

# 南京牛首山文化旅游区一期工程

## 佛顶宫项目 给水排水工程

### 设计特点解析

# 设计特点解析

项目概况

山体建筑的  
雨水排水  
策略及措施

禅境大观大空间  
灾情分析  
防火防灾对策

给水排水  
工程中的  
绿色设计

# 项目概况



佛顶宫全景

**ECADI**

# 项目概况

项目背景

项目位置及  
现状

项目建筑  
使用功能

项目给水排水  
工程设计



# 项目背景

- 南京牛首山大遗址公园的核心区、其为佛教南宗的发祥地
- 佛教释迦摩尼顶骨舍利日常供奉地
- 文化、旅游、商业、宗教等多重功能及属性

## 项目位置及现状



▲项目原有地貌

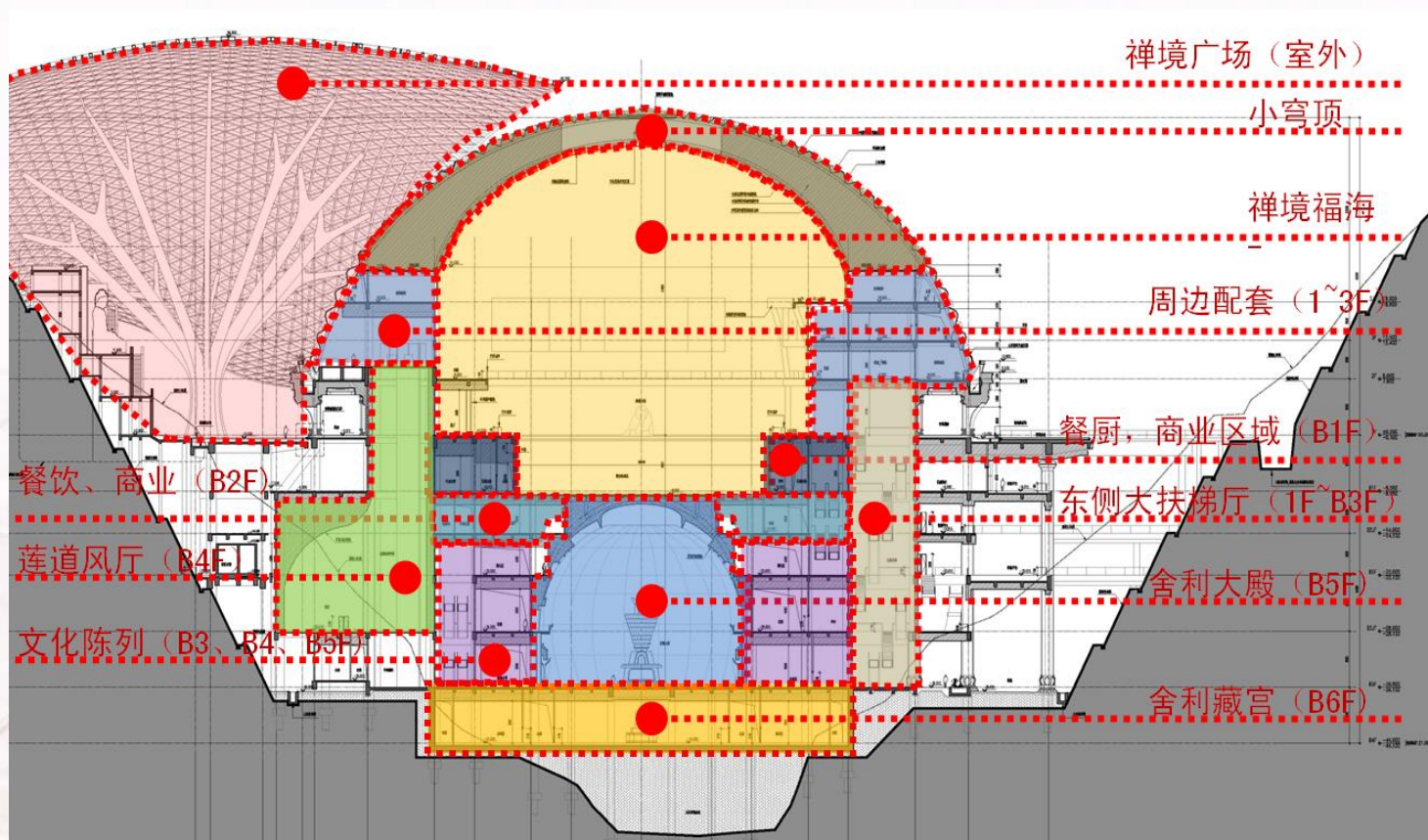
- 项目所处区域位于原牛首山西峰旧矿坑，依势而建
- 项目区四面环山，周围山体高程250m~140m之间
- 设计的重中之中：整个区域的山体排洪与建筑雨水排水紧密结合

## 项目建筑使用功能

- 建设用地面积：59215m<sup>2</sup>
- 总建筑面积：121708m<sup>2</sup>
- 建筑地上面积(四层)：25137m<sup>2</sup>
- 建筑地下面积(六层)：96571m<sup>2</sup>
- 建筑高度：46m



# 项目建筑使用功能



▲建筑使用功能剖面图



# 项目给排水工程设计

- 给水用水量：最高日  $913 \text{ (m}^3/\text{d)}$ ，最大时  $213 \text{ (m}^3/\text{hr)}$
- 热水用水量：最大日  $214 \text{ (m}^3/\text{d)}$ ，最高时  $208 \text{ (m}^3/\text{hr)}$
- 空调冷却循环水量： $1363 \text{ (m}^3 / \text{hr)}$
- 生活污水废水排水量：最高日  $636 \text{ (m}^3/\text{d)}$ ，最大时  $92 \text{ (m}^3 / \text{hr)}$

# 项目给排水工程设计

- 消防用水量
- 室外消火栓系统 30 ( l / s ) , 火灾延续时间 4hr
- 室内消火栓系统 40 ( l / s ) , 火灾延续时间 4hr
- 自动喷水灭火系统 35 ( l / s ) , 火灾延续时间 1hr
- 大空间智能型主动喷水灭火系统 20 ( l / s ) , 火灾延续时间 1hr
- 自动消防炮用水量 : 80 ( l / s ) , 火灾延续时间为1hr
- (两台负责灭火 , 两台负责隔离烟雾 , 4台同时作用)

# 项目给排水工程设计

## 给水系统

- 市政直接供水高位水箱：地上3JF处
- 高位水箱重力给水：地下B1F—B6F
- 变频增压给水泵组：地上1F~4F
- 区域静水压力 $\leq 0.45\text{Mpa}$ ，部分供水支管水压 $> 0.20\text{MPa}$



# 项目给排水工程设计

## 热水系统

- 餐饮厨房等供应热水
- 太阳能集中热水供应系统
- 辅助热源为热水锅炉
- 太阳能热水系统产生热水量占生活热水量的比例达到10.98%

# 项目给排水工程设计

## 排水系统

- 室内生活排水：污、废合流
- 餐厨排水 ➡ 新鲜油脂分离器 ➡ 重力排放
- 室外生活排水 ➡ 合流重力排水 ➡ 下游污水处理站
- 山体雨水排水 ➡ 环形山体排洪沟 ➡ 下游水库  
( 高程165m以上范围 )
- 室外场地雨水排水 ➡ 大口径排水管 ➡ 下游水库  
    └➡ 全流量机械排水 ➡ 下游水库

# 项目给排水工程设计

## 消防系统

| 消防水系统          | 供水方式 | 设备配置            | 服务范围           |
|----------------|------|-----------------|----------------|
| 室外消火栓系统        | 临时高压 | 消防水泵、稳压装置       | 整个区域           |
| 室内消火栓系统        | 临时高压 | 消防水泵、稳压装置       | 整个区域           |
| 自动喷水灭火系统       | 临时高压 | 消防水泵、稳压装置       | 整个区域           |
| 大空间智能型主动喷水灭火系统 | 临时高压 | 消防水泵、高位水箱<br>稳压 | 净空 > 12m<br>空间 |
| 自动消防炮灭火系统      | 临时高压 | 消防水泵            | 禅镜大观           |

- 气体灭火系统 IG541洁净气体 组合分配式 强、弱电机房等
- 建筑灭火器 中/严重危险级 A/B/D火灾类别 整个区域

# 山体建筑的雨水排水策略及措施

排洪及雨水排水规划思路和总体布局

设计标准及计算方法讨论及确定

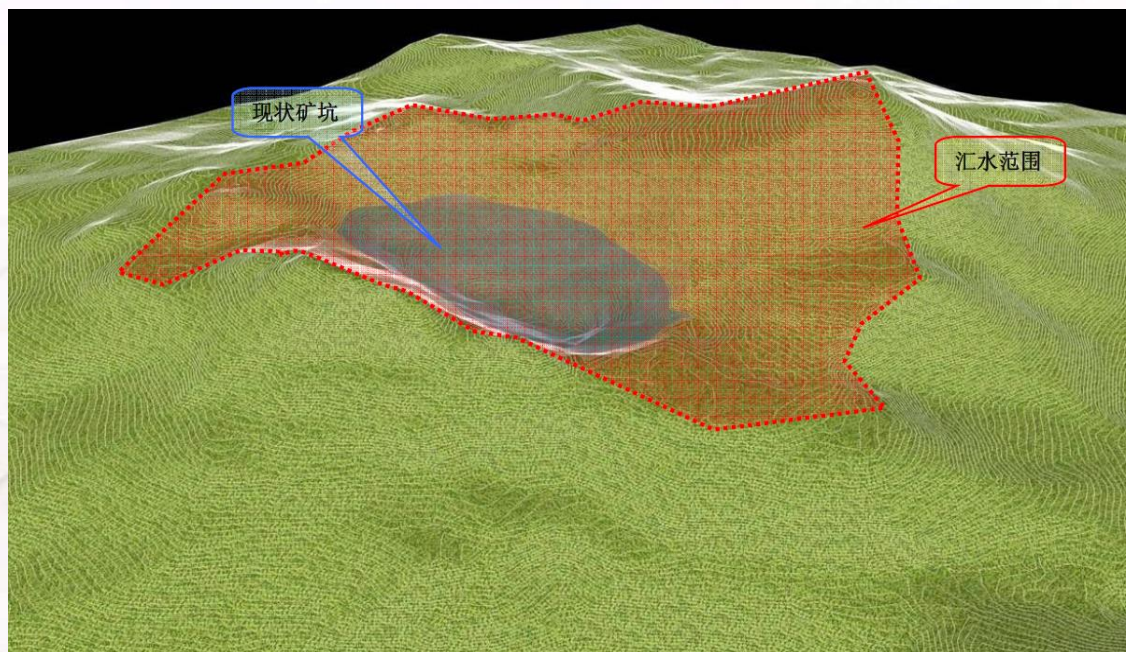


# 排洪及雨水排水规划思路 和总体布局

环山排洪沟设计  
( 高程165m以上 )

室外场地雨水排水设计  
( 高程165m以下 )

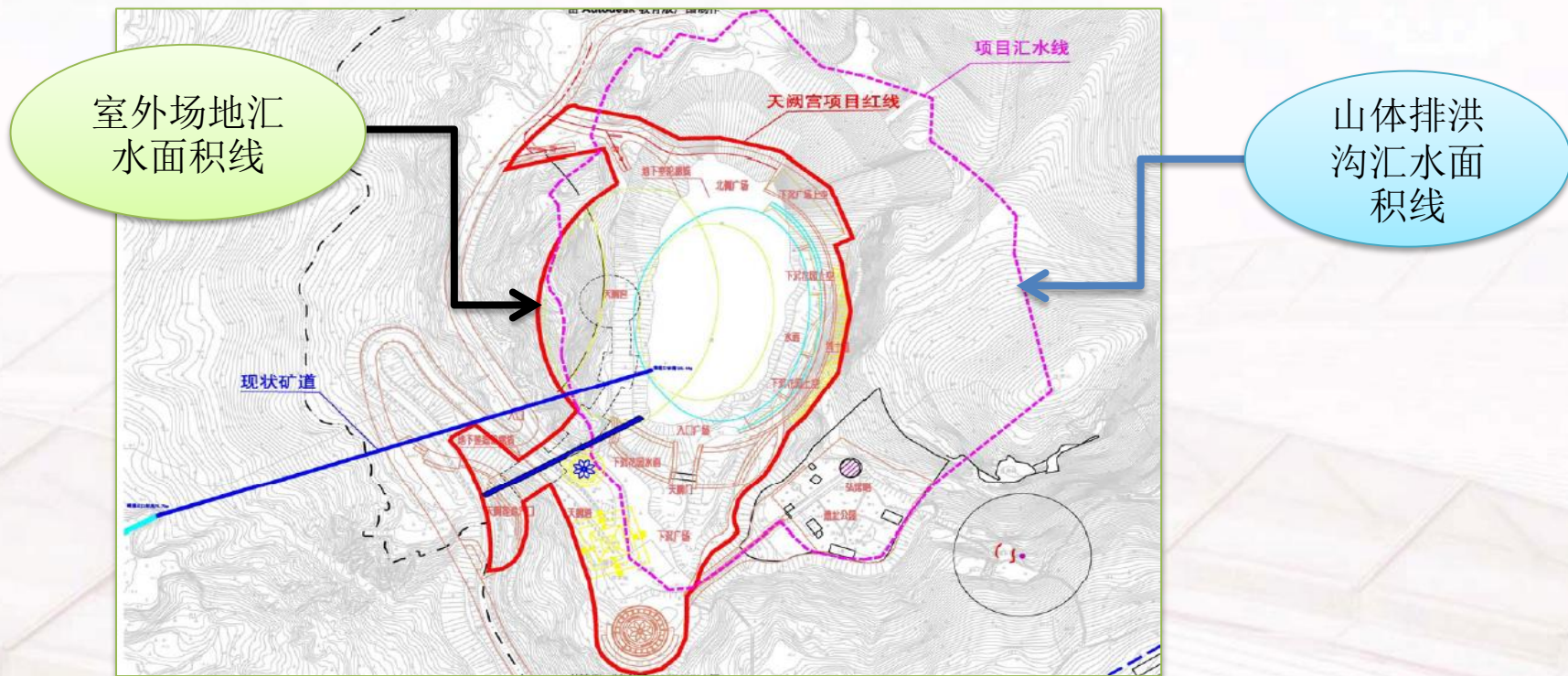
# 排洪及雨水排水规划思路 和总体布局



项目山体汇水面积示意图

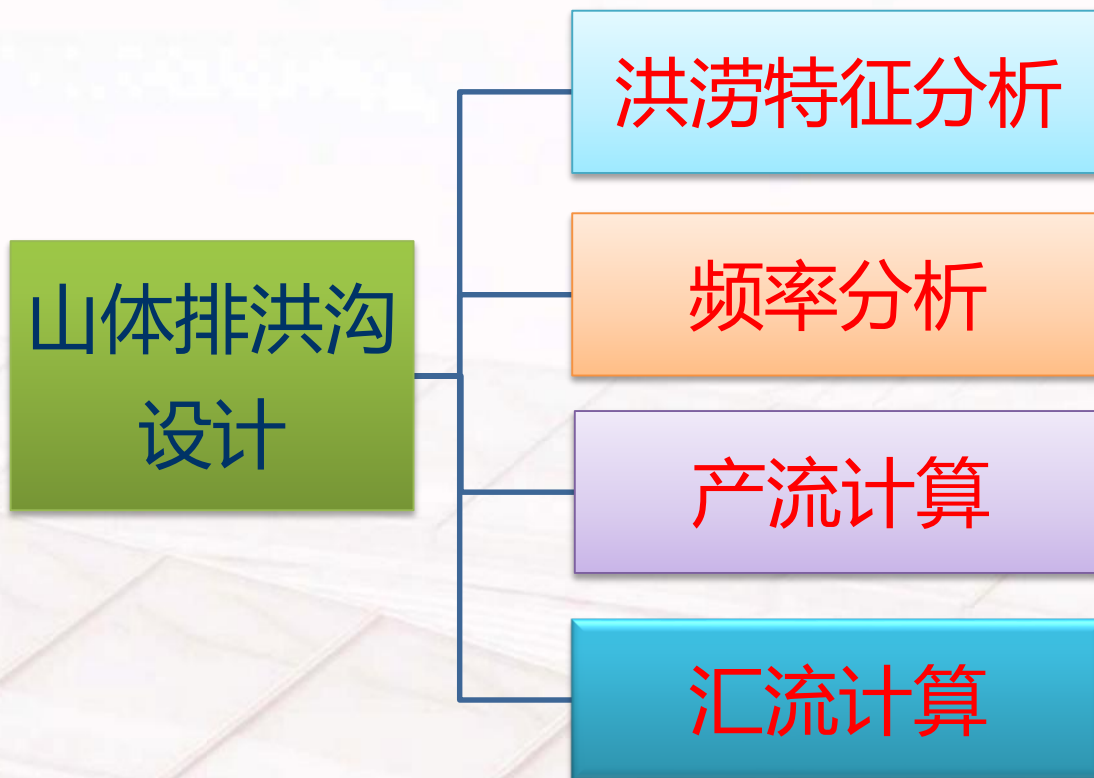


# 排洪及雨水排水规划思路 和总体布局



项目汇水面积示意图

# 设计标准及计算方法讨论及确定





# 排洪沟设计

## 洪涝特征分析

- 历史洪涝灾害频繁
- 山洪防御困难
- 地势低洼、周边雨水汇集地

# 排洪沟设计

## 频率分析

- 雨水频率分析计算
- 雨量频率分布参数
- 各统计时段设计雨量  
( 20、50、100年一遇 )

# 排洪沟设计

## 产 流 计 算

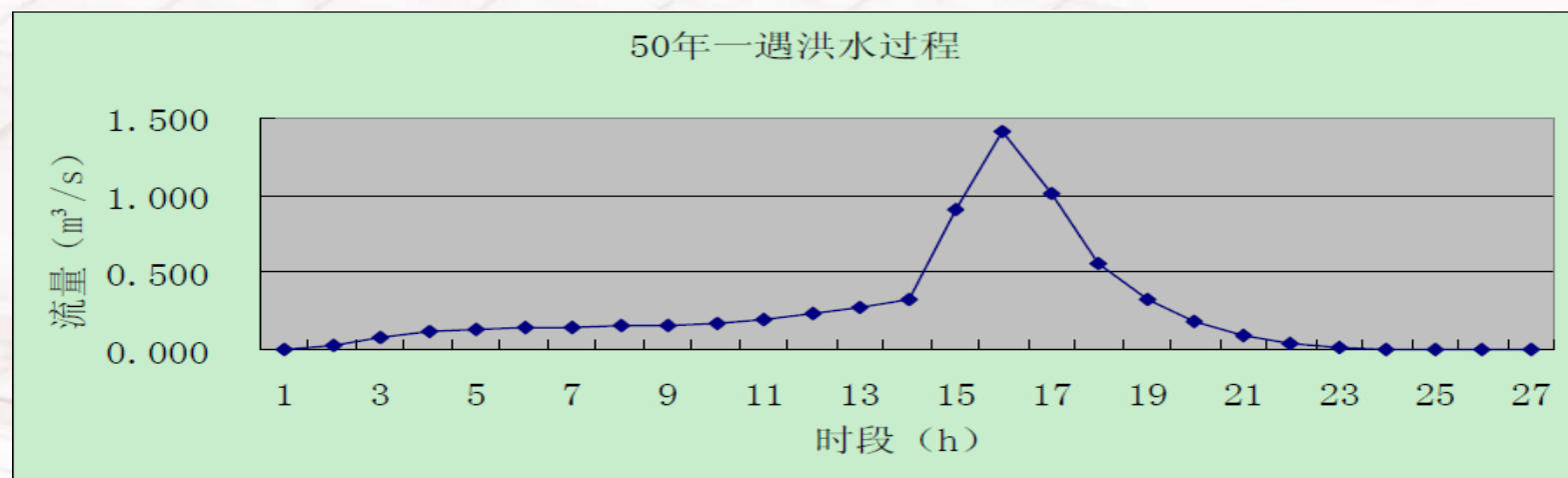
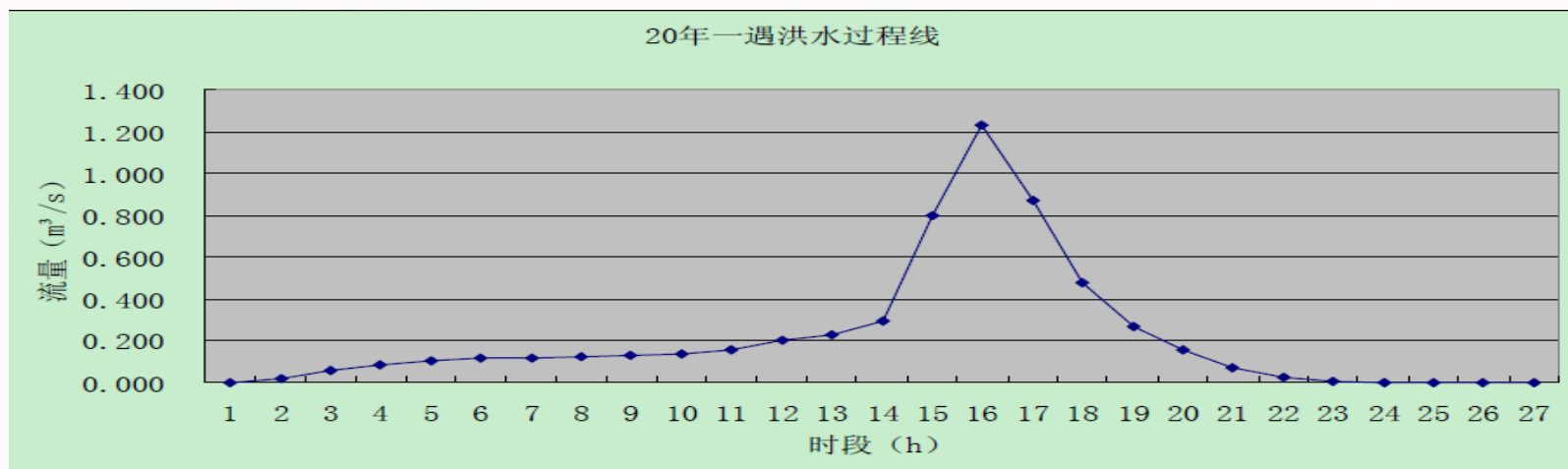
- 毛雨过程
- 净雨过程
- 各时段径流过程
- 总径流量推求

# 排洪沟设计

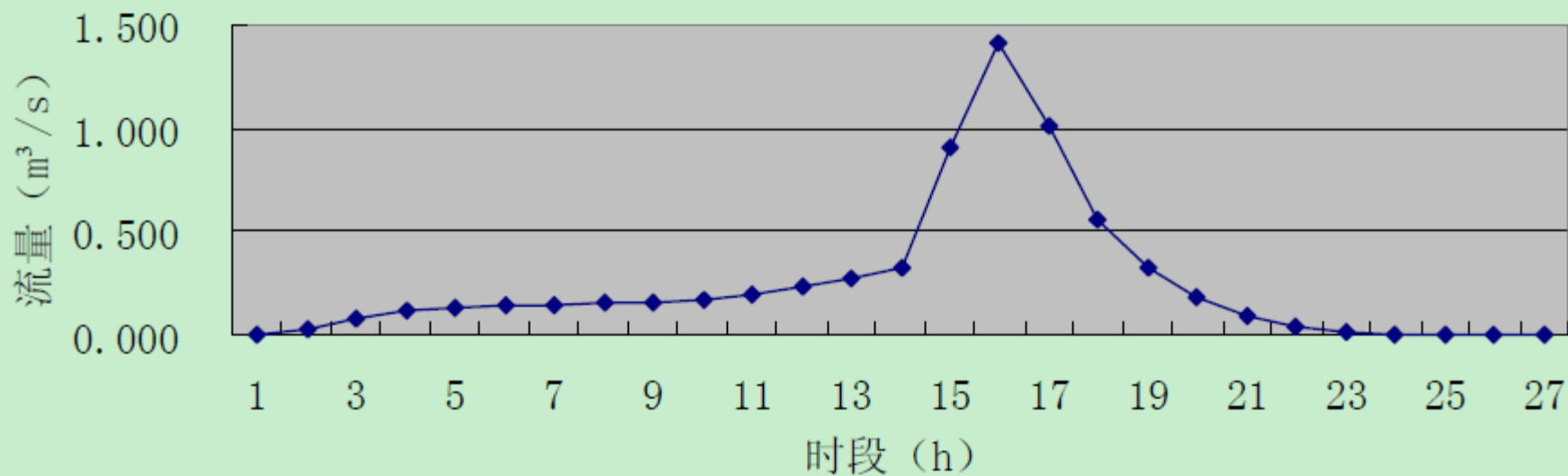
## 汇 流 计 算

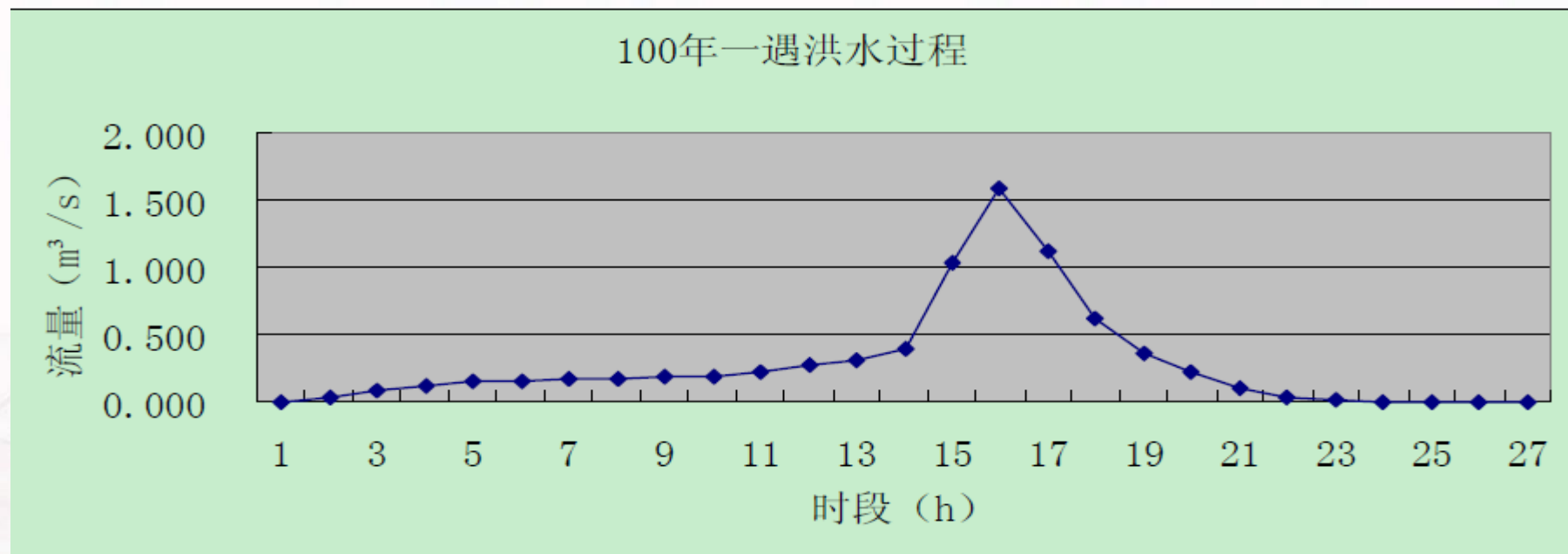
- 瞬时单位线法
- 同频率暴雨计算洪水过程
- 各重现期设计洪水过程线  
( 20、50、100年一遇 )
- 设计流量确定





50年一遇洪水过程





# 设计标准及计算方法讨论及确定

**室外场地雨  
水排水设计**

设计重现期的选用

设计计算公式的考量



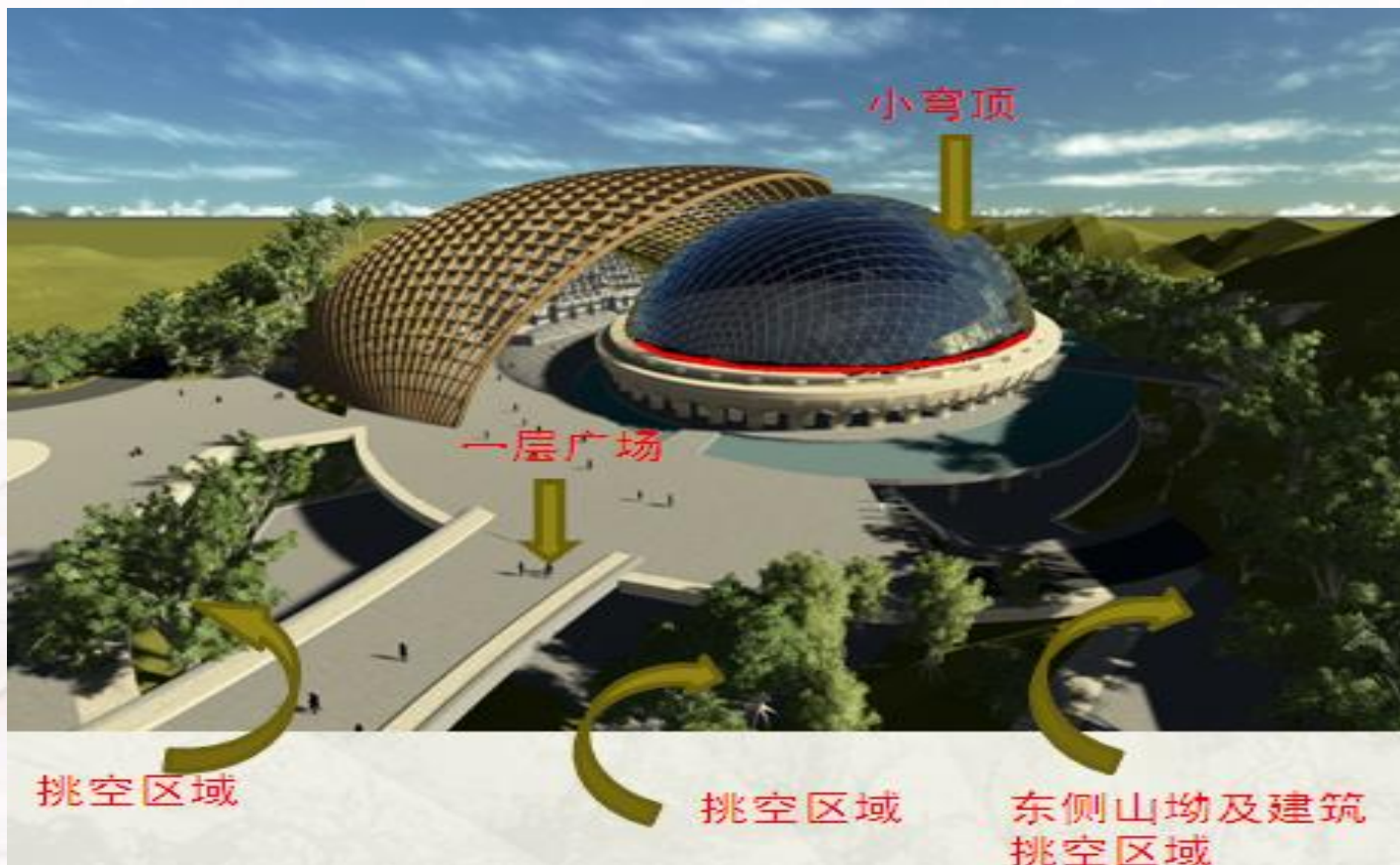
# 室外场地雨水排水设计

## 设计重现期的选用

- 结合规范新增规定及国外标准，提供设计重现期
- 考虑排入对象、高程、位置等不同，  
采用在同一排水系统采用不同的设计重现期
- 形成安全、可靠、经济的排水体系

# 室外场地雨水排水设计

设计重现期的选用



项目汇水分析示意图

ECADI

# 室外场地雨水排水设计

设计重现期的选用

| 区域                  | 汇水面积  | 南京市暴雨强度<br>(L/S. 100m <sup>2</sup> ) | 汇水面高程<br>(m) | 排水方向      |
|---------------------|-------|--------------------------------------|--------------|-----------|
| 东侧山坳<br>及挑空区<br>总面积 | 14852 | 6.84 (100年)                          | 129          | 地下五层雨水排水沟 |
| 小穹顶                 | 12000 | 6.84 (100年)                          | 137          | 一层雨水排水沟   |
| 一层广场<br>(佛顶塔)       | 11617 | 4.29 (5年)                            | 165          | 一层雨水排水沟   |
| 一层广场<br>(佛顶宫)       | 39074 | 4.29 (5年)                            | 165          | 一层雨水排水沟   |



# 室外场地雨水排水设计

## 设计计算公式的考量

### 最大径流量法：

- 雨水排水管渠按最大径流量设计
- 不计沟道容量沟道容量调蓄能力的利用
- 该方法更安全、可靠

### 沟道空隙容积利用法：

- 雨水排水管渠内各个设计断面最大径流量不是同时到达
- 利用该空隙容积可消减设计流量
- 充分利用沟道内潜力，经济性好，安全性差



# 室外场地雨水排水设计

设计计算公式的考量

两种计算公式的比较：

最大径流量法

沟道空隙容积利用法

1a重现期

=

3a重现期

3a重现期

=

10a重现期

10a重现期

=

100a重现期

按南京暴雨强度公式，三者设计流量相差为：32%、27%、40%

# 室外场地雨水排水设计

设计计算公式的考量

## 雨水管渠管段流量计算方法

- 面积叠加法
- 流量叠加法

# 室外场地雨水排水设计

## 设计计算公式的考量

### 两种计算方法区别：

- **前者:** 设计流量等于其上游管段转输流量加上本管段产生的流量之和，各管段的设计暴雨强度则是相应于该管段设计断面的**集水时间**的暴雨强度
- **后者:** 各设计管道所承担的各汇水面积之和，与计算管段的按同一**集水时间**而得的暴雨强度一起来计算流量
- **结论:** 汇水面积越大，距离越大，集水时间越大，暴雨强度差异更大，两者计算的设计流量差别会更大，**前者大于后者。**

# 室外场地雨水排水设计

## 面积叠加法和流量叠加法计算对比表

| 管段=            |       | 1-2                                                                                             | 2-3                               | 3-4                                                |
|----------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|
| 本段服务面积F        |       | A                                                                                               | B                                 | C                                                  |
| 本段入流雨水口        |       | a                                                                                               | b                                 | c                                                  |
| 转输服务面积F        |       | 0                                                                                               | A                                 | A+B                                                |
| 地面集水时间 $t_1$   |       | $t_1$                                                                                           | $t_1$                             | $t_1$                                              |
| 上游管内流行时间 $t_2$ |       | 0                                                                                               | $t_{1-2}$                         | $t_{1-2}+t_{2-3}$                                  |
| 降雨历时=集水时间t     |       | $t= t_1$                                                                                        | $< t= t_1+mt_{1-2}$               | $< t= t_1+m (t_{1-2}+t_{2-3})$                     |
| 暴雨强度q          |       | $q_A$                                                                                           | $q_{B(q_A>q_B)}$                  | $q_{C(q_B>q_C)}$                                   |
| 雨水管段设计         | 流量叠加法 | $\psi_A F_A q_A$                                                                                | $\psi_A F_A q_A + \psi_B F_B q_B$ | $\psi_A F_A q_A + \psi_B F_B q_B + \psi_C F_C q_C$ |
| 雨水流量Q          | 面积叠加法 | $\psi_A F_A q_C$                                                                                | $(\psi_A F_A + \psi_B F_B) q_C$   | $(\psi_A F_A + \psi_B F_B + \psi_C F_C) q_C$       |
| 结论             |       | $\psi_A F_A q_A + \psi_B F_B q_B + \psi_C F_C q_C > (\psi_A F_A + \psi_B F_B + \psi_C F_C) q_C$ |                                   |                                                    |



# 禅境大观大空间灾情分析及防火防灾对策

**方案设计**

**存在的问题**

**空间火灾**

**场景剖析**

**自动消防炮系统**

**小穹顶的防火、灭火措施论证与结果**

# 禅境大观大空间灾情分析及防火防灾对策

## 方案设计存在的问题

- 禅境大观展厅空间：112m\*62m\*42m
- 防火分区面积：9750m<sup>2</sup>  
(规范不应>4000m<sup>2</sup>)
- 小穹顶：大跨度铝合金材质作为承重材料  
(国内没有相应国家标准)

# 禅境大观大空间灾情分析及防火防灾对策

## 空间火灾场景剖析

禅境大观，电气故障引起装修材料、舞台设备 等燃烧

- 火灾场景（一）：场所设置自动消防炮，机械排烟失效
- 火灾场景（二）：场所设置自动消防炮未启动，机械排烟失效

# 禅境大观大空间灾情分析及防火防灾对策

热释放速率表

| 场景               | 热释放量Q（MW） |
|------------------|-----------|
| 设有自动喷水系统的商场      | 3         |
| 设有自动喷水系统的办公室，客房  | 1.5       |
| 设有自动喷水系统的公共场所    | 2.5       |
| 设有自动喷水系统的汽车库     | 1.5       |
| 设有自动喷水系统的超市，仓库   | 4         |
| 设有自动喷水系统的中庭      | 1         |
| 无设有自动喷水系统的办公室，客房 | 6         |
| 无设有自动喷水系统的汽车库    | 3         |
| 无设有自动喷水系统的中庭     | 4         |
| 无设有自动喷水系统的公共场所   | 8         |
| 无设有自动喷水系统的超市，仓库  | 20        |
| 设有自动喷水系统的厂房      | 1.5       |
| 无设有自动喷水系统的厂房     | 8         |

空间火灾场景剖析



# 禅境大观大空间灾情分析及防火防灾对策

## 结论:

### 空间火灾场景剖析

热释放速率表征火灾增长快慢的程度的重要参数，对其数值的有效控制将对失势的蔓延灾情的控制起到至关重要的作用

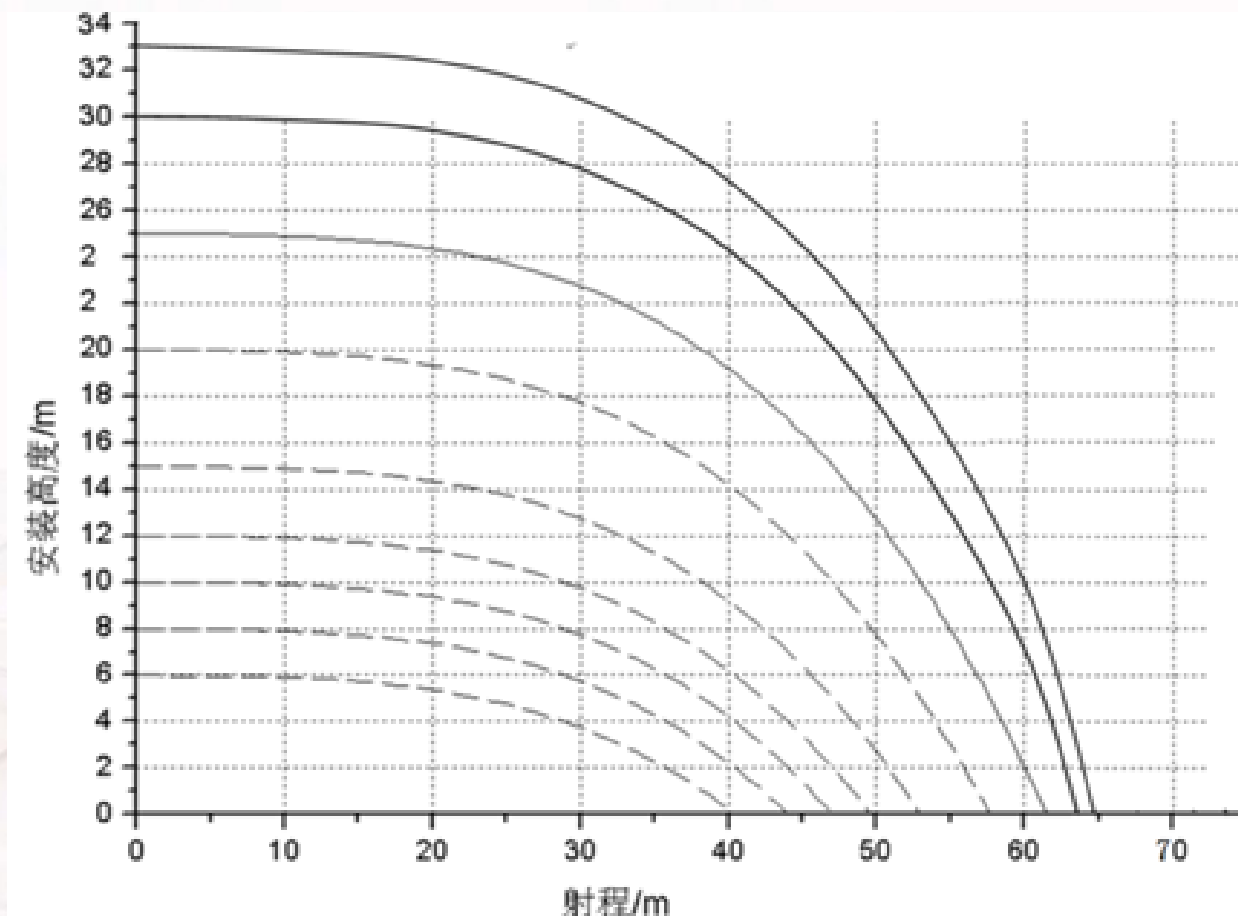
有无自动喷水系统对其数值的影响较大，禅境大观应设自动消防炮灭火系统

考虑空间热量、烟气蔓延，对人员疏散和屋顶铝合金结构构件影响，设有雾化能力的自动消防炮对空中烟雾进行稀释

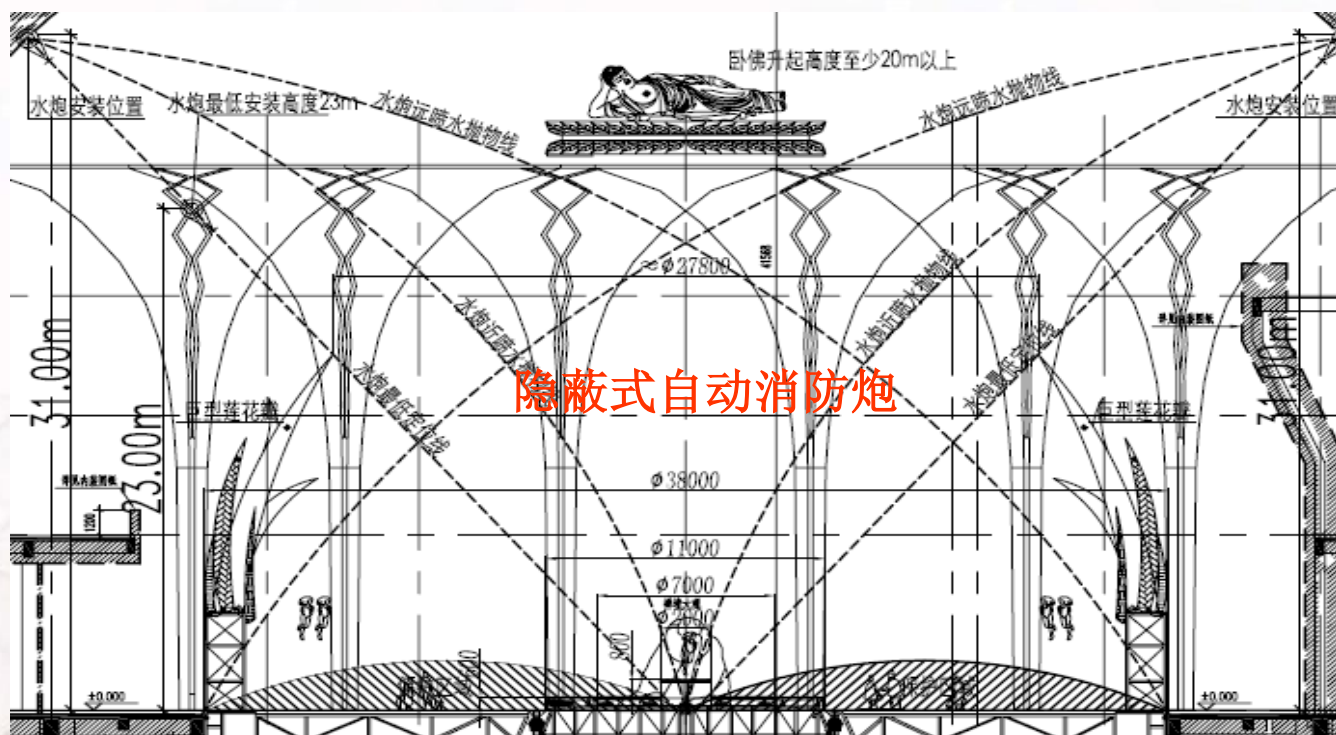
# 禅境大观大空间灾情分析及防火防灾对策

## 自动消防炮系统

- 自动消防炮实施两股水栓到达
- 雾化能力的自动消防炮对空中烟雾进行稀释
- 结合消防水炮喷水灭火过程射流试验轨迹水力曲线图，解决卧佛上升悬停及“莲花剧场”莲花瓣结构升降的遮挡
- 采用大空间图象型报警系统，两门消防炮进行定点补救，另两门现场手动控制盘实施雾化功能对空中烟雾进行阻隔稀释
- 隐蔽式自动消防炮

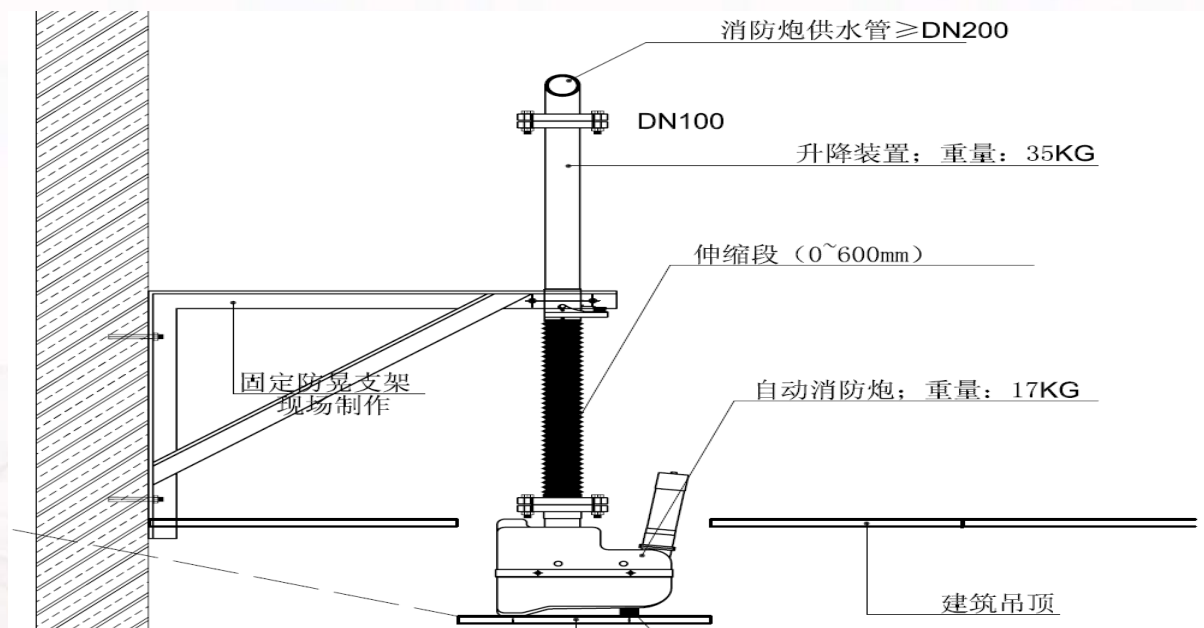


自动消防炮射流试验轨迹曲线图



## 自动消防炮安装示意图





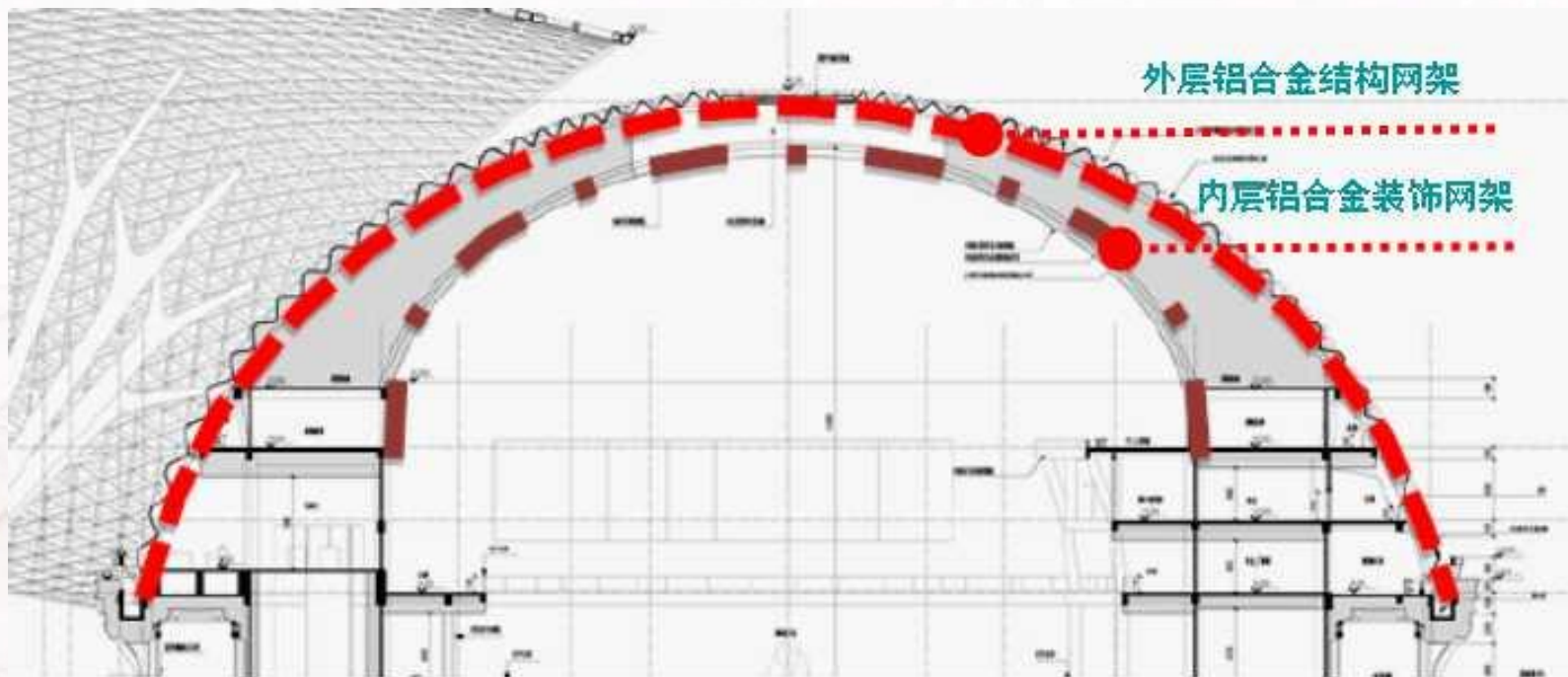
升降装置示意图

# 禅境大观大空间灾情分析及防火防灾对策

## 小穹顶措施论证与结果 防火、灭火

- 两层铝合金结构小穹顶消防设施保护方案
- 自动喷水灭火系统形式的论证
- 遵照《防火设计专项分析研究报告中火灾场景分析方法、结果明确设计方案中穹顶采用大跨度铝合金材质作为承重构件防火性能的完整性，保证人员的安全疏散的可靠性
- 专家意见，穹顶内可不设自动喷水系统，仅设置消防卷盘系统

# 禅境大观大空间灾情分析及防火防灾对策



小穹顶为双层铝合金网架示意图

# 给水排水工程中绿色设计

绿色设计标识 ➡ 三星级

节水与水资源利用

雨水收集利用

节能与能源利用

太阳能热水系统



# 雨水收集利用

## 雨水收集利用量的**误区**

**错误**

计算的雨水收集量  $\neq$  实际雨水回用量

**正确**

逐月平均降雨量和雨水回用量的水量  
平衡计算 = 实际雨水回用量

# 雨水收集利用

计算的雨水收集量

| 月份                      | 1月      | 2月     | 3月     | 4月     | 5月     | 6月       | 7月       | 8月       | 9月       | 10月     | 11月     | 12月   |
|-------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|-------|
| 降雨量 mm                  | 49.9    | 57.9   | 64     | 90.2   | 64.3   | 148.9    | 276.2    | 143.6    | 79.4     | 35.7    | 46.9    | 41    |
| 降雨天数                    | 9.7     | 11.1   | 9.1    | 9.7    | 8.2    | 9.8      | 12.7     | 11.6     | 7.9      | 6.7     | 6.2     | 8     |
| 非降雨天数                   | 21.3    | 17.9   | 21.9   | 20.3   | 22.8   | 20.2     | 18.3     | 19.4     | 22.1     | 24.3    | 23.8    | 23    |
| 绿化广场收集 m <sup>3</sup>   | 45.4    | 52.7   | 58.2   | 82.1   | 58.5   | 135.5    | 251.3    | 130.7    | 72.3     | 32.5    | 42.7    | 37.3  |
| 小穹顶收集 m <sup>3</sup>    | 377.2   | 437.7  | 483.8  | 681.9  | 486.1  | 1125.7   | 2088.1   | 1083.6   | 600.3    | 269.9   | 354.6   | 310.0 |
| 混凝土地面 m <sup>3</sup>    | 767.1   | 890.0  | 983.8  | 1386.6 | 988.4  | 2288.9   | 4245.7   | 2207.4   | 1220.5   | 548.8   | 720.9   | 630.3 |
| 月总收集 m <sup>3</sup>     | 1189.7  | 1380.5 | 1525.9 | 2150.5 | 1533.0 | 3550.1   | 6585.2   | 3423.7   | 1893.1   | 851.2   | 1118.2  | 977.5 |
| 年总收集 m <sup>3</sup>     | 26178.5 |        |        |        |        |          |          |          |          |         |         |       |
| 绿化洒水 m <sup>3</sup>     | 0.0     | 0.0    | 680.8  | 631.1  | 708.8  | 628.0    | 568.9    | 603.1    | 687.0    | 755.4   | 739.9   | 0.0   |
| 道路洒水 m <sup>3</sup>     | 8.8     | 8.8    | 8.8    | 8.8    | 8.8    | 8.8      | 8.8      | 8.8      | 8.8      | 8.8     | 8.8     | 8.8   |
| 景观补水 m <sup>3</sup>     | 0.0     | 0.0    | 245.3  | 227.4  | 255.4  | 226.2    | 205.0    | 217.3    | 247.5    | 272.2   | 266.6   |       |
| 地库冲洗 m <sup>3</sup>     | 370.7   | 370.7  | 370.7  | 370.7  | 370.7  | 370.7    | 370.7    | 370.7    | 370.7    | 370.7   | 370.7   | 370.7 |
| 冷却塔补水 m <sup>3</sup>    | 0.0     | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 0.0    | 6588.0   | 6588.0   | 6588.0   | 6588.0   | 0.0     | 0.0     | 0.0   |
| 损失量 m <sup>3</sup>      | 119.0   | 138.0  | 152.6  | 215.1  | 153.3  | 355.0    | 658.5    | 342.4    | 189.3    | 85.1    | 111.8   | 97.8  |
| 总用水量 m <sup>3</sup>     | 379.5   | 379.5  | 1305.5 | 1237.9 | 1343.6 | 7821.6   | 7741.3   | 7787.8   | 7902.0   | 1407.0  | 1385.9  | 379.5 |
| 雨水富余量 m <sup>3</sup>    | 691.3   | 863.0  | 67.8   | 697.6  | 36.2   | (4626.6) | (1814.7) | (4706.5) | (6198.2) | (641.0) | (379.5) | 500.3 |
| 月均雨水利用量                 | 379.5   | 379.5  | 1305.5 | 1237.9 | 1343.6 | 3550.1   | 6585.2   | 3423.7   | 1893.1   | 851.2   | 1118.2  | 379.5 |
| 实际雨水利用总量 m <sup>3</sup> | 22446.7 |        |        |        |        |          |          |          |          |         |         |       |

南京地区雨水月均水量平衡计算表

ECADI

实际雨水回用量

# 太阳能热水系统

1

当地太阳能资源资料

2

系统适用性分析

3

系统设计

4

系统效益分析

感谢聆听！