

山地丘陵城市化工园区竖向规划研究

田 涛

(中国城市规划设计研究院西部分院, 四川 成都 610095)

摘 要: 竖向规划是控规层面专项支撑, 是山地丘陵城市实施性规划基础。从山地丘陵城市的特征出发, 提出化工园区竖向规划的原则和策略, 从道路竖向规划、场地竖向规划、排水规划和土石方平衡四个方面对山地丘陵城市化工园区竖向规划的方法进行分析和研究, 并对竖向规划过程中需注意的要点进行梳理和归纳。以期在园区近期建设时, 直接指导项目施工图设计, 切实减少土石方外运, 最大限度实现土石方平衡, 降低政府投资。

关键词: 山地丘陵; 竖向规划; 排水防涝; 土石方平衡; 化工园区

中图分类号: U412

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2025)09-0146-05

Research on Vertical Planning of Chemical Industry Park in Mountainous and Hilly Cities

TIAN Tao

(China Academy of Urban Planning and Design Western Branch, Chengdu 610095, China)

Abstract: Vertical planning is the special support of the control and regulation level and is the basis of the implementation planning of mountainous and hilly cities. Based on the characteristics of mountainous and hilly cities, the principles and strategies of vertical planning of chemical parks are put forward. The vertical planning methods of chemical parks in mountainous and hilly cities are analyzed and studied from four aspects of vertical planning of roads, vertical planning of sites, drainage planning and earthwork balance, and the essentials for attention in the vertical planning process are sorted out and summarized. In the recent construction of the park, it is expected to directly guide the design of project construction drawings, effectively reduce the external transportation of earthwork, maximize the earthwork balance and reduce the government investment.

Keywords: mountains and hills; vertical planning; drainage and waterlogging prevention; earthwork balance; chemical industry park

0 引言

山地丘陵城市化工园区建设具有地形复杂、生态敏感、基础设施建设难度大等特征。由于地形起伏, 场地平整工作量大, 需要对不同高差的地块进行合理平整, 在坡度较大的地区, 可以采用台阶式布局, 以满足化工生产装置对场地的要求。修建道路需要克服较大的高差, 道路坡度和弯道较多, 道路的选线需要考虑山体的稳定性和地质灾害的影响。在园区规划布局时, 要充分考虑地形因素, 结合工厂生产工艺流程、原料/产品运输方式及路线^[1], 合理利用地势, 依山就势进行场地和道路竖向规划, 避免大填大挖, 减少对原始地形地貌的破坏。

本文以遂潼之心天然气产业园区控制性详细规划中的竖向规划为例, 梳理并总结山地丘陵城市化工园区道路及场地竖向规划的技术要点, 以期对同类型的规划能起到一定的借鉴作用。

1 现状及规划情况

遂潼之心天然气产业园区位于四川省遂宁市安居区与重庆市潼南区交界地带, 产业园区规划面积5.41 km² (遂宁3.1 km²、潼南2.31 km²), 其中开发边界内规划面积3.36 km²。园区以天然气精细化工为主导产业, 配套发展天然气清洁能源、新材料等产业, 协力打造遂潼天然气产业集群, 打造成渝地区重要的天然气化工及综合利用基地。

1.1 地形地貌

遂潼之心天然气产业园区地处丘陵斜坡及坡间沟谷区域, 为丘陵剥蚀及山麓斜坡堆积地貌, 东、南、

收稿日期: 2025-04-25

作者简介: 田涛(1989—), 男, 硕士, 工程师, 从事城市交通规划、交通工程设计工作。

西、北四侧为自然坡体,西高东低,海拔高度 261 ~ 347 m,高差约 86 m,坡体坡度一般为 5° ~ 25°。

1.2 道路交通

现状较重要的外部交通廊道主要为遂渝高速和 G246,这些交通设施由于等级较高,在进行城市开发建设及道路与场地竖向规划中对重要交通通道要充分进行衔接,内部道路主要有 X060、X061 以及大部分村道。

1.3 建设用地

遂潼之心天然气产业园区北侧仅有已建成龙王庙集气总站,东侧 2 km 为磨溪镇,规划范围内场地均未建设,现状规划区内分布有大量天然气管线以及气井等重要市政廊道,根据政府相关计划,规划范围内大部分天然气管线将迁出主要建设区,减少对用地开发和道路建设影响。

1.4 道路交通规划

园区规划形成“四纵六横”的路网结构。其中,“四纵”自东向西依次为现状国道 G246、规划纵一路、纵二路、纵三路;“六横”自北向南依次为规划横一路、横二路、横三路、横四路、横五路,以及现状改建的白马路。

2 规划原则与策略

2.1 规划原则

(1)安全性:综合竖向及排水规划应充分考虑城市防洪排涝要求,从竖向上保障道路及场地的使用安全。

(2)生态性:综合竖向及排水规划应充分考虑生态文明城市的建设,强调对现有自然山体、水体和重要生态风景林木的尊重和保护,注重生态本底,尊重自然,维护生态环境,贯彻落实低影响开发、绿色、低碳的工程规划理念。

(3)系统性:综合竖向及排水规划应从系统层面整体把握城市竖向,合理协调道路场地、市政管线之间的竖向衔接,综合考虑土地利用、道路交通、防洪排水、景观风貌、市政管线和实施条件等因素,多专业协调互动^[2]。

(4)可实施性:综合竖向及排水规划应符合建设现状需求,方便管理,易于管理,具有可实施性,准确掌握现状市政管网、场地地形、河流水系控制标高等工程因素,满足城市工程规划的规范要求,符合核心区的实际需要,易于实施、造价经济^[2]。

2.2 规划策略

2.2.1 因地制宜场地整理

化工企业建设用地竖向布置形式一般分为平坡式、台阶式和混合式布置形式,其中场地自然坡度不超过 2% 时宜采用平坡式布置,场地自然坡度超过 2% 时宜采用台阶式或混合式布置形式^[3]。

遂潼之心天然气产业园区现状地形高差约 60 m,若整体大平场,填挖方工程量极大,山体将产生大的放坡,沟谷也将产生高填方。《化工园区开发建设导则》指出,自然地形坡度较大的园区,不同街区可采用梯田式的差异标高,并根据需要在街区边界局部设置护坡或挡土墙,结合类似化工园区案例分析,在满足企业产业空间布局及工艺需要下,利用地形特征,采用分台平场策略。

地形地貌特征与遂潼之心相似的白涛化工园区是重庆三大化工园区之一,是典型山地丘陵城市。由于地形起伏较大,整个园区结合地形布局台地,台地高差约 4 ~ 5 m;台地之间,可以通过边坡-挡土墙方式连接,也可通过边坡-道路-边坡形式连接(见图 1)。

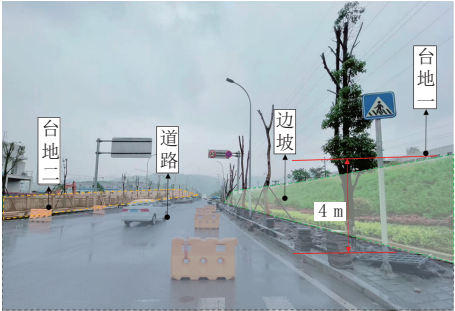


图 1 台地之间边坡-道路-边坡连接

园区内存在部分市政道路高于场地 10 m 左右,道路与场地之间通过放坡和挡土墙处理(见图 2);由于高差较大,场地无法直接衔接道路,通过内部道路延伸降低高差,达到场地开设出入口条件。

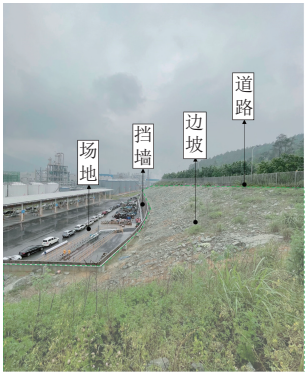


图 2 场地与道路之间存在较大高差

2.2.2 防洪排涝和边坡防护安全

(1)防洪排涝需求

充分对接防洪规划,保障所有道路与场地均能满足防洪要求,保障道路及城市用地高于防洪水位标高0.5 m以上(无防洪堤),特别是建设用地选取集中于河谷地带时,确保城市防洪排涝安全^[4]。

(2)排水需求

保障道路与场地排水通畅,从而保障用地安全,道路坡度应满足排水需要。强调对保留区域与开发区域的协调,对保留区域,应重视排水通道的预留,对开发区域,应重视道路与场地排水之间的协调。

(3)防护需求

在园区开发过程中,尽量减少大填大挖,预留边坡放坡条件,为后期道路及场地建设预留足够防护空间。

2.2.3 土方经济合理

在规划阶段对地块土石方工程量进行估算,有两个方面的作用,一是掌握场地平整的难度和代价,了解道路竖向和场地竖向规划的合理性;二是为道路及场地方案调整优化提供参考^[5]。因此,在方案过程中,应将土方计算及平衡贯穿于全过程,进而确定以土方平衡为基本导向的竖向和平面方案。

3 竖向规划

3.1 道路竖向规划

3.1.1 道路竖向规划指标

道路竖向规划包括确定道路重要交叉节点和变坡点的竖向标高,特征节点之间的道路坡度、坡长、坡向等要素,为道路工程设计和地块竖向方案提供规划条件和设计指引。

规划道路坡度为特征标高点之间的平均纵坡。依据《城市道路工程设计规范》(CJJ 37—2012)和《化工园区开发建设导则》(GB/T 42078—2022),考虑不同组团地形特征差异,合理控制不同等级、不同设计速度的道路纵坡坡度。各级道路最小纵坡应能满足雨水的排放,本规划按照最小坡度0.3%予以控制。

道路坡长结合《城市道路工程设计规范》(CJJ 37—2012)和《城市道路路线设计规范》(CJJ 193—2012)等规范要求,满足不同等级、不同设计速度的道路的最小和最大坡长要求。

3.1.2 道路平面优化

在控制性详细规划路网的基础上,通过现场踏勘调研,结合1:10 000、1:500实测地形图、卫星图片等资料,与防洪要求和水系规划充分互动,尊重自然生态环境,并注重减少拆迁,避开不良地质工程地段或其他重要基础设施综合确定道路的平面线位^[6]。

道路平面规划还应与现状高速公路、现状城镇道路、高压走廊等重大设施充分衔接,与水系、现状桥涵充分协调,满足防洪、安全防护距离、净空等要求。同时考虑各方对土地使用的意见与建议,以及城市景观塑造方面的要求^[6]。

3.1.3 道路竖向规划要点

重点协调与重大基础设施的竖向关系,注重衔接现状建设、契合现状地形,满足城市雨污水排放格局,合理确定主、次、支路道路交叉点及重要变坡点的控制点标高和道路坡度、坡向、坡长等控制信息。确定道路、铁路、桥梁等上跨下穿关系及控制点标高。

3.1.4 道路竖向规划方案

根据以上多方面的道路竖向控制协调要求,制定规划范围内道路竖向详细规划方案,明确各道路交叉口控制点标高,同时对坡度、坡向等具体要素进行表达。

开发边界内园区干路坡度总体较为平缓,控制在3%以内,支路横一路地形高差大,但最大坡度为3.45%;开发边界外90%道路纵坡控制在3%以内,局部环路向南衔接白马路坡度较大,为3.95%,见图3。

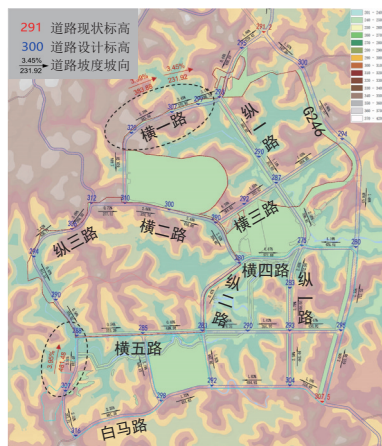


图3 园区道路竖向规划方案

3.2 场地竖向规划

3.2.1 场地竖向规划指标

根据遂潼之心地形地貌特点和《城乡建设用地竖向规划规范》要求,确定各类用地一般情况下坡度指标如下:工业及仓储用地、集中商业、公共设施用地一般取值不大于4%;停车场、客运站等交通场站一般取值不大于3%;居住用地一般取值不大于5%。

3.2.2 场地竖向规划要点

场地竖向规划注重以下4个规划要点:一是对接排水防涝规划,场地设计标高满足排水防涝要求,保证场地排水安全;二是注重道路与场地竖向合理衔

接,利于场地后期使用;三是科学合理利用现状地形,实现开发与保护相互协调;四是尽量减少场地开发产生土石方,强调场地开发经济合理衔接方案。

3.2.3 场地竖向规划方案

地块竖向规划主要有设计等高线法、断面法、设计标高法等方法^[5]。一般来说规划阶段场地竖向设计多采用设计标高法或设计等高线法,设计标高法较适用于山地地区竖向规划,本规划采用设计标高法进行方案规划。

产业园区中 1 号组团(久泰一期)场地划分为 5 个台地:①(标高 305~313 m)、②(标高 289~311 m)、③(标高 283~302 m)、④(标高 284~301 m)、⑤(标高 296~306 m),见图 4。台地进深约在 220~400 m,能够适应化工园区各功能组团布局;台地高差 3~5 m,间距约 12 m,满足放坡要求;场地坡度 0.5%~2.8%,较为平缓;场地排水中①、②、③、④大部分地块自西向东,④少部分、⑤地块自东向西;台地之间可增加内部道路,便于台地之间联系及场地排水。

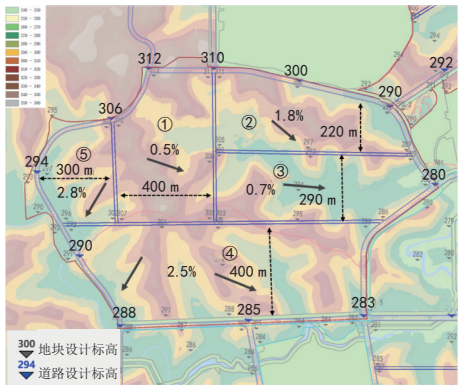


图 4 久泰一期场地竖向规划方案

产业园区中 2 号组团(现状 G246 两侧)横三路北 2 个地块共划分为 6 个台地:①(标高 299~315 m)、②(标高 293~310 m)、③(标高 293~304 m)、④(标高 287.5~297 m)、⑤(标高 291~301 m)、⑥(标高 288~300 m),横三路南侧地块尺度较小,整体进行大平场,见图 5。台地进深约在 190~500 m,能够适应化工园区各功能组团布局;台地高差 3~4 m,间距 12 m,满足放坡要求;场地坡度 0.5%~1.7%,场地平缓;场地排水两侧地块向纵一路汇水后,自北向南进入污水处理厂。

产业园区中 3 号组团(开发边界外)根据河流水系分割,对生鲶河南侧地形高差较大地块进行分台平场。生鲶河南侧地块基本划分为 2 个台地,台地进深约在 200~380 m,能够适应化工园区各功能组团布局,见图 6;场地坡度 1.4%~2.3%,场地平缓;场地排水方面在生鲶河两侧地块,沿河布局截污干管,统一

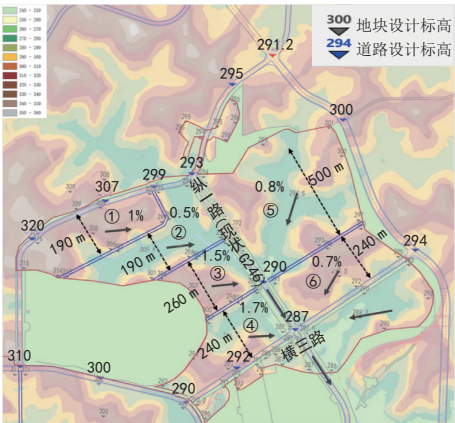


图 5 现状 G246 两侧用地场地竖向规划方案

收集至污水处理厂,其余地块沿道路市政管网排放。

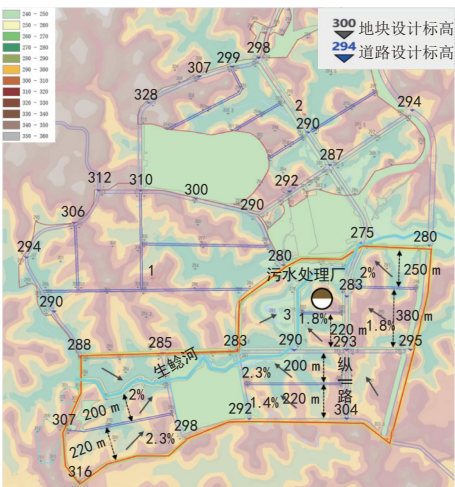


图 6 园区开发边界外场地竖向规划方案

3.3 排水防涝规划

3.3.1 规划原则

根据《化工园区开发建设导则》,设计重现期应不低于 100 a,同时《琼江干流安居区防洪总体规划》指出本区域按 10 a 一遇洪水标准设计执行,市政雨水管按 2~3 a 一遇设计。因此,遂潼之心天然气产业园区按 100 a 一遇防洪标准。此外,道路及场地应高于防洪水位标高 0.5 m 以上,保障用地安全,综合考量桥梁、涵洞结构厚度和安全,桥梁宜高于洪水位 3.5 m 以上。

3.3.2 防洪安全规划

园区南侧生鲶河穿过规划范围,由于原方案中,河道规划标高高于现状河道标高约 20 m,不利于自然排水,造价较大,本次规划对该条河道走向进行局部优化,适当降低标高,在保障用地相对完整的前提下,尽量减少土方工程。建议沿河道两岸设置防洪堤,并新增 3 座跨河桥梁,规划桥梁设计标高均高于现状河岸 10 m 以上。

3.3.3 防洪排涝措施

在主汛期由于强降雨可能会使园区形成局部内涝,园区排涝工程系统主要由道路两侧排水沟及泵站等组成,因此,园区在开发建设过程中,一定要按照雨水排除规划的要求同步建设雨水排除和污水管道管网,实现雨污分流。排涝设施需满足极端天气和事故状态下的排水需求,园区内部排涝工程,采取分片治理的措施,根据片区排水情况采取疏通排水通道,增设控制建筑物和抽排泵站等工程措施,提高排涝能力。

3.4 土石方平衡及调配

3.4.1 总体思路

由于遂潼之心天然气产业园区均为工业用地,按照整体平场区域进行计算,土方计算主要包括道路土方、场地整理土方两部分。土方平衡应按照就近原则,遵循用地内部平衡、土方单元平衡(分区平衡)、规划区总体平衡(大区平衡)顺序,降低土方运输距离及调配成本,分区平衡剩余量进行大区平衡,大区平衡后多余土方直接进入取、弃土场。

3.4.2 土方平衡单元划分

划分为3个土方单元,即单元1、单元2和单元3。单元1范围为久泰一期、单元2为现状G246两侧用地,这两个单元均在开发边界内,应实现内部平衡,保障近期建设实施。单元3在开发边界外,控规研究范围内,可作为开发边界内单元的土方调配单元,尽量实现内部平衡。

3.4.3 土方计算及平衡

根据道路、场地竖向规划方案,采用方格网计算方法计算道路与场地挖填体积,计算格网间距取值为 $20\text{ m}\times 20\text{ m}$,计算软件采用国内工程项目土方计算使用最为广泛的“鸿业土方9.0”。

根据《城乡建设用地竖向规划规范》(CJJ 83—2016),要求土方平衡时应采用相同状态的土,本次规划以回填压实状态的土作为平衡基础,即保证计算中填方体积为基准,挖方体积乘以最后松散系数进行换算,进而进行土方平衡。根据工程实践,各地地质情况一般差距较大,即使同一地区,松散系数也存在较大差异,难以在规划层面合理确定具体取值,结合部分遂潼之心相关地质资料,采用川渝地区经验值,“最后松散系数”取值为1.15。

遂潼之心天然气产业园区(单元1、单元2、单元3)松散后总挖方 $2\,945.41\text{万 m}^3$,总填方 $2\,947.10\text{万 m}^3$,缺方 1.69万 m^3 ,总体平衡系数为0.03%,满足规范

浅、中丘地区不大于15%的要求,实现土方平衡。

3.4.4 土方调配

土石方调配方案优先采用各个单元区内调配,其次为各个分区之间的调配,再次利用选址弃土场进行多余土石方调配。

产业园区3个土方单元,即单元1、单元2、单元3平衡系数远小于7%,均已实现土方内部平衡,单元1余方 0.44万 m^3 ,可就近调配至单元3。园区总缺方 1.69万 m^3 ,可少量满足G247改线建设弃土需要,规划3处低洼区域,可作为G247改线建设弃土场,同时应完善该区域征地手续,见图7。

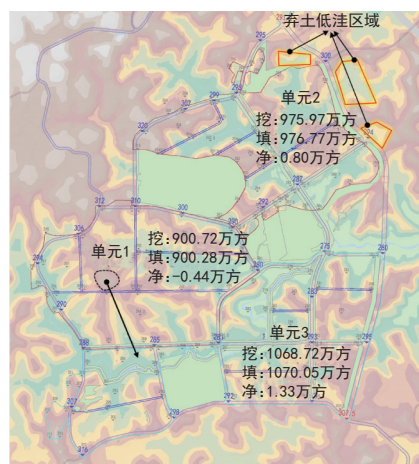


图7 园区土方匡算及调配示意图

4 结 语

山地丘陵城市道路与场地竖向规划综合考虑地形地貌、排水、景观风貌、道路指标控制、土石方挖填平衡等要素,形成一张直接指导施工图设计的竖向底板,结合控规平面管控,最终实现平纵全要素管控。遂潼之心天然气产业园区竖向规划与控制性详细规划同步开展,保障了近期重大项目落地,通过道路平面线形优化和因地制宜场地整理,切实减少土石方工程量,降低政府投资。

参考文献:

- [1] 顾巍冬.石化厂区在山地条件下的总图竖向设计思考[J].化工设计通讯,2021,47(10):34-35.
- [2] 钟远岳,朱乃轩,吕绛.城市竖向系统研究与规划运用[C]//中国城市规划学会工程规划专业委员会.城市基础设施生命线安全韧性——2023年工程规划学术研讨会论文集,2023.
- [3] 王志军.复杂地形化工园区控制性详细规划中路网及竖向规划研究[J].化学工业,2019,37(2):49-54.
- [4] 张洋,陈泽生,王洋.山地城市控规层面道路竖向规划探析[J].交通世界,2024(20):1-4.
- [5] 刘小连.山地城市道路与场地竖向规划研究[D].重庆:重庆交通大学,2009.
- [6] 付青松,陈丽娟.山地城市道路及场地竖向规划研究——以毕节市中心城区为例[J].黑龙江交通科技,2019,42(1):4-6.