1 A Brief Analysis of the Transformation of the Xishi Steel Silos of Shougang
首钢西十筒仓改造工程简析

文 / 杨伯寅　北京华清安地建筑设计事务所有限公司规划与建筑创作中心总建筑师
刘伯英　清华大学建筑学院副教授，中国建筑学会工业建筑遗产学术委员会副主任委员兼秘书长，北京华清安地建筑设计事务所有限公司创办人、首席建筑师

项目名称：首钢西十筒仓改造
项目地点：中国 北京市石景山区首钢老厂区西北部
设计机构：北京华清安地建筑设计事务所有限公司（1、2号筒仓）、戈建建筑师事务所（3、4号筒仓）、思锐建筑事务所（5、6号筒仓）、首钢设计院
委托机构：首钢建设投资有限公司
用地规模：76 951.5m^2
地上建筑面积：25 830m^2
设计时间：2013 年
建成时间：2016 年

作为首钢老工业区改造升级以及新首钢高端产业综合服务区的启动项目，首钢西十筒仓改造项目对于北京石景山区的城市升级和发展有着极其重要的象征意义。

项目背景

首钢西十筒仓区位于新首钢高端产业综合服务区工业主题园区的最北部，西靠石景山，北起阜石路，南至秀池，未来的城市轻轨 S1 线从北部穿过，交通极为便利，周边景色秀丽。地块内有保留完好的 16 个钢筋混凝土筒仓、两个大型料仓以及其他工业设施如转运站、除尘塔、皮带通廊等。作为整个老首钢工业基地工业景观和设施最为典型和独特的地区之一，西十筒仓区具备比较成熟的改造和再利用条件，也将成为整个新首钢高端产业综合服务区启动和发展的重要里程碑。（图 1）

首钢西十筒仓区的历史和搬迁

西十筒仓区域承载着整个首钢的历史起源，首钢前身为始建于 1919 年的龙烟铁矿股份公司石景山炼铁厂，最早将该区域选为矿石料场，作为从龙关和烟筒山运输铁矿石的卸料场，当时龙烟公司运输系统的火车编组为西十线，后称西十料场、西十筒仓，沿用至今，成为石景山下标志性地域名称；20 世纪 90 年代随着钢铁产业的蓬勃发展，筒仓区作为主要为炼铁高炉提供原料储存、运输的仓储区进行了大规模的改扩建工程，形成目前尺度巨大、规模完整的大型炼铁原料仓储区域。（图 2、图 3）

2005 年 2 月 18 日，经国务院批准，国家发改委批复了《关于首钢实施搬迁、结构调整和环境治理的方案》，明确了首钢实施搬迁改造。以此为契机，首钢走上了一条“创新、创优、创业”的发展之路。2010 年 12 月 31 日，首钢北京地区钢铁流程正式停产，标志着首钢搬迁工作顺利完成。2013 年 3 月，在国家发改委和北京市的大力支持下，首钢老工业区被纳入全国老工业基地调整改造规划范围，同年 5 月，首钢老工业区西十筒仓改造项目一期工程被列为国家发改委 2013 年度城区老工业区搬迁改造试点专项备选项目，这为老首钢的改造和新首钢的建设，提供了强有力的政策支撑，并明确了西十筒仓的历史使命。

首钢西十筒仓的规划与设计要求

西十筒仓规划改造后总建筑面积 90 000m^2，功能定位为集创意服务、特色商务、工业旅游、文化娱乐休闲于一体的综合创意产业集聚区。其中一期改造范围包括原三高炉上煤系统的 6 个筒仓和一高炉上煤系统的料仓以及其他附属的工业设施，改造后地上建筑面积为 25830m^2，使用性质以创意办公为主，兼顾商业、工业遗产展示等多功能用途。

出于设计多样化与国际化的目的，开发主体首钢建设投资有限公司邀请了英国伦敦思锐建筑设计事务所、比利时戈建建筑设计事务所和北京华清安地建筑设计事务所有限公司三家设计机构共同进行方案设计，其中安地公司负责 1、2 号筒仓、配电室和料仓的建筑设计。最终由首钢设计院完成了施工图设计整合和现场配合。

价值分析

三高炉上煤系统的 6 个筒仓作为西十筒仓区最高、最大的一组工业构筑物群，在整个改造项目中占有标志性地位。与料仓、转运站、配电室等其他建构筑物相比，其工业特征、几何形状、符号意义等要素都更为鲜明。如何科学地评估其价值，是指导改造和再利用设计的根本与基础。（图 4）

筒仓的历史价值

由于交通、工艺等方面的原因，西十筒仓区自民国时期始就一直是炼铁厂的原料堆场。经过近百年的发展和扩张再到整体搬迁至曹妃甸，首钢从一个炼铁厂逐渐成长为世界一流的钢铁企业。在这个过程中无论工厂如何发展，西十筒仓区始终作为炼铁厂的原料堆场见证着一个世界 500 强钢铁企业的兴衰成败。经过 20 世纪 90 年代的现代化改造以及 21 世纪初的搬迁工程，由筒仓、料仓和高炉组成的首钢工业遗址区将成为能够充分体现当代中国现代化的炼铁工艺水平和工业技术的重要代表，同时也能够充分反映北京从工业化时代走向后工业化时代的历史见证，成为十里钢城留给北京城市的一笔极重要的工业历史财富。

科学价值

由于对首钢工业遗存价值认识的高度统一和规划先行的科学管理思想，西十筒仓在拆除过程中比较完整地保留了原有的高炉上煤系统全部的工业设施设备和工艺流程，并通过皮带通廊与高炉相联系，完整地体现出当前技术水平条件下炼铁过程中对燃料的系统处理以及与其他相关生产流程的关系。西十筒仓反映了首钢石景山厂区在钢铁工业最繁荣时期的综合经济技术能力，是规模极为巨大，保存极为完整，国内屈指可数的筒仓工业遗存。（图 5）

万方数据

图 1 首钢西十筒仓改造前卫星图

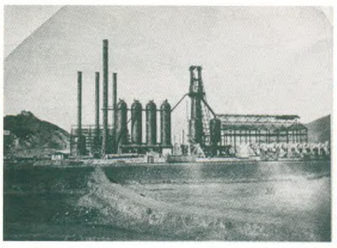

图 2 民国时期的石景山炼铁厂高炉和原料堆场

图 3 秀池畔的首钢炼铁高炉和筒仓区

图 4 改造前的三高炉上煤系统筒仓

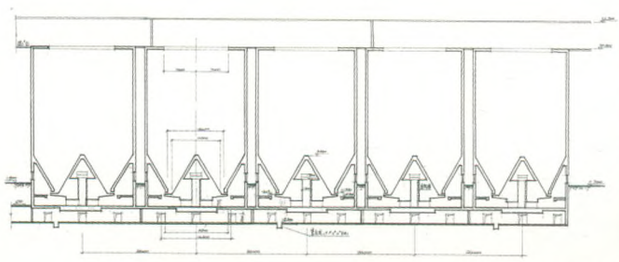

图 5 筒仓的原剖面设计图（首钢设计院提供）

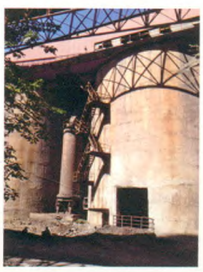

图 6 无论是尺度还是肌理，筒壁都展现出工业建筑独特的美丽

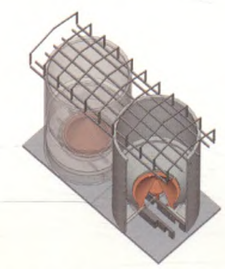

图 7-1 配电室为料斗的保留与展示提供了机会

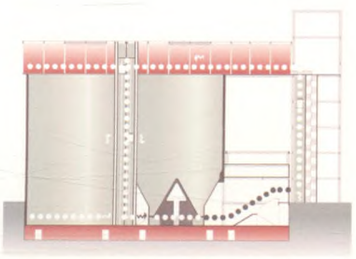

图 7-2 配电室为料斗的保留与展示提供了机会

美学价值

筒仓作为原料堆场中最具特色的工业构筑物，其巨大的体量和独特的形态正在整个原料堆场中具有鲜明的标志性。由于需要承受煤炭巨大的荷载和压力，其特殊的材料构造和几何形态形成了强烈视觉冲击力的工业景观效果。

由于每一个混凝土筒都经历超过 20 年的光阴洗礼，其表面的混凝土保护层原有的模板痕迹在风雨的侵蚀和沉重的荷载作用下产生了奇妙的变化。随机剥落的混凝土表面形成了极具工业美感的肌理，并随着光线的变化出现美丽的光影效果。（图 6）

再利用价值

每一个筒仓都是体积超过 13 000m³ 的庞然大物，其内部空间在改造和再利用过程中有着巨大的价值。同时由于料斗的存在，筒仓内部的空间有着极其鲜明的工业特征和独特魅力。除去筒仓个体的空间特色外，6 个庞然大物及其配套的配电室、皮带通廊等设施构成的工业景观也是园区内极为重要的空间标志。

根据对筒仓价值的评估和梳理，三家设计单位一致认为筒仓的外部空间和工业尺度，完整的几何形态及其表面的肌理与痕迹，是需要进行保护和利用的最核心价值。

改造设计

功能要求

根据业主首钢建投公司的要求，筒仓需要改造为创意产业办公区，同时还需要兼顾工业遗产展示和保护的职能。因此，如何将功能植入与筒仓价值展示结合起来，并保证其可实施性，是这个工程的最大挑战。

设计策略

作为一个改造项目，其本质是解决现状与功能预期的矛盾，并需要最终通过美学方式加以表达。在实际的设计过程中，我们主要解决了以下 4 个方面的问题。

· 如何处理原结构和新建夹层的结构关系?

由于原有的筒仓实际上是一堵环形的从上到下逐渐加厚的钢筋混凝土剪力墙，筒壁的厚度随着筒内原料应力的增大从 400mm 增加至 600mm。筒壁主要是通过一层钢筋网来承受逐渐增大的侧推力，混凝土更多是作为保护层而不是承受水平荷载。新植入的结构体系是否应该与原结构产生联系并共同作用一直是三家设计机构讨论的问题。最终我们选择了将新建的钢结构框架体系与原有的筒壁合理有效地连接成一个整体共同作用，成为一种新的钢框架 - 钢筋混凝土筒体剪力墙结构。这种选型的目的是希望筒壁能够成为建筑物的一部分和新的钢结构一起工作，真正意义上实现工业遗产的重生，而不是简单地把筒壁作为一种装饰性的表皮来使用。

这种选择会给结构设计带来相当大的难度和挑战。如何保证两种结构在地震作用下不会因为不同的位移而相互破坏？如何又能保证新结构和原结构能够紧密联系共同工作？最终的解决方式是通过每层钢框架梁与筒壁铰接连接来消除地震时产生的能量。在连接处的原筒壁内侧加设 250×400 钢筋混凝土壁柱，壁柱与原筒壁植筋（等代钢筋）拉结，壁柱上预留埋件与钢梁铰接，各壁柱间沿筒壁内侧设钢筋混凝土环梁（250×600），楼板沿筒壁内侧周圈通过钢筋混凝土环梁与筒壁植筋（等代钢筋）连接，从而保证了新旧结构的完美连接。

· 如何保留和体现原有的工业风貌和工业信息?

在设计的一开始对于工艺信息特别是料斗的保留就是一个重要的议题。毋庸置疑料斗是整个筒仓最具代表性的工业设备以及筒仓内部空间特色的核心。但是由于在地面层，料斗的保留会与新的使用功能产生矛盾。即如果要保留料斗就必须要为筒仓寻找一个新的出入口，或者是拆除外斗仅保留内锥以腾出空间以便于进出。由于在 1 号筒仓的东边保留有一栋配电室，我们决定利用配电室来作为 1 号筒仓的入口，从而完整地挖掘和展示筒仓的工业信息，并满足改造后功能上的需求。（图 7）

在实际生产过程中，筒仓内的煤炭会经过料斗进入到地下传送带上，而配电室的改造带来了展示这一过程的机会。我们将筒仓与配电室之间的筒壁打开，把料斗和传送机完整地显露出来，并通过一个逐渐向下的楼梯把人流引到筒仓的地下室，从而能够近距离地观看庞大的混凝土内锥和外斗。同时一个方形的带天光的中庭与一个圆形的带料斗的展厅形成了非常戏剧性的空间效果，成为 1 号筒仓的核心和工业遗产的展示大厅。

· 如何在筒壁上开洞并呈现良好的美学效果?

在整个设计过程中，最有难度和挑战性的工作莫过于如何在钢筋密布的混凝土筒壁上开洞以解决筒仓内的

万方数据

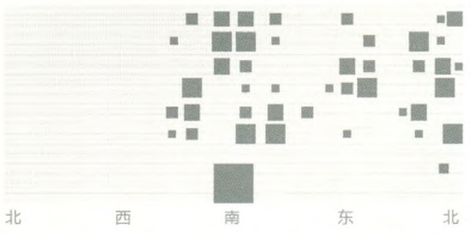

图 8-1 筒壁开洞的分析和最后的立面图

图 8-2 筒壁开洞的分析和最后的立面图

通风与采光问题。由于筒壁呈曲面且表面并不平整，许多切割机械无法发挥作用。因此，开洞的形状、大小与位置不仅要满足美学和内部功能的需要，同时也需要符合施工工艺的要求。

在实际工程中采用的钢筋混凝土切割工艺原理是利用镶有金刚石的碟锯、绳锯对准混凝土构件需要拆除的部位不断重复切割，利用金刚石超高的强度将钢筋混凝土切断，直至该部位切透为止。与此同时采用水冷却，降低噪音和粉尘，满足环保的要求。由于碟片运行的轨迹相对平直，因此我们决定使用方形母题来作为开洞的形式。

开洞设计的另一个前提则是充分尊重混凝土筒壁表面的肌理。由于整个筒壁是由模数为 300×1 200 的木制模板浇筑的，模板痕迹成为了筒仓肌理最重要的特征。我们在开洞设计中将筒仓表皮完全展开并按照模数分为 2 400mm×2 400mm、1 800mm×1 800mm、1 200mm×1 200mm 以及 9 00mm×9 00mm 4 种规格的窗洞进行设计。并根据楼层、朝向、室外景观、功能需要以及筒壁的破损情况来决定窗洞的大小和位置。其主要原则是首先要保证南向的采光率和效果，其次增加在东向和东北向的洞口数量与面积，最终在西北方向朝向最不好的 1/4 筒壁没有开窗，这样一方面是出于节能环保的要求，另一方面也是希望能够留下一堵完整的筒壁从而保证在某个特定的角度依然能够观察到筒仓未改造前的原貌，从而充分尊重和展示筒仓的价值和特征。（图 8）

· 如何解决筒仓内部的交通和疏散问题?

筒仓改造的最后一个难题就是如何使其能够符合高层民用建筑规范的要求，特别是疏散的要求。设计初期，3 个设计机构曾经反复讨论交通核与筒壁以及结构关系，最终一致选择在两个筒体之间的缝隙空间作为垂直交通核的位置。楼梯位于筒内而筒外南北两侧各设一部观光电梯。新的交通核采用钢结构和玻璃幕墙，与混凝土筒壁形成鲜明对比。

改造过程

清除底料和拆除工作

在改造施工之前，由于每个筒仓内各有近 1000 吨的余料。同时仓内封闭时间较长，氧气含量很低且属于重粉尘区，清除难度很大。在前期的探仓过程中发现余料已经板结，也很难从料斗中清除。最终是在筒仓底部开了一个宽 3.5m、高 4m 的门洞通过挖掘机进仓将原料清除，新的洞口导致各个筒仓的方案进行了一系列调整。

此外，根据设计方案，对筒仓及其周边一些不必要的工业设备和设施进行了拆除。并清理了筒仓上方的皮带通廊内的彩钢板和机械设备，以便于后期的施工工作开展。

对筒仓及其周边建筑设施设备的质量评估和加固

虽然在设计之初首钢设计院提供了完整的筒仓设计技术资料和数据，但是基于已经使用了超过 20 年的历史，筒壁出现了不同程度的损害和侵蚀。因此在设计之前专业的结构检测机构对筒壁及周边建构筑物的结构质量进行了评估和检查，作为结构设计依据。对于确定保留下来，但质量不佳的设施设备，现场还做了特别加固。

筒壁的清洗和保温

筒仓外表面由于长时期的存储煤炭，表面积聚了一层颗粒污染物，因此在施工前通过高压水枪对筒仓表面进行了清洗，从而让筒仓表面的肌理能够清晰地展示出来。改造后的筒仓需要完全符合节能建筑设计标准，因此改造后的墙体采用外墙内保温体系，以保证筒壁的原貌能够完整地展现。筒仓外墙围护结构采用 300mm 加气混凝土砌块紧贴筒壁砌筑，砌块内填充保温材料，以满足热工性能的要求。

钢结构的植入和连接

与普通的建筑工程不同的是，筒仓改造的内部钢结构体系是需要在筒壁内进行施工的，因此需要将预制好的钢结构构件自上而下吊入筒仓内进行组装和焊接。特别是保留了底层料斗的 1 号筒，对钢柱吊装的精确性提出了非常高的要求。在筒内组装好的钢框架与现浇在内筒壁上的混凝土环梁相铰接，共同构成一个完整的结构体系。（图 9）

总结

与传统意义上的工业厂房或设施改造工程不同的是，首钢西十筒仓的改造是将一种纯粹用于储存煤炭的仓储设施改造成为舒适宜人的办公建筑。筒仓的原设计本质上是一种单纯的极其坚固的耐压壳体，从未考虑过人员的使用和进出，在这种构筑物植入新的功能并能够使其符合建筑规范要求的工程，在国内外都极其罕见。正因为作为首钢老工业区转型的标志以及首钢工业遗产保护与再利用的象征，西十筒仓才获得了这样难得的机会重获新生。因此，明确筒仓最珍贵和最重要的核心价值，明确保护和展示的范围与对象，并以此作为基本出发点进行设计和改造，是对这样的工业遗产最基本的尊重和最根本的保护。由于现状条件的复杂多样以及诸多的限制要素，设计实际上贯穿于整个改造过程始终。西十筒仓的改造不仅仅是极具特色的工业空间与创意办公区这样的功能转换，更是对工业遗产的活化与再利用的一次积极探索与尝试。

万方数据

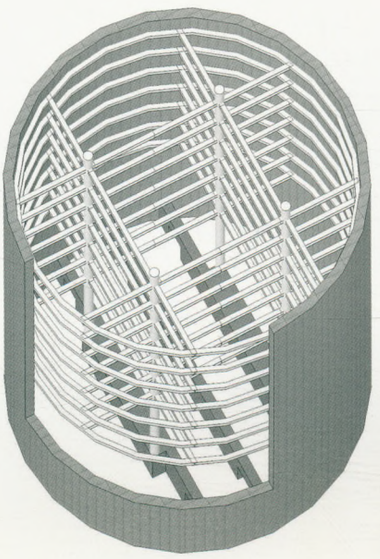

图 9 新老结构的相互关系

改造后的工业遗产展示大厅

保留的料斗外壳

万方数据

筒仓室外实景图

室外平台

筒仓室内照片

万方数据

筒仓室内照片

筒仓室内照片