

总图竖向设计在工程设计中的实践应用

马应应

中蓝长化工程科技有限公司 湖南 长沙 410116

摘要: 竖向设计是总图规划的重要组成部分,它与总平面图布置有机组合、不可分割。目前总图行业内更多的还是一些竖向设计的原则、方法,本文通过对多个工程实践中具体竖向设计案例的分析,并对竖向设计思路进行归纳、分析以及提炼,给出入行的设计人员、在校学生一个更加直接的感官感受,提升竖向设计在实际工程中的质量。

关键词: 总图; 竖向设计; 工程建设; 实践应用

1 引言

竖向设计,是总图规划的重要有机组成部分。在具体的工程设计工作中,竖向设计和总平面布置两者同时设计、同时施工,有机结合、不可分割。一个科学合理经济的总图规划,不仅取决于总平面布置,竖向规划亦不可或缺。在某些地形地貌、水文地质情况复杂,或工艺流程对竖向设计有强烈依赖的工程中,竖向设计甚至会起主导作用,反过来要求总平面布置进行调整,以配合竖向设计,达到经济合理,加快施工建设进度的目的。

2 竖向设计

2.1 竖向设计的概述

工业场地的自然地形往往都是起伏不平的,很难满足总图规划中各种构筑物、交通运输线路和场地排水的竖向设计要求。因此,工业场地的自然地形就必须根据竖向设计要求进行改造整平,一般分为粗平和细平两个阶段。

2.2 竖向设计的一般要求

2.2.1 满足生产工艺对高程的要求

不同生产工艺对场地高程的要求都不相同,如选矿厂,为了便于物料的输送,将各级生产装置最好是布置在坡地上,并采用阶梯式布置;钢铁加工厂,由于工艺要求场地坡度小,因此场地竖向设计的高差就要小;而在某些大型现代化企业,为了标准化装配、生产、建设,全厂会采用同一个设计标高。

2.2.2 适应厂内外运输和装卸作业对高程的要求

运输连接各个生产车间、仓储设施、公用工程,工业场地标高的确定,应考虑到厂内外铁路、道路的接点标高、纵坡的要求。工业场地标高受铁路线路纵坡的制约很大,但当采用汽车运输、带式运输和其它机械运输时,相邻台阶或构筑物间可采取较大的高差。

结合自然地势,利用地形高差,采用经济合理的装卸方式。如高站台、低货位,高架卸车线,滑溜槽,半

壁料仓,铁路站台,汽车站台,凹槽站台,卸货栈桥等,使物料自高而下,可以降低运输能耗,节约用地。

2.2.3 满足安全要求

竖向设计应采用安全的设计标高以及排雨水方式,使工业场地不被洪水、潮水、内涝水淹没。

2.2.4 节约土石方工程量

利用自然地形,合理地确定场地及构筑物的设计标高,节约土石方工程量,并使填、挖方接近平衡,不但可减少投资,而且可加快建设进度,对山区建厂,更为重要。

2.2.5 符合地形和地质条件

平坦地区构筑物布置宜与地形等高线稍成角度,以利场地排水;山坡地区,构筑物纵轴宜顺等高线布置,以减少土方和基础深度,便于运输联系;避免贴山过近,以减少削坡工程量土方、支护工程。

构筑物应布置在地质良好地段,避开不良地质地段;对地下水位高的地段,尽可能避免;当构筑物有大量地下工程时,可利用厂区低洼地。

2.2.6 考虑建、构筑物基础埋设深度要求

确定填土深度时,应考虑构筑物基础埋设深度,不应填土过高而增加基础施工工程量。

2.3 竖向设计的形式

竖向设计的形式指工业场地各主要设计整平面之间的连接方法,通常分为平坡式、台阶式和混合式三种。工程实际中,使用较多的是平坡式和混合式。

3 竖向设计在工程中的应用

理论指导实践,实践作用于理论。竖向设计的设计原则及要求相对比较简单,如何将纸上的内容灵活运用到每一个独一无二的具体工程上,才是真正考验一名总图专业设计人员的能力。本文以竖向设计为出发点,以工程设计进度为轴,结合多个工程中遇到的典型真实案例,使大家对竖向设计拥有更直观的感受,增强对竖

向设计的实践应用^[1]。

3.1 上位规划竖向设计

随着“化工企业进区入园”政策的落地，很多工程在开始总图规划工作的时候，建设用地内就已完成了“三通一平”，甚至是“五通一平”。地块内的场平工作、地块四周的园区道路都已经完成。此时，场平标高或许还可以进行微调，但是厂外道路接点标高则不可以再调整。

但是，我们还是会碰到场平、园区道路都处在规划/设计阶段，并未完全落地。这个时候，总图设计人员应该积极主动的协助甚至领导建设方和当地的园区规划部门进行沟通，对上位规划的场平设计、园区道路的竖向规划、平面规划提出修改要求。

本文以湖南省郴州市某碳酸锂项目为例。项目伊始，项目组收到的上位规划如图1，西北侧主干道已经完成，其他三侧次干道均为规划道路。北侧道路中部道路标高 $H = 302\text{m}$ 。根据总图规划原则，厂区竖向采用混合式布置，因碳酸锂生产装置、仓储设施体量巨大，竖向上宜布置在一个台阶上，故而将生产装置区、仓储区、公辅区1布置在一个台阶上，采用平坡式布置；办公区布置在一个台阶式，公辅区2布置在一个台阶式。办公区与其他台阶高差达5.0米，厂内道路纵坡较大，日常管理不太方便，员工日常生产、生活环境不太友好。

经过和当地规划部门沟通后，将北侧山头削掉约9米，使北侧道路整体东高西低，中间不出现反坡，其他各道路交汇点设计标高保持不变。场地竖向设计采用平坡式布置，南高北低，各功能分区之间竖向连接顺畅，便于后期生产管理，厂区人文环境友好。

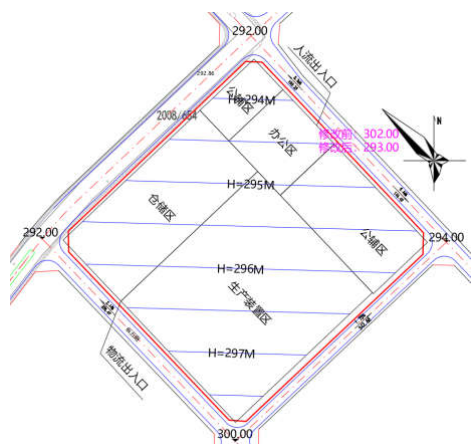


图1 上位规划竖向设计调整后

3.2 联合厂房竖向设计

随着现代化工厂生产水平以及建设水平的相应提高、土地节约的紧迫性，联合厂房、大型厂房、超大型厂房的应用呈逐年增加的趋势。其占地面积基本都在数

万平方米，对内对外的竖向设计水平要求都有了更高的要求。

本文以四川省雅安市某氢氧化锂项目为例。总平面布置将净化车间及其配套的配电室、空压站联合布置，北侧道路为现有道路，南侧地块设计标高比净化车间低约4米，如图2。

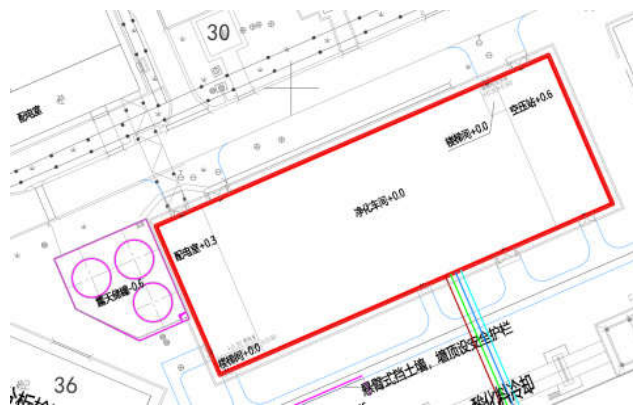


图2 联合厂房竖向设计图

因车间与道路的距离较短，基于降低支护结构工程量的原则，为了保证联合车间对外连接的顺畅，将净化车间室内设计标高确定为 $\pm 0.0\text{m}$ ，空压站室内设计标高确定为 $+0.6\text{m}$ ，配电室室内设计标高确定为 $+0.3\text{m}$ ，露天储罐地坪标高设计为 -0.6m ，同时为了满足对外的连接，将对外连接的两个楼梯间的室内设计标高确定为 $\pm 0.0\text{m}$ 。

3.3 车间出入口竖向设计

车间出入口竖向设计主要涉及出入口方向和位置、车间引道纵坡坡度、外部连接道路纵坡坡度等3个方面。

当上位规划竖向设计、地块内竖向设计布置形式确定之后，首先确定全厂粗平设计标高以及全厂道路控制点（交叉点）设计标高。根据地块粗平设计标高以及不同路段的设计标高，结合各车间对外连接需求，我们需要确定各个车间的设计标高。尤其是有作业车辆频繁进出、物料频繁装卸需求的车间，车间引道（装卸车坪）的宽度以及纵坡设计坡度是我们首先要考虑的问题，本文仅考虑纵坡坡度竖向设计。

根据《厂矿道路设计规范》GBJ22-87可知，车间引道最大纵坡9%，见表1。结合实际使用经验，有槽罐车、货车、叉车、铲车通行的车间引道，纵坡尽量 $\geq 5\%$ ；车辆停靠的路段和硬化场地，纵坡应尽量 $\geq 2\%$ 。

表1 厂内道路最大纵坡

厂内道路类别	主干道	次干道	支道、车间引道
最大纵坡 (%)	6	8	9

本文以江西省宜春市某碳酸锂项目为例。为了缩短

锂渣的运输距离以及节约用地，浸取车间和锂渣库房联合布置，如图3。

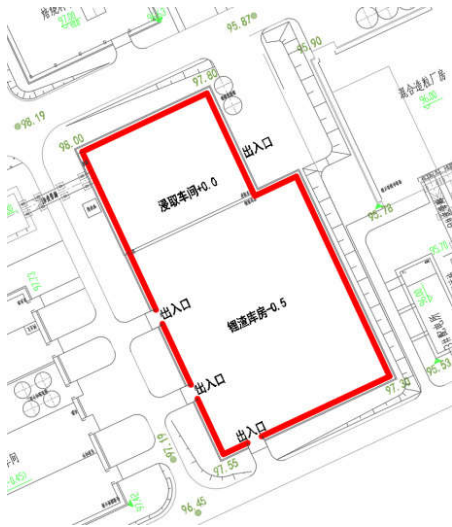


图3 车间出入口竖向设计图

本项目地块原始高差高达40m，经过对上位规划竖向设计的反向调整、厂内竖向设计多方案技术经济比选后，浸取车间及锂渣库房的地块粗平标高比北侧低约1m，比东侧高约2m，比西侧高约0.5m。为了保证车间，尤其是锂渣库房与外部的连接顺畅，首先将浸取车间室内设计标高定位±0.0 m，锂渣库房室内设计标高定位-0.5m，消除了锂渣库房与外部运输道路的一部分高差；其次，在满足工艺、建筑规范要求的前提下，将锂渣库房的大门尽量向西南角靠近，再次消除锂渣库房与外部运输道路的一部分高差；再次，将西侧道路局部抬高，增加了一个变坡点，再次消除锂渣库房与外部运输道路的一部分高差。最终，将锂渣库房的3个出入口的车间引道纵坡控制在6.0%以下。最后，再通过加宽车间引道，加大车间引道与运输道路交点处的转弯半径等其他方式，进一步提高锂渣运输车辆进出货房的便利性、安全性。

除了调整车间室内设计标高、出入口位置、外部道路设计标高之外，在一些高差较大，很难单纯通过优化总图竖向设计来消除高差的地段，还可以考虑通过改变物料装卸方式来消除高差，例如：高站台、低货位，高架卸车线等。

3.4 全厂架空管架竖向设计

全厂架空管架的竖向设计处于竖向设计的中后期阶段。当地坪、厂内道路、建筑物、车间引道、硬化场地等竖向设计已基本全部确定之后，就可以根据这些设施所需要的净空高度，来确定架空管架管底的绝对标高。没有净空高度要求的管架段，一般从美观性、实用性以

及经济性出发，尽量和跨越段设计标高平齐。根据《工业企业总平面设计规范》GB50187-2012可知，架空管线、管架跨越铁路、

表2 架空管线、管架跨越铁路、道路的最小净空高度 (m)

名称	最小净空高度
铁路（从轨顶算起）	5.5，并不小于铁路建筑限界
道路（从路拱算起）	5.0
人行道（从路面算起）	2.5

本文以老挝塔克某钾盐项目为例。全厂电缆桥架长度约900m，跨越了1个路口、1个井口、多个车间引道。为了满足道路的净空要求，以及井口有大件运输的需求，同时考虑到节约成本、方便施工、美观等需求，将全段管架净空设计为H = 5.0m，跨越道路、井口的时候，管架净空设计为H = 6.0m。

3.5 道路路拱竖向设计

道路路面需要考虑排水，又要考虑雨中雨后的行车安全。从横向排水考虑，自然希望拱度越大越好，但拱度过大会给行车安全带来威胁。沥青混凝土、水泥混凝土路面的路拱坡度一般为I = 1.0% ~ 2.0%。厂内道路路面宽度为B = 3.0m ~ 12.0m，根据《公路水泥混凝土路面设计规范》JTGD40中接缝设计要求，纵向接缝的间距（即板宽）宜在B = 3.0 ~ 4.5m范围内选用，一般B = 3.0m ~ 4.5m宽的道路路拱采用单面坡，B = 5.0m ~ 12.0m宽的道路路拱采用双面坡。

本文以老挝某钾盐项目为例。某露天散料堆场西侧设置有一条B = 6.0m的运输道路，根据一般道路路拱设计，需要将道路设置成双面坡。考虑到车辆通行和地面排水，需要在道路与露天堆场之间设置一条盖板明沟。这条盖板明沟对于车辆的通行必然会产生很大的干扰，且因为重车的长期碾压，盖板容易损坏，反过来又影响车辆通行和排水。考虑到该路段较短，将双面坡改为单面坡，如图4。堆场和道路做成一个坡面，东高西低，雨水直接排至道路西侧，仅需要在道路西侧设置一条无盖板明沟，既降低工程量，又能提高车辆通行的平稳性且减少了后期明沟的维护工程，一举多得。

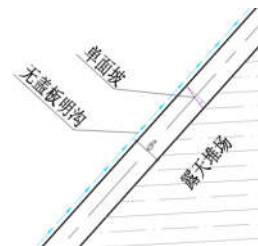


图4 道路路拱竖向设计

3.6 隔堤竖向设计

地下、半地下构筑物为了保证不被水淹，基本都会设置隔堤来隔绝外部雨水进入。就目前的工程经验而言，隔堤顶基本都是一个固定的绝对标高，但是随着室外地坪标高的变化，隔堤顶会比道路高出太多，经济上浪费，使用上不方便，视觉上也不美观。所以，在类似地下、半地下构筑物的防水隔堤竖向设计时，建议其隔堤顶的绝对标高跟外部地坪、道路设计标高设计一个相对高差，如10cm，增加设计的科学合理性。

4 结束语

竖向设计是总图规划工作中一个重要的有机组成部

分，它与总平面布置有机结合、不可分割。好的竖向设计，对于降低工程建设成本、加快建设进度具有重要的意义。

本文通过对多个工程竖向设计典型案例的剖析与分享，希望能起到抛砖引玉的作用，与大家进行沟通交流，提升总图规划中竖向设计的理论、实践水平。

参考文献

[1]《场地竖向设计》雷明，中国建筑工业出版社。