

# Practical Application of Safety Technology Disclosure for Transmission Line Construction Based on 3D Technology

Hanjie Ma Qiangzhong Xue Qiang Han Yigang Chen Qingsen Wei

State Grid Shandong Electric Power Company Zibo Power Supply Company, Zibo, Shandong, 255000, China

## Abstract

In the context of the rapid development of power grid construction and the increasing requirements for engineering quality and safety, this paper proposes a 3D technology based transmission line construction safety technology disclosure method to address the shortcomings of traditional disclosure methods such as cumbersome content, difficulty in explanation, abstract understanding, and difficulty in memory. A commonly used 3D model library based on this method is constructed, which reduces the difficulty of modeling and reduces the workload of each disclosure task. Practice has proven that this 3D technology based disclosure method greatly reduces the difficulty of disclosure, simplifies the process of disclosure, and is of great significance for staff to familiarize themselves with the work site and task flow, strengthen construction safety assurance, and improve project quality and progress.

## Keywords

3D technology; modeling; transmission line construction; disclosure

# 基于 3D 技术的输电线路施工安全技术交底实践应用

马汉杰 薛强中 韩强 陈义刚 魏庆森

国网山东省电力公司淄博供电公司, 中国 · 山东 淄博 255000

## 摘要

论文基于电网建设飞速发展、对工程质量和安全的要求逐步提高的背景下, 针对传统的交底方式的内容冗杂、讲解困难、理解抽象、难以记忆等缺点, 提出了基于 3D 技术的输电线路施工安全技术交底方法, 并构建了基于该方法的常用 3D 模型库, 降低了建模难度, 减少了每次交底任务的工作量。经实践证明, 该项基于 3D 技术的交底方法, 极大地降低了交底的难度, 简化了交底的过程, 对于工作人员熟悉工作现场和任务流程、加强施工安全保障、提高工程质量和工程进度具有重要的意义。

## 关键词

3D 技术; 建模; 输电线路施工; 交底

## 1 引言

随着中国电网建设的飞速发展以及新工艺、新材料的普及, 电网建设工程对施工进度、质量、安全提出了更高的要求。施工安全、技术交底是保证施工质量、安全的一项极为重要的管理工作, 其目的是使施工单位各级管理人员和施工作业人员熟悉和了解所承担的工程项目的特点、设计意图、技术要求、施工工艺及安全措施。根据输电线路施工的复杂性、连续性和多变性的固有特点, 施工单位必须严格贯彻施工交底的责任制, 加强施工质量检查监督和安全生产管理, 以达到安全文明施工、提高施工质量和减少施工成本的目的。

## 2 基于 3D 技术的输电线路施工安全技术交底实施背景

### 2.1 施工安全技术交底在工程建设中具有重要意义

《安全生产法》第 25 条中明确规定: 生产经营单位应当对从业人员进行安全生产教育和培训, 保证从业人员具备必要的安全生产知识, 熟悉有关的安全生产规章制度和安全操作规程, 掌握本岗位的安全操作技能, 了解事故应急处理措施, 知悉自身在安全生产方面的权利和义务。

《电力建设施工企业安全生产标准化规范》规定: 安全技术交底和每天的“站班会(班前会)”电力安全技术应纳入安全教育培训, 并结合工作任务做好危险点分析, 布置安全措施, 讲解安全注意事项, 所以安全技术交底工作属于作业人员教育培训工作之一。

根据《国家电网有限公司施工项目部标准化手册》, 在电网建设中, 每日开工前工作负责人需对现场作业人员落实施工作业票的风险交底, 明确工作任务、技术要点及安全

【作者简介】马汉杰(1994-), 男, 中国山东菏泽人, 硕士, 工程师, 从事变电工程施工管理研究。

措施。

由此可见，无论是基建施工现场还是生产检修现场，无论是法规、行规还是企业规定，在开工前进行开工会并对作业人员进行安全、技术交底是规章制度的明确规定，也是现场作业的必然要求，这是对施工安全、技术进行把关的关键一环<sup>[1]</sup>。

## 2.2 现阶段施工安全技术交底存在诸多障碍

在具体的施工过程中，施工技术管理人员应确保施工图纸、设计变更、技术规范及验收标准规范等重要文件的完整性，并通过安全、技术交底的方式将上述材料以及相关资料、安全措施和操作注意事项等讲解给项目管理人员、现场施工操作人员。在目前实际工程施工过程中，出现了许多由于安全技术交底质量不高导致的施工进度缓慢、施工质量较低、安全措施不到位等问题，主要原因有以下几点。

### 2.2.1 作业人员文化基础薄弱

据调查，在输电线路施工的作业层班组中，除作业层班组骨干外，大多数一般作业人员文化程度不高。有相当一部分作业人员对于施工方案、作业票、现场看板等媒介上的文字表达很难理解，并且由于方言差异，对工作负责人口述的交底内容也是勉强理解。

### 2.2.2 三维可视化软件工具应用缺失

技术交底特别是书面交底主要以二维数据图纸资料为主。对于一些结构复杂的施工作业，二维的平面示意图很难将其空间结构表达清楚，严重影响作业人员对作业环境的认识理解。

### 2.2.3 历史影像基础资料积累不足

编写技术交底是书面技术交底中最常用的交底形式，但是仅靠书面表格、文字的表达很难展示操作工艺和流程。图片、视频等影像资料库的建设不到位，使得常规及特色施工操作工艺和流程不能生动形象地展现、表述及传达。

### 2.2.4 交底场所环境较差

在对作业层班组人员的现场交底中，输电线路施工的交底场地 80% 以上为田野、山林、乡间，地面平整程度差，周围民事复杂，现场气温、风力、雨雪、噪声、光照、植被、蚊虫等自然环境因素不确定，影响交底质量<sup>[2]</sup>。

## 2.3 3D 技术发展为施工安全技术交底带来新机遇

在 20 世纪 70 年代，美国卡耐基麦隆大学的查克·伊斯曼博士提出了 BIM（建筑描述系统）的概念，实质上为建筑信息的 3D 模型。在输电线路设计上，3D 技术也广泛应用，博超、道亨等专业 3D 绘图设计软件喷涌而出，实现了对输电线路的 3D 描述。

如果将书面材料这种交底形式转变为可视化的 3D 图片及视频形式，那么不仅可以使作业人员更容易理解交底内容，而且可以极大地提高作业人员对交底的兴趣和专注度。此外，通过 3D 技术制作的图片、视频等媒介，可以将施工现场的空间结构表达清楚，克服传统的二维平面媒介在空间

表达上的固有缺点，使交底人员讲得清楚、被交底人看得明白。

## 3 基于 3D 技术的输电线路施工安全技术交底的内涵和主要做法

### 3.1 基于 3D 技术的输电线路施工安全技术交底的内涵

基于 3D 技术的输电线路施工安全技术交底通过 3D 可视化的技术创新带动安全技术交底管理模式创新。主要体现在以下四个方面。

#### 3.1.1 交底内容制作技术突破

利用全新的 3D 软件建模，立体还原工程现场实际空间环境，全面展现施工过程中存在的风险点、“老虎口”。

#### 3.1.2 交底展示媒介设备升级

室内交底使用电子设备展现 3D 示意图、3D 视频代替传统的白板画图，室外工程现场交底使用 3D 图片代替传统的平面示意图。

#### 3.1.3 交底媒介制作协同合作

3D 交底媒介内容由专职 3D 技术人员与交底人协同制作，保证 3D 交底的展示效果与内容准确性。

#### 3.1.4 交底管理模式标准管控

严格各级交底的时间节点、交底场所、人员到位，实现交底的标准化、常态化管控，推出一单式“交底明白单”。

### 3.2 基于 3D 技术的输电线路施工安全技术交底的主要做法

#### 3.2.1 突破 3D 技术壁垒，建立 3D 模型库

在输电线路的三维化可视领域，设计专业率先引进三维软件改进了输电线路的设计方式。该 3D 软件系统制作的交底内容可实现作业现场结构的构建、参数规格的标注以及日照光影的模拟，用简单的 3D 模型展示工程现场以实现交底内容的呈现。可将线路施工交底中需呈现的工作时间、工作部位、工作内容、工作负责人（监护人）、作业人员分工、接地线位置及编号、停电线路名称（色标）、施工工序方法及质量要求、施工机具、临近带电设备、风险点、控制措施等交底内容以各种方式整合到 3D 模型中，将枯燥的文字内容模型化、可视化<sup>[3]</sup>，如图 1 所示。

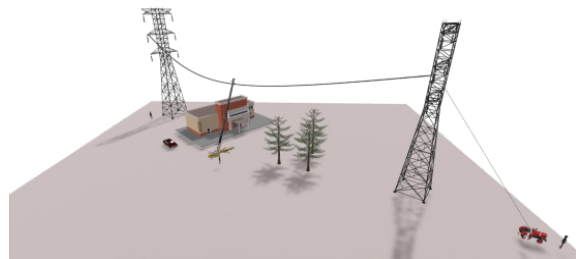


图 1 施工现场的 3D 可视化呈现

为方便应用，建立输电线路施工 3D 模型库，将常用的杆塔、导线、机具、树木、房屋、障碍物、道路、人员等

3D 模型提前绘制好，并录入到 3D 模型库中。交底人在制作 3D 交底媒介时，不必重新绘制 3D 模型，只需从模型库中添加相关 3D 模型并连接、标注。“傻瓜式操作”简单、省时，增加了交底人员对 3D 交底的接受度，让 3D 交底技术在输电线路施工中有推广应用的可能。

### 3.2.2 推广 3D 交底技术，打造执行创新交底模式的核心队伍

施工三类交底的组织实施者一般为施工单位技术负责人、施工项目部总工、技术员、作业班组长，基本为总承包施工单位自有人员，具有较强的管理经验与技术能力，通过对这些专业人员进行培训，实现其对 3D 创新交底模式的掌握，进而实现在工程实际中应用推广该交底模式。

### 3.2.3 改善交底媒介，改革交底软硬件设备

传统的交底一般是通过书面文件来传递交底内容，在传统纸质媒介的基础上，增加影音化、图文化的交底媒介是必要的。在硬件方面，配备用于制作 3D 模型和展示交底内容的媒介、设备，例如在施工项目部配备投影仪、幕布、笔记本电脑等。在软件方面，配备相关的应用程序、App。

### 3.2.4 规范施工全过程交底管理，全面应用 3D 创新交底模式

在 3D 技术手段能够支撑交底模式管理创新的前提背景下，探索全新的施工全过程交底模式，以技术创新带动管理创新。推出一单式交底明白纸，严格规定各类交底的时间节点、交底场所、交底设备、交底人与被交底人，消除交底落实不到位、现场交底环境复杂、交底敷衍了事的现象。

## 4 基于 3D 技术的输电线路施工安全技术交底应用效果

### 4.1 交底管理水平大幅提高，向着规范化、标准化的目标大踏步迈进

3D 创新交底模式在推广应用到工程项目后，在交底各个环节都进行了标准化、规范化管控，明确责任人、关键节点内容，并纳入绩效管理考评因素，调动了相关人员的积极性，促使其形成常态化的交底模式，极大地提高了交底管理水平。截至目前，在应用项目中，各层级交底完成率达到 100%，交底人员、被交底人员全员到位率达到 98%，施工项目部交底软硬件设备升级达到 85%，3D 交底模式在复杂现场作业交底中应用 27 次，应用率达到 56%。

### 4.2 交底质量效果明显提升，强势助力输电线路施工安全、质量、进度

3D 创新交底模式的广泛应用大幅提升了输电线路施工

的交底质量效果，保证了施工的安全、质量、进度。在施工安全方面，作业人员对于停电线路、邻近带电设备、安全距离的掌握有了明显改善，对于安全措施的印象也更加深刻，现场安全措施与交底文件更加吻合。在施工质量方面，3D 空间展现对于工艺质量的描述更加明了，被交底人员对于交底文件的质量要求更为明确，避免出现施工质量缺陷。在施工进度方面，高质量的交底实现了思想统一，施工作业速度也得到解放，应用 3D 交底模式的输电线路施工项目 100% 按照竣工计划圆满送电投产，多个施工项目提前竣工。

以某 110kV 线路工程为例，在输电线路跨越高速施工时，分别对高速路两侧的施工班组展开交底，一侧班组使用 3D 交底模式进行交底，另一侧班组使用二维平面图进行交底，结果显示，使用 3D 交底的班组在跨越架拉线、承力索、绝缘杆布置、地锚布置等多个施工环节都比使用二维交底的班组认识更加明确、执行更加标准。这显然是在复杂施工现场作业中，3D 交底的空间描述技术优势和规范管理模式作用的结果，如图 2 所示。

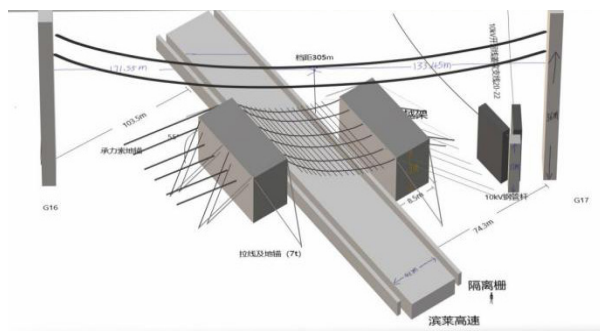


图 2 某 110kV 输电线路工程跨越高速施工作业 3D 图

## 5 结语

论文在基于 3D 建模技术的基础上，提出了基于 3D 技术的输电线路施工安全技术交底方法，经实践对比，这种方法对于提高工作人员交底质量、加强施工安全措施、提高工程质量和效益具有重要意义。

### 参考文献

- [1] 吴强.输电线路施工安全管理综合评价框架研究[J].中国新技术新产品,2014(24):2.
- [2] 吴泓锐,崔宇,刘延来.输电线路施工安全管理的风险分析与管控[J].科学技术创新,2017(10):3.
- [3] 张洪星.加强电力工程施工安全管理的思考[J].大众用电,2021(4).