目录

[一. 构件编号 2](#_Toc108778860)

[二. 示意图 2](#_Toc108778861)

[三. 基本资料 2](#_Toc108778862)

[3.1 依据规范 2](#_Toc108778863)

[3.2 几何参数 3](#_Toc108778864)

[3.3 荷载标准值 3](#_Toc108778865)

[3.1 材料信息 3](#_Toc108778866)

[四. 计算过程 3](#_Toc108778867)

[4.1 几何参数 3](#_Toc108778868)

[4.2 荷载计算 3](#_Toc108778869)

[4.3 正截面受弯承载力计算 4](#_Toc108778870)

[五. 计算结果 4](#_Toc108778871)

[六. 挠度验算 5](#_Toc108778872)

[6.1 计算永久组合弯距值Mq 5](#_Toc108778873)

[6.2 计算受弯构件的短期刚度 Bs 5](#_Toc108778874)

[6.3 计算受弯构件的长期刚度B 5](#_Toc108778875)

[6.4 计算受弯构件挠度 6](#_Toc108778876)

[6.5 验算挠度 6](#_Toc108778877)

[七. 裂缝宽度验算 6](#_Toc108778878)

[7.1 计算准永久组合弯距值Mq 6](#_Toc108778879)

[7.2 最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离 6](#_Toc108778880)

[7.3 计算按荷载荷载效应的准永久组合作用下构件纵向受拉钢筋应力 6](#_Toc108778881)

[7.4 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率 6](#_Toc108778882)

[7.5 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数ψ 6](#_Toc108778883)

[7.6 计算单位面积钢筋根数n 6](#_Toc108778884)

[7.7 计算受拉区纵向钢筋的等效直径deq 7](#_Toc108778885)

[7.8 计算最大裂缝宽度 7](#_Toc108778886)

板式楼梯结构计算书

# 构件编号

项目编号：{{cal\_book.project\_ID}}

构件编号：{{cal\_book.stair\_ID}}

# 示意图

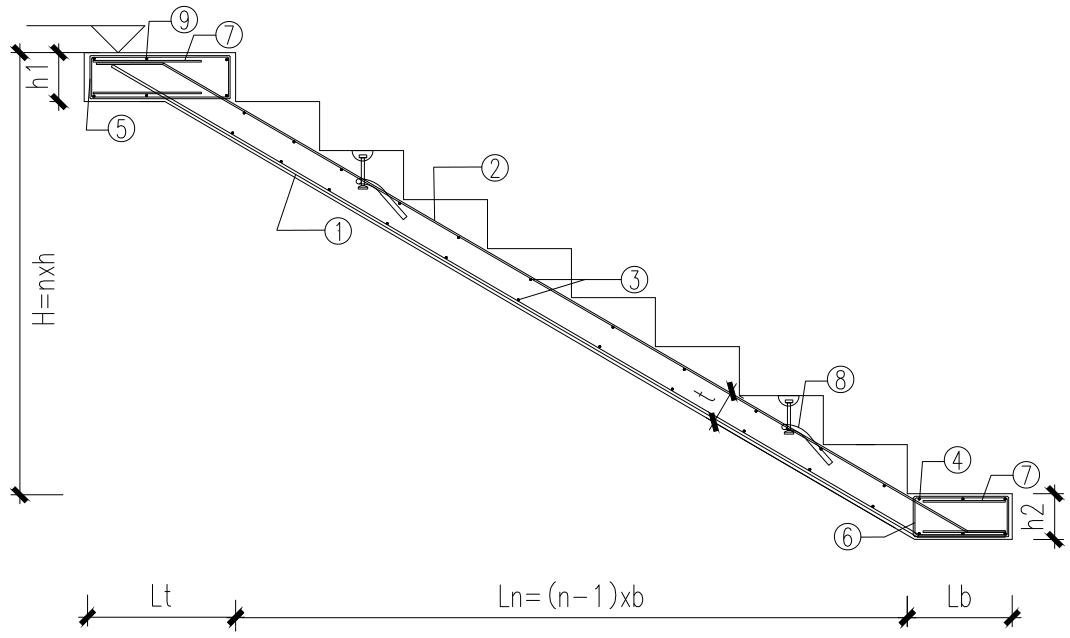


图 1.正视图

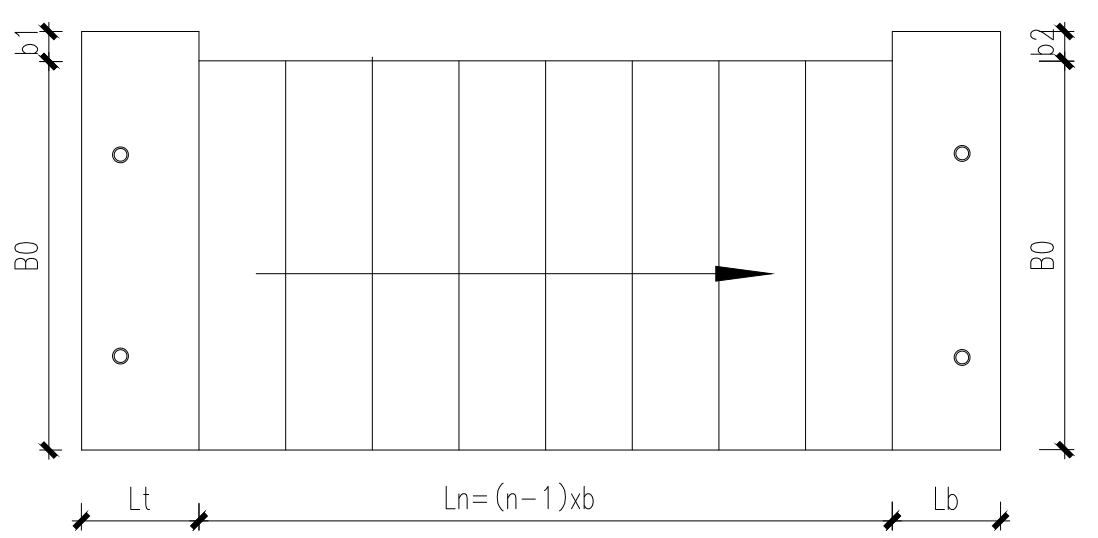


图 2.俯视图

表格 1.参数说明

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **结构输入参数** | **Ln** | **H** | **Lt** | **Lb** |
| 净跨 | 楼梯高度 | 顶端上边长 | 底端上边长 |
| **t** | n |  |  |
| 梯段板厚度 | 踏步数 |  |  |
| **计算参数** | **b** | **h** |  |  |
| 踏步宽度 | 踏步高度 |  |  |

# 基本资料

1. 依据规范

《建筑结构荷载规范》（GB 50009－2012）

《混凝土结构设计规范》（GB 50010－2010）

《预制钢筋混凝土板式楼梯》15G367-1

《建筑结构可靠性设计统一标准》（GB 50068-2018）

《楼梯 栏杆 栏板（一）》（15J403-1）

《民用建筑设计统一标准》（GB 50352-2019）

1. 几何参数

楼梯净跨: Ln = {{cal\_book.Ln}} mm 楼梯高度: H = {{cal\_book.H}} mm

梯段板厚: t = {{cal\_book.t}} mm 踏步数: n = {{cal\_book.steps\_number}} (阶)

顶端上边长: Lt = {{cal\_book.L\_t}} mm

底端上边长: Lb = {{cal\_book.L\_b}} mm

1. 荷载标准值

可变荷载：qqk = {{cal\_book.q\_qk}} kN/m2

栏杆荷载：gf = {{cal\_book.g\_f}} kN/m

永久荷载分项系数: γG = {{cal\_book.r\_g}} 可变荷载分项系数: γQ = {{cal\_book.r\_q}}

准永久值系数: ψq = {{cal\_book.fi\_q}} 组合值系数ψc = {{cal\_book.fi\_c}}

1. 材料信息

混凝土强度等级: {{cal\_book.concrete\_name}} fc = {{cal\_book.concrete\_f\_c}} N/mm2

ft ={{cal\_book.concrete\_f\_t}} N/mm2 Rc= {{cal\_book.rc}} kN/m3

ftk = {{cal\_book.concrete\_f\_tk}} N/mm2 Ec = {{cal\_book.concrete\_ec}} N/mm2

钢筋强度等级: {{cal\_book.rebar\_name}} fy = {{cal\_book.rebar\_f\_y}} N/mm2

Es ={{cal\_book. rebar\_es}} N/mm2

保护层厚度：c = {{cal\_book.concrete\_cover}} mm

纵筋合力边距：as = {{cal\_book.a\_s}} mm

# 计算过程

1. 几何参数

踏步高度:h = {{‘%.0f’%(cal\_book.steps\_h)}} mm

踏步宽度:b = {{‘%.0f’%(cal\_book.steps\_b)}} mm

计算跨度:L0 = Ln＋Lt＋Lb = {{‘%.0f’%(cal\_book.L0)}} mm

梯段板与水平方向夹角余弦值:cosα= {{‘%.2f’%(cal\_book.cos)}}

1. 荷载计算

**自****重**：gkt = Rc\*B\*(t/cosα＋h/2) ={{cal\_book.rc}}\*1\*({{cal\_book.t}}/{{‘%.2f’%(cal\_book.cos)}}＋{{‘%.0f’%(cal\_book.steps\_h)}}/2)= {{‘%.3f’%(cal\_book.g\_kt)}} kN/m

恒荷标准值：gk = gkt＋gf = {{‘%.3f’%(cal\_book.g\_kt)}}＋{{cal\_book.g\_f}} = {{‘%.3f’%(cal\_book.g\_k)}} kN/m

**恒荷控制：**

Pn(G) = 1.35\*gk＋γQ\*ψc\*B\*qqk = 1.35\*{{‘%.3f’%(cal\_book.g\_k)}}＋{{cal\_book.r\_q}}\*{{cal\_book.fi\_c}}\*1\*{{cal\_book.q\_qk}} ={{‘%.3f’%(cal\_book.png)}} kN/m

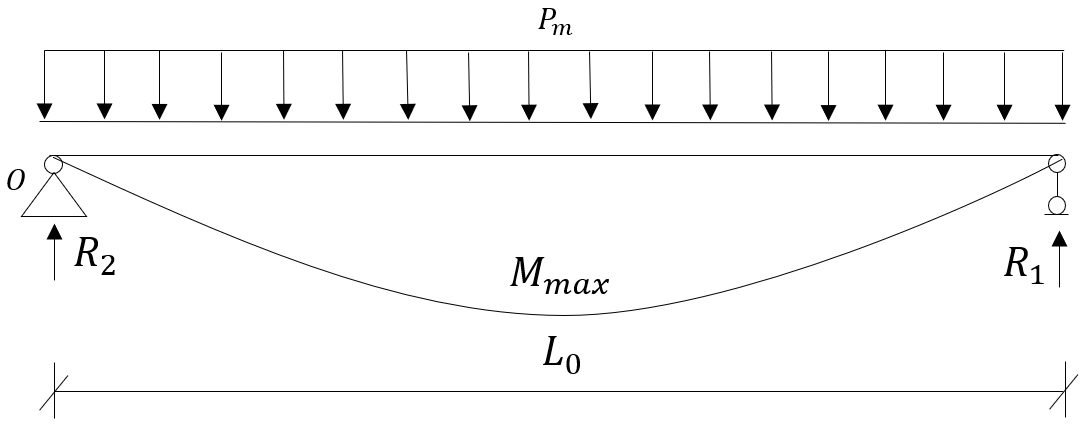
**活荷控制：**

Pn(L) = γG\*gk＋γQ\*B\*qqk = {{cal\_book.r\_g}}\*{{‘%.3f’%(cal\_book.g\_k)}}＋{{cal\_book.r\_q}}\*1\*{{cal\_book.q\_qk}} = {{‘%.3f’%(cal\_book.pnl)}} kN/m

荷载设计值：Pm = max{Pn(G),Pn(L)}= {{‘%.3f’%(cal\_book.pm)}} kN/m

1. 正截面受弯承载力计算

根据《预制钢筋混凝土板式楼梯》15G367-1图集，梯段板支座处为销键连接，上端支承处为固定铰支座，下端支承处为滑动铰支座，梯段板按简支计算模型，跨中弯矩达到最大，故：



{{‘%.2f’%(cal\_book.m\_max)}} kN\*m

h0= t-as= {{‘%.1f’%(cal\_book.h0)}} mm

{{‘%.3f’%(cal\_book.alpha\_s)}}

相对受压区高度： {{‘%.3f’%(cal\_book.ksi)}}={{cal\_book.ksi\_b}}

{%- if cal\_book.ksi < cal\_book.ksi\_b -%}

,符合规范要求

{%- else -%}

,不符合规范要求

{% endif %}

下部纵筋（①）计算面积： {{‘%.2f’%cal\_book.as\_1}} mm2

最小配筋率：ρmin= max(0.002,0.45ft/fy)= {{‘%.5f’%cal\_book.p\_c\_min}}

配筋率：ρ= {{‘%.5f’%cal\_book.p\_c}}ρmin

{%- if cal\_book.p\_c > (cal\_book.p\_c\_min) -%}

,满足最小配筋率的要求

{%- else -%}

,不满足最小配筋率的要求

{% endif %}

**混规(8.5.1)**

上部纵筋（②）计算面积：Ags=ρmin\*B\*t = {{‘%.2f’%cal\_book.as\_2}} mm2

分布钢筋计算面积：Adis= max{0.15\*,0.0015\*1000\*t}= {{‘%.2f’%cal\_book.as\_3}} mm2 **混规(9.1.7)**

# 计算结果

按单位板宽查表进行实际配筋

注：d表示一级钢、D表示二级钢、f表示三级钢、F表示四级钢；

1.①号下部纵筋计算结果：

计算面积As：{{‘%.2f’%cal\_book.as\_1}} mm2

采用方案：{{cal\_book.rebar\_symbol}}{{cal\_book.d\_fact\_1}}@{{cal\_book.spacing\_fact\_1}}

查表面积：{{‘%.2f’%cal\_book.as\_fact\_1}}mm2

2.②号上部纵筋计算结果：

计算面积Ags：{{‘%.2f’%cal\_book.as\_2}} mm2

采用方案：{{cal\_book.rebar\_symbol}}{{cal\_book.d\_fact\_2}}@{{cal\_book.spacing\_fact\_2}}

查表面积：{{‘%.2f’%cal\_book.as\_fact\_2}} mm2

3.③号中部分布钢筋计算结果：

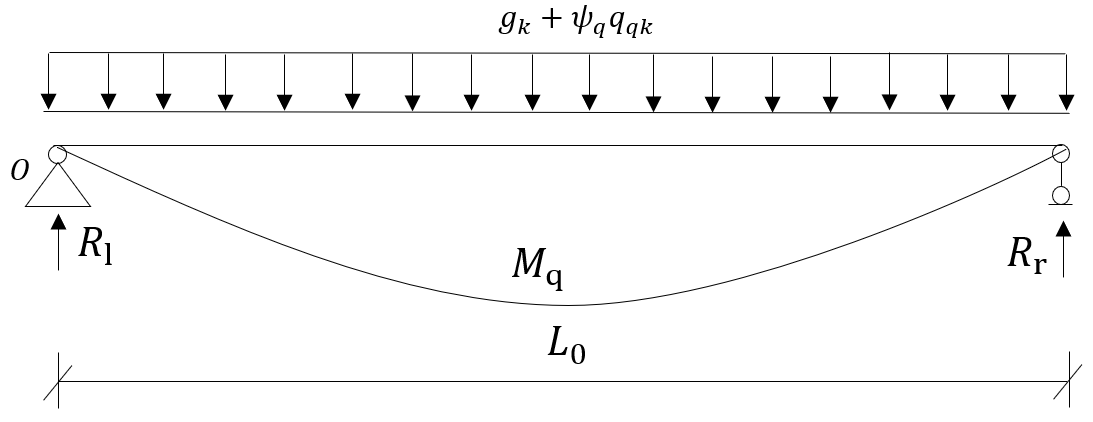
计算面积Adis：{{‘%.2f’%cal\_book.as\_3}} mm2

采用方案：{{cal\_book.rebar\_symbol}}{{cal\_book.d\_fact\_3}}@{{cal\_book.spacing\_fact\_3}}

查表面积：{{‘%.2f’%cal\_book.as\_fact\_3}} mm2

# 挠度验算

1. 计算永久组合弯距值Mq



Mq = Mgk + Mqk

= {{‘%.3f’%cal\_book.mq}} kN\*m

1. 计算受弯构件的短期刚度 Bs

1) 计算按荷载荷载效应的两种组合作用下，构件纵向受拉钢筋应力

σsq = Mq/(0.87\*h0\*As) **混规(7.1.4-3)**

= {{‘%.2f’%cal\_book.sigma\_sq}} N/mm2

2) 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的**纵向受拉钢筋配筋率**

**矩形截面积**: Ate = 0.5\*b\*h = 0.5\*1000\*{{cal\_book.t}}= {{cal\_book.a\_te}} mm2

ρte = As/Ate **混规(7.1.2－5)**

= {{‘%.5f’%(cal\_book.p\_te\*100) }}%

3) 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数ψ

ψ = 1.1-0.65\*ftk/(ρte\*σsq) **混规(7.1.2－2)**

= {{‘%.3f’%(cal\_book.fi\_i)}}

当ψ小于0.2，取ψ=0.2；当ψ>1.0时，取ψ=1.0；

故ψ = {{‘%.3f’%(cal\_book.fi)}}。

4) 计算钢筋与混凝土弹性模量的比值 αE

αE = ES/EC

= {{‘%.3f’%cal\_book.alpha\_e}}

5) 计算受压翼缘面积与腹板有效面积的比值 γf

矩形截面，γf = {{cal\_book.gama\_f}}

6) 计算纵向受拉钢筋配筋率ρ

ρ = As/(b\*h0)

= {{‘%.3f’%(cal\_book.p\_t \*100)}}%

7) 计算受弯构件的短期刚度 BS

Bs = Es\*As\*h02/[1.15\*ψ+0.2+6\*αE\*ρ/(1+ 3.5\*γf)] **混规(7.2.3-1)**

= {{cal\_book.rebar\_es}}\*{{‘%.3f’%cal\_book.as\_fact\_1}}\*{{cal\_book.h0}}2/[1.15\*{{‘%.3f’%(cal\_book.fi)}}+0.2+6\*{{‘%.3f’%cal\_book.alpha\_e}}\* {{‘%.5f’%(cal\_book.p\_t)}}/(1+3.5\*{{cal\_book.gama\_f}})]

= {{‘%.2f’%cal\_book.b\_s}} kN\*m2

1. 计算受弯构件的长期刚度B

1) 确定考虑荷载长期效应组合对挠度的增大影响系数θ

当ρ`=0时，θ=2.0

当ρ`=ρ时，θ=1.6

由计算可知 ={{‘%.2f’%cal\_book.as\_fact\_2}}/{{‘%.2f’%cal\_book.as\_fact\_1}}，经过线性插值可知θ=2-{{‘%.2f’%cal\_book.m\_theta}}\*0.4={{‘%.3f’%cal\_book.theta}} **混规(7.2.5)**

2) 计算受弯构件的长期刚度 B

B = Bs/θ **混规(7.2.2-2)**

= {{‘%.2f’% cal\_book.b\_s}}/ {{‘%.3f’%cal\_book.theta}}

= {{‘%.3f’% cal\_book.b\_l}} kN\*m2

1. 计算受弯构件挠度

fmaxk = 5\*Mq\*L02/(48\*B)

= {{‘%.3f’% cal\_book.f\_maxk}} mm

1. 验算挠度

挠度限值f0=L0/200={{‘%.3f’% cal\_book.f\_0}} mm,

{%- if (cal\_book.f\_maxk)< cal\_book.f\_0 -%}

, **满足规范要求**

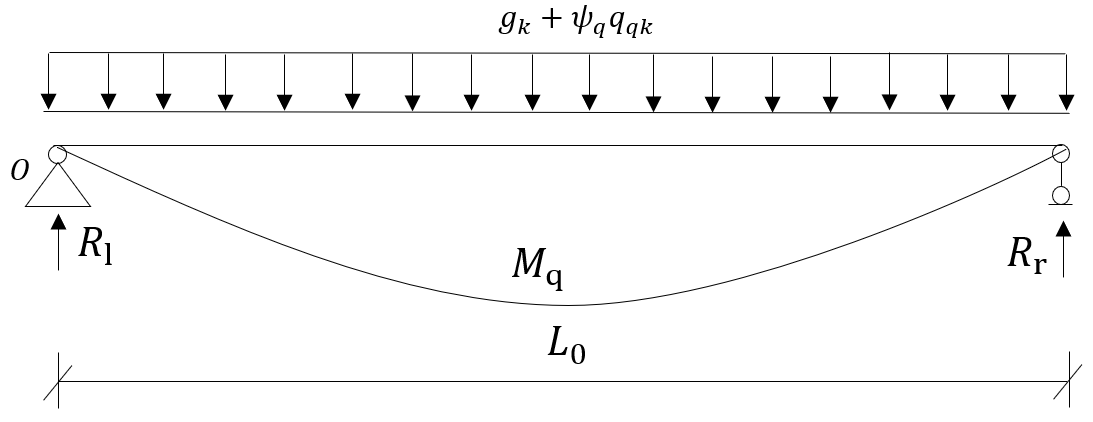
{%- else -%}

, **不符合规范要求**

{% endif %}

# 裂缝宽度验算

1. 计算准永久组合弯距值Mq



Mq = Mgk+ψqMqk

= {{‘%.3f’%cal\_book.mq}} kN\*m

相对粘结特性系数：

{%- if cal\_book.v\_i ==1 -%}

带肋钢筋，所以Vi=1。

{%- else -%}

光圆钢筋，所以Vi=0.7。

{% endif %}

1. 最外层纵向受拉钢筋外边缘至受拉区底边的距离

cs = {{cal\_book.c\_s}} mm

1. 计算按荷载荷载效应的准永久组合作用下构件纵向受拉钢筋应力

σsq = Mq/(0.87\*h0\*As) **混规(7.1.4-3)**

= {{‘%.2f’% cal\_book.sigma\_sq}} N/mm2

1. 计算按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率

矩形截面积: Ate = 0.5\*b\*h = 0.5\*1000\*{{cal\_book.t}} = {{cal\_book.a\_te}} mm2

ρte = As/Ate **混规(7.1.2－5)**

= {{‘%.2f’%cal\_book.as\_fact\_1}}/{{cal\_book.a\_te}}

= {{‘%.3f’%(cal\_book.p\_te\*100)}}%

若ρte 小于1.000%，则ρte=1.000%。

ρte={{‘%.3f’%(cal\_book.p\_te\_w\*100)}}%

1. 计算裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数ψ

ψ = 1.1-0.65\*ftk/(ρte\*σsq) **混规(7.1.2－2)**

= {{‘%.2f’%(cal\_book.fi\_w\_i)}}

当ψ小于0.2，取ψ=0.2；当ψ>1.0时，取ψ=1.0；

故ψ={{‘%.2f’%(cal\_book.fi\_w)}}。

1. 计算单位板宽钢筋根数n

ni = 1000/间距

= 1000/{{cal\_book.spacing\_fact\_1}}+1

= {{‘%.0f’%cal\_book.rebar\_n}} (取整)

1. 计算受拉区纵向钢筋的等效直径deq

deq= (∑ni\*di2)/(∑ni\*Vi\*di)

= {{‘%.0f’%cal\_book.d\_eq}} mm

1. 计算最大裂缝宽度

ωmax =αcr\*ψ\*σsq\*(1.9\*cs +0.08\*deq/ρte)/ES **混规(7.1.2－1)**

=1.9\*{{‘%.2f’%(cal\_book.fi)}}\*{{‘%.2f’%cal\_book.sigma\_sq}}\*(1.9\* {{cal\_book.c\_s}}+0.08\*{{‘%.0f’%cal\_book.d\_eq}}/{{‘%.3f’%(cal\_book.p\_te\_w)}})/{{cal\_book.rebar\_es}}

= {{‘%.3f’%cal\_book.w\_max}} mm

{%- if cal\_book.w\_max < cal\_book.w\_limit -%}

,满足规范要求

{%- else -%}

,不符合规范要求

{% endif %}