

香港与内地城市道路几何线形设计分析

吴平¹, 罗文廷², 朱倩怡², 苏家宝², 傅圣钰², 马亦欣²

(1. 中国市政工程西北设计研究院有限公司, 甘肃 兰州 730000; 2. AECOM, 香港特别行政区 999077)

摘要: 随着粤港澳一体化发展政策陆续出台, 香港与内地的合作进一步深入, 作为“构建香港第二个经济引擎”的北部都会区进入加速推进阶段。依托北部都会区城市规划及工程研究, 介绍了香港《TPDM 规范》(Modification of Transport Planning and Design)在城市道路几何线形设计中各项技术指标的规范值和选用, 并与内地行业标准《城市道路路线设计规范》(CJJ 193—2012)进行对比分析, 得到香港与内地在城市道路设计参数取值的相似和不同之处, 为内地公司到香港从事土木工程规划设计提供经验, 也供工程设计人员借鉴和参考。

关键词: 《TPDM 规范》; 城市道路; 几何线形设计

中图分类号: U412

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)08-0041-06

Analysis on Geometric Alignment Design of Urban Roads in Hong Kong and Mainland

WU Ping¹, LUO Wenting², ZHU Qianyi², SU Jiabao², FU Shengyu², MA Yixin²

(1. Northwest Design and Research Institute of China Municipal Engineering Co., Ltd., Lanzhou 730000, China; 2. AECOM, Hong Kong Special Administrative Region 999077, China)

Abstract: With the successive introduction of policies for the integrated development of Guangdong, Hong Kong and Macao, the cooperation between Hong Kong and the mainland has been further deepened. The northern metropolis, which aims to "build the second economic engine of Hong Kong", has entered a stage of accelerated advancement. Based on the urban planning and engineering research in the northern metropolis, the standard values and selection of various technical indicators in the geometric alignment design of urban roads in Hong Kong *TPDM Code (Modification of Transport Planning and Design)* are introduced, and are compared and analyzed with the industry standard *Design Specifications for Urban Road Routes (CJJ 193—2012)* in the mainland so as to obtain the similarities and differences in the values of urban road design parameters between Hong Kong and the mainland, which provide the experience for mainland companies to engage in civil engineering planning and design in Hong Kong, and also provide the reference for engineering designers.

Keywords: *TPDM Specification*; urban roads; geometric alignment design

0 引言

2016年“十三五”规划纲要明确提出,“支持港澳在泛珠三角区域合作中发挥重要作用,推动粤港澳大湾区和跨省区重大合作平台建设”^[1];2017年,香港《行政长官2017年施政报告》指出,“特区政府会积极参与推进大湾区建设,为相关推动产业多元化创造有利条件,特别是在拓展创新及科技发展方面”^[2];2018年,《中共中央 国务院关于建立更加有效的区域协调发展新机制的意见》指出“以香港、澳门、广州、深圳为中心引领粤港澳大湾区建设,带动

珠江—西江经济带创新绿色发展”^[3];2019年,《粤港澳大湾区发展规划纲要》明确提出五大战略定位为“充满活力的世界级城市群、具有全球影响力的国际科技创新中心、‘一带一路’建设的重要支撑、内地与港澳深度合作示范区、宜居宜业宜游的优质生活圈”^[4];2021年,“十四五”规划提出“完善港澳融入国家发展大局、同内地优势互补、协同发展机制。高质量建设粤港澳大湾区,深化粤港澳合作、泛珠三角区域合作,推进深圳前海、珠海横琴、广州南沙、深港河套等粤港澳重大合作平台建设”^[5]。

基于上述政策文件和各级政府的大力支持,香港北部都会区的城市规划及工程研究逐步展开,北部都会区规划范围如图1所示。

收稿日期: 2024-08-17

作者简介: 吴平(1983—),男,硕士,正高级工程师,从事道路交通设计研究工作。

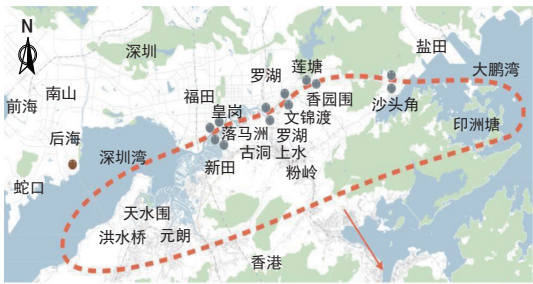


图 1 北部都会区规划范围示意图

1 工程概况

北部都会区规划面积约 300 km², 约占香港总面积的 1/3, 覆盖元朗区及北区, 包括元朗、天水围、粉岭、上水等现有新市镇、多个新发展区及其相邻地区。根据规划定位, 北部都会区将逐步形成“双城三圈”的跨境发展格局(“双城”是香港和深圳)^[6]。

根据北部都会区城市规划的中间成果稿, 规划的城市道路有市区快速公路、主干道、主要干路、支线道路、服务道路、工业通道等。

《TPDM 规范》(Modification of Transport Planning and Design) 在香港广泛应用于城市道路的规划和设计^[6]。由于北部都会区位于香港北部, 都会区的城市道路规划设计采用《TPDM 规范》作为设计依据和标准。

2 设计速度

城市道路几何线形设计的基本条件为设计速度。设计速度是指根据中等驾驶水平的驾驶员, 在视距良好、交通密度低、仅受道路本身条件影响时能够安全、舒适地驾驶车辆的最高速度。因此, 设计速度与运行速度及安全有着密切关系^[7]。

《TPDM 规范》规定的设计速度包括 50、60、70、80、85、100、120 km/h, 无设计速度低于 50 km/h 的相关规定。《城市道路路线设计规范》(简称《道路路线规范》)规定的设计速度包括 20、30、40、50、60、80、100 km/h, 无设计速度高于 100 km/h 的相关规定。为方便香港与内地城市道路几何线形设计对照分析, 本文的设计速度取值范围为 50、60、80、100 km/h。

3 横断面设计

影响城市道路横断面形式与宽度的因素有城市地理位置、地形条件、设计速度、交通量、车辆类型与组成等, 设计时须综合各类因素确定横断面的形式和宽度; 通常城市道路横断面由机动车道、非机动车

道、人行道和绿化分隔带等组成^[7]。

3.1 机动车道

在《TPDM 规范》中, 根据道路的不同功能等级, 单条机动车道宽度最小值的取值范围有 3.65、3.375 和 3 m; 在《道路路线规范》中, 根据城市道路的不同设计速度, 单条机动车道宽度最小值的取值范围有 3.75、3.5 和 3.25 m。两本规范针对机动车道宽度最小值的对照情况如表 1 所列。

表 1 一条机动车道宽度最小值比较表		
规范名称	最小宽度	
《TPDM 规范》	快速公路、主干道、主要干路: 3.65 m(一般值)、3.375 m(困难值)	支线道路: 3.0 m
《道路路线规范》	设计速度 ≥ 60 km/h	设计速度 < 60 km/h
	大型车或混行车道: 3.75 m	大型车或混行车道: 3.50 m
	小客车专用车道: 3.50 m	小客车专用车道: 3.25 m

通过对比可知, 2 本规范关于机动车道宽度最小值的规定都与道路等级、设计速度等联系紧密。《TPDM 规范》规定的一条机动车道宽度最小值的取值略小于《道路路线规范》的要求值, 这与香港的土地资源紧张、车辆组成及汽车数量等有关。

3.2 非机动车道

在《TPDM 规范》中, 非机动车道通常布置在道路单侧, 单向行驶的最小宽度为 1.5 m(极限值), 双向行驶的最小宽度为 3.5 m。

在《道路路线规范》中, 非机动车道通常布置在道路两侧, 单向行驶的有效通行宽度不应小于 1.5 m, 双向行驶的有效通行宽度不应小于 3.0 m。

2 本规范中非机动车道最小宽度对照情况如表 2 所列。

表 2 非机动车道最小宽度比较表		
规范名称	单向行驶	双向行驶
《TPDM 规范》	一般值为 2.8 m、最小值为 2.0 m、极限值为 1.5 m	一般值为 4.0 m、最小值为 3.5 m
《道路路线规范》	一般值为 3.5 m、最小值为 2.5 m、极限值为 1.5 m	一般值为 4.5 m、最小值为 3.5 m

通过对比可知, 《TPDM 规范》规定的非机动车道单向、双向行驶最小宽度均小于《道路路线规范》的要求值。

3.3 人行道

人行道宽度应满足行人安全、高效、通畅通行的要求, 结合道路及城市景观要求, 尽量使组成道路横断面的各部分宽度协调。单侧人行道宽度及人行道总宽度宜按道路红线宽度的适当比例调整优化^[8]。

在《TPDM 规范》中,人行道宽度主要与周边土地类别有关,郊区人行道最小宽度为 2.0 m;在《道路路线规范》中,人行道宽度与沿线地块形式、道路功能、行人流量及密度等密切相关,人行道最小宽度为 2.0 m。

两本规范中人行道的最小宽度对照情况如表 3 所列。

表 3 人行道最小宽度比较表			
规范名称	土地用途类别 (项目)	高峰时段每 分钟行人流 量/人次	人行道 最小宽度/m
《TPDM 规范》	商业、住宅发展密度第 1 区及邻近产生人流的设施的其他地区	> 100	4.5
	住宅发展密度第 1 区	80 ~ 100	3.5
	住宅发展密度第 2 区	60 ~ 80	2.75
	住宅发展密度第 3 区	< 60	2.0
	郊区	< 60	2.0
	商贸	60 ~ 80	4.5
	一般工业用途	60 ~ 80	4.5
	特殊工业用途	60 ~ 80	3.5
	郊区工业用途	< 60	2.5
	各级道路	—	3.0(一般值)、 2.0(最小值)
《道路路线规范》	商业或公共场所集中路段	—	5.0(一般值)、 4.0(最小值)
	火车站、码头附近路段	—	5.0(一般值)、 4.0(最小值)
	长途汽车站	—	4.0(一般值)、 3.0(最小值)

通过对比可知,《TPDM 规范》根据沿线地块性质、居住密度和高峰时段行人流量规定人行道宽度;《道路路线规范》仅依据道路沿线建筑物性质、与道路红线宽度的比例规定人行道宽度,与高峰时段行人流量未产生直接联系。《TPDM 规范》规定的人行道宽度略小于《道路路线规范》的一般值,但两者在人行道宽度最小值上保持一致。

3.4 绿化分隔带

绿化分隔带能有效分隔交通、改善道路景观和环境、起到防眩及提供交通辅助设施空间等作用,城市道路的横断面组成通常包括绿化分隔带。

《TPDM 规范》和《道路路线规范》规定的绿化分隔带最小宽度均为 1.5 m,2 本规范针对绿化分隔带最小宽度的选取保持一致。

4 平面设计

4.1 超高

较小的圆曲线半径会使汽车行驶在圆曲线范围内时产生滑移或倾覆。为抵消汽车行驶在圆曲线范围内时产生的离心力,需设置向道路内侧倾斜的超高横坡度,以形成横向的分力,抵消离心力,汽车才能安全、稳定、舒适地通过圆曲线。但设置超高横坡度过大也易引起汽车向圆曲线内侧滑移。因此,应限制超高横坡度的最大值。

在《TPDM 规范》中,城市道路沿线存在大量的交叉路口和地下通道等,要求超高值不宜超过 5%。若半径较小时,应选择适宜的路面,确保其具有足够的防滑性。根据规范,城市道路常选取的超高横坡度有 2.5%、3.5% 和 5%。

根据《道路路线规范》的规定,使快速行驶的汽车产生较大离心力的圆曲线,宜选取较大的超高横坡度。受交叉口、非机动车、行人及沿线建筑物影响的市区道路,运行速度较低,超高横坡度不宜过大。综合考虑各方面因素,最大超高横坡度拟定范围为:当设计速度为 100、80 km/h 时,宜取 6%;当设计速度为 60、50 km/h 时,宜取 4%。

两本规范的超高横坡度对照情况如表 4 所列。

表 4 超高横坡度比较表					单位:%
规范名称	设计速度				
	50 km/h	60 km/h	80 km/h	100 km/h	
《TPDM 规范》	2.5、3.5、5	2.5、3.5、5	2.5、3.5、5	2.5、3.5、5	
《道路路线规范》	4	4	6	6	

通过对比分析,《TPDM 规范》对超高横坡度的选取较为宽泛,《道路路线规范》对超高横坡度的选取较为具体。

4.2 圆曲线最小半径

圆曲线最小半径的确定原则为:汽车在圆曲线上能够安全、顺畅、舒适地行驶,即汽车行驶在圆曲线上产生的横向力应小于轮胎与路面的摩擦力。

依据《TPDM 规范》,在给定设计速度下,明确超高横坡度时可确定圆曲线最小半径,其基本公式为:

$$R = \frac{V^2}{2.828S}$$

(1)

式中:R 为圆曲线最小半径,m;V 为设计速度,km/h;S 为超高横坡度,%。

依据《道路路线规范》,在给定设计速度下,明确路面横坡度或超高横坡度和横向力系数时可确定圆曲线最小半径,其基本公式为:

$$R=\frac{V^2}{127(\mu+i)}$$

(2)

式中: R 为圆曲线最小半径,m; μ 为横向力系数; i 为路面横坡度或超高横坡度,%。

通过计算,2本规范中圆曲线最小半径对照情况如表5所列。

表5 圆曲线最小半径比较表			
规范名称	设计速度/ (km·h ⁻¹)	超高横坡度/%	最小半径/m
《TPDM 规范》	50	2.5	354
		3.5	253
		5.0	177
	60	2.5	510
		3.5	364
		5.0	255
	80	2.5	906
		3.5	647
		5.0	453
	100	2.5	1 415
		3.5	1 011
		5.0	708
《道路路线规范》	50	4.0	184
	60	4.0	265
	80	6.0	397
	100	6.0	620

从上表可知,《道路路线规范》计算的圆曲线最小半径与《TPDM 规范》采用超高横坡度5%的计算值较为接近,这与内地城市道路大型客、货车较多的特点,以及与非机动车的干扰、交叉口较多密切相关。

4.3 缓和曲线

汽车从小半径圆曲线驶入大半径圆曲线,或从大半径圆曲线驶入小半径圆曲线,或由圆曲线驶入直线段,或由直线段驶入圆曲线,为确保行车安全和舒适,需缓和离心力的突变和行车方向,应在半径相差悬殊的圆曲线之间或直线与圆曲线之间设置缓和曲线。

在《TPDM 规范》中,缓和曲线长度在给定设计速度下由圆曲线半径和向心加速度确定,其基本公式为:

$$L=\frac{V^3}{46.7qR}$$

(3)

式中: L 为缓和曲线长度,m; V 为设计速度,km/h; R 为圆曲线半径,m; q 为向心加速度,m/s²。为方便计算,

本文向心加速度取值分别为0.3、0.43 m/s²。

在《道路路线规范》中,缓和曲线长度在给定设计速度下由圆曲线半径、缓和系数、行驶时间等确定,其基本公式为:

$$L=0.035\frac{V^3}{R}$$

(4)

$$L=\frac{V^3}{3.6}t$$

(5)

式中: L 为缓和曲线长度,m; V 为设计速度,km/h; R 为圆曲线半径,m; t 为圆曲线范围内恒定速度下的行驶时间,s。

《道路路线规范》中,在设计速度≥50 km/h 的情况下,公式(4)的计算值大于公式(5)的计算值,为保障驾驶员易操作、乘客感觉更舒适,本文采用公式(4)的计算值与《TPDM 规范》中公式(3)的计算值进行对照分析,如表6所列。

表6 缓和曲线长度比较表			
规范名称	设计速度/ (km·h ⁻¹)	常用缓和曲线 计算公式	缓和曲线长度/ m
《TPDM 规范》	50	0.7V	35
		V	50
		1.4V	70
	60	0.7V	42
		V	60
		1.4V	84
	80	0.7V	56
		V	80
		1.4V	112
	100	0.7V	70
		V	80
		1.4V	140
《道路路线规范》	50	—	43.8
	60	—	50.4
	80	—	71.7
	100	—	87.5

通过对比分析,《道路路线规范》中的缓和曲线取值约等于0.87倍设计速度,小于《TPDM 规范》规定的缓和曲线取值1.0倍和1.4倍设计速度,均能保证行车安全。

此外,《TPDM 规范》还对缓和曲线的最大长度作出限制,最大缓和曲线长度为4倍设计速度;而《道路路线规范》未对缓和曲线最大长度作出限制,仅根据地形条件和线形要求选用缓和曲线长度并匹配圆曲线半径。

5 纵断面设计

5.1 最大纵坡

行车速度和安全、道路的行车使用质量等与最大纵坡度息息相关。为确保汽车在道路上安全行驶,能顺利上坡、下坡能安全制动的纵坡度限制值即为最大纵坡度。

在《TPDM 规范》中,新建道路设计速度 $\geq 80\text{ km/h}$ 时,理想的最大纵坡度宜取 4%,不应超过 8%;设计速度 $< 80\text{ km/h}$ 时,最大纵坡度不应超过 8%。

在《道路路线规范》中,最大纵坡度根据汽车动力特征计算,并可根据地形条件、道路等级、设计速度、各种机动车辆的动力性能等选用规范中的最大纵坡度,取值范围为 3%~6%。

两本规范中最大纵坡度的对照情况如表 7 所列。

表 7 最大纵坡度比较表

设计速度/($\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$)	《TPDM 规范》	《道路路线规范》
50	8%	一般值 5.5%、最大值 6%
60	8%	一般值 5%、最大值 6%
80	一般值 4%、最大值 8%	一般值 4%、最大值 5%
100	一般值 4%、最大值 8%	一般值 3%、最大值 4%

通过对比分析,《TPDM 规范》中最大纵坡度的取值大于《道路路线规范》的取值,这与香港的大型车、重型车数量不多,以及香港不是积雪或冰冻地区有关,可选取较大的纵坡度。

5.2 最小纵坡

城市道路最小纵坡通常由保证路面排水的最小纵坡和防止地下管道淤塞所需的最小纵坡综合确定。

在《TPDM 规范》中,为有效排除路面雨水,规定了道路最小纵坡为 0.67%。

在《道路路线规范》中,为排除路面雨水和地下管道排水,城市道路的最小纵坡应不小于 0.3%。

通过对比分析,《TPDM 规范》中最小纵坡的取值大于《道路路线规范》的取值,这与香港瞬时降雨量大、降雨集中等有直接关系,为避免道路积水和顺利排除雨水,规定了较大的最小纵坡。

5.3 最小坡长

从视距安全和汽车行驶的平顺度、乘客乘坐的舒适性等角度考虑,汽车起伏频繁及坡长过短将严重影响行车安全和乘车舒适性。因此,需对最小坡长进行限制。

《TPDM 规范》对最小坡长没有限制,但要求一段纵坡两端设置的 2 个竖曲线不得叠加。

在《道路路线规范》中,纵坡的最小坡长由 10 s 的汽车行驶距离和相邻 2 个竖曲线切线长度之和综合确定,并应能保证行车的安全、舒适。因此,结合设计速度规定了最小坡长。

通过对比分析,《TPDM 规范》对最小坡长的规定较为宽泛,由工程师根据项目实际情况设计选用;但《道路路线规范》规定了最小坡长,对线形、行车舒适性提出了最低指标要求。

5.4 最大坡长

纵坡大于最大纵坡一般值时,汽车上坡加速、下坡减速受到设计纵坡长度的极大影响。因此,应限制最大纵坡坡长。

《TPDM 规范》对最大坡长没有作出限制,需结合地形条件和沿线建(构)筑物分布情况等进行设计选用。

在《道路路线规范》中,根据不同设计速度、不同坡度规定了坡长限制值,这对保障道路通行能力和行车安全较为有利。

通过对比分析,《TPDM 规范》将最大坡长的确定权交给了道路工程师,由道路工程师根据地形、地物等因素灵活设计选用最大纵坡;《道路路线规范》规定了最大坡长,对上坡减速、下坡制动等因素考虑较多,行车安全重视程度较高,这与内地存在山区城市、行车条件和地形条件复杂有关。

5.5 竖曲线

为保证视距、缓和汽车因行驶变化而产生的冲击,在道路变坡点处应配置竖曲线。根据纵坡度和变坡点位置,竖曲线的表现形式有凸形和凹形。

在《TPDM 规范》中,竖曲线长度由纵坡度代数差和曲率确定,能见度是凸形竖曲线的主要控制指标;而凹形竖曲线的主要控制指标是舒适度,其竖曲线长度计算公式为:

$$L = AK \tag{6}$$

式中: L 为竖曲线长度, m; A 为相邻 2 段纵坡度代数差, %; K 为曲率(规范已规定凸形和凹形竖曲线的最小曲率值,可查表选用)。

在《道路路线规范》中,竖曲线可采用圆曲线或抛物线。计算竖曲线长度有 2 种理论依据,一是由纵坡度代数差和竖曲线半径确定。当相邻 2 段纵坡度代数差已确定时,凸形竖曲线半径取值通常大于凹曲线半径,半径的取值差与设计速度呈正相关。

二是由设计速度和行驶时间确定。竖曲线长度计算公式为:

$$L = RW \quad (7)$$

式中: L 为竖曲线长度,m; R 为竖曲线半径,m; W 为相邻两段纵坡度代数差,%。

$$L = 2.5 \times \frac{Vt}{3.6} \quad (8)$$

式中: L 为竖曲线长度,m; V 为设计速度; t 为行驶时间,s,通常取3 s。

为方便计算,本文采用相邻2段纵坡度代数差为5%、6%、7%和8%的计算值进行对照分析,如表8所示。

表8 竖曲线长度比较表

单位:m

规范名称	坡度差/%	竖曲线形式	不同设计速度下的竖曲线长度			
			50 km/h	60 km/h	80 km/h	100 km/h
《TPDM 规范》	5	凸形	50	85	150	275
		凹形	65	100	130	185
	6	凸形	60	102	180	330
		凹形	78	120	156	222
	7	凸形	70	119	210	385
		凹形	91	140	182	259
	8	凸形	80	136	240	440
		凹形	104	160	208	296
《道路路线规范》	—	—	100	120	170	210

从上表可知,《TPDM 规范》中竖曲线长度与相邻两段纵坡的坡度代数差呈正相关,且针对凸形竖曲线和凹形竖曲线分别采用了不同的竖曲线长度,保证了凸形竖曲线的视距要求和凹形竖曲线的行车舒适要求;《道路路线规范》中采用的竖曲线长度一般值仅与设计速度相关,在实际工程设计中,为使驾驶员在竖曲线上舒适、安全地行驶,行驶时间和竖曲线长度不宜过短,设计选用值通常为一般值的1.5~2.0倍。

6 结 语

本文依托香港北部都会区城市规划项目,对香港《TPDM 规范》、内地《道路路线规范》在城市道路几何线形设计方面进行了对照分析。其中,在横断面、平面、纵断面设计的参数取值方面,2本规范存在相同之处,如2者都将路权公平、行车安全舒适和对沿线服务功能等放在首位。虽然《TPDM 规范》未明确规定最大坡长、最小坡长等参数指标,但在保证工程安全可靠的前提下,工程设计人员的灵活度更高,设计的引导性更强;《道路路线规范》对各项参数指标规定较为详细,有助于内地工程标准化、模块化和快速化设计,对规范设计文件、缩短设计工期等有较大帮助。

综上所述,对于实际工程项目,设计人员应根据粤港澳大湾区的区域特点,因地制宜地选取几何线形设计参数,在满足香港和内地规范要求的前提下做到安全适用、环境保护、资源节约、经济合理。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国务院. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要[EB/OL]. (2016-03-17)[2024-05-07]. https://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content_5054992.htm.
- [2] 中华人民共和国香港特别行政区. 行政长官2017年施政报告[EB/OL]. (2017-01-18)[2024-05-07]. https://www.policyaddress.gov.hk/2017/sim/policy_ch08.html.
- [3] 中华人民共和国国务院. 中共中央 国务院关于建立更加有效的区域协调发展新机制的意见[EB/OL]. (2018-11-18)[2024-05-07]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2018/content_5350042.htm.
- [4] 中华人民共和国国务院. 粤港澳大湾区发展规划纲要[EB/OL]. (2019-02-18)[2024-05-07]. https://www.gov.cn/zhengce/2019-02/18/content_5366593.htm#1.
- [5] 中华人民共和国国务院. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[EB/OL]. (2021-03-13)[2024-05-07]. https://www.ccdi.gov.cn/toutiao/202103/t20210313_237793.html.
- [6] The government of the Hong Kong Special Administrative Region, Modification of Transport Planning and Design[S].
- [7] CJJ 193—2012, 城市道路路线设计规范[S].
- [8] CJJ 37—2012, 城市道路工程设计规范(2016年版)[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

官方网址:<http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:roadbridgeflood@163.com

