

UDC

MH

中华人民共和国行业标准

P

MH/T xxxx—xxxx

高原运输机场规划建设指南

Guidelines for planning and construction of plateau airports

(征求意见稿)

202x-xx-xx 发布

202x-xx-xx 施行

中国民用航空局

发布

征求意见稿

中华人民共和国行业标准

高原运输机场规划建设指南

Design and operation guidelines for plateau airport

MH/T××××—202×

主编单位：民航机场建设集团西南设计研究院有限公司

批准部门：中国民用航空局

施行日期：202×年××月××日

中国民航出版社有限公司

202× 北 京

征求意见稿

中国民用航空局

公告

202X 年第 X 号

中国民用航空局关于发布《高原运输机场 规划建设指南》的公告

现发布《高原运输机场规划建设指南》（MH/T xxxx—xxxx），
自 202x 年 x 月 x 日起施行。

本标准由中国民用航空局机场司负责管理和解释，由中国民航出版社出版发行。

中国民用航空局

202x 年 x 月 x 日

征求意见稿

前 言

本指南旨在为我国高原运输机场规划建设提供指导。截止 2023 年底，我国已建成 44 个高原机场（其中一般高原机场 20 个，高高原机场 24 个），占我国民用运输机场比例达 17%。相较于低海拔地区的机场，高原机场普遍存在地势不平、净空复杂、气象多变、高寒缺氧、生态脆弱等问题，本指南针对此类问题提出了处理建议。

在指南的编制过程中，编写组调研了国内十余个涉及高原机场的咨询、规划设计、建设施工和运行管理单位或部门，走访了多个新建或改扩建机场项目的施工现场及指挥部，分析了高原地区及高原机场的特殊自然环境及工程应对措施，统计了机场供氧设施的配置情况，整理了 15 个机场保障基地的各项参数，研究了机场污水处理及生态恢复措施，收集了定日机场、隆子机场、普兰机场的部分施工工艺工法。编写组在充分吸收借鉴各阶段机场参建单位和运行管理单位的经验基础上，广泛征集了行业意见，并经多次专家论证审查，不断归纳总结和提升，最终形成本指南。

本指南共分为七章，分别为：总则、术语和符号、基本规定、机场选址、总平面规划、机场设计、机场施工。

本指南为首次编写，由主编单位负责日常维护。执行过程中如有意见和建议，请函告民航机场建设集团西南设计研究院有限公司科技质量部（地址：四川省成都市双流区机场东一路 6 号；电话：028-85703973；传真：028-85702936；邮箱：swac_cacc@126.com），以便修订时参考。

主编单位：民航机场建设集团西南设计研究院有限公司

参编单位：

主 编：

参编人员：

主 审：

参审人员：

征求意见稿

目次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	4
4	机场选址	5
4.1	一般要求	5
4.2	场址条件	6
4.3	飞行程序	7
4.4	飞机性能	8
5	总平面规划	10
6	机场设计	13
6.1	一般要求	13
6.2	飞行区设施	14
6.3	空中交通服务设施	16
6.4	旅客航站楼	19
6.5	供油设施	20
6.6	应急救援设施	20
6.7	公用设施	21
6.8	机场保障基地	24
7	机场施工	26
7.1	一般要求	26
7.2	施工准备	26
7.3	特殊气候施工	26
7.4	绿色施工与安全	27
附录 A	国内高原机场统计	28
附录 B	国内机场保障基地统计	33

征求意见稿

1 总则

1.0.1 为规范高原运输机场的规划建设，制定本指南。

【条文说明】本指南规划建设指机场选址、规划、设计、施工等建设全过程。

1.0.2 本指南适用于新建、改建和扩建的高原运输机场的规划建设。

1.0.3 高原运输机场规划建设应充分考虑当地的地形特点、地质条件、气象水文、生态保护、建材设备、社会人文等现状，遵循“因地制宜、以人为本、集约高效、环保节能”的基本原则。

1.0.4 高原运输机场规划建设除应符合本指南的各项要求外，尚应符合国家和行业现行相关标准的要求。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 高原机场 plateau airport

机场标高在 1524m 及以上的机场。

2.1.2 一般高原机场 general plateau airport

机场标高在 1524m 及以上，但低于 2438m 的机场。

2.1.3 高高原机场 higher-plateau airport

机场标高 2438m 及以上的机场。

【条文说明】高原机场、一般高原机场、高高原机场的定义引自中国民用航空局飞行标准司 2015 年 11 月 2 日下发的咨询通告《高原机场运行》（编号：AC-121-FS-2015-21R1）。

国际民航组织发布的《Stolport Manual (Doc 9150)》中提到 Altiports 的概念，“Altiports is a small airport in a mountainous area with a steep gradient runway, used for landing up the slope and for take-off down the slope, thereby making use of only one approach/departure area.”国内部分民航工作者将其翻译为高原机场，编写组认为并不准确。《Stolport Manual (Doc 9150)》中 Altiports 强调机场位于山区、跑道具有单向大纵坡、采用单向起降的特点，本指南中高原机场则主要强调海拔高度，二者侧重点不同，Altiports 宜翻译为山区机场。

2.1.4 要求特殊授权的所需导航性能 (RNP AR) required navigation performance authorization required

RNP AR，是一种要求特殊授权的进近导航规范，它要求运营人满足航空器和机组人员方面的其他要求，并获取运行授权，可以提供运行和安全优势。

2.1.5 拦阻系统 arresting systems

用于阻滞冲出跑道的飞机并降低其速度的系统。

【条文说明】拦阻系统的定义引自《民用机场飞行区技术标准》（MH 5001-2021）。

2.1.6 机场保障基地 airport support facility

主要供机场职工办公、休息、生活和机组、旅客过夜之用，包括供水、供电、通信、供暖、供氧等公用设施。通常设置于环境条件相对较好的机场、市

区或其他海拔较低的地点。

2.1.7 生态富氧房 ecological oxygen-rich room

通过增温增湿、种植绿植或配备相关设备等方式实现天然富氧功能的建筑或空间。

2.1.8 弥散式供氧 dispersion oxygen supply

末端采用弥散方式改善室内氧环境的供氧方式。

2.1.9 分布式供氧 distributed oxygen supply

在室内设终端供氧接口，接口与鼻塞/鼻导管或面罩连接吸氧的供氧方式。终端供氧接口通常设置于医务室治疗床/椅旁、居室床旁、办公室办公桌旁等。

2.2 符号

ADS-B——广播式自动相关监视系统

DME——测距仪

DVOR——多普勒全向信标

EMAS——特性材料拦阻系统

GBAS——地基增强系统

ILS——仪表着陆系统

RNP AR——要求特殊授权的所需导航性能

VHF——甚高频

3 基本规定

3.0.1 机场规划建设时，应考虑高原降效对施工人员、运营人员、设施设备及施工工期等的影响。

3.0.2 机场规划建设宜充分利用当地清洁能源。

【条文说明】高原地区太阳能资源、风能资源普遍较为丰富，高原河谷地区地下水资源较好，机场建设时可以有效利用这些清洁能源，实现低碳环保。

3.0.3 机场设计施工中，宜优先选用工效高、劳动强度低、野外暴露时间短的设计方案和施工工艺。

3.0.4 机场道面及道路结构层应根据工程地质、水文地质及气候条件综合确定，必要时应设置防冻层或采取其他有效措施。

3.0.5 严寒和寒冷地区的机场，室外敷设的电缆、通信线缆、给排水管道、输油管道等应埋置于冻土深度以下或采取其他防冻措施。

【条文说明】严寒地区指最冷月平均温度 $\leq -10^{\circ}\text{C}$ 或日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数 ≥ 145 天的地区；寒冷地区指最冷月平均温度满足 $-10^{\circ}\text{C}\sim 0^{\circ}\text{C}$ 或日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数为90~145天的地区。其所指代的区域可参见《民用建筑热工设计规范》（GB 50176）。我国高原机场尤其是高高原机场大多位于严寒和寒冷地区，详见附录1。

3.0.6 在机场规划建设中，应注重设施设备的智能化，尽可能减少运行维护人员的工作强度。机场设备机房应充分考虑当地低温、风沙、干燥等恶劣条件的影响。

3.0.7 机场标高超过3000m的机场航站楼内应设置吸氧室及相应的设备设施。与城镇医疗机构公路距离超过40km或机场标高超过4000m的机场，应设置高压或增压氧舱。

3.0.8 机场规划建设阶段应对周边生态系统的环境影响和风险进行系统评价，提出合理的环境影响减缓措施和生态恢复措施。

4 机场选址

4.1 一般要求

4.1.1 机场选址应遵循“空地一体、协同联动”的技术原则。

【条文说明】高原机场场址一般地形地貌复杂或净空复杂，选址时应同时兼顾研究空域和地面建设条件，空地一体化协同分析，联动规划。

4.1.2 机场选址应根据与主要服务对象的距离、行政区划、既有及规划的交通网络、生态红线及海拔高度等因素综合确定，条件特别复杂时应在全域内进行选址。

4.1.3 当地形复杂、道路配套差、现场踏勘困难时，宜采用数字化手段（BIM、GIS 等）、航拍等方式辅助开展选址工作。

【条文说明】数字化手段以及航拍等可作为机场选址的补充方式，目前已在甘孜机场、墨脱机场、亚东机场等成功应用，解决了现场难以全面踏勘的问题。

4.1.4 机场场址宜位于宽阔平缓的山间河谷、山前阶地、高山山脊等区域，在满足飞行安全的前提下，宜优先考虑地势较低的河谷地带。

【条文说明】高原地区一般地形地貌复杂，布置机场的空间有限且建设代价大，因此应结合地形图，优先选择河谷或者高原平地等地形相对平缓地带布置机场。河谷地带海拔较低、配套较好、飞机性能较好，宜优先重点分析。

4.1.5 场址与主要服务对象（城镇或景区等）中心的地面交通距离应尽可能短，直线距离宜不超过 20km，条件复杂时宜不超过 50km。

【条文说明】场址应考虑与现有或规划的公路、铁路的衔接距离，减少配套投资建设成本，缩短与服务对象的地面交通时间，提升服务水平。高原地区的场址地形较为复杂，在选址时应扩大选址范围，做到应选尽选。目前的 44 个高原机场中，场址距主要服务对象的直线距离在 10km 以内的共 11 个，10~20km 的 14 个，20~50km 的 18 个，50km 以上 1 个。

4.1.6 空地条件复杂时，可酌情减少预选场址的数量。

【条文说明】西藏“十三五”选址过程中，隆子、定日和普兰机场的选址区域都存在空地条件复杂、自然环境恶劣以及海拔超高等客观情况，无法筛选出 3 个技术可行的预选场址，仅有 1 个预选场址满足基本建设和飞行条件。因此，在条件复杂的高原环境下，可加深对初选场址的工程技术、工程经济和航行服

务条件分析，对比排除技术条件不可行的初选场址，酌情减少预选场址数量。

4.1.7 确定跑道长度时，应统筹考虑机型性能、高原条件下的轮胎速度限制和起飞一发失效等因素，宜适当增加安全裕度。对于高高原机场，跑道长度通常考虑增加 5%~10% 的裕量。

【条文说明】由于高原机场具有气象复杂、空气密度小、飞机地速大、周边地形复杂、视觉误差较大等特点，宜适当增加跑道长度的安全裕度。

4.1.8 机场选址阶段应重点分析评估机场周边地形、人工障碍物等对台站保护区和信号反射面的影响。宜通过信号仿真对信号质量、限用区域进行模拟。

【条文说明】机场各类导航、通信、监视设施信号对高原复杂地形的无源干扰较为敏感，甚至无法完全满足相关规范要求。可利用电磁仿真工具，结合地理信息数据对台站信号的覆盖距离、精度、结构、限用情况提前进行仿真分析，提出方案建议，用于指导机场选址优化和飞行程序设计。

4.2 场址条件

4.2.1 飞机起落航线及进离场程序应尽可能避开群鸟活动区域。机场选址涉及鸟类迁徙时，宜开展鸟类迁徙专项研究。

4.2.2 对于气象条件特别复杂的场址，应对气象进行专题分析。对于海拔超过 4350m 的场址，应结合气压值等因素做适航率分析。气压适航率宜不低于 95%。

【条文说明】气象专题分析内容应重点关注大风、风切变、低能见度、雷暴、扬沙等不利气象因素的影响，从大尺度天气系统、局部地形条件、历史颠簸、气象统计数据等方面综合分析场址气象特征，对机场进行分时段观测和分析统计各时段跑道利用率，分析可运行时段分布规律，明确是否符合未来机场的运行需求。本条的气压适航率指机场场压观测值中高于飞机安全起降阈值（一般为 583.3hPa）的比例。根据国内目前研究成果，影响航空器能否起降的决定因素应为气压高度而非海拔高度，对于海拔超过 4350m 的场址，需要复核本场气压是否大于最低气压阈值 583.3hPa。只要本场气压大于最低气压阈值，航空器则具备运行可行性。因此，建议应结合场址气象条件开展逐时飞机适航条件计算，经分析论证可行后可适当放宽场址标高。

4.2.3 场地条件应满足下列要求：

- 1 场址应避开发震断裂。

2 场址应尽可能避开泥石流、滑坡、采空区等不良地质及山洪、雪崩等自然灾害危害严重的地段，难以避让的应提出可靠的工程措施。

【条文说明】考虑到高原地区特殊的自然环境和地质条件，机场应尽量选择地质稳定、灾害风险低的场址，以确保机场建设和运营安全。当因地理位置、地形条件或其他关键因素限制，无法完全避开自然灾害高风险区域时，应分析灾害危害程度及治理费用，综合评价场址的适宜性。

3 场址抗震设防烈度大于等于 8 度时应尽可能避开全新世活动断裂，难以避让时应进行专题研究。

【条文说明】很多高原地区活动断裂发育、地震活动剧烈、地震烈度高，尤其是全新世以来频繁活动的深层大断裂，对机场安全构成重大威胁。高烈度地震对机场产生的震害主要体现在地震导致的次生灾害（例如滑坡、泥石流、崩塌、砂土液化、地基震陷等）、振动及地表错动造成的破坏。尽管通过科学的抗震设计和工程应对措施，能够有效缓解前两类灾害的影响，然而断裂错动导致的地表位移难以仅凭技术手段彻底消除。穿越全新活动断裂存在地表错动的可能性，因此在条件允许时建议尽可能避开。

中国地震局统计了国内 100 多年 360 次 6 级以上地震产生的地表错动，震中烈度为 8 度以下、8 度、9 度、10 度、11 度时地表错动发生概率分别为 0%、2%、35.1%、66.7%、100%，因此烈度低于 8 度时可不避让。反之，应全面综合分析活动断裂的活动时代、活动速率、变形特征、历史地震、地震效应、覆盖层厚度、次生灾害、与机场的位置关系，结合机场建设成本、所属抗震地段、抢修难度后综合确定。

4.2.4 场地净空条件应尽可能满足传统程序双向起降要求，特殊情况应满足传统程序单向起降、RNP AR 程序双向起降要求。当机场净空条件特别复杂，只能保证单向起降时，应保证复飞安全性，并重点分析单向跑道适航时段。

4.3 飞行程序

4.3.1 场址净空条件复杂时，应在选址阶段进行 RNP AR 飞行程序方案研究。

【条文说明】净空复杂的高原机场，导航信号覆盖情况较差，传统仪表飞行程序往往受到限制。RNP AR 程序可以有效解决净空复杂带来的可飞性问题，改善机场的运行效率。截止 2023 年底，西藏自治区内的运输机场在日常条件下已

经使用全 RNP AR 运行模式。

4.3.2 地形复杂的场址，应结合导航信号覆盖情况研究飞行程序及一发失效应急程序方案。

【条文说明】受地形限制，高原机场的导航信号覆盖往往不好，应结合导航信号覆盖情况研究飞行程序及一发失效应急程序方案。

4.3.3 场址地形条件特别复杂时，可先从航行服务角度进行场址初选，再根据地面条件进行场址筛选。

4.4 飞机性能

4.4.1 应根据飞机适航高度和拟运行航空公司机队情况选择适航机型。

【条文说明】一般高原机场使用机型较多，但部分小推力机型的业载率较低，应综合分析评价。当前高原机场通常考虑 A319-115、A319-133、A330、B737-700、B757-200、ARJ21-700 等适航机型。

4.4.2 地形复杂的机场，飞机性能分析应优先开展，并应与飞行程序和地面方案联动设计。

【条文说明】高原机场由于海拔较高、空气密度较小，飞机性能会有较大程度的衰减。地形复杂时飞行路径上障碍物可能较为密集，对飞机性能的影响更甚。先研究一发失效应急程序方案，再设计飞行程序能更好地发挥飞机性能。

4.4.3 机场周边最低安全高度大于 4267m 的航路航线超过 200km 时，应进行航路性能分析，通常包括飘降性能分析和释压性能分析等，必要时制定应急预案。

【条文说明】当飞机巡航过程中出现一发停车或客舱增压故障时，需要进行适当的高度下降，以保证飞机稳定飞行及乘客供氧需求。在航路最低安全高度持续高位情况下，飘降和释压程序受周边地形的限制，不能保证可持续下降到合适高度，因此需要根据对运行高原航线的飞机进行航路性能分析，提供合适的决策，必要时，应制定应急预案。

4.4.4 可能导致飞机性能严重衰减的，应根据实测气温数据分季节、分时段开展飞机性能精细化分析，提出适宜运行的时段建议。

【条文说明】高原机场飞机性能衰减严重，对温度变化尤其敏感，前期持续对机场气象条件做精细化研究有助于机场运行阶段对航班计划提供量化的指导。

4.4.5 研究飞机性能时，应尽可能结合航空器能力，使用优化的飞机性能分析方法，充分挖掘飞机性能潜能。

【条文说明】优化内容包括但不限于：起飞襟翼、改进爬升、空调组件、复飞襟翼、速度比范围等。

征求意见稿

5 总平面规划

5.0.1 机场应依据场址气象条件和飞机性能，计算跑道可利用率。

5.0.2 确定高峰小时机位占用时间、机位利用系数、飞机客座率等参数时，可适当调高高峰小时集中率、高峰小时旅客占年吞吐量万分率，从而推算符合机场实际运行所需的停机位数量和航站楼规模。

【条文说明】受制于高原机场特殊气象条件，有的机场不能全天候运行，只能集中于某个时段运行，集中率较高，相应所需的停机位数量和航站楼规模，比同业务量规模、时刻平均的机场大。如林芝机场全天只有上午时段能运行，午后由于风太大没有航班。

5.0.3 在机场发展用地有限、航空业务预测量较小、运营保障困难的地区，机场陆侧设施宜考虑合并建设。

【条文说明】根据甘孜格萨尔机场、日喀则定日机场等经验，把功能相近或有关联的用房集中布局或者合建，有利于减少员工/旅客体能消耗，降低资源能耗，实现集约用地，适用于发展用地有限、运营保障困难机场。合建的弊端主要为扩容改造不便，但对于航空业务量较小的机场，扩容时限相对较长，因此推荐采用合建方式。如甘孜格萨尔机场，除供油和制氧机房等不适宜合建的设施外，其余设施进行了合建。



图 5.0.3 甘孜格萨尔机场航站区

5.0.4 总平面方案应结合地形地质条件、地域特点、工程投资、近远期发展等因素，因地制宜统筹规划。地形起伏大的机场，航站区各建筑布置应结合地形条件、建筑功能特点，可按照台阶式组团规划或结合建筑功能、流程特点设置

半地下空间的台地建筑，以节约土方及工程投资。

【条文说明】许多高原机场位于山地，地形起伏大，航站区可参考山地机场的规划设计理念依山就势、因地制宜。例如攀枝花机场、腾冲机场等，结合地形条件、分台地建设各类功能区，或结合建筑流程特点设置半地下空间的台地建筑，以节约土方及工程投资。



图 5.0.4 攀枝花机场航站区示意图

5.0.5 中小型机场宜结合通用航空的发展需求，统筹配置通航服务保障设施，开展通航业务，提升应急保障或短途运输服务能力等。

【条文说明】考虑支线机场与通航业务协调发展，让中小城市和边远地区群众获得更便捷的基本航空服务，中小型机场宜结合通航业务需求，同步配置通航设施，包括如通航机位、通航机库或维修用房等。

5.0.6 距城市偏远的高高原机场，宜规划布局一定的市政设施。

【条文说明】部分偏远地区的高高原机场，在机场建成后将吸引部分人口，形成以机场为核心的“小城镇”。对于此类机场，可在机场规划时考虑一定的市政设施。

5.0.7 严寒和寒冷地区的高高原机场航站区，宜规划建设综合管沟，供电、供暖、供氧、供水、消防、通信等管线宜布置在综合管沟内。

5.0.8 机场标高超过 3000m 时，可结合办公和宿舍需要，设置生态富氧房，改善生产生活小环境。

5.0.9 严寒和寒冷地区的高高原机场，宜按规划的特种车辆数量规划车库数量；车辆宜入库停放。

征求意见稿

6 机场设计

6.1 一般要求

6.1.1 土石方及地基处理方案宜根据地质条件、土石比、挖填比、试验性施工、监测检测等现场实际情况进行动态调整。

【条文说明】高原机场地质条件复杂，受勘察手段的局限，难以完全查明地质条件及土石比情况，加之岩土工程不确定性强，因此需根据实际情况对设计进行校核、调整和优化。

6.1.2 机场受泥石流、滑坡、崩塌、雪崩、山洪、洪水等自然灾害威胁时，相关防治措施的设计施工应尽早开展、尽早投用，且投用时间不应晚于机场主体工程。

【条文说明】场外地质灾害治理一般属于场外配套工程，需要提前投用方能确保机场建设、运营期间不受场外灾害的影响，保障机场安全。

6.1.3 高原机场三层及以上的建筑，应考虑配置电梯。

6.1.4 严寒和寒冷地区的机场各建筑物，位于主风向的主出入口应设置门斗。

【条文说明】在出入口处设置门斗可有效缓解人员出入时的不适。

6.1.5 严寒和寒冷地区的机场道口宜设计成船闸式。

【条文说明】船闸式道口指将道口设置成四面围合、前后可开启，使得对车辆安检由室外改为室内，避免安检工作人员暴露于恶劣的室外环境中。



图 6.1.5 船闸式安检道口

6.1.6 高原机场长期有人值守的值班室应配置供氧、供暖等设施设备。

6.1.7 高原机场宜集中建设储能设施，替代分散的空管、助航灯光、航站楼等配套的有 UPS 不间断电源。

6.1.8 在保证飞行安全的前提下，可结合当地自然条件在机场合适区域建设太阳能等发电设施，减少机场外购电量。

6.1.9 机场设施设备应根据海拔高度、气象条件、运行环境及产品性能等因素综合确定，应考虑高原降效的影响，并优先选用适应高原环境的产品。

【条文说明】由于高原机场海拔较高，气压、空气绝缘、紫外线等与低海拔地区有较大差异，因此 UPS 等设备需要降容使用，服务器、工作站等需缩短年限使用。

6.1.10 机场驱鸟设施宜采用探驱一体化设备。

6.2 飞行区设施

6.2.1 位于河谷地带或地下水位较高的机场，应考虑洪水位和地下水位的影响，必要时采用全填方设计。

【条文说明】位于河谷地带或地下水位较高的机场往往面临洪水位、地下水的影响。对地形起伏较小的机场，宜采用全填方设计，虽然在土石方工程上会增加一定投资，但可规避洪水、地下水、不良土层等问题，总体技术经济比一般情况下较优。

6.2.2 导航设施保护区场地平整困难或经济性差时，经仿真计算后可采用反射网作为电磁反射的载体。

6.2.3 对特殊土及不良地质的处理方案应进行分析论证，并采取可靠的技术措施。

【条文说明】高原机场普遍存在冻土、盐渍土、液化土、软弱土、黄土等特殊土，以及滑坡、泥石流、风沙、岩溶等不良地质较为发育问题，对机场建设影响大，规划设计中应重点关注。

6.2.4 当机场水文地质条件复杂，并符合下列条件之一的，宜开展水文地质专题研究：

- 1 可能引发较严重的流土、管涌、冻胀等病害；
- 2 边坡稳定性或沉降问题突出，且地下水对其有显著影响。

【条文说明】高原机场常依山傍水而建，地下水系发达且复杂多变，易引发冻胀、潜蚀、流土、道面脱空等病害，影响边坡及道面的稳定性。同时，机场大面积挖填会引起地下水渗流场的动态变化，因此需通过专题研究确定经济可行的地下水排泄方案，预防水文地质灾害，保障机场基础设施的长期安全与稳定。

6.2.5 冻胀土、盐渍土发育且处理难度大的地区，应对围界进行针对性的地基处理，亦可采用柔性围界。

【条文说明】冻胀土、盐渍土变形幅度大，普通围界基础易损坏，柔性围界能够较好地适应地基变形，节约工程投资。

6.2.6 对端安全区外地形高差较大的机场，宜在跑道末端设置跑道拦阻系统

(EMAS), 提高安全裕度。

【条文说明】EMAS 可以起到拦停冲出跑道飞机的作用, 在九寨、腾冲、攀枝花、林芝、大理等机场中均有配置。

6.2.7 严寒和寒冷地区的机场, 应设置除冰设施, 包括除冰坪或除冰机位、除冰作业系统(除冰车辆、设备)和其他配套设备设施等。

6.2.8 严寒和寒冷地区的机场, 道面、道路面层混凝土应具备良好的抗冻、抗渗等耐久性能, 除冰坪还应具备足够的抗盐冻性能。

【条文说明】高原地区一般气候恶劣、冻胀严重, 混凝土易损坏, 对混凝土抗冻和防渗等耐久性指标需提出具体要求。除冰坪受除冰液影响损坏相对较快, 设置防腐措施可有效延长道面寿命。

6.2.9 在少雨或多沙尘天气地区, 跑道水泥混凝土道面不刻槽时, 应采用拉槽毛的方式制作表面纹理, 平均表面纹理深度应不小于 0.8mm, 且具备良好的摩阻特性。

【条文说明】少雨地区跑道道面通过刻槽实现快速排水的必要性降低, 刻槽的跑道在机械除冰雪时易造成道面损伤; 多风沙地区, 槽内易堆积沙土, 影响运行安全。

6.2.10 围场路临沟、临坡侧, 宜设置防护栏, 防护栏宜设反光标志, 转弯处应设警示标志和反光标志。

【条文说明】临沟、临坡侧往往高差较大, 夜间巡场易冲出道路。机场使用经验表明, 设置护栏及反光标志后可以有效减少安全事故。

6.2.11 边坡坡比陡于 1:3 且高度大于 10m 时, 坡面应设置踏步。踏步设置间距宜不大于 200m; 坡比陡于 1:1.5 时, 踏步旁宜设置护栏。

【条文说明】高原地区含氧量低、跑道长度长, 机场维护、巡视难度大, 合理的踏步间距有利于降低机场维护难度。对于需要巡检和出入的特殊位置, 如竖向排水沟、围界大门、灯光铁塔、监测或观测点等地方, 应单独设置踏步。为便于巡查, 每个独立的边坡宜至少设置一个踏步。

6.2.12 严寒和寒冷地区的机场, 排水沟宜采用钢筋混凝土或混凝土结构。

【条文说明】严寒和寒冷地区受冻胀作用影响, 常规的干砌块石、浆砌块/卵石结构容易损坏, 使用寿命短。实践中较多高原机场浆砌块石结构水沟短期使用后, 损坏严重, 混凝土结构水沟使用寿命较长。

6.2.13 开口明沟顶部应设置便于行人和小型设备通行的踏板。踏板应不影响排水沟过水, 设置间距宜不大于 200m。

【条文说明】高原机场维护、巡视难度大, 设置人行踏板便于场务人员对土面区、

边坡、围界的巡视和维护。

6.2.14 严寒和寒冷地区的机场宜采用嵌入式灯具。采用立式灯具时，应考虑道面除雪、除冰作业对灯具的影响。

6.2.15 对于进近灯光带建设难度大、投资高的机场，经气象条件及运行效率评估后，可适当缩短进近灯光带长度。

6.2.16 高原机场及地形复杂的一般高原机场，应优先设置单灯监控系统系统。

6.2.17 当进近灯光带受地形、河道、植被等影响导致检修、维护难度较大时，应优先采用人行栈桥方式。

6.2.18 进近灯光铁塔间用于电缆敷设的钢索和其他室外架空线缆，应考虑覆冰、风力、积雪等荷载。

6.3 空中交通服务设施

6.3.1 机场宜采用 ADS-B 作为管制监视手段。对于偏远地区及航班量较小的高高原机场，宜采用远程塔台进行集中管制。

【条文说明】ADS-B 系统在增加少量投资的情况下，可实现较好的对空监视能力，并能通过灵活部署安装点位，增强监视信号覆盖，是适用于高原机场的监视技术手段。同时，偏远地区高原机场常面临设施落后、技术力量薄弱、净空环境复杂、管制视线条件受限等问题，可通过远程塔台的建设予以解决。

6.3.2 塔台管制视线不应被周边高大山体遮蔽，管制员视线角应不小于 0.8° ，且对机动区无视线盲区。宜采用综合监控手段，对机场活动区内受建筑物遮蔽的区域进行补盲，并在跑道无障碍视线难以满足要求时提高场面监视和管制能力。

【条文说明】塔台视线、下视角等对于管制员至关重要，塔台选址及规划应特别关注机场周边自然山体的遮挡以及跑道过长对视线的影响。对于活动区内无法通视区域，应综合采用视频监控系统、场面监视系统、车辆定位系统等技术手段进行补充。新建高原机场跑道长度普遍较长且无全长平滑，若跑道纵坡为中部高、两端低，为满足《民用机场飞行区技术标准》（MH 5001）中无障碍视线的要求，工程量和投资代价较大；限行纵坡中部高、两端低的跑道在延长时亦有此情况，例如大理、文山、腾冲等机场跑道延长时均面临该问题。通过规划建设飞行区视频监控系统、加强机场塔台和运控中心对机场场面的监视能力得以解决此问题。

6.3.3 机场应结合地空通信信号覆盖仿真分析结果，建设以甚高频为主，高频、卫星电话为备用手段的地空通信系统。

【条文说明】甚高频（VHF）具有较高的通信质量，是管制通信的核心技术手段。高频（HF）通信和卫星通信受地形影响较小，且通信距离较长，作为地空通信的备用手段能有效解决信号盲区和长距离管制的应急通信需求。

6.3.4 各类通信/监视台站宜设置于机场内。场内台址信号覆盖能力不足时（空中交通服务的关键航段及高度存在信号盲区时），应在信号覆盖能力较强处建设遥控台。在充分评估建设和运行的可行性后，遥控台可与其他非民航台站合建。

【条文说明】增大台站高度、增加台站数量、对台站点位进行合理布局等措施可提高通信和监视信号对空覆盖范围，但需平衡投资与建设难度。根据实践经验，台站建设难度较大时，与其他非民航台站进行合建（如在铁塔公司基站内设置 VHF 和 ADS-B 遥控台）可大幅节约建设投资。对于此类合建台站，应在前期对台站保障等级、电磁环境干扰、配套设施配置、投资界面划分、运行模式等进行可行性分析。

6.3.5 对于受地形条件限制，ILS 保护区建设确有困难的机场，在充分研究运行环境可行性、设备技术的成熟度后，可采用地基增强系统 GBAS 设施用于精密进近引导。

【条文说明】导航设施特别是精密进近导航设备，可有效减小飞行难度。高原地区地形起伏较大，导航设施保护区改造难度较大。通过星基导航地基增强系统，可有效平衡导航精度与保护区建设难度之间矛盾，但是需对场地环境可行性及设备技术成熟度等方面进行充分论证。

6.3.6 机场宜根据跑道长度和气象条件的复杂性适当增加自动气象观测系统传感器种类及数量，适当设置备份自动气象站及风向风速传感器。主备用传感器宜采用不同的传感方式。

【条文说明】高原机场天气要素随时间和空间变化剧烈，因此应适当增加对各气象要素的感知能力，加强对关键气象要素传感器的备份，提高预报精度和安全裕度。在跑道两端和中部应各安装一套风向风速传感器，宜在主降端安装一套自动气象站作为备份，在中间和次降端各增加一套风向风速传感器作为备份。对于跑道较长且风向风速条件较为复杂的机场，宜在此基础上适当增加风向风速传感器。自动气象观测系统和备份自动气象站应当采用各自独立的供电、通信线路。

6.3.7 机场宜安装天气实况视频采集设备，辅助识别重要天气现象，提高对天气瞬时转变观测的时效性，并减轻气象观测人员工作强度。

【条文说明】前端设备安装在跑道接地地带、气象观测平台等位置，同时具备 360° 自动环绕扫描机场周边天气实况及其变化趋势、拍摄高清视频的功能。

6.3.8 根据高原气象特点及观测预报需求，有针对性地选择配置多普勒天气雷达、激光雷达、风廓线雷达、毫米波云雾雷达、风切变探测预警系统等气象探测设施设备，并采用飞行态势与气象信息的融合显示技术。

【条文说明】由于高原机场风切变、乱流、低云、雷暴、低能见度等不利天气因素频发，因此需设置比平原机场更为复杂的气象探测设施，加强气象观测和预报能力，为航班运行提供更为直观、及时、准确的气象服务，保障飞行安全。

6.3.9 机场宜根据机场布局设置区域性的机场气象集中预报中心。

【条文说明】考虑到高原人员降效及气象变化的快速性和复杂性，应通过落实天气会商制度、设立区域性机场气象集中预报中心，加强气象预报能力。

6.3.10 设备安装及维护时，宜适当增加设备冗余度，对易损部件应增加备件配置。应配置适应高原条件的巡检车辆，提高应对设备故障的响应速度。

【条文说明】高原气象条件复杂，尤其对室外设备影响较大，设备选型和安装方式都应评估不利因素的影响，并在建设中考虑应对手段。同时高原机场场外台站普遍存在道路通行条件较差的问题，因此应配置性能优良的巡检车辆。

6.3.11 机场各类台站宜采用无人值守模式，应配置完善的动力环境监控、设备运行监控及安防监控等设施设备，并通过可靠的通信链路实现远程实时监控。

【条文说明】高原较为恶劣的自然环境不利于技术人员长期现场值守。在充分评估台站周边安全风险的基础上，可采用完善的远程监控手段代替有人值守，减少人员配置及建设成本。

6.3.12 针对高原机场场外台站供电可靠性不足的问题，可根据现场条件采用风能、太阳能发电等手段提高供电可靠性。

6.3.13 应根据机场特点配置辅助设施，确保机房环境满足设备运行条件。

【条文说明】对环境温度过低的机房配置可控加热装置，对空气较为干燥的机房配置湿度调节装置，对周边生态环境较好的机房增加防动物进入设施等。

6.3.14 高原机场雷暴危害相对更为严重，设计中应重点关注空管设备防雷接地设施的配置方案，在满足相关规范的前提下，积极利用新技术提高防雷接地能力。

6.3.15 设备选型及安装应满足下列要求：

1 各类通信、导航、监视、气象设备选型应满足高原气候环境特点，应优先选择系统架构简单、平均无故障时间较长的设备型号。

【条文说明】设备应充分考虑高原与平原气压差异较大的因素，采用强度更大的腔体材料；设备室外部分（电子器件、橡胶、塑料等）应考虑强紫外线的防护和耐受

能力；部分高原地区风沙较大，设备外壳应有足够的硬度和密封性。

2 室外设施设备安装应根据当地实际存在的不利因素采取针对性的防护措施，减少积雪、风沙、大风、冻融、水浸、冰冻、冰雹等不利因素的影响。

6.3.16 高原机场宜采用以下措施，降低人员降效的影响：

- 1 建设可直达塔台管制明室的电梯；
- 2 管制运行场所配置供氧设施；
- 3 适当增加航管楼面积，充分考虑人员休息空间。

6.4 旅客航站楼

6.4.1 国内旅客航站楼建设规模不宜小于 4000m^2 ，具有国际流程的旅客航站楼不宜小于 9000m^2 。

【条文说明】结合本指南 6.4.2 条，航站楼内设置登机廊桥后，规模过小则建筑平面布置困难，因此建议旅客航站楼面积不小于 4000m^2 。

6.4.2 航站楼应尽量缩短旅客步行距离。高高原机场应至少配置一条带升降电梯的登机廊桥。

【条文说明】高高原地区空气稀薄、含氧量少、昼夜温差大，初到高原的旅客常伴有头痛、胸痛、心跳快、气喘、呼吸困难等高原反应。为减少旅客室外活动时间，宜优先考虑旅客登机的全室内流程，采用近机位登机，缩短登机流线。

6.4.3 航站楼设计应满足如下要求：

- 1 航站楼应合理控制建筑高度和各层层高。
- 2 航站楼外围护结构应根据当地气候特点，采取必要的节能措施。
- 3 航站楼宜充分利用当地建筑材料。

6.4.4 严寒和寒冷地区的航站楼屋面应设置融冰装置，条件允许时可同时配备相应的视频自动监控装置及相应的数据远传功能。

【条文说明】高原地区寒冷季节屋面易结冰，反复冻融易形成漏水隐患，同时屋檐倒挂的冰凌掉落易带来安全隐患。

6.4.5 航站楼宜设置旅客换衣间。

【条文说明】高原地区与平原地区气候差异明显，温差大，紫外线强，航站楼宜设置换衣间以满足旅客初上高原或离开高原的换衣需求。

6.4.6 由于高原缺氧，人易疲劳，对行李搬运等重体力劳动岗位，宜配置外骨骼机器人等智能设备，降低员工的劳动强度；年旅客吞吐量超过 30 万人次机场，

宜配置简易行李智能分拣设备。

6.5 供油设施

6.5.1 高原支线机场油库单罐容积宜不小于 200m^3 ，储罐数量宜不少于 2 座；干线及枢纽机场单罐容积宜不小于 500m^3 ，储罐数量宜不少于 3 座。

【条文说明】储罐数量宜不少于 3 座，以符合航空燃料接收、沉降、发出三个作业环节的要求及运行中供油的需求。对于高海拔地区的支线机场油库，油库接收航油的批次不多，2 座容积较大的储罐能够满足小型机场接收、沉降、使用的航油质量控制的间隔时间要求。

6.5.2 对于高原支线机场，机场油库与航空加油站宜合并建设。

6.5.3 室外地上工艺管道应设置防胀油的泄压措施。地上和管沟内等可能产生温度伸缩的管段，应有补偿措施。

【条文说明】室外地上工艺管道直接受阳光照射和环境温度影响，管道停输时容易引起管内介质膨胀，导致管道超压、管道和设备胀坏、管道泄漏等，因此要设防胀油的泄压措施。高原昼夜温差大，管道易产生伸缩，为减释管道内应力，设计时应尽量利用管道的自然转弯。当直线管段较长，难以依靠自然补偿解决冷热伸缩量时，可设置波形补偿器、伸缩器或金属软管等。

6.5.4 油泵安装高度及吸入管路设计应满足泵的汽蚀余量要求。

【条文说明】在高原环境下，大气压力随海拔的提升不断降低，油泵吸入口压力相应减小，吸入管路上如果产生汽蚀现象将导致吸入能力下降，影响泵正常工作，降低工作效率。设计时应当对油泵安装高度及吸入管路进行校核。

6.6 应急救援设施

6.6.1 当地方消防对机场覆盖能力较弱时，机场消防配置宜适当考虑航站区、油库等建筑设施消防救援的需要。

【条文说明】根据民航附件十四第 I 卷、《机场服务手册-救援与消防》（Doc9137-AN/898 第 I 部分）和国内相关规范，机场消防站设立的主要目的是在机场或机场紧邻地区内发生航空器事故或事件的情况下拯救生命，未充分考虑航站区建筑火灾等其它职责。高原机场一般远离城市消防站，外部消防依托条件较弱，机场航站区建筑、油库建筑发生火灾时第一消防救援力量主要依托机场自备消防站。因此，在保证飞行区航空器火灾所需的基本战力前提下，机场消防站宜根据航站区建筑、油库建筑规模和当地实际条件适当配置相应的人员、车辆和装备。

6.6.2 机场消防站选址应根据机场飞行区平面布置及消防车辆行驶路线、跑道长度、应答时间要求、消防车辆性能等因素综合确定，必要时可增设消防分站，分站内应考虑相应的生活配套设施。

【条文说明】高原机场跑道相对较长，一般来说消防车辆行驶距离超过 2000m 就较难满足消防应答时间要求，因此消防站应尽量靠近跑道或滑行道中部设置可以同时兼顾跑道两端的航空器火灾救援。

消防站的选址必须保证消防救援车辆能够在尽量少转弯的情况下直达跑道，同时应确保车辆的行驶距离尽量短。

消防站的选址应满足最佳能见度和地面条件下，消防应答响应时间不应超过 3 分钟，且不宜超过 2 分钟。

消防主战车辆采用全轮驱动、专用越野底盘等提升速度和通过性能的措施，可缩短应答时间。

在上述条件均不满足的前提下，经技术经济比较，可通过增设消防分站的方式来满足应答时间要求。

6.6.3 高原机场跑道消防供水应优先采用室外消火栓给水系统，消防供水系统宜独立设置。消防管网设置应统筹考虑近期、远期需求。

【条文说明】高原机场跑道长度较长，若跑道两端设置消防水池供水，消防车补水行驶距离和时间长，容易贻误战机；高原地区气压较低，水泵吸水高程受限，水池吸水可靠性降低。利用消防管网进行有压供水可有效弥补上述不足，提高可靠性。

6.6.4 严寒和寒冷地区的消防水池、消火栓应有防冻措施，消火栓还应设置放空装置。

【条文说明】寒冷季节消防水池、消火栓内存水易冻结，影响正常供水。可采取增加埋地消防水池覆土高度、池体及井体周围加设防冻保温材料、设置电伴热装置、放空消火栓体内积水等措施。

6.7 公用设施

6.7.1 公用设施包括供电、供水、排水、供热、供气、通信等设施。

6.7.2 机场制氧、供暖、供水、污水处理等设施应配置可靠的备用电源。

6.7.3 机场水泵安装高度及吸入管路设计应满足泵的汽蚀余量要求。

6.7.4 当机场自建污水站采用生物处理工艺时，应根据机场环境考虑低温、低氧等气候条件影响，必要时可采取提高污水温度、加大曝气量等措施。

6.7.5 给排水系统应考虑寒冷季节的防冻保温措施，给水管道及水循环管路应设置放空装置。

6.7.6 机场用水应根据水质及用途分别计量，用电应根据用途分别计量。计量设备宜具备远传功能。

6.7.7 机场冬季供暖能源应根据当地自然条件，优先采用太阳能、土壤能、空气能和地球水体等可再生能源。

【条文说明】可再生能源形式的选用，应依据当地资源条件和系统末端需求进行适宜性分析，在同时满足技术可行性和经济合理性时推荐采用。我国高原机场新能源大致情况为：电能基本有保障；西藏、青海、云南、新疆等地太阳能资源较好；河谷地带机场地下水资源一般较好；土壤温度较低、储能一般。宜针对机场具体条件在前期进行针对性地能源勘探研究，确定能源供暖方式。太阳能、土壤储能和地球水体均在高原机场中中有应用案例，节能效果较好。

6.7.8 采用太阳能作为供暖热源时，宜配置蓄热系统，并应根据气象资料确定供暖辅助能源方案。辅助能源负荷应结合蓄热量综合考虑，宜不小于供暖设计负荷的70%。

【条文说明】对于有条件使用太阳能资源的地区，设置蓄热系统可更充分地利用太阳能。理论上太阳能使用越多越节能，但投资也越大，因此应结合项目资源情况、经济性等因素统筹考虑设计容量。在晚间和阴雨天气，辅助能源是供暖系统正常运行的必要保障。蓄热量越多，所需要的辅助能源就越少，系统就越节能。根据我国西藏地区使用经验，辅助能源达到设计负荷的70%时，即可有效防止特殊情况下系统冻结，保障系统的安全性。蓄热时间宜不少于3天。

6.7.9 采用太阳能作为供暖热源时，应设置防冻、防过热渗漏、防垢、防雷、防雹、抗风、抗震等措施。

6.7.10 土壤源热泵作为供暖热源时，方案论证阶段应开展工程场地调查及浅层地热资源勘察。

【条文说明】能否应用地源热泵系统取决于工程场地状况及浅层地热能资源条件。方案设计前，应根据土壤含水量、土壤传热系数（或埋管单位延米平均换热量）、土壤初始温度等情况确定能否采用土壤源热泵，并根据地质条件确定布管形式。

6.7.11 水源热泵作为供暖热源时，方案论证阶段应对地下水水位、水量、水温、水质情况进行勘察，并开展水文地质试验。

【条文说明】地下水水位、水量、水温、水质情况是判断水源热泵系统是否成立的

关键因素，因此方案论证阶段应进行浅层地热能资源勘察（包括地下水、地表水换热系统勘察）和方案比选。

6.7.12 严寒和寒冷地区机场应满足 24h 不间断供暖要求，并应具备功能分区、分时进行温度设置的功能。

6.7.13 严寒和寒冷地区机场建筑内，冬季非工作时段室内温度不应低于 5℃，特种车库（含消防车库）冬季室内温度不应低于 10℃。

【条文说明】严寒和寒冷地区机场航班量一般较少，为节约能源，同时又不至于使供暖系统有冻裂危险，作此规定。供暖区域温度应根据室内使用人员情况适时控制，工作时间段应保证人员舒适度，其它时间段应确保管道不冻裂。机场车库门较大，冷空气渗入，耗热量大，为了保证特种车辆、消防车的正常启动，应采取措施保证特种车库、消防车库的温度。车库采用水系统供暖容易供热量小于耗热量，致使室温过低、供暖管道冻裂，因此应采取管道防冻措施或采用非水系统供暖。

6.7.14 高原机场应配备供氧设施设备，海拔超过 3000m 的机场应对以下区域实施集中供氧：候机楼急救站（室）、贵宾室、空中交通管制室以及其他涉及安全运行的关键部门或场所（如机组休息室、应急指挥室、机场员工办公和休息室等）、旅客活动和员工工作的其他区域。

【条文说明】供氧范围参照民航局《高原机场供氧系统建设和使用医学规范》的相关规定。根据压高方程，海拔越高气压越低，空气中氧含量也相对降低，相关关系如图 5.8.17 所示。海拔高度达到 3000m 时，大气压力（714 hPa）约为海平面

（1013 hPa）的 70%。为了保障机场职工办公及生活条件，以及在紧急情况下职工和特殊旅客的生命安全，作此规定。

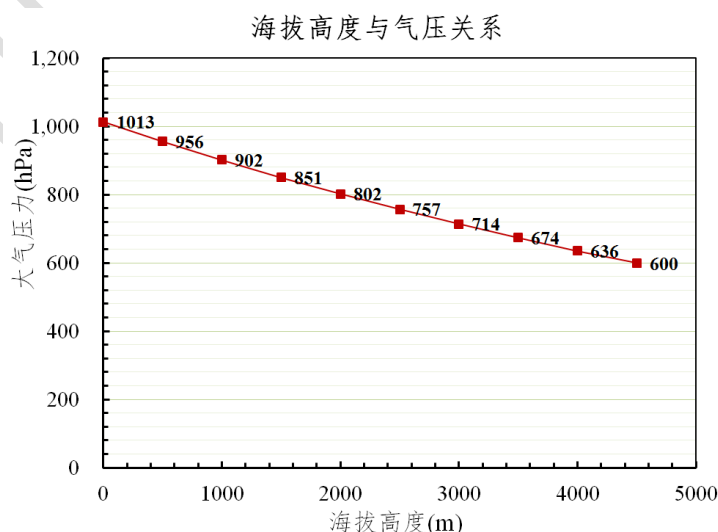


图 6.7.14 海拔高度与大气压力的相对关系

6.7.15 氧气理化指标应符合医用氧气标准，不应采用工业氧气用作机场氧源。制氧浓度不应低于 90%，室外供氧管压力不宜大于 0.9MPa，室内供氧管压力不宜大于 0.2MPa。

【条文说明】非变压吸附工艺产生的氧气含对人体有害成分，故不得采用。供氧浓度按不低于医用供氧标准执行，室外供氧管按压力管道 GC3 级设置。

6.7.16 火灾时供氧系统应具备自动关闭着火区域供氧系统入口阀门的功能，并能自动将氧气站贮氧罐内的氧气排空至室外。

6.7.17 供氧区域应有禁止烟火的警示，氧气出口应远离明火且应贴有明显标识。

6.7.18 供氧系统发生异常情况时，应发出报警信号并执行制氧主机停机保护程序。

【条文说明】供氧系统出现异常后应提醒管理人员及时处理，保证供氧系统正常运行，避免特殊紧急情况无法供氧情况发生。

6.8 机场保障基地

6.8.1 机场标高超过 3700m 或机场距主要服务城镇的公路距离超过 35km 的高高原支线机场宜配置机场保障基地。

【条文说明】机场保障基地的设置条件主要考虑机场标高和距离主要服务城镇的距离。机场标高越高则自然条件越恶劣；机场一般配套设施相对较差，距离城镇越远则各项补给越困难，因此有必要建设机场保障基地保障员工和旅客的舒适度，稳定职工队伍。

目前国内的 15 个机场保障基地（详见附录 2）中，除海北祁连机场、林芝米林机场、海西花土沟机场和海西德令哈机场海拔相对较低外，其他机场海拔均在 3700m 以上。对于上述海拔相对较低的 4 个机场，除海西花土沟机场外，其余机场与城区的公路距离均在 35km 以上（车程在 35min 以上），机场配套设施相对较差，因此规划建设了保障基地。基于此，本条建议以海拔 3700m 和与城区公路距离 35km 作为是否设置机场保障基地的判定条件。

6.8.2 机场保障基地可规划建设于主要服务城镇，也可根据实际情况，规划建设于机场或其他低海拔地区。

【条文说明】机场保障基地的建设地点应根据实际情况确定。国内目前 15 个机场保障基地中，13 个建设于主要服务城镇，剩下两个分别是昌都邦达机场和日喀则定日机场。昌都邦达机场标高 4333m，距昌都市区 138km，车程 2.5h，故机场保障基地选址在机场和市区之间海拔较低的吉塘镇（海拔约 3200m）。日喀则定日机场

和定日县城相距 47km，机场标高（4316m）与县城海拔（4325m）相当，考虑到机场员工以外地人居多，机场保障基地规划建设于机场。

6.8.3 机场保障基地宜配置办公业务用房、职工活动中心、职工执勤用房、机组/旅客过夜用房及相应的供水、供电、通信、供暖、供氧等配套设施。机场可根据实际需要选择合适的配置内容。

6.8.4 机场保障基地的规模应满足下列要求：

1 旅客过夜用房规模应根据近期目标年旅客吞吐量确定，按平均每万人次 90~150m² 配置，且应至少保证一个航班旅客的住宿需求。当机场保障基地周边配套较差或机场标高较高时宜取大值；近期目标年旅客吞吐量较大时宜取小值。

2 职工执勤用房规模应根据预估的机场员工数量及倒班情况确定，按每人 30~40m² 配置。当机场保障基地周边配套较差或机场标高较高时，宜取大值；机场员工较多时，宜取小值。

3 办公用房应根据机场员工规划情况及办公需求确定，且应满足《党政机关办公用房建设标准》的相关规定。

4 附属用房应根据实际需求确定。

【条文说明】机场保障基地的规模应根据其功能确定。

旅客过夜用房主要服务旅客，与旅客吞吐量有关。根据目前国内机场保障基地建设情况，剔除过大、过小者后，多在 90-150m² 之间。旅客吞吐量较大的机场，同一天内，所有航班全天无法起降的可能性较小，大量旅客同时滞留、需要过夜用房的可能性较低；此外，旅客吞吐量较大的机场城市发展相对较好，配套相较完善，可依托市区酒店解决旅客滞留问题，故建议旅客过夜用房规模取小值。

职工执勤用房主要服务员工，与职工人数、倒班情况有关。一般每个职工宿舍的使用面积为 25m²~30m²，通道、楼梯等公摊约占 25%~30%（总建筑面积越小公摊往往越大），即人均面积约为 31.25m²~39m²，此处取整，建议按 30~40m² 配置。若机场排班为两班倒，可按总人数×50%×(30~40 m²) 配置，以此类推。员工数量较多的机场通常所在的城市发展相对较好，员工来自本地的比例也会相对较高，使用执勤用房的比例相对降低，故建议旅客过夜用房规模取小值。

办公用房应根据实际办公需求确定，应结合机场和机场保障基地综合考虑。

附属用房应根据实际需求确定。部分机场单独建设附属用房，部分机场依托市政设施解决附属功能。

6.8.5 机场保障基地的各项设施可全部或部分合并建设。

7 机场施工

7.1 一般要求

- 7.1.1 工期计划安排时，应根据当地气候充分考虑冬歇期的影响。
- 7.1.2 机场施工应结合天气情况，合理安排施工时间。
- 7.1.3 机场土石方施工应根据工期、有效作业时间、土石方量及设计要求等综合确定施工工艺，宜采用强夯、超大功率碾压等工效高的工艺。

7.2 施工准备

- 7.2.1 机场施工作业人员应体检合格后方可进场，在场人员应每年至少体检一次。
- 7.2.2 对于距离最近医疗机构车程超 30min 的新建机场，宜统一建立工地医务站。医疗站应配备高原疾病经验丰富的医疗团队和救护车、急救设备、高压氧仓等设备。
- 7.2.3 机场施工全过程宜常备采暖器、各类应急药品、急救设备、御寒防风衣物、防晒等物资，海拔超 3000m 的机场还应配备氧气、制氧机，干燥地区应配置加湿设备。
- 7.2.4 高高原机场施工人员宜按所需劳动力的 1.2-1.4 倍系数配置
- 7.2.5 高高原机场施工机械、设备、材料等应适当冗余配置。

7.3 特殊气候施工

- 7.3.1 土石方施工应尽量在冬歇期来临前完成，将冬歇期作为沉降观测期。
- 7.3.2 低温季节沟槽、道床开挖后不能及时开展后续施工时，应预留一定厚度的保护层，避免形成冻土。道床预留厚度不低于 50cm，沟槽不低于 20cm。
- 7.3.3 道面施工应密切关注气象资料，宜根据天气情况及时调整配合比。
- 7.3.4 道面施工现场宜设置风速计，混凝土面层宜避免在 4 级以上风力时施工。
- 7.3.5 干燥地区道面施工时，应采取保湿措施，必要时可采用混凝土高分子节水保湿养护膜进行养护。
- 7.3.6 低温施工时，水泥混凝土道面应尽早覆盖保温养生，切缝前后要做好保温保湿养生措施。
- 7.3.7 道面面层切缝应选择适宜时间，以使切缝留下的水分尽快蒸发，避免道面结冰。
- 7.3.8 道面混凝土填仓浇筑施工应结合现场温度条件适时开展，宜晚不宜早。

【条文说明】道面混凝土填仓浇筑的最早时间根据混凝土强度增长情况进行调整，宜比低海拔地区晚 1-2 天。

7.3.9 建筑桩基施工时，若冻土层厚度超过 0.5m 时，冻土层宜采用钻孔机引孔，引孔直径不宜大于桩径 20mm。

7.3.10 办公区、生活区、材料和设备存放区应避开冰锥、冻胀丘、冻土、湖塘等不良地段，宜远离沼泽、液化砂土发育地带。对生产生活有影响的不良地段，应设置防护设施和安全警示标志。

7.3.11 土工合成材料运输及存储应确保通风、干燥、远离高温源、避免阳光照射和雨水淋泡，铺设后宜在 24h 内覆盖。

【条文说明】高原地区紫外线强烈、空气干燥，土工材料易出现老化、火灾问题，因此运输、储存及施工中应特别注意。

7.4 绿色施工与安全

7.4.1 机场土面区绿化应选取合适的多年生草籽和播种时间，宜采用多种草籽混播方式提高存活率。草种及播种时间应根据当地气候条件及经验选用，可采用高羊茅、熟地禾、披碱草等草种，播种时间宜为春夏季节。对于风沙较大的地区，草籽和耕植土宜搅拌后混播，避免草籽被大风吹走。

7.4.2 机场施工时对清除的草皮宜选取合适的位置集中堆放，并适时洒水养护，以便后期土面区绿化使用。

7.4.3 施工剩余的涂料、涂漆等宜尽可能回收利用，无法利用的应进行无害化处理。

7.4.4 施工期间产生的污水应在项目部进行处理，达标后方可排放或施工回用。有条件的机场，污水应优先排入市政污水管道。

7.4.5 施工现场宜优先采用太阳能、土壤能、空气能和地球水体等可再生能源。

7.4.6 大风、干燥天气应增加洒水降尘频次，未压实的土石方应及时覆盖。

7.4.7 宜收集雨水用于洒水降尘、绿化浇灌。

7.4.8 钢结构加工宜优先在工厂内完成，减少现场安装工作量，现场连接宜采用螺栓连接，减少现场焊接。

附录 A 国内高原机场统计

A.0.1 截止 2023 年底，国内已建成的高高原机场见表 A.0.1。

表 A.0.1 国内高高原机场概览（截止 2023 年底）

序号	机场	机场标高m	飞行区等级	跑道长度 m	旅客吞吐量（人次）			气候类型	地形、净空条件
					2021	2022	2023		
1	稻城亚丁机场	4411	4C	4200	155474	105061	150869	严寒地区	位于山顶，地形条件复杂
2	昌都邦达机场	4333	4C	4500	401265	265440	423503	寒冷地区	位于山谷，净空条件复杂
3	日喀则定日机场	4316	4C	4500	-	67	2230	严寒地区	位于山谷，净空条件复杂
4	阿里昆莎机场	4274	4D	4500	190065	112538	194010	严寒地区	位于山谷，净空条件复杂
5	阿里普兰机场	4250	4C	4500	-	-	143	严寒地区	位于河谷二阶台地，净空条件复杂
6	甘孜康定机场	4238	4C	4000	25417	12948	18322	严寒地区	位于山腰，地形条件复杂
7	甘孜格萨尔机场	4067	4C	4000	80788	42313	50520	严寒地区	位于山顶，地形条件复杂
8	山南隆子机场	3950	4C	4500	-	64	2771	严寒地区	位于山谷，净空条件复杂
9	玉树巴塘机场	3905	4C	3800	374561	155848	366295	严寒地区	位于山谷，净空条件复杂
10	日喀则和平机场	3801	4C	5000	144870	90783	120112	严寒地区	位于山谷，净空条件复杂
11	果洛玛沁机场	3788	4C	3800	132161	49247	103773	严寒地区	位于山谷，地形、净空条件复杂
12	拉萨贡嘎机场	3570	4E	4000	4779386	2583646	5471404	寒冷地区	位于山谷，净空条件复杂

序号	机场	机场标高 m	飞行区 等级	跑道长度 m	旅客吞吐量（人次）			气候类型	地形、净空条件
					2021	2022	2023		
13	阿坝红原机场	3540	4C	3600	22748	12866	27681	寒冷地区	位于山谷，净空条件相对复杂
14	九寨黄龙机场	3448	4D	3370	150029	47485	239889	寒冷地区	位于山腰，地形条件复杂
15	宁蒗泸沽湖机场	3293	4C	3400	74373	18122	32077	一般地区	位于山顶，地形条件复杂
16	迪庆香格里拉机场	3288	4D	3600	369848	168794	418806	一般地区	位于山谷，净空条件复杂
17	塔什库尔干机场	3258	4C	3300	-	97	15787	寒冷地区	位于山谷，净空条件复杂
18	甘南夏河机场	3190	4C	3200	88502	1362	23392	严寒地区	位于山顶，地形条件复杂
19	海北祁连机场	3163	4C	3300	3612	1477	1394	严寒地区	位于山谷，净空条件复杂
20	林芝米林机场	2949	4D	3000	515780	292609	683050	寒冷地区	位于山谷，净空条件复杂
21	海西花土沟机场	2905	4C	3600	64747	24734	63010	严寒地区	湖泊阶地，地形、净空相对较好
22	海西德令哈机场	2862	4C	3000	57092	11992	61001	严寒地区	地形、净空条件相对较好
23	格尔木机场	2843	4D	4800	313215	123812	272803	严寒地区	地形、净空条件相对较好
24	神农架红坪机场	2585	4C	2800	20263	7404	4037	一般地区	位于山顶，地形条件复杂

注：气候类型中的一般地区指温和地区、夏热冬冷地区或夏热冬暖地区。

A.0.2 截止 2023 年底，国内已建成的一般高原机场见表 A.0.2。

表 A.0.2 国内一般高原机场概览（截止 2023 年底）

序号	机场	海拔m	飞行区等级	跑道长度 m	旅客吞吐量			气候类型	地形、净空条件
					2021	2022	2023		
1	丽江三义机场	2243	4D	2500	4220618	2878817	7440858	一般地区	位于山谷，净空条件复杂
2	西宁曹家堡机场	2178	4E	3800	5864258	2609436	7022325	严寒地区	位于山谷，净空条件复杂
3	大理凤仪机场	2155	4C	2600	1420492	1066160	2336367	一般地区	位于山顶，地形条件复杂
4	昆明长水机场	2102	4F	4000/4500	32221295	21237520	42033527	一般地区	位于山谷，净空条件复杂
5	攀枝花保安营机场	1980	4C	2800	336726	262827	106907	一般地区	位于山顶，地形条件复杂
6	六盘水月照机场	1963	4C	2800	114850	19203	43190	一般地区	位于山顶，地形条件复杂
7	兰州中川机场	1947	4E	4000	12171160	5942431	15637379	寒冷地区	位于台地，地形、净空条件相对较
8	昭通昭阳机场	1936	4C	2400	430381	247081	396329	寒冷地区	位于盆地，净空条件复杂
9	临沧博尚机场	1897	4C	2400	296386	110569	196647	一般地区	位于山谷，地形、净空条件复杂
10	腾冲驼峰机场	1888	4C	2350	665308	449774	705065	一般地区	位于山腰，地形条件复杂
11	沧源佤山机场	1897	4C	2600	224297	132344	178069	一般地区	位于山顶，地形条件复杂
12	重庆巫山机场	1771	4C	2600	89414	46275	34761	一般地区	位于山顶，地形条件复杂
13	固原六盘山机场	1745	4C	2800	182860	27606	144785	寒冷地区	高原台地，地形、净空相对较好

序号	机场	海拔m	飞行区等级	跑道长度 m	旅客吞吐量			气候类型	地形、净空条件
					2021	2022	2023		
14	重庆仙女山机场	1745	4C	2800	47433	8004	27727	一般地区	位于山顶，地形条件复杂
15	昭苏天马机场	1739	4C	2800	-	4808	11952	严寒地区	地形、净空条件相对好
16	保山云瑞机场	1665	4C	2400	1016445	527401	584928	一般地区	位于盆地，净空条件复杂
17	文山砚山机场	1590	4C	2400	268322	115989	179555	一般地区	位于山顶，地形条件复杂
18	张掖甘州机场	1589	4C	2500/3000	235274	143306	428794	严寒地区	地形、净空条件相对较好
19	嘉峪关机场	1556	4D	3000	622194	384831	415270	严寒地区	地形、净空条件相对较好
20	西昌青山机场	1562	4D	3600	1595315	1183527	1069233	一般地区	位于山谷，净空条件复杂

注：气候类型中的一般地区指温和地区、夏热冬冷地区或夏热冬暖地区。

截止 2023 年底，国内共有高原机场 44 个，其中高高原机场 24 个，一般高原机场 20 个。

在我国 44 个高原机场中，位于严寒/寒冷地区的机场数量为 28，占比 63.6%；24 个高高原机场中有 21 个位于严寒/寒冷地区，占比 87.5%。本指南从防冻、除冰、冬季施工等方面提出了应对严寒、寒冷环境的系列措施。

我国高原机场多位于西部高原山区，在我国 44 个高原机场中，面临地形或净空复杂问题的机场为 36 个，占比 81.8%。高原机场场址或位于山腰、山顶，或位于山谷、河谷。位于山腰、山顶时，在一定程度上避开了限制面内的障碍物，缺点是需大范围进行场地平整，土石方量巨大，地形条件复杂；位于山谷、河谷时，则面临周围山体等障碍物导致机场净空复杂问题。可见地形复杂或净空复杂是高原机场普遍特征。本指南 6.2 节针对场地复杂问题提出了设置反射网、EMAS、人行栈桥等系列措施；4.3 节、5.3 节分别从飞

行程序和空管设施方面提出了应对净空复杂问题的系列措施。

A.0.3 国内高原机场分布图见图 A.0.3。

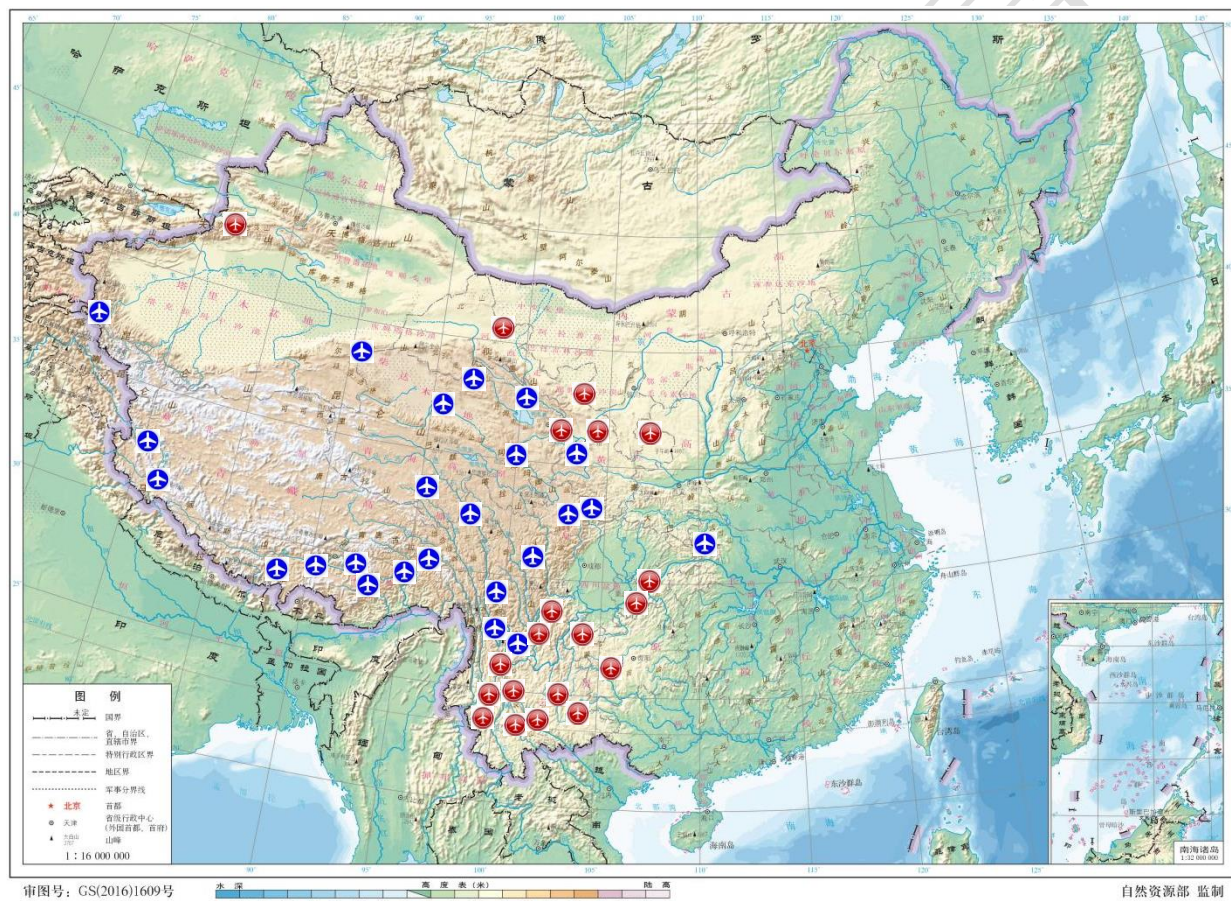


图 A.0.3 国内高原机场分布 (⬆表示高高原机场, ⬆表示一般高原机场)

附录 B 国内机场保障基地统计

B.0.1 目前国内已建成或建设中的机场保障基地如下表所示。

序号	机场	机场标高 (m)	与城区距离 (km)	旅客吞吐量 (万人次)	在编人员 (人)	机场保障基地规模 (m ²)					建设地点
						总规模	旅客过夜用房	办公用房	执勤用房	附属用房	
1	稻城亚丁机场	4411	50	28	150	25450	3500	6800	8400	6750	城区
2	昌都邦达机场	4333	138	155	300	20100	7500	2000	9400	1200	低海拔处
3	日喀则定日机场	4316	47	25	160	14250	4800	1400	8050	0	机场
4	阿里昆莎机场	4274	44	25	199	19696	9535		9361	800	城区
5	阿里普兰机场	4250	15	25	150	14630	4800	630	7200	2000	城区
6	甘孜康定机场	4238	44	30	120	5700	1800	2900	1000	-	城区
7	甘孜格萨尔机场	4067	52	22	216	10450	2000	550	5750	2150	城区
8	山南隆子机场	3950	15	18	150	13700	4800	1080	6500	1320	城区
9	玉树巴塘机场	3905	21	8	133	7875	7563			312	城区
10	日喀则和平机场	3801	51	23	110	12090	0	4000	7200	890	城区
11	果洛玛沁机场	3788	9	8	68	7750	4000	500	2800	450	城区
12	海北祁连机场	3163	45	18	100	2450	-	-	2450	-	城区
13	林芝米林机场	2949	52	12	82	9600	2400	1800	5400		城区
14	海西花土沟机场	2905	7	9	68	3200	-	500	2700	-	城区
15	海西德令哈机场	2862	35	16	100	6650	-	3800	2400	450	城区

注：1.与城区距离指公路距离。

2.旅客吞吐量指规划机场保障基地时预测的近期目标年旅客吞吐量。

3.昌都邦达机场旅客过夜用房中，7500 为拟规划建设于保障基地的面积，另有 2600 已建于机场内（未列出）。

4.日喀则定日机场附属设施依托机场解决，未单独规划。

5.日喀则和平机场旅客过夜需要通过市区酒店解决，未建设于基地内。