

# 高寒高海拔地区公路设计理念及其应用

严得福

西藏自治区交通建设项目技术评审中心 西藏 拉萨 850000

**摘要：**高寒高海拔地区因其特殊的自然环境给公路建设带来诸多挑战，本文围绕该地区公路设计理念及其应用展开论述。先是阐述了当地自然环境及公路建设特点，随后详细介绍了以安全为核心、功能为导向、以人为本等多方面的公路设计理念，重点探讨了这些理念在路线、路基路面、桥梁涵洞、交通安全设施以及生态保护等设计应用中的体现，旨在为高寒高海拔地区公路建设提供科学合理的设计思路与方法，推动公路建设与环境和谐共生且安全高效。

**关键词：**高海拔；寒冷地区；公路设计；理念；应用

引言：高寒高海拔地区自然条件严苛，低温、冻土、复杂地形及脆弱生态等因素并存，这对公路建设而言是巨大挑战。在此背景下，如何科学合理地开展公路设计成为关键所在。良好的公路设计不仅要保障公路的基本通行功能，更需兼顾安全、生态、资源利用等多方面要求。鉴于此，深入探究高海拔寒冷地区公路设计理念及其应用，对于提升公路建设质量，促进区域交通发展与生态保护协调共进有着重要意义。

## 1 高海拔寒冷地区自然环境及公路建设特点

高海拔寒冷地区自然环境恶劣且复杂。气温常年较低，昼夜温差极大，冬季漫长寒冷，常伴有暴风雪等极端天气，这对公路建设材料的耐寒性与耐久性提出严苛要求。空气含氧量低，影响施工人员身体健康与机械功率发挥，增加施工难度与成本。广泛分布的多年冻土是一大挑战，冻土的冻融循环易导致路基变形、路面开裂，影响公路稳定性。在公路建设方面，其特点显著。建设周期受气候制约大，有效施工时间短，需合理安排工期。材料运输困难，因地处偏远、交通不便且运输线路常受恶劣天气影响，生态环境脆弱，公路建设中需高度重视生态保护，避免对植被、土壤等造成难以修复的破坏，以实现公路建设与生态平衡的协调发展<sup>[1]</sup>。

## 2 高海拔寒冷地区公路设计理念

### 2.1 以安全为核心

在高海拔寒冷地区，公路设计以安全为核心至关重要。由于特殊的气候与地理条件，道路积雪、结冰以及强风等现象频繁。设计时需着重考虑路线线形，避免急弯陡坡，确保车辆行驶的平稳性与可操控性。例如，有条件路段适当增大平曲线半径与缓和曲线长度，使车辆能安全转弯。在路基方面，要强化稳定性，针对冻土路基尽量采用常见、成熟技术等，防止路基因冻融而变形引发事故。路面则应选择抗滑、耐磨且耐低温的材料，

并设置合理的防滑纹理，增强车辆在冰雪路面的抓地力，完善交通安全设施，如设置足够的警示标志，提前告知驾驶员前方路况；增加防护栏强度，在车辆失控时有效阻挡，减少冲出道路的风险，全方位保障行车安全。

### 2.2 以功能为导向

以功能为导向的设计理念要求公路能满足高海拔寒冷地区的多种需求。首先，要确保公路具备良好的交通承载能力，适应不同类型车辆的通行，包括大型货车运输物资以及小型客车搭载旅客等。在路线规划上，需连接重要的城镇、矿区、旅游景点等区域，促进区域经济与旅游资源开发。例如，通往旅游景区的公路要考虑旅游旺季的车流量高峰，合理设置车道数量与会车点。对于一些特殊路段，如垭口、风口等，要增设防风雪设施，保障道路在恶劣天气下仍能正常使用。此外，公路还应具备一定的应急救援功能，预留应急停车带与救援通道，以便在车辆故障或事故发生时，救援车辆能够快速到达现场实施救援，维持交通的正常运转。

### 2.3 以人为本

以人为本的设计理念注重考虑高海拔寒冷地区使用者的需求与体验。考虑到驾驶员在低氧环境下易疲劳，应合理设置休息区，休息区配备供氧设备、保暖设施与热饮供应，缓解驾驶员疲劳感。在公路沿线设置清晰易懂的交通标识，采用较大字体与高对比度颜色，便于驾驶员在复杂环境下快速识别，在靠近村镇或人员活动频繁区域，设置减速带与警示标志，保障行人安全。此外，考虑到当地居民的出行习惯与需求，在公路设计中预留合适的出入口与连接通道，方便居民进出公路，提高公路与周边环境的融合度与便利性<sup>[2]</sup>。

### 2.4 以生态为基

高海拔寒冷地区生态环境极为脆弱且独特，公路设计应以维护生态平衡为根基。选线阶段应借助地理信息

技术等手段,精准避开生态敏感区,如珍稀动植物栖息地、高山湿地等。对于无法避开的区域,需采用生态友好型的设计方案,例如建设高架桥或隧道穿越,以减少对地表植被和土壤的破坏。在施工过程中,严格控制施工范围和废弃物排放,对取土场、弃土场进行科学规划与生态修复,使其与周边自然环境相融合。道路设施的建设应考虑对野生动物迁徙和生存的影响,合理设置动物通道、生态廊道等,保障生物多样性的稳定,让公路成为生态系统中的和谐一员,而非破坏生态的“利刃”,实现公路建设与生态保护协同共进。

### 2.5 节约资源

在高海拔寒冷地区,节约资源公路设计具有极其重要的意义。该地区资源相对匮乏,且由于地理位置偏远,运输成本高昂。因此,在设计时,应充分利用当地丰富的自然资源,如就近开采的石料,用于路基防护与路面基层建设,从而大幅度减少材料长途运输过程中的能源消耗与成本支出。为了进一步优化设计方案,需要合理确定公路的宽度、厚度等关键指标,避免过度设计导致的资源浪费。例如,通过精准的交通流量预测来确定所需的车道数量,避免不必要的路面拓宽。在路基处理方面,应考虑采用更加节能环保的新技术,并结合西藏自治区的具体情况,探索使用适应当地气候和地质条件的新型保温材料来替代传统材料。这些新型材料不仅能够在保证路基稳定性的同时降低材料用量,还可能因其轻质、高强、耐久等特性而进一步减少施工过程中的能源消耗<sup>[2]</sup>。

### 2.6 保护与改善环境

高海拔寒冷地区生态环境脆弱,公路设计必须高度重视环境保护与改善。在路线选择上,应尽可能避开生态敏感区,如湿地、野生动物栖息地等,以减少对自然生态的破坏。对于无法避免的穿越区域,应优先考虑采用高架桥或隧道等建设形式,以降低公路对地表植被与土壤的扰动。在路基施工中,对剥离的表土应进行妥善保存,并在后期用于边坡防护与植被恢复。为了减少对环境的长期影响,应采用环保型的防护材料,并结合当地实际情况,选择适宜的绿化措施。考虑到高海拔寒冷地区的气候特点,应选用耐寒性强、易于成活的植物种类进行种植,同时,考虑到树木在高海拔地区的成活率可能较低,可以优先考虑使用灌木、草本植物等更适合当地环境的植被进行绿化。此外,还可以探索使用可降解的护坡材料,这些材料在分解过程中能够减少对环境的污染,同时有助于土壤的恢复与植被的生长。

## 3 高海拔寒冷地区公路设计理念的应用

### 3.1 路线设计应用

在高海拔寒冷地区的路线设计应用中,需充分考量多方面因素以确保公路的安全性与稳定性。选线阶段,借助先进的地理信息系统(GIS)和遥感(RS)技术,精准分析沿线地形地貌与地质构造,避开大面积冻土区、雪崩易发地段及生态脆弱区域。例如,在某高海拔公路项目中,通过详细的地质勘查结合卫星影像,成功绕开了潜在的泥石流通道,降低了工程风险。线形设计上,根据车辆在寒冷环境下的行驶特性,对平曲线半径、纵坡坡度及竖曲线半径进行优化调整。适当增大平曲线半径,减少车辆行驶离心力;严格控制纵坡坡度,防止车辆在冰雪路面爬坡困难或下坡失控,在连续长下坡路段增设避险车道,并采用特殊的防滑路面材料,以应对突发状况。此外,充分考虑日照时长与方向,合理规划路线走向,减少积雪结冰对行车的影响,提高道路的通行能力与行车舒适性,使路线设计与高海拔寒冷地区的特殊环境高度适配,保障公路的长期稳定运营<sup>[3]</sup>。

### 3.2 路基路面设计应用

高海拔寒冷地区的路基路面设计面临诸多挑战。路基方面,由于冻土广布,需采取特殊措施。对于填方路基,优先选用粗颗粒土作为填料,因其具有良好的透水性和较小的冻胀性。在施工时,严格控制填土的压实度与含水量,确保路基的密实度,防止水分积聚引发冻胀。同时,可在路基底部铺设隔温材料,如聚苯乙烯泡沫板,减弱路基下部冻土层对路基稳定性的影响。挖方路基则要注重边坡防护,采用保温护坡板或植被防护与保温材料相结合的方式,减少边坡土体的冻融循环破坏。路面设计上,面层材料多采用改性沥青混凝土,通过添加橡胶粉、纤维等添加剂,提高沥青的低温抗裂性与抗老化性能。路面结构组合应充分考虑交通荷载与冻融作用,设置足够厚度的基层与底基层,基层可选用水泥稳定碎石等水稳性好的材料,增强路面整体承载能力。此外,路面排水设计至关重要,设置合理的横坡与纵坡,并配备完善的排水管道系统,及时排除路面积水,避免积水渗入路基导致路面损坏,从而保障公路路基路面在高海拔寒冷环境下的耐久性与行车舒适性。

### 3.3 桥梁涵洞设计应用

在高海拔寒冷地区,桥梁涵洞设计有其独特要点。桥梁基础若处于冻土层之上,需采用防冻胀基础形式。例如,采用钻孔灌注桩基础时,要根据冻土层厚度确定桩长,确保桩端深入稳定地层,避免基础受冻胀力影响而上拔或倾斜。在桩身周围可包裹保温材料,减少桩身周围土体的冻融变化。桥墩设计需考虑低温环境对混凝土性能的影响。采用高性能混凝土,优化配合比,增加

混凝土的抗冻性与耐久性。在桥墩外形设计上,尽量减少棱角,以降低风雪流对桥墩的侵蚀作用。对于上部桥梁结构,应选择适应高寒地区气候的结构形式,如预应力混凝土连续刚构桥,其结构整体性强,能较好地应对温度变化与风雪荷载。涵洞设计要注重进出口的防冻处理。进出口可设置延长墙,并采用保温材料包裹,防止水流在进出口处冻结,造成涵洞堵塞。涵身采用钢筋混凝土结构,适当增加涵身壁厚与钢筋配筋率,提高涵身的抗冻胀与承载能力。

### 3.4 交通安全设施设计应用

交通安全设施对于高海拔寒冷地区公路意义重大。交通标志设计应着重提高其可视性与耐久性。采用反光膜等级较高的材料制作标志版面,确保在低照度、多雾雪的环境下,驾驶员能远距离清晰识别标志信息。标志的支撑结构要具备足够的强度与稳定性,能承受强风、积雪等荷载作用,可采用加粗的钢管或坚固的混凝土柱,并对其进行防腐处理。道路标线在该地区需具备防滑与耐磨特性。选用低温性能良好的热熔标线涂料或双组份标线涂料,增加标线的厚度与粗糙度,提高车辆在冰雪路面行驶时的制动与转向安全性。在陡坡、弯道等特殊路段,可设置彩色防滑标线,进一步增强警示效果。护栏设计要考虑抵御强风雪冲击。采用强度高、韧性好的钢材或复合材料制作护栏,合理确定护栏高度与间距,既保证能有效阻挡车辆越出路外,又能使风雪顺利通过,减少风雪堆积对护栏的侧向压力。同时,在护栏上可加装反光标识,提高夜间行车的安全性。

### 3.5 生态保护设计应用

在高海拔寒冷地区公路的生态保护设计中,地理信息系统(GIS)和生态环境评估模型技术发挥着极为关键的作用。第一,地理信息系统(GIS)能够整合高海拔寒冷地区的多源地理数据,包括地形地貌、植被覆盖、野生动物栖息地分布等信息。通过其强大的空间分析功

能,可以精准地确定公路选线的最优路径,有效避开生态敏感区域,如高山草甸、湿地等,最大程度减少对自然生态的干扰。例如,利用GIS可以直观地呈现不同路线方案下对周边生态环境的影响范围和程度,为决策提供科学依据。第二,生态环境评估模型技术则可对公路建设及运营过程中的生态影响进行量化评估。它综合考虑诸如施工噪声、扬尘、交通流量增加等因素对当地动植物生存繁衍、土壤侵蚀、水质变化等方面的影响,并模拟不同生态保护措施实施后的效果。基于评估结果,能够针对性地制定诸如设置生态廊道、隔音屏障、污水处理设施等生态保护策略,确保公路建设在满足交通需求的同时,将生态环境破坏降至最低,实现高海拔寒冷地区公路建设与生态保护的协调发展<sup>[4]</sup>。

### 结束语

高海拔寒冷地区公路设计是一项极具挑战性但意义深远的工作。通过深入探究当地特殊的气候、地质与生态等因素,形成了针对性强的设计理念。从路线、路基、路面到排水和生态保护等多方面的精心设计应用,已在众多实际工程中取得成效。然而,技术发展日新月异,未来仍需持续钻研新型材料与技术,进一步优化设计方案,在保障公路安全畅通、经久耐用的同时,最大程度降低对生态环境的影响,以推动高海拔寒冷地区公路建设迈向更高质量、更可持续的新阶段。

### 参考文献

- [1]陈秀珍.高海拔地区公路施工要点及质量控制[J].建筑工程技术与设计.2019.(9):1118-1118.
- [2]丁川洋.高海拔地区公路工程施工成本控制浅析[J].城市建筑.2019.(3):236-236.267.
- [3]叶海军.探讨高海拔地区公路路基施工及养护措施[J].中国房地产业.2019.(1):184.
- [4]李旭.浅析高海拔地区公路工程施工成本控制[J].低碳世界.2019.(30):217-218.