

山东省工程建设标准



DB37/T 5053 – 2016

备案号: J 13345 – 2016

装配式结构独立钢支柱临时支撑系统 应用技术规程

Technical specification for application of independent
steel temporary support in precast concrete structures

2016 – 01 – 28 发布

2016 – 04 – 01 实施



统一书号: 155160 · 756

定 价: 25.00 元

山东省住房和城乡建设厅
山东省质量技术监督局

联合发布

山东省工程建设标准

装配式结构独立钢支柱临时支撑系统
应用技术规程

Technical specification for application of independent
steel temporary support in precast concrete structures

DB37/T 5053 - 2016

住房和城乡建设部备案号：J 13345 - 2016

批准部门：山东省住房和城乡建设厅
山东省质量技术监督局

实施日期：2016 年 04 月 01 日

中国建材工业出版社

2016 济 南

山东省工程建设标准

DB37/T 5053 - 2016

装配式结构独立钢支柱临时支撑系统
应用技术规程

Technical specification for application of independent
steel temporary support in precast concrete structures

中国建材工业出版社 出版

(北京市海淀区三里河路1号)

北京雁林吉兆印刷厂印刷

*

开本：850mm×1168mm 1/32 印张：2.375 字数：56千字

2016年4月第1版 2016年4月第1次印刷

印数：1~3000册 定价：25.00元

统一书号：155160·756

版权所有 翻印必究

山东省住房和城乡建设厅
山东省质量技术监督局
关于发布山东省工程建设标准
《装配式结构独立钢支柱临时支撑系统
应用技术规程》的通知

鲁建标字〔2016〕1号

各市住房城乡建设局（建委）、质监局，各有关单位：

由山东天齐置业集团股份有限公司和济南市住宅产业化发展中心主编的《装配式结构独立钢支柱临时支撑系统应用技术规程》业经审定通过，批准为山东省工程建设标准，编号为DB37/T 5053-2016，现予以发布，自2016年4月1日起施行。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东天齐置业集团股份有限公司负责具体内容的解释。

山东省住房和城乡建设厅
山东省质量技术监督局
2016年1月28日

前 言

为充分发挥独立钢支柱临时支撑系统安全可靠、经济合理、操作方便等特点，规范装配式建筑施工中独立钢支柱临时支撑系统的设计、施工、使用及管理，确保施工质量和安全，山东天齐置业集团股份有限公司会同有关单位经过广泛调查研究，认真总结实践经验，参照国家和行业有关标准，在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程的主要技术内容是：总则；术语和符号；主要构配件及其要求；荷载；结构设计计算；施工与验收；安全管理与维护。

本规程由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东天齐置业集团股份有限公司负责具体内容的解释。

请各单位在执行本规程过程中，注意总结经验，积累资料，如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄送至山东天齐置业集团股份有限公司（地址：济南市高新区玉兰广场，联系电话：0531-81185811，邮箱：sdtqjt@126.com），以便今后修订。

本规程的主编单位、参编单位、主要起草人员和主要审查人员：

主 编 单 位：山东天齐置业集团股份有限公司
济南市住宅产业化发展中心

参 编 单 位：昌黎县兴民伟业建筑设备有限公司
山东省建筑科学研究院
淄博市建设工程质量安全监督站
山东城市建设职业学院

主要起草人员：田茂军 肖华锋 卢保树 刘振亮

张 茜	崔士起	闫贺东	关宏达
吕明谦	郭能刚	刘广文	刘小军
王 晓	孔祥林	李 强	黄 楠
宋 超	张金树	汪俊波	王维奇
田冰洁	郭 鹏		
主要审查人员：应惠清	周学军	刘俊岩	蒋世林
杜海滨	范 涛	黄启政	李承伟
宋亦工	邢庆毅		

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	主要构配件及其要求	6
3.1	主要构配件	6
3.2	材料要求	7
3.3	质量要求	9
4	荷载	11
4.1	荷载分类	11
4.2	荷载标准值	11
4.3	荷载分项系数	12
4.4	荷载效应组合	13
5	结构设计计算	14
5.1	基本设计规定	14
5.2	楞梁设计计算	15
5.3	独立钢支柱设计计算	16
5.4	独立钢支撑抗倾覆验算	18
5.5	地基承载力计算	18
5.6	构造要求	19
6	施工与验收	20
6.1	一般规定	20
6.2	搭设与拆除	20
6.3	检查与验收	22
7	安全管理与维护	23

附录 A 独立钢支柱主要构配件规格 24

附录 B 独立钢支柱构配件允许偏差与检查方法 25

附录 C 独立钢支柱力学性能试验 27

附录 D 风压高度变化系数 μ_z 29

附录 E 有关设计参数 30

附录 F 轴心受压构件的稳定系数 31

本规程用词说明 33

引用标准名录 34

附：条文说明 37

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Main Components and Material Requirements	6
3.1	Main Components	6
3.2	Material Requirements	7
3.3	Production Quality Requirements	9
4	Loads	11
4.1	Loads Classification	11
4.2	Characteristic Value of Loads	11
4.3	Subentry Coefficient of Loads	12
4.4	Combination of Loads Effects	13
5	Design and Calculation of Structure	14
5.1	Basic Regulation for Design	14
5.2	Calculation Designing for Beam	15
5.3	Design and Calculation of Independent	
Steel Supports		16
5.4	Overturning Resistance Checking	18
5.5	Foundation Bearing Capacity Checking	18
5.6	Structure Requirements	19
6	Construction and Acceptance	20
6.1	General Requirements	20
6.2	Installation and Disassembly	20
6.3	Inspection and Acceptance	22

7 Safety Management and Maintenance 23

Appendix A Specifications of Main Components of
Independent Steel Supports 24

Appendix B Inspection Methods and Dimension
Tolerances for Main Components of
Independent Steel Supports 25

Appendix C Inspection of Mechanical Properties of
Independent Steel Supports 27

Appendix D Calculating Coefficients of Wind Load μ_z 29

Appendix E Design Parameters 30

Appendix F Stability Coefficients for Axial Compression
Members 31

Explanation of Wording in This Specification 33

List of Quoted Standards 34

Addition; Explanation of Provisions 37

1 总 则

1.0.1 为规范装配式结构独立钢支柱临时支撑系统的设计、施工、使用及管理，贯彻执行国家安全生产的方针政策，确保施工安全，做到技术先进、经济合理、安全适用，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于装配式结构预制混凝土梁、板的施工中采用独立钢支柱临时支撑系统的设计、施工、使用及管理。

1.0.3 采用装配式结构独立钢支柱临时支撑系统的支撑高度不宜大于 4m。

1.0.4 装配式结构独立钢支柱临时支撑系统的设计、施工、使用及管理除应执行本规程外，尚应符合国家现行相关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 独立钢支柱临时支撑系统 system of independent steel temporary supports and tripods or horizontal tubes

由独立钢支柱、楞梁、水平杆或三脚架组成的支撑系统，简称独立钢支撑。

2.1.2 独立钢支柱 independent steel support

由套管、插管和支撑头组成的钢支柱。

2.1.3 套管 annular tube

位于独立钢支柱下部，与插管配套使用焊有可调螺管的竖向支撑构件。

2.1.4 插管 intubation

位于独立钢支柱上部，与套管配套使用带销孔的竖向支撑构件。

2.1.5 支撑头 upright tube

安装在插管顶部用于连接楞梁的顶托或 U 型支托。

2.1.6 可调螺管 adjustable screwed tube

焊接在套管顶部，带有螺纹的钢管。

2.1.7 销孔 pinhole

位于插管下部，等距分布的插孔。

2.1.8 插销 clevis pin with head

用于穿插销孔固定插管的钢销。

2.1.9 底座 jack base

设立于套管立柱底部的铁垫座。

2.1.10 水平杆 horizontal tube

用于水平连接相邻独立钢支柱的杆件。

2.1.11 三脚架 tripod

由三根钢管组成三棱锥状，位于独立钢支撑底部，与套管连接后，用于固定独立钢支柱的三脚撑构件。

2.1.12 支撑高度 supports height

独立钢支柱基础底面至楞梁顶面的垂直距离。

2.1.13 混凝土叠合受弯构件 concrete composite flexural component

预制混凝土梁、板顶部在现场后浇混凝土而形成的整体受弯构件，简称叠合梁、叠合板。

2.2 符 号

2.2.1 荷载和荷载效应

G_1 ——新浇筑混凝土自重；

G_2 ——预制混凝土梁、板自重；

G_3 ——独立钢支撑自重；

M ——弯矩设计值；

M_1 ——独立钢支柱偏心弯矩设计值；

M_R ——独立钢支撑的抗倾覆力矩设计值；

M_T ——独立钢支撑的倾覆力矩设计值；

M_W ——风荷载引起的独立钢支柱弯矩设计值；

M_{wk} ——风荷载引起的独立钢支柱弯矩标准值；

N ——独立钢立柱轴心压力设计值；

N_{EX} ——独立钢支柱的欧拉临界力；

P_{wk} ——风荷载的线荷载标准值；

Q_1 ——施工荷载；

Q_2 ——附加水平荷载；

Q_3 ——风荷载；

R ——结构构件的承载力设计值；

S ——荷载基本组合计算的效应设计值；

V ——楞梁的剪力设计值；

ν ——挠度；
 τ ——楞梁的剪应力；
 w_0 ——基本风压值；
 w_k ——风荷载标准值；
 σ ——楞梁的正应力。

2.2.2 材料性能和抗力

E ——弹性模量；
 f ——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；
 f_a ——地基承载力设计值；
 f_{ak} ——地基承载力特征值；
 f_L ——楞梁的抗弯强度设计值；
 f_c^b ——销孔处管壁端的承压强度设计值；
 f_v ——钢材抗剪强度设计值；
 f_v^b ——插销抗剪强度设计值；
 f_v^m ——楞梁的抗剪强度设计值；
 $[\nu]$ ——楞梁容许挠度。

2.2.3 几何参数

A ——轴心受压杆件毛截面面积；
 A_n ——独立钢支柱的净截面面积；
 A^b ——插销的截面面积；
 A_g ——独立钢支撑基础底面积；
 A_c^b ——销孔处管壁承压面积；
 b ——楞梁腹板的厚度；
 d ——插销直径；
 D ——钢管直径；
 i ——回转半径；
 i_2 ——套管的回转半径；
 I ——截面惯性矩；
 I_1 ——插管惯性矩；
 I_2 ——套管惯性矩；

L_0 ——独立钢支柱使用长度；
 $l_{\max}$ ——独立钢支柱纵横向间距较大值；
 S_0 ——楞梁的中和轴面积矩；
 t ——壁厚；
 W ——截面模量；
 λ ——长细比。

2.2.4 计算系数

k_c ——支撑结构的地基承载力调整系数；
 μ ——杆件长度计算系数；
 μ_s ——风荷载体型系数；
 μ_z ——风压高度变化系数；
 φ ——轴心受压构件的稳定系数；
 β ——等效弯矩系数；
 γ_0 ——结构重要性系数；
 γ_Q ——可变荷载分项系数；
 γ_R ——承载力设计值调整系数。

3 主要构配件及其要求

3.1 主要构配件

3.1.1 独立钢支撑由独立钢支柱、楞梁、水平杆或三脚架组成 (图 3.1.1)。

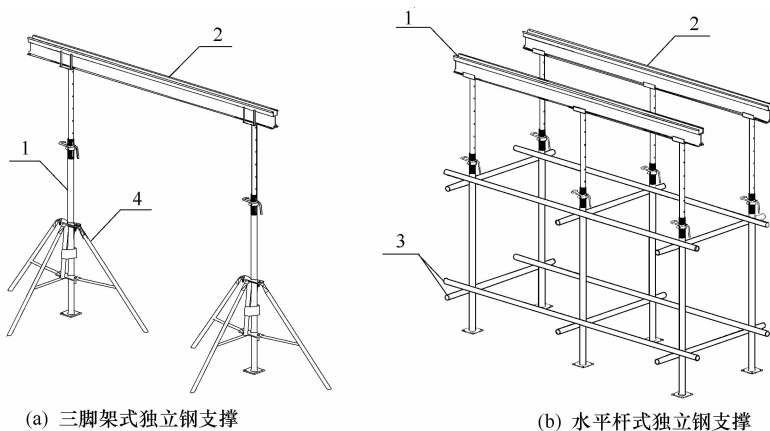


图 3.1.1 独立钢支撑

1—独立钢支柱；2—楞梁；3—水平杆；4—三脚架

3.1.2 独立钢支柱由套管、插管和支撑头组成，分为外螺纹钢支柱和内螺纹钢支柱 (图 3.1.2)。

3.1.3 套管由底座、钢管、调节螺管和调节螺母组成。

3.1.4 插管由带销孔的钢管和插销组成。

3.1.5 支撑头可采用板式顶托或 U 型支托。

3.1.6 独立钢支柱规格宜符合附录 A 的要求。

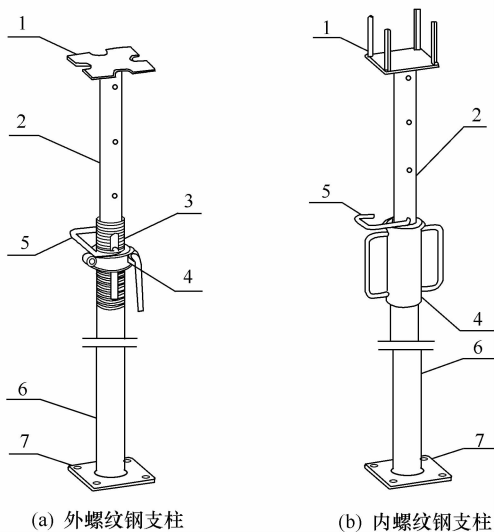


图 3.1.2 独立钢支柱

1—支撑头；2—插管；3—调节螺管；4—调节螺母；
5—插销；6—套管；7—底座

3.2 材料要求

3.2.1 独立钢支柱的主要构配件除有特殊要求外，其材质应符合表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 独立钢支柱的主要构配件材质

名称	插管	套管	调节螺管	调节螺母	插销	底座	支撑头
材质	Q235B 或 Q345	Q235B 或 Q345	Q235B 或 Q345 无缝钢管	ZG270-500	镀锌热轧 光圆钢筋 HPB300	Q235B	Q235B

3.2.2 插管规格宜为 $\phi 48.3\text{mm} \times 3.6\text{mm}$ ，套管规格宜为 $\phi 60\text{mm} \times 2.4\text{mm}$ 。插管、套管应符合国家现行标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793、《低压流体输送用焊接钢管》GB/T 3091 中

的 Q235B 或 Q345 级普通钢管的要求，其材质性能应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 或《低合金高强度结构钢》GB/T 1591 的规定。

3.2.3 支撑头宜采用 Q235B 的钢板制作，其材质性能应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的规定。板材厚度不应小于 6mm。

3.2.4 底座宜采用 Q235B 的钢板热冲压整体成型，其材质性能应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 的规定。底座尺寸宜为 150mm × 150mm，板材厚度不应小于 6mm。

3.2.5 调节螺管宜采用 $\phi 60\text{mm} \times 4\text{mm}$ 的钢管制作，应采用 Q235B 或 Q345 无缝钢管，其质量应符合现行国家标准《结构用无缝钢管》GB/T 8162 的规定。调节螺管的可调螺纹长度不应小于 210mm，孔槽宽度不应小于 16mm，长度宜为 130mm，槽孔应上下对称布置。

3.2.6 插销应采用镀锌热轧光圆钢筋，其材料性能应符合现行国家规范《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB 1499.1 中的 HPB300 热轧光圆钢筋的相关规定。插销直径宜为 $\phi 14\text{mm}$ 。销孔直径宜为 16mm、间距宜为 125mm，销孔应对称设置。

3.2.7 调节螺母应采用铸钢制造，其材料机械性能应符合现行国家标准《一般工程用铸造碳钢件》GB 11352 中 ZG270 - 500 的规定。调节螺母与可调螺管啮合长度不得少于 6 扣，调节螺母高度应不小于 40mm，厚度应不小于 10mm。

3.2.8 楞梁宜采用木材或铝合金制作做的工字梁。采用木材时，木材材质标准应符合国家现行标准《木结构设计规范》GB 50005 的规定；采用铝合金型材时，应符合国家现行标准《铝及铝合金型材》YB 1703 的规定。

3.2.9 水平杆宜采用普通焊接钢管，应符合国家现行标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793 的要求。

3.2.10 三角架宜采用普通焊接钢管制作，钢管应符合国家现行

标准《直缝电焊钢管》GB/T 13793 的要求。

3.3 质量要求

3.3.1 生产厂家应对构配件外观和允许偏差项目进行质量检查，并应委托具有相应检测资质的机构对构配件进行力学性能试验。

3.3.2 独立钢支柱构配件抽样检验方法应符合下列规定：

1 应按照现行国家标准《计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划》GB/T 2828.1 的有关规定进行随机抽样。

2 构配件外观质量、允许偏差应按批进行抽样检验，每批不大于 500 件，样本由检测人员于生产线或成品库随机抽取。抽取的样本数为 20 件，合格判定数为 3 件。

3 构配件力学性能试验应从外观质量、允许偏差抽检合格的产品中抽取 3 件作刃形支承和平面支承的荷载试验。

3.3.3 构配件外观质量应符合下列要求：

1 插管、套管应光滑、无裂纹、无锈蚀、无分层、无结疤、无毛刺等，不得采用横断面接长的钢管；

2 插管、套管钢管应平直，两端应平整，不得有斜口、毛刺；

3 各焊缝应饱满，焊渣应清理干净，不得有未焊透、夹渣、咬肉、裂纹等缺陷；

4 构配件防锈漆涂层应均匀，附着应牢固，油漆不得漏、皱、脱、淌；

5 表面镀锌的构配件，镀锌层应均匀一致；

6 主要构配件上应有不易磨损的标识，应标明生产厂家代号或商标、生产年份、产品规格和型号。

3.3.4 构配件的允许偏差项目应符合附录 B 的规定。

3.3.5 构配件的力学性能应符合附录 C 的规定。有下列情况之一时，应重新进行力学性能试验：

- 1 构配件新产品定型鉴定时；
- 2 构配件的设计、材料、工艺、生产设备、管理等方面有较大改变；
- 3 构配件转厂生产或产品停产一年以上恢复生产；
- 4 国家质量监督机构要求进行型式检验时。

4 荷 载

4.1 荷载分类

4.1.1 作用于独立钢支撑上的荷载可分为永久荷载与可变荷载。

4.1.2 独立钢支撑上的永久荷载应包括下列内容：

1 新浇筑混凝土自重 (G_1)：包括作用在预制混凝土梁、板上的新浇筑混凝土和钢筋自重；

2 预制混凝土梁、板自重 (G_2)：包括叠合板、叠合梁预制部分的自重；

3 独立钢支撑自重 (G_3)：包括独立钢支柱、楞梁、水平杆或三脚架等构配件的自重。

4.1.3 独立钢支撑的可变荷载应包括下列内容：

1 施工荷载 (Q_1)：包括作用在预制混凝土梁、板上的施工作业人员、施工设备和工具、超过浇筑构件厚度的混凝土堆放荷载；

2 附加水平荷载 (Q_2)：包括作用在支撑顶部的泵送混凝土、倾倒混凝土等未预见因素产生的水平荷载；

3 风荷载 (Q_3)。

4.2 荷载标准值

4.2.1 永久荷载标准值取值应符合下列规定：

1 新浇筑混凝土自重标准值：对普通梁钢筋混凝土自重可采用 25.5kN/m^3 ，对普通板钢筋混凝土自重可采用 25.1kN/m^3 ，对特殊钢筋混凝土结构应根据实际情况单独确定。

2 预制混凝土梁、板自重标准值：预制混凝土梁、板自重标准值应按实际计算，对 60mm 厚的桁架钢筋混凝土叠合板取 1.5kN/m^2 。

3 独立钢支撑自重标准值：可根据独立钢支柱、楞梁、水平杆或三脚架实际自重，并结合设计图纸进行计算；独立钢支柱自重也可参照附录 A 采用。

4.2.2 独立钢支撑可变荷载标准值取值应符合以下规定：

1 施工荷载标准值：可按实际情况计算，正常情况下取 3kN/m^2 ；

2 附加水平荷载标准值：可取 2% 的竖向永久荷载标准值，并应以线荷载的形式水平作用在架体顶部；

3 作用在独立钢支撑上的风荷载标准值应按下式计算：

$$\omega_k = \mu_z \mu_s \omega_0 \tag{4.2.2}$$

式中 ω_k ——风荷载标准值 (kN/m^2)；

μ_z ——风压高度变化系数，应按本规程附录 D 确定；

μ_s ——风荷载体型系数，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 表 8.3.1 第 33 项和 37 项的规定计算；

ω_0 ——基本风压值 (kN/m^2)，应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用，取重现期 $n=10$ 对应的风压值，但不得小于 0.3kN/m^2 。

4.3 荷载分项系数

4.3.1 荷载分项系数应按表 4.3.1 确定。

表 4.3.1 荷载分项系数

序号	验算项目		荷载分项系数	
			永久荷载 γ_G	可变荷载 γ_Q
1	强度与稳定性计算	永久荷载效应控制	1.35	1.4
		可变荷载效应控制	1.2	1.4
2	抗倾覆验算	倾覆	—	1.4
		抗倾覆	0.9	—

注：强度与稳定性计算时，应取永久荷载效应控制组合和可变荷载效应控制组合中最不利的效应设计值。

4.4 荷载效应组合

4.4.1 独立钢支撑的作用及作用组合应根据国家现行标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 等确定。

4.4.2 预制混凝土梁、板在安装过程中就位、临时固定时等短暂设计状况下的施工验算，应将构件自重标准值乘以动力系数后作为等效静力的荷载标准值，其动力系数可取 1.2。

4.4.3 独立钢支柱强度、稳定性及地基承载力的计算时，应按预制混凝土梁、板吊装就位时和混凝土浇筑时两种工况进行荷载组合。荷载效应组合应按表 4.4.3 的规定采用。

表 4.4.3 荷载效应组合

序号	计算项目		参与荷载组合项	
			预制混凝土梁、 板吊装就位时	混凝土浇筑时
1	强度、稳定性计算		$G_2 + G_3 + Q_3$	$G_1 + G_2 + G_3 + Q_1 + Q_3$
2	地基承载力计算			
3	抗倾覆验算	倾覆	—	$Q_2 + Q_3$
4		抗倾覆	—	$G_1 + G_2 + G_3$

注：表中“+”仅代表各项荷载参与组合，而不代表数相加。

5 结构设计计算

5.1 基本设计规定

5.1.1 独立钢支撑结构设计应依据现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《混凝土结构设计规范》GB 50010、《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 及《钢结构设计规范》GB 50017 的规定，应采用以概率理论为基础的极限状态设计方法，以分项系数设计表达式进行计算。

5.1.2 独立钢支柱采用两端铰接杆件的结构计算模型进行设计。

5.1.3 独立钢支撑设计计算应包括下列内容：

- 1 楞梁的强度与挠度计算；
- 2 独立钢支柱的强度计算；
- 3 独立钢支柱稳定性计算；
- 4 插销抗剪强度计算；
- 5 插销处钢管壁端面承压强度计算；
- 6 抗倾覆验算；
- 7 地基承载力计算。

5.1.4 独立钢支撑应按短暂设计状况进行承载力计算。承载力计算应符合下式要求：

$$\gamma_0 S \leqslant \frac{R}{\gamma_R} \quad (5.1.4)$$

式中 γ_0 ——结构重要性系数 ($\gamma_0 = 1.05$)；

S ——荷载基本组合计算的效应设计值 (N)；

R ——结构构件的承载力设计值 (N)；

γ_R ——承载力设计值调整系数，应根据独立钢支撑重复使用情况取用，不应小于 1.0。

5.1.5 独立钢支撑外围为全封闭状况，独立钢支撑计算可不考虑风荷载的影响；独立钢支撑外围为敞开式状况，应考虑风荷载对独立钢支撑的影响。

5.2 楞梁设计计算

5.2.1 楞梁应进行抗弯强度、抗剪强度计算与挠度验算。应根据实际情况按简支梁、连续梁或悬臂梁计算，当楞梁连续跨数超过三跨时，宜按三跨连续梁计算。

5.2.2 楞梁的抗弯强度应按下式计算：

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq f_L \quad (5.2.2)$$

式中 σ ——楞梁的正应力 (N/mm^2)；

M ——弯矩设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)，应按本规程第 5.2.1 条的规定计算；

W ——截面模量 (mm^3)；

f_L ——楞梁的抗弯强度设计值 (N/mm^2)。

5.2.3 楞梁的抗剪强度应按下式进行计算：

$$\tau = \frac{VS_0}{Ib} \leq f_v^m \quad (5.2.3)$$

式中 τ ——楞梁的剪应力 (N/mm^2)；

V ——楞梁的剪力设计值 (N)；

S_0 ——楞梁的中和轴面积矩 (mm^3)；

I ——截面惯性矩 (mm^4)；

b ——楞梁腹板的厚度 (mm)；

f_v^m ——楞梁的抗剪强度设计值 (N/mm^2)。

5.2.4 楞梁变形验算应按下式验算：

$$v \leq [v] \quad (5.2.4)$$

式中 v ——挠度 (mm)；

$[v]$ ——楞梁容许挠度 (mm)，取楞梁计算跨度的 $1/400$ 。

5.3 独立钢支柱设计计算

5.3.1 独立钢支柱的强度计算公式应符合下列规定：

$$\frac{N}{A_n} \leq f \quad (5.3.1)$$

式中 N ——独立钢支柱轴心压力设计值 (N/mm^2)；

A_n ——独立钢支柱的净截面面积 (mm^2)；

f ——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值 (N/mm^2)，按照本规程附录 E 表 E-1 采用。

5.3.2 独立钢支柱的稳定性计算公式应符合下列规定：

$$\frac{N}{\varphi A} + \frac{\beta M}{W \left(1 - 0.8 \frac{N}{N_{\text{EX}}}\right)} \leq f \quad (5.3.2-1)$$

$$M = M_1 + M_w \quad (5.3.2-2)$$

式中 φ ——轴心受压构件的稳定系数，根据计算长细比 $\lambda =$

$\frac{\mu L_0}{i_2}$ 的值按本规程附录 F 取值；其中杆件长度计算

系数 $\mu = \sqrt{\frac{1+n}{2}}$ ， $n = \frac{I_2}{I_1}$ ， I_1 为插管惯性矩， I_2 为套管惯性矩； i_2 为套管的回转半径； L_0 为独立钢支柱使用长度 (mm)；

A ——轴心受压杆件毛截面面积 (mm^2)，按照本规程附录 E 表 E-2 采用；

β ——等效弯矩系数， $\beta=1.0$ ；

M ——立杆弯矩设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)；

M_1 ——独立钢支柱偏心弯矩设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)，考虑到插管与套管之间因松动而产生偏心弯矩，按偏半个插管直径计算；

M_w ——风荷载引起的独立钢支柱弯矩设计值 ($\text{N} \cdot \text{mm}$)，应按本规程第 5.3.3 条计算；

N_{EX} ——独立钢支柱的欧拉临界力 (N), $N_{\text{EX}} = \frac{\pi^2 EA}{\lambda^2}$;

E ——独立钢支柱弹性模量 (N/mm²), 按照本规程附录 E 表 E-1 采用。

5.3.3 风荷载引起的独立钢支柱弯矩设计值应按下列公式计算:

$$M_W = \gamma_Q M_{\text{wk}} \quad (5.3.3-1)$$

$$M_{\text{wk}} = \frac{P_{\text{wk}} L_0^2}{8} \quad (5.3.3-2)$$

式中 M_{wk} ——风荷载引起的独立钢支柱弯矩标准值 (N·mm);

γ_Q ——可变荷载分项系数;

P_{wk} ——风荷载的线荷载标准值 (N/mm), $P_{\text{wk}} = \omega_k l_{\text{max}}$;

ω_k ——风荷载标准值 (N/mm²), 应按本规程第 4.2.2-3 条计算;

l_{max} ——独立钢支柱纵横向间距较大值 (mm)。

5.3.4 独立钢支柱设计时, 插销的剪切承载力计算公式应符合下列规定:

$$\frac{N}{2A^b} \leq f_v^b \quad (5.3.4)$$

式中 f_v^b ——插销抗剪强度设计值 (N/mm²), 采用 HPB300 热轧光圆钢筋时, 抗剪强度设计值取 140N/mm²;

A^b ——插销的截面面积 (mm²), $A^b = \pi \frac{d^2}{4}$, d 为插销直径 (mm)。

5.3.5 独立钢支柱设计时, 销孔处的钢管壁端承压强度承载力计算公式应符合下列规定:

$$\frac{N}{A_c^b} \leq f_c^b \quad (5.3.5)$$

式中 f_c^b ——销孔处管壁端的承压强度设计值 (N/mm²), 按照本规程附录 E 表 E-1 采用;

A_c^b ——销孔处管壁承压面积 (mm²), $A_c^b = 2dt$, t 为壁厚 (mm)。

5.4 独立钢支撑抗倾覆验算

5.4.1 独立钢支撑采用三脚架稳固措施时, 应进行独立钢支撑的抗倾覆验算。

5.4.2 独立钢支撑抗倾覆应按混凝土浇筑时的短暂设计工况进行验算。

5.4.3 独立钢支撑的抗倾覆验算应满足下式要求:

$$M_T \leq M_R \quad (5.4.3)$$

式中 M_R ——独立钢支撑的抗倾覆力矩设计值 ($N \cdot mm$);

M_T ——独立钢支撑的倾覆力矩设计值 ($N \cdot mm$)。

5.5 地基承载力计算

5.5.1 独立钢支撑地基承载力应满足下列公式的要求:

$$\frac{N}{A_g} \leq f_a \quad (5.5.1)$$

式中 f_a ——地基承载力设计值 (N/mm^2);

A_g ——独立钢支撑基础底面积 (mm^2)。

5.5.2 独立钢支撑地基承载力应符合下列规定:

1 支承于地基土上时, 地基承载力设计值应按下式计算:

$$f_a = k_c f_{ak} \quad (5.5.2)$$

式中 f_{ak} ——地基承载力特征值 (N/mm^2)。岩石、碎石土、砂土、粉土、黏性土及回填土地基的承载力特征值, 应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定确定;

k_c ——支撑结构的地基承载力调整系数, 当为天然地基时, 取 1.0; 当为回填土时, 取 0.4。

2 当支承于结构构件上时, 应按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 或《钢结构设计规范》GB 50017 的有关规定对结构构件承载能力和变形进行验算。

5.6 构造要求

5.6.1 独立钢支柱插管与套管的重叠长度不应小于 280mm，独立钢支柱套管长度应大于独立钢支柱总长度的 1/2 以上。

5.6.2 独立钢支柱采用 U 型顶托时，楞梁应居中布置，两侧间隙应楔紧；采用板式顶托时，顶托与楞梁之间应采取可靠的固定措施。

5.6.3 独立钢支撑应设置水平杆或三脚架等有效防倾覆措施。

5.6.4 采用水平杆作为防倾覆措施时，应符合下列规定：

1 水平杆可采用钢管和扣件搭设，也可采用盘扣或盘销式等钢管架搭设；

2 水平杆应采用不小于 $\phi 32\text{mm}$ 的普通焊接钢管；

3 水平杆应按步纵横向通长满布贯通设置，水平杆不应少于两道；底层水平杆距地高度不应大于 550mm。

5.6.5 采用三脚架作为防倾覆措施时，应符合下列规定：

1 三脚架宜采用不小于 $\phi 32\text{mm}$ 的普通焊接钢管制作；

2 三脚架支腿与底面的夹角宜为 $45^\circ \sim 60^\circ$ ，底面三角边长不应小于 800mm；

3 三脚架应与独立钢支柱进行可靠连接。

5.6.6 独立钢支撑的布置除应满足预制混凝土梁、板的受力设计要求，还应符合下列规定：

1 独立钢支柱距结构外缘不宜大于 500mm；

2 独立钢支撑的楞梁宜垂直于叠合板桁架钢筋、叠合梁纵向布置；

3 装配式结构多层连续支撑时，上、下层支撑的立柱宜对准。

6 施工与验收

6.1 一般规定

6.1.1 构配件进入施工现场时，建设（监理）单位应组织施工单位、生产厂家（租赁公司）共同对构配件外观质量、允许偏差和相关资料进行检查验收。独立钢支柱构配件的外观质量应符合本规程第 3.3.3 条的要求，允许偏差应符合附录 B 的要求。

6.1.2 独立钢支撑租赁（产权）公司应按照国家现行标准《租赁模板脚手架维修保养技术规范》GB 50829 的相关规定对构配件进行管理。

6.1.3 独立钢支撑施工前应编制施工方案，并应经审核批准后实施。施工方案宜包括：编制依据、工程概况、布置方案、施工部署、搭设与拆除、施工安全质量保证措施、施工监测、应急预案、计算书及相关图纸等。

6.1.4 独立钢支撑搭设前，项目技术负责人应按施工方案的要求对现场管理人员和作业人员进行技术和安全作业交底。

6.2 搭设与拆除

6.2.1 独立钢支撑的搭设场地应坚实、平整。底部应作找平夯实处理，承载力应满足受力要求。

6.2.2 独立钢支撑立柱搭设在基土上时，应加设垫板，垫板应有足够的强度和支撑面积；采用木垫板时，垫板厚度应一致且不得小于 50mm、宽度不小于 200mm、长度不小于 2 跨。

6.2.3 独立钢支撑搭设应按专项施工方案进行，并应符合下列规定：

- 1 独立钢支撑应按设计图纸进行定位放线；

2 将插管插入套管内，安装支撑头，并将独立钢支柱放置于指定位置；

3 水平杆、三脚架等稳固措施应随独立钢支撑同步搭设，不得滞后安装；

4 根据支撑高度，选择合适的销孔，将插销插入销孔内并固定；

5 根据设计图纸安装、固定楞梁；

6 校正纵横间距、立杆的垂直度及水平杆的水平度；

7 调节可调螺母使支撑头上的楞梁顶至预制混凝土梁、板底标高。

6.2.4 采用独立钢支撑的预制混凝土梁、板的吊装应符合以下规定：

1 应根据预制混凝土梁、板的形状、尺寸、重量和作业半径等要求选择吊具和起重设备，所采用的吊具和起重设备及其施工操作应符合国家现行有关标准的规定；

2 预制混凝土梁、板吊运就位时，应缓慢放置，待预制混凝土梁、板放置独立钢支撑上稳固后，方可摘除卡环；

3 预制混凝土梁、板与楞梁应结合严密，确保荷载可靠传递。

6.2.5 独立钢支撑拆除时应符合下列规定：

1 独立钢支撑的拆除应按施工方案确定的方法和顺序进行；

2 作业层混凝土浇筑完成后，方可拆除下层独立钢支撑水平杆、三脚架等构造措施；

3 独立钢支撑拆除前混凝土强度应达到设计要求；当设计无要求时，混凝土强度应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的相关规定；

4 独立钢支撑的拆除应符合现行国家相关标准的规定，装配式结构应保持不少于两层连续支撑；

5 拆除的支撑构配件应及时分类、指定位置存放。

6.3 检查与验收

6.3.1 独立钢支撑搭设完毕应组织施工技术人员进行验收，独立钢支撑搭设的技术要求、允许偏差与检验方法应符合表 6.3.1 的规定。

表 6.3.1 独立钢支撑搭设的技术要求、允许偏差与检验方法

序号	项目		技术要求	允许偏差 (mm)	检查方法
1	搭设场地	承载力	满足受力要求	—	检查计算书、地质勘察报告
		表面	坚实平整	—	观察
2	独立钢支柱	垂直度	—	2‰	经纬仪或吊线
		间距	—	+20 -20	钢卷尺
3	三脚架	角度	45°~ 60°		角尺
		底面边长	≥800		钢卷尺
4	水平杆	步距	—	+10 -10	钢卷尺
		底部高度	≤550		钢卷尺

6.3.2 预制混凝土梁、板吊装前应对搭设的钢支撑进行检查，确认符合专项施工方案要求后方可进行预制混凝土梁、板的安装。

6.3.3 独立钢支撑应提供以下技术资料：

- 1 独立钢支撑施工方案；
- 2 独立钢支撑检查验收记录；
- 3 生产厂家、租赁（产权）公司营业执照复印件；
- 4 构配件质量合格证书、力学性能检验报告。

7 安全管理与维护

7.0.1 独立钢支撑搭设与拆除作业人员必须正确戴安全帽、系安全带、穿防滑鞋。

7.0.2 支撑结构作业层上的施工荷载不得超过设计允许荷载。

7.0.3 叠合梁应从跨中向两端、叠合板应从中央向四周对称分层浇筑，叠合板局部混凝土堆置高度不得超过楼板厚度 100mm。

7.0.4 预制混凝土梁、板吊装及混凝土浇筑施工过程中，应派专人监测独立钢支撑的工作状态；发生异常时监测人员应及时报告施工负责人，情况紧急时应迅速撤离施工人员，并应进行相应加固处理。当遇到险情及其他特殊情况时，应立即停工和采取应急措施；待修复或险情排除后，方可继续施工。

7.0.5 独立钢支撑搭设和拆除过程中，应设置警戒区和警示标识，严禁非操作人员进入作业范围。

7.0.6 6 级及以上大风及雨雪时，应停止预制混凝土梁、板的吊装作业。

7.0.7 拆除时应注意对插管、套管、支撑头、水平杆及三脚架的保护，拆除的独立钢支柱构配件应安全传递至楼地面，严禁抛掷。

7.0.8 工地临时用电线路应按现行行业标准《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定执行。

附录 A 独立钢支柱主要构配件规格

表 A 独立钢支柱主要构配件规格表

项目 型号	插管		套管		最小使用高度		最大使用高度		重量 (kN)
	规格 (mm×mm)	长度 (mm)	规格 (mm×mm)	长度 (mm)	高度 (mm)	最大容 许设计 荷载 (kN)	高度 (mm)	最大容 许设计 荷载 (kN)	
C-1518	φ48.3×3.6	1506	φ60×2.4	1806	1812	32	3032	14	0.1424
C-1522	φ48.3×3.6	1506	φ60×2.4	2206	2212	32	3432	12	0.1562
C-1527	φ48.3×3.6	1506	φ60×2.4	2706	2712	30	3932	10	0.1733

附录 B 独立钢支柱构配件允许偏差与检查方法

表 B 独立钢支柱构配件允许偏差与检查方法

序号	项目		标准尺寸 (mm)	允许偏差 (mm)	检查方法
1	插管	外径	$\phi 48.3$	$+0.50$ -0.50	游标卡尺
		壁厚	3.6	$+0.36$ -0.36	游标卡尺
		外表面的锈蚀深度	≤ 0.18		管道表面腐蚀坑深度测量仪
2	套管	外径	$\phi 60$	$+0.60$ -0.60	游标卡尺
		壁厚	≥ 2.4		游标卡尺
		外表面的锈蚀深度	≤ 0.18		管道表面腐蚀坑深度测量仪
3	外形尺寸	套管和插管的长度	L	$+26$ 0	钢卷尺
		套管与插管重叠长度	≥ 280	—	钢卷尺
4	套管与插管的直线度		—	$\leq L/1000$	钢卷尺
5	插销直径		$\phi 14$	$+0.20$ -0.20	游标卡尺
6	销孔	孔直径	$\phi 16$	$+0.50$ 0	游标卡尺
		销孔中心距	125	$+1.00$ -1.00	钢卷尺

续表 B

序号	项目		标准尺寸 (mm)	允许偏差 (mm)	检查方法
7	底座	厚度	≥ 6	—	游标卡尺
8	顶板	厚度	≥ 6	—	游标卡尺
9	调节螺管	螺距	6	$+0.10$ 0	游标卡尺
		螺纹长度	≥ 210	—	钢卷尺
		壁厚	≥ 4	—	游标卡尺
10	焊缝	高度	插管	$+1.00$ 0	游标卡尺
			套管	$+1.00$ 0	

附录 C 独立钢支柱力学性能试验

C.0.1 独立钢支柱力学性能试验可分为刃形支承和平面支承 (图 C.0.1-1 和图 C.0.1-2)。

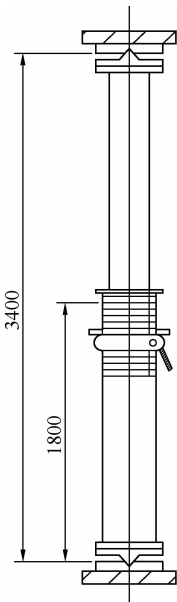


图 C.0.1-1 刃形支承试验

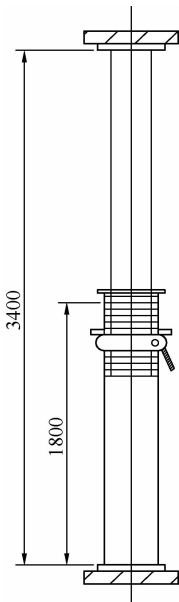


图 C.0.1-2 平面支承试验

C.0.2 独立钢支柱力学性能试验方法和要求应符合表 C.0.2 的要求。

表 C.0.2 独立钢支柱力学性能试验

序号	项目		试验方法	荷载 (kN)	挠度值 (mm)
1	抗压强度	刃形支承	试件长度调节到最大，上下刃形支座相互平行，插销与刃形座的方向成直角，独立钢支柱保持垂直	≥17	—

续表 C.0.2

序号	项目		试验方法	荷载 (kN)	挠度值 (mm)
1	抗压 强度	平面支承	试件长度调节到最大，加压板直接放在顶板上，独立钢支柱保持垂直	≥ 38	—
2	挠度		采用刃形支承，试件长度调至最大 3400mm，在独立钢支柱中间设水平标尺，测横向挠度	9	≤ 7

附录 D 风压高度变化系数 μ_z

表 D 风压高度变化系数 μ_z (N/mm²)

离地面或 海平面高度 (m)	地面粗糙度类别			
	A	B	C	D
5	1.09	1.00	0.65	0.51
10	1.28	1.00	0.65	0.51
15	1.42	1.13	0.65	0.51
20	1.52	1.23	0.74	0.51
30	1.67	1.39	0.88	0.51
40	1.79	1.52	1.00	0.60
50	1.89	1.62	1.10	0.69
60	1.97	1.71	1.20	0.77
70	2.05	1.79	1.28	0.84
80	2.12	1.87	1.36	0.91
90	2.18	1.93	1.43	0.98
100	2.23	2.00	1.50	1.04
150	2.46	2.25	—	—
200	2.64	2.46	—	—
250	2.78	2.63	—	—
300	2.91	2.77	—	—
350	2.91	2.91	—	—

注：地面粗糙程度分为 A、B、C、D 四类：

A 类：指近海海面和海岛、海岸、湖岸及沙漠地区；

B 类：指田野、乡村、丛林、丘陵以及房屋比较稀疏的乡镇；

C 类：指有密集建筑群的城市市区；

D 类：指有密集建筑群且房屋较高的城市市区。

附录 E 有关设计参数

表 E-1 设计用钢材强度和弹性模量 (N/mm²)

钢材型号	抗拉、抗压和抗弯强度 f	抗剪强度 f_v	承压强度 f_c^b	弹性模量 E
Q235 钢材	215	125	325	2.06×10^5
Q345 钢材	310	180	400	

表 E-2 钢管截面特性

直径 D (mm)		壁厚 t (mm)	截面面积 A (mm ²)	截面惯性矩 I (mm ⁴)	截面模量 W (mm ³)	回转半径 i (mm)
外径	内径					
48.3	41.1	3.6	505	127020	5259	15.82
60	55.2	2.4	434	180331	6011	20.39

附录 F 轴心受压构件的稳定系数

表 F-1 Q235 钢管轴心受压构件的稳定系数 φ

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	0.997	0.995	0.992	0.989	0.987	0.984	0.981	0.979	0.976
10	0.974	0.971	0.968	0.969	0.963	0.960	0.958	0.955	0.952	0.949
20	0.947	0.944	0.941	0.938	0.936	0.933	0.930	0.927	0.924	0.921
30	0.918	0.915	0.912	0.909	0.906	0.903	0.899	0.896	0.893	0.889
40	0.886	0.882	0.879	0.875	0.872	0.868	0.864	0.861	0.858	0.855
50	0.852	0.849	0.846	0.843	0.839	0.836	0.832	0.829	0.825	0.822
60	0.818	0.814	0.810	0.806	0.802	0.797	0.793	0.789	0.784	0.779
70	0.775	0.770	0.765	0.760	0.755	0.750	0.744	0.739	0.733	0.728
80	0.722	0.716	0.710	0.704	0.698	0.692	0.686	0.680	0.673	0.667
90	0.661	0.654	0.648	0.641	0.634	0.626	0.618	0.611	0.603	0.595
100	0.588	0.580	0.573	0.566	0.558	0.551	0.544	0.537	0.530	0.523
110	0.516	0.509	0.502	0.496	0.489	0.483	0.476	0.470	0.464	0.458
120	0.452	0.446	0.440	0.434	0.428	0.423	0.417	0.412	0.406	0.401
130	0.396	0.391	0.386	0.381	0.376	0.371	0.367	0.362	0.357	0.353
140	0.349	0.344	0.340	0.336	0.332	0.328	0.324	0.320	0.316	0.312
150	0.308	0.305	0.301	0.298	0.294	0.291	0.287	0.284	0.281	0.277
160	0.274	0.271	0.268	0.256	0.262	0.259	0.256	0.253	0.251	0.248
170	0.245	0.243	0.240	0.237	0.235	0.232	0.230	0.227	0.225	0.223
180	0.220	0.218	0.216	0.214	0.211	0.209	0.207	0.205	0.203	0.201
190	0.199	0.197	0.195	0.193	0.191	0.189	0.188	0.186	0.184	0.182
200	0.180	0.179	0.177	0.175	0.174	0.172	0.171	0.169	0.167	0.166
210	0.164	0.163	0.161	0.160	0.159	0.157	0.156	0.154	0.153	0.152
220	0.150	0.149	0.148	0.146	0.145	0.144	0.143	0.141	0.140	0.139
230	0.138	0.137	0.136	0.135	0.133	0.132	0.131	0.130	0.129	0.128
240	0.127	0.126	0.125	0.124	0.123	0.122	0.121	0.120	0.119	0.118
250	0.117	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表 F-2 Q345 钢管轴心受压构件的稳定系数 φ

λ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	0.997	0.994	0.991	0.988	0.985	0.982	0.979	0.976	0.973
10	0.971	0.968	0.965	0.962	0.959	0.956	0.952	0.949	0.946	0.943
20	0.940	0.937	0.934	0.930	0.927	0.924	0.920	0.917	0.913	0.909
30	0.906	0.902	0.898	0.894	0.890	0.886	0.882	0.878	0.874	0.870
40	0.867	0.864	0.860	0.857	0.853	0.849	0.845	0.841	0.837	0.833
50	0.829	0.824	0.819	0.815	0.810	0.805	0.800	0.794	0.789	0.783
60	0.777	0.771	0.765	0.759	0.752	0.746	0.739	0.732	0.725	0.718
70	0.710	0.703	0.695	0.688	0.680	0.672	0.664	0.656	0.648	0.640
80	0.632	0.623	0.615	0.607	0.599	0.591	0.583	0.574	0.566	0.558
90	0.550	0.542	0.535	0.527	0.519	0.512	0.504	0.497	0.489	0.482
100	0.475	0.467	0.460	0.452	0.445	0.438	0.431	0.424	0.418	0.411
110	0.405	0.398	0.392	0.386	0.380	0.375	0.369	0.363	0.358	0.352
120	0.347	0.342	0.337	0.332	0.327	0.322	0.318	0.313	0.309	0.304
130	0.300	0.296	0.292	0.288	0.284	0.280	0.276	0.272	0.269	0.265
140	0.261	0.258	0.255	0.251	0.248	0.245	0.242	0.238	0.235	0.232
150	0.229	0.227	0.224	0.221	0.218	0.216	0.213	0.210	0.208	0.205
160	0.203	0.201	0.198	0.196	0.194	0.191	0.189	0.187	0.185	0.183
170	0.181	0.179	0.177	0.175	0.173	0.171	0.169	0.167	0.165	0.163
180	0.162	0.160	0.158	0.157	0.155	0.153	0.152	0.150	0.149	0.147
190	0.146	0.144	0.143	0.141	0.140	0.138	0.137	0.136	0.134	0.133
200	0.132	0.130	0.129	0.128	0.127	0.126	0.124	0.123	0.122	0.121
210	0.120	0.119	0.118	0.116	0.115	0.114	0.113	0.112	0.111	0.110
220	0.109	0.108	0.107	0.106	0.106	0.105	0.104	0.103	0.101	0.101
230	0.100	0.099	0.098	0.098	0.097	0.096	0.095	0.094	0.094	0.093
240	0.092	0.091	0.091	0.090	0.089	0.088	0.088	0.087	0.086	0.086
250	0.085	—	—	—	—	—	—	—	—	—

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

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用词：

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、规范执行的写法为：“应符合……规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- | | |
|---------------------------|------------|
| 1 《碳素结构钢》 | GB/T 700 |
| 2 《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》 | GB 1499. 1 |
| 3 《低合金高强度结构钢》 | GB/T 1591 |
| 4 《低压流体输送用焊接钢管》 | GB/T 3091 |
| 5 《结构用无缝钢管》 | GB/T 8162 |
| 6 《一般工程用铸造碳钢件》 | GB/T 11352 |
| 7 《直缝电焊钢管》 | GB/T 13793 |
| 8 《焊接钢管尺寸及单位长度重量》 | GB/T 21835 |
| 9 《木结构设计规范》 | GB 50005 |
| 10 《建筑地基基础设计规范》 | GB 50007 |
| 11 《建筑结构荷载规范》 | GB 50009 |
| 12 《混凝土结构设计规范》 | GB 50010 |
| 13 《钢结构设计规范》 | GB 50017 |
| 14 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 | GB 50018 |
| 15 《建筑结构可靠度设计统一标准》 | GB 50068 |
| 16 《工程结构设计基本术语标准》 | GB/T 50083 |
| 17 《混凝土结构工程施工质量验收规范》 | GB 50204 |
| 18 《组合钢模板技术规范》 | GB/T 50214 |
| 19 《混凝土结构工程施工规范》 | GB 50666 |
| 20 《租赁模板脚手架维修保养技术规范》 | GB 50829 |
| 21 《建筑施工安全技术统一规范》 | GB 50870 |
| 22 《装配式混凝土结构技术规程》 | JGJ 1 |
| 23 《建筑施工高处作业安全技术规范》 | JGJ 80 |
| 24 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术 | JGJ 130 |

规范》

25 《建筑施工模板安全技术规范》 JGJ 162

26 《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术 JGJ 166

规范》

27 《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全 JGJ 231

技术规程》

28 《建筑施工临时支撑结构技术规范》 JGJ 300

29 《铝及铝合金型材》 YB 1703

30 《组合钢模板质量检验评定标准》 YB/T 9251

31 《建筑施工直插盘销式模板支架安全技 DB 37/5008

术规范》

山东省工程建设标准

**装配式结构独立钢支柱临时支撑系统
应用技术规程**

Technical specification for application
of independent steel temporary support
in precast concrete structures

DB37/T 5053 – 2016

条 文 说 明

制 定 说 明

《装配式结构独立钢支柱临时支撑系统应用技术规程》DB37/T 5053-2016，经山东省住房和城乡建设厅 2016 年 1 月 28 日以第 1 号公告批准、发布。

本规程编制过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国装配式结构施工中独立钢支柱临时支撑系统的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，通过大量试验与实际应用验证，取得了多方面的重要技术参数，并以多种方式广泛征求了有关单位和专家的意见，对主要问题进行了反复讨论、协调和修改。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《装配式结构独立钢支柱临时支撑系统应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。在使用过程中如果发现条文说明有不妥之处，请将相关的意见和建议反馈给山东天齐置业集团股份有限公司。

目 次

1	总则	41
2	术语和符号	42
2.1	术语	42
2.2	符号	42
3	主要构配件及其要求	43
3.1	主要构配件	43
3.2	材料要求	43
3.3	质量要求	45
4	荷载	46
4.1	荷载分类	46
4.2	荷载标准值	46
4.3	荷载分项系数	47
4.4	荷载效应组合	48
5	结构设计计算	49
5.1	基本设计规定	49
5.2	楞梁设计计算	50
5.3	独立钢支柱设计计算	52
5.4	独立钢支撑抗倾覆验算	55
5.5	地基承载力验算	57
5.6	构造要求	57
6	施工与验收	59
6.1	一般规定	59
6.2	搭设与拆除	59
6.3	检查与验收	60
7	安全管理与维护	61

附录 A 独立钢支柱主要构配件规格 62

附录 C 独立钢支柱力学性能试验 63

附录 E 有关设计参数 64

附录 F 轴心受压构件的稳定系数 65

1 总 则

1.0.1 本条是装配式结构独立钢支柱临时支撑系统设计、施工、使用及管理必须遵循的基本原则。

1.0.2 本条明确本规程主要适用于装配式结构施工中独立钢支柱临时支撑系统的设计、施工、使用及管理，对于铝合金模板、组合塑料模板、钢框胶合板台式模板及其他模板早拆支撑系统也可以参考本规程的有关规定执行。

1.0.3 支撑高度直接影响到独立钢支柱临时支撑系统的稳定性和安全性，本规程依据《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162-2008 第 5.2.5 条规定：CH-90 型钢管支柱的最大使用长度为 3962mm、YJ-27 型钢管支柱的最大使用长度为 3990mm，以及《组合钢模板技术规范》GB/T 50214-2013 中第 3.1.10 条 C-27 型钢支柱的使用长度为 2712~4012mm，并结合独立钢支柱的实际生产和工程应用情况，规定独立钢支柱临时支撑系统的搭设高度不宜大于 4m。当支撑高度大于 4m 时，可参考本规程设计，可采取提高钢材强度等级、增大钢支柱管径及壁厚、减小钢支柱间距等措施，并组织专家论证，以保证该支撑系统的安全性。

1.0.4 对于采用独立钢支柱临时支撑系统施工的装配式结构工程，还应符合国家现行有关标准的要求。

2 术语和符号

2.1 术 语

本规程给出的术语是为了在条文的叙述中使独立钢支柱临时支撑系统有关的俗称和不统一的称呼在本规程及今后的使用中形成统一的概念，并结合国家现行标准《工程结构设计基本术语标准》GB/T 50083 - 2014，利用已知的概念特征赋予其涵义，所给出的英文译名是参考国内外资料和专业词典拟定的。

2.1.2~2.1.4 独立钢支柱，又称独立钢管支撑、钢顶撑、钢支柱等；插管、套管也称内插管、外套管或内立柱、外立柱，本支撑术语与《组合钢模板技术规范》GB/T 50214 - 2013 的规定一致。

2.1.12 本条明确定义了独立钢支撑的支撑高度，支撑高度包括基础垫板、独立钢支柱和楞梁的高度。明确支撑高度更加有利于本规程的执行。

2.1.13 混凝土叠合受弯构件，包括预制部分和后浇钢筋混凝土部分，简称叠合梁、叠合板。本术语与《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 - 2014 的规定一致。

2.2 符 号

本规程的符号采用现行国家标准《标准编写规则 第2部分：符号标准》GB/T 20001.2 - 2015 和《工程结构设计基本术语标准》GB/T 50083 - 2014 的有关规定执行。

3 主要构配件及其要求

3.1 主要构配件

3.1.1~3.1.5 本条规定了独立钢支撑及独立钢支柱的组成部分，其中独立钢支柱存在支撑头与插管焊接为一体的形式，也有支撑头与插管分离的形式。

3.1.6 本条规定了独立钢支柱主要构配件的规格，一般可参照附录 A 的要求制作。

3.2 材料要求

3.2.1 本条规定了正常情况下独立钢支柱主要构配件的材质要求。

3.2.2 本条规定了独立钢支柱插管和套管的规格和材料性能要求。考虑到影响独立钢支柱稳定性的主要因素是插管的壁厚，因此对插管的壁厚要求高于套管。插管、套管应配套使用，插管规格宜为 $\phi 48.3\text{mm} \times 3.6\text{mm}$ ，是指管径为 $\phi 48.3\text{mm}$ ，允许偏差 $\pm 0.5\text{mm}$ ；壁厚 3.6mm ，允许偏差 $\pm 10\%$ 。套管规格宜为 $\phi 60\text{mm} \times 2.4\text{mm}$ ，是指管径为 $\phi 60\text{mm}$ ，允许偏差 $\pm 10\%$ ；壁厚不小于 2.4mm 。本规定均为插管、套管最小尺寸要求，可根据实际情况提高管径规格，插管、套管的材质性能要求与《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 - 2008 中 3.1.2 条和《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130 - 2011 中第 3.1.1 条的规定保持一致。

3.2.3 支撑头形式多样，有板式支撑头，也有 U 型支撑头。本条仅对支撑头的板材厚度加以规定，以保证支撑头的承载力。《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130 - 2011 中第 3.4.3 条规定支托板厚不应小于 5mm 。本条规定板材厚度不应小于 6mm ，与《组合钢模板质量检验评定标准》YB/T 9251 - 1994 第 7.3.1 条的规定保持一致。

3.2.4 本条明确了底座的材质要求及板厚，其规定与《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166 - 2008 中第 3.3.8 条的规定保持一致。

3.2.5 本条对调节螺管的管材及技术要求作了规定。《组合钢模板技术规范》GB 50214 - 2013 中第 6.2.1 规定：钢支柱调节螺管壁厚大于等于 3.5mm，《组合钢模板质量检验评定标准》YB/T 9251 - 1994 第 7.3.1 条规定：调节螺管壁厚为 4mm，由于不易精确计量，本规程综合上述规定调节螺管采用壁厚大于等于 4mm 的钢管制作。

《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231 - 2010 第 3.3.5 条规定：立杆连接套管可采用铸钢套管或无缝钢管套管。在实际工程应用中发现，该调节螺管处易锈蚀损伤，属于该支撑结构的薄弱部位，应对其材质进行加强，故本规程要求采用 Q235 或 Q345 无缝钢管。

调节螺管的可调螺纹长度不小于 210mm，孔槽宽度不应小于 16mm，且应与销孔直径保持一致；孔槽长度宜为 130mm，保证了插管销孔间距为 125mm 时，满足独立钢支柱使用高度范围内连续调节，如图 1 所示。

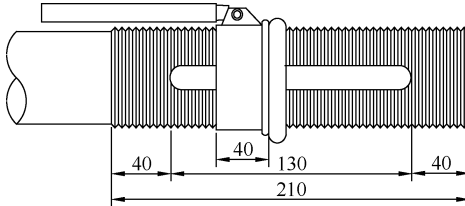


图 1 调节螺管示意图

3.2.6 本条对插销的管材及直径作了规定。《组合钢模板质量检验评定标准》YB/T 9251 - 1994 第 7.3.1 条规定销孔直径为 $\phi 13\text{mm}$ ，插销直径为 $\phi 12\text{mm}$ 。本规程考虑到插销是作为独立钢支柱的主要受力构件之一，其质量及安全性直接影响到整个独立钢支撑系统的安全性，而直径为 $\phi 12\text{mm}$ 的插销在做力学性能实

验时，难以满足抗剪承载力要求，因此对本规程对插销直径提高至 14mm。本规程销孔中心距采用 125mm 的模数设计。

3.2.7 《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231 - 2010 第 3.2.1 条表 3.2.1 中规定：可调螺母材质采用 ZG270 - 500，《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166 - 2008 中第 3.2.2 条规定：可调托撑螺母应采用可锻铸铁或铸钢制造，本规程综合上述规定调节螺母应采用铸钢制造。

《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130 - 2011 中第 3.4.2 条与《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300 - 2013 附录 D 均规定：可调托撑螺杆与螺母旋合长度不得少于 5 扣，螺母厚度不得小于 30mm。《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166 - 2008 第 3.3.9 条规定：可调托撑丝杆与可调螺母啮合长度不得少于 6 扣。本规程综合上述规定对可调螺母与可调螺杆啮合长度及调节螺母高度、厚度作了规定。

3.2.8 独立钢支撑楞梁形式多样，本规程建议采用木材或铝合金材质的工字梁。

3.2.9~3.2.10 水平杆、三脚架制作方式及材料形式多样，也可采用焊接方管、角钢等材料制作，本规程建议采用普通焊接钢管制作。

3.3 质量要求

3.3.1 独立钢支撑构配件出厂前，生产厂家应按照本规程规定的项目对构配件的外观及尺寸允许偏差进行检查，并应具有力学性能检测合格报告。

3.3.2 独立钢支撑的构配件，应作为产品，按照现行国家标准《计数抽样检验程序 第 1 部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划》GB/T 2828.1 - 2012 的有关规定进行随机抽样检验。

3.3.3 构配件的外观质量主要依据《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231 - 2010 第 3.3.14 条的相关规定和《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300 - 2013 附录 D 的规定。

4 荷 载

4.1 荷载分类

4.1.1 为了适应现行国家规范设计方法的需要，以《建筑结构荷载规范》GB 50009 - 2012 为依据，本条将作用在独立钢支撑上的荷载划分为永久荷载（恒荷载）和可变荷载（活荷载）。

4.1.3 可变荷载可划分为三类：施工荷载、附加水平荷载和风荷载。其中，施工可变荷载规定为一个总的荷载，包括人员、设备和超厚混凝土堆载。对附加水平荷载本规程按行业标准《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231 - 2010 第 4.1.3 条和《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300 - 2013 第 4.2.3 条执行。

4.2 荷载标准值

4.2.1 永久荷载标准值的取值依据如下：

1 新浇筑混凝土自重标准值，《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 - 2008 第 4.1.1 条规定，对普通混凝土可采用 24kN/m^3 ；钢筋自重标准值应根据工程设计图纸确定，对一般梁板结构每立方米钢筋混凝土的钢筋自重标准值：楼板可取 1.1kN ；梁可取 1.5kN 。因此本规程便于计算方便，对普通梁钢筋混凝土自重可采用 25.5kN/m^3 ，对普通板钢筋混凝土自重可采用 25.1kN/m^3 。但对于特殊要求的梁板混凝土工程，应根据工程设计图纸计算。在支架抗倾覆验算时，仅考虑钢筋自重对独立钢支撑的影响。

2 目前在装配式建筑中常用的叠合板为 60mm 厚底板的桁架钢筋混凝土叠合板，《国家标准设计图集》15G366 - 1 中也以 60mm 厚底板的叠合板为例。因此本规程为便于计算，普通板钢

钢筋混凝土自重采用 25.1kN/m^3 计算, 对于 60mm 厚的桁架钢筋混凝土叠合板预制部分自重可按 1.51kN/m^2 采用。

3 为方便计算, 楞梁、水平杆或三脚架的自重可以按照独立钢支柱自重的 15% 考虑。

4.2.2 可变荷载标准值的取值依据如下:

1 本条施工荷载标准值正常情况下取 3kN/m^2 , 依据《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231 - 2010 第 4.2.2 条执行。对于采用布料机浇筑混凝土等特殊情况, 应依据实际情况确定施工可变荷载。

2 本条规定了附加水平荷载标准值的取值, 依据《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231 - 2010 第 4.2.2 条和《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 - 2011 的有关规定执行。同时美国规范 ACI 347R - 03 规范规定: 泵送混凝土和浇筑斜面混凝土等产生的水平荷载取竖向永久荷载的 2%, 并以线荷载形式作用在模板支架的上边缘方向上; 或直接以不小于 1.5kN/m 的线荷载作用在模板支架上边缘的水平方向上进行计算。

3 本条规定了风荷载的标准值的取值。

4.3 荷载分项系数

4.3.1 本条按《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300 - 2013 第 4.2.6 条执行, 同时与《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 - 2008 第 4.2.3 条规定一致。荷载分项系数均遵照国标《建筑结构荷载规范》GB 50009 - 2012 中第 3.2.4 条规定采用。当计算结构抗倾覆稳定时, 永久荷载的分项系数取 0.9, 对保证结构稳定性有利。

强度与稳定性验算时, 应比较 $1.2 \times \sum_{j=1}^m G_j + 1.4 \times \sum_{i=1}^n Q_i$ 和 $1.35 \times \sum_{j=1}^m G_j + 1.4 \times 0.7 \times \sum_{i=1}^n Q_i$ 的大小, 取大值。本条依据

《建筑结构荷载规范》GB 5009 - 2012 第 3.2.3 条的规定制定。

4.4 荷载效应组合

4.4.2 预制混凝土梁、板施工验算时，应考虑吊装过程中产生的动荷载和冲击荷载，可通过引入动力系数来考虑动荷载，将构件自重标准值乘以动力系数后作为等效静力的荷载标准值。

《装配式混凝土结构技术规程》JGJ 1 - 2014 第 6.2.2 条规定预制构件在翻转、运输、吊运、安装等短暂设计状况下的施工验算，应将构件自重标准值乘以动力系数后作为等效静力的荷载标准值。构件翻转及安装过程就位、临时固定时，动力系数可取 1.2。

4.4.3 预制混凝土梁、板吊装就位时，独立钢支柱强度、稳定性及地基承载力主要受预制混凝土梁、板自重 (G_2)，独立钢支撑自重 (G_3) 和风荷载 (Q_3) 的影响；

混凝土浇筑时，独立钢支柱强度、稳定性及地基承载力主要受新浇混凝土自重 (G_1)，预制混凝土梁、板自重 (G_2)，独立钢支撑自重 (G_3)，施工荷载 (Q_1) 和风荷载 (Q_3) 的影响；

倾覆力矩主要由附加水平荷载 (Q_2) 和风荷载 (Q_3) 作用产生；抗倾覆力矩主要受新浇混凝土自重中的钢筋自重部分 (G_1)，预制混凝土梁、板自重 (G_2) 和独立钢支撑自重 (G_3) 的影响。

5 结构设计计算

5.1 基本设计规定

5.1.1~5.1.2 本条对独立钢支撑的设计方法和结构计算模型作了规定。

5.1.3 本条对装配式结构独立钢支撑的设计应包含的主要项目作了规定。

5.1.4 本条按照《建筑施工安全技术统一规范》GB 50870 - 2013 第 3.0.2 条规定：根据发生生产安全事故可能产生的后果，应将建筑施工危险等级划分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级，见表 1。在建筑施工安全技术量化分析中，独立钢支撑的高度不超过 4m，一般属于危险等级Ⅱ、Ⅲ级的支撑结构，为便于计算，本规程对独立钢支撑的建筑施工危险等级系数取值 1.05。

表 1 建筑施工危险等级系数

危险等级	事故后果	危险等级系数
Ⅰ	很严重	1.10
Ⅱ	严重	1.05
Ⅲ	不严重	1.00

另外，还引入承载力设计值调整系数 γ_R 以考虑钢管的重复使用情况。对新投入的独立钢支撑， γ_R 取 1.0；对重复使用的独立钢支撑应根据构配件的实际壁厚、磨损情况的进行折减。

5.1.5 本条对独立钢支撑设计时风荷载的影响作了规定。当外防护脚手架为全封闭密目式安全网或建筑围护结构已施工时，包括优先于独立钢支撑施工的预制外墙板，考虑到外防护架或外围护结构已阻挡大部分风荷载对独立钢支撑的影响，内部独立钢支撑的设计计算式可不考虑风荷载的影响；当独立钢支撑外围为敞

开式状况时,应考虑风荷载对独立钢支撑的影响。

5.2 楞梁设计计算

5.2.1 本条依据《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162-2008 第 5.2.1、5.2.2 条执行。

5.2.3 楞梁设计时,需要对楞梁的抗剪强度进行验算。

5.2.4 本条依据《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162-2008 第 4.4.1 条的相关规定执行。

【例 1】楞梁设计计算

某工程采用装配式混凝土叠合楼板结构,底板为 60mm 厚桁架钢筋混凝土叠合板,后浇混凝土叠合层厚度为 90mm,建筑层高 3.6m。施工采用新独立钢支撑作为楼板支撑结构,独立钢支柱为 C-1527,立杆间距 $900\text{mm} \times 1500\text{mm}$,楞梁为 $80\text{mm} \times 160\text{mm}$ 的樟子松,楞梁连续三跨布置,跨度为 1200mm。外防护脚手架为全封闭密目式安全网。

1 荷载计算

新浇筑混凝土自重标准值: $G_1 = 25.1\text{kN/m}^3 \times 0.09\text{m} = 2.26\text{kN/m}^2$

新浇筑混凝土钢筋自重标准值: $G'_1 = 1.1\text{kN/m}^3 \times 0.09\text{m} = 0.10\text{kN/m}^2$

预制混凝土梁、板自重标准值: $G_2 = 25.1\text{kN/m}^3 \times 0.06\text{m} = 1.5\text{kN/m}^2$

独立钢支撑自重标准值: $G_3 = 0.17\text{kN} \times 1.15 / (0.9\text{m} \times 1.5\text{m}) = 0.14\text{kN/m}^2$

施工荷载标准值: $Q_1 = 3\text{kN/m}^2$

附加水平荷载标准值: $Q_2 = (G_1 + G_2 + G_3) \times 2\% = (2.26\text{kN/m}^2 + 1.5\text{kN/m}^2 + 0.14\text{kN/m}^2) \times 2\% = 0.078\text{kN/m}^2$

2 楞梁抗弯强度计算

$$\frac{M}{W} \leq f_L$$

(1) 楞梁的最大弯矩设计值

1) 混凝土叠合板吊装时

$$\begin{aligned} M_{1\max} &= 1.05 \times 0.1ql^2 = 1.05 \times 0.1 \times 1.2 \times 1.2 \times 1.5 \text{ kN/m}^2 \times \\ &\quad 1.5 \text{ m} \times 0.9 \text{ m} \times 0.9 \text{ m} \\ &= 275.56 \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

2) 混凝土浇筑时

$$\begin{aligned} \text{永久荷载效应控制: } M_{2\max} &= 1.05 \times 0.1ql^2 = 1.05 \times 0.1 \times \\ &[1.35 \times (2.26 \text{ kN/m}^2 + 1.5 \text{ kN/m}^2) + 1.4 \times 0.9 \times 0.7 \times 3 \text{ kN/m}^2] \\ &\times 1.5 \text{ m} \times 0.9 \text{ m} \times 0.9 \text{ m} = 985.13 \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{可变荷载效应控制: } M_{3\max} &= 1.05 \times 0.1ql^2 = 1.05 \times 0.1 \times \\ &[1.2 \times (2.26 \text{ kN/m}^2 + 1.5 \text{ kN/m}^2) + 1.4 \times 0.9 \times 3 \text{ kN/m}^2] \times 1.5 \text{ m} \\ &\times 0.9 \text{ m} \times 0.9 \text{ m} = 1057.85 \text{ N} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

楞梁的弯矩设计值取大值: $M_{\max} = M_{3\max} = 1057.85 \text{ N} \cdot \text{m}$

(2) 楞梁的截面模量

$$W = bh^2/6 = 80 \text{ mm} \times 160 \text{ mm} \times 160 \text{ mm} / 6 = 341333.33 \text{ mm}^3$$

(3) 楞梁的最大正应力

$$\sigma_{\max} = 1880.63 \text{ N} \cdot \text{m} / 341333.33 \text{ mm}^3 = 3.10 \text{ N/mm}^2$$

楞梁的抗弯强度设计值: 樟子松的强度等级为 TC13-B 级,
 $f_L = 13 \text{ N/mm}^2$ 。

$$\sigma_{\max} = 3.10 \text{ N/mm}^2 \leq f_L = 13 \text{ N/mm}^2, \text{ 满足要求。}$$

3 抗剪强度计算

$$\tau = \frac{VS_0}{Ib} \leq f_v$$

(1) 楞梁的最大剪力设计值 $V_{\max}$

1) 预制混凝土板吊装时

$$\begin{aligned} V_{1\max} &= 1.05 \times 0.600ql = 1.05 \times 0.600 \times 1.2 \times 1.2 \times 1.5 \text{ kN}/ \\ &\text{m}^2 \times 1.5 \text{ m} \times 0.9 \text{ m} = 1837.08 \text{ N} \end{aligned}$$

2) 混凝土浇筑时

$$\begin{aligned} \text{永久荷载效应控制: } V_{2\max} &= 1.05 \times 0.600ql = 1.05 \times 0.600 \\ &\times [1.35 \times (2.26 \text{ kN/m}^2 + 1.5 \text{ kN/m}^2) + 1.4 \times 0.9 \times 0.7 \times \end{aligned}$$

$$3\text{kN/m}^2] \times 1.5\text{m} \times 0.9\text{m} = 6567.56\text{N}$$

$$\text{可变荷载效应控制: } V_{3\max} = 1.05 \times 0.600ql = 1.05 \times 0.600 \times [1.2 \times (2.26\text{kN/m}^2 + 1.5\text{kN/m}^2) + 1.4 \times 0.9 \times 3\text{kN/m}^2] \times 1.5\text{m} \times 0.9\text{m} = 7052.35\text{N}$$

楞梁的最大弯矩设计值取大值: $V_{\max} = V_{3\max} = 7052.35\text{N}$

(2) 楞梁的面积矩 S_0

$$S_0 = bhV^2/8 = 80\text{mm} \times 160\text{mm} \times 160\text{mm}/8 = 256000\text{mm}^3$$

(3) 楞梁的截面惯性矩 I

$$I = bh^3/12 = 80\text{mm} \times 160\text{mm} \times 160\text{mm} \times 160\text{mm}/12 \\ = 27306666.67\text{mm}^4$$

(4) 楞梁的最大剪应力 τ

$$\tau_{\max} = 7052.35\text{N} \times 256000\text{mm}^3 / (27306666.67\text{mm}^4 \times 80\text{mm}) \\ = 0.83\text{N/mm}^2$$

楞梁的木材顺纹抗剪强度设计值: 樟子松的强度等级为 TC13-B 级, $f_v^m = 1.4\text{N/mm}^2$ 。

$$\tau_{\max} = 0.83\text{N/mm}^2 \leq f_v^m = 1.4\text{N/mm}^2, \text{ 满足要求。}$$

4 楞梁变形验算

$$\nu \leq [\nu]$$

$$\nu = 0.677ql^4/(100EI) = 1.05 \times 0.677 \times (2.26\text{kN/m}^2 + 1.5\text{kN/m}^2) \times 1.5\text{m} \times 900\text{mm} \times 900\text{mm} \times 900\text{mm} \times 900\text{mm} / (100 \times 9000\text{N/mm}^2 \times 27306666.67\text{mm}^4) \\ = 0.10\text{mm}$$

$$[\nu] = l/400 = 1200/400 = 3.00\text{mm}$$

$$\nu = 0.10\text{mm} \leq [\nu] = 3.00\text{mm}, \text{ 满足要求。}$$

5.3 独立钢支柱设计计算

5.3.1 独立钢支柱上插管上有销孔, 属于截面有局部削弱的轴心受压杆件构件, 构件可能发生局部强度破坏, 因此在独立钢支柱设计时, 应对销孔处插管强度进行验算。

5.3.4 插销在使用中受到上部荷载传来的剪切力, 构件可能发

生局部剪切破坏,因此在独立钢支柱设计时,应对插销构件的剪切承载力进行验算。

5.3.5 独立钢支柱销孔处在使用中受到上部荷载作用,钢管壁端处可能发生局部承压破坏,因此在独立支柱钢支撑设计时,应对销孔处的钢管壁端承压强度承载力进行验算。

【例 2】独立钢支柱设计计算

某工程采用装配式混凝土叠合楼板结构,施工采用独立钢支撑作为楼板支撑结构,独立钢支柱为 C-1527。插管规格为 $\phi 48.3\text{mm} \times 3.6\text{mm}$,套管规格为 $\phi 60\text{mm} \times 2.4\text{mm}$ 。插管、套管均为 Q235B 的焊接钢管,插销为 HPB300 热轧光圆钢筋。其他已知条件同例 1。

1 独立钢支柱轴心压力设计值

$$N = \gamma_G N_{GK} + \gamma_Q N_{QK}$$

(1) 预制混凝土板吊装时

$$N_1 = 1.05 \times 1.2 \times 1.2 \times (1.5\text{kN/m}^2 \times 1.5\text{m} \times 0.9\text{m} + 0.17\text{kN} \times 1.15) = 3.36\text{kN}$$

(2) 混凝土浇筑时

$$\text{永久荷载效应控制: } N_2 = 1.05 \times \{1.35 \times [(2.26\text{kN/m}^2 + 1.5\text{kN/m}^2) \times 1.5\text{m} \times 0.9\text{m} + 0.17\text{kN} \times 1.15] + 1.4 \times 0.7 \times 0.9 \times 3.0\text{kN/m}^2 \times 1.5\text{m} \times 0.9\text{m}\} = 11.22\text{kN}$$

$$\text{可变荷载效应控制: } N_3 = 1.05 \times \{1.2 \times [(2.26\text{kN/m}^2 + 1.5\text{kN/m}^2) \times 1.5\text{m} \times 0.9\text{m} + 0.17\text{kN} \times 1.15] + 1.4 \times 0.9 \times 3.0\text{kN/m}^2 \times 1.5\text{m} \times 0.9\text{m}\} = 12.00\text{kN}$$

独立钢支柱轴心压力设计值取: $N = N_3 = 12.00\text{kN}$

2 独立钢支柱的强度计算

$$\frac{N}{A_n} \leq f$$

(1) 插管强度计算 σ_1

$$\sigma_1 = 12.00\text{kN} / (505\text{mm}^2 - 2 \times 16\text{mm} \times 3.6\text{mm}) = 30.79\text{N/mm}^2 \leq f = 215\text{N/mm}^2, \text{满足要求。}$$

(2) 插管强度计算 σ_2

$\sigma_2 = 12.00\text{kN}/434\text{mm}^2 = 27.65\text{N}/\text{mm}^2 \leq f = 215\text{N}/\text{mm}^2$,
满足要求。

3 独立钢支柱的稳定性计算

$$\frac{N}{\varphi A} + \frac{\beta M}{W \left(1 - 0.8 \frac{N}{N_{\text{EX}}}\right)} \leq f$$

(1) 计算长细比 $\lambda = \frac{\mu L_0}{i_2}$ 的值

$$n = \frac{I_2}{I_1} = 180331\text{mm}^4 / 127020\text{mm}^4 = 1.42$$

$$\mu = \sqrt{\frac{1+n}{2}} = 1.10$$

$$L_0 = 3600\text{mm} - 50\text{mm} - 160\text{mm} = 3290\text{mm}$$

$$\lambda = \frac{\mu L_0}{i_2} = 1.10 \times 3290\text{mm} / 20.39\text{mm} = 177.49$$

(2) 独立钢支柱的稳定性系数 φ

根据长细比, 经查询表格: $\varphi = 0.226$ 。

(3) 独立钢支柱弯矩设计值 M

$$M = M_1 + M_w$$

独立钢支柱偏心弯矩设计值 M_1

$$M_1 = N \times d/2 = 12.00\text{kN} \times 48.3\text{mm}/2 = 289800\text{N} \cdot \text{mm}$$

风荷载引起的独立钢支柱弯矩设计值 M_w

由于外防护脚手架为全封闭密目式安全网, 不考虑风荷载的影响

$$M_w = 0$$

$$M = M_1 + M_w = 289800\text{N} \cdot \text{mm}$$

(4) 立杆的欧拉临界力 N_{EX}

$$\begin{aligned} N_{\text{EX}} &= \frac{\pi^2 EA}{\lambda^2} = \pi^2 \times 2.06 \times 10^5 \text{N}/\text{mm}^2 \times 434\text{mm}^2 / 177.49^2 \\ &= 28.01\text{kN} \end{aligned}$$

(5) 独立钢支柱的稳定性 σ_1

$$\begin{aligned}\sigma_1 &= 12.00\text{kN}/(0.226 \times 434\text{mm}^2) + 1.0 \times 289800\text{N} \cdot \text{mm}/ \\ &\quad [6014.10\text{mm}^3 \times (1 - 0.8 \times 12.00\text{kN}/28.01\text{kN})] \\ &= 122.34\text{N}/\text{mm}^2 + 73.31\text{N}/\text{mm}^2 = 195.65\text{N}/\text{mm}^2 \leq f \\ &= 215\text{N}/\text{mm}^2, \text{ 满足要求。}\end{aligned}$$

4 插销的剪切承载力计算

$$\frac{N}{2A_n^b} \leq f_v^b$$

(1) 插销的净截面面积 A_n^b

$$A_n^b = \pi \frac{d^2}{4} = 3.14 \times 14\text{mm} \times 14\text{mm}/4 = 153.86\text{mm}^2$$

(2) 插销的剪切承载力

$$\begin{aligned}\frac{N}{2A_n^b} &\leq f_v^b = 12.00\text{kN}/(2 \times 153.86\text{mm}^2) = 39.00\text{N}/\text{mm}^2 \\ &\leq f_v^b = 175\text{N}/\text{mm}^2, \text{ 满足要求。}\end{aligned}$$

5 销孔处的钢管壁端承压强度承载力计算

$$\frac{N}{A_c^b} \leq f_c^b$$

(1) 销孔处管壁承压面积

$$A_c^b = 2dt = 2 \times 14\text{mm} \times 3.6\text{mm} = 100.8\text{mm}^2$$

(2) 销孔处的钢管壁端承压强度承载力

$$\begin{aligned}\frac{N}{A_c^b} &\leq f_c^b = 12.00\text{kN}/100.8\text{mm}^2 = 119.05\text{N}/\text{mm}^2 \leq f_c^b = \\ &320\text{N}/\text{mm}^2, \text{ 满足要求。}\end{aligned}$$

5.4 独立钢支撑抗倾覆验算

5.4.1 独立钢支撑属于细长型支架，当采用三脚架稳固措施时，在其高度方向上与周边结构无法形成有效拉结，应计算泵送混凝土或不均匀荷载等因素产生的附加水平荷载作用下独立钢支撑的稳定性，防止独立钢支撑整体突发性倾覆事故。对于水平杆作为稳固构造措施时，可不进行抗倾覆验算。

5.4.2 本条按照《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 - 2011 第 4.3.11 条制定。对独立钢支柱的倾覆力矩主要由风荷载和附加水平荷载作用产生，应组合风荷载和附加水平荷载引起的倾覆力矩。附加水平荷载以水平力的形式作用在独立钢支柱顶部外边缘上。抗倾覆力矩主要由新浇混凝土自重中的钢筋自重，预制混凝土梁、板自重和独立钢支撑的自重作用产生。混凝土浇筑时，应验算风荷载和附加水平荷载引起的倾覆力矩与相关自重作用产生的抗倾覆力矩。

【例 3】独立钢支撑的抗倾覆验算

某工程采用装配式混凝土叠合楼板结构，施工采用独立钢支撑作为楼板支撑结构，独立钢支撑采用三脚架稳固措施，三脚架的底边宽度为 1000mm。其他已知条件同例 1。

1 独立钢支撑的倾覆力矩设计值 M_T

$$\begin{aligned} M_T &= 1.4 \times Q_2 \times H = 1.4 \times (G_1 + G_2 + G_3) \times 2\% \times H \\ &= 1.4 \times 1.05 \times 0.077 \text{kN/m}^2 \\ &= 0.113 \text{kN/m}^2 \times H \end{aligned}$$

2 独立钢支撑的抗倾覆力矩设计值 M_R

$$\begin{aligned} M_R &= 0.9 \times (G'_1 + G_2 + G_3) \times B \\ G'_1 + G_2 + G_3 &= 0.10 \text{kN/m}^2 + 1.5 \text{kN/m}^2 + 0.14 \text{kN/m}^2 \\ &= 1.74 \text{kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$M_R = 0.9 \times 1.74 \text{kN/m}^2 \times B = 1.57 \text{kN/m}^2 \times B$$

3 独立钢支撑的抗倾覆验算

$$\begin{aligned} M_T &\leq M_R \\ 0.113 \text{kN/m}^2 \times H &\leq 1.57 \text{kN/m}^2 \times B \\ H/B &\leq 13.89 \end{aligned}$$

$$\text{三脚架的边长: } L = 2 \times 1.732 \times B$$

$$H/13.54 \leq B = L/3.464$$

取 $H = 3450 \text{mm}$ ，代入得

$$3450/13.54 \times 3.464 = 882.63 \text{mm} \leq L = 1000 \text{mm}, \text{ 满足要求。}$$

5.5 地基承载力验算

5.5.1、5.5.2 地基承载力验算依据《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300 - 2013 第 4.6.2、4.6.3 条规定执行。

5.6 构造要求

5.6.1 《组合钢模板技术规范》GB/T 50214 - 2013 中的第 3.4.8 条规定插管插入套管的最小长度 $\geq 280\text{mm}$ ，《组合钢模板质量检验评定标准》YB/T 9251 - 1994 第 7.3.1 条规定钢支柱的套管与插管重叠长度应 $\geq 280\text{mm}$ 。本条综合上述标准规定制定。独立钢支柱在使用过程中应保证套管长度大于插管使用长度，以保证独立钢支柱的安全性。

5.6.3 独立钢支柱属于细长型杆件，搭设时易倾覆，因此必须采取有效的防倾覆措施。

5.6.4 本条是对采用的水平杆防倾覆措施做了规定。考虑到水平杆仅作为构造要求，混凝土浇筑后经技术负责人同意便可拆除，采用 $\phi 32\text{mm}$ 的普通焊接钢管满足连接可靠、保证架体稳固的要求即可。在实际工程应用中，水平杆与独立钢支柱的连接方式一般采用扣件、盘扣、盘销等连接方式，也可采用紧定管卡的连接方式，如图 2 所示，但采用此种连接方式时，应保证独立钢支柱与水平杆可靠连接。

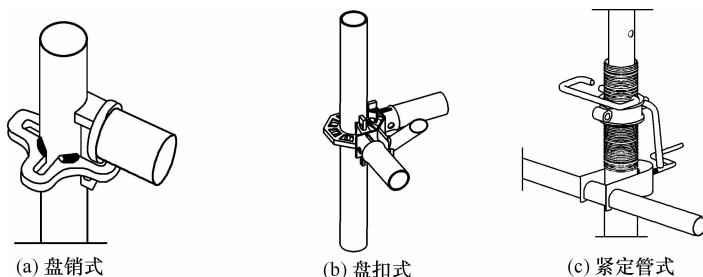


图 2 独立钢支柱与水平杆几种常见连接示意图

《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231 - 2010 第 6.1.7 条规定：最底层水平杆离地高度不应大于 550mm。《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300 - 2013 第 5.1.4 条规定：承插式支撑结构扫地杆高度不宜超过 550mm。本规程底层水平杆的设置与上述标准要求保持一致。在实际工程应用中，第二道水平杆宜设置在调节螺管下边缘及其以上的位置。

5.6.5 本条是对采用的三脚架防倾覆措施做了规定。三脚架一般采用普通焊接钢管制作，也可采用角钢等材料制作，但应保证足够的强度。三脚架与独立钢支柱应进行可靠连接，如图 3 所示。

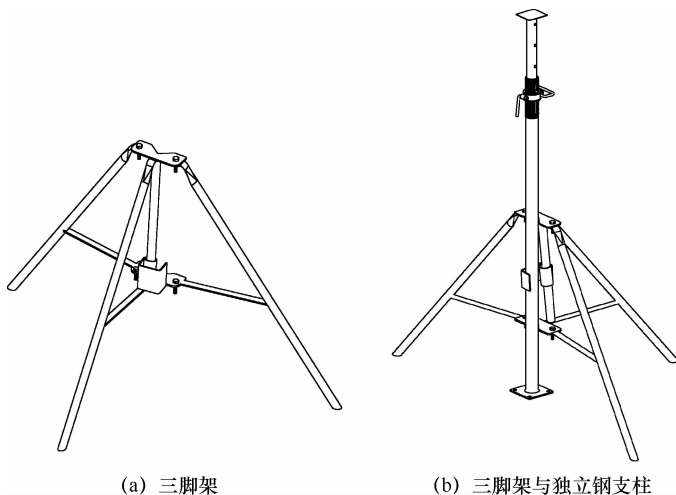


图 3 三脚架示意图

5.6.6 多层连续施工时上、下层独立钢支柱对准，利于混凝土重力及施工荷载的传递，减少楼层的附加应力，属于保证施工安全和质量的措施之一。考虑到多层连续施工时各层支撑情况可能比较复杂，独立钢支柱对准的要求只是大致对准，检查时只需目测观察，不需进行测量，采用“宜对准”。

6 施工与验收

6.1 一般规定

- 6.1.1** 本条规定了独立钢支撑构配件进场应该检查检验的项目。
- 6.1.2** 本条规定了对独立钢支撑产权（租赁）公司提出了管理要求。
- 6.1.3** 本条规定了独立钢支撑编制施工方案应包括的主要内容，供方案编制参考。方案编制应包含这些内容，但不限于这些内容。
- 6.1.4** 专项技术交底和安全技术交底是为了让操作人员熟知独立钢支撑的搭设要求和安全注意事项，保证独立钢支撑搭设的质量和安

6.2 搭设与拆除

- 6.2.1~6.2.2** 本条是对独立钢支撑搭设场地的要求，地基承载力影响支撑结构的稳定性和安全性，地基坚实牢固是保证支撑结构稳定、避免支撑倾覆坍塌的重要措施之一。

基土上搭设独立钢支撑时，独立钢支柱下应设置垫板，是《混凝土结构工程施工规范》GB 50666-2011 规定的构造措施要求。按本条验收时，应检查独立钢支柱下是否按照施工方案的要求设置垫板，垫板的面积是否足够分散立柱压力，是否中心承载。

- 6.2.3** 本条针对支撑头与插管分离形式的独立钢支撑的搭设作了规定，对于插管与支撑头一体的独立钢支柱，无需经过安装支撑头这一步骤。

- 6.2.4** 本条主要是对装配式建筑结构施工中预制混凝土梁、板的安全吊运作业作了规定。

6.2.5 本条主要是从安全角度针对独立钢支撑的拆卸作业作了规定，避免安全事故的发生。

6.3 检查与验收

6.3.1、6.3.2 独立钢支撑的检查与验收主要依据本规程相关条款的要求和《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130-2011、《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231-2010 的相关规范要求确定。

6.3.3 本条明确了独立钢支撑所需的技术资料。

7 安全管理与维护

7.0.1 本条的规定旨在保证独立钢支撑搭设时，作业人员必须正确佩戴防护用品，避免发生安全事故。

7.0.2 本条是对独立钢支撑结构作业层上的施工荷载作了规定，尤其要严格控制施工作业集中荷载，以保证支撑的安全。

7.0.3 本条规定了叠合梁、叠合板后浇层浇筑方式，以确保均匀加载，避免因局部超载或不均匀荷载造成架体偏心失稳隐患。

7.0.4 本条规定了混凝土浇筑期间应做好对独立钢支撑的监测工作，并做好紧急情况下的应急处理。

7.0.7 本条规定了独立钢支撑在拆除时应对构配件进行保护，同时也规定了构配件拆除严禁抛掷，避免安全隐患。

附录 A 独立钢支柱主要构配件规格

本附录规定了独立钢支柱主要构配件的种类、规格，重量仅为参考重量，仅供生产厂家、租赁公司、施工单位和相关单位参考使用。

独立钢支柱自重计算时，为简化计算，可调螺管及螺母材料密度均按照套管密度考虑的，支撑头和底座均按照 Q235B 级钢 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 6\text{mm}$ 计算考虑的。供结构计算时选用。

附录 C 独立钢支柱力学性能试验

独立钢支柱的力学性能试验方法依据《组合钢模板技术规范》GB/T 50214 - 2013 和《组合钢模板质量检验评定标准》YB/T 9251 - 1994 的有关规定制定。

附录 E 有关设计参数

本附录列举了常用的钢材和钢管的有关设计参数，便于生产厂家、租赁公司、施工单位和相关单位参考使用。

附录 F 轴心受压构件的稳定系数

由于独立钢支柱的插管壁厚为 3.6mm、套管壁厚为 2.4mm，独立钢支撑按照《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018－2012 的要求规定轴心受压构件的稳定系数。