引文格式：刘亚静,周晓君. 基于评估模型的典型市政基础设施承载力评价[J]. 地理空间信息, 2023, 21(11): 68-72. doi:10. 3969/j.issn. 1672-4623.2023.11.016

基于评估模型的典型市政基础设施承载力评价

刘亚静[1]，周晓君[1*]
（1. 华北理工大学 矿业工程学院，河北 唐山 063210）

摘　要：首先以设施点位和各类建筑对应的POI以及设施规模为基础，叠加建筑轮廓等相关数据，进行数据处理；再依据相关行业标准和市政设施的运行机制，为各类典型市政基础设施制定对应的负载率评估模型，进而评价典型市政基础设施的承载力，并为评价结果制定合理的评价等级；最后对评价结果进行空间差异分析，并有针对性地提出了合理、科学、高效的提高典型市政基础设施承载力的对策。结果表明，唐山市路南、路北实验区域的加压站、污水泵站、热力站市政基础设施落后，不能满足其经济社会发展需要。

关键词：典型市政基础设施承载力；负载率评估模型；空间差异分析；提升对策
中图分类号：P208　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1672-4623（2023）11-0068-05

Evaluation of Typical Municipal Infrastructure Bearing Capacity Based on Evaluation Model

LIU Yajing[1], ZHOU Xiaojun[1]
(1. School of Mining Engineering, North China University of Science and Technology, Tangshan 063210, China)

Abstract: Firstly, based on the POI and facility sizes corresponding to facility locations and various buildings, we superimposed the relevant data such as building contours for data processing. According to the relevant industry standards and the operation mechanism of municipal infrastructure, we formulated the corresponding bearing rate evaluation models for various typical municipal infrastructures, then evaluated the bearing capacity of typical municipal infrastructure, and reasonably evaluated the evaluation results. Finally, we analyzed the spatial differences of evaluation results, and put forward reasonable, scientific and efficient enhance countermeasures to improve the bearing capacity of typical municipal infrastructure. The results show that the municipal infrastructure of pressure station, sewage pump station and thermal station in Lunan and Lubei experimental areas of Tangshan City are backward, which is insufficient to the needs of economic and social development.

Key words: typical municipal infrastructure bearing capacity, bearing rate evaluation model, spatial difference analysis, enhance countermeasure

市政基础设施包括电力、道路、污水处理、垃圾处理、热力、给水等相关设施，其对日常生活和经济发展具有决定性作用。因此，评价城市典型市政基础设施承载力有利于促进城市文明和现代化的发展和提升。傅鸿源[1]等在分析城市承载力研究现状的基础上，阐释了城市综合承载力的内涵，提出了提高城市综合承载力的方法，并对城市综合承载力研究进行了展望。目前针对城市综合承载力的研究主要集中在城市综合承载力内涵和测度评价两个方面，姜豪[2]等认为承载力是一个动态概念，随水、土地等自然因素，经济水平、交通、就业等社会经济因素以及大气、绿化等生态环境因素变化而变化，且随着城市面积和人口的不断增长，城市公共安全风险不断上升，成为影响城市综合承载力的重要因素，但目前的综合承载力评价指标很少考虑城市公共安全；程广斌[3]等认为评价方法在一定程度上掩盖了以牺牲资源环境为代价换取经济发展和社会进步的现象，从而导致综合承载力评价结果有失偏颇，应综合考虑“协调、绿色、开放、创新、共享”五大发展理念构建指标体系；孙久文[4]等认为城市综合承载力是一个复杂系统，包括资源、环境、生态系统、城市基础设施、社会资源等分项承载力；李嘉欣[5]等认为综合承载力是包含资源承载力、经济承载力、社会承载力和环境承载力在内的综合指标，4个子系统相互配合、相互影响。基础设施承载力作为综合承载力出现得较晚，赵楠[6]等将基础设施承载力定义为在时间和空间一定的前提下，基

收稿日期：2022-07-02。
项目来源：河北省自然科学基金资助项目（D2019209598）。
第一作者简介：刘亚静（1977—），博士，教授，研究方向为专题地理信息工程，在数字城市和矿山地理信息系统等方面成果显著。
通信作者：周晓君（1996—），硕士研究生，研究方向为市政基础设施承载力、专题地理信息工程，E-mail：zxjyqsl@163.com。

础设施系统对社会经济发展和人类各种需求在数量与质量方面的满足程度，即基础设施承载媒体对于被承载对象的支持程度，并借鉴前人有关相对资源的研究方法构建了基础设施承载力指标体系，对北京市1986—2006年基础设施承载状态进行了测度；康红梅[7]等认为基础设施承载力应分为资源性基础设施、环境型基础设施、生态型基础设施3类；张梦心[8]等基于博弈论分析认为知识溢出基础设施存在极化效应，并建立基础设施评价指标体系分析了京津冀三地的相对承载力与绝对承载力；熊洪福[9]借鉴以往研究经验，结合天山北坡城市群基础设施实际状况，将基础设施的研究范畴概括为水资源供给、交通运输、能源供给、邮电通信和环境卫生5个方面；尹凡[10]等利用灰色综合评价法与熵值法相结合的方法对京津冀区域各城市基础设施承载力和公共服务承载力进行量化，再通过分析比对和发展历程回溯论证了该区域城镇化水平两级格局的主要成因是公共服务供给能力的差距，对如何实施以提升区域公共服务一体化、均等化水平为主要着力点的城镇化推进政策提出了一系列基本策略。目前对于典型市政基础设施承载力的评价研究较少，孙喆[11]等基于2016年统计数据，采取有锚比较、熵权TOPSIS、系统聚类等方法分析了湖南省县城市政基础设施供给的充分性与平衡性；周勃[12]等采用拟定的评价算法和等级，对武汉市市政基础设施承载力进行了评估，评估内容包括现状评估和规划预警。

在城市的发展过程中，典型市政基础设施的承载力起着决定性作用，且具有极大的针对性。因此，与综合城市承载力评价和城市基础设施承载力评价相比，典型市政基础设施的承载力评价可以更直接地为城市规划提供可操作性的参考指标。在前人研究成果的基础上，本文选取垃圾转运站、消防站、加压站、污水泵站、热力站5类典型市政基础设施进行承载力评价。当前，唐山市典型市政基础设施存在发展滞后、总量不足、实施困难等问题，对城市居民生活和城市软实力提升具有消极影响。为全面监测唐山市典型市政基础设施供给情况、跟踪解决城市建设发展中典型市政基础设施建设配套脱节的问题、有效指导典型市政基础设施落地，本文拟构建一套完整的典型市政基础设施承载力评估体系，以达到科学规划的目的。

1　研究对象

全口径的市政专项包括电力、环卫、消防、给水、污水、雨水、燃气、热力、通信与邮政以及其他设施。既要关注与市民生活直接相关的民生性、邻避性设施，还应考虑配套性设施主要服务于街道范围，对地块开发影响的敏感度更高[12]，因此本文重点对环卫、消防、给水、污水、热力专项的配套性设施（垃圾转运站、消防站、加压站、污水泵站、热力站）建立基于用地地块的评价模型。

2　数据来源

本文对唐山市路北区和路南区的建筑轮廓、各类建筑对应的POI、5类典型市政基础设施的相关数据进行了全面梳理。

1）建筑轮廓。天地图矢量电子地图中的建筑轮廓数据比百度、高德等商用地图丰富很多，但其为图片格式，而本文需要的是矢量数据格式。分析研究发现，可利用ArcGIS对建筑轮廓进行分析提取，首先下载天地图WGS84坐标系电子地图，再利用ArcGIS对其依次进行单波段提取、影像重分类、再次重分类、新建线面图层、创建矢量等处理，最后分析提取的研究区域建筑轮廓。

2）典型市政基础设施。垃圾转运站、消防站、加压站、污水泵站、热力站5类典型市政基础设施需获取的具体信息和数据来源见表1。

表1　典型市政基础设施的数据来源

类型	需获取的信息	数据来源
垃圾转运站	地理位置、设施规模	唐山市生态环境局
消防站	设施规模、责任片区	唐山市消防规划
加压站	地理位置、设施规模	唐山市自来水公司
污水泵站	地理位置、抽排能力	污水处理工程网
热力站	地理位置、设施规模	唐山市热力公司

3）各类建筑对应的POI。建筑轮廓数量非常大，无法对每个建筑归类，因此创建了建筑轮廓和POI点的近邻表，并通过Access数据库创建SQL语句，使各类POI点“就近”关联建筑轮廓，同时赋予POI点该建筑的面积属性，最终达到确定建筑类型、获取建筑面积的目的。

3　评价模型与评价等级的制定

本文对垃圾转运站、消防站、加压站、污水泵站、热力站制定了负载率评估模型和评估等级。负载率评估模型是根据日常经验和行业标准规范拟建的评价模型，是评价典型市政基础设施承载力的指数，综合考虑了不同建筑类型单位面积的产生量和消耗量、

每个典型市政基础设施的服务地块、每个典型市政基础设施建设规模3个因素。

3.1 垃圾转运站负载率评估

根据相关行业标准和日常经验，居住类、公服类、商业类、绿地类建筑的单位面积垃圾产生量分别为0.022 013 686 kg/(m²·d)、0.071 220 119 kg/(m²·d)、0.032 658 913 kg/(m²·d)和0.009 523 336 kg/(m²·d)。根据上述数据评估垃圾转运站负载率的具体步骤为：①默认每个垃圾转运站的服务范围是离该垃圾转运站最近的区域，即每个垃圾转运站的服务地块；②创建泰森多边形，确定每个垃圾转运站的服务地块；③根据建筑类型，计算每个垃圾转运站服务地块内各类建筑的面积，再乘以对应的单位垃圾产生量，即可得到该地块的垃圾产生总量；④将各地块的垃圾产生总量除以该垃圾转运站的规模，即可得到该垃圾转运站的负载率。

根据行业标准，垃圾转运站的负载状况分为3级：①负载率低于80%，轻负载，则该垃圾转运站服务的地块为供给富余区；②负载率在80%~100%，正常负载，则该垃圾转运站所服务的地块为供给平衡区；③负载率高于100%，重负载，则该垃圾转运站所服务的区块为供给缺口区。

3.2 消防站达标率评估

由于每个消防站都已分配了责任片区，因此评估消防站的主要工作是判断其是否达标。根据相关的行业标准和唐山市的地质地貌特征，消防站是否达标的判断依据为：①辖区服务面积≤5 km²，为低风险区；②辖区服务面积≤7 km²，为一般风险区；③辖区服务面积≤10 km²，为中风险区；④辖区服务面积≤15 km²，为高风险区。

根据行业标准，消防站的达标状况分为3级：①责任面积达标的，辖区服务面积≤7 km²，则该消防站的服务区域为低风险区；②一般、低风险区责任面积超标而未达标的，辖区服务面积为7~15 km²，则该消防站的服务区域为中风险区；③中、高风险区责任面积超标而未达标的，辖区服务面积≥15 km²，则该消防站的服务区域为高风险区。

3.3 加压站达标率评估

根据相关行业标准和日常经验，不同建筑类型的单位面积用水量见表2。根据上述数据开展加压站负载率评估的具体步骤为：①默认每个加压站的服务范围是离该加压站最近的区域，即每个加压站的服务地块；②创建泰森多边形，确定每个加压站的服务地块；③根据建筑类型，计算每个加压站服务地块内各类建筑的面积，再乘以对应的单位用水量，即可得到该地块的用水总量；④将各地块的用水总量除以该加压站的规模，即可得到该加压站的负载率。

表2 单位面积用水量/(m³/(hm²·d))

建筑类型	单位用水量	建筑类型	单位用水量
教育、医疗、酒店	90	市政交通	30
行政、商贸、体育文化	50	特殊（部队）	50
一类工业	40	仓储	15
二类工业	100	绿地	15
三类工业	180		

注：居住用地的用水量为200 m³/(人·d)。

根据行业标准，加压站的负载状况分为3级：①负载率低于60%，轻负载，则该加压站服务的地块为供给富余区；②负载率在60%~100%，正常负载，则加压站服务的地块为供给平衡区；③负载率高于100%，重负载，则该加压站服务的区块为供给缺口区。

3.4 污水泵站达标率评估

根据相关行业标准和日常经验，不同建筑类型的单位面积污水产生量见表3。

表3 单位面积污水产生量/(m³/(hm²·d))

建筑类型	单位污水产生量	建筑类型	单位污水产生量
教育、医疗、酒店	90	三类行业	200
行政、商贸、体育文化	50	市政交通	30
一类行业	40	特殊（部队）用地	50
二类行业	120	仓储	15

注：居住用地的污水产生量为220 m³/(人·d)。

根据上述数据开展污水泵站负载率评估的具体步骤为：①默认每个污水泵的服务范围是离该污水泵最近的区域，即每个污水泵的服务地块；②创建泰森多边形，确定每个污水泵的服务地块；③根据建筑类

型，计算每个污水泵服务地块内各类建筑的面积，再乘以对应的单位污水产生量，即可得到该地块的污水产生总量；④将各地块产生的污水总量除以该污水泵站的规模，即可得到该污水泵站的负载率。

根据行业标准，污水泵站的负载状况分为3级：①负载率为0，污水泵站缺失区，说明该地块的污水泵站未按规划要求实施建设；②负载率低于100%，轻负载，则该污水泵站服务的地块为供给富余区；③负载率高于100%，重负载，则该污水泵站服务的地块为供给缺口区。

3.5　热力站达标率评估

根据相关行业标准和日常经验，不同建筑类型供暖面积热指标见表4。根据上述数据开展热力站负载率评估的具体步骤为：①默认每个热力站的服务范围是离该热力站最近的区域，即每个热力站的服务地块；②创建泰森多边形，确定每个热力站的服务地块；③根据建筑类型，计算每个热力站服务地块内各类建筑的面积，再乘以对应的供暖面积热指标，即可得到该地块的供热量；④将各地块供热量除以该热力站的规模，即可得到该热力站的负载率。

表4　供暖面积热指标/(W/m²)

建筑类型	供暖面积热指标	建筑类型	供暖面积热指标
行政、商贸、公服	45	居住	35
体育文化	100	工业	100
教育、交通、酒店	45	绿地	45
医疗	70	仓储	20

根据行业标准，热力站的负载状况分为3级：①负载率为0，热力站缺失区，说明该地块的热力站未按规划要求实施建设；②负载率低于100%，轻负载，则该热力站服务的地块为供给富余区；③负载率高于100%，重负载，则该热力站服务的地块为供给缺口区。

4　评价结果

4.1　垃圾转运站负载率评估结果

根据负载率评价模型，计算得到唐山市路南、路北区的垃圾转运站基础设施负载率，并利用ArcGIS中的手动分类将垃圾转运站的负载率分为6类，即0.05~0.10、0.11~0.15、0.16~0.20、0.21~0.25、0.26~0.30、0.31~0.35。结果表明，唐山市路南、路北区的垃圾转运站负载率顺序为58号小区垃圾转运站>健康楼小区垃圾转运站>德源里垃圾转运站>石油家园垃圾转运站>部东里小区垃圾转运站>王禾庄垃圾转运站>益民园垃圾转运站>52号小区垃圾转运站>祥丰里小区垃圾转运站>11号小区垃圾转运站>垃圾站，最大值为0.34，最小值为0.05，负载率均低于0.8。该研究区域的垃圾转运站承载力为轻负载，即所有垃圾转运站的服务地块为供给富余区。

4.2　消防站负载率评估结果

唐山市路北、路南区的消防站包括特勤一中队、特勤二中队、市消防一中队、市消防二中队、市防七中队、市防八中队、规划路北（高新）一中队、规划路北（高新）二中队、规划路北（凤凰）一中队、规划路北（凤凰）二中队、规划路北一中队、规划路北二中队、规划规划路南一中队、规划路南二中队、规划路南三中队。根据唐山消防规划提供的消防站责任区范围，研究区域的消防站责任区面积最大值为6.94 km²，最小值为5.50 km²，因此该区域所有消防站的服务辖区均为低风险区。

4.3　加压站负载率评估结果

根据负载率评价模型，计算得到唐山市路北、路南区的加压站基础设施负载率，并利用ArcGIS中的手动分类将加压站的承载率分为6类，即0.00~0.20、0.21~0.40、0.41~0.60、0.61~0.80、0.81~1.00、1.01~3.00。结果表明，唐山市路南、路北区的加压站负载率大部分不超过0.6（轻负载、供给富余区），许各寨加压站、唐城·壹零壹加压站等负载率在0.6~1.0之间（供给平衡区），尚景园加压站、勒泰家园加压站等负载率超过1.0（供给缺口区）。

4.4　污水泵站负载率评估结果

对唐山市路南、路北区的污水泵站基础设施进行了承载力评估，结果表明唐山市路北、路南区的西郊污水处理厂和北郊污水处理厂的污水泵负载率不超过0.6（轻负载、供给富余区），汉沽管理区污水处理厂的污水泵站负载率约为1.3（重负载、供给缺口区）。

4.5　热力站负载率评估结果

对唐山市路北、路南区的热力站基础设施进行了承载力评价，并利用ArcGIS中的手动分类将热力站的承载力分为6类，即0.0~0.20、0.21~0.40、0.41~0.60、0.61~0.80、0.81~1.00、＞1.00。结果表明，唐山市路南、路北区大部分热力站的负载率小于1.00（供给平衡区和供给富余区），龙泽国际站、东城世嘉站、瑞安园2号站等负载率大于1.00（供给缺口区）。

5 提升对策

本文采用负载率评价模型对唐山市路北、路南区典型市政基础设施进行了承载力评估。结果表明，现状典型市政基础设施系统基本可维持城市可持续发展，但部分区域个别市政基础设施仍存在承载力不足的问题。对于供给富余区，应继续提升市政基础设施运营标准和管理水平，以维持现状；对于供给缺口区，应加快构建布局合理、设施配套、功能完备、安全高效的现代市政基础设施体系。针对5类典型市政基础设施，本文提出的具体提升对策为：

1）积极加强生态环境基础设施的建设力度，需从“硬件”上提升环卫水平，完善生活垃圾收集运输与处置体系。对于城市垃圾转运站而言，在选址过程中不仅要考虑其作用、功能是否能够满足区域内垃圾处理的需求，而且要考虑垃圾转运站的建设是否会对周围环境造成影响，采用最优的设计，降低垃圾转运站的建设成本，提高整个项目的经济效益[13]。

2）因地制宜加强消防站建设，提高辖区消防防控能力。地方发改委、住房建设、规划、金融、公安消防等部门应按照各自职责，共同加强消防站的建设，根据建成区的实际需要、常住人口和消防救援任务，及时安排新的消防站项目，严格按照《城市消防站建设标准》进行人员、设备和相关设施的配置。对于老城区，如果很难再修建普通消防站，则应进行消防风险评估，并根据当地条件修建适当规模的消防站。各城市消防站的建设和发展应与当地经济社会发展相适应，具体而言，路北一中队消防站和路南一中队消防站服务的地块为高风险区，极大地制约了唐山市消防保障安全和灭火救援处置能力，因此需要高度重视；其余消防站服务的地块为中风险区，仍需完善消防站建设，切实提升城市抗御火灾的能力，从而提升消防基础设施的承载力。

3）在加压站基础设施方面，应完善自来水输送管道的建设，提高自来水供应能力。政府应提供足够的资金来推广供水系统，更加重视供水系统建设，大力完善供水系统，鼓励企业多研究、多开发、多生产，解决老社区水压不足的问题。

4）健全污水处理基础设施建设，提升污水厂污水处理能力，实施雨水分流系统和污水管网系统设施一体化建设，建立污水收集排放系统，实现生活污水和工业污水二次利用。汉沽管理区污水处理厂的服务区为供应缺口区，因此服务地块需完善城市污水处理设施，提高生活污水和工业废水的处理能力。同时，要对重污染企业进行治理，对工厂企业提出节能减排要求，优化城市工业布局，减少工业污染物排放，通过上述对策提升城市供排水系统承载力。

5）为加强热力站的标准化管理和建设标准化，火电站设备应定期升级，以提高热力站的管理水平和设备运行效率，从而实现更好的供热能力，提高城市热力系统的承载能力。复兴路中国银行热力站承载力严重不足，需要高度重视，在该地块增加热力站基础设施或与附近的热力站建立合理的供热体系。

参考文献

[1] 傅鸿源，胡焱. 城市综合承载力研究综述[J]. 城市问题，2009(5):27-31

[2] 姜豪，陈灿平. 城市综合承载力研究:以成都为例[J]. 软科学，2016，30(12):59-62

[3] 程广斌，沈雨研，陈曦. 丝绸之路经济带中国西北段节点城市综合承载力及影响因素研究[J]. 生态经济，2020，36(8):95-100

[4] 孙久文，易淑昶，傅娟. 提升我国城市群和中心城市承载力与资源配置能力研究[J]. 天津社会科学，2021(2):102-109

[5] 李嘉欣，赵明华，韩荣青，等. 山东省城市综合承载力时空分异特征及其影响因素研究[J]. 生态经济，2021，37(8):85-92

[6] 赵楠，申俊利，贾丽静. 北京市基础设施承载力指数与承载状态实证研究[J]. 城市发展研究，2009，16(4):68-75

[7] 康红梅，徐苏宁. 城市基础设施承载力与城市规模的互馈研究[J]. 四川建筑科学研究，2012，38(5):325-328

[8] 张梦心，齐子翔. 京津冀基础设施承载力理论思考及测度评价[J]. 现代商业，2014(9):287-288

[9] 熊洪福. 新疆天山北坡各城市基础设施承载力比较研究[J]. 经济论坛，2015(3):37-40

[10] 尹凡，刘明. 京津冀区域城镇化推进政策着力点分析:基于基础设施承载力和公共服务承载力的对比[J]. 城市发展研究，2017，24(11):10-13

[11] 孙喆，蔡文婷. 县城市政基础设施供给充分与平衡性评价:以湖南省为例[J]. 城市发展研究，2019，26(2):92-99

[12] 周勃，刘金榜，严飞，等. 基于评价算法的武汉市市政基础设施承载力智能评估与预警[C]//共享与韧性:数字技术支撑空间治理:2020年中国城市规划信息化年会论文集，2020:223-230

[13] 孙伟. 城市垃圾转运站的建设与施工管理研究[J]. 建材与装饰，2019(21):136-137