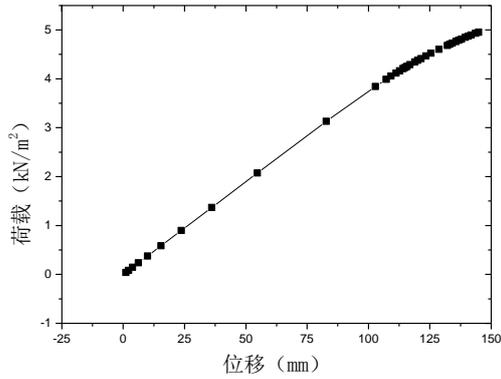
结构在受到均布恒荷载+满跨雪荷载作用下，航站楼 A 区结构失稳后整体位移形态及极限状态下位移最大点的荷载-位移全过程曲线如下图所示。



从图中可以看出，结构失稳后位移形态表现为在均布荷载作用下 A 区前部桁架向下凹陷，屋盖结构杆件压弯失稳破坏。由于桁架一侧悬挑长度较大，所以最大竖向位移发生在该悬挑部分。显然由于屋盖整体较为平整，受力状态接近于平板结构，屈曲破坏

主要是体现在上弦杆件的压弯失稳，悬挑部分下弦杆件压弯失稳，失稳过程中材料非线性作用显著。(B、C区情况相似，不再赘述)

指廊部分加载方式和初始几何缺陷与主楼一致。结构失稳后整体位移形态及极限状态下位移最大点的荷载-位移全过程曲线如下图所示。



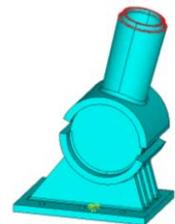
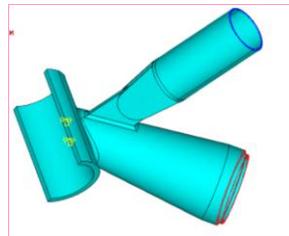
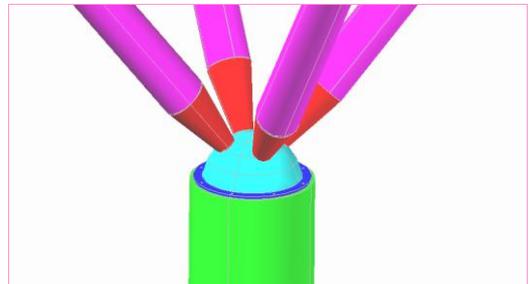
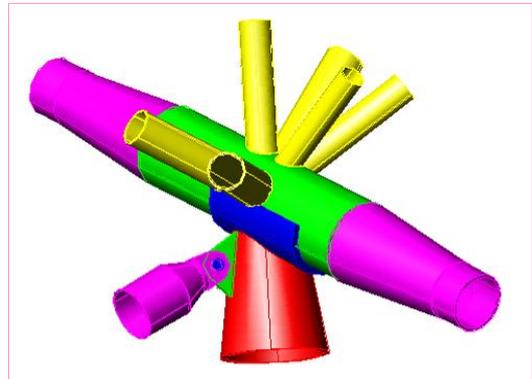
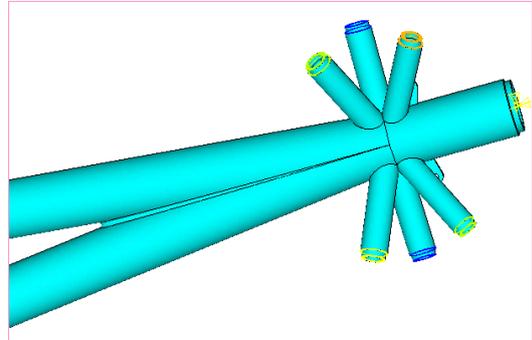
从图中可以看出，航站楼指廊 (D区) 屋盖结构失稳后，位移形态表现为大跨柱间屋盖结构在均布荷载作用下多波形式压弯失稳破坏。显然由于屋盖整体较为平整，长度方向较长，受力状态接近于平板结构，荷载-位移曲线非线性特征并不显著。结构最终的屈曲破坏主要是体现在上弦杆件的压弯失稳，整体呈多波失稳状态。

结构最小弹塑性稳定安全系数为 3.00，均满足“空间网格结构技术规程”关于弹塑性稳定验算技术  $K>2$  的要求。

6.节点设计：节点设计是本工程的另一难点，几个复杂节点为：上弦天窗渐变开闭处由一管变为两管和两管合为一管；叉撑柱与下弦节点、四叉撑与混凝土柱节点；多管相贯节点及空侧弧形幕墙结构与主结构连

接节点。部分复杂节点由于焊接工艺复杂，焊接应力引起的应力变化难以分析，因此部分节点和连接件改用铸钢节点。对于上述复杂节点均采用有限元分析计算。

如下图所示：

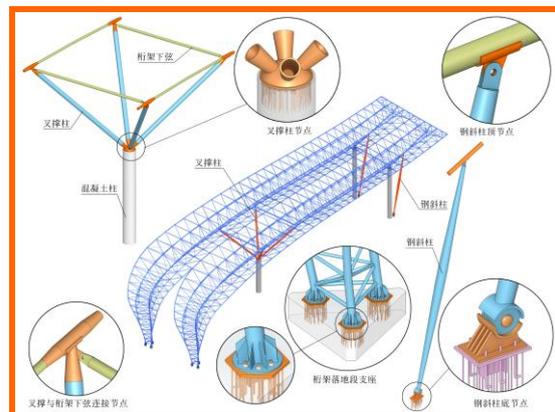


7. 钢结构安装:根据本工程特点现场钢结构安装方案拟选用: AB 指廊采用高空分块吊装+现场嵌补;主楼大厅采用高空拼装+滑移、高空分块吊装的安装方案。工程为管桁架结构,根据拟定的安装方案,每个吊装分块外形尺寸都非常大,不适合工厂加工整体发运至现场,故只能散件发到现场进行拼装。需现场拼装的构件有指廊屋面桁架、主楼大厅屋面桁架滑移分块、主楼大厅空侧落地桁架、主楼大厅陆侧悬挑分段。拼装分段统计如下:

指廊屋面桁架拼装分段共 64 个;主楼大厅屋面桁架滑移分块拼装分段共 120 个;主楼大厅空侧落地桁架拼装分段共 32 个;主楼大厅陆侧悬挑桁架拼装分段共 24 个。

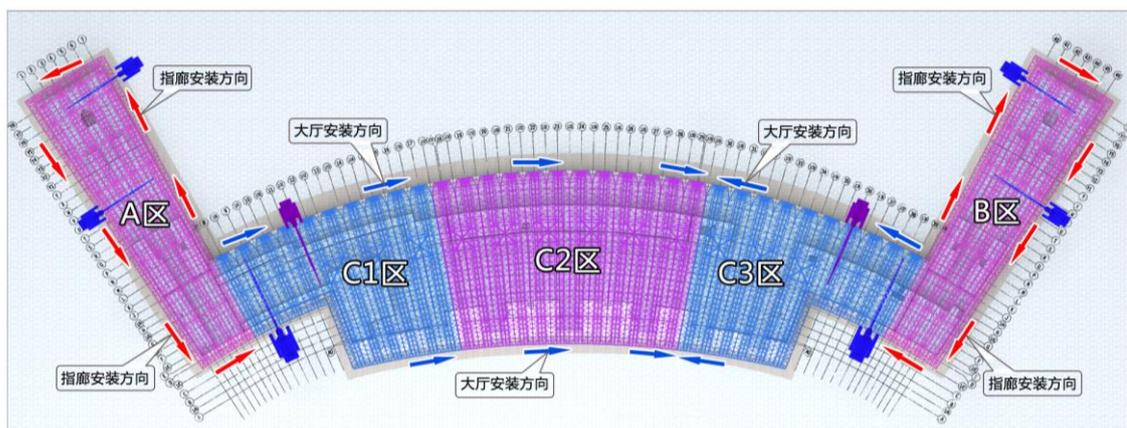
据初步统计现场拼装的立体分块高达

240 个、高空吊装的分块达 160 个、高空拼装滑移的分块为 80 个。施工流程图如下:



上图为单榀钢屋架拼装图

下图为钢结构屋面滑移安装流程图



8. 耗钢量指标:

部位	重量 (t)	材质	备注	平米耗钢量
指廊	2568	Q235B、	幕墙、屋面檩条	承重钢桁架的耗钢量约为 76.8Kg/m <sup>2</sup>
大厅	6185	Q235B、		
累计:	8753		3760	

五. 工程进展情况: 沈阳桃仙机场 T3 航站楼工程的混凝土结构已于 2012 年 5 月 16 日完成, 钢结构封顶工作于已于 2012 年 8 月 19 日完成。现在工地正在进行幕墙安装等外装及设备安装调试工作, 整个工程将于 2013 年 6 月交付使用。

本工程审定人: 吴一红

专业负责人: 黄伟 张叙

主要设计人: 梁峰 申豫斌 吴琴锋 王艳军 刘鸿宇 王宇 卢锦 杨春晖 张璐 宋濯非 等

# 锦州国际酒店的结构设计

张叙 梁峰 赵刚

**摘要** 本工程为超 B 级高层建筑，进行了国家级超限审查，工程中结构受力复杂、节点构造也较复杂。本文对整个设计过程中的重要环节及关键问题进行了介绍。

**关键词** 超 B 级高层 超限审查 性能化设计 型钢混凝土 加强层钢桁架。

## 一、工程简介：

锦州国际酒店高 185 米（屋顶、至天线顶为 210 米），地上 43 层，地下 3 层。是锦州地区的标志性建筑之一。

建筑方案及初设单位是香港的傲地国际建筑设计有限公司（ADI）及奥雅纳国际工程顾问公司（ARUP）。我院（LDI）为初设顾问方和施工图设计方。

锦州国际酒店工程为框剪结构，平面及竖向均不规则，为超 B 级高度结构、国家级超限审查工程。

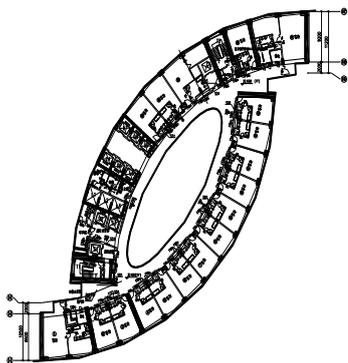
主要特点：超高、酒店中庭因建筑功能和美观要求大部分为中空状态（平面中部为大洞）、南侧剪力墙较少，墙间距较大、有两处加强层、涉及性能化设计等。



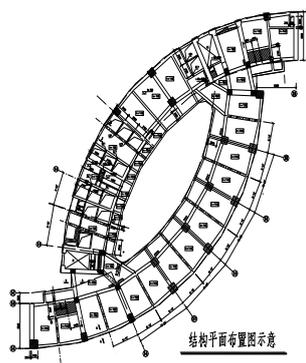
效果图



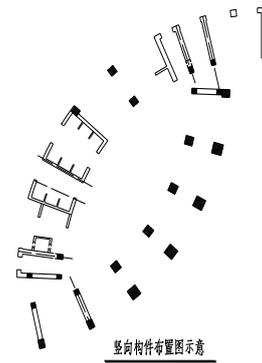
施工过程中的照片



标准层建筑平面图



结构平面布置图



结构竖向构件布置简图

本工程审定人为黄堃，主要设计人员为张叙、梁峰、赵刚、欧阳景明等。院总工窦总、吴总等在初设和超限审查阶段给予了我们重要帮助。设计人员在几位老总的组织下多次去北京向有关专家咨询工程中的问题，听取专家的意见，协助 ARUP 公司完成初设和超限审查报告。超限审查于 06 年 11 月 8 日获得通过。

## 二. 工程设计中的主要问题如下:

### 1. 超高:

按高规和抗震规范的规定, 6 度区(锦州地区抗震设防烈度为 6 度)框剪结构的 A 级高度限制为 130 米, B 级高度限制为 160 米。本工程为 185 米(至主塔顶, 至天线顶为 200 余米), 为超 B 级高度结构。

### 2. 不规则:

平面不规则: 中庭楼板开洞较大, 开洞尺寸大于楼面宽度一半。剪力墙布置集中在建筑物两侧, 计算中扭转现象明显, 节点位移比在某些情况下不能满足高规 4.3.5 条的规定。剪力墙数量较少, 墙体较厚, 南部剪力墙外侧间距大于 50 米, 被视为单榀框架。

竖向不规则: 第 6 层局部(前部单榀框架处)梁托柱转换、加强层的设置、相邻层高度变化较大等导致了竖向刚度突变, 使计算结果中的楼层层间抗侧力结构的受剪承载力不能满足高规 4.4.3 条要求(B 级高度建筑的楼层层间抗侧力结构的受剪承载力不应小于其上一层受剪承载力的 75%)。

3. 本工程的其他相关特点及指标: 本工程为复杂高层结构, 涉及性能化设计概念。本工程抗震设防类别为丙类(按 04 版抗震设防分类标准 6.0.10 条规定, 对共建和居住建筑当结构单元内经常使用人数超 1 万人时为乙类)。建筑物长宽比 2.6, 高宽比 5.5, 抗震第一周期较长, 为 4.5 秒左右。内力及位移为风荷载控制。因在风荷载作用下结构位移不满足规范要求, 需设置加强层。安评报告在长周期状态下计算公式与规范不同。工程中的混凝土强度等级在当地最高可用到 C50。

## 三. 超限审查:

针对工程的上述特点, 我们经过与 ARUP 公司反复计算及探讨后, 向省建委提交了超限审查申请表。(略)

06 年 11 月 8 日的超限审查获得通过, 文件如下:

### 锦州国际酒店(塔楼)工程初步设计抗震设防审查意见

锦州国际酒店(塔楼)工程为环形平面、高度超高且高位转换的混合结构超限高层建筑工程, 按建设部部长令第 111 号的要求, 应在初步设计阶段进行抗震设防专项审查。

该工程初步设计达到设计深度, 所提交的设计文件基本满足专项审查的要求, 并提出墙体底部设防烈度弹性等性能目标。专家组经过反复讨论, 认为该工程径向混凝土墙和型钢混凝土柱框架组成的结构体系适当调整后, 结构初步设计抗震设防专项审查的结论为**通过**。设计单位应按下列意见做进一步工作:

1、本工程主楼超高较多, 应进一步明确设置环向和径向的多道防线, 并采取高于规范的抗震性能设计目标: 如底部加强部位的高度取转换层顶以上二层, 该部位墙体承载力按设防烈度弹性进行设计, 截面剪压比按大震控制, 该层以上竖向构件按中震不屈服复核; 主要墙体轴压比大于 0.2 的墙肢设置约束边缘构件; 径向框架承担的地震剪力宜取主楼总地震作用的 25%和计算楼层最大地震剪力 1.5 倍二者的较大值并在 6~33 层增设斜撑, 落地的单跨框架柱承载力按中震弹性设计; 环向的结构布置调整后应减少框架承担的剪力再按第二道防线设计。

2、本工程南区墙体间距过大、框架为单跨且底部抽柱转换, 应增加该区段单独的承载力计算比较, 不落地构件传递给水平转换构件的地震内力应按规范要求增大, 水平转换构件及其支承部位的承载力应按大震不坏设计。

3、结构需进行大震下的弹塑性分析, 确保关键部位单跨框架柱大震不屈服。

4、顶部扭转较大的部位, 宜按设防烈度的地震作用进行承载力设计。

- 5、时程分析的输入地震波应符合规范要求，计算结果应进一步复核，必要时采取加强措施。
- 6、增设伸臂桁架，抗风设计应满足 100 年风力下的位移要求。
- 7、小震的地震作用按安评报告和规范规定的不利情况确定，阻尼比应小于 0.05。
- 8、进一步复核大震下楼板承载力。
- 9、一字墙应设端柱；电梯间的筒体及两个环形平面的筒体之间的连接部位应调整、加强。
- 10、勘察报告基本符合要求。地基承载力应采用浅层载荷板试验复核。

抗震设防审查专家组 组长 

2006, 11, 8

#### 四. 本工程主要特点及难点细节如下:

##### 1. 单榀框架问题:

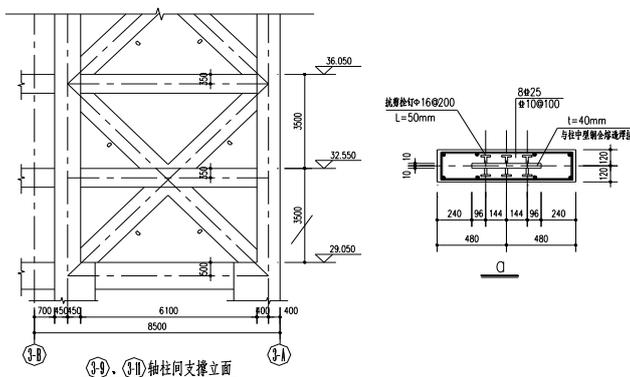
本工程南区墙体间距过大、框架为单跨且底部抽柱转换，应增加该区段单独的承载力计算比较，不落地构件传递给水平转换构件的地震内力应按规范要求增大，水平转换构件及其支承部位的承载力应按大震不坏设计。

结构需进行大震下的弹塑性分析，确保关键部位单跨框架柱大震不屈服。

单榀框架的处理方案为：在 6~33 层增设斜撑，作为框架这个二道防线的第一道防线。

施工中的斜撑（混凝土中加钢板）

##### 2. 计算中的特点及各项指标确定



a. 0.2Q0 调整等

主要墙体轴压比大于 0.2 的墙肢设置约束边缘构件；径向框架承担的地震剪力宜取主楼总地震作用的 25% 和计算楼层最大地震剪力 1.5 倍二者的较大值。本条要求与规范要求不同，按高规 8.1.4 条，框剪结构的框架 0.2Q0 调整的，要求是：框架总剪力按 0.2V0 和 1.5Vf,max 二者的较小值。对此项要求，我们在 satwe 等程序计算中采取了人工修改剪力系数的方法，以满足审查文件的要求。最大剪力取的是分段后楼层最大剪力。

##### b. 中震，大震的确定

本工程主楼超高较多，应进一步明确设置环向和径向的多道防线，并采取高于规范的抗震性能设计目标：如底部加强部位的高度取转换层顶以上二层(转换层在六层)，该部位墙体承载力按设防烈度弹性进行设计（中震弹性），截面剪压比按大震控制，该层（转换层）以上竖向构件（墙和柱）按中震不屈服复核；

本工程南区墙体间距过大、框架为单跨且底部抽柱转换，应增加该区段单独的承载力计算比较（小模型），不落地构件传递给水平转换构件的地震内力应按规范要求增大，

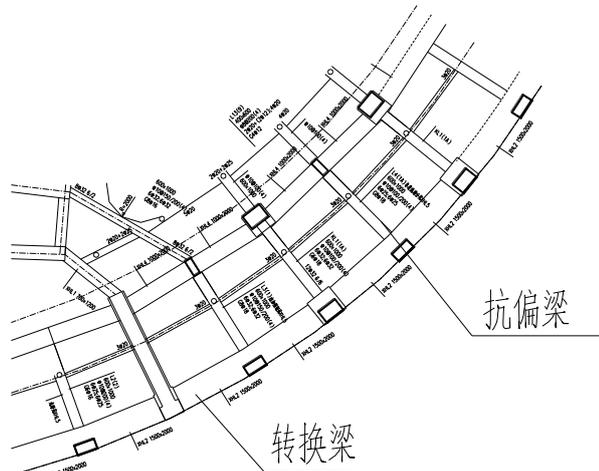
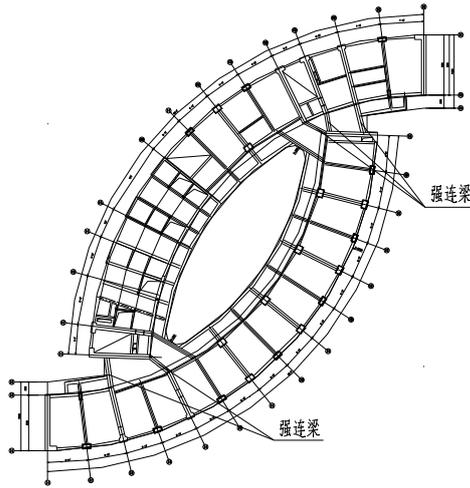
水平转换构件及其支承部位的承载力应按大震不坏（实际操作按大震不屈）设计。

c. 强连梁的要求：

一字墙应设端柱；电梯间的筒体及两个环形平面的筒体之间的连接部位应调整、加强。连梁均为 600x1200 型钢混凝土梁，型钢的翼缘和腹板厚度为 40~50mm，连接时翼缘和腹板均采用的是等强度全熔透焊接连接。

d. 转换梁抗偏：

六层高度处转换梁截面 1500x2000，其上柱宽 600，靠外侧偏置，对转换梁会产生扭矩，此项不利在 ARUP



公司的初设整体计算中未见体现。在施工图计算中，我们考虑了此项因素，并在梁上柱对应部位的内侧设置了型钢混凝土抗偏梁，以此梁的弯矩抵抗转换梁的扭矩。

e. 楼板抗大震计算

由于中庭的空旷，楼板较少，对水平力传递不利，对楼板需进行大震作用下的抗剪计算。ARUP 公司为此进行了大量的工作，进行了较多方面的应力分析。我们带着中间结果去北京咨询后，专家给出的计算原则为：楼板需进行抗大震计算，大震时，不应计混凝土的作用，只考虑钢筋的承载力。地震力取本层地震力（大震）的一半，对应楼板薄弱截面所有钢筋（包括梁中钢筋）。施工图设计时，我们在梁板配筋上执行的是上述方法的计算结果。

f. 本工程所强调的各项指标的意义

刚重比：

对框剪结构的要求为： $EJ_d \geq 1.4H^2 \sum_{i=1}^n G_i$

是控制结构稳定的指标。一般高层剪力墙结构、框剪结构、筒体结构的刚重比大于 1.4 时为稳定。刚重比小于 2.7 时需考虑重力二阶效应（P-△效应）。

剪重比： $V_{Eki} \geq \lambda \sum_{j=1}^n G_j$

是对结构任一楼层的最小水平地震剪力进行控制。通过控制楼层地震剪力系数控制楼层的最小水平地震剪力。 $\lambda$  值小于规范要求时，应增大该楼层的剪力，增大地震作用效应，但增大幅度不应大于 1.3，否则应调整结构布置和截面尺寸，提高结构刚度，满足结构稳定和承载力需要。

$$V_w \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} 0.2 \beta_c f_c b_w h_{w0} \quad (\text{剪力墙的剪跨比} > 2.5 \text{ 时})$$

$$\text{剪压比: } V_w \leq \frac{1}{\gamma_{RE}} 0.15 \beta_c f_c b_w h_{w0} \quad (\text{剪力墙的剪跨比} \leq 2.5 \text{ 时})$$

是控制剪力墙截面最小值的指标。

以上的几项指标是本次设计中重点环节中的重要组成部分。。

### g. 动力时程分析

地震作用是一种动力荷载，振型分解反应谱法是一种简化方法。本工程属于复杂的不规则结构，应进行时程分析进行补充计算。

时程分析法是由建筑结构的基本运动方程，输入对应于建筑场地的若干条地震加速度记录或人工加速度波形（时程曲线），通过积分运算求得在地面加速度随时间变化期间内结构内力和变形状态随时间变化的全过程，并以此进行构件截面抗震承载力验算和变形验算。

本工程的计算结果是：时程分析未起控制作用，起控制作用的还是我们常用的反应谱法静力分析。

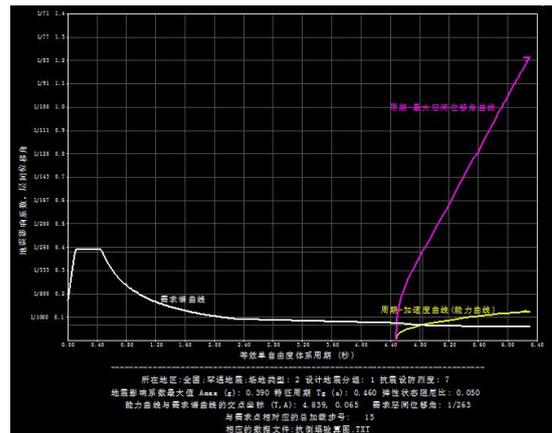
### h. 抗倒塌计算

结构需进行大震下的弹塑性分析，确保关键部位单跨框架柱大震不屈服。

对单榀框架（小模型）进行了大震下静力推覆（POSHOVER）计算。

Pushover 分析方法是沿结构高度为某种规定分布形式的侧向力，静态作用在结构计算模型上，逐步增加侧向力，直到结构产生的位移超过允许限值，或认为结构破坏接近倒塌为止。

PushOver 分析的目的就是要获得结构的需求层间位移角，从而进行罕遇地震作用下结构变形的验算。抗倒塌验算图上有三条曲线：需求曲线、周期-加速度曲线（能力曲线）、周期-最大层间位移角曲线。能力曲线与需求曲线交点所对应的层间位移角就是需求层间位移角。该位移角与规范限值比较，如果不超过规范限值，变形验算即为通过。如果能力曲线与需求曲线没有交点，而且能力曲线仍呈上升趋势，则可以从当前位置放松停机条件，继续对结构进行加载，直到二线相交为止。如果能力曲线已经越过最高点，呈现下降趋势，而且与需求曲线仍无交点，此时可以认定变形验算未通过。



本工程的计算结果是：

X 方向：6 度时，需求层间位移角为 1/506，

7 度时，需求层间位移角为 1/296

按安评报告值，需求层间位移角为 1/368

Y 方向：6 度时，需求层间位移角为 1/391

7 度时，需求层间位移角为 1/224

按安评报告数值计算，需求层间位移角为 1/281

抗震规范 40 页表 5.5.5 的弹塑性位移角限值为：框-剪结构 1/100

本工程计算应为合格。

PushOver 计算的特点：该计算方法能很好地估计结构的整体和局部弹塑性变形，同时也能揭示弹性设计中存在的隐患（包括层屈服机制、过大变形以及强度、刚度突变等）。

由于本工程高度过高，PushOver 分析结果在此处仅为参考。

### 3. 加强层的设置：

按高规 4. 6. 3 条的规定，取 150 米高度内框剪结构限值 1/800 和 250 米高度限值 1/500 的插值：

楼高 180 米时，比 150 米高出 30 米。

$$1/800+30/100 (1/500-1/800) =1/678$$

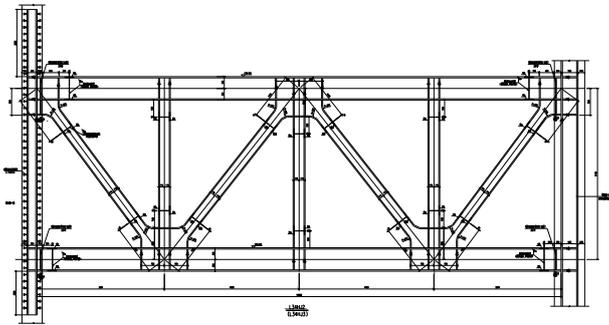
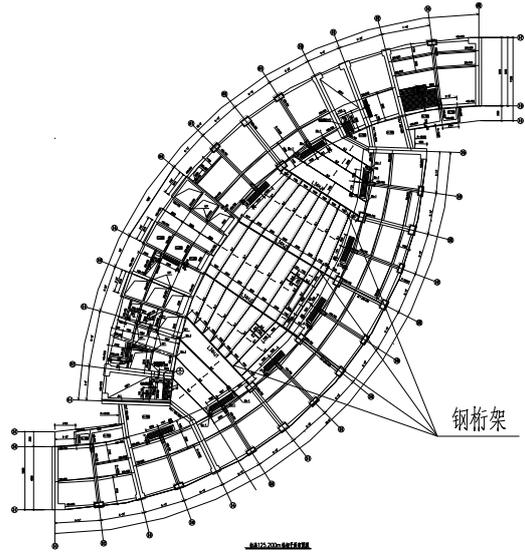
楼高 181.8 米时，高于 150 米 31.8 米。

$$1/800+31.8/100 (1/500-1/800) =1/672$$

未设加强层时，风荷载作用下（百年一遇风荷载）楼层层间最大位移与层高比不满足此要求，需设加强层。

本工程在 12 层与 33 层借助避难层功能各设置了一个加强层（将南侧框架用四榀一层高钢桁架与北侧剪力墙相连）。

加强层的设置有效解决了位移问题，但也产生了负作用--加强层楼层刚度增大，层间刚度突变，使相邻层变成薄弱层，不利抗震设计，需对相邻层采取加强措施。



加强层钢桁架设计图

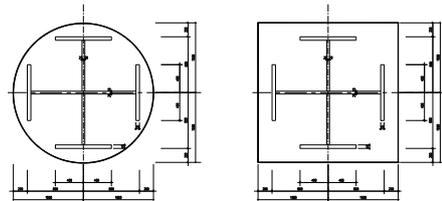


施工中的加强层钢桁架

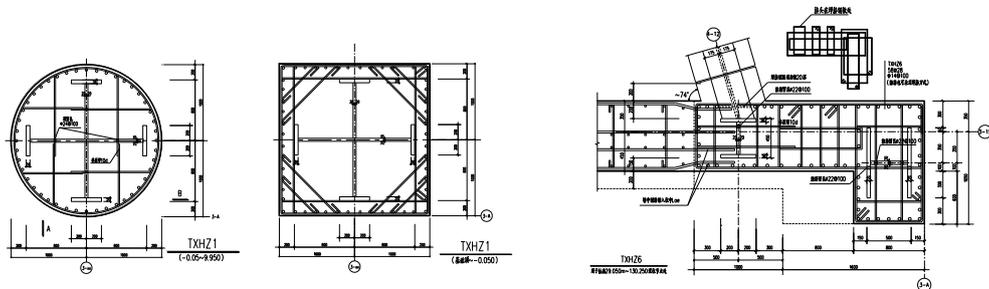
#### 4. 钢结构及泳池、雨篷等的细部设计问题

钢结构设计：

- a. 型钢混凝土柱设计：由于在当地混凝土强度等级最高可用到 C50，竖向构件抗压和刚度远不能满足计算要求，框架柱、转换梁和强连梁抗弯剪等也需要在钢混构件中加入型钢。所以我们在最初的方案中就确定了在部分使用型钢混凝土。初设计算中型钢含量较大，接近 10% 的上限，翼缘也较大，如右图：



经与院里老总和 ARUP 公司沟通后，我们最后减小了翼缘宽度，加大了翼缘厚度。修改后的型钢混凝土柱较宜布置箍筋。修改后的柱中型钢如下图：



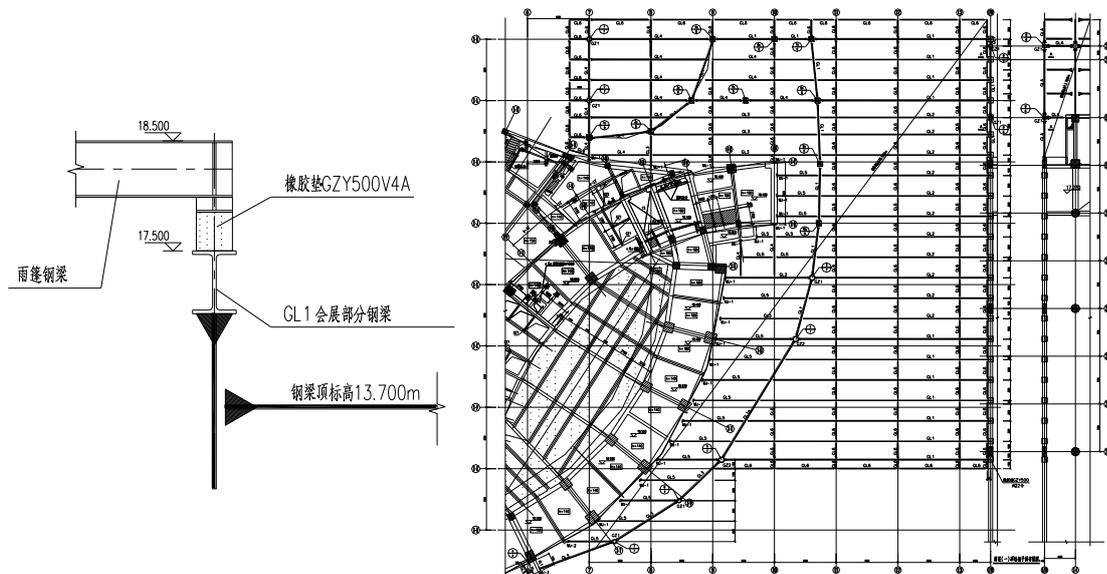
#### b. 型钢混凝土梁：

强连梁：形式与转换梁类似，与两侧剪力墙中型钢采用的是全焊接刚接连接。

c. 加强层钢桁架：与相邻墙柱中型钢采用铰接节点，腹板采用全焊连接，翼缘不连接。



米高度处的相对位移、雨篷本身在风荷载作用下产生的位移。两者位移总和大约为 1cm。



酒店右侧与会展相连处均设置了橡胶支座

## 五. 工程设计中尚存的遗憾:

1. 单榀框架中的支撑计算及形式研究不到位。对此处设计，我们使用的是钢板混凝土斜撑，仅是在概念上满足了专家的意见要求。专家的意见是：支撑作为单榀框架的第一道防线，要求刚度大，承载力低，以达到先破坏的效果，但承载力也不可太低，否则达不到第一道防线的效果。设计过程中，我们对此部分的分析尚不到位。
2. 由于时间等关系，未进行风洞试验。风荷载按经验取值，未得到建筑物各部位真实的受风荷载影响的数据。

工程现况：锦州国际酒店现已正式投入使用，名称为“喜来登锦州国际酒店”，五星级。

获奖情况： 2008 年东北设计院优秀专业设计 一等奖。

2008 年中建总公司优秀专业设计 二等奖。

2009 年度全国工程勘察设计行业奖 建筑结构 三等奖。

在此，对窦总、吴总、黄总及 ARUP 公司的同事在本工程设计中给予我们的帮助和支持表示衷心的感谢！

# 运河水景式购物中心—盘锦水游城结构设计

赵刚 张叙

**摘要** 在对盘锦水游城进行结构设计时,通过运用一些新的设计理念,在基础桩型的选取与优化、整体抗浮处理、大空间钢结构的实现、大悬挑和大跨结构的处理等几方面所采取的技术方案和由此得到的一些设计体会。

**关键词** 后注浆灌注桩 抗浮设计 大空间钢结构 温度应力

## 1 前言

随着社会经济的发展和人民生活水平的提高,人们对于集购物、休闲、餐饮、娱乐、旅游、文化为一体的大型城市综合购物中心的需求也相应提高,而这样的时尚建筑相对于普通高层建筑来讲,结构设计更为复杂。本文即对运河水景式购物中心—盘锦水游城进行结构设计时所采取的技术方案和一些新的设计理念进行概括总结。

## 2 工程概况

盘锦水游城是上海鹏欣集团开发的大型综合性商业项目,由日本的 HMA 建筑事务所进行规划及建筑方案的设计,由中建东北设计研究院六所进行初步设计和施工图设计。

盘锦水游城是一处运河水景式购物中心,坐落于盘锦市中心商业区,由商业步行街、水游城商场、4.5 万平方米的四星级洲际酒店三部分组成,建筑总面积达 22 万平米。其建筑规划师法日本博多运河城,由一条景观运河隔开,以流动的水为主体,处处体现了开放式购物公园的先进理念,营造了一个时尚的集购物、休闲、餐饮、娱乐、旅游、文化等一体的休闲购物主题公园(效果图见图 1)。盘锦水游城从 2009 年开始设计并开工建设,预计将在 2012 年 9 月末投入使用。届时,它将以其独特的建筑风格成为盘锦地区的新地标性建筑。



盘锦水游城效果图

## 3 结构设计方案

由于盘锦水游城的建筑风格不同于以往传统的商业设施,为了实现景观运河的效果,负一层的景观运河将上部结构分开,分开的各层仅通过少量的通廊连接;另外为营造大空间的共享效果,大量运用了大空间的设计手法,更给结构设计工作增加了难度,可以说是遇到了前所未有的挑战。下面将从几方

面分别论述在结构设计过程中遇到的难题及解决方案。

### 3.1 选取合理的基础桩型

地下基础工程的造价占结构工程总造价的比重是很高的,大约为 30%~40%,而一个好的基础方案可以在保证结构总体性能的前提下,大大降低建设单位的投入成本。

盘锦地区的持力层土较软,对百米左右

的高层建筑来讲，普通的筏板基础不能满足其持力层土承载力的要求，一般都需要做桩基础。由于桩端、桩侧土的承载力较低，预应力管桩的桩身承载力不能得到充分发挥，不经济，且性能不稳定（据当地施工单位介绍，施工管桩达到预压应力后，桩基仍有较重的随时间下沉现象，原因是施压时，桩底的粉细砂土应力集中，但很快此部分应力又会消散），所以设计一般选用钻孔桩。在进行桩基础设计时，钻孔灌注桩的承载力一般都是由地基土决定的，桩身承载力得不到充分发挥。

鉴于普通钻孔灌注桩存在的上述问题，提高钻孔灌注桩的垂直承载力已成为工程中需要解决的实际问题。为提高钻孔灌注桩的垂直承载力，后注浆法在其中较常用且较有效的方法，选用后注浆桩，优势将非常明显。

后注浆就是在钻孔桩成桩后，在桩身混凝土达到一定强度时，通过预埋管道用高压泵向桩的某些部位（桩底、桩侧）灌注水泥浆，以提高局部位置的土体强度，提高单桩承载力，减少沉降。这种方法可以起到两方面的作用：一是加固桩底沉渣和桩侧泥皮；二是对桩底和桩侧一定范围的土体通过渗入、劈裂和压密注浆起到加固作用。在优化工艺参数的条件下，后注浆可使单桩承载力提高 40~120%，其效果为粗粒土高于细粒土，软土增幅最小，桩侧桩底复式注浆高于桩底注浆；桩基沉降量也可大幅减少。根据地基土的性质、桩长、承载力增幅和桩的使用功能（抗压、抗拔）等因素，灌注桩后注浆可采用桩底注浆、桩侧注浆、桩侧桩底复式注浆等方式。

如果采用非注浆桩的单桩承载力特征值 1700KN 左右，采用注浆桩时，承载力特征值为 3400KN 左右，承载力提高一倍。桩身承载力也可得到充分发挥，每桩注浆量仅为 2 吨多，且注浆管可代替钢筋使用。由于单桩承载力较高，桩基基本可以布于墙下，筏板的厚度可以减小。由于单桩承载力较高，桩基数量减少，施工工程量减少，取得了明显的经济效益。

### 3.2 因地制宜的抗浮设计

盘锦地区是临海滩涂地区，其地下水位

高，地下水量大。本工程地下共二层，而且建筑物的抗浮水位，按自然场地地面下 1m 考虑，这样的话就给地下室抗浮设计带来了一定的难度。

在简单的浮力作用情况下，抗浮设计是要求建筑物自重及压重之和大于浮力作用值的 1.05 倍，当抗浮稳定性不满足设计要求时，可采用增加压重或设置抗浮构件等措施。考虑到水游城由高层的酒店、高层的水游城商场和多层的步行街三部分组成。对于高层酒店，其自重完全能够满足抗浮要求，就不考虑抗浮问题了。但对于水游城商场和商业步行街，因其建筑物自重无法满足抗浮要求，就必须进行抗浮设计。

对此，首先采取了 1.2m 厚的筏板，其主要作用就是增加结构压重，抵消一部分水的浮力，另外是通过加大板厚来减少底板在水头作用下的配筋量。其次加设了抗拔桩，并将抗拔桩放置在轴线上，这样布桩一方面有利于桩基施工定位，另一方面有利于抗拔桩部分考虑枯水期和丰水期的变化减小抗拔桩变抗压桩对筏板的不利影响。

抗拔桩基础采用泥浆护壁钻孔灌注桩：直径 600mm，桩长 35m，单桩承载力理论特征值 850KN。因此基础部分就按以下措施处理：水游城：筏板基础+抗拔桩（4 桩）；步行街：筏板基础+抗拔桩（8 桩）；酒店：筏板；

即因地制宜地根据建筑上部结构的不同高度采取不同的抗浮处理方式。

### 3.3 大空间钢结构的实现

整个水游城钢结构部分主要由步行商业街长廊的钢屋架，溜冰场上空的钢桁架和水游城商场上方的穹顶三部分组成。这里主要介绍长廊的钢屋架及水游城上方的穹顶：两者均为钢屋面与混凝土屋面的连接，在混凝土上人屋面的中央设置一段轻巧的钢结构，在结构设计上，钢屋面造型的设计及其与混凝土主体结构连接设计，也是整个水游城项目的重点与难点。

商业步行街长廊的钢屋架主要支撑在商业步行街及水游城商场南北两侧的混凝土屋面梁上，从步行街一侧开始，自西向东，由

低到高。整个长廊钢架长约 250m，横跨整个步行街，并从一层至延伸至屋面（建筑标高 21.3m），进而与水游城相连，与室内贯通的水系遥相呼应。

为了满足建筑功能的要求，步行街长廊的布置不仅是空间曲线形式的，而且整体长廊的钢结构中并未设置变形缝。结构设计中遇到的主要问题有三方面：

- 1) 怎样才能真实实现结构整体计算模型；
- 2) 如何解决超长钢结构的温度应力；
- 3) 怎样保证钢结构与主体框架能够协同工作。

### 3.3.1 整体计算模型的实现

结构计算时采用了等质量、等刚度的模拟方式，在混凝土整体模型内一榀一榀建入了体型相似、质量及荷载相似的等刚度用门型钢架模拟弧形钢架，并采用与真实模型一致的纵向拉杆将各榀联系起来，能够保证准确地分析长廊钢结构部分在风及地震等荷载工况下对整体结构的影响，同时也校核了长廊自身的结构承载力及其稳定稳定。

### 3.3.2 温度应力

结构计算时将长廊模型建入 sap2000 程序中，经过调整使其满足钢架自身结构的应力与应变要求；同时，以 10℃ 为基准，考虑了从 -25℃ 至 30℃ 的温度应力，并将其以两个工况建入模型，最终完成了对长廊部分钢结构的设计与校核。考虑到钢架自身每榀的平面内刚度较强而平面外刚度较弱，水平连杆的作用有限，我们在每隔 70m 左右的地方设置了两榀斜撑，以抵抗温度应力及其它荷载工况下的水平推力。

### 3.3.3 整体协同工作的保证——合理的节点处理及合理的计算假定

钢屋架与混凝土主体结构采用铰接连接，在连接处设置了钢架的基础梁，并在构造上增加了其箍筋及抗扭钢筋的配筋；在与钢架的基础梁相连的板跨内，楼板均为双层双向布置，以抵抗钢结构部分可能传来的水平推力。在应力较为集中的带斜撑的三榀钢架内，我们根据 satwe 的计算，并结合 sap2000 得出的钢架对混凝土的反力，对该处的钢架

基础梁及其相邻楼板予以重点加强。

与商业步行街长廊钢架相比，水游城穹顶原建筑方案是非常复杂的，其形状像三棵大树交织在一起。当时穹顶的钢结构设计由上海一家钢构公司进行，他们采用 ANSYS 软件进行设计，但从其给出的杆件计算结果及支座反力，能推测出其计算假定及结果有问题。他们提供的支座反力，其支座反力在不同工况下相差悬殊，有的反力大得惊人。经与该公司几次沟通，得知该公司假定穹顶支座为绝对刚体，在风、温度、荷载下其支座不发生改变，这样的结果就导致杆件尺寸很大、支座反力很大且杆件节点和支座节点不知如何处理。这个计算假是没有考虑钢架与混凝土结构协同工作的问题，如果发生大震，支座垮了，但钢架还存在。在这种情形下将，该钢架采用 sap2000 进行计算，支座也按铰接设计考虑。另外我方考虑到穹顶的形式虽然很新颖，但完全由钢结构实现有一点致命问题，就是施工期间每根钢结构的杆件都不一样，没有标准件，而且每根杆件都是带有弧度的，虽然在离地很高的高空进行没有标准件的钢构焊接施工是可行，但其造价很高。建设单位听取了我方的合理化建议，将钢架改为由三角形组成的均匀的杆件，受力也相对简单。还降低了结构造价，并且后期用装修也实现了大树建筑的效果。

水游城的东南入口为幕墙围成的大空间体系，幕墙为实现轻薄的效果，采用了拉锁结构，即用两根拉锁交错形成拱形，来拉住两侧的混凝土框架梁，上下拉锁用杆件连接，上下拉锁均受拉力。依据幕墙公司提供的拉锁反力，结构计算时将幕墙荷载按水平拉力输入 SATWE 中，进行反复地计算。该部分始终超筋，而且柱也超筋。这是由于东南入口在临近屋面的几层，是两块相对独立的框架，仅在临近水游城的中庭才用一跨楼板联系在一起，其附近基本上都没有楼板，造成该混凝土部分框架梁无法承担这部分荷载。从保守上来讲，该处可考虑为双塔。这样的话两部分在地震作用下就有三种不同的假定，第一种假定：两个建筑物相互分离，两个建筑物的相对距离加大，那么幕墙拉锁全部受拉，位移过大拉锁拉断或锚点失效，造

成幕墙破坏；第二种假定：平动，两建筑物相对距离不变，拉锁拉力不变，拉锁幕墙均不破坏；第三种假定：两个建筑物相互靠近，两个建筑物的相对距离变小，那么幕墙的拉锁将松弛，当达到一定量时，每根拉锁将失稳，整个幕墙将出现倒塌。

经过上述分析，如果在风荷载下出现两建筑物相对靠近，幕墙距地面近 30m 高，这时幕墙垮塌，后果将不堪设想。于是我们及时将该问题与建设单位和幕墙厂家进行了沟通，幕墙设计时一直按两端为刚体进行的计算，即没考虑风对建筑的影响，也没有考虑地震对建筑的影响。我们将幕墙每个支座在 SATWE 不同工况下的结构位移提供给幕墙厂家进行复算，他们修改了设计方案，从而避免了一次严重安全事故的发生。

### 3.4 大跨的型钢混凝土节点处理

水游城商场的五层为 IMX 电影院，共设有大小七座电影厅，一般为跨度一般为 18m，其中一处最大的为 36m。第一版结构设计时，建设单位考虑屋面要进行绿化，要求采用型钢混凝土结构。按型钢混凝土梁设计后，梁的截面尺寸为 700×1800，其内 1500×400×40×40 的焊接工字形型钢，为保证强柱弱梁采用了局部构造型钢混凝土柱，构造型钢柱向下延伸至大约 1/2 层高处，其作用是保证柱与和钢骨梁的连接，型钢钢梁与构造型钢柱采用半刚接节点（型钢梁的实际配筋设计时按两端铰接配筋计算的），这样能比较合理地把梁上的荷载传递到柱，传力比较明确。不然，直接把型钢混凝土梁与钢筋混凝土柱连接，强柱弱梁根本无法实现，另外也无法保证型钢梁与混凝土柱间传力的效果。

结构设计时为什么不考虑为刚接呢？刚接势必在混凝土框架柱内从基础内就开始设置型钢，现有规范《钢混凝土组合结构技术规程》JGJ138-2001 第 9.2 节规定，局部型

钢柱均是从基础开始设置，当设计计算上确定某层柱可由型钢混凝土柱改为钢筋混凝土柱时，下部型钢混凝土柱中的型钢应向上延伸一层或二层作为过渡层。还没有相关规范或资料明确提出局部型钢柱可设置在仅需要的楼层，不需要的楼层可以不设。

如不连续设置的局部型钢柱会有如下问题：

第一、建筑抗震规范有明确概念，提出结构上下楼层的受剪承载力不能突变，否则会形成薄弱层。对于局部存在的框架柱，下部楼层柱内无型钢，上部有型钢，其受剪承载力性能相差很大，一定会超过下部的 65% 或更大，这样单根框架柱存在的薄弱部位虽然不会引起建筑物的倒塌，但是一定会引起建筑物的局部倒塌，这一点作为结构设计是不能接受的。

第二、型钢梁与型钢柱刚接，从大跨型钢梁梁端传来的弯矩只能由框架型钢柱的型钢部分承受，由于其长度有限，它的弯矩又传递不下去，剩下的弯矩由混凝土框架柱来承受，但是混凝土框架柱承受不了这样大的弯矩与剪力。

## 4 结论

盘锦水游城的结构非常繁杂，在该工程中，综合运用了一些新的设计理念，我们严格依据现行设计规范及相关结构概念进行设计，总体上又体现出了设计思想的创新。通过这个工程给我们带来了许多启迪和收获，例如如何处理地下室的抗浮问题、如何确定不同结构部位的抗震等级、如何处理大跨与大悬挑结构构件、如何处理大跨及超长钢结构的温度应力、如何处理钢结构与混凝土结构协同工作、如何处理型钢梁与混凝土柱的连接问题等。其中最大的收获就是在相关规范的指导下，通过概念设计去解决实际问题。

### 参考文献

1. 《建筑工程抗震设防分类标准》GB50223-2008 中国建筑工业出版社
2. 《建筑桩基础设计规范》JGJ94-2008 中国建筑工业出版社
3. 薛建阳.《钢与混凝土组合结构设计原理》中国建筑工业出版社，2010 年

# 预应力在框架结构中的应用

宋濯非 张璐 王卓

**概要** 结合盘锦水游城以及沈阳桃仙国际机场T3航站楼这两个工程实例,对框架结构中预应力设计,特别是后张有粘结预应力混凝土结构的设计进行简要论述,并通过自身设计过程中的体会对预应力结构本身进行简要的分析。

**关键词** 后张有粘结预应力;大跨度大悬挑;重荷载;温度应力

## 1. 预应力概述

### 1.1 预应力结构的历史

预应力混凝土虽然只有几十年的历史,然而人们对预应力原理的应用却由来已久。如中国古代的工匠早就运用预应力的原理来制作木桶。木桶的环向预压应力通过套紧竹箍的方法产生。只要水对桶壁产生的环向拉应力不超过环向预压应力,则桶壁木板之间将始终保持受压的紧密状态,木桶就不会开裂和漏水。

由于混凝土的抗拉性能很差,使钢筋混凝土存在两个无法解决的问题:一是在使用荷载作用下,钢筋混凝土受拉,受弯等构件通常是带裂缝工作的;二是从保证结构耐久性出发,必须限制裂缝宽度。为了要满足变形和裂缝控制的要求,如采取单纯增大构件的截面尺寸和钢筋用量,这将导致自重过大,使钢筋混凝土结构用于大跨度或承受动力荷载的结构成为不可能或者很不经济。

从理论上讲,提高材料强度可以提高构件的承载力,从而达到节省材料和减轻构件自重的目的。但在普通钢筋混凝土构件中,提高钢筋强度却难以收到预期的效果。这是因为,对配置高强度钢筋的钢筋混凝土构件而言,承载力可能已不是控制条件,起控制作用的因素可能是裂缝宽度或构件的挠度。当钢筋应力达到  $500\sim 1000\text{N/mm}^2$  时,裂缝宽度将很大,无法满足使用要求;因而,钢筋混凝土结构中仅采用高强度钢筋是不能充分发挥其作用的。而提高混凝土强度等级对提高构件的抗裂性能和控制裂缝宽度的作用更是极其有限。

此外,混凝土抗拉强度及极限拉应变值都很低。其抗拉强度只有抗压强度的  $1/10\sim 1/18$ ,极限拉应变仅为  $0.0001\sim 0.00015$ ,即每米只能拉长  $0.1\sim 0.15\text{mm}$ ,超过此值后就会出现裂缝;而钢筋达到屈服强度时的应变

却要大得多,约为  $0.0005\sim 0.0015$ ,如HPB235级钢筋就达  $1\times 10^{-3}$ 。对使用上不允许开裂的构件,受拉钢筋的应力只能用到  $20\sim 30\text{N/mm}^2$ ,不能充分利用其强度。对于允许开裂的构件,当受拉钢筋应力达到  $250\text{N/mm}^2$  时,裂缝宽度已达  $0.2\sim 0.3\text{mm}$ 。

为了避免钢筋混凝土结构的裂缝过早出现,充分利用高强度钢筋及高强度混凝土,设法在混凝土结构或构件承受使用荷载前,预先对受拉区的混凝土施加压力,这就是预应力混凝土。用预应力筋所施加的预压应力用来减小或抵消荷载所引起的混凝土拉应力,从而将结构构件的拉应力控制在较小范围,甚至处于受压状态,以推迟混凝土裂缝的出现和开展,从而提高构件的抗裂性能和刚度。

### 1.2 预应力分类

#### 1.2.1 先张法

先张法 (pretensioning method) 指的是先在台座上张拉预应力钢材,然后浇筑水泥混凝土以形成预应力混凝土构件的施工方法。先张法一般仅适用于生产中小型构件,在固定的预制厂生产。此种施工工艺因为工期及规模原因,现代结构中应用较少。

#### 1.2.2 后张法

后张法 (post-tensioning method) 指的是先浇筑水泥混凝土,待达到设计强度的75%以上后再张拉预应力钢材以形成预应力混凝土构件的施工方法。

#### A 有粘结预应力混凝土

先浇混凝土,待混凝土达到设计强度75%以上,再张拉钢筋(钢筋束)。其主要张拉程序为:埋管制孔→浇混凝土→抽管→养护穿筋张拉→锚固→灌浆(防止钢筋生锈并与混凝土共同工作)。其传力途径是依靠锚具阻止钢筋的弹性回弹,使截面混凝土获得

预压应力,这种做法使钢筋与混凝土结为整体,称为有粘结预应力混凝土。

有粘结预应力混凝土由于粘结力(阻力)的作用使得预应力钢筋拉应力降低,导致混凝土压应力降低,所以应设法减少这种粘结.这种方法设备简单,不需要张拉台座,生产灵活,适用于大型构件的现场施工。

盘锦水游城以及沈阳桃仙机场 T3 航站楼大跨度框架主梁及悬挑梁广泛应用了此种结构形式。

### B 无粘结预应力混凝土

其主要张拉程序为预应力钢筋沿全长外表涂刷沥青等润滑防腐材料→包上塑料纸或套管(预应力钢筋与混凝土不建立粘结力)→浇混凝土养护→张拉钢筋→锚固。

施工时跟普通混凝土一样,将钢筋放入设计位置可以直接浇混凝土,不必预留孔洞,穿筋,灌浆,简化施工程序,由于无粘结预应力混凝土有效预压应力增大,降低造价,适用于跨度大的曲线配筋的梁体及预应力楼板。

盘锦水游城重荷载楼板以及沈阳桃仙机场 T3 航站楼一层楼板应用了此种结构形式。

#### 1.2.3 体外预应力施工工艺

体外预应力的主要施工工序为:先浇筑好混凝土构件,并在构件中预埋预应力筋转向块;待混凝土达到预期强度后(一般不低于混凝土设计强度的 75%),穿入预应力筋,并定位;利用构件本身作为受力台座进行张拉(一端锚固一端张拉或两端同时张拉)。

#### 1.3 设计原则

对建于地震区的预应力框架,设计宜采用后张有粘结预应力框架结构,框架预应力主梁宜采用混合配筋的部分预应力混凝土进行结构设计。混凝土规范 11.8 条中指出,承重结构的预应力受拉杆件和抗震等级为一级的预应力框架,应采用有粘结预应力筋。本文中介绍的盘锦水游城及沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼两个项目框架抗震等级均为一级,所以在框架梁的设计当中均采用了有粘结预应力钢筋。

在荷载效应准永久组合作用下,控制框架梁跨中截面下部外纤维不受拉或仅有少

量拉应力,而控制框架梁端部截面上部外纤维不出现裂缝;在荷载效应标准组合作用下,跨中截面控制不出现裂缝,而端部截面允许出现一定宽度范围内的裂缝,并通过开裂弯矩强度核算,配置必要的非预应力钢筋,以限制裂缝扩展。根据作用荷载的大小,在满足抗裂验算要求的前提下,应使梁中不应产生过大的反拱和挠度,并应满足结构的使用要求;在施工阶段应特别注意在预应力作用下梁顶压受拉边缘不致产生裂缝。

框架结构在外荷载作用下的内力分析,应取主要受力方向横向框架进行计算;对有抗震设防要求的框架,则应对结构的两个主轴方向进行内力分析。预应力的影响可采用等效荷载法。预应力等效荷载及使用荷载下的内力分析均按弹性计算进行。柱的计算长度按规范取用,框架梁的计算跨度一般取柱中心线之间的距离。

在进行框架的内力和位移计算时,现浇楼面可作为框架 T 形梁的有效翼缘,其取值可按《混凝土结构设计规范》(GB50010-2002)对钢筋混凝土梁的规定进行。

后张预应力作用于超静定框架结构,除产生主弯矩外,还产生次弯矩,在预应力框架抗裂验算及正截面承载力计算中,均应包括次弯矩的影响;对于屋面边跨预应力框架梁来说,次弯矩对结构构件的影响往往是很大的,在计算过程中应加以重视。

## 2. 盘锦水游城项目中预应力结构的应用

盘锦水游城商场商业步行街及酒店项目位于盘锦市中心商业区,建筑面积:22万平米。设计内容包括商业步行街+水游城商场+4.5万平米的四星级假日酒店三部分组成,是休闲、游乐、餐饮、购物、度假的商业综合体。

下图为:盘锦水游城效果图

与其他商业综合体类似,水游城要求在空间上给人一定的视觉冲击与变化;为了实现复杂的建筑功能,结构布置过程中出现了许多对截面大小有严格要求的大跨度(主框架梁跨度18m~20m),大悬挑(悬挑梁悬挑长度5~6m)以及转换结构。由于普通混凝



土框架结构的框架梁难以满足上述结构的承载力，特别是挠度及裂缝的设计要求，所以选择使用了后张法有粘结预应力框架梁来处理以上各部位。设计体会简述如下：

首先，使用有粘结预应力框架梁，在满足抗震要求的同时，可以将一些负荷面积相对较大的框架梁的高跨比控制在 $1/18 \sim 1/20$ （小于普通混凝土结构），这对实现建筑功能无疑是有巨大的帮助的。在设计过程中，对截面大小起控制条件的往往是由“预应力度”这个概念，即截面中预应力钢筋（钢绞线）与非预应力钢筋的比值；在《混凝土结构设计规范》（以下简称《混规》）及《建筑抗震设计规范》（以下简称《抗规》）中，均明确提出了这一概念，这里不予赘述。根据规范中的要求，考虑地震作用的影响，在给定的截面下，并不能一味的通过增加预应力钢筋（钢绞线）所占的比例来提高梁承载能力及对挠度和裂缝的控制能力；这就要求在设计预应力梁柱的过程中，既要考虑保证有足够的预应力钢绞线对截面施加相当的预应力，以实现减小截面，控制挠度的目的，又要将其控制在规范要求限制范围内，并配置足够的非预应力筋以保证结构在反复荷载作用下的安全。钢绞线的数量在没有相关经验的情况下，可以通过多次试算来确定一个相对合理的数值。在使用PREC程序的设计过程中，一旦选定了线型及预应力钢绞线数量，程序会自动考虑规范中对预应力度的一些要求，并在非预应力钢筋的配筋量结果中有所体现。同时，在预应力线型曲率较大，钢绞线数量较多的情况下，特别是预应力转

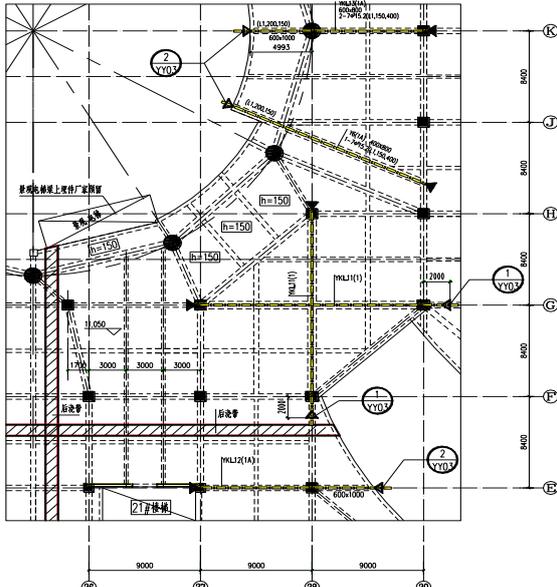
换梁，在上部荷载未施加完全的情况下，应严格控制预应力钢筋的张拉时间，以避免主体结构因施加预应力产生的反拱而破坏。

其次，在预应力部分的设计过程中，特别应该注意对预应力框架梁两端的框架柱，及预应力次梁两端的框架梁进行在抗弯及抗扭下截面的复核算。建议在预应力设计过程中将其建入模型整体计算，以考虑预应力产生的次弯矩对周围结构构件的影响。施加了预应力，梁的刚度及抗弯及抗剪能力均有所提高，这种刚度增大的幅度与预应力施加的多少及原本结构自身的刚度分配都有一定关系——对框架柱，特别是与顶层屋面预应力框架梁相连的框架柱影响较大。在计入预应力产生次弯矩的影响后，往往框架柱的配筋会成倍的增加，甚至有些情况必须加大原有设计中的柱截面。同时，希望能将与主梁相连的预应力次梁的线性两端布置为“铰接”，尽量减少预应力产生的主、次弯矩对两侧主梁的扭转影响。

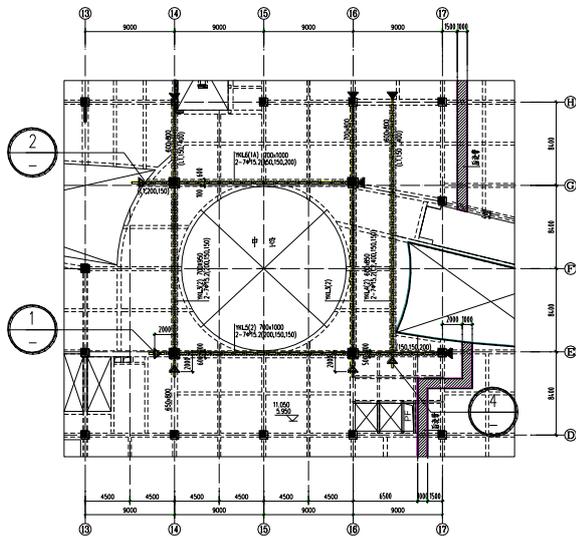
最后，因为施工工艺的要求，预应力构件大多需要二次施工完成并且在加固改造上受到很大的限制；在对结构布置预应力的同时，既应该考虑使预应力的张拉端与结构本身的后浇带尽可能保持一致，又应该考虑预应力构件在整体建筑设计中所占的地位——容易拆改的部位建议避免使用预应力结构。

小结：预应力结构在“盘锦水游城”项目中的作用主要是控制大跨度重荷载情况下梁的挠度裂缝。因为高强钢筋（钢绞线）的加入，有粘结预应力混凝土梁在大量减少了纵向受力钢筋用量的同时依然能保证结构具有相当的抗弯承载力；同时，因为对混凝土梁的受拉区施加了有利的预压应力，可以延缓混凝土梁中裂缝的开展特别是能延缓梁端斜裂缝的产生，提高了原有混凝土梁的抗剪能力——这也正是预应力结构本身在控制截面，满足承载力及控制挠度裂缝上的优势。我们在设计方案的确定过程中，对一些大跨度，大悬挑的部位也进行过预应力结构与型钢混凝土结构的比较：在比较过程中，预应力结构中高强钢筋的合理布置使得其造价较低，同时施工也更为快速简单。

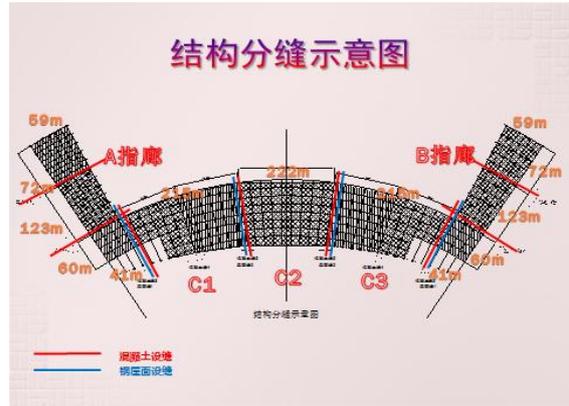
### 3. 沈阳桃仙国际机场T3航站楼 项目中预应力结构的应用



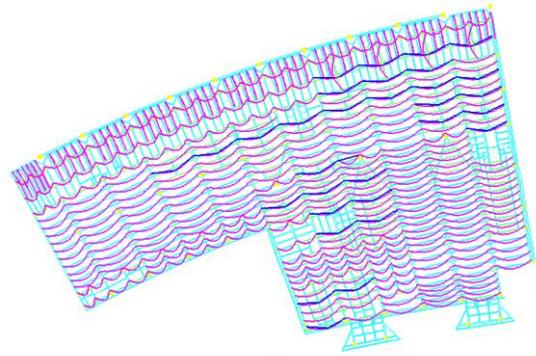
商业步行街预应力结构平面布置，图中为交错的预应力框架梁及预应力次梁



水游城预应力结构布置图，图中为预应力框架梁及悬挑梁



沈阳桃仙国际机场T3航站楼位于现桃仙机场T2航站楼西南方向，距T2航站楼最近距离为100米左右，由主楼大厅和两侧两个指廊组成，占地面积约8.8万平米，建筑面积约25万平米，其中地上面积约为21万平米，地下约4万平米，其中主楼大厅各结构单体均超长。



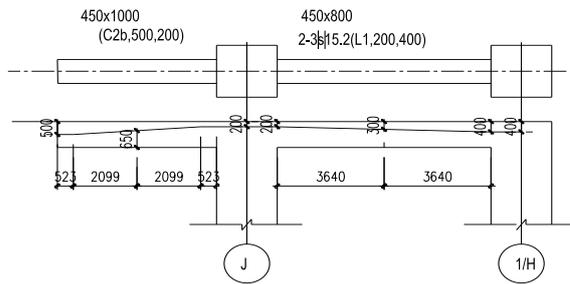
C1区8.700m层在pkpm模型中预应力线性的布置图

为满足机场的建筑功能要求，主楼大厅二层即C1，C2，C3区，楼面标高8.700m层采用了跨度较大的柱网布置。该层环向梁（方向近似垂直于图中对称轴的梁）的跨度一般为17~20m，径向梁（方向近似平行于对称轴的梁）的跨度一般为15~18m。此层作为入港大厅，在其上布置了很多双层混凝土结构的房中房，采用了相对较小的柱网——柱距8~10m；这就使得一些小柱网的柱子布置在了标高8.700m层大跨梁的跨中，对结构受力

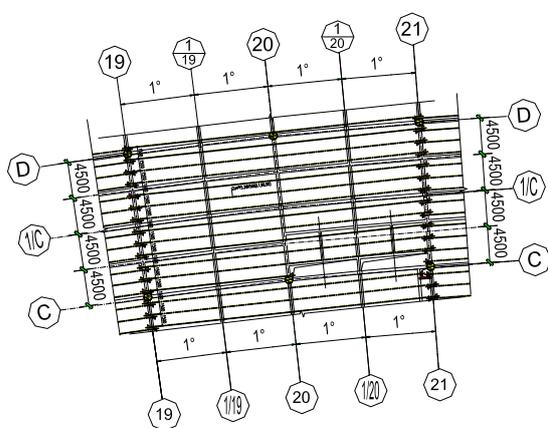


沈阳桃仙国际机场T3航站楼效果图

较为不利。同时，在标高8.700m层，由于建筑功能及设备专业布置管线的需要，对环向梁的梁高也限制较为严格：普通环向梁梁高仅为1m，梁宽0.4m，托柱转换的环向梁梁高为1.2m，梁宽0.6m。



上图为：T3航站楼标高8.700m层  
预应力梁配筋图



上图为：T3航站楼标高±0.000m层楼板中无粘  
预应力钢绞线布置图

机场中的预应力部位设计，主要包括一层，即标高：±0.000m层的后张无粘结预应力楼板的设计，还有二层，即标高8.700m层环向后张有粘结预应力梁的设计，分别介绍如下：

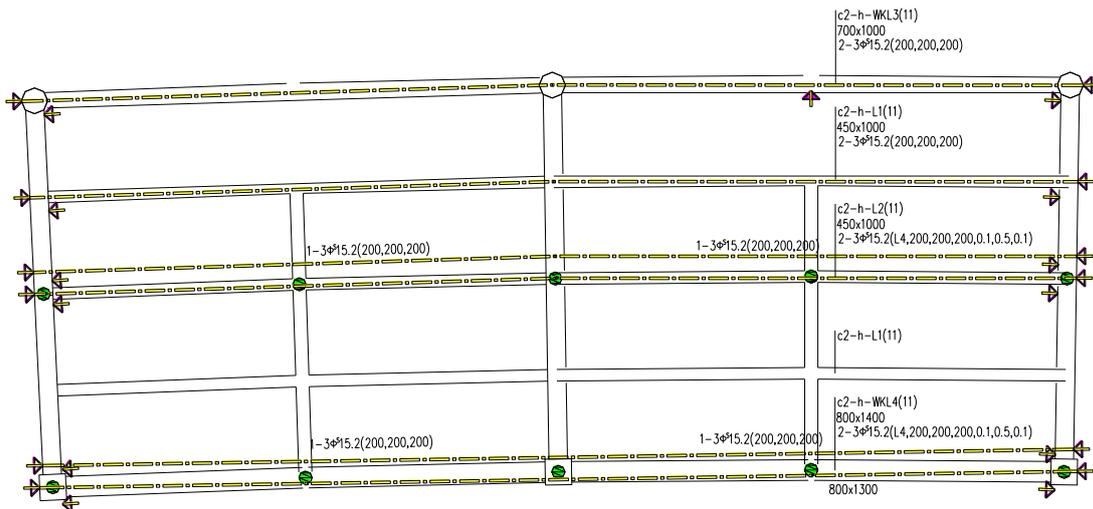
1) 后张无粘结预应力楼板。因为T3航站楼主楼大厅两个方向均为超长结构，而且只在标高：±0.000m层以上设置了结构温度缝，一层楼面长向跨度达700m，室内外温差变化所引起的温度应力较大；配合着相应的温度应力计算结果，在一层楼板中设计与布置了环向的预应力钢筋。因为楼板中的预应力钢筋（钢绞线）仅为抵抗温度应力所用，并考虑到施工难易程度等因素后，我们最终将板中的钢绞线布置为了直线型，每束三根 $\phi^{15.2}$ 钢绞线，间隔1.5m布置，使得环向的预应力钢筋在板中均匀分布。同时，对板中温度应力特别集中的地方，采取了加大非预应力钢筋及其他构造措施，以保证整体结构都能满足温度应力的计算要求。

2) 后张有粘结预应力梁。预应力梁均设在标高8.700m层并沿环向布置，主要为满足温度应力计算，并在截面高度，宽度均限制严格的情况下满足了大跨度托柱转换梁承载力及变形的计算要求。

在设计过程中，T3航站楼主厅在标高8.700m层用四道温度缝将结构分开，分开后各部分长向（环向）跨度200近250m，温度

应力要小于标高：±0.000m层（是标高：±0.000m层温度应力的0.25~0.5倍）。因为该层环向梁跨度较大，配合着温度应力的计算，在经过几种方案的比较之后最终选定了在环向梁采用后张有粘结预应力梁的结构形式；对于温度应力特别集中的部位，梁板在普通钢筋配置上及构造上进行加强，以满足计算要求。

进行使用，在设计中采用了折线形与抛物线形叠加的预应力钢绞线布置形式，并且严格控制了张拉端的距离，尽可能减小预应力在张拉过程中自身的损失。叠加后的线性与结构的真实弯矩也更为一致，这也减小了次弯矩对结构梁柱的不利影响。



上图：T3航站楼标高8.700m层  
预应力梁配筋图

在满足温度应力计算的同时，普通环向预应力梁能较合理的对大跨度结构的变形进行控制，特别是对梁挠度的控制，减少了用钢量。对于结构中的很多特殊部位，比如因为功能的排布及洞口，一些结构受力上的不利因素叠加在一起——特别是对于在跨中托柱的转换梁，预应力的使用显得尤为重要。这些部位的梁整体配筋量较大，预应力钢筋所占的比例也已经接近规范中要求的上限。为了更加合理的对高强度预应力钢筋

小结：预应力结构在“桃仙机场T3航站楼”项目中主要是控制超长结构的温度应力，也在部分大跨度重荷载构件中控制挠度裂缝。预应力的加入不仅有效的能减小结构构件尺寸，更是便于施工中的钢筋排布，节约钢材。

#### 计算软件：

设计预应力梁板的部分，盘锦水游城项目进行计算所采用的软件为《多层及高层建筑结构空间有限元分析与设计软件SATWE》（2005年4月版）及PREC（预应力混凝土结构设计软件）进行结构分析。桃仙机场T3航站楼项目进行计算所采用的软件为《多层及高层建筑结构空间有限元分析与设计软件SATWE》（2008年4月版）及PREC（预应力混凝土结构设计软件）进行结构分析。

#### 参考文献：

- 《混凝土结构设计规范》（GB 50010-2002），《建筑抗震设计规范（2008年版）》（GB 50010-2001）
- 《预应力混凝土结构抗震设计规程》（JGJ140-2004），《无粘结预应力混凝土结构技术规程》（JGJ92-2004）
- 国家建筑标准设计图集《后张预应力混凝土结构施工图表示方法及构造详图》（06SG429）

# HRB500 钢筋在沈阳桃仙机场 T3 航站楼工程中的应用

梁峰 张叙 刘鸿宇 张璐 宋濯非 杨春晖

**摘要** 为响应新《混凝土结构设计规范》推广 HRB500 钢筋的精神，在桃仙机场 T3 航站楼的设计中经过比较分析进行了大量使用。发现在重荷载、大跨度、小截面的部位情况下采用 HRB500 钢筋优势明显。由于 HRB500 使用处于起步阶段，希望本文推高钢筋的推广起到借鉴意义。

**关键词** HRB500 航站楼 结构优化 大跨结构

## 1、工程概况

沈阳桃仙机场 T3 航站楼是沈阳桃仙机场的扩建工程，建筑面积 246400m<sup>2</sup>，并与市政高速公路及地铁相连接，建成后将是东北地区最大的机场，是沈阳实现成为东北航运中心及迎接全运会在辽宁召开的重要工程。

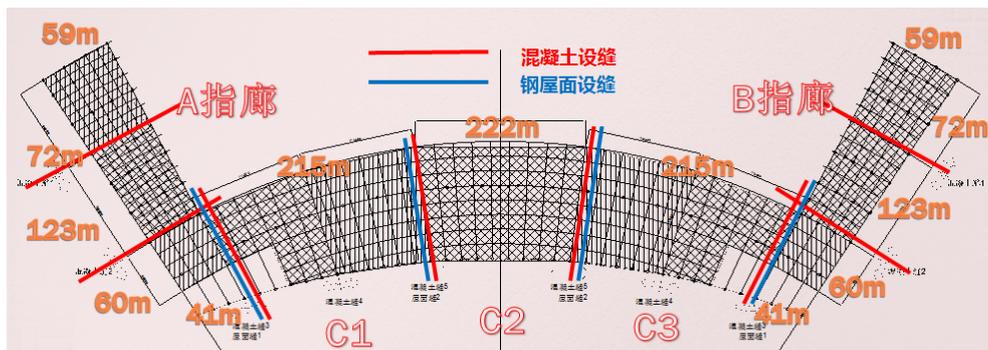
T3 航站楼由到港出港的主楼大厅和为增加登机口的两侧指廊组成。

主楼大厅平面为弧形的地上二层、局部地下一层建筑。平面长方向 700 多米，宽 120 多米，采用钢筋混凝土框架结构。局部到港夹层标高 4.30 米，二层楼面标高 8.70 米。屋面采用曲线形钢桁架结构，主楼屋顶最高点标高为 35.958m，檐口最低距地高度为 21.990 米，指廊檐口高度最低为 16.816 米。（均为结构上弦杆件中心高度）。主楼大厅的路侧部分设有一层的地下室，地下室底标高为-7.600m，主要使用功能为设备用房及候机楼运营交通。由于市政道路、地铁在航站楼的下方穿过，所以主楼中部局部设置贯穿航站楼的地下二层交通通道，地铁通道底标高为-16.400m，市政道路通道底标高为-15.350m。

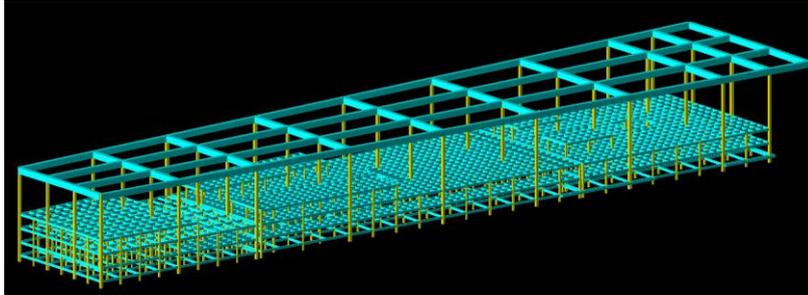
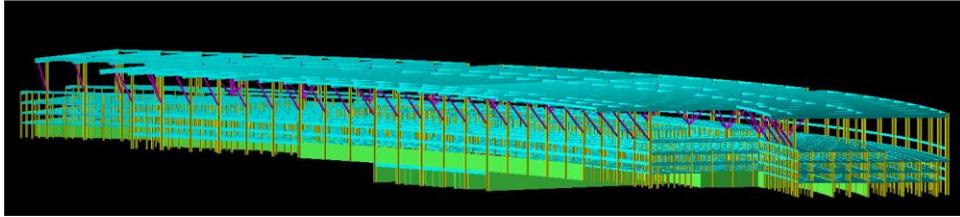
指廊为发散形细长的两层建筑，长 200 米左右、宽 50 米左右。采用钢筋混凝土框架结构，屋面采用为弧形钢桁架结构。指廊部分仅设置局部设备地下管沟，无地下室。

地下结构由于建筑功能需要连为一个整体，地上部分为避免混凝土结构超长过

多，在长方向设置若干温度缝（详见下图）。每块结构单元仍属超长结构，需在设计构造上控制裂缝：设置有规律的后浇带，以减少超长混凝土的收缩量；在梁板中加入适当膨胀剂，形成部分预应力的补偿收缩混凝土；环向梁采用预应力混凝土结构，用来控制环向梁的挠度裂缝，减小梁的配筋量及抵抗使用过程中的部分温度应力；为日后改造方便，楼板中不加预应力筋，通过进行非荷载应力计算，确定薄弱部位进行加强，楼板上配置细而密的钢筋。根据大量的成功经验，保证混凝土浇注质量（“好好打”）是控制超长混凝土裂缝的关键。本工程对混凝土的选材、施工顺序、混凝土养护、后浇带的合拢温度等各个方面都提出了严格的要求，同时也要求施工单位制定详细的混凝土施工方案。



主楼大厅 C1、C2、C3 及 A、B 指廊简化模型：



基础采用螺旋钻孔压灌桩基础，基础持力层为3层，中粗砂层，单桩承载力特征值取1200~1300KPa。场地中有一部分薄砂层区域，持力砂层厚度不足3米，分布于主厅C区和A指廊部分区域。对此部分桩基础我们采用桩底注浆的方法提高桩基的安全性。

由于地铁、道路需要与主体同时施工，综合考虑了主厅地下室和地铁、道路通道部分的标高后，确定了结构与航站楼主体结构无法分离，将交通通道作为地下二层，进而成为航站楼的一部分，详见右图。

沈阳机场T3航站楼屋面呈空间弧形，室内屋顶为连续的倒三角形单元。主楼及指

廊中部各单元通过角度各异的扭转形成采光侧窗，主楼屋面向空侧（空侧即航空交通一侧，对应的陆侧即陆地交通一侧）逐渐下弯落地。A、B指廊屋面呈波浪形。主楼及两侧A、B指廊屋面连成整体。由于不是本文讨论重点所以不做过多说明。



## 2、采用HRB500钢的原因

本工程在10版结构新规范发布前就开始了设计工作，所以在设计之初按老《砼规》精神，主筋采用三级钢。本工程在设计进入后半阶段时《混凝土结构设计规范》GB50010-2010开始实施，首次将HRB500钢筋纳入规范，为采用高强钢筋进行结构设计提供了依据。经过对HRB500钢进行深入调

查了解，我们得到的数据为：2010年国内热轧钢筋产量为1.31亿吨，占全国钢材总量的21%。钢筋中HRB400约占37%，HRB500产量比例较小，而HRB335超过60%，仍然是主力钢筋。但经过HRB500的参数的对比使我们发现了其经济性的意义，详见下面表格。

级别	价格 元/吨	强度 MPa	性价比 元/吨/MPa
HRB500	5200	500	10.4
HRB400	4850	400	12.1
HRB335	4750	335	14.2

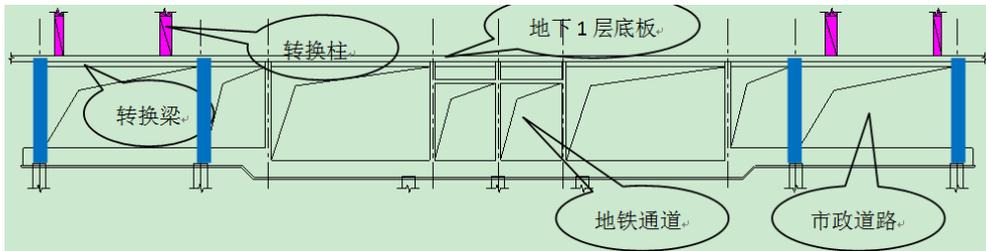
## 3、HRB500钢筋在本工程中具体应用位置

由表分析可见，采用HRB500用作主受力筋对工程经济性有利，减少从矿石开采、钢筋生产、运输、施工各个环节减少了工作量，也间接对环保起到积极作用。由于对工程有力，我们按新规范的各项指标，应用HRB500钢筋，重新进行了设计。

### 1) 地下二层大跨转换梁配筋：

地下二层有地铁和市政道路从航站楼下穿过。两侧的道路通道跨度达 14m，由于上部的建筑柱网为弧形而地下通道竖直通过，地上柱网在地下二层的顶部要进行转换。上部结构为 20m 跨的柱网除了支撑地上二层楼板外还有地上二层上下的两层夹层

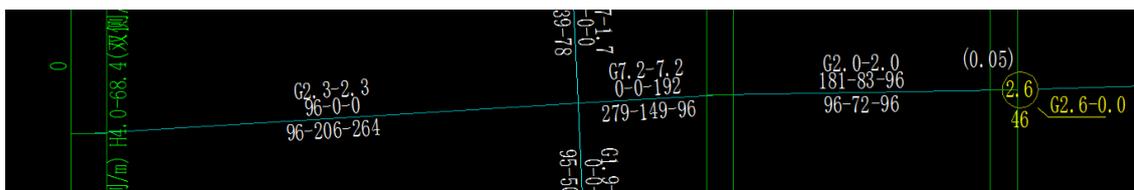
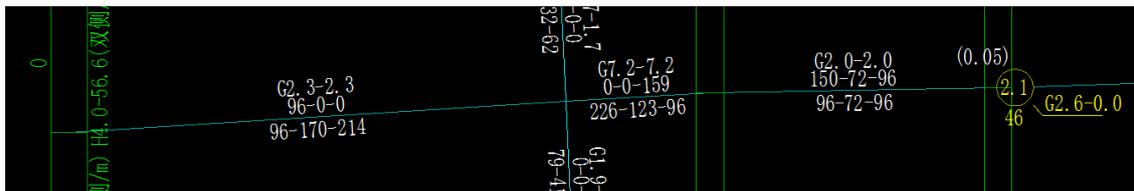
(标高 4.300m、13.900m)。由于机场的行李系统设备及建筑面层对荷载都要求较大造成传下来的柱底内力较大。由于市政道路的坡降和航站楼的各层标高已定。转换梁的高度必须限制在 1500mm 以下，否则大型客车无法通过。详见下图：



上部结构的跨度与布置是按航站楼的特殊使用功能来设置的，无法更改，市政道路需要的跨度标高及道路走向是按现有道路进行延伸设计的，若要更改牵扯整个地区的交通规划及现有道路，难度更大。所以转换梁采用 1600mmx1500mm 宽扁梁的方式。在计算中发现由于荷载较大，钢筋采用 HRB400

时转换梁的配筋量很大。而采用 HRB500 钢筋时可以很好的降低配筋量，并避免了由于配筋量大，梁纵筋需要 2 排以上布置从而减小  $h_0$  的情况。

Satwe 计算结果如下（上图为采用 HRB500 钢筋，下图为采用 HRB400 钢筋）：



可见采用 HRB500 钢筋底筋配筋量为  $226\text{cm}^2$ ，而采用 HRB400 钢筋底筋配筋量为  $279\text{cm}^2$ 。

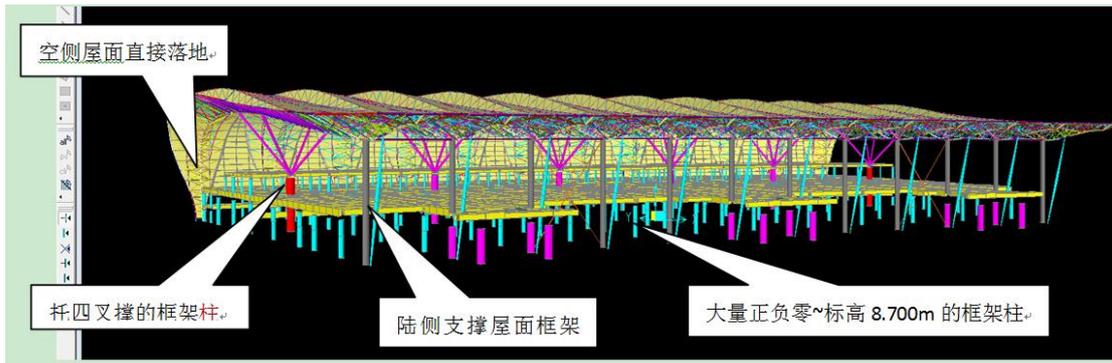
配筋量之比  $279/226=1.23$ ，大于钢筋强度设计值之比  $35/360=1.21$ 。

经分析 Satwe 会根据配筋量的大小调整  $h_0$  的数值，超过纵筋配筋量之比大于钢筋强度设计值之比可能正是  $h_0$  改变带来的优势。

## 2) 重要的框架柱：

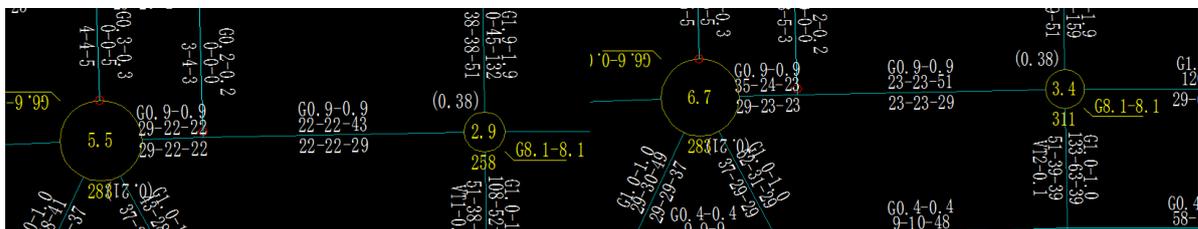
本工程屋面是由若干混凝土侧一排框架柱支撑，空侧则将屋面直接扭转下来屋面

钢结构直接落到正负零标高，中部有若干组支撑钢屋面的四叉撑支撑在框架柱顶部，四叉撑的轴力差在柱顶产生较大推力。支撑屋面的柱从 8.700m 一直到钢屋面下有近 20m 的高度，数量不多，但安全性重大，按北京专家审查意见要进行性能化设计的中震验算。这部分柱细高悬挑，弯矩较大、配筋大、施工难度也大，为减小施工钢筋绑扎难度及绑扎工作量，我们将这部分柱采用 HRB500 钢筋作为纵筋采用。（柱的种类详见下图）



除支持屋面外其余大部分框架柱在地下室顶板到标高 8.700m, 在重力荷载及风荷载和地震荷载及综合作用下部分柱的弯矩较大。这部分柱考虑室内效果均为圆柱, 经

对比若采用 HRB400 时会造成两圈配筋, 而使用 HRB500 后一圈即可配下。举例说明 Satwe 计算结果如下图 (左图为采用 HRB500 钢筋, 右图为采用 HRB400 钢筋):



可见左侧框架柱采用 HRB500 钢筋为柱纵筋配筋量为  $258\text{cm}^2$ , 而采用 HRB400 钢筋为柱纵筋配筋量为  $311\text{cm}^2$ 。

配筋量相差近  $311/258=1.205$ , 与钢筋强度设计值之比  $435/360=1.21$  十分接近。

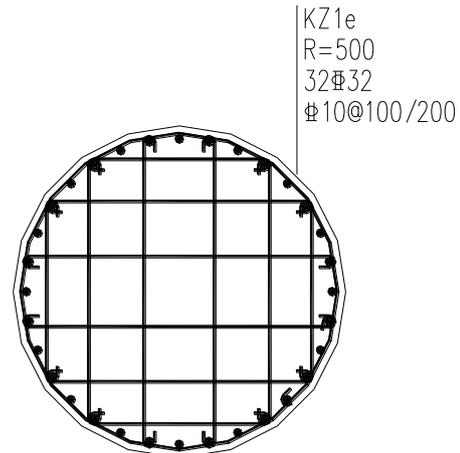
采用 HRB500 可设置 32 根直径 32 钢筋。需要有效纵筋所在周长  $32 \times 32 + (32-1) \times 50 = 2574\text{mm}$ ;

采用 HRB400 可设置 39 根直径 32 钢筋。需要有效纵筋所在周长  $39 \times 39 + (39-1) \times 50 = 3148\text{mm}$ ;

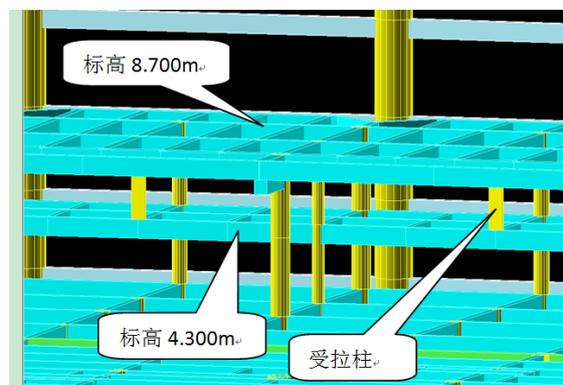
柱直径 1000mm 保护层 30mm, 箍筋 10 计算, 有效纵筋所在周长为:  $3.14 \times (1000 - 2 \times 30 - 2 \times 10 - 32) = 2788\text{mm}$ 。

可见采用 HRB500 可以一排一周布置, 采用 HRB400 则必须设置多排。这对于圆柱这种个方向相同布置钢筋的构件十分难以布置, 也大大增加了施工难度。

故对于弯矩较大配筋较大的部分框架柱采用了 HRB500 钢筋为纵筋。



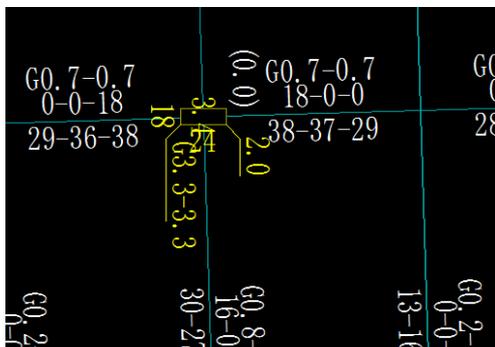
另外在标高 4.300m 夹层是到港通道, 下部为到港行李系统, 由于上下的功能不同而造成柱网的不同。



为解决标高 4.300m 楼板的大跨及苛刻

的梁高限制我们设计的受拉柱。由于建筑交通功能要求柱截面只能采用 250mmx700mm 的受拉柱。由于此柱受拉受弯均很大，采用 HRB400 配筋较大，个别甚至超筋。受拉柱主

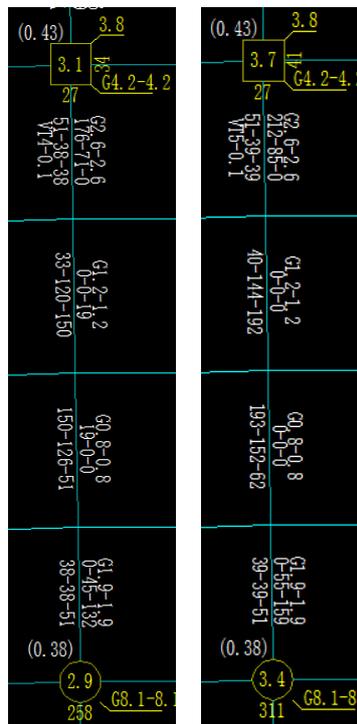
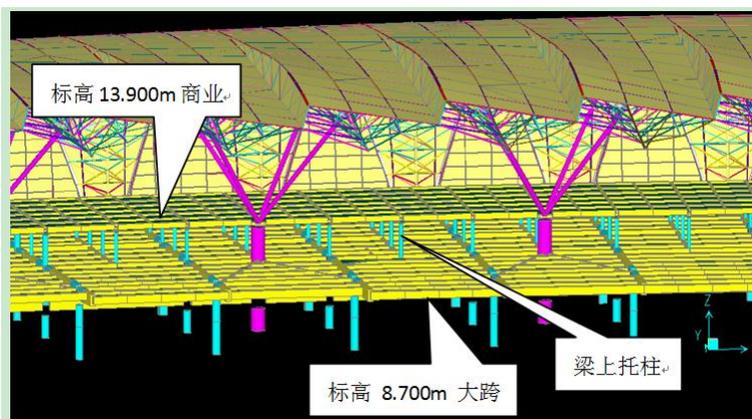
要是纵筋受力，为保证受拉柱安全度及正常使用阶段的性能要求，对部分柱采用了 HRB500 与 HRB400 级组合的钢筋方式。举例说明 Satwe 计算结果如下图。



### 3) 大跨度重荷载梁配筋

航站楼的首层为离港大厅，由于建筑的功能需要使得柱距约 20m，出发大厅是整个航站楼建筑最关注的区域，此部分的装修荷载，找平荷载，托运行李系统荷载都十分大，而其中一部分有标高 13.900m 的夹层作为机场商业店铺，采用小柱距。这样造成了重荷载+大跨梁+托柱转换的梁抗弯先天不利条

件。而且由于建筑的层高吊顶及设备管道的综合使用要求造成给结构只有跨中 1300mm，两侧 1800mm 的梁高。这样在加腋的方法下采用 HRB400 钢筋做纵筋时，存在部分主梁超筋或者需要配到 3、4 排以上才能满足受力要求，考虑施工实际操作插筋的状况根本无法施工。采用 HRB500 做纵筋成为解决这个问题有效方法。详见下图。



举例说明 Satwe 计算结果如右图（左图为采用 HRB500 钢筋，右图为采用 HRB400 钢筋）：

可见梁纵筋采用 HRB500 钢筋时上侧负筋配筋量为 176cm<sup>2</sup>，而采用 HRB400 钢筋时为 212 cm<sup>2</sup>。配筋量相差近 212/176=1.205 与钢筋强度设计值之比 1.21 十分接近。

梁纵筋采用 HRB500 钢筋时底筋配筋量为 193 cm<sup>2</sup>，而采用 HRB400 钢筋时为 150cm<sup>2</sup>。配筋量相差近 193/150=1.287 大于与钢筋强度设计值之比 1.21。这也是配筋量的大小影响 h<sub>0</sub> 从而减小配筋的实例。

按考虑采用 32mm 直径钢筋 700mm 宽，顶筋每排可排 8 根，底筋每排可排 10 跟，这样计算下来。采用 HRB500 钢筋顶筋要 22 根要排 3 排，底筋要 20 根要 2 排。采用 HRB400 钢筋顶筋要 27 根要排 4 排，底筋要 25 根要 3 排。对 h<sub>0</sub> 的影响是很直接很明显的。

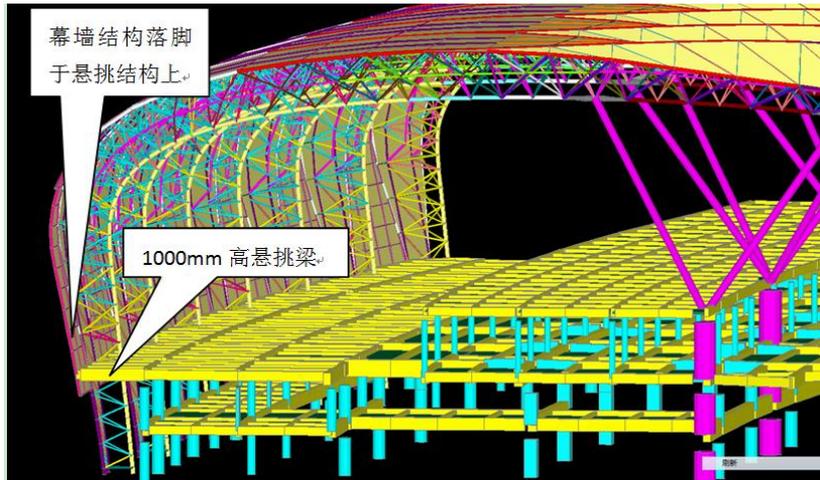
而且采用 HRB500 钢筋减小配筋根数排数之后对梁柱节点钢筋贯通的实施及节点

#### 4) 大跨度悬挑梁配筋:

在空侧存在 5m 的悬挑梁, 下部为到港夹层通道, 由于层高限制, 结构的梁只能做 1000mm 高, 且端部承担的幕墙荷载较重, 悬挑梁上若不使用 HRB500 级钢筋截面超筋。布置见下图: 经比较采用 HRB500 纵筋与预

处混凝土浇筑有很大的好处。

应力结合的方式解决, 用 HRB500 配筋控制承载力, 用少量预应力控制挠度裂缝。HRB500 与 HRB400 与之前比较相似效果明显, 预应力不是本文讨论重点这里就不叙述了。



#### 4、 HRB500 钢与采用 HRB400 用钢量比较

本工程的分析设计采用的软件是中国建筑科学研究院开发的 PKPM 系列软件。PKPM2011 版新增了工程量统计软件

《STAT-S》模块, STAT-S 是面向结构设计人员的工程量统计工具, 可从工程造价控制的角度为确定结构方案提供参考数据。STAT-S 提供的报表主要内容包括: 各层主要构件的混凝土、砌体工程量及钢筋量; 所有楼层的汇总结果; 单位面积的材料用量等。STAT-S 包含简化的施工图设计程序。对板可以进行计算选筋; 对梁、柱、墙等可以自行选筋, 如果没有整体分析的计算结果, 也可依据构造要求提供配筋结果。STAT-S 程序提供了很多的参数, 使用者可以通过改变这些设置的取值对统计及选配

钢筋进行干预。可按需要在任一自然层调用“梁钢筋”等统计命令得到当前层中指定类别构件的钢筋统计结果。在统计之后可调用“显示梁筋”等命令在图形区显示类似于平面整体表示法的构件配筋规格图。也可直接调用“全部钢筋”命令统计整个工程中的用钢量。程序将各楼层的钢筋按等级、直径分别统计, 并提供按建筑面积均摊的每平方米用钢量。

虽然 STAT-S 不能计算出考虑结构各种构造的真实配筋量, 但作相对比较已是足够了。

本工程 C2 区的由大量采用 HRB500 钢筋梁配筋的 8.700m 层(第 4 层)比较如下: 采用 HRB500 配筋工程量统计表:

类别	层号	面积(m <sup>2</sup> )	合计(kg)	单位面积量(kg/m <sup>2</sup> )
梁	第 1 层	10474.82	538776.82	51.44
	第 2 层	24672.97	549400.89	22.27
	第 3 层	2356.57	102928.93	43.68
	第 4 层	23894.10	1070606.14	44.81
	第 5 层	4704.23	157612.38	33.50
	合计	95592.12	2419325.16	25.31

采用 HRB400 配筋工程量统计表

类别	层号	面积(m2)	合计(kg)	单位面积量(kg/m2)
梁	第 1 层	10474.82	549996.96	52.51
	第 2 层	24672.97	609511.80	24.70
	第 3 层	2356.57	115341.21	48.94
	第 4 层	23894.10	1207904.72	50.55
	第 5 层	4704.23	189212.34	40.22
	合计	95592.12	2671967.03	27.95

有上述可见 用钢量比：  
 $1207904.72 \text{ kg} / 1070606.14 \text{ kg} = 1.128$   
 HRB500、HRB400 价格比：  
 $5200 / 4850 = 1.072$ （写此文时的参考价格）  
 用钢量比/价格比：  
 $1.128 / 1.072 = 1.05$ 。  
 可见不考虑其他有利因素，采用 HRB500 也比 HRB400 有 5% 以上的经济效益。

### 5、 总结

经过上面分析可见，在本工程中采用 HRB500 比 HRB400 可以得到更经济的配筋。本工程在需进行性能化设计的框架柱、重荷载大跨度梁、转换梁、大跨悬挑梁方面使用了 HRB500 钢筋， 在满足构件截面不

变情况下，减少了配筋量，并因减少钢筋量而节约了工时和人力成本，另外本工程存在大量超长结构，梁中贯通钢筋强度高能更好地承受温度应力作用，控制裂缝的开展。施工方面 HRB500 钢筋为复杂建筑的功能的实现实施提供更好的保障。即在重荷载、大跨度、小截面的情况下采用 HRB500 钢筋进行混凝土构件设计的优势明显。在工程人员逐步认识 HRB500 级钢并大量使用 HRB500 的情况下，HRB500 钢筋价格应该会进一步下降，其经济效益会更加凸显。并且在取得经济效益的同时节约矿石开采、运输等能耗，有很好的环保作用，也为节能减排做出了结构设计的方面的贡献。



# 沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼给排水设计

许为民 王海卿 宿国生

**摘要** 经过调研其它机场的设计和使用情况,结合深圳分院对郑州机场航站楼的设计,介绍沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼及附属建筑给水与排水的设计与经验。

**关键词** 给水用水定额 公共卫生间的设计 给水及消防供水形式 消防卡箍管件 虹吸雨水。

沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼位于机场现有 T2 航站楼东南侧,由主楼和两个指廊组成,为国际和国内旅客合用的两层式航站楼,局部有夹层,其屋脊结构钢梁最高点标高为 29.085 米,最低点檐口距地高度为 19.742 米。新建航站楼总规模 24.83 万 m<sup>2</sup>。

## 1 生活给水系统

### 1) 水源

根据本次航站区扩建的规模,结合现状及地下设施空间占用情况,机场新建了输水管网、供水站和场内室外给水管网。航站楼给水就近接自场内室外环状给水管网,供水压力不小于 0.35MPa。

为了保证 T3 航站楼消防供水安全性,独立设置专供消防使用的消防水池及水泵房供给。

### 2) 用水量计算

航站楼内的普通生活给水系统主要供应餐饮用水、卫生间洗手盆用水、清洗用水以及直饮水制备系统的补水。

制冷站主要保障空调冷却补水;

设计根据航站楼内不同类型的用水分别套用相关定额用水量进行计算,采用的相应定额如下:

旅客用水定额: 15L/人·次(根据现有资料统计);

工作人员用水定额: 50L/人·天;

餐饮用水定额: 25L/人·次,旅客用水人数的按旅客人数 30%计;

航站楼使用时间按 16 小时计,小时变化系数采用 1.5。

根据以上指标计算的本航站楼内的主要生活用水量如下:

序号	用水项目	规模	用水定额 (L/人)	用水量 (m <sup>3</sup> )		备注
				最大日	最大时	
1	旅客生活用水	6430 人	15 L/人·次	1028.8	96.5	高峰小时旅客量
2	员工生活用水	5000 人	50 L/人·日	250	23.4	
3	餐饮用水	1929 人	25L/人·次	514.4	48.2	
4	空调冷冻设备循环补水量			128	12	按循环量的 1.5%计
5	小计			1921.2	180.1	
6	未预计			288.2	27	按 15%计
7	合计			2209.4	207.1	

生活用水量: 航站楼最大日用水量为 2209.4m<sup>3</sup>/d, 最大时用水量为 207.1m<sup>3</sup>/h。

为航站楼服务的制冷站的主要生活用水量如下:

序号	用水项目	规模	用水定额 (L/人)	用水量 (m <sup>3</sup> )		备注
				最大日	最大时	
1	职工	16 人	50 L/人·班	0.8	0.08	每日二班

2	冷却塔补水	6847 m <sup>3</sup> /时		1236	103	循环水量的 1.5%计
3	小计			1236.8	103.08	
4	未预计			123.7	10.3	按 10%计
5	合计			1360.5	113.4	

**生活用水量：制冷站最大日用水量为 1360.5m<sup>3</sup>/d，最大时用水量为 113.4m<sup>3</sup>/h。**

**总用水量：**最大日用水量为 3569.9m<sup>3</sup>/d，最大时用水量为 320.5m<sup>3</sup>/h。

3) 给水采用直供方式向各用水点供水，竖向不分区。本工程每路进户管均在室外水表井内设远传水表以计量航站楼用水量，远传水表的数据传至中央控制室进行汇总和统计。对营业性的餐饮用水点、零售区商业用水点等处根据需要设计分户计量水表。

给水主管敷设在吊顶内，然后分路供给各层用水点。餐饮部分用水均预留给水管道，由餐饮企业进行二次设计。航站楼内每个卫生间的给水管均配合建筑采用暗装方式敷设，以保证美观。吊顶内给水管道采用泡沫橡塑壳进行防结露，厚度为 15mm。

公共卫生间以蹲式大便器为主，并设置一定比例的坐便器。公共卫生间的洗脸盆采用红外线感应水嘴，能根据人手的感应自动开关水龙头，即节约用水又利于个人卫生，小便器、大便器均采用红外电子感应式冲洗阀。感应水嘴及感应式冲洗阀均采用 220V 的电源，以保障正常使用。洗脸盆、小便器、座便器采用挂墙式，以便于卫生清洁。每个卫生间的给水管上还要就近设计过滤器，以防水中细小砂砾破坏冲洗阀，影响卫生间的卫生。

## 2 生活热水系统

航站楼内的热水系统主要供应卫生间洗手盆热水用水，以提供旅客的舒适度。

设计根据航站楼内不同类型热水用水分别套用相关定额用水量进行计算，采用的相应定额如下：

旅客用水定额：2.5L/人·次（根据现有资料统计）；

工作人员用水定额：10L/人·天；

航站楼使用时间按 16 小时计，小时变化系数采用 1.5。

生活热水用水量：航站楼最大日用水量为

233.45m<sup>3</sup>/d，最大时用水量为 22.08m<sup>3</sup>/h。

1) 由于用水点相对分散，全部设置集中式生活热水管网系统的前期投入和后期运行费用较大，故采用局部热水供应系统，仅供应卫生间内洗手盆热水，提高旅客的舒适度。卫生间内洗手盆的热水分别由就近设置电热水器供应。政务贵宾和商业贵宾也设置电热水器，保证热水供应。

2) 热水器均采用保温性能好并带漏电保护的产品，产品采用恒温电热水器，设备本身要求自带安全止回阀。电热水器的出水温度为 60℃。

3) 热水循环水泵仅设于较大的二个贵宾卫生间内，始终要保证管网热水温度。

## 3 饮用水及开水系统

航站楼旅客活动区域及航站楼办公区内分别设置直饮水机和开水机，为旅客、工作人员提供冷、热饮用水和开水。旅客饮用水标准为 0.2L/人，最大日饮用量为 12m<sup>3</sup>/d。在饮水间设有饮水机（配冷热水）和开水器，同时在饮水间外壁挂式常温饮水机。

饮用水水质符合《饮用净水水质标准》CJ94-2005 的标准。直饮水输送管道，供水设备、阀门的材质均符合食品卫生级别的要求，供水设备建议采用配套成品装置。

## 4 空调冷却水系统

在制冷站，空调冷冻设备循环补水量按循环水量的 1.5%计，制冷机房内设置四台冷却循环水泵，屋顶设置四台冷却塔，为了避免冷却塔噪音对周围的影响，采用超低噪音冷却塔，并采取隔音措施如：吸音板、双速电机、导风筒基础隔振、入口平流器等。为保证循环水质及节约用水，每个水泵出口设置黄锈水过滤器，每个制冷机组出口前设灭菌仪，每个制冷机组入口前设水垢仪。

## 5 消防给水系统

室外消火栓给水系统；

室内消火栓给水系统；

消防水炮灭火系统；

室内自动喷水灭火系统；

各消防系统的用水量及延续时间为：

系统名称	设计流量 (L/s)	火灾延续时间 (h)	用水量 (m <sup>3</sup> )
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

最大火灾用水量 792m<sup>3</sup>

气体灭火系统

手提式灭火器配置；餐厅厨房的灶台专用灭火系统设置；

消防给水设计参数

### 1) 消防用水水源及消防水池、水泵房

航站楼由消防水池给水，就近接自场内室外环状给水管网，室外环状给水管网供水压力在 0.35MPa 左右。

在航站楼地下室内设计有消防水池及消防泵房；航站楼发生火灾时，由消防水泵抽取消防水池内消防贮备水进行灭火。

根据航站楼的建筑特点采用室内消火栓、自动喷水灭火系统等消防系统不设屋顶水箱，采用气体顶压设备来替代屋顶水箱。

航站楼室内消防水池 V=1000 立方米设计，并分两格，消防水池充满时间不大于 48 小时。泵房内设二台外循环水消毒器，保证消防用水清洁。

消防泵房内设有室外消火栓给水泵、室内消火栓给水泵、室内自动喷水给水泵、消防水炮给水泵。同时，室内消火栓及水炮、自动喷水灭火系统设有气体顶压设备二套替代屋顶水箱，每套气体顶压设备有效容积为 18 m<sup>3</sup>。

### 2) 室外消防给水系统

航站楼室外消防给水系统设计为低压给水系统，在管网上设置地下式消火栓。室外消火栓系统按低压制考虑，最不利点的消火栓出口压力不小于 0.10MPa，消火栓间距不大于 120m。消防水管上布置有分段和分区检修的阀门，阀门间距不超过 5 个消火栓的布置长度。

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，设计成环网并由两路供水。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。

### 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抽取消防水池内贮存的水灭火。系统在室外设置四套消防水泵接合器。

航站楼的地下室、一层、夹层、二层均设置室内消火栓。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。室内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五个。地下室及一层栓口压力大于 0.5MPa 的消火栓采用减压稳压型，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。

室内消火栓给水管采用内外热镀锌钢管, DN≤80mm 采用丝扣连接, DN>80mm 采用沟槽式卡箍连接, 管道公称压力 1.60MPa。

#### 4) 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。

自动喷水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, 自动喷水灭火系统气体顶压压力控制在 0.90MPa。系统在室外设置四套消防水泵接合器。

在航站楼、候机廊内除小于 5 平方米的卫生间及不宜用水扑救的场所外均设置湿式自动喷水灭火系统, 行李分拣区设置预作用自动喷水灭火系统。在超过 800mm 高度的封闭吊顶内, 也布置水喷淋喷头, 有吊顶的房间设置下垂型喷头; 无吊顶的房间, 采用直立型喷头。

在航站楼内共设有 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。

当梁、通风管道、成排布置的管道、桥架等障碍物的宽度大于 1.2m 时, 其下方应增设喷头, 增设喷头的上方如有缝隙时应设集热板。

喷头动作温度除厨房采用 93℃ 外, 其余部分均采用 68℃。喷淋喷头建议采用进口产品, 行李分拣区采用易熔合金喷头, 其余位置均安装流量系数 K=80 的快速响应喷头。水喷淋系统设备 (喷头、水流指示器及湿式报警阀等) 的要求建议达到 UL 及 FM 国际认证。

自动喷水灭火系统在每个防火分区或每层均设信号阀和水流指示器。

室内水喷淋系统在每个报警阀组控制的最不利点喷头处, 设末端试水装置, 其他防火分区、楼层均应设置直径为 25mm 的试水阀。末端试水装置就近排至室内排水收集点。

关于喷洒喷头的布置设计问题:

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, 当网格、栅板的投影面积小于地面面积 15% 时, 其喷头应安装在网格、栅板上; 当网格、栅板类的投影面积为 15%~70% 时, 应在该吊顶的上下均设置喷头; 当网格、栅板的投影面积为大于 70% 时, 可安装在网格、栅板类吊顶的下面。

在吊顶为折板形式时, 喷头布置按规范第 7.1.11 条规定执行, 喷头设在折板上。

在远机位候机厅, 局部吊顶为排列式圆盘, 圆盘直径超过 1.2 米, 此部分喷头为直立喷头, 同时在排列式圆盘下设有喷头。

室内自动喷水灭火系统给水管采用内外热镀锌钢管。DN≤80mm 采用丝扣连接, DN>80mm 采用沟槽式卡箍连接, 管道公称压力 1.60MPa。

#### 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, 设计采用配置 ZNM-A20X2-I 型大空间主动喷水灭火系统。大空间主动喷水灭火系统中 ZNM-A20X2-I 型同时开启个数为 2 个, 采用 180 度转角, 设计中保证其保护范围内任意地方同时有二股水柱到达。大空间主动喷水灭火系统用水量按 20 L/s 设计。

大空间主动喷水灭火系统 ZNM-A20X2-I 型的技术参数: 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;

ZNM-A20X2-I 型主动喷水灭火为探测器、一体化设置。当探测到火灾后发出

指令联动打开相应的电磁阀，启动消防水泵进行灭火，驱动现场的声光报警器进行报警。并将火灾信号送到火灾报警控制器。扑灭火源后，若有新火源，则系统重新上述动作。系统中设有水流指示器与信号阀。在系统管网最不利点处设置模拟末端试水装置，出口接不小于 DN50 的排水管。

大空间主动喷水灭火系统设计成与喷水灭火系统的合用给水系统，其平时压力也由消防泵房内的气体顶压设备维持，由于大空间主动喷水灭火系统与喷洒系统设置在不同的防火分区且喷洒系统用水量为 40 L/s，能够满足大空间主动喷水灭火系统的要求，因此可以共用喷洒泵。火灾时启动喷洒泵抽取消防水池内贮存的水供大空间主动喷水灭火系统灭火。

室内消防水炮灭火系统给水管采用内外热镀锌钢管。DN≤80mm 采用丝扣连接，DN>80mm 采用沟槽式卡箍连接，管道公称压力 1.60MPa。

#### 6) 自动固定消防水炮灭火系统:

自动固定消防水炮灭火系统的选择:

航站楼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。

目前，对大空间建筑物内的灭火系统进行了论证和研究，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。本项目在航站楼二层离港大厅和候机厅采用了自动固定消防水炮灭火系统

固定消防水炮灭火系统设计参数：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。

大空间水炮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水灭火。系统在室外设置 4 套消防水泵接合器。

室内消防水炮灭火系统采用直流喷雾二用水炮。

#### 7) 水喷雾灭火系统

设计喷水强度：20L/min·m<sup>2</sup>；火灾延续时间：0.5 小时，设计秒流量：30L/s。（实际开启喷头数）。（消防用水量：54m<sup>3</sup>/次）

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。

#### 8) 气体灭火系统

使用范围：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全淹没 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为：

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 10min。

设计延迟时间：30 秒；

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。

## 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。

餐厅厨房的灶台、烟罩、烟道设有的专用 R-102 灭火系统。

## 10) 消防管道卡箍管件选用时应注意的特点：

① 根据机场的使用特点和重要性要求产品具有 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。为了保证产品可靠及稳定性，要求建厂生产并在实际项目中应用沟槽产品时间较长，对于基本没有重大建设项目长时间的应用检验，无法了解这些沟槽产品长时间耐久压力性能和产品使用寿命情况，采用这些产品在安装和运营中有较大的风险。

② 市场上大部分以手烧炉铸造生产为主，机械加工为辅。由于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。

③ 管件中主要密封作用的密封圈，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，造成项目管道安装或常有渗漏，或系统经过五、六年的运行即不得不更新改造，大大增加了建设项目的后期运营成本。

④ 要注意到市场上为了竞争的需要，产品均有同一规格两个不同质量的产品，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。

## 6 排水系统

排水系统采用污、废合流制，并带有专用通气立管排水方式。通气管形式有伸顶通气、侧墙通气及自循环通气三种通气方式，卫生间内排水采用器具通气形式。排水地漏水封大于 50mm 并采用密闭地漏。

地下室内设有集水坑，地下室废水经潜污泵提升排至室外排水管网，潜污泵的启停皆由磁性浮球控制器的控制。

生活污水汇集后经化粪池处理排入市政排水管网。厨房污水经油水分离器处理后排入市政排水管网。

检验检疫及医疗的排水直接排至室外消毒池，经处理后排至室外排水管网。

为避免给排水管道使用及维护对下层大空间产生影响，卫生间排水采用降板同层排水，管道穿梁敷设。对排水管道设计及现场施工产生一定的难度。

有条件的卫生间设计了专用给排水管井，把同层排水管道和给水管道设置在管井内，以方便管理和检修。

其总排水量按给水量（不含空调系统补水量）的 90% 计算确定。航站楼最高日污水排水量 1873.3m<sup>3</sup>/d，最高日最高时污水排水量 175.6m<sup>3</sup>/h。

## 7 雨水系统

由于航站楼屋面汇水面积很大,采用普通的雨水排放系统难以满足排水要求,故雨水排水采用虹吸式雨水排放系统。屋面雨水经天沟汇集后由雨水斗经由密闭雨水排水系统排除。

航站楼屋面汇水面积约 119110 平方米,雨水管道设计降雨历时 5 分钟,设计暴雨重现期为 50 年,暴雨强度为  $q_5=681\text{L/s}\cdot\text{ha}$ ,排水雨量:  $8111.39\text{L/s}$ 。雨水经雨水斗、雨水立管排至室外雨水检查井内,检查井为钢筋混凝土结构。

在屋面设溢流口及溢流管道系统,整个屋面排水能力按雨水设计重现期  $P=100$  年校核。

压力雨水的水平管、立管不大于 DN200,压力雨水出户管流速控制小于 1.8 米/秒,可适当放大管径来保证要求。

## 8 电伴热系统

屋面融雪:

由于沈阳位于中国东北地区南部,每年降雪量都比较大。如果屋面长时间处于厚重的积雪下,将会发生屋面变形、渗水甚至断裂的情况。同时,在寒冷的天气里,融化的冰雪很容易在屋顶的边缘等地方形成冰挂,如果冰挂坠落,极易造成人员伤亡情况。而融雪伴热带可用于任何结构的屋面和特定的天沟,起到融化冰雪之作用,从而有效地避免了上述的各种安全隐患。

对于天沟融雪部分,设计采用沿天沟底部平敷数根自限温伴热带的方式,伴热带敷设根数(或伴热带之间的间隔)取决于天沟的宽度、降雪量及伴热带的输出功率。

行李分拣区域、地下连接室外通道处及室外雨水管道:

据机场使用方反映,现有 T2 航站楼行李分拣区域冬天最容易出现消防管道及消防栓被冻住甚至冻裂的情况。故本次设计采用电伴热带进行伴热,完全可以避免此类情况的出现。

对于消火栓系统伴热,设计采用自限温伴热带沿管道直敷的方式,伴热带敷设的根数取决于管道直径、保温材料及保温厚度、伴热带输出功率。

室外雨水管道电伴热采用电缆内置伴热。

## 9 总结:

1. 根据现有机场发展实际情况,机场航站楼的旅客用水标准相对提高。
2. 机场航站楼的消防系统设计进行了性能化设计,并经省内消防专家论证得出合理结论。
3. 桃仙 T3 机场航站楼空间大、功能复杂,特别是对维护保养的限制要求,不同于其他的建筑。对卫生间管道设置提出很严格的要求,需要设计师对设计方案要求更安全,更完善。
4. 对消防卡箍管件提出了严格要求,对达不到 FM、UL、ADS 认证的产品坚决制止。
5. 考虑到近年极端天气时有发生,屋面雨水设计重现期提高至 50 年,溢流周期提高至 100 年。

# 沈阳棋盘山全运会三大中心综合管网设计

刘 栋

**摘 要** 棋盘山三大中心分担全运会期间的接待任务。综合管网设计属于基础设施工程，保证中心众多系统的正常工作。本文列举项目中的重要指标和参数，并选择其中的几个设计难点进行阐述，从开始的方案设计到最终的建设竣工，尚有许多需要注意和思考的地方，借此机会也希望与设计院的同仁们探讨研究。

**关键词** 接待中心 全运会 管网综合设计

## 一、工程概况

棋盘山三大中心综合室外管网设计项目，亦称辽宁省国际会议中心建设项目，位于棋盘山风景区内，北侧上游为秀湖水库及国宾馆区，东、西、南三侧为相对高度约40~60米的山体，其中西侧毗邻用地及山地中间为秀湖水库泄洪沟渠，周边限制条件较多，地形复杂。

棋盘山三大中心由一栋国际会议中心，一栋迎宾馆，一栋健身中心，及若干附属用房组成。国际会议中心承接第十二届全运会期间的重要会议及新闻发布任务，也是党和国家领导人活动的重要场所；迎宾馆设有550个床位，

提供高端接待住宿服务，分担全运会期间的接待任务；健身中心属于迎宾馆及整个接待中心的高端休闲娱乐中心，提供篮球、排球、游泳、SPA等各类健身休闲服务。三大中心临湖建设，视野开阔，气势恢宏。

总占地面积为129288平方米，净用地面积为108445平方米，规划容积率为1.1，建筑密度50%，绿地率25%，建筑限高24米，规划用地性质为旅馆业用地。



2013年第十二届全运会三大接待中心鸟瞰图

## 二、综合管网中的各系统工程

### 1、排水系统工程

#### (1) 污水系统

污水定额按生活用水标准的90%取,化粪池污水停留时间取 24

小时,污泥清掏周期取 180 天。根据以上参数及相关设计规范计算化粪池有效容积。详见下表:

化粪池容积计算

项目	使用人数	化粪池容积	编号	结构、型号	规划位置	负责范围
会议中心	2400	46 (m3)	HFC1	砖砌 11 号	会议中心东北角	会议中心
健身中心	300	4.5 (m3)	HFC2	砖砌 5 号	健身中心东北角	健身中心
酒店	2482	125 (m3)	HFC3	砖砌 13 号	酒店东南角	酒店
			HFC4	砖砌 11 号	酒店东北角	酒店
总计		175.5 (m3)				

各建筑污水经管道收集、化粪池处理后,排入秀湖路方向市政管

线,最后排入就近的污水处理厂。

#### (2) 雨水系统

根据沈阳市暴雨强度公式:

$$q = 1825(1 + 0.774LgP) / (t + 8)^{0.724} \quad (L/S \cdot hm^2)$$

重现期 P=3 年,径流系数取 0.5。

应甲方要求,并考虑规划周边

用地竖向及排水设施情况,确定排水出口方向为秀湖路方向,雨水就近排入泄洪河道内,采用淹没出流。雨水在排入中心景观湖前设沉沙池。

### 2、给水系统工程

本工程根据设计需要,给水系统分为生活给水系统、室内消火栓给水系统、室外消火栓给水系统、自动喷水灭火系统。

其中,生活给水采用加压供水,在酒店地下室设生活给水水箱及水泵房,通过位于酒店和健身中心的廊桥,供给酒店及健身中心生活给水。在会议中心地下室设生活给水水箱及水泵房,供给会议中心生活给水。

设室外消火栓 24 座。为保证

消防车从消火栓取水方便,消火栓距路边距离控制在 0.6-1.5m 左右,为保证消火栓使用安全,距建筑物外墙大于 5m,小于 30m。

根据《建筑给水排水设计规范》确定会议中心顾客用水标准为 8L/座.次,员工用水标准为 100L/人.天,就餐 50L/人.天;健身中心用水标准为 50L/人.次;酒店客房用水标准为 400/床.天,员工用水标准为 100L/人.天,就餐 50 L/人。

具体计算见下表:

会议中心生活用水量表

用水性质	用水量 (m <sup>3</sup> /d)	备注
综合生活用水	46	
道路浇洒、绿化用水	80	2L/m <sup>2</sup> .d

未预见水量	12.6	生活用水量的 10%
总计	138.6 m <sup>3</sup> /d	

健身中心生活用水量表

用水性质	用水量 (m <sup>3</sup> /d)	备注
综合生活用水	30	
道路浇洒、绿化用水	40	2L/m <sup>2</sup> .d
未预见水量	7	生活用水量的 10%
总计	77 m <sup>3</sup> /d	

酒店生活用水量表

用水性质	用水量 (m <sup>3</sup> /d)	备注
综合生活用水	335	
道路浇洒、绿化用水	95	2L/m <sup>2</sup> .d
未预见水量	43	生活用水量的 10%
总计	473 m <sup>3</sup> /d	

根据《民用建筑设计防火规范》确定室外消火栓用水量为 30L/S；室内消火栓用水量为

20L/S，火灾延续时间为 2h，自动喷水灭火系统用水量为 38L/S，火灾延续时间为 1h。

### 3、电力系统工程

本地区供电由现状 10KV 变电所供给。由于本园区内消防用电、客梯电力、生活水泵为一级负荷设备，所以本园区自设柴油发电机

组，两路电源供电，保证安全。

规划园区用电负荷为一、二、三级负荷，用电负荷计算见下表

用电负荷计算

楼号	安装容量 (KW)	同时使用系数	功率因数 (Cosφ)	计算容量 (KW)	规划配电设施
酒店主楼及客房	T1 1653	0.9	0.8	1487.7	10kV 高压供给
	T2 1583			1424.7	
	T3 1864			1677.6	
	T4 601			540.9	
	T5 601			540.9	
健身中心	T1 935	0.9	0.8	841.5	10kV 高压供给
	T2 981			882.9	
	T3 902			811.8	
会议中心	T1 1154	0.9	0.8	1038.6	10kV 高压供给
	T2 1128			1015.2	
	T3 1250			1125	
	T4 810			729	

园区酒店主楼设一座 10KV 中心开闭站，高压配电室一座。在每

个楼内分设干式变压器，共 12 台，总安装容量为 15000 千伏安。在会

议中心设一台柴油发电机组，容量为 1000 千伏安；在酒店主楼设两台柴油发电机组，每台容量为 1000 千伏安。

电力电缆采用放射式供电。电缆采用电力排管敷设方式。10KV

#### 4、电信系统工程

根据规划区内所有建、构筑物性质和建筑面积核算电话、宽带、有线电视等的总需求量。其中包括：电话 1188 部，有线电视 490 线，宽带信息点 1264 个。交换机容量 1188 部 x120%=1426 部计，电信设施用房内应选择 1426 门交换机。

在酒店主楼一层设 180 m<sup>2</sup> 电信设施用房，内设总交接箱、有线电视光端设备及其他电信相关设备。

规划向园区用户提供宽带数据服务，采用 FTTF+UTP 方式，即用光缆到园区用户机房侧，再从园区用户机房侧布放庭院、楼层光缆到每个楼层的综合箱，自每个楼层的综合箱布放五类双绞线到用户，

电缆排管采用 Φ150 电力保护管，1KV 电缆排管采用 Φ100 电力保护管，排管顶埋深 ≥0.8m；过机动车道穿钢管保护。电缆进户和拐弯处应设电力工作井 Φ >1.5m。

实现 100M 速率到园区，10M 速率到用户。综合箱宜采用壁挂/镶嵌式，安装位置应注意避免妨碍行人通行，箱内安装宽带楼层交换设备。

规划有线电视用户终端数 490 个。园区采用 (860) MHz 全频双向传输，图象清晰度达四级以上。

电话、有线电视、数据线、综合布线等所有通信，包括（消防、安全监控、物业等）光、电缆与话缆同位穿 Φ100 硬质塑料管保护组合地埋敷设，组合型号为 4 孔、6 孔、9 孔，深 0.8m，部分电信电缆在地下室采用桥架敷设。用户入口及拐弯处设手孔井。

市政路过咱处电信管道宜采用 Φ100 钢管组合敷设，埋深 0.8m。在管道分支点、拐弯处、进户处等设电信人（手）孔井。

#### 5、供热系统工程

沈阳市主要气象参数如下：

冬季采暖室外温度	-19℃	冬季日照率	58%
冬季采暖平均温度	-5.7℃	标准冻土深度	1.2m
采暖室外极限最低温度	-30℃	最大冻土深度	1.48m
采暖天数	151 天	冬季平均风速	3.1m/s

根据《沈阳市热力规划》，该规划区采暖热指标，公建为 106W/ m<sup>2</sup>，

该规划区采暖总负荷为 14844KW，各单体热负荷详见下表：

各单体采暖负荷一览表

项目	建筑面积 ( m <sup>2</sup> )	热负荷 (KW)	热指标 (W/ m <sup>2</sup> )
酒店（大堂部分）	62423	6206	100

酒店（客房部分）	21956	2196	100
健身中心	20300	2370	116
会议中心	35064	4072	116

该规划区采暖期的供热选用城市集中供热，采暖热媒为60/50℃热水，分别由各单体换热站提供，采暖系统的补水、定压均由换热站解决。

一次热媒采用城市集中供热，其热媒为高温水，热媒工作压力为1.6mPa，供回水温度为110/70℃。

## 6、燃气系统工程

本次设计仅预留燃气管线路游，详细设计由燃气设计院二次设计。在健身中心东北角设置煤气调

各换热站的备用热源为设在健身中心的锅炉房，其供回水温度为95/70℃。供热管网敷设方式为支状异程式直埋敷设，采用自然补偿。

压站一座，由市政燃气管网引来中压燃气，经调压站变为低压和中压两路，分别供给各个建筑。

## 三、设计难点

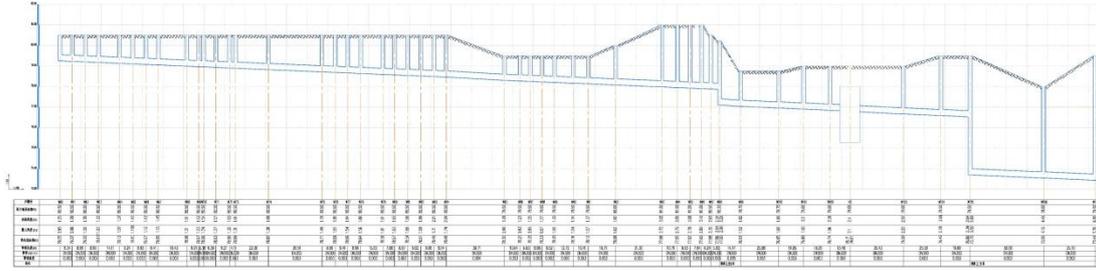
### 1、地形起伏变化与管线坡度平缓的思考

场地内部有缓坡，整体地势东高西低，周边高中间低。最高原始场地标高81.0米，最低场地标高79.5米。场地内部因建筑及景观设计的需要，变得起伏变化多，但管网的布置方式受地形的限制较大，并不能完全按照地形走势一起起伏。

其中，重力流管道需要满足大于0.3%的坡度要求，以便排水系统的顺利运行，局部高差较大的地方，采用跌水井，解决大落差问题；非重力流管道虽然不必强制坡度要求，但是也要保证管线路径平

直，尽量减少拐弯，且拐弯处角度大于90°。以热力管线为例，过多的弯头，因为管道过水时，经常地受到冷热温差对管道造成的细微膨胀收缩，随着时间的推移，会造成拐弯处管道不密封，从而漏水。

合适的管网布置是管道安全运行、节约投资的保障；现代新材料、新技术在管材方面的应用，使管材的选择范围更广，同时也对设计人员也提出了更高的要求。



污水纵断面 (二) 示意图

## 2、功能复杂与使用要求的协调

大型公建项目本身系统就很复杂，况且是全运会接待项目的建设，更是力求高标准，高要求。其中涉及管线种类有：重力流管线——雨水管线、污水管线；非重力流管线——一次网热力管线、备用热力管线、蒸汽管线、热水管线、给水管线、室外消火栓给水管线（与室内消火合用）、燃气管线（中压、

低压）、电力管线（10kv高压电、低压电）、电讯管线（电视、电话、网络、音响、消防、安保、物业等）。

众多的管线，在平面排线上，根据不同管线之间、管线与建筑之间的间距要求，合理排布，减小管线在平面位置上的平面展开距离，为景观和功能使用争取更多空间。

## 3、景观需要与线位紧张的矛盾

本项目为十二运接待中心，因此优美的景观环境要与建筑的大气磅礴相得益彰。场地内涉及多处景观节点：廊架、树池、景墙、汀步、园林步道等，均有高标准要求。既要满足市政基础设施的功能要求，又要配合不破坏景观设计的整体感，是另一个需要攻克的难题。

我们与甲方及景观设计人员经过了多轮探讨研究，相互协调，将管线尽量设置于绿化带中，并避开大型乔灌木，以免植物生长对管线造成破坏。对于不得不在道路上设置的检查井，采用双层井盖的设置，保证景观效果。

## 结束语

2013年第十二届全运会在沈阳举行，沈阳迎来了又一次重大的体育盛会。沈阳的各个场馆和配套设施都在积极建设中，争先以全新的形象和面貌展示在世人面前。本人有机会参加到此项工程的基础设施设计，深感荣幸。

在紧张的设计过程中，得到领导和同事们的指导和帮助，增长了很多经验，收获颇大。在此，向全院领导和同事们表示由衷的感谢！

从开始的方案设计到最终的施工建设，尚有许多需要注意和思考的地方，借此机会也望与设计院的同仁们探讨研究。谢谢！

## 参考文献：

- [1] GB 50289-98（1998版）《城市工程管线综合规划规范》
- [2] GB 50015-2003（2009版）《建筑给水排水设计规范》

# 青岛海泉湾度假城演艺中心给排水消防设计

李景帅

**摘要** 剧场人员密集，疏散困难，火灾危险性大。本文就剧场葡萄架下的雨淋系统设计及高大空间的自动射流灭火装置设计给予总结。

**关键词** 雨淋系统 自动射流灭火装置 消防水箱

## 一、工程概述

青岛海泉湾度假城演艺中心位于青岛即墨市温泉镇鳌山组团内，南靠崂山风景区，北接田横岛度假区，是一家集休闲度假、商务会议、养生保健、演艺表演、星级酒店、高级别墅、综合服务配套为一体的现代化国际海滨温泉度假中心。其中演艺中心总建筑面积 $10700.2\text{m}^2$ ，长 $195\text{m}$ ，座位 $971$ 个。

## 二、工程概况

### 1. 消防系统设计概况：

本工程属于剧院（ $971$ 个座位），根据规范要求，共设置了雨淋系统、喷水系统、消火栓系统、气体灭火系统，具体位置如下：

雨淋系统：舞台位置的葡萄架下设置了雨淋系统；

水幕系统：观众厅与舞台之间的防火幕采用水幕系统防护；

自动射流灭火装置：大于 $8\text{m}$ 的观众厅设置了自动射流灭火装置；

自动喷水系统：除电气用房及超过 $8\text{m}$ 的观众厅外均设置喷头保护；

消火栓系统：保证两股水柱到达室内任何部位，并配置消防卷盘；

气体灭火系统：变电所及高压配电间内采用S型气溶胶系统。

建筑灭火器：所有位置均配置干粉型建筑灭火器；

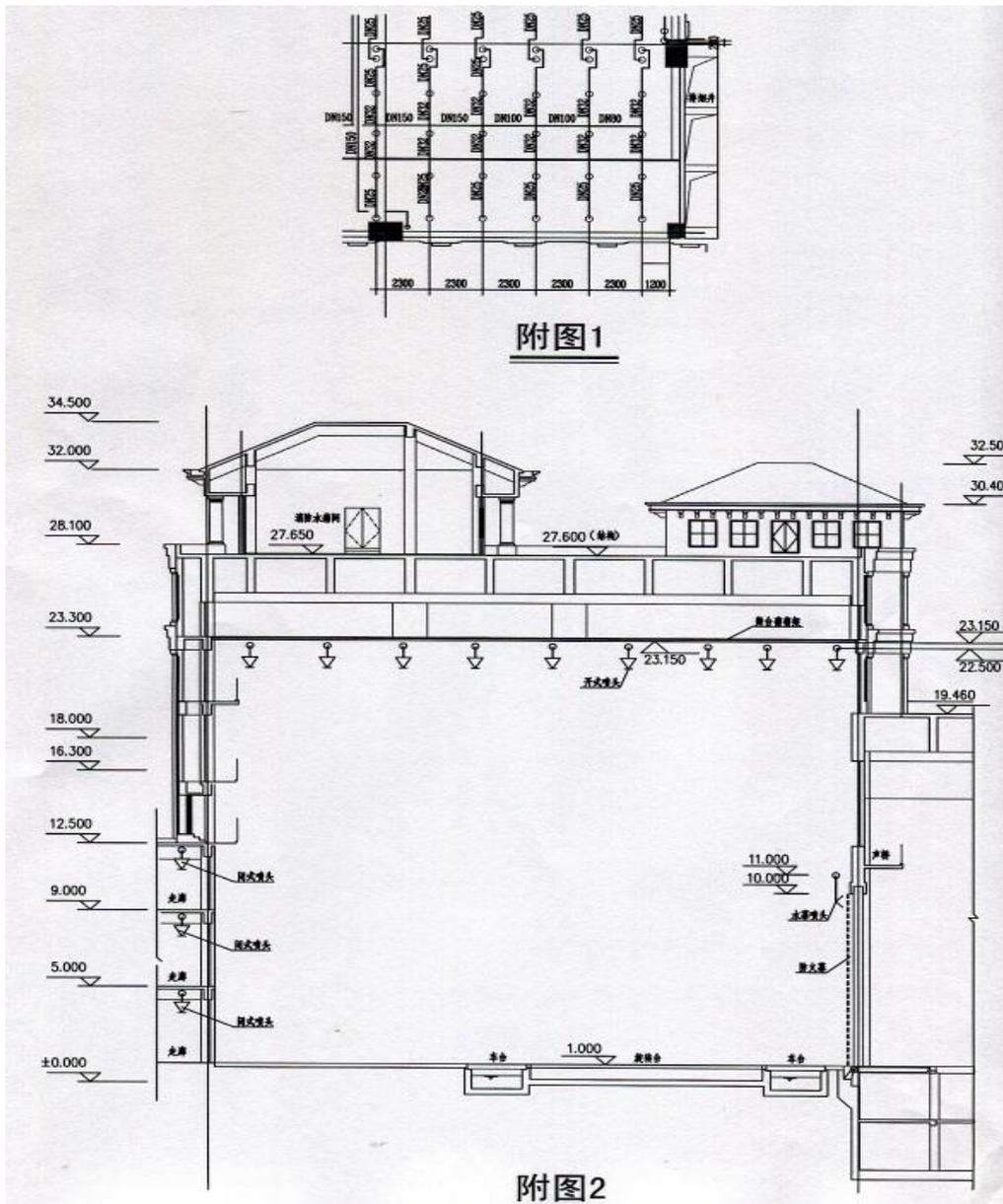
(1) 雨淋系统：舞台葡萄架下属于防火的重点区域，一旦此处发生火灾，其蔓延速度相当快，而且闭式喷头开放后喷水不能有效覆盖起火区域，另外此处净空超过 $8\text{m}$ ，闭式喷头不能及时动作。雨淋系统具有启动速度快，覆盖面积广的优点，该系统一启动就能达到设计面积内全面喷水，能及时有效地控制火势的蔓延，因此本工程的葡萄架下必须设置雨淋系统，具体布置方式如附图1和2所示。设计的关键在于如何确定雨淋系统的大小和作用面积，参见《自动喷水灭火

系统设计规范》GB 50084-2001（2005年版）

（在以下本总结中简称“喷规”）8.0.9条规定：雨淋系统的配水管道充水时间，不宜超过 $2\text{min}$ 。根据此项条款，就可初步确定系统的大小和雨淋阀设置位置。

葡萄架下属于严重危险I级，作用面积不大于 $260\text{m}^2$ （规范规定可以根据保护区形状确定面积的大小和形状），喷水强度 $16\text{L}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ 。本工程根据舞台形状，分为六个区，主舞台分为四个区，两个侧舞台各为一个区，最大区在主舞台，面积为 $255\text{m}^2$ ，最小区面积是在侧舞台，面积为 $245\text{m}^2$ 。主舞台面积 $980\text{m}^2$ ，均匀划分为四个分区，每个分区的面积为 $255\text{m}^2$ ，不是 $245\text{m}^2$ ，因为系统交接处，考虑交叉，同时作用（如附图1）。雨淋系统的干、支管的平面布置：采用枝状管网中央中心进水方式，每根配水支管上装设的喷头数为3个（规范规定不宜超过6个），每根配水干管的一端所担负分布支管数量为6根（规范规定不宜多于6根），这样可以保证水量分布均匀（如附图1）。喷头采用正方形布置或者接近正方形布置（ $2.2\text{m}\times 2.2$ 或者 $2.2\text{m}\times 2.3\text{m}$ ，决定系统的喷头数，是由单位面积上所需要的喷水强度，同时参照设计手册的不超过 $2.5\text{m}\times 2.5\text{m}$ 的推荐值）。为了减少配管充水时间，将雨淋阀设在靠近葡萄架下的雨淋阀室内，从雨淋阀到喷头最远距离为 $48\text{m}$ 。

雨淋系统应有自动控制、手动控制和现场应急操作装置。雨淋系统有四种自动控制方式：第一种方法为湿式控制，第二种方法为干式控制，第三种方法电气控制，第四种方法是易熔金属拉锁控制。本设计自动控制采用的是电气控制方法，该方法实现的过程是：首先由保护区内的火灾自动报警系统探测到火灾后发出信号，接着打开雨淋阀的电磁阀排水，造成雨淋阀空置膜室压力下降，雨淋阀开启，从而压力开关动作自动启动水泵向系统供水。



(2) 水幕系统：建筑专业在观众厅与舞台口之间的台口位置设置了防火幕，给排水专业需要相应设置冷却水幕系统进行自动喷水保护。

水幕系统有三种形式：第一种与雨淋系统相似，由开式喷头，供水管道、控制供水的阀门以及供水设施和火灾自动报警系统等组成；第二种与第一种相似，只是用开式喷头改为水幕喷头；第三种为湿式系统，工程实践中以加密喷头的形式出现。

第一种是用水墙或水帘的作用的防火分隔物，第二种既可用水墙或水帘的作用的

防火分隔物，又可作为冷却防火分隔物，使其达到规定的耐火极限；第三种仅用于为冷却防火分隔物，使其达到规定的耐火极限。前两种是一旦有火，系统整体动作喷水，后者是随着烟气温度升高依次开放。因舞台火灾燃烧速度快，观众厅人员密集，要求冷却水幕动作速度快，且即用隔断和冷却的功能，本工程采用第二种形式。

舞台口高度为 10 米，根据自喷规范，流量为  $1L/(s \cdot m)$ ，水幕长度为 15 米，所以水幕系统灭火流量为  $16L/s$ 。水幕系统的报警阀也是雨淋阀，控制方式与雨淋系统相

同，水幕布置方式见(如附图 2)

(3) 智能自动射流装置系统：观众厅由于层高超过 8m，经与消防部门协商，采用智能射流装置。此部分设计主要参见《建筑设计防火规范》GB50016-2006(以下简称“建规”)和《固定消防炮灭火系统设计规范》(GB50338-2003)。本工程面积和体积均比较小，保护半径设定在 32 米以内，选用了 ZDMS 系列智能自动射流装置，射流半径为 35.5 米，监控半径为 40 米，定位时间小于 30s，每个流量为 5L/s。自动射流装置布置时，参照水炮图集，保证空间内每个位置均有两股水柱同时到达。系统总流量按一个防火分区最多能启动的射流装置数计算，本工程观众厅一共设了 5 个自动射流装置，观众厅中央位置可以启动 5 个自动射流装置，因此系统流量为 25L/s。

(4) 其他灭火系统：a. 本工程所有位置均设置消火栓和配置干粉灭火器；b. 除电气用房和空间位置大于 8m 位置之外，其他位置均采用自动喷水灭火系统；c. 变电室采用了 S 型气溶胶灭火系统。

(5) 消防水池和消防泵的设置：本工程消火栓和自喷用水设在园区的酒店内，自动射流装置的消防用水设在温泉洗浴中心，本建筑内只储存水幕和雨淋系统用水。

本工程的难点在于屋顶水箱间的消防水箱容积大小的计算和位置设置。“建规”规定，消防水箱最大有效容积为  $18\text{ m}^3$ ，如果按照  $18\text{ m}^3$  计算设计，水幕系统和雨淋系统启动，只能满足近 3min 消防用水量，这个和初期 10min 消防用水量相差太远，基本失去作用。在这个问题上，请教了院总和当地消防局，两者均建议消防水箱储存 10min 消防用水量来计算设计，消防水箱有效容积为  $61\text{ m}^3$ 。“建规”不要求设增压设施，但

本地消防局要求多层建筑要和高层建筑一样，在不满足静压要求的情况下设置增压设施，由于增压泵选择流量上有点困难，如果按自喷稳压泵 1L/s，气压罐 450L 选择，对于开式系统大流量，起不到任何作用；如果选择大流量的水泵，又不满足规范规定的稳压泵不大于 1L/s。在这种情况下，与建筑专业进行协商，在本建筑最高点增加楼板，外设爬梯（原来这部分只是用来造型），这样雨淋系统静水压力大于 7m，解决稳压问题。

### 三、问题和总结：

本工程是我第一次设计剧院，基本是边学习边设计的过程，期间遇到过不少问题，经过了很多反复工作。比如在雨淋系统面积大小选择和调整上，由于系统面积大造成初投资大，面积小保护面积不够，系统流量降低，安全效果降低，仅在这一点上，就做了大量的调整工作，这是我在这方面缺乏经验造成的，今后还需进一步研究和积累。也因为如此，该工程还有许多值得研究和改进的地方，比如若舞台两侧都设雨淋阀，这样充水速度更快。工程验收时，由于当时对结构梁的大小考虑的不够，给管道安装带来很多不便，考虑不够周到，没有设专门管道井，现场发现，管太多，太大，严重影响美观，尤其一些阀门太大，个别位置影响通道的宽度。由此可见，一些在设计者看来很普遍的错误仍然可能会出现在实际工程中，一些设计之外的因素仍然可能造成对适用和美观的影响，因此，设计图纸中的一些说明和强调是必要的，同时在图纸会审或施工交底环节中也应特别指出施工过程中需要注意和避免的问题，以免产生类似的诸多隐患，造成不必要的返工和浪费。在今后类似的工程中应注意相应的改进和加强。

### 参考文献：

- [1] 建筑设计防火规范. GB50016
- [2] 建筑给水排水设计手册 第二版
- [3] 自动喷水灭火系统设计规范. GB50084
- [4] 自动消防炮灭火系统技术规程. CECS245:2008

# 自动喷水灭火系统及其发展趋势

姜浩 万芳

**摘要** 针对自动喷水灭火系统的设计分别介绍了旋转喷头、住宅自动喷水灭火系统、大空间喷水灭火系统以及锅炉房灭火系统等,为实际设计提供了一定的参考。

**关键词** 自动喷水灭火系统 旋转喷头 住宅 大空间 锅炉房

自动喷水灭火系统是目前世界上应用最为广泛的固定式灭火系统,它利用火灾时产生的光、热等信号的传感而自动启动,将水有效地洒向着火区域,控制火势的蔓延从而将其扑灭。

## 1 自动喷水灭火系统简介

### 1.1 系统分类

按照喷头开启方式自动喷水灭火系统可分为闭式自动喷水灭火系统和开式自动喷水灭火系统。闭式自动喷水灭火系统按工作原理和适用范围又可分为湿式喷水灭火系统、干式喷水灭火系统、预作用自动灭火系统。

其中在民用建筑设计中最常用的是湿式喷水灭火系统,主要组件有喷头、报警阀组、水流指示器、压力开关以及末端试水装置等。适用于室温不低于 4℃且不低于 70℃的建筑物内。预作用喷水灭火系统用于平时不允许有水渍损失、严禁系统误喷以及替代干式系统的建筑物内。适用于室温低于 4℃或高于 70℃的地下车库等建筑物。

### 1.2 自动喷水灭火系统的特点

自动喷水灭火系统的灭火、控火率很高,对建筑物中的灭火具有很高的实用价值,而且随着科技进步,该系统的应用范围将会越来越广泛,系统可靠性和控火、灭火率也会相应提高。

其中湿式喷水灭火系统主要有以下特点:

结构简单,使用可靠;系统施工简单;灭火速度快、控火效率高;系统投资省,比较经济;适用范围广。

## 2 自动喷水灭火系统发展前景

自动喷水灭火系统已经是一套比较成熟的消防灭火系统,现将其一些发展前景浅谈如下。

### 2.1 旋转喷头

喷头形式有许多种,其分类形式也有多种,其中按喷头的结构可分为闭式喷头、开式喷头和特殊喷头,闭式喷头按热敏元件可分为易熔合金喷头和玻璃泡喷头。不同用途和型号的喷头,分别具有不同的使用条件和安装方式。喷头的选型、安装方式、方位合理与否,将直接影响喷头的动作时间和布水效果。

旋转型喷头全称旋转型大水滴洒水喷头,是我国自主开发的创新型喷头,它是由感应部分和布水部分组成。

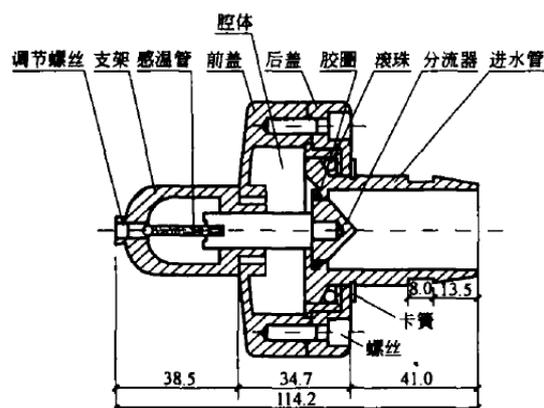


图 1 旋转喷头构造示意图

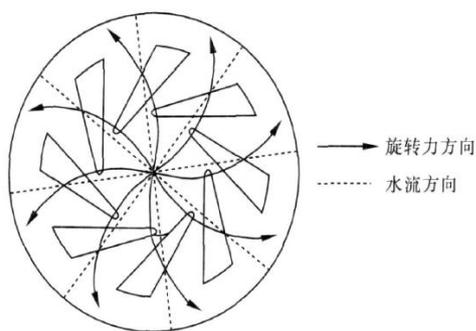


图 2 旋转喷头布水示意图

感应部分采用玻璃球,这和传统的闭式喷头相同,布水部分采用水力旋转布水方式。火灾发生时,感温的玻璃球受热破碎,分流器在重力作用(下垂型喷头)或在水力作用(直立型喷头、边墙型喷头)下移位,被分流器和玻璃球封闭在管道内的水流进入旋转式腔体,并从喷头的孔隙中喷出,在水流的反作用力下,腔体自动 360° 不停地旋转将水甩出,而水在甩出的同时,继续使腔体旋转。

其具有结构新颖、旋转布水、喷洒密度均匀、洒水覆盖面积大、灭火效果好等特点。旋转喷头取消了溅水盘的设置,水直接从其喷头的孔隙中甩出,水滴直径大于普通喷头,不会因水压过高而产生雾化现象,能够更有效地到达燃烧物表面。旋转型喷头单只喷头的保护面积大于普通洒水喷头,采用该种喷头的自动喷水灭火系统,在保证喷水强度的前提下,可以加大喷头布置间距,减少喷头设置数量,从而使管道系统得到简化。

“规程”规定“旋转型喷头自动喷水灭火系统可用于普通自动喷水灭火系统设置的场所”。也就是说按照“喷规”规定的普通自动喷水灭火系统适用的场所,旋转型喷头自动喷水灭火系统

同样适用。此外,还特别适用于如下场所:①需采用大流量喷头的场所。②在井字梁范围内布置喷头有一定难度的车库、仓库等。③为了装饰装修美观上的要求,需少量布置喷头的场所。④场所平面尺寸较大,中间无间隔,布置管道有一定难度的场所。⑤场所有间隔与无间隔混合存在,可以将旋转喷头与普通喷头联用。

## 2.2 住宅自动喷水灭火系统

住宅火灾已经占到了社会火灾的 40%左右,在英国、美国等发达国家在上世纪后期已经开始推广住宅自动喷水灭火系统。我国在“高规”中也有相关规定,第 7.6.1 中“建筑高度超过 100m 的高层建筑”和 7.6.2.4“高级住宅的居住用房”应设自动喷水灭火系统。但是“喷规”的附录 A 中并没有列举住宅的危险等级,根据美国等发达国家的相关规定,一般情况住宅属于轻危险级别。

根据相关规定,该系统喷头应采用快速响应喷头,但要考虑热源的影响,避免出现误爆现象。喷头的流量系数通常采用  $K=80$ ,对于有限制面积的住宅,流量系数取  $K=28$ 。住宅喷头应优先考虑使用下垂式,也可使用注册的侧墙式喷头。对于任何一个动作喷头时,一个喷头的水量不应小于 68L/min,对于多个喷头时,每个喷头的水量不应小于 47L/min,住宅喷头的最小压力应为 0.05MPa。最大设计喷头数为 4 个,计算时应提供单个喷头或 2、3、4 个喷头的参数。

住宅自动喷水灭火系统设计应以起居室、卧室、厨房 3 处作为主要考虑保护对象,其中尤以起居室为重。

当住宅自动喷水灭火系统单独使用时，其设计流量应按相关规定进行计算。该系统也可以和生活给水系统合并使用，此时，在满足生活给水系统最大秒流量时，应仍能满足自动喷水灭火系统的需水量。我国“喷规”规定轻危险等级的场所供水时间为 1h，美国 NEPA13 规定的轻危险等级场所的供水时间为 30min。

从目前国内的相关规范来看，除了“高规”中的超过 100m 的住宅和高级住宅应设置自动喷水灭火系统之外，其他住宅可以不设置该系统。而随着我国经济水平逐渐提高，使生命安全得到更好的保障，普通住宅也应逐渐的设置自动喷水灭火系统。在设计过程中，住宅的危险等级定位轻危险级，也可参照 NEPA 的相关定，但应与当地消防部门协商。

### 2.3 大空间喷水灭火系统

《自动喷水灭火系统设计规范》(GB 50084—2001) (2005 年版) 中定义，大空间场所是指民用和工业建筑物内净空高度>8m、仓库建筑物内净空高度>9m、非仓库类>12m 的场所。普通自动喷水灭火系统已经不适用与防火设计要求。

目前适用大空间自动喷水灭火系统的大空间建筑物主要有会展场馆、体育馆、飞机场、火(汽)车站、影(歌)剧院、会议厅、大型厂房、仓库、酒店大堂、大厦中庭等，该系统一般由火灾探测控制器、启动喷水控制装置、喷头或喷嘴、信号阀组、水流指示器等组件以及管道、供水设施等组成。

大空间高空水炮是一种新兴的大空间自动喷水灭火技术，它采用红外传感器技术探测早期

火灾信号，应用计算机技术实现实时监控，以确保一旦出现火灾能及时发现、准确锁定火灾目标位置并自动联动报警、喷水灭火，具有系统管网布置简单、管材用量省、施工容易且工期短、系统流量小等特点高空水炮自动喷水灭火系统集成成了传感器技术和机电一体化技术等多项技术，得到了越来越广泛的应用。

大空间高空水炮自动喷水灭火系统主要包括探测火灾信号的红外传感器技术、单片机技术和计算技术、信号远传通讯技术和机电一体化技术。安装一般为悬挂安装形式，也可根据设计需要靠墙安装(但需要保留水炮足够旋转 360° 的自由空间)，系统通常采用集散分布控制的拓扑结构。

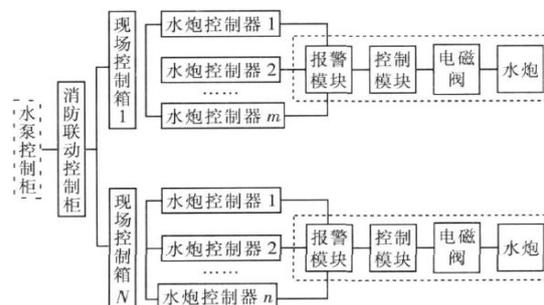


图 3 大空间高空水炮灭火系统控制原理图

传感器信号处理技术直接决定了高空水炮探测火灾能力的好坏。在一定的传感器信噪比下，可依靠有效扩大传感器探测火灾点的视场角来扩大高空水炮探测火灾的有效半径。目前，国内应用红外传感器技术实现稳定可靠探测火灾的最大保护半径>30 m，最大安装高度>25 m，如果让高空水炮的安装高度降低会更适用于传统自动喷水灭火系统。

大空间高空水炮灭火装置的用水量在“炮

规”第 4.3.4 中有明确规定：“室内火灾应按两门水炮的水射流同时到达防护区任一部位的要求计算”。所以，如果选用 20L/s 的水炮，系统设计流量应为 40L/s，消防用水量为 144m<sup>3</sup>；选用 30L/s 的水炮，系统流量即为 60L/s，消防用水量为 216m<sup>3</sup>。

大空间高空水炮可以进一步优化系统内部结构、节省设计安装费用。且适用于在中危险级 II 级及以下的传统自动喷水灭火系统的无分隔的大面积场所，所以大空间高空水炮自动喷水灭火系统可为工程设计提供一种新的选择。但是由于不同生产厂家的产品性能指标存在较大差异，使实际设计增加了难度。

#### 2.4 自动喷水灭火系统保护锅炉房

锅炉按照压力可以分为低压锅炉、中压锅炉和高压锅炉，按燃料可以分为燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉和电锅炉等，按照热媒可分为热水锅炉和蒸汽锅炉。锅炉房发生火灾的主要原因是烟囱靠近建筑物的可燃结构，炽热炉渣处理不当引燃周围的可燃物，烟囱飞火以及锅炉房操作间和附属房间起火等。

对于锅炉房的特殊性，再设计过程中，设计人员往往会选择气体灭火系统或水喷雾灭火系统来保护锅炉房。然而从理论使用情况中我们发现，由于锅炉房的结构设计中有很大的进排风口，如果一旦发生火灾，风口关闭不及时，气体灭火装置释放出的灭火气体会迅速被锅炉房风口的高速气流吹散稀释，降低了其有效灭火浓度，破坏了其有效灭火作用，达不到设计的灭火

要求。水喷雾系统在使用中由于水滴颗粒细小也会有类似现象发生，而且水喷雾系统自身的设置要求较高，设计安装中会存在一定的隐患。

“高规”7.6.6.1 中规定，“燃油、燃气的锅炉房、柴油发电机房宜设自动喷水灭火系统。”所以对于锅炉房的防火设计，使用自动喷水灭火系统符合规范的相关规定。自动喷水灭火系统在启动后喷出的水滴较大，能够很好地降低锅炉房风口的风速影响，而且在设计上和造价上均经济于上述两种系统。

#### 2.5 其它

自动喷水灭火系统的组成部件繁多，对于装饰装修要求较高的场所，对其设置部位及外观形态提出了更高的要求。

对于这些装饰装修要求高的场所，可将自动喷水灭火系统的配水支管管径尽量多的控制在 DN25、DN32，较小的管径更便于隐蔽施工。可在公共区域结合精装修设计进行局部的吊顶，将其隐蔽起来。在一些宾馆客房等房间，可以采用侧墙式喷头。对于普通喷头的设置为，在满足相关设计规范的前提下，可以结合建筑平面以及装饰装修的要求，尽量在房间门口等不影响房间美观的区域设置。另外，除了隐蔽式喷头外，还可以研发出外形更加美观的喷头，这样装修的时候它也可以成为一种漂亮的装饰而存在。

#### 参考文献：

- [1] GB 50084-2001 (2005 年版)，自动喷水灭火系统设计规范[S].
- [2] GB50016-2006，建筑设计防火规范[S].
- [3] GB50045-95 (2005 年版)，高层民用建筑设计防火规范[S].
- [4] CECS 213: 2006, 旋转型喷头自动喷水灭火系统技术规程[S].
- [5] DBJ 15-34-2004, 大空间智能型主动喷水灭火系统设计规范[S].
- [6] CECS245 《自动消防炮灭火系统技术规程》[S]

# 公共建筑内防排烟设计中的一些问题

郭琳

**摘要** 本文通过沈北项目实际工程,详细介绍了如何划分通风排烟系统、选择通风方式及通风排烟风机,包括怎样解决平时运行到火灾运行的可靠转换。同时介绍了通风量的计算方法和气流组织形式。

**关键词** 加压送风系统、排烟系统、加压送风量的计算、排烟量的计算、风机的选择

随着经济水平的不断发展,现代建筑的使用功能日趋完善,但同时也相对复杂和多变,这给日后建筑使用过程中的安全带来了一定的隐患。所以在公共建筑中尤其是人员比较密集的场所,同时对环境不熟悉,防排烟设计就显得尤为重要,而根据有关资料显示,很多在火灾中不幸丧生的都是烟气造成的。烟气蔓延速度很快,在非常短的时间内,即可从起火点迅速扩散到其他的地方,甚至是楼梯间等疏散通道,因此而导致消防救援受到影响,直至被困人员死亡。建筑内的防排烟设计能及时排除烟气,阻止其快速扩散,为救援赢得了时间。

目前公共建筑多采用空调系统夏季制冷冬季供热,虽然提高了人们在建筑环境内的舒适度,但同时也增加了许多管道系统,在设计中如何来考虑各专业之间的管道交叉,保证消防要求、功能设计要求、装修后对空间的要求,这些问题在方案设计中就应该慎重斟酌以求不断的优化设计。就防排烟设计问题在此种公共建筑中的设计方案选择根据我所刚刚完成的沈北项目来做以阐述。

沈北新区金融港及市民服务中心位于沈阳市沈北新区,建设单位为沈北新区国有资产经营公司。由七栋高层办公楼及其连接的裙房,两栋多层办公用房和两栋高层办公楼组成。建筑工程设计等级为特级。该工程总建筑面积 515626 平方米。其中地下建筑面积 123519 平方米。地上建筑面积 392107 平方米:整个项目分为 11 个子项,分别为 A 栋楼、B 栋楼、C 栋楼、DE 栋楼、F 栋楼、G 栋楼、H 栋楼、J 栋楼、K 栋楼、L 栋楼及人防地下室。如此庞大的公共项目,其内部使用功能可想而知,同时他的防排烟设计就更加复杂和重要了。根据项目的特点,我

认为我们在设计时既要全面系统又要化整为零。好好结合规范的设计要点和实际工程中的特殊性来考虑。

## 1 建筑的防烟

### 1.1 送风方式

建筑中的防烟可采用开启外窗的自然通风方式或机械加压送风方式。在符合规范规定的前提下,综合考虑建筑成本,节能和安全等因素宜优先采用自然通风方式。需要注意的是通往地下室的防烟楼梯间的防烟方式,在工程设计中往往存在地上防烟楼梯间采用自然通风方式,由于一层楼梯间设置防火门,通往地下室的防烟楼梯间要采用机械加压送风方式,在本工程的设计中,就存在着这种情况。还有地上地下楼梯间均采用机械加压送风方式。和建筑的专业配合中要考虑,加压送风井位置是否合适,当风机安装在屋顶上时,地上楼梯间内不开风口,只在地下室部分开风口;当风机安装在地下室送风机房内时,要考虑风井出地面后开百叶的位置是否合适,不能和排风(烟)造成短流。

### 1.2 机械加压送风量的确定

常用的计算方法有压差法、保持门洞处风速所需的风量、和规范中的机械加压送风量表格,通常在不特殊的工程中,表格中的风量比较大,可以按表格直接查找,通往地下室的防烟楼梯间加压送风量的计算要参照《实用供热空调设计手册》中第十三章中的规定,需要注意的是当地下室超过一层时风量要叠加计算。

### 1.3 机械加压送风口的设置,和控制方式

楼梯间应采用多点送风,每隔 2-3 层设置自垂式百叶风口,而前室采用常闭式送风口,当系统负担层数在 3-19 层时,开启两

层, 而超过 19 层时, 开启三层, 这点需设计者在计算风口大小时要注意。在沈北项目设计时, 我同时注意到当地下地上共用加压送风井时, 必须考虑地下室的送风量能否达到要求。例如 L 栋楼内的防烟楼梯间要求地上  $25000\text{m}^3/\text{h}$  风量, 地下也是  $25000\text{m}^3/\text{h}$  风量, 如果此时采用平均分配的话, 显然达不到地下室风量的要求, 这种可以设置两台风机, 共用风井, 地上采用常开式风口, 而地下室采用常闭式风口, 风量风速各自计算, 比较不容易混淆。

## 2 建筑的排烟

### 2.1 排烟方式

排烟系统是选择自然还是机械需要同建筑专业紧密配合, 如选择自然排烟, 那么自然通风口的净面积和位置都要有暖通专业设计人来认真核实, 我个人建议对重点工程, 在条件容许的情况下, 由于建筑后期装修的改变性很强, 要考虑优先采用机械排烟系统。

### 2.2 防烟分区划分

在设计 KL 栋单体时, 建筑功能为行政审批和办公为一体的综合建筑, 因此有许多的无窗办公室和内走廊, 并且房间的门不是防火门。此种情况的排烟系统如何设计? 根据规范房间内可不设置排烟设施, 但防烟分区划分有两种分歧, 第一种将内走廊所连接的房间包含到防烟分区内, 此种防烟分区面积加大, 风管风口面积大, 设计程度复杂。另一种是只将内走廊所连接最大面积的房间划分到防烟分区内, 此种方法, 风量、风管、风口都有所减小, 而且在同时设计空调的项目中, 我觉得更加实用。

### 2.3 中庭排烟设置

高低规在中庭采用何种排烟方式时, 划分在 12 米高度上, 根据实用烟气在 3 到 4 秒就迅速蔓延到 12 米高度, 一旦火灾发生, 中庭将成为一个烟囱, 因此在设计中非常重要。个人认为虽然具备自然排烟条件, 也宜采用机械排烟设施, 而且中庭是比较好设置排烟口和排烟风机的。而对于高大中庭, 影响烟气能不能升到中庭顶部的因素很多, 因此建议分段设置排烟口, 在不同高度上排烟, 以确保中庭排烟的安全性。中庭的排烟

风机基本设于屋顶上, 用此种设置方式, 主要还基于其具有如下优点: ①排烟系统与通风系统合用, 节约投资; ②对排烟风机经常使用可保持其良好的工作状态; ③系统无风管, 不影响建筑美观和采光; ④风机分散布置, 有效的降低屋面荷载; ⑤火灾自动报警系统控制量少, 系统更可靠。

### 2.4 地下车库的通风系统

地下车库通风量得确定方法有很多种, 但目前使用最多的有如下三种: 换气次数法、单位面积换气量指标法、稀释浓度法。目前最常见的是第一种方法。在民用建筑采暖通风设计技术措施中规定, 如无计算资料, 可参考换气次数估算, 一般排风量不小于 6 次/h, 送风量不小于 5 次/h, 层高按 3 米计算。而根据汽车库防火规范规定, 防火分区最大 4000 平方米, 防烟分区最大 2000 平方米, 排烟量要按照实际层高来计算换气次数, 换气次数按 6 次/h 换气次数计算。例如一个 2000 平方米的防烟分区, 实际层高为 4.5 米, 排风量为:  $2000 \times 3 \times 6 = 36000\text{m}^3/\text{h}$ , 而排烟量为  $2000 \times 4.5 \times 6 = 54000\text{m}^3/\text{h}$ , 同时地下室补风量不小于排烟量的 50%。车库的气流组织在整个设计中起到了十分重要的作用, 传统的设计方法认为: 汽车排出的一些有害物比空气轻, 另一些有害物比空气重所以排风口在车库的上部和下部均应布置, 且应从上部排出风量的 1/3, 而从下部排出 2/3。而现在看法认为: 有害气体实际上是混合在空气之中并随着空气流动, 并不存在由于自身密度的作用而明显地向下或向上的运动。因此可以采用集中上排的方式。排风排烟系统的风机如何选择? 有几种方案可按实际情况来确定。平时和火灾时均使用高温轴流风机。可选 2 台型号相同、风量相同的高温轴流风机。压头按阻力定, 平时开启一台作为机械排风用, 火灾时另一台同时启动进行排烟, 当温度达到  $280^\circ\text{C}$  时, 通过风机入口的  $280^\circ\text{C}$  防火阀关闭 2 台联动风机停止工作。由于平时仅开启一台风机, 另一台风机停止, 应在每台风机管路上设止回阀, 以免短路, 同时, 也可防止上、下层气流进入。2 台风机应设计为平时可手动控制, 互为备用, 不致造成某台风机总不开启, 损

坏也不知道。为了减少风机噪声对其他房间的影响,应在风机前后接内衬不锈钢丝网的不燃石棉布软接头及消声静压箱。

## 2.5 其它功能的地下室通风系统

在沈北项目中,地下室的使用功能复杂多变,除了地下车库外,还有办公、餐饮、休息区和局部的设备用房及人防工程。因此,地下室集中了水电、通风空调大部分管线,特别是通风排烟管道,尺寸大,系统多。在工程设计中,有必要把平时通风管道兼作火灾时该区的排烟管,以减少地下室上部分空间占用及风用量,而排风排烟机合理组合及控制,对于火灾时排风排烟系统可靠地转换为排烟系统就显得很重要。系统划分:通风排烟系统划分应结合建筑防火分区来考虑,做到既有利于通风系统兼作排烟系统,又不会出现排烟风管跨越防火分区的现象。

根据高规,地下室设备用房区在设有自动喷淋灭火设施时,防火分区面积为 $1000\text{m}^2$ ,可划分成2个防烟分区,排烟量按 $60\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ 计算,该防火分区排烟量为 $6000\text{m}^3/\text{h}$ ,而平时通风量按换气次数 $6\text{h}^{-1}$ ,计算,层高(净高)按 $3.6\text{m}$ 计,通风量为 $1000\times 3.6\times 6=21600\text{m}^3/\text{h}$ 。可见,平时通风量与火灾时排烟量相差不到一半,而平时通风管主干管风速一般设计在 $6-8\text{m/s}$ ,火灾时排烟风管最大达到 $20\text{m/s}$ ,所以使用一套风系统可以满足排烟要求。平时的送风管道系统可同时兼做火灾的补风,但要校核送风量是否大于排烟量的50%。在设计中还应注意:当一个排烟系统负担3个以上防烟分区时,排烟量按最大防烟分区面积乘以 $120\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ 计算。

平时通风采用均匀排风,即地下室均匀设置排风管及排风口,平时通风用,火灾时兼作排烟风管及排烟口,火灾时进风系统兼作平时进风。机械进风系统可不接送风管或接一小段风管相对集中送风,此通风方式比均匀送风、集中排风效果会好。另外,每个防火分区即对应一个排风、排烟系统及进风系统,应设置进风竖井、排风竖井。

## 2.6 屋顶风机的设置

值得一提的是在大型建筑中,屋顶通

常都会有许多的出风井,百叶风口,电梯机房,设备用房等。那么就要求设计者提前安排好送排风的位置和间距,而且要和各专业配合有无冷却塔等大型设备,以避免风井位置不合适,风机出风口短路等一系列问题的出现。

## 2.7 防火阀的设置

防火阀的设置防排烟系统中起着至关重要的作用,一旦火灾发生,防排烟系统能否启动,能否迅速排除烟气,保证火灾时的人员安全疏散,都与防火阀的设置,电气的联动有着密切的关系。下面总结一下几种阀门的区别:

### 2.7.1 防火阀

一般有两类:一种为矩形,一种为圆形,其内部由阀体和操作装置组成。用于有防烟防火要求的通风、空调系统的风管上。平时开启,火灾时,通过探测器想消防中心发出信号,接通阀门上 $\text{DC}24\text{V}$ 电源或温度熔断阀门们关闭,或手动关闭。阀门关闭后切断火灾沿管道蔓延的通道。

### 2.7.2 防烟防火调节阀

适用于安装在空调系统的送回风官道上,平时开启,阀门叶片可在 $0^\circ-90^\circ$ 内五档调节,而火灾时,当管道烟气温度达到 $70^\circ\text{C}$ 时关闭,起到阻烟防火的作用。可采用手动复位方式,手动调节改变叶片开启角度,电讯号 $\text{DC}24\text{V}$ 使阀门关闭,关闭后发出电讯号。

### 2.7.3 排烟防火阀

由阀体和操作机构组成,用于排烟风机吸入口和排烟系统的管道上,平时处于常闭状态,发生火灾时,自动开启,进行排烟,当排烟温度达到 $280^\circ\text{C}$ 时,温度熔断器动作,再将阀门关闭,隔断气流,可手动或电动复位。

## 参考文献:

- 1、建筑设计防火规范 GB50016-2006
- 2、高层建筑设计防火规范 GB50045-95(2005年版)
- 3、汽车库、修车库、停车场设计防火规范 GB50067-97

# 沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼楼宇自控系统的设计

卢洋

**摘要** 本文结合国家标准以及工作中的实际经验,针对沈阳桃仙国际机场航站区 T3 航站楼楼宇自控系统的总体设计要求、系统组成、系统设备规格与要求、系统的具体功能要求等几个方面进行简述。

**关键词** BAS 系统 现场控制器 监控内容 系统集成

楼宇自控系统(即 BAS 系统)是建筑技术、自动控制技术与计算机网络技术相结合的产物,使建筑物具有智能建筑的特性,是智能建筑的重要组成部分。现代建筑内部有大量机电设备,这些设备多而分散。采用楼宇自控系统,就可以合理的对设备进行监视、控制,并利用先进的管理软件,全面实现对建筑物的综合管理和能源利用。楼宇自控系统为建筑物运行过程中节约能源,节省人力提供了条件,确保设备的安全运行,加强建筑物内机电设备的现代化管理,并创造安全、舒适与便利的工作环境,向人们提供全面的、高质量的、快捷的综合服务功能,同时通过优化控制提高管理水平和环境质量。

## 1 工程概况

T3 航站楼总建筑面积 24.8 万 m<sup>2</sup>,设计年旅客吞吐量 1750 万人次。采用主楼加短指廊构型,建筑高度约 40 米,地上两层(在一、二层之间设到港通道夹层)、地下一层。地上二层为旅客离港层,夹层为旅客到港通道层,地上一层为旅客到港层,地下一层为设备层主要布置设备机房、管道和通往地铁站厅的通道。

本楼宇自控系统控制中心位于一层连廊航站楼运行管理中心,由监控服务器及监控软件组成。具备控制和管理建筑物内的空调系统、冷热源系统、给排水系统等系统的功能。同时可设置客户端,客户端通过授权可进行监测控制系统运行的等级,确保维护人员及时到位,进行维修处理。控制层主要由网络控制单元、现场控制器等组成,由这些控制器对现场的传感器和执行器进行直接监控,达到分散控制及集中管理功能。

## 2 系统总体设计要求

1、对于楼宇设备的直接控制:本楼宇

自控系统工程,主要针对 T3 航站楼各类机电设备进行直接实时的监视和控制。整个楼宇自控系统采取服务站分布式构架。服务器配置在 T3 主机房 PCR 中,在 T3 航站楼运行管理中心配置管理工作站,通过网络系统对各站点的监控设备进行的总体管理,可以对各站的操作、命令执行、数据互传等。以上站点通过网络设备上传数据至主机房 PCR 中的系统服务器中。

系统要求设计整体网络架构及详细的设计方案,实现建筑设备管理自动化、安全化、节能化,同时为航站楼内的人员提供最为舒适、便利和高效率的环境。

楼宇自控系统将分散的、相互独立的机电设施,采用相同的软件界面进行集中监视,管理整个楼宇的水、风以及能源信息。这些监控功能应以生动的图形方式和方便的人机界面向管理者展示各种有用的信息。

管理人员和操作人员可以通过自己的系统的人机界面进行监视,实时监测环境温度、湿度、空气质量等参数,冷热水的温度、压力、流量等参数,对空调机组、新风机组、机组电动阀门、水泵、送排风机等设备的监测与控制,监测各专用机电设备的运行情况,建筑的用电、用水、通风情况。

通过管理软件和节源分析软件达到自动控制,降低能耗,配合自控系统的节能式操作,减少不必要的能源浪费。并在硬件上提供防范性保养,对可能发生的故障的设备,提前发出警告。

建筑设备监控系统对各个设备(或系统)实时监视、控制和管理。本系统应采用集散控制方式,在所有通讯网上都要做到无主从的点对点(Peer to peer)通讯,采用有效的节能措施,并制订实用的优化控制方案。

2、与第三方系统的集成: BAS 系统将

与 T3 航站楼其它机电系统进行第三方系统集

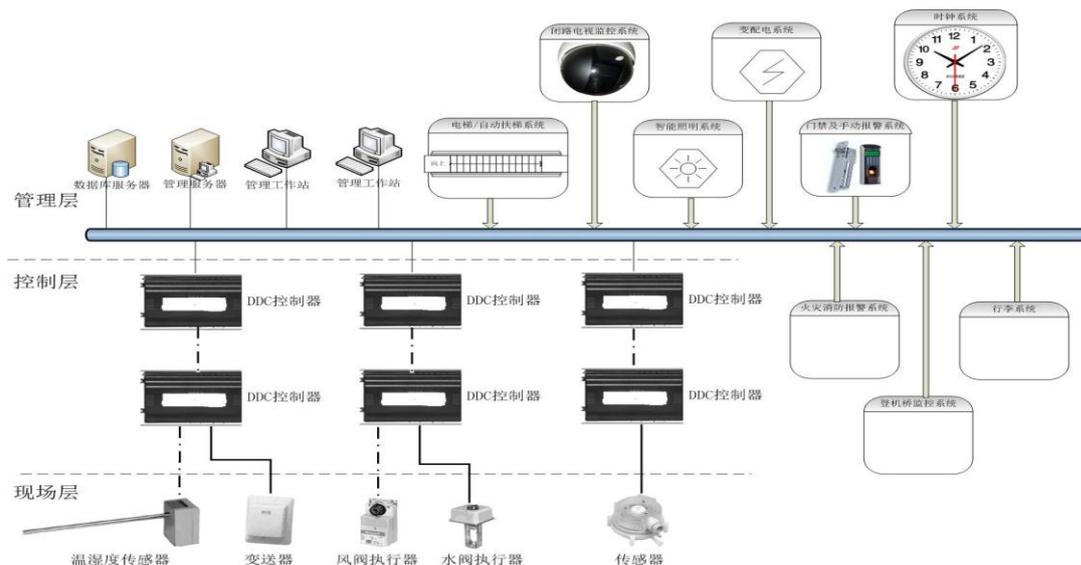
成，可通过网络接口通信方式对其它第三方系统进行业务管理层面的集成监控。这些第三方系统本身自成系统，各自独立，不依赖于 BAS 系统的总控中心而独立对所属设备进行实时的监视和控制。

### 3 系统组成

T3 航站楼 BAS 系统是由中央管理工作站、各种直接数字控制器（简称 DDC）及各类传感器、执行机构等组成的，能够完成多种控制及管理功能的网络系统。它是随着计算机在环境控制中的应用而发展起来的一种智能化控制管理网络，是先进的直接数字控制系统（简称 DDC 系统）。计算机在参加闭环的控制过程中，不需要中间环节（调节器），而用计算机的输出（断续的形式）去直接控制调节阀门等执行机构。该系统是利用当代先进的数字控制技术，采用分散式直接控制与中央集中监控相结合的分层控制形式，对局部的数据首

次处理，再将有限的数据传送到中央计算机进行数据交换。这种把控制功能分散到直接数字控制器而数据资料由中央处理机集中管理的方法，可大大加强各个子系统的独立性和可靠性，并减少了中央机的工作量，因而带来了计算机性能的提高及成本的降低等一系列的优越性。这种集散控制系统是当代中央控制系统发展的趋势。在该控制系统中，计算机要对上百个回路进行控制。对某一个调节回路来说，送到调节阀上的控制信号，必然是一种断续的脉冲信号，当信号中断后，则必须使其保持原来的阀位不变。

T3 航站楼 BAS 采用了多层网络结构和世界先进技术，使该系统无论在可靠性和技术上都是领先的水平。该网络结构分 3 层：第 1 层为管理层，第 2 层为控制层，第 3 层为现场层。见下图：



管理层网络：可扩充到以太网通信网络（Ethernet），可以通过以太网与其它工作站连接，对系统数据作统一管理，采用工业标准数据通路及时存取到一个或多个工作站，它为庞大的系统提供 100Mbps 以上的高速通信。只有采用领先一步的技术，才能在未来的大规模联网控制中获得成功。

控制层网络：以各种直接数据控制器（DDC）为基本单元。DDC 与中央工作站之间经由层级交换机及总交换机相连。T3 航站楼 BAS 系统共有 13 台层级交换机，所有控制点

的设置及编写的程序都通过层级交换机经由六类线（Cat6）下载到相应的 DDC，并储存在其内存中。采用工业级的 Peer-to-Peer 网络，区别于环网和星网，保证同层控制器与同层控制器之间的高速通信，而无需汇总到上层工作站去处理大量信息，这样在任何特殊情况下都不会丢失记忆而误操作。T3 航站楼 BAS 系统在考虑到受控设备分布情况、系统网络所能承载情况下，通过总交换机共引出 13 条控制层级网络至 13 台分交换机，分别连接到航站楼地下室、国内候机长廊、国际候机长廊等。

现场层网络：它是现场层设备,及各种传感器和执行器与控制层网络以及控制层网络的各种 DDC 之间的数据通信链路,它用于楼宇中所有楼层级的数据交换,在整个系统中占有十分重要的地位。

#### 4 系统设备规格与要求

1、楼宇控制系统软件要求：系统必须具备很高的可靠性和一定的实时性,采用成熟、先进的开发平台,采用多任务工业标准技术,保证其开放性和可扩展性,使得系统的开发和集成变得十分简便。设计须符合标准化、规范化要求,采用分布处理技术和冗余技术,具有良好的可移植性、可扩性和联网功能,便于功能和系统的扩充和升级,并充分保护用户投资,使系统能适应功能的增加和规模的扩充要求。

系统应确保监控主机出现故障时不影响控制器独立完成监控功能。在 DDC 控制器外接电源断电时,其相关的状态资料也能送至监控主机。一旦断电恢复,则所有受断电影响的设备也能自动复位,而不需重新设定。

系统分类应用软件应使用同一种高级语言,采用同一种数据库管理系统。设备可以在“在线”运行情况下,方便地修改程序,改变设置点,调节设置时间。

所有设备应该用高级的适合工程技术人员的编程语言,使工程师及操作人员能方便地编写程序,编辑和做其它类似的工作。

过程监控软件要求可实现图形化的过程监控、数据采集、标准动态数据交换及指定文档的数据管理功能。系统应用程序的每项功能可按用户要求及系统设计而改编,并可随系统的扩充或运行需要而作修改。

设备故障及报警能够在监控界面第一时间自动弹出。

2、楼宇控制应用软件要求：应用软件应为 BAS 系统提供一个方便易用的管理系统,用于构建一套完整的管理系统。图形工作站应能提供集成化的开发环境,有强大的图形功能,具有丰富的各种设备三维形象图库,可对全部设备的运行停止,阀门及风门开闭,液体流动等工艺状态,通过颜色变化,移动,旋转,闪烁,百分比动态数字显示以及更复杂的动画形式来反映各种被控设备的工作状态,使图形界面更生动活泼,直观形象,操作简

便而不易出错。支持多窗口动态图形显示,支持实时参数显示(包括可定义的物理量)。

完全基于 Client/Server 软件,具有 Client/Server 架构软件的所有功能,可以监视远程节点的所有数据点,可以在线增加、修改、过滤,删除远程节点中的数据库点,真正实现远程组态。

可通过传输层或管理层将系统中所有监控信息传送至分控中心及总控中心,分控中心及总控中心也能将程序,动作指令实时传送到相应被控设备。

应提供多种数据管理功能,包括:数据采集和管理,历史数据存储,导出数据库及生成各种数据报表,保证系统处于最佳运行状态。

数据库容量应有足够余量,除了满足所有的硬件点及软件点的数据输入要求外,还应有 50%以上的余量供以后扩充使用。

提供系统安全级管理,增强系统的安全性。应用程序的调用,操作画面显示,设备操作,都可以赋予权限管理。方便、灵活、可靠、易于扩展的报警系统,报告系统活动及系统潜在的问题,保障系统安全运行。提供多种报警管理功能,基于重要事件的报警优先于系统故障报警、报警过滤功能,以及通过拨号网络的远程报警管理等。必须能够自动监测各种类别的报警,包括一般报警、预报警,重要报警等,并且在画面上显示相应报警点。

分控中心或总控中心可汇总系统运行状况的综合报告,也可根据需要汇总成不同的分类报告,并可手动或自动打印这些报告。

3、远程客户端要求：该系统软件应支持 2 台以上的远程客户端系统,使用户在远端仍可以实现管理功能,满足主站和分站同时管理的需求。

4、网络时间同步服务要求：由网络时间同步服务器提供整个楼宇系统服务器的时间同步。

5、楼宇自控系统综合信息管理要求：楼宇自控系统应用软件应能提供对整个楼宇系统内设备信息的综合管理,其与总控中心双机热备冗余服务器直接通讯,提取相关数据。包括:设备名称、型号、数量、位置、备品备件状况、维修状况、设备运行时间、能源消耗状况等。

6、OPC 客户端集成接口要求：为保证系统集成接口的标准性(有利于系统集成接口的可维

护性)，总控中心服务器需提供标准的集成接口 OPC 客户端，非 OPC 客户端的集成接口不被接受。

7、现场控制器 DDC 要求：DDC 采用模块化结构，具有以太网 10/100M 自适应端口（可外接网络接口转换设备），带 RS485 端口，用于现场层通讯，可通讯协议为 BACnet/IP，带一条内部扩展模块接口，可方便连接各种带 BACnet/IP 通讯接口设备。支持控制器之间点对点通信，中央控制电脑与 DDC 之间不应增加其它网络控制设备，以减少中间故障环节，提高传输速率。每台 DDC 控制器均可独立工作，当中央控制电脑，控制线路或某个 DDC 发生故障时，不应影响其它 DDC 正常工作。

支持扩展模块（扩展模块类型可任意组合），扩展模块与控制器采用通讯总线连接。可支持的扩展模块数量应满足大点数逻辑控制的全部要求。

具有独立的通讯模块，AI 输入模块可支持多种类型的模拟量输入，如铂电阻、镍电

阻、热敏电阻等电阻性输入，0~10VDC，2~10VDC，4~20mA DC 等标准信号输入。DI 输入模块支持常开及常闭无源节点输入。模拟量输入点可兼作数字量输入点。

PID 参数值可在系统运行后自动重调到最佳组合,不需人工调整。

每一个 DDC 控制器（箱）中，各种类型的输入输出点均不能用足，都必须留出 15% 以上的空置点，以便今后扩充。

现场控制器支持在线编程；当外接电源断电时，SDRAM 电源备份时间≥30 天。能针对通讯和主要器件进行自我检测，并具备由于电源意外故障的自动再启动功能。DDC 应具有高抗干扰能力及稳定性，I/O 模块应具有过压、短路保护功能。

控制器上的 232 通讯接口，可方便使用手持设备对控制器进行现场操作、设定和诊断。

能接受系统校时信号，使控制器时钟与标准时间同步。

## 5 系统的主要监控内容及 DDC 点位要求

### 1、空调机组监控内容及 DDC 点位要求：

	设备名称与监控内容	数量	输	输	输	输	说 明	数量
			入	出	入	出		
			DI	DO	AI	AO		
	<b>组合式空调机组</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>4</b>		<b>26</b>
1	新风阀开度反馈				1			
2	新风阀开度调节					1		
3	回风阀开度反馈				1			
4	回风阀开度调节					1		
5	排风阀开度反馈				1			
6	排风阀开度调节					1		
7	新风温度检测				1		风管式温度传感器	1
8	回风湿湿度检测				2		风管式温湿度传感器	1
9	回风机运行状态		1					
10	回风机故障报警		1					
11	回风机手/自动状态		1					
12	回风机启停控制			1				
13	初效过滤网堵塞报警		1				开关量压差传感器	1
14	静电除尘控制			1				
15	电动调节阀开度反馈				1			
16	电动调节阀控制					1		

17	防霜冻信号检测		1				防霜冻传感器	1
18	加湿器控制			1				
19	送风机运行状态		1					
20	送风机故障报警		1					
21	送风机手/自动状态		1					
22	送风机启停控制			1				
23	空气净化器控制			1				
24	送风温湿度检测				2		风管式温湿度传感器	1

2、新风机组监控内容及 DDC 点位要求:

	设备名称与监控内容	数量	输入	输出	输入	输出	说明	数量
			DI	DO	AI	AO		
	<b>新风机组</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>		<b>15</b>
1	新风阀开关反馈		2					
2	新风阀开关控制			1				
3	初效过滤网堵塞报警		1				开关量压差传感器	1
4	电动调节阀开度反馈				1			
5	电动调节阀控制					1		
6	防霜冻信号检测		1				防霜冻传感器	1
7	加湿器控制			1				
8	送风机运行状态		1					
9	送风机故障报警		1					
10	送风机手/自动状态		1					
11	送风机启停控制			1				
12	空气净化器控制			1				
13	送风温湿度检测				2		风管式温湿度传感器	1

3、立式送风机组监控内容及 DDC 点位要求:

	设备名称与监控内容	数量	输入	输出	输入	输出	说明	数量
			DI	DO	AI	AO		
	<b>立式送风机组</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>		<b>11</b>
1	新风阀开关反馈		2					
2	新风阀开关控制			1				
3	初效过滤网堵塞报警		1				开关量压差传感器	1
4	电动调节阀开度反馈				1			
5	电动调节阀控制					1		
6	送风机运行状态		1					
7	送风机故障报警		1					
8	送风机手/自动状态		1					
9	送风机启停控制			1				
10	送风温度检测				1		风管式温度传感器	1

#### 4、风机风幕监控内容及 DDC 点位要求:

	设备名称与监控内容	数量	输入	输出	输入	输出	说明	数量
			DI	DO	AI	AO		
	<b>风机、风幕</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>4</b>
1	风机手自动状态		1					
2	风机运行状态		1					
3	风机故障报警		1					
4	风机启停控制			1				

#### 5、环境参数检测及 DDC 点位要求:

	设备名称与监控内容	数量	输入	输出	输入	输出	说明	数量
			DI	DO	AI	AO		
	<b>环境参数检测</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>0</b>		<b>3</b>
1	室内温湿度检测				2		室内温湿度传感器	
2	室内空气质量检测				1		室内空气质量传感器	

6、第三方系统集成总体要求: BAS 系统将 T3 航站楼内其它第三方机电系统进行基于网络的集成, 参与第三方系统集成的各个系统之间将通过标准接口并开放通信协议与 BAS 系统实现连接通讯, BAS 系统需要对自己一方的接口进行二次开发, 将第三方集成系统相关信息集成到 BAS 系统, 从而实现楼

宇设备系统的统一的管理。需要集成的第三方各子系统必须无条件开放集成所需要的接口协议, 满足集成要求, BAS 将与所集成的其它机场系统应能实现系统间相关监测信息的传递, 由第三方系统传输数据, 楼控系统接收并进行监视。

## 6 结语

楼宇自控系统是否能够发挥其应有的作用, 主要取决于设计与实施的质量, 只有通过优质的设计和施工调试, 才能实现节省人力、节约能源的目的。对于 T3 航站楼这样的建筑物而言, 由于面积大, 机电设备分散, 采用人员手动管理是不可想象的。所以对于楼宇自控系统的要求非常高, 要求在建筑物投入使用之时, 楼宇自控系统必须同时运行去管理各种机电设备。本设计结合工程实际, 结合被控设备的情况, 采用适合的控制方法, 选用合适的传感器、执行器及配置合适的参数。在后期的施工调试中, 将按照设计的要求, 将设计变为现实, 并根据实际情况调整设计参数, 使其达到更好的控制效果。只有通过精心设计和施工调试, 才能实现航站楼楼宇自控系统的功能。

## 参考文献

- [1]GB/T 50314-2006, 智能建筑设计标准[S].
- [2]JGJ16-2008, 民用建筑电气设计规范[S].
- [3]MH/T 5009-2004, 民用机场航站楼楼宇自控系统工程设计规范[S].
- [4]GB 50339-2003, 智能建筑工程质量验收规范[S].
- [5]华东建筑设计研究院编著. 智能建筑设计技术. 同济大学出版社

# 沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼屋顶融雪电伴热系统设计

高明

**摘要** 本文介绍了沈阳桃仙机场 T3 航站楼的屋面电伴热系统的设计, 结合工程实际阐述了设计中所采用电伴热系统的组成及技术要求,

**关键词** 融雪伴热带 屋顶天沟 发热电缆 电伴热控制箱

## 1 前言

在寒冷的天气里, 融化的冰雪很容易在屋顶的边缘等地方形成冰挂, 如果冰挂坠落, 极易造成人员伤亡情况。

而融雪伴热带可用于任何结构的屋面和特定的天沟, 起到融化冰雪之作用。

屋顶融雪电伴热系统是将发热电缆铺设于屋顶天沟, 当遇到冰雪天气时, 系统自动开启, 保持天沟通畅, 从而消除因冰雪融水无序流动或长期滞留而造成的安全隐患。

## 2 屋顶天沟分布

新建沈阳桃仙机场 T3 航站楼屋面采用金属铝镁锰合金屋面上方增加铝合金板装

饰层(即金属复合屋面方式), 实现了功能性和装饰性的统一。A、B 两指廊顶部与底部天沟横向布置, 顶部与底部之间布置有纵向天沟, A、B 指廊天沟总长度分别为 1108m。主楼顶部与底部亦分别布置有横向天沟贯穿东西两侧, 主楼中部布有纵向天沟与上下相交, 主楼天沟总长度为 4719m, 天沟宽度为 1200mm、1000mm、800mm、600mm、300mm, 对应融雪加热线采用 7 根、6 根、5 根、4 根、2 根, 伴热带间距为 150mm。

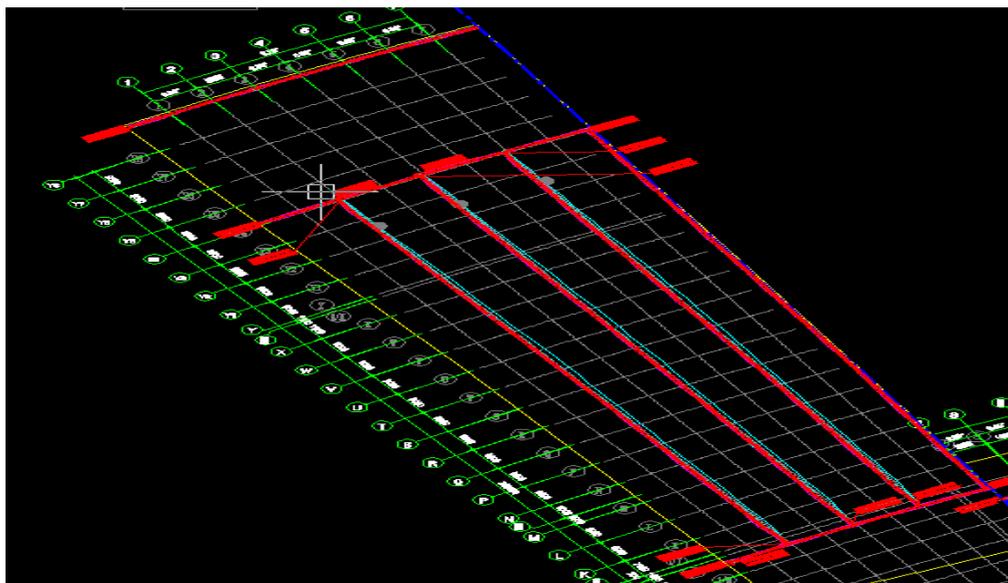


图1 A指廊屋顶天沟布置图

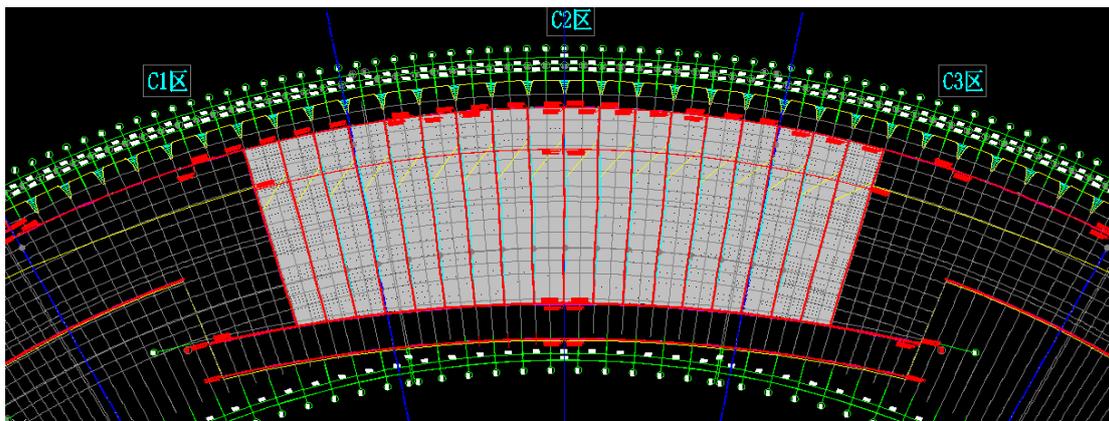


图2 主楼屋顶天沟布置图

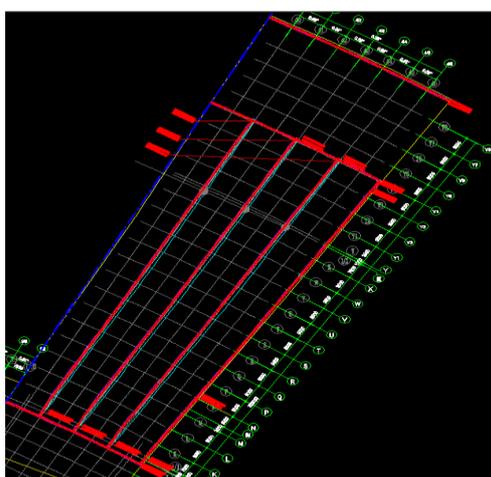


图3 B指廊屋顶天沟布置图

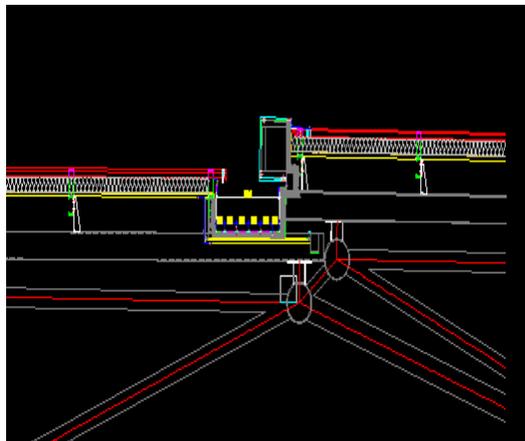


图4 屋面天沟节点图

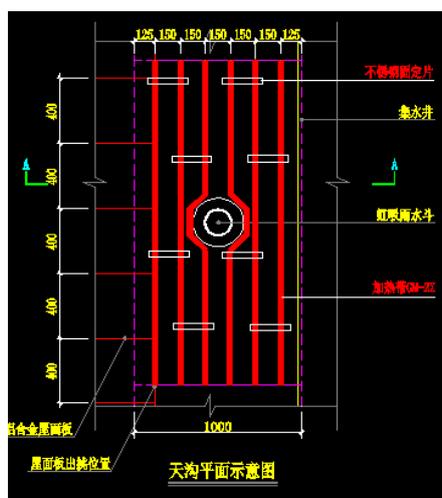


图5 屋面天沟平面示意图

### 3 配电的总体布局

根据负荷的性质、容量大小、分布特点

及供电半径,将变电所分六处设置,即 1#~6# 变电所,1#、2#变电所设在主楼地下室;3#、4#变电所设在航站楼一层左右两侧;5#、6# 变电所分别设在 A、B 指廊一层;T3 航站楼 高压开闭所设于 1#变电所内。另到港夹层内 设有各区域分配电间,A、B 指廊各一个, 主楼六个。由于本项目 2 层为大空间,不便 于至屋顶供电线路横向敷设,而一层相比于 到港夹层至屋顶供电距离又较远,故绝大多 数电伴热控制箱设在到港夹层各个配电间 内。

#### 4 屋顶融雪电伴热系统的组成及技术要求

屋顶天沟及落水管采用自限温伴热带 融冰雪系统,用于防止冬季冰雪融水冻结, 影响排水系统的正常工作。

##### 系统描述

##### 发热电缆

(1) 发热电缆采用自调控发热电缆,自调 控发热电缆是其发热功率会随环境温度变 化而产生变化的发热丝电缆,温度越高,其 发热功率自动下降,反之,功率升高,自调 控发热电缆可以自由裁切。

(2) 采用专用融冰雪自调控发热电缆,冰 雪中的发热功率 33W/m (220V)。

(3) 连接发热电缆的连接附件必须采用生 产厂家原配专用附件(IP 防护值大于等于 IP65),以保证使用安全,伴热电缆在转弯 或进入落水管部位必须提供专用保护附件, 避免伴热电缆不受损伤。发热电缆的外护套 必须为黑色改性聚烯烃材料,可确保发热电

缆具有强的抗紫外线能力。

##### (4) 发热电缆的基本要求

伴热电缆应通过电气安全(UL,CSA)及系 统火灾安全(FM)认证;

线性功率(交流 220V、冰雪中工作时 33W/m);

最低安装温度: -18℃

总体结构:两根母线,导电塑料(发热体), 内绝缘,金属屏蔽网,外护套

电压适用范围交流 220V±10%;

##### 控制系统

每个配电柜均安装一套冰雪控制器,以 自动控制系统的启动,每个冰雪控制器均有 温度和湿度探测器,按照在屋顶相应的位置 以探测需要系统启动的条件。

通过控制系统保证在冰雪天气条件下,发热 电缆自动通电伴热,当冰雪天气消失时,自 动断电停止伴热。

温度控制器采用配套产品,具体要求如下:

(1) 带湿度传感器及空气温度传感器

空气温度传感器

传感器类型: PTC

防护等级: IP54

温度测量范围: -30℃--+80℃

(2) 带供电状态,伴热电缆工作状态,温 湿度传感器状态指示灯;

(3) 带传感器故障报警

(4) 带后加热功能(雨雪等冰冻条件消失 后系统自动延长加热时间)

(5) 控制器的启动温度湿度可进行调节

(6) 控制器可自行设定最低的基础温度

(7) 具体参数:

装置开启温度设置范围:  $-3^{\circ}\text{C}$ — $+6^{\circ}\text{C}$

装置开启湿度设置范围: 1(潮湿)至 10(非常湿)

后加热时间: 0 至 60 分钟

基础温度设置范围:  $-5^{\circ}\text{C}$ — $-25^{\circ}\text{C}$

## 5 供电系统及线路敷设

### 供电系统

电源供电系统由低压配电盘电源开关、输配电桥架线管、电伴热控制箱等。对应每个电伴热电缆加热回路,控制器可安装在配电箱内,具有电伴热工作状态及故障的显示。电伴热控制箱内均配置空气开关、漏电开关。

电伴热控制箱内配有二级熔断组合式浪涌保护器,用于防止雷电通过伴热电缆串入电源线,使瞬时过电压限制在设备所能承受的范围之内。

伴热电缆安装功率指标为  $193\text{W}/\text{m}^2$ ,  $198\text{W}/\text{m}^2$ ,  $206\text{W}/\text{m}^2$ ,  $220\text{W}/\text{m}^2$ ,  $220\text{W}/\text{m}^2$ , 总安装功率为 1312KW。其中 A、B 指廊安装总功率各为 210KW,考虑到控制方式采用延时分段启动,安装功率为 155KW 即可, A、B 指廊两配电间内各设两个电伴热控制箱,以 A 指廊为例, A#-1B-(dr)AP1 控制箱配出 9 个回路,负责 W 轴以西天沟内伴热电缆的供电,安装功率为 65KW, A#-1B-(dr)AP2 控制箱配出 12 个回路,安装功率为 90KW,负责 W 轴~J 轴天沟内伴热

电缆的供电;主楼安装总功率为 892KW,考虑到控制方式采用延时分段启动,安装功率为 670KW 即可,电伴热控制箱依据屋顶天沟的分布设于主楼到港夹层各配电间内,容量分配同 A 指廊,以就近、均分为原则。A 指廊内伴热系统供电上一级电源由 5#变电所引来, B 指廊内伴热系统供电上一级电源由 6#变电所引来,主楼西侧 3 个配电间内伴热系统供电上一级电源由 3#变电所引来,中部配电间内伴热系统供电上一级电源由 2#变电所引来,主楼东侧 2 个配电间内伴热系统供电上一级电源由 4#变电所引来,各电源均由附近变电所引来,以满足供电半径长度的要求。

### 线路敷设

从楼各层配电柜引至屋顶伴热带的电源线采用 WDW-YJ(F)E-3X4 的电缆,电源线与伴热带的连接采用 JB16 接线盒,接线盒固定在屋顶防水密封层的内侧,屋顶施工时预埋金属穿线管,用于伴热带引入接线盒。

## 6 结束语

由于沈阳天气寒冷,每年降雪量都比较大,一旦出现极端天气,屋面将不堪重负,故要求屋顶电伴热控制系统必须安全可靠,应能实现现场手动控制、自动控制。本项目由于屋面面积较大,为了满足供电长度的需要,电伴热控制箱分布较分散。电伴热控制箱内设置的断路器规格,应满足与动力配电系统的保护相配合,并应与动力配电系统设计相协调。

# 集中控制型智能疏散指示系统浅析

赵明明 马成

**摘要** 结合沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼实际情况,介绍了集中电源集中控制型智能疏散指示系统的构成、功能和特点,通过机场疏散指示系统图及布线方式支路示意图更为形象的介绍该系统的设计思路。

**关键词** 集中电源控制 智能疏散指示 系统设计

## 1 引言

建筑消防安全系统是现代化建筑中一个必不可少的组成部分,随着现代建筑的自动化及智能化要求的提高,人们安全意识的进一步加强,对建筑消防安全系统的要求也越来越高。

火灾中安全、准确、迅速地引导人员疏散已成为对现代建筑最基本的要求,在建筑物火灾安全疏散过程中,疏散指示标志系统有着举足轻重的作用,它可以指引人们确定正确的疏散路线,避免盲目逃生,减少疏散时间,减少火灾事故造成的损失。为此,本文从这一点出发,以沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼项目为例,简单介绍集中控制型消防应急疏散指示系统的设计。

## 2 工程简介

本工程为沈阳桃仙国际机场 T3 航站楼(以下简称 T3)疏散指示系统,T3 航站楼共计建筑面积 248,000 平方米。根据航站楼的构型将 T3 航站楼分为三大部分,东翼指廊(A区)、西翼指廊(B区)、主楼(C区),另设连廊连接 T2 和 T3 航站楼。主楼地下一层为连接地铁站厅层的过厅,标高-7.500m;主楼地下一层设备用房标高-7.000m;A、B 指廊地下一层为设备管沟,标高-3.850m(无建筑面层);一层为到港层,标高为±0.000m;夹层为到港通道,标高为 4.250m;二层离港层标高为 8.700m。房中房屋面结构标高为 13.900m。

为提高本项目智能化管理程度提高灾害时人员科学、合理、快速、安全的疏散,本项目采用集中电源集中控制型智能疏散指示系统。

## 3 系统设计应用探讨

### 3.1 系统设计方案

3.1.1 与传统疏散指示系统特性比较  
传统消防应急疏散指示系统中:应急疏

散标志灯为单体工作方式,在满足电气规范距离要求的前提下,疏散指示箭头灯指向最近的出入口或安全方向,疏散箭头指示唯一不变,当疏散指示箭头指向着火点时,造成人员疏散行动延迟,疏散时间过长;而火灾烟气在机场大空间区域蔓延较快,导致火灾危险性增大,给人员安全疏散带来了一定的困难,所以辨别着火点具体位置,合理改变箭头方向是至关重要的。

本项目采用集中电源集中控制型智能消防疏散系统,具有标准串行接口,可实现与火灾自动报警系统的通讯,接收火灾报警系统的报警位置信息,疏散指示系统主机按照报警点自动形成最佳的疏散路线,并控制系统内智能疏散标志灯点亮相应的指示箭头,开启安全通道的安全出口标志灯,关闭危险区域安全出口标志灯,引导人员沿安全通道通过安全出口快速疏散。应急时系统内智能疏散标志灯应闪烁工作,提高消防应急疏散标志灯的醒目程度,强化疏散引导效果。

### 3.1.2 系统设计方案简介

本工程系统较大,由系统主机和消防应急灯具两大部分组成,系统特点组成简单,但是带载能量大,且在一层 C 区位置仅设置了一个消防控制室,若现场所有消防应急灯具接入此控制室,布线距离较远,不方便施工及后期管理。所以此方案采用消防控制中心→分布电源集中供电,即所有现场消防应急灯具通过四总线(DC24V 信号二总线+DC36V 电源二总线)就近接入分布电源,由分布电源集中供电。

系统主机设置在一层消防控制室内(靠近 FAS 系统主机)落地安装,系统主机与 FAS 系统主机通过标准 RS232/RS485 串行接口连接。系统主机采用直观的人机交互图形操作界面,具有建筑平面图形的显示和编辑功能,可使管理操作人员清晰准确掌握建筑中智能应急灯具的分布情况、工作状态,

同时可以通过图形操作界面，直观地对灯具进行状态查询、修改，调整疏散方案。当系统内任一设备发生故障时，系统主机发生声光报警信号，排除故障后报警自动消除。系统主机主电源由消防电源供给，系统备用电源的应急时间 $\geq 90\text{min}$ 。

本工程共设置 16 个分布电源，均需提供 AC220V/500w 的消防专用电源。

分布电源特点是：

- 1) 可监控自身工作状态；
- 2) 可显示输入、输出电压、输出电流、电池电压；
- 3) 与系统主机通讯，将自身工作状态上传至主机，实现主机对分步电源的监控；
- 4) 带载各种应急标志灯，接受系统主机的指令，控制所带消防应急灯具工作，将灯具工作状态实时上传到系统主机。

A (B) 指廊为单独防火分区，1 层、夹层、二层均设有配电间，配电间数量为 6 个，在相应配电间内设置单独分布电源，为相应层灯具提供应急电源。

C 区面积较大，在设计中分为 C1、C2、C3 三个区域。

一层：系统主机设置在 C1 区一层消防机场 C 区系统见图 3-1：

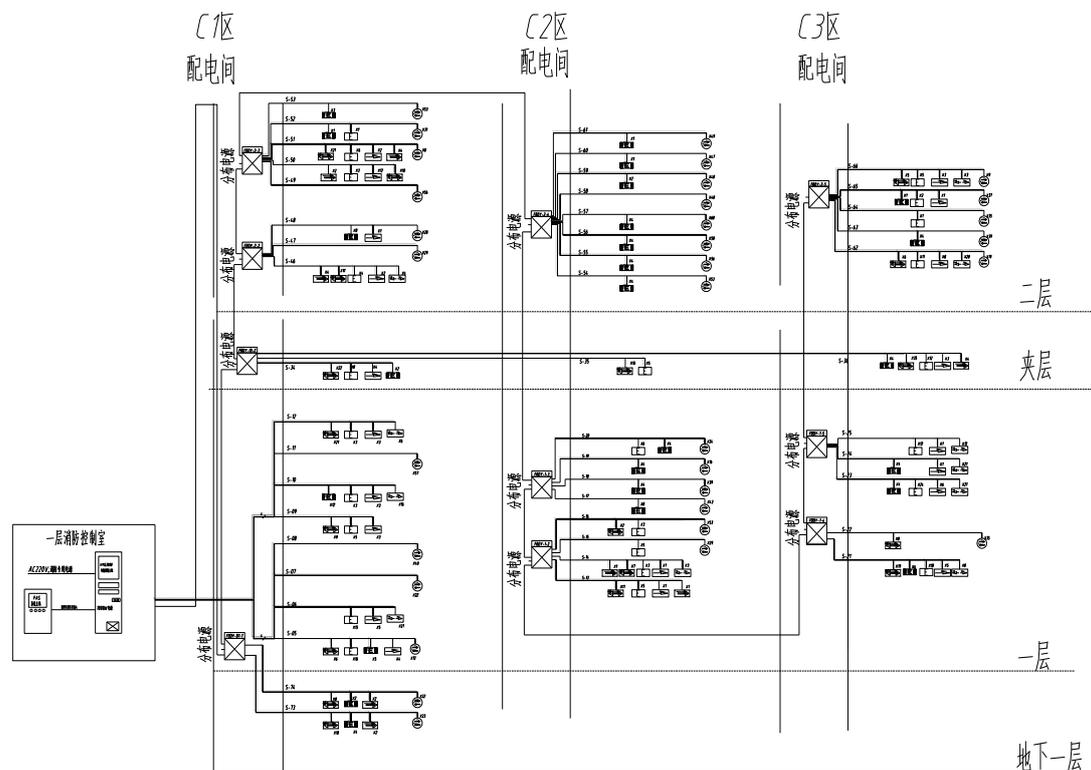
控制室内，仅此区域内不设置分布电源，应急标志灯直接引至主机。其余 C1、C2、C3 三个区域按照防火分区，每个分区均设置独立分布电源，总计 5 个分布电源。

夹层：夹层 C 区为国际到港通道，为一个防火分区，通道内带载数量较小，在国际到港通道配电间内设置一分布电源即可。

二层：二层 C 区分为国际安检、直机岛、国际候机厅、办公区区域 4 个部分，根据防火分区将分布电源设置在相应配电间内。

连廊：此部分主要功能为连接沈阳桃仙机场 T2 与 T3 航站楼主要通道，此部分灯具电源由就近 C3 区分布电源引来，不独立设置分布电源。

地下一层：地下一层除前厅，其余大都为设备机房，人员较少，此部分仅做普通应急疏散，灯具内不自带蓄电池，由应急照明配电箱集中电源控制。前厅部分与地铁通道相连，人员密集，需设置智能型疏散指示系统，所以此部分电源由一层 C1 区域智能分布电源引来。



### 3.2 消防应急灯具

#### 3.2.1 各类疏散标志灯

智能消防应急标志灯安装于疏散通道地面、墙壁及疏散安全出口处，采用嵌地、壁挂两种安装方式：

1) 地面应急双面标志指示灯：设置在大空间人员较密集的疏散通道，在满足规范要求距离 3~5m 的前提下，为配合机场地面装修情况，满足每个地面疏散指示均布置在地板砖中心位置，地面导光流的距离为 4.14m。

2) 墙面疏散标志灯：为防止人员密集，地面导光流无法满足疏散要求，墙面均设置双向智能疏散标志灯，采用双箭头图案，针对每一报警点都可改变指示方向；（注意：在一些墙面转角处为单向疏散标志灯）。

3) 安全出口标志灯：此部分设计除了

详细设备名称、数量及安装方式见表 3-3：

序号	图例	名称	功能	单位	数量	光源	安装方式	功率	尺寸	备注
1		集中电源集中控制型消防应急出口标志灯	巡检、频闪、灭灯、常亮功能	个	222	LED	门框上方，壁挂式	0.5W	433x180x16mm	独立地址编码
		集中电源集中控制型消防应急出口标志灯(大型)	巡检、频闪、灭灯、常亮功能	个	190	LED	门框上方，壁挂式	0.5W	608x192x38mm	独立地址编码
2		集中电源集中控制型消防应急单向标志灯	巡检、频闪、灭灯、常亮功能	个	122	LED	底边距地500mm	0.5W	350x160x35mm	独立地址编码
		集中电源集中控制型消防应急单向标志灯(大型)	巡检、频闪、灭灯、常亮功能	个	16	LED	底边距地625mm	0.5W	430x250x35mm	独立地址编码
3		集中电源集中控制型消防应急双向标志灯	巡检、频闪、方向可调、灭灯、常亮功能	个	167	LED	底边距地500mm	0.5W	350x160x35mm	独立地址编码
		集中电源集中控制型消防应急双向标志灯(大型)		个	363		底边距地625mm	0.5W	430x250x35mm	独立地址编码
4		集中电源集中控制型消防应急双向标志灯	巡检、频闪、方向可调、灭灯、常亮功能	个	1541	LED	嵌地	0.5W	196x35mm	独立地址编码
5		集中电源集中控制型消防应急灯具控制器	设备监控、显示、消防联动功能	台	1		安装于消防控制室内			
6		回路卡	信息传递、接收、通讯设备	块	10		安装于主机内			系统主机配件
7		消防应急灯具专用应急电源箱	信息传递、接收、通讯设备	台	18		壁挂式	500W		两块回路板/台

表 3-3

### 3.4 系统布线

消防应急灯具间四总线沿 KZ17 可挠电气导管同一管路敷设，电源线采用 WDZN-BYJ(F)-2x2.5mm<sup>2</sup>，信号线采用 WDZN-RVS-2x1.5mm<sup>2</sup>。

嵌地式消防应急灯具间四总线采用阻燃四芯轻防水电缆并沿 KZ17 可挠电气导管同一管路敷设，电源线采用 WDZN-BYJ(F)-2x2.5mm<sup>2</sup>，信号线采用

满足疏散通道门要安装安全出口处设置大中型出口标志灯外，要注意在机场入口门厅处的出入口，部分办公区域的出入口等位置为电动门的，不宜设置标志灯，以防止火灾时电动门无法开启，造成人员拥堵，无法快速疏散，此部分标志灯应设置在侧面的非电动门框上方，且应注意地面疏散方向应正确指向疏散出口。

#### 3.2.2 安装要求：

1) 墙面安装的智能疏散标志灯以及门上方安装的安全出口标志灯采用壁挂明装方式，不采用预埋盒安装，墙面预留普通 86 接线盒进行接线，安装方便；

2) 地面安装的智能疏散标志灯应具有防潮防腐功能，具有可靠的防护措施，防护等级应达到 IP65 以上。

### 3.3 机场平面设备材料

WDZN-RVS-2x1.5mm<sup>2</sup>。

## 四 结束语

智能疏散系统将集中控制的概念引入了疏散系统，实现了引导人员逃生的智能化。目前，在国内很多项目中已经投入使用，并收到了良好的效果，总之，无论是机场还是其他民用建筑都值得借鉴和应用。

#### 参考文献：

- [1] 消防应急照明及疏散指示系统. GB17945-2010 北京 中国标准出版社
- [2] 民用建筑电气设计规范 JGJ-T16-2008 北京 中国建筑工业出版社

# Revit MEP 在建筑电气设计中的实例应用

葛 阳

**摘 要** 本文通过实际工程项目的设计，简述了 Revit MEP 在电气设计中的应用。以电气照明设计为例，介绍了三维软件的特性以及设计过程。通过模型分析和自动更新所有变更数据，减少整个项目设计的失误和解决各专业管线之间的碰撞问题。

**关键词** Revit MEP 管线综合设计软件、 三维软件的特性、 建筑电气设计。

随着以 Autodesk Revit 为代表的三维建筑信息模型软件在国外发达国家的广泛应用，国内优秀的建筑设计团队也纷纷成立 BIM 技术小组，应用 Revit 进行三维建筑设计。

Revit MEP 软件是一款智能的设计和制图工具，Revit MEP 可以创建面向建筑设备及管道工程的建筑信息模型。

## 一、Revit MEP 的三维特性

在 Revit MEP 中，每一个平面、立面、剖面、透视、轴测、明细表都是一个视图。

他们的现实都是由各自视图的视图属性控制，且不影响其他视图。这些现实包括可见性、线型线宽、颜色等控制。作为一种参数化的三维设计软件，在 Revit MEP 中，如何通过创建三维模型并进行相关项目设置，从而获得用户所需要的符合设计要求的相关平、立、剖面大样详图等图纸。图 1 为某实验楼灯具平面布置视图；图 2 为某实验楼地面平面布置视图；图 3、4 为 Revit MEP 根据图 1 与图 2 自动生成的剖面视图。

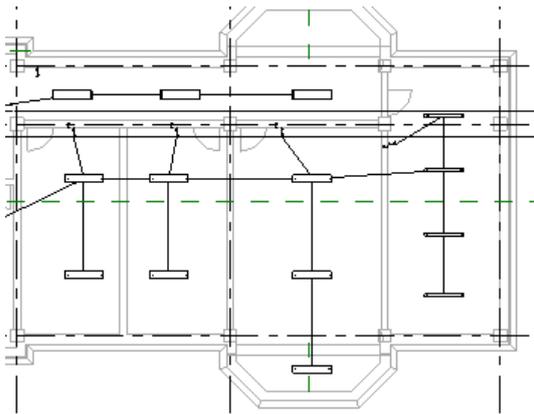


图 1

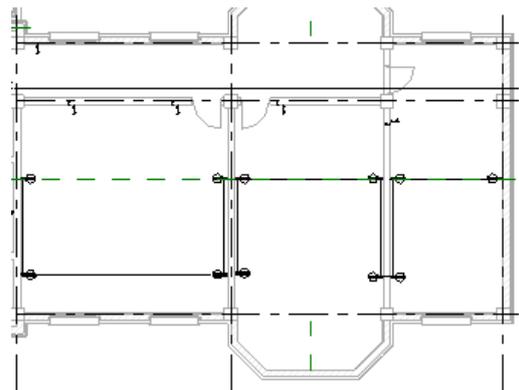


图 2

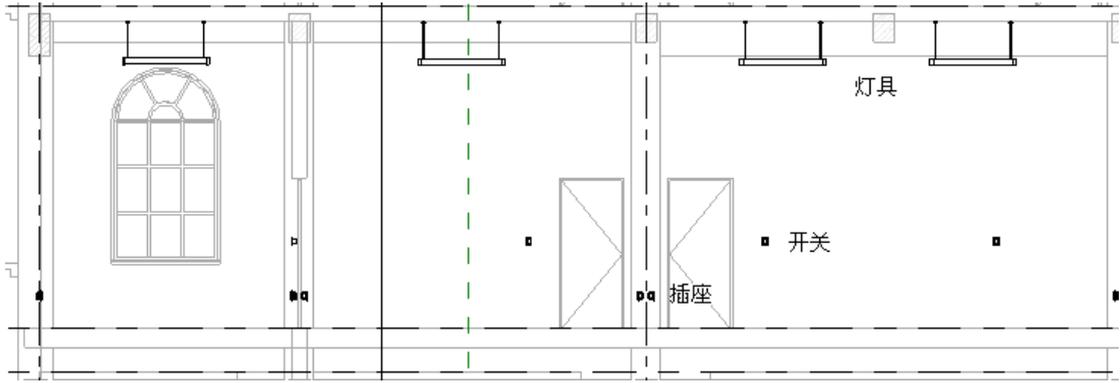


图 3

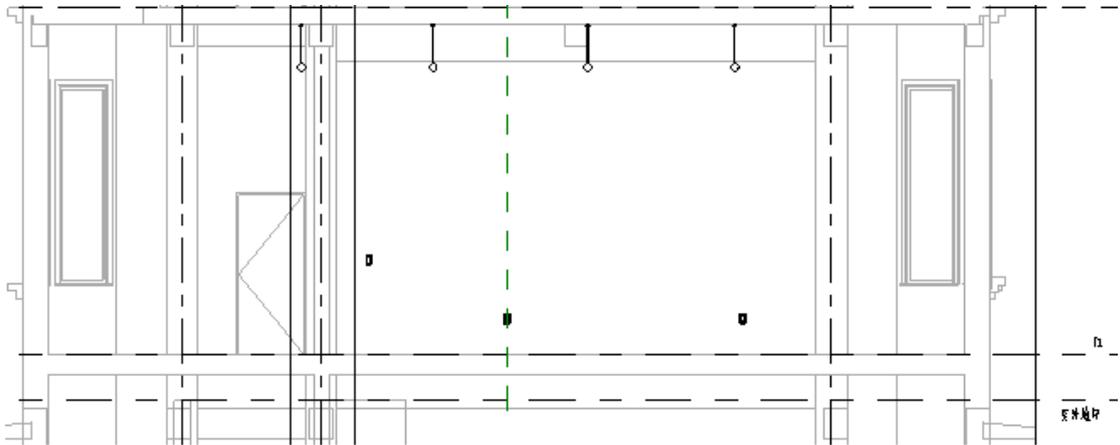


图 4

## 二、电气设计

用 Revit MEP 实现电气设计，主要包括电气平面的布置、线路和导线的创建和设计相关的分析计算以及线路标注。

1、项目准备：包括电气设置，视图设置，电气族的准备。

电气设置中配线是针对导线的表达、尺寸、计算等的一系列设置。项目准备时可根据具体项目情况进行预设。

2、设备布置：在视图中布置插座及用电设备。

3、系统创建：在项目文件中创建“电力”线路，即实现设备的逻辑连接。

4、导线布置：在生成的线路基础上，进行导线的连接和布置

当线路逻辑连接完成后，可以为线路布置永久配线即布置导线。自动生成的导线，其布置可能不能完全满足设计要求，需要手动调整导线。尤其当多条回路连接到同一配电箱时，可以将多条回路组合为一条多线路回路。

5、系统分析：使用软件的分析检查功能进行配电的相关分析，检查设计。Revit MEP 提供的相关功能有：查看线路属性、系统浏览器、检查线路、配电盘明细表等。

6、线路标注：在平面视图中，对线路和设备进行标注。

### 三、Revit MEP 的族

在进行配电设计之前，在项目文件中需要载入相应的电气族，如进线配电箱，插座等。

电气族的一个关键要素是电气连接件，只有具备电气连接件，载入 Revit MEP 项目中的族才可以创建电气系统，并且通过电气连接件使族自带的信息参与到系统合计和计算中。

族是 Revit MEP 软件中的一个非常重要的构成要素，所有添加到 Revit MEP 项目中的图元都是使用族创建的。通过使用预定义的族和在 Revit MEP 中创建新族，可以将标准图元和自定义图元添加到建筑模型中。通过族，还可以对用法和行为类似的图元进行某种级别的控制，以便轻松地修改设计和更高效地管理项目。

族是一个包含通用属性（称为参数）集和相关图形表示的图元组，属于一个族的不同图元的部分或全部参数可能有不同的值，但是参数的集合是相同的。族中的这些变体称为族类型或类型。例如，设备类别所包括的族和族类型可以用来创建不用的设备。尽

管这些族具有不同的用途并由不同的材质构成，但它们的用法却是相关的。族中的每一类型都具有相关的图形表示和一组相同的参数，称作族类型参数。

在实际项目中使用特定族和族类型创建图元时，将创建该图元的一个实例。每个图元实例都有一组属性，从中可以修改某些与族类型参数无关的图元参数。这些修改仅应用于该图元实例，即项目中的单一图元。如果对族类型参数进行修改，这些修改将仅应用于使用该类型创建的所有图元实例。

### 四、Revit MEP 在碰撞检查中体现的作用

Revit MEP 是一款非常智能的设计工具，能通过参数驱动模型即时呈现水暖电工程师的设计；通过协同工作减少水暖电设计和建筑、结构设计之间的协调错误。通过模型分析支持节能设计和碰撞检查。设计师可以通过创建逼真的建筑设备及管道系统示意图，尽早发现错误，避免让错误进入现场而造成代价高昂的现场设计返工。

水暖电设计提交前，需要进行管线综合，找出并调整有碰撞的管线（风管、管道、线管、电缆桥架）和设备等。使用 Revit MEP 的（碰撞检查）功能，能快速准确地帮助用户确定项目中图元之间或主体项目和链接模型间的图元之间是否相互碰撞，从而指导施工图设计及绘制（如图 5、6 所示，在 Revit 综合图中发现施工图的碰撞点）。



图 5

同目前在二维图纸上进行管线综合相比，使用 Revit MEP 进行管线综合，不仅具有直观的三维显示，而且能快速准确的找到

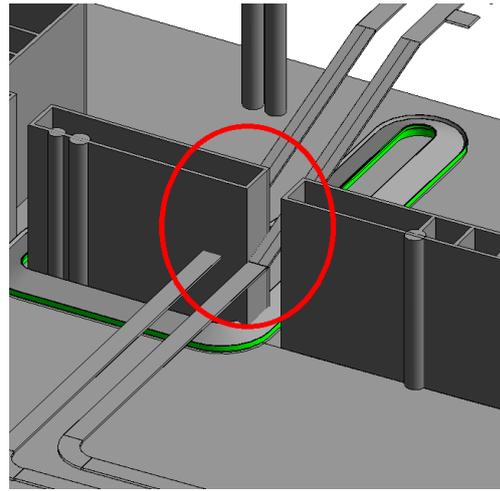


图 6

并修改碰撞的图元，从而极大提高管线综合的效率和正确性，使项目的设计和施工质量得到保证。

## 五、Revit MEP 在建筑电气上的未来前景

从计算机绘图到协同设计，再由目前的建筑信息模型（BIM）到未来的数字城市，我们的设计模式在经历着一步一步具有里程碑意义的变革。

如今，建筑信息模型（BIM）作为一种新型的设计手段，在这一场全球性的变革中得到了迅速的发展。Revit MEP 软件借助真实管线进行准确建模，可以实现智能、直观

的设计流程。

Revit MEP 采用整体设计理念，从整座建筑物的角度来处理信息，将给排水、暖通和电器系统与建筑模型关联起来，为工程师提供更好的决策参考和建筑性能分析。从这点来看，Revit MEP 的发展将会趋于国际化、广泛化、智能化。

## 六、结束语

三维设计要想广泛应用在未来的发展建设中，还需要不断的完善，得到业主的信赖与设计师的认可。用以往的二维软件做基础，将目前的 Revit MEP 进行深化研究，使工程师们使用起来更加得心应手，更好的服务于业主，对建筑领域做出更大的贡献。

# 我院获2012年度中国建筑总公司优秀设计奖作品



东北传媒文化广场

优秀工程一等奖



营口市政府办公楼（营口北海新区百键大厦）优秀方案一等奖



青岛海泉湾度假城温泉中心

优秀工程二等奖



沈空文体医疗综合楼（沈空“1221工程”）优秀工程二等奖



沈阳爱思开汽车客运站

优秀工程二等奖



福建南安皇家滨城住宅区

优秀住宅设计二等奖



盘锦水游城商业步行街及酒店

优秀结构二等奖



大连百年港湾·奥特莱斯项目基坑支护工程 优秀岩土二等奖