

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB/T 51162 – 202X

重型工程结构和设备整体提升技术标准

Technical standard for integral lifting of heavy
engineering structure and equipment

（修订征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202X– XX –XX 发布

202X – XX –XX 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

联合发布

前 言

根据《住房和城乡建设部关于印发2024年工程建设规范标准编制及相关工作计划的通知》（建标函〔2024〕41号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，修订了《重型结构和设备整体提升技术规范》GB 51162-2016。

本标准的主要技术内容是：1 总则、2 术语和符号、3 基本规定、4 设计原则与作用规定、5 重型工程结构整体提升的结构系统、6 重型设备整体提升的结构系统、7 计算机控制液压提升系统、8 重型工程结构和设备整体提升实施、9 安全和环境保护。

本标准修订的主要技术内容是：1、修订了与最新相关规范不协调的内容；2、补充完善了标准实施行业及范围 3、补充完善了重型工程结构和设备整体提升的术语和符号定义；4、增加了重型工程结构和设备整体提升的基本规定；5、增加了重型工程结构和设备整体提升的设计原则和作用规定；6、补充完善了重型工程结构整体提升结构系统的相关规定和技术要求；7、补充完善了重型设备整体提升结构系统的相关规定和技术要求；8、补充完善了计算机控制液压提升系统的相关规定和技术要求 9、增加了重型工程结构和设备整体提升实施的相关规定和技术要求；10、增加了施工中安全和保护的相关规定和技术要求。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由上海建工集团股份有限公司和同济大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送同济大学（地址：上海市四平路 1239 号机械南馆，邮编：200092）。

本标准主编单位：XXX

本标准参编单位：XXX

本标准主要起草人员：XXXX

本标准主要审查人员：XXXX

目次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	基本规定	5
4	结构设计与作用规定	6
4.1	结构设计	6
4.2	作用规定	8
5	重型工程结构整体提升的结构系统	12
5.1	被提升工程结构分析与设计	12
5.2	提升支承结构设计	12
5.3	提升支承结构的基础设计	13
5.4	被提升工程结构安装和验收	13
5.5	提升承载系统安装和验收	13
6	重型设备整体提升的结构系统	15
6.1	被提升重型设备的验算及连接设计	15
6.2	提升支承结构设计	15
6.3	提升支承结构的基础设计	16
6.4	提升承载系统安装和验收	16
7	计算机控制液压提升系统	18
7.1	计算机控制液压提升系统的设计与配置	18
7.2	计算机控制液压提升系统的安装和调试	19
8	重型工程结构和设备整体提升实施	21
8.1	提升准备	21
8.2	提升前检查	21
8.3	提升施工	23
8.4	提升监测	24
8.5	提升支承结构的卸载和拆除	24
8.6	信息化管理	24
9	安全 and 环境保护	26

9.1 一般规定	26
9.2 安全管理	26
9.3 应急预案	26
9.4 环境保护	27
附录 A 提升支承结构基础验收要求	28
附录 B 提升门式支承结构安装验收要求	30
附录 C 液压提升系统检测要求	30
附录 D 应急状况及其措施	36
本规范用词说明	39
引用标准名录	40

CONTENTS

1	General Provision.....	1
2	Terms and Symbols.....	2
2.1	Terms.....	2
2.2	Symbols.....	2
3	Basic Requirements.....	5
4	Design Principles and Action Regulation.....	6
4.1	Design Principles.....	6
4.2	Action Regulation.....	8
5	Structural System for the Integral Lifting of Heavy Engineering Structures.....	12
5.1	Engineering Structure Analysis and Design.....	12
5.2	Design of the Lifting Support Structure.....	12
5.3	The Foundation Design of the Lifting Support Structure.....	13
5.4	Installation and Acceptance of the Lifted Engineering Structure.....	13
5.5	Installation and Acceptance of the Lifting Support System.....	13
6	The Structural System for the Integral Lifting of Heavy Equipment.....	15
6.1	Verification and Connection Design of the Lifted Heavy Equipment.....	15
6.2	Design of the Lifting Support Structure.....	15
6.3	The Foundation Design of the Lifting Support Structure.....	16
6.4	Standard for Quality Acceptance of Construction and Installation of Support Structures.....	16
7	Computer-controlled hydraulic lifting system.....	18
7.1	The Design and Configuration of Computer-Controlled Hydraulic Lifting Systems....	18
7.2	Installation and Commissioning of Computer-Controlled Hydraulic Lifting Systems..	19
8	Implementation of Integral Lifting of Heavy Engineering Structures and Equipment.....	21
8.1	Preparation.....	21
8.2	Pre-lift Inspection.....	21
8.3	In Progress.....	23
8.4	Monitoring.....	24
8.5	Unloading and Unassemble of Support Structures.....	24

8.6 Digital Management.....	24
9 Safety and environmental protection.....	26
9.1 General Provisions.....	26
9.2 Safety Management.....	26
9.3 Emergency Plan.....	26
9.4 Environmental Protection.....	27
Appendix A Acceptance Requirements for Foundation of Support Structures.....	28
Appendix B Acceptance Requirements for the Installation of Door Frame Support.....	30
Appendix C Requirements for Quality Inspection and System Test of Components and Parts of Hydraulic Lifting System.....	31
Appendix D Emergency Situations and Response Measures.....	36
Explanation of Wording in This Code.....	39
List of Cited Standards.....	40

1 总则

- 1.0.1 为规范重型工程结构和设备整体提升施工，保障安全可控、质量可靠、经济合理、技术先进，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于采用计算机控制液压整体提升工艺的建筑、桥梁、石油、化工、港口、电力等工程行业的重型工程结构和设备的安装设计和施工。
- 1.0.3 重型工程结构和设备液压整体提升工程的设计和施工，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 重型工程结构和设备 heavy engineering structure and equipment

土木工程和大型设备领域的一个通称，指那些自重或跨度巨大的结构体，本标准还包括安装空间受限或安装位置较高等场合整体安装的结构体。

2.1.2 整体提升 integral lifting

将装配成整体的重型工程结构或设备提升到设计标高并安装就位的过程。

2.1.3 提升过程 lifting process

自被提升重型工程结构或设备脱离胎架时起，至提升到预定高度并完成就位的全过程，包括试提升、正式提升和合龙（或连接固定）。

2.1.4 试提升 pre-lifting

对被提升结构或设备分级施加提升力、缓慢脱离胎架，并离地悬停规定时间，进行全面观测的过程。

2.1.5 正式提升 lifting

试提升过程结束后，将被提升重型工程结构或设备继续提升到设计标高的过程。

2.1.6 合龙 closure

被提升重型工程结构或设备提升到位后，与既有永久支承或相邻结构实现空间精准对接并完成连接，从而使分离的构件形成完整、连续、受力统一的整体结构的关键工序。

2.1.7 承载系统 supporting system

提升过程中承受被提升结构（重型工程结构或设备）荷载的支承结构和基础结构的总称。

2.1.8 吊耳 lifting lug

安装于被提升结构，用于提升吊具与被提升结构连接的构件。

2.1.9 缆风绳 tension cable

增强支承结构侧向承载能力及稳定性的拉索。

2.1.10 锚碇 anchorage

用于锚固卷扬机、导向滑轮、缆风绳、起重机或桅杆平衡绳等设施或设备的基础结构。

2.1.11 液压泵站 hydraulic pump unit

由动力元件、液压元件等组成的液压提升系统的动力源。

2.1.12 液压提升系统 hydraulic heavy lifting system

完成整体提升的设备组合，包含钢绞线、提升油缸、液压泵站、传感器和控制计算机等。

2.2 符号

2.2.1 作用和作用效应

$R(\bullet)$ ——结构抗力函数；

$S(\bullet)$ ——作用组合的效应函数；

C ——设计对变形、裂缝等规定的相应限值；

G_k ——永久作用的标准值；

Q_{Gk} ——被提升重型工程结构或设备（包含附属设施）重量的标准值；

Q_{ik} ——第 i 个可变作用标准值；

Q_{Lk} ——平台活载的标准值；

S_d ——作用组合的效应设计值；

Δt ——考虑温度作用效应的温度变化值；

w_k ——不同施工阶段单位迎风面积上的水平风荷载标准值；

w_0^* ——不同施工阶段的基本风压。

2.2.2 材料性能或设计指标

E ——材料的弹性模量；

f ——材料强度设计值；

f_k ——材料强度的标准值；

f_g ——钢绞线强度设计值。

2.2.3 几何参数

A ——截面面积；

d ——钢管设计直径；

D ——钢管实际直径；

H ——塔或柱的总高度；

L ——梁的跨度或构件长度；

α_k ——几何参数标准值；

t ——构件的厚度或管壁厚度。

2.2.4 计算系数及其它

β_z ——高度 z 处的风振系数；

γ_G ——永久荷载分项系数；

γ_R ——结构抗力分项系数；

γ_i ——可变作用 Q_i 的分项系数；

Ψ_{Ci} ——可变作用 Q_i 的组合值系数；

ϕ_{fw} ——风荷载的频遇值系数；

μ_z ——风压高度变化系数；

μ_s ——风荷载体型系数；

ϕ ——挡风系数。

3 基本规定

- 3.0.1** 重型工程结构和设备整体提升工程的施工单位应根据国家、行业对危险性较大的分部分项工程管理的有关规定和要求，编制提升专项施工方案，并组织专家论证通过后方可实施。
- 3.0.2** 重型工程结构和设备整体提升施工中涉及的提升设备及材料应根据国家、行业现行有关标准的规定进行检验，不得使用国家及行业淘汰的工艺、设备和材料。提升设备应由专业技术人员维护和操作。
- 3.0.3** 重型工程结构和设备整体提升施工过程中的临时结构应按现行国家、行业标准的相关规定进行专项设计、施工与质量检验。
- 3.0.4** 重型工程结构和设备整体提升作业期间应避开 6 级及以上大风、雷暴、强对流、冰雪灾害、覆冰、暴雨、浓雾、沙尘暴、极端气温等不利气象和环境条件，宜在白天施工。
- 3.0.5** 重型工程结构和设备正式提升前应进行试提升，根据试提升中测定的数据指导正式提升施工。
- 3.0.6** 重型工程结构和设备整体提升施工应对关键过程进行施工监控。

4 结构设计与作用规定

4.1 结构设计

- 4.1.1 重型工程结构和设备整体提升工程的提升支承结构及其连接的安全等级应为一級。
- 4.1.2 重型工程结构和设备整体提升工程的结构分析计算应按现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB50068 采用极限状态设计方法。
- 4.1.3 当被提升结构、设备和支承结构在安装过程中会发生结构体系转换时，应建立整体计算模型并对被提升结构、设备和支承结构进行施工工况验算。
- 4.1.4 重型工程结构和设备整体提升必须进行提升过程中结构体系转换及各控制工况承载力、刚度验算，并应保证整体稳定性。
- 4.1.5 重型工程结构和设备整体提升的结构承载能力极限状态设计应按作用效应控制的基本组合，并应采用下列设计表达式进行设计：

$$\gamma_0 S(\gamma_G G_k, 1.3 G_L, 1.5 \times 0.6 w_k, 1.5 \times 0.7 Q_{Lk}, \sum_{i=3}^n \gamma_i \Psi_{Ci} Q_{ik}) \leq R(\gamma_R, f_k, \alpha_k, \dots) \quad \text{— (4.1.5)}$$

式中： $S(\bullet)$ ——作用组合的效应函数；

γ_0 ——结构的重要性系数，当安全等级为一級时取 1.1，当安全等级为二級时取 1.0；

γ_G ——永久荷载分项系数，对结构不利时取 1.3，对结构有利时取不大于 1.0；

G_k ——永久荷载标准值（一般为提升支承结构及其附属设备重量）；

G_L ——永久荷载标准值 $G_L = \phi_L G$ （ G 为提升重型工程结构和设备重量， ϕ_L 为动力系数，一般取 1.05–1.15）；

w_k ——整体提升中不同工作阶段单位迎风面积上的水平风荷载标准值；

Q_{Lk} ——平台活载的标准值；

Q_{ik} ——除上述可变荷载外，其余第 i 个可变荷载标准值， $i = 3 \sim n$ ；

Ψ_{Ci} ——可变荷载 Q_i 的组合值系数，温度荷载取 0.6，其它取 0.7；

γ_i ——可变荷载 Q_i 的分项系数，一般为 1.5，仅对温度作用取 1.0；

$R(\bullet)$ ——结构抗力函数；

γ_R ——结构抗力分项系数，与国家现行结构设计规范同样取值；

f_k ——材料强度的标准值；

α_k ——几何参数标准值。

4.1.6 重型工程结构和设备整体提升中支承结构与被提升结构的变形应满足正常使用极限状态的要求，并应符合下式要求：

$$S_d(G_k, G_L, \phi_{fw} w_k, Q_{Lk}, \sum_{i=3}^n \gamma_i \psi_{Ci} Q_{ik}) \leq C \quad (4.1.7)$$

式中： $S_d(\bullet)$ ——结构变形效应函数；

ϕ_{fw} ——风荷载的频遇值系数，取 0.4，但 $\phi_{fw} w_k$ 不应小于 0.2 kN/m²；

C ——结构设计中验算变形控制标准。

4.1.7 对于变形超过高度的千分之一的高耸承压结构，应考虑几何非线性对结构内力和变形的影响。

4.1.8 在满足安装工艺要求及被提升结构设计要求的前提下，应符合下列要求：

- 1 提升支承结构塔或柱的最大水平位移不应大于 $H/200$ ，且不应大于 200mm（ H 为塔或柱的总高度）；
- 2 提升支承结构中梁的弯曲变形不应大于 $L/400$ （ L 为梁的跨度）；
- 3 被提升结构的弯曲变形不应大于 $L_0/250$ （ L_0 为被提升结构吊点距离）；
- 4 被提升结构应处于弹性变形状态；
- 5 当支承结构系统为超静定结构时，支承结构的相邻基础沉降变形差不应超过相邻基础间距的 $1/350$ ，且不应大于 10mm；

6 正常提升时，被提升结构的晃动位移不应大于 300mm，安全距离不宜小于 200mm。对于晃动位移超出要求的情况，应设置导向结构，限制被提升结构的晃动。

4.1.9 应分析支承结构和被提升结构的整体抗倾覆能力，计算中应考虑结构形态及其重心的位置，各项荷载和力作用的方向及其影响均应按实际可能出现的最不利作用组合的原则来考虑。作用效应采用标准值组合计算，应符合下式规定：

$$K = \frac{M_s}{M_T} \geq [K] \quad (4.1.9)$$

式中： M_s ——稳定力矩的代数和；

M_T ——倾覆力矩代数和；

$[K]$ ——抗倾覆安全系数，无风工况取 1.5，工作风工况取 1.3，极限风工况取 1.2。

当验算不满足以上要求时,可采取增加配重、降低重心或设置附加约束等措施满足本条抗倾覆稳定性要求。

4.1.10 结构合龙应保证不改变或接近结构原设计的内力状态,并满足设计要求。

4.2 作用规定

4.2.1 重型工程结构和设备整体提升施工时的自重和风荷载作用应根据支承结构安装、提升施工、应急加固和拆除四个阶段实际情况分别确定:

1 支承结构安装阶段:以6级风以内(含6级风)正常安装作业、8级风以内支承结构不需要应急加固为原则进行设计,作用包括安装过程中的支承结构自重、6级风荷载和8级风荷载等。

2 提升施工阶段:在试提升、正式提升和合龙三种工况验算时,以6级风(含6级风)以内正常提升作业,8级风以内结构不需要应急加固为原则进行设计,作用包括支承结构自重、被提升结构重量、6级风荷载和8级风荷载等。

3 应急加固阶段:在超过8级风时,应按应急预案对被提升结构及支承结构进行加固设计,作用包括支承结构自重、被提升结构自重、加固构件自重及其作用力、10年一遇风荷载等。

4 拆除阶段:应按具体条件设计拆除工艺,以6级风以内(含6级风)正常拆除作业、8级风以内结构不需要应急加固为原则进行设计,作用包括拆除过程中的结构自重、6级风荷载和8级风荷载等。

4.2.2 重型工程结构和设备整体提升施工除风荷载外的可变作用应根据工程所处自然环境、同步控制精度等因素确定,应包括被提升结构自重、活荷载、雪荷载、温度(日照作用)、基础沉降、安装过程中预紧不同步作用、提升不同步作用、提升过程中吊点水平偏差附加水平力作用等。

4.2.3 重力作用应符合下列规定:

1 支承结构自重 G_k 的标准值应按实际计算。

2 被提升重型工程结构或设备重量(包含附属设施) Q_{G_k} 、配重、被提升结构的其它附属设施等重力荷载标准值均应按实际计算。

3 设备平台主要承受液压设备、工机具等重力荷载,其活荷载标准值 Q_{L_k} 可取 10kN/m^2 ;人员平台主要承受人员重力荷载,其活荷载标准值可取 1kN/m^2 ,若人员平台有设备,则荷载应按实际计算。

4.2.4 风荷载应符合下列规定:

1 重型工程结构和设备整体提升时,作用于支承结构或被提升结构表面单位面积上的水平风荷载标准值 w_k 应按下式计算:

$$w_k = \beta \mu_s \mu_z w_0^* \quad (4.2.4)$$

式中： w_0^* ——不同施工阶段的基本风压（kN/m²）；

μ_z ——风压高度变化系数；

μ_s ——风荷载体型系数；

β ——整体提升结构体系风振系数，提升重型工程结构时取 1.3，提升高度小于 30m 的小型建筑结构取 1.2。提升重型设备时取 1.5，提升高度超过 100m 的高耸设备时取 1.6。

2 在支承结构安装阶段、提升施工阶段和拆除阶段，6 级风的基本风压为 $w_0^*=0.1$ kN/m²，8 级风的基本风压为 $w_0^*=0.22$ kN/m²； 应急加固阶段结构设计时，基本风压 w_0^* 应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定的 10 年一遇风压取值，在紧急情况下，应按气象预报修正。

3 对平坦或稍有起伏的地形，风压高度变化系数，应根据地面粗糙度类别按表 4.2.1 确定。

表 4.2.1 风压高度变化系数 μ_z

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	1.79	1.33
200	2.64	2.46	2.03	1.58
250	2.78	2.63	2.24	1.81
300	2.91	2.77	2.43	2.02

350	2.91	2.91	2.60	2.22
400	2.91	2.91	2.76	2.40
450	2.91	2.91	2.91	2.58
500	2.91	2.91	2.91	2.74
≥ 550	2.91	2.91	2.91	2.91

注：地面粗糙度 A 类指近海海面、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中小城市郊区；C 类指有密集建筑群的中等城市市区；D 类指有密集建筑群但房屋较高的大城市市区。

4 整体提升结构常用风荷载的体型系数可按表 4.2.2 确定。

表 4.2.2 整体提升结构常用风荷载体型系数 μ_s

结构类型			μ_s
单层迎风面的平面、单个型钢			1.30
缆风绳			1.20
主材为型钢塔架 (双层迎风)	$\varphi =$	0.3	2.20
		0.4	2.00
		0.5	1.90
主材为钢管柱塔架	$\varphi =$	0.3	1.62
		0.4	1.50
		0.5	1.44

注：1 对于与表中结构类型差异较大的情况，按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 取值；

2 按上述 μ_s 计算风力时，只计算正面迎风面积；

3 挡风系数 φ 为正面迎风面积与迎风面轮廓面积的比值，若挡风系数在表中数值之间的， μ_s 也根据实际 φ 与上、下 φ 的差值按插入法取值；

4 带套架的塔架的多层迎风面， μ_s 按表中值乘以 1.5 倍；

5 当塔架非正方形时，按现行国家标准《高耸结构设计标准》GB 50135 的规定计算；

6 提升公路桥梁时，风荷载体型系数应按现行行业标准《公路桥梁抗风设计规范》JTG/T 3360-01 的规定计算。

4.2.5 安装过程中预紧不同步作用：提升钢绞线和缆风钢绞线初始预紧力取单根钢绞线 10kN，根据钢绞线的数量来计算不同步预紧力。

4.2.6 提升不同步作用应符合下列规定：

1 位移不同步提升工况分析时，相邻吊点的位移不同步值取 $L_0/250$ (L_0 为被提升结构吊点距离)，且不小于 $\pm 25\text{mm}$ ；

2 荷载不同步提升工况分析时, 提升索的索力变化值不小于 $\pm 10\%$;

4.2.7 吊点水平偏差附加水平力作用 F_h 按下式计算:

$$F_h = \frac{50}{L_c} \bullet F_c \quad (4.2.7)$$

式中: F_c ——最不利工况下提升索索力(kN);

L_c ——最短提升索长(mm), 不小于 1500。

4.2.8 其他荷载与作用应符合下列规定:

1 寒冷地区若无法避开冬季施工, 应考虑覆冰荷载对结构的影响。

2 降雪季节施工时应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定计算雪荷载。

3 在日照较强烈季节, 柱形支承结构应按两面塔柱温差(一般取 $\pm 5^\circ\text{C}$)进行分析计算。缆风绳初始张拉宜在施工期间温度稳定阶段进行, 缆风绳及门式支承结构计算时应考虑施工期间整体升降温的作用。

4 当结构体系为超静定体系时, 应计算基础不均匀沉降和位移不同步的作用影响。不均匀沉降与位移不同步共同产生的吊点位移高差不宜大于吊点之间距离的 $1/200$ 。

5 重型工程结构整体提升的结构系统

5.1 被提升工程结构分析与设计

- 5.1.1 被提升工程结构提升点的确定、结构的调整、支承连接构造和施工阶段的结构验算，应进行审核和确认。
- 5.1.2 重型工程结构的整体提升应对被提升工程结构进行施工阶段的结构分析、结构补强与连接设计。
- 5.1.3 重型工程结构的整体提升宜选择与工程结构永久支承点相近的位置作为提升点，使工程结构施工阶段的受力状态与使用状态接近。若工艺需要，可增加提升点数量，使荷载分布合理。
- 5.1.4 被提升工程结构的验算分析应计入施工误差、分步加载、合龙、卸载等结构体系转换影响及提升不同步作用。
- 5.1.5 被提升重型工程结构的提升吊点连接结构设计时，其抗力应再除以附加系数 1.2。
- 5.1.6 当提升高重心工程结构时，应按 4.1.9 进行抗倾覆验算，不满足要求时应增加配重、降低重心或设置附加约束。
- 5.1.7 钢绞线的安全系数按 7.1.2 条规定取值。

5.2 提升支承结构设计

- 5.2.1 重型工程结构整体提升时，宜利用永久结构作为提升支承结构或作为提升支承结构的一部分，若安装工艺需要，可增加提升支承结构数量，使荷载分布合理。
- 5.2.2 应根据 4.2 规定的支承结构安装、提升施工、应急加固和拆除四个阶段设计支承结构，并验算提升过程对永久结构的影响。
- 5.2.3 提升支承结构计算时，应计入风、不同步预紧、吊点水平偏差等引起的水平荷载，且每个吊点的水平荷载不宜小于其竖向提升力的 5%。
- 5.2.4 提升支承结构作为人员操作平台时，顶部位移应控制在 $\pm 50\text{mm}$ 范围内，应增设缆风控制顶部位移。
- 5.2.5 重型工程结构提升时，应进行群柱整体稳定性的验算，可采用支承结构分组互连以增强抵抗水平力的能力。
- 5.2.6 提升支承结构的验算分析应计入分步加载、合龙、卸载等结构体系转换影响及提升不同步作用。
- 5.2.7 当提升支承结构重复使用时，应检查其完好程度，包括锈蚀、焊缝、节点连接状况以及结构件的变形情况等，并应按实际状况计算复核。
- 5.2.8 提升支承结构缆风绳的设计应按照 6.2.5 条、6.2.6、6.2.7 条、6.2.8 条执行。

5.3 提升支承结构的基础设计

5.3.1 重型工程结构整体提升支承结构的基础设计应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定。

5.3.2 应根据本标准第 4.2 节规定的支承结构安装、提升施工、应急加固和拆除四个阶段设计基础结构。

5.3.3 提升支承结构的基础计算时，除计入竖向荷载之外，还应计入提升荷载偏载引起的弯矩以及风、不同步预紧、吊点水平偏差等引起的水平荷载，水平总荷载不小于竖向提升力的 5%。

5.3.4 重型工程结构整体提升支承结构的基础设计时宜优先采用下列方案：

- 1 利用永久结构的基础、建（构）筑物；
- 2 网架结构提升临时支承结构宜采用明挖扩大基础或路基板扩大基础；
- 3 桥梁大节段或拱肋提升宜采用钢管桩基础或混凝土灌注桩基础；
- 4 利用现有设备（设备分段）或其它可临时借用的建筑材料作为压重，设计装配式或半装配锚碇；
- 5 工具式基础、工具式锚碇；
- 6 严禁采用未经处理的软弱土层作为持力层。

5.3.5 重型工程结构整体提升加载完成后，静置 12 小时，支承结构单个临时基础沉降量不大于 40mm；合龙期间基础沉降速率不大于 0.1mm/d。

5.3.6 重型工程结构整体提升加载后，门式支承结构临时基础间的不均匀沉降应小于基础间距的 1/3000，且不大于 5mm，单个临时基础的倾斜度不大于 1/3000。

5.4 被提升工程结构安装和验收

5.4.1 被提升工程结构提升点位置应与提升油缸中心位置在同一铅垂线上，水平偏差不应大于提升高度的 1/1000，且不应大于 50mm。

5.4.2 提升点的连接构造和结构调整、加固的部位均应按设计要求检查验收。

5.4.3 被提升工程结构的拼装与安装应满足现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 及结构设计的相关规定。

5.4.4 被提升结构在胎架上的拼装精度应满足整体几何尺寸偏差不应大于 L/2000，且不应大于 30mm；提升吊点位置偏差不应大于 20mm。

5.5 提升承载系统安装和验收

5.5.1 提升支承结构的拼装与安装应满足现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定及结构设计的要求。

5.5.2 提升支承结构基础验收应符合附录 A 的要求，基础混凝土强度未达到设计强度 80%

时，不得安装提升支承结构。

6 重型设备整体提升的结构系统

6.1 被提升重型设备的验算及连接设计

- 6.1.1 被提升重型设备的提升吊点选择和设计，应满足以下要求：
- 1 满足装配工艺要求；
 - 2 使结构系统受力合理，分布均匀；
 - 3 设置在被提升重型设备承载能力强的部位；
 - 4 传力直接、构造合理、减少偏心；
 - 5 控制被提升重型设备的变形，以满足重型设备的装配精度要求。
- 6.1.2 被提升重型设备的验算分析应按加载、提升、合龙和卸载四个阶段分别进行，每一阶段被提升重型设备结构的强度、刚度和稳定性均应满足现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001 和《钢结构设计标准》GB 50017 的要求。
- 6.1.3 被提升重型设备的抗倾覆能力应满足本标准第 4.1.9 条的要求。
- 6.1.4 被提升重型设备的提升吊点连接结构设计时，其抗力应再除以附加系数 1.2。
- 6.1.5 被提升重型设备提升吊点的确定、结构的调整、连接结构和装配全过程的结构验算，应进行审核和确认。
- 6.1.6 提升钢绞线的安全系数应满足本标准第 7.1.2 条的要求。

6.2 提升支承结构设计

- 6.2.1 整体提升支承结构设计应满足装配工艺的要求。
- 6.2.2 整体提升承载系统宜充分利用重型设备的结构部件，或由支承结构及基础、缆风绳及锚碇等构成。
- 6.2.3 整体提升承载系统的设计验算，应根据本标准第 4.2 节规定的支承结构安装、提升施工、应急加固和拆除四个阶段，按由弹性杆系和柔索构成的复合结构体系采用非线性有限元方法进行结构强度、刚度和稳定性分析。
- 6.2.4 提升支承结构计算时，应计入风、不同步预紧、吊点水平偏差等引起的水平荷载，且每个吊点的水平荷载不宜小于其竖向提升力的 5%。
- 6.2.5 整体提升缆风绳的设置应满足受力要求和装配工艺的调整精度要求，并结合场地条件进行布置。
- 6.2.6 缆风绳宜采用钢绞线或钢丝绳。钢绞线的抗拉强度设计值 f_g 应按表 6.2.6-1 选取，钢丝绳的抗拉强度设计值 f 应按表 6.2.6-2 选取。

表 6.2.6-1 钢绞线抗拉强度设计值 f_g (N/mm²)

钢绞线公称抗拉强度	1570	1720	1860	1960
-----------	------	------	------	------

钢绞线抗拉强度设计值 f_g	980	1075	1160	1225
------------------	-----	------	------	------

表 6.2.6 -2 钢丝绳抗拉强度设计值 f (N/mm²)

钢丝绳公称抗拉强度	1470	1570	1670	1770	1870
钢丝绳抗拉强度设计值 f	735	785	835	885	935

- 6.2.7 缆风绳的截面积应根据支承结构的受力和侧向刚度要求计算确定。
- 6.2.8 缆风绳的设置用于增加支承结构的侧向刚度，其预拉力设计符合下列规定：
- 1 各向缆风绳预拉力应在门式支承结构顶部达到水平分力平衡；
 - 2 应计入整体提升时支承结构受压变形而造成缆风绳的松弛；
 - 3 缆风绳预拉应力宜取其抗拉强度设计值的 1/3；
 - 4 预拉状态缆风绳挠度不宜大于其长度的 1/150。
- 6.2.9 当门式支承结构安装偏差超过其高度的 1/1000 时，应按实际偏差建模进行空间桁架极限承载力分析，弯曲线可用折线模拟。
- 6.2.10 整体提升支承结构的施工质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。
- 6.2.11 整体提升支承结构应设置顶部避雷针、支柱的引下线和基础防雷接地，并应作为导体连通，防雷接地电阻不应大于 10 Ω 。
- 6.2.12 整体提升支承结构的顶部应设置航标灯。

6.3 提升支承结构的基础设计

- 6.3.1 重型设备整体提升支承结构的基础设计应满足本标准第 5.3 节的规定。
- 6.3.2 缆风绳的锚碇基础设计满足以下要求：
- 1 锚碇基础的承载能力应大于缆风绳工作最大承载力的 2 倍；
 - 2 缆风绳的竖向分力由锚碇基础自重承受；
 - 3 宜设置挡土墙或其他措施抵抗缆风绳的水平分力，计算水平分力时不计入锚碇基础的底部摩擦力；
 - 4 锚碇基础预埋结构宜采用整体式结构。

6.4 提升承载系统安装和验收

- 6.4.1 重型设备整体提升支承结构的制造质量验收应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定及设计要求。
- 6.4.2 整体提升支承结构的组件应符合设计文件要求；钢结构构件应有出厂合格证。

- 6.4.3 安装区域内应场地平整，地基承载力应符合设计要求，不应有影响起重机作业、缆风绳布设的障碍物。
- 6.4.4 提升支承结构基础和缆风绳锚碇基础的验收应符合附录 A 的要求，基础混凝土强度未达到设计强度 80%时，不得安装提升支承结构。
- 6.4.5 提升门式支承结构宜在地面组装成节单元，再分节安装成型。
- 6.4.6 提升门式支承结构底节安装宜采用垫铁抄平、二次灌浆工艺。当二次灌浆层强度达到设计强度的 75%时，方可进行上部支承结构安装。
- 6.4.7 提升门式支承结构使用顶升方式安装时，宜满足以下要求：
- 1 顶升速度应根据顶升荷载确定，取 0.005 m/s~0.013m/s；
 - 2 油缸的工作压力不大于 20MPa，顶升油缸的大、小腔油口处应有锁定、限速、限压等液压保护装置；
 - 3 顶升油缸和插销油缸应按现行国家标准《液压缸 试验方法》GB/T 15622 的规定进行厂内试验；
 - 4 液压泵站具有联动、单动、调速和远程控制功能，符合现行国家标准《液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求》GB/T 3766 的规定；
 - 5 计算机控制系统应具有手动操作和自动操作功能，可采用有线或无线信号传输方式；
 - 6 设置顶升油缸和插销动作之间的安全自锁、互锁功能。
- 6.4.8 提升支承结构的连接螺栓在加载完成后应二次拧紧。
- 6.4.9 提升门式支承结构验收应符合附录 B 的要求。
- 6.4.10 卷扬机、起重钢丝绳、扣件、滑轮组、吊耳均应符合起重吊装的规定。
- 6.4.11 缆风绳预拉力宜对称分级施加。施加预拉力时应对支架顶部位移进行监测。提升支承结构顶部位移值 δ 应符合下式规定：

$$\delta \leq H / 1500 \quad (H \leq 75000) \quad (6.5.10-1)$$

$$\delta \leq 50 + (H - 75000) / 4000 \quad (H > 75000) \quad (6.5.10-2)$$

其中：H—塔顶高度(mm)，当塔顶有计算初始位移且其值大于上述规定时，顶部位移不得大于计算初始位移值的 1.2 倍。

7 计算机控制液压提升系统

7.1 计算机控制液压提升系统的设计与配置

7.1.1 计算机控制液压提升系统总体提升能力设计符合下列规定：

- 1 应根据被提升重型工程结构和设备及其附属设施的重量、提升吊点布置方案，确定各吊点荷载；
- 2 应根据各吊点荷载确定液压提升系统的各吊点提升能力和总体提升能力；
- 3 根据各吊点荷载标准值选配液压提升油缸，每台提升油缸提升荷载不应大于其额定荷载的 80%；
- 4 总体提升能力不宜大于总提升荷载标准值的 3.0 倍。

7.1.2 重型工程结构和设备整体提升系统钢绞线配置应符合下列规定：

- 1 钢绞线应符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的规定，宜采用 1x7 结构，公称直径 15.20mm 或 17.80mm，公称抗拉强度 1860MPa 的钢绞线；
- 2 钢绞线规格应与锚具相匹配；
- 3 钢绞线使用时应加强保护，防止折弯、散股、过电和严重锈蚀；
- 4 提升钢绞线配置时安全系数不应小于 3.0，使用时安全系数不应小于 2.5；
- 5 水平系杆和缆风绳钢绞线的安全系数不应小于 2.5；
- 6 钢绞线应梳理顺畅；
- 7 提升到位后，钢绞线最小长度应满足同步控制和脱锚要求，并符合下列规定：
 - 1) 对网架等刚度较小的工程结构，钢绞线最小长度不宜小于 1.5m；
 - 2) 对门式起重机等刚度较大的重型设备，钢绞线最小长度不宜小于 8m。
- 8 提升钢绞线重复使用次数不应超过 20 次。每次使用前应对钢绞线进行检查，应无松股、断丝现象。
- 9 同一批次钢绞线首次使用前，应按左旋和右旋总根数的 1%抽检，不满 1 根，抽查 1 根。

7.1.3 重型工程结构和设备整体提升系统宜采用穿芯式油缸，其内置一束钢绞线承载，由主油缸和锚具油缸（包含上锚具油缸和下锚具油缸）组成。油缸设计与配置符合下列规定：

- 1 提升油缸机械结构的安全系数应不小于 3；
- 2 提升油缸的主油缸工作压力不宜大于 25MPa，锚具油缸不宜大于 10MPa；
- 3 提升油缸的主油缸闭锁压力不应小于 50MPa；
- 4 锚具、夹片应与钢绞线的规格相匹配；
- 5 提升油缸应设置锁定和过载保护装置；
- 6 多个提升油缸组合的吊点，宜采用同一规格的提升油缸。

7.1.4 重型工程结构和设备整体提升系统液压泵站包含主油缸液压系统和锚具油缸液压系统两部分，泵站设计与配置符合下列规定：

- 1 应具有联动、单动、微动和远程控制功能，宜通过比例阀或变频电机调速；

2 主油缸液压系统工作压力不宜大于 31.5MPa，流量确保每台油缸的提升速度满足施工工艺要求；

3 锚具油缸液压系统工作压力不宜大于 16MPa，流量确保每台油缸的锚具动作时间不宜大于 4s；

4 液压泵站液压油颗粒污染控制精度 6~10 μm ，清洁度等级 NAS 7~8 级（ISO 4406 18/16/13）。油温不应超过 70℃，在低温环境下应选用低温液压油；

5 液压泵站应按现行国家标准《船用液压泵站技术条件》GB/T 3754 的规定进行厂内试验。

7.1.5 重型工程结构和设备整体提升计算机控制系统包含网络控制系统和传感器两部分，其设计与配置符合下列规定：

1 网络控制系统应具备自动、顺控和手动功能，设置安全自锁、互锁功能和误动作防护等措施，不应有违反既定逻辑、既定时序的机械、液压和电气动作；

2 网络传输应实时性强、可靠性高；

3 应选用电磁兼容性好的电气器件；

4 应具有系统失电、紧停等保护措施，设置可靠的防雷措施，宜具有实时在线检测故障的功能；

5 供配电设计应符合国家现行有关标准的规定；

6 选配位移与荷载传感器，使提升系统的荷载和位移控制精度满足施工工艺要求；

7 网络控制系统采用位移同步和荷载均衡两种控制策略相结合的控制方法。当相邻吊点相对刚度较大时，采用荷载均衡为主的控制策略；当相邻吊点相对刚度较小时，采用位移同步为主的控制策略。

7.2 计算机控制液压提升系统的安装和调试

7.2.1 液压提升系统设备在出厂之前，其主要设备必须按附录 C 中表 C-1 的要求检测合格，并应保存所有的检测原始记录。

7.2.2 液压提升系统设备在运输过程中，应对设备采取保护措施，运输到位后应进行进场检查。

7.2.3 提升油缸及钢绞线安装应符合下列规定：

1 油缸安装前，应检查确保功能正常；

2 油缸吊装时，应做好保护措施，安装位置应达到设计要求；

3 使用钢绞线导向结构保证伸出油缸钢绞线 1m~2m 范围内与油缸安装方向一致；

4 采用合适的方法理顺钢绞线；

5 钢绞线穿入底锚后，伸出底锚的长度不小于 15cm；

6 钢绞线安装完成后应通过预紧或其他手段确保钢绞线受力均匀，钢绞线预紧时，每根预紧力宜为 10-20kN；

7 钢绞线安装时应有临时措施，防止高空坠落。

7.2.4 提升泵站安装应符合下列规定：

- 1 泵站在安装之前，应确保泵站工作正常；
- 2 安装时平稳起吊；
- 3 泵站有防雨、防雷、防坠等安全防护措施。

7.2.5 网络控制系统和传感器安装应符合下列规定：

- 1 电气配线除弱电系统外，均采用额定电压不低于 500V 的电线或电缆；
- 2 在易受机械损伤或有液压油滴落部位，电线或电缆安装于钢管、线槽或保护罩内；
- 3 强电与弱电电缆分开铺设；
- 4 控制系统上的配线排列整齐，导线两端压接相应的接线端子，并有接线编号；
- 5 户外使用的控制箱应有防雷装置；
- 6 传感器正确标定，文件手续齐备。

7.2.6 液压提升系统在现场安装后必须按本标准附录 C 中表 C-2 的要求检测合格，并符合下列规定：

- 1 承载系统：钢绞线、底锚安装检查合格；
- 2 提升油缸：确保主油缸空载伸缸和缩缸动作正常，上下锚具油缸锁紧和松开动作正常。确保上下锚具的锚片数量齐全、运动一致、松紧无异响；
- 3 提升泵站：泵站启动后，空载动作正常，自动控制功能正常；
- 4 网络控制系统：网络通信正常，手动模式可控制泵站动作，各安全保护装置的动作正常；
- 5 传感器：行程、压力、锚具信号正常；
- 6 联调：顺序控制动作正常，偏差控制动作正常，网络控制系统控制所有设备空载运行正常。

7.2.7 液压提升系统完成空载调试后的验收应符合下列规定：

- 1 所有电气设备检验合格；
- 2 所有安全保护装置、安全连锁互锁功能等应检验合格；
- 3 所有声光信号装置应显示正确，清晰可靠；
- 4 技术资料齐全。参见资料目录。

8 重型工程结构和设备整体提升实施

8.1 提升准备

- 8.1.1 应根据提升专项施工方案编制施工作业指导书和应急预案，确定合理的管理组织，明确各级管理职责。
- 8.1.2 应根据施工作业指导书组织技术交底和安全交底。
- 8.1.3 应根据岗位职责组织人员培训和应急演练。
- 8.1.4 应根据施工周期，参照当地的历史水文气象资料和施工现场环境监测情况，选择符合本标准和设计要求的时段进行提升。

8.2 提升前检查

8.2.1 结构检查应符合下列要求：

- 1 核查提升支承结构的偏位情况、提升梁的挠度值及缆风的预紧状态，确保受力体系安全可靠；
- 2 检查支承结构关键部位的连接情况，确保焊接质量符合标准、螺栓连接紧固到位；
- 3 检查支承结构与提升设备的连接方式及质量，符合设计文件要求；
- 4 检查支承结构与基础的连接状态及接触情况，符合设计文件要求；
- 5 查阅基础及锚碇的位移、沉降及倾斜观测记录，确认据符合施工要求；
- 6 查阅被提升结构的监测记录，确认其满足试提升加载条件；
- 7 检查被提升结构的提升通道，确保通道通畅、无阻碍物；
- 8 检查被提升结构提升吊点的连接情况，确保吊点位置准确、焊接质量合格，销轴及螺栓连接满足提升受力要求及工艺标准；
- 9 检查被提升结构与胎架的临时连接部位，确认所有约束已全部解除；
- 10 清理被提升结构上的施工杂物，杜绝提升过程中发生坠物风险；
- 11 检查随被提升结构一起提升的设备和构件的固定状态，安全牢固；
- 12 检查钢绞线的作业空间，确保其运行通畅，相关防护措施配备完备；
- 13 检查钢绞线的锚固状态，确保提升及缆风受力安全、可靠；
- 14 检查钢油缸绞线安装孔位，确保其无空间交叉，提升过程无刮擦，出口导导向顺畅；
- 15 检查提升及缆风钢绞线的预紧状态，确保各钢绞线受力均匀。

8.2.2 设备检查应符合下列要求：

- 1 检查设备的维护保养记录，若设备停用超过 6 个月，需再次进行维护保养；
- 2 检查提升油缸锚夹具的工作状态，确认锚片全部安全平整、弹簧圈无损坏；
- 3 检查提升油缸的工作状态，确保主油缸、锚具油缸运行正常、伸缩动作无异声响及泄漏；

- 4 检查提升油缸的保压性能及动作一致性，确保带载下降操作安全、可靠；
 - 5 检查油缸、泵站周边的作业通道，通道畅通，满足作业人员操作需求；
 - 6 检查提升泵站的安装情况，确任其安装规范，满足设备运行条件；
 - 7 检查提升泵站的转向、转速、油压等各项指标正常，动作控制精准；
 - 8 检查提升泵站的防护措施，确保防雨、防污染措施配备完备有效；
 - 9 检查传感器的工作状态，数据采集准确、显示正常；
 - 10 检查传感器的防水措施，确保其在作业环境下正常运行；
 - 11 检查提升控制系统的通信响应及时、无延迟；
 - 12 检查提升控制系统的工作状态，确保同步调节及动作控制准确无误。
- 8.2.3 监测检查应符合下列要求：
- 1 核查提升吊点、支承结构、被提升结构、基础等关键部位的监测点布设情况，确保监测点布设合理，满足提升决策所需的数据需求；
 - 2 核查关键测量设备的校准状态及测量人员的资质，确保监测数据真实、有效；
 - 3 检查测量系统的通信功能，数据采集及时、传输稳定；
 - 4 核查测量仪器的调零及监测点的初始数据记录，确保数据可真实反映提升过程中的结构变化；
 - 5 检查监测系统的防护措施，满足施工全过程的运行要求；
 - 6 检查监测系统的工作状态，确保其可长期稳定运行、无故障。
- 8.2.4 安全检查应符合下列要求：
- 1 检查现场爬梯、作业平台的连接状况，确保牢固可靠，保障作业人员人身安全；
 - 2 检查提升现场的避雷设施，安装规范、性能有效；
 - 3 检查航标布设情况，设置合理，能保障交通安全；
 - 4 核查应急临时结构的准备状态，确保其符合应急处置要求，可随时投入使用；
 - 5 检查钢绞线顶部出油缸端的临时固结质量，防范因设备误动作引发的坠落风险；
 - 6 检查焊接作业的接地情况，避免焊接过程中钢绞线带电；
 - 7 检查提升油缸油管的安装质量，确保安全保护措施配备完备；
 - 8 检查油缸、泵站的固定措施，防范其发生高空坠落事故；
 - 9 检查泵站的供电线路，确保用电安全保护措施完备、符合规范；
 - 10 检查作业平台的消防设施，灭火器材配置齐全、完好有效；
 - 11 检查控制系统、泵站的动作互锁功能，消除误操作带来的安全隐患；
 - 12 检查通信系统的异常保护功能，确保应急工况下通信正常、可有效处置；
 - 13 检查施工照明设施，可满足夜间作业安全要求；
 - 14 检查现场设备的接地情况，保障用电安全；
 - 15 检查提升区域的警戒线、警示牌，规范作业区域管控，杜绝无关人员进入。

8.3 提升施工

8.3.1 提升施工开始时应进行试提升，并符合下列规定：

1 提升作业前应解除被提升结构与胎架之间的连接。提升加载宜分级进行：

第一级：加载至设计荷载的 50%,检查系统响应；

第二级：加载至 75%,观察结构变形；

第三级：加载至 90%,全面检查；

第四级：逐步加载至结构，离地间隙宜为 100-200mm；每级加载后应持荷 10min，确认无异常后方可继续。

2 每级加载应对提升油缸、钢绞线、底锚等关键承载部件进行检查和检测，复拧底锚锚片压紧螺栓，并在悬停后终拧；

3 被提升结构悬停时间应不小于 12 小时，悬停期间宜每 2 小时进行一次全面检查，重点监测：

1) 支承结构变形和应力变化；

2) 基础沉降发展；

3) 液压系统运行状态；

4) 钢绞线受力均匀性；

5) 被提升结构几何形态和应力变化。

4 检验油缸保压性能，1 小时内压降不应超过 5%，检查所有安全保护装置的动作可靠性；

5 测量结构变形，验证计算模型，结构自重分布应与设计假定相符，偏差超过 5%时应重新核算。

8.3.2 正式提升应符合下列规定：

1 对提升施工涉及的环境、结构、设备、人员等进行全方位监控和管理；

2 提升过程中，对被提升结构周边环境进行观测，当出现障碍物时应停止提升，清除障碍物后方可继续提升。

3 用于保证支承结构稳定的缆风绳在提升过程中不宜进行转换，如需转换应编制专项方案并经过评审论证通过后方可实施。

4 提升过程中，应根据提升专项监控方案对被提升结构、支承结构及其基础进行监测，结合提升系统的运行状态参数，判断整体提升是否正常。当出现异常时，从作业环境、结构分析、实时监测和设备运行等方面进行排查，异常排除后方可恢复提升。

5 当风速超过本标准的规定值时，应停止提升，并按提升专项施工方案采取相应措施。

6 启动和制动阶段的加速度不应大于 0.01m/s^2 ；每提升 3-5m 宜进行一次系统状态检查；正常提升速度宜为 3m/h~10m/h。

8.3.3 被提升结构合龙应按照合龙工艺执行，并符合下列规定：

1 被提升结构合龙宜按照先非吊点处结构合龙、再吊点处结构合龙的顺序进行：

1) 非吊点处结构的合龙口先到达合龙位置时先行合龙；

2) 吊点处结构先到达设计标高时, 非吊点处结构的合龙口低于合龙位置, 应通过吊点位置调整, 在非吊点处结构合龙口满足标高和精度要求后进行合龙;

3) 非吊点处结构合龙全部完成后, 吊点处结构合龙应通过吊点荷载的调整, 在吊点处结构合龙口满足标高和精度要求后进行合龙。

2 应保证合龙杆件和提升加固杆件位置不干涉, 实在无法避免时宜将合龙杆件预安装一段在结构中。由于吊点结构中水平稳定杆几何干涉不能全部安装, 卸载时应进行详细的结构分析, 保证结构安全。

3 合龙焊接要求不低于原设计的焊接要求, 杆件对接处应等强连接, 并探伤合格。合龙焊接时, 应选择杆件无应力位置, 无法避免时, 应制定合理的工艺方案避免焊接位置过热导致材料力学性能下降甚至结构失效。

4 卸载前应保证原结构所有受力杆件均已安装焊接完成。卸载时, 结构中水平稳定杆件不能全部安装完成, 宜进行逐点卸载, 逐步安装水平稳定杆件。待结构合龙完成后, 对提升结构进行最终卸载。

5 重型设备结构合龙可参照执行。

8.4 提升监测

8.4.1 整体提升施工监控宜参照现行行业标准《建筑工程施工过程结构分析与监测技术规范》JGJ/T 302 和《公路桥梁施工监控技术规程》JTG/T 3650-01 的相关规定。

8.4.2 应根据提升施工专项监控方案进行全过程监控, 监控对象应包括作业环境、被提升结构、提升支承结构及其基础。

8.4.3 提升施工监控宜对结构关键部位应力应变、基础沉降、提升荷载、同步高差、现场风速等敏感参数采用智能化、信息化技术进行实时监测。

8.4.4 监测应设置三级预警机制, 当监测指标超过预警值时, 应触发报警, 采取增加监测次数、暂停提升作业和启动应急响应等措施。

8.5 提升支承结构的卸载和拆除

8.5.1 被提升结构提升合龙完成并形成稳定的结构体系, 相关检测合格后, 方可进行提升系统、支承结构卸载和拆除等工作。

8.5.2 提升支承结构的卸载, 宜分批分级进行。

8.5.3 6 级及以上的大风和雨雪天不应进行整体提升支承结构的拆除工作。

8.5.4 应按工艺要求进行拆除并实时监督监测。

8.6 信息化管理

8.6.1 重型工程结构和设备整体提升施工宜建立信息化管理系统, 系统一般由控制网、测量网和管理网组成, 并应实现数据互联互通。

8.6.2 控制网应能对各吊点提升速度、位移和荷载进行实时调节, 并应符合第 7 章的有关

规定。

8.6.3 根据专项监控方案，测量网对提升施工过程中的环境参数、结构响应和设备状态进行采集与处理，宜包括下列参数：

- 1 风速、温度等环境参数；
- 2 支承结构和被提升结构的应力应变和变形；
- 3 基础沉降量；
- 4 提升油缸、泵站运行状态参数。

8.6.4 管理网宜集成控制网与测量网的数据，向建设、监理、设计、施工、监控等单位提供实时信息共享、状态预警、过程追溯和协同管理等服务。

8.6.5 信息化管理系统应具备数据存储与备份功能。

8.6.6 控制网、测量网与管理网之间宜采取必要的安全隔离措施，为建设、监理、设计、施工、监控等单位分别设置独立的访问入口。宜具备身份认证、权限管理、数据加密、操作日志审计等安全保护功能。

9 安全和环境保护

9.1 一般规定

- 9.1.1 提升施工前，应成立项目安全管理小组，明确各级安全管理职责，对安全防护、环境保护要求进行交底，并应组织安全教育培训。
- 9.1.2 提升施工前，应制定针对诸如火灾、设备故障、高处坠落、起重伤害等突发情况的应急预案并开展应急演练。
- 9.1.3 提升施工过程中，应对安全防护和环境保护设施定期检查维护。

9.2 安全管理

- 9.2.1 提升施工场地的布置应满足安全施工的要求。
- 9.2.2 提升施工现场应设置安全警示标志，划分安全作业区，并对重要区域进行封闭管理。
- 9.2.3 施工现场风速达到 6 级及以上时，严禁进行提升和吊装作业。
- 9.2.4 试提升和正式提升前应对提升油缸、泵站、网络控制系统、传感器等进行全面检查。
- 9.2.5 提升作业平台、上下通道及防护栏杆等安全设施应符合现行行业标准《公路工程施工安全技术规范》JTG F90、《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80 的相关规定。
- 9.2.6 提升操作人员应进行专业培训，当有关作业属于《特种作业目录》范围时，应取得相应特种作业人员操作资格证书。
- 9.2.7 提升施工过程中人员不得在被提升结构上方和下方停留，如需人员进入作业平台，应暂停提升并采取防护措施。
- 9.2.8 电气设备和临时用电应符合现行行业标准《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》JGJ/T 46 和《公路水运工程临时用电技术规程》JT/T 1499 的相关规定。
- 9.2.9 应建立可靠的通信系统，确保指挥、操作、监控人员联络畅通、关键指令应双人确认。

9.3 应急预案

- 9.3.1 提升施工前应成立项目应急准备和响应领导小组，明确应急人员职责、应急处置方案及安全流程，配齐并检查应急物资，做好方案交底；针对常规应急事故和专项应急事故制定应急预案并开展演练；施工过程中对应急设施定期检查维护。
- 9.3.2 根据提升施工作业要求，制定常规应急措施如下：
 - 1 制定现场火灾、触电事故处置指挥流程及应急撤离通道；
 - 2 针对高处坠落、物体打击、机械伤害等事故制定应急处置、救援送医、现场保护措施；
 - 3 针对创伤、烧伤、中毒、中暑等伤害制定技能培训计划，并组织相关人员培训与演练。

9.3.3 根据提升施工作业特点，制定专项应急措施如下：

1 应针对现场停电、电磁干扰、电缆断线、误操作、雷雨大风等外界因素，按附录 D 中表 D-1 的应急措施进行处置，保障提升作业安全；

2 应针对位置超差、负载超差、结构干涉、构件倾斜、支撑结构及主体结构变形、实际载荷与理论载荷偏差较大等提升工况，按附录 D 中表 D-2 的应急措施进行处置，确保结构安全。

3 针对油缸漏油、阀块失效、传感器失效、锚具故障、通讯中断等设备一般故障，按附录 D 中表 D-3 的应急措施进行处置；

4 针对提升油缸及钢绞线重大故障，应立即停止提升，按附录 D 中表 D-4 的应急措施进行处置，修复合格后方可恢复作业。

9.4 环境保护

9.4.1 应根据提升施工作业情况，考虑对环境的影响，并制定相应措施。。

9.4.2 提升施工场地宜设置噪声监控设施，合理安排施工时间，宜避免夜间施工。

9.4.3 施工废弃物应分类收集，有害废弃物应单独储存。

9.4.4 对废弃液压油等物品应进行回收处理。

9.4.5 提升施工结束后，应对受影响的区域进行生态恢复。

附录 A 提升支承结构基础验收要求

A.0.1 整体提升支承结构基础的轴线、标高、地脚螺栓、锚板、埋件的规格、数量、锚固长度应验收合格。

检查数量：全数检查。

检验方法：见表 A。

A.0.2 整体提升支承结构桩基础的静压试验报告或高应变试验报告、低应变检测报告、沉桩记录齐全，符合设计文件和国家现行相应的规范要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定执行。

A.0.3 整体提升支承结构的基础钢筋应进行隐蔽工程验收，结构基础混凝土强度应符合设计要求，应具有相应的强度试验报告。

检查数量：全数检查。

检验方法：按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定执行。

A.0.4 提升支承结构基础尺寸、地脚螺栓和锚板、埋件的允许偏差应符合表 A 的规定。

A.0.5 基础预埋件隐蔽工程验收应包括：

- 1 钢筋规格、数量、位置；
- 2 预埋螺栓、锚板的固定方式；
- 3 防雷接地装置的安装；
- 4 混凝土浇筑前的清洁度检查。

表 A 基础尺寸允许偏差和检验方法

项次	项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	平面外形尺寸		±20	钢尺检查
2	轴线坐标位置		10	经纬仪或全站仪检查
3	标高		0, -10	水准仪检查
4	平面水平度	每米	5	水平尺、塞尺检查
		全长	10	水准仪或拉线、钢尺检查
5	地脚螺栓	标高（顶部）	+20, 0	水准仪或拉线、钢尺检查
		中心距	±3	钢尺检查
		螺栓露出长度	+30, 0	钢尺检查
		螺纹长度	+20, 0	钢尺检查
6	埋件中心位置		±5	钢尺检查
7	锚板	锚环中心位置	10	钢尺检查
		角度偏差	±1°	经纬仪或全站仪检查

		垂直度	$\pm 1^{\circ}$	钢尺、线锤检查
8	基础	沉降量	0-40	水准仪检查
		不均匀沉降	0-5	水准仪检查
		倾斜度	0-0.1%	水准仪检查

附录 B 提升门式支承结构安装验收要求

B.0.1 提升门式支承结构底节安装定位轴线的偏差（双向偏差矢量和）不得大于 3mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：经纬仪或全站仪、钢尺测量。

B.0.2 单节提升门式支承结构柱的垂直度偏差（双向偏差矢量和）不得大于单节柱长的 1/750；且不得大于 10mm。

检查数量：全数检查，正交双向。

检验方法：经纬仪或全站仪、钢尺测量。

B.0.3 提升门式支承结构整体垂直度偏差（双向偏差矢量和），不应大于支架高度的 1/1500；且不得大于 50mm。

检查数量：全数检查、正交双向。

检验方法：经纬仪或全站仪、钢尺测量。

B.0.4 各提升门式支承结构柱顶标高相对偏差不得大于 $L/1500$ （ L 为提升支承结构提升梁的跨度），且不得大于 10mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：全站仪测量。

B.0.5 单节提升门式支承结构柱、提升梁的中心线及标高基准线等标记应齐全。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查。

B.0.6 门式支承结构的提升横梁起拱度应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：拉钢丝，钢尺测量。

B.0.7 高强度螺栓连接验收：

- 1 螺栓规格、性能等级应符合设计要求；
- 2 扭矩系数应进行复验，每批不少于 8 套；
- 3 终拧扭矩值应控制在设计值的 $\pm 10\%$ 以内；
- 4 螺栓连接副应按节点数的 10% 进行抽检。

附录 C 液压提升系统检测要求

表 C-1 液压提升系统厂内检测要求

对象	内容	指标	方法	结果
提升油缸	主油缸动作功能	伸缩缸及锚具动作正常，无卡滞	连接泵站，调试油缸各动作情况	
	最低特征压力（MPa）	符合《GB/T 15622 液压缸试验方法》要求	连接泵站调节系统压力，测出最小特征压力	
	泄漏情况 - 上锚油缸	保压 5min，无泄漏情况	锚具压力 2MPa 下，上锚动作持续供油 5min，上锚油口检查泄漏量	
	泄漏情况 - 下锚油缸	保压 5min，无泄漏情况	锚具压力 2MPa 下，下锚动作持续供油 5min，下锚油口检查泄漏量	
	泄漏情况 - 主油缸	1.25 倍额定压力保压 1h，压力下降 ≤ 0.5 MPa，无泄漏情况	连接泵站将主油缸升至 1.25 倍额定压力，持续观察压力表数值及泄漏情况	
	动态耐压试验	满载动作无外泄漏	按试验程序加载，连续动作观察密封状态	
	油缸机械结构承载情况	满载对拉无异响，结构无变形	油缸成对装对拉工装，分级加载试验	
	满载对拉试验 - 油缸调速功能	过载溢流阀有可泄载、下放节流阀可调速	连接泵站进行分级对拉试验，油缸满载对拉 20 次，持续观察油缸结构、泄漏及锚具夹片工作情况	
	满载对拉试验 - 上锚夹片及锚具锚情况	锚片动作一致，开锚声音整齐无异响	同上	
	满载对拉试验 - 下锚夹片及锚具锚情况	正常保压期间钢绞线无滑移，钢绞线咬痕整齐，深度一致	同上	
	锚具夹片性能及安装情况检查	上下锚具夹片无损伤、锚片与锚座配对正确	拆开上下锚具盖板逐一检查	
液压泵	泵站动作功能检验	启停、调压、换向、卸荷动作准确	连接系统空转操作，观察泵站与	

站		可靠, 控制系统正常, 系统完全卸荷	油缸动作逐一调试	
	空载压力损失 (MPa)	$\leq 0.5 \text{ MPa}$	启动泵站按规程操作, 观察泵站状态	
	额定压力运行 10min	将压力调至额定压力运行 10min, 压力稳定无明显波动, 无外泄漏、无异常振动、无异常噪声	启动泵站按规程操作, 观察泵站状态	
	最高压力运行 2min	将压力调至最高允许压力运行 2min, 压力保持稳定, 无明显降压, 无渗漏、无变形、无损坏, 电机、油泵无过热、无异常声响, 安全阀 / 溢流阀工作正常, 不抖动	启动泵站按规程操作, 观察泵站状态	
	耐久试验	在额定压力、额定流量下连续运行时间 $\geq 10\text{h}$, 无故障、不停机、压力稳定, 无明显内泄增大、无渗漏、无松动、无异常磨损, 油温稳定在 $35\sim 65^{\circ}\text{C}$ (不超过 70°C)	启动泵站按规程操作, 每 $1\sim 2\text{h}$ 记录: 压力、油温、噪声、泄漏	
	排量检查	额定负载运行, 容积效率不低于 90% (柱塞泵) / 85% (齿轮泵)	启动泵站, 连接外负载, 测量排量并计算容积效率	
网络控制系统检测	控制系统功能检验	系统上电正常、自检通过、无故障报警; 网络通讯稳定、不掉线、无短时异常; 所有界面、菜单、参数设置、权限管理正常; 急停、复位、故障提示准确可靠	接通控制系统电源, 检查上电自检、急停复位、通讯连接、触摸屏 / 上位机启动, 检查通讯是否正常连接, 操作各动作指令	
	手动、顺控、自动检验	动作响应及时、无滞后、无误动作、可控性好、按系统流程执行	分别选择选择手动、顺控、自动模式, 按规程执行指令	
	信号监测显示功能	所有信号显示正确、刷新实时、无跳变、无丢失	连接控制系统并运行, 检查阀状态、泵状态、运行状态、传感器信号	
	安全操作闭锁检验	闭锁有效、动作可靠、不抖动、不	逐项模拟不安全条件: 急停按下:	

		误动；故障清除后可正常复位，不死锁	所有输出禁止；超压 / 超位移：自动停机；通讯中断：安全停机	
	同步控制精度 - 压力同步	多泵站、油缸同时操作，在额定压力下稳定运行，压力同步误差： $\leq \pm 1.0\% \sim \pm 2.0\% \text{ FS}$	多泵站 / 多油缸同时加载，在额定压力下稳定运行，全程监测压力	
	同步控制精度 - 位移同步	多点同步提升、下降，位移同步误差： $\leq \pm 2 \sim \pm 5 \text{ mm}$	多泵站 / 多油缸同时加载，在额定压力下稳定运行，全程监测位移	
	电磁兼容性试验	无死机、无重启、无失控、无误动作，试验启动功能完全正常，参数不丢失	按 GB/T 17626 系列（静电、电快速脉冲、浪涌、工频磁场等）进行试验	
传感器	锚具信号检查	锚具信号指示灯显示正常	安装运行系统，检查各信号参数	
	压力传感器信号检查	压力传感器信号功能正常	安装运行系统，检查各信号参数	
	面板数值显示检查	面板数值显示正常、无跳变	安装运行系统，检查各信号参数	
	传感器数据通讯传输检查	传感器数据通讯传输正常，无丢包、无延迟	安装运行系统，测试数据传输稳定性	
	行程及压力精度检查	行程及压力精度出厂标定合格，满足系统精度要求	对照出厂标定报告，进行现场校核	

表 C-2 液压提升系统提升前检测要求

对象	内容	指标	方法	结果
提升油缸	油缸上下锚和锚片安装	油缸上下锚及夹片完好，复位功能良好，无损伤、无锈蚀	空载运行，现场人员全程观察	
	油缸安装位置	油缸安装位置与方案一致，安装固定牢固，无松动、无偏移	人员逐一检查，复核安装定位尺寸	
	钢绞线安装	钢绞线数量与方案一致，无锈蚀、无断丝、无缠绕状况，穿设顺畅，无扭转	人员逐一检查，复核钢绞线编号与数量	

	油缸升降缸运行	油缸升降缸运行良好，无卡滞、无异响，动作到位准确	空载运行，人员观察油缸动作全行程	
	泵站与油缸之间的油管连接	油管连接准确无误，无松动渗漏，泵站控制动作与油缸动作一致，无滞后	空载运行，人员逐一检查管路连接及对应动作	
液压泵站	泵站液位	泵站油位不低于规定刻度，油液清洁度符合要求	人员逐一检查液位计及油液状态	
	泵站电机转向及运行	泵站电机正反转无误，转向标识清晰，无异常噪声	人员逐一检查，点动确认转向	
	泵站控制阀运行	泵站控制阀运行状态无误，动作灵敏，无卡滞、无渗漏	人员逐一检查，空载操作验证	
	锚具压力	锚具工作压力为 4MPa，动作响应及时、保压稳定	人员逐一检查压力表读数，验证锚具动作压力	
	泵站防护措施到位	防雨、防火、防雷电措施到位，接地可靠，防护等级满足现场环境要求	人员逐一检查防护设施与接地装置	
网络控制系统检测	各用电设备电源接线	各电源电缆连接稳定，无破损、无虚接、无进水情况，标识清晰	人员逐一检查接线端子与线缆外观	
	控制设备通讯线接线	各通讯线缆连接准确，信号传输准确并稳定，无丢包、无断线，通讯延迟符合要求	人员逐一检查通讯线缆接头及设备状态	
	空载手动控制测试	空载手动控制动作与信号一致，无滞后、无误动作，响应灵敏	启动系统，空载逐一调试各手动控制指令	
传感器	传感器安装正确	传感器安装正确，固定牢靠，无松动，通讯信号稳定，安装位置符合方案要求	启动系统，空载逐一调试，复核安装位置	
	传感器数据显示	传感器数据显示与油缸动作	启动系统，空载逐一调试，同	

与油缸动作一致性	一致，无跳变、无丢失，数据刷新及时	步对比动作与数据	
压力传感器功能	压力数据正常，无松动飘移情况，标定有效，误差在允许范围内	启动系统，空载逐一调试，核对压力读数	
锚具传感器功能	锚具信号正常，无闪烁、无误报，反馈准确	启动系统，空载逐一调试，验证锚具信号反馈	
传感器防水措施	传感器防水措施到位，防护等级满足现场环境要求，接头无进水风险	人员逐一检查传感器防护外壳及接头密封	

附录 D 应急状况及其措施

表 D-1 外界因素应急

应急状况	应对措施
现场停电	1、只要有一个通讯点停电，系统全部自动停机；
	2、提升油缸配备液控单向阀，提升油缸不会受载下降；
	3、提升油缸的下锚锚片与钢绞线接触紧密，并且有弹簧压紧，即使提升油缸因为内泄漏而下沉，负载也会逐渐转移到下锚上；
	4、长时间停电，用手动泵将所有锚具锁紧。
电磁干扰	1、系统设计时，考虑现场电焊机、对讲机等电磁设备的干扰，避免控制信号被干扰；
	2、避免电源波动的影响。
电缆线断	1、在系统设计时，只要一根控制线中断，系统会自动停机；
	2、根据信号显示情况，判断中断处，并及时进行处理。
误操作	1、在提升控制系统硬件和软件设计时，进行锚具动作互锁设计；
	2、对某些特定动作，进行多重闭锁保护，防止误操作。
强制紧停	1、在系统设计时，考虑强制紧停措施；
	2、只要按下按钮，系统自动停机，用于紧急情况；
	3、“强制紧停”需要授权使用。
雷电天气	1、设置避雷装置；
	2、切断控制系统的电缆线措施。
大雨天气	对提升液压泵站、传感器等进行防雨保护。
大风天气	被提升结构设置缆风绳。

表 D-2 提升过程应急

应急状况	应对措施
位置超差	1、只要位置同步误差超过某一设定值，系统自动停机；
	2、停机以后，需要检查分析超差的原因，然后进行处理。
负载超差	1、只要某一点的负载超过某一设定值，系统自动停机；
	2、停机以后，需要检查分析超差的原因，然后进行处理。
结构干涉	1、首先确保提升油缸与底锚安装时的定位准确；
	2、如发生干涉，分析原因。
倾斜	1、布置缆风，通过局部钢绞线和缆风绳调整；
	2、防撞，划安全操作区域。
支撑结构变形	1、分析受力及其变形原因；
	2、如是不同步引起，检查控制策略；

	3、采取措施加固。
结构变形	1、分析受力及其变形原因；
	2、如是不同步引起，检查控制策略；
	3、采取措施加固。
实际载荷与理论载荷相差较大	1、系统会自动停机；
	2、进行理论分析；
	3、检查同步状况；
	4、检查结构在提升通道内是否被卡住。

表 D-3 设备一般故障应急

应急状况	应对措施
主油缸漏油	更换提升油缸。提升油缸模块化设计，将下锚或安全锚锁定，载荷切换至下锚具锁定即可更换主油缸。
锚具油缸漏油	更换提升油缸。提升油缸模块化设计，将安全锚锁定，载荷切换至安全锚锁定即可更换提升油缸。
钢绞线窝进油缸	1、设计新型提升油缸锚具结构，确保脱锚顺利；
	2、如果钢绞线窝进提升油缸，在钢绞线未断裂的情况下，使用链条葫芦将钢绞线拉出来；
	3、提升钢绞线安全系数储备大，如果钢绞线断裂 5 根以上，则需要更换提升油缸。
上锚锚具锚片故障	载荷切换到下锚具，打开上锚具，更换锚片或弹簧等。
下锚锚具锚片故障	载荷切换到上锚具，打开下锚具，更换锚片或弹簧等。
液压锁失效	载荷切换到下锚具，更换液压锁。
接头漏油	载荷切换到下锚具，更换密封圈。
节流阀失效	载荷切换到下锚具，更换节流阀。
溢流阀失效	载荷切换到下锚具，更换溢流阀。
压力传感器	载荷切换到下锚具，更换压力传感器。
泵站接头漏油	载荷切换到下锚具，停止泵站，更换密封圈。
比例阀失效	载荷切换到下锚具，停止泵站，更换比例阀。
换向阀失效	载荷切换到下锚具，停止泵站，更换换向阀。
液压泵故障	载荷切换到下锚具，停止泵站，更换液压泵。
电机故障	载荷切换到下锚具，停止泵站，进行电机修理或更换。
长距离传感器故障	更换长距离传感器，重新调试通讯，并调零。
行程传感器故障	更换行程传感器，重新调试通讯，并调零。
锚具传感器故障	更换锚具传感器，重新调试锚具信号。
通信中断	检查控制电缆线，更换控制电缆线。

表 D-4 设备重大故障应急

应急状况	更换流程
提升油缸更换	1、切换载荷至下锚或安全锚；
	2、解除主油缸与下锚或安全锚的连接；
	3、将故障提升油缸拆除；
	4、松开更换油缸的所有锚具；
	5、将钢绞线穿入该提升油缸；
	6、将该提升油缸落座；
	7、连接下锚或安全锚和提升油缸的螺丝；
钢绞线更换	1、将损坏的钢绞线从中间割断
	2、将断开处打磨；
	3、将断开的钢绞线分别从提升油缸和底锚抽出；
	4、准备 1 根新的钢绞线，从提升油缸底部穿入，经过安全锚、下锚和上锚（锚片用弹簧压紧，能够穿入）；
	5、将钢绞线的另一端穿入底锚；
	6、张紧该钢绞线。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，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：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“应按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

1. 《工程结构通用规范》GB 55001
2. 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
3. 《建筑结构荷载规范》GB 50009
4. 《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068
5. 《高耸结构设计标准》GB 50135
6. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
7. 《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205
8. 《起重机设计规范》GB/T 3811
9. 《船用液压泵站技术条件》GB/T 3754
10. 《液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求》GB/T 3766
11. 《液压缸 试验方法》GB/T 15622
12. 《建筑工程施工过程结构分析与监测技术规范》JGJ/T 302
13. 《公路桥梁施工监控技术规程》JTG/T 3650-01
14. 《公路工程基桩检测技术规程》JTG/T 5312
15. 《建筑施工起重吊装工程安全技术规范》JGJ 276
16. 《公路工程施工安全技术规范》JTGF 90
17. 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80
18. 《建筑与市政工程施工现场临时用电安全技术标准》JGJ/T 46
19. 《公路桥梁抗风设计规范》JTG/T 3360-01
20. 《公路水运工程临时用电技术规程》JT/T 1499