

北京奥林匹克公园中心区节水型绿化灌溉系统设计(上)

郑克白¹ 吕露² 田进冬¹ 汪斌峰² 熊乔珍²

(1 北京市建筑设计研究院,北京 100045;2 北京湖人天地灌溉工程有限公司,北京 100070)

摘要 北京奥林匹克公园中心区绿化灌溉系统设计,为灌溉系统、雨水利用、灌溉泵站及自动控制等多项技术的综合设计。灌溉水源为雨洪利用收集的雨水,补充水源采用再生水;选用多种节水型的灌溉设备以满足不同植物的需求,采用计算机中央灌溉控制系统实现精确灌溉的理念;灌溉水泵采用变频泵组并根据系统要求启动及调整扬程等,达到高效、节水、节能目的。

关键词 灌溉 雨水利用 节水 控制 北京奥林匹克公园中心区

Reused water irrigation system in Beijing Olympic Common Domain (I)

Zheng Kebai¹, Lu Lu², Tian Jindong¹, Wang Bin Feng², Xiong Qiao Zhen²

(1. Beijing Institute of Architectural Design, Beijing 100045, China;

2. Beijing Huren Tiandi Irrigation Engineering Co., Ltd., Beijing 100070, China)

Abstract: Green space irrigation system in Beijing Olympic Common Domain is a combination of several technologies, including irrigation system, reuse of rainwater, irrigation pump plant and automation system, etc. The supply water source is from rainwater collected by rain and flood utilization system, and spare supply water is taken from reused water; several kinds of water-saving irrigation devices are adopted to meet different demands of adverse plants. By applying computer central controlling system, the concept of precious irrigation is realized. The water flow and water head of irrigating pump group is variable with requirement of system by using VFD, then water and energy is saved.

Keywords: Irrigation; Reuse of rainwater; Water saving; Control; Beijing Olympic Common Domain

0 引言

北京奥林匹克公园中心区总绿化面积为 60 hm²,由中轴景观区及休闲绿地组成(见图 1)。中轴景观区包括中轴景观大道两边的树阵及花坛,树阵区种有栎树、白蜡、银杏、槐树、油松等大型乔木,花坛区主要以新品种月季、应时花卉为主,地被为草地早熟禾。南北两端的休闲花园及水系东岸为大面积的休闲绿地,植物种类较多,乔木、灌木、草坪等多种形态的植物交杂混种。

由于园区植物的多样性及对水量需求的差异,不同的植物需要采取不同的灌溉方式。同时需要采

用先进的控制技术,根据植物的需要及降雨量计算出需补充的水量来控制灌溉系统的运行,以达到精确、高效、节约用水的目的。

因为雨洪利用系统收集的雨水需及时利用,灌溉用水应优先采用收集的雨水,所以,采用何种灌溉水源需根据雨水收集池内水位确定。另外,不同类型的灌水器所需水压不同,对于灌溉加压泵来说,当系统需要压力较低时可通过降低频率达到节能目的。因此,自控系统中设置了根据开启的轮灌组的要求设定水泵流量、压力及根据集水池水位确定供水水源等内容。

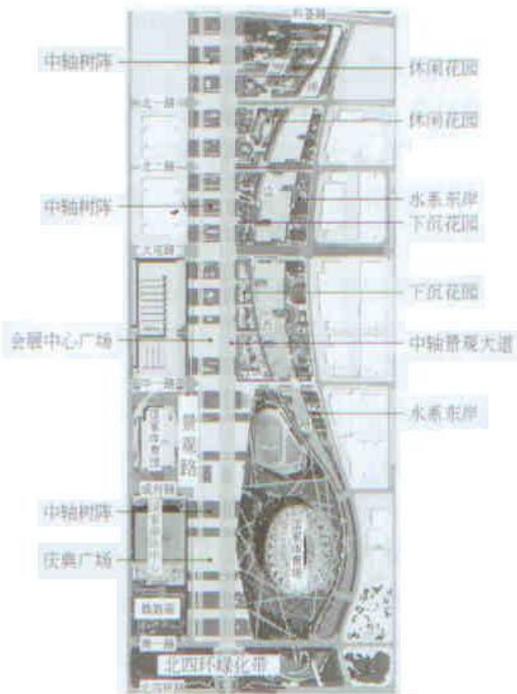


图1 北京奥林匹克公园中心区总平面

1 基础条件

1.1 气象条件

北京市多年平均降雨量为 595 mm, 年内分配不均匀, 其中 7 月是全年降水高峰期, 6~8 月的降雨量占全年的一多半。多年平均水面蒸发量为 1120 mm, 最大冻土层深度为 0.8 m, 春、秋多风, 平均风速为 2.7 m/s。植物多年平均日最大耗水量约 5 mm。

中心区地被主要为草坪, 返青时间一般为 3 月中旬, 褪绿时间为 11 月下旬, 全年灌溉时间为 8 个月左右。按照《北京市草坪灌溉制度拟定》^[1], 旬最大需水量为 4.12 mm/d, 出现在 6 月中旬, 旬最小需水量为 0.68 mm/d, 出现在 11 月下旬。6 月中旬以前, 草坪日需水量上升迅速; 在 6 月中旬以后, 草坪日需水量以缓慢的速度下降。

1.2 水源条件

一为市政管网提供的普通中水, 普通中水水质符合《城市污水再生利用 城市杂用水水质标准》(GB/T 18920—2002) 中车辆冲洗水质要求。

另一部分为区域内雨洪利用系统收集的雨水。中心区雨洪利用系统共设 10 个雨水收集池, 总容积为 6 700 m³。预计水质达到《农田灌溉水质标准》(GB 5084—92)、及 GB/T 18920—2002 中城市绿化杂用水标准。

2 灌溉系统设计参数

2.1 灌溉设计日耗水强度

灌溉植物需水量(ET)包括植物蒸腾量和植物棵间土壤蒸发量, 也称作植物腾发量或植物耗水量。影响植物需水量的因素有气象条件(温度、日照、湿度及风速等)、土壤类别、含水状况、植物种类及生长阶段等。

灌溉设计日耗水强度取作物最大需水量。北京植物需水量可从《中国主要农作物需水量等值线图研究》^[2]中查出, 由北京各月日平均值可知, 月日平均最大需水量 ET 为 5.5 mm/d, 出现在 6 月, 月日平均最小需水量 ET 为 0.5 mm/d, 出现在 1 月下旬。

2.2 灌水有效利用系数

灌溉的水量损失由输水损失、地面流失、深层渗漏等因素造成, 按照《喷灌工程技术规范》(GBJ 85—85), 风速低于 3.4 m/s 时, 灌水有效利用系数为 0.8~0.9。本设计喷灌灌水有效利用系数取 0.85, 滴灌灌水有效利用系数取 0.9。

3 灌溉系统设计

3.1 灌溉类型

3.1.1 游人集中的重点区域——景观大道树阵及下沉花园绿地

(1) 草坪区: 采用喷灌, 选择灌水均匀度高的地埋升降式喷头, 配备专用喷嘴, 保证灌溉均匀度。

(2) 花卉区: 种植多为应季花卉类, 花卉开败后, 就会清理掉, 来年再种植, 所以选用微喷灌, 这样就可以在清理花卉时将灌水设备及支管道一并收存, 待来年花卉种植完成后再铺设。

(3) 绿篱: 宽度 2 m 以上采用喷灌; 2 m 以下采用滴灌。

(4) 不修剪灌木: 采用滴灌。

(5) 乔木区: 采用涌泉灌。其中绿地中的乔木采用地埋升降式涌泉灌。铺装地里的乔木, 由于透气性差, 不仅要考虑乔木的灌溉, 还要考虑树木的根部呼吸问题, 采用具有透气功能的涌泉灌。

3.1.2 游人较少的休闲绿地

(1) 草坪区: 采用喷灌。

(2) 绿篱: 宽度 2 m 以上采用喷灌; 2 m 以下采用人工浇灌。

(3) 不修剪灌木: 密植灌木采用滴灌或涌泉灌; 堆植灌木采用涌泉灌。

表1 不同区域灌水器类型选择

区域特点	灌水器类型	灌水器型号	灌水器性能
地面植被为草坪,地形较缓,通透性好,绿地平均宽度大	地理升降式旋转喷头	3500系列、5000系列	中等射程,喷灌强度小
地面植被为草坪,地形较缓,通透性好,绿地平均宽度小	地理升降式散射喷头	US系列	小射程,喷灌强度大
地面植被为花卉或修剪灌木,地形较缓,通透性好,绿地平均宽度小	地理升降式散射喷头	US系列	小射程,喷灌强度大
地面植被为草本花卉,地形较缓,通透性好,绿地平均宽度小,游人多,需要一定的景观效果	插杆式微喷头	XS系列微喷头	小射程,低流量,喷洒均匀度高,流量射程均可调节
密植灌木	滴灌管	滴灌管	多种滴头流量和间距
堆植灌木,通透性好	压力补偿式滴头	XB单出口滴头	压力补偿
铺装中乔木	地理涌泉灌水器	树木根部灌水器	自带1401压力补偿涌泉喷嘴,具备树木根部的透气功能,同时能满足灌溉与树木根部呼吸的需求
绿地中乔木,有一定的景观效果	地理升降式涌泉灌水器	1401压力补偿涌泉喷头	流量稳定,压力补偿式喷嘴,自带滤网,使用寿命长
绿地中乔木,无景观效果	涌泉灌水器	1401压力补偿涌泉喷头	流量稳定,压力补偿式喷嘴

(4) 乔木:采用涌泉灌。

3.2 灌水器选型

3.2.1 喷灌设备选型原则

喷灌设备主要用于草坪、花卉及修剪灌木种植区,一般平均宽度较大的种植区域(平均宽度不小于8m),选用射程较大的喷头,如3500系列、5000系列喷头;平均宽度较小的种植区域选用射程较小的喷头,如US系列喷头;坡度陡的种植区域,选用喷

灌强度较小的喷头,如3500系列、5000系列喷头。

3.2.2 微灌设备选型原则

微灌设备主要用于密植灌木、堆植灌木及乔木种植区。喷灌设备安装完成后,喷头顶部高度是一定的,由于不修剪灌木生长高度不一样,所以采用喷灌无法达到灌溉效果。乔木的主根系较深,分布范围小,采用喷灌很难实现同时满足深层灌溉与定向小范围灌溉,所以采用树木根部灌水器。

3.2.3 不同区域灌水器选型(见表1)

3.3 灌水器布置方式

3.3.1 喷灌系统

喷头应结合地块形状与种植范围布置,根据种植区域与绿地宽度的不同,选择不同的喷头,喷头的布置间距为喷头喷洒半径,采用矩形布置。喷头照片及连接示意图见图2,喷头布置及性能参数见表2。



图2 喷头照片及连接示意

表2 喷头布置及性能参数

喷头系列	喷嘴型号	布置方式 /m	工作压力 /MPa	喷头流量 /m ³ /h	喷洒半径 /m
US系列	18VAN	5.5×5.5	0.2	1.2	5.4
US系列	15VAN	4.5×4.5	0.2	0.84	4.5
US系列	9sst	2.7×5.5	0.2	0.36	2.7×5.5
US系列	15sst	1.2×8.5	0.2	0.25	1.2×8.5
3500系列	2.0	8×8	0.2	0.34	8.2
3500系列	3.0	9×9	0.2	0.53	9.1
3500系列	4.0	10×10	0.2	0.73	9.7
5000系列	1.5	10×10	0.2	0.28	10.2
5000系列	3.0	11×11	0.2	0.55	11.2
5000系列	5.0	12×12	0.2	0.91	12.1
5000系列	6.0	13×13	0.2	1.05	12.4

3.3.2 微灌设备布置

(1) 树木根部灌水器。铺装内树木选用RWS树木根部灌水器(见图3),内置1401压力补偿式涌泉头,流量为72L/h,工作压力为0.15MPa,每棵树布置2个。

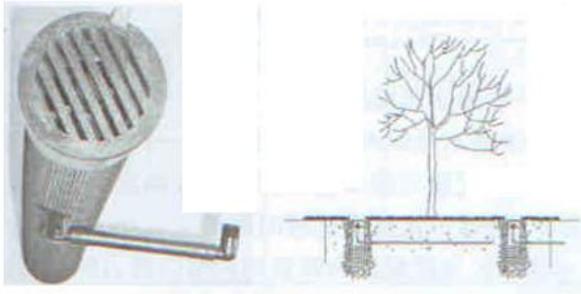


图3 RWS树木根部灌水器

(2) 微喷头。花卉选用XS系列微喷头,喷头流量较低,喷洒均匀度高。XS系列微喷头型号有XS-90、XS-180、XS-360,工作压力为0.2 MPa,射程为0~3.1 m可调,流量为0~115 L/h可调(见图4)。

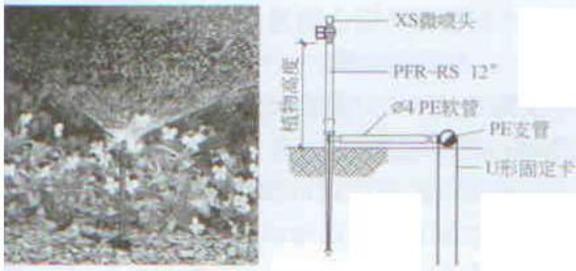


图4 XS系列微喷头

(3) 涌泉头。绿地内的乔木选用1401压力补偿式涌泉头,工作压力均为0.15 MPa,流量为72 L/h,每棵树布置2个(见图5)。

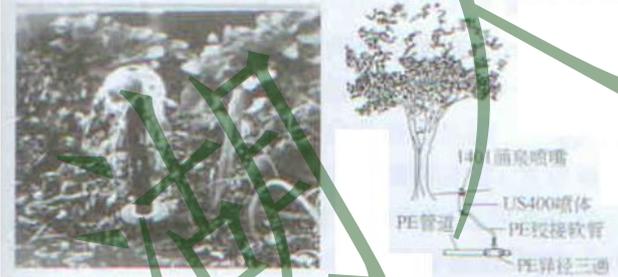


图5 涌泉头

(4) 滴灌管。用于不修剪的密植灌木灌溉,滴灌管布置间距为0.5 m,滴头间距为0.5 m,工作压力0.15 MPa,单滴头流量为1.7 L(见图6)。

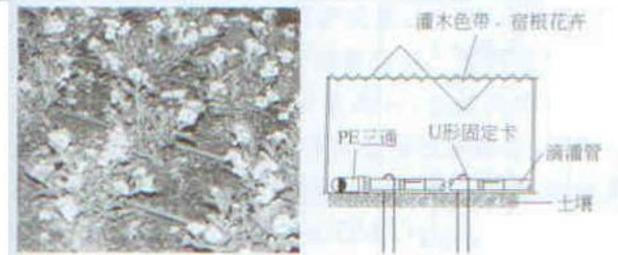


图6 滴灌管

(5) 滴头。用于堆植灌木的灌溉,每株灌木安装1个滴头,型号为XBT-20PC,工作压力为0.15 MPa,单个滴头流量为7.58 L。

3.3.3 给水栓

采用LAKERS-QCV-32取水阀,接口尺寸为1"(1"=25.4 mm),布置间距为30~40 m。

4 灌溉水量计算

4.1 灌水周期 T

灌水周期为两次灌水之间的时间间隔。根据《北京城市园林绿化养护管理标准》,北京植物一年灌溉时间为200天,中心区按特级养护灌溉标准最少灌溉次数取值,见表3。

表3 绿化等级技术措施和要求

类别	最少灌溉次数 N
乔木	5
灌木	15
绿篱	10
一、二年生草花	15
宿根花卉	20
草坪(冷季型)	25

根据年最少灌溉次数可计算出植物的最大灌水周期 T_{max} 。

$$T_{max} = 200/N \quad (1)$$

最大灌水周期(即灌溉周期不能大于该值)见表4。

表4 最大灌水周期

类别	最大灌水周期 T_{max}/d
乔木	13
灌木	13
绿篱	20
一、二年生草花	13
宿根花卉	10
草坪(冷季型)	8
草坪(暖季型)	15

灌溉设计中,灌水周期一般取最小灌水周期,最小灌水周期还需考虑当地极端气象条件下的灌水需求。例如由图7可知,北京颐和园2005年及2006年5月份有多天的 ET 值接近6 mm/d(大于设计值5.5 mm/d),所以灌溉设计应以最不利天气条件下的最小灌水周期 T_{min} 为计算基础。

根据实际灌溉经验值,最不利情况下,北京地区最小灌水周期见表5。

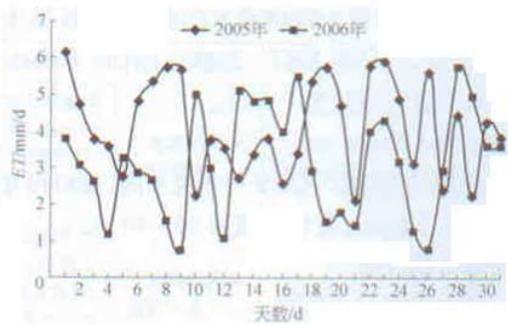


图7 北京颐和园 2005 年、2006 年 5 月实测 ET 值

表5 最小灌水周期

类别	最小灌水周期 T_{min}/d
乔木	10
灌木	5
绿篱	5
一、二年生草花	5
宿根花卉	5
草坪(冷季型)	1
草坪(暖季型)	1

4.2 设计灌水定额 m

灌水定额为一次灌水的最大值:

$$m = \frac{T \times ET}{\eta} \quad (2)$$

式中 m ——设计灌水定额, mm;

T ——灌水周期, 取最小灌水周期(见表 5);

ET ——植物需水量, 取 $ET=5.5$ mm/d;

η ——灌水有效利用系数, 喷灌取 0.85, 滴灌取 0.9。

草坪灌水定额 $m = \frac{1 \times 5.5}{0.85} = 6.5$ (mm); 灌木花

卉灌水定额 $m = \frac{5 \times 5.5}{0.9} = 30$ (mm); 乔木灌水定额

$$m = \frac{10 \times 5.5}{0.9} = 61 \text{ (mm)}。$$

4.3 一次灌水延续时间

一次灌水延续时间为每组喷头一次灌溉需要时间, 由灌水定额与灌水器的灌溉强度确定。

4.3.1 喷灌一次灌水延续时间

草坪区为灌溉最为频繁的种植区域, 计算时, 应根据喷头的组合喷灌强度、灌水定额, 计算出单个喷头的工作时间, 其计算公式如下:

$$t = 60 m / \rho \quad (3)$$

式中 t ——灌水时间, min;

m ——设计灌水定额, mm;

ρ ——灌水器组合喷灌强度, mm/h, 可从设备参数中查取。

根据式(3), 可计算出不同灌水器的一次灌水延续时间 t , 结果见表 6。

修剪灌木主要使用的喷头为 US 系列喷头, 灌木一次灌水定额 $m=30$ mm, 一次灌水延续时间计算结果见表 7。

4.3.2 微灌一次灌水延续时间

微灌系统为定向灌溉, 灌溉水直接灌溉至植物的根部, 其计算公式为:

$$t = Q / q_{\text{合}} \quad (4)$$

式中 t ——一次灌水延续时间, min;

Q ——一次总灌水量, L;

$q_{\text{合}}$ ——灌水器组合总流量, L/h。

4.3.2.1 乔木灌溉一次灌水延续时间

乔木一次灌水总量计算。乔木主根系层深为 1.5 m, 根系水平面积为 3 m², 根据乔木灌水定额 $m=61$ mm, 可以计算出单棵树一次总灌水量 $Q=$

表6 草坪不同灌水器的一次灌水延续时间

灌水器型号	灌水器组合喷灌强度 ρ /mm/h	设计灌水定额 m /mm	灌水周期 T /d	布置间距($a \times b$)/m	喷头的设计流量 q /m ³ /h	一次灌水延续时间 t /min
US400-18VAN	41	6.5	1	5.5×5.5	1.21	9.5
US400-15VAN	41	6.5	1	4.5×4.5	0.84	9.5
US400-15SST	25	6.5	1	1.2×8.5	0.25	15.6
US400-9SST	24	6.5	1	2.7×5.5	0.36	16.3
3504-1.5	11	6.5	1	7.0×7.7	0.26	35.5
3504-2.0	10	6.5	1	8.2×8.2	0.34	39.0
3504-3.0	13	6.5	1	9.1×9.1	0.53	30.0
5004-4.0	11	6.5	1	11.6×11.6	0.71	35.5
5004-5.0	12	6.5	1	12.1×12.1	0.91	32.5

表7 修剪灌木的一次灌水延续时间

灌水器型号	灌水器组合 喷灌强度 ρ /mm/h	设计灌水 定额 m /mm	灌水周期 T /d	一次灌水 延续时间 t /min
US400-18VAN	41	30	5	44
US400-15VAN	41	30	5	44
US400-15SST	25	30	5	72
US400-9SST	24	30	5	75

$61 \times 3 = 183(L)$ 。

每棵树的灌溉流量 $q = 72 \times 2 = 144(L/h)$ 。

乔木灌溉一次灌水延续时间 $t = 183/144 = 1.27$

$(h) = 76(\text{min})$ 。

4.3.2.2 堆植灌木灌溉一次灌水延续时间

堆植灌木一次灌水总量计算。堆植灌木根系水平面积为 0.5 m^2 ，根据灌木灌水定额 $m = 30 \text{ mm}$ ，可以计算出单棵灌木一次总灌水量 $Q = 30 \times 0.5 = 15(L)$ 。

每棵灌木的灌溉流量。堆植灌木采用滴灌，每棵灌木选用 1 个 XBT-20PC 滴头（参数见 3.3.2 节），总灌溉流量为 $q = 7.58 \text{ L/h}$ 。

堆植灌木灌溉一次灌水延续时间 $t = 15/7.58 =$

$2(h) = 120(\text{min})$ 。

4.3.2.3 密植灌木灌溉一次灌水延续时间

1 m^2 灌木一次灌水总量计算。根据灌木灌水定额 $m = 30 \text{ mm}$ ，可以计算出 1 m^2 灌木总灌水量 $Q = 30 \times 1 = 30(L)$ 。

每平方米灌木的灌溉流量。密植灌木采用滴灌管灌溉，滴灌管铺设间距为 0.5 m ，滴头间距为 0.5 m ，单滴头流量为 1.7 L/h ；每平方米灌木内分布的滴头数为 $N = 1/(0.5 \times 0.5) = 4(\text{个})$ ，总灌溉流量为 $q = 4 \times 1.7 = 6.8(L/h)$ 。

密植灌木灌溉一次灌水延续时间 $t = 30/6.8 =$

$4.4(h) = 265(\text{min})$ 。

(未完待续)

湖 人 灌 溉

北京奥林匹克公园中心区节水型绿化灌溉系统设计(下)

郑克白¹ 吕露² 田进冬¹ 汪斌峰² 熊乔珍²

(1 北京市建筑设计研究院,北京 100045; 2 北京湖人天地灌溉工程有限公司,北京 100070)

5 供水设施

5.1 灌溉供水系统

中心区奥运水系东岸及南一路以南部分绿地灌溉系统采用市政中水直接供给;其他大部分区域优先采用雨洪利用系统收集的雨水,不足部分由市政普通中水管网提供。灌溉中水补水管线自各地块周围市政中水管接入并单独设表计量(见图8)。

5.2 管网设计

5.2.1 末端及支管设计

每种灌溉方式,其支管毛管布置各不相同。为确保每种植物都能获得合理且合适的水分,不同植物的灌溉支管应分别设置,并采用电磁阀控制。影响支管布置的因素主要有:

(1) 地形条件:在地形不平坦的灌溉区域,支管应尽量平行于等高线成水平铺设。便于支管和立管灌水器的施工安装,并减小同一控制阀后各灌水器的最大压力差。

(2) 地块形状:园林中大多数的地块形状都是不规则的。地块较大时,可用分区布置的方法解决。分区时应使灌溉区域形状基本规整,支管在小地块内的走向一致。

(3) 风向和风速:喷灌受风向和风速的影响较大,如果风速很小,则支管的布置可不考虑风向;如果风速达到或超过 2 m/s ,且存在主风向时,支管最好垂直主风向布置。当风向与等高线平行需采取其他方法处理。

5.2.2 干管设计

电磁阀后为灌溉系统的分干管,每次开启的电磁阀组为轮灌组,轮灌组后干管为主干管。干管的水量根据植物综合最大需水量及灌溉时间确定,当条件受限时也可按市政管网的供水能力确定。

中心区各地块中水管道的管径初步设计时是根据《建筑给水排水设计规范》(GB 50015—2003)的

草坪用水定额 $3\text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 计算;最高日用水量按灌溉时间不大于 4 h 确定(由于定额不是植物实际需水量,所以下面轮灌组设计实际灌溉时间不同)。灌溉给水系统按市政道路分隔出来的地块分别设置,管道为支状布置。

5.3 灌溉泵站

地面雨水经过砂石、土壤的自然处理后进入渗水管、渠收集至雨水收集池蓄存。每个雨水收集池边设有下沉式泵站,抽取收集池内雨水,再经过滤处理后供绿地灌溉、道路浇洒用水。图9为P-1灌溉泵站大样。

考虑到不同灌溉方式需要的水压不同,因此灌溉水泵采用变频泵组,泵组最大供水量及扬程按其服务的灌溉系统的要求确定。水泵出口压力按照不同轮灌组的要求分级设定。

(1) 草坪喷灌组:喷灌要求水压较高,市政中水管网水压不能直接供水,需要加压后供水,故当收集池水位降至低位时需先将市政中水管电动阀开启,中水接至雨水收集池再由水泵增压后供水。

(2) 乔、灌木灌溉组:微灌方式要求水压较低,市政中水管网压力可直接供水。该部分中水补水管设电动阀与雨水收集池后的供水泵并联,当收集池水位降至低位时供水泵停泵、补水管电动阀开启,系统转换为由市政中水直接供水。

6 轮灌组设计

较大的灌溉系统为了减少工程投资,提高设备利用率,增加灌溉面积,通常采用轮流灌溉的方式,一般是将设有电磁阀的灌溉支管分成若干组,通过编程控制每次开启供水的电磁阀,在规定的时间内干管轮流向各组支管供水。

6.1 轮灌编组的划分原则

(1) 每个轮灌组的流量不超过总供水管道的过流能力。



图 8 中心区灌溉给水系统

(2) 轮灌组数应不大于最大轮灌组数。

(3) 各轮灌组的工作喷头总数应尽量接近,使其流量相等(相近)。

(4) 轮灌组应与灌溉供水系统结合,充分利用管网压力。本工程需加压供水并采用变频泵组,从节能角度考虑,要求将高、低压力的末端分别编组控制。水系东岸等市政中水直供区域,采取延长灌溉时间来控制每个轮灌组流量,以及夜间灌溉等措施以满足市政水压直供的需要。

(5) 轮灌编组时,应保持各支管的压力平衡,减少地势较高或路程较远组别的灌水器数,增加地势较低或路程较近组别的灌水器数。

(6) 为减少输水管的总阻力,开启的电磁阀应采用远近结合的原则,即开一部分离水源近的控制阀,同时开一部分离水源远的控制阀。

6.2 最大轮灌组数

系统的最大轮灌组数目:

$$N \leq \frac{CT}{t} \quad (5)$$

式中 N ——最大轮灌组数目,个;

T ——灌水周期,d;

C ——每天运行小时数,取全天工作 8 h(水系东岸区适当延长)。

根据一次灌溉延续时间,按照式(5)分别计算如下:

(1) 喷灌部分。喷灌的一次灌水延续时间 0.13~0.5 h 不等,考虑到灌溉时间叠加的因素,取 0.3 h 作为一次灌溉的平均延续时间,得 $N \leq 27$ 组。

(2) 微灌溉部分。微灌部分的延续时间按不同植物的一次灌水延续时间,分别计算最大轮灌组数目。

自控编程时按照不大于最大轮灌

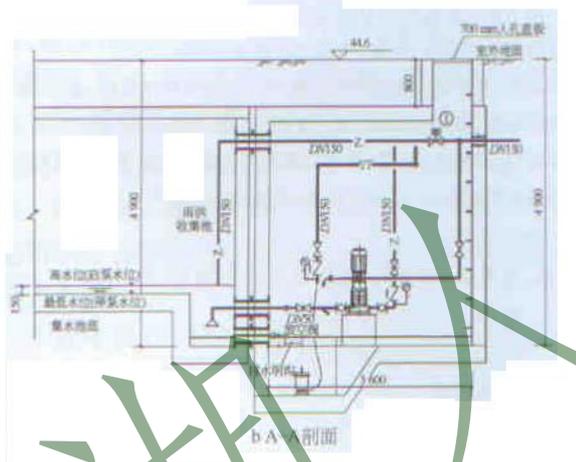
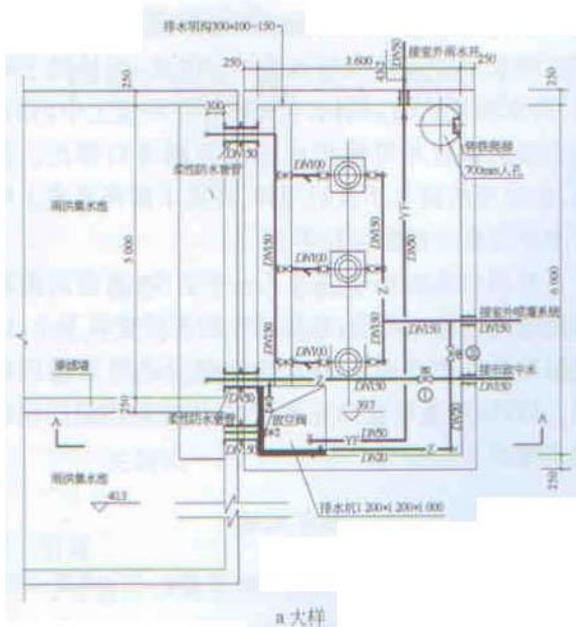


图7-1 灌溉泵站

组数的原则进行灌溉制度方案优化,并与供水系统结合,经反复试算选出能充分利用市政水量水压、使灌溉水泵能耗最低的组合为实施方案。

7 自动控制

中心区设有监控中心,按照数字景观的概念,园区内所有设施,照明、灌溉、水景喷泉等均采用 DDC 控制。灌溉系统包括两部分控制体系,水泵站等由中心区的中央控制系统直接监控,灌溉系统由喷灌公司提供园林灌溉专用的中央计算机控制系统自行控制。按给水系统(泵站或中水总入口)设置控制模块,每个模块预留与中心区中央控制系统连接的通讯接口。

7.1 泵站控制

(1) 监测内容:水泵的出口压力;水过滤器的前后压差;集水池、排水池液位显示及高低液位报警;具有控制自动转换功能的电磁阀的阀位状态;水泵的运行状态和故障报警。

(2) 控制内容:采用电磁阀自动切换灌溉水源(雨水或中水),并自动转换供水方式(是否加压)。灌溉水泵运行与否,由水源种类及灌溉系统的需要确定(见表 9)。

表 9 灌溉泵站自动控制

项目	雨洪利用水池水位信号	电磁阀动作		水泵启停状态	水泵输出模式
		阀 1	阀 2		
压力信号	低	开	关	延时 1min 启动	1
	高	关	关	直接启动	
	2	低	开	关	延时 1min 启动
高	关	关	直接启动		
3	低	关	开	停泵	3
高	关	关	直接启动		

注:①压力信号由灌溉系统给出。②排水泵根据排水坑液位自动启停,超高液位报警。

水泵变频调速运行,自动完成以下控制:根据灌溉系统控制器提供的信号及设定的供水压力,控制水泵启停和变频泵转速;雨水收集池低水位时水泵自动停止运行,并开启市政中水进水管电动阀;根据喷灌系统控制器提供的信号再次启动。

7.2 灌溉控制

灌溉控制采用 Sitecontrol 中央计算机控制解码器系统,其原理为自动高精度气象站收集与植物需水相关的气象数据并反馈给计算机,经过灌溉管理软件,以目前世界灌溉行业最新的研究成果修正模型(2000 年模型)-修正彭曼(Penman)蒸散模型理论为核心,运算出植物前一天损耗的水量 ET 值,在植物、土壤、地形、系统压力、灌水器流量等数据库的支持下,自动决策哪些部位的哪些植物今天需要补充水分及补充多少;中央计算机向各卫星控制器发送指令并由中间转换器传送给各卫星控制器,由卫星控制器完成电磁阀的启闭,按照计算机智能决策的灌溉时间和顺序自动完成园林绿地的灌溉。灌溉控制工作原理见图 10。

8 结语

中心区的绿地灌溉系统不仅因为其面积大、地形变化多样、植物种类丰富而使系统形式多样,而且

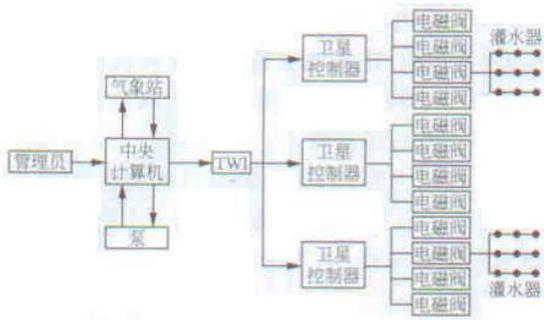


图 10 灌溉系统控制工作原理

由于需要配合雨洪利用系统，优先使用其收集的雨水，使得供水系统及控制等较为复杂。在制定方案及初步设计过程中多次请教园林设计、植物管理及专业厂商等方面的专家，施工图纸由灌溉设备供货单位配合完成。由于在设计过程中深刻体会到园林灌溉资料缺乏的困难，本文较详细地介绍了不同灌溉系统的设计及灌水量的计算方法，希望对其他类似工程设计有所帮助。

本工程到了初步设计阶段，种植的植物种类还无法确定，因此给市政部门提条件时无法根据植物的具体要求给出各区域的最大时用水量。干管水量是按照《建筑给水排水设计规范》中绿地的用水定额计算确定的，所以最终的最高日灌溉时间与最初的设定值(4 h)有较大差异。

下沉花园下垫面为铺装层、约 3m 的回填土、钢筋混凝土底板。雨水收集系统是沿底板边设置疏水

沟将积存的雨水引至两端的雨水收集池内，雨水排放系统采用溢流排水的方式^[4]。因此，当持续下雨时，雨水收集池满后雨水会先积存在种植土中，只有当土壤饱和后才可能形成径流至雨水口排出。显然，如收集的雨水不及时用掉，持续下雨将造成土壤含水率过高对植物生长不利。

本项目建成至今仅过了一个雨季，目前雨洪利用系统还在调试阶段，收集雨水的水质资料不全，因此泵站设计中水泵前的水质处理设施尚未最后确定。另外，弱电系统尚在调试中，因此轮灌组的编程尚未完善。

参考文献

- 1 杨建国,张新民.北京市草坪灌溉制度制定.节水灌溉,2005,(2),13~15
- 2 中国主要农作物需水量等值线图协作组.中国主要农作物需水量等值线图研究.北京:中国农业出版社,1995
- 3 邓卓志,赵生成.奥林匹克公园中心区雨洪利用设计.见:2006城市水利国际学术研讨会论文集.北京,2006
- 4 郭志丹,孙斌生,彭鹏.北京奥林匹克公园中心区下沉花园雨洪利用及防洪排水设计.给水排水,2008,34(7):97~101