

国家建筑标准设计图集

07SG531

钢网架结构设计



中国建筑标准设计研究院

国家建筑标准设计图集 07SG531

钢网架结构设计

批准部门：中华人民共和国建设部
组织编制：中国建筑标准设计研究院

中国计划出版社

序号	图名	图号	图集号	序号	图名	图号	图集号
1	07SG531-1	07SG531-1	07SG531	13	07R202	07R202	07R202
2	07SG531-2	07SG531-2	07SG531	14	07SD101-8	07SD101-8	07SD101-8

图书在版编目 (CIP) 数据

国家建筑标准设计图集. 钢网架结构设计. 07SG531/
中国建筑标准设计研究院组织编制. —北京: 中国计划出版
社, 2008. 2

ISBN 978 - 7 - 80177 - 866 - 6

I. 国... II. 中... III. ①建筑设计—中国—图集②钢结
构: 网架结构—结构设计—中国—图集 IV.

TU206 TU391. 04 - 64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 006315 号

郑重声明: 本图集已授权“全
国律师知识产权保护协作网”对著
作权 (包括专有出版权) 在全国范
围予以保护, 盗版必究。
举报电话: 010 - 63906404
010 - 68318822

国家建筑标准设计图集
钢网架结构设计

07SG531

中国建筑标准设计研究院 组织编制
(邮政编码: 100044 电话: 88361155 - 800)

☆

中国计划出版社出版

(地址: 北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)
北京国防印刷厂印刷

787 × 1092 毫米 1/8 6.75 印张 24 千字
2008 年 2 月第一版 2008 年 2 月第一次印刷

☆

ISBN 978 - 7 - 80177 - 866 - 6

定价: 36.00 元

结构专业图集简明目录

图集号	图集名称	图集号	图集名称	图集号	图集名称
06G101-6	混凝土结构施工图平面整体表示方法制图规则和构造详图(独立基础、条形基础、桩基承台)	06SG429	后张预应力混凝土结构施工图表示方法及构造详图	SG520-1~2	钢吊车梁(2003年合订本)
03G102	钢结构设计制图深度和表示方法	SG435-1~2	预应力混凝土圆孔板(2004年合订本)	SG521-1~4	钢檩条、钢墙梁(2005年合订本)
04G103	民用建筑工程结构施工图设计深度图样	SG439-1~2	预应力混凝土叠合板(2006年合订本)	05SG522	钢与混凝土组合楼(屋)盖结构构造
05G104	民用建筑工程结构初步设计深度图样	06SG501	民用建筑钢结构防火构造	04SG523	型钢混凝土组合结构构造
05SG105	民用建筑工程设计互提资料深度及图样-结构专业	05G511	梯形钢屋架	06SG524	钢管混凝土结构构造(圆钢管、矩形钢管)
SG109-1~4	民用建筑工程设计常见问题分析及图示—结构专业(2006年合订本)	05G512	钢天窗架	07SG526	户外钢结构独立广告牌
05SG110	建筑结构设计教学及见习工程师图册	05G513	钢托架	07SG531	钢网架结构设计
06G112	建筑结构设计常用数据	05G514-1、2~3、4	12m实腹式钢吊车梁	03SG611	砖混结构加固与修复
06G113	民用建筑结构设计计算书编制要求及示例	05G515	轻型屋面梯形钢屋架	04G612	砖墙结构构造(烧结多孔砖与普通砖、蒸压类砖)
07G120	工程做法(自重计算)	06SG515-1	轻型屋面梯形钢屋架(圆钢管、方钢管)	05G613	混凝土小型空心砌块墙体结构构造
04SG308	混凝土后锚固连接构造	06SG515-2	轻型屋面梯形钢屋架(剖分T型钢)	06SG614-1	砌体填充墙结构构造
04SG309	钢筋焊接网混凝土楼板与剪力墙构造详图	05G516	轻型屋面钢天窗架	03SG615	配筋混凝土砌块砌体建筑构造
06SG311-1	混凝土结构加固构造(总则及构件加固)	05G517	轻型屋面三角形钢屋架	05SG616	混凝土砌块系列块型
05SG331-1	混凝土异形柱结构构造(一)	06SG517-1	轻型屋面三角形钢屋架(圆钢管、方钢管)	03SG715-1	蒸压轻质加气混凝土板(NALC)
05SG343	现浇混凝土空心楼盖	06SG517-2	轻型屋面三角形钢屋架(剖分T型钢)	05SG811	条形基础
07SG359-5	悬挂运输设备轨道(适用于门式刚架轻型房屋钢结构)	02SG518-1	门式刚架轻型房屋钢结构(无吊车) (含2004年局部修改版)	06SG812	桩基承台
03G363	多层砖房钢筋混凝土构造柱抗震节点详图	04SG518-2	门式刚架轻型房屋钢结构(有悬挂吊车)附:构件详图	06G901-1	混凝土结构施工钢筋排布规则与详图 (现浇混凝土框架、剪力墙、框架剪力墙)
G414-1~5	预应力混凝土工字形屋面梁(2005年合订本)	04SG518-3	门式刚架轻型房屋钢结构(有吊车)附:构件详图	06CG01	蒸压轻质砂加气混凝土块材及板材连接构造(AAC)
		01SG519	多、高层民用建筑钢结构节点构造详图	06CG02	钢结构设计图实例—多、高层房屋
				06CG04	钢结构设计图实例—单层工业厂房

详细内容请参照2007年国标图集目录或查询国家建筑标准设计网(www.chinabuilding.com.cn)

国标图热线电话: 010-88361155-800

发行电话: 010-68318822

关于批准《建筑结构加固施工图设计表示方法》 等十四项国家建筑标准设计的通知

建质[2007]10号

各省、自治区建设厅，直辖市建委，总后营房部，新疆生产建设兵团建设局，国务院有关部门建设司：
经审查，批准由上海建筑设计研究院有限公司、同济大学等十六个单位编制的《建筑结构加固施工图设计表示方法》等十四项国家建筑标准设计，自2007年3月1日起实行。原《住宅排气道》[J916-1~2（2002年合订本）]标准设计同时废止。
附件：国家建筑标准设计名称及编号表

中华人民共和国建设部
二〇〇七年一月十二日

“建质[2007]10号”文批准的十四项国家建筑标准设计图集号

序号	图集号	序号	图集号	序号	图集号	序号	图集号	序号	图集号	序号	图集号
1	07J306	3	07J902-2	5	07J916-1	7	07SG111-2	9	07SG526	11	07SS908
2	07SJ504-1	4	07J902-3	6	07SG111-1	8	07SG359-5	10	07SG531	12	07K133
										13	07R202
										14	07SD101-8

中国航空工业标准汇编

主编单位、参编单位、联系人及电话

主编单位	中国航空工业规划设计研究院	裴永忠	010- 62038218
------	---------------	-----	---------------

图集主审人	杨蔚彪	中国建筑标准设计研究院
-------	-----	-------------

组织编制单位、联系人及电话	李文扬	010- 88361155-800 (国标图热线电话)
	中国建筑标准设计研究院	010- 68318822 (发行电话)

钢网架结构设计

批准部门 中华人民共和国建设部

批准文号 建质[2007]10号

主编部门 中国航空工业规划设计研究院

统一编号 GJB T-985

实行日期 二〇〇七年三月一日

图 集 号 07SG531

主 编 单 位 负 责 人

主 编 单 位 技 术 负 责 人

技 术 审 定 人

技 术 负 责 人

目 录

目 录	1	板式橡胶支座设计参数	19	屋面檩条平面布置图	35
总说明	2	球铰支座节点	20	网架支托节点图	36
设计要点		螺栓球网架悬挂吊车节点	21	网架结构设计示例二	
网架结构设计的系统要点	3	网架悬挂吊车节点详图	22	工程概况、网架结构选型	37
常用网架形式及其特点	6	焊接球网架悬挂吊车节点	24	网架设计说明	38
设计与构造		网架支托图	25	网架平面布置图	40
螺栓球节点的设计与构造	10	网架结构设计示例一		网架上弦杆件、球编号图	41
杆件组装示意图	11	工程概况、网架结构选型	26	网架下弦杆件、球编号图	42
焊接球节点的设计与构造	12	网架设计说明	27	网架腹杆编号图	43
常用焊接球规格	14	屋盖网架平面布置图	29	网架材料表	44
常用钢管规格	15	网架上弦杆件、球编号图	30	网架支座节点图	45
平板支座节点	16	网架下弦杆件、球编号图	31	网架悬挂吊车节点布置图	46
带过渡板的平板压力支座节点	17	网架腹杆编号图	32	网架悬挂吊车节点详图	47
板式橡胶支座节点	18	网架支座布置图	33	屋面檩条平面布置图	48

总 说 明

1 编制依据

本图集根据建设部建质函[2006]71号“关于印发《2006年国家建设标准设计编制工作计
设计编制工作计划》的通知”进行编制。

2 设计依据

- | | |
|------------------|------------------------|
| 《建筑结构可靠度设计统一标准》 | GB 50068-2001 |
| 《建筑结构荷载规范》 | GB 50009-2001 (2006年版) |
| 《钢结构设计规范》 | GB 50017-2003 |
| 《建筑抗震设计规范》 | GB 50011-2001 |
| 《建筑钢结构焊接技术规程》 | JGJ 81-2002 |
| 《钢结构工程施工质量验收规范》 | GB 50205-2001 |
| 《建筑制图标准》 | GB/T 50105-2001 |
| 《网架结构工程质量检验评定标准》 | JGJ 78-91 |
| 《钢网架螺栓球节点用高强度螺栓》 | GB/T 16939-97 |
| 《结构用无缝钢管》 | GB/T 8162-1999 |
| 《直缝电焊钢管》 | GB/T 13793-92 |
| 《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 | GB 50018-2002 |
| 《网架结构设计施工规程》 | JGJ 7-91 |
| 《钢网架螺栓球节点》 | JG/T 10-99 |
| 《钢网架焊接球节点》 | JG/T 11-99 |

注：本图集执行现行的规程及行业标准，在编制过程中，本图集内容参考了正在修编的新版《空间网架结构
技术规程》及行业标准《钢网架螺栓球节点》、《钢网架焊接球节点》，相关的具体细则应以修编后规
程和行业标准内容为准。

3 一般说明和适用范围

3.1 本图集主要适用于结构设计人员掌握网架结构设计的基本内容，包括网架结构设计要点、网架
节点的设计、构造详图，及网架结构设计示例，可供工程设计人员、审图机构和设计管理部门等人
员使用。

3.2 本图集适用于一般工业和民用建筑，如单层厂房、体育场馆、展览馆、飞机库等的网架屋盖结
构。

3.3 本图集适用于非地震区及抗震设防烈度小于等于9度的地区。

3.4 本图集适用于室内正常环境，未考虑有较强烈侵蚀介质的情况。

3.5 本图集适用于构件表面温度小于等于150℃的场所，当温度高于150℃时，应采取隔热防护
措施。

3.6 本图集中有悬挂吊车的网架结构未考虑疲劳问题。当网架结构直接承受工作级别为A3及以上
的悬挂吊车荷载，且当应力变化的循环次数等于或大于 5×10^4 次时，应进行疲劳计算，其容许应
力幅及构造应经过专门的试验确定。

3.7 本图集中标高以m为单位，其他除注明者外，均以mm为单位。

3.8 本图集中的“注”是对前文、表格或图纸内容进行说明的文字。“编者提示”是来源于编制单位
总结的工程经验及提醒设计人员需注意的问题等提示性文字。

3.9 本图集与下列图集配合使用

- | | |
|----------------------|----------|
| 《压型钢板、夹芯板屋面及墙体建筑构造》 | 01J925-1 |
| 《钢结构设计制图深度和表示方法》 | 03G102 |
| 《悬挂运输设备轨道》(2005年合订本) | G359-1~4 |

总 说 明

图 集 号
07SG531

审 核 朱 丹 校 对 裴 永 忠 表 示 设计 宋 海 妍 页 2

网架结构设计的系统要点

1 网架结构的特点和适用范围

1.1 主要特点

- 1.1.1 空间工作，传力途径简捷，是一种较好的大跨度、大柱网屋盖结构。
- 1.1.2 空间刚度大，整体稳定性好，抗震性能好。
- 1.1.3 在有悬挂吊车或跨度超过24m时较平面屋架经济指标好，节省用钢量。
- 1.1.4 网架结构平面布置灵活，适用于各种柱网，同时有利于吊顶、安装管道和设备。
- 1.1.5 网架杆件和节点便于定型化、商品化，可在工厂中成批生产，有利于提高劳动效率。国内网架结构的设计施工技术成熟。

- 1.2 适用范围：网架结构是一种应用范围很广的结构形式，既可用于体育馆、俱乐部、展览馆、影剧院、车站候车大厅等公用建筑，也可用于仓库、厂房、飞机库等工业建筑。

2 网架结构的主要形式

- 2.1 由交叉桁架体系组成的两向正交正放网架、两向正交斜放网架、两向斜交斜放网架、三向网架、单向折线形网架等。
 - 2.2 由四角锥体系组成的正放四角锥网架、正放抽空四角锥网架、棋盘形四角锥网架、斜放四角锥网架、星形四角锥网架。
 - 2.3 由三角锥体系组成的三角锥网架、抽空三角锥网架、蜂窝形三角锥网架。
- 各种网架形式的组成特征及受力特点见表5。

3 网架结构选型原则

- 3.1 空间网架结构的选型应结合工程的平面形状和跨度大小、支承情况、荷载大小、屋面构造、建筑设计、制造安装方法及材料供应情况等要求综合分析确定。杆件布置及支承设置应保证结构体系几何不变。

- 3.2 平面形状为矩形的周边支承网架，当其边长比（长边/短边）小于等于1.5时，结构呈双向受力状态，此时宜选用正放四角锥网架、斜放四角锥网架、棋盘形四角锥网架、正放抽空四角锥网架、两向正交斜放网架、两向正交正放网架。当其边长比大于1.5时，结构接近单向受力状态，此时宜选用两向正交正放网架、正放四角锥网架或正放抽空四角锥网架。当平面狭长时，可采用单向折线形网架。

- 3.3 平面形状为矩形，三边支承一边开口的网架可按第3.2条进行选型，开口边必须具有足够的刚度，并形成完整的边桁架，当刚度不满足要求时，可采用增加网架高度、增加网架层数等办法加强。

- 3.4 平面形状为矩形、多点支承网架，可根据具体情况选用正放四角锥网架、正放抽空四角锥网架、两向正交正放网架。

- 3.5 平面形状为圆形、正六边形及接近正六边形且为周边支承的网架，可根据具体情况选用三向网架、三角锥网架或抽空三角锥网架。对中、小跨度，也可选用蜂窝形三角锥网架。

- 3.6 中、小跨度的网架结构宜优先选用螺栓球节点连接。在潮湿、有腐蚀介质的环境中，宜采用焊接球节点连接。

- 3.7 网架可采用上弦或下弦支承方式。当采用上弦支承时，应注意避免支座附近杆件与支承柱相碰；当采用下弦支承时，应在支座边形成竖直或倾斜的边桁架。

- 3.8 当采用两向正交正放网架时，应沿网架周边网架放置封闭的水平支撑。

4 平面网架尺寸和高度的确定

网架的网架高度与网架尺寸应根据跨度大小、荷载条件、柱网尺寸、支承情况、网架形式、屋面材料以及构造要求和建筑功能等因素确定。选择合理网架高度与网架尺寸的主要指标：网架杆件内力尽量均匀；同等跨度和荷载下网架用钢量指标最优。

- 4.1 网架尺寸。在确定网架网架尺寸时，应考虑如下几方面的因素：

- 4.1.1 一般情况下，为减少或避免出现过多的构造杆件和节点，宜采用稍大一点的网架尺寸。网

格尺寸适当加大，可相应地减少节点数和杆件数，从而使杆件截面更有效地发挥作用，达到节省钢材的目的，同时也使网架通透简洁。

4.1.2 网架尺寸与网架短向跨度有关。常用网架尺寸与短向跨度的关系见表1。

表1 网架尺寸与跨度的关系

网架短向跨度 L_2	网架尺寸
$< 30\text{m}$	$(1/12 \sim 1/6) L_2$
$30\text{m} \sim 60\text{m}$	$(1/16 \sim 1/10) L_2$
$> 60\text{m}$	$(1/20 \sim 1/12) L_2$

4.1.3 网架尺寸与屋面板种类及材料有关。当选用混凝土屋面板、发泡水泥板或GRC板时，板的尺寸不宜过大，一般以不超过3m见方为宜。若采用压型钢板等轻型屋面板时，灵活性较大。

4.1.4 网架大小与杆件材料有关。当网架杆件采用钢管时，截面性能好，杆件可长一些，即网架尺寸可稍大。当网架杆件采用角钢时，杆件截面可能由长细比控制，故杆件不宜太长，即网架尺寸不宜过大。

4.1.5 网架大小与功能要求有关。

4.1.6 网架大小应考虑支座位置。

4.2 网架高度。网架高度与网架的跨度、荷载大小、节点形式、平面形状、支承情况及起拱等因素有关。

4.2.1 与网架跨度的关系。根据《网架结构设计 with 施工规程》JGJ 7-91，不同材料的屋面体系的网架数（即网架尺寸）及跨高比可按表2选用：

表2 网架的上弦网架数和跨高比

网架形式	钢筋混凝土屋面体系		钢檩条屋面体系	
	网架数	跨高比	网架数	跨高比
双向正交正放网架、正放四角锥网架、正放抽空四角锥网架	$(2 \sim 4) + 0.2L_2$	10~14	$(6 \sim 8) + 0.07L_2$	$(13 \sim 17) - 0.03L_2$
双向正交斜放网架、棋盘形四角锥网架、斜放四角锥网架、星形四角锥网架	$(6 \sim 8) + 0.08L_2$			

对于大跨度屋盖一般可采用3层及3层以上的网架。

4.2.2 与屋面荷载的关系。屋面荷载较大时，为满足网架刚度要求，网架高度应适当提高；而屋面采用轻型材料时，网架高度屋面荷载较大时，为满足网架刚度要求，网架高度应适当提高；而屋面采用轻型材料时，网架高度可适当降低；而网架下弦设有悬挂吊车时，需满足悬挂吊车轨道对挠度的要求，宜适当提高网架高度。

4.2.3 与节点形式的关系。对螺栓球节点，一般宜将网架的高度取得高一些，这样可使上、下弦内力值相对小一些，并尽可能地使弦杆内力与腹杆内力相差不过大，以便统一杆件与螺栓球的规格。

4.2.4 与平面形状的关系。网架平面形状为方形或接近方形时，网架的高跨比可小些；而平面形状为长条形时，网架单向受力明显，网架高跨比可大一些。

4.2.5 与支承条件的关系。网架的支承情况不同，决定网架的受力情况不同。点支承同时有悬臂的网架，悬挑部分可以与跨中一部分弯矩平衡，使跨中的弯矩和挠度均减小，网架的高度一般就不像大跨度网架那样由跨中相对挠度的要求来决定，而是根据弦杆的内力来考虑。点支承网架，当设置柱帽后，受力状况得到改善，其高跨比也可取得相对小一些。

5 结构挠度允许值

5.1 空间网架结构的最大挠度值不应超过表3中的容许挠度值。

表3 空间网架结构的容许挠度值

结构体系	屋盖结构(短向跨度)	楼层结构(短向跨度)	悬挑结构(悬挑跨度)
网架	1/250	1/300	1/125

5.2 当网架有悬挂吊车时，其可变荷载标准值产生的挠度容许值宜 $\leq L/500$ 。

5.3 网架可预起拱，其起拱值可取不大于短向跨度的1/300。当仅为改善外观条件时，最大挠度在减去起拱值后不应超过表3中的容许挠度值的规定。

6 结构计算

6.1 空间网架结构应进行在外荷载（包括风荷载）作用下的内力、位移计算，并根据具体情况，对地震、温度变化、支座沉降及施工安装荷载等作用下的内力、位移进行计算。

6.2 对非抗震设计，荷载及荷载效应组合应按现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009—2001进行计算，在杆件截面及节点设计中，应依照荷载效应的基本组合确定内力设计值；在位移计算中应依照荷载效应的标准组合确定其挠度。对抗震设计，荷载及荷载效应组合还应按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011—2001确定内力设计值。

6.3 网架结构受力分析时，可假定节点为铰接，杆件只承受轴向力，宜采用空间杆系有限元法进行计算。

6.4 空间网架结构的外荷载可按静力等效原则将节点所辖区域内的荷载集中作用在该节点上。当杆件上作用有局部荷载时，应另行考虑局部弯曲内力的影响。

6.5 空间网架结构分析时，当作用有水平荷载（风、地震、温度）时，应考虑上部网架结构与下部支承结构的相互影响。空间网架结构的协同分析可把下部支承结构折算等效刚度和等效质量作为上部网架结构分析时的条件；也可把上部网架结构折算等效刚度和等效质量作为下部支承结构分析时的条件；有必要时应将上、下部结构整体分析。

6.6 分析空间网架结构时，应根据结构形式、支座节点的位置、数量和构造情况以及支承结构的刚度，确定合理的边界约束条件。边界约束条件可分为弹性约束、固定约束及强迫位移。

6.7 空间网架结构施工安装阶段与使用阶段支承情况不一致时，应区别不同支承条件来分析计算施工安装阶段和使用阶段在相应荷载作用下的结构位移和内力。

6.8 空间网架结构经过位移和内力计算后进行杆件截面设计，杆件截面需要调整时，应重新进行分折，使其满足设计要求为止。网架结构设计后，杆件不宜替换，如必须替换时，应根据截面及刚度等效的原则进行。

6.9 当网架结构有悬挂吊车时，悬挂吊车轮压应换算成网架节点荷载，并按吊车运行工况作用于其经过的每个节点。

6.10 在抗震设防烈度为6度或7度地区，网架屋盖结构可不进行竖向和水平抗震验算；在抗震设防烈度为8度地区，网架屋盖结构应进行竖向和水平抗震验算，仅对于周边支承的中小跨度网架屋盖结

构，可不进行水平抗震验算；在抗震设防烈度为9地区，对各种网架结构必须进行水平与竖向抗震验算。

7 杆件设计

7.1 空间网架结构杆件可采用普通型钢和薄壁型钢。管材宜采用高频焊管或无缝钢管，当有条件时应采用薄壁管型截面。杆件采用的钢材牌号和等级应按现行国家标准有关钢材的规定执行。杆件截面应按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017—2003根据强度和稳定性的要求计算确定。

7.2 确定杆件的长细比时，其计算长度 l_0 应按表4采用。

表4 网架杆件计算长度 l_0

杆件	节点形式		
	螺栓球	焊接空心球	板节点
弦杆及支座腹杆	l	$0.9l$	l
腹杆	l	$0.8l$	$0.8l$

注： l —杆件的几何长度（节点中心间距离）。

7.3 杆件的长细比不宜超过下列数值：

受压杆件	180
受拉杆件	300
一般杆件	250
支座附近处杆件	250
直接承受动力荷载杆件	250

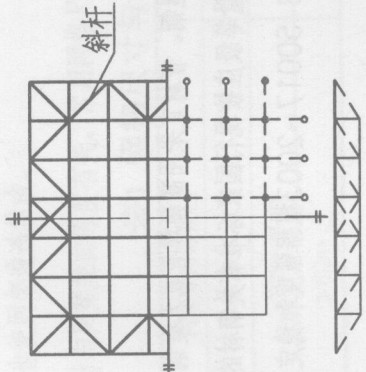
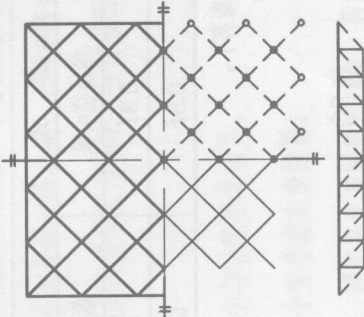
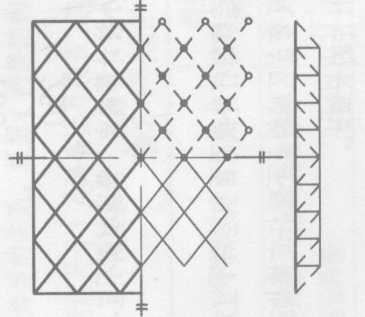
7.4 杆件截面的最小尺寸应根据结构的跨度与网架大小按计算确定，普通型钢不宜小于L50x3，钢管不宜小于 $\phi 48 \times 3$ 。

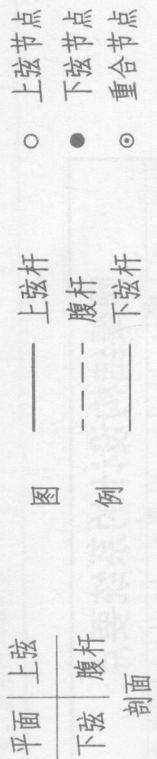
7.5 空间网架结构杆件分布应保证刚度的连续性，相连的杆件截面面积差别不宜超过1.8倍。相连的杆件管径不宜超过2倍，多点支承的网架结构其反弯点区域的上下弦杆宜按构造加大截面。

7.6 对于低应力小规格的受拉杆件宜接受压杆件控制杆件的长细比。

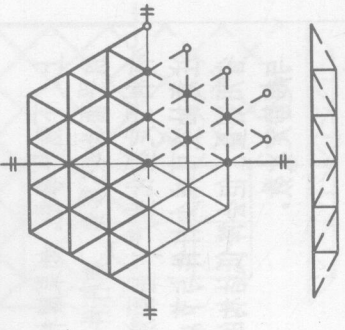
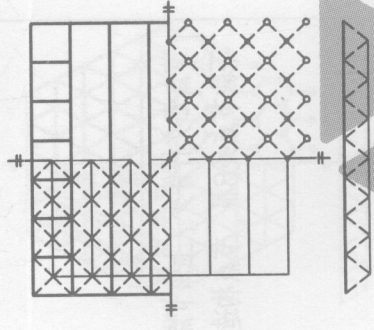
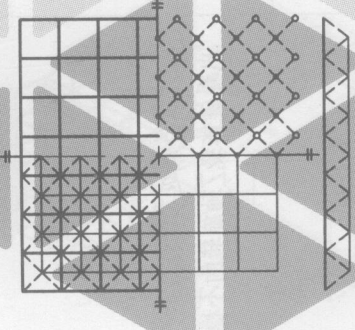
7.7 杆件在构造设计时应避免难于检查、清刷、油漆以及积留湿气或灰尘的死角与凹槽，钢管端部应进行封闭。

表5 常用网架形式及其特点

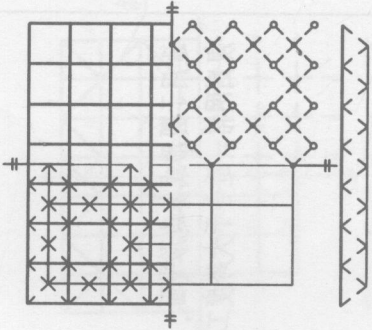
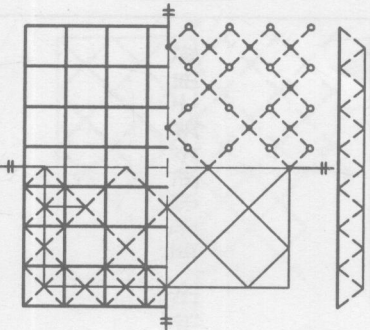
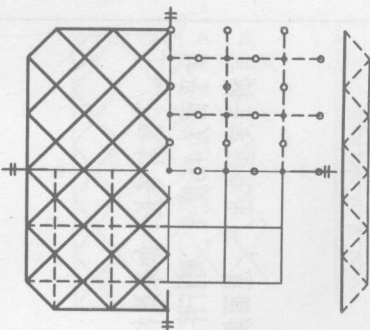
网架形式	组成方式及几何特征	结构特点	注意事项
两向正交正放网架	 由两个分别平行于边界方向的平面桁架交叉组成。即上、下弦杆均为正放，上下弦杆的长度相等，且上下弦杆和腹杆位于同一垂直平面内，在两向平面桁架的交点处有一根公用的竖杆。	平面内为几何可变。为增加其空间刚度并有效地传递水平荷载，应沿网架支承周边的上(下)弦平面内设置附加斜杆。周边支承接近正方形平面，受力均匀，杆件内力差别不大。随边长比加大，单向受力特征明显，对于点支承网架，支承附近的杆件及主桁架跨中弦杆内力大，其他部位内力小。	因其弦杆构成四边形，网格为几何可变体系。因此一般在其上弦(或下弦)平面周边设置水平支撑杆件，使其有效传递水平荷载。
两向正交斜放网架	 几何特征同上，只是将它在建筑平面上放置时转动45度角，即上、下弦杆均斜放。	由于网架为等高，故角部短桁架刚度较大，并对与它垂直的长桁架起一定的弹性支承作用，从而减少了桁架中部的弯矩。刚度较两向正交正放网架为大。矩形平面时，受力较均匀。网架四角支座处有向上的拉力。	注意处理桁架角部可能产生的较大拉力。
两向斜交斜放网架	 由两个方向的平面桁架交叉组成。但其交角不是正交，而是根据下部两个方向支承结构间距变化而成任意交角，即上、下弦杆均斜放。	由于网架为等高，故角部短桁架刚度较大，并对与它垂直的长桁架起一定的弹性支承作用，从而减少了桁架中部的弯矩。刚度较两向正交正放网架为大。矩形平面时，受力较均匀。网架四角支座处有向上的拉力。	适用于梯形或扇形建筑平面。一般只在建筑上有特殊要求时才选用。



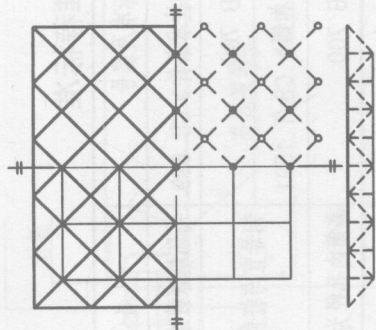
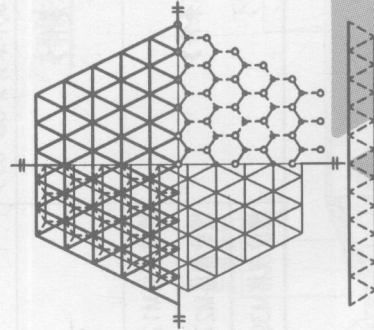
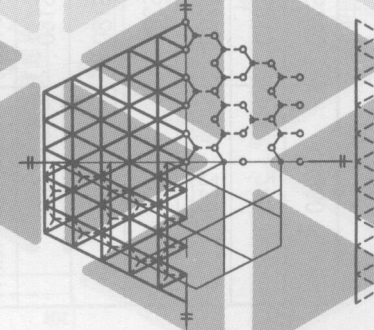
续表5

网架形式	组成方式及几何特征	结构特点	注意事项
三向网架	 由三个方向的平面桁架交叉组成。其交角为60度角，即上、下弦杆有正放和斜放。网架的网格一般是正三角形。	基本单元为几何不变。整个网架的空间刚度大于双向网架。能均匀地把力传至支承系统，受力性能较好。杆件数和节点数多，节点构造复杂（最多一个节点交汇13根杆件）。	适用于圆形或多边形平面，周边有不规则网格。适合于大跨度工程。
单向折线网架（折板形网架）	 由一系列平面桁架互相斜交成V形而成，即上、下弦杆均正放，也可看成无上、下弦杆的正放四角锥。	类似于立体桁架，但不需布置支撑体系。只有沿跨度方向上、下弦杆，呈单向受力状态。为加强其空间刚度，应在其周边增设部分上弦杆件。	适用于狭长矩形平面，杆件类型较少。
正放四角锥网架	 以倒置四角锥为组成单元。上、下弦平面内的网格均呈正方形，上弦网格的形心与下弦网格的角点投影重合，并且没有垂直腹杆。	空间刚度比其他四角锥网架及双向网架为大。受力比较均匀，使用范围广。	上、下弦杆等长。如果腹杆与上、下弦平面为45度角，则杆件全部等长。有利于定型化生产，屋面规格少。

续表5

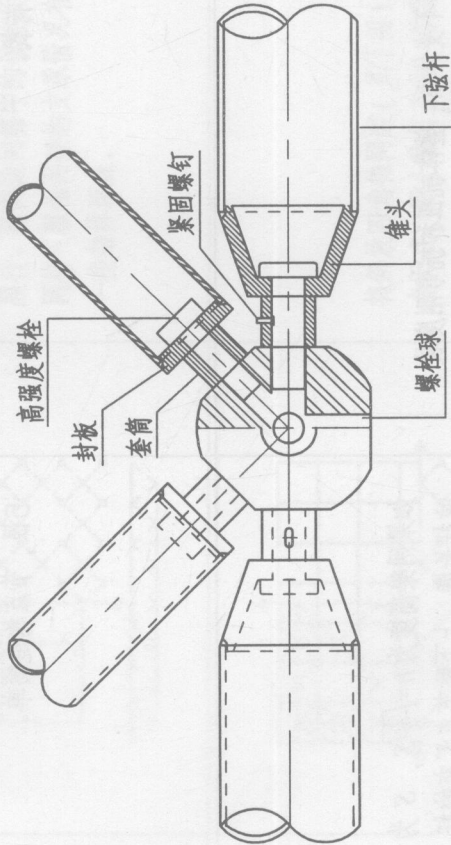
网架形式	组成方式及几何特征	结构特点	注意事项
正放抽空四角锥网架	 以倒置四角锥为组成单元。上、下弦平面内的网格均呈正方形，上弦网格的形心与下弦网格的角点投影重合，并且没有垂直腹杆。除周边网格中的锥体不变外，其余网格可根据网架的支承情况有规律地抽掉一些锥体而成。	空间刚度较正放四角锥网架为小，下弦杆内力增大。	上、下弦杆等长。如果腹杆与上、下弦平面为45度角，则杆件全部等长，有利于定型化生产，屋面规格少。应注意抽空可减少杆件与节点数量，节省用钢量，但会降低结构的整体刚度与超静定次数。
棋盘形四角锥网架	 将斜放四角锥网架（见下图）转动45度角而成，即上弦杆正放，下弦杆斜放。上弦网格正交正放，下弦网格正交斜放，上下弦的网格形心投影重合。	空间刚度较正放四角锥网架为小，下弦杆内力增大。当周边布置成满锥时，刚度较好。这种网架受压上弦杆短，受拉下弦杆长，能充分发挥杆件截面的作用，受力合理。	节点汇交杆件少，上弦节点处6根，下弦节点处8根，节点构造简单。
斜放四角锥网架	 以倒置四角锥为组成单元，上弦网格正交斜放，而下弦网格与边界平行。	空间刚度较正放四角锥网架为小。	应注意当周边无刚性连系杆时，会出现锥体绕Z轴旋转的不稳定情况。

续表5

网架形式	组成方式及几何特征	结构特点	注意事项
星形四角锥网架	 其组成单元体由两个倒置的三角形小桁架正交而成，在节点处有一根公用的竖杆。上弦杆为倒三角形的底边，下弦杆为倒三角形顶点的连线，网架的斜腹杆均与上弦杆位于同一垂直平面内。	其刚度较差，不如正放四角锥网架。其竖杆受压，内力等于上弦节点荷载。	节点交汇杆件少，上下弦节点处5根，节点构造简单。
三角锥网架	 以倒置三角锥为组成单元，其上下网格均为三角形。倒置三角形的锥顶与上弦三角形的形心投影重合，平面为六边形。	基本单元为几何不变体系，整体抗扭和抗弯刚度较好，受力比较均匀，适用于大跨度工程。	如果网架高度为 $h = \sqrt{\frac{2}{3}} S$，S 为弦杆长度。上下弦节点交汇的杆件均为9根，可统一节点构造。
抽空三角锥网架	 以倒置三角锥为组成单元，其上下网格均为三角形。倒置三角形的锥顶与上弦三角形的形心投影重合，平面为六边形。适当抽去一些三角锥单元的腹杆和下弦杆。上弦平面为正三角形，下弦平面为正三角形及正六边形组合成，平面为六边形。	刚度较三角锥网架差。为增加刚度，其周边宜布置成满锥。下弦杆内力增大且均匀性稍差。	节点和杆件数量比三角锥数量少，上弦网架与三角锥网架一样密。下弦杆稀疏，有利于省料及施工。

螺栓球节点的设计与构造

1 螺栓球节点系指由高强度螺栓、钢球、紧固螺钉、套筒和锥头或封板等零件组成的节点，如下图所示。节点所有零部件均在工厂加工、制作，有利于质量控制与减少现场工期。



螺栓球节点示意图

- 2 用于制造螺栓球节点的钢球、封板、锥头、套筒的材料可按表1的规定，并应符合相应标准中的技术条件。产品质量应符合现行行业标准《钢网架螺栓球节点》JG/T 10的规定。
- 3 高强度螺栓的性能等级应按螺栓规格分别选用。对于M12~M36的高强度螺栓，其性能等级按10.9S选用；对于M39~M64的高强度螺栓，其性能等级按9.8S选用。螺栓的形式与尺寸应符合现行国家标准《钢网架螺栓球节点用高强度螺栓》GB/T 16939的要求。
- 4 受压杆件的连接螺栓直径，可按其设计内力绝对值求得螺栓直径计算值后，将螺栓直径减少1~3个级差，但必须保证套筒任何截面均具有足够的抗压强度。

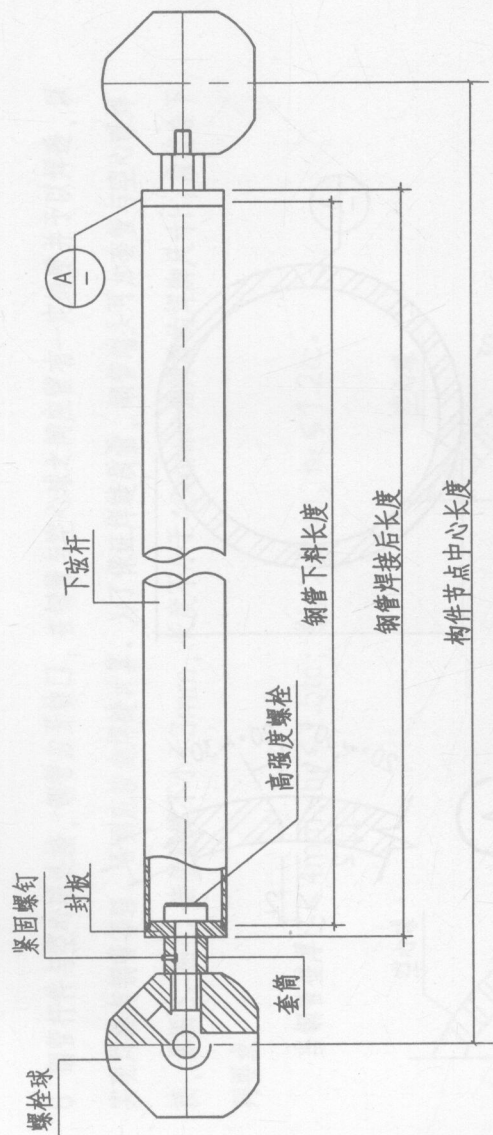
表1 螺栓球节点零件推荐标准

零件名称	推荐材料	材料标准及编号	备注
钢球	45号钢	《优质碳素结构钢技术条件》GB 699	毛坯钢球锻造成型
锥头或封板	Q235B	《碳素结构钢》GB 700	钢号宜与杆件一致
	Q345B	《低合金高强度结构钢》GB/T 1591	
	Q235B	《碳素结构钢》GB 700	
套筒	Q345B	《低合金高强度结构钢》GB/T 1591	套筒内孔径为13~34mm
	45号钢	《优质碳素结构钢技术条件》GB 699	套筒内孔径为37~65mm
	20MnTiB 40Cr	《合金结构钢技术条件》GB 3077	-
紧固螺钉	20MnTiB, 40Cr, 35CrMo	《合金结构钢技术条件》GB 3077	螺纹规格M12~M24
	35VB, 40Cr, 35CrMo		螺纹规格M27~M36
	35CrMo, 40Cr		螺纹规格M39~M64

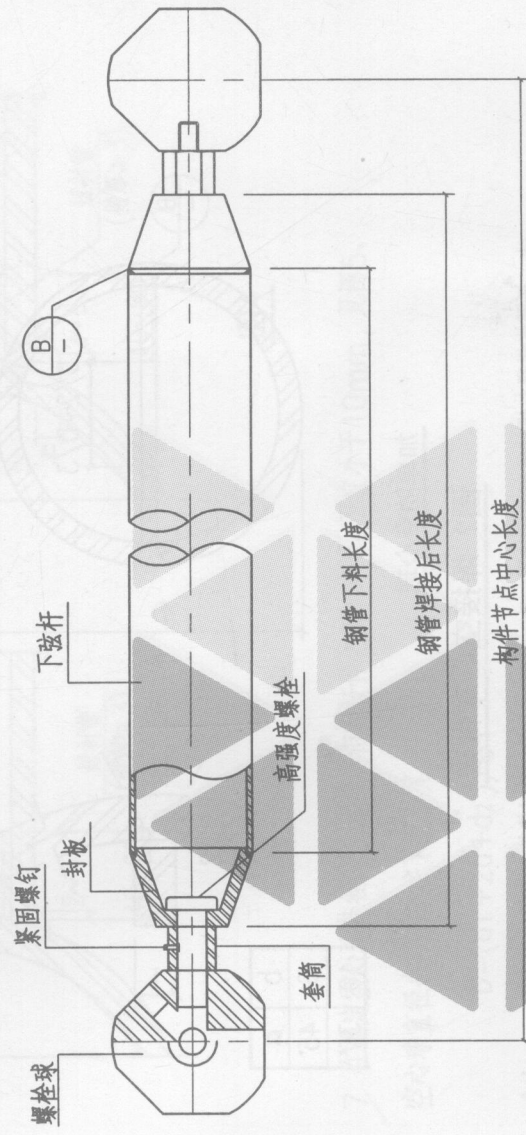
表2 常用螺栓球规格

螺栓球代号	螺栓球直径D (mm)	螺栓球代号	螺栓球直径D (mm)
BS100	100	BS160	160
BS110	110	BS180	180
BS120	120	BS200	200
BS130	130	BS220	220
BS140	140	BS240	240
BS150	150	BS260	260

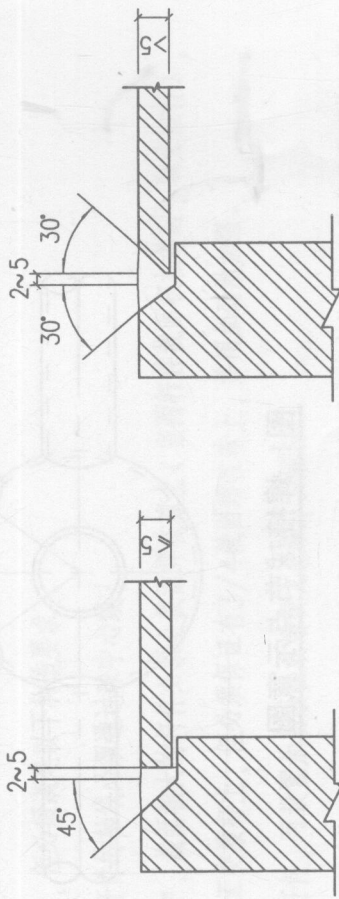
螺栓球节点中常用高强度螺栓规格及承载力设计值											
螺栓规格	M12	M14	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	
性能等级	10.9S										
有效截面积 (mm ²)	84.3	115	157	245	303	353	459	561	694	817	
承载力设计值 (kN)	36.2	49.5	67.5	105	130.5	151.5	197.5	241	298	351	
螺栓规格	M39	M42	M45	M48	M52	M56x4	M60x4	M64x4			
性能等级	9.8S										
有效截面积 (mm ²)	976	1120	1310	1470	1760	2144	2485	2851			
承载力设计值 (kN)	375.6	431.5	502.8	567.1	676.7	825.4	956.6	1097.6			



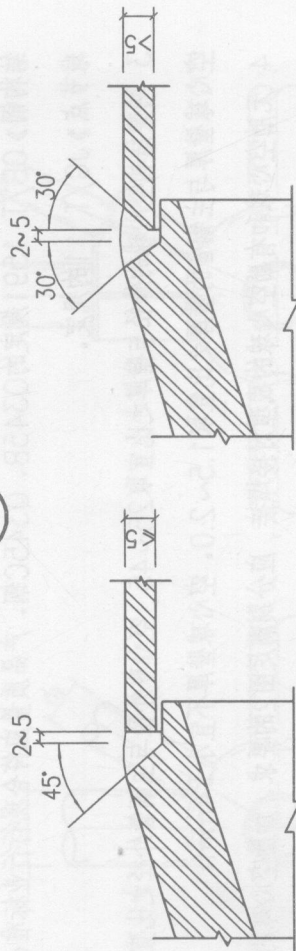
杆件组装示意图 (一)



杆件组装示意图 (二)



A



B

杆件组装示意图			图集号	07S0531
审核	朱丹	校对	裴永忠	设计
宋海娟	梁峰	设计	宋海娟	梁峰
页	11			