



不懈努力，扎实推进数学模型应用

《冶金报》

一、数学模型的定义和分类

所谓数学模型是对于客观世界的一个特定对象，为了一个特定的目的，根据特有的内在客观规律，做出一些必要的简化假设，运用适当的数学工具，得到的一个数学结论。也可以说，数学模型就是描写自然现象、客观规律的数学公式、图形或算法。例如高炉冶炼控制数学模型，就是以高炉冶炼为对象，得到符合炼钢所需铁水为目的，根据高炉炉料在冶炼过程中的运动规律，所得到的数学表达式，而这种数学表达式又成为控制高炉冶炼的依据；转炉炼钢的控制数学模型就是以转炉炼钢为对象，以得到合格钢为目的，根据转炉所特有的物理化学反应规律，所得到的数学表达式，这种数学表达式又成为控制转炉炼钢的依据；带钢连轧机的数学模型就是以带钢连轧机为特定的对象，以获得高质量板卷为目的，根据连轧机各机架之间的带钢运动和变化的客观规律，所建立起来的数学表达式，这种数学表达式又成为控制带钢连轧机的依据。

数学模型的分类是多种多样的。可以按照模型的应用领域来分，如上面所谈到的高炉冶炼控制数学模型、转炉炼钢控制数学模型、带钢连轧机控制数学模型等等。也可以按照模型表现的特征来分，如确定性和随机性模型、静态模型和动态模型、线性模型、非线性模型、离散模型和连续性模型等等。也可以按照对模型和连续性模型等等。也可以按照对模型的结构了解程度来分，如白箱模型、灰箱模型、黑箱模型等等。今天我们在这里谈的是根据冶金工业的现状、建模的过程来进行数学模型分类。

一是机理模型：这类数学模型的建立，先对控制对象的物理、化学过程进行深入细致的研究和理论探讨，找到影响过程各因素之间的关系，应用数学公式、图形或算法表示出来。得到数学模型后，再用实际测得的数据不断加以完善，增加修补项或确定系数。建立这类数学模型必须对冶金过程的机理掌握得比较清晰，找到过程因素之间的正常关系。目前，在热轧、冷轧控制系统中常应用这类数学模型。

二是统计控制模型。这类数学模型与工艺理论关系较少，而是通过大量的现场数据，以自运控制原理为基础，应用回归统计的数学方法建立起来的数学公式、图形或算法。这类数学模型因为是根据现场的大量数据采集，经过统计回归而得出来的，是一种随机性模型。但这类模型在工艺条件发生重大变化时(如转炉炼钢原料的改变等)需要进行重大的修正。这种模型严格说来只能“一事一议”。

三是经验人工智能模型。这类模型的产生和发展是基于两个原因，一是现代自动控制理论、现代数学理论的飞速发展，出现了神经网络及模糊控制技术，将上述二种模型进行结合和优化而产生的新的模型。它是一种基于规则的控制模型，其依据是现场操作人员的控制经验或相关专家的知识。二是由于近年来计算机技术的发展小型化、高速化、高存储化，使这种模型的运行成为可能。

二、数学模型建立的步骤和意义

一是模型的准备，要了解和把握问题的实质，明确建模的目的，搜集必要的信息，弄



北京赛维美高科技有限公司

Beijing Savemation Technology Co., Ltd.

清对象主要特征，初步确定采用哪一类模型。

二是模型的假设，根据对象的特征和建模的目的，抓住问题的本质，做出必要的合理的简化和假设，这是非常重要和困难的一步。通常假设的依据出于对问题内在规律的认识，对现象、数据的分析。

三是决定模型的构成，根据所作的假设，用数学语言、数学方法找出描述对象的内在规律，建立包括常量变量等数学模型。

四是模型求解，可以用解方程、数值计算、统计分析等各种数学方法，结合运用计算机数学软件来进行模型的求解。

五是模型分析，对求解结果进行必要的分析如误差分析、统计分析等等。

六是模型检验，用实际数据来检验模型。如果结果与实际不符，就要寻找原因，重新建模，这样反复多次，直达到满意的结果。

七是模型应用，把已经建立的数学模型放到实际中应用，以达到控制的目的。

今天，人们努力利用计算机技术改造传统产业，走新型工业化的道路。审视整个冶金工业信息化、自动化的发展趋势，过程控制数学模型的冶金工业自动化、信息化最直接、最有效的应用领域，也是最基础的技术，没有这样的基础，整个计算机控制系统就是缺乏有效的支撑，工业信息化、自动化就难免流于形式，难以收到理想的效果。同时，它又是提高产品质量、降低生产成本、减少人为因素、达到最优控制不可替代的环节。如转炉炼钢，在基础自动化已经建立起来的情况下，没有数学模型参与控制，碳温双命中率只能达到 40%-60%，使用静态数学模型控制可以提高到 60%-80%，同时使用动态数学模型控制可以提高到 80%-95%，其经济效益是十分可观的。所以，冶金企业工艺过程是否应用数学模型进行控制，是衡量这一企业管理水平、技术水平的一个重要标志。

三、我国冶金企业数学模型应用的现状及今后努力的方向

我国冶金工业在二十世纪七八十年代开始从先进技术国家引进了一批数学模型加以应用。从二十一世纪开始，国内在吸收消化国外数学模型的基础上也陆续开发一批具有自主知识产权的数学模型，并得到了应用，其中有一部分是比较好的和成功的，例如：宝钢和武钢的转炉控制数学模型、RH 精炼控制数学模型，武钢 1700 热连轧相关的一批数学模型，这些模型的应用为企业产生了可观的经济效益，有的已作为软件商品推向市场。但是调查的结果也说明有一部分数学模型，其中包括引进的数学模型应用得不好，投入率低。其原因不外乎以下几个方面：

一是基础自动化级，由于维护的原因或当时条件的限制，采集数据不完善，精度不高所造成的；

二是由于工艺结构的调整，工艺条件的改变，数学模型没有相应修改；

三是由于建模时深入调查研究不够，精度不高，生产操作时又没有实施严格的“精料方针”，造成控制结果的离散性大，效果不显著；

四是引进的数学模型没有原代码，造成引进数学模型开始时投入频率高，中间投入频率逐渐降低，最后不了了之。

根据上述情况，结合目前国际上数学模型的发展方向，我提几点建议，作为大家在今后工作中的参考。

一是由于信息技术、现代控制理论和冶金技术的飞速发展，要求计算机控制工程师、



北京赛维美高科技有限公司

Beijing Savemation Technology Co., Ltd.

数学研究人员、工艺专家能力合作，发挥各自的优势，形成一支强有力的工程技术队伍。一套好的数学模型的建立和应用，在冶金工艺不断发展的情况下，上述三方面的工程技术人员是缺一不可的。

二是数学模型应用比较好的单位，应该按照软件商品化和冶金工业多样化的方向，加强数学模型模块化和一体化、成套化的研究工作，使我国冶金工业化从引进、消化国外模型的情况中摆脱出来，走自主知识产权的道路。

三是加强数学模型自动维护技的研究和数学模型远程维护的应用。自动维护技术是指基于自动化建模理论自动生成代码的技术，使模型调整不需要很多的软件及控制知识，操作者可以在画面上按照一定的生产及冶金知识调整模型，降低模型的维护成本。远程维护技术是指应用互联网远程对数学模型进行开发和调整，显而易见这会大大加强数学模型维护的及时性和降低维护成本。

四是新型检测技术的开发和研究。控制参数的匮乏及准确性低是影响数学模型精度的原因之一，所以要研究出高精度、长寿命、低成本的检测仪表，以适应数学模型的应用。

五是要有一个适应数学模型的合理的计算机系统，保证数据来源的可靠性，严格的操作规程，稳定工艺制度，这些都是数学模型很好应用不可缺少的外部环境。

通过近几十年来的努力，我国在冶金领域内的信息化与自动化取得了令人瞩目的成绩，但是就目前数学模型的研发和应用，的确应该引起我们广大冶金科技工作者和领导层的重视，这是我们过去所做工作的一次提升，也是我国冶金企业信息化、自动化达到国际水平的一次新的拼搏。