GUOJIAJIANZHUBIAOZHUNSHEJI 13SG619-5

国家建筑标准设计图集 13SG619-5

房屋建筑抗震加固（五）

（公共建筑抗震加固）

中国建筑标准设计研究院

国家建筑标准设计图集　13SG619-5

房屋建筑抗震加固（五）

（公共建筑抗震加固）

批准部门：　中华人民共和国住房和城乡建设部

组织编制：　中国建筑标准设计研究院

中国计划出版社

住房城乡建设部关于批准《电梯 自动扶梯 自动人行道》等14项国家建筑标准设计的通知

建质[2013]74号

各省、自治区住房城乡建设厅，直辖市建委(建交委、规划委)及有关部门，新疆生产建设兵团建设局，总后基建营房部工程局，国务院有关部门建设司：

经审查，批准由中国建筑标准设计研究院等15个单位编制的《电梯 自动扶梯 自动人行道》等14项标准设计为国家建筑标准设计，自2013年7月1日起实施。原《电梯 自动扶梯 自动人行道》(02J404-1)、《内装修—轻钢龙骨内（隔）墙装修及隔断》(03J502-1)、《混凝土结构加固构造(总则及构件加固)》(06SG311-1)、《户内电力电缆终端头》(93D101-1)、《户外电力电缆终端头》(93D101-2)、《电力电缆接头》(93D101-3)、《电力电缆终端头和接头》(93D101-4)、《预制分支电力电缆安装》(00D101-7)标准设计同时废止。

附件：国家建筑标准设计名称及编号表

中华人民共和国住房和城乡建设部

二〇一三年五月三日

“建质[2013]74号”文批准的14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
1	13J404	4	13J816	7	13SG121-2	10	13SG619-5	13	13D101-1～4
2	13J502-1	5	13J817	8	13G311-1	11	13SG905-1	14	13D101-7
3	13J815	6	13J933-2	9	13SG364	12	13K511		

《房屋建筑抗震加固(五)(公共建筑抗震加固)》编审名单

编制组负责人： 苗启松

编制组成员： 李文峰　甘　明　韩龙勇　李兴旺　周中发　徐金蓓

审查组长： 沙志国

审查组成员： 杨勇新　王文栋　汪训流　李国胜　徐福泉　尤天直　黄志刚　崔鼎九

项目负责人： 张玉梅

项目技术负责人： 刘　敏

国标图热线电话：010-68799100　　发　行　电　话：010-68318822
查阅标准图集相关信息请登录国家建筑标准设计网站 http://www.chinabuilding.com.cn

房屋建筑抗震加固 （五）

公共建筑抗震加固

批准部门　中华人民共和国住房和城乡建设部　批准文号　建质[2013]74号

主编单位　北京市建筑设计研究院有限公司　统一编号　GJBT-1243

实行日期　二〇一三年七月一日　图 集 号　13SG619-5

主编单位负责人

主编单位技术负责人

技 术 审 定 人

设 计 负 责 人

目　录

目录 …… 1
总说明 …… 3

钢筋混凝土结构

钢筋混凝土结构抗震加固说明 …… A-1
框架结构加钢构套、钢筋混凝土套平面示意图 …… A-5
框架柱加钢构套节点详图 …… A-6
框架梁加钢构套节点详图 …… A-10
框架柱加钢筋混凝土套节点详图 …… A-16
框架梁加钢筋混凝土套节点详图 …… A-20
框架结构增设抗震墙加固平面示意图 …… A-21
框架结构新增抗震墙与中柱的连接 …… A-22
框架结构新增抗震墙与边柱的连接 …… A-24
框架结构新增抗震墙与角柱的连接 …… A-26
框架结构新增抗震墙边缘构件遇梁做法 …… A-28
框架结构增设防屈曲消能支撑加固平面示意图 …… A-29
框架结构增设防屈曲消能支撑外贴混凝土框架型及内衬钢框架型消能部件立面示意图 …… A-30
外贴混凝土框架梁柱与原框架连接方式 …… A-31
防屈曲消能支撑外贴混凝土框架型消能部件节点详图 …… A-32
防屈曲消能支撑内衬钢框架型消能部件节点详图 …… A-33
框架结构增设金属剪切型消能器加固平面示意图 …… A-34
框架结构增设金属剪切型消能器外贴抗震短墙型消能部件立面示意图 …… A-35
框架结构增设金属剪切型消能器内置抗震短墙型消能部件立面示意图 …… A-36
消能器与内设抗震短墙连接节点加固详图 …… A-37
框架结构增设金属剪切型消能器门架型消能部件立面示意图 …… A-38
金属剪切型消能器门架型消能部件连接节点详图 …… A-39
框架-抗震墙结构原抗震墙墙体加固平面示意图 …… A-41

框架-抗震墙结构原抗震墙墙体加固节点详图……A-42
框架-抗震墙结构增设钢支撑加固平面示意图……A-44
框架-抗震墙结构增设钢支撑做法(一)立面示意图……A-45
框架-抗震墙结构增设钢支撑做法(一)加固节点详图……A-46
框架-抗震墙结构增设钢支撑做法(二)立面示意图……A-47
框架-抗震墙结构增设钢支撑做法(二)加固节点详图……A-48
框架-抗震墙结构增设粘滞型消能器加固平面示意图……A-49
框架-抗震墙结构增设粘滞消能器门架型消能部件立面示意图 ……A-50
框架-抗震墙结构增设粘滞消能器单斜杆型消能部件立面示意图 ……A-51
框架-抗震墙结构增设粘滞消能器门架型消能部件加固节点详图 ……A-52
框架-抗震墙结构增设粘滞消能器门架型消能部件限位装置节点详图 ……A-53

钢结构屋盖

钢结构屋盖加固说明……B-1
焊接球节点受拉杆件加固……B-3
焊接球节点受压杆件加固……B-4
受弯钢构件加固……B-5
偏心受力钢构件加固……B-6
焊接球节点处替换杆件加固……B-7
螺栓球节点处杆件加固方法……B-9
螺栓球节点及杆件加固方法……B-11
支座节点处杆件加固方法……B-12
支座加固方法……B-13
板式支座加固方法……B-14
局部增加上弦再分杆的加固方法……B-16
局部增加垂直支撑加固方法……B-17
局部增加水平支撑加固方法……B-18
桁架整体加固方法……B-19
钢屋盖预应力加固……B-20

基础

基础加固说明……C-1
柔性基础改为刚性基础做法……C-2
新加抗震墙基础做法……C-3
独立基础改条形基础做法（肋梁式）……C-4
独立基础改条形基础剖面详图（肋梁式）……C-5

示例

某体育馆抗震加固示例……D-1

目 录								图集号	13SG619-5
审核	李文峰		校对	李兴旺		设计	韩龙勇	页	2

总　说　明

1　编制依据

本图集根据住房和城乡建设部建质函[2009]81号文“关于印发《2009年国家建筑标准设计编制工作计划》的通知”进行编制。

2　主要设计依据

《房屋建筑制图统一标准》	GB/T 50001-2010
《建筑地基基础设计规范》	GB 50007-2012
《建筑结构荷载规范》	GB 50009-2012
《混凝土结构设计规范》	GB 50010-2010
《建筑抗震设计规范》	GB 50011-2010
《钢结构设计规范》	GB 50017-2003
《建筑抗震鉴定标准》	GB 50023-2009
《建筑结构制图标准》	GB/T 50105-2010
《建筑工程抗震设防分类标准》	GB 50223-2008
《民用建筑可靠性鉴定标准》	GB 50292-1999
《混凝土结构加固设计规范》	GB 50367-2006
《高层建筑混凝土结构技术规程》	JGJ 3-2010
《空间网格结构技术规程》	JGJ 7-2010
《建筑抗震加固技术规程》	JGJ 116-2009
《既有建筑地基基础加固技术规范》	JGJ 123-2000
《混凝土结构后锚固技术规程》	JGJ 145-2004
《钢结构加固技术规范》	CECS 77-96

当依据的标准、规范进行修订或有新的标准、规范发布实施时，应对本图集有关内容进行复核后选用。

3　适用范围

本图集适用于抗震设防烈度6～8度地区，经抗震鉴定后需要进行抗震加固的现有多（高）层钢筋混凝土框架结构、多（高）层钢筋混凝土框架—抗震墙结构、大跨钢结构屋盖的抗震加固。所针对的建筑类型包括体育建筑、影剧院、博物馆、档案馆、商场、展览馆、会展中心、旅馆、办公建筑、科学实验建筑等公共建筑。抗震设防烈度为9度的公共建筑应采用更加严格的加固措施，并应专门研究。本图集不适用于列为文物保护的公共建筑。

本图集列举出较为典型的加固方法及构造措施，具体的工程设计中也可根据实际情况采用其他有效的加固方法及构造做法。当各地区或行业有专门规定时，尚应满足地区或行业的相关规定。

4　公共建筑的抗震设防分类

公共建筑的抗震设防类别应根据现行国家标准《建筑工程抗震设防分类标准》GB 50223-2008的规定确定。

5　公共建筑的后续使用年限

现有公共建筑应根据实际需要和可能，按下列规定选择其后续使用年限：

5.1 在1980年以前建造经耐久性鉴定可继续使用的，其后续使用年限不应少于30年；在1980~1989年建造（按TJ 11-78系列设计）的，宜采用40年，且不得少于30年。

5.2 在1990~2000年建造（按GBJ 11-89系列设计）的，后续使用年限不宜少于40年，有条件时可采用50年。

5.3 在2001年以后建造（按GB 50011-2001系列设计）的，后续使用年限宜采用50年。

5.4 后续使用年限为30年的公共建筑简称A类；后续使用年限为40年的公共建筑简称B类；后续使用年限为50年的公共建筑简称C类。

6 加固工作程序

6.1 公共建筑的抗震加固工作必须遵循以下程序：建筑安全性鉴定、抗震鉴定→加固方案选定→初步设计→加固施工图设计→施工图审查→施工→竣工验收

6.2 建筑抗震鉴定

6.2.1 现有公共建筑的抗震鉴定，应收集现有公共建筑的设计图纸、计算书、详细的岩土工程勘察报告、变更洽商、竣工验收等原始资料；当资料不全时，应根据鉴定的需要进行补充或实测。

6.2.2 调查公共建筑现状与原始资料相符合的程度、施工质量和维护状况，发现相关的非抗震缺陷和是否存在局部损伤，并对现有公共建筑的缺陷损伤进行专门分析，抗震加固时一并处理。

6.2.3 鉴定时应依据其设防烈度重点检查下列薄弱部位。6度时，应检查局部易掉落伤人的构件、部件以及楼梯间非结构构件的连接构造。7度时，除应按6度区的要求检查外，尚应检查梁柱节点的连接方式、框架跨数及不同结构体系之间的连接构造；8度时，除应按6、7度检查外，尚应检查梁、柱、墙的配筋，材料强度，各构件间的连接，结构体型的规则性，短柱分布，使用荷载的大小和分布等。

6.2.4 根据各类公共建筑结构的特点、结构布置、构造和抗震承载力等现状条件，按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009采用相应的逐级鉴定方法，进行综合抗震能力分析。

6.2.5 对现有公共建筑整体抗震性能应作出评价，对符合抗震鉴定要求的公共建筑应说明其后续使用年限，并提出鉴定报告；对不符合抗震鉴定要求的公共建筑提出相应的抗震减灾对策和处理意见，并提出鉴定报告。抗震鉴定报告应明确现有建筑后续使用年限、加固方案及对加固设计的相关要求。

6.3 结构加固设计

6.3.1 加固设计原则

1）加固方案应根据抗震鉴定结果经综合分析后确定，分别采用房屋整体加固、区段加固或构件加固，加强公共建筑的整体性、改善构件的受力状况、提高综合抗震能力。

2）加固或新增构件的布置，应消除或减少不利因素，防止局部加强导致结构刚度或强度突变（本层刚度超出相邻下一层30%时即可视为结构刚度突变。本层受剪承载力超出相邻下一层20%时，可视为综合抗震能力指数、层间受剪承载力突变）。当结构刚度或强度突变时，相邻下一层也需要加固。

3）新增构件和原构件之间应有可靠连接，新增的抗震墙、柱等竖向构件应有可靠基础。对于不符合鉴定要求的女儿墙、

门脸、出屋顶烟囱等易倒塌伤人的非结构构件，应予以拆除或降低高度；需要保持原高度时，应对其进行加固。

4) 当结构加固费用占同类新建工程费用的70%以上时，宜拆除重建。

6.3.2 加固方案的选定

1) 加固方案宜结合维修改造，改善使用功能并注意美观，并宜结合原结构的具体特点和技术经济条件的分析，采用新技术新材料。加固方法应便于施工，并应减少对使用功能的影响。

2) 加固设计应力求受力合理，施工方法可靠。设计内容包括：加固前后结构内力分析及承载力计算、截面设计、构造措施、拟采用的施工方法及工艺要点等。

3) 不规则的现有公共建筑，宜使加固后的结构质量分布较均匀、刚度较对称。对抗震薄弱部位、易损部位，其承载力或变形能力宜采取比一般部位增强的措施。

6.3.3 加固验算

1) 现有公共建筑抗震加固设计时应对加固后的结构进行整体分析，一般情况下，应在两个主轴方向分别进行抗震验算。8、9度的大跨度和长悬臂结构应计算竖向地震作用。

2) 结构的计算简图应根据加固后的荷载、地震作用和实际受力状况确定。

3) 结构构件的计算截面尺寸及配筋，应采用实际有效的截面尺寸及配筋。

4) 原结构材料的强度等级应采用实际达到的强度等级，且取值一般不高于原设计强度等级。

5) 结构构件的承载力验算时，应计入实际荷载偏心、结构构件变形等造成的附加内力，并应根据加固后的实际受力情况、新增部分的应变滞后和新旧部分协同工作的程度对承载力的影响进行验算。

6) 加固后结构刚度和重力荷载代表值的变化分别不超过原结构的10%和5%时，应允许不计入地震作用变化的影响。

7) 抗震加固验算方法有以下两种：①采用加固后的综合抗震能力指数作为衡量抗震能力的指标；②按现行国家标准《建筑抗震设计规范》 GB 50011-2010的方法对加固后的结构进行抗震验算。

当采用楼层综合抗震能力指数进行结构验算时，体系影响系数和局部影响系数应根据房屋加固后的状态取值，加固后楼层综合抗震能力指数应大于1.0， 并应防止出现新的综合抗震能力指数突变的楼层。当采用现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010的方法验算时，应防止加固后出现新的层间受剪承载力突变的楼层。

8) 按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB50011-2010的方法进行抗震验算时，宜计入按《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009对各类建筑所规定的结构经加固后仍存在的构造影响，并应符合下列要求：各建筑类别结构设计特征周期、原结构构件的材料性能设计指标、地震作用效应调整所遵照

的现行国家标准应按表1执行。各建筑类别结构构件的承载力抗震调整系数所遵照的现行国家标准应按表2执行。

表1 设计标准

建筑类别	所遵照的现行国家标准
A类	《建筑抗震鉴定标准》GB 50023
B类	《建筑抗震鉴定标准》GB 50023
C类	《建筑抗震设计规范》GB 50011

表2 设计标准

建筑类别	所遵照的现行国家标准
A类	《建筑抗震鉴定标准》GB 50023
B类	《建筑抗震设计规范》GB 50011
C类	《建筑抗震设计规范》GB 50011

9)构件承载力应根据加固后的情况按现行国家标准《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116-2009、《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009规定的方法计算。

6.4 加固施工

6.4.1 加固施工应采取措施避免或减少损伤原结构构件。发现原结构或相关工程隐蔽部位的构造有严重缺陷时，应会同加固设计单位采取有效处理措施后方可继续施工。对可能导致的倾斜、开裂或局部倒塌等现象，应预先采取安全措施。

6.4.2 新旧混凝土交界处，原混凝土构件表面应凿毛、清洗干净并充分润湿，必要时刷界面剂。

7 地基基础

7.1 抗震加固方案宜减少地基基础的加固工程量，多采取提高上部结构的刚度和整体性等抵抗不均匀沉降能力的措施。当建筑位于不利场地时，还应计入不利场地的影响。

7.2 抗震加固时，天然地基承载力可计入建筑长期压密的影响，并按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009规定的方法进行验算。其中，基础底面压力值应按加固后的情况进行计算，而地基土长期压密提高系数仍按加固前取值。

7.3 当地基竖向承载力不满足要求时，可做下列处理：

7.3.1 当基础底面压力值超过地基承载力特征值在10%以内时，可采取提高上部结构抵抗不均匀沉降能力的措施。

7.3.2 当基础底面压力值超过地基承载力特征值10%及以上时，可采取放大基础底面积、加固地基或减少荷载等措施。扩大基础原底面积时，应考虑新加部分与原基础间应力应变滞后的影响，且新增加的基础底面积宜比计算值提高10%或采取可靠措施消除或减小应力应变滞后的影响。基础加固应尽量在进行上部结构加固改造之前完成。

7.3.3 液化地基的液化等级为严重时，对乙类和丙类设防的建筑，宜采取消除液化沉降或提高上部结构抵抗不均匀沉降能力的措施；液化地基的液化等级为中等时，对乙类设防的B类建筑，宜采取提高上部结构抵抗不均匀沉降能力的措施。

8 材料

8.1 结构加固所用材料（钢筋、水泥、胶体等）质量标准，应符合相关标准的规定和要求，尤其是强制性条文规定，必须严格遵守。

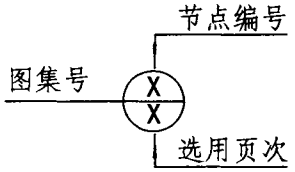
8.2 结构加固所用混凝土，一般情况下其强度等级应比原结构实测强度等级提高一级，且不得低于C25级。混凝土粗骨料粒径D应与加固厚度δ相应，一般满足$D_{max} \leqslant \delta/3$要求。

8.3 结构加固所用钢筋和钢材，一般应选用屈服变形较小的普通钢筋和钢材（如HPB300、HRB335、HRB400和Q235等）；对于高强钢筋（如钢绞线、高强钢丝）宜采用预应力技术；材料选用时尚应考虑加固结构二次受力对后加部分材料强度的充分利用。

8.4 混凝土结构加固所用浇筑材料和粘结材料，应考虑新旧两部分的整体工作共同受力问题。对于混凝土和砂浆，要求粘结力强，收缩性小，宜微膨胀；对于粘结剂和灌浆材料，要求粘结强度高、耐老化、无收缩、无毒。

8.5 钢材焊接连接应满足现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017-2003、《钢结构焊接规范》GB 50661-2011、《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18-2012等规范的要求。未注明钢筋在混凝土中的锚固长度和搭接长度应满足现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010的有关规定。

9 索引方法



10 其他

10.1 图集中的尺寸，除注明外，均以毫米（mm）为单位。

10.2 本图集对现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023-2009简称为《鉴定标准》，《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116-2009简称为《加固规程》，《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010简称为《抗震规范》，《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010简称为《混凝土规范》。

10.3 ∅表示直径，Φ 表示HPB300级钢筋，Φ 表示HRB335级钢筋，Φ表示HRB400级钢筋。

10.4 本图集专用图例见表3。

表3 本图集专用图例

序号	名　称	图　例
1	原有结构轮廓线	细双点长画线
2	不可见结构线	虚线
3	锚栓	
4	植筋	
5	防屈曲消能支撑	
6	金属剪切型消能器	

钢筋混凝土结构抗震加固说明

1　一般说明

1.1 抗震加固时应根据房屋的实际情况选择加固方案，包括提高结构构件抗震承载力、提高结构变形能力、同时提高结构构件抗震承载力和结构变形能力、改变结构体系等方案。

1.2 采用综合抗震能力指数验算时，加固后楼层屈服强度系数、体系影响系数和局部影响系数应根据房屋加固后的状态计算和取值。

1.3 加固设计，包括总体布局、设计计算及连接构造，应充分考虑加固结构的受力特征，最大限度发挥其加固效率。

1.4 加固后的框架应避免局部形成短柱、短梁或强梁弱柱。

1.5 钢筋混凝土结构构件的抗震等级，B类房屋应符合现行《鉴定标准》的有关规定，C类房屋应符合《抗震规范》的有关规定。

2　材料

除应满足总说明中材料要求外，混凝土强度等级一般情况下应比原结构实测强度等级提高一级，且不得低于C25级。

3　裂缝的修补

当裂缝宽度超过现行《混凝土规范》最大裂缝宽度限值时，应先修补裂缝，裂缝修补好后方可进行抗震加固。

4　加固方法及其优缺点

4.1 直接加固法：主要有增大截面法、外包型钢法、外粘钢板法、外贴纤维复合材料加固法等方法。直接加固法优点是有长期的使用经验，施工简单，适应性强。缺点是施工周期较长；当结构需整体加固时，加固量大，对原有建筑主体结构及装修影响较大。

4.2 间接加固法：主要有增设抗震墙加固法、增设消能支撑加固法、增设钢支撑加固法等。增设抗震墙的方法能大幅度提高结构整体抗震性能，降低框架部分承担的地震力，方法成熟、性能可靠；缺点是抗震墙的布置需上下对应，受建筑条件限制较多，对建筑布置影响比较大，同时新增的抗震墙需湿作业，周期较长。增设消能支撑或钢支撑的方法能提高结构整体抗震性能，减少结构整体地震反应，可避免对梁柱进行普遍加固，施工周期较短，布置方式灵活。

4.3 直接加固与间接加固的方法可配合使用。

5　加固方法的选择

5.1 公共建筑抗震加固方案的选择应综合考虑结构现状、建筑功能、造价、施工工期、加固工艺可靠性等因素；应从提高结构综合抗震能力的角度，尽量采用增设抗震墙、增设钢支撑、增设消能减震装置等方法进行抗震加固；应尽量避免采用普通加固梁柱的方式进行抗震加固，以避免对梁柱的普遍加固。为控制造价、缩短工期，直接加固法宜与新增抗震墙及增设消能支撑和钢支撑的方法配合使用，或用于局部加固。

5.2 本图集对公共建筑抗震加固方案进行了对比(见第A-2页表)，该对比表仅反映了各加固方案间的大致关系，对具体工程还需进行针对性的分析论证。

钢筋混凝土结构抗震加固说明								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-1

结构加固方案比较

抗震加固方案对比项	普遍加固梁柱	增设剪力墙	增设钢支撑	增设消能减震装置
对建筑功能的影响	较小	较大	中等	中等
需加固的构件数量	较多	较少	较少	较少
结构拆除恢复工程量	较大	较小	较小	较小
基础加固的工程量	较小	较大	中等	较小
与原构件连接的难度	较小	中等	中等	中等

5.3 当采用增设消能装置的方法加固钢筋混凝土框架结构时，宜采用位移相关型消能器（防屈曲消能支撑、金属剪切型消能器等）；当采用消能装置加固钢筋混凝土框架—抗震墙结构时，宜采用速度相关型消能器（粘滞型消能器等）。

6 增设混凝土抗震墙加固要求

6.1 墙厚不应小于140mm，竖向和横向分布钢筋的最小配筋率均不应小于0.20%，且直径不应小于8mm，间距不应大于300mm。对于B、C类钢筋混凝土房屋，其墙厚和配筋应符合《抗震规范》对抗震墙体相应抗震等级的有关规定。

6.2 增设抗震墙后应按《抗震规范》对相应结构体系的有关规定进行结构抗震分析，新增墙体的混凝土和钢筋的强度均应乘以规定的折减系数，折减系数不宜大于0.85；当新增的混凝土强度等级比原框架柱高一个等级时，可直接按原强度等级计算而不再计入混凝土强度等级的折减系数。加固抗震分析时，抗震墙之间楼、屋盖长宽比的局部影响系数应做相应改变。

6.3 增设抗震墙施工时，原有的梁柱表面应凿毛，浇筑混凝土前应清洗并充分润湿，浇筑后应加强养护。锚筋应除锈，锚孔应采用电锤钻孔成形，不得用手凿；孔内应采用压缩空气吹净并用水冲洗；注胶应饱满并使锚筋固定牢靠。

7 增设消能支撑加固要求

7.1 消能减震部件的选用应综合考虑结构类型、周围环境、设防目标、消能部件的力学性能以及消能机理、消能部件的价格、施工安装及维修费用等因素。

7.2 消能支撑的布置应有利于减小结构沿平面或竖向的不规则性。

7.3 消能支撑可根据需要沿结构的两个主轴方向分别设置。消能支撑宜设置在变形较大的位置，其数量和分布应通过综合分析合理确定，并有利于提高整个结构的消能减震能力，形成均匀合理的受力体系。

7.4 消能支撑的形式可为交叉形或人字形，其水平夹角应控制在35° ≤ θ ≤55° 间。支撑应与原有钢筋混凝土构件可靠连接，并应采取措施将支撑的地震内力可靠地传递到基础。

7.5 采用消能支撑加固框架结构时，结构抗震验算应符合现行《抗震规范》的相关要求；其中，原构件的材料强度设计值和抗震承载力，对A、B类钢筋混凝土结构，应按现行《鉴定标准》的有关规定采用。C类应按现行《抗震规范》的有

关规定采用。

7.6 在消能器工作时1.2倍最大输出阻尼力作用下,消能器与主体结构之间的连接部件，应在弹性范围内工作，避免整体或局部失稳。

7.7 消能器的极限位移应不小于罕遇地震下消能器最大位移的1.2倍；对于速度相关型消能器， 消能器的极限速度应不小于罕遇地震下消能器最大速度的1.2倍， 且消能器应满足在此极限状态下的强度要求。消能器的极限位移同时还应考虑消能器制造及施工安装偏差。

7.8 消能支撑与主体结构的连接，应符合普通支撑构件与主体结构的连接构造和锚固要求，并应采取防止混凝土构件因出现塑性破坏而导致锚固失效的有效措施。

7.9 消能部件的设计应便于消能器的安装、维护和更换。

7.10 消能部件应具有良好的耐久性能和环境适应性。 应采取防腐措施，并应根据需要采取防火措施。在安装前应按规定进行性能检测，检测的数量应符合《抗震规范》的要求。

7.11 为了保证消能器的可靠性能,消能部件的连接精度应满足本图集的规定。

7.12 型钢和钢板的质量应分别符合现行国家标准 《碳素结构钢》GB/T 700-2006和《低合金高强度结构钢》GB/T 1591-2008的规定。

7.13 螺栓和锚栓

7.13.1 普通螺栓应符合现行国家标准《六角头螺栓C级》GB/T 5780-2000和《六角头螺栓》GB/T 5782-2000的规定。

7.13.2 高强度螺栓应符合现行国家标准 《钢结构用高强度大六角头螺栓》GB/T 1228-2006、《钢结构用高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈技术条件》GB/T 1231-2006或《钢结构用扭剪型高强度螺栓连接副》 GB/T 3632-2008的规定。高强度螺栓的设计预拉力值、摩擦面抗滑移数值按现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017-2003的规定采用。

7.13.3锚栓的性能等级及质量要求应符合现行行业标准《混凝土用膨胀型、扩孔型建筑锚栓》JG 160-2004的规定。

7.14 焊条和焊剂

7.14.1 手工焊接用焊条应符合现行国家标准《非合金钢及结晶粒钢焊条》GB/T 5117-2012、《热强钢焊条》GB/T 5118-2012的规定。选用的焊条型号应与主体金属力学性能相适应。对直接承受动力荷载或振动荷载且需要验算疲劳的结构，宜采用低氢型焊条。

7.14.2 自动焊接或半自动焊接采用的焊丝和相应的焊剂，应与主体金属力学性能相适应，并应符合现行国家标准《钢结构焊接规范》GB 50661-2011的规定。

8 其他

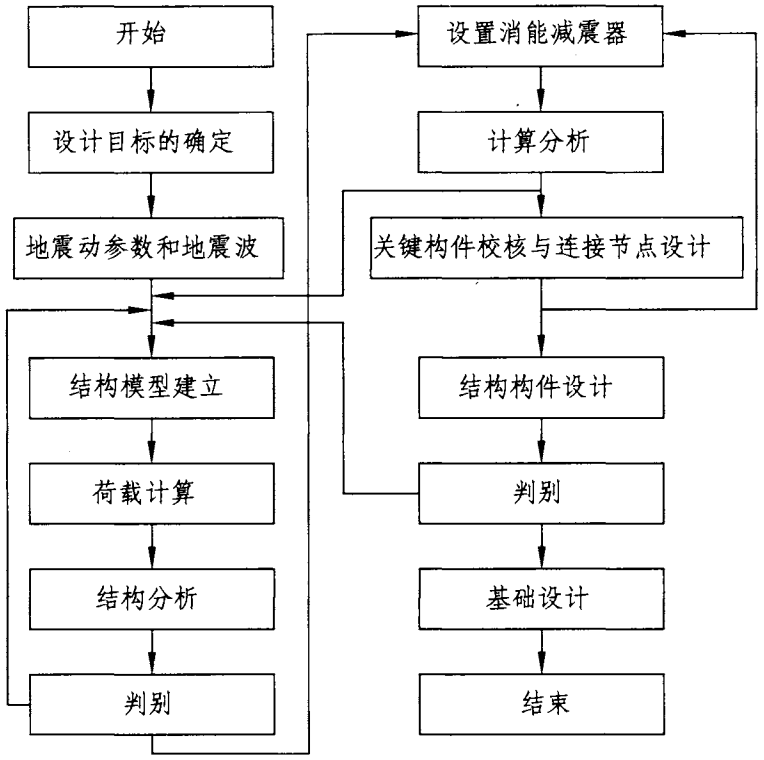
8.1 外包型钢、粘钢加固框架梁等未注明的做法详见国标图集13G311-1《混凝土结构加固构造（总则及构件加固）》，加固钢材截面根据计算确定。

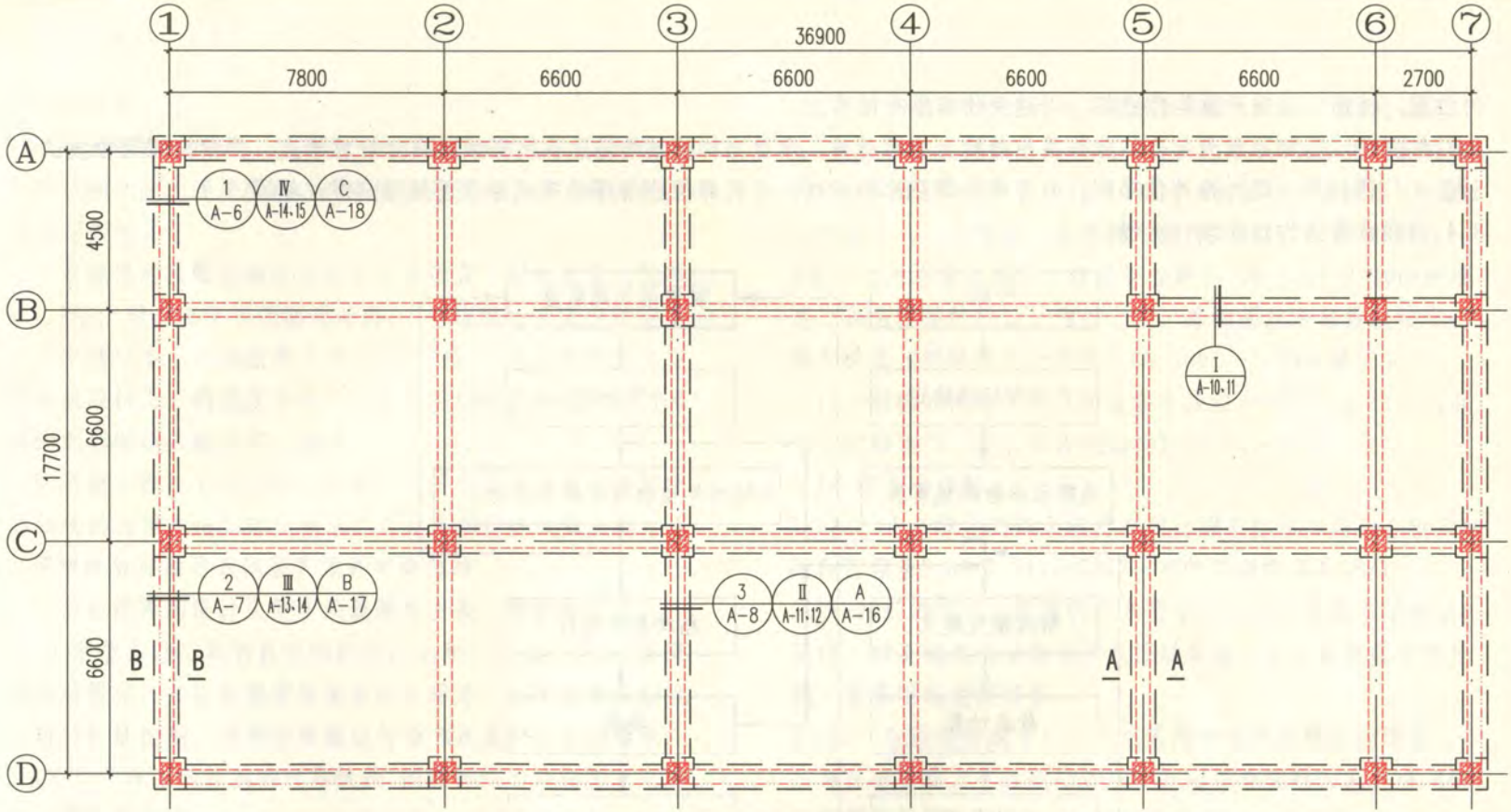
8.2 框架结构加固当采用植筋时，植筋前应先测定构件钢筋

的位置，植筋时应避开原构件主筋，以避免伤害原有结构。

8.3 加固前，应卸除或大部分卸除作用在结构上的活荷载，承重结构植筋的锚固深度必须经设计计算确定；严禁按短期拉拔试验值或厂商技术手册的推荐值采用；对穿螺栓等在原结构构件穿孔部位应待焊接完成后采用胶粘剂灌注锚固。

8.4 消能减震结构加固设计流程：





框架结构加钢构套、钢筋混凝土套平面示意图

表示柱加固

表示梁加固

注：1. 本图中结构平面布置、尺寸仅为示意。

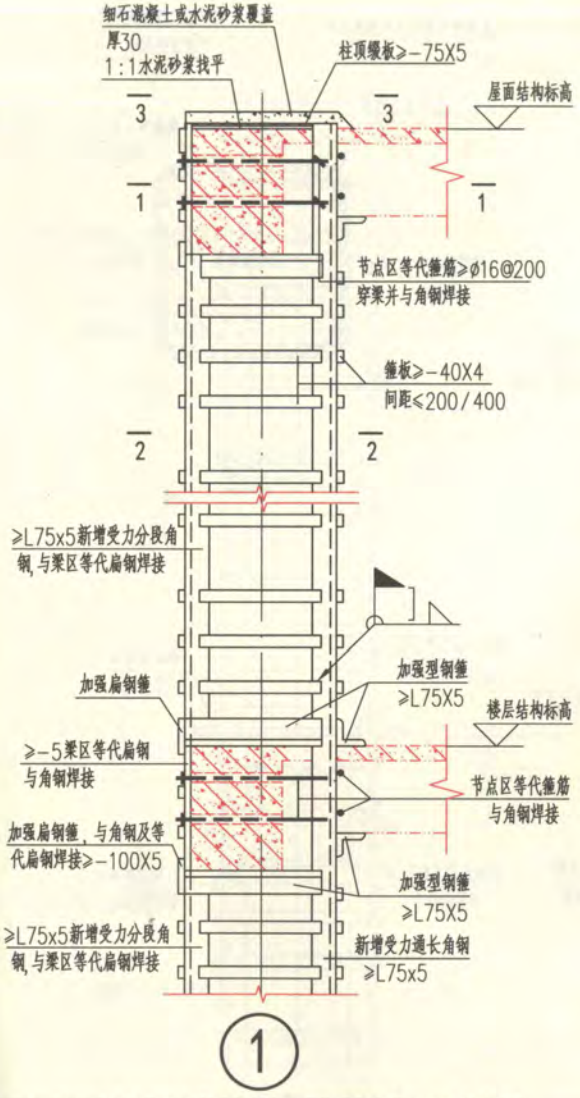
2. 本方案适用于综合抗震承载力与地震作用相差较小、不需改变结构体系的情况。属于直接加固方法，即外包型钢法、增大截面法等。

3. 本图中①～③为框架柱加钢构套节点详图索引号、Ⅰ～Ⅳ为框架梁加钢构套节点索引号、Ⓐ～Ⓒ为框架柱加钢筋混凝土套节点详图索引号。

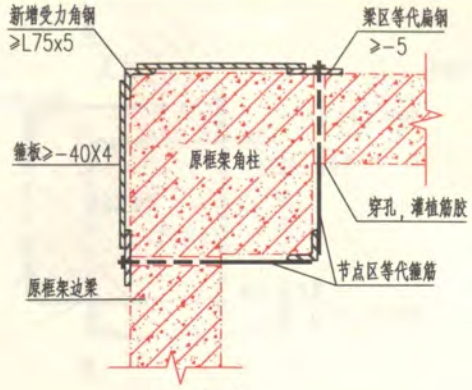
4. 框架梁加钢筋混凝土套节点详图剖面A-A、B-B见本图集A-20页。

5. 采用外包型钢、粘钢法加固，应待钢材焊接完成后在钢与混凝土接触面进行注胶。

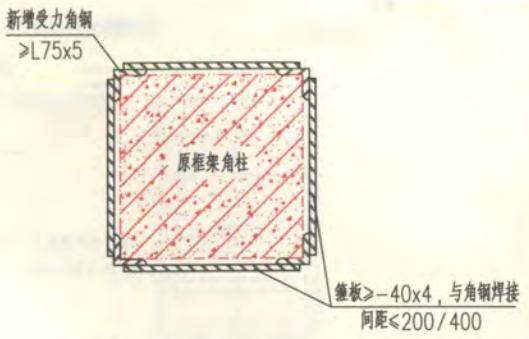
框架结构加钢构套、钢筋混凝土套平面示意图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-5



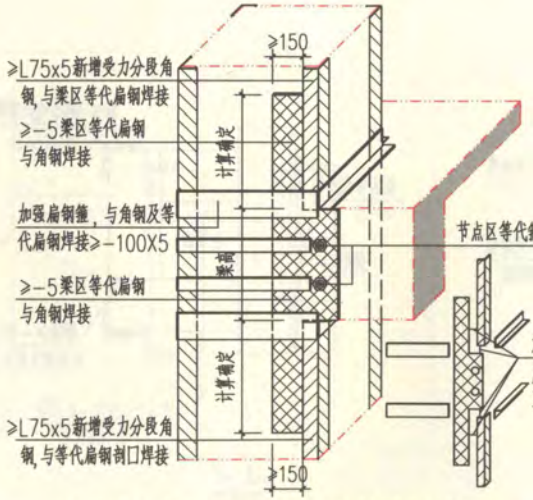
①

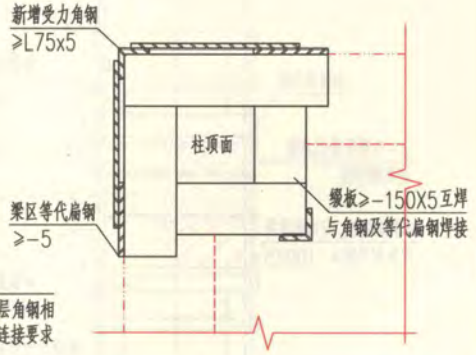


1-1



2-2



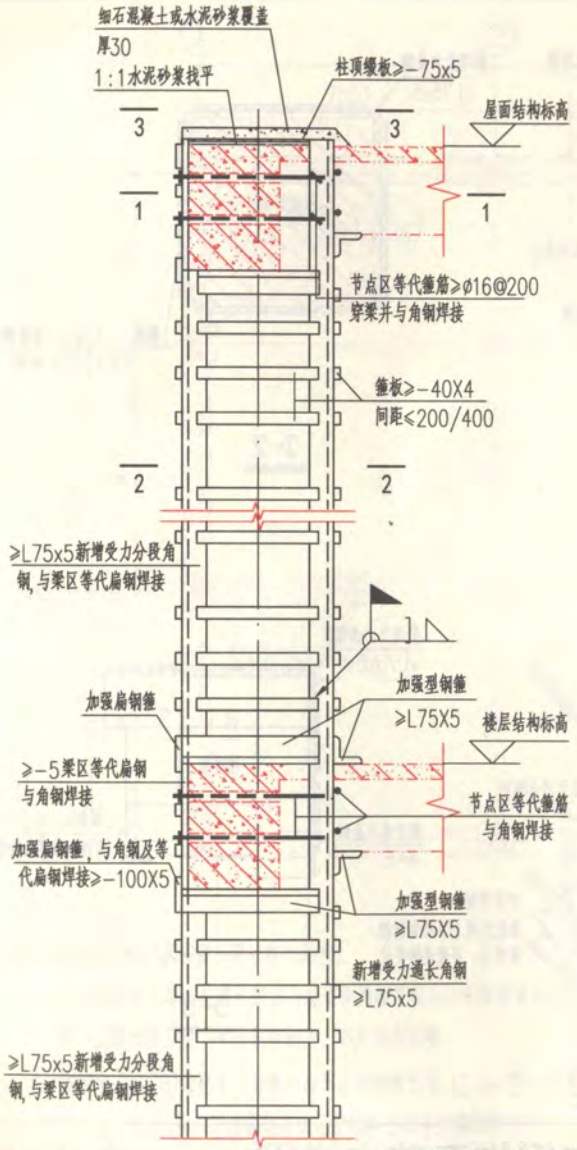


3-3

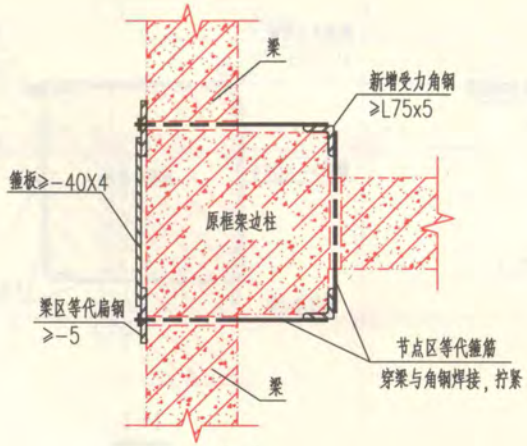
梁区等代扁钢节点做法轴侧图

注：1. 柱包钢法适用于柱截面承载力不足而不需提高柱子刚度时采用。
2. 柱箍板加密区范围应满足相应抗震等级的构造要求。
3. 新增受力角钢、节点区等代箍筋及箍板截面按计算确定。

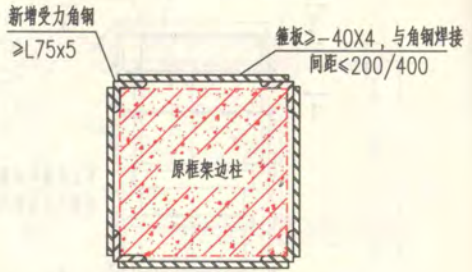
框架柱加钢构套节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-6



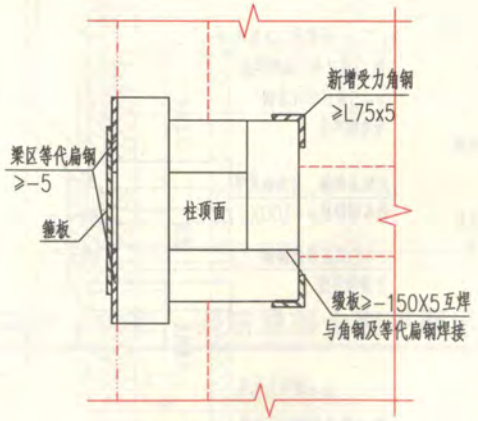
注：边梁处梁区等代扁钢做法参照本图集A-6页。



1-1



2-2

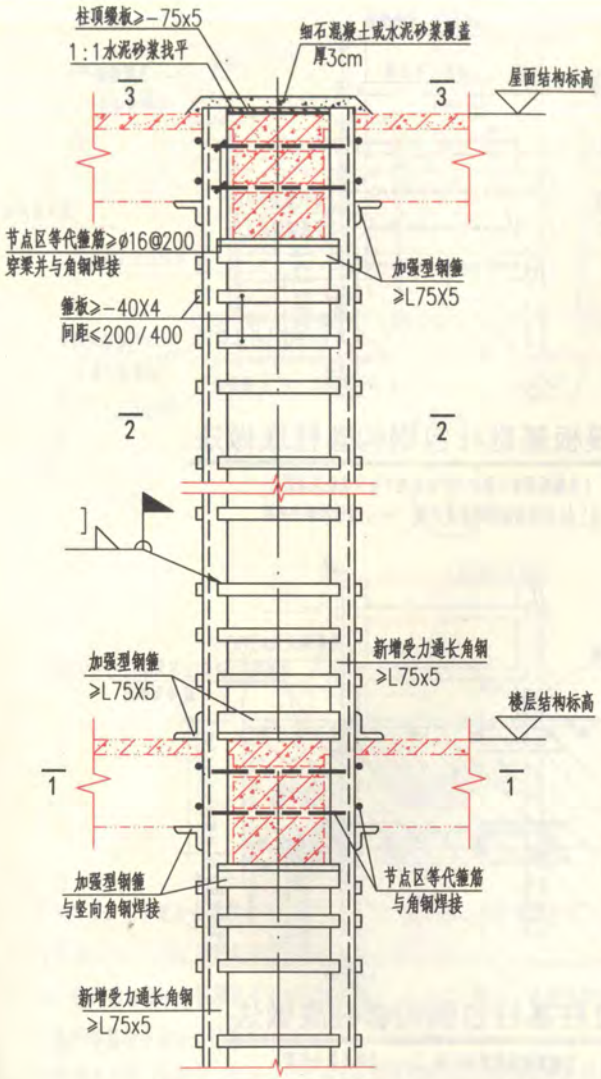


3-3

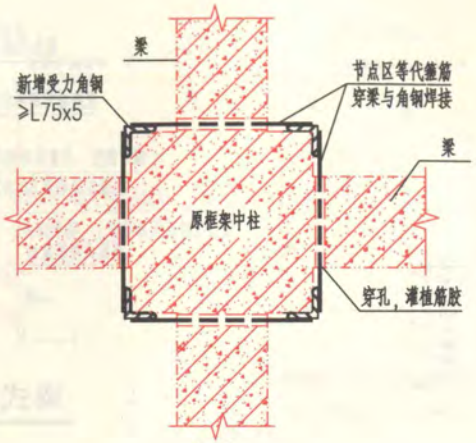
框架柱加钢构套节点详图

图集号	13SG619-5
页	A-7

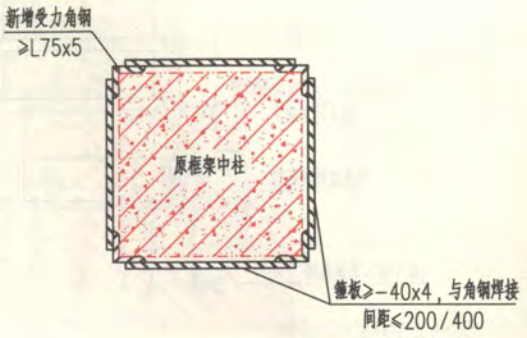
审核	李文峰	校对	李兴旺	设计	韩龙勇



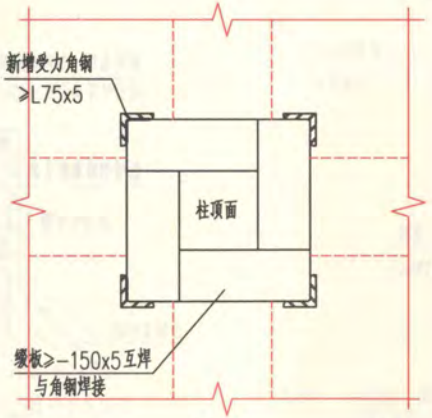
③



1-1



2-2

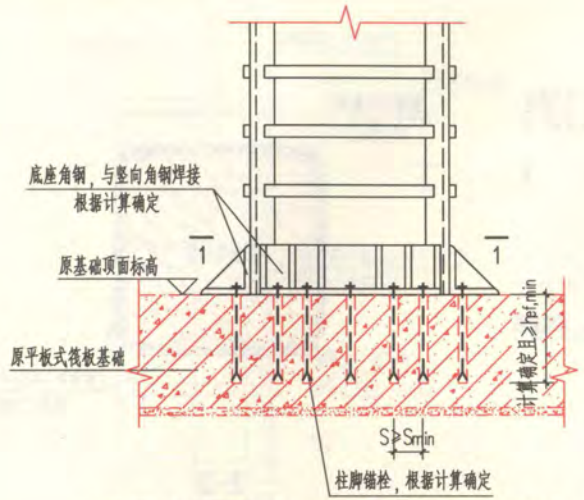


3-3

框架柱加钢构套节点详图

图集号	13SG619-5
页	A-8

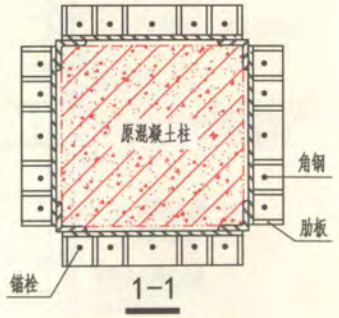
审核	李文峰	校对	李兴旺	设计	韩龙勇



平板式筏板基础柱包钢构套柱底做法

（原基础顶面采用比原基础高一级混凝土进行找平，角钢与基础顶紧。）

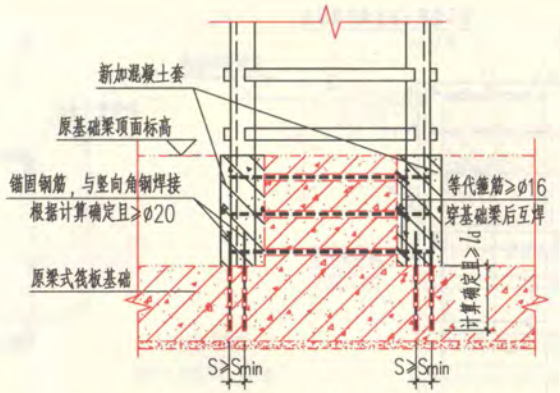
注：hef,min为锚栓最小锚固深度；Smin为锚栓最小间距。



注：1. 底座角钢及其加劲肋需有足够刚度保证各锚栓之间共同工作。

2. 柱脚锚栓采用双螺栓帽，拧紧后点焊固定。

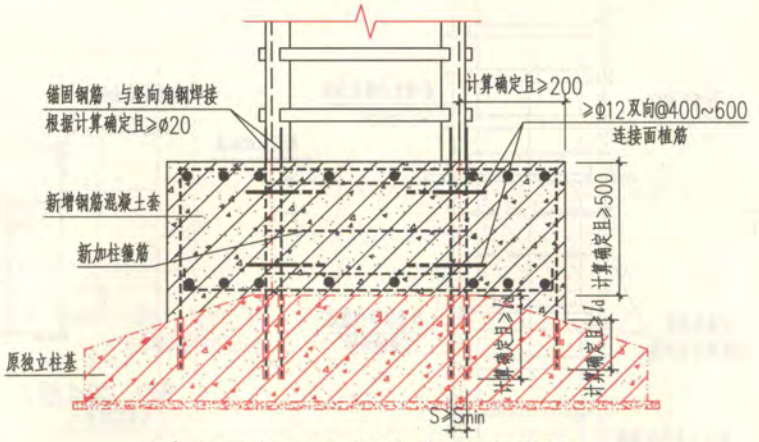
3. 新增受力角钢在基础的锚固宜采用植筋或柱脚锚栓锚固方式，当原基础为素混凝土或基础埋深较深时，可采用新增钢筋混凝土套锚固的方法，新增混凝土套与原结构接触面做法详见本图集C-2、C-3页。



梁式筏板基础柱包钢构套柱底做法

（当地基梁宽于原柱尺寸时参照平板式筏板基础做法）

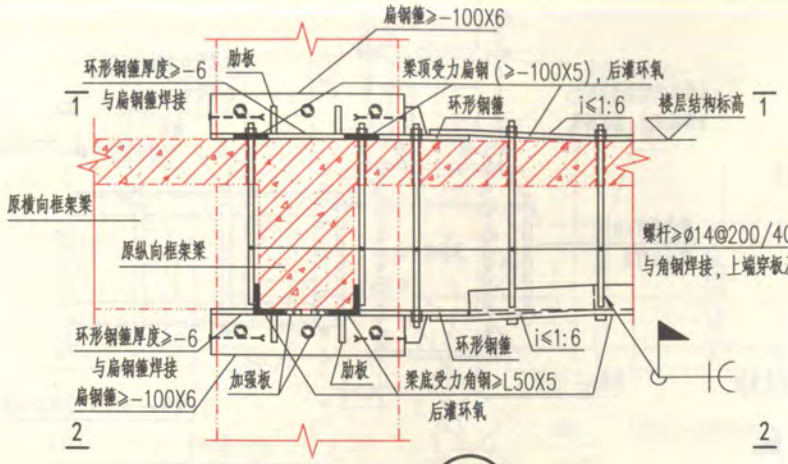
注：l_a 为植筋锚固深度设计值；Smin为锚栓最小间距。

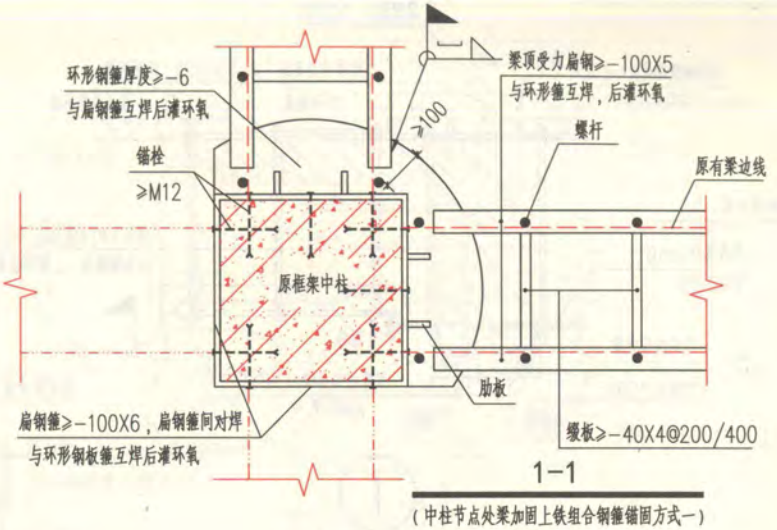


独立柱基柱包钢构套柱底做法

注：l_a 为植筋锚固深度设计值；Smin为锚栓最小间距。

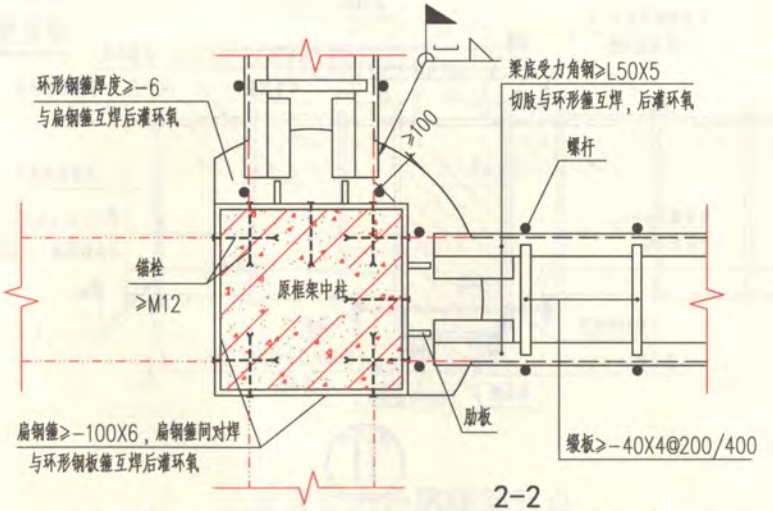
框架柱加钢构套节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-9





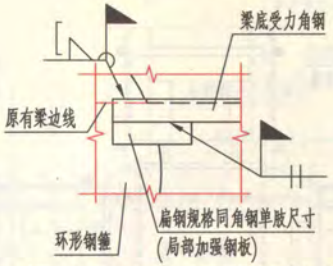
1-1

（中柱节点处梁加固上铁组合钢箍锚固方式一）



2-2

（中柱节点处梁加固下铁组合钢箍锚固方式一）



梁底受力角钢端部节点

注：1. 梁包钢法适用于梁截面承载力不足情况，可以避免梁纵筋锚固时植筋困难。

2. 梁缀板加密区范围应满足相应抗震等级的构造要求。

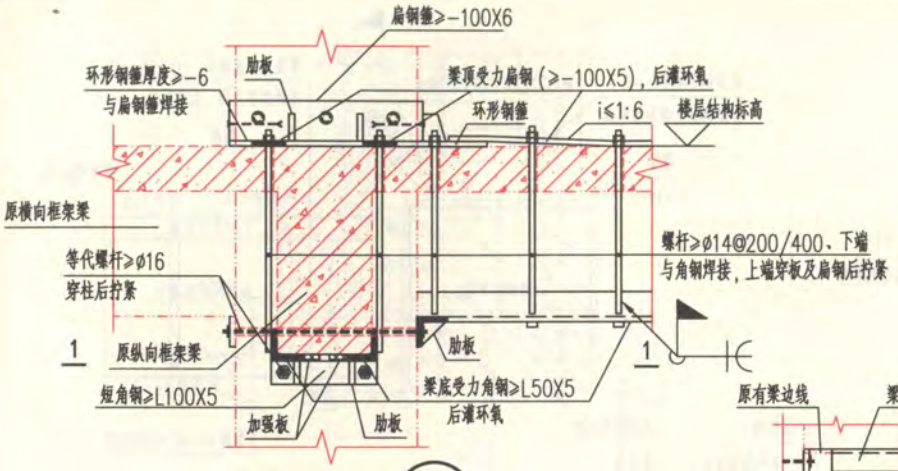
3. 梁上铁环形箍板中肋板顶面不宜超过建筑面层，本方法不适用于当建筑物使用过程中不允许梁下铁环形箍板中肋板外凸情况。

4. 当梁端原下铁与加固后上铁数量关系满足规范对不同抗震等级的框架梁的要求且新增梁底受力角钢仅为跨中受力所需要时，端部可不设加强板。

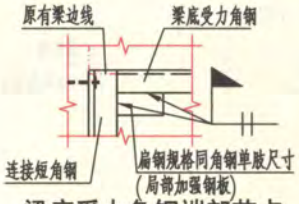
5. 新增受力角钢、环形钢箍、螺杆及缀板截面应按计算确定。

6. 本页梁下铁组合钢箍锚固节点为仰视图，适用于纵横梁底同标高情况。

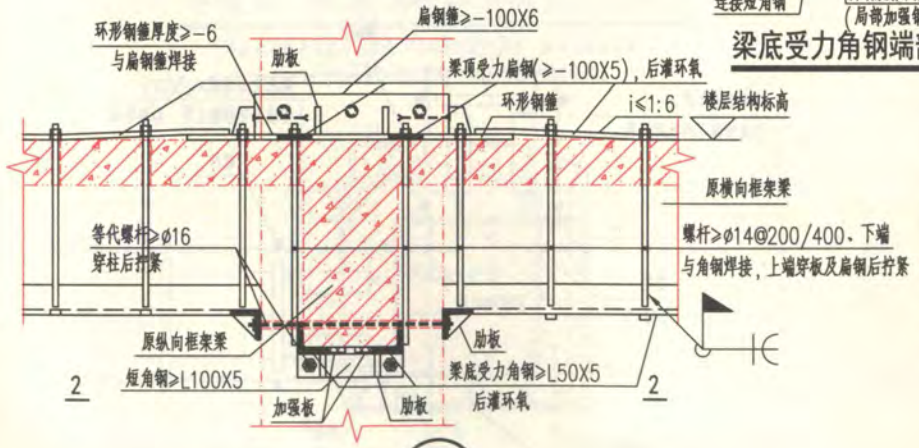
框架梁加钢构套节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-10



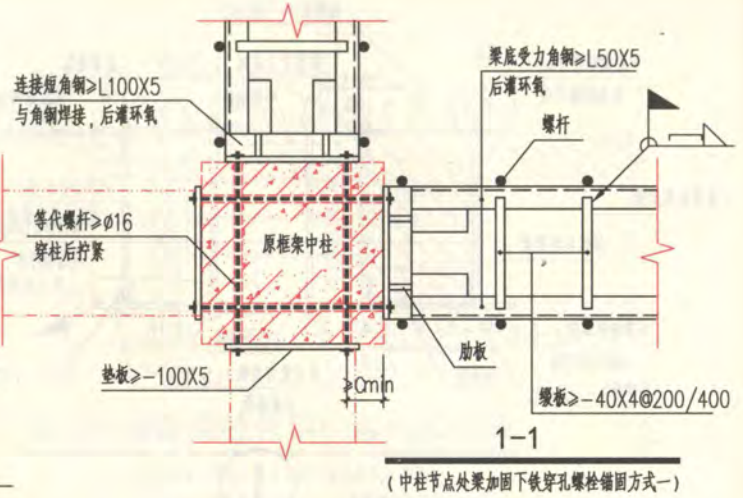
Ⅰ



梁底受力角钢端部节点

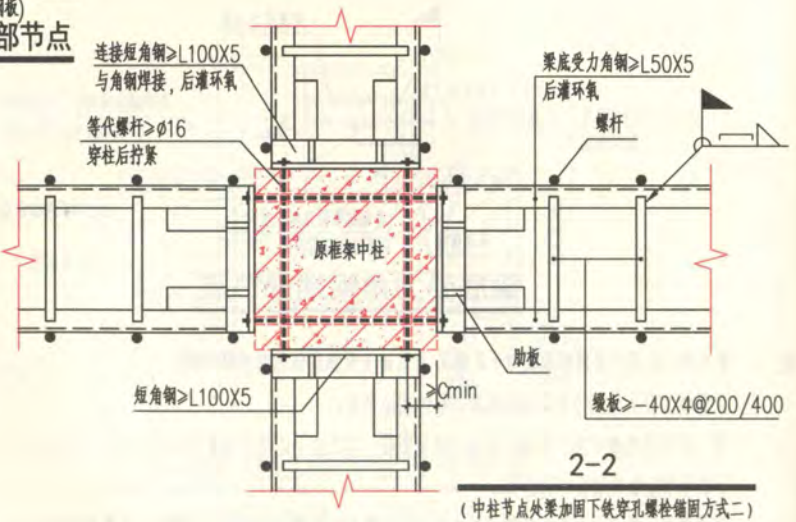


Ⅱ



1-1

(中柱节点处梁加固下铁穿孔螺栓锚固方式一)



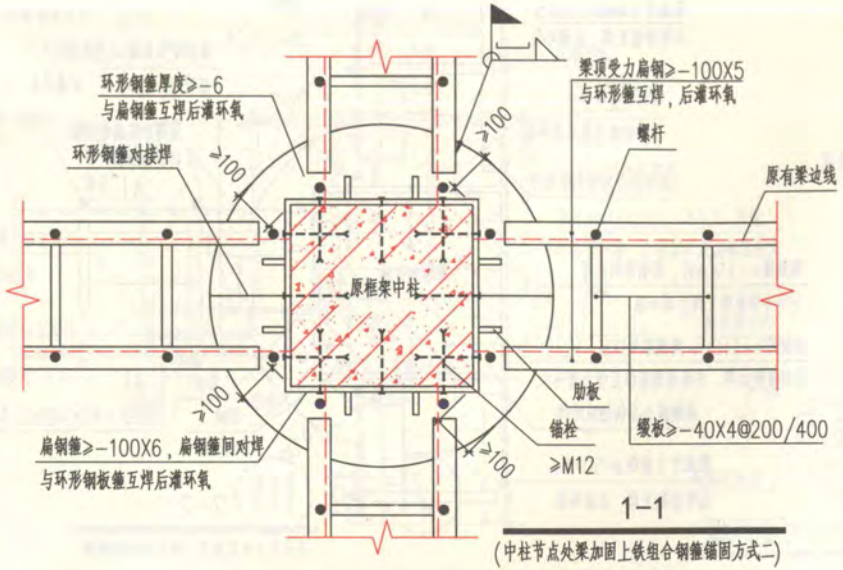
2-2

(中柱节点处梁加固下铁穿孔螺栓锚固方式二)

注：1. 本页节点为仰视图，适用于纵横梁底标高不同，且穿柱等待螺杆不影响柱原有钢筋的情况。

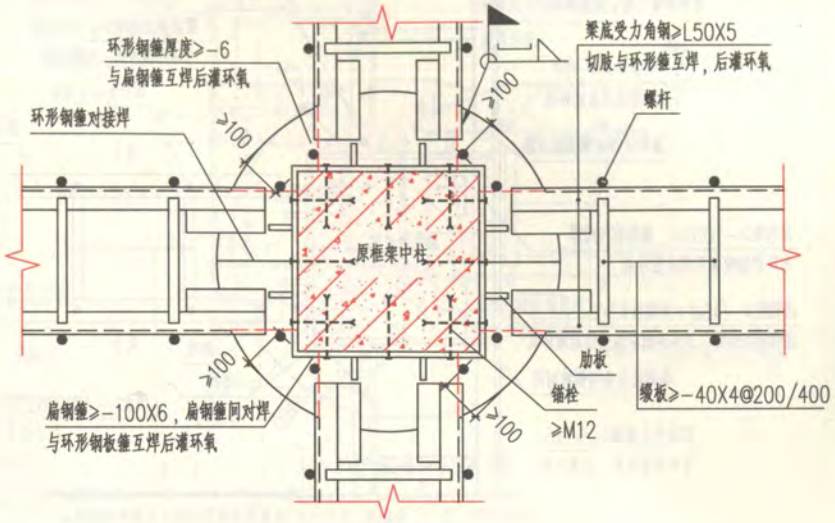
2. 当梁中原下铁与加固后上铁数量关系满足规范对不同抗震等级的框架梁的要求且新增梁底受力角钢仅为跨中受力所需要时，端部可不设加强板。否则应设置加强板，且此时穿柱等代螺杆的截面承载能力之和应不低于新增梁底受力角钢截面承载能力之和。

框架梁加钢构套节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-11



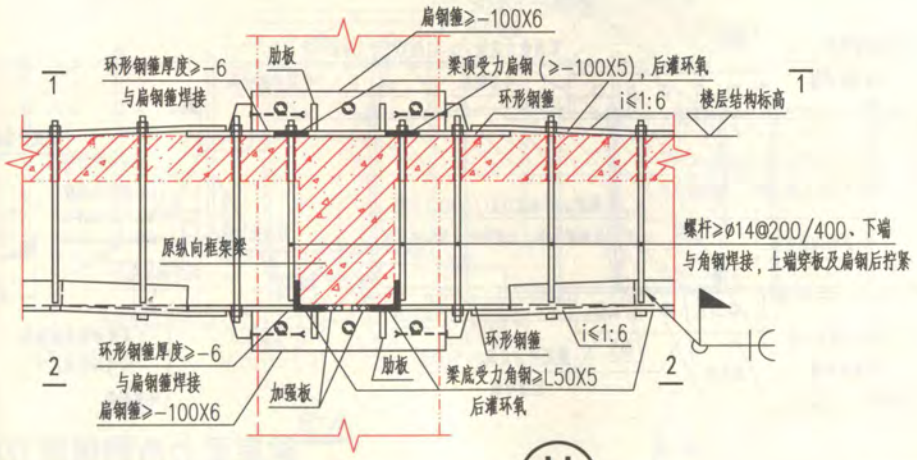
1-1

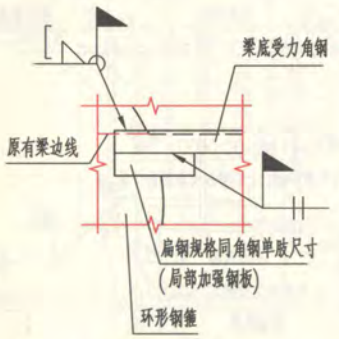
（中柱节点处梁加固上铁组合钢箍锚固方式二）



2-2

（中柱节点处梁加固下铁组合钢箍锚固方式二）

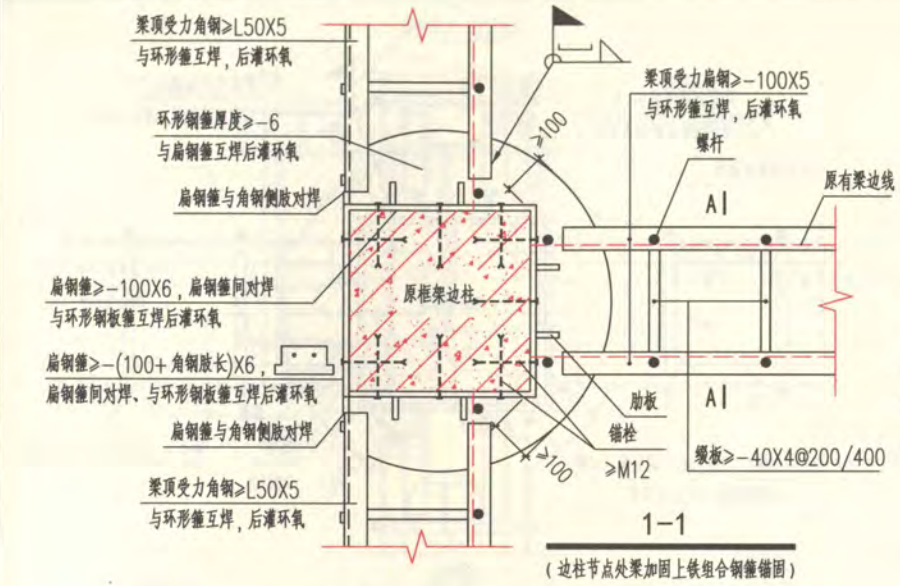


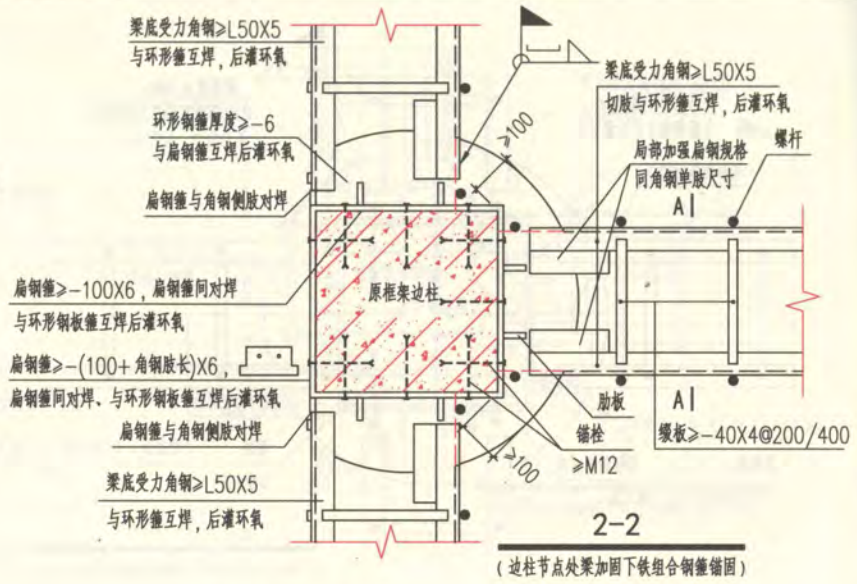


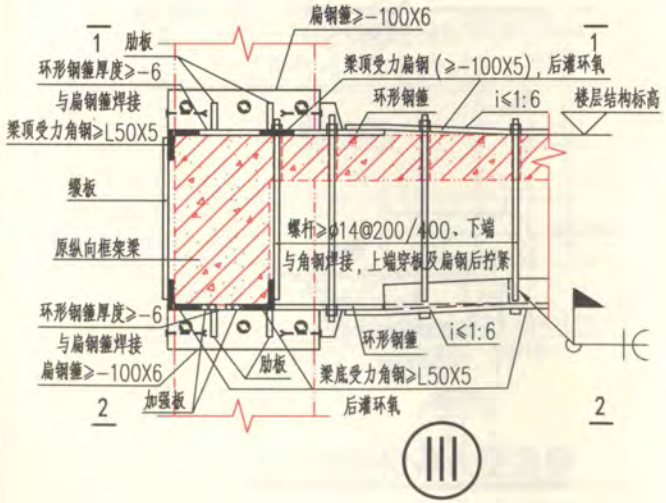
梁底受力角钢端部节点

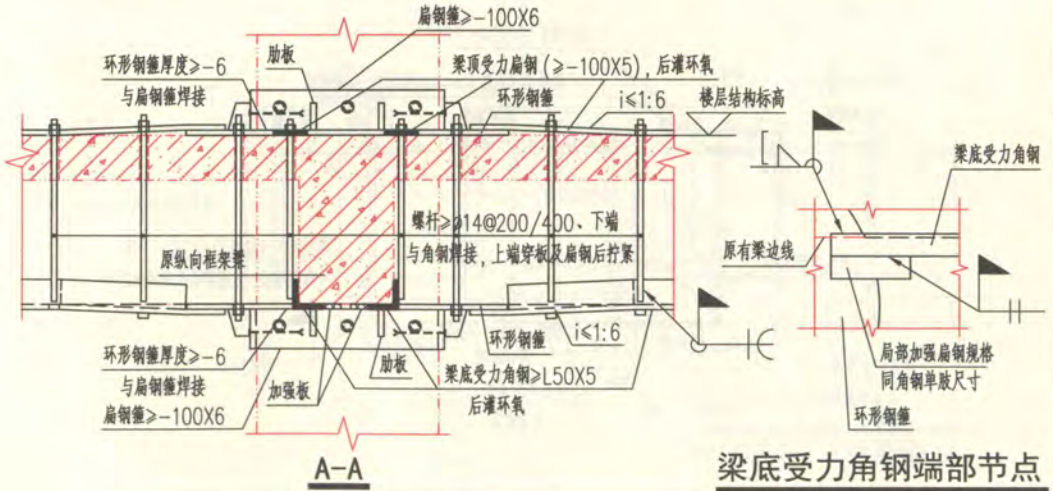
注：本页下铁组合钢箍锚固节点为仰视图，适用于纵横梁底同标高情况。

框架梁加钢构套节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-12







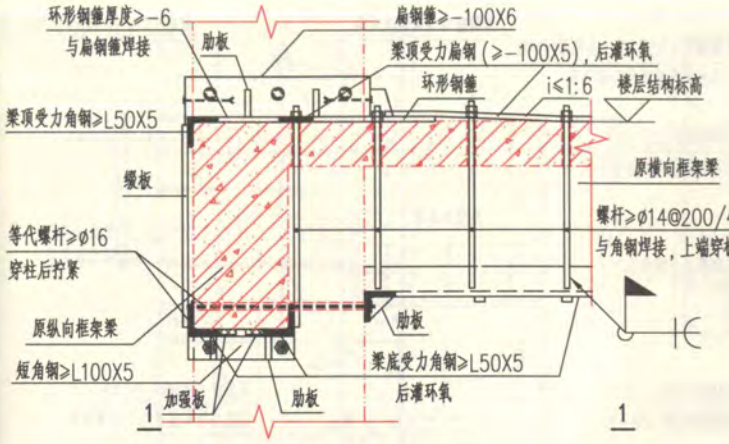


注：本页下铁组合钢箍锚固节点为仰视图，适用于纵横梁底同标高情况。

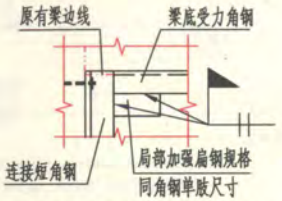
框架梁加钢构套节点详图

图集号	13SG619-5
页	A-13

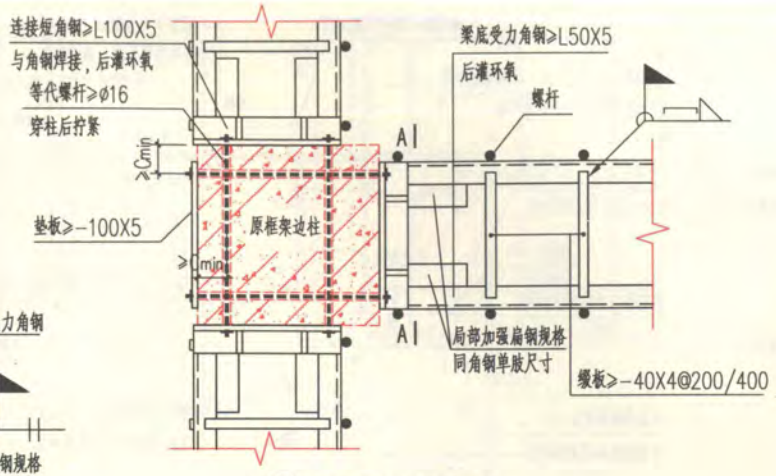
审核	李文峰	校对	李兴旺	设计	韩龙勇



Ⅲ或Ⅳ

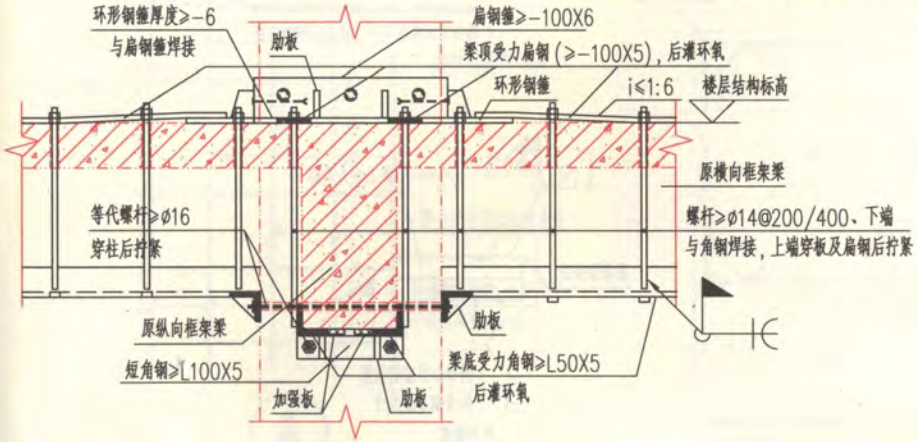


梁底受力角钢端部节点

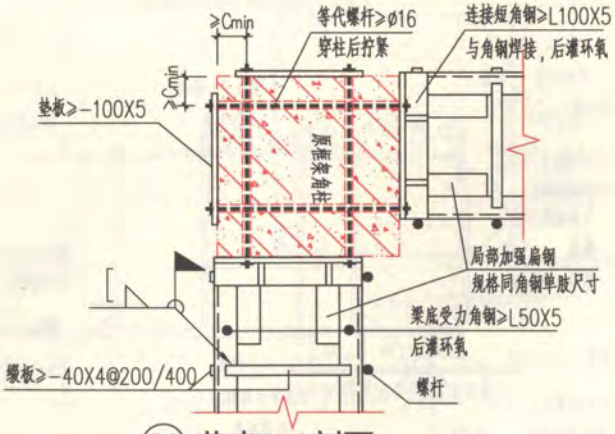


Ⅲ 节点1-1剖面

（边柱节点处梁加固下铁穿孔螺栓锚固）



A-A

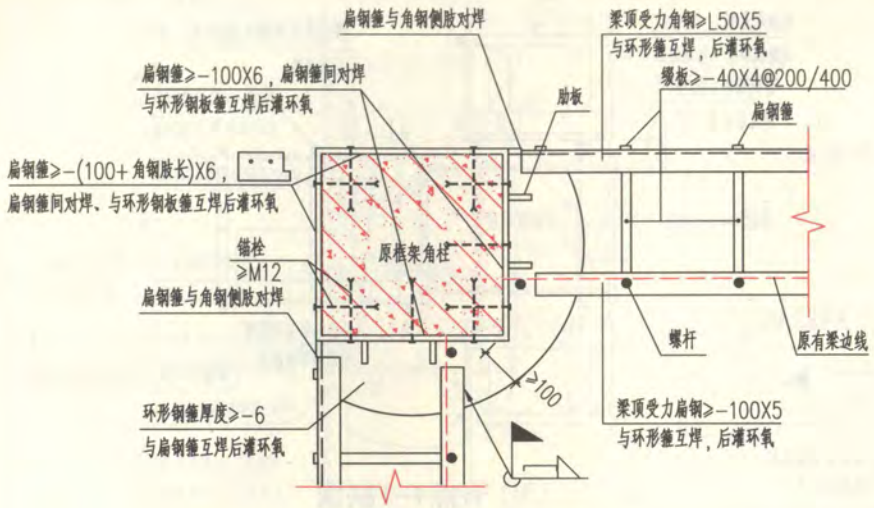


Ⅳ 节点1-1剖面

（角柱节点处梁加固下铁穿孔螺栓锚固）

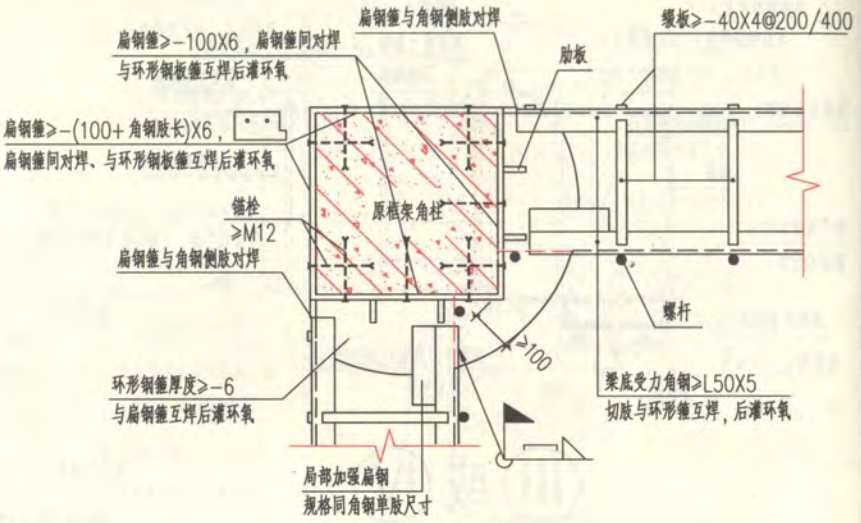
注：本页节点为仰视图，适用于纵横梁底标高不同，且穿柱螺栓不影响柱原有钢筋的情况。

框架梁加钢构套节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-14



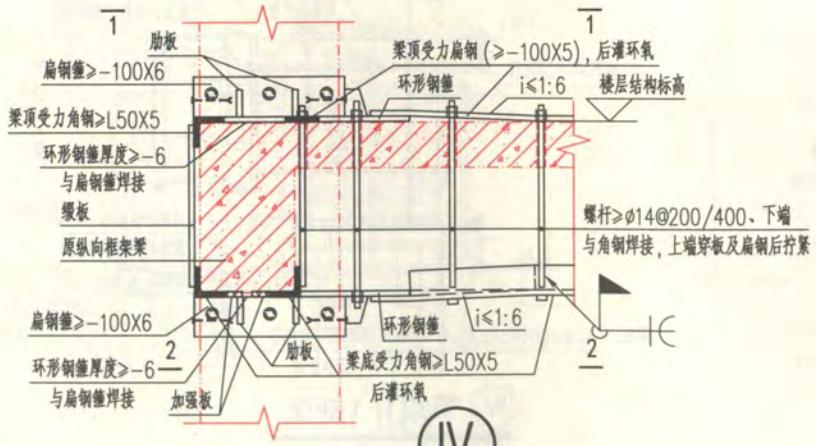
1-1

（角柱节点处梁加固上铁组合钢箍锚固）

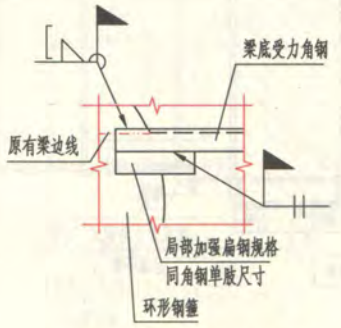


2-2

（角柱节点处梁加固下铁组合钢箍锚固）



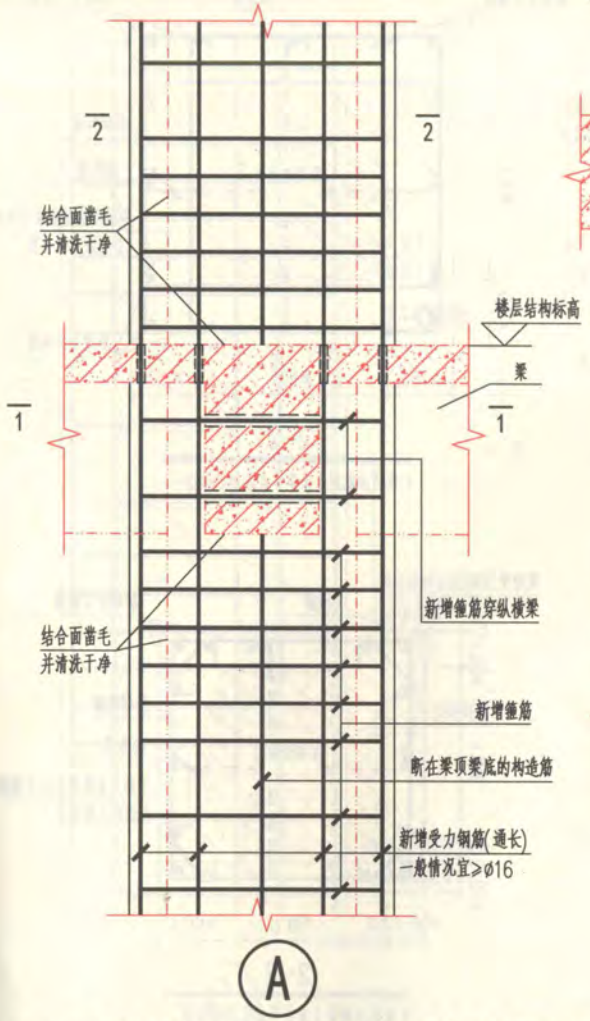
Ⅳ

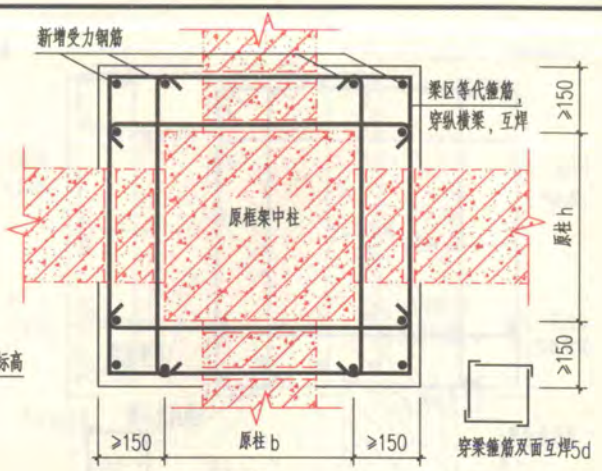


梁底受力角钢端部节点

注：本页下铁组合钢箍锚固节点为仰视图，适用于纵横梁底同标高情况。

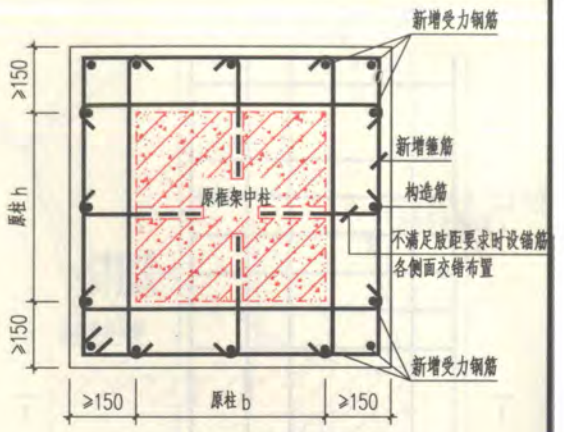
框架梁加钢构套节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-15





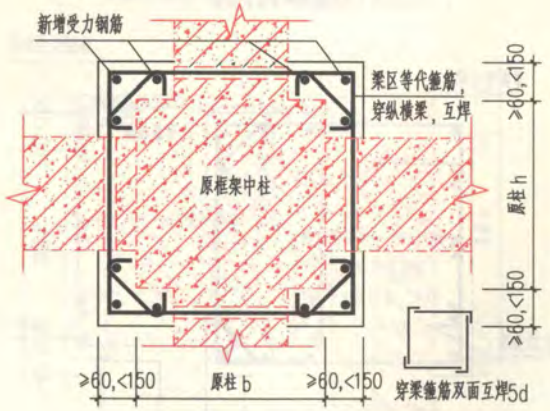
1-1

（中柱加混凝土套加固梁柱节点区做法一）



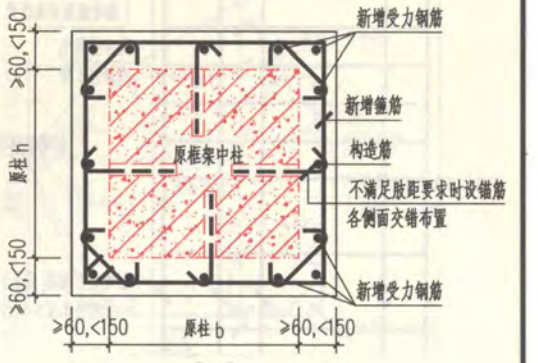
2-2

（中柱加混凝土套非节点区加固做法一）



1-1

（中柱加混凝土套加固梁柱节点区做法二）



2-2

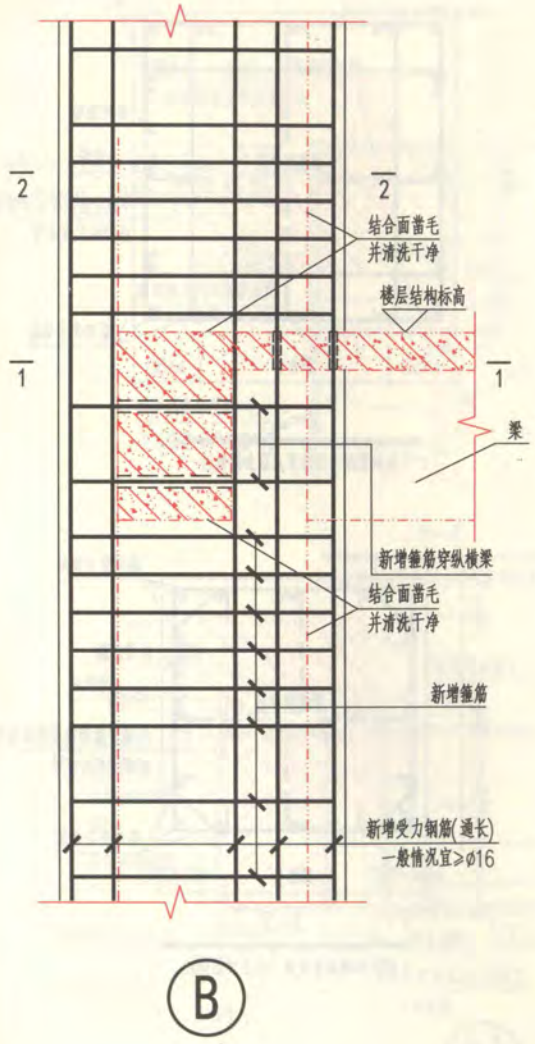
（中柱加混凝土套非节点区加固做法二）

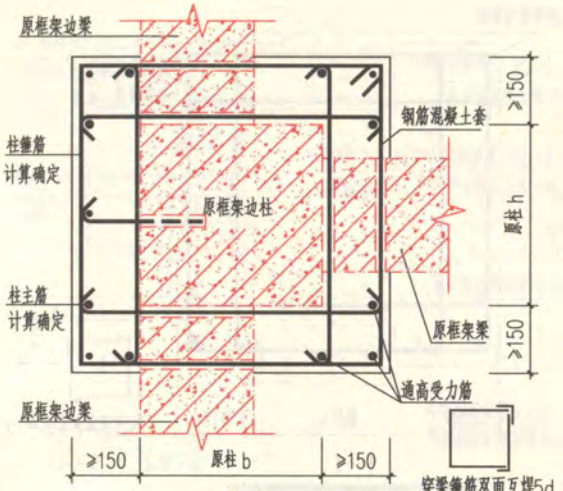
注：1. 柱加混凝土套加固法适用于柱截面承载力不足且需提高柱子刚度时采用。

2. 柱新增截面尺寸、柱主筋及箍筋由计算确定，柱箍筋加密区范围、最小箍筋直径、主筋直径应满足相应抗震等级的构造要求。

3. 植筋用钢筋应采用带肋钢筋且应满足锚固深度要求，图中植入柱内拉筋不计入截面抗剪箍筋总面积。

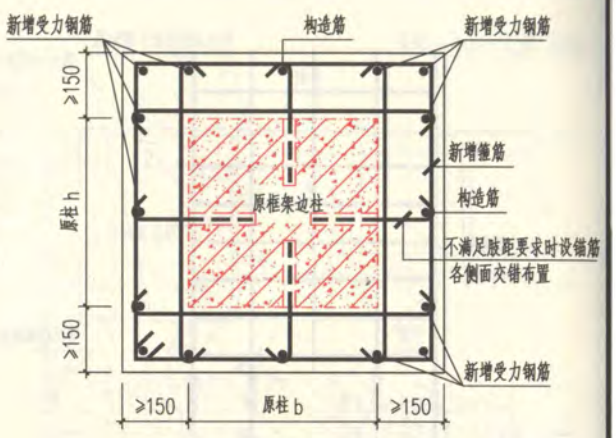
框架柱加钢筋混凝土套节点详图							图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-16





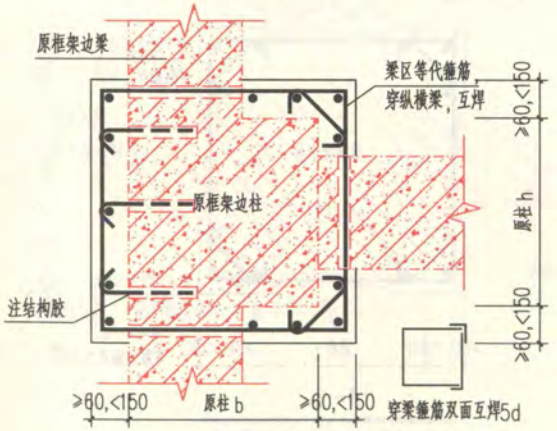
1-1

（边柱加混凝土套加固梁柱节点区做法一）



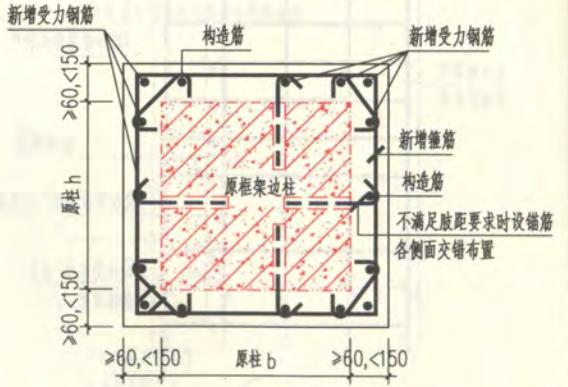
2-2

（边柱加混凝土套非节点区加固做法一）



1-1

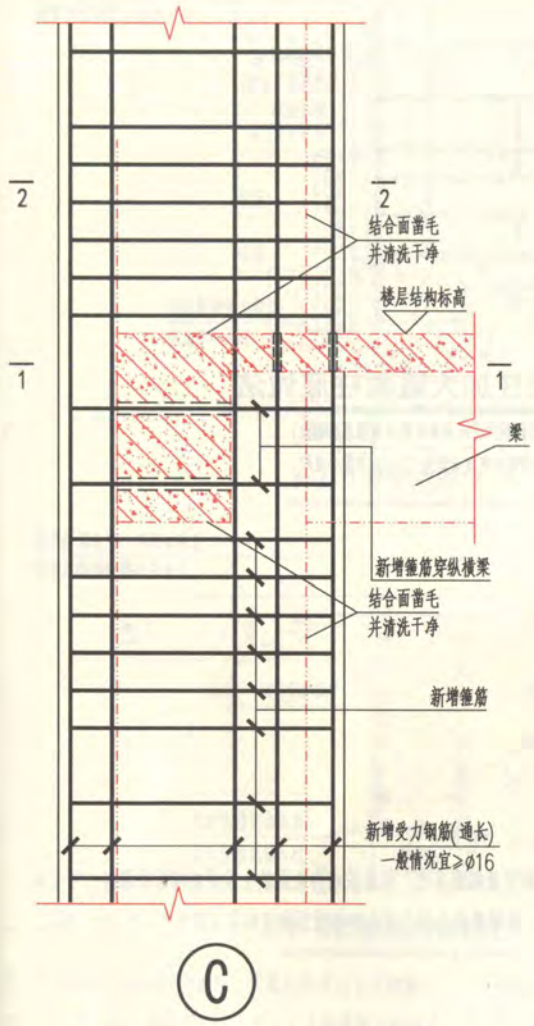
（边柱加混凝土套加固梁柱节点区做法二）

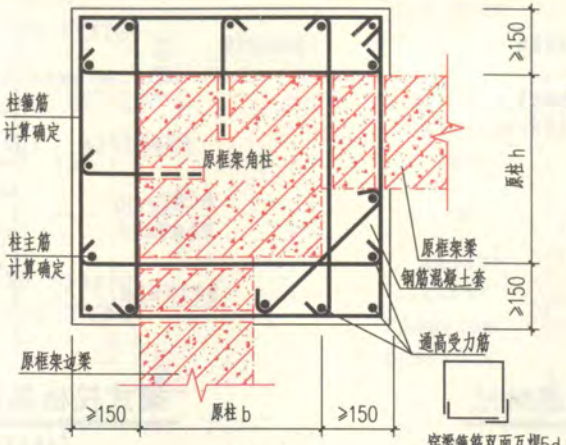


2-2

（边柱加混凝土套非节点区加固做法二）

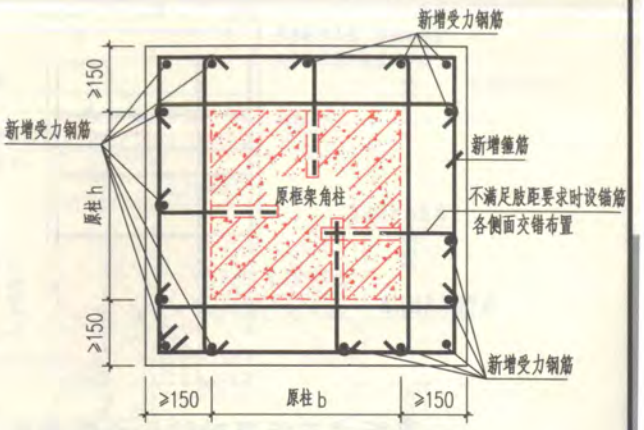
框架柱加钢筋混凝土套节点详图						图集号	13SG619-5
审核	李文峰		校对	李兴旺		设计	韩龙勇	页	A-17





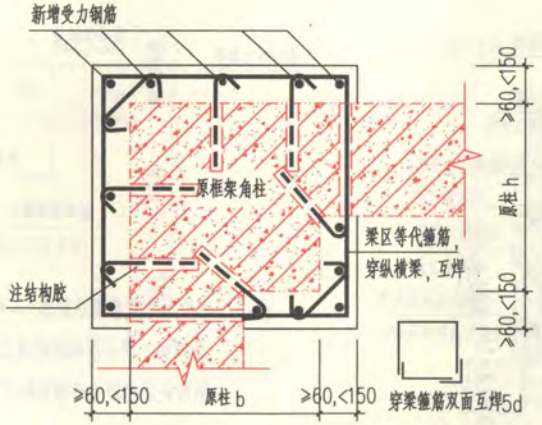
1—1

（角柱加混凝土套加固梁柱节点区做法一）



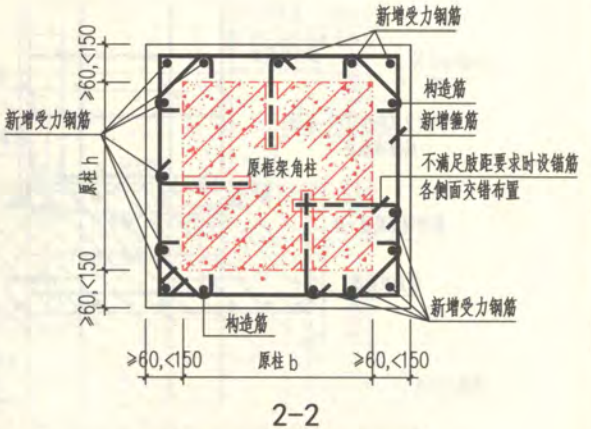
2—2

（角柱加混凝土套非节点区加固做法一）



1—1

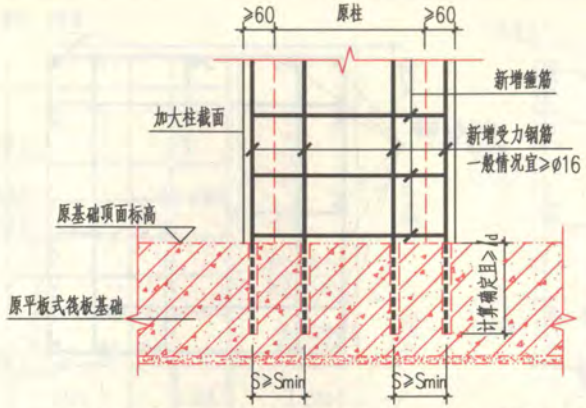
（角柱加混凝土套加固梁柱节点区做法二）



2—2

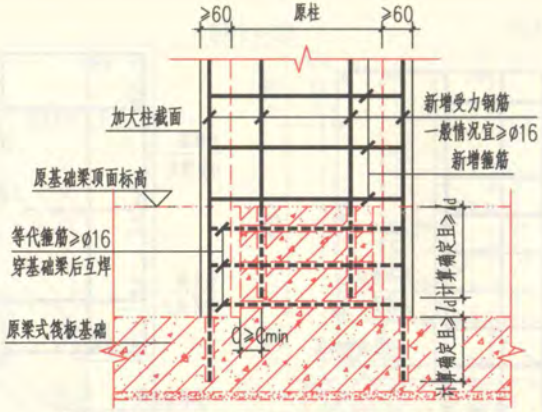
（角柱加混凝土套非节点区加固做法二）

框架柱加钢筋混凝土套节点详图							图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-18



平板式筏板基础柱加大截面柱底做法

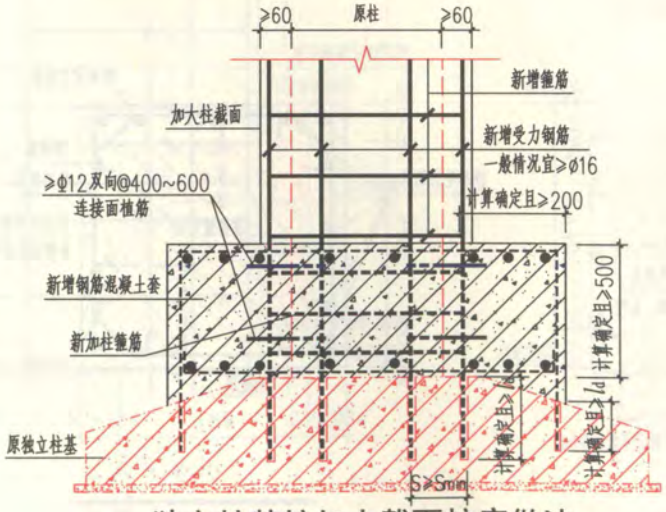
注：l_d 为植筋锚固深度设计值；Cmin为最小边距。



梁式筏板基础柱加大截面柱底做法

（当地基梁宽于原柱尺寸时参照平板式筏板基础做法）

注：l_d 为植筋锚固深度设计值；Cmin为最小边距。



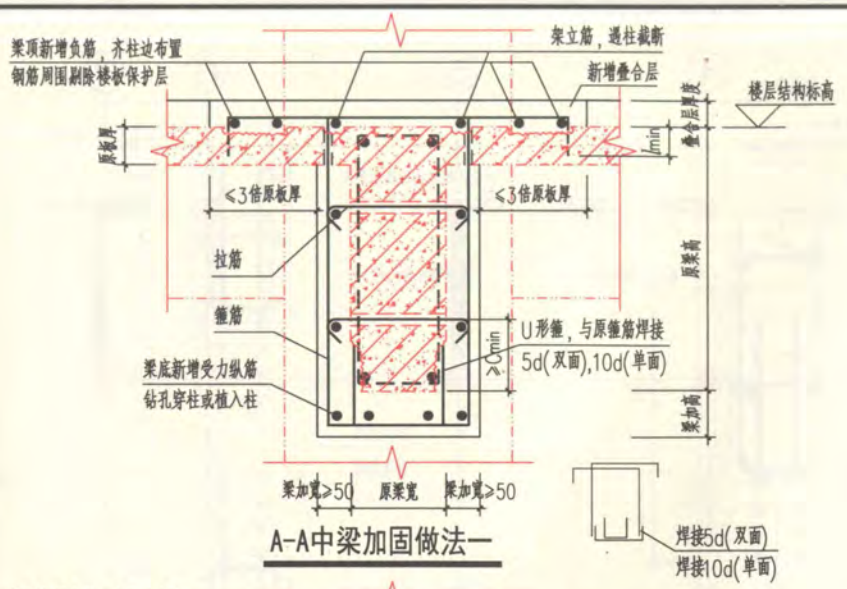
独立柱基柱加大截面柱底做法

注：l_d 为植筋锚固深度设计值；Cmin为最小边距。

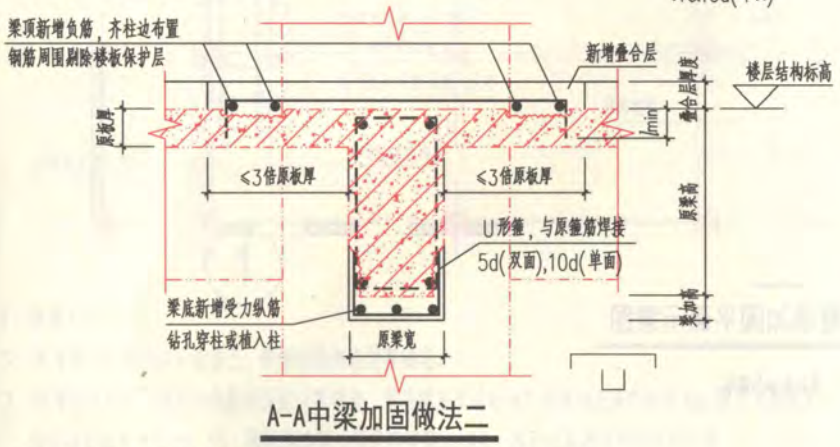
注：1. 柱纵筋布置参照本图集A-16~A-18页。

2. 新增柱主筋在基础的锚固宜采用植筋锚固方式，当原基础为素混凝土或基础埋深较深时，可采用新增钢筋混凝土套锚固的方法，新增混凝土套与原结构接触面做法详见本图集C-2、C-3页。

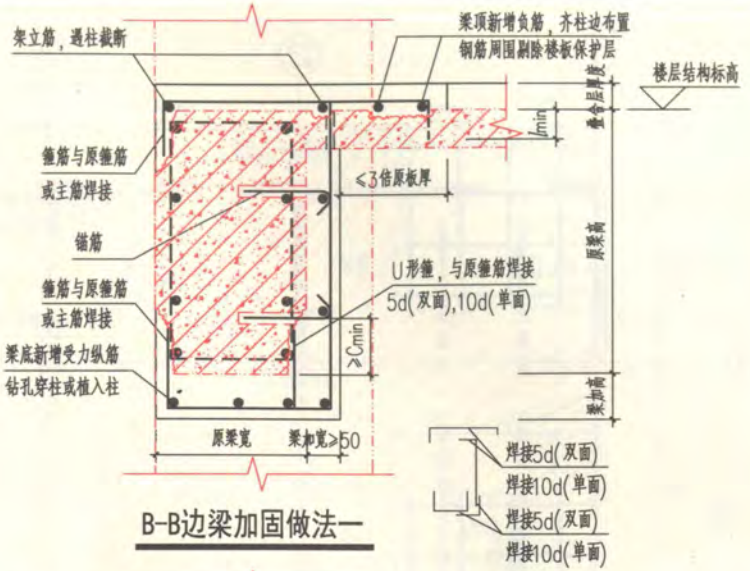
框架柱加钢筋混凝土套节点详图							图集号	13SG619-5
审核	李文峰		校对	李兴旺		设计	韩龙勇		页	A-19



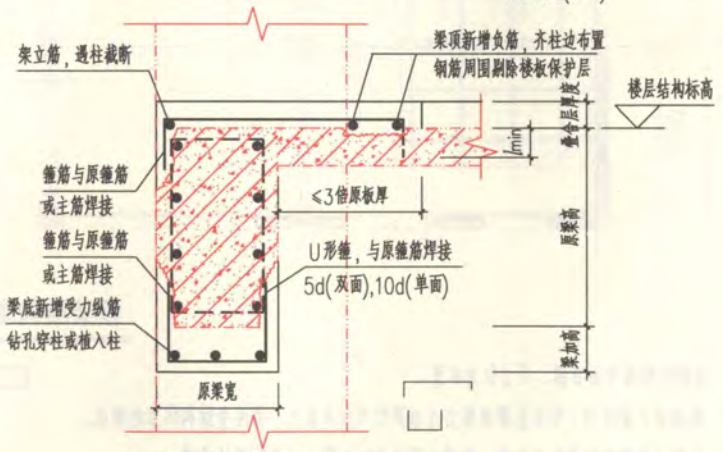
A-A中梁加固做法一



A-A中梁加固做法二



B-B边梁加固做法一



B-B边梁加固做法二

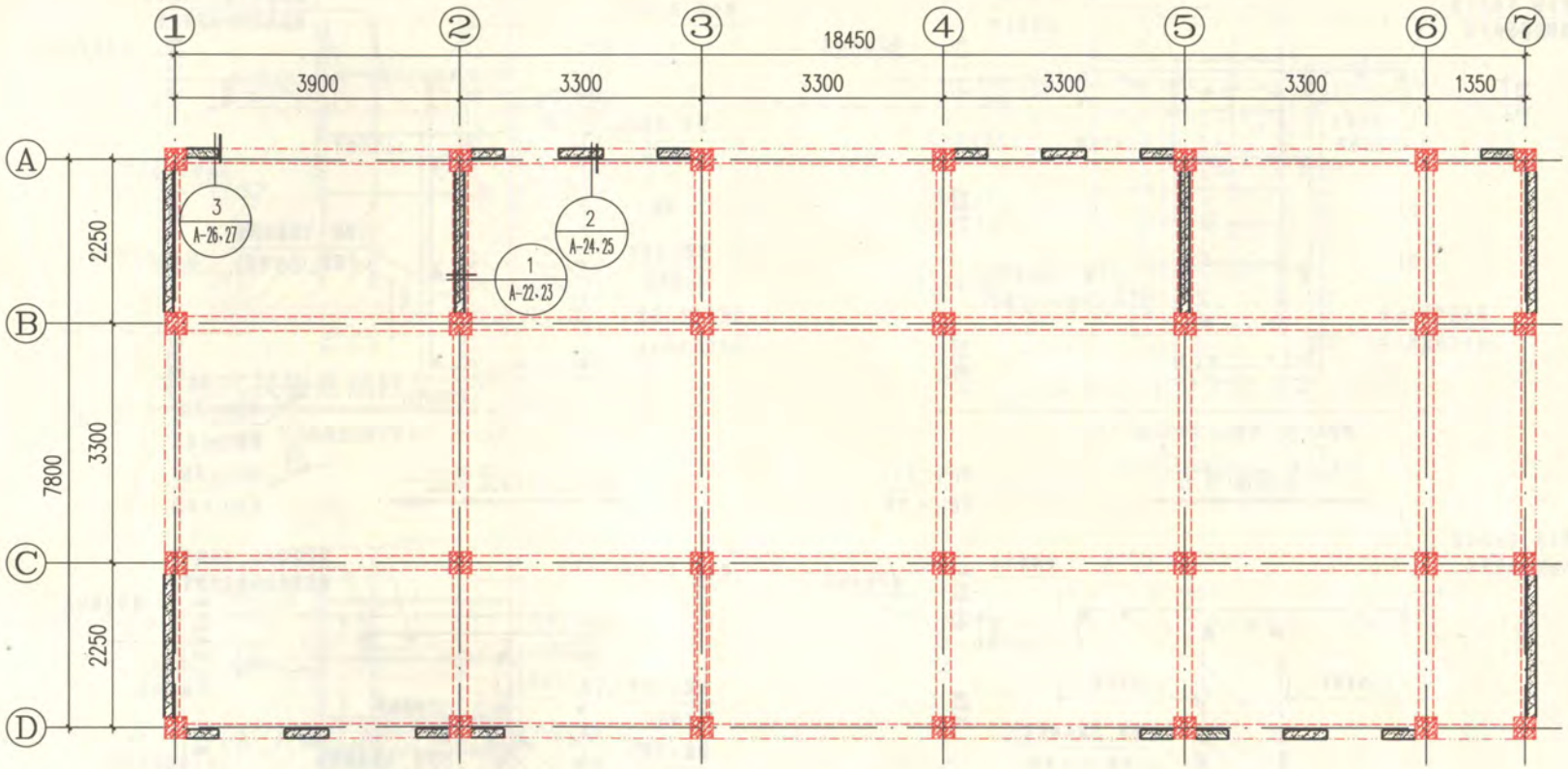
注：1. 梁加混凝土套加固法适用于梁截面承载力不足的情况，且可有效提高梁刚度。

2. 本页梁上铁加固法仅适用于梁柱尺寸相差较小的情况，且上铁在翼缘上配筋距梁边宽度宜控制在3倍板厚范围内，梁主筋及箍筋由计算确定，梁箍筋加密区范围、最小箍筋直径、主筋直径应满足相应抗震等级的构造要求。

3. 梁底受力钢筋植筋应满足锚固深度和最小边距要求，植筋用钢筋应采用带肋钢筋。

4. 图中l_{min}为按构造要求植筋最小锚固深度。

框架梁加钢筋混凝土套节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-20



框架结构增设抗震墙加固平面示意图

表示新加抗震墙

注：1. 本图中结构平面布置、尺寸仅为示意。

2. 本加固方案适用于综合抗震承载力与地震作用相差较大，需改变结构体系的情况。

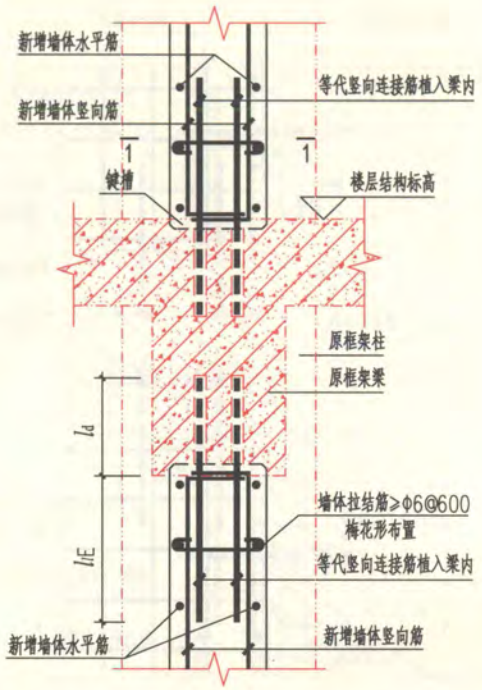
3. 本图抗震墙的位置仅为示意，新增抗震墙实际布置应以实际设计为准。

4. 此加固方法为间接加固法(改变结构体系)。

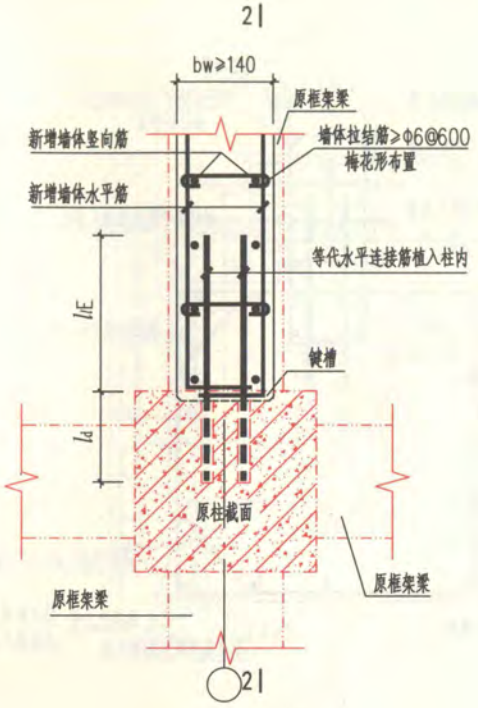
5. 新增剪力墙需满足相应规范以及构造要求、剪力墙自身要求等。

6. 新增剪力墙门窗洞口需设置暗柱，做法详见本图集A-28页。

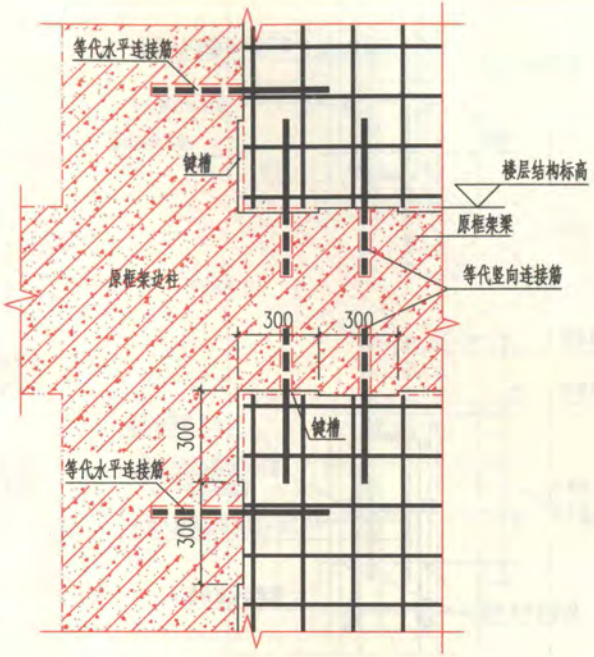
框架结构增设抗震墙加固平面示意图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-21



①



1-1



2-2

注：1. 键槽深度20。

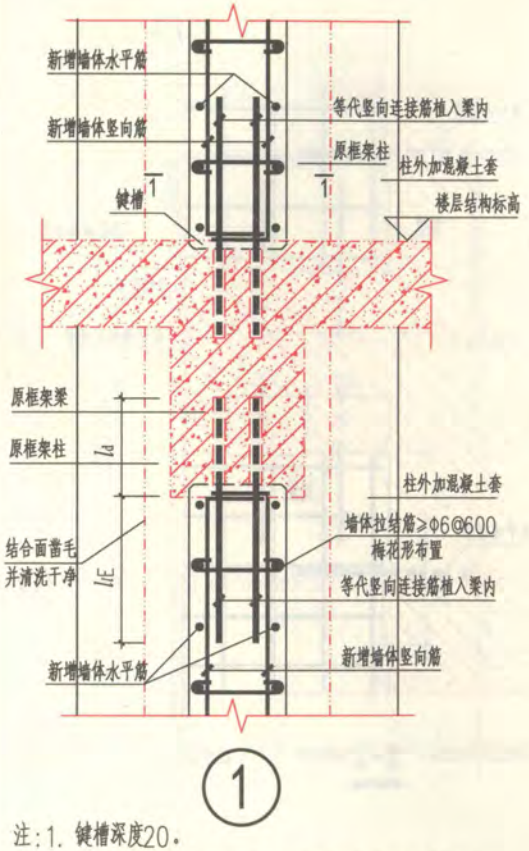
2. 新增墙体宜采用细石混凝土，新增墙厚应由计算确定。

3. 新增墙体竖向及横向分布筋截面按计算确定，且应满足设计时构件所采用抗震等级的相应规范及构造要求。墙体拉结筋间距宜为600，梅花形布置。等代连接筋≥ø16，其间距应根据等代面积计算。

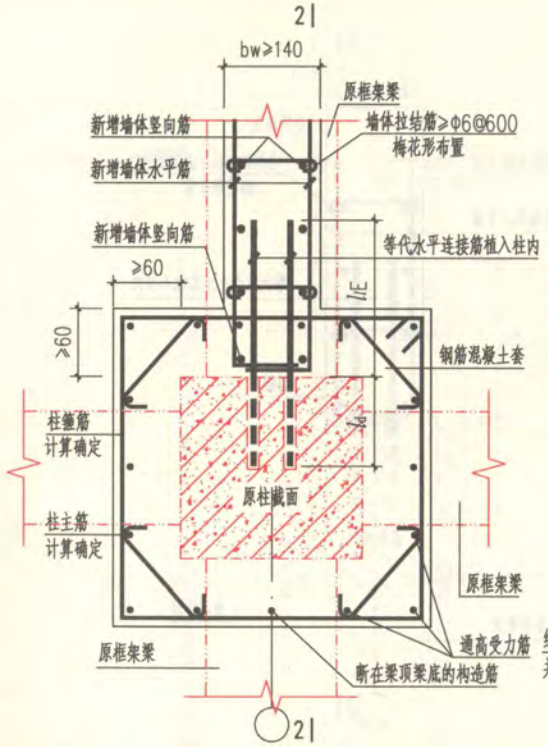
4. 本页增设抗震墙与中柱的连接适用于原柱配筋可满足边缘构件要求的情况；新增剪力墙洞边的边缘构件纵筋应在楼层间通过；新增剪力墙竖向分布筋参与受弯计算时，应在楼层间通过；做法详见本图集A-28页。

5. 等代连接筋应满足锚固深度、最小边距及与墙体分布筋最小间接搭接长度（可取1.2倍l_{lE}）的要求。

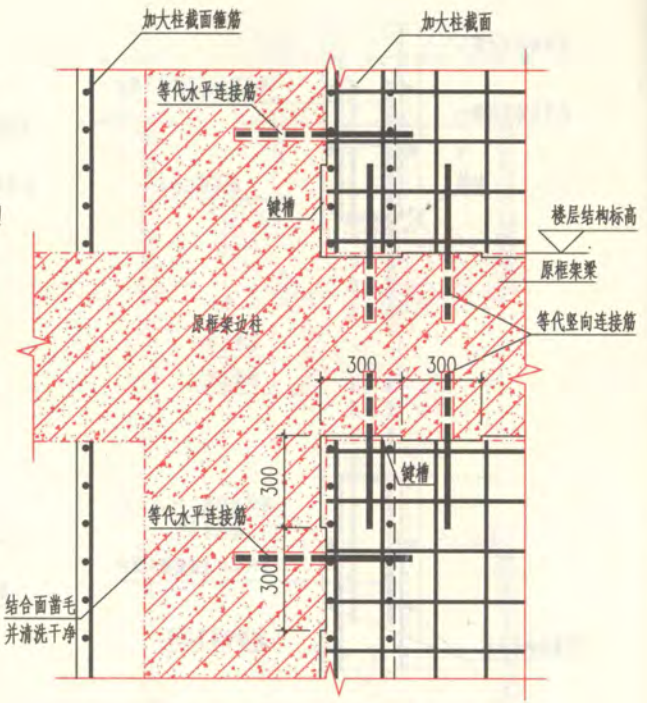
框架结构新增抗震墙与中柱的连接								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-22



①



1–1



2–2

注：1. 键槽深度20。

2. 新增截面宜采用细石混凝土，新增墙厚应由计算确定。

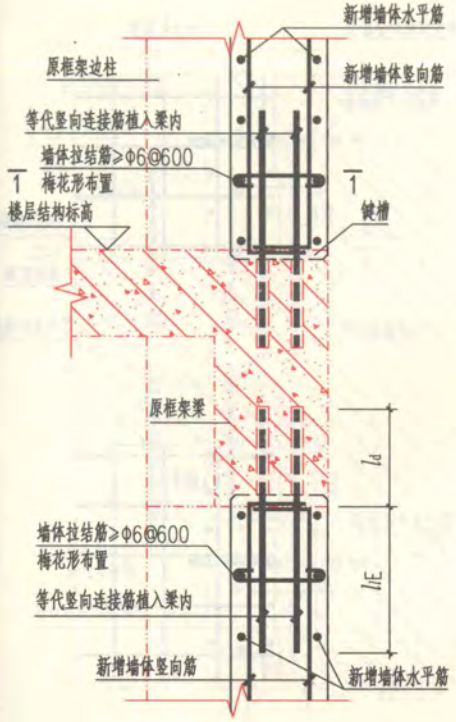
3. 端柱主筋及箍筋由计算确定，其最小箍筋、主筋直径应满足相应抗震等级构造要求。

4. 图中柱加混凝土套加固做法仅为示意，根据不同情况参照本图集A–16～A–18页做法。

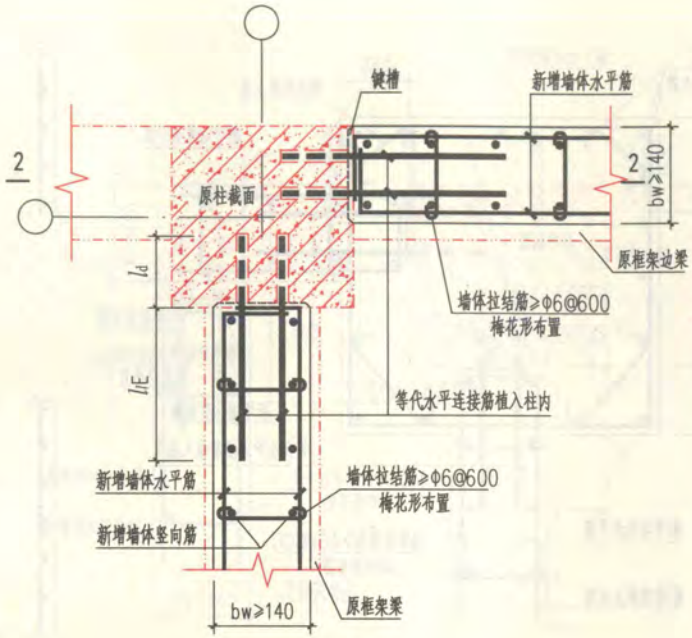
5. 本页增设抗震墙与中柱的连接适用于原柱配筋不能满足边缘构件要求情况；新增剪力墙洞边的边缘构件纵筋应在楼层间通过；新增剪力墙竖向分布筋参与受弯计算时，应在楼层间通过；做法详见本图集A–28页。

6. 等代连接筋应满足锚固深度、最小边距及与墙体分布筋最小间接搭接长度（可取1.2倍l_{lE}）的要求。

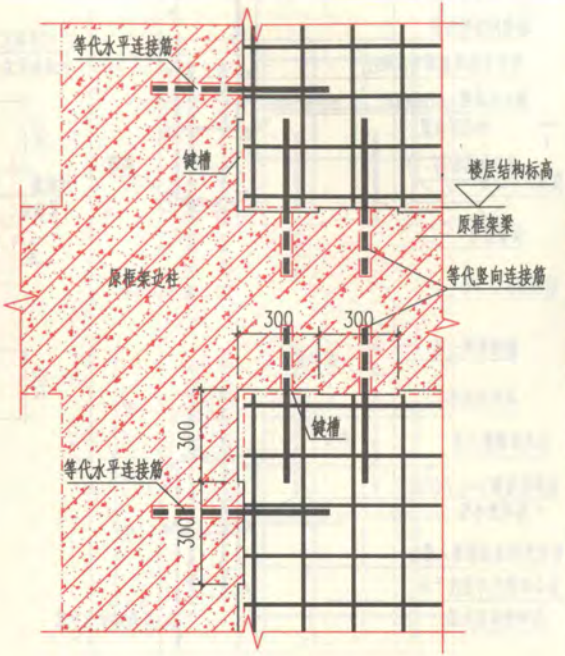
框架结构新增抗震墙与中柱的连接							图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A–23



2



1-1



2-2

注：1. 键槽深度20。

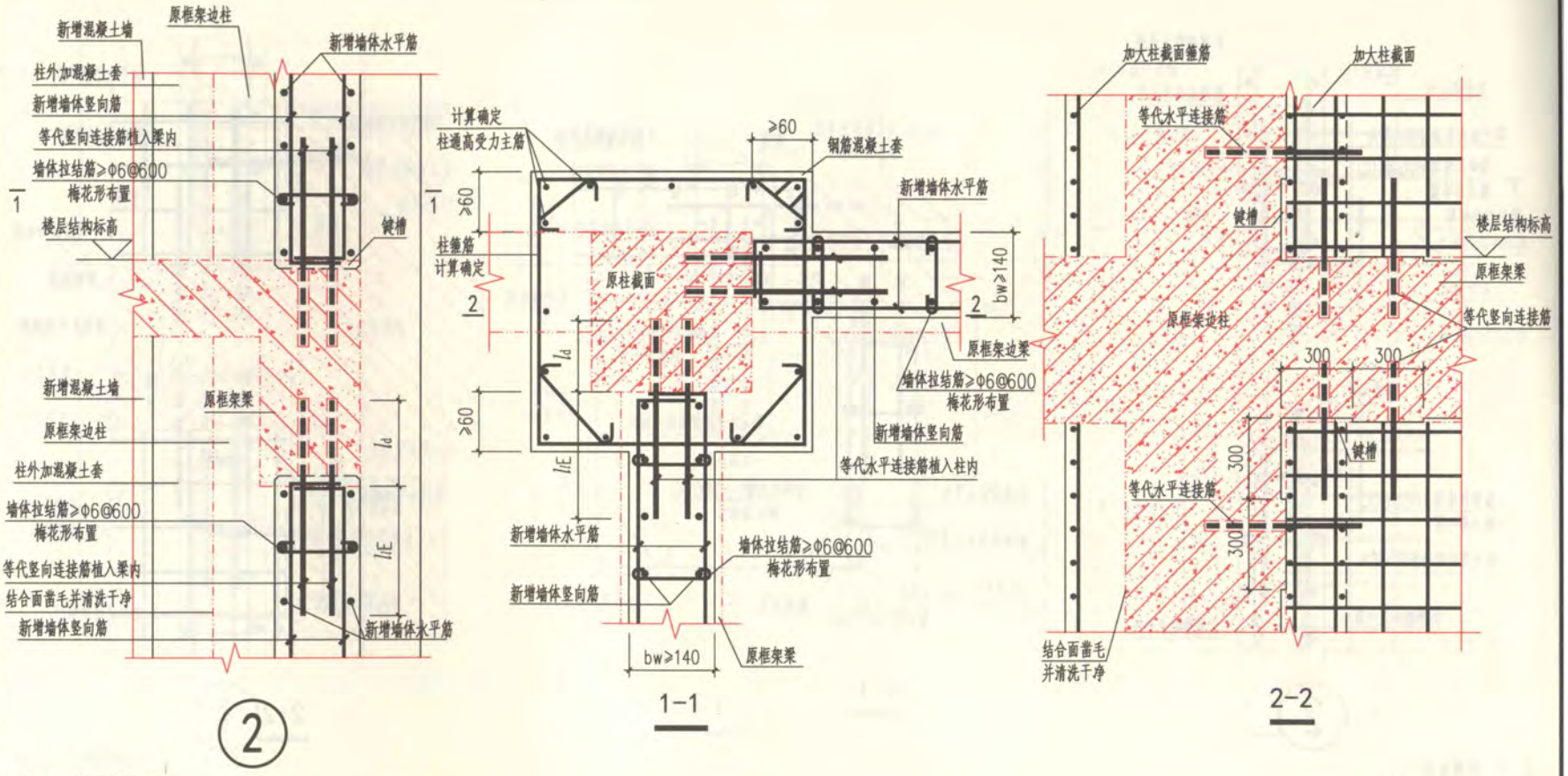
2. 新增墙体宜采用细石混凝土，新增墙厚应由计算确定。

3. 新增墙体竖向及横向分布筋截面按计算确定，且应满足设计时构件所采用抗震等级的相应规范及构造要求。墙体拉结筋间距宜为600，梅花形布置。等代连接筋≥ø16，其间距应根据等代面积计算。

4. 本页增设抗震墙与边柱的连接适用于原柱配筋可满足边缘构件要求的情况；新增剪力墙洞边的边缘构件纵筋应在楼层间通过；新增剪力墙竖向分布筋参与受弯计算时，应在楼层间通过；做法详见本图集A-28页。

5. 等代连接筋应满足锚固深度、最小边距及与墙体分布筋最小间接搭接长度（可取1.2倍l_{lE}）的要求。

框架结构新增抗震墙与边柱的连接								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-24



注：1. 键槽深度20。

2. 新增截面宜采用细石混凝土，新增墙厚应由计算确定。

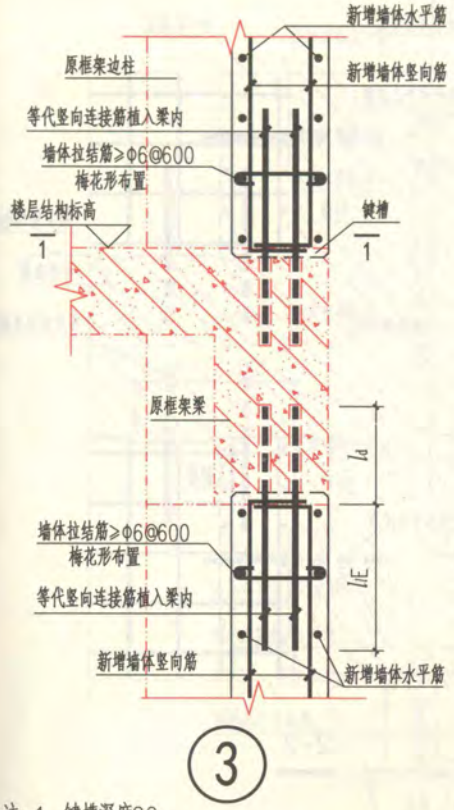
3. 端柱主筋及箍筋由计算确定，其最小箍筋、主筋直径应满足相应抗震等级构造要求。

4. 图中柱加混凝土套加固做法仅为示意，根据不同情况参照本图集A-16～A-18页做法。

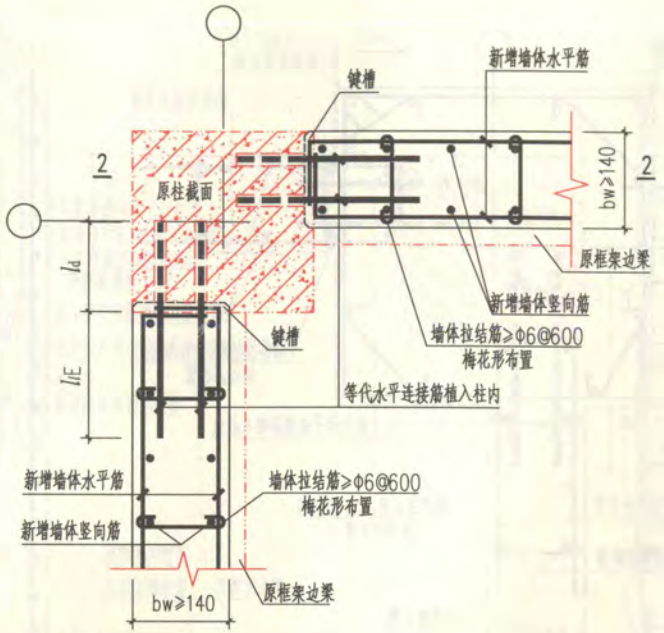
5. 本页增设抗震墙与边柱的连接适用于原柱配筋不能满足边缘构件要求情况；新增剪力墙洞边的边缘构件纵筋应在楼层间通过；新增剪力墙竖向分布筋参与受弯计算时，应在楼层间通过；做法详见本图集A-28页。

6. 等代连接筋应满足锚固深度、最小边距及与墙体分布筋最小间接搭接长度（可取1.2倍l_{lE}）的要求。

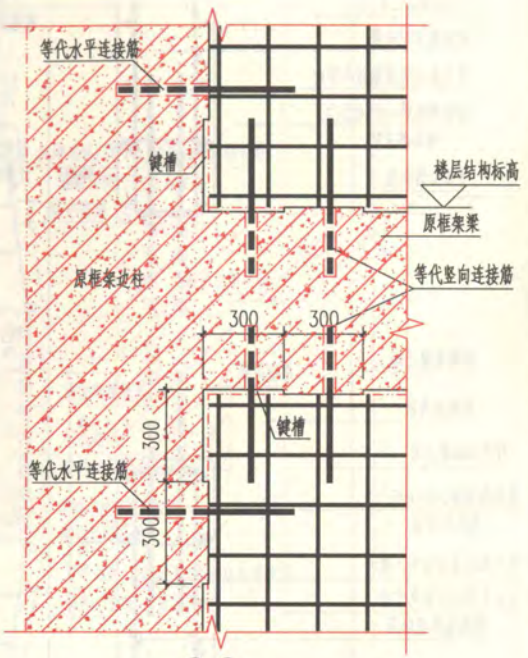
框架结构新增抗震墙与边柱的连接							图集号	13SG619-5
审核	李文峰		校对	李兴旺		设计	韩龙勇		页	A-25



3



1-1



2-2

注：1. 键槽深度20。

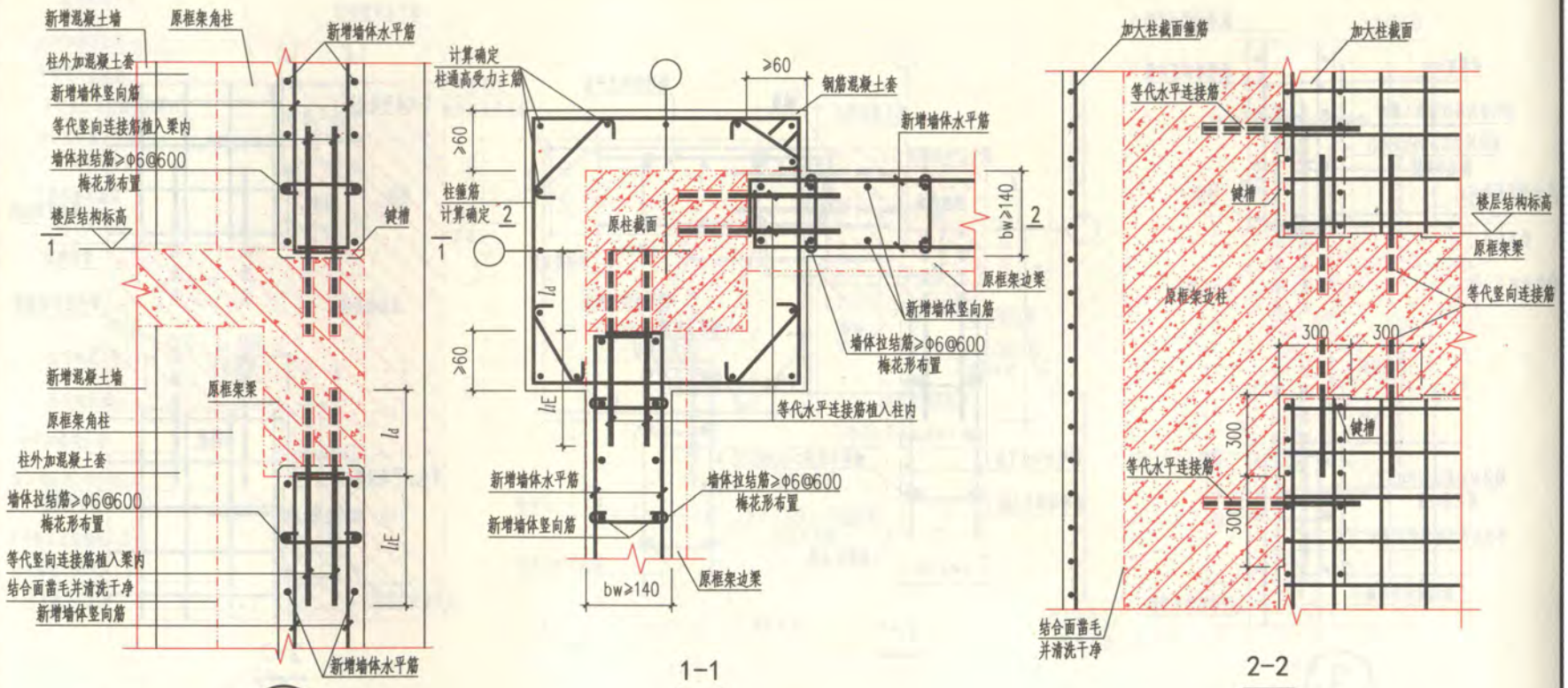
2. 新增墙体宜采用细石混凝土，新增墙厚应由计算确定。

3. 新增墙体竖向及横向分布筋截面按计算确定，且应满足设计时构件所采用抗震等级的相应规范及构造要求。墙体拉结筋间距宜为600，梅花形布置。等代连接筋≥φ16，其间距应根据等代面积计算。

4. 本页增设抗震墙与角柱的连接适用于原柱配筋可满足边缘构件要求的情况；新增剪力墙洞边的边缘构件纵筋应在楼层间通过；新增剪力墙竖向分布筋参与受弯计算时，应在楼层间通过；做法详见本图集A-28页。

5. 等代连接筋应满足锚固深度、最小边距及与墙体分布筋最小间接搭接长度（可取1.2倍l_{lE}）的要求。

框架结构新增抗震墙与角柱的连接								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-26



3

注：1. 键槽深度20。

2. 新增截面宜采用细石混凝土，新增墙厚应由计算确定。

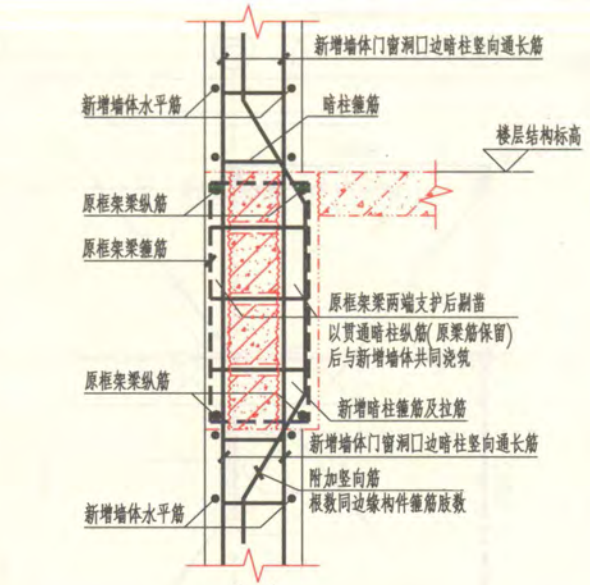
3. 端柱主筋及箍筋由计算确定，其最小箍筋直径、主筋直径应满足相应抗震等级构造要求。

4. 图中柱加混凝土套加固做法仅为示意，根据不同情况参照本图集A-16~A-18页做法。

5. 本页增设抗震墙与角柱的连接适用于原柱配筋不能满足边缘构件要求情况；新增剪力墙洞边的边缘构件纵筋应在楼层间通过；新增剪力墙竖向分布筋参与受弯计算时，应在楼层间通过；做法详见本图集A-28页。

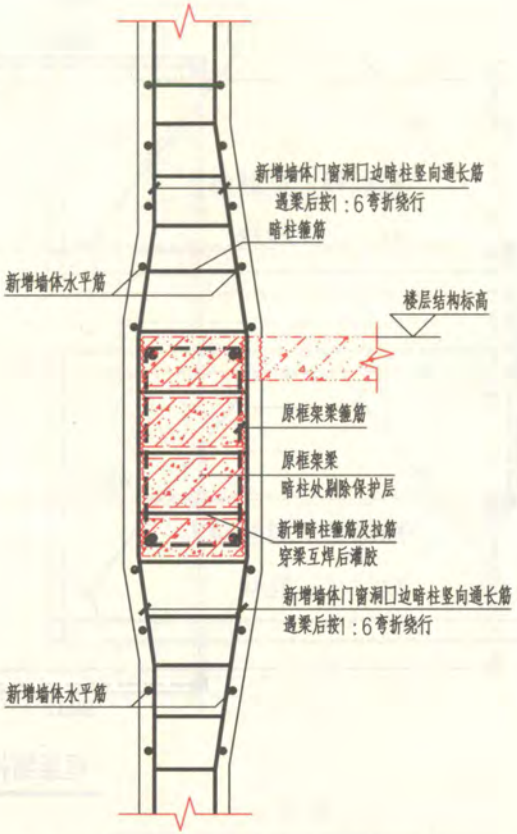
6. 等代连接筋应满足锚固深度、最小边距及与墙体分布筋最小间接搭接长度（可取1.2倍l_{lE}）的要求。

框架结构新增抗震墙与角柱的连接		图集号	13SG619-5
审核 李文峰	校对 李兴旺	设计 韩龙勇	页	A-27



框架结构新增抗震墙边缘构件遇梁做法

(适用于新增抗震墙墙厚小于原框架梁宽度较大的情况)



框架结构新增抗震墙边缘构件遇梁做法

(适用于新增抗震墙墙厚大于原框架梁宽度或两者尺寸较接近的情况)

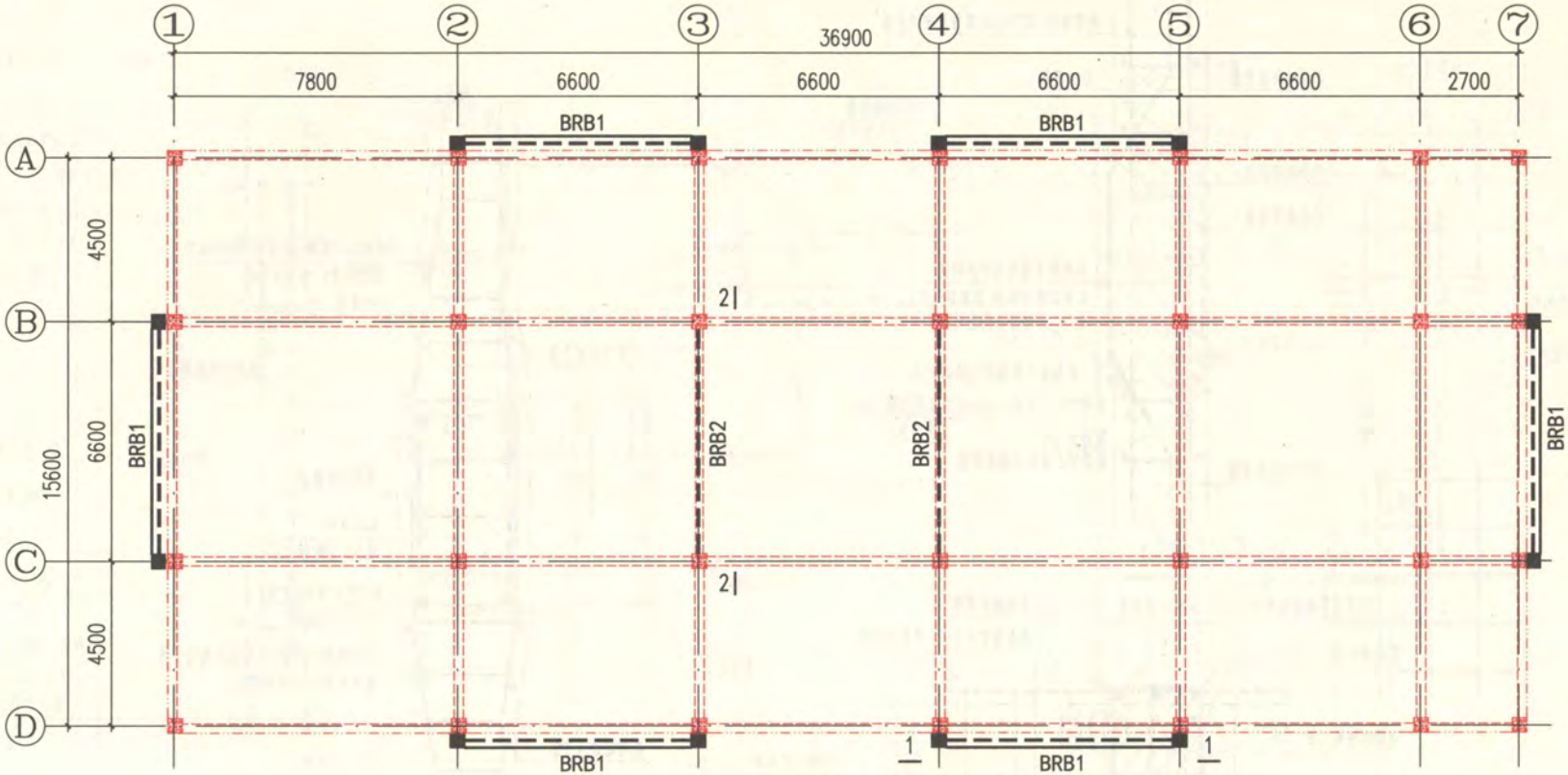
注:1. 新增抗震墙边缘构件主筋及箍筋应按计算确定,其最小箍筋直径、主筋直径应满足相应抗震等级的构造要求。

2. 边缘构件主筋需上下贯通。

3. 剔凿原框架梁施工前应先卸荷并采取可靠的支撑措施。

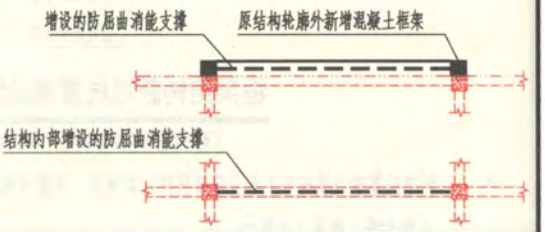
4. 新增剪力墙竖向分布筋参与受弯计算时,纵筋在楼层间通过做法可参照本页。

框架结构新增抗震墙边缘构件遇梁做法								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-28



框架结构增设防屈曲消能支撑加固平面示意图

图例：

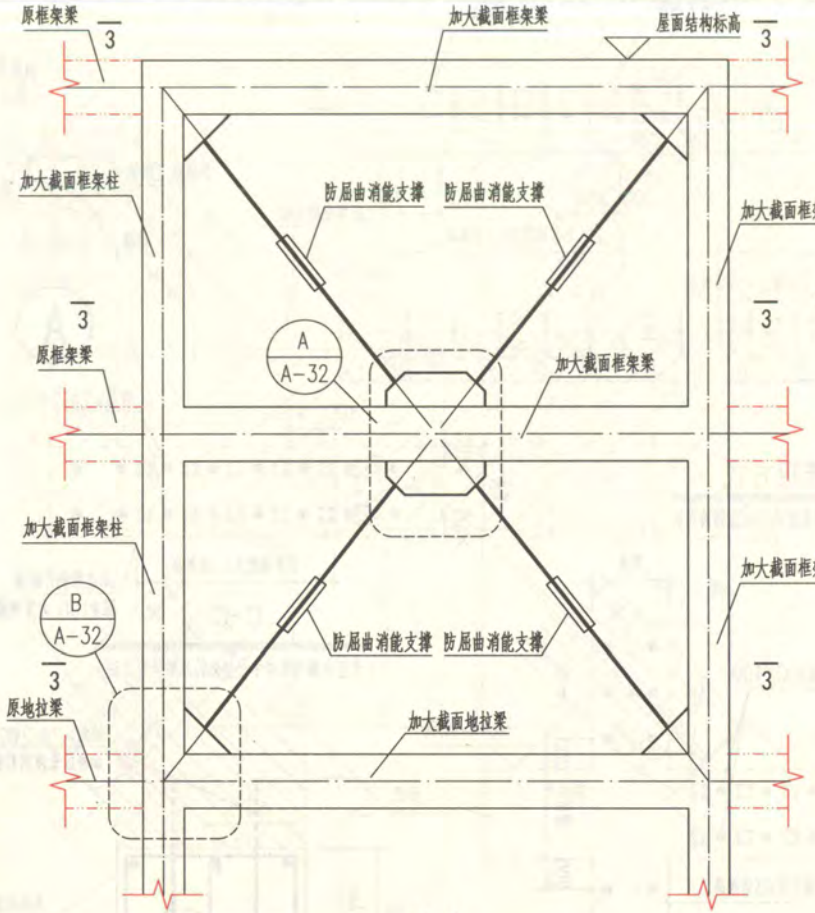


注：1. 防屈曲消能支撑对位移非常敏感，且布置灵活，对建筑内部交通疏散等影响较小。增设防屈曲消能支撑加固法适用于综合抗震能力与地震作用有较大差距，需提高整体结构阻尼特性降低地震反应、提高一定抗侧刚度的结构。

2. 增设防屈曲消能支撑后，原结构框架梁柱是否加固需由计算确定。

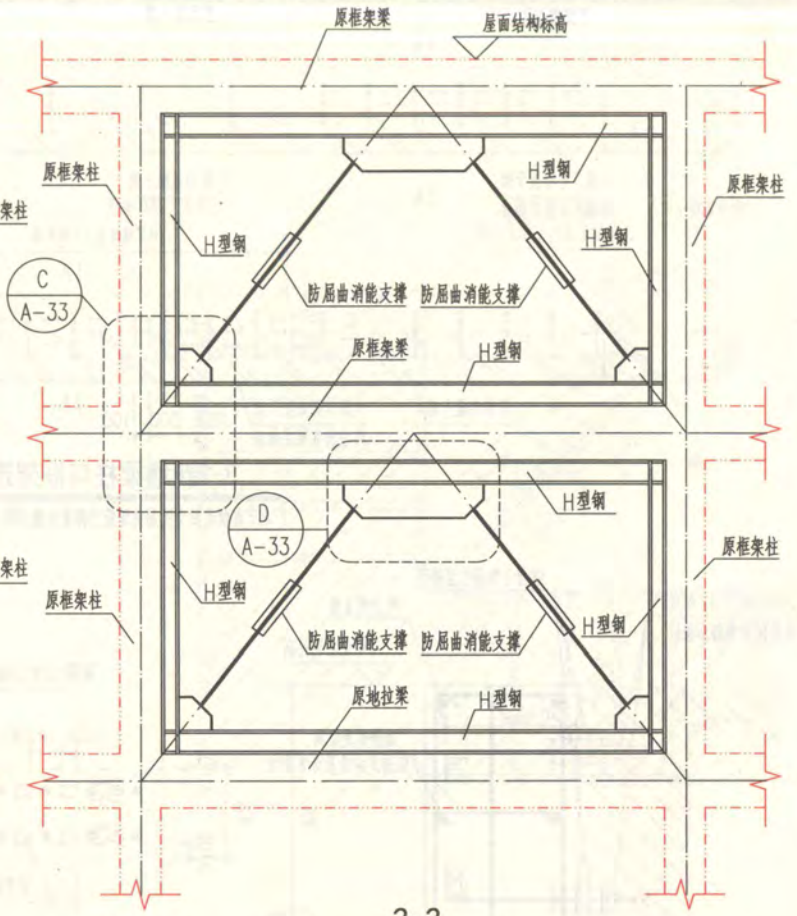
3. 1-1、2-2剖面详见本图集A-30页。

框架结构增设防屈曲消能支撑加固平面示意图		图集号	13SG619-5
审核 李文峰	校对 李兴旺	设计 韩龙勇	页 A-29



1-1

（增设防屈曲消能支撑外贴混凝土框架型消能部件立面图BRB1）



2-2

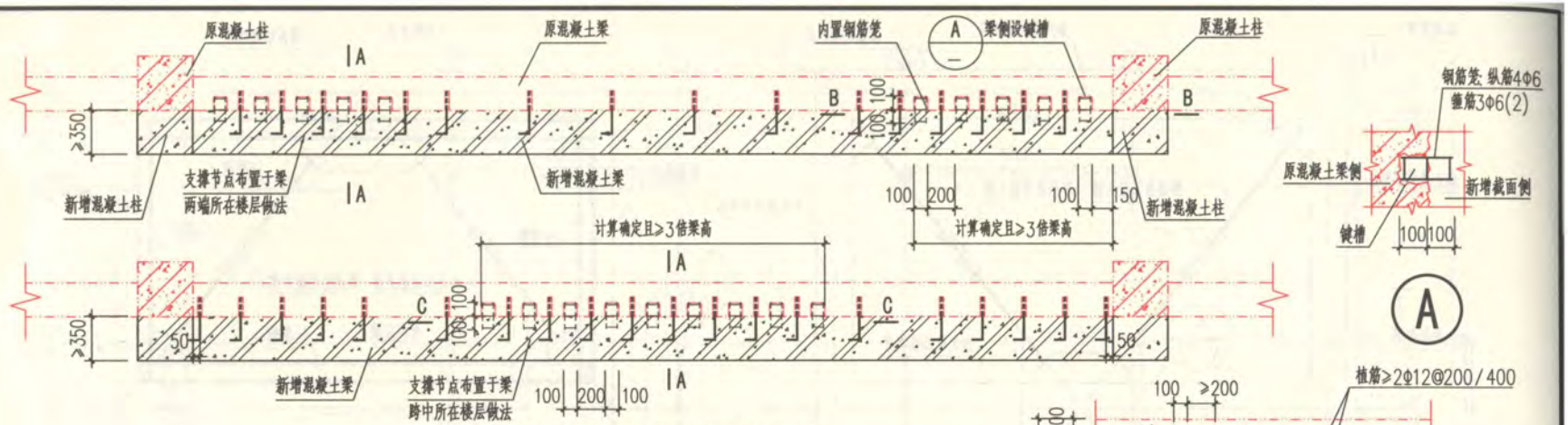
（增设防屈曲消能支撑内衬钢框架型消能部件立面图BRB2）

注：1. 在结构外轮廓外侧增设防屈曲消能支撑的形式一般仅适用于消能器承担地震力较小的情况。

2. 防屈曲消能支撑中心线应尽量与梁柱节点区中心重合，当偏心较大时应考虑偏心受力对梁柱节点区的不利影响。

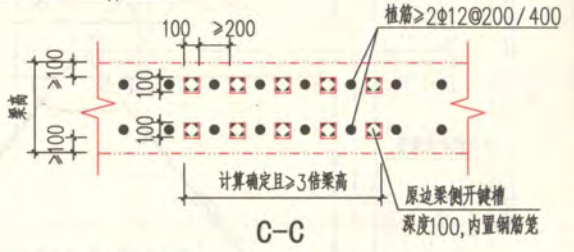
3. 3-3剖面详见本图集A-31页。

框架结构增设防屈曲消能支撑外贴混凝土框架型及内衬钢框架型消能部件立面示意图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-30



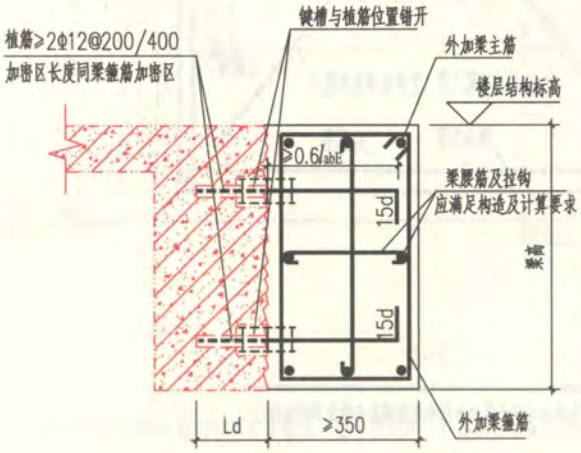
3-3新增梁柱与框架连接方式

（本节点仅适用于防屈曲消能支撑最大输出阻尼力小于50t的情况）

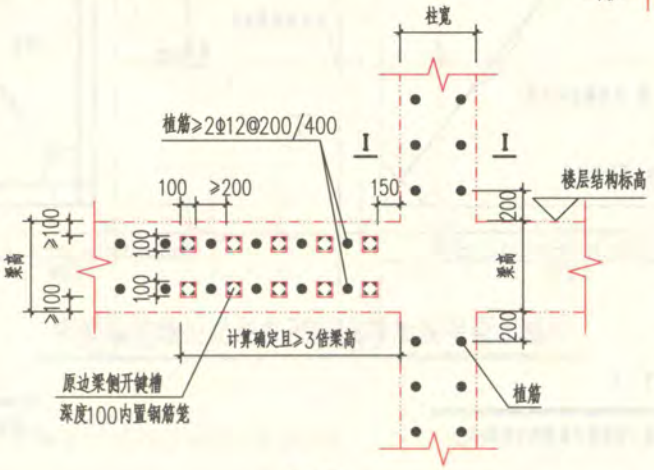


C-C

（消能支撑与梁跨中交接处的原梁处理方法）

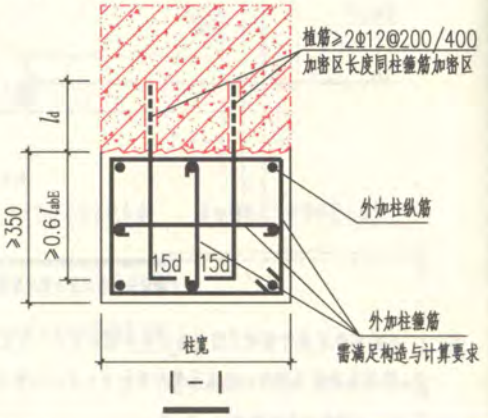


A-A



B-B

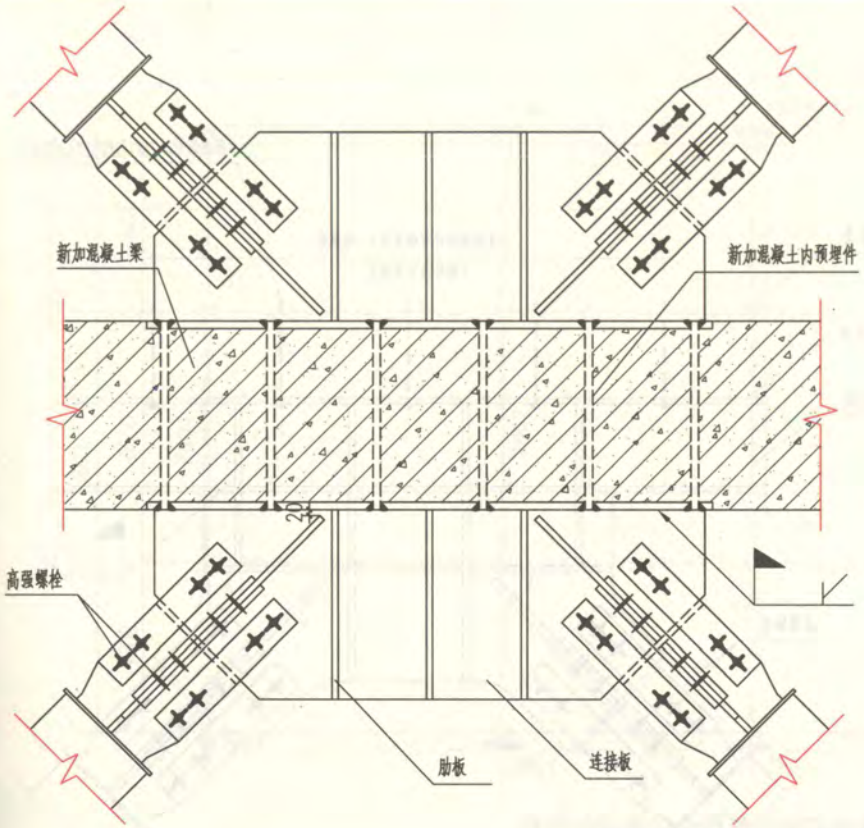
（消能支撑与梁柱节点交接处的原梁柱处理方法）



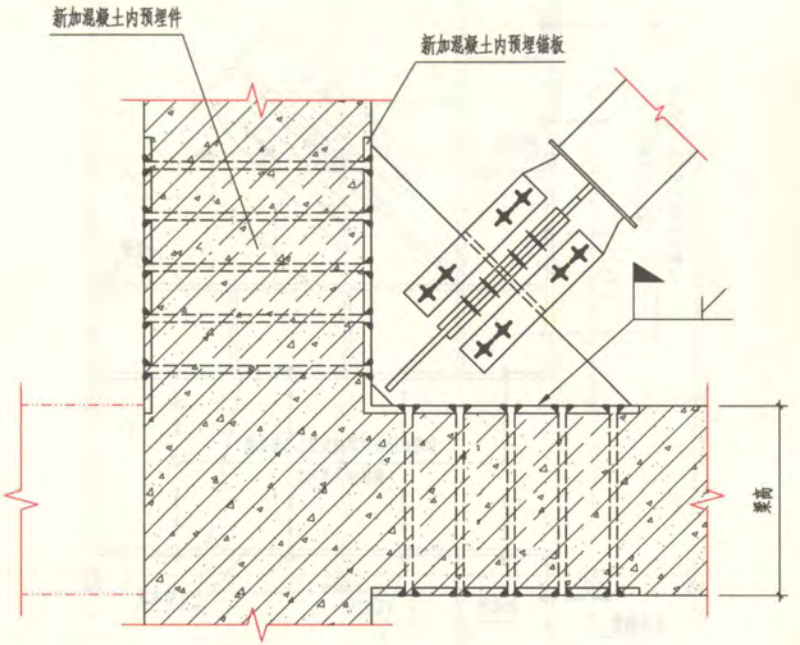
I－I

注：由于消能器端部节点安装于新增混凝土套中，因此应由键槽及植筋传递上下层支撑节点所有内力至原有结构使之共同受力，键槽及植筋数量应由计算确定。

外贴混凝土框架梁柱与原框架连接方式								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-31



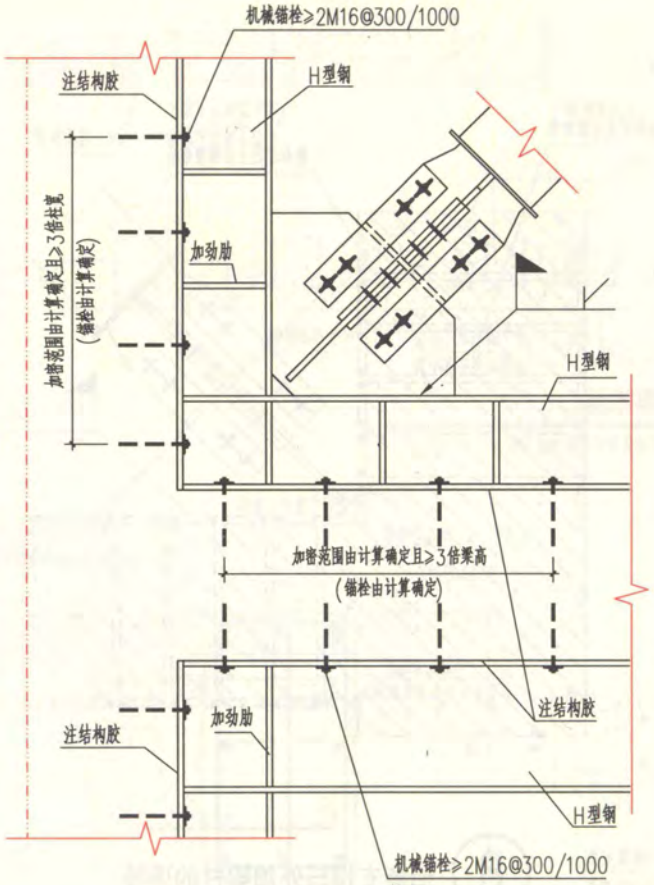
A 消能支撑与外加梁的连接



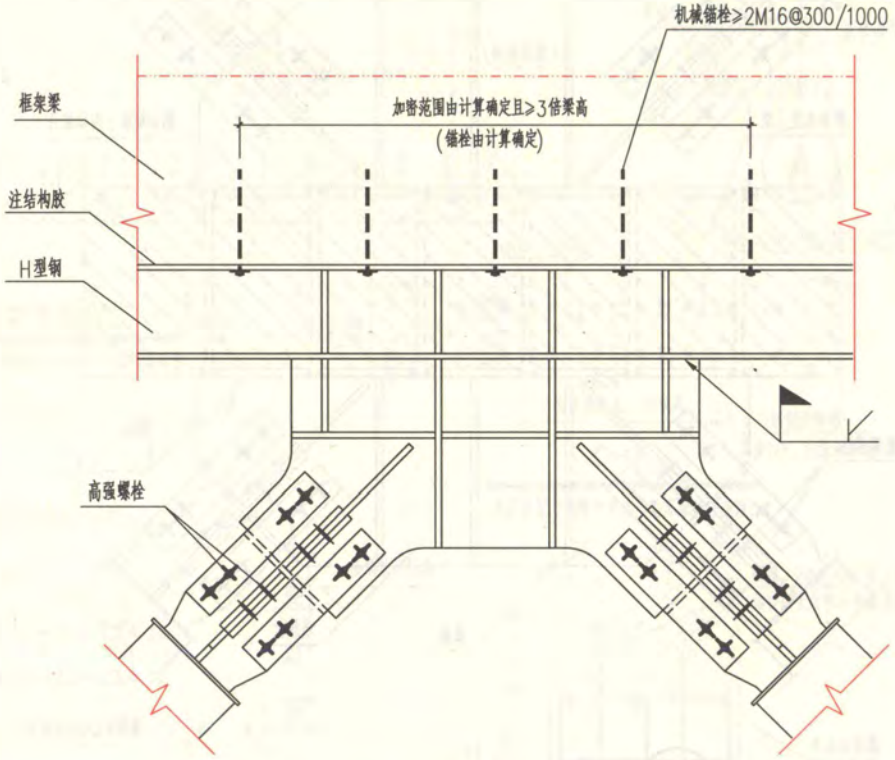
B 消能支撑与外加梁柱的连接

注：当埋件位于塑性铰区时，宜采用图中对拉锚筋。预埋件的设计应满足《混凝土规范》相关要求。

防屈曲消能支撑外贴混凝土框架型消能部件节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-32



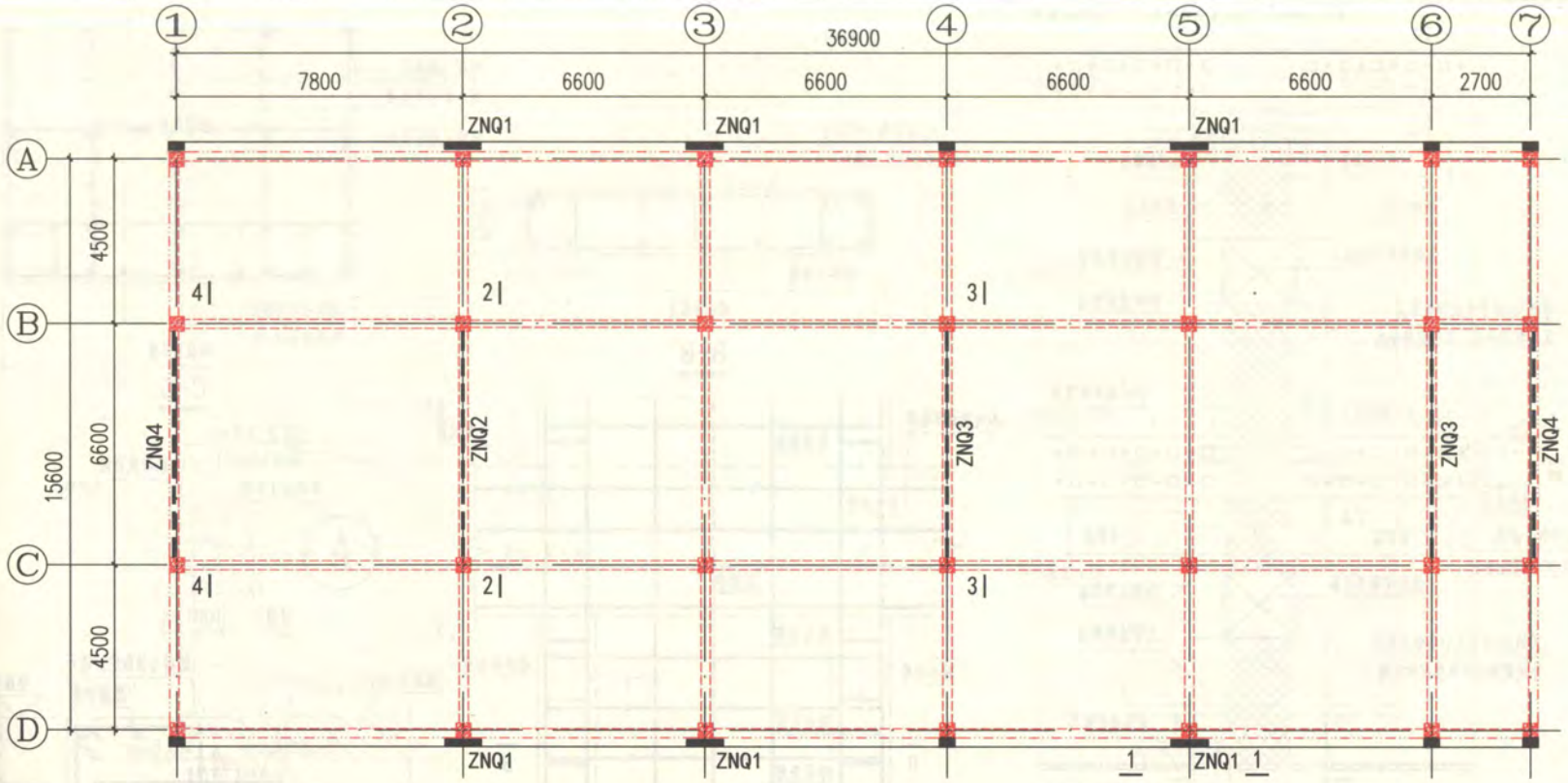
C 防屈曲消能支撑节点详图（一）



D 防屈曲消能支撑节点详图（二）

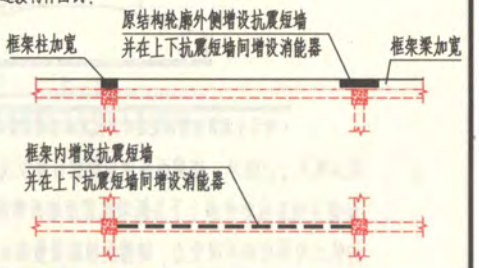
注：由于消能器端部节点安装于内衬钢架中，应由加密区机械锚栓传递节点所有内力至原有结构使之共同受力，机械锚栓数量应由计算确定。

防屈曲消能支撑内衬钢框架型消能部件节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-33



框架结构增设金属剪切型消能器加固平面示意图

消能器与原结构连接构件图例：



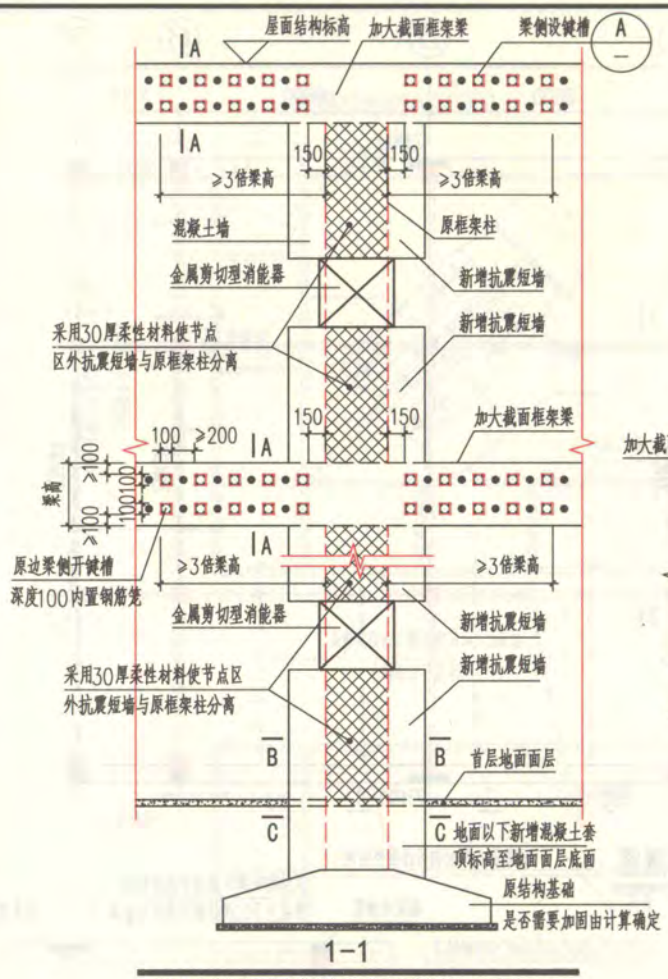
注：1. 增设金属剪切型消能器法，较增设防屈曲消能支撑加固法能更有效提高整体结构阻尼特性，金属剪切型消能器也属于对位移敏感型，适用于刚度相对较小结构。布置得当对建筑内部交通疏散等影响较小。

2. 在结构外轮廓外侧增设金属剪切型消能器的形式一般仅适用于消能器承担地震力较小的情况。

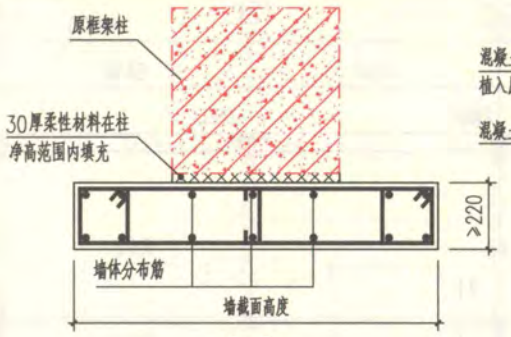
3. 原结构框架梁柱是否加固需由计算确定。

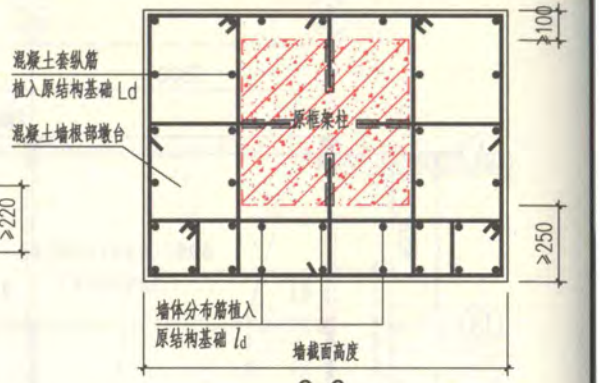
4. 1-1剖面详见A-35页，2-2、3-3剖面详见A-36页，4-4剖面详见A-38页。

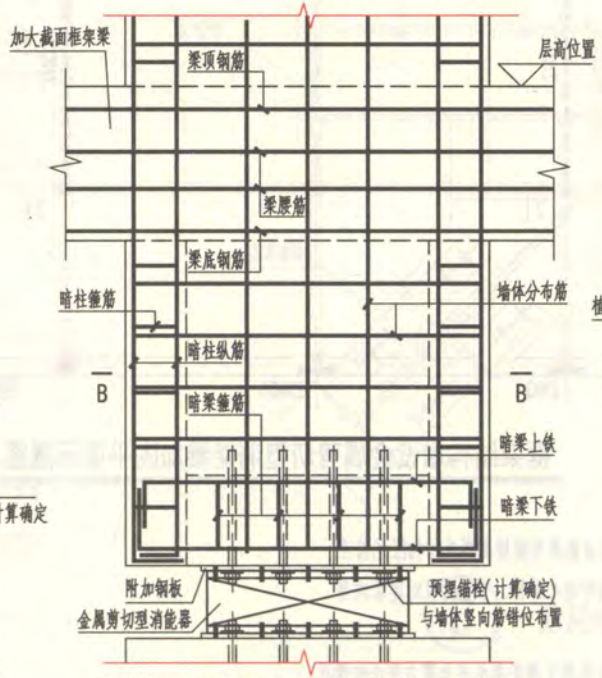
框架结构增设金属剪切型消能器加固平面示意图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-34



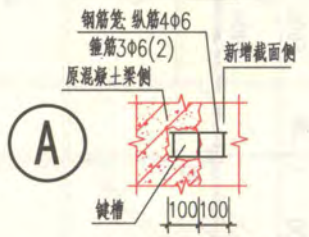
（增设金属剪切型消能器外贴抗震短墙型消能部件立面示意图ZNQ1）

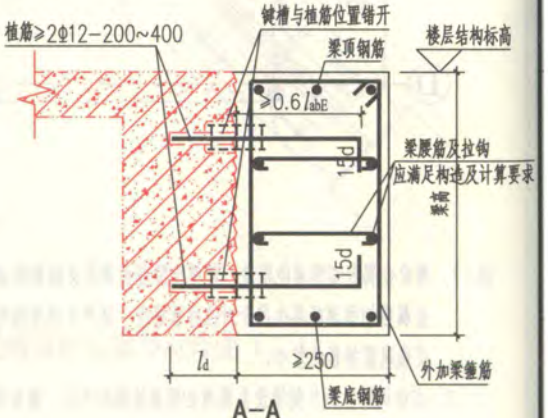






新增抗震短墙配筋方式示意图





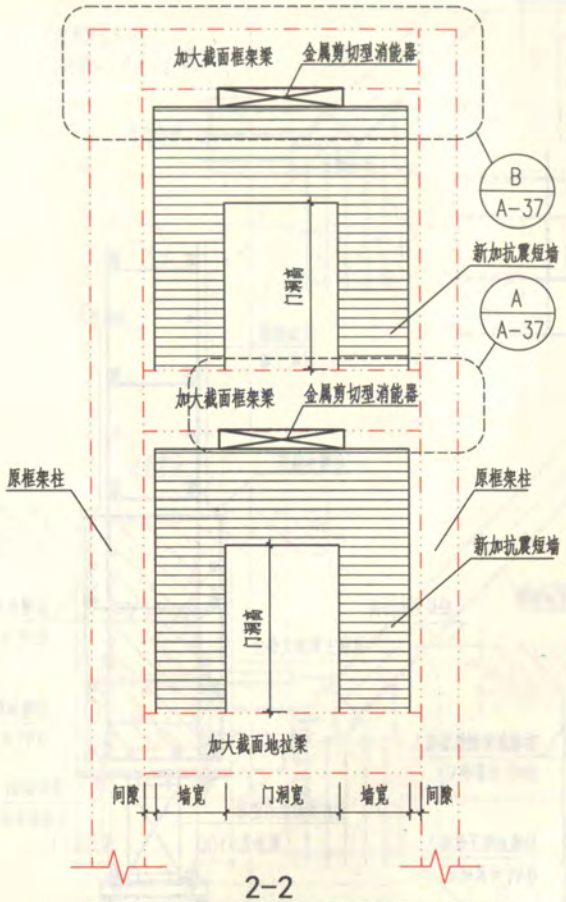
注：1. 梁加宽尺寸及墙厚、墙截面高度应根据计算以及实现消能器安装确定。

2. 键槽及植筋应能传递上下层新增抗震短墙根部所有弯矩及剪力至原有结构使之与原结构共同受力，键槽及植筋数量应由计算确定。

3. 抗震短墙端部预埋锚栓应满足消能器传力要求，其数量由计算确定。

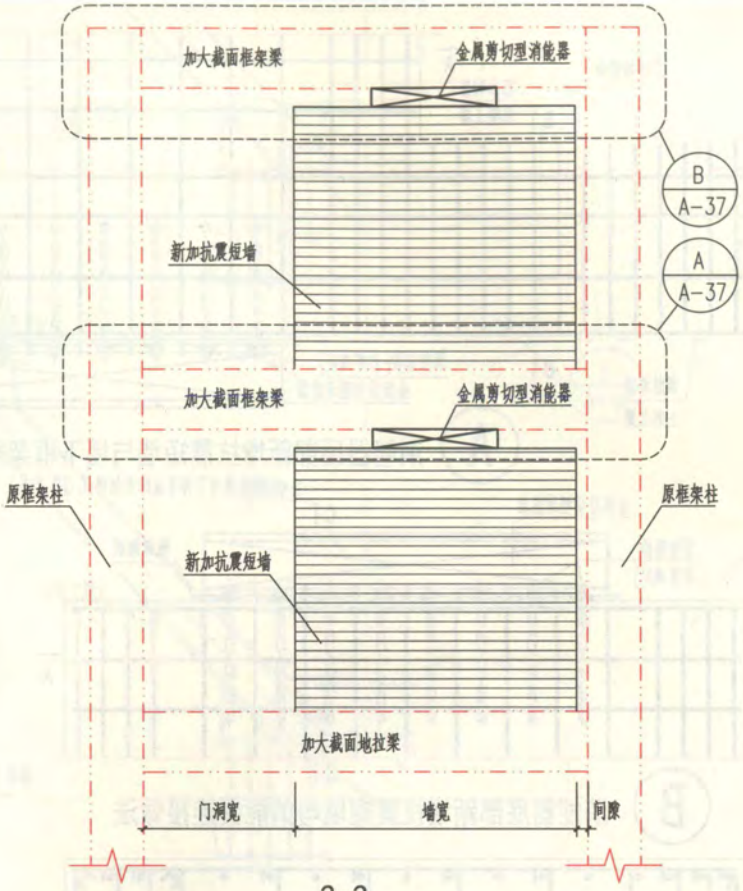
4. 本图节点仅适用于金属剪切型消能器最大输出阻尼力小于50t的情况。

框架结构增设金属剪切型消能器外贴抗震短墙型消能部件立面示意图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-35



2-2

（增设金属剪切型消能器内置抗震短墙型消能部件立面示意图ZNQ2）



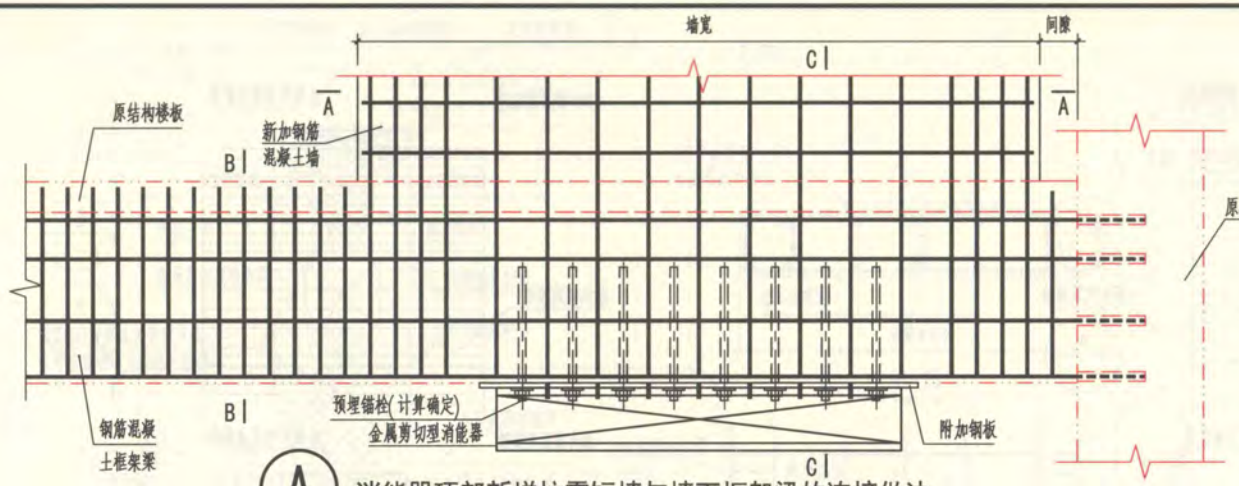
3-3

（增设金属剪切型消能器内置抗震短墙型消能部件立面示意图ZNQ3）

注：1. 如金属剪切型消能器没有释放竖向变形的能力，在消能器产品检测时，应考虑阻尼器水平变形导致的竖向拉伸对消能器性能的影响，在结构加固设计时也应考虑消能器水平变形导致的竖向拉伸对相连构件的不利影响。

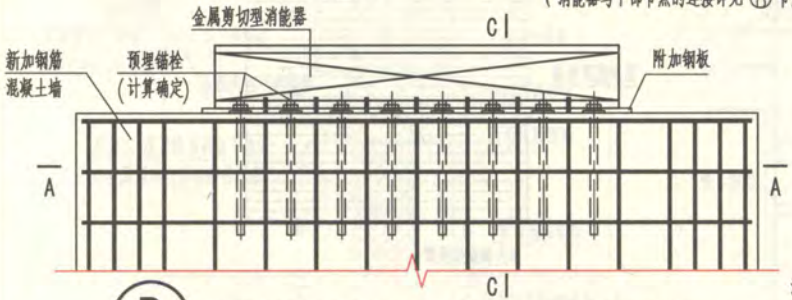
2. 梁加宽尺寸、墙厚及墙截面高度应根据计算以及消能器安装要求确定。

框架结构增设金属剪切型消能器内置抗震短墙型消能部件立面示意图							图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-36

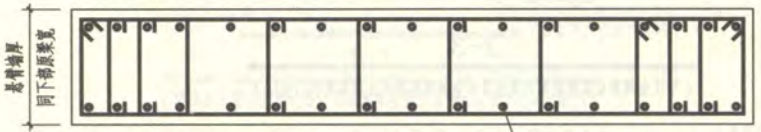


A 消能器顶部新增抗震短墙与墙下框架梁的连接做法

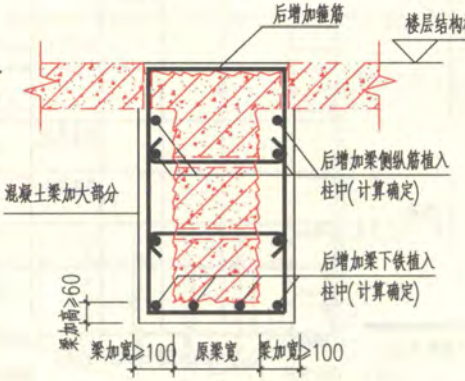
(消能器与下部节点的连接详见Ⓑ节点)



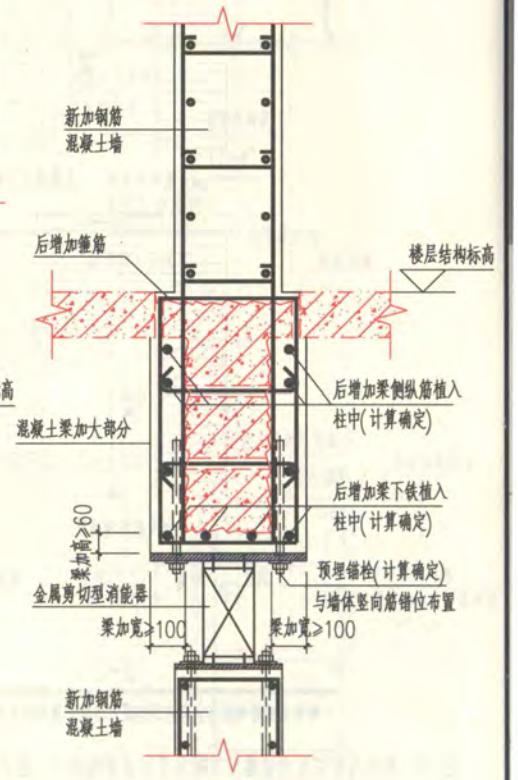
B 消能器底部新增抗震短墙与消能器连接做法



A-A



B-B



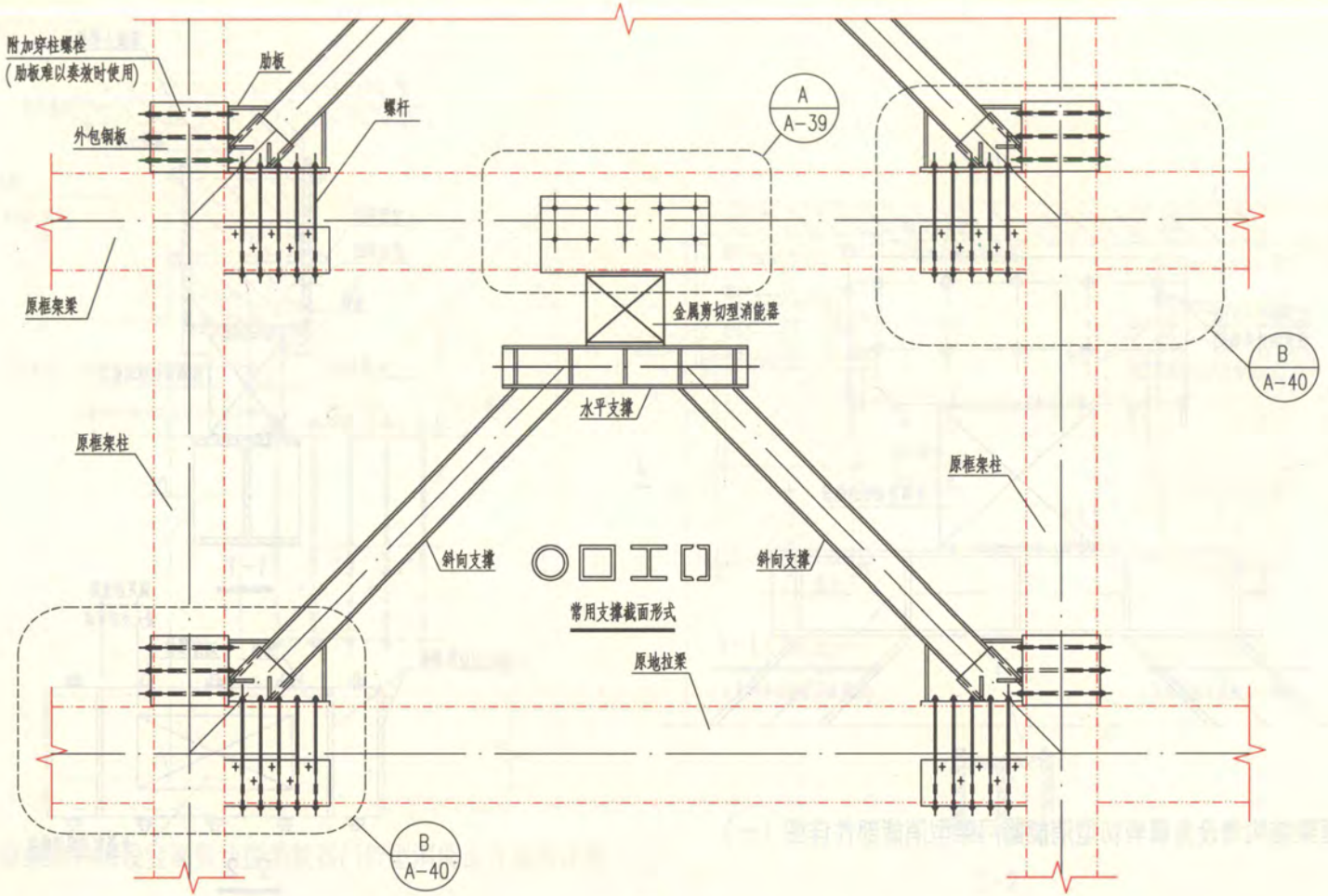
C-C

注:1.新增墙体与原框架柱之间的间隙大小由罕遇地震下的变形要求确定。

2.原结构框架梁柱是否加固及新增抗震短墙配筋均由计算确定。

3.节点预埋锚栓应满足消能器传力要求,其数量由计算确定。

消能器与内设抗震短墙连接节点加固详图							图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-37



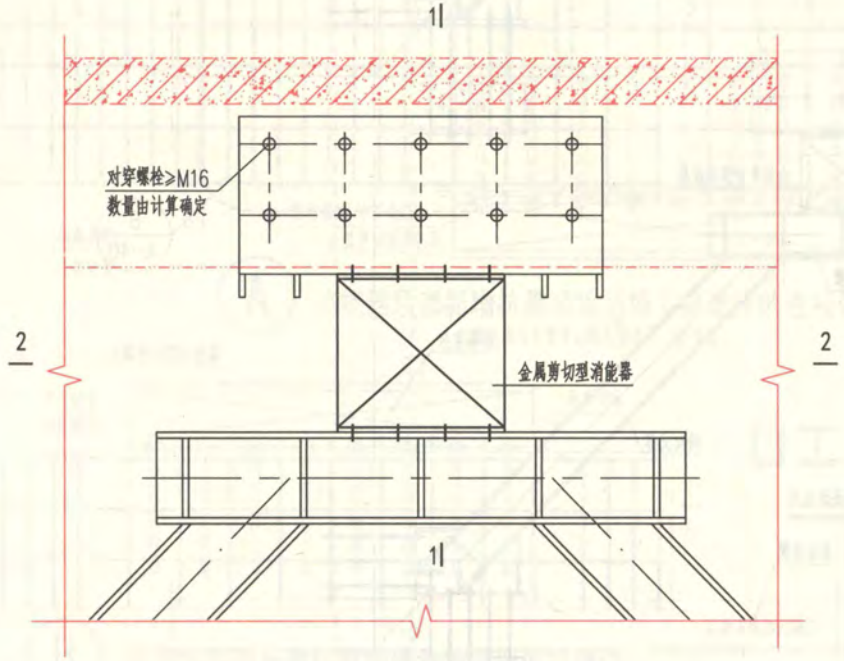
4-4

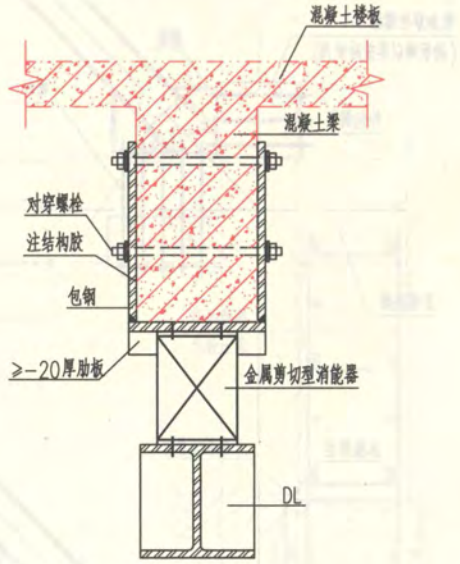
(框架结构增设金属剪切型消能器门架型消能部件立面示意图ZNQ4)

注:1. 增设金属剪切型消能器后,原结构框架梁柱是否加固需由计算确定。

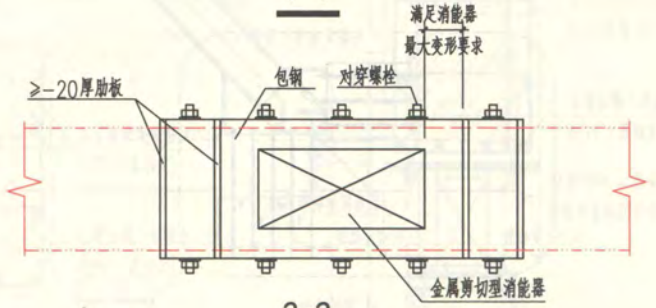
2. 斜撑中心线应尽量与梁柱节点区中心重合,当偏心较大时应考虑偏心受力对梁柱节点区的不利影响。

框架结构增设金属剪切型消能器门架型消能部件立面示意图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-38





1-1



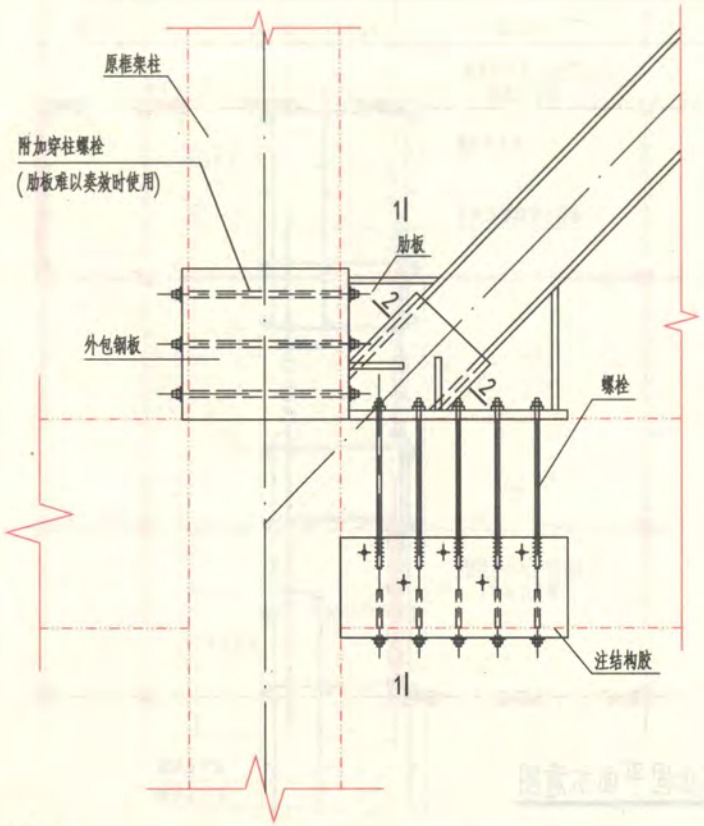
2-2

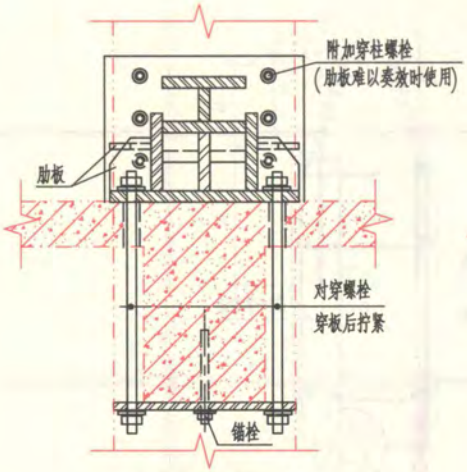
Ⓐ 框架结构增设金属剪切型消能器门架型消能部件详图（一）

注：1. 为防止支撑连接处外包钢板及锚板发生翘曲变形，可采用增加外包钢板厚度、设置加劲肋。

2. 对穿螺栓应能承担所有由金属剪切型消能器传递给该节点的内力，螺栓数量由计算确定。

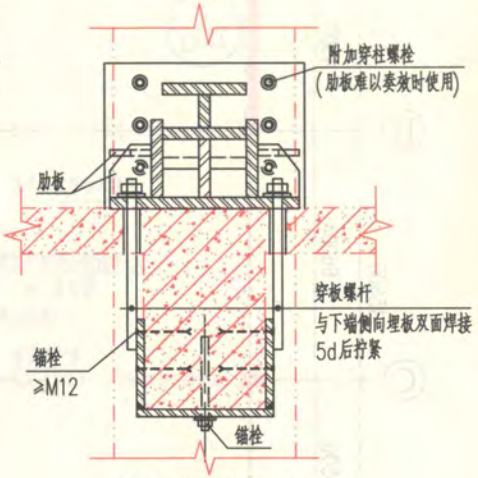
金属剪切型消能器门架型消能部件连接节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-39





1-1(做法一)

(应先焊接连接板后植锚栓)



1-1(做法二)

(应先焊接连接板后植锚栓)

2-2

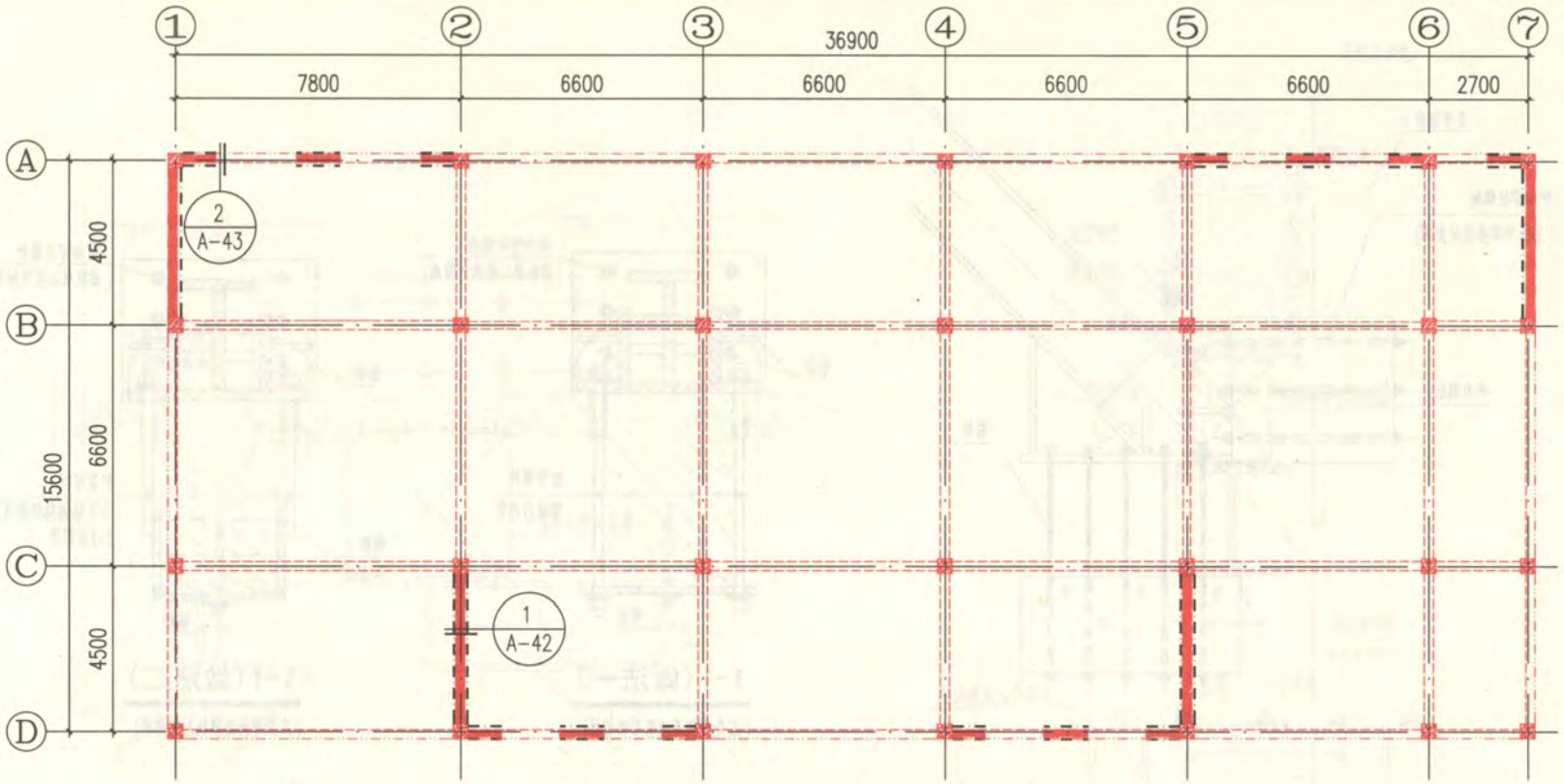
Ⓑ 框架结构增设金属剪切型消能器门架型消能部件加固详图(二)

注:1. 为防止支撑连接处外包钢板及锚板发生翘曲变形,可采用增加外包钢板厚度、设置加劲肋。当柱截面较大前两种方式难以奏效时可采用附加穿柱螺栓的方法。

2. 柱包钢、梁区对穿螺栓或穿板螺杆应能承担所有该方向由斜撑传递给节点的内力。

3. 所有钢板待焊接完成后于混凝土接触面灌注结构胶。

金属剪切型消能器门架型消能部件连接节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-40



框架抗震墙结构原抗震墙墙体加固平面示意图

表示加固抗震墙

注：1. 本图适用于原结构综合抗震承载力与地震作用相差不多，只需增强剪力墙抗震承载力的结构。

2. 本图抗震墙的位置仅为示意，新增抗震墙实际布置应以计算结果为准。

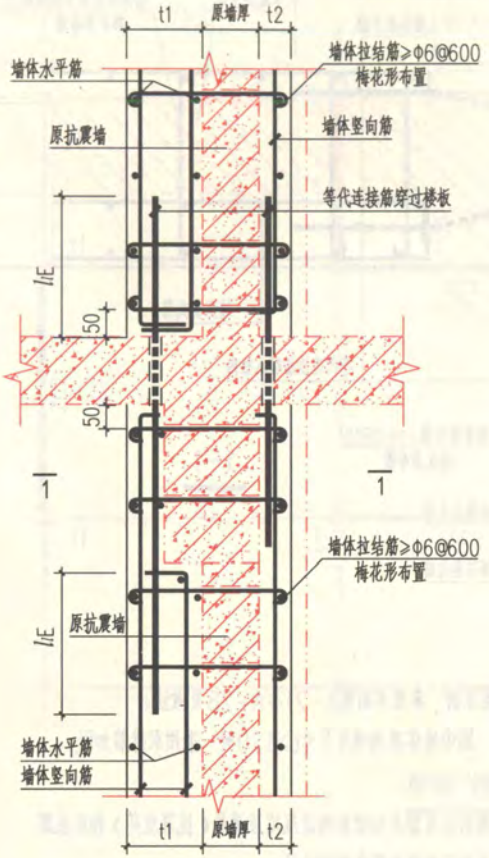
3. 门窗洞口边的边缘构件做法略。

4. 加固墙体四周宜设置构造暗框，暗框与原有框架柱、框架梁以等代面积的锚筋相连。

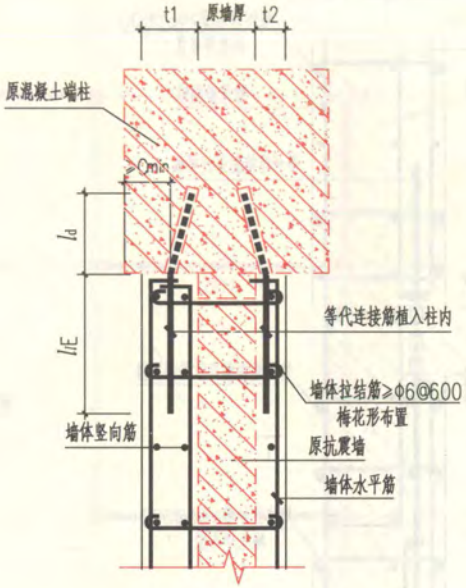
5. 框架抗震墙结构增设墙体加固方法参见框架结构增设抗震墙加固平面示意图及节点详图。

6. 墙体单面加固可参照双面加固方式。

框架-抗震墙结构原抗震墙墙体加固平面示意图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-41



1



1–1

注：1. 当原端柱或边缘构件配筋不满足要求时，参照本图集A–21～A–28页做法。

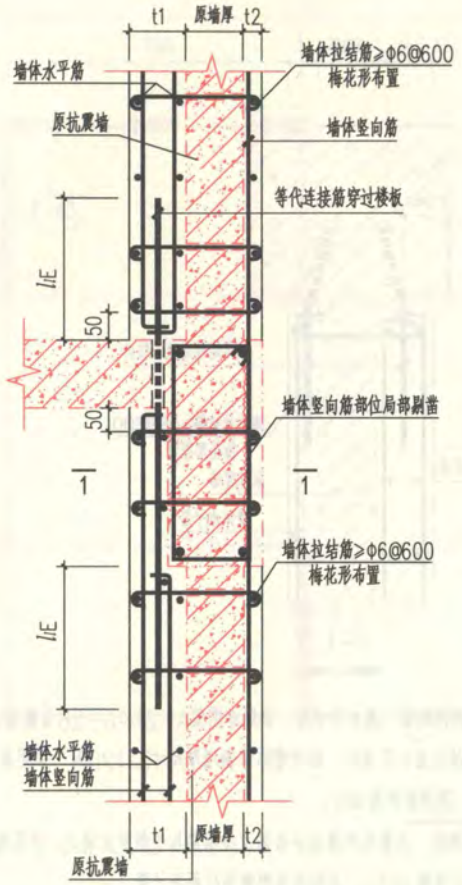
2. 新增混凝土层厚度应由计算确定，图中墙体单侧增厚尺寸t≥120时，采用双排筋加固；60<t<120时，采用单排筋加固。

3. 新增钢筋由计算确定，其竖向和横向分布筋及拉结筋构造规定应满足《抗震规范》相应抗震等级要求，等代连接筋≥ø16，其间距应根据等代面积计算。

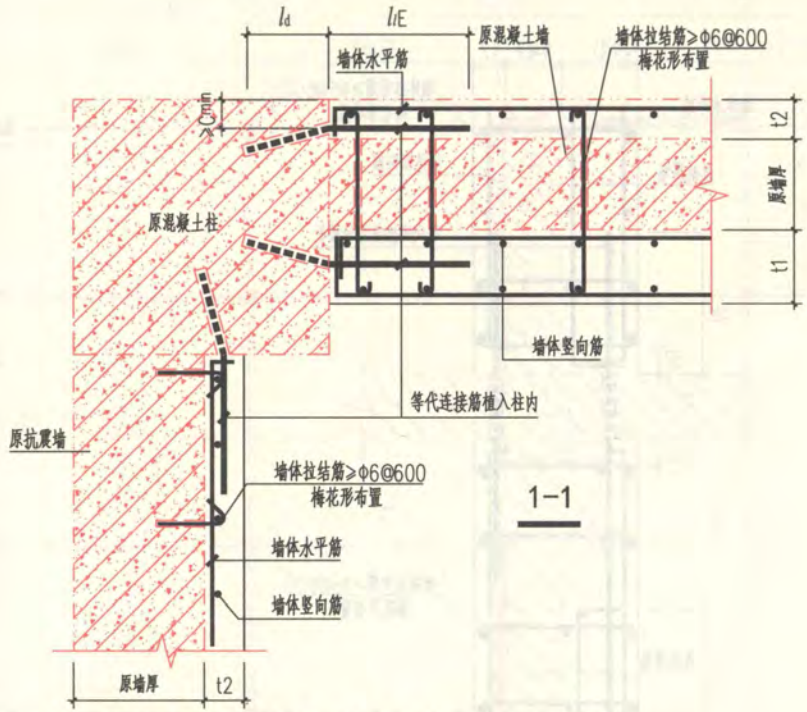
4. 等代连接筋应满足锚固深度、最小边距及与墙体分布筋最小间接搭接长度（可取1.2倍l_{lE}）的要求。

5. 墙体加厚应考虑整体结构的刚度均匀。

框架-抗震墙结构原抗震墙墙体加固节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-42



②



1-1

注：1. 当原端柱或边缘构件配筋不满足要求时，参照本图集A－21～A－28页做法。

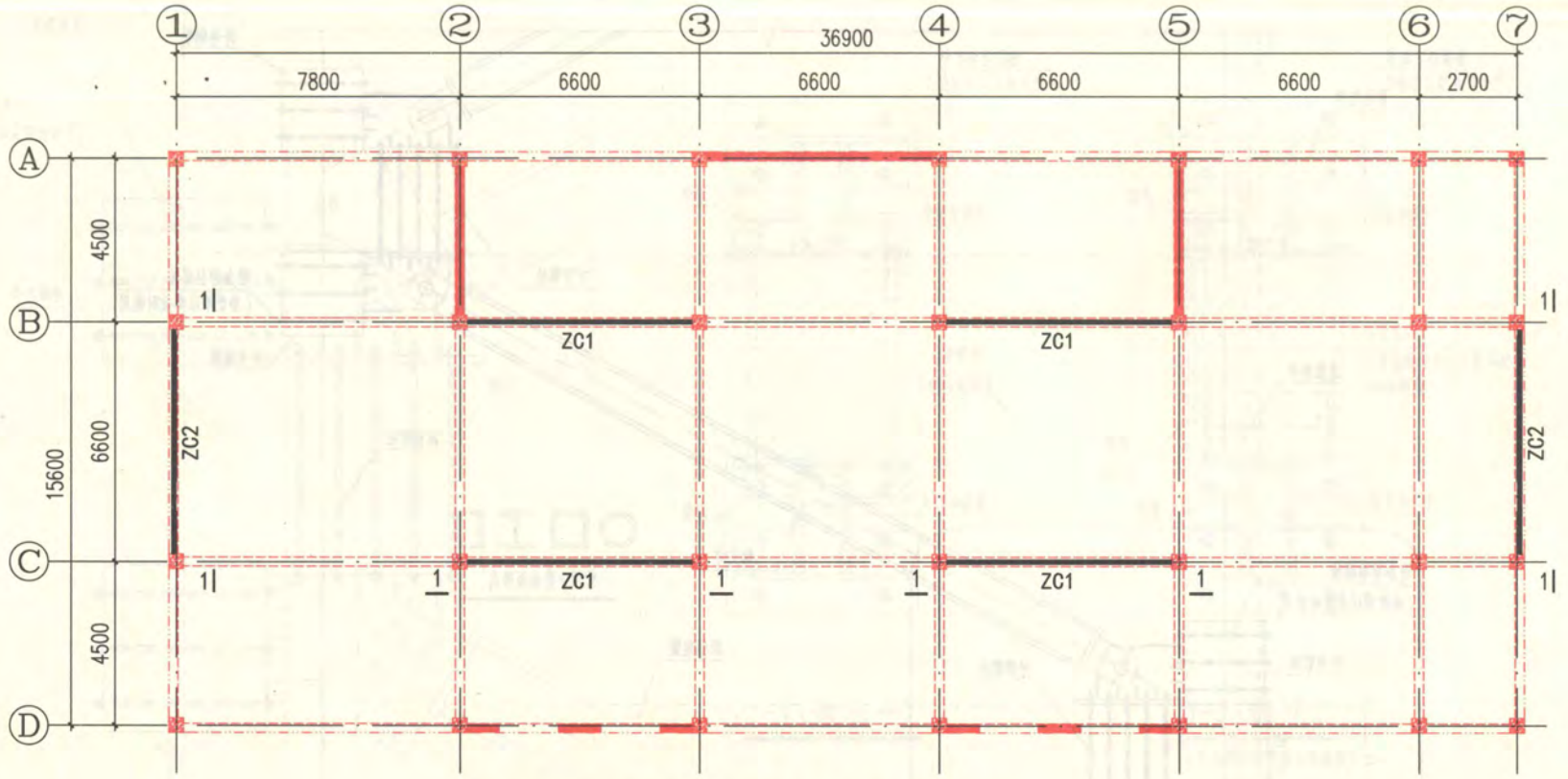
2. 新增混凝土层厚度应由计算确定，图中墙体单侧增厚尺寸t≥120时，采用双排筋加固；60<t<120时，采用单排筋加固。

3. 新增钢筋由计算确定，其竖向和横向分布筋及拉结筋构造规定应满足《抗震规范》相应抗震等级要求，等代连接筋≥ø16，其间距应根据等代面积计算。

4. 等代连接筋应满足锚固深度、最小边距及与墙体分布筋最小间接搭接长度（可取1.2倍l_{lE}）的要求。

5. 墙体加厚应考虑整体结构刚度的均匀。

框架-抗震墙结构原抗震墙墙体加固节点详图							图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-43



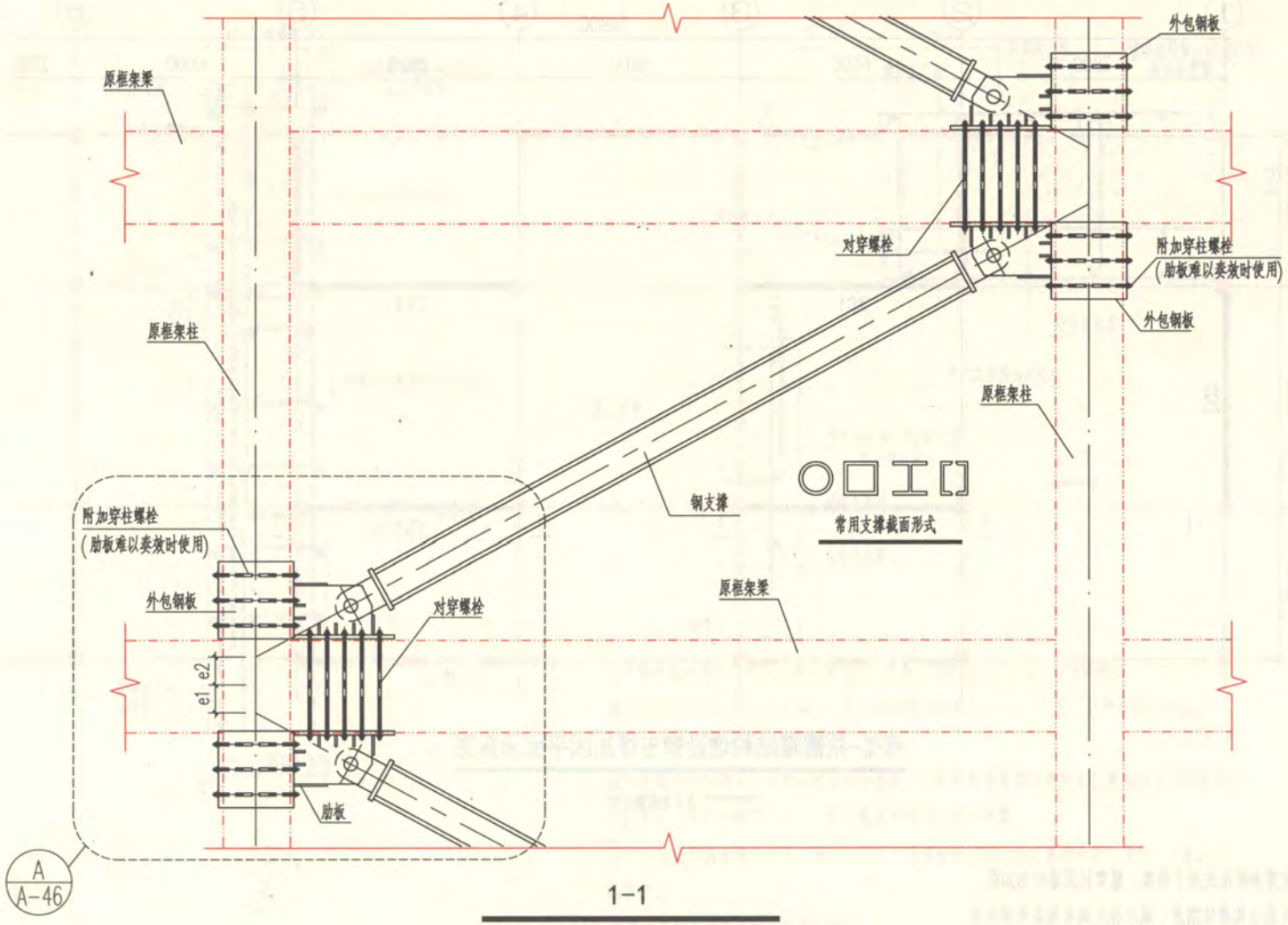
框架-抗震墙结构增设钢支撑加固平面示意图

注：1. 增设钢支撑加固法适用于框架、框架抗震墙结构加固，能有效提高结构整体刚度，减小相应构件地震作用反应。

2. 原结构框架梁柱及墙体是否加固需由计算确定。

3. 1-1剖面详见A-45、A-47页。

框架-抗震墙结构增设钢支撑加固平面示意图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-44

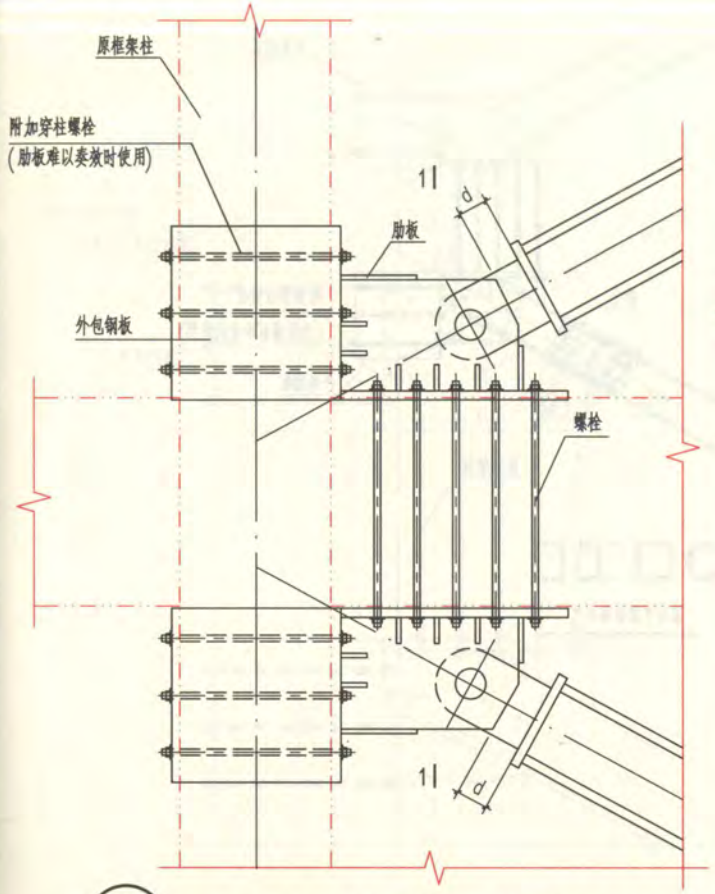


1-1

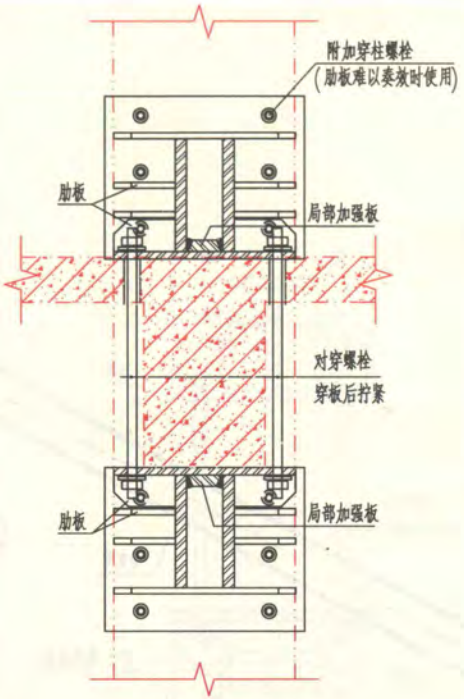
(框架-抗震墙结构增设钢支撑加固立面示意图一)

注：当支撑中心线与梁柱节点区中心不重合，偏心较大时应考虑偏心受力对梁柱节点区的不利影响。

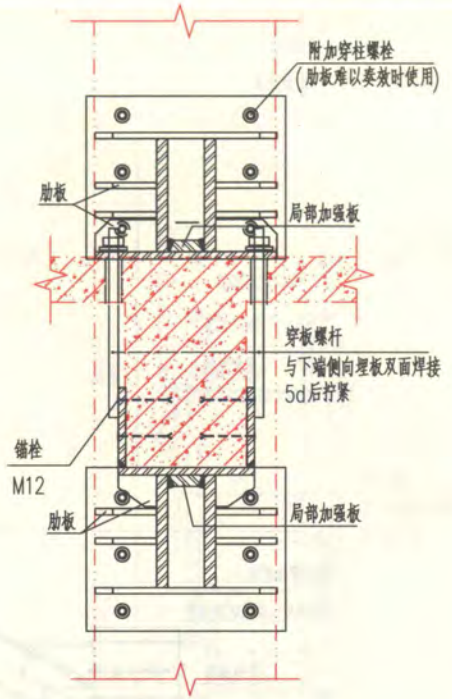
框架-抗震墙结构增设钢支撑做法（一）立面示意图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-45



Ⓐ 框架-抗震墙结构增设钢支撑加固节点详图



1-1(做法一)



1-1(做法二)

(应先焊接连接板后植锚栓)

注:1. 为防止支撑连接处外包钢板及锚板发生翘曲变形,可采用增加外包钢板厚度、设置加劲肋,当柱截面较大前两种方式难以奏效时可采用图中附加穿柱螺栓的方法。

2. 柱包钢、梁区对穿螺栓或穿板螺杆应能承担所有该方向由支撑传递给节点的内力。

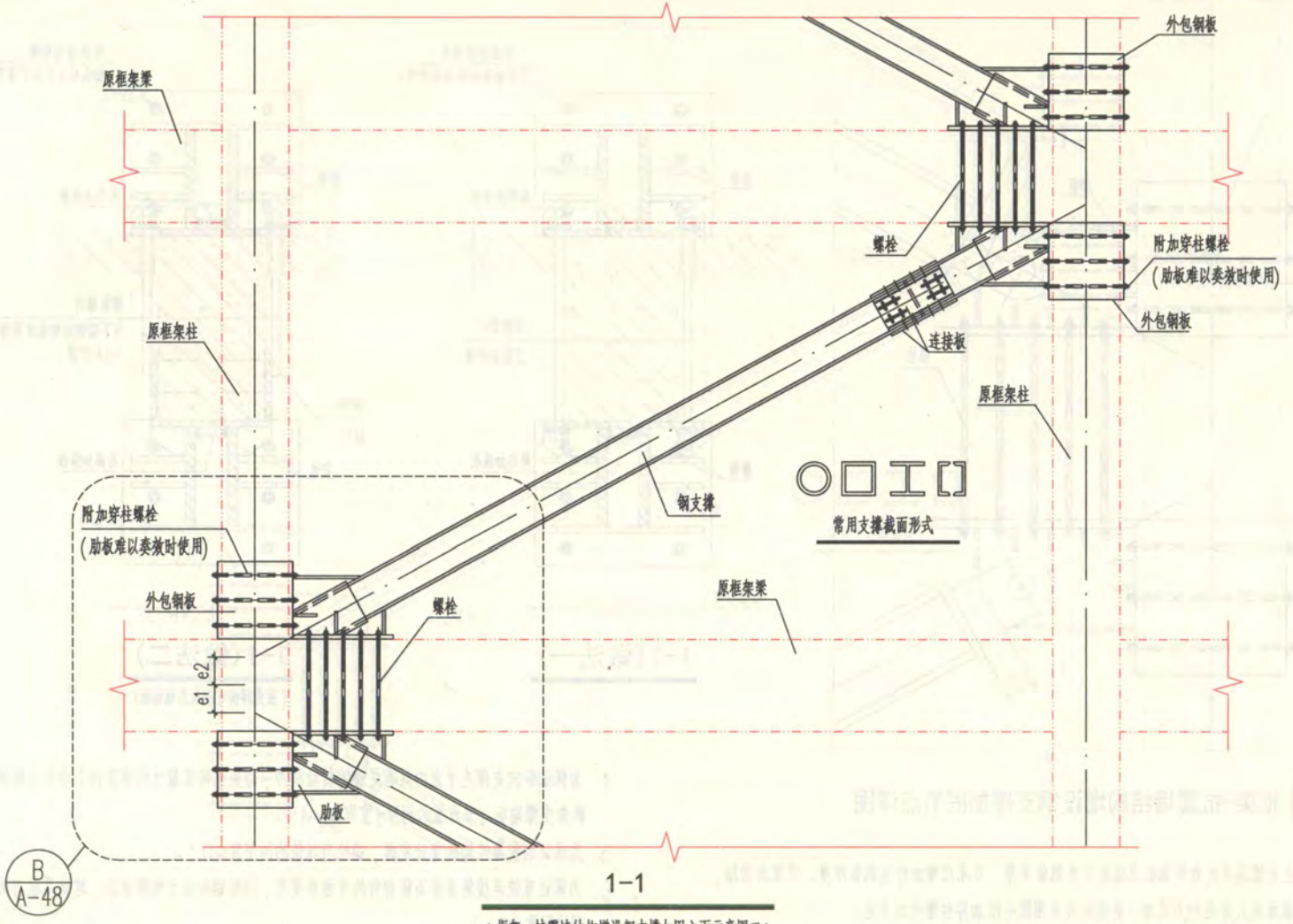
3. 所有钢板待焊接完成后于混凝土接触面灌注结构胶。

4. 为保证斜向支撑在平面内具有足够的转动能力,避免结构在最大位移条件下与节点板发生碰撞,斜向支撑端板与节点板的间隙d宜取10~15。

5. 为保证消能器性能的充分发挥,销栓与球铰的间隙宜≤0.1。

6. 为保证球铰连接能适应消能部件的平面外变形,同时销栓处于纯剪状态,建议耳板与两侧节点板间的间隙为2~3。

框架-抗震墙结构增设钢支撑做法(一)加固节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-46

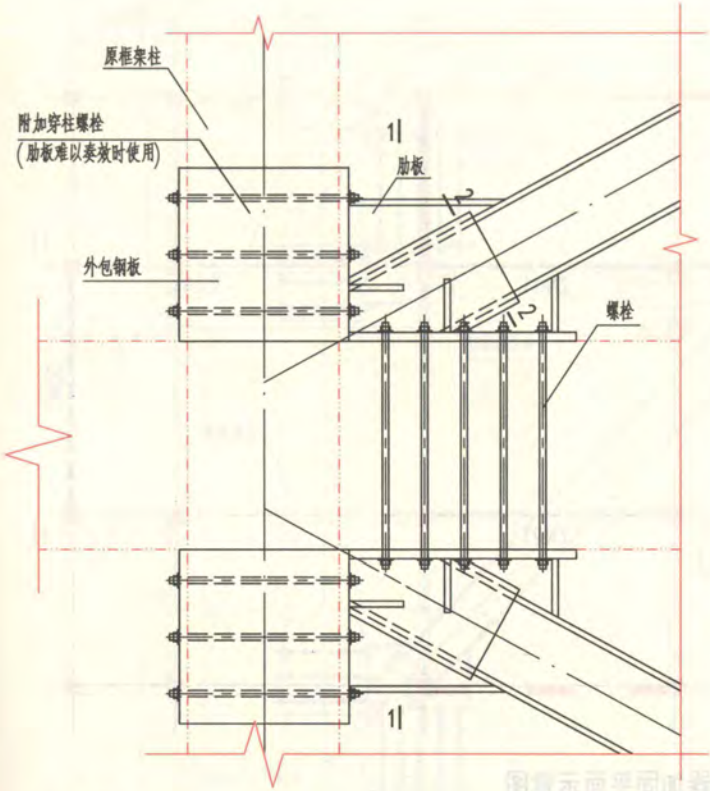


(框架-抗震墙结构增设钢支撑加固立面示意图二)

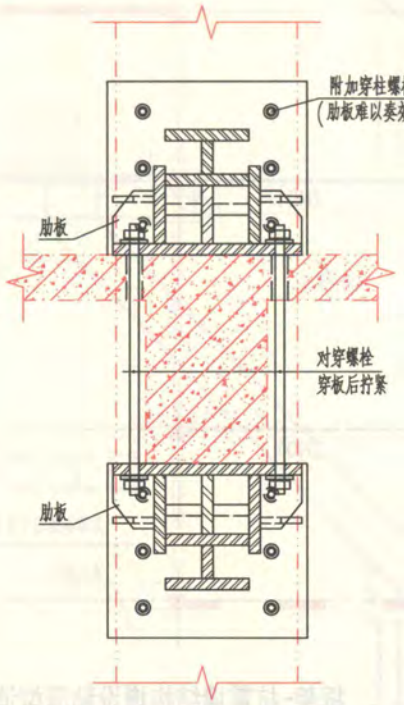
注：1. 当支撑中心线与梁柱节点区中心不重合，偏心较大时应考虑偏心受力对梁柱节点区的不利影响。

2. 柱包钢、梁区对拉锚栓应能承担所有该方向由支撑传递给节点的内力。

框架-抗震墙结构增设钢支撑做法（二）立面示意图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-47

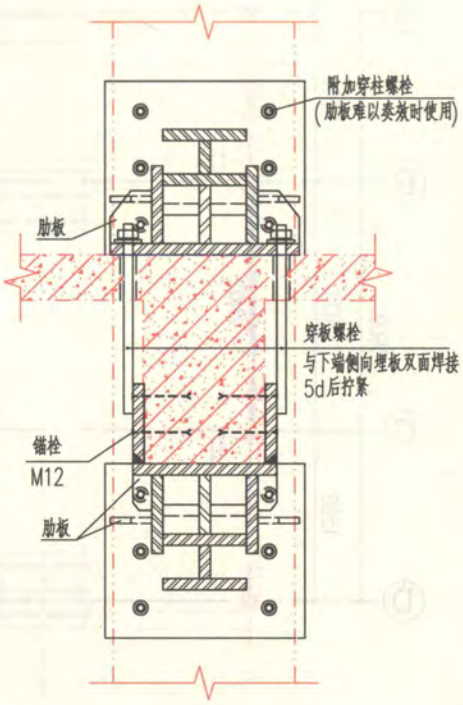


Ⓑ 框架-抗震墙结构增设钢支撑加固节点详图



1-1(做法一)

2-2



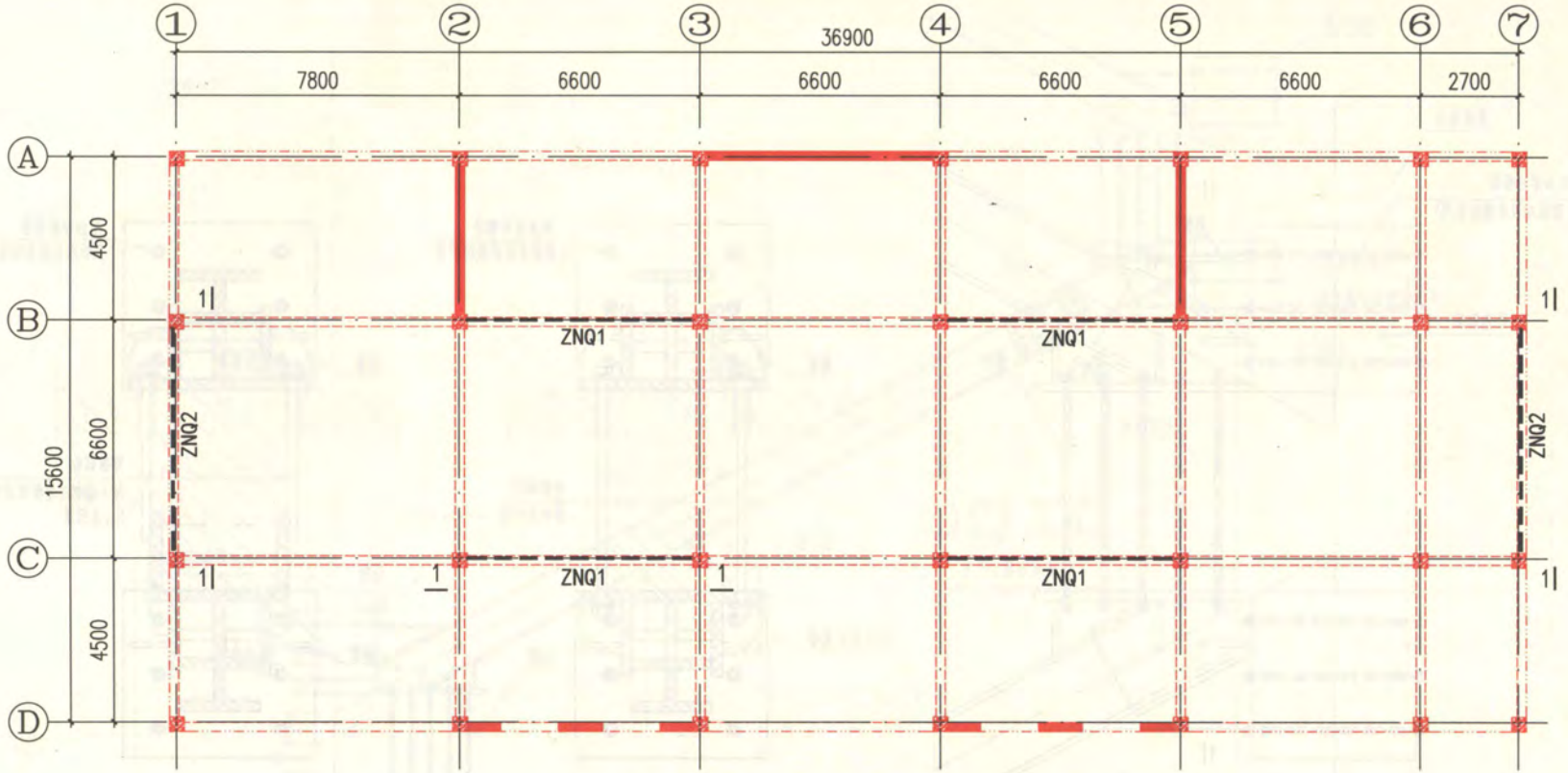
1-1(做法二)
(应先焊接连接板后植锚栓)

注:1. 为防止支撑连接处外包钢板及锚板发生翘曲变形,可采用增加外包钢板厚度、设置加劲肋,当柱截面较大前两种方式难以奏效时可采用图中附加锚栓的方法。

2. 柱包钢、梁区对穿螺栓或穿板螺杆应能承担所有该方向由支撑传递给节点的内力。

3. 所有钢板待焊接完成后于混凝土接触面灌注结构胶。

框架-抗震墙结构增设钢支撑做法(二)加固节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-48



框架-抗震墙结构增设粘滞型消能器加固平面示意图

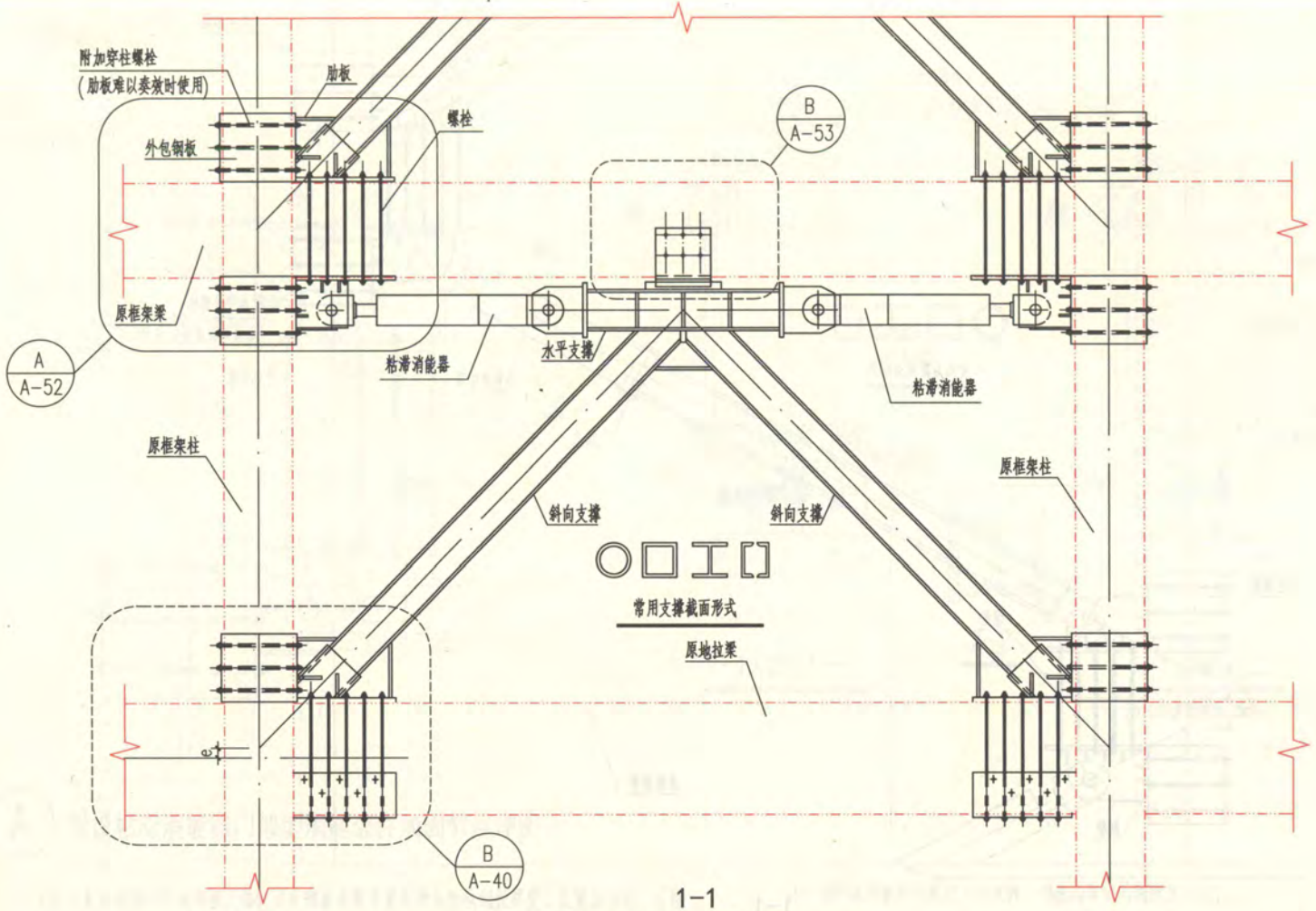
表示粘滞消能器

注：1. 增设粘滞型消能器加固法适用于综合抗震能力与地震作用相差较大，需显著提高整体结构阻尼特性，降低地震反应的框架和框架抗震墙结构。

2. 原结构框架梁柱及墙体是否加固需由计算确定。

3. 1-1剖面详见A-50、A-51页。

框架-抗震墙结构增设粘滞型消能器加固平面示意图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-49

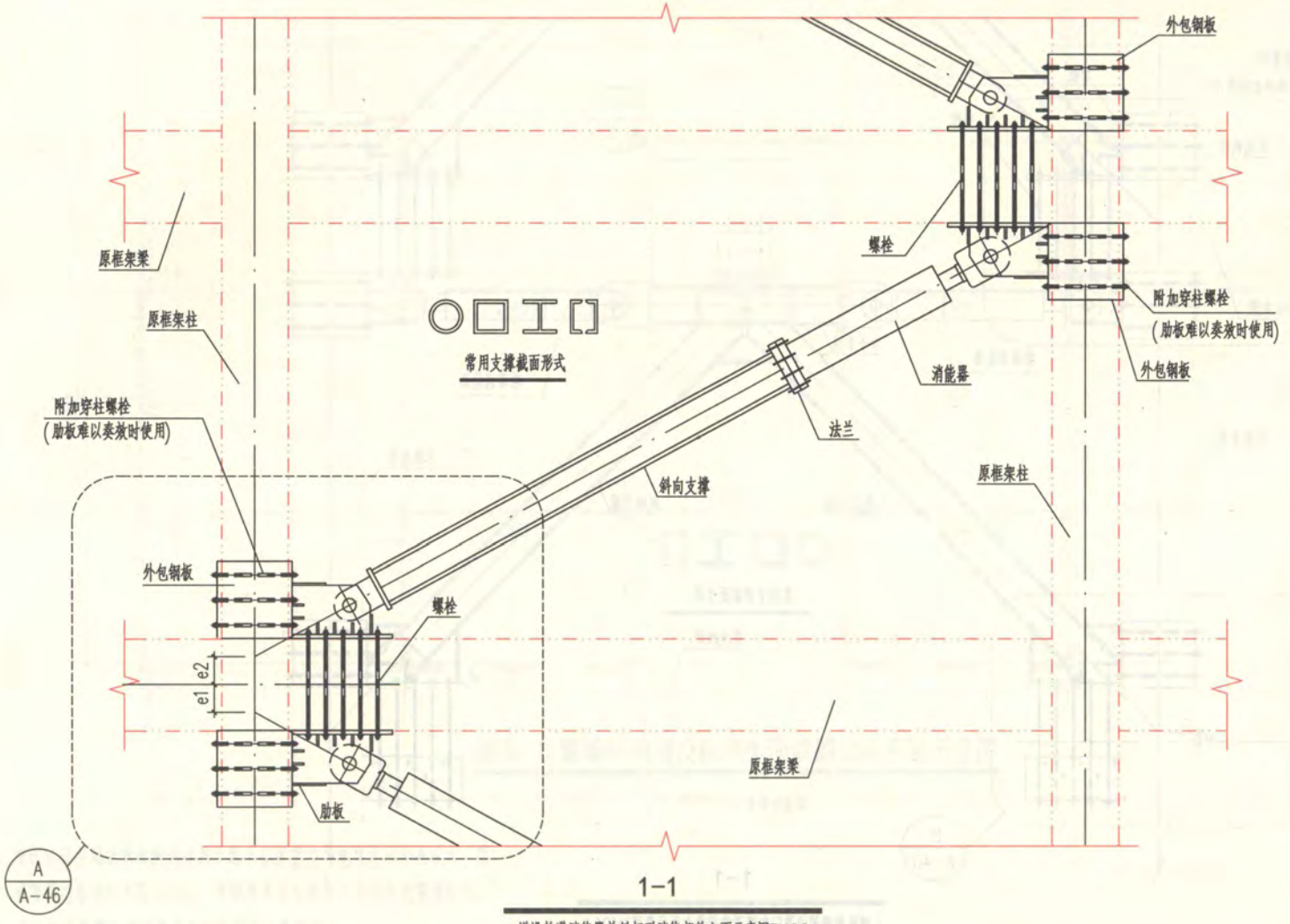


1-1

(增设粘滞消能器门架型消能部件立面示意图ZNQ1)

注：斜撑中心线应尽量与梁柱节点区中心重合(e=0)，当偏心较大时应考虑偏心受力对梁柱节点区的不利影响。

框架-抗震墙结构增设粘滞消能器门架型消能部件立面示意图							图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-50

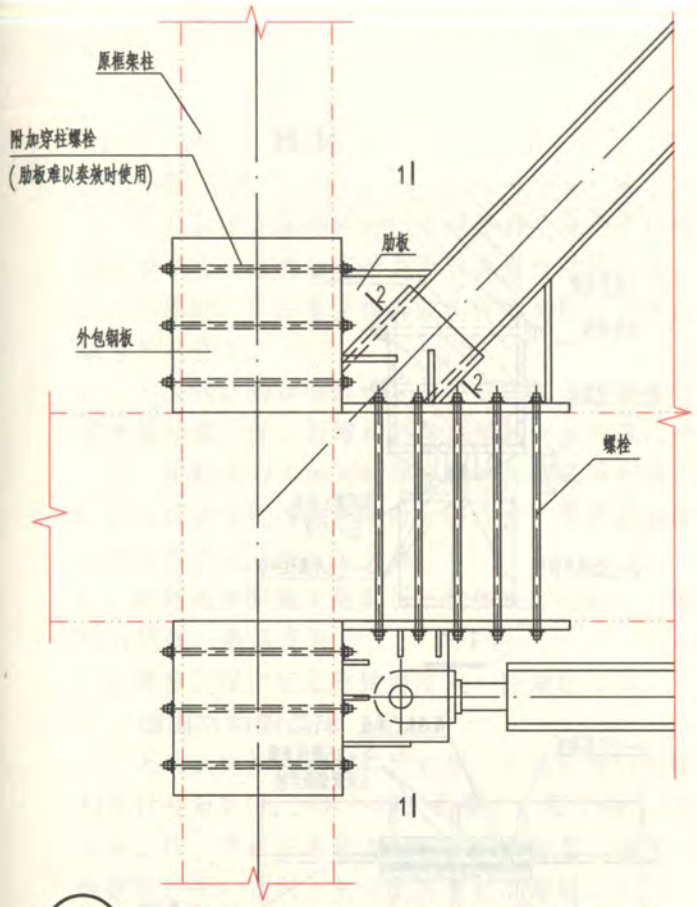


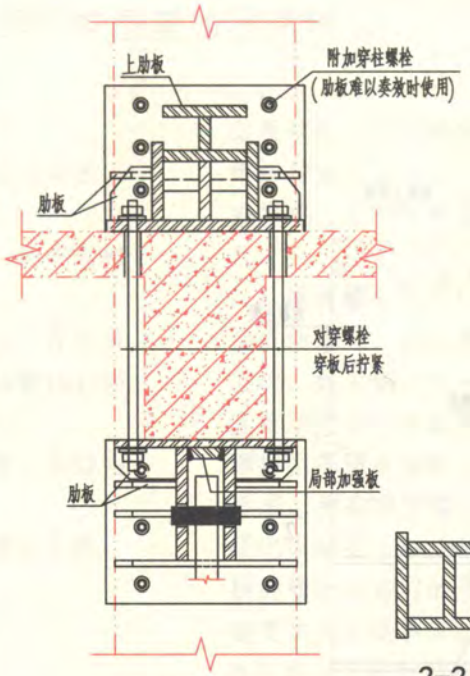
(增设粘滞消能器单斜杆型消能部件立面示意图ZNQ2)

注:1. 当支撑中心线与梁柱节点区中心不重合,偏心较大时应考虑偏心受力对梁柱节点区的不利影响.

2. 消能器与斜撑的连接应为刚接,消能器本身应有足够的抗弯刚度.

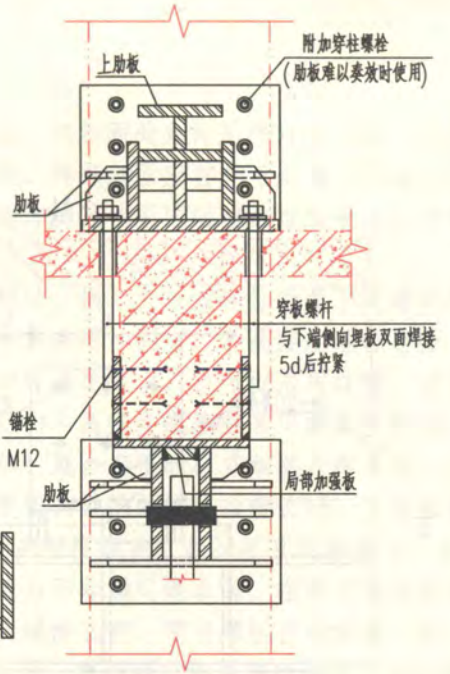
框架-抗震墙结构增设粘滞消能器单斜杆型消能部件立面示意图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-51





1-1(做法一)

2-2



1-1(做法二)

(应先焊接连接板后植锚栓)

A 增设粘滞消能器门架型消能部件加固节点详图

注:1. 为防止支撑连接处外包钢板及锚板发生翘曲变形可采用增加外包钢板厚度、设置加劲肋,当柱截面较大前两种方式难以奏效时可采用图中附加对拉锚栓的方法。

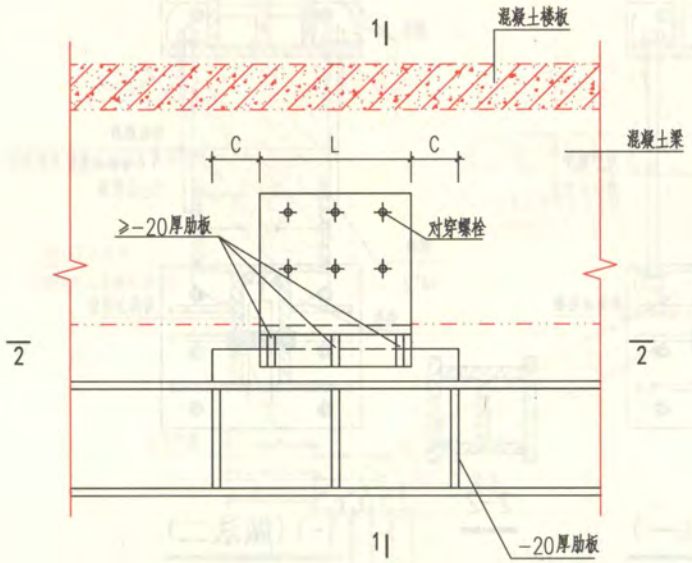
2. 柱包钢、梁区对穿螺栓或穿板螺杆应能承担所有该方向由斜撑传递给节点的内力。

3. 所有钢板待焊接完成后于混凝土接触面灌注结构胶。

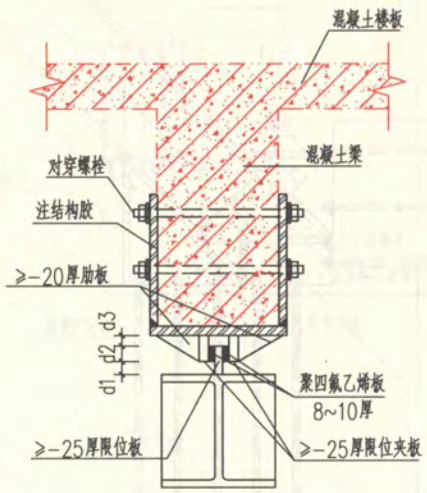
4. 为保证消能器性能的充分发挥,销栓与球铰的间隙宜≤0.1。

5. 为保证球铰连接能适应消能部件的平面外变形,同时销栓处于纯剪状态,建议耳板与两侧节点板间的间隙为2~3。

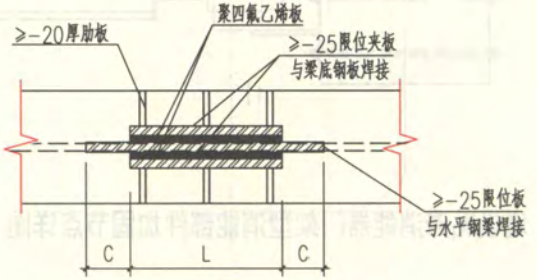
框架-抗震墙结构增设粘滞消能器门架型消能部件加固节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-52



B 限位装置节点详图



1-1



2-2

注：1. 限位夹板长度L宜≥200；限位板每侧宽出限位夹板长度C宜大于消能器的极限位移。

2. 考虑梁的竖向变形及安装空间d1、d2、d3均宜≥50。

3. 为有效限制消能部件平面外的变形，限位板与聚四氟乙烯板的间隙不宜大于1，同时限位板和限位夹板应具有足够的厚度。

框架-抗震墙结构增设粘滞消能器门架型消能部件限位装置节点详图								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	A-53

钢结构屋盖加固说明

1　一般说明

1.1 抗震加固方案确定时，应根据有关规范、结构现实情况、构件承载力及结构的变形能力选择最佳结构方案。

1.2 加固时，应注重易损部位构件的加固（如节点、和节点相联系的杆件）。

1.3 大跨钢结构加固设计应与实际施工方法紧密结合，并应采取有效措施，保证新增构件与原结构连接可靠，形成整体共同工作。应避免对未加固的部分或构件造成不利的影响。

1.4 大跨钢结构构件加固时如需焊接，应采取措施保证原结构不会因焊件过热而变形失稳。

1.5 钢结构加固施工需要拆下构件或卸荷时，必须措施合理、传力明确、确保安全。

1.6 焊接过程中应注意做好防火、防漏电工作。

2　加固材料的选择

2.1 大跨钢结构加固材料的选择，应满足现行国家标准《钢结构设计规范》GB 50017-2003的要求，便于施工,使新老结构能共同工作，并应注意新老材料之间的强度、塑性、韧性及焊接性能的匹配，以利于充分发挥材料的潜能。

2.2 加固连接所用材料应与结构钢材和原有连接材料的性质匹配，加固件的焊缝、螺栓、铆钉等连接的计算可按《钢结构设计规范》的规定进行，但计算时，对角焊缝强度设计值应乘以0.85，其他强度设计值或承载力设计值应乘以0.95的折减系数。

2.3 对于以下情况可采用焊接连接：①原结构使用焊缝连接。②原结构不是焊缝连接，但加固处允许采用焊缝连接，且使用焊接施工又比较方便。焊缝加固应首先考虑增加焊缝长度来实现，其次考虑增加焊脚尺寸或同时增加焊缝长度和焊脚尺寸。

2.4 原有螺栓或铆钉松动、损坏失效或连接强度不足需要更换或新增时，应优先考虑采用相同直径的高强度螺栓连接。其次，如果钢材的可焊性满足要求，也可以采用焊接。对于直接承受动力荷载的结构，高强度螺栓应采用摩擦型螺栓。摩擦型高强度螺栓与铆钉混合连接时，其承载力按共同工作考虑。用高强度螺栓更换有缺陷的螺栓或铆钉时，可选用直径比原钻孔小1～3mm的高强度螺栓；若不扩孔的情况下，替换的螺栓或铆钉的承载力不能满足要求时，在满足强度和构造要求的前提下可扩大螺栓孔径，采用螺栓直径提高一级。当在负荷下进行结构加固，需拆除结构原有的螺栓、铆钉或增加、扩大钉孔时，除应设计计算结构原有构件和加固件的承载力外，还必须校核板件的净截面的强度，并采取临时支撑措施。采用焊接连接加固普通螺栓或铆钉连接，不考虑两种连接共同工作，应按焊接承受全部作用力计算，但不宜拆除原有连接件。

2.5 为加固结构而增设的板件（加固件），除需有足够的设计承载力和刚度外，还必须与被加固结构有可靠的连接，以保证二者良好的共同工作。

钢结构屋盖加固说明									图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发		页	B-1

3　加固方法

3.1 直接加固法：采用加大截面加固钢构件时，所选截面形式应有利于加固技术要求并考虑已有缺陷和损伤的状况。加固构件受力分析的计算简图，应反映结构的实际条件，考虑损伤及加固引起的不利变形，加固期间及前后作用在结构上的荷载及其不利组合。对于超静定结构尚应考虑因截面加大，构件刚度改变使体系内力重分布的可能。必要时应分阶段进行受力分析和计算。

3.2 改变结构计算简图的加固方法：是指采用改变荷载分布状况、传力途径、节点性质和边界条件，增设附加杆件和支撑、施加预应力、考虑空间协同工作等措施对结构进行加固的方法。改变结构计算简图的加固过程(包括施工过程)中，除应对被加固结构承载能力和正常使用极限状态进行计算外，尚应注意对相关结构构件承载能力和使用功能的影响，考虑在结构、构件、节点以及支座中的内力重分布，对结构（包括基础）进行必要的补充验算，并采取切实可行的合理构造措施。

4　焊缝修复

如原加固结构发现焊缝存有夹杂、开裂等现象时，宜先采取必要修复措施后再进行后续加固。

5　结构计算

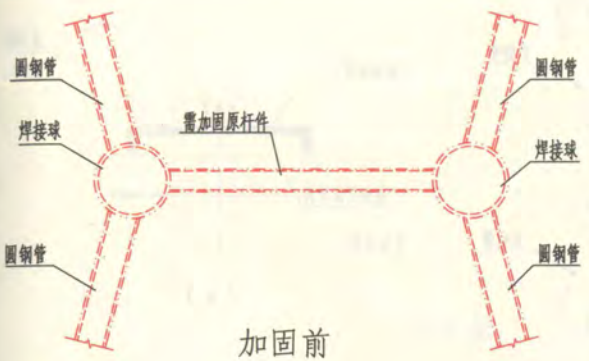
结构计算应采用构件的实际有效截面积，并考虑结构在加固时的实际受力状况，即原结构的应力超前和加固部分的应变滞后特点，以及加固部分与原结构共同工作的程度。

6　施工注意事项

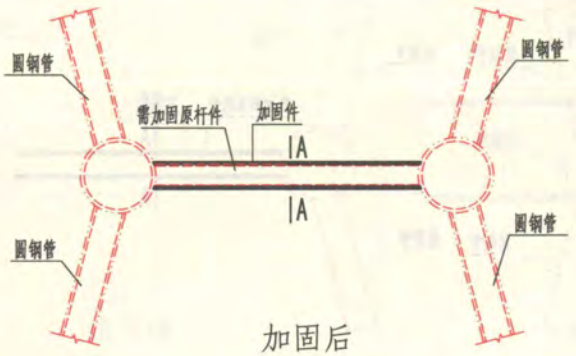
焊接钢结构加固时，现有构件或连接的实际名义应力值应小于0.55fy，且不得考虑加固构件的塑性变形发展；非焊接钢结构加固时，现有构件或连接的实际名义应力值应小于0.7fy。当现有结构构件的名义应力值大于上述规定时，则不得在负荷状态下进行加固。

在负荷下进行结构构件的加固时，采用焊接加固件加大截面法加固结构构件，可将加固件与被加固件沿全长互相压紧；用长20～30mm的间断300～500mm焊缝定位焊件后，再由加固件端向内分区段(每段不大于70mm)施焊所需要的连接焊缝，依次施焊区段焊缝应间歇2～5min。对于截面有对称的成对焊缝时，应平行施焊；有多条焊缝时，应交错顺序施焊；对于两面有加固件的截面，应先施焊受拉侧的加固件，然后施焊受压侧的加固件；对一端为嵌固的受压杆件，应从嵌固端向另一端施焊，若其为受拉杆，则应从另一端向嵌固端施焊；负荷加固时，应对被加固件采取临时卸荷及稳定措施。

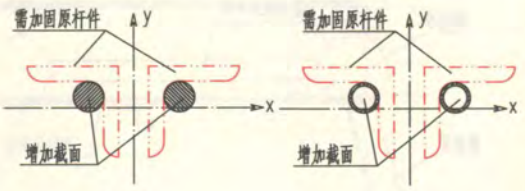
钢结构屋盖加固说明								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-2



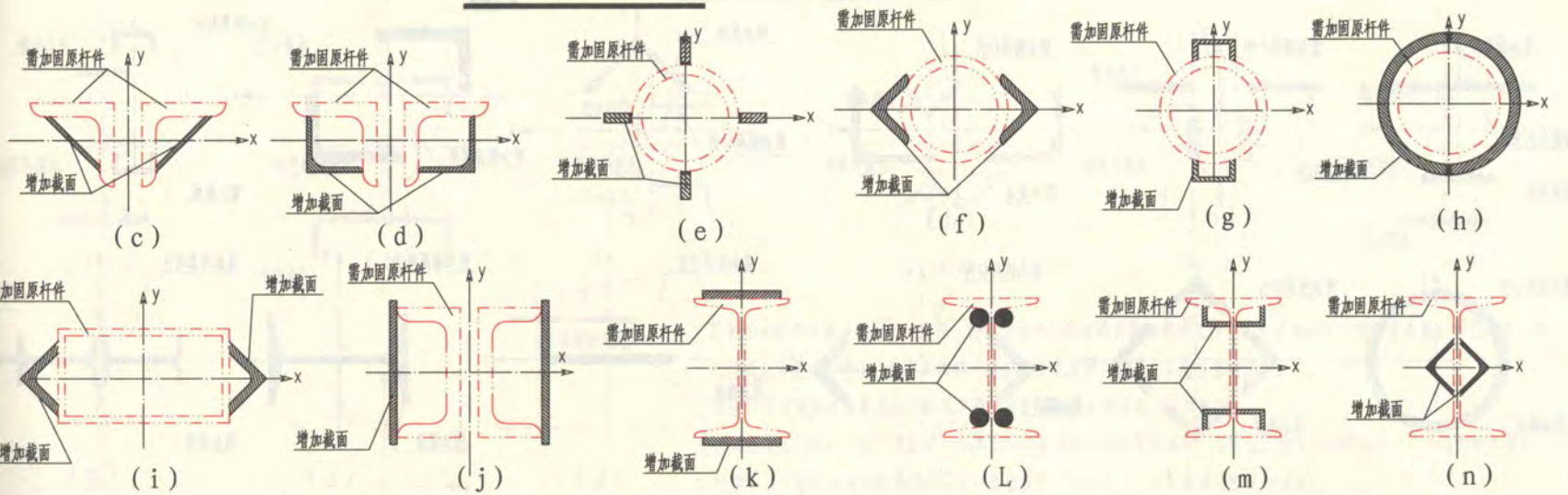
加固前



加固后



焊接球节点受拉杆件加固



A-A

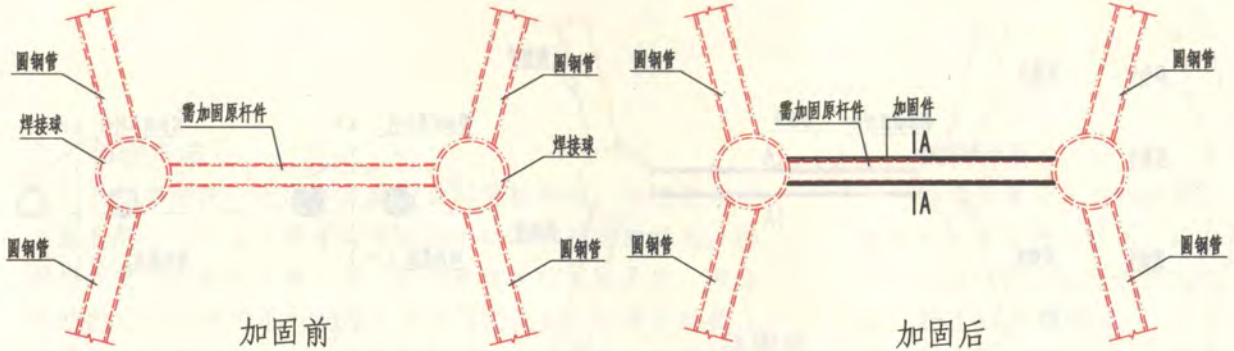
（加固件截面形式）

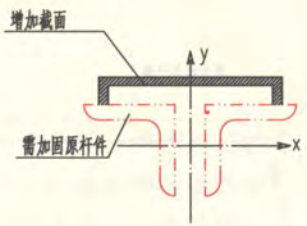
注：1. 加固件的布置应适应原有构件的几何形状或已发生的变形情况，以利施工。

2. 当采用焊接补强时，应尽可能减少焊接工作量及注意合理的焊接顺序，以降低焊接变形和焊接应力，并竭力避免仰焊。

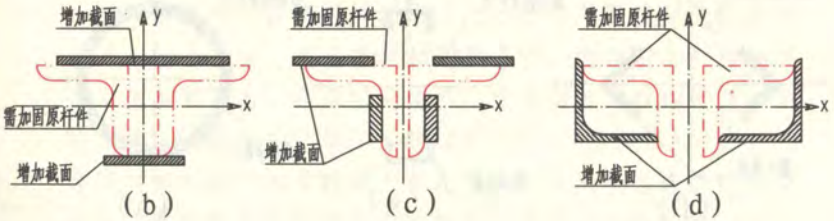
3. 加大截面的尺寸根据《钢结构加固技术规范》CECS 77-96进行计算。加固后构件的缀条等构造措施需满足规范要求。

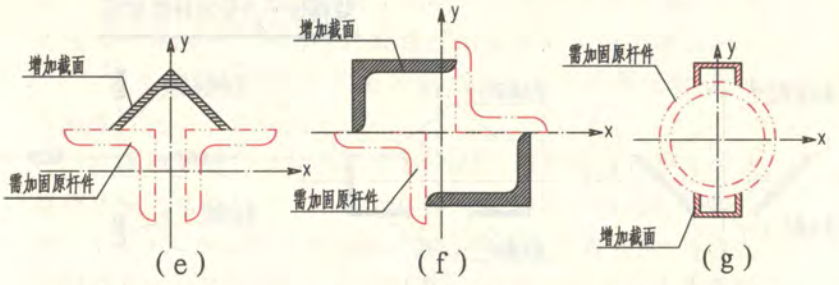
焊接球节点受拉杆件加固								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-3

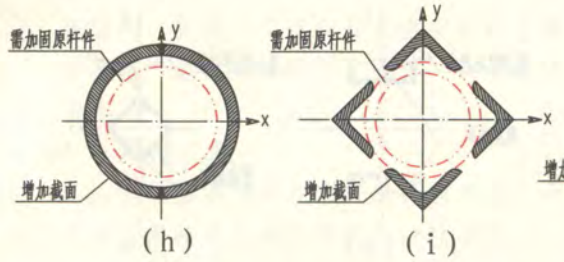


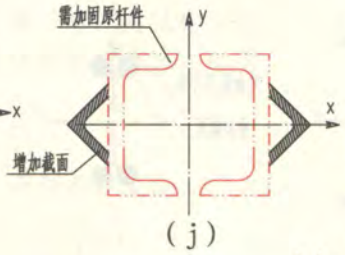


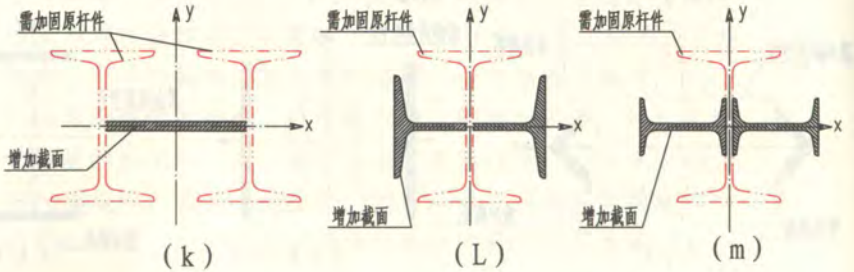
焊接球节点受压杆件加固











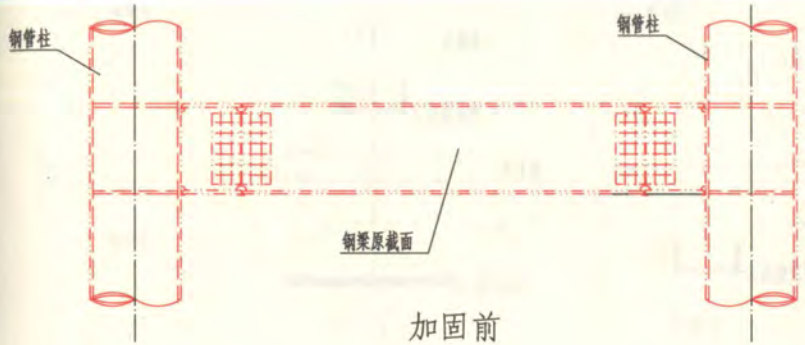
A-A
(加固件截面形式)

注：1.加固件的布置应适应原有构件的几何形状或已发生的变形情况，以利施工。

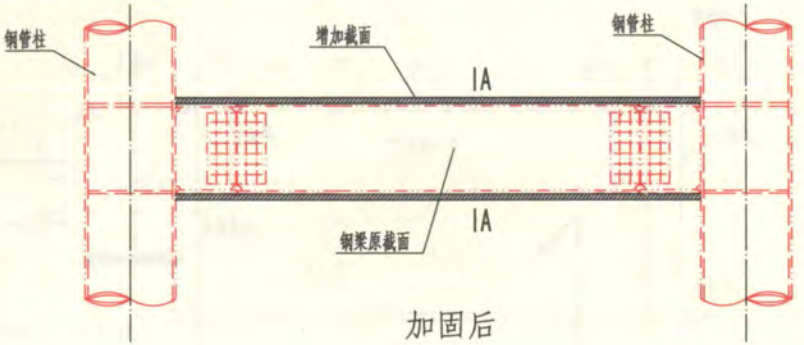
2.当采用焊接补强时，应尽可能减少焊接工作量及注意合理的焊接顺序，以降低焊接变形和焊接应力，并竭力避免仰焊。

3.加大截面的尺寸根据《钢结构加固技术规范》CECS 77-96进行计算。加固后构件的缀条等构造措施需满足规范要求。

焊接球节点受压杆件加固								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-4

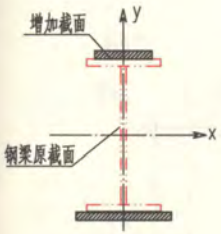


加固前

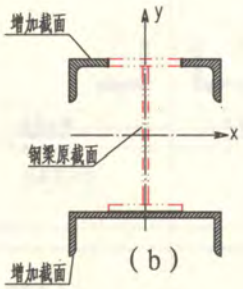


加固后

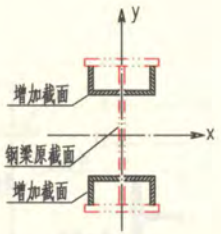
受弯钢构件加固



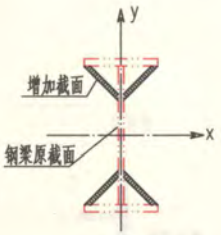
(a)



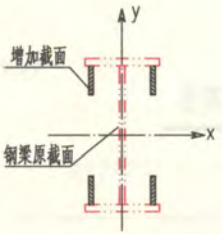
(b)



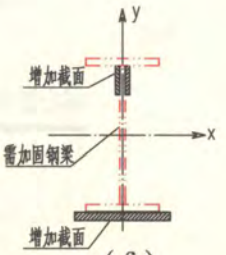
(c)



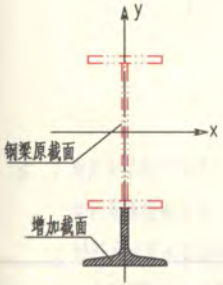
(d)



(e)



(f)



(g)

(h)

A-A

(加固件截面形式)

注：1. 应保证加固构件有合理的传力途径，保证加固件与原有构件能够共同工作。无论是轴心受力构件还是偏心受力构件（即拉弯或压弯受力构件），加固件均宜与原有构件的支座（或节点）有可靠的连接。

2. 加固件的布置应适应原有构件的几何形状或已发生的变形情况，以利施工。

3. 当采用焊接补强时，应尽可能减少焊接工作量及注意合理的焊接顺序，以降低焊接变形和焊接应力，并竭力避免仰焊。

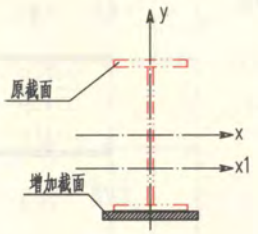
4. 轻钢结构中的小角钢和圆钢杆件不宜在负荷状态下进行焊接，必要时应采取适当措施。

5. 加大截面的构造不应过多削弱原有构件的承载能力。

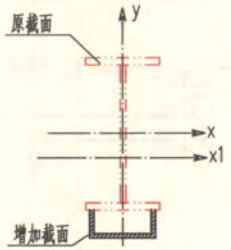
6. 加大截面的尺寸根据《钢结构加固技术规范》CECS 77-96进行计算。

受弯钢构件加固								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-5

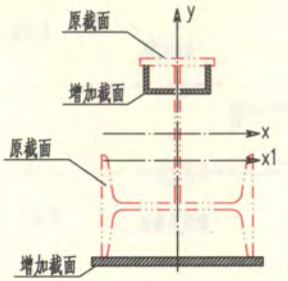
偏心受力构件简图



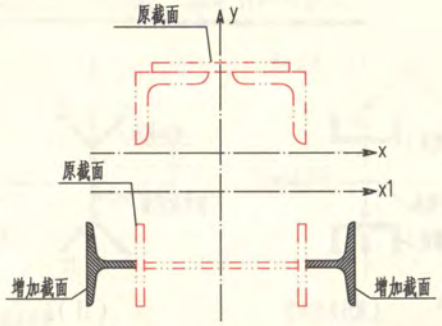
(a)



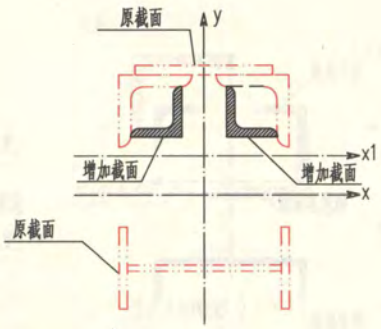
(b)



(c)



(d)



(e)

加固件截面形式

注：1. 应保证加固构件有合理的传力途径，保证加固件与原有构件能够共同工作。无论是轴心受力构件还是偏心受力构件（即拉弯或压弯受力构件），加固件均宜与原有构件的支座（或节点）有可靠的连接。

2. 加固件的布置应适应原有构件的几何形状或已发生的变形情况，以利施工。

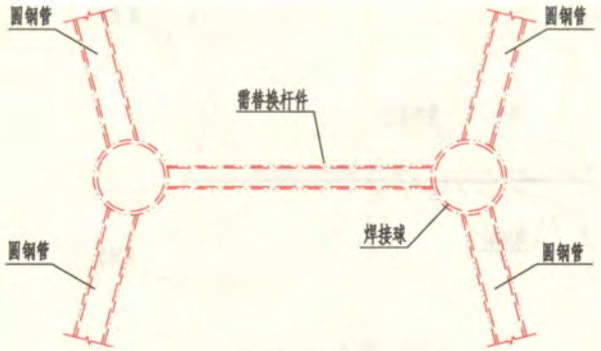
3. 当采用焊接补强时，应尽可能减少焊接工作量及注意合理的焊接顺序，以降低焊接变形和焊接应力，并竭力避免仰焊。

4. 轻钢结构中的小角钢和圆钢杆件不宜在负荷状态下进行焊接，必要时应采取适当措施。

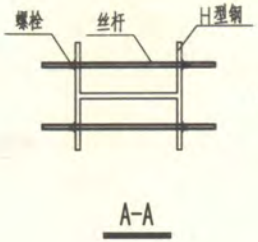
5. 加大截面的构造不应过多削弱原有构件的承载能力。

6. 加大截面的尺寸根据《钢结构加固技术规范》CECS 77-96进行计算。

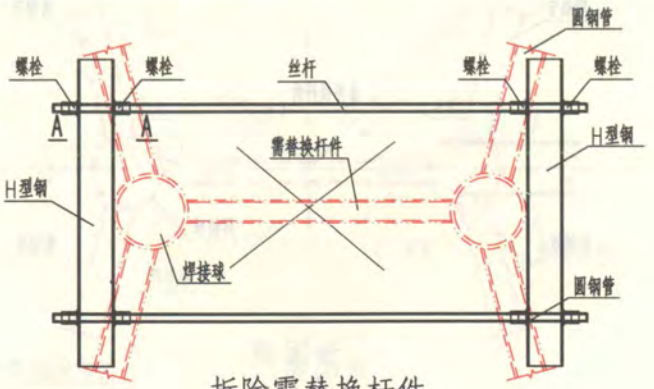
偏心受力钢构件加固								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-6



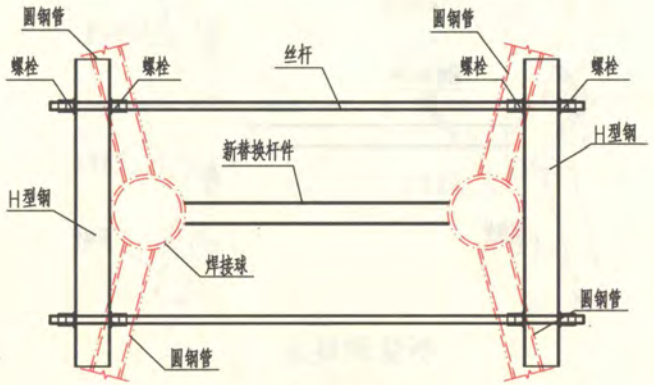
加固前



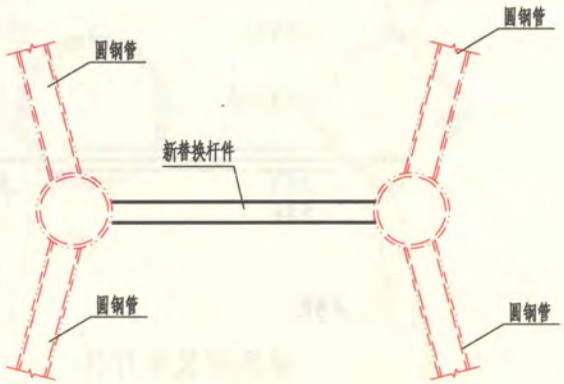
A-A



拆除需替换杆件



替换安装新杆件



拆除丝杆后

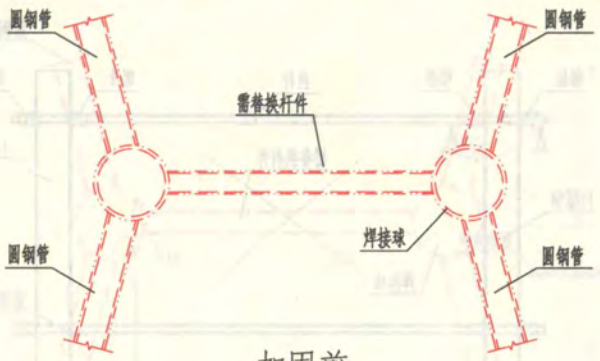
焊接球节点处替换杆件加固

注：1. 原网架结构杆件发生拉屈，承载能力不满足要求，需进行替换，首先在弯曲杆两端焊接球之间将丝杆用螺栓固定在H型钢上，然后替换原杆件，安装新杆，最后去掉丝杆。

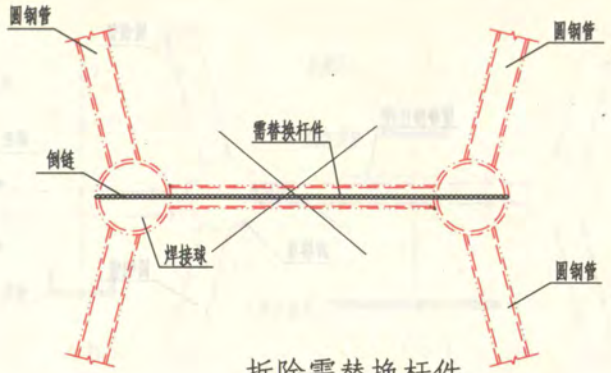
2. 丝杆尺寸需根据加固后杆件内力进行设计，同时丝杆与焊接之间应采取可靠的连接措施。

3. 对于原网架结构杆件加固前受拉力的情况，该加固方式适用。

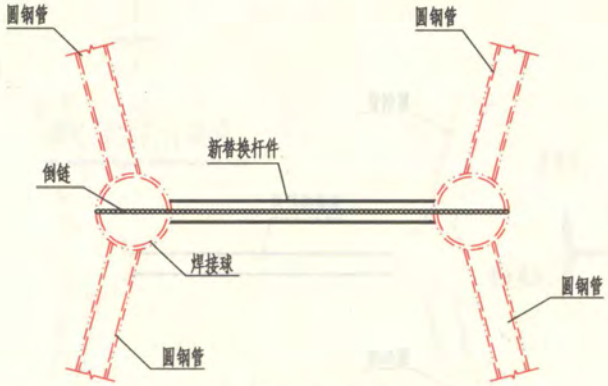
焊接球节点处替换杆件加固								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-7



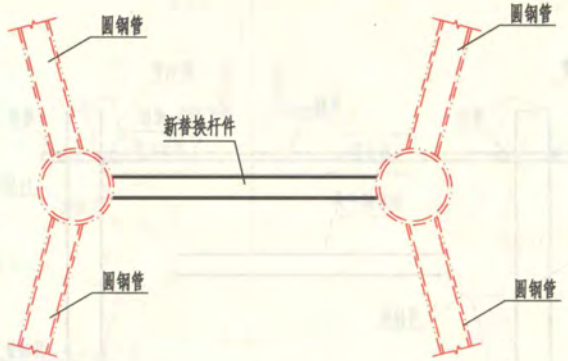
加固前



拆除需替换杆件



替换安装新杆件



拆除倒链后

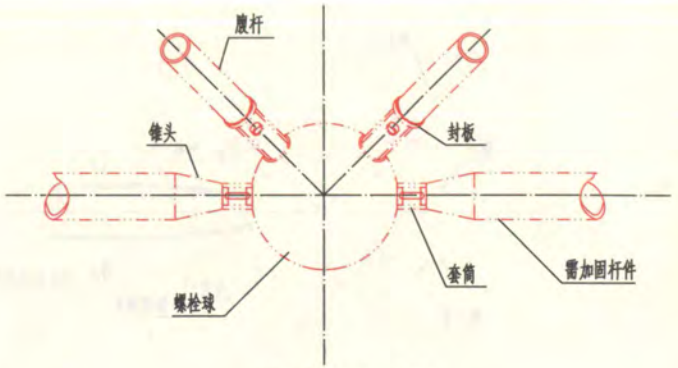
焊接球节点处替换杆件加固

注：1. 原结构杆件发生拉屈，承载能力不满足要求，需进行替换，首先在原杆件两端焊接球之间将倒链加以固定，然后替换原杆件，安装新杆，最后去掉倒链。

2. 倒链尺寸需根据加固后杆件内力进行设计，同时倒链与焊接球之间应采取可靠的连接措施。

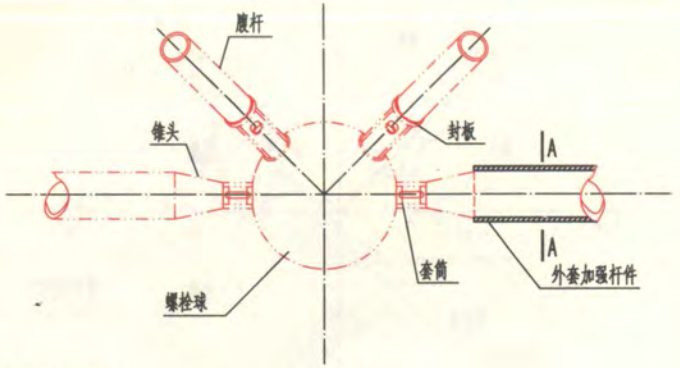
3. 该加固方式适用原结构杆件承受拉力的情况。

焊接球节点处替换杆件加固								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-8

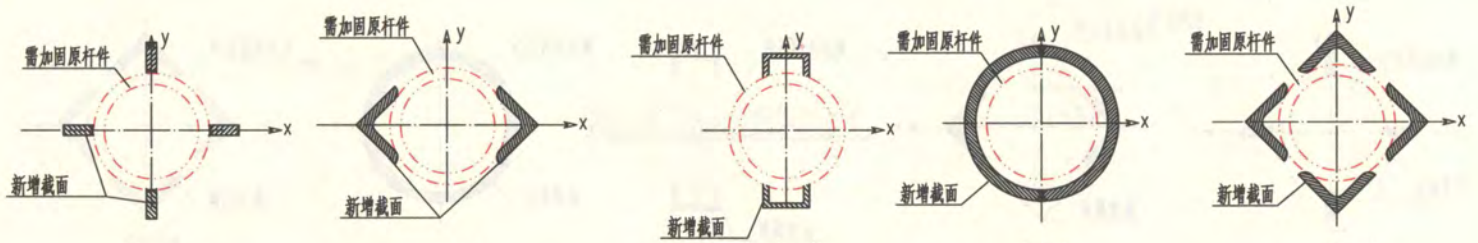


原螺栓球节点

螺栓球节点处杆件加固方法



加固后



A-A

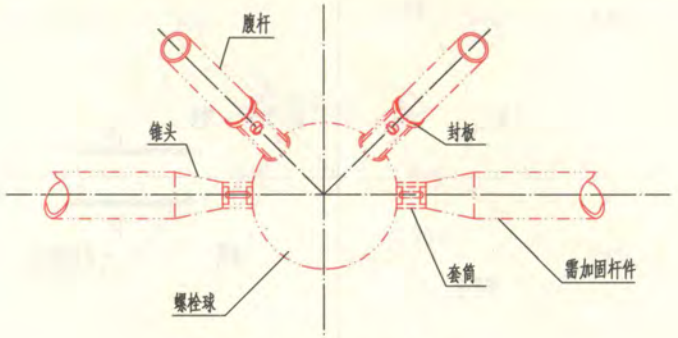
(加固杆截面)

注：1. 本方法为增加原杆件截面的加固方式。在新增荷载后，高强度螺栓抗拉承载力满足要求，但与螺栓球连接原杆件因稳定承载力不足无法承担后续荷载，加固方案为在原结构杆件上增加截面。

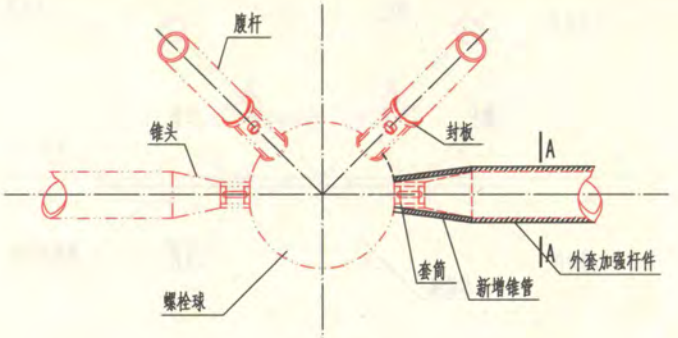
2. 施焊时要将焊接电流调小，采用小规格的焊条，不要集中焊接。采取断焊，对称跳跃式的焊接方式。

3. 大截面的尺寸根据《钢结构加固技术规范》CECS 77-96进行计算。

螺栓球节点处杆件加固方法								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-9

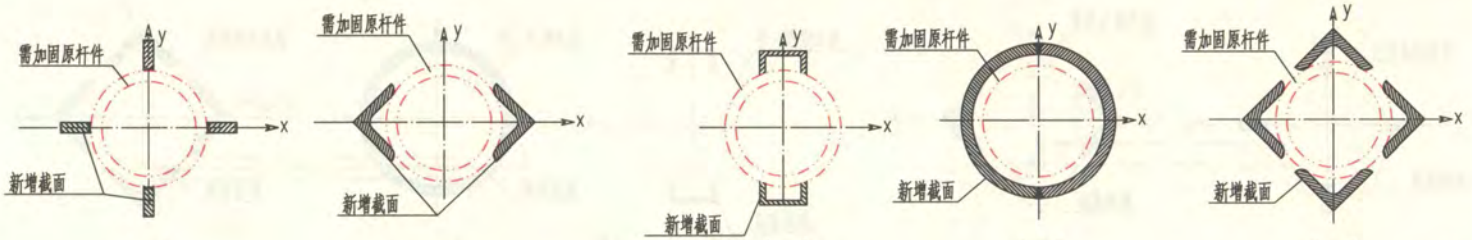


原螺栓球节点

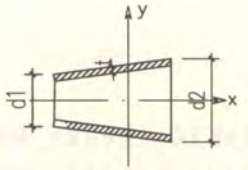


加固后

螺栓球节点处杆件加固方法



A-A
(加固杆截面)



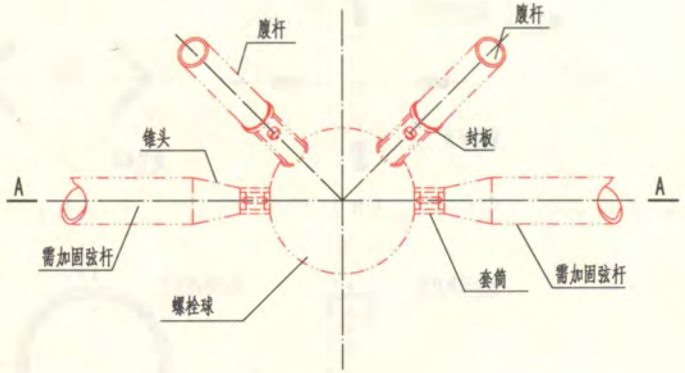
新增锥管
(壁厚与杆件加固件壁厚相同)

注：1. 该加固方法为增加原杆件截面，并且在所增加截面直接通过新增锥管与螺栓球焊接。即在新增荷载后，高强螺栓和原杆件承载力均不满足要求，可采用上述方法加固。

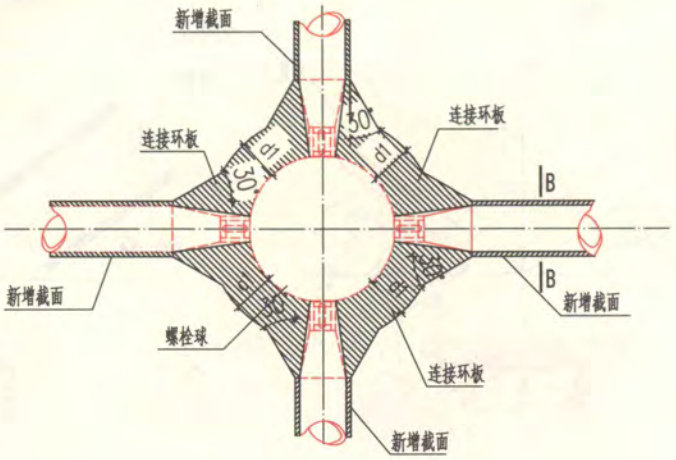
2. 施焊时要将焊接电流调小，采用小规格的焊条及合适的焊条型号，不要集中焊接。采取断焊，对称跳跃式的焊接方式。注意采取措施降低焊接温度和充分散热。

3. 加大截面的尺寸根据《钢结构加固技术规范》CECS 77-96进行计算。

螺栓球节点处杆件加固方法							图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-10



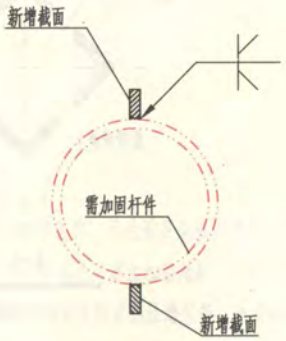
原螺栓球节点



A-A

（加固后）

螺栓球节点及杆件加固方法



B-B

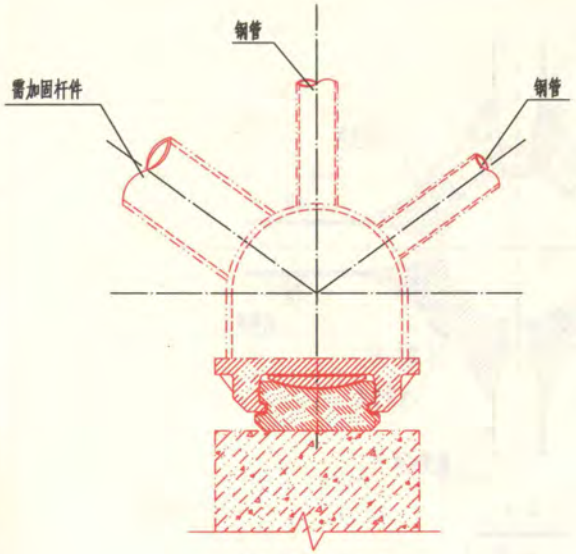
注：1.某网架下弦杆件和螺栓球承载力均不足，采用增加截面的加固方法对杆件加固后的同时，在需加固杆件之间增加环板，环板与螺栓球焊接。

2.施焊时要将焊接电流调小，采用小规格的焊条及合适的焊条型号，不要集中焊接。采取断焊，对称跳跃式的焊接方式。注意采取措施降低焊接温度和充分散热。

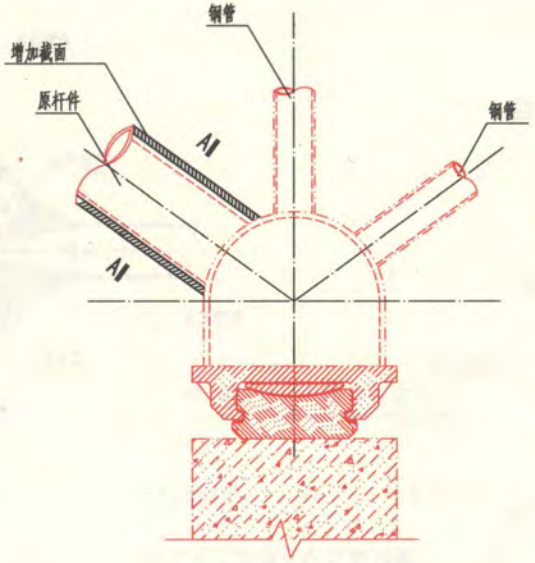
3.加大截面的尺寸根据《钢结构加固技术规范》CECS 77-96进行计算。

4.连接环板厚度不小于相连杆件的最大壁厚，环板宽度d1不小于相连杆件最大直径，厚度与新增截面的厚度相同。

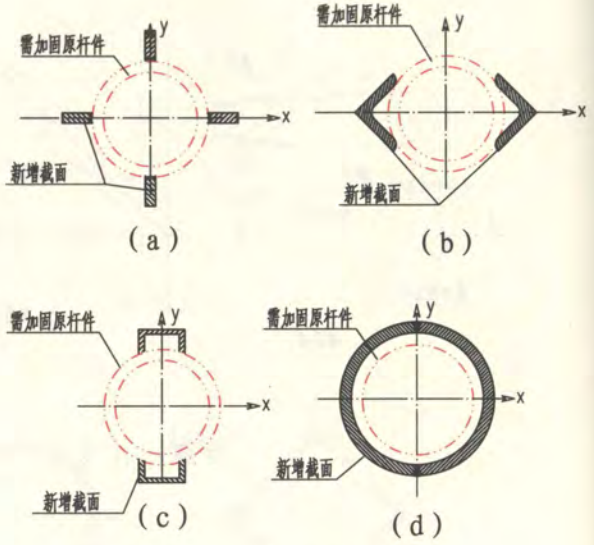
螺栓球节点及杆件加固方法								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-11

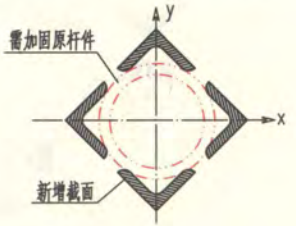


原支座节点



杆件加固后





(e)

A-A

(加固杆截面)

支座节点处杆件加固方法

注：1. 原支座杆件完好，但无法承担后续荷载，在原杆件基础上通过增加截面的方式进行加固。

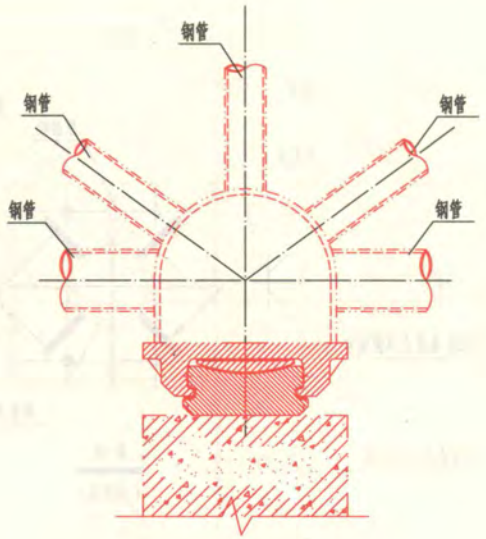
2. 焊接时使用小电流焊条，焊接时与焊接球相连杆件的应力应小于0.55 f_y。

3. 焊接时应尽可能减少焊接工作量及注意合理的焊接顺序，以降低焊接变形和焊接应力，并竭力避免仰焊。

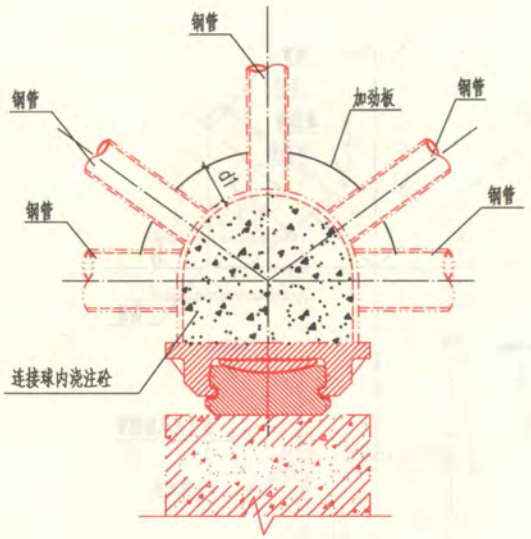
4. 加大截面的构造不应过多削弱原有构件的承载能力。

5. 加大截面的尺寸根据《钢结构加固技术规范》CECS 77-96进行计算。

支座节点处杆件加固方法								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-12



原支座



加固后

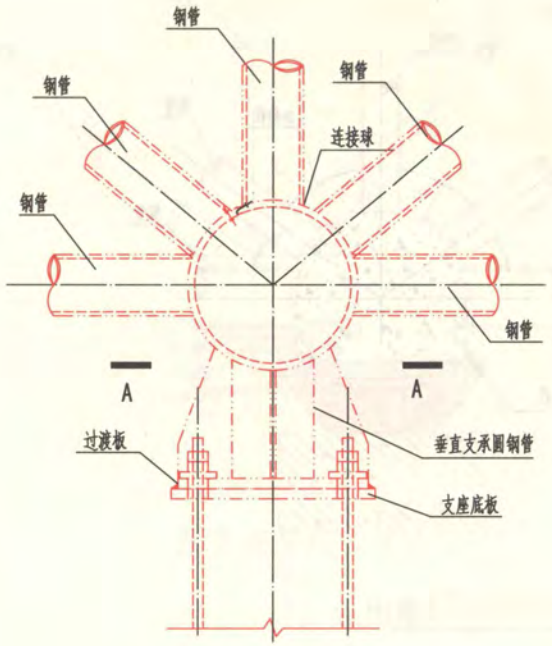
支座加固方法

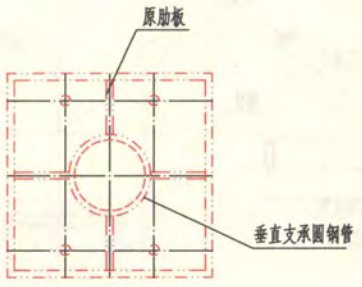
注：1.球铰支座连接半球因壁厚较薄，无法满足承载力要求，在半球内灌注混凝土增强半球内壁侧向约束，同时在杆件与连接球之间增加加劲肋板，提高承载力。

2.填充材料采用高强微膨胀灌浆料或高压灌浆料，灌浆前在半球上开孔作为透气孔。

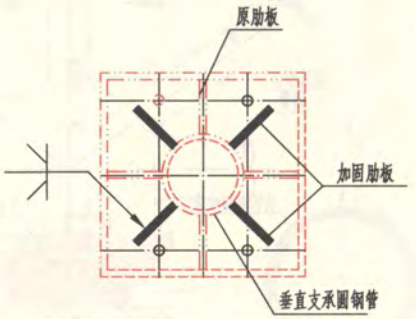
3.加劲肋板宽度不小于相连杆件最大直径，板厚不应小于相连杆件壁厚。

支座加固方法								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-13





A-A
（原支座）



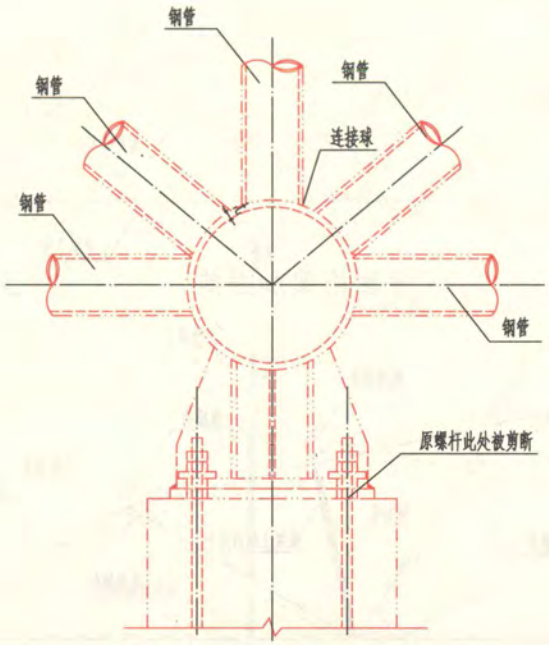
A-A
（加固后）

板式支座节点加固方法

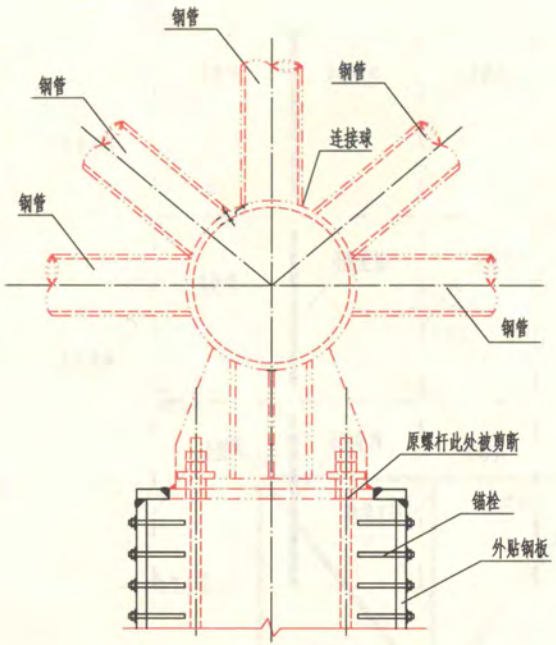
注：1.原支座焊接球与支座底板之间连接板（包括原肋板和垂直支撑圆钢管）过薄，在后续荷载中承载力不够，加固方法为在支座对角位置增加四块加劲肋，加劲肋板与焊接球、过渡板之间焊接，焊缝尺寸及形式满足《钢结构设计规范》GB 50017-2003的要求。

2.加劲肋板尺寸需根据新荷载支座反力进行计算。

板式支座加固方法								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-14



原支座



加固后

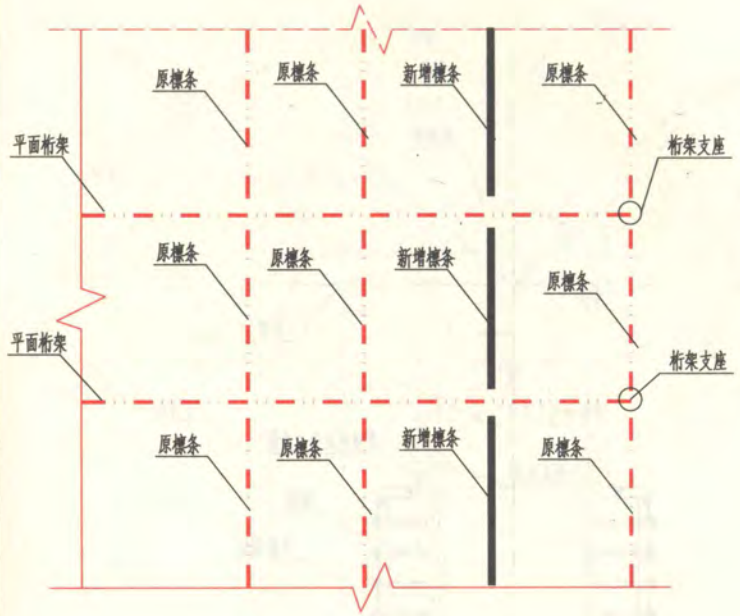
板式支座节点加固方法

注：1.原支座定位螺杆及锚筋被剪断，在原有锚板基础上外贴钢板，并用锚栓锚固。锚栓类型建议采用后扩底锚栓，如采用化学锚栓，需解决焊接时热量对化学胶的影响。

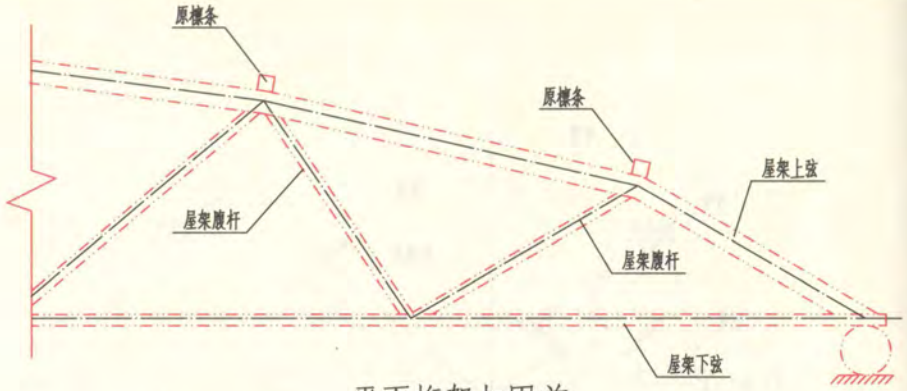
2.外贴钢板的宽度不小于支座宽度，厚度不小于原支座底板厚度，且满足《混凝土规范》对锚板的相关要求。

3.外贴钢板与原支座底板的焊缝等级不小于二级。

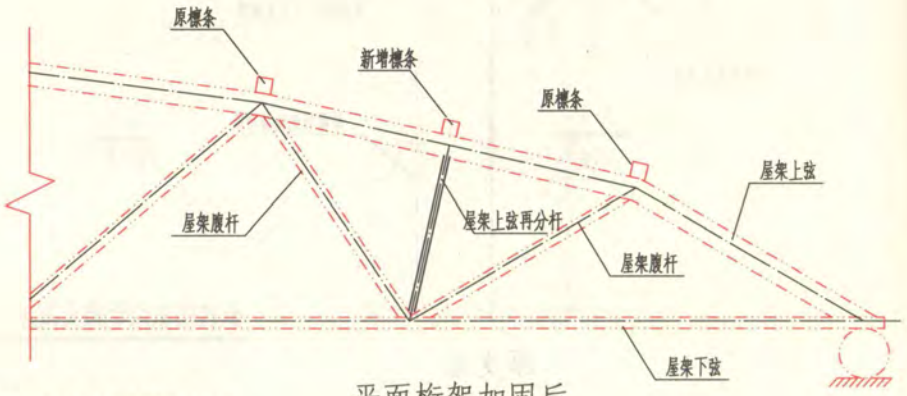
板式支座加固方法								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-15



屋面结构俯视图



平面桁架加固前



平面桁架加固后

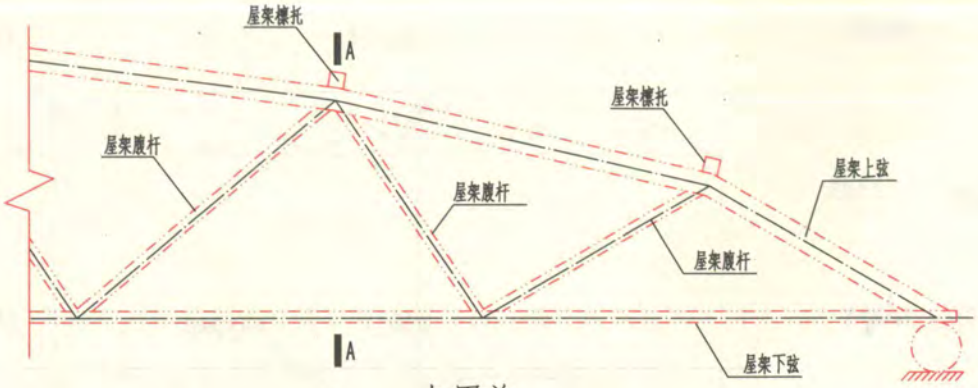
局部增加上弦再分杆的加固方法

注：1. 原桁架上弦杆抗弯承载力不满足，采用增加屋架上弦再分杆进行加固。

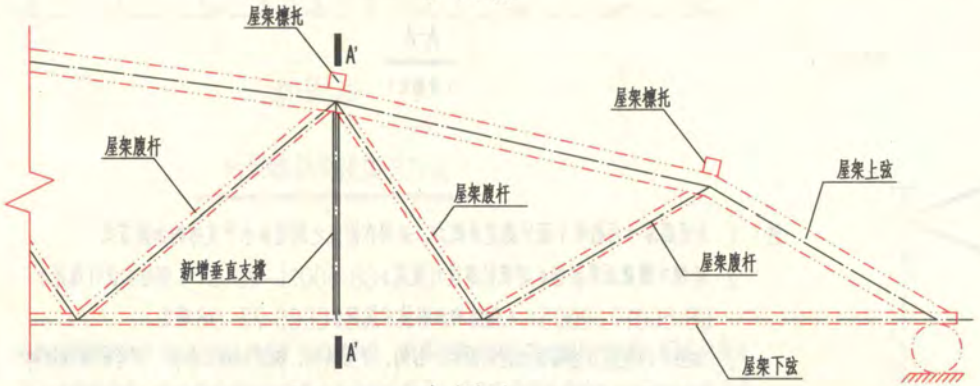
2. 上弦再分杆截面的尺寸根据《钢结构加固技术规范》CECS 77-96进行计算。

3. 加固件的连接方法根据加固的原因、目的、受力状况、构造和施工条件，并考虑原有结构的连接方法而确定。可采用焊接、高强度螺栓连接和焊接与高强度螺栓混合连接的方法。建议优先采用螺栓连接。

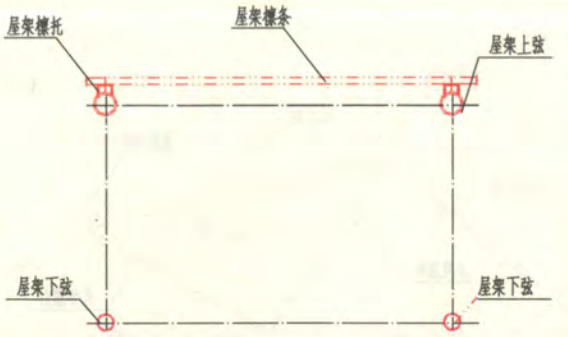
局部增加上弦再分杆的加固方法								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-16



加固前

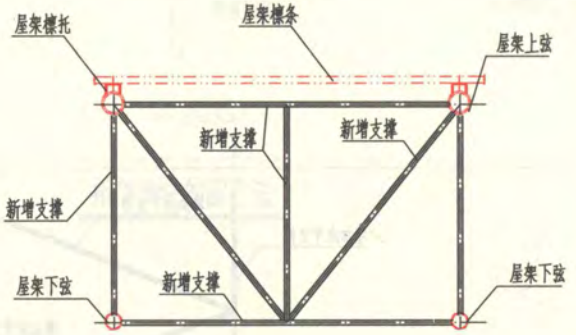


加固后



A-A

（原桁架）



A'-A'

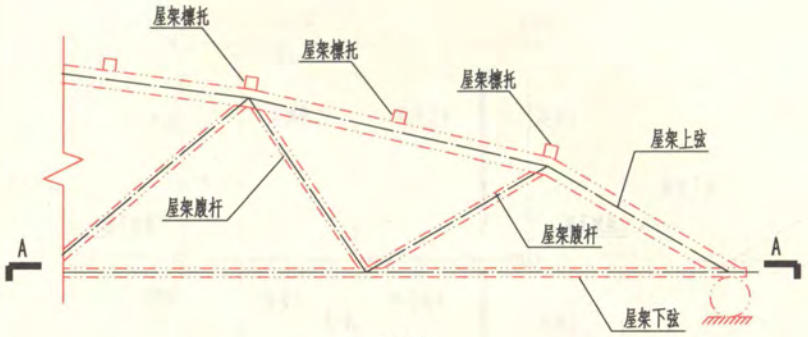
（加固后增加垂直支撑的桁架）

注：1.为提高原平面桁架平面外稳定承载力，采用在桁架之间增加垂直支撑的加固方式。

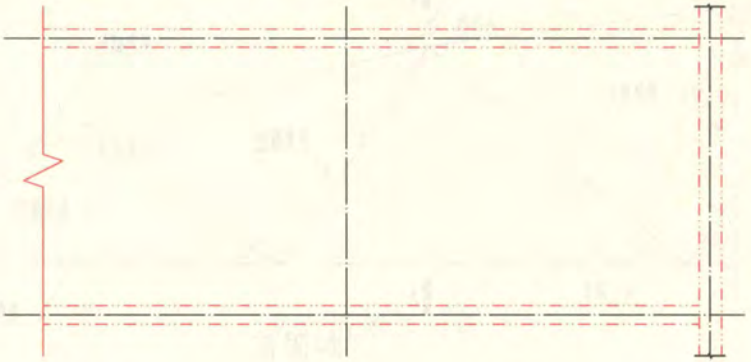
2.新增支撑截面需根据《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010、《钢结构设计规范》GB 50017-2003、《钢结构加固技术规范》CECS 77-96确定。

3.加固件的连接方法根据加固的原因、目的、受力状况、构造和施工条件，并考虑原有结构的连接方法而确定。可采用焊接、高强度螺栓连接和焊接与高强度螺栓混合连接的方法。建议优先采用螺栓连接。

局部增加垂直支撑加固方法								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-17

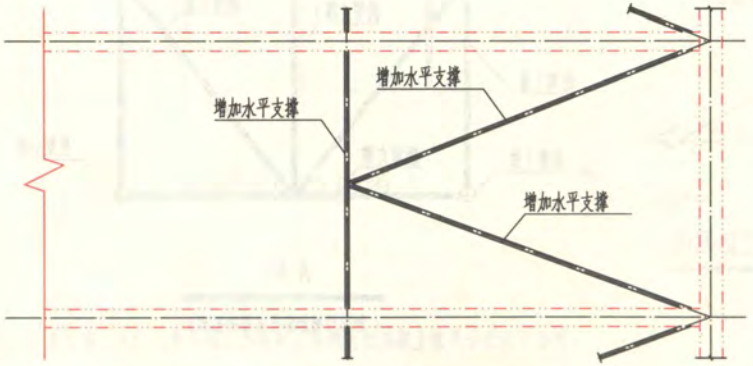


加固前



A-A

（原桁架）



A'-A'

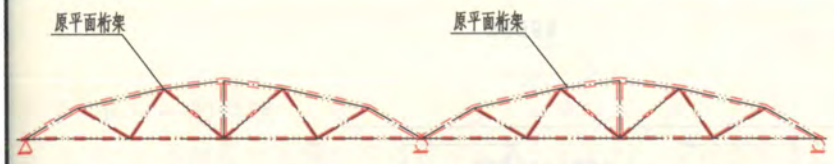
（加固后增加水平支撑桁架）

注：1. 为提高原平面桁架平面外稳定承载力，采用在桁架之间增加水平支撑的加固方式。

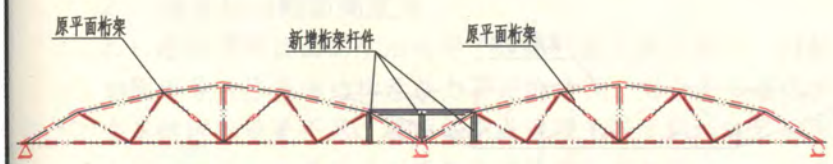
2. 新增支撑截面需根据《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010、《钢结构设计规范》GB 50017-2003、《钢结构加固技术规范》CECS 77-96确定。

3. 加固件的连接方法根据加固的原因、目的、受力状况、构造和施工条件，并考虑原有结构的连接方法而确定。可采用焊接、高强度螺栓连接和焊接与高强度螺栓混合连接的方法。建议优先采用螺栓连接。

局部增加水平支撑加固方法								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-18

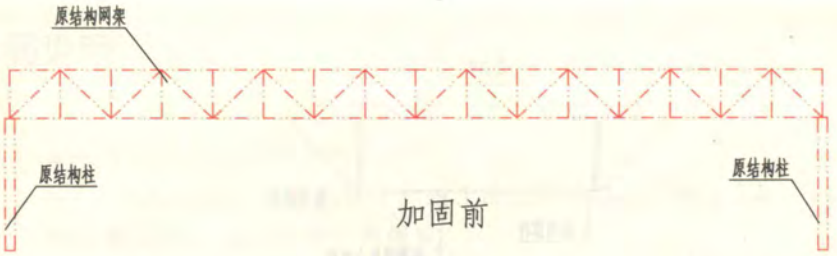


加固前

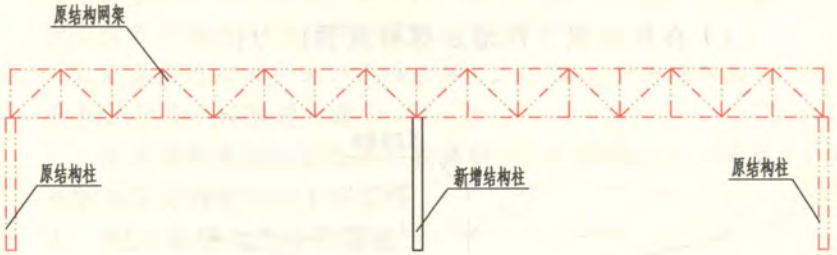


加固后

桁架端部刚接加固方法



加固前



加固后

桁架增柱加固方法

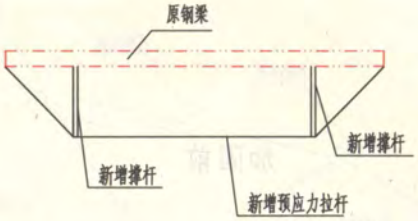
注：1. 桁架端部刚接加固方法为原结构为平面桁架体系，两榀桁架原设计在支座处为铰接，因屋面改造增加了屋面荷载，导致原平面桁架承载力不能满足要求，采用改端部支承铰接为刚接的加固方式。

2. 桁架增柱加固方法为原结构因屋面改造增加屋面荷载，导致原有结构难以满足承载力要求，采用增柱的方式减小跨度。

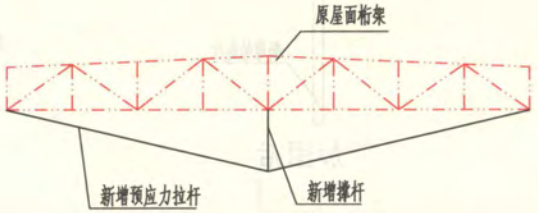
3. 新增杆件截面需根据《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010、《钢结构设计规范》GB 50017-2003、《钢结构加固技术规范》CECS 77-96确定。

4. 加固件的连接方法根据加固的原因、目的、受力状况、构造和施工条件，并考虑原有结构的连接方法而确定。可采用焊接、高强度螺栓连接和焊接与高强度螺栓混合连接的方法。建议优先采用螺栓连接。

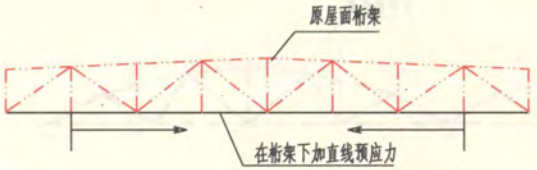
桁架整体加固方法								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-19



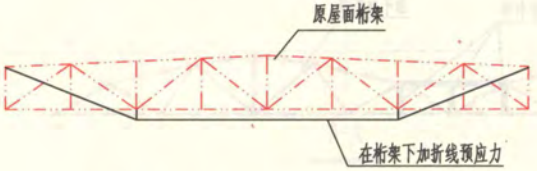
（a）在原钢梁下部增加撑杆及预应力拉杆



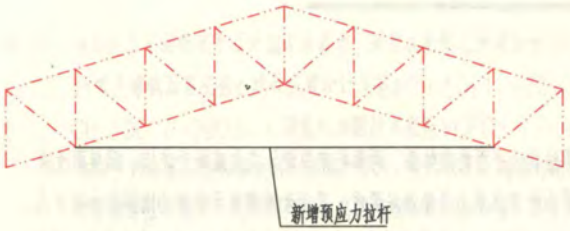
（b）在原桁架下部增加撑杆及预应力拉杆



（c）在桁架下加直线预应力



（d）在桁架下加折线预应力



（e）增预应力拉杆

注：1. 钢梁或钢桁架因屋面荷载增加导致承载力不足时可选择预应力加固的方式。

2. 根据受力大小和变形形式布置钢绞线，转向节点和固定锚具的构造是实施体外预应力加固的关键，需详细设计。

钢屋盖预应力加固								图集号	13SG619-5
审核	甘明		校对	徐金蓓		设计	周忠发	页	B-20

基础加固说明

1　一般说明

因抗震加固导致基础结构承载力不足时，应对基础进行加固。当基础本身承载力不足而地基承载力足够时，一般只加固基础，尽量不要扰动地基。

2　增加基础截面高度法

2.1 增加基础截面高度法适用于地基承载力满足要求，因抗震加固而导致原基础结构承载力不足的情况。对于条形基础或独立基础因配筋量不足、截面偏小或混凝土强度偏低时可采用此方法。对于筏板基础，可于板面增浇叠合层加固。

2.2 增加基础截面高度的设计和施工应符合下列规定：

2.2.1 当基础加固后增加一定截面高度，使得基础原配筋按新截面计算，满足按柔性基础计算要求时，加固后基础仍旧可以采用柔性基础方案，但此时加固后基础配筋应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2012 中有关柔性基础最小配筋率等构造要求。

2.2.2 增加基础截面高度将原柔性基础改为刚性基础时，加固后基础外形尺寸应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2012中有关刚性基础台阶宽高比允许值的规定。

2.2.3 在灌注混凝土前应沿基础高度每隔900mm 用连接面植筋方法设置锚固剪力短筋ϕ12@400mm~600mm，将原基础凿毛（凹凸深度5mm左右），并清理干净，涂一层混凝土界面结合剂，以增强新旧混凝土基础的粘结力。

3　加大基础底面积法

3.1 加大基础底面积法适用于既有建筑的地基承载力或基础底面尺寸不满足规范要求时的加固。

3.2 加大基础底面积的设计和施工除应符合本说明第2.2条相应规定外，尚应符合下列规定：

3.2.1 当基础承受偏心荷载时，可采用不对称加宽；当承受中心荷载时，可采用对称加宽。

3.2.2 条形基础加宽时，应按长度1.5~2.0m划分单独区段，分批、分段、间隔进行施工。

3.3 无筋条形基础加宽底面积构造做法，详见03SG611《砖混结构加固与修复》，本图集略。

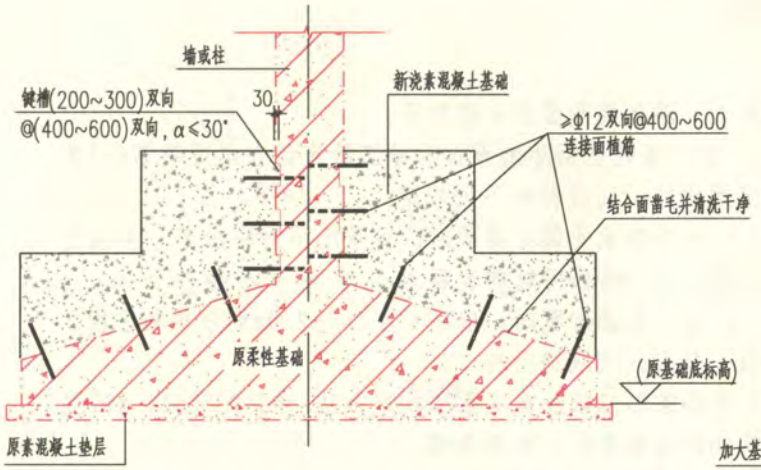
4　独立基础改为条形基础

4.1 当独立基础不宜采用加大基础底面时，可将原独立基础串联起来改变成为柱下条形基础。与独立基础相比，条形基础不仅基底面积显著增大，而且整个基础结构的刚度和整体性也大幅度增强。

4.2 新增条形基础截面形式有平板式和肋梁式，新旧基础连接方式一般采用刚接。平板厚度t一般取$t=l_n/(3\sim5)$，且不小于400mm，l_n为原基础净距。肋梁高度h一般取$h=l_c/(6\sim8)$，l_c为柱距；翼板（底板）厚度h_f不应小于200mm，当$h_f>250$mm时，宜做成变截面，坡度i≤1:3，边缘厚200mm，根部厚度不小于300mm。

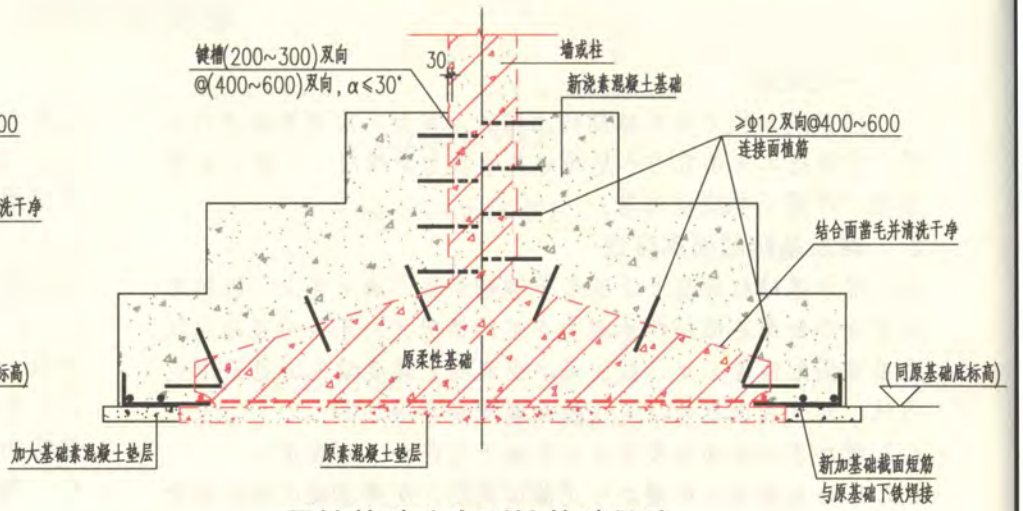
刚接时，新旧基础应连接成为一个整体，既承担剪力，也传递弯矩，但新旧基础底部受力钢筋宜彼此焊接，部分构造钢筋应植入原基础，同时，结合面应凿毛或设置键槽。

基础加固说明								图集号	13SG619-5
审核	李文峰		校对	李兴旺		设计	韩龙勇	页	C-1



柔性基础改为刚性基础做法

（当地基承载力满足要求，而柔性基础配筋不足时采用）



柔性基础改为刚性基础做法

（当地基承载力及柔性基础配筋不足时采用）

注：1. 当柔性基础加固改为刚性基础，其台阶高宽比应满足相应规范的构造要求。

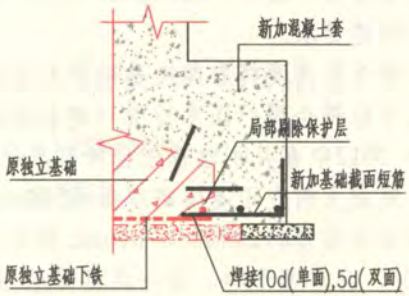
2. 当基础加固后增加一定截面高度，使基础原配筋按新截面计算，满足按柔性基础计算要求时，加固后基础仍可采用柔性基础方案，但此时加固后基础配筋需满足新截面下柔性基础最小配筋率等构造要求。

3. 新旧基础应连接为一个整体，新加基础截面与墙或柱连接面应设置键槽以传递剪力，且新旧基础的底部纵向受力筋彼此焊接以传递弯矩。同时加大基础底面积中新加混凝土截面应能抵抗新加基础反力传给该处截面的剪力，防止新加大基础截面破坏。

4. 连接面植筋植入原基础应满足最小锚固深度及最小边距要求，锚入新加混凝土应满足最小锚固长度要求。

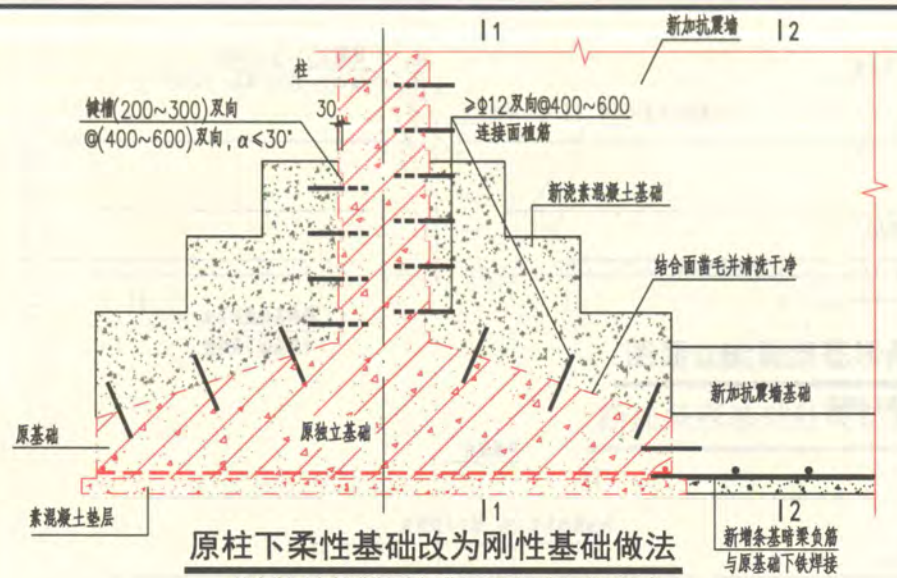
5. 对加大基础底面积的加宽部分，地基上应铺设厚度和材料均与原基础相同的垫层。地基土应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2012的有关规定进行夯实压密处理。

6. 基础加固应尽量在进行上部结构加固改造之前完成。扩大基础原底面积时，应考虑新加部分与原基础间应力应变滞后的影响，且新增加的基础底面积宜比计算值提高10% 或采取可靠措施消除或减小应力应变滞后的影响。



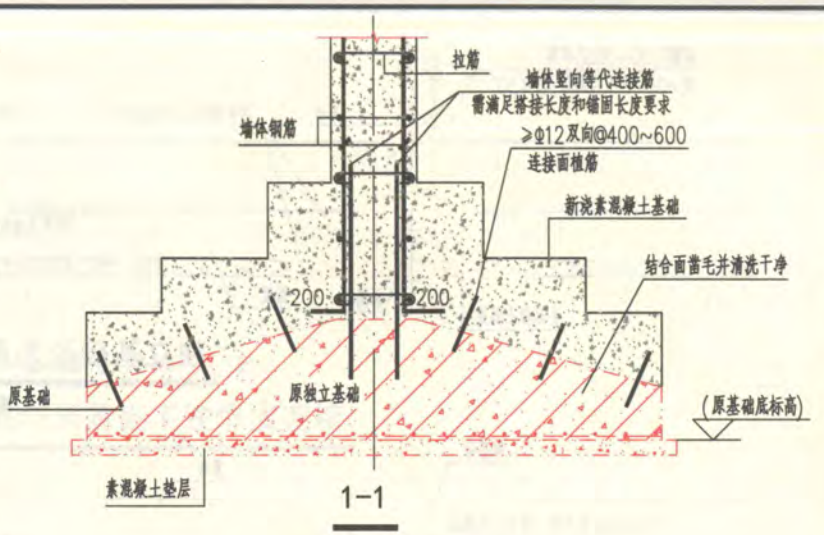
加大基础底面新加下铁与原基础下铁连接方式

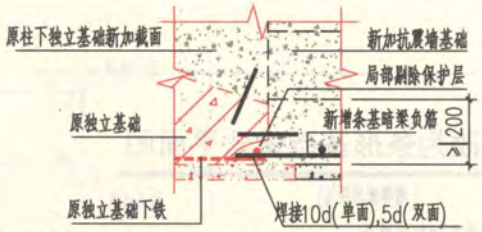
柔性基础改为刚性基础做法								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	C-2



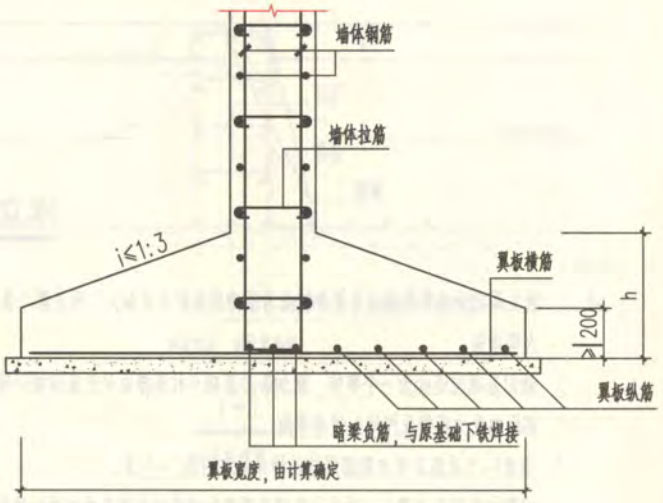
原柱下柔性基础改为刚性基础做法

(框架结构改变为框剪结构时基础做法，且原独立基础配筋不满足时)





新加墙下条形基础下铁与原基础下铁连接方式



注：1. 此做法适用于框架结构或框剪结构新加剪力墙情况。

2. 新旧基础应连接为一个整体，新加基础截面与柱连接面处设置键槽以传递剪力，且新旧基础的底部纵向受力筋彼此焊接以传递弯矩。

3. 连接面植筋植入原基础应满足最小锚固深度及最小边距要求，锚入新加混凝土应满足最小锚固长度要求。

4. 新加抗震墙与柱接触面连接做法详见本图集A-21~A-28页。

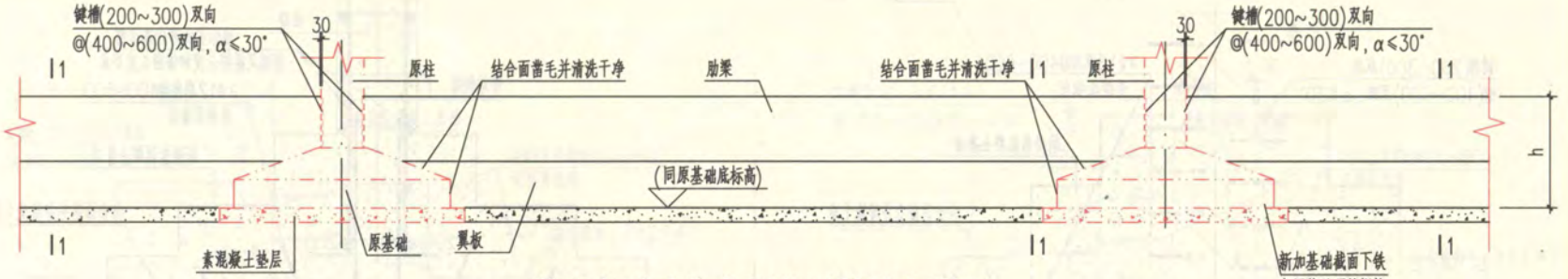
5. 基础配筋根据计算及构造确定。

6. 新加抗震墙墙体竖向筋锚入新加基础应满足相应锚固长度要求。

7. 对新加抗震墙基础，地基上应铺设厚度和材料均与原基础相同的垫层。地基土应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007-2012的有关规定进行夯实压密处理。

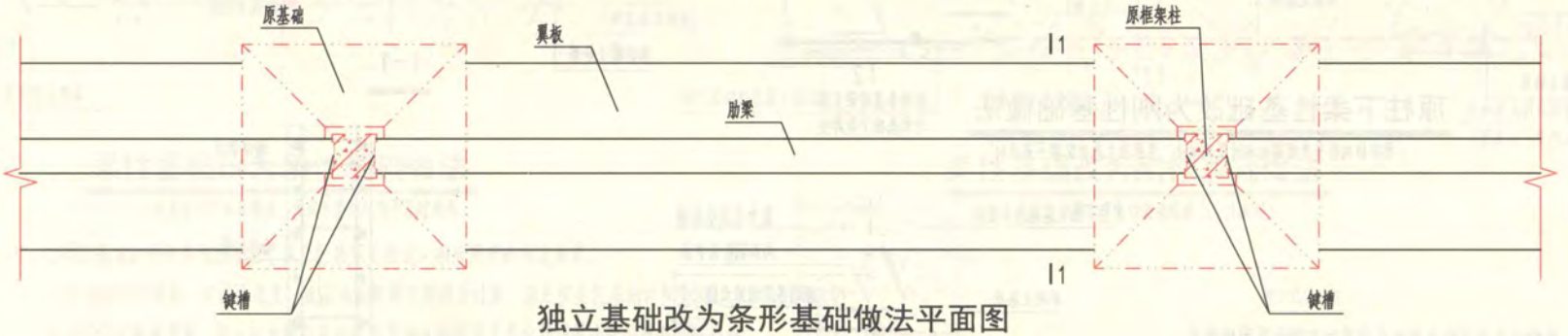
8. 新增抗震墙基础应在进行上部结构加固改造之前完成。并应考虑新加部分与原基础间应力应变滞后的影响，且新增加的基础底面积宜比计算值提高10%或采取可靠措施消除或减小应力应变滞后的影响。

新加抗震墙基础做法							图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	C-3



独立基础改为条形基础做法立面图

(端部采用刚接)



独立基础改为条形基础做法平面图

(端部采用刚接)

注：1. 独立基础改为条形基础其显著特点为基础底面积显著加大，而且整个基础结构的刚度和整体性也大幅增强。

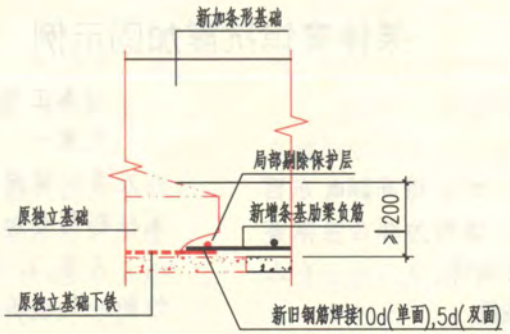
2. 新旧基础应连接为一个整体，新加条形基础与柱连接面处设置键槽以传递剪力，且新旧基础的底部纵向受力筋彼此焊接以传递弯矩。

3. 剖面1—1及新旧受力钢筋焊接连接详见本图集C—5页。

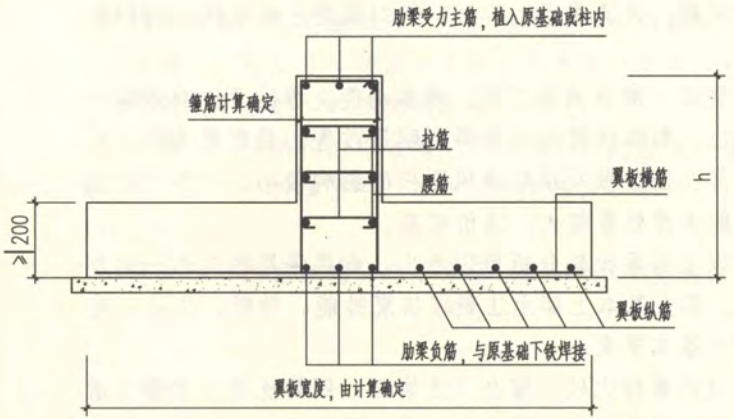
4. 对新加条形基础部分，地基上应铺设厚度和材料均与原基础相同的垫层。地基土应按现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007—2012的有关规定进行夯实压密处理。

5. 独立基础改为条形基础应尽量在进行上部结构加固改造之前完成。并应考虑新加部分与原基础间应力应变滞后的影响，且新增加的基础底面积宜比计算值提高10%或采取可靠措施消除或减小应力应变滞后的影响。

独立基础改条形基础做法（肋梁式）								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	C-4

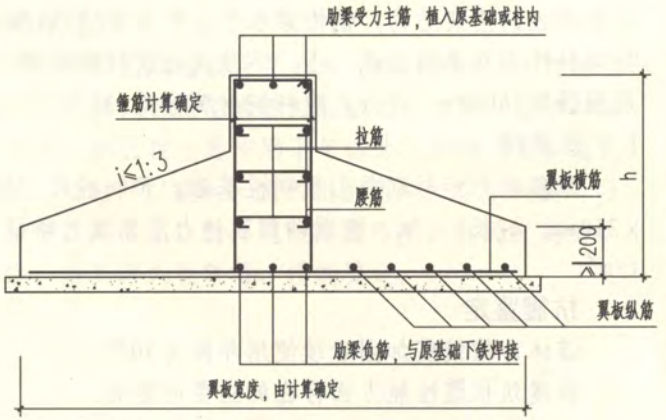


新加条形基础肋梁负筋与原基础下铁焊接连接



1-1

（翼板等厚）



1-1

（翼板变厚）

注：1. 新增条形基础截面形式有平板式和肋梁式。原基础净距较小且本身承载力较富裕时，可采用平板式，否则宜采用肋梁式。

2. 新加基础配筋应按计算确定并满足规范要求的最小配筋率。

3. 新加条基肋梁负筋应与原基础受力主筋相匹配，以满足相互焊接后主筋传力要求。

独立基础改条形基础剖面详图（肋梁式）		图集号	13SG619-5
审核 李文峰	校对 李兴旺	设计 韩龙勇	页 C-5

某体育馆抗震加固示例

1　工程概况

1.1 建筑概况

该体育馆建于1968年，建筑面积39797m^2，檐高28m,东西长112m，南北107m，观众席数为17127个，该馆为综合性体育馆，可进行球类、冰上比赛和大型文体活动等。

1.2 原结构体系、主要截面尺寸及材料等级

体育馆主体结构为混凝土框架结构，柱混凝土标号为300号，梁混凝土标号为200号，梁、柱主筋抗拉强度设计值为2400kg/cm^2，箍筋抗拉强度设计值为2100kg/cm^2。屋盖为双向正交斜放钢桁架结构，钢桁架水平投影面积约11108m^2,主要的桁架杆件由双角钢组成，上、下弦及长腹杆钢材牌号为16Mn，屈服强度360MPa；再分式腹杆钢材牌号为A3F。

1.3 原基础

原基础为矩形混凝土预制桩基础，预制桩尺寸均为250mm X250mm，桩长5～7m，桩端砂卵石持力层承载力特征值为450 t/m^2。

2　抗震鉴定

该体育馆抗震加固后续使用年限为30年。

该建筑抗震性能方面存在的主要问题有:

2.1 由于原结构设计年代久远，原结构的抗震性能无法满足《鉴定标准》对A类建筑的抗震要求。

2.2 原设计中，钢屋架为正交斜放桁架体系，最大跨度超过140m，为确保屋架抗震安全性,有必要对支座进行抗震加固。

3　整体加固方案选择

对本工程可采用的抗震加固方案进行了分析:

方案一：不改变原有框架结构体系，仅增大柱梁截面。此方案对建筑功能影响最小，但加固量巨大，几乎所有框架梁柱都需要加固，对原建筑物外墙造成破坏，改造费用很高。

方案二：增设柱间钢支撑。该方案可明显提高结构抗震性能，且造价相对较低，但由于柱间钢支撑严重制约了门洞的设置方式和大小，对建筑内部交通疏散非常不利。

方案三：增设剪力墙。该方案可明显提高结构抗震性能，且由于剪力墙上门洞的设置比较方正，基本可以解决内部交通疏散问题，改造费用也较低，但对顶层土建通风道面积影响很大。

方案四：增设消能支撑。增加消能支撑后可以有效减小地震响应，整体抗震性能会得到明显改善；且布置灵活，对建筑内部交通疏散及顶层通风面积的影响较小。但是经过试算，消能支撑数量较大，造价较高。

将以上方案比较分析可以看出，如果采用相对单一的加固方案，那么基本上都无法兼顾抗震性能、功能、经济、美观这四个基本要素。

经过试算和比较，综合了方案三、四的优点，选择了增设剪力墙和增设消能支撑相结合的加固方案。由于体育馆看台层及以下楼层人流密集，疏散要求高，因此下部楼层设置剪力墙并利用剪力墙门洞可以有效解决整体抗震性能和内部交通疏散；而看台层以上楼层由于疏散要求低但通风面积要求高，设置消能支撑则可避免影响通风面积。体育馆东西向局

部消能器及抗震墙加固剖面示意图*（见D-7页）。经计算，通过增设剪力墙和消能支撑的方法，减少了加固量，可仅对与剪力墙和消能支撑相连的梁柱进行加固。

体育馆屋架为正交斜放的钢网架体系，斜放最大跨度达到140m，支座采用了弧形板弹簧支座。为了防止地震作用时支座拔出后引起屋架的塌落，对支座采取了限位加固措施，在支座上加设了支座裙套，在支座拔出后可限制支座的位移，防止屋架塌落。

4　增设消能支撑结构的计算步骤

采用振型分解反应谱法进行地震响应分析，按下述步骤估算结构的等效阻尼比和各个防屈曲消能支撑的参数：

步骤一：假定各个防屈曲消能支撑的设计参数（等效刚度、等效阻尼系数）和结构的等效阻尼比。

步骤二：将结构的等效阻尼比和各个防屈曲消能支撑的设计参数导入分析模型中，按照《抗震规范》的规定，进行结构线性分析。

步骤三：经由结构分析可得第i楼层的水平剪力F_i、水平相对位移U_i及第j个防屈曲消能支撑的阻尼力F_j及位移U_j。

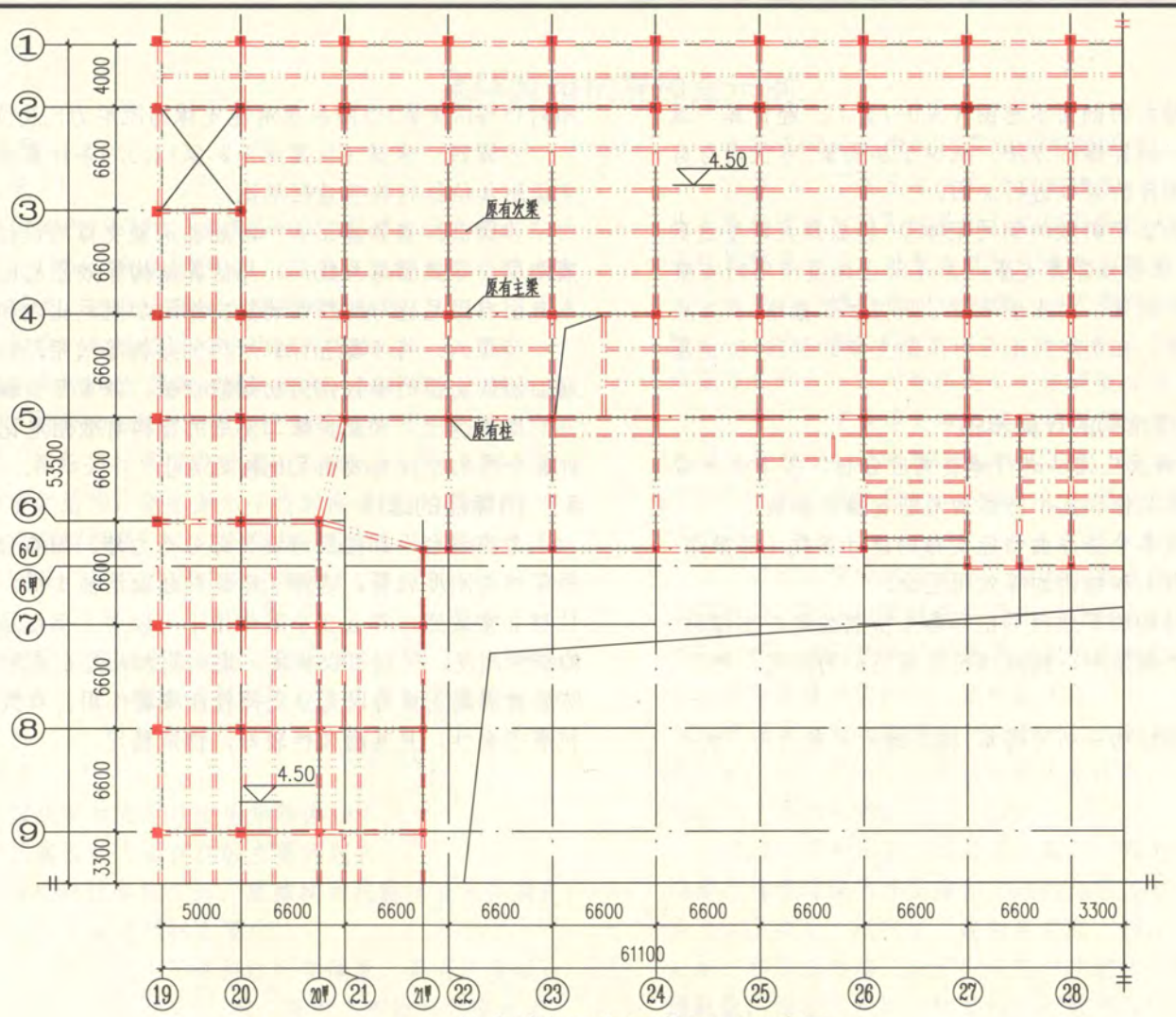
步骤四：根据《抗震规范》第12.3.4条计算防屈曲消能支撑附加给结构的有效阻尼比。

步骤五：重新修正各个防屈曲消能支撑的设计参数（等效刚度，等效阻尼系数），并估算结构等效阻尼比，即结构本身固有阻尼比与防屈曲消能支撑附加阻尼比之和。

步骤六：将步骤五计算所得的结构等效阻尼比和各个防屈曲消能支撑的参数作为初始假设值，并重复步骤二至步骤五，反复迭代，直至步骤二使用的结构有效阻尼比与步骤五计算所得的结构有效阻尼比接近为止。

5　消能器的选择

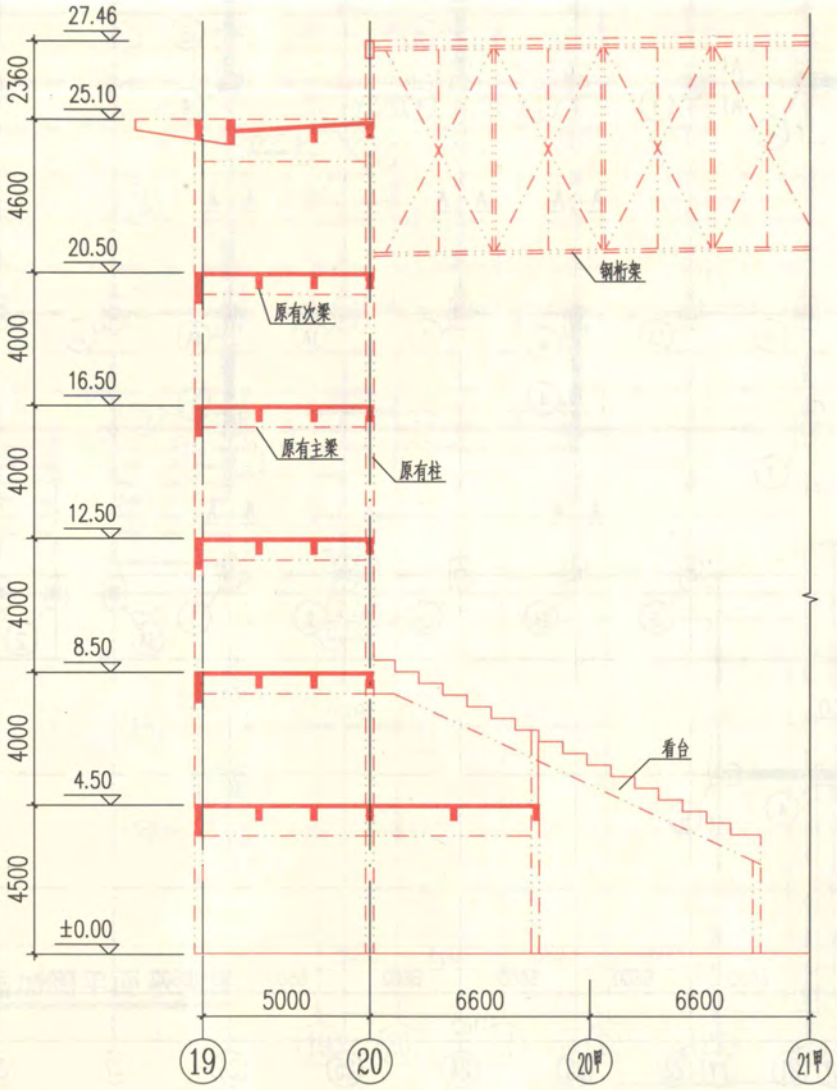
考虑看台下部楼层增设了部分剪力墙，而看台上部楼层框架结构刚度较弱，选择了增设防屈曲消能支撑。由于其对位移非常敏感，那么在小震作用下可以为上部楼层提供较大的抗侧刚度，同时可以提供一定的附加阻尼。在中大震阶段，防屈曲消能支撑可以充分发挥耗能减震作用，有效提高结构抗震安全性，且其耐久性较好，性能稳定。



体育馆首层加固前平面示意图

注：此图仅给出体育馆局部部位以供参考。

某体育馆抗震加固示例								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	D-3



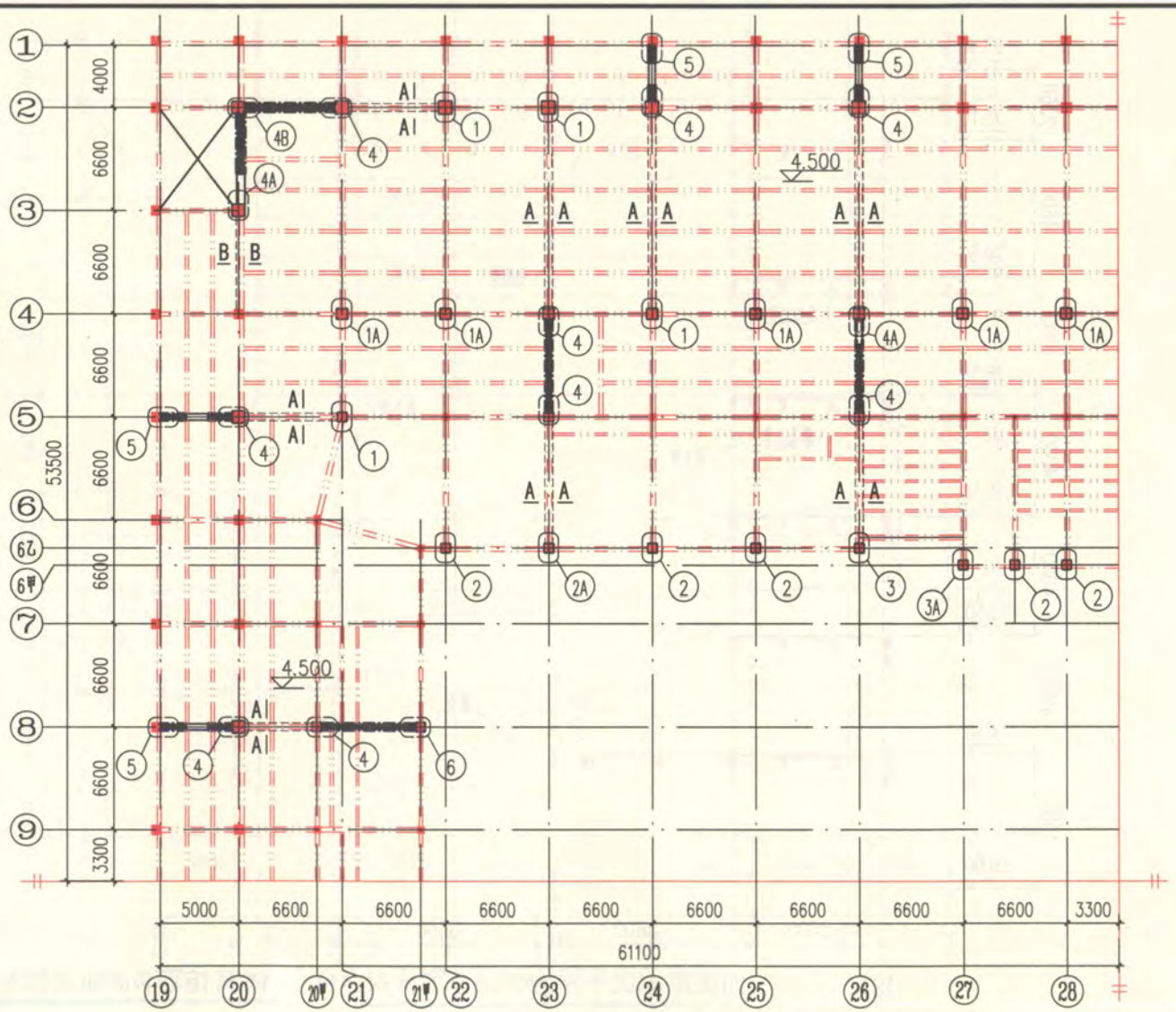
体育馆西向8轴局部加固前剖面示意图

注：此图仅给出单个剖面以供参考。

某体育馆抗震加固示例								图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	D-4

注：1. 此图仅为加固示意图，图中剖面详图及节点做法详图从略。实际工程设计中应由设计人员逐一设计。

2. 图中未注明柱加固范围为柱全高，图中加固梁为首层顶板所在楼层，新增抗震墙墙顶标高均为8.500m，具体详见D-7页。

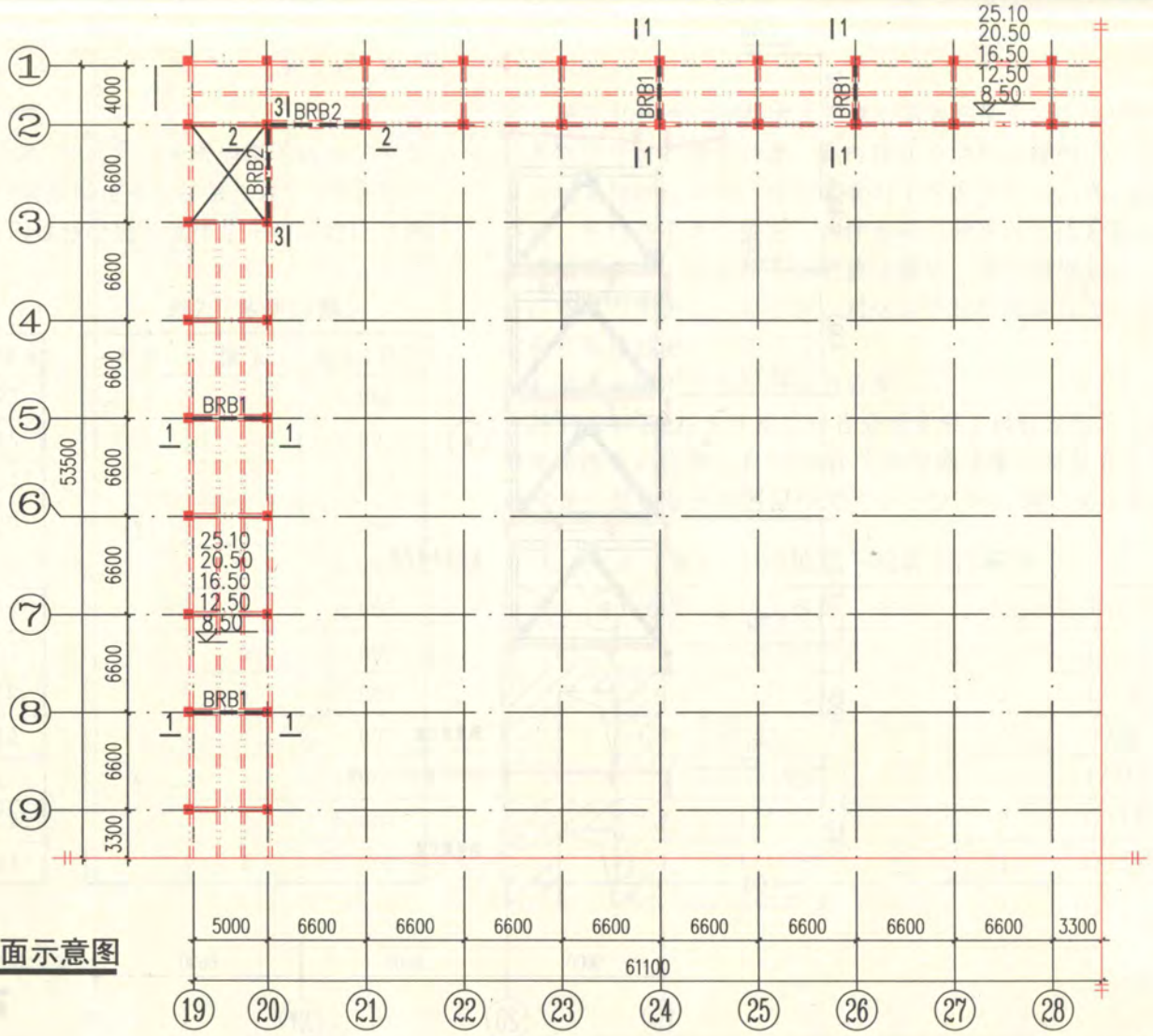


体育馆首层加固平面示意图

某体育馆抗震加固示例

图集号	13SG619-5
页	D-5

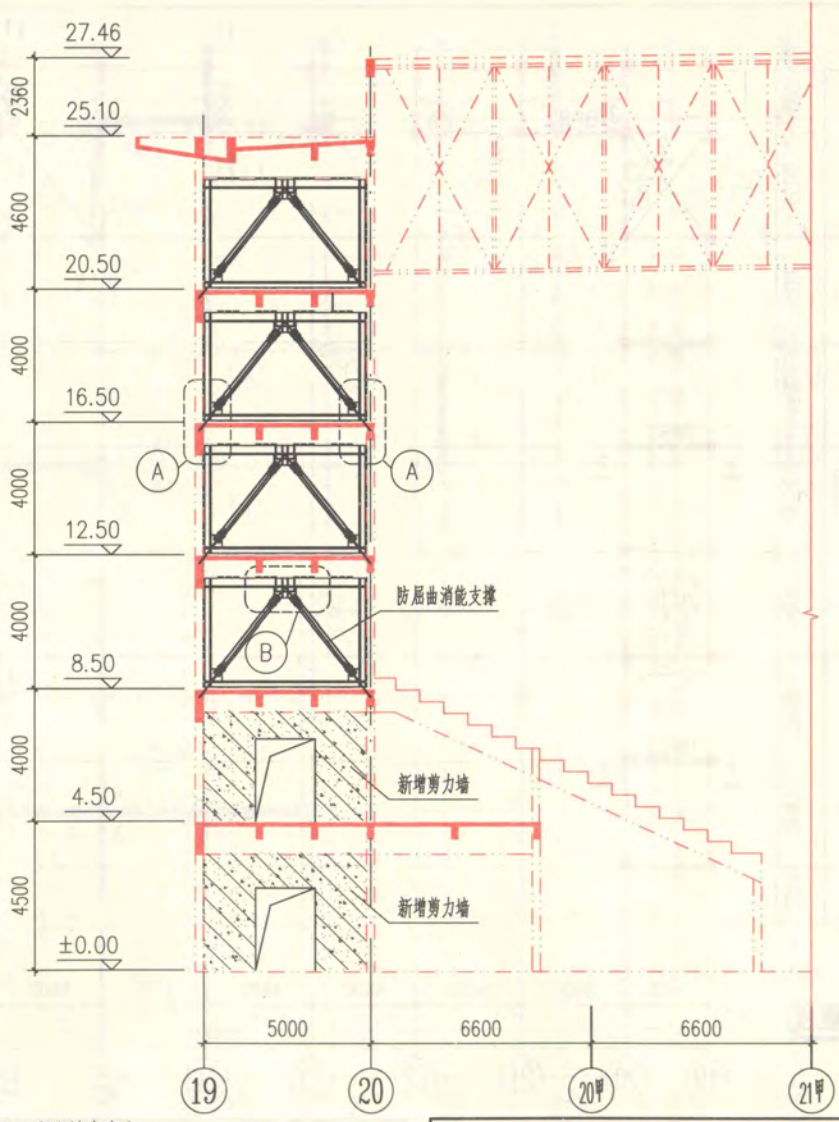
审核	李文峰	校对	李兴旺	设计	韩龙勇



体育馆三～五层加固平面示意图

注：此图仅为加固示意图，1-1剖面详见D-7页，2-2、3-3剖面从略。

某体育馆抗震加固示例							图集号	13SG619-5
审核	李文峰	李文峰	校对	李兴旺	李兴旺	设计	韩龙勇	韩龙勇	页	D-6



1-1剖面

体育馆西向8轴局部加固剖面示意图(BRB-1)

注：此图仅为加固示意图，图中节点做法详图从略。实际工程设计中应由设计人员逐一设计。

某体育馆抗震加固示例

审核	李文峰	校对	李兴旺	设计	韩龙勇	图集号	13SG619-5
						页	D-7

6　整体抗震性能分析结果

6.1 结构分析主要采用ETABS V9软件，多遇地震下的水平地震力作用弹性层间位移计算，其层间位移角结果见表1、楼层竖向构件最大的水平位移和层间位移分别与该楼层平均值的比值两者之大值见表2。

表1　多遇地震

方向	楼层	层间位移角
X	6	1/1093
	5	1/1045
	4	1/1204
	3	1/1800
	2	1/4726
	1	1/6554
Y	6	1/1207
	5	1/1128
	4	1/2012
	3	1/3521
	2	1/5452
	1	1/6524

表2　多遇地震

方向	楼层	层间位移比
X	6	1.006
	5	1.006
	4	1.007
	3	1.006
	2	1.006
	1	1.007
Y	6	1.001
	5	1.001
	4	1.001
	3	1.003
	2	1.004
	1	1.003

确定结构附加阻尼比及支撑的等效刚度后，在PKPM结构计算软件中进行建模计算，此时防屈曲消能支撑的作用采用普通钢支撑进行等效，结果查看时不考虑其稳定问题。考虑到梁、柱构造不满足要求，构件承载力验算时折减系数0.85。计算结果表明：增设防屈曲消能支撑后，除个别框架梁、柱外，承载力均满足计算要求，对这些个别构件进行局部加固；结构层间位移满足规范要求。

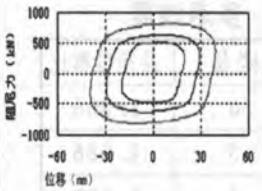
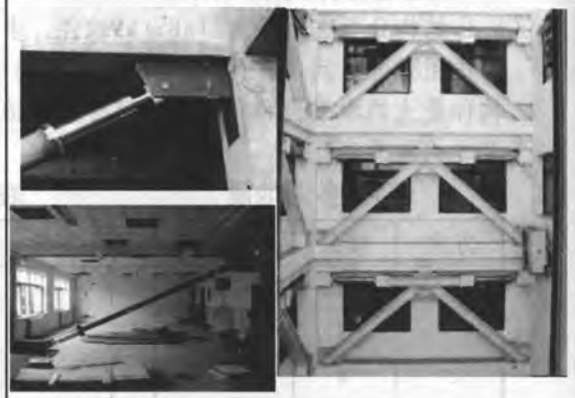
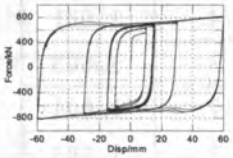
6.2 罕遇地震下结构变形能力验算

使用SAP2000进行了弹塑性时程分析考察了时程波作用下结构的弹塑性层间位移。表3为两个方向罕遇地震下楼层最大层间位移角。结构最大层间位移角均小于1/100，满足规范要求。

表3　罕遇地震下的层间位移角

方向	楼层	层间位移角	方向	楼层	层间位移角
X	6	1/226	Y	6	1/161
	5	1/175		5	1/127
	4	1/152		4	1/425
	3	1/692		3	1/742
	2	1/1116		2	1/1127
	1	1/1523		1	1/1560

新型抗震技术—消能减震系统

	产　品	技术原理	实　验	工程实例
粘滞流体阻尼器		当工程结构因振动而发生变形时，阻尼器活塞与缸体之间发生相互运动，活塞前后的压力差使粘滞流体从阻尼器通道中通过，从而产生阻尼力，耗散外界输入结构的振动能量，达到减轻结构振动响应的目的。	粘滞流体阻尼器 荷载 —位移关系滞回曲线： 	
剪切型软钢阻尼器		通过软钢的剪切屈服来消耗能量，为结构提供附加刚度和阻尼。这类阻尼器在很小的位移下便能屈服耗能，减小结构承受的地震作用，能有效提高结构的抗震能力。	 实验滞回曲线图： 	

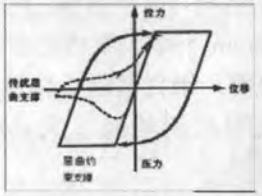
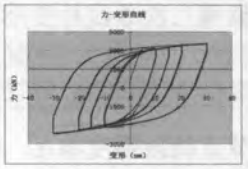
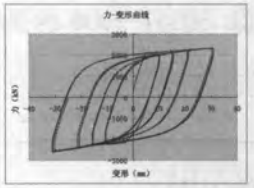
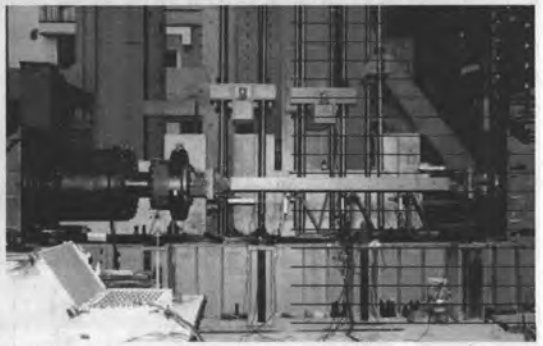
指标特点

■ 粘滞阻尼器为速度依存型阻尼器符合公式：　$F=CV^{\alpha}$　式中：C — 消能系数〔kN/(m/s)$^{\alpha}$〕;V — 相对位移速度(m/s);
F — 输出消能力（kN）;　α — 阻尼指数。

产品类型/技术指标	承载力（kN）	屈服位移(mm)	极限位移(mm)	特　点
软钢剪切型阻尼器	75～1000	1.5～5.0	45～60	小震下提供刚度和耗能，布置灵活、性能稳定

注：本页是根据北京羿射旭科技有限公司提供的资料编制，所有数据由该公司负责。　详细资料请登录 www.yishexu.com

新型抗震技术—消能减震系统

	产　品	技术原理	实　验	工 程 实 例
屈曲约束支撑		一种新的耗能减震构件，具有优异的滞回性能和良好的耗能能力。既能提供必要的抗侧刚度，又可用来减小结构在地震作用下的动力响应。为结构的抗震设计和加固提供了一种新的选择。 支撑刚度和强度容易调整，设计灵活。支撑小震满足规范的变形要求，强震时提供稳定的耗散能力。支撑构件可以保护其他构件免遭破坏，损坏支撑在大震后可以方便地更换，起到建筑物安全保险丝的作用。	实验滞回曲线图：   	

产品类型/技术指标	承载力（kN）	屈服位移(mm)	极限位移(mm)	特　　点
软钢剪切型阻尼器	75～1000	1.5～5.0	45～60	小震下提供刚度和耗能，布置灵活、性能稳定
支撑型屈曲约束支撑	150～5000	1.5～1/800 耗能段长度	1/50 支撑长度	小震下提供刚度，中震和大震下提供刚度和耗能，价格经济
耗能型屈曲约束支撑	150～3000	1.5～1/800 耗能段长度	1/50 支撑长度	小震下提供刚度和耗能，中震和大震下也提供刚度和耗能，耗能性能优异

指标特点

注：本页是根据北京羿射旭科技有限公司提供的资料编制，所有数据由该公司负责。　　详细资料请登录 www.yishexu.com

YS-09 预张紧钢丝绳网片-聚合物砂浆外加层加固技术简介

一种有效提高受弯、大偏心受压混凝土构件强度和刚度的加固方法。加固或修复结构构件（梁、板、柱等）时，在安装过程中对钢丝绳进行张紧，其张紧值应在 6×7+IWS 钢丝绳弹性起点值的±15%（弹性起点值一般为钢丝绳设计拉力的 30%左右），达到或接近弹性拉力区域，这样才能保证加固构件在开始受力时，钢丝绳能够立即受力参与共同工作，网片安装完成后，再压抹聚合物砂浆，钢丝绳网片与原结构结合为整体。显著提高结构构件承载力，与被加固构件协同工作效果优异。

加固系统优势：

a.消除钢丝绳网片初期受力滞后，能从一开始就参与共同受力。

b.端部刚性连接，固定方式更加可靠，最大限度地消除加固钢丝绳的二次非线性变形。

c.不受构件表面平整度限制。

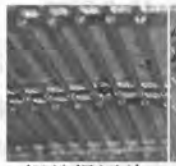
d.环保、耐腐蚀、耐湿热、耐老化性能好，加固层与原结构同寿命。

e.满足《建筑设计防火规范》中对材料为非燃烧体的要求。

YS-09 加固系统主要材料

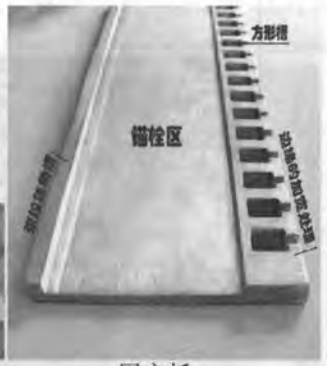
产品	技术特点及主要技术参数
固定板	根据使用的不同位置固定板可分为 GDBA、GDBB、GDBC、GDBL 四种，镀锌钢板，厚度≤10mm 不增大聚合物砂浆层厚度，钢材高硬、高强。不会引起钢丝绳二次非线性变形
固定结	钢制固定节，高强，不会引起钢丝绳二次非线性变形
专用固定节挤压器	用于节点抗拉强度满足《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2006 的强度要求
钢丝绳网片	6×7+IWS 高强镀锌钢丝绳网片。钢丝绳间距 20/30 mm，直径 3.2/4.5mm
聚合物砂浆	满足《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2006 I 级砂浆要求

相 关 图 片


钢丝绳网片

固定节

专用挤压器



固定板

专用化学锚栓

方便测力仪

快速张紧装置

梁加固

板加固

楼梯加固

柱加固

桥梁加固

注：本页是根据北京羿射旭科技有限公司提供的资料编制，所有数据由该公司负责。 详细资料请登录 www.yishexu.com