

附件 4

云南省城市第五立面及太阳能 景观化设计技术导则

组织编制：云南省城乡规划委员会办公室

承担单位：昆明市建筑设计研究院集团有限公司

昆明新元阳光科技有限公司

南京大学城市规划设计研究院有限公司

英国阿特金斯集团

昆明市规划局

二〇一七年五月

前 言

长期以来，建筑物屋顶往往属于建筑设计体系及城市规划管理中的“从属”地位。在建筑设计中，除了突出于建筑檐口的坡屋顶及其他形态的标志性建筑屋顶外，建筑平屋顶往往被檐口所遮挡。城市建筑屋顶空间往往被设计者、管理者、使用者和观赏者所忽视。

从云南省的建设情况来看，除少数城市对建筑屋顶形式有具体要求外，大部分城市对屋顶——城市第五立面，缺乏统一的形象、景观及功能要求。由于对城市第五立面设计引导的缺失，导致云南民族多样性、文化多样性、气候多样性、建筑多样性等地域特征得不到有效体现。

从现有建筑的使用来看，大部分城市老旧建筑的平屋顶存在着刚性屋面的隔热板破损严重，缺乏护理整修；柔性屋面的防水材料损坏，房屋功能下降；屋顶的排水不畅，杂草丛生、渗漏等诸多影响城市整体景观及使用需求的情况。特别是由于居民住宅分散式太阳能热水系统的普及，且由于安装的不统一、管理的缺失，使得城市住宅建筑屋顶杂乱无章。屋顶水箱布置随意，管线纵横，施工及维修不便等等情况，极大的影响了建筑屋顶的景观性、安全性。部分城市的“假坡顶”改造，由于未按照规范施工，“假坡顶”遮挡了原有太阳能热水系统的日照，影响了太阳能热水系统的使用，居民投诉较多。

从城市管理角度来看，屋顶的私搭乱建情况时有发生，火灾、风灾等安全隐患严重，更造成了房屋屋顶的权属、管理等诸多问题，居民之间纠纷不断。部分城市为追求“统一、整洁”的城市形象，盲目实行“平改坡”工程。由于过程中的设计不到位、施工不细致，大量不合规的轻质材料的随意使用，已经存在着严重的安全隐患。

从城市整体景观来看，缺乏统一的材质、质感、色彩的建筑屋顶扰乱了城市总体色彩及城市空间肌理，影响了城市天际线的构成。近年来，从空中俯瞰城市机会的增多，使得建筑屋顶在现代城市环境构建中的作用将越来越大。建筑屋顶已经从单纯的围护结构上升到“城市第五立面”这一重要空间，成为构建良好人居环境的重要载体。

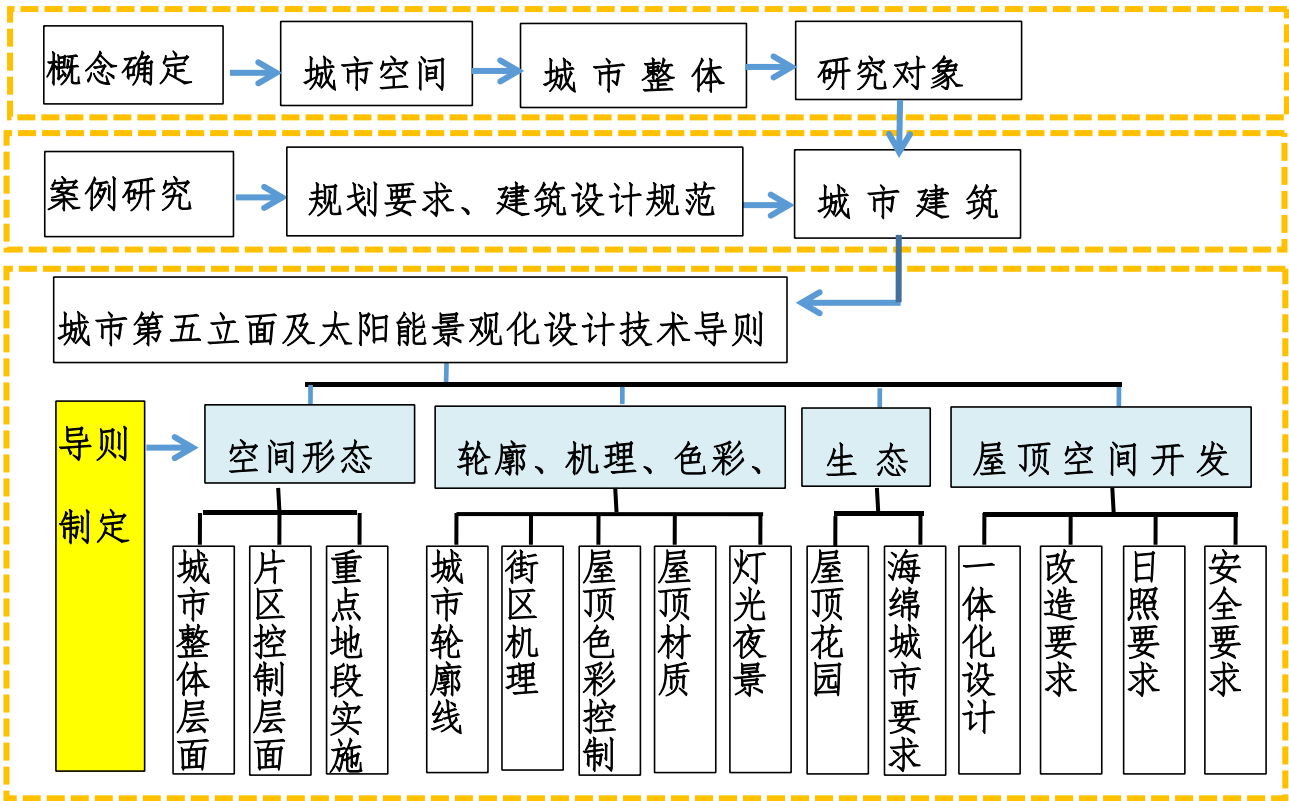
从城市空间开发利用来看，屋顶面积占城市正投影面积的比重较大。做好城市第五立面的开发利用，充分利用存量城市空间，对提高绿色能源利用率、推广太阳能热水系统和太阳能光伏发电系统，构建海绵城市等工作具有举足轻重的作用。将城市第五立面作为城市的生活空间、生产空间、生态空间使用，可实现城市空间的合理充分利用。

“云南省城市工作暨城乡人居环境提升推进会议”提出了强化城市设计和特色风貌塑造、提升城市建筑水平、推进绿色节能城市建设及提升人居环境的要求。根据《中共云南省委云南省人民政府关于进一步加强城市规划建设管理工

作的实施意见》中关于“注重城市设计的空间立体性、平面协调性、风貌整体性和文脉传承性，体现云南城市地域特征、民族特色和时代风貌”的要求，对城市总体风貌、城市第五立面等要素以导则方式规范规划设计要求。

本导则的制定，主要从城市第五立面的景观化方面进行引导控制。同时，在建筑第五立面的设计、建设、改造、管理中，加强太阳能设施与建筑屋面设计一体化、景观化等方面进行引导控制。

本导则的研究框架为：



本导则共分为六章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、城市空间形体整体控制、城市第五立面景观化设计要求及太阳能一体化设计景观化要求。

本导则由云南省城乡规划委员会办公室组织编制，由云南省城乡规划委员会办公室技术委员会负责解释。

本导则编制单位及人员名单

主编单位：昆明市建筑设计研究院集团有限公司

参编单位：昆明新元阳光科技有限公司

南京大学城市规划设计研究院有限公司

英国阿特金斯集团

昆明市规划局

主要起草人：向剑凇、李薇、徐伟、王丽、罗一丹、刘永昆、秦茂良

主要审查人员：简宇航、向剑凇、童兼
陆映梅、刘鑫、张扬

目 录

1.总 则.....	1
1.1 编制背景.....	1
1.2 编制目的.....	2
1.3 编制意义.....	2
1.4 编制原则.....	4
2.术 语.....	5
2.1 屋顶及城市建筑第五立面.....	5
2.2 太阳能设施.....	6
3.基本规定.....	8
3.1 上位规划要求.....	8
3.2 建筑设计要求.....	8
3.3 太阳能设施与建筑第五立面一体化要求.....	8
3.4 新建建筑要求.....	8
3.5 原有建筑要求.....	9
3.6 日照要求.....	9
3.7 太阳能热水系统要求.....	9
3.8 太阳能热水系统设施要求.....	9
3.9 一体化要求.....	10
4.城市空间形态整体控制.....	10

4.1 城市总体层面控制.....	10
4.2 城市分区层面控制.....	11
5.城市第五立面景观化设计要求.....	15
5.1 高层建筑第五立面景观化设计要求.....	15
5.2 低层、多层建筑屋顶造型.....	16
5.3 建筑屋面色彩设计.....	17
6.太阳能一体化设计景观化要求.....	19
6.1 技术要求.....	19
6.2 太阳能设施景观化设计要求.....	21

1.总 则

1.1 编制背景

1.1.1 重要性

随着我国城市化进程的加快，城市空间形态呈现出多样性和复杂性的特点，城市空间正朝立体化和复合化方向发展。人们的视觉观赏点进一步提高，之前并不被重视的建筑屋面形态越来越多的受到人们关注。以鸟瞰视角俯瞰城市，从城市整体景观层面及风貌塑造层面上讲，建筑第五立面不仅是单个建筑的“屋顶”，而是构成一定区域内城市肌理的基本单元，更是具有景观属性、生态属性及新能源利用属性的城市空间。

1.1.2 城市整体风貌要求

由建筑顶部所组成的城市天际线是城市竖向度的空间形态，也是一座城市风貌最集中、最具典型代表的特征。“城市——建筑一体化”的本质在于突出城市的整体形象与风格，而城市第五立面则是构成城市天际线最直接的体现。

1.1.3 功能性要求

城市第五立面空间容量巨大，是提高城市绿化覆盖率、提高绿色能源（太阳能、风能）利用比例，实现海绵城市目

标、发挥城市生态功能的重要空间载体。城市建筑屋顶不仅是城市外在的景观空间，也是城市重要的生态空间、生活空间及生产空间。

1.2 编制目的

本导则的制定，主要目的是指导城市屋顶（城市第五立面）的设计、管理与控制，突出城市第五立面作为城市重要空间的功能性。从城市屋面的色彩、材质、屋顶形式、屋顶绿化（屋顶花园）、屋顶空间开发与利用、基于鸟瞰视角的屋顶景观效果、屋顶夜景灯光等方面进行引导控制。在建筑屋顶的设计、建设、改造、管理中，应对太阳能设施进行一体化设计与建设。从建筑本身（包括建筑高度、屋顶形式、建筑风貌、屋顶空间等）、太阳能本身（包括太阳能系统、体积、形状等）以及太阳能与建筑一体化协调方面等进行引导控制。

1.3 编制意义

本导则的编制意义主要体现在以下几个方面：

1.3.1 城市第五立面是城市整体风貌的反映

城市第五立面作为鸟瞰视角下城市整体风貌的外在反映，是城市规划结构形态、城市肌理构成、城市发展脉络的立体化展示，对人们获得城市整体特色及其景观结构识别等

方面起着十分重要作用。

1.3.2 城市第五立面是城市文化和地域特色的重要载体之一

对于云南这一多民族、多文化地区而言，是地域文化、民族文化在物质环境和空间形态上的重要体现。

1.3.3 城市第五立面是城市重要的空间资源

城市第五立面资源与城市土地资源、地下空间资源等共同构成城市立体空间资源。

1.3.4 城市第五立面是建筑内部功能与外部形象的直接表达

城市第五立面不仅是内部功能的表达，更是建筑立面造型形象的延伸和重要组成部分。对于构建城市天际线、城市标志性景观及独具特色的城市“山、水、林、田、城、湖”等特色构成有意义重大。

1.3.5 城市第五立面是实现城市生态和节能技术的重要空间

建筑第五立面由于其位置的特殊性，是风、雨、阳光等自然资源最有利的接收部位。开发和利用建筑屋顶空间，使建筑屋顶不仅仅具有维护承重结构功能，通过采用新技术、新材料、新的建筑构造设计方法，实现建筑生态化及绿色建筑的发展目标。

1.4 编制原则

1.4.1 整体性原则

突出城市空间的整体性，强调城市第五立面对城市空间各组成要素的影响，将城市第五立面与周围环境作为一个整体来研究。

1.4.2 多样性原则

城市第五立面的设计受地形地貌、气候条件、人文因素等因素的影响和制约，形成了不同特色的城市建筑屋顶形式的多样性特征。

1.4.3 地域性原则

云南是多民族、多文化、多气候类型的地区，地域特点特征突出。城市第五立面是城市地域文化的重要展示空间及地域特征的景观空间。针对城市“千城一面”问题，在城市第五立面的规划设计过程中，应分析云南省不同城市的整体形态以及建筑建造方式的差异性。在规划设计中提倡尊重地域文化，符合气候特征要求，以此促使自然特征、功能需求和地域文化的和谐统一。

1.4.4 经济性原则

城市第五立面的设计与改造技术要做到切实可行、经济

有效，必须从地域经济的客观条件出发，因地制宜、因时制宜。建筑屋面要注意“设计结合地形”、“设计结合气候”，有效地降低建筑使用中的能耗、物耗。

1.4.5 融合性原则

有效利用有限的建筑屋顶空间资源，将太阳能设施融入到城市第五立面设计、施工、管理中，实现城市景观的整体塑造与整体提升。

1.4.6 生态性原则

利用建筑屋顶空间日照充分、雨水条件较好等特点，将城市屋顶进行生态化建设，在满足海绵城市建设及绿色、低碳、环保要求下可积极拓展居民户外活动空间。

2.术 语

2.1 屋顶及城市建筑第五立面

2.1.1 屋顶

《中国大百科全书》中对“屋顶”一词的解释为：房屋最上层起覆盖作用的围护结构，又称屋盖。

2.1.2 建筑第五立面

是指建筑物除了四个围合实体之外的立面——屋顶平

面，其前提是以高视角看屋顶所形成的。

2.1.3 城市第五立面

从宏观的角度看，城市第五立面是指从空中俯瞰视角感知的城市整体意象，包括城市整体形态、城市天际线及建筑色彩、街区机理等各种要素构成的整体环境。

2.2 太阳能设施

2.2.1 太阳能资源

通常所谓的太阳能资源，不仅包括直接投射到地球表面的太阳辐射能，而且包括像水能、风能、海洋能、潮汐能等间接的太阳能资源，还应该包括通过绿色植物的光合作用所固定下来的能量，即生物质能。称其为“广义的太阳能”，以区别于仅指太阳辐射能的“狭义太阳能”。本文中所研究利用的太阳能为“狭义太阳能”，即直接投射到地球表面的太阳辐射能。

2.2.2 被动式太阳能热利用技术

“被动式太阳能”是指不借助风扇、泵和复杂的控制系统而对太阳能进行收集、贮藏和再分配的系统。

2.2.3 主动式太阳能热利用技术

相对于“被动式太阳能”，主动式太阳能热利用需要借助建筑的基本要素以外的太阳能热采集设备以及辅助手段，采集太阳能的热量。

2.2.4 太阳能集热器

由于太阳辐射的能流密度低，在利用太阳能时为了获得足够的能量，或者为了提高温度，采用一定的技术和装置对太阳能进行采集，这种采集太阳能热能的装置称为集热器。按照集热器是否聚光，可以划分为聚光集热器和非聚光集热器两大类。

2.2.5 非聚光集热器

非聚光集热器能够利用太阳辐射中的直射辐射和散射辐射，集热温度较低。非聚光集热器种类繁多，因而分类比较复杂。从外观来看可分为平板集热器和真空管集热器两大类。

2.2.6 太阳能光伏技术

太阳能光伏技术是利用太阳电池将太阳光能转化为电能。通过控制器，白天由蓄电池将太阳电池产生的电能储存起来，夜间再释放出来，提供照明以及其它需要的技术。

3.基本规定

3.1 上位规划要求

城市第五立面设计，应根据城市的地域特征、历史文化、民族特点、风貌要求及空间形态等特点进行整体控制，需满足城市总体规划等相关规划的建设要求。

3.2 建筑设计要求

城市第五立面设计应根据单体建筑的特点、建筑功能使用、立面造型的要求，使用地区的地理、气候、文化、民族、场地基础、周围环境等条件进行造型与设计。

3.3 太阳能设施与建筑第五立面一体化要求

将建筑屋顶太阳能设施作为建筑第五立面的重要组成部分，两者之间相互融合、协调共生。

3.4 新建建筑要求

对于新建建筑的太阳能设施需要与建筑第五立面进行一体化设计，实现同步设计、同步审批、同步验收。建筑上部（含屋顶和太阳能一体化）设计需与工程许可证附图同步设计。

3.5 原有建筑要求

对原有建筑的建筑第五立面改造需满足现行规范的设计要求，满足地方法规和管理使用要求，同时考虑太阳能设施一体化要求，保证建设的安全性、耐久性与维修的方便性。

3.6 日照要求

对建筑第五立面进行改造及安装太阳能设施时，需满足太阳能设施安装相关规范并不得降低相邻建筑的日照标准。

3.7 太阳能热水系统要求

太阳能热水系统应根据城市规划要求、建筑立面外形要求、所处区域的地理纬度、区域气候状况、场地条件、周围环境、建筑使用功能和设备安装条件等进行选型和设计，为用户提供安全节能、方便美观、舒适卫生、经济适用、便于清洁和维护的热水供应系统。

安装在建筑物上的太阳能热水器或太阳能集热器，应遵循安全美观，规则有序、排列整齐，便于清洁、维修和更换的原则，与建筑安装部位的主体结构连接牢固。

3.8 太阳能热水系统设施要求

年日照时数大于 2200 小时，年太阳辐照量大于 $4800\text{MJ}/\text{m}^2$ 的地区，十一层以下的居住建筑和 24m 以下设置热

水系统的公共建筑，应采用太阳能热水系统。

3.9 一体化要求

设计允许布置太阳能热水系统的，宜布置紧凑式集中供热热水系统。

建筑第五立面设计中，宜优先选用性能可靠、功能齐全、造价合理的建材型太阳能集热器作为低层、多层的建筑屋面、遮阳及高层建筑的阳台栏板。

太阳能集热器安装在建筑屋面、墙面、阳台上或作为建筑屋面、墙面、阳台栏板和遮阳板使用时，功能和性能应满足建筑设计的要求，外形应与建筑协调一致。

4.城市空间形态整体控制

4.1 城市总体层面控制

4.1.1 整体协调

从城市所处的自然、历史环境特征，民族及地域文化特点，路网结构、用地条件、空间构成、美学要求等多个角度，分析研究城市第五立面可能采取的结构、形态。以城市总体规划为指导，做到城市整体风格的协调统一。

4.1.2 景观化分区

根据城市片区的功能及景观性差异，研究能够强化城市空间环境特色的手段和方法，为城市第五立面构筑整体框架，突出分区景观特色，确定城市第五立面的景观化分区。

4.1.3 建筑群体控制

城市建筑群体布置应为安装太阳能系统提供条件，安装太阳能系统的建筑单体或建筑群体主要朝向宜为南向。

4.2 城市分区层面控制

4.2.1 控制城市轮廓

城市天际线由山体、水体、建筑物、构筑物等实体元素和这些实体元素之间的空隙——绿化、水面等虚体元素构成，前景和背景天际线共同构成城市的天际线轮廓整体。前景天际线主要由多层、低层建筑以及绿化空间组成，向水平方向展开，属于近人尺度；背景天际线更强调竖向构图，一般由高层建筑物、标志性构筑物和高大的山体组成。

1.整体性

在云南以山体为背景的城市中，建筑第五立面所形成的天际线应顺应自然地形地貌所形成的山体轮廓线，形成相互协调、呼应的关系。

2.层次性

云南平坝区或滨水城区沿田园风光带、滨水岸线的城市建筑应由低层到高层逐渐远离，构成“台阶”状空间，使得整个城市轮廓线层次分明。

3.分区群体建筑协调性

高层建筑第五立面造型相互之间要协调，形成协调关系；高层建筑第五立面的檐口之间要风格统一，构件对应；外部造型之间要进行统一安排设计。

4.2.2 控制分区色彩

在本导则中，仅研究城市或片区在鸟瞰视角下所反映出来的直观屋顶色彩特征。根据城市第五立面规划需要，将建筑第五立面色彩分为大地自然景观所构成的背景色、城市建筑群的整体色彩意向所构成的基色、建筑外立面所构成的主色等。

1.突出自然片区自然美，在城市中，要保护和突出自然色。

2.城市色彩是城市文化的载体之一，通过建筑屋顶色彩可以体现并强化历史痕迹。历史文化街区应尽量保持其传统色调以延续城市的文脉。如城市原有风貌已被破坏，其历史建筑、文物古迹周边的屋顶色调须与古建筑色调相统一。

3.服从城市功能分区。城市第五立面色彩要服从城市的功能。商业中心城市与行政中心城市，其屋顶色彩特点自然

会有区别，前者色彩更加丰富，后者色彩更加庄重。另外，从城市分区来说，历史文化保护片区屋顶颜色相对素雅一些；商业区屋顶颜色相对活跃一些。

4.城市屋顶色彩构成和谐。和谐是城市第五立面色彩规划设计的核心原则。城市第五立面色彩的协调，一方面指建筑屋面色彩与城市自然环境色彩的协调，另一方面指建筑屋面色彩之间应该相互和谐统一。城市屋顶色彩既要考虑与原有的城市传统色彩统一，又要体现建筑的标志性与特征性。

4.2.3 延续街区肌理

在城市建筑第五立面的塑造中要注意对城市肌理的塑造与强化。

1.衔接

根据城市空间界面、道路网络、现状建筑分布规律及街巷院落空间等方面进行综合分析。强化城市的屋顶肌理特征，做到保护第一，改造第二。对于破坏较严重的地区应进行必要的填补和修复。通过城市屋顶的梳理，实现不同街区之间的衔接重构，使零散在城市中的屋顶空间紧凑有序，进一步恢复老城区肌理和城市新区建筑肌理之间的关系。

2.整合

应该从多角度、多层面来考虑对于城市第五立面肌理的

保护和延续，要与城市总体规划统一协调，使部分融于整体之中。在功能上也要进行归并和整合，形成协调有序的景观风貌。在新建筑整合的过程中，要充分利用原有的保留建筑屋顶肌理，使新建筑形式与传统形式在屋顶处理上和谐交融。

3.生长

新建筑一方面要与城市生活相协调，又要与城市整体肌理相融合，建筑屋顶的过渡性和层次性在城市第五立面中加以物质实体体现，这就是生长概念在设计中的具体体现。

4.2.4 优化第五立面夜景灯光

1.城市第五立面夜景景观的设计须根据不同城市独特的地理、地貌以及城市空间环境，使其有机地融于环境，显示出地方特色。

2.第五立面夜景景观的设计必须体现鲜明的时代特征，应用最新科技，体现绿色、低碳、节能的要求。

4.2.5 适应地形地貌

城市第五立面在规划设计过程中，要适应并突出城市的地形地貌特征。对于山地城市，在城市的规划设计中，应确定“山形主导轮廓”的开发策略，从而形成独具特色的山地城市形象；平坝城市的平面结构宜通过“台阶式”分析法实

现层次感，丰富天际线。

5.城市第五立面景观化设计要求

5.1 高层建筑第五立面景观化设计要求

5.1.1 高层建筑屋顶造型设计

高层建筑第五立面在规划设计过程中，不仅要体现其本身的功能性，而且要考虑其与城市空间的关系。

1.注重高层建筑第五立面形态与周边街道空间的关系。从城市层面来说，考虑到城市景观的对景与标志性作用，高层建筑的屋顶设计可起引导视线或成为标识的作用。

2.注重高层建筑第五立面形态与城市广场、绿地空间的关系。广场、绿地周边的高层建筑第五立面设计中，要注意屋顶的形制色彩的统一和协调。不同高层建筑第五立面之间要有主次之分，而且其构图与视线通廊要有助于突出主要标志物，以便形成整个广场、绿地的视觉中心。

5.1.2 注重高层建筑第五立面形态与城市天际线的关系

1.高层建筑第五立面形制的多样化处理，在统一的城市天际线上区分主次。

2.高层建筑第五立面应体现集群化处理，突出韵律感、节奏感，顺应自然地貌特征。

5.2 低层、多层建筑屋顶造型

5.2.1 低层、多层建筑屋顶改造基本要求

低层、多层建筑在城市空间中所占比重较高，往往成为城市背景，其整体屋顶形态对城市环境影响较大，并且多为近人尺度的直观感受。因此对低层、多层建筑屋顶形态的控制，应以片区整体形态控制为主，强调分片区多种形态屋面组合与协调。

5.2.2 改造要求

1.平改坡要求

“平改坡”的改造方式可以有效改变屋顶的形象，并改善建筑原有的保暖、防水、隔热等功能。坡屋顶的外观由坡屋顶的形式、坡屋顶各部分的比例尺度、坡屋顶的颜色三部分组成。平屋顶的改造应尽量采用轻质材料，保持原有的结构体系，宜采用构造简单的坡屋顶形式。

2.平改绿要求

屋顶绿化要根据建筑物的环境条件、使用功能和具体要求进行垂直绿化和景观设施的组合与设计。建设应充分考虑功能定位，兼顾景观效果和实用性，充分利用空间，可以有效提高老旧区域的绿化覆盖率。绿色屋顶的设计应符合《屋面工程技术规范》（GB50345）的规定。应优先选择对径流

雨水水质没有影响或影响较小的建筑屋面及外装饰材料。

3.平改院

“平改院”主要是把原住宅屋顶改建成可供人活动的庭院。屋顶的承重方式将产生较大的变化，可能增加额外荷载，需要对结构安全问题进行科学分析，妥善解决。

4.平改能

(1) 太阳能

即安装太阳能屋面、太阳能热水装置或太阳能电池板。基本有以下几个类型：平板集热器、玻璃幕墙集热器、太阳墙集热器。前两者玻璃的反射损失高达 15%。第三代技术即太阳墙集热器通过将空气吸过带孔缝的吸热体高效加热室外新风，消除了由于覆盖玻璃带来的造价提高和反射损失。在建筑外观上与其他屋顶无异且造价低又不需要经常维修，宜大力推广。

(2) 风能

屋顶作为建筑的顶界面，具有最好的风能条件。通过对风能的利用，有效增加通风要求，改善建筑小气候，实现节能要求。在保证满足屋顶承载力的前提下，平改风能也是屋顶主要改造策略之一。

5.3 建筑屋面色彩设计

屋顶建筑色彩是城市区域色彩的重要组成部分，建筑屋

面色彩是城市近人尺度重点地段第五立面形象的重要手段。
应关注以下几个方面：

5.3.1 环境协调性

区域色彩影响着屋顶色彩的选择，同样区域色彩需要屋顶色彩来丰富、点缀。区域中的地质、植被、水域、气候等决定了一个地方的环境色彩，区段的建筑屋顶色彩与其周边环境要相互交融或相映成趣。

5.3.2 文化传承性

建筑屋顶的色彩设计应符合当地地理环境，需充分考虑历史特征、风土人情和文化特点。结合城市整体的传统风貌、城市文脉统筹设计，营造出一种能展示地方个性、提升地段品质、别具特色的地域文化。

5.3.3 建筑功能的体现

商业区屋面必然区别于住宅区、办公区和工业区。同一区域内，主体建筑屋面也应和一般建筑色彩上有所不同，形成统一中的变化。应根据建筑的性质和功能，选择适当的色调作为屋面色彩设计的主题，创造出第五立面最佳的视觉效应。

5.3.4 建筑风格的呼应

屋顶色彩要与建筑风格呼应协调，脱离建筑物的屋顶色彩给人牵强附会的感觉。建筑风格决定屋顶形式，屋顶色彩强化建筑风格。

6.太阳能一体化设计景观化要求

6.1 技术要求

6.1.1 太阳能覆盖率要求

居住建筑太阳能覆盖率应满足下列要求：11 层及以下的建筑达到 100%，12 和 13 层的建筑不小于 85%，14 和 15 层的建筑不小于 65%，16 层及以上的建筑不小于 60%。

6.1.2 功能及规模确定

太阳能景观化的功能应用和设计规模应根据云南省不同城镇的地理纬度、气候特点、日照时长、日照强度、经济发展、技术条件等，综合分析，合理确定。

6.1.3 太阳能系统技术要求

1.系统应用范围

凡有热水需求的新建公共建筑及住宅必须设计和安装太阳能热水系统。太阳能热水系统的设计及安装应与建筑设

计有机结合形成一体化，并应满足安全可靠、维护简单、更换方便的要求。使用阳台壁挂式太阳能热水系统不得破坏建筑立面效果且结构安全满足相关规范要求。

2.系统保证率

屋顶安装太阳能热水系统时其太阳能保证率应大于60%，东向、西向、南向安装阳台壁挂式太阳能热水系统时应保证冬至日真太阳时8时至18时不低于4小时日照。

3.系统辅助加热设备

太阳能热水系统宜配置节能型辅助加热设备，且必须带有保证使用安全的装置，符合现行国家标准《建筑电气安装工程施工质量验收规范》（GB50303）的相关规定。

4.系统使用年限

设计和选用的太阳能系统，产品应技术先进、性能可靠、检修方便、经济节能。太阳能热水系统部件和整体的质量与性能，应达到相关国家产品标准和具体设计的要求。系统中集热器、贮热水箱、控制器和支架等主要部件的正常使用寿命不应少于10年。

5.系统安全性能

根据不同地区的气象条件，需对太阳能热水系统相应的采取防冻、防结露、防过热、防雷、抗雹、抗风、抗震等技术措施。

6.系统供水水温、水压及水质应符合现行国家标准《建

筑给水排水设计规范》（GB 50015）的相关规定。太阳能热水系统贮热水箱出口水温应低于 75℃。

6.1.4 一体化要求

规划阶段，建筑太阳能系统必须与建筑一体化，并实现同步规划、同步设计、同步施工、同步验收。太阳能热水系统的设计及安装应与建筑设计有机结合形成一体化，并应满足安全可靠、维护简单、更换方便的要求。

6.1.5 审批及验收要求

屋面太阳能设施须经过规划审批后，方能取得施工许可证及验收合格证。

6.2 太阳能设施景观化设计要求

6.2.1 整体协调要求

1.根据太阳能设备的不同安装位置，建筑物顶太阳能景观以整洁规范为主，兼顾造型、纹理美观。建筑物外立面太阳能景观必须考虑造型、纹理和色彩与城市整体风貌规划一致、协调。

2.存量屋顶设施、存量外立面设施如完全更新有困难，可采用分批更新、部分改造、整体微调相结合的方式，以保证最佳投入产出条件下的景观效果。

3.新建屋顶设施、新建外立面设施规划应贯穿到建筑物设计全过程中，避免因施工不合理而导致太阳能设备无法发挥其节能作用，破坏太阳能景观的整体视觉效果。

6.2.2 改造要求

对现有建筑的太阳能景观化改造需要贯彻“融、藏、遮、绿”的建设要求。

1.融

新建建筑宜采用建材型太阳能集热器或光伏板构成低层、多层的建筑屋面、遮阳板及中高层、高层建筑的阳台栏板。在原建筑改造中太阳能设施应与改造后的建筑空间完全融合。

2.藏

屋面太阳能集热器及水箱布置须结合屋顶景观进行设计。太阳能集热器布置需统一规划，应对屋面水箱进行遮盖。

3.遮

在没有条件进行一体化改造的前提下，需要采取安全、可靠、经济的构筑物对现有的分散式太阳能热水系统进行立面遮挡。

4.绿

如屋面条件许可，宜采用檐口垂直绿化、生态植被、攀援植物等绿化设施对现有分散型太阳能进行绿化、美化，并

满足海绵城市设计的相关要求。

6.2.3 太阳能集热器布置要求

1.确定合理的方位角度区间值，满足光照的要求，保证太阳能板的统一朝向，实现整体上的协调。

2.严格规定太阳能设施的安放位置。太阳能及屋顶一体化设计应确定太阳能板与屋顶的位置关系、面积关系及色彩关系。

3.具体要求：

（1）布置面积要求：在平屋面和坡屋面上安装太阳能集热器或太阳能热水器时，屋顶面积的利用应合理最大化，在满足覆盖率要求的前提下，安装太阳能集热器的面积，平屋面不得少于屋顶可用面积的 40%，11 层及 11 层以上建筑的坡屋面不得少于南向屋面面积的 60%；

（2）安装朝向要求：在平屋面上安装的太阳能集热器或热水器，当建筑朝向为南偏东不超过 15° 或南偏西不超过 30° 时，安装朝向必须与建筑朝向一致；当建筑朝南偏东超过 15° 或南偏西超过 30° 时，可根据建筑实际情况调整为南偏东不超过 15° 或南偏西不超过 30° ，且一个屋面的太阳能集热器或热水器须统一为相同的安装朝向。在坡屋面上安装的太阳能集热器或热水器，安装朝向必须与建筑南向坡屋面朝向一致；条件限制时，可朝南偏东、南偏西或朝东、

朝西设置。

(3) 安装倾角要求：在平屋面上安装的太阳能集热器或太阳能热水器，安装倾角宜为当地纬度 $\pm 10^{\circ}$ ，不低于 10° 且不超过 45° ；如系统侧重在夏季使用，其倾角宜为当地纬度减 10° ；如系统侧重在冬季使用，其倾角宜为当地纬度加 10° ；在坡屋面上安装的太阳能集热器或热水器，安装倾角应与坡屋面角度一致；太阳能集热器宜与坡屋面嵌入式安装。

(4) 设备颜色要求：太阳能水箱、平板集热器边框、真空管集热器连箱/尾座等设备的颜色应与建筑外墙或坡屋面盖瓦的颜色相同或相近，无法统一时采用深色系，弱化屋顶太阳能存在效果。

(5) 高度要求：在平屋面上安装的太阳能热水器及其附件，安装高度不得超过 2.0 米；在坡屋面上安装的太阳能集热器或热水器，高度不得超过屋脊 0.2 米，严禁太阳能热水器直接安装于坡屋顶屋脊上。

6.2.4 水箱及其它设备的安装要求

屋面太阳能水箱及其它设备的布置须结合屋顶景观进行设计。太阳能集热器布置统一规划，需对屋面水箱进行遮蔽。建议采用太阳能集中供热分户储热系统，减少屋面水箱的数量。屋面太阳能集热器及水箱需整齐布置，水箱应尽量

减少对太阳能集热器的遮挡影响。具体要求如下：

1.水箱安装要求

坡屋面：太阳能水箱应结合坡屋面进行整体设计，水箱放置于坡屋顶闷顶内或屋顶可隐藏水箱的位置，减少水箱对城市第五立面的影响。

平屋面：建筑设计时应设计热水箱的隐蔽安放位置或遮蔽设施，热水箱本体高度不宜超过 3.0 米。

2.水泵、控制箱安装要求

用于太阳能系统的水泵安装时，宜安装在防雨防晒的隐蔽位置；水泵两端与管道连接的部位必须安装可曲挠的柔性橡胶接头，且水泵及其底座与屋面之间必须安装减震器，消除振动及噪声污染。

有控制箱的太阳能系统，控制箱宜安装在机房内，或防雨防晒的其他隐蔽位置。

3.太阳能循环管路安装要求

太阳能系统管路安装时，宜横平竖直，并做好保温及防紫外措施，太阳能上循环管沿循环方向须设置不小于 3‰的坡度。

4.一体化要求

太阳能集热器及水箱结合外立面进行统一设计，如：在保证安全的情况下，太阳能集热板可代替部分通风采光顶的遮阳、遮雨功能（阳光房、阳台外挂太阳能板等）。

5.外露设置在建筑屋面上的贮热水箱，不得使用反光材料制作防护面层。