

单层轻钢厂房设计实例

上海市金属结构行业协会 主编

中国建筑工程工业出版社

单层轻钢厂房设计实例

上海市金属结构行业协会 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

单层轻钢厂房设计实例 / 上海市金属结构行业协会编.
— 北京: 中国建筑工业出版社, 2005
ISBN 7-112-07881-4

I. 单... II. 上... III. 工业建筑—轻型钢结构—
结构设计 IV. TU27

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第137321号

组织委员会: 沈恭、黄文忠、严建国、王国新、吴景友、张关兴、傅克祥、曹恩民
编辑委员会: 沈恭、王赛宁、尹军、黄静、吴梓玮、宋文、湛湛、费智、陈友泉、刘晓光、张小丽、闵建民、张关兴

主编单位: 上海市金属结构行业协会
参编单位: 巴特勒(上海)有限公司
上海美建钢结构有限公司
美联钢结构建筑系统(上海)有限公司
浙江杭萧钢构股份有限公司
上海华胤钢结构工程有限公司

责任编辑: 徐纺、韦然
正文设计: 邵怡

单层轻钢厂房设计实例

上海市金属结构行业协会 主编

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
新华书店经销
上海腾飞照相制版印刷厂制版
北京同文印刷有限责任公司印刷

开本: 889mm×1194mm 1/8
印张: 34³/₄ 字数: 1210千字
2006年1月第一版 2006年1月第一次印刷
印数: 1-3000册 定价: 70.00元
ISBN 7-112-07881-4

(13835)

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.ch'ha-building.com.cn>

前言

我国单层工业厂房钢结构的设计起始于20世纪50年代初，当时从俄文译成的《单层工业厂房钢结构》一书为设计单位所广泛使用，由于该书编撰比较严谨且实践性强，因此它的影响至今还不容忽视。

过去由于我国钢产量低，工程中钢结构用得较少，单层钢筋混凝土排架式厂房几乎成为工业建筑的通用结构体系。

20世纪80年代以来，由于经济的发展，钢产量的增长，海外资金和技术的引入，钢结构加工制作成套生产流水线的引进、消化、吸收，国际上一些知名钢结构生产企业落户中国，使情况逐年发生了变化。在单层工业厂房范畴内结构自重轻、建设速度快、造价相对较低的轻型钢结构出现了。经过这些年的发展，它几乎已取代了曾经占有过统治地位的单层预制钢筋混凝土排架式厂房结构。

经过这段时期的发展，现在行业内已有了单层轻型钢结构厂房的设计技术规程，上海也颁布了地方性轻钢设计规程。为了进一步推动单层轻钢厂房的技术进步，上海市金属结构行业协会还广泛听取了对轻钢结构加工、制作、设计有丰富经验的会员单位的建议和意见，学习了美国和加拿大的既有经验，开展了科研试验工作，从而明确了轻钢结构构件中单面焊缝应用的范围和技术条件，并纳入了上海的地方技术规程。

通过20多年的实践，单层轻钢厂房大体上已形成了自身的技术体系。已经有了技术规程，有了相应的教科书和教材，有了相关的技术手册和构造图集。可以说，作为设计，它所应该具有的元素差不多已经齐全了。也就是说，“如何做”和“怎样做”的问题基本上解决了。接下去就应该动手“做起来”。本书编撰的目的就是要使广大钢结构设计人员在已经掌握轻钢厂房设计要素的前提下，真正动手做起来，完成自己的设计产品。正因为如此，所以本书不讲原理、不讲计算、不讲设计的基本条件，而是通过工程实例的形式，表达一项单层轻钢厂房完整的施工图设计。

本书所选择的实例均是已经建成的具体项目。项目的设计单位均是取得国家认可轻钢设计专业资质的持证单位，又都是钢结构生产企业的组成成员。完成实例的企业都是上海市金属结构行业协会的主要会员单位，这些工程设计实例可以被看成现阶段上海乃至我国沿海地区轻钢厂房设计水平的展现。

上海市金属结构行业协会希望本书的出版能起到交流、借鉴和提高的作用：

交流——是企业与企业、企业与建筑设计单位之间的交流；

借鉴——希望所有从事轻钢设计的技术人员能从中得到点滴启示，从不同设计实例的不同处理手法中得到启示；

提高——希望通过本书的出版能为行业轻钢设计水平的提高作出一些贡献。

实践说明，单层轻钢厂房的逐年发展其方向是正确的，技术也是成熟的。但我们还应该看到其中的不足。近年来一些厂房在施工过程中发生倒塌的事故并不少见。几次台风造成沿海地区厂房坍塌，屋面掀翻，墙面吹飞，大面积渗漏水例子也不少。这些事故的发生说明在设计过程中还有一些应该引起我们充分重视的环节。为此我们应该真正做到精心设计、确保安全、万无一失，使工程建设能顺利进行。

最后，我们十分感谢会员单位对协会工作的支持，当我们提出要编撰本书的要求后，这些单位及时向我们提供了支持，提供了宝贵的实例素材。我们十分感谢执笔撰写实例的编委会成员，他们平时工作已十分繁忙，为了本书的出版，专门针对每个实例完成了收集、整理、修改、完稿的全过程，终于使本书能成为实例的集成。我们还要感谢中国建筑工程工业出版社的同志，他们每次都参与了编撰会议，提出了好的建议，最终能使本书得以正式付印、出版和发行。

上海市金属结构行业协会

沈芳

2005年9月20日

综 述

自 20 世纪 90 年代以来, 以门式刚架形式为主要受力结构的单层轻钢房屋在我国得到极为广泛的应用。门式刚架属于平面受力结构体系, 通过不同高度、不同跨度的门式刚架单元进行组合, 可以灵活多变地满足各种不同的建筑要求; 其立面布置可以高低错落变化, 其平面布置几乎不受限制; 单个构件可以设计成等截面以方便制作, 也可以设计成变截面以适应弯矩图的变化达到节省用钢量之目的; 中柱可以设计成摇摆柱, 也可以设计成与梁刚接的刚架柱。

大量的工程实践, 国外先进技术的引进, 推动了我国对门式刚架轻钢结构的设计理论研究, 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》(CECS102) 应运而生, 为我国轻钢结构的应用发展起了极为重要的作用。压型钢板、冷弯薄壁型钢已大量地应用于门式刚架轻钢结构中, 这两种类型材料的采用使门式刚架结构形成了一种特定的结构型式, 与传统钢结构相比, 它具有三个极为重要的特点。其一是屋面围护体系质量轻, 构件可以做得轻巧细长, 但风吸力作用远大于其自重所产生的作用, 因此需考虑风吸力作用下构件的稳定问题。其二是压型钢板通过一定的方式连在檩条或墙梁上, 两者的结合使压型板在其平面内具有相当强的蒙皮抗剪刚度, 在结构中利用好这种蒙皮效应可使结构得到极好的经济效益。目前, 我国的技术规程已有了关于蒙皮效应设计原则, 但由于蒙皮效应所涉及因素太多, 以致在设计中难以直接采用, 但间接利用蒙皮效应的有利作用则已是不争的事实, 例如利用屋面板对檩条的侧向约束, 解决其弯扭失稳问题, 在位移限值中考虑由于蒙皮效应其实际位移小于计算位移, 等等。其三是由于自重轻, 在地震区由自重产生的地震力很小, 而且梁与柱的连接采用端板连接, 在弹塑性工作阶段属于半刚性连接, 对抗震十分有利, 故一般情况下地震作用不控制设计。由于门式刚架钢结构在大跨度建筑中有显著的经济适用性, 在各种单层大型建筑中已基本上取代了钢筋混凝土结构和钢筋混凝土柱加大型梯形钢屋架等传统结构形式。门式刚架这种新型全钢结构建筑按照特定的板型、特定的连接构造方式构成了具有特定功能的结构, 为充分利用好这种结构的技术特点, 应以设计为龙头, 结合制作工艺、现场安装技术, 采用标准化技术、走产品化、系列化的大工业生产路子, 这将是门式刚架轻钢结构的发展方向。

当前我国门式刚架轻钢结构建筑与国外先进水平相比, 一个突出的问题是围护体系的质量较差, 围护体系的外型设计, 尤其是细部设计粗糙欠美观, 影响整个建筑的品味和形象。国内的各种围护板种类不少, 但大多属于普通类, 构造较简单。我们所需要的配合泛水、包边、堵头 etc 设计严密、外型美观、抗风雨能力强的围护体系仍属凤毛麟角。在屋面板方面, 具有温度伸缩滑移构造的 360° 咬合式屋面板以其严密防水功能得到越来越广泛的应用, 正在取代过去的常规压型板。在墙面板方面, 除少数标志性建筑不惜代价采用昂贵的材料得到美观的外表之外, 普通门式刚架建筑所采用的普通压型板则显得较为单调呆板, 表现力不丰富, 尤其是自攻螺钉外露用于有污染的环境, 不出几年, 板面锈蚀难看。墙面板系统的设计对建筑物美观起重要作用, 将自攻螺钉隐藏在板面内部的各种构造设计可使墙面外表显得简洁又可避免受自攻螺钉锈蚀作用, 这是我们应该努力解决的问题。此外, 墙面板材料表面涂层抗老化、抗褪色、抗污染性能也将会得到越来越多的关注。

显然, 围护板体系的研究开发将带动和影响门式刚架轻钢结构的发展, 这些研究开发属于建筑设计方面的问题。就我国建筑行业体制来说, 建筑设计院拥有众多的建筑设计人才, 但因建筑设计院与钢构公司是互相独立的单位, 因此建筑设计院的设计人员很难熟悉钢构件加工工艺, 另一方面建筑设计院不可能会有系统地去研究开发门式刚架围护板体系, 因此, 这种研究开发任务历史地落在钢结构生产企业身上。随着更多更为美观, 质量更好的围护板型的开发, 门式刚架轻钢结构的应用会更为广泛。在钢结构设计理论方面, 研究各种不同板型的蒙皮效应对应檩条或墙梁的不同约束, 进而对梁、柱及整个刚架结构的约束作用, 以及如何充分利用这种约束作用, 以反映结构的实际工作状态; 此外还有薄板屈曲后强度的利用等问题, 都是结构设计人员需要进一步面对的课题。

本书的建筑实例由我国华东地区几家主要从事轻钢结构的企业所提供, 这些企业当中有的是《门式刚架轻型房屋钢结构技术规范》(CECS102) 的参编单位; 有的是外资企业, 直接引进了国外的先进技术; 有的是国营大型企业, 有着多年的钢构制作经验; 有的是新型民营企业, 在技术创新方面不拘一格。这些实例是他们从多年来的工程设计项目中挑选出来的, 型式多种多样, 代表了我国门式刚架钢结构的技术水平。这些实例集中了很多宝贵的实践经验, 从中既可以找到直接运用于工程的设计经验, 也可以从中激发起设计人员的创新意识, 这对于门式刚架轻型房屋钢结构的工程实践和科学研究都会有很好的借鉴作用。

目 录

巴特勒（上海）有限公司

一、超宽屋面工程

设计说明.....	3
地脚锚栓平面布置图 1.....	3
地脚锚栓平面布置图 2.....	4
地脚锚栓节点详图.....	5
恒载图和活载图.....	6
框架图.....	7
框架节点详图.....	8
屋面支撑平面布置图 1.....	9
屋面支撑平面布置图 2.....	10
屋面支撑节点详图.....	11
屋面次结构布置图 1.....	12
屋面次结构布置图 2.....	13
屋面次结构节点详图 1.....	14
屋面次结构节点详图 2.....	15
屋面次结构节点详图 3.....	16
墙面次结构布置图.....	17
墙面次结构节点详图 1.....	18
墙面次结构节点详图 2.....	19
墙面次结构节点详图 3.....	20
屋面板布置图 1.....	21
屋面板布置图 2.....	22
屋面板节点详图.....	23
二、机库项目工程.....	24
设计说明.....	25
地脚锚栓平面布置图.....	25
地脚锚栓节点详图.....	26
恒载图和弯矩包络图.....	27
框架图.....	28
框架节点详图.....	29
框架节点详图.....	30

屋面次结构布置图.....	31
屋面次结构节点详图.....	32
墙面次结构布置图 1.....	33
墙面次结构布置图 2.....	34
墙面次结构布置图 3.....	35
墙面次结构节点详图.....	36
夹层布置图.....	37
夹层节点详图 1.....	38
夹层节点详图 2.....	39
夹层节点详图 3.....	40
摇摆撑布置图 1.....	41
摇摆撑布置图 2.....	42
摇摆撑布置图 3.....	43
摇摆撑节点详图.....	44
三、桁架类工程.....	45
设计说明.....	45
地脚锚栓平面布置图.....	46
地脚锚栓节点详图.....	47
恒载图和弯矩包络图.....	48
框架图 1.....	49
框架图 2.....	50
框架节点详图 1.....	51
框架节点详图 2.....	52
框架节点详图 3.....	53
屋面次结构布置图.....	54
屋面支撑布置图.....	55
屋面次结构节点详图 1.....	56
屋面次结构节点详图 2.....	57
屋面次结构节点详图 3.....	58
屋面支撑节点详图.....	59
墙面次结构布置图.....	60
墙面次结构节点详图.....	61

墙面支撑布置图.....	62
支撑节点详图.....	63
吊车梁平面布置图.....	64
吊车节点详图.....	65
四、吊车类工程.....	66
设计说明.....	66
地脚锚栓平面布置图.....	68
地脚锚栓节点详图 1.....	69
地脚锚栓节点详图 2.....	70
恒载图和弯矩包络图.....	71
框架图.....	72
框架节点详图.....	73
夹层支撑立面图.....	74
夹层支撑节点详图.....	75
吊车支撑布置图.....	76
吊车支撑节点详图.....	77
墙面次结构布置图.....	78
墙面次结构节点详图 1.....	79
墙面次结构节点详图 2.....	80
屋面次结构布置图.....	81
屋面次结构节点详图.....	82
屋面板布置图.....	83
屋面板节点详图.....	84
屋面底衬板布置图.....	85
墙面板布置图.....	86
墙面板节点详图.....	87
墙面保温棉布置图.....	88

上海美建钢结构有限公司

一、总装厂房工程.....	91
设计说明.....	91
柱底板平面布置图.....	93
锚栓柱底板节点详图.....	94
刚架立面图.....	95

端墙刚架立面图.....	96
柱间支撑 ZC1 立面图.....	97
柱间支撑 ZC2 立面图.....	98
吊车梁平面布置图及节点.....	99
屋面檩条平面布置图.....	100
节点详图.....	101
墙面围梁布置图.....	102
框架立面图、恒载图、荷载图.....	103
吊车荷载图、左风载、右风载.....	104
配筋包络和钢结构应力图.....	105
二、天津 XX 物流中心库房工程.....	106
设计说明.....	106
地脚螺栓布置图.....	110
地脚螺栓详图.....	111
刚架剖面图 1.....	112
刚架剖面图 2.....	113
刚架剖面图 3.....	114
刚架剖面图 4.....	115
托架剖面图 TS-01B.....	116
托架剖面图 TS-17A.....	117
刚架节点详图.....	118
屋面梁及支撑布置图.....	119
墙面支撑布置图.....	120
夹层一、二平面布置图.....	121
夹层三平面布置图.....	122
夹层楼承板布置图.....	123
局部屋面檩条平面布置图.....	124
节点详图 1.....	125
节点详图 2.....	126

美联钢结构建筑系统（上海）有限公司

一、药业厂房工程.....	129
设计说明.....	129
一层平面布置图.....	131

屋顶平面布置图.....	132
立面图.....	133
剖面图.....	134
建筑节点图.....	135
锚栓平面布置图.....	136
屋面檩条布置图.....	137
屋面支撑布置图.....	138
G 轴刚架立面图.....	139
2&30 轴立面布置图.....	140
轴间支撑平面布置图.....	141
4.830m 夹层平面布置图.....	142
夹层梁构件明细表及节点图.....	143
节点详图 1.....	144
节点详图 2.....	145
节点详图 3.....	146
二、铝业公司厂房工程.....	
设计说明.....	147
一层平面布置图.....	147
屋顶平面布置图.....	149
立面图、剖面图.....	150
建筑节点图.....	151
锚栓平面布置图.....	152
屋面檩条布置图.....	153
屋面支撑布置图.....	154
托架与柱间支撑布置图.....	155
吊车梁系统平面布置图.....	156
3&6 轴刚架立面图.....	157
JT-1 施工图.....	158
CT-2 施工图.....	159
节点详图 1.....	160
节点详图 2.....	161
节点详图 3.....	162
节点详图 4.....	163
节点详图 5.....	164
节点详图 6.....	165

一、钢结构生产厂房工程.....

设计说明.....	169
± 0.000 平面图.....	169
屋面排版图.....	170
立面图.....	171
剖面图.....	172
锚栓布置图.....	173
屋面支撑布置图.....	174
柱间支撑布置图 1.....	175
柱间支撑布置图 2.....	176
吊车梁布置图.....	177
主框架图 1.....	178
主框架图 2.....	179
主框架图 3.....	180
主框架图 4.....	181
框架节点图 1.....	182
框架节点图 2.....	183
50t 吊车梁详图.....	184
50t 吊车梁连接节点详图.....	185
大型桁架式托梁图.....	186
围护节点详图 1.....	187
围护节点详图 2.....	188
结构计算模型简图.....	189
主框架 1 内力包络图.....	190
主框架 1 应力比，位移，挠度图.....	191
主框架 2 内力包络图.....	192
主框架 2 应力比、位移、挠度图.....	193
主框架 4 内力包络图.....	194
主框架 4 应力比，位移，挠度图.....	195
二、集装箱生产厂房工程.....	
设计说明.....	197
底层平面图、局部二层平面图.....	197
屋面平面图.....	199
节点详图 1.....	200

立面图、剖面图.....	201
围护节点详图 1.....	202
围护节点详图 2.....	203
锚栓布置图.....	204
屋面支撑布置图.....	205
A 区柱间支撑布置图.....	206
B 区、E 区、F 区柱间支撑布置图.....	207
C 区柱间支撑布置图.....	208
D 区柱间支撑布置图.....	209
B 区标准框架图.....	210
C 区标准框架图.....	211
D 区标准框架图.....	212
吊车梁详图.....	213
墙梁及檩条连接节点.....	214
B 区标准框架内力图 1.....	215
B 区标准框架内力图 2 及位移图.....	216
C 区标准框架内力图 1.....	217
C 区标准框架内力图 2.....	218
C 区标准框架位移图.....	219
D 区标准框架内力图 1.....	220
D 区标准框架内力图 2 及位移图.....	221
上海华胤钢结构工程有限公司	
一、大跨度悬挂大吨位吊车工程.....	
设计说明.....	225
底层平面布置图、屋顶布置图.....	225
剖面图.....	228
收边及 FE-2100 型屋脊通风器详图.....	229
柱位平面布置图.....	230
预埋锚栓平面布置图及详图.....	231
屋面构件平面布置图.....	232
屋面吊架及支撑布置图.....	233
屋面檩条平面布置图.....	234
235	

墙面构件布置图及详图.....	236
吊车梁平面布置图.....	237
吊车梁 CB2 详图.....	238
刚架剖面图 1.....	239
刚架剖面图 2.....	240
吊架详图.....	241
节点详图 1.....	242
节点详图 2.....	243
节点详图 3.....	244
节点详图 4.....	245
节点详图 5.....	246
二、飞机库工程.....	
设计说明.....	247
屋面平面图、底层平面图.....	247
剖面图、立面图.....	250
收边详图 1.....	251
收边详图 2.....	252
收边详图 3.....	253
钢柱及柱脚锚栓平面布置图.....	254
柱脚锚栓详图.....	255
屋面结构平面布置图.....	256
墙面支撑布置图.....	257
屋面檩条平面布置图.....	258
①②③④轴墙面檩条布置图.....	259
④④④轴墙面檩条布置图.....	260
刚架剖面图 1.....	261
刚架剖面图 2.....	262
刚架剖面图 3.....	263
节点详图 1.....	264
节点详图 2.....	265
节点详图 3.....	266
节点详图 4.....	267
268	

巴特勒（上海）有限公司

一、超宽屋面工程

柱顶水平位移 H / 100
防火涂料选用薄型防火涂料

设计说明

(一)建筑描述

该项目位于江苏。巴特勒公司负责该项目的设计服务、制作、供应和安装。

(二)项目概况

建筑说明

厂房

宽度: 216.4m

长度: 459.4m

高度: 6.24m (檐高)

建筑类型: 双坡

屋面坡度: 2.5%

边墙柱距: 0.2m + 51@9m + 0.2m

跨度: 0.2m + 9@24m + 0.2m

端墙柱距: 0.2m + 27@8m + 0.2m (需满足抗风压要求)

墙面条件: 巴特勒竖向夹芯墙板坐落在 1.2m 高的砖墙上

设计荷载

活荷载: 0.30 kN / m²

附加荷载: 0.24 kN / m²

基本风压: 0.45 kN / m²

基本雪压: 0.45 kN / m²

抗震设防强度: 6 度

建筑规范: CECS102:98 《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》

MBMA (美国金属结构制造联合会)

对温度应力的考虑: 横向一道, 纵向二道

变形控制

屋面梁竖向变形 L / 240 (荷载组合作用下)

吊车荷载单独作用下 L / 500

(三)结构设计难点与重点

1. 金属屋面系统是在屋檐处使用螺钉穿透金属屋面板和屋面檩条固定, 而其他地方使用转接件间接固定金属屋面板与屋面檩条, 能够允许金属屋面板由于温度应力引起的在板长度方向的伸缩。尽管如此, 它在半坡长度方向并不是无限的: 屋面系统的屋面转接件中的滑片有行程限制, 屋面板由于温度应力引起的长度方向的伸缩幅度不能大于该行程, 由此其允许屋面板系统的半坡极限为 75m, 而此项目的对称半坡长度就为 108.2m, 远远超出了此极限。

2. 基于上述, 对于如此超宽屋面的解决方案就成了该项目的最大难点。如果将漂浮金属屋面系统的固定端设置在半坡区域的中间某个地方, 让屋面系统能够向两边伸缩, 就能够加大半坡极限。当然, 固定檩条的具体做法以及屋檐在悬挂外天沟情况下的伸缩都需要仔细研究。于是美国巴特勒公司在 20 世纪 80 年代就开发出了称为 STEPLESS 的该种系统, 基于 MR - 24 金属屋面系统上的该方法能够将 MR - 24 型金属屋面系统的半坡极限延伸到 110m。

(四)设计软件及结果

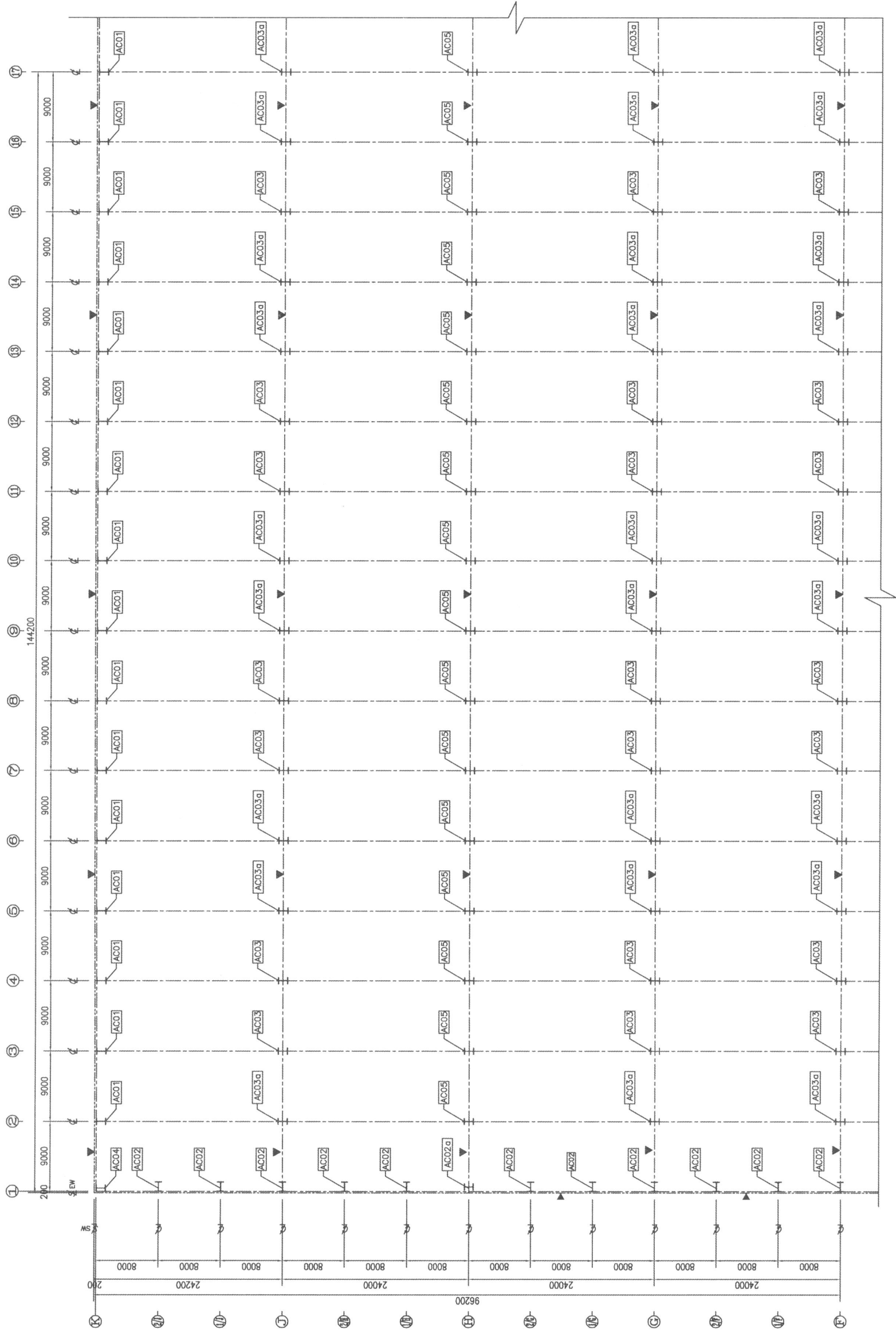
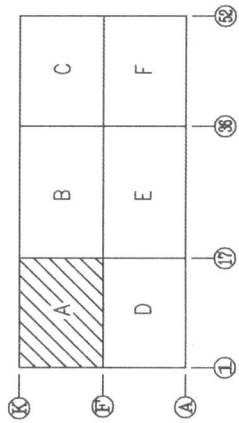
1. 本项目的设计软件采用 Butler 自己开发的设计软件 FFAD, FFAD 软件是建立在美国规范的基础上进行设计的, 它可以自动进行优化并可以进行节点计算。用 FFAD 软件设计结束后再用国内的设计软件 STS 和 3D3S 进行校核, 这样可以保证我们的设计同时满足国内规范。

2. 本项目的用钢量详见下表:

钢材采用 Q345

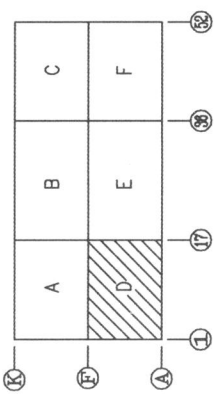
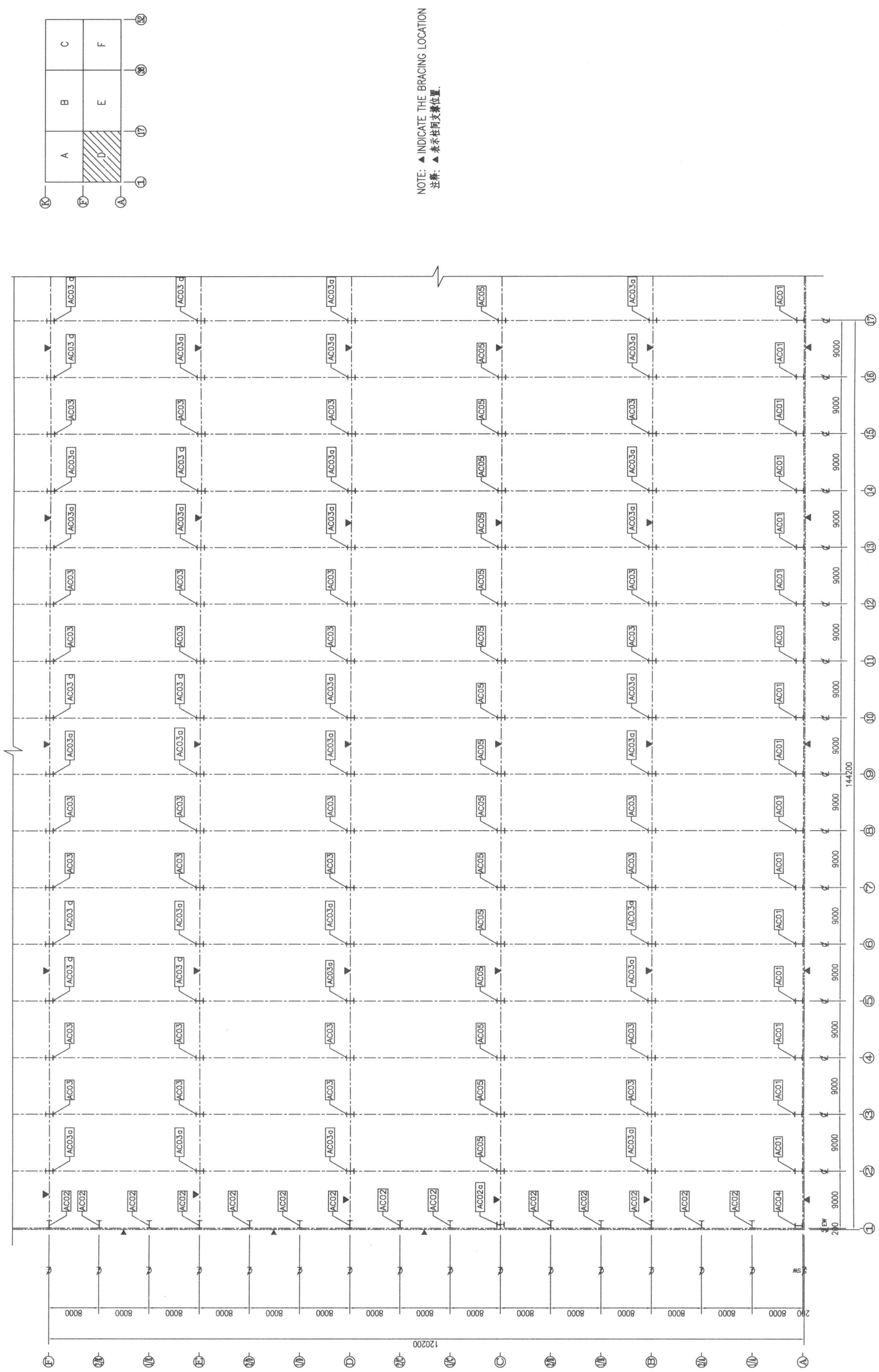
部件名称	单重(kg / m²)	总重(kg)
主钢构	137.03	845000
次结构	13.29	523000
支撑	14.55	24000
总计	164.87	661159

(五)附图



NOTE: ▲ INDICATE THE BRACING LOCATION
 注释: ▲ 表示柱间支撑位置。

地脚锚栓平面布置图 1



NOTE: ▲ INDICATE THE BRACING LOCATION
 注释: ▲ 表示柱间支撑位置.

地脚锚栓平面布置图 2

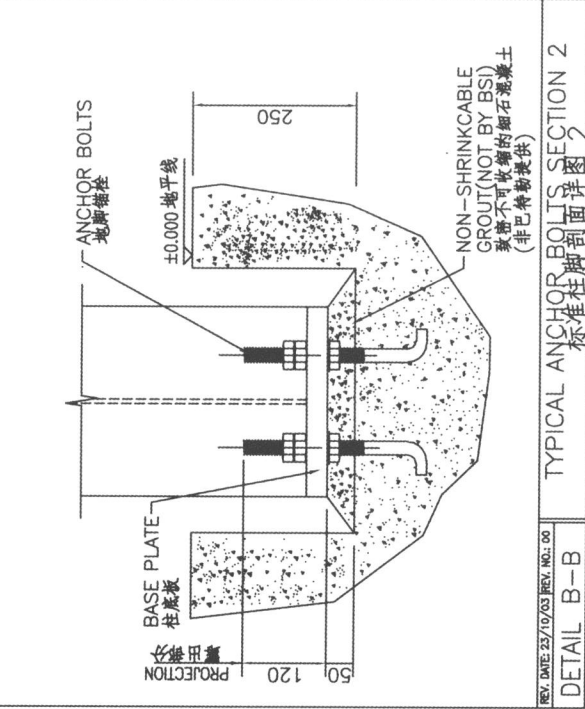
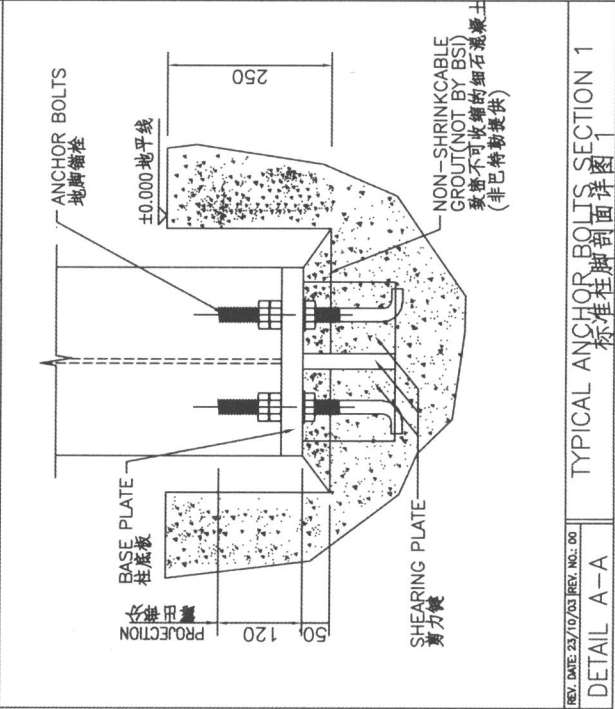
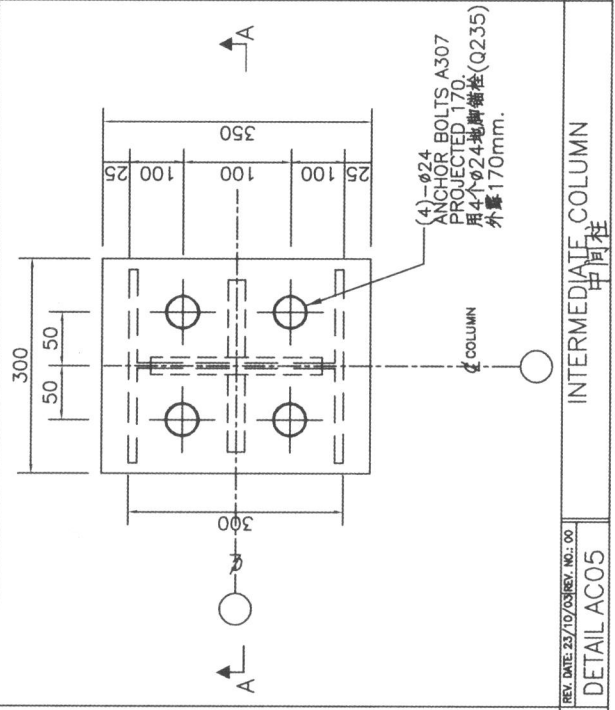
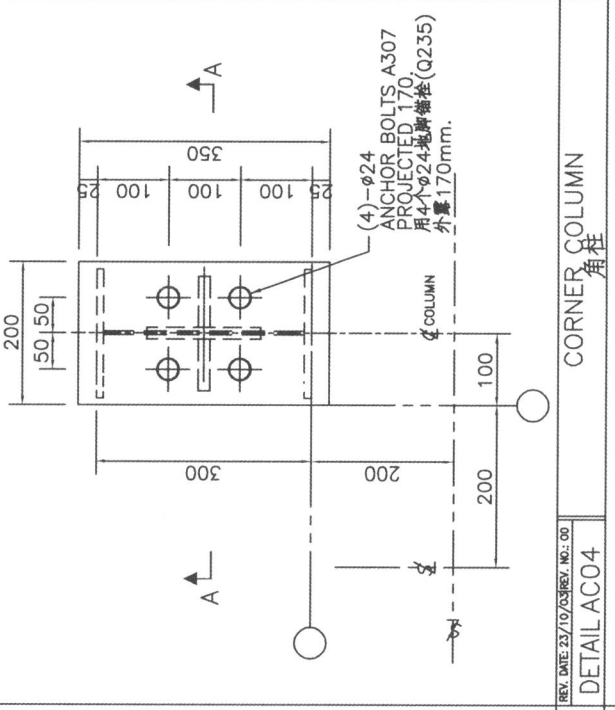
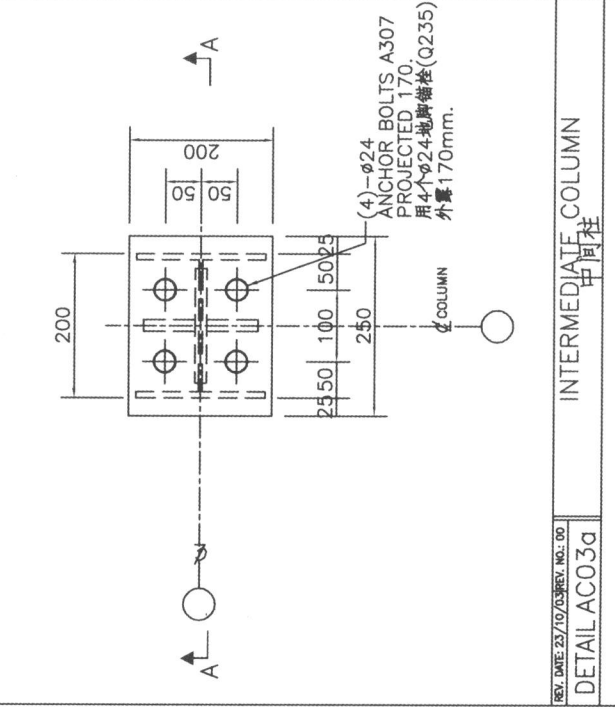
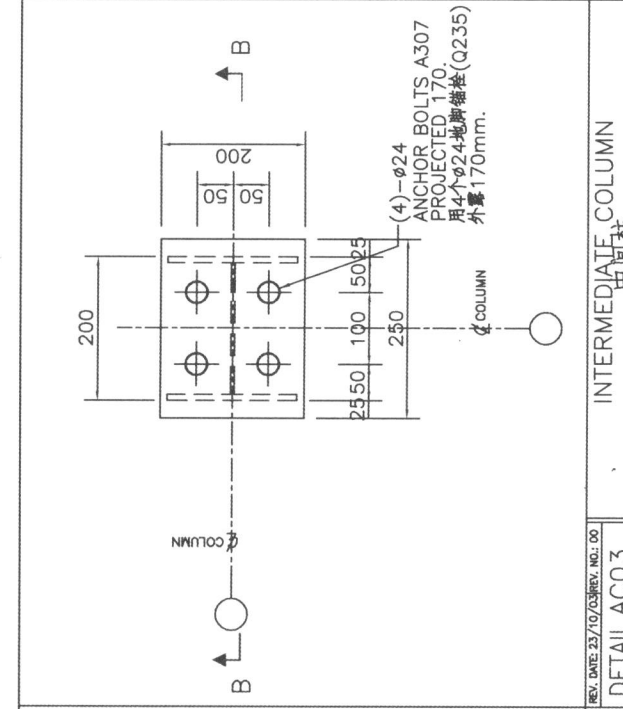
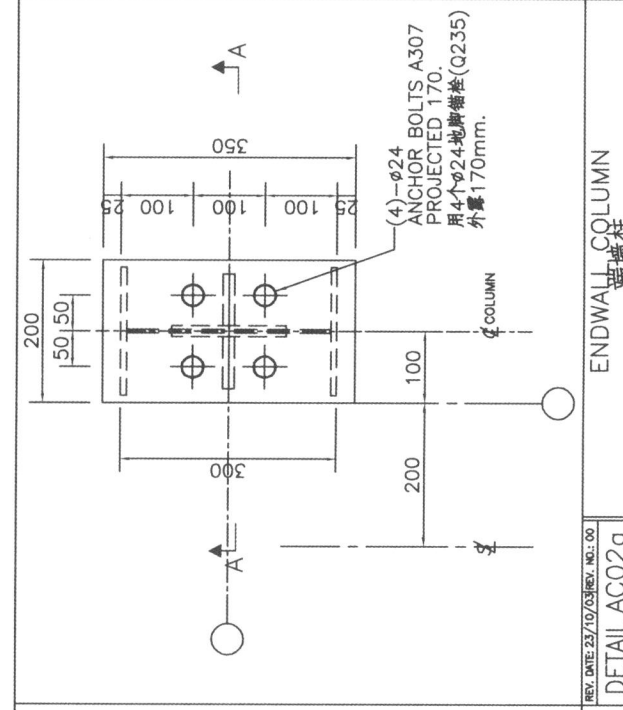
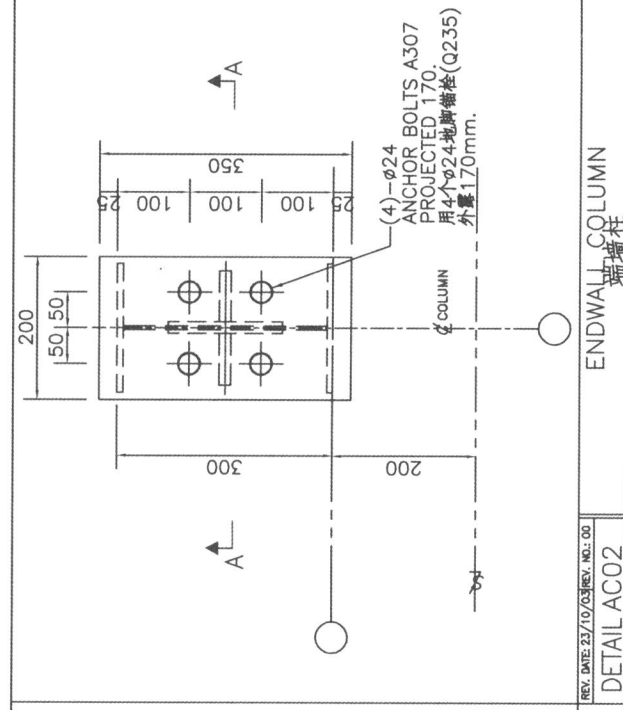
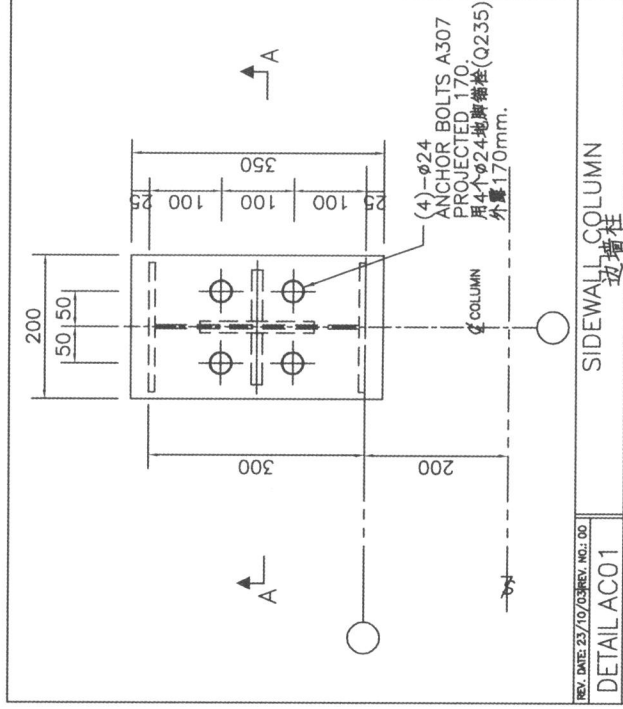
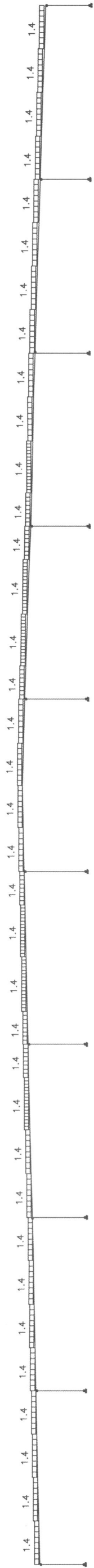
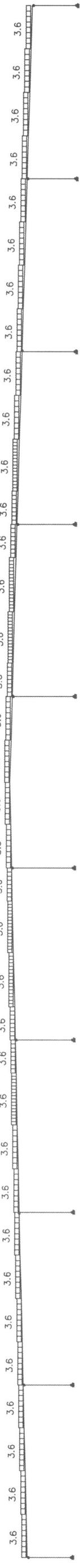


图 10-1-1 地脚锚栓节点详图



恒载图



活载图

恒载图和活载图

