

结构验算书



建设工程勘察设计出图专用章(25)		
国昇设计有限责任公司		
工 程 设 计 资 质 等 级	建筑行业(建筑工程)	甲级
	市政行业(道路工程)	甲级
	风景园林工程	甲级
	环境工程 水污染防治工程	甲级
资质证书编号	A 1 6 1 0 1 3 2 1 6	
发证机关	住 房 和 城 乡 建 设 部	
有 效 期	二 零 二 五 年 十 二 月 二 十 一 日	

中华人民共和国一级注册结构工程师(49)	
姓 名:	李 永 长
注册号:	6101321-S002
有效期:	至2025年12月



项目负责人:

目录

一、概述	1
二、结构设计依据	1
三、梯笼使用材料选择及使用要求	1
四、梯笼构件简称和作用描述	2(25)
五、结构复核验算书	8
1、短横梁的强度验算	4
2、长横梁的强度验算	5
3、高强螺栓的强度验算	6
4、焊缝的强度验算	6
5、立柱的稳定性验算	6
六、附着件的稳定性验算	8

建设工程勘察设计出图专用章		
国昇设计有限责任公司		
工程 设计 资 质 等 级	建筑行业(建筑工程)	甲级
	市政行业(道路工程)	甲级
	风景园林工程	甲级
	环境工程 水污染防治工程	甲级
资质证书编号	A 1 6 1 0 1 3 2 1 6	
发 证 机 关	住 房 和 城 乡 建 设 部	
有 效 期	二 零 二 五 年 十 二 月 三 十 六 日	



中华人民共和国一级注册结构工程师(49)	
姓 名:	李 永 长
注册号:	6101321-S002
有效期:	至2025年12月



一、概述

组合框架式梯笼适用于桥梁墩柱及深基坑内部结构施工使用，作为垂直上下通道。产品特点有：结构简单、安装方便、外观大方，安全防护设施可靠。本产品全部由钢构件拼装而组成，主要构件平台、楼梯等均采用焊接工艺，构件四面独立形成围护体系。钢材采用国家标准型材，严格按图制作，尺寸正确，电焊接点牢固，达到安全防护的目标。梯笼主体结构由立柱(80X80X3.0 钢方管)、框架平台(横梁80X80X2.0 钢方管，垂直导向方柱95X95X4.25钢方管)、楼梯(14#槽钢)、附着件(梯笼专用连接端)组成。

二、结构设计依据

- 1. 《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》
- 2. 《建筑结构荷载规范》
- 3. 《钢结构设计规范》
- 4. 《建筑地基基础设计规范》
- 5. 《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》
- 6. 《公路工程施工安全技术规程》
- 7. 《广东省高速公路工程施工安全标准化指南》等。

建设工程勘察设计出图专用章(25)		
国昇设计有限责任公司		
工程 设计 资 质 等 级	建筑行业(建筑工程)	甲级
	市政行业(道路工程)	甲级
	风景园林工程	甲级
	环境工程 水污染防治工程	甲级
资质证书编号	A 1 6 1 0 1 3 2 1 6	
发证机关	住 房 和 城 乡 建 设 部	
有 效 期	二 零 二 五 年 十 二 月 三 十 一 日	

三、梯笼使用材料选择及使用要求

- 1. 材料要求：
 - (1) 方钢管钢材强度等级Q235，方钢管表面应平直光滑，不应有裂纹、分层、压痕、划道和硬弯，所用的方钢管均有出厂合格证，其质量应符合现行国家标准。
 - (2) 平台框与立柱连接方式为螺栓连接；
 - (3) 脚踏板采用花纹板脚踏板。
- 2. 地基要求：

基础施工前，应根据现场实际情况采取针对性的措施处理地基，特别注意对软基础地段的地基处理，地基处理后经检测承载力符合方案要求后方可进行混凝土基础施工，建议用C30 砼，厚度不少于20cm。

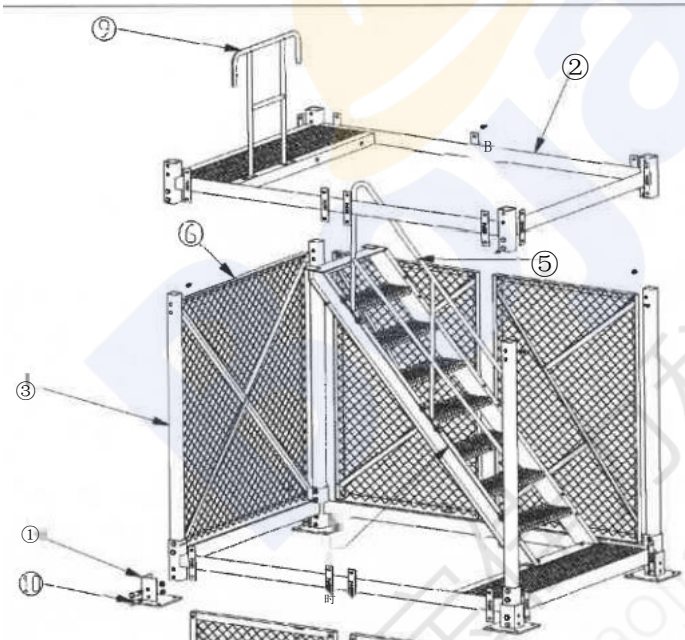
- 3. 搭设要求：
 - (1) 每支立柱底部应设置基座和垫板；

中华人民共和国一级注册结构工程师(49)	
姓 名：	李 永 长
注册号：	6101321-S002
有效期：	至2025年12月



- (2) 安全梯笼搭设高度为 $H=90\text{m}$;
- (3) 搭设尺寸为: 横距 L_b 为 2.0m , 纵距 L_a 为 3.0m , 长短横梁的步距 h 为 2.0m ;
- (4) 接长必须使用配套的高强螺栓连接。
- (5) 附着件
- ①附着件每层按竖向间距 $4\sim 6\text{m}$ 、水平间距 0.75m 靠近主节点布置;
- ②应从底层第一步纵向水平处开始设置;
- ③附着件不应与梯笼外垂直运输机械相碰;
- ④附着方式详见附图 (第9页)

四、梯笼构件简称和作用描述



中华人民共和国一级注册结构工程师(49)
 姓 名： 李 永 长
 注册号： 6101321-S002
 有效期： 至2025年12月



建设工程勘察设计出图专用章(25)		
国昇设计有限责任公司		
工 程 设 计	建筑行业(建筑工程)	甲级
资 质 等 级	市政行业(道路工程)	甲级
	风景园林工程	甲级
	环境工程 水污染防治工程	甲级
资质证书编号	A161013216	
发证机关	住房和城乡建设部	
有效 期	二零二五年十二月三十一日	

组合框架式梯笼由基座、立柱、平台、楼梯、楼梯扶手、安全防护网、安全门、安全护栏等基本构件组合而成，并采用附着件与建筑施工现场结构相连附着的一种供施工人员上下行走的安全梯笼。



- ①基座：将梯笼固定在地基上的构件，其作用是将组合框架式梯笼静态荷载和动态荷载递到地基承台上。

②平台：主要受力构件，连接立柱和楼梯的构件，其用于施工通道，操作平台的桥板。

③立柱：承受垂直方向荷载的主要构件，连接两个平台之间的构件。

④楼梯：安装在上下平台之间，供施工人员上下通行的构件

⑤楼梯扶手：安装在楼梯内侧(即左侧),供施工人员上下通行起保护作用的构件。

⑥安全防护网：安装在梯笼四周的防护安全构件

⑦小安全防护网：安装在梯笼两侧的防护安全构件

⑧安全门：安装在出入口，方便施工人员上下出入的构件

⑨安全护栏：安装在顶层平台，保证施工人员安全。

⑩高强螺栓：用于立柱和平台的连接。

五、结构复核算算书(以最高层计算)

组合框架式梯笼的计算参照双排脚手架考虑，搭设高度30米。A型为：立柱的纵距3.0米，立柱的横距2.0米，步距2.0米。

方管80×80×3.5的截面几何特征：截面积A=10.71cm²，惯性矩I=104.68cm⁴，截面模量W=26.17cm，回转半径i=3.1cm，每米长质量g=8.41kg/m。

Q235 钢抗拉、抗压和抗弯强度设计f=205N/mm²，弹性模量 E=2.1×10⁵。

建设工程勘察设计出图专用章(25)

国昇设计有限责任公司

工程设计

建筑行业(建筑工程)

甲级

资质等级

市政行业(道路工程)

甲级

风景园林工程

甲级

环境工程 水污染防治工程

甲级

资质证书编号

A1161013216

发证机关

住房和城乡建设部

有效期

二零二五年十二月三十一日

验算结果报表										
产品名称: 桥梁施工大架上下行走用组合框架式梯笼(3000x2000)										
序号	构件名称	构件规格	荷载取值					计算模式	验算的内容	
			自重	脚踏板	安全网	活荷载	风荷载		强度	整体稳定性
			kn/m	kn/m	kn/m	kN/m²	kN/m²		N/mm²	N/mm²
1	短横梁	方管80×80×2.0	0.08	0.2		2		轴向受压	89.5	
2	长横梁	方管80×80×2.0	0.08	0.2		2		均布荷载简支梁	69.5	
3	高强螺栓	M20(8.8级)							31.2	
4	焊缝	焊缝高度6mm							21.1	
5	立柱	方管80×80×3.0	0.50	0.1	0.065	2	0.4	轴向受压		164.8
6	连墙件	角铁L75X6					0.4	轴向受压		30.3
备注: Q235钢抗拉、抗压和抗弯强度设计f=205N/mm², 8.8级螺栓强度设计f=250N/mm³, 焊缝强度设计f=170N/mm²										

备注：本安全梯笼可承受10个以内的人数(以每人70kg体重为参数)，每个楼梯同时最多可承受2个人体重。

1、短横梁的强度验算：

短横梁按照简支梁进行强度和挠度计算。

短横梁上面的静态和动态荷载按均布荷载计算短横梁的最大弯矩和变形。

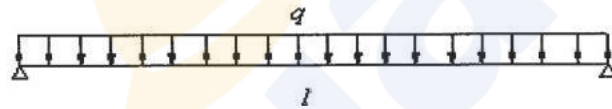
(1) 均布荷载值计算

横梁的自重标准值 $P_1=0.084\text{kN/m}$

脚踏板的荷载标准值 $P_2=0.200\times 3.0/2=0.30\text{kN/m}$

动态荷载标准值 $Q=2.000\times 3.0/2=3.0\text{kN/m}$

荷载的计算值 $q=1.2\times 0.084+1.2\times 0.30+1.4\times 3.0=4.66\text{kN/m}$



短横梁计算简图

(2) 抗弯强度计算

计算公式如下：

$$M_{\text{max}} = ql^2/8$$

$$M=4.66\times 2.0^2/8=2.33\text{kN.m}$$

$$\sigma=2.33\times 10^3/26170=89\text{ N/mm}^2\leq [f]=205.0\text{N/mm}^2, \text{满足要求。}$$

(3) 挠度计算

计算公式如下：

$$V_{q_{\text{max}}} = \frac{5ql^4}{384EI}$$

$$\text{荷载标准值 } q=0.084+0.3+3.0=3.38\text{kN/m}$$

简支梁均布荷载作用下的最大挠度

$$v=5.0\times 3.38\times 2000^4/(384\times 2.1\times 10^5\times 104.68\times 10^4)=3.2\text{mm}$$

短横梁的最大挠度小于 $2000/150=13.33\text{mm}$ ，满足要求。

(4) 支座反力计算

中华人民共和国一级注册结构工程师(49)

姓名：李永长

注册号：6101321-S002



有效期：至2025年12月

建设工程勘察设计出图专用章(25)

国昇设计有限责任公司

工程设计

建筑行业(建筑工程)

甲级

资质等级

市政行业(道路工程)

甲级

风景园林工程

甲级

环境工程 水污染防治工程

甲级

资质证书编号

A161013216

发证机关

住房和城乡建设部

有效期

二零二五年十二月三十一日



$$R_1=R_2= q_1b/2=4.66\times2/2=4.66\text{kN}$$

2、长横梁的强度验算：

长横梁按照简支梁进行强度和挠度计算。

长横梁上面的静态和动态荷载按均布荷载计算长横梁的最大弯矩和变形。

(1) 荷载值计算

横梁的自重标准值 $P_1=0.084\text{kN/m}$

脚踏板的荷载标准值 $P_2=0.200\times2/4=0.10\text{N/m}$

动态荷载标准值 $Q=2.000\times2/4=1.0\text{ N/m}$

荷载的计算值 $q=1.2\times0.084+1.2\times0.10+1.4\times1.0=1.62\text{kN/m}$



长横梁计算简图

(2) 抗弯强度计算

计算公式如下：

$$M_{\text{max}} = q l^2 / 8$$

$$M=1.62\times3^2/8=1.82\text{kn.m}$$

$$\sigma=1.82\times10^6/26170=69.5\text{ N/mm}^2\leq[f]=205.0\text{N/mm}^2, \text{满足要求。}$$

(3) 挠度计算

计算公式如下：

$$V_{q_{\text{max}}} = \frac{5ql^4}{384EI}$$

荷载标准值 $q=0.084+0.10+1.0=1.18\text{kN/m}$

简支梁均布荷载作用下的最大挠度

$$V=5.0\times1.18\times3000^4/(384\times2.1\times10^5\times104.68\times10^4)=5.66\text{mm}$$

长横梁的最大挠度小于 $3000/150=20\text{mm}$ ，满足要求。

中华人民共和国一级注册结构工程师(49)

姓名：李永长

注册号：6101321-S002

有效期：至2025年12月



建设工程勘察设计出图专用章(25)

国昇设计有限责任公司

工程设计

建筑行业(建筑工程)

甲级

资质等级

市政行业(道路工程)

甲级

资质证书编号

风景园林工程

甲级

环境工程 水污染防治工程

甲级

资质证书编号

A161013216

发证机关

住房和城乡建设部

有效期

二零二五年十二月三十一日



(4) 支座反力计算

$$R_1=R_2=qla/2=1.62\times 3/2=2.43\text{kn}.$$

3、高强螺栓强度验算

接长时使用M20(8.8级)高强螺栓, 有效面积 $A=227\text{ mm}^2$,

抗拉应力 $f_{bt}=400\text{ n/mm}^2$, 抗剪应力 $f_{bv}=250\text{ n/mm}^2$

$$F_g=R_{\text{端部}}+R_1=4.66+2.43=7.09\text{ KN},$$

M20最大抗剪应力 $t=F/A=31.2\text{ n/mm}^2<250\text{ n/mm}^2$, 满足要求。

4、焊缝强度验算

框架平台横梁与垂直导向方柱连接采用焊接工艺, 焊缝长度80mm, 焊缝高度6~8mm

抗剪应力 $f_{bv}=170\text{ n/mm}^2$

角焊缝最大抗剪应力 $t=F/(0.71\times h)=21.1\text{ n/mm}^2<170\text{ n/mm}^2$ 满足要求

5、立柱的稳定性验算

荷载标准值: 作用于施工梯笼的荷载包括静态荷载、动态荷载和风荷载。

静态荷载标准值包括以下内容:

(1) 每米立柱承受的结构自重标准值, 为 0.50 kN/m

$$NG_1=0.50\times 90=45\text{kn},$$

(2) 脚踏板的自重标准值为 0.10 kN/m^2

$$NG_2=0.1\times 23\times 3.0\times 2.0=14\text{kn},$$

(3) 吊挂的安全设施荷载, 包括安全网: 0.065 kN/m

$$NG_3=0.065\times 90\times (3.0+2.0)/2=15\text{kn},$$

经计算得到, 静态荷载标准值

$$NG=NG_1+NG_2+NG_3=74\text{ kN};$$

动态荷载标准值:

动态荷载为施工荷载标准值产生的轴向力总和, 立柱按一纵距内施工荷载总和的1/2取值。

$$NQ=2\text{ kN/m}^2\times 2.0\times 3.0\times 2/2=12\text{ kN};$$

考虑风荷载时, 立柱的轴向压力设计值为

$$N=1.2NG+0.90\times 1.5NQ=1.2\times 74+0.9\times 1.5\times 12=105\text{ kN};$$

不考虑风荷载时, 立柱的轴向压力设计值为

中华人民共和国一级注册结构工程师(49)

姓名: 李永长

注册号: 6101321-S002

有效期: 至2025年12月



建设工程勘察设计出图专用章(25)

国昇设计有限责任公司

工程 设计 资 质 等 级	建筑行业(建筑工程)	甲级
	市政行业(道路工程)	甲级
	风景园林工程	甲级
	环境工程 水污染防治工程	甲级

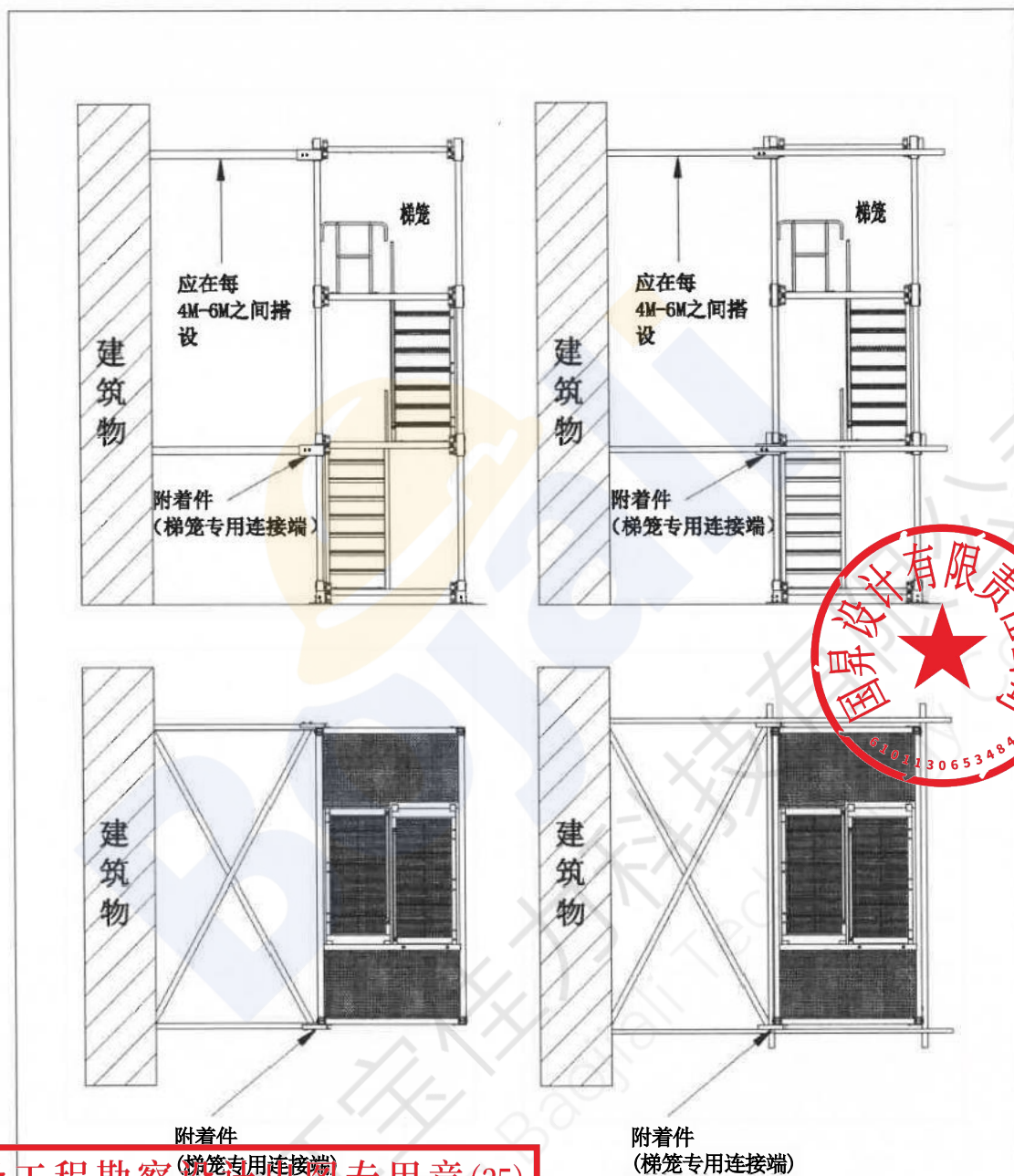
资质证书编号 A 1 6 1 0 1 3 2 1 6

发证机关 住 房 和 城 乡 建 设 部

有 效 期 二 零 二 五 年 十 二 月 三 十 一 日

获取完整、无
水印计算书联
系官方

13336064501



建设工程勘察(设计)施工图专用章(25)
国昇设计有限责任公司

工程设计	建筑行业(建筑工程)	甲级
资质等级	市政行业(道路工程)	甲级
	风景园林工程	甲级
	环境工程 水污染防治工程	甲级

资质证书编号 A161013216

发证机关 住房和城乡建设部

有效期 二零二五年十二月三十一日

附着件
(梯笼专用连接端)

回字附着方式

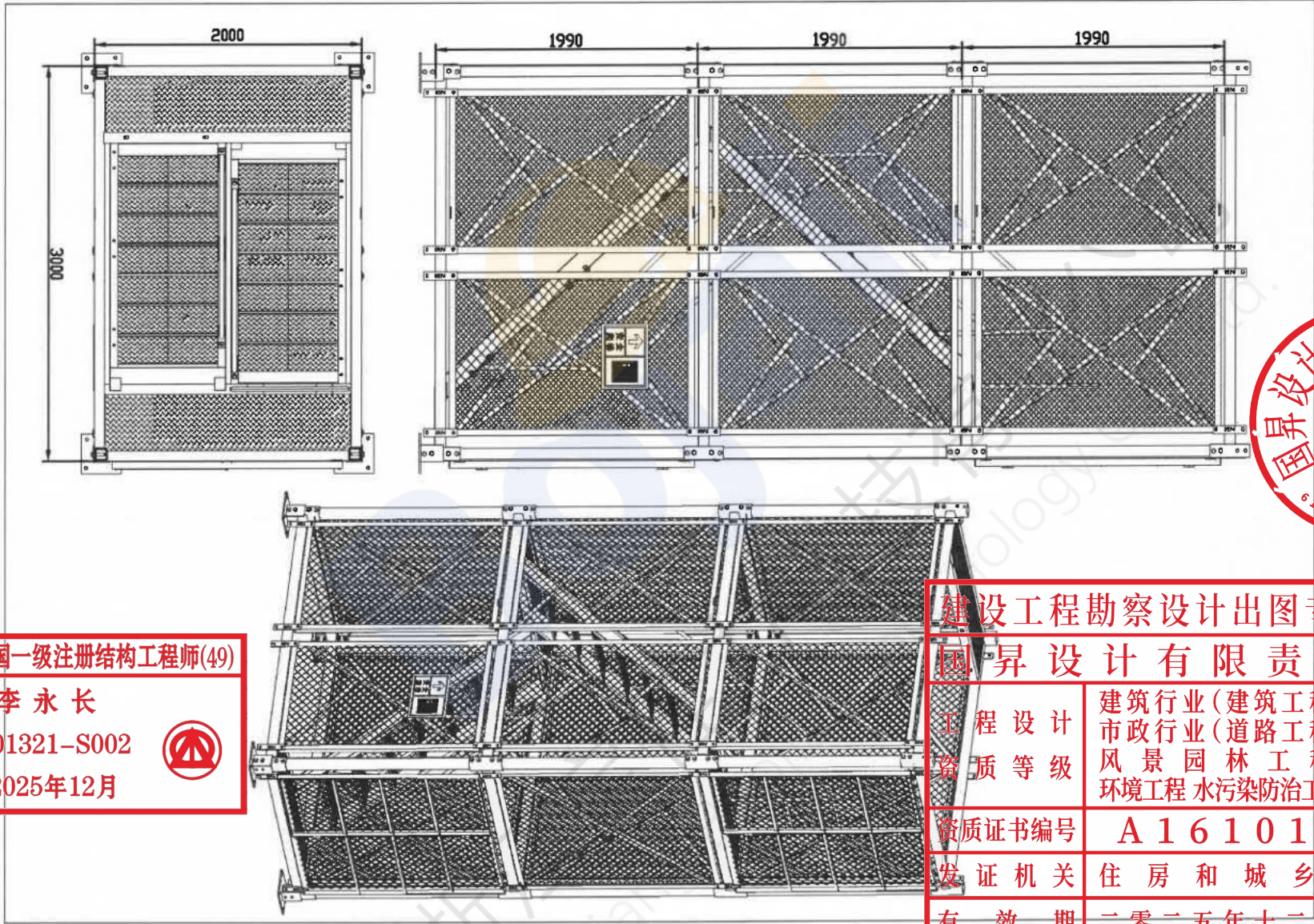
中华人民共和国一级注册结构工程师(49)

姓名: 李永长

注册号: 6101321-S002

有效期: 至2025年12月





中华人民共和国一级注册结构工程师(49)

姓名: 李永长

注册号: 6101321-S002

有效期: 至2025年12月



建设工程勘察设计出图专用章(25)		
国昇设计有限责任公司		
工程 设计 资 质 等 级	建筑行业(建筑工程)	甲级
	市政行业(道路工程)	甲级
	风景园林工程	甲级
	环境工程 水污染防治工程	甲级
资质证书编号	A 1 6 1 0 1 3 2 1 6	
发证机关	住 房 和 城 乡	建 设 部
有 效 期	二 零 二 五 年 十 二 月 三 十 一 日	