

LANDSCAPE IRRIGATION

 **WILEY**
Publishers Since 1807



大连中威图文公司
Dalian Zhongwei Information Company

景观灌溉

□ 斯蒂芬·W·史密斯 / 著
仲伟秋等 / 译 赵仕凤等 / 审订



大连理工大学出版社

LANDSCAPE IRRIGATION

景观灌溉

斯蒂芬·W·史密斯 / 著

仲伟秋 胡安妮 任慧韬 / 译 赵仕凤 俞可怀 王义静 / 英文审订



大连中威图文公司
Dalian Zhongwen Information Company

大连理工大学出版社

《景观灌溉》版权声明:

Landscape Irrigation

By Stephen W. Smith

© All Rights Reserved. Authorized translation from the English language edition published by John Wiley & Sons, Inc.

本书中文简体字版权由大连理工大学出版社所有,在全世界范围内独家出版发行,未经所有者预先书面同意,本书的任何部分不得以任何方式复制或翻印。

著作权登记号:06-2001 年第 131 号

版权所有,侵权必究

本书由龚卫宁进行专业审订

图书在版编目(CIP)数据

景观灌溉/(美)斯蒂芬·W·史密斯著;仲伟秋等译.
大连:大连理工大学出版社,2002.2
ISBN 7-5611-1937-2

I. 景... II. ①斯... ②仲... III. 园林-景观-灌溉 IV. S680.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 054196 号

大连理工大学出版社出版发行

大连市凌水河 邮政编码 116024

电话:0411-4708842 传真:0411-4701466

E-mail: dutp@mail.dlptt.ln.cn

URL: <http://www.dutp.com.cn>

深圳利丰雅高印刷有限公司印刷

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16

印张:14.875

印数:1—3000 册

2002 年 2 月第 1 版

2002 年 2 月第 1 次印刷

出版人:王海山

责任编辑:章蓓蓓

责任校对:初蕾

封面设计:王复冈

定价:48.00 元

前 言

本书旨在作为学习景观建筑、景观设计和草皮管理课程的大学三、四年级学生的景观灌溉教科书。它面向景观灌溉起点知识较少的学生,但其目标在于进一步激发具有灌溉设计、施工或维护经验的学生对有一定深度的新学科的兴趣。

本书也可作为其他对景观灌溉感兴趣的人员,包括景观设计专业人员的参考书。

在本书中不出现灌溉设备制造商。各种各样的制造商为他们的产品提供目录、可靠的性能数据和大量的设计辅助资料,如黑曾-威廉姆斯摩擦系数表。然而,作者考虑到了学生至少不要因为使用本书而偏爱一家或几家制造商。希望使用本书的学生从主要的灌溉设备制造商那里获取当前的设备目录。这样他们在阅读本书的同时还可以研读制造商的目录和数据,做作业时也可以在计算中使用真实的制造商数据。作为系统学习本课程的一部分内容,还希望学生从灌溉销售商那里听取介绍。

必要的时候,本书使用通用的(构造的)喷头和阀的性能数据。所有的通用性能数据都可以在附录 A 中找到。

附录 B 包括了水力学参考数据。这些数据适于所有可以在本书中找到的实例。附录 C 包含了美国建筑规范学会(CSI)格式的灌溉规范。这些规范作为学生的综合参考和规范起点会是很有用的。

特别感谢我在水工程公司的合作者玛丽卢·M·史密斯、罗伯特·W·贝卡德和理查德·L·奥斯特对写作本书提供的支持。他们通过直接的资金资助对这个项目提供了非常实质性的支持。他们在这个项目上付出了几年的心血来支持我。还要感谢巴巴拉·威尔逊和唐娜·维耶的帮助,他们用CAD制作了全书的图片。

我们都有自己的偏好,我当然也不例外。景观(在此指园林)的定义就是我的第一个偏好,它就是各种植物的集合,这些种植物经有取舍的选择、合理的布置以达到改善和美化灌溉系统的目的。

有了这个定义,本书就可以开始了。

公制换算表

长度

- 1 英寸 = 25.4 毫米
- 1 英尺 = 12 英寸 = 0.3048 米
- 1 码 = 3 英尺 = 0.9144 米
- 1 英里 = 1760 码 = 1.609 千米

面积

- 1 平方英寸 = 6.45 平方厘米
- 1 平方英尺 = 144 平方英寸 = 9.29 平方分米
- 1 平方码 = 9 平方英尺 = 0.836 平方米
- 1 英亩 = 4840 平方码 = 0.405 公顷
- 1 平方英里 = 640 英亩 = 259 公顷

体积

- 1 立方英寸 = 16.4 立方厘米
- 1 立方英尺 = 1728 立方英寸 = 0.0283 立方米
- 1 立方码 = 27 立方英尺 = 0.765 立方米

容积

- 1 加仑 = 3.785 升

常衡

- 1 磅 = 0.4536 千克

功率

- 1 马力 = 0.746 千瓦

目 录

第 1 章	绪 论	1
第 2 章	灌溉方法与部件	9
第 3 章	设计方法与绘图说明	35
第 4 章	喷 灌	59
第 5 章	滴 灌	89
第 6 章	水力学	107
第 7 章	管特性	135
第 8 章	控制系统	153
第 9 章	管 理	173
附录 A:	通用性能数据	197
附录 B:	参考数据	201

附录 C: 规 范	208
附录 D: 设计备忘录	222
参考文献	225
索 引	227
公制换算表	231

1

绪 论

■ 当代灌溉设计师的目标是生产出的灌溉系统在节水 and 降低成本的同时优化绿化景观效果。

景观灌溉在我们的社会中当然占有一席之地。想一想我们周围大量令人赏心悦目的景观和这些景观中的大部分要靠灌溉来保持生机或者补充自然降水的事实就知道了。如果在我们的周围没有了灌溉过的公园、开阔的绿地、如织的小径和种植草皮的娱乐场所,我们将会失去很多。我们希望对水资源持续、明智和有效的利用能够使我们保持和扩大景观灌溉面积。

在不久以前,公园或者高尔夫球场管理者的基本目标还仅仅是“保持绿化”。现在这个目标是“保持绿化并且在实现这一目的的同时不要耗费太多的水”。随着水成本的提高,水的可获得量确实改变了我们的设计和水管理观念。

快速地浏览常用的景观灌溉系统术语可能是开始景观灌溉课程学习的一个好方法。

定义和术语

灌溉系统是用于向景观输水的完整的管、阀、控制装置、监测仪表、喷水装置(喷头、滴灌器、喷水器)和相关部件的组合。

喷头是以可预测的方式和半径将水射向空中的喷水装置。**有效喷水半径**是喷头可保持的喷水距离,并且在一个小时内还可以喷水到半径外 0.1in 处。有效喷水半径和其

他性能数据可以在制造商的目录中找到或者从独立的检测机构如灌溉技术中心(CIT)获得。

每个喷头都有一个**喷嘴**。喷嘴可能是滴灌系统中水流所经过的最小的一个孔了。喷嘴的有效半径和流量随喷嘴处的压强而变化。

对于大多数喷嘴,压强上升会引起喷头喷水距离更长、流量更大。一些喷头或者喷头的喷嘴有**压力补偿装置**。这种装置可以使喷头即使在压力变化的情况下也运行得十分稳定,这是因为这种装置可以将喷嘴压强保持在要求的水平上。

每个喷头还都有一个**弧**。弧或者是由喷头本身的机械安装方式决定的,或者在弹出式喷射喷头的情况下,由喷嘴的形式决定。弧称做**整圆**或者**部分圆**。固定弧以人们最常希望的形式出现——整圆、半圆、 90° ($1/4$ 弧)、 120° ($1/3$ 弧)和 270° ($3/4$ 弧)。

多个喷头可以并用且按照允许的方式布置,其给定的喷水速率称做**降水率**(和降雨的降水率意义相同)。降水率可以用一小时降水的深度或者每小时的英寸数来表述。

喷头可以配套使用以达到 $1/4$ 圆喷头的降水率与半圆或者整圆喷头的降水率相同的效果。以这种方式配套使用的喷嘴族称做**配套降水率喷嘴**。如果共同使用的喷嘴在某一条边上降水率足够接近,就称其为“平衡”。

喷头通常在其附近浇水多一些,随着与其距离的增加浇水就少一些。一条**单边分布率曲线(DRC)**显示了用来测试的喷头其性能随喷水距离变化的实验结果。单边分布率曲线对旋转喷头是合适的,但对弹出式喷射喷头一般是无效的。单边分布率曲线没有正确描述弹出式喷射喷头的性能,但似乎将来可以用三维数据来改善对弹出式喷射的分析。

并用喷头应互相配套。可以用统计或者**均匀性参数**来比较各种喷头-压强-喷嘴组合,以便在给定的条件下选取最优组合。常用的喷头均匀性参数有**克里斯琴森均匀性系数(CU)**、**分布均匀性(DU)**和**调度系数(SC)**。调度系数已经逐渐成为景观灌溉中最广为接受和最常用的参数。这是因

为这个参数是最小浇水面积的指标,而最小浇水面积与草皮质量和美学要求密切相关。

喷水器是将水直接喷到地面,或者在水接触地表之前,在单基座的柱头上将水喷出一段很短距离的喷水装置。

滴灌常用于浇灌景观灌木的基土,其使用的喷水装置称做**滴灌器**。滴灌器中浇灌的流速很低,数值上仅为每小时 0.5 到 2gal。滴灌器常用颜色表示流速。有单出水口或多出水口两种型号。小直径(1/2in 或者 3/4in)的聚乙烯或者可弯曲的聚氯乙烯软管在灌木基土中蜿蜒。滴灌器位于软管上,邻近植株。小直径**微管**可以有限度地用来将水输送到距滴灌器较远,同时又距合理灌溉植物所需的理想位置较近的点。

阀是可以用人工或者自动的方式打开,由此引起水流动的控制装置。自动阀常称做**遥控阀**、**电磁阀**、**电动阀**或者**自控阀**。所有这些术语意义都相同,指的是隔膜控制(液压控制)阀。这种阀通常是关闭的,但可以通过向阀上的线圈施加 24V 交流电使其打开。

主阀是位于水源处的一个单独的遥控阀。主阀具有安全特性,即只有当系统中的其他遥控阀按程序要求打开的时候它才会打开。在有主阀的系统中,由于主管故障而造成对水的浪费可以被控制或者被减少。

路边断流阀是一个耐磨损的黄铜球阀,通过将手柄旋转 90°进行开关。它常用做系统的主断流阀且位于马路边。

阀通常安装在**阀箱**中,以利于保护阀并且便于在以后找到阀。

灌溉控制器是一个电气仪表面板,设计用来给控制器上的给定站施加 24V 交流电以便按程序规定的顺序开闭单个或者多个阀。顺序和时间设置由系统操作员编程确定。灌溉控制器由 110V 交流电源供电,但向**端子条**输出的是 24V 交流电,于是向阀输出的也是 24V 交流电。

中央控制系统通常在微机上运行,由使用无线电或者电话作为通讯联络手段的中央位置来变更程序和关闭降水。为了与中央控制系统联络,**卫星控制器**是在野外和个别地点所需的基本硬件。

主管是全部或者大部分时间都有压力的灌溉管网段。主管始于水源,并向下游延伸至支管遥控阀上游。遥控阀下游和输水到喷水装置的管网即**支管**。支管只有当支管遥控阀打开的时候才会有压力。

灌溉系统既可使用金属管也可使用塑料管。**聚乙烯(PE)管**是易弯曲的黑色管,成卷使用。**聚氯乙烯(PVC)管**是坚硬的白色管,每 20ft 长为一段。聚乙烯管用机械或者螺纹配件连接,而聚氯乙烯管用粘接或者螺纹配件连接。

主管由**隔离闸阀**分隔成逻辑分段。**快速联结器阀**常位于主管上因维修而偶尔需要用水的位置。

喷头和其他喷水装置可以用**可转接头**连接到支管上。可转接头是一套配件和螺纹接管,它们被设计成可以转动的装置,以使喷头能设置到初始的标高并随时间转动。可转接头还可保护喷头免遭大型割草设备的破坏。工厂预制的可转接头称为**预制可转接头**。

过滤器是用来阻止颗粒物(如悬浮固体颗粒或者类似藻类等的有机体)通过的装置或者部件。灌溉系统在水源处可以进行一次过滤,在系统的个别支管可以进行二次过滤。只需要其中的一种过滤方式还是两种都需要,取决于灌溉的类型、水质、喷头或者滴灌器孔的尺寸。

压力调节器是用于将水压减小到所需要的较低水平的装置。压力调节器具有**压降曲线**。压降曲线描述了给定尺寸的调节器上流过的水流量和上下游之间的压强差。

泵是用于在耐压灌溉系统中升高现有压力或者从地表水供应处产生压力的装置。**升压泵**是一种典型的离心泵,用于将压强(不是流量)升高到适于灌溉系统的最低限度。

化肥喷射器是用于将溶于水的化学药品以给定的速率喷射到灌溉水中的装置。它可能是小型隔膜泵或者压差装置。

防止回流装置是机械部件,用于防止可能污染过的水由于回压或者反虹吸作用通过灌溉系统回流到饮用水系统。

水表是机械装置,用螺桨或者其他方式测量每单位时间流过管道的水体积。瞬时流速可以读出,总的体积也可

以记录下来。水表可以手工抄表读数或者通过灌溉控制系统远程读数。有些水表可能归水供应商所有,用于收费。而有些水表可能归工程业主所有,用于管理水的使用。

连接点(POC)是一个已知的点,供承包商使用。灌溉系统将从这一点建起。这个术语很多情况下用在合同上,因为它定义了承包商的起点和从这一点承包商可以获得的最小可用流量和压强。景观灌溉系统常用的连接点是一个紧接着工程水表下游的盖或者螺纹连接。

在气候寒冷的冬季,灌溉系统需要对连接点和其下游做防冻处理。方法是用压缩机向系统吹入空气或者用安装在低处的**排干阀**排干系统。使用空气压缩机时,设计用做便于连接压缩机软管的部件称为**防冻部件**。

压力是水固有的力,由泵或者自由水面以下的相对垂直位置产生。无流动条件下的压强计算称做**水静力学**,而流动条件下的压强计算称做**水动力学**。

水通常根据用途收费,另外当地水供应商每输水 1000gal 或者每 100ft³ 还收费 1 美元。有些**水费结构**是分级的,因为每额外输送一个单位或者体积限值的水,单位成本要上升。

水供应商常收取初装费,称做**设施投资费**。这笔费用反映了用水者在现有输水系统基本设施上分摊的比例。

在管理灌溉系统方面,重要的在于知道将要灌溉的那种植物的**蒸发蒸腾量**。蒸发蒸腾量是地表的蒸发与通过植物蒸腾的总和。在研究中使用一种称为**土壤渗透仪**的装置和监测系统来测量蒸发蒸腾量。方法是使用一个下部封闭、上部与周围地面平齐并且埋置在草皮中的容器。在考虑了降雨和灌溉降水之后,土壤渗透仪每天重量的变化就与每天的蒸发蒸腾量直接相关。

如果蒸发蒸腾量和可用流量已知,**旺季灌溉周期**的可能长度,或者说**水窗**,就可以预测了。大多数情况下,即使在夜间、限水期间(如每隔两天需要限水一次)和维修停水期间,水窗也必须使旺季蒸发蒸腾量得以满足。

避免使用的术语和将要使用的计量单位

一些灌溉术语出自专业行话。在设计行业中,行话常常不正规也不恰当。“heads”可能用来表示喷头,“zones”用来表示支管,“circuiting”用来表示支管布置,“clock”用来表示灌溉控制器。我们最好在用语中使用恰当的术语,这样我们作为灌溉设计师或者顾问所做的表述会更清晰和专业。

在景观灌溉中常用的计量单位见表 1.1。

表 1.1 景观灌溉中常用的英制计量单位

参数	常用数学符号	常用英制单位	缩写
流量	Q 或 Q_a	加仑每分钟或加仑每小时	gpm 或者 gph
速度	V	英尺每秒	fps
降水率	PR	英寸每小时	iph
压强	P 或 P_1 或 P_3	磅每平方英寸	psi
蒸发蒸腾量	ET 或 ET_0	英寸每天	ipd
水成本	n/a	美元每 1000 加仑或者 美元每 100ft ³	\$ /1000gal 或者 \$ /100ft ³

系统部件

图 1.1 表示了灌溉系统的基本部件概览。

这个系统由水源开始。在可饮用的市政供水的情况下,灌溉系统得到的是本身有压力的供水,只有在压力不足或者需要升压的时候才会用到泵。如图所示,如果水源是湖、运河或者其他无压力的水源,压力要由泵来产生。

如图 1.1,向下游延伸,标注着化肥喷射器。可溶于水的化肥,如尿素(氮肥),可顺利喷射到灌溉系统中。这种方法在大面积种植着单一作物的灌溉农业中相当有效。在这种情况下要专门针对那种作物和测得的土壤肥力水平来施加化肥。在景观中,植物群常常包含 10 到 20(或者更多)个植物品种;每种植物肥力需求各不相同,甚至可能每一株都会不同。对整个植物群喷射同一数量的化肥即使有可能,也会十分困难。施肥量的计算和管理问题并非无关紧要。而且,有些化肥由于不溶于水,还必须靠近植株侧施。

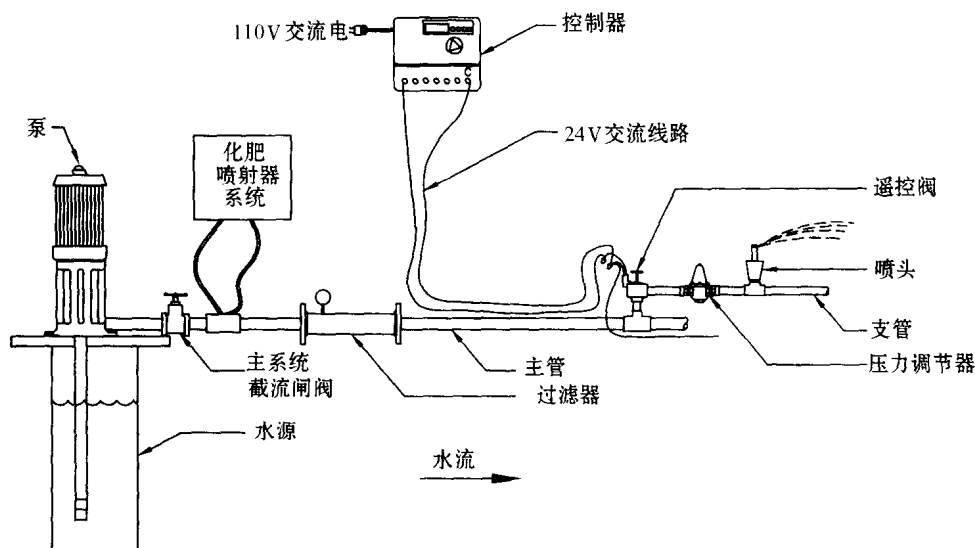


图 1.1 许多升压灌溉系统的基本部件概览

许多景观灌溉系统使用市政饮用水作为水源,除非必须升压,否则不需要泵

于是,人们就会问:究竟化肥喷射器对景观灌溉系统有多大用处呢?许多人认为,在已知肥力需求不同和有些化肥必须侧施的前提下,所有的化肥都应该侧施。

在图 1.1 中,向下游延伸的下一个系统部件是过滤器。滤网或者介质(沙子)过滤器的第一次过滤对于许多地表水供应和大多数或者全部滴灌系统是必要的。

再往下游是支管阀。在本图中,它是一个遥控阀,通过用控制器向线圈施加 24V 交流电来自动控制。这种阀可以绘制成角形安装。来自主管的水流,流过这个阀,而后流出进入支管。

控制器靠电子程控,在指定的日期和指定的时间开闭阀。对于系统中的每个遥控阀,控制器都需要有一个站,将来的扩充需要加上额外的站。

遥控阀的下游是一个压力调节器。压力调节器需要与否取决于可用水压与支管所需水压的比较。

需要指出的是,正如前面所定义的,主管是遥控阀上游

管网。支管是遥控阀下游管网。喷头或者其他喷水装置位于支管上。

复习题

1. 描述喷头弧和喷头喷嘴之间的区别。
2. 列出景观灌溉中常用的计量单位并给出缩写。
3. 确定你所在城市与附近城市或者城镇的水费,并做比较。

2

灌溉方法与部件

■ 理论上,灌溉系统应高效率灌溉并易于安装、操作、修理和维护。在给定的灌溉作业中,完成这一点有许多方式。

景观灌溉有许多方法。这些方法可以单独使用,也可以混合使用,以减少安装成本、减少年用水量或者适应景观的差异和复杂性。理想的系统应是浇水效率高,易于修理和维护,操作简单。

本书描述了几种常用于灌溉景观的灌溉方法,即喷灌、涌灌和滴灌。表 2.1 简要描述了景观灌溉方法并对其进行概括性比较。

对于某一项工程,选择一种方法或几种方法混合使用的原因是主观的。个人经验、制造商和当地经销商的导向以及业主或最终用户的主观偏好常常起作用。灌溉设计师常常处于倾听、评价、询问和最终推荐的协调地位。用这样的程序来解决工程问题,通过会取得各方的协调平衡。

从严格的技术角度来看,在可以确定合适的灌溉方法之前,必须先了解和估计下列参数:

- 土壤结构和剖面
- 土壤渗透率
- 水源

- 可用流量和压强
- 水质
- 水成本
- 灌溉面积
- 场地坡度和场地上的高程变化
- 植物体类型、处理和布局
- 历史上的土壤水分蒸发蒸腾损失总量和年降水量
- 工程预算

表 2.1 景观灌溉方法比较

	喷灌	涌灌	滴灌
基本概念	喷头布局应适合景观的不规则形状且分隔开以互相配套	喷水器位于绿化井或分布在灌木基土的灌溉水平池中	滴灌器位于植株中, 缓慢而直接地将水滴到植株根系
降水率	中到高	中到高	极低到低
坡度要求	适于缓坡	不适合坡地	适合多种坡地情况
单位安装成本	中到高	中到高	灌木基土为低到中 草地为高
草皮灌溉	适合	不适合	一些线源产品 适合草皮灌溉
灌木基土灌溉	适合	非常适合	非常适合
工作压强	中到高	低	极低
水质要求	一般不考虑	一般不考虑	需要过滤, 还要周期性 冲洗支管以作维护

理想的做法是, 严格的灌溉设计工作要到这些参数都经过了解和估计以后才真正开始。数据通常可以从从事这一工程的其他专业人员那里、从场地勘探和数据推断以及从附近其他场地的经验中获得。如果做出的假设可以被设计师和其他有关人员所认同, 那么做出假设也是可行的。

通常, 要准备**设计条例**来陈述实际资料(如灌溉面积或