

926855

● 高等学校教学用书 ●

有色冶金 工厂设计基础

GAODENG XUEXIAO JIAOXUE YONGSHU



冶金工业出版社

73.3
37

高等学校教学用书

有色冶金工厂 设计基础

中南工业大学 蔡祺风 主编

冶金工业出版社

高等学校教学用书
有色冶金工厂设计基础
中南工业大学 蔡祺凤 主编

冶金工业出版社出版

(北京北海沿大街嵩祝院北巷35号)

新华书店总店科技发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

787 × 1092 1/16 印张 12 3/4 字数 300千字

1991年3月第一版 1991年3月第一次印刷

印数00,001~3,500册

ISBN 7-5024-0814-2

TF·185 (课) 定价3.30元

前 言

根据有色金属冶炼专业教学计划,开设“有色冶金工厂设计基础”必修课程,以使學生具有从事有色冶金工厂设计和进行冶金工艺与设备设计计算的基本技能,提高学生分析和解决冶金工程实际问题的能力。按照这种要求和编者多年来的教学实践而编写了本书。

本书作为教材,重点是论述有色冶金工厂设计及现有企业技术改造的内容、程序、方法及设计方案技术经济比较与分析等内容,并尽可能用定量化系统思想和方法对各种设计方案进行分析与讨论,以期逐步改变单纯凭经验、凭感性进行工程设计的状况。限于篇幅,书中未能列出具体的工艺与设备设计计算实例,读者在需要时可查阅有关设计计算参考资料。

全书共分九章,分别由蔡祺风(第一、二、五、六、八、九章)、彭容秋(第四章)、张壮浑(第七章)、孙培梅(第三章)编写,蔡祺风任主编,彭容秋负责全书审定。

本书除作教学用书外,亦可供从事有色金属冶金的设计、生产、科研人员参考。

在全书编写过程中,得到了李洪桂教授、龙远志教授、任鸿九教授等的帮助,他们提供了部分素材,在此表示感谢。

由于本书涉及的内容广泛,编者学识水平有限,书中的缺点和错误在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

1989年8月

6A079/1211

目 录

第一章 设计工作概述

第一节	有色冶金厂设计的目的和要求	1
第二节	有色冶金厂设计的内容和程序	1
第三节	有色冶金厂设计的动向和展望	9

第二章 有色冶金厂工艺流程的设计

第一节	有色冶金厂的规模	11
第二节	工艺流程选择的基本原则和影响因素	12
第三节	工艺流程方案的技术经济比较	14
第四节	工艺流程方案选择的实例简析	19
第五节	工艺流程的设计方法	23
第六节	工艺流程图的绘制	24

第三章 冶金过程衡算

第一节	冶金过程衡算的目的和内容	34
第二节	冶金过程有价成份平衡计算和物料平衡计算	35
第三节	冶金过程能量平衡计算	47

第四章 有色冶金工厂设备的选型与设计

第一节	概 述	53
第二节	冶金主体设备设计	54
第三节	冶金辅助设备的选用与设计	66

第五章 厂址选择和总平面布置设计

第一节	有色冶金厂厂址选择	71
第二节	厂址选择的程序和技术经济分析	73
第三节	有色冶金厂总平面布置设计	80
第四节	总平面布置设计的系统分析与决策	90

第六章 车间配置设计和管道设计

第一节	车间配置设计	94
第二节	湿法冶金管道的设计	103

第三节	烟气管道和烟囱设计.....	118
-----	----------------	-----

第七章 有色冶金厂的自动化设计

第一节	概 述.....	122
第二节	常用的自动检测和控制仪表的选用.....	122
第三节	冶金生产过程自动化设计的基本内容和要求.....	133

第八章 有色冶金厂设计的经济分析

第一节	基本建设投资费用的计算.....	146
第二节	产品成本计算.....	152
第三节	有色冶金厂设计的技术经济指标和建设效果分析简述.....	156

第九章 现有企业的技术改造

第一节	现有企业技术改造的原因和经济效果.....	159
第二节	技术改造方案选择的要求和原则.....	160
第三节	某炼铜厂技术改造方案的讨论.....	161
第四节	技术改造经济效益的计算与分析.....	163

附 录

附录一	常用标准代号及设计规范.....	169
附录二	工业企业的卫生与防护规定.....	172
附录三	有关制图规定.....	176
附录四	常用材料性能.....	182
附录五	常用燃料.....	191
附录六	其他.....	194
(一)	我国主要城市的气象资料	194
(二)	地震烈度和地震震级的关系	194
(三)	常见标准筛制	195
主要参考资料		196

第一章 设计工作概述

第一节 有色冶金厂设计的目的和要求

设计是国家基本建设的一个重要环节，工业生产中的先进经验、先进技术以及科学研究中的最新成果，都是通过设计加以推广和运用的。

有色冶金厂设计的目的，在于根据原材料的特点和研究成果以及国内外工业生产实践，设计合理的工艺流程，选择合适的工艺设备并进行合理的配置，根据工艺要求设计适宜的厂房结构和辅助设施，配备必要的劳动定员，确保生产正常进行。不论新设计的冶金厂，还是老厂的技术改造设计，都必须做到技术上先进可靠，经济上合理，既要为生产获得较好的技术经济指标创造条件，又要为生产工人提供良好的劳动场所，使建设投资能最大限度地发挥效果。

为实现上述目的，有色冶金厂设计应该满足的基本要求是：工艺流程完善；先进而可靠；原材料、动力资源廉价而充分，交通运输方便；设备性能稳定、高效、易于加工和安装；设备配置力求紧凑合理；并为扩建留有余地。

鉴于有色冶金生产的特点，有色冶金厂设计还必须满足以下要求：

(1) 有色冶金生产所用的矿物原料，除含有1~2种主要价元素外，常常伴生若干种其它价元素，必须经济地加以综合利用。例如，我国目前黄金产量的40%，白银产量的90%，硫酸产量的20%，都是从有色冶金工厂回收的。

(2) 有色冶金工厂无一例外地都产出一定数量的废渣、废水、废气(简称“三废”)，易于污染环境和破坏生态平衡，必须有完善的“三废”治理工程加以处理和利用。

(3) 有色冶金工厂生产作业，多在高温、高压、有毒、腐蚀等环境下进行，为确保操作人员和设备的安全，必须特别注意安全防护措施的设计，努力提高机械化和自动化水平，积极采用计算机控制。

(4) 有色冶金生产需消耗大量的原材料、电力、燃料、工业水，需具备较大的交通运输能力，应充分利用建厂地区的自然经济条件，尽可能与当地其他企业协作，共同投资解决某些公共设施。

为此，在进行有色冶金厂设计时，设计工作者应根据国家工业建设的方针和政策，按设计任务书所规定的内容进行通盘考虑和设计；尽量采用成熟的新技术、新工艺和新设备，对于国外的先进技术，既要注意有选择性的引进，更要注意消化、移植和改造；对于大、中型企业，要贯彻分期分批建设的原则，力争投资少，建设快，及早取得经济效益；要注意节约用地，并留有发展余地。

第二节 有色冶金厂设计的内容和程序

一、设计内容

有色冶金厂的设计，大体可分为以下几种类型：

1. 新建冶金厂的设计 这种类型的设计,要求比较全面,要完成从建厂调查,厂址选择到施工图设计一整套任务。

2. 现有企业(或车间)的扩建或改建设计 这是为适应生产规模扩大或产品品种增加以及重大的生产工艺改革等而提出的设计任务。

3. 技术措施性工程项目的设计 是工厂由于工艺流程改革或局部采用新技术、新设备而提出的设计任务,设计工作量较少,一般由原工厂承担,经费来自工厂的技术措施费用。

由于有色冶金厂设计的类型不同,故其程序、内容和要求也不尽相同,现着重介绍新建冶金厂的设计。

新建冶金厂设计是以冶金工艺专业为主体,其他有关专业(设备、土建、动力和仪表、水道及采暖通风、机修、总图运输、技术经济等)相辅助的整体设计。在设计过程中,要解决一系列未来建设和生产的问题,其中包括生产工艺,厂房建筑,原材料、燃料、水、电的供应,厂址的选择确定与交通运输,设备的制作、安装与维修,环境保护及生活福利设施等。因此,有色冶金厂设计通常是分以下几部分来完成的。

1. 总论和技术经济部分 总论部分应简明扼要地论述主要的设计依据,重大设计方案的概述与结论,企业建设的进度和综合效果,以及问题与建议等。各专业的共同性问题如规模、厂址及原材料、燃料、水、电等的供应和产品品种也在总论部分论述。技术经济部分包括主要设计方案比较,劳动定员与劳动生产率,基建投资,流动资金,产品成本及利润,投资贷款偿还能力,企业建设效果分析及综合技术经济指标等。

2. 工艺部分 这是主体部分。包括设计依据及生产规模,原材料、燃料等的性能、成分、需要量及供应,产品品种和数量,工艺流程和指标的选择与说明,工艺过程冶金计算,主要设备的设计计算与选择,车间组成及车间设备配置和特点,厂内外运输量及要求,主要辅助设施及有关设计图纸等。

3. 总图运输部分 企业整体布置方案的比较与确定,工厂总平面布置和竖向布置,厂内外运输(运输条件、运输量和运输方式、铁路与公路的设计技术标准、车站及接轨站的决定和行车组织等)及厂内道路的确定以及有关设计图纸等。

4. 工业建筑及生活福利部分 包括有关土壤、地质、水文、气象、地震等的资料,主要建筑物和构筑物的设计方案比较与确定,行政福利设施和职工住宅区的建设规划,主要建筑物平、剖面图,建筑一览表及建筑维修等。

5. 供电、自动控制及电讯部分 供电包括用电负荷及等级和供配电系统的确定,主要电力设备及导线的选择,防雷设施及线路接地的确定,集中控制系统的选择,室内外电气照明及有关设计图纸等。

自动控制包括工厂计量和控制水平的确定,各种检测仪表和自动控制仪表的选型,控制室和仪表盘的设计以及电子计算机控制系统等。

电讯设施包括企业生产调度的特点及电讯种类的选择,各种电讯系统及电讯设施的确定,电讯站或生产总调度室主要设备的选择和配置,有关设计图纸等。

6. 热工和燃气设施部分 包括锅炉间、软水站、空压机房、炉气压缩站、重油库及泵房、厂区热力管网等的设计。应列出用户性质及消耗量一览表和供应系统及供销平衡表,各种参数的选择与说明,管道系统图、总平面图及管道敷设方法,设备选择、技术控

制及安全设施的说明，锅炉房的燃料排灰说明，主要建（构）筑物的工艺配置图，设备运转技术指标等。

7. 机修部分 包括机修、管修、电修、工具修理、计器及车辆修理等。确定机修体制、任务及车间组成，主要设备的选型和配置。在可能的条件下，尽量与邻近单位共建，或交社会筹建。

8. 给排水部分 确定水源和全厂供排水量，全厂供排水管网和供水、排水系统的设计以及污泥处理等。

9. 采暖通风，三废治理，环境保护以及化验和检查等。

10. 工程投资概算 建筑工程费用概算，设备购置及安装概算，主要工业炉费用概算，器具、工具及生产家具的购置概算，总概算及总概算书等。

上述内容是针对较完整的工程设计而言的，可根据具体要求不同而予以增减。

二、设计程序

有色冶金厂设计的基本程序通常有：

- (1) 设计前的准备；
- (2) 编制初步设计；
- (3) 绘制施工图；
- (4) 参加现场施工和试车投产等工作。

(一) 设计前的准备

按我国的作法，设计前的准备大体有：

1. 项目建议书 根据国民经济发展的整体规划，结合自然资源和现有生产力分布，在广泛调查、收集资料、踏勘厂址、基本弄清楚建厂的技术经济条件后，提出具体的项目建议书，向国家推荐项目，作为确定投资的依据。其主要内容有：

- (1) 项目名称、内容及申请理由；
- (2) 进口国别与厂商（对于引进工程）；
- (3) 承办企业的基本情况；
- (4) 生产规模、产品品种及销售；
- (5) 主要原材料、水、电、燃料、交通运输及协作配套等方面的近期和长远要求及已具备的条件；
- (6) 项目资金估计及来源；
- (7) 项目的进度安排；
- (8) 初步的技术经济分析。

2. 可行性研究 可行性研究是一门运用现代技术科学和经济科学成果实现工程建设最佳经济效果的综合性科学，是工程项目建设前期的一项必不可少的关键性工作。有些国家建立了专门从事可行性研究的咨询公司或工程公司，1978年，联合国工业发展组织（UNIDC）出版了《工业可行性研究编制手册》，逐步使可行性研究向规范化发展。

工程建设需要投入大量人力、物力和财力，建设周期长，尤其是冶金工厂的建设，投资多，工程复杂，对供电、供排水、交通运输、市政建设等外围条件有严格的要求。要想使工程建设达到预期的经济效益，必须在建设前进行可行性研究，只有证实建设项目在技术上是先进可靠的，经济上是合理的，有生命力的，建设条件和生产条件都是具备的，才

能进行设计和施工。

可行性研究的内容，就是对新建、改建、扩建工程的一些主要问题，如市场需求、资源条件、工业布局、厂区或厂址选择、建设规模、产品品种、工艺流程、承办企业的基本条件、外部条件、基建投资、建设进度、生产成本、经济效益、竞争能力等，从技术和经济两方面进行必要的调查研究，通过分析计算和方案比较，对建设项目进行科学论证和综合评价，为投资决策提供可靠的依据。图1-1为可行性研究工作程序示意图。

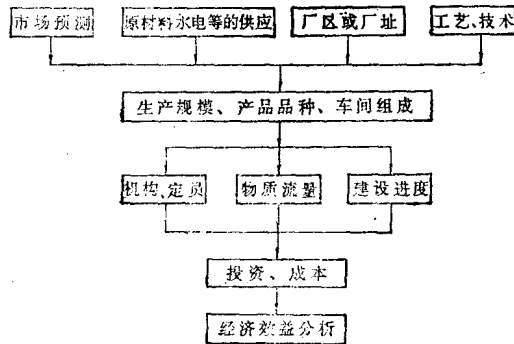


图 1-1 可行性研究工作程序框图

可行性研究按深度不同，一般可分为鉴别投资机会研究，初步可行性研究，最终可行性研究，评价和决定等四个小阶段：

(1) 鉴别投资机会研究 主要是对几个可能的投资机会或工程设想进行鉴定，以便确定投资方向。研究的问题比较粗略，一般参照已有的工程估算投资费用，精确度为 $\pm 30\%$ ，其研究费用为投资总额的 $0.2\sim 1.0\%$ 。

(2) 初步可行性研究 对于一些复杂的工程，在进行最终可行性研究之前，有时需要进行初步的估计，做初步可行性研究，以判断投资机会是否确有希望，应否进行最终可行性研究，需要对哪些关键性问题进行专题研究，如市场调查、实验室试验、半工业性或工业性试验等。这一阶段主要采用简单投资估算的方法确定基建投资费用，其精确度为 $\pm 20\%$ ，所需研究费用为投资总额的 $0.25\sim 1.5\%$ 。

(3) 最终可行性研究 其内容和初步可行性研究基本相同，只是所用资料和计算的详尽程度不同。此阶段要对工程项目进行较深入的技术经济论证，通过多方案比较，寻求在一定的生产条件下，完成同样生产任务的投资最省、成本最低的最佳方案。例如，在技术上要认真研究一切可行的技术方案，特别是在采用新工艺、新技术、新设备、新材料时，必须占有充分的可信资料，通过多方案比较，选择先进可靠的工艺流程；在经济上要充分研究国家计划安排和国内外市场资料，在计划要求、原材料和产品的市场供需及价格变化的预测基础上，论证最佳规模和产品品种。根据估算所得的基建投资、生产成本、投资收益以及建设周期、竞争能力等，对是否应该建设和如何建设作出结论和评价。工程项目越大，内容越复杂，可行性研究的要求就越高，需要的时间也越长。此阶段投资估算的精确度为 $\pm 10\%$ ，所需研究费用，小型项目约占总投资额的 $1.0\sim 3.0\%$ ，大型工程占 $0.2\sim 1.0\%$ 。

可行性研究报告经主管部门审批后，一般应起到如下作用：

(1) 作为平衡国民经济计划, 确定工程建设项目, 编制设计任务书并开始工程设计的依据, 它通常作为设计任务书的附件下达给有关单位;

(2) 作为筹备建设资金和与建设项目有关的各部门签订协议的依据;

(3) 作为编制新技术、新工艺、新设备研究计划和补充勘探、补充工业试验的依据。

可行性研究原则上不能代替初步设计, 但在条件具备、委托单位或上级主管部门有特殊要求时, 可做到初步设计的深度。

3. 设计任务书 设计任务书的编制是在可行性研究基础上进行的。由设计单位的主管部门组织编制, 设计单位参加。有时由建设单位的主管部门委托设计单位代行编制。经审查批准后, 向设计单位正式下达, 作为编制初步设计的依据。

设计任务书的内容主要有:

(1) 生产规模、服务年限、产品品种方案、产品销售;

(2) 建厂地区或具体厂址;

(3) 矿产资源、水文地质及主要原材料、燃料、水、电等的供应和交通运输条件;

(4) 生产流程、车间组成、主要工艺设备及装备水平的推荐意见;

(5) 资源综合利用、环境保护及“三废”治理的要求;

(6) 建设期限及建设程序(是否分期分批);

(7) 投资限额, 要求达到的经济效益及扩建的远景规划等。

设计任务书一般应附说明书, 对上述内容作出简要说明。对于拟采用的新技术、新工艺、新设备及存在的问题, 也应在设计任务书中予以提出, 并规定需要开展试验研究项目的具体安排和进度, 提出解决问题的措施。

4. 厂址选择 厂址选择要根据国民经济建设计划和工业布局的要求进行。厂址选择得适当与否, 对企业的建设速度、建厂投资、生产发展、经济效益、环境保护及工农关系等会带来重大影响。

厂址选择一般由主管部门组织勘测、设计、施工等单位组成选厂工作组具体完成。可分为确定建厂范围和选定具体厂址两个阶段, 前者是在现场踏勘、搜集基础资料的基础上, 进行多方案分析比较, 提出厂区范围报告, 报送领导机关审批, 此项工作有的在建厂调查及可行性研究阶段即已进行。后者是根据所确定的厂区范围, 进一步落实建厂条件, 提出2~3个具体厂址方案, 并分别作出工艺总平面布置草图, 通过技术经济分析与比较, 确定具体厂址。

工艺专业在厂址选择前, 应与有关专业配合, 做好以下各项准备工作:

(1) 根据初步确定的工艺流程, 提出生产车间组成及辅助设施项目(如空压机组、锅炉房、化验室、机修厂、粉煤制备车间等), 生产车间总的外形轮廓尺寸或占地面积, 并适当考虑扩建和改建的需要;

(2) 原材料、燃料及产品的运输量, 工厂废渣排出量及渣场的大小;

(3) 年、日生产用水量及对水质的要求, 生产用电负荷及负荷等级, 昼夜生产需用最大蒸汽量及压力, 所需的最大压缩空气量及压力;

(4) 生产车间工人人数等。

其他专业也要根据设计任务书及工艺专业提出的要求, 做好相应的准备工作。

有色冶金厂厂址选择的要求及技术经济分析将在本书第五章进一步讨论。

5. 搜集基础资料 设计工作是在占有充分而可靠的资料基础上进行的。如果设计前资料收集不充分,就有可能拖延设计进度;如果收集的资料不可靠,则可能作出错误的决策,影响设计质量。因此,在进行设计工作之前,设计人员必须深入现场,进行调查,收集与设计有关的基础资料,加以分析和选取。

收集基础资料,有的在选择厂址过程中进行,有的作为专题进行。

工艺专业应该收集的基础资料有:

(1) 原矿的种类、储量及各类矿石在总开采量中的比例,不同时期各类矿石的生产能力,有价成分的含量和物相组成以及矿石品位的可能变化情况;

(2) 精矿(原料)的化学成分、物理性质、年耗量、生产年限及主要成分的可能变化情况;

(3) 选矿厂(原料供应点)的建设与生产情况、工作制度、精矿的运输方式及运输周期;

(4) 熔剂、燃料、耐火材料、各种辅助材料及化工制品的性能、成分、供应地、供应能力及运输方式等。

其他各专业需要收集而工艺专业也需了解或应用的基础资料有:建厂地区的水文、气象、工程地质、地震烈度和地形测绘资料以及电源、水源、交通运输条件与协作条件等。

对扩建或改建厂的设计,设计人员需要注意收集的资料一般有:

(1) 该厂原材料、水、电、燃料等的供应情况,工艺流程,主要生产设备、辅助设备和自控设备,总平面图及各主要车间配置图等;

(2) 历年来的生产情况,主要技术经济指标,原材料等的消耗定额及生产成本等;

(3) 辅助设施的装备及使用情况;

(4) 该厂的发展情况、主要成绩、经验及存在的问题;

(5) 必要的实测资料及与设计任务书有关的其他资料。

(二) 编制初步设计

初步设计是设计承担单位根据设计任务书的内容和要求,在掌握了充分而可靠的主要资料基础上进行具体设计的工作步骤。它有比较详细的设计说明书,有标注物料流向和流量的工艺流程图,有反映车间设备配置的平面图和剖面图,有供订货用的设备清单和材料清单,还有全厂的组织机构及劳动定员等。其内容和深度应能满足下列要求:

(1) 上级主管部门审批;

(2) 安排基建计划和控制基建投资;

(3) 建设单位进行主要设备订货、生产准备(订协议、培训工人等)和征购土地等工作;

(4) 施工单位进行施工准备;

(5) 绘制施工图等。

整个初步设计由各专业共同完成,各自编写其专业设计说明书和绘制有关图纸。工艺专业编写的初步设计说明书的主要内容有:

1. 绪论 主要说明设计的依据、规模和服务年限,原料的来源、数量、质量、特性及供应条件,产品品种及数量,厂址及其特点,运输、供水、供电及“三废”治理条件,采用的工艺流程及自动控制水平,建设顺序及扩建意见,主要技术经济指标等。

2. 工艺流程和指标 从原料及当前技术条件出发,通过数种方案的技术经济比较,说明所采用的工艺流程和指标的合理性与可靠性,详细说明所采用的新技术、新设备、新材料的合理性、可靠性及预期效果;扼要说明全部工艺流程及车间组成,介绍工作制度及各项技术操作条件,确定综合利用、“三废”治理和环境保护的措施等。

3. 冶金计算 进行物料的合理组成计算、配料计算、生产过程有价成份和物料的衡算及必要的热(能量)平衡计算,确定原材料、燃料、熔(溶)剂及其它主要辅助材料的数量和规格等。

4. 主要设备的设计和计算 定型设备型号、规格、数量的选择确定及选择原则和计算方法;非定型主体设备(如电解槽、反射炉、沸腾炉等)的结构计算,电压平衡(如电解槽)和热(能量)平衡计算,确定设备的主要尺寸,结构、构筑材料的规格、数量及具体要求;主要设备选择方案的比较说明;机械化、自动化装备水平的说明等。

5. 设备配置 按地形和运输条件考虑的各车间布置关系的特点及物料运输方式运输系统的说明,配置方案的技术经济比较及特点,关于新建、扩建和远近结合问题的说明等。

6. 技术检查、自动化检测与控制及主要辅助设施等。

7. 设计中存在的主要问题和解决问题的建议及其他需要特别说明的问题。

8. 附表 有供项目负责人汇总的主要设备明细表、主要基建材料表等;供技术专业汇总的主要技术经济指标表,主要原材料、燃料、动力消耗表和劳动定员表等;供预算专业汇总的概算书等。

9. 附图 有工艺流程图、设备连接图、主要车间配置图及必要的非定型主体设备总图等。

工艺专业除完成本专业的初步设计书及有关图表和对各专业提供车间配置图及车间生产能力、发展情况、工作制度、劳动定员等资料外,还要分别给各专业提供的资料有:

1. 土建专业 各层楼板、主要操作台的荷重要求,车间防温、防腐、防水、防震、防爆、防火等的要求,对厂房结构型式及地面、楼板面的要求,各种仓库的容积及对仓壁材料的要求,各主要设备的重量及起重运输设备的能力等。

2. 动力、仪表和自动化控制专业 用电设备的容量、工作制度及电动机的台数、型号、功率,交流或直流电的负荷及对电源的特殊要求,防火、防爆、防高温、防腐蚀的要求,蒸气和压缩空气用量及压力,要求检测温度、压力、流量等项目及其测量范围、记录方式等,要求建立信号联系的项目及装设电话的地点,要求电子计算机控制的项目及要求等。

3. 水道专业 车间的正常用水量 and 最大用水量及对水温、水压、水质的要求,并说明停水对生产的影响程度及是否能用循环水;排水量、排水方式、排水温度,污水排出量及其主要成份等。

4. 采暖通风专业 产生灰尘、烟气、蒸气及其它有害物质的程度和地点,散热设备的散热量或表面面积和表面温度,厂房的结构型式(如敞开式、天窗式、侧窗式等),要

求采暖或通风的地点及程度，并说明车间的湿度及结露情况。

5. 机修专业 金属结构的重量，机电设备及防腐设备的种类、规格、台数和重量，需要经常或定期检修的检修件的数目及重量，各种铸钢件（如出铝抬包、冰铜包子、各种操作工具等）、铸铁件（如各种流槽）、铆焊件（金属结构）、耐火材料和防腐材料等的年消耗量或消耗定额等。

6. 总图运输专业 各车间的平面布置草图，主要原材料、燃料，主要产品和副产品的年运输量、运输周期、运输方式、运输路线、装卸方式及要求各车间物料堆放场地的大小等。

7. 技术经济专业 冶炼厂年度生产物料平衡表及金属平衡表，各项主要技术经济指标，主要原材料、燃料、水、电等的消耗定额，各生产车间的工作制度及劳动定员，方案比较及工艺流程图等。

（三）绘制施工图（施工图设计）

施工图应根据上级主管部门批准的初步设计进行绘制，其目的是把设计内容变为施工文件和图纸。图纸的深度以满足施工或制作的要求为原则，同时应满足预算专业能够编制详细的工程预算书的要求。

施工图一般以车间为单位进行绘制。工艺专业应对初步设计的车间配置图进行必要的修改和补充，绘制成施工条件图，提供各有关专业作为绘制施工图的基础资料。此外，对初步设计阶段提供给各专业的资料也要进行必要的修改和补充。

工艺专业绘制的施工图通常有：

1. 设备安装图 分为机组安装图和单体设备安装图两种。机组安装图是按工艺要求和设备配置图准确地表示出车间（或厂房）内部某部分设备和构（零）件安装关系的图样，一般应有足够的视图和必要的安装大样图，在图中应表示出：工艺设备或辅助设备和安装部件的外部轮廓、定位、主要外形尺寸、固定方式等，有关建（构）筑物和设备基础，设备明细表和安装部、零件明细表，必要的说明和附注等；单体设备安装图包括普通单体设备安装图和特殊零件制造图以及与设备有关的构件如管道、流槽、漏斗、支架、闸门等的制造图，这些图形均应绘出安装总图及其零件图。凡属下列情况，可不绘制零件图：

（1）国家标准、部颁标准或产品样本中已有的产品，只需写出其规格、尺寸或其标记代号即可购到的零件；

（2）由型材锤击、切断或由板材制成的零件，在设备或部件总图上能清楚地看出实物形状及尺寸的零件。

2. 管道安装图 管道图一般有矿浆管道图，蒸气、压缩空气、真空管道图，润滑油及各种试剂管道图等。管道安装图包括管道配置图、管道及配件制造图、管道支架制造图等。

3. 施工配置图 根据已绘制的设备和管路安装图汇总绘制成详细准确的施工配置图（其中包括带所有管道和仪表的工艺流程图、设备管口方位图等），以便施工安装。

（四）参加现场施工和试车投产工作

设计人员（或代表）参加现场施工和试车投产工作的基本任务是：

（1）参加施工现场对施工图的会审、解释和及时处理设计中的有关问题，补充或修改设计图纸，提出对设备、材料等的变更意见；

(2) 了解和掌握施工情况, 保证施工符合设计要求, 及时纠正施工中的错误或遗漏部分;

(3) 参加试车前的准备工作和试车投产工作, 及时处理试车过程中暴露出来的设计问题, 并向生产单位说明各工序的设计意图, 为工厂顺利投产作出贡献;

(4) 坚持设计原则, 除一般性问题就地解决外, 对涉及设计方案的重大问题, 应及时向上级及有关设计人员报告, 请示处理意见。

工厂投入正常生产后, 设计人员应对该工程设计中的各项建设方案、专业设计方案和设计标准是否合理, 新工艺、新技术、新设备、新材料的采用情况和效果, 发生了哪些重大问题等内容进行全面性总结, 以不断提高设计水平。

除上面介绍的通常采用的初步设计和施工图设计两段设计外, 对于规模小、技术上成熟、生产工艺简单的小型工厂或车间或老厂的扩建、改建工程, 可以采用扩大初步设计或作设计提要的办法, 一次作出施工图纸, 即所谓一段设计。而对于大型建设项目, 或技术较复杂且生产尚不成熟的项目以及某些援外工程, 为了针对性地解决初步设计遗留下来的问题, 允许在初步设计和施工图设计之间增加一段技术设计, 即所谓三段设计。技术设计是根据已批准的初步设计编制的, 其目的和任务在于更详细地确定初步设计中所选定的工艺流程, 确定设备的选型, 作出建筑方案, 将初步设计中的基建投资及经营费用概算提高为较精细的预算。因此, 技术设计是对初步设计进行调整和充实, 其内容通常无多大变动, 只是比初步设计更为详尽一些。

第三节 有色冶金厂设计的动向和展望

随着现代科学技术的不断发展及富矿资源的日益贫乏, 有色冶金工业面临一系列新的课题: 贫矿和海底资源的开发利用, 矿产资源的综合利用程度进一步提高, 国际能源危机的日益加深, 环境保护法规的日趋完善等, 都要求所设计的冶金厂能够适应这种新的形势。

(1) 由于现代科学技术的发展, 材料工业对有色冶金生产在产量、质量、品种等方面提出了更多更高的要求, 而富矿资源日益贫乏, 能源危机日益加深, 就要求采用高效、低耗的大型冶金设备及冶金过程的强化技术与之相适应。因此, 冶金设备的大型化和冶金过程的强化是近20年来的主要设计动向。例如, 铜冶金中的闪速炉强化熔炼技术的日益广泛采用; 铝冶金中铝土矿溶出过程采用间接加热管道化强化溶出技术, 铝电解采用28~30万安培以上的大型预焙槽等。

(2) 随着地下矿产资源的日益减少, 就要求人们最大限度地综合利用矿产资源。据统计: 目前世界工业发达国家重有色冶炼厂的综合利用率平均在80%以上, 如美国有色冶炼厂硫的利用率为55~90%, 日本炼铜企业硫的利用率达90~99%。而我国目前重点冶炼企业伴生金属的综合利用率平均只有50%, 硫的利用率平均只有62%。因此, 新设计的冶金厂, 除了主要处理精矿或原矿外, 还面临着从冶金废渣、废水和废气中回收有价成份、处理冶金中间产品及从海水和盐湖水中提取有用成份等任务, 单纯的冶炼工艺已经不能满足要求, 往往需要采用选、冶、化工等的联合流程, 这就给设计和研究工作带来许多复杂的课题。

(3) 节约能源、降低能耗是有色冶金生产一项十分突出的任务。有色金属工业是能

耗很大的工业部门，世界能源危机，给西方国家有色金属工业冲击很大，如1982年美国铝厂开工率为60%左右，年产原铝量降至325万吨；日本1982年关闭半数以上铝厂，原铝产量只30万吨左右。因此，各国十分重视节能，把节能看成一种特殊的能源开发。据统计，主要工业国家从1973年世界“石油危机”后，到1980年单位国民生产总值的能源消耗降低了15%左右。我国能源储量丰富，1989年原煤产量仅次于美国，但全国仍有相当大的工业生产能力因缺能而不能发挥作用，而商品能源的利用率却较低。因此，我国制定了“实行开发与节约并重，近期把节能放在优先地位”的能源方针。有色冶金工厂设计必须尽可能改造现有冶炼技术，采用和推广成熟的新工艺、新设备、新技术，充分利用硫化矿中的硫为燃料，综合利用余热，力争到本世纪末，每吨有色金属综合能耗折合标准煤降至9.8吨左右。

(4) 冶金过程的控制和自动化是设计现代化有色冶金企业的重要标志，这对于冶炼工艺条件最佳化、保持生产平稳和提高各项技术经济指标等起着十分重要的作用。近20年来，随着各种检测和分析仪表的不断完善，电子计算机的发展和利用，冶金工艺设备的改进和大型化，冶金过程的控制和自动化已达到了一个新的水平。在新设计的大型冶金企业中，越来越广泛的采用数字电子计算机取代冶金厂控制室的传统控制装置，使操作过程全盘自动化和工艺条件最佳化。但由于电子计算机价格昂贵及其它有关原因，使冶金厂全盘实现自动化受到了限制，在设计时，仍要考虑建立集中控制室(中心)的传统控制装置问题，并加强和完善现有生产各工序的计量及专用检测仪表和控制系统的配套使用，逐步扩大微型计算机在各工序的使用范围。在经济可能和合理的条件下，装备过程控制计算机，实现高级自动化。此外应逐步建立计算机经济管理系统，扩大微型机在经济、事务管理中的应用。

(5) 随着冶金设备的大型化和工艺过程的机械化、自动化，各工序之间的关系更为密切，工艺变革的周期大为缩短(有人统计为5年左右)，由此对建筑结构的形式和要求发生了较大的变化。国外近年来工业建筑的特点是：以混凝土和钢为主材的轻质高强度制品，用高效而灵活的工业方法，建造大跨度、大柱距、大面积的合并厂房，厂房结构由封闭式改为敞开式，甚至不少车间向露天无厂房发展，在多雨地区也只采用简易厂房。这样，使钢材用量大为减少，节约用地，降低土建投资，并便于紧凑地布置生产流程，合并车间，便于扩建和改建。在车间配置中，采用机动灵活的重型移动式吊车或悬臂式吊车以代替重型桥式天车，使厂房结构大为简化。

(6) 随着工业的发展，对环境保护的要求越来越高，要求有更高的卫生标准和安全标准。许多国家制定了相应的环保法规，使工业企业排放的污染物降到最低限度，否则，予以罚款，甚至令其停产。因此近年来国外刊物常有“无污染工厂”、“无废或低废工艺流程”和充分利用“二次资源”的报导。

我国把环境保护定为国家的一项基本国策，并制定了相应的“三废”排放标准和有关卫生规定，例如，到本世纪末，要求冶炼厂尾气中的 SO_2 浓度从现在的0.25~0.35%降到500ppm以下，铝厂散氟量从现在的16~18kg/t-Al降到1kg/t-Al等。因此，有色冶金工厂设计必须充分考虑“三废”处理、废物利用、综合治理等工程的设计。

第二章 有色冶金厂工艺流程的设计

第一节 有色冶金厂的规模

目前,世界上工业发达国家大都以企业主要产品的综合生产能力作为衡量企业规模的标准。

企业规模有大、中、小型之分。一般说来,大型企业可以采用现代化的高效率设备和装置,广泛应用最新科学技术成就;便于开展科学研究工作,担负各种高级、精密、大型和尖端产品的生产,解决国民经济中的关键问题;有利于“三废”处理及综合利用,防止污染,保护环境;便于专业化协作等。因而大型企业能减少单位产品的基建投资,降低消耗和成本,取得较大的经济效益。因此,凡是产量大、产品品种单一、生产过程连续性强、产量比较稳定的工业,如冶金、石油化工、火力发电、水泥工业等都比较适合于大规模生产。

但是,大生产的经济效果并不是在任何部门、任何条件下都好,对于品种多、生产批量小且变化大的产品,往往在中、小型企业里生产更为经济合理。因中、小型企业在生产、技术、经济等各方面有许多大型企业所缺少的优点,即:一次基建投资少,建设时间短,投资效果发挥快;建设所需的技术设备、技术力量和建筑安装力量比较容易解决,有利于调动各方面办工业的积极性;布点可以分散,就地加工,就地销售,节约运输,利于各地区特别是边远和少数民族地区的经济发展,改善工业布局;生产比较灵活,设备易于调整与更换,能更好的按需要组织生产,为大企业协作配套服务,为满足多种多样的需要服务,利于利用分散的资源、人力、物力,解决就业问题等。因此,工业企业规模结构的发展趋势仍然是:一方面,大企业产量在该部门总产量中的比重日益增加,企业的平均规模日益扩大;另一方面,在大企业的周围,又有大量的中、小企业并存。

我国目前中、小型企业的产值约占总产值的75%,他们是一支不可忽视的产业大军。在有色冶金工业中,中、小型企业也占有相当大的比例,在国民经济中发挥了十分重要的作用。但是大多数中、小型企业目前还存在管理水平低、技术力量较为薄弱,设备陈旧,专业化水平不高,消耗大,成本高等问题,有待进一步整顿与改造。

划分大、中、小型企业的标准,依其生产技术经济特点、产品品种及生产技术水平不同而不同,并会不断变化。例如,我国曾经把年产5万吨化肥的工厂划为大型企业,而现在要年产30万吨化肥者才算大型企业;又如,有的国家把年产钢500万吨以上的钢铁企业划为大型企业,而我国则把年产钢100万吨以上的企业划为大型企业。

确定企业的最优规模是一个比较复杂的课题,一方面受企业内部因素的影响,如生产技术、生产组织和管理水平等,这些因素影响着生产效率和产品成本;另一方面受企业外部因素的影响,如市场需求、原材料及水电的供应、运输条件等,这些因素影响着产品的销售费用和运输成本。在确定最优规模时,要对各种因素和条件进行分析对比,作出最优方案的选择。