

一次务实的旧厂房改造与再利用实践 ——内蒙古工业大学建筑馆改造设计

A Practice of Practical Rebuilding and Recycling of an Old Factory Building: Rebuilding of the Architecture Building in Inner Mongolia University of Technology

撰文 张鹏举 范桂芳 苍雁飞 内蒙古工业大学

摘要 通过对内蒙古工业大学中一处废旧厂房的改造实践，试图总结一种针对此类厂房改造与再利用的务实模式，包括4个方面的策略：1) 空间的有效利用：评价厂房的空间特征，适配最佳的使用功能，以最少的用功创造最大化的空间使用模式；2) 对症式的结构加固：采用一种抗震性能评价与功能再造相结合并加强薄弱部位的加固模式；3) 被动式的生态通风系统：利用厂房空间高而开放的特点，结合天窗、烟囱、地道等因素组织自然的室内气流，在达到通风、降温、加湿等效果的前提下，保证室内空气的质量和环 境舒适度；4) 废旧材料的重新利用：利用厂房的废旧材料和构件，转换功能易位再用等。

关键词 旧厂房 改造 生态 策略 务实模式

0 背景

在倡导低碳经济和推行绿色建筑的背景下，建筑行业内普遍将视点锁定在建筑资源再利用的研究和实践上。国内可再利用的建筑资源基本有三类：既存住宅、工业遗产和历史建筑遗存。其中的工业遗产，特别是上世纪50年代工业产业的快速发展，在城市重要区域中留下了相当数量的废旧厂房。这类厂房在三类建筑资源中具有较强的特征：坚固的结构构件、高大开敞的建筑空间、寿命周期较长的建筑材料等，这些特征为它们今后的改造与再利用提供了可能。

针对此类厂房的改造国内外均有范例。国外方面成功的案例有英国的泰特博物馆和法国的维尔茨堡美术馆等，它们改造前均为废旧厂房，改造的核心目的是保留遗产，改造的成本普遍较大甚至超过重建，不适合中国的国情；国内近年也出现了类似的改造活动，从自发、零散到作秀、示范再到有理念、有策略、也用较尖端的生态技术（双层表皮、自动遮阳）等，集大成者可推上海

世博的旧厂房改造项目，但整体考察其改造模式认为仍不够务实和全面：或保留甚少，或造价昂贵，或用途为临时性等，其示范引导意义大于实际推广价值。

2008年初，我们申请改造内蒙古工业大学校园中的一处废旧厂房，赋予它新的功能。该厂房曾经是学校教学实践基地的铸工车间，1968年建设，1971年投产，1995年全面废弃（图1）。厂房整体上保留完好，其空间的通透、结构的自然、细部的率真等都让我们为之着迷。激情之余，伴随上述思考，改造设计试图总结出一些务实的策略和模式，并把这种设计策略和模式的产生与改造施工的全过程有机结合起来（图2）。

1 策略

设计伊始，经过慎重比较，将其定位为建筑学的教学场所——建筑馆，改造的策略表现在以下4个方面。

1.1 空间优先的设计策略

寻找最佳功能即为第一个设计策略。区别于根据使用功能设置空间的一般模式，采取空间优先的设计策略。即对厂房的空间特征进行适应性评价，在可能的范围内赋予最适宜的使用功能，以最少的用功创造最大化的空间使用模式。这是一种着眼于生态集约的设计操作。在内蒙古工业大学的旧厂房改造项目中，首先针对其空间开放的特点，定位为重交流、重体验、重实践的建筑学教学场所——建筑馆，否定了作为其它学科的实验场馆以及因需分隔不符合绿色初衷的校园文化中心（音、体、美的功能彼此



图1 旧厂房改造前处于废弃状态



图2 改造施工过程



图3 各层平面图

干扰)，并强烈地意识到厂房通透开敞的大空间、自然裸露的结构构件、不加掩饰的构造细部本身就是一个“天然”的建筑馆；其次，根据各处空间的大小、尺度、明暗及氛围等布置阅览、评图、展览、报告、设计以及模型制作、艺术沙龙等具体的功能房间（图3）。这种空间优先的设计策略不仅表现在功能对于空间的“适应”方面，还表现在空间对于功能的“诱发”作用。

基于“适应”布置的功能房间有（图4）：1）报告厅：东南角的独立车间容量适宜，视线和声音俱佳，顶部的天车正好作为灯光和投影机的桥架；2）图书阅览室：底层面向院落的一处空间安静而阳光充足，置身其中还可以观赏到院中的大树；3）美术教室：顶部的空间南向无窗，来自于天窗的光正是其最佳的稳定光源（美术天光教室）；4）计算机教室：形体转折处的房间较暗，正是屏幕阅读的理想光线，而隔壁保留的“冲天炉”为其解决了通风问题；5）人口大厅：两个主车间的连接处，同时处于院子的中央，便于人流的集散和内部动线的组织；6）北部的小房间成为厕所，梯下的房间成为图档资料室，靠近路边的工具室成为管理门房……。

来自“诱发”的新功能房间有（图5）：1）模型制作室：西端的独立车间是整个生产线的起始端，保留的机器充满了制作感，独立的出入口为原料、垃圾提供了方便，是一个理想的模型制作室；2）沙龙：东侧的车间，废旧的机器、纵横的管道充满了酷意，是一个天然的艺术沙龙；3）院中拆除焙烧房墙体裸露出的炉架演绎成一处休息空间；4）东侧的料场由于周围路面的逐年抬高自然设计成一个下沉的室外展场；……。

当然，整个空间利用的过程都是基于开放的原则，这不仅来自建筑学教学的特点，更缘于省功省力的生态前提（图6）。

1.2 综合多效的结构加固策略

旧厂房层高较大，跨度也大，结构承载力高于一般民用建筑，具有坚固、耐久的主体结构，结构受力简单明了。但是经历了较长时间的使用，它的牢固性和使用寿命都有所降低。

针对厂房结构特性，结合功能的再利用方式，采用抗震概念设计与加强薄弱部位相结合的加固模式。具体做法是：在考察与评价结构的抗震性能以及与现有规范差距的前提下，首先寻求一种综合多效的解决方案。如，加层是获得面积最有效的方式，把这种加层实施在结构侧向刚度和稳定性最薄弱的部位，使新加结构与原有结构形成整体，完善了支撑系统，提高了结构的刚度和整体延性。再如，合理封堵原厂房的大窗户是节能的有效措施，把这种封堵与加强墙体刚度结合起来，能够有效地提高墙体的整体抗震性能等。在上述前提下，对改造后仍然存在的薄弱节点实施局部加固，如扩大局部柱截面、增大屋盖梁的支承长度等。

1.3 绿色生态的通风策略

通风有主动和被动两种：主动，耗电耗能；被动，则绿色生态。利用厂房空间高而开放的特点，组织被动式的室内空气流是本设计的主要策略。此类工业厂房均包含天窗、烟囱、地道等组成部分，它们构成了潜在的自然通风路径，巧妙地利用风压和热压的共同作用不但实现通风还可降温、加湿，保证了室内空气的质量和舒适度。在内蒙古工业大学的旧厂房改造项目中，通过计算天窗的开启面积、测量地道的宽度、确定进风口的合理位



图4 新功能适应既有空间



图5 既有空间诱发新功能



图6 开放的空间接



图7 通风系统

图8 利用旧材料赋予新生命

地，破碎地做了地面基层；旧机器适当处理转换为室内外的艺术装置等。在大量实施上述策略的同时，还将拆出来的零星废旧钢板拼成自由图案用于门窗的合理封堵等（图8）。

上述4个方面的改造策略在实施中并非孤立地进行而是相互重叠的，还需要说明的是，它们的实施都有赖于艺术的加工和处理，若非如此则难以创造人性化的环境品质和具有个性的场所氛围。因其不是本文的重点，此不赘述。

2 性能

通过上述策略，本项设计追求如下3方面的综合性能。

2.1 质量-经济的平衡性

质量-经济的平衡性是获得质量所耗费资源价值的综合度量，在质量相同的情况下，耗费资源价值量越小，其经济性就越好，反之亦然。国内外不同废旧厂房的再利用项目由于改造理念不同，耗费资金量差异很大。如英国的泰特美术馆、上海世博的某些工厂改造项目等耗费资金较大，质量虽高，但显然不是本项目改造的目标；再如北京的“798”项目造价虽低，但其综合性能不高，也非本项目的目标。本设计在内蒙古工业大学废旧厂房的改造过程中，追求付出资金与获得价值的综合性能比，以求得到最佳的质量-经济性。

2.2 系统改造的整体性

本项目改造注重综合品质，注重各设计元素之间的关联并形成系统改造基础上的整体性，具体表现在：内部与环境的整体统一、功能与空间的整体统一、氛围与动线的整体统一、加层与加固的整体统一、保护与艺术效果的整体统一以及改造与人文记忆的整体统一，也包括造价与质量性能的整体统一等。

2.3 生态策略的全面性

本项目改造较全面地使用了多种生态策略，并力争创造性地和旧厂房的改造内容结合起来，尤其注重使用低技前提下的适宜策略。具体分为单一策略和多效策略两个方面，总结如下。

单一策略有：1) 利用原有天窗、烟囱、地道等构筑物组织室内空气流的路径，达到通风降温的目的；2) 利用原厂房天窗进行

置、组织与室内地道的连通方式以及采取顶部天窗设置电动开启扇等系列措施，使室外的新鲜空气经地下通道冷却后进入室内，再经可电控的天窗向上提升，组织了开放空间的自然通风，同时，通道入口处设置的水池又带入了湿气。保留的烟囱则组织了封闭的报告厅、物理实验室等房间的通风（图7）。

1.4 废旧材料的再利用策略

在整个厂房的改造过程中，精心利用厂房的废旧材料和构件，转换功用易位再用，这不仅是一种节能节材的方法，同时也是一种保留人文记忆的有效策略。如在此旧厂房改造项目中，将原有生产线的钢柱和钢梁切割后用作加层的主要构件；将大量的天车导轨变成钢梁、钢柱、钢梯的主材；裸露的钢筋混凝土牛腿柱经过计算成为上层结构梁的最佳依托；旧厂房大面积的开窗留下了数量巨大的钢窗废料，将其切割、焊接，变成楼梯和共享空间的栏杆；废弃冶炼炉拆出的耐火砖完整地用于室外庭院的铺



图9 利用天窗进行天然采光



图10 保留院中原有树木

天然采光，节约了照明能耗（图9）；3）利用废旧材料，节约了材料和运输的费用；4）采用低温地面辐射采暖加明管的方式，节约了采暖能耗；5）大量使用钢、玻璃等循环建材，提高了材料的长效利用率；6）保留树木，增强了生态效应（图10）。

多效策略有：1）加层和加固配合进行，节约了加固的费用；2）封堵窗洞和保温措施协同进行，节约了保温的费用；3）加固、封堵、保温同时作用，节约了各自的费用；4）功能划分与空间特征相配合，省去了完善功能所需的用工；5）廉价材料与场所氛围相结合，节省了材料的造价；6）增加室内湿度的水池循环用于浇树，节约了水资源（图11）；7）防寒门斗、阳光房与交流场所有机结合，既保暖节能又增加气氛（图12）。

需要说明的是，适宜技术的叠合应用本身即是一种统合多效的策略。

3 效应

通过采用节能、节材的改造策略，产生的综合性能使预期的两种效应十分明显：一是强化了原有场所的工业气氛，保存了一种特定的历史人文记忆；二是利用了废材，减少了垃圾，节约了造价。对于后者，在内蒙古工业大学的旧厂房改造中，废旧材料占



图11 可循环的水池



图12 可以交流的阳光门厅



图13 其它厂房修改方案



了整体用材90%的比例，加上空间、结构、通风等其他方面的策略，建筑造价仅用了600元/m²左右，节约造价1 500元/m²左右。本项目原有建筑面积2 746m²，改造后获得面积5 960m²，节约造价近900万元。

经旧厂房改造建成的建筑馆于2009年5月投入使用。现已成为校园内学习环境优雅、学术氛围浓厚、自由开放、人文记忆深刻的场所，成为内蒙古工业大学对外交流宣传的窗口，受到业界的普遍好评。目前，建筑馆报告厅已成为学校主要的学术交流场所，每年举行近百场报告会和其它活动；展览空间定期举办建筑、规划、艺术类专业师生作品展以及区内外高校、设计院的作品展。

值得一提的是，在建筑馆（旧厂房改造）项目获得成功的基础上，内蒙古工业大学另外两座旧厂房的改造和利用工作已开始实施，并将于年底竣工使用（图13）。



作者简介：

张鹏举，内蒙古工业大学建筑学院院长，内蒙古工大建筑设计院院长。教授，国家一级注册建筑师，硕士毕业于东南大学建筑研究所。主持内蒙古自治区品牌专业和内蒙古自治区重点学科的建设工作；主持国家自然科学基金《内蒙古藏传佛教建筑形态演变研究》一项和多项自治区自然科学基金项目及横向课题，发表论文30多篇；主持大中型建筑设计50多项，获国家及省级优秀建筑设计奖项18项。曾获内蒙古青年科技奖、内蒙古自治区十大杰出青年、内蒙古有突出贡献的中青年专家、内蒙古“321”人才工程一层次人选、内蒙古自治区劳动模范、内蒙古自治区勘察设计大师、国务院特殊津贴等称号。