

A 式多绳提升钢结构井架安装及应用分析

乔红兵, 陈大峰

(中国矿业大学 北京校区, 北京 100083)

摘 要: 矿山立井提升随着现代化矿井井型加大和深部煤层的开采, 单绳缠绕式绞车在容绳量、提升速度、提升能力、安全性能等方面都难以满足要求。论文对 A 式多绳提升钢结构井架的结构、安装工艺及其受力情况进行分析, 并结合实例进行了进一步阐述。

关键词: 矿山立井; 钢结构井架; A 式多绳提升钢结构井架

中图分类号: TD54⁺1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1671-0959 (2003) 09-0048-03

矿山立井提升随着现代化矿井井型加大和深部煤层的开采, 单绳缠绕式绞车在容绳量、提升速度、提升能力、安全性能等方面都难以满足要求, 因而在大中型矿井设计中逐步选用了塔式多绳摩擦轮绞车, 配以钢筋混凝土井塔来实现立井的提升, 但由于井塔施工周期长、造价高, 以及考虑防震和地基沉降等因素, 20 世纪 80 年代以来, 开发研制了 A 式、槽式等钢结构井架配合落地多绳摩擦轮绞车实现立井的提升。其中 A 式多绳井架不同于传统的钢井架及槽式多绳井架, 其主要特点是: ①承担的荷载大、井架质量大、高度高; ②既可用于单系统提升, 又可用于多系统提升; ③不仅适用于永久井架, 而且可用于永久兼凿井两用井架; ④安装难度大、技术要求高。因此, 对 A 式多绳钢结构井架的安装及应用进行深入分析有较重要的意义。

1 A 式多绳钢井架的结构、制作及现场组装

1.1 井架结构

A 式多绳钢井架由双斜撑斜架 (双斜撑四柱或三柱) 和立架组成。其斜架大部分采用由钢板组焊的双 (单) 变断面箱型结构或组合大 H 型、大 I 型结构; 立架主要为空间桁架或框架结构, 同一系统 2 只天轮布置在斜架上下两层平台上; 立架可支撑在井颈上或吊挂于斜架横梁上, 与斜架采用铰接或刚接。斜架及平台占井架总质量的 70% 左右, 井架质量及高度较大。其主要结构形式与单绳井架及槽式多绳井架比较如图 1。

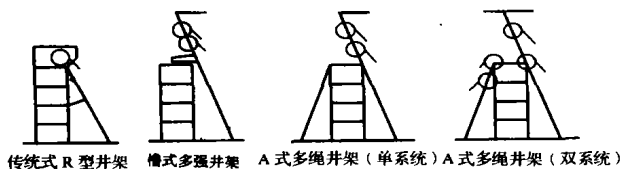


图 1 A 式多绳提升钢结构井架与
传统井架及槽式多绳井架比较

1.2 井架制作

井架设计成若干单元在工厂内制作。工序包括: 放样、下料切割、坡口加工、矫正、拼接、单元拼装、焊接、调整、检验及厂内预组装等, 应按设计要求及钢结构有关规范编制制作工艺规程, 以确保加工质量, 厂内预组装后分单元运至现场。

1.3 现场组装

根据施工方案, 测量给出井筒十字中线和提升中线及基础标高, 按井架施工平面布置图的要求分别组装主、副斜架和立架。井架组装质量应保证总体尺寸、中心线、对角线、扭曲、螺栓紧固、架体水平度等符合要求; 斜架还应保证各部位接头对接错口、焊接间隙、坡口、焊接余量等符合规范要求。

2 A 式多绳提升钢井架的安装

井架安装方案的制定非常重要, 它关系到起吊安全性、技术性和经济性。应根据井架的结构、重量以及现场永久或临时建 (构) 筑物的影响等, 综合考虑确定安装方案。

大型 A 式钢结构井架的吊装, 多采用“桅杆法”。其斜架根据吊装工艺原理, 可采用桅杆法整体“半翻转”或“大翻转”; 主斜架“半翻转”或“大翻转”、副斜架“滑移提升”的方法竖立。立架采用已安装的斜架, “滑移提升”或“半翻转”法起吊。斜架实施“大翻转”工艺, 则较多地使用在两用井架上。斜架整体“半翻转”或主斜架“半翻转”, 可采用与倒杆、移杆竖立相结合的工艺。井架在永久绞车房等建筑物形成后, 主斜架与副斜架一般分架竖立, 且主斜架采用“半翻转”法, 副斜架选用“滑移提升”法。

3 工程实例

以山东济北矿区唐口煤矿主井井架安装为例进行分析。

收稿日期: 2003-07-30

作者简介: 乔红兵 (1966-), 男, 1992 年毕业于中国矿业大学机械制造专业, 在中国矿业大学北京校区机电与信息工程学院工作, 研究方向为机械设计及理论, 发表论文 4 篇, 参加科研多项。

3.1 主要技术特征

矿井设计产量 3.0Mt/a, 主井井筒净直径 7.5m, 井深 1050m, 两台 $\Phi 4 \times 4$ m 落地式多绳摩擦轮绞车双系统提升。井架为生产、凿井两用井架, 结构形式为 A 式四柱箱型变断面斜架和空间框架结构立架。凿井期间先安装主、副斜架。井架高度为 62m, 质量约 1005t, 其中主、副斜架质量为 752t。斜架上布置有检修、上下天轮及凿井等平台, 主、副斜架跨距为 32.87m, 主斜撑与副斜撑两腿之间的中心距均为 29m。立架底部支撑在井颈上, 上端与斜架刚接。主、副斜架与基础采用 T 型螺栓铰接, 四个斜腿基础为独立基础。

3.2 方案选择及准备工作

根据井架结构、质量, 结合现场永久及临时建筑物影响, 选择施工方案为主、副斜架场外 (与井口其它工序平行作业) 分架平面对头组装, 滑移至井口后, 双桅杆“半翻转”法结合倒杆工艺安装主斜架, 利用已安装的主斜架“滑移提升”法吊装副斜架。

1) 测量、组装: 根据施工方案, 测量给出井筒十字中线和提升中线及基础标高, 按井架施工平面布置图的要求用汽车吊分别组装主、副斜架。组装时底部铺设钢轨、设置临时钢支架。

2) 焊接质量检查: 由于井架各单元接头焊缝均为一、二级焊缝, 除焊接成形等外观检查外, 必须进行超声波检验和 X 射线检查, 以保证焊接质量。

3) 桅杆竖立: 在井架组装的同时, 组装桅杆、施工地锚、布置绞车、安装铰链、焊接吊耳、挂设滑车及卸扣等, 当主斜架滑移至井口时, 抽去支架及平车, 落下井架, 穿好铰链并穿提升绳、主缆风绳、侧风绳等, 将两根桅杆竖起并固定, 完成竖立准备工作。

3.3 主、副斜架安装

根据斜架质量和结构特征, 按单元将其分割为主斜架和副斜架, 起吊后实施空中合拢 (共有 6 个箱形接头), 见图 2 (f)。主斜架起吊质量近 400t, 起吊步骤为: 考虑组装和滑移影响, 头部检修平台及天轮平台部分构件先不安装, 主体抬头后 (约 8°) 再安装, 然后将其起吊至 48° ; 由于提升侧动滑轮与定滑轮相接近, 无法继续起吊, 启动主缆风系统绞车, 收紧主缆风钢绳和桅杆绊腿绳, 使桅杆向后倾倒, 带动井架回转至终了位置 (75.5°) 并固定好。副斜架待主斜架竖起后滑移至井口, 利用主斜架将其竖起。主、副斜架空中合拢焊接后, 实施井架整体找正, 然后放倒桅杆。整个安装过程如图 2。

3.4 主要受力分析及机索具选择

主斜架应分别计算主体抬头时、在 8° 位置正式起吊时、 48° 位置倒杆时、竖立到位时 (75.5°)、副斜架起吊被提起时等状态的提升、主缆风、铰链、桅杆等受力大小, 并依受力最大值来选择钢丝绳、稳车、地锚、吊耳、铰链、滑车、卸扣等, 以及验算桅杆和井架的强度、刚度和稳定性。

以起吊开始, 井架抬头时为例, 见图 2 (a)。

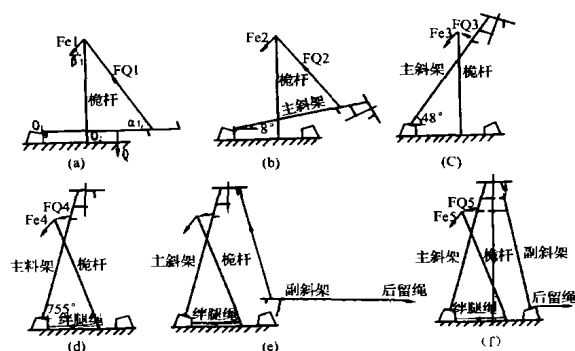


图 2 主、副斜架安装过程示意图

1) 提升力、主缆风受力计算

由力矩平衡定理 $\sum M_{01} = 0$, $\sum M_{02} = 0$ 有

$$F_{Q1} \times C - KK'(Q_{\text{总}1} + q)L_0 = 0 \quad (1)$$

$$F_{e1}h\cos\beta_1 + F_{e1} \times e\sin\beta_1 - F_{Q1}h\cos\alpha_1 -$$

$$F_{Q1} \times e\sin\alpha_1 = 0 \quad (2)$$

由 (1)、(2) 得

$$F_{Q1} = KK' \frac{(Q_{\text{总}1} + q)L_0}{C}$$

$$F_{e1} = \frac{F_{Q1}h\cos\alpha_1 + F_{Q1}e\sin\alpha_1}{h\cos\beta_1 + e\sin\beta_1}$$

式中 F_{Q1} —提升力, kN;

F_{e1} —主缆风绳受力, kN;

h —桅杆高度, m;

K —动负荷系数, 取 1.1;

K' —双桅杆间不均匀系数, 取 1.1;

e —桅杆头部偏心距, m;

C —提升力至铰链中心垂直距离, m, $C = L\sin\alpha_1$;

$Q_{\text{总}1}$ —主斜架抬头时起吊重量, kN;

q —索具重, kN;

L_0 —井架重心至铰链距离, m;

α_1 —起吊角, ($^\circ$);

β_1 —主缆风绳与地面夹角, ($^\circ$);

L —主斜架集中吊点距回转铰链距离, m。

$$L = \frac{\sum L_i}{n}$$

式中 L_i —井架各吊点至回转铰链距离, m;

n —对称吊点数。

$$L_0 = \frac{\sum Q_i L_i}{Q_{\text{总}}}$$

式中 $\sum Q_i L_i$ —井架各部构件至铰链的重量矩之和, kN·m。

$$\alpha_1 = \tan^{-1} \frac{h-a}{L-b}$$

式中 b —桅杆中心至铰链中心距离, m;

a —集中吊点水平面至桅杆底部垂直距离, m。

$$\beta_1 = \tan^{-1} \frac{h}{d}$$

完善矿用小容量电气设备保护功能在煤矿生产中的重要性

张卫国

(安徽理工大学, 安徽 淮南 232001)

摘要:介绍了我国煤矿井下小容量矿用电气设备的控制与保护的现状及存在的问题, 给出了KSDK系列手提开关(真空起动机)保护原理以及主要技术参数等, 同时将其与现有的磁力起动机进行了性能对比。

关键词:小容量; 电气设备; 手提式; 保护; 起动机

中图分类号:TD611.1+3 **文献标识码:**B **文章编号:**1671-0959(2003)09-0050-03

1 现状及存在的问题

在煤矿井下660V生产系统中, 容量在40kW及以上的各种类型的防爆电气设备, 国家“煤矿安全规程”已明文规定, 需选用真空起动机进行控制与保护。而在煤矿井下,

使用数量最大的是容量在40kW以下的各种类型的防爆电气设备。如: 水泵、调度绞车、回柱绞车、局部通风机、运输转载设备等(简称小容量电气设备)。在此以前, 这些小容量电气设备大部分采用我国五十年代仿苏的QC83系列磁力起动机、也有少部分采用QC810系列手动开关(简

式中 d —主缆风地锚至桅杆中心距离, m。

起吊角及主缆风与地面夹角在不同状态位置大小不同, 应分别计算。根据各已知数据, 求得各值。

2) 铰链受力计算

$$F_D = Q_{\Sigma} \sin \gamma \pm F_Q \cos \alpha$$

式中 F_D —铰链受力, 水平分力 $F_{DX} = F_D \cos \gamma$, 垂直分力

$$F_{Dy} = F_D \sin \gamma, \text{ kN};$$

γ —斜腿与地面倾角, ($^\circ$)。

经计算可知 $F_{Q2} > F_{Q1}$ 、 F_{Q3} 、 F_{Q4} 、 F_{Q5} ; $F_{e5} > F_{e1}$ 、 F_{e2} 、 F_{e3} 、 F_{e4} ; $F_{D5} > F_{D1}$ 、 F_{D2} 、 F_{D3} 、 F_{D4} 。

故主斜架提升系统、主缆风绳系统、铰链应分别根据 F_{Q2} 、 F_{e5} 、 F_{D5} 进行选择。经计算确定主斜架上设置8个吊点及平衡滑轮吊点, 1套提升复式滑车组系统, 2根 $6 \times 37 + 1 - 170$, $\phi 32.5$ 钢绳, 两部单筒16t绞车提升, 每根绳长1600m。两根桅杆主缆风系统分别采用2组复式滑轮组, 两部单筒10t绞车, 2根 $6 \times 37 + 1 - 170$, $\phi 24$ 钢绳, 每根长1200m。均采用平衡滑轮平衡, 以保证受力均匀。

同理, 根据力学原理, 对副斜架滑移提升时的最大提升力、后留绳受力等进行分析计算并进行系统选择。

3) 桅杆稳定性及强度验算

$$\sigma = \frac{N}{\lambda F} + \frac{M}{W} \leq [\sigma]$$

$$n = \frac{P_e}{N}$$

式中 σ —计算应力, MPa;

N —计算截面的正压力, MN;

F —截面面积, m^2 ;

λ —应力折减系数;

M —偏心弯矩, $\text{MN} \cdot \text{m}$;

W —截面系数, m^3 ;

$[\sigma]$ —许用应力, MPa;

n —安全倍数, 取2.5~3;

P_e —极限压力, MN。

参考文献:

- [1] 杨文渊. 起重吊装技术手册(上册、下册). 人民交通出版社, 1981.
- [2] 路耀华, 崔增祁. 中国煤矿建井技术. 中国矿业大学出版社, 1995.
- [3] 《安装》杂志编辑部编. 安装工程实用技术. 中国建筑工业出版社, 2001.
- [4] 《煤矿提升井架设计规范》编写组. 煤矿提升井架设计规范. 2002. 4.

(责任编辑 马光辉)

收稿日期: 2003-05-07

作者简介: 张卫国(1958—), 男, 高级工程师, 现在安徽理工大学从事科研、开发工作, 已发表论文近20篇。