

三亚某度假酒店项目暴雨事件雨水系统分析

毛莉华¹ 王智勇²

1 北京城市副中心投资建设集团有限公司, 北京 101117

2 北京三元嘉业房地产开发有限公司, 北京 100873

[摘要] 随着社会对休闲度假的需求不断提高, 度假酒店的规模也越来越大, 随之而来的酒店配套机电设计在实际运用中出现的问题也逐渐增加。

文章针对三亚地区某大型度假酒店在 2016 年 4 月 23 日的暴雨天气中, 发生的雨水排水不畅, 导致酒店多处区域发生阻塞、积水等问题, 对该项目的相应雨水排水设计和施工进行了分析, 通过计算和对比, 提出项目的雨水系统存在的一些问题, 并根据实际情况给出了相应的建议。供相关类似项目参考。

[关键词] 雨水排水系统; 暴雨强度公式; 重现期; 降雨历时; 排水量

DOI: 10.33142/sca.v2i2.310

中图分类号: TU238.2

文献标识码: A

Analysis of Rainstorm Event Rainwater in a Holiday Hotel in Sanya

MAO Lihua¹ WANG Zhiyong²

1 Beijing City Vice-Center Investment and Construction Group Co., Ltd., Beijing, China 101117

2 Beijing Sanyuan Jiaye Real Estate Development Co., Ltd., Beijing, 100873 China

Abstract: With the increasing demand for leisure vacation in society, the scale of vacation hotel is becoming larger and larger, and the problems in the practical application of hotel supporting mechanical and electrical design are also gradually increasing.

In view of the heavy rain weather of a large resort hotel in Sanya area on April 23, 2016, Rain Water's drainage is not smooth, which leads to blockage and water accumulation in many parts of the hotel. This paper analyzes the corresponding Rain Water drainage design and construction of the project, through calculation and comparison, puts forward some problems existing in the Rain Water system of the project, and gives the corresponding suggestions according to the actual situation. It can be used as a reference for similar projects.

Keywords: Rain Water drainage system; Rainstorm intensity formula; Recurrence period; Rainfall duration; Displacement

1 概述

2016 年 4 月 23 日三亚突降暴雨, 三亚某度假酒店中其中两座酒店大堂出现 22 米层、9 米层雨水内灌、酒店多处漏水、地下室局部积水严重等情况。本文针对此次暴雨漏水事故进行设计方面的分析复核, 详见下文。

2 4.23 降雨数据分析

1) 根据天气数据统计, 4 月 23 日降雨情况如下

据三防办统计, 22 日 18 时至 23 日 10 时, 全市平均降雨量为 47.7mm。其中中部地区平均降雨量 44.1mm, 东部地区平均降雨量 59.4mm, 西部地区平均降雨量 41.6mm; 大隆流域地区平均降雨量 23.3mm, 赤田流域地区平均降雨量 65.6mm, 水源池流域地区平均降雨量 42.5mm, 福万流域地区平均降雨量 49.5mm, 半岭流域地区平均降雨量 34mm。

2) 三亚常年天气及降雨情况

三亚四季天气

	春季	夏季	秋季	冬季								
	22°C - 29°C	26°C - 32°C	25°C - 31°C	20°C - 27°C								
全年平均气温	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
日均最高气温 (°C)	26°C	27°C	29°C	31°C	32°C	32°C	32°C	31°C	31°C	30°C	28°C	27°C
日均最低气温 (°C)	18°C	20°C	22°C	24°C	26°C	26°C	26°C	25°C	25°C	23°C	21°C	19°C
平均降水量 (mm)	8	13	19	43	142	190	193	222	251	234	58	11
平均降水天数 (天)												

图 1: 三亚四季平均天气统计表 (出自天气网)

从以上天气统计数据可以看出：本次暴雨事故雨量很大，超过历年同一时期4月全月的降雨量(43mm)，属于罕见降雨天气。因无法取得最高瞬时暴雨量，不能针对本次降雨进行校核雨水系统，现按照规范要求的设计上限：屋面按照50年重现期，小区按照3年重现期进行校核。

3 雨水排水系统设计分析

根据事故情况，重点对大堂双斜屋面、22.7米标高层高、15.0米标高层高，8.8米标高层高的雨水系统进行分析。因现场与设计有出入，以下计算分别按照设计图纸和现场状况核算雨水排水量。主要出入如下：

序号	区域	图纸设计	现场情况	备注
1	双斜屋面	屋面设置了天沟及檐沟用于排放大堂斜屋面雨水	未按设计图纸设置天沟及檐沟	雨水散排至露台和28.2米标高层不上人平屋面。
2	22.7米标高层高北露台	选用DN150雨水斗	选用地漏（口径不详）	暂时按照DN150地漏核算
3	22.7米标高层高南露台	2个DN150雨水斗和2个DN100地漏	设置DN50的敞口管道，未设任何排水设施	暂时按照DN50地漏核算

(一)、基本数据

三亚市的暴雨强度公式如下：

$$Q=1085(1+0.575\lg P)/(T+9)^{0.584}$$

公式中：Q为暴雨强度，单位为：升/秒·公顷；P为重现期

经计算：不同重现期及降雨历时，降雨强度如下：

序号	重现期(年)	降雨历时 (min)	降雨强度(L/S*100m ²)
1	1	10	1.95
2	3	10	2.47
3	10	5	3.66
4	50	5	4.59

(二)、按照设计工况校核雨水排水

1) 大堂双斜屋面：

排水部分面积2100m²，按照50重现期年选取，降雨量为96L/S，设计选用6个DN150雨水斗（单斗排水量为26L/S），总的排水量为156L/S>96L/S，满足要求。

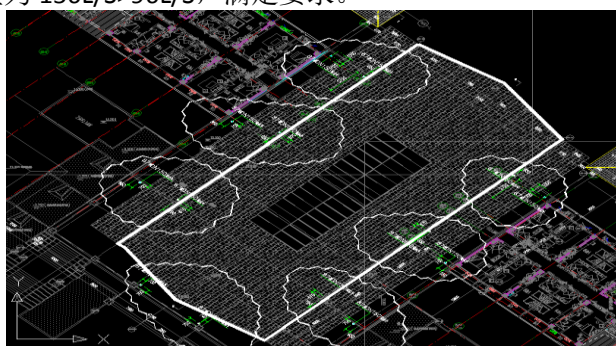


图2：酒店大堂双斜屋面给排水平面图

(三) 22.7米标高层高室外露台及上人平屋面：

按照50年重现期选取，分别计算如下：

1)、北侧露台（区域1、2）：

单个露台计算面积：140m²，楼梯间侧墙一半面积：15m²，大堂侧墙一半面积：59.4m²，总统计面积：214.4m²，降雨量：9.84 L/S，设计选用了1个DN150雨水斗，排水量为26L/S>9.84L/S，满足要求。

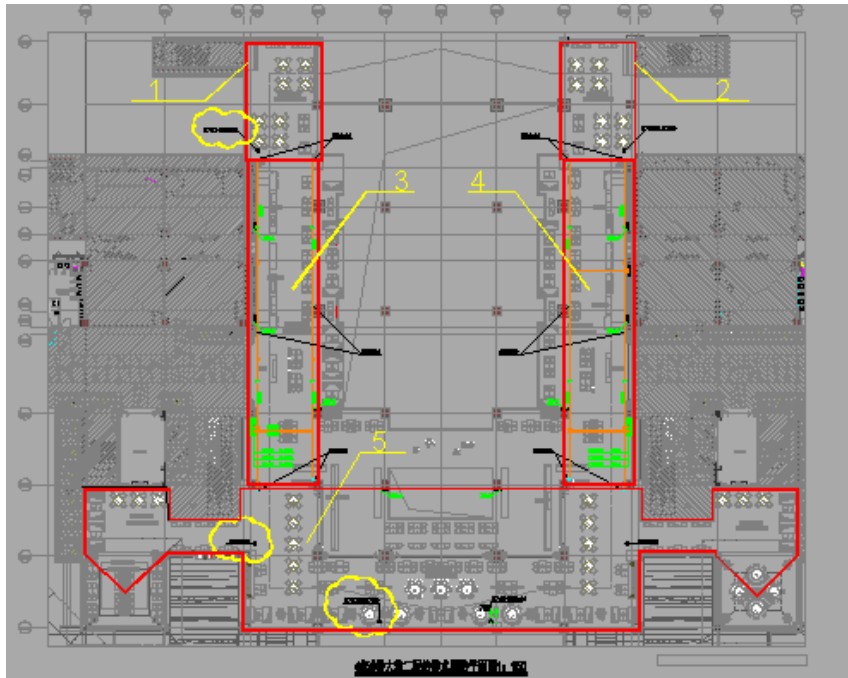
2)、南侧露台（区域5）：

露台面积: 916.2m², 大堂侧墙一半面积: 266m², 总计算面积: 1182m², 降雨量: 54.26L/S, 设计选用了 2 个雨水斗+两个 DN100 地漏, 总排水量为: 2*(26+3.8)=59.6L/S>54.26L/S, 满足要求。

3)、东西两侧上人平屋面(区域 3、4):

单侧计算面积: 359m², 侧墙一半面积: 578m², 总计算面积: 938 m², 降雨量: 43.05L/S, 设计选用了 3 个雨水斗, 总排水量为: 3*26=78L/S>43.05L/S, 满足要求。

图 3: 大堂二层给排水平面图(22.7 米标高层)



(四) 15.0 米标高层南侧室外大堂吧

汇水面积: 118m², 侧墙部分一半面积 123m², 此部分现场已核查有两个 DN100 地漏, 按照 50 年重现期选取, 雨水量为 11.1L/S, 排水量 3.8*2=7.6<11.1L/S, 不满足排水要求, 需要进行整改。

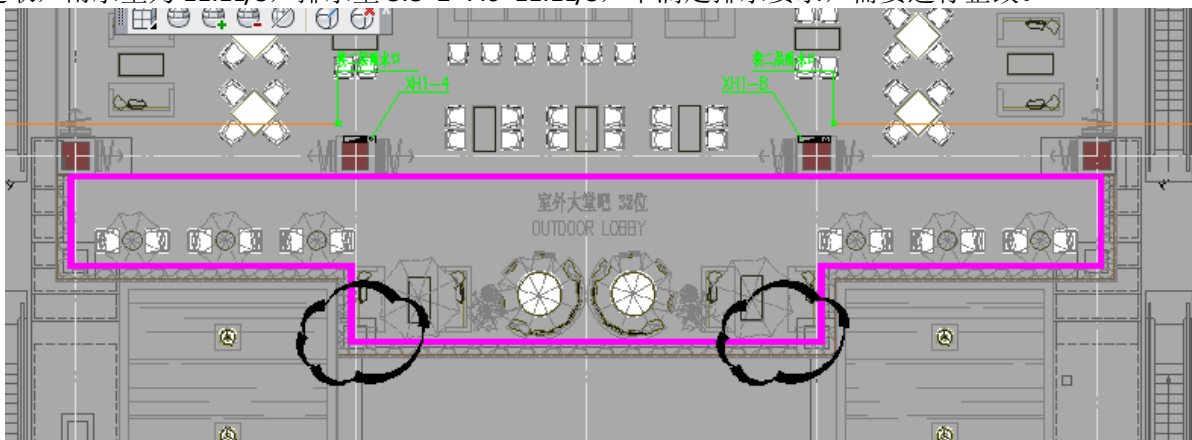


图 4: 大堂首层给排水平面图(15.0 米层高)

(五) 15m 层高落客区计算。

重现期为 3 年, 汇水时间为 10min, 绿地径流系数为 0.3, 道路径流系数为 0.9。

1)、左侧绿化计算, 径流系数按照 0.6 取。

面积 2385m², 降雨量为 35.3L/S, 设计选用 3 个 DN100 渗排水立管, 2 个 DN100 地面排水立管和 1 根 DN200 的地面排水立管(总排水为 59.6L/s), 总的排水量为 59.6L/S>35.3L/S, 满足要求。其中侧墙附近设有 4 个 DN100 渗排水立管未计算在内。



图 5-1: 酒店室外给排水平面图 (部分截图)

2)、右侧绿化计算, 径流系数按照 0.6 取。

面积 2000m², 降雨量为 29.64L/S, 设计选用 4 个 DN100 渗排水立管, 1 根 DN200 的地面排水立管, 总的排水量为 38.8 L/S > 29.64L/S, 满足要求。其中侧墙附近设有 4 个 DN100 渗排水立管未计算在内。

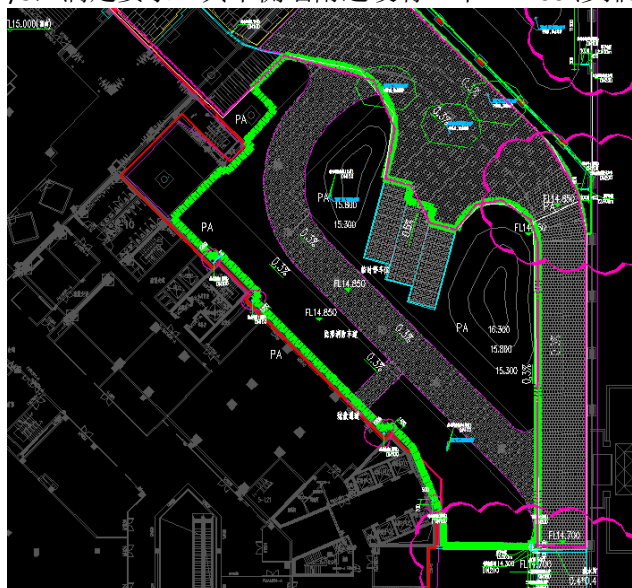


图 5-2: 酒店室外给排水平面图 (部分截图)

3)、道路及广场计算

面积 4008m², 径流系数取 0.9, 降雨量为 89.1L/S, 设计选用 9 个 DN100 渗排水立管, 5 根 DN200 的地面排水立管, 总的排水量为 158L/S > 89.1L/S, 满足要求。



图 5-3: 酒店室外给排水平面图 (部分截图)

(六) 酒店步行出入口小市政雨水计算

重现期为 3 年，汇水时间为 10min，绿地径流系数为 0.3，道路径流系数为 0.9。

1)、面积 1551m²，径流系数取 0.6，按照 3 年选取，降雨量为 25.2L/S，设计选用 2 根 DN200 的塑料排水管和雨水口相接，总的排水量为 47*2=94L/S>25.2L/S，满足要求。

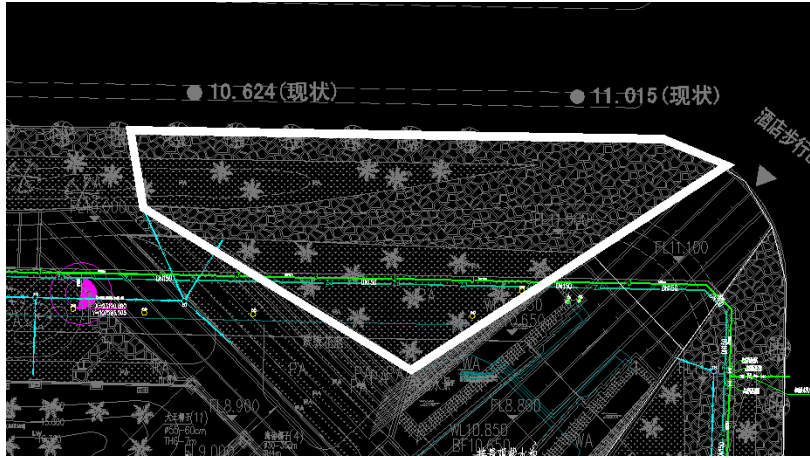


图 5-4: 酒店室外给排水平面图 (部分截图)

2) 面积 307m²，径流系数取 0.9，按照 3 年选取，降雨量为 6.7L/S，设计选用 1 根 DN200 的塑料排水管和雨水口相接，总的排水量为 47L/S>6.7L/S，满足要求。



图 5-5: 酒店室外给排水平面图 (部分截图)

3)、面积 1250m²，径流系数取 0.6，按照 3 年选取，降雨量为 18.5L/S，设计选用 1 根 DN400 的塑料排水管和雨水口相接，总的排水量为 134L/S>18.5L/S，满足要求。

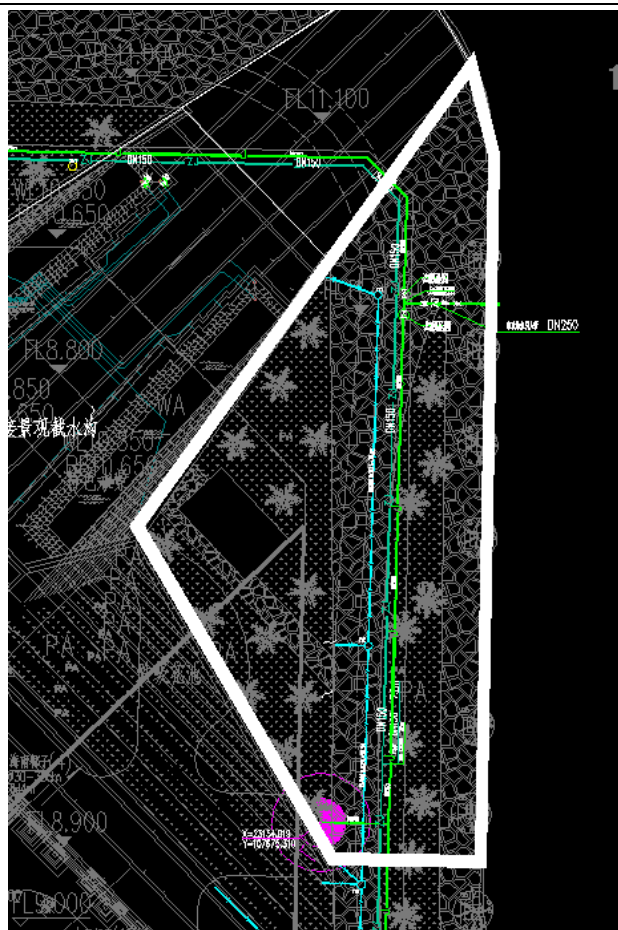


图 5-6: 酒店室外给排水平面图 (部分截图)

(七) 酒店步行出入口 8.8 米标高层高景观雨水计算

1) 雨水量计算:

汇水面积: 3000m^2 , 径流系数取 0.9, 按照 3 年选取, 降雨量为 66.69L/S , 设计图中有以下四处排水构筑物: 北侧 $250*300\text{mm}$ 的饰面排水沟, 中间 200mm 宽缝隙排水沟。东西两侧 $300*400\text{mm}$ 的饰面排水沟。分别进行排水量计算。

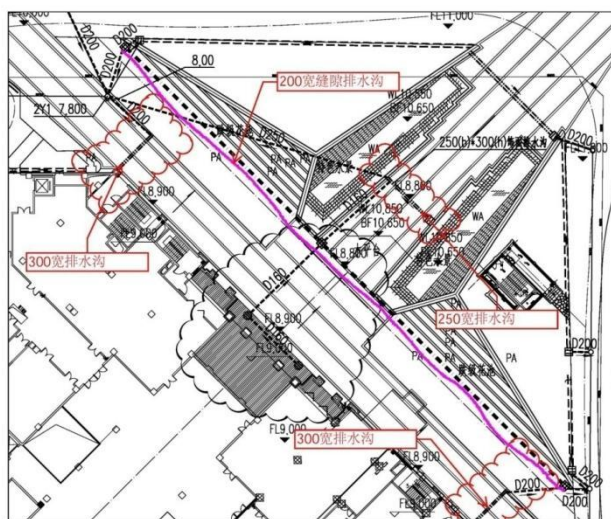


图 5-7: 酒店室外给排水平面图 (部分截图)

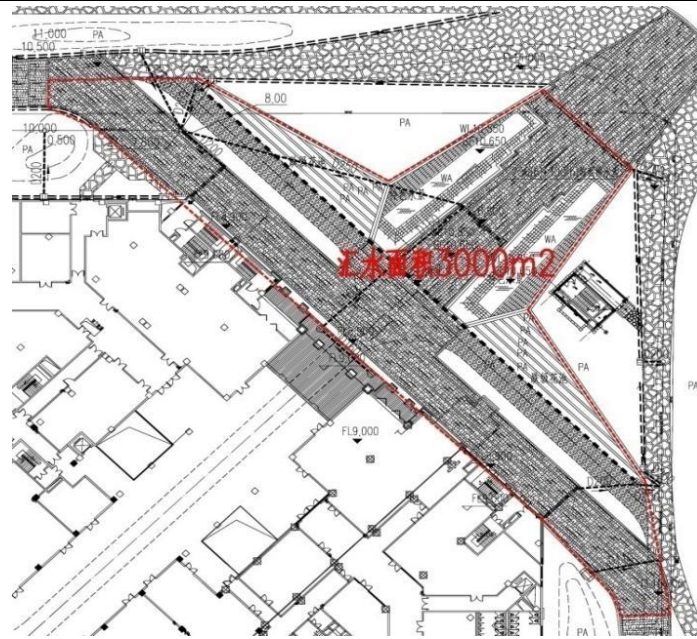


图 5-8: 酒店室外给排水平面图 (部分截图)

2) 核算雨水管排水量:

原设计有四处主排水管, 分别为: D200 三根, D250 一根, 总的排水量为 172L/S>66.69L/S, 设计排水量满足要求。

3) 检算排水沟排水量:

曼宁公式计算流量时, 其一般表达式为:

$$q=AR^{2/3}s^{1/2}/n$$

式中: q——流量, m³/s;

A——面积, m²;

s——比降;

n——糙率;

R——水力半径, m。

若以 x 表示湿周, 则水力半径 $r=A/x$, 以之代入上式则有

$$q= A*R^{2/3}s^{1/2}/n$$

其中 $n=0.013$

(1) 缝隙式排水沟:

排水沟规格: 200*230mm (沟槽内径) (B*H)

能容纳的最大排水量计算:

水深=0.2m; 沟宽=0.2m; 糙率 $n=0.013$

面积 $A=0.2*0.2=0.04m^2$

湿周 $=0.2+0.2+0.2=0.6m$ (有效水深 0.2m)

水力半径 $R=面积/湿周=0.04/0.6=0.0667m$

$S=0.003$

流速 $=0.0667^{2/3}0.003^{1/2}/0.013=0.69m/s$

经计算 $q= A*R^{2/3}s^{1/2}/n$

$q=0.04*0.639=0.0277m^3/s=27.7L/S$

(2) 饰面排水沟 1:

排水沟规格: 250*300mm (沟槽内径) (B*H)

能容纳的最大排水量计算:

水深=0.2m; 沟宽=0.25m; 糙率 $n=0.013$

面积 $A=0.2*0.25=0.05m^2$

湿周 $=0.2+0.2+0.25=0.65m$ (有效水深 0.2m)

水力半径 $R=面积/湿周=0.05/0.65=0.077m$

$S=0.01$

流速 $=0.077^{2/3} * 0.01^{1/2} / 0.013 = 1.39m/s$

经计算 $q=A*v$

$q=0.05*1.39=0.0695m^3/s=69.5L/S$

(2) 饰面排水沟 2:

排水沟规格: 300*400mm (沟槽内径) (B*H)

能容纳的最大排水量计算:

水深=0.3m; 沟宽=0.30m; 糙率 $n=0.013$

面积 $A=0.3*0.3=0.09m^2$

湿周 $=0.3+0.3+0.3=0.9m$ (有效水深 0.3m)

水力半径 $R=面积/湿周=0.09/0.9=0.1m$

$S=0.01$

流速 $=0.1^{2/3} * 0.01^{1/2} / 0.013 = 1.66m/s$

经计算 $q=A*v$

$q=0.09*1.66=0.149m^3/s=149L/S$

所以, 饰面沟及线性排水沟的总排水量为: $69.5+27.7+149*2=395.2L/S>66.69L/S$, 经核算雨水沟设计排水量满足。

(八) 按照现场实际情况核算雨水排水。(计算区域划分见图 3)

斜屋面未设天沟, 由于屋面斜度较大, 如果下雨整个斜屋面的雨水将全部散排至露台及平屋面上, 仅影响 22.7 米标高雨水排放, 其他区域计算同上。结合现场其他情况按照 50 年重现期选取, 计算如下:

1)、北侧露台 (区域 1、2):

单个露台计算面积: $326m^2$, 楼梯间侧墙一半面积: $15m^2$, 大堂侧墙一半面积: $59.4m^2$, 总统计面积: $400m^2$, 降雨量: $18.38 L/S$, 现场选用了 1 个 DN150 地漏, 排水量为 $10L/S<18.38L/S$, 不满足要求。

2)、南侧露台 (区域 5):

露台面积: $1197m^2$, 大堂侧墙一半面积: $266m^2$, 总计算面积: $1463m^2$, 降雨量: $67.15L/S$, 现场选用了 DN50 的排水管, 暂时按照 4 个 DN50 地漏考虑, 总排水量为: $1.0*4=4L/S<67.15L/S$, 不满足要求。

2)、东西两侧上人平屋面 (区域 3、4):

单侧计算面积: $993m^2$, 侧墙一半面积: $578m^2$, 总计算面积: $1571 m^2$, 降雨量: $72.1L/S$, 设计选用了 3 个雨水斗, 总排水量为: $3*26=78L/S>72.1L/S$, 排水能力接近最大降雨量。

4 设计分析结论



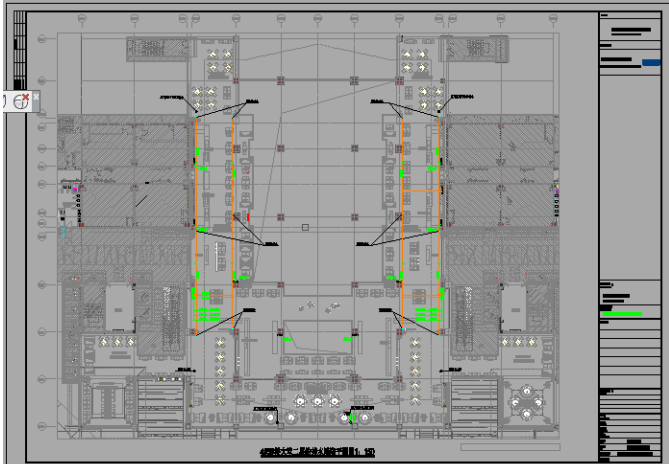
根据以上计算可以看出:

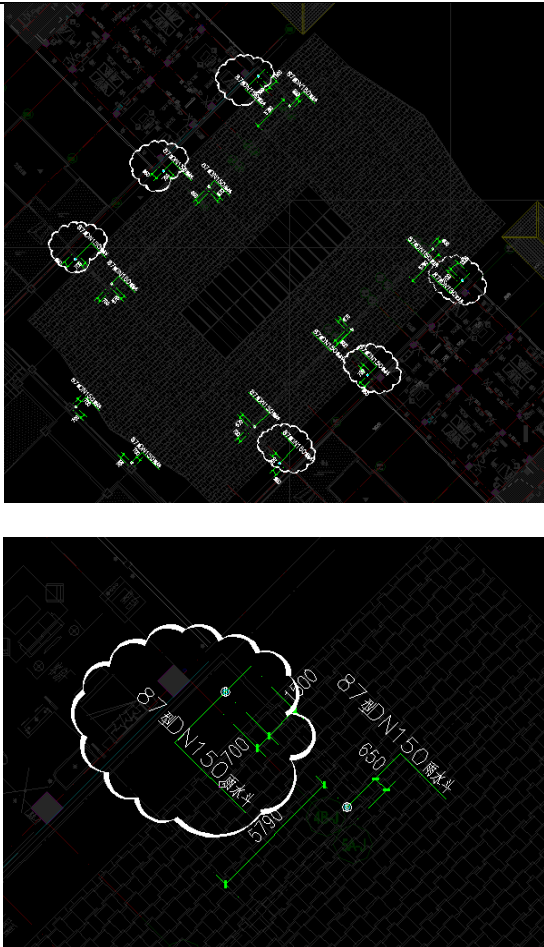
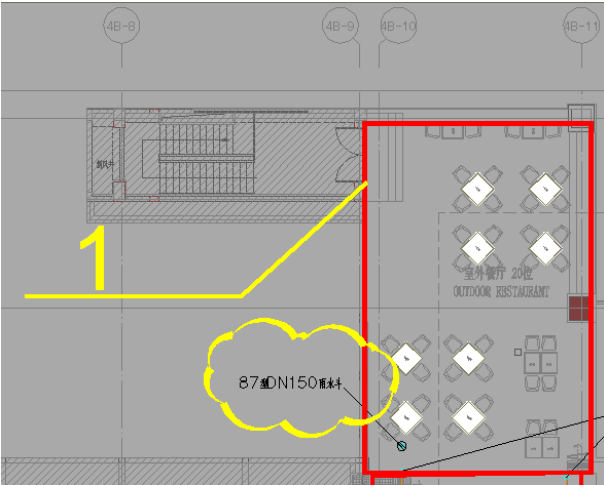
- 1) 按照设计图纸计算, 除了 15.0 米标高层南侧露台以外, 大部分区域的雨水系统排水能力满足要求。
- 2) 按照现状计算, 15.0 米标高层南露台及 22.7 米标高层南北侧露台排水条件均不满足要求, 尤其是 22.7 米标高层南侧露台排水能力远低于最大降雨量。28.2 米标高层不上人屋面排水能力邻近本区域的最大降雨量。

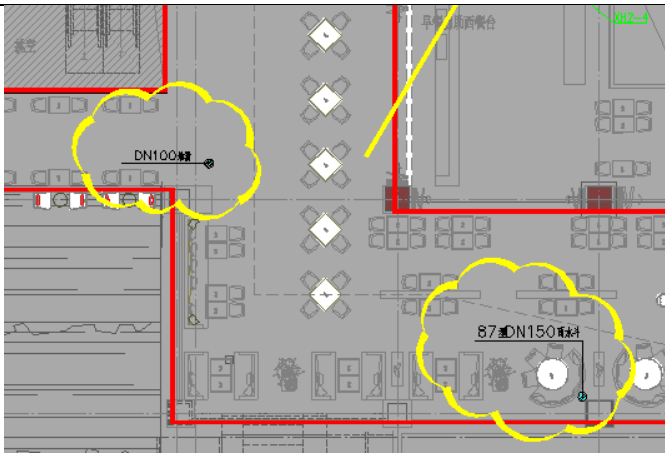
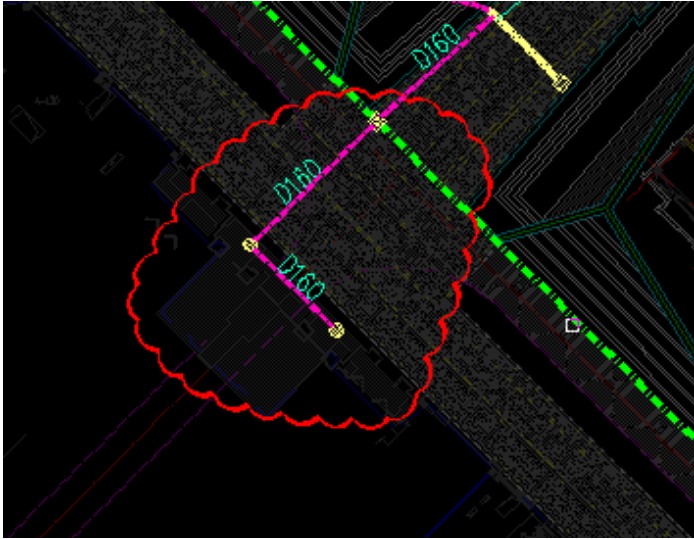
为了保证排水能力, 需要对以上区域排水系统进行改造, 改造建议详见第四项。

5 现场建议整改项目

根据以上计算分析, 酒店个别区域设计不满足要求, 需要调整。结合现状, 规划设计中心给出建议如下:

序号	整改区域	图纸设计	整改建议
1	大堂双斜屋面	<p>双斜屋面建筑平面设计有天沟及檐沟，机电图纸配置了相应的雨水斗及雨水立管，见下切图，</p> <p>建筑节点图（设有天沟及檐沟）：</p>  <p>一次机电图纸（配合天沟设有雨水斗）：</p>  <p>二次机电图纸(配合天沟设有雨水斗)：</p> 	<p>鉴于补做天沟整改量太大，需要整个屋面重新施工，暂时不予整改，目前只考虑檐沟的整改，整改意见如下：现场大堂斜坡屋面在不上人屋面（28.2 米标高）外的挑出部分（外挑长度约 10 米）考虑补设檐沟，沟体坡向不上人屋面，分担和减小 22 米层露台排水压力。</p>
2	28.2 米层不上人屋面：	<p>每侧屋面设置了 3 个 DN150 雨水斗原设计是 3 个 87 型 DN150 雨水斗，按照设计选型排水量满足要求。</p>	<p>考虑上述第一条整改措施，建议全部改为 DN150 标准雨水斗；</p>

			
<p>3</p>	<p>22.7 米标 高层北露 台</p>	<p>原设计采用了 1 个 DN150 雨水斗（见下切图），经核算采用设计选型时排水条件满足要求。</p> 	<p>建议将现有 DN150 地漏按照原设计改为 DN150 雨水斗，并在排水沟内增设一个同规格雨水斗。 更换排水沟盖板，必须具备截水功能；</p>
<p>4</p>	<p>22.7 米层 高南露台</p>	<p>原设计为 2 个 DN150 雨水斗和 2 个 DN100 地漏（见下切图），</p>	<p>建议将现有 4 个排水口改为 DN150 雨水斗。 对原雨水管道做彻底清理，做通球试验确认验收合格。 排水沟内涂黑处理，上</p>

			方做装饰盖板或篦子，装饰盖板或篦子样品； 22 米层 5#楼东侧廊桥，增加一道截水沟，沟内增加 2 处 DN100 地漏，沿柱子下引至 15 米层景观排水沟内
5	15 米层高南露台		建议将现有 2 个 DN100 地漏改为 DN150 雨水斗。进行排水口管口的彻底清理。尽量扩大排水口面积。
6	酒店步行主入口	1、8.8 米标高层酒店入口雨水排水系统已出变更，要求增加地漏及排水管，现场未做该部分地漏。 	1、针对原有三道排水沟疏通核查： 1) 第一道：更换雨水篦子，同时清掏垃圾淤泥，保证通畅，排查该截水沟排水管管径及排水顺畅情况； 2) 第二道：为后增加雨水沟，现场核查排水情况，疏通管道； 3) 第三道：为线性排水，已经完全堵塞，需要更换雨水篦子，清掏沟体及管道，并核查排水管管径，不应小于 DN200； 2、新增三道排水沟 1) 建议在步行街入口处，增加一套篦子排水沟，排至检查井； 2) 两侧再增加两道排水沟；

[参考文献]

[1] 吴士昌, 黄萍. 三亚市 3 月份突发性暴雨个例分析及预报[J]. 气象研究与应用, 2000, 21(4): 27-28.

[2] 高晓萌, 张志军. 改善城镇雨水系统暴雨积水问题探讨[J]. 上海水务, 2011(4): 22-25.

作者简介: 毛莉华, 1978.9, 大学本科, 中级工程师