

屋面虹吸排水系统

江苏安厦工程项目管理有限公司

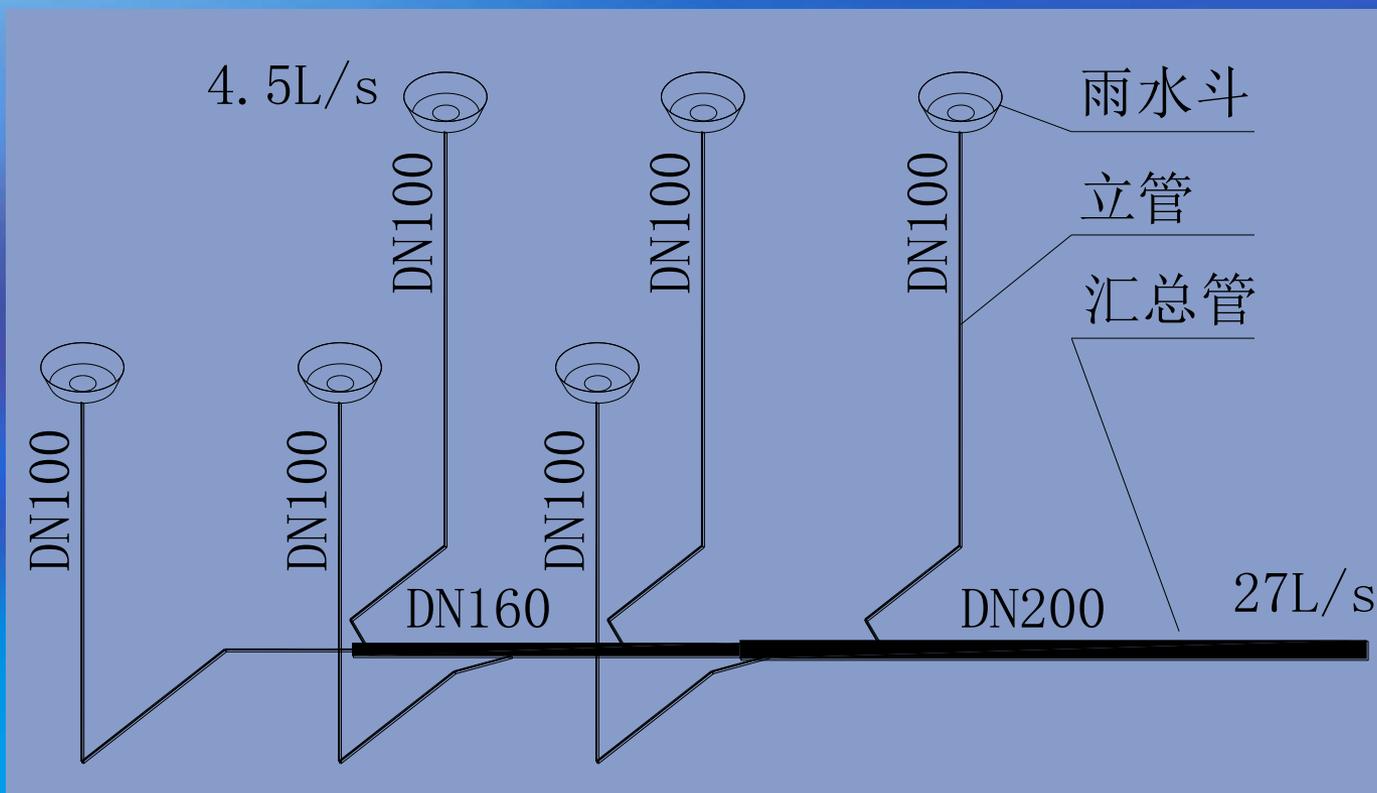
编制人朱敏丽

2013年12月

一、两种排水系统

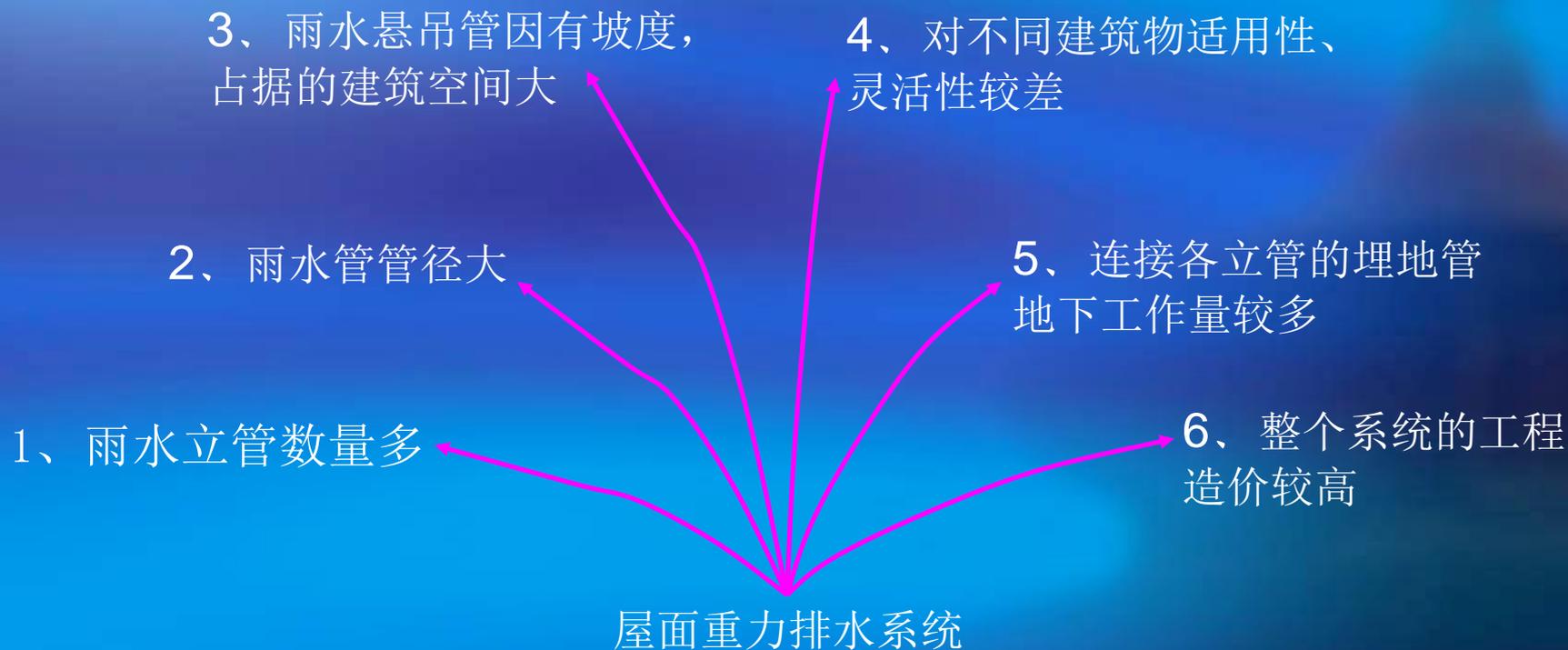
1、重力排水系统

目前，屋面雨水排水通常采用的方式称为“重力式排水系统”。这是经几十年沿用下来的传统方式，该系统由普通雨水斗、雨水立管、埋地汇总管组成。



重力排水系统 一例

该排水系统主要工作原理是利用屋面雨水本身的重力作用由屋面雨水斗经排水管道自流排放。排水管道按非满流状态设计，必须有一定的坡度。为了达到比较好的排放效果，在安装管道时要求悬吊管的最小坡度为2%。为安全起见规范还规定宜采用单斗排水。即一个雨水斗对应一根雨水立管。这样重力屋面雨水排水系统具有以下不足：



2、虹吸排水系统

随着时代的进步，当今建筑物正朝着“大面积”、“大体量”的方向发展。在会馆、展馆、体育场馆、大型厂房及候机楼、飞机库等大型工业和民用建筑中，屋面面积很大，这势必导致雨水管道增多，管径增大，影响建筑物的美观和实用。

因此，传统的屋面排水系统已显得不相适应了。

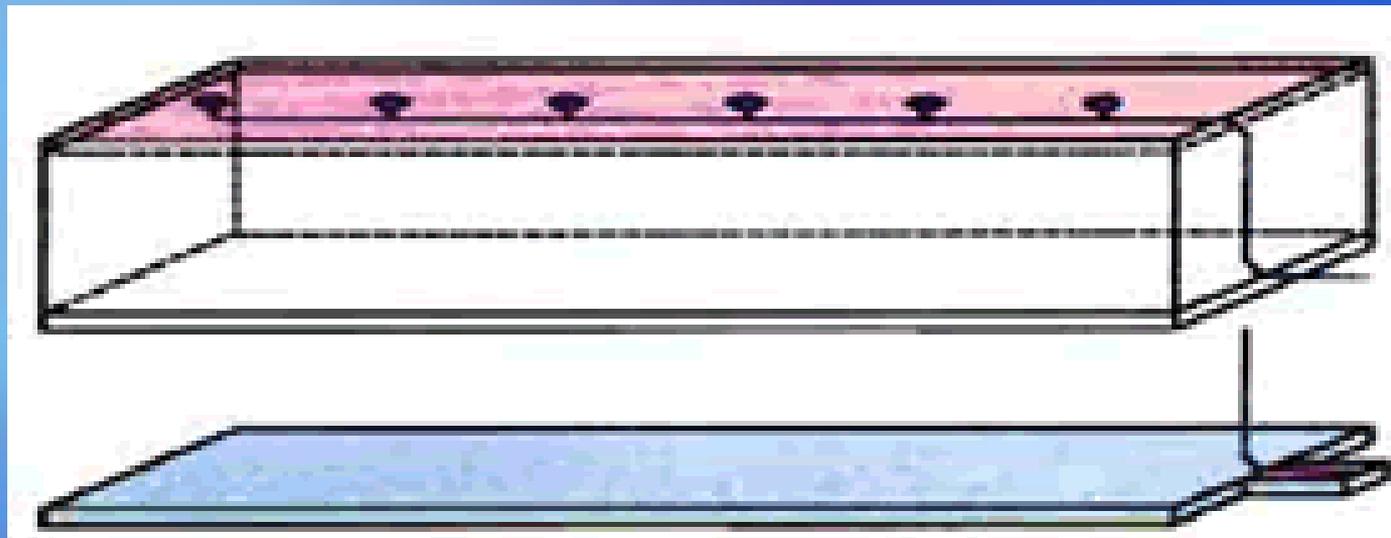
人们发现，利用“虹吸”原理，可以解决大面积屋面排水问题。于是，一种“屋面虹吸排水系统”近十几年来在国际上迅速发展起来，现已渐渐在国内建筑物上有所应用。

虹吸式屋面雨水排水系统的技术优势

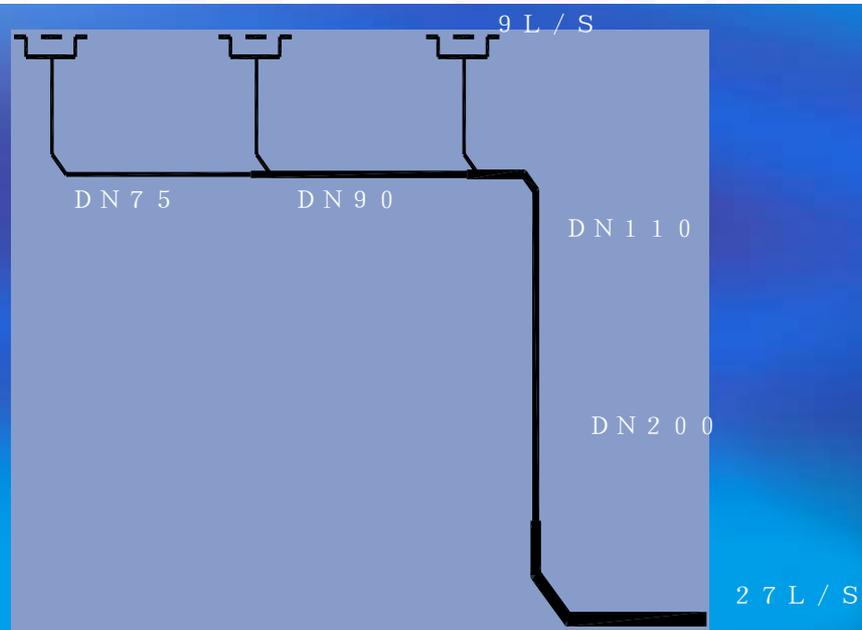
- 1、悬吊管接入的雨水斗数量增多，在满水力计算要求下，接入的雨水斗数量不受限制，从而减少了立管的数量。
- 2、悬吊管不需设坡度，安装要求空间小，适合用户要求，有利于设计和施工。
- 3、减少与室外管道的连接和埋地管的数量。
- 4、可充分利用屋面与地面排出管高度差形成的位能，提高管内流速减小管径。
- 5、因管内流速的提高，系统能有较好的自清作用。

二、虹吸原理

该系统主要工作原理是依靠独特的雨水斗设计，在降雨初期，屋面雨水高度未超过雨水斗高度时，整个排水系统工作状况与重力流排水系统相同。随着降雨的持续，当屋面雨水高度超过雨水斗高度时，由于采用了科学设计的防漩涡雨水斗，通过控制进入雨水斗的雨水流量和调整流态减少漩涡，从而极大地减少了雨水进入排水系统时所夹带的空气量，使得系统中排水管道呈满流状态，并利用建筑物屋面的高度和雨水所具有的势能，在雨水连续流经过雨水悬吊管转入雨水立管跌落时，形成虹吸作用，并在该处管道内呈最大负压。屋面雨水则在管道内负压的抽吸作用下，以较高的流速被排至室外。



实体图



系统图

虹吸排水系统示意图

三、虹吸式屋面雨水排水系统

定义：虹吸式屋面雨水排水系统是按虹吸满管压力流原理设计、管道内雨水的流速、压力等可有效控制和平衡的屋面雨水排水系统。一般由虹吸式雨水斗、管材(连接管、悬吊管、立管、排出管)、管件、固定件组成。

虹吸雨水斗斗体材质可采用铸铁、铝合金、不锈钢、高密度聚乙烯(HDPE)和聚丙烯(PP)等。



不锈钢虹吸式雨水斗



铝合金虹吸式雨水斗



钢塑混合式虹吸雨水斗

虹吸雨水斗斗体材质可采用铸铁、铝合金、不锈钢、高密度聚乙烯(HDPE)和聚丙烯(PP)等。



不锈钢虹吸式雨水斗

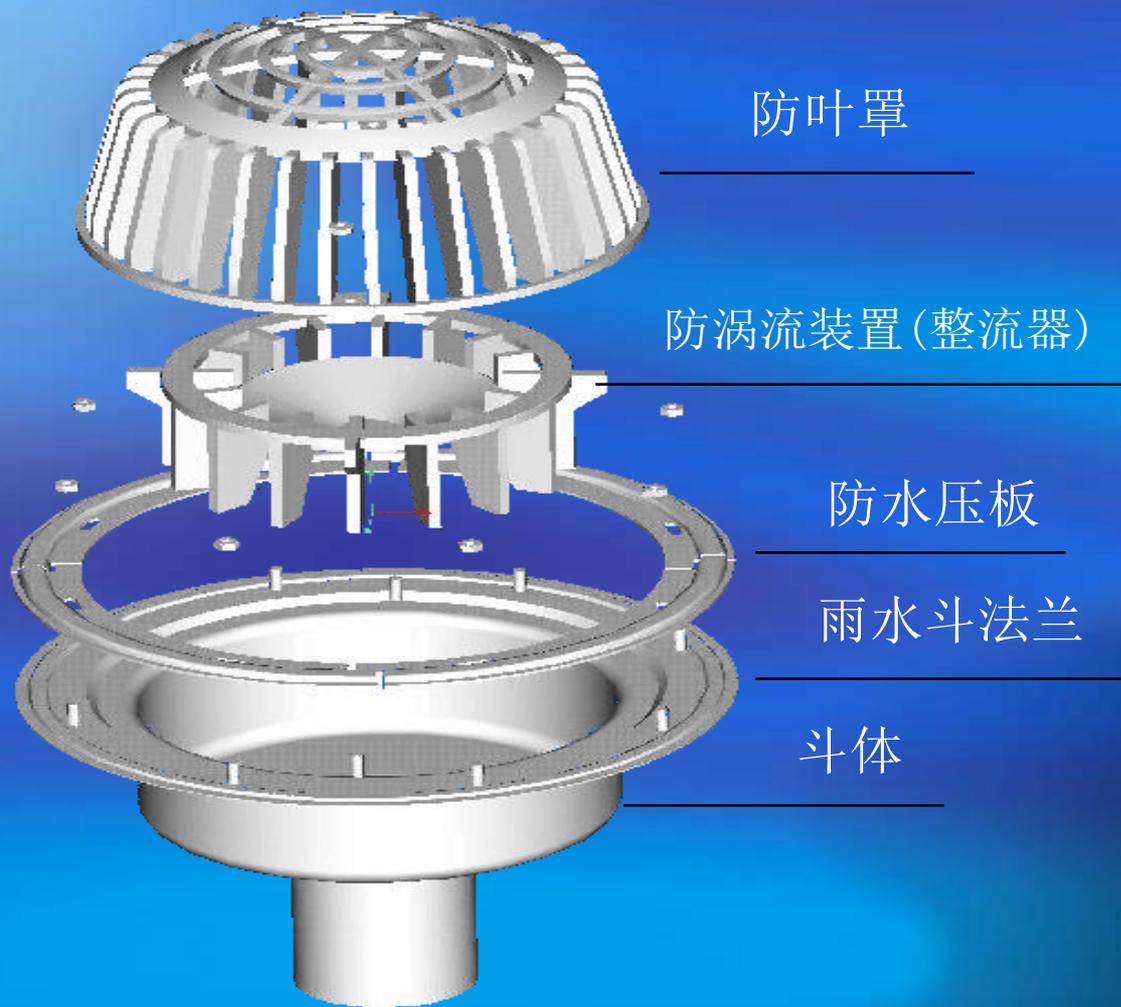


铝合金虹吸式雨水斗



钢塑混合式虹吸雨水斗

虹吸式雨水斗应由防叶罩、防涡流装置、斗体等主要部件组成。



虹吸雨水斗的设置:

虹吸式雨水斗应设置在每个汇水区域屋面或天沟的最低点, 每个汇水区域的雨水斗数量不宜少于2个。2个雨水斗之间的间距不宜大于20m, 设置在裙房屋面上的虹吸式雨水斗距裙房与塔楼交界处的距离主不应小于1 m, 不应大于10m。

虹吸式雨水斗斗体材质可采用铸铁、铝合金、不锈钢、高密度聚乙烯(HDPE)和聚丙烯(PP)等。

设置在屋面上的虹吸式雨水斗, 其接触片的材质应与屋面防水材料相适应。设置在天沟内的虹吸式雨水斗可采用带连接片的形式, 连接片的材质应根据天沟的材质确定。

当连接有多个虹吸式雨水斗时, 虹吸式雨水斗的排水连接管应接在悬吊管上, 不得直接接在雨水立管的顶部。

虹吸雨水斗的安装

- 1、雨水斗的进水口应水平安装。
- 2、雨水斗的进水高度应保证天沟内的雨水能通过雨水斗排净。
- 3、雨水斗应按产品说明书的要求和顺序进行安装。
- 4、安装在钢板或不锈钢天沟(檐沟)内的雨水斗必须确保防水要求的连接方式。
- 5、雨水斗应在屋面防水施工完成, 确认雨水管道畅通, 清除流入短管内的密封膏后, 再安装整流器, 导流罩等部件。
- 6、雨水斗安装后, 其边缘与屋面相连处应严密不漏。

管材与管件

管道作为排水系统最主要的部分，必须确保系统安全可靠，高效持续的运行。虹吸式系统作为一个特殊的排水系统，其管道必须保证完全的密封性，并且做到尽可能降低噪声，吸收震动，抗击冲击外力和抗温度变化形变。

用于虹吸式屋面雨水排水系统的管道，应采用铁管、钢管(镀锌钢管、涂塑钢管)、不锈钢管和高密度聚乙烯(HDPE)管等材料。用于同一系统的管材和管件以及与虹吸式雨水斗的连接管宜采用相同的材质。

由于虹吸系统是利用负压排水的，因此管道的管壁必须具备相当的承压能力。但是也不是完全的刚性体。

因此，虹吸排水系统不采用PVC管，采用的是HDPE高密度聚乙烯管，这种管材能承受较大的冲击力，且不会因弯曲而破裂、折断，还具有耐腐蚀性，其抗极端温度范围也大，同时管子自身重量轻，施工方便。

管道连接方式方便灵活。管道可根据需要，采用不同的连接方法，如：对焊、电焊管箍连接、法兰连接、螺纹连接、伸缩管接头等。HDPE还可以和钢管，铸铁管，陶瓷管等其它管材的管道连接。只需通过专门的加热电焊机就可以进行操作。

HDPE管高密度聚乙烯管是一种性能卓越的环保型排水管道，目前已成为屋面雨水排放管道及建筑内污废水排放管道材料的首选，在《虹吸式屋面雨水排水系统技术规程CECS183:2005》也被列为主要材料之一。该管材有很好的韧性、气密性、抗老化性能。适于虹吸流雨水系统的应用；管材有较强的抗冲击性，耐热、耐磨及耐酸碱腐蚀；管材弹性模量小，可吸收管内水流噪音；HDPE是弱的热导体，短时间的冷却过程，管道不会产生结露现象。管材比重小，重量轻，便于运输和安装；热熔、电熔连接，系统安全可靠无渗漏；使用寿命长，可达50年；

HDPE的管材、管件的验收

高密度聚乙烯(HDPE)管的管材、管件应符合下列要求:

- 1、管材和管件应采用不低于PE80等级的高密度聚乙烯(HDPE)原材料制造;
- 2、管材的纵向回缩率不应大于3%;
- 3、管材和管件的内外表面应光滑平整,壁厚应均匀、无划痕,外壁颜色应为黑色,且最有抗紫外线的能力。管材外壁应标注供应厂名称、产品型号、尺寸、生产日期、原材料型号、产品标准等;
- 4、管材端品必须平整,且端面应垂直于管材的轴线;
- 5、管材和管件之间的连接应采用热熔对焊连接或电熔连接,管道与雨水斗的连接应采用电熔连接。
- 6、用于虹吸式屋面雨水排水系统的管材除承受正压外,还应能承受负压。管材供应厂应提供管材耐正压和负压的检测报告,并进行评价。



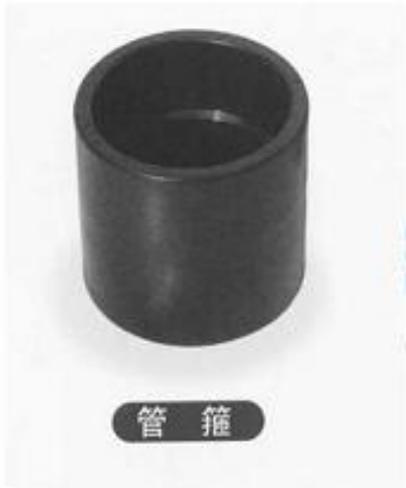
HDPE管材



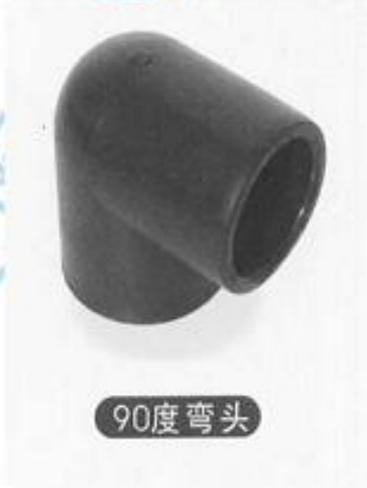
各类管件



45度弯头



管箍



90度弯头



正三通-1

各类管件



检修口



偏心变径



Y型三通

3.2 管材、管件规格

3.2.1 HDPE 管材和 HDPE 消声管材规格尺寸应符合表 3.2.1-1、表 3.2.1-2 和表 3.2.1-3 的规定。

表 3.2.1-1 HDPE 管材 S12.5 管系列尺寸

公称外径 d_n	平均外径 d_{em} (mm)		壁厚 e_y (mm)	
	$d_{em, min}$	$d_{em, max}$	$e_{y, min}$	$e_{y, max}$
32	32	32.3	3.0	3.3
40	40	40.4	3.0	3.3
50	50	50.5	3.0	3.3
56	56	56.5	3.0	3.3
63	63	63.6	3.0	3.3
75	75	75.7	3.0	3.3
90	90	90.8	3.5	3.9
110	110	110.8	4.2	4.9
125	125	125.9	4.8	5.5
160	160	161.0	6.2	6.9
200	200	201.1	7.7	8.7
250	250	251.3	9.6	10.8
315	315	316.5	12.1	13.6

表 3.2.1-2 HDPE 管材 S16 管系列尺寸

公称外径 d_n	平均外径 d_{em} (mm)		壁厚 e_y (mm)	
	$d_{em, min}$	$d_{em, max}$	$e_{y, min}$	$e_{y, max}$
200	200	201.1	6.2	6.9
250	250	251.3	7.8	8.6

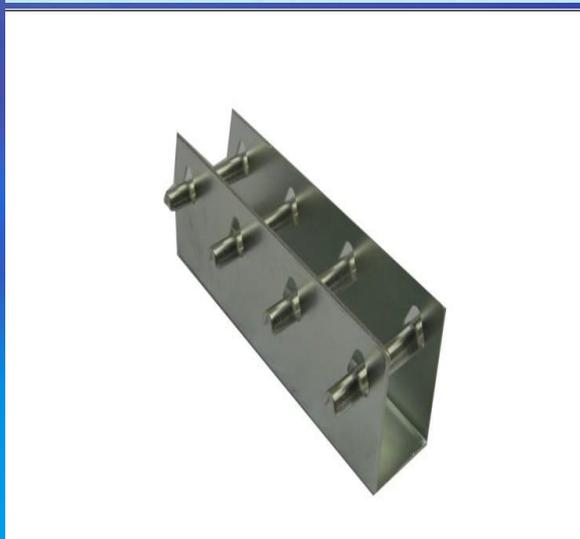
315	315	316.5	9.8	10.8
-----	-----	-------	-----	------

表 3.2.1-3 HDPE 消声管材 S12.5 系列尺寸

公称外径 d_n	平均外径 d_{em} (mm)		壁厚 e_y (mm)	
	$d_{em, min}$	$d_{em, max}$	$e_{y, min}$	$e_{y, max}$
56	56	56.5	3.2	3.5
63	63	63.6	3.2	3.5
75	75	75.7	3.6	4.0
90	90	90.8	5.5	6.0
110	110	110.8	6.0	6.5
135	135	135.9	6.0	6.5
160	160	161.0	7.0	7.7

虹吸系统固定件

系统固定件采用冷轧钢板冲压成型，镀锌后作钝化处理，美观耐用。所有的产品及供应商的材料都经过严格的检验测试，固定管卡限制了管道热胀冷缩产生的伸缩，并将轴向推力传递到导轨上，滑动管卡的使用则使得管道可以在管卡上自由滑动，用以调节各管段之间因为温差产生的不均衡胀缩。



方管连接件



安装片



方钢卡



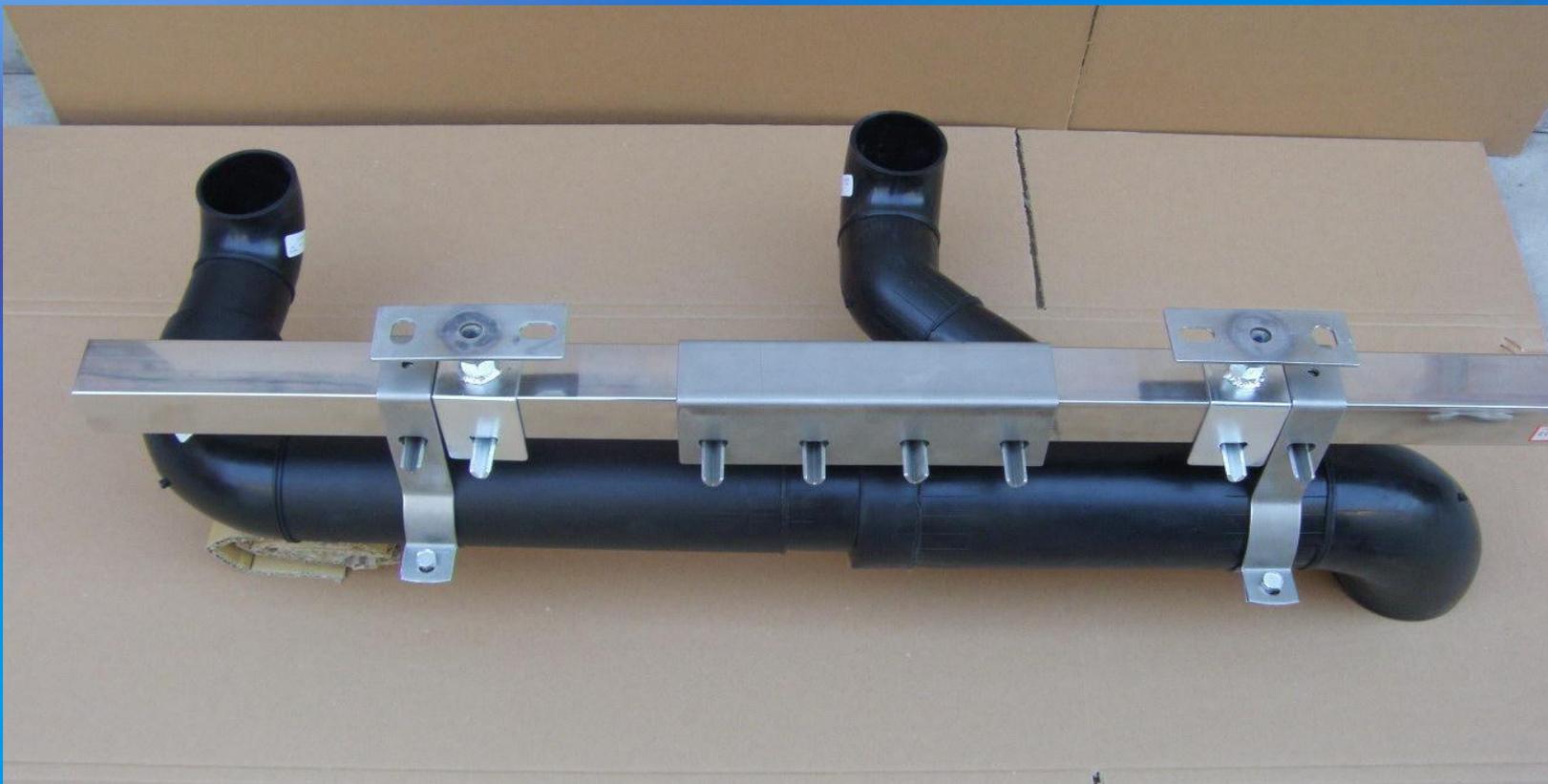
横管管卡



立管管卡



卡销



固定件安装

- 1、管道支吊架应固定在承重结构上，位置应正确，埋设应牢固。
- 2、钢管的支、吊架间距，对横管不应大于下表的规定；对立管应每层设置1个。

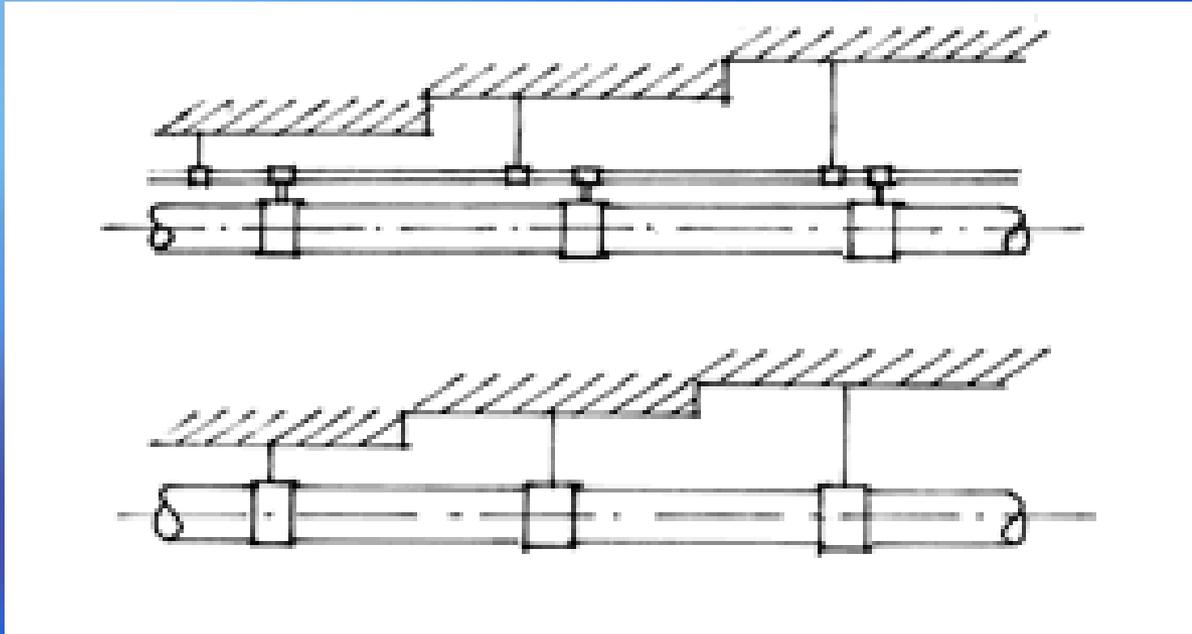
钢管管道支架最大间距

公称直径 (mm)	50	70 80	100	125	150	200	250	300
保温管 (m)	3	4	4.5	6	7	7	8	8.5
不保温管 (m)	5	6	6.5	7	8	9.5	11	12

消能固定系统

由于虹吸雨水排放系统运行时会产生较大的运动载荷，因此固定系统是虹吸雨水排放系统的辅助部分，却起到重要的保护作用；采用固定管卡及滑动管卡相结合的分段补偿措施，能有效消除HDPE管道因温度变化而产生的轴向伸缩；将悬吊管因温度变化的膨胀变形分解到各固定管卡之间，使吸收变形；将雨水悬吊管工作状态下的振动荷载通过悬吊管卡传递到消能悬吊系统上，利用悬吊的钢结构的刚性进行消解；将雨水悬吊管轴向伸缩产生的膨胀力固定管卡传递到消能悬吊系统上被消解，对建筑物的结构不会造成影响；有效减少系统与屋面的固定点数量，减少对屋面的破坏；由于产品的标准化，更适合于工厂化大批量生产，便于施工现场快速组装，加快施工速度，有效提高施工精度，保证工程质量。

虹吸雨水系统HDPE管道二次悬吊系统及支架安装：二次悬吊系统是一种新型管道固定装置，能将雨水悬吊管因温度变化产生的膨胀变形分解到各固定支(吊)架之间，使变形无法目测察觉。



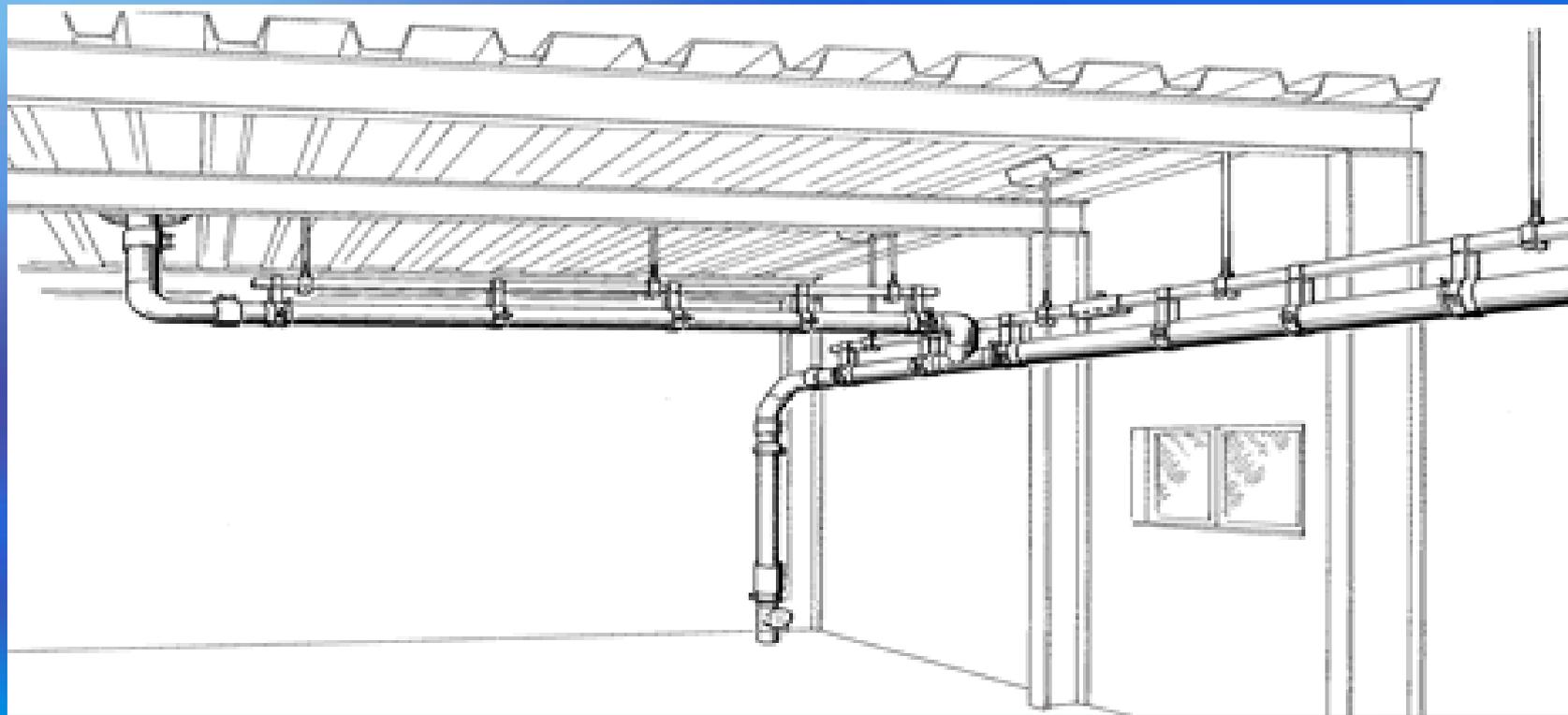
二次悬吊装置

一次悬吊装置

悬吊装置图

虹吸式雨水管道系统的悬吊管安装坡度为零，可以采用传统的管道支吊架安装。更好的是有一种比较先进的固定装置，称为二次悬吊装置，它包括与管道平行的方形钢导轨，管道与方形钢导轨间的连接管卡和用于固定钢导轨的吊架。安装方便牢固。无论是悬挂管道的重力、系统震动的外力，还是热胀冷缩引起的内力，都由连接件传至方形导轨，减少对于建筑结构的影响，钢屋架结构可采用。

高密度聚乙烯 (HDPE) 悬吊管宜采用方形钢导管进行固定。方形钢导管的尺寸应符合 表1 的规定。方形钢导管应沿高密度聚乙烯 (HDPE) 悬吊管悬挂在建筑承重结构上，高密度聚乙烯 (HDPE) 悬吊管则宜采用导向管卡和锚固管卡连接在方形钢导管上。方形钢导管悬挂点间距和导向管卡、锚固管卡的设置间距，应符合 表2 和 图1、图2 的规定。悬吊管可无坡度敷设，但不得倒坡。



由于系统形成虹吸时管道中水流速较大会发生振动，同时造成噪音，塑料管道还会发生热胀冷缩现象，从而产生温度应力，容易对固定点产生破坏，因此系统的固定是非常重要的。

安装要求

表1 方形钢导管尺寸(mm)

HDPE管外径	方形钢导管尺寸A×B
40~200	30×30
250~315	40×60

表2 HDPE横管固定件最大间距(mm)

HDPE管 外径	悬挂点间距 AA	锚固管卡间距 FA	导向管卡间距 RA(非保温管)	导向管卡间距RA (保温管)
40	2500	5000	800	1000
50	2500	5000	800	1200
56	2500	5000	800	1200
63	2500	5000	800	1200
75	2500	5000	800	1200
90	2500	5000	800	1200
110	2500	5000	1100	1600
125	2500	5000	1200	1800
160	2500	5000	1600	2400
200	2500	5000	2000	3000

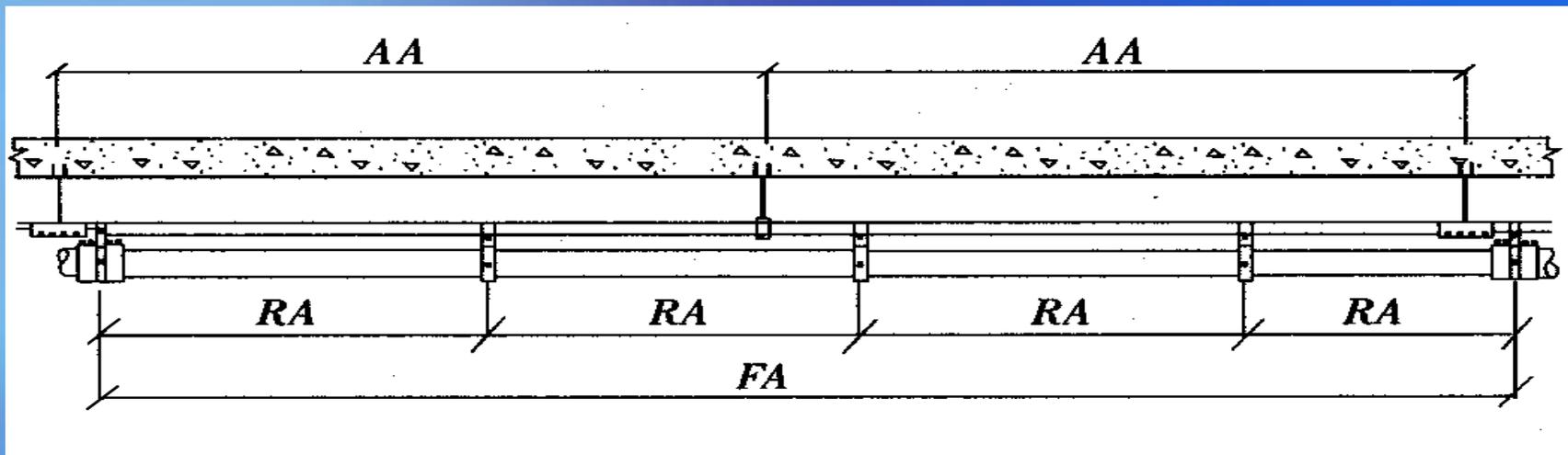


图1 DN40~DN200的HDPE管横管固定装置

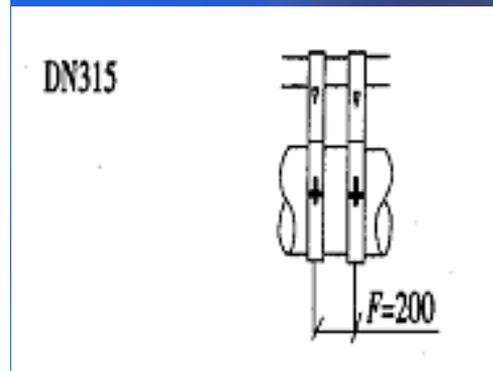
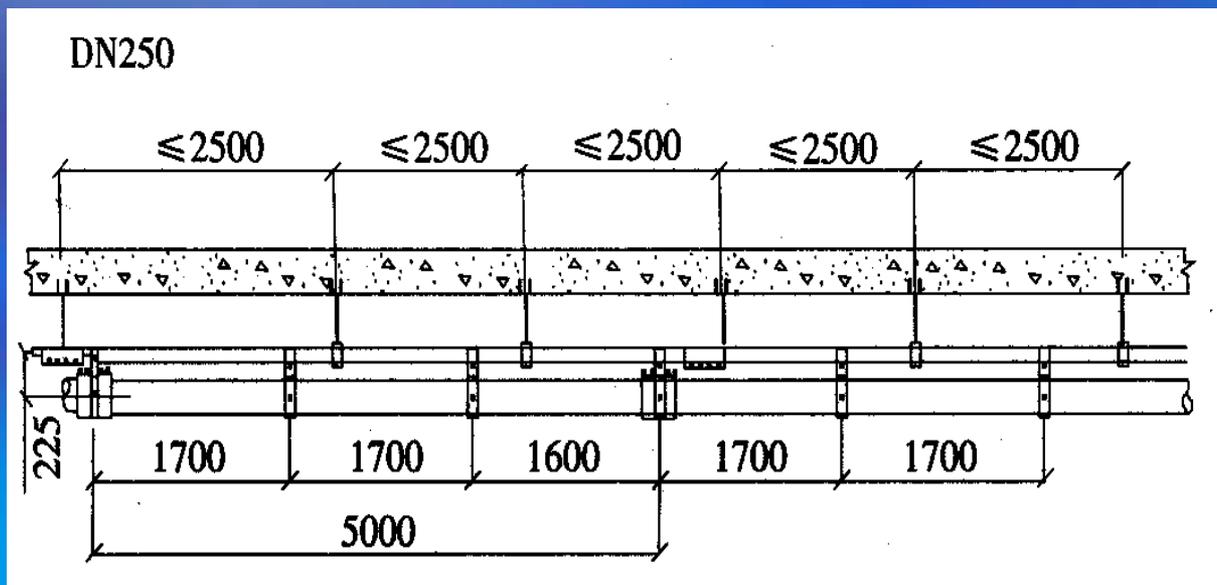


图2 DN250~DN315的HDPE管导向管卡布置

高密度聚乙烯 (HDPE) 悬吊管的锚固管卡宜安装在管道的端部和末端，以及Y型支管的每个方向上，2个锚固管卡之间的距离不应大于5m。当雨水斗与立管之间的悬吊管长度超过1m时，应安装带有锚固管卡的固定件。当悬吊管的管径大于200mm时，在每个固定点上应使用2个锚固管卡。

高密度聚乙烯 (HDPE) 管立管的锚固管卡间距不应大于5m，导向管卡间距不应大于15倍管径 (图3)。

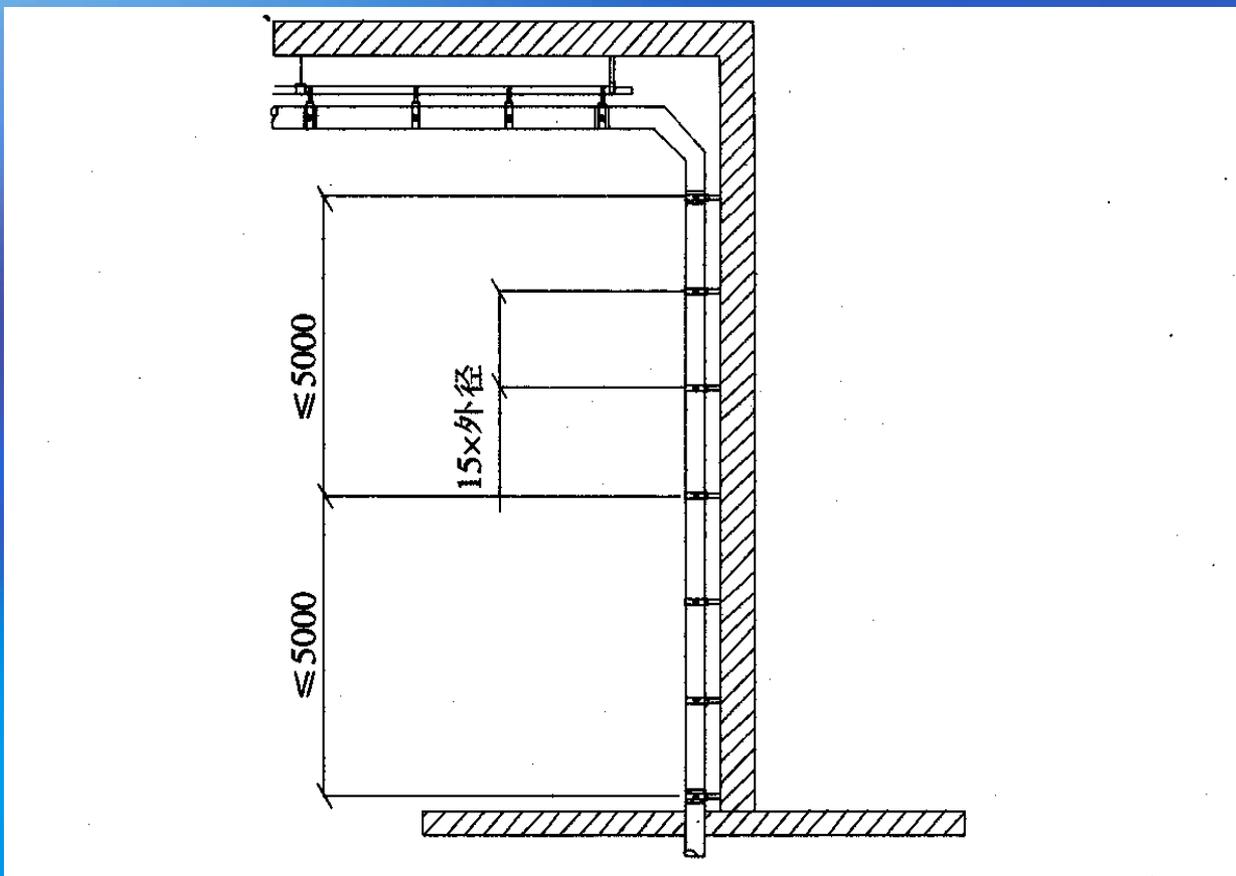


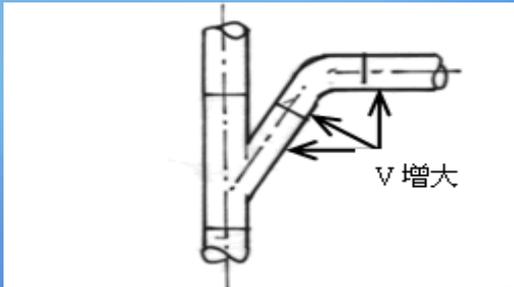
图 3 HDPE管垂直固定装置

当虹吸式雨水斗的下端与悬吊管的距离不小于750mm时，在方形钢导管上或悬吊管上应增加2个侧向管卡。在雨水立管的底部弯管处应设支墩或采用牢固的固定措施。

管道敷设应符合下列要求

- 1、雨水立管应按设计要求设置检查口，检查口中心宜距地面1.0m。当采用高密度聚乙烯(HDPE)管时，检查口的最大设置间距不宜大于30m；
- 2、连接管与悬吊管的连接宜采用45°三通；
- 3、悬吊管与立管、立管与排出管的连接应采用2个45°弯头或R不小于4D的90°弯头；
- 4、雨水管道应按设计规定的位置安装；
- 5、雨水管穿过墙壁和楼板时，应设置金属或塑料套管。楼板内的套管，其顶部应高出装饰地面20mm，底部与楼底面齐平。墙壁内的套管，其两端应与饰面齐平。套管与管道之间的缝隙应采用阻燃密实材料填实；
- 6、在安装过程中，管道和雨水斗的敞开口应采取临时封堵措施。
- 7、高密度聚乙烯(HDPE)管道穿过墙壁、楼板或有防火要求的部位时，应按设计要求设置阻火圈、防火胶带或防火套管；楼板内的套管，其顶部应高出装饰地面20mm，底部与楼板底面齐平。墙壁内的套管，其两端应与饰面齐平。套管与管道之间的缝隙应采用阻燃密实材料填实；在安装过程中，管道和雨水斗的敞开口应采用临时封堵措施。

当系统中出现90°T型支管时，当横管内水流以较快的速度冲向管壁突然遇到阻碍，在极短的时间内速度降为零。一方面对于管壁形成极大的冲击，另一方面，水流撞击管壁后又以一个与初始方向相反的速度，迅速的在管内形成回流，这样，两股方向相反的水流在管内冲撞，很容易形成水塞，阻碍排水。（见图）



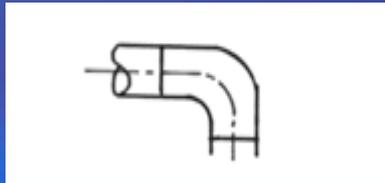
Y型衔接管段



90°T型支管

两股方向相反的水流

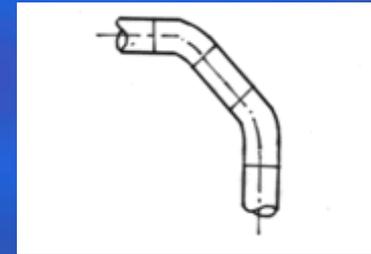
因此，必须采用相对较大的管径，具体情况可根据建筑空间和环境情况来进行选择。最好的选择还是设计一个避免出现90°变化的衔接管段。



角弯管段

管道弯头连接

衔接管段

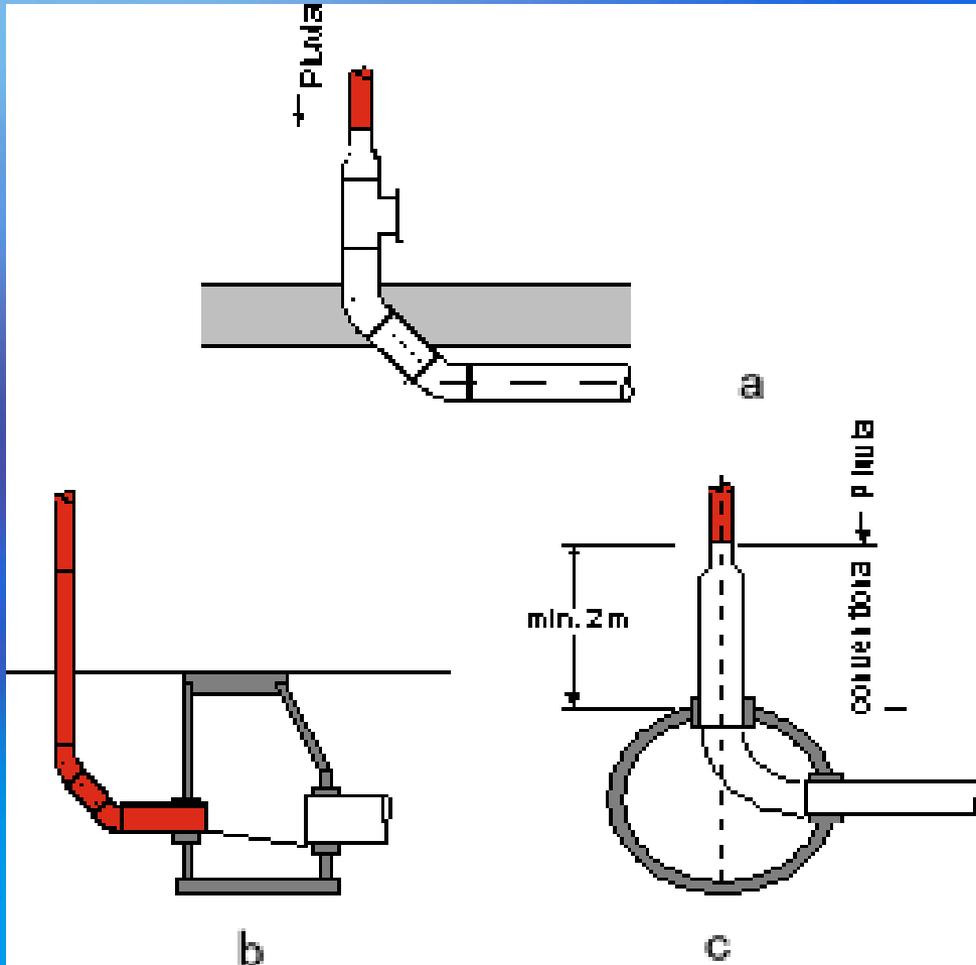


在满足流速大于等于0.7m/s的条件下，保证水流方向的持续流动性是维持虹吸作用的关键。在管道90°转弯的时候，很有可能因为管内流速的突然下降而引起虹吸作用被破坏（见图）

因此，当水流有90°的方向改变时，此处的弯头连接方式，必须注意设计一个衔接管段，以保证流速不会突然大幅下降，从而整个虹吸式屋面雨水排放系统得以正常运行。

虹吸式雨水排放系统与重力排水系统的连接

通常，户外排出管和排水窨井是重力排水系统形式的，虹吸式雨水排放管与之相连接应注意采用正确的方法。连接方法如图，主要有三种：



(a) 图表示在连接前先在垂直管上扩大管径；

(b) 图表示在进入地下埋管第一个人孔前管道改变方向时扩大管径。

(c) 图表示在管首与排水窨井交汇时，使用与窨井连接的变径弯头，提前中止虹吸作用。

一般规定

- 1、虹吸式屋面雨水排水系统的雨水斗应采用经检测合格的虹吸式雨水斗。
- 2、对汇水面积大于5000m²的大型屋面，宜设置不少于2组独立的虹吸式屋面雨水排水系统。
- 3、虹吸式屋面雨水排水系统应设溢流口或溢流系统。
- 4、不同高度的屋面、不同结构形式的屋面汇集的雨水，宜采用独立的系统单独排出。
- 5、与排出管连接的雨水检查井应能承受水流的冲力，应采用钢筋混凝土结构或消能井，并宜有排气措施。

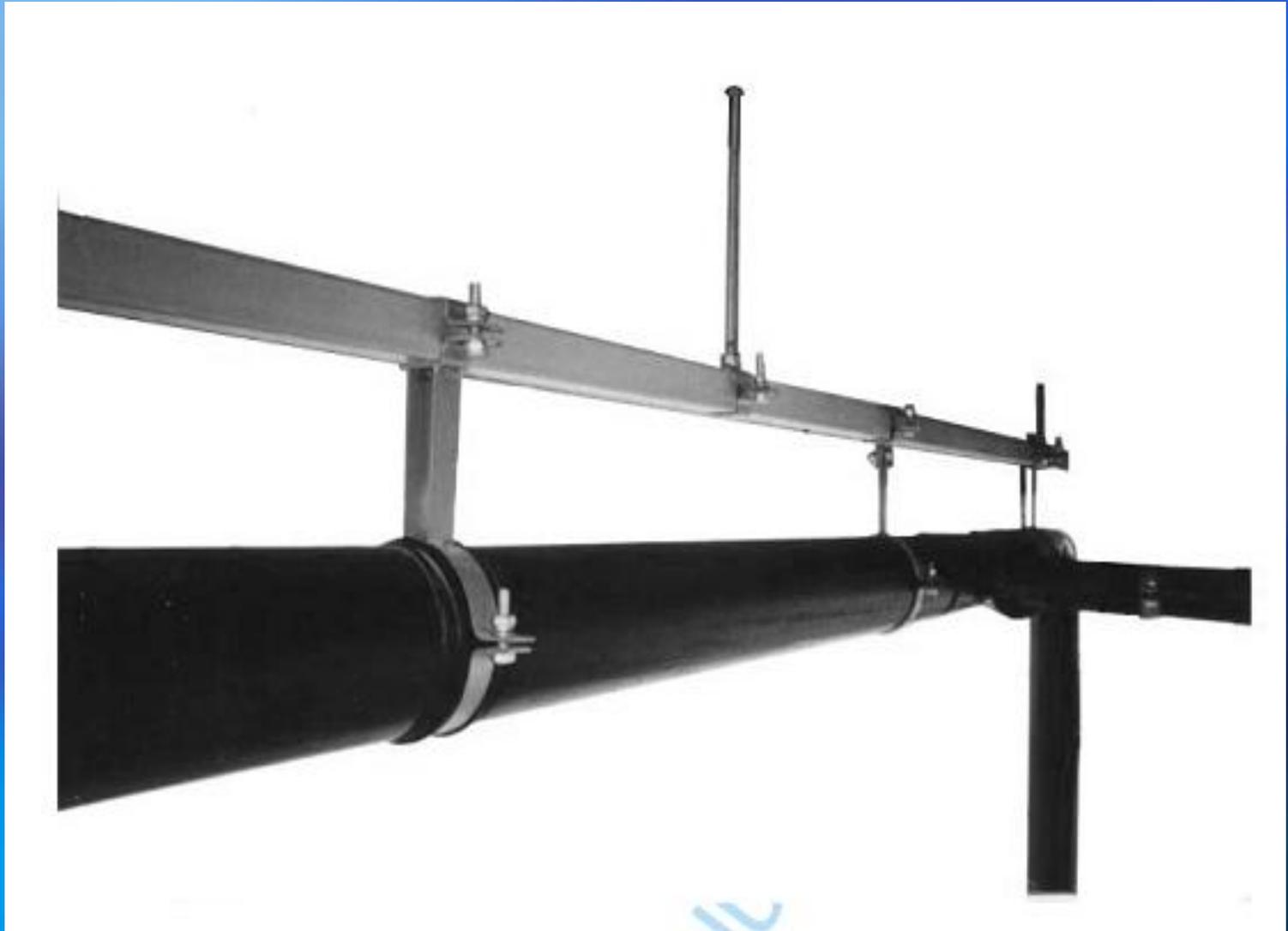
管道布置和敷设

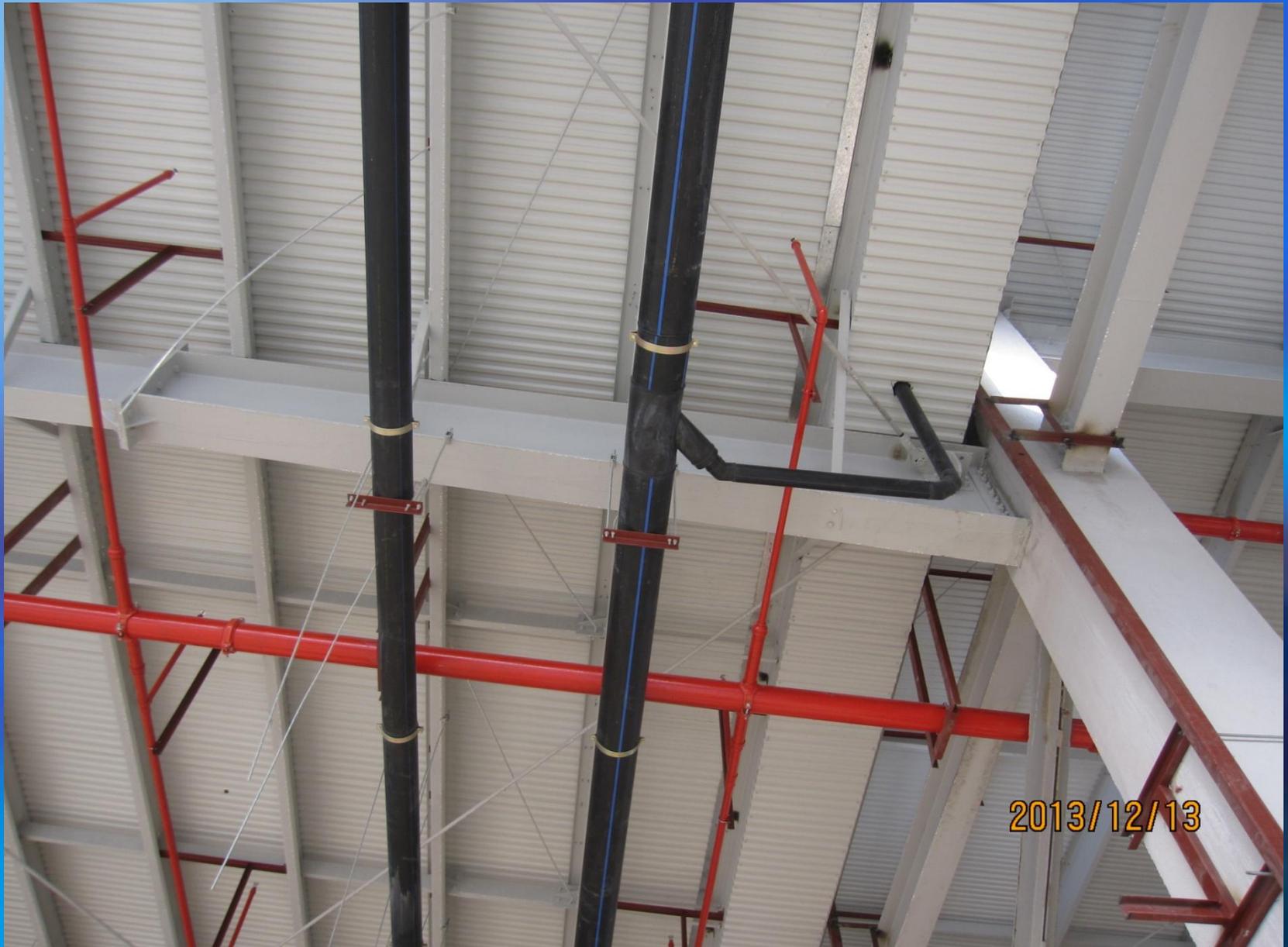
- 1、悬吊管可无坡度敷设，但不得倒坡。
- 2、管道不宜敷设在建筑的承重结构内。
- 3、管道不宜穿越建筑的沉降缝或伸缩缝。当受条件限制必须穿越时，应采取相应的技术措施。
- 4、管道不宜穿越对安静有较高要求的房间。当受条件限制必须穿越时，应采取隔声措施。
- 5、当管道表面可能结露时，应采取防结露措施。
- 6、虹吸式屋面雨水排水系统的最小管径不应小于DN40。
- 7、溢流口或溢流系统应设置在流流时雨水能通畅流达的场所。
- 8、溢流口或溢流装置的设置高度应根据建筑屋面允许的最高溢流水位等因素确定。最高溢流水位应低于建筑屋面允许的最大积水水深。

系统密封性验收

- 1、堵住所有雨水斗，向屋顶或天沟灌水，水位应淹没雨水斗，持续1h后，雨水斗周围屋面应无渗漏现象。
- 2、安装在室内的雨水管道，应根据管材和建筑高度选择整段方式或分段方式进行灌水试验。灌水高度必须达到每根立管上部雨水斗口，灌水试验持续1h，管道及其所有连接处应无渗水现象。

现场安装实例





2013/12/13



2013/12/13



2013/12/13

与排出管连接的雨水检查井应能承受水流的冲力，应采用钢筋混凝土结构或消能井，并宜有排气措施。



参考资料

CECS183-2005

虹吸式屋面雨水排水系统技术规程

CJ/T250-2007

建筑排水用高密度聚乙烯 (HDPE) 管材及管件

GB50242-2002

建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范

