

# 欧洲标准体系下城市道路路线设计探讨

柳旭东<sup>1</sup>, 许磊<sup>2</sup>, 葛胜锦<sup>1</sup>

(1. 中交柏嘉工程技术研究院有限公司, 陕西 西安 710065; 2. 中交第一公路勘察设计研究院有限公司, 陕西 西安 710075)

**摘要:** 欧洲道路建设技术标准规范体系与中国标准规范存在较大差异。文中结合国际工程 EPC 总承包项目科特迪瓦阿比让四桥工程, 探讨欧洲标准体系(法国规范)下城市快速道路(含跨海大桥、枢纽互通立交)路线几何设计的专业技术、方法流程、规范指标的运用方式及注意事项, 供类似国际工程设计施工总承包项目应用参考。

**关键词:** 公路; 城市道路; 路线设计; 欧洲标准(EN); 法国规范(NF)

**中图分类号:** U412.3

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1671-2668(2020)04-0046-04

近年来, 随着国内基建市场的萎缩及“一带一路”的实施, 中国企业陆续走向海外, 拓展国际工程业务市场, 主持或承建了一大批基础设施项目, 如肯尼亚的蒙巴萨—内罗毕标轨铁路、斯里兰卡的科伦坡港口城和汉班托塔港二期工程、中泰铁路、中老铁路、匈塞快速铁路、中巴 KKH 公路、塞内加尔捷斯到图巴高速公路及正在建设中的科特迪瓦阿比让四桥、巴拿马运河四桥等。这些项目大多采用欧洲标准或美国标准建设, 以“设计—采购—施工”总承包(EPC)模式实施, 其依据的技术标准规范体系与中国标准规范存在较大差异, 尤其是欧洲标准(以法国规范为主), 无论是在专业技术要求还是工作方法与管理流程方面都存在较大差异。

科特迪瓦阿比让四桥位于科特迪瓦的经济首都阿比让市, 是连接约普贡和普拉多地区的沿海城市结构性干道项目, 采用欧洲标准(法国规范)建设运营。项目全长 7.490 km(不含连接线), 设置 4 处环形立体交叉(类似于国内的菱形互通, 地面采用环形交叉口)、1 处部分互通式立体交叉, 主体控制性工程为跨越 Banco 湾的主桥(采用 7×90 m 预应力砼变截面连续箱梁), 是科特迪瓦已建成和在建的最大工程总承包项目。该文结合该项目, 探讨欧洲标准(法国规范)体系下城市快速道路路线几何设计技术方法、专业流程要求及规范指标的运用方式。

## 1 城市道路分类

法国规范中, 根据即将建设的道路所要达到的目标, 将城市道路分成具有高速公路特征的城市快速道路(A 型道路)和其他城市快速道路(U 型道路)两类。

### 1.1 A 型道路

A 型道路的特点及所要达到的主要要求如下:

1) 过境运输相对重要; 2) 可融入高速公路的某条线路, 在几何构造与服务质量方面与高速公路具有相当特征; 3) 道路与所在地之间相互关系不甚密切。达到以上要求的道路, 其设计速度一般为 100 km/h, 称之为 A100 型道路。

A 型道路有时也具有以下特点: 1) 不同区域之间的交换型运输与当地短途运输占相当大比例, 交通量较大; 2) 交叉口出现频率较高。具有以上特点的道路, 其设计速度一般为 80 km/h, 称之为 A80 型道路。

需注意的是, A 型道路的交叉均采用立体交叉。

### 1.2 U 型道路

U 型道路的特点及所要达到的主要要求如下:

1) 与某一高度城市化的区域或即将城市化的区域之间存在功能性联系; 2) 短距离不同区域间的交换型运输占主导地位; 3) 交叉口较多, 可保证来往车辆的通畅性; 4) 力求使道路用地方案与车行道、人行道、公交站点的布局设计融为一体。

U 型道路的尺寸按照 80 或 60 km/h 的设计速度确定, 具体选择 80 km/h 还是 60 km/h, 则需结合其他目标综合考虑。如当限制因素的影响不是非常大或中距离运输比本地短距离运输更重要时, 可将设计速度定为 60 km/h。以上两种不同时速的道路分别称为 U80 型、U60 型道路。

需注意的是, U 型道路一般情况下采用平面交叉, 某些特定情况下也可采用立体交叉。同时在进行 U 型道路几何设计时, 不能使其具备高速公路的外观, 因为这样会导致车速变快, 增加行车风险。

## 2 应用实例分析

阿比让四桥起点位于约普贡西边的 Termina-lia 街,由西向东依次经过主(Principal)大道、K9、M48 及 K78 公路后,设置一条长约 1 394 m 的高架桥跨过 Banco 潟湖、和平大道、西部大道及现有铁路,然后通过现有 Reboul 大街轴线连接至终点的 Indénié 立交桥,路线主线全长约 7.490 km。

### 2.1 道路平面设计

道路平面由直线、圆曲线、回旋线三要素组成。平面线形旨在保障较好的安全性和舒适性,并与地形、景观、环境等相协调。城市道路不同于公路,其对平面指标的要求较低。

#### 2.1.1 A 型道路

A 型道路半径及超高的选取见表 1。对于长度界于最小半径与超高最小时的半径之间的平面半径,超高值根据线性插值法确定;对于长度界于超高最小时的半径与无超高时的半径之间的平面半径,超高值定为+2.5%。

表 1 法国规范中 A 型道路半径及超高

道路类型	无超高时的半径(超高 $\delta = -2.5\%$ )/m	超高最小时的半径(超高 $\delta = 2.5\%$ )/m	最小半径(超高 $\delta = 5\%$ )/m
A80	400	300	240
A100	800	500	425

表 3 中国公路圆曲线最小半径

设计速度/ (km · h <sup>-1</sup> )	圆曲线最小半径 (一般值)/m	圆曲线最小半径(极限值)/m			
		$i_{\max} = 4\%$	$i_{\max} = 6\%$	$i_{\max} = 8\%$	$i_{\max} = 10\%$
120	1 000	810	710	650	570
100	700	500	440	400	360
80	400	300	270	250	220
60	200	150	135	125	115

注:“一般值”为正常情况下采用的值;“极限值”为条件受限时可采用的值; $i_{\max}$ 为采用的最大超高值。

#### 2.1.4 阿比让四桥路线平面设计

阿比让四桥项目全线共设置 8 处曲线,PK5.66 之前采用 A80 型设计基准,最小半径  $R=400$  m,无需设置缓和曲线;PK5.66 之后采用 U60 型设计基准,最小半径  $R=300$  m,无需设置缓和曲线。路线平面指标的选取见表 4。

## 3 纵断面设计

法国规范 ICTAVRU CERTU—2009《城市快

按照最低标准计算的曲线,不得有绝对的隔离点。平面与环境的条件应使车辆在该曲线上行驶时能达到适当的速度。

为使道路在弯曲处达到要求,使用户在到达该路段之前能有充分准备,同时使超高逐渐变化以保持驾驶的稳定和舒适,对于半径长度小于无超高时的半径的弯道配备衔接路段,即回旋曲线。其长度  $L$  为以下二者中的较大者:

$$L = 14(\delta_1 - \delta_0)$$

$$L = R/9$$

式中: $\delta_1$ 为初始坡度, $\delta_0$ 为曲线的超高,按照代数方法确定; $R$ 为最小半径。

如果遵守了该规则却导致严重约束,在半径较小的情况下可进行适当调整。

#### 2.1.2 U 型道路

在 U 型道路上,如果圆曲线半径较大,则路面不需要向弯内倾斜,此时路面倾斜度根据排水要求而定。U 型道路半径及超高的选取见表 2。如果路旁有障碍物或接近十字路口,为保证视距条件,半径长度一般不得小于无超高时的正常半径。

表 2 法国规范中 U 型道路半径及超高

道路类型	无超高时的正常半径/m	最小半径/m
U60	200	120
U80	400	240

#### 2.1.3 中国公路圆曲线最小半径(见表 3)

速道路设计技术条件指令》对城市快速道路纵断面设计的规定较简单,设计时可参考其他法国公路规范共同确定。

### 3.1 坡度与坡长

任何斜面与坡道的平均倾斜度(坡度)都不得高于表 5 中的  $\pi$  值。某些路段的倾斜度允许有所偏高,但该路段的长度需在 30 m 以内,且倾斜度最大不得大于  $1.5\pi$ 。同时 U 型道路十字路口附近的倾斜度不宜高于 3%。

表4 阿比让四桥项目的平面设计指标

路段	路线长度/ km	设计基准 类型	设计速度/ ( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ )	曲线数量/ 个	圆曲线及回旋 曲线总长/km	最小圆曲线 半径/m	最大直线 长度/m	最小直线 长度/m
PK0+000— PK5+663.452	5.663	A80	80	4	0.722	400	2 843.998	240.796
PK5+663.452— PK7+490.441	1.827	U60	60	4	0.546	300	442.935	84.934

表5 法国规范中斜面与坡道的平均倾斜度

道路类型	平均倾斜度 $\pi/\%$
U60	6
U80, A80	6
A100	5

另外,为保证水流(一部分是道路上的,另一部分是纵向排水沟中的)能顺利排出,建议采纳如下纵向倾斜度:1)道路上的横向斜坡度(横坡)低于

0.5%时,纵向倾斜度最小不得低于0.5%;2)有路垫的较长路段采用至少0.2%的纵向倾斜度,使纵向排水工程不至于在上游一侧深入土壤的厚度太深;3)预备填土的路段采用至少0.2%的纵向倾斜度,以便于水流排放。

中国公路最大纵坡、最小坡长和最大纵坡坡长的相关规定见表6。

表6 中国公路的最大纵坡、最小坡长和最大纵坡坡长

设计速度/ ( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ )	最大纵坡/%	最小坡长/m	不同纵坡(%)下的坡长/%			
			3	4	5	6
120	3	300	900	700	—	—
100	4	250	1 000	800	600	—
80	5	200	1 100	900	700	500
60	6	150	1 200	1 000	800	600

### 3.2 纵断面半径

(1)凸形竖曲线。凸形竖曲线半径对视距与舒适度(垂直加速)均有影响,而视距对凸形竖曲线半径更具决定意义。法国规范中凸形竖曲线半径的取值见表7。接近十字路口或有车道分离或并入时,凸形竖曲线半径需大于表7中的正常半径。

表7 法国规范中凸形竖曲线半径

道路类型	一般半径/m	最小半径/m
U60	2 500	1 500
U80, A80	6 000	3 000
A100	10 000	6 000

注:一般半径为无特别限制因素时的最小值。

(2)凹形竖曲线。凹形竖曲线半径主要决定道路舒适度。法国规范中凹形竖曲线半径的极限值见表8。

表8 法国规范中凹形竖曲线半径的极限值

道路类型	一般半径/m	最小半径/m
U60	1 500	800
U80, A80	2 000	1 000
A100	3 000	1 500

(3)中国公路竖曲线半径见表9。

表9 中国公路的竖曲线半径

设计速度/ ( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ )	凸形竖曲线半径/m		凹形竖曲线半径/m	
	一般值	极限值	一般值	极限值
120	17 000	11 000	6 000	4 000
100	10 000	6 500	4 500	3 000
80	4 500	3 000	3 000	2 000
60	2 000	1 400	1 500	1 000

### 3.3 阿比让四桥项目的纵断面设计

阿比让四桥项目的纵断面设计指标见表10。其中:除K9与M48环岛中间的0.18%纵坡外,PK0+000—PK5+663.452段的纵面设计指标满足法国规范要求。该段位于直线段,路拱横坡为2.5%,完全满足路面排水需求。因此,其纵坡小于规范要求的0.5%可以理解并接受。除与Reboul大街连接处的最大纵坡(7.91%)外,PK5+663.452—PK7+490.441段纵面设计指标满足法国规范ICTAVRU CERTU—2009中的推荐值。与Reboul大街连接处的纵坡在Reboul大街与Indénie立交桥靠近的地方,与现有旧路路线参数一致,若进行调整,会影响Indénie立交桥,且需修建超过250m的支挡。

表 10 阿比让四桥项目的纵断面设计指标

路段	路线长	变坡点	竖曲线	最大坡	最小坡	最小凸形	最小凹形
	度/km	个数/个	总长/km	度/°	度/°	竖曲线/m	竖曲线/m
PK0+000—PK5+663.452	5.663	16	2.323	6.00	0.18	3 000	2 000
PK5+663.452—PK7+490.441	1.827	7	0.796	7.91	0.50	1 500	1 500

4 平面与纵断面的协调

道路线形设计除应符合行驶力学要求外,还应考虑用路者的视觉、心理与生理方面的要求,以提高汽车行驶安全性、舒适性和经济性。因此,应加强平面线形与纵断面线形的协调配合。

不同于中国规范要求的“平包竖”,欧洲标准(法国规范)对平、纵线形组合的要求如下:

(1) 尽量使平面曲线和纵断面曲线重合,同时遵守平面半径和竖曲线半径之间的固定比率(例如保证垂直半径大于水平半径的 6 倍)。

(2) 避免曲线的缓坡起始段(小于 300 m)位于纵剖面高位点之上,因为这样会导致驾驶员对转弯

的预知感下降。

(3) 避免将十字路口或进口定位在高位点、曲线上或能见度低的区域。

5 横断面设计

欧洲标准(法国规范)中道路横断面组成与中国道路横断面相似,包含行车道、硬路肩、土路肩等。阿比让四桥 PK0+000—PK5+663.452 段采用双向六车道高速公路标准,设计速度 80 km/h;PK5+663.452—PK7+490.441 段采用双向四车道公路标准,设计速度 60 km/h。因兼顾城市道路功能,其横断面组成还包括人行道。A 型、U 型标准横断面组成(见图 1、图 2)相同,只是行车道数量略有差异。

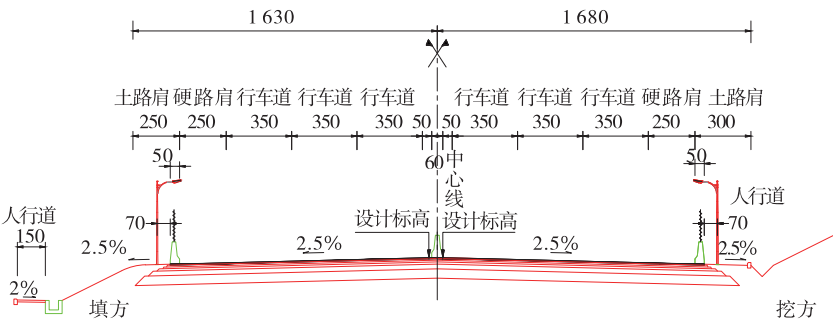


图 1 A 型道路标准横断面(单位:cm)

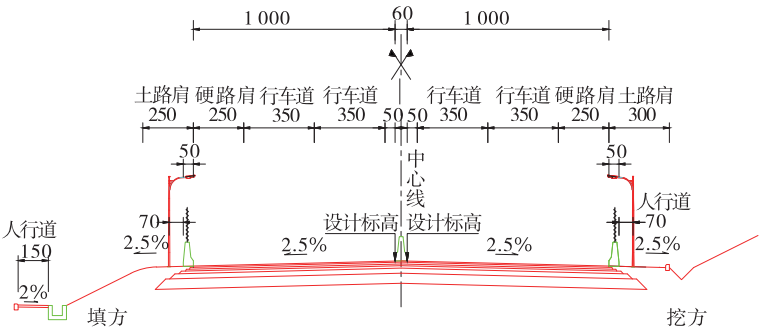


图 2 U 型道路标准横断面(单位:cm)

6 结语

在全球化进程不断加快的今天,随着“一带一路”倡议的推进和国际工程项目的日渐增多,国内的

勘测设计企业在这些项目中与世界各国的优秀咨询公司进行面对面交锋,给国内工程技术人员提出了更高的挑战和要求,要求其在熟练掌握国内标准规

(下转第 74 页)