

筑神

中
料

国
下

建
裁

筑
中

资
心

<http://www.zhushen99.com>

UDC

中华人民共和国行业标准



P

JGJ/T 216 - 2010
备案号 J 1068 - 2010

铝合金结构工程施工规程

Specification for construction of aluminium structures

2010 - 07 - 20 发布

2011 - 03 - 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

铝合金结构工程施工规程

Specification for construction of aluminium structures

JGJ/T 216 - 2010

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 1 年 3 月 1 日

中国建筑工业出版社

2010 北 京

中华人民共和国行业标准
铝合金结构工程施工规程

Specification for construction of aluminium structures

JGJ/T 216 - 2010

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：2 $\frac{3}{4}$ 字数：80 千字

2010 年 9 月第一版 2010 年 9 月第一次印刷

定价：14.00 元

统一书号：15112·17905

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 699 号

关于发布行业标准 《铝合金结构工程施工规程》的公告

现批准《铝合金结构工程施工规程》为行业标准，编号为 JGJ/T 216 - 2010，自 2011 年 3 月 1 日起实施。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2010 年 7 月 20 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2009〕88号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 基本规定；4. 材料；5. 铝合金零部件加工和组装；6. 铝合金焊接；7. 紧固件连接；8. 预拼装；9. 铝合金框架结构安装；10. 铝合金空间网格结构安装；11. 铝合金面板安装；12. 铝合金幕墙结构安装；附录 A 焊接接头坡口形式与尺寸。

本规程由住房和城乡建设部负责管理，由上海市第二建筑有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议，请寄送上海市第二建筑有限公司（地址：上海市虹口区梧州路289号，邮编：200080）。

本 规 程 主 编 单 位：上海市第二建筑有限公司

浙江中南建设集团有限公司

本 规 程 参 编 单 位：同济大学

上海市建设工程安全质量监督总站

上海现代建筑设计（集团）有限公司

上海市第五建筑有限公司

广东金刚幕墙工程有限公司

上海信安幕墙建筑装饰有限公司

上海亚泽太阳能金属屋面工程有限公司

上海高新铝质工程股份有限公司
上海精锐金属建筑系统有限公司
浙江中南幕墙股份有限公司
天津市建设工程质量监督管理总站
苏州市建设工程质量监督站
苏州二建建筑集团有限公司
山西省建筑装饰工程总公司

本规程主要起草人员：姜向红 张其林 吴明儿 吴建荣
张振礼 张观贤 潘延平 王正平
田 炜 李立顺 周开霖 徐国军
姚予人 姚伟宏 李慎尧 梁方岭
胡全成 黄友江 童林明 汤海林
陈虎顺 王君若 雷立争 黄得建
杨联萍 干兆和 韩树山 李 江
黄庆文 张 俭 朱立健 吴志平
本规程主要审查人员：叶可明 肖绪文 钱基宏 赵 阳
陈国栋 周晓峰 蒋金生 李海波
姚光恒 干 钢 张军涛

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	5
4	材料	6
4.1	一般规定	6
4.2	铝合金材料	6
4.3	焊接材料	7
4.4	紧固件	8
4.5	其他材料	8
4.6	材料管理	9
5	铝合金零部件加工和组装	10
5.1	放样和号料	10
5.2	切割、矫正和边缘加工	11
5.3	制孔	11
5.4	螺栓球和毂加工	12
5.5	铝合金面板制作	12
5.6	组装	13
6	铝合金焊接	14
6.1	一般规定	14
6.2	焊接工艺	15
6.3	焊接质量检验和返修	17
7	紧固件连接	18
7.1	一般规定	18

7.2	普通紧固件连接	18
7.3	高强度螺栓连接	18
7.4	质量要求	22
8	预拼装	24
8.1	一般规定	24
8.2	预拼装	24
9	铝合金框架结构安装	26
9.1	一般规定	26
9.2	基础和支承	26
9.3	安装和校正	27
10	铝合金空间网格结构安装	29
10.1	一般规定	29
10.2	安装方法	29
10.3	施工工艺	30
11	铝合金面板安装	35
12	铝合金幕墙结构安装	38
12.1	一般规定	38
12.2	施工安装	38
附录 A	焊接接头坡口形式与尺寸	40
	本规程用词说明	43
	引用标准名录	44
附：	条文说明	45

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Requirements	5
4	Materials	6
4.1	General Requirements	6
4.2	Aluminium Materials	6
4.3	Welding Materials	7
4.4	Fasteners	8
4.5	Other Materials	8
4.6	Materials Management	9
5	Processing and Assembling of Aluminium Parts	10
5.1	Lofting and Marking	10
5.2	Cutting, Aligning and Verge Processing	11
5.3	Processing of Holes	11
5.4	Processing of Bolt Balls and Hubs	12
5.5	Manufacture of Aluminium Panels	12
5.6	Assembling	13
6	Welding of Aluminium Structures	14
6.1	General Requirements	14
6.2	Welding Process	15
6.3	Quality Inspection of Welding and Re-welding	17
7	Connecting of Fasteners	18
7.1	General Requirements	18

7.2	Connecting of Ordinary Fasteners	18
7.3	Connecting of High Strength Bolts	18
7.4	Quality Requirements	22
8	Test Assembling	24
8.1	General Requirements	24
8.2	Test Assembling	24
9	Installation of Aluminium-Frame Structures	26
9.1	General Requirements	26
9.2	Foundation and Bearing	26
9.3	Construction Technology	27
10	Installation of Aluminium Spatial Grid Structures	29
10.1	General Requirements	29
10.2	Installing Methods	29
10.3	Construction Technology	30
11	Installation of Aluminium Panels	35
12	Installation of Aluminium Curtain Walls	38
12.1	General Requirements	38
12.2	Installation of Aluminium Curtain Walls	38
Appendix A Types and Sizes of Grooves for Welding		
	Connections	40
Explanation of Wording in This Specification		43
List of Quoted Standards		44
Addition: Explanation of Provisions		45

1 总 则

1.0.1 为引导铝合金结构工程施工中贯彻执行国家的技术经济政策，做到技术先进、安全适用、经济合理、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于建筑工程的单层框架、多层框架、空间网格、面板以及幕墙等铝合金结构工程的施工。

1.0.3 铝合金结构工程的施工除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 铝合金面板 aluminium panel

冲压成型的屋面板或墙面板。

2.1.2 高强度螺栓连接副 set of high strength bolt

高强度螺栓和与之配套的螺母、垫圈的总称。

2.1.3 抗滑移系数 slip coefficient of faying surface

高强度螺栓连接中，使连接件摩擦面产生滑动时的外力与垂直于摩擦面的高强度螺栓预拉力之和的比值。

2.1.4 号料 marking

根据图样，或利用样板、样杆等直接在材料上划出构件形状和加工界线的过程。

2.1.5 下料 cutting

确定制作零部件所需的材料形状、数量或质量后，从整个或整批材料中取下一定形状、数量或质量的材料的操作过程。

2.1.6 预拼装 test assembling

为检验构件是否满足安装质量要求而进行的拼装。

2.1.7 扩大拼装 assembly of unit structure

为便于安装而将数个构件拼装成平面或空间刚度单元。

2.1.8 综合安装 intermediate assembled structure

将铝合金结构件与其他结构件组成安装单元后进行的安装。

2.1.9 空间刚度单元 spatial rigid unit

由构件构成的基本的稳定空间体系。

2.1.10 高空散装法 high-altitude spread operation method

将小拼单元或散件在设计位置进行总拼的方法。

2.1.11 分条或分块安装法 installation through parts or blocks

将网架分成条状或块状单元分别由起重设备吊装至高空设计位置就位搁置，然后再成整体的安装方法。

2.1.12 高空滑移法 high-altitude sliding method

将分条的网架单元在事先设置的滑轨上单条（或逐条）滑移到设计位置拼接成整体的安装方法。

2.1.13 整体吊装法 integral hoisting method

网架在地面上总拼后，用起重设备将其吊装就位的施工方法。

2.1.14 整体提升法 integral lifting method

在结构柱或临时柱上安装提升设备，将在地面上总拼好的网架提升就位的施工方法。

2.1.15 整体顶升法 integral jacking method

在设计位置下的地面将网架拼装成整体，然后用千斤顶将网架顶升到设计高度的施工方法。

2.2 符 号

2.2.1 尺寸

a ——面板搭接长度；

D 、 d 、 Φ ——螺栓公称直径；

r ——半径；

e ——间隙；

L 、 l ——高强度螺栓长度，斜坡长度；

ΔL ——高强度螺栓附加长度；

L' ——连接板层总厚度。

2.2.2 作用及荷载

T ——施拧扭矩值；

T_0 ——初拧扭矩值；

T_c ——终拧扭矩值；

P ——螺栓预拉力；

P_c ——预拉力标准值；

F_t ——总启动牵引力；

G_1 ——每根拔杆所担负的空间网格铝合金结构、索具等荷载；

F_{11} 、 F_{12} ——起重滑轮组的拉力。

2.2.3 其他

f ——弯曲矢高；

i ——坡度；

R_a ——粗糙度参数；

α 、 θ ——角度；

$\Delta\alpha$ ——角度偏差。

3 基本规定

3.0.1 铝合金结构工程施工前，应根据设计文件、施工详图的要求及制作单位或施工现场的条件，编制施工方案。

3.0.2 铝合金结构工程对施工质量的控制应符合下列要求：

1 采用的原材料、半成品和成品应进行进场验收。

2 各工序应按施工技术标准进行质量控制，每道工序完成后，应进行检查。

3 各相关专业工种之间，应进行交接检验，并应经监理单位检查认可。

3.0.3 铝合金结构制作单位应根据设计文件要求进行工艺试验。

3.0.4 连接复杂的铝合金构件，应根据设计及国家现行有关标准要求预拼装。

3.0.5 铝合金结构和构件表面应进行防腐处理。铝合金材料与除不锈钢以外的其他金属材料或含酸性、碱性的非金属材料接触、连接时，应采取隔离措施。

3.0.6 铝合金结构可采用有效的水喷淋系统或消防部门认可的防火喷涂材料进行防护。表面长期受辐射热时，应设置隔热层或采用其他有效的防护措施。

3.0.7 铝合金结构工程施工过程中应采取有效的安全和环境保护措施。

4 材 料

4.1 一 般 规 定

4.1.1 铝合金结构制作和安装所用的材料进场时，应提供质量合格证明文件、标识、检验报告等。

4.1.2 铝合金结构制作和安装所用的材料进场时，应按照国家现行有关标准和订货合同条款的规定对其品种、规格、性能指标进行复验。

4.1.3 铝合金结构制作和安装如采用进口材料，应有质量合格证明文件，其品种、规格、性能指标应符合设计文件和合同规定标准的要求。

4.2 铝合金材料

4.2.1 铝合金结构制作和安装时，应根据现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定选用铝合金材料，铝合金材料的性能应符合现行国家标准《铝合金建筑型材》GB 5237（所有部分）、《一般工业用铝及铝合金挤压型材》GB/T 6892、《变形铝及铝合金牌号表示方法》GB/T 16474 和《变形铝及铝合金状态代号》GB/T 16475 有关规定。材料代用应征得设计部门的书面认可。

4.2.2 铝合金材料的表面不应有皱纹、起皮、腐蚀斑点、气泡、电灼伤、流痕、发黏以及膜（涂）层脱落等缺陷存在；铝合金材料端边或断口处不应有缩尾、分层、夹渣等缺陷。

4.2.3 铝合金材料进场检验时，应符合下列规定：

1 应按国家现行有关标准的规定，对下列情况进行材料抽样复验：

1) 建筑结构安全等级为一级，铝合金主体结构中主要受

力构件所采用的铝合金材料；

2) 设计有复验要求的铝合金材料；

3) 对质量有疑义的铝合金材料。

2 铝合金材料应按批次进行检验，每批由同一生产单位、同一牌号、同一质量等级和同一交货状态的铝合金材料组成。

3 铝合金材料的力学性能和化学成分分析复验，试样、取样及试验方法，应符合现行国家标准《铝及铝合金化学分析方法》GB/T 20975（所有部分）、《铝及铝合金加工产品包装、标志、运输、贮存》GB/T 3199 及本规程第 4.2.1 条所列标准的规定。

4.2.4 铝合金面板应符合下列规定：

1 铝合金面板的泛水板、包角板和零配件的品种、规格、性能应符合现行国家产品标准的规定和设计要求。

2 铝合金面板的规格尺寸及允许偏差、表面质量、涂装质量应符合现行国家产品标准的规定和设计要求。

4.3 焊 接 材 料

4.3.1 铝合金结构焊接，应综合考虑母材的化学成分、力学性能及使用条件等因素选用焊接材料。

4.3.2 铝合金结构焊接用焊丝、焊条的选用应符合下列规定：

1 铝合金结构焊接用焊丝、焊条的性能应符合现行国家标准《铝及铝合金焊条》GB/T 3669 和《铝及铝合金焊丝》GB/T 10858 的规定。

2 工程中使用的母材和焊丝应符合设计图纸的要求，并应具有出厂质量合格证明文件或检验合格报告。当采用其他焊接材料替代设计选用的材料时，必须经原设计单位同意，并出示书面认可。

3 母材和焊丝应妥善保管，防止损伤、污染和腐蚀。

4.3.3 焊接时所使用的氩气应符合现行国家标准《氩》GB/T 4842 的规定。

4.4 紧 固 件

4.4.1 铝合金结构连接用普通螺栓、高强度螺栓、高强度螺栓连接副、铆钉、自攻钉、拉铆钉、射钉、锚栓（机械型和化学试剂型）、地脚锚栓等紧固标准件及螺母、垫圈等标准配件的品种、规格、性能等应符合现行国家产品标准的规定和设计要求。

4.4.2 标准紧固件进场时，应按现行国家标准《紧固件 验收检查》GB/T 90.1、《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 粗牙螺纹》GB/T 3098.2 等国家现行相关标准进行检验，且应符合下列规定：

1 高强度大六角头螺栓连接副和扭剪型高强度螺栓连接副应有扭矩系数和紧固轴力的检验报告。

2 高强度大六角头螺栓连接副、扭剪型高强度螺栓连接副应进行扭矩系数的检测。

3 高强度螺栓连接副应按包装箱配套供货，包装箱上应标明批号、规格、数量及生产日期，螺栓、螺母、垫圈外观表面应涂油保护，不应出现生锈和沾染，螺纹不应有损伤。

4 建筑结构安全等级为一级，跨度 40m 及以上的螺栓球节点铝合金网架结构，其连接高强度螺栓应进行表面硬度试验，对 8.8 级的高强度螺栓其硬度应为 HRC21~29，10.9 级高强度螺栓其硬度应为 HRC32~36，且不得有裂纹或损伤。

5 锚栓和地脚螺栓螺纹以外的部分，不得涂油。

6 高强螺栓的试样宜现场取样。

7 自攻钉、拉铆钉、射钉等，规格、尺寸应与连接的铝合金板材相匹配。

4.5 其 他 材 料

4.5.1 铝合金结构的涂装材料，应符合现行国家标准《铝合金建筑型材》GB 5237.2~5237.5 和行业标准《建筑用铝型材、铝板氟碳涂层》JG/T 133 的规定。

4.5.2 铝合金结构所使用的橡胶垫、胶条、密封胶等材料的品种、规格、性能应符合现行国家产品标准及设计要求。

4.6 材料管理

4.6.1 铝合金结构工程施工时，材料管理应符合下列要求：

1 材料管理应有专人负责。材料管理人员应经过培训，熟悉材料管理基本业务。

2 材料入库前应办理入库检验手续。检验人员要核对材料的牌号、规格、批号、质量合格证明文件，检查表面质量、包装等，未经检验的材料或检验不合格的材料不得入库。

3 检验合格的材料应按品种、牌号、规格、批号分类，整齐堆放。

4 材料的入库和发放应有记录，发料、领料时应核对材料的品种、规格、牌号。

4.6.2 铝合金材料的管理，应符合下列规定：

1 铝合金材料应分批并按规格型号分开，成垛堆放，妥善存储，底层要放置垫木、垫块；如果露天堆放，应把包装物拆除。

2 堆放的铝合金材料要有标签或颜色标记。

4.6.3 焊接材料的管理，应符合下列规定：

1 焊接材料的管理，应符合现行国家标准《铝及铝合金加工产品包装、标志、运输、贮存》GB/T 3199 的规定。

2 焊条、焊丝、焊剂等焊接材料，应按牌号、规格和批号，分别存放，存放环境应符合产品相关规定。

3 焊条、焊剂和栓钉焊瓷保护环在使用前应按出厂说明书上的规定进行烘焙和保温。

4.6.4 铝合金结构工程施工不得使用受污、受损的焊接材料，不得使用腐蚀、碰伤、混批和复验不合格的紧固件。

5 铝合金零部件加工和组装

5.1 放样和号料

5.1.1 铝合金零部件加工时，放样应符合下列规定：

1 需要放样的工件应根据批准的施工详图放出足尺节点大样。

2 放样应预留收缩量及切割、铣端等需要的加工余量。

5.1.2 铝合金零部件号料应根据放样零件草图、零件排列图、样板或数字放样套料图等进行。

5.1.3 铝合金零部件加工时，号料应符合下列规定：

1 主要受力构件和需要弯曲的构件，在号料时应按工艺规定的方向取料，弯曲构件受拉部位的铝合金材料表面，不应有中心冲点和伤痕等缺陷。

2 号料应方便切割。

3 宽翼缘型材的号料，宜采用锯切。

5.1.4 对精度要求较高的构件号料时，宜采用划针划线，划线宽度宜为 0.3mm，较长的直线段可采用弹簧钢丝配合直尺、角尺联合划线，划线宽度宜为 0.8mm。

5.1.5 当采用样板（样杆）号料时，样板（样杆）与号料的允许偏差应符合表 5.1.5 的规定。

表 5.1.5 样板（样杆）与号料的允许偏差

项 目	允许偏差
零件外形尺寸 (mm)	± 1.0
孔距 (mm)	± 0.5
基准线（装配或加工）(mm)	± 0.5
对角线 (mm)	$+1.0$
加工样板的角度 (°)	0.25

5.1.6 相同规格较多、形状规则的零件可采用定位靠模号料，使用定位靠模号料时应随时检查定位靠模和号料的准确性。

5.1.7 采用专业制造软件进行排板时，可将数据输入电脑，由电脑根据实际铝合金板的情况进行排板和放样，将编程输入数控切割机后，在铝合金板上直接号料切割。

5.2 切割、矫正和边缘加工

5.2.1 铝合金构件应按其厚度、形状、加工工艺和设计要求选择切割加工方式。

5.2.2 铝合金零部件矫正时不得损伤材料组织结构和降低力学性能。

5.2.3 铝合金零部件按设计要求需进行边缘加工的，其刨削量不应小于 1.0mm。

5.2.4 铝合金零部件边缘加工应符合下列规定：

- 1 需边缘加工的零件，宜采用精密切割。
- 2 坡口加工时，应采用样板控制坡口角度和各部位尺寸。

5.3 制 孔

5.3.1 铝合金构件制孔应符合下列规定：

- 1 应采用多轴立式钻床或数控机床、数控加工中心等制孔。
- 2 当同类孔径较多或孔的数量较多时，应采用数控加工中心制孔。
- 3 当孔的数量较少时，可采用样板划线制孔。
- 4 当精度要求较高时，整体构件应采用成品制孔。

5.3.2 孔在零部件上的位置，应符合设计文件要求。

5.3.3 孔的分组应符合下列规定：

- 1 在节点中一根杆件与板相连的所有连接孔应划分为一组。
- 2 在接头处，通用接头半个拼接板上的孔应为一组，阶梯接头两接头之间的孔应为一组。
- 3 在相邻节点或接头间的连接孔为一组，但不得包括以上

两款中所指的孔。

5.4 螺栓球和毂加工

- 5.4.1 铝合金构件的端部加工应在矫正合格后进行。
- 5.4.2 螺栓球节点不应有裂纹。
- 5.4.3 螺纹应按 6H 级精度加工，并应符合现行国家标准《普通螺纹 公差》GB/T 197 的规定。
- 5.4.4 螺栓球中心到端面距离的允许偏差应为 $\pm 0.20\text{mm}$ ，螺栓球孔角度允许偏差应为 $\pm 0.2^\circ$ 。
- 5.4.5 嵌入式毂节点杆端前嵌入件与毂体槽口相配合部分的制造精度应满足 $0.1\text{mm}\sim 0.3\text{mm}$ 的间隙配合要求。
- 5.4.6 在毂体加工中，嵌入槽圆孔对中心线的平行度允许偏差应为 $\pm 0.3\text{mm}$ 。分布圆直径允许偏差应为 $\pm 0.3\text{mm}$ 。
- 5.4.7 直槽部分对圆孔平行度允许偏差应为 $\pm 0.2\text{mm}$ 。毂体嵌入槽夹角允许偏差应为 $\pm 0.3^\circ$ 。
- 5.4.8 毂体端面对嵌入槽分布圆中心线的端面跳动容许偏差应为 $\pm 0.3\text{mm}$ ，端面间平行度容许偏差应为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

5.5 铝合金面板制作

- 5.5.1 铝合金面板在加工制作前应与土建设计施工图进行核对，应对已建主体结构进行复测，并按实测结果对面板工程设计进行必要调整。
- 5.5.2 加工铝合金面板构件所采用的设备、机具应满足构件加工精度要求，其量具应定期进行计量认证。
- 5.5.3 现场加工制作铝合金面板时，在加工前应对完成的工作面主要平面及标高控制尺寸进行测量，并与施工图核对，如误差超出允许范围，则应采取修改图纸或工作面等调整措施。
- 5.5.4 铝合金泛水板、包角等配件应选用与铝合金面板相同材质的铝合金板材加工制作。
- 5.5.5 铝合金面板成型后，其基板不应有裂纹、裂边、腐蚀等

缺陷。

5.5.6 有涂层的铝合金面板的漆膜不应有肉眼可见的裂纹、剥落和擦痕等缺陷。

5.5.7 铝合金压型板的加工可根据加工板的长度采用工厂加工或工地现场加工，对板长超过 10m 的板件宜采用现场压型加工。

5.5.8 铝合金弯弧板可根据弯弧半径采用现场自然弯弧或预弯弧。

5.6 组 装

5.6.1 单元件组装时，应根据工艺流程，编制工艺卡。

5.6.2 单元件组装工艺，应依据设计图纸确定。构件连接应牢固，并应满足设计要求。

5.6.3 单元件组装前，应对各构件进行编号，并应注明加工、运输、安装的方向和顺序。

5.6.4 单元件的连接应牢固，构件连接处应有防止摩擦的垫片。

5.6.5 单元件的吊挂件、支撑件应具备可调节范围，并应采用螺栓将吊挂件与单元主杆件连接牢固，固定螺栓不得少于 2 个。

5.6.6 铝合金网壳结构的单元件组装应在专门的拼装模上制作。

6 铝合金焊接

6.1 一般规定

6.1.1 铝合金焊接应符合下列规定：

1 铝合金结构及构件的焊接，应选用合理的焊接方法及装配焊接顺序，并应采用防止过度变形、裂缝和气孔发生的措施。

2 当铝合金结构受力构件采用焊接连接时，焊接位置宜靠近构件低应力区，并应采取减少热影响效应对结构和构件强度降低的措施。

6.1.2 焊接工艺评定应符合下列规定：

1 焊接工艺评定应由制作、安装单位根据结构的设计节点形式、铝材类型、规格、采用的焊接方法、焊接位置等，制定焊接工艺评定方案进行焊接工艺评定，拟订相应的焊接工艺评定指导书，指导书的内容应能满足编制焊接工艺规程的要求。应按规定施焊试件、切取试样，并应由具有国家技术质量监督部门认证资质的检测单位进行检测试验。

2 焊接工艺评定试验完成后，应由评定单位根据检测结果提出焊接工艺评定报告。

6.1.3 铝合金结构焊接施工应符合下列规定：

1 施工前应由焊接技术责任人员根据焊接工艺评定结果编制焊接工艺文件，并应向有关操作人员进行技术交底，施工中应严格遵守工艺文件的规定。

2 焊接场所应保持清洁，并应有防风、防火及防雨雪设施。氩弧焊焊接施工时的相对湿度不宜大于 80%，环境温度不应低于 5℃。

6.1.4 从事铝材焊接作业的焊工，必须经考试合格并取得合格证书。持证焊工必须在其考试合格项目及其认可范围内施焊。

6.2 焊 接 工 艺

6.2.1 铝合金结构焊接工艺应符合现行国家标准《铝及铝合金气体保护焊的推荐坡口》GB/T 985.3、《焊接及相关工艺方法代号》GB/T 5185、《铝及铝合金弧焊推荐工艺》GB/T 22086 和《铝及铝合金弧焊接头 缺欠质量分级指南》GB/T 22087 的规定，必要时应进行工艺试验。

6.2.2 坡口形式和尺寸应根据接头形式、母材厚度、焊接位置、焊接方法、有无垫板、使用条件及焊接工艺评定的结果确定，焊接接头坡口形式与尺寸应符合本规程附录 A 的有关规定。

6.2.3 当铝合金结构焊接采用大电流密度熔化极氩弧焊时，对接接头钝边可增大，坡口可减小。搭接或 T 形接头宜采用焊脚稍小的双边连续焊缝，不宜采用单边焊缝。

6.2.4 铝合金结构工程焊接施工中可根据结构形式、焊接位置及施工条件，在焊缝背面加临时垫板。垫板可使用不锈钢、碳钢或铜等对焊缝质量无不良影响的材料。焊缝背面加保留垫板时，应采用与母材同材质的材料。

6.2.5 施焊前可采用下列方法清除焊丝、焊件坡口及其附近表面和垫板表面的油污和氧化膜：

1 用丙酮或四氯化碳等有机溶剂除去表面油污，坡口两侧的清除范围不应小于 50mm。

2 清除油污后，焊丝应采用化学法，坡口宜采用机械法或化学法清除表面氧化膜。

6.2.6 气焊、碳弧焊用焊粉应除去氧化膜及其他杂质。

6.2.7 清理好的焊件和焊丝，在焊前应保持清洁，并应在 8h 内施焊，否则，应采取有效的防护措施。

6.2.8 不同厚度板材对接时，薄板端面应位于厚板端面之内。当表面错边量超过 3mm 或单面焊焊缝根部错边量超过 2mm 时，应将较厚板的一面或两面加工成斜面。斜面长度应大于厚度差，且其坡度不应大于 1:4（图 6.2.8）。

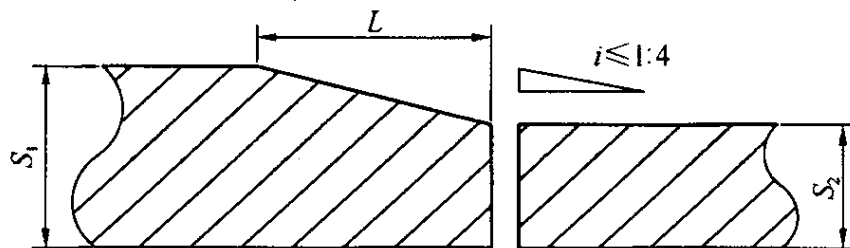


图 6.2.8 不同厚度板材对接

L —斜坡长度； S_1 —厚板板厚； S_2 —薄板板厚； i —斜面坡度

6.2.9 手工钨极氩弧焊应采用交流电。熔化极氩弧焊应采用直流电，直流焊接时焊丝应接正极。

6.2.10 铝合金构件焊接时应采取合理的施焊方法和顺序，宜进行刚性固定，并应考虑收缩余量。

6.2.11 铝合金构件焊接应确保焊缝熔透和熔合良好。在焊接工艺规程允许范围内宜采用大电流、快焊速施焊。焊丝的横向摆动幅度不宜超过其直径的 3 倍。

6.2.12 多层焊焊接时层间温度不宜高于 100°C 。钨极氩弧焊焊厚大于 5mm、熔化极焊焊厚大于 25mm、焊件温度低于 -10°C 等情况下，且从焊缝向焊件的焊接热输入低于补偿时，宜对焊件进行焊前预热。

6.2.13 钨极氩弧焊焊接过程中焊丝端部不应离开氩气保护区，焊丝送进时与焊缝表面的夹角宜为 $14^{\circ}\sim 16^{\circ}$ 。焊枪与焊缝表面的夹角宜为 $80^{\circ}\sim 90^{\circ}$ 。对厚度不小于 4mm 的立焊和横焊焊缝，底层焊接宜采用双面同步氩弧焊工艺。

6.2.14 焊接过程中，焊层间的氧化膜、过高焊肉及其他焊接缺陷应采用机械法清除。

6.2.15 纵焊缝两端应设置铝制的引弧板和引出板。纵、环焊缝清理弧坑后接续焊时宜在引弧板上引燃电弧，待电弧燃烧稳定后焊接。

6.2.16 当喷嘴上有明显阻碍气流流通的飞溅物附着时，应清除飞溅物或更换喷嘴。当钨极端部出现污染、形状不规则等现象时，应修整或更换钨极。

6.2.17 单层铝板加劲肋的固定可采用电栓钉，铝板外表面不得变形、褪色，固定应牢固。

6.3 焊接质量检验和返修

6.3.1 焊接检查人员应根据设计文件、有关技术标准及焊接工艺规程要求，对现场焊接工作进行质量检查，且焊接检验工作应与工程施工同步进行，发现质量问题应及时纠正和处理。

6.3.2 铝合金构件焊缝应全数进行外观检查，检查前应将焊缝及其附近表面的飞溅物清除，并应标上焊工代号。

6.3.3 铝合金构件焊接返修工艺应根据焊接缺陷种类，分析缺陷产生原因制订，且应经焊接技术负责人批准后方可实施。同一部位的返修次数不宜超过 2 次，对经过 2 次返修仍不合格的焊缝，应经施工单位技术负责人批准后，方可再进行返修。

7 紧固件连接

7.1 一般规定

7.1.1 普通螺栓垫置在螺母下面的垫圈不应多于 2 个，垫置在螺栓头下面的垫圈不应多于 1 个。

7.1.2 高强度螺栓连接副应及时检验螺栓楔负载、螺母保证载荷、螺母及垫圈硬度等机械性能。大六角头高强螺栓连接副应及时检验扭矩系数平均值和标准偏差；扭剪型高强螺栓连接副应及时检验紧固轴力平均值和标准偏差。检验结果合格后方可使用。

7.1.3 除不锈钢螺栓外，其他材质螺栓与铝合金结构接触面之间应采取设置绝缘垫片等防腐蚀措施。

7.1.4 铝合金幕墙、面板的连接，除应保证连接强度外，还应保证防水性能要求和隔热保温要求。

7.2 普通紧固件连接

7.2.1 自攻钉、拉铆钉、射钉等其规格、尺寸应与被连接铝合金结构相匹配，其间距、边距等应符合设计要求。

7.2.2 拉铆钉直径不宜小于 4mm，自攻螺钉直径不宜小于 5mm。

7.2.3 螺栓紧固应从中心开始，对称施拧。

7.2.4 拉铆钉和自攻自钻螺钉的钉头部分应靠在较薄板件一侧。

7.2.5 永久螺栓拧紧的质量检验可采用锤敲或力矩扳手检验。

7.3 高强度螺栓连接

7.3.1 高强度螺栓连接副应按性能等级不同设置明显标志。

7.3.2 高强度螺栓摩擦型连接结构施工前，应复验摩擦面的抗

滑移系数，且抗滑移系数的复验应符合下列规定：

1 同一制造厂、同一材质、同批制作、采用同一摩擦面处理工艺、使用同一性能等级、同一直径的高强度螺栓连接副不得超过 500t 为一检验批，不超过 500t 时亦应为一检验批。

2 抗滑移系数检验的最小值不得小于设计规定值。当小于设计规定值时，构件摩擦面应重新处理，处理后的构件摩擦面应重新检验。

7.3.3 扭剪型高强度螺栓施工前，应按出厂批复验高强度螺栓连接副的预拉力，每批应抽取 8 套连接副进行复验。扭剪型高强度螺栓连接副预拉力平均值和标准偏差应符合表 7.3.3 的规定。

表 7.3.3 扭剪型高强度螺栓连接副预拉力平均值和标准偏差 (kN)

螺栓公称直径 (mm)	16	20	24
预拉力平均值	99~120	154~186	222~270
标准偏差	10.1	15.7	22.7

7.3.4 高强度大六角头螺栓施工前应按出厂批复验高强度螺栓连接副的扭矩系数，每批应抽取 8 套连接副进行复验。8 套连接副扭矩系数的平均值应为 0.110~0.150，其标准偏差应为 0.010。扭矩系数 K 可按下式计算：

$$K = \frac{T}{Pd} \quad (7.3.4)$$

式中： K ——扭矩系数；

T ——施拧扭矩 (N·m)；

d ——螺栓公称直径 (mm)；

P ——螺栓预拉力 (kN)。

7.3.5 连接副扭矩系数试验时，测量的高强度大六角头螺栓预拉力应符合表 7.3.5 的规定。

表 7.3.5 高强度大六角头螺栓预拉力 (kN)

螺栓性能等级	16	20	24
8.8 级	62~78	100~120	140~170
10.9 级	93~113	142~177	206~250

7.3.6 高强度螺栓长度应按下式计算:

$$L = L' + \Delta L \quad (7.3.6)$$

式中: L —— 高强度螺栓长度 (mm);

L' —— 连接板层总厚度 (mm);

ΔL —— 高强度螺栓附加长度 (mm), 应按表 7.3.6 取值。

表 7.3.6 高强度螺栓附加长度 (mm)

螺栓公称直径	16	20	24
扭剪型高强度螺栓附加长度	25	30	40
高强度大六角头螺栓附加长度	30	35	45

7.3.7 高强度螺栓连接板接触面应平整。对因板厚公差、制造偏差或安装偏差等产生接触面间隙, 当间隙小于 1.0mm 时可不予处理; 当间隙在 1mm~3mm 之间时, 可将厚板一侧磨成坡度不大于 10% 的斜坡, 使间隙小于 1mm; 当间隙大于 3mm 时可加垫板, 垫板厚度不小于 3mm 且不得超过 3 层, 垫板材质和摩擦面处理方法应与构件相同。

7.3.8 高强度螺栓连接安装时, 在每个节点上应穿入临时螺栓和冲钉, 数量由安装时的受荷计算确定, 并应符合下列规定:

- 1 临时螺栓和冲钉的总数不得少于安装总数的 1/3。
- 2 不得少于 2 个临时螺栓。
- 3 冲钉穿入数量不宜多于临时螺栓的 30%。

7.3.9 高强度螺栓不得作为临时螺栓使用。

7.3.10 高强度螺栓连接安装应符合下列规定:

- 1 扭剪型高强度螺栓安装时, 螺母带圆台面的一侧应朝向垫圈有倒角的一侧。

2 高强度大六角头螺栓安装时,螺栓头下垫圈有倒角的一侧应朝向螺栓头。

7.3.11 高强度螺栓的安装应自由穿入孔内,不得强行敲打。

7.3.12 高强度螺栓安装时,构件的摩擦面应保持干燥、整洁。

7.3.13 高强度螺栓的紧固可分为初拧、终拧。大型节点可分为初拧、复拧和终拧。初拧、复拧和终拧应在同一天完成。

7.3.14 高强度螺栓连接副初拧、复拧和终拧时,连接处的螺栓应由螺栓群中间向四周方向拧紧。焊接和高强度螺栓混合使用的连接节点,应按先栓后焊的顺序施工。

7.3.15 高强度大六角头螺栓连接副初拧扭矩值可取终拧扭矩值的50%。

7.3.16 高强度大六角头螺栓连接副终拧扭矩值可按下式计算:

$$T_c = KP_c d \quad (7.3.16)$$

式中: T_c ——终拧扭矩值 (N·m);

P_c ——施工预拉力标准值 (kN), 应按表 7.3.16 取值;

K ——扭矩系数, 应根据本规程 7.3.4 条确定。

表 7.3.16 施工预拉力标准值 (kN)

螺栓的性能等级	螺栓公称直径 (mm)		
	16	20	24
8.8 级	75	120	170
10.9 级	110	170	250

7.3.17 高强度大六角头螺栓施工所用的扭矩扳手在使用前必须进行校正, 其扭矩误差应为 $\pm 5\%$ 。校正用的扭矩扳手, 其扭矩误差应为 $\pm 3\%$ 。

7.3.18 扭剪型高强度螺栓连接副初拧扭矩值可按下式计算:

$$T_o = 0.065P_c d \quad (7.3.18)$$

式中： T_0 ——初拧扭矩值（ $\text{N} \cdot \text{m}$ ）；

7.3.19 尾部梅花头未被拧掉者或个别因操作空间有限不能用专用扳手进行拧紧的扭剪型高强度螺栓，可采用高强度大六角头螺栓扭矩法施工，但扭矩系数应选取 0.13。

7.3.20 高强度螺栓紧固时复拧扭矩值应等于初拧扭矩值，初拧和复拧后的高强度螺栓应标记，然后用专用扳手进行终拧。终拧应符合下列规定：

1 采用扭剪型高强度螺栓紧固时，螺栓尾部拧断后终拧完毕。

2 采用高强度大六角头螺栓紧固时，可按本规程第 7.3.16 条计算的扭矩值进行终拧。终拧后的高强度螺栓应区分标记。

7.4 质量要求

7.4.1 普通螺栓连接质量应符合下列规定：

1 普通螺栓紧固应牢固可靠，外露丝扣不应少于 2 扣。

2 普通螺栓最小拉力载荷复验结果应符合国家现行有关标准的规定。

7.4.2 高强度螺栓连接质量应符合下列规定：

1 高强度螺栓连接副的施拧顺序和初拧、复拧扭矩应符合设计要求和国家现行有关标准的规定。

2 高强度大六角头螺栓连接副应在终拧 1h 以后，24h 之前完成扭矩检查，检查数量应为每个节点螺栓数的 10%，但不应少于 2 个，检查结果应符合本规程第 7.3.16 条规定的计算结果。

3 扭剪型高强度螺栓连接副终拧检查，应以目测尾部梅花头拧断为合格。对不能用专用扳手拧紧的扭剪型高强度螺栓，应按高强度大六角头螺栓检查方法处理。

4 高强度螺栓连接副终拧后，螺栓丝扣外露应为 2 扣～3 扣，其中允许有 10% 的螺栓丝扣外露 1 扣或 4 扣。

5 高强度螺栓连接摩擦面应保持干燥、整洁，不得有飞边、毛刺、焊接飞溅物、焊疤、氧化铁皮、污垢等。

6 高强度螺栓应自由穿入螺栓孔。高强度螺栓扩孔数量应征得设计单位的同意，扩孔后的孔径不应超过 $1.2d$ ，且不得采用气割扩孔。

7 螺栓球节点网架总拼完成后，高强度螺栓与球节点应紧固连接，连接处不应出现间隙、松动等现象。

8 预 拼 装

8.1 一 般 规 定

8.1.1 当合同规定或设计要求时，铝合金结构正式安装前应进行预拼装。

8.1.2 铝合金结构工程可按制作工程的一个或若干个单元进行预拼装。

8.1.3 预拼装的幅面、节点数量应根据工程具体情况确定，并应征得原设计单位的认可。

8.1.4 预拼装所用支承凳或平台应测量找平，预拼装检查时应拆除全部临时固定和拉紧装置。

8.2 预 拼 装

8.2.1 预拼装应在坚实、稳固的胎架上进行。其支承点水平度应符合下列规定：

- 1 当胎架总面积不大于 1000m^2 时，允许偏差应为 $\pm 2\text{mm}$ 。
- 2 当胎架总面积大于 1000m^2 时，允许偏差应为 $\pm 3\text{mm}$ 。

8.2.2 预拼装中所有构件应按施工图控制尺寸，各杆件的重心线应交汇于节点中心，并应完全处于自由状态，不得用外力强制固定。单构件支承点不应少于 2 个。

8.2.3 预拼装后应使用试孔器进行孔检查。当用比孔公称直径小 1.0mm 的试孔器检查时，每组孔的通过率不应少于 85%；当用比螺栓公称直径大 0.3mm 的试孔器检查时，通过率应为 100%。

8.2.4 试装螺栓在一组孔内不得少于螺栓孔的 30%，且不得少于 2 只。

8.2.5 预拼装构件的控制基准、中心线应明确标示，并与平台

基线和地面基线相对一致。且控制基准应与设计要求基准一致，如需变换预拼装基准位置，应取得工艺设计的认可。

8.2.6 预拼装用构件，应为经验收符合质量标准的单构件。

8.2.7 在胎架上预拼装过程中，不得对构件采用火焰或机械等方式进行修正、切割，或使用重物压载、冲撞、锤击。

8.2.8 大型铝合金结构露天预拼装的检测时间，宜避免日照影响。

8.2.9 预拼装检查合格后，对上下定位中心线、标高基准线、交线中心点等应进行准确的标注，必要时应设置定位器。

9 铝合金框架结构安装

9.1 一般规定

9.1.1 铝合金框架结构安装的测量校正、高强度螺栓安装、负温度下施工及焊接工艺等，应在安装前进行工艺试验或评定，并应根据评定结果和预拼装情况制定相应的施工方案。

9.1.2 安装前，应按构件明细表核对进场构件、查验产品合格证和设计文件；应根据预拼装情况确定现场组装的程序和工艺。安装过程中，应采取保证结构的稳定性及防止产生塑性变形的措施。

9.1.3 铝合金构件吊装前应清除其表面上的油污、冰雪、泥沙和其他污染物。

9.1.4 安装时，屋面、楼面、平台等的施工荷载和冰雪荷载，不得超过梁、桁架、楼面板、屋面板、平台铺板等的承载能力。

9.2 基础和支承

9.2.1 铝合金框架结构安装前应对建筑物的定位轴线、基础轴线和标高、地脚螺栓位置等进行检查，并应进行基础检测和办理交接验收。当基础工程分批进行交接时，每次交接验收不应少于一个安装单元的柱基基础，并应符合下列规定：

- 1 基础混凝土强度达到设计要求。
- 2 基础周围回填夯实完毕。
- 3 基础的轴线标志和标高基准点应准确、齐全。

9.2.2 主支承系统应按设计要求埋置预埋件，临时打孔可采用膨胀螺栓固定，并应符合下列规定：

- 1 当预埋件发生偏差用后置埋件时，后置埋件的规格尺寸应由设计单位确定，并应经现场拉拔试验合格后方能使用。

2 铝合金框架结构与主支承系统预埋件的连接方式宜采用螺栓连接。

9.2.3 铝合金柱脚采用钢垫板作支承时，应符合下列规定：

1 钢垫板的面积应根据基础混凝土的抗压强度、柱脚底板下细石混凝土二次浇灌前柱底承受的荷载和地脚螺栓（锚栓）的紧固拉力计算确定。

2 垫板应设置在靠近地脚螺栓（锚栓）的柱脚底板加劲板或柱脚下，每根地脚螺栓（锚栓）侧应设1组~2组垫板，每组垫板不得多于5块，垫板与基础面和柱底面的接触应平整、紧密。当采用成对斜垫板时，其叠合长度不应小于垫板长度的2/3，二次浇灌混凝土前垫板间应焊接固定。

3 当采用坐浆垫板时，应采用无收缩砂浆。铝合金柱吊装前砂浆试块强度应高于基础混凝土强度一个等级。坐浆垫板的允许偏差应符合表9.2.3的规定。

表 9.2.3 坐浆垫板的允许偏差

项 目	允许偏差	项 目	允许偏差
顶面标高	0	水平度	1/1000
	-3.0mm	位置	±20.0mm

4 钢材与铝材之间应采取设置绝缘垫片等防腐措施。

9.2.4 铝合金框架结构安装在形成空间刚度单元后，应及时对柱底板和基础顶面的空隙进行处理。

9.3 安装和校正

9.3.1 铝合金框架结构的安装和校正，应根据工程特点编制相应的工艺。

9.3.2 当铝合金框架结构采用扩大拼装单元进行安装时，对容易变形的铝合金构件应进行承载力和稳定性验算，必要时应采取加固措施。

9.3.3 铝合金框架结构的柱、梁、屋架、支撑等主要构件安装

就位后，应立即进行校正、固定。当天安装的铝合金构件应形成稳定的空间体系。

9.3.4 铝合金框架结构安装、校正时，应考虑风力、温差、日照等外界环境和焊接变形等因素的影响，并应采取相应的调整措施。

9.3.5 不宜利用安装完成的铝合金结构吊装其他构件和设备。当确需吊装时，应征得设计单位的同意，并应进行验算。

9.3.6 设计要求顶紧的节点，接触面应有 75% 的面紧贴。

9.3.7 铝合金框架结构的安装应按建筑物的平面形状、结构形式、安装机械、现场施工条件及技术条件等因素确定安装工艺，可采用整体吊装或高空散装等。整体安装时，应自然地安装到位。铝合金结构安装应符合下列规定：

1 结构的安装顺序宜为：支座定位及固定、节点定位、安装铝合金主体结构构件、节点板固定、安装屋面板。

2 构件和节点固定时应对称安装，减少安装应力。

3 结构在现场安装时不得扩孔。

4 屋面板的压条螺栓应按顺序、同方向、分数次拧紧。

5 屋面板安装宜在结构安装完毕后进行，屋面板铺设完毕后不宜随意拆除作为施工临时出入口。

6 安装单元应形成空间稳定体系，应随即进行校正与固定（或临时固定）。

7 安装时应及时校正以减少误差和积累。

9.3.8 铝合金框架结构柱安装时，每节柱的定位轴线应从地面控制轴线直接引上，不得从下层柱的轴线引上。

9.3.9 楼层标高可采用相对标高或设计标高进行控制，当采用设计标高进行控制时，应以每节柱为单位进行柱标高的调整，使每节柱的标高符合设计的要求。

10 铝合金空间网格结构安装

10.1 一般规定

10.1.1 铝合金空间网格结构安装应按施工组织设计进行。安装过程中，应采取保证结构的稳定性和防止结构产生塑性变形的措施。施工安装应考虑温度变化的影响，并应采取必要的应对措施。

10.1.2 杆件连接工作宜在工厂或预制拼装场内进行。

10.1.3 铝合金空间网格结构的制作、拼装和安装的每个工序均应进行检查验收并进行记录。未经检查验收，不得进入下一工序的施工；安装完成后必须进行交工检查验收。

10.2 安装方法

10.2.1 铝合金空间网格结构应根据受力和构造特点，在满足质量、安全、进度和经济效果的基础上，结合当地的施工技术条件，综合确定安装方法。

10.2.2 当铝合金空间网格结构采用吊装或提升、顶升方法安装时，其吊点的位置和数量的选择，应满足下列规定：

- 1 宜与铝合金空间网格结构使用时的受力状况相接近。
- 2 吊点的最大反力不应大于起重设备的负荷能力。
- 3 应避免铝合金空间网格结构在吊装过程中产生过大的挠度和塑性变形。

10.2.3 铝合金空间网格结构施工阶段应对吊点反力、挠度、杆件内力、提升或顶升时支承柱的稳定性和风荷载下铝合金空间网格结构的水平推力等进行验算，必要时应采取加固措施。

10.2.4 施工荷载应包括施工阶段的结构自重及各种施工活荷载，安装阶段的动力系数应按下列规定选取：

- 1 当采用提升或顶升法施工时，取 1.1。
- 2 当采用拔杆吊装时，取 1.2。
- 3 当采用履带式或汽车式起重机吊装时，取 1.3。

10.2.5 铝合金空间网格结构宜进行试拼装及试安装，经检验合格后方可进行正式施工。

10.2.6 铝合金空间网格结构施工时，应清除铝材表面的疤痕、泥沙和污垢。

10.2.7 铝合金空间网格结构不宜现场焊接，工厂焊接应满足设计要求，并应提供焊接检测报告。铝合金空间网格结构现场连接宜采用螺栓连接方式，并应连接安装牢靠，螺栓应有防脱落装置。

10.2.8 构件中心线及节点的基准点等标记应齐全。

10.3 施工工艺

10.3.1 焊接节点铝型材杆件宜采用机床下料。杆件长度应预加焊接收缩量，其值可通过试验确定。

10.3.2 小拼单元应在专门的拼装模架上进行拼接。空间网格铝合金结构所有焊接节点焊缝均应进行外观检查，焊脚高度应符合设计要求。

10.3.3 高空散装法施工应符合下列规定：

- 1 当采用小拼单元或杆件在高空拼装时，其顺序应能保证拼装的精度，减少积累误差。当采用悬挑法施工时，应先拼成可承受自重的结构体系，然后逐步扩展。

- 2 搭设拼装支架时，支架上支撑点的位置应设在下弦节点处。支架应验算其承载力和稳定性，必要时可进行试压。

- 3 在拆除支架过程中应采取防止个别支撑点集中受力的措施，宜根据各支撑点的结构自重挠度值，采用分区分阶段按比例下降或用每步不大于 10mm 的等步下降法拆除支撑点。

10.3.4 分条或分块安装法应符合下列规定：

- 1 将空间网格铝合金结构分成条状单元或块状单元在高空

连成整体时，空间网格铝合金结构单元应具有足够刚度并保证自身的几何不变性，否则应采取临时加固措施。

2 条与条或块与块合拢处，可采用安装螺栓等措施。当设置独立的支撑点或拼装支架时，应符合本规程第 10.3.3 条第 2 款的规定。合拢时可采用千斤顶将空间网格铝合金结构单元顶到设计标高，然后连接。

3 空间网格铝合金结构单元宜减少中间运输。必要时，应采取防止空间网格铝合金结构变形、螺栓松动等现象发生的措施。

10.3.5 高空滑移法应符合下列规定：

1 应对滑移工况作施工分析，必要时应采取适当的加固措施。

2 滑轨可固定于钢筋混凝土梁顶面的预埋件上，轨面标高不应低于空间网格铝合金结构支柱设计标高。滑轨接头处应垫实，当采用电焊连接时，应锉平高于轨面的焊缝。当支座板直接在滑轨上滑移时，其两端应做成圆导角，滑轨两侧应无障碍。摩擦表面应涂润滑油。

3 当空间网格铝合金结构跨度较大时，宜在跨中增设滑轨，滑轨下的支承架应符合本规程第 10.3.3 条第 2 款的规定。

4 当设置水平导向轮时，可设在滑轨的内侧，导向轮与滑道的间隙应在 10mm~20mm 之间。

5 空间网格铝合金结构滑移可采用卷扬机或手扳葫芦牵引，牵引力应经计算确定。应根据牵引力大小及空间网格铝合金结构支座之间的系杆承载力，采用一点或多点牵引。牵引速度不宜大于 1.0m/min。

6 当空间网格铝合金结构滑移时，两端不同步值不应大于 50mm。

7 当空间网格铝合金结构滑移单元由于增设中间滑轨引起杆件内力正负变号时，应采取临时加固措施防止失稳。

10.3.6 整体吊装法应符合下列规定：

1 空间网格铝合金结构整体吊装可采用单根或多根拔杆起吊，也可采用一台或多台起重机起吊就位。

2 提升阶段和就位阶段起重滑轮组的拉力值可经计算确定，空间网格铝合金结构吊装设备可根据起重滑轮组的拉力进行受力分析。

3 单根拔杆的底座应采用球形万向接头，多根拔杆的底座在起重平面内可采用单向铰接头。

4 当采用单根拔杆起吊时，对矩形空间网格铝合金结构，可通过调整缆风绳使拔杆吊着空间网格铝合金结构进行平移就位；对正多边形或圆形空间网格铝合金结构可通过旋转拔杆使空间网格铝合金结构转动就位。当采用多根拔杆起吊时，可利用每根拔杆两侧起重机滑轮组中产生水平分力不等原理推动空间网格铝合金结构移动或转动进行就位。

5 当采用多根拔杆或多台起重机吊装空间网格铝合金结构时，宜将额定负荷能力乘以折减系数 0.75；当采用 4 台起重机将吊点连通成 2 组或用 3 根拔杆吊装时，折减系数可适当放宽。拔杆安装必须垂直，缆风绳的初始拉力值宜取吊装时缆风绳中拉力的 60%。

6 拔杆在最不利荷载组合作用下，其支承基础对地面的压力不应大于地基允许承载能力。

7 在空间网格铝合金结构整体吊装时，应保证各吊点起升及下降的同步性。相邻两拔杆间或相邻两吊点组的合力点间的相对高差的允许值可取吊点间距离的 $1/400$ ，且不宜大于 100mm，或通过验算确定。

8 空间网格铝合金结构移位距离或旋转角度与空间网格铝合金结构下降高度之间的关系，可采用图解法或计算法确定。

9 空间网格铝合金结构就位总拼方案应符合下列规定：

- 1) 空间网格铝合金结构的任何部位与支承柱或拔杆的净距不应小于 100mm；
- 2) 当支承柱上设有凸出构造时，应采取防止空间网格铝

合金结构在起升过程中被凸出物卡住的措施；

- 3) 空间网格铝合金结构错位需要，对个别杆件暂不组装时，应取得设计单位的同意。

10 拔杆、缆风绳、索具、地锚、基础及起重滑轮组的穿法等，均应进行验算，必要时可进行试验检验。

11 当空间网格铝合金结构本身承载能力许可时，可采用在空间网格铝合金结构上设置滑轮组将拔杆逐段拆除的方法。

10.3.7 整体提升法应符合下列规定：

1 可在结构上安装提升设备整体提升空间网格铝合金结构，也可在进行柱子滑模施工的同时提升空间网格铝合金结构。整体提升过程中的安全性应通过验收。

2 提升设备的使用负荷能力，应为额定负荷能力乘以折减系数，穿心式液压千斤顶折减系数可取 0.5~0.6；电动螺杆升板机折减系数可取 0.7~0.8；其他设备应通过试验确定。

3 空间网格铝合金结构提升时应保证做到同步。相邻两提升点和最高与最低两个点的提升允许升差值应满足下列规定：

- 1) 相邻两个提升点允许升差值，当用升板机时不应大于相邻点距离的 $1/400$ ，且不应大于 15mm；当采用穿心式液压千斤顶时不应大于相邻距离的 $1/250$ ，且不应大于 25mm；
- 2) 最高点与最低点允许升差值，当采用升板机时不应大于 35mm，当采用穿心式液压千斤顶时不应大于 50mm。

4 提升设备的合力点应对准吊点，允许偏移值不应大于 10mm。

10.3.8 整体顶升法应符合下列规定：

1 当空间网格铝合金结构采用整体顶升法时，宜利用空间网格铝合金结构的支承柱作为顶升时的支承结构，也可在原支点处或其附近设置临时顶升支架。

2 顶升用的支承柱或临时支架上的缀板间距，应为千斤顶

使用行程的整倍数，其标高偏差不得大于 5mm，否则应采用薄钢板或铝板垫平。

3 顶升千斤顶可采用丝杠千斤顶或液压千斤顶，其使用负荷能力应为额定负荷能力乘以折减系数，丝杠千斤顶折减系数取 0.6~0.8；液压千斤顶折减系数取 0.4~0.6。各千斤顶的行程和升起速度应一致，千斤顶及其液压系统必须经过现场检验合格后方可使用。

4 顶升时各顶升点允许升差值应符合下列规定：

- 1) 不应大于相邻两个顶升用支承结构间距的 $1/1000$ ，且不应大于 30mm；
- 2) 当一个顶升用支承结构上有 2 个或 2 个以上千斤顶时，不应大于千斤顶间距的 $1/200$ ，且不应大于 10mm。

5 千斤顶或千斤顶合力的中心应与柱轴线对准，其允许偏移值不应大于 5mm；千斤顶应保持垂直。

6 顶升前及顶升过程中空间网格铝合金结构支座中心对柱基轴线的水平偏移值不得大于柱截面短边尺寸的 $1/50$ ，且不应大于柱高的 $1/500$ 。

7 对顶升用的支承结构应进行稳定性验算，验算时除应考虑空间网格铝合金结构和支承结构自重、与空间网格铝合金结构同时顶升的其他静载和施工荷载外，还应考虑荷载偏心 and 风荷载所产生的影响。当稳定性不足时，应采取相应措施。

11 铝合金面板安装

11.0.1 铝合金面板安装前应绘制排板图，标出面板与支承构件的相互关系及连接方法，并应绘制构造详图。

11.0.2 铝合金面板应按不同板型、形状分别堆放。工地堆放应采用枕木或支架架空，并应有一定的倾斜度。面板放置位置应与铺设方向相协调。

11.0.3 铝合金面板铺设应在主体结构安装、校正、焊接完毕后方可进行。

11.0.4 安装施工测量应与主体结构的测量同步协调进行，并应根据工程实际情况调整面板支承构件定位。

11.0.5 铝合金面板工程的施工测量放线应符合下列规定：

1 铝合金面板分格轴线的测量应与主体结构测量相同步协调。放线时应进行多次校正。

2 铝合金面板的测量不得在风力大于 4 级时进行，且每天应进行不少于 2 次的校核。

3 应定期对铝合金面板工程的安装定位基准进行校核。

11.0.6 每叠铝合金面板应使用专用吊具吊装，且吊点位置的选择不应使面板变形大于规定要求。

11.0.7 铝合金面板应根据板型和设计的排板图铺设；面板和支承构件的连接，应按所用板材的板型要求确定，可直接在檩条上铺设或与檩条上安装的固定支座连接。铺设在檩条上的面板应在檩条上弹出搁置线后进行安装。

11.0.8 铝合金面板宜采用长尺寸板材，相邻两块板应顺年最大频率风向搭接。

11.0.9 铝合金面板长度方向的搭接端应与檩条、支座等支承构件有可靠的连接（图 11.0.9），搭接部位应设置防水堵头，对接

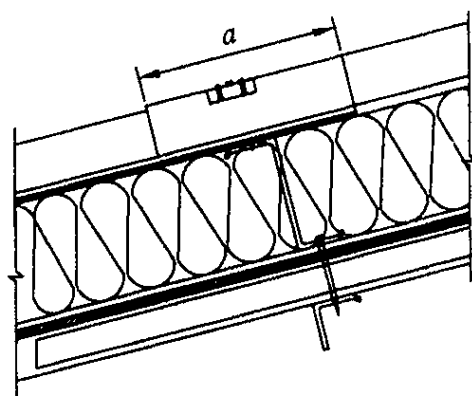


图 11.0.9 铝合金面板搭接

a —搭接长度

拼缝与外露钉帽应作密封处理。搭接处可采用焊接或泛水板，搭接部分长度方向中心宜与支承构件形心对齐，搭接长度不宜小于表 11.0.9 所列数值。

表 11.0.9 铝合金面板在支承构件上的搭接长度

项 目			搭接长度 (mm)
纵向	波高 $>70\text{mm}$		350
	波高 $\leq 70\text{mm}$	屋面坡度 $<1/10$	250
		屋面坡度 $\geq 1/10$	200
横向	\geq 一个波		

11.0.10 铝合金屋面板侧向可采用搭接、扣合或咬合等方式进行连接。当侧向采用搭接式连接时，连接件宜采用带有防水密封胶垫的自攻螺钉。搭接处应采用连接件紧固，连接件应设置在波峰上。对高波铝合金板，连接件间距宜为 $700\text{mm} \sim 800\text{mm}$ ；对低波铝合金板，连接件间距宜为 $300\text{mm} \sim 400\text{mm}$ 。当采用扣合式或咬合式连接时，应在檩条上设置与铝合金压型板波形相配套的专门固定支座，固定支座和檩条应用自攻螺钉或射钉连接，铝合金板应搁置在固定支座上（图 11.0.10）。两片铝合金板的侧边应确保在风吸力等因素作用下的扣合或咬合连接可靠。

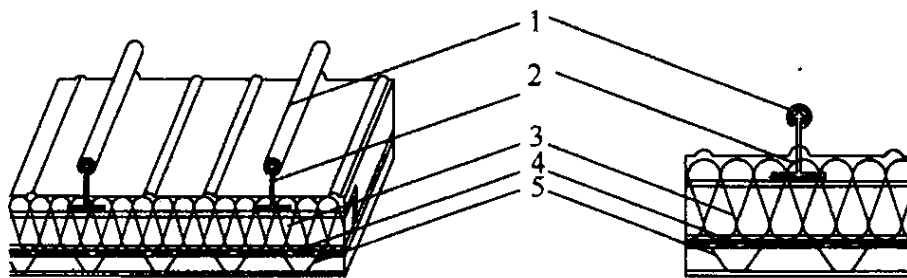


图 11.0.10 固定支座连接

1—铝合金面板；2—支托；3—绝热保温层；4—隔气层；5—压型钢板

11.0.11 当天沟用金属板材制作时，伸入屋面金属板材下长度不应小于 200mm；当有檐沟时，屋面金属板材应伸入檐沟内，其长度不应小于 150mm；檐口应采用异形金属板材的堵头封檐板；山墙应采用异形金属板材的包角板和固定支架封严。

11.0.12 每块泛水板的长度不宜大于 2m，泛水板的安装应顺直；泛水板与金属板材的搭接宽度应符合不同板形的要求。

11.0.13 铝合金面板安装应平整、顺直，板面不应有施工残留物和污物。檐口线、泛水段应顺直，无起伏现象。板面不应有未经处理的错钻空洞。

11.0.14 铝合金压型板的肋高和宽度应符合设计要求，并应顺水流方向设置；沿坡度方向（纵向）应采用完整的铝合金压型板，应无接口、无螺钉连接；压型面板布置不宜大于 25m，且应设置相应位移控制点。

11.0.15 铝合金面板工程安装过程中，应作好半成品和成品保护；构件在存放、搬运、吊装过程中不应发生碰撞、损坏和污染。

11.0.16 铝合金板材的连接和密封处理应符合设计要求，不得有渗漏现象。

11.0.17 铝合金面板工程防雷装置、排气孔设置应符合设计要求。

12 铝合金幕墙结构安装

12.1 一般规定

12.1.1 进场安装的铝合金幕墙结构的材料品种、规格、色泽和性能，应符合设计要求。

12.1.2 铝合金幕墙结构材料和构件在存放、搬运、吊装安装过程中，应采取保护措施，安装前应进行检验与校正，不合格的材料和构件不得安装使用。

12.1.3 在焊接作业时，应对铝合金幕墙结构采取相应的防护措施和防火措施。

12.2 施工安装

12.2.1 铝合金幕墙结构的施工测量应符合下列规定：

1 铝合金幕墙结构的放样测量应与主体结构的设计尺寸和施工完成尺寸相结合，依据偏差进行调整，不得积累偏差。

2 施工过程中应对铝合金幕墙结构的安装定位基准进行校核。

3 对高层建筑的测量应在风力不大于4级时进行。

12.2.2 预埋件和连接件安装应符合下列规定：

1 铝合金幕墙结构预埋件和连接件的施工方法及防腐处理应符合设计要求。

2 预埋件的标高及位置的偏差不应大于20mm。

12.2.3 当铝合金幕墙结构采用吊篮施工时，应符合下列规定：

1 应对吊篮进行合理设计，并应在使用前进行安全检查。

2 吊篮不应作为运输工具，且不得超载。

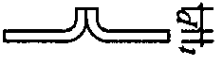
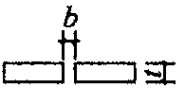
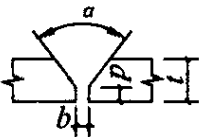
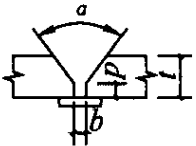
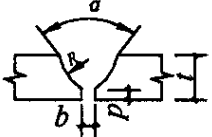
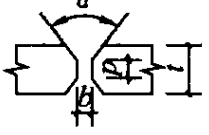
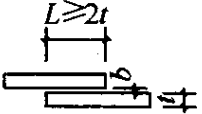
3 不应在空中进行吊篮检修。

4 吊篮上的施工人员应配系安全带。

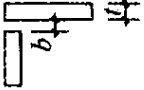
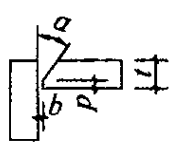
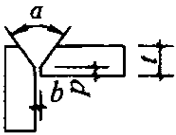
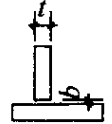
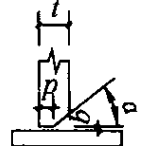
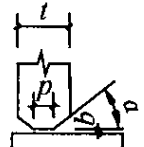
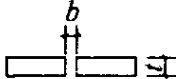
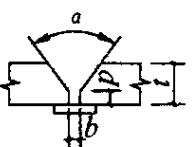
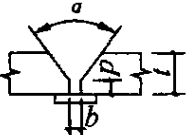
12.2.4 铝合金幕墙结构安装就位、调整后应及时紧固。当铝合金幕墙结构安装完成一层时，应及时进行检查、校正和固定。

附录 A 焊接接头坡口形式与尺寸

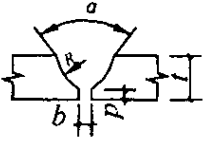
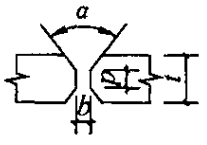
表 A 焊缝接头坡口形式与尺寸

焊接方法	坡口名称	坡口形式	板厚 $t(\text{mm})$	间隙 $b(\text{mm})$	钝边 $p(\text{mm})$	坡口角度 α	备注
手工钨极氩弧焊	卷边		≤ 2.0	—	1.0	—	不填加焊丝
	I 形坡口		< 3.0	0~1.5	—	—	单面焊
			3.0~5.0	0.5~2.5			双面焊
	V 形坡口		3.0~5.0	0~2.5	1.0~1.5	$70^\circ \sim 80^\circ$	—
			5.0~12.0	2.0~4.0	1.0~2.0	$60^\circ \sim 70^\circ$	
	带垫板 V 形坡口		4.0~12.0	3.0~6.0	—	$50^\circ \sim 60^\circ$	
	U 形坡口		> 8.0	0~2.5	1.5~2.5	$55^\circ \sim 65^\circ$	
	X 形坡口		> 12.0	0~2.5	2.0~3.0	$60^\circ \sim 80^\circ$	—
	搭接接头		< 1.5	0~0.5	$L \geq 2t$	—	—
			1.5~30	0.5~1.0	$L \geq 2t$	—	—

续表 A

焊接方法	坡口名称		坡口形式	板厚 $t(\text{mm})$	间隙 $b(\text{mm})$	钝边 $p(\text{mm})$	坡口角度 α	备注
手工钨极氩弧焊	角接头	I 形坡口		≤ 6.0	$0.5 \sim 1.5$	—	—	—
		单边 V 形坡口		$6.0 \sim 10.0$	$0.5 \sim 2.0$	≤ 2.0	$50^\circ \sim 55^\circ$	—
		V 形坡口		> 8.0	$0 \sim 2.0$	≤ 2.0	$50^\circ \sim 55^\circ$	—
	T 形接头	I 形坡口		≤ 6.0	$0.5 \sim 1.5$	—	—	—
		单边 V 形坡口		$6.0 \sim 10.0$	$0.5 \sim 2.0$	≤ 2.0	$50^\circ \sim 55^\circ$	—
		K 形坡口		> 8.0	$0 \sim 2.0$	≤ 2.0	$50^\circ \sim 55^\circ$	—
熔化极氩弧焊	I 形坡口			≤ 10.0	$0 \sim 3.0$	—	—	—
	V 形坡口			$8.0 \sim 20.0$	$0 \sim 3.0$	$3.0 \sim 4.0$	$60^\circ \sim 70^\circ$	—
	带垫板 V 形坡口			$8.0 \sim 25.0$	$3.0 \sim 6.0$	—	$50^\circ \sim 60^\circ$	—

续表 A

焊接方法	坡口名称	坡口形式	板厚 $t(\text{mm})$	间隙 $b(\text{mm})$	钝边 $p(\text{mm})$	坡口角度 α	备注
熔化极氩弧焊	U形坡口		>20.0	$0\sim 3.0$	$3.0\sim 5.0$	$40^{\circ}\sim 50^{\circ}$	—
	X形坡口		>8.0	$0\sim 3.0$	$3.0\sim 6.0$	$70^{\circ}\sim 80^{\circ}$	—
			>26.0		$5.0\sim 8.0$	$60^{\circ}\sim 70^{\circ}$	—

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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，在条件许可时首先应这样做的：

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用词，采用“可”。

2 在本规程中，指明应按其他有关标准、规范执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《铝合金结构设计规范》GB 50429
- 2 《紧固件 验收检查》GB/T 90.1
- 3 《普通螺纹 公差》GB/T 197
- 4 《铝及铝合金气体保护焊的推荐坡口》GB/T 985.3
- 5 《紧固件机械性能 螺栓 螺钉和螺柱》GB/T 3098.1
- 6 《紧固件机械性能 螺母 粗牙螺纹》GB/T 3098.2
- 7 《铝及铝合金加工产品包装、标志、运输、贮存》GB/T 3199
- 8 《铝及铝合金焊条》GB/T 3669
- 9 《氩》GB/T 4842
- 10 《焊接及相关工艺方法代号》GB/T 5185
- 11 《铝合金建筑型材》GB 5237(所有部分)
- 12 《一般工业用铝及铝合金挤压型材》GB/T 6892
- 13 《铝及铝合金焊丝》GB /T 10858
- 14 《变形铝及铝合金牌号表示方法》GB/T 16474
- 15 《变形铝及铝合金状态代号》GB/T 16475
- 16 《铝及铝合金化学分析方法》GB/T 20975(所有部分)
- 17 《铝及铝合金弧焊推荐工艺》GB/T 22086
- 18 《铝及铝合金弧焊接头 缺欠质量分级指南》GB/T 22087
- 19 《建筑用铝型材、铝板氟碳涂层》JG/T 133

中华人民共和国行业标准

铝合金结构工程施工规程

JGJ/T 216 - 2010

条文说明

制 订 说 明

《铝合金结构工程施工规程》JGJ/T 216-2010，经住房和城乡建设部 2010 年 7 月 20 日以第 699 号公告批准、发布。

本规程制订过程中，编制组进行了系统、广泛的调查研究，总结了我国铝合金结构工程施工中的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为了便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《铝合金结构工程施工规程》编制组按照章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备和规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1	总则	49
3	基本规定	50
4	材料	51
4.1	一般规定	51
4.2	铝合金材料	51
4.3	焊接材料	51
5	铝合金零部件加工和组装	53
5.1	放样和号料	53
5.2	切割、矫正和边缘加工	54
5.3	制孔	54
5.5	铝合金面板制作	54
5.6	组装	55
6	铝合金焊接	56
6.1	一般规定	56
6.2	焊接工艺	57
7	紧固件连接	62
7.1	一般规定	62
7.2	普通紧固件连接	62
7.3	高强度螺栓连接	62
7.4	质量要求	64
8	预拼装	66
8.1	一般规定	66
8.2	预拼装	66
9	铝合金框架结构安装	67
9.1	一般规定	67

9.2	基础和支承	67
9.3	安装和校正	68
10	铝合金空间网格结构安装	71
10.1	一般规定	71
10.2	安装方法	71
10.3	施工工艺	71
11	铝合金面板安装	74
12	铝合金幕墙结构安装	76
12.1	一般规定	76
12.2	施工安装	76

1 总 则

1.0.1 本规程为控制铝合金结构工程施工质量，完善施工流程，确保安全和经济等而制定。

1.0.2 本规程的适用范围含建筑工程中的单层框架、多层框架、空间网格、面板及幕墙等铝合金结构工程施工控制。

3 基本规定

3.0.1 本条对铝合金结构工程施工前应编制的施工工艺和施工方案进行规定。

3.0.2 本条对铝合金结构工程施工的原材料、工序、工种方面提出施工质量要求。

3.0.3 对构造复杂的构件，为保证制作安装质量，应先进行工艺性试验。

3.0.4 对连接复杂的铝合金构件进行预拼装可以发现可能存在的问题，保证施工安全和质量。

3.0.5 铝合金结构、构件表面的防腐处理有阳极氧化、电泳涂漆、粉末喷涂、氟碳漆喷涂等防腐处理措施，清洗时不应使用对铝合金保护膜有腐蚀作用的清洗剂，且清洗剂应在有效期内，同时不宜用不同的清洗剂同时清洗同一个铝合金构件，不宜用滴流方式，不宜在结构节点等部位留有残余的清洗剂。

3.0.6 铝合金结构的防火措施主要有防火涂料防火和水喷淋系统防火。为防止铝合金长期受热导致变形过大或永久变形可设置隔热层。铝合金结构的防雷措施主要根据结构形式由设计单位根据国家现行相关标准设计。

3.0.7 铝合金结构工程施工应根据国家相关劳动安全、卫生 and 环境保护的法规及国家有关标准的规定，结合实际情况，制定详细的安全操作规程，确保施工安全。

4 材 料

4.1 一 般 规 定

4.1.1 铝合金结构制作和安装所用的材料分主材和辅材。主材为铝合金结构制作和安装的主要原材料，包括铝合金板材、铝合金型材、铝合金铸件等；辅材为铝合金制作和安装的连接材料和涂装材料等，包括焊接材料、标准紧固件、防腐涂料及其他辅助材料。

4.1.3 铝合金结构制作采用进口材料时，由于供货国标准与我国国家标准不同，应以供货国标准及订货合同条款进行商检。

4.2 铝 合 金 材 料

4.2.1 本条规定了铝合金材料选取的原则。一般而言，铝合金结构材料型材宜采用 $5\times\times\times$ 系列和 $6\times\times\times$ 系列铝合金；板材宜采用 $3\times\times\times$ 系列和 $5\times\times\times$ 系列铝合金。

4.3 焊 接 材 料

4.3.1 对焊接材料说明如下：

1 按照我国现行国家标准《铝及铝合金焊条》GB/T 3669 及《铝及铝合金焊丝》GB/T 10858，焊接填充材料分为焊条芯（代号 E）及焊丝（代号 SA1）两个类别。按美国标准《无药皮铝和铝合金焊条和焊棒规范》ANSI/AWS A5.10，焊丝分为填充丝（代号 E）和电极丝、填充丝两者兼用丝（代号 ER）两个类别。

铝及铝合金材料因具有众多的牌号，焊接不同型号的铝及铝合金时，每种合金组合时的焊接性能表现多种多样，因此对焊接填充材料的选择也各不相同，有些组合尚需通过焊接性能试验或

焊接工艺评定，最终选择焊丝和焊条的型号。

2 母材和普通焊丝表面极易形成氧化膜，同时表面的裂纹、凹坑、折叠、油污等都会对焊缝质量产生不利影响。

3 《铝及铝合金焊丝》GB/T 10858 - 2008 根据 ISO 18273:2004 对焊丝进行分类和型号划分。

4.3.2 铝合金焊丝由于可以完成连续焊接，且可采用多种工艺进行焊接，目前较多采用。对 $5\times\times\times$ 和 $6\times\times\times$ 系列铝合金，应用最广泛的焊丝主要为含镁 5% 的铝镁焊丝 SA15356 和含硅 5% 的铝硅焊丝 SA14043。

铝合金焊丝选用原则是：焊接时生成焊接裂纹、焊缝气孔的倾向低；焊缝及焊接接头的力学性能（强度、延性）好，耐腐蚀性能好；焊缝金属表面颜色与母材表面颜色能相互匹配。但不是每种焊丝均能同时满足上述各项要求，某些方面的性能有时相互矛盾，例如，强度与延性难以兼得，抗裂与颜色难以兼得。对 6061、6063 及 6063A 合金，通常情况下宜按强度要求选用 5356 或 5183 焊丝，该种焊接组合焊缝强度较高。但由于 $6\times\times\times$ 系列合金具有较强的裂纹热敏感性，当首先需要考虑控制裂纹数量和尺寸，以及耐腐蚀的要求较高时，宜选用抗热裂性能较好的 4043 焊丝。但应注意，选用 4043 焊丝，焊缝金属在阳极氧化后呈灰黑色，铝合金母材在阳极氧化后呈银白色，二者色差较为明显，当要求结构美观时应慎用。焊接 $5\times\times\times$ 系列合金时，可采用同系列同型号焊丝，但如果镁含量在 3% 以下，如 5050 及 5A02，由于其热裂倾向大，通常采用镁含量高的 5183 或 5356 焊丝。

4.3.3 铝及铝合金采用电弧焊时，保护气体一般只用惰性气体，即氩、氦或氩—氦各种比例的混合气体。氩气密度比空气大，热导率低，具有良好的焊接区域保护和稳弧特性，且价格较低，容易购买，被广泛使用。氦气价格昂贵，一般只在某些特殊行业应用，如航空、航天及核工业等。

5 铝合金零部件加工和组装

5.1 放样和号料

5.1.1 为保证建筑铝合金结构的制作质量，放样一般在平整的放样台上进行。对几何形状不规则的节点，按 1:1 的比例放足尺大样，核对安装尺寸和焊缝长度，并根据需要制作样板或样杆。

放样前放样人员必须熟悉施工图纸和工艺要求，核对构件及构件相互连接的几何尺寸和连接是否有不当之处，如发现施工图有遗漏或错误，以及其他原因需要更改施工图时，必须取得原设计单位签具设计变更文件，不得擅自修改。

对剪切规则的材料，无需放样，根据排板情况直接在铝合金板上划线下料。

样杆、样板的材料必须平直，如有弯曲，必须在使用前予以矫正，样杆、样板制作时，应按施工图和构件加工要求，作出各种加工符号、基准线、眼孔中心等标记，并按工艺要求预放各种加工余量，然后号上冲印等印记，用磁漆（或其他材料）在样杆、样板上写出工程、构件及零件编号、零件规格孔径、数量及标注有关符号。

放样工作完成后，应对所放大样和样杆样板（或下料图）进行检查验收，样杆、样板应按零件号及规格分类存放，妥善保管。

5.1.2 号料又称下料，号料前，号料人员应熟悉样杆、样板（或下料图）所注的各种符号及标记等要求，核对材料牌号及规格。

当供料或有关部门未作出材料配割（排料）计划时，号料人员应作出材料切割计划，合理排料，节约铝材。

号料时，复核使用材料的规格，检查材质外观，凡发现材料规格不符合要求或材质外观不符合要求者，应及时报相关部门处理，遇有材料弯曲等影响号料质量的情况，应经矫正后号料。

凡型材端部存在有倾斜或板材边缘弯曲等缺陷，号料前应去除缺陷部分或矫正。根据不同切割要求，对刨、铣加工的零件，预放相应的切割、加工余量及焊接收缩量。

5.1.3 关于号料的要求，应考虑切割的方法和条件，要便于切割下料工序的进行。

5.2 切割、矫正和边缘加工

5.2.1 切割加工有剪切和锯切两种方式。应按其厚度、形状、加工工艺、设计要求，选择最适合的方法进行。需要弯曲的构件，宜采用拉弯设备进行加工，以防止构件产生皱折、凸凹和裂纹。

5.2.2 施工过程中使用的已成型铝合金结构构件的矫正宜采用冷加工的方法进行，不宜采用加热矫正，因为可能对铝合金构件材料性能产生不利影响。

5.3 制 孔

5.3.1、5.3.2 通常情况下孔径偏差只允许正偏差不允许负偏差。孔距偏差可以是正偏差或负偏差。

5.5 铝合金面板制作

5.5.1 铝合金面板结构属于围护结构，施工前对主体结构进行复测，当其误差超过设计图纸中的允许值时，一般应调整铝合金面板设计图纸，修理不应应对原主体结构产生破坏。

5.5.2 加工铝合金面板构件的设备和量具，应符合有关要求，并定期进行检查和计量认证，以保证加工产品的质量。如设备的加工精度、光洁度，量具的精度等，均应及时进行检查、维护和计量认证。

5.5.8 铝合金面板工程的形状大多不规则，对曲面工程应采用弯弧板来保证建筑物的外形要求，当现场自然弯弧达不到设计要求时，应采用预弯弧来确保曲面的光滑性。

5.6 组 装

5.6.5 单元件的吊装吊挂件与支撑点之间应具有 X、Y、Z 向的位移微调。吊挂件的连接需通过计算或实物试验予以确认，并留有余地，防止偶然因素产生的突然破坏，连接用的螺栓需至少布置 2 个。

6 铝合金焊接

6.1 一般规定

6.1.1 几乎各种焊接方法都可以用于焊接铝及铝合金，但是铝及铝合金对各种焊接方法的适应性不同，各种焊接方法有其各自的应用场合。气焊和焊条电弧焊方法，设备简单、操作方便。气焊可用于对焊接质量要求不高的铝薄板及铸件的补焊。焊条电弧焊可用于铝合金铸件的补焊。惰性气体保护焊（TIG 或 MIG）方法是应用最广泛的铝及铝合金焊接方法。

铝及铝合金焊接时具有以下特性：

1 铝的强氧化能力：铝和氧的化学结合力很强，常温下表面就能被氧化而生成一层厚度为 $0.1\mu\text{m}\sim 0.2\mu\text{m}$ 的 Al_2O_3 薄膜， Al_2O_3 的熔点高达 2050°C ，远远超过铝及铝合金的熔点（ 660°C ），而且密度很大，约为铝的 1.4 倍。焊接过程中， Al_2O_3 薄膜会阻碍熔化金属之间良好结合，并易造成夹渣，氧化膜还会吸附水分，焊接时会促使焊缝产生气孔。

2 较大的热导率和比热容：铝及铝合金的热导率和比热容约比钢大 1 倍多，在焊接过程中大量热量被迅速传导到基体金属内部，为了获得高质量的焊接接头，必须采用能量集中、功率大的热源。有时需采用预热等工艺措施，才能实现熔焊过程。

3 热裂倾向大：铝及铝合金的线胀系数约为钢的 2 倍，凝固时的体积收缩率达 $6.5\%\sim 6.6\%$ ，因此焊接时具有一定的热裂倾向。

4 容易形成气孔：氮不溶于液态铝，铝也不含碳。因此，焊接铝及铝合金时在焊缝中不会产生 N_2 气孔和 CO 气孔，只可能产生氢气孔。氢在液态铝中的溶解度为 $0.7\text{mL}/100\text{g}$ ，而在 660°C 凝固温度时，氢的溶解度突然降至 $0.04\text{mL}/100\text{g}$ ，使原来

溶于液态铝中的氢大量析出，形成气泡。同时，铝和铝合金的密度小，气泡在熔池中的上升速度较慢，加上铝的导热性强，熔池冷凝快，因此，上升的气泡往往来不及退出而留在焊缝中成为气孔。

5 接头不等强度：铝及铝合金的热影响区由于受焊接热循环作用而发生软化，强度降低，使接头与母材金属无法达到等强度。工业纯铝及非热处理强化铝合金的接头强度约为母材金属的75%~100%；热处理强化铝合金的接头强度较小，只有母材金属的40%~50%。

6 焊穿：铝及铝合金从固态转变为液态时，无明显的颜色变化，所以不易判断母材金属温度，施焊时常会因温度过高无法察觉而导致烧穿。

6.1.3 焊接工艺文件内容可参考国家现行行业标准《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81 中相关条文的规定。

对焊接环境的要求主要是为了防止焊缝中气孔的产生，在相对湿度大于85%或环境温度较低时，受坡口、焊丝表面及气体管道内壁所吸附的冷凝水影响，焊缝中的气孔倾向将会急剧增高。若超出规定则应采取相应的预防措施。焊接场所的相对湿度和环境温度，应在距焊件500mm~1000mm范围内测量。

风速限制因氩气流量的大小而不同，氩气保护效果也随风速不同而不同，故在室外施工，一般均应设置挡风围屏以使氩弧焊的施工得以顺利进行。

6.2 焊 接 工 艺

6.2.1 关于焊接工艺参数，一般焊接标准及有关资料中都有规定，但数值差距往往比较大，很难统一。实际上工艺参数可在比较宽的范围内选用，在此范围内不应出现什么特殊问题，但选用时也应根据焊工的施焊经验、焊接电流与焊速的配合灵活掌握，必要时还应通过适当的焊接试验，将工艺参数限制在较小的更适合施工条件的范围之内。

根据国内外应用现状,在铝合金结构焊接中,通常采用两种惰性气体保护电弧焊,即 MIG 焊和 TIG 焊。由于 TIG 焊使用永久钨极,电流大小受钨极直径的限制,故仅适用于较薄构件的焊接连接;而 MIG 焊电极为焊丝本身,可以使用比 TIG 焊大得多的电流,对构件的厚度就没有限制,可用于厚度 50mm 以内构件的焊接连接。

各种牌号铝或铝合金的焊接通常可选用若干牌号的填充材料。填充材料如选用不当,往往是产生热裂缝、接头强度及塑性低下、耐腐蚀性不良的重要原因。

6.2.4 垫板用于支撑焊缝根部的熔化金属以防止烧穿和产生未焊透,可降低焊接操作的难度,使用临时垫板又可大大减小清理焊根的工作量,故在施工中经常采用。

焊缝背面加保留垫板,增加了结构的重量和成本,若使用异种金属材料垫板又有可能对使用造成不利影响,因此应征得原设计单位同意。

6.2.5~6.2.7 焊丝与坡口表面氧化膜的清除质量,对防止焊缝中形成气孔和未熔合等缺陷是十分重要的。实践证明,用机械法清除坡口表面氧化膜效果较好,一般可采用不锈钢丝或刮刀进行清理,不宜用砂轮或纱布等打磨,因为沙粒留在金属表面,焊接时会产生夹渣等缺陷。

机械法:坡口及其附近表面可用锉削、刮削、铣削或用直径为 0.2mm 左右的不锈钢丝刷清除至露出金属光泽,两侧的清除范围距坡口边缘不应小于 30mm,使用的钢丝刷应定期进行脱脂处理。

化学法:用约 5%~10% 的 NaOH (70℃) 溶液浸泡 30s~60s,然后用约 15% 的 HNO₃ (常温) 浸泡约 2min 后用温水洗净,并使其完全干燥,也可采用其他类似方法。

对已经过可靠表面处理,并未被氧化或未受污染的焊丝可直接使用,不需再进行上述清理。

焊丝清洗应采用整体浸泡,熔焊焊件应清洗或清理坡口及其

两侧不小于 20mm 部分。可采用化学法或机械法（表 1、表 2）。铝锰合金及硬铝气焊后 1h 内需经热水、铬酸水溶液清洗，然后热水洗净、烘干，以免焊丝被残留焊剂腐蚀。

表 1 铝合金焊前表面清理方法（1）

	工序	除油	碱 洗			冲洗	中和光化			冲洗	干燥
			溶液	温度 (°C)	时间 (min)		溶液	温度 (°C)	时间 (min)		
化学清洗法	纯铝				≤ 20						
	铝镁合金	汽油	6%~10% NaOH	40~50	≤ 7	清水	30% HNO ₃	室温	1~3	清水	风干或低温干燥
	铝锰合金	煤油									
机械法	用丙酮擦拭待清理部位，再用不锈钢丝轮或刮刀进行清理										

注：清洗后到焊接的间隔时间一般不超过 24h。

表 2 铝合金焊前表面清理方法（2）

表面清理方法	清理后至焊前允许的时间间隔	质量指标
用溶剂或化学除油后机械清理 (转动的钢丝刷，其金属丝直径不大于 0.15mm 或 0 号 00 号纱布)	不超过 2h	---
化学清理： 除油：溶液成分：NaPO ₄ 40g/l~50g/l NaCO ₃ 40g/l~50g/l； NaSiO ₃ 20g/l~30g/l 温度：60°C~70°C 处理 5min~8min 光泽：溶液成分：HNO ₃ 25%~30% 温度：16°C~22°C 处理 1min~2min 酸洗：溶液成分：H ₃ PO ₄ 300g/l~350g/l K ₂ Cr ₂ O ₇ 0.1g/l~1.0g/l 温度：20°C~30°C 处理 12min~36min 流动水中用毛巾刷刷净 80°C 烘干	不超过 72h~120h	表面接触电阻 $\leq 500\mu\Omega$

6.2.8 关于焊缝接头形式及坡口尺寸有关资料的描述之间有微小的差别，按现行国家标准《现场设备、工业管道焊接工程施工及验收规范》GB 50236 的规定执行。

6.2.9 熔化极氩弧焊采用直流电源反接法施焊，而不采用交流电源或直流电源正接法，手工钨极氩弧焊应采用交流电。

直流反接法熔化极氩弧焊的基本特点是：

- 1 电弧有阴极雾化作用，熔深大。
- 2 焊道表面光滑，焊波细小美观。
- 3 电弧有自动调节作用。

手工钨极氩弧焊时，为使电弧既具有清除其周围基体金属表面氧化膜的阴极雾化作用，同时使钨极具有较大的电流承载能力，施工中采用交流电源。

6.2.11 采用大电流快焊速施焊，是铝及铝合金焊接的重要特点，是防止和减少焊缝产生气孔的措施之一。

6.2.12 铝材焊接均要求较低的层间温度，即焊前应尽量避免进行预热。层间温度低不仅有利于焊道表面成形，也有利于防止气孔产生。为了既保证焊缝接头质量，又能提高生产效率，层间温度要求控制在 100℃ 之内。

对厚度超过 5mm 需要进行焊接前预热或焊后热处理的焊缝，其预热或后热处理温度一般为 100℃～150℃。预热区在焊道两侧，每侧宽度均应大于焊件厚度的 1.5 倍以上，且不应小于 100mm；后热处理应在焊后立即进行，保温时间应根据板厚按每 25mm 板厚 1h 确定。

所谓应进行焊前预热的特殊要求，一般是指：①当焊件较厚通过适当加大焊接电流仍不能使焊接正常进行，即焊接过程中热量从接头处传导的速度快于焊接所能提供的热量时；②焊件表面存在冷凝水。

6.2.13 在铝板材焊接施工中，对立焊和横焊位置底层焊缝的焊接，已广泛采用手工钨极双面同步氩弧焊工艺。与单面焊接相比较，其优点是：①可较充分地利用电弧热量从而降低能耗；②熔

池两面始终处于氩气保护下，周围空气不易侵入且两侧的电弧对熔池都存在着搅拌作用，有利于夹杂物、气体从熔池中分离出去，焊缝质量高；③焊后不用清根，生产效率高且焊件变形量小。

6.2.17 单层铝板固定加劲肋时，可以采用焊接种植螺栓的办法，但在焊接的部位正面不应出现焊接的痕迹，更不能发生变形、褪色等现象，并应焊接牢固。

7 紧固件连接

7.1 一般规定

7.1.2 为了保证质量，施工单位对高强度螺栓连接副必须进行复验，复验的数据必须符合标准。对高强度大六角头螺栓连接副的扭矩系数复验数据除了应符合标准外，还可以作为施拧的参考数据。施工单位应在六个月内的质量保证期内及时复验，若在工地存储的时间超过六个月或施工时的气温与产品出厂时提供的测试温度有较大变化，则在正式施工前对扭矩系数平均值及标准偏差应重新测试。

7.1.3、7.1.4 对铝合金结构紧固件连接的防腐、防水及保温隔热提出要求。

7.2 普通紧固件连接

7.2.1~7.2.5 本节规定了普通螺栓安装时的要求。

7.3 高强度螺栓连接

7.3.1 高强度螺栓性能等级标志一般是在螺栓顶面作出凸字或凹字，螺母则在六角倒角顶面作出。一般还同时显示制造厂的标志。

7.3.2 高强度螺栓抗滑移系数复验：

1 规定抗滑移系数应分别由制造厂和安装单位检验，即制造厂必须保证所制作的铝合金结构构件的抗滑移系数符合设计规定，安装单位应检验运到现场的铝合金结构构件的抗滑移系数是否符合设计要求。考虑到每项铝合金结构工程的数量和制造周期差别较大，因此明确规定了检验批量的划分原则及每一批应检验的组数。

2 规定抗滑移系数检验不能在铝合金结构构件上进行,只能通过试件进行模拟测定。为使试件能真实地反映构件的实际情况,规定了试件的具体要求。

3 为了确保高强度螺栓连接的可靠性,本条规定了抗滑移系数检验的最小值必须大于或等于设计值。当抗滑移系数没有达到规定要求时,铝合金结构不能出厂或者工地不能进行拼装,必须对摩擦面作重新处理,重新检验,直到合格为止。

7.3.3 扭剪型高强度螺栓连接副拧紧预拉力精度是靠连接副紧固轴力保证的,为此在施工前必须进行紧固轴力检验,合格后方可使用。

7.3.4、7.3.5 高强度大六角头螺栓连接副的扭矩系数是保证拧紧预拉力准确性的关键参数,为此对高强度大六角头螺栓在施工前必须进行连接副扭矩系数复验。

7.3.6 使用过长的螺栓将浪费钢材,并且在高强度螺栓施拧时带来困难,螺栓太短会使螺母受力不均匀。本条给出了螺栓长度的计算公式。

7.3.8 临时螺栓的安装数量应能承受构件的自重和连接校正时的外力作用,规定每个节点安装的最少个数是为了防止连接后构件位置偏移,限制冲钉用量。使用临时螺栓,是为了使铝合金板间有效夹紧,尽量消除间隙。

7.3.9 为了防止螺纹损伤和连接表面状态改变而引起扭矩系数变化,连接用高强度螺栓不得兼做临时螺栓。另外,对高强度大六角头螺栓连接副,垫圈设置内倒角是为了与螺栓头下的过渡圆弧相配合,因此在安装时垫圈带倒角的一侧必须朝向螺栓头,否则螺栓头就不能很好与垫圈密贴,影响螺栓的受力性能。对螺母一侧的垫圈,因倒角侧的表面较不整,拧紧时扭矩系数较小,且离散率也较小,所以垫圈有倒角的一侧应朝向螺母。

7.3.11 强行穿入螺栓会使螺纹受到损伤,严重影响拧紧预拉力。

7.3.12 潮湿板面会引起螺栓的锈蚀,影响高强度螺栓连接长期

使用的安全性，另外，铝合金板表面有浮锈会降低抗滑移系数。安装前应按下列方法进行处理：

- 1 有少量微锈的，可用钢丝刷除锈。
- 2 锈蚀比较严重的，应用砂轮机除锈。
- 3 砂轮机打磨方向应同构件受力方向垂直。
- 4 砂轮打磨范围不应小于螺栓孔径的 4 倍。
- 5 砂轮应来回均匀打磨。

7.3.13 由于铝合金板可能不完全平整，致使先拧与后拧的高强度螺栓预拉力有很大的差别。为了防止这一现象，提高拧紧预拉力的精度，使各螺栓受力均匀，高强度螺栓的拧紧力应分为初拧和终拧。另外，高强度螺栓连接副安装在构件上如不及时拧紧，其扭矩系数会有较大的改变，所以本条规定了拧紧工作应在同一天内完成。

7.3.14 螺栓群由中间向四方拧紧是为了使高强度螺栓连接处板层更好的密贴。

7.3.19 扭剪型高强度螺栓应以扭断螺栓尾部梅花部分为终拧。初拧的扭矩参照高强度大六角头螺栓，取扭矩系数的中值 0.13，按 $0.13 \times \text{扭剪型螺栓紧固轴力} \times \text{螺栓公称直径的 } 50\%$ 确定。

7.3.20 考虑到初拧后螺栓的预拉力有所损失，所以采用复拧扭矩值等于初拧扭矩值，以保证连接节点复拧后螺栓预拉力能达到要求的初拧值。另外，初拧后或复拧后的高强度螺栓应用不同颜色分别涂上标记，以防止初拧、复拧的连接副混淆不清。

7.4 质量要求

7.4.2 高强度螺栓连接：

1 规定终拧在初拧 1h 后进行。因为这时预拉力损失大部分已经完成，在 24h 之内检查是为了防止时间过长扭矩系数发生变化。

2 扭剪型高强度螺栓因其结构特点，施工中梅花部分承受的是反扭矩。梅花头部分拧断，即螺栓连接副已施加了相同的扭

矩，故检查只需目测梅花头拧断即为合格。

3 高强度螺栓初拧、复拧的目的是为了使摩擦面能密贴，且螺栓受力均匀，对大型节点强调安装顺序是防止节点中螺栓预拉力损失不均，影响连接刚度。

4 表面不平整，有飞溅、毛刺等会使板面不密贴，影响高强度螺栓连接的受力性能，另外板面上有油污将会大幅降低摩擦面的抗滑移系数，因此表面不得有油污。

5 自由穿入螺栓孔不会损失丝扣。气割扩孔很不规则，既削弱构件有效截面，还会使扩孔处铝合金板材造成缺陷。遇长孔或气割扩孔时，应采取加大使用垫圈等措施，并取得设计单位的同意。

6 对螺栓球节点网架，其刚度往往比设计值要低。主要原因是因为螺栓球与铝合金构件连接的高强度螺栓紧固不牢，出现间隙、松动等未拧紧情况，当下部支撑系统拆除后，由于连接间隙、松动等原因，挠度明显加大，超过规范规定的限值。

8 预 拼 装

8.1 一 般 规 定

8.1.1 一般情况下，对于非平面的空间铝合金结构，当其外表面展开面积大于 1000m^2 时，在正式安装前宜进行预拼装。其他铝合金结构，应依据合同规定或设计要求确定是否进行预拼装。

8.1.3 当受运输、起吊等条件限制时，可根据设计规定或合同要求在出厂前进行预拼装，预拼装数量可按设计或合同要求执行。

8.2 预 拼 装

8.2.3 分段构件预拼装或构件与构件的总体预拼装若为螺栓连接，在预拼装时，所有节点连接板均应装上，除检查各部尺寸外，还应采用试孔器检查板叠孔的通过率。施工过程中，如错孔在 3.0mm 以内时，一般可用绞刀铣孔或锉刀锉孔，其孔径扩大不超过原孔径的 1.2 倍；如错孔超过 3.0mm ，对非主要受力构件，一般可用焊补堵孔后再修孔；如果是主要受力构件，因为焊接热影响区的材料强度将大为减弱，因此不宜用焊补堵孔，一般应予以调换构件。

8.2.8 铝合金材料的线膨胀系数较大 ($2.35 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$)，是钢材线膨胀系数的近 2 倍，大型框架预拼装宜选择在日出前、日落后检测，以检验经过一天日照后，温度对框架的残留影响是否满足设计要求。

9 铝合金框架结构安装

9.1 一般规定

9.1.1 安装施工应按施工组织设计进行，强调施工前要做好技术准备工作。施工组织设计是施工单位编制的指导施工的重要技术文件，可视铝合金结构安装工程量的大小和技术的难易程度等因素，编制施工组织设计、施工方案或作业设计。

保证结构的稳定性和构件不发生永久性变形，是对铝合金结构安装的基本要求。由于构件刚度较小，所以安装前要确定构件重心，选择合理的吊点位置和吊具，对重要的构件和细长构件应进行吊装前的稳定性验算，并根据验算结果进行临时加固。构件安装过程中采取必要的牵拉、支撑和临时连接等措施也是非常重要的。

9.1.2 因运输条件等限制而需要在工厂分段制作的大型构件，出厂前一般应在工厂进行预拼装，并有详细记录标明组装偏差。工地正式组装时，应以预拼装记录作为调整依据。当组装出现问题时，应查明原因，不得盲目改变或修扩构件原设计孔以及杆件的位置。

9.1.3 铝合金结构构件存放过程中容易被灰尘、泥沙和油污等污染，安装前如不清除，不仅影响结构观感质量，而且长期粘着会侵蚀涂层，影响结构防腐蚀能力。

9.2 基础和支承

9.2.1 为防止铝合金框架结构安装中因基础混凝土强度低而造成基础破坏，本条作出了对基础混凝土强度的规定。近年来，结构安装工程中采用大型履带式或轮胎式吊装机械施工的情况日渐增多，施工中因基础周围不回填或回填不密实造成施工机械倾翻

的事故时有发生。因此本条作了有关基础回填的规定。

9.2.3 铝合金框架结构安装工程中，柱底下多数采用钢垫板支承的方法，本条对钢垫板的设置从技术上作了基本规定。铝合金结构安装用钢垫板按承受荷载情况可分为三种：

1 柱底板下的钢垫板组数较多，所有荷载均由钢垫板承受，灌浆层只起固定垫板和防止油、水等液体流入的作用。

2 垫板组数较少，只起结构校正（标高、垂直度）作用，灌浆层与柱底座接触紧密，荷载基本由灌浆层承受。

3 柱底板下垫以一定数量的钢垫板，每组垫板均垫稳、垫实，且灌浆层与底座接触紧密，荷载由垫板和灌浆层共同承受。

坐浆垫板是近年来安装行业所采用的一种重大革新工艺，它不仅可以减轻施工人员的劳动强度，提高效率，而且可以节约数量可观的钢垫板。坐浆垫板要承担较大载荷，故要求采用较高强度等级的无收缩砂浆（混凝土），强度等级可由施工单位根据灌浆到吊装的时间要求确定，但结构吊装前砂浆（混凝土）试块强度应达到要求。

将支承面和支座的允许偏差合为一个标准，这是考虑到这两种柱基允许偏差相差无几，不足以影响结构安装精度。柱底板底面与柱基支承面（支座）的贴合状况，除与支承面（支座）表面的水平度有关外，还和柱底板的平面度以及柱底板与柱轴线的垂直度有关。考虑到所用水平尺的示值范围，故将允许偏差值统一为 1/1000。

考虑到坐浆垫板设置后不可调节的特性，所以规定其顶面标高偏差为 $-3\text{mm}\sim 0$ 。

9.3 安装和校正

9.3.1 铝合金结构安装前的构件检查非常重要，安装前应对外形尺寸、螺栓孔（或铆钉孔）位置及直径、连接件位置、焊缝、摩擦面处理、防腐涂层等进行详细检查，对构件的变形、缺陷，一定要在地面进行矫正、修理，合格后方可安装。

铝合金框架结构的测量工艺、校正方法、厚铝板焊接工艺、高强度螺栓安装工艺等，在安装前都应根据工程特点和现场条件进行编制。

9.3.2 为了减少高空安装工作量，在起重设备能力允许的条件下，尽可能在地面组拼成扩大安装单元。为防止构件在吊装过程中局部受力大而变形，对受力大的部位要进行验算。必要时应采取临时加强措施，如增加起吊桁架、铁扁担、滑轮组等。

采用综合安装时，每个安装单元按顺序把柱、支撑、托架、桁架、天窗架、屋面板或多层铝合金结构一节柱上的全部构件组成一个独立的有足够刚度和可靠稳定性的空间结构。

9.3.3 铝合金框架结构的主要构件，如柱、梁、屋架、支撑等，安装时应立即校正，位置校正正确后，应立即进行永久固定。切忌安装一大片后再另组织人员进行校正。不允许在安装时不对主要构件进行校正，而在连成整体后再对单个构件进行校正。

9.3.4 铝合金结构对温差的影响特别敏感，季节变化、天气变化、焊接等产生的热量，对铝合金结构的长度尺寸影响极大，在铝合金结构安装施工组织设计中，应有相应的技术措施保证铝合金结构的外形尺寸符合设计要求和规范的规定。

9.3.7 铝合金结构整体吊装，一般长度较长、面积较大、重量也较重，需用大型起重设备才能进行安装，有时要用2台、3台甚至4台起重设备进行安装，且经常把桁架、网架组成整体屋顶进行高空滑移安装。此时对吊点及滑移受力点要进行安装验算。结构各部位产生的内力必须小于构件的承载力，不产生塑性变形。

9.3.8 铝合金框架结构每节柱的定位轴线，一定要从地面的控制轴线直接引上来，因为下面一节柱的柱顶位置可能有安装偏差，所以不得用下节柱的柱顶位置线作上节柱的定位轴线。

9.3.9 铝合金框架结构安装中，建筑物的高度可以按相对标高控制，也可按设计标高控制，在安装前要先决定选用哪一种方法。可会同建设单位、设计单位、质量检验部门共同商定。

用相对标高安装时，不考虑焊缝收缩变形和荷载对柱的压缩变形，只考虑柱全长的累计偏差不大于分段制作允许偏差加上荷载对柱子的压缩变形值和柱焊接收缩值的总和。采用这种方法安装比较简便。

用设计标高控制安装时，每节柱的调整都要以地面第一节柱的柱底标高基准点进行柱标高的调整，要预留焊缝收缩量、荷载对柱的压缩量。

铝合金框架结构安装时同一层柱顶的高度偏差值应满足国家现行有关标准规定或设计要求。

10 铝合金空间网格结构安装

10.1 一般规定

10.1.2 杆件在工厂内或预制拼装场地内进行连接是为了减少高空或现场的工作量。

10.2 安装方法

10.2.1 空间网格铝合金结构可采用以下方法进行安装：

1 高空散装法：适用于螺栓或铆钉连接节点的各种类型空间网格铝合金结构，宜采用设支架的悬挑施工方法。

2 分条或分块安装法：适用于分割后刚度和受力状况改变较小的空间网格铝合金结构，如两向正交、正放四角锥、正放抽空四角锥空间网格铝合金结构。分条或分块的大小应根据起重能力而定。

3 高空滑移法：适用于正放四角锥、正放抽空四角锥、两向正交正放等空间网格铝合金结构。滑移时滑移单元应保证成为几何不变体系。

4 整体吊装法：适用于各种类型的空间网格铝合金结构，吊装时可在高空平移或旋转就位。

5 整体提升法：适用于周边支承及多点支承空间网格铝合金结构，可用升板机、液压千斤顶等小型机具进行施工。

6 整体顶升法：适用于支点较少的多点支承空间网格铝合金结构。

10.3 施工工艺

10.3.2 在专门的拼装模架上进行小拼，有利于保证小拼单元的形状及尺寸的准确度。

10.3.5 高空滑移一般包括下列两种方法：

1 单条滑移法：分条的空间网格铝合金结构单元在事先设置的滑轨上单条滑移到设计位置后拼接。

2 逐条积累滑移法：分条的空间网格铝合金结构单元在滑轨上逐条积累拼接后滑移到设计位置。

高空滑移法可利用已建结构物作为高空拼装平台。如无建筑物可供利用时，可在滑移开始端设置宽度约大于2个节间的拼装平台。有条件时，可以在地面拼成条状或块状单元吊至拼装平台上进行拼装。

牵引力可按滑动摩擦或滚动摩擦分别按下式进行验算：

1) 滑动摩擦

$$F_t \geq \mu_1 \cdot \xi \cdot G_{ok} \quad (1)$$

式中： F_t ——总启动牵引力；

G_{ok} ——空间网格铝合金结构总自重标准值；

μ_1 ——滑动摩擦系数，在自然轧制表面，经粗除锈充分润滑的钢与钢之间可取0.12~0.15；

ξ ——阻力系数，当有其他因素影响牵引力时，可取1.3~1.5。

2) 滚动摩擦

$$F_t \geq \left(\frac{k}{r_1} + \mu_2 \frac{r}{r_1} \right) \cdot G_{ok} \quad (2)$$

式中： k ——钢制轮与钢之间滚动摩擦系数，可取0.5mm；

μ_2 ——摩擦系数，在滚轮与滚轮轴之间，或经机械加工后充分润滑的钢与钢之间可取0.1；

r_1 ——滚轮的外圆半径（mm）；

r ——轴的半径（mm）。

当网架滑移时，两端不同步值不应大于50mm。

10.3.6 网格结构吊装设备可根据起重滑轮组的拉力进行受力分析，在提升阶段或就位阶段时，可分别按下列公式计算起重滑轮组的拉力：

1 提升阶段 (图 1a)

$$F_{t1} = F_{t2} = \frac{G_1}{2\sin\alpha_1} \quad (3)$$

2 就位阶段 (图 1c)

$$F_{t1}\sin\alpha_1 + F_{t2}\sin\alpha_2 = G_1 \quad (4)$$

$$F_{t1}\cos\alpha_1 = F_{t2}\cos\alpha_2 \quad (5)$$

式中: G_1 ——每根拔杆所担负的空间网格铝合金结构、索具等荷载;

F_{t1} 、 F_{t2} ——起重滑轮组的拉力;

α_1 、 α_2 ——起重滑轮组钢丝绳与水平面的夹角。

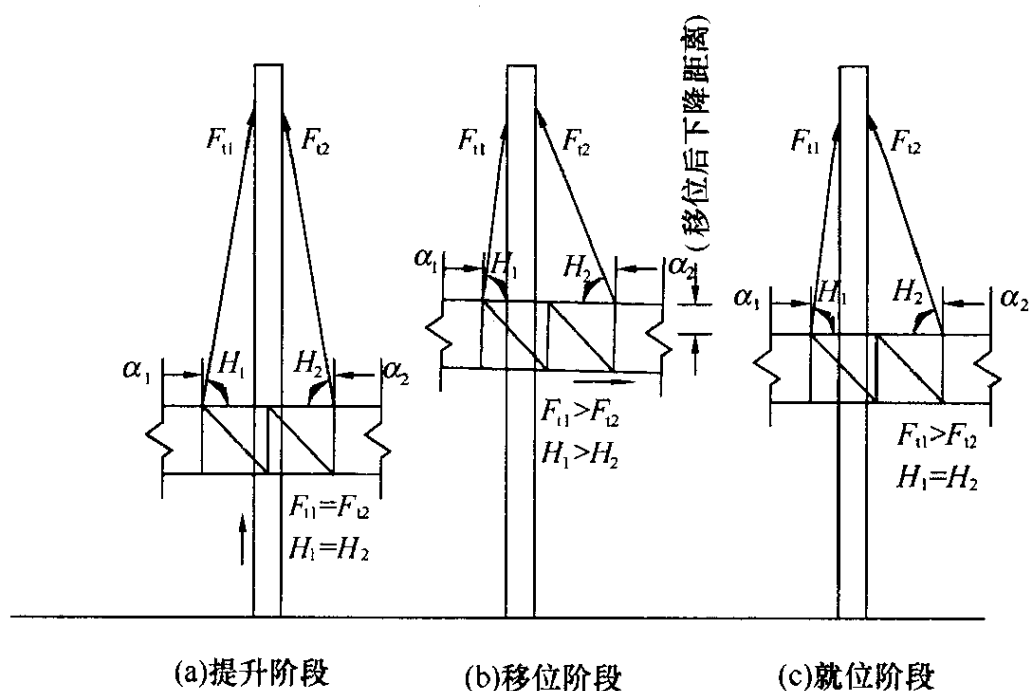


图 1 空间网格铝合金结构空中移位示意

11 铝合金面板安装

11.0.1 铝合金面板为薄壁长条，板型规格众多，绘制符合设计要求的排板图，明确铺设和连接固定方式是保证铝合金面板安装质量的措施。

11.0.5 铝合金面板工程的施工测量，主要强调：

1 铝合金面板分格轴线的测量应与主体结构测量相配合，主体结构出现偏差时，铝合金面板的分格线应根据主体结构偏差及时调整、分配、消化，不得积累。

2 对铝合金面板的测量，如果风力大于4级，容易产生不安全因素或测量不准确等问题。

3 铝合金面板的形状大多不规则，而且主体结构的施工难免出现偏差，所以在测量时应绘制精确的设计放样详图，对曲面结构的铝合金面板，要严格控制中心点和纵横控制轴线，并进行复核定位。

4 定期对铝合金面板的安装定位基准进行校核，保证安装基准的正确性，避免因此产生安装误差。

5 曲面结构的铝合金面板不易定位，测量放线应以球的中心为基点，找出定位基准线及基准面，以此确定不同高度位置圆的半径，确定所有水平方向和高度方向的分格点。

6 铝合金面板为空间定位，测量放线时使用高精度定位仪器能保证测量放线的准确性。

11.0.11~11.0.13 为确保铝合金面板工程的排水顺畅，板面整齐、美观，檐口与屋脊局部起伏5m长度内不应大于10mm。

为保证排水的通畅性，并防止出现倒排水现象，在铝合金面板与天沟或檐口交界处以及铝合金面板与山墙交界处均应按要求安装泛水板。泛水板接合应紧密，收边固定，包封严密，棱角

顺直。

11.0.14 为了保证屋面排水顺畅，铝合金面板应顺水流方向设置，沿坡度方向（纵向）应为一整体，无接口，无螺钉连接。由于铝合金面板材料的特性，热胀冷缩引起面板的摩擦会影响其使用寿命，同时面板过长可能导致面板起拱或脱离支座连接件。设置位移控制点是为控制面板的伸缩方向，以确保按设计要求的方向伸缩。

11.0.15 铝合金面板工程的面层直接影响建筑的外观质量，而且在安装、吊运和运输过程中容易损伤，本条对此提出要求。

11.0.16 铝合金面板中板与板之间的密封处理严重影响铝合金面板工程的水密性能，对不同面板形式、不同材料、不同环境要求、不同功能要求，应采取不同的密封处理方法。

12 铝合金幕墙结构安装

12.1 一般规定

12.1.1 铝合金幕墙结构的构件及附件的材料品种、规格、色泽和性能，应在幕墙设计文件中明确规定，安装施工应按设计要求执行。对现场构件应按质量要求进行检查和验收，不得使用不合格和过期的材料。对幕墙施工环境和分项工程施工顺序要认真研究，对会造成严重污染的分项工程应安排在幕墙安装前施工，否则应采取可靠的保护措施。

为了满足幕墙安装施工的质量，要求主体结构工程应满足幕墙安装的基本条件，特别是主体结构的垂直度和外表面平整度及结构有尺寸偏差，尤其是外立面很复杂的结构，必须同主体结构设计相符，并满足验收规范的要求。相关的主体验收规范主要包括：《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《砌体工程施工质量验收规范》GB 50203 等。

12.2 施工安装

12.2.1 铝合金幕墙的施工测量，主要强调：

1 铝合金幕墙分格线的测量应与主体结构的测量配合，主体结构出现偏差时，铝合金幕墙分格线应根据主体结构偏差及时进行调整，不得累积。

2 定期对铝合金幕墙安装定位基准进行校核，以保证安装基准的正确性，避免产生安装误差。

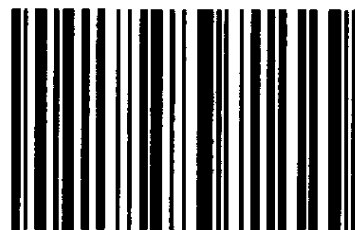
12.2.2 为了保证幕墙与主体结构连接的可靠性，幕墙与主体结构连接的预埋件应在主体结构施工时按设计要求的位置和方向进

行埋设。若幕墙承包商对幕墙的固定和连接件有特殊要求时，承包商应提出书面要求或提供埋件图、样品等，反馈给设计单位，并在主体结构施工图中注明。

12.2.3 施工单位使用的吊篮，必须是具有法人资格和合法经营手续的企业（厂家）生产的产品，并有生产许可证。应根据市场对比，选择采用合格优质吊篮产品，该产品必须经过法定检测机构检测合格（凭检验报告），有产品合格证，并签订购供货与安装安全合同，在合同中明确安全要求及法律责任。应对厂家资质进行审查，要求厂家提供《企业法人营业执照》、《资质证书》、《质量管理体系认证证书》、安监部门颁发的准用证、安装、使用和维修保养说明书，以及安装图、易损件图、电气原理图、接线图和液压系统图等。吊篮产品必须有明确、醒目、耐久的标志牌，标志牌上应注明名称、主要技术性能、制造日期、出厂编号、制造厂等。吊篮施工资料应齐全，并报当地建设工程安监部门备案。

工作钢丝绳和安全钢丝绳均不得损伤和发生变形、扭曲，不得沾油，严禁钢丝绳对接使用。钢丝绳磨损、断丝、腐蚀情况的检验和报废判定按《起重机 钢丝绳 保养、维护、安装、检验和报废》GB/T 5972 的有关规定要求执行。穿工作钢丝绳时，应消除绳内卷绕应力，即从悬挂机构顶部放绳后，绳成自然垂吊状态。钢丝绳长度按实际需要悬挂，如有余量，应安排在悬挂机构（吊杆）端，并理顺、圈起后捆扎好，防止损伤。在提升机穿绳的全过程中密切注意有无异常现象，若有异常，则应立即停止穿绳，以免损坏钢丝绳或提升机内部零件。

12.2.4 立柱安装的准确性和质量，影响整个幕墙的安装质量，是幕墙安装施工的关键之一。连接件的幕墙平面轴线与建筑物的外平面轴线距离的允许偏差控制在 2mm 以内，特别是建筑平面呈弧形、圆形和四周封闭的幕墙，其内外轴线距离影响到幕墙的周长，影响玻璃板的封闭，应认真对待。



1 5 1 1 2 1 7 9 0 5

统一书号: 15112 · 17905
定 价: 14.00 元