 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i8.11447

# Railway Soaring the Sky Road – On the Significance of the Qinghai-Tibet Railway

**Ying Lu**

Shanghai University, Shanghai, 200444, China

**Abstract**

When China was first founded, the international situation was tense, and the country was just starting to rebuild, making economic development especially important. Unlike coastal cities with geographic advantages, regions like Qinghai, Tibet, and Xinjiang were cut off, which greatly affected material circulation and economic growth. Filling the railway gap in Tibet and building a railway connecting Tibet—the Qinghai-Tibet Railway—was included in the national plan and carried out with the efforts of the entire country. This article mainly looks at it from a project perspective, analyzing and describing it through three aspects: project feasibility, construction period, and completed effects. The Qinghai-Tibet Railway is a national economic project, so this article highlights its significance through three points: the necessity of project construction; overcoming difficulties and technical innovations during the construction period; and the far-reaching impact after completion.

**Keywords**

Qinghai-Tibet Railway; permafrost challenges; green innovtion; a economic development; lasting influence

# 铁路腾飞天路——论青藏铁路的意义

芦滢

上海大学，中国·上海 200444

**摘　要**

中国建国之初，国际形势紧张，国内百废待兴，经济的发展尤为重要，不同于地理优势的沿海城市，青藏等新疆地区道路闭塞极大影响了物质流通及经济发展，填补西藏地区铁路的空白，建设连通西藏的铁路——青藏铁路，更是纳入国家计划，举全国之力实施。本文主要从项目角度出发，按照项目的可行性、建设期、建成的效果这三大方面进行分析描述，青藏铁路属于国民经济项目，故而本文主要通过讲述项目建设的必要性；建设期的困难克服及技术创新；建设完成后的深远影响这三方面体现青藏铁路的意义。

**关键词**

青藏铁路；冻土难题；绿色创新；经济发展；传承影响

## 1 青藏铁路工程项目简介

### 1.1 项目设立初衷

西藏，囊括中国领土面积的八分之一，坐落于有“世界屋脊”之称的青藏高原，平均海拔在 4000 米以上，青藏铁路，顾名思义，连接青海省与西藏，全长 1956 千米，分为两段路程，西宁至格尔木段（814 千米），时速为 140 千米 / 小时；格尔木至拉萨段（1142 千米）（以下简称格拉段）100 千米 / 小时。

曾经的西藏，可用汽车道路仅有 1KM，新中国全面解放并开始经济复苏阶段，西藏却因为闭塞而落后的交通难以进一步发展，美国现代火车旅行家保罗·索鲁甚至在《游历中国》一书中写道：“有昆仑山脉在，铁路永远到不了拉萨。”要致富，先修路“为了实现西藏的经济发展，毛泽东主席等国家领导人决定修建青藏铁路。

### 1.2 中央各部门直接“护航”

为加快青藏铁路的建成通车，原国家建委就青藏铁路专门召开青藏线协作会议，并成立“青藏铁路工程建设领导层”，作为项目统筹单位，直接负责人力及资源的调配工作，由中央军委保障人员调动及后勤保障；国家拨调中央财政资金和中央预算，并由发改委进行立项审查并监督资金拨付，同时保证后勤以及资金使用。

重中之重，在修建格拉段时，第 105 次国务院总理办公会议审议通过青藏铁路建设方案，该工程正式纳入国家战略，修建铁路中的关键决策如冻土技术突破、生态保护等直接想国务院进行汇报，如此既保障了项目施工过程的时效性，又剔除了项目因技术难题导致的停工危害。

### 1.3 先进技术保障青藏铁路的运营维护

铁路的运营维护一般可分为两个主要方向，一是铁轨的

【作者简介】芦滢（1995–），中国山西人，硕士，从事工程管理研究。

完整与否，是否有位移和断裂；二是地基是否平整，是否有上升或下降，这两方面的日常维护大多由维修工人一寸寸修整，再辅以机器测量校正。而青藏铁路由于坐落于高原冻土，常年处在低温缺氧且气候恶劣多变的环境中，人工修整带来的危害难以估量，所以青藏铁路的维护多依靠于先进技术：如，中国铁路青藏集团引进桥隧清筛车，经过一年左右夜以继日的技术攻关，成功将清筛车各项指标参数调整适用于青藏铁路的复杂环境，成功对 16 公里的桥梁铁路路段进行无人清筛，保障了铁路运行的安全；部署无人机，搭载 4K 镜头和红外热成像仪，结合雷达测绘和GIS技术，亿北斗卫星系统，数智天路系统，对轨道周围的环境进行三维建模，并进行变化推演，实时模拟地形地质变化，对潜在隐患提前预警并进行布控，保障旅客及工作人员的人身财产安全。

## 2 青藏铁路项目的施工难题与技术创新

### 2.1 冻土问题

#### 2.1.1 何为冻土

冻土，在零摄氏度以下，含有冰的各种岩石和土壤；水结成冰体积膨胀，而当温度大于 0° C 时，土壤中的冰溶解为水，此时体积恢复同时土壤中的气体向上排除，导致原本凸起的地表凹陷。气体及结冰的不确定性导致了冻土的流变。冻土的流变是施工过程中的主要难题。

#### 2.1.2“热棒”禁卫军

“热棒”，名字虽有热，却是顾名思义的单向（底部→顶部）导冷利器，通过吸收土壤中的热量并以气体排出来维持冻土中温度的稳定，防止冻土变形，达到稳定地基的作用。经过 3 个寒季的试验，被指定青藏铁路冻害处理的唯一技术储备 [1]。随着不断的研发与创新，现在的热棒已经进化至 7.0 的时代，在功能上，热棒中的传感器可以实时传输单一设备的状态 [1]。

#### 2.1.3 应对全球升温对冻土的影响

自人类文明开始工业革命并进入蒸汽时代开始，大量煤炭等能源的使用，1955 年美国科学家查尔斯·基林发现，大气中二氧化碳的含量从工业革命前的 280ppm 升至 315ppm，增长了 13%。青藏高原地区从 20 世纪 90 年代开始也出现了明显的升温现象，年平均气温、地表温度均出现了不同程度的升高，有专家研究表明，青藏高原年平均气面气温的升高在 1.3~2.0° C，同时研究发现：海拔越高升温现象越明显 [3]。升温导致的降水量以及地表的热量也会有相应的升高，为维持地表温度的一定性一遍保证青藏铁路的地基稳定与正常运行，这就需要对“热棒”进行升级改造，单体最长达到 37.5m，同时改良了不同的形状，如 L 型、U 型 [1]，这样可以增加作用面积，来更好的应对变暖问题。

### 2.2 高寒缺氧

#### 2.2.1 高寒缺氧的影响

高原的高寒缺氧主要在人员效率及设备使用两方面对青藏铁路的建设造成了重要影响。青藏高原的氧含量相当于海平面的 52%-66%，在氧含量低于 60% 时，容易引发高原反应，同时青藏高原的年平均温度在 0~10° C，普通人在这样的条件下，基本活动都会引发高原反应，更遑论在工程建设中高负荷作业的建设人员；恶劣的环境下人员的人员的流动、培训、费用等都会成倍增加；同时，高原极寒环境及野外电压电流不稳定等因素会导致施工设备使用效率降低的同时故障率飙升，最终导致设备可用时长极限下降。施工人员与设备的不稳定导致工期难以预估，而难以预估的工期同时又会导致人员和设备的不稳定，恶性循环下，极有可能最终导致工程“烂尾”。

### 2.3 环保创新

#### 2.3.1 野生动物迁徙

青藏铁路横跨三江源保护区，三江源保护区是野生动物如藏羚羊迁徙路线的必经之地，工程建设的发展要求之一就是“天人合一”，既与生态共发展。如何在不影响野生动物迁徙的情况下进行铁路的建设是核心问题也是技术创新。

以藏羚羊为例，考虑到藏羚羊的体型以及迁徙过程中的警觉性，青藏铁路在建设过程中，以桥下通道，隧道外部缓坡，路基两侧缓坡，这三种方式为藏羚羊留出迁徙途径，这样的野生动物通道在青藏铁路格拉段一共设置了 33 处，通道总长 58.47 公里，占线路总长度的 5.27% 同时为了预防环境的变化对藏羚羊造成惊吓，每年迁徙季也会增派更多的巡护员对每一支藏羚羊进行追踪保护，如对离队的小羊进行人工喂养，面对受到惊吓的藏羚羊会从旁协助（如暂停车辆通行等）。在这样多重的举措下，2006 年通车至今，通过野生动物通道进行迁徙的藏羚羊数量从 2500 只到超过 5000 只，通道的使用率也从一开始的 57% 到现在 100% 使用。

#### 2.3.2 高寒地带首个人工湿地

对于修建古露车站不可避免的湿地占用，项目组首次进行人工湿地的建设。湿地是地球三大生态系统之一，通过吸附和降解污染物净化水质，有“地球之肾”的美称，而青藏高原中的湿地系统，由于其所处环境的特殊，而更为珍贵。青藏高原的湿地主要有两个方面，一，是对环境的调节与稳定，由于所处的地区处于寒冷缺氧的状态，高寒地区的湿地的碳储量远高于其他土壤类型，是重要的天然“储碳库”，对缓解温室效应起着显著作用；二，湿地是陆地与水源的中间过渡，并且还处于大江源头区域，对于融雪及下游水域的稳定至关重要。

由于湿地草皮离开水源无法成活，项目组首先在原湿地周围选取了合适的地方进行等高洼地的挖掘，重建水源道路，在洼地引入水源模拟原自然湿地体系；接着将原湿地草坪进行连根移植，经过 3 年的不间断观察，移植成活率达到 98%，这意味着人工湿地体系存活且与自然湿地融合。

## 3 青藏铁路建成意义

### 3.1 经济发展

18 世纪西藏人口约 95 万人，其中喇嘛人口占据

33.48%，而 18 世纪到 1951 年西藏解放，西藏人口仅增长 9.7 万人，百年变化，西藏年平均人口增长率仅 0.049%，如此低的人口增长主要是因为格鲁派的喇嘛教规——喇嘛不得娶妻和从事劳动生产，处于交通闭塞及教规严格时代的西藏地区，百年来人口增长率仅 4.9%，贫穷与资源匮乏是西藏的主要状态，想要改变这样的状态，最重要的就是观念改善及劳动力的扩展。

铁路的建设在这两方面都发挥了主要作用，一方面，铁路建设时期所需要的管理、运营、施工人员粗略统计就已接近 9 万人，建设期支付各类人员的劳动薪酬已达到 50 亿元，同时工资的大部分也在当地花费，这样，不仅提高了居民的收入水平，同时也促进了当地的经济增长；另一方面，青藏铁路的开通，大大加快了西藏与其他地区的文化及旅游业的交流，交通的改善，增加了流动人口的数量，来往人口同时也促进了文化的融合与革新，在西宁段建成通车的基础上，2006 年格拉段的建成通车，将西藏的旅游业、文化交流以及农产品加工，矿藏资源的开发等等经济发展项目拉到了新的巅峰，这些产业发展是藏族文化与汉族文化达到了多层次的发展，拉动了更多的外来人员及本地居民的就业。

有数据表明，2007-2012 年间，青藏铁路对第一产业的贡献率达到 8%，13-18 年间平均贡献率更是达到了 15%，对第二产业和第三产业的贡献率虽不及第一产业，但整体贡献值仍呈现正增长趋势 [5]。

### 3.2 对工程发展的意义

青藏铁路的建成通车创造了十大“世界之最“，世界海拔最高的高原铁路；世界线路最长的高原铁路；世界穿越冻土里程最长的高原铁路，每一个世界之最的背后都是青藏铁路建设过程中的攻克难题，高寒施工，项目成本，冻土问题，每一个难题的攻克都为项目的进步提供了理论依据，如“热棒”解决冻土问题，这样的项目施工中的技术创新，不仅填补了世界工程项目的空白，工程建设中冻土建设的技术空白，也向世界展示了中国工程建设的硬实力，更为“一带一路”发展中国援建提供了技术支撑。

青藏铁路的建设过程中不仅有技术创新，也有“绿色创新”。为避免对野生动物的日唱活动及迁徙行为造成影响，青藏铁路在涉及动物活动及迁徙的路线采取架桥留洞的方法，保障动物迁徙不受影响；同时对于建造过程中的植被及生态的破坏进行重建，如在铁道两端进行植被的移植及新建，对湿地系统的“拆迁“，等等。这些举措都在体现着中国工程项目建设的初衷及不变的追求——“天人合一，协同发展”的绿色理念。

## 4 青藏铁路的传承

### 4.1 精神丰碑立高原

凭借“艰苦不怕吃苦，缺氧不缺精神”的信念，十万青藏铁路的建设者们在生命禁区书写着人类工程的奇迹，面对高寒缺氧、冻土问题、生态保护三大世界难题，为了中国可以早日“全面建成小康社会”，建设者们夜以继日奋斗在戈壁滩上，有人牺牲，有人十年如一日的坚守，这样的精神不仅只表现在青藏铁路上，还成为时代的攻坚克难指南并在川藏铁路建设中运用发挥：在雅鲁藏布江大峡谷架起世界最长悬索桥，以“勇创一流”的标准刷新多项纪录；航天团队以“青藏速度”推进深空探测，扶贫干部用“冻土精神”扎根深山。

### 4.2 新时代传承：从跟从到领跑的超越

青藏铁路建设过程中所攻克的建设难关——“热棒”解决冻土问题；列车使用高原制氧系统实现“列车供氧全覆盖”；这些技术不仅保障了青藏铁路安全运营，同时形成了一套完整的高原铁路建设标准，并且在当代工程中继续深化：拉林铁路采用“智能冻土监测系统”，实时感知路基变化，将冻土病害预警时间缩短至分钟级；复兴号高原版列车配备“自适应供氧装置”，根据海拔自动调节氧浓度，使旅客舒适度提升 40%。

技术传承在新时代工程中持续深化。拉林铁路采用“智能冻土监测系统”，实时感知路基变化，将冻土病害预警时间缩短至分钟级；复兴号高原版列车配备“自适应供氧装置”，根据海拔自动调节氧浓度，使旅客舒适度提升 40%。更值得关注的是，青藏铁路技术已向国际输出——中国铁路正以“技术 + 标准”模式影响世界，推动全球铁路治理体系变革。

## 5 结语

青藏铁路的传承，是精神与技术的双螺旋结构。精神赋予技术以灵魂，技术让精神落地生根。从“生命禁区”到“世界标杆”，从“中国制造”到“中国标准”，这条铁路不仅改变了雪域高原的命运，更成为全球可持续发展的重要参照。在科技革命与产业变革加速的今天，青藏铁路精神与技术将继续激励中华儿女以“挑战极限”的勇气突破“卡脖子”技术，以“勇创一流”的担当构建人类命运共同体。这条天路，永远向前。

## 参考文献

[1] 陆华东,毛俊.一根金属棒，破解青藏铁路冻土难题[N].新华每日电讯,2025-04-29(005).DOI:10.28870/n.cnki.nxhmr.2025.003736.

[2] 孙田,郭宏新,周天宝,等.利用热棒阵对多年冻土区桥墩进行主动热防护研究[J].冰川冻土,2023,45(05):1555-1563.多年冻土区桥墩进行主动热防护研究

[3] 苗学云,唐占峰,米维军,等.升温条件下青藏线气候与冻土变化特征研究[J].铁道工程学报,2024,41(11):12-16+89.

[4] 陈云阔.高海拔地区高速公路工程造价影响因素[J].交通世界,2019,(10):154-155.DOI:10.16248/j.cnki.11-3723/u.2019.10.073.

[5] 张艳.青藏铁路运营对西藏经济发展的影响研究[J].西藏科技,2023,45(12):64-68+80.

[6] 张贵喜.川藏铁路对沿线城市就业影响研究[D].北京交通大学,2021.DOI:10.26944/d.cnki.gbfju.2021.002040.