

ICS 29.020

K 01

团 体 标 准

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

高海拔地区架空输电线路直升机航巡作业 导则（征求意见稿）

Guidelines for Helicopter patrol overhead transmission line in high plateau area

2022 - XX - XX 发布

2022 - XX - XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 前期准备	2
5 作业实施	5
6 安全管理	6
7 成果要求	7
附录 A (资料性附录) 现场踏勘记录	9
附录 B (资料性附录) 任务完成情况统计	10
附录 C (资料性附录) 直升机飞行参数记录	11
附录 D (资料性附录) 气象观测记录	12

前 言

本标准按照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》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本标准起草单位：国网通用航空有限公司、国网四川省电力公司、国网甘肃省电力公司、国网青海省电力公司、国网新疆电力有限公司、国网西藏电力有限公司。

本标准主要起草人：×××、×××、×××、×××、×××、×××、×××、×××。

本标准由中国电工技术学会提出。

本标准为首次发布。

高海拔地区架空输电线路直升机航巡作业导则

1 范围

本标准规定了开展高海拔地区架空输电线路直升机航巡作业的前期准备、作业实施、安全管理及成果要求。

本标准适用于高海拔地区500kV及以上电压等级架空输电线路直升机巡查、激光扫描作业。高海拔地区500kV以下输电线路直升机巡查、激光扫描作业可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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。

DL/T 288	架空输电线路直升机巡视作业技术导则
DL/T 289	架空输电线路直升机巡视作业标志
DL/T 1345	直升机电力作业安全工作规程
DL/T 1346	架空输电线路直升机激光扫描作业技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 高海拔地区 high plateau area

直升机起降点所在地海拔达2438m(8000英尺)及以上的地区。

3.2 直升机航巡 helicopter powerline patrol

直升机航巡包括直升机巡查作业和直升机激光扫描作业。

3.3 直升机巡查 inspection with helicopter

应用直升机搭载航巡人员,配备光电吊舱、照相机等设备,采集输电线路本体及通道环境信息的作业方式,包括可见光巡查、红外巡查。

3.4 可见光巡查 visible inspection

应用光电吊舱、照相机等可见光设备对线路本体、附属设施及线路走廊进行巡检并采集数据。

3.5 红外巡查 infrared inspection

应用红外热成像仪对导线连接点、线夹、绝缘子等部件进行温度检测并记录相关信息。

3.6 直升机激光扫描 helicopter laser scanning

应用直升机搭载激光扫描设备获取输电线路通道影像、三维点云的作业方式，并利用影像、三维点云构建输电线路通道三维场景。

3.7 直升机全尺寸 overall length/width of helicopter

直升机全长和全宽中的较大值。

3.8 单科目作业 one-subject inspeciton

指在开展高海拔地区输电线路直升机航巡作业时，每架次仅执行可见光巡查、红外巡查、激光扫描三种作业科目中的一种科目任务。

3.9 直升机巡视作业标志 helicopter inspection operation signage

以颜色、字符、图形等向飞行员及巡视人员传递信息，保障飞行安全及巡视作业准确性的辅助设施，是提示标志、警告标志和设备标志的总称。

3.10 丧失尾桨效应 loss of tail rotor effect (LTE)

直升机受风或操作不当影响，所发生的非指令性快速偏转，并且这个偏转会越来越快，无法自动改出。此种状况并不是机械故障引起的。

3.11 涡环状态 vortex ring state

直升机下降或下滑飞行阶段一种固有的危及飞行安全的危险状态，直升机陷入自身产生的下沉气流中，即使提供了最大的功率还会垂直下降，此时驾驶杆操纵性变差。也称作带功率下沉，如操作不当，它会导致直升机抖动、摇晃，严重时操纵失控，在颠簸中无法控制下降坠地失事。

3.12 先远后近法 the method of proximity first and foremost

开展高海拔地区输电线路直升机航巡作业时，当日第一架次飞行期间气温低，直升机输出功率大，可多加注燃油，首先对距离起降点较远的线路进行巡查；第二架次飞行期间气温升高，直升机输出功率降低，需减少加油量，选择距离起降点较近的线路进行巡查，并可根据天气变化情况随时返航。

3.13 大小架次结合法 combination of large and small sorties

开展高海拔地区输电线路直升机航巡作业时，当日第一架次选择受空域管制影响小的作业区段开展大架次作业，第二架次根据空域协调情况，视情况开展管制范围内的小架次作业。

4 前期准备

4.1 现场踏勘

4.1.1 高海拔地区输电线路首次开展直升机航巡作业前，应根据任务计划，组建由飞行人员、航务人员、保障人员组成的踏勘小组，赴线路区域开展现场踏勘。

4.1.2 现场踏勘内容包括：线路沿线地形地貌、气象条件、空域条件、交通条件、人文环境及可用的氧气补给点、航油补给点、加油站、当地医院、直升机起降点等后勤保障资源，记录形式参见附录 A。

4.1.3 组织飞行、机务、航务、航巡、保障专业研讨分析踏勘收集、获取的各类资料，编写项目可行性研究报告，并召开评审会。

4.1.4 任务开始前，作业实施单位应制定任务组织措施、技术措施、安全措施及作业方案（“三措一案”），内容应包括作业环境分析、航空器性能分析、作业技术措施、机组配置、作业计划、安全保障措施、应急处置措施等。

4.2 直升机起降点选取

4.2.1 直升机起降点宜选取平整、地面硬化或坚实的场地，特殊情况下，坚实的石子平地亦可作为备选。

4.2.2 直升机起降点场地净空应满足周边任意一侧无障碍物或障碍物高度不超过10m，场地直径不小于直升机全尺寸的1.5倍；若场地周围任意两侧均存在10m以上障碍物，场地直径应不小直升机全尺寸的2.0倍。

4.2.3 直升机起降点场地宜在横线路方向15km以内选取，相邻两个起降点间隔宜位于顺线路方向30km~80km范围内。

4.2.4 直升机起降点场地应避开军、民航机场及边境敏感区，优先选取符合条件的属地电力公司输电线路巡检站，其次选取符合条件的部队场地（如兵站、生产营地等），最后考虑选取符合条件的单位（公司）、学校、宾馆等可用场地。

4.2.5 直升机起降点场地宜在现场踏勘时选取确定，并与场地产权单位（管理单位）签订场地使用协议，记录场地调研信息，包括地址、净空条件、经纬度坐标、所属单位（个人）、联系人及联系方式等。

4.2.6 直升机起降点场地其他选取要求参照DL/T 1345执行。

4.3 任务准备

4.3.1 任务开始前，作业线路宜完成直升机巡视作业标志安装，直升机巡视作业标志宜采用表面透风的抗风型设计。直升机巡视作业标志制作及安装参照DL/T 289执行。

4.3.2 任务开始前，机务专业会同飞行专业测算、预估作业期间直升机燃油加注总量，并反馈保障专业；保障专业应提前协调沿线航油补给点，并签订航油供应协议。

4.3.3 任务开始前，保障专业应制定氧气保障方案，包括日常氧气瓶配置数量、氧气供给点选择、氧气补给方案等。

4.3.4 任务开始前，航务专业应向相关军、民航管制单位完成空域申报。

4.3.5 任务开始前，作业实施单位应组织所有任务参与人员进行3~5天的高原习服，习服地点可选择第一个作业起降点，亦可选择专业的习服基地。

4.4 机组资源配置

4.4.1 高海拔地区作业机组成员宜优先挑选专业素质过硬、具有高海拔地区作业经历的人员，可参照普通地区机组人员配置适当增加各专业人员力量。

4.4.2 高海拔地区作业机组成员包括：项目经理1名（可兼任），飞行人员3人（含2名机长，其中至少1名机长具有高海拔地区飞行经历），航巡人员3名，机务人员3名（含2名机械师），航务人员1名，气象观察员1人（可由飞行人员或航务人员担任），司机不少于3人（含2名直升机航油运输加注一体车司机且互为押运员、1名保障车司机），保障员1人（可兼任），安全员1人（可兼任），保安人员4人；各专业应统筹规划后备人员力量，根据任务需求增加或更换机组成员。

4.4.3 高海拔地区作业选用的直升机机型应具备在海拔5300m时保持无地效悬停能力，且具备在作业区域0℃、海拔5300m时保有不小于350kg的商业载重能力；舱内大气压力在3000m（10000英尺）至4000m（13000英尺）之间的飞行高度上运行时间超过30min，或舱内大气压力在4000m（13000英尺）以上飞行高度运行时，选用的直升机机型必须加装供氧装置。

4.4.4 高海拔地区作业机组宜配置的航巡设备包括：光电吊舱（含机舱内控制台）1套、机载激光扫描设备1套，数码单反相机（配长焦镜头）2台、稳像仪2台、高性能笔记本电脑2台、录音笔2支。

4.4.5 高海拔地区作业机组宜配置的车辆包括：越野车2辆、10座以上保障车2辆、中巴车1辆、直升机航油运输加注一体车1辆，可优先考虑在当地租赁车辆（含司机）；各型车辆均应配备防滑装置。

4.4.6 高海拔地区作业机组宜配置的通信与监控设备包括：天气现象观测仪2套、海事卫星电话2部、铱星移动通信系统2套、卫星定位系统终端2部、便携式航空电台2部。

4.4.7 高海拔地区作业机组宜配备医疗小组及必要的医疗设施、药品，包括：医疗保障车1辆、医护人员2名、抗高原反应药物、充足的氧气瓶。

5 作业实施

5.1 飞行

5.1.1 青海地区直升机航巡作业时间宜安排在每年9月份，可全天作业；西藏自治区、四川凉山州、甘孜州、阿坝州地区直升机航巡作业时间宜安排在每年上半年3~4月份或下半年10~11月份。

5.1.2 根据高海拔地区上午时段升温的气候特点，高海拔地区直升机航巡作业宜采用“先远后近法”；若线路区域内存在空域管制限制，宜采用“大小架次结合法”；对于大落差区段线路，宜按照“先低海拔、后高海拔”的顺序开展飞行作业。

5.1.3 每个起降点开展巡查作业前，宜首先开展地面勘察或空中勘察飞行，使飞行人员、航巡人员熟悉线路环境，并便于选择备降点、气象观测点；若同一起降点需开展直升机巡查作业及激光扫描作业，可首先开展激光扫描作业以代替巡查作业空中勘察飞行。

5.1.4 飞行前一日，飞行人员应核实次日计划作业线路海拔，提前熟悉线路走向、线路区域地形地貌、交叉跨越等情况，并结合空域批复情况，确定次日飞行作业架次计划及飞行作业方法。

5.1.5 每日开飞前，飞行人员应与航务人员共同研究气象情报，并根据气象观察员反馈的作业区域内实时天气情况，研判天气变化趋势。

5.1.6 当日第一架次起飞前，飞行人员应根据天气情况、线路海拔高度计算直升机起飞重量（以无地效悬停为主），评估直升机续航时间、飞行距离、燃油加注量，确定机组成员搭配。

5.1.7 直升机开车时，飞行人员应严格执行直升机开车检查单规定，左座人员（副驾驶位）负责宣读和监督检查，右座人员（主驾驶位）负责复诵和执行。

5.1.8 飞行作业过程中，飞行人员可使用电子地图导航或卫星定位系统辅助识别杆塔。

5.1.9 飞行作业过程中，作业线路应保持在靠近直升机主驾驶一侧。当直升机预备进入悬停状态时，飞行人员应先判明风向，然后保持一定的高度后做减速飞行，当指示空速小于20节时，应注意检查发动机功率情况；直升机因作业需要需在有风天气条件下悬停时，应选择顶风悬停，副驾驶应时时检查发动机工作状况，随时关注风向变化，并及时告知、提醒机长。

5.1.10 飞行作业过程中，飞行人员应警惕山区阴面的下沉气流和阳面的上升气流，并采取针对性措施。

5.1.11 飞行作业过程中如遇气流颠簸，飞行人员应合理控制直升机总距锁松紧度，保持经济速度飞行，以获得发动机最大剩余功率，如遇飞行困难或典型作业区段，副驾驶应记录直升机仪表数据，记录内容见附录 C。

5.1.12 飞行其他要求参照 DL/T 1345 执行。

5.2 航巡

5.2.1 每日开飞前，航巡人员应进行航巡设备检查，关注高海拔地区低温可能导致的航巡设备外部镜头起雾现象。

5.2.2 航巡人员应与飞行人员共同确定作业区段，直升机起降点可作为作业区段划分的依据，可参考相邻两个起降点的中点划分作业区段，若一个作业区段内线路经过海拔超过4500m的高山等特殊地域或道路交通中断的情况，应根据实际情况调整作业区段划分。

5.2.3 作业区段内平均海拔超过3000m时，宜采用单科目作业方式，即每架次直升机仅搭乘1名航巡人员，执行1个作业科目。

5.2.4 直升机巡查作业采集杆塔本体数据时，直升机宜在杆塔斜上方悬停；直升机激光扫描作业时，直升机宜在输电线路正上方飞行。

5.2.5 每日飞行作业结束后，航巡人员应统计任务进度，参见附录 B，并在航后会上通报相关情况，以指导制定次日飞行作业计划。

5.2.6 直升机巡查作业其他技术要求可参照DL/T 288执行，直升机激光扫描作业其他技术要求可参照DL/T 1346执行。

5.3 航务

5.3.1 飞行前一日，航务人员应检查通信与监控设备功能，确保设备可用。

5.3.2 每日开飞前，航务人员应于开飞前1h协同飞行人员确定气象观测点，气象观察员于开飞前30min到达气象观测点，每隔15min~30min记录一次数据，参见附录 D，并反馈航务人员、飞行人员，以辅助研判作业区段内天气变化趋势。

5.3.3 飞行作业时，航务人员应时时关注直升机运行动态，并与飞行人员保持通信通畅，实时通报最新气象信息及空域管制情况。

5.3.4 航务其他要求参照 DL/T 288 执行。

5.4 机务

5.4.1 机务人员应合理规划直升机定检工作，尽量避免高海拔地区作业期间进行直升机大型定检、时控件更换工作。

5.4.2 机务人员应携带充足的维修工器具、航材、航化及工作单卡。

5.4.3 当日飞行作业开始前，机务人员应提前1h进场，开展航前检查工作，对直升机重要部件实行交叉互检放行，检查机上供氧装置是否正常。

5.4.4 机务其他要求参照 DL/T 1345 执行。

5.5 保障

5.5.1 每日行车前，司机应检查车辆性能，视道路积雪、结冰情况安装防滑装置，确保行车安全。

5.5.2 医疗小组应提前3天与作业线路沿线州（市）、县级人民医院建立应急保障联系，便于机组成员出现突发状况时及时获得医疗资源。

5.5.3 飞行前一日，医疗小组应对次日计划上机作业人员进行身体健康状况监测和健康指导，每日开飞前应再次确认上机作业人员身体健康状况。

5.5.4 直升机加注燃油前，应确保直升机航油运输加注一体车接地，取样检查燃油含水、杂质情况并留样。

5.5.5 安保人员负责维护起降点场地秩序，如遇特殊敏感时期，应增加安保力量，必要时机组可与属地电力公司、地方公安部门或驻地部队建立联系，请求支援。

5.5.6 遇民族节日或重要时段，保障专业应提前向作业区域所辖属的公安机关进行飞行活动备案。

5.5.7 直升机地面转运车辆应配备灭火器、卫星定位系统、加速度检测仪，对转运进行全过程监控。

6 安全管理

6.1 现场安全管理

6.1.1 高海拔地区作业任务开始前，项目经理应组织机组成员召开安全技术交底会，明确任务内容、作业计划，说明作业安全注意事项。

6.1.2 高海拔地区作业机组应选取直升机应急备降点，可选取无硬化平地作为应急备降点场地，其位置应在横线路方向 20km 以内，相邻两个应急备降点间隔宜在顺线路方向 20km~30km 范围内，若计划作业区段内应急备降点不满足覆盖要求时，应列明原因并提供最近的应急备降点位置(经纬度坐标、距离)，必要时可单独开展侦查飞行，寻找、确定应急备降点；直升机起降点场地亦可作为应急备降点使用。

6.1.3 飞行前一日至每日开飞前，项目经理应充分评估上机作业人员的身体、心理状况、作业气象条件、直升机适航状态、任务执行难度。若机组成员有异议，机组应重新评估当日作业计划。

6.1.4 飞行作业时，机组各专业地面人员应在直升机起降点场地值守，以应对作业过程中可能出现的突发情况。

6.1.5 机组安全员负责监督、检查机组各专业安全工作落实情况。

6.1.6 高海拔地区作业期间，机组应实行严格的人员外出管理，机组成员应遵守兵站、直升机起降点场地所属单位、部门的管理规定，尊重当地风俗习惯，避免与当地群众发生冲突。

6.1.7 飞行人员单个日历日飞行时间宜不超过5h。

6.1.8 飞行作业过程中，严禁擅自改变飞行计划或偏离已批复的空域范围。

6.1.9 飞行作业过程中，机上人员应加强作业区域内天气动态观察，相互提醒，避免进入边缘或不稳定气象条件；气象观察员若发现作业区域内天气有变差的趋势，应及时通知机上飞行人员采取措施。

6.1.10 飞行作业过程中，航巡人员应协助飞行人员做好线路周边危险点观察（障碍物、交叉跨越等），及时告知飞行人员潜在危险点。

6.1.11 飞行作业过程中，在进入山谷之前，飞行人员应首先操控直升机上升高度观察飞行区域内可能出现的雾、低云、降雨等危险天气，判明风向、风速，警惕乱流、湍流可能导致的直升机丧失尾桨效应、意外偏转或进入涡环状态。

6.1.12 飞行作业过程中，直升机出现特情时应按照飞行手册规定的程序处置，若需在起降点场地以外区域或应急备降点落地，机组各专业地面人员应在获取备降计划后立即出发赶往预计落地区域或应急备降点，维护场地秩序，如场地隔离，车辆、人员导流等。

6.1.13 高海拔地区作业机组连续值勤时间不宜超过35天，如有特殊情况，连续值勤时间不应超过45天。

6.2 应急管理

6.2.1 任务开始施前，作业实施单位宜建立公司、作业现场两级应急体系，针对机组人员伤亡、设备损毁事件分别编写专项应急预案。

6.2.2 每架次飞行前，上机作业人员应进行特情处置预想、预判，以做到出现特情时能够快速识别、正确处置。

6.2.3 发生机组人员伤亡、设备损毁事件，机组应第一时间向作业实施单位安全管理部门报告，启动专项应急预案，并及时报告当地政府寻求帮助。

6.2.4 若机组成员出现“高原病”症状，由机组医疗小组进行现场初步处理，并根据病症发展情况，及时送当地医疗机构救治，病情严重时直接转运至低海拔地区进行治疗。

7 成果要求

7.1 巡查作业成果

7.1.1 线路巡检和数据分析时，如发现线路危急缺陷或线路遭到外力破坏、通道山火等情况，应立即报告线路运维单位；当日飞行结束后，数据分析发现的其他缺陷、可疑情况或无法认定的缺陷，宜在48小时内报送线路运维单位。

7.1.2 任务结束后，应及时将缺陷清单、缺陷照片、原始录像、原始照片、年度总结等成果递交线路运维单位。

7.2 激光扫描作业成果

7.2.1 基于激光扫描数据制作的激光扫描安全距离快速分析报告，重点关注线路通道严重及危急隐患，详情包括：隐患在输电线路位置、隐患经纬度坐标、隐患点类型、与电力线的水平、垂直实测距离、净空实测距离、导线对地面距离、隐患等级以及隐患点所在档距的平断面图，宜在当日飞行结束后48小时内完成报告制作并提交线路运维单位。

7.2.2 任务结束后，应及时向线路运维单位提交激光扫描分析成果，宜包括：通道隐患、树木倒伏、交叉跨越明细、平断面图、线路杆塔台账、模拟工况安全距离检测、三维展示可视化数据平台等。

附 录 A
(资料性附录)
现场踏勘记录

表 A.1 现场踏勘记录表

序号	勘察内容	记录内容			
1	线路名称				
2	地形地貌				
3	气象条件				
4	交通条件				
5	人文环境	民族、饮食习惯、宗教信仰、宗教禁忌等			
6	氧气补给点				
7	加油站				
8	当地医院				
9	直升机起降点 1 (若涉及多个起降点,可扩充本表格)	场地面积		净空条件	
		所属单位(个人)		地址	
		坐标信息	E: N:	周边道路情况	
		联系人		联系方式	
10	其他情况				
踏勘时间段		20××年××月××日至 20××年××月××			
踏勘人员		飞行人员: 机务人员: 保障人员:			

附 录 B
(资料性附录)
任务完成情况统计

B.1 任务完成情况统计表

日期	架次	作业科目	线路名称	作业区段	作业里程 (km)	塔基数	直升机开车时间 (旋翼开始转动时刻)	关车时间 (旋翼停止转动时刻)	飞行时间(关车时间 -开车时间, min)	放弃情况	备注
	1	可见光									
	
小计							--	--			
	2	激光									
	
小计							--	--			
总计							--	--			

附 录 C
(资料性附录)
直升机飞行参数记录

C.1 直升机飞行参数记录表

日期	记录时刻	直升机飞行状态	海拔高度 (ALT, m)	指示空速 (knots)	外界环境温度 (OAT, °C)	剩余油量 (kg)	燃气发生器 转速(N1, %)	涡轮出口温度 (TOT, °C)	扭矩 (%)	自由涡轮转速 (N2, rpm)	发动机油 温(°C)	发动机燃油 压力(BAR)	发动机滑油压 力(NG, BAR)	备注

附 录 D
(资料性附录)
气象观测记录

D.1 气象观测记录表

日期	记录时刻	天气状况	能见度 (km)	温度 (°C)	湿度 (%)	风向/风速 (m/s)	大气压力 (kPa)	备注
	8:15							
	8:30							
	8:45							
	9:00							
	9:15							
	9:30							
	9:45							
	10:00							
	10:15							
	10:30							
							

