

我国近代科学先驱邹伯奇

李迪（内蒙古师范大学）白尚恕（北京师范大学）

邹伯奇是我国近代科学先驱，他在吸收国外科学知识的基础上融会中西，对于天文学、测绘学、力学、光学、数学和仪器设计制造等方面都进行了研究，并有所发挥，有所创造，遗留下不少著作和仪器。我们曾对邹伯奇和他从事科学工作的情况进行了调查^①，本文就我们所掌握的资料，包括调查所获得的新资料对邹伯奇及其科学成就作一介绍。

邹伯奇的生平

邹伯奇字一鶚，又字特夫，清嘉庆二十四年（1819）生于广东南海泌冲^②。其父邹善文在本乡教书，娶二妻，第一妻生一女二男，长男即伯奇，第二妻生一女四男。

调查工作得到了邹伯奇的曾孙邹孟才同志、广州市博物馆及文物管理处等单位的支持，邹孟才同志提供了宝贵资料和线索，特此致谢。

北宋时祖上居雄州（今广东南雄县），因先祖邹洁居官，被谪新州、昭州、南雄（今广东南雄县），其孙继孔后来迁至泌冲定居。

邹伯奇从小受到良好的家庭教育，他说：“自童年九数之学，即禀承庭训，稍长，读诸经义疏，见其于算术未能简要，又往往舛误……。”^①于是对数学发生兴趣。他“读书遇名物制度必穷，昼夜探索，务得其确，或按其度数，绘为图，造其器而验之，涣然冰释而后已。”^②十六岁时，他因“客有以塔倒影献疑者”，^③便开始研究光学。当地藏书家梁云门，“生平于算术不甚深，而藏算书甚多。邹特夫〔伯奇〕少年曾从受业，故于算学粗通涯略，后始融会中法之书，妙通微奥。而其始，公导之也。”^④就是说，他从小在家庭学习，稍长便外出拜师求学、借书钻研，刻苦学习自然科学。咸丰七年（1857）正月补为学海堂学长^⑤。

由于邹伯奇在学术上取得了成就，成为有名学者，常和当时学术界许多知名人士来往，进行学术交流。同他来往最多的有夏鸾翔（1823—1864）、吴嘉善、丁取忠、陈澧（1810—1882）等等。陈澧是广东有名的学者，但他许多工作都得到邹伯奇的帮助和支持。书信来往特多，其中多数是陈澧请邹伯奇给解决学术问题的，经伯奇后人于“辛丑春二月”整理的就有八十八封之多^⑥。

邹伯奇：《学计一得》自序，1844年。

陈璞：《邹征君遗书》序，1874年。

邹伯奇：《邹征君遗稿·摄影之器记》。

谭宗浚：《荔村随笔》。

⑤ 学海堂由阮元（1764—1849）于道光元年（1821）春在广州创建。见容肇祖：“学海堂考”，《岭高学报》3—4卷，1934年。

⑥ 《陈兰甫先生手札》袖珍抄本。

同治三年(1864)，邹伯奇被郭嵩焘聘请测绘广东沿海地图。推荐书说：“闻绅士教职陈澧、举人桂文灿、生员邹伯奇、监生赵齐婴暨本部堂署内幕友徐灏，平日或研精经史长于考证，或讲求地理，究心算学，于办理此事最属相宜……兹定于三月十一日在广州府学署明伦堂开局办理。”^①他应聘参加了这一工作。“余则自上年正月郭抚台 嵩焘 延请开局绘广东地图，今尚未脱稿。”^②同治五年(1866)京师同文馆增设天文、算学等科，需要教师，郭嵩焘便推荐“官生员邹伯奇、李善兰赴同文馆差委。”^③邹伯奇没有到职。同治七年(1868)再一次请他去同文馆，曾国藩也希望邹伯奇到自己幕府，他都谢绝了。

同治八年(1869)五月因病去世，葬于泌冲。

十九世纪是我国历史上发生重大变化的时期。1840年鸦片战争时，邹伯奇是二十一岁的青年，亲眼看到了祖国被侵略，感到痛心。当时广州外国人很多，他从不轻易与之接触；但他对外国的先进科学技术，则积极吸收。在他的遗物中，就有产自外国的几件科学仪器。

邹伯奇在学术上能够融会中西，做出成绩，是与他的研究领域十分广泛分不开的。然而由于他“好覃思而懒著述，其成书者《学计一得》、《乘方捷术》、《格术补》三种而已。在刻印《邹征君遗书》时，由陈澧又从其遗稿中挑出一部分，题

据一无名抄本。

邹伯奇：《邹征君存稿·与冯竹儒贴》。

《东华续录》卷五十八。

名为《邹征君存稿》，《与《遗书》同时刊出 此外还有一些散稿由其子邹达泉收藏^①。他本人也说：“余生平记注壅积丛残，多不暇易稿，志在备遗忘，不欲入著作之林，流希丑拙，为铨铃癯符也。”^② 因此他遗留下的文字资料虽然较多 但不系统 多为散页 除已出版者外 较连贯的仅有《测量备要》一稿。

对 光 学 的 研 究

邹伯奇最早研究的是光学，并取得较高的成就^③，他是我国照相术的先驱，制造了我国历史上第一架照相机。后来还发现五张照相玻璃底版，虽时隔百年，仍很清晰。其中一张现存于广州市博物馆，是邹伯奇本人半身坐像^④。其余四张底版，华南工学院已故教授梁恒心曾见过，并介绍说：“其中有一张是邹伯奇的小像，背景是祠堂的石级，他本人身穿白长衫，坐在凳子上，手执白团扇。玻璃边不整齐，不是外国的商品，而以石级为背景，也不是照相馆的布景，可能是邹伯奇自己叫人代按快门

① 《邹征君存稿》 邹仲庸 伯奇弟 序，1873年。

邹伯奇给别人的一封信，收入一誉清稿本中。

③ 李迪：“邹伯奇对光学的研究”，《物理》第6卷第5期，第308—313页，科学出版社，1977年。

解放初存于泌冲之东的石门中学，现已不知去向。

这张邹伯奇半身坐像，头戴爪壳帽，身穿皮袄，戴圆形眼镜，右手拿书 左手执一烟袋 身右是一花架 上有花盆 背后是书橱和仪器柜。

拍的。”^①另外三张，有与他学生在一起照的，也有与同乡人的合影。其中祠堂背景是值得注意的，据邹孟才同志讲，原有一处供奉邹继孔的祠堂，解放后还存在，邹伯奇照片上的背景无疑是这一祠堂。从以上情况看，这些底版就是在邹伯奇家里拍摄的。但是后四张底版落在何方，现今不清楚。

1962年，邹孟才同志将邹伯奇的一些手稿交给中国摄影学会广东分会，其中就有一部分是照相原理的资料：

“人之能视物者 以物体有光送入眼内 某物体能使光通过其物质中，而某物体则不然，故一名曰透光体，一名曰不透光体。不透明之物体，若使当于目眼，则该物体之延伸线上，所有物体隐而不见。然若于不透明物凿通小孔，而从此以观他物体，则此物体必在联络眼与孔之直线上可知也，是故光也者，必以一直线而前进。可视之物体乃以无数光线四向射出，故数千人能同时而见一物也。日光之直线穿过壁隙而照入室内时知之，此时欲视光线之道，可观室内尘埃之被光所照 自确知其为直线也。”

这是摄影的基本原理，和现在的理论一致。又说：

“孔若小则光道系圆锥体 以孔为其顶点 以纸从直角遮断其光道，则其被照部分作圆形，纸距孔益远，则圆形益大焉。又若此纸横遮其光，或使光线射于地上，则被照部分乃成椭圆形而非圆形矣。旭日初升而见树木之影倒映于寝室之壁者 以日光自户隙而入故也。”

梁恒心：《邹伯奇摄影史料初探》，中国摄影学会广东分会，铅印单行本，共7页，1963年。

既然全部光线限于一个圆锥体内，那么便可在一小暗箱内将一个物体的像容纳起来，从而发明显示迹象的暗箱，并于1844年研制成功摄影器^①，在此基础上做成我国最早的一架照相机。邹伯奇对它的结构和照相过程作了详细的论述：

“故此而作暗箱，其一端嵌有凸鉴是用凸鉴以面风景或人物，则暗箱内有风景或人物之小像在焉。使此像映于（白）色玻璃而前后动其玻璃则像可明显迨取出此玻璃，换用别种玻璃板，此玻璃板乃以受光作用之一种药料涂于其表面者也（药料说明见《理化精详》）。斯时箱内之像遇此善感之化合物，则像之明处以其作用玻璃板之药物，使先变其性质，而像之暗处则反之，故其像惟留痕迹之于表面，此痕迹则像之明处现为暗像之暗处，故可得物之小照也。

“一以强水或视水洗玻璃片去其腻再以清水漂之去其碱以火炙干以粉擦候用。

“二以凸鉴暗箱对人，安置取其鉴内影所照之玻璃暗片大小合度。校其收光，得形明朗乃视天色光暗，加鉴中光限初见形暗细视实明晰乃合。如太光则浓太阴则薄也。

“三以已擦之玻璃阴片，两指持一小角，倾过罗甸光药水于上，要速而匀，余仍纳樽中，俟一息，稍干浸入银水桶中此桶放在黑房内不得见光常常取此看，见成淡绿色无水纹为度。乃安在夹板内提出安照鉴箱中拔其盖再去其凸鉴口弹簧活动。照片之久暂，视药力之烈缓，天光之明

暗 此在乎人之测度矣。照毕下盖 提夹板放入房内 取出以显影水浇之，见人形眉目似现，急以清水洗极净，视其面色厚薄，如厚也安留形水中浸之；如薄以加厚水和淡银水三滴浇其上，摇动见其面目。去其加厚水以清水淋之极净，遂浸于留形水中 候消尽 取出晾干 以白漆过之则成暗板矣。乃以银质阳面板合度复于画上，以晒板匣夹之，于太阳中晒板，刻取看，其面成赭色乃合。取出，于画勿令见光，洗晒毕，于夜间以清水一盅 将有画之板放入 以手拍之 令银粉去尽 过清水数次 乃以真金水浸之 见其色以变黑为度。取出浸于清水中 换水数次 浸于留形水中 过一宿 晾干 以黑漆涂底则成功矣。”^①

这是我国照相史上关于湿版照相术的一篇重要文献。文中的“罗甸光药水”的“罗甸”两字系 Latin 之音译 即今之“拉丁”。西方药名、化学元素、化合物都用拉丁语 以此推之 邹伯奇是了解西方照相用药的。但是在他的配方中有些药品是我国的产物、如桃皮胶、苦木胶、阳起石等等 都产自广东地区。

邹伯奇还设计过一种光学玩具 叫“传影筒”由五个筒垂直装成 图 1) 在四个拐弯处均安平面反射镜，丁处置一光源 在丙处放一隔光物 从甲处便可看到光源^②。

梁恒心：《邹伯奇摄影史料初探》，中国摄影学会广东分会铅印体，1963年。

邹伯奇的一袖珍写本。

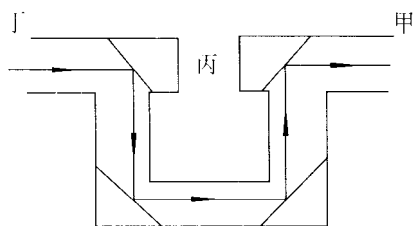


图1 传影筒示意图

对 力 学 的 研 究

邹伯奇对力学的研究 过去很少有人提及 实际他在这方面有不少研究成果，这里主要介绍他在《罄求重心术》^① 和《求重心说》^② 两篇论文中，关于求物体的几何重心问题。

在我国文献中，第一部介绍西方关于物体重心求法的书是《远西奇器图说》。该书卷一第七款到二十二款的十六个问题都是求物体重心的，其中第十一款和最后三款是求立体的重心，其他大部分是求平面形的重心。有些求法与现代不同，特别是第二十二款，讲不规则立体的重心的求法（图2），先在其上“作平直线系甲，次于乙垂一直线紧靠一边 又次于丙亦作一垂线 紧靠一边。即从甲上往下以墨直点作线乙至丁、丙至戊两线是径之面。复转系体 再如乙丁、丙戊作两线如前，就得”。求法较烦琐。梅文鼎在晚年也讨论过

载《学计一得》卷下。

载《邹征君存稿》。

重心问题，他把四边形分成两个三角形，求出它们的几何重心，作联线，再分成另两个三角形，也求出重心，作联线，两联线的交点就是四边形的重心^①。

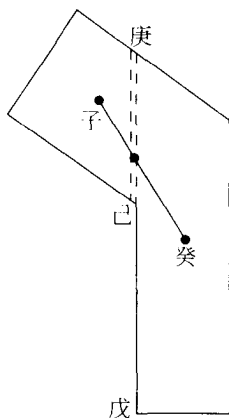
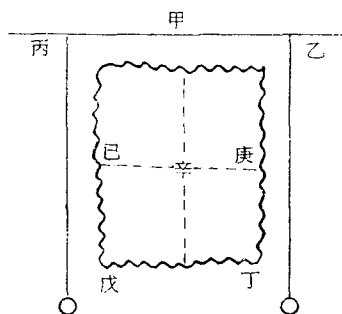


图 2 求不规则物体重心示意图 图 3 求磬形物体重心示意图

邹伯奇的研究有新的发展。他在《磬求重心术》中，用数学方法求磬的几何重心（图 3）。他先求出三角形和四边形的几何重心，然后把磬的内侧一边戊己延长，使与一外侧边相交于庚，分成两个四边形，示出其重心分别为癸、子，联线。这样，所求重心应在癸子线上，再经计算求出重心到戊庚的距离，重心就被确定了。过去陈文涛曾用现代数学加以解释，其中有一条虚线画错了^②。邹伯奇的求法是正确的。因

清梅文鼎：《度算释例》，1717 年。

② 陈文涛：《先秦自然科学概论》，第 68—70 页，商务印书馆，1928 年。

当时把各种形状物体都理解为质量分布均匀的几何形。

在《求重心说》一文中，邹伯奇论述了立体形的重心求法（当然也都是在质量分布均匀的情况下进行的）。他首先把立体分为两类 第一类是有容圆的“凡立体各形等边、等面者 其容圆心即为重心”第二类是“面、边不等”的 如方台、方亭、刍甍、刍童等“剖为长方、长圆、立锥、堑堵各形求之”。就是说把立体分解成一些长方体、圆柱体、正锥体、直角楔形等，先分别求出它们的重心，然后再求整体的重心。这些分解体的重心都是可求的 而且有理论依据 即“凡长方、长圆上下等面，其重心距各面两相等，立锥重心则当垂线四分之一，堑堵重心则当垂线三分之一。立锥者，三角锥、方锥 以至多边锥、圆锥皆同。”并举出十二个例子 说明几何重心的求法。但在具体作法上仍各有不同，一是四率比例法，二是悬吊法，三是几何法。下面各举一例说明之：

例 1: 求正方台之几何重心。先将正方台分解成一长方体、四阳马和四堑堵，再求出它们的重心，以三种相应的重物悬吊于一杆上，并算出距离，反复利用四率比例而确定出正方台之重心。

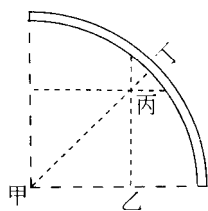


图 4 求象限弧物体的重心示意图

例 2: 求不规则形体之重心。再次悬吊，求出它们的悬绳延长线的交点 就是重心。

例 3: 求一象限弧形物体的重心(图 4)。甲丁自乘以弧长除之 所得为甲乙(或乙丙) 求出甲丙 丙即重心。

邹伯奇在力学方面的研究成果，虽然不是当时世界最高水平，但在我国的力学发展史上不失为突出的成就。

对天文学的研究

邹伯奇对天文学的研究是很有成就的，涉及的范围也很广，归纳起来主要有以下几方面：

1. 古天文学的研究 邹伯奇在这方面写了十数篇论文如《周初黄赤大距周天度里考》、《夏小正南门星考》、《二十八宿当古赤道说》、《终日七襄解》、《宣夜说》、《太岁无超辰说》、《春秋经传日月考》、《周髀算经考证》^①、《三统术说》^②、《测天约说》^③等，对古天文学方面的许多问题提出了自己的见解。例如，他认为璿玑为小圆环：

“测北极及正南北之法，皆以北极中大星为准，而大星不正当不动处 四游绕枢 故古人设一小环拟其绕枢之迹 使大星常在环内，因名曰璿玑，亦名其星为璿玑，亦谓之极星。璿玑之心即北极不动处，故曰正北天之中。然设仪器必先正南北……”

又如他认为二十八宿上古在赤道附近，后因岁差而变成现今的状况 并主张“二十八宿之起 盖在唐虞之际 其所从来远矣。”这些见解至少可以做为一家之言。

此八篇论文载《学计一得》中。

邹伯奇：《邹征君存稿》。

③ 邹达泉：《邹征君遗书》识，1873年。

2. 绘制天文图表及作天球仪《邹征君遗书》的目录中载有“赤道南、北恒星图”二幅，其子邹达泉也说：“其赤道南北恒星图，则先征君在时伍襄卿、吕拔湖、陈古樵、吕云甫诸先生所刊，今亦并入遗书中。”^①查今本《遗书》均无此图。过去曾怀疑是否刊印过？近年，我们在浙江省图书馆发现了两幅图，贴在刊本《邹征君存稿》之末，分别称为《赤道南恒星图》和《赤道北恒星图》。其图赤道径长约 54 厘米，有新增星。《赤道南恒星图》的左侧有下面一段文字说明：

“南海邹特夫先生按岁差推定咸丰甲寅岁（1854）前冬至恒星黄赤经纬表二卷，分图两巨册，总图各径丈余。家君嘱杨君锦帆缩临其赤道总图，伊善卿校对藏之，松溪草堂图之，界线依浑盖通宪法，以赤道分周天恒星为南北二图，经纬俱五度一格，以 ☉ ☿ ♀ ☿ ☉ ● 别六等星光，正座，新增、明暗、胥备、位置、疏密，皆符仰观。吕拔湖师以同人借摹不易，因与吕君云甫、古樵陈丈谋付梓人并命学藻（伍襄卿）识其缘起。同治元年（1862）冬至后四日顺德伍学藻书于羊城柳塘书屋。”

两幅图上都盖有篆字“松溪草堂”印。由此可见，这两幅赤道星图是同治元年“松溪草堂”缩临的原刊本。说明中提到的“咸丰甲寅岁前冬至恒星黄赤经纬表二卷，分图两巨册，总图各径丈余”是邹伯奇的重要研究成果。两巨册丈余的天文图甚为可观。现广州市博物馆藏有《赤道星图》和《黄道星图》稿本各一卷，或许是上述两巨册的缩临本，但无星

表。此天文图全用中国传统的画法，星与星座的名称也是中国式的。

在邹伯奇的遗稿中，有《句陈大星四游检表数》散页三张，下有阿拉伯数码编号 2、3、4 而缺第 1 张。此三张载三表：“第一次加减表”、“第二次加减表”和“第三次加减表”。最后一表是同治六年（1867）九月到七年（1868）四月的日月出没的恒星时校正表。

邹伯奇还制作了一架天球仪，高约 50 厘米，制作精细，内容与天文图一致。

3. 有关太阳系的研究 邹伯奇的生活时代，正是我国学术界对哥白尼学说有争议的时期，他支持哥白尼学说，制作了一架太阳系表演仪^②。太阳在中心，有八大行星，其中海王星是 1846 年发现的，仪器上就有了，并且有个环形物套在球外，样子与土星相仿。徐建寅说：“昔人疑其海王星有光环，未有确据，惟拉斯拉、斯得路佛、本特三人观测见有一月可无疑。”^③显然，邹伯奇的仪器是在徐建寅所讲新情况之前造出来的。

邹伯奇计算了从辛酉（1861）开始的若干年内五大行星的运动情况，其中包括水星“远日之期”的预报，金星离日四十度为最明的预报，三颗以上行星会聚的时间和位置的预报^④。

邹达泉：《邹征君遗书》识，1873 年。

现藏广州市文物管理处。

李善兰、伟烈亚力译：《谈天》卷 9 徐建寅续述，1874 年。

邹伯奇：《邹征君存稿·记五星》。

对 测 绘 的 研 究

邹伯奇擅长测绘，并取得很大成绩。他在青年时代，就绘制了全国地图，包括总图一幅及分图六十六幅，有同治甲戌(1874)刻本《皇舆全图》一大册，书前有邹伯奇自序、冯瑞光(1863)和冯焌光(1874)序各一篇。自序说：

“地图以天度画方，至当不易。然地本为圆体，经纬相交，皆为正角，而写于平面，以经纬为直线，至边地则成斜方之形矣。余昔尝为总图，小幅依浑盖仪用半度切线法，然内密外疏，与实数不符，故复为图，其经度无盈缩，而纬度渐狭，相视皆为半径与余弦之比例，横九幅，纵十一幅，合之则成地球，滂沱四隤之形，欲使以圆绘圆，其形乃肖也。成于甲辰，颇自珍重。丁未岁杪，李奎恒见而爱之，属潘壁东展临以去。自是斯图有副本，……”

可见这图完成于甲辰年(1844)，邹伯奇时年仅二十五岁。值得注意的是邹伯奇把我国传统方格地图绘制法，改为按经纬线绘制，每图有一经线画成直线，其余均为曲线。本初子午线定于过北京的一条经线，东为东经，西为西经。这种方法，在地图绘制技术上是很大的进步。有人认为光绪二十九年(1903)邹代钧绘《中外舆地全图》，放弃了旧日的开方方法，采用西洋新式图法，开了制图新法的先河^①。也有人认

^① 林超：“珠穆朗玛的发现与名称”，《北京大学学报》（人文科学），1958年第4期，第160页。

为“直到清季中俄界务交涉又起，中国人才重新输入西洋地图，注意新式图法。”^①前者比邹伯奇晚五、六十年；后者所说虽早于邹伯奇，但是用“梯形投影法”，经线都是直线，未必准确。从邹伯奇自序看，他绘制地图的方法未受西方影响，似是他自己的创造，因而更属可贵。

同治年间，在邹伯奇承担测绘广东地区的地图时，他除了大量实地调查和测量工作外，在绘制方法上他提出了椭圆画法，说：

“地球赤道径二万二千九百一十八里四四，二极径二万二千八百四十一里八七，以椭圆曲率算之，南海地在赤道北二十三度。”^②

这段文字可能有差误，但意思是清楚的，就是说地球两极扁平，极半径比赤道半径小，是椭圆形的，测算时要考虑这种情况。这不论是在理论上还是在技术上，都是很有见地的。

在邹伯奇的遗稿中，有相当一部分是测绘方面的著述，其中《测量备要》具有代表性^③。在其测绘工具中有一种“风雨针”，注说：“用以计山之高”。对此又注说：“山高百尺，针得一分，故能知其高”。由此可知“风雨针”可能是气压计。

1840年，他还制造一种指南尺，在《测量备要》中讲：

“凡作地图，执此行路。针向某字，止若干步。周折越历，随笔记簿。正位布画，分率合度。若见高峰，各辨其方。进远重

① 王庸：《中国地图史纲》第100页，三联书店，1958年。

邹伯奇给别人的一封信，收入一誉清稿本中。

③ 全书稿本一大册，前有目录，但与内容不全相符。

测 代数以量。二线之交 即所准望。欲状纡曲 遵麓陟冈。舟游联点 视针旋转。时测两山 考定长短。城镇营汛 川途牵贯。必过必书 毋漏毋断。”

此指南分率尺究竟是什么形状，其族弟邹璉说：

“余从游特夫兄 指授画地图之法 先造指南分率尺 长一尺广一寸，端藏指南针，天池底分画二十四向，反书罗经二十四字，每字又命为八限，……”

由此可知 指南分率尺是一端装指南针的直尺 用于测量方向。

广州市博物馆藏有一《浔冈洲图》碑 是邹伯奇 命门人 罗照沧、族弟 邹 景隆等用此法绘此洲之图 每一方格为一里 长短皆合 二十四向不差 山水形势 无不毕肖 地图至此精密极矣。(陈澧题记 所谓“此法”应是指邹伯奇的用曲线表示经纬线的画法。

对 仪 器 的 研 究

邹伯奇精于制造仪器，除上面所提到的照相机、天球仪、太阳系表演仪外 还制造和设计了许多其他仪器 主要有：

1.水准仪 邹伯奇设计一种叫“浑圆水准式”的水准仪，有图(图 5)及文字说明：

“水球用铜 冒口中安小管 倒插透木箱底 木箱底有半铜板，左右抵箱底螺丝尖。前后有螺丝透底贯入箱底，以取平。”^①

邹伯奇给别人的一封信，收入一誉清稿本中。

这种水准仪是很灵敏的，他处未见记载，可能是邹伯奇自己设计的，但未见实物。关于气泡水准器，他说：

“凡为水准俱欲水泡走到圆线最高点，……嫌其曲得急，则泡走得缓。乃为椭圆球，头尾弧线急而中弧线纾，则泡走得急矣。为浑球可视足九十度为椭圆，专看数度，随所用之宜，欲中弧线极纾，则是极长椭圆形，而用其中之一截耳。如是则有数度偏侧亦可显而易见。”^①

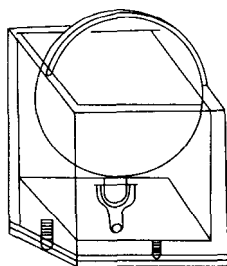


图 5 浑圆水准式图

2. 水银溢流式水准器 邹伯奇做一硬长方木匣，四周圈框。在正中心钻一小孔（不穿透），在一端框上也钻一小孔，上可安小漏斗，使两孔相通。从漏斗注入水银，水银通过小孔从中心小孔冒出。如木匣呈水平状态，水银珠便在中心小孔上不动，稍有不平，水银珠便向倾斜的方向急速滚去。非常灵敏。

3. 风雨针 前已叙及“风雨针”是一种气压计，邹伯奇

邹伯奇给别人的一封信，收入一誉清稿本中。