

# 青藏铁路 施工新技术

QINGZANG TIELU  
SHIGONG XIN JISHU

中国铁路工程总公司

青藏铁路施工新技术编委会 编

甘肃科学技术出版社

中国铁路工程总公司

青藏铁路施工新技术编委会 编

# 青藏铁路 施工新技术

QINGZANG TIELU  
SHIGONG XIN JISHU

甘肃科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

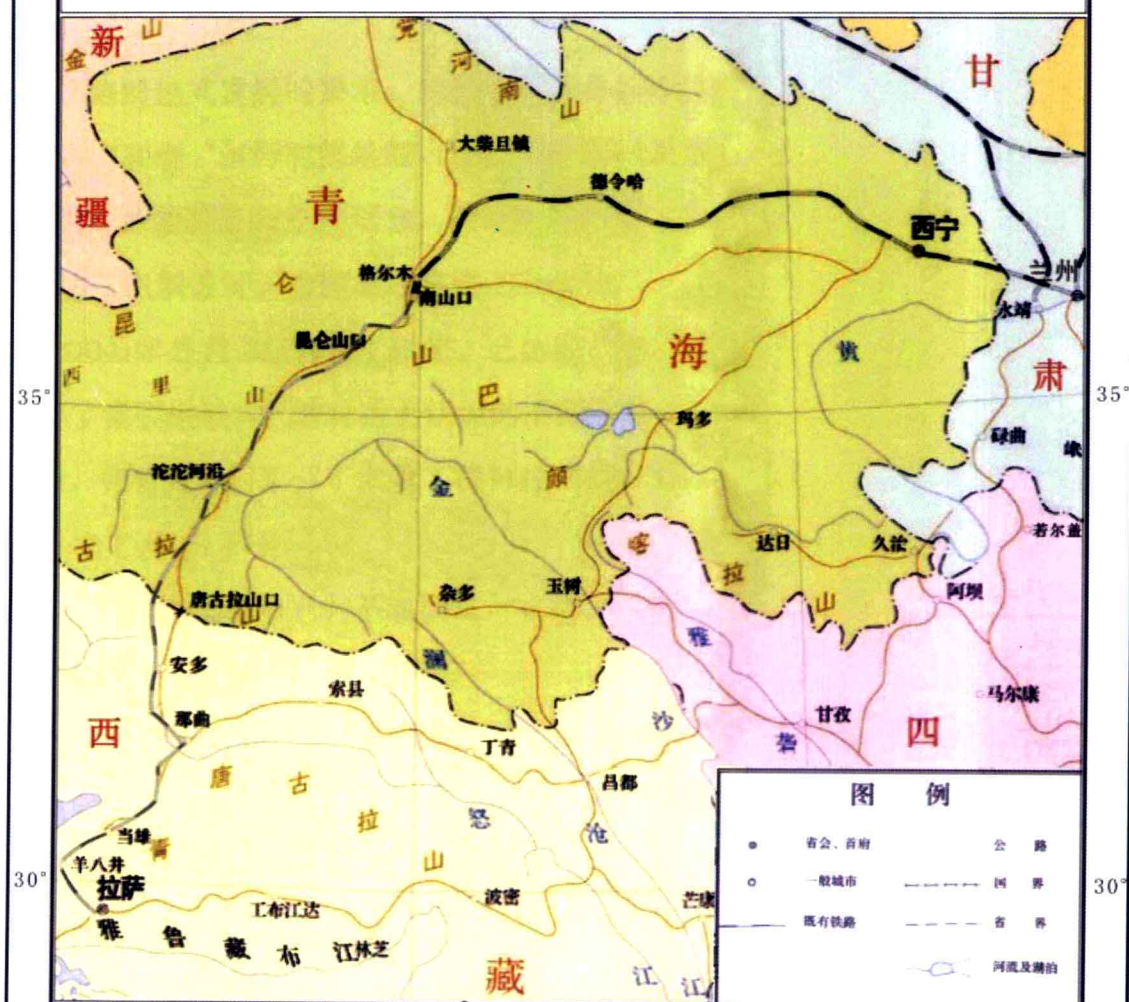
青藏铁路施工新技术 / 青藏铁路施工新技术编委会编.  
兰州: 甘肃科学技术出版社, 2007.5  
ISBN 978-7-5424-1048-1

I. 青… II. 青… III. 青藏高原—铁路工程—工程施工—  
新技术 IV. U215

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007) 第060276号

|      |                                        |
|------|----------------------------------------|
| 责任编辑 | 杨丽丽(0931-8773274)                      |
| 封面设计 | 陈妮娜(0931-8773275)                      |
| 出版发行 | 甘肃科学技术出版社(兰州市南滨河东路 520 号 0931-8773237) |
| 印 刷  | 西北师大印刷厂                                |
| 开 本  | 880mm × 1230mm 1/16                    |
| 印 张  | 36                                     |
| 字 数  | 928 000                                |
| 插 页  | 10                                     |
| 版 次  | 2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷    |
| 印 数  | 1~2000                                 |
| 书 号  | ISBN 978-7-5424-1048-1                 |
| 定 价  | 150.00 元                               |

# 青藏铁路格拉段地理位置图



[illegible]



青藏铁路格拉段铺下第一节轨排



建设中的长江源特大桥



昆仑山隧道



桥梁桩基旋挖钻干法成孔施工



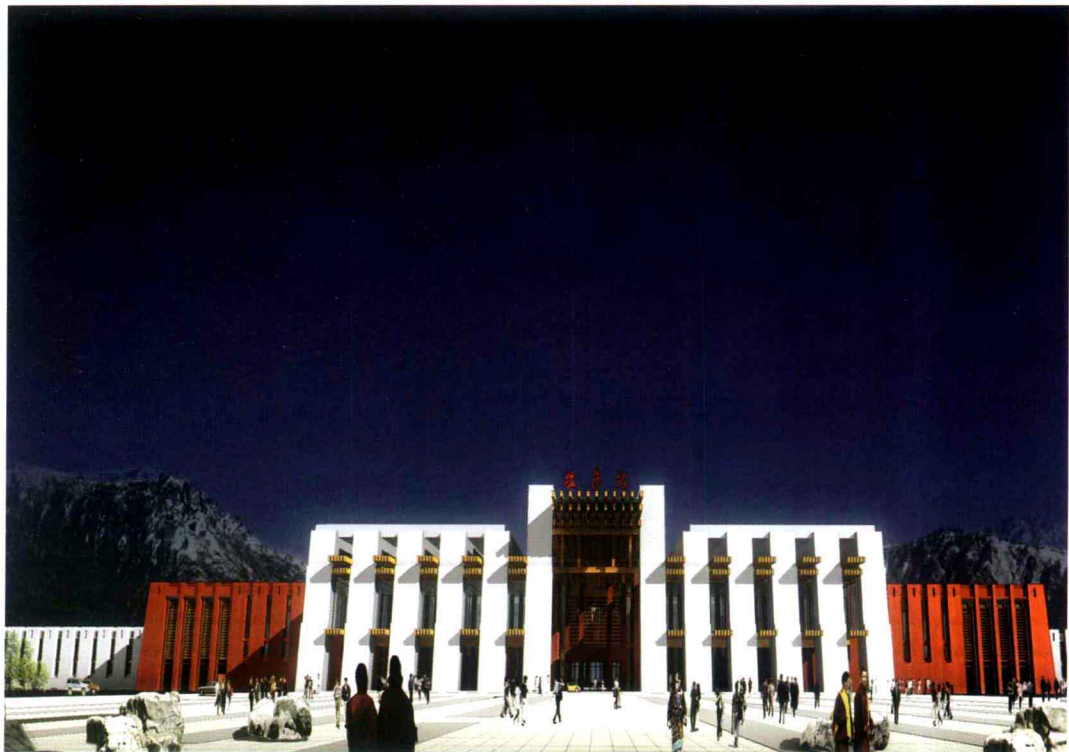
高原架梁施工



路堤护坡工程



高原冻土区隧道施工



拉萨火车站



拉萨河特大桥



风火山冻土定位观测站



多人高压氧舱



移植草皮

以上照片中第 1\3\8 由中国铁路工程总公司宣传部提供,第 10 由牛怀俊同志提供,其余由张瀚同志提供。

建设一流高原铁路的实践结晶，  
激励企业科技创新的宝贵财富。

石大华

2007年8月12日

## 青藏铁路施工新技术编辑委员会

**主 任:**石大华

**副主任:**李长进 秦家铭 刘 辉 孟凤朝

**委 员:**汪建刚 罗育桂 陈唯一 张 瀚 薛 林 刘成军 王宗怀 刘志伟 和民锁  
范恒秀 林 原 史柏生 王爱平 黄 武 马新安 王云波 沈 勇 杜名赞  
王小兵 刘幸福 崔 原 马福林 赵 智 王青斌 王应先 梅志荣 孙树礼  
于兴义

**主 编:**刘 辉

**副主编:**陈唯一 罗育桂 牛怀俊 张 瀚 王崇新 方世林 王 惟 苏学波 吕文件  
伍晓军

**编写人员(按单位排序):**

**中国铁路工程总公司青藏铁路建设指挥部:**顾宗香 朱高明

**中铁一局集团有限公司:**白杨军 孙 义 王 旬 杨义轩 曹新刚 彭全升 樊卫勋  
孙军红

**中铁二局集团有限公司:**赵绪满 文顺富 李乔生 肖 华

**中铁三局集团有限公司:**张俊兵 午向阳 刘剑波 张加全 党 军 王 琨

**中铁四局集团有限公司:**郑久富 吕信东 陆国高 马晓贵 郑 锋 吴 杰

**中铁五局集团有限公司:**杨安杰 胡仲新 周晋柱 苟祖宽 宁佐春 盘明山

**中铁八局集团有限公司:**贺开伟 王小平 李 云 何国敏

**中铁大桥局集团有限公司:**刘幸福 朱巨堂 周友生 戴登宇

**中铁隧道集团有限公司:**李红军 印建文 王佳戈

**中铁建工集团有限公司:**段永传 宋 歌 杨功满 田泽春 张 珉

**中铁电气化局集团有限公司:**曹瑞平 王金平 李增利 何 兵

**中铁西北科学研究院有限公司:**王小军 李永强 李 勇 熊治文 韩龙武 蒋富强  
贾海锋 桂立铭

**中铁西南科学研究院有限公司:**宋 冶 周先华 罗朝廷 高菊如 苏 诚

**铁道第三勘察设计院集团有限公司:**王召祐 朱志营 王 桢 周四思

**中铁工程设计咨询集团有限公司:**徐升桥 柳学发 邓运清 沈 平

# 序

建设青藏铁路,是党中央、国务院做出的重大战略决策,是国家实施西部大开发的标志性工程,凝聚着党的三代领导集体对西部地区人民的亲切关怀,也是全国各族人民的共同夙愿,对加快西部地区特别是青海、西藏两省区的社会经济发展,加强民族团结,巩固边防,造福沿线各族人民具有极其重要的意义。

修建青藏铁路是人类铁路建设史上前所未有的伟大壮举,是实现中华民族伟大复兴的重大举措,是“三个代表”重要思想的伟大实践!

青藏铁路是世界上海拔最高、线路最长的高原铁路。其中新建格(尔木)拉(萨)段建设长度1142km。北起青海省西部重镇格尔木,基本沿青藏公路南行,途经纳赤台、五道梁、沱沱河,沿雁石坪,翻越唐古拉山口进入西藏自治区境内,经安多、那曲、当雄、羊八井至西藏自治区首府拉萨。线路经过地区海拔在4000m以上地段约960km,最高为唐古拉山垭口,达到5072m;多年冻土地段约546km,北界起于昆仑山北麓西大滩,南界至安多县城北。其余地段为季节冻土,地震、崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害频发,生态环境十分脆弱。因此,建设青藏铁路面临着“多年冻土、高寒缺氧,生态脆弱”三大世界性难题。

为了实现青藏铁路建设领导小组提出的“高起点、高质量、高标准,建设世界一流高原铁路”的建设目标,中国铁路工程总公司充分发挥集团优势,科学组织,周密部署,精心施工,以科学研究和技术开发为先导,攻克了一个又一个难题,圆满地完成了青藏铁路的建设任务。

在党中央、国务院的亲切关怀下,在青海、西藏两省区的大力支持下,青藏铁路自2001年6月29日开工,至2006年7月1日全线开通。5年中,中国铁路工程总公司先后有十余万人奋战在青藏高原上。在青藏铁路建设工地上,到处回荡着“海拔高,追求更高;风暴强,意志更强”的雄壮旋律,中铁工程人用自己的辛勤汗水和聪明智慧,书写了一曲曲忘我拼搏、无私奉献的壮丽篇章,彰显了中铁工程“勇于跨越,追求卓越”的企业精神,奏响了“挑战极限,勇创一流”的时代最强音——青藏铁路精神。

面对多年冻土难题,中国铁路工程总公司各参建单位组织了强有力的科技攻关队伍,调集了高素质的技术人员开赴现场,前线后方紧密配合,以最大限度减少热融干扰为原则,以保证施工进度和工程质量为目标,联合开展冻土施工科技攻关,走过了一条从开工试验到全面铺开的科学探索过程,摸索出了一整套解决多年冻土施工难题的科学方法。在高含冰量多年冻土路堑施工、气冷路堤填筑、热棒路基施工、涵节快速拼装、低温早强耐久混凝土施工、高原环境混凝土防裂养护、高含冰量冻土区隧道喷锚、旋挖钻干法成孔等方面施工技术成熟完善,为解决青藏高原多年冻土区施工,保证工程质量提供了强大的技术支持。

在青藏铁路建设中,中国铁路工程总公司充分依靠科技进步,大力实施科技创新,先后优质高效地建成了雪水河大桥、不冻泉特大桥、长江源特大桥、昆仑山隧道、羊八井隧道群以及富有浓郁民族特色的拉萨河特大桥和拉萨车站等一大批重点工程。

面对高寒缺氧难题,为了体现关爱生命和和谐发展的宗旨,中国铁路工程总公司各级领导认真贯彻以人为本的思想,投入了3000多万元资金,在现场设置了40多个一级和二级医疗机

构,建设了7个高原制氧站,配备了多台单人和多人高压氧舱;同时,建立了严格的“三阶段”体检和习服等医疗卫生及劳动保护制度,及时了解和掌握参建者的身心健康及变化状况,做到提前预防,及时救治。各参建单位还结合自己的具体情况,采取了背负式供氧、密封宿营车持续供氧以及为建设者投保医疗保险等多种多样的预防和保护措施。针对青藏高原鼠疫、肠道等传染病多发的实际情况,采取了加大宣传教育和注射疫苗等手段,有效地遏制了传染病的发病率,实现了“高原病零死亡、鼠疫零传播”的目标。

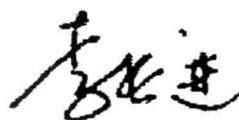
面对生态脆弱难题,为了实现科学与自然和谐发展,保护脆弱生态环境,中国铁路工程总公司依据“预防为主,保护优先,开发与保护并重”的原则,始终把生态和环境保护作为一项重要的政治任务来完成。青藏铁路建设期间,各参建单位坚持进行环境保护法规及有关知识的培训和教育,普遍增强了参建者自觉按照环境保护要求进行生活和生产作业的意识。制订了严格的《环境保护细则》、《环境保护强制性要求》及《环境保护检查评比办法和奖惩规定》,并且逐级签订了《环境保护责任书》,做到了环境保护措施到位,责任到人。在生活驻地和施工现场,设立了大量的环境保护广告宣传牌,用生动的画面和形象的语言勾勒出一幅幅人与自然和谐统一的优美图画,不仅起到了宣传和警示作用,还构成了高原上一道亮丽的风景线。在施工中,成功开发了草皮养护和回植技术,普遍采取了污水净化、降尘降噪、砟土循环利用等措施,在长江源特大桥工地建立了环境保护教育基地,为长江源头的环境保护做了大量有益的工作。

中国铁路工程总公司广大建设者全方位地呵护着青藏高原这块人间净土,环境保护意识之强、效果之好,成为新时期中国铁路建设的典范。

修建青藏铁路是前无古人、功在千秋的伟大实践。为了及时总结业已取得的成果,彰显广大建设者智慧的结晶,为企业积累宝贵的技术财富,实现不断提升中国铁路工程总公司整体技术水平和施工能力的目标,对青藏铁路建设进行认真总结十分重要。为此,我们组织编写了《青藏铁路施工新技术》一书,在冻土区施工、环境保护、高原医疗保障、冻土区科研等重点方面给予了大量篇幅,以突出在攻克“多年冻土,高寒缺氧,生态脆弱”三大难题上所做的工作,为以后类似工程提供可供参考的资料;同时也是参加青藏铁路建设的广大工程技术人员和科技工作者在攻克“三大难题”中所做贡献的最好见证。

中国铁路工程总公司总经理

2007年5月12日



# 目 录

## 第一篇 概 述

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 第一章 青藏铁路工程概述 .....      | 3  |
| 第一节 工程概况 .....          | 3  |
| 第二节 主要技术标准 .....        | 3  |
| 第三节 自然特征和地质情况 .....     | 3  |
| 第四节 工程技术特点和主要工程数量 ..... | 4  |
| 第五节 三大难题及采取的措施 .....    | 4  |
| 第六节 工程建设综述 .....        | 10 |

## 第二篇 高原冻土施工技术

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 第一章 路基工程 .....            | 19 |
| 第一节 工程概况 .....            | 19 |
| 第二节 主要技术标准及设计原则 .....     | 19 |
| 第三节 路堑爆破开挖 .....          | 22 |
| 第四节 路堑换填保温层 .....         | 24 |
| 第五节 加筋土技术 .....           | 26 |
| 第六节 路堑边坡防护 .....          | 32 |
| 第七节 片石气冷路堤 .....          | 33 |
| 第八节 热棒 .....              | 35 |
| 第九节 路基附属工程 .....          | 35 |
| 第十节 路基质量检测 .....          | 37 |
| 第十一节 重点及难点工程 .....        | 38 |
| 第十二节 经验教训与建议 .....        | 41 |
| 第二章 桥梁及涵洞工程 .....         | 42 |
| 第一节 工程概况 .....            | 42 |
| 第二节 主要技术标准及设计原则 .....     | 42 |
| 第三节 预应力混凝土耐久简支梁现场制造 ..... | 46 |
| 第四节 现场制涵 .....            | 57 |
| 第五节 桩基础 .....             | 58 |
| 第六节 承台 .....              | 63 |
| 第七节 低温早强耐久混凝土 .....       | 65 |
| 第八节 涵洞基础 .....            | 71 |
| 第九节 混凝土养护 .....           | 73 |
| 第十节 墩台涵洞质量检测 .....        | 76 |
| 第十一节 重点及难点工程 .....        | 77 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第十二节 经验教训与建议 .....       | 98  |
| 第三章 隧道工程 .....           | 100 |
| 第一节 工程概况 .....           | 100 |
| 第二节 设计原则 .....           | 101 |
| 第三节 钻爆法开挖作业 .....        | 101 |
| 第四节 湿喷混凝土及支护 .....       | 104 |
| 第五节 保温板、防水板铺设 .....      | 105 |
| 第六节 混凝土衬砌 .....          | 109 |
| 第七节 施工质量与安全检测 .....      | 114 |
| 第八节 重点及难点工程——昆仑山隧道 ..... | 120 |
| 第九节 经验教训与建议 .....        | 124 |

### 第三篇 高原环境保护

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第一章 高原环境保护 .....         | 127 |
| 第一节 自然环境对环境保护的特殊要求 ..... | 127 |
| 第二节 环境保护管理体系 .....       | 127 |
| 第三节 环境保护主要工作内容 .....     | 128 |
| 第四节 环境保护施工措施 .....       | 129 |

### 第四篇 高原医疗卫生保障

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 第一章 高原生理反应及对策 .....      | 139 |
| 第一节 高原生理反应及机理 .....      | 139 |
| 第二节 高原反应与高原病的防治 .....    | 142 |
| 第三节 高原劳动保护 .....         | 145 |
| 第四节 医疗保障体系 .....         | 148 |
| 第五节 高原反应遗留问题的探讨和建议 ..... | 156 |
| 第二章 鼠疫防治 .....           | 157 |
| 第一节 沿线疫情概况 .....         | 157 |
| 第二节 疫情防范及应急预案 .....      | 158 |
| 第三章 其他传染病及防治 .....       | 162 |
| 第一节 沿线其他主要传染病概况 .....    | 162 |
| 第二节 传染病防治 .....          | 165 |

### 第五篇 高原轨道铺架施工技术

|                       |     |
|-----------------------|-----|
| 第一章 轨道工程 .....        | 171 |
| 第一节 工程概况 .....        | 171 |
| 第二节 主要技术标准和工程数量 ..... | 172 |
| 第三节 铺架施工组织 .....      | 172 |
| 第四节 铺架技术要点 .....      | 176 |