



国家电网  
STATE GRID

国网山东省电力公司

STATE GRID SHANDONG ELECTRIC POWER COMPANY

# 电力建设技术创新

—— 建设专业班组建设·创新工作室优秀成果集

国网山东省电力公司 组编

## 施工篇



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



国家电网  
STATE GRID

国网山东省电力公司

STATE GRID SHANDONG ELECTRIC POWER COMPANY

# 电力建设技术创新

—— 建设专业班组建设·创新工作室优秀成果集

国网山东省电力公司 组编

## 施工篇



中国电力出版社  
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

## 内 容 提 要

本书是国网山东省电力公司深入开展班组建设的一次实践交流，也是班组建设融入日常工作的有力证明，更是国网山东省电力公司多年创新精神的真实体现。本书充分反映了国网山东省电力公司所属各单位在建设专业班组建设创新管理方面卓有成效的探索和实践，具有较强的科学性、实践性和指导性，推广和学习本书对进一步推动建设专业班组建设、提升电网建设能力具有重要的意义。

本书可作为建设专业班组建设管理的参考用书，也可以作为基层单位进行实训教学、成果应用的辅导书。

## 图书在版编目（CIP）数据

电力建设技术创新：建设专业班组建设·创新工作室优秀成果集. 施工篇 / 国网山东省电力公司组编. —北京：中国电力出版社，2016.4

ISBN 978-7-5123-8802-4

I. ①电… II. ①国… III. ①电力工程—工程施工—技术革新 IV. ①TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 050546 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

北京盛通印刷股份有限公司印刷

各地新华书店经售

\*

2016 年 4 月第一版 2016 年 4 月北京第一次印刷

889 毫米×1194 毫米 16 开本 12.25 印张 351 千字

印数 0001—2500 册 定价 68.00 元

## 敬 告 读 者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪  
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

## 编 委 会

主 任 刘志清

副 主 任 谢 顺 张永武 张晓华 石 岩

委 员 常维华 苏 军 安 勇 程学启 杨德慈 李启昌  
陈志勇 张源森 赵灵臣 张 勇 鉴庆之 刘吉龙  
赵 伟 于信友 李其莹 宋继中 武志刚 任 力  
苗培青 肖兴习

## 编 写 组

主 编 李 颖

副 主 编 张映晖 胡俊鹏 黄延举 王正国

参编人员（排名不分先后）

赵 勇 张学凯 李建杰 方敬韬 谷 鸣 刘家远  
于青涛 任 毅 刘效真 郭立明 商 振 刘 佳  
曹伟龙 顾庶民 骆晓明 曹玉涛 张 艳 马盈盈  
李 昇



## 前言

开展班组建设，是国家电网公司着眼发展，全面提升班组能力的重要举措。国网山东省电力公司高度重视建设专业班组建设工作，紧紧围绕建设“一强三优”现代公司发展目标，以支撑“三集五大”体系建设为重点，着力建设实用型建设专业管理创新体系，大力开展了富有成效的建设专业班组建设管理创新实践活动，公司建设管理水平得到有效提升。

2014年底，国网山东省电力公司为加强建设专业班组建设，充分发挥创新工作室在实训教学、自主创新、成果推广中的作用，广泛开展了建设专业创新课题研究活动。各基层单位立足实效，在提升电网建设能力、施工技术水平、项目管理成效上，开展了创新发明，形成了一批具有价值的优秀成果。2015年6月，在公司建设部的组织策划下，开展了一次公司系统“班组建设创新工作室优秀成果”发布活动，对涌现出的一批创新成果进行了总结。通过评比，推选出一等奖4项，二等奖6项，三等奖11项，优秀奖15项。

《电力建设技术创新——建设专业班组建设·创新工作室优秀成果集（施工集）》是国网山东省电力公司深入开展班组建设的一次实践交流，也是班组建设融入建设管理日常工作的有力证明，更是公司多年创新精神的真实体现。本书充分反映了公司所属各单位在建设专业班组建设创新管理方面卓有成效的探索和实践，具有较强的科学性、实践性和指导性，推广和学习好本书对进一步推动建设专业班组建设具有重要意义。

本书编撰也得到了国网山东省电力公司滨州供电公司建设部、山东滨州东力电气有限公司等单位的大力支持，在此一并表示衷心感谢！在编撰过程中，虽有各方大力支持和帮助，编审专家亦十分认真努力，但因时间紧、任务重，疏漏和不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2016年3月



# 目录

## 前言

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| 基于 BIM 技术创建电光缆敷设 3D 模型 .....   | 1   |
| 中强度铝合金导线专用耐张线夹的研制 .....        | 7   |
| 铝包带缠绕器的研制 .....                | 13  |
| 移动式厨房及餐厅的研制 .....              | 17  |
| 新型插入式基础定型模板和支护工具的研制 .....      | 23  |
| 履带式小型起重机在变电设备安装中的应用研究 .....    | 27  |
| 深化“门禁系统”综合应用的研究 .....          | 33  |
| 大截面电力电缆垂直蛇形敷设工艺的研发 .....       | 37  |
| 电气化铁路封网新工艺的研发 .....            | 43  |
| 一种电流互感器极性测试专用装置的研制 .....       | 47  |
| 变电站清水混凝土防火墙压顶异型钢模板的研制 .....    | 51  |
| 变电站沉降观测辅助装置的研制 .....           | 55  |
| 多相海底电缆横向布置循环敷设施工技术的研发 .....    | 59  |
| 基础预埋件精度控制小支架的研制 .....          | 63  |
| 升降式液压跨越架的研制 .....              | 67  |
| 培训用输变电工程施工模型的研发 .....          | 71  |
| 浅埋暗挖法新建电力电缆隧道施工工艺的研发 .....     | 75  |
| 预制隧道技术的开发 .....                | 83  |
| 交直流电源转接箱的研制 .....              | 89  |
| 可调节临时护栏的研制 .....               | 95  |
| 自动钢索保养机的研制 .....               | 99  |
| 自支撑组合大钢模板清水混凝土防火墙施工方法的研发 ..... | 103 |

变电站室内新型无缝电缆盖板的研制 ..... 113

变电站 GIS 室安装用可拆卸地锚的研制 ..... 119

电缆弯曲装置的研制 ..... 125

简便型导线压接管校正器的研制 ..... 129

新型接地材料冷弯组合装置的研制 ..... 133

户外光缆熔接平台的研制 ..... 137

变电站预制装配式围墙工艺的研发 ..... 143

新型组合电器运输小车的研制 ..... 149

高压开关柜专用试验接地线的研制 ..... 155

多用途便携式接地装置的研制 ..... 161

变电站围墙预制混凝土压顶施工工艺的研发 ..... 167

架空线路跨越架保护器的研制 ..... 173

清水混凝土防火墙组合大钢模板支护系统的研制 ..... 177

保护屏拆装专用工具的研制 ..... 183



# 电力建设技术创新

——建设专业班组建设·创新工作室优秀成果集（施工篇）

创新成果名称：基于 **BIM** 技术创建电光缆敷设

**3D 模型**

编 制 单 位：山东滨州东力电气有限责任公司

推 荐 单 位：国网山东省电力公司滨州供电公司

主 要 完 成 人：黄延举 王正国 李建杰 方敬韬

商 振 刘效真 曹伟龙 张 艳

## 一、概述

一个本期安装 240MVA 有载调压变压器 2 台，220kV 出线 3 回，110kV 出线 8 回；10kV 出线 24 回，安装无功补偿电容器 8×8Mvar 的 220kV 智能变电站，需要敷设电力电缆 11230m，控制电缆 21606m，光缆 12307m。

电缆、光缆敷设应严格按照《电力工程电缆敷设规范》和《光缆敷设施工规范》要求进行。要求在正确的前提下，电缆、光缆分离、整齐美观、走向清晰，便于查线。电缆、光缆的敷设质量，对变电站实现智能化控制具有重要意义。但长期以来，因在设计阶段电气与土建分别出图，导致预留孔洞与实际不符、桥架安装空间不足。二次电缆、光缆敷设图纸存在线缆走径不清晰，电缆、光缆敷设无分层标示，线缆之间交叉敷设和井口拥堵等现象，不仅美观不足，而且还影响电缆、光缆接线的正确性。所以，提高智能化变电站电缆、光缆敷设的质量，是施工单位需要解决的问题。

## 二、问题分析

长期以来，由于在设计阶段，电气与土建分别出具平面图，存在以下问题：

(1) 预留孔洞位置与实际电缆、光缆敷设走径存在偏差，导致工艺不合格，见图 1-1。

在设计阶段，电气与土建分别出图，土建施工与电气施工不能有效结合，导致部分工程存在预留孔洞位置与实际电缆、光缆敷设走径存在偏差，为后期施工进度提升，工程造价控制都带来困难。

(2) 受施工图纸不够直观影响，施工人员往往依靠经验进行安装，返工率高，存在工期长和造价高的缺点。设计施工图通常为二次平面图，不体现电缆起点、终点、桥架、竖井和地沟的路径走向，也无路径命名，容易出现敷设错误；且施工人员对电缆桥架空间布局不够清晰，无法进行并行作业，造成材料浪费，影响工程进度。

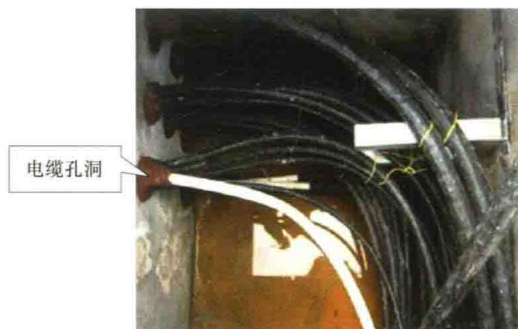


图 1-1 预留孔洞与电缆路径不符导致工艺不合格

## 三、成果介绍

### (一) 创新点

本成果的创新点在于成功引入 BIM (Building Information Modding) 技术，用来深化和指导电缆、光缆敷设施工，能够大幅缩短工期、降低返工率、节约工程材料、提升施工质量。

### (二) 特点

#### 1. 将施工图由 2D 变为 3D

通过引入 BIM 技术，进行数字化建模，将 2D 设计图变为 3D 施工图。

#### 2. 可实现模拟预安装功能

做到土建施工与电气施工相结合，通过碰撞检测，进行优化调整，解决预留孔洞与实际不符，电缆、光缆敷设无分层标示、桥架安装空间不足等问题。

### (三) 主要内容

(1) 进行 3D 模型的搭建。利用 BIM 技术按设计图纸对所有土建及桥架、电缆沟进行 3D 模型的搭建，

并注入相关信息。

(2) 进行土建预留孔洞的 3D 校核。

1) 按设计图纸走向, 在不合理处, 调整预留孔洞, 见图 1-2。

2) 调整后桥架方案适合光缆敷设要求, 便于电缆敷设的桥架走向。

3) 该项深化工作在土建施工前进行, 确保施工时孔洞预留能与后期桥架施工方案进行衔接, 避免因土建施工完毕, 孔洞位置不准确或不合理, 影响施工美观和施工进度。

4) 调整不合适的孔洞信息, 使后期施工一步到位。

(3) 运用 BIM 技术进行桥架及电缆井桥架的空间调整和排布。

1) 进行碰撞检测。按照设计图纸进行桥架建模后, 进行三维碰撞检测, 对碰撞点进行调整。

2) 重新调整电缆桥架空间, 从空间要求、布局美观、便于施工等多方面进行论证, 确定调整方案, 见图 1-3。

3) 进行模拟预安装, 利用模型进行空间方案的施工模拟, 以便真正施工时不出现返工。

4) 对电缆沟和桥架的衔接部位提前进行位置空间排布、电缆并线缆敷设, 见图 1-4。

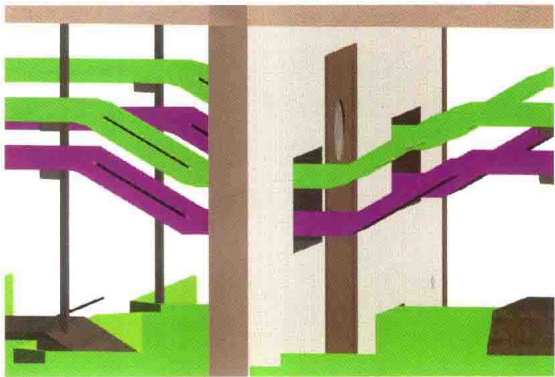


图 1-2 调整预留孔洞

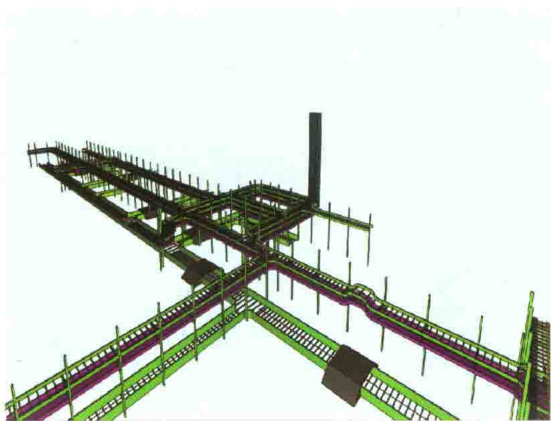


图 1-3 电缆桥架调整

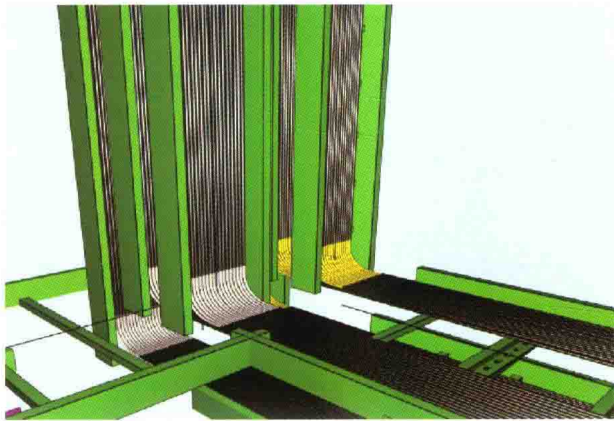


图 1-4 电缆井接口处电缆敷设

5) 通过碰撞, 合理优化空间走向, 为线缆敷设做好方案准备。

(4) 运用 BIM 技术对电缆、光缆进行色标管理, 标明走向路径。

1) 按照设计图纸, 对电缆、光缆进行编号、标明路径走向, 见图 1-5 和图 1-6。

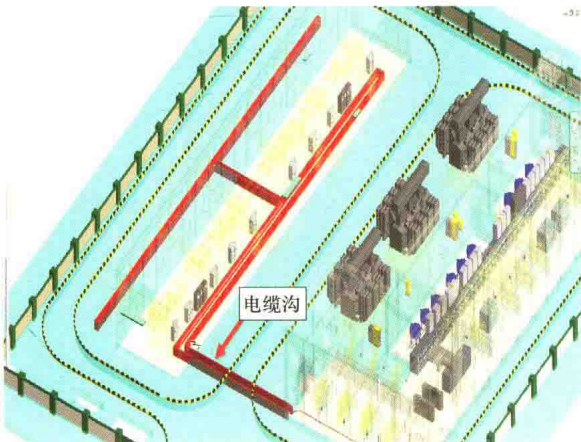


图 1-5 电缆沟布置走向图

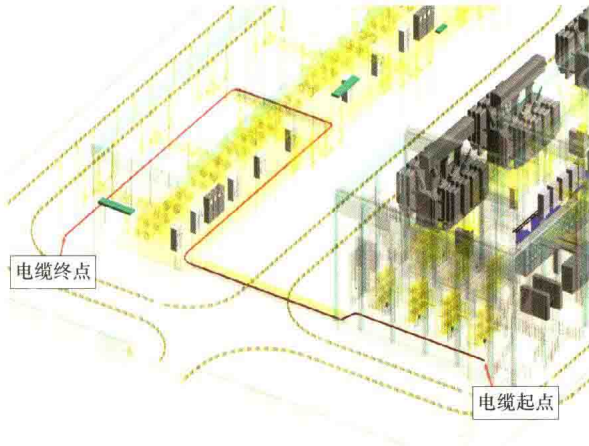


图 1-6 电缆沟电缆编号

- 2) 对已经编号的线缆走向、路径进行全面定义,使走向合理,布局美观。
- 3) 再通过碰撞检测,消除缆路拥堵、交叉问题。明确电缆、光缆分离的走向方案,充分利用桥架优化方案,进行合理线缆敷设,见图 1-7。
- 4) 针对桥架和电缆沟接口处的敷设方案,线缆高度和对应高差都做了完备方案,确保电缆沟每层布置的电缆都分层合理,电缆、光缆分离,见图 1-8 和图 1-9。

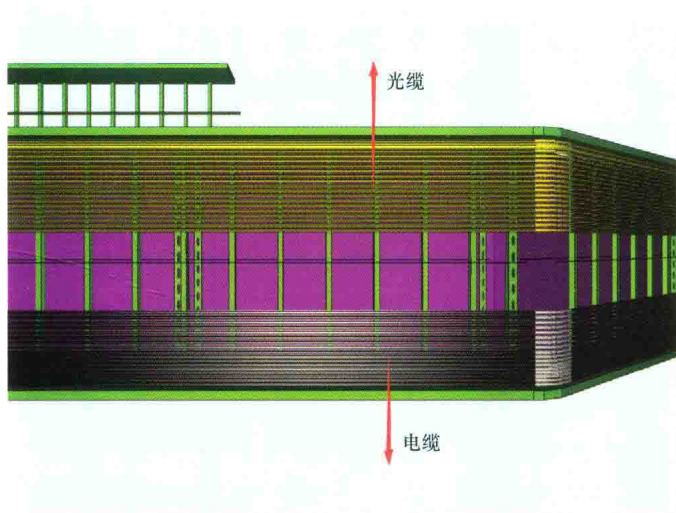


图 1-7 电缆沟电缆、光缆分离的走向方案

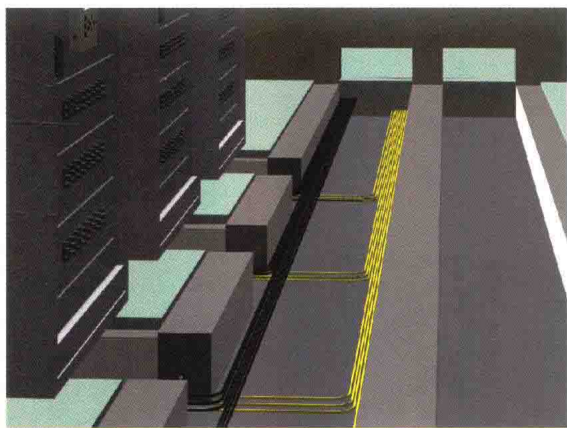


图 1-8 进屏电缆、光缆分离进线图

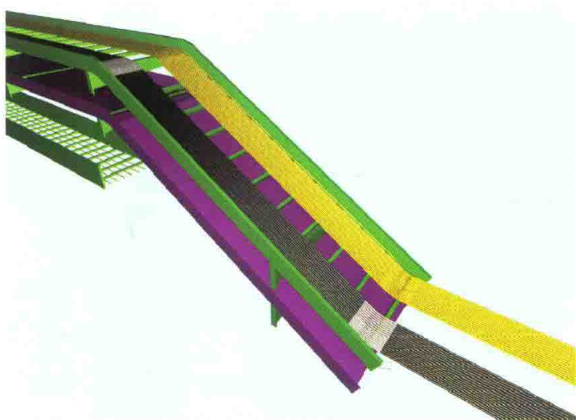


图 1-9 桥架和电缆沟接口处施工方案

- 5) 制订新的可以指导施工的敷设方案。通过三维走向设定并出图,给予施工人员明确的电缆、光缆走向路径,方便工程施工。
- (5) 借助 BIM 技术预安装功能,优化敷设施工方案和流程。
  - 1) 结合线缆编号、色标等已有技术,进一步优化安装施工。
  - 2) 改变之前顺序展放线缆的流程,变为多线路并行安装。
  - (6) 利用模型,准确计算力缆、控缆、光缆实际用量,进一步优化材料采购及应用。

四、效益分析

(一) 安全效益

通过竣工验收,电缆、光缆正确敷设和接线率达 100%,为智能变电站实现正确控制提供有力保障。

（二）经济效益

（1）缩短工期。提高施工质量，确保施工一步到位，避免因施工过程中存在问题而造成返工。220kV 官庄智能变电站工程缩短工期达 32 天。

（2）降低造价。通过该创新成果优化工程施工方案和流程后，据统计，电缆、光缆节约 18.52%，人工成本降低 17%。

五、应用实例

该创新成果应用到 220kV 官庄智能变电站电缆、光缆敷设施工中，效果显著，实施过程如下：

（1）进行 3D 模型的搭建。利用 BIM 技术，按设计图纸对所有土建及桥架、电缆沟进行 3D 模型的搭建，并注入相关信息。

（2）进行土建预留孔洞的 3D 校核。

1）通过校核，调整 8 处孔洞，使后期施工一步到位，孔洞信息调整统计见表 1-1。

表 1-1 孔洞信息调整统计表

| 孔洞总数（处） | 调整孔洞数（处） | 调整率（%） |
|---------|----------|--------|
| 58      | 8        | 13.79  |

2）按调整后方案施工，返工率为 0。

（3）进行桥架及电缆井桥架的空间调整和排布。进行碰撞检测。共发现碰撞点 12 处，对其进行空间走向的合理优化，为线缆敷设做好方案的准备。

（4）按照设计图纸，运用 BIM 技术对电缆、光缆进行色标管理，标明走向路径走向，见图 1-10。

（5）优化敷设施工方案和流程。改变之前顺序敷设的方式，采用多线路同时施工，见图 1-11。

1）施工工期由原来计划 60 天变为 28 天，效率提高 53%，见表 1-2。

2）220kV 官庄变电站经 BIM 技术优化后，电缆节省 6116m，光缆节省 2247m。

本创新成果的应用，不仅缩短了工期，降低了材料和人工成本，而且还为工程创优创造了条件。



图 1-10 电缆沟电缆标号及走向图



图 1-11 多线路同时施工图

表 1-2 施工周期计划施工和实际施工对比表

|            |  |  |    |  |    |
|------------|--|--|----|--|----|
| 施工工期原计划（天） |  |  |    |  | 60 |
| 施工工期实际（天）  |  |  | 28 |  |    |

（一等奖）



## 电力建设技术创新

——建设专业班组建设·创新工作室优秀成果集（施工篇）

创新成果名称：中强度铝合金导线专用耐张线夹的  
研制

编 制 单 位：山东中茂实业集团有限公司

推 荐 单 位：国网山东省电力公司德州供电公司

主要完成人：宋桂珠 高金博 杨晓东 王 琰  
周 全 周 剑

## 一、概述

中强度铝合金 JL/HA2-165/175 型导线是现有钢芯铝绞线的替代升级产品，其内层采用高强度铝合金芯，外层采用硬铝，综合利用了硬铝导电率高、铝合金强度高质量轻的特性。同截面铝合金芯铝绞线与普通钢芯铝绞线相比，具有节能、增容、低弧垂和长寿命等一系列优点，缺点是目前没有配套的耐张线夹使用。

经综合考量，国网山东省电力公司德州供电公司在新建 110kV 学院双回线路工程中，选择使用中强度铝合金 JL/HA2-165/175 型导线（如图 2-1 所示），对原 LGJ-240/25 型导线进行更换施工，以满足 T 接新变电站的需求。



图 2-1 中强度节能导线与钢芯铝绞线

## 二、问题分析

（1）随着德州市城镇化建设的发展，城区西北部急需新建一座大容量的 110kV 变电站，以满足该区域用电负荷的快速增长需求。新建 110kV 学院变电站位于市区核心，地域狭窄，缺乏新架单独输电线路的通道，该线路变电站出线端中间部分、中后段部分及新建变电站站址分别如图 2-2～图 2-5 所示。



图 2-2 原线路路径（110kV 学院双回线路变电站出线端）



图 2-3 原线路路径（110kV 学院双回线路中间部分）



图 2-4 原线路路径（110kV 学院双回线路中、后段部分）



图 2-5 新建 110kV 学院变电站站址

(2) 与新建变电站毗邻的 110kV 1 号、2 号苗北线，虽然路径较近，但该线路路径区域狭小，不存在更换杆塔或新架线路的可能。在这种情况下，只能选择在原有杆塔上进行导线扩容。

(3) 目前 JL1/LHA1-165/175 型铝合金芯铝绞线与杆塔连接时没有相配套的耐张线夹金具，如果套用其他类型导线的耐张线夹（如常规的钢芯铝绞线耐张线夹），由于导线结构型式不同，很难完全匹配，即使勉强匹配，压接后的拉断力也达不到使用要求，从而为铝合金芯铝绞线的安装架线带来困难。

### 三、成果介绍

选用 JL/HA2-165/175 型导线后，德州供电公司根据其结构特点，组织研制中强度铝合金导线专用耐张线夹，解决了目前该类型导线没有配套耐张线夹，无法与杆塔可靠连接的问题。

#### (一) 特点

该耐张线夹的特点是结构简单、成本低廉，方便工程应用。不仅增大了铝管出口段拔梢长度，提高了导线压接强度保留率，还增大了拉断力，压接拉力试验值大于设计破坏力的 95%，能够安全可靠地完成导线与杆塔的连接。

#### (二) 主要内容

##### 1. 结构

耐张线夹结构如图 2-6 所示。该耐张线夹铝管出口段拔梢部分 1 比常规耐张线夹加长，长度为导线外径的 3 倍，钢锚 3 穿入铝管 2 中，铝管 2 端部焊接铝管引流板 4，铝管引流板 4 与设备线夹 5 采用螺栓连接。该耐张线夹铝管采用纯铝，钢锚采用 10 号优质碳素结构钢，设备线夹 5 的结构和材质与常规钢芯铝绞线设备线夹相同。

耐张线夹实物照片如图 2-7 和图 2-8 所示。

##### 2. 压接操作说明

(1) 液压操作人员根据工程的施工技术文件，确定耐张线夹钢锚环与铝管引流板的方向，在耐张线夹钢锚与铝管穿位完成后，分别转动耐张线夹钢锚和铝管至合适的方向，如图 2-9 所示。

(2) 从铝管管口压接至铝管压接印记。压接时每后一模重叠前一模的 5~8mm。压接时每模合模后（参考压力 80MPa），保持 3~4s，再卸荷，如图 2-10 所示。

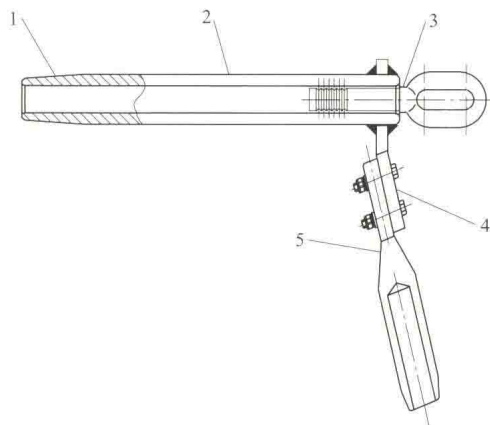


图 2-6 耐张线夹结构示意图

1—拔梢部分；2—铝管；3—钢锚；4—铝管引流板；5—设备线夹

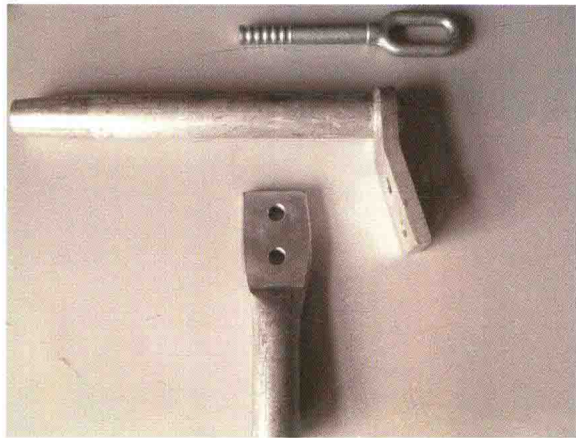


图 2-7 耐张线夹实物照片



图 2-8 耐张线夹实物组装照片

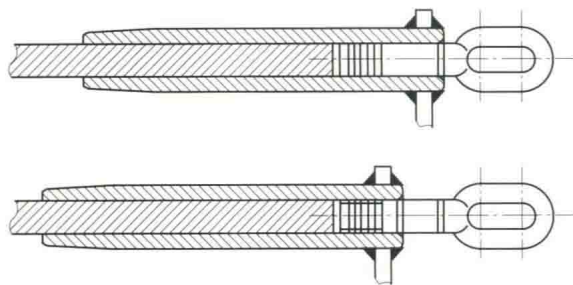


图 2-9 耐张线夹穿管图

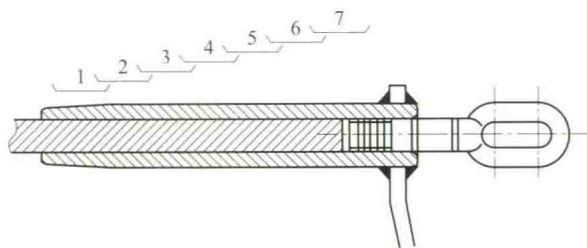


图 2-10 压接示意图

铝合金导线耐张线夹专利证书如图 2-11 所示。

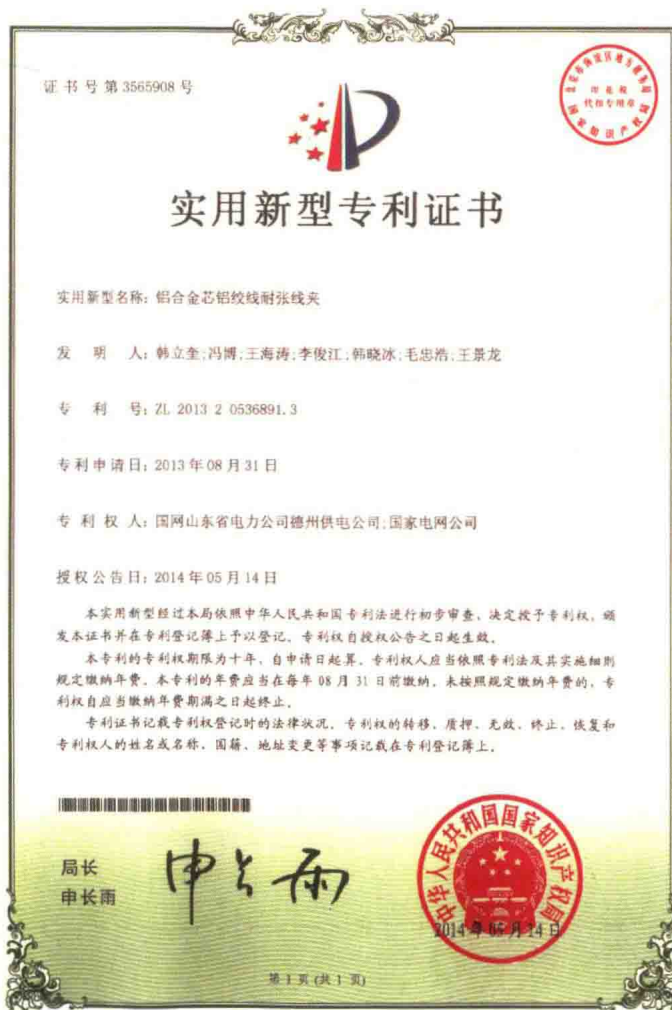


图 2-11 铝合金导线耐张线夹专利证书

## 四、效益分析

### 1. 提升工作效率

相对于传统导线的压接，节能导线减少了导线、钢芯处理工序，省去了 4~6 次磨具的压接，提高了工效。减少了单次压接的作业工程量，完成相同的金具压接，可减少四分之一到三分之一的压接时间。没有了对钢锚的二次处理，降低了线夹本体压接发生弯曲的机率。