

文章编号:1673-2049(2005)03-0091-04

建筑施工中的电动升模技术

田 奇,张卫东

(长安大学 工程机械学院,陕西 西安 710064)

摘 要:针对在高大型钢筋混凝土烟囱施工过程中,采用滑模施工技术时,存在安全隐患大、混凝土质量不易控制及工程成本高等问题,提出了一种新型施工技术——电动升模施工技术。采用该技术不仅可以有效地解决高耸单体建筑施工过程中的安全隐患以及控制中心漂移和扭转现象的发生,而且可大幅度提高施工效率和混凝土内部质量,延长钢筋混凝土烟囱的使用寿命。经过多项工程实践证明:该技术对于多边形、圆形及椭圆形高架桥墩、电视发射塔等异型单体高耸建筑的施工具有良好的推广价值。

关键词:单体高耸建筑;电动升模;施工技术;工艺管理

中图分类号:TU741.3 **文献标志码:**A

Technology of electric climbing-form in construction

TIAN Qi, ZHANG Wei-dong

(School of Mechanical Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

Abstract: According to the construction process of the big steel concrete chimney, some problems were proposed such as great potential safety hazard, high production cost and difficulties in controlling the quality of concrete exist in adopting the construction technology of slipping-form. To resolve these problems, a new type of electric climbing-form construction technology was put forward. By using the new construction technology, the potential safety hazard and the phenomena of the centre excursion and torsion were eliminated, at the same time the working efficiency and quality within concrete could be improved and the service life of armored concrete chimney could be lengthened. It has been proved that the new technology is worth popularizing in construction of single towering buildings, such as polygonal and round piers as well as TV stations.

Key words: single towering building; electric climbing-form; construction technology; technological management

0 引 言

电动升模施工技术是近年来在滑模施工技术基础上发展起来的一种大型单体高耸建筑物施工技术,经过多年的实践应用,该技术得到了不断完善与发展。不但取得了一定的社会效益,而且得到专业施工队伍与中国有关部门的认可。

在大型单体高耸建筑的施工中,传统的滑模平台容易产生扭转,造成建筑物中心漂移;并且滑模施工技术为连续性施工^[1],混凝土浇筑完成后,模板向上提升时,模板与混凝土表面不分离,使混凝土被拉裂,影响混凝土强度^[2]。以中国目前火力发电厂的高耸烟囱为例,由于烟气中存在大量的 SO_3 、 SO_2 及 NO_x ,在投入使用后,因裂缝造成混凝土内部腐蚀的

现象相当严重,大大降低了使用寿命。而电动升模施工技术是非连续性施工,当混凝土达到一定强度时,模板与混凝土表面分离后,施工平台通过提升系统沿固定轨道向上提升,有效地解决了扭转和中心漂移的现象,不仅使工程质量大幅度提高,而且施工安全也得到了保障。

1 电动升模的组成

在火力发电厂大型钢筋混凝土烟囱中应用的新型电动升模结构原理如图 1 所示,主要由 5 个系统组成。

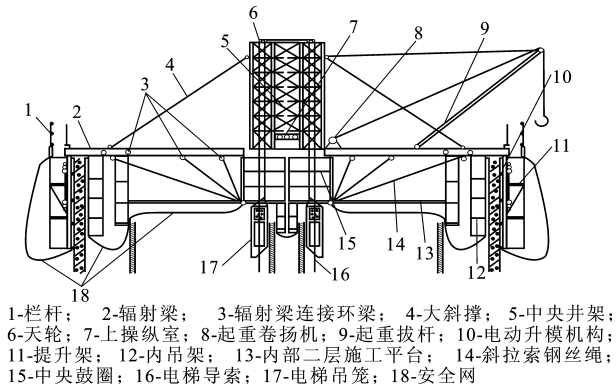


图 1 电动升模在外部单管、内部双管烟囱中的施工技术
Fig. 1 Electric climbing-form technology in construction of chimney of outer single and inner double tube

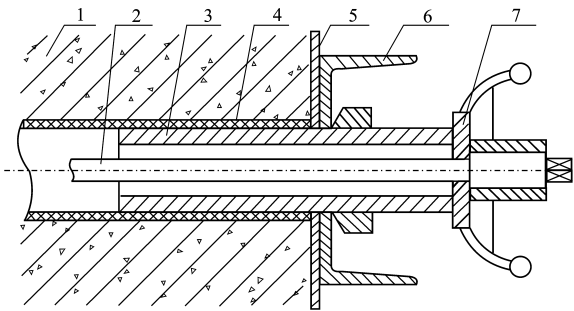
1.1 施工平台电动提升系统

新型电动升模的提升系统比早期的电动升模有较大的改进,主要是去掉了围绕建筑物筒壁内侧的提升单元,辐射梁的支撑点移到外部,改变了以往挂钩的连接方式,采用了牛腿式的连接并通过固定轨道提升,这样大幅度地降低了生产成本,使提升操作更加简便。

提升系统由围绕着建筑物筒壁外侧均匀布置的若干个提升单元组成,每个单元的宽度为 900 mm、高度为 7 050 mm,有提升门架和轨道两部分。提升单元数量根据烟囱直径的大小进行合理配置,在施工中组装后应一次到顶,不宜中途进行拆除作业。

轨道作为提升架滚轮的滑行轨道和提升门架的载体,通过剪力环和锚固栓将载荷传到已有 3 d 龄期的混凝土筒壁上,如图 2 所示。

提升门架包括:提升架和操作架。施工平台辐射梁置于操作架顶部。操作架为立体 3 层框架结构,相互间用脚手板连接构成外围操作平台,完成提升、钢筋绑扎、模板拆装、养护等施工作业。提升架与操作架通过滚轮联结,互为轨道,交替上升,其工

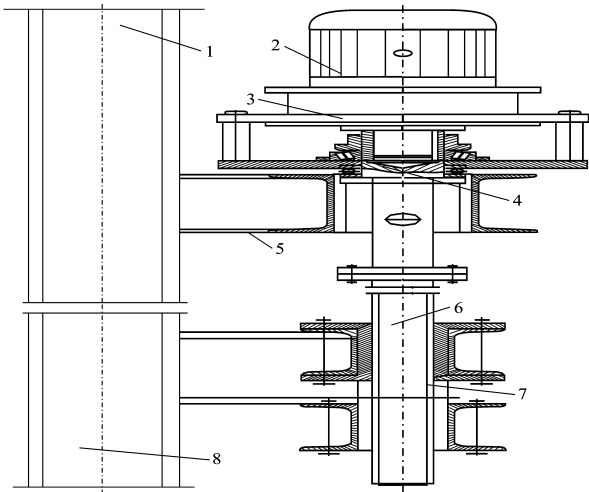


1-混凝土筒壁; 2-高强螺纹钢; 3-剪力环; 4-塑料套管;
5-钢模板; 6-轨道槽钢; 7-紧固螺母手柄

图 2 剪力环配置

Fig. 2 Configuration of ring shearing stress

作原理为“3 块石头过河”,如图 3 所示。在施工的具体实施过程中,首先将最下面的轨道移至最上层与筒壁固定,松开电梯吊笼导索后,电动机反转,提升架顶上升高度为 1.5 m,利用操作架上的固定螺母做支撑点,使提升丝杠提升架顶起一个混凝土浇筑层高度,然后在轨道上插入连接销,使提升架钢牛腿担在连接销上,然后电动机正转,整体将操作架上提,使施工平台升起,达到混凝土浇筑层高度。接着在轨道上插入连接销,再个别调整操作架高度,使操作架钢牛腿附着在轨道连接销上。完成以上调整工作后收紧电梯吊笼导索,至此完成一层施工高度的提升循环作业。



1-操作架; 2-电动机; 3-摆线针减速器; 4-提升丝杠连接机构;
5-操作架支撑; 6-提升丝杠; 7-提升丝杠螺母; 8-提升架

图 3 电动升模提升机构原理

Fig. 3 Mechanism of lifting machine of electric climbing-form

所有提升门架能够单独或共同提升,单个提升能力控制在 3.5 t 为宜。提升时模板与筒壁面分离,提升架沿轨道上行,有效地控制了系统的中心漂移与扭转现象的发生。

1.2 施工平台系统

施工平台系统包括:施工平台、内吊操作架、施工井架及砌砖平台等。施工平台由中心鼓圈、辐射梁、钢圈、斜拉索、井架、大斜撑等共同组成一个辐射状空间柔性拉索桁架结构^[3],中心鼓圈比烟囱出口直径小 1.6 m,以保证靠近内部最近一道拉索的最小设置距离。井架高度一般为 7.5~10 m,井架、大斜撑和平台为刚性连接,使平台与井架形成一个整体结构。此外,井架顶部安装有避雷针。

1.3 垂直运输系统

根据建筑物的大小,设置 1 或 2 部人货两用电梯吊笼,作为施工人员和混凝土及内部小件施工材料的垂直运输工具。在施工平台辐射梁上安装有拔杆式简易起重机作为外部及钢筋的垂直运输工具。

电梯吊笼分两层,上层乘人或运输小件建筑施工材料,净空高度应大于 1.85 m。下层为混凝土料斗,供吊运混凝土用。料斗的进料口在上层的底板处,是用钢板制作的翻板门。

1.4 电气控制系统

电气控制系统包括:提升系统、电梯卷扬机及施工照明 3 部分的电气控制,配有各类控制按钮、信号灯、电铃及电话等装置。共设上、下两个操作控制台,上操作台在施工平台控制室,主要控制提升系统、拔杆式起重机和电梯。其中对提升系统的控制既能实现整体同步提升,又能对各提升单元独立操作以满足施工平台的微量调整。下操作台位于烟囱底部,主要完成电梯和总电源的控制。施工照明采用 36 V 安全电压,沿提升架在烟囱内外周围布置。

1.5 模板系统

模板系统是由定型钢模板、围檩、专用轨道模板及收分机构等组成。模板高度为 1.5 m,即一个提升行程。

2 电动升模在烟囱施工中的应用^[4]

在烟囱施工过程中,电动升模是在已成型的、具有一定强度的钢筋混凝土筒壁上建立支撑点,工人在施工平台和操作架上完成烟囱的施工操作,并通过操作架和提升架的相互提升使整个电动升模与烟囱的施工高度同步上升。

电动升模一般是在烟道口以上至少能安装一节轨道的高度进行组装,提升单元的安装位置按数量围绕筒体等分。组装前应对电动机与行星摆针减速器逐台进行测试,并做记录;对提升丝杠与提升丝杠螺母进行套合,达到光滑、吻合良好;对提升架、操作

架的尺寸和焊缝进行一次全面的质量检查,做出详细记录,并编号;对井架、辐射梁、钢圈、斜拉索、大斜撑及各种组件、连接件、螺栓等进行分类;对筒壁轨道模板的标高、尺寸、预留孔洞位置等进行检查,以确保准确无误。

组装时,提升架、操作架、电动机、行星摆针减速器、提升丝杠按编号配合好,进行组装、调整,并且将组装后的单元按安装就位顺序重新编号。然后进行单樑通电试运行,以确保提升架与操作架配合良好,电动机正反转运行正常。此外,烟囱内鼓圈就位架及平台铺设完成后,收紧斜拉索钢丝绳,使施工平台的辐射梁应起拱 15~30 cm,并弹出中心线。最后,安装井架、大斜撑、砌砖平台、内吊架、各层操作平台、砌砖平台、围栏、安全防护设施等。

电梯及电气操作系统安装完毕后,进行试提升及技术、质量、安全检查验收,电梯断绳安全保护装置试验等,合格后投入正式运行。

设备解体是在浇筑完最后一节混凝土、砌完内衬、安装完所有烟囱设计附件,如检修信号平台、爬梯、避雷设施等后进行。拆除时,首先应拆除砌砖吊架、模板系统,再拆除外门架、内吊架,之后拆除电梯,通过烟囱筒壁预埋件上挂设的 8 个 10 t 导链,将鼓圈提起,拆除井架、平台板、辐射梁、钢圈等,最后拆除剩下的电梯、钢丝绳、电气系统。

3 施工中的工艺管理^[5]

电动升模体系具有施工安全、便于管理、工程内在和外观质量好、施工总体速度快等优点,尤其适用于混凝土外筒、砖内衬结构、爬梯、平台等的同步施工。但是在施工过程中,工艺管理仍然是一个非常重要的环节,为了防止烟囱扭转和中心漂移,确保混凝土内在质量与安全,必须使每一位参与人员严格遵守各项规章制度。

烟囱施工的工艺流程如图 4 所示,烟囱中心、标高的控制可采用线锤或激光铅垂仪测量。筒壁每上升一节模板应测量一次,将中心偏差控制在最小范围内。根据每层模板高度及筒壁收坡,编制筒壁半径和标高施工尺寸控制表,半径由中心用钢尺测量。由于每间隔一定高度,烟囱内壁设有一层钢牛腿,钢牛腿、内衬和筒壁同步进行施工。采用耐酸耐火砖的内衬,在砌砖平台上进行,也可在上部筒壁混凝土浇筑完后,利用流水交叉作业进行,确保安全施工。

在质量控制管理中,施工平台的中心漂移、扭转,混凝土内在及外观质量,是每个烟囱施工过程中

都会出现的问题。中心漂移后,造成半径不准,电梯在上下过程中易碰中心鼓圈,存在安全隐患。主要影响原因有:组装时标高存在差异;辐射梁与门架支撑滚轮过于滑动;风力的影响;施工过程中,上下两层模板接缝处理不净,存在间隙,如果一层为 1 mm,10 层就产生 1 cm 的高度差,因此模板接缝的处理是解决平台中心漂移的关键所在。

虽然采用了轨道,但是施工中仍然会出现平台扭转现象,因此施工过程中必须认真校正轨道模板的垂直度和水平度;安装轨道时,认真处理好接缝,并且及时调整垫平,即可控制好平台扭转现象。

混凝土的外观及内在质量同样是施工中的问题,不良模板的表面凹凸不平、扭曲变形将影响混凝土表面的光洁与平整,而接缝不严所造成的漏浆现象,甚至会产生蜂窝麻面。所以,支模前必须做好

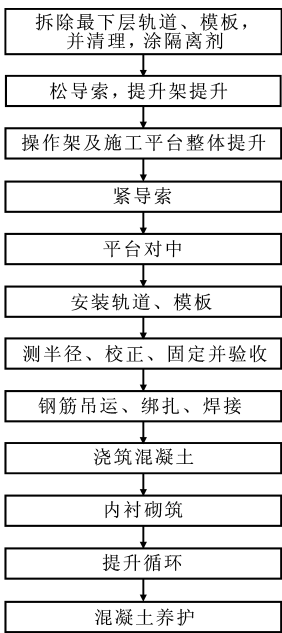


图 4 电动升模的工艺流程
Fig. 4 Construction procedure of electric climbing-form

将模板清理干净,均匀涂刷脱模剂,严格控制外半径尺寸,保证圆弧度等质量保证措施。

4 结 语

电动升模施工技术从施工质量、施工速度、劳动强度、安全方面均远远强于有井架翻模及滑模施工,同时该技术机械化程度高已在工程实践中得到证实。经过多项工程实践证明:该技术对于多边形、圆形及椭圆形高架桥墩、电视发射塔等异型单体高耸建筑的施工具有良好的推广价值^[6]。

参考文献:

[1] 毛风林,宋德柱,甘振伟.滑升模板[M].北京:中国建筑工业出版社,1982.

[2] 田 奇,马鹏飞,张卫东.电动升模在高耸建筑施工中的应用[J].建筑技术开发,2003,30(3):52—53.

[3] 田 奇,马鹏飞,强振兴,等.高耸烟囱施工平台结构有限元分析[J].西安建筑科技大学学报,2000,32(2):135—138.

[4] 贺永泉,王克炯,田 奇,等.电动升模在高耸烟囱中的应用与管理[J].建设机械技术与管理,2004,17(8):57—60.

[5] 烟囱施工手册编写组.烟囱施工手册[M].北京:水利电力出版社,1987.

[6] 田 奇,马鹏飞,余冬林.多边形烟囱的施工技术[J].工业建筑,2001,31(2):36—38.

(上接第 90 页)

表 3 1999~2003 年陕西省建筑业可持续发展
发展的欧氏几何距离

Tab. 3 EUCLIDEAN geometry distance of building industry sustainable development of Shaanxi province in 1999~2003

| 年份 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 |
|----|------|------|------|------|------|
| 距离 | 2.25 | 2.15 | 2.72 | 3.02 | 3.97 |

3 结 语

运用空间距离法还可以测算可持续发展实际点与目标点之间的距离,而目标点就是人们所认为的可持续发展的最佳点。但这个最佳点较难确定,需要广泛参考各种资料,最后由众多专家商议评定。此外,建立的评价指标体系应属动态评价指标体系。因此,在实际操作中要全面刻画建筑业可持续发展的状况,该指标体系可能还需要补充和完善。再者

因为运用空间距离法所求得距离大小与所选取的指标个数有很大关系,所以该方法只适合两年或两年以上的可持续发展总趋势的评价。若要使评价结果更加精确,则可同时使用不同的评价方法对其进行评价分析。

参考文献:

[1] 曹利军.可持续发展评价理论与方法[M].北京:科学出版社,1999.

[2] 谢洪礼.关于可持续发展指标体系的述评(一)[J].统计研究,1998,15(6):55—56.

[3] 王艳洁,郑小贤.可持续发展指标体系研究概述[J].北京林业大学学报,2001,23(3):103—106.

[4] 牛文元.2000 中国可持续发展战略报告[M].北京:科学出版社,2000.