

浅谈高层建筑工程的附着式升降脚手架安装工艺

张文晓

广东省深圳市宝安区住房和建设事务中心，广东省深圳市，518101；

摘要：在经济高速发展，高层、超高层建筑不断涌现，现实急需一种高效、安全的脚手架防护体系。爬升式脚手架应需而生了一种可以爬升的脚手架设备。近十多年的技术发展，在我国已经比较成熟水平了。结合深圳某高层建筑项目，浅谈一下附着式升降脚手架安装工艺。

关键词：附着式升降脚手架；高层建筑；防坠器

DOI：10.69979/3029-2727.24.11.008

前言

随着我国经济的蓬勃发展及建筑科技领域的迅速进步，附着式升降脚手架在高层建筑施工中得到了越来越广泛的应用。经济发展促进了城市的大规模建设，使得众多高层乃至超高层建筑如雨后春笋般涌现。对于这类建筑项目来说，传统脚手架技术已无法满足现代社会快速发展所带来的需求。因此，推广高效且安全的新工艺不仅成为了社会的需求，也是推动行业发展不可或缺的一部分。

1 项目概况

该项目位于深圳市某一街道，旨在开发一片新兴产业用地，占地总面积达到 20340.78 平方米；整个项目的建筑面积总计为 205801.92 平方米。其中，A 栋宿舍楼设计高度为 107.23 米，每层标准高度设定为 3.1 米，共设有 30 层；B 栋与 C 栋办公大楼的高度均为 99.5 米，其楼层的标准高度是 4.4 米，共有 20 层；D 栋办公楼的高度则为 108.8 米，同样拥有 4.4 米的标准层高，但总层数增加到了 22 层；此外，项目还包括了一个三层高的裙楼，其建筑高度为 12.65 米。

工程施工作业已告一段落。项目所处区域周边环境较为复杂，包括居民区、工业设施以及多个正处于建设或开发阶段的项目等。目前正在进行施工前的各项准备工作。

1.1 技术准备

(1) 首先，需深入研究施工图纸，全面理解建筑结构的特点与要求，掌握主体结构的施工工艺流程。同时，明确塔吊及施工电梯等垂直运输设备的具体布置情况。基于以上信息，合理规划附着式升降脚手架机构的

平面布局，并完成相应的方案设计。最后，根据这些准备工作的成果，科学编制出具有实际操作指导意义的施工组织设计方案。

(2) 安全技术交底及培训

在进行附着式升降脚手架的搭建之前，所有相关的操作人员和管理人员必须接受关于此类脚手架安全技术的专业指导与培训。此外，还需开展三级安全教育，并完成上岗前的技术培训、安全规范教育、文明施工准则学习以及劳动纪律的相关培训。

负责附着式升降脚手架现场的技术主管应当准备详尽的技术指导文件，向相关人员阐明作业规范、技术指标以及安全注意事项等关键信息，并确保所有参与者签字确认以备存档。

1.2 机具准备

在附着式升降脚手架的进场施工过程中，主要依赖总包提供的塔吊来完成材料的卸载与转运工作。鉴于现场施工的实际需求，并为了尽量减少对白天作业时间的影响，卸货活动通常安排在夜间进行。因此，在这一时间段内，需要总包方给予充分的支持与配合。

1.3 材料及场地准备

依据施工现场的实际进展，专业分包单位需提前与总承包方沟通，以确定材料的进场时间。此外，总包方还需提供至少 200 平方米的空间用于存放这些材料（该区域须位于本楼塔吊的有效覆盖范围内），并负责利用塔吊完成卸料及后续转运工作。

分包单位应依据施工现场的实际进展状况，科学规划物资的进场时间与数量，以防止因材料过剩或短缺而对施工进度产生不利影响。

1.4 劳动力准备

根据现场实际进度情况，专业分包合理安排劳动力配置确保现场施工进度。架体结构骨架设计

依据施工现场的实际进展状况，专业分包单位需合理调配人力资源，以确保工程进度的顺利推进。此外，还需对架体结构骨架进行精心设计。

附着式升降脚手架的设计灵感源自仿生学，具体来说模仿了人体做引体向上时的动作机制。每个机位，包括导轨、导向座及电动葫芦等组件，可以被视为一个独立的自动化单元或‘机器人’。这些单元通过主框架相互连接，并且都装备有防护网框以提供垂直方向的安全保障。整个系统的运行由智能控制系统统一调度指挥，使得所有这些‘机器人’能够同步执行类似‘引体向上’的动作，从而实现整个脚手架结构的上升或下降。

在机位支撑件与垂直立柱连接过程中，若发现标准的垂直立柱未能与导轨对齐，则应在导轨对应位置增设一根垂直立柱。

附着式升降脚手架采用全钢结构，其主要构成部分包括主体框架、导轨以及导向座。主体框架由竖立杆、行走平台、水平桁架和防护网框等元素组成；提升机构则由导轨、电动葫芦、支撑组件及机位连接件构成，而防坠系统则由导向座与防坠器共同实现。主体框架与提升装置紧密结合形成施工安全屏障，通过支撑部件与垂直立杆的联结以及机位连接件与行走平台之间的固定来实现整体结构的一体化。该安全屏障依靠电动葫芦提供的动力沿着导向座移动，从而完成上升或下降的动作。在此过程中，导向座利用穿墙螺栓与建筑主体相连，不仅提供方向引导还具备防止意外坠落的功能。简而言之，这套系统是基于安装于建筑物上的固定导向座与纵向滑动导轨相配合，并借助倒挂式电动葫芦作为驱动源，在确保安全的前提下使整个脚手架能够平稳地进行上下移动作业。它实现了智能化操作、自动化卸载定位以及封闭式施工环境，极大地提升了工作效率、安全性与文明施工水平。

在本项目中，底层及第三层结构的翻板均采用全封闭设计，并安装了踢脚线。考虑到细小颗粒可能通过缝隙掉落的问题，在底部翻板上额外铺设了一层橡胶材料以增强密封效果。

2 组装工艺及操作要求

根据《附着式升降脚手架平面布置图》所示，架体

的组装应当从转角端部开始，逐步向其他部分延伸安装。

2.1 安装步骤为

首先，搭建并调整平台架至水平状态。随后，在其上铺设走道板，并安装下层导轨与竖向立杆。紧接着，完成水平桁架的安装后，利用钢管对首层走道板进行加固处理。接下来，于第二层结构预埋 PVC 管的同时铺设第二层走道板，并设置第一道安全网。随着第一道附墙件的安装及其卸荷操作完成后，继续组装中段导轨、竖向立杆及辅助竖向立杆。之后，持续组拼直至完成两层所有组件的装配。当施工进展至第三层时，同样需要预先埋设 PVC 管，并重复上述步骤直到三层组件全部就位。到达第四层施工阶段时，在再次执行 PVC 管预埋工作的同时增设第二个附墙件，并确保四层各部分均已完成安装。随后，进行电源线路布置，并装设提升设备以进入运行阶段。最后，加装第三个附墙件后即可实施整体提升作业。

2.2 底部操作平台搭设

在安装附着式升降脚手架之前，需先构建一个安装平台，该平台的设计应确保能够承受超过 2KN/m^2 的荷载。

内侧钢管与墙体之间的距离小于 300 毫米，而外侧钢管与墙体的距离则大于 1200 毫米。在外侧设置了一排高度为 1500 毫米的安全防护措施。此外，平台架的宽度设定在 1200 至 1500 毫米之间，且辅助平台的水平度控制在 10 至 30 毫米范围内。

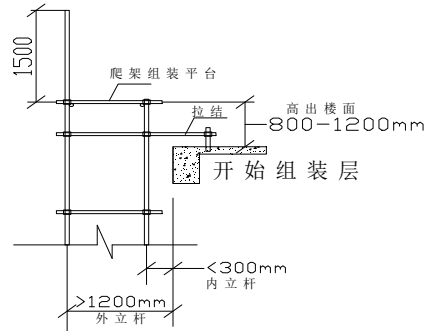


图 1

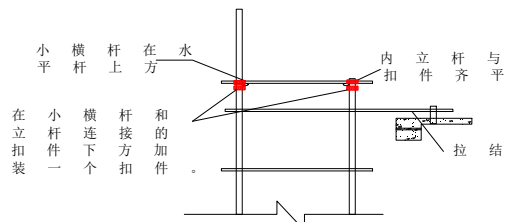
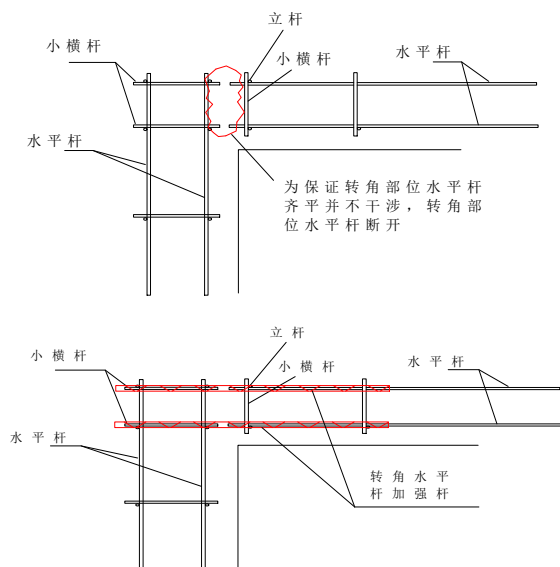


图 2

为了确保转角处的水平杆能够整齐排列且互不干

扰,在该区域采取了将水平杆断开的措施,并在断开位置下方增设加强杆以维持结构稳定性。



在架体的安装过程中,若第二个附墙导座尚未就位,则为了保障安全,必须采取措施将爬架与建筑主体通过刚性连接方式固定在一起。这种连接可以实施于走道板或是内外立杆之上,并且需要使用钢管及相应构件对底层走道板进行夹紧加固。此外,要求所有拉结点与固定装置之间的水平间距不得超过 6 米。具体的处理方法请参见图示说明。

在构建底部两层结构时,每米架体的重量设定为 170.2 千克。这意味着组装平台需承受的爬架荷载为 170.2 千克。假设每隔 2 米有位工人正在作业,每位工人的平均体重为 80 千克,则单位面积上的承载力可计算如下: $\xi=(170.2+80/2)$ 千克 $\times 10$ 牛顿/千克 $\div (0.9$ 米 $\times 1$ 米) $=2335$ 牛顿/平方米。根据此计算,在验证组装平台承载能力的过程中,即使将活荷载标准设为 3000 牛顿/平方米进行测试,也能满足安全要求,表明该设计符合施工荷载的安全范围。

2.3 操作节点详述

对于第一层脚手板的组装,首先利用连接件将两块走道板的底部相连,同时通过螺栓在内侧进行对接固定。接着,依据平面布置图所规定的尺寸要求,使走道板与建筑物平行放置,并运用加固扣件确保其水平稳定。

在走道板的边缘每隔 100 毫米处均设有安装孔位,相邻的走道板之间采用 M16 规格的螺栓进行连接固定。

2.4 水平桁架安装

依据平面布局图所指定的尺寸来安设垂直立杆和导轨。在每个垂直立杆底部的第一个孔位,采用 M16*100 规格的六角头螺栓配以加大垫圈及螺母的方式将其与走道板固定相连。为确保结构稳定,在水平方向上利用水平桁架进行加固。其中,水平桁架与垂直立杆之间通过 M16*100 螺栓连接;而水平桁架相互之间则使用 M16*80 螺栓实现链接。值得注意的是,相邻两垂直主框架之间的高度差异应控制在 20 毫米以内。

2.5 附着支承结构的安装

要求如果各种形式的支座安装工艺不同,应分别进行描述。

例:

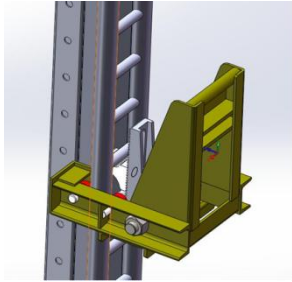
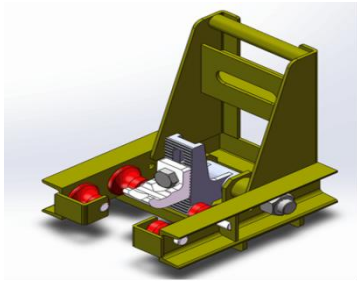
在安装 T36 螺栓与标准挂座以及水平钢梁之前,必须验证混凝土的强度是否达到了相关规范所规定的要求,此过程依据同条件试块报告来进行。同时,还需仔细核对预埋孔的位置是否严格遵循了平面布置图和预埋图上标注的尺寸要求。只有当所有检查步骤均无误后,才能开始安装 T36 螺栓。对于水平钢梁的固定,则是在结构楼板上进行,通过槽钢垫片将其稳固地连接到楼板之上;而在双层挑板区域,则利用 $\Phi 48$ 钢管制成的可调节斜拉杆来连接附墙座。至于框架柱上的预埋件定位工作,则采用 T36*200 规格的单头螺栓直接旋入预埋件内部的方式完成,在此过程中,应按照预设的安装指导添加适当的垫圈,严禁额外增加其他类型的垫片,以确保螺栓能够被充分拧紧,并且预埋件上的螺母至少露出三扣以上。

在安装水平钢梁与标准挂座的过程中,应仔细调节其位置,确保它们的中心线与导轨中心线精确对齐,允许的最大水平偏差为 30 毫米。对于穿墙螺栓而言,必须将其螺母紧固到位,并且根据设计规范,在螺母的一侧需额外加装槽钢垫片及方垫片;紧接着,在靠近螺母的位置还需设置弹簧垫圈,同时保证螺母至少露出三个螺纹扣,以防止出现松动、遗漏或安装不实的情况。此外,当装配水平梁刚性斜拉杆时,也应确保其处于适当张紧状态,从而避免因挑板承受过载而导致结构损坏。

在装配过程中,首先应当安装水平方向的钢梁。随后,在刚性斜拉杆安装完毕后,需要对其进行适当的调整以确保钢梁处于水平状态。值得注意的是,悬挑板上的螺栓主要用于固定钢梁的位置,其与梁边缘的距离不应超过 0.4 米,并且这些螺栓不需要被拧得过紧,以免

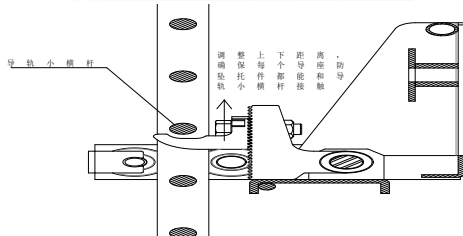
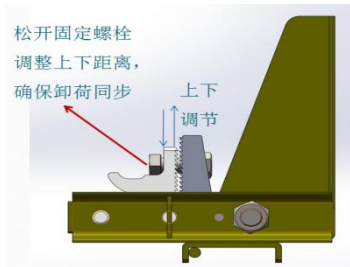
给悬挑板带来不必要的应力负担。

附着式升降脚手架附墙导座



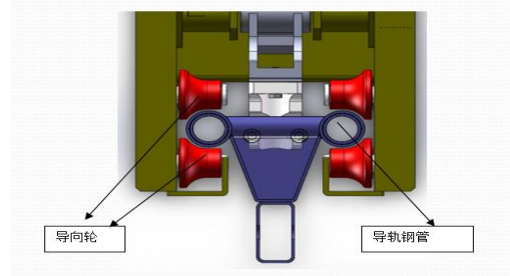
附墙导座详图

通过调整导座组件的上下距离，实现每个导座同步卸荷的功能（所有导座均与导轨小横杆接触）

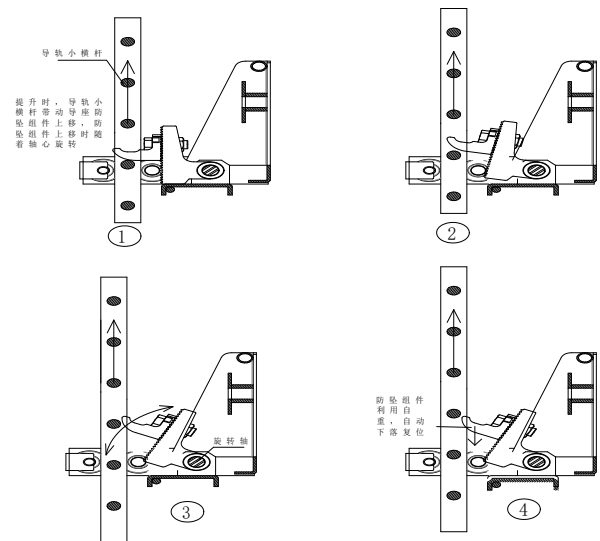


附墙导座防倾功能：

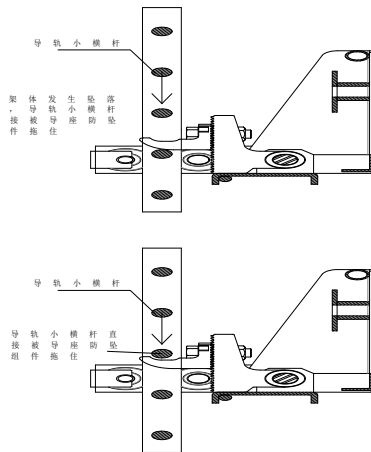
附墙导座采用环抱式设计，通过两侧各配置一对导向轮来限定导轨位置。这一结构不仅在架体上升时提供了必要的导向功能，还借助导向轮的旋转特性，有效降低了提升过程中产生的摩擦阻力。该系统中，两对导向轮将导轨钢管稳定地固定于中心位置，即使导轨出现倾斜或变形但未断裂（鉴于钢材具有良好的塑性，在受力弯曲下不易发生断裂），也能防止整个架体倒塌的风险。



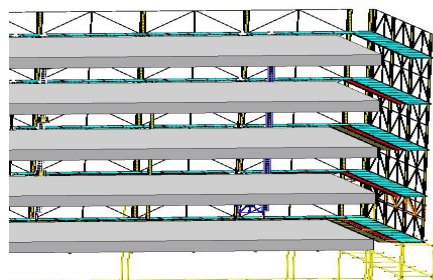
依据导座防坠部件的单向工作原理，在架体发生意外下落的情况下，该组件能够即时锁定导轨上的小横杆，从而有效地防止了进一步的下降。



提升过程中导座工作原理示意图



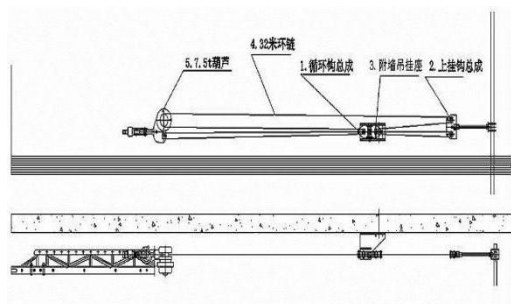
防坠示意图



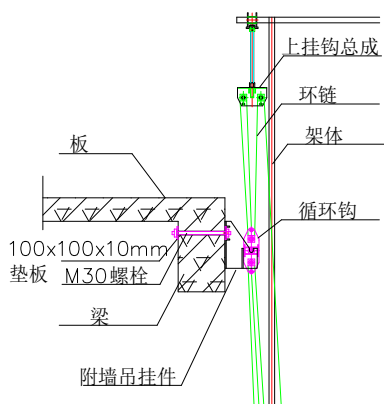
附墙导座强度要求示意图

2.6 电路铺设及控制系统安装

该智能提升系统主要由重力传感器、智能化分机箱以及倒挂式电动葫芦与上、下悬挂组件和倒链机构共同构成。通过将上部悬挂件安装于建筑结构之上，形成了一个独立运作的提升体系，如图所示。



提升系统侧立面图



附墙吊挂件与结构及葫芦连接示意图

该升降安全智能监控系统运用了尖端的计算机检测与控制技术，具备以下几方面的优势：

该安全智能监控系统充分体现了‘安全第一，预防为主’的原则。通过计算机技术实现对升降过程的自动实时监控，在检测到异常情况时能够立即停止运行并发出警报，从而显著提升了升降设备的安全性能。

该设计采用了先进的控制技术，通过计算机系统实现控制，操作简便，并且软件更新快速。

该系统能够实现对单个或多个摄像机位的集群化管理，具备高度灵活性与智能化特点。其控制机制不仅精确度高，而且支持即时操作，确保了高效的响应能力。

4) 操作界面友好，图表化显示，简单直观，控制状态一目了然。

该系统的布线采用全插接件设计，使得安装过程无需专业人员参与。此外，防反插的设计特性进一步简化了操作流程，确保了安装的简便与快捷性。

在升降安全智能监控系统的构建过程中，我们选择了国内顶尖的供应商来提供高质量的组件，确保了系统性能的稳定性和可靠性。

该智能监控系统具备自动与手动控制模式间的无缝切换能力。一旦与计算机的通信中断，系统将立即自动转换至手动控制模式以确保持续运行。

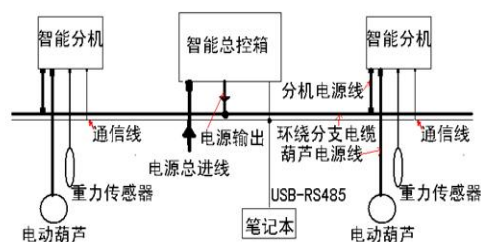
技术参数：

- ◆工作电压：交流 340V~420V
- ◆额定频率：50HZ
- ◆额定电流：32A
- ◆额定重力测量：0~10T
- ◆电动葫芦额定提升值：7.5T
- ◆电动葫芦额定电流：1.8A
- ◆额定提升高度：8M

使用环境条件：

- ◆环境温度：-20℃~+45℃；
- ◆相对湿度：25℃时小于 90%；

在海拔不超过 2000 米的地区，大气压力范围为 79.5 千帕至 106.0 千帕。



2.7 安装阶段的安全技术措施

在安装过程中，现场主管与安全员全程参与，对操作人员的行为、设施的搭建质量及安全措施进行监督指导，并实施阶段性检查和验收工作。此外，公司指派的专业管理人员以及地区负责人也会不定时地开展巡视活动，旨在发现并纠正不符合规范的情况。

2.8 架体提升前后及使用中的过程检查与验收

对脚手架结构进行升级与加固。在此过程中，需要清晰界定各岗位职责，并确保信号统一、指挥一致。在提升作业期间，所有现场工作人员都必须坚守其岗位，密切监控操作情况并做好相应记录。一旦发现任何结构变形或损坏迹象，应立即停止提升活动，直至完成必要的修复和加固工作后方能恢复使用。

为确保施工机具的正常运作，需定期对其进行维护。具体措施包括对电动葫芦实施包扎处理以达到防水效果，并采取相应保护措施保障电动环链的安全；依据使用手册的要求，定期清理暴露部件上的砂浆残留物和污渍，同时为链条及传动系统添加润滑油，检查电动环链

运行状态是否平稳、无卡顿现象、无异常声音且制动功能稳定可靠。此外，电气系统的各个开关应保证灵敏有效，指示灯工作正常，电缆线需整理整齐并悬挂在高处，一旦发现电缆存在局部损坏情况，应及时进行修复处理。对于同步控制系统也应做好防水措施。特别地，针对穿墙螺杆、可调拉杆等关键部件，必须保持其清洁度并涂抹适当的润滑脂。每次提升作业前，都应对防坠落装置进行全面检查以确认其有效性。还需随时留意钢结构件是否存在裂缝或变形等问题，做到早发现早解决。

在每次执行提升操作时，都应严格遵循专项方案中所规定的检查验收流程来记录相关情况。于提升之前需细致地完成检查工作，确保通过验收后方可发放升降许可，详情请参阅《升降架每次升（降）作业前检查记录》；在提升过程中，对于出现的任何突发状况也应及时记录，以便于班后进行总结与改进；完成提升之后，还需再次对整个架体进行全面检查，确认无误后颁发准用证书，具体内容请见《升降架升（降）完成后验收交接记录》。

在防护架进行提升或下降操作时，工作人员应当位于建筑物内部或是邻近的支撑结构上，绝对禁止直接站在防护架上执行任何作业。此外，在整个架体未完全安装稳固之前，严禁任何人登上该架体。

防坠落系统及升降设施需各自独立地安装于建筑物结构之上，其技术参数应当符合相关标准要求，并且要采取措施以达到防火、防尘以及防止污染的效果。

3 应急管理体系

为落实“安全第一，预防为主”的方针，需依据重大风险模板工程的现场状况、设计规范及施工技术等特性开展风险源识别与评估，并制定相应的预防措施和应急计划。此举旨在提升项目团队面对事故时的整体应急响应速度与协调效率，确保在突发事件中能够有序指挥，有效保障员工生命安全、企业资产完整以及环境资源的保护，力求将事故影响降至最低。此外，还应增强对突发安全事故处理的综合指挥能力，以确保公司能快速有效地应对各种突发情况，最大程度减少人员伤亡、财产损失及环境破坏，结合本公司与施工现场的具体条件，特此制定了以下应急预案。

4 应急措施

一旦发生事故，紧急救援小组应即刻向其负责人报告，随后由该负责人迅速将情况通报给公司。在必要情

况下，还需联系地方政府相关部门以获得进一步的支持与协助。

紧急救援小组负责调动项目部全体成员积极参与事故的紧急救援与抢险活动，旨在迅速遏制险情扩散，并全力配合及支持相关调查工作的开展。

在事故发生且组长未能到场的情况下，现场的其他成员应当承担起临时指挥的角色，负责协调处理。

在事故发生之际，应急救援队伍迅速响应，立即着手救援受害人员，并组织其他处于潜在危险区域内的人员安全撤离或采取相应保护措施。在整个应急救援过程中，优先确保受害者得到及时救助是首要任务，强调了行动的迅速性与有效性。

通过有序且高效的现场急救措施及安全转运伤员，可以有效减少伤亡情况，减轻事故带来的损失。

在事件发生后，首要任务是快速控制住危险源头，并对事故所导致的影响进行全面监测，包括评估影响范围、性质及严重程度。随后，需彻底清理现场，消除所有潜在的危害后果。同时，深入调查事故发生的根本原因，准确统计人员伤亡状况，并积极配合上级相关部门完成详细的事故调查工作。

项目部指派专人负责事故信息的收集、统计、审查及上报流程，并且严格保证报告内容的真实性和及时性。

应急领导小组职责：

A、领导各单位应急小组的培训和演习工作，提高其应变能力。

B、在施工作业地突发紧急情况时，负责救援行动的人员配备、物资准备、交通工具安排、通讯联络以及组织指挥和协调工作。

C、确保各类应急物资、消防设备、救援装置及其他紧急情况下的必需品配置齐全。

在突发事件发生时，应迅速抵达现场进行有效指挥与调度，以遏制事态的进一步恶化及连锁反应，并立即向更高层级的管理部门通报情况。

E、负责组织抢险、疏散、救助及通信联络。

F、组织紧急检查，确保现场道路畅通无阻，并针对风险较高的施工项目与当地医疗机构建立联系，提前做好医疗救援准备工作。

（2）培训和演练

项目部的安全员负责组织每年一次的各类事故“应急响应”模拟演练。在此过程中，各成员需依据各自的职责分工，相互协作以顺利完成演练任务。演练结束后，

组长应召集相关人员对此次“应急响应”的效果进行评估,并根据评估结果考虑是否需要调整或更新现有的应急预案。所有关于演练、评估及后续调整的信息记录都应当被妥善保存。

B、施工管理部负责对相关人员每年进行一次培训。

5 结束语

随着经济的蓬勃发展及建筑科技的迅速进步,附着式升降脚手架在高层建筑施工中得到了广泛的认可和应用。经济发展不仅要求高效性,也强调了对安全技术标准的需求。遵循党的指导方针,即科学技术是首要生产力的原则,我们持续总结经验教训,不断优化施工工艺。这推动了城市的大规模建设活动,使城市面貌焕然一新,高楼大厦如雨后春笋般涌现。

参考文献

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑施工用附着式升降作业安全防护平台: JG / T 546-2019 [S].
 - [2] 高层建筑爬架安装施工技术要点 [J]. 建筑技术开发, 2020, 47 (5): 31-32.
 - [3] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 国家市场监督管理总局. 混凝土结构设计规范: GB 50010-2010 [S].
 - [4] 建筑施工脚手架安全技术统一标准》GB 51210-2016
 - [5] 《钢结构设计规范》(GB50017-2017) 等.
- 作者简介: 张文晓, 男, 汉族, 籍贯: 广东深圳, 学历: 本科。