

# T/ZGCSA

## 中关村软件和信息服务产业创新联盟团体标准

T/ZGCSA 001—2026

### 人工智能工程技术人员数学基础指南

Guidelines for Mathematical Foundations of Artificial Intelligence Engineering  
Professionals

2026 - 02 - 06 发布

2026 - 02 - 06 实施

## 目 次

前 言 .....	II
引 言 .....	III
1 范围 .....	4
2 规范性引用文件 .....	4
3 术语和定义 .....	4
4 基本原则 .....	4
5 数学基础指南 .....	4
5.1 数学基础篇 .....	4
5.1.1 线性代数与张量分析 .....	4
5.1.2 微积分与最优化 .....	5
5.1.3 概率与统计 .....	5
5.2 机器学习篇 .....	5
5.2.1 监督学习基础 .....	5
5.2.2 无监督学习与降维 .....	6
5.2.3 概率模型与贝叶斯方法 .....	6
5.2.4 模型优化与调参 .....	6
5.2.5 模型可解释性 .....	6
5.3 深度学习篇 .....	6
5.3.1 神经网络基础 .....	6
5.3.2 卷积神经网络 .....	7
5.3.3 图论基础与图神经网络 .....	7
5.3.4 序列模型与注意力 .....	7
5.3.5 Transformer 架构 .....	7
5.3.6 生成模型 .....	7
5.4 强化学习篇 .....	7
5.4.1 强化学习基础 .....	7
5.4.2 深度强化学习与策略优化 .....	8
5.4.3 高阶强化学习数学 .....	8
5.5 人工智能大模型与前沿数学 .....	8
5.5.1 人工智能大模型数学基础 .....	8
5.5.2 数学进阶与研究方向 .....	8
参 考 文 献 .....	9

## 前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中关村软件和信息服务业创新联盟和山东国家应用数学中心、济南市应用数学高等研究院提出。

本文件由中关村软件和信息服务业创新联盟归口。

本文件起草单位：山东国家应用数学中心、济南应用数学高等研究院、中关村软件和信息服务业创新联盟、北京中扬天成科技有限公司、泰国西娜瓦国际大学、伦敦东北大学（Northeastern University London）、山东省计算中心（国家超级计算济南中心）、北京有生博大软件股份有限公司、中国软件与技术服务股份有限公司、国术科技（北京）有限公司、山东景鸿信息科技有限公司、山东舜德数据管理软件工程有限公司、河北梦达软件技术有限公司、至象科技有限公司、联想图像（北京）科技有限公司、北京高德品创科技有限公司、北京国联天成信息技术有限公司、宁波紫荷科技有限公司、北京中标文通信息技术有限公司、广东省绿算技术有限公司、北京思特奇信息技术股份有限公司、南京斑马信息技术咨询有限公司、南京数衍数矩信息科技有限公司、浙江新力光电科技有限公司、北京航天数据股份有限公司、国家康复辅具研究中心、昆仑数智科技有限责任公司、北京仁和诚信科技有限公司、北京遇岸科技有限公司、北京兰云科技有限公司、黄河交通学院智慧交通与新质生产力研究院、北京云湃智算科技有限公司、山东沐清信息科技有限公司、沐明研苑（苏州）科技有限公司。

本文件主要起草人：杜承霖、嵇少林、Price Chow、石玉峰、尹上、郭欣、程传宝、田茂圣、赵大伟、任婷婷、施意、杨淑振、冯新伟、吴盼玉、李蔚郁、王纬、王克照、刘玉书、陈雪辰、王洪哲、郑大春、门嘉平、袁国术、彭小国、唐楠、孟坤、黄飞、易峻禾、王寅楷、张子煊、孙权、李晓雪、李立峰、赵钰、李艳梅、史朝煜、嵇春洋、张奎、董秦祥龙、张双阳、袁萍、宋维、史玉芬、龙马、朱海军、白云鹏、席晗、韩晖、何小兵。

## 引 言

随着人工智能技术的迅猛发展，数学基础已成为支撑算法创新、模型构建与系统优化的核心基石，是决定人工智能工程技术人员专业深度与创新能力的根本要素。扎实的数学功底不仅能帮助技术人员理解算法原理、提升模型性能，更是解决复杂工程问题、打破技术瓶颈的关键钥匙。

《人工智能工程技术人员数学基础指南》的编制具有重要的现实意义。本指南旨在为相关从业者提供一套高适配性、实战化的数学知识框架，指导人工智能工程技术人员开展差异化与针对性的学习应用。通过本指南的落地应用，为从业者夯实相关数学理论基础，增强其数学运用能力提供指引，从而促进我国人工智能高水平人才队伍建设，为产业技术的持续迭代演进筑牢坚实基础。

# 人工智能工程技术人员数学基础指南

## 1 范围

本文件确立了人工智能工程技术人员数学基础参考范围。  
本文件适用于人工智能工程技术人员甄选和培训。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 41867-2022 信息技术 人工智能 术语

GB/T 45288.1-2025 人工智能 大模型 第1部分：通用要求

## 3 术语和定义

由国家职业分类大典修订工作委员会编著，中国劳动社会保障出版社2022年11月出版的《中华人民共和国职业分类大典（2022年版）》界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

**人工智能工程技术人员：**从事人工智能相关算法、深度学习技术的分析、研究、开发、设计、优化、运维、管理和应用人工智能系统的工程技术人员。

由王元任总主编，文兰、陈木法任副总主编，科学出版社2017年9月1日出版的《数学大辞典（第2版）》界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 基本原则

**依法合规：**符合法律法规、监管规定、行业准则和企业规章制度以及国际条约、规则等要求。

**实践导向：**紧跟人工智能产业实践，结合典型工程场景与学术前沿。

**持续改进：**根据政策、技术、市场等内外部环境变化，持续对人工智能工程技术人员数学基础要求进行调整和优化。

**科学设计：**内容设计符合数学教学和人工智能产业行业实践相关规范体系要求。

## 5 数学基础指南<sup>1)</sup>

### 5.1 数学基础篇

#### 5.1.1 线性代数与张量分析

- a) 向量与矩阵基础
- b) 矩阵运算
- c) 行列式与逆矩阵
- d) 特征值与特征向量
- e) 范数与距离度量
- f) 向量空间与基变换
- g) 正交投影与最小二乘法
- h) 主成分分析中的数学
- i) 矩阵微积分（雅可比矩阵、海森矩阵等核心工具）

1) 本条目中括号内的内容，是对该知识点核心范畴的界定或通用英文术语的标注。

- j) 对称矩阵与瑞利商
- k) 奇异值分解的应用
- l) 线性代数与深度学习的关系
- m) 矩阵分解在自然语言处理中的应用
- o) 张量代数与广播机制
- p) 爱因斯坦求和约定
- q) 张量分解
- r) 张量微积分与自动微分

### 5.1.2 微积分与最优化

- a) 导数与偏导数
- b) 梯度与方向导数
- c) 极值与泰勒展开
- d) 梯度下降法
- e) 链式法则与反向传播
- f) 凸函数与凸优化
- g) 拉格朗日乘数法
- h) 约束优化
- i) 随机梯度下降
- j) 自适应优化算法
- k) 二阶优化方法
- l) 随机梯度估计
- m) 分布式优化
- n) 最优化问题的几何解释
- o) 多目标优化简介

### 5.1.3 概率与统计

- a) 概率公理与条件概率
- b) 贝叶斯定理与先验后验分布
- c) 离散分布
- d) 连续分布与指数族分布
- e) 期望、方差与协方差
- f) 大数定律与中心极限定理
- g) 贝叶斯推断基础
- h) 概率图模型
- i) 马尔可夫链与平稳分布
- j) 信息论基础（熵、KL散度）
- k) 最大似然估计
- l) 贝叶斯线性回归
- m) 隐变量模型与EM算法
- n) 概率分布的变分推断
- o) 随机过程
- p) 统计假设检验
- q) 蒙特卡洛方法
- r) 重要性采样

## 5.2 机器学习篇

### 5.2.1 监督学习基础

- a) 损失函数

- b) 线性回归与正则化
- c) 逻辑回归与Sigmoid函数
- d) 支持向量机与核方法
- e) 决策树与信息增益
- f) 模型评估指标
- g) 过拟合问题与解决方案
- h) k-近邻与度量空间
- i) 特征工程与特征选择

#### 5.2.2 无监督学习与降维

- a) 聚类算法
- b) t-SNE与UMAP
- c) 自编码器与流形学习
- d) 关联规则
- e) 矩阵分解
- f) 非负矩阵分解
- g) 高斯混合模型

#### 5.2.3 概率模型与贝叶斯方法

- a) 朴素贝叶斯分类器
- b) 高斯过程回归
- c) 隐马尔可夫模型
- d) 贝叶斯网络与d-分离
- e) 贝叶斯神经网络
- f) 概率图模型推断（变分与MCMC）

#### 5.2.4 模型优化与调参

- a) 交叉验证与早停法
- b) 超参数搜索理论
- c) 集成学习数理基础
- d) 模型压缩技术
- e) 对抗训练与鲁棒性
- f) 元学习中的数学
- g) 多任务学习与参数共享

#### 5.2.5 模型可解释性

- a) 沙普利值
- b) 局部可解释模型
- c) 特征重要性的数学度量

### 5.3 深度学习篇

#### 5.3.1 神经网络基础

- a) 全连接网络与前向传播
- b) 激活函数
- c) 参数初始化
- d) 批归一化
- e) Dropout机制
- f) 残差连接与跳跃连接
- g) 层归一化

- h) 神经网络的可解释性
- i) 梯度裁剪与学习率调度
- j) 神经网络数值稳定性

### 5.3.2 卷积神经网络

- a) 卷积层与感受野
- b) 池化操作与空间金字塔池化
- c) 典型架构效能分析与计算复杂度
- d) 转置卷积
- e) 可变形卷积
- f) CNN中的数学优化问题

### 5.3.3 图论基础与图神经网络

- a) 图的矩阵表示
- b) 谱图理论
- c) 图的拓扑度量
- d) 异构图与元路径
- e) 谱域图卷积
- f) 空域消息传递机制
- g) 图注意力机制
- h) 图同构与表达能力
- i) 图采样与归纳式学习
- j) 过平滑问题

### 5.3.4 序列模型与注意力

- a) 循环神经网络与梯度消失
- b) 长短期记忆网络
- c) 门控循环单元

### 5.3.5 Transformer 架构

- a) 缩放点积注意力
- b) 稀疏注意力与线性注意力
- c) 多头注意力
- d) 归一化机制
- e) 掩码机制
- f) 位置编码体系

### 5.3.6 生成模型

- a) 生成对抗网络的博弈论
- b) 变分自编码器
- c) 流模型与变量变换
- d) 扩散模型的概率推导
- e) 基于流的生成模型中的雅可比行列式计算

## 5.4 强化学习篇

### 5.4.1 强化学习基础

- a) 马尔可夫决策过程与状态空间
- b) 贝尔曼方程与最优性原理
- c) 策略迭代与价值迭代的收敛性证明

- d) 探索与利用的权衡
- e) 蒙特卡洛方法与时序差分学习
- f) 资格迹与  $\lambda$  回报

#### 5.4.2 深度强化学习与策略优化

- a) 价值函数近似的误差分析
- b) 策略梯度定理推导
- c) Actor-Critic架构的数学原理
- d) 信任区域优化与近端策略优化
- e) 连续动作空间的控制理论
- f) 确定性策略梯度
- g) 最大熵强化学习

#### 5.4.3 高阶强化学习数学

- a) 逆向强化学习与最大熵原理
- b) 多智能体博弈论基础
- c) 遗憾界分析
- d) 分层强化学习
- e) 基于模型的强化学习
- f) 离线强化学习的分布偏移
- g) 对偶理论

### 5.5 人工智能大模型与前沿数学

#### 5.5.1 人工智能大模型数学基础

- a) 参数高效微调
- b) 分布式训练的梯度聚合数学
- c) 混合精度训练的数值稳定性
- d) 流水线并行与通信调度
- e) 张量并行与序列并行
- f) 课程学习与难例挖掘
- g) 自监督预训练目标
- h) 大模型的泛化理论
- i) 大模型轻量化与知识蒸馏数学原理
- j) 大模型的鲁棒性分析
- k) 稀疏激活与混合专家路由
- l) 缩放法则
- m) 键值缓存 (KV Cache) 显存优化
- n) 长上下文处理机制
- o) 低精度计算数学与量化误差

#### 5.5.2 数学进阶与研究方向

- a) 微分流形与几何深度学习
- b) 最优传输理论 (瓦瑟斯坦距离)
- c) 信息瓶颈理论
- d) 双下降现象的数学解释
- e) 神经正切核 (NTK)

### 参 考 文 献

- [1]《国家人工智能产业综合标准化体系建设指南（2024版）》（工信部联科〔2024〕113号）
- [2]GB/T 41867-2022 信息技术 人工智能 术语
- [3]GB/T 45288.1-2025 人工智能 大模型 第1部分:通用要求
- [4]国家职业分类大典修订工作委员会，《中华人民共和国职业分类大典（2022年版）》，中国劳动社会保障出版社，2022年11月。
- [5]总主编：王元，副总主编：文兰、陈木法，《数学大辞典（第2版）》，科学出版社，2017年9月1日。