

# 高海拔地区长输管道工程质量管理研究

马中清<sup>1</sup>, 那倚宽<sup>1</sup>, 许芝瑞<sup>1</sup>, 刘超<sup>2</sup>, 汪海波<sup>2</sup>, 闫定弘<sup>2</sup>, 刘军<sup>2</sup>, 黄华伦<sup>3</sup>,  
李志辉<sup>3</sup>, 董博文<sup>4</sup>

<sup>1</sup>中国石油管道局工程有限公司, 河北 廊坊

<sup>2</sup>西藏青藏石油管道有限公司, 西藏 拉萨

<sup>3</sup>北京兴油工程项目管理有限公司, 北京

<sup>4</sup>中国石油集团工程股份有限公司, 北京

收稿日期: 2022年3月15日; 录用日期: 2022年5月27日; 发布日期: 2022年6月10日

## 摘要

高海拔地区长输管道工程沿线极度高寒缺氧, 环境敏感点多, 设备降效明显, 工人无法长时间连续作业, 工程质量管理难度大。本文简单介绍了全面质量管理理论和ISO9001质量管理体系, 它包括了质量管理的八项核心内容。并分析了高海拔地区长输管道工程质量管理难点, 对其质量管理与改进进行了研究, 主要从设计、物资采购、施工三个方面进行了阐述, 通过全体参建员工的共同努力, 质量管理全线受控。

## 关键词

质量管理, 高海拔地区, 长输管道工程

# Research on Quality Management of Long Distance Pipeline Engineering in High Altitude Area

Zhongqing Ma<sup>1</sup>, Yikuan Na<sup>1</sup>, Zhirui Xu<sup>1</sup>, Chao Liu<sup>2</sup>, Haibo Wang<sup>2</sup>, Dinghong Yan<sup>2</sup>, Jun Liu<sup>2</sup>,  
Hualun Huang<sup>3</sup>, Zhihui Li<sup>3</sup>, Bowen Dong<sup>4</sup>

<sup>1</sup>China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd., Langfang Hebei

<sup>2</sup>Tibet Qingzang Petroleum Pipeline Co., Ltd., Lhasa Tibet

<sup>3</sup>Beijing Xingyou Engineering Project Management Co., Ltd., Beijing

<sup>4</sup>China Petroleum Engineering Co., Ltd., Beijing

Received: Mar. 15<sup>th</sup>, 2022; accepted: May 27<sup>th</sup>, 2022; published: Jun. 10<sup>th</sup>, 2022

文章引用: 马中清, 那倚宽, 许芝瑞, 刘超, 汪海波, 闫定弘, 刘军, 黄华伦, 李志辉, 董博文. 高海拔地区长输管道工程质量管理研究[J]. 石油天然气学报, 2022, 44(2): 61-67. DOI: 10.12677/jogt.2022.442009

## Abstract

It is difficult to manage quality of long distance pipeline engineering in the high altitude area for such reasons as extreme coldness and hypoxia, massive sensitive environment points, obvious equipment efficiency reduction, and impossibility of human working continuously for a long time. This paper briefly introduces the overall quality management theory and ISO9001 quality management system, the latter of which includes eight core contents of quality management. In addition, it also analyzes the quality management difficulties of long distance pipeline engineering in the high altitude area and studies its quality management and improvement, mainly from three aspects of design, material procurement and construction. Quality management of the whole line is under control through joint efforts of all staff involved in the construction.

## Keywords

Quality Management, High Altitude Area, Long Distance Pipeline Engineering

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

高海拔地区长输管道工程包括管道干线和支线,本工程建设难度极大,自然环境恶劣,气候条件多变,管道施工区域平均海拔 4500 米,最高海拔达 5200 米,极度高寒缺氧,环境敏感点多、环保要求高、氧含量低、设备降效明显,一年中黄金施工期不到 5 个月,沿线社会依托较差,无人区连续上百公里,质量管理难度大。进行高海拔地区长输管道工程质量管理研究,对进一步提高工程质量和效率具有重要意义。

## 2. 质量管理理论

### 2.1. 全面质量管理理论

全面质量管理是受用户需求的推动而进行的管理活动。质量是管理活动的重中之重,将所有成员的积极性调动起来,提供的产品和服务能充分满足用户的各项需求,最终推动社会的进步[1]。ISO8402 对全面质量管理的定义是:将质量视为管理工作的核心,强调所有员工的参加,通过提供高质量的产品和服务,来提升用户和员工的满意度,从而实现组织长远发展的管理方式。全面质量管理体系的内涵是指企业全体职工及有关部门同心协力,把专业技术、经营管理、数理统计方法等结合起来,建立起产品的研究、设计、生产、服务等到全过程的质量管理体系,从而有效地利用人力、物力、财力和信息等资源,提供出符合规定要求和用户期望的产品或服务[2]。

### 2.2. ISO9001 质量管理体系

ISO9001 质量管理体系,可以对公司能生产产品、提供服务、满足用户需求的水平进行评估,最终目标是提升客户的满意度。科技的进步,推动了世界各地的经济交流和互动,这就对质量管理和质量保证组织的工作能力和标准提出了更高层次的要求,只有确保该质量管理体系的公正、公平、合理,公司才能生产出来高质量的产品,简化产品质检流程,推动世界各个国家和地区的商贸交流,既可以保证商

品生产厂家能够以质取胜、以质获利。对销售者来讲,高质量的产品更容易热销,以对消费者来讲物美价廉的产品是最好[3]。

ISO9001 质量管理体系标准提出了质量管理的八项核心内容,即以顾客为中心、领导作用、全员参与、过程方法、管理的系统方法、持续改进、基于事实的决策方法和互利的供方关系,这是组织、领导和实施项目质量管理的基本原则,是提高项目管理组织的项目管理水平,实现组织业绩的改进和获得不断成功的基础[4]。

1) 以顾客为关注焦点。顾客是企业生存的基础,是市场的中心。掌握着市场的动向,关注顾客的要求,理解顾客当前和未来的需求,满足顾客的要求并争取超过顾客的期望才能赢得顾客,占有市场,才能使组织持续地获得成功,不断地得到发展。因此在质量管理的各项活动中,应该始终以顾客为中心作为出发点,以顾客满意的程度作为衡量各项活动成效的准绳。

2) 领导作用。领导者是组织的质量方针和目标的决策及制定者,是顾客需求的确认者,是项目质量管理体系建立和运行的策划、组织者,是各项项目管理活动的组织指挥者,在项目质量管理活动中起着重要的作用。但是组织的一切活动的成功与否也同样取决于广大员工的积极参与,所以领导者应确定组织的统一宗旨和方向,创造和保持一种良好的氛围与内部环境,以便调动广大员工的积极性和创造性,使广大员工能够充分和积极地参与组织目标的实现。

3) 调动员工积极性和参与热情。员工是公司构造的基石,采取各项措施充分调动他们的工作积极性,将他们的潜能充分发掘出来,提升工作绩效,才能为公司带来最大的效益。任何企业组织都离不开基层员工,否则就是无源之水,要提升公司的质量管理水平,一方面离不开高层领导的引导和支持,另一方面更需要全体员工的积极参与。

4) 过程方法。在质量管理工作中,要实现最佳的效果,必须重视公司内部资源整合利用,并且在公司的发展过程中保持工作的连续性,避免出现不必要的过程间断。过程的定义很广泛,所有的对资源进行开发,通过相应的管理活动,将原料制成产品的活动,都属于这一范畴。任何的过程都可以使用“PDCA”法进行表示,P代表管理计划,通过对用户需求进行分析,确立组织发展的目标和方向的过程;D代表正式的实施计划;C代表根据公司制定的各项规章制度,对公司的产品和服务进行全方位的自查评估分析;A表示在全面自查评估的基础上,针对存在的问题展开行动,采取质量管理措施,从而提高公司的经营管理水平和绩效。

5) 完整的管理方法。系统内部的各个组成部分存在一定的关联性,将它们视为一个整体来进行评价和管理,可以全面提升组织工作水平和管理质量。各组成部分通过一定的关系,建立起密切的联系,它们所体现出的整体功能会大于各部分相加的作用。也就是说,将质量管理工作当成一个系统性的过程,对其组成部分进行适当、科学的管理,可以提升质量管理水平,最终实现组织目标。

6) 不断的改进。任何企业要提高公司的经营管理水平,就需要针对存在的问题进行整改,对各项规章制度进行优化,实现检测-分析-改进的良性循环。只有这样,才能全面提升组织的能力,满足用户的需求。组织管理者要采取各项措施,提升产品质量,全面提升组织质量管理水平,从而实现整体绩效的提高,最终能够满足用户持续增长的各种消费需求。不间断的改进活动,是所有组织保持前进的动力。

7) 决策活动的客观真实性。决策工作是组织管理者的一项重要职责,全面的数据信息,是做出合理决策的基础。决策就是指,为了实现组织的既定目标,在充分遵循组织规则的基础上,通过深思熟虑,确定最佳方法并应用于实践活动。从实际情况出发、以事实为依据、坚持科学的方法和态度、掌握全面科学的信息资料,采用正确的行事方式,才可进行科学的决策。

8) 与合作伙伴的平等互利关系。供应商提供给项目的资源的质量将对项目质量产生直接的影响。项目的承包商与供货商是相互依存、互利合作的关系,这种关系可增强双方创造价值的能力。处理好与供

供货商的关系,对是否能向顾客提供满意的项目成果将产生重要影响。因此,对供货商不仅要讲控制,还要讲互利合作,这对承包商和供货商都是有利的,是一种双赢战略。

### 3. 工程质量管理难点

高海拔地区长输管道工程技术标准高、施工难度大、点多面广、时间紧任务重,质量影响因素多,且人员无高海拔地区施工经验,因此在工程项目建设过程中不可避免地存在一些质量管理难点。

#### 3.1. 设计质量管理难点

设计是整个建设项目的龙头和灵魂,一旦出现设计质量问题,产生的影响将大于其他问题产生的影响。比如施工出现质量问题,往往只是一个点,而如果设计出现质量问题,或者施工未能充分了解设计意图而出现质量问题,就是一条线,即:全线重复出现同一质量问题。因此,设计质量是保证工程质量的关键环节。管道工程设计比较突出的质量管理难点主要表现在以下方面:

1) 长输管道工程初步设计深度不够,实施阶段施工图要根据现场实际情况做出大量的调整。由于施工现场多,地形地貌复杂多变,造成设计图纸局部与现场情况不符,并且改线情况时有发生,各专业间也时有图纸错、漏、碰、缺等现象。

2) 本工程站场设计是国内首次采用全面模块化、撬装化、装配化设计。工艺撬装化除了将现场的工艺安装施工作业前移到工厂预制外,还要直面橇体运输尺寸的限制,17.5 m 长的平板载货车将橇体尺寸牢牢限制在了长 14 m,宽 3 m,高度 2.8 m。在这个狭小的空间内,要完成工艺、配管、电气、通信、仪表等多专业的协同与安装布置,还是有一定的难度。并且时间紧,设备多,给施工质量带来了极大挑战。

3) 本工程沿线环境敏感点多,穿越多年冻土区线路长,要针对管道穿越多年冻土区进行专项研究和设计,自主建立多年冻土区埋地管道受融沉作用的应力应变计算模型,通过模型计算得到最不利冻土段的温度场分布、融沉趋势和最大融沉量分析结果,采用管土作用耦合模型计算管道的最大拉伸应变和压缩应变,并与管材容许应变进行对比、校核。为防止融沉对管道的破坏,对于高含冰量冻土地段采取“保温+换填”、“保温”与加壁厚等技术处理措施制定多年冻土区埋地敷设的施工技术要求。另外,为了进一步夯实管道建设施工对多年冻土区的相互影响,开展地表架空敷设试验,探索减缓对冻土影响的有效方式。

#### 3.2. 物资采购质量管理难点

1) 设备材料是工程施工的物质条件。设备材料的质量是管道工程质量控制的基础,设备材料质量不符合要求,工程质量也不可能符合标准,也不可能达到预期效果。而设备、材料质量,无论建设单位还是承包商购买供应,出现质量问题同样是具有数量大、批次多、对施工进度影响大等特点。

2) 本工程撬装化设备多,现场工艺安装变成了工厂化预制,工艺撬装化是技术创新的最直接体现,是决胜高海拔地区的秘密法宝。大量的工艺撬装化,对物资的质量管理尤为重要。同时阀门、管件、法兰等物资均是承压原件,采购量大、型号多,易导致管线泄漏、爆炸等风险,也是质量管理的难点。

#### 3.3. 施工过程质量管理难点

1) 高海拔环境极易引起施工人员高原反应,工作效率降低,质量难以保证,增加施工工期和工程成本,造成职业健康安全伤害。

2) 高寒缺氧对施工工艺、设备的影响程度大,造成质量波动大,使用的工艺和设备均要在高海拔地区进行不同程度的改造,方能使用。

3) 高海拔地区含氧量低,工人无法长时间连续作业,采用手工焊、半自动焊操作困难,线路、站场工程采用自动焊焊接工艺,可以减少人员劳动强度,提高焊接合格率。高原地区小口径管道自动焊施工

在国内尚属首次，且世界上无可借鉴的施工经验，给施工带来了极大挑战。

4) 本工程在建设过程中，应用多项“四新”技术、专利技术、行业新技术，践行绿色建造理念，设计采用管道数字化、智能化前沿高新技术，实现管道投产运行全数字化移交、全智能化运营、全生命周期管理。

## 4. 质量管理与改进

### 4.1. 设计承包商的质量管理与控制

管道工程涉及到土建、工艺、仪表、电气、防腐、暖通、消防和总图等专业，涉及的专业多，并且设计、厂家与现场施工存在问题比较突出，为确保施工质量，项目部编制了设计协调、现场服务、交桩、交底等相关管理文件，同时针对本项目前期设计出现的质量管理问题，开展质量风险识别，制定相应的风险削减和控制措施，并落实到相关岗位，该项目识别出的主要设计质量风险与防控措施见表1。同时，项目部定期组织设计各专业和重要设备厂家，召开对接会议，并对现场实际核对查看，分析问题原因，划清责任单位，提出合理的解决办法，有效保证了施工质量。

**Table 1.** Main design quality risks and control measures

**表 1.** 主要设计质量风险与防控措施

序号	风险活动描述	风险评价		防控措施
		综合指数	风险等级	
1	设计方案、图纸存在错误、疏漏或与现场实际情况不一致，或因设计不合理和施工原因等，产生的设计变更。	12	III	1) 设计前，设计人员到现场踏勘，充分了解业主要求和现场实际情况，并出具踏勘报告； 2) 设计单位在出施工图前应与施工单位紧密结合，优化设计； 3) 对出现的设计更改进行适当的评审、验证和确认，评价更改对正在施工和已完工工程的影响； 4) 严格执行变更程序。
2	设计采标不能满足国家(或当地)现行法律法规要求。	9	II	设计提供的项目各项设计要求(含技术规格书)，除满足项目本体要求外，还应满足国家(或当地)现行法律法规要求。
3	设计评审不充分。	12	III	设计方案应得到充分评审，包括： 1) 设计输入按合同要求、项目功能要求和性能要求、与项目有关的法律法规要求，并对工程设计输入的充分性和适宜性进行评审； 2) 对设计输出文件的有效性进行评审，识别设计存在问题并提出必要措施，确保最终设计成品满足顾客要求。
4	设计交底和图纸会审未进行。	12	III	1) 设计单位就项目工艺技术特点、施工难点、特殊部位和关键环节的质量要求作出详细说明，明确施工质量验收规范； 2) 项目部组织各施工承包商结合现场施工技术条件，审查实现设计意图的可行性，对施工图设计文件中存在的疑问和问题与设计单位达成一致意见。



## 4.2. 采办承包商的质量管理与控制

一是项目部委托具有招标代理资质的单位进行采购,从物资招标、采购、验收、仓储、使用等环节进行全过程监督,确保采购的合规性与严谨性。在对外招标采购中,能够邀请招标的物资都邀请招标,增加透明度和公正性,同时单独委派驻场监造对重要产品制造过程实施垂直管理,确保源头质量牢牢受控。二是重视材料控制,规范进场制度。对钢管、光管防腐保温、输油泵、压力元件等重要物资实施驻厂监造制度,并委托中国船级社对重要物资制造质量管理进行飞行检查。明确原材料送检制度,要求所有原材料必须在抵达施工现场后,由现场监理或驻厂监造人员进行抽检,送至指定实验室进行复检,严格控制不合格品进入生产环节。对进场原材料做好源头质量控制,项目部要求承包商做到材料报验单、材料出厂合格证、材料复验报告和材料实物标识上的批号和数量“四统一”,还要求做到“四确保”,确保原材料、设备性能参数满足施工需要和保证质量符合合同规定的要求,确保焊接材料、防腐材料等的存放和使用场所已经采取有效的防护措施,确保材料、构配件不被丢失和损坏,确保各类材料的进货台帐和相关记录齐全、准确和可追溯。

## 4.3. 施工承包商的质量管理与控制

### 4.3.1. 坚持科学导向,加强工艺评定管理

针对高海拔地区低压缺氧、电弧稳定性差、焊缝成型质量不好等焊接特点,大力开展高原焊接工艺试验,突破高原焊接瓶颈。邀请焊接专家组先后7批次赴现场开展工艺评定试验攻关,研究不同焊接方法、坡口型式、气体比例、焊接材料在高原的适应性,共开展了62项焊接工艺评定试验工作,针对常见的焊接缺陷和机组质量合格率下降问题,及时组织召开质量分析会,查找原因,制定管控措施,优化出一整套的高原焊接工艺;围绕焊接质量提升,多次进行焊接技术交流,提高了焊接工效和焊接合格率,管道日焊口数由220道升至543道,一次合格率由88%提到93%。高海拔焊接技术与总结,为高原管道施工积累了宝贵技术财富;同时,针对项目高原补口特殊性,开展补口工艺的研究,最终确定了适合项目的5项补口工艺。高原焊接与防腐技术与总结,为管道局高原管道施工积累了宝贵技术财富。

### 4.3.2. 组织专项培训,提高人员素养

项目部为作好质量管理工作,重视并加大了对人员培训的投入力度。自开工以来,分别组织了质量员培训、QC培训、冬季施工培训、创优培训、焊接防腐专题培训等七次较大规模的人员培训工作,累计培训人员近1500人次,其覆盖面接近施工总人数的30%。

### 4.3.3. 严格质量检查,及时消除质量隐患

项目部构建了以质量监督、驻场监造、施工监理、船级社飞检、第四方无损检测复评、质量管理专家团队为基础的质量监督检查体系。项目部每月至少对施工现场开展2次质量检查,及时下发检查通报,并组织举一反三开展自查整改。组织监理单位通过旁站、巡检、平行检查、见证取样、现场试验等方式,扎实推进质量“全过程管理、全工序检查”。组织对焊接、补口、连头口、变壁厚口、金口、返修口、多年冻土区下沟回填、试压等关键控制点、重要工序实施旁站监理,强化试压包文件审核和通球试压作业现场监管,严把工艺操作关口,不合格的坚决返工。同时,强化现场监督检查和隐患整改,以不符合项管理为抓手,发现并整改各类质量不符合项和问题1796项,及时消除了各类质量隐患。

### 4.3.4. 加大违章处罚,杜绝质量问题

一是实施质量奖惩。通过对有章不循、人为责任、重复问题和严重违章行为作出明确处罚,从而培养员工“照章办事、一次做对、缺陷为零”的自觉意识,营造了良好的质量氛围。二是对有质量下滑倾

向的承包商提出警示。其目的就是要引起承包商管理层的高度重视，管理好施工过程中的每一个质量控制环节，减少质量问题的发生，这也是工程建设史上的楷模之举。

#### 4.3.5. 开展质量专题活动，提升管理水平

一是积极开展“质量月”专题活动。项目部积极开展每年九月份全国“质量月”宣传教育活动，以牢固树立“质量至上”理念，切实增强全员质量意识，提升质量管理水平，保证管道工程建设质量切实提升为目标。二是扎实推进科技攻关。针对高原特殊环境和技术难题，项目部联合参建单位，在山体定向钻、高原焊接、高寒防腐、高原生态环境修复、员工健康管理等方面探索新工艺、新技术及新的管理方法，开展了 7 项局级以上科研课题攻关，取得了丰硕成果。其中，《高原焊接工艺与自动氩弧焊装备研究及应用》，优化出一整套高原焊接及检测工艺，为全线完成线路焊接提供了技术保障；《油气管道山体定向钻设计及施工关键技术研究》，先后指导完成了 4 处山体定向钻的回拖作业。三是积极开展“QC 小组”活动。项目部为促进项目 QC 活动全面、健康、持续、高效发展，成立了 QC 领导小组，组织各参建单位集思广益，科学创新，提质增效，保障施工质量。目前已经完成两项国家级 QC 成果的评选工作，其中《提高管道施工作业带草甸移植成活率》、《提高高原地区小口径自动焊接一次合格率》两项课题分别获得中国建筑业协会和中国施工企业协会三等奖。

## 5. 结语

高海拔地区长输管道工程自开工至今，设计质量目标执行符合率 100%，采购物资交付质量合格率 100%，监造实施率 100%，物资、设备质量问题及时处理率 100%，焊接一次合格率 95.74%，防腐补口补伤合格率 100%，检测工艺执行率 100%，管道埋深合格率 100%，管道分段通球试压一次成功，工程施工质量目标执行符合率 100%，项目未发生任何质量事故，圆满完成了各项质量管理管控指标。

质量是巩固市场的法宝，质量是企业的生命，一个优质工程的重要保证之一就是质量体系的有效运行和质量文化的塑造。全体参建单位紧紧围绕项目部质量工作整体部署，依据压力管道质量保证体系，不断夯实管理基础，持续推动责任落实，从严从实狠抓全过程质量管理，做了大量扎实细致的工作，努力确保了工程整体质量工作平稳受控。

## 参考文献

- [1] 谭科. EPC 总承包项目设计质量问题的管理与控制[J]. 工程建设, 2012, 44(2): 64-67.
- [2] 潘凯. 论业主对工程质量的控制方法[J]. 中国建设信息, 2010(1): 53-55.
- [3] 倪雪梅. 建设工程质量监督管理的创新与发展[J]. 现代物业, 2011, 10(7): 145-146.
- [4] 任志超. 基于 EPC 模式的天然气长输管道施工质量管理研究[J]. 化工管理, 2015(10): 117-118.