

斯里兰卡某机场飞行区排水设计探讨

汤红岩¹, 刘超², 王振殿¹

(1. 中交机场勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230; 2. 中交第四航务工程勘察设计院有限公司, 广东 广州 510230)

摘要: 在斯里兰卡某机场飞行区跑道、停机坪、下滑台的排水系统设计中,借鉴了发达国家的相关经验及做法,重点对跑道道面区外侧是否设置渗水管、停机坪排水如何考虑隔油及下滑台排水沟布置位置进行了探讨。另外在机场排水及防洪设计过程中,利用 BIM 设计软件 Civil 3D 对场内及场外地势进行建模,解决了机场周边防洪的合理评估,为机场排水设计提供了强有力的保障。同时根据海外项目的特点,因地制宜,综合考虑大象通道、生态环境保护、水土保持等因素,通过降低排洪渠深度、减少弃土、增设沉淀池等措施有效降低了对环境的影响。随着“一带一路”战略的实施,援外项目日益增多,该工程可为类似国外机场工程的设计提供参考。

关键词: 机场飞行区; 排水系统; 跑道; 机坪; 大象通道; Civil 3D

中图分类号: TU992 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)02-0065-05

Discussion on Design of Drainage Systems for an Airport Runway, Apron and Taxiway in Sri Lanka

TANG Hong-yan¹, LIU Chao², WANG Zhen-dian¹

(1. Airport Investigation and Design Institute Co. Ltd., Guangzhou 510230, China; 2. Fourth Harbor Engineering Investigation and Design Institute Co. Ltd., Guangzhou 510230, China)

Abstract: The related experience and practices of developed countries were used for reference in the design of drainage systems of an airport runway, apron and taxiway in Sri Lanka. The seepage pipe at outside of pavement area of the runway, oil separation for drainage on the apron and the location of drainage channel in the taxiway were discussed. During the design process of airport drainage and flood control, the on-site and off-site topography was modeled using BIM software Civil 3D, which solved the rational assessment for the flood control and provided strong support for the drainage design. According to the characteristics of overseas projects, some factors were comprehensively considered to suit local conditions, such as setting an elephant path, ecological environment protection and soil and water conservation. The impact on the environment was efficiently reduced by the measures of decreasing the depth of drainage channel, reducing spoil and adding a sedimentation tank. With the implementation of the One Belt and One Road strategy, more and more China foreign aid projects will be put into practice, and this project can provide reference for design of similar overseas airports.

Key words: airport flight zone; drainage system; runway; apron; elephant path; Civil 3D

某机场工程位于斯里兰卡汉姆班托塔,跑道根据 4F 等级建设,跑道长度为 3 500 m,宽度为 60 m,

可用于起飞 A380,两条垂直联络道 1F1C,停机坪面积约 73 000 m²,航站楼面积约 12 000 m²,设计中遵循国际民航 ICAO 14^[1] 及美国民航 FAA 的标准要求。

1 机场排水系统设计

斯里兰卡降雨丰沛,项目所在地全年降雨量约 2 000 mm,暴雨比较集中,雨季为每年 5 月—8 月和 11 月—次年 2 月,其中 5 年一遇重现期最大小时降雨量约 110 mm/h,机场排水划分为飞行区及航站区两部分,其中飞行区主要包括跑道、联络道、停机坪、GP 下滑台的排水系统计算及设置。整个项目地势比较复杂,周边河流较多。

本工程排水系统采用辅助建模软件(Civil 3D)进行机场曲面的绘制及各排水系统设计计算、详图设计等。

1.1 跑道区域排水

结合机场周边地势及河流分布情况,采用 Civil 3D 软件对场地进行建模,通过流域分析及排水坡度导向研究,沿着跑道两侧共设置有 A、B、C、D 四个排水分区(见图 1)。根据排水分区考虑设置有 4 条主排水通道,见图 2。设计重现期内排水设计流量按 306.2 L/(s·hm²)考虑,各流域分区径流系数:沥青道面区为 0.95,土面区为 0.25,经加权平均计算,结合 IDF 曲线,各设计流域分区的排水流量如表 1 所示。

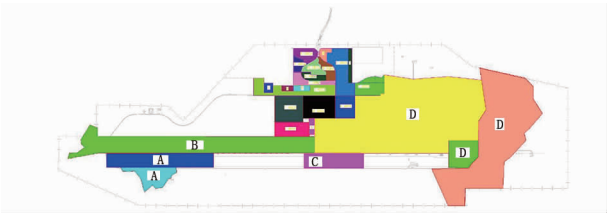


图 1 飞行区主排水系统分区布置

Fig. 1 Division arrangement of main drainage system in flight area

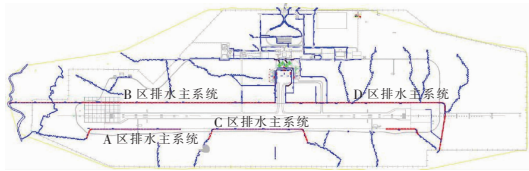


图 2 飞行区主排水系统管沟布置

Fig. 2 Pipe trench arrangement of main drainage system in flight area

表 1 排水流量

Tab. 1 Drainage flow

项 目	流域面积/m ²	排水流量/(m ³ ·s ⁻¹)	备 注
A 排水分区	292 270	6.86	
B 排水分区	536 165	12.08	主排水系统
C 排水分区	112 351	3.55	
D 排水分区	2 230 415	22.45	主排水系统

考虑到机场跑道的重要性,项目飞行区排水根据规范要求采用 5 年一遇重现期进行设计,但基于安全考虑,结合跑道及滑行道之间的调蓄容积,采用百年一遇重现期排水流量 160 mm/h[445.0 L/(s·hm²)],日最大降雨量 480 mm 进行复核计算,确保跑道的绝对安全。

主要的复核计算见表 2。

表 2 排水流量复核

Tab. 2 Drainage flow review

项 目	流域面积/m ²	5 年一遇排水流量/(m ³ ·s ⁻¹)	100 年一遇排水流量/(m ³ ·s ⁻¹)	调蓄容积估算/m ³	排水沟设计流量/(m ³ ·s ⁻¹)
A 排水分区	292 270	6.69	10.35	91 065	6.69
B 排水分区	536 165	11.46	17.72	183 645	11.46
C 排水分区	112 351	3.09	4.77	45 355	3.09
D 排水分区	2 230 415	27.26	42.12	152 800	28.00

关于跑道区域排水设计方案的选择,在初步设计阶段提出两种设计方案,跑道两侧主排水系统均考虑浆砌块石梯形明渠,在穿越垂直联络道处设置钢筋混凝土排水涵管。两个设计方案的主要区别在于是否在跑道道面区外设置多孔渗水管排水系统。

方案一根据美国规范^[2]要求在跑道两侧的道面区外侧设置 DN150 的多孔渗水管,外包土工布,并每间隔 150 m 设置检修口,在检修口处埋设 DN200 管道排入跑道两侧排水主沟。具体的美国规范要求及示意图见图 3。

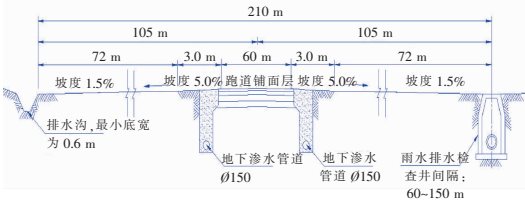


图 3 美国标准 AC 150/5320—5B 跑道排水要求

Fig. 3 Runway drainage requirements in AC 150/5320-5B

美国标准要求设置的渗水管道系统主要基于跑道两侧土面区渗透的雨水、地下水及排水沟内渗透的雨水会对跑道道面区的基础产生浸泡,进而影响跑道的使用寿命。

方案二在跑道两侧道面区外侧未设置渗水管道,将跑道两侧排水沟均放置在距离跑道中心线150 m以外(根据ICAO规范要求,排水沟应位于跑道平整区范围之外,即距离跑道中心线不少于105 m),减少排水沟内积水对跑道基础产生影响。

本工程基于地下水位较低,未考虑设置渗透管系统,不会对跑道基础造成影响,且排水沟远离跑道,对跑道基础无影响,故选用排水方案二。

对于降雨量较大且地下水位较高的跑道区域应考虑选择排水方案一,在跑道道面区外侧设渗水系统,避免由于地下水位上升对跑道基础产生影响。

1.2 停机坪区域排水

根据美国标准^[2]要求,机坪上雨水不得朝向航站楼方向排放,主要是考虑机坪含油雨水在排水沟内发生火灾影响航站楼的安全。基于此,本工程将机坪坡度背向航站楼方向,考虑到快速排水,减少机坪积水的深度,机坪排水坡度均按不小于0.8%、不大于1.0%考虑。

在设计过程中,机坪排水考虑两种设计方案,均考虑了机坪漏油冲洗污水及初期雨水的收集及处理,即均考虑设置隔油池用于油水的分离。

方案一主要根据美国NFPA规范^[3]要求(见图4),在机坪设置排水盖板沟,盖板沟每间隔38 m设计防火分隔带,分隔带宽度为1.8 m,主要基于当飞机漏油排至排水沟,排水沟内含油污水发生火灾时,排水沟由于防火分隔带的隔离,各分段之间彼此不受影响。每一独立分隔段均设置排水管道同排水主管相连接,流经隔油池并处理。

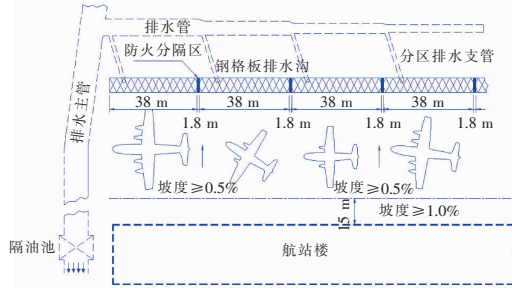


图4 美国标准NFPA 415 机坪排水要求

Fig. 4 Apron drainage requirements in NFPA 415

方案二主要根据新加坡民航局的推荐意见,机坪考虑设置双排水沟系统,即主排水沟结合隔油沟的排水设计方案,隔油沟主要用于收集漏油冲洗水及初期雨水,送至机场隔油池进行处理,后期雨水溢流排至主排水沟,主排水沟直接排至机场主排水系统,最终排至附近河流,具体见图5。

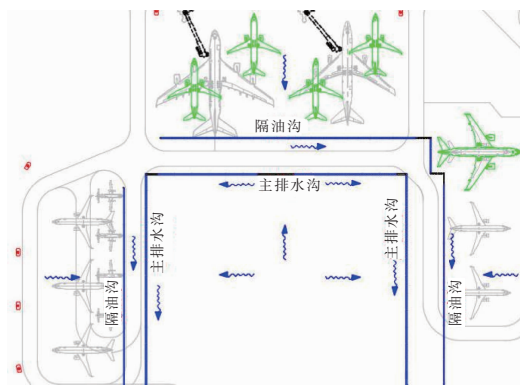


图5 停机坪主排水沟+隔油沟布置

Fig. 5 Layout of apron main drainage ditch and oil separator ditch

对比发现,方案一不仅考虑隔油,同时考虑防火,比较全面,但工程复杂,造价较高;方案二考虑增设一条小型排水沟,可以有效隔油。本工程综合工程费用及施工难度,最终采用了新加坡民航局推荐的设计方案。项目使用至今,运行良好。

目前,中国民航系统规范未见到机坪排水隔油方面的设置要求。从环境保护角度考虑,在机坪排水设计中应考虑设置隔油池,避免机坪跑、冒、漏等含油污水未经处理流入附近水域造成水体污染。

1.3 GP下滑台区域排水

GP下滑台区域排水沟布置见图6。

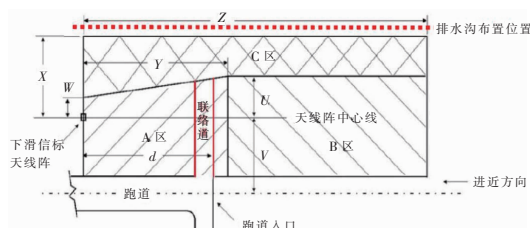


图6 GP下滑区排水沟布置

Fig. 6 Layout of drainage ditch in GP slide zone

根据国际民航组织ICAO 14标准要求,对于基准代码为3或4的精密进近跑道应采用较大的平整带,需要平整的部分扩大到距离跑道中线105 m处,本工程跑道为4F等级,对于下滑台(GP)保护区,考

考虑到对机场 ILS 下滑台信号的影响,建议在此范围内将排水沟调整至距离跑道中心线 190 m 以外,用以避开整个下滑台(GP)保护区,确保信号不受影响。

1.4 大象通道区域排水

在斯里兰卡,大象是吉祥的象征。在每年一度的康提佛牙节庆典中会有象群在驯象人的带领下走上街头盛装游行,由此可见大象在斯里兰卡的重要性。拟建机场所在区域恰为大象通道,从工程项目开始至结束,现场施工均可看到象群的身影,基于此,工程设计考虑预留大象的通道显得尤为重要,尤其对于机场围栏外侧排洪沟布置形式,如果按常规方式布置将形成一条不可逾越的鸿沟,阻塞大象通行,造成大象行进路线的改变,会对象群造成较大的影响。项目初期设计拟在排洪渠道上每间隔 100 ~ 200 m 设置大型管涵,充当大象通道,但考虑到围栏外侧植被密集且贴近排洪渠,黑夜时极易导致小象掉入排洪渠,基于此,项目后期因地制宜,修改了设计方案,调整了排洪渠的标高及坡度,宽度由原设计的 3.0 m 调整为 15.0 m,降低了排洪渠的深度,保证排洪渠道的深度不超过 1.2 m,此种设计思路可保证大象及小象可以在任何位置顺利通过排洪渠,保证了大象通道的顺畅。

1.5 机场周界外的防洪考虑

机场围界外有三个大型湖泊,分别为 Welipota Wewa、Hambbe Wewa 及 Weerasena Wewa,这些湖泊主要是为周边农田水利灌溉及周边各类动物(如水牛、猴子、大象等)提供水源(见图 7)。

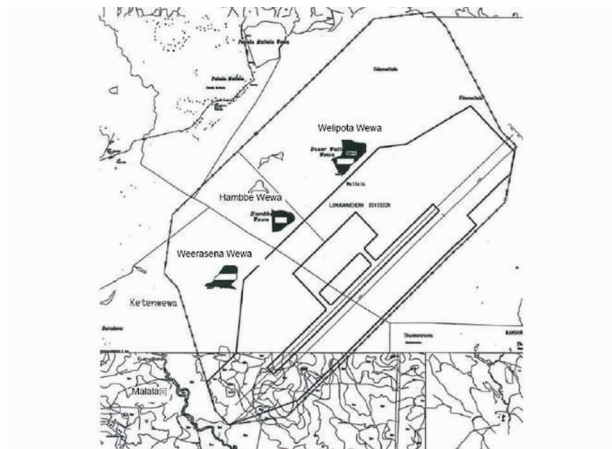


图7 机场周界外湖泊分布示意图

Fig. 7 Distribution of lakes around airport

由于缺乏水文资料,此三座湖泊的水文情况不

详,结合 GOOGLE 地形及 Civil 3D 地形模拟,整个场地为东北高西南低,三座湖泊所在区域地势均坡向西南方的 Malala 河,对机场飞行区没有影响。同时通过现场调研走访了解,这三座湖泊虽然地处位置不同,但均有水道互为联通,并最终汇入下游的 Malala 河。

1.6 机场周界内生态环境保护考虑

机场围界内靠近跑道有一个小型 Weli Wewa 湖泊和一条小 Malala 河流。为防止机场内存在积水,吸引鸟类及动物,在保证场内挖填平衡的基础上,将 Weli Wewa 湖泊进行回填处理,尽量避免场外弃土,同时对小 Malala 河上游的洪水进行了截流,尽量在满足机场正常运营的同时,减少对机场周边河流水系及湖泊的影响,使周边生态环境免遭破坏。

在防洪导排工程设计中,充分考虑了排洪渠设置的宽度及坡度,在满足最小自淤流速的前提下,尽量降低排水流速,减少对排水渠底及侧壁的冲刷,同时在排洪渠沟管转换位置设有沉淀池,使得在水流速度发生变化的区域沉淀截砂,防止水土流失,工程沉砂池见图 8。



图8 现场沉砂池

Fig. 8 Picture of grit chamber

2 辅助建模软件(Civil 3D)的应用

机场占地面积较大,容易受到周边河流及水系的影响,机场测量也仅针对设计红线范围内的地形进行测量,无法覆盖到机场红线外的大范围地形,进而对机场外围的流域及水系进行分析十分困难。

考虑到机场围界范围之外的地形地势对机场的影响,场外的水系及流域分析十分必要,基于此,可采用 Civil 3D 结合 Google Earth 对机场周边的地形地势进行综合分析,进而可以评估出工程影响范围内的流域面积及河流水系的分布情况,本工程采用 Civil 3D 模拟场地地势(见图 9、10)。Civil 3D 可提供有力的地形分析功能,自动生成等高线、水流方

向、流域分析图等,便于流域系统的分析及汇水面积的确定。本工程根据 Civil 3D 模拟出了机场周围河流的走向、流域及水流方向,对机场周边的防洪做出有效的分析及评估。同时 Civil 3D 可动态更新模型,纵断面设计功能可以根据平面图纸的调整对纵断面同步更新,对机场设计及排水纵断面设计非常便利。

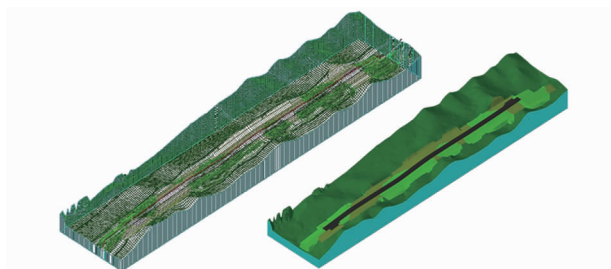


图 9 飞行区跑道地势模拟示意图 (Civil 3D)

Fig.9 Runway topography simulation model (Civil 3D)

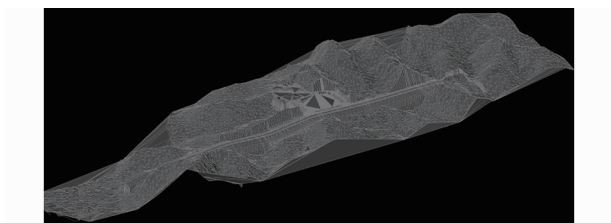


图 10 项目全景地势模拟放大图 (Civil 3D 高程放大 20 倍)

Fig.10 Topography simulation magnified model (20 times enlarged in Civil 3D)

3 结语

随着中国经济的发展,援建国外机场项目越来越多,设计应在基于国际民航组织 ICAO 14 要求的前提下,结合项目实际地形地势条件,合理规划排水路由,纵观全局,关注机场外围的洪水情况,确保机场满足 100 年一遇防洪要求。设计经验总结如下:

① 机场飞行区排水设计根据规范采用 5 年一遇重现期,设计应结合跑道及滑行道之间的调蓄容积,采用 100 年一遇排水流量进行复核。

② 如果建设区域地下水位较高,机场跑道道面区外侧需设置多孔渗水管排水系统,避免积水对

跑道基础产生影响。

③ 机坪应考虑隔油措施,避免机坪漏油排入附近水域造成环境污染。具体采取何种集油方式需结合当地国情、检修能力等综合分析后再选择。

④ 排水设计应因地制宜,结合当地特点,综合考虑如大象通道、生态环境保护等措施。

⑤ 境外工程,尤其是经济落后国家,缺乏资料,在机场排洪设计过程中,可充分利用 Civil 3D 结合 GOOGLE 强大的功能,对机场周边地势进行模拟并对防洪做出合理的评估及建设。

参考文献:

- [1] Annex 14 Volume 1, Aerodrome Design and Operations [S]. Canada: International Civil Aviation Organization, 2009.
- [2] AC 150/5320—5B, Airport Drainage [S]. USA: Department of Transportation Federal Aviation Administration, 1970.
- [3] NFPA 415, Standard on Airport Terminal Buildings, Fueling Ramp Drainage, and Loading Walkways [S]. USA: National Fire Protection Association, 2008.



作者简介:汤红岩(1978—),男,吉林洮南人,硕士,高级工程师,注册公用设备工程师,院副总工程师,研究方向为港口及机场给排水、消防、环境保护设计。

E-mail: tanghy@fhdigz. com

收稿日期:2016-07-15