

## 既有游泳馆建筑改造的探讨——北京友谊宾馆游泳馆改造

穆丽丽

北京集美勘察设计有限公司, 北京 102445

**[摘要]**北京友谊宾馆游泳馆存在围护结构出现结露、温湿度控制不佳等问题,分析其问题出现的原因。针对游泳馆对舒适程度要求较高的问题,从提高建筑围护结构保温性能、优化空调送排风及除湿系统、改善游泳馆大空间建筑的声、光专业、游泳馆室内的材料及设备的防腐等方面进行了探讨,为今后在进行游泳馆建筑改造设计方面,起到一定的借鉴作用。文章基于改造工程实践经验,在改造过程中遇到的重要技术难关、选用的材料、改造过程中应注意的问题以及改造后整体的经济和社会效益等方面做了全面归纳总结,希望能为之后开展类似既有游泳馆建筑的节能改造以及功能提升的设计工作,提供一份切实可行的整体方案参考和宝贵的经验教训。

**[关键词]**游泳馆;节能;保温;除湿;防腐

DOI: 10.33142/ec.v9i4.19471

中图分类号: TU245.3

文献标识码: A

### Discussion on the Renovation of Existing Swimming Pool Buildings — Renovation of Beijing Friendship Hotel Swimming Pool

MU Lili

Beijing Jimei Survey and Design Co., Ltd., Beijing, 102445, China

**Abstract:** The swimming pool of Beijing Friendship Hotel has problems such as condensation on the enclosure structure and poor temperature and humidity control. Analyze the reasons for these problems. In response to the high comfort requirements of swimming pools, discussions have been conducted on improving the insulation performance of building envelope structures, optimizing air conditioning supply and exhaust and dehumidification systems, improving the sound and light specialties of large space buildings in swimming pools, and anti-corrosion of indoor materials and equipment in swimming pools. This provides a certain reference for future design of swimming pool building renovations. Based on the experience of renovation projects, this article comprehensively summarizes the important technical difficulties encountered during the renovation process, the materials selected, the issues that should be noted during the renovation process, and the overall economic and social benefits after the renovation. It is hoped that this can provide a practical and feasible overall plan reference and valuable lessons for future energy-saving renovation and functional improvement design work similar to existing swimming pool buildings.

**Keywords:** swimming pool; energy-saving; thermal insulation; dehumidification; anti-corrosion

#### 引言

北京友谊宾馆游泳馆已投入使用十多年,由于其使用率较高、缺乏一系列的维护保养工作,近些年游泳馆出现屋面采光顶在冬季结露严重、机电设备老化失效、室内舒适性下降等问题。受业主委托对其项目进行改造设计。

#### 1 围护结构改造分析

有关游泳馆节能研究表明外墙占建筑能耗损失方面的30%,改善外墙的保温隔热性能可直接有效地减少建筑物的冷热负荷。从对墙体的热工性能的影响因素,以及节能墙体节能系统技术应用两个方面进行了探讨。

由于游泳馆的墙体潮湿情况比一般建筑严重,结露问题是围护结构设计需考虑的重要一点,因而其外墙节能需要适应多重要求,对外墙节能的热功率要求比较高。特别是注重外墙的保温效能,保温有利于防结露的处理<sup>[1]</sup>。而另一方面从生态节能技术角度来说,围护墙体将其作为开放的,能够调节的“过滤装置”而不是封闭的墙体。

在北京地区,冬季室内外温差可相差几十摄氏度,游泳馆室内为满足衣着单薄的游泳者热舒适度,室内温度要求较高,一般22℃并且室内湿度大这就要求游泳馆墙体保温隔热性能。影响整个墙体保温隔热性能有两项指标:

热阻和热惰性指标。

提高热阻指标可以有效地提高围护结构的内表面温度。建筑热工标准要求外墙（含非透明幕墙）的传热系数  $K < 1.0W/m^2$  保证围护结构平均传热系数的前提下，适当增加墙体的热阻，有利于白天隔热，以及抵抗外界温度波动对室内产生的影响，降低室内平均辐射温度。但是过大的热阻会导致夜间的散热不良，并且增加了建筑造价，热阻值的选择并非越大越好。热阻最低值应根据当地的气候条件、建筑规模、人流及设备的散热状况进行具体的分析研究确定。目前，提高墙体热阻的方法包括增加实体保温层、设置空气间层等方法。

墙体的热惰性指标较低，外界温度的波动对内表面的温度波动影响很大，可能导致夏季内表面温度过高，冬季内表面温度过低的现象。故在采用轻质墙体结构的情况下，应保证一定的热惰性，同时对于轻质复合墙体应进行内表面温度的验算。在夏季，即使是空气温湿度已调节到舒适范围，温度过高的内表面与人体之间的热辐射交换作用，同样会令人感到不适。在冬季也是如此，不能仅仅满足于内墙面不结露的底限标准，同时要满足墙面的温度差。

本项目对保温材料的防水性、防火性、健康环保性有严格的要求，选择 4mm 厚铝隔热毯。

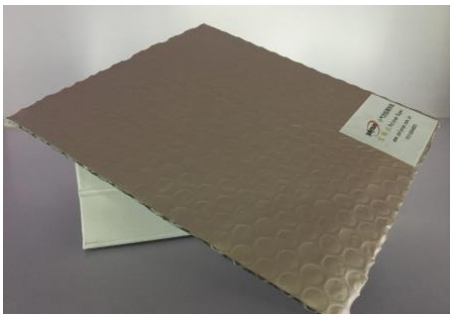


图 1 铝隔热毯

## 2 空调送排风、除湿系统

游泳池池区对空气参数要求比较严格，池区相对湿度既要求不会过高造成结露现象，又不能过低使游泳者身上的水分蒸发过快产生寒冷感，一般规定为 50~70%RH，不允许超过 75%。池区上方的空气流速则控制在 0.2m/s 左右。

游泳池新的气流组织为上部送风，下部回风的方式进行循环，新风为设备循环风量的 30%，排风为设备循环风量的 40%，确保游泳馆形成负压的模式。上部送风的方式是根据建筑的形状将送风口布置在上部位置<sup>[2]</sup>。这样的气流组织方式使地面的游泳者没有直吹风，人体感觉很舒服。负压环境的设计也很重要，它可以有效的阻止水汽

及氯胺气体进入宾馆其他地方，保护其它部位的空气质量。

对于除湿，在此运用“三位一体”的热泵除湿机。它可实现对池水加热、空气除湿、空调制冷的一体化处理。它是利用制冷系统的冷凝热加热池水及空气，用蒸发器冷却达到除湿的效果。相对于传统的用锅炉加热池水以及空调除湿的做法，热泵除湿机所耗电量减少约 50%，系统可通过室内的温湿度传感器自主调整运行状况，使得室内湿度保持在一个 65%±5% 的范围之内，使室内始终保持一个舒适的环境。

由于游泳池湿度大，其空气内含有腐蚀性气体，风管的选择需要进行特别的防腐和防锈蚀材料。本项目风管采用玻镁复合风管，直接复合了保温材料，不需要二次保温，风管导热系数小，保温性能极佳，减少了冷热空气输送过程中热量传导的损耗。玻镁复合风管具有良好的隔音性能，同时保温材料具有减振和吸音性能，所以能够降低空气颤动和机械产生的噪声及消除铁皮风管收缩和扩张产生的噪声，保持室内环境安静。

另外因为对新风的要求，工程添加了全热回收的新风机组，在送入室外新风的同时利用热交换芯体将排风的能量（冷量、热量）吸收，大大减少了对新风的能量需求，使室内的空气保持干净，减少了二氧化碳以及氯胺含量，提高了室内空气质量。

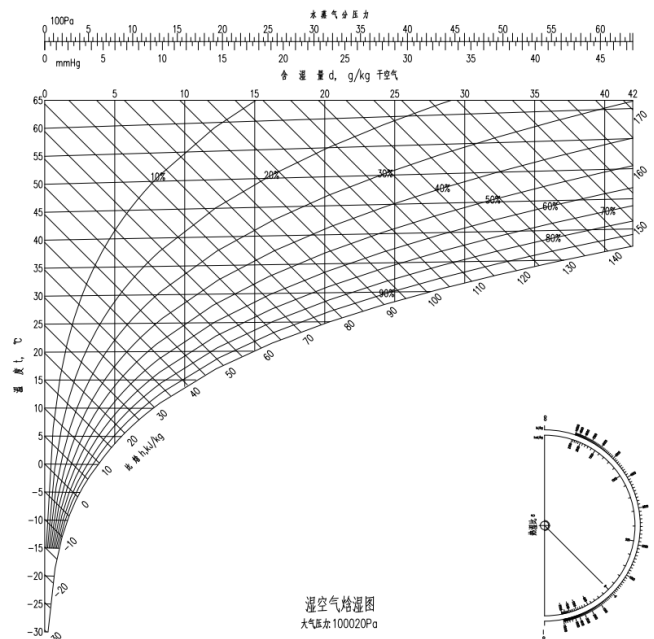


图 2 湿空气焓湿图

## 3 声、光

在体育建筑中游泳馆的室内设计要求比较复杂，它涉及要解决大空间建筑的声、光专业要求，故建筑师要熟悉

各专业的技术知识，并与机电工程师合作，在满足他们的专业要求的前提下，也要满足建筑的功能与装饰艺术要求。

#### (1) 采用灯桥布光的照明方式

游泳馆室内照明设计采用暴露式“灯桥”的布灯方式，优点：便于检修。灯光设计要考虑游泳池水面反射及避免眩光对运动员的影响，以灯光直射为宜，并要有足够照度，以满足电视转播的要求。

#### (2) 合理选择空腔吸声体

游泳馆建筑室内设计的声学处理也有其独特性，由于水池的水面积大，一般  $1250\text{m}^2$ ，声反射面大、建筑空间体积大，平均容积率达到  $20\text{m}^3/\text{人}$ ，大于常规  $2\sim 3$  倍，

声平均自由程均大于  $47\text{m}$ ，混响时间长，回声不可避免，容易产生声学缺陷<sup>[3]</sup>。必须作最佳的声学设计与建筑室内界面的处理。实践证明在墙面及平顶等部位布置多种不同空腔，不同形体的微穿孔铝板吸声体，组成变化有序的构图排列，可取得较好的声学效果，同时还可以显示出不同的室内建筑艺术效果。

#### (3) 合理的建筑保温处理及通风措施

游泳馆防止比赛大厅产生结露现象，也是室内设计必须处理好的关键问题，由于比赛大厅空间高大，游泳池水面大，湿度高，加之建筑物外部界面面积大，故在屋顶与墙面的保温处理上要细致研究，故去湿必须保证。



图3 游泳馆最终设计展示图

## 4 室内材料与设备防腐

游泳馆内的高湿度以及含氯的环境对金属的侵蚀非常严重，是造成建筑耐久性降低的一个重要原因。此次改造把材料防腐提高到了跟结构安全一样重要的程度。针对钢结构屋架，在改造过程中对裸露出来的所有钢结构都进行了彻底除锈打磨，在上面刷了三道防护层：环氧富锌底漆（防锈）、环氧云铁中间漆（提高附着力）以及耐候强度很高的氟碳面漆，形成持久的防腐屏障；暴露在外的所有螺栓、衔接件都是用 304 或者 316 不锈钢材质，防止其生锈污染墙面及水质；吊顶内的管道均选用镀锌钢管并且做了防腐涂层处理，电缆桥架采用的是铝合金或者玻璃钢材质；室内的装饰材料，墙面和吊顶均用铝板、不锈钢板

这些耐腐蚀性强的材料，避免使用容易受潮变形的木材；空调系统里面的表冷器、加湿器之类的东西也都采用了表面做了防腐涂层的铜管以及亲水铝箔，保证整个空调系统的长期运行。

## 5 改造实施与施工关键技术

既有建筑翻新不同于新建工程，对其进行施工的过程中存在的技术问题以及风险把控也是十分重要的。

### 5.1 施工期间的运营保障

友谊宾馆是一家正在营业的酒店，所以泳池的改造不能影响它日常工作接待，所以在施工上采取分区分块、分期施工的方法，把整个泳池分成若干个施工块，在一块区域内施工时其他部分还可以部分营业。另外加强施工区的

封闭隔离,采取钢板围护及负压排气的方式,避免施工产生的扬尘和气味散逸到酒店其他地方,保证了酒店的整体服务质量。

### 5.2 既有结构与新系统的融合

翻新过程中,免不了会出现新旧系统不匹配的现象,比如增加的空调风管、水管必须在旧梁体上打孔,这就需要做详细的压力核算及结构加强等。施工之前,对原有的结构进行全面测量、检验,根据检验结果进行方案深化设计,凡是有穿墙、穿梁的管道都做了结构加固,在防水的同时也注意了密封措施,保证翻新不会影响到原有建筑物的安全性能。

### 5.3 既有设备拆除与废物处理

对于陈旧的机械设备以及已经破损的装饰面层要拆卸的时候,坚决贯彻绿色施工的理念。对可以利用的一些金属物资比如废弃风管及电线电缆等进行分类收集;对拆除了的废弃物进行分类运输,避免浪费和造成环境污染。尤其是对一些含有石棉等危害物品的旧材料,例如一些老化的保温隔热材料,请专业的机构来进行针对性处置,保护好工人和消费者的健康。

## 6 改造效益分析

这次北京友谊宾馆游泳池改造工程,不仅是一次功能上的修复,而且是全方位的一次性能提升,具有很高的综合效益。

### 6.1 能源效益

经过改造之后,在经过了一个完整的采暖和制冷周期的观察后,与改造之前相比,整个建筑物的能源消耗量减少了42%,空调系统节能效果最明显,主要是因为采用了“三位一体”的热泵式除湿机加全热回收的新风机组,使得空调机房总的耗电量减少了一半以上;围护结构热工性能加强以后,供暖和制冷负荷也相应的下降了很多。根据计算,大概在五到七年的时间内,通过节能减排而节省下来的运行开销就能抵消此次改造的投资额外增加部分。

### 6.2 环境效益

室内环境质量彻底提升,冬季不再出现结露问题,室

内的空气温湿度一直保持在舒适的区域之内,氯气味明显减弱,空气质量获得泳客及工作人员的高度认可,而且因为减碳节支的原因每年节省的二氧化碳排放总量达到了120t左右,达到国家的“双碳”战略要求。

### 6.3 社会与经济效益

经过翻新的游泳馆凭借优秀的物理环境、先进的硬件设施成为了酒店服务的一张名片,招揽来更多的中高端顾客以及游泳爱好者,增强了酒店品牌影响力和市场占有率。并且也为酒店收复了由于设备老化带来的客户群体,带来了实际经济效益。

## 7 结语

北京友谊宾馆游泳馆改造的经验告诉我们,在对已有游泳馆进行改造时,就必须采用综合改造的方式。从建筑外围护系统保温隔热性能改善开始到高效节能除湿设备的应用,再到精细的声音与光线设计以及严格的防锈蚀处理等。每一个方面都是紧密相连,互相影响着整个改造的效果。本项目的经验教训对未来相同类型的老式游泳馆进行节能改造与质量提升有很大的借鉴意义。在今后的老式建筑物改造中应该更加注意前期分析的精准性、改造技术水平的一体化以及改造方式上的绿色低碳化,做到建筑物改造的全寿命期可持续发展。在改造的过程中不能仅仅局限于如何解决问题而是要引入绿色建筑、健康建筑的概念,以科技革新赋予老化的建筑注入新的活力,创造一个更加舒适健康的使用环境。

### [参考文献]

- [1]刘洋,李刚.某游泳馆节能改造设计分析[J]建筑节能,2017,45(4):4.
- [2]魏墩山.游泳馆建筑设计实践及创新[J]建筑学报,2001(11):5.
- [3]乔梁,赵文艳.游泳馆建筑墙体节能浅析[J]基层建设.2016(4):15.

作者简介:穆丽丽(1985.10.15—),女,汉族,山东滨州市人,硕士研究生,研究方向为建筑设计。