

# The Quantity Control of FOC Installation

Yifa Huang, Junhui Zhang, Guijun Chang, Jinxi Zhang, Yuewang Ma

China Petroleum Pipeline Engineering Co., Ltd. International, Langfang Hebei  
Email: 285423746@qq.com

Received: Oct. 10<sup>th</sup>, 2020; accepted: Nov. 16<sup>th</sup>, 2020; published: Dec. 15<sup>th</sup>, 2020

---

## Abstract

Saudi Aramco's whole-process quality control system is extremely complete. Through participating in the implementation of Saudi Aramco's project, we gradually understand and become familiar with the system. All staff participate in the quality control of the project, eliminate rework problems caused by quality problems, and save the cost caused by rework. This article will combine Saudi Aramco's quality control specifications to discuss quality control in the process of optical cable construction, and provide a reference for the quality control of other projects.

## Keywords

FOC (Optical Fiber Communications), Quantity, Quantity Control

---

# 通信光缆施工的质量控制

黄宜发, 张军辉, 常贵君, 张金喜, 马岳旺

中国石油管道局工程有限公司国际事业部, 河北 廊坊  
Email: 285423746@qq.com

收稿日期: 2020年10月10日; 录用日期: 2020年11月16日; 发布日期: 2020年12月15日

## 摘要

沙特阿美的全过程质量控制体系是极其完善的, 通过参与沙特阿美项目的执行, 逐步了解、熟悉该体系。全员参与项目的质量控制, 杜绝因质量问题产生的返工问题, 节约了因返工导致的成本浪费。本文将结合沙特阿美质量控制的规范, 探讨光缆施工过程中的质量控制, 为其他项目的质量控制提供参考。

## 关键词

光缆, 质量, 质量控制

Copyright © 2020 by author(s), Yangtze University 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. 引言与背景

光纤通信技术(optical fiber communications)从光通信中脱颖而出, 已成为现代通信的主要支柱之一, 在现代电信网中起着举足轻重的作用。光纤通信作为一门新兴技术, 其近年来发展速度之快、应用面之广是通信史上罕见的, 也是世界新技术革命的重要标志和未来信息社会中各种信息的主要传送工具[1]。

随着通信技术的高速发展, 光通信因其造价成本低、传输频带宽、通信容量大、传输损耗低、中继距离长等多方面的优点, 正在逐步代替其他的传统的通信方式[1]。光通信技术在全球范围内各个行业得到应用, 特别是手机运营商的传输主干网, 网络运营商的传输网、石油管线的数据采集网、高速公路信息网等等都采用光缆作为主要的传输介质。伴随着光通信的发展, 大量的光通信工程随之而来。质量控制是针对项目活动或者项目可交付成果的具体的质量问题、质量缺陷, 发现并给予消除。作为项目质量管理的一部分, 光缆施工质量控制直接关系到光传输网络传输的质量, 为业主的增值服务起着关键性作用!

目前, 在国内光缆施工过程中, 质量控制仅采用一些基础的工具。工程项目执行过程中, 由于管理层及员工对质量控制缺乏管理经验, 造成光缆施工项目效益大大下降, 存在的问题具体表现在: 1) 在质量管理方面不能给项目创造经济效益。2) 缺乏统一管理方案, 使得项目之间操作程序不规范, 职责划分不明确, 给管理带来了阻碍作用。3) 项目的质量控制中缺乏风险控制和项目建设保障, 给管理增加了难度。4) 缺乏对项目全过程质量控制管理, 且各管理层次之间缺乏有效的沟通机制, 造成整个光缆施工项目质量管理与责任划分不明确, 给管理带来不便[2]。国外项目管理经验成熟, 特别是项目的质量控制已

经有一套完整的体系，国外光缆施工质量控制采用了大量的基础工具，强调全员参与和光缆施工的全过程控制，这对降低施工成本、提高施工功效有一定的积极作用。沙特阿美等世界一流的石油公司在光缆施工质量控制方面采取了全过程的质量控制体系，严苛的过程控制确保了光缆的施工质量。

本文将通过对光缆施工过程中的各个施工工序流程中的质量控制的过程及方法的讨论，对光缆施工过程中质量控制方法进行总结和论述，能为其他光缆施工项目的质量控制提供借鉴意义，为其他项目的实施增值。

## 2. 影响光缆施工质量的主要因素

### 2.1. 概述

在项目管理过程中，通过多个实施项目的实施经验总结，特别是项目的质量管理控制方面的总结，影响施工质量的因素主要有五大方面：人、材料、设备、方法和环境[3]。对这五个方面因素的控制，是保证项目质量的关键。

### 2.2. 人的控制

人的控制是指直接参与项目组织者、指挥者和操作者。人，作为控制的对象，是要避免产生失误；作为控制的动力，是要充分调动人的积极性，发挥人的主导作用。因此，应提高人的素质，健全岗位责任制，改善劳动条件，公平合理地激励劳动热情；应根据项目的特点，从确保质量出发，在人的技术水平、生理缺陷、心理行为、错误行为等方面控制人的使用；更为重要的是提高人的质量意识，形成人人重视质量的项目环境[4]。在光缆工程项目建立过程中，人为因素包括参与工程项目实施的所有干系人，不仅包含项目的组成人员：项目管理人员、项目施工人员，还包括可能对人员产生影响的业主方，监理方、项目管理公司人员以及工程设计人员等，这些干系人都是影响工程项目实际质量的人员。究其原因，主要是由于参与这些干系人的行为和意识都可能对光缆施工的质量产生影响。设计人员的专业水平，质量管理人员对施工质量的控制，施工人员在施工过程中的施工方法，项目管理团队对施工质量的重视程度，这都是影响施工质量的人的因素。

### 2.3. 原材料的控制

主要包括原材料、成品、半成品、构配件等。对材料的控制主要通过严格检查验收，正确合理地使用，进行收、发、储、运的技术管理，杜绝使用不合格材料等环节来进行控制。施工材料和设备会对施工项目产生影响，由于材料和设备是施工工程项目的主要物质条件，因此，在实际管理机制中，其对于工程的整体质量也会产生很大的影响。也就是说，施工项目的材料和设备若是存在缺陷，会对通信结构和相关管理参数造成严重的影响。例如，工程项目中选择了劣质光缆，则在工程项目应用过程中，就会出现质量和效果不达标的问题，甚至是项目的特殊要求无法得到有效落实，这种材料的缺陷，会存在巨大质量隐患，尽管施工过程中人的因素能得到控制，光缆施工质量也无法得到保障[5]。

### 2.4. 设备控制

设备包括项目使用的机械设备、工具、仪器仪表等。对设备的控制，应根据项目的不同特点，合理选择、正确使用、管理和保养。工程项目中仪器仪表的实际规格也存在差异，若是混淆使用，则会由于操作不当出现施工质量受损的问题。再者仪器仪表是否经过专业的第三方进行校验，其精度是否准确也将影响施工质量，比如使用的 OTDR，光纤熔接机等精密仪器，如果仪器本身存在问题，也必将对施工质量产生影响。

## 2.5. 方法控制

这里所指的方法,包括项目实施方案、工艺、组织设计、技术措施等。对方法的控制,主要是通过合理选择、动态管理等环节加以实现。合理选择就是根据项目特点选择技术可行、经济合理、有利于保证项目质量、加快项目进度、降低项目费用的实施方法。动态管理就是在项目进行过程中正确应用,并随着条件的变化不断地进行调整。施工方法和工艺对光缆施工质量的影响。在施工工艺操作过程中,由于施工方法的选择会对施工质量、新技术和新材料也产生影响,因此,需要技术人员给予高度重视,尤其是施工工艺的选择也较为重要。新技术和新材料的渗透只有发挥自身性能,才能保证施工工艺框架中质量和进度符合标准。

## 2.6. 环境控制

影响项目质量的环境因素较多,有项目技术环境,如实现项目的各种技术、工艺等;项目管理环境,如质量保证体系、管理制度等;劳动环境,如劳动组合、作业场所等。根据项目的特点和具体条件,应采取有效措施对影响质量的环境因素进行控制。

# 3. 光缆施工质量的控制措施

## 3.1. 概述

在项目实施阶段的不同环节,其质量控制的工作内容不同。根据项目实施的不同阶段,可以将项目实施阶段的质量控制分为事前控制、事中控制和事后控制[6]。

## 3.2. 事前质量控制措施

在项目实施前所进行的质量控制就称为事前控制,其控制的重点是做好项目实施的准备工作,且该项工作应贯穿于项目实施的全过程。

施工组织方面:施工质量保证体系的建立是以现场施工管理组织机构(如施工项目经理部)为主体,根据施工单位质量管理体系和业主方或总承包方的工程项目质量控制总系统的有关规定和要求而建立的。施工质量保证体系需要根据施工管理的范围,结合工程的特点建立,其主要内容有:

### 3.2.1. 质量方针和质量目标

在项目实施前制定项目的质量方针和质量目标,项目质量方针和目标要结合项目投标文件、合同文件、设计文件及业主的标准规范,充分了解业主对该项目的质量需求。进而制定出与业主需求一致的质量目标。

### 3.2.2. 施工质量保证体系

为确保工程的施工质量,成立以项目经理为主,由施工、技术、质控、测量、材料部门人员组织的质量小组,与监理人员密切配合,形成一个强有力的质量保证体系。施工单位及人员资质符合有关规定要求,项目经理、施工员、特种作业人员要持证上岗。

### 3.2.3. 质量保证工作内容

质量保证的工作内容主要包括施工计划保证:科学合理安排工期、工序和季节施工;做好质量计划目标设计;质量检查报表;质量奖惩制度。施工技术保证:熟悉业主的质量规范、图纸会审了解工程质量要求;技术交底中明确质量标准;做好测量、试验、计量等技术复核工作。施工材料保证:坚持“四验三把关制”,四验:验规格、品种、质量、数量,三把关:材料人员、技术质量人员、施工操作者把关。人员素质保证:持证上岗;培训专业技工;技工相对稳定。

建立以现场施工质量控制的目标体系；现场施工质量控制的业务职能(部门)分工；现场施工质量控制的基本制度；现场施工质量计划或施工组织设计文件；现场施工质量控制点及其控制措施的现场施工质量保证的制度性和程序性的文件体系，为现场施工管理组织注入质量控制的活力和机制。

施工质量保证体系的实施，应以质量计划为龙头，过程管理为重心，按照 PDCA 循环原理展开，即计划(Plan)，明确目标并制定实现目标的行动方案；实施(Do)，包含两个环节，计划行动方案的交底和按计划规定的方法与要求展开施工作业技术活动；检查(Check)，对计划实施过程进行各种检查；处置(Action)，对质量检查发现的问题，及时进行原因分析，采取必要的措施予以纠正。施工质量保证体系的运行，应按照事前、事中和事后控制相结合的模式依次展开[4]。

施工质量计划预控，是以预防为主作为指导思想，在施工前，通过施工质量计划的编制，确定合理的施工程序、施工工艺和技术方法，以及制定与此相关的技术、组织、经济与管理措施，用以指导施工过程的质量管理和控制。落实各项施工准备工作，对于施工过程的顺利开展并有效控制施工管理目标，有其重要的现实意义。

施工保证按其性质分类可分为技术保证和人员保证。

技术保证方面：通信工程光缆施工质量控制首先要对设计图纸进行详细的分析。施工方在获得设计图纸后要安排有经验的通信工程师对设计图纸中的各项工程数据进行现场验证，安排相关的测量人员进行现场验证，对光缆线路的路由、图纸中的坐标、线路中存在的障碍物，人手孔设置、路由的可行性，设备配置等相关内容进行确认，是否符合相关的设计规范和相关的行业要求。根据现场的验证结果准备相关的测量报告，对存在问题及时跟设计沟通反馈，进行调整。根据项目整体实施计划编制施工方的施工计划和质量控制计划。从技术上确保施工安全和施工质量，保证施工能按项目计划完成。同时在现场踏勘过程中，要对光缆进行配盘，根据实际通信工程施工要求选择标准的单盘光缆，并对光纤的规格进行仪器检测，选择符合要求的光缆。尽量选择接头少的光缆，这样可以减少整条光缆的损耗和后期的维护成本。测量敷设长度和光纤传输的质量要求，选择性能好的光缆进行配盘，正确的光缆配盘选择对材料节约和提供敷设效率和质量有很大的帮助。光缆配盘在施工前要认真校对，检查是否按照供货单上的标准型号提供施工材料。

人员保证方面：人作为施工质量控制的关键因素之一，对施工质量起着决定性的因素。关键岗位人员必须持证上岗，作为项目主要干系人的项目经理要具备良好的项目管理知识体系，通常需要项目经理持有 PMP 证书或者一级建造师等相关管理认证证书。项目的质量管理人员特别是质量经理、质量检查员，应有相应的考核机制，对光缆施工的质量管理控制有相关经验和理解。对于特殊的技术人员要持证上岗，例如光缆接续员必须拥有接续员证，能通过施工质量控制部门的考核，才能从事相关的接续工作[7]。

### 3.3. 事中的质量控制措施

在通信工程项目建立和运行过程中，要针对实际问题进行集中处理，为工程项目提供有效的保障措施，处理相关细节的同时，对工程项目的供需进行综合性分析，保证施工质量和施工要求之间的平衡程度。所有参建单位应当有很强的全程质量管理意识。一般管理者都明白全程质量管理的重要性，但为什么在实际操作中容易疏忽过程控制呢？原因基本是因为追求一时的经济效益，对质量的失控。事中控制要求严格检查、及时反馈、及时整改，因此，事中控制的时间长，工种多，干扰多，难度大，是施工阶段的主体。通过招标，选定具有相应资质的施工单位从事工程建设，签订工程施工合同。建设单位对施工质量的控制主要是通过工程监理进行。工程监理依据监理合同对工程项目实施全过程、全方位的监理，施工单位的工程质量活动完全处在监理控制之中，通过控制人员、材料、机械、方法工艺和影响工程质量的因素，达到控制质量的目的。通过现场质量检验、落实检验方法，参与分部工程、隐蔽工程验收等

措施来控制工程建设质量。定期或不定期组织由参建各方人员参加的工程质量联合检查，发现问题，及时处理。成立督察组织，随时对工程建设质量实施督察，防止质量事故的发生。

第一，在光缆敷设项目中，要对通信项目建设工作的重点进行集中整合，确保施工质量符合后期需求。在光缆敷设项目中，要对架空光缆、管道光缆、进局光缆等进行集中处理和综合性管控。保证架设电缆的过程中，能对相关参数进行综合性对比分析，尤其是山地或者是不平的地方架设光缆，要利用绑扎法进行集中固定[2]。

第二，要对光缆接续项目进行集中关注和综合性管控，确保相关操作流程和运行机制符合标准。在剥落光缆外套后，要对切割深度有明确的把握，避免由于切割过深导致纤芯的损坏，升级处理机制和管控效果。另外，要在光纤端面对切割过程进行集中处理，操作者要秉持平稳且迅速的操作手法，提高熔接效果和实际应用效果，并且保证其整体处理机制和管控效果符合标准。

第三，对于架空光缆施工，光缆施工过程中的光缆架空线路要保证光缆弯曲半径最小，这样在受到自然条件的影响下，光缆的架空性能较强，不容易发生移动和变化，保证光缆通信的稳定性。另外光缆弯曲半径小也降低了光缆工作维护的难度。要保证足够的预留，光缆在进行顶杆装配时要进行绑扎，捆扎时要保证相邻几根顶杆之间的光缆需要留出余量形成U型弯曲，允许光缆在长久时期内有伸缩范围，如果不留余量，光纤可能在伸缩过程中断裂。在跨越障碍物，如隔山架空、河流跨度架设，跨越道路等需要使用强度较强的钢绞线，这样可以防止因防止跨度范围过大导致光缆下垂发生光纤断裂。光缆的架空高度要符合设计要求和通信工程施工标准，并且在施工过程中和人流或车流密集地区张贴警示牌防止因意外造成光缆断裂。控制浪涌和被扣，在光缆施工过程中，遇到光缆架设较长时，为了防止施工中拖拽光缆打结问题，可以在光缆中间位置向两边拉伸。在盘缆过程中要采用8字盘缆法，这能有效防止光缆打结问题[8]。

第四，关键性节点的质量控制。光缆施工项目通常会有关键性节点，这是质量控制的重中之重，如果因光缆施工质量出现问题，则会导致返工，可能造成巨大的经济损失。在光缆穿越大型河流，铁路、公路、地下障碍物时，往往采取定向钻穿越。在定向钻回拖之前，要对光缆进行测试，确保光缆质量不存在问题，同时光缆需要准备一主一备，防止回拖后有光缆不通导致重大施工质量问题。在回拖之前，要做好光缆的保护工作，特别是在光缆预置在保护套管的过程中，防止光缆的大结，防止光缆划伤等问题出现，加强施工现场的保护工作，防止人为破坏光缆现象发生。

第五，接续质量控制方面。光缆接续部分是光缆施工质量控制的关键部分，所以提高光缆接续质量是确保光缆施工质量的主要因素，提高办法从以下几个方面落实。光纤端面的制备，光缆外护套开剥的关键是掌握切割刀的进刀深度，控制好进刀深度可以防止刀口太深割断光纤。光缆涂覆层的剥除要保证光纤线路的平行，光纤露出的部分要控制在5CM左右，确保能接续通畅。光纤的清洁，裸纤的清洁通常使用脱脂棉和无醇酒精，将光纤露出的部分进行清洁，清洁后不要将裸露的光纤放置在空气中，防止再次污染，因及时的进行熔接和保护。裸纤的切割，在进行光纤端面施工时，切纤是关键技术，确保光纤前部可以接触到导槽底部，再将刻度调整到要求规范进行切割，这样能保证光纤，导槽，刀刃垂直，不容易造成光纤的断裂。光纤的熔接，在熔接过程中，熔接屏幕上无气泡产生，熔接点不能太大导致粘连，也不能太细造成熔接不良，确保施工过程光纤熔接过程中可以达到正常通信状态。光纤的熔接是光通信施工质量的关键，所以接续员要能熟练使用熔接设备，确保每个熔接点都能满足通信要求。在接续过程中进行监测测试是保障熔接质量的有效方法之一。使用OTDR对每条光纤进行测试，特别是熔接点的损耗进行测试。当施工光缆完成每次盘纤，使用OTDR对盘纤进行损耗测试。光缆施工到封接线盒，要对所有光缆光纤进行检测，检测要细致认真，确保无遗漏，各光纤与接头无挤压，确保通信通畅。

第六，质量管理人员的质量控制。质量控制人员在光缆施工过程中要做到事前控制，事中控制，事

后控制。在光缆施工之前，对施工的施工方法进行核实，相关的程序文件进行核实，确保施工按照相关的流程进行，加强对现场的检查和指导，对施工过程中存在的不符合项，及时叫停整改，对易造成质量问题的行为进行制止。所有的活动应该在质量检查人员批准后才能进行，现场检查要严格参考质量检查的程序文件，所有的数据要进行备份存档[9]。

### 3.4. 事后质量控制措施

一个项目、工序或工作完成形成成品或半成品的质量控制称为事后质量控制。事后质量控制的重点是进行质量检查、验收及评定。要将工程项目的验收资料进行整合和汇总，并且形成直观的竣工文件，对工程项目的质量进行初步验收，从而提高质量管理机制和验证水平。若是工程项目中存在整改环节则需要办理有效的签证手续，提高工程项目的整体质量，确保相关操作和工程流程符合实际标准。

工程质量的事后控制方式，是指根据当期施工结果与计划目标的分析比较，提出控制措施，在下一轮施工活动中实施控制的方式。它是利用反馈信息实施控制的，控制的重点是今后的生产活动。其控制思想是总结过去的经验与教训，把今后的事情做得更好。经过几轮的反馈控制是可以把事情做的越来越好[10]。

1) 工程质量的事后控制要点是：A、以计划执行后的信息为主要依据；B、要有完整的统计资料；C、要分析内外部环境的干扰情况；D、计划执行情况分析要客观，控制措施要可行，确保下一轮计划执行的质量，事后控制的重点是确保每个工序满足质量要求，并把不满足质量要求情况及时反馈给设计单位和施工单位进行设计变更或返工、整改。

2) 严格按检验批、分项、分部(子分部)工程进行质量验收，并进行质量评价，对于工程质量存在问题提出整改意见，直至整改合格予以验收。

3) 技术事故的事后控制，查明原因，及时上报，拿出整改方案，监理监督整改。

4) 事后控制还有：参建单位内部验收，不同专业，不同需要，全方位，多角度的提出整改意见，是对工程质量全面评价，也是对工程质量的事先控制、事中控制的检验。

在工程项目建设中要使质量控制有成效，就要在事前、事中、事后工程质量“全过程，全方位”监控中，实行先实验，先示范，样板工程引路的事先控制；巡视、旁站，跟踪抽查，联合普查的事中控制；验收整改的事后控制，坚持控制程序化、标准化和科学化作业，达到精品工程，使业主、客户满意，参建单位也从中受益。

## 4. 总结

沙特阿美光缆施工的质量控制最主要的先进性体现就是项目执行的全过程控制和全要素控制，通过全过程和全要素质量控制，在施工过程中严格对每个施工环节的质量控制措施落实进行核实。施工的质量将会到达项目前期制度的项目质量目标。在过程中完全遵循施工质量控制流程，将会在项目收尾阶段节省大量的人力物力进行项目的验收工作。

总而言之，在光缆工程施工质量管理控制机制建立后，要针对具体问题进行集中处理和综合性管控，保证检查效果和质量操作流程的稳定性，结合工程项目质量要求，建立健全系统化处理机制，有效规避施工质量的干扰因素，认真落实工程项目中的相关施工细节，提高质量管理工序的完整性，提高质量控制效果。

## 参考文献

- [1] 韩太林. 光通信技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011.

- 
- [2] 冯骏. 通信工程光缆施工质量控制探析[J]. 科技创新与应用, 2018(5): 114-115.
- [3] 郭汉丁. 工程施工项目管理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.
- [4] [美] Joseph Phillips, 著. PMP 项目管理认证学习指南[M]. 王安琪, 王伟, 张楚雄, 译. 北京: 清华大学出版社, 2016.
- [5] 于国宾. 光缆施工全过程质量控制措施[J]. 建筑工程技术与设计, 2018(16): 2408.
- [6] 全国一级建造师执业资格考试用书编委会. 建设工程项目管理[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
- [7] 郑义. 长途直埋光缆施工技术及其质量控制[J]. 广东通信技术, 2011, 31(12): 71-75.
- [8] 楼雄新. 通信光缆的架设施工及质量控制[J]. 通讯世界, 2015(1): 32, 33.
- [9] 李飞. 议通信光缆的架设施工及质量控制[J]. 生物技术世界, 2013(4): 163-163.
- [10] 倪卿民. 浅谈项目工程工序质量控制[J]. 城市建筑, 2013(4): 137.