

园林自动恒压灌溉技术的应用

张春全, 刁玉静, 郑娜丽 (南阳市园林绿化管理局, 河南南阳 473058)

摘要 在园林管理中采用何种灌溉技术方案能最大限度地提高水的利用率, 降低劳动成本, 是每个管理者必须考虑的首要问题。笔者根据自己二十多年的管理经验, 推荐使用园林自动恒压灌溉技术。认为该技术是目前最先进、合理的灌溉方式, 可实现高效节水目标。该文还详细介绍了园林自动恒压系统的构建过程, 以及潜水泵、变频器等主要设备的选用, 及压力调整, 电网网安装技术中具体操作注意事项, 对一线农林工作具有指导意义。

关键词 园林灌溉; 恒压; 变频控制; 远传压力表; 节水灌溉

中图分类号 S275 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2015)27-338-03

Application of Automatic Constant Pressure Irrigation Technology in Garden Management

ZHANG Chung-quan, DIAO Yu-jing, ZHEN Na-li (Nanyang City Garden Green Management Bureau, Nanyang, Henan 473058)

Abstract In landscape management, it is the most important question that every manager must consider the use of the technology scheme to improve the water utilization ratio and reduce labor cost. According to the author's experiences, automatic constant pressure irrigation technology was recommend. It was thought that the technology is the most advanced and reasonable irrigation method and can achieve high efficiency and water saving target. The construction process, selection of submersible pump, frequency converter, specific operational considerations in pressure adjustment, power network installation technology were introduced in detail, which has guiding significance for agricultural work in the first line.

Key words Garden irrigation; Constant pressure; Inverter control; Remote pressure gauge; Water saving irrigation

随着我国经济建设发展, 对园林管理水平的质量要求也在不断提高。过去传统的灌溉方式多为粗放式大水漫灌, 农工体力劳动强度大、手动操作, 启动时对电网和给水管网冲击大、稳定性差、管网压力不可控, 易造成爆管、效率低、浪费水源和电能, 且不能实行自动控制, 灌溉效果不理想。然而实际管理中对灌溉指标的要求越来越精细化和对灌溉效果的要求也不断提高, 传统灌溉技术已远远不能适应形势需要。国内有关恒压灌溉系统的研究有许多, 吕家圣等^[1]研究了丘陵山区枇杷园水肥集成自动灌溉控制系统; 邱明权等^[5]研究了一种泵房恒压控制方法, 减少水压力波动, 进而改善喷灌机的喷洒均匀度, 提高对农业灌溉水的利用效率; 吴桂林等^[3]设计高速公路中央绿化带灌溉方案, 并对灌溉效果进行了验证, 结果表明采用变孔径大孔管恒压灌溉方案可以满足微灌技术要求, 为中央绿化带植物生长提供用水需求。李浩等^[4]、徐亮等^[5]、石向阳等^[6]、张佳琛^[7]等都对变频恒压自动灌溉技术的应用进行较大篇幅的研讨。笔者根据 20 多年来的工程施工及管理经验, 对园林自动恒压灌溉技术进行了总结, 其优点是: 自动控制、对电网和管网无冲击、稳定性好; 压力可控可调、能效比高、节约水源和电能; 可适用于微喷、漫灌、喷灌及冷雾景观等工程, 且能实行无人值守自动控制。该技术节省人力, 降低管理成本, 灌溉效果理想。

1 自动恒压园林灌溉技术需要的主要设备与材料

自动恒压灌溉系统主要有配套动力控制箱、潜水泵(或管道泵或排污泵, 依灌溉水源条件及灌溉环境而定)、水质过滤器、电流矢量变频器、微电脑时控开关; 远传压力表、给水管网、配套电缆线及信号线、指示灯、接线端子等电气附件组成。

1.1 潜水泵的选用 潜水泵的选用, 除了要考虑品牌质量因素外, 主要需对水泵的流量和扬程这两个参数进行准确计算, 这两个参数一旦确定, 水泵的功率也就确定下来了。

1.1.1 水泵扬程的确定。

$$\text{水泵扬程(m)} = (\text{喷头理想压力扬程} + \text{沿程水头损失} + \text{管网高度差}) \times 120\% \quad (1)$$

(1) 灌溉方式的确定。各种不同的灌溉方式适用于不同的现场情况和管理目的, 运行压力也是不同的。地理式喷头灌溉和摇臂式喷头灌溉的理想运行压力是 0.25 ~ 0.4 mPa。大摇臂式喷头的运行压力还要再高些, 可以达到 0.6 ~ 0.8 mPa; 微喷喷头的理想运行压力为 0.15 ~ 0.3 mPa; 冷雾景观喷头的理想运行压力达到 1.2 mPa。确定要用的喷头也就确定了喷头理想压力扬程。

(2) 水头损失的计算。首先查找不同的给水管材对水的摩阻系数, 然后按照下面公式计算沿程水头损失。现在工程施工中常用的塑料类的 PVC PPR PE 等管材的水力摩阻系数(λ) \approx 0.007, 接下来就可计算沿程水头损失:

$$H_f = \lambda L / d_i v^2 / 2g \quad (2)$$

式中: H_f —沿程水头损失(m); λ —水力摩阻系数(取值 0.007); L —管道长度(m); d_i —管道内径(m); v —水流流速(m/s); g —重力加速度(取值 9.81 m/s²)^[8]。

(3) 管网高度差。除沿程水头损失外还应该考虑地形高差变化所带来的压力损耗, 即水泵出水口到最高位置喷头的高度差(管网高度差 m)。

有了这 3 个参数就可以计算出该灌溉工程需要配置的潜水泵的扬程。

1.1.2 水泵流量的确定。

$$\text{水泵流量} = (\text{每个喷头的流量} \times \text{灌溉分区内的喷头个数}) \times 120\%$$

1.1.3 水泵的功率确定及水泵选型。 按照国家标准: 即

作者简介 张春全(1974-), 河南南阳人, 工程师, 从事园林工程设计施工管理工作。

收稿日期 2015-07-20

GB2816 - 2014^[9] 深井潜水泵形式及基本参数表查找选型即可。

有了这 3 个方面的参数,就可以完成潜水泵的选择了。

1.2 变频器的选用

1.2.1 近年来变频器市场上的品牌与质量状况。自 20 世纪后期,变频器开始在各个领域被应用,国内变频器市场几乎被国外品牌占领并垄断^[10],如富士、三菱、ABB、西门子、LG 等。近几年,变频器国产化发展迅猛,质量基本可以与国外品牌媲美,且价格低廉,性能也很稳定,因此普及非常迅速,如森兰、普传、英威腾等。使用者可以根据灌溉工程建设的资金状况有多种选择,这给包括园林灌溉工程在内的各个领域的使用与管理单位带来了极大的方便。

1.2.2 变频器选型。每一品牌的变频器厂家都会生产适用于不同领域的产品,园林自动恒压灌溉只适合选择风机水泵型或通用型的变频器。根据上面确定的水泵功率大小选择与水泵相匹配的一款变频器。在这里需要说明的是:变频器离水泵的距离如果超出 100 m,需要考虑变频器上调一个型号使用,且无论什么情况下,都不能下调型号使用。

2 自动恒压园林灌溉安装技术

2.1 给水管网及管网附件、电缆的连接 根据室外给水规程规范操作即可,该文不再赘述。

2.2 控制电路的安装

2.2.1 变频恒压灌溉控制系统。按标准接线图进行操作(见图 1)。

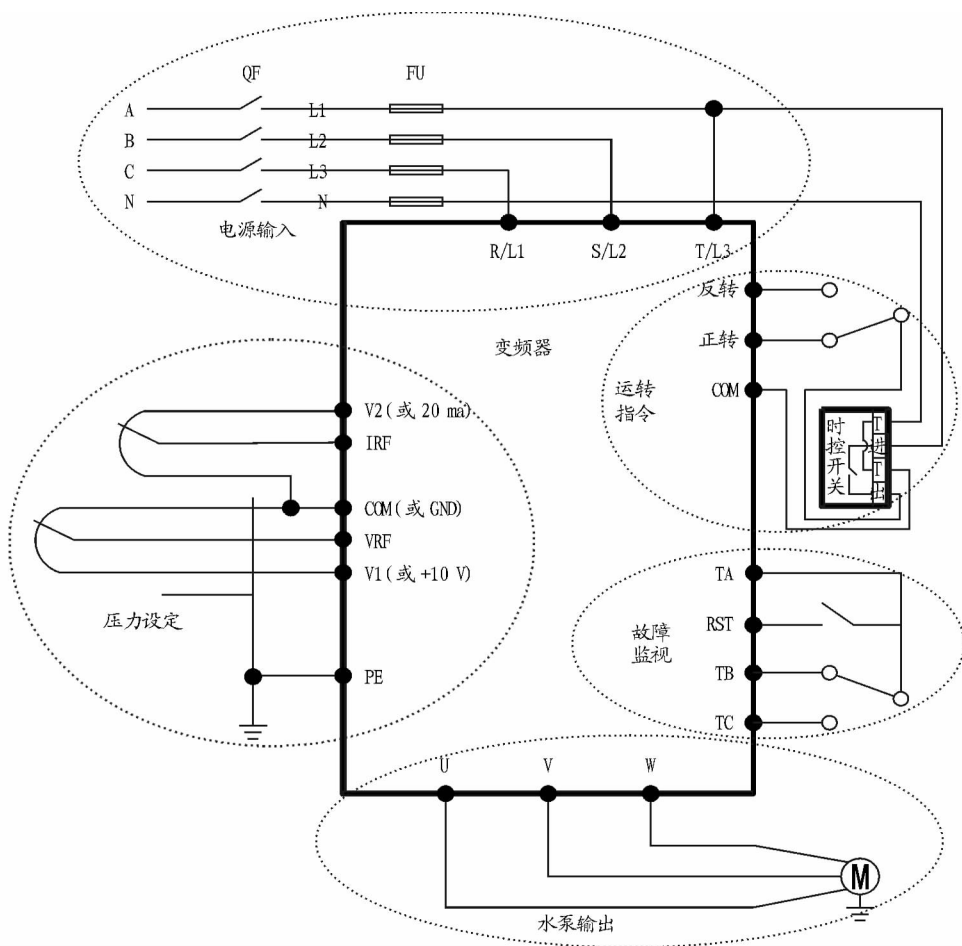


图 1 自动恒压变频灌溉控制电路

2.2.2 安装注意事项。

必须做好防雨防潮、防晒、散热通风等防护措施。

(1) 变频器到水泵的距离以小于 100 m 为宜。

(5) 主回路和控制回路电缆规格必须与相应功率机型相匹配。

(2) 如果出现以下情况必须加装直流电抗器,即水泵和变频器功率大于或等于 75 kW,或三相电压不平衡达到 5%,或变频器所用之处的电源容量与变频器容量之比为 10:1 以上;变频器安装位置离大容量电源在 10 m 以内。

(6) 变频控制系统的安装布线、运转调试、运行维护必须由训练有素的专业人员根据相关电气规程规范操作,并对系统定期做好维修保养和例行检查。

(3) 压力设定单元的给定模拟量由远传压力表提供。压力设定变量为两种设定方式,实际使用时可根据设备具体情况选取一种即可(见图 1)。

3 自动恒压灌溉系统控制原理

3.1 实现自动启动的原理 系统的自动启动得益于微电脑时控开关的使用。时控开关可以每天定时启动系统,或隔日或指定时日按时启动系统,也可以每天多次启动系统。如

(4) 需要接地电气元件必须可靠规范接地,变频控制柜

果需要安装更高级的灌溉系统,则可以选择加装雨水传感器或灌溉强度传感器来根据植物实时需求水量实现灌溉系统的启动与停止的全自动运行。这样可以做到当园林绿地内的土壤含水量低于设定临界值时,系统会自动判定启动或不启动灌溉系统(见图 1 中的运转指令单元)。

3.2 实现压力调整的原理

3.2.1 供水压力调整。灌溉管网系统的喷灌压力来源于给水水泵的高速旋转。根据我国的相关标准,国内生产的三相 380 V 电压电源水泵的转速固定多为 1 450 转或 2 900 转。1 450 转水泵多应用于大流量低扬程低压力的灌溉系统,2900 转水泵则应用于大流量高扬程高压力的灌溉系统中。这两种水泵都使用 380 V 50 HZ 电源供电,而水泵电机的转速取决于电源频率,因此交流电机转速与频率的关系可用如下公式表示:

$$n = 60f/p$$

式中: n —电机转速, r/min ; f —电源频率, (50Hz); p —电机磁极对数^[4]。

由此可见,要取得可变可调的供水压力,必须改变水泵电机的转速,继之以只有改变供电电源的频率,才能调控电机转速和调控供水压力,而这项工作就交由变频器来完成了。

3.2.2 变频器的基本工作原理。变频器首先是把三相交流电变换为直流电(DC)。然后再把直流电(DC)调整频率后,变换为三相或单相交流电(AC)输出。

变频器工作原理可简述为: AC → DC → AC

交流 → 直流 → 交流

由此可知,在直交到交流转变过程中,即可实现输出频率的调整,变频器可以根据需要输出不同的频率,也就是改变了电机运行转速 n ,使电机运行转速可控可调^[11]。可见,变频器不但具有调频调速基本功能,而且还具有调压、稳压等功能。变频器工作性能良好,使用简单,变频调速功能只是其众多功能中的最基本功能。

3.2.3 恒压灌溉给水控制原理

(1)控制目的。目前国内灌溉系统配套的水泵大部分是 15 kW 以上的大功率水泵,除了启动时需要使用变频器以实现软启动以平缓对电网的冲击和平缓对灌溉水管网的冲击外,还可以用变频器来对管网压力进行恒定控制。当灌溉时管网压力低于设定压力值时,让变频器增大输出频率;

当管网压力高于设定压力值时,让变频器输出频率减小,并不断重复上述过程,这样就实现了恒压灌溉给水的目的。

(2)控制原理。恒压灌溉是靠变频器的“内置 PID 闭环控制功能”实现的。当灌溉系统运行时,当管网压力高于设定压力时,远传压力表会向变频器输送该时点的模拟压力变量,变频器 CPU 对该压力变量采收、运算、处理、传输,然后调整减小输出频率;当管网压力低于设定压力时,远传压力表又会向变频器输送该时点的模拟压力变量,变频器 CPU 再对该压力变量采收、运算、处理、传输,然后调整增加输出频率;实际运行时,变频器无时无刻不在重复上述过程,这样就实现了恒压灌溉供水的目的(见图 1 中的压力设定单元)^[12]。

4 结语

园林自动恒压灌溉系统,实现了自动控制,解决了人工作业,劳动强度大、漫灌浪费水源的问题;恒压灌溉对电网和管网无冲击、稳定性好,避免了管网内的流量突变,减少了爆管、滴漏的发生概率。该技术压力可控可调、能效比高、节约水源和电能;可适用于微喷、漫灌、喷灌及冷雾景观等工程,且能与计算机联网实现程序控制或遥控,可节省管理成本,达到理想的灌溉效果。

参考文献

- [1] 吕家圣,袁军. 丘陵山区枇杷园水肥集成自动灌溉控制系统研究[J]. 农机化研究,2013(2):159-162.
 - [2] 邱明权,李伟,邱志鹏,等. 恒压控制在喷灌系统中的应用[J]. 中国农机化学报,2014(4):135-139.
 - [3] 吴桂林,王裕先,王昌贤,等. 高速公路中央绿化带变孔径大孔管自压灌溉技术研究[J]. 安徽农业科学,2014(28):9843-9844.
 - [4] 李浩,李金山,段福义,等. 基于 PLC 的微灌变频控制系统的设计与应用[J]. 中国农村水利水电,2015(4):22-25.
 - [5] 徐亮,王辉. 雨水回收与绿化灌溉集散控制系统的设计与研究[J]. 机电工程技术,2014(7):102-104,122.
 - [6] 石向阳,张营营. 自动化控制系统在郑县节水灌溉中的应用[J]. 河南水利与南水北调,2013(19):59,61.
 - [7] 张佳琛. 恒压变量喷雾技术研究现状[J]. 农机化研究,2015(2):257-260.
 - [8] 王宝宗,张刚,王春阳,等. 输水管道沿程水头损失计算公式的比较[C]//2011 全国给排水技术信息网年会暨技术交流会议论文集. 乌海:2011.
 - [9] 国家标准管理委员会. 井用潜水泵:GB/T2816-2014[S]. 北京:中国标准出版社,2014.
 - [10] 吕明磊. 浅谈变频器应用现状与发展趋势[J]. 机电信息,2012(3):49.
 - [11] 李崇坚. 大功率交流电机变频调速技术的研究[J]. 中国工程科学,2009(5):31-36.
 - [12] 山西天海泵业有限公司产品中心[DB/OL]. <http://www.skysea.com.cn/> 2015.
- (上接第 281 页)
- [2] 朱天明. 长三角地区城市土地集约利用与经济社会发展协调评价[J]. 资源科学,2009,31(7):1110-1115.
 - [3] 马建华,管华. 系统科学及其在地理学中的应用[M]. 北京:科学出版社,2003.
 - [4] 廖重斌. 环境与经济协调发展的定量评判及其分类体系:以珠江三角洲城市群为例[J]. 热带地理,1999(2):171-177.
 - [5] 马立平. 统计数据标准化[J]. 北京统计,2003(3):34-35.
 - [6] 杜加强. 重庆市环境友好型土地利用评价研究[J]. 中国土地科学,2008,22(12):19-24.
 - [7] 洪舒蔓. 基于人地关系的黄淮海平原土地整治策略[J]. 农业工程学报,2013,29(24):251-257.
 - [8] 李植斌. 区域可持续发展评价指标体系与方法的初步研究[J]. 人文地理,1998,13(4):70-74.
 - [9] 孙宇杰,陈志刚. 江苏省城市土地集约利用与城市化水平协调发展研究[J]. 资源科学,2012(5):889-895.
 - [10] 石强. 土地利用协调发展度评价研究[D]. 南京:南京农业大学,2008:33-38.