

冶金工业的技术改造需要物理人才

董绍章 李道凯

(河北矿冶学院)

近几年来,我们物理专业的教师与钢铁冶金专业的教师结合共同进行科研工作,取得了良好的效果。事实说明,一般的物理专业人才可以在物理学科传统的科研和教学领域以外发挥作用,为国民经济的发展作出贡献。

一、冶金工业的科研课题对物理学的需要

我们参加的科研课题是“连续铸钢工艺的研究”。

炼钢厂中铸钢的传统方式是模铸,它是一个一个或一组一组地把钢水浇铸成钢锭,然后经初轧机开坯后供轧钢厂轧成各种规格的钢材。连续铸钢是将钢水浇入水冷的结晶器(有成型作用)使其凝成具有固态外壳的钢坯。带有液芯的钢坯由引锭杆引出结晶器,经冷却区(一般分喷水冷却和空气冷却两段)完全凝成固态以后进行剪切。这样边浇注边成坯故称连续铸钢。连续铸钢减少了切头切尾、省略了初轧工序,所以比模铸可提高收得率百分之十左右,每吨钢降低能耗二十五万大卡。

目前,世界各先进国家都在努力提高连铸比(连铸坯占总钢产量的百分比),冶金工业部已把发展连铸定为钢铁冶金的一项重要技术政策。

由于连铸新技术的普遍应用,使钢铁冶金的重点从化学冶金进入到物理冶金的新阶段。由于这一特点,连铸给物理学工作者提出了一系列研究课题。例如,确定铸坯出结晶器时的壳厚(此参量对防止拉漏有重要意义);确定液芯深度(为选定剪切位置提供依据)、冷却体制与铸坯表面质量的关系等。为了解决这些问

题,我们通常是建立一个数学物理模型,用计算机算出连铸过程中铸坯内的温度场作为基础。

连铸技术发展的趋势之一是降低铸机的高度。早期采用的立式连铸机,从装置的基础到吊车的轨面,高达三十至四十米,需要很深的地坑或建设高厂房,基建投资很大。后来发展了立弯式连铸机,至于目前广泛采用的弧形连铸机的高度就更低了。当然最理想的是可以在地平面上进行浇铸的水平连铸机。由于它的设备高度低、重量轻,可以减少基建投资36—40%,并适于对旧企业的技术改造,还可浇铸合金钢。世界各先进国家都已开展研究,目前正处于工业化的前夕。它的三项核心技术之一是研究拉坯方式及参数的选取与初期坯壳形态和铸坯表面质量的关系。为了研究这一问题,需要建立描述初期坯壳形成的数理模型,并用计算机进行计算。通过计算我们还能得到拉坯主要参数间的定量关系。

为了完成上述的课题,不仅需要冶金专业知识,而且需要较多的物理、数学和力学等方面的知识。因此在我们整个科研组中,不仅有炼钢、轧钢、金相、热能等冶金专业的同志,还有物理、力学等非冶金专业的同志,形成了一个综合性学科的科研人材结构。

二、理、工结合的科研小组在技术改造中发挥的作用

我们小组共三人,其中物理专业两人,热能专业一人,主要工作是建立数模、编制程序,并用计算机进行计算。自1981年9月开始,我们小组主要完成了下述任务:

1. 建立了一维小方坯传热数模

国内发表的研究连续铸钢传热数模的论文多半是关于板坯数模,在这种数模中忽略纵向及侧面的热传导,把铸坯传热化为一维传热问题。目前,国内从西德引进的 Demag R 5.25m 小方坯连铸机较多,生产中需要这种小方坯的传热数模。在忽略铸坯拉坯方向的热传导后,小方坯传热就是二维传热问题。我们在计算坯壳的平均厚度时,借鉴前人的经验,把小方坯等效为圆坯计算,从而进一步把二维传热简化为一维传热。在这一简化过程中,实际上是根据经验提出假设,然后再在实践中不断去印证或修改完善这个假设。由于这个假设使计算大大简化,使计算在容量较小的微型计算机上也能完成,算出的坯壳平均厚度、液芯长度等均与实际吻合较好。对此我们写出两篇论文:“连铸小方坯一维传热数学模型中显式有限差分方程及其稳定性”和“连铸小方坯一维传热数学模型中完全隐式有限差分方程”。这两篇论文已在我院学报发表,并在 1983 年 9 月全国连铸会议上宣读,而且已被选入连铸论文集。

由于建立这一简化的一维小方坯数模,使原来复杂的传热计算用一般微型计算机即可实现。这种使用方便、易于掌握、价格便宜的计算工具很适合现场技术人员使用。我们先后在天津第二炼钢厂和北京钢铁设计研究总院进行推广应用,只需二十天左右即可使一般冶金专业的技术人员学会使用该数模在微型机上进行计算。

2. 承担了水平连铸结晶器中初期坯壳前沿形状与拉坯曲线的研究

在由马鞍山钢铁公司承担的全国攻关项目——水平连铸工业化样机的研制中,我们承担了其中一个子项目:建立一个能描述初期坯壳形态的数学模型。在一无国外资料借鉴,二无国内同行做过的情况下,我们首先建立了这种模型,在马钢水平连铸攻关中发挥了重要作用,并成为消化西德引进水平连铸软件技术的不可缺少的手段。在建立这个数模的过程中,我们根据冶金专业同志的介绍和指导,进行了现场观察,通过与小方坯数模的比较发现,建立

水平连铸初期坯壳数模需解决三个关键问题:

(1) 水平连铸的拉坯方式是周期性的变速运动,不象小方坯的拉坯方式是理想的匀速运动,因此必须解决拉坯速度与坯壳凝固的关系。

(2) 建立小方坯数模时只有一个边界,而水平连铸有三个边界,其中两个是无法观测的。

(3) 水平连铸钢坯的半径是几十毫米,而要描绘的坯壳厚度只有几个毫米。要在这几个毫米内计算出分辨率较高的温度值,在计算方法上要求较高。

除了计算数学方面外,我们主要是依靠物理学上的知识和方法解决了这些问题,建立了计算水平连铸初期坯壳的数学模型。根据这个模型进行计算的一些结果,在 1983 年 6 月冶金部召开的水平连铸攻关会上报告后,得到与会者的好评。我们的工作方式是,根据马钢提供的水平连铸实验机上的实际拉坯曲线,利用数模计算出相应的凝固初期坯壳形状,再根据实际需要对此形状作出修正,并反求出相应的拉坯曲线。然后,厂方根据我们提供的拉坯曲线去改造拉坯机构,检验新拉出的铸坯质量,再提出新的要求。准备通过这样的反复检验修正来求得比较好的拉坯方式。1985 年 1 月冶金工业部对水平连铸试验机进行了阶段评议,我们承担的这个子项目荣获集体二等奖。

由上述可见,建立数模的工作,除了需要丰富的专业知识以确定各种所需参数外,还需要能从复杂的现象中抓住主要矛盾,从中抽象出简化的物理模型,并确定边界条件完成该问题的数学描绘。另外还需要熟悉数值计算方法。物理专业的同志知识面较广,数理基础较好,在接受冶金专业的同志对专业知识的介绍和指导后,能比较容易地建立数学物理模型,易于学会使用计算机,包括算法语言、程序编制等,与专业同志相互配合顺利完成科研任务。

目前课题的研究工作不断深入,还有许多有实际意义的问题需要研究,其中不少是与物理有关的问题,物理专业的同志发挥作用的天地是广阔的。

(下转第 486 页)