



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 44167—2024

## 大型货运无人机系统通用要求

General requirements for large cargo unmanned aircraft system

2024-06-29 发布

2025-01-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会

发布



目次

前言.....Ⅲ

1 范围.....1

2 规范性引用文件.....1

3 术语和定义.....1

4 大型货运无人机系统组成.....1

5 无人机系统一般要求.....1

    5.1 环境适应性.....1

    5.2 电磁兼容.....2

    5.3 可靠性.....2

    5.4 维修性.....2

    5.5 安全性.....2

    5.6 保障性.....2

    5.7 测试性.....3

    5.8 使用寿命.....3

    5.9 材料.....3

    5.10 标准件.....3

    5.11 互换性.....3

    5.12 接口.....3

    5.13 外部颜色.....3

    5.14 标记和标牌.....3

6 无人机要求.....3

    6.1 气动布局.....3

    6.2 总体布置.....4

    6.3 重量重心.....4

    6.4 飞行性能.....4

    6.5 操纵性与稳定性.....4

    6.6 结构强度.....4

    6.7 动力装置.....5

    6.8 飞行控制与管理.....6

    6.9 电气系统.....7

    6.10 起落架控制系统.....7

    6.11 燃油系统.....7

    6.12 液压系统.....8

7 货运系统要求.....8

7.1 总体要求.....8

7.2 传输装置.....8

7.3 导向装置.....8

7.4 限动锁紧装置.....8

7.5 系留装置.....8

7.6 装卸装置.....9

7.7 空投装置.....9

8 链路系统要求.....9

8.1 功能与组成.....9

8.2 性能.....9

8.3 信息安保.....9

9 地面站要求.....9

9.1 功能.....9

9.2 任务规划与监控.....9

9.3 链路监控.....10

9.4 飞行监控.....10

9.5 数据记录.....10

10 保障与维修设备要求.....10

10.1 保障与维修体制.....10

10.2 航线级保障与维修设备.....10

10.3 基地级保障与维修设备.....11

11 试验验证.....11

11.1 试验目的.....11

11.2 试验内容.....11

11.3 验证方法.....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。

本文件由全国航空器标准化技术委员会(SAC/TC 435)提出并归口。

本文件起草单位：中国航空工业集团公司西安飞机设计研究所、中国航空综合技术研究所、西北工业大学、丰鸟无人机科技有限公司、深圳美团低空物流科技有限公司。

本文件主要起草人：吕飞、王洛、舒兆鑫、宁宇、舒振杰、胡远根、吉飞、郁健萍、王久元、胡应东、杨志敏、郭利明、张艳慧、唐塘、徐冬、李梓衡、符文星、代瑛、孙军旗、张泽京、蔡权、贾佳。



# 大型货运无人机系统通用要求

## 1 范围

本文件规定了大型货运无人机系统的一般要求、子系统要求及试验验证。

本文件适用于最大起飞重量不小于 150kg 的货运无人机系统的设计、实施与验证,其他类型无人机系统参照执行。

## 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 15140 航空货运集装单元技术要求
- GB/T 35018 民用无人驾驶航空器系统分类及分级
- GB/T 38152 无人驾驶航空器系统术语
- HB 7223 飞机空运集装板通用规范

## 3 术语和定义

GB/T 35018 与 GB/T 38152 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**货运系统 cargo system**

用于将货物运进、运出无人机货舱,并能在预定位置固定货物的装置。

注:通常分为集装货运系统和散装货运系统。

## 4 大型货运无人机系统组成

大型货运无人机系统(以下简称“无人机系统”)一般由无人机平台(以下简称“无人机”)、货运系统、链路系统、地面站及保障与维修设备组成。

注:无人机系统的无人机、货运系统、链路系统、地面站及保障与维修设备统称为子系统。

## 5 无人机系统一般要求

### 5.1 环境适应性

#### 5.1.1 高温低温

无人机系统应能在用户或相关标准规定的大气环境温度范围内正常工作和贮存。一般满足以下要求:

- a) 飞行环境温度:−40℃~50℃;
- b) 地面环境温度:−40℃~55℃;



- c) 贮存环境温度： $-55^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$ 。

### 5.1.2 抗风

无人机应能在用户规定的风力范围内正常工作。起降阶段的最大抗正侧风能力一般不小于  $10\text{ m/s}$ 。

### 5.1.3 防雨雪

无人机系统应能在用户或相关标准规定的降雨量、降雪量范围内正常工作。

### 5.1.4 湿热、盐雾及霉菌

无人机系统应能在用户或相关标准规定的湿热、盐雾和霉菌环境内正常工作。

### 5.1.5 砂尘

无人机系统应能在用户或相关标准规定的砂尘环境范围内正常工作。

### 5.1.6 加速度、冲击和振动

无人机系统应能在用户或相关标准规定的加速度、冲击和振动范围内正常工作。

## 5.2 电磁兼容

无人机系统的电磁兼容性应保证自兼容,同时与其外部的电磁环境也应保持兼容。

## 5.3 可靠性

无人机系统的可靠性应满足以下要求:

- a) 确定并达到合理的可靠性要求,保持无人机系统的可靠性水平;
- b) 可靠性指标包括平均故障间隔时间(MTBF)、平均严重故障间隔时间(MTBCF)等。

## 5.4 维修性

无人机系统的维修性应满足以下要求:

- a) 确定并达到规定的维修性要求,减少维修人员及保障资源要求;
- b) 维修性指标包括平均修复时间(MTTR)、发动机拆装时间等。

## 5.5 安全性

无人机系统的安全性应满足以下要求:

- a) 确保无人机系统全寿命周期内,将风险控制在可接受的水平;
- b) 安全性指标包括每飞行小时平均失效概率等;
- c) 对于具有空投功能的无人机,货物投放过程中重心和操稳特性的变化满足其安全飞行要求。

## 5.6 保障性

无人机系统的保障性应满足以下要求:

- a) 保障资源满足使用完好性要求;
- b) 保障性指标包括保障性设计参数、保障资源参数等。



5.7 测试性

无人机系统的测试性应满足以下要求：

- a) 具备及时、准确确定系统状态,并隔离其内部故障的能力；
- b) 测试性指标包括故障检测率(FDR)、故障隔离率(FIR)等。

5.8 使用寿命

无人机有寿件的使用寿命指标以飞行小时和日历持续年限给出。

5.9 材料

材料选择满足以下要求：

- a) 按现行标准选用材料,所选材料的强度、刚度、抗疲劳性、物理化学性能及电性能等满足用户或相关标准的要求,当选用非标准材料时,应经过鉴定证明其性能满足用户或相关标准的要求；
- b) 材料的选用需考虑到维修中的互换、备料和代料；
- c) 优先选择成本低、工艺简便、贮存及使用期长、维护操作简单及易于修理的材料。

5.10 标准件

标准件选择满足以下要求：

- a) 应按照现行标准选用标准件,标准件(含紧固件)的类型、尺寸规格、器件尽量少,优先在相关标准限定的范围内选用；
- b) 所有螺栓、螺钉、螺母连接应满足连接强度要求,并具有防松措施。

5.11 互换性

无人机及货运系统宜实现功能互换和物理互换。

5.12 接口

接口包括电气接口、机械接口、数据通信接口和人机接口,应满足用户或相关标准的要求。

5.13 外部颜色

外观涂装应满足用户或相关标准的要求。

5.14 标记和标牌

标记和标牌应满足以下要求：

- a) 用户或相关标准要求；
- b) 在货舱内部设置装载区域、装载规定等标记、标牌。

6 无人机要求

6.1 气动布局

气动布局应满足以下要求：

- a) 保证无人机具有良好的空气动力特性；

- b) 保证功能、结构和工艺的协调性。

## 6.2 总体布置

总体布置应满足以下要求：

- a) 保证各系统有效工作；
- b) 使重心位置处于能安全稳定飞行的范围。

## 6.3 重量重心

重量重心指标一般包括：

- a) 最大起飞重量；
- b) 最大着陆重量；
- c) 空机重量(含货运系统)；
- d) 最大燃油重量；
- e) 最大载重；
- f) 重心及其变化范围。

## 6.4 飞行性能

飞行性能指标一般包括：

- a) 起飞滑跑距离；
- b) 起飞距离；
- c) 着陆滑跑距离；
- d) 着陆距离；
- e) 最大爬升率；
- f) 最小平飞速度；
- g) 最大使用速度
- h) 最大使用高度；
- i) 航程；
- j) 航时。

## 6.5 操纵性与稳定性

操纵性与稳定性应满足货运或空投的使用要求。

## 6.6 结构强度

### 6.6.1 结构

结构设计除满足常规飞机结构设计的要求外,还应满足以下与货运相关的要求：

- a) 满足货物不同装载方案系留的要求；
- b) 满足货物装卸时对装卸通道和工作空间的要求；
- c) 货舱门具有防卡滞功能。

### 6.6.2 强度

机体结构的强度、刚度、疲劳、损伤容限与耐久性满足完整性要求外,还应满足以下与货运相关的要求：

- a) 所有装载方案下的结构均不发生有害变形；
- b) 结构不发生危及货物固定的有害变形；
- c) 空中打开的舱门不产生有害的振动。

6.7 动力装置

6.7.1 燃油驱动

6.7.1.1 性能

动力装置系统性能一般包括：

- a) 功率；
- b) 耗油率；
- c) 转速；
- d) 高度速度特性；
- e) 起动性能；
- f) 重量；
- g) 寿命。

6.7.1.2 安装

动力装置的安装应满足以下要求：

- a) 发动机的安装和固定符合无人机总体设计要求,具备良好的可达性,便于检查、维修、安装和拆卸；
- b) 发动机安装的承力件具有足够的强度和刚度,结构简单；
- c) 发动机安装能使发动机或任何附件不产生较大的振动。

6.7.1.3 进气系统

发动机进气系统满足以下要求：

- a) 应能防止金属零件或紧固件松脱,并防止脱落零件进入发动机；
- b) 进气道的位置或防护能确保外来物吸入程度最小；
- c) 必要时,考虑设计惯性粒子旁通装置；
- d) 必要时,考虑防冰设计。

6.7.1.4 排气系统

发动机排气系统满足以下要求：

- a) 排气系统的连接和支承在热膨胀时不应损坏发动机和排气系统；
- b) 排气管的安装要考虑隔热和冷却,使与其邻近的无人机结构温度在安全范围内；
- c) 确保排气管喷口排气不直接喷在无人机任何部位；
- d) 不应因管路封闭不严密或其他原因导致燃油或滑油落入排气管表面而造成火灾；
- e) 消声装置应满足发动机性能和相关技术要求。

6.7.1.5 冷却系统

发动机冷却系统应保证发动机在使用包线内正常工作。

#### 6.7.1.6 滑油系统

发动机滑油系统设计满足以下要求：

- a) 滑油系统的布局,应使发动机在任意工况下,自动保持滑油系统的滑油压力;
- b) 加油口、油量检查口和放油开关便于接近;
- c) 滑油量应满足最大续航时间的需求,且滑油温度、滑油压力及滑油耗油量不应超过规定值;
- d) 滑油系统的增压油路和回油路,应提供滑油过滤。

#### 6.7.1.7 起动系统

发动机起动系统应满足以下要求：

- a) 起动系统具有独立、安全可靠起动发动机的能力;
- b) 起动系统具有空中再起动的措施;
- c) 当起动过程中出现危险时,起动系统具有停止起动过程的保护措施。

#### 6.7.1.8 发动机操纵系统

发动机操纵系统应满足以下要求：

- a) 操纵系统使发动机功率/推力符合飞行状态技术要求;
- b) 保证油门的开度不受正常飞行振动的影响。

#### 6.7.1.9 综合控制及指示告警系统

发动机综合控制系统满足以下要求：

- a) 应能实现对发动机、螺旋桨的精准稳定控制;
- b) 应能实现发动机空中停车后的自动起动控制;
- c) 应能实现发动机正常和应急停车控制;
- d) 发动机故障状态有告警提示,需应急处理的故障优先自动处置。

#### 6.7.1.10 螺旋桨

发动机螺旋桨应满足以下要求：

- a) 气动效率要求;
- b) 强度、刚度、气动噪声和动力学等要求。

#### 6.7.2 电力驱动

电力驱动动力装置的要求如下：

- a) 电池具备电量计算与指示、记录、提醒和保护功能;
- b) 电机的性能指标满足无人机总体性能要求;
- c) 电机控制器与无人机总体性能要求相匹配。

### 6.8 飞行控制与管理

#### 6.8.1 飞行控制

飞行控制应实现对无人机的速度、航迹和姿态的控制功能。飞行控制一般分为遥控模式,指令控制模式以及自主控制模式,指标要求一般包括：

- a) 姿态保持精度;

- b) 航向保持精度；
- c) 速度保持精度；
- d) 高度保持精度；
- e) 航迹保持精度。

6.8.2 飞行管理

飞行管理应实现以下功能：

- a) 飞行计划管理；
- b) 综合导航；
- c) 水平与垂直导引；
- d) 飞行性能管理；
- e) 平台设备管理；
- f) 与其他系统的交联控制管理。

6.8.3 空运/空投控制管理

应实现对货物的装卸、运输与投放过程的控制、工作状态指示及故障告警等功能。

6.9 电气系统

电气系统一般包括：

- a) 电源(包含电源类型、电源电压与功率等)；
- b) 供配电(含电源管理与配置)；
- c) 照明；
- d) 电气综合控制与管理；
- e) 电缆与布线；
- f) 接地、搭接和屏蔽。

6.10 起落架控制系统

起落架控制系统应实现转弯、收放、刹车等功能。指标要求一般包括：

- a) 最大转弯角度；
- b) 刹车操纵力；
- c) 刹车行程；
- d) 刹车灵敏度；
- e) 起落架收放时间；
- f) 起落架位置指示。

6.11 燃油系统

燃油系统应按规定的燃油压力和流量向发动机可靠供油,同时维持飞机重心在一定范围内。指标要求一般包括：

- a) 燃油量；
- b) 不可用燃油量；
- c) 左右燃油不平衡量；
- d) 燃油流量；



- e) 供油压力；
- f) 交叉供油。

## 6.12 液压系统

液压系统应能依靠能源产生液压动力,并按照规定的压力和流量,向机上液压驱动的装置提供液压动力。

# 7 货运系统要求

## 7.1 总体要求

总体要求应包括:

- a) 满足集装货运或散装货运要求;
- b) 满足货物地面装卸、空运或空投要求;
- c) 具有货物装卸保护功能;
- d) 具有货物装载指示功能。

## 7.2 传输装置

传输装置应满足以下要求:

- a) 平稳、匀速、无卡滞地传输货物;
- b) 具有排水功能;
- c) 对于货舱门位于侧面的货舱,传输装置具有改变货物运动方向的功能;
- d) 布置符合 HB 7223 的有关要求。

## 7.3 导向装置

导向装置应满足以下要求:

- a) 平稳、无卡滞地引导集装单元运动到货舱指定位置;
- b) 同时对集装单元进行侧向和垂向限动;
- c) 与集装单元的间隙符合 GB/T 15140 的有关要求。

## 7.4 限动锁紧装置

限动锁紧装置应满足以下要求:

- a) 对集装单元进行纵向限动和末端止动;
- b) 与集装单元的间隙符合 GB/T 15140 的有关要求;
- c) 至少符合 GB/T 15140 中规定的Ⅱ级限动要求。

## 7.5 系留装置

系留装置应满足以下要求:

- a) 与货舱系留结构配套固定散装货物或设备;
- b) 与集装板配套固定散装货物;
- c) 至少符合 GB/T 15140 中规定的Ⅱ级限动要求。

7.6 装卸装置

装卸装置应满足以下要求：

- a) 将货物托起并传输至指定位置；
- b) 货物运动过程平稳、匀速、无冲跳。

7.7 空投装置

空投装置应满足以下要求：

- a) 具备连续或分批空投功能；
- b) 具有空投情况实时反馈功能。

8 链路系统要求

8.1 功能与组成

链路系统应实现稳定可靠的上行遥控功能和下行遥测功能。

链路系统由视距内链路和超视距链路组成。根据飞机实际情况可进行两种链路的单独配置或组合配置。

8.2 性能

链路系统的性能指标一般包括：

- a) 通信频率；
- b) 作用距离；
- c) 数据速率；
- d) 误码率；
- e) 传输时延；
- f) 抗干扰能力。

8.3 信息安保

应根据任务性质和链路类型等因素，确定上下行链路的密码体制和密钥量要求。一般包括：

- a) 通信链路加密，防止数据遭受非授权篡改或破坏；
- b) 对配置的计算机机内软件和信息进行安全隔离，防范病毒入侵和复制；
- c) 对系统人机交互软件、数据库系统进行安全防护，防止非授权用户访问或篡改。

9 地面站要求

9.1 功能

地面站主要完成对无人机的任务规划与监控、链路监控、飞行监控、数据记录等功能。

9.2 任务规划与监控

地面站任务规划与监控一般满足以下要求：

- a) 航路规划支持航路点选择、插入、替换与删除；
- b) 规划完成的航路可存储、调用、编辑和装订；



- c) 可对航路规划结果进行合理性检查,并进行飞行仿真推演;
- d) 可在导航地图显示无人机位置与航迹;
- e) 提供运输/空投任务规划控制界面;
- f) 显示运输/空投任务工作状态;
- g) 能一并规划运输/空投任务与航路。

### 9.3 链路监控

地面站链路监控一般满足以下要求:

- a) 具备链路选择功能;
- b) 具备工作频率设置功能;
- c) 具备链路参数调整功能(如功率控制、带宽调整);
- d) 具备天线跟踪方式选择和控制功能。

### 9.4 飞行监控

地面站飞行监控一般满足以下要求:

- a) 提供监视参数及关键参数变化趋势;
- b) 提供图像、声音告警信息;
- c) 控制内容一般包括姿态、航向、速度、高度等;
- d) 起降阶段的控制应简单可靠,且操纵灵活;
- e) 对于影响飞行的应急操作,如中止起飞、复飞、关闭发动机等,有防止误操作的醒目标记。

### 9.5 数据记录

地面站数据记录一般满足以下要求。

- a) 数据记录器的存储能力与最长飞行持续时间相匹配。
- b) 数据记录器使用的时间基准与无人机系统的时间基准同步,同时:
  - 1) 下行链路数据标记并记录其在无人机中已经产生的时间基准;
  - 2) 上行链路数据标记并记录其在地面站中生成的时间基准。
- c) 提供能够读取数据记录器的功能。
- d) 除记录飞行参数、设备参数外,能记录货物装卸、运输以及空投状态等参数。

## 10 保障与维修设备要求

### 10.1 保障与维修体制

地面保障与维修设备至少应按航线级、基地级两级维修体制配置,一般满足以下要求:

- a) 保障和维修设备采用通用设备,品种和数量合理,使用和维护方便;
- b) 保障和维修人员的数量、专业技术等级合理;
- c) 备件和消耗件满足日常使用与维修需求;
- d) 随机技术资料的配备满足使用与维修需求。

### 10.2 航线级保障与维修设备

航线级保障与维修设备主要用于完成大型货运无人机系统外场起降时地面供电、油料加注、货物装卸、综合检测、日常维护和维修、定期检查等,并把故障定位到可更换的设备和部件,一般满足以下

要求：

- a) 配备无人机系统地面供电设备、燃油加注与泄放设备、综合检测设备、货运装卸设备、安装维修工具以及相应的备件和文件等；
- b) 航线级专用保障与维修设备与无人机系统同步研制及交付；
- c) 配备顶起、系留、牵引等地面保障设备。

10.3 基地级保障与维修设备

基地级保障与维修设备应能完成大型货运无人机系统大修、发动机翻修、复杂改装、外场可更换模块修理等工作，确保系统任何故障均能修复。

11 试验验证

11.1 试验目的

验证无人机系统一般要求、子系统要求是否满足指标要求。

11.2 试验内容

试验内容主要包括：飞行性能、操纵性与稳定性、结构强度、各系统功能性能、环境适应性、电磁兼容性、可靠性、维修性、测试性、安全性、保障性等。

11.3 验证方法

验证方法一般包括地面试验、滑行试验、飞行试验等。试验时对试验结果进行记录，试验后形成试验报告，试验报告应包含能重现试验的全部信息。





中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准  
大型货运无人机系统通用要求  
GB/T 44167—2024

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.spc.net.cn

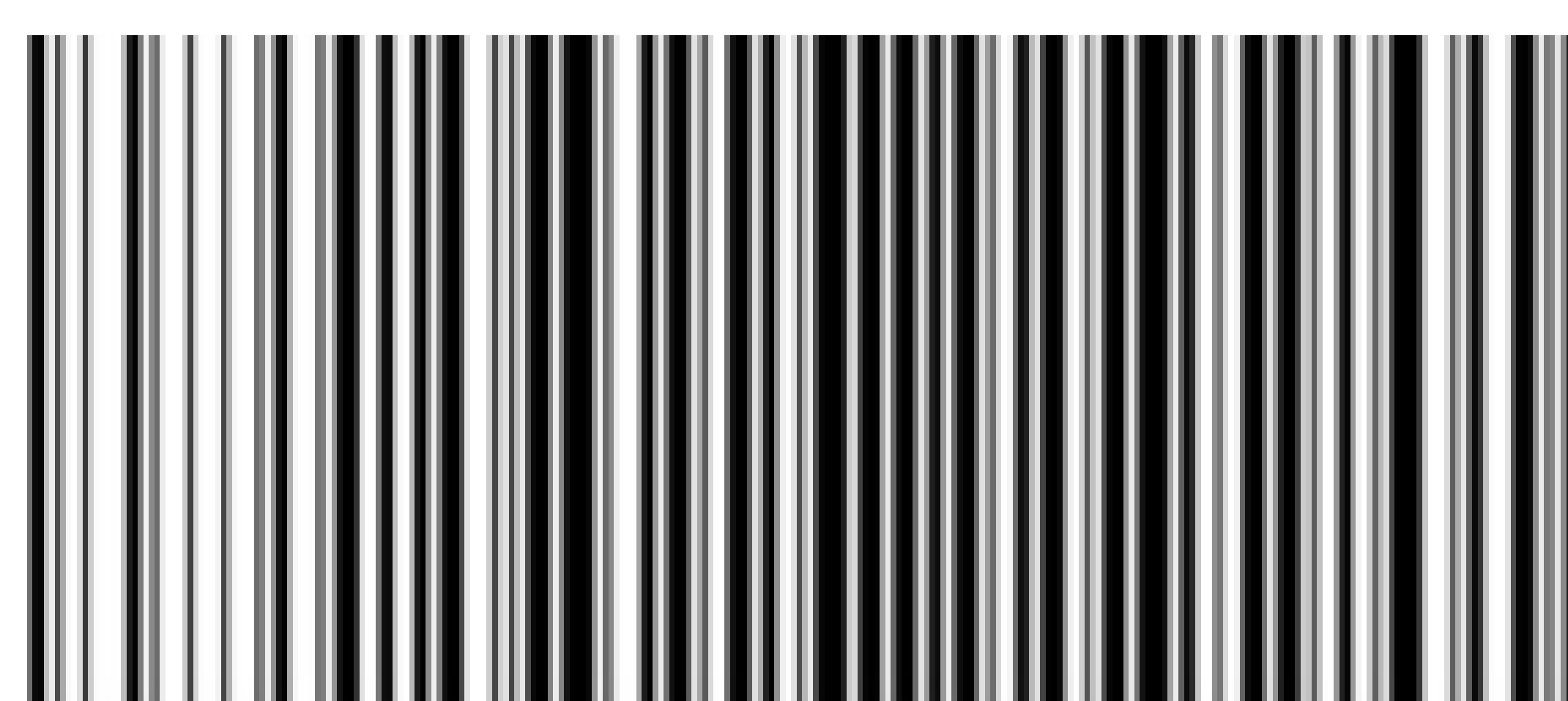
服务热线: 400-168-0010

2024年6月第一版

\*

书号: 155066 • 1-76761

版权专有 侵权必究



GB/T 44167-2024

[www.bzxz.net](http://www.bzxz.net)

免费标准下载网