

室外给水排水管道管径设计研究

李昌宏

中城科泽工程设计有限责任公司泰州分公司, 江苏 泰州 225300

[摘要] 文章针对室外给水排水管道工程管径设计展开详细研究, 简要介绍管道工程实例及给排水管道工程目标要求, 并分析了给排水管道管径计算过程, 梳理相关规范对室外给排水管径规定, 对给排水管道设计工作提供指导作用。

[关键词] 给排水管道; 管径设计; 最小管径

DOI: 10.33142/aem.v2i10.3098

中图分类号: TU992.2

文献标识码: A

Research on Diameter Design of Outdoor Water Supply and Drainage Pipeline

LI Changhong

Taizhou Branch of Zhongcheng Keze Engineering Design Co., Ltd., Taizhou, Jiangsu, 225300, China

Abstract: This paper carries out a detailed study on the diameter design of outdoor water supply and drainage pipeline engineering, briefly introduces the pipeline engineering examples and the target requirements of water supply and drainage pipeline engineering, analyzes the calculation process of water supply and drainage pipeline diameter, and combs the relevant specifications for outdoor water supply and drainage pipeline diameter, so as to provide guidance for the design of water supply and drainage pipeline.

Keywords: water supply and drainage pipeline; diameter design; minimum diameter

引言

随着我国城市化的不断发展, 基础设施逐渐完善, 对给排水工程提出新的要求, 应强化给排水工程城市的服务功能, 在达到设计标准前提下需加强对管道工程系统的精细化设计, 充分发挥其工程作用并节省投资。

1 室外给水排水管道工程概述

以某室外管道工程为例, 该工程总长度为 4823m, 其中给水管道管径 DN150~600, 总长约 1210m。排水管道管径 DN200~800, 坡度 0.003~0.1, 总长约 3613m。该城市的雨期维持 4 个月左右, 其最高气温在 8 月份左右, 温度可达到 39.5 摄氏度。根据该城市地质勘察报告, 该市地形平坦, 地下水位大约在 3.5m 左右。

本工程设计过程中首先明确该工程在相关规划中的定位及标准, 结合规划和满足规范要求下, 合理计算管道设计流量, 并结合道路竖向设计合理确定管道管径及敷设坡度, 取得良好的工程和经济效益。

2 市政给水排水管道工程功能目标要求

2.1 满足人们生活需求

在我国城市的快速发展下, 城市建设逐渐完善, 促使城市的人口数量不断增加, 但同时, 水资源利用、城市内涝防治及排水收集处理问题也日益突出。为此, 在城市的建设过程中, 应当加强市政的给排水系统设计, 并结合城市的实际情况, 制定出最具工程效益的设计方案, 优化水资源的利用, 解决城市防洪排涝及污水收集处理问题, 以满足人们生活需求。

2.2 保护城市生态环境

在城市的发展过程中, 生态环境较为重要, 国家针对绿色生态提出一系列政策要求, 相关部门人员也积极将其落实到城市建设中。在给排水设计工作中, 设计人员以绿色生态环境为主要出发点, 秉持可持续发展的理念, 合理布局给排水管网, 切实保障城市生态环境。

2.3 促进城市统一协调

在市政给水排水管道工程的设计中, 需从整体、全局的角度出发, 合理布局城市给排水工程总体方案。同时根据城市功能区进行合理划分, 明确各个区域管网建设。因此, 合理的给排水管网布局能有效促进城市的协调统一。

3 给水排水管道管径计算及规定

室外给水管网需提供足够的水量及水压以满足城市发展需求, 因此合理设计给水管径尤为重要。

3.1 给水系统流量计算及管径设计

城镇设计供水量有如下 6 部分组成:

- (1) 综合生活用水, 包括居民生活用水和公共设施用水;
- (2) 工业企业用水;
- (3) 浇洒市政道路、广场和绿地用水;
- (4) 管网漏损水量;
- (5) 未预见用水;
- (6) 消防用水。

综合生活用水量根据最高日综合生活用水定额与用水人口确定。综合生活用水定额应根据当地国民经济和社会发展, 水资源充沛程度, 用水习惯, 在现有用水定额基础上, 结合城市总体规划和给水专业规划, 本着节约用水的原则, 综合分析确定。当缺乏实际用水资料情况下, 可参照类似地区确定, 或按下表 1 选用。

表 1 最高日综合生活用水定额 $[L/(人 \cdot d)]^{[1]}$

城市类型	超大城市	特大城市	I 型大城市	II 型大城市	中等城市	I 型小城市	II 型小城市
一区	250-480	240-450	230-420	220-400	200-380	190-330	180-320
二区	200-300	170-280	160-270	150-260	130-240	120-230	110-220
三区	-	-	-	150-250	130-230	120-220	110-210

工业企业生产过程用水量应根据生产工艺要求确定。大工业用水户或经济开发区的生产过程用水量宜单独计算; 一般工业企业的用水量可根据国民经济发展规划, 结合现有工业企业用水资料分析确定。

浇洒市政道路、广场和绿地用水量应根据路面、绿化、气候和土壤等条件确定。浇洒道路和广场用水可根据浇洒面积按 $2-3L/(m^2 \cdot d)$ 计算, 浇洒绿地用水可根据浇洒面积按 $1-2L/(m^2 \cdot d)$ 计算。

城镇配水管网的基本漏损水量宜按综合生活用水、工业企业用水、浇洒市政道路、广场和绿地用水量之和的 10% 计算, 当单位供水量管长值大或供水压力高时, 可按行业标准《城镇供水管网漏损控制及评定标准》CJJ92 的有关规定适当增加。

未预见水量应根据水量预测时难以预见因素的程度确定, 宜采用综合生活用水、工业企业用水、浇洒市政道路、广场和绿地用水、管网漏损水量之和的 8%~12%。

消防用水量、水压及延续时间应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 (2018 年版) 和《消防给水及消火栓系统技术规范》GB50974 (2014 年版) 的有关规定。

在设计中, 设计人员应考虑水量变化对设计流量的影响。城镇供水的时变化系数、日变化系数应根据城镇性质和规模、国民经济和社会发展、供水系统布局, 结合现状供水曲线和日用水变化分析确定。当缺乏实际用水资料时, 最高日城市综合用水的时变化系数宜采用 1.2~1.6, 日变化系数宜采用 1.1~1.5。

根据上述 1-5 项用水量之和的基础上考虑变化系数确定管道设计流量并与消防用水量校核, 取较大值最终确定给水管设计流量。

根据工程经验, 给水输配水压力管道管径 $D=100 \sim 400mm$, 管道平均经济流速 $0.6 \sim 0.9 (m/s)$, 管径 $D \geq 400mm$, 管道平均经济流速 $0.9 \sim 1.4 (m/s)$ 。在设计用水量确定条件下, 压力管道可根据经济流速按满管流计算设计管径。

3.2 排水管道设计流量及管径设计

在室外排水管道工程的设计中, 应满足污水的收集处理避免污水对水资源产生污染, 同时, 需快速排除地面降雨以免城市出现内涝问题, 以保证人们的生命财产安全。设计过程中, 需对城市的排水专项规划全面分析, 明确该城市的设计标准, 因此合理确定雨污水管道管径及坡度是设计的重点及难点。

3.2.1 城镇旱流污水量应按下式计算:

$$Q_{dr} = Q_d + Q_m \quad (3.2.1)$$

式中: Q_{dr} —截流并以前的旱流污水量 (L/s);

Q_d —设计综合生活污水量 (L/s);

Q_m —设计工业废水量 (L/s)。

在地下水位较高的地区,应考虑人渗地下水量,其量宜根据测定资料确定。

城镇合流管设计流量按下式计算:

3.2.2 合流管渠的设计流量,应按下式计算:

$$Q=Q_d+Q_m+Q_s=Q_{dr}+Q_s \quad (3.2.2)$$

式中: Q —设计流量 (L/s);

Q_d —设计综合生活污水量 (L/s);

Q_m —设计工业废水量 (L/s);

Q_s —雨水设计流量 (L/s);

Q_{dr} —截流井以前的旱流污水量 (L/s)。

3.2.3 雨水管渠设计流量计算

雨水设计流量计算:当汇水面积超过 2km^2 宜考虑降雨在时空分布不均匀性和管网汇流过程,采用数学模型法;当汇水面积不超过 2km^2 ,可采用推理公式法计算,公式为:

$$Q_s=q\Psi F \quad (3.2.3)$$

式中: Q_s —雨水设计流量 (L/s);

q —设计暴雨强度 [$\text{L}/(\text{s}\cdot\text{hm}^2)$];

Ψ 径流系数;

F —汇水面积 (hm^2)。

当有允许排入雨水管道的生产废水排入雨水管道时,应将其水量计算在内。

通过上述公式 3.3.1、3.3.2 及 3.3.3 计算,可得出雨污水管道相应的设计流量。

3.2.4 排水管径计算

雨水管和合流管道按满流设计,最小流速不得小于 0.75m/s ;污水重力流管道按非满流设计,在设计充满度条件下最小流速小于 0.6m/s ;倒虹吸管设计最小流速为 0.9m/s ;压力流管道设计流速宜采用 $0.7\sim 2.0\text{m/s}$ 。

设计人员通过水力计算选定流速计算出管道过流面积。水力计算公式如下:

$$Q=A v \quad (3.2.4)$$

式中: Q —设计流量 (m^3/s);

A —水流有效断面面积 (m^2);

v —流速 (m/s)。

管道水力计算公式

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad (3.2.5)$$

其中: v —流速 (m/s);

R —水力半径 (m);

i —水力坡度;

n —粗糙系数。

污水重力流管道按非满流设计,雨水、雨污合流重力流管道及压力管道按满流设计。根据水力计算结果,可得到雨污水管道管径及敷设坡度。

因此合理准确的排水设计中管径及敷设坡度,可有效解决城市内涝及污水收集问题,节省经济投资,发挥排水系统在城市基础设施的作用。

3.3 规范中对给水管道最小管径规定

为发挥城市给排水系统的作用,减少管道淤积堵塞,满足城市消防等要求,规范中对给排水管道最小管径都做了规定。

《消防给水及消火栓系统技术规范》(GB50974-2014)规定接市政消火栓的环状水管网的管径不应小于 DN150,

枝状管网的管径不宜小于 DN200, 当城镇人口小于 2.5 万人时, 接市政消火栓的给水管网的管径可适当减少, 环状管网时不应小于 DN100, 枝状管网时不宜小于 DN150^[2]。

《室外排水设计规范》(GB50014-2006) (2016 年版) 对市政排水管道的最小管径与相应最小设计坡度, 宜按下表:

表 2 最小管径与相应最小设计坡度^[3]

管道类型	最小管径 (mm)	相应最小设计坡度
污水管	300	塑料管 0.002, 其他管 0.003
雨水管和合流管	300	塑料管 0.002, 其他管 0.003
雨水口连接管	200	0.01
压力输泥管	150	-
重力输泥管	200	0.01

《建筑给水排水设计标准》(GB50015-2019) 对小区内部排水管道最小管径及敷设坡度规定如下:

小区室外埋地生活排水管道最小管径、最小设计坡度和最大设计充满度宜按表 3 确定。生活污水单独排至化粪池的室外生活污水接户管道当管径为 160mm 时, 最小设计坡度宜为 0.010~0.012; 当管径为 200mm 时, 最小设计坡度宜为 0.010。

表 3 小区室外生活排水管道最小管径、最小设计坡度和最大设计充满度^[4]

管别	最小管径 (mm)	最小设计坡度	最大设计充满度
接户管支管	160 (150)	0.005	0.5
	160 (150)		
干管	200 (200)	0.004	
	≥315 (300)	0.003	

4 结束语

总而言之, 给水排水管道工程对城市的建设具有重要作用, 是实现城市功能必不可少的基础设施之一。为此, 设计人员在给排水管网工程设计中, 需结合城市规划、设计规范合理确定给排水设计标准, 分析计算管道设计流量并合理确定管道管径, 以实现良好的工程效益和经济效益。

[参考文献]

- [1] 中华人民共和国国家标准. 室外给水设计标准 (GB50013-2018) [M]. 北京: 中国计划出版社, 2018.
 - [2] 中华人民共和国国家标准. 消防给水及消火栓系统技术规范 (GB50974-2014) [M]. 北京: 中国计划出版社, 2014.
 - [3] 中华人民共和国国家标准. 室外排水设计规范 (GB50014-2006) [M]. 北京: 中国计划出版社, 2016.
 - [4] 中华人民共和国国家标准. 建筑给水排水设计标准 (GB50015-2019) [M]. 北京: 中国计划出版社, 2019.
- 作者简介: 李昌宏 (1986.10-), 扬州大学, 市政工程 (给水排水) 硕士毕业, 建设工程给排水中级工程师, 工作于中城科泽工程设计有限公司泰州分公司, 从事给排水设计工作约 7 年。