
轻型钢结构设计手册

(第三版)

汪一骏

主 编

冯 东

纪福宏

张利军

副主编

中国建筑工业出版社

轻型钢结构设计手册

(第三版)

汪一骏

主 编

冯 东 纪福宏 张利军 副主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

轻型钢结构设计手册/汪一骏主编. —3 版. —北京: 中国建筑工业出版社, 2018. 8

ISBN 978-7-112-22359-6

I. ①轻… II. ①汪… III. ①轻型钢结构—结构设计—手册

IV. ①TU392.504-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 131942 号

本手册基于近年来的工程设计经验、国家建筑标准设计图集应用和科研成果, 根据新颁布的《钢结构设计标准》GB 50017—2017、《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015 以及其他相关的国家规范、规程和标准进行编写, 内容包括:

钢结构设计基本规定与计算和轻型屋面为主的单层厂房钢结构, 涉及檩条、屋架、网架、吊车梁、门式刚架和墙架等设计, 以及通用构件选用表, 构件承载力与截面计算图表。本书可供建筑结构的设计、施工、监理和教学人员参考和使用。

责任编辑: 赵梦梅

责任校对: 张 颖

轻型钢结构设计手册

(第三版)

汪一骏 主编

冯 东 纪福宏 张利军 副主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 41 字数: 1022 千字

2018 年 12 月第三版 2018 年 12 月第十七次印刷

定价: 99.00 元

ISBN 978-7-112-22359-6

(32228)

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)

前 言

《钢结构设计标准》GB 50017—2017 已经颁布。本手册是中国建筑工业出版社为设计应用钢结构而组织编写的《轻型钢结构设计手册》。本版是在中国建筑工业出版社的《轻型钢结构设计手册和轻型钢结构设计指南》的基础上结合《钢结构设计标准》GB 50017—2017 和《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015 修编外,还增加了《建筑抗震设计规范》GB 50010—2010 (2016 版) 和冷弯薄壁型钢结构的计算内容。

为普及新的钢结构设计标准应用、国家建筑标准设计图集的正确选用,增加结构整体概念,在某些例题中还附有完整的施工详图。

此外在主要章节中还列有构件设计中的若干问题一节,充分反映历次专家在国家建筑标准设计图集编制审查会的建议和国家建筑标准设计图应用中的改进意见。

本手册主要分工:

第 1、2 章	汪一骏	庞翠翠			
第 3、5、6 章	冯 东				
第 4、7、9 章	纪福宏	汪一骏			
第 8 章	张利军	汪一骏	庞翠翠		
第 10 章	冯 东	纪福宏	庞翠翠	郭惠琴	汪一骏
第 11 章	纪福宏	冯 东	汪一骏	郭惠琴	
第 12 章	纪福宏	汪一骏	庞翠翠		

全书由汪一骏统稿和解答。因水平有限,书中不周之处,望批评指正。在编写中承蒙北京交通大学土建学院和北京交大建筑勘察设计院有限公司的大力支持,深致谢意。

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 轻型钢结构的特点及应用	1
1.2 屋面材料及建筑构造	4
1.3 结构材料及连接材料	9
第 2 章 设计基本规定与计算	13
2.1 设计基本规定	13
2.2 轴心受力构件和拉弯、压弯构件	21
2.3 连接计算与构造	38
2.4 设计基本规定中的若干问题	49
第 3 章 檩条	52
3.1 檩条的形式及特点	52
3.2 檩条截面尺寸	55
3.3 檩条荷载	55
3.4 檩条计算	56
3.5 檩条的布置、连接与构造	61
3.6 檩条设计实例	66
【例题 3-1】冷弯薄壁卷边槽钢檩条	67
【例题 3-2】冷弯薄壁卷边槽钢檩条（风吸力控制）	71
【例题 3-3】冷弯薄壁直卷边 Z 形钢檩条	73
【例题 3-4】冷弯薄壁斜卷边 Z 形钢檩条（连续）	75
【例题 3-5】高频焊接薄壁 H 形钢檩条	76
【例题 3-6】高频焊接薄壁 H 形钢檩条（两跨连续）	77
【例题 3-7】平面桁架式檩条	78
【例题 3-8】冷弯薄壁型钢平面桁架式檩条	80
【例题 3-9】空间桁架式檩条	81
3.7 檩条设计中的若干问题	84
第 4 章 屋架	90
4.1 屋架设计规定	90
4.2 角钢和 T 型钢屋架	97
4.3 钢管屋架	111
4.4 屋架设计实例	127
【例题 4-1】24m 角钢（含上下弦 T 型钢）屋架（GWJ-1）	128
【例题 4-2】18m 角钢（含上下弦 T 型钢）屋架（设 6m 天窗架）（GWJ-2）	148

【例题 4-3】18m 角钢 (含上下弦 T 型钢) 屋架 (有 1~2t 悬挂吊车)	
(GWJ-3)	153
【例题 4-4】24m 轻型屋面梯形方钢管屋架计算	158
【例题 4-5】24m 轻型屋面圆钢管屋架计算	173
4.5 屋架支撑 (含门式刚架)	178
【例题 4-6】承受风荷载的横向支撑 (SC-1)	187
【例题 4-7】屋架端部竖向支撑 (ZC-1)	188
4.6 钢屋架及支撑设计中的若干问题	190
第 5 章 网架	194
5.1 网架的特点与适用范围	194
5.2 网架结构形式	194
5.3 网架结构形式选择	198
5.4 网架主要尺寸的确定	199
5.5 网架结构计算	199
5.6 网架杆件设计	200
5.7 网架节点设计与构造	201
5.8 网架设计实例	210
【例题 5-1】正放四角锥网架	210
【例题 5-2】斜放四角锥网架	214
第 6 章 吊车梁	218
6.1 概述	218
6.2 吊车梁系统的组成和类型	218
6.3 设计的基本要求	219
6.4 实腹式焊接吊车梁	220
6.5 悬挂式吊车梁	232
6.6 吊车梁与柱的连接构造	233
6.7 吊车轨道和车挡	236
6.8 吊车梁设计实例	238
【例题 6-1】6m 热轧 H 型钢吊车梁 (DL-1)	238
【例题 6-2】7.5m 焊接工字形吊车梁 (DL-2)	244
6.9 钢吊车梁设计中的若干问题	252
第 7 章 门式刚架	253
7.1 门式刚架的特点及适用范围	253
7.2 门式刚架的结构形式及有关要求	254
7.3 门式刚架的内力和侧移计算	257
7.4 门式刚架的构件设计	262
7.5 门式刚架的节点设计	270
7.6 门式刚架的抗震构造措施	277
7.7 门式刚架的设计实例	277

【例题 7-1】单跨双坡门式刚架 (GJ-1) (有 5t 梁式吊车)	277
【例题 7-2】单跨双坡门式刚架 (GJ-2)	285
7.8 门式刚架设计中的若干问题	288
第 8 章 墙架	297
8.1 墙架设计与构造	297
8.2 墙架构件的计算实例	306
【例题 8-1】纵墙横梁计算 (C 型钢)	306
【例题 8-2】纵墙墙梁计算 (高频焊接薄壁 H 型钢)	307
【例题 8-3】山墙抗风柱 (无抗风桁架) 计算	308
8.3 墙架构件设计中若干问题	311
第 9 章 制作、安装、抗火、防腐蚀和隔热	313
9.1 概要	313
9.2 制作	313
9.3 安装	314
9.4 抗火设计	315
9.5 防腐蚀设计	316
9.6 隔热设计	318
第 10 章 结构系列	320
10.1 檩条构件选用	320
10.2 屋架主要杆件选用	327
10.3 网架杆件选用	334
10.4 吊车梁构件选用	372
10.5 门式刚架构件选用	376
10.6 墙架构件选用	386
10.7 支撑构件选用	389
第 11 章 计算图表	396
11.1 普通钢结构受弯构件的整体稳定系数 φ_b	396
11.2 轴心受压构件的截面分类	400
11.3 轴心受压构件的稳定系数 φ	402
11.4 受压板件的有效宽厚比 $\frac{b_c}{t}$	406
11.5 柱的计算长度系数	420
11.6 常用钢材截面特性表	427
11.7 受弯构件的整体稳定系数 φ'_b 表	515
11.8 轴心受压构件的承载力设计值	562
11.9 连接的承载力设计值	600
11.10 热轧角钢螺栓孔距规线表	618

第 12 章 常用内力计算公式及吊车规格 619

12.1 横梁的固端弯矩..... 619

12.2 单跨等截面门式刚架弯矩剪力计算公式..... 622

12.3 单层厂房的柱顶反力..... 627

12.4 吊车规格技术资料..... 631

参考文献..... 648

第 1 章 概 述

1.1 轻型钢结构的特点及应用

1.1.1 结构特点

轻型钢结构主要指由圆钢、小角钢和薄壁型钢组成的结构。这是相对于普通钢结构而言的。轻型钢结构的屋面荷载较轻，因而杆件截面较小、较薄。轻型钢结构除具有普通钢结构的自重较轻、材质均匀、应力计算准确可靠、加工制造简单、工业化程度高、运输安装方便等特点外，还具有取材方便、用料较省、自重更轻等优点。它对加快基本建设速度，特别对中小型企业建设，以及对现有企业的挖潜、革新、改造等工作能起一定的作用，因而受到建设单位的普遍欢迎。

轻型钢结构与普通钢结构并无明确的分界线和设计上的差异。早在 20 世纪 70 年代我国钢结构设计规范首次将圆钢、小角钢的轻型钢结构列为专门一章，对推广轻型钢结构起了很大作用。但人们易片面地认为轻型钢结构只是指“跨度不超过 18m 且起重量不大于 5t 的轻、中级工作制桥式吊车的房屋中采用有圆钢或小角钢（小于 $L45 \times 4$ 或 $L56 \times 36 \times 4$ ）的钢结构”，而忽视了大量应用的其他截面尺寸较小、壁厚较薄的轻型钢结构。因此，轻型钢结构的范畴和定义应为所有轻型屋面、墙体下所采用的钢结构。本书着重介绍轻型钢结构有关的压型钢板、夹芯板和发泡水泥复合板（太空板）为主的轻型屋面、轻型檩条、屋架、网架、吊车梁和门式刚架等的设计和构造。

轻型钢结构的经济指标较好。轻型钢屋盖结构的用钢量一般为 $8 \sim 15 \text{ kg/m}^2$ ，接近在相同条件下钢筋混凝土结构的用钢量，且能节约大量木材、水泥及其他建筑材料，将结构自重减轻为普通钢结构的 $70\% \sim 80\%$ ，总的造价较低。由于结构自重轻，也为改革笨重的结构体系创造了条件。因此，轻型钢结构是很有发展前途的一种结构。

轻型钢结构的用途是多方面的，较多地应用于房屋的屋盖结构。轻型钢结构得以推广的关键在于使用轻型屋面材料。因此，研究并推广具有较好保温、隔热和防水性能的轻型屋面材料，对轻型钢结构的发展有很大的意义。

圆钢、小角钢的轻型钢结构除具有取材方便、能小材大用、制造和安装方便等优点外，用钢量也较省。这种结构的形式可以是多种多样的，它与屋面材料和结构材料有关。当屋面材料为纤维水泥波形瓦时，宜选用坡度较大的有檩屋盖结构体系，如冷弯薄壁 Z 形钢或桁架式檩条、三角形屋架等。当屋面材料为加气混凝土板时，宜选用坡度较平的无檩屋盖结构体系，如梭形屋架。三角形屋架主要由角钢组成；桁架式檩条和梭形屋架为圆钢和角钢的组合结构。

冷弯薄壁型钢结构是在近几十年发展起来的轻型钢结构。冷弯薄壁型钢具有较好的截面特征，壁厚为 $1.5 \sim 5 \text{ mm}$ ，一般采用 $2.0 \sim 3.0 \text{ mm}$ ；它的截面形状合理且多样化；与热

轧型钢相比,在相同截面面积的情况下,薄壁型钢的回转半径可增大 50%~60%,截面惯性矩和截面模量可增大 0.5~3.0 倍,因而能较合理地利用材料的强度;与普通钢结构相比,可节约钢材 30%。上海、湖北等地已在近百万平方米的建筑中应用了三角形薄壁型钢屋架和薄壁 Z 形钢檩条、薄壁型钢和圆钢组合的平面桁架式檩条,并获得了较好的技术经济效益,为薄壁型钢结构的设计、制造、安装和使用维护,积累了经验,为轻型钢结构的发展开辟了蹊径。

1.1.2 结构形式及应用范围

单层轻型房屋一般采用屋架、网架和门式刚架为主要承重结构。其上设檩条、屋面板(或板檩合为一体的太空轻质大型屋面板),其下设柱(对刚架则梁柱合一)、基础,柱外侧有轻质墙架,柱的内侧可设吊车梁。轻型钢结构房屋的具体布置见图 1-1~图1-3。

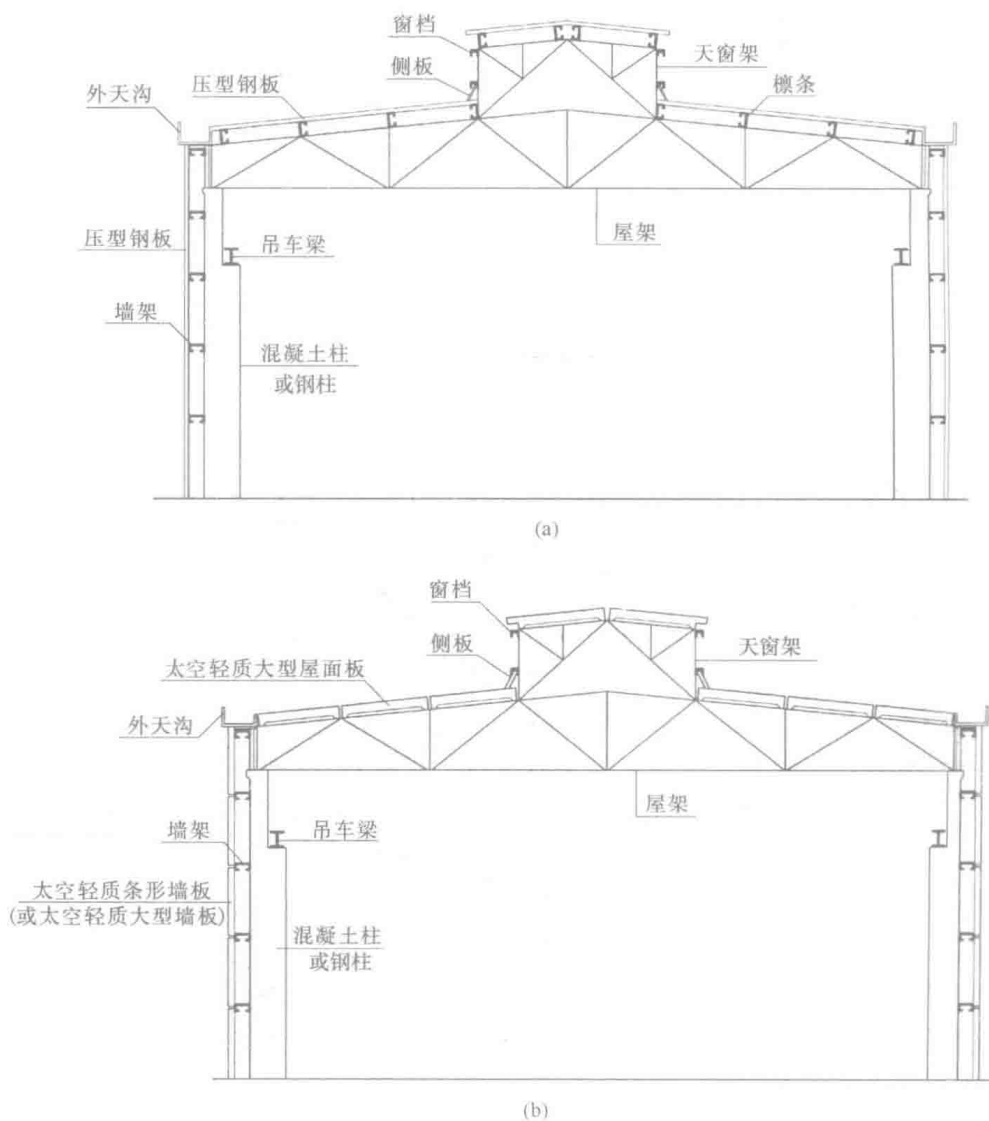


图 1-1 屋架

(a) 有檩体系; (b) 无檩体系

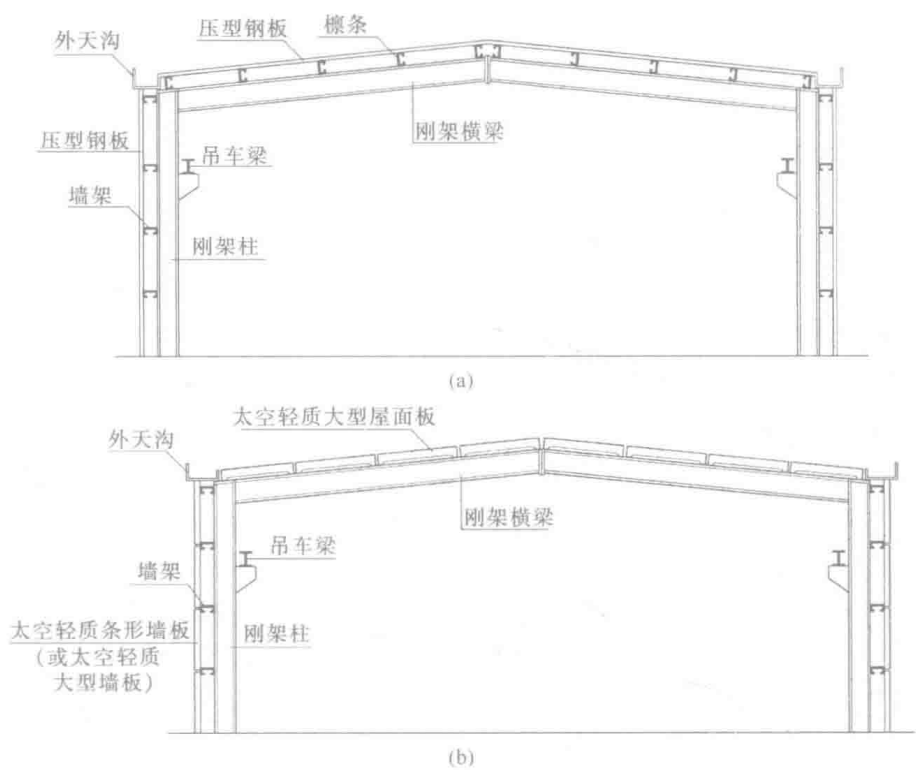


图 1-2 门式刚架
(a) 有檩体系；(b) 无檩体系

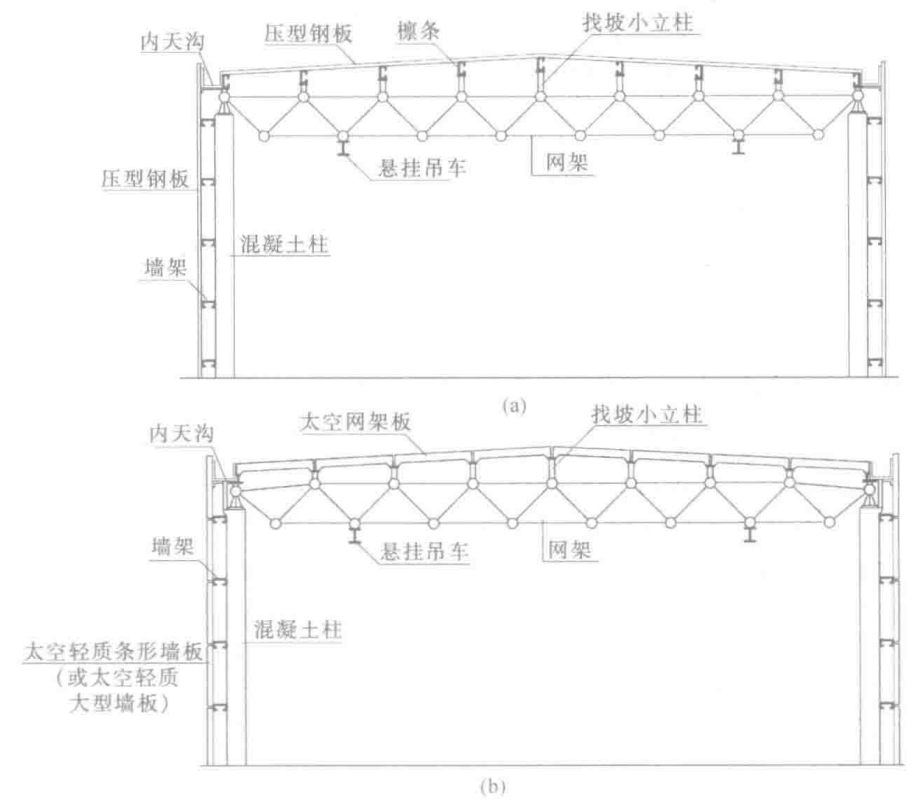


图 1-3 网架
(a) 有檩体系；(b) 无檩体系

1. 屋架

目前大量应用的压型钢板有檩体系和太空轻质大型屋面板无檩体系多为平坡轻型屋面。当房屋跨度较大、高度较高时宜采用屋架结构。屋架结构的形式、构造及设计见图 1-1 及第 5 章。图 1-1 所示为设有天窗架的屋架结构。

2. 门式刚架

国内外单层轻型房屋大量采用门式刚架结构。我国《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》GB 51022—2015 的颁布,为我国轻型钢结构的推广应用起了促进和更加规范化的作用。门式刚架结构的形式、构造及设计见图 1-2 及第 7 章。

屋架和门式刚架均为平面结构体系,为保证结构的整体性、稳定性及空间刚度,在每榀刚架或屋架间应由纵向构件或支撑系统连接。

3. 网架

当房屋跨度较大,其平面尺寸长短边之比接近于 1 或不超过 2 时,宜采用网架结构。网架结构可提供较大的房屋平面及净空,外形美观。网架结构的形式、构造及设计见图 1-3 及第 5 章。网架为空间结构体系,不像刚架和屋架需另设支撑。

1.1.3 设计中注意事项

轻型钢结构,特别是圆钢、小角钢的轻型钢结构,虽应用已较为普遍,但采用轻型钢结构时,如对设计、施工问题不够重视,往往容易发生工程质量事故。产生事故的原因,有的是钢材不合要求,有的是主要结构未经计算或构造不当,有的是缺少必要的支撑系统。根据过去的经验,轻型钢结构设计中应注意下列事项:

1. 在钢结构施工详图中应注明所采用的钢材牌号和焊条型号,以及对钢材所要求的机械性能和化学成分的保证项目。其质量标准应分别符合现行《碳素结构钢》GB/T 700—2016、《低合金结构钢技术条件》GB/T 1591—2008、《碳钢焊条》GB/T 5117—2012 和《低合金钢焊条》GB/T 5118—2012 规定的要求。对无证明书的钢材必须经试验证明其机械性能和化学成分符合相应标准所列钢材牌号的要求时,才能酌情使用。

2. 在结构形式上,应力求杆件布置合理和节点构造简单。结构的杆件单元体应具有几何不变性,注意区分拉、压杆。对可能产生压力的拉杆应符合压杆的有关要求。

3. 根据结构形式、跨度和计算的要求,以及使用特点,设置必要的支撑系统,以保证结构在安装和使用阶段的强度和稳定性。

4. 在节点处所有杆件的几何轴线应尽量汇交于一点,如构造上确有困难也应力求减少偏心值,并考虑其偏心影响。

5. 结构的构件及杆件间的连接,应足以承受其内力值和保证结构的稳定性。

1.2 屋面材料及建筑构造

1.2.1 屋面材料

轻型钢结构的屋面材料,宜采用轻质高强、耐火、防火、保温和隔热性能好,构造简单,施工方便,并能工业化生产的建筑材料。如压型钢板、瓦楞铁和各种纤维水泥瓦。在

我国由于料源的限制,有时还需沿用传统的黏土瓦和水泥平瓦。

1965年后我国曾普遍应用过钢丝网水泥波形瓦和预应力混凝土槽瓦等自防水构件作为轻型屋面的瓦材,获得了较好的经济指标,也取得了一定的经验。但这些屋面的自重还不够轻,在防水、保温和隔热性能等方面还需要进一步改进。近年来我国又在逐步推广使用加气混凝土板等屋面材料。

兹将国内已采用的几种屋面材料分述于下:

1. 黏土瓦或水泥平瓦

这种屋面瓦的自重约为 0.55kN/m^2 ,是一种传统性材料。由于取材、运输、施工都较方便,适应性强,特别适用于零星分散、机械化施工水平不高的建设项目和地方性工程。因此,有时还有一定的应用价值。

2. 木质纤维波形瓦

这种屋面瓦的自重约 0.08kN/m^2 ,是在木质纤维内加酚醛树脂和石蜡乳化防水剂后预压成型,再经高温高压制成的。其特点是能充分利用边角料,具有轻质高强、耐冲击和一定的防水性能,运输和装卸无损耗,适用于料棚、仓库和临时性建筑。这种瓦的缺点是易老化,耐久性差;对屋面定时使用涂料进行维护保养,一般可使用10年左右。

3. 纤维水泥波形瓦

这种屋面瓦自重约 0.20kN/m^2 ,在国内外都属于广泛采用的传统性材料;具有自重轻、美观、施工简便等特点;除适用于工业和民用建筑的屋面材料外,还可以作墙体围护材料。纤维水泥瓦的材性存在着脆性大、易开裂破损、吸水后产生收缩龟裂和挠曲变形等缺陷。国外通过对原材料成分的控制、掺加附加剂,进行饰面处理和改革生产工艺等,可使纤维水泥瓦有较好的技术性能。目前,我国纤维水泥瓦的产量不多,有些质量还不够高,正在积极研究采取措施,以扩大生产,提高质量。有些工程在纤维水泥瓦下加设木望板,以改善其使用效果,及便于检查和维修。

4. 加筋纤维水泥中波瓦

这种屋面瓦每平方米自重约 0.20kN/m^2 ,是继过去试制的加筋小波瓦发展起来的新品种。这种瓦于1975年经国家建材总局鉴定,在上海石棉瓦厂定点生产。它是全部利用短纤维水泥加一层 $\phi 1.4\text{mm} \times 15\text{mm} \times 15\text{mm}$ 钢丝网(含 2kg/m^2)制成的,比一般纤维水泥瓦大大提高了抗折强度,改变了受荷破坏时骤然脆断的现象,也减少了运输安装过程中的损耗率。它的最大支点距离可达 1.5m ,比不加筋纤维水泥瓦增大近一倍,故在工程中的用量并没有增加,而且适用于高温和振动较大的车间。这是一种有发展前途的瓦材。但在我国目前成本仍稍高。

5. 压型钢板

压型钢板是采用镀锌钢板、冷轧钢板、彩色钢板等作原料,经辊压冷弯成各种波形的压型板;它具有轻质高强、美观耐用、施工简便、抗震防火的特点,它的加工和安装已经达到标准化、工厂化、装配化。

我国的压型钢板是由原冶金部建筑研究总院首先开发研制成功的,至今已有几十年历史;目前已编制了国家标准《建筑压型钢板》和行业标准《压型金属板设计施工规程》,同时已正式列入《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018—2002指定的使用中。

目前冶金建筑研究总院可生产几十种截面规格的压型钢板,截面都呈波形,从2~6

波,板宽 550~930mm。大波(2~3波)波高 75~130mm,小波(4~6波)波高 14~38mm,个别(3波)波高达 51mm。板厚 0.6~1.6mm(一般可用 0.6~0.8mm)。压型钢板的最大允许檩距,根据支承条件、荷载及芯板厚度,可自产品规格中选用。在屋面中常用的压型板为板宽 600mm、波高 130mm(75mm)的二波(三波)、大波压型板及板宽 750mm、波高 35mm 的六波小波压型板。

压型板的重量为 $0.10\sim 0.18\text{kN/m}^2$,分长尺和短尺两种。一般采用长尺,板的纵向可不搭接。适用于平坡的梯形屋架。

6. 钢丝网水泥波形瓦

这种屋面瓦自重为 $0.40\sim 0.50\text{kN/m}^2$,是采用 $10\text{mm}\times 10\text{mm}$ 网孔的钢丝网(最好用点焊网)和水泥砂浆振动成型的。瓦厚平均 15mm 左右,瓦型类似纤维水泥大波瓦。为了提高瓦的强度和抗裂性,瓦型由开始时六波改为后来的四波和三波。生产这种瓦的设备简单,施工方便,技术经济指标好。在保证操作要求的情况下,瓦的质量和耐久性能符合一般工业房屋的使用要求。但有些单位反映,目前尚存在以下问题,如:制作时钢丝网易回弹、露筋,起模运输吊装过程中易产生裂缝且损耗较多,以及在长期使用过程中因大气作用而出现钢丝网锈蚀和砂浆起皮脱壳等现象,有待研究改进。

7. 预应力混凝土槽瓦

这种屋面瓦自重 $0.85\sim 1.0\text{kN/m}^2$ 。它的最大优点是构造简单,施工方便,能长线叠层生产。在 20 世纪 60 年代后半期开始大量推广应用,发现部分槽瓦有裂、渗、漏等现象。后来经改进的新瓦型,一般在制作时采用振、滚、压的方法,起模运输时采取整叠出槽、整叠运输、整叠堆放以及双层剥离等措施,大大提高瓦的质量,减少瓦的裂缝和损耗,在建筑防水构造上也做了相应的改进。此外,还有采用离心法生产的预应力混凝土槽瓦,对发展机械化生产,提高混凝土密实性和构件承载力都具有较大的优越性。经改进后的槽瓦具有一定的推广价值,可用于一般保温和隔热要求不高的工业和民用建筑。

8. 加气混凝土屋面板

这种屋面板自重 $0.75\sim 1.0\text{kN/m}^2$,是一种承重、保温和构造合一的轻质多孔板材;以水泥(或粉煤灰)矿渣、砂和铝粉为原料,经磨细、配料、浇注、切割并蒸压养护而成,具有自重轻、保温效能高,吸声好等优点。因系机械化工厂生产,板的尺寸准确,表面平整,一般可直接在板上铺设卷材防水,施工方便,目前国外多以这种板材作为屋面和墙体材料。

9. 发泡水泥复合板(太空板)

这是由钢边框或预应力混凝土边框、钢筋桁架、发泡水泥芯材、上下水泥面层(含玻纤网)复合而成,集承重、保温、轻质、隔热、隔声、耐火、耐久等优良性能于一身的新型建筑板材。它自 20 世纪 90 年代初兴起,至今已在全国上千万平方米的工业及民用建筑中应用。发泡水泥复合板已编制成国家建筑标准图 02-ZG710,15CG710-1 建筑用发泡水泥复合板(一)是轻型钢结构建筑中具有发展前途的一种耐久配套屋面和墙体材料。详见《钢框架发泡水泥芯材复合板》GB/T 33499 产品标准。

除上述几种常用的瓦材外,还有塑料瓦和瓦楞铁。前者较柔软,安装不便,老化问题较严重,多用于临时性建筑;后者造价较高。

瓦材规格、最大支点距离见表 1-1 和表 1-2。

瓦材规格表（一）表 1-1

序号	名 称	长 (mm)	宽 (mm)	厚 (mm)	弧 高 (mm)	弧 数 (个)	横向抗折强度 (kN)	最大支点距离 (mm)	参考重 (kN/张)
1	纤维水泥 大波瓦	2800	994	8.0	50	6	3.0	1300	0.48
		1650	994	8.0	50	6	1.2	1500	0.28
2	纤维水泥 中波瓦	2400	745	6.5	33	7.5	2.0/1.7	800	0.22
		1800	745	6.0	33	7.5	2.0/1.7	800	0.14
		1200	745	6.0	33	7.5	2.0/1.7	800	0.10
3	纤维水泥 小波瓦	1820	720	6.0	14~17	11.5	1.7/1.3	800	0.18
		1820	720	8.0		11.5	1.7/1.3	800	0.20
4	纤维水泥 脊 瓦	850	180×2	8.0	—	—	—	—	0.04
		780	230×2	6.0					0.04
5	加筋纤维水 泥中波瓦	1800	745	7~8	33	6	2.0/1.5	1500	0.20~0.22
6	木质纤维 波形瓦	1700	765	6.0	40	4.5	2.0	1500	0.07~0.08
7	压型钢板	按需要	550~930	0.6~1.0	14~130	2~6	—	由国家建 筑标准图 01J925产 品规格选用	0.10~0.18

注：表中未列夹芯板，夹芯板为中间夹保温的双层金属板，详见国家建筑标准图 01J925—1。

瓦材规格表（二）表 1-2

序号	名 称	长 (mm)	宽 (mm)	厚 (mm)	弧(肋)高 (mm)	弧 数 (个)	边 肋 (倾角)	荷 载 (kN/m ²)	最大支点 距离(mm)	参考重 (kN/m ²)
1	钢丝网水泥 波形瓦	1700	830	14	80	3	—	0.5~1.0	1500	0.60
2	预应力混凝 土槽瓦	3300	980~990	25~30	120~130	—	320~450	1.0~2.0	3000	0.90
3	发泡水泥 复合板 (太空板)	3000~ 10000	1500~ 4500	80~150	—	—	100~400	1.9~5.0	10000	0.5~1.1 多数 0.65

1.2.2 屋面建筑构造

屋面建筑构造随瓦型和材质的不同而有不同的特点和要求。具体做法见第 11 章第 7 节屋面建筑构造图。

兹将采用以上各种瓦（板）材构造中的一些问题简述如下：

1. 屋面坡度

屋面坡度与所采用的瓦型有关。坡度太大，瓦材容易下滑，应使屋面瓦材与檩条有较好的连接；坡度太小，屋面容易渗漏，应做好屋面防水处理。对于常用各种屋面瓦材较合理的屋面坡度，详见第 4 章表 4-1，设计时可酌情选用。

2. 瓦（板）的固定和连接

各种瓦与檩条的固定和连接应使构件受力良好，避免应力集中，造成瓦（板）材开

裂。对纤维水泥瓦,要避免在瓦的搭接处用一个螺栓同时固定两层瓦,以及将螺栓拧得过紧,使瓦材局部挤压开裂;对钢丝网水泥波形瓦,因瓦较厚,横向连接宜采用平接,不用搭接,以免上一层瓦局部悬空引起压裂;预应力混凝土槽瓦与檩条的连接,当用预留孔插销连接时,预留孔的大小及位置应准确,以免销钉脱落和将板边拉裂;加气混凝土板的端部要保证有足够的支承长度,并将板瓦相互拉锚,浇灌成整体等。

3. 防水构造中应注意的几个问题

瓦屋面都是通过各种搭接形式达到防水的,因此,它们搭接的构造是防水的关键。一般瓦屋面中容易引起漏水的部位在瓦材接缝、天沟、山墙、天窗侧壁及通风屋脊等处:

(1) 根据屋面的坡度,构件间的搭接应保证有适当的长度,不用砂浆满铺或填塞缝隙,以免引起爬水现象。

(2) 瓦与山墙和高低跨处的连接应做铁皮泛水或挑砖粉滴水线盖缝。

(3) 当采用混凝土天沟支承屋面瓦,在天沟防水油毡施工时上口不易做得严密,故有将天沟改为自承重而另增设檩条承重屋面的,也有取消天沟内的油毡而改为抹压乳化沥青防水或采用自防水天沟等做法的;混凝土天沟每6m长接缝处应涂优质油膏,保证柔性连接。雨水斗的布置要合理,并应考虑它周围的防水,施工时尤要精细严密。

在内天沟处采用桁架式钢檩时,由于檩条端部高度小,不能满足天沟必要的积水和找坡深度,应变换屋架形式,采用上弦端节间处向下弯折的上折式三角形屋架,以增加天沟的高度。

(4) 为避免屋脊部位进风、进雨水的问题,脊瓦应有足够的遮挡深度。波形瓦的波谷深处应用砂浆填塞。

4. 自防水构件的表面涂层

一般钢筋混凝土和钢丝网水泥构件,在制作和使用过程中有时会产生干缩裂缝、温度裂缝或炭化、风化等现象,影响防水和使用寿命。为了提高它们的防水性和耐久性,有必要对瓦面涂以一定厚度的各种涂料。

5. 屋面采光和通风

一般轻型钢屋架,单跨时多利用房屋侧窗采光,多跨时可采用一般玻璃或钢丝玻璃的平天窗,或玻璃钢球形点式采光窗。在通风方面,采用一般的人工通风或从工艺布置上加以改善即能满足使用要求。因此,一般不设高大的矩形天窗架。

对房屋高度较小的门式刚架等可在屋脊上设置通风屋脊。

6. 轻型屋面的保温和隔热

上述各种屋面材料中,除加气混凝土板外其余的瓦材都不具有保温和隔热性能。在单层工业房屋中为了解决屋面的保温和隔热问题,常常会导致构造复杂、施工困难及加大屋盖自重。当使用纤维水泥瓦或黏土瓦屋面时可利用木望板加设保温夹层的构造方案。近年来也有在加筋瓦下加衬瓦加保温层的,也有个别工程在纤维水泥瓦材上铺沥青珍珠岩再加沥青涂料兼作保温防水的。上述几种做法所增加的屋盖自重不多,构造合理,施工较简便。目前我国南方应用自防水构件时,多采用加强屋盖下的自然通风,和在瓦面上涂刷浅色涂层以加强反射来降低构件内表面的温度,也有在檩条下做纸板斜吊顶或平吊顶以达到隔热效果的。

1.3 结构材料及连接材料

1.3.1 结构材料

1. 钢材分类

(1) 按冶炼方法(炉种)可分平炉钢或电炉钢、氧气转炉钢和空气转炉钢。平炉钢质量良好而稳定,应用较广。氧气转炉钢当氧的纯度达到99.5%以上时,可与平炉钢等对待。空气转炉钢的质量差异较大、低温性能较差,一般只用于非承重钢结构中。至于采用平炉、电炉、氧气转炉三种冶炼方法,除非需方有特殊要求,并在合同中注明外,一般由供方自行决定。

(2) 按浇注方法可分镇静钢和沸腾钢。镇静钢脱氧充分,钢锭组织紧密坚实,气泡少,偏析程度小,低温冷脆性能和焊接性能以及抗大气腐蚀的稳定性好。沸腾钢脱氧不完全,钢锭组织不够密实、气泡较多,偏析程度大,冲击韧性较低,故在低温下使用受到一定的限制。

(3) 按化学成分不同,在建筑结构中采用的是碳素结构钢和低合金结构钢。碳素结构钢按含碳量的百分率大小,分为5个牌号。牌号数愈大,含碳量愈高,强度也随之增高,但塑性及韧性却随之降低。低合金结构钢的强度高于碳素结构钢,其强度的增高不是靠增加含碳量,而是靠加入合金元素的程度,因此,它的强度提高而韧性并不降低。在低合金结构钢中,Q345钢的综合性能较好,在我国已有几十年的工程实践经验。

有些国家将钢结构的钢材,按抗拉强度或屈服点划分为若干强度等级,简称牌号,其最大牌号的屈服点已达到 750N/mm^2 。

2. 牌号或钢号表示方法、代号和符号

(1) 碳素结构钢

1) 牌号或钢号表示方法

钢的牌号由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号等四个部分按顺序组成。

例如:Q235—A.F 屈服点为 235N/mm^2 的A级沸腾钢;

Q235—A 屈服点为 235N/mm^2 的A级镇静钢。

2) 符号

Q——钢材屈服点“屈”字汉语拼音首位字母;

A、B、C、D——分别为质量等级;一般钢结构均可用B级,本书以后B级字母省略;

F——沸腾钢“沸”字汉语拼音首位字母;

b——半镇静钢“半”字汉语拼音首位字母;

Z——镇静钢“镇”字汉语拼音首位字母;

TZ——特殊镇静钢“特镇”两个字的汉语拼音首位字母。

在牌号组成表示方法中,“Z”与“TZ”符号予以省略。

按国家标准《碳素结构钢》GB/T 700—2016的规定,钢材的基本保证条件为屈服点、抗拉强度、伸长率以及碳、锰、硅、硫、磷的含量合格,以及钢的残余元素,铬、