

引用格式: 刘华先, 陈远生, 朱鹤, 等. 北京市星级旅游饭店水资源利用变化及影响因素[J]. 资源科学, 2019, 41(4): 814-823.
[Liu H X, Chen Y S, Zhu H, et al. Changes and causes of water use of star hotels in Beijing[J]. Resources Science, 2019, 41(4): 814-823.] DOI: 10.18402/resci.2019.04.17

北京市星级旅游饭店水资源利用变化及影响因素

刘华先^{1,2}, 陈远生¹, 朱鹤¹, 吕文菲^{1,2}, 罗文哲^{1,2}, 姚慰炜¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 星级旅游饭店是北京市的主要用水行业之一, 自实施取水定额管理以来, 其水资源利用情况发生了巨大变化。通过对北京市 349 家饭店进行问卷调查及部分典型调查, 在分析饭店业态变化的基础上, 对饭店 2005—2015 年期间的用水量及用水结构变化进行了研究, 并探讨了其变化原因。结果发现: ①饭店用水总量得到有效控制, 用水效率大幅提升; ②饭店结构发生较大变化, 餐厅在饭店中的重要程度增加, 其用水量也大幅增长; ③贯彻落实取水定额管理、推广使用节水型生活用水器具、进行精细化用水管理、充分利用非常规水源是促进北京市饭店行业用水水平提升的有效措施; ④2008 年颁布的饭店取水定额标准的分类方法和核算单元仍然合理, 可以在修订的新版本取水定额标准中继续沿用。

关键词: 星级旅游饭店; 取水定额; 用水变化; 北京市

DOI: 10.18402/resci.2019.04.17

1 引言

近年来, 北京市年人均水资源占有量不足 150 m³/(人·a), 为全国年人均水资源量的 6%, 世界年人均水资源量的 1.6%。人多水少是北京市的基本水情, 水资源短缺严重影响和制约了北京市的社会和经济发展, 成为北京市水资源危机的重要致险因素^[1]。随着人口的增加、经济社会的发展和城市化推进, 北京市产业结构发生了巨大变化, 与居民生活息息相关的第三产业已成为北京市的主要产业, 同时其用水量也大幅增加, 超越第一产业与第二产业成为北京市水资源使用量最多的行业^[2], 廖强等在其研究中指出第三产业已成为影响北京市水资源短缺风险的重要因素^[3]。

北京市作为全国旅游中心, 星级旅游饭店(以下简称饭店)数量和住宿接待人次都居于全国领先地位, 是北京市第三产业的重要行业之一, 也是北

京市第三产业的主要用水行业之一。北京市于 2008 年颁布了饭店取水定额地方标准对饭店行业的用水进行管理, 以控制饭店行业用水量增长, 提升饭店行业用水水平, 2011—2015 年期间饭店行业用水总量下降了约 20%, 取得了良好的节水效果。

国内对于饭店取水定额的研究开展较早, 但不同研究中关于饭店类住宿业的称谓不统一, 有宾馆、酒店、饭店等, 本文中统一称为饭店。关于北京市饭店取水定额的研究最为全面, 对饭店的用水结构、用水影响因素、定额指标、制定过程、定额计算方法进行了详细的研究^[4,5], 对饭店的用水效率指标从不同角度进行了探讨^[6]; 武汉市和天津市对饭店取水定额也进行了大同小异的研究^[7,8]。饭店取水定额的编制方法已经较为成熟。周广安等^[9]提出由于饭店行业竞争激烈, 经营状况经常出现较大波动, 因此需要及时更新用水定额来适应新的用水形

收稿日期: 2018-08-15 修订日期: 2018-11-01

基金项目: 国家重点研发计划项目(Y6F60800AQ)。

作者简介: 刘华先, 男, 山东济南人, 博士生, 研究方向为水资源需求管理。E-mail: liuhx.16b@igsnrr.ac.cn

通讯作者: 陈远生, E-mail: chenys@igsnrr.ac.cn

2019年4月

式,阎官法等^[10]也认为取水定额应该根据当前形势及时修订。

目前距北京市饭店取水定额颁布实施已有10年,北京市饭店行业的整体情况发生了较大变化,饭店功能从住宿扩展到涵盖住宿、娱乐、餐饮、会议和庆典等多种功能,用水结构发生了巨大变化,并且开展了绿色饭店等环保型饭店概念的实践^[11],用水水平取得了显著的提升,原饭店取水定额已经明显落后于饭店用水水平,亟待调整。因此,本文在分析北京市饭店行业业态变化的基础上,对2005—2015年期间饭店行业的水资源利用变化进行分析,探讨北京市饭店用水变化的影响因素,为饭店行业的水资源利用和管理以及取水定额修订提供参考。

2 研究范围及数据来源

本文所用饭店数量、住宿接待人数等饭店业态数据来自北京市统计年鉴^[12],饭店行业的历年用水量数据来自北京市水务局内部资料,饭店用水户的客房房间数、床位数、职工人数、建筑面积、餐厅餐位数、餐厅建筑面积和绿化面积等基础数据,客房、餐厅、职工浴室、中央空调、职工餐厅、锅炉房、洗衣房、游泳池和绿化等分部位用水信息以及再生水利用等节约用水管理措施来自问卷调查与典型调查。

根据北京市统计年鉴^[12],北京市共有星级饭店528家,故本次共计发放528份问卷,回收有效问卷349份,约占总数的66%,具有一定的代表性。回收的问卷中四、五星级饭店163家,三星级饭店113家,一、二星级饭店73家,分别占各自星级的85.79%、58.54%与50.34%,四、五星级饭店数据质量最好,选取其中用水管理水平先进的三家饭店进行了典型调查。

3 饭店行业业态变化

3.1 饭店数量与结构变化

2005年—2015年期间北京市饭店行业的数量和接待人次都呈现出先升后降的趋势,并趋向高档化。饭店数量由594家下降至528家,受北京奥运会影响,2008年前各星级饭店数量均有所增加,但经过北京市政府有效调控2009年后开始下降,一、二星级饭店数量占星级饭店总数的比例从2005年47.31%降至2015年的27.46%,而四、五星级饭店数

量占比则从2005年的17.51%升至2015年的35.98%,高档化趋势明显(图1);年住宿接待人次峰值出现在2011年,之后也有所下降,其中四、五星级饭店接待住宿人次占总人次的比例从39.93%上升到60.80%(图2),同样趋向于高档化。

3.2 饭店行业标准变化

《旅游饭店星级的划分与评定》^[13]国家标准是对星级饭店进行评定的主要依据,于2010年进行了修订,突出绿色环保理念,要求各星级饭店应有与其相配套的节能减排方案并付诸实施,其中与饭店用水相关的标准条目变化对比见表1。可以看出,一、二星级饭店客房部分的要求有所降低,有利于饭店节约用水;三星级及以上饭店均增加了会议服务功能要求;四、五星级饭店则突出了员工生活和活动设施的要求。该标准对饭店的内部结构产生了深刻的影响,使饭店用水结构发生了较大变化。

3.3 饭店内部结构变化

饭店的内部结构趋向于复杂化,根据饭店问卷调查数据的可获得性以及实地调研资料,选择客房房间数、床位数、职工人数、建筑面积、餐厅餐位数、

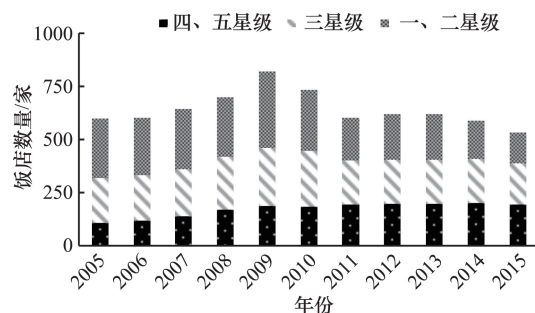


图1 2005年—2015年北京市各星级饭店数量变化

Figure 1 Hotel amount change during, 2005-2015

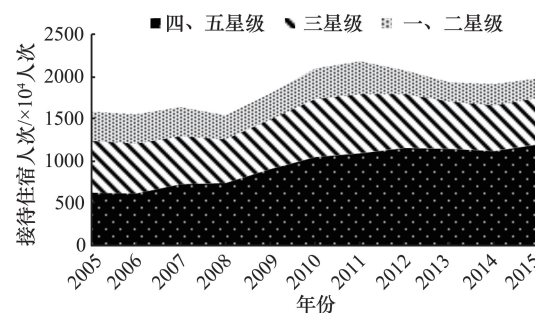


图2 2005年—2015年北京市各星级饭店接待人数变化

Figure 2 Reception change, 2005-2015

表1 2003年版与2010年版《旅游饭店星级的划分与评定》部分标准对比

Table 1 Comparison of the 2003 version and the 2010 version *Classification and Evaluation of Star Tourist Hotel*

	2010 年版	2003 年版
一星级	客房应有卫生间或提供方便宾客使用的公共卫生间,24 h 供应冷水,固定时段供应热水;客房内提供热饮用水	至少 75%的客房有卫生间,装有抽水马桶、面盆、淋浴或浴缸,客房中没有卫生间的楼层设公共卫生间,24 h 供应冷水,16 h 供应热水;24 h 提供冷热饮用水
二星级	至少 50%的客房内有卫生间,或每一楼层提供数量充足的公共卫生间,至少 12 h 供应热水;不再提供洗衣服务;客房内提供热饮用水	至少 75%的客房有卫生间,装有抽水马桶、面盆、淋浴或浴缸,客房中没有卫生间的楼层设公共卫生间,18 h 供应热水;提供洗衣服务;24 h 提供冷热饮用水
三星级	应提供与饭店接待能力相适应的宴会或会议服务	有宴会单间或小厅,提供宴会服务
四星级	有卫生间,装有抽水马桶;至少有两种规格的会议设施;应有必要的员工生活和活动设施	有卫生间,装有高级抽水马桶;有会议康乐设施设备
五星级	拥有两种以上规格的会议设施,有多功能厅;应有充足的员工生活和活动设施	有会议康乐设施设备

餐厅建筑面积和绿化面积等作为饭店内部结构主要因子进行主成分分析;对饭店结构进行降维,与 2005 年时的主成分分析结果进行对比,可发现饭店内部结构的变化趋势。

(1)2005 年与 2015 年四星级五星级饭店的主成分分析矩阵见表 2,按照解释数据变异比例在 10% 以上的原则,前 3 个成分可解释原始变量 86.76% 的数据变异。通过旋转因子矩阵(表 3)可以发现,第一主成分包括床位数、客房数、建筑面积和职工人数,主要反映饭店的客房信息,可解释原始变量 56.2% 的数据变异;第二主成分包括对外餐厅餐位

数和餐厅建筑面积,反映了饭店的餐厅信息,可解释原始变量 18.14% 的数据变异;第三主成分为绿化面积,主要反映饭店的绿化信息,可解释原始变量 12.42% 的数据变异。

相较于 2005 年时,2015 年饭店的主成分发生了明显变化,第一,虽然客房部分依然为第一主成分,但是解释能力从 58.12% 下降至 56.20%,体现了四、五星级饭店功能逐渐多样化;第二,餐厅由第三主成分上升成为第二主成分,解释能力从 10.18% 上升至 18.14%,在饭店中的重要程度大大增加;第三,2005 年时建筑面积和职工人数为第二主成分,反映

表2 四、五星级饭店主成分分析矩阵

Table 2 Total variance explained matrix of the principal components for 4 star and 5 star hotels

初始特征值		1	2	3	4	5	6	7
2015 年初始特征值	变异的%	56.20	18.14	12.42	7.90	2.70	1.91	0.73
	累计%	56.20	74.34	86.76	94.66	97.36	99.27	100.00
2005 年初始特征值	变异的%	58.12	20.26	10.18	5.27	3.84	1.48	0.84
	累计%	58.12	78.38	88.56	93.83	97.68	99.16	100.00

表3 四、五星级饭店旋转因子矩阵

Table 3 Rotated component matrix of 4 star and 5 star hotels

主成分		床位数	客房数	建筑面积	职工人数	餐厅餐位数	餐厅建筑面积	绿化面积
2015	1	0.94	0.94	0.92	0.90	0.08	0.29	0.05
	2	0.12	0.12	0.20	0.25	0.84	0.81	0.13
	3	0.16	0.09	-0.04	-0.06	0.18	-0.01	0.98
2005	1	0.93	0.79	0.22	0.63	0.58	0.14	0.13
	2	0.19	0.57	0.91	0.66	-0.01	0.08	0.91
	3	0.14	0.08	-0.02	0.23	0.66	0.96	0.08

2019年4月

了饭店的规模;2015年时成为第一主成分的组成部分,与客房部分更加密切相关,由于成本制约和技术进步,饭店建筑面积和职工人数都趋向于减少,绿化面积则由第二主成分的组成部分变成为独立的第三主成分。

(2)三星级及以下饭店的主成分分析矩阵见表4,按照解释数据变异比例在10%以上的原则,2015年饭店前4个成分可解释原始变量95.18%。通过旋转因子矩阵(表5)可以发现,第一主成分包括床位数、客房数和建筑面积,主要反映了饭店的客房信息,可以解释原始变量55.81%的数据变异;第二主成分包括餐厅餐位数和餐厅建筑面积,反映了饭店的餐厅信息,可以解释原始变量15.82%的数据变异;第三主成分为职工人数,主要反映了饭店的职工信息,可解释原始变量13.49%的数据变异;第四主成分为绿化用水,可以解释原始变量10%的数据变异。

由于2005年的调研数据中餐厅餐位数与餐厅建筑面积过小,KMO检验系数低于0.5,无法满足主成分分析的要求,结合2005年三星级饭店的用水结构状况,采用餐厅就餐人数和供冷气面积代替餐厅

餐位数与餐厅建筑面积进行主成分分析,此时KMO系数为0.63,可满足主成分分析要求。

相比2005年时,三星级及以下饭店用水的主成分也发生了较大的变化:第一,床位数和客房数依然是第一主成分,但解释能力从44.31%上升至55.81%,三星级及以下饭店更加集中于住宿功能,建筑面积也加入第一主成分,说明三星级以下饭店中客房占据建筑面积的大部分。第二,餐厅从第五主成分上升成为第二主成分,在三星级及以下饭店中的重要程度也大大增加;第三,职工人数和建筑面积在2005年时为第二主成分,但在2015年时建筑面积已成为客房主成分的附属部分,职工人数下降成为第三主成分。第四,供冷气面积主要反映饭店的中央空调信息,在2005年时为饭店的第三主成分,但由于技术的进步,在2015年时已下降至主要成分以外。

4 饭店行业用水变化

4.1 饭店用水量及用水效率变化

2011—2015年,在饭店住宿接待人次持续上升的背景下,饭店行业水资源利用总量得到了有效控制(图3),呈现持续下降的趋势,2011年北京市饭店

表4 三星级及以下饭店主成分分析矩阵

Table 4 Total variance explained matrix of 3 star hotels and below

初始特征值		1	2	3	4	5	6	7
2015年初始特征值	变异的%	55.81	15.82	13.49	10.07	3.19	1.36	0.27
	累计%	55.81	71.63	85.12	95.18	98.37	99.73	100.00
2005年初始特征值	变异的%	44.31	16.11	15.38	12.65	6.55	3.81	1.20
	累计%	44.31	60.42	75.79	88.45	94.99	98.81	100.00

表5 三星级及以下饭店旋转因子矩阵

Table 5 Rotated component matrix of 3 star hotels and below

主成分		床位数	客房数	建筑面积	餐厅餐位数	餐厅建筑面积	职工人数	绿化面积
2015年	1	0.95	0.95	0.92	0.13	0.47	0.31	0.01
	2	0.19	0.11	0.13	0.97	0.59	0.01	0.06
	3	0.21	0.23	0.24	-0.01	0.55	0.93	0.03
	4	-0.04	-0.05	0.12	0.10	-0.10	0.06	1.00
用水影响因素		床位数	客房数	职工人数	建筑面积	供冷面积	绿化面积	餐厅就餐人数
2005年	1	0.95	0.79	0.29	0.47	-0.16	-0.02	-0.10
	2	0.22	0.52	0.93	0.64	-0.03	0.05	-0.08
	3	-0.12	-0.18	-0.10	0.33	0.96	-0.10	0.07
	4	-0.02	-0.01	-0.01	0.30	-0.10	0.98	0.03
	5	-0.09	-0.07	-0.05	-0.16	0.08	0.03	0.99

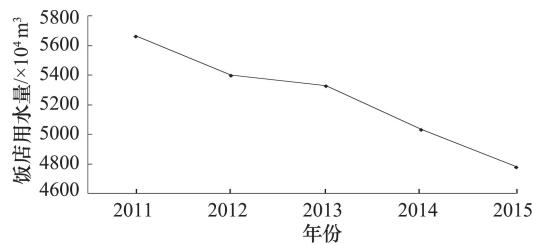


图3 2011—2015年饭店行业用水量变化

Figure 3 Hotel water consumption, 2011–2015

行业总用水量约为5664万 m^3 ,2015年降至4781万 m^3 ,下降了15.59%。

同时,北京市饭店行业的用水效率大幅提升,参考北京市饭店行业取水定额标准,以单位床位取水量来衡量饭店单位的用水效率(表6)。四、五星级饭店平均单位床位取水量由2005年的297.7 $\text{m}^3/(\text{床}\cdot\text{a})$ 降至2015年的214.3 $\text{m}^3/(\text{床}\cdot\text{a})$,降幅为28.0%;三星级饭店平均单位床位取水量从2005年的203.5 $\text{m}^3/(\text{床}\cdot\text{a})$ 降至2015年的191.6 $\text{m}^3/(\text{床}\cdot\text{a})$,降幅为5.8%;一、二星级饭店平均单位床位取水量从2005年的139.0 $\text{m}^3/(\text{床}\cdot\text{a})$ 降至2015年的117.0 $\text{m}^3/(\text{床}\cdot\text{a})$,降幅15.8%。各类星级饭店的单位床位取水量均显著下降。

4.2 饭店聚类变化

饭店在用水特征聚类方面变化较小,依然是三星级及以下为一类,四、五星级饭店为一类。对2015年饭店的用水量及职工人数、建筑面积、客房

数、床位数、餐厅占地面积、餐位数、绿化面积等用水影响因子进行了基于平方欧氏距离的 ward 法聚类分析,与2005年的分类较为一致(图4)。即一、二、三星级为一类,四、五星级为一类。因此,本文将以三星级及以下饭店和四、五星级饭店分类进行分析。但是值得注意的是,2005年时三星级及以下饭店彼此距离一致;而2015年时一、二星级饭店距离更近,与三星级饭店形成了次级分类。

4.3 饭店用水结构变化

以饭店不同部位取水量的比例作为饭店的用水结构,对各星级饭店调研样本的2005年与2015年数据进行了比较(图5)。2015年四、五星级饭店的用水比例最高的部位依次是客房、对外餐厅、职工浴室和中央空调,相比2005年时无明显变化,但具体占比发生了较大变化,客房的用水比例上升了4.38%,从42.98%上升至47.36%;对外餐厅、职工食堂、游泳池比例均上升1%左右;职工浴室、中央空调、洗衣房、绿化、锅炉房等部位用水比例均下降,其中职工浴室用水比例下降最多,达5.51%。

三星级及以下饭店中,用水比例最高的部位依次是客房、对外餐厅、职工食堂和职工浴室,相较2005年发生了较大变化,主要为对外餐厅用水比例大幅上升,达17.37%;职工食堂用水比例上升了2.97%;职工浴室用水大幅下降,为12.76%;中央空调用水比例下降了2.16%,职工食堂取代中央空调

表6 2005年与2015年饭店样本单位床位取水量平均值对比

Table 6 Comparison of average water consumption per bed of hotel samples, 2005 and 2015

	一、二星级饭店		三星级饭店		四、五星级饭店	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015
单位床位取水量平均值/($\text{m}^3/(\text{床}\cdot\text{a})$)	139.0	117.0	203.5	191.6	297.7	214.3

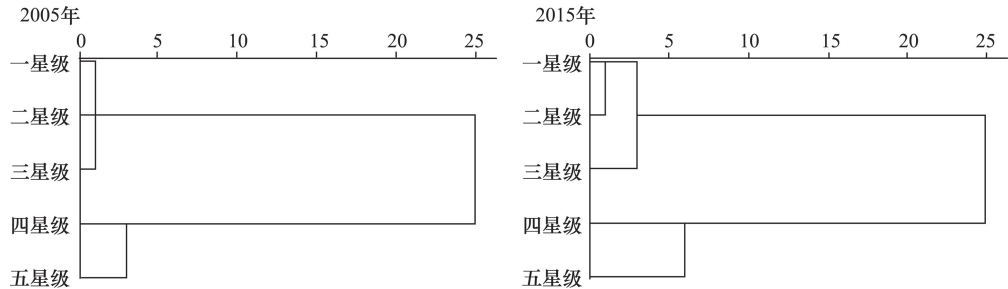


图4 饭店用水量及用水因子聚类分析谱系图

Figure 4 Tree diagram of cluster analysis of water consumption and influencing factors

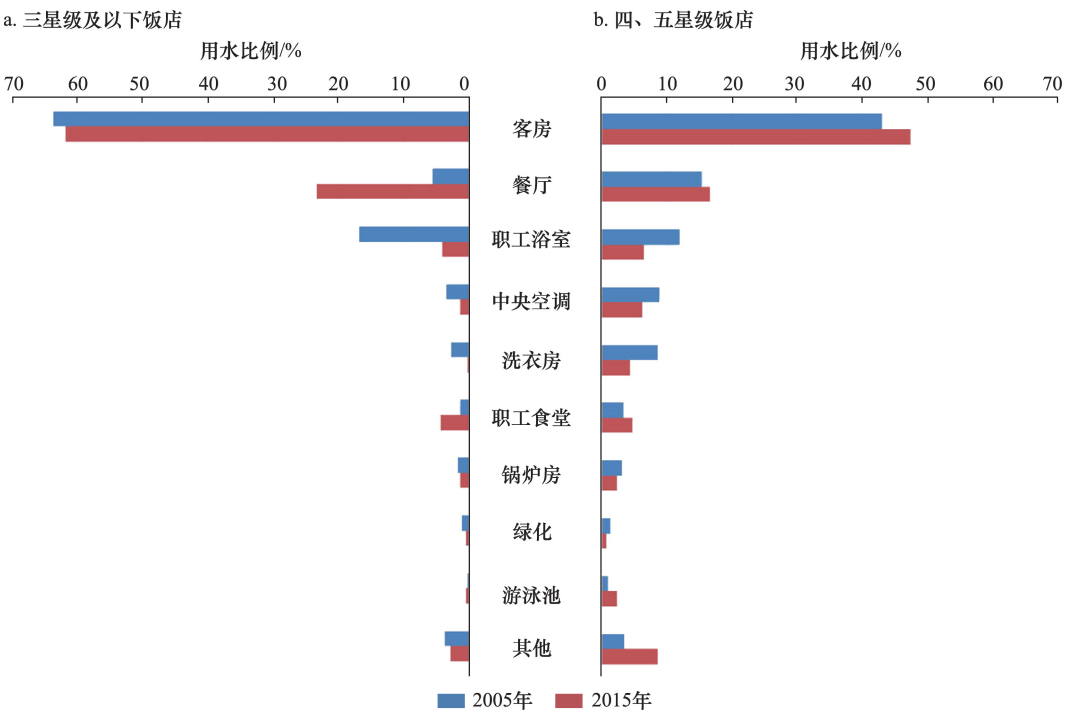


图5 2005—2015年北京饭店用水结构变化

Figure 5 Water-use structure change of hotels in Beijing, 2005–2015

成为主要用水部位。

4.4 饭店用水影响因子变化

影响饭店单位取水的因子较为复杂,包括水资源管理水平、取用水设施和技术、单位自身性质等,考虑数据的可获得性以及前人的研究成果,选取床位数、客房数、建筑面积、职工人数、餐厅建筑面积、餐厅餐位数和绿化面积等7个因子作为饭店取水的影响因子,进行相关性分析,以确定与饭店单位用水量联系最密切的影响因素。

(1)四、五星级饭店。四、五星级饭店影响因子相关分析结果见表7。其中床位数是皮尔逊相关系数最高的影响因子,其次是客房数、职工人数、建筑面积和餐厅建筑面积。相较2005年时,床位数的相关性变化不大,但绿化面积相关性大大下降。

(2)三星级及以下饭店。三星级及以下饭店影响因子相关分析结果见表8。其中床位数是相关系数最高的影响因子,其次客房数、建筑面积、餐厅建筑面积也是显著的影响因子。相较2005年时,职工人数和绿化面积与用水量的相关性大大下降,而餐厅相关性则大大上升。

5 用水管理措施分析

2005—2015年北京市饭店用水得到了良好的控制与管理。在住宿接待人次不断增长,饭店行业业态越来越丰富的背景下,用水结构和用水特征发生了明显变化,管理难度大大增加,但其用水总量仍然得到有效控制,用水效率大幅提升。结合数据分析、典型案例调查以及专家访谈,北京市饭店行业的用水管理措施主要包括:

表7 四、五星级饭店用水影响因子相关性分析

Table 7 Correlation analysis of water-use influencing factors of 4 star and 5 star hotels

	床位数	客房数	建筑面积	职工人数	餐厅建筑面积	餐厅餐位数	绿化面积
2015	0.904**	0.891**	0.834**	0.859**	0.389**	0.272*	0.254*
2005	0.880**	0.701**	0.723**	0.841**	0.254	0.543**	0.625**

注:**表示相关性在0.01水平上显著,*表示相关性在0.05水平上显著。

表8 三星级及以下饭店用水影响因子相关性分析

Table 8 Correlation analysis of water-use influencing factors of 3 star hotels and below

	床位数	客房数	建筑面积	职工人数	餐厅餐位数	餐厅建筑面积	绿化面积
2015	0.885**	0.848**	0.850**	0.455*	0.209	0.486**	-0.032
2005	0.889**	0.776**	0.651**	-0.163	-0.294	0.105	-0.129

注:**表示相关性在0.01水平上显著,*表示相关性在0.05水平上显著。

(1)制定有效的水资源管理政策。实施科学合理的水资源政策可有效地控制饭店的单位用水量。北京市在水资源管理机制^[14]、水资源可持续利用评价^[15]、“三条红线”指标体系^[16]和水资源定额管理^[17]等方面展开了详尽的研究,在此基础上颁布实施了《北京市人民政府关于实行最严格水资源管理制度的意见》^[18]、《北京市节约用水办法》^[19]等一系列法规和取水定额标准,取得了良好的节水效果。

以北京市2008年颁布实施的公共生活取水定额标准中饭店部分为依据,本次调研样本中北京市饭店行业的取水定额通过率均有所上升(表9)。其中四、五星级饭店的通过率上升幅度最大,相较2005年上升了27.2%,表明取水定额标准在北京市饭店行业得到了较好的贯彻执行,有效地控制了饭店行业的用水量,推动了饭店行业节水的工作。

(2)推广高性能用水器具与设施。高性能的节水型用水器具不仅可有效地降低饭店的单位用水量,也可以避免超压导致的用水浪费,提升了用水的舒适性,《节水型生活用水器具》^[20]标准中详细地规定了节水型水嘴、便器和淋浴器的技术要求与检验规则,大约限定0.1 Mpa下流量不大于0.15 L/s,兼顾了节水与用水舒适性^[21,22]。调研中的饭店均采用节水型用水器具,水龙头多数采用延时自闭式和陶瓷片密封式水龙头,配备恒流节水配件,基本上淘汰了螺旋升降式铸铁水龙头;坐便器系统中两档式水箱占多数,均具有良好的节水性能,由于各种原因不便或无法更换节水型器具的,也都采取了一定节水措施,如饭店A是涉外四星级花园式饭店,

在2005年装修时按2003年《旅游饭店星级划分与评定》^[22]标准中关于四星级客房卫生间的要求,采用了出水量较大的豪华马桶,但由于更换该类型马桶成本过高,因此饭店在马桶水箱中加入一定体积的物体以减少出水量,实现了节水型用水器具改造,有效地降低了饭店各部位的用水量,2015年该饭店单位床位取水量为203.2 m³/(床·a),在四星级饭店中属于较优秀的单位。

(3)提升用水管理水平。先进的用水管理制度可以有效降低饭店单位的漏损水量,对职工浴室、中央空调、锅炉房等内部用水具有较好的控制作用,具体体现在严格的用水管理制度、完善的用水计量系统、精细化用水管理和改造用水管网等。五星级饭店B单位出租床位取水量为176.84 m³/(床·a),为取水定额标准值260 m³/(床·a)的68%,属于调研样本中的节水先进单位,对其调查过程中发现该饭店采取了严格的精细化用水管理,制定详细的分部位用水计划,对各部位的用水进行日常汇总核查,消除不合理用水;完善报修与巡查制度,及时发现异常用水;改造热水管网,增设回水管,有效降低了中央空调、锅炉房等热水供应系统的用水;职工浴室使用智能卡收费系统,大大减少了职工浴室的用水量。

(4)充分利用非常规水源。非常规水源可有效替代新水在饭店单位中的使用,北京市常用的非常规水源包括再生水、雨水等^[23,24]。再生水在饭店的绿化、环境、景观和卫生等方面得到较广泛的运用,本次调研中共计有95家饭店使用中水,占调查样本

表9 2005年与2015年饭店样本取水定额通过率情况

Table 9 Comparison of passing rate of water quota of hotel samples, 2005 and 2015

	一、二星级饭店		三星级饭店		四、五星级饭店	
	2005	2015	2005	2015	2005	2015
取水定额通过率/%	61.6	65.0	59.5	64.7	44.4	71.6

2019年4月

的27.2%,其中86家建有中水处理设施,可以自行处理中水,9家使用市政中水。饭店C于2012年修建了再生水处理设施,设计处理能力为150 m³/d,对客房、职工的洗浴和盥洗排水进行处理回用,主要用于绿化与冲厕,实际回用量达45 000 m³/a,占该饭店年取水量的20%,有效地降低了该饭店的新水取水量。雨水在饭店中的收集方式主要包括下凹式绿地、透水铺装地面以及雨水渗井等,多用于绿化与景观补水,但数量难以量化。

(5)转变饭店经营理念与业态。四、五星级饭店随着服务能力的提升和服务设施的完善,健身房、游泳池等附属娱乐设施增多,导致饭店客房部分主成分解释能力下降;餐饮、会议、庆典等新业态的扩展,使得餐饮成为饭店中越来越重要的部分,餐厅用水在饭店取水量中占比也逐渐增大;而绿色饭店等环保节能型饭店理念也影响了饭店用水行为,按相关标准中对饭店提出的节能降耗的要求,减少客房各类棉织品洗涤次数,使饭店客房用水、洗衣房用水大大下降。

6 结论

2005—2015年,北京市饭店行业的用水总量得到了有效控制,用水效率大幅提升,取水定额管理得到了较好的贯彻与执行,饭店用水水平有较大的进步,通过主成分分析方法对饭店内部结构的变化进行了分析,发现饭店内部结构发生明显变化,反映了饭店的业态发生明显变化,并且通过对先进用水饭店的案例分折,总结了饭店节水的成功经验,为饭店提升用水水平和取水定额标准的修订提供借鉴。

(1)北京市饭店业态日趋多样化,饭店用水结构发生了较大变化,但客房仍然为饭店最主要的用水部位。四、五星级饭店从住宿为主扩展到住宿、餐饮、会议服务和休闲娱乐等多功能,三星级及以下饭店则更加集中于住宿功能;餐厅成为新的主要用水部位,在未来的饭店用水管理工作中应充分重视饭店餐厅部分。

(2)通过对用水水平先进的饭店用水案例分析,可发现饭店用水管理成功经验包括贯彻落实取水定额管理、推广使用节水型生活用水器具、进行

精细化用水管理、制定严格的用水管理制度、充分利用非常规水源等,这为北京市乃至全国范围内的饭店用水户提供借鉴。

(3)在今后的饭店取水定额修订中,可继续采用一、二星级饭店为一类,三星级饭店为一类,四、五星级为一类的分类方法,床位数依然是饭店取水量相关性最高的因子,可继续作为饭店取水定额的核算单元。

参考文献(References):

- [1] 张士锋,陈俊旭,华东,等.水资源系统风险构成及其评价:以北京市为例[J].自然资源学报,2010,25(11):1855-1863. [Zhang S F, Chen J X, Hua D, et al. Research on the assessment of water resource system risk: A case study of Beijing[J]. Journal of Natural Resources, 2010, 25(11): 1855-1863.]
- [2] 孙艳芝,鲁春霞,谢高地,等.北京城市发展与水资源利用关系分析[J].资源科学,2015,37(6):1124-1132. [Sun Y Z, Lu C X, Xie G D, et al. The conjunction between urban development and the utilization of water resources in Beijing[J]. Resources Science, 2015, 37(6): 1124-1132.]
- [3] 廖强,张士锋,陈俊旭.北京市水资源短缺风险等级评价与预测[J].资源科学,2013,35(1):140-147. [Liao Q, Zhang S F, Chen J X. Risk assessment and prediction of water shortages in Beijing[J]. Resources Science, 2013, 35(1): 140-147.]
- [4] 蔡琢,赵金辉,蒋军成,等.城市宾馆业用水定额制定探讨[J].水资源与水工程学报,2007,18(4):96-98. [Cai Z, Zhao J H, Jiang J C, et al. Discussion of established the water using quota in city hotels[J]. Journal of Water Resources & Water Engineering, 2007, 18(4): 96-98.]
- [5] 左建兵,陈远生.北京市宾馆用水定额管理研究[J].资源科学,2005,27(5):107-112. [Zuo J B, Chen Y S. Quota management of the hotel's water use in Beijing[J]. Resources Science, 2005, 27(5): 107-112.]
- [6] 左建兵,刘昌明,郑红星.北京市宾馆行业用水效率评价研究[J].中国水利,2009,(11):52-55. [Zuo J B, Liu C M, Zheng H X. Assessment of water use efficiency of hotels in Beijing Municipality[J]. China Water Resources, 2009, (11): 52-55.]
- [7] 竺玉红,谢民育,宁建辉,等.武汉市宾馆饭店行业取水定额的编制研究[J].河北建筑工程学院学报,2005,23(1):15-20. [Zan Y H, Xie M Y, Ning J H, et al. The establishment research of fixed quantity to take water in Wuhan hotels[J]. Journal of Hebei Institute of Architectural Engineering, 2005, 23(1): 15-20.]
- [8] 王伟,刘云婷,孙琦,等.天津市宾馆酒店综合用水定额编制[J].南水北调与水利科技,2015,13(6):1197-1202. [Wang W, Liu Y

- T, Sun Q, et al. Determination of comprehensive water quota for hotel in Tianjin[J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2015, 13(6): 1197-1202.]
- [9] 周广安, 张磊. 谈宾馆行业用水定额的编制方法[J]. 中国给水排水, 2002, 18(12): 63-65. [Zhou G A, Zhang L. Discussion on the method for working out water consumption quota in hotel trade [J]. China Water & Wastewater, 2002, 18(12): 63-65.]
- [10] 阎官法, 贾涛, 郝利民, 等. 工业用水定额的制订与管理研究[J]. 地域研究与开发, 2005, 24(5): 120-123. [Yan G F, Jia T, Hao L M, et al. Formulation and management of industrial water quotas [J]. Areal Research and Development, 2005, 24(5): 120-123.]
- [11] 罗东霞, 李春颖. 国内外绿色饭店标准及认证评级比较研究[J]. 旅游学刊, 2013, 28(8): 79-86. [Luo D X, Li C Y. A Comparative study of the standards and certification systems of the green hotel [J]. Tourism Tribune, 2013, 28(8): 79-86.]
- [12] 北京市统计局. 北京统计年鉴[M]. 北京: 中国统计出版社, 2015. [Beijing Municipal Bureau of Statistics. Beijing Statistical Yearbook. Beijing: China Statistics Press, 2015]
- [13] 中华人民共和国文化和旅游部. GB/T14308-2010: 旅游饭店的星级划分与评定[M]. 北京: 中国旅游出版社, 2011. [Ministry of Culture and Tourism of the People's Republic of China. GB/T14308-2010: Classification and Accreditation for Star-rated Tourist Hotels[M]. Beijing: China Tourism Press, 2011.]
- [14] 高媛媛, 王红瑞, 韩鲁杰, 等. 北京市水危机意识与水资源管理机制创新[J]. 资源科学, 2010, 32(2): 274-281. [Gao Y Y, Wang H R, Han L J, et al. Consciousness of water resources crisis and the innovation of the water resources management system in Beijing[J]. Resources Science, 2010, 32(2): 274-281.]
- [15] 陈午, 许新宜, 王红瑞, 等. 基于改进序关系法的北京市水资源可持续利用评价[J]. 自然资源学报, 2015, 30(1): 164-176. [Chen W, Xu X Y, Wang H R, et al. The evaluation of water resources sustainable utilization in Beijing based on improved rank correlation analysis[J]. Journal of Natural Resources, 2015, 30(1): 164-176.]
- [16] 刘晓, 刘虹利, 王红瑞, 等. 北京市水资源管理“三条红线”指标体系与评价方法[J]. 自然资源学报, 2014, 29(6): 1017-1028. [Liu X, Liu H L, Wang H R, et al. Indicator system and evaluation method of Three Red Lines of water resources management in Beijing[J]. Journal of Natural Resources, 2014, 29(6): 1017-1028.]
- [17] 蒋艳灵, 陈远生, 何建平, 等. 水资源定额管理的原理研究[J]. 中国水利, 2008, (17): 6-8. [Jiang Y L, Chen Y S, He J P, et al. Studies on principle of quota management of water resources[J]. China Water Resources, 2008, (17): 6-8.]
- [18] 北京市人民政府. 北京市人民政府关于实行最严格水资源管理制度的意见[EB/OL]. (2012-08-20)[2018-08-15]. <https://wenku.baidu.com/view/e74e38e09b89680203d825db.html>. [The People's Government of Beijing Municipality. Opinion of the People's Government of Beijing Municipality on Implementing the Most Stringent Water Resources Management System [EB/OL]. (2012-08-20)[2018-08-15]. <https://wenku.baidu.com/view/e74e38e09b89680203d825db.html>.]
- [19] 北京市人民政府. 北京市节约用水办法[EB/OL]. (2012-04-12)[2018-08-15]. <http://www.bjwater.gov.cn/bjwater/300747/300754/300760/306757/index.html>. [The People's Government of Beijing Municipality. Beijing Water Conservation Measures[EB/OL]. (2012-04-12)[2018-08-15]. <http://www.bjwater.gov.cn/bjwater/300747/300754/300760/306757/index.html>.]
- [20] 中华人民共和国住房和城乡建设部. CJ 164-2002: 节水型生活用水器具[M]. 北京: 中国标准出版社, 2002. [Ministry of Housing and Urban-Rural Development of People's Republic of China. CJ 164-2002: Domestic Water Saving Devices[M]. Beijing: China Standard Press, 2002.]
- [21] 陆毅, 赵金辉, 徐斌, 等. 高层宾馆建筑用水调查与节水措施探讨[J]. 给水排水, 2015, 51(11): 70-73. [Lu Y, Zhao J H, Xu B, et al. Investigation on water use of high-rise hotel buildings and discussion on water saving measures[J]. Water & Wastewater Engineering, 2015, 51(11): 70-73.]
- [22] 黄好思. 北京市城镇居民家庭节水器具使用情况分析[J]. 城镇供水, 2017, (2): 48-51. [Huang H S. Analysis on the use of water-saving apparatus for urban residents in Beijing[J]. City and Town Water Supply, 2017, (2): 48-51.]
- [23] 曲炜. 我国非常规水源开发利用存在的问题及对策[J]. 水利经济, 2011, 29(3): 60-63. [Qu W. Problems and countermeasures in utilization of non-conventional water resources in China[J]. Journal of Economics of Water Resources, 2011, 29(3): 60-63.]
- [24] 黄廷林, 杨敏. 宾馆饭店分散式中水回用系统模拟预测及情景分析[J]. 供水技术, 2007, 1(4): 45-48. [Huang T L, Yang M. Simulated forecast and scene analysis of decentralized reclaimed water system for hotels[J]. Water Technology, 2007, 1(4): 45-48.]
- [25] 中华人民共和国文化和旅游部. LB/T007-2006: 绿色旅游饭店[M]. 北京: 中国旅游出版社, 2011. [Ministry of Culture and Tourism of the People's Republic of China. LB/T007-2006: Green Hotel[M]. Beijing: China Tourism Press, 2011.]

Changes and causes of water use of star hotels in Beijing

LIU Huaxian^{1,2}, CHEN Yuansheng¹, ZHU He¹, LV Wenfei^{1,2}, LUO Wenzhe^{1,2}, YAO Weiwei¹

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Star tourist hotels are a main water consumption industry in Beijing, and their pattern of water consumption has changed after the enforcement of water quota norm. Through a questionnaire survey of 349 hotels in Beijing, water consumption and structure changes from 2005 to 2015 of hotels in Beijing were analyzed in this study, and the causes of change were explored. The results show that: (1) The total water consumption of hotel has been controlled, and water-use efficiency has greatly improved; (2) Water consumption of hotels changed significantly, and restaurants became an important contributor of water use; (3) Water quota norm, water-saving devices, micromanagement, and unconventional water sources promoted the improvement of water use efficiency of hotels; (4) The classification method and accounting unit of water quota norm (2008 version) could continue to be used.

Key words: star tourist hotel; water quota; water consumption change; Beijing