

ICS 号
中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CCMS XXX-XXXX

代替 T/CCMS XXX-XXXX

大型结构整体安装同步施工风险评估 Risk Assessment for the Process of Integral Construction of Large Structure (征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国工程机械学会 发布

目 次

前 言	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语及定义	1
4 基本要求	3
5 专项风险评估	4
6 风险控制措施	14
7 风险评估报告	16
附录 A 典型风险事件辨识分析	18
附录 B 常见重大作业活动清单	48
附录 C 重大作业活动可能性评估指标体系	49

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专利的责任。

本文件由中国工程机械学会提出并归口。

本文件起草单位：XXXX。

本文件主要起草人：XXXX。

大型结构整体安装同步施工风险评估

1 范围

为指导大型结构整体安装同步施工安全风险评估工作，有效控制施工安全风险，减少项目安全事故发生，保障大型结构整体安装同步施工安全，按照符合科学严谨、系统全面、实用高效的原则，制订本标准。

本标准适用于大型结构整体安装同步施工风险辨识、风险分析、风险估测和风险控制工作。

大型结构整体安装同步施工安全风险评估工作除应符合本标准的规定外，尚应符合国家、行业和地方现行法律法规及相关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注明日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 1.1 标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则

GB6441-2025 生产安全事故分类与编码

GB/T 23694-2013 风险管理术语

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

JTG/T3650 公路桥涵施工技术规范

GB 6067.1 起重机械安全规程

JTG F90 公路工程施工安全技术规范

JGJ 276 建筑施工起重吊装工程安全技术规范

GB 51162-2016 重型结构和设备整体提升技术规范

YB_T 6054-2022 钢结构滑移施工技术规范

T/CSCS 009—2020 钢结构滑移施工技术标准

DB13(J)/T 144-2012 大跨度空间钢结构滑移法施工技术规范

3 术语及定义

3.1 大型结构

重量 1000kN 以上或跨度 60 米以上的结构。

3.2 同步施工

针对大型结构整体安装工艺需求，结合结构特点采用分散布置的机械驱动装置，通过统一控制，实现大型结构整体精确移位的施工方法。常用工法有同步提升、同步滑移或同步顶推。

3.3 同步提升

柔性钢绞线承载，通过机电液驱动控制将装配成整体的大型结构提升到预定高度安装就位的施工工法。

3.4 同步滑移

刚性轨道承载，通过机电液设备平移驱动，将滑轨上的大型结构，采用滑移油缸和轨道夹轨器驱动工程结构运行至预定位置的施工工法。

3.5 同步顶推

大型结构固定部位制作或拼装，采用专用液压设备通过顶升、推进、下降和回缩四个步骤将已完成制作或拼装的目标向前顶推移动，最终到达预定位置的施工工法。

3.6 风险事件

导致工程发生人员伤亡、直接经济损失、社会影响、环境影响或工期延误等不利后果的可能事件。

3.7 风险源

也称致险因素，指可能导致风险事件发生的直接因素，如：施工方案、作业活动、施工设备、危险物质、作业环境等。

3.8 致险因素

可能导致风险事件发生的直接因素。

注：致险因素一般包括作业人员、施工设备、危险物品、地质水文条件、作业环境、技术方案、施工管理等方面的因素。

3.9 一般作业活动

施工工艺较简单或受外部因素影响较小，其致险因素间关联性较低，通常仅导致单一风险事件发生，运用一般知识与经验即可防范的作业活动。

3.10 重大作业活动

施工工艺较复杂或受外部因素影响较大，其致险因素间关联性较高，可能导致多种风险事件的发生，或可能引发的风险事件后果严重程度较大，需要从作业人员、施工设备、危险物品、地质水文条件、作业环境、技术方案及管理措施等多方面进行控制和防范的作

业活动。

3.11 施工安全风险评估

针对施工过程潜在的风险进行辨识、分析、估测，并提出控制措施建议的系列工作。

3.12 专项风险评估

以作业活动为评估对象，根据其施工技术复杂程度、施工工艺成熟度、施工组织便利性、施工环境条件匹配性以及类似工程事故案例等，进行风险辨识与风险分析、风险估测，确定风险等级，提出相应的风险控制措施建议。

4 基本要求

4.1 评估方法选择

施工安全风险评估方法应根据工程的特点和实际进行选择。专项风险评估可综合采用安全检查表法、作业条件危险性评价法(LEC法)、专家调查法、指标体系法、风险矩阵法等方法，必要时宜采用两种以上方法比对验证风险评估结果，当采用不同方法得出的评估结果出现较大差异时，应分析导致较大差异的原因，确定合理的评估结果。

4.2 评估实施步骤

施工安全风险评估工作包括以下几个步骤：前期准备、现场调查、专项风险评估、风险评估报告编制、风险评估报告评审。

4.3 风险等级划分

专项风险评估等级分为四级：低风险(I级)、一般风险(II级)、较大风险(III级)、重大风险(IV级)。

4.4 评估结论应用

评估结论主要包括评估对象风险等级、专项方案编制建议清单和应急预案编制建议清单，项目施工组织设计、专项施工方案及应急预案等根据评估结论进行调整完善。

4.5 评估工作要求

开展施工安全风险评估工作应成立评估小组，评估小组成员应严格按照评估流程和要求开展评估工作，评估结果应通过评估小组集体讨论确定。

4.6 风险控制要求

工程施工应实施全过程风险分级管控和风险警示告知、监控预警制度。在项目施工阶段根据专项风险评估结果采取事前预控、事中监控、事后评价的方式，实施动态、循环的风险控制，直至将风险至少降低到可接受的程度。施工过程中的风险监控宜采用信息化、智能化、可视化方式。

5 专项风险评估

5.1 一般要求

5.1.1 专项风险评估的基本程序包括：风险辨识、风险分析、风险估测和风险控制，具体评估流程详见图 1 施工安全风险评估流程图。

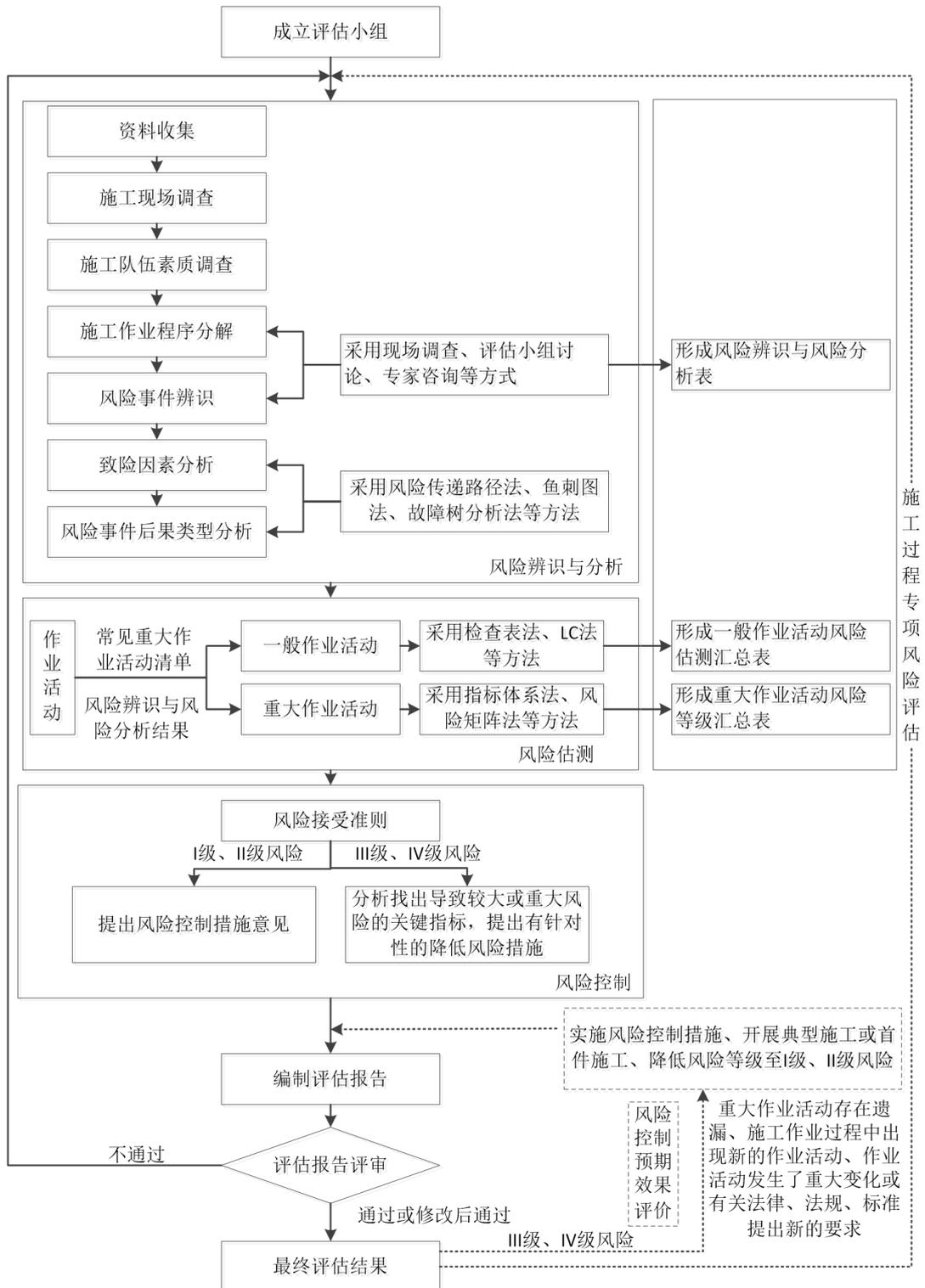


图 1 施工安全风险评估流程图

5.2 风险辨识与风险分析

5.2.1 风险辨识与风险分析应包括 5 个步骤:工程资料的收集整理、施工现场地质水文条件和环境条件的调查(或补充勘察)、施工队伍素质和管理制度调查、施工作业程序分解和风险事件辨识、致险因素及风险事件后果类型分析。

5.2.2 风险辨识需收集、整理的相关工程资料宜包括:

- a) 本工程的初步设计文件、施工图设计文件、工程施工组织设计文件、总体风险评估报告及其它与工程建设安全相关的文件;
- b) 工程区域内的环境条件,包括建(构)筑物、埋藏物、管道、电缆线、军事设施、铁路、公路、外电架空线路、饮用水源、养殖区、保护动物、车流量等可能造成事故的环境因素相关文件;
- c) 工程区域内地质、水文、气象等资料;
- d) 同类工程事故资料;
- e) 本工程的使用装备资料及控制系统性能资料;
- f) 本工程管理体系及指挥流程文件;

g) 其它与风险辨识对象相关的资料。

5.2.3 施工现场地质条件和环境条件调查宜包括：

- a) 地质条件；
- b) 气象水文条件；
- c) 周边环境条件；
- d) 补充地质勘察结果（如有）；
- e) 现场开挖揭露地质情况的差异；
- f) 周边环境的变化情况。

5.2.4 项目安全管理能力与施工队伍素质调查应包括：

- a) 施工企业资质、业绩及信誉评价；
- b) 专业分包及劳务分包情况；
- c) 班组作业经验；
- d) 专职安全管理人员配置；
- e) 项目技术管理人员经验；
- f) 安全生产费用投入；
- g) 同步施工设备配备及管理；
- h) 施工组织设计及专项方案。

5.2.5 施工作业程序分解和风险事件辨识应包括：

- a) 依据施工图设计文件以及施工组织设计等，通过现场调查、评估小组讨论、专家咨询等方式将施工过程划为不同的作业活动；
- b) 辨识各作业活动中可能发生的典型风险事件类型。

5.2.6 致险因素及风险事件后果类型分析应包括：

- a) 从结构的不安全状态、设备的违章使用、控制系统性能、人的不安全行为、环境因素以及管理因素分析致险因；
- b) 从人员伤亡和直接经济损失等方面分析风险事件后果类型，其中，可能受到风险事件伤害的人员类型应包括作业人员自身、同一作业场所的其他作业人员、作业场所周围其他人员。

- 5.2.7 对于结构设备的不安全状态可能引起的风险事件，主要从受力计算，现场安装质量，设备选用及操作规范性等方面分析。
- 5.2.8 控制系统性能硬气的风险事件，主要从操作系统的控制逻辑，安全自锁功能，干扰状况下的保护功能及现场检测传感器的数据准确性及传输实时性等方面分析。
- 5.2.9 对于人的不安全行为可能引起的风险事件，主要从操作错误、违反安全规程和管理缺陷等方面分析。
- 5.2.10 对于环境因素可能引起的风险事件，主要从施工环境、自然灾害、地质条件等影响安全生产外部要素的可知性和应对措施等方面分析。

5.3 风险估测

5.3.1 风险估测方法

- 5.3.1.1 风险估测应采用定性或定量的方法对风险事件发生的可能性及严重程度进行估测。风险等级由风险事件可能性和风险事件严重程度组成的风险矩阵综合确定。
- 5.3.1.2 风险估测方法应结合施工组织设计、风险事件的特点等因素确定。
- 5.3.1.3 风险估测分为一般风险源风险估测和重大风险源风险估测，应对一般风险源风险估测中风险等级较高的风险源列为重大风险源，并开展重大风险源风险估测。
- 5.3.1.4 大型结构整体安装同步施工常见的重大作业活动包括：顶推施工、滑移施工、提升施工及节段吊装施工等。具体型结构整体安装同步施工可根据实际选取或补充重大作业活动。
- 5.3.1.5 大型结构整体安装同步施工常见重大作业活动清单见附录 B。

5.3.2 一般作业活动风险估测

- 5.3.2.1 一般风险源风险估测宜采用定性（如检查表法）或半定量方法（如 LEC 法）。
- 5.3.2.2 检查表法把检查对象加以分解，将大系统分割成若干子系统，以提问或打分的形式，对检查项目列表并逐项检查。
- 5.3.2.3 LEC 法根据作业人员在具有潜在危险性环境中作业，采用风险事件发生的可能性（L）、人员暴露于危险环境的频繁程度（E）、发生风险事件可能造成的后果（C）三种因素指标值计算的危险性分值（D）来评价作业条件的危险性等级。用公式来表示，为：

$$D = L \times E \times C$$

式中：L—发生事故的可能性大小，取值见表 1；

E—人员暴露于危险环境中的频繁程度，取值见表 2；

C 一发生事故产生的后果，取值见表 3；

D 一风险值，确定危险等级的划分标准，见表 4。

表 1 事故发生的可能性大小分值 L

分数值	10	6	3	1	0.5	0.2	0.1
事故发生的可能性	完全会被预料到	相当可能	可能，但不经常	完全意外，很少可能	可以设想，很少可能	极不可能	实际上不可能

表 2 人员暴露于危险环境的频繁程度分值 E

分数值	10	6	3	2	1	0.5
暴露于危险环境的频繁程度	连续暴露	每天工作时间内暴露	每周一次或偶然暴露	每月暴露一次	每年几次暴露	非常罕见暴露

表 3 发生事故产生的后果分值 C

分数值	100	40	15	7	3	1
事故造成的后果	10 人以上死亡	数人死亡	一人死亡	严重伤残	有伤残	轻伤，需救护

表 4 危险等级划分标准 D

危险性分值	≥320	160-320	70-160	<70
危险程度	重大风险	较大风险	一般风险	低风险

5.3.2.4 对于风险分值高于 160 分及以上（即危险程度达到较大风险及以上）的作业活动，即列为重大风险源进行风险估测。

5.3.2.5 以列表方式汇总一般风险源风险等级，填入表 5。

表 5 一般风险源风险等级汇总表

一般风险源	风险等级	评估理由
一般风险源1		
一般风险源2		
一般风险源3		
.....		
一般风险源N		

5.3.3 重大作业活动风险估测

5.3.3.1 重大作业活动风险估测可采用定性与定量相结合方法，分别估测风险事件可能性和严重程度，综合确定重大风险源风险等级。

5.3.3.2 风险事件后果严重程度的估测方法宜采用专家调查法，风险事件可能性的估测方法宜采用指标体系法。

5.3.3.3 风险事件可能性的估测方法应采用指标体系法，具体重大作业活动风险事件的可能性评估指标体系见附录 C，评估过程中，可根据工程实际情况对现有评估指标进行适当增减，本标准未给出的重大作业活动可能性评估指标体系可借鉴参考建立相应的风险事件可能性评估指标体系。

5.3.3.4 评估应采用权重系数对各评估指标重要性进行区分。权重系数可采用重要性排序法、层次分析法、复杂度分析法等方法确定，必要时可综合运用多种方法进行比对后确定。本标准推荐“按评估指标重要性排序确定权重取值”的方法确定，将各评估指标按重要性从高到低顺序进行排序，可采用权重系数对各评估指标重要性进行区分。计算公式如式所示。

$$\gamma = \frac{2n - 2m + 1}{n^2}$$

式中： γ ——权重系数；

n ——评估指标（重要指标）项数；

m ——重要性排序号， $m \leq n$ 。

5.3.3.5 评估小组根据工程实际情况，采用打分的方式，分别对专项风险评估指标体系内的基本分值(R_{ij})进行赋值打分，结合每位小组成员的权重系数，取数加权平均值作为最终的 R_{ij} 值。计算式为：

$$R = \sum X_{ij} = \sum R_{ij} \gamma_{ij}$$

式中： R ——同步施工安全专项风险基本分值；

X_{ij} ——第 i 类第 j 项评估指标的加权风险分值；

R_{ij} ——第 i 类第 j 项评估指标的风险分值；

γ_{ij} ——第 i 类第 j 项评估指标的权重系数；

i ——1,2,3, ..., 12；

j ——1,2,3, ..., n_j ； n_j 为第 i 类一级指标包括的二级指标数量。

5.3.3.6 评估过程中需要对专家学识、经验进行加权处理。根据“德尔斐法”基本原理，权数跃值是指假定的相邻权数的差异幅度，取值区间为[1, 5]，区间内跃值相差 1，从数理统计角度来看较为合理，其把握程度较高。

5.3.3.7 物的不安全状态、人的不安全行为以及两者的组合所导致的风险事件可能性等级分为 5 级见表 6。

表 6 风险事件可能性等级标准

概率等级	概率等级描述	备注
5	很可能	
4	可能	
3	偶然	
2	可能性很小	
1	几乎不可能	

5.3.3.8 风险事件后果严重程度的等级分成 5 级,主要考虑人员伤亡和直接经济损失。当多种后果同时产生时，应采用就高原则确定风险事件后果严重程度等级：

a) 人员伤亡程度等级划分应依据人员伤亡的类别和严重程度进行分级,见表 7。

表 7 人员伤亡程度等级标准（单位：人）

等级	定性描述	死亡人数 ND	重伤人数 NSI
1	小	---	$1 \leq NSI < 5$
2	一般	$1 \leq ND < 3$	$5 \leq NSI < 10$
3	较大	$3 \leq ND < 10$	$10 \leq NSI < 50$
4	重大	$10 \leq ND < 30$	$50 \leq NSI < 100$
5	特大	$ND \geq 30$	$NSI \geq 100$

b) 直接经济损失程度划分可依据经济损失或经济损失占项目建安费的比例进行分级；对于工程造价较低的公路水运工程，宜采用“经济损失占项目建安费的比例”这一相对指标进行判定。经济损失和经济损失占项目建安费的比例的等级划分见表 8：

表 8 直接经济损失程度等级标准

等级	定性描述	经济损失 Z (万元)	经济损失占项目建安费的比例 Pr (%)
1	小	$Z < 100$	$Pr < 1$

2	一般	$100 \leq Z < 1000$	$1 \leq Pr < 2$
3	较大	$1000 \leq Z < 5000$	$2 \leq Pr < 5$
4	重大	$5000 \leq Z < 10000$	$5 \leq Pr < 10$
5	特大	$Z \geq 10000$	$Pr \geq 10$

5.3.3.9 物的不安全状态引起的风险事件可能性评估指标,应根据可能发生的风险事件类型,从本质安全的角度出发,分析可能导致风险事件发生的致险因素,在此基础上选取提出。评估指标宜从工程自身特点、地质条件、气象水文条件、施工方案、施工作业环境等方面提出。

5.3.3.10 人的不安全行为引起的风险事件可能性评估指标采用安全管理评估指标,宜从企业资质、分包情况、作业班组及技术管理人员经验、安全管理人员配备、安全生产费用、机具设备船舶配置及管理、施工组织设计、专项施工方案、企业工程业绩及信用情况等方面提出。

5.3.3.11 在对每个重大作业活动进行风险评估时,对人为因素及施工管理引发事故的可能性应分别计算相应的安全管理调整系数。安全管理评估指标体系见下表。将评估指标分值按公式(4)进行计算。根据计算分值对照表 9 找出安全管理调整系数(λ)。

表 9 安全管理评估指标体系

序号	评估指标	分类	分值	备注
1	总承包企业资质 A	二级以下	2	资质级别越高的施工企业安全管理相对完善,安全风险相对较小
		一级	1	
		特级	0	
2	专业分包 B	有分包	1	针对当前作业的分包企业
		无分包	0	
3	劳务分包 C	有分包	1	针对当前作业的分包企业
		无分包	0	
4	作业班组经验 D	无经验	2	从特种作业人员、一线施工人员的工程经验考虑。有 3 个及以上项目的作业经验为经验丰富。有 1~2 个项目的作业经验为有一定经验。核心人员不固定的作业班组视为无经验。评估专家宜深入班组了解情况
		有一定经验	1	
		经验丰富	0	
5	项目技术管理人员经验 E	无经验	2	项目管理人员和专业技术人员具有 3 次及以上的同步施工工

序号	评估指标	分类	分值	备注
		有一定经验	1	程建设经验为丰富。有1~2次的同步施工工程建设经验为有一定经验。没有项目管理经历的为无经验。人员变更超过1/3的,取高值
		经验丰富	0	
6	项目安全管理人员配备 F	不满足要求	2	从项目负责人和专职安全生产管理人员的持证、在岗情况考虑,人员数量、持证情况均合格则为满足要求,否则为不满足要求
		满足要求	0	
7	安全生产费用 G	不符合规定	2	安全生产费用投入满足、使用合规的为符合规定,投入满足、使用存在不规范现象的为基本符合规定,投入不满足的为不符合规定
		基本符合规定	1	
		符合规定	0	
8	船机设备配置及管理 H	船机设备配置不满足合同要求	2	按合同要求配置船机设备,建立完善的船机管理体系、制度,管理及维护工作得到有效落实。船机及主要设备变更大且达不到合同履行条件的,取高值
		船机设备配置满足合同要求,但无建档台账或缺日常管理维护	1	
		船机设备配置满足合同要求,台账建档完备,管理、维护到位	0	
9	施工组织设计或专项方案 I	未履行审批程序或针对性、可操作性较差	2	专项施工方案包括危险性较大分部分项工程的专项施工方案和施工临时用电专项施工方案等;可操作性强指与现场实际情况符合,能够按方案执行,并取得预期效果
		针对性、可操作性较一般	1	
		针对性、可操作性较强	0	
10	施工单位工程业绩 J	无	2	有类似工程施工经验的安全风险小。近3年内有较大以上责任事故1起或一般责任事故3起以上,取高值
		同类工程1-2次	1	
		同类工程3次及以上	0	
11	施工单位信用评价等级 K	B级及以下	2	根据_上一年度施工项目所在地省级企业信用评价等级判定
		A	1	
		AA	0	

评估小组成员打分分值按照如下公式进行计算,得到安全管理评估指标分值 M,再根据 M 值对照表选取折减系数 λ ,计算事故发生可能性。

$$M=A+B+C+D+E+F+G+H$$

式中: M——安全管理评估指标分值;

A——总包企业资质分值;

B——专业及劳务分包企业资质分值;

- C——历史事故情况分值；
- D——作业人员经验分值；
- E——安全管理人员配备分值；
- F——安全投入分值；
- G——机械设备配置及管理分值；
- H——专项施工方案分值。

表 10 安全管理评估指标分值与折减系数对照表

计算分值 M	M > 12	9 ≤ M ≤ 12	6 ≤ M ≤ 8	3 ≤ M ≤ 5	0 ≤ M ≤ 2
折减系数 λ	1.2	1.1	1	0.9	0.8

5.3.3.12 大型结构整体安装同步施工安全专项风险分值计算公式为：

$$P = \lambda * R = \lambda * \sum X_{ij} = \lambda * \sum R_{ij} \gamma_{ij}$$

式中：

- P——风险事件可能性评估分值
- λ——安全管理调整系数，按表 11 取值。

5.3.3.13 计算得到 P 后，根据 P 值对照表 11 确定各重大作业活动发生风险事件的可能性等级。

表 11 风险事件可能性等级标准

可能性等级描述	可能性等级	风险事件可能性评估分值 P
很可能	5	P > 60
可能	4	45 < P ≤ 60
偶然	3	30 < P ≤ 45
可能性很小	2	15 < P ≤ 30
几乎不太可能	1	P ≤ 15

注意：若出现 1 个或多个重要性指标(评估小组集体讨论确定)取最大值，可调高一个可能性等级。

5.3.3.14 根据风险事件发生的可能性、严重程度等级，宜采用风险评价矩阵法确定深基坑工程重大作业活动的施工安全风险等级。风险矩阵划分见表 12：

表 12 风险等级标准

可能性等级	严重程度等级
-------	--------

		小	一般	较大	重大	特大
		1	2	3	4	5
很可能	5	较大风险 (III)	较大风险 (III)	重大风险 (IV)	重大风险 (IV)	重大风险 (IV)
可能	4	一般风险 (II)	较大风险 (III)	较大风险 (III)	重大风险 (IV)	重大风险 (IV)
偶然	3	一般风险 (II)	一般风险 (II)	较大风险 (III)	较大风险 (III)	重大风险 (IV)
可能性小	2	低风险(I)	一般风险 (II)	一般风险(II)	较大风险 (III)	较大风险 (III)
几乎不可能	1	低风险(I)	低风险(I)	一般风险(II)	一般风险 (II)	较大风险 (III)

5.3.4 对于管理因素可能引起的风险事件，主要从安全生产管理机构、工作机制及安全生产管理制度合规和完备性等方面分析。

5.3.5 各作业活动的致险因素和风险事件后果类型分析通过评估小组讨论会的形式实施，宜采用风险传递路径法、鱼刺图法、故障树分析法等安全系统工程理论进行分析，风险分析的结果应填入表 13。

表 13 施工安全风险分析表

作业活动	潜在风险事件类型	影响因素				风险事件后果
		人的因素	结构及设备的因素	环境因素	指挥管理因素	
作业活动 1						
作业活动 2						
作业活动 3						

6 风险控制措施

6.1 一般规定

6.1.1 应根据风险评估结果与接受准则，提出风险控制措施。对于重大作业活动，还应根据不同的风险等级提出分级控制措施，确定层级责任和责任人，实施现场管理和监控预警，见表 14。

表 14 风险接受准则

序号	风险等级	接受准则	处置措施	分级管控措施

1	等级 I (低风险)	可忽略	不需采取特别的风险防控措施	日常管理	—	—	—
2	等级 II (一般风险)	可接受	需采取风险防控措施, 严格日常安全生产管理, 加强现场巡视	日常管理	监控预警	专项整治	—
3	等级 III (较大风险)	不期望	应采取措施降低风险, 将风险至少降低到可接受的程度	日常管理	监控预警	多方面专项整治	应急预案、应急准备
4	等级 IV (重大风险)	不可接受	应暂停开工或施工; 同时采取措施, 综合考虑风险成本、工期及规避效果等, 按照最优原则, 将风险至少降低到可接受的程度, 并加强监测和应急准备	日常管理	监控预警	暂停开工或施工、全面整治	应急预案、应急准备

6.1.2 专项风险评估应针对作业活动提出全面系统、重点突出的风险控制措施, 为现场安全管理、专项施工方案编制和完善, 安全技术交底, 应急处置提供依据。

6.1.3 专项风险评估中风险等级为 III 级(较大风险)及以上时, 应分析找出导致较大或重大风险的关键指标, 提出有针对性的措施降低风险。

6.2 风险控制措施建议

6.2.1 宜采取的大型结构整体安装同步施工安全风险控制措施包括调整施工方案、加强安全措施、提高管理水平和人员的素质等。

6.2.2 调整施工方案主要包括:

- a) 合理调整施工顺序。对施工工序从时间顺序和空间次序上进行合理安排或调整, 降低施工安全风险。
- b) 改进施工工艺。从专用设备、施工方法、工艺参数上改进, 预防和减少施工事故发生。

6.2.3 加强安全措施, 除应执行现行的有关标准、规范外, 还应根据实际工程特点, 采取有效、可操作性强的安全措施, 降低施工安全风险。主要包括:

- a) 现场安全管理措施。包括监测预警、对不安全场所进行安全隔离或加固防护、设立警告标志、人工警戒或专人指挥等。
- b) 安全替代措施。对人工直接操作有较大风险的, 宜用机械或其他方式替代人工操作。

- c) 应急救援措施。制定应急预案和做好应急准备，明确关键岗位应急职责、危险作业应急处置措施。

6.2.4 从管理和人员等方面控制安全风险主要包括:

- a) 提高管理水平。强化安全管理目标管理，重点是强化安全管理人员落实、安全管理制度落实安全资金投入落实和现场安全防护措施落实，同时，对重大作业活动安排人员巡逻检查。
- b) 提高人员素质。主要是进行经常性的安全教育和培训，强化安全意识和观念，提高安全操作技能；对特种作业人员进行专门培训，做到持证上岗；施工人员健康状况应符合上岗要求；施工前做好安全技术交底。

7 风险评估报告

7.1 一般规定

7.1.1 风险评估报告应反映风险评估过程的全部工作，将风险评估过程中的工作记录、采用的评估方法、获得的评估结果、风险控制措施建议等都应写入评估报告。

7.1.2 风险评估报告应客观科学、内容全面、文字简洁、数据完整，提出的风险控制措施具有可操作性。

7.1.3 风险评估报告应进行档案管理。

7.2 风险评估报告编制内容

7.2.1 专项风险评估报告应包含以下内容:

- a) 编制依据：
 - 1) 相关的国家和行业标准、规范；
 - 2) 项目可行性研究报告、工程地质勘察报告、初步设计文件，施工图设计文件以及审查意见等；
 - 3) 总体风险评估成果及工程前期的风险评估结果；
 - 4) 现场调查资料；
 - 5) 第三方检测监测资料。
- b) 工程概况。
- c) 评估过程和评估方法。
- d) 评估内容，包括风险事件辨识、致险因素分析及风险估测。
- e) 风险控制措施建议。
- f) 评估结论：
 - 1) 风险等级汇总；

- 2) 重要性指标清单（指标体系法）；
 - 3) 风险控制措施建议；
 - 4) 评估结果自我评价及遗留问题说明。
- g) 附件（评估计算过程、评估人员信息表等）。

7.3 风险评估报告评审

- 7.3.1 大型结构整体安装同步施工专项风险评估报告编制完成后，应组织评审。
- 7.3.2 大型结构整体安装同步施工专项风险评估报告应由施工单位组织评审。评审应邀请设计、监理(如有)等单位代表和专家参加，专家人数应不少于 3 人，评估小组应根据评审意见对评估报告进行修改，形成最终报告。
- 7.3.3 专家应具备高级及以上技术职称，并具有 15 年及以上相关工程建设管理、施工、监理勘察设计或风险评估等工作经历，其中，组长应选择专业技术能力强，施工管理经验丰富的专家担任。

附录 A 典型风险事件辨识分析

A.1 同步提升施工典型风险事件辨识清单应符合表 A.1 的规定

风险类别	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
设计	支承结构	结构计算方法选取不当	☆		☆		☆	
		设计、计算人员经验不足	☆		☆		☆	
		未充分考虑风荷载、温度应力	☆		☆		☆	
		支承结构设计应力比过大	☆					
		支撑基础承载力安全系数不足	☆		☆		☆	
		提升过程受力工况考虑不全，计算遗漏	☆					
		锚固系统设计承载力不足	☆	☆			☆	
	材料	新材料国内首次使用，未进行模拟测试						☆
		现材料刚度、强度不达标	☆		☆		☆	
		结构受力产生较大变形	☆		☆		☆	

风险类别	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		高强螺栓质量不达标	☆		☆		☆	
		启动引起的应力过大产生构件结构损坏（删除）	☆	☆	☆		☆	
	工艺	加载顺序设计错误；加载不同步；未逐级、缓慢释放提升力	☆				☆	
		提升不同步，超差超过计算最大值						
		工艺设计中未设置抗风缆绳或采取的防风措施不足	☆					
		被提升结构强度/刚度不足风险	☆	☆	☆			
		对接缝精度控制不符合规范	☆				☆	
		液压提升系统冗余不足风险提升能力选用不足	☆				☆	
		液压系统调试不充分		☆				
		控制系统逻辑不正确，同步超差过大						
		吊点设计存在工艺风险	☆				☆	
	装备	新型装备国内首次使用，测试不充分						☆

风险类别	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		设备类型与方案不一致或不满足要求		☆	☆		☆	
		提升设备能力储备系数不足						
		控制系统逻辑有漏洞，同步调整精度不满足要求						
		检测传感器数量不足、采集数据不准或通信延时						
		控制系统抗干扰保护措施满足			☆		☆	
装备使用	装备组织	精密部件（如液压泵站、传感器、控制系统）在运输途中因颠簸、振动、碰撞导致损坏或精度丧失		☆		☆		
		设备运输未按照设备发货管理制度执行审核流程	☆					
		因超限、超重或路线选择错误，导致设备途中受损	☆					
		到货后数量短缺、型号错误或技术资料缺失		☆		☆		
		现场存放场地为充分考虑防火防盗防洪						☆
		未制定严格的验收作业指导书，仅进行外观清点，忽略性能测试		☆		☆		
		验收人员缺乏专业知识，无法识别潜在缺陷		☆		☆		
		发现缺陷品后，处理流程不清晰，导致问题设备被误用		☆		☆		

风险类别	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
装备使用		无专项吊装方案,凭经验操作,导致设备吊装不当受损或发生安全事故				☆	☆	
		在吊装过程中,设备与周边结构、已安装设备或人员发生碰撞				☆	☆	
		设备未检修合格就发到施工现场使用	☆		☆		☆	
		位移传感器、压力传感器等检测元件精度偏差或完全失效		☆				☆
		施工机械和动力故障		☆			☆	
		设备吊装前未填写吊装安全检查表		☆	☆		☆	
		钢绞线存在内部损伤、锈蚀或打绞现象		☆			☆	
		钢绞线安装不当,与其他结构或设备发生摩擦、刮碰		☆			☆	
		钢绞线预紧不一致,受力不均		☆	☆		☆	
		单台油缸钢绞线出油缸端未整束固定	☆		☆			
		锚具系统疲劳或损坏		☆			☆	
	锚夹具使用前未检查验收导致个别夹片失效		☆	☆				

风险类别	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		设备使用前未按规定进行检查验收,填写检查报告		☆	☆			
		设备起吊吊点选择不正确、运输绑扎不牢靠		☆	☆			
施工过程	结构	实际提升重量与设计重量不匹配	☆		☆		☆	
		提升支架制作施工不规范			☆		☆	
		提升架垂直度不达标	☆		☆		☆	
		高强螺栓未按要求使用	☆		☆		☆	
		加固结构未焊接好就进行提升加载作业						☆
		结构脱离拼装支架时,因各点不同步或粘结力导致受力状态突变		☆	☆		☆	
		由于不同步、风载或结构自身刚度差异,导致结构在空中产生扭曲、倾斜或过大摆动	☆			☆	☆	
		焊接方法与工艺不当			☆		☆	
		焊接质量	☆		☆		☆	
		焊缝无损检测	☆		☆		☆	

风险类别	风险因素		可能的风险事件						
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他	
		吊装过程中吊点设置	☆	☆	☆		☆		
		对结构关键部位应力应变或变形预测不准							
	监测方案		监测方法的选择					☆	
			监测仪器					☆	
			监测频率			☆		☆	
			未能对关键参数（如应力、变形、风速）进行实时、有效的监测和预警	☆	☆	☆		☆	
			监测点的布置不合理			☆		☆	
	监测施工		监测人员经验					☆	
			平面位置、高程位置的误差		☆	☆		☆	
			结构提升至设计标高后，与连接点（如柱头、预埋件）的对接偏差超限						
			挠度、应力监测精确度不达标	☆		☆		☆	
	施工管理风险	资质管理	总包单位资质						☆

风险类别	风险因素		可能的风险事件						
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他	
		专业分包的资质			☆				☆
	人员管理	管理人员经验							☆
		安全管理人员级技术人员配置							☆
		作业班组经验			☆				☆
		提升指挥人员对工况不熟悉，有盲目冒进行为							
		设备操作人员经验	☆	☆	☆				
		特种作业人员证件	☆		☆				
		领导带班情况							☆
		施工管理	施工现场管理协调不到位			☆		☆	☆
	设备维护及管理情况							☆	
	进场施工前未编制施工作业指导书			☆	☆			☆	
	进场施工前未对提升施工方案及作业指导书进行安全技术交底			☆	☆				

风险类别	风险因素		可能的风险事件						
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他	
		每日工作前未进行班前安全交底		☆	☆			☆	
		未按照作业指导书要求安装提升设备		☆	☆			☆	
		作业人员未带安全带进行高空作业			☆				☆
		作业人员未穿救生衣进行水面作业			☆				☆
		钢绞线切割作业未划定安全区域, 设定警示标志			☆	☆			☆
		钢绞线切割放线作业, 作业范围内有非作业人员			☆	☆			☆
		钢绞线切割放线完成, 未对钢绞线未现场保护		☆	☆			☆	
		提升钢绞线安装未按照钢绞线安装作业规程穿装		☆			☆		☆
		提升钢绞线穿装完成, 油缸顶部钢绞线未用 U 型卡卡住		☆	☆				
		钢绞线周围有焊接作业未对钢绞线进行保护	☆		☆			☆	
		交叉作业未采取防护措施			☆	☆			☆
		安全防护设施未到位, 强行进行设备安装作业		☆	☆				

风险类别	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		提升施工未设置钢绞线疏导架	☆	☆		☆		
		下放施工，钢绞线尾部未理顺		☆		☆		
		单束钢绞线存在钢绞线穿绞情况，未进行检查返工，就进行加载提升作业	☆	☆			☆	
		单束油缸钢绞线内存在钢绞线交叉打搅情况未进行梳理	☆	☆		☆	☆	
		提升泵站动力电源负荷配置不够		☆				☆
		设备未采取固定措施		☆			☆	
		提升加载前未进行提升系统检查确认并填写检查表	☆	☆	☆			
		钢绞线未预紧就进行加载作业	☆	☆	☆			
		提升加载未按照加载流程进行	☆	☆	☆			
		提升加载过程中出现异常响声，未进行检查确认，就进入下道工序	☆	☆	☆		☆	
		结构脱架后，在结构上进行焊接作业未搭设焊接地线导致钢绞线油缸过电流	☆	☆			☆	
		加载完成后，静置时间少于 2 小时，进行提升作业	☆				☆	

风险类别	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		提升加载完成后,未对结构进行检查确认,就进行提升作业	☆	☆	☆		☆	
		正式施工前未对提升系统进行检查确认,并填写检查表	☆	☆	☆		☆	
		同步提升过程中,同一吊点油缸压力与理论差值大,未采取均载措施,就继续提升	☆	☆	☆		☆	
		吊点间同步位移累计误差超过设计规定值,未进行调整	☆		☆		☆	
		提升过程中,锚具脱锚声音异常,未及时喷脱锚灵		☆		☆		
		人员上下安全通道不符合安全要求			☆			
		泵站周围未配备灭火器		☆		☆		
		动力电缆线破损,仍在使用的		☆	☆			
		泵站动力电缆及空气开关负荷配置不够		☆	☆			
		六级以上大风天进行提升作业	☆	☆	☆		☆	
		雨天、雪天进行提升作业未采取防护措施		☆	☆	☆		
环境风险	气象水文	极端气象条件(大风、雨雪等)			☆			☆

风险类别	风险因素		可能的风险事件						
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他	
	地质环境	大江、大河及防洪影响较大的河道				☆	☆	☆	
		岩溶、滑坡、泥石流、崩塌、活动断裂、雪崩、水库坍岸、区域沉降及人类工程活动形成的不良地质					☆	☆	
		湿陷性黄土、软土、冻土、膨胀性岩土等特殊岩土					☆	☆	
	周边建筑物	沿海、海湾地区	☆					☆	
		水源保护区、风景名胜区、自然保护区、国家重点保护的野生动植物区					☆		☆
		军事保护区、文物保护区					☆		☆
		其他环境敏感区（医院、学校等）					☆		☆
		重要的水利工程（大中型水库、堤坝、水闸等）					☆	☆	☆
		相关的其他交通设施（公路、铁路、水运、航空等）			☆	☆	☆	☆	☆
		既有重要市政基础设施及规划			☆	☆	☆	☆	☆
		其他重要建（构）筑物、管线			☆	☆	☆	☆	☆

A.2 同步滑移施工典型风险事件辨识清单应符合表 A.2 的规定

风险类别	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
设计	支承结构	结构计算方法选取不当	☆		☆		☆	
		设计、计算人员经验不足	☆		☆		☆	
		支承结构体系计算不全面	☆		☆		☆	
		滑移工况考虑不全面	☆		☆		☆	
		未充分考虑结构受力的复杂性	☆		☆		☆	
	材料	新材料国内首次使用，未进行模拟测试						☆
		材料刚度、强度不达标	☆		☆		☆	
		高强螺栓质量不达标	☆		☆		☆	
		滑移轨道平整度不达标，轨道硬度不符合标准	☆		☆		☆	
	工艺	对接工艺未要求打磨至平滑过渡	☆				☆	
		测量误差控制	☆					
		轨道沉降/变形风险	☆				☆	

		轨道或支点标高偏差大		☆				
		滑移面接触应力过大						☆
		对滑靴与滑道材质的摩擦系数试验数据不足,未充分考虑灰尘、温度、连续滑移升温等因素的影响	☆	☆	☆			
		静摩擦力远大于动摩擦力,启动顶推力设计不足						
		轨道接缝精度不符合要求	☆				☆	
		滑道系统安装精度风险	☆				☆	
		纠偏工艺不当	☆				☆	
	装备	新型装备国内首次使用,调试不充分						☆
		设备类型与施工方案不匹配或不满足要求		☆	☆		☆	
		同步施工控制系统功能不满足,同步误差大			☆		☆	
		千斤顶设计不达标		☆	☆		☆	
		滑动装置设计不合理、摩擦力过大		☆	☆		☆	
		导向装置刚度不足	☆		☆		☆	
		滑移支架设计不合理	☆				☆	

装备使用	装备组织	精密部件（如液压泵站、传感器、控制系统）在运输途中因颠簸、振动、碰撞导致损坏或精度丧失		☆		☆		
		因超限、超重或路线选择错误，导致设备途中受损	☆					
		设备运输未按照设备发货管理制度执行审核流程						
		到货后数量短缺、型号错误或技术资料缺失		☆		☆		
		现场存放场地为充分考虑防火防盗防洪	☆					
		未制定严格的验收作业指导书，仅进行外观清点，忽略性能测试		☆		☆		
		验收人员缺乏专业知识，无法识别潜在缺陷		☆		☆		
		发现缺陷品后，处理流程不清晰，导致问题设备被误用		☆		☆		
		无专项吊装方案，凭经验操作，导致设备吊装不当受损或发生安全事故				☆	☆	
		在吊装过程中，设备与周边结构、已安装设备或人员发生碰撞				☆	☆	
	装备使用	设备未检修合格就发到施工现场使用	☆		☆		☆	
		施工机械和动力故障		☆			☆	
		轨道安装误差，精度不满足要求	☆		☆		☆	
		滑移支架搭设不规范，斜撑、横撑等未按要求安装	☆		☆		☆	

		滑移支架基础不牢，支架失稳	☆		☆		☆		
		传感器伸长量不一致	☆				☆		
		纠偏过程中设备左右滑移		☆			☆		
		滑移轨道生锈未处理							
		启动引起的应力过大产生构件结构损坏	☆					☆	
施工过程	结构	实际滑移重量与设计重量不匹配	☆		☆		☆		
		加固结构未焊接好就进行滑移作业	☆					☆	
		高强螺栓未按要求使用	☆		☆		☆		
		焊接方法与工艺			☆		☆		
		焊接质量不达标	☆		☆		☆		
		焊缝无损检测	☆		☆		☆		
	监测方案	监测方法的选择						☆	
		监测仪器						☆	
		监测频率			☆			☆	
		监测点的布置不合理			☆			☆	

	监测施工	监测人员经验					☆	
		平面位置、高程位置的误差		☆	☆		☆	
		挠度、应力监测精确度不达标	☆		☆		☆	
		顶推构件的应力	☆		☆		☆	
		临时支墩支反力	☆		☆		☆	
		临时支墩的竖向、横向、纵向位移	☆		☆		☆	
		落梁时永久支座反力	☆		☆		☆	
		轴线偏位过大	☆		☆		☆	
施工过程	资质管理	总包单位资质						☆
		专业分包的资质			☆			☆
	人员管理	管理人员经验						☆
		安全管理人员级技术人员配置						☆
		作业班组经验			☆			☆
		设备操作人员经验	☆	☆	☆			

		特种作业人员无证作业			☆			
		领导带班情况						☆
施工管理		施工现场管理协调不到位			☆		☆	☆
		设备维护及管理情况						☆
		千斤顶顶力不均	☆				☆	☆
		进场施工前未编制施工作业指导书		☆	☆			☆
		进场施工前未编制施工作业指导书		☆	☆			☆
		进场施工前未对滑移施工方案及作业指导书进行安全技术交底		☆	☆			
		设备吊装前未填写吊装安全检查表		☆	☆		☆	
		每日工作前未进行班前安全交底		☆	☆		☆	
		作业人员未带安全带进行高空作业				☆		☆
		作业人员未穿救生衣进行水面作业				☆		☆
		未按照作业指导书要求安装滑移设备		☆	☆		☆	
		现场交叉作业未采取防护措施				☆	☆	☆

	安全防护设施未到位，强行进行设备安装作业		☆	☆			
	滑移泵站动力电源负荷配置不够		☆				☆
	滑移设备未采取固定措施	☆	☆	☆		☆	
	滑移加载前未进行滑移系统检查调试确认并填写检查表	☆	☆	☆			
	滑移轨道未涂减摩润滑油脂	☆	☆			☆	
	试滑移未按照加载试滑移流程进行	☆	☆	☆			
	滑移过程中出现异常响声，未进行检查确认，就进入下道工序	☆	☆	☆		☆	
	正式滑移前，未对结构完成情况进行检查确认，就进行滑移作业	☆	☆	☆		☆	
	正式滑移前未对滑移系统进行检查确认，并填写检查表	☆	☆	☆		☆	
	同步位移累计误差超过设计规定值，未进行调整	☆		☆		☆	
	滑移过程中出现结构干涉未停止滑移，进行处理		☆		☆		
	人员上下安全通道不符合安全要求			☆			
	泵站周围未配备灭火器		☆		☆		
	动力电缆线破损，仍在使用的		☆	☆			

		泵站动力电缆及空气开关负荷配置不够		☆	☆				
		六级以上大风天未采取防风措施,继续进行滑移作业	☆	☆	☆		☆		
		雨天、雪天进行滑移作业未采取防护措施		☆	☆	☆			
		六级以上大风天进行提升作业	☆	☆	☆		☆		
		雨天、雪天进行提升作业未采取防护措施		☆	☆	☆			
环境	气象水文	极端气象条件(大风、雨雪等)			☆			☆	
		大江、大河及防洪影响较大的河道				☆	☆	☆	
	地质环境	岩溶、滑坡、泥石流、崩塌、活动断裂、雪崩、水库坍岸、区域沉降及人类工程活动形成的不良地质						☆	☆
		湿陷性黄土、软土、冻土、膨胀性岩土等特殊岩土						☆	☆
	周边建筑物	沿海、海湾地区	☆					☆	
		水源保护区、风景名胜区、自然保护区、国家重点保护的野生动植物区					☆		☆
		军事保护区、文物保护区					☆		☆
		其他环境敏感区(医院、学校等)					☆		☆
		重要的水利工程(大中型水库、堤坝、水闸等)					☆	☆	☆

		相关的其他交通设施（公路、铁路、水运、航空等）		☆	☆	☆	☆	☆
		既有重要市政基础设施及规划		☆	☆	☆	☆	☆
		其他重要建（构）筑物、管线		☆	☆	☆	☆	☆

A.3 同步顶推施工典型风险事件辨识清单应符合表 A.3 的规定

风险分类	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
设计	支承结构	结构计算方法选取不当	☆		☆		☆	
		导梁长度、重量、坡度等设计与顶推构件不匹配	☆	☆	☆		☆	
		分配梁纵向非整块制作	☆	☆	☆		☆	
		分配梁设计成变截面	☆	☆	☆		☆	
		拼装平台标高设计不合理					☆	
		拼装平台稳定性或承载力不足					☆	
		临时墩设计时未进行顶推过程分析	☆	☆				
		临时墩设计时未考虑顶推设备控制箱、泵站等布置		☆				☆

风险分类	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		临时墩纵向分配梁长度设计未考虑主梁局部节点受力	☆		☆		☆	
		临时墩设计未考虑施工作业平台和垫块存放			☆			☆
		导梁之间横向连接设置不合理	☆	☆	☆		☆	
		顶推设备及垫梁受力接触面接触应力过大	☆					
		导梁中心距与顶推腹板中心距不一致	☆				☆	
		导梁设计未考虑上墩措施						☆
	材料	新材料国内首次使用，未进行模拟测试						☆
		材料刚度、强度不达标	☆		☆		☆	
		高强螺栓质量不达标	☆		☆		☆	
	工艺	对接工艺未要求打磨至平滑过渡	☆				☆	
		测量误差超过允许范围	☆					
		混凝土浇筑过程中的模板变形超过允许范围	☆				☆	

风险分类	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		张拉未按规定顺序进行	☆		☆			
		张拉速率过快		☆	☆			
		张拉持荷时间不足	☆					
		接缝精度不足	☆				☆	
		滑道系统安装精度不满足要求	☆				☆	
		液压系统功率与速度不满足要求		☆				
		纠偏方法选取不当	☆				☆	
	装备	新型装备国内首次使用						☆
		施工设备类型不匹配或不合格		☆	☆		☆	
		同步施工控制系统兼容性不足			☆		☆	
		程序逻辑与现场控制流程不一致						
装备顶推能力选取不足							☆	

风险分类	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		千斤顶设计不达标		☆	☆		☆	
		滑动装置设用计不合理、摩擦力过大		☆	☆		☆	
		选用设备储备能力系数不足						☆
		导向装置设计不合理	☆	☆	☆		☆	
装备使用	装备组织	精密部件（如液压泵站、传感器、控制系统）在运输途中因颠簸、振动、碰撞导致损坏或精度丧失		☆		☆		
		设备出厂检验把关不严						☆
		因超限、超重或路线选择错误，导致设备途中受损	☆					
		现场存放场地为充分考虑防火防盗防洪						☆
		到货后数量短缺、型号错误或技术资料缺失		☆		☆		
		未制定严格的验收作业指导书，仅进行外观清点，忽略性能测试		☆		☆		
		验收人员缺乏专业知识，无法识别潜在缺陷		☆		☆		
		发现缺陷品后，处理流程不清晰，导致问题设备被误用		☆		☆		

风险分类	风险因素		可能的风险事件						
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他	
		无专项吊装方案，凭经验操作，导致设备吊装不当受损或发生安全事故				☆	☆		
		在吊装过程中，设备与周边结构、已安装设备或人员发生碰撞				☆	☆		
	装备使用		设备安装误差过大，轴线不平行		☆			☆	☆
			设备用电未严格按照规范执行						☆
			顶推系统多点运动不同步或同步超差过大	☆				☆	
			设备升降过程中左右倾斜过大					☆	
			传感器损坏	☆	☆			☆	
			顶推位移传感器安装不当	☆	☆				
			纠偏过程中设备左右滑移		☆			☆	
			控制系统通讯延时过大						☆
			顶推中设备移位过大	☆				☆	
	顶推设备滑出分配梁	☆	☆			☆			

风险分类	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		液压泵、阀件故障		☆				
		电机故障		☆				
		油箱液位不足		☆				
施工过程	支承结构	支架、导梁安装施工不规范（支架标高，导梁轴线坡度）	☆		☆		☆	
		钢梁加工质量不达标	☆		☆		☆	
		钢梁未按顶推方案要求加固、加强	☆					
		支架平台垂直度不达标	☆		☆		☆	
		支架沉降或墩顶水平位移过大	☆		☆		☆	
		导梁、支架应力过大	☆		☆		☆	
		临时支架横撑、斜撑未按图纸加工	☆	☆			☆	☆
		高强螺栓未按要求使用	☆		☆		☆	
		高强螺栓施拧力过小或过大	☆		☆		☆	

风险分类	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		焊接方法与工艺选取不当			☆		☆	
		焊接质量不达标	☆		☆		☆	
		焊缝检测不合格	☆		☆		☆	
		荷载转换时临时支垫高差过大	☆				☆	
		纵坡较大时临时支垫与钢梁顶面不平行	☆				☆	
		落梁工况时各支点落梁高度不同步	☆				☆	
		钢梁拼装顶推过程中的累计误差未消除	☆				☆	
		挠度、应力监测精确度不达标	☆		☆		☆	
		平面位置、高程位置的误差过大		☆	☆		☆	
		顶推构件的应力过大	☆		☆		☆	
		临时支墩支反力过大	☆		☆		☆	
		临时支墩的竖向、横向、纵向位移过大	☆		☆		☆	

风险分类	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		落梁时永久支座反力过大	☆		☆		☆	
		轴线偏位过大	☆		☆		☆	
		顶力的大小与同步性	☆		☆		☆	
		主梁关键截面应力过大	☆				☆	
		临时支墩支反力/应力过大	☆				☆	
		临时支墩水平位移过大（横向、纵向位移）	☆	☆			☆	
		主梁高程位置偏差过大	☆	☆			☆	
		顶推时，抄垫调整不及时	☆				☆	
		曲线顶推时，差速值不符合设计要求	☆				☆	
		支架桩帽与横梁间隙过大，未压实	☆					
		主梁轴线偏位过大	☆	☆			☆	
管理	资质管理	总包单位资质不合格						☆

风险分类	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		专业分包的资质不合格			☆			☆
	人员管理	管理人员经验不足						☆
		安全管理人员及技术人员配置不足						☆
		作业班组经验不足			☆			☆
		特种作业人员无证上岗			☆			
		设备操作人员经验不足	☆	☆	☆			
		施工现场管理协调不到位			☆		☆	☆
	施工管理	设备维保不及时、不到位						☆
		现场通讯不畅，指挥指令延迟	☆					
		班组每日作业交底不明确						☆
		顶推平台未作安全防护			☆			☆
		气象水文	极端气象条件（大风、雨雪等）			☆		☆
	环境							

风险分类	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		大江、大河及防洪影响较大的河道				☆	☆	☆
		高温						☆
		极寒						☆
	地质环境	岩溶、滑坡、泥石流、崩塌、活动断裂、雪崩、水库坍岸、区域沉降及人类工程活动形成的不良地质					☆	☆
		湿陷性黄土、软土、冻土、膨胀性岩土等特殊岩土					☆	☆
	周边建筑物	沿海、海湾地区	☆				☆	
		水源保护区、风景名胜区、自然保护区、国家重点保护的野生动植物区				☆		☆
		军事保护区、文物保护区				☆		☆
		其他环境敏感区（医院、学校等）				☆		☆
		重要的水利工程（大中型水库、堤坝、水闸等）				☆	☆	☆
相关的其他交通设施（公路、铁路、水运、航空等）			☆	☆	☆	☆	☆	
既有重要市政基础设施及规划			☆	☆	☆	☆	☆	

风险分类	风险因素		可能的风险事件					
			结构损坏	设备损坏	人员伤亡	第三方损失	坍塌/倾覆	其他
		其他重要建（构）筑物、管线		☆	☆	☆	☆	☆

附录 B 常见重大作业活动清单

常见重大作业活动清单

序号	重大作业活动	备注
1	同步提升施工	
2	同步滑移施工	
3	同步顶推施工	

附录 C 重大作业活动可能性评估指标体系

表 C.1 同步提升施工作业风险事件可能性评估指标体系

提升施工作业风险事件可能性评估，主要基于坍塌、起重伤害等风险事件类型，建立评估指标体系：

表 C.1 提升施工作业风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值 (R _{ij})		权重系数 (γ _{ij})	评估分值 (X _{ij})	说明
			分值范围	分值			
提升自身因素 X ₁	提升重量 X ₁₁	T ≥ 8000t	75~100	R ₁₁	γ ₁₁	X ₁₁ = R ₁₁ * γ ₁₁	按构件重量综合考虑
		1000t ≤ T < 8000t	50~75				
		100t ≤ T < 1000t	25~50				
		T < 100t	0~25				
	提升高度 X ₁₂	H ≥ 100m	75~100	R ₁₂	γ ₁₂	X ₁₂ = R ₁₂ * γ ₁₂	提升高度
		50m ≤ H < 100m	50~75				
		15m ≤ H < 50m	25~50				
		H < 15m	0~25				
	构件跨度 X ₁₃	R ≥ 36m	75~100	R ₁₃	γ ₁₃	X ₁₃ = R ₁₃ * γ ₁₃	不规则结构按照最大跨度计算
		24m ≤ R < 36m	50~75				
		18m ≤ R < 24m	25~50				
		R < 18m	0~25				
	地质条件 X ₂	地基基础 X ₂₁	地基未经处理，承载力不符合要求	75~100	R ₂₁	γ ₂₁	X ₂₁ = R ₂₁ * γ ₂₁
地基经过处理，承载力符合要求，但局部存在不均匀沉降			50~75				
地基经过处理，承载力符合要求，但存在均匀沉降			25~50				
地基经过处理，承载力符合要求，且无明显沉降			0~25				
气象水文	风力条件	>60d	75~100	R ₃₁	γ ₃₁	X ₃₁ = R ₃₁ * γ ₃₁	根据大于6级风的

项别	评估指标	分级	基本分值 (R _{ij})		权重系数 (γ _{ij})	评估分值 (X _{ij})	说明
			分值范围	分值			
条件 X ₃	X ₃₁	40d~60d	50~75				年平均日数划分
		20d~40d	25~50				
		<20d	0~25				
	气象条件 X ₃₂	极端天气多发区域(洪水、强风、强暴雨雪、台风等)	75~100	R ₃₂	γ ₃₂	X ₃₂ = R ₃₂ *γ ₃₂	自然灾害易发季节取高值
		气候环境条件一般,可能影响施工安全,但不显著	25~75				
		气候条件良好,基本不影响施工安全	0~25				
施工方案 X ₄	提升结构类型 X ₄₁	单个型钢架	50~100	R ₄₁	γ ₄₁	X ₄₁ = R ₄₁ *γ ₄₁	/
		型钢塔架	25~50				
		钢管桩塔架	0~25				
	交叉作业 X ₄₂	施工过程存在交叉作业	50~100	R ₄₂	γ ₄₂	X ₄₂ = R ₄₂ *γ ₄₂	/
		偶尔存在交叉施工	25~50				
		施工过程不存在交叉作业	0~25				
	监测 X ₄₃	只观察无监测	75~100	R ₄₃	γ ₄₃	X ₄₃ = R ₄₃ *γ ₄₃	/
		降级监测, 监测指标少	25~75				
		按等级系统监测	0~25				
	设计与制作 X ₄₄	采用经验设计方案	50~100	R ₄₄	γ ₄₄	X ₄₄ = R ₄₄ *γ ₄₄	/
		采用专业设计验证方案或相关合格且可靠产品	0~50				
	施工环境 X ₅	施工周边环境 X ₅₁	跨越公路、铁路等开放交通及无覆盖危险化学品管线	75~100	R ₅₁	γ ₅₁	X ₅₁ = R ₅₁ *γ ₅₁
无开放交通, 仅存在与施工相关交通			50~75				
封闭环境, 无交通			25~50				

表 C. 2 同步滑移施工作业风险事件可能性评估指标体系

滑移施工作业风险事件可能性评估, 主要基于坍塌、机械伤害等风险事件

类型，建立评估指标体系：

表 C.2 滑移施工作业风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值 (R _{ij})		权重系数 (γ _{ij})	评估分值 (X _{ij})	说明
			分值范围	分值			
滑移自身因素 X ₁	总滑移重量 X ₁₁	H≥6000t	75~100	R ₁₁	γ ₁₁	X ₁₁ = R ₁₁ *γ ₁₁	按构件最大滑移重量综合考虑
		1000t≤H<6000t	25~75				
		H<1000t	0~25				
	滑移距离 X ₁₂	H≥120m	75~100	R ₁₂	γ ₁₂	X ₁₂ = R ₁₂ *γ ₁₂	架设高度
		20m≤H<120m	25~75				
		H<20m	0~25				
地质条件 X ₂	地基基础 X ₂₁	地基未经处理，承载力不符合要求	75~100	R ₂₁	γ ₂₁	X ₂₁ = R ₂₁ *γ ₂₁	应结合勘察资料和设计文件综合判定
		地基经过处理，承载力符合要求，但局部存在不均匀沉降	50~75				
		地基经过处理，承载力符合要求，但存在均匀沉降	25~50				
		地基经过处理，承载力符合要求，且无明显沉降	0~25				
气象水文条件 X ₃	风力条件 X ₃₁	>60d	75~100	R ₃₁	γ ₃₁	X ₃₁ = R ₃₁ *γ ₃₁	根据大于6级风的年平均日数划分
		40d~60d	50~75				
		20d~40d	25~50				
		<20d	0~25				
	气象条件 X ₃₂	极端天气多发区域(洪水、强风、强暴雨雪、台风等)	75~100	R ₃₂	γ ₃₂	X ₃₂ = R ₃₂ *γ ₃₂	自然灾害易发季节取高值
		气候环境条件一般，可能影响施工安全，但不显著	25~75				
		气候条件良好，基本不影响施工安全	0~25				
施工方案 X ₄	滑移方式 X ₄₁	滚动滑移	50~100	R ₄₁	γ ₄₁	X ₄₁ = R ₄₁ *γ ₄₁	/
		滑动滑移	0~50				

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_{ij})		权重系数 (γ_{ij})	评估分值 (X_{ij})	说明
			分值范围	分值			
	滑坡轨迹 X_{42}	空间曲线滑坡	50~100	R_{42}	γ_{42}	$X_{42} = R_{42} * \gamma_{42}$	/
		平面曲线滑坡	25~50				
		平面直线滑坡	0~25				
	滑坡单元 X_{42}	积累滑坡	50~100	R_{43}	γ_{43}	$X_{43} = R_{43} * \gamma_{43}$	/
		分块滑坡	0~50				
	交叉作业 X_{44}	施工过程中存在交叉作业	50~100	R_{44}	γ_{44}	$X_{44} = R_{44} * \gamma_{44}$	/
		偶尔存在交叉施工	25~50				
		施工过程中不存在交叉作业	0~25				
	监测 X_{45}	只观察无监测	75~100	R_{45}	γ_{45}	$X_{45} = R_{45} * \gamma_{45}$	/
		降级监测，监测指标少	25~75				
		按等级系统监测	0~25				
	设计与制作 X_{46}	采用经验设计方案	50~100	R_{46}	γ_{46}	$X_{46} = R_{46} * \gamma_{46}$	/
采用专业设计验证方案或相关合格且可靠产品		0~50					
施工环境 X_5	施工周边环境 X_{51}	跨越公路、铁路等开放交通及无覆盖危险化学品管线	75~100	R_{51}	γ_{51}	$X_{51} = R_{51} * \gamma_{51}$	/
		无开放交通，仅存在与施工相关交通	50~75				
		封闭环境，无交通	25~50				

表 C.3 同步顶推施工作业风险事件可能性评估指标体系

顶推施工作业风险事件可能性评估，主要基于坍塌、起重伤害等风险事件类型，建立评估指标体系：

表 C.3 顶推施工作业风险事件可能性评估指标体系

项别	评估指标	分级	基本分值 (R_{ij})		权重系数 (γ_{ij})	评估分值 (X_{ij})	说明
			分值范围	分值			
顶推自身因素 X_1	顶推跨度 X_{11}	$H \geq 70m$	75~100	R_{11}	γ_{11}	$X_{11} = R_{11} * \gamma_{11}$	按构件跨度综合考虑
		$70m \leq H < 40m$	25~75				
		$H < 40m$	0~25				
	架设高度 X_{12}	$H \geq 8m$	75~100	R_{12}	γ_{12}	$X_{12} = R_{12} * \gamma_{12}$	架设高度
		$5m \leq H < 8m$	25~75				
		$H < 5m$	0~25				
	曲率半径 X_{13}	$R < 300m$	75~100	R_{13}	γ_{13}	$X_{13} = R_{13} * \gamma_{13}$	/
		$300m \leq R < 2000m$	25~75				
		$R \geq 2000m$	0~25				
地质条件 X_2	地基基础 X_{21}	地基未经处理，承载力不符合要求	75~100	R_{21}	γ_{21}	$X_{21} = R_{21} * \gamma_{21}$	应结合勘察资料和设计文件综合判定
		地基经过处理，承载力符合要求，但局部存在不均匀沉降	50~75				
		地基经过处理，承载力符合要求，但存在均匀沉降	25~50				
		地基经过处理，承载力符合要求，且无明显沉降	0~25				
气象水文条件 X_3	风力条件 X_{31}	$>60d$	75~100	R_{31}	γ_{31}	$X_{31} = R_{31} * \gamma_{31}$	根据大于6级风的年平均日数划分
		$40d \sim 60d$	50~75				
		$20d \sim 40d$	25~50				
		$<20d$	0~25				
	气象条件 X_{32}	极端天气多发区域(洪水、强风、强暴雨雪、台风等)	75~100	R_{32}	γ_{32}	$X_{32} = R_{32} * \gamma_{32}$	自然灾害易发季节取高值

项别	评估指标	分级	基本分值 (R _{ij})		权重系数 (γ _{ij})	评估分值 (X _{ij})	说明
			分值范围	分值			
		气候环境条件一般, 可能影响施工安全, 但不显著	25~75				
		气候条件良好, 基本不影响施工安全	0~25				
施工方案 X ₄	顶推方式 X ₄₁	多点差速顶推	50~100	R ₄₁	γ ₄₁	X ₄₁ = R ₄₁ * γ ₄₁	/
		多点同步顶推	0~50				
	交叉作业 X ₄₂	施工过程中存在交叉作业	50~100	R ₄₂	γ ₄₂	X ₄₂ = R ₄₂ * γ ₄₂	/
		偶尔存在交叉施工	25~50				
		施工过程中不存在交叉作业	0~25				
	监测 X ₄₃	只观察无监测	75~100	R ₄₃	γ ₄₃	X ₄₃ = R ₄₃ * γ ₄₃	/
		降级监测, 监测指标少	25~75				
		按等级系统监测	0~25				
	设计与制作 X ₄₄	采用经验设计方案	50~100	R ₄₄	γ ₄₄	X ₄₄ = R ₄₄ * γ ₄₄	/
		采用专业设计验证方案或相关合格且可靠产品	0~50				
施工环境 X ₅	施工周边环境 X ₅₁	跨越公路、铁路等开放交通及无覆盖危险化学品管线	75~100	R ₅₁	γ ₅₁	X ₅₁ = R ₅₁ * γ ₅₁	/
		无开放交通, 仅存在与施工相关交通	50~75				
		封闭环境, 无交通	25~50				