

# 工业建筑设计优化探讨

李晓龙 茹洪顺

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 设计优化是工业建筑设计过程中的一项重要工作,贯穿项目管理始终。本文介绍了方案设计阶段、施工图设计阶段和现场施工的设计优化内容和要点,并以实例说明。限额设计是设计优化的一种重要表现形式,在固定总价合同中经常采用限额设计来控制工程造价。此外,减少设计重复错误也是一种设计优化,设计中应避免重复错误的出现。在工业建筑的设计中,要根据实际生产作业的方式以及建筑的实际用途进行针对性的优化。

[关键词] 工业建筑;设计优化;限额设计;EPC 总承包;项目管理;工程造价;工程设计

[中图分类号] TU273 [文献标志码] A [文章编号] 1008-5122(2021)03-0086-03

DOI:10.19610/j.cnki.cn11-4011/tf.2021.03.022

## Discussion on Optimization of Industrial Building Design

LI Xiao-long, RU Hong-shun

**Abstract:** Design optimization was an important work in the process of industrial architectural design, which run through project management. This paper introduced the design optimization contents and key points in the scheme design stage, construction drawing design stage and field construction, and illustrated them with examples. Quota design was an important manifestation of design optimization, which was often used to control project cost in fixed total price contracts. In addition, reducing design duplication errors was also a design optimization, and duplication errors should be avoided in design. In the design of industrial buildings, targeted optimization should be made according to the way of actual production and the actual use of buildings.

**Key words:** industrial building; design optimization; quota design; EPC contract; project management; project cost; project design

## 0 前言

工业项目建设成本已成为冶炼行业盈亏点的重要因素。建设成本涉及固定资产折旧,加之建设期贷款利息的叠加,所以通过设计优化降低成本非常有必要。

设计优化,是以工程设计理论和对项目工艺、现

场条件的深入了解为基础,以工程实践经验为前提,基于对设计规范的深刻理解和灵活运用,以先进、合理的工程设计方法为手段,对工程设计进行深化、调整、改进与提高的过程。设计优化对工程量、工程成本进行审核和监控,也是一个对工程设计再加工的过程<sup>[1]</sup>。

设计优化的目的是在完成项目设计基础上,保证项目的功能、可靠性指标,减少能源消耗,保证项目连续可靠的运行时间,为企业实现更佳的经济效益、环保效益和社会效益。设计优化还通过控制工程量,改善施工条件,实现控制投资、降低造价的目标。

设计优化贯穿项目管理始终。设计优化越早越好,方案设计阶段和初步设计阶段都是设计优化的

[收稿日期] 2021-06-01

[作者简介] 李晓龙(1978—),男,内蒙古通辽人,硕士,高级工程师,主要从事结构设计、施工管理及工业建筑EPC总承包项目管理工作。

[引用格式] 李晓龙,茹洪顺. 工业建筑设计优化探讨[J]. 有色冶金节能,2021,37(3):86-88.

重要阶段<sup>[2]</sup>。进入施工阶段后,也存在有很多优化的可能,作为设计者要尽可能去挖掘。工业项目设计优化的原则是符合设计标准,不影响设计功能,不影响工艺操作。

## 1 方案设计阶段设计优化

方案设计阶段的优化主要在工艺方案的选择。例如工业建筑中的铜冶炼厂,可选择顶吹炼铜、侧吹炼铜、底吹炼铜、湿法炼铜等多种工艺。工业项目要根据矿物成分、生产规模、项目所在地条件等因素选择工艺方案,既要考虑项目建设直接投资成本,也要考虑项目建成后的生产运营成本。这个过程不仅要经过专家论证,还要组织人员到各冶炼厂调研。调研时要充分与车间主任交流沟通,从基层中获取第一手资料。通过多方案的可行性研究对比,选出性价比最高的方案。在这个阶段,还可通过聘请业界专家组织评审会等方式进行充分评审论证,从而真正选出最优方案。

## 2 施工图设计阶段设计优化

项目实施过程中,可以从工艺方案具体实施、具体设计方案优化方面来控制项目费用。根据项目实施要求合理安排设计周期,并围绕保证工程设计质量、杜绝重大设计错误和设计返工、满足工程施工要求、减少设计浪费的中心,精心开展设计和优化设计,从而有效地控制建设投资。

1) 施工图阶段优化主要是在满足工艺基础上,尽可能精心计算,精细布置,将结构件可靠度、富余系数设计一致,避免出现结构件局部富余系数过大的情况。如钢结构熔炼主厂房,在进行次梁及次次梁的计算和设计时,有些设计者设计的安全系数超过框架梁的安全系数,这是没有必要的。设计时不需要将次次梁安全系数放得过大,可将次梁两侧的次次梁翼缘与次梁翼缘焊接到一起,做连续次次梁,以增加整体性。

2) 从设计条件入手进行优化设计。如某熔炼主厂房设计,工艺提出某楼层立砌耐火砖,又考虑到耐火砖可能受潮,水套漏水吸湿后耐火砖比重增大等因素,楼面荷载条件设计为 $30 \text{ kN/m}^2$ 。这导致进行结构抗震计算时,水平力非常大,钢框架柱子及框架梁截面较大。但实际上地震与水套漏水浸湿耐火砖这两种情况同时出现的可能性极低,经结构专业与工艺专业沟通,在计算地震力时不考虑耐火砖受

湿情况,在设计计算梁板柱等静荷载承重时考虑耐火砖浸湿的最不利情况。这样的设计优化大大缩小了钢框架柱子及框架梁截面。

3) 设计者除了优化工程量,还要考虑施工的便利性优化。比如熔炼主厂房结构设计中,热轧H型钢和焊接H型钢的选用就很有考究。设计时尽可能选用热轧H型钢,尽管其吨单价相对贵一些,但这类钢材一次轧制成型,其本身腹板与翼缘之间不需要焊接,不仅可降低焊接费用,还能缩短钢结构加工工期。综合考虑钢结构加工费用、加工工期等因素,选用热轧H型钢的综合造价会比焊接H型钢低。

4) 根据工厂实际操作来优化设计。某冶炼厂房浓密机的防腐设计,传统设计方法是内衬玻璃钢隔离层后立砌防腐砖。经与现场操作工人沟通,设计改为玻璃钢隔离层加平砌耐酸瓷板。该项目运行两年,防腐层良好,这样的优化在达到防腐效果的同时,降低了防腐工程造价。

## 3 现场设计优化

1) 现场施工专业工程师可以提出设计优化点。如某大型设备基础,施工时发现,基础下面的强风化岩石比较坚硬,用机械炮击很难击破。施工单位联系爆破单位,准备用炸药爆破来达到设计标高。现场施工专业工程师通过与设计者交流,核算设计基础埋深,最后将设备基础底标高抬高 $0.5 \text{ m}$ ,采用梅花状植筋方式,将设备基础与下面的岩石地基相连,既节省了爆破费用,也减少了地基上面设备基础钢筋混凝土用量。因该厂房大型设备基础较多,仅该项优化就节省了工程投资约200万元。

2) 施工分包单位也可以提出设计优化点。某项目湿法车间的屋顶设有玻璃钢通风管道,施工单位审图时发现,管道直径从 $2 \text{ m}$ 分段扩大,最大为 $5 \text{ m}$ ,由于与管道相连的引风机入口直径为 $4 \text{ m}$ ,后面通风管道直径又由 $5 \text{ m}$ 变为 $4 \text{ m}$ 。现场管理人员与设计者沟通,详细计算和对比管道缩小而流速增加引起的压头损失及管道变径引起的压头损失。最终,将管道最大直径由 $5 \text{ m}$ 优化为 $4 \text{ m}$ 。这样优化既节省了材料,又方便了施工,还能减少吊装费用,为该工程投资节省约了300万元。

3) 现场地基处理更能体现设计优化水平。为了节省投资,有时设计不采用桩基础,而是采用高杯口基础,通过增加杯口高度,增加埋深,使基础落在

符合要求的地基上。但这样设计带来了另一个问题,有时个别柱子基础埋深过深,杯口基础过高。为避免基础过深,一般处理办法是将基坑挖至老土层后用毛石混凝土换填至设计基础底标高,但这种方法造价较高。经过现场查看地质条件,考虑当地建材市场行情,核算基础受力及沉降等指标,设计改为由天然级配砂石,分层夯实的方式。这种处理既能满足设计要求,也能降低地基处理工程费用。

## 4 限额设计是非常重要的设计优化表现形式

限额设计即在具体的设计过程中,按照设计程序分阶段层层控制总投资,使其贯穿于初步设计、施工图设计、施工图预算的各个阶段,形成纵向控制;在各设计阶段,按各专业进行投资分解,分块限额,具体分配到子项、专业和工艺包,形成横向控制。通过横向控制和纵向控制相结合,使责任落实到个人<sup>[3-5]</sup>。

某铜冶炼项目实行限额设计。设计单位以初步设计概算为基础进行固定总价总承包,合同签订后,项目与各专业负责人签订限额设计工程量清单。工程量清单由费控人员根据初步设计编制,设计专业负责人审核后签字。设计过程中,设计者要严格对照清单进行设计,个别超出清单的工程量,要详细分析原因,不能轻易突破,对清单工程量进行严格控制。设计负责人与每各子项专业设计者签订责任状,将控制工程量的压力传递给每位设计者,让每位设计者都能做到精心设计,当个别工程量超出时也能及时找到原因,并采取一定措施进行弥补优化。最后该项目结算时,工程量较限额清单减少约3%,不仅达到了限额设计的基本目标,还超出了项目团队的当初预期。

## 5 减少设计重复错误也是一种设计优化

工业建筑巧妙的设计会给人带来美感、震撼,但在设计中难免有考虑不周的地方甚至设计错误。工业建筑经常建造多套相似的厂房,具有一定的复制性,且在设计分工时考虑设计者的设计经验,会由同

一个人完成类似工作,这样虽然提高了一定的设计效率,但也导致部分设计错误重复发生。

在工业建筑设计中避免这些重复性错误,既可提升设计质量,也是一种设计优化。例如一些工业收尘管道设计为平管道,导致积灰严重,整改费用较高。某冶炼厂设计将腐蚀性液体管道布置在氧气、天然气管道上层,存在安全风险,需要垫橡胶垫来防止渗漏风险。项目的现场人员及时将情况反馈给了设计者,但已无法修改。上述两个例子都是设计中易出现的重复错误,应避免此类情况在其他项目设计中再次发生。

## 6 结束语

工业建筑优化是多层次、多专业相互协同的设计优化。在工业建筑的优化设计中,要根据实际生产作业的方式以及建筑的实际用途进行针对性的优化。为了满足现代工业的可持续发展需求,践行我国力争在2030年前实现碳达峰承诺,设计人员在现代工业厂房建筑设计时,还要充分利用节能设计理念。在现代工业厂房建筑中,节能设计理念体现在减少工业厂房建筑在生产运行过程和建设过程两方面的能源消耗。现代工业实现碳达峰、碳中和的目标压力巨大,工业建筑设计优化之路任重道远。就目前而言,工业厂房的设计还具有很大的提升优化空间,需要各专业人员的共同努力才能推动行业的进一步发展。

### [参考文献]

- [1] 刘承镔,于罗斌,王旭. 浅谈海外总承包项目施工设计阶段的优化[J]. 公路交通科技(应用技术版),2020(5):22-24.
- [2] 陈建. 浅议水利工程投资的阶段控制[J]. 水利科技,2009(4):15-16.
- [3] 李伦. 设计阶段的工程造价控制[J]. 工程建设,2008(1):52-55.
- [4] 朱红玲. 试论设计阶段的工程造价控制. 甘肃农业,2006(11):386.
- [5] 郭桦,黄实. 浅谈工程设计与控制工程造价的关系[J]. 沈阳工程学院学报(社会科学版),2006(3):121.