

文章编号:1005-0523(2000)04-0038-04

绍兴市多层住宅建筑屋顶水箱供水方式的研究

倪建国¹, 江立文², 陈义标³

(1. 华展监理有限公司, 广东 深圳 518004; 2. 华东交通大学 土木建筑学院, 江西南昌 330013; 3. 绍兴市自来水公司, 浙江 绍兴 312000)

摘要: 调查研究了浙江省绍兴市多层住宅建筑屋顶水箱的供水情况, 并对其市政供水系统取消屋顶水箱的供水方式提出了初步的技术方案¹⁹。

关键词: 多层住宅; 屋顶水箱; 供水系统; 技术方案

中图分类号: TU821.5 **文献标识码:** A

0 引言

长期以来, 在城市供水, 一定建筑高度以下的多层住宅或公共建筑用房, 一般均设有屋顶水箱, 以满足市政管网给水水压周期性不足¹⁹。由于屋顶水箱具有系统简单、管理方便且能有效地降低高峰供水量和水压, 以达到节能的目的, 因此, 这种供水模式被各地广泛采用并沿用至今¹⁹。但是, 由于屋顶水箱主要存在如下问题: 1) 管理不善产生严重的二次污染; 2) 建筑方面处理不好, 影响城市观瞻; 3) 顶层用户水压不足, 影响某些用水设备的正常使用¹⁹。因此, 调查研究城市供水多层住宅屋顶水箱供水方式的必要性和经济性势在必行¹⁹。

笔者对浙江省绍兴市 6 层及 6 层以下的多层住宅屋顶水箱供水方式进行了调查, 并对调查结果进行了分析研究¹⁹。调查研究的主要内容有: 全市供水范围内屋顶水箱的供水状况(水箱的数量、容积及分布状况); 分析了取消屋顶水箱前后的水力条件变化, 并对其进行了经济性的比较; 提出了取消屋顶水箱的初步技术实施方案¹⁹。

1 屋顶水箱供水方式的现状及其功能

1.1 现状

根据绍兴市自来水公司的统计: 1998 年的年供水量为 $4\,750 \times 10^4 \text{ t}$, 最高月平均日供水量为 $14.57 \times 10^4 \text{ t}$, 最高日供水量为 $16.5 \times 10^4 \text{ t}$, 水损率 9.5%; 截止 1998 年, 全市的屋顶水箱已达 3 500 只, 总容积 $21\,000 \text{ m}^3$, 相当于最高日供水量的 12.7%¹⁹。

根据自来水公司的历年统计, 高峰月供水量(指供水量月平均大于全年平均日的月)约占全年供水量的 30%; 另外, 根据该公司现有供水情况的调查, 一年中大部分时间内(约占 70% 的时间), 也即除高峰月供水的高峰时外, 全市的供水压力都可满足 6 层居民住宅无屋顶水箱

收稿日期: 2000-08-30; 修订日期: 2000-09-20

作者简介: 倪建国(1967-), 男, 福建浦城人, 深圳华展监理有限公司工程师¹⁹。

中国知网 <https://www.cnki.net>

的要求,即便在高峰供水时,一些地方市政管网供水区域的压力也能满足6层居民住宅供水的要求¹⁹。因此,对于绍兴市的许多住宅用刻苦,由于多方面的原因,取消屋顶水箱供水,采用城市管网直接供水,这已为广大用户所接受,并在该城市中的许多地方已成为事实¹⁹。

1.2 功能

屋顶水箱的功能一是调蓄,二是调节高峰供水,均衡供水变化,以降低水厂高峰供水时的供水量和出厂压力,三是节能¹⁹。从理论上讲,设有屋顶水箱的住宅用户,在高峰供水时采用分层供水,底下三层的居民依靠市政管网直接供水,三层以上的居民依靠屋顶水箱供水,但是,在最高日高峰时或每日高峰供水时,根据绍兴市的实际情况分析,这可能有2种情况:一种情况是区域管网的压力能够通过水箱进水管到达水箱中,其水箱是一边供水,一边进水,如果其进水量和用户的用水量基本相同,这些地区的水箱基本上没有调峰作用;如果其进水量小于用户的用水量,其差额部分由水箱容积进行调节;另一种情况是区域管网的压力达不到水箱的进水压力,三层以上的居民住宅的用水全部依靠水箱供给¹⁹。

在屋顶水箱供水系统中,对于管网压力不足以使水箱的进水量满足用户的用水量或管网压力达不到水箱的进水压力的情况,水箱主要是依靠低峰供水时的管网余压力补充水箱的调节水量¹⁹。

2 取消屋顶水箱的水力条件研究

2.1 市政管网(住宅接管点处)的最小服务水压

现行规范规定:住宅接管点从地面算起的最小服务水压按建筑层数确定,一层为0.1 MPa,二层为0.12 MPa,二层以上每增高一层增加0.04 MPa(1 MPa=100 mH₂O),所以按现行规范:六层居民住宅市政管网(住宅接管点处)的最小服务水压应为0.28 MPa¹⁹。从绍兴市实际情况出发,绍兴市自来水公司对六层居民住宅市政管网的最小服务水压进行了长期的跟踪调查,调查结果确定:六层居民住宅的最小服务水压为0.20 MPa时能够保证居民的正常用水¹⁹。

2.2 取消屋顶水箱后高峰供水时管网中流量的增加

为了保证市政管网的供水安全度,假定多层住宅取消屋顶水箱后,在高峰日最高时供水时,由水箱调节的向用户的供水量全部增加到管网直接供水上¹⁹。按照绍兴市1998年度供水情况的统计,在城市供水系统中,有屋顶水箱供水时,最高日时变化系数 $K_h=1.4$,若取消屋顶水箱,采用直接供水,则 K_h 将达到1.8左右¹⁹。则最高日取高时管网增加的流量计算如下:

1) 取消屋顶水箱前管网供水的总流量 Q_1

$$Q_1 = K_h Q_d = 1.4 \times (16.5 \times 10\ 000) / (24 \times 3\ 600) = 2.67 (\text{m}^3/\text{s})$$

其中: Q_d 为最高日平均时用水量, m^3/h ; K_h 为变化系数¹⁹。

2) 取消屋顶水箱后管网供水的总流量 Q_2

取消层顶水箱后采用直接供水时,管网出厂供水压力的增加将引起管网水损量(漏损量)的增大,由于管网中这部分水损量的时秒流量与管网的总供水量的时秒流量相比较小,为了简化计算过程,管网水力计算过程忽略这部分水损量,因此可以得出

$$Q_2 = K_h Q_d = 1.8 \times (16.5 \times 10\ 000) / (24 \times 3\ 600) = 3.40 (\text{m}^3/\text{s})$$

3) 取消屋顶水箱后高峰供水时管网中增加的流量 Q

$$Q = Q_2 - Q_1 = 3.40 - 2.67 = 0.73 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

2.3 取消屋顶水箱所引起的高峰供水时出厂供水压力的增加

在有屋顶水箱供水时,绍兴市高峰供水时市政管网服务压力以边缘地区为 0.14 MPa 进行调度¹⁹。屋顶水箱取消后,根据 2.1 中的实测结果,高峰供水时末梢管网的最小服务水压对六层住宅要提高到 0.20 MPa¹⁹。为了预测屋顶水箱取消后出厂供水压力的增加值,建立管网平差计算模型,并在现有水厂的供水情况下,对该模型进行验证,使模型计算的结果与实际测量的水压基本一致¹⁹。因为屋顶水箱取消后,采用直接供水时,提高了高峰供水时市政管网的流量和管网末梢最小服务的水压,经管网模型的平差计算,水厂供水的出厂压力将提高 0.13 MPa(现在水厂的出厂供水压力为 0.32 MPa)¹⁹。

3 直接供水和屋顶水箱供水两种运行模式的经济比较

3.1 屋顶水箱供水方式

按 1998 年的水平,假定实行一户一表制,水箱由公司管理维护¹⁹。

1) 水箱的年清洗费用 E_1 (每只水箱每年清洗一次,每次费用 140 元.)

$$E_1 = 3500 \times 140 = 49.0 \text{ (万元)}$$

2) 水箱的年设备维护费用 E_2 (包括浮球阀,止回阀等更换维修,每只水箱每年 20 元.)

$$E_2 = 3500 \times 20 = 7.0 \text{ (万元)}$$

3) 水箱的年清洗水和漏损水费 E_3 (根据公司的统计,清洗和漏损水量约占公司全年供水量的 0.1%,水价 1.3 元/m³¹⁹。

$$E_3 = 4750 \times 0.1\% \times 1.3 = 6.2 \text{ (万元)}$$

所以,对屋顶水箱供水方式,水箱年维护管理费为 $E = E_1 + E_2 + E_3 = 62.2$ (万元/年)

3.2 直接供水方式

1) 屋顶水箱取消后供水系统总调节容积减少而增加的年运行电费 M_1

根据公司的历年统计高峰月供水量约占全年供水量的 30%,供水泵房整体效率按 0.85 计,电费按 0.62 元/KWh(1998 年的价格),则年运转电费(M_1)计算如下:

$$M_1 = \frac{kE}{3600\eta} \sum QH = (0.3 \times 0.62 \times 9.8 \times 4750 \times 13) / 3600 \times 0.85 = 36.8 \text{ (万元)}$$

式中: k 为高峰月供水量的比例因子; E 为运行电费,元/KWh; γ 为水的重度,KN/m³; Q 为年供水量,m³/年; H 为二级泵站增加的扬程,m; η 为二级泵站整体效率¹⁹。

2) 屋顶水箱取消后水损量(漏损量)增大而增加的年运行电费 M_2

根据水的流态不同,漏损量可能是压力的 0.54 次方或者 1.15 次方成正比例^[1](实际工程一般取 0.54 次方)¹⁹。所以取消屋顶水箱后,采用直接供水方式,当水厂供水压力提高 0.13 MPa 时,管网年增加的漏损量 Q_2 可以用下式估算

$$Q_2 = Q_1 \left[\left(\frac{45}{32} \right)^{0.54} - 1 \right]$$

式中: Q_2 为水厂供水压力为 P_2 时的漏损量; Q_1 为水厂供水压力为 P_1 时的漏损量¹⁹。

因此可以求得 $Q_2 = 912.0 \times 10^4 \text{t}$, 再根据 3.2 中(1)式, 同理可求得 $M_2 = 7.0$ 万元¹⁹.

从以上的经济分析可见, 采用直接供水年增加的运行费用为 43.8 万元, 所以在实际运行和管理中, 屋顶水箱供水方式的经济性并不一定是最理想的¹⁹.

4 取消屋顶水箱的初步技术方案

对于绍兴市屋顶水箱的供水现状以及取消屋顶水箱前后水力条件的研究, 笔者提出以下的初步技术方案: 1) 在现有管网条件下, 逐步提高水厂供水的出厂压力和高峰流量¹⁹由于取消屋顶水箱, 引起高峰供水时市政管网的流量及管网末梢的最小服务水压的增加, 因此, 水厂的供水出厂压力据预测将提高到 0.43 MPa 左右, 而一般城市管网中管件的工作压力为 0.4~0.6 MPa 之间, 所以水厂的供水出厂压力的增加一般不会导致原有管网的爆管¹⁹据此, 笔者认为绍兴市可以通过逐步增加水厂的二级泵房容量或逐步提高高峰流量进行有步骤, 有计划地取消城市供水中的屋顶水箱; 2) 对现有管网进行优化改造并在管网中设置若干区域性加压泵站, 保证取消屋顶水箱后管网边缘的最小服务水压; 3) 在住宅区设置水塔, 均衡住宅区的供水流量和管网压力; 4) 对住宅区供水采用变频调速技术或变频加压技术, 解决屋顶水箱供水问题¹⁹.

5 结束语

一方面, 取消屋顶水箱是一项复杂的系统工程, 涉及到千家万户, 方方面面, 必须有计划有步骤地实行; 另一方面, 屋顶水箱的供水模式是否适应现代社会发展的要求, 应从各地供水的具体情况, 进行技术、经济和管理等方面的综合比较¹⁹.

[参 考 文 献]

- [1] 严煦世, 范瑾初编. 给水工程(第3版) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社¹⁹.
 [2] 宋仁元主编. 怎样防止给水系统的漏损[M]. 北京: 中国建筑工业出版社¹⁹.

Investigation on Roof Tank Water Supply of Multistoried Housing Construction in Shaoxing

NI Jian-guo¹, JIANG Li-wen², CHEN Yi-biao³

(¹. Shenzhen Huazhan Inspection and Control CO. LTD, Shenzhen, 518001; ². College of Civil Engineering and Architecture; East China Jiaotong University, Nanchang 330013; ³. Shaoxing Waterworks, Shaoxing, 312000)

Abstract: Preliminary technical proposals for abolishing roof tank water supply in municipal water supply system are suggested after a careful investigation of multistoried housing construction roof tank water supply in Shaoxing.

Key words: multistoried housing; roof tank; water supply; technical proposal