

全国青少年奥林匹克系列竞赛大纲

一、简介

2021 年 4 月，全国青少年信息学奥林匹克竞赛大纲在 NOI 官网发布。为方便大家的查阅和收藏，有道小图灵把大纲的入门级、提高级和 NOI 级全部整理了出来。以下是官网发布的大纲详情。

二、大纲

2.1 入门级

2.1.1 计算机基础与编程环境

1. 【1】 计算机的基本构成（CPU、内存、I/O 设备等）
2. 【1】 Windows、Linux 等操作系统的基本概念及其常见操作
3. 【1】 计算机网络和 Internet 的基本概念
4. 【1】 计算机的历史及其在现代社会中的常见应用
5. 【1】 NOI 以及相关活动的历史
6. 【1】 进制的基本概念与进制转换、字节与字
7. 【1】 程序设计语言以及程序编译和运行的基本概念
8. 【1】 使用图形界面新建、复制、删除、移动文件或目录
9. 【1】 使用 Windows 系统下的集成开发环境（例如 Dev C++ 等）
10. 【1】 使用 Linux 系统下的集成开发环境（例如 Code::Blocks 等）
11. 【1】 g++、gcc 等常见编译器的基本使用

【X】 表示难度系数

2.1.2 C++程序设计¹

1. 程序基本概念

- 【1】 标识符、关键字、常量、变量、字符串、表达式的概念
- 【1】 常量与变量的命名、定义及作用
- 【2】 头文件与名字空间的定义与理解
- 【2】 编辑、编译、解释、调试等概念理解

2. 基本数据类型

- 【1】 整数型：int, long long
- 【1】 实数型：float, double
- 【1】 字符型：char
- 【1】 布尔型：bool

3. 程序基本语句

- 【2】 cin 语句，scanf 语句，cout 语句，printf 语句，赋值语句，复合语句
- 【2】 if 语句，switch 语句，多层条件语句

- 【2】 for 语句, while 语句, do while 语句
- 【3】 多层循环语句
- 4. 基本运算
- 【1】 算数运算: 加、减、乘、除、整除、求余
- 【1】 关系运算: 大于, 大于等于, 小于, 小于等于, 等于, 不等于
- 【1】 逻辑运算: 与 (&&)、或 (||)、非 (!)
- 【1】 变量自增与自减运算
- 【1】 三目运算
- 【3】 位运算: 与 (&)、或 (|)、非 (~)、异或 (^)、左移、右移
- 5. 数学库常用函数
- 【3】 绝对值函数, 四舍五入函数, 取上整函数, 取下整函数, 常用三角函数, 对数函数, 指数函数, 平方根函数
- 6. 结构化程序设计
- 【1】 顺序结构、分支结构和循环结构
- 【2】 自顶向下、逐步求精的模块化程序设计
- 【2】 流程图的概念及流程图描述
- 7. 数组
- 【1】 数组定义, 数组与数组下标的含义
- 【1】 数组的读入与输出
- 【2】 纯一维数组的综合运用
- 【3】 纯二维数组与多维数组的综合应用
- 8. 字符串的处理
- 【2】 字符数组与字符串的关系
- 【2】 字符数组的综合应用
- 【2】 string 类定义、相关函数引用
- 【3】 string 类的综合应用
- 9. 函数与递归
- 【2】 函数定义与调用, 形参与实参
- 【3】 传值参数与传引用参数
- 【2】 常量与变量的作用范围
- 【2】 递归函数的概念、定义与调用
- 10. 结构体类型
- 【3】 结构体的定义及应用
- 11. 指针类型
- 【4】 指针的概念及调用
- 【4】 指针与数组
- 【4】 字符指针与 string 类
- 【4】 指向结构体的指针
- 12. 文件及基本读写
- 【2】 文件的基本概念, 文本文件的基本操作
- 【2】 文本文件类型与二进制文件类型
- 【2】 文件重定向、文件读写等操作
- 13. STL 模板应用
- 【3】 <algorithm> 中 sort 函数

- 【4】 栈 (stack)、 队列 (queue)、 链表 (list)、 向量 (vector) 等容器
- ¹ C++ 以外的其他高级程序设计语言可参照本部分内容。

2.1.3 数据结构

1. 线性表

- 【3】 链表： 单链表、 双向链表、 循环链表
- 【3】 栈
- 【3】 队列

2. 简单树

- 【3】 树的定义及其相关概念
- 【4】 树的父亲表示法
- 【3】 二叉树的定义及其基本性质
- 【4】 二叉树的孩子表示法
- 【4】 二叉树的遍历： 前序、 中序、 后序遍历

3. 特殊树

- 【4】 完全二叉树的定义与基本性质
- 【4】 完全二叉树的数组表示法
- 【4】 哈夫曼树的定义、 构造及其遍历
- 【4】 二叉树的定义、 构造及其遍历

4. 简单图

- 【3】 图的定义及其相关概念
- 【4】 图的邻接矩阵存储
- 【4】 图的邻接表存储

2.1.4 算法

1. 算法概念与描述

- 【1】 算法概念
- 【2】 算法描述： 自然语言描述、 流程图描述、 伪代码描述

2. 入门算法

- 【1】 枚举法
- 【1】 模拟法

3. 基础算法

- 【3】 贪心法
- 【3】 递推法
- 【4】 递归法
- 【4】 二分法
- 【4】 倍增法

4. 数值处理算法

- 【4】 高精度的加法
- 【4】 高精度的减法
- 【4】 高精度的乘法
- 【4】 求高精度整数除以单精度整数的商和余数

5. 排序算法

- 【3】 排序的基本概念（稳定性等）
- 【3】 冒泡排序
- 【3】 简单选择排序
- 【3】 简单插入排序

6. 图论算法

- 【4】 图的深度优先遍历算法
- 【4】 图的宽度优先遍历算法
- 【5】 洪水填充算法（floodfill）

7. 动态规则

- 【4】 动态规划的基本思路
- 【4】 简单一维动态规划
- 【5】 简单背包类型动态规划
- 【5】 简单区间类型动态规划

2.1.5 数学

1. 数及其运算

- 【1】 数的概念，算术运算（加、减、乘、除、求余）
- 【1】 数的进制：二进制、八进制、十六进制和十进制及其转换
- 【2】 编码：ASCII 码，哈夫曼编码，格雷码

2. 初中数学

- 【1】 初中代数
- 【1】 初中平面几何

3. 初等数论

- 【3】 整除、因数、倍数、指数、质数、合数、同余等概念
- 【3】 唯一分解定理
- 【3】 欧几里得算法（辗转相除法）
- 【4】 埃氏筛法和线性筛法求素数

4. 组合数学

- 【2】 加法原理
- 【2】 乘法原理
- 【4】 排列及计算公式
- 【4】 组合及计算公式
- 【4】 杨辉三角公式

2.2 提高级

2.2.1 计算机基础与编程环境

1. 【5】 在 Linux 系统终端中使用 `mkdir`、`cp`、`rm`、`mv` 等命令新建、复制、删除、移动文件或目录
2. 【5】 在 Linux 系统终端中使用 `cd`、`pwd`、`ls` 等命令更改、显示目录路径和查看目

录中的文件

3. 【5】在 Linux 系统下使用 Gedit、Vim 或 Emacs 等文本编辑工具编写代码
4. 【5】熟悉 g++、gcc 等编译器以及优化、数学库等常见编译选项
5. 【5】在 Linux 系统终端中运行程序，并使用 time 命令查看程序用时（区分 real time、sys time 和 user time）
6. 【5】了解调试工具 gdb 及其 break、display、continue、step 等命令

2.2.1 C++程序设计²

1. 类 (class)

- 【6】类的概念及简单应用
- 【6】成员函数和运算符重载

2. STL 模板

- 【5】集合 (set)
- 【5】列表 (list)，双端队列 (deque)，优先队列 (priority_queue)
- 【5】多重集合 (multiset)
- 【5】映射 (map)，多重映射 (multimap)
- 【5】对 (pair)，元组 (tuple)

² C++ 以外的其他高级程序设计语言可参照本部分内容

2.2.2 数据结构

1. 线性结构

- 【5】双端栈
- 【5】双端队列
- 【5】有序队列
- 【6】优先队列
- 【6】倍增表 (ST 表)

2. 集合与森林

- 【6】等价类
- 【6】并查集
- 【6】树与二叉树的转化——孩子兄弟表示法

3. 特殊树

- 【6】线段树与树状数组
- 【6】字典树 (trie 树)
- 【7】笛卡尔树
- 【8】二叉平衡树 AVL、treap、splay 等
- 【8】基环树

4. 常见图

- 【5】稀疏图
- 【6】偶图 (二分图)
- 【6】欧拉图
- 【6】有向无环图
- 【7】连通图与强连通图

- 【7】重连通图
- 5. 哈希表
- 【5】数值哈希函数构造
- 【6】排列哈希函数构造
- 【6】字符串哈希函数构造
- 【6】哈希函数冲突的常见解决方法

2.2.3 算法

1. 复杂度分析

- 【6】空间复杂度分析
- 【6】时间复杂度分析

2. 基础算法

- 【6】分治算法

3. 排序算法

- 【5】归并排序
- 【5】快速排序
- 【6】堆排序
- 【6】树形选择排序（锦标赛排序）
- 【5】桶排序
- 【6】基数排序

4. 字符串相关算法

- 【5】字符串匹配算法——KMP

5. 搜索算法

- 【6】搜索的剪枝优化
- 【6】记忆化搜索
- 【7】启发式搜索
- 【7】双向宽度优先搜索
- 【7】迭代加深搜索
- 【8】搜索对象的压缩存储

6. 图论算法

- 【6】Prim 和 Kruskal 等求最小生成树算法
- 【7】求次小生成树算法
- 【6】Dijkstra、bellman ford、SPFA 等求单源最短路算法
- 【7】求单源次短路径算法
- 【6】Floyd-Warshall 算法求任意两点间的最短路和传递闭包
- 【6】有向无环图的拓扑排序算法
- 【6】求欧拉道路和欧拉回路算法
- 【6】二分图的构造及其判定算法
- 【6】最近公共祖先
- 【7】求强联通分量算法
- 【7】强连通分量的缩点算法
- 【7】求割点、割边算法

7. 动态规则

- 【6】 树型动态规划
- 【7】 状态压缩动态规划
- 【8】 动态规划的常用优化

2.2.4 数学

1. 高中数学

- 【5】 代数
- 【6】 解析几何
- 【6】 立体几何

2. 初等数论

- 【5】 同余式
- 【7】 欧拉定理和欧拉函数
- 【7】 费马小定理
- 【7】 威尔逊定理
- 【7】 裴蜀定理
- 【7】 逆元
- 【7】 扩展欧几里得算法
- 【7】 孙子定理（即中国剩余定理）

3. 组合数学

- 【6】 可重集排列
- 【6】 可重集组合
- 【6】 错排列、圆排列
- 【6】 鸽巢原理
- 【6】 二项式定理
- 【7】 容斥原理
- 【7】 卡特兰数

4. 线性代数

- 【5】 矩阵概念
- 【6】 特殊矩阵：稀疏矩阵，三角矩阵，对称矩阵
- 【6】 矩阵的初等变换
- 【6】 矩阵的加减乘和转置运算
- 【7】 线性方程组的高斯消元法

2.3 NOI 级

2.3.1 C++程序设计³

1. 【8】 STL 模板：容器（containers）、迭代器（iterators）、空间配置器（allocators）、配接器（adapters）、算法（algorithms）、仿函数（functors）
2. 【8】 面向对象的程序设计思想（OOP）

³ C++以外的其他高级程序设计语言可参照本部分内容。

2.3.2 数据结构

1. 线性结构

- 【8】 分块
- 【8】 块状链表

2. 序列

- 【8】 后缀数组
- 【9】 跳跃表
- 【9】 无根树的 Prüfer 序列

3. 复杂树

- 【8】 树链剖分
- 【8】 主席树
- 【8】 二位线段树
- 【9】 后缀树
- 【9】 树套树
- 【9】 k-d 树
- 【10】 最小树形图
- 【10】 动态树 (LCT)

4. 可合并堆

- 【8】 左偏树
- 【10】 二项堆

5. 【9】 可持久化数据结构

2.3.3 算法

1. 算法策略

- 【9】 复杂分治思想
- 【9】 平衡规划思想
- 【9】 构造思想

2. 字符串算法

- 【8】 求最长回文串的 Manacher 算法
- 【8】 多模匹配算法——AC 自动机
- 【9】 求字符串前缀和后缀算法——扩展 KMP
- 【9】 确定性有穷自动机——DFA 算法
- 【10】 非确定性有穷自动机——NFA 算法
- 【10】 后缀自动机

3. 图论算法

- 【8】 网络流算法
- 【10】 图的支配集、独立集与覆盖集
- 【8】 二分图的最大匹配——匈牙利算法
- 【9】 二分图的最佳匹配算法——KM 算法
- 【10】 一般图的匹配

4. 动态规划

- 【9】 复杂动态规划模型构建

- 【9】 复杂动态规划模型的优化

2.2.4 数学

1. 信息论基础

- 【10】 熵、互信息、条件熵、相对熵的基本概念
- 【10】 信息复杂度的基本概念
- 【10】 描述复杂度的基本概念
- 【10】 通讯复杂度的基本概念

2. 初等数论

- 【8】 原根和指数
- 【8】 大步小步 (Baby Step Giant Step, BSGS) 算法
- 【9】 完全数
- 【9】 狄利克雷 (Dirichlet) 卷积
- 【10】 平方剩余
- 【10】 二次同余式
- 【10】 二次互反律

3. 离散数学

- 【9】 代数系统的基本概念
- 【9】 群的基本概念
- 【9】 置换群与循环群

4. 组合数学

- 【9】 母函数
- 【9】 莫比乌斯变换
- 【9】 Burnside 引理与 Pólya 原理
- 【9】 斯特林数

5. 高等数学

- 【9】 多项式函数微分
- 【9】 多项式函数积分
- 【10】 泰勒级数
- 【10】 快速傅里叶变换 (Fast Fourier Transform, FFT)
- 【10】 卷积

6. 线性代数

- 【9】 矩阵的逆运算
- 【9】 行列式及其运算
- 【9】 线性相关与矩阵的逆

7. 概率论

- 【8】 概率相关概念
- 【9】 求概率的乘法公式、全概率公式、贝叶斯公式

8. 博弈论

- 【9】 零和博弈问题——Nim 博弈等
- 【9】 Sprague-Garundy (SG) 函数概念及应用

9. 运筹学

- 【10】 线性规划之单纯形法

10. 计算几何

- 【7】 矢量及其运算
- 【8】 点、线、面之间的位置判断
- 【8】 常见图形的面积计算
- 【8】 二维凸包的求及其应用
- 【9】 半平面交