

国产施工升降机的技术状况和发展方向

北京建筑工程学院

俞启灏

内容摘要: 本文概述了国产施工升降机目前的技术状况, 并在此基础上提出施工升降机今后发展方向的一些看法。

关键词: 施工升降机

1 引言

施工升降机是垂直运送人员及物料的提升机械。按标准分类方法根据动力传递形式可分为: 钢丝绳式(SS 系列) 和齿轮齿条式(SC 系列) 两大类。随着我国建筑行业的蓬勃发展, 各种大型建筑物不断增多, 施工升降机的应用市场也在不断地扩大。特别是在 1992 年以来, 施工升降机的发展最为迅猛。产品产量连年翻番, 生产企业也在迅速扩大。一些大企业在不断增加投入的基础上还在不断开发新产品。一些过去不知名的小企业也开始了批量生产, 甚至一些原来没有从事于这一产品的大型企业也加入到施工升降机的生产行业中。据不完全统计, 除了建设部指定的 19 个定点专业生产厂家外, 现在生产施工升降机的企业大约有 30 多家。除此之外还有给施工升降机生产配件的专业厂约 10 家。1994 年全国年产量约 1100 台左右。总产值 4 亿元。

施工升降机不但用于城市高层和超高层建筑, 而且随着建筑物高度的增加, 架设高度大于 200m 的施工升降机的需求量也在不断增加。建设部长沙建设机械研究院和北京京港机械设备有限公司联合开发的 SC40 型超高施工升降机其架设高度已达 325m。在亚洲是第一高度。除此之外, 上海建筑科学研究院与上海宝达工程机械有限公司联合开发的 SCQ150/150 型倾斜式施工升降机也具有很高的水平。该产品是为上海杨浦大桥设计的, 它解决了倾斜式建筑物的施工问题。施工升降机不但可以应用在这

些场合, 它还可以应用在大型化工厂冷却塔、发电厂的烟囱、电视广播塔、大型桥式起重机及煤矿等位置。施工升降机已成为各行业建设中一种必不可少的建筑机械。然而近些年来, 随着各种理论的迅速发展, 如结构动力分析、有限元模型计算、优化方法、计算机技术应用以及机械振动与模态分析等。人们把各种理论应用到施工升降机的研究与开发上, 这给施工升降机的迅速发展建立了一个强有力的理论基础。在此基础上施工升降机有了今后的发展方向。

2 我国施工升降机的基本技术状况

施工升降机作为垂直运送人员及物料的提升机械主要是由导轨架、吊笼、外笼、传动装置和安全装置等组成。下面根据每一部件来谈谈其基本技术状况。

2.1 导轨架

在我国施工升降机市场上, 多数产品的标准架设高度是在 100m 以内, 超过这个高度的产品并不多见。正因为这样, 绝大多数的产品其导轨架标准节截面尺寸为 650mm × 650mm, 也有一些厂家为 800mm × 800mm, 而导轨架标准节主弦杆公称尺寸多为 $\phi 76 \times 4.5\text{mm}$, $\phi 89 \times 6\text{mm}$ 。而且从上到下为同一规格的无缝钢管。对于标准节的斜腹杆则多为 $\phi 27 \times 3\text{mm}$, $\phi 25 \times 3\text{mm}$ 的无缝钢管。有少量厂家用 $\phi 20$ 的圆钢替代。对于标准节的上、中、下三框则多为 75 × 50 × 5 角钢, 并且三框一致。也有少数厂家中框角钢比上、下框规格略小。关于斜腹杆与上、中、下三框的插接位置则多为图 1 所示。

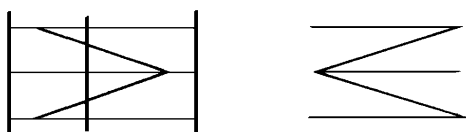


图 1

2.2 吊笼

吊笼多以两根主立柱焊接的钢结构, 周围有钢丝保护网, 吊笼前后分别安装着单、双开吊笼门, 吊笼顶部设有活板门, 通过配备的专用梯子可作紧急出口或在顶部进行架设、维修和保养等工作。为了保证人员安全, 顶上安装护身拉杆。吊笼顶部还设有吊杆安装孔。吊笼主立柱上有传动机构和限速器底板安装孔。导向用的滚轮组也安装在主立柱上。吊笼结构的上、下框架和主立柱多为 10# 工字钢结构。对某些特种电梯, 吊笼有不同结构, 如建设部长沙建设机械研究院和北京京港机械设备有限公司联合开发的 SC40 型超高施工升降机用于科学院大气物理所, 由于经常在高空作业, 气温低, 故有空调装置。

2.3 外笼

外笼主要由底座、防护围栏和一节标准节组成。底盘上有地脚螺栓安装孔。外笼入口处有外笼门并装有自动开门机构。吊笼上升时, 外笼门自动关闭。手动开门的外笼有安全开关。底盘上有几组缓冲弹簧, 现多为蜗卷式弹簧, 用以保证吊笼或对重柔性接触。

2.4 传动系统

传动系统多由电动机、联轴器、减速机及安装在减速机输出轴的齿轮等组成。传动系统安装在吊笼内通过齿轮与导轨架上的齿条相啮合。减速机多为二次齿轮传动式, 新型减速机是平面二次包络环面蜗轮蜗杆减速机。在传动系统下方安装着锥鼓限速器。当吊笼发生异常超速下滑时, 限速器里的离心块克服弹簧拉力带动制动锥鼓旋转, 与其相连的螺杆同时旋进, 制动锥鼓与外壳接触逐渐增大摩擦力, 使吊笼平缓制动, 同时通过机电联锁切断电源, 起到安全保护作用。限速器是施工升降机的关键部件, 过

去多为从 ALIMAK 公司进口, 现国产限速器质量已达相当水平。

2.5 电气设备和安全控制系统

施工升降机电气设备主要包括电源箱、电控柜操作盒及安全控制系统等组成。一般每个吊笼有一套独立的电气设备, 双施工升降机由两套各自独立的电气设备分别控制着每个吊笼。电源箱安装在外笼结构上, 箱内有总电源开关。总电源开关的上端通过电缆引入电源, 其下端通过电缆随线向电控箱供电。电控箱位于吊笼内, 变压器、接触器、继电器等电气元件安装在电控箱内。电动机、制动器、照明灯及安全控制系统均由电控箱控制。为保证施工升降机及人员安全, 施工升降机的安全系统在吊笼的单、双门及吊笼顶部活动板门上均设有安全开关。如任一门有开启或未关闭, 吊笼均不能运行。钢丝绳锚点处设有断绳保护开关, 吊笼上装有上、下限位开关和极限开关, 当吊笼行至上、下终点时, 可自动停车。若此时因故不停车超过安全距离时, 极限开关动作切断总电源, 使吊笼制动。此外在限速器尾盖内设有限速保护开关, 限速器动作时, 通过电机联锁切断电源。

以上是国产施工升降机的一些基本技术状况。当然施工升降机还包括如对重、天轮、滚轮组、附墙架、吊杆、电缆保护架等, 但是上面论述的是其主要结构组成。

3 施工升降机今后发展方向

我国施工升降机生产厂家众多, 年生产施工升降机产量很大。1994 年全国产 1100 台左右的各式施工升降机, 1995 年的产量也在持平的基础上有所上升。然而绝大部分的产品是雷同的, 其产品的技术性能参数, 制造质量均达到八十年代末期的技术水平。1995 年 6 月我国施工升降机行业在长沙院召开了施工升降机专业委员会成立大会, 这是行业发展上的一个重要里程碑, 它同时也标志我国施工升降机技术水平发展到一个较高的水平。鉴于这些因素, 国产施工升降机的发展在今后应从下面几个方向发展。

3.1 架设高度与标准节主弦杆公称尺寸优化

架设高度是近几年来施工升降机遇到的一个新问题,国产施工升降机一般均以 100m 作为架设高度,而近几年随着建筑业市场的大发展,施工升降机的高度也在不断提高。由于架设高度的增长,标准节主弦杆截面公称尺寸势必要加大或改变内径,如果从上到下整个架设高度使用同样规格标准节主弦杆,这样势必增加了经济投入,而且从整个结构受力而言,它也是不可取的。运用现代设计法有限——优化可以根据结构的载荷,危险截面位置,架设高度合理地选择截面尺寸。这样一来决不会因架设高度增加而使经济投入过大,也不会使自重增加过多。考虑到管理及安装时不出现错误,可以将整个架设高度简单地分为三段,按受力状况来合理选择各段的截面公称尺寸,及每段的高度是多少等。然后以不同的颜色作出标志,以示区分,便于管理和使用。关于这方面的工作已有一些文章发表,再作进一步的工作,如制订出架设高度的系列,则可使其成为规范,这样一来也可为今后国产施工升降机的标准化、通用化和系列化打下坚实基础。

3.2 施工升降机计算机控制

随着微机的迅速发展,用微机来控制施工升降机已经成为现实。建设部长沙建设机械研究院和北京京港机械设备有限公司联合开发的 SC40 型超高施工升降机就采用了微机控制。把微机用到施工升降机后,可以实现理想的自动平层功能,楼层间自动呼叫以及驾驶室的小环境控制。这样的配置可大大提高施工升降机的档次以及整机的安全性和驾驶员的舒适性。在施工升降机上应用微机还可实现机电一体化,技术密度程度进一步提高,产品性能,可靠性和寿命也可进一步提高。

3.3 产品的多样化

我国的施工升降机目前基本上都是一种型式,主要用于建筑物的建设中,运人、运料。而把施工升降机应用到其它方面的情况也有,但是不多。如上海科学研究院与上海宝达工程机械有限公司联合开发的 SCQ 150/150 倾斜式施工升降机解决了杨浦大桥的施工问题,中国科学

研究院廊坊机械化研究所与深圳海湾建筑机械有限公司开发的曲线式施工升降机,以及前面提及的建设部长沙建设机械研究院和北京京港机械设备有限公司联合开发的超高施工升降机是为中国科学院物理研究所观察塔进行气象监测使用。综观当前的建筑市场,大型建筑可移动施工平台不失为今后的一个重要发展方向,它是以施工升降机作为主体,而把吊笼改为平台。它可以是由一个导轨架构成,也可以是由双导轨架构成超长施工平台,以适应工地的建筑需要。这种施工平台完全可以取消目前的脚手架结构。它可以省时省钱、快速、安全、可靠和友好地与建筑者合作。目前的脚手架结构从表面上看一次经济投入不大,但是一个工程中和工程后的管理却是十分困难的。它的丢失量是巨大的。如果把它的管理、运输、安装和安全考虑进去,建筑施工平台就可显示出无可比拟的优越性。再者这样的建筑施工平台还可以用于各种内、外装修和装饰。

除了上述的可移动施工平台外,施工升降机也可发展用于化工企业的各种高塔,大型发电机的烟囱,港口大型桥吊的人员运输,大型煤矿的人员和物料运输,电视塔的人员运输与观光等。通过今后的进一步多样化发展,使施工升降机产品能够向多功能成套使用,多样化、系列化和大型化方向发展,以满足不同的用户、不同的项目需要。

3.4 其它方面

为了使施工升降机能达到国际先进水平,也为了使施工升降机能更加可靠地、更舒适、更有效地工作,如下的几个方面也是施工升降机今后发展的方向。

(1) 关键部件要国产化

关键部件除了机械部件外,也包括各种电气元件。锥鼓限速器对国内某些产品来说还要进口。当然量很小,主要原因是架设高度加大后,怕出现意外,故选用进口部件。

(2) 施工升降机的提升速度应进一步提高

目前国产施工升降机的提升速度一般均为 40m/min。随着加大架设高度,(下转第 18 页)

$$s_{02} = \frac{\frac{1}{2}m_2v^2 + \epsilon(\frac{1}{2}J_i\omega^2)}{N_2 \cdot \mu - G_2\sin\alpha + C_w p_{w1}A} \quad (f)$$

4.3 空载、逆风、上坡工况,塔式起重机停车滑行距离 s_{03} 按(g)式计算

$$s_{03} = \frac{\frac{1}{2}m_1v^2 + \epsilon(\frac{1}{2}J_i\omega^2)}{N_1\mu + G_1\sin\alpha + C_w p_{w1}A} \quad (g)$$

4.4 空载、顺风、上坡工况,塔式起重机停车滑行距离 s_{04} 按(h)式计算

$$s_{04} = \frac{\frac{1}{2}m_1v^2 + \epsilon(\frac{1}{2}J_i\omega^2)}{N_1\mu + G_1\sin\alpha - C_w p_{w1}A} \quad (h)$$

将 $m_2 = 36000\text{kg}$ $m_1 = 30000\text{kg}$ $G_2 = 360000\text{N}$ $G_1 = 300000\text{N}$ $N_2 = 374146\text{N}$ $N_1 = 314146\text{N}$ $v = 0.5\text{m/s}$ $\epsilon(\frac{1}{2}J_i\omega^2) = 758.8\text{J}$
 $\mu = 0.05$ $\sin\alpha = 0.005$ $C_w = 1$ $p_{w1} = 150\text{Pa}$ $A = 32.53\text{m}^2$ 分别代入式(e)、(f)、(g)、(h)中,通过计算可得:

$$s_{01} = 2.076(\text{m})$$

$$s_{02} = 0.606(\text{m})$$

$$s_{03} = 0.407(\text{m})$$

(上接第41页)

该提升速度略显得有点不足。进一步提高提升速度可加快工作效率。国外有些产品的提升速度为 48m/min 。随着国家面临复关以及加快国内建筑机械市场与国际市场接轨,目前的提升速度应进一步提高以缩小与国际先进技术的差距。

(3) 吊笼结构应进一步考虑改善驾驶人员的工作条件

国产施工升降机的吊笼多为焊接钢结构配以钢丝保护网。有些产品在吊笼外侧有一个小的驾驶仓。为了使驾驶人员能较为舒适地进行工作,今后应考虑改善驾驶环境,可用轻型材料给驾驶人员设置一个驾驶仓,里面配有改善小环境的一些装置。这样可以使驾驶员有一个较为适宜的工作间。

(4) 必须配置超载报警装置

施工升降机的超载是其事故发生的主要原

$$s_{04} = 3.384(\text{m})$$

通过上述验算可知,在不考虑车轮轮缘与轨头侧面的摩擦阻力(即 $C = 1$)时,满载、下坡、逆风工况和空载、逆风、上坡工况时,塔式起重机的停车滑行距离 s_{02} 、 s_{03} 均小于最小允许制动距离 s_{amin} ($s_{amin} = 1.786\text{m}$),故无须制动。在满载、顺风、上坡工况,塔式起重机停车滑行距离 s_{01} 满足 $s_{amin} < s_{01} < s_{amax}$ 的要求,也无须制动。在空载上坡、顺风工况,塔式起重机的停车滑行距离 $s_{04} > s_{amax}$,当考虑 $C = 1.5$ 时, $s_{04} = 1.222(\text{m})$ 。在此工况下,应根据实际情况考虑使用制动器。

注:(1) 本文的所有计算中,重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ 其计算结果误差不超过 1.5% 。

(2) 整机总质量含结构自重质量、压重质量、平衡重质量。满载时还含有吊重质量。

(3) 总轮压力 N 按 $N = G + F_w \cdot h_w / L + F_a h_a / L$ 计算, F_w : 风载荷; h_w : 风载作用高度; F_a : 运行制动惯性力; h_a : 惯性力作用高度; L : 轴距。

(作者地址:四川省德阳市四川省建筑工程学校
 邮政编码: 618000)

因。虽然施工升降机配置了多种保护措施,但是超载报警装置仍是避免事故的最好措施。目前国内只有极少厂家在产品出厂时配备有这种装置,如京港机械设备有限公司的CB100超载报警装置。该产品是以电阻应变荷重传感器作为转换元件。因此它具有灵敏度高、维修简单、调试方便等优点。今后如果能配备微机控制施工升降机,则更加安全可靠的超载报警装置就可以产生。当然还有许多方面可以是今后发展方向,但是以上论述到的却是应该优先考虑的。

参考文献

- [1] 卓先委: '施工升降机行业目前的基本状况及发展历史' 建筑机械技术与管理, 1995. 6 3—6
- [2] 俞启灏: '施工升降机结构优化' 建筑机械, 1994. 5 8—11
- [3] 施工升降机国家标准, GB100052—88

(作者地址:北京市西外展览路1号
 邮政编码: 100044)