

# 铁塔主材更换装置的设计应用

王光祥, 景文川

(四川电力送变电建设公司, 四川 成都 610051)

**摘要:**随着输电线路的发展建设以及输电线路所处地质、地形条件越来越复杂, 难免遇到山体垮塌、地震等自然灾害或人为破坏造成铁塔受损, 需要更换铁塔主材。四川电力送变电建设公司依托 500 kV 九石线抢险工程, 成功设计应用了铁塔主材更换装置。该装置具有额定承载能力大、结构简单、单件重量轻、方便运输和使用、数字化系统受力监控、安全可靠等特点。

**关键词:** 抢险; 铁塔主材; 更换装置; 设计

**Abstract:** As the development of transmission line construction as well as more and more complexity of the geological and geographical conditions near the lines, the steel tower becomes slant or inclined, which is inevitably caused by human destruction or natural disasters such as mountain sliding and earthquake etc., so it needs to be straightened. Sichuan Electrical Power Transmission & Transformation Construction Company has successfully designed a hydraulic straightening system for straightening the steel towers according to the emergency construction project of 500 kV Jiushi transmission line. This system has a large rated load-carrying capacity and simple structure, its single component is light and is convenient for transportation and usage, and it can monitor the stresses of digital system with safety and reliability.

**Key words:** emergency relief; principal materials of steel tower; replacement device; design

**中图分类号:** TM753 **文献标志码:** B **文章编号:** 1003-6954(2011)01-0080-03

公司确定了安全、规范的铁塔主材更换装置设计任务。

## 1 设计任务的产生

作为四川甘孜州电能输出枢纽, 500 kV 九石线承担着电力输送重要负荷。2009 年 10 月 12 日晚, 由于 500 kV 九石线 N1037 塔位大号侧 50 m 处左上侧山体崩塌, 造成 N1037 号铁塔 (B 腿 2 段主材完全消失、铁塔主要依靠 A、C、D 三个腿主材支撑且 A 腿主材严重变形等)、基础 (B 腿) 及导线 (左下相) 严重受损, 铁塔倾斜并随时面临倒塔的危险, 造成了巨大的经济损失, 特别是对地方经济影响很大, 因此抢险工作迫在眉睫。其中, 更换铁塔主材是抢险的关键任务之一。

以往更换铁塔主材的方法一般是采用组立铁塔所用的抱杆对铁塔进行临时支撑, 抱杆上端悬挂链条葫芦, 将待更换铁塔主材的受力通过链条葫芦传递到抱杆上, 然后进行铁塔主材的更换。对于铁塔负荷不大的情况下, 这种方法确实是方便可行的, 然而此次抢险的 N1037 号铁塔负荷非常大, 若仍然采用此方法, 则存在很大的安全风险等问题。为了此次任务安全、快速的完成, 也为今后科学抢险打下坚实的基础,

## 2 总体设计思路及成果摘要

确立了设计任务后, 首先进行了总体设计思路的分析。

1) 此次设计是为了将待更换铁塔主材的受力安全平稳地转移到铁塔主材更换装置上。

2) 铁塔主材更换装置的结构应当简单紧凑, 更换装置必须沿主材方向布置, 由于待更换铁塔主材长度较长, 因此中间段应采用格构式结构, 简称为格构段。

3) 格构段两端安装于待更换铁塔主材的上下相邻段主材上, 其连接点必须设计合理的连接装置。

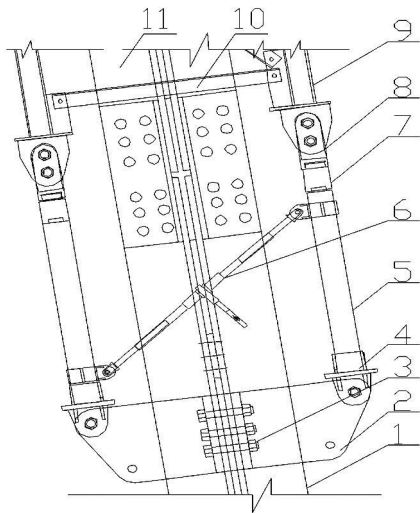
4) 将待更换铁塔主材的受力转移到铁塔主材更换装置上需要加力, 加力设备宜采用液压加力方式, 并实现系统受力的数字化监控。

5) 应设置调节长度的机构, 提高铁塔主材更换装置的长度适应性。

6) 结构的单件及总体重量应尽可能轻, 以方便运输和使用。

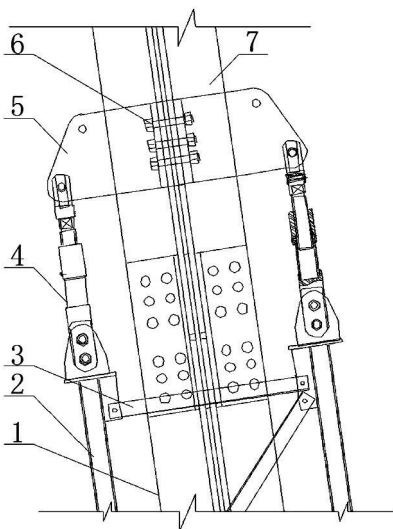
在总体设计思路的指引下, 四川电力送变电建设

公司成功设计应用了铁塔主材更换装置,此装置由角钢卡具、缸座、液压缸、压力传感器、连接耳、格构段、调节杆、角钢卡具顺次连接组成,其结构见图 1、图 2 所示。



1 为待更换铁塔主材下端相邻主材; 2 为角钢卡具; 3 为连接螺栓; 4 为缸座; 5 为液压缸; 6 为调节丝杠; 7 为压力传感器; 8 为连接耳; 9 为格构段主材; 10 为格构段辅材; 11 为待更换铁塔主材

图 1 更换装置下端结构及布置示意图



1 为待更换铁塔主材; 2 为格构段主材; 3 为格构段辅材; 4 为调节杆; 5 为角钢卡具; 6 为连接螺栓; 7 为待更换铁塔主材上端相邻主材

图 2 更换装置上端结构及布置示意图

### 3 格构段的设计

根据设计总体思路,对于格构段的设计,从以下几个方面进行了分析。

#### 3.1 格构段的断面型式及尺寸选择

该格构段的设计原理与抱杆设计同理,在“内悬浮抱杆的优化设计”中已经对等边三角形与正方形断面抱杆相比较,得出结论:当抱杆长度为定值,要获得相等的长细比,采用等边三角形断面的格构段边宽要大得多,所以格构段的断面采用正方形的更为合理。因此,此次设计直接应用此设计结论,将格构段的断面型式确定为正方形。

待更换铁塔主材及上下相邻段主材肢宽均为 200 mm,双主材组合的最大断面尺寸为 416 mm,考虑拆装铁塔主材的操作空间并结合设计经验,直接将格构段断面尺寸(相邻主材中心距)确定为 800 mm。

#### 3.2 格构段材质的选择

同样,在“内悬浮抱杆的优化设计”中得出结论:当抱杆段规格相同时,材质采用 Q345 钢材较 LY12 铝其承载能力将大幅度提高,此次的设计负荷非常大,因此,格构段材质选择 Q345 钢材。

#### 3.3 格构段主辅材截面型式及连接方式选择

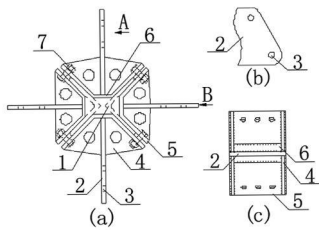
由于对铁塔主材更换装置加力只能分别对格构段主材施加,格构段的受力性能将受到格构段主材截面型式的影响,若主材截面各个方向的惯性矩相等将有利于结构稳定,因此,格构段主材截面型式采用圆管式。

铁塔主材更换装置的格构段安装必然要受到铁塔塔材的影响,但整个过程均不允许破坏铁塔的平衡状态,主材更换装置发挥作用前不允许拆除任何铁塔塔材,因此格构段必须设计成分体式,其主材间的连接采用直角扇形法兰盘的连接方式。对于格构段辅材,为了方便加工、减少连接附件等,其格构段辅材选择角钢型式,与格构段主材的连接采用螺栓连接方式。

### 4 角钢卡具的设计

格构段与铁塔主材间的连接需要设计连接装置(将其命名为角钢卡具)。格构段采用正方形断面型式,即格构段有 4 根主材,因此,角钢卡具需要提供 4 个与格构段主材连接的连接点。又有待更换铁塔主材及其上下段相邻主材均为双主材布置,根据受力特点和操作方便的要求,宜将 4 个连接点设置在角钢平分线及其垂线方向上,最后再根据格构段的断面尺寸等设计得到角钢卡具,角钢卡具由卡具支撑耳、卡具筋板、卡具侧板、卡具底板焊接而成,其结构和布置见图 3 所示,其中图 3(b)为图 3(a)中的 A 向示意图,

图 3(c)为图 3(a)中的 B 向示意图。



1 为铁塔主材角钢; 2 为卡具支撑耳; 3 为连接孔; 4 为卡具筋板; 5 为卡具侧板; 6 为卡具底板; 7 为连接螺栓

图 3 角钢卡具结构及布置示意图

## 5 液压工具的选择及连接方式确定

将待更换铁塔主材的受力转移到铁塔主材更换装置上需要加力, 但无法实现对更换装置中心加力, 只能对格构段的 4 根主材分别加力。为了保证格构段的受力良好, 对 4 根主材施加的力必须同步, 因此, 采用同步千斤顶, 其特点是设计有安全保压装置, 内置卸压阀防止过载, 以利于保护千斤顶和安全操作。

为了减少高空作业和方便操作, 同步千斤顶设置在更换装置的底部, 通过设计的缸座连接在下端的角钢卡具上, 缸座结构及布置见图 1 所示。

## 6 系统受力数字化监控

为了能够监控系统的受力情况, 系统设置了数字

压力传感器, 将其安装在千斤顶活塞顶端, 并通过连接耳与格构段连接, 见图 1 所示。

## 7 调节杆的设计

为了使得铁塔主材更换装置的长度可以调节, 利用丝杠原理设计了调节杆, 安装在格构段上端与角钢卡具之间, 见图 1 所示。

## 8 结 语

铁塔主材更换装置设计加工完成后, 于 2009 年 12 月 12 日在抢险现场成功完成了铁塔主材快速安全的更换工作, 为科学抢险发挥了巨大的作用。

### 参考文献

- [1] 架空送电线路铁塔组立工程手册 [Z]. 北京: 中国电力出版社, 2007.
- [2] 高压架空输电线路施工技术手册——起重运输部分 [Z]. 北京: 水利电力出版社, 1975.
- [3] GB 50017—2003 钢结构设计规范 [S]. 北京: 中国计划出版社, 2003.
- [4] DL/T 875—2004 输电线路施工机具设计、实验基本要求 [S].
- [5] 范钦珊. 工程力学教程 (I) [M]. 北京: 高等教育出版社, 1998.

(收稿日期: 2010—09—20)

# 日本大力扶持太阳能发电

太阳能发电, 指利用光电池, 把太阳的光直接转化成电力, 又称太阳能发电。

为促进太阳能产业的民间投资和消费, 日本政府于 2008 年制定《低碳社会行动计划》, 提出到 2020 年太阳能发电量增加 10 倍, 到 2030 年增加 40 倍的目标。日本经济产业省还从 2009 年 4 月起实施住宅用太阳能发电补贴制度, 同年 11 月起实施太阳能发电电力购买制度。

根据这一制度, 电力公司有义务以固定价格购入家庭或单位利用太阳能发电后产生的剩余电量, 2010 年作为起始年, 收购标准为家庭用电每度 48 日元, 办公或工厂用电每度 24 日元。

受这些优惠政策刺激, 2009 年度日本国内太阳能电池出厂量超过 600 MW, 是 2008 年度的 2.6 倍, 太阳能发电系统的国内市场规模达到 3 900 亿日元, 仅次于德国和意大利。

全球光伏行业权威杂志 Photon 的统计显示, 2009 年全球太阳能电池市场份额排名前三的分别为美国的 First Solar 中国的尚德和日本的夏普, 日本企业京瓷公司也跻身前 10 名。

此外, 核能在日本也被广泛利用, 核能发电量约占全部发电量的 30%, 利用石油煤炭天然气的发电量约占 50% 至 60%, 水力发电约占 8%, 地热等新能源发电目前只占 1% 左右。