

虹吸与重力雨水系统在乌鲁木齐新客站的应用

代华军

中信建筑设计研究总院有限公司 湖北 武汉 430014

【摘要】：乌鲁木齐新客站是国家大型火车枢纽站，屋面的形状为曲面弧形，雨水通过中间的球形屋面很快汇集到周边的天沟，如果不能有效、迅速地排至室外，会对建筑造成比较严重的后果，关系到建筑自身和旅客的安全。为了保证系统的正常使用，在新客站的不同屋面分别采用了虹吸和重力雨水系统的方式，有效地解决整个新客站的雨水排放问题。本文以乌鲁木齐新客站为例，结合项目的实际情况，对火车站房屋面雨水收集和站台雨棚雨水收集进行介绍和分析，同时对如何避免乌鲁木齐冬季极端最低温度-41.5℃管道冻裂的问题进行了阐述，为类似的北方大型屋面雨水设计提供数据参考。

【关键词】：虹吸雨水；重力雨水；站台雨棚；站房屋面

0 工程概况

项目位于乌鲁木齐市沙依巴克区，乌鲁木齐市既有二宫火车站站址处。乌鲁木齐新客站站中心里程 DK1892+200，规模为 16 站台面 18 线（含正线 2 条）。站房总建筑面积 99993m²，站台雨棚投影面积 62348m²，落客平台投影面积 6250m²。

1 站房屋面和站台雨棚雨水系统方案选择分析

乌鲁木齐火车站站房屋面的投影面积为 67774m²，面积非常大，屋面可以分为三块，南屋面、中间屋面和北屋面，南、北屋面为中间高两边低，天沟的坡度较大，中间屋面的天沟为平天沟，天沟底距地 21.75m，如果全部采用重力流设计，势必会有较多的雨水管道和管径超过 DN300 的雨水管；此外屋面天沟檐口的重力雨水管需要有一定的坡度才能到达柱子，最终沿柱子下到一层排至室外，这段雨水管会有一部分裸露在吊顶外面，影响建筑的整体美观。而与重力流屋面雨水排水系统相比，虹吸式屋面雨水排水系统具有虹吸式系统内呈负压状态，悬吊管内为压力流，无需坡度，管道布置灵活，占用空间小的特点。就相同的雨水排水量而言虹吸式排水系统所需雨水立管的数量和管径远小于重力流系统。因此，最终决定站房中间屋面雨水采用虹吸流设计，南、北屋面由于天沟坡度较大，无法满足虹吸雨水斗形成虹吸的条件，只能采用重力流雨水系统。站房屋面平面及站房立面见图 1。

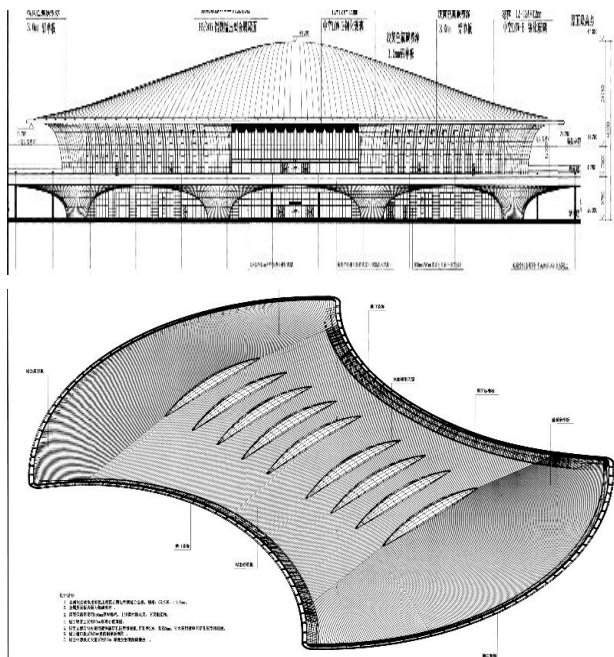


图 1 站房屋面平面及站房里面

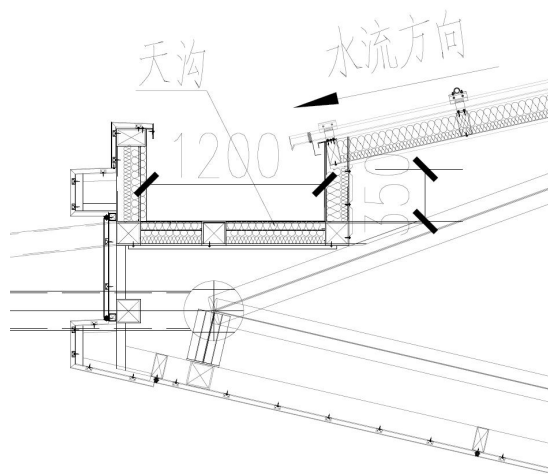


图 2 雨水天沟横断面

乌鲁木齐火车站站台雨棚的投影面积为 62348m²，天沟的高度 11.17 米。建筑高度较小，可利用的势能很小，将不能满足虹吸系统的要求，所以站台雨棚的不推荐采用虹吸式系统，设计采用重力流雨水系统，站台雨棚屋面平面见图 3。

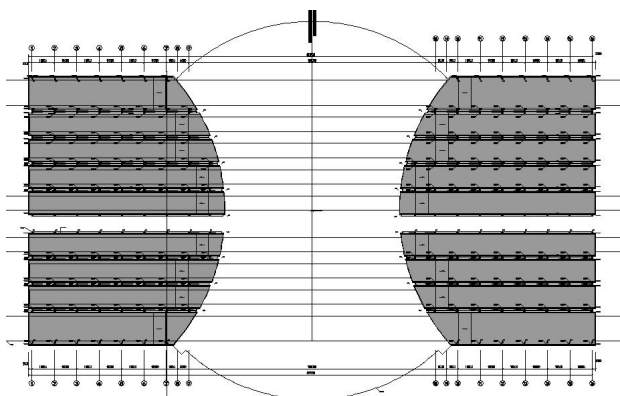


图 3 站台雨棚平面

2 屋面雨水设计

2.1 系统参数确定

2.1.1 重力流系统设计参数确定

站台雨棚屋面设计为重力流排水系统，其中屋面雨水排水工程按 20a 重现期，溢流设施的总排水能力按不小于 50a 重现期的雨水量计算。南、北站房屋面采用重力流系统，屋面雨水排水工程按 50a 重现期，溢流设施的总排水能力按不小于 100a 重现期的雨水量设计。乌鲁木齐暴雨强度公式如下：

$$q = \frac{195 \times (1 + 0.82 \lg P)}{(t + 7.8)^{0.63}} \quad L/(s \cdot ha)$$

式中：

q—暴雨强度 (L/(s·ha))

P—暴雨设计现期 (年)

t—降雨历时, Min

经计算得到如下结果，见表 1：

表 1 重力雨水计算表

序号	区域	汇水面积	重现期 (年)	雨水量 (L/s)
1	西侧站房屋面	20387	50	192
2	东侧站房屋面	20387	50	192
3	西侧雨棚屋面	31174	20	227
4	东侧雨棚屋面	31174	20	227

2.1.2 虹吸流系统设计参数确定

南北站房屋面采用虹吸压力流系统，屋面雨水排水工程按 50a 重现期，降雨历时按 5 分钟计算，溢流设施的总排水能力按不小于 100a 重现期的雨水量设计。

经计算得到如下结果，见表 2：

表 2 虹吸雨水计算表

序号	区域	汇水面积	重现期 (年)	雨水量 (L/s)
1	北侧站房屋面	13500	50	127
2	南侧站房屋面	13500	50	127

2.2 确定汇水面积及边界

根据屋面的布局，先初步划定屋面的汇水区域，因本项目屋面复杂，不仅形状不规整，建筑屋面标高也各不相同，所以划定区域时，综合考虑了包括面积大小、形状、建筑标高、屋面建筑功能、屋面材料等各类因素，确定合理的汇水范围。排水方向见图 4。

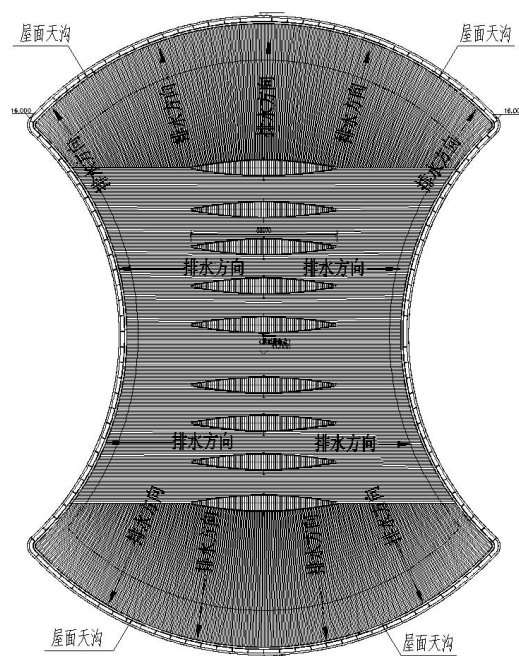


图 4 排水走向图

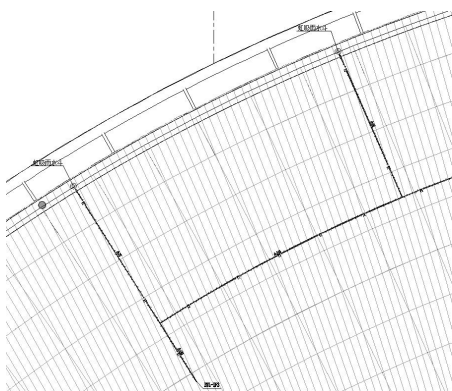


图5 雨水斗布置示意图

2.3 初步确定雨水斗数量、型号及位置

根据屋面雨水设计流量和雨水斗的额定流量参考值,初步确定雨水斗的数量,另外根据一般2个雨水斗间距不宜大于20m,结合屋面的结构造型确定雨水斗的位置,雨水斗布置示意图见图5。

根据具体每个雨水斗的汇水面积计算每个斗所承担的雨水量,根据建筑结构柱的位置,确定悬吊管走向,选择合适的立管位置,最终站房屋面设计20个虹吸雨水斗,20个重力雨水斗,得出虹吸流雨水系统或是重力流雨水系统,如图6。

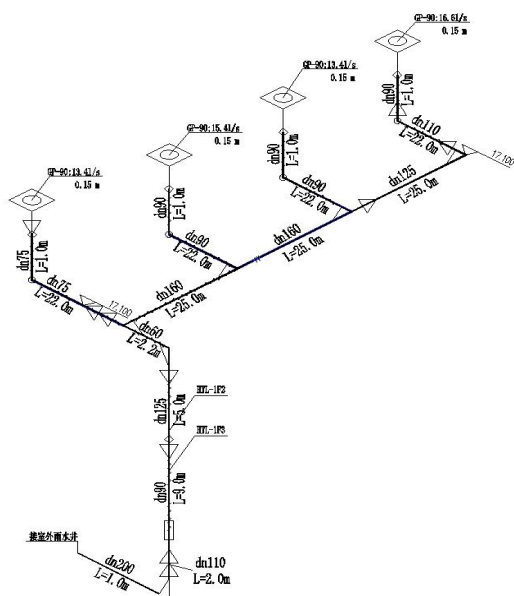


图6 雨水系统示意

2.4 溢流口的设置

虹吸系统根据规范要求,必须设置溢流系统。因站房外墙天沟下沿为幕墙,在外立面上设置溢流口较困难,所以在

设计初期就向建筑幕墙专业提出要求。溢流口的设置高度及面积应满足设计要求,形状及形式可以结合幕墙的要求进行调整;溢流口或溢流装置周围不得遗留杂物,充填物等;在雨水斗与溢流口之间,明沟内应保持水流通畅,无障碍物,溢流口的位置要避免溢流时对建筑物四周的人流、设施等产生危害。

3 管道保温

北方寒冷的气候对管道的防冻要求比较高,本项目管道保温材料采用超细离心玻璃棉保温,保温材料为难燃级别,室外雨水管外护HDPE防护套管。建筑屋顶与室外露天明装雨水管道采用电伴热保温防冻,非采暖区域的雨水管道采用电伴热保温。但是本项目于2016年3月份收到现场部分管道冻裂的通知,经过实地调研与会议研讨,总结管道冻裂的主要原因如下:

在冬季屋面天沟融雪及管道电伴热处于常开状态时,融雪水经过管道流入股道间排水沟,在低温冰冻天气状态下,融雪水汇在股道间排水沟迅速结成冰块,冰块集结最后堵在管道出口处,随着站台雨棚天沟不断融雪,最终导致部分管道冻裂;部分管道电伴热并未通电,在站棚屋面天沟融雪时,导致管道冻裂。部分管道电伴热并未通电,在站棚屋面天沟融雪时,导致管道冻裂。

通过类似站房运行情况调研,与哈尔滨西站相关人员联系,了解到哈尔滨西站在12月-3月,屋面天沟融雪电伴热处于关闭状态,有效地避免了融雪水在管道出口处结冰,从而降低了管道冻裂的风险。最终确定解决方案:

(1) 雨水排水管道应按验收规范要求满水试验,检查接口部分是否安装紧密。在满足严密性要求后,再进行电伴热系统设施施工。

(2) 逐一检查每一根雨水排水管道的电伴热控制箱、伴热线、温度控制模块是否正常工作,查看各控制箱所设定的电伴热开启温度及断电温度是否一致,做好电伴热系统的安装检测工作,并在运行期间做好安装调试工作,确保系统正常工作。

(3) 电伴热系统设备供应商应根据本项目的运行管理要求,编写完整的操作维护管理手册,指导电伴热系统设备的运行管理。

(4) 逐一检查每一根雨水排水管道,不能满足施工验收规范要求时,应重新进行安装调试。

(5) 借鉴哈尔滨西站经验,12月-3月(根据乌鲁木齐

天气状况,可适当调整)屋面天沟融雪电伴热不开启,有效地避免了融雪水在管道出口处结冰,降低管道冻裂的风险。

4 问题及建议

本工程已于2015年9月完工,目前已经投入使用,笔者近期前往现场调研,发现如下不足之处:

机房为全埋地式,处于绿化带内,尽管地势较高,但仍有进水的风险。

机房的人孔较小,爬梯的高度较高,检修不太方便,有条件可尽量设置楼梯。

机房内的通风措施不加,墙壁有水珠,建议增大排风量。

雨水回用机房无指示标牌,后期可增设。

5 结语

雨水收集应以屋面雨水为主,水质较好,处理工艺简单,投资成本低,处理效果好。

合理确定收集范围,尽量做到水量的供需平衡,节约成本。

机房布置尽量为地上式,降低机房被淹的风险,同时应自然通风,机房会更加干净、整洁。

参考文献:

- [1] 林涛.某住宅小区雨水回用系统设计简介.给水排水 Vol.34 增刊,2008:289-291.
- [2] 徐建初,林建海,黄渝.雨水回用在上海浦东国际机场的应用研究.给水排水,Vol.33 No.5 2007:(90-93).
- [3] 邓风,陈卫.南京住宅小区雨水回用方案技术经济分析.城市环境与城市生态.Vol.16 No.6 2003:(104-106).
- [4] 王强.屋面雨水回用技术在高校中的应用.现代农业科技,2009(6):296-298.
- [5] GB50400-2006.建筑与小区雨水利用工程技术规范