

中国电力建设企业协会 主编

中国电力建设 科技成果专辑 (2011年度)

(下册)



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

中国电力建设 科技成果专辑

(2011年度) (下册)

中国电力建设企业协会 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

依据《中国电力建设科学技术成果奖评选办法》，中国电力建设企业协会组织中国电力建设专家委员会对 2011 年度中国电力建设科技成果进行评审，并经中国电力建设企业协会审核批准，共评选了 130 项电力建设科学技术成果，分为一、二、三等奖，其中一等奖 11 项（其中包括《创建电力优质工程策划与控制Ⅱ》，书号：ISBN 978-7-5083-7792-6 已单独出版）、二等奖 47 项、三等奖 72 项。本书介绍了每项获奖科技成果的成果名称，完成单位，主要完成人员，成果的主要用途、技术原理，关键技术和创新点，与国内外已有同类先进技术的对比情况，已应用、推广情况及推广前景，经济及社会效益情况，相关图及照片。

本书可供各级发电、电网公司及相关科研单位、设计院、电建公司等单位及相关专业技术人员使用，以扩大成果应用面，推进新技术应用。

图书在版编目（CIP）数据

中国电力建设科技成果专辑.2011 年度:全 2 册 / 中国电力建设企业协会主编. —北京: 中国电力出版社, 2011.7

ISBN 978-7-5123-1947-9

I. ①中… II. ①中… III. ①电力工程—科技成果—中国—2011 IV. ①TM7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 144011 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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2011 年 8 月第一版 2011 年 8 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 39.75 印张 940 千字

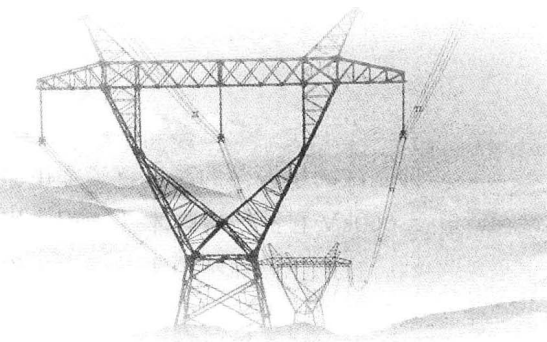
印数 0001—1500 册 定价 120.00 元 (上、下册)

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失

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



目 录

关于表彰 2011 年度中国电力建设科学技术成果奖的通知 (中电建协〔2011〕47 号)

上 册

一 等 奖

大截面导线技术及其在特高压直流工程中的应用研究	3
高海拔外绝缘配置技术规范	17
天津北疆电厂淤泥质海滩取水工程关键技术研究与应用	18
220kV 高压输电线路直接穿越煤矿采空区整体连续可调基础研究与应用	21
600MW 火机组侧煤仓布置	25
GIS 设备综合检测技术研究	33
超/超超临界机组深度调试应用研究	36
《创建电力优质工程策划与控制 II》简介	45
天津北疆发电厂电水盐材地循环经济发展模式	46
复杂地质高陡边坡施工技术与安全控制	49
超高压高精度平面链轮门制造技术研究与应用	50

二 等 奖

拉西瓦水电站 750kV 输变电设备安装技术研究与应用	57
数字化变电站二次系统设计方法研究与应用	60
磁控调压式无功自动补偿装置	64
新疆地区戈壁滩碎石土地基输电线路杆塔掏挖基础试验研究	68
输电线路新型环保型基础研究及其工程应用	74
甘肃 750kV 输电网建设对电网动态稳定性影响的研究	86
电网降损节能关键技术研究	88
日月山 750kV 超高压变电站防晕降噪关键技术研究	90
500kV 紧缩塔设计技术推广应用	99

抑制次同步振荡的高压直流输电系统附加控制器研究及应用	103
±660kV 直流输电技术的工程应用研究	106
云广特高压直流输电工程建设关键技术研究	110
湿陷性黄土地区沉管夯扩灌注大头桩地基处理施工技术应用	124
一种大型组合式托架的设计与应用	126
新型液压顶推装置研制及应用	132
华能九台电厂 660MW 超临界机组塔式锅炉施工方案优化	133
数字化测控及修整汽轮机汽封径向间隙	140
污水净化综合试验装置的研制	143
燃煤电厂“脱硫废水零排放处理”技术	146
直接空冷机组防冻技术研究	158
PSS 参数优化及其对电网小干扰稳定影响的研究	160
双进双出磨煤机 600MW 超临界机组主蒸汽温度控制策略的优化研究及应用	162
变压器局部放电定位技术研究	165
大型燃机电厂主接线的创新与应用	167
电厂辅机控制系统的构建及应用	169
变、配电站噪声综合治理及隔振应用	172
宁夏大唐国际青铜峡光伏并网电站一期 10MWp 工程	184
百万千瓦超超临界机组自启停控制技术研究及应用	194
抽水蓄能机组动态特性分析及试验研究	202
超大壁厚高合金马氏体耐热钢内外壁加热热处理工艺	207
变电站消防技术规程	218
电网工程质量管理体系	223
生产系统数据资源共享研究	228
水电站工程物资管理流程的创新与实践	234
火电厂脱硫电价考核实时监测及分析系统开发	242
成本费用在线控制的研究与应用	246
深厚覆盖层大直径竖井施工技术研究	249
特高拱坝坝肩复杂地质抗力体加固处理施工技术	259
溪洛渡水电站大坝骨料加工系统废水处理工艺研究	265
小湾水电站特高拱坝施工技术	269
基于强度折减的 FLAC 3D 数值模拟仿真技术在边坡稳定性分析中的应用	276
高地应力区大跨度地下厂房安全施工技术	280
溪洛渡水电站导流洞超大型复杂围堰群爆破拆除技术	284
小口径长距离水平孔超前预报技术	286
电气主接线可靠性定量分析研究及完全 4/3 断路器接线在龙滩水电站的应用	290

可逆式抽水蓄能机组安装及首机首次水泵工况启动技术研究与实践·····	294
DL/T 5230—2009《水轮发电机转子现场装配工艺导则》编制·····	302

下 册

三 等 奖

1000kV 双回路钢管塔组塔抱杆研制及组塔工艺研究·····	307
人工除冰导则·····	316
高海拔地区 750kV 输变电工程关键施工技术研究·····	317
电缆管沟综合监测系统开发·····	320
±800kV 高端换流变压器关键施工工艺研究·····	323
电缆运行监测技术研究·····	329
特高压线路工程检修工器具及检修工艺的开发和研究·····	332
±800kV 特高压直流输电线路及换流站工程施工技术研究与应用·····	340
国产 110kV 1000mm ² 光电复合无磁不锈钢丝铠装交联聚乙烯海底电缆 关键技术的研究和应用·····	343
500kV 双回路换位塔跳线安装施工·····	352
电力设备电磁兼容(EMC)技术应用研究·····	356
架空输电线路放线滑车·····	361
输电线路张力架线用牵张机通用技术条件·····	362
农村智能配电网建设与管理模式·····	363
河北南网直流系统绝缘监测仪性能研究及技术标准的制定·····	376
复合材料杆塔在架空线路中的应用研究·····	380
330~750kV 电气设备不拆引线绝缘预防性试验方法研究·····	385
运行变电站改扩建工程中监控系统隔离调试的研究·····	388
铁塔主材更换装置及铁塔液压扶正系统的设计应用·····	393
新型液压提升装置在电力建设中的应用·····	397
高海拔绝缘子性能研究·····	398
750kV 架空输电线路通用技术标准·····	400
送线路强风化岩层锚杆扩底基础试验研究及应用·····	401
顶管电缆隧道关键技术研究·····	406
日月山变电站电气设备的绝缘配合研究·····	410
循环水泵房钢壳沉井施工工艺·····	411
750kV GIS 设备基础大体积混凝土施工理论分析、现场测试与控制·····	415
软土地基中杆塔微型桩基础施工工艺及检测技术研究·····	417

特高压变电站工程重要设备大体积混凝土基础裂缝控制技术研究	424
660MW 超超临界汽轮发电机基础动力优化研究	429
后注浆灌注桩 (PPG) 在送电线路上的应用研究	432
免烧砖砌体施工工艺标准	438
混凝土电缆沟定型钢模板施工技术研究	441
电厂脱硫吸收塔改造中段顶升安装工艺	446
钢丝绳防脱限位装置	451
附着式起重机风险预防与事故预防研究	454
单行车吊装超重发电机定子技术的研究与应用	457
新型感应电加热设备的开发	459
海水淡化安装技术在核电站的推广应用	463
桥式起重机双机抬吊发电机定子自制吊装扁担梁有限元分析	472
超高压电力铁塔防腐涂层配套性能试验研究	480
高氯根城市二级污水深度处理技术在火电厂循环水补水中的应用研究	483
大型燃气轮机进排气流道装备技术研究与开发	488
定向钻二接一工艺研究	490
三机一变扩大单元接线及发电机电压配电装置的设计和应用	492
超临界机组自动发电控制 (AGC) 与优化调度研究	496
大型火电厂全厂热力控制系统一体化研究与实践	499
超大容量变频串联谐振装置在变压器局放试验中的开发和应用	504
小浪底水利枢纽 2 号水轮发电机组励磁系统优化研究与实践	507
大功率电动机交流耐压感抗补偿法	515
大型联合循环电厂降低机组综合厂用电率技术应用	520
火电厂现场数据总线施工技术	531
岭澳二期应急柴油发电机组自主调试的组织与实施	534
核电站数字化仪控调试组织管理的创新与实践	539
660MW 超超临界无电动给水泵扩建发电机组利用邻机给水 系统进行机组启动调试的研究	545
超 (超) 临界机组高温材料应用关键技术研究	548
基建 MIS 在 EPC 工程管理中的开发与应用	553
工程项目管理信息系统的开发与应用	564
PAP 电力建设工程管理系统之文档管理的应用	568
无人值守变电站移动巡视管理系统的开发与应用	570
资产管理信息系统的开发与利用	573
MIS 网络资源管理系统的开发与应用	576
Nam Ngun 5 水电站带缝碾压混凝土重力拱坝静动力分析及坝体安全评价	578

复合土工膜心墙堆石坝设计与应用584

三角高程测量技术研究应用589

大坝安全实时监控和预警系统的开发与应用594

三维地质建模技术在水力发电工程中的应用597

Q4 土快速固结施工技术研究与应用600

一种铜止水连续成型装置604

三峡地下电站引水洞弯管段衬砌混凝土钢模台车方案研究与实施607

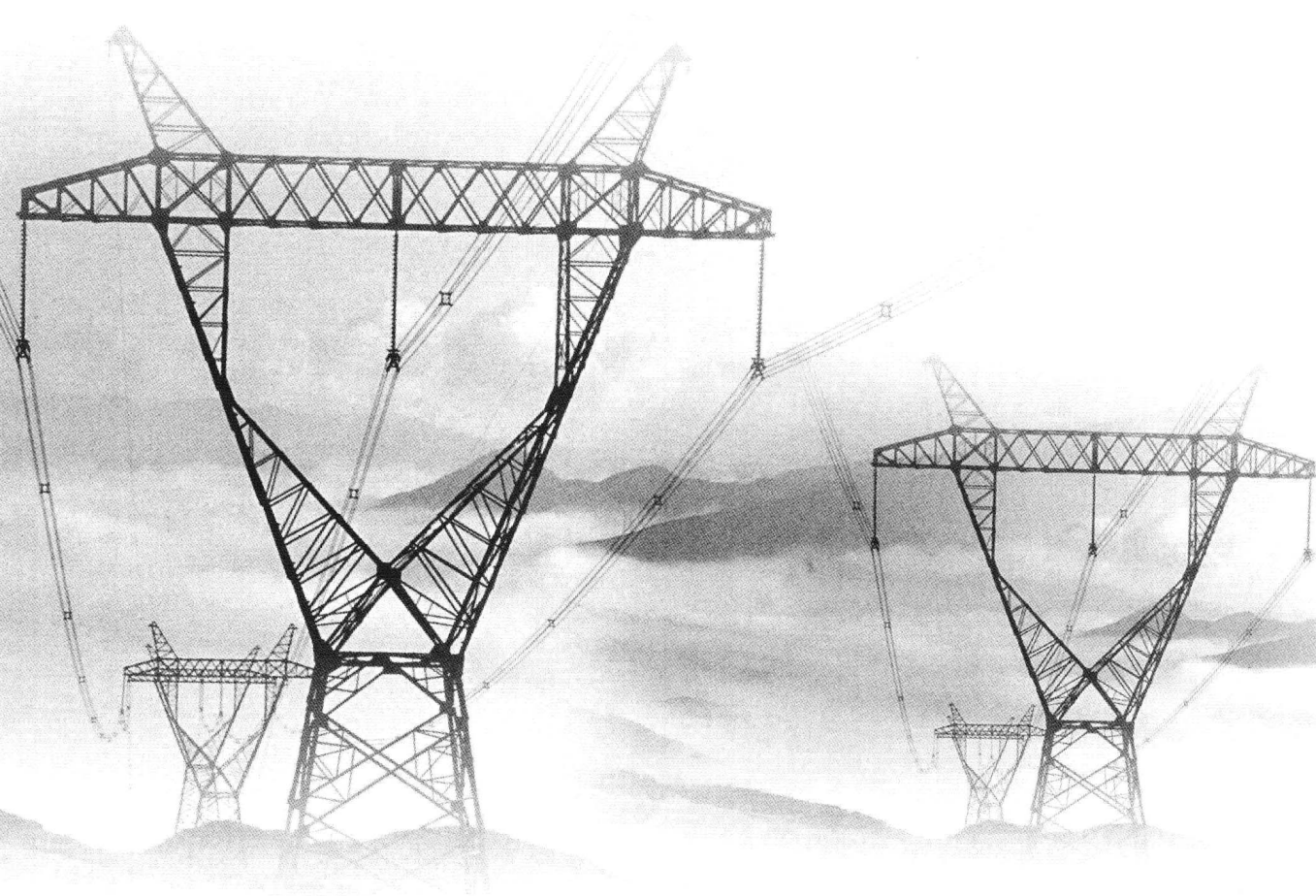
饱和砂砾石地层帷幕灌浆研究与应用611

大跨度采空区上部地下厂房二次开挖施工技术研究613

中国电力建设科技成果专辑

(2011年度)

三等奖



1000kV 双回路钢管塔组塔抱杆 研制及组塔工艺研究

湖北省输变电工程公司

余秋安 金 辉 张松华 夏远洲 方 伟 孙 云

1 成果的主要用途、技术原理

1.1 主要用途

用于输电线路组塔施工。

1.2 技术原理

LB-3 在继承 LB-1 的三大独特创新（可折叠双平臂、液压下顶升、装配式软附墙）的基础上，进行小型化转变。但 LB-3 并不是对 LB-1 结构及载荷上的简单缩小，而是以“小型轻巧”为中心，还进行了一些针对性的改进。

下面将介绍一下两幅抱杆的主要区别，只介绍差别点，不介绍共同点。

（1）载荷能力见表 1。

表 1 LB-1 抱杆载荷能力

项 目 名 称	单 位	设计值	备 注
最大起重力矩	t · m	150	
两侧最大起重力矩差	t · m	75	
最大起重量	t	10	含吊钩及钢丝绳重量
最大独立工作高度	m	36.6	

LB-3 抱杆载荷能力：LB-3 抱杆工作时，可以分为 3 种工况，随着载荷的降低，允许抱杆使用更高的独立工作高度。

（2）主结构见表 2。

表 2 主 结 构

参数	单位	LB-1	LB-3
标准节高度	m	4.07	3
标准节截面（外廓）	m	1.8×1.8	1.2
标准节单重	T	1.4	0.58
吊钩作业半径	m	2.4~22	2~21

LB-1 所有标准节有休息平台、腰环，采用 H 形钢为主肢，标准节之间采用高强螺栓连接。

LB-3 只有四分之一标准节才安装了休息平台，没有腰环，采用方钢管为主肢，标准节之间采用高强销栓连接。见现场图 1。

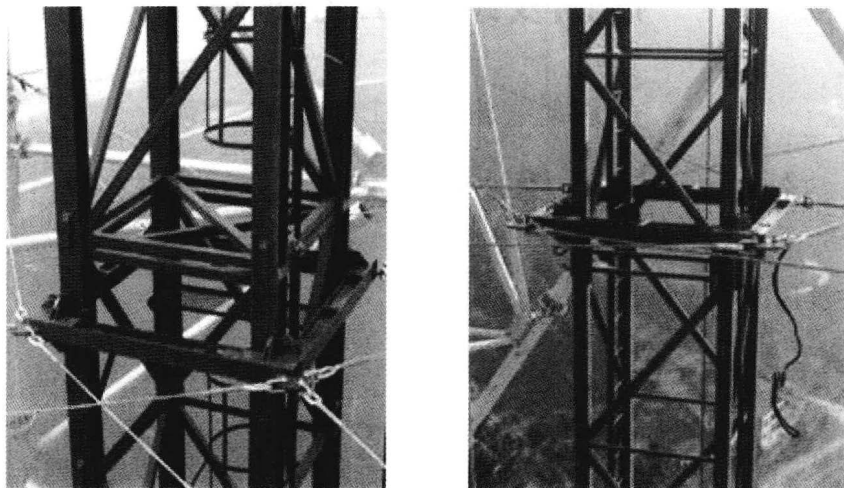


图1 现场图 1

(3) 机构。

1) 吊臂变幅系统。LB-1 每侧吊臂分为 3 段，采用一道拉索，拉索用绳夹固定。而 LB-3 每侧吊臂分为 4 段，既可以使用 4 段工作，也可以使用 3 段工作；采用二道拉索，拉索用压接钢锚压接固定。

收臂时，LB-1 主吊绳绳头直接连接到吊臂中部吊耳上，而 LB-3 因为主吊卷扬机额定载荷较小，需要将主吊绳在吊臂头部与 A 塔顶部滑轮之间穿绕，现成滑轮组。见现场图 2。

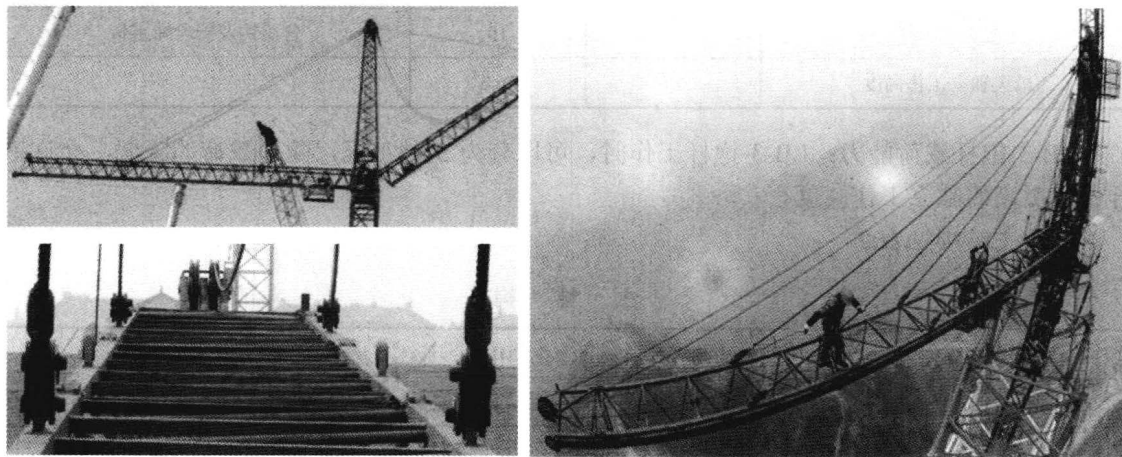


图2 现场图 2

2) 主吊系统。LB-1 采用两台定做的专业卷扬机，变频驱动，主吊绳为 2 倍率。主吊绳



从杆身一侧下行，在地面转向后引至主卷扬机。

LB-3 采用通用电动卷扬机，主吊绳为 4 倍率。主吊绳从杆身两侧对称下行，在地面转向后引至主卷扬机，对杆身附加弯矩小。见现场图 3。

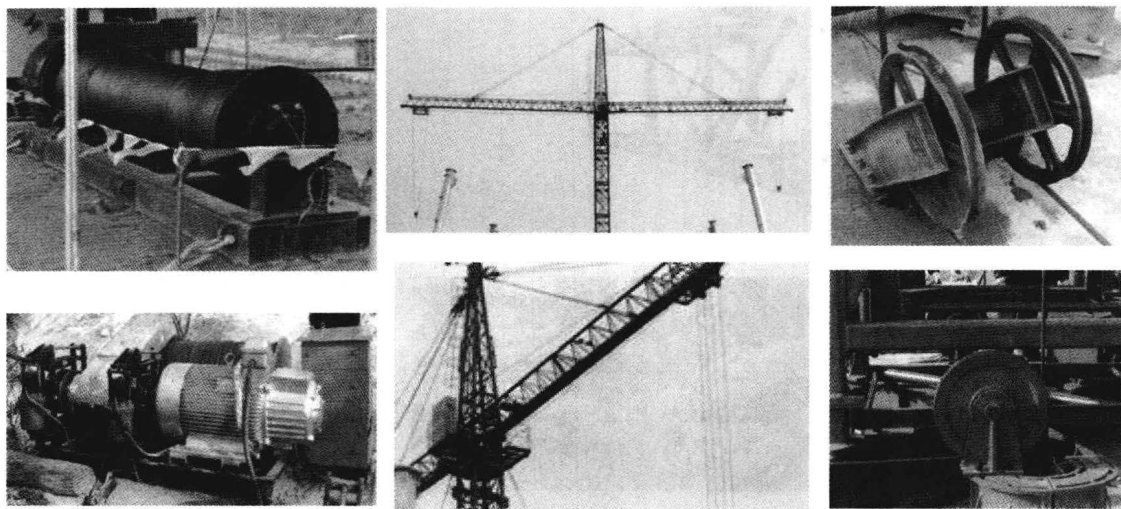


图 3 现场图 3

3) 顶升加节系统。LB-1 依靠两对油缸上的平衡阀同步油缸。顶升梁通过每侧 2 个独立的矩形销块上顶标准节，通过固定螺栓防止退脱。LB-3 两对油缸上既有平衡阀，还新装了行程传感器，传感器数据集中显示，司机根据数据微调双缸，确保油缸同步。顶升梁通过每侧 1 个整体式扳机上顶标准节，扳手杆在受力状态下有自锁功能，在非受力状态下，也有保险锁，防止误操作。见现场图 4。

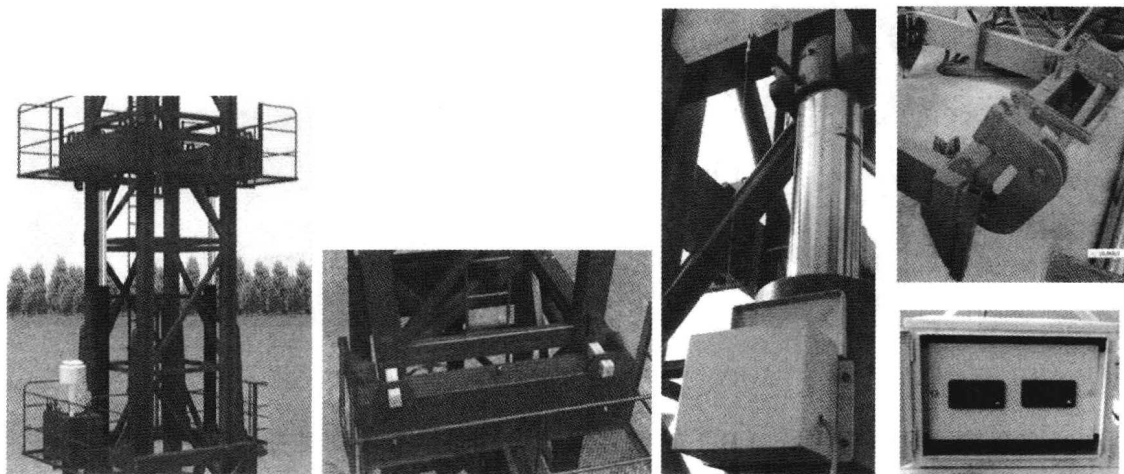


图 4 现场图 4

LB-1 顶升套架为整体式。采用 4 个独立轮导入标准节，导轮轮体强度偏低，导轨受压易



变形。LB-3 顶升套架为片式，运输轻便。采用 1 个整体式导入小车导入标准节，小车下 4 个导轮轮体强度交高，导轨局部在结构上进行了加强。见现场图 5。

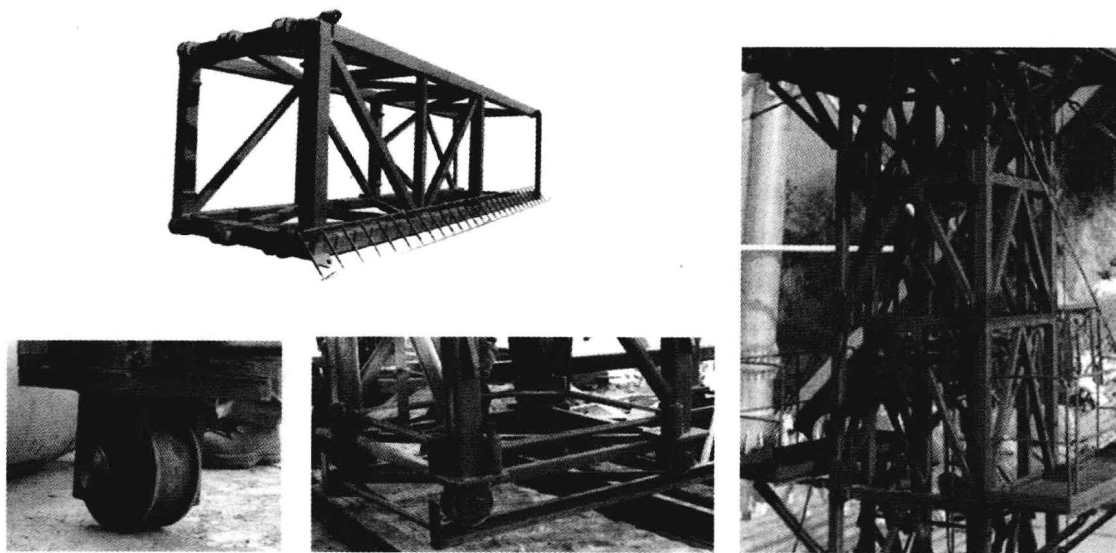


图 5 现场图 5

(4) 电气及安全控制。

1) 电气集中操作系统。LB-1 在地面集中操作台，集中变频控制回转、主吊、变幅，采用手柄操作。集中操作台上有报警、显示等信号灯，有触摸屏。

LB-3 在地面司机室集中控制回转、主吊、变幅，采用按钮操作，其中主吊不是变频控制。司机室封闭，有门窗玻璃。见现场图 6。

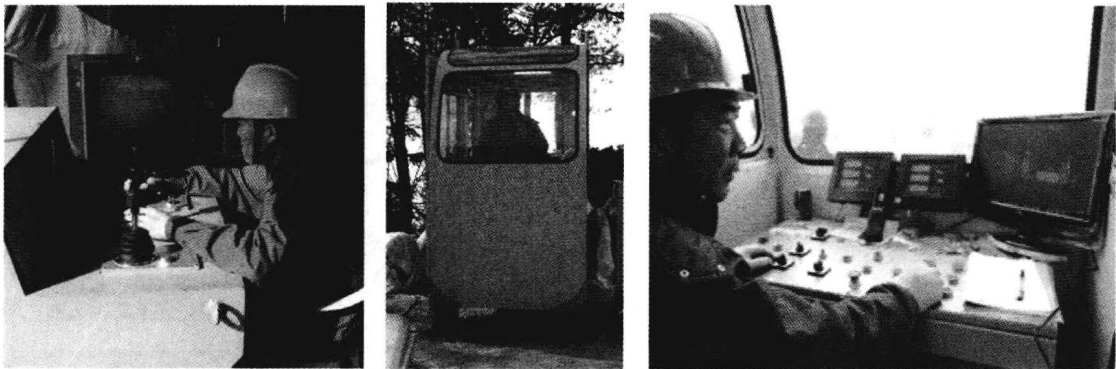


图 6 现场图 6

2) 安全控制及防护系统。LB-1 的销轴式重力传感器安装在地面转向轮中(荷重轮)，小车幅度由变幅卷扬上的接近开关测定，吊臂重力矩由前述两值相乘后，将重力矩结果及力矩差结果一起显示在司机室屏幕。没有单独的力矩差控制器。有变幅及回转限位开关。载荷或行程接近设计值及超值时蜂鸣器蜂鸣，没有百分比数字显示。见现场



图 7。

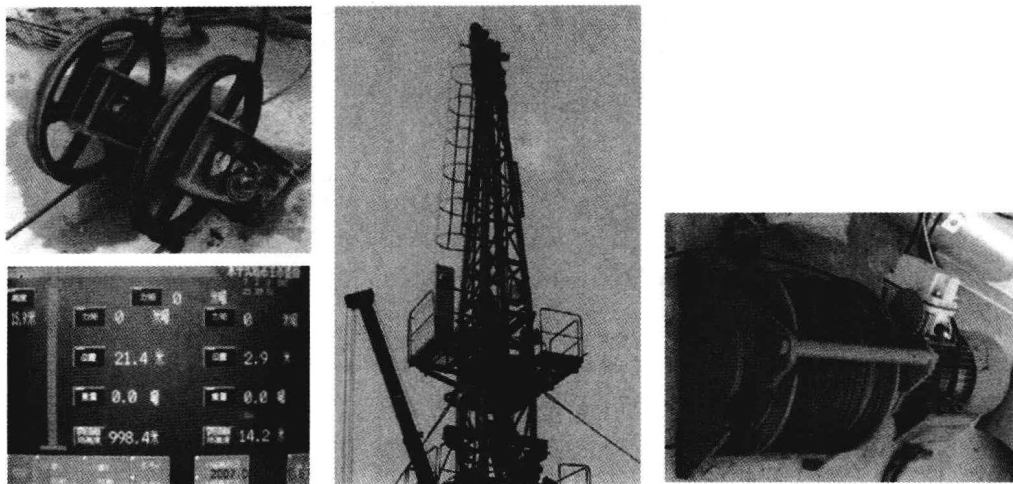


图 7 现场图 7

LB-3 的销轴式重力传感器安装在 A 塔转向轮中, 小车幅度由变幅卷扬上的转速器测定, 吊臂重力矩由前述两值相乘后将重力矩结果显示在司机室屏幕。在 A 塔上布置有两个单独的力矩差控制器, 由他们控制抱杆力矩差, 而不是由计算的重力矩差值进行控制。变幅及回转限位, 没有限位开关, 提过相应驱动装置上的转速器测定位置并控制。载荷或行程接近设计值及超值时蜂鸣器蜂鸣, 有百分比数字显示。见现场图 8。

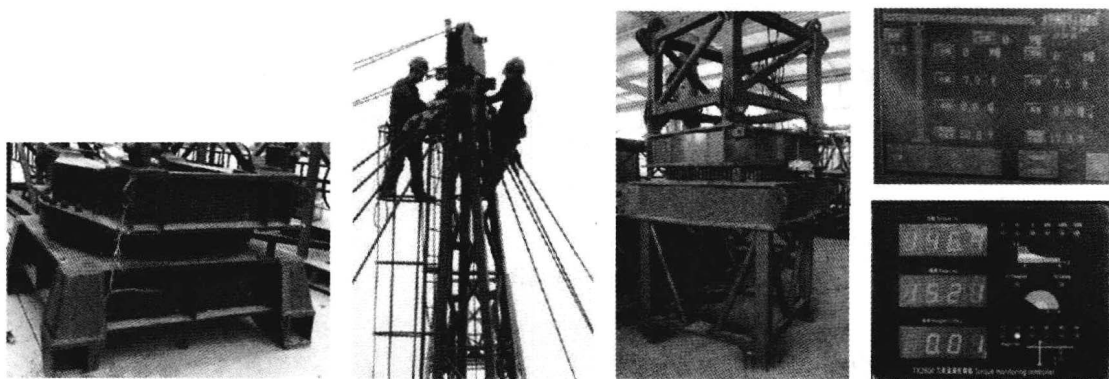


图 8 现场图 8

在标准节之间, 在每段吊臂之间通过电缆线增加了雷电流专门通道, 避免雷电从杆身结构上入地。减小了电阻, 保护了抱杆上的电气设备。见现场图 9。

(5) 基础与底座。

LB-1 采用混凝土浇筑基础, 在基础上安装钢结构整体式底座。底座单体自重较大。



图9 现场图9

LB-3 不需要混凝土浇筑基础, 只需将地面平整加固后, 在地面上安装钢结构装配式底座。底座单件自重较小。见现场图 10。

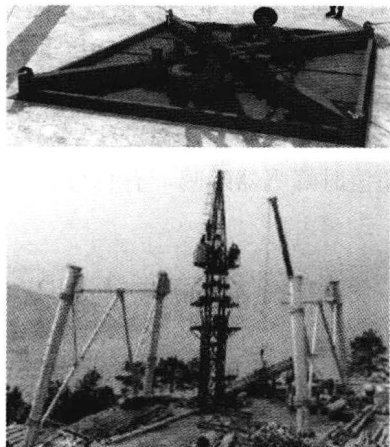


图10 现场图10

2 关键技术和创新点

2.1 关键技术

- (1) 在确保抱杆杆身强度的前提下, 减轻抱杆自重, 方便运输。
- (2) 无须浇筑基础, 抱杆也能正常作业。
- (3) 简化组装、组塔、顶升及拆除等操作。
- (4) 吊装方案的选择。
- (5) 工器具搭配型式。



2.2 创新点

在继承 LB-1 创新及主要优点的同时, LB-3 相对 LB-1 主要进行了轻便化, 简便化, 经济化改进, 以适应塔型较小时, 安全、快速、高效施工的特点。

(1) 轻便化。满足抱杆结构强度的前提下, 改进结构, 进一步减轻抱杆自重, 以方便工地运输及安装。如 LB-3 每侧吊臂细分为 4 段, 每段尺寸及自重较小。既可以使用全部 4 段工作, 也可以只使用 3 段工作。

主吊绳从杆身两侧对称下行, 在地面转向后引至主卷扬机, 相比 LB-1, LB-3 主吊绳对杆身附加弯矩大大减小, 从而进一步减小了杆身标准节截面尺寸, 减轻了杆身重量。因为标准节总重专抱杆全重比例很大, 因此也明显地降低了结构加工费用。

顶升套架是外形尺寸最大的部件, 设计为片式, 可以运到工地后方便地组装为框架结构。

只有约 1/5 的标准节加工了休息平台, 而且所有平台都是可拆卸的。

专用底座, 由 16 块底块组装而成。

(2) 简便化。主卷扬机既可以采用电动卷扬机, 也可以采用行业广泛使用的运输比较方便的机动绞磨。集中操作台与卷扬机之间通过快接头连接, 方便调换不同设备。

重要电气设备之间都通过快接头连接。

导轨上运送标准节的 4 个独轮, 改成一个整体式小车。

(3) 经济化。LB-3 无须浇筑混凝土基础, 只需将地面平整加固后, 配合专用的可重复使用的装配式底座就可以正常作业, 节省了混凝土基础的施工费用。

3 与国内外已有同类先进技术的对比情况

目前国内外大吨位输电线路钢管铁塔较多运用于跨江、跨海等重要跨越等位置, 数量一般不多。针对该类铁塔, 各施工单位都已经有了比较成熟的施工工艺及配套的工器具。但该类铁塔由于数量较少, 位置一般相对集中, 因此施工方案和工器具的选择都有较大的针对性, 并不适合大范围的施工。

国内已经建设了一条 1000kV 单回路交流输电线路和两条 ± 800 kV 直流输电线路。其铁塔组立施工经验对本课题具有借鉴作用, 但由于铁塔重量及外形尺寸差距较大, 需要对施工方案和工器具选择进行进一步的研究。

通过查新, 多项技术国内未见报道, 属国内首创。

4 已应用、推广情况及推广前景

2010 年 1 月, 抱杆在三峡地下电站—荆门换流站 500kV 线路黑岩子长江大跨越工程直跨塔组立施工中开始第一次试用。该直跨塔为羊角型钢管结构塔, 呼高 78m, 全高 120.9m, 根开 20.8m, 总重 339.6t, 最大单件吊重 4.6t。

共设置了 7 道附墙, 附墙间最大间距 19.5m。共使用了 40 节标准节, 抱杆平均顶升速度 30min/节, 平均降节速度 25min/节。从 2010 年 1 月 3 日试验结束后开始起吊(之前用吊车吊装了第一段主材, 并用抱杆试吊了第一段辅材及第二段塔身, 并已于抱杆安装第一道附墙)到 1 月 17 日地线支架吊装结束。从 1 月 18 日起开始收臂、降节拆除抱杆到 1 月 21 日抱杆基