

北京大学燕园后湖整治工程

项目位置：北京大学燕园后湖

项目规模：25257平方米

竣工时间：2014年6月30日

11.1 项目基本情况

11.1.1 水文状况

北京大学校园景观水系现存共有大小湖区16个（图1），分别是位于燕园的未名湖、勺湖、校史馆湖、葛利普墓湖、校西门南湖、校西门北湖、考古博物馆湖、荷花池、考古教学楼湖、红湖、红湖东湖、镜春园湖、镜春园东湖、朗润园湖，以及位于蔚秀园和承泽园的两个湖。各湖泊的面积和体积见表1。

池、考古教学楼湖、红湖、红湖东湖、镜春园湖、教育基金会东湖和朗润园湖，以及位于蔚秀园和承泽园的两个湖。各湖泊的面积和体积见表1。

按正常蓄水计算，北京大学景观水系水面面积共计92028.7m²，湖泊按平均水深2m计，沟渠按平均水深0.5m计，则景观水系的湖区总水量为180307.4m³。

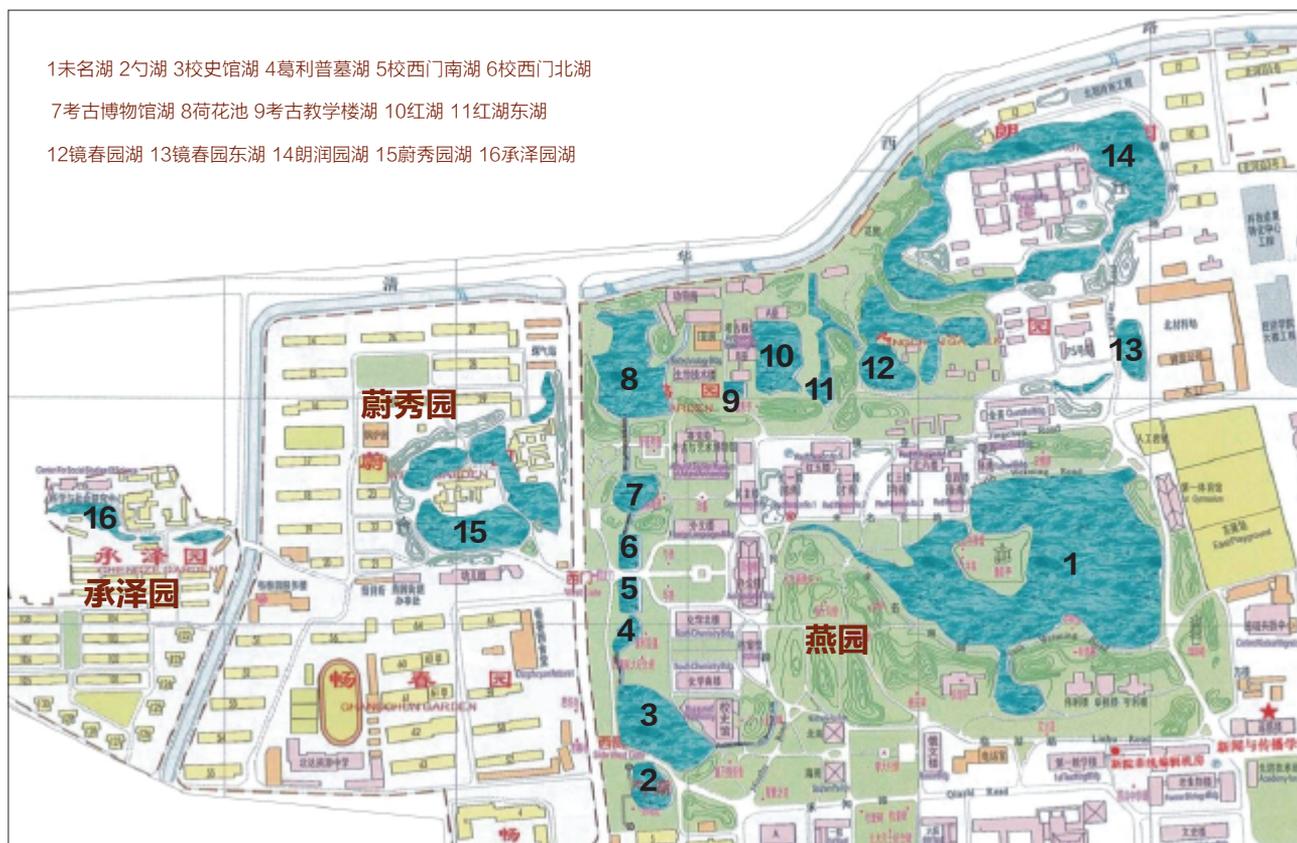


图1 北京大学校园景观水系

表1 北京大学校园景观水系基本情况

序号	名称	面积 (m ²)	深度(m)	体积 (m ³)	蓄水状况
1	未名湖	35063.36	2	70126.72	正常蓄水
2	勺湖	1475.34	2	2950.68	水位较低
3	校史馆湖	5201.22	2	10402.44	正常蓄水
4	葛利普墓湖	623.33	2	1246.66	正常蓄水
5	校西门南湖	701.21	2	1402.42	正常蓄水
6	校西门北湖	755	2	1510	正常蓄水
7	考古博物馆湖	1254.78	2	2509.56	正常蓄水
8	荷花池	5785.44	2	11570.88	无水
9	考古教学楼B南楼前	294.51	2	589.02	水位较低
10	红湖	3029.74	2	6059.48	无水
11	红湖东侧	1551.51	2	3103.02	基本无水
12	镜春园湖	5770.31	2	11540.62	无水
13	镜春园东湖	358.48	2	716.96	无水
14	朗润园湖	15837.27	2	31674.54	基本无水
15	蔚秀园湖	9426	2	18852	基本无水
16	承泽园湖	2401.2	2	4802.4	基本无水
17	连通沟渠	2500	0.5	1250	
	合计	92028.7	-	180307.4	

近年来由于补水水量的缺乏，目前仅未名湖、勺湖、校史馆湖、葛利普墓湖、校西门南湖、校西门北湖、考古博物馆湖等7个湖能维持正常水面，其余湖区干涸或仅季节性少量蓄水。

目前，校园水系仅以西校门自备浅层地下水井补给。由于供水量限制，该浅井的补水仅能满足未名湖及西校门附近输水连通线上相关湖泊的景观用水需求。

11.1.2 气象情况

工程所在的海淀区属温带大陆性季风气候，特点是冬寒晴燥，夏热多雨，春旱多风，冬夏两季气温变化较大。海淀区多年平均气温为11.5℃，夏季7月平均气温为25.7℃，冬季1月平均气温为-4.1℃，年极端最高气温40.3℃，最低气温为-19.6℃。多年平均相对湿度为60%，年际间在55~67%间变化。冬季多为西北风，平均

风速在3.0~3.5m/s，最大风速达22.0m/s。

海淀区多年平均（1956~2011年）降雨量为578mm，其中最大年降水量1002mm（1956年），最小年降水量344mm（1965年）。降雨不仅年际变化大，年内变化也极不均匀，降雨多集中在汛期6~9月，降水量约占全年的80%左右。流域多年平均水面蒸发量1200mm左右。无霜期为200天左右。冻土层深度800mm。

11.1.3 工程地质

参照项目区附近工程地质勘测资料，项目区所在地工程地质评价为：

- 表层人工填土因结构疏松，含植物根，不能作为地基持力层。
- 各土层渗透系数可采用表3-1所列数值。
- 场地地下水埋深在15m以下。

d. 场地抗震设防烈度为8度，设计基本地震加速度值为0.20g，设计地震分组为第一组。建筑场地类别为II类。场地地基土在发生8度地震时不液化。场地为可以建设的一般场地。

e. 场地无不良地质作用。

f. 场地标准冻结深度为0.80m。

11.1.4 工程概况

北京大学校园景观水系是以东西向的水系为脉络，与天然地表水流向一致，因势利导，保持流水畅通。早期，校园景观水系的补水水源主要为泉水和万泉河。近十年来，由于北京城市发展和人口快速增长，加之连续十多年的干旱、城市上游来水量锐减，北京的水资源短缺形势日渐严峻。受此影响，北京大学校园地下水水位下降导致泉水枯竭，校园周边的万泉河水位下降且水质恶化，北大校



图2 干涸的红湖（2013年9月）



图3 干涸的朗润湖（2013年10月）

园内景观水系逐渐成为无源之水。唯一的固定水源为北大西门附近的浅层取水泵站少量、不定期补给，此外还有雨水形成的地表径流补给，可供水量与水系需水量间存在较大差距，因此，校园景观水系的水位下降、水系干涸现象愈演愈烈。

2013年后湖水系中的朗润园湖、镜春园湖和红湖等湖泊无水而杂草丛生（图2和图3），鸣鹤园湖仅有几处洼地留有水面且长满芦苇，各湖泊之间的连通沟渠、暗涵也因长年不用而逐渐淤塞。

为增加北京大学燕园校区内湖泊水量、保障水质、恢复景观水系的原有风貌，北京大学积极运作，多方筹措水资源配额和工程建设资金，特开展后湖水系连通及整治。

11.2 问题与需求分析

（1）无稳定的补水水源

校内现有的自备浅井一方面水量不足，无法满足校园整体水系的补水需求；另一方面，根据北京市的相关“自备井”政策，该水井在2015年前将被淘汰。届时校园景观水系将彻底成为“无源之水”。

（2）景观生态用水匮乏

补水水源的缺乏，导致校园内景观水系水量缺乏，除未名湖及西校门附近湖泊外，其余景观水体都不能维持正常水面甚至干涸。生态用水极度匮乏，导致北大校园景观水系景观和生态都受到破坏。

（3）堤岸破损坍塌

多年的缺水干涸导致朗润园湖、镜春园湖等后湖水系湖区长满杂草，水体失去原有蓄水功能后，难以进行维护管理。要恢复水系的基本功能，亟需对受损的堤岸、护坡进行维护整治。

（4）水生态失衡

对未名湖及其周边的校史馆湖有水湖泊而言，由于补水量有限，补水水量仅补充蒸发渗漏水量，换水周期长；同时，水体循环流动性差，基本为静水状态，水体自净能力较天然水体差。目前校园内有几个湖已表现出明显的富营养化问题，如考古博物馆西湖沉水植物过量生长和校史馆西湖近岸水面飘浮的藻类。



图4 坍塌的护岸（左：连通渠道；右：朗润园湖）



图5 过量生长的沉水植物（左：考古博物馆西湖）和浮游藻类（校史馆西湖）

11.3 设计目标与任务

设计目标：建设节约、高效的水循环系统，减少清水消耗量，保障湖区用水需求，恢复园区历史风貌。

主要任务：

（1）利用现有泵站，从万泉河取水，通过水处理设施净化，补充朗润园及人文学院湖区需水。

（2）通过湖底清淤、湖底整治、护岸修复、循环净化、生态恢复等工程建设，保障朗润园及人文学院湖区水体水量和水质，逐步恢复园区历史风貌。

（3）通过循环净化，为校区水系连通及治理工程后期建设提供水质保障支持。

11.4 工程设计

11.4.1 工程范围

本工程范围为北京大学燕园校区朗润园湖区和人文学院湖区，包括湖区整治、护岸修复、水质保障以及管线连通等。

11.4.2 工程规模

本项目工程规模为：

（1）项目区整治面积2.2万m²，恢复水面1.87万m²。

（2）朗润园湖区湖底整治1.69万m²，修复护岸1460m。

- (3) 人文学院湖区湖底整治1810m²，修复护岸173m。
- (4) 水处理设施1座，包含超磁分离水质净化设备1套、磁性树脂深度净化设备1套。
- (5) 补水管线60m，连通管线188m。

11.4.3 生态补水及水系连通工程

(1) 需水量计算

根据北京大学校园景观水系布局 and 连通情况，结合可利用水源分析，从水系补水和水质保障角度考虑，将整体景观水系分为三个区域，即朗润湖区、未名湖区和蔚秀承泽湖区见图6。

根据北京市的相关资料，城区河湖一般蒸发量为20~30mm/d，蒸发约7mm/d，考虑湖底的减渗处理，渗漏约18mm/d，则蒸发量按25mm/d计算。朗润园湖区日最大蒸发渗漏量约为423m³/d，人文学院湖区日最大蒸发渗漏量约为45m³/d。见表2。

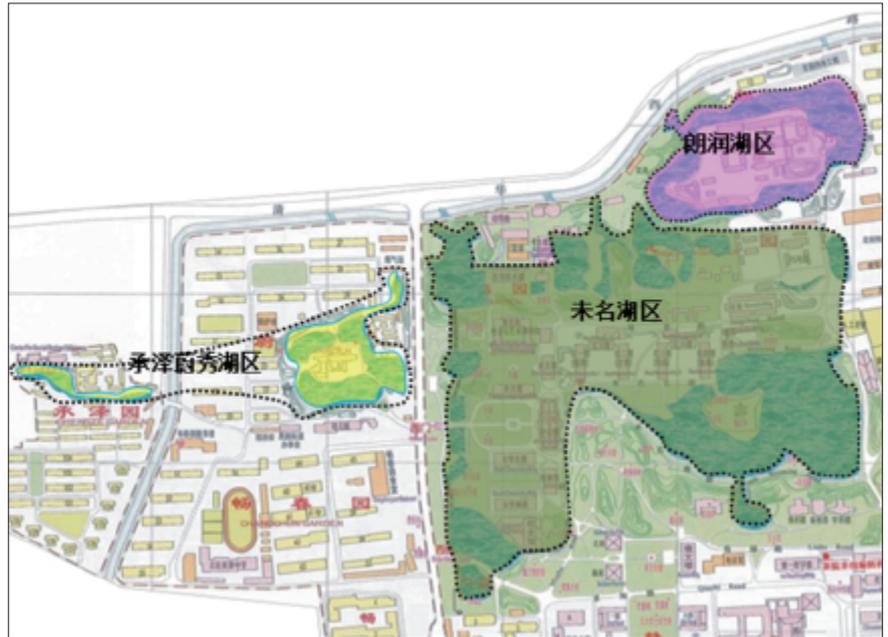


图6 北京大学校园景观水系补水区域划分

表2 水系最大日蒸发渗漏量计算表

湖区	水面面积 (m ²)	单位面积最大蒸发渗漏量m ³ /(m ² .d)	水体最大蒸发渗漏量 (m ³ /d)
朗润园湖区	16900	0.025	423
人文学院湖区	1810	0.025	45

(2) 补水工程

以最大日蒸发渗漏量计算的需水量为准，近期通过万泉河中的市政再生水对朗润园湖区进行补水，根据朗润园湖区及人文学院湖区体积，初期总补水量约3.6万m³。湖区达到正常水位后，每天的补水量约为440m³/d，考虑万泉河水量不稳定，设计采用现有的1台100m³/h水泵抽水（相应设计处理水量为2400m³/d），进行净化处理。水体循环净化期间，结合校园其它水系水体循环，设计循环处理水量为2400m³/d。取水补水位置见图2。

中远期：校园内污水收集处理设施建成后，能保证每日补充的水量和水质。因此，中远期朗润园湖区及人文学院湖区的蒸发渗漏量补充通过校园污水再生利用解决，万

泉河取水作为备用水源。

为促进水系连通，保障燕园湖区水质，根据总体规划方案，设计将未名湖至人文学院湖区距离约110m、人文学院湖区至朗润园湖区约78m共188m长区段通过暗埋管径800的混凝土管连通，为未来燕园水系全面循环净化奠定基础。

11.4.4 湖区水生态恢复工程

4.4.1 湖底整治

(1) 湖底渣土清除

朗润园湖区及人文学院湖区底部历史淤泥、渣土回填以及近期干涸状态下人为耕种，表层土壤污染物含量较

重，而且，水生植物根系也将对湖底减渗处理造成不利影响，故须清楚表层腐殖土，设计清除工程量11877m³。

(2) 生态减渗

由于朗润园湖区及人文学院湖区多年处于完全无水干裂状态，其原有的防渗层结构基本被破坏。同时，该地区土壤渗透性较好，重新蓄水后极易渗漏。为减少补水水量因渗漏造成的损耗，需要对朗润园湖区及人文学院湖区进行减渗处理。

为维持园区的自然历史风貌，设计采用生态减渗土进行减渗处理，该减渗土材质为现场土壤与天然钠基膨润土按一定技术要求掺混而成，具有自然生态、无须外购粘土、保持湖底垂向连通性等优点，与北大校园古迹保护相适应，设计生态减渗土铺设厚度为20cm，干土重与膨润土比为8:2，减渗层上部覆土30cm，减渗处理面积1.87万m²，施工工艺采用旋耕型掺混，振动碾实，保护层回填压

实。侧面对浆砌石进行防渗水泥砂浆填缝、勾缝处理，底部减渗层与墙面由膨润土处理。

4.4.2 湖区护岸修复

对朗润园湖区及人文学院湖区周边损坏的护岸进行修复，护岸采用北京大学湖岸传统的浆砌石基础、叠加景石驳岸形式。其中，须对破损严重的浆砌石基础进行修建，恢复景石驳岸，尽量利用现有块石和景石。设计修复朗润园湖区护岸长度为1460m，其中新修浆砌石4756.5m³、景石砌筑3171m³；人文学院湖区护岸修复长度为173m，其中新修浆砌石778.5m³、景石砌筑519m³。

4.4.3 水生植物种植

在朗润园湖区种植挺水植物和荷花，营造水生植物区，在营造景观的同时强化水体的净化功能。种植总面积约7000m²，其中：荷花5000m²，种植密度4株/m²；千屈菜1000m²，12丛/m²；鸢尾1000m²，12丛/m²。

11.5 建成效果



图7 北大燕园后湖生态整治效果