|  |  |
| --- | --- |
| ICS  | 91.040.01 |
| CCS  | P30 |

|  |
| --- |
|  42 |

湖北省地方标准

DB 42/T XXXX—XXXX

钢滑道顶升技术规程

Technical Specification of Jacking Technology of Section Steel Slide

完成时间：2024年1月2日

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

湖北省住房和城乡建设厅

湖北省市场监督管理局

联合发布

目次

[前言 II](#_Toc143267280)

[引言 III](#_Toc143267281)

[1 范围 1](#_Toc143267282)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc143267283)

[3 术语和符号 1](#_Toc143267284)

[3.1 术 语 1](#_Toc143267285)

[3.2 符号 3](#_Toc143267286)

[4 基本规定 3](#_Toc143267287)

[5 材料 3](#_Toc143267288)

[5.1 顶升钢构件 3](#_Toc143267289)

[5.2 垫块和垫板 3](#_Toc143267290)

[5.3 细石混凝土 3](#_Toc143267291)

[6 设计 4](#_Toc143267292)

[6.1 一般规定 4](#_Toc143267293)

[6.2 荷载计算 4](#_Toc143267294)

[6.3 顶升工程施工阶段设计 4](#_Toc143267295)

[7 施工 7](#_Toc143267296)

[7.1 一般规定 7](#_Toc143267297)

[7.2 顶升工程施工 8](#_Toc143267298)

[7.3 施工设备与操作 9](#_Toc143267299)

[8 监测 9](#_Toc143267300)

[8.1 一般规定 9](#_Toc143267301)

[8.2 监测要求 9](#_Toc143267302)

[8.3 监测成果 10](#_Toc143267303)

[9 质量控制 10](#_Toc143267304)

[9.1 一般规定 10](#_Toc143267305)

[9.2 质量控制和验收 11](#_Toc143267306)

[附录A （资料性） 同步顶升施工记录表 12](#_Toc143267307)

[附录B （资料性） 建筑物顶升工程竣工验收记录表 13](#_Toc143267308)

[附录C （资料性） 顶升工程施工监测记录表 15](#_Toc143267309)

[本文件用词说明 16](#_Toc143267310)

[条文说明 16](#_Toc143267310)

1. 前言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由湖北省住房和城乡建设厅提出并归口管理。

本文件主要起草单位：武汉巨成结构集团股份有限公司、武汉大学、中南建筑设计院股份有限公司、中信建筑设计研究总院有限公司、中南工程咨询设计集团有限公司、中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司、长江设计集团有限公司、湖北省电力规划设计研究院有限公司、中工武大设计集团有限公司、武汉正华建筑设计有限公司。

本文件主要起草人：高作平、李霆、周剑波、卢亦焱、陈明祥、李治、徐厚军、彭林立、陈守祥、姜文、郑张玉、龚代瑜、施浩、何英明、李北星、廖杰洪、张畅、吴博、周志勇。

本文件实施应用中的疑问，可咨询湖北省住房和城乡建设厅，联系电话：027-87250237，邮箱：bkc@hbszjt.net.cn。在执行过程中如有意见和建议请邮寄武汉巨成结构集团股份有限公司（地址：武汉市东湖高新技术开发区武大园路4号巨成大厦，邮编：430223,邮箱：wdjc@wudajucheng.com）。

1. 引言

为了使顶升工程的设计、施工符合安全适用、技术先进、经济合理、环保节能和确保质量的要求，制订本文件。

钢滑道顶升技术作为一种新型顶升技术，具有安全、经济、快捷的优点，规程的编制有利于该技术的快速推广。

该技术的关键创新在于利用了钢滑道和工程垫块叠成的柱芯交替受力进行分段顶升，适用于框架结构、砌体结构、钢结构等各种结构形式，安全性强、技术优势明显、经济效益突出。

本文件旨在为设计人员提供顶升设计原则，给出设计思路和方法；为施工人员给出操作性强的施工工艺及质量控制要求；使设计、施工、质量检验和验收各环节都在本文件的指导下进行，确保顶升工程质量。

本文件主要包括范围、规范性引用文件、术语和符号、基本规定、材料、设计、施工、监测、质量控制等方面的内容。

钢滑道顶升技术规程

* 1. 范围

本文件规定了钢滑道顶升技术的材料、设计、施工、监测及工程质量控制等。

本文件适用于建（构）筑物顶升工程的设计、施工、监测、质量控制。

* 1. 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 700 碳素结构钢

GB/T 1591 低合金高强度结构钢

GB/T 19879 建筑结构用钢板

GB 50007 建筑地基基础设计规范

GB 50009 建筑结构荷载规范

GB 50010 混凝土结构设计规范

GB 50017 钢结构设计标准

GB 50026 工程测量标准

GB 50300 建筑工程施工质量验收统一标准

GB 50936 钢管混凝土结构技术规范

GB 55001 工程结构通用规范

GB 55002 建筑与市政工程抗震通用规范

GB 55004 组合结构通用规范

GB 55022 既有建筑维护与改造通用规范

GB 55037 建筑防火通用规范

JGJ 8 建筑变形测量规范

JGJ 138 组合结构设计规范

* 1. 术语和符号

下列术语和定义适用于本文件。

* + 1. 术 语

顶升 Jacking

在建筑物某一部位水平截断后，将上部结构通过顶升设备向上垂直升高的过程。

钢滑道顶升技术 Jacking technology of section steel slide

通过钢滑道和工程垫块叠成的柱芯交替受力进行分段顶升的技术。

钢滑道 Section steel slide

在顶升过程中建筑物沿其向上滑动，下端固定于基础或可靠的下部结构，紧靠柱或墙外表面的钢构件，在顶升过程中作为受力构件，在顶升完成后作为永久柱或墙的一部分。

悬挂式钢牛腿 Hanging steel corbel

悬挂于钢滑道上作为千斤顶的底座的钢构件。

穿双孔式钢牛腿 Steel corbel fixed with double steel bars

通过两根圆钢棒穿过混凝土柱的上下两个平行圆孔，为千斤顶提供支座的钢构件，分为单顶和双顶两种形式。

工程垫块 Engineering cushion

在顶升过程中用于承担上部结构竖向力，顶升完成后作为混凝土柱芯的具有高精度和高强度的预制构件。

工作垫块 Tooling cushion

在顶升过程中与千斤顶共同使用，用于调整千斤顶底座高度，作为工具使用的具有高精度和高强度的预制构件。

可伸缩钢支撑 Telescopic steel support

两端铰接于钢抱箍、长度可调节、用于抵抗水平力的限位受拉钢构件。

钢抱箍 Steel hoop

通过抱紧钢滑道或结构柱来连接可伸缩钢支撑的连接件。

钢垫板 Steel backing plate

用于临时代替工程垫块，可反复使用的高精度钢构件。

群控同步顶升成套设备 Complete equipment for group control synchronous jacking

通过操作站发布指令给群控站，群控站指挥若干个集控站，集控站控制数控泵站对液压千斤顶进行位移同步控制，实现同步顶升的大型设备。

钢滑道受力状态 Bearing capacity state of section steel slide

液压千斤顶在顶升过程中切断面以上的荷载由钢滑道承受的受力状态。

柱芯受力状态 Bearing capacity state of column core

切断面以上的荷载由工程垫块叠成的柱芯承受的受力状态。

组合钢管混凝土柱 Composite concrete-filled steel tubular column

每顶升一段后，柱芯受力状态时，用外封钢板将钢滑道封闭成钢管柱，在钢管柱和柱芯之间的空隙浇筑细石混凝土形成的组合构件。

托盘梁 The tray beam

砌体结构顶升时，用于承担上部结构荷载的转换梁结构，兼做液压千斤顶的上部支点。

* + 1. 符 号

*S* —— 荷载效应基本组合作用下的设计值；

*R* —— 结构构件的承载力设计值；

*N* —— 计算截面处的压力设计值；

*f*c —— 混凝土的抗压强度设计值；

*A*c —— 垫块的截面面积；

—— 强度折减系数。

* 1. 基本规定

顶升工程设计与施工应进行安全、技术、经济可行性论证。

顶升工程设计前，应对原结构（包括基础）进行检测鉴定，必要时进行工程地质勘察。

顶升工程应综合考虑岩土工程条件、基础和上部结构类型、使用状态、环境条件、气象条件等因素，精心设计、精细施工、并加强质量控制。

顶升工程设计前，应对原结构进行检测鉴定，必要时进行工程地质勘察。

顶升过程中应严格控制顶升的同步精度。

顶升工程施工应进行全过程监测。

* 1. 材料
		1. 顶升钢构件

钢滑道、钢牛腿、钢抱箍、可伸缩钢支撑宜采用Q235、Q355钢材制作，其质量应分别符合GB/T 700、GB/T 1591和GB/T 19879的规定。

拉杆材料不宜低于4.8级，延伸率不宜低于10%，其质量应分别符合GB/T 700、GB/T 1591的规定。

穿孔钢棒材料不宜低于Q355，延伸率不宜低于10%，其质量应分别符合GB/T 700、GB/T 1591的规定。

钢材的性能指标应按GB 50017的规定采用。

* + 1. 垫块和垫板

钢筋混凝土垫块和钢骨混凝土垫块的混凝土强度等级不应低于C50，工程垫块配筋率不应低于0.3%，工作垫块配筋率不应低于0.5%，工作垫块循环使用次数不应低于20次。

钢骨混凝土垫块的型钢、高精度钢垫板宜采用Q235、Q355钢制作，其质量应分别GB/T 700、GB/T 1591和GB/T 19879的规定。

垫块接触面平面度不应低于0.06mm，平行度不应低于0.1mm。

* + 1. 细石混凝土

钢管柱与柱芯之间空隙填充应采用粗骨料最大粒径不大于20mm的微膨胀细石混凝土。

混凝土强度等级不宜低于C40，1天龄期抗压强度不宜低于设计强度等级值的50%，水中7天限制膨胀率不应低于0.015%。

* 1. 设计
		1. 一般规定

顶升后建（构）筑物使用年限，不应低于原建（构）筑物剩余使用年限，且不应低于30年。

顶升工程设计应根据结构形式、工程条件、技术要求及检测鉴定结论等，选择相适应的钢滑道和工程垫块叠成的柱芯，并对其进行专项设计。

顶升工程设计应对顶升过程中两种受力状态及完成后的整体结构、基础及局部构件分别进行承载力、变形和稳定性验算。对有特殊要求的公共建筑和有特殊抗震要求的建筑物应进行抗震、隔振或减振设计。

设计文件中应对顶升工程施工过程中的关键参数控制及监测提出要求。

* + 1. 荷载计算

顶升工程施工阶段的设计荷载应包括永久荷载、可变荷载、风荷载。

顶升工程施工阶段的风荷载宜按10年一遇取值，楼面可变荷载应按规范荷载取值，永久荷载和可变荷载应按实际荷载取值。

顶升工程完成后建（构）筑物设计荷载应按GB50009、GB 55001和GB 55002采用采用。

* + 1. 顶升工程施工阶段设计

顶升工程施工阶段设计应包括钢滑道受力状态 (图1a))、柱芯受力状态 (见图1b))、钢滑道支撑体系 (图2) 等设计，应分别进行顶升过程中各顶升构件承载力计算，并满足公式1要求：

  ( 1 )

式中：

*S* —— 荷载效应基本组合作用下的设计值；

*R* —— 结构构件的承载力设计值；

*0.67* —— 承载力调整系数。



a)钢滑道受力状态简图  b) 柱芯受力状态简图

1.悬挂式钢牛腿 2.穿双孔式钢牛腿 3.钢滑道 4.工程垫块 5.组合钢管混凝土柱

1. 两种受力状态

钢滑道受力状态时（图2）应根据顶升时上部结构重量对钢滑道、液压千斤顶、工作垫块、钢牛腿等构件进行产品选型。计算时应考虑钢滑道稳定性和强度，钢滑道顶升为分段顶升，设计按强度控制。

1.钢滑道 2.穿双孔式钢牛腿 3.悬挂式钢牛腿 4.千斤顶 5.工程垫块 6.工作垫块 7.拉杆

a）顶升平面和顶升立面



1-四角格构式柱；2-外封钢板；3-抗剪加强板

b）钢滑道构造示意图



1-钢牛腿；2-钢牛腿挂钩；3-拉杆孔

c）悬挂式牛腿示意

1. 钢滑道组成部件及受力状态

柱芯受力状态时，应进行工程垫块的承载力计算。每阶段顶升时，工程垫块竖向叠加高度不宜超过90cm，叠加数量不宜超过6块，叠加后组合垫块在上部结构轴向荷载作用下的截面承载力应按公式2计算：

  ( 2 )

式中：

*N* —— 柱芯轴向压力设计值(N)；

*f*c—— 垫块混凝土的轴心抗压强度设计值(N/mm2)；

—— 垫块混凝土强度折减系数，按表1取值；

*A*c—— 工程垫块的受压面积(mm2)。

1. 垫块混凝土强度折减系数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 垫块叠加层数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|  | 1 | 0.93 | 0.86 | 0.79 | 0.72 | 0.65 |

1. 本表数据适用于平面尺寸200mm-400mm、高度150mm的垫块，其它规格尺寸垫块应根据抗压试验结果确定。

组合钢管混凝土柱，其承载力计算应满足GB 50936要求，其中受拉、受剪和抗压承载力计算时不考虑混凝土作用。

钢滑道支撑体系（图3）主要由钢滑道、钢抱箍、可伸缩钢支撑组成，应按钢框架-支撑结构分别对顶升过程中水平荷载作用下钢滑道整体结构和各构件进行计算：

1. 钢梁与钢支撑宜设计成可拆卸式，随着顶升的进行而改变标高。
2. 框架纵横向应分别设置合理的支撑形式。
3. 可伸缩钢支撑宜在端跨设计成交叉撑的形式，可伸缩钢支撑宜按受拉构件设计。
4. 应根据顶升时实际受到的水平荷载，选用不同规格的可伸缩钢支撑产品。



1-柱；2-钢滑道；3-可伸缩钢支撑；4-梁

1. 钢滑道支撑体系

当砌体结构顶升时，其基础及托盘梁应分别进行顶升过程和顶升完成后的承载力验算。

当剪力墙结构顶升时，应根据剪力墙结构顶升方案结合墙肢的长度对托换方式进行设计。

切断面位置应根据牛腿的高度，施工操作条件等因素综合考虑。

切断面上下和连接段构件设计应符合下列规定：

1. 连接段应按组合钢管混凝土柱进行设计。
2. 连接段混凝土应采用补偿收缩混凝土，其强度等级应比原结构的混凝土强度等级提高一级，且不得低于C30，水中14d限值膨胀率不应低于0.015%。

对顶升过程中的新增梁柱节点应进行专项设计，确保连接可靠，并符合GB 50936和JGJ 138的规定。

* 1. 施工
		1. 一般规定

顶升工程施工前应进行下列准备工作：

1. 结合顶升设计图纸，现场查勘顶升工程的现状。
2. 编制施工组织方案和专项顶升方案。
3. 制定安全措施和应急预案。
4. 所有顶升产品和设备应进行完好性检查，合格后方能使用。

顶升施工应建立完善的项目管理机构，明确人员岗位，确保分工明确。

顶升工程施工前应对现场工程垫块进行抽样检验。

当风力大于6级时不宜进行顶升施工。

顶升施工前应根据顶升需要确定每次顶升量，最大顶升量不应超过设计要求。

框架结构顶升时，应对切割面进行表面找平处理；砌体结构顶升时，应对托盘梁底支点处进行表面找平处理。

钢滑道安装前应对柱子表面进行修平处理，平整度不应大于3mm。钢滑道与柱安装间隙不宜大于5mm，用于顶升纠偏时按倾斜率计算加大间隙。

顶升前，应对可能产生影响的相邻建筑物、地下设施实施保护。

同步顶升施工记录表应符合本文件附录A的规定。

* + 1. 顶升工程施工

框架结构顶升工程应按图4所示工序施工。

正式顶升

试顶升

截柱

设备安装和调试

柱表面处理理

安装钢滑道

钢构件安装

1. 框架结构顶升工程施工顺序

砌体结构顶升工程应按图5所示工序施工。



1. 砌体结构顶升工程施工顺序

设备安装和调试，若单体建筑，只需安装操作站、集控站、若干数控泵站和多个液压千斤顶；若多栋建筑同时顶升，则需安装操作站、群控站、多个集控站，和与每个集控站相应的若干数控泵站和多个液压千斤顶。

截柱施工时顶升系统应处于保压状态。

试顶升应符合下列规定：

1. 每次试顶升高度不宜大于2mm。
2. 砌体结构试顶升不应少于3次，第一次试顶升持荷时间不少于10分钟，第二次试顶升持荷时间不少于30分钟，第三次试顶升持荷时间不少于2天，并进行沉降观测，第三次试顶升持荷时间内沉降量小于0.5mm方可正式顶升。

砌体结构建（构）筑物顶升速度不宜大于4mm/min，回落速度不宜大于2mm/min。

每一阶段顶升完成后，应及时进行该阶段柱子的封钢板、浇筑混凝土等工作，形成组合钢管混凝土柱，待混凝土强度达到设计要求后方可进行下一阶段顶升。

组合钢管混凝土柱内的混凝土应采用粗骨料最大粒径不大于20 mm的细石混凝土浇筑，并采取技术措施提高混凝土在钢管柱内的填充饱满度和浇筑均匀密实性。

每次浇筑组合钢管混凝土柱的细石混凝土应留样， 试件2h抗压强度不应低于20MPa，方可进行下一次顶升。

顶升宜采用同步位移控制方案，并应保证足够的精度，控制各升降点的升降差符合下列要求：

1. 砌体结构，同步顶升相对高差应不大于其单跨长度的1/3000且不大于1.5mm。
2. 混凝土框架结构，同步顶升相对高差应不大于其单跨长度的1/2000且不大于3mm。
3. 钢结构，同步顶升相对高差应不大于其单跨长度的1/1000且不大于6mm。
	* 1. 施工设备与操作

顶升设备及配套产品应有产品合格证。

千斤顶载荷重量不应大于顶升油缸承载能力的60%~70%。

1. 框架结构每根柱子宜布置4个或2个千斤顶，布置在框架柱的四角处或两边。
2. 砌体结构通过顶升改为底框结构时，按框架结构千斤顶布置方式。
3. 砌体结构顶升后仍为砌体结构时，千斤顶宜布置在承重墙轴网交点或拐角处，间距不宜大于2m。
4. 钢筋混凝土剪力墙结构千斤顶宜布置在承重墙轴网交点或拐角处，间距不宜大于4m。
5. 钢结构柱千斤顶宜布置2个，在钢柱弱轴方向。

施工前应按要求安装监控系统。

* 1. 监测
		1. 一般规定

顶升施工前，应制定现场监测方案并布设完成监测点。

顶升工程应对建筑物的倾斜、沉降、裂缝等进行监测，监测记录应符合附录B规定。

监测点布置应能全面反映建筑物、地基在顶升过程中的变形特征，并应对监测点采取保护措施。

监测应符合GB 50026和JGJ 8的有关规定。

* + 1. 监测要求

沉降观测和相对位移观测应符合下列规定：

1. 对一般建筑物，沉降及相对位移监测等级不应低于三级沉降观测；对文保建筑物和其他重要建筑物，不应低于二级沉降观测。
2. 沉降及相对位移监测应设置高程基准点，基准点设置不应少于3个。

 顶升工程完成后，每隔2~3个月观测一次，直至沉降稳定，对各点沉降记录进行复核并编制沉降观测报告。倾斜观测应符合下列规定：

1. 建筑物的倾斜监测应测定建筑物顶部监测点相对于底部监测点或上部相对于下部监测点的水平变位值和倾斜方向，并计算建筑物的倾斜率。
2. 倾斜监测点宜布置在建筑物的角点和倾斜量较大的部位，并应埋设明显的标志。
3. 倾斜监测报告内容应包括倾斜监测点位布置图、倾斜监测成果表、主体结构倾斜曲线图，倾斜监测成果分析与评价。

裂缝观测应符合下列规定：

1. 顶升工程施工前，应对建筑物原有裂缝进行观测，包括裂缝位置、分布、走向、长度、宽度及变化情况，统一编号并做好记录。
2. 顶升工程施工过程中，当监测发现原有裂缝发生变化或出现新裂缝时，应停止顶升施工，分析裂缝变化或产生的原因，评估对结构安全性的影响程度。
3. 裂缝监测报告内容应包括裂缝位置分布图、裂缝观测成果表、裂缝变化曲线图。
	* 1. 监测成果

应依据工程施工进度，及时对监测数据进行整理，对结构状态作出评定，并提交施工阶段监测报告，施工结束后提交监测总结报告。

位移和裂缝监测成果应包括以下内容：

1. 各施工阶段各测点实时位移，裂缝宽度、长度和时间关系图。
2. 各测点阶段位移累计值与设计限值的比较。
3. 实测裂缝宽度与监测限值的比较。
	1. 质量控制
		1. 一般规定

建筑物顶升工程施工质量验收应执行GB 50300 的规定。

工程竣工验收，除应提交第 9.1.1 条规定的文件外，尚应提交下列文件：

1. 工程竣工图、会审记录和设计变更文件。
2. 工程施工组织设计或施工方案。
3. 竣工验收报告。
4. 工程监测报告。

分部、分项工程质量验收应提交下列资料：

1. 原材料、构配件的出厂质量合格证书、检测报告和进场见证抽样复验报告。
2. 水泥、砂浆、混凝土等试块的强度检测报告，钢筋、型钢、钢管连接接头的感观质量检查记录和试验报告。
3. 分部工程实体抽样验收记录报告。
4. 隐蔽工程的施工记录和验收记录报告。
5. 施工阶段性检测报告。
6. 工程重大问题处理记录
	* 1. 质量控制和验收

倾斜率应满足GB 50007、GB 50026和JGJ 8的相关规定。

沉降应满足GB 50007、GB 50026和JGJ 8的相关规定。

同步顶升高度位移误差应满足本文件7.2.10条规定。

顶升工程竣工验收记录表应符合本文件附录C的规定。

质量不合格时，应按以下情况分别处理：

1. 倾斜率不合格，应进行纠偏处理。
2. 沉降不合格，应进行基础加固。
3. 同步顶升高度位移误差不满足，应调整相对高度。
4.
5. （资料性）
同步顶升施工记录表

表A.1给出了顶升施工阶段过程记录内容。

**表A.1 同步顶升施工记录表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 施工单位 |  |
| 监测点 |  | 顶升开始时间 |  |
| 序号 | 日期(yy-M-d) | 时间（hh:mm-hh:mm） | 设计顶升高度(mm) | 实际顶升高度(mm) | 顶升偏差(mm) | 备注 |
| 1 |  |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |  |
| 4 |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  |  |  |  |  |  |
| 6 |  |  |  |  |  |  |
| 7 |  |  |  |  |  |  |
| 8 |  |  |  |  |  |  |
| 9 |  |  |  |  |  |  |
| 10 |  |  |  |  |  |  |
| 11 |  |  |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |  |  |
| 13 |  |  |  |  |  |  |
| 14 |  |  |  |  |  |  |
| 15 |  |  |  |  |  |  |
| 16 |  |  |  |  |  |  |

记录人： 顶升操作人： 技术负责人：

1. （资料性）
顶升工程施工监测记录表

表B.1、B.2给出了顶升施工阶段过程沉降监测记录有关内容。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  **表B.1 沉降监测记录表** 第 页 共 页 | 工程名称： 建设单位： 施工单位： 测量单位： 结构形式： 基础形式： 建筑层数： 仪器型号： 起算点号： 起点算高程： | 第 次 | 年 月 日 时 | 沉降速率（mm/d） |  |  |  |  |  |  |  |  | 附测点平面示意图，并简要分析及判断性结论 |
| 本次沉降量（mm) |  |  |  |  |  |
| 本次高程(m） |  |  |  |  |  |
| 第 次 | 年 月 日 时 | 沉降速率（mm/d） |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 本次沉降量（mm) |  |  |  |  |  |
| 本次高程(m） |  |  |  |  |  |
| 第 次 | 年 月 日 时 | 沉降速率（mm/d） |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 本次沉降量（mm) |  |  |  |  |  |
| 本次高程(m） |  |  |  |  |  |
| 第 次 | 年 月 日 时 | 沉降速率（mm/d） |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 本次沉降量（mm) |  |  |  |  |  |
| 本次高程(m） |  |  |  |  |  |
| 初次 | 年 月 日 时 | 高程（M） |  |  |  |  |  | 监测间隔时间 |  |  |
| 测点编号 |  |  |  |  |   | 监测人 | 记录人 | 备注 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **表B.2 倾斜监测记录表** 第 页 共 页 | 工程名称： 建设单位： 施工单位： 测量单位： 结构形式： 基础形式： 建筑层数： 仪器型号： 起算点号： 起点算高程： | 第 次 | 年 月 日 时 | 倾斜率（%） |  |  |  |  |  |  |  |  | 附测点平面示意图，并简要分析及判断性结论 |
| 回倾速率（mm/d） |  |  |  |  |  |
| 顶点回倾值(mm) |  |  |  |  |  |
| 顶点倾斜值(mm) |  |  |  |  |  |
| 第 次 | 年 月 日 时 | 倾斜率（%） |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 回倾速率（mm/d） |  |  |  |  |  |
| 顶点回倾值(mm) |  |  |  |  |  |
| 顶点倾斜值(mm) |  |  |  |  |  |
| 第 次 | 年 月 日 时 | 倾斜率（%） |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 回倾速率（mm/d） |  |  |  |  |  |
| 顶点回倾值(mm) |  |  |  |  |  |
| 顶点倾斜值(mm) |  |  |  |  |  |
| 初次 | 年 月 日 时 | 倾斜率（%） |  |  |  |  |  | 监测间隔时间 |  |  |
| 顶点倾斜值（mm） |  |  |  |  |  |
| 测点编号 |  |  |  |  |   | 监测人 | 记录人 | 备注 |

1. （资料性）
顶升工程竣工验收记录表

表C.1给出了顶升工程竣工验收记录内容。

**表C.1 顶升工程竣工验收记录表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工程名称 |  | 结构类型 |  | 层数/建筑面积 |  |
| 施工单位 |  | 技术负责人 |  | 开工日期 |  |
| 项目经理 |  | 项目负责人 |  | 竣工日期 |  |
| 序号 | 项目 | 验收记录 | 验收结论 |
| 1 | 就位位置偏差 |  |  |
| 2 | 标高偏差 |  |  |
| 3 | 安全和主要使用功能核查及抽检结果 | 共核查 项，符合要求 项共抽查 项，符合要求 项 |  |
| 4 | 工程资料核查 | 共核查 项，符合要求 项共抽查 项，符合要求 项 |  |
| 5 | 综合验收结论 |  |  |
| 参加验收单位 | 建设单位 | 监理单位 | 设计单位 | 施工单位 |
| （公章）单位（项目）负责人 年 月 日 | （公章）总监理工程师 年 月 日 | （公章）单位（项目）负责人 年 月 日 | （公章）单位（项目）负责人 年 月 日 |

1. 本文件用词说明

1 为便于在执行本文件条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词用语说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

湖北省地方标准

钢滑道顶升技术规程

条文说明

目次

[3 术语和符号 19](#_Toc143267312)

[3.1 术语 19](#_Toc143267313)

[4 基本规定 19](#_Toc143267314)

[5 材料 2](#_Toc143267315)0

[5.1 顶升钢构件 2](#_Toc143267316)0

[5.2 垫块 2](#_Toc143267317)0

[6 设计 2](#_Toc143267318)1

[6.1 一般规定 2](#_Toc143267319)1

[6.2 荷载计算 2](#_Toc143267320)1

[6.3 顶升工程设计 2](#_Toc143267321)1

[7 施工 2](#_Toc143267322)2

[7.1 一般规定 2](#_Toc143267323)2

[7.2 顶升工程施工 2](#_Toc143267324)2

[8 监测 2](#_Toc143267326)3

[8.1 一般规定 2](#_Toc143267327)3

[8.2 监测要求 2](#_Toc143267328)3

[8.3 监测成果 2](#_Toc143267328)3

[9 质量控制 2](#_Toc143267329)3

[9.1 一般规定 23](#_Toc143267330)

3 术语和符号

3.1 术语

3.1.2~3.1.8 钢滑道用格构式钢柱组成，在不同的阶段具有不同用途。在顶升过程中起到对上部结构限位作用，并能挂设悬挂式钢牛腿，在顶升完成后作为永久钢管混凝土柱的一部分。

钢滑道顶升技术的核心技术原理在于交替受力、分段顶升。交替受力存在两种受力状态：一种是顶升时切断面以上的荷载由钢滑道承受的受力状态，另一种是切断面以上的荷载由的工程垫块叠成的柱芯承受的受力状态。

钢滑道顶升技术与一般顶升技术相比具有更安全，更经济，更快速的优势：由于增加了钢滑道进行限位，所以更安全；由于钢滑道具备多种功能，钢牛腿、可伸缩钢支撑等构件可以重复使用，所以更经济。

工程垫块分为钢筋混凝土工程垫块和钢骨混凝土工程垫块，工作垫块分为钢筋混凝土工作垫块和钢骨混凝土工作垫块，钢筋混凝土工程（工作）垫块承载力达不到设计要求时，可采用混凝土工程（工作）垫块。

3.1.11 群控同步顶升成套设备是高端装备，可应用于建筑物的纠偏、平移旋转，建筑物整体顶升与增层，屋盖、干煤棚等增加层高，渡槽、文物保护、桥梁及大型设备等的顶升工程，该成套设备通过位移控制，同时控制数万个液压千斤顶时其位移偏差小于0.3mm，控制精准，安全可靠；同时可对顶升工程全过程监控与记录，操作方便。该装备由使用大量工业芯片和高精度结构部件组成。

群控同步顶升系统具有独立的软件著作权，采用分布式结构，由群控站、集控站、操作站、数控泵站、千斤顶等单元构成。通过多个自主专利产品的泵站元器件，结合对工业芯片的集成使用，使本系统具有同步性能好、同步精度高的特点。分布式结构与标准电气接口、液压接口的应用，可极大减少现场敷线、连接时间。中小型顶升、纠偏、平移、旋转项目采用集中控制同步顶升成套设备，可支持500个千斤顶的同步控制；大型项目采用群控同步顶升大型成套设备，可实现30000个千斤顶的同步控制。

群控同步顶升成套设备中的操作站是用于给群控站发布指令的工作平台；群控站是由群控同步顶升软件和多种芯片组成的可控制多个集控站的控制站；集控站是由集中控制同步顶升软件和多种芯片组成的控制站，可控制多个数控泵站和液压千斤顶；数控泵站是通过芯片实现数字化控制为液压千斤顶注入油量的泵站，一个数控泵站可控制多台液压千斤顶。

3.1.14 有别于常规钢管混凝土柱，本文件组合钢管混凝土柱是基于钢滑道顶升技术，在柱芯受力状态时，用外封钢板将钢滑道封闭成钢管柱，封钢板的高度和次数取决于单次交替顶升的高度和交替的次数，每次封钢板后在钢管柱和柱芯之间的空隙浇筑细石混凝土形成的组合构件。

4 基本规定

4.1 顶升工程技术难度高，风险大，技术方案应经过专家论证后执行，专家组成员应由五名及以上符合相关要求的专家组成。

4.4 顶升工程必须根据原结构的实际状态进行设计，原结构检测鉴定前需先收集原始地质勘察报告、施工图、竣工图、养护维护情况以及已有检测报告等相关资料，并现场调查使用情况和环境条件等。原始施工图等资料不全时，需对原结构的布置，构件尺寸，材料强度，缺陷损伤进行测量，并形成工程现状图。

4.6 由于顶升工程复杂，涉及的因素多，施工过程中的效果与设计预期难以一致，必须适时进行监测。

5 材料

5.1 顶升钢构件

5.1.1~5.1.4 本文件对钢材的选用，主要基于以下三点考虑：

1. 具有良好的可焊性，在钢滑道和钢板之间焊接的可靠性得到保证。
2. 钢牛腿、钢抱箍、可伸缩钢支撑，加工成高精度产品。
3. 钢牛腿、钢抱箍、可伸缩钢支撑可拆卸，可反复使用。

5.2 垫块

5.2.1~5.2.3 结构顶升工程用的垫块是受力部件，因而应对其强度等级提出要求。对其混凝土强度等级作出不应低于 C50 的要求，是参照试验研究成果确定的。

所采用的预制顶升垫块制作单位应具备相应的生产工艺设施，并应有完善的质量管理体 系和必要的试验检测手段。预制顶升垫块制作前，应对其技术要求和质量标准进行技术交底，并应制定生产方案；生产方案应包括生产工艺、模具方案、生产计划、技术质量控制措施、成品保护、堆放及运输方案等内容。

柱芯受力状态下垫块接触面承压，因此接触面平整度和平行度应有较高的精度。

垫块一般设计为标准高度，100mm、 150mm、200mm、300mm 等。顶升到位时应确保建筑平面位置、高程和倾斜等数据满足设计要求。

平面度不应低于0.06mm是指构件加工表面限定在间距等于0.06mm的两平行平面之间，如图1a）所示；平行度不应低于0.1mm是指构件加工表面限定在间距等于0.1mm且平行于基准平面的两平行平面之间，如图1b）所示。



1. 平面度示意



b）平行度示意

图1 平面度与平行度

6 设计

6.1 一般规定

6.1.2 本条对既有建筑顶升设计考虑的因素作出了明确规定。顶升设计需根据现场检测鉴定结果，按照构件现有强度进行承载力验算。顶升设计应具备如下设计输入资料：地勘报告、原设计图（或现场检测图纸）、检测鉴定报告等，根据承载状态及使用状态进行承载力、变形及稳定验算，还需考虑原建筑的结构特点、顶升工程安全施工的条件，以及工程的特殊性等综合研究制定可行的技术方案。根据混凝土框架结构，砌体结构，钢结构不同的柱（墙）断面，应采用不同的钢滑道结构形式。

6.2 荷载计算

6.2.1 顶升过程中的荷载等效为静力荷载计算。

6.2.2 对风荷载，考虑GB 50009给出的最小重现期为10年，所以本文件也按10年一遇取值。在有当地实测资料情况下，可适当降低。顶升过程中，对楼面（屋面）活荷载的取值，可根据施工过程中的实际情况予以考虑。顶升过程中一般不考虑地震作用。

6.3 顶升工程设计

6.3.1 公式1中系数0.67是考虑顶升工程复杂重要程度取的承载力调整系数。

6.3.2 穿双孔式钢牛腿和悬挂式钢牛腿宜按照受力的不同分为不同规格，设计时根据上部结构重量选用适宜的规格。

1. 钢牛腿宜设计成可拆卸式，穿双孔式钢牛腿通过钢棒和混凝土柱连接，悬挂式钢牛腿通过连接螺杆和挂钩与钢滑道连接。
2. 穿双孔式钢牛腿和悬挂式钢牛腿可作为受弯构件验算构件本身承载力和连接强度，并作为空间受力构件通过建立有限元模型分别对构件本身和连接节点的强度进行复核。
3. 悬挂式钢牛腿应对挂钩处钢板抗压及焊缝抗剪强度进行计算复核。
4. 穿双孔式钢牛腿应对开洞口处混凝土局部受压承载力进行计算复核。

6.3.3 公式2中系数是根据试验结果考虑多块垫块叠合在一起相比单块试验的强度折减系数。顶升完成后形成的钢管混凝土柱，由于柱芯系多层垫块叠合，在受拉和受剪计算中，出于保守考虑，只考虑外侧钢管的作用。

6.3.5 可伸缩钢支撑通过钢抱箍连接，设计时钢抱箍连接强度应大于可伸缩钢支撑的强度。

6.3.6 原砌体结构一般采用条形基础，通过顶升改造成底框结构之前，需要先将基础改造成为独立基础或桩承台，并在地坪处先设置托盘梁。初始顶升阶段通过顶升托盘梁将砌体结构整体顶起来，随后新增框架柱，按框架结构顶升方式完成后续顶升。砌体结构经过顶升改造后，形成为底框结构，底框结构的层数和高度应满足现行国家标准的要求，可通过改为底框-剪力墙结构的方式增加层数和高度。

如顶升高度不大，顶升后仍为砌体结构，且原条形基础满足顶升后结构承载力要求时，可不进行基础改造设计，砌体承重墙应在混凝土圈梁或基础梁位置处进行托换。托换梁可按照普通连续梁进行设计，不应考虑原有上部墙体的墙梁作用。

* + 1. 混凝土剪力墙的托换设计应符合下列要求：

当剪力墙墙肢较短时，可按照框架柱托换方式进行设计。当剪力墙墙肢较长时，应采用墙体开洞塞千斤顶或双梁式托换方式。托换梁下布置支点时，局部布置长度不宜小于 0.5m，间隔净距不宜大于 2m，应避开门、窗、洞口和承重构件的薄弱位置；托换双梁支点位置之间宜设置连系梁。

7 施工

7.1 一般规定

7.1.7 纠偏顶升采用的是不同步顶升，柱不是垂直向上，所以钢滑道与柱之间需留有一定的间隙。

7.2 顶升工程施工

7.2.1~7.2.2 钢构件安装包括钢牛腿、钢抱箍和可伸缩支撑的安装；设备安装就位后应进行调试工作，运行正常方可开展后续操作；试顶升应观测基础的沉降。

7.2.3 因停电、油管爆裂、漏油等情况，会造成千斤顶突然失力，故需在千斤顶位置配置自锁安全装置，包括液控单向阀、平衡阀等。

7.2.10 砌体结构在顶升过程中为保障原结构墙体不开裂，提出较严格的同步顶升相对高差要求。

8 监测

8.1 一般规定

8.1.1 顶升工程施工应进行全过程监测。

8.2 监测要求

8.2.1 顶升工程完成后的监测可参考GB 50007执行。

8.3 监测成果

8.3.1~8.3.2 实测数据的处理与预报。需根据建筑物顶升过程仿真分析结果对实际釆集的数据进行统计和误差分析，通过实测的数据对结构计算参数进行识别和修正，并预报下一阶段工作状态，以便及时进行调整，使建筑物顶升过程始终处于安全之中。监测报告作为建筑物改造施工质量及验收的重要依据，需要由监测人员签名并由监测单位盖章交有关单位存档。

9 质量控制

9.1 一般规定

9.1.1 建筑物顶升工程是特种工程，也是比较复杂的工程，其质量检测与验收有其特殊性。本文件强调除满足本文件的要求外，尚应满足国家现行有关工程质量验收标准的要求。

9.1.2 建筑物顶升工程为既有建筑的新建部分，应按新建的子单位工程验收，除包含基础和主体分部工程外，同时也包含装饰装修、建筑给水排水、采暖及电气安装等分部工程的附属设施质量完善内容，最终形成一个完整子单位工程的安全使用功能。