

团体标准

T/ITS 0157-2023

智慧港口云控平台总体技术要求

General technical requirements for cloud control platform of smart port

2023-12-26 发布

2023-12-26 实施

中国智能交通产业联盟 发布

目 次

| | |
|---------------------------|-----|
| 前言 | II |
| 引言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语、定义和缩略语 | 1 |
| 4 平台架构 | 2 |
| 5 支撑平台层 | 3 |
| 6 业务应用层 | 4 |
| 7 安全要求 | 6 |
| 附录 A 港口设备集控管理功能概述 | 7 |
| 附录 B 智慧港口云控平台数据集示例 | 8 |
| 附录 C 港口数字孪生智慧运营工作流程 | 9 |
| 附录 D 港口全局智能调度工作流程 | 10 |
| 参考文献 | 11 |

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。

本文件由中国智能交通产业联盟（C-ITS）提出并归口。

本文件主要起草单位：阿里云计算有限公司、中远海运港口有限公司、东风商用车有限公司、中国移动通信集团有限公司、北京斯年智驾科技有限公司、清华大学、浙江菜鸟传橙网络技术有限公司、中远海运科技股份有限公司、北京万集科技股份有限公司、北京主线科技有限公司、腾讯云计算（北京）有限责任公司、广州高新兴网联科技有限公司、中兴通讯股份有限公司、交通运输部公路科学研究院、中汽研(天津)汽车工程研究院有限公司、信安世纪科技股份有限公司、上海友道智途科技有限公司。

本文件主要起草人：王琳、李飞、王沈元、祝绍嵩、朱文烜、李阳、李洋、敖婷、何贝、刘羿、郑瑞榜、沈程琳、郭磊、胡蓉、王骏翔、徐巍、孟令钊、王超、王里、张云龙、张卓筠、曾少旭、陈晓、许玲、陈瑞、董轩、王芳、汪宗斌、付军、张显宏。

引 言

近年来,国内外的大型港口都在积极推进港口的智慧化建设,依托智慧港口云控平台实现了全流程、全过程、全场景的调度,有效地提升了作业效率,降低了人力成本。但是,在智慧港口云控平台的建设实践中,由于缺乏标准规范的支撑引领,各港口主要以各自建框架、建系统的模式为主,规范性、统一性和运作效率方面还有较大的提升空间。特别是当前对港口内部智慧港口云控平台与港口已有的TOS系统、智能水平运输管理系统等的互通兼容缺乏功能架构设计指导,对于新兴的数字孪生、人工智能等技术如何应用在智慧港口云控平台缺乏功能要求、业务流程方面的具体建议。

本文件在已有相关的实践基础上制定智慧港口云控平台的总体框架和功能要求,可作为港口云控平台建设方、集装箱码头企业等开展港口云控平台的研究、设计和建设的参考依据,有助于提升智慧港口数字化转型升级工程的质量与效率,支撑港区一站式运营管理目标,带动全域治理与模式创新,加快智慧港口领域内科技项目的成果转化,适度超前引导港口智能全局调度、港口数字孪生等新技术的应用。

智慧港口云控平台总体技术要求

1 范围

本文件规定了智慧港口云控平台的平台架构、港口数据支撑平台、港口智能引擎、港口数字孪生智慧运营、港口全局智能调度的功能要求和安全要求。

本文件适用于集装箱码头智慧港口云控平台的设计、开发、测试、应用，其它类型的码头可参照执行。

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 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 42809-2023 自动化集装箱码头操作系统技术要求

GB/T 43441.1-2023 信息技术 数字孪生 第1部分：通用要求

JTS/T 199-2021 自动化集装箱码头建设指南

T/ITS 0147.1-2021 港口无人驾驶集装箱车技术要求 第1部分 驾驶场景和行驶行为

T/ITS 0208-2023 港口无人驾驶集装箱车智能水平运输管理系统技术要求

3 术语、定义和缩略语

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

智慧港口云控平台 cloud controll platform of smart port

基于港口感知、通信、定位和计算设施提供的数据和大数据、数字孪生、深度学习等技术，具备港口数据支撑平台和港口智能引擎，提供港口数字孪生智慧运营业务应用和港口全局智能调度业务应用的云平台。

3.1.2

港口数字孪生 port digital twin

以数字孪生为主要技术手段，支持对港口感知、通信、定位、计算等设施提供的数据提供实时接入、数据融合和对目标实体数字化表达，保证物理状态和虚拟状态之间以适当的速率和精度进行同步，可为

港口提供业务可视、业务流程循环和港口运营操控与技术验证、自上而下的作业指令传递与管理决策反馈的云平台。

[来源：GB/T 43441.1-2023，3.1，有修改]

3.1.3 港口全局智能调度 port overall intelligent scheduling

支持集装箱码头的作业运转和管理，提供设备状态监控与预警、集卡路径规划、资源动态配置、作业时间预估、全场指令排程、水平运输作业和堆场作业等任务的智能指派和协同功能的云平台。

3.1.4 智能水平运输管理系统 intelligent vehicle management platform

能够根据码头生产管理系统下发的作业任务指令，结合码头各子系统信息，智能调度港口无人驾驶集装箱车完成作业任务并实时反馈作业信息的系统。

[来源：T/ITS 0208-2023，3.1.1]

3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

- ECS：设备控制系统（Equipment Control System）
- IVMP：智能水平运输管理系统（Intelligent Vehicle Management Platform）
- TOS：码头生产管理系统（Terminal Operating System）

4 平台架构

4.1 架构概述

智慧港口云控平台架构如图 1 所示，由数据接入层、支撑平台层和业务应用层组成，其中虚线框表示港口已有系统，实线框表示为新建系统。

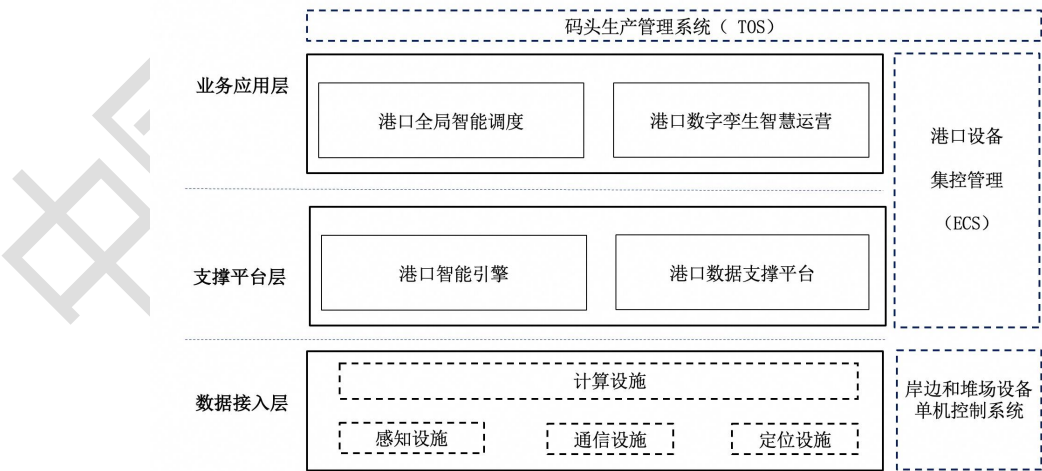


图 1 智慧港口云控平台功能架构

4.2 数据接入层

数据接入层提供感知设施、通信设施、定位设施和计算设施，为智慧港口云控平台提供数据接入功能。

4.3 支撑平台层

支撑平台层提供港口数据支撑平台和港口智能引擎。港口数据支撑平台支持对数据接入层提供的港口数据的存储、数据处理的智慧港口运营相关指标数据的生成功能，并支持将相关数据发送港口智能引擎。港口智能引擎应提供模型训练、多模态标注、诊断服务和预测服务等，支撑港口集装箱码头相关业务应用。

4.4 业务应用层

业务应用层提供港口数字孪生智慧运营应用和港口全局智能调度应用。港口数字孪生智慧运营应用支持港口集装箱码头运营相关数据的可视化和仿真推演。港口全局智能调度业务应用应支持接收港口设备集控管理的相关管理数据，提供任务及指令监控和预估作业时间等功能，并为码头生产管理系统(TOS)提供龙门吊、桥吊、集卡的调度优化功能。港口设备集控管理应对接岸边和堆场设备单机控制系统，进行堆场管理、桥吊管理、智能水平运输管理(IVMP)和操作终端管理，功能概述参见附录A。

4.5 接口

数据接入层将岸边和堆场等设备数据和其它港口数据通过接口输入到支撑平台层，支撑平台层通过与业务平台层的接口为业务平台层的港口数字孪生智慧运营和港口全局智能调度提供港口数据存储、数据处理、港口智能引擎等能力。

5 支撑平台层

5.1 概述

支撑平台层由港口数据支撑平台和港口智能引擎构成，通过与数据接入层的接口实现港口数据的接入，通过与业务应用层的接口为上层应用提供数据存储、数据处理和共享、数据智能算法和大模型预训练等能力。

5.2 港口数据支撑平台

港口数据支撑平台支持如下功能：

- a) 应支持港口基础数据和港口运营相关指标数据的存储，包括桥吊状态数据、堆场状态数据、港口作业统计数据、龙门吊故障数据等，数据集参见附录B。
- b) 应支持港口基础数据和指标数据的标签库和标签服务，支持应用构建港口数据业务模型；
- c) 应具备基于港口数据标签的大数据分析功能，提供可配置的交互界面和业务模型分析能力；
- d) 应支持对港口基础数据和指标数据的管理、过程监控，支持历史数据回放；
- e) 应支持从港口实时视频监控系统、自动化装卸系统、自动导引车系统等多种系统的数据库自动化抽取港口业务信息流和数据；
- f) 宜支持与港口数据接入层、港口智能引擎以及港口业务系统的数据共享与交换；

- g) 宜支持与船公司、船代、货主、货代、口岸监管单位信息系统（平台）、区域性物流信息服务平台的对接，支持数据交互与业务协同。

5.3 港口智能引擎

港口智能引擎支持如下功能要求：

- a) 应支持智能数据读写功能，包括逗号分隔值（CSV）、数据库（DB）等数据源种类；
- b) 应支持智能数据运算，如滤波、数据类型转化、数据聚合、数据对齐、数据归一化、缺失值处理、时滞处理、死区处理、积分统计、计时统计、运行计数、限幅限速等；
- c) 应支持算法组件功能，如路径规划算法、支持深度学习、运筹优化、K近邻分类、偏最小二乘回归、决策树、分段多项式回归、小波分解去噪、快速傅里叶变换、支持向量机、梯度提升决策树、梯度提升回归树、线性回归、逻辑回归、随机森林等；
- d) 应支持逻辑运算组件功能，如与（AND）、非（NOT）、或（OR）、复位（RS）触发器、延时关闭（OFF）、延时打开（ON）、脉冲触发器、触发器、计时器等；
- e) 应支持港口行业智能算法功能，如模型预测控制算法（MPC）、比例微分积分控制（PID）、比值控制、变点分析、过程能力分析、因果网络分析、预测因素分析等；
- f) 宜支持深度学习框架和大模型预训练框架能力。

6 业务应用层

6.1 概述

业务应用层由港口数字孪生智慧运营和港口全局智能调度构成，通过与支撑平台层的接口调用港口智能引擎和数据支撑平台的相关能力，实现对港口作业和设备交互等的仿真推演能力和港口设备监控、全场指令排程、集卡路径规划等的港口全局智能调度能力。

6.2 港口数字孪生智慧运营

6.2.1 功能要求

港口数字孪生智慧运营支持如下功能：

- a) 应提供港口数字孪生架构以支撑港口运营可视化；
- b) 数字底座应提供高精地图作为空间基础，为三维场景作道路基础，为多类型移动设备定位提供统一坐标系；
- c) 应为港航用户提供企业外宣、业务可视化、管理驾驶舱、应急指挥、系统集成、虚拟现实、仿真推演和客户端系统操控与人机交互功能；
- d) 应为技术人员提供数据可视化应用引擎和三维空间场景研发工具集，包括三维图形渲染、数据编排工具集等；
- e) 支持对港口运营的仿真，具体包括：
 - 应支持模拟港口作业（靠泊、中转、装卸船等）和设备交互（设备移动、路径规划、路径冲突等）的仿真推演；
 - 宜为堆场规划、路网设计、泊位设计、流程优化、效率提升等需求提供相关数据的仿真推演；

- f) 支持仿真管理，具体包括：
 - 应支持三维港口运营仿真搭建与管理，包括可视化搭建、设备分组、设备搜索定位、画布编辑、实时展示和对象编辑等功能；
 - 应支持三维模型管理，包括组态管理、三维模型组件库管理、模型更新和物料库管理等；
- g) 支持对港口数据的可视化，包括：
 - 应支持港口运营各环节的历史数据回放；
 - 应支持港口运营相关指标数据的可视化；
 - 宜支持以动态效果呈现报警灯、码头各类设备状态等动态数据；
 - 宜支持港口调度计划数据和实际运营数据关联等的关联数据可视化呈现；
 - 宜支持为港口场景的物流分析、决策支持、风险缓释和应急响应提供可视化呈现；
- h) 宜支持为港口全局智能调度优化，如港机设备及无人车辆的最优任务调度等，提供港口内设备的实时位置、作业状态、行驶路径等信息的可视化呈现。

6.2.2 业务流程

港口数字孪生智慧运营的业务流程包括仿真推演平台计算仿真结果，港口调度算法生成调度指令和方案策略、数字孪生可视化平台呈现数据和调度指令。具体业务流程参见附录 C。

6.3 港口全局智能调度

6.4 功能要求

港口全局智能调度支持如下功能：

- a) 应支持设备状态监控与预警功能，对设备、指令、以及设备与指令的关系进行实时监控预警；
- b) 支持路径规划功能，具体包括：
 - 应支持集卡路径规划和实时路径规划更新功能，基于时间网络、拥堵分析和线路优化能力进行集卡路径规划，从时间上避免等待、空间上避免拥堵点的发生；
 - 宜支持外集卡路径规划，操作终端为外集卡提供导航信息，避开作业繁忙路线；
- c) 应支持资源动态配置，依据桥吊繁忙程度和堆场繁忙程度动态调整船舶锁定集卡资源数量，以及动态调整不同桥吊锁定的集卡资源；
- d) 支持作业时间预估，具体包括：
 - 应支持集卡、桥吊、龙门吊的作业时间预估和无人集卡的剩余工作时长预估，衔接指令之间的协同，提高重进重出，避免悬空箱和嵌档箱的产生；
 - 宜支持基于作业时间预估结果制定船舶分路计划，推算桥吊繁忙程度和堆场繁忙程度；
- e) 支持全场指令排程，具体包括：
 - 应支持集卡调度、桥吊调度、龙门吊调度能力；
 - 宜支持集卡改派能力；
 - 宜支持 GB/T 42809-2023 中 6.3.3 水平运输作业调度和 6.3.4 堆场作业调度的能力要求。

6.4.1 业务流程

港口全局智能调度业务应用工作流程包括设备状态监控与预警、船舶分路计划、资源动态配置、集卡路径规划和全场指令排程等。具体业务流程参见附录 D。

7 安全要求

- 7.1 网络安全宜符合 GB/T 22239-2019 二级及以上的安全物理环境、安全通信网络和安全计算环境等要求执行，和 JTS/T 199-2021 8.1.14 ~8.1.20 的相关要求。
- 7.2 数据传输宜建设统一的身份认证体系，关键业务应用系统应支持数据加密认证和传输保护，密码应用和管理应遵照《中华人民共和国密码法》的相关规定。
- 7.3 应采用密码技术支持的完整性保护机制和数据备份系统。
- 7.4 应采用加密或其它有效措施实现系统管理数据、鉴别信息和涉密业务数据传输、存储的保密性。
- 7.5 应提供本地数据备份与恢复、异地数据备份等功能。
- 7.6 宜采用冗余技术设计网络，避免关键节点存在单点故障。
- 7.7 宜提供核心网络设备、通信线路和数据处理系统的硬件冗余，保证系统的高可用性。
- 7.8 数据安全应满足数据处理过程中权限管控要求、风险提示要求、个人信息去标识化要求、数据脱敏要求、数据溯源要求等。

附录 A

(资料性附录)

港口设备集控管理功能概述

港口设备集控管理对接岸边和堆场设备单机控制系统，进行堆场管理、桥吊管理、智能水平运输管理（IVMP）和操作终端管理，一般具备如下功能：

- a) 堆场管理支持对全自动轮胎式龙门吊的作业任务管理、龙门吊状态管理、业务数据管理、运维平台管理、龙门吊效率统计等；
- b) 桥吊管理支持对全自动远控桥吊的作业任务管理、桥吊状态管理、业务数据管理、运维平台管理、桥吊效率统计等；
- c) 智能水平运输管理支持对自动驾驶集装箱卡车的管理，可参考 T/ITS 0147.1-2021 和 T/ITS 0208-2023 标准相关要求；
- d) 操作终端管理支持对传统龙门吊、桥吊、常规集卡、港区作业人员、港区生产辅助设备的操作终端管理。

单机设备控制系统的功能可参考 JTS/T 199-2021 第 9 章的相关要求。

附录 B

(资料性附录)

智慧港口云控平台数据集示例

表 1 智慧港口云控平台数据集示例

| 数据类别 | 数据项 |
|---------------|--|
| 桥吊状态数据 | 包括桥吊 ID、维修状态、桥吊维修位置信息、桥吊当前位置、当前桥吊车道、船舶 ID、故障状态、繁忙程度、桥吊工作车道信息、桥吊所属船舶和贝位信息、吊具闭锁时间、作业线 ID、小车实时位置及吊具实时尺寸等。 |
| 集装箱状态数据 | 包括集装箱 ID、重量、空重（空箱/重箱）、所在堆场、所在贝位、卸货港口 ID、进口船舶参考号、出口船舶参考号、是否放行、箱口朝向（用于判断是否调转箱）、打捆箱标记、打捆箱组合（与哪几个平板是绑定关系）、是否装卸锁等。 |
| 集卡状态信息 | 包括集卡 ID、当前实时位置（经度）、当前实时位置（纬度）、当前速度、集卡剩余油量/气、入港时间（外集卡）、完成时间（外集卡）、当前电量、上次充电时间、当前（GPS）时间、状态信息（可用、不可用、空车、重车）、智能集卡路径规划路段 ID 列表、电子围栏 ID 等。 |
| 司机工作时间 | 包括司机 ID、总工作时长、这一班工作时长、交接班时间等。 |
| 龙门吊状态信息 | 包括龙门吊 ID、ACCS 状态、所在贝位、设备状态（作业中/跑大车/维修中/故障）、远控龙的 PLC 数据（开闭锁、吊具起升安全高度、即将完成）、龙门吊当前状态（空闲、非空闲）、跑大车速度（需要换算成时间）、跑大车方向、异常类型、异常原因等。 |
| 路网状态信息 | 包括路网 ID、是否封路等。 |
| 船舶贝位集装箱集合数据 | 包括船舶贝位 ID、船舶 ID、当前贝位集装箱 ID 集合等 |
| 堆场状态数据 | 包括堆场 ID、繁忙度、封场类型（只进不出/只进不出并且不允许提箱）等。 |
| 船舶舱盖板状态数据 | 包括舱盖板 ID、舱盖板状态（船上/船下）等。 |
| 远控龙操作台状态数据 | 包括操作台 ID、操作台状态（是否可用）、生成时间、请求时间、司机开始处理时间、司机释放时间等 |
| 远控龙操作台统计数据 | 包括正在作业数量、排队作业数量等 |
| 正面吊、堆高机设备状态数据 | 包括调箱门设备 ID、设备状态、当前位置（经度）、当前位置（纬度）等 |
| 锁亭数据 | 包括锁亭 ID、引桥 ID、开闭状态（是否使用）、当前实时位置（经度）、当前实时位置（纬度）、服务船舶 ID 等。 |
| 电子围栏状态数据 | 包括电子围栏 ID、围栏是否有效等。 |
| 龙门吊、桥吊设备故障数据 | 包括设备 ID、设备类型、故障状态、故障贝位等 |

附录 C

(规范性附录)

港口数字孪生智慧运营工作流程

港口数字孪生智慧运营工作流程如图 2 所示，仿真推演平台基于机理仿真工具输入的云化后的仿真模型进行模型加载和仿真加速，港口调度算法基于仿真计算结果生成调度指令和方案策略（如龙门吊调度指令、堆场优化方案等），并将优化方案调整数据输入到仿真推演平台，在数字孪生可视化平台进行呈现。

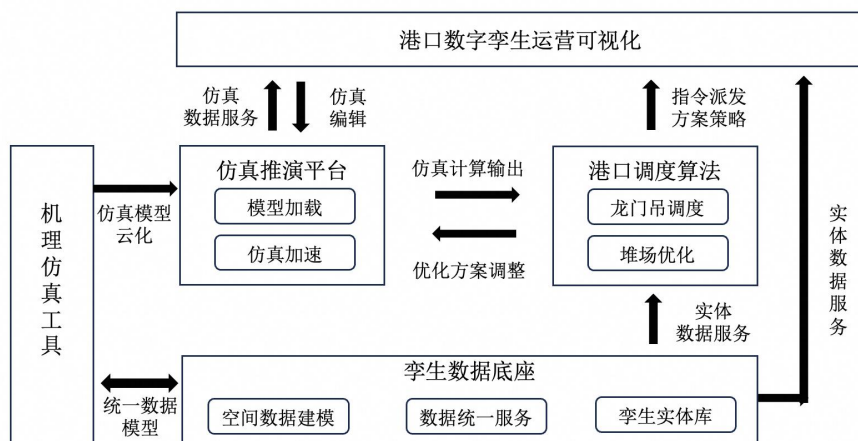


图 2 港口数字孪生智慧运营工作流程

附录 D

(规范性附录)

港口全局智能调度工作流程

港口全局智能调度工作流程如图 3 所示，采用定时轮询机制，设备状态监控与预警平台进行预警和应急，用于船舶分路计划算法计算；作业时间预估模型调整指令预估时长，用于资源动态配置算法动态调整船舶锁定集卡资源数量；全场指令排程实现设备指令的派发。

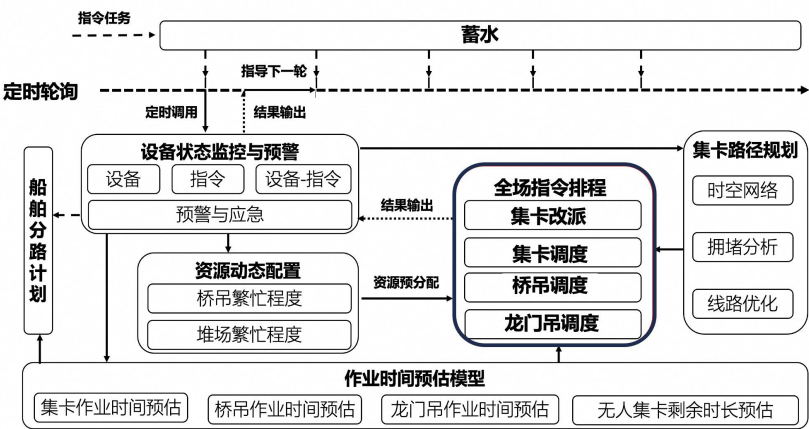


图 3 港口全局智能调度工作流程

参考文献

- [1] GB/T 16994.4-2023 港口作业安全要求 第4部分：普通货物集装箱
 - [2] GB/T 28449-2018 信息安全技术 网络安全等级保护测评过程指南
 - [3] GB/T 35589-2017 信息技术 大数据 技术参考模型
 - [4] GB/T 41723-2022 自动化系统与集成 复杂产品数字孪生体系架构
 - [5] GB/T 42811-2023 港口集装箱作业系统技术要求
 - [6] JT/T 697.3 交通信息基础数据元 第3部分：港口信息基础数据元
-

中国智能交通产业联盟

中国智能交通产业联盟

标准

智慧港口云控平台总体技术要求

T/ITS 0157-2023

北京市海淀区西土城路 8 号（100088）

中国智能交通产业联盟印刷

网址：<http://www.c-its.org.cn>

2023 年 12 月第一版 2023 年 12 月第一次印刷