

ICS 03.120.10

CCS V53



团 体 标 准

T/AOPA 0098—2025

G 类空域利用效能评价导则

Guidelines for the effectiveness of class G airspace utilization performance
assessment

2025-11-27 发布

2025-11-27 实施

中国航空器拥有者及驾驶员协会 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 总体原则	1
5 效能评价周期	2
6 效能评价准备	2
6.1 G类空域开放率	2
6.2 数据收集准备	3
6.3 数据标准化处理	3
7 效能评价指标	3
7.1 评价指标构成	3
7.2 评价指标体系	3
8 评价过程	5
8.1 评价流程	5
8.2 评价实施	6
9 评价结果	7
9.1 等级划分	7
9.2 结果公示	7
9.3 结果应用	7
9.4 跟踪管理	7
10 评价管理	7
10.1 管理机制	7
10.2 申诉处理	8
10.3 人员管理	8
附录 A（资料性） G类空域利用效能评价指标数据表	9
参考文献	111

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。

本文件由中国航空器所有者及驾驶员协会（中国AOPA）提出并归口。

本文件起草单位：浙大启真未来城市科技（杭州）有限公司、北京航空航天大学杭州创新研究院、浙江大学、上城低空产业发展（杭州）有限公司、中国水利水电第十二工程局有限公司、羿升航空科技发展（昆山）发展有限公司、浙江警察学院、四川工商学院、浙江移动数智科技有限公司、浙江工业大学、南京观曜科技有限公司、北京道亦可道航空咨询有限公司、浙江大学城乡规划设计研究院有限公司、浙江长兴空域产业发展有限公司、湖州南浔天途低空产业发展有限公司。

本文件主要起草人：霍志勤、章俊岫、金盛、窦子媛、杨文博、许建伟、罗喜伶、石益宇、王纪武、于野、王崧、刘巍华、丁亮、陈梦微、叶小川、张小聪、徐亮、陈伟、陆登勇、陈晋音、徐程、蒋巨辉、王毅、高旭彝、陈亚辉、闫鹏、洪俊成、陈思毅、周家柳、李桃、姚毅、周学杰。

引 言

随着低空经济快速发展，空域利用对低空经济高质量发展意义重大。目前尚未建立一套系统、全面且权威的低空空域利用评价体系，致使难以精准评价利用效果、发现低空空域利用中存在的问题，限制了低空空域安全、高效使用。G类空域是低空经济发展的主要空间，为规范低空空域利用行为，提高G类空域利用效能，推动低空经济持续、健康、有序发展，特制定本文件。

全国团体标准信息平台

G 类空域利用效能评价导则

1 范围

本文件给出了G类空域利用效能评价的评价周期、评价准备、评价指标、评价过程、评价结果和评价管理等。

本文件适用于G类空域利用效能评价,重点应用于低空场景。

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 36625.3 智慧城市 数据融合 第3部分:数据采集规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

空域利用效能评价 effectiveness of airspace utilization performance assessment

为优化空域资源配置、提升空域利用质量,按科学的指标体系,对空域内通用航空和其他非民用飞行活动的安全性、效率性、经济性和环境影响进行客观、系统的综合评价。

3.2

空域容量 airspace capacity

空域在特定时间内能够接收的最多数量的航空器架次。

3.3

空中交通密度 air traffic density

单位时间、单位空域内航空器的构成或分布数量,反映空域拥挤程度。

3.4

空域管理平台 airspace management platform

集成多种技术手段,对空域进行统一管理的信息化平台。

4 总体原则

4.1 科学性原则

评价指标体系的构建应基于空域管理理论和统计学方法,数据采集、处理及指标计算需符合相关标准要求。指标权重分配应结合空域特性动态调整。

4.2 客观性原则

数据收集应依托空域管理平台、无人机飞行日志等多源系统,避免人为干预。评价标准应统一规范,评价程序应公开透明,评价结果应客观公正。应充分考虑不同地区的发展水平和资源禀赋差异,评价前

应通过县域面积、人口密度、GDP 等参数进行标准化处理，将空域资源本底条件相近的区域归为同一对比组，确保评价的公平性。

4.3 系统性原则

评价指标体系应涵盖安全、效率、经济、环境等多维度，从空域资源本底、运行状态、产业影响等全链条构建指标体系，全面反映空域利用的综合效果，避免单一指标评价的局限性。

4.4 可操作性原则

评价体系应从 G 类空域评价的操作性、空域规划建设和空域中开展的各项业务需求出发。与国家空域管理政策、技术发展水平和行业发展实际相适应，根据实践情况和政策变化及时调整完善。

4.5 动态适应性原则

评价体系应与国家空域管理政策、技术发展水平和行业发展实际相适应，根据实践情况和政策变化及时调整完善。

4.6 保密性原则

评价过程中应严格遵守国家保密法律法规，对涉及国家秘密、商业秘密的信息予以保护，确保信息安全，法律法规要求公开的除外。

5 效能评价周期

效能评价宜构建年评价周期体系，宜以一年为评价周期。发生安全事故、数据异常、政策突变等硬性条件，或遇重大活动保障、新技术应用等柔性场景时，宜进行周期外评价。

6 效能评价准备

6.1 G类空域开放率

基于城市面积、管制空域、净空保护区、军事禁区与管理区、临时空中禁区等限制性因素计算得出 G 类空域开放率，计算公式见式（1）：

$$R_A = \frac{S_U}{S} \quad (1)$$

式中，

R_A ——空域开放率，%；

S ——城市面积，单位为平方千米（ km^2 ）；

S_U ——开放空域内的最大可用面积，单位为平方千米（ km^2 ）。 S_U 计算公式见式（2）：

$$S_U = S_C - S(\{C \cup P \cup M \cup T \cup O\}) \quad (2)$$

式中，

S_C ——城市面积，单位为平方千米（ km^2 ）；

C ——管制空域，单位为平方千米（ km^2 ）；

P ——净空保护区，单位为平方千米（ km^2 ）；

M ——军事禁区与管理区，单位为平方千米（km²）；

T ——临时空中禁区，单位为平方千米（km²）。

O ——其他限制区，单位为平方千米（km²）。

6.2 数据收集准备

6.2.1 基于空域管理平台、无人机飞行日志、环境监测设备等多源数据，采集空域周转率、单位空域服务架次、空域闲置率等核心指标计算需要的数据。

6.2.2 数据收集宜构建全维度数据整合机制。

6.2.3 数据收集宜参照GB/T 36625.3整合第三方系统接口对数据补充与验证，建立数据质量控制体系。

6.2.4 数据收集宜获取效能评价区域的基准文件。

6.3 数据标准化处理

6.3.1 开展评价前宜针对地区资源禀赋差异先分组，宜将空域资源本底条件相近的区域归为同一对比组，确保评价维度统一。

6.3.2 分组后宜采用标准化处理，宜以县域为单位，将空域面积、人口、GDP、天气等基础参数作为基准因子，对航线开通率、单位空域服务架次等效率指标进行修正，计算公式见式（3）：

$$\text{标准化后指标值} = \text{原始指标值} \times \frac{\text{县域基准因子均值}}{\text{该县域基准因子}} \quad (3)$$

7 效能评价指标

7.1 评价指标构成

评价指标由一级指标、二级指标、三级指标组成，指标计算依据见表1，计算需要的数据见附录A，宜基于实时数据变化、场景需求及管理需要，对评价指标的建议权重进行动态调整。

7.2 评价指标体系

评价指标体系见表1。

表1 评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标计算依据	建议权重
安全效能	飞行安全水平	百万架次事故率	$\text{百万架次事故率} = 1,000,000 \times \frac{N}{M}$ <p>N为事故次数；M为飞行架次；</p>	15%

表 1 评价指标说明表 (续)

一级指标	二级指标	三级指标	指标计算依据	建议权重
	空域监控能力	通导监设备覆盖率	$\text{覆盖率} = \frac{A}{S}$ <p>A 为有效覆盖面积; S 为空域总面积;</p>	8%
		航空器识别率	$\text{识别精度} = \frac{C}{T}$ <p>C 为正确识别数; T 为监测总数。</p>	7%
效率效能	时空利用能力	航线开通率	$R_L = \frac{N_{\text{opened}}}{N_{\text{max}}} \times 100\%$ <p>R_L 为航线开通率; N_{opened} 是已开通航线数量; N_{max} 为已开放空域内最大可开通航线数量。</p>	4%
		单位空域服务架次	$\text{单位空域服务架次} = \frac{F}{S}$ <p>F 为飞行架次; S 为空域面积。</p>	6%
		空域闲置率	$\text{空域闲置率} = \frac{T_{\text{闲置}}}{T_{\text{总}}}$ <p>$T_{\text{闲置}}$ 为闲置时间; $T_{\text{总}}$ 为纳入统计的总运行时长。</p>	5%
		空域周转率	$\text{空域周转率} = \frac{C_{\text{复用}}}{\text{单位时间}}$ <p>$C_{\text{复用}}$ 为空域复用次数。</p>	5%
	应急响应能力	应急响应时间	$\text{应急响应时间} = \frac{\sum t}{N}$ <p>$\sum t$ 为总响应时间; N 为应急事件数。</p>	4%
		应急处置成功率	$\text{处置成功率} = \frac{S_{\text{成功}}}{S_{\text{总}}}$ <p>$S_{\text{成功}}$ 为成功处置数; $S_{\text{总}}$ 为事件总数。</p>	6%

表 1 评价指标说明表（续）

一级指标	二级指标	三级指标	指标计算依据	建议权重
经济效能	经济产出能力	单位空域经济产出	$\text{单位空域经济产出} = \frac{E}{S}$ E 为经济产出；S 为空域面积。	12 %
	产业带动能力	相关产业带动率	$\text{相关产业带动率} = \frac{V}{C_{\text{投入}}}$ V 为新增产值；C _{投入} 为投入成本。	8%
环境效能	环境友好度	噪声达标率	$\text{噪声污染率} = 1 - \frac{L_{A\text{ 实测}} - L_{\text{std}}}{L_{\text{std}}} \times 100\%$ L _{std} 为国家标准允许的 A 计权声压级限值 (dBA)；L _{A 实测} 为空域下方敏感区等效连续实测 A 声级 (dBA)。	10%
		减碳率	$\text{减碳率} = \frac{E_{\text{原}} - E_{\text{现}}}{E_{\text{原}}}$ E _原 为原排放量；E _现 为现排放量。	10%
合计				100%

8 评价过程

8.1 评价流程

评价流程如图 1 所示。

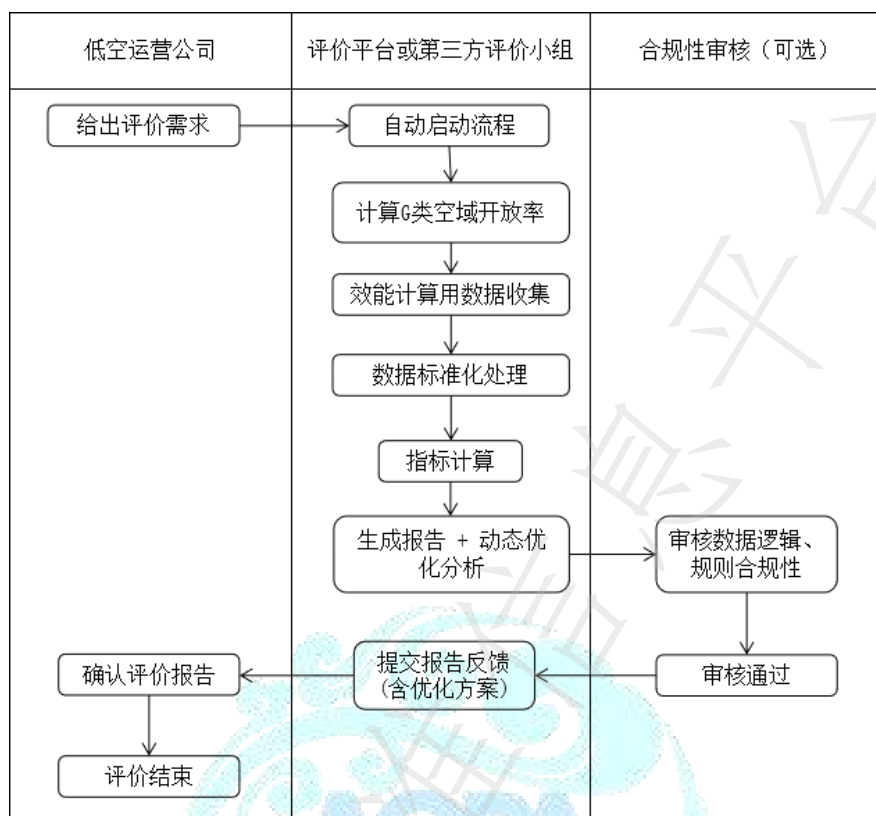


图 1 评价流程图

8.2 评价实施

8.2.1 评价组织

评价实施主体宜依托空域管理平台自动完成数据采集与分析，必要时邀请第三方机构进行合规性审核。

8.2.2 数据计算分析

对采集数据宜处理和分析。评分标准宜依据确定的评价指标体系和计算方法建立。计算指标数值，并与评价标准对比。基于实时数据与公开数据自动计算指标权重，权重动态调整机制宜由评价实施主体与监管部门审定。

8.2.3 报告编制

评价小组应根据指标计算和分析结果，撰写评价报告。评价报告的有效期为一年，从评价基准日开始算起。以评价报告出具日期作为评价基准日，在评价报告有效期内，该评价报告可作为空域管理部门优化空域规划、调整管理政策的重要参考。报告内容应包括空域利用的现状描述、各项指标的评价结果、存在的问题及改进建议。评价报告出具前应该经评价小组内部审核。

8.2.4 评价结果反馈

评价报告宜反馈给空域管理部门、通航/无人机运营机构等被评价对象。组织相关方召开沟通会议，解释评价结果，听取意见和建议。对于有异议的部分，进一步核实和沟通。

8.2.5 动态优化

评价结果宜包含三级指标的短板分析，针对效率类指标提出优化方向，形成空域利用优化方案。

9 评价结果

9.1 等级划分

宜根据表1对各项指标进行打分，将打分结果划分为优秀、良好、合格、不合格，评价结果等级划分见表2。

表 2 评价结果等级划分表

评价等级	得分区间	核心指标阈值参考示例
优秀	80 分及以上	百万架次事故率为 0，监视设备覆盖率不小于 90%，航线开通率不小于 80%，单位空域经济产出不少于 5 万元每平方千米，减碳率不小于 15%
良好	60 - 79 分	百万架次事故率不大于 0.1，监视设备覆盖率不小于 70%，航线开通率不小于 50%，单位空域经济产出不少于 3 万元每平方千米，减碳率不小于 10%
合格	40 - 59 分	百万架次事故率不大于 0.3，监视设备覆盖率不小于 50%，航线开通率不小于 30%，单位空域经济产出不少于 1 万元每平方千米，减碳率不小于 5%
不合格	40 分以下	百万架次事故率大于 0.3，监视设备覆盖率小于 50%，航线开通率小于 30%，或单项核心指标不达标

9.2 结果公示

评价结果宜在相关行业平台或官方渠道公示，接受社会监督。公示内容宜包括被评价对象名称、评价等级、主要评价指标得分等信息。对于涉及敏感信息的部分，按相关保密规定处理。

9.3 结果应用

评价结果应附说明，包含现状、评估、优化建议三部分内容。

9.4 跟踪管理

跟踪管理宜建立评价结果跟踪机制，定期对被评价对象复查，了解改进措施落实情况和空域利用状况变化。对于评价等级较低或存在突出问题的对象，宜加强跟踪指导，督促限期整改。

10 评价管理

10.1 管理机制

评价宜建立健全管理机制，由相关主管部门或行业自律组织对评价工作管理，管理内容宜包括评价过程的公正性、评价方法的科学性、评价实施主体及其评价人员的专业性等。

10.2 申诉处理

申诉处理宜设立申诉渠道，接受被评价对象对评价结果的申诉。接到申诉后，及时组织调查核实，在规定时间内给予答复。经核实评价结果确有错误，及时更正并重新公示。

10.3 人员管理

参与评价人员宜进行培训和管理。评价人员应遵守保密规定，不泄露被评价对象商业机密和敏感信息。

附录 A

(资料性)

G 类空域利用效能评价指标数据表

A.1 G 类空域利用效能评价指标数据表见表 A.1。

表 A.1 G 类空域利用效能评价指标数据表

数据项	关联三级指标项	含义描述	数据来源	精度要求
空域地理范围	雷达 / ADS-B / Remote ID 覆盖率、空域周转率、单位空域经济产出	G 类空域经纬度边界及垂直高度范围	空域划设文件、GIS 空间数据	经纬度精度 $\leq \pm 0.001^\circ$ ，高度精度 $\leq \pm 1$ 米
空域面积	雷达 / ADS-B / Remote ID 覆盖率、空域周转率、单位空域经济产出	可使用空域面积，单位：平方千米 (km^2)	基于城市面积、管制空域、净空保护区、军事禁区与管理区、临时空中禁区等限制性因素计算得出	误差范围 $\leq \pm 0.05 \text{ km}^2$
已开通航线数量	航线开通率	实际投入使用的航线总数，单位：条	航空运营企业的航线备案记录、交通管理平台的实时统计数据	必须为准确整数，无误差
航空器平均飞行速度	单位空域服务架次、空域周转率	特定类型航空器在该空域内的平均飞行速度，单位：千米 / 小时 (km/h)	航空器制造商的技术参数、实际飞行测试数据的统计平均值	误差范围 $\leq \pm 5\%$
安全间隔	单位空域服务架次、空域周转率	基于航空器尺寸和避障能力的安全间隔，单位：千米 (km)	航空器设计标准、航空安全规范	误差范围 $\leq \pm 0.05 \text{ km}$
冲突概率阈值	百万架次事故率	可接受的航空器冲突概率上限	航空安全管理部门的风险评估标准、行业规范文件	按标准取值，无误差
飞行架次	百万架次事故率	统计周期内空域内无人机、通用航空器等航空器的总飞行次数，单位：次	航空运营企业飞行日志、低空交通管理平台实时统计数据	整数，无误差
事故次数	百万架次事故率	统计周期内发生的失联、碰撞、违规入侵等飞行事故次数，单位：次	民航安全监管局事故通报、应急管理部门事件记录	整数，无误差
通导监设备有效覆盖面积	通导监设备覆盖率	通导监设备在 G 类空域内扣除地形遮挡区域的有效监测面积，单位：平方米	空管部门雷达性能测试报告、电磁环境监测数据	误差范围 $\leq \pm 0.05 \text{ km}^2$
航空器正确识别数	航空器识别精度	监控系统准确识别的航空器数量，单位：个	UAT、雷达信标等航空器识别系统日志记录	整数，无误差
监测航空器总数	航空器识别率	统计周期内进入空域的所有航空器监测记录总数，单位：个	航空器正确识别数据来源	整数，无误差
应急事件总数	应急处置成功率	统计周期内触发的空域入侵、航空器异常等应急响应事件总次数，单位：次	应急指挥中心事件管理系统	整数，无误差

表 A.1 G 类空域利用效能评价指标数据表（续）

数据项	关联三级指标项	含义描述	数据来源	精度要求
成功处置事件数	应急处置成功率	通过应急措施消除风险或完成处置目标的事件数量，单位：件	同上	整数，无误差
平均响应时间	应急响应时间	应急事件从报警到启动处置的平均时间间隔，单位：秒	应急事件时间戳日志	时间精度 $\leq\pm 1$ 秒
单位空域服务架次	单位空域服务架次	统计周期内每平方千米空域承载的飞行架次（ $F=M/S$ ）	同飞行架次（M）与空域总面积（S）数据来源	保留 2 位小数
空域闲置时长	空域闲置率	统计周期内空域未被任何飞行活动占用的累计时间，单位：小时	空域使用状态监测系统	时间精度 $\leq\pm 1$ 小时
空域复用次数	空域周转率	统计周期内同一空域时段支持多批次飞行的总次数，单位：次	空域流量管理系统实时数据、飞行计划申报系统	整数，无误差
空域经济产出	单位空域经济产出	统计周期内物流、农业、旅游等空域经济活动直接创造的产值，单位：万元	地方统计局产业报告、企业营收数据，需剔除非空域相关收入	货币单位，误差 $\leq\pm 1\%$
相关产业新增产值	相关产业带动率	空域利用间接带动的周边产业新增产值，单位：万元	发改委产业关联度分析报告、投入产出模型计算结果。	百分比精度 $\leq\pm 2\%$
投入成本	相关产业带动率	为发展空域经济投入的各类成本，单位：万元	财政部门支出记录、企业成本核算报告	货币单位，误差 $\leq\pm 1\%$ 。
平均噪音值	噪声达标率	空域下方敏感区域等效连续 A 声级，单位：dB (A)	地面物联网噪音传感器	精度 $\leq\pm 1$ dB (A)
噪音标准限值	噪声达标率	国家标准允许的 A 计权声压级限值，单位：dB (A)	《声环境质量标准》等国家规范	无误差
原碳排放量	减碳率	采用低空交通模式前的碳排放总量，单位：吨 CO ₂	环保部门排放清单、能源消耗统计数据	误差 $\leq\pm 2\%$
现碳排放量	减碳率	采用低空交通模式后的碳排放总量，单位：吨 CO ₂	环保部门排放清单、能源消耗统计数据	误差 $\leq\pm 2\%$
单位时间	空域周转率	用于计算的时间单位，一般取 1 小时，单位：小时	人为设定	整数，无误差
最大可开通航线数量	航线开通率	开放空域内理论上可开通的最大航线数量，单位：条	空域规划文件、航线可行性研究报告	整数，无误差
总运行时长	空域闲置率	统计周期内空域纳入运行监测的总时长，单位：小时	空域使用状态监测系统日志	时间精度 $\leq\pm 1$ 小时
单位时间	空域周转率	统计周期内的标准时间单位	评价周期设定文件	无误差

参 考 文 献

- [1] 《国务院办公厅关于促进通用航空业发展的指导意见》
 - [2] 《广东省推动低空经济高质量发展行动方案（2024—2026年）》
 - [3] 《深圳市关于支持低空经济中心建设的若干措施》
 - [4] 《深圳市低空经济产业创新发展实施方案（2022—2025年）》
 - [5] 《无人驾驶航空器飞行管理暂行条例》
 - [6] 《无人驾驶航空器系统标准体系建设指南（2021年版）》
 - [7] 《智慧民航建设评价指标体系（试行）》
 - [8] 《国家空域基础分类方法》
 - [9] 《国务院、中央军委 通用航空飞行管制条例（第371号令）》
 - [10] 《空域容量评估方法指导材料》
-

