



CECS XXX : 202X

中国工程建设标准化协会标准

综合管线铝合金支撑系统技术规程

Technical specification for alloy supports and hangers of integrated pipeline
system

(2020.6.XX 征求意见稿)

中国 XXXX 出版社

前 言

根据中国工程建设标准化协会〔2018〕建标协字第030号文《2018 年第二批协会标准制订、修订计划》的要求，制定本规程。

综合管线铝合金支撑系统由支吊架、槽道两部分组成，用于建筑设备设施支撑，实现承重、传力、限位、减振等功能。为了规范支撑系统的技术参数，明确材料的基本力学性能指标，简化安装方法，以促进其进一步发展，本规程在总结国内外设计、施工经验和科研成果的基础上编制而成。

本规程共 11 章，主要包括：总则，术语和符号，基本要求，材料，槽道型式与选用，支吊架型式与选用，结构设计，防护，制作与安装，质量验收，维护管理等。

根据原国家计委计标〔1986〕1649 号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求，推荐给工程建设设计、使用单位和工程技术人员采用。

本规程由中国工程建设标准化协会钢结构专业委员会（北京市宣武区白广路4号中冶京诚工程技术有限公司，100053）归口管理，由中国建筑股份有限公司技术中心（地址：北京市顺义区林河工业开发区林河大街15号，邮编：101300）负责解释。在使用中如发现需要修改或补充之处，请将意见和资料寄往解释单位。

本规程主编单位：中国建筑股份有限公司技术中心

本规程参编单位：河南厚德电力科技有限公司

中国电建集团铁路建设有限公司

深圳市欧亚特电器设备有限公司

天津市鹏凯建筑机械设备有限公司

中国建筑第七工程局有限公司

中国建筑第六工程局有限公司

中建安装集团有限公司

东北大学

山东建筑大学

中建一局集团建设发展有限公司

华电重工股份有限公司

中国建筑第二工程局有限公司

中建铝新材料有限公司

中建四局安装工程有限公司

深圳市绿色建筑工程有限公司

北京市建筑设计研究院有限公司

中国航空规划设计研究总院有限公司

中国水利水电第七工程局有限公司

本规程主编起草人：

本规程主要审查人：

目 录

1	总 则	1
2	术 语	2
3	基本要求	3
4	材 料	4
4.1	一般规定	4
4.2	设计指标	4
5	槽道型式及选用	7
6	支吊架型式与选用	8
6.1	型式及选型要求	8
6.2	支吊架布置原则	11
6.3	抗震支吊架的布置	11
7	结构设计	14
7.1	一般规定	14
7.2	荷载及荷载组合	14
7.3	构件设计	16
7.4	节点和连接设计	17
7.5	构造要求	18
8	防 护	20
8.1	防 腐	20
8.2	隔热与防火	20
9	安 装	22
9.1	一般规定	22
9.2	槽道安装	22
9.3	支吊架安装	22
10	质量验收	24
10.1	一般规定	24
10.2	进场检验	24
10.3	安装质量验收	25
11	维护管理	27

11.1 一般规定	27
11.2 维护	27
11.3 管 理	28
本标准用词说明	29
引用标准名录	30
条文说明	32
附表 A 铝合金支撑系统分项工程检验批质量验收纪录	33
附录 B 铝合金 T 型螺栓抗拉、抗剪试验及承载力确定方法	35

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms.....	2
3	General Requirements.....	3
4	Material	4
4.1	General Requirements	4
4.2	Design Strength.....	4
5	Channel Type and Selection	7
6	Bracing Type and Selection.....	8
6.1	Type and Selection Requirements	8
6.2	Layout principle	11
6.3	Principles of Seismic Support and Hanger Arrangement.....	11
7	Structural Design	14
7.1	General Requirements	14
7.2	Load and load Combination.....	14
7.3	Element Design.....	16
7.4	Node and Connection Design	17
7.5	Detail Requirements	18
8	Protection	20
8.1	Corrosion Protection	20
8.2	Insulation and Fire Protection.....	20
9	Installation.....	22
9.1	General Requirements	22
9.2	Channel Installation	22
9.3	Bracing Installation	22
10	Quality Acceptance	24
10.1	General Requirements	24
10.2	Receiving Inspection	24
10.3	Quality Acceptance Installation.....	25
11	Maintenance Management	27
11.1	General Requirements	27
11.2	Maintenance.....	27

11.3 Management	28
Explanation of Wording in This Standar.....	29
List of Quoted Standards	30
Explanation of Provisions.....	32
AdditionA: Quality Acceptance Record of Inspection Batch for Aluminium Alloy Support System	33
AdditionB: Tensile and Shear Tests and Determination of Bearing Capacity of T- Shaped Aluminum Alloy Bolts	35

1 总 则

1.0.1 为适应综合管线铝合金支撑系统的发展，促进其合理的设计、制作和安装，做到技术先进、材料环保、施工便捷、经济合理、安全适用，制订本规程。

【1.0.1】与其他材质相比较，铝合金支吊架因其轻材质、防腐蚀、易成形、回收残值高等优点得以广泛应用于工程相配套的给排水、采暖、电气、通讯、通风等设施支撑系统中。但是市面上铝合金支吊架产品质量参差不齐，力学研究也相对滞后，通过编制本标准力求做到促进铝合金支吊架设计、支座、安装等过程更加规范化、标准化，提高其安全使用性及经济合理性。

1.0.2 本规程适用于工程相配套的给排水、采暖、电气、通讯、通风、消防等设施支撑系统设计、制作、安装、验收与维护管理等。

【1.0.2】铝合金支撑系统适用范围很广，可用于市政、建筑、交通、电力等工程，如民用建筑、工业建筑、轨道交通、综合管廊等。

1.0.3 综合管线铝合金支撑系统的设计、制作、安装、验收与维护管理等，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.1.1 综合管线 integrated pipeline

为建筑使用功能或生产工艺过程服务的各类管线，包括给排水、供暖、通风、燃气、热力、电力、通讯、消防等。

2.1.2 支吊架 bracing

支承、悬挂综合管线的各类支架、吊架的统称。

2.1.3 槽道 channel

采用预埋或其他可靠方式与基体结构连接，用于固定支吊架的槽形构件。

2.1.4 支撑系统 support system

由槽道、支吊架及附属配件组成，用来支撑综合管线的系统，全部构件和配件在工厂生产，现场通过紧固件组装而成。

【2.1.4】支撑系统主要由槽道、支吊架以及附属配件（管束、管箍、管卡）组成，通过槽道将支吊架与基体连接，如图 1 所示。

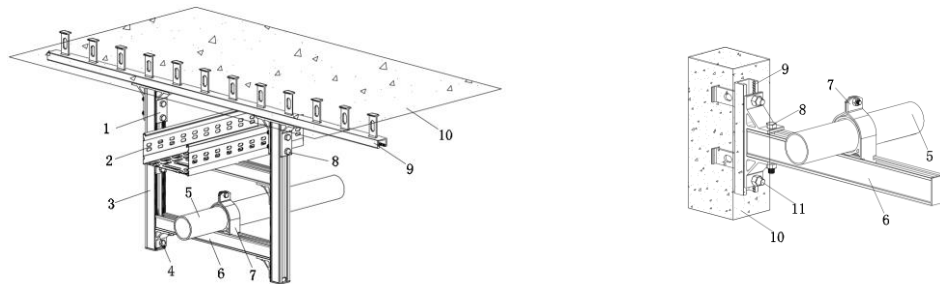


图1 支撑系统示意图

1-底座；2-桥架；3-立柱；4-角连接件；5-管道；6-横梁；7-管夹；8-螺栓；9-槽道；10-基体结构；11-T型螺栓

2.1.5 固定支吊架 fixed bracing

限制管线在管箍处线位移的支吊架。

2.1.6 滑动支架 sliding support

允许管线在管箍处沿横向或纵向滑动的支架。

2.1.7 抗震支吊架 seismic bracing

与基体结构牢固连接，以承担综合管线所受地震作用为主要功能的支吊架，由承重构件、抗震斜撑、槽道或锚固体、连接件等组成。

2.1.8 锚杆 anchor

与槽道刚性连接并起锚固作用的铝合金构件。

3 基本要求

- 3.1.1 铝合金支撑系统采用的材料及其性能应符合国家现行有关标准的规定。
- 3.1.2 铝合金支撑系统应结合综合管线进行型式设计、布置和结构设计。
- 3.1.3 铝合金支撑系统设计使用年限不宜低于基体结构的设计使用年限。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 支撑系统的型材的力学性能应符合现行国家标准《一般工业用铝及铝合金挤压型材》GB/T 6892、《铝合金建筑型材》GB 5237的规定；板材的力学性能应符合现行国家标准《一般工业用铝及铝合金板、带材》GB/T 3880的规定。

4.1.2 支撑系统的材料宜采用6XXX系列和7XXX系列铝合金。

4.1.3 支撑系统构件之间的连接宜采用机械连接，并应满足下列要求：

- 1 普通螺栓宜采用铝合金或不锈钢材料。
- 2 对由不锈钢制成的紧固件，螺栓和螺母的机械性能等级不应低于50级。紧固件的性能等级和材料应符合现行国家标准《紧固件机械性能不锈钢螺栓 螺钉和螺柱》GB/T 3098.6、《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15 的规定。

3 预埋螺栓宜采用铝合金或不锈钢材料。

4 采用不锈钢螺栓连接，需要在不锈钢和铝合金构件连接后在接头处喷涂腐蚀涂料。

【4.1.3】 铝合金高强螺栓没有相应的产品规范，需要根据螺栓强度设计值确定螺栓规格。

一般情况，不锈钢螺栓具有很好的抗应力腐蚀；若在沿海地区的地下管廊，高湿度和盐分环境，不锈钢螺栓会与铝合金构件之间形成很强的电偶腐蚀，加速整体构件失效，因此需要在不锈钢和铝合金构件连接后在接头处喷涂腐蚀涂料。

4.1.4 T型螺栓宜采用不锈钢或铝合金材料，其性能应满足设计要求。

4.1.5 支撑系统中所用非金属材料的性能应符合国家现行有关标准的规定。

【4.1.5】 支撑系统支吊架的管箍垫片、管夹垫片、管卡垫片、型材堵头等采用非金属材料。

4.2 设计指标

4.2.1 铝合金材料的强度设计值应按表4.2.1采用。

表4.2.1 铝合金材料强度设计值 (N/mm²)

铝合金材料			抗拉、抗压和抗弯 f	抗剪 f_v
牌号	状态	厚度 (mm)		
6061	T6	所有	200	115
6063	T6	所有	150	85
6063A	T6	≤10	160	90
		>10	150	85
7075	T6	≤25	380	/
	T73	≤25	350	/
	T76	≤6	365	/
		6~50	375	/

【4.2.1】 本表列出了常用的 6XXX 系列和 7XXX 系列铝合金牌号及状态下材料的强度设计值，强度设计值是根据材料的力学性能标准值除以抗力分项系数得到，本表中未列牌号的铝合金可参考国家现行规范

《一般工业用铝及铝合金挤压型材》（GB/T 6892）取值力学性能标准值，并按照《铝合金结构设计规范》（GB50429）采用以下公式计算后取 5 的整数倍采用：

$$\text{抗拉、抗压和抗弯强度设计值：} f = f_{0.2} / 1.2$$

$$\text{抗剪强度设计值：} f = f / \sqrt{3}$$

当有可靠设计依据时，也可采用不在《一般工业用铝及铝合金挤压型材》（GB/T 6892）中的新材料。

4.2.2 铝合金结构普通螺栓连接的强度设计值应按表4.2.2采用。

表4.2.2 普通螺栓连接的强度设计值（N/mm²）

连接的材料、性能等级和铝合金牌号			普通螺栓					
			铝合金			不锈钢		
			抗拉 f_t^b	抗剪 f_v^b	抗压 f_c^b	抗拉 f_t^b	抗剪 f_v^b	抗压 f_c^b
普通螺栓	铝合金	2B11	160	170	-	-	-	-
		2A90	135	145	-	-	-	-
	不锈钢	A2-50、 A4-50	-	-	-	190	200	-
		A2-70、 A4-70	-	-	-	265	280	-
构件	6061-T6		-	-	305	-	-	305
	6063-T6		-	-	240	-	-	240
	6063A-T6		-	-	220	-	-	220

【4.2.2】本表列出了常用的铝合金和不锈钢普通螺栓连接强度设计值，强度设计值是根据普通螺栓抗拉强度 f_u^b 乘以系数确定。铝合金普通螺栓抗拉强度按照《铝及铝合金挤压棒材》GB/T 3191 取值，不锈钢普通螺栓抗拉强度连接按照《紧固件机械性能不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T3098.6 取值。系数取值参照下表：

连接的材料、性能等级和铝合金牌号			普通螺栓					
			铝合金			不锈钢		
			抗拉 f_t^b	抗剪 f_v^b	抗压 f_c^b	抗拉 f_t^b	抗剪 f_v^b	抗压 f_c^b
普通螺栓	铝合金	2B11	$0.38f_u^b$	$0.4f_u^b$	-	-	-	-
		2A90	$0.38f_u^b$	$0.4f_u^b$	-	-	-	-
	不锈钢	A2-50、 A4-50	-	-	-	$0.38f_u^b$	$0.4f_u^b$	-
		A2-70、 A4-70	-	-	-	$0.38f_u^b$	$0.4f_u^b$	-
构件	6061-T6		-	-	$1.16f_u$	-	-	$1.16f_u$
	6063-T6		-	-	$1.16f_u$	-	-	$1.16f_u$
	6063A-T6		-	-	$1.16f_u$	-	-	$1.16f_u$

计算所得强度设计值均取 5 的整数倍，6063A-T5 和 6063A-T6 的抗拉强度均取厚度大于 10mm 时的较小值。

高强度螺栓材料可采用铝合金，其性能应满足设计要求。

4.2.3 铝合金材料的物理性能指标按表4.2.3采用。

表4.2.3 铝合金的物理性能指标

弹性模量E (N/mm ²)	泊松比ν	剪变模量G (N/mm ²)	线膨胀系数 (/°C)	质量密度 (kg/m ³)
70000	0.3	27000	23×10 ⁻⁶	2700

【4.2.3】 铝合金的物理性能指标因牌号不同以上数值存在差别，若有确定试验数据，按照实际数据采用，若无确定试验数据，按照本表确定。

5 槽道型式及选用

5.1.1 根据槽道的断面型式不同，可分为C形、加劲C形、燕尾形，如图6.1.1所示。

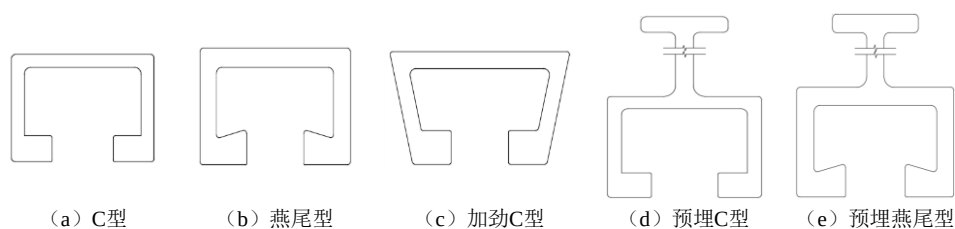


图5.1.1 槽道截面形式

5.1.2 根据槽道安装方式不同，可分为预埋式、后置式，后置式槽道宜采用加劲C形。

5.1.3 槽道分为直线型和弧型，应根据建筑形式选用，其形式如图6.1.3所示。

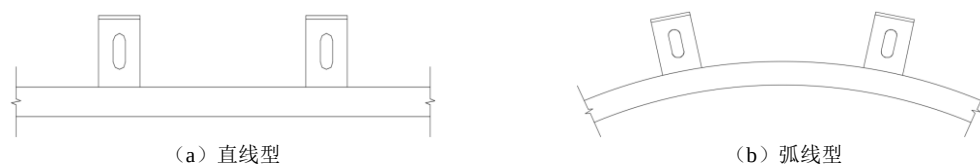


图5.1.3 槽道形式

5.1.4 预埋式槽道与锚杆宜采用一体式结构，对非一体式结构，可采用机械连接，但应保证其连接可靠。

【5.1.4】预埋式槽道的锚杆可与槽道一同挤压成型成为一体，可以分开加工成型，通过螺栓、铆钉或其他可靠的机械连接方式进行连接，保证连接强度不低于一体成型的连接强度。

5.1.5 预埋式槽道的锚杆间距不应大于250mm，为避免槽道预埋时锚杆与钢筋网碰撞，应对局部锚杆间距进行调整，局部锚件间距调整工序应在预埋槽生产厂内完成，且应保证受力可靠。

【5.1.5】若局部锚件间距调整工序在现场完成，会破坏预埋槽产品原有防腐措施，导致产品因发生锈蚀而影响支撑系统应用安全，故建议明确调整工序应在预埋槽生产厂内完成。

5.1.6 槽道布置间距根据支吊架间距确定。

5.1.7 锚杆长度及端面形状应满足受力及预埋构造要求，且槽道端部与锚件轴线最小间距不应小于25mm。。

【5.1.7】预埋式槽道由槽道、锚杆组成，预埋式槽道作为一个系统整体参与锚固受力工作。锚杆的材料、尺寸、间距，槽道的材料、尺寸和两者的连接方式都会影响预埋槽作为一个整体的承载力，进而影响受力分析。同时锚杆和槽道的尺寸都会影响预埋构造。规定槽道端部与锚件轴线的最小间距是保证锚杆有效连接的措施。

6 支吊架型式与选用

6.1 型式及选型要求

6.1.1 按照刚度不同，支吊架型式可分为刚性支吊架、柔性支吊架两类，如图6.1.1，应按下列原则选用：

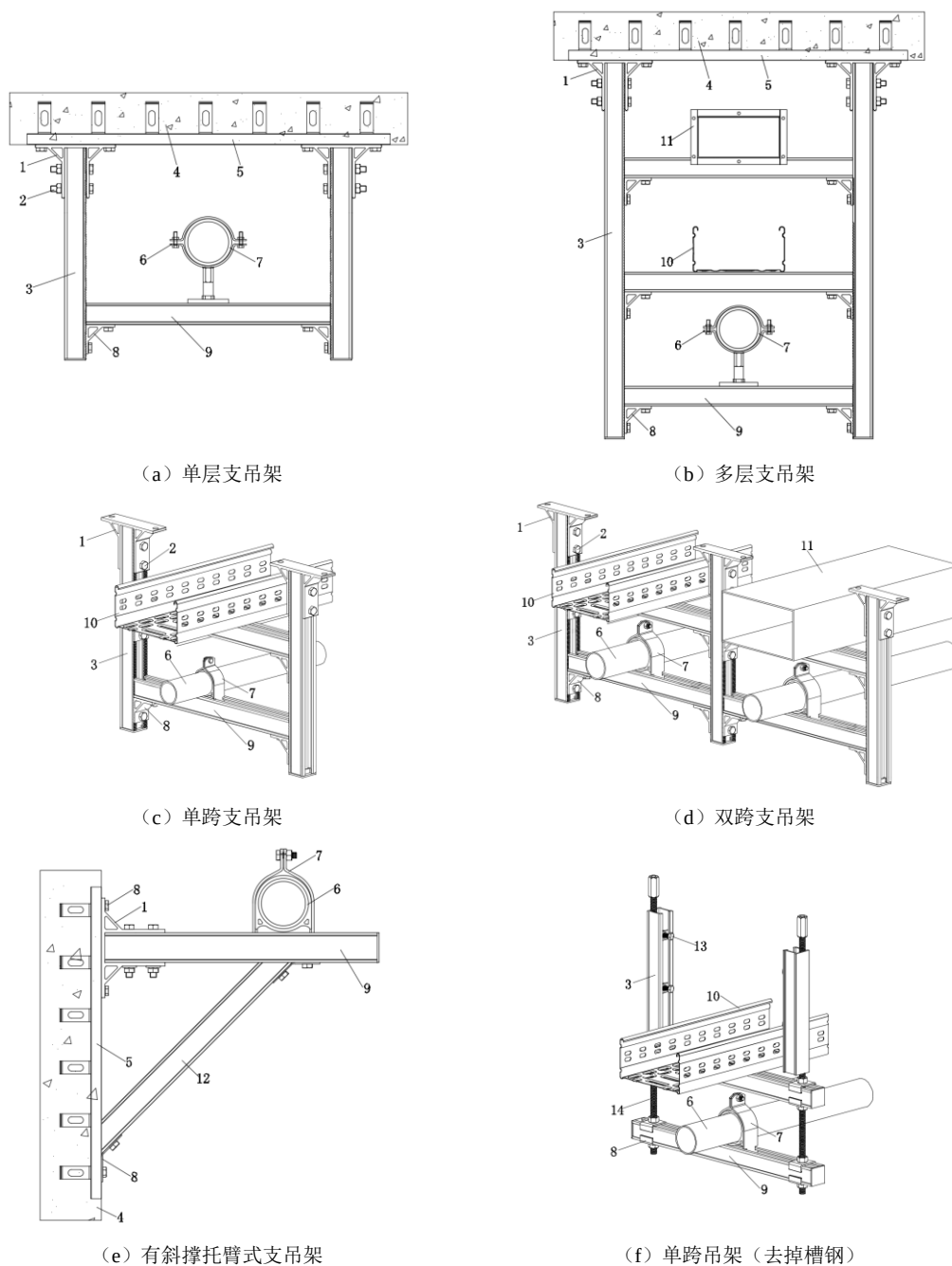


图6.1.1综合管线铝合金支吊架示意图

1-底座立柱；2-螺栓；3-立柱；4-基体；5-槽道；6-管道；7-管箍；8-角连接件；9-横梁；11-风管；12-侧撑；13-加劲装置；14-丝杆

- 1 允许综合管线在支撑点处发生横向或纵向位移时，宜选用柔性吊架。

2 不允许综合管线在支撑点处发生水平位移时，宜选用刚性支吊架，或者在柔性吊架上设置斜撑来限制水平位移。

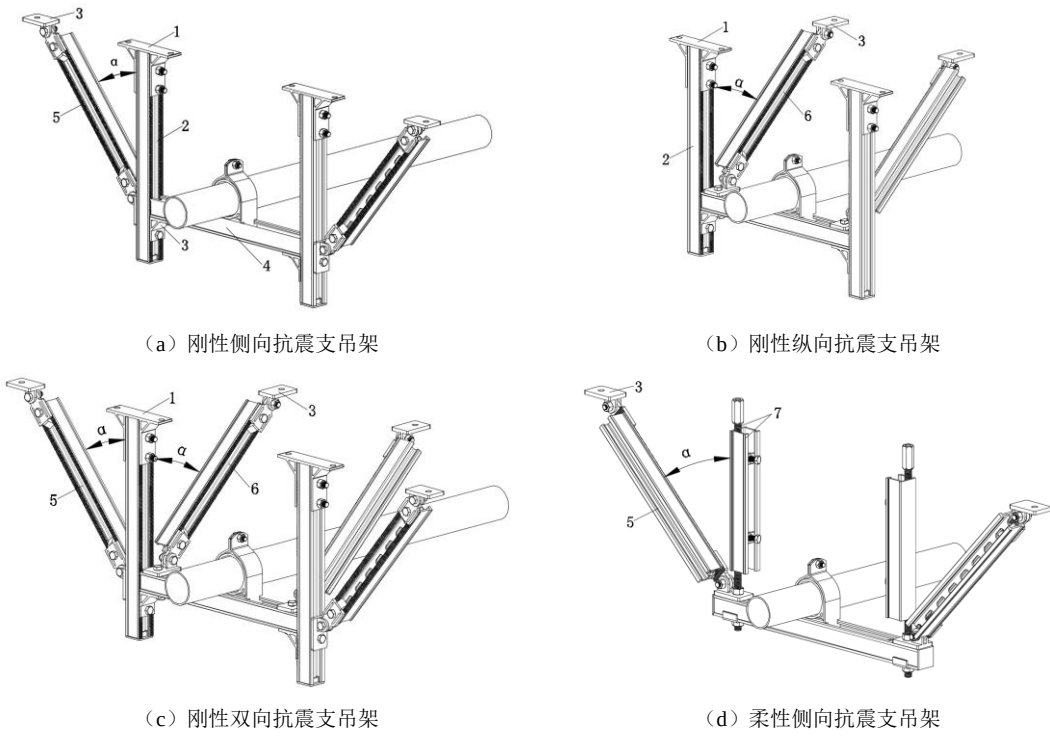
6.1.2 按照管道在支撑点处约束不同，支吊架型式可分为固定支吊架、滑动支吊架两类，应按以下原则选用：

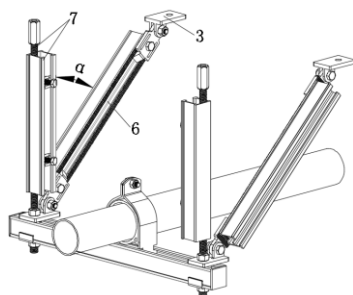
- 1 当管道在支撑点处不得有线位移时，或需要承受管道振动或冲击荷载时，应选用固定支架。
- 2 当管道在支撑点处允许横向或纵向位移时，应选用滑动支架。



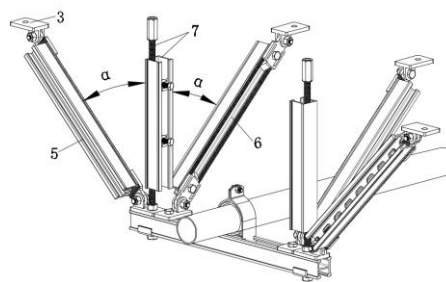
图6.1.2 滑动支架
1-纵向位移；2-横向位移

6.1.3 抗震支吊架按承担的水平地震作用方向不同，可分为侧向抗震支吊架、纵向抗震支吊架和双向抗震支吊架三种型式。如图6.1.3。各类抗震支吊架应按下列原则选用：





(e) 柔性纵向抗震支吊架



(f) 柔性双向抗震支吊架

图6.1.3 抗震支吊架构造示意图

1-底座；2-立柱；3-连接件；4-横梁；5- 侧向抗震斜撑；6-纵向抗震斜撑；7-螺杆和型钢组成的竖向承重构件； α -夹角

1 需要承担侧向水平地震作用时，应选用侧向抗震支吊架。

2 需要承担纵向水平地震作用时，应选用纵向抗震支吊架。

3 需要同时承担侧向和纵向水平地震作用时，应选用双向抗震支吊架。

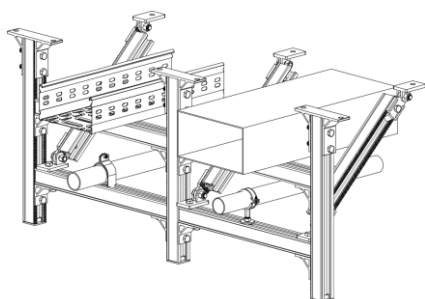
6.1.4 抗震支吊架的构件及组成形式应满足下列要求：

1 抗震斜撑与竖向承重构件之间的夹角，以 45° 为宜，不应小于 30° 。

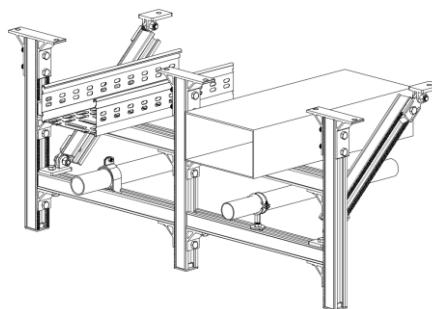
2 抗震支吊架中的竖向承重构件宜采用刚性杆，如采用柔性杆，应在其外部增加刚性杆加固。

3 抗震斜撑应采用刚性杆，若管线距离生根点过高刚性杆无法满足要求，或风机设备类可采用柔性杆，采用柔性杆时，应在支吊架的两侧对称设置。

4 多跨支吊架中的纵向抗震斜撑，宜在每个竖向承重构件处设置，也可仅在最外侧的两个竖向承重构件处设置，但无斜撑处的横向承重构件应连续不断且能承担相应的地震作用。



(a) 竖向承重构件均设置抗震斜撑



(b) 最外侧竖向承重构件设置抗震斜撑

图6.1.4 多跨抗震支吊架纵向抗震斜撑示意图

5 多层支吊架宜在每层设置抗震斜撑，也可仅在距离锚固体最远层或中间层设置抗震斜撑，但无斜撑处的竖向承重构件应连续不断且能承担相应的地震作用。

6 无位移要求的管线应与抗震支吊架紧密、可靠连接。

【6.1.4】抗震斜撑一般采用刚性杆，在特殊工况比如风机这类本身会震动的设备会采用柔性支撑，或者是管线标高特别高，刚性杆无法满足长细比的要求时会采用柔性支撑，有条件的情况不建议采用柔性方式。

6.1.5 当综合管线有振动且场所对隔音降噪要求严格时，应设置隔振装置。

【6.1.5】增加条文说明，介绍如何设置隔振装置。

6.2 支吊架布置原则

6.2.1 支吊架的位置和间距，应根据下列原则确定：

- 1 满足各专业管线的功能要求。
- 2 考虑管线荷载的合理分布，使相邻支吊架间的管线满足承载能力和变形要求。
- 3 满足管线安装、运营维保所需的位移、间距及荷载要求。
- 4 间距应取根据各条件确定的间距值中的最小值。

6.2.2 各类管线宜在下列位置处设置支吊架：

- 1 管线的起始点、终点、三通、弯头附近，管线穿墙部位以及引入、引出位置。
- 2 集中荷载处以及拆卸管件附近处。
- 3 内部介质为易燃易爆气（液）体或腐蚀性液体管道的拼接接头附近。
- 4 管线线路中间有轻型工作设备或转换设备处。
- 5 管道截面或形状发生改变处。
- 6 沉降缝和地震缝两侧。

6.2.3 往复式压缩机的进出口管道以及其他有剧烈振动的管道宜单独设置支吊架。

6.2.4 对有压力脉动的管道，确定支吊架间距时，应核算管道固有频率，防止管道产生共振。

6.2.5 支吊架的布置要求和最大间距应符合国家现行有关标准的规定。

【6.2.5】根据现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范 GB50242》，给出了给排水及采暖系统管道支吊架的布置要求和最大间距。

根据现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243，给出了通风与空气调节系统管道支吊架的布置要求和最大间距。

根据现行行业标准《城镇燃气室内工程施工与质量验收规范》CJJ 94，给出了燃气系统管道支吊架的布置要求和最大间距。

根据现行国家标准《电力工程电缆设计规范》GB 50217，给出了室内电缆管道支吊架的最大间距。

根据现行国家标准《自动喷水灭火系统施工及验收规范》GB 50261，给出了自动喷水灭火系统管道支吊架的布置要求和最大间距。

根据现行国家标准《气体灭火系统施工及验收规范》GB 50263，给出了气体灭火系统管道支吊架的最大间距。

6.3 抗震支吊架的布置

6.3.1 抗震支吊架的设置宜符合以下规定：

- 1 穿过隔震层的机电工程管道，应在隔震层两侧设置抗震支吊架。
- 2 水平管道在安装柔性补偿器及伸缩节的两端应设置侧向抗震支吊架。
- 3 金属导管、刚性塑料导管、电缆梯架或电缆槽盒穿越防火分区时，应在贯穿部位附近

设置抗震支吊架。

4 防烟风道、事故通风风道及相关设备应采用抗震支吊架。

6.3.2 当水平管道通过垂直管道与地面设备连接时，水平管道距离垂直管道 0.6m 范围内应设置侧向抗震支吊架，垂直管道底部距地面大于 0.15m 时应设置抗震支吊架。

6.3.3 重力大于 1.8kN 的空调机组、风机、蓄电池等设备采用吊挂方式时，应设置抗震吊架。

6.3.4 室内水平敷设的给水、热水以及消防管道，当其公称直径大于或等于 65mm 时，应设置抗震支吊架。

6.3.5 矩形截面且面积大于或等于 0.38m²、圆形截面且直径大于或等于 700mm 的风道，可采用抗震支吊架。

6.3.6 内径大于或等于 25mm 的燃气管道，应设置抗震支吊架。

6.3.7 内径大于或等于 60mm 的电器配管以及重力不小于 150N/m 的电线套管及电缆梯架、电缆托盘和电缆槽盒，应设置抗震支吊架。

6.3.8 锅炉房、制冷机房、热交换站内的管道应设置抗震支吊架。多根管道共用支吊架或管径大于或等于 300mm 的单根管道支吊架，宜采用门形抗震支吊架。

6.3.9 每段水平直管道应在两端设置侧向抗震支吊架，当两个抗震支吊架间距大于最大间距时，应在中间增设侧向抗震支吊架。

6.3.10 每段水平直管道应在两端设置侧向抗震支吊架，且两组抗震支吊架沿管道方向的间距不得大于容许最大间距。

6.3.11 水平管道侧向、纵向抗震支吊架的最大设计间距按照6.3.11确定。

表 6.3.11 抗震支吊架的容许最大间距

管道类别		侧向抗震支吊架的容许最大间距 (m)	纵向抗震支吊架的容许最大间距 (m)
给水、热水及消防管道	新建工程刚性连接金属管道	12.0	24.0
	新建工程柔性连接金属管道；非金属及复合管道	6.0	12.0
燃气及热力管道	新建燃油、燃气、医用气体、真空管、压缩空气管、蒸汽管、高温热水管及其他有害气体管道	6.0	12.0
通风及排烟管道	新建工程普通刚性材质风管	9.0	18.0
	新建工程普通非金属材质风管	4.5	9.0
电线套管及电缆梯架、电缆托盘和电缆槽盒	新建工程刚性材质电线套管、电缆梯架、电缆托盘和电缆槽盒	12.0	24.0
	新建工程非金属材质电线套管、电缆梯架、电缆托盘和电缆槽盒	6.0	12.0

注：改建工程最大抗震加固间距为上表中数值的一半。

6.3.12 刚性水平管道应在离转弯处 0.6m 范围内设置侧向抗震支吊架。当斜撑直接作用于管道时，可作为另一侧管道的纵向抗震支吊架，且距下一纵向抗震支吊架间距 L 应按下式计算：

$$L = \frac{L_1 + L_2}{2} + 0.6 \quad (\text{式6.3.12})$$

式中：\$L_1\$、\$L_2\$—侧向抗震支吊架的容许最大间距、纵向抗震支吊架的容许最大间距（m），按表 6.3.12 取用。

6.3.13 刚性连接的水平管道需要 Z 形弯折时，管道在两个相邻抗震支吊架间因弯折引起的横向偏移值应符合下列规定：

- 1 水管及电线套管不得大于最大横向支吊架间距的 1/16。
- 2 风管、电缆梯架、电缆托盘和电缆槽盒不得大于其宽度的两倍。

6.3.14 当管道横向偏移量大于第 6.3.15 条要求，且不超过 4m 时，偏移管道两侧均需设置抗震支吊架；当管道横向偏移量大于 4m 时，应按新水平直管设置抗震支吊架。

6.3.15 抗震支吊架的设置还应满足下列要求：

- 1 对于门式抗震支吊架，当管道上的附件质量大于 25kg 且与管道采用刚性连接，或附件质量为 9kg~25kg 且与管道采用柔性连接时，应设置侧向及纵向抗震支吊架。
- 2 对于单管抗震支吊架，当立管通过套管穿越结构楼层且套管可限制立管的侧向位移时，套管可作为立管的侧向抗震支撑。

【6.3】 参照《建筑机电工程抗震设计规范》GB50981。

7 结构设计

7.1 一般规定

7.1.1 支撑系统采用以概率理论为基础的极限状态设计法，采用分项系数的设计表达式进行设计。

7.1.2 支撑系统的承重结构应按承载力极限状态和正常使用极限状态进行设计。

7.1.3 支撑系统的内力与变形应采用弹性分析的方法计算。

7.1.4 支撑系统的正常使用环境温度应低于100℃。

【7.1】支撑系统的设计文件中，应注明结构安全等级、设计使用年限、铝合金材料牌号及供货状态、连接材料的型号和对铝合金材料所要求的力学性能、化学成分及其他附加保证项目。

【7.1.4】参照《铝合金结构设计规范》GB 50429，铝合金结构的正常使用环境温度不高于100℃。铝合金材料具有优良的负温工作性能，在低温条件下其强度及延性均有所提高。所以不必规定铝合金结构的负温临界工作温度。但铝合金耐高温性能差，150℃以上时迅速丧失强度，这也是可以通过挤压工艺生产型材的主要原因。

7.2 荷载及荷载组合

7.2.1 支撑系统设计时应考虑永久荷载、可变荷载、基体结构的变形或沉降、地震作用及温度作用等。

7.2.2 永久荷载应按照实际情况依据现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009的规定取值。

【7.2.2】永久荷载考虑水管自重，通风、排烟管道自重，电缆桥架自重等，可根据下列规定进行自重标准值的计算：

- 1 水管自重标准值，包含水管自重标准值、满管水自重标准值、保温层自重标准值，并乘1.1的系数进行考虑；若为不保温管道，则不含保温层自重标准值；
- 2 通风、排烟管道自重标准值，包含风管本身自重标准值、法兰自重标准值、保温层自重标准值，并乘1.1的系数进行考虑；
- 3 电缆桥架自重标准值，包含桥架本身自重标准值、桥架内电缆自重标准值；
- 4 管道上设有阀门等配件时，应单独计算其自重标准值；
- 5 支撑系统的自重标准值。

7.2.3 可变荷载的取值应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009、《混凝土电视塔结构技术规范》GB 50342的规定。

【7.2.3】裹冰荷载按照现行国家标准《混凝土电视塔结构技术规范》GB 50342规定取值。

7.2.4 管道中无约束型波纹管膨胀节、套筒式补偿器等柔性元件内部压力产生的管道轴线方向水平荷载可按下列规定进行计算：

- 1 沿管道轴线方向为固定支座时，由管道轴向伸缩引起的水平荷载标准值可按下式计算：

$$F_K = K_1 \delta \quad (7.2.4-1)$$

- 2 沿管道轴线方向为滑动支座时，由滑动摩擦引起的水平荷载标准值可按下式计算：

$$F_K = K_2 \mu G \quad (7.2.4-2)$$

式中： F_K ——沿管道轴线方向的水平荷载标准值（N）；

K_1 ——补偿器刚度（N/mm）；

δ ——补偿器的位移量（mm）；

K_2 ——为牵制系数，当平行敷设1-2根管道时，牵制系数取1；当平行敷设3根及以上管道时，按表7.2.4-1选用；

μ ——管道滑动支座的摩擦系数，按相关产品技术参数确定；

G ——管道滑动支座所承担的管道及其内部介质的重力标准值之和（N）。

表7.2.4 牵制系数

质量比 γ	$\gamma < 0.50$	$0.50 \leq \gamma \leq 0.70$	$\gamma > 0.70$
牵制系数K	0.50	0.67	1.0

注： γ 为热管道与全部管道的比值；热管指管道内介质温度 $\geq 100^\circ\text{C}$ 。

7.2.5 安全阀出口放空管道的反作用力可按公式7.2.6计算。

$$F_a = 9.8W_a V_a / g + (P_n - P_a) A_n \times 10^6 \quad (7.2.6)$$

式中： F_a ——安全阀出口放空管道的反作用力（N）；

W_a ——介质出口质量流速（kg/s）；

V_a ——介质的出口流速（m/s）；

P_n ——放空管出口压力（当出口为亚临界流动时 $P_n = P_a$ ）（MPa）；

P_a ——放空管出口环境压力（MPa）；

A_n ——放空管出口的截面积（ mm^2 ）；

g ——重力加速度， m/s^2 （mm）；

7.2.6 动荷载可按等效静荷载的2倍计算。

【7.2.7】参考《石油化工管道支吊架设计规范》。

7.2.7 当支吊架上敷设的振动刚性管道重量超过全部管道重量的30%时，振动管道对支吊架的作用应按下列规定计算：

1 当振动管道与支吊架间设有减振或隔振措施时，沿管道侧向、纵向的荷载均应乘以1.2的动力系数。

2 当未采取减振或隔振措施时，沿管道侧向、纵向的荷载均应乘以1.5的动力系数。

7.2.8 计算结构构件和连接时，荷载、荷载分项系数、荷载效应组合和荷载组合值系数的取值，应符合现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB50009的规定。

7.2.9 结构构件和连接的抗震设计应符合现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011和《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981的规定。

7.3 构件设计

7.3.1 支撑系统的构件应满足强度、刚度及稳定性要求。

7.3.2 在主平面内受弯的构件，其抗弯强度应按下式计算：

$$\frac{M_x}{W_{enx}} \leq f \quad (7.3.2)$$

式中 M_x ——同一截面处绕x轴和y轴的弯矩；

W_{enx} ——对截面主轴x轴和y轴的较小有效净截面模量，应同时考虑局部屈曲及截面孔洞的影响；

f ——铝合金材料的抗拉、抗压和抗弯强度设计值。

【7.3.2】支撑系统的构件在计算抗弯强度时不考虑截面塑性发展，是偏于保守安全的。

7.3.3 在主平面内受弯的构件，其抗剪强度应按下式计算：

$$\frac{V_{\max} S}{I t_w} \leq f_v \quad (7.3.3)$$

式中 $V_{\max}$ ——计算截面沿腹板平面作用的最大剪力；

S ——计算剪应力处以上毛截面对中和轴的面积矩；

I ——毛截面惯性矩；

t_w ——腹板厚度；

f_v ——铝合金材料的抗剪强度设计值；

7.3.4 主平面内受弯的构件，其稳定性应按下式计算：

$$\frac{M_{\max}}{\varphi_{bx} W_{ex}} \leq f \quad (7.3.2)$$

式中 $M_{\max}$ ——跨间对主轴x轴的最大弯矩；

φ_{bx} ——受弯构件的整体稳定系数，按照《铝合金结构设计规范》GB 50429的规定进行取值；

W_{ex} ——对截面主轴x轴的受压边缘的有效截面模量；

7.3.5 轴心受拉构件的强度应按下式计算：

$$\frac{N}{A_{en}} \leq f \quad (7.3.4)$$

式中 N ——轴心拉力设计值；

A_{en} ——有效净截面面积，考虑截面孔洞的影响；

7.3.6 轴心受压构件的强度按下式计算：

$$\frac{N}{A_{en}} \leq f \quad (7.3.6)$$

式中 N ——轴心压力设计值；

A_{en} ——有效净截面面积，考虑截面孔洞的影响；

7.3.7 轴心受压构件的稳定性应按下式计算：

$$\frac{N}{\varphi A_e} \leq f \quad (7.3.7)$$

式中 φ ——轴心受压构件的稳定系数，按照《铝合金结构设计规范》GB 50429的规定进行取值；

A_e ——有效截面面积；

7.3.8 支撑系统中的拉弯构件和压弯构件应按照现行国家规范《铝合金结构设计规范》GB 50429的相关规定进行设计。

7.3.9 支吊架中受弯构件的容许变形应符合下列规定：

- 1 应符合综合管线的运行要求、国家现行有关标准的规定和设计要求。
- 2 当无规定或要求时，受弯构件的容许挠度为 $l/250$ ，其中 l 为受弯构件的计算跨度；计算悬臂构件的挠度限值时，其计算跨长 l 按实际悬臂长度的 2 倍取用。

7.4 节点和连接设计

7.4.1 支撑系统的构件之间、构件与基体结构之间的连接，应根据施工环境条件、作用力的性质以及生产条件等选择合适的连接方法。连接应传力可靠、制作方便、连接简便、便于调整。

7.4.2 支吊架采用槽道与基体结构连接时，T型螺栓连接应满足抗拉、抗剪承载力要求。

【此处给出T型螺栓螺帽受拉、受剪承载力计算公式，需要一定的试验基础，由于疫情，该部分试验工作还未开始。】

【7.4.2】T型螺栓抗拉承载力取螺帽受拉承载力和螺杆受拉承载力两者之中的较小值。

T型螺栓抗剪承载力取螺帽受剪承载力、螺杆受剪承载力和孔壁承压承载力三者之中的较小值。

7.4.3 支吊架主要构件之间的连接应满足下列要求：

1 在普通螺栓受剪的连接中，每个普通螺栓的承载力设计值应取受剪和承压承载力设计值中的较小者。

$$\text{受剪承载力设计值：} \quad N_v^b = n_v \frac{\pi d^2}{4} f_v^b \quad (7.4.4-1)$$

$$\text{承压承载力设计值：} \quad N_c^b = d \sum t f_c^b \quad (7.4.4-2)$$

式中 n_v ——受剪面数目；

d ——螺栓杆直径；

$\sum t$ ——在不同受力方向中一个受力方向承压构件总厚度的较小值；

f_v^b 、 f_c^b ——螺栓的抗剪和承压强度设计值。

2 在普通螺栓杆轴方向受拉的连接中，每个普通螺栓的承载力设计值应按下列公式计算：

$$N_t^b = n_v \frac{\pi d_e^2}{4} f_t^b \quad (7.4.4-3)$$

式中 d_e ——螺栓在螺纹处的有效直径；

f_t^b ——普通螺栓的抗拉强度设计值。

3 同时承受剪力和杆轴方向拉力的普通螺栓，应符合下列公式的要求：

$$\sqrt{\left(\frac{N_v}{N_v^b}\right)^2 + \left(\frac{N_t}{N_t^b}\right)^2} \leq 1 \quad (7.4.4-4)$$

$$N_v \leq N_v^b \quad (7.4.4-5)$$

$$N_t \leq N_t^b \quad (7.4.4-6)$$

式中 N_v 、 N_t ——某个普通螺栓所承受的剪力和拉力；

N_v^b 、 N_t^b 、 N_c^b ——一个普通螺栓的抗剪、抗拉和承压承载力设计值。

7.4.4 槽道与T型螺栓连接的抗拉强度宜大于螺栓本身的抗拉强度。

【7.4.5】需厂家落实是否有该需求。实际设计中，螺栓选型是根据设计荷载进行选型的，而槽道在螺栓达到设计荷载之前发生破坏的话，就不能保证支吊架整体的安全，因此需要规定。再者考虑螺栓破坏更换较为方便，槽道破坏则修复困难。

7.5 构造要求

7.5.1 支撑系统的构造应使结构受力简单明确，减少应力集中，便于制作、安装、维护。

7.5.2 型材壁厚不应小于3mm。

7.5.3 不锈钢螺栓的最小直径不应小于10mm，铝合金螺栓的最小直径不应小于12mm。

【7.5.3】【两者抗剪强度设计值不同，因此该处的最小直径要求应该也不同。规定的数值还需落实！】

7.5.4 预埋螺栓不宜用于承受剪力，该剪力由槽道与基体结构间的摩擦力或设置抗剪键承受。

【7.5.4】参考《钢结构设计规范》GB 50017中8.4.13抗震设计中，预埋螺栓中受拉的螺栓可考虑承受剪力，保守起见，预埋螺栓均不考虑承剪。

7.5.5 预埋螺栓埋置在混凝土中的深度，应使锚栓的拉力通过其与混凝土之间的粘结力传递。当埋置深度受到限制时，锚栓应牢固的固定在锚板和锚梁上，以传递锚栓的全部拉力，此时锚栓与混凝土之间的粘结力可不予考虑。

【7.5.5】参考《钢结构设计规范》GB 50017中8.4.14。

7.5.6 螺栓的最大、最小容许距离满足现行国家规范《铝合金结构设计规范》GB 50429的相关规定。

7.5.7 悬臂单杆式支吊架的几何长度不宜超过0.8m，否则应设置斜撑或斜拉杆。高度超过1.5m的框架式支吊架，应设置平面外支撑。

7.5.8 支吊架中主要受压构件的长细比不宜超过表7.5.6的容许值。

表7.5.8 受压构件的长细比限值

序号	构件名称	容许长细比
1	柱杆件	150
2	斜撑杆	200

8 防 护

8.1 防 腐

8.1.1 支撑系统中的构件、连接件等，应进行可靠的防腐蚀处理，防腐蚀设计年限不应低于支撑系统的设计使用年限。

8.1.2 支撑系统可采用阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂、氟碳漆喷涂等防腐处理措施，并按《铝合金建筑型材》GB 5237的规定执行。

8.1.3 支撑系统的防腐等级应根据使用环境类别进行确定。

8.1.4 采用阳极氧化进行防腐处理时，氧化膜级别不应小于AA15，膜厚应符合《铝合金建筑型材》GB 5237的规定。

8.1.5 当铝合金材料与其他金属材料（除不锈钢外）或含酸性或含碱性的非金属材料连接、接触时或紧固时，需要在铝合金材料和其他材料之间采用涂漆、橡胶或聚四氟乙烯等隔离材料。

8.1.6 支撑系统表面进行维护清洗时，不得使用对铝合金保护膜有腐蚀作用的清洗剂。

8.2 隔热与防火

8.2.1 支撑系统的防火措施宜采用有效的水喷淋系统进行防护，由于防火涂料对铝合金材料影响较大，易发生电化腐蚀，不宜采用。

8.2.2 支撑系统的表面长期受辐射热温度达80℃以上时，应加隔热层或采用其他有效的防护措施。

8.2.3 支撑系统应进行防火设计，构件的燃烧性能、耐火极限应满足综合管线的要求。

表 8.2.3 构件的燃烧性能和耐火极限

建筑类型	耐火等级			
	一级	二级	三级	四级
厂房（仓库）	不燃性 1.50h	不燃性 1.00h	不燃性 0.75h	难燃性 0.50h
民用建筑	不燃性 1.50h	不燃性 1.00h	不燃性 0.50h	可燃性
综合管廊				
轨道交通				

【8.2.3】 支撑系统是机电设备、管线的附属设施，防火要求应与机电设备、管线所使用的机电设备相同。

当机电设备无要求时，考虑到大多数支吊架支承到建筑结构的楼板上，取支吊架构件的燃烧性能、耐火极限与现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 中的楼板相同。

8.2.4 支撑系统应根据建筑物的耐火等级确定耐火极限。

8.2.5 支撑系统在防火区段使用时应增加耐火及阻止延燃的措施，应按《电力工程电缆设计规范》GB50217及相关标准的有关规定执行。

9 安装

9.1 一般规定

- 9.1.1 综合管线铝合金支撑系统应具有使用说明书及构配件出厂合格证。
- 9.1.2 槽道和T型螺栓连接宜采用防松动措施，提高在使用环境中的牢固性。
- 9.1.3 支撑系统构件上开孔及切割位置应避免出现裂纹和局部变形。
- 9.1.4 安装前，基体混凝土外观质量以及安装位置等均应满足安装要求。
- 9.1.5 支撑系统安装过程中需建立安装档案资料，包括使用说明书、构配件出厂合格证、设计文件、安装施工方案、现场优化施工方案等。

9.2 槽道安装

- 9.2.1 在预埋施工前，应对槽道封装胶带、填充物及封堵头完整性进行检查。

【9.2.1】填充物检查包括充盈度和致密性检查。

- 9.2.2 槽道预埋时，应确保混凝土的密实度，保证槽道与混凝土的可靠锚接。
- 9.2.3 槽道预埋过程中应结合模板尺寸，现场优化施工方案。
- 9.2.4 混凝土浇筑时，应采用可靠措施防止因浇筑和振捣时槽道发生移动。
- 9.2.5 槽道固定位置要求锚杆不得与主筋相碰，且应设置在主筋内侧。
- 9.2.6 槽道槽口处混凝土清理时避免采用尖锐工具，清理过程中不得破坏齿牙和涂层。
- 9.2.7 根据设计要求确定锚栓位置并进行预埋，验收合格后进行后置槽道的安装。

【9.2.7】预埋锚栓的安装误差要求可参考《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205中11.2.1条和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204中4.2.8条的规定。

9.3 支吊架安装

- 9.3.1 支吊架安装根据工程需要安装锁紧垫片、螺母等，并采用扭力扳手对螺母进行紧固，紧固力矩应达到设计值。

【9.3.1】参照 JB-T 5000.10《重型机械通用技术条件 装配》附录 A，对一般连接螺栓拧紧力矩进行规定。参照 GB/T1231《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》，对连接副扭转系数试验进行规定。

- 9.3.2 支吊架的施工安全措施应符合施工组织设计要求。

【9.3.2】支吊架的安装施工应满足国家现行劳动安全、卫生法规、技术标准的规定以及本项目施工组织设计的要求，确保施工安全。

- 9.3.3 施工用的专用机具和工具应完备，计量器具应具有校验合格证，并在有效期内使用。

【9.3.3】测量工具、扭矩扳手等计量器具上必须贴有定期检定、校验合格证，并确保在有效期内，无证计量器具不得使用。当使用中发现计量器具出现异常情况，或对器具性能有疑义时，应立即停止使用。

9.3.4 支吊架的位置和间距应严格按照设计执行，偏差不应超过0.2m，如支架位置及间距与设计偏差过大，应与设计人员确认后方可改动。

9.3.5 支吊架可通过锚栓或连接件连接在基体上，可通过T型螺栓连接在槽道上。

【9.3.5】支吊架可通过锚栓直接连接在混凝土基体上，支吊架可通过夹具或锁件连接在钢结构或钢构件上，连接件由设计单位设计。支吊架可通过 T 型螺栓连接在槽道上，T 型螺栓性能等级需要满足设计要求。

9.3.6 锚栓预埋位置测量无误后，与基体钢筋焊接连接，锚栓外露长度应符合设计规定。

9.3.7 连接件连接满足以下规定：

- 1 采用专门的夹具等进行可靠连接；
- 2 连接件由支吊架供应单位提供并经施工单位审核之后方可采用。
- 3 经设计单位同意后，也可采用螺栓连接代替连接件连接。

9.3.8 T型螺栓连接满足以下规定：

- 1 槽道封装胶带、填充物等清理干净。
- 2 支吊架底座通过T型螺栓与槽道连接，T型螺栓宜对称布置。

9.3.9 支吊架其他构配件安装应符合以下规定：

- 1 管夹与管道的连接应稳固可靠。
- 2 支吊架及其他构件安装完毕后应擦拭干净，完全暴露的型材端部除会形成积水的情况外均应装上封口堵头。
- 3 导向、滑动装置的滑动面应洁净、平整，滚珠、滚轴、托滚等活动零件与其支撑件应接触良好，可以保证管道能自由膨胀。

10 质量验收

10.1 一般规定

10.1.1 支撑系统工程验收，应由建设单位或监理单位组织进行。

10.1.2 支撑系统质量验收分为进场检验和现场安装质量验收。

10.1.3 支撑系统工程检验批划分应符合下列规定：

1 设计、材料和施工条件相同的支撑系统工程，同层每100套为一个检验批，不足100套也应划分为一个独立的检验批。

2 荷载较大、尺寸较大、组合较复杂等重要部位的支撑系统应划为一个独立检验批。

10.1.4 检验批检验数量应符合下列规定：

1 每个检验批应至少抽查3套支撑系统进行力学性能检查。

2 所有支撑系统应进行外观检查。

10.1.5 支撑系统安装应横平竖直、整齐美观。在同一直线段上的支吊架应间距均匀，同层托臂应在同一水平面上。

10.2 进场检验

10.2.1 支撑系统及其配件进场时，应检查产品合格证书、使用说明书、检验报告或认证证书。

10.2.2 支撑系统及其配件进场时，应按照有关国家现行标准和设计要求核对其型号、规格和数量。

【10.2.2】支撑系统有关构配件的检验需符合《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267，还需满足设计图纸的要求。

10.2.3 支撑系统及其配件进场后，应对其各部件的外观质量和尺寸公差进复检，复检应符合下列要求：

1 外观检查：支撑系统各部件应表面工整、光洁，无加工缺陷、碰伤、毛刺、拉伤等现象。

2 力学性能检查：

3 尺寸公差：尺寸检验使用相应精度的测量工具测量，各部件尺寸制造公差应符合GB/T 1804《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》的规定。

4 出现不合格产品时，允许加倍抽样产品数量进行检验，抽样产品全部合格则判定为该批产品合格，如仍不合格则判定为该批产品不合格。

5 严禁使用检验结果不合格的产品。

10.2.4 锚栓产品进场后，应按下列要求检验锚栓产品质量：

1 当与处于受拉区混凝土锚固连接时，锚栓产品的检验报告或认证证书中应包括开裂混凝土中的锚栓性能测试项目，锚栓产品应符合《混凝土用机械锚栓》JG/T 160中C类锚栓的性能要求。

2 抗震支吊架应采用具有抗震性能的锚栓，锚栓产品的检验报告或认证证书中应包括锚栓抗震性能测试项目。

3 当检验报告或认证证书中检验项目不符合上述要求时，应按照产品标准要求，现场抽取样品补充检验，检验合格后方可使用。

10.3 安装质量验收

10.3.1 支撑系统安装质量验收包括支吊架安装质量验收和槽道安装质量验收。

【10.3.1】槽道安装质量验收即预埋槽与基体结构的连接质量的验收，若为预埋式槽道，则需要检验槽道与基体结构的连接性能；若为后置式槽道，则需要检验锚栓与混凝土的锚固质量。支吊架安装质量验收即支吊架与槽道连接质量验收、支吊架与综合管线连接质量验收。

10.3.2 支撑系统安装验收包括以下内容：

- 1 验收档案资料检查。
- 2 各组件的类别、规格、数量以及间距。
- 3 管线类别与管线布置情况。
- 4 与基体的连接锚固质量。

10.3.3 与混凝土基材锚固外观检查应符合下列要求：

- 1 基材上不应有抹灰层、装饰层和严重的裂缝。
- 2 基材表面应坚实、平整，锚固部位的混凝土不应有局部缺陷。

10.3.4 预埋锚栓的安装允许偏差应满足下列要求：

- 1 中心线位置不超过2mm；
- 2 锚杆外露长度偏差不允许出现负偏差，且不超过10mm。

10.3.5 支吊架的实测项目应满足下列要求：

- 1 支吊架的安装位置应符合设计要求，安装间距允许偏差 $\pm 0.2\text{m}$ 。
- 2 抗震支吊架加固吊杆的垂直度、斜撑夹角、偏心距应符合设计和产品安装要求，安装后的螺杆垂直度偏差不应大于 4° ；各类斜撑安装角度不应偏离其中心线 2.5° ；偏心距不应大于100mm。

- 3 支吊架连接件、纵向和侧向抗震斜撑、管夹等的安装质量应符合设计要求。
- 4 螺杆螺母安装扭矩应符合设计要求，安装应牢固。

10.3.6 槽道的实测项目应满足下列要求：

- 1 槽道截面方向误差宜符合嵌入施工误差 $L \leq 5\text{mm}$ ，倾斜嵌入误差 $L \leq 3\text{mm}$ 。

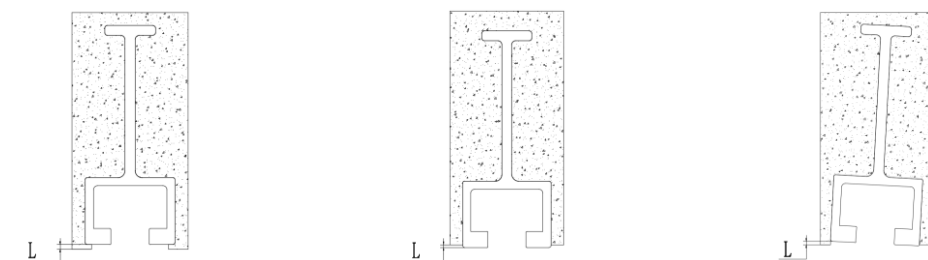


图 10.3.6-1 槽道截面方向示意图

2 槽道轴向方向施工偏差应满足，1000mm范围内槽道实际中心线与槽道理论中心线的距离的最大值与最小值允许偏差 $\pm 3\text{mm}$ 。

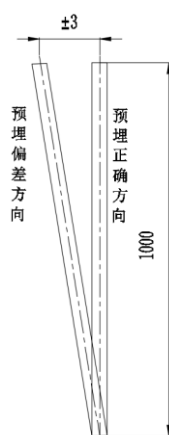


图 10.3.6-2 槽道轴线方向误差示意图

【10.3.6】槽道截面方向误差指槽道截断面与结构断面之间的位置偏差；槽道轴线方向误差指槽道实际安装与设计轴线方向之间的位置偏差。

10.3.7 支撑系统工程竣工验收时，应提供下列文件和纪录，形成验收档案资料：

- 1 设计文件。
- 2 构配件质量证明书或出厂合格证、产品说明书、检验报告或认证证书，产品的进场见证复验报告。
- 3 检验批质量验收纪录表（附录A）。
- 4 安装工程的施工记录。
- 5 锚固连接工程质量验收记录。
- 6 不合格项的处理记录及验收记录。
- 7 进场检查复试报告。
- 8 其他有关文件和纪录。

10.3.8 装配式支吊架工程施工质量不合格时，应由施工单位制定补救措施，经设计单位确认后实施，并应重新检查、验收。

11 维护管理

11.1 一般规定

11.1.1 支撑系统维护应由经过专业培训的人员进行。

11.1.2 支撑系统维护过程中不应将支吊架用作临时悬挂或其他运行维修用途，也不应在管道系统上增加设计考虑意外的任何临时性或永久荷载。未经设计同意，不应任意改变支吊架的位置、类型和荷载。

11.1.3 支撑系统构件、配件入库保存时，要纸箱/木箱包装，分类存放。

11.1.4 应建立定期巡检制度。

11.2 维护

11.2.1 支撑系统投入使用后，应由专业单位进行日常管理。

11.2.2 日常管理单位应对重要管道、大口径管道建立维护大纲。

11.2.3 日常管理单位应对支撑系统定期检查和监视，形成工程维护档案。

11.2.4 日常管理单位应建立维护档案资料，包括维护管理制度、工程维护档案、实施细则及相应的应急预案、维护大纲、事故报告和分析、维修、更换、启停程序。

【11.2.4】维护档案资料按照《管道支吊架第一部分：技术规范》GB/T17116.1 执行。

11.2.5 定期对支撑系统进行检查，如有下列情况应立即处理：

- 1 槽道内积水，需放出积水并用干抹布擦干。
- 2 构件有非正常弯曲现象，查明原因并立即加固或更换。
- 3 紧固件有任何松动或脱落，立即调整回原位并按标准扭矩进行紧固。

【11.2.5】定期检查周期至少一季度一次，当支撑系统处于含盐量高、腐蚀性强的环境中，或遇雨季时，定期检查周期至少一个月一次。维护检修内容需要满足下列规定：

- 1 外观：各零部件齐全、完好。
- 2 外表涂层：支架外表漆层均匀、无气泡、脱皮、裂纹等缺陷。
- 3 变形：构件挠度变形在规定允许的范围内。
- 4 槽道锚固：锚固点牢固。
- 5 连接件：各连接件的连接牢固、无松动。

11.2.6 支撑系统需要清洗时，注意清洗剂的有效期、适用范围，避免由此而产生对铝合金表面的不良影响。在清洗过程中，不允许使用混合清洗剂清洗表面，避免清洗剂之间产生不良化学反应。节点、接缝处要彻底清除清洗剂，避免清洗剂在节点和接缝处对材料表面的影响。

11.3 管 理

11.3.1 支撑系统的建设、运维过程中，需要建立档案，档案资料的存放、保管应符合现行国家标准的规定。

11.3.2 支撑系统设计、安装过程中形成的档案资料如下：

- 1 安装档案资料
- 2 验收档案资料
- 3 维护档案资料

11.3.3 支撑系统建设过程中，档案资料应由建设单位负责收集、整理、归档。支撑系统维护期间，应由日常管理单位负责收集、整理和归档。

11.3.4 当支撑系统发生使用功能改变或新增荷载时，应由原设计单位进行复核，当需要新增或变更部件时，应尽量选用同一品牌。严禁擅自更改。

11.3.5 当支撑系统进行维修及改造后，日常管理单位负责将维修和改造的技术资料整理、存档。

本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：
正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，可采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《建筑结构荷载规范》GB 50009
《建筑抗震设计规范》GB 50011
《建筑设计防火规范》GB 50016
《钢结构设计标准》GB 50017
《铝合金结构设计规范》GB 50429
《一般工业用铝及铝合金板、带材》GB 3880
《一般工业用铝及铝合金挤压型材》GB/T 6892
《铝及铝合金压型板》GB/T6891
《铝及铝合金挤压棒材》GB/T 3191
《变形铝及铝合金牌号表示方法》GB/T 16474
《管道支吊架》GB/T 17116
《管道支吊架第1部分：技术规范》GB/T17116.1
《管道支吊架第2部分：管道连接部件》GB/T17116.2
《混凝土电视塔结构技术规范》GB50342
《铝合金建筑型材》GB/T 5237.2
《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
《建筑机电工程抗震设计规范》GB 50981
《一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差》GB/T 1804
《紧固件机械性能螺栓 螺钉和螺柱》GB/T 3098.1
《紧固件机械性能螺母》GB/T 3098.2
《紧固件机械性能不锈钢螺栓 螺钉和螺柱》GB/T 3098.6
《紧固件机械性能不锈钢螺母》GB/T 3098.15
《铝及铝合金加工产品包装、标志、运输、贮存》GB/T 3199
《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
《自动喷水灭火系统第18部分消防管道支吊架》GB/T5135.18
《不锈钢和耐热钢牌号及化学成分》GB/T 20878
《建筑抗震支吊架通用技术条件》GB/T 37267
《建筑机电设备抗震支吊架通用技术条件》CJ/T 476
《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145
《混凝土用机械锚栓》JG/T 160
《混凝土结构工程用锚固胶》JG/T 340
《不锈钢结构技术规程》CECS 410

条文说明

附表A 铝合金支撑系统分项工程检验批质量验收纪录

工程名称			检验批部位		
施工单位			项目经理		
监理单位			总监理工程师		
分包单位			分包单位负责人		
施工依据标准					
安装质量验收		合格质量标准	施工单位检验评分记录或结果	监理（建设）单位验收记录或结果	备注
1	文件资料检查	文件资料齐全			
2	支吊架安装偏差检查	安装间距允许偏差 $\pm 0.2m$			
3	支吊架安装垂直度、斜撑夹角、偏心距检查	螺杆垂直度偏差不应大于 4° ；各类斜撑安装角度不应偏离其中心线 2.5° ；偏心距不应大于 $100mm$			
4	槽道截面方向误差	嵌入施工误差 $L \leq 5mm$ ，倾斜嵌入误差 $L \leq 3mm$			
5	槽道垂直方向施工偏差	$1000mm$ 范围内槽道实际中心线与槽道理论中心线的距离的最大值与最小值允许偏差 $\pm 5mm$ 。			
6	预埋锚栓的安装允许偏差	中心线位置允许偏差 $2.0mm$ ，外漏长度允许偏差 $+10mm$ 。			
7	连接要求	支撑系统与结构的连接及各组成构件的连接应符合设计要求，安装应牢固。			
进场检查		合格质量标准	施工单位检验评分记录或结果	监理（建设）单位验收记录或结果	
1	成品进场	支撑系统及其配件进场后应进行检查，其型号、规格和数量等应符合有关国家现行标准和设计要求。			
2	产品外观质量	铝合金支撑系统各部件表面平整光洁，无加工缺陷及碰伤划痕，涂层和镀层应色泽均匀，无剥落、气泡、划伤等缺陷。			
3	安装质量	铝合金支撑系统安装应横平竖直、整齐美观。在同一直线段上的支吊架应间距均匀，同层托臂应在同一水平面上。			

施工单位检验 评定结果	班组长： 质检员： 或专业工长： 或项目技术人员： 年 月 日 年 月 日
监理（建设） 单位验收结论	监理工程师（建设单位项目技术人员）： 年 月 日

附录B 铝合金T型螺栓抗拉、抗剪试验及承载力确定方法

（该部分需要试验作为基础进行编写，试验方案已经做好由于疫情，试验尚未开始。）