

# 一种现浇混凝土坡屋面施工方法论述

封长伟<sup>1</sup> 张远福<sup>1</sup> 董丽凤<sup>1</sup> 王 博<sup>1</sup>

1. 防城中一重工有限公司 防城港 537100

**摘要：**为了满足建筑设计建筑立面造型的效果以及保证屋面使用空间，现代建筑屋面热衷于坡屋面。传统施工中，坡屋面（坡度在25°~75°之间的屋面）施工容易造成质量缺陷，留下渗、漏隐患，甚至在重力作用下混凝土易开裂。本文通过对某工程坡屋面混凝土施工方法进行小结，介绍一种坡屋面混凝土浇筑施工新方法，为其他建筑工程的坡屋面施工提供相应的施工方法参考。

**关键词：**坡屋面；混凝土浇筑；施工方法

## 1 概述

现代人们为了对建筑物的美感和质量要求高，且更倾向于追求新颖多样的坡屋面结构。传统上坡屋面(坡度在 25°~75°之间的屋面)施工中通常在斜坡底板或在钢筋面上附加一层钢丝网进行浇筑、拍实，在振捣过程中造成混凝土滑落、松散、离析现象，且混凝土密实度无法控制，易造成质量缺陷，留下渗、漏隐患，在重力作用下混凝土易开裂。坡度较大的坡屋面使用双层固定模板，造成施工成本高且成型效果差。坡屋面浇筑施工速度慢、施工操作人员得不到安全保障等缺陷。在坡屋面的混凝土浇筑中，为了防止混凝土向下滑落堆积，振捣不足，混凝土密实度不均匀，影响混凝土浇筑质量等问题。本文结合已经施工的工程提出一种坡屋面浇筑施工新技术方法。

某工程通过采用自主创新发明的可抽拉式挡板（挡板结构样式见下文详细描述）随浇随设于坡屋面现浇混凝土各浇筑段的施工方法，达到了施工易安装、构造简单、取材简单，经济有效、混凝土浇筑均匀的效果，并节省了施工工期，保证了施工质量及安全，创造了良好的经济和社会效益。该工程坡屋面图如图1、2所示。

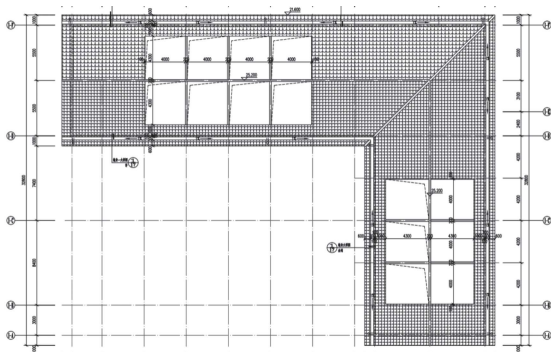


图1：坡屋面平面图

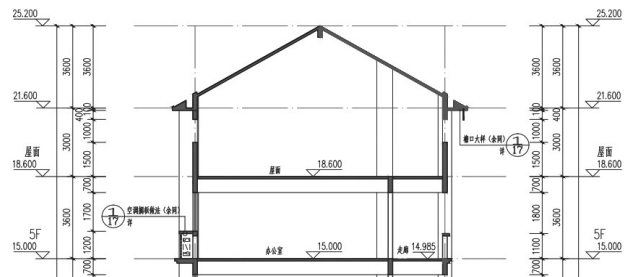


图2：坡屋面的剖面图

## 2 施工重点及关键技术

### 2.1 施工重点

①由于本屋面工程屋面坡度较大且存在转折，在施工过程中对各个部位(屋脊、坡面梁板及檐沟等支模的下部、各个转折点)的标高需要严格进行测设控制。

②坡面模板工程的支撑体系与普通的平屋面支撑体系存在较大差异，坡面会使得支撑体系节点处存在较大的水平推力作用，模板及其支撑体系设计必须具有一定的强度、刚度和稳定性，能可靠承受新浇筑混凝土的自重、侧压力及施工过程中所产生的荷载。

③坡屋面混凝土浇筑是施工的重中之重，材料性能、浇筑方式及浇筑顺序都会对屋面的最终质量，坡面效果影响很大。需要科学合理的控制屋面结构施工中的材料选择、运输及现场混凝土的浇筑。

### 2.2 关键技术

①可抽拉式挡板的使用，这是屋面混凝土施工新方法的关键。此挡板充分利用了钢筋混凝土的特性，通过巧妙的设计利用了结构钢筋网作为挡板的支撑固定支架，并且制作挡板的材料可以就地取材，利用现场模板，简单可行，适用性广。混凝土浇筑板厚2/3作用时，挡板给混凝土提供了滑落流动阻力，配合振捣使得混凝土能有效塑造结构板底，并且阻挡使混凝土较为快速失去流动性，浇筑的第一层混凝土面形成锯齿状，为浇筑

**通讯作者：**张远福，1994年生，男，本科。电子邮箱：2454377277qq.com。

第二层混凝土（面层）时，提供了良好的结合界面，为不设施工缝提供有利条件。

②混凝土浇筑顺序及浇筑时间的控制，这是混凝土成型密实，表现良好的关键。通过沟通商混站，提供即满足汽车泵泵送要求，又能获得较小坍落度的混凝土，可以有效减小混凝土在大坡度屋面的流动性，减短混凝土塑造坡面时间。科学合理的浇筑顺序能有效减少支撑体系需要承受的施工水平推力，并且把控浇筑时间及浇筑顺序可以减少施工冷缝或者断口产生，保证屋面的施工质量。

### 3 主要施工方法

#### 3.1 施工流程

基本流程为：施工准备→梁、板定位及标高的测设→模板工程（支撑体系搭设+梁、板模板安装）→钢筋绑扎→隐蔽验收→混凝土浇筑→养护→拆模

#### 3.2 施工准备

①按照结构施工图制备坡屋面梁、板钢筋。

②按照结构施工图制作模板支架图，选择厚度合适的胶合板，无锈蚀、开裂、弯曲变形钢管等合格材料。

③制作预留有钢筋豁口1-1且表面光滑的挡板1，所述挡板1的长度为2000mm，厚度为20mm，所述钢筋豁口1-1（匹配钢筋条直径的长条形槽口）于挡板1底部等距间隔开设至板体上部，挡板1的板体上设置有左、右对称的把手1-2，如图3所示。

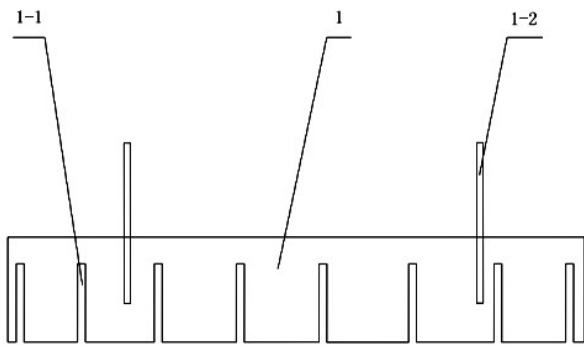


图3：可抽拉式挡板示意图

注：1、挡板；1-1、钢筋豁口；1-2、把手

#### 3.3 定位、标高控制

由于坡屋面的许多细部尺寸在设计图纸中未标明明确，无法直接对屋面进行施工精细放线，为了保证坡屋面各部位的准确性，本次施工前技术部充分利用了电脑软件 AutoCAD 根据设计图纸对其进行模拟放线，按照相同比例确定每一个结构细部的位置、尺寸及标高；再根据电脑确定的位置及标高进行现场放样。采用电脑模拟放线，既节约了工期，又减少不必要的返工。

#### 3.4 模板工程

一般坡屋面施工方法为双层固定模板，其底层模板与面层模板需要拉定位止水螺栓和附加止水板；面层模板与底层模板需平行设置，底层模板作为上层模板固定及支撑板，两者之间通过对拉定位止水螺栓定位，并在底层模板与面层模板的外侧需要分别通过底部螺母和顶部螺母锁紧固定，施工工序繁多且施工技术要求高。本施工方法可采用单层模板即底模支模形式，通过利用可抽式挡板比双层固定模板减少了材料的使用，减少了施工工序，加快施工进度。坡屋面底模支撑搭设满堂脚手架，立杆纵横间距为 1.0m，水平杆步距为 1.5m，并在离地 200mm 设纵横扫地杆，在紧靠现浇屋面板底模沿屋面坡度方向加设横杆或者水平剪刀撑，以使支撑系统形成更为整体性的结构。安装支架立杆前，立杆底按施工规范要求设置了 200mm×200mm 垫板。由于屋面结构坡度较大，为确保底模的稳固，于板底模脚手架支撑部位，沿坡屋面底模设水平杆一道，模板的顶撑紧固采用木楔顶紧加固。支架搭设完毕后，组织班组自检，项目部技术、安全部门复检以及建设三方验收检查，认真反复地检查板下木楞与支架立杆连接是否稳定、牢固。一切无误后，才进行下道工序的施工。

#### 3.5 钢筋工程

本工程钢筋施工与普通结构层施工大体一致，坡屋面板钢筋做法及要求，不同位置做法不同，屋脊位置按照折板钢筋做法，非屋脊位置按照平面楼板做法。屋脊位置板钢筋做法：双层双向配置，局部不足处附加钢筋。上部受力钢筋在屋脊处不断开；下部受力钢筋在屋脊处断开，并伸至板上部锚固，满足锚固长度的要求。非屋脊处板钢筋做法：双层双向拉通配置，局部不足处附加钢筋。上部钢筋和下部钢筋均拉通。另外，钢筋的制作、加工、安装严格均按结构施工蓝图及国家规范要求，并且加工、制作在加工防护棚内完成。由于坡屋面钢筋绑扎作业面较为陡峭，应在屋脊梁的位置按屋脊的方向每隔 1.5m 加设一根高于屋脊的钢筋弯钩，以便在屋面各分项工程施工中系安全带，为施工、作业安全提供保障。

#### 3.6 混凝土工程

##### 3.6.1 材料选择

本工程采用商品混凝土，由汽车泵泵送至屋面浇筑部位，本施工方法浇筑前应该提前做好安全、技术交底并与商混站做好沟通，要求混凝土的坍落度较小。

##### 3.6.2 混凝土施工新方法具体施工步骤

①搭建完成坡屋面模板4，所述屋面模板4的左、右宽度（即横向长度）为3倍的挡板1的长度，如图4、图5

所示。

②在坡屋面模板4内用钢筋条完成绑扎出具有上、下层结构的板面钢筋网3,如图4所示。

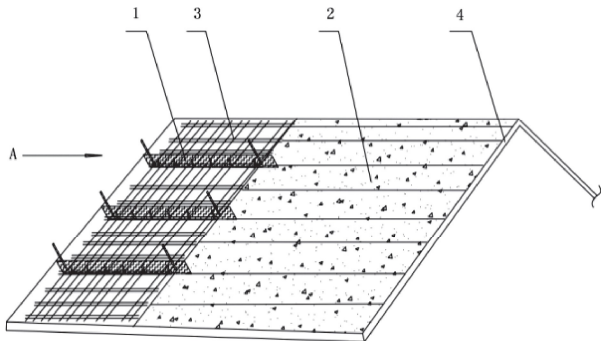


图4: 坡屋面实施方式的结构示意图

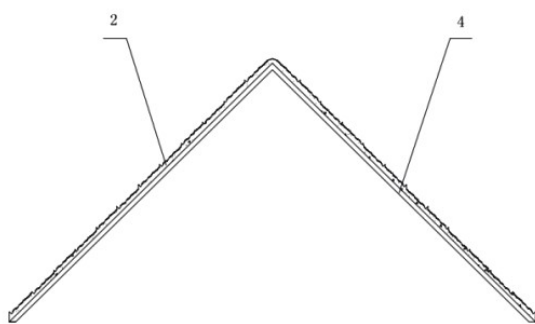


图5: 坡屋面实施方式的结构A向视图

注: 1、挡板; 2、第一层混凝土; 3、板面钢筋网; 4、坡屋面模板。

③在左侧坡屋面模板4区域的板面钢筋网3上沿坡度方向(即纵向)间隔插装前、中、后三块垂直于板面的挡板1(板面钢筋网3作为挡板1插装的支架)而将左侧坡屋面模板4区域分割为自上而下(或在下而上)的四片浇筑区,如图4所示。

④于四片浇筑区同时进行浇筑而形成该区域的第一层混凝土2(厚度为挡板1的2/3),由于挡板1的阻挡作用,相邻片区的第一层混凝土2之间形成向上突起的锯齿状,待混凝土失去流动性后将挡板1抽出,然后于第一层混凝土2上浇筑第二层混凝土并收面(覆盖板面钢筋网3),如图4、图5所示。

⑤于中部坡屋面模板4区域重复步骤③、④。

⑥于右部坡屋面模板4区域重复步骤③、④而完成坡屋面混凝土浇筑施

### 3.6.3 养护、拆模

混凝土浇筑完毕后及时养护,一般养护时间14天,但需待面层在混凝土强度达到 $1.2\text{N}/\text{mm}^2$ 后模板方可拆除,拆除时应小心,严禁乱撬,以避免造成止水螺栓松动。底层模板拆除应以同条件试块强度为准。

### 3.6.4 施工注意事项

①在坡屋面混凝土施工中应特别注意随着混凝土浇筑进行防止发生结构变化。由于模板支撑系统要承受斜坡浇筑产生的水平推力,因此浇筑混凝土时,要两坡面同时对称进行,同时支撑架要设置好抱柱等加强抵抗水平推力的措施,保证牢固可靠,以免因单侧浇筑,使支撑架发生位移,出现倒塌事故。另外,坡屋面特别是大坡度屋面,高空作业风险很高,请施工时一定要加强管理,做好安全防护措施。

②坡屋面施工需要考虑防水。坡屋面的水流是由上到下的,因此一旦出现漏水问题,它会很迅速地在整个房屋内扩散。所以浇筑混凝土时,必须采用防水混凝土,第一层混凝土浇筑,须振捣到位,在第一层混凝土初凝前浇筑第二层混凝土,第二层混凝土达终凝条件后磨光收面,保证面层混凝土密实,达到结构自防水要求。

③坡屋面施工时放线定位也需要注意。坡度不对可能会影响房屋整体的美观性,还会增加返工成本。因此,施工前需要精确测量坡屋面的斜度,以确保施工过程中的准确性。

## 4 经济效益

从2021年专利实施以来,通过完成本专利以及相关施工项目,在擎天海澳城、春华小学、大成第二中学、上渡第二小学及上渡第四幼儿园等工程项目应用,加快了工程节点推进,共节省工料机以及二次修补费用约842.4万元,新增利润约455.8万元。

应用工程一:总用地面积105555平方米,二期总建筑面积约230827.7平方米。其中二期地上计容建筑面积192648.4平方米、二期地上不计容架空层建筑面积2579.1平方米,二期地下室建筑面积35600.20平方米,结构形式为框架-剪力墙结构。13#、18#、19#、22#、23#、27#楼-层为配套用房、商业网点及架空层,二层以上为住宅,15#、16#、17#、20#、21#、25#、26#楼-层为配套用房及架空层,二层以上为住宅。各楼栋均为高层建筑,最高建筑高度99.7m,屋面坡度约为 $45^\circ$ 且屋面高度约为2.0m。此为第一次接近超高层建筑应用,一共减少施工时间40天,节省工料机以及二次修补费用约445.2万元,新增利润约255.0万元。

应用工程二:总建筑面积约23305.87平方米,地上建筑面积为18848.45平方米,地下建筑面积为4457.42平方米,结构形式为框架结构。其中有1#、2#教学楼、综合楼、实验楼、食堂、午托用房,屋面坡度约为 $29^\circ\sim 50^\circ$ 且屋面高度约为6.6m。此为第一次学校工程应用,一共减少施工时间30天,节省工料机以及二次修补

费用约112.3万元,新增利润约65.5万元。

应用工程三:本工程三个学校,总建筑面积为63948.2平方米。无地下室,结构形式均为框架结构。其中有教学楼、综合楼、宿舍楼、图书馆等,屋面坡度约为 $25^{\circ}\sim 45^{\circ}$ 且屋面高度约为3.0m。一共减少施工时间40天,节省工料机以及二次修补费用约284.9万元,新增利润约135.3万元。

### 5 结语

坡屋面是新时代的发展主流,坡屋面的施工尤其是混凝土的浇筑是比较复杂的,为了确保混凝土的施工质量,应根据工程特点选择科学、合理的施工方案。本工程总结的屋面混凝土施工新方法,此法经在擎天海澳城、春华小学、大成第二中学、上渡第二小学及上渡第四幼儿园等工程项目应用实践避免了坡度较大的坡屋面

施工中采用双层固定模板,造成施工成本高且成型效果差,坡屋面浇筑施工速度慢、施工操作人员得不到安全保障等缺陷。按上述施工总结的方法施工完成的坡屋面工程,可以使工程从安全、质量以及施工周期上均达到了令人满意的效果。

### 参考文献

[1]冯雁波,黄河,杨鹏,缪俊,简廷新.钢筋混凝土坡屋面施工质量的控制研究[J].工程建设与设计,2021;

[2]陈晋宝,王鹏.浅析钢筋混凝土坡屋面现浇混凝土施工工艺[C]//2018年9月,建筑科技与管理学术交流会议论文集;

[3]李庆.坡屋面现浇混凝土板施工方法[J].中国新技术新产品,2009;